

# 서울시 지역에너지 계획

2015. 2



## 제 출 문

---

### 서울특별시장 귀하

본 보고서를 귀 시가 의뢰한 「서울시 지역에너지 기본계획 2035 수립」  
학술용역의 최종성과품으로 제출합니다.

2015년 2월

서울연구원 원장 김수현



---

# 요 약

가. 계획수립의 목적

나. 에너지 현황

다. 에너지수요 및 온실가스배출량 전망

라. 에너지 수요관리 계획

마. 에너지 공급계획

바. 주요 지표 요약

---



# 가. 계획수립의 목적

## 1) 지역에너지계획의 의미

□ ‘서울시 지역에너지 계획’은 서울의 특성을 고려한 실천적 계획

- 서울시 지역에너지 계획이라 함은 중앙정부 위주의 에너지절약 정책에서 탈피, 서울시의 지역 특성을 고려하여 보다 현실적이며 창의적인 에너지 사용의 효율성 제고 및 에너지원의 발굴을 위한 시책을 수립하기 위한 계획임
- ‘원전하나줄이기’사업의 단계별 실천전략으로서의 지역에너지계획 임
  - 완료된 1단계사업을 승계하여 2단계사업을 강화하고 새로운 분야로 확장
  - 새롭게 개발된 기술적용 및 앞선 선진 정책(사례) 도입 등 신규 사업 추가
  - 합리적 에너지 제도와 효율적 사회구조로 지속가능한 에너지 정책 마련

□ 세계기후환경수도의 위상을 견지하기 위한 토대로서의 계획

- 에너지절감을 통한 온실가스감축, 신·재생에너지 보급을 통한 에너지부문 지속가능성을 증진시키기 위한 목표 설정과 부문별 실천적 계획 수립과 이행을 통한 환경수도로서 서울의 위상 제고
- 세계기후변화시장협의회 의장 도시로서 도시 기후변화 대응부문에서 국제적 리더십을 발휘하고 세계기후환경수도로서의 위상을 정립

## 2) 계획수립의 필요성과 목적

□ 지역차원의 에너지 정책추진의 중요성 대두

- 국가에너지기본계획은 지역에서의 실천에 중점을 두는 등 국가-지역 간의 협력적 에너지정책 추진이 강조되고 있으며 서울시 지역단위의 특성을 고려한 지역에너지계획 수립 중요성이 부각됨
- 에너지수요관리 정책 강화, 분산형 전원의 확대, 환경·안전과의 조화, 에너지복지 강화 등 지역차원의 실천을 기반으로 하는 정책중심으로 국가에너지 정책의 패러다임이 전환됨에 따라 정책목표에 부합하는 지역의 실천계획을 수립하고자 함

□ 계획수립의 목적

- 「에너지법」 제 7조 및 「에너지이용합리화법」 제 3조, 「저탄소 녹색성장 기본법」 시행령 제4조에 의거, 5년마다 지역에너지계획 및 녹색성장 계획을 수립해야 함
- 에너지 절약 및 신·재생에너지 개발·이용·보급 촉진 등을 위하여 「에너지법」 제7조에 따라 서울특별

시에너지계획을 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 하여 지역에너지계획을 수립함

- 본 계획의 목적은 에너지 환경을 고려하여 에너지절약 및 효율향상 등 적절한 에너지 수요의 관리와 경제적이고 안정적인 에너지공급 계획을 수립하는 것임

### 3) 계획의 범위

#### □ 물리적 범위

- 계획범위 : 서울시 전역으로 하되 온실가스 배출량산정은 국제적 기준에 맞추어 간접배출량 포함하기 때문에 서울시 이외의 지역 포함
- 계획기간 : 2015년 ~ 2035년

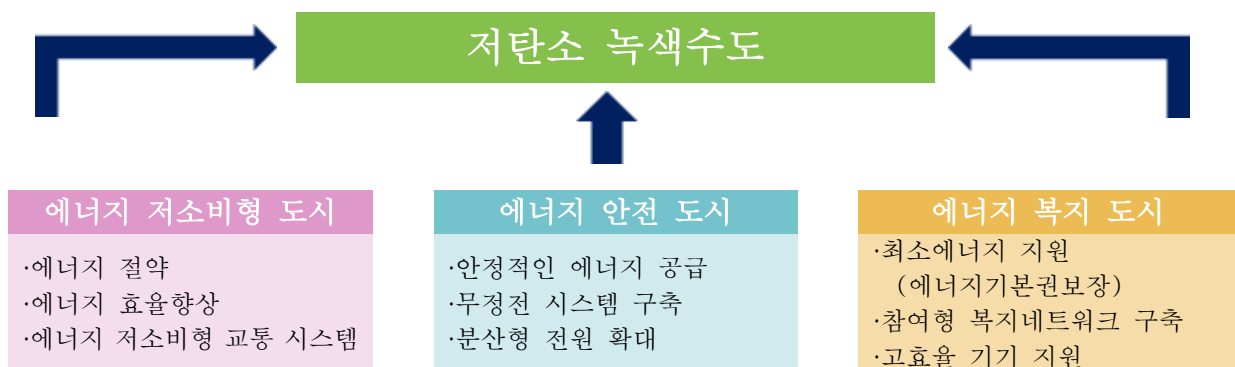
#### □ 계획에 포함되는 내용

- ‘제2차 국가에너지 기본계획’ 분석 후 이와 연계한 서울시 추진방안 및 기본계획 수립
- 서울 친환경에너지 기본계획 2030(제3차 지역에너지 기본계획) 추진성과 평가
- 원전하나줄이기 2단계 추진계획과 발맞춘 에너지 정책방향 설정
- 에너지 소비 및 신·재생에너지 보급 추이 분석 및 향후 전망(BAU, 기준안)을 통한 서울의 전력자립률 제고를 위한 목표 설정
- 신·재생에너지 생산, 에너지효율 개선, 에너지 절약, 집단에너지 및 에너지 복지 대책 등 부문별 에너지 소비 및 온실가스 배출 감축 계획 등

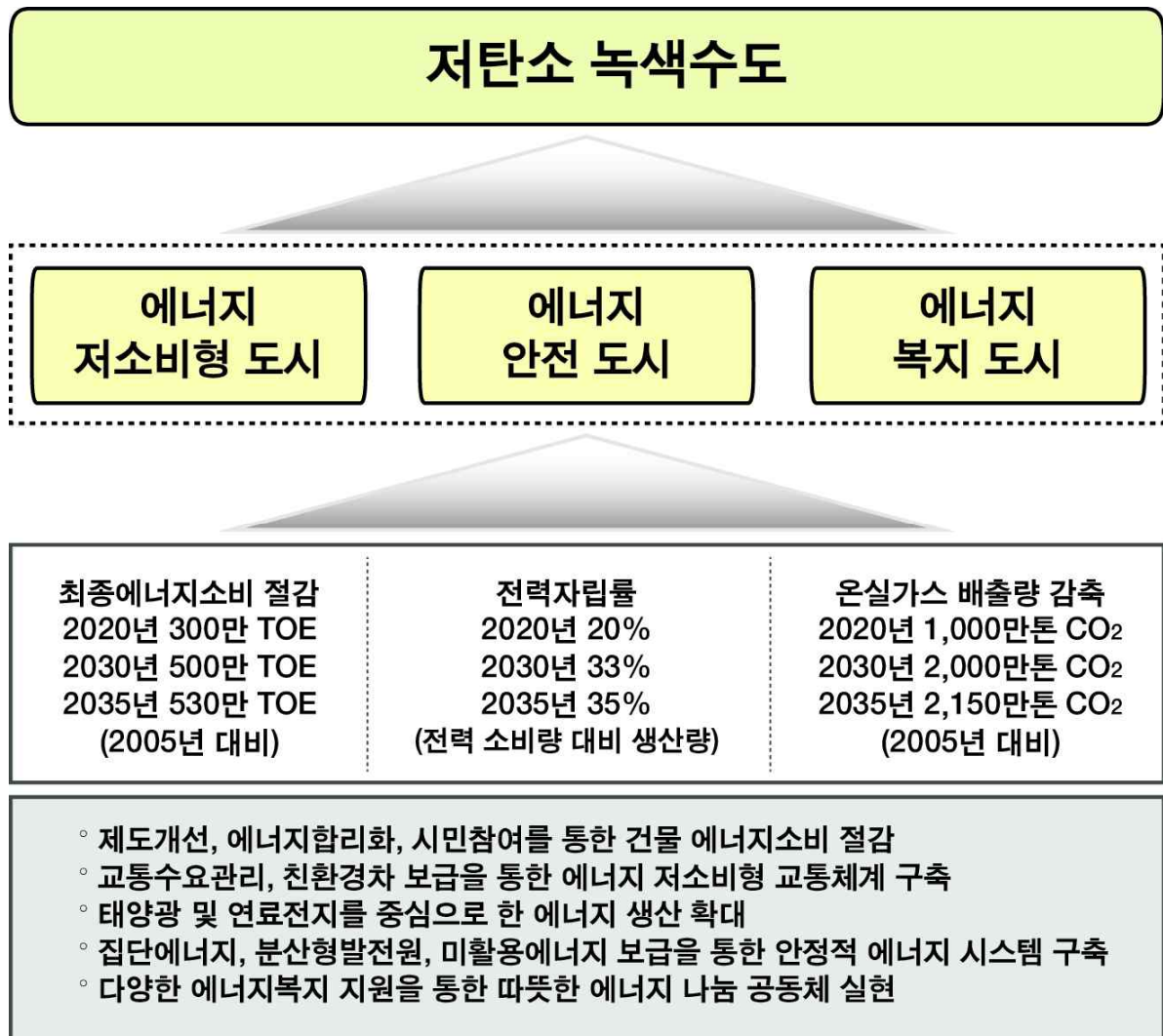
### 4) 서울시 지역에너지계획의 비전과 목표

#### □ 비전 : 저탄소 녹색수도

- 전략 1 : 에너지저소비형 도시
- 전략 2 : 에너지 안전 도시
- 전략 3 : 에너지 복지 도시



<그림 1> 서울시 에너지계획 비전과 전략

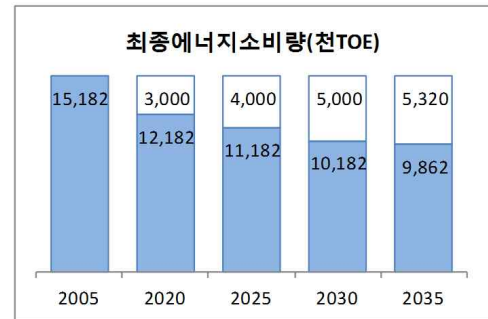


<그림 2> 비전과 목표체계

## □ 계획의 성과지표와 달성목표

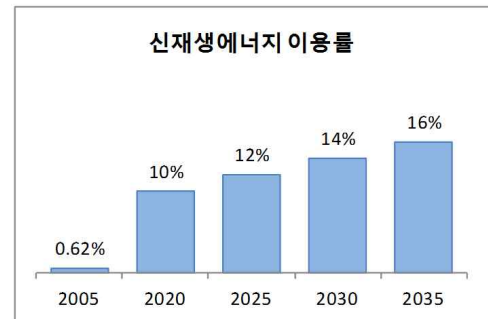
### ○ 에너지 절감량

- 지표정의 : 2005년 최종에너지 소비량 대비 절감량
- 목표 :     2020년    300만 TOE  
              2025년    400만 TOE  
              2030년    500만 TOE  
              2035년    530만 TOE



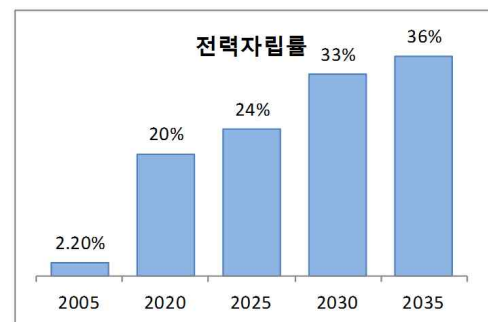
### ○ 신·재생에너지 이용률

- 지표정의 : 최종에너지소비량 대비 신·재생에너지생산량<sup>1)</sup>
- 목표 :     2020년    10%  
              2025년    12%  
              2030년    14%  
              2035년    16%



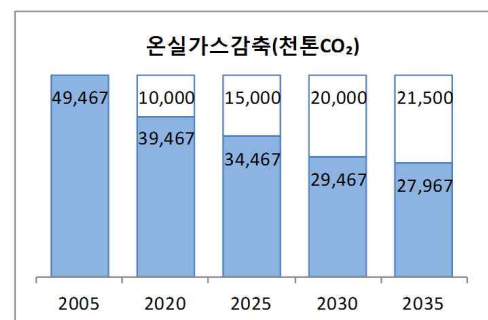
### ○ 전력 자립률

- 지표정의 : 전력소비량 대비 전력생산량
- 목표 :     2020년    20%  
              2025년    24%  
              2030년    33%  
              2035년    35%



### ○ 온실가스 감축량

- 지표정의 : 2005년 온실가스 배출량 대비 감축량
- 목표 :     2020년    1,000만 톤CO<sub>2</sub>eq  
              2025년    1,500만 톤CO<sub>2</sub>eq  
              2030년    2,000만 톤CO<sub>2</sub>eq  
              2035년    2,150만 톤CO<sub>2</sub>eq



<그림 3> 계획의 목표

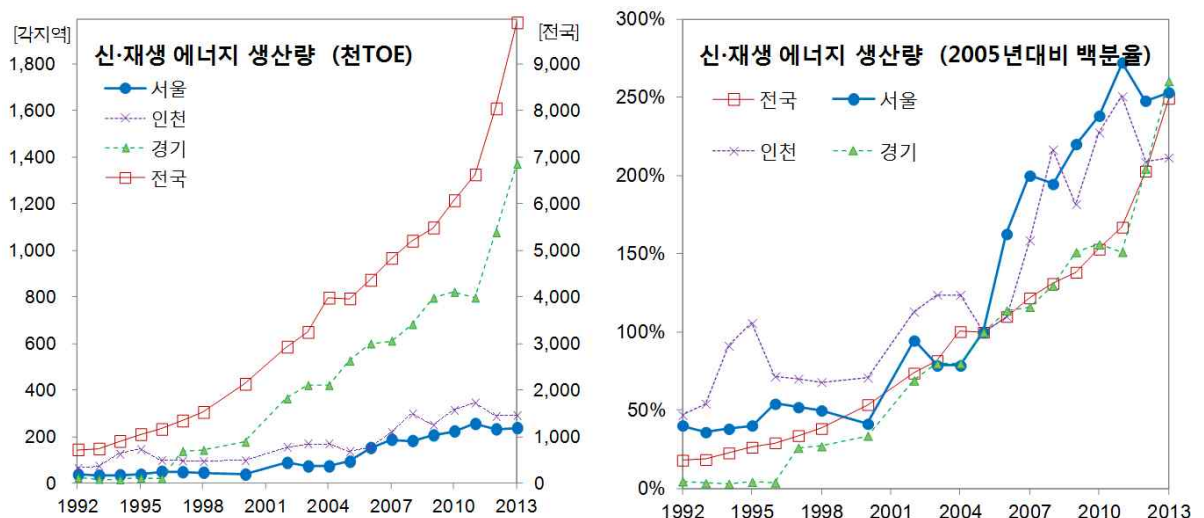
1) 신·재생에너지생산량: 지역에너지통계연보에 수록된 양. 여기 수록된 양은 1차에너지로 환산한 값임

# 나. 에너지 현황

## 1) 신·재생 에너지 생산량

### □ 2000년 이후 신·재생에너지 생산량 급증

- 2005년 대비 2013년의 신·재생에너지 생산량 증가율은 253%로 전국(249%) 보다 높음
- 신·재생에너지원 구성비는 전국과 마찬가지로 서울시에서도 폐기물(72.4%)과 바이오 에너지(19.4%)가 대부분을 차지하였음
- 폐기물과 바이오에너지를 제외한 신·재생에너지원은 태양광(2.9%), 지열(2.6%), 연료전지(2.2%) 순



<그림 4> 신·재생에너지 생산량

<표 1> 신·재생에너지 생산량

(단위: TOE)

구 분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
전 국	3,961	4,358	4,828	5,198	5,480	6,064	6,618	8,036	9,879
부 산	87	92	99	87	83	93	130	107	117
수도권	758	904	1,018	1,164	1,253	1,359	1,398	1,597	1,900
서울	94	153	188	183	207	224	256	233	238
인천	138	152	219	299	251	314	346	288	292
경기	526	599	611	682	795	821	796	1,076	1,370

자료: 지역에너지통계연보

## 2) 최종 에너지 소비량

### □ 서울시는 타 지역에 비해 에너지 소비증가율이 낮음

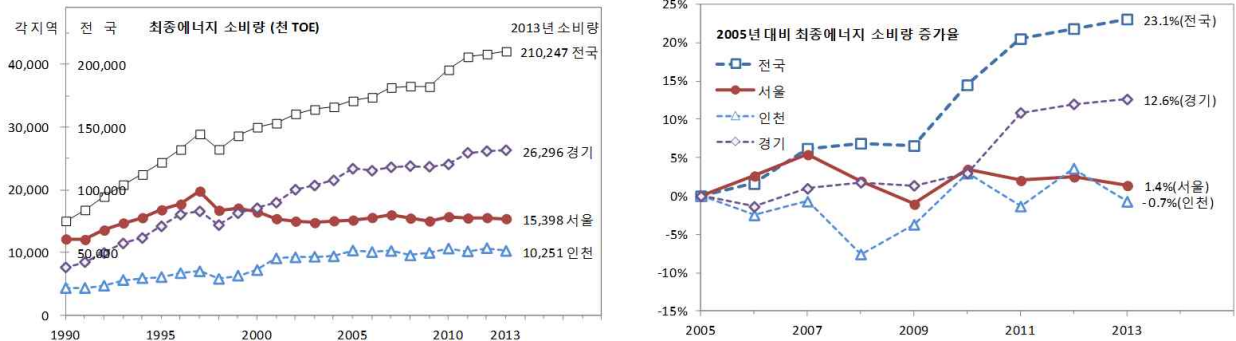
- 전국적으로는 에너지 소비가 지속적으로 증가해 온 반면, 서울은 외환위기 이후 2000년대 초반까지 에너지 소비가 큰 폭으로 감소하고 그 이후에는 점차 안정화되고 있음
- 2005년 대비 2013년의 최종에너지 소비량은 전국적으로는 23.1% 증가, 서울은 1.4% 증가에 그침
- 부산과 인천을 제외한 지자체들의 2013년 에너지 소비가 2005년에 비하여 모두 증가하였음
- 2005년 대비 부산은 9%감소, 인천은 1% 감소하였고, 경기도는 13% 증가하였음

<표 2> 최종에너지 소비량

(단위: 천TOE)

구 분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
전 국	170,854	173,584	181,455	182,576	182,066	193,832	205,863	208,120	210,247
부 산	6,782	6,919	6,918	6,829	6,458	6,683	6,479	6,470	6,146
수도권	48,854	48,680	49,838	48,787	48,637	50,390	51,569	52,413	51,945
서울	15,182	15,586	16,008	15,482	15,027	15,717	15,496	15,568	15,398
인천	10,324	10,068	10,252	9,542	9,941	10,630	10,187	10,697	10,251
경기	10,068	23,348	23,026	23,763	23,669	24,043	25,886	26,148	26,296

자료: 지역에너지통계연보

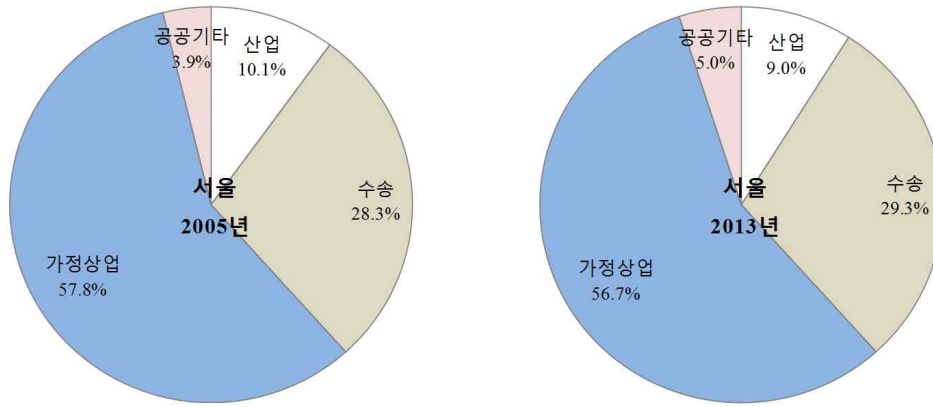


<그림 5> 최종에너지 소비량

## 3) 부문별 에너지 소비

### □ 가정상업 등 건물부문에서 57% 소비

- 2000년 이후 가정상업부문의 에너지 소비량은 소폭의 증가 감소를 반복하는 경향이며, 산업부문은 지속적인 감소 추세임
- 공공부문은 2005년 대비 2013년 에너지소비량이 31% 증가
- 수송부문은 2005년에 최저치를 기록한 이후 2008년까지 증가하였으며 2009년부터 지속적으로 감소하였음에도 불구하고 2013년 소비량은 2005년보다 5.2% 증가



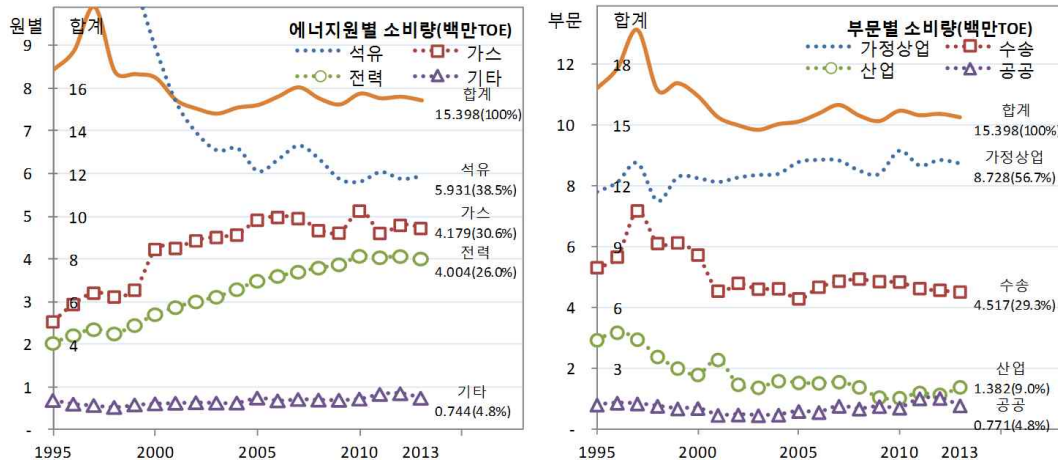
<그림 6> 최종에너지소비량 부문별 구성비

<표 3> 서울 부문별 에너지소비 변화

(단위: 천TOE)

구 분	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
2005년	1,527	4,292	8,777	587	15,182
2013년	1,382	4,517	8,728	771	15,398
변화율	9.5% ↓	5.2% ↑	0.6% ↓	31.3% ↑	1.4% ↑

자료: 지역에너지통계연보



<그림 7> 서울 에너지 소비 추이

#### 4) 에너지원별 소비량

##### □ 전통적 화석에너지 소비량 감소

- 전국적으로는 모든 에너지원의 소비가 증가해온 반면, 서울의 경우 석탄과 석유의 소비량이 감소
- 서울시 도시가스 소비량은 증가 2000년 대 중반부터 안정화

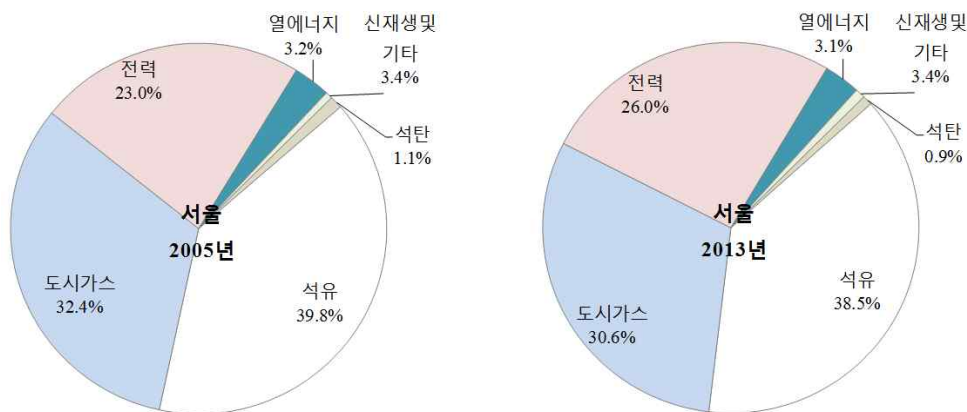
<표 4> 서울시 에너지원별 소비량 변화

(단위: 천TOE)

구 분	석탄	석유	도시가스	전력	열	기타	합계
2005년	165	6,038	4,912	3,485	487	95	15,182
2013년	132	5,931	4,719	4,004	482	130	15,398
변화율	20% ↓	1.8% ↓	3.9% ↓	14.9% ↑	1.0% ↓	36.8% ↑	1.4% ↑

자료: 지역에너지통계연보

- 에너지원 구성비 변화에 있어서는 전국의 경우 1990년 후반 이후 석유의존도가 큰 폭으로 감소하고 전력과 도시가스의 구성비가 증가해왔으며, 서울은 석탄의 구성비에 큰 변화가 없었음

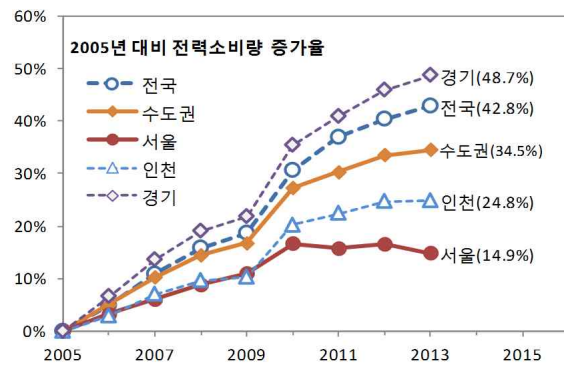


<그림 8> 최종에너지소비량 에너지원별 구성비

## □ 서울시 전력소비량은 2010년 이후 감소

### ○ 대부분의 지역에서 전력소비량은 지속적으로 증가

- 2005년 대비 2013년 전력소비량은 전국은 43% 증가, 수도권지역은 35% 증가
- 경기지역은 2005년 대비 49%증가한 반면 서울시는 15% 증가에 그침
- 2010년 이후 수도권을 비롯하여 전국 전력소비량은 증가하고 있으나 서울은 감소추세



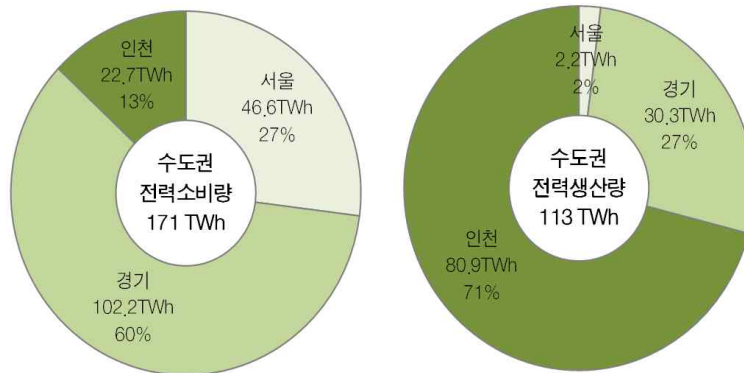
<그림 9> 지역별 전력소비 증가율 비교

### ○ 2013년 타 지역에서 수도권으로 도입된 전력량은 58.2TWh로 2005년 대비 23%감소

- 서울과 경기도 지역의 외부전력 의존량은 116.3TWh로 2005년 대비 28%증가<sup>2)</sup>
- 서울시의 외부전력 의존량은 44.4 TWh로 2005년에 비해 4.8TWh가 증가함

2) 1 TWh(테라와트시) = 10억 kWh(킬로와트시)

- 경기도의 외부전력 의존량은 서울시의 1.6배인 71.9TWh로 2005년 대비 20.7TWh가 증가하였음
- 2005년 대비 2013년 의 외부전력 도입량 증가분은 경기도가 서울시의 4.4배에 달함



<그림 10> 수도권 지역의 전력소비량과 생산량(2013년)

## 5) 온실가스 배출량

□ 서울시 온실가스 배출량은 소폭으로 증가 감소를 반복하며 안정세 유지

○ 서울시의 온실가스 배출량은 외환위기 직후 급격히 감소한 뒤 증가 추세를 유지하다가 최근에는 다소 감소하고 있음

- 2012년 서울시의 온실가스 총 배출량은 48,551천톤으로 2005년에 비해 2% 감소함

○ 직접배출량(Scope 1) 은 감소, 간접배출량(Scope 2)은 증가

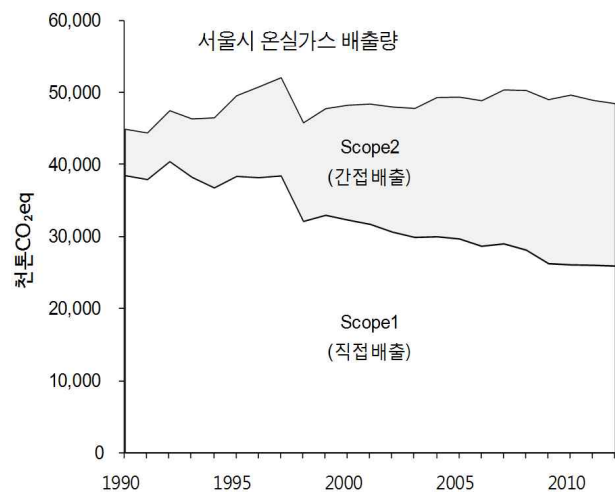
- 1990년 대비 2012년의 직접배출량은 33% 감소, 간접배출량은 250% 증가
- 2005년 대비 직접배출량은 13% 감소, 간접배출량은 14.5% 증가

○ 간접 배출량의 비중 증가

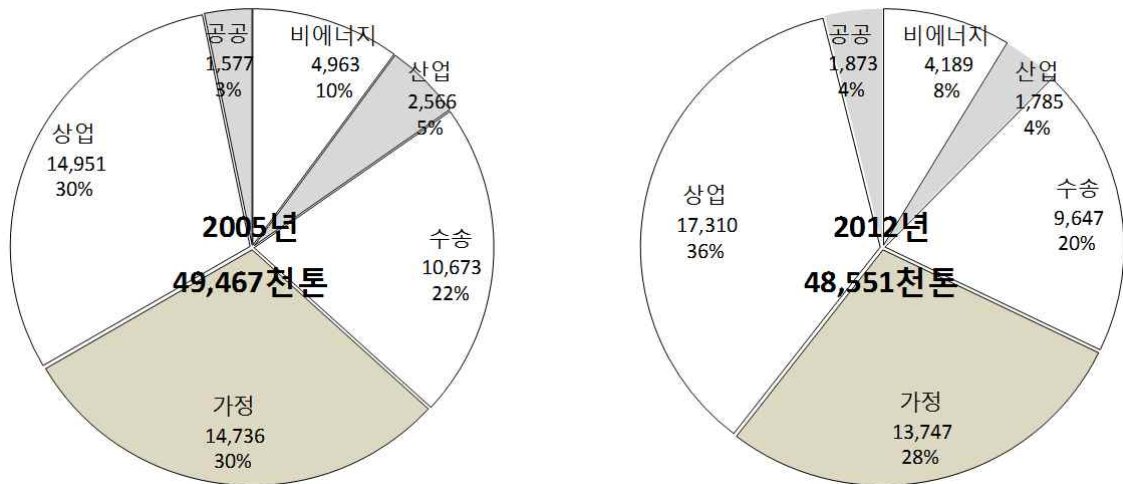
- 간접 배출량의 비중은 2005년 39.9%에서 2012년에는 46.6%까지 증가

○ 상업부문 및 공공부문의 온실가스 배출량 증가

- 상업부문 온실가스배출량은 2005년 대비 14% 증가
- 공공부문의 배출량은 타 분야에 비해 적으나 2005년 대비 증가율은 16%로 가장 높음



<그림 11> 서울시 온실가스 배출량 추이



자료: 서울시 온실가스 인벤토리 보고서

<그림 12> 서울시 부문별 온실가스 배출량

#### □ 온실가스 배출량의 91%는 에너지에서 기인

- 비에너지부문(폐기물 등)의 온실가스 배출량은 4,189천톤CO<sub>2</sub>eq로 전체 배출량의 8.6%
- 에너지부문의 배출량은 44,362천톤CO<sub>2</sub>eq로 전체배출량의 91%

<표 5> 온실가스 직접 배출량과 간접배출량

(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

구분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년
Scope1 (직접배출량)	29,719	28,699	29,031	28,159	26,274	26,103	26,051	25,938
Scope2 (간접배출량)	19,748	20,263	21,442	22,224	22,837	23,648	22,958	22,613

자료: 서울시 온실가스 인벤토리 보고서

<표 6> 배출원별 온실가스 배출량

(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

구분	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2012년
비에너지	2,737	5,162	5,423	4,963	3,779	4,189
에너지	42,246	44,492	42,913	44,504	45,972	44,362
전체	44,983	49,655	48,336	49,467	49,751	48,551

자료: 서울시 온실가스 인벤토리 보고서

## 나. 에너지수요 및 온실가스배출량 전망

### 1) 에너지수요 전망 기법

#### □ 국제원자력기구가 개발한 MAED 모형을 이용한 상향식 기법 적용

- 구체적으로 상향식 기법을 이용한 여러 모형 중에서 국제적으로 널리 이용되고 있으며 적용이 용이하고 계산 소프트웨어를 구하기 쉬운 MAED 모형을 사용하였음
- MAED 모형은 범용 소프트웨어인 엑셀기반임
- 세부 부문별로 에너지 소비와 관련된 지표 뿐 아니라 사회·경제 지표, 기술 결정요소 등을 입력 자료로 사용하며 이를 통해 산출된 부문별 에너지 수요를 모두 합산하여 최종에너지 수요를 전망함
- MAED에서는 에너지 소비 부문을 크게 산업, 수송, 상업(공공 포함), 가정으로 구분함. 이때 부문별 세부 구분은 이용자가 원하는 바에 따라 조정할 수 있음
- MAED 모형을 이용해 향후 에너지 수요를 전망하기 위해서는 전망기간 동안 적용될 시나리오를 작성해야 함
- 시나리오는 크게 사회경제 발전에 관한 시나리오(경제성장, 인구, 가구 수, 통행량 등)와 에너지 관련 기술 발전 및 보급에 관한 시나리오(효율개선, 신·재생에너지 보급 등) 등으로 구성됨

#### □ 인구정체와 고령화, 지식서비스 중심 경제성장, 에너지 효율개선, 기온상승 등의 특징 반영

- 구체적으로 2035년의 서울은 인구수는 현재와 큰 차이가 없지만, 고령화율이 26.5%에 달하면서 노동가능 인구수가 현재보다 약 1백만명 감소할 것으로 전망됨
- 노동가능 인구가 감소함에도 서울은 지식서비스 산업 중심으로 경제성장을 지속하여 일인당 총생산량이 현재 30백만 원에서 2035년 55백만 원으로 큰 폭으로 증가할 것으로 전망됨
- 소득의 증가에 따라 승용차 및 가전기기의 보급이 큰 폭으로 증가할 것으로 전망됨. 특히 에어컨 보급률의 증가는 지구온난화로 인한 평균기온 상승과도 관련이 있음
- 1인 가구의 증가로 인해 가구수가 2035년까지 약 60만 가구 증가할 것으로 전망되기 때문에 가구당 전력소비의 증가는 에너지소비의 증가로 이어질 수 있음
- 다만 기술발전에 따라 에너지 효율이 증가하면서 가구수 증가에 따른 에너지소비 증가 부담을 일정부분 상쇄할 수 있을 것으로 전망됨
- 평균기온 상승은 난방도일의 감소와 냉방도일의 증가를 동반하는데 이에 따라 기후변화는 대체로 난방수요는 감소시키는 방향으로 냉방수요는 증가시키는 방향으로 작용할 것으로 전망됨

- 다만 기후변화로 인해 평균기온의 변화와는 별개로 기후 변동성(극최대기온, 극최저기온 등)은 더욱 심해질 수 있기 때문에 순간적인 전력부하는 더욱 커질 가능성이 있음

지표	2012	2036
인구	10.0백만명	10.1백만명
고령화율(65+)	10.3%	26.5%
노동가능인구*	6.8백만명	5.8백만명
GRDP	30.5백만원/인	55.2백만원/인
승용차수	2.4백만대	3.3백만대
가구수	3.5백만가구	4.1백만가구
평균 기온	12.9℃**	13.6℃
에어컨 보급률	0.74대/가구	0.99대/가구
가구당 전력수요	3.4MWh/연	4.0MWh/연
전력소비 원단위	155kWh/백만원	133kWh/백만원

<그림 13> 주요 사회·경제 및 에너지 효율 지표 전망 요약

## 2) 에너지수요 전망(BAU)<sup>3)</sup>

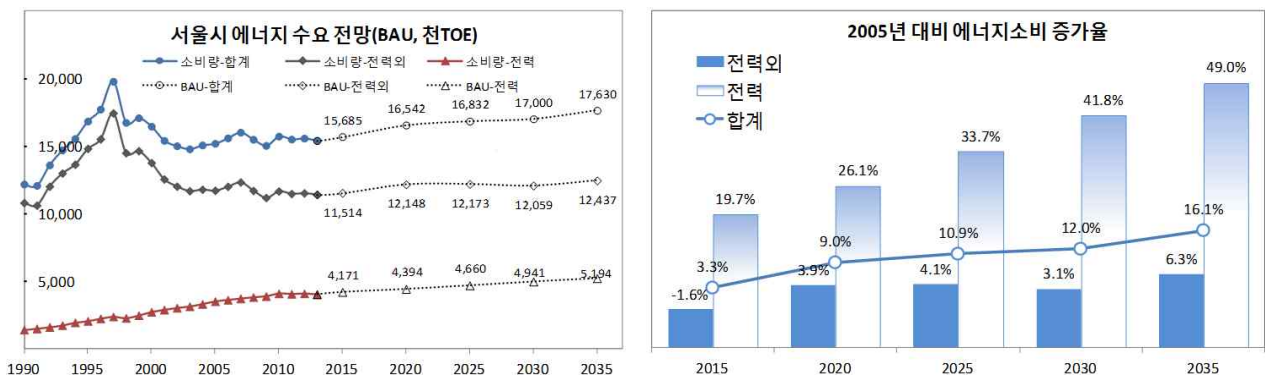
□ 2035년 최종에너지 수요는 16% 증가 전망

○ BAU 시나리오 하에서 2020년 서울시 최종에너지 수요는 2005년 대비 9% 증가할 것으로 전망

- 2020년 최종에너지 수요는 16,542천 TOE로 전망
- 전력수요는 26% 증가
- 도시가스 등 전력 외 에너지 수요는 4% 증가

○ 2035년에는 2005년에 비해 16% 증가할 것으로 전망

- 2035년 에너지수요는 17,630천 TOE로 전망
- 2035년 에너지수요는 2005년 대비 2,448천 TOE 증가
- 2035년 전력수요는 2020년 대비 49% 증가할 것으로 전망



<그림 14> 서울시 에너지 수요전망

3) BAU(Business as Usual) : 국가의 정책이나 기술발전 속도 등이 현재 상태를 유지하다고 가정한 조건

<표 7> 서울시 에너지 수요 전망(BAU)

(천TOE)

부문	2005년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
총계	15,182	15,685	15,709	15,725	16,289	16,426	16,542	16,832	17,000	17,630
산업	1,527	995	983	971	958	946	934	891	866	839
수송	4,292	4,964	5,024	5,084	5,144	5,204	5,264	5,421	5,632	5,545
건물	9,364	9,726	9,702	9,671	10,187	10,275	10,344	10,520	10,502	11,246

□ 부문에서는 건물부문, 에너지원에서는 전력이 에너지 소비 증가 주도

- 산업부문의 경우 1990년대 중반 이후 이어져온 에너지 소비 감소 경향이 장래에도 지속될 것으로 전망됨
  - 다만 감소률은 시간이 지남에 따라 점차 줄어든 것으로 예상됨
  - 서울시 산업부문 에너지 소비량은 2020년에는 2005년 대비 39% 감축, 2035년에는 2005년 대비 45%가 감축될 것으로 전망됨
  - 세부 부문별로는 제조업과 건설업이 에너지 소비 감축을 주도할 것으로 전망됨

<표 8> 서울 산업부문 에너지 수요 전망

(단위: 천TOE)

구 분	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년
농림어업	61.3	60.5	59.8	60.4	59.6
광 업	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
건 설 업	357	340	327	320	313
제 조 업	575	533	503	485	465
총 계	995	934	891	866	839

- 수송부문의 경우 2000년대 초반 이후의 경향과 유사하게 장래에도 에너지 소비가 증가할 것으로 전망됨
  - 항공부문의 경우 소득증가에 따른 항공수요 증가로 에너지수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망됨
  - 항공부문을 제외한 다른 수송부문의 경우 에너지 수요가 전망기간 동안 지속적으로 감소할 것으로 전망됨
- 건물부문의 경우 2020년까지는 소비량이 감소하나 2020년 이후부터 에너지 소비량이 지속적으로 증가할 것으로 전망됨
  - 서울시 건물부문 에너지 소비량은 2005년 대비 2020년에는 10%, 2035년에는 20% 증가할 것으로 전망됨

&lt;표 9&gt; 서울 수송부문 에너지 수요 전망

(단위: 천TOE)

구 분	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년
화 물	2,378	2,502	2,539	2,576	2,510
여 객	2,586	2,762	2,882	3,056	3,036
항공수송	1,052	1,381	1,637	1,941	2,050
기타수송	1,534	1,380	1,245	1,115	986
총 계	4,964	5,264	5,421	5,632	5,545

&lt;표 10&gt; 건물부문 에너지 수요 전망

(천TOE)

구 분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
합 계	9,726	9,702	9,671	10,187	10,275	10,344	10,520	10,502	11,246
가 정	6,367	6,329	6,287	6,599	6,634	6,655	6,499	6,478	6,939
상업공공	3,359	3,373	3,384	3,587	3,642	3,689	4,022	4,024	4,307

- 건물부문 중에서는 상업(공공포함)부문의 에너지 소비 증가율이 가정부문 보다 더 높을 것으로 전망됨
- 가정부문에서는 지구온난화에 따른 난방도일의 감소와 가전기기 효율 향상이 인구 및 가구 수 증가에 따른 에너지 소비 증가를 일정부분 상쇄할 수 있지만, 상업부문의 경우에는 에너지 효율 향상이 부가가치 증가에 따른 에너지 소비 증가를 상쇄하기에는 부족하기 때문임

○ 에너지원별 수요 전망 결과는 다음 표와 같음

- BAU 시나리오에서 전력과 화석연료 모두 최종에너지 소비는 증가할 것으로 전망됨

&lt;표 11&gt; 서울 에너지원별 수요 전망

(천TOE)

구분	2005년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
총계	15,182	15,685	15,709	15,725	16,289	16,426	16,542	16,832	17,000	17,630
전력	3,485	4,171	4,208	4,255	4,304	4,355	4,394	4,660	4,941	5,194
열,기타	582	477	481	485	490	494	498	515	518	518
화석연료	11,115	11,037	11,019	10,985	11,495	11,577	11,650	11,658	11,541	11,919
석탄	165	121	121	121	126	127	128	127	126	131
석유	6,038	6,006	5,996	5,978	6,255	6,300	6,340	6,344	6,281	6,486
도시가스	4,912	4,910	4,902	4,887	5,114	5,150	5,183	5,186	5,135	5,303

- 전력 소비의 증가율이 가장 높을 것으로 전망되는데, 2035년 전력소비는 2005년에 비해 49% 증가할 것으로 전망됨
- 2035년 화석연료 소비는 2005년에 비해 7% 증가할 것으로 전망됨

### 3) 온실가스 배출 전망

□ 서울시의 BAU 에너지부문 온실가스 총 배출량은 지속적으로 증가할 것으로 전망됨

- 서울시의 온실가스 배출량은 2020년에 52,532천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 58,155천톤CO<sub>2</sub>eq으로 전망
- 에너지부문 서울시의 온실가스 배출량은 2020년에 49,068천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 54,884천톤CO<sub>2</sub>eq으로 전망

□ 부문별로는 건물부문의 온실가스 배출량 증가가 가장 크며, 수송부문은 2020년 이후 배출량이 감소하고 산업부문은 지속적으로 배출량이 감소할 것으로 전망됨

- 건물부문 서울시의 온실가스 배출량은 2020년에 38,748천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 46,932천톤CO<sub>2</sub>eq으로 전망됨
- 수송부문 서울시의 온실가스 배출량은 2020년에 8,643천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 6,276천톤CO<sub>2</sub>eq으로 전망됨

<표 12> 서울시 온실가스 배출 전망(BAU)

(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

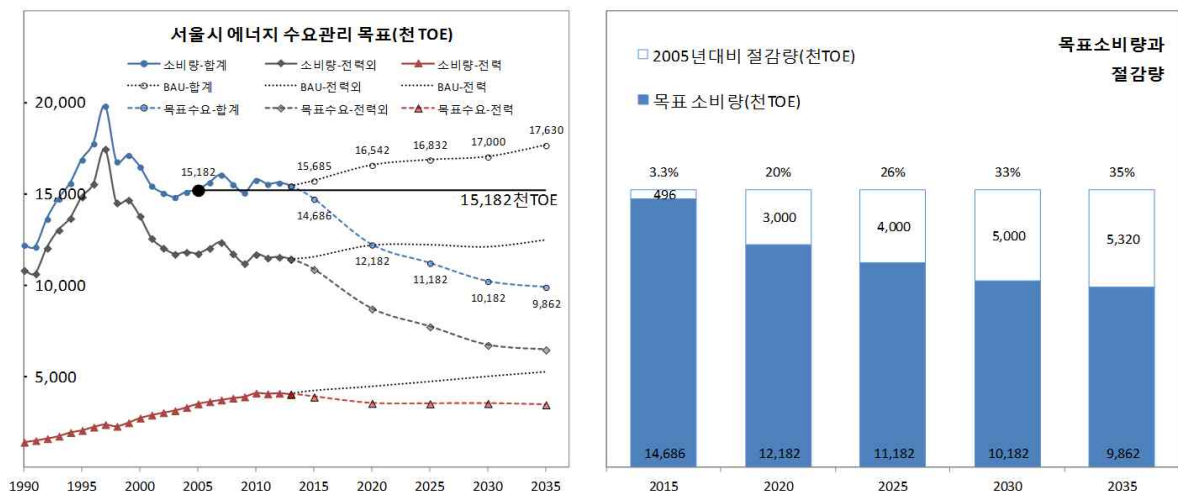
구분	2005년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
합 계	49,466	51,367	51,658	51,950	52,241	52,532	53,989	55,869	58,155
에너지	44,504	47,517	47,905	48,292	48,680	49,068	51,006	52,945	54,884
산업	2,459	1,676	1,676	1,676	1,676	1,676	1,676	1,676	1,677
수송	10,700	9,274	9,117	8,959	8,801	8,643	7,854	7,065	6,276
건물	31,345	36,566	37,112	37,657	38,203	38,748	41,476	44,204	46,932
가정	14,774	14,367	14,393	14,419	14,445	14,471	14,602	14,732	14,863
상업	14,989	19,972	20,426	20,881	21,336	21,791	24,065	26,340	28,614
공공	1,581	2,228	2,292	2,357	2,421	2,486	2,809	3,132	3,455
비에너지	4,963	3,850	3,754	3,657	3,561	3,465	2,982	2,924	3,271

## 라. 에너지 수요관리 계획

### 1) 최종에너지 수요 목표

□ 2035년 최종에너지소비량은 2005년 소비량 보다 530만 TOE 낮추는 것을 목표로 함

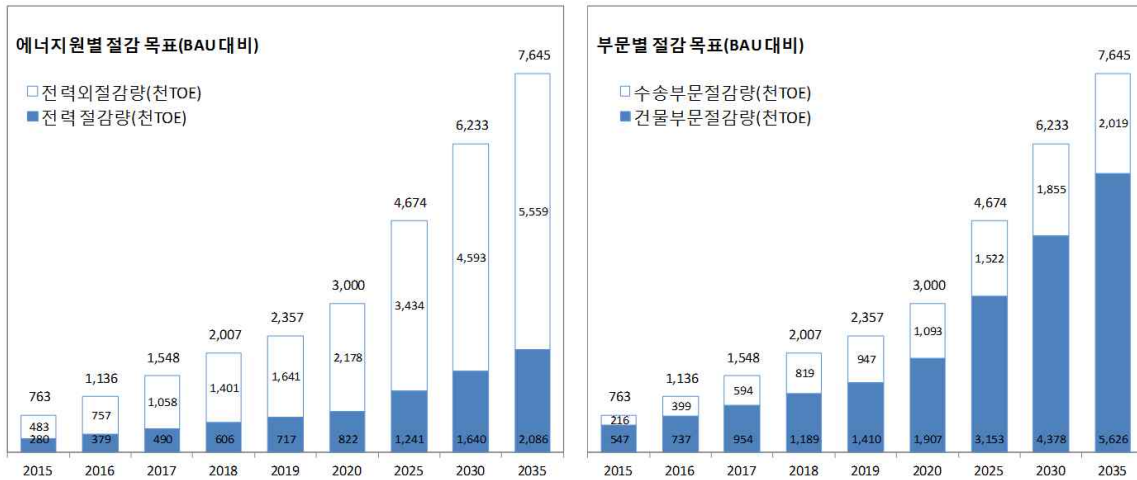
- 2020년에는 2005년 대비 에너지 20%의 에너지를 절감하여 2005년 에너지 소비량보다 3,000천 TOE를 낮추는 것을 목표로 함. 전력소비는 22천 TOE (0.6%) 증가하나 전력 외의 에너지를 3,022천 TOE (25.8%) 절감하는 것을 목표로 함
- 2035년에는 2005년 대비 에너지 35%의 에너지를 절감하여 2005년 에너지 소비량보다 5,320천 TOE를 낮추는 것을 목표로 함. 이를 위하여 2005년 대비 전력소비량을 57천 TOE(1.6%), 전력 외 에너지 소비량을 4,864천 TOE(45%) 낮추는 것을 목표로 함



<그림 15> 최종에너지 수요관리 목표

□ 전망치(BAU)와 비교하여 2035년에는 530만 TOE 절감

- 2020년 서울시 최종에너지소비량은 전망치 15,182천 TOE보다 3,000천 TOE 절감하여 전망치 대비 19.8% 절감하는 것을 목표로 함
- 2035년 서울시 최종에너지소비량은 전망치 17,507천 TOE보다 5,320천 TOE 절감하여 전망치 대비 35% 절감하는 것을 목표로 함



<그림 16> BAU 대비 절감 목표

<표 13> 에너지 절감량 목표

(단위: 천TOE)

구분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
BAU 대비 절감량	합계	999	1,527	2,543	3,607	3,994	4,360	5,650	6,818	7,768
	건물등	783	1,128	1,950	2,789	3,046	3,267	4,129	4,964	5,749
	산업	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	수송부문	216	399	594	819	947	1,093	1,522	1,855	2,019
2005년 대비 절감량	합계	496	1,000	2,000	2,500	2,750	3,000	4,000	5,000	5,320
	건물	420	789	1,642	1,965	2,134	2,286	2,971	3,824	3,866
	산업	532	544	556	569	581	593	636	661	688
	수송	-456	-333	-198	-33	35	121	393	515	766

주) 서울시 산업은 전통적인 제조업보다는 주로 아파트형 공장이므로 건물부문에 포함하기도 함  
음수( - )는 증가를 의미함

<표 14> 에너지 수요관리 총괄표

(단위: 천TOE)

연도	전망치(BAU)			목표수요			BAU 대비 절감량(절감율)			2005년 대비 절감량(절감율)		
	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외
2005	15,182	3,485	11,697	15,182	3,485	11,697	-	-				
2015	15,685	4,171	11,514	14,686	3,854	10,832	999 (6.4%)	317 (7.6%)	682 (5.9%)	496 (3.3%)	-369 (-11%)	865 (7.4%)
2020	16,542	4,394	12,148	12,182	3,507	8,675	4,360 (26%)	887 (20%)	3,473 (29%)	3,000 (20%)	-22 (-0.6%)	3,022 (26%)
2025	16,832	4,660	12,173	11,182	3,484	7,698	5,650 (34%)	1,176 (25%)	4,474 (37%)	4,000 (26%)	1 (0.0%)	3,999 (34%)
2030	17,000	4,941	12,059	10,182	3,495	6,687	6,818 (40%)	1,446 (29%)	5,373 (45%)	5,000 (33%)	-10 (-0.3%)	5,010 (43%)
2035	17,630	5,194	12,437	9,862	3,428	6,434	7,768 (44%)	1,766 (34%)	6,003 (48%)	5,320 (35%)	57 (1.6%)	5,263 (45%)

주) 절감량과 절감율에서 음수(-)는 증가를 의미. 2005년 자료는 실측치

## 2) 서울시 중장기 수요관리 사업 계획

<표 15> 건물 에너지 부문 중장기 사업 계획

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
에너지절약형 리모델링 활성화구역 (누적, 개소)		21	23	25	27	29	31	41	51	61
건물 BRP	사회복지시설, 경로당 등 건물 에너지 효율개선사업(누적, 호)	79	104	129	150	165	175	300	425	550
	공공임대주택 에너지효율화 (누적, 천호)	46	69	92	115	127	138	138	138	138
	저소득층 주택 에너지효율화 (누적, 호)	200	400	700	1,100	1,500	1,900	3,900	5,900	7,900
LED 보급	공공부문(누적, 천개)	1,500	1,750	2,050	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450
	민간부문(보급률, %)	50	55	60	65	77	91	100	100	100
	주택가 친환경 LED 보안등 교체(누적, 천개)	5	8	10	13	15	18	23	23	23
	공원등 고효율 LED로 교체 (누적, 천개)	6	8	11	13	13	13	13	13	13
	3천㎡이상 건물 LED 비율(%)	25	35	50	65	80	100	100	100	100
	3천㎡이상 건물 주차장 조명 LED 비율(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	에너지절약형 LED 간판 교체(누적, 천개소)	6	8	10	12	14	16	전체	전체	전체
	취약계층 LED 무상교체 (누적, 천개)	180	280	380	480	580	680	680	680	680
에너지 소비 정보 공개	에너지 다소비 건물 에너지소비량표출(누적, 개소)	600	750	900	1,050	1,150	1,200	1,700	전체	전체
	주거용 대상건물 (세대 이상 매매/임대시)	500	500	500	500	500	300	100	전체	전체
	비주거용 대상건물 (연면적 ㎡이상 매매/임대시)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	2,000	1,000	전체	전체
에너지특화형 서울디지털단지 조성(누적, 개소)		20	30	40						
주택 BRP 사업(누적, 천호)		23	35	48	60	73	86	151	216	281
친환경 고효율 보일러 보급(누적, 천대)		50	101	151	202	252	303	807	1,312	1,816
한국 에너지재단 및 민간 연계 주택 에너지 효율 개선사업(누적, 천호)		10	15	20	25	30	35	60	85	110
에코마일리지 개선 및 회원 확대 (누적, 백만명)		2.0	2.3	2.6	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0
에너지 수호천사단(참여학생수 비율, %)		6	6	7	8	9	10	10	10	10
에너지클리닉 서비스(누적, 천가구)		40	60	80	100	120	140	240	340	440
주거복지지 원센터 강화	연료비 등 지원(누적, 가구수)	356	556	756	956	1,156	1,356	2,356	3,356	4,356
	상담 교육 등(누적, 가구수)	400	600	800	1,000	1,200	1,400	2,400	3,400	4,400
에너지자립마을 확대(누적, 개소)		35	70	130	200	270	340	690	1,040	1,390
에코아파트(누적, 개소)		30	50	70	100	130	160	310	460	610
그린리더양성(누적, 천명)		20	30	40	50	60	70	70	70	70
시민협력공모사업(누적, 단체수)		110	165	220	275	330	385	660	935	1,210
건축물 에너지 소비 총량제도 확대시행 (누적, 개소)		121	140	161	186	214	247	500	1,000	2,000
신축건축물 에너지소비 총량제도	주거용(kWh/㎡/년)	180	180	180	170	160	150	116	91	66
	비주거용(kWh/㎡/년)	270	270	270	260	250	240	186	161	136
에너지를 아끼는 착한가게(누적, 천개소)		4	6	8	10	12	14	24	34	44
그린캠퍼스 (2012년 대비 에너지절감률, %/년)		6	9	12	12	12	12	12	12	12
종교계 에너지절약공동체(누적, 참여종파수)		7	8	10	10	12	15	15	15	15
공공시설 에너지 효율화 사업	물재생센터 고효율 모터 교체(누적, 개)	4	8	12	16	20	24	24	24	24
	서울메트로 전동차 회생전력 저장장치 설치(누적 대)	2	4	6	8	10	12	22	32	42

<표 16> 수송 에너지 부문 중장기 사업 계획

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
친환경차 보급	총 친환경차 (등록대수 대비, %)	0.7	1.5	2.0	3.8	5.6	11.0	21.0	40.0	50.0
	전기차 (등록대수 대비, %)	0.1	0.3	0.4	0.7	1.0	1.5	5.5	20.0	25.0
교통수요 관리	교통수요 절감률 (2010년 대비, %)	2	4	6	10	15	20	29	33	35
	기업체 교통수요 관리 실질 참여율(%)	19	21	23	25	27	28	33	37	40
	승용차요일제 실질참여율(%)	10	12	13	15	17	18	23	26	28
	승용차마일리지제 실질참여율(%)	2.7	3.2	3.7	5.0	6.0	6.5	9.2	10.4	11.3
	나눔카 보급 확대(누적, 천대)	1.8	2.2	2.6	3.0	3.5	4.3	10.3	11.6	12.5
	버스중앙차로 확대(누적, km)	119	134	155	191	235	247	309	350	377
	단거리 통행(5km 이내) 승용차 수단분담률(%)	13	12	12	12	11	11	10	8	7
	도로다이어트(누적, km)		5	5	5	5	7	21	23	25
	대중교통 전용지구 확대 (누적, 개소)	2	5	8	10	15	17	31	35	38
	자전거도로 연장 확대(누적, km)	700	762	790	820	850	911	1,230	1,393	1,500
	공공자전거 확대(누적, 천대)	1.5	3.0	4.0	5.5	6.8	8.5	20.5	23.2	25.0
노후경유차 조기폐차 등(누적, 천대)		39	70	106	135	164	193	243	243	243
친환경운전 안내장치 부착(누적, 천대)		2	2	3	4	5	5	9	12	16
승용차 신차 평균연비 향상 (도심연비: km/L)		16.3	16.8	17.3	17.8	18.4	19.0	22.1	25.7	29.9

# 마. 에너지 공급계획

## 1) 공급목표

□ 서울시는 고효율저탄소 에너지원을 신·재생에너지에 포함시켜 계획을 수립 함

○ 저탄소 고효율에너지원 이용원칙 확립

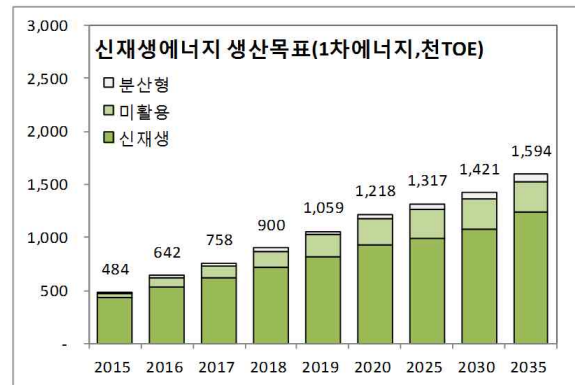
- 가정용발전보일러, 건물용열병합 발전설비 등 탄소배출이 적은 발전설비 등 분산형전원도 신·재생에너지와 연계하여 관리하고자 함
- 서울시는 미활용에너지, 주택용발전보일러, 건물용 소형열병합발전기 등의 생산량을 신·재생에너지이용률 산정 시 포함시킴

○ 2035년 신·재생에너지 이용률 16%

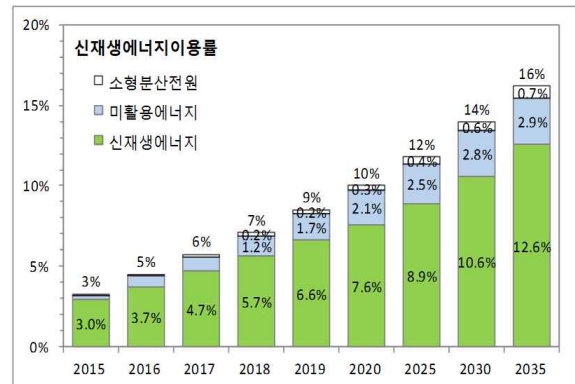
- 2020년 신·재생에너지 1,218천 TOE를 생산, 최종에너지소비량 대비 신·재생에너지 이용률 10%를 목표로 함
- 2035년 신·재생에너지 1,594천 TOE를 생산, 신·재생에너지 이용률 16%를 목표로 함
- 2035년 신·재생에너지 구성은 연료전지(41%), 미활용에너지(18%), 지열(12%), 태양광(11%), 폐기물에너지(11%), 분산전원(4.4%), 바이오에너지(3.3%) 등으로 구성

- 서울의 특성상 풍력 및 소수력 등의 재생에너지원은 공급이 용이하지 않기 때문에 구성비는 0.1%로 매우 낮음
- 폐기물의 경우 비중은 11%로 높으나, 인구 정체로 총량이 크게 증가하지 않을 것으로 예상되며, 많은 양이 재활용되기 때문에 폐기물을 활용한 신·재생에너지 생산량 증대에는 한계가 있음

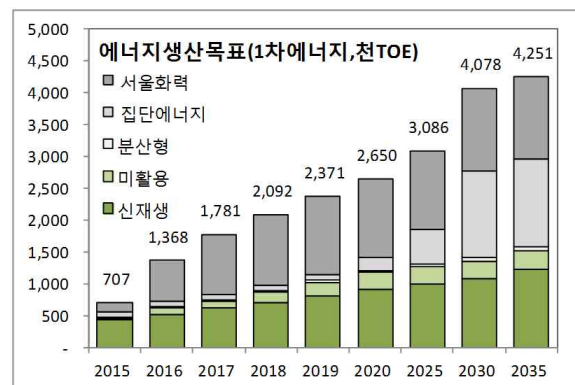
○ 2035년에는 신·재생에너지 및 열병합발전설비 등을 이용하여 약 4,251천 TOE의 에너지를



<그림 17> 서울시 신·재생에너지 생산 목표



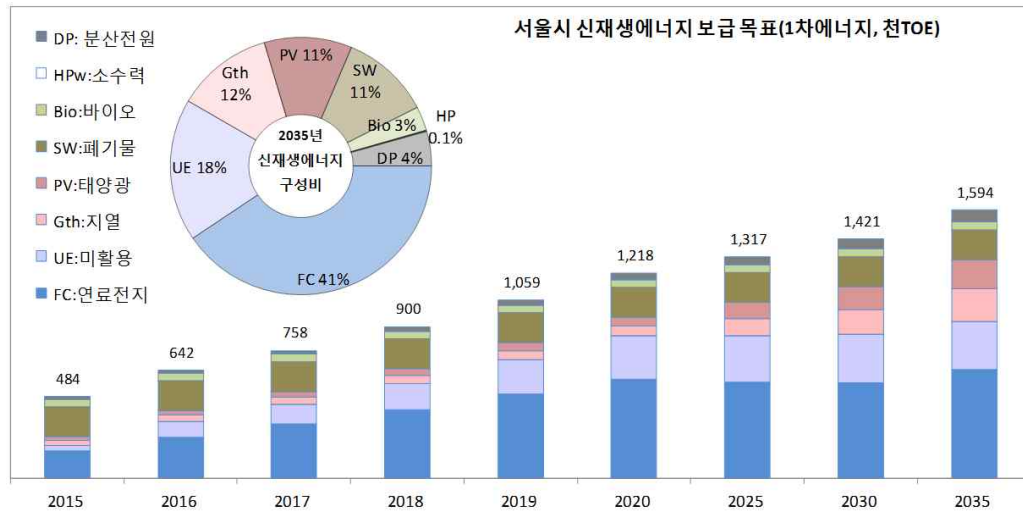
<그림 18> 신·재생에너지 이용률



<그림 19> 서울시 에너지 생산

## 생산

- 집단에너지와 서울화력발전소의 증설을 통해 신·재생에너지를 포함하여 2020년에 2,651천 TOE, 2035년에 4,251천 TOE의 에너지를 생산할 계획임



<그림 20> 서울시 신·재생에너지 생산목표(1차에너지 환산)

<표 17> 중장기 에너지 생산목표(1차에너지)

(단위: 천TOE)

구 분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
신·재생에너지	484	642	758	900	1,059	1,218	1,317	1,421	1,594
신재생	439	532	624	718	823	927	995	1,079	1,239
미활용	30	94	114	156	205	254	275	284	285
분산형	15	17	20	26	30	37	47	58	70
집단에너지	80	80	80	80	80	199	536	1,364	1,364
서울화력	144	666	943	1,113	1,233	1,233	1,233	1,293	1,293
총 계	707	1,368	1,781	2,092	2,371	2,651	3,086	4,078	4,251

### □ 미활용에너지를 2020년에 254천 TOE, 2035년에 285천 TOE를 이용할 계획임

- 2020년까지 자원회수시설 굴뚝 폐열 36천 TOE, 지하철 역사 지하수열 1.2천 TOE, 서울 외곽지역의 발전 잉여열 152천 TOE, 하수열 65천 TOE 등 254천 TOE를 공급할 계획임
- 2035년까지 자원회수시설 굴뚝 폐열 64천 TOE, 지하철 역사 지하수열 4.2천 TOE, 서울 외곽지역의 발전 잉여열 152천 TOE, 하수열 65천 TOE 등 285천 TOE를 공급할 계획임

### □ 분산형전원을 통해 2020년에 37천 TOE 2035년에 70천 TOE를 공급할 계획임

- 건물용 소형열병합발전 설비를 보급하여 2020년까지 30천 TOE, 2035년까지 53천 TOE를 공급할 계획임

- 주택용 발전보일러를 통해 2020년까지 6.9천 TOE, 2035년까지 17천 TOE를 공급할 계획임

<표 18> 신·재생에너지 등 중장기 보급 목표(1차에너지)

(단위: 천TOE/년)

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
신·재생 에너지	소계	439	532	624	718	823	927	995	1,079	1,239
	태양광	23	28	34	39	47	54	95	136	173
	폐기물	178	178	178	178	178	178	178	178	178
	바이오	45	45	45	45	45	45	49	48	48
	소수력	0.5	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7
	지열	31	37	42	48	53	59	103	148	192
	연료전지	161	242	323	407	499	589	569	568	646
미활용 에너지	소계	30	94	114	156	205	254	275	284	285
	굴뚝폐열	2.0	8.0	18	24	30	36	56	64	64
	지하수열	0.3	0.5	0.7	1.0	1.1	1.2	2.2	3.2	4.2
	외곽발전열	8	50	61	81	117	152	152	152	152
	하수열	20	35	35	50	58	65	65	65	65
분산형 발전원	소계	15	17	20	26	30	37	47	58	70
	건물열병합	14.9	16.4	19.4	22.4	25.3	30.4	37.9	45.3	52.8
	주택열병합	0.0	0.2	1.0	3.4	5.1	6.9	8.9	12.3	17.1
합 계		484	642	758	900	1,059	1,218	1,364	1,421	1,594

□ 서울시는 전력공급의 안정성확보를 위해 2035년까지 전력자립률을 35%로 높일 계획임

- 전력자립률은 2020년에 20%, 2035년에 35%로 높일 계획임
- 전력자립률 달성을 위해 발전설비를 2020년까지 1,890MW, 2035년까지 3,152MW 보급 계획
- 집단에너지 및 서울화력 발전설비의 용량은 2020년까지 1,152MW 확보
- 신·재생에너지 발전설비는 보급 목표는 2020년 737MW, 2035년 1,527MW 임

<표 19> 발전설비 보급 목표

(단위: MW)

발전설비	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
신·재생에너지	287	361	444	529	627	737	1,012	1,277	1,527
신재생	187	251	312	374	449	523	745	955	1,148
분산형	100	110	132	155	178	214	267	322	379
집 단 에 너 지	67	67	67	67	67	352	352	825	825
서 울 화 력	388	800	800	800	800	800	800	800	800
총 합	743	1,228	1,311	1,397	1,494	1,890	2,165	2,902	3,152

## 2) 에너지 보급사업

### □ 신·재생에너지 보급

- 태양광 보급 발전용량 2020년 200MW, 2035년 639MW보급을 목표로 함
  - 태양광미니발전소 보급, 학교·공공시설·민간건물 태양광발전소 보급, 햇빛발전 시민펀드 모집, 태양광랜드마크 조성 등을 통해 태양광 보급확대
  - 2020년에 255GWh, 2035년에 816GWh의 전력생산을 목표로 함
- 연료전지를 2020년에 300MW, 2035년 480MW 보급
  - 발전용 연료전지(MW급) 설치(물재생센터, 차량기지 등) 및 건물용연료전지를 보급
  - 2020년에 2,365GWh, 2035년에 2,635GWh 생산
- 바이오에너지 이용 극대화
  - 물재생센터의 소화가스 생산량은 연간 약 8천만 Nm<sup>3</sup>(약 42,000 TOE)임. 바이오가스 생산 극대화를 위한 소화효율향상 기술 개발
  - 생분해물질 감소로 매립지가스 생산량은 점진적으로 감소. 포집효율 극대화
  - 가로수 전지목 등을 이용한 우드칩 생산
- 폐기물에너지
  - 서울시 생활폐기물 자원화시설의 용량은 1,250톤/일, 발전설비는 7.7MW
  - 연평균 1,228천 Gcal의 열에너지를 판매
  - 연평균 50.3 GWh의 전력을 생산(소내 소비 32,007MWh, 판매 18,316MWh)
- 미활용 에너지 발굴하여 2020년에 254천 TOE, 2035년에 285천 TOE 생산
  - 서울 외곽지역의 발전 잉여열 활용, 하수열 회수, 자원회수시설 굴뚝열 회수, 지하철역사 지하수열 이용 등

### □ 고효율 분산형 전력생산 설비 보급

- 고효율 분산형전원 보급으로 전력공급 안정성 증진
  - 주택용 발전보일러를 2020년까지 1만개(10MW), 2035년까지 25,000개(25MW) 보급
  - 건물용 소형열병합발전설비를 2020년까지 약 204MW, 2035년까지 약 354MW 보급
- 공동주택 55%에 집단에너지 공급
  - 집단에너지 보급률을 2020년에는 45%, 2035년에는 55%를 달성하는 것을 목표로 함
  - 서울시 전체 주택수를 고려하면 집단에너지 공급률은 2020년 20%, 2035년에는 24%임

### □ 대형 발전설비를 원전 1기 수준까지 확대

- 마곡집단에너지 설비(285MW), 서울화력발전소 설비 확충(800MW), SH공사의 기존 발전설비를

540MW 이상의 가스복합화력발전기로 교체하여 2035년에 1,625MW까지 확대

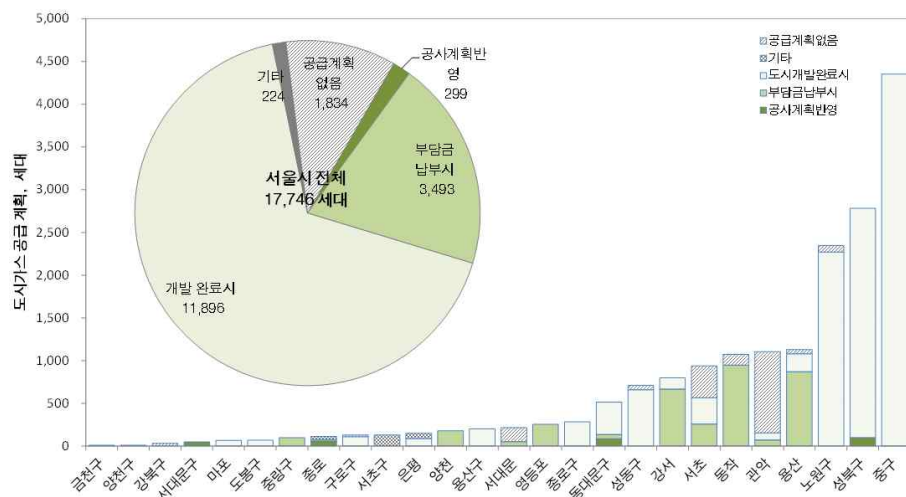
## □ 도시가스 보급

### ○ 서울시 도시가스 미공급 세대는 총 17,746세대

- 도시개발에 의한 미공급 67%(11,896세대), 지불의사 없음에 따른 미공급 26.4%(4,691세대), 지형지물 장애에 의한 미공급 6.5%(1,159세대)임

### ○ 미공급 17,746세대 중 15,688세대에 대해 공급계획

- 도시개발에 의해 도시가스가 공급되지 않은 11,896세대는 도시개발 완료시 공급 예정임
- 지불의사가 없거나 지형지물장애 등으로 인한 1,834세대를 제외한 전체 세대에 도시가스 공급



<그림 21> 도시가스 미공급 지역별 공급계획

## □ 연탄공급

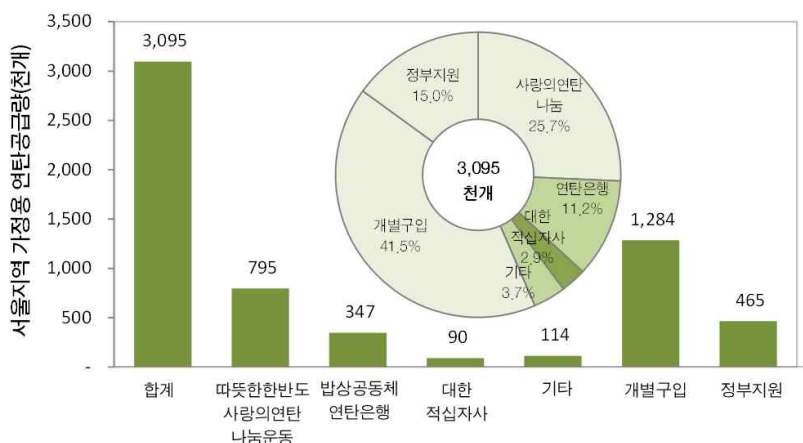
### ○ 서울시 연탄난방세대는 약 5,200세대

- 서울시 가정용 연탄수급은 정부지원, 민간단체지원, 개별구입 등으로 이루어짐
- 2012년 가정의 난방용 연탄공급량은 3,095천 개

- 정부의 쿠폰으로 지원 465천 개(15%), 시민단체 지원 1,346천개(43%) 등 무상으로 지원된 연탄의 양은 1,811천개(59%)임

### ○ 서울시 차원의 긴급자금 확보

- 민간단체에 대한 갑작스러운 후원 단절 시 연탄지원량 감소에 대응할 수 있도록 긴급 자금 확보



<그림 22> 공급주체별 가정용 연탄공급량(2012년 기준)

## ○ 연료전환

- 2,000가구를 목표로 도시가스로 전환. 약 150억 원의 자금 필요
- 서울시 관내 5개 도시가스 회사가 연간 12억 원을 후원. 공급비용으로 정산 및 요금인상(0.25원/㎥, 가구당 25원/월)
- 도시가스 요금 중 1원단위 낙전 모금을 하면 연간 2.3억 원의 수익이 발생(부가세포함)하며 세금을 제외하면 2.1억 원의 지원이 가능함. 시민의 78%가 도시가스 요금을 1원단위까지 지불할 수 있는 결제수단을 사용하며, 은행의 현금 수납과정에서도 1원단위의 수납가능



<그림 23> 연료전환 재원마련

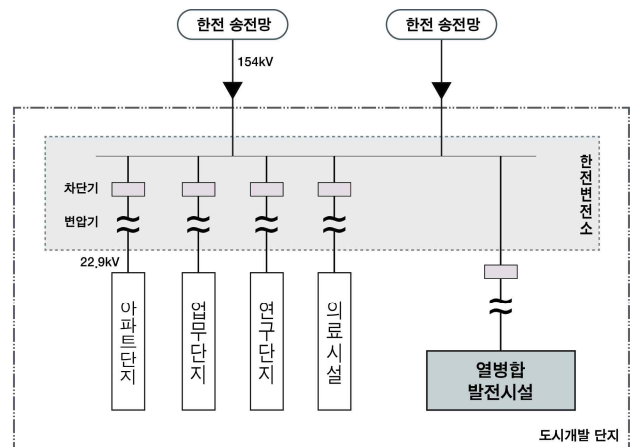
## □ 무정전 도시기반 구축

### ○ 지역단위 무정전시스템 구축

- 대규모 도시개발 시 집단에너지공급구역으로 지정
- 집단에너지 발전설비와 연계하여 무정전 시스템 구축(마곡 사례 참조)

### ○ 마곡지구 사례

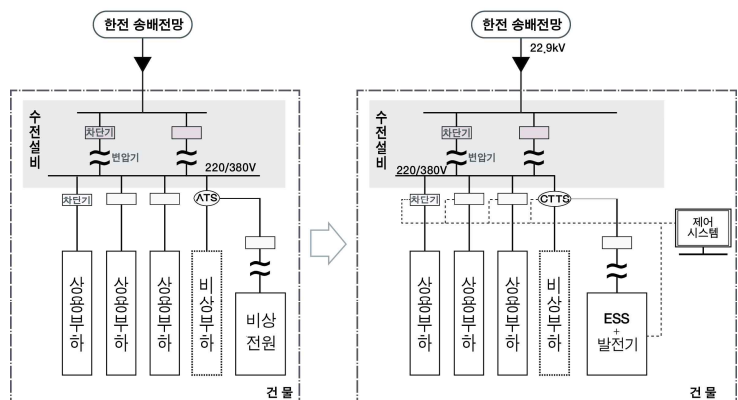
- 도시개발구역 지역 내 집단에너지 설비를 이용한 무정전시스템 구축
- 마곡지구의 변전소 총량은 240MW이며, 평균 부하는 약 186MW가 될 것으로 전망
- 집단에너지설비의 발전용량은 285MW로 마곡지구 전력부하를 상회
- 마곡지구 전력 공급계통은 송전망의 정전에도 마곡지구에 안정적인 전력공급이 가능한 구조임



<그림 24> 마곡지구 전력공급 시스템

### ○ 무단전 건물시스템 구상

- 서울에는 1MW 이상의 대형비상 발전기를 보유한 건물이 970여 개 소임
- 대용량 비상발전기와 ESS 그리고 CTTS(폐쇄형자동절환스위치)를 이용한 무단전 시스템 구축
- ESS는 5분간 비상전원으로서의 역할을 수행할 수 있는 용량이 적절



<그림 25> 건물의 무단전 시스템 구상

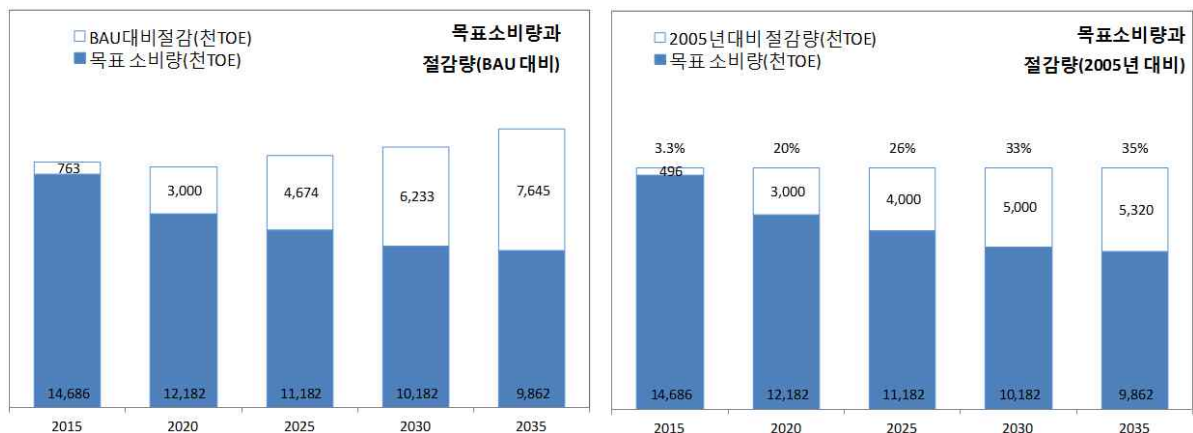
## 바. 주요 지표 요약

### 1) 에너지 수요관리

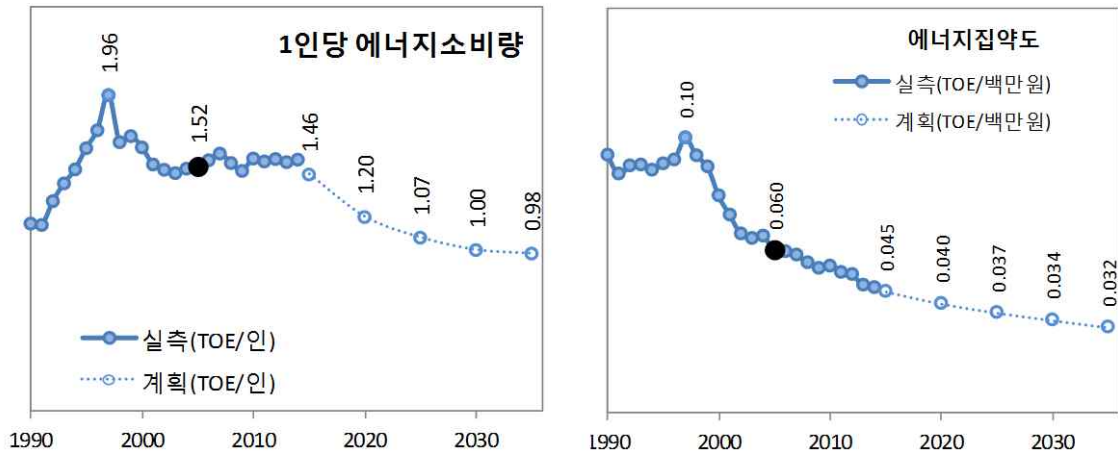
- 서울시 에너지 소비량은 2005년 대비 2020년에 20%, 2035년에는 35% 감소
  - 에너지수요는 2020년 15,182천 TOE, 2035년 17,507천 TOE로 전망
  - 목표수요는 2020년 12,182천 TOE, 2035년에는 9,862천 TOE
- 2005년 최종에너지 소비량 대비 2020년에 3,000천 TOE, 2035년에 5,320천 TOE 절감
  - 에너지 수요전망치(BAU) 대비 2020년에 4,000천 TOE, 2035년에 5,320천 TOE 절감

### 2) 1인당 에너지소비량과 에너지집약도

- 2035년 연간 1인당 에너지소비량은 2005년보다 36% 낮아짐
  - 2015년 1.52TOE/인에서 2020년에는 1.20TOE/인, 2035년에는 0.98TOE/인으로 낮아짐
- 2035년 부가가치 1백만 원 당 에너지 소비량은 2005년 보다 47% 낮아짐
  - 2015년 0.060TOE/백만 원에서 2020년에는 0.040TOE/백만 원, 2035년에는 0.032TOE/백만 원으로 낮아짐



<그림 26> 서울시 최종에너지 수요관리 목표



<그림 27> 1인당 에너지소비량과 에너지집약도

### 3) 신·재생에너지 이용과 전력자립률

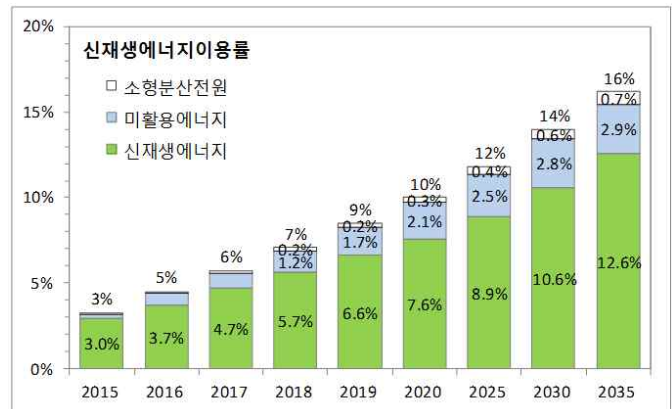
□ 신·재생에너지 이용률은 2020년에는 10%, 2035년에는 16%

- 법정 신·재생에너지를 기준으로 하면  
2020년 7.6%, 2035년 12.6%

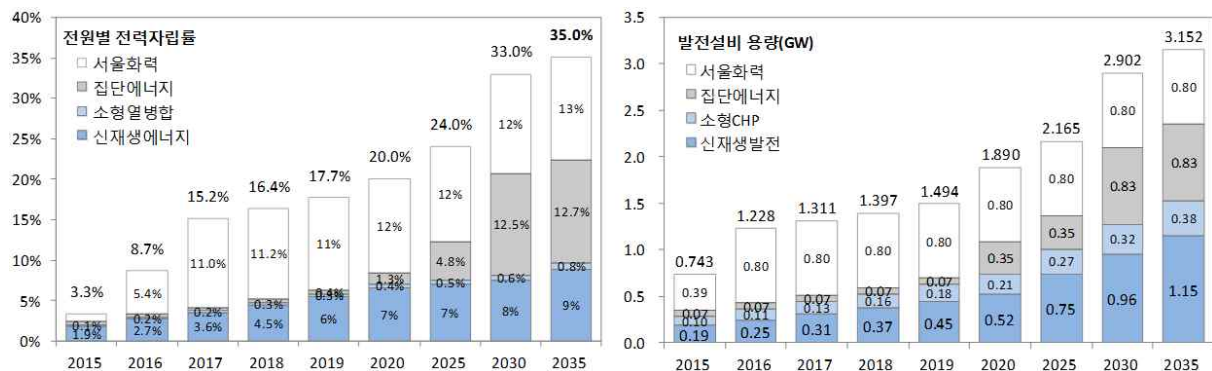
□ 2035년 전력자립률은 35%

○ 전력자립률은 2020년 20%, 2035년 35%

- 서울시 총 전력생산에서 신·재생에너지 (분산전원포함)가 차지하는 비중은 2020년에 약 35%, 2035년에는 28%가 될 것으로 전망됨



<그림 28> 신·재생에너지 이용률 전망



<그림 29> 전원별 전력자립률과 발전설비용량

#### 4) 온실가스 배출량

□ 2035년에 2005년 대비 2,150만 톤CO<sub>2</sub>eq

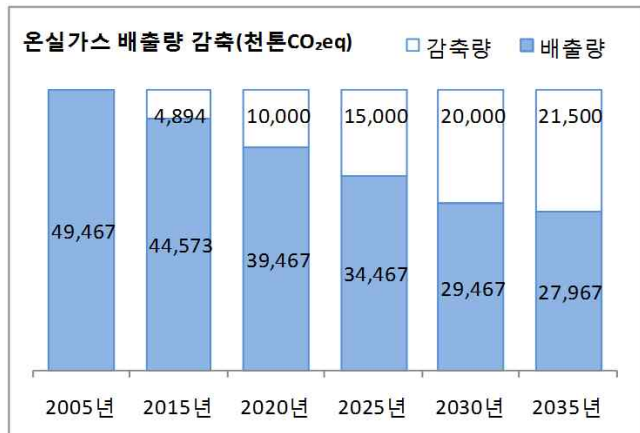
감축

○ 2020년에 1,000만 톤CO<sub>2</sub>eq 감축

- 2005년 대비 20% 감축

○ 2035년에 2,150만 톤CO<sub>2</sub>eq 감축

- 2005년 대비 43% 감축



<그림 30> 온실가스 감축 목표

<표 20> 서울시 온실가스 배출량 목표

(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

구 분	2005년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
소계	44,504	43,019	41,615	40,713	37,809	36,905	36,002	31,484	26,542	24,695
에										
너										
지										
가정	14,736	12,768	12,168	11,777	10,630	10,267	9,885	8,232	6,535	5,940
상업	14,951	17,376	16,915	16,715	15,395	15,165	14,884	13,566	11,684	11,435
공공	1,577	1,926	1,887	1,876	1,738	1,721	1,698	1,583	1,389	1,381
수송	10,673	9,155	8,850	8,548	8,248	7,952	7,734	6,294	5,117	4,116
산업	2,567	1,794	1,795	1,797	1,798	1,800	1,801	1,809	1,816	1,824
비에너지	4,963	3,947	3,851	3,753	3,657	3,561	3,464	2,982	2,924	3,271
총배출량 목표	49,466	46,966	45,466	44,466	41,466	40,466	39,466	34,466	29,466	27,966
BAU 대비										
감축량	-	4,111	5,902	7,191	10,483	11,775	13,065	19,523	26,403	30,189
감축률	-	0%	4%	7%	14%	17%	20%	32%	44%	49%
2005 대비										
감축량	-	2,500	4,000	5,000	8,000	9,000	10,000	15,000	20,000	21,500
감축률	-	5%	8%	10%	16%	18%	20%	30%	40%	43%

주: 온실가스 감축 목표는 '서울의 약속'에 제시된 목표치를 적용

---

## 제4차 서울시 지역에너지 계획

---



## ■ 차례 ■

제1장 서론 .....	1
가. 계획수립의 필요성 및 목적 .....	3
나. 대내외 에너지 여건 및 전망 .....	8
다. 국내 에너지수급에 대한 방향 및 시사점 .....	22
제2장 제3차 지역에너지 계획 성과평가 .....	29
가. 제3차 서울시 지역에너지 계획 주요내용 .....	31
나. 성과평가 .....	35
제3장 국가 에너지 기본계획 연계방안 .....	37
가. 국가 에너지 기본계획 주요내용 .....	39
나. 주요사업 .....	42
다. 연계방안 .....	49
제4장 에너지 및 온실가스 현황 분석 .....	51
가. 에너지 생산 현황 .....	53
나. 에너지 소비 현황 .....	57
다. 에너지 가격 현황 .....	67
라. 온실가스 배출 현황 .....	70

<b>제5장 에너지 및 온실가스 전망</b>	<b>79</b>
가. 에너지 수요 전망 방법 개요	81
나. 서울시 에너지 수요 전망 방법	87
다. BAU 에너지 수요 전망	101
라. 에너지부문 BAU 온실가스 배출량 전망	107
 <b>제6장 에너지 수요관리 계획</b>	 <b>109</b>
가. 에너지 수요관리 목표	111
나. 건물부문 에너지 수요관리 계획	113
다. 수송부문 에너지 수요관리 계획	152
라. 국가에너지계획 연계	168
마. 에너지 절감량	169
 <b>제7장 에너지 공급 계획</b>	 <b>175</b>
가. 신·재생에너지 보급	177
나. 미활용에너지 발굴과 이용	195
다. 집단에너지 공급 확대	198
라. 분산형 발전원 확대	206
마. 도시가스 보급	213
바. 연탄 지원과 연료전환	216
사. 무정전 기반 조성	224

아. 주요 에너지관련 지표 전망 .....	226
<b>제8장 에너지 복지 .....</b>	<b>233</b>
가. 에너지 빈곤의 원인 .....	235
나. 우리나라 에너지 복지제도 현황 .....	237
다. 선진국의 에너지 복지정책 사례 .....	245
라. 에너지 복지제도 개선방안 .....	250
<b>제9장 에너지정책 혁신을 위한 정책건의 .....</b>	<b>277</b>
가. 녹색가격제도 도입 .....	279
나. 에너지다소비사업자 자가발전 의무화 .....	285
다. 대안적 발전사업자 도입방안 .....	292
라. 법령개정 방안 .....	307
<b>참고문헌 .....</b>	<b>316</b>
<b>부록 .....</b>	<b>321</b>
부록 1. 통계분석 결과 .....	323
부록 2. MAED 모형 입력자료 .....	340
부록 3. 주요 통계 자료 .....	344
부록 4. 소요예산 .....	348

# 표 목 차

<표 1-1> 지역에너지계획 관련 법률 .....	5
<표 1-2> 세계 에너지 수요 전망 .....	8
<표 1-3> 세계 에너지원별 수요비중 전망 .....	10
<표 1-4> 세계 부분별 전력수요량 전망 .....	11
<표 1-5> 석유생산 유형별 변화 .....	11
<표 1-6> OPEC과 비OPEC의 석유 생산비중 전망 .....	12
<표 1-7> 가스 가채부존량(2012년 말 기준) .....	12
<표 1-8> 세계 비전통 가스 생산량 전망 .....	13
<표 1-9> 에너지원별 발전비중 전망 .....	14
<표 1-10> 시나리오별 유가변화 .....	15
<표 1-11> IEA 시나리오별 에너지 수요 전망 .....	16
<표 1-12> 에너지 관련 주요지표(전국) .....	18
<표 1-13> 전국 부문별 최종에너지소비량 변화(2000~2013년) .....	18
<표 1-14> 최종에너지원별 소비 변화(전국) .....	19
<표 1-15> 최종에너지 및 전력 소비량 변화(전국) .....	20
<표 2-1> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 주요 내용 .....	31
<표 2-2> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 가정부문 주요사업 계획 .....	32
<표 2-3> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 상업부문 주요사업 계획 .....	32
<표 2-4> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 수송부문 주요사업 계획 .....	33
<표 2-5> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 공공부문 주요사업 계획 .....	33
<표 2-6> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 기타부문 주요사업 계획 .....	34
<표 2-7> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 에너지공급 부문 주요사업 .....	34
<표 2-8> 제3차 서울시 지역에너지계획의 에너지절감 목표 .....	35
<표 2-9> 서울시 부문별 에너지소비량과 절감량 .....	36
<표 2-10> 서울시 에너지 절감목표 달성률 .....	36
<표 3-1> 국가 에너지기본계획 에너지원별 수요 전망결과 .....	40
<표 3-2> 국가 에너지기본계획 부문별 에너지수요 전망결과 .....	40
<표 3-3> 국가 에너지기본계획 에너지수요 감축 목표 .....	41
<표 3-4> 국가 에너지기본계획 부문별 수요관리 강화대책 .....	42
<표 3-5> 수요관리 R&D 5대 분야 .....	44
<표 3-6> 동반성장 상용화 프로젝트 예시 .....	46
<표 3-7> 신·재생에너지 보급 목표 .....	46
<표 3-8> 1차 에너지 기준 원별 보급목표 .....	46
<표 4-1> 연도별 1차 에너지 생산량 .....	53
<표 4-2> 에너지원별 1차 에너지 생산량(2013년) .....	54

<표 4-3> 지역별 신·재생에너지 생산량(2013년)	55
<표 4-4> 서울 신·재생에너지 생산량	56
<표 4-5> 2013년 지역별 신·재생에너지 설비용량	56
<표 4-6> 2013년 지역별 신·재생에너지 설비용량(계속)	56
<표 4-7> 서울 에너지원별 소비량 변화	58
<표 4-8> 2005년 지역별 에너지원별 최종에너지 소비량	62
<표 4-9> 2013년 지역별 에너지원별 최종에너지 소비량	62
<표 4-10> 서울 부문별 에너지소비 변화	63
<표 4-11> 2005년 지역별 부문별 최종에너지 소비량	66
<표 4-12> 2013년 지역별 부문별 최종에너지 소비량	67
<표 4-13> 전력 가격변화	67
<표 4-14> 연탄 가격변화	68
<표 4-15> 석유제품 가격변화	69
<표 4-16> 도시가스 가격변화	69
<표 4-17> 서울시 온실가스배출량	70
<표 4-18> 배출원별 서울시 온실가스 배출량	71
<표 4-19> 서울시 온실가스 직접 배출량(Scope 1)	72
<표 4-20> 서울시 온실가스 간접배출량(Scope2)	74
<표 4-21> 서울시 에너지 분야 연소활동 부문 Scope 1 온실가스 배출량	76
<표 4-22> 서울시 에너지 분야 Scope 2 온실가스 배출량	77
<표 5-1> MAED 모형 적용을 위한 목록 구분	85
<표 5-2> 통계 자료원	86
<표 5-3> 기관별 국가 경제성장률 전망	93
<표 5-4> 서울시 BAU 에너지 수요 전망	103
<표 5-5> 서울 산업부문 에너지 수요 전망(BAU)	103
<표 5-6> 서울 수송부문 에너지 수요 전망(BAU)	104
<표 5-7> 서울 건물부문 에너지 수요 전망(BAU)	105
<표 5-8> 서울시 에너지원별 수요 전망(BAU)	106
<표 5-9> 서울시 BAU 온실가스 배출 전망	107
<표 6-1> 서울시 부문별 에너지 수요 목표	112
<표 6-2> 지역별 건축물 부위의 열관류율 기준	114
<표 6-3> 서울시 건축물 설계기준 강화 추진실적 및 성과	116
<표 6-4> 서울시 녹색건축물 관련 설계기준	117
<표 6-5> 서울시 공공건축물 신·재생에너지 공급의무 비율	118
<표 6-6> 서울시 일반건축물 에너지 저감요소 적용 계획	118
<표 6-7> 서울시 공동주택 에너지 저감요소 적용 계획	118
<표 6-8> 서울시 환경영향평가 심의기준 강화계획	119
<표 6-9> 서울시 건축물 에너지 소비 총량제 기준 목표	122

<표 6-10> 서울시 건축물 에너지 소비 총량제도 적용 목표 .....	123
<표 6-11> 건축물 에너지 효율 등급 .....	123
<표 6-12> 서울시 건축물 에너지 효율 등급 적용대상 .....	124
<표 6-13> 해외 녹색건축 인증제도 유사사례 .....	125
<표 6-14> 녹색건축 인증 관련제도 비교 .....	126
<표 6-15> 전국 녹색건축물 인증 현황(예비인증 포함) .....	126
<표 6-16> 서울시 녹색건축물 인증제도 적용대상 .....	127
<표 6-17> 건축물 에너지소비 증명제도 대상 건축물 .....	128
<표 6-18> 서울시 주택유형별 에너지 소비량(2011년) .....	130
<표 6-19> 서울시 건축연도별 에너지 소비량(2011년) .....	130
<표 6-20> 서울시 주거면적별 에너지 소비량(2011년) .....	130
<표 6-21> 서울시 소득별 에너지 소비량(2011년) .....	131
<표 6-22> 서울시 가구원수별 에너지 소비량(2011년) .....	131
<표 6-23> 주택 에너지효율 개선 사업 추진 실적 .....	133
<표 6-24> 주택 에너지효율 개선 사업 효과 .....	133
<표 6-25> 한국가스공사 온(溫)누리 사업 지원내용(2010년) .....	134
<표 6-26> 서울시 BRP 사업 지원항목 .....	135
<표 6-27> 서울시 BRP 사업 용자지원 실적 .....	135
<표 6-28> 서울시 BRP사업에 다른 LED 교체 실적 .....	136
<표 6-29> 주택 에너지효율 향상정책 안 .....	136
<표 6-30> 상계 마들 임대아파트 리모델링 경제성 분석 .....	137
<표 6-31> 서울시 에너지진단 시스템 .....	139
<표 6-32> 에코마일리지 인센티브 .....	141
<표 6-33> 에코마일리지 회원 가입 현황 .....	142
<표 6-34> 에코마일리지 성과 .....	143
<표 6-35> 에코마일리지제도 인센티브 개선방안(안) .....	143
<표 6-36> 에너지절약 100만 가구 운동 .....	145
<표 6-37> 건물 에너지 부문 중장기 사업 계획 .....	151
<표 6-38> 서울시 교통수요 관리 정책 .....	152
<표 6-39> 서울시 기업체 수요관리 사업 .....	153
<표 6-40> 보험사별 승용차마일리지 현황 .....	156
<표 6-41> 서울시 지하철 운영현황 .....	160
<표 6-43> 서울시 버스 운영현황 .....	161
<표 6-44> 서울시 보행친화 시범사업 추진현황 .....	163
<표 6-45> 수송 에너지 부문 중장기 사업 계획 .....	167
<표 6-46> 국가 에너지계획 연계 주요 사업 .....	168
<표 6-47> 에너지 절감량 목표 .....	169
<표 6-48> 건물 부문 BAU대비 에너지 절감량(가정상업부문) .....	170

<표 6-49> 건물 부문 BAU대비 에너지 절감량(공공부문) .....	171
<표 6-50> 수송부문 에너지 절감량 (전력 외) .....	172
<표 6-51> 부문별 에너지 절감 목표(BAU 대비) .....	172
<표 6-52> 에너지 수요관리 총괄표 .....	173
<표 7-1> 서울시 신·재생에너지 생산가능 잠재량 .....	177
<표 7-2> 신·재생에너지 중장기 보급목표(1차에너지 환산) .....	178
<표 7-3> 신축대형건물에 대한 신·재생에너지 이용 의무비율 적용 계획 .....	183
<표 7-4> 서울시 태양광 보급목표 .....	183
<표 7-5> 20MW급 연료전지발전소 사례 .....	187
<표 7-6> 서울시 연료전지 보급목표 .....	188
<표 7-7> 서울시 풍력발전 현황 .....	192
<표 7-8> 2014년 서울시 폐기물에너지 생산량 .....	193
<표 7-9> 신재생에너지 생산계획(태양광 및 연료전지 제외) .....	195
<표 7-10> 미활용에너지 이용계획 .....	196
<표 7-11> 지역난방 공급 현황(2013년) .....	199
<표 7-12> 신규 건설 중인 지역냉난방 사업 .....	200
<표 7-13> 지역냉방 공급 현황(2012년) .....	200
<표 7-14> 서울지역 집단에너지 공급대상지역 지정 현황 .....	201
<표 7-15> 서울시 공동주택 지역난방 공급계획 .....	203
<표 7-16> 서울시 업무용 건물 지역냉방 공급계획 .....	204
<표 7-17> 서울시 전력생산 계획 .....	212
<표 7-18> 도시가스 미공급 지역별 현황 및 공급계획 .....	215
<표 7-19> 서울시 연탄쿠폰 지원 현황 .....	218
<표 7-20> 서울시 연탄쿠폰 배포 가구 구별 현황(2013년) .....	218
<표 7-21> 전국 비상발전기 현황(2014년 6월 현재) .....	225
<표 7-22> 서울시 전력 생산 전망 .....	229
<표 7-23> 서울시 온실가스 배출량 목표 .....	230
<표 7-24> 신·재생에너지 및 미활용에너지 중장기 보급 사업 총괄 .....	231
<표 7-25> 신·재생에너지 및 미활용에너지 중장기 보급 사업 총괄(계속) .....	232
<표 8-1> 제2차 에너지 기본계획의 에너지복지 목표 .....	239
<표 8-2> 에너지 바우처 예정(안) .....	239
<표 8-3> 희망의 집수리 사업유형 .....	240
<표 8-4> 희망의 집수리 사업실적 .....	240
<표 8-5> 세부사업별 내용 및 실적 .....	241
<표 8-6> 서울시 연탄쿠폰 지원현황(2007~2013년) .....	241
<표 8-7> 서울시 저소득 취약계층 현황(2014년 11월 기준) .....	242
<표 8-8> 서울시 겨울철 취약계층 지원현황 .....	242
<표 8-9> 건물에너지 효율화 지원 사업 .....	243

<표 8-10> 시민참여 에너지 복지기금 사업목표 .....	244
<표 8-11> 원전하나 줄이기 ‘에너지 복지분야’ 프로그램 .....	244
<표 9-1> 녹색가격제도 사례 .....	262
<표 9-2> 전국 상용자가발전기 용량 .....	265
<표 9-3> 전국 자가발전 업종(업체수) 및 사용연료 .....	265
<표 9-4> 서울시 상용자가발전기 현황 .....	266
<표 9-5> 자가발전 설치 시 필요한 규제개선 과제의 예시 .....	269
<표 9-6> 자가발전 연료유형 .....	269
<표 9-7> 비상발전기 활용 전력 수요관리의 SWOT .....	271
<표 9-8> 전력시장 참여자 분류 .....	275
<표 9-9> 송전부문과 배전부문의 특징 비교 .....	277
<표 9-10> 2013년 분산형전원 비중 .....	284
<표 9-11> 일본의 소매 전면 자유화 추진관련 주요 계획 .....	286
<표 A1-1> 전국 평균 기온 통계분석 값 .....	305
<표 A1-2> 서울 평균 기온 통계분석 값 .....	305
<표 A1-3> 전국 일 최고기온 통계분석 값 .....	306
<표 A1-4> 서울 일 최고기온 통계분석 값 .....	306
<표 A1-5> 전국 일평균 최저기온 통계분석 값 .....	307
<표 A1-6> 서울 일 최저기온 통계분석 값 .....	307
<표 A1-7> 서울 일평균기온과 전국 일평균기온의 관계 통계분석 값 .....	308
<표 A1-8> 서울 일평균기온과 난방도일 관계 통계분석 값 .....	308
<표 A1-9> 서울 일평균기온과 냉방도일 관계 통계분석 값 .....	309
<표 A1-10> 서울 일평균기온과 극최저기온 관계 통계분석 값 .....	309
<표 A1-11> 서울 일평균기온과 극최고기온 관계 통계분석 값 .....	309
<표 A1-12> 서울 경제성장을 통계분석 값 .....	310
<표 A1-13> 서울 석유소비 원단위 통계분석 값 .....	311
<표 A1-14> 서울 농업부문 석유소비 원단위 통계분석 값 .....	312
<표 A1-15> 서울 광업부문 석유소비 원단위 통계분석 값 .....	312
<표 A1-16> 서울 제조업부문 석유소비 원단위 통계분석 값 .....	313
<표 A1-17> 서울 건설업 석유소비 원단위 통계분석 값 .....	313
<표 A1-18> 서울 전력소비 원단위 통계분석 값 .....	314
<표 A1-19> 서울 농수산업부문 전력소비 원단위 통계분석 값 .....	314
<표 A1-20> 서울 광업부문 전력소비 원단위 통계분석 값 .....	315
<표 A1-21> 서울 제조업 전력석유소비 원단위 통계분석 값 .....	315
<표 A1-22> 화물차 연비 통계분석 값 .....	316
<표 A1-23> 승용차 연비 통계분석 값 .....	316
<표 A1-24> 휘발유 승용차 연비 통계분석 값 .....	317
<표 A1-25> 경유 승용차 연비 통계분석 값 .....	317

<표 A1-26> LPG 승용차 연비 통계분석 값 .....	317
<표 A1-27> 서울 항공수송부문 에너지소비 통계분석 값(모형1) .....	318
<표 A1-28> 서울 항공수송부문 에너지소비 통계분석 값(모형2) .....	319
<표 A1-29> 서울 가구당 에어컨 보급대수 통계분석 값 .....	320
<표 A1-30> 서울 가구당 에어컨 전력소비 통계분석 값 .....	320
<표 A1-31> 서울 가구당 가전기기 전력소비 통계분석 값 .....	321
<표 A2-1> MAED-D 모형 입력변수 .....	323
<표 A2-3> 자료원 웹사이트 주소 .....	325
<표 A3-1> 지역별 1차 에너지 생산(2012년) .....	326
<표 A3-2> 지역별 신·재생에너지 생산(2012년) .....	326
<표 A3-3> 지역별 신·재생에너지 설비용량(2012년) .....	327
<표 A3-4> 지역별 신·재생에너지 설비용량(계속) .....	327
<표 A3-5> 지역별 에너지원별 최종에너지 소비(2000년) .....	328
<표 A3-6> 지역별 에너지원별 최종에너지 소비(2012년) .....	328
<표 A3-7> 지역별 부문별 최종에너지 소비(2000년) .....	329
<표 A3-8> 지역별 부문별 최종에너지 소비(2012년) .....	329
<표 A4-1> 에너지생산 부문 소요예산 .....	331
<표 A4-2> 건물부문 소요예산 .....	332
<표 A4-3> 건물부문 소요예산(계속) .....	333
<표 A4-5> 에너지 수요절감 사업 총 소요예산 .....	334
<표 A4-6> 계획기간 내 총 소요예산(2015~2035년) .....	335
<표 A4-7> 서울시 재정현황 및 전망 .....	335

# 그림 목 차

<그림 1-1> 서울시 에너지계획 기본방향 .....	6
<그림 1-2> 비전과 목표체계 .....	6
<그림 1-3> 계획의 목표 .....	7
<그림 1-4> 지역별 에너지소비 비중 전망 .....	8
<그림 1-5> 세계 연평균 GDP 증가율과 에너지 소비 증가율 비교 .....	9
<그림 1-6> 세계 에너지원별 수요 전망 .....	9
<그림 1-7> 유종별 원유가격 추이비교 .....	16
<그림 1-8> 총에너지 소비량 및 에너지 원단위 변화(전국) .....	17
<그림 1-9> 부문별 최종에너지소비 비중 변화(전국) .....	18
<그림 1-10> 우리나라 및 주요 선진국의 최종에너지 소비 연평균 변화율 .....	19
<그림 1-11> 최종에너지원별 소비 비중 변화(전국) .....	20
<그림 1-12> 부문별 도시가스 소비변화(전국) .....	21
<그림 1-13> 세계 에너지관련 온실가스 배출 감축수단 전망 .....	22
<그림 2-1> 친환경에너지 기본계획 2030 성과평가 .....	35
<그림 2-2> 서울시 신·재생에너지 이용률 .....	36
<그림 3-1> 감축목표 달성을 위한 부문별 기여율 .....	41
<그림 3-2> 원자력 발전설비 목표 .....	41
<그림 3-3> 석탄화력 효율향상 방안 .....	43
<그림 3-4> 네가와트 시장 개요 .....	44
<그림 3-5> 자체 에너지사업 지원방식 변화 .....	48
<그림 4-1> 1차에너지 생산량 .....	53
<그림 4-2> 신·재생에너지 생산량 .....	54
<그림 4-3> 신·재생에너지 이용률 .....	55
<그림 4-4> 2013년 신·재생에너지 구성 .....	55
<그림 4-5> 최종에너지 소비량 .....	57
<그림 4-6> 수도권 최종에너지 소비량 .....	57
<그림 4-7> 에너지원별 소비량 .....	58
<그림 4-8> 에너지원별 소비량 구성비 변화추이 .....	58
<그림 4-9> 2005년과 2013년의 에너지원별 소비량 구성비 비교 .....	59
<그림 4-10> 석탄 소비량 .....	60
<그림 4-11> 석유 소비량 .....	60
<그림 4-12> 도시가스 소비량 .....	61
<그림 4-13> 전력 소비량 .....	61
<그림 4-14> 서울지역 용도별 전력 판매량 .....	61
<그림 4-15> 열에너지 소비량 .....	62

<그림 4-16> 부문별 최종에너지 소비량 .....	63
<그림 4-17> 부문별 최종에너지 소비량 구성비 변화 추이 .....	63
<그림 4-18> 2005년과 2013년의 최종에너지 소비량 부문별 구성비 .....	64
<그림 4-19> 산업부문 에너지 소비량 .....	65
<그림 4-20> 수송부문 에너지 소비량 .....	65
<그림 4-21> 가정상업 부문 에너지 소비량 .....	66
<그림 4-22> 공공기타 부문 에너지 소비량 .....	66
<그림 4-23> 용도별 전력가격 .....	68
<그림 4-24> 연탄가격 .....	68
<그림 4-25> 석유제품가격 .....	69
<그림 4-26> 도시가스가격 .....	69
<그림 4-27> 서울시 온실가스 배출량 .....	70
<그림 4-28> 서울시 온실가스 직접배출량과 간접배출량 구성비 .....	71
<그림 4-29> 배출원별 온실가스 직접배출량(좌)와 간접배출량(우) 변화추이 .....	72
<그림 4-30> 부문별 온실가스 직접배출량(좌)와 간접배출량(우) 변화추이 .....	72
<그림 4-31> 온실가스 배출량 부문별 구성비 .....	73
<그림 4-32> 온실가스 직접배출량 및 간접배출량(전력) 부문별 구성비 .....	73
<그림 4-33> 산업부문 간접배출량 변화추이 .....	74
<그림 4-34> 수송부문 직접배출량 .....	75
<그림 5-1> MAED 모형 입력 및 출력 자료 .....	82
<그림 5-2> MAED-2 모형의 구조 .....	83
<그림 5-3> MAED-2 모형 소프트웨어 프로그램 .....	84
<그림 5-4> 주요 사회·경제 및 에너지 효율 지표 전망 요약 .....	87
<그림 5-5> 평균기온, 최저기온, 최고기온 변화추이 .....	88
<그림 5-6> 전 세계 평균기온 전망 .....	89
<그림 5-7> 남한 평균기온 전망 .....	89
<그림 5-9> 서울 인구 구성비 전망 .....	90
<그림 5-10> 지역내총생산 및 경제성장률 .....	91
<그림 5-11> 산업구조변화 .....	92
<그림 5-12> 서울시 제조업 및 상업의 구조변화 .....	92
<그림 5-13> 1인당 GDP 전망 .....	93
<그림 5-14> 서울 산업구조 전망 .....	93
<그림 5-15> 서울 제조업 및 서비스업 산업구조 전망 .....	94
<그림 5-16> 자동차 등록대수 및 용도별 구성비 .....	94
<그림 5-17> 자동차 연비 .....	94
<그림 5-18> 항공부문 에너지 소비량 .....	94
<그림 5-19> 김포공항 항공기 운항편수와 에너지원단위 .....	95
<그림 5-20> 서울 자동차 등록대수 및 용도별 구성비 전망 .....	95

<그림 5-21> 서울 일통행량 및 주행거리 분담률 전망 .....	96
<그림 5-22> 자동차 연비 현황과 전망 .....	96
<그림 5-23> 서울 항공부문 원단위 전망 .....	96
<그림 5-24> 가구현황 및 전망 .....	97
<그림 5-25> 주택수 전망 .....	97
<그림 5-26> 가구당 에어컨 보급대수 및 사용시간 .....	98
<그림 5-27> 가구당 에어컨 및 가전기기 전력소비량 .....	98
<그림 5-28> 서울 에어컨 보급대수 전망 .....	98
<그림 5-29> 가구당 에어컨 및 가전기기 전력소비량 전망 .....	99
<그림 5-30> 서울 석유소비 원단위 .....	99
<그림 5-31> 서울 전력소비 원단위 .....	99
<그림 5-32> 서울 석유소비 원단위 전망 .....	100
<그림 5-33> 서울 전력소비 원단위 전망 .....	100
<그림 5-34> A에 영향을 미치는 요소 .....	101
<그림 5-35> A의 변화(BAU) .....	101
<그림 5-36> A의 변화(B는 고정) .....	102
<그림 5-37> 서울 BAU 에너지 수요 전망 .....	102
<그림 5-38> 서울 산업부문 전망(BAU) .....	103
<그림 5-39> 서울 항공부문 에너지 소비 전망 .....	104
<그림 5-40> 서울 수송부문 전망(BAU) .....	104
<그림 5-41> 서울 건물부문 전망(BAU) .....	105
<그림 5-42> 부문별 모형 검증 .....	106
<그림 5-43> 에너지원별 모형 검증 .....	106
<그림 5-44> 서울시 BAU 온실가스 배출량 전망 .....	108
<그림 6-1> 서울시 최종에너지 목표 수요 .....	111
<그림 6-2> 2005년 대비 에너지 목표수요 백분율 .....	111
<그림 6-3> 열손실 방지 관련 규정 변화 .....	115
<그림 6-4> 서울시 건축물 설계기준 강화 추진 목표 .....	116
<그림 6-5> 건축물 에너지 성능개선 추진 목표 .....	117
<그림 6-6> 건물부문 에너지 절감 기술 .....	119
<그림 6-7> 유리 재질에 따른 에너지 손실 .....	119
<그림 6-8> 창문 단열성능에 따른 에너지비용 .....	119
<그림 6-9> 조명기기 효율 .....	119
<그림 6-10> 건축물 일사조정장치 적용 사례 .....	120
<그림 6-11> 노원구 친환경 제로에너지 시범단지 조감도 .....	122
<그림 6-12> 미국 Energy Star Program 인증마크 .....	123
<그림 6-13> 녹색건축 인증 명판 .....	124
<그림 6-14> 에너지소비 증명제도 .....	127

<그림 6-15> 건축물 에너지 평가서에 기재되는 에너지 소요량과 에너지 사용량 예시 .....	128
<그림 6-16> 건축물 에너지사용량 표출장치의 예 .....	129
<그림 6-17> 서울시 1인당 연간 가정 부문 에너지 소비량 비율 .....	131
<그림 6-18> 가정부문 에너지원별 구성비 변화(전국) .....	132
<그림 6-19> 한국가스공사 온(溫)누리 사업 수행 예 .....	134
<그림 6-20> BRP 사업 개요 .....	134
<그림 6-21> 창틀 보강 및 창호교체 사례 .....	137
<그림 6-22> 건물 에너지합리화 사업 예 .....	137
<그림 6-23> 에코마일리지 에너지 절감 우수사례 .....	141
<그림 6-24> 에코마일리지 가정회원 온실가스 감축 비율 .....	142
<그림 6-25> 에코마일리지 단체회원 온실가스 감축 비율 .....	142
<그림 6-26> 에너지절약 100만 가구 운동 실적(2011년) .....	145
<그림 6-27> 에너지수호천사단 개요 .....	146
<그림 6-28> 에너지수호천사단 활동 예 .....	146
<그림 6-29> 에너지 클리닉 서비스 운영체계 .....	149
<그림 6-30> 에너지를 아끼는 착한가게 선정 방법 .....	150
<그림 6-31> 서울시 기업체 교통수요 관리 사업 현황 .....	154
<그림 6-32> 서울시 주차상한제 지역 현황 .....	158
<그림 6-33> 서울시 중앙버스전용차로 현황 및 계획구간 .....	161
<그림 6-34> 서울시 공공자전거 .....	162
<그림 6-35> 도로다이아트 사업 .....	163
<그림 6-36> 서울시 친환경차 보급 현황 .....	164
<그림 6-37> 서울시 친환경차 보급 계획 .....	164
<그림 6-38> 서울시 친환경차 보급 정책 및 제도 .....	165
<그림 6-39> 친환경차 기술 전망 .....	165
<그림 6-40> 최종에너지 수요관리 목표 .....	173
<그림 6-41> 전력 및 전력 외 에너지 수요관리 목표 .....	174
<그림 6-42> 에너지원별 부문별 목표 절감량 .....	174
<그림 6-43> 에너지 절감률 목표 .....	174
<그림 7-1> 서울시 신·재생에너지 생산목표(1차에너지 환산) .....	178
<그림 7-2> 신·재생에너지 보급 지원제도 비교 .....	180
<그림 7-3> 태양광 미니발전소 기대효과 .....	180
<그림 7-4> 서울시 햇빛지도 .....	181
<그림 7-5> 서울시 에너지드림센터 적용기술 .....	189
<그림 7-6> 서울시 상암 수소스테이션 .....	189
<그림 7-7> 신축대형건물 신재생에너지 의무비율 .....	190
<그림 7-8> 서울시 물재생센터 에너지 생산 및 소비량 .....	190
<그림 7-9> 자원회수시설의 1차에너지 생산량(2014) .....	192

<그림 7-10> 서울시 자원회수시설 소각량 .....	195
<그림 7-11> 집단에너지 사업 시설 .....	198
<그림 7-12> 서울시 공동주택 집단에너지 공급목표 .....	198
<그림 7-13> SH공사 집단에너지 공급현황 .....	201
<그림 7-14> 수도권 집단에너지 현황도(2012년) .....	202
<그림 7-15> 서울시 서남권역 열공급 계획도 .....	204
<그림 7-16> 2005년 대비 전력소비 증가율 .....	206
<그림 7-17> 수도권 지역의 전력소비량과 생산량(2013년) .....	206
<그림 7-18> 수도권 지역의 외부전력 도입량 .....	206
<그림 7-19> 수도권과 서울시 전력소비량 변화 .....	207
<그림 7-20> 2005년 대비 전력생산량 백분율 .....	207
<그림 7-21> 지역별 1인당 전력소비량(2013) .....	207
<그림 7-22> SMP 동향과 서울시 전력생산량 .....	208
<그림 7-23> 서울시 발전설비 용량 .....	208
<그림 7-24> 신·재생에너지 설비 비율 .....	209
<그림 7-25> 서울시 집단에너지 발전설비 용량 .....	209
<그림 7-26> 서울시 상용자가발전 설비 현황과 이용실태 .....	209
<그림 7-27> 서울시 자가열병합발전시설 용량분포 .....	210
<그림 7-28> 서울시 자가열병합발전시설 이용률 .....	211
<그림 7-29> 서울시 자가열병합발전 아파트의 월평균 전기소비량 .....	211
<그림 7-30> 서울시 도시가스 소비량 및 보급률 .....	213
<그림 7-31> 서울시 도시가스 미공급 현황 .....	213
<그림 7-32> 서울시 도시가스 미공급 지역별 현황 .....	214
<그림 7-33> 도시가스 미공급 및 연탄사용 지역 .....	214
<그림 7-34> 도시가스 미공급 지역별 공급계획 .....	214
<그림 7-35> 자치구별 연탄난방 가구 현황(2013년) .....	216
<그림 7-36> 동별 연탄난방 가구수와 연탄판매소 분포 .....	216
<그림 7-37> 공급주체별 가정용 연탄공급량(2012년 기준) .....	217
<그림 7-38> 가구당 연탄소비량 추정(연탄쿠폰) .....	218
<그림 7-39> 주요 민간단체의 연탄지원 현황 .....	219
<그림 7-40> 지원단체 구성비(2012년) .....	219
<그림 7-41> 요일별 봉사 비율 .....	219
<그림 7-42> 구입단체와 조건에 따른 연탄 가격 .....	220
<그림 7-43> 수송비 지원 전후의 연탄 교환수량 비교 .....	221
<그림 7-44> 거리와 높이에 따른 배달료 추가비용 .....	221
<그림 7-45> 10년간 예상 사업비용 산출 .....	223
<그림 7-46> 도시가스 요금 지급 방법 .....	223
<그림 7-47> 마곡지구 전력공급 시스템 .....	224

<그림 7-48> 건물의 무단전 시스템 구상 .....	225
<그림 7-49> 서울시 에너지집약도 및 1인당 에너지소비량 전망 .....	226
<그림 7-50> 수요관리 목표 .....	226
<그림 7-51> 전력 및 전력 외 에너지 수요관리 목표 .....	227
<그림 7-52> 에너지 절감률 목표 .....	227
<그림 7-53> 서울시 신·재생에너지 이용률 전망 .....	228
<그림 7-54> 발전설비용량과 전력생산량 전망 .....	228
<그림 7-55> 2020년과 2035년의 발전원별 구성비 .....	229
<그림 7-56> 전력생산량 및 소비량에 대한 신·재생에너지 기여율 .....	229
<그림 7-57> 신·재생에너지의 전력자립율 기여도 .....	230
<그림 7-58> 서울시 온실가스 관리 목표 .....	230
<그림 8-1> 에너지 빈곤의 원인 .....	236
<그림 8-2> 주택에너지 효율개선사업 및 주택단열지원사업의 효과 .....	245
<그림 8-3> 영국의 Warm Front 실적 .....	246
<그림 8-4> 미국 LIHEAP 예산추이 .....	249
<그림 8-5> 소득 대비 에너지비용 비율 방식의 문제점 .....	251
<그림 8-6> 에너지빈곤층 해소대책의 개념도 .....	251
<그림 8-7> 주택개량사업 중심의 에너지복지정책의 추진 개념도 .....	252
<그림 8-8> 소득계층별 규모 추정결과(2010년) .....	253
<그림 8-9> 주택개량 및 에너지효율개선사업 지원절차의 개념도 .....	254
<그림 8-10> 가전제품 효율개선사업의 사업추진체계(안) I .....	255
<그림 8-11> 가전제품 효율개선사업의 사업추진체계(안) II .....	255
<그림 9-1> 녹색가격제도의 시스템 .....	260
<그림 9-2> 서울시 소재 상용자가발전기의 이용률 .....	266
<그림 9-4> 전국 및 수도권 비상발전기 분포(2014년 6월 현재) .....	271
<그림 9-5> 국내 전력산업 구조 .....	272
<그림 9-6> 한국전력 및 주요 자회사 .....	273
<그림 9-7> 현행 전력시장 vs. 미래의 바람직한 전력시장 .....	274
<그림 9-8> 일본의 전력산업 구조 변화 .....	278
<그림 9-9> 판매시장 개방에 따른 효율제고 방식 .....	279
<그림 9-10> 판매시장 개방일정의 로드맵 예시 .....	280
<그림 9-11> 판매시장 개방 시 판매경쟁구조 .....	281
<그림 9-12> 분산형 전원 보급 정책방향(2차 에너지기본계획) .....	284
<그림 9-13> 일본의 전력산업 구조 변화 .....	286
<그림 A-1> 지역에너지 계획 사업 소요예산(누적) .....	335



---

# 제1장 서론

가. 계획수립의 필요성 및 목적

나. 대내외 에너지 여건 및 전망

다. 국내 에너지수급에 대한 방향 및 시사점

---



# 1. 서론

## 가. 계획수립의 필요성 및 목적

### (1) 지역에너지계획 정의 및 배경

- 서울시 지역에너지 계획이라 함은 중앙정부 위주의 에너지절약 정책에서 탈피, 서울시의 지역 특성을 고려하여 보다 현실적이며 창의적인 에너지 사용의 효율성 제고 및 에너지원의 발굴을 위한 시책을 수립하기 위한 계획임
- 정부의 ‘제2차 국가에너지 기본계획’ 및 ‘제2차 녹색성장 5개년 계획’과의 일관성 및 정합성 유지
- 에너지수요관리정책 강화, 분산형 전원 확대, 환경·안전과의 조화, 에너지복지 강화 등 국가 에너지 정책과 정합성 유지
- 시장·민간의 역할 강화, 경제·사회·환경의 조화를 고려한 추진과제 마련
- ‘원전하나줄이기’사업의 단계별 실천전략으로서의 지역에너지계획 임
- 완료된 1단계사업을 승계하여 2단계사업을 강화하고 새로운 분야로 확장
- 새롭게 개발된 기술적용 및 앞선 선진 정책(사례) 도입 등 신규 사업 추가
- 합리적 에너지 제도와 효율적 사회구조로 지속가능한 에너지 정책 마련
- 세계기후환경수도의 위상을 견지하기 위한 토대로서의 계획
- 에너지절감을 통한 온실가스감축, 신·재생에너지 보급을 통한 에너지부문 지속가능성을 증진 시키기 위한 목표 설정과 부문별 실천적 계획 수립과 이행을 통한 환경수도로서 서울의 위상 제고
- 세계기후변화시장협의회 의장 도시로서 도시 기후변화 대응부문에서 국제적 리더십을 발휘하고 세계기후환경수도로서의 위상을 정립

### (2) 계획수립의 필요성

- 지역차원의 에너지 정책추진의 중요성 대두

- 국가에너지기본계획은 지역에서의 실천에 중점을 두는 등 국가-지역 간의 협력적 에너지정책 추진이 강조되고 있으며 서울시 지역단위의 특성을 고려한 지역에너지계획 수립 중요성 증대

□ 국가에너지 정책목표를 서울시의 지역 특성에 맞게 선도적으로 추진 필요

- 정부에서 수립한 「제2차 국가에너지 기본계획」 및 「제2차 녹색성장 5개년 계획」과 연계하여 정합성을 확보할 필요가 있음
- 에너지수요관리 정책 강화, 분산형 전원의 확대, 환경·안전과의 조화, 에너지복지 강화 등 지역차원의 실천을 기반으로 하는 정책중심으로 국가에너지 정책의 패러다임이 전환됨에 따라 정책목표에 부합하는 지역의 실천계획을 수립하고자 함

### (3) 계획수립의 목적

- 「에너지법」 제 7조 및 「에너지이용합리화법」 제 3조, 「저탄소 녹색성장 기본법」 시행령 제4조에 의거, 5년마다 지역에너지계획 및 녹색성장 계획을 수립해야 함

<표 1-1> 지역에너지계획 관련 법률

구 분	관련법의 주요내용
에너지법	제4조(국가 등의 책무) - 국가는 종합적인 시책 수립·시행, 지방자치단체는 지역에너지시책을 수립·시행, 지방자치단체의 조례 제정 제7조(지역에너지계획 수립) - 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 수립·시행 - 에너지 수급 추이·전망, 안정적 공급 정책, 신·재생에너지, 온실가스 배출감소, 집단에너지 등을 포함
에너지이용합리화법	제3조(정부와 에너지사용자·공급자 등의 책무) - 지방자치단체는 지역 특성을 고려, 지역에너지시책을 강구 - 에너지를 합리적으로 이용하여 온실가스 배출 감소 노력
집단에너지사업법	제5조(집단에너지공급대상지역의 지정) - 집단에너지공급대상지역 지정은 중앙행정기관장, 지방자치단체장 협의 제53조(권한의 위임·위탁) - 지식경제부장관 권한은 시도지사에게 위임, 에너지관리공단 위탁 가능
신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	제12조(신·재생에너지사업에의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화 등) - 국가, 지방자치단체, 공기업, 정부출연기관 등의 에너지사용량 중 일정 비율 이상을 신·재생에너지로 이용하도록 설비 설치 의무화 가능 - 공장·사업장, 집단주택단지 등에 신·재생에너지를 이용하도록 권고 제32조(권한의 위임·위탁) - 지식경제부장관 권한은 시도지사에게 위임, 한국에너지기술평가원에 위탁 가능

자료: 지식경제부(2011), 「지역에너지계획 작성가이드」

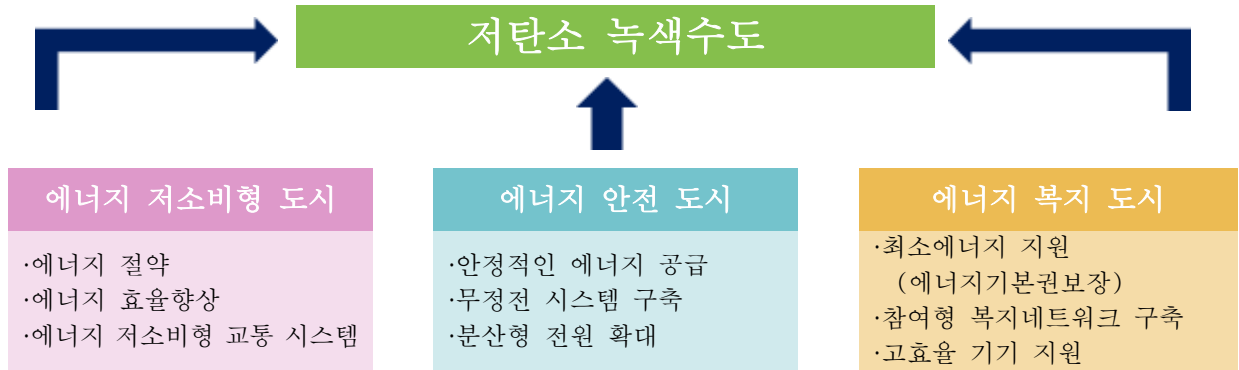
- 에너지 절약 및 신·재생에너지 개발·이용·보급 촉진 등을 위하여 「에너지법」제7조에 따라 서울특별시에너지계획을 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 하여 지역에너지계획을 수립함
- 본 계획의 목적은 에너지 환경을 고려하여 에너지절약 및 효율향상 등 적절한 에너지 수요의 관리와 경제적이고 안정적인 에너지공급 계획을 수립하는 것임

#### (4) 계획의 범위

- 공간적 범위 : 서울시 전역, 온실가스배출량 등에 관한 사항은 간접배출량 포함
- 계획기간 : 2015년 ~ 2035년
- 계획이 포함하는 내용
  - ‘제2차 국가에너지 기본계획’, ‘제2차 녹색성장 5개년 계획’ 분석 후 이와 연계한 서울시 추진방안 및 기본계획 수립
  - 서울 친환경에너지 기본계획 2030(제3차 지역에너지 기본계획), 서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜(2009) 추진성과 평가
  - 원전하나줄이기 2단계 추진계획과 발맞춘 에너지 정책방향 설정
  - 온실가스 배출, 에너지 소비 및 신·재생에너지 보급 추이 분석 및 향후 전망(BAU, 기준안)을 통한 서울의 에너지 자급률 제고를 위한 목표 설정
  - 신·재생에너지 생산, 에너지효율 개선, 에너지 절약, 집단에너지 및 에너지 복지 대책 등 부문별 에너지 소비 및 온실가스 배출 감축 계획 등

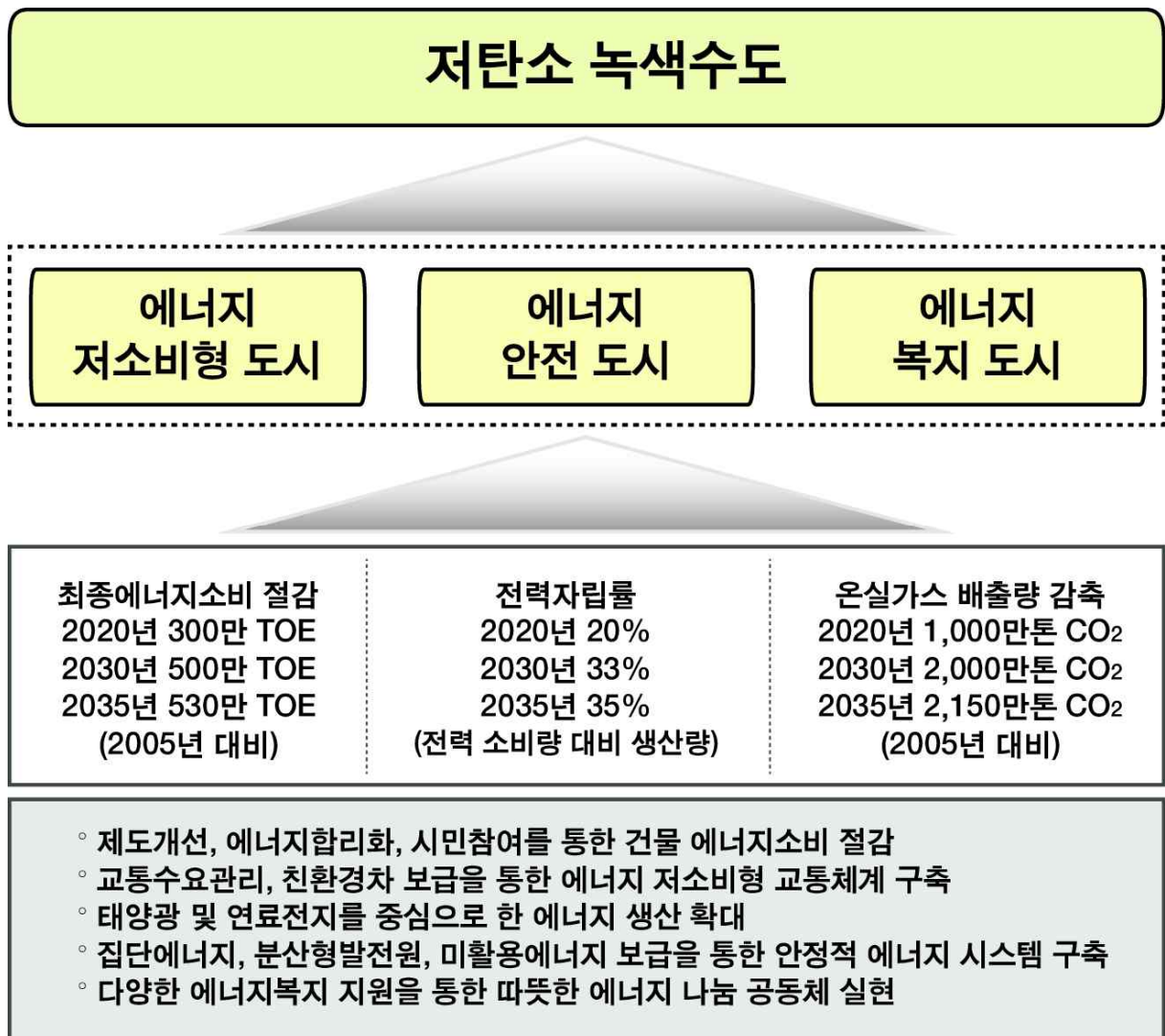
#### (5) 서울시 지역에너지계획 비전과 목표

- 비전 : 저탄소녹색도시
  - 전략 1 : 에너지저소비형 도시
  - 전략 2 : 에너지 안전 도시
  - 전략 3 : 에너지 복지 도시



<그림 1-1> 서울시 에너지계획 기본방향

#### □ 비전과 목표체계

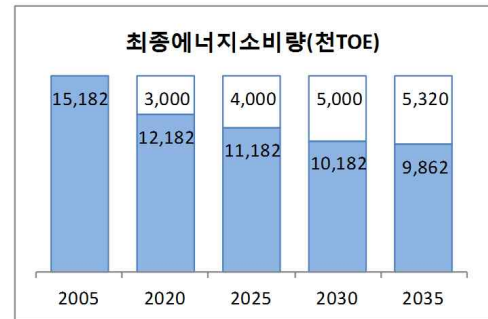


<그림 1-2> 비전과 목표체계

## □ 계획의 지표와 목표

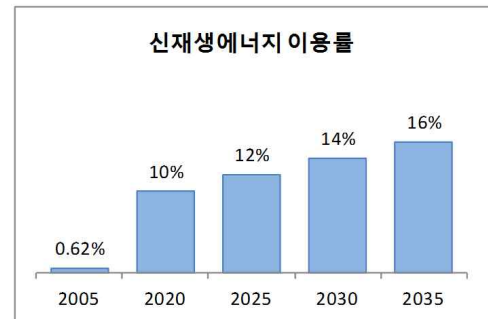
### ○ 에너지 절감량

- 지표정의 : 2005년 최종에너지 소비량 대비 절감량
- 목표 :     2020년   300만 TOE  
              2025년   400만 TOE  
              2030년   500만 TOE  
              2035년   530만 TOE



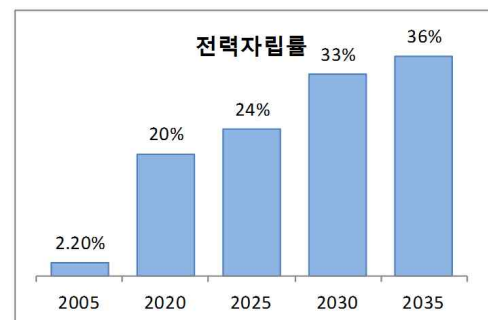
### ○ 신재생에너지 이용률

- 지표정의 : 최종에너지소비량 대비 신재생에너지생산량<sup>4)</sup>
- 목표 :     2020년   10%  
              2025년   12%  
              2030년   14%  
              2035년   16%



### ○ 전력 자립률

- 지표정의 : 전력소비량 대비 전력생산량
- 목표 :     2020년   20%  
              2025년   24%  
              2030년   33%  
              2035년   35%



### ○ 온실가스 감축량

- 지표정의 : 2005년 온실가스 배출량 대비 감축량
- 목표 :     2020년   1,000만 톤CO<sub>2</sub>eq  
              2025년   1,500만 톤CO<sub>2</sub>eq  
              2030년   2,000만 톤CO<sub>2</sub>eq  
              2035년   2,150만 톤CO<sub>2</sub>eq



<그림 1-3> 계획의 목표

4) 신.재생에너지생산량: 지역에너지통계연보에 수록된 양. 여기 수록된 양은 1차에너지로 환산한 값임

## 나. 대내외 에너지 여건 및 전망

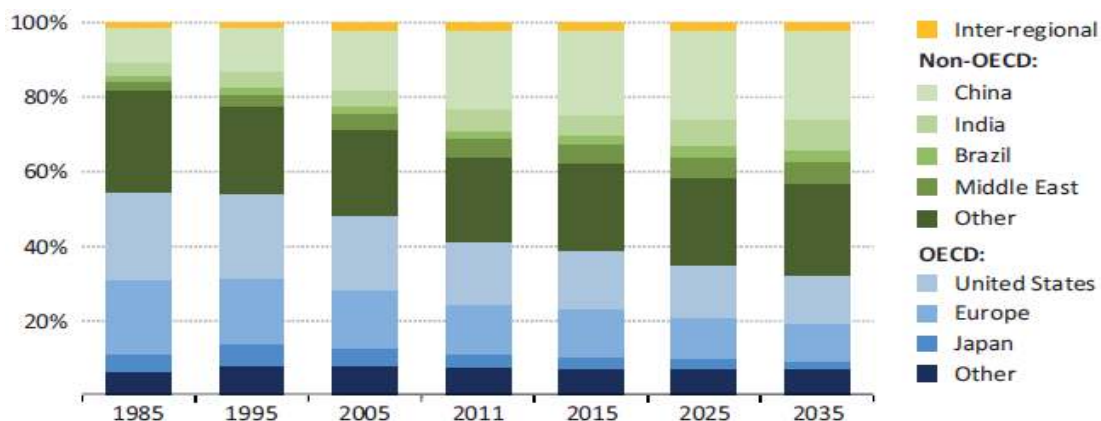
### (1) 세계 에너지 수요 전망

- IEA(국제에너지기구)는 2011년~2035년 동안 전체 에너지수요가 꾸준히 증가할 것으로 전망하며 특히 비OECD 국가의 에너지수요가 54.4%로 큰 폭으로 증가할 것으로 전망함
- 비OECD 국가의 에너지수요 증가율은 연평균 1.8%로 2035년까지 비OECD 국가는 세계 인구성장의 92.3%, 에너지 수요증가의 97.3%를 차지할 것으로 예상
- 또한 2035년에 중국과 인도가 세계 에너지수요의 32.2%를 차지할 것으로 전망되며, 중국의 경우 2035년 세계 에너지소비의 1/4에 가까운 23.4%를 점유하여, 두 번째로 에너지 소비가 많은 미국의 1.8배 정도를 소비할 것으로 평가됨

<표 1-2> 세계 에너지 수요 전망

구 분	에너지수요(MTOE)					비중(%)		연평균증가율
	2011년	2020년	2025년	2030년	2035년	2010년	2035년	
전체	13,070	15,025	15,877	16,623	17,387	100	100	1.2%
OECD	5,304	5,486	5,474	5,457	5,465	41	31	0.1%
非OECD	7,406	9,136	9,972	10,709	11,435	57	66	1.8%

주 : 해운 및 항공부문의 국제병커유는 전체 에너지수요에는 포함되나 국가별 수요에서는 제외됨  
 자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013

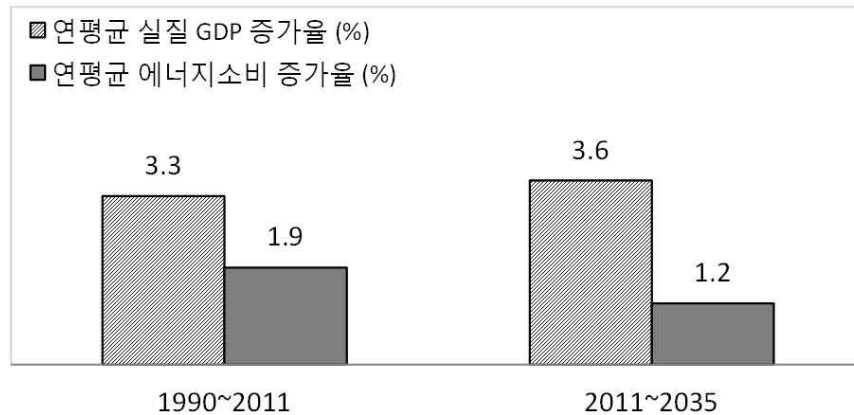


자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013, P.65

<그림 1-4> 지역별 에너지소비 비중 전망

- 그러나 에너지 기술혁신에 의한 에너지효율 향상 등을 통하여 경제성장을 대비 에너지수요 증가율은 감소될 것으로 예상됨
- 지난 1990년~2011년 동안에 연평균 GDP(국민총생산)증가율은 3.3%를 기록하였고, 에너지소비 증가율은 1.9%로 GDP 증가율 보다 낮았음

- 2011년~2035년까지 GDP는 연평균 3.6%, 에너지소비는 연평균 1.2% 증가할 것으로 예상됨



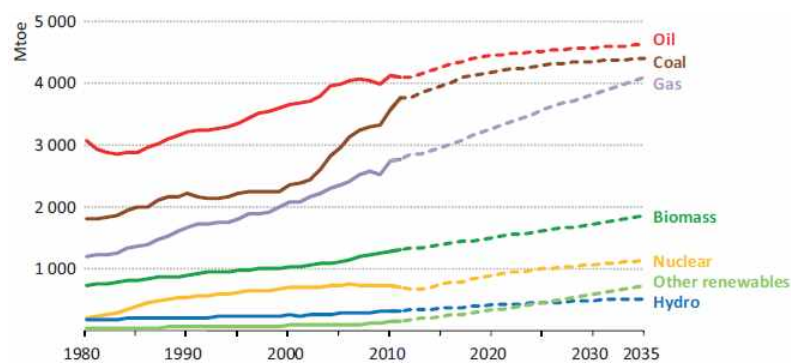
자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013 참고하여 재구성

<그림 1-5> 세계 연평균 GDP 증가율과 에너지 소비 증가율 비교

## (2) 세계 에너지원별 수요 전망

- 2011년에서 2035년까지 세계 에너지수요량은 모든 에너지원에서 증가할 전망이다. 다만 석유와 석탄과 같은 화석연료의 비중은 축소되는 반면, 가스와 원자력, 수력, 신·재생에너지의 비중은 증가할 것으로 예상됨

- 그러나 석유, 석탄, 가스와 같은 화석연료의 비중은 2035년 76%로 여전히 높을 것으로 예상되며, 특히 천연가스는 다른 화석연료와는 달리 비중이 2011년 21.3%에서 2035년 23.7%로 증가할 것으로 예상됨



자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013, P.63

<그림 1-6> 세계 에너지원별 수요 전망

- 원자력(5.2% → 6.4%)과 수력(2.3% → 2.9%), 바이오에너지(9.9% → 10.6%) 및 기타 신·재생에너지(1.0% → 4.1%)의 비중도 확대될 것으로 보임
- 이러한 현상은 온실가스 배출규제에 따른 저탄소 에너지의 비중이 확대되기 때문인 것으로 평가됨

<표 1-3> 세계 에너지원별 수요비중 전망

(단위: %)

구 분	1990년	2011년	2020년	2025년	2030년	2035년
석탄	25.4	28.9	28.0	27.2	26.3	25.5
석유	36.8	31.4	29.8	28.6	27.7	26.8
가스	19.0	21.3	21.8	22.5	23.1	23.7
원자력	6.0	5.2	5.9	6.2	6.3	6.4
수력	2.1	2.3	2.6	2.7	2.8	2.9
신·재생	10.6	10.9	12.0	12.8	13.7	14.7
바이오	10.2	9.9	9.9	10.1	10.3	10.6
기타 신·재생	0.4	1.0	2.1	2.7	3.4	4.1

자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013

- 석유의 경우 중국, 인도 등 신흥개도국의 경제성장으로 2035년 석유수요는 2011년 대비 13.5%(연평균 0.5%)가 증가할 것으로 전망(IEA, 2013)
  - 에너지수요 전체에서 차지하는 석유의 비중은 2011년 31.4%에서 2035년 26.8%로 감소할 전망이지만, 전체 원별 비중의 순위는 여전히 1위를 차지할 것으로 전망
- 석탄의 경우 OECD 국가의 석탄수요량은 2035년까지 2011년 대비 약 24% 감소할 것으로 보이지만, 비OECD 국가의 경우 약 33.5% 증가할 것으로 예측(IEA, 2013)
  - 세계 석탄소비의 절반을 차지하는 중국이 2035년 석탄시장의 향방을 결정할 것으로 보이며, 인도는 2035년 세계 2위 석탄 소비국으로 부상할 것으로 예상됨
- 천연가스는 2011년 세계 에너지수요 전체에서 21.3%를 차지하였으나, 2035년에는 23.7%로 증가할 것으로 전망되고 있으며 연평균 1.6%의 증가율을 보일 것으로 예상(IEA, 2013)
  - 장기적으로는, 추가적인 천연가스 수요의 81.7%를 비OECD 국가가 차지하고 있을 정도로 이들 국가들의 천연가스 수요가 증가할 전망
- 전력수요량은 다른 에너지원에 비해 높은 증가율을 기록할 것으로 보임. 특히 전력의 경우 정부의 에너지효율, 에너지안보, 환경 등에 대한 정책에 영향을 많이 받음
  - 2011년 대비 2035년의 에너지수요량은 1.33배에 달하지만 전력의 경우는 1.67배에 달할 정도로 에너지 수요증가세를 넘어설 것으로 전망되고 있음
  - 전력수요는 연평균 2.2% 증가할 것으로 예상되며 산업부문(2.2%)과 가정부문(2.5%)을 중심으로 견조한 증가가 예상됨
  - 비OECD의 전력소비 비중은 2011년 49.7%에서 2030년 64.1%로 증가할 것으로 전망됨

<표 1-4> 세계 부분별 전력수요량 전망

(단위: TWh)

구 분	1990년	2011년	2020년	2025년	2030년	2035년	연평균증가율
합계	10,085	19,004	24,249	26,974	29,520	32,150	2.20%
산업부문	4,419	7,802	10,288	1,385	12,268	13,187	2.20%
가정부문	2,583	5,195	6,507	7,362	8,325	9,336	2.50%
상업부문	2,086	4,560	5,636	6,214	6,698	7,137	1.90%
수송부문	245	292	408	486	590	734	3.90%
기타	748	1,151	1,419	1,535	1,648	1,763	1.80%

자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013, p.173

### (3) 세계 에너지 공급 여건의 변화

#### 1) 화석연료 생산 여건

□ 비전통 석유 및 가스 생산과 기술발전으로 인한 채굴가능 매장량의 증대로 안정적인 에너지 공급이 예상되지만, 자원부국의 자원개발 환경에 대한 불확실성이 커지고 있음

○ 그럼에도 불구하고, 경제적으로 이용가능한 에너지자원 부존량은 장기에너지 소비를 충족할 수 있을 것으로 전망되고 있음

- 특히 비전통 석유, NGL 등 기술발전에 힘입어 기존과는 다른 새로운 방식의 석유 생산이 증가하고 있음

○ 세계 석유 생산량은 2012년 87.1백만 배럴/일에서 2035년에는 12.6% 증가한 98.1백만 배럴/일이 될 것으로 예상되고 있으며, 이러한 증가세는 주로 오일샌드와 초중질유와 같은 비전통자원의 생산증가에 기인함

- 세계 비전통 석유생산이 연간 4.9%씩 증가하여 2012년 5.0백만 배럴/일에서 2035년 15.0백만 배럴/일로 증가할 것으로 예상하고 있음

- 이는 전체 석유생산에서 비전통석유의 비중이 2012년 5.7%에서 2035년 15.3%로 늘어나는 것을 의미함

<표 1-5> 석유생산 유형별 변화

구 분	원유		NGL <sup>1)</sup>		비전통석유 <sup>2)</sup>	
	2012년	2035년	2012년	2035년	2012년	2035년
생산량(백만 배럴/일)	69.4	65.4	12.7	17.7	5.0	15.0
석유생산 중 비중(%)	79.7%	66.7%	14.6%	18.0%	5.7%	15.3%

주 : 1) NGL(natural gas liquids) : 천연가스 생산과정에서 나오는 원유로 천연가스액으로 불리기도 하며 주성분은 납사로 구성.

2) 非전통석유(non-conventional oil) : 신기술로 사용할 수 있게 된 석유자원으로, 점토 등에 중질원유가 10%이상 포함된 오일샌드, 석탄천연가스를 혼합한 석탄액화연료 등이 대표적.

자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013, p.471 재구성

□ IEA는 OPEC(석유수출국기구)이 세계 석유의 생산 비중을 지속적으로 증가시켜 2035년 총 석유생산의 46%를 차지함으로써 석유시장의 지배력을 확대할 것으로 전망하고 있음

○ OPEC의 석유생산은 꾸준히 증가하여 2012년 37.6백만 배럴/일에서 2035년 45.2백만 배럴/일에 도달할 것으로 예측되고 있으며, 이러한 경우 OPEC의 세계 석유생산비중은 2012년에 43%에서 2035년에 46%를 차지하게 될 것으로 예측됨

□ 비OPEC의 석유생산은 2025년에 55.1백만 배럴/일로 최대수준에 도달한 후, 2035년까지 52.9백만 배럴/일 이하로 하락될 것으로 예상됨

○ 특히 캐나다와 미국의 석유 증산에도 불구하고 유럽(브렌트유)과 중국 등의 석유 생산축소로 인해 비OPEC의 비중이 감소하는 원인으로 작용함

○ 그리고 비OPEC의 2035년 비전통석유 생산은 2012년에 비해 7.9백만 배럴/일이 증가하였으나, 전통석유가 4.3백만 배럴/일이 감소하였음

<표 1-6> OPEC과 비OPEC의 석유 생산비중 전망

(단위: 백만 배럴/일)

구 분	1990년	2012년	2020년	2035년
OPEC(비중)	23.9(36%)	37.6(43%)	37.8(41%)	45.2(46%)
Non-OPEC(비중)	41.7(64%)	49.4(57%)	55.0(59%)	52.9(54%)
세계 생산량	65.6	87.1	92.8	98.1

자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013, p.458

□ 2011년 말 확인된 석탄 매장량은 약 1.04조 톤에 이르며 이는 약 142년 동안 소비할 수 있는 분량임. 그리고 부존량은 확인매장량의 약 20배 이상인 것으로 추정됨<sup>5)</sup>

○ 중국은 2011년 세계 석탄생산량의 47.4%를 차지하는 주요 석탄 생산국이며, 2035년에도 44.8%를 생산하며 세계 석탄생산의 상당한 비중을 차지할 전망이다<sup>6)</sup>

○ 이러한 석탄의 확인매장량은 천연가스 및 석유 매장량의 각각 3.2배, 2.5배 수준에 달함

□ 전 세계 천연가스 부존량의 약 42.3%로 추정되는 비전통 가스의 생산량이 늘어나면서 가스의 안정적 공급이 예상되고 있음

<표 1-7> 가스 가채부존량(2012년 말 기준)

(단위: tcm)

구 분	전통	비전통				합계
		타이트가스	셰일가스	탄층 메탄가스	소계	
가채부존량	468	81	212	50	343	810

자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013, p.108 재구성

5) 보다 자세한 사항은 IEA, World Energy Outlook, 2011 참조

6) IEA, World Energy Outlook, 2013, p.149

- 2012년 말 천연가스 확인매장량은 187조tcm이며(1tcm=1조m<sup>3</sup>), 가채부존량은 810tcm 이상으로 235년간 소비가 가능한 수준으로 추정됨<sup>7)</sup>
  - 셰일가스의 가채부존량은 212tcm으로 기존 천연가스 확인매장량과 비슷하여 향후 주요 에너지자원으로 떠오를 가능성을 보여주는 것임
- 비전통 가스의 생산비중은 2011년 16.5%에서 2035년 26.7%로 증가할 전망
  - 특히 셰일가스 개발로 인하여 가스가격이 안정화될 가능성이 있으며, 셰일가스 개발국가의 에너지와 산업여건이 개선될 수 있음
  - 셰일가스, CBM(Coalbed Methane), 타이트 가스(tight gas)와 같은 비전통 가스공급의 확대는 천연가스 가격안정과 에너지자원의 무기화 견제에 기여하고 있음

<표 1-8> 세계 비전통 가스 생산량 전망

(단위: 10억m<sup>3</sup>)

구 분	1990년	2011년	2020년	2025년	2030년	2035년	연평균 증가율 2011~2035
가스 생산량	2,059	3,384	3,957	4,322	4,646	4,976	1.6%
비전통가스 (비중)	70 (3.4%)	560 (16.5%)	832 (21.0%)	999 (23.1%)	1,165 (25.1%)	1,328 (26.7%)	3.7%

자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013

## 2) 자원개발환경

### □ 중동과 아프리카 등 자원부국의 자원개발환경의 불확실성이 증대될 가능성이 커지고 있음

- 특히 이들 지역의 반정부시위와 이란핵협상 등으로 지정학적 위험이 증폭되고 있음에 따라, 자원공급량의 감소로 에너지 가격이 높게 형성될 가능성이 큼
- 이들 지역 국가들은 세계 석유의 약 35%와 천연가스의 약 20%를 공급하기 때문에, 정정불안으로 인한 에너지공급량의 감소는 에너지 가격폭등의 주요인이 되고 있음

### □ 자원부국인 캐나다 및 미국의 경우에도 최근 자원개발 관련 세금에 대한 논의가 쟁점화 됨<sup>8)</sup>

- 세금의 도입은 석유 및 가스개발의 수익성에 영향을 미칠 수 있는 중요한 요인으로 작용할 수 있음
- 북미 지역에서 생산되는 가스에 대한 세금 도입 및 세율 인상은 아시아 지역으로 수출되는 가스 가격에 대한 인상요인일 뿐 아니라, 자원개발 프로젝트에 영향을 미칠 수 있는 주요 요인임

### □ 중동과 북아프리카 지역의 불안정한 상황은 석유수급이나 유가 안정성에 큰 영향을 미칠 수 있음

7) BP(2013)을 IEA, World Energy Outlook, 2013, p.107에서 재인용.

8) 북미 자원개발 세금 관련 논의 동향 및 시사점, 세계 에너지시장 인사이트 제14-17호, 2014.5.16

- 2014년 6월 현재 이란과 서방국가들 간의 핵협상에서 타협점을 찾을 것이라는 긍정적 관측에 따라 지정학적 불안이 완화되고 있음
- 현재 시리아는 정부군과 반군 간 교전이 지속되고 있어 내전이 장기화될 것으로 전망되며, 리비아에서는 자치권 요구를 위한 무장시위, 파업 등으로 원유생산 차질이 지속될 것으로 보임<sup>9)</sup>

### 3) 전원믹스의 변화

- IEA는 세계의 전력생산과 관련하여 발전연료 중 화석연료의 비중은 감소할 것으로 전망하고 있음. 하지만 2035년에도 화석연료의 발전비중은 57%를 상회할 전망이다
- 석탄은 미래에도 가장 큰 비중을 차지할 것으로 예측하고 있으며, 가스의 발전비중 역시 높은 수준을 유지할 것으로 전망함

<표 1-9> 에너지원별 발전비중 전망

구 분	발전량 (TWh)						비중(%)		연평균증가율 (%)
	1990년	2011년	2020년	2025년	2030년	2035년	2011년	2035년	2011-2035년
합계	11,818	2,113	27,999	1,121	34,058	37,087	100.0	100.0	2.2
석탄	4,426	9,139	10,618	11,236	11,797	12,312	41.3	33.2	1.2
석유	1,332	1,062	801	676	591	556	4.8	1.5	-2.7
가스	1,730	4,847	5,983	6,860	7,589	8,313	21.9	22.4	2.3
원자력	2,013	2,584	3,400	3,757	4,038	4,294	11.7	11.6	2.1
수력	2,144	3,490	4,555	5,003	5,428	5,827	15.8	15.7	2.2
신·재생	173	992	2,642	3,589	4,615	5,785	4.5	15.6	15.8

자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013

- 신·재생에너지의 경우, 2011년에서 2035년간 추가발전용량의 약 50% 이상이 신·재생에너지원으로 구성될 것으로 예상되며, 이에 따라 신·재생에너지의 발전비중이 2011년 4.5%(수력 제외)에서 2035년에는 15.6%까지 확대될 것으로 전망됨
- 국가별로는 중국과 EU가 신·재생에너지 증가분의 절반을 차지할 전망이며, 2035년 풍력, 바이오, 태양광이 신·재생발전의 약 90%를 차지하게 될 것으로 보임

## (4) 에너지시장의 불확실성

- IEA는 2035년 유가를 2012 가격기준으로 배럴당 128달러로 예상하며, 석유시장의 단기수급에 따라 가격변동이 지속될 것으로 판단함

9) 2014년도 국제 원유시황 및 유가 전망, 에너지경제연구원, 2014

- 2035년 시나리오별 유가를 살펴보면, IEA는 신정책<sup>10)</sup>의 경우 128달러, 현 정책은 145달러, 450시나리오의 경우에는 100달러로 전망하였음
- 경기변동 및 정치 지형학적 요인에 따른 단기간의 가격변동을 제외하면, 유가는 장기적으로는 지속적으로 상승할 것으로 전망됨

<표 1-10> 시나리오별 유가변화

(달러/배럴, 2012년 가격)

시나리오	2012년	2020년	2025년	2030년	2035년
現정책	109	120	127	136	145
新정책		113	116	121	128
450		110	107	104	100

자료: IEA, World Energy Outlook, 2013, p.48

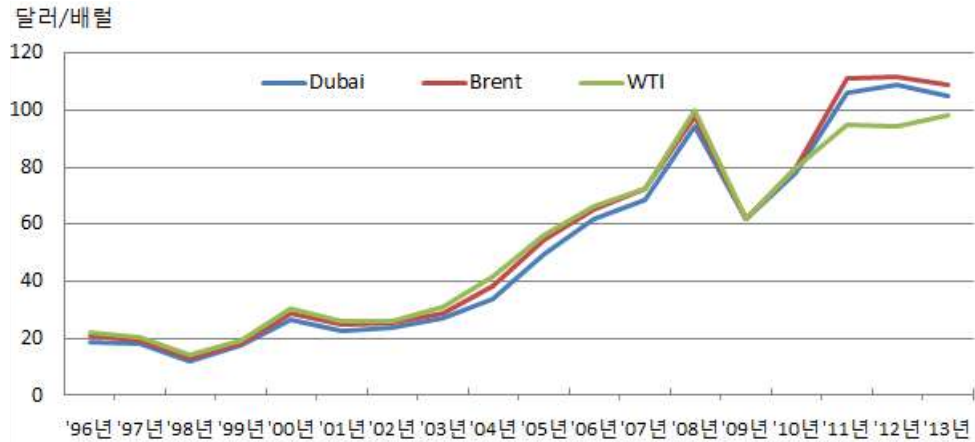
- 그러나 비전통 에너지자원 개발에 따른 환경훼손으로 향후 비전통 에너지자원의 지속적인 생산 확대는 불투명한 측면도 있음
  - 비전통 자원개발이 지속적으로 수행되기 위해서는 일정수준의 유가가 유지되어야 하기 때문에, 비전통 자원개발에 따른 유가하락 효과는 제한적일 수 있음
- 단기적으로는 에너지가격은 실물과 금융 등 거시경제 변수와 밀접히 연관되어 있고, 지정학적 리스크도 높아서 단기 변동성은 더욱 심화될 것으로 예상됨
  - 실물요인 측면에서 보면 국제 경제위기가 상시화 되어 경기변동에 영향을 많이 받는 에너지 수요의 변동성이 확대되고 있음
  - 국제유가는 금융위기 후 큰 폭으로 하락했다가 경제회복으로 다시 상승하는 등 변동성이 확대되는 양상임
    - 더불어 비슷한 수준을 유지하던 생산지역별 유가도 최근 들어 차이가 확대됨
  - 또한 유가 상승은 바이오에너지에 대한 수요를 증가시켜 곡물가격 상승을 유발하는 등 여타 상품가격과 상호 연계성도 확대되고 있음
  - 금융요인으로는 파생상품(선물)시장의 확대와 최근 글로벌 유동자금의 증가에 따른 투기자금의 유입이 가격 변동성에 대한 확대요인으로 지목됨
  - 한편 지정학적 요인으로는 주요 자원보유국의 민주화와 자원개발 정책의 변화 등으로 세계 에너지 공급량의 변동이 심화되고 있음
    - 서방의 대 러시아 제제로 인해 석유, 가스 개발 계획에도 차질을 일으킬 가능성이 있음<sup>11)</sup>

10) 현재정책 시나리오 : 2013 년 중반까지 공식화된 정책을 기준으로 한 설정

신정책 시나리오 : 2013년 중반까지의 정책과 수단뿐만 아니라 구체화되지 않은 정책도 포함

450 시나리오 : 50%의 확률로서 지구 평균온도 상승을 2 °C로 설정한 에너지시스템

11) 한국석유공사 석유정보센터, Petroleum Intelligence Weekly (2014.5.12) 주요기사 요약자료



자료: 페트로넷 (<http://www.petronet.co.kr>)

<그림 1-7> 유종별 원유가격 추이비교

- 장기적으로는 세계 각국의 에너지정책 선택에 따른 경제체질 및 생활방식의 변화와 기술발전의 정도에 따라 장기적 불확실성이 높아짐
  - IEA의 장기 에너지 전망도 에너지 및 기후변화 정책과 기술발전의 정도에 따라서 에너지 수요와 믹스 등이 크게 변화하고 있음
  - 또한, 후쿠시마 사건 이후 원전정책 변화로 원자력발전용량이 대폭 줄어들 경우 석탄과 가스 수요는 기존 전망 대비 가격상승 요인으로 작용할 전망
- 세계 일부 지역(주로 비OECD 지역)의 계속된 원자력개발 유지 정책에도 불구하고, IEA는 2035년 원자력 발전량 전망치를 하향 조정<sup>12)</sup>하고 있음

<표 1-11> IEA 시나리오별 에너지 수요 전망

구 분	에너지원별 비중(%)							총에너지수요	
	화석연료				원자력	수력	신·재생	2011년=100	연평균 증가율
	석유	석탄	가스						
2011년	31.4	28.9	21.3	81.6	5.2	2.3	10.9	-	-
2035년	現정책	27.3	29.1	23.4	79.9	5.5	12.1	212	1.5%
	新정책	26.8	25.5	23.7	76.0	6.4	14.7	198	1.2%
	450	24.0	17.0	22.5	63.5	10.2	22.6	170	0.6%

주) 現정책 시나리오 : 2012년 중반 이후 신규 정책 미반영, 에너지기술 변화속도 느림.

新정책 시나리오 : 최근 정부 정책공약 성실 이행, 에너지기술 변화속도 보통.

450 시나리오 : 세계 온도상승을 산업화 이전 대비 2℃ 이내 제한, 에너지기술 변화속도 빠름.

자료 : IEA, World Energy Outlook, 2013

- 한편 2020년 이후 새로운 기후변화체제에 대한 적용방식과 국제적 합의내용에 의해 에너지 시장에 상당한 변화가 예상되고 있음
  - 2020년부터 모든 당사국이 참여하는 의무감축체제가 구축될 예정(2012년 제18차 기후변화당

12) WEO-2011(4,658Twh) → WEO-2012(4,366Twh) → WEO-2013(4,294Twh)

사국 총회)이지만, Post-2020 체제의 법적 구속력과 새로운 체제를 당사국에 적용하는 방식에 대하여 치열한 협상이 진행 중임

- 특히 새로운 체제가 강력한 법적 구속력을 갖기를 희망하는 국가(EU, 기후변화 취약국)와 이에 유보적인 주요배출국(미국, BASIC 등)의 의견대립 등이 예상됨
- COP18(제18차 기후변화 당사국총회)에서 모든 선진국과 주요 개도국이 2020년까지의 중기 감축목표를 제출하고 선진국이 개도국의 온실가스 감축과 기후변화 적응을 위한 지원규모를 구체적으로 제시한 바 있음<sup>13)</sup>

## (5) 한국의 에너지수급 현황

- 지난 2000~2012년 동안 우리나라의 경제는 약 59% 성장하였으며, 같은 기간의 총에너지 소비는 약 45% 증가하였음
- 동 기간 동안 GDP증가율이 총에너지증가율을 상회하였고, 에너지원단위도 꾸준히 개선되고 있으나 다른 선진국보다는 여전히 높은 수준
- 최종에너지 소비는 1990년대에 연평균 약 7.2% 증가였으나, 2000년대에는 증가세가 약화되어 연평균 약 2.8% 증가하였음
- 산업부문과 공공부문의 에너지소비 증가세가 각각 연평균 3.6%와 5.1%로 가장 높았으며, 반면에 가정부문의 에너지소비는 2000년대 중반부터 하락세로 전환



자료 : 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2013

<그림 1-8> 총에너지 소비량 및 에너지 원단위 변화(전국)

13) 에너지경제연구원, “2012년 기후변화협약 당사국총회 결과 및 시사점,” 『에너지 포커스』, 2012 겨울호, 2012.12 참조.

<표 1-12> 에너지 관련 주요지표(전국)

연 도	GDP (2005년,십억)	1차에너지 (천TOE)	최종에너지 (천TOE)	1차에너지/GDP (TOE/백만원)	수입의존도 (%)
2000년	694,628	192,887	150,274	0.278	97.2 (83.1)
2001년	722,229	198,409	152,590	0.275	97.3 (83.2)
2002년	773,868	208,636	160,451	0.270	97.1 (82.9)
2003년	795,558	215,066	163,995	0.270	96.9 (81.8)
2004년	832,305	220,238	166,009	0.265	96.7 (81.9)
2005년	865,241	228,622	170,854	0.264	96.6 (80.6)
2006년	910,049	233,372	173,584	0.256	96.5 (80.6)
2007년	956,515	236,454	180,543	0.247	96.5 (83.6)
2008년	978,499	240,752	182,578	0.246	96.4 (83.0)
2009년	981,625	243,311	182,066	0.248	96.4 (83.4)
2010년	1,043,666	263,805	195,587	0.253	96.5 (84.4)
2011년	1,082,096	276,636	205,863	0.256	96.5 (84.4)
2012년	1,104,215	278,698	208,120	0.252	96.0 (84.6)
2013년	1,134,777	280,290	210,247	0.247	95.7 (85.2)

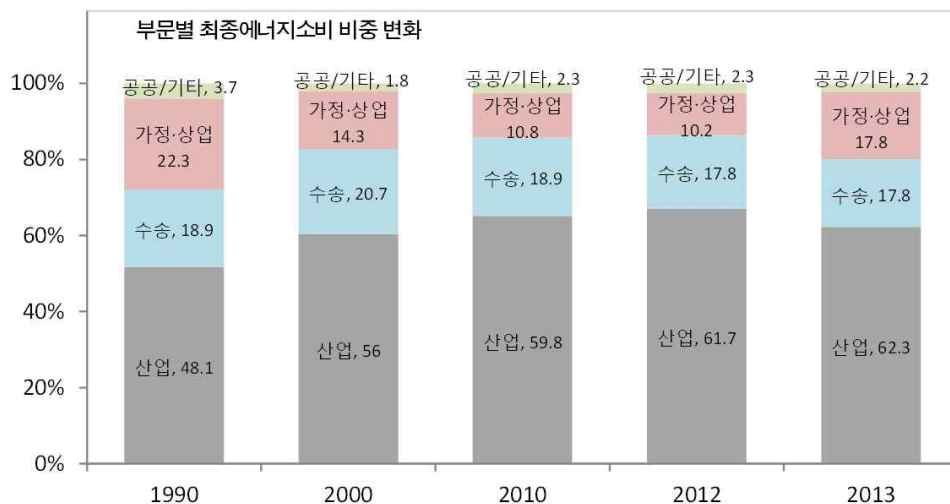
자료 : 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2013

주 : 수입의존도 ( )는 원자력 제외 시

<표 1-13> 전국 부문별 최종에너지소비량 변화(2000~2013년)

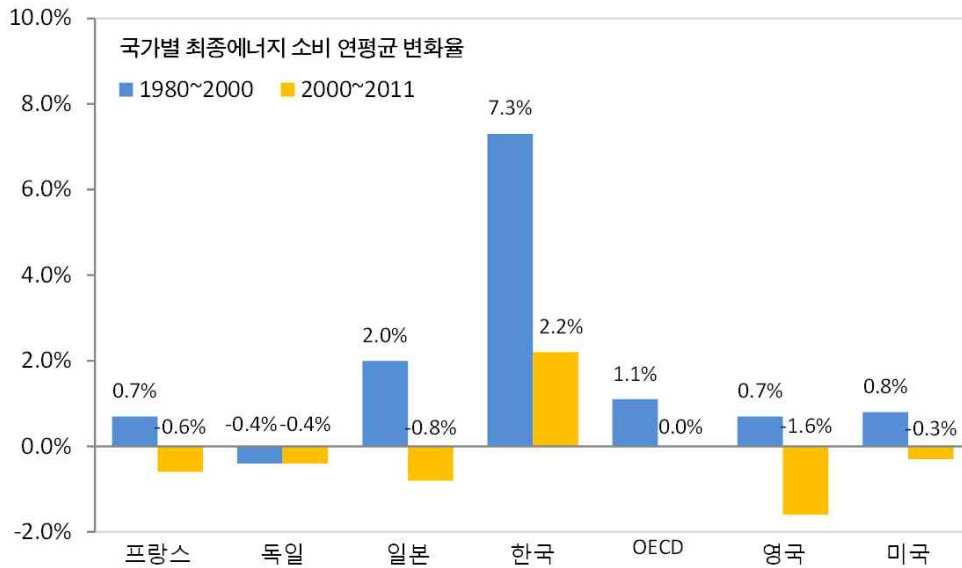
구 분	2000년	2005년	2010년	2012년	2013년
최종에너지(천TOE)	149,852	170,854	195,587	208,120	210,247
산업	83,912	94,366	116,910	128,324	130,906
수송	30,945	35,559	36,938	37,143	37,330
가정·상업	32,370	36,861	37,255	37,884	37,341
공공/기타	2,625	4,068	4,483	4,769	4,670

자료 : 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2013



자료 : 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2014

<그림 1-9> 부문별 최종에너지소비 비중 변화(전국)



자료 : IEA, Energy Balances of OECD Countries, 2013, 자료 : 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2013

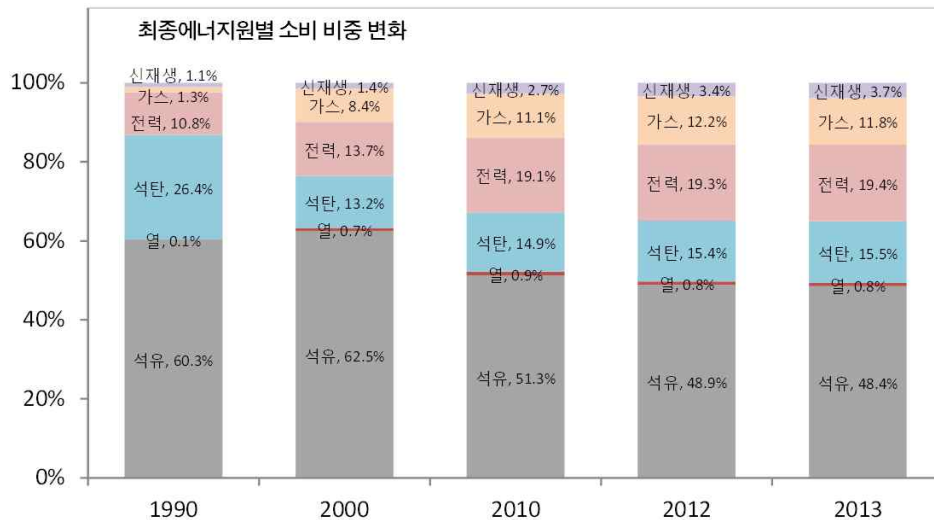
<그림 1-10> 우리나라 및 주요 선진국의 최종에너지 소비 연평균 변화율

- 2000년~2012년 동안 연평균 2.8%의 증가세를 기록한 최종에너지 소비의 증가는 전력, 도시가스 및 석탄의 높은 소비 증가세에 기인하였음
- 전력의 비중이 2000년 13.7%에서 2012년 19.3%로 크게 높아진 반면, 석유의 비중은 62.5%에서 48.9%까지 낮아졌음
- 석탄과 도시가스의 비중은 지속적으로 확대되는 추세임

<표 1-14> 최종에너지원별 소비 변화(전국)

구 분	2000년	2005년	2010년	2012년	2013년
최종에너지(천TOE)	149,852	170,854	195,587	208,120	210,247
석유	93,596	96,718	100,381	101,710	101,809
전력	20,600	28,588	37,338	40,127	40,837
석탄	19,847	22,311	29,164	31,964	32,679
도시가스	12,561	17,811	21,081	24,728	24,878
열	1,119	1,530	1,718	1,751	1,695
신·재생	2,130	3,896	5,346	7,124	7,883

자료 : 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2014



자료 : 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2014

<그림 1-11> 최종에너지원별 소비 비중 변화(전국)

□ 전력은 낮은 요금수준, 전력 다소비업종의 생산호조, 전기 기기의 보급 확대, 이용 편리성 등으로 다른 최종에너지원 보다 상대적으로 빠른 증가세를 보이고 있음

○ 전력 소비는 1990년대에 연평균 9.8% 증가한데 이어, 2000년대에도 주요 최종에너지원 중 가장 많은 증가량을 기록하였음

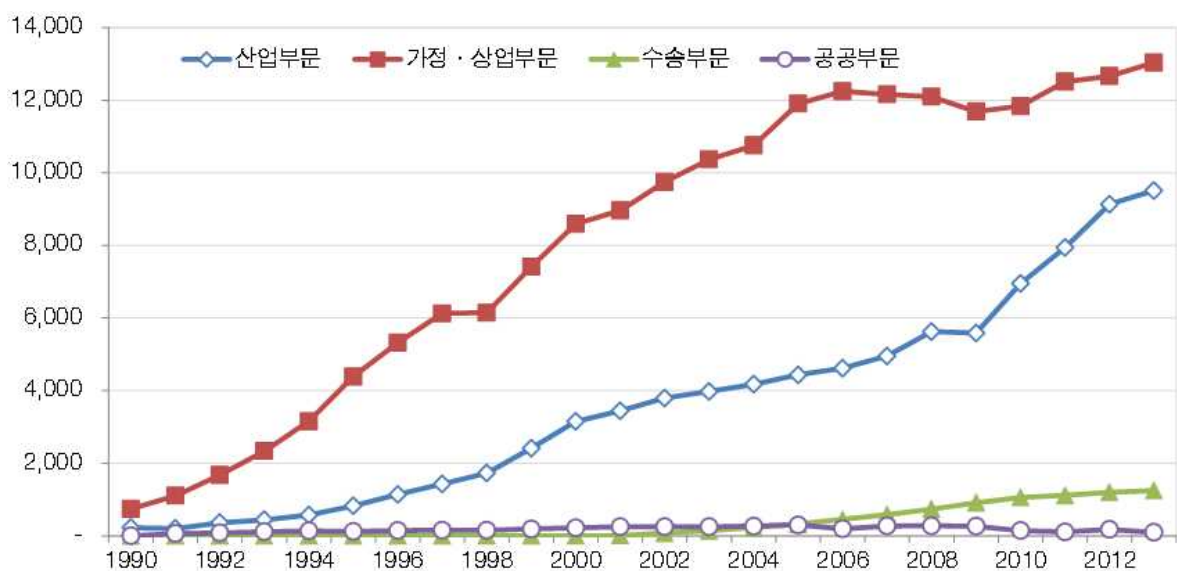
<표 1-15> 최종에너지 및 전력 소비량 변화(전국)

(단위: 천TOE)

연 도	최종에너지	최종에너지(전력제외)	전력소비량
2000년	149,852	129,252	20,600
2001년	152,950	130,785	22,165
2002년	160,451	136,504	23,947
2003년	163,995	138,746	25,250
2004년	166,009	139,169	26,840
2005년	170,854	142,266	28,588
2006년	173,584	143,594	29,990
2007년	181,455	149,755	31,700
2008년	182,576	149,460	33,116
2009년	182,066	148,141	33,925
2010년	195,587	158,249	37,338
2011년	205,863	166,727	39,136
2012년	208,120	167,993	40,127
2013년	210,247	169,410	40,837

자료 : 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2013

- 전력은 생산과정에서 많은 에너지 전환손실을 야기하므로,<sup>14)</sup> 총에너지 소비 증가에 대한 기여도가 큰 에너지원임
- 2010년, 2011년과 비교하여 2012년의 전력 소비 증가율이 둔화(10.1%→4.8%→2.5%)되어 총에너지에 대한 기여율이 일부 완화되었음
- 그러나 전력 수요의 강세는 전력 다소비산업의 견실한 성장세, 기술발전에 따른 생활양식 변화 등으로 인한 우리나라의 전력화(electrification) 현상으로 인해 당분간 지속될 것으로 예상됨
- 따라서 전력소비의 증가세 완화를 위한 에너지 수요관리 정책의 개발과 강화가 필요한 상황임
- 도시가스 소비는 2000년~2012년 동안 연평균 6.1%의 높은 증가세를 기록하여, 최종에너지에서 차지하는 비중이 2000년 8.4%에서 2012년 12.2%까지 높아졌음
- 가정부문과 산업부문의 빠른 가스소비 증가세가 전체 가스소비 증가를 이끌었으며, 상업부문도 2000년대부터 가스소비 증가에 기여하였음
- 한편, 2001년부터 천연가스차량의 보급됨에 따라, 수송부문의 비중도 2012년에 4.9%를 차지하였음



자료 : 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2014

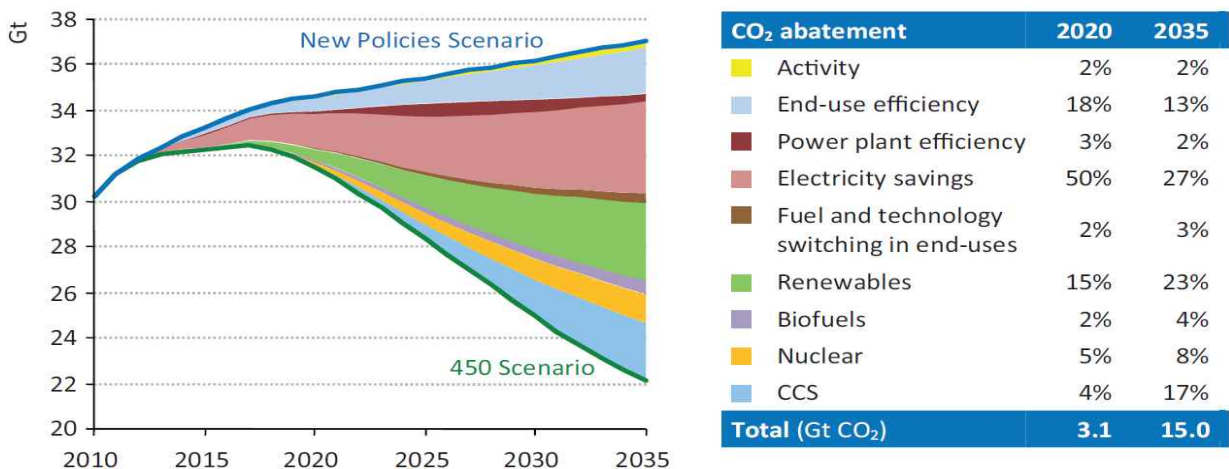
<그림 1-12> 부문별 도시가스 소비변화(전국)

14) 발전부문에서 63.7%의 에너지 전환손실이 발생(2011년 기준)하기 때문에, 1 TOE의 전력을 생산하기 위해서는 2.75 TOE의 1차에너지 투입이 필요함.

## 다. 국내 에너지수급에 대한 방향 및 시사점

### (1) 에너지수요관리로의 정책 패러다임 전환

- 최근 전 세계적으로도 에너지안보 강화 및 온실가스 감축을 위한 비용효과적인 방법으로 에너지수요관리의 중요성이 크게 강조되는 추세
- 해외 에너지관리정책(Energy Management Policy)이 에너지공급관리(Supply Side Management)에서 에너지수요관리(Demand Side Management)로 무게중심이 이동
- IEA(2012)는 2020년까지 전 세계 온실가스 총 감축요구량의 약 73%, 2035년에는 약 45% 가량을 에너지수요관리(에너지절약 및 효율개선)를 통해 달성할 수 있음을 강조



자료 : IEA, World Energy Outlook, 2012, p.253, Figure 8.7

<그림 1-13> 세계 에너지관련 온실가스 배출 감축수단 전망

- 주요 선진국들도 온실가스 감축을 위한 핵심수단으로 에너지절약 및 효율향상 관련 정책을 우선적으로 개발하여 시행 중
- 이에 따라 기후변화 및 고유가 대응 그리고 에너지안보 강화를 위한 핵심 에너지전략으로 설정하고, 각종 종합대책을 수립·추진하고 있음
- 우리나라도 제1차 에너지절약 5개년계획(1993~1997)을 시작으로 지난 20년간 4차례에 걸쳐 에너지 수요관리를 위한 기본계획의 수립과 관련 정책을 추진하였음
- 또한, 최근(2000년~2011년) 연평균 2.90%(IEA 기준)의 높은 에너지소비 증가율을 보이고, 에너지 절감노력 대비 정책효과도 저조하여 정책적 체제개선이 필요한 상황
  - '00~'11 에너지소비증가율(%) : (한국) 2.90, (일본) -1.13, (독일) -0.63, (OECD) 0.02
- 2000년대 들어 우리나라의 에너지원단위가 개선되는 추세를 유지하고는 있지만, 여전히 선진국 수준보다는 높은 상황

- 소득향상에 따른 에어컨 등 가전기기의 지속적 증가 및 에너지 다소비업종 중심의 산업구조 때문에, 그동안의 국내 에너지 수요관리정책의 에너지절감 효과는 크지 않은 상황

□ 최근의 대내외적인 여건은 기존의 우리나라의 공급중심 정책에서 수요관리중심 정책으로 에너지정책 패러다임의 전환을 요구하고 있음

- 국내에서는 먼저 일본 후쿠시마 사태 이후 원자력에 대한 사회적 수용성이 급격히 악화됨에 따라 중장기적으로 전력수급불안 가중
- 한편, 대규모 공급 설비 확충 방식의 정책이 사적 소유권, 환경비용 등에 대한 국민의 인식 변화와 맞물려 이해당사자간의 갈등을 야기함에 따라 종전과 같은 원활한 정책 추진에 애로 발생
- 최근 밀양 송전탑 건설을 둘러싼 이해당사자간의 갈등은 기존의 공급 중심 정책이 가지는 한계를 보여주는 좋은 사례
- 국내 물리적·기술적·경제적 잠재력을 고려할 때 신·재생에너지의 에너지수급 안정에 대한 기여도는 불투명
- 반면, 국가 온실가스 감축목표 달성 등 온실가스 감축에 대한 대내외적인 압력이 가중됨에 따라 화석연료 의존도는 지속적으로 낮추어야 하는 상황
- 이러한 관점에서 에너지수요관리는 에너지수급 안정 및 기후변화 대응이라는 서로 상충되는 목표를 동시에 충족시킬 수 있는 핵심적인 대안
- 미래의 지속적인 에너지가격 상승으로 인한 경제적 충격에 대해 완충장치 역할을 할 것으로 기대되며 ICT(정보통신기술) 등 지식기반기술과 융복합화를 통해 새로운 일자리 창출에도 기여할 것으로 전망

## (2) 국제 유가의 불안정성

□ 최근 국제유가는 하락하였지만 국제적으로 고유가가 재현될 경우, 전반적인 에너지 가격상승과 우리나라의 높은 에너지 해외의존도를 고려할 때 국제수지, 산업경쟁력, 국민생활수준 등 경제전반에 위협요인으로 작용할 것으로 예상됨

- 우리나라는 2011년 에너지 해외의존도가 96.4%로 거의 대부분의 에너지를 수입하고 있기 때문에 국제 유가변동에 큰 영향을 받을 수밖에 없음
- 또한 환율의 불확실성과 파생상품시장으로의 투기자금 유입 등으로 유가의 가격변동성이 심화될 것으로 보임
- 고유가에 따른 전반적인 에너지가격의 상승은 우리나라 경제전반에 부정적 영향으로 작용할 것으로 예상됨

□ 이 외에도 고유가가 재현되면 소득대비 광열비의 비중이 높은 에너지 빈곤층의 취약성 문제가

더욱 심화될 가능성이 높음

- 우리나라에서 소득대비 광열비 비중이 10%인 가구로 정의되는 에너지 빈곤가구는 전체 가구의 약 7.3%인 약 124만 가구로 추정
- 유가가 10% 인상되면 빈곤가구의 소득대비 광열비의 비중은 1% 상승하여 빈곤가구의 전체 추가 광열비는 약 100억 원으로 추산됨<sup>15)</sup>
- 최근 비전통자원의 개발확대와 장단기 선물가격의 역전과 같은 지속적 유가상승 가능성을 약화시키는 징후도 보이고 있으므로 지속적으로 주목할 필요가 있음

### (3) 비전통자원의 개발확대

- 비전통자원의 개발확대는 국내 에너지공급의 다변화와 에너지안보 확충에 기여할 것으로 전망됨
  - 비전통자원의 개발로 인한 석유 및 가스의 공급잠재량 확대는 가스의 가격하락에 대한 가능성을 높이고 있음
  - 미국 Henry Hub의 천연가스 가격은 2011년 6월 30일 MMBtu당 4.28달러이었으나, 2011년 12월 31일 2.98달러로 하락하고, 2012년 6월 2.55달러, 2012년 12월 2.78달러로 하락 추세가 유지됨<sup>16)</sup>
- 도입비용을 고려하여 우리나라의 기존 LNG(액화천연가스) 계약과 비교하면 가격측면에서 다소 우위에 있으나, 원자력과 석탄 발전 등 기저발전을 대체할 정도로 가격이 하락하지는 않을 것으로 예측됨
  - 2012년 1월 30일 가스공사는 미국의 새바인패스 LNG와 2017년부터 20년간 연간 350만톤 규모, 즉 우리나라 전체 가스도입물량의 약 1/10에 해당되는 물량의 장기 매매계약을 체결한 바 있음
  - 중장기적으로 비전통자원의 개발이 에너지공급 측면에서 우리나라 에너지안보에 기여할 여지는 있으나, 생산국의 수급여건이 불확실하기 때문에 향후 추이를 주목하면서 대응할 필요가 있음

### (4) 전력수급

- 우리나라의 전력소비는 향후 OECD 평균보다 빠르게 증가할 것으로 예상되지만, 발전소 및 송전망 등 전력인프라에 대한 확충여건은 입지, 환경, 보상, 안전 문제 등으로 어려워져 전력

15) 에너지경제연구원, 국가 중장기 발전전략 수립을 위한 종합연구 - 기후·에너지분야 보고서, 2012 참조.

16) 에너지경제연구원, “미국 EIA의 12월 에너지전망 보고서,” 「세계 에너지시장 인사이트」, 2012.12.14. 참조.

MMBtu = 1백만 Btu (1Btu = 252 cal)

### 수급의 불안 가능성이 큰 상태임

- 정부는 전력설비 확충을 통한 전력수급 안정화 방안을 담은 제6차 전력수급기본계획을 마련, 2027년까지 석탄과 LNG를 이용한 화력발전설비를 1,580만kW(건설지연·최소 대응설비 382만kW 포함)를 확충하는 등 모두 2,957만kW 상당의 발전시설을 추가로 건설할 예정임<sup>17)</sup>
  - 2014년 이후에는 설비예비율을 16% 이상으로 유지하고, 2027년까지 예비율을 22%까지 확보하는 것을 목표로 설정하였으나, 원자력 등 관련 이슈가 여전히 불투명한 상황임
  - 따라서 최근 수년간 지속된 전력수급 불안을 해소할 수 있는 전력수요관리정책이 보다 강화될 필요가 있음
- 스마트그리드와 신·재생에너지 및 가스발전을 근간으로 하는 분산형 전력공급체계의 도입을 가속화할 경우, 전력수급 안정과 글로벌 스마트그리드와 신·재생에너지의 시장 선점을 통하여 새로운 성장동력의 창출이 기대됨

## (5) 기후변화체제 대응

- 우리나라는 2020년 이후 새로운 글로벌 기후변화 대응체제에 대비한 장기적 대책을 마련해야 함
- 그동안 선진국과 개도국 간의 의견대립으로 온실가스 감축의무가 약화되었으나, 장기적으로 우리나라 산업의 국제 경쟁력을 위협할 가능성이 커지고 있음
  - 2012년 12월 COP 18 총회에서 교토의정서의 2차 공약기간이 2013년부터 8년간 지속되어 2020년 12월 31일로 종료되는 것으로 결정되고, 2021년부터 새로운 기후변화 대응체제가 출범될 것으로 예상되고 있음<sup>18)</sup>
- 이러한 상황에 비춰볼 때 Post-2020에 대비한 기후변화 대응전략의 수립이 필요한 시점이며, 특히 국내 온실가스 감축과 에너지수요관리를 위한 정책들의 효과적 연계방안이 마련될 필요가 있음
- 국내 에너지수급과 온실가스 배출구조 상, 에너지수요관리정책과 온실가스 감축정책은 상호 중복되는 부분이 큼
  - 따라서 온실가스 감축에 의한 경제적 비용을 최소화하고, 에너지수급구조를 저탄소화하기 위해 관련 정책들의 합리적인 포트폴리오의 개발이 시급히 필요함

17) 지식경제부, 제6차 전력수급 기본계획(안), 보도자료, 2013.1.31 참조.

18) 에너지경제연구원, “2012년 기후변화협약 당사국총회 결과 및 시사점,” 『에너지 포커스』, 2012 겨울호, 2012.12 참조.

## (6) 신·재생에너지 산업의 확대

- 세계 신·재생에너지 산업의 급성장 전망은 우리나라 신·재생에너지 산업의 발전과 경쟁력 강화의 기회를 제공하고 있음
  - 국내 신·재생에너지 산업은 빠른 증가세에도 불구하고 여전히 그 비중이 낮고(2012년 3.2%), 기술수준도 미흡한 실정임
  - 1999년 이후 국내 신·재생에너지의 연평균 증가율은 12.4%로 전체 에너지 증가율인 3.4%보다 빠른 상승세를 나타내고 있으나, 신·재생에너지 비중은 덴마크(22.2%), 독일(11.1%), 프랑스(8.5%), 미국(5.9%), 일본(3.6%) 등의 선진국에 비해 매우 낮은 편임<sup>19)</sup>
  - 그리고 신·재생에너지 산업에서 우리기업의 가격 및 품질경쟁력이 취약하여<sup>20)</sup> 기술개발 촉진과 지원체계 마련이 필요한 것으로 판단됨
- 신·재생에너지 보급 확대에 대한 공감대는 확보되었으나, 정책 추진여건은 여전히 열악한 상황
  - 작은 국토면적, 높은 임야비중 등으로 국토여건이 불리하여 햇빛·바람·물 등 재생에너지 부존자원이 부족
  - 화석연료와 비교하여 높은 발전단가로 인해 정부지원에 크게 필요함에도 불구하고 예산 확대에는 한계가 존재
  - RPS 도입 이후에도 설비 증가, 단가 하락 등 일부 성과에도 불구하고 의무이행 여건을 취약한 실정
  - 대규모 설비 건설로 인한 환경 훼손 우려로 사회적 수용성 확보가 점차 어려워지고 있는 실정
- 이러한 열악한 정책 여건에도 불구하고 에너지 안보 및 신시장 창출을 위해 신·재생에너지의 보급을 지속적으로 확대하고 국가 주요 수출산업으로 적극 육성

## (7) 에너지수요관리 강화

- 최근 IEA에 의하면 2010년~2035년 동안 세계 에너지수요가 비약적으로 증가하여 2010년 대비 35% 이상 늘어날 것으로 예상
  - 각국 정부는 에너지수요관리를 위한 정책을 적극적으로 추진하며, 적극적인 에너지절약 및 효율향상 노력과 실천이 미래 에너지 부족문제 및 지구 환경문제를 해결할 수 있는 중요한 요소임을 강조함
  - 2011년 일본 원전사태 이후 원자력발전에 대한 불신감, 세계 경기침체 및 유럽 재정불안 요

19) IEA, Energy Balances of OECD Countries, 2012 참조.

20) 우리나라 신·재생에너지의 기술수준은 세계 최고대비 78.4%, 국산화율은 77.0%에 이르고 있음.

소 확대 등으로 기후변화협약에 대한 각국의 의지가 점점 약화되는 현실만 보더라도 미래 지구환경이 그리 낙관적인 것은 아닐 것으로 보임

□ 앞으로 에너지의 효율적 이용에 대한 중요성은 점점 더 커질 것으로 예상됨

- 에너지를 효율적으로 이용하려는 노력은 선진국을 중심으로 확대되고 있으며, 실제로 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 다양한 기기들이 개발되고 있음
  - 일본의 경우 고효율, 초저소비 절전형 소재 및 기술개발, 신·재생에너지나 전기자동차 보급 확대에 필요한 부품 및 소재 개발 등 중요 프로젝트를 추진 중임
  - EU 집행위원회는 ‘에너지 2050 계획’에서 가장 중요한 전략으로 에너지효율 및 신·재생에너지 확대를 강조하였음
  - 미국 오바마 정부도 최근 빌딩의 에너지효율개선을 위한 투자 확대 등 효율적인 에너지사용을 위한 정부의 대응을 강화함
- 획기적인 에너지효율 개선은 부품 및 소재의 개선이 없이 거의 불가능하기 때문에, 앞으로도 에너지효율을 강조하면서 소재를 중심으로 기술개발을 더욱 확대할 것으로 보임<sup>21)</sup>

□ 우리나라는 에너지 수입의존도가 매우 높은 상황에서 에너지수요관리의 중요성을 강조할 필요가 있으며, 에너지효율을 향상시키기 위한 노력이 더욱 필요함

- 해외의존도가 높은 에너지 공급구조에서 벗어나기 어렵기 때문에, 단기적으로 동일한 효과를 얻으면서 보다 적은 에너지를 소비하는 효율적인 에너지 이용이 절실함
- 우리나라는 GDP 구조에서 에너지소비가 많고 특히 산업용 에너지 소비비중이 높기 때문에, 산업부문의 에너지 소비를 줄일 수 있는 정책적 동기와 에너지절약 기술개발을 강화할 필요가 있음

21) 유기돈, “에너지 걱정 덜어줄 유망 소재,” 「LGERI 리포트」, LG경제연구원, 2012.2.1 참조.



---

# 제2장 제3차 지역에너지 계획 성과평가

가. 제3차 서울시 지역에너지 계획 주요내용

나. 성과평가

---



## 2. 제3차 지역에너지 계획 성과평가

### 가. 제3차 서울시 지역에너지 계획 주요내용

#### (1) 주요사업 및 목표

□ 서울시는 2009년 9월 제3차 지역에너지 기본계획을 수립하였음

○ 제3차 지역에너지 기본계획은 수요관리 중심

- 주로 에너지 수요관리에 중점을 둠
- 건물의 냉난방에너지 절감
- 신축건물의 에너지효율향상

○ 수송부문은 수요감축과 교통효율향상

- 승용차 이용억제
- 녹색교통 시스템 구축

○ 에너지 생산

- 에너지생산부문은 신·재생에너지 생산에 중점
- 하수열회수 등 미활용에너지 이용

<표 2-1> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 주요 내용

구 분		단기(2015년 우선 추진) 사업	장기(2030년까지) 사업
부문	가정	대기전력차단기 보급, 형광등 1개 끄기, 냉난방 2도 온도조절	신축건물 에너지 효율등급 1등급 의무화, 기존건물 단열 강화,
	상업	에너지지단 및 설비개선, 옥외광고물 정비	신축건물 에너지 효율등급 1등급 의무화, 기존건물 단열 강화
	수송	승용차 통행량 감축, 버스 중앙차로제 확대, 지능형 교통체계 구축	경차보급 촉진, 하이브리드 및 수소연료전지 차 보급, 공영자전거 도입
	공공	에너지절약 인센티브 활용 전력수요 관리, 에너지 진단, 에너지관제센터 설치	신축건물 에너지 효율등급 1등급, 건물 단열 강화
	신·재생 에너지	폐기물 에너지 회수 확대, 하수열 회수	자원회수시설 확충, 하천수열 회수, 신·재생에너지 의무 구매
	기타	시민에너지 감시단 운영, 탄소 마일리지제도 도입, 절수기 보급	빗물 활용, 옥상녹화, 에너지 절감 및 온실가스 배출량 감축 네트워크 설립

자료: 서울시(2009), 서울 친환경에너지 기본계획 2030

□ 구체적인 부문별 사업계획은 다음 표와 같음

<표 2-2> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 가정부문 주요사업 계획

구 분	2015년		2020년		2030년	
	사업량	절감량 (천TOE/년)	사업량	절감량 (천TOE/년)	사업량	절감량 (천TOE/년)
건물효율 향상	-	141.4	-	388.6	-	926.7
- 신축, 효율1등급	34.8km <sup>2</sup>	121.4	97.9km <sup>2</sup>	341.9	197.8km <sup>2</sup>	690.8
- 기존, 단열강화	3.2km <sup>2</sup>	14.3	7.5km <sup>2</sup>	33.5	41.1km <sup>2</sup>	183.3
- 에너지진단 및 설비개선	375건 17.5km <sup>2</sup>	5.7	2,000건 36.4km <sup>2</sup>	13.2	10,000건 117.1km <sup>2</sup>	52.6
절약기기 보급	-	329.4	-	356.1	-	431.6
- 스마트계량기(전력)보급	3,756 천가구	71.3	3,884 천가구	82.5	3,911 천가구	109.6
- 스마트계량기(가스)보급		195.8		199.0		201.7
- 대기전력차단기 보급		59.9		69.3		92.1
- LED조명기구 보급	1,080 천개	0.8	3,454 천개	2.5	35,132 천개	25.4
- 저소득층 냉장고 등 교체	230	1.7	422	2.9	806	2.9
생활양식 개선	-	114.2	-	247.2	-	330.0
- 냉난방 2도 조절	30%	110.1	65%	238.1	85%	318.0
- 조명등 1개 끄기	30%	4.1	65%	9.1	85%	12.0
합계	-	585.0	-	991.9	-	1,688.3

자료: 서울시(2009), 서울 친환경에너지 기본계획 2030

- 상업부문은 건물 에너지효율 향상과 생활양식 개선 등을 통해 에너지소비량을 2020년과 2030년까지 각각 연간 300천TOE와 737천TOE를 줄이는 것을 목표로 함

<표 2-3> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 상업부문 주요사업 계획

구 분	2015년		2020년		2030년	
	사업량	절감량 (천TOE/년)	사업량	절감량 (천TOE/년)	사업량	절감량 (천TOE/년)
건물효율 향상	-	44.0	-	115.5	-	463.9
- 신축, 효율1등급	28.5km <sup>2</sup>	11.6	87.5km <sup>2</sup>	27.1	188.2km <sup>2</sup>	148.5
- 기존, 단열강화	2.1km <sup>2</sup>	9.8	4.9km <sup>2</sup>	23.0	26.8km <sup>2</sup>	125.8
- 에너지진단 및 설비개선	375건 13.3km <sup>2</sup>	9.8	2,000건 28.7km <sup>2</sup>	22.8	10,000건 100.0km <sup>2</sup>	90.7
- 옥외광고물 정비	30 천개소	11.1	100 천개소	37.0	100 천개소	37.0
- LED 조명	1,232 천개	1.7	4,088 천개	5.6	45,004천개	61.9
생활양식 개선	-	80.8	-	184.2	-	273.5
- 냉난방 2도 조절	30%	80.8	65%	184.2	85%	273.5
합계	-	124.8	-	299.7	-	737.4

자료: 서울시(2009), 서울 친환경에너지 기본계획 2030

- 수송부문은 교통수요 관리, 에너지효율 개선, 운전습관 개선 등을 통해 에너지소비를 2020년과 2030년까지 각각 연간 2,059천TOE와 3,787천TOE를 줄이는 것을 목표로 함

<표 2-4> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 수송부문 주요사업 계획

구 분	2015년 (천TOE/년)		2020년 (천TOE/년)		2030 (천TOE/년)	
	사업량	절감량 (천TOE/년)	사업량	절감량 (천TOE/년)	사업량	절감량 (천TOE/년)
교통수요 관리	-	614.2	-	1,219.4	-	1,314.2
- 승용차 통행량 감축	5%	195.8	10%	532.9	10%	543.7
- 버스중앙차로	112km	284.3	191km	485.3	191km	485.3
- 공영자전거	80,000대	134.2	120,000대	201.2	170,000대	285.1
에너지효율 개선	-	253.8	-	821.0	-	2,449.3
- 경차보급 (보급률)	318천대 10%	81.1	585천대 15%	312.5	796천대 20%	176.0
- 하이브리드차 보급	66.7천대	69.6	190.1천대	174.4	668.5천대	501.5
- 전기차 보급	32.3천대	96.8	96.7천대	315.5	672.4천대	1,679.0
- 연료전지차 보급	0.4천대	4.2	34.8천대	16.5	211.1천대	90.7
- 지하철회생제동	94	2.1	94	2.1	94	2.1
운전습관 개선	-	7.9	-	18.9	-	23.1
- 공회전 제한	50%	7.9	75%	18.9	90%	23.1
합계	-	875.9	-	2,059.3	-	3,786.6

자료: 서울시(2009), 서울 친환경에너지 기본계획 2030

- 공공부문은 건물 에너지효율 향상, 에너지수요 관리, LED 도입 등을 통해 에너지소비를 2020년과 2030년까지 각각 연간 145천TOE와 148천TOE를 줄이는 것을 목표로 함

<표 2-5> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 공공부문 주요사업 계획

구 분	2015년		2020년		2030년	
	사업량	절감량 (천TOE/년)	사업량	절감량 (천TOE/년)	사업량	절감량 (천TOE/년)
건물효율 향상	-	9.0	-	92.0	-	92.0
- 기존, 단열강화	1.4km <sup>2</sup>	9.0	14.3km <sup>2</sup>	92.0	14.3km <sup>2</sup>	92.0
에너지수요 관리	-	41.8	-	41.9	-	41.9
- 계절형 복장	-	37.5	-	37.5	-	37.5
- 인센티브 전력수요관리	-	0.17	-	0.22	-	0.22
- 가로등 및 보행등 격등	-	4.22	-	4.22	-	4.22
LED 보급	-	8.3	-	11.5	-	14.3
- LED 신호등 도입	115천개	8.0	115천개	8.0	115천개	8.0
- LED 가로등 도입	12천개	0.2	172천개	3.2	172천개	3.2
- LED 실내조명	62천개	0.09	204천개	0.28	2,250천개	3.1
합계	-	59.2	-	145.4	-	148.2

자료: 서울시(2009), 서울 친환경에너지 기본계획 2030

- 기타부문은 기술발전과 추가적인 노력 등을 통해 에너지소비를 2020년과 2030년까지 각각 연간 2,079천TOE와 2,904천TOE를 줄이는 것을 목표로 함

<표 2-6> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 기타부문 주요사업 계획

구 분	2015년 (천TOE/년)	2020년 (천TOE/년)	2030년 (천TOE/년)
기술발전	142.7	220.3	366.3
추가노력	1,907.4	1,858.5	2,538.1
합계	2,050.1	2,078.8	2,904.4

자료: 서울시(2009), 서울 친환경에너지 기본계획 2030

- 신·재생에너지 공급과 관련하여서는 2020년과 2030년 까지 각각 연간 1,435천TOE와 2,859천TOE를 공급하는 목표로 함

<표 2-7> 서울 친환경에너지 기본계획 2030 에너지공급 부문 주요사업

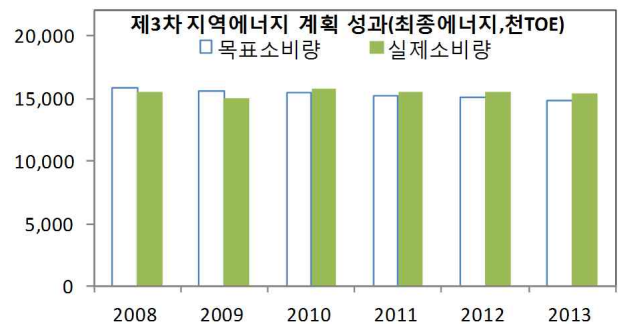
구 분	2015년 (천TOE/년)		2020년 (천TOE/년)		2030년 (천TOE/년)	
	사업량	공급량 (천TOE/년)	사업량	공급량 (천TOE/년)	사업량	공급량 (천TOE/년)
신·재생에너지공급	-	621.3	-	1,435.0	-	2,859.3
- 연료전지차	-	1.1	-	2.3	-	11.5
- 연료전지	100MW	107.9	300MW	411.2	600MW	866.9
- 태양광	89.8천kW	9.9	253.5천kW	27.9	1,400천kW	153.8
- 태양열	46.1천㎡	2.7	54.6천㎡	3.1	160천㎡	9.2
- 지열냉난방	1,055천kW	185.1	2,585천kW	453.7	5,485천kW	962.7
- 하수열 및 하천수열	110천kW	41.4	700천kW	263.7	1,545천kW	582.0
- 자원회수시설 (이용률)	900톤/일 90%	209.2	900톤/일 90%	209.2	900톤/일 90%	209.2
- 바이오가스	-	55.5	-	55.5	-	55.5
- 매립가스	-	6.7	-	6.7	-	6.7
- 성형탄	-	1.8	-	1.8	-	1.8
- 풍력	-	0.04	-	0.04	-	0.04
합계	-	621.3	-	1,435.0	-	2,859.3

자료: 서울시(2009), 서울 친환경에너지 기본계획 2030

## 나. 성과평가

□ 서울 친환경에너지 기본계획 2030에서 제시하고 있는 연도별 서울시의 에너지 목표 소비량과 서울시의 실제 에너지 소비량 비교

- 서울시의 실제 에너지소비는 2009년까지는 목표 소비량보다 낮았지만(목표 달성), 2010년 이후에는 실제 에너지소비량이 목표 에너지소비량보다 높았음
- 부문별로는 산업과 수송 부문에서는 목표 에너지소비를 달성할 수 있었지만, 건물(가정상업, 공공기타) 부문에서는 2010년부터 목표 에너지소비를 달성하지 못함



<그림 2-1> 친환경에너지 기본계획 2030 성과평가  
(최종 에너지소비)

<표 2-8> 제3차 서울시 지역에너지계획의 에너지절감 목표

(단위: 천TOE)

구 분	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
수요 전망	16,508	16,858	17,173	17,436	17,701	17,970
(BAU)						
산업	1,545	1,561	1,577	1,593	1,609	1,626
수송	5,150	5,342	5,494	5,592	5,691	5,789
가정상업	9,211	9,328	9,447	9,567	9,688	9,811
공공기타	601	628	655	683	713	744
목표 소비량	15,816	15,625	15,433	15,242	15,050	14,858
산업	1,521	1,491	1,461	1,432	1,402	1,372
수송	4,900	4,930	4,960	4,990	5,020	5,050
가정상업	8,829	8,720	8,611	8,502	8,394	8,286
공공기타	758	757	756	755	755	755
목표 절감량	692	1,233	1,740	2,194	2,651	3,112
(BAU 대비)						
산업	24	70	116	161	207	254
수송	250	412	534	602	671	739
가정상업	382	608	836	1,065	1,294	1,525
공공기타	-157	-129	-101	-72	-42	-11

주: 서울 친환경에너지 기본계획 2030에서 제시하고 있는 에너지소비 절감 관련 지표가 2015년부터 5년~10년 단위로 기술되어 있어 각 연도별 지표는 서울연구원 내부자료를 이용하여 산정하였음.

자료: 서울시(2009), 서울 친환경에너지 기본계획 2030

<표 2-9> 서울시 부문별 에너지소비량과 절감량

(단위: 천TOE)

구 분		2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
소비량 (실적)		15,482	15,027	15,717	15,496	15,568	15,398
	산업	1,380	1,044	1,023	1,197	1,133	1,382
	수송	4,942	4,857	4,846	4,631	4,576	4,517
	가정상업	8,493	8,380	9,153	8,664	8,844	8,728
	공공기타	666	747	696	1,004	1,014	771
절감량 (BAU 대비)		1,026	1,831	1,456	1,940	2,133	2,572
	산업	165	517	554	396	476	244
	수송	208	485	648	961	1,115	1,272
	가정상업	718	948	294	903	844	1,083
	공공기타	-65	-119	-41	-321	-301	-27

주: 음수(-)는 증가를 의미함

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(각 연도별)

<표 2-10> 서울시 에너지 절감목표 달성률

(단위: %)

구 분		2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
절감목표 달성률		148	148	84	88	80	83
	산업	681	739	478	246	230	96
	수송	83	118	121	160	166	172
	가정상업	188	156	35	85	65	71
	공공기타	-41	-92	-41	-448	-717	-243

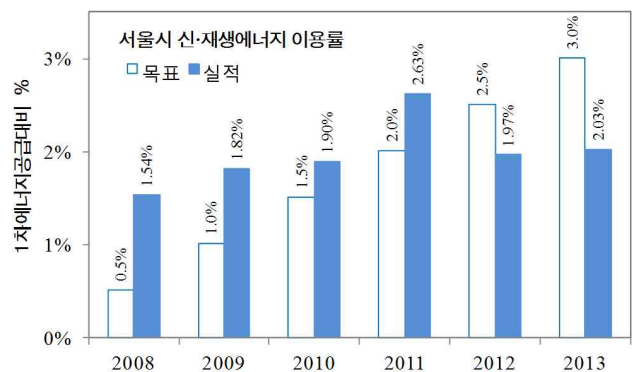
주: 달성률 = 실제절감량 ÷ 목표절감량 × 100

달성률이 100보다 크면 초과달성, 100보다 작으면 목표치에 도달하지 못한 것이고, 음수이면 증가한 것임

□ 서울 친환경에너지 기본계획 2030에서 제시된 2013년 최종에너지 절감목표 달성률은 83%

○ 부문별로는 수송 부문은 172%로 초과 달성하였으며, 산업부문과 가정상업부문은 각각 96%와 71%로 목표를 달성하지는 못하였으며, 공공기타 부문은 오히려 증가하였음

□ 신·재생에너지 보급의 경우 2013년 서울시의 신·재생에너지 이용률은 2.0%로 목표치 3.0% 보다 1%p 미달



<그림 2-2> 서울시 신·재생에너지 이용률

---

# 제3장 국가에너지기본계획 연계방안

가. 국가 에너지 기본계획 주요내용

나. 주요사업

다. 연계방안

---



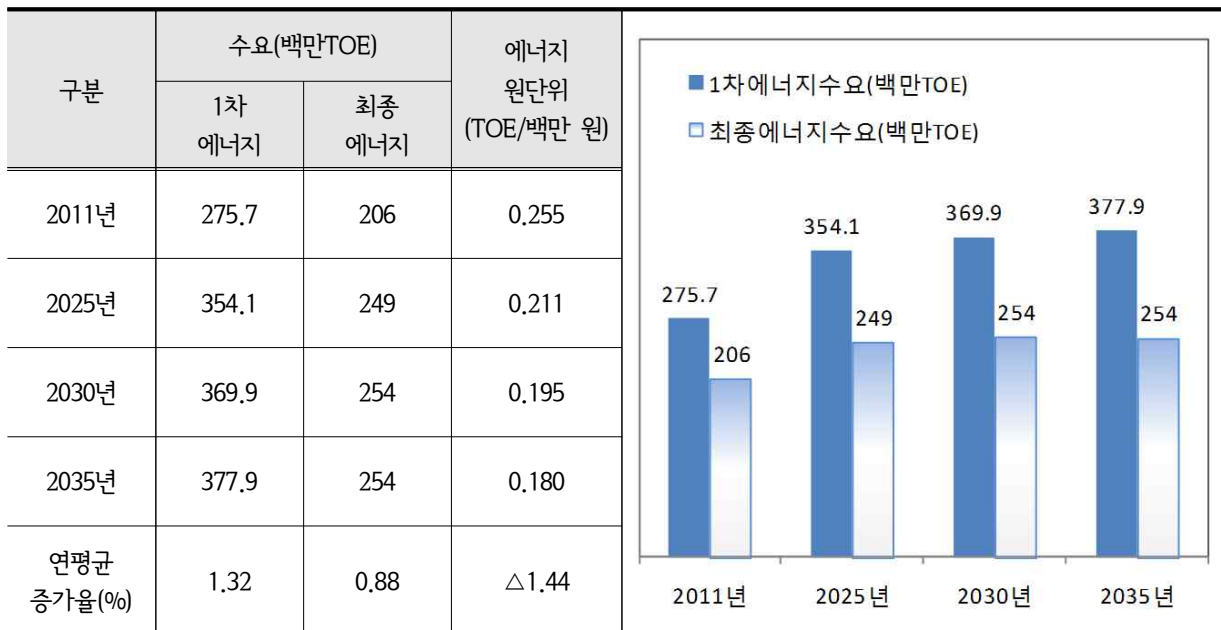
### 3. 국가 에너지 기본계획 연계방안

#### 가. 국가 에너지 기본계획 주요내용

##### (1) 에너지 수요전망

- 국가 에너지수요를 전망하기 위해 국가 에너지 기본계획에서는 다음과 같은 가정을 사용하였음
  - 한국개발연구원(KDI)의 경제성장률 전망: 연평균 2.8% 성장
  - 통계청의 인구 및 가구전망: 연평균 0.18% 증가
  - 국제에너지기구(IEA)의 원유가격 전망: 연평균 배럴당 1.16% 증가
  - 산업연구원(KIET)의 산업구조 전망: 제조업 연평균 3.28% 성장, 서비스업 연평균 2.79% 성장
- 국가 BAU 에너지수요 전망
  - 국가 에너지기본계획의 BAU 에너지수요 전망결과는 다음 표와 같음

<표 3-1> 국가 에너지기본계획 에너지수요 전망



자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

○ 에너지원별 수요전망 결과는 다음 표와 같음

<표 3-1> 국가 에너지기본계획 에너지원별 수요 전망결과

(단위: 백만TOE)

구 분	2011년	2025년	2030년	2035년	연평균 증가율(%)
석 탄	33.5 (16.3)	37.4 (15.0)	38.8 (15.3)	38.6 (15.2)	0.58
석 유	102.0 (49.5)	109.1 (43.9)	105.1 (41.3)	99.3 (39.1)	-0.11
도시가스	23.7 (11.5)	32.5 (13.1)	34.4 (13.5)	35.3 (13.9)	1.68
전 력	39.1 (19.0)	59.7 (24.0)	65.6 (25.8)	70.2 (27.6)	2.47
열에너지	1.7 (0.8)	2.9 (1.2)	3.1 (1.2)	3.3 (1.3)	2.82
신·재생 (非전력)	5.8 (2.8)	7.1 (2.9)	7.4 (2.9)	7.4 (2.9)	1.01
계	205.9 (100)	248.7 (100)	254.3 (100)	254.1 (100)	0.88

주: ( )안은 원별 수요점유율(%)

자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

○ 부문별 수요전망 결과는 다음 표와 같음

<표 3-2> 국가 에너지기본계획 부문별 에너지수요 전망결과

구 분	2011년	2025년	2030년	2035년	연평균 증가율(%)
산 업	126.9 (61.6)	151.6 (60.9)	152.3 (59.9)	148.4 (58.4)	0.66
수 송	36.9 (17.9)	44.0 (17.7)	45.5 (17.9)	46.5 (18.3)	0.97
가 정	21.6 (10.5)	24.2 (9.7)	24.6 (9.7)	24.9 (9.8)	0.59
상 업	15.9 (7.7)	23.6 (9.5)	26.0 (10.2)	28.1 (11.0)	2.39
공공·기타	4.6 (2.2)	5.4 (2.2)	5.8 (2.3)	6.2 (2.5)	1.31
계	205.9 (100)	248.7 (100)	254.3 (100)	254.1 (100)	0.88

주: ( ) 안은 부문별 수요점유율(%)

자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

## (2) 에너지 수요 감축 목표

□ 국가 에너지 기본계획에서 제시한 에너지 수요 감축목표는 2035년까지 BAU 대비 13.3%임

○ 이러한 시나리오에서 연평균 최종에너지 수요 증가율은 BAU 시나리오(연평균 0.88% 증가)보다 감소한 연평균 0.29% 증가임

○ 에너지원별로 전력은 2035년까지 BAU 대비 15% 감축을 목표로 하며 이때 연평균 증가율은 BAU 시나리오(연평균 2.47% 증가)보다 감소한 1.79% 증가임

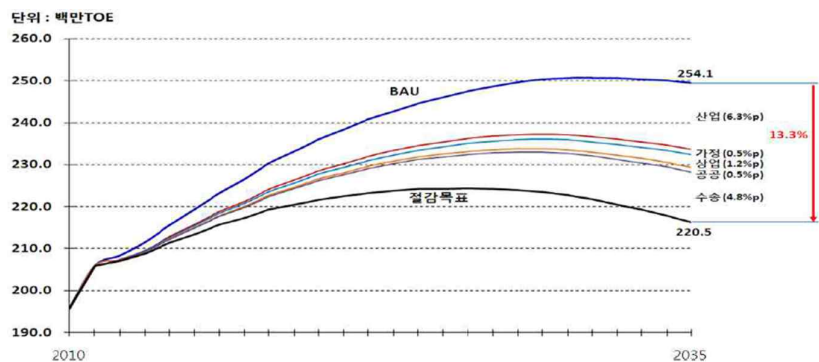
○ 기타 에너지원으로서 석탄, 석유, 도시가스, 열에너지의 감축목표는 각각 BAU 대비 11%, 19%, 4%, 3%임

<표 3-3> 국가 에너지기본계획 에너지수요 감축 목표

구 분	2011년	2025년	2030년	2035년	연평균 증가율(%)
수요전망 (백만 TOE)	205.9	248.7	254.3	254.1	0.89
목표수요 (백만 TOE)	205.9	226.7	226.0	220.5	0.29
감축률	-	8.9%	11.1%	13.3%	-
원별 목표수요	2011년	2025년	2030년	2035년	연평균 증가율(%)
석 탄	33.5 (16.3%)	34.7 (15.3%)	35.3 (15.6%)	34.4 (15.6%)	0.10
석 유	102.0 (49.5%)	96.2 (42.4%)	88.8 (39.3%)	80.3 (36.4%)	-0.99
도시가스	23.7 (11.5%)	31.4 (13.8%)	33.0 (14.6%)	33.8 (15.4%)	1.50
전력	39.1 (19.0%)	53.3 (23.5%)	57.1 (25.3%)	59.9 (27.2%)	1.79
열에너지	1.7 (0.8%)	2.8 (1.2%)	3.0 (1.3%)	3.2 (1.5%)	2.72
신·재생 (非전력%)	5.8 (2.8%)	8.3 (3.7%)	8.7 (3.8%)	8.8 (4.0%)	1.71

자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

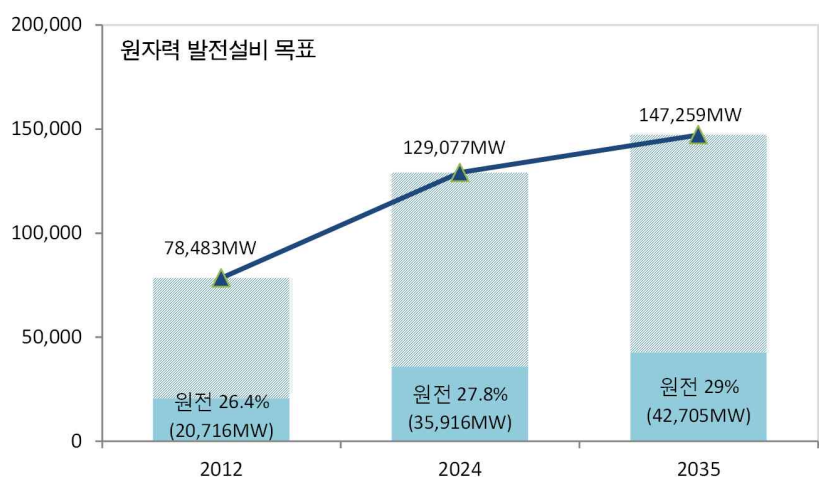
□ 부문별 감축량에 있어서는  
산업과 수송부문에서의 에너지수요 감축이 2035년까지 국가 총 에너지 감축량의 대부분을 차지함



자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

<그림 3-1> 감축목표 달성을 위한 부문별 기여율

□ 원자력발전설비는 2012년 20,716MW에서 2035년에 42,705MW까지 지속적으로 높일 계획임. 결과적으로 국가 총 발전설비용량에서 원자력이 차지하는 비중은 현재 26.4%에서 2035년에는 29%까지 증가할 전망이다



자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

<그림 3-2> 원자력 발전설비 목표

## 나. 주요사업

### □ 수요관리 중심의 에너지 정책 전환

#### ○ 건물부문

- 건축물 에너지절약 설계기준 강화, 건축물 에너지효율등급 인증대상 확대, 에너지 소비증명제 확대 적용, BEMS 설치 보조금 지원 시범사업 등
- LED 조명 보급 확대: 지하철 및 철도 역사, 공항, 고속도로 터널 등의 136만개 조명 LED로 교체, 공공기관의 모든 조명 2020년까지 LED로 교체, 민간 건축물 지하주차장 등 장시간 사용 조명에 대해 LED 조명 의무화, 아파트 LED 금융모델 확산
- 지역 가스냉방 설치 보조금 확대, 제습냉방시스템<sup>17)</sup> 보급 추진, 전력 부하관리 냉방 설비(가스냉방, 빙축열) 설치의무 대상 건물 확대 등
- 현행 에너지사용 기자재 중심에서 건축자재 등 에너지관련 기자재(단열재, 유리 등)로 효율관리 확대, 불박이 에너지 사용 기자재(빌트인 제품)에 대한 효율관리 기준 마련 등
- 냉난방기기, 가전제품, 전동기의 최저소비 효율기준 강화(1등급 비중을 20% 이내로 유지), 전자제품의 대기전력 기준을 단계적으로 강화(현행 1W에서 2015년 0.5W), 프리미엄급 전동기 보급 등
- 그린리모델링 사업 확대추진: 건축주 또는 그린리모델링 사업자가 그린리모델링 창조센터에 사업신청서를 제출하면 선정 평가위원회를 통해 지원결정

#### ○ 수송부문

- 친환경차 보급: 대중교통 대상 전기차 배터리리스 서비스 시범사업 도입, 공공기관 전기차 구입 의무화 등
- 대중교통 활성화: 대중교통 이용금액의 30%까지 세액공제대상에 포함, 대중교통 이용 시 10~20%의 그린카드 포인트 지급 등
- 자동차 평균연비 목표기준 수립

<표 3-4> 국가 에너지기본계획 부문별 수요관리 강화대책

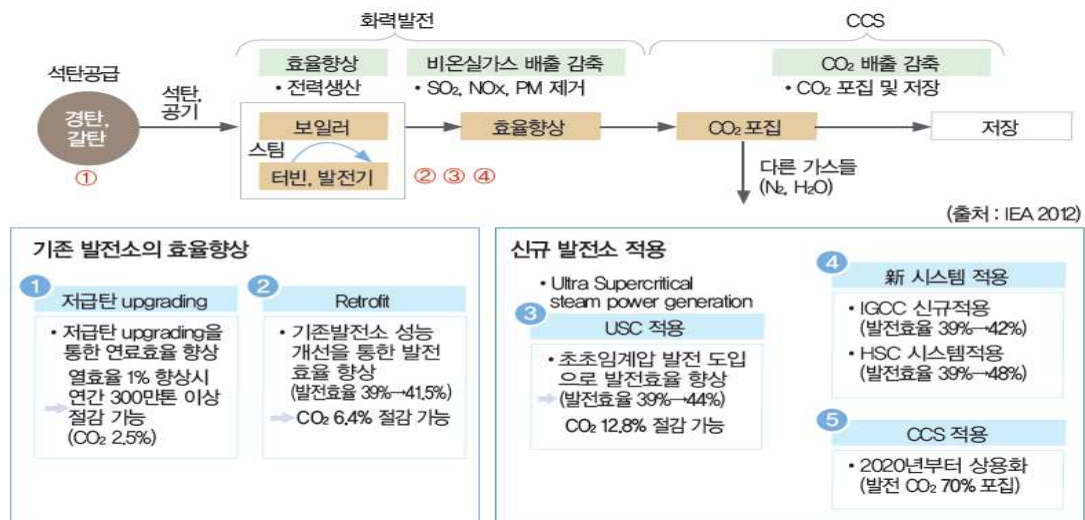
구 분	2012년	2017년	2035년
승용차 평균연비 (km/l)	16.9	20.3	35.0
선진국 현황 : (미국) 15.3, (일본) 19.6, (EU) 20.4			
신축건물 단열기준 (2009년 대비 축소율)	30%	60%	(2025년) 100%

자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

17) 제습냉방시스템 : 공동주택의 기존 지역난방 배관을 이용하여 실내공기를 제습하고 물의 증발열을 이용해 냉각하는 시스템

## ○ 산업부문

- 공장에너지관리시스템(FEMS) 보급 확대, 에너지 절감 컨설팅, 대기업과 중소기업간 자금 및 기술협력 확대(그린 크레딧), 세제 인센티브 제공 등
- 에너지경영시스템(EnMS) 보급 확대
- 에너지다소비업체를 대상으로 목표관리제 등을 통해 2020년까지 온실가스 감축목표(BAU 대비 18.5%)를 기준으로 에너지소비 절감 등
- 발전소 온배수열 활용
- 석탄화력 효율 향상



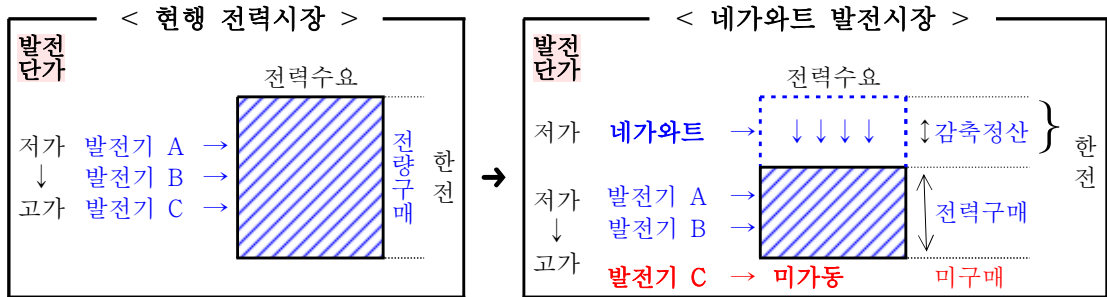
자료: 관계부처합동(2014), 제5차 에너지 이용합리화 기본계획

<그림 3-3> 석탄화력 효율향상 방안

## ○ 기타 사업

- 수송, 가정·건물, 공장 등 소비자가 사용량 정보·패턴 등을 제공하도록 유도하고 이에 대해 인센티브를 제공하는 방안 도입. 대형소비자에게는 의무화하는 방안도 검토 등
- 효율관리 일몰제를 도입하여 주기적으로 효율기준, 이관, 퇴출 등을 심사하여 효율관리 프로그램 운영 체계화 등
- 매년 지자체의 에너지이용 합리화 실시계획을 평가하여 우수 정책에 대해서는 전국 확산 지원
- 합리적인 에너지소비를 유도하기 위해 전기의 생산·수송·공급 과정에서 발생하는 다양한 환경·사회적 비용을 현실화하여 에너지가격 개선
- 절약한 전기를 전력시장에 팔 수 있도록 하는 네가와트 시장 개설<sup>18)</sup>

18) 전력 수요관리 사업자가 전기 소비 절감량을 전력시장에 입찰하여 발전기와 가격 경쟁, 낙찰시 감축정산금을 통해 수익 창출



자료: 관계부처합동(2014), 제5차 에너지 이용합리화 기본계획

<그림 3-4> 네가와트 시장 개요

#### - 수요관리 R&D 혁신

<표 3-5> 수요관리 R&D 5대 분야

5대 분야	주요내용
스마트 홈빌딩 (H·B&EMS)	· 건물에너지 관리를 위한 자재, 외피, 시스템 통합운용의 실질적 상용화 · 2025년 제로에너지 건물 달성
스마트 팩토리(F&EMS)	· 에너지다소비 산업군 공통 산업기기 효율향상 및 에너지설비 효율운영분석 기반 에너지 절감 솔루션 및 EMS 모듈화 기술개발 · 산업부분 전력열 수요 20% 감축
분산전원 네트워크	· 스마트그리드의 분산전원화를 촉진하고 플랫폼을 통해 안정적인 전력공급 구현, 국가 분산전원망 기본프레임 구축
에너지 네가와트 시스템	· ICT 기반 ESS, EMS, TEN(열에너지네트워크)의 에너지(전기, 열) 통합 솔루션 · 공급인프라 확충부담을 경감하는 기술(전력열 수요 15% 감축)
수요대응형 ESS	· 국가전력시스템의 전체효율을 높이기 위한 기간망 전력저장시스템 개발 * UPS, 전압보상, 신·재생 에너지저장, 계통 안정화 등 · 수송용 ESS 시스템 개발 · 전력저장시스템 1GW 보급

자료: 관계부처합동(2014), 제5차 에너지 이용합리화 기본계획

#### □ 분산형 발전시스템 구축

- 2035년까지 집단에너지, 신·재생에너지, 자가용 발전기 등의 발전량 비중을 현재 5%에서 15% 이상으로 확대하는 것을 목표로 하며 구체적인 세부과제는 다음과 같음
- 일정규모 이상의 전기 다소비 업체와 산업단지는 사용전력 일부를 자가용 발전설비로 충당하도록 유도함: 폐열 및 부생가스 재활용에 대한 기술개발 및 보조금 지원
- 공동주택 제습냉동기 상용화, 지역냉방 의무공급대상 건물 확대 추진: 현재의 3천㎡에서 1천㎡ 이상으로
- 태양광, 풍력, 에너지저장시스템(ESS) 등을 패키지화하여 지원하는 신·재생 단지 조성, 태양광 렌탈 사업 개시
- 지역주민과 성과를 공유하는 방식으로 신·재생에너지 보급사업을 개편하고 민간의 투자를 촉진

- 마이크로그리드 기술개발과 실증을 통해 분산전원을 중심으로 한 지역단위 전력공급 시스템 구축 (예: 구로 G밸리 K-MEG사업)
- 발전소 입지 분산을 통한 전력계통 안정화, 합리적인 송전망 계획 및 운영

#### □ 에너지정책의 지속가능성 제고

- 분산형 전원 활성화와 온실가스 감축을 위해 LNG 발전소 가동을 제고
- 신규발전소는 기술상용화 시점을 고려하여 최상 가용기술을 적용하도록 함
- 중소 및 중견기업의 온실가스 인벤토리 구축지원, 산업경쟁력 약화 우려 업종에 대한 저감 기술개발 지원, 융자우대, 세제지원 등
- 그린크레딧 적용
  - 대기업이 중소 및 중견기업에게 자금과 기술을 투자하여 발생한 온실가스 감축실적을 목표관리제 및 배출권거래제도 하의 외부 감축실적으로 인정하는 방안
- 전력시장 및 탄소시장과 연계한 IT 전문 ESCO 기업, 절전 컨설팅 회사 등 전문 서비스기업의 체계적인 육성
- 에너지시설 안전관리 강화, 원전산업 혁신과 안전성 강화, 원전 사후관리 기반 조성
- 가상발전, V2G, 스마트 그리드 등 에너지시스템 핵심기술 R&D 확대
- 스마트 빌딩 확대 등을 통한 건물 에너지 소비량 20% 절감
  - 외단열 시스템, 진공 단열재 등 패시브 에너지 건축기술과 건물에너지관리시스템 개발
- 스마트 산업단지 확대 등을 통한 산업단지 내 에너지 소비량 30% 절감
  - 철강, 화학 등 에너지 다소비 산업의 고효율 공정기술 개발, 전동기·보일러·건조기 등에 대한 고효율 R&D 투자
- 기술개발투자를 통한 신·재생에너지 및 에너지효율 사업 경쟁력 확보
  - 2020년까지 ESS 가격을 현재의 50% 수준으로 저가화, 100MW급 압축공기저장시스템 실증, 풍력 연계형 50MW 급 리튬이온전지 운영 등 실증 사업 추진
  - 2020년까지 태양광 발전단가 0.112달러/kWh 달성
  - 2035년까지 분산형 전원, 에너지 수요 관리 등 기술에 4조원 투자, 원천기술 투자규모는 2022년까지 3배 이상으로 확대: 2013년 145억 원에서 2022년 500억 원
  - CTL(Coal to Liquid) 실증사업(1,000배럴/일급), IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle) 실증사업(300MW급)
  - 100MW급 이산화탄소 포집 실증사업
  - 태양광발전 클러스터 구축, 대형 풍력단지 구축, 대형건물 태양광 설치 확대
  - 가스, 전기, 전력설비 등의 안전성 R&D, IT융합 안전관리시스템, 모니터링 시스템 개발
  - 정부 에너지 R&D 예산의 중소·중견기업 지원 비율 확대: 2012년 23%에서 2020년 50% 이상

- 2024년까지 신·재생에너지 R&D 투자액 연평균 5% 이상 증액
- 동반성장상용화 프로젝트에 2035년까지 2조 원(민관 합동) 투자: 대기업은 전체 시스템을 담당하고 중소기업은 부품소재를 담당

<표 3-6> 동반성장 상용화 프로젝트 예시

구 분	10대 프로젝트
ICT 융합 분산형 전원	100MW급 압축공기저장시스템 실증
	풍력단지 연계형 50MW급 리튬이온전지 운영
	지속가능한 제로 에너지 스마트 시스템
	가상발전기 운영 모델 구축 및 실증
신·재생에너지 확산	건물일체형 태양광 패널 실증
	대형 신·재생에너지 단지 통합 운영·제어 시스템
	수출연계형 하이브리드 발전 시스템 실증
온실가스 저감 및 에너지 효율 향상	100MW급 이산화탄소 포집 실증 및 저장 실증
	산업 에너지 효율향상 기술 및 Auto-DR 시스템
	청정 석탄(Clean Coal) 플랜트 실증

자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

## □ 에너지 안보 강화

### ○ 신·재생에너지 보급 확대

<표 3-7> 신·재생에너지 보급 목표

연 도	2020년	2025년	2035년
비 중	5.2%	7.5%	11%

자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

<표 3-8> 1차 에너지 기준 원별 보급목표

(단위: %)

에너지원	태양광	태양열	풍력	지열	폐기물	바이오	수력	해양
2020년	11.1	1.4	11.3	2.5	47.3	17.6	6.3	2.4
2025년	13.3	3.9	12.5	4.6	40.2	19.6	4.3	1.6
2035년	14.1	7.9	18.2	8.5	29.2	17.9	2.9	1.3

자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

- 장기적인 에너지 안보역량 강화, 에너지공기업 내실화, 민간의 해외자원개발 투자 활성화, 고급인력 양성, 현장중심 R&D 등 산업인프라 강화, 에너지 국제공조 체계 강화
- 열생산 의무화제도(RHO) 도입: 연면적 1만㎡ 이상 신축건축물(주택, 공공 제외)에 열에너지 사용량의 10%를 신·재생에너지로 공급하도록 의무화
- 연료혼합 의무화제도(RFS) 도입: 수송용 연료에 일정비율 이상의 신·재생에너지연료를 혼합하여 공급하도록 의무화하는 제도
- RPS 제도 개편
  - 2016년 이후 태양광 시장을 일반 시장으로 통합

- RPS 이행으로 인정되는 에너지원 확대: 바이오, 폐기물, 지열 등 신·재생에너지원에 공급인증서 가중치 적용
- 자가용 설비, 에너지 기부활동 등을 통해 생산된 전력을 RPS 이행실적으로 인정
- 전력, 열, 수송용 에너지 공급인증서 거래시장 통합
- 풍력설비에 에너지 저장장치 병행 설치 시 공급인증서 가중치 상향조정
- 전력 다소비 사업장을 대상으로 신·재생에너지 자가용 설비 설치를 권고하고 이행실적을 토대로 의무화 추진
- 신·재생에너지 보급지원 방식 전환
  - 개별가구·건물 단위 신·재생에너지 보급지원에서 벗어나 커뮤니티 개념을 도입한 융복합형 보급 사업으로 전환
  - 초기 투자 시 보조금을 지원하는 방식에서 에너지 생산량에 비례하여 사후에 인센티브를 지원하는 제도로 전환
- 화석연료에 의존하고 있는 독립계통 도서지역에 신·재생에너지 보급 확대

#### □ 원별 안정적 공급체계 구축

- 원유도입선 다원화, 석유비축 패러다임 변화, 국제협력 강화 등을 통한 안정적 석유 공급
- LPG 도입선 다원화, 자주적 개발 및 공급역량 강화, 국제협력 강화 등을 통한 안정적 가스 공급, 공급인프라 적기 확충 등
- 가스냉방의 경제성 제고 및 신규수요 창출
  - 2016년까지 3년간 한시적으로 천연가스 수입부과금 100% 환급
  - 가스냉방기기 설치 보조, 대형건물 의무설치 확대 등
- 지역냉방 지원금 확대, 사용자 편의성 강화, 지역냉방기기 기술개발 촉진, 분양예정 주택을 대상으로 제습냉방기 시범공급 추진
- 도시가스 주배관망 확충을 통한 도시가스 공급기반 강화, 도시가스 미공급지역 내 에너지빈곤층 대상으로 LPG 소형저장탱크 및 배관망 설치 지원
- 발전소 적기준공, 상시 전력수급관리체계 구축, 취약계층 보강 등
- 수도권 열병합발전 확대
  - 2020년까지 수도권에 4,435MW 열병합 발전소 추가 건설: 춘천 포스커건설 422MW, 한남 화성동탄Ⅱ 840MW 신설 등
- 집단에너지 공급대상지역 지정 시 열부하 100Gcal/h(100MW 규모) 이상의 대규모 단지 우선 지정
- 분산형 전원 활성화를 위해 집단에너지(구역전기 포함)에 대해 2016년까지 3년간 수입부과금 19.39원/m<sup>3</sup> 환급 추진
- 산업단지 폐열 등 저가열의 활용을 높임으로써 저비용 구조로의 전환 촉진

## □ 국민과 함께하는 에너지 정책 추진

### ○ 에너지 복지

- 에너지 바우처 제도 도입: 산발적 지원을 통합해 에너지 구입을 위한 범용 결제수단을 마련하고 지원
- 에너지복지 진단사업을 실시하고 진단 결과를 토대로 조명·단열·보일러 교체 등을 패키지화하여 지원
- 에너지복지 DB 구축, 일반시민이 참여하는 에너지복지 사업 확대

### ○ 지역에너지 거버넌스 구축

- 기초지자체의 지역에너지조례 제정 확대, 에너지절약 실천위원회 구성
- 광역지자체의 에너지위원회 운영 정례화
- 지역의 특성과 우선순위를 종합적으로 반영한 지역 에너지계획 수립
- 주요 부문별로 정책 목표를 설정하게 하고, 이를 구체적으로 평가하여 차년도 예산사업 등에 반영
- 경제성이 충분한 고효율제품 교체사업은 지자체가 ESCO, 민간 프로젝트 파이낸싱, 정책융자금 등을 활용하여 교체 추진
- 지자체, 주민, 전문기업 등이 참여하는 컨소시엄을 구성하여 지역 주도의 신·재생에너지마을을 조성 추진
- 지자체 에너지통계, 수요관리 프로그램 지원 시스템 구축
- 에너지사업 수행 시 개별사업을 기준으로 한 지역배분 방식에서 지역단위 사업간 포트폴리오 구성 방식으로 변경하여 지자체의 자율권 보장



자료: 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

<그림 3-5> 자체 에너지사업 지원방식 변화

## 다. 연계방안

### □ 에너지수요 전망을 위한 기본 가정 공유

- 국가 에너지 기본계획에서 에너지수요를 전망하기 위해 사용한 주요 사회·경제지표 전망 값을 적용하되 서울시의 특성을 고려하여 일부 변경함
  - 구체적으로 경제전망의 경우 KDI의 국가 경제 전망치를 이용하여 서울시의 경제성장을 전망함
  - 통계청의 서울시 인구전망 및 인구구성비 전망을 활용함
  - 기타 자세한 내용은 서울시 에너지수요 전망에 해당하는 장에서 기술하였음

### □ 국가 에너지 공급 및 수요 관리 계획 연계

- 서울시에서 관리할 수 없는 부문에 대한 국가계획은 서울시 에너지 수요 절감목표 설정시 반영함
  - 예를 들어 자동차 연비향상의 경우 국가 에너지기본계획에 제시되어 있는 목표치를 반영함. 단 서울시의 경우 도심주행 연비로 환산하여 적용함
  - 산업부문의 에너지수요 관리 계획도 국가 에너지기본계획에 제시되어 있는 내용을 반영함
  - 신·재생에너지 기술개발, 신·재생에너지 의무할당제도(RPS) 등 신·재생에너지 보급과 관련하여 국가가 시행하는 정책들을 반영함
  - 석유, 석탄 등 에너지원별 안정적 공급의 경우 국가의 계획을 반영함
- 국가 에너지계획보다 강화된 사업 목표를 설정함
  - 신규주택 단열기준의 경우 서울시는 국가 목표를 1년 더 빨리 달성하는 것을 목표로 함
  - 신·재생에너지와 집단에너지 보급의 경우 이를 확대해가려는 국가 에너지기본계획의 목표에 부응하여 자체적으로 더욱 강화된 보급 목표를 설정함
  - 교통수요관리와 그린카 보급의 경우에도 마찬가지로 이를 확대해가려는 국가 에너지 기본계획의 목표에 부응하여 자체적으로 더욱 강화된 보급 목표를 설정함
  - 에너지복지의 경우 국가에서 계획하고 있는 에너지바우처 제도 하에서도 보호받지 못하는 부문들에 대한 시책을 수립함
- 기타 국가 에너지기본계획에서 반영하지 않은 부문을 발굴하여 서울시 시책을 수립함



---

# 제4장 에너지 및 온실가스 현황 분석

가. 에너지 생산 현황

나. 에너지 소비 현황

다. 에너지 가격 현황

라. 온실가스 배출 현황

---



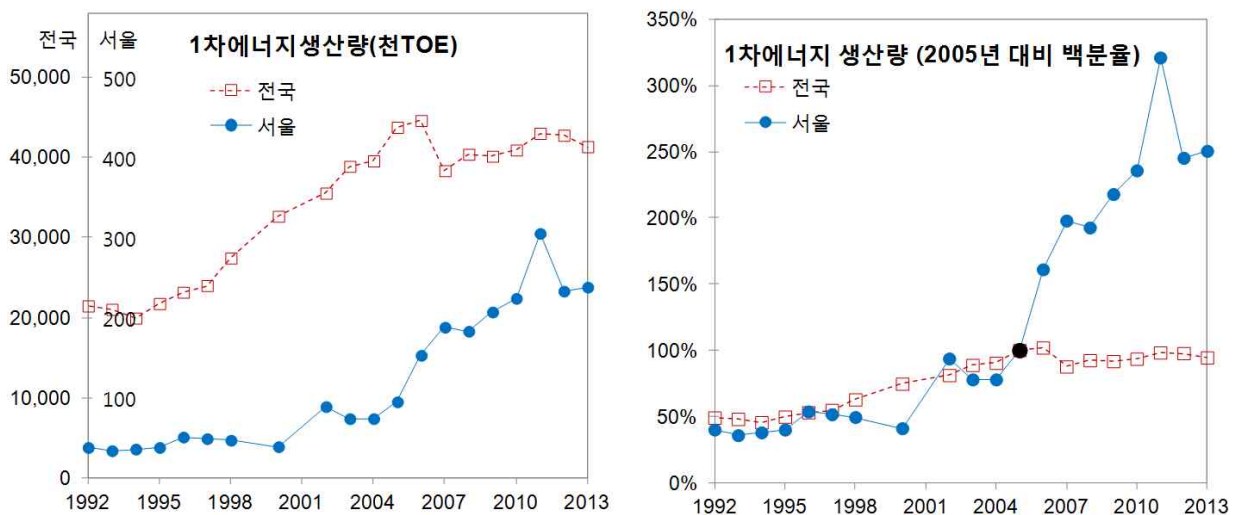
## 4. 에너지 및 온실가스 현황 분석

### 가. 에너지 생산 현황

#### (1) 1차 에너지 생산량

□ 서울시의 1차 에너지 생산량은 지역 특성상 절대량에 있어서는 전국 생산량에 비해 작지만 (2013년의 경우 전국 생산량의 0.58%), 2000년대 이후 1차 에너지 생산량이 급격히 증가해 오고 있음

○ 전국적으로는 2005년에 비해 2013년의 1차 에너지 생산량이 6% 감소한데 반해, 서울시에서는 2005년에 비해 2013년의 1차 에너지 생산량이 2.5배 증가하였음



<그림 4-1> 1차에너지 생산량

<표 4-1> 연도별 1차 에너지 생산량

(단위: 천TOE)

구 분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
전국	43,745	44,582	38,338	40,376	40,133	40,912	42,985	42,748	41,321
서울	94.8	153	188	183	207	224	256	233	238

자료: 지역에너지통계연보

□ 에너지원별로는 전국의 경우 원자력이 1차 에너지 생산량의 대부분을 차지하였지만(2013년 70.8%), 서울시의 경우에는 생산된 1차 에너지의 전량이 모두 신·재생에너지였음

<표 4-2> 에너지원별 1차 에너지 생산량(2013년)

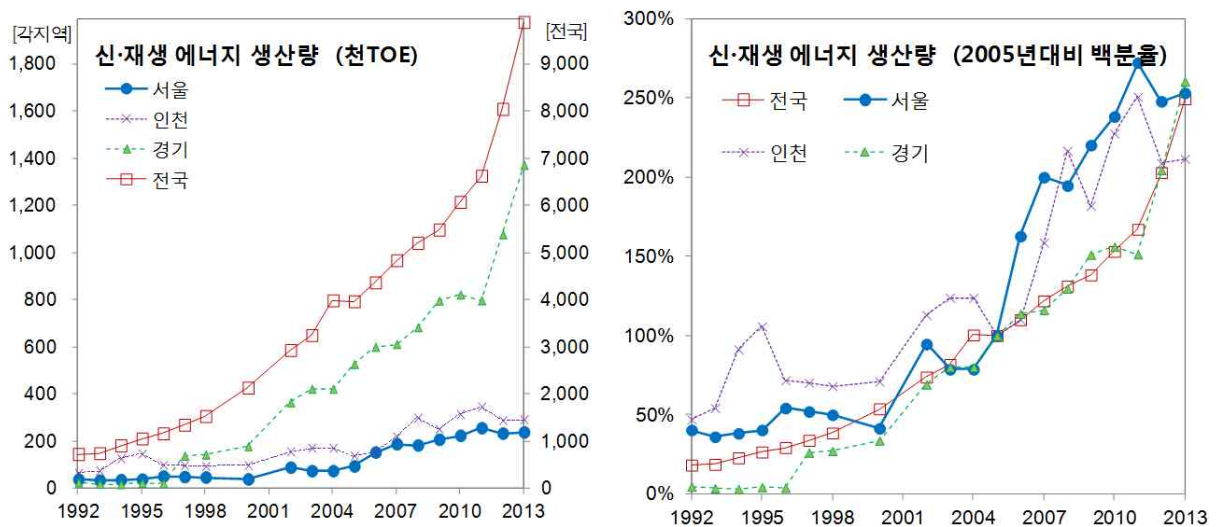
(단위: 천TOE)

구 분	석탄	석유	LNG	수력	원자력	신·재생/ 기타	합계
전국	817	0	463	1,771	29,283	8,987	41,321
수도권	0	0	0	233	0	1,682	1,915
서울	0	0	0	0	0	238	238
인천	0	0	0	5	0	286	291
경기	0	0	0	228	0	1,158	1,386

자료: 지역에너지통계연보

## (2) 신·재생에너지 생산량

- 신·재생에너지 생산량은 전국 대부분 지역에서 2000년 이후 큰 폭으로 증가하고 있으며, 2005년 대비 2013년의 신·재생에너지 생산 증가율에 있어서는 서울시가 253.2%, 전국은 249.4%였음

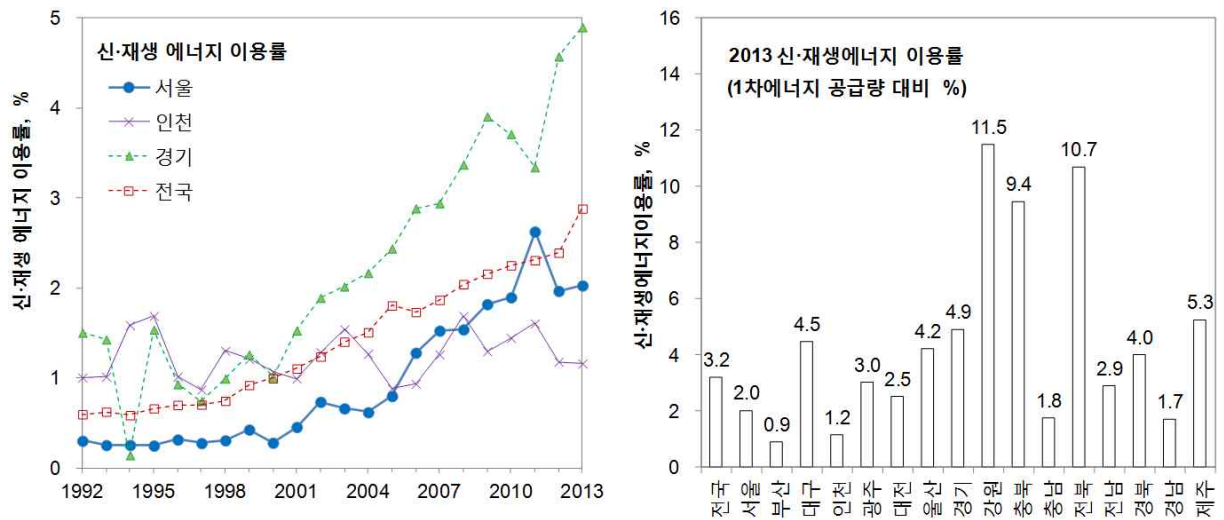


<그림 4-2> 신·재생에너지 생산량

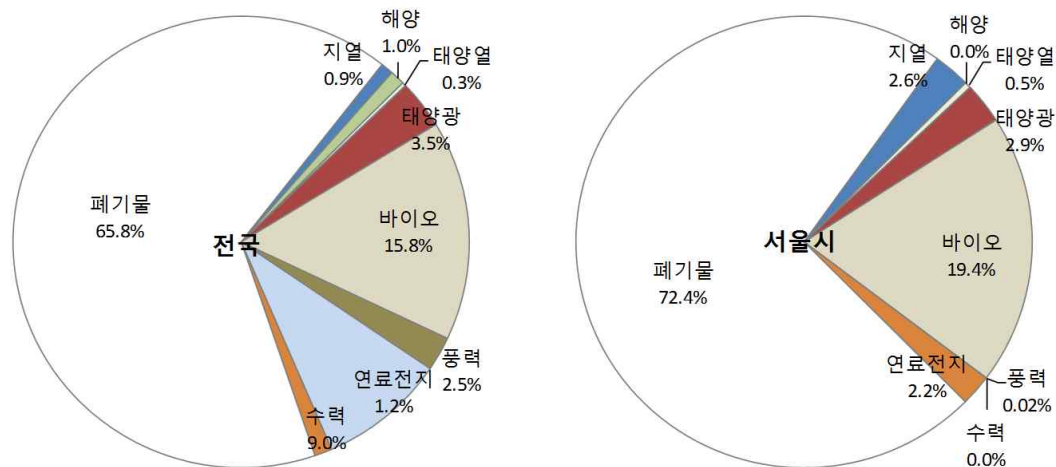
- 2000년 이후 전국 대부분 지역에서 신·재생에너지 이용률이 증가하고 있음<sup>1)</sup>
- 2013년의 경우 신·재생에너지 이용률은 서울은 2.0%였던 반면 전국 평균은 3.2%였음
  - 지자체 중에서는 강원도(9.5%)와 충북(8.9%), 전북(6.8%) 순으로 신·재생에너지 이용률이 높았음
- 신·재생에너지원 중에서는 전국과 마찬가지로 서울시에서도 폐기물(76.3%)과 바이오 에너지(15.8%)가 대부분을 차지하였음

1) 신·재생에너지 이용률: 지역에너지통계연보에서는 지역 내 1차 에너지 공급량 대비 신·재생에너지 생산량으로 정의하였음. 즉 신·재생에너지 생산량을 1차에너지로 환산한 값을 최종에너지소비량 중 전력이나 지역난방과 같은 2차 에너지를 제외한 에너지 소비량으로 나눈 값.

○ 기타 신·재생에너지원은 연료전지(2.7%), 태양광(2.5%), 지열(2.2%) 순서임



<그림 4-3> 신·재생에너지 이용률



<그림 4-4> 2013년 신·재생에너지 구성

<표 4-3> 지역별 신·재생에너지 생산량(2013년)

(단위: TOE)

구 분	합계	태양열	태양광	바이오	풍력	수력	연료전지	폐기물	지열	해양
전국	9,879,207	26,259	237,543	1,334,724	192,674	814,933	82,510	5,998,509	65,277	98,310
수도권	1,899,934	5,552	29,621	328,128	10,412	217,648	69,626	1,106,917	29,954	102,077
서울	238,239	1,076	7,011	46,236	41	-	5,263	172,422	6,191	-
인천	291,540	844	4,879	158,877	9,185	5,671	1,723	108,068	2,293	-
경기	1,370,155	3,632	17,731	123,015	1,186	211,977	62,640	826,427	21,470	102,077

자료: 지역에너지통계연보

□ 2005년과 비교한 2013년의 서울시 신·재생에너지원별 생산량은 태양열, 산업 폐기물에너지 등은 감소한 반면, 태양광, 바이오에너지(성형탄 제외), 지열, 연료전지, 폐기물에너지(산업 폐기물에너지 제외) 등의 생산량은 증가했음

<표 4-4> 서울 신·재생에너지 생산량

(고유단위)

연도	태양열 (TOE)	태양광(MWh)			바이오에너지					
		총계	사업용	자가용	바이오가스 (TOE)	매립지가스 (TOE)	바이오디젤 (kL)	성형탄 (TOE)	임산연료 (Gcal)	목재펠릿 (Gcal)
2005	3,043	752	2	750	12,705	7,364	-	1,644	-	-
2013	1,076	31,263	9,432	21,830	46,236	35,478	-	1,151	-	314
연도	지열 (TOE)	풍력(MWh)			연료전지(MWh)			폐기물에너지		
		총계	사업용	자가용	총계	사업용	자가용	산업폐기물 (천증기톤)	생활폐기물 (천증기톤)	대형 도시 쓰레기(Tcal)
2005	333	177	-	177	-	-	-	17	-	686
2013	6,191	177	-	177	24,513	19,740	4,773	-	339	1,542

주: 원별 자료 이용이 가능한 처음 년도인 2005년 값을 마지막 년도인 2013년 값과 비교하였음

자료: 지역에너지통계연보

□ 지역별 신·재생에너지원별 설비용량 현황은 다음 표와 같음

<표 4-5> 2013년 지역별 신·재생에너지 설비용량

(고유단위)

구 분	태양열 (m <sup>2</sup> )	바이오							지열(kW)
		바이오가스 (ton/h)	바이오디젤 (kL/y)	우드칩 (ton/h)	성형탄 (ton)	임산연료 (ton)	목재펠릿 (천kcal/h)	폐목재 (ton/h)	
전국	48,473	38	1,177,468	86	55,992	168,214	208,091	-	121,465
수도권	6791	16	326,068	-	12,623	150	34047	-	40,481
서울	754	11	-	-	2,741	-	341	-	4,377
인천	754	-	-	-	3,141	-	-	-	4,988
경기	5,283	5	326,068	-	6,741	150	33,706	-	31,116

자료: 지역에너지통계연보

<표 4-6> 2013년 지역별 신·재생에너지 설비용량(계속)

구 분	폐기물						
	폐가스 (ton/h)	산업폐기물 (ton/h)	생활폐기물 (ton/h)	대형도시쓰레기 (ton/d)	시멘트킬른보조연료 (ton)	RDF/RPF/TDF (ton)	정제연료유 (kL)
전국	120	41	35	-	1,276,799	622,736	204,924
수도권	-	-	-	-	-	125,778	119,904
서울	-	-	-	-	-	-	-
인천	-	-	-	-	-	968	968
경기	-	-	-	-	-	124,810	118,936

자료: 지역에너지통계연보

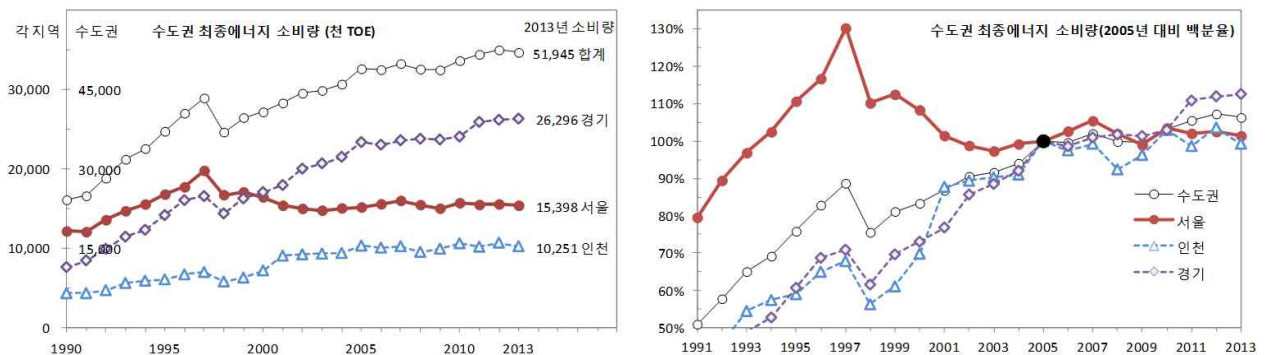
## 나. 에너지 소비 현황

### (1) 최종 에너지 소비

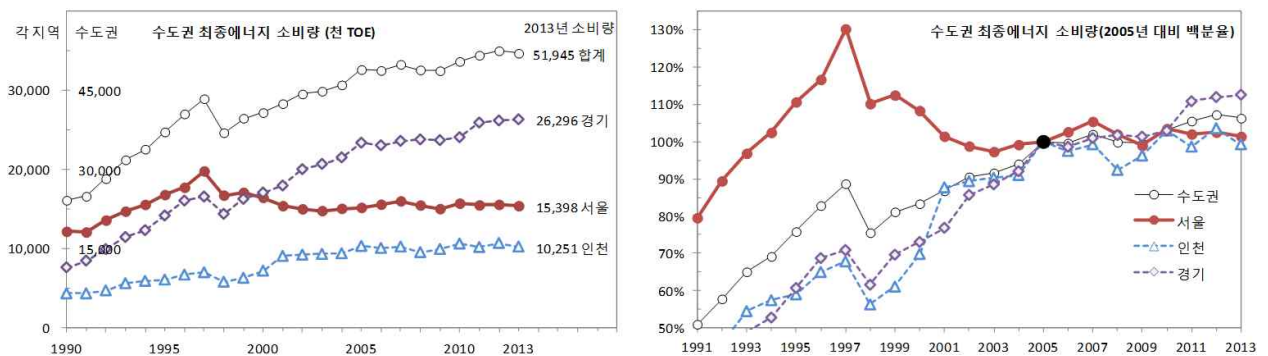
□ 서울의 최종 에너지 소비는 2000년대 중반 이후 점차 안정화되고 있음

○ 전국적으로는 에너지 소비가 지속적으로 증가해 온 반면, 서울은 외환위기 이후 2000년대 초반까지 에너지 소비가 큰 폭으로 감소하고 그 이후에는 점차 안정화되고 있음<sup>19)</sup>

○ 2005년과 비교하여 2013년의 최종에너지 소비량은 전국적으로는 23.1% 증가한 반면 서울은 1.4% 증가에 그침. 이에 비해 경기도는 2005년 대비 13% 증가



<그림 4-5> 최종에너지 소비량



<그림 4-6> 수도권 최종에너지 소비량

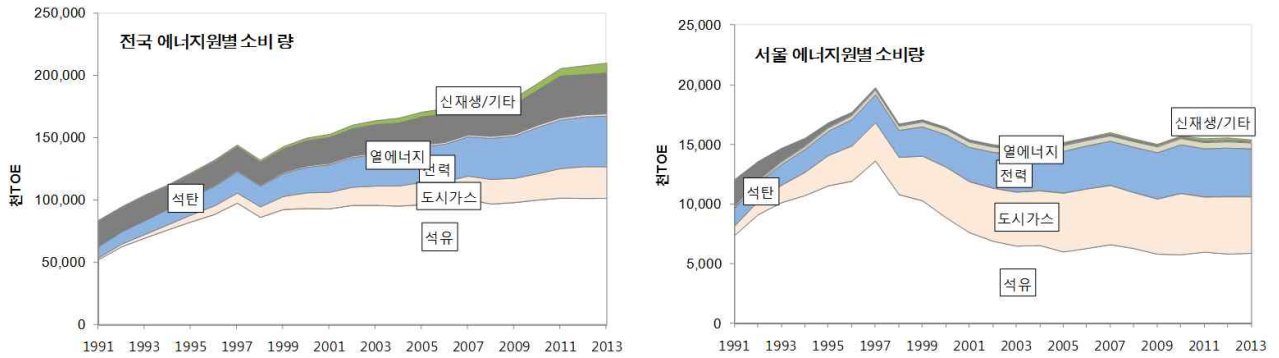
□ 부산과 인천은 2013년 최종에너지 소비량이 2005년에 비하여 감소하였음

○ 부산은 2005년 대비 9%, 인천은 0.7% 감소하였음

19) 단, 전국의 경우 에너지 효율의 증가로 에너지 소비 증가세는 둔화되었음. 관련하여 자세한 분석은 진상현·황인창 (2009)을 참고

## (2) 에너지원별 소비량

- 전국적으로는 모든 에너지원의 소비가 증가해온 반면, 서울의 경우 석탄과 석유의 소비량이 감소해왔음



<그림 4-7> 에너지원별 소비량

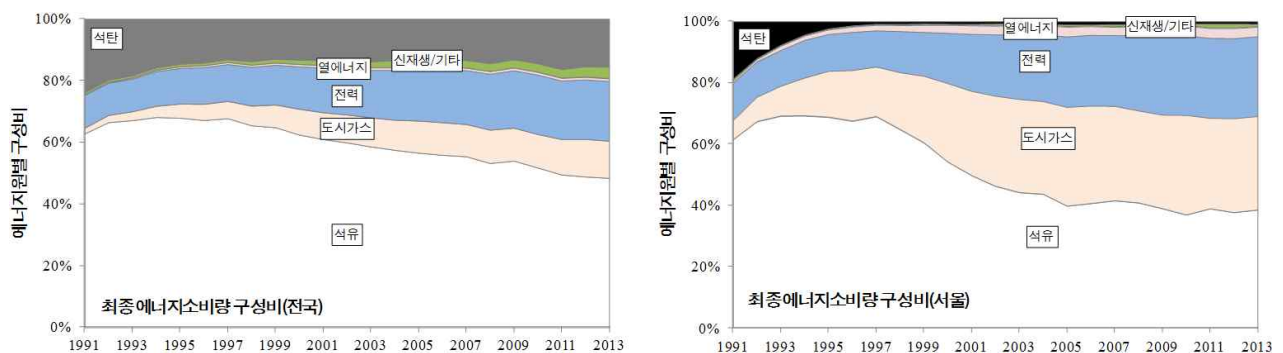
<표 4-7> 서울 에너지원별 소비량 변화

(단위: 천TOE)

연도/에너지원	석탄	석유	도시가스	전력	열	기타	합계
2005년	165	6,038	4,912	3,485	487	95	15,182
2013년	132	5,931	4,719	4,004	482	130	15,398
변화율	20% ↓	1.8% ↓	3.9% ↓	14.9% ↑	1.0% ↓	36.8% ↑	1.4% ↑

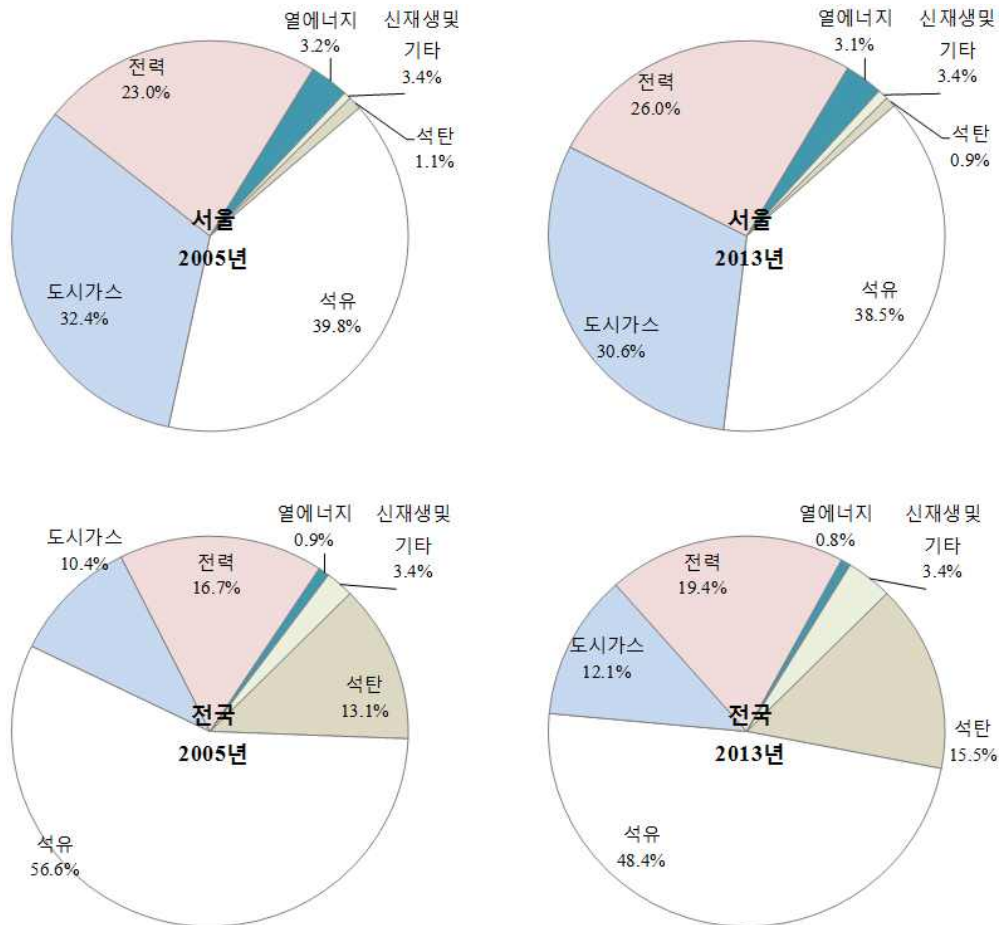
자료: 지역에너지통계연보

- 에너지원별 구성비에 있어서는 전국은 2013년 기준 석유(48.4%), 전력(19.4%), 석탄(15.5%), 도시가스(12.1%)의 순인데 반해, 서울은 전국에 비해 상대적으로 석탄(0.9%)과 석유(38.5%)의 구성비가 낮고 전력(26.0%)과 도시가스(30.6%)의 구성비는 높았음
- 전국은 에너지 소비에 있어 산업 부문이 중심인데 반해 서울은 상대적으로 건물 부문이 중심이기 때문임



<그림 4-8> 에너지원별 소비량 구성비 변화추이

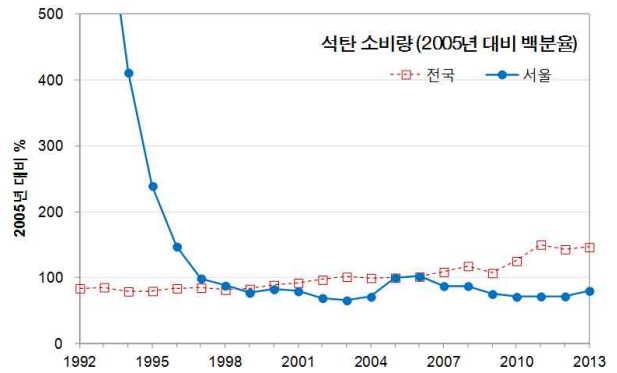
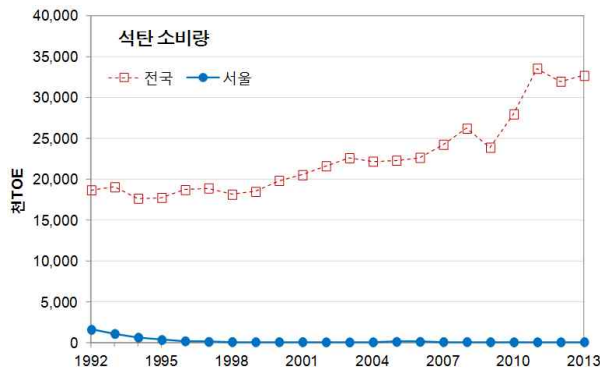
□ 에너지원 구성비 변화에 있어서는 전국의 경우 1990년 후반 이후 석유의존도가 큰 폭으로 감소하고 전력과 도시가스의 구성비가 증가해왔으며, 서울은 석탄의 구성비에 큰 변화가 없었던 점을 제외하면 전국과 유사한 경향을 보임



자료: 지역에너지통계연보

<그림 4-9> 2005년과 2013년의 에너지원별 소비량 구성비 비교

- 에너지원별로 좀 더 자세히 살펴보면, 석탄의 경우 서울은 1990년대 후반까지 석탄 소비량이 큰 폭으로 감소했으며 2000년대 중반 소폭 증가한 이후 최근 다시 감소하고 있음
- 전국은 1990년대 후반 이후 증가하는 추세를 보이고 있으며 2013년의 석탄 소비는 2005년에 비해 46.4% 증가했음
- 2013년 서울의 석탄 소비는 2005년에 비해 20% 감소했음

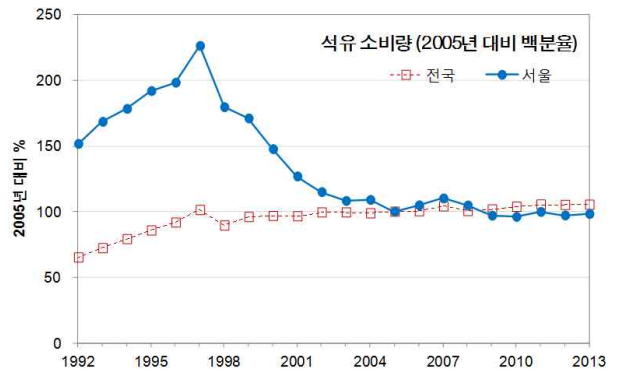
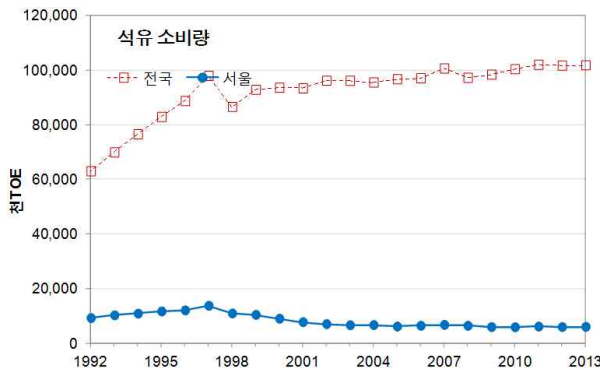


자료: 지역에너지통계연보

<그림 4-10> 석탄 소비량

□ 석유의 경우 서울은 외환위기 이후 석유 소비량이 지속적으로 감소하고 있음

- 다만 2000년대 중반 이후에는 그 감소율이 줄어들었음. 2013년의 서울시 석유 소비는 2005년에 비해 1.8% 감소했음
- 전국은 외환위기 이후 증가율이 큰 폭으로 감소했으나 여전히 지속적으로 증가하고 있음. 2013년의 석유 소비는 2005년에 비해 5.3% 증가했음

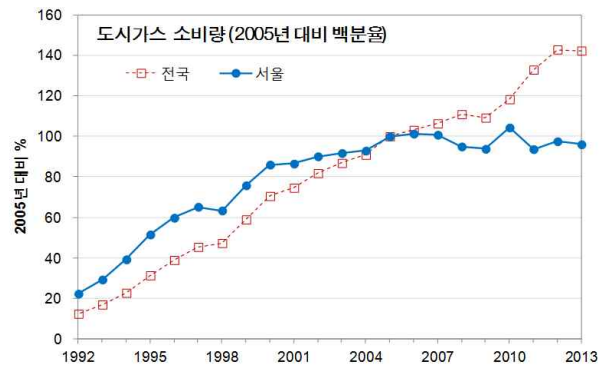
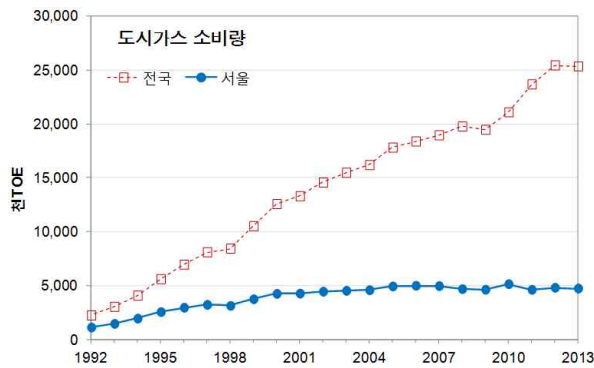


자료: 지역에너지통계연보

<그림 4-11> 석유 소비량

□ 도시가스의 경우 서울은 2000년 이후 증가율이 다소 감소하였으며 2013년의 서울시 도시가스 소비는 2005년에 비해 3.9% 감소했음

- 전국은 에너지 소비가 지속적으로 증가하여 2013년의 도시가스 소비는 2005년에 비해 42.3% 증가했음



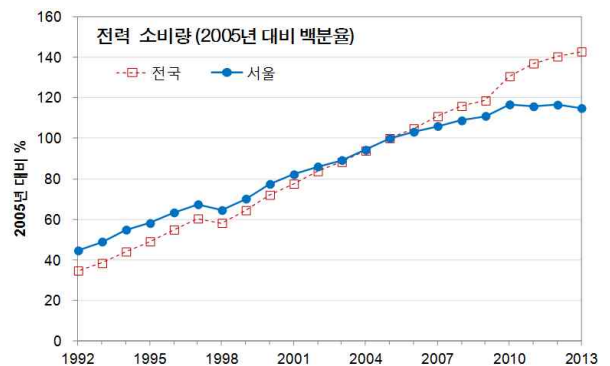
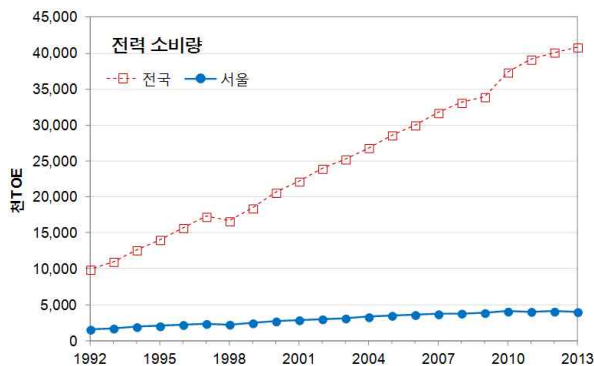
자료: 지역에너지통계연보

<그림 4-12> 도시가스 소비량

□ 전국과 서울의 전력 소비는 외환위기 이후에도 지속적으로 증가해왔으나 전력소비의 증가율은 전국이 서울보다 더 높았음

○ 결과적으로 2013년 전국의 전력 소비는 2005년에 비해 42.9% 증가했으며, 서울의 2013년 전력 소비는 2005년에 비해 14.9% 증가했음

○ 서울의 경우 최근 전력소비 증가세가 다소 주춤하고 있음

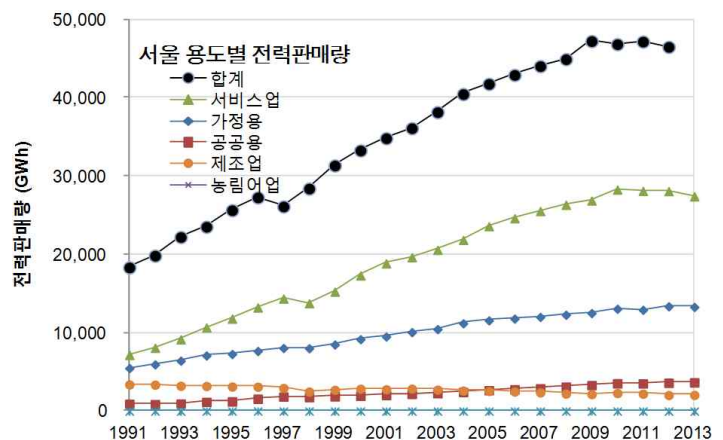


자료: 지역에너지통계연보

<그림 4-13> 전력 소비량

○ 서울의 용도별 전력판매량을 살펴보면 서비스업과 가정용 전력소비가 서울의 전력소비 증가를 주도해왔음

○ 최근에는 서비스업의 전력소비 증가세가 멈추면서 총 전력소비 역시 다소 감소하였음

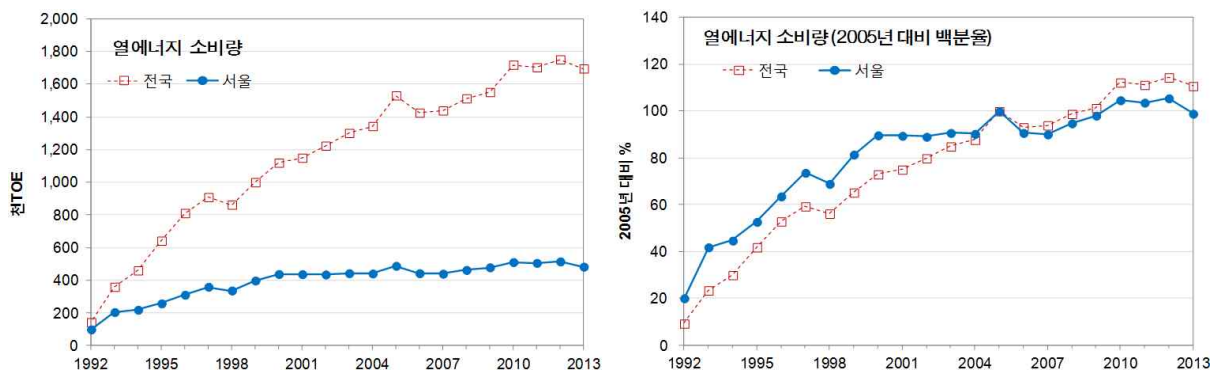


<그림 4-14> 서울지역 용도별 전력 판매량

□ 열 소비는 전국적으로는 지속적으로 증가해 왔으나, 서울에서는 2000년대 이후 열 소비가 점차 안정화되었음

○ 다만 2000년대 후반부터는 서울의 열 소비가 다소 상승하고 있음

○ 2013년의 전국 열 소비는 2005년에 비해 10.8% 증가했으며, 서울의 2013년 열 소비는 2005년에 비해 1.0% 감소했음



<그림 4-15> 열에너지 소비량

□ 자세한 지역별 에너지원별 소비량은 다음 표와 같음

<표 4-8> 2005년 지역별 에너지원별 최종에너지 소비량

(단위: 천TOE)

구 분	석탄	석유	도시가스	전력	열에너지	신·재생 및 기타	합계
전국	22,311	96,718	17,811	28,588	1,530	3,896	170,854
수도권	675	24,610	10,472	10,960	1,390	749	48,854
서울	165	6,038	4,912	3,485	487	95	15,182
인천	58	7,125	1,451	1,562	0	128	10,324
경기	452	11,447	4,109	5,913	903	526	23,348

자료: 지역에너지통계연보

<표 4-9> 2013년 지역별 에너지원별 최종에너지 소비량

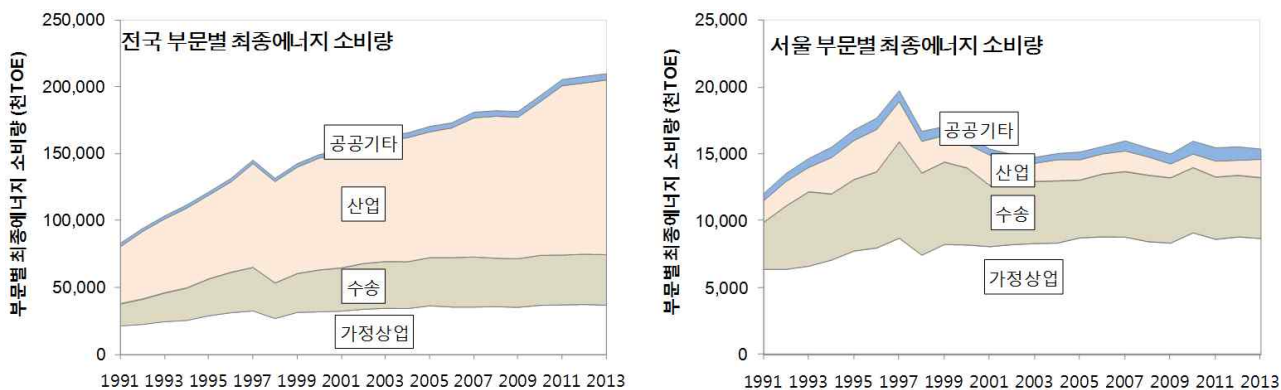
(단위: 천TOE)

구 분	석탄	석유	도시가스	전력	열에너지	신·재생 및 기타	합계
전국	32,679	101,809	25,345	40,837	1,695	7,883	210,247
수도권	537	22,431	11,489	14,746	1,526	1,217	51,945
서울	132	5,931	4,719	4,004	482	130	15,398
인천	51	6,447	1,566	1,950	0	237	10,251
경기	354	10,053	5,204	8,792	1,044	850	26,296

자료: 지역에너지통계연보

### (3) 부문별 에너지 소비

- 전국적으로는 모든 부문에서 에너지 소비가 증가해온 반면, 서울의 경우에는 산업과 수송부문에서는 에너지 소비량이 감소해왔음



<그림 4-16> 부문별 최종에너지 소비량

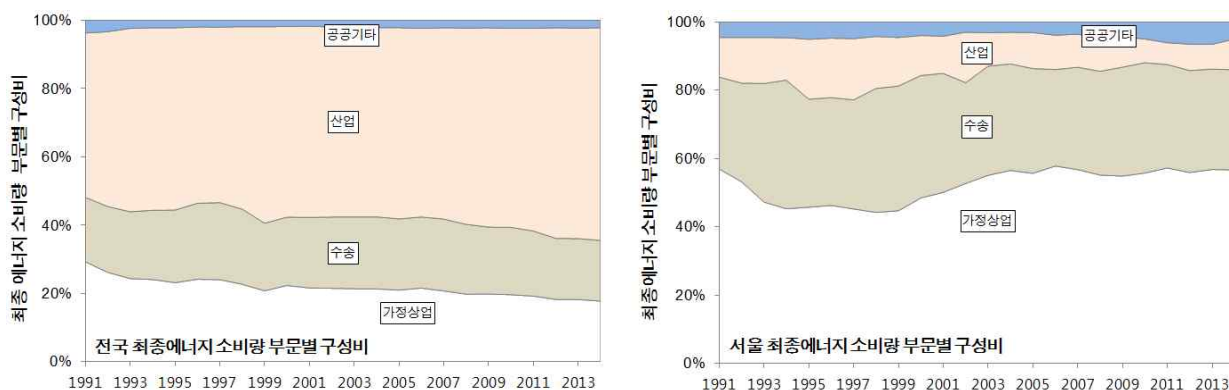
<표 4-10> 서울 부문별 에너지소비 변화

(단위: 천TOE)

연도/에너지원	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
2005년	1,527	4,292	8,777	587	15,182
2013년	1,382	4,517	8,728	771	15,398
변화율	9.5% ↓	5.2% ↑	0.6% ↓	31.3% ↑	1.4% ↑

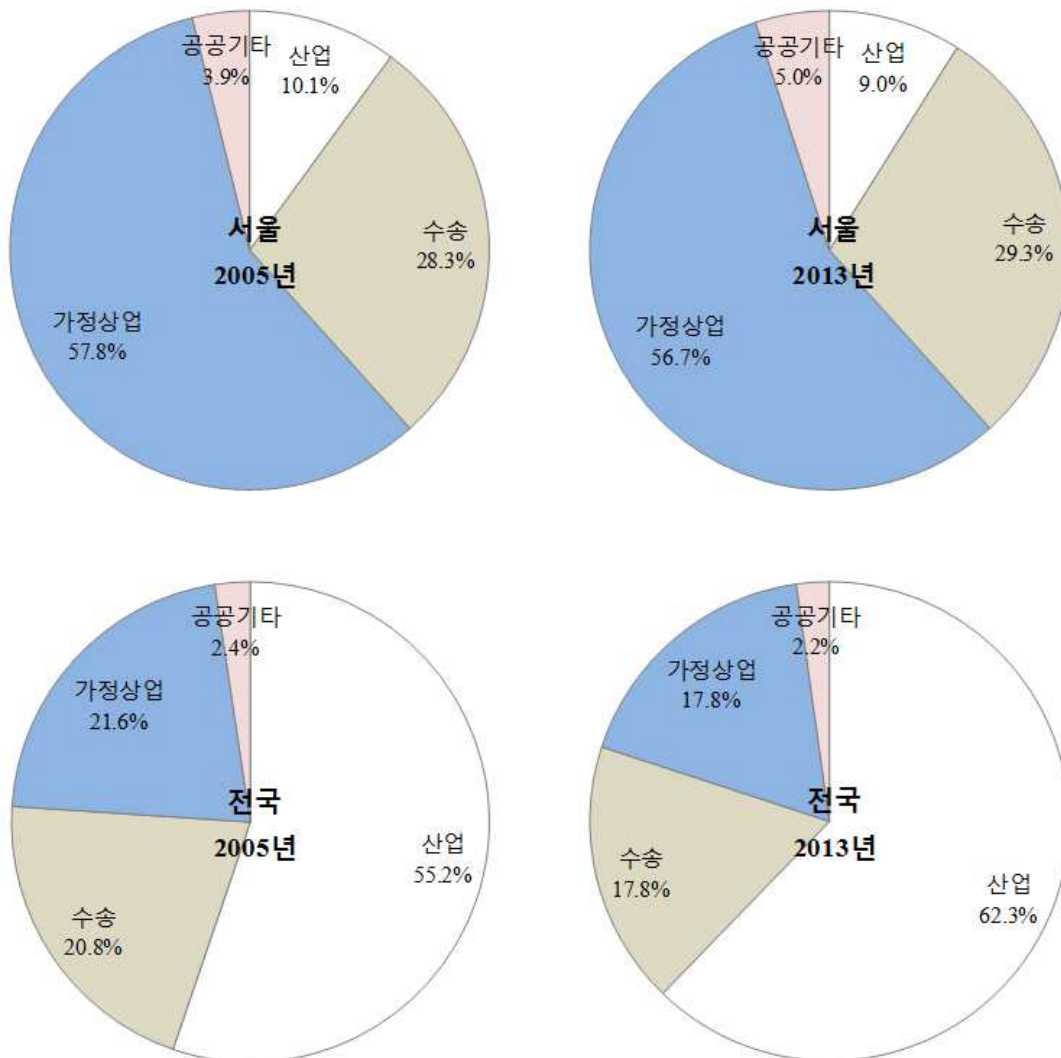
자료: 지역에너지통계연보

- 부문별 구성비에 있어서는 전국은 2013년 기준 산업(62.3%), 수송(17.8%), 가정·상업(17.8%), 공공·기타(2.%)의 순인데 반해, 서울시는 가정·상업(56.7%), 수송(29.3%), 산업(9.0%), 공공·기타(5.0%)의 순이었음



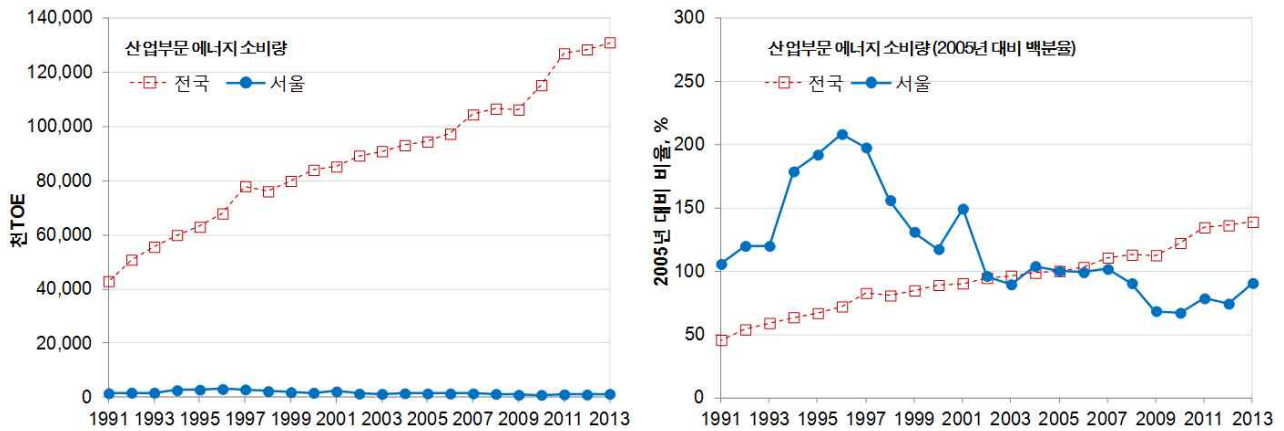
<그림 4-17> 부문별 최종에너지 소비량 구성비 변화 추이

- 부문별 구성비 변화에 있어서는 서울은 산업과 수송부문의 구성비는 감소하고 가정·상업과 공공·기타부문의 구성비는 증가해왔음
- 전국의 경우 산업과 공공·기타부문의 구성비가 지속적으로 증가해온 반면, 가정·상업과 수송의 구성비는 감소해왔음



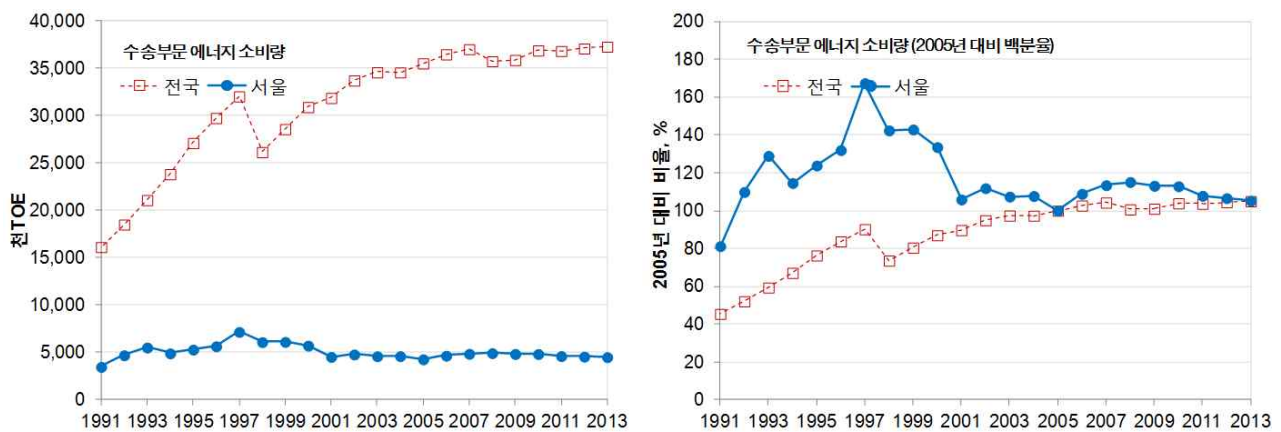
<그림 4-18> 2005년과 2013년의 최종에너지 소비량 부문별 구성비

- 부문별로 좀 더 자세히 살펴보면, 산업부문의 경우 전국은 에너지 소비가 지속적으로 증가해온 반면, 서울은 1990년대 중반 이후부터 산업부문 에너지 소비가 크게 감소해왔음
- 2005년에 비해 2013년의 산업부문 에너지 소비는 전국의 경우 38.7% 증가했으며, 서울은 9.5% 감소했음



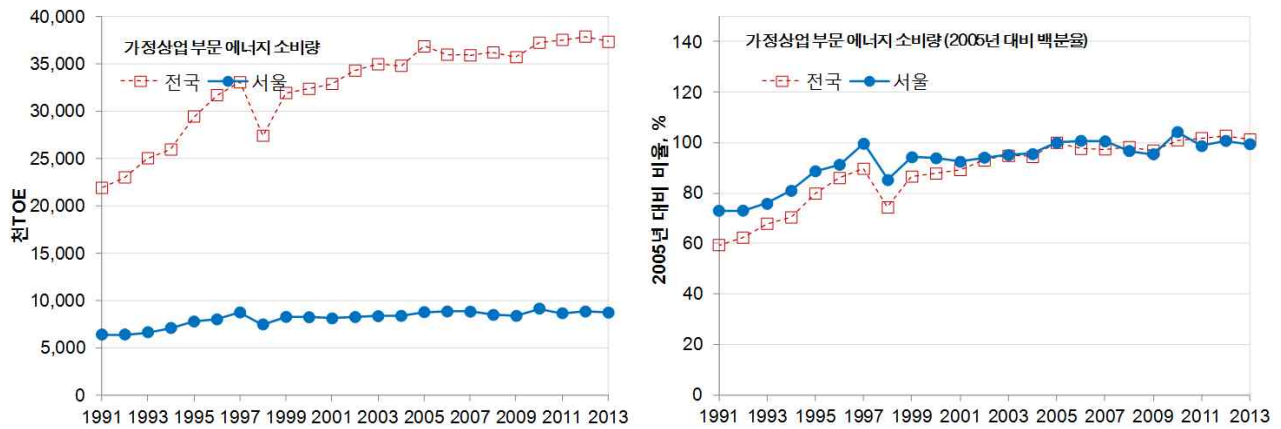
<그림 4-19> 산업부문 에너지 소비량

- 수송부문에 있어서는 전국은 외환위기 이후 증가율이 둔화되기는 했지만 에너지 소비가 지속적으로 증가해온 반면, 서울은 1990년대 중반 이후 2000년대 초반까지 급격히 감소하고 이후에는 안정화되는 추세를 보이고 있음
- 2005년에 비해 2013년의 수송부문 에너지 소비는 전국의 경우 5.0% 증가했으며, 서울은 5.2% 증가했음



<그림 4-20> 수송부문 에너지 소비량

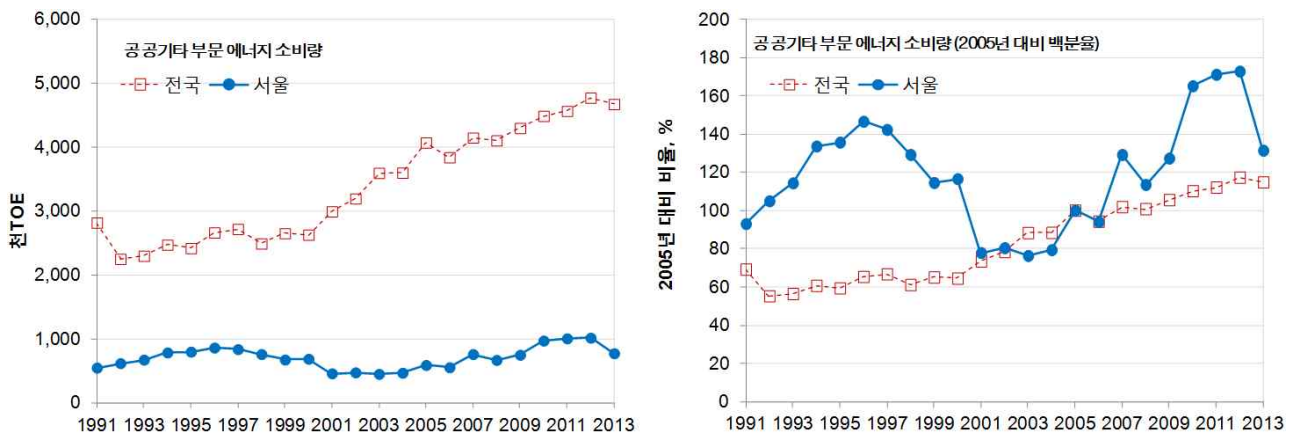
- 가정·상업부문 에너지 소비는 전국의 경우 수송부문과 유사한 경향을 보였으며 서울의 경우에는 증가율이 전국보다는 낮지만 그 경향은 유사했음
- 전국과 서울에서 모두 가정·상업부문 에너지 소비는 외환위기 이후 증가율이 둔화되기는 했지만 증가하고 있음
- 2005년에 비해 2013년의 가정·상업부문 에너지 소비는 전국은 1.3% 증가, 서울은 0.6% 감소했음



<그림 4-21> 가정상업 부문 에너지 소비량

□ 공공·기타부문 에너지 소비는 전국의 경우 외환위기 이후 오히려 증가율이 더 커졌으며, 서울은 1990년대 중반 이후 2000년대 초반까지는 에너지 소비가 감소했지만 이후 다시 큰 폭으로 증가하고 있음

○ 2005년에 비해 2013년의 공공·기타부문 에너지 소비는 전국과 서울에서 각각 14.8%와 31.3%씩 증가했음



<그림 4-22> 공공기타 부문 에너지 소비량

□ 지역별 부문별 최종에너지 소비량 세부내용은 다음 표와 같음

<표 4-11> 2005년 지역별 부문별 최종에너지 소비량

(단위: 천TOE)

구 분	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
전국	94,366	35,559	36,861	4,068	170,854
수도권	11,895	16,220	19,118	1,622	48,854
서울	1,527	4,292	8,777	587	15,182
인천	3,720	4,629	1,823	152	10,324
경기	6,648	7,299	8,518	883	23,348

자료: 지역에너지통계연보

&lt;표 4-12&gt; 2013년 지역별 부문별 최종에너지 소비량

(단위: 천TOE)

구 분	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
전국	130,906	37,330	37,341	4,670	210,247
수도권	13,104	17,135	19,724	1,982	51,945
서울	1,382	4,517	8,728	771	15,398
인천	3,579	4,588	1,876	208	10,251
경기	8,143	8,030	9,120	1,003	26,296

자료: 지역에너지통계연보

## 다. 에너지 가격 현황

### (1) 전력 가격변화

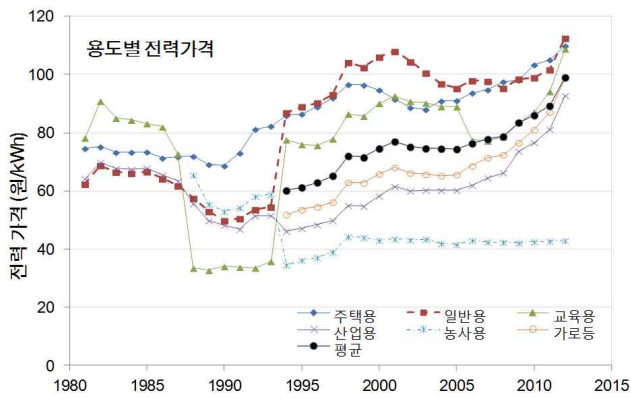
- 전력가격은 1990년대부터 점차적으로 증가하기 시작한 이후 2000년대 초중반에는 안정화를 보였으나 최근에는 농사용을 제외하고 모든 용도의 전력요금이 다시 큰 폭으로 증가하고 있음
- 용도별 가격은 산업용과 공공용(가로등) 전력가격이 가장 낮은 반면 주택용과 교육용이 가장 비쌌음
- 농사용을 제외하고 용도별 전력가격의 가격편차는 2000년대 중반까지는 최대 2배에 이를 정도로 컸지만 최근에는 용도별 전력가격 편차가 점차 줄어들고 있음

&lt;표 4-13&gt; 전력 가격변화

(단위: 원/kWh)

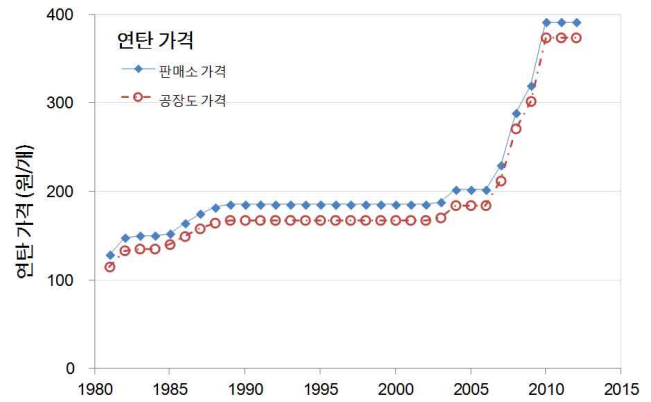
구 분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
평균	74.5	76.4	77.9	78.8	83.6	86.1	89.3	99.1	106.3
주택용	91.1	93.7	94.8	97.6	98.1	103.4	120.0	123.7	127.0
일반용	95.2	97.9	97.7	95.3	98.5	98.9	101.7	112.5	122.0
교육용	89.0	77.5	77.2	78.6	83.6	87.2	94.2	108.8	116.0
산업용	60.3	61.9	64.6	66.2	73.7	76.6	81.2	92.8	100.7
농사용	41.7	43.0	42.5	42.4	42.1	42.5	42.7	42.9	45.5
가로등	65.7	68.6	71.5	72.5	76.7	81.1	87.2	98.9	107.3

자료: 지역에너지통계연보



자료: 지역에너지통계연보

<그림 4-23> 용도별 전력가격



자료: 지역에너지통계연보

<그림 4-24> 연탄가격

## (2) 연탄 가격변화

- 1980년대 후반부터 2000년대 초반까지는 일정한 수준을 유지되어왔지만 2000년대 중반 이후 큰 폭으로 상승
- 2005년 201.8원이었던 연탄가격(판매소 가격)은 2013년 391.25원으로 약 94% 증가함

<표 4-14> 연탄 가격변화

(단위: 원/3.6kg)

구 분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
판매소 가격	201.8	201.8	238.8	305.0	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3
공장도 가격	184.0	184.0	221.0	287.3	373.5	373.5	373.5	373.5	373.5

자료: 지역에너지통계연보

## (3) 석유제품 가격변화

- 1990년대 이후에는 외환위기와 2000년대 후반 경기침체기를 제외하면 대체로 지속적으로 증가해왔음
- 2005년 대비 2013년의 휘발유 가격은 35.6%(1,432.3→1,942.5원), 실내등유 가격은 56.9%(871→1,366.7원), 자동차경유 가격은 60.2%(1,079.7→1,729.6원), 프로판 가격은 84.3%(1,131.5→2,085.3원) 증가함

<표 4-15> 석유제품 가격변화

구 분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
휘발유(원/L)	1,432.3	1,492.4	1,525.9	1,692.1	1,600.7	1,710.4	1,929.3	1,985.8	1,942.5
실내등유(원/L)	871	931.9	932.2	1,238.7	976.2	1,076.0	1,321.2	1,394.1	1,366.7
자동차경유(원/L)	1,079.7	1,228.2	1,272.7	1,614.4	1,397.5	1,502.8	1,745.7	1,806.3	1,729.6
프로판(원/kg)	1,131.5	1,242.7	1,330.6	1,789.9	1,577.2	1,812.7	2,034.0	2,105.9	2,085.3
부탄	가정·상업용(원/kg)	807.1	889.3	931.3	1,343.0	1,191.0	1,320.3	1,480.4	1,572.5
	자동차용(원/L)	723.4	747.9	773.8	1,009	828.7	952.2	1,101.9	1,070.8

자료: 에너지통계연보, 한국석유공사

#### (4) 도시가스 가격변화

□ 도시가스의 가격은 2002년부터는 지속적으로 증가하고 있음

○ 2000년에는 취사용 도시가스의 가격이 난방용에 비해 약 58원 정도 높았지만 2011년부터 난방용과 취사용 도시가스의 가격은 동일함

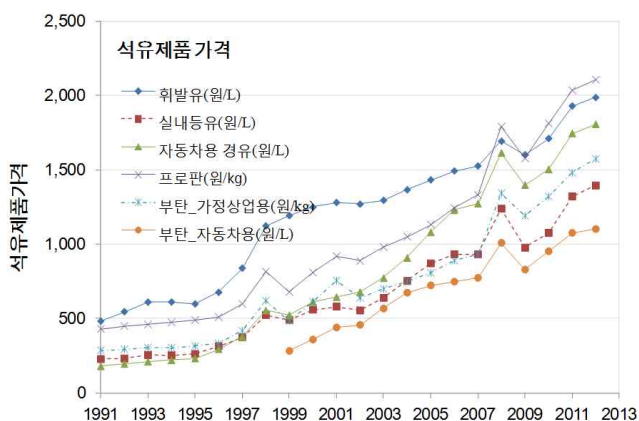
○ 2005년 대비 2013년 도시가스 가격은 취사용과 난방용 각각 88.3%, 86.2%씩 증가함

<표 4-16> 도시가스 가격변화

(단위: 원/kWh)

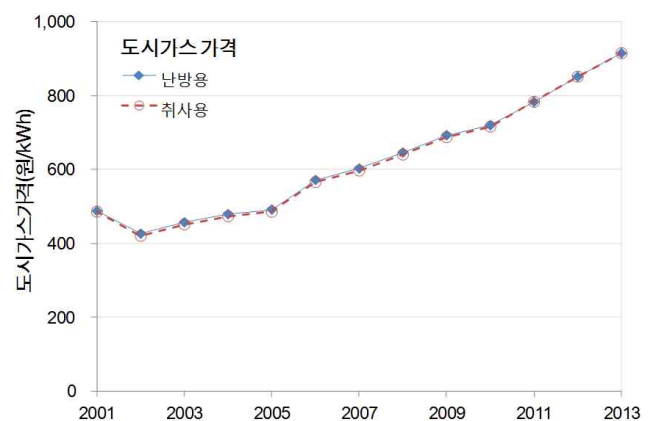
구 분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
취사용	486.2	566.5	597.6	641.0	687.8	716.5	783.7	851.9	915.4
난방용	491.7	572.0	603.1	646.4	693.3	720.2	783.7	851.9	915.4

자료: 지역에너지통계연보



자료: 한국석유공사

<그림 4-25> 석유제품가격



자료: 도시가스협회

<그림 4-26> 도시가스가격

## 라. 온실가스 배출 현황<sup>20)</sup>

### (1) 온실가스 배출 총량

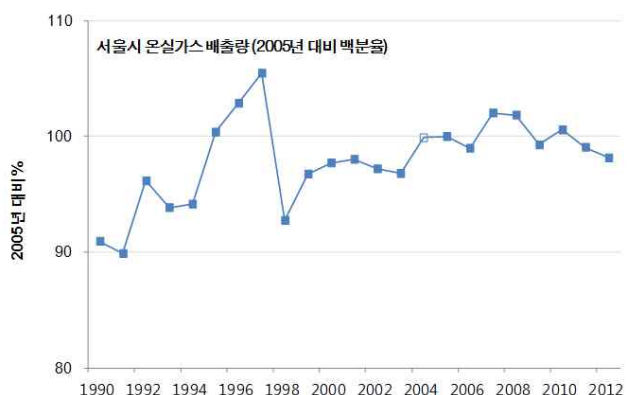
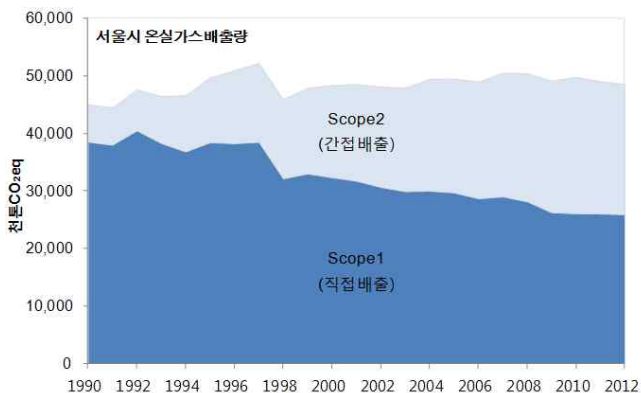
□ 서울시 온실가스 배출현황은 다음 그림과 같음

- 서울시의 온실가스 배출량은 외환위기 직후 급격히 감소한 뒤 증가 추세를 유지하다가 최근에는 다소 감소하고 있음
- 2012년 서울시의 온실가스 총 배출량은 48,551천톤CO<sub>2</sub>eq으로 2005년에 비해 2% 감소함

<표 4-17> 서울시 온실가스배출량

(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

구 분	1990년	1995년	2000년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년
총배출량	44,983	49,655	48,336	49,467	48,961	50,472	50,383	49,111	49,751	49,008	48,551
Scope1 (직접배출)	38,533	38,423	32,346	29,719	28,699	29,031	28,159	26,274	26,103	26,051	25,938
Scope2 (간접배출)	6,450	11,232	15,990	19,748	20,263	21,442	22,224	22,837	23,648	22,958	22,613



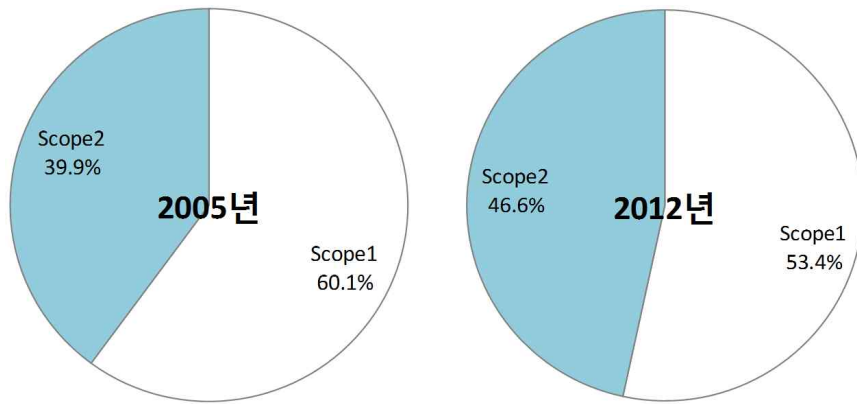
자료: 서울시 온실가스 인벤토리 보고서

<그림 4-27> 서울시 온실가스 배출량

### (2) 직접배출량과 간접배출량

- 서울시에서는 화석연료의 연소 등으로 인한 직접 배출량(Scope 1)은 꾸준히 감소해왔으나 전력·열·폐기물 등으로 인한 간접 배출량은 꾸준히 증가하고 있음
- 결과적으로 Scope 2(간접 배출량)의 비중은 2005년 39.9%에서 2012년에는 46.6%까지 증가함

20) 서울시 온실가스 배출현황은 서울시에서 2014년에 발표한 온실가스 인벤토리 보고서를 참고하였음. 한국환경공단(2012)의 지침을 따라 지자체의 온실가스 인벤토리 구축 과정에는 지역에너지통계연보 외에 부문별로 다양한 자료원이 사용됨. 따라서 서울시 온실가스 배출량 변화 경향은 앞에서 살펴본 서울시의 에너지 소비 변화 경향과는 다를 수 있음.



<그림 4-28> 서울시 온실가스 직접배출량과 간접배출량 구성비

<표 4-18> 배출원별 서울시 온실가스 배출량

(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

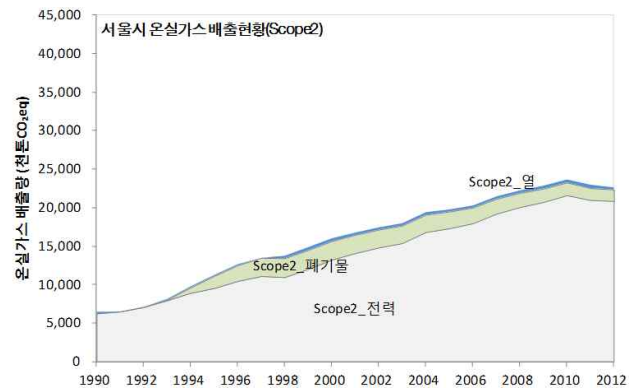
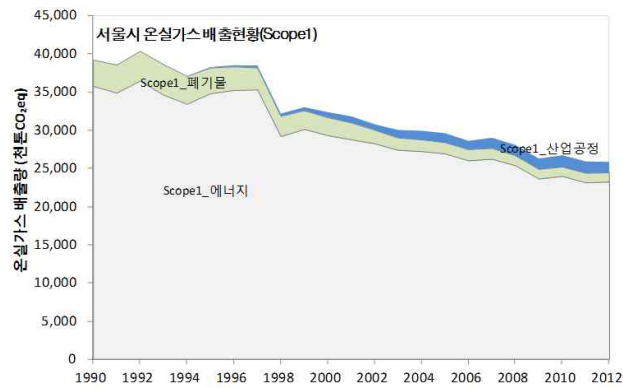
구 분		1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2012년
Scope 1 직접배출	에너지	35,796	34,839	29,339	26,936	23,985	23,243
	산업공정	0	85	714	1,229	1,541	1,428
	농림산림토지이용	-733	122	-61	73	-658	53
	폐기물	3,470	3,377	2,354	1,481	1,235	1,214
	Scope 1 합계	38,533	38,423	32,346	29,719	26,103	25,938
Scope 2 간접배출	전력	6,232	9,528	13,226	17,304	21,610	20,862
	열	218	125	348	263	377	257
	폐기물	0	1,578	2,416	2,180	1,661	1,495
	Scope 2 합계	6,450	11,232	15,990	19,748	23,648	22,613
종합	비에너지	2,737	5,162	5,423	4,963	3,779	4,189
	에너지	42,246	44,492	42,913	44,504	45,972	44,362
	전체	44,983	49,655	48,336	49,467	49,751	48,551

출처: 서울시 온실가스 인벤토리 보고서

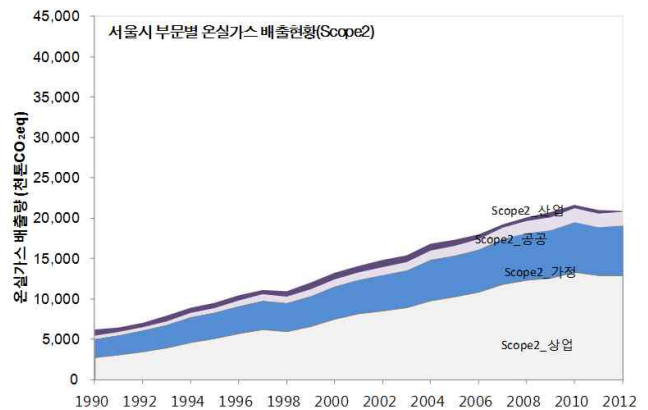
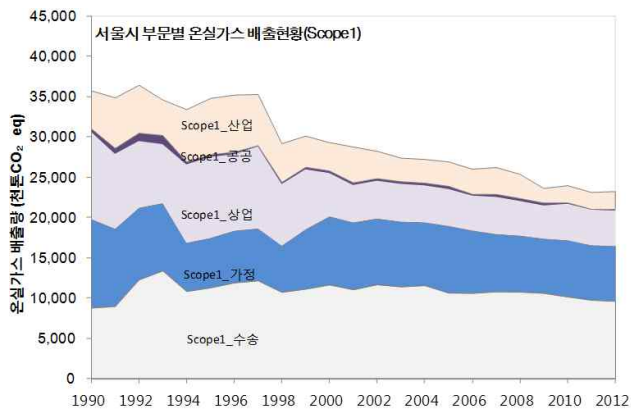
### (3) 부문별 배출량

□ 2012년 서울시 총 온실가스 배출량에서 에너지 분야의 배출량이 차지하는 비중은 91.5%임

- Scope 1 직접 배출량 중에서는 에너지 분야가 89.8%를 차지했으며, Scope 2 간접 배출량에서는 전력소비가 92.3%를 차지했음
- Scope 1 직접 배출량의 감소를 주도한 것은 산업과 상업부문이었으며, Scope 2 간접 배출량의 증가를 주도한 것은 가정과 상업부문에서의 전력소비 증가였음
- Scope 1 직접 배출량에서는 2012년 기준으로 건물부문이 48.9%를 차지했으며, 수송부문과 산업부문은 각각 41.5%와 9.6%를 차지하였음
  - 건물부문 중에서는 가정과 상업부문이 각각 29.4%와 18.6%를 차지하였음
- Scope 2 간접 배출량에서는 산업부문은 0.5%만을 차지했으며 상업, 가정, 공공 부문이 각각 62.0%, 29.5%, 8.0%를 차지하였음



<그림 4-29> 배출원별 온실가스 직접배출량(좌)와 간접배출량(우) 변화추이



<그림 4-30> 부문별 온실가스 직접배출량(좌)와 간접배출량(우) 변화추이

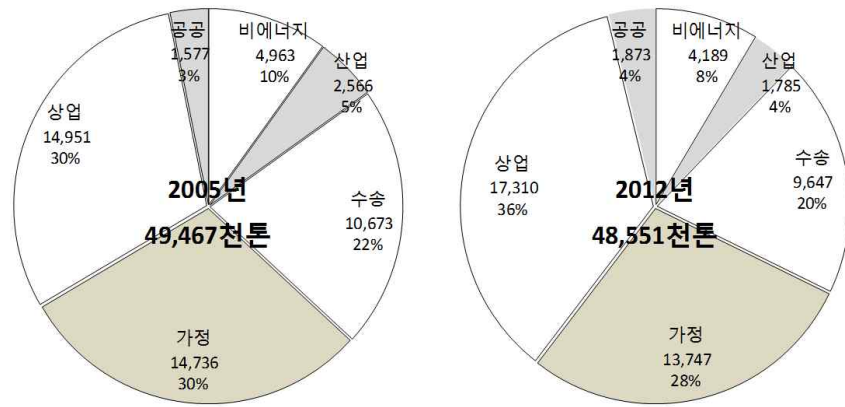
<표 4-19> 서울시 온실가스 직접 배출량(Scope 1)

(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

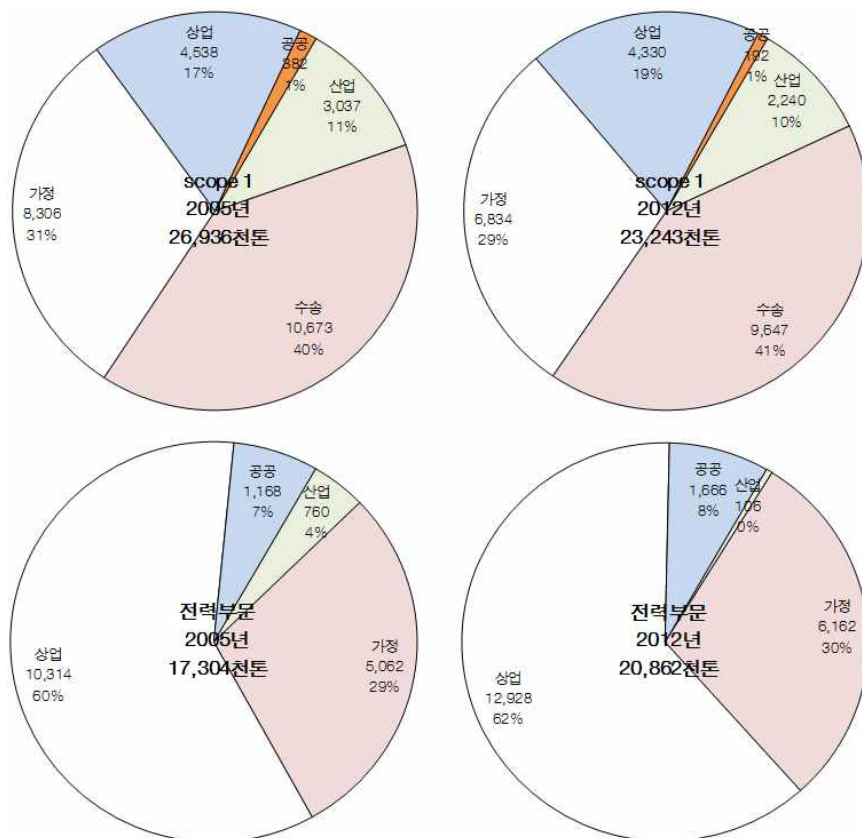
구 분	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2012년
산업	4,735	7,013	3,527	3,037	2,150	2,240
수송	8,814	11,316	11,679	10,673	10,185	9,647
가정	11,022	6,165	8,493	8,306	7,016	6,834
상업	10,819	10,062	5,332	4,538	4,464	4,330
공공	405	284	309	382	169	192
총합	35,796	34,839	29,339	26,936	23,985	23,243

출처: 서울시 온실가스 인벤토리 보고서

- 배출비중 변화에 있어서는 Scope 1 직접 배출량의 경우 2005년에 대비하여 산업, 수송, 가정, 공공 부문의 비중은 감소한 반면 상업 부문의 비중은 증가하였음
- Scope 2 간접 배출량은 2005년에 대비하여 산업(1, 2차 산업)의 비중이 큰 폭으로 줄고 가정, 상업, 공공 부문의 비중이 소폭 증가하였음



<그림 4-31> 온실가스 배출량 부문별 구성비



<그림 4-32> 온실가스 직접배출량 및 간접배출량(전력) 부문별 구성비

#### □ 산업부문 온실가스 배출량

- 농림어업, 에너지산업부문의 온실가스 배출량은 2005년에 비해 증가하였고 제조업, 건설업 부문의 온실가스 배출량은 큰 폭으로 감소하였음
- 산업부문의 온실가스 배출량은 경기변동과 큰 상관성을 갖는데, 대부분의 부문에서 외환위기 이후 2000년대 초반까지 온실가스 배출량이 큰 폭으로 감소한 후 2000년대 중반까지는 소폭 상승하다가 최근 다시 온실가스 배출량이 감소하고 있음

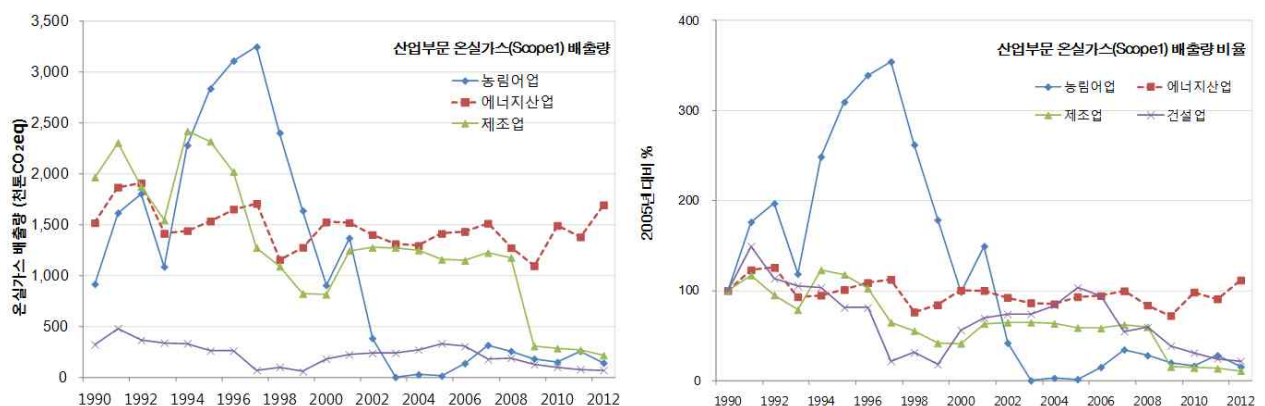
- 에너지산업 부문의 경우 서울에서는 대부분 열병합발전과 열 공장(heat plants) 등 집단에너지 공급 과정에서 발생하는 것으로(2012년 기준, 99.2%), 국가와 서울시의 정책에 따라 집단에너지는 확대 되고 있는 추세이기 때문에 온실가스 배출량은 2005년에 비해 2012년의 경우 19.9% 증가하였음

<표 4-20> 서울시 온실가스 간접배출량(Scope2)

(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

구분		1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2012년
전력부문	산업	760	656	818	760	417	106
	가정	2,256	3,177	4,001	5,062	6,167	6,162
	상업	2,806	5,152	7,552	10,314	13,346	12,928
	공공	410	543	855	1,168	1,674	1,666
	총합	6,232	9,528	13,226	17,304	21,610	20,862
열부문	산업	283	742	1,261	1,369	1,445	751
	가정	20	33	59	99	98	52
	상업	5	15	21	27	20	14
	공공	89	665	993	1,231	1,186	560
	총합	218	125	348	263	377	257
합계	산업	1,043	1,398	2,079	2,129	1,862	857
	가정	2,276	3,210	4,060	5,161	6,265	6,214
	상업	2,811	5,167	7,573	10,341	13,366	12,942
	공공	499	1,208	1,848	2,399	2,860	2,226
	총합	6,450	9,653	13,574	17,567	21,987	21,119

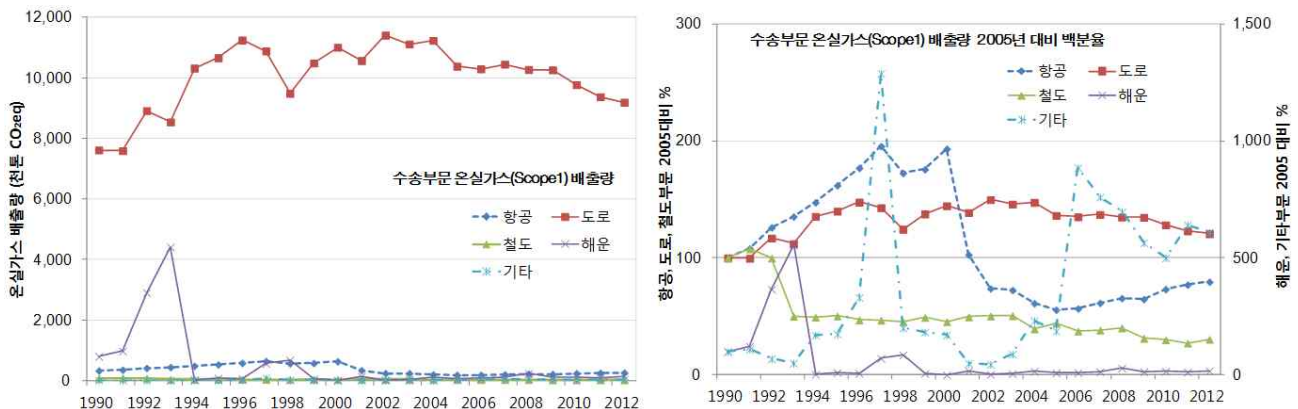
출처: 서울시 온실가스 인벤토리 보고서



<그림 4-33> 산업부문 간접배출량 변화추이

## □ 수송부문 온실가스 배출량

- 수송부문의 경우 온실가스 배출량의 대부분(2012년의 경우, 95.2%)은 도로 수송부문에서 배출되고 있음<sup>21)</sup>
  - 수송부문 온실가스 배출량은 2000년대 중반이후 감소하기 시작했으나 2000년대 초반까지의 증가량이 컸기 때문에 2012년에도 온실가스 배출량은 1990년에 비해 9.5% 증가함
  - 세부부문별로 보면 도로 수송부문의 온실가스 배출량은 2000년대 중반 이후 감소해오고 있으나 1990년에 비해서는 2012년 온실가스 배출량이 20.7% 증가함
  - 항공 수송부문은 2000년대 초반 큰 폭의 수요 감소가 있었으며 이는 대부분 인천공항 개항에 따른 것이었음<sup>22)</sup>
  - 해운수송과 기타수송의 경우 절대량이 작기 때문에 변동 폭이 상대적으로 큰 것으로 나타남



<그림 4-34> 수송부문 직접배출량

## □ 서울시 에너지 관련 부문별 온실가스 배출량 현황은 다음 표와 같음

- 현황을 종합해볼 때 서울시의 온실가스 배출에 있어서는 도로 수송부문에서의 직접 배출과 건물(가정 및 상업)부문에서의 냉난방에너지 소비로 인한 직접배출 및 전력소비로 인한 간접 배출이 가장 중요한 요소임을 확인할 수 있음

21) 에너지소비의 관점에서 서울시 항공부문 석유소비량은 서울시의 총 수송부문 석유소비량의 22.1%를 차지함(에너지경제연구원, 지역에너지통계연보). 그러함에도 항공부문의 온실가스 배출량 비중은 총 수송부문 배출량의 2.7%밖에 차지하지 않는데(서울시, 2014, 서울시 온실가스 인벤토리 보고서), 이는 항공수송부문의 경우 온실가스 배출량 산정 시 에너지 판매량이 아닌 다른 요소들로 산출하기 때문임. 즉, 항공부문 온실가스 배출량은 한국환경공단의 지자체 온실가스 배출량 산정지침(ver. 3.0)을 따라 Tier 2 방식을 사용해 산출함

22) 서울연구원(2008), 서울시 수송부문 CO<sub>2</sub> 배출 변화요인 및 감축잠재량 분석

<표 4-21> 서울시 에너지 분야 연소활동 부문 Scope 1 온실가스 배출량

(단위: 톤CO<sub>2</sub>eq)

분 류	세부 분류		1990년	2000년	2012년
1A1-에너지 산업	1A1a-주요활동 전력 및 열 생산	1A1ai 전력생산	0	0	0
		1A1aii 열병합발전	1,508,015	1,149,125	1,354,822
		1A1aiii 열공장(heat plants)	0	376,615	325,557
	1A1b-석유정제		7,056	0	128
	1A1c-고체연료 전환 및 기타 에너지 산업	1A1ci 고체연료전환	0	0	0
		1A1cii 기타 에너지 산업	2,956	73	13,837
	계		1,518,027	1,525,813	1,694,344
1A2-제조업 및 건설업	1A2a-철강산업		116,831	7,726	61
	1A2b-비철금속		20,021	453	5,272
	1A2c-화학		291,983	110,938	1,654
	1A2d-펄프, 제지, 인쇄		54,116	32,038	1,006
	1A2e-식품, 음료, 담배		483,718	56,511	23,946
	1A2f-비철 광물(요업)		91,608	8,797	50,973
	1A2g-수송장비		0	2,713	3,830
	1A2h-기계		65,882	13,757	4,302
	1A2i-채광 및 채굴		37,156	2,315	552
	1A2j-목재 및 목제품		2,597	384	439
	1A2k-건설업		322,054	180,643	70,290
	1A2l-직물 및 피혁		230,110	51,888	5,040
	1A2m-미분류 산업	1A2mi-미분류 산업	274,022	227,446	32,872
		1A2mii-도시가스 소비	46,716	299,883	87,010
		1A2miii-석탄 소비	252,399	0	0
	계		2,289,214	995,491	287,248
1A3-수송	1A3a-민간항공	1A3ai-국제선	138,118	368,011	67,041
		1A3aii-국내선	188,681	263,718	193,201
	1A3b-도로수송		7,609,301	11,001,458	9,186,705
	1A3c-철도		78,427	35,694	23,906
	1A3d-수상운송	1A3di-국제선	793,287	54	86,152
		1A3dii-국내선		18	53,419
	1A3e-기타수송	1A3ei-파이프라인 수송	0	0	14
		1A3eii-비포장도로용(공항, 항만 외)	0	0	0
		1A3eiii-비포장도로(공항, 항만)	5,967	10,223	36,388
계		8,813,781	11,679,176	9,646,827	
1A4-기타부문	1A4a-상업/공공	1A4ai-상업(공항, 항만, 철도운영 관련 외)	10,819,156	5,310,211	4,309,232
		1A4aii-상업(공항, 항만, 철도운영 관련)		21,667	21,093
	1A4b-가정		11,022,475	8,492,568	6,834,342
	1A4Aaiii-공공		404,725	308,824	192,000
	1A4c-농림어업	1A4ci-고정	452,576	171,358	544
		1A4cii-비포장도로용 차량 및 기타 기계류	463,966	733,890	9,476
		1A4ciii-어업(이동형 연소)	0	48	131,227
	계		23,162,898	15,038,567	11,497,914
계		35,783,920	29,239,046	23,126,333	

주: 부문별 배출량의 경우 일부 미산출된 부문이 있음.

출처: 서울시 온실가스 인벤토리 보고서

<표 4-22> 서울시 에너지 분야 Scope 2 온실가스 배출량

(단위: 톤CO<sub>2</sub>eq)

구 분			1990년	2000년	2012년	
S2A-전력	S2A1-가정용		2,255,992	4,001,276	6,161,983	
	공공 서비스 부문	S2A2-공공용(합계)	409,999	854,859	1,666,436	
		국군용	0	24,159	0	
		유엔군용	0	50,978	0	
		기타 공공용	0	346,017	0	
		관공용	0	433,705	0	
		S2A3-서비스업(합계)	2,805,565	7,551,741	12,927,842	
		전철	0	578,115	0	
		수도	0	371,983	0	
		사업자용	0	35,905	0	
		순수서비스	0	6,565,738	0	
		소계	3,215,565	8,406,600	14,594,278	
		생산 부문	S2A4-농림어업		9,592	8,905
	S2A5-광업		225	4,200	5,188	
	S2A6-제조업		식료품(합계)	220,796	191,339	111,643
			식료품 제조	0	0	0
			음료품 제조	0	8,799	0
			담배 제조업	0	0	0
			섬유, 의복(합계)	326,487	273,551	237,335
			섬유	0	105,220	0
			의복, 모피	0	153,264	0
			가죽, 신발	0	15,068	0
			목재, 나무	9,271	2,907	2,497
			펄프, 종이	123,374	22,684	17,067
			출판, 인쇄	0	171,027	172,500
			석유화학(합계)	287,043	154,608	61,973
			석유정제	0	42	0
			화학제품	0	104,905	0
			고무, 플라스틱	0	49,661	0
			요업(합계)	35,261	19,241	16,539
			유리	0	4,170	0
			시멘트	0	15,071	0
			1차 금속	123,456	36,807	16,505
			조립 금속	318,516	47,727	31,614
			기타 기계장비	50,998	81,653	92,502
			사무기기		8,378	2,646
			전기기기 제조		34,230	7,512
			영상, 음향, 통신		109,264	67,383
			의료, 광학기기		8,544	18,114
			자동차 제조		9,819	9,956
			기타 수송장비		4,317	7,000
			가구 및 기타		61,836	75,654
			재생재료 처리		7,332	1,487
			소계	1,495,202	1,245,265	949,927
	계		1,505,019	1,258,370	961,979	
	합계		6,976,576	13,666,246	21,718,240	
	생산배출량		744,764	440,716	856,296	
	순배출(사용-생산)		6,231,812	13,225,529	20,861,944	
S2B-열	사용		S2B1-주택용	282,601	1,261,027	751,111
			S2B2-업무용	19,787	59,499	51,666
			S2B3-공공용	4,830	20,899	14,292
			소계	307,218	1,341,425	817,069
	생산		88,789	992,945	560,437	
	순배출(사용-생산)		218,430	348,480	256,632	

주: 부문별 배출량의 경우 일부 미산출된 부문이 있음.

출처: 서울시 온실가스 인벤토리 보고서



---

# 제5장 에너지 및 온실가스 전망

가. 에너지 수요 전망 방법

나. 서울시 에너지 수요 전망 방법

다. BAU 에너지 수요 전망

라. 에너지부문 BAU 온실가스 배출량 전망

---



## 5. 에너지 및 온실가스 전망

### 가. 에너지 수요 전망 방법

#### (1) 에너지수요 전망 기법 개요

□ 에너지 수요를 전망하는 방법은 크게 하향식(top-down)과 상향식(bottom-up)으로 구분할 수 있음<sup>23)24)</sup>

- 하향식 방법은 주로 시뮬레이션을 이용한 기법으로 전 세계나 국가단위의 에너지수요를 전망하는 데 적합함
  - 연산일반균형모형(CGE)을 이용해 주요경제지표의 변화와 함께 에너지수요의 변화를 예측하는 방식 역시 하향식 기법임
  - 하향식 기법을 적용하는 모형의 예로는 일본 국립환경연구원(NIES)의 AIM(Asian-Pacific Integrated Model) 모형<sup>25)</sup>, 미국 에너지부(DOE) 산하 국립 북서대서양 연구소(PNNL)와 메릴랜드 대학이 공동 개발한 Phoenix 모형<sup>26)</sup> 등이 있음
- 상향식 방법은 주로 회계기법(accounting)을 이용하여 부문별로 에너지수요를 예측한 후 이를 합산하여 최종 에너지수요를 전망하는 기법임
  - 상향식 기법은 지역수준이나 국가수준에서의 에너지수요를 전망하는데 적합함
  - 상향식 기법을 적용한 모형의 예로는 스톡홀름 환경연구소(SEI)에서 개발한 LEAP(Long range Energy Alternatives Planning System) 모형<sup>27)</sup>, 국제에너지기구(IEA)의 MARKAL 모형<sup>28)</sup>, 국제원자력기구(IAEA)의 MAED(Model for Analysis of Energy Demand) 모형<sup>29)</sup> 등이 있음

23) Pandey, R., 2002. Energy policy modeling: Agenda for developing countries. Energy Policy 30: 97-106.

24) 이 밖에도 상향식과 하향식을 조합한 하이브리드 방식, 국가 에너지수요 전망 값을 지역별로 할당하는 지역할당 방식 등이 있을 수 있음. 진상현·황인창(2012)은 지역할당 방식을 적용해 국내 지자체의 에너지 수요와 온실가스 배출량을 전망한 바 있음. 진상현·황인창, 2012. “지역할당 방식을 이용한 지자체의 온실가스 배출량 전망: 에너지부문을 중심으로”, 서울도시연구 13(3): 47-63

25) <http://www-iam.nies.go.jp/aim/index.htm>

26) <http://www.globalchange.umd.edu/models/phoenix/>

27) <http://www.energycommunity.org/default.asp?action=47>

28) <http://www.iea-etsap.org/web/Markal.asp>

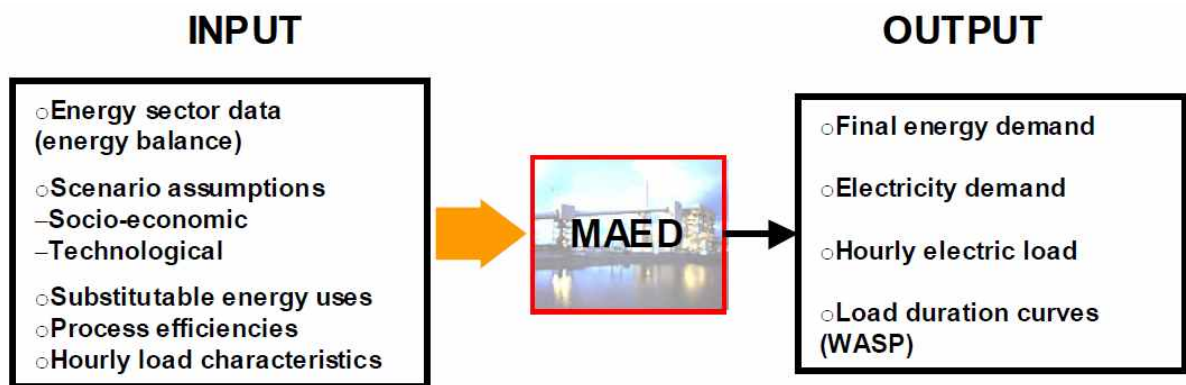
29) IAEA, 2006. Model for analysis of energy demand (MAED-2). Vienna: International Atomic Energy Agency

## □ 에너지 수요 전망 기법 장단점

- 하향식 기법은 경제이론에 기초한 모형을 적용하기 때문에 가격의 변화에 따른 에너지 수요의 변화를 전망하는 데 유용하지만, 다음과 같은 점에서 지자체의 에너지수요를 전망하는데 적합하지 않음<sup>30)</sup>
  - 에너지 가격이 외부에서 주어지는 경우가 대부분인 지역 수준에서는 적용이 제한적임
  - 에너지 관련 기술변화를 상세히 적용하기 어려움
  - 고도의 수리경제학 이론을 숙지하고 있어야 함
- 반면 상향식 기법은 세부 부문별로 에너지관련 기술의 변화를 적용하기 쉽고, 에너지수요 전망을 위한 계산 과정이 명료하며 상대적으로 이해하기 쉽다는 점 등에서 지역 수준의 에너지 수요를 전망하는 데 적합함
- 따라서 이번 보고서에서는 상향식 기법을 적용하여 서울시의 에너지 수요를 전망하였음
  - 구체적으로 상향식 기법을 이용한 여러 모형 중에서 국제적으로 널리 이용되고 있으며 적용이 용이하고 계산 소프트웨어를 구하기 쉬운 MAED 모형을 사용하였음<sup>31)</sup>

## (2) MAED 모형 개요

- MAED 모형은 다음 그림에서 나타난 바와 같이 세부 부문별로 에너지 소비와 관련된 지표 뿐 아니라 사회·경제 지표, 기술 결정요소 등을 입력 자료로 사용하며 이를 통해 산출된 부문별 에너지 수요를 모두 합산하여 최종에너지 수요를 전망함



자료: IAEA (2006), Model for analysis of energy demand (MAED-2). Vienna: International Atomic Energy Agency

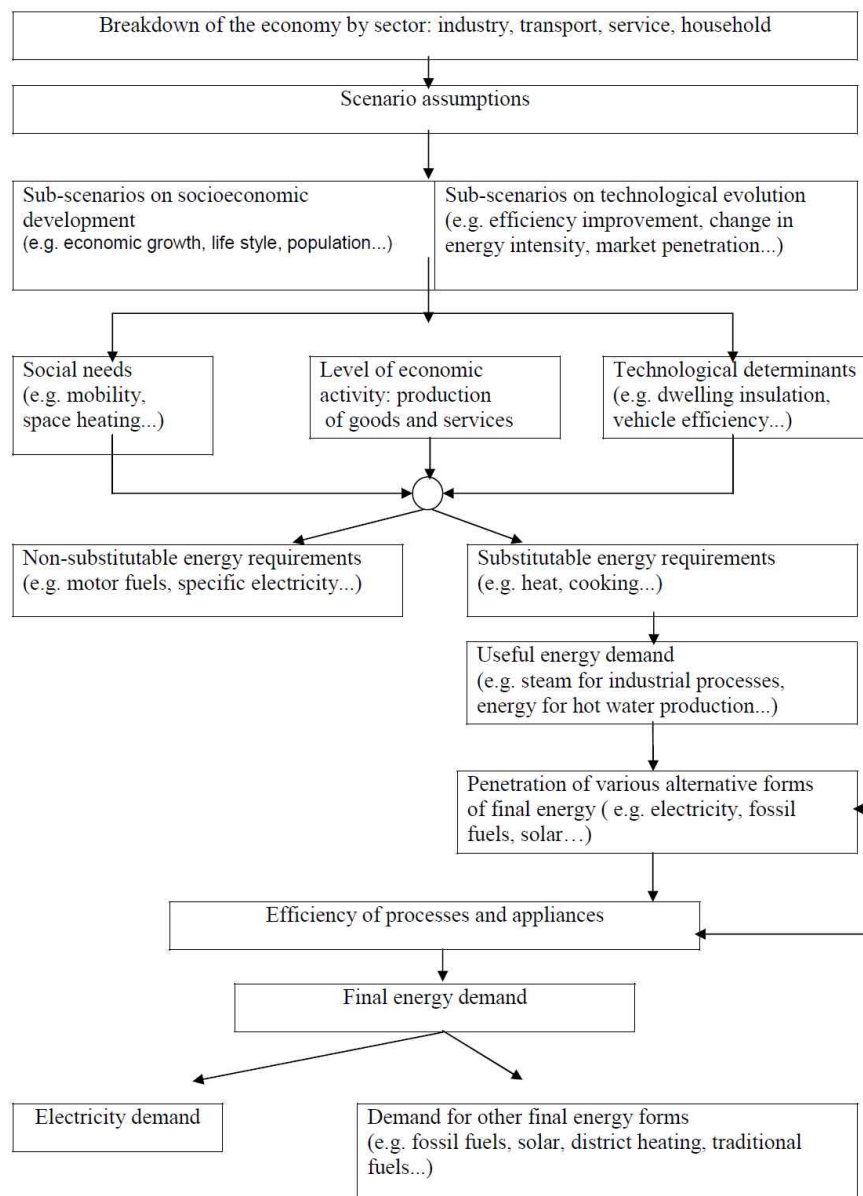
<그림 5-1> MAED 모형 입력 및 출력 자료

30) World Bank, 2009. Energy demand models for policy formulation: A comparative study of energy demand models. The World Bank Policy Research Working Paper 4866

31) IAEA는 회원국의 연구기관과 학생들에게 MAED 모형 소프트웨어를 무료로 제공하고 있음

□ 구체적으로 MAED 모형의 구조는 다음과 같음

- MAED에서는 에너지 소비 부문을 크게 산업, 수송, 상업(공공 포함), 가정으로 구분함. 이때 부문별 세부 구분은 연구자가 원하는 바에 따라 조정할 수 있음
  - 산업부문은 크게 농림수산업, 광업, 제조업으로 구분되며 제조업은 다시 철강, 화학 등 하위 부문들로 구분됨
  - 수송부문은 시내수송과 시외수송으로 구분되며 각각은 다시 여객수송과 화물수송으로 구분됨
  - 가정부문은 도시가구와 시골가구로 구분되며, 상업부문은 도소매업, 운송서비스업 등 하위 부문들로 구분됨



자료: IAEA (2006), Model for analysis of energy demand (MAED-2). Vienna: International Atomic Energy Agency

<그림 5-2> MAED-2 모형의 구조

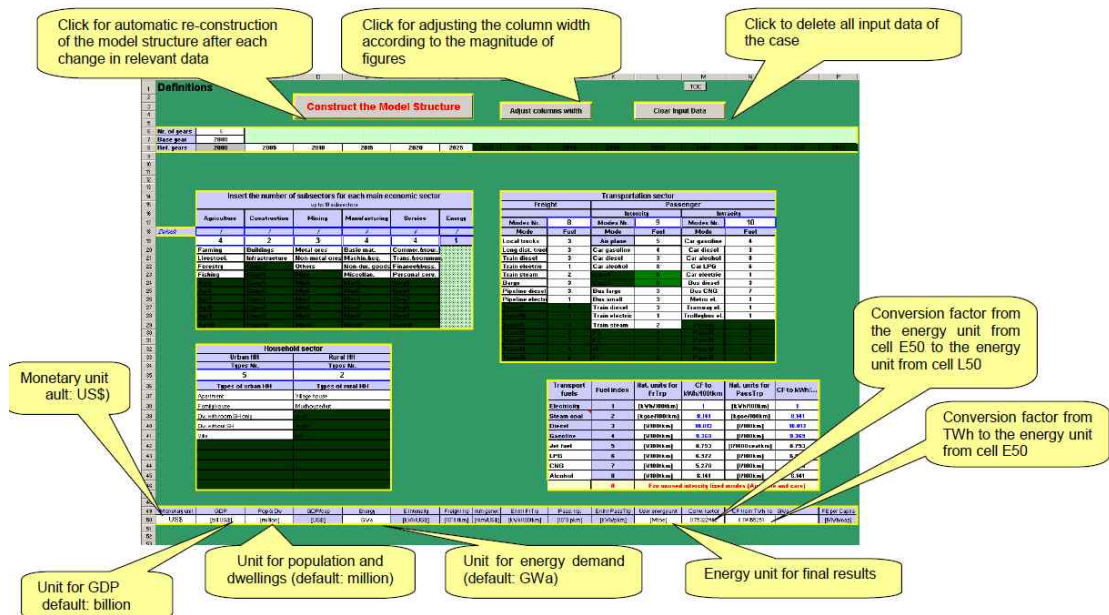
□ MAED 모형을 이용해 향후 에너지 수요를 전망하기 위해서는 전망기간 동안 적용될 시나리오를 작성해야 함

○ 시나리오는 크게 사회경제 발전에 관한 시나리오(경제성장, 인구, 가구 수, 통행량 등)와 에너지 관련 기술 발전 및 보급에 관한 시나리오(효율개선, 신·재생에너지 보급 등) 등으로 구성됨

□ MAED 모형의 장점 중에 하나는 에너지수요 전망을 위해 상용 소프트웨어를 사용한다는 점임

○ MAED 모형을 구현하기 위한 기본 소프트웨어는 마이크로소프트사의 엑셀(Excel)이며 사용자가 입력 자료를 입력하면 내부적으로는 비주얼베이직(Visual Basic)에 의해 자동연산 과정을 따라 세부 부문별 에너지 수요와 최종에너지 수요 합계가 자동적으로 산출됨

- MAED 모형 소프트웨어의 입력화면의 예는 다음 그림과 같음



자료: IAEA (2006), Model for analysis of energy demand (MAED-2). Vienna: International Atomic Energy Agency

<그림 5-3> MAED-2 모델 소프트웨어 프로그램

### (3) 주요 가정 및 통계자료

□ 서울의 에너지 수요를 전망하기 위해 다음 표와 같이 세부 목록을 구분하였음

○ 제조업과 상업의 세부 부문의 경우 통계청 표준산업분류와 지역에너지통계연보의 산업분류를 기초로 하되 자료의 이용가능성을 고려하여 재분류하였음

- 또한 수송의 경우 자료의 한계로 시내수송과 시외수송으로 구분하지 않았으며, 항공수송부문의 에너지 소비는 별도로 전망하였음
- 가정부문의 경우에는 서울은 도시이기 때문에 시골 가구를 별도로 구분하여 산정하지 않았음

<표 5-1> MAED 모형 적용을 위한 목록 구분

대분류	중분류	소분류
산업	농업	
	건설업	
	광업	
	제조업	음식료, 담배 제조업
		섬유, 가죽제품 제조업
		목재, 종이, 인쇄업
		석탄, 석유화학제품 제조업
		비금속, 금속제품 제조업
		전기, 전자제품 제조업
		기계, 운송장비 제조업
	에너지산업	
수송	화물수송	
	여객수송	
가정	도시가구	
	시골가구	서울은 0%라고 가정
상업		도소매업
		운수서비스업
		숙박, 음식점업
		출판, 영상서비스업
		금융, 보험업
		부동산업
		사업서비스
		공공행정
		교육보건
		문화 및 기타서비스업

□ 에너지 수요 전망을 위해 사용한 통계자료는 다음과 같음

- 좀 더 자세한 세부목록별 자료원은 부록을 참고할 수 있음

<표 5-2> 통계 자료원

목 록	통계자료	자료원
경제사회	인구지표	통계청, 국가통계포털
	경제지표	통계청, 국가통계포털
	기후지표	기상청, 국가기후자료센터
	교통지표	한국교통연구원, 교통DB센터 국토교통부, 국토교통통계연보 (국토해양통계연보) 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태분석 연구 서울특별시, 서울통계 수도권교통본부, 여객기종점통행량(O/D) 조사 보고서 한국항공공사, 항공통계 코레일, 철도통계연보
	산업지표	통계청, 국가통계포털 한국철강협회, 조사통계보고서
	가구지표	통계청, 인구주택총조사 전력거래소, 가전기기 보급률 및 가정용전력 소비행태 조사 이병호 외(2010) 국토교통부(2014)
에너지	에너지지표	에너지경제연구원, 지역에너지통계연보 에너지경제연구원, 에너지총조사 한국전력공사, 한국전력통계
에너지효율	효율지표	에너지관리공단, 자동차 에너지 소비 효율 분석집 에너지관리공단(2014) 열병합발전협회 환경부(2012) 에너지경제연구소(2007) 서울시(2011) 한국생산연구원(2007) 강병하(2013)

## 나. 서울시 에너지 수요 전망 방법<sup>32)</sup>

### (1) 2035년 서울의 모습 요약

- 이 보고서에서는 주요 사회·경제지표 및 에너지 효율의 전망 값으로 부록에서 제시한 바와 같은 방식으로 산정한 값을 사용하였음
- 2035년의 서울은 인구정체와 고령화, 지식서비스 중심 경제성장, 에너지 효율개선, 지구온난화로 인한 기온 상승 등의 특징을 가짐
- 구체적으로 2035년의 서울은 인구수는 현재와 큰 차이가 없지만, 고령화율이 26.5%에 달하면서 노동가능 인구수가 현재보다 약 1백만 명 감소할 것으로 전망됨
  - 노동가능 인구가 감소함에도 서울은 지식서비스 산업 중심으로 경제성장을 지속하여 일인당 총생산량이 현재 30백만 원에서 2035년 55백만 원으로 큰 폭으로 증가할 것으로 전망됨
  - 소득의 증가에 따라 승용차 및 가전기기의 보급이 큰 폭으로 증가할 것으로 전망됨. 특히 에어컨 보급률의 증가는 지구온난화로 인한 평균기온 상승과도 관련이 있음
  - 1인 가구의 증가로 인해 가구수가 2035년까지 약 60만 가구 증가할 것으로 전망되기 때문에 가구당 전력소비의 증가는 에너지소비의 증가로 이어질 수 있음
  - 다만 기술발전에 따라 에너지 효율이 증가하면서 가구수 증가에 따른 에너지소비 증가 부담을 일정부분 상쇄할 수 있을 것으로 전망됨
  - 평균기온 상승은 난방도일의 감소와 냉방도일의 증가를 동반하는데 이에 따라 기후변화는 대체로 난방수요는 감소시키는 방향으로 냉방수요는 증가시키는 방향으로 작용할 것으로 전망됨
  - 다만 기후변화로 인해 평균기온의 변화와는 별개로 기후 변동성(극최대기온, 극최저기온 등)은 더욱 심해질 수 있기 때문에 순간적인 전력부하는 더욱 커질 가능성이 있음

지표	2012	2036
인구	10.0백만명	10.1백만명
고령화율(65+)	10.3%	26.5%
노동가능인구*	6.8백만명	5.8백만명
GRDP	30.5백만원/인	55.2백만원/인
승용차수	2.4백만대	3.3백만대
가구수	3.5백만가구	4.1백만가구
평균 기온	12.9℃**	13.6℃
에어컨 보급률	0.74대/가구	0.99대/가구
가구당 전력수요	3.4MWh/연	4.0MWh/연
전력소비 원단위	155kWh/백만원	133kWh/백만원

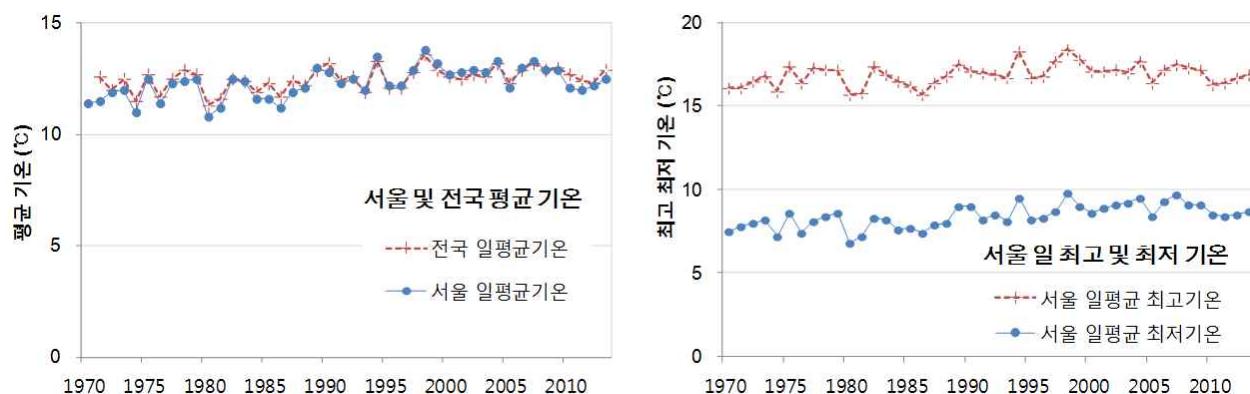
<그림 5-4> 주요 사회·경제 및 에너지 효율 지표 전망 요약

32) 자세한 통계분석 결과는 부록을 참고할 수 있음

## (2) 기온전망

### □ 현황분석

- 1970년대 이후 서울의 평균기온은 연평균 0.029℃씩 증가하였는데, 이는 전국 평균(0.018℃/년)보다 더 높은 상승률이었음
- 같은 시기 전국의 평균기온이 1℃ 상승할 때 서울의 평균기온은 약 1.019℃ 상승하는 것으로 나타남
- 시기별로는 1990년대 이후 평균기온이 큰 폭으로 상승했음
- 요소별로는 일 최저기온의 상승폭이 일 최고기온보다 더 컸음



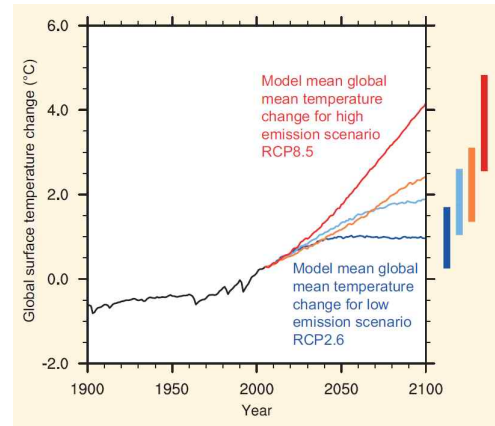
<그림 5-5> 평균기온, 최저기온, 최고기온 변화추이

- 평균기온이 상승함에 따라 극 최저기온과 극 최고기온 역시 증가할 것으로 예상할 수 있는데, 서울의 경우 같은 기간 평균기온이 1℃ 상승할 때 극 최저기온(연중 최저기온)은 1.478℃ 증가하고 극 최고기온(연중 최고기온)은 0.600℃ 증가하는 것으로 나타남
- 일 최저기온 및 일 최고기온과 마찬가지로 극 최저기온의 상승폭이 극 최고기온의 상승폭보다 더 높은 것을 확인할 수 있음
- 평균기온이 상승함에 따라 난방도일(HDD: Heating Degree Days)은 감소하고 냉방도일(CDD: Cooling Degree Days)은 증가할 것이라고 예상할 수 있음
- 서울의 경우에는 같은 기간 평균기온이 1℃ 상승할 때 난방도일은 297.681℃일 감소하고 냉방도일은 0.600℃일 증가하는 것으로 나타남

### □ IPCC 기온 전망

- 기후변화에 관한 국제간 패널 (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)의 제5차 보고서에 따르면, 21세기 말(2081~2100년 평균)의 지구 평균기온(global mean surface air temperature)은 최근 20년간(1986~2005년) 평균기온에 비해 적게는 0.3~1.7℃(RCP 2.6 시나리오, 90% 신뢰구간), 많게는 2.6~4.8℃(RCP 8.5 시나리오, 90% 신뢰구간) 증가할 것으로 전망됨(IPCC, 2013)<sup>33)</sup>

- RCP 4.5 시나리오에서 21세기 말 지구 평균기온은 최근 20년간(1986~2005년) 평균기온에 비해 약 1.1~2.6°C(90% 신뢰구간) 증가할 것으로 전망됨
  - 이 시나리오에 따르면 2035년의 지구 평균기온은 최근 20년간에 비해 약 0.6~1.4°C(90% 신뢰구간) 증가할 것으로 전망됨
- 지역 및 계절별로 보면 겨울철의 기온 상승이 여름철 보다 더 크며 북반구 고위도 지역의 기온 상승이 다른 지역들에 비해 상대적으로 더 클 것으로 전망됨
- 한국이 속한 지역의 경우에는 2016~2035년 평균 기온이 1986년~2005년 평균에 비해 겨울철에는 1~1.5°C, 여름철에는 0.75~1°C 정도 상승할 것으로 전망됨

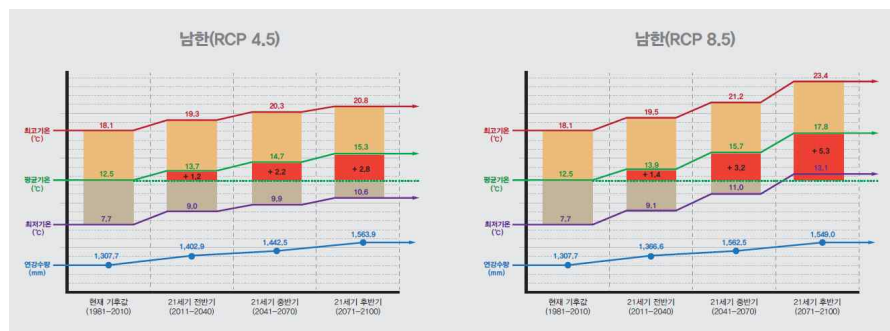


자료: IPCC(2013), Climate Change 2013: The Physical Science Basis

<그림 5-6> 전 세계 평균기온 전망

## □ 기상청 기온 전망

- 기상청은 2012년 발표한 보고서에서 RCP 4.5 시나리오와 RCP 8.5 시나리오를 바탕으로 한반도의 기후변화를 전망하였음(기상청, 2012)



자료: 기상청(2012), 한반도 기후변화 전망보고서

<그림 5-7> 남한 평균기온 전망

- 기상청 전망에 따르면, 21세기 후반(2071~2100년) 남한의 평균기온은 현재(1981~2010년 평균)보다 적게는 2.8°C(RCP 4.5 시나리오, 중앙값)에서 많게는 5.3°C (RCP 8.5 시나리오, 중앙값)까지 증가할 것으로 전망됨
- 2011년부터 2040년까지 30년 평균기온의 경우에는 현재(1981~2010년 평균)의 평균기온보다 적게는 1.2°C(RCP 4.5 시나리오, 중앙값)에서 많게는 1.4°C(RCP 8.5 시나리오, 중앙값)까지 증가할 것으로 전망됨

33) IPCC는 2100년의 복사강제력(Radiative Forcing) 목표에 따라 “RCP”(Representative Concentration Pathway) 뒤에 2100년 복사강제력 목표수치(산업화가 이루어지기 전인 1750년과의 차이 값)를 붙여 시나리오를 구분하고 있음. 예를 들어 “RCP 2.6” 시나리오는 2100년의 복사강제력이 1750년에 비해 2.6W/m<sup>2</sup> 증가하는 경우를 나타냄. 참고로 2011년의 지구 평균 복사강제력은 이미 1750년에 비해 2.3W/m<sup>2</sup> 높았음. 이러한 점을 감안하면 추가적인 온실가스 감축 노력이 없을 때 가장 가능성이 높은 시나리오는 RCP 4.5 시나리오임(대략적으로 현재에 비해 온실가스 배출량이 약 2배가 되는 수준)

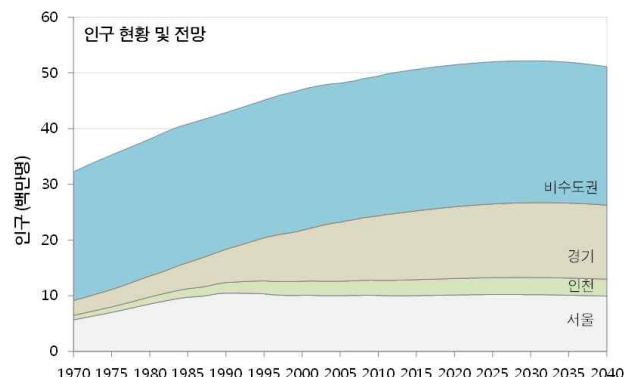
## □ 서울 기온 전망

- 통계분석에 따른 서울의 평균기온은 2035년까지 현재(1986~2005년 평균)에 비해 약 1.0°C 증가할 것으로 전망됨
  - 이는 IPCC의 RCP 4.5 시나리오 전망치보다는 조금 높고(편차 0.05°C) 기상청의 RCP 4.5 시나리오 서울 전망치(편차 0.4°C)보다는 조금 낮은 수치임
  - 이처럼 회귀모형을 이용한 전망치가 복잡한 기후모형을 사용해 도출된 결과와 유사한 것은 IPCC 기온전망 그림에서도 확인할 수 있듯이 비교적 단기기간에는 기온변화가 대체로 선형의 형태를 보이기 때문임
  - 기상청 전망치에 비해서 회귀모형 전망치가 낮았던 원인 중 하나는 기상청 전망 시에는 포함되지 않았던 최근의 기온 관측 값들이 회귀분석 시에는 반영되면서 전체적으로 기온 변화경향을 조금 낮추는 역할을 했기 때문임
- 난방도일의 경우 서울의 평균기온이 증가함에 따라 2035년까지 지속적으로 감소할 것으로 전망되며, 냉방도일은 반대로 지속적으로 증가할 것으로 전망됨

## (3) 인구전망

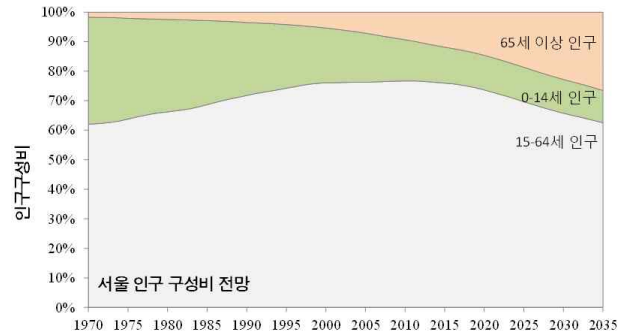
### □ 서울의 인구전망은 통계청의 장래인구추계 결과를 사용함

- 서울의 인구는 1990년대 초반 이후 증가를 멈추고 안정화되고 있으며 이러한 추세는 장래에도 지속될 것으로 전망됨
  - 서울의 인구가 이처럼 안정화된 것은 인천과 경기 지역에 위성도시 등이 발달하면서 서울에 거주하는 인구가 증가하지 않았기 때문임
  - 인천과 경기를 포함한 수도권의 인구는 서울과 달리 지속적으로 증가해왔다는 사실이 이를 뒷받침하고 있음
  - 증가율은 점차 줄어들겠지만 수도권의 인구증가 현상은 향후에도 지속될 것으로 전망됨
  - 이러한 경우 출퇴근 등의 이유로 수도권에서 서울로의 인구 유출입 수요는 앞으로도 지속적으로 증가할 것이기 때문에, 서울 자체의 인구증가가 없을 지라도 수도권의 인구증가는 수송 등의 부문에서의 에너지소비 증가요인으로 지속적으로 작용할 것으로 예상됨
- 출산율이 떨어지고 고령화가 급속도로 진행되면서 서울의 인구구성은 향후 큰 변화를 보일 것으로 전망됨



<그림 5-8> 인구현황 및 전망

- 예를 들어 65세 이상 인구의 비율은 현재는 약 10%이지만 2035년에는 25%를 초과할 것으로 전망됨
- 반면 청장년층(15~64세)의 인구와 이들 중 학생을 제외한 노동가능 인구는 상대적인 비율뿐만 아니라 절대적인 수에 있어서도 감소할 것으로 전망됨
- 세대별로 에너지소비 특성이 다르기 때문에 이러한 인구구성의 변화는 향후 서울의 에너지수요 변화에 영향을 미칠 것임



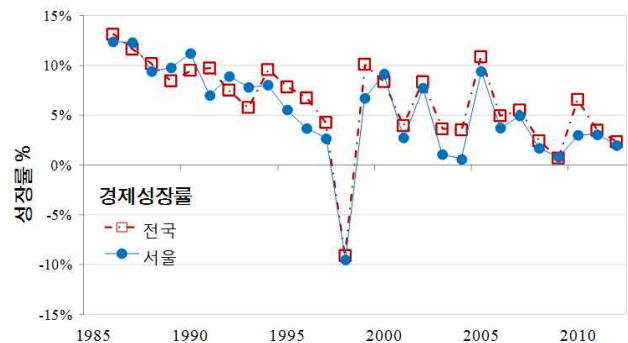
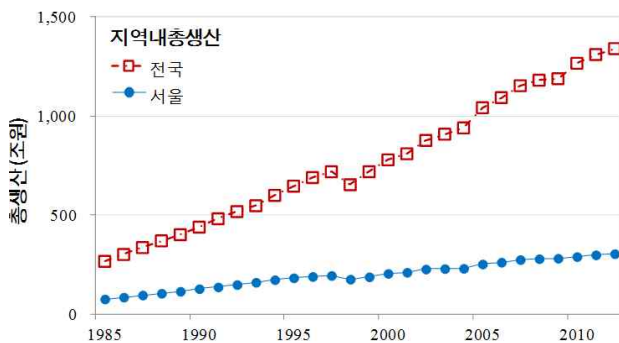
자료: 통계청, 장래인구추계

<그림 5-9> 서울 인구 구성비 전망

## (4) 경제 및 산업전망

### □ 현황분석

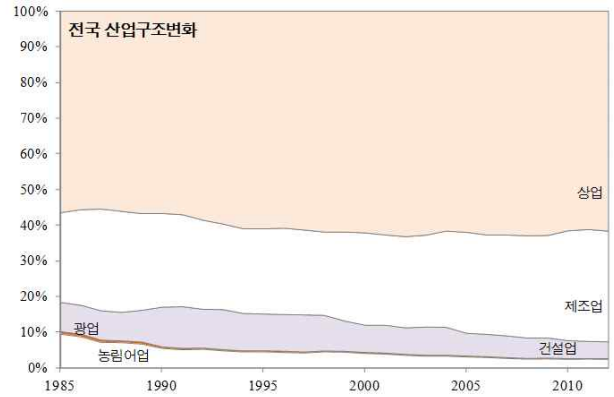
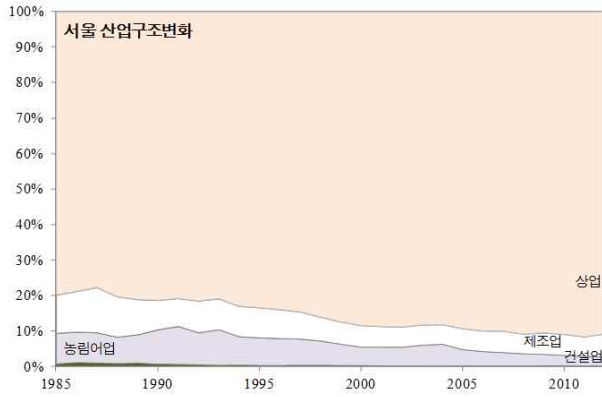
- 1998년 외환위기를 제외하고 서울의 지역내총생산은 국가 국내총생산과 마찬가지로 지속적으로 증가해왔음
- 그러나 경제 성장률은 점차 줄어들고 있는 추세임
- 서울의 경제성장률은 국가의 경제성장률과 높은 상관관계를 가지면서 변동해왔으며, 최근에는 국가 경제성장률보다 서울의 경제성장률이 대체로 낮았음을 확인할 수 있음



자료: 통계청, 경제활동별 지역내총생산

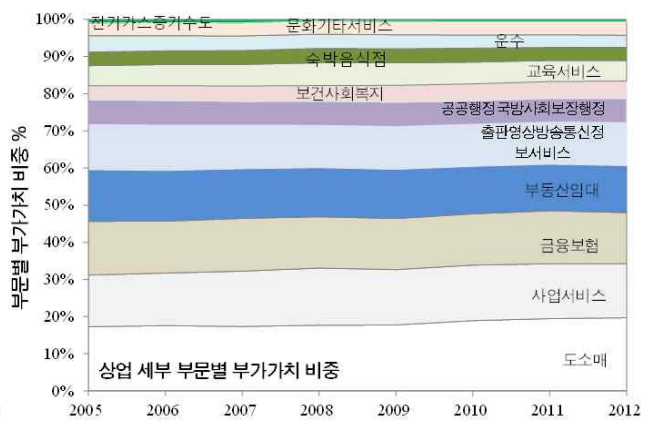
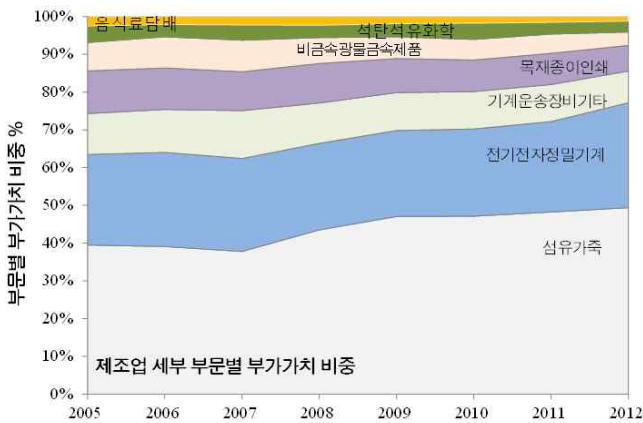
<그림 5-10> 지역내총생산 및 경제성장률

- 서울의 경제성장률이 국가 경제성장률보다 낮은 것은 산업구조에 기인
- 서울의 경우 서비스업이 총 부가가치 창출액에서 차지하는 비중이 절대적으로 높는데 반해(2012년 기준 91%) 국가 전체적으로는 여전히 제조업의 비중이 높음(2012년 기준 31%)
- 참고로 국가 산업 중에서 2005년 이후 제조업의 부가가치는 2012년까지 약 65% 증가한데 반해, 서비스업의 부가가치는 약 50% 증가하는데 그침
- 이러한 결과로 서비스업의 비중이 높은 서울의 경제성장률은 전국 경제성장률보다 낮음



자료: 통계청, 경제활동별 지역내총생산

<그림 5-11> 산업구조변화



자료: 통계청, 경제활동별 지역내총생산

<그림 5-12> 서울시 제조업 및 상업의 구조변화

- 서울의 경우 제조업 중에서는 섬유가죽과 전기전자정밀기계 업종이 제조업 부가가치 창출액의 대부분을 차지하고 있으며 (2012년 기준 77%), 서비스업의 경우 도소매업, 사업서비스, 금융보험, 부동산임대 업종들이 부가가치 창출액의 약 60%를 차지하고 있음

## □ 전망

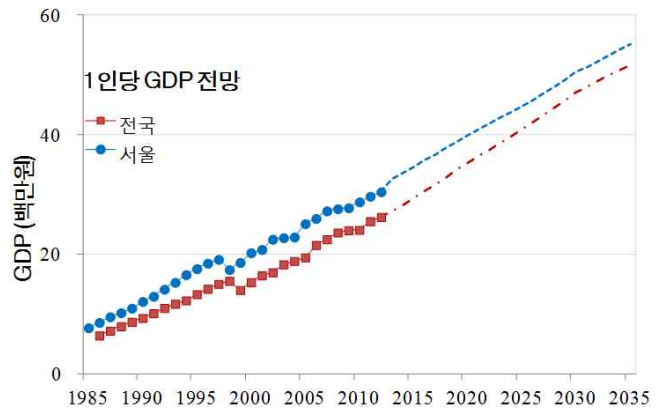
- 이번 연구에서 국가 경제성장률은 한국개발연구원(KDI)의 국가 경제성장률 장기 전망치를 적용하였음
  - KDI는 시기별로 국가 경제가 2010년대에는 평균 3.8%, 2020년대에는 평균 2.9%, 2030년대에는 평균 1.9% 증가하는 것으로 전망함
  - 이러한 전망치는 국내 다른 기관들에 비해 2030년까지의 전망치는 높고 2030년 이후의 전망치는 낮은 값임. 경제개발기구(OECD)의 전망치보다는 높은 수치임

<표 5-3> 기관별 국가 경제성장률 전망

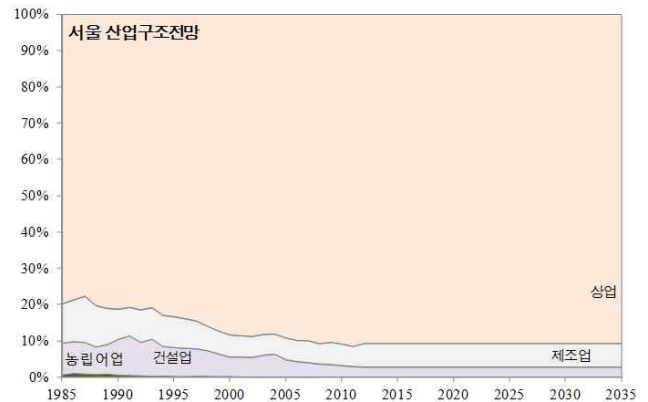
구 분	KDI	삼성研	LG研	OECD
2011~2020년	3.8	3.6	3.4	2.7
2021~2030년	2.9	2.8	2.8	(2011~2030년)
2031~2040년	1.9	2.2	2.5	1.0 (2030~2060년)

자료: 기획재정부 (2013)

- 서울의 경제성장률은 국가 경제성장률과의 관계를 이용해 산정하였음
  - 통계분석 결과 국가 GDP가 1% 증가할 때 서울의 GRDP는 약 0.836% 증가하는 것으로 나타났음
- 서울의 GRDP는 지속적으로 성장할 것으로 전망되며 일인당 GDP의 경우 전국과의 격차가 점차 줄어들 것으로 전망됨
  - 이는 산업구조의 영향으로 제조업의 비중이 큰 전국의 경제성장률이 더 높을 것으로 전망되기 때문임
- 서울 산업구조의 경우 2035년까지 현재의 산업별 비율이 그대로 유지된다고 가정하였음
  - 산업구조를 전망하기 위해서는 독립적인 경제모형을 구축해야하는데 이는 과제의 범위를 넘어서는 것임
  - 한편 이러한 가정은 서울의 경우 이미 산업구조 전환이 충분히 이루어졌다는 것을 의미하기도 함
  - 실제로 서울은 이미 총 부가가치의 90% 이상이 서비스업에서 창출되고 있으며, 2000년대 중반 이후에는 산업구조의 변화가 크지 않음



<그림 5-13> 1인당 GDP 전망

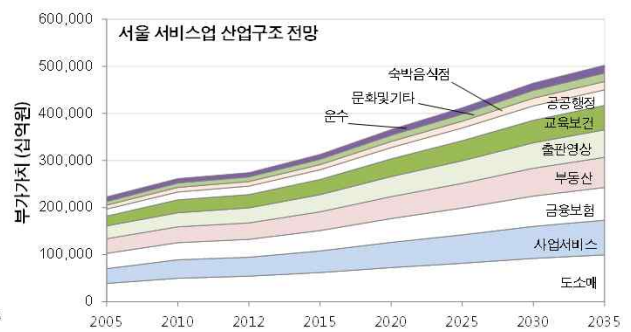
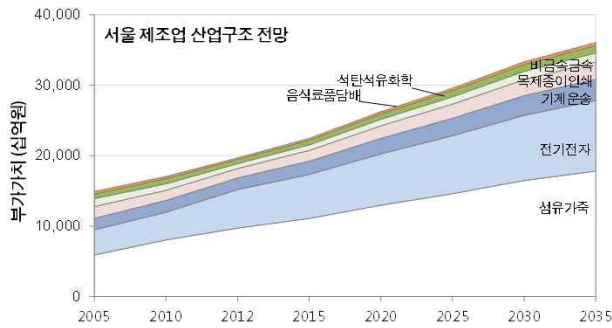


<그림 5-14> 서울 산업구조 전망

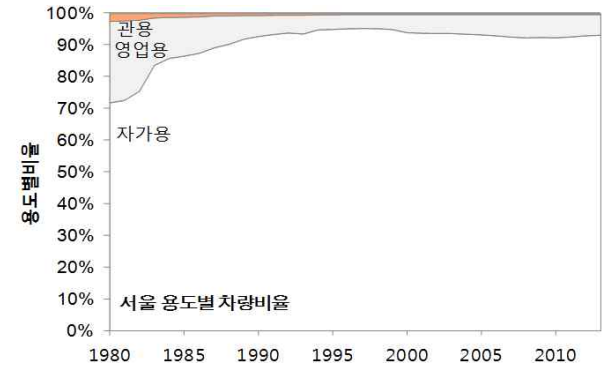
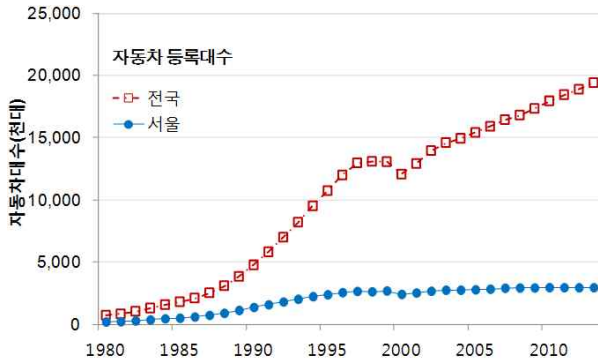
## (5) 자동차수 등 수송부문 전망

### □ 현황분석

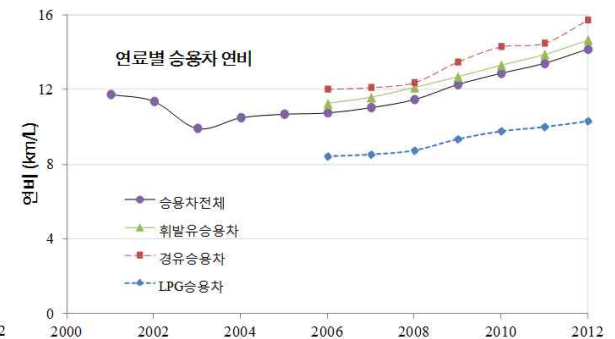
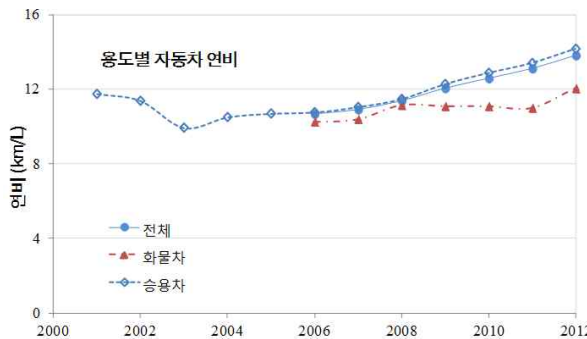
- 서울의 자동차 등록대수와 용도별 차량현황은 다음 그림과 같음
  - 그림에서 확인할 수 있는 바와 같이 서울의 자동차 수는 2000년대 초반 이후 증가세가 둔화되고 있으며, 용도별로는 자가용차가 대부분(약 90%)을 차지하고 있음



<그림 5-15> 서울 제조업 및 서비스업 산업구조 전망



<그림 5-16> 자동차 등록대수 및 용도별 구성비

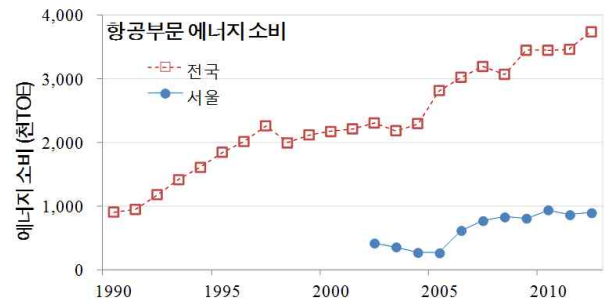


<그림 5-17> 자동차 연비

○ 자동차 연비는 2000년대 중반이후 지속적으로 향상되고 있음

- 그림에 나타난 자료는 에너지관리공단에서 발표한 것으로 수입차량을 포함하여 국내에서 판매되는 자동차의 평균연비를 나타낸 것임
- 용도별로는 승용차의 연비향상이 가장 뚜렷하며, 연료별로는 경유승용차의 연비향상이 높음

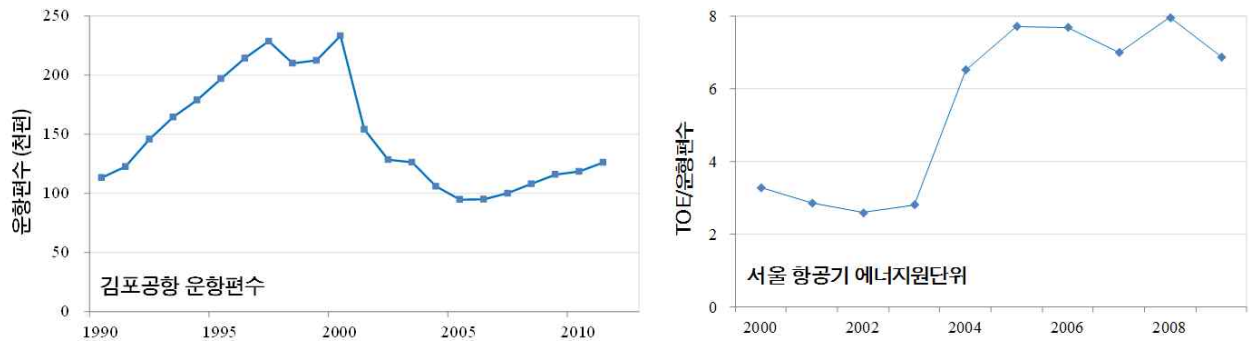
○ 항공수송부문의 에너지소비는 2000년대 중반 이후 증가추세임



통계자료: 에너지경제연구원, 에너지통계연보

<그림 5-18> 항공부문 에너지 소비량

- 서울(김포공항)의 에너지소비 증가속도는 전국에 비해 완만한 편임
- 이러한 에너지소비 증가는 2000년대 중반이후 운항편수의 증가와 에너지원단위의 증가에 기인함

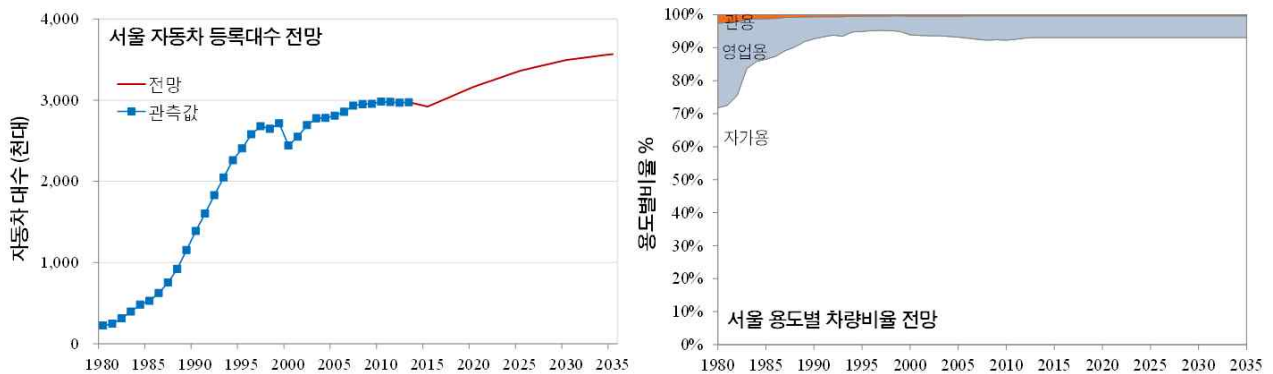


통계자료: 한국공항공사, 공항별 운항실적

<그림 5-19> 김포공항 항공기 운항편수와 에너지원단위

## □ 전망

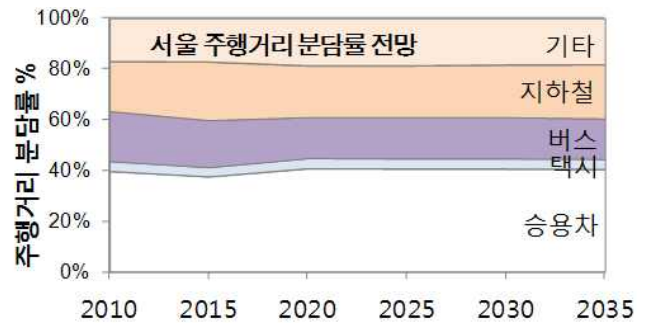
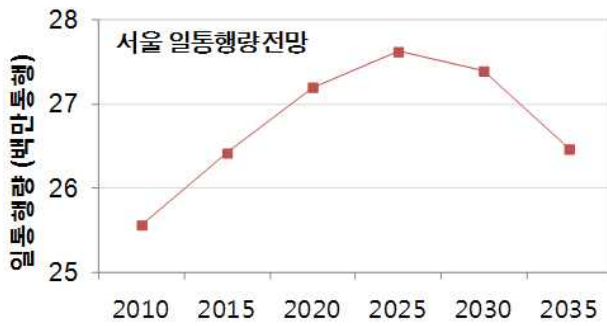
- 서울시 자동차수 전망을 위해서는 수도권교통본부(2012)의 서울시 자가용 차량 수 전망 값을 활용하였음
- 기타 용도별 자동차 수는 자가용 차량에 대비한 기타 용도 차량의 2013년 상대적인 비율 값이 2035년까지 그대로 유지된다는 가정으로 산출하였음
- 앞서 살펴보았듯이 2000년대 중반 이후 용도별 차량의 비율은 큰 변화가 없었기 때문에 이러한 가정에 큰 무리는 없음



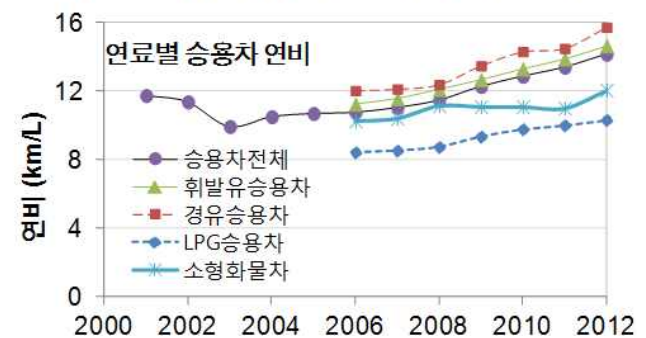
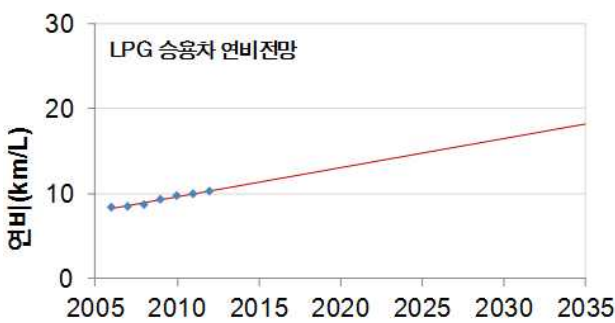
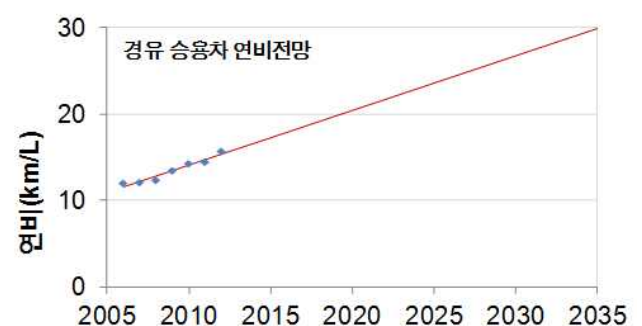
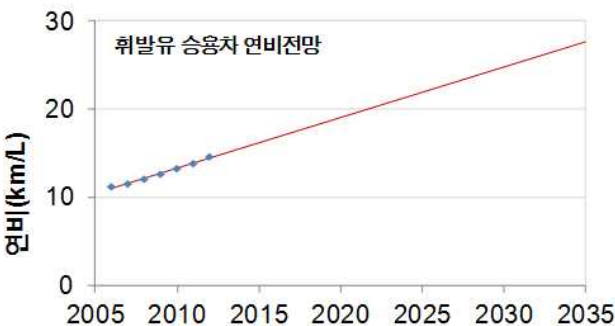
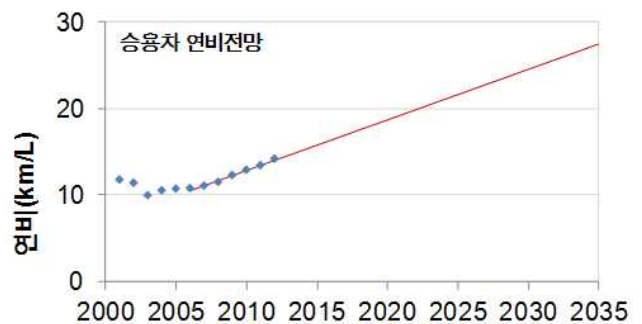
통계자료: 국가교통DB센터, 차종별 자동차 등록현황

<그림 5-20> 서울 자동차 등록대수 및 용도별 구성비 전망

- 서울시 일통행량과 수단별 주행거리 분담률은 수도권교통본부(2012)의 수단별 통행량 전망 결과를 활용하여 산정하였음
- 통계분석을 통한 차량별 연비전망 결과는 다음 그림과 같음
- 실제연비와 공인 연비간의 차이에 대한 문제점은 고려하지 않음
- 2020년 승용차 평균연비는 18.7km/L로 전망



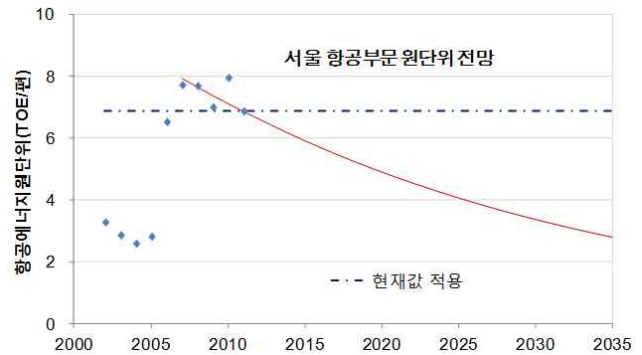
<그림 5-21> 서울 일통행량 및 주행거리 분담률 전망



<그림 5-22> 자동차 연비 현황과 전망

- 항공부문의 에너지소비 원단위는 2000년대 중반이후 급격히 증가하고 이후에는 높은 수준에서 안정화되고 있음
- 이러한 경우 모든 데이터를 포함하여 회귀식을 산출하면 원단위가 시간에 따라 증가하는 것으로 나타날 수 있는데, 이러한 추세가 미래에도 계속 적용된다고 가정하는 것은 합리적이지 않음

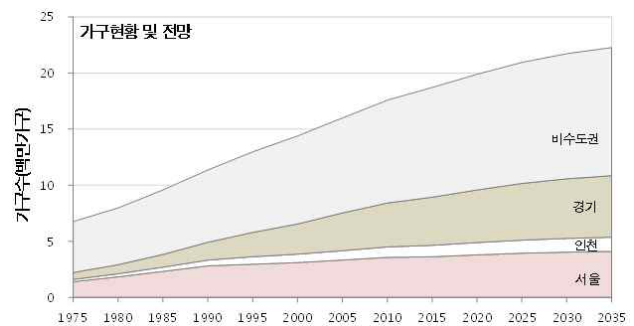
- 소득이 증가하고 기술이 축적됨에 따라 에너지효율(원단위의 역수)은 시간에 따라 향상되는 것이 일반적이기 때문임
- 따라서 이 보고서에서는 가장 최근의 원단위 변화율이 향후에도 지속된다는 가정을 바탕으로 원단위를 전망하였음



<그림 5-23> 서울 항공부문 원단위 전망

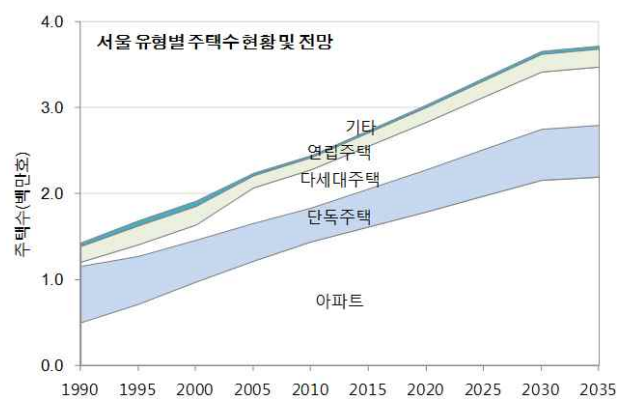
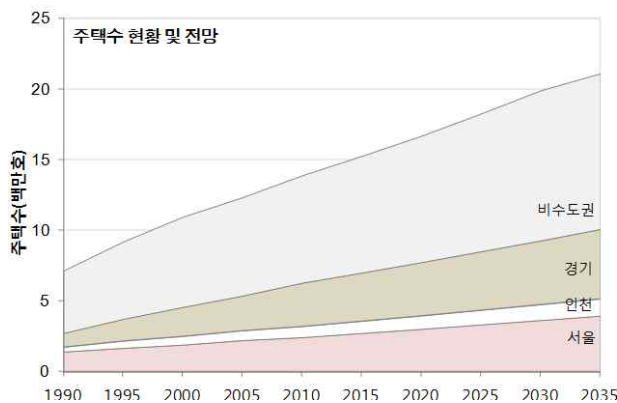
## (6) 가구 전망

- 서울의 가구수 전망은 통계청의 장래가구 추계결과를 이용하였으며, 서울의 주택수 전망은 토지주택연구원(2013)의 연구결과를 활용하였음
- 유형별 주택수의 경우 현재의 유형별 비율의 장래에도 그대로 유지된다는 가정 하에 산출하였음



통계자료: 통계청, 장래가구추계

<그림 5-24> 가구현황 및 전망



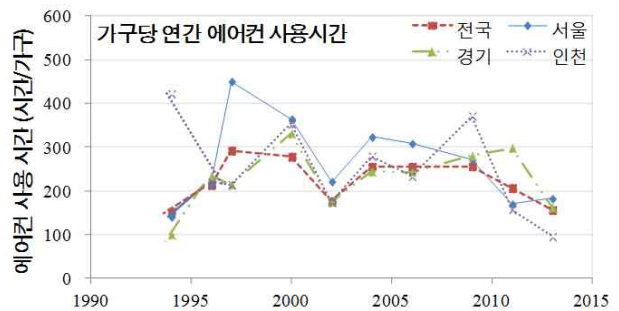
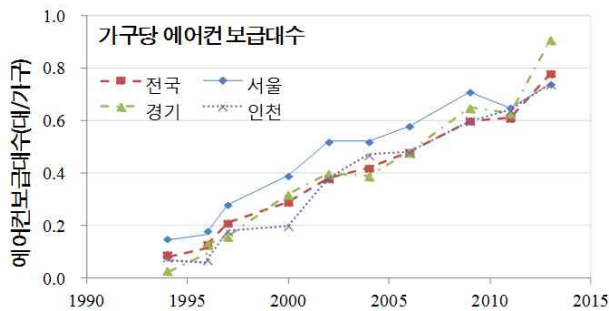
통계자료: 통계청, 주택총조사; 토지주택연구원(2013), 중장기 주택수요전망 연구(유형별 주택수는 본 연구결과)

<그림 5-25> 주택수 전망

## (7) 가전기기 전망

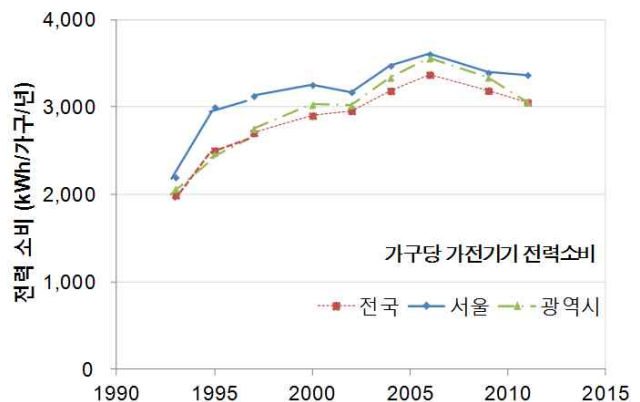
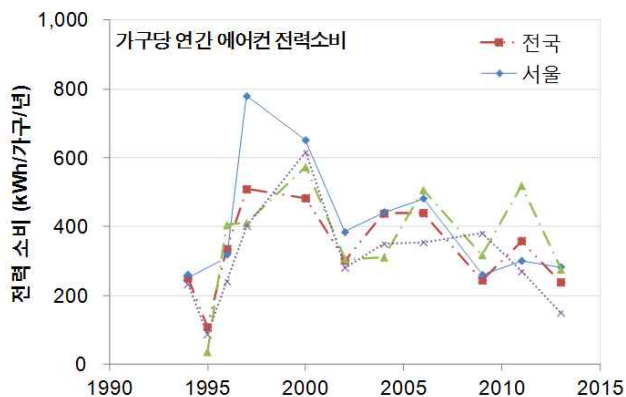
- 서울의 가구당 에어컨 보급대수와 에어컨을 제외한 가구당 가전제품 총 전력소비 현황은 다음 그림과 같음
- 가구당 에어컨 보급대수는 소득증가와 함께 지속적으로 증가해왔으나 최근에는 증가세가 다소 완화됨
- 2013년의 경우 서울은 가구당 0.74대를 보유하고 있음

- 가구당 에어컨의 전력소비는 에어컨 사용시간의 감소와 더불어 2000년대 이후 감소하고 있는 추세임
- 에어컨을 제외한 가구당 가전기기 총 전력소비량은 완만한 증가세를 보이다가 최근에는 다소 감소함



통계자료: 전력거래소(2014) 가전기기보급률 및 가정용기기 전력소비행태조사

<그림 5-26> 가구당 에어컨 보급대수 및 사용시간

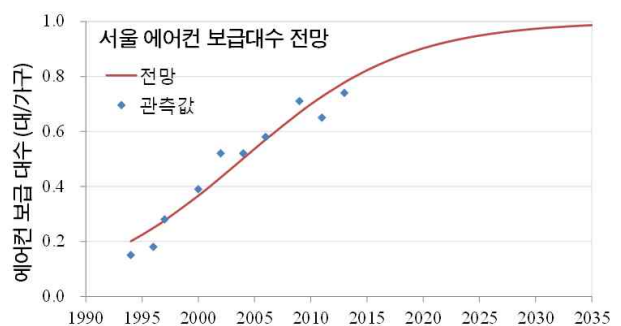


통계자료: 전력거래소(2014) 가전기기보급률 및 가정용기기 전력소비행태조사

<그림 5-27> 가구당 에어컨 및 가전기기 전력소비량

□ 통계분석결과 서울의 가구당 에어컨 보급대수 및 가구당 전력소비는 다음 그림과 같이 전망되었음

- 에어컨의 경우 기술발전에 따라 전력소비량이 현저히 감소할 것으로 전망
- 2004년 연간 가구당 에어컨 전력소비량은 350kWh였으나 2011년에는 270kWh를 현저히 감소하였음

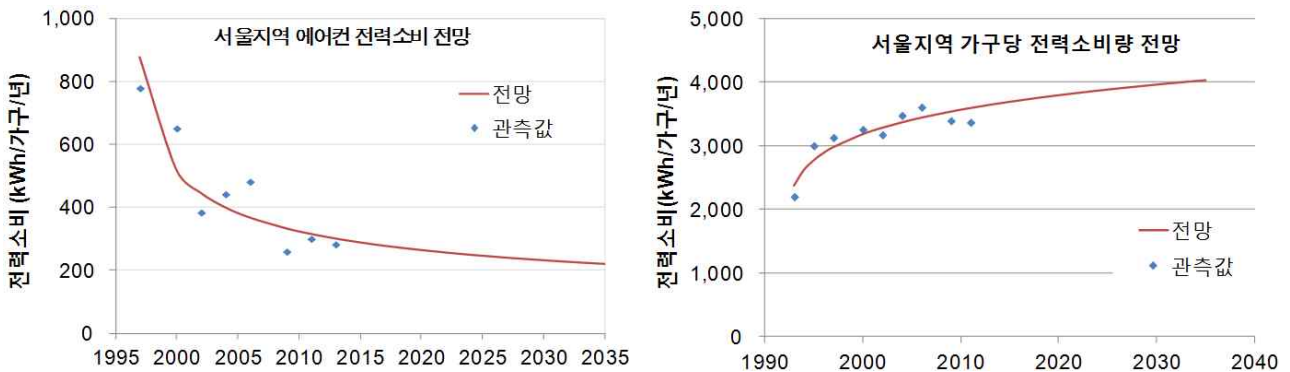


<그림 5-28> 서울 에어컨 보급대수 전망

- 에어컨의 연간 가구당 전력소비량은 2020년에는 263kWh, 2035년에는 218kWh로 전망

○ 가구당 전력소비량은 증가

- 1995년 가구당 연강전력소비량은 3,001kWh였으나 2006에는 3,607kWh로 증가
- 가전기기의 효율향상에도 불구하고 대형화, 다양화, 보급률 증가 등을 고려하여 증가함수를 적용하여 전망

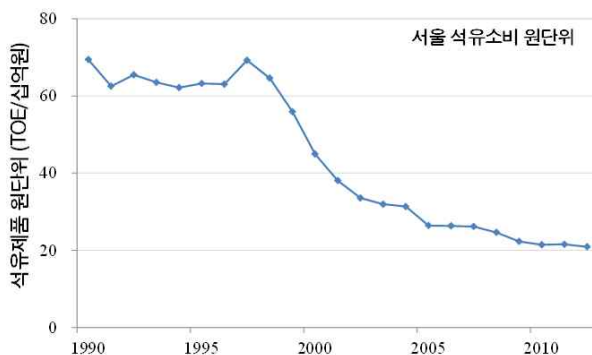


<그림 5-29> 가구당 에어컨 및 가전기기 전력소비량 전망

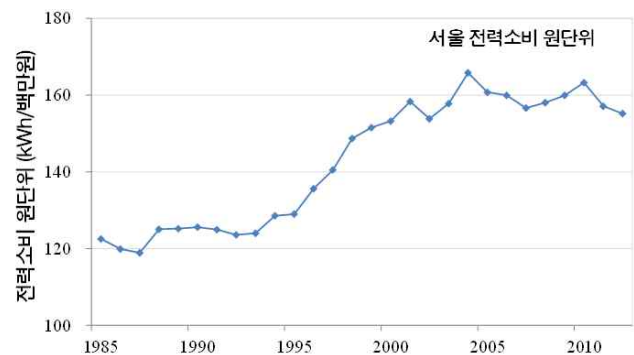
## (8) 에너지제품 원단위 전망

□ 현황

- 석유의 경우 외환위기 이후 원단위가 지속적으로 감소해왔으며, 전력은 1990년대 중반 이후 2000년대 초반까지 큰 폭으로 증가하였으나 2000년대 중반 이후에는 안정화되고 있음
- 부문별로는 석유의 경우 건설업을 제외하고 대체로 2000년 이후에는 원단위가 감소하고 있으며, 전력의 경우 2000년대 중반이후 대체로 감소해왔음



<그림 5-30> 서울 석유소비 원단위

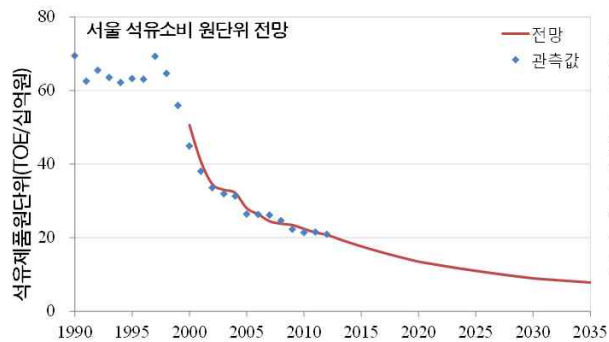


<그림 5-31> 서울 전력소비 원단위

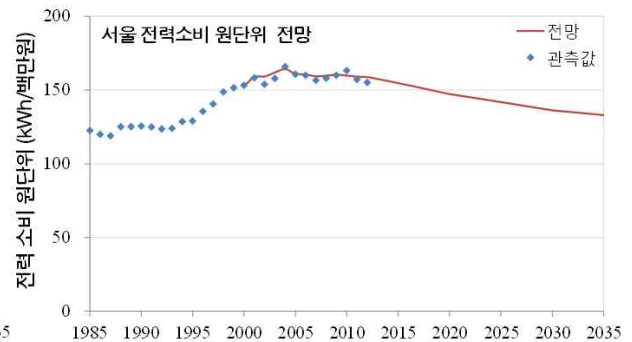
## □ 전망

○ 유제품과 전력의 원단위 전망 결과는 다음 그림과 같음

- 건설업의 경우 전력부문 원단위는 자료의 한계로 서울 전력소비 원단위의 연평균 변화율 전망치를 적용해 산출하였음
- 부문별 에너지원별 원단위 전망은 부록 참고



<그림 5-32> 서울 석유소비 원단위 전망

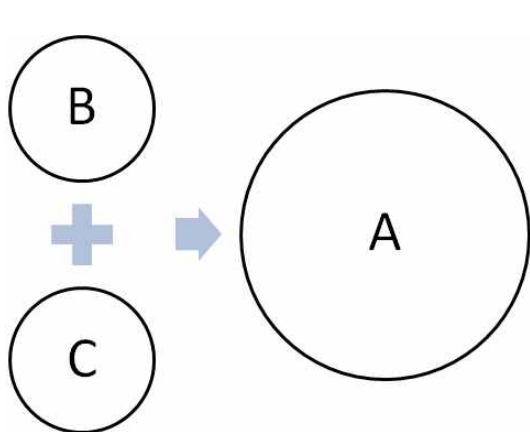


<그림 5-33> 서울 전력소비 원단위 전망

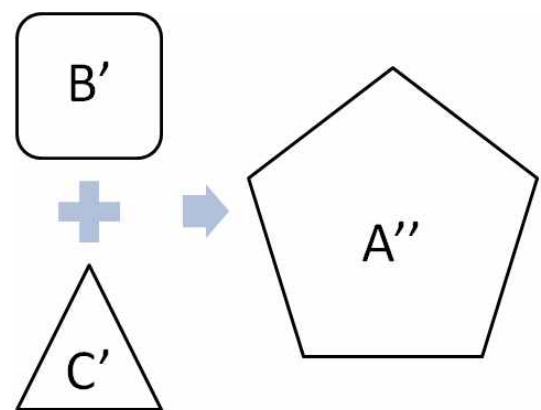
## 다. BAU 에너지 수요 전망

### 1) BAU 시나리오

- BAU(business as usual) 시나리오는 일반적으로 특정 지표의 전망 값을 산출할 때 A의 변화에 영향을 미치는 여러 요소들이 미래에도 현재의 변화추세를 그대로 유지한다고 가정하고 후 전망 값을 산출하는 경우를 의미함
- 즉, 다음 그림에서와 같이 A(에너지수요)의 변화에 B(산업생산, 인구 등)와 C(에너지효율)가 모두 영향을 미친다고 하면, 2020년의 A값(A'')은 2020년의 B값(B')과 2020년의 C값(C')에 대한 전망 값을 이용해 산출할 수 있음
  - 예를 들어 승용차의 에너지 소비량을 연비와 주행거리를 이용해 산출할 경우 2020년의 승용차 에너지 소비량 BAU 전망 값은 2020년 연비 전망 값과 2020년 주행거리 전망 값을 이용해 산출하게 됨
  - 이때 2020년 연비의 전망 값과 주행거리의 전망 값은 현재까지 변화되어온 추세를 반영해 산출한 값을 사용함
  - BAU 시나리오는 정책 시나리오와 다른데 정책 시나리오는 특정 정책을 사용했을 때의 특정 지표의 전망 값을 산출하는 경우를 의미함
  - 예를 들어 자동차 연비규제 시나리오는 2020년 승용차 에너지 소비 전망 값을 산출할 때 자동차 연비규제에 따른 2020년 연비 전망 값을 적용한 경우를 의미함



<그림 5-34> A에 영향을 미치는 요소



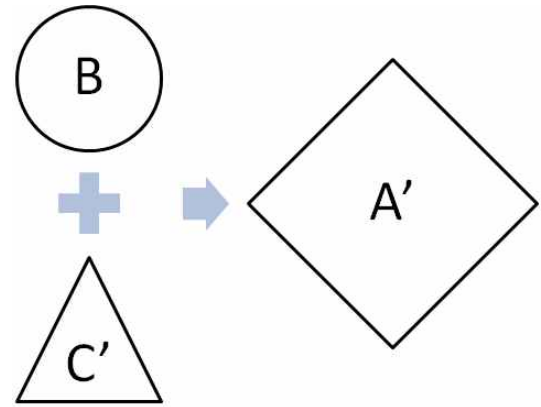
<그림 5-35> A의 변화(BAU)

- 한편 다음 그림에서처럼 B(에너지 효율)는 고정한 채 C(산업생산, 인구 등)의 변화만을 고려하여 A의 전망 값을 산정할 수도 있는데, 이 경우 결과 값은 달라질 수밖에 없음

□ 이 보고서에는 산업생산, 인구 등 활동도 뿐 아니라 에너지 효율의 변화도 고려한 경우를 BAU로 택하였음

- 산업생산 및 인구는 기술 및 에너지효율 변화와 높은 상관관계를 갖기 때문에 산업생산 및 인구의 변화를 고려할 경우 기술 및 에너지효율도 변할 것으로 보는 것이 타당함

- 예를 들어, GDP가 높아지면 기술개발 투자액이 높아져 에너지효율이 향상될 개연성이 큼



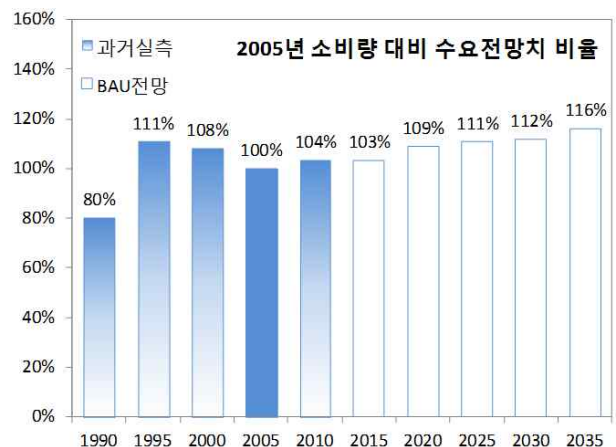
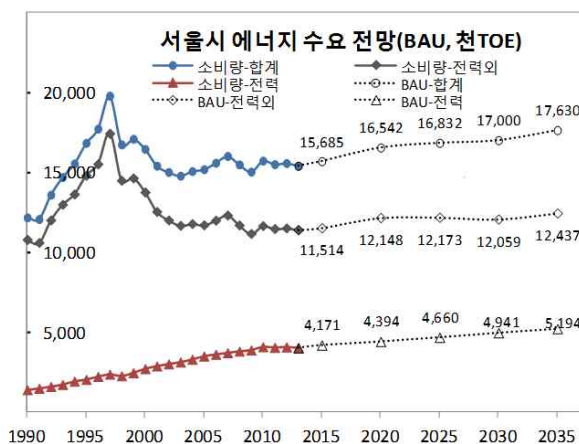
<그림 5-36> A의 변화(B는 고정)

- 따라서 BAU 시나리오에 따른 에너지 수요를 전망하기 위해서는 먼저 세부 부문별로 에너지 수요에 영향을 미치는 모든 요소들의 전망 값을 산출해야 함
- 이를 위해 이 보고서에서는 주요 사회·경제지표 및 에너지 효율의 전망 값으로 앞 절에서 제시한 결과를 사용하였음

## 2) BAU 전망 결과

### □ 최종에너지 수요

- BAU 시나리오 하에서 2020년 서울시 최종에너지 수요는 2005년 대비 9% 증가할 것으로 전망
  - 2020년 최종에너지 수요는 16,542천 TOE로 전망. 2005년 에너지 소비량 대비 9.0% 증가
  - 전력수요는 26%, 도시가스 등 전력 외 에너지 수요는 4% 증가 할 것으로 전망
- 2035년에 최종에너지수요는 17,630천 TOE로 2005년에 비해 16% 증가할 것으로 전망
  - 2035년 에너지수요는 2005년 대비 2,448천 TOE 증가
  - 2035년 전력수요는 2020년 대비 49% 증가할 것으로 전망



<그림 5-37> 서울 BAU 에너지 수요 전망

- 이는 인구, 경제, 교통 등 에너지 수요를 증가시키는 방향으로 영향을 미치는 요소들의 증가 속도가 에너지효율의 증가속도보다 더 빠르기 때문임
- 친환경에너지선언(2009)에서 제시한 에너지 수요 감축목표를 달성하기 위해 서울시는 BAU 시나리오에 비해 추가적으로 2020년의 경우 2,560천TOE(BAU 대비 15%)를 감축해야 함
  - 서울 친환경에너지선언의 에너지 수요 목표는 2020년까지 2000년 대비 20% 감축하는 것임

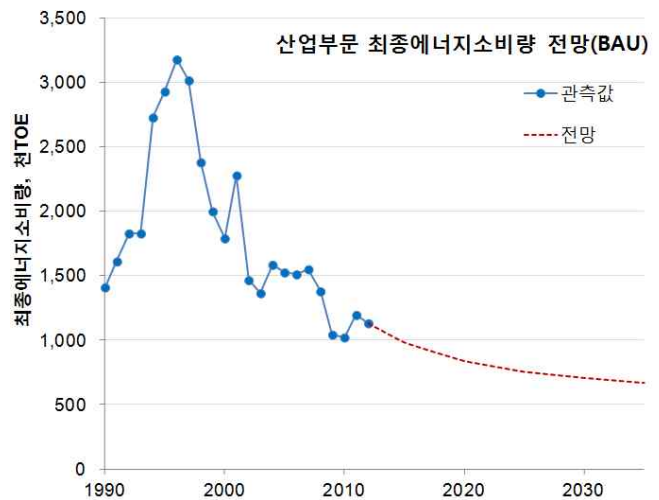
<표 5-4> 서울시 BAU 에너지 수요 전망

(천TOE)

부문	2005년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
총계	15,182	15,685	15,709	15,725	16,289	16,426	16,542	16,832	17,000	17,630
산업	1,527	995	983	971	958	946	934	891	866	839
수송	4,292	4,964	5,024	5,084	5,144	5,204	5,264	5,421	5,632	5,545
건물	9,364	9,726	9,702	9,671	10,187	10,275	10,344	10,520	10,502	11,246

#### □ 부문별 에너지 수요전망

- 산업부문의 경우 1990년대 중반 이후 이어져온 에너지 소비 감축 경향이 장래에도 지속될 것으로 전망됨
  - 다만 감축률은 시간이 지남에 따라 점차 줄어들 것으로 예상됨
  - 서울시 산업부문 에너지 소비량은 2020년에는 2005년 대비 39% 감축, 2035년에는 2005년 대비 45%가 감축될 것으로 전망됨
  - 세부 부문별로는 제조업과 건설업이 에너지 소비 감축을 주도할 것으로 전망됨



<그림 5-38> 서울 산업부문 전망(BAU)

<표 5-5> 서울 산업부문 에너지 수요 전망(BAU)

(천TOE)

구 분	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년
농림어업	61.3	60.5	59.8	60.4	59.6
광 업	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
건 설 업	357	340	327	320	313
제 조 업	575	533	503	485	465
총 계	995	934	891	866	839

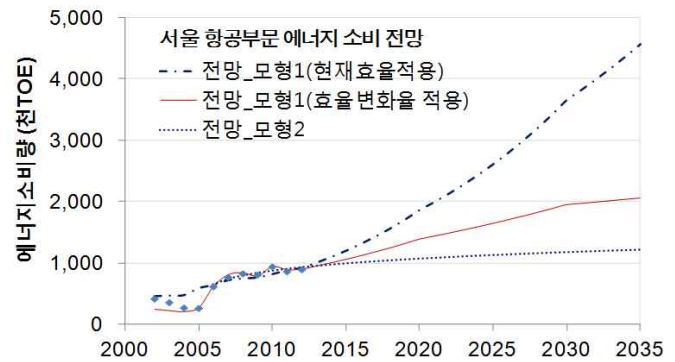
○ 항공부문의 경우 소득증가에 따른 항공수요 증가로 에너지수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망됨

- 에너지 수요는 별도의 방법을 이용해 산정하였으며, 자세한 통계분석 결과는 부록을 참고할 수 있음

- 이 보고서에서 사용할 항공부문 BAU 에너지 소비 전망 결과는 붉은 실선으로 표시된 것임(“전망\_모형1(효율변화를 적용)”)

- 비교를 위해 현재의 효율이 장래에도 그대로 유지된다는 가정 하에 산출된 전망 결과(“전망\_모형1(현재효율적용)”)와 소득 및 원단위는 고려하지 않고 오로지 시간의 변화만을 고려한 채 전망한 결과(“전망\_모형2”)도 함께 제시하였음

- 이러한 결과들은 에너지 소비 전망치가 효율 변화에 상당히 민감하다는 것을 보여줌



<그림 5-39> 서울 항공부문 에너지 소비 전망

○ 항공부문을 제외한 다른 수송부문의 경우 에너지 수요가 전망기간 동안 지속적으로 감소할 것으로 전망됨

- 항공부문을 제외한 다른 수송부문은 MAED-2 모형을 이용해 산출된 결과임

- 이는 도로 수송부문 등에서 1990년대 후반 이후 지속되어 온 에너지 소비 감축 경향이 장래에도 지속될 것으로 전망되기 때문임

<표 5-6> 서울 수송부문 에너지 수요 전망(BAU)

(천TOE)

구 분	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년
화 물	2,378	2,502	2,539	2,576	2,510
여 객	2,586	2,762	2,882	3,056	3,036
항공수송	1,052	1,381	1,637	1,941	2,050
기타수송	1,534	1,380	1,245	1,115	986
총 계	4,964	5,264	5,421	5,632	5,545

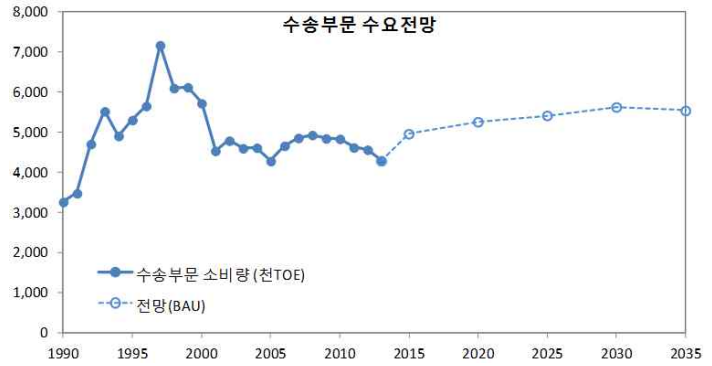
○ 총 수송부문의 경우 2000년대 초반 이후의 경향과 유사하게 장래에도 에너지 소비가 증가할 것으로 전망됨

- 에너지 소비 증가 속도는 1990년대 후반 이후 2000년대 초반까지 있었던 큰 폭의 에너지 소비 감축량을 회복할 정도로 빠르지는 않을 것으로 전망됨

- 참고로 2000년대 초반 서울시 수송부문 에너지 소비 감축의 가장 큰 원인은 인천공항의 개항으로 국제항공 수요의 대부분이 인천으로 이관되었기 때문임(서울연구원, 2008)

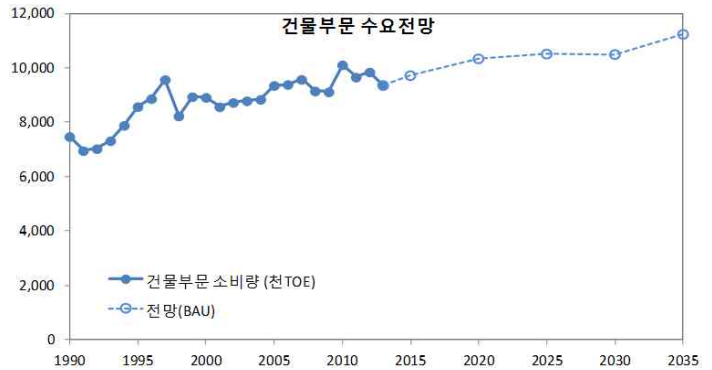
- 결과적으로 서울시 수송부문 에너지 소비량은 2020년에는 2005년 대비 23% 증가, 2035년에는 2005년 대비 29%가 증가할 것으로 전망됨

○ 건물부문의 경우 1990년대 중반 이후 이어져온 에너지 소비 증가 경향이 장래에도 지속될 것으로 전망됨



<그림 5-40> 서울 수송부문 전망(BAU)

- 서울시 건물부문 에너지 소비량은 2020년에는 2005년 대비 10% 증가, 2035년에는 2005년 대비 20%가 증가할 것으로 전망됨



<그림 5-41> 서울 건물부문 전망(BAU)

- 건물부문 중에서는 상업(공공포함)부문의 에너지 소비 증가율이 가정부문보다 더 높을 것으로 전망됨

- 가정부문에서는 지구온난화에 따른 난방도일의 감소와 가전기기 효율 향상이 인구 및 가구 수 증가에 따른 에너지 소비 증가를 일정부분 상쇄할 수 있지만, 상업부문의 경우에는 에너지 효율 향상이 부가가치 증가에 따른 에너지 소비 증가를 상쇄하기에는 부족하기 때문임

- 2015년에 건물부문 수요 증가폭이 적은 것으로 산출된 것은 최근 서울의 연평균기온이 평년보다 낮았던 반면, 장래 기온 전망 시에는 1970년 이후 서울 기온 트렌드를 이용했기 때문임. 이러한 트렌드 값에 비해 최근 서울의 연평균 기온은 크게 낮았음(outlier). 2015년에는 평균기온이 원래의 경향으로 되돌아갈 것으로 전망했기 때문에(증가) 2015년에는 2012년에 비해 난방도일이 크게 줄게 되고 결과적으로 난방용 에너지수요 증가폭이 적은 것으로 전망됨. 장기적으로는 일인당 소득 증가, 가구수 증가, 상업 활동 증가 등에 따른 에너지 수요 증가요인이 더 큰 영향을 끼치게 되어 에너지 수요는 증가하는 것으로 전망됨

<표 5-7> 서울 건물부문 에너지 수요 전망(BAU)

(천TOE)

구 분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
합 계	9,726	9,702	9,671	10,187	10,275	10,344	10,520	10,502	11,246
가 정	6,367	6,329	6,287	6,599	6,634	6,655	6,499	6,478	6,939
상업공공	3,359	3,373	3,384	3,587	3,642	3,689	4,022	4,024	4,307

## □ 에너지원별 수요

○ 에너지원별 수요 전망 결과는 다음 표와 같음

- BAU 시나리오에서 전력과 화석연료 모두 최종에너지 소비는 증가할 것으로 전망됨
- 특히 전력 소비의 증가율이 가장 높을 것으로 전망되는데, 2035년 전력소비는 2005년에 비해 약 49% 증가할 것으로 전망됨
- 한편, 2035년 화석연료 소비는 2005년 소비에 비해 약 7% 증가할 것으로 전망됨

<표 5-8> 서울시 에너지원별 수요 전망(BAU)

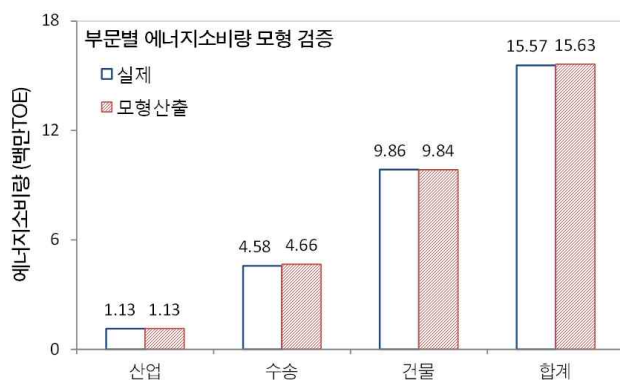
(천TOE)

구분	2005년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
총계	15,182	15,685	15,709	15,725	16,289	16,426	16,542	16,832	17,000	17,630
전력	3,485	4,171	4,208	4,255	4,304	4,355	4,394	4,660	4,941	5,194
열,기타	582	477	481	485	490	494	498	515	518	518
화석연료	11,115	11,037	11,019	10,985	11,495	11,577	11,650	11,658	11,541	11,919
석탄	165	121	121	121	126	127	128	127	126	131
석유	6,038	6,006	5,996	5,978	6,255	6,300	6,340	6,344	6,281	6,486
도시가스	4,912	4,910	4,902	4,887	5,114	5,150	5,183	5,186	5,135	5,303

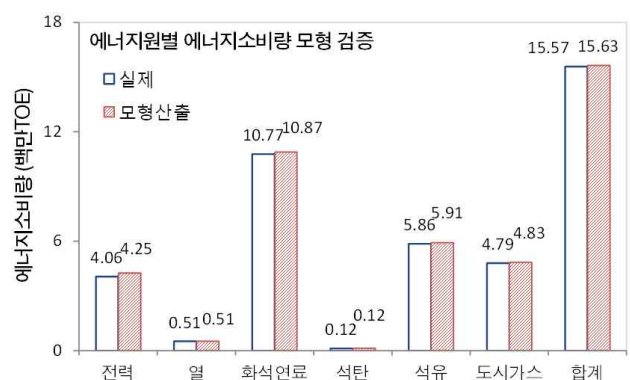
## 3) 모형 검증

□ 이번 연구에서 사용한 모형은 실제 서울시의 에너지 수요를 잘 표현하고 있음

- 2012년의 경우 최종에너지 소비에 대한 모형의 결과와 실제 에너지 소비량과의 오차율은 0.25%였으며, 부문별로 가장 높은 오차율을 보인 수송부문의 경우 오차율은 0.44%에 불과함
- 에너지원별로는 2.18%로 전력이 가장 높은 오차율을 보임



<그림 5-42> 부문별 모형 검증  
(2012년 실제 값과의 비교)



<그림 5-43> 에너지원별 모형 검증  
(2012년 실제 값과의 비교)

## 나. 에너지부문 BAU 온실가스 배출량 전망

□ 서울시의 BAU 에너지부문 온실가스 총 배출량은 지속적으로 증가할 것으로 전망됨

- 서울시의 온실가스 배출량은 2020년에 52,532천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 58,155천톤CO<sub>2</sub>eq으로 전망
  - 2005년 배출량 대비 2020년에 3,066천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 8,689천톤CO<sub>2</sub>eq 증가
  - 2005년 배출량 대비 2020년에 6%, 2035년에 18% 증가
- 에너지부문 서울시의 온실가스 배출량은 2020년에 49,068천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 54,884천톤CO<sub>2</sub>eq으로 전망
  - 2005년 배출량 대비 에너지부문 온실가스 배출량은 2020년에 4,564천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 10,380천톤CO<sub>2</sub>eq 증가
  - 2005년 배출량 대비 에너지부문 온실가스 배출량은 2020년에 10%, 2035년에 23% 증가

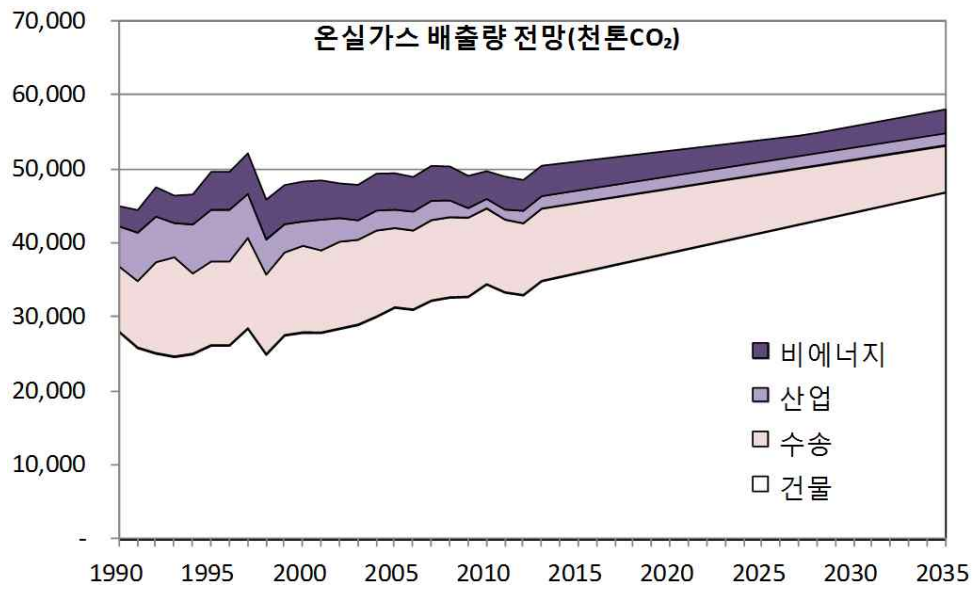
□ 부문별로는 건물부문의 온실가스 배출량 증가가 가장 크며, 수송부문은 2020년 이후 배출량이 감소하고 산업부문은 지속적으로 배출량이 감소할 것으로 전망됨

- 건물부문 서울시의 온실가스 배출량은 2020년에 38,748천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 46,932천톤CO<sub>2</sub>eq으로 전망
  - 2005년 배출량 대비 건물부문 온실가스 배출량은 2020년에 24%, 2035년에 50% 증가
  - 2005년 배출량 대비 2020년에 7,403천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 15,587천톤CO<sub>2</sub>eq 증가
- 수송부문 서울시의 온실가스 배출량은 2020년에 8,643천톤CO<sub>2</sub>eq, 2035년에 6,276천톤CO<sub>2</sub>eq으로 전망

<표 5-9> 서울시 BAU 온실가스 배출 전망

(단위: 천톤CO<sub>2</sub>eq)

구분	2005년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
합 계	49,466	51,367	51,658	51,950	52,241	52,532	53,989	55,869	58,155
에너지	44,504	47,517	47,905	48,292	48,680	49,068	51,006	52,945	54,884
산업	2,459	1,676	1,676	1,676	1,676	1,676	1,676	1,676	1,677
수송	10,700	9,274	9,117	8,959	8,801	8,643	7,854	7,065	6,276
건물	31,345	36,566	37,112	37,657	38,203	38,748	41,476	44,204	46,932
가정	14,774	14,367	14,393	14,419	14,445	14,471	14,602	14,732	14,863
상업	14,989	19,972	20,426	20,881	21,336	21,791	24,065	26,340	28,614
공공	1,581	2,228	2,292	2,357	2,421	2,486	2,809	3,132	3,455
비에너지	4,963	3,850	3,754	3,657	3,561	3,465	2,982	2,924	3,271



<그림 5-44> 서울시 BAU 온실가스 배출량 전망

---

# 제6장 에너지 수요관리 계획

- 가. 에너지 수요관리 목표
  - 나. 건물부문 에너지 수요관리 계획
  - 다. 수송부문 에너지 수요관리 계획
  - 라. 국가에너지계획 연계
  - 마. 에너지 절감량
-

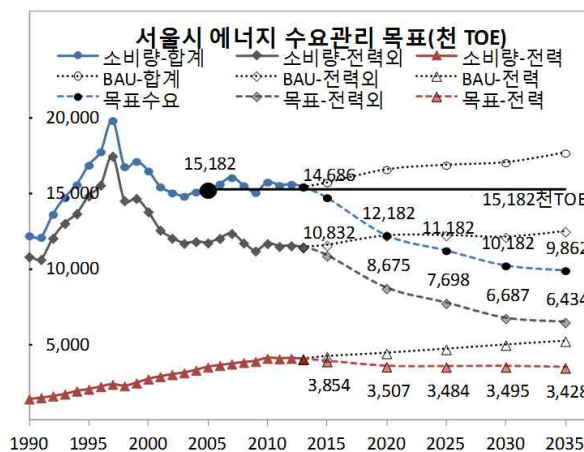


## 6. 에너지 수요관리 계획

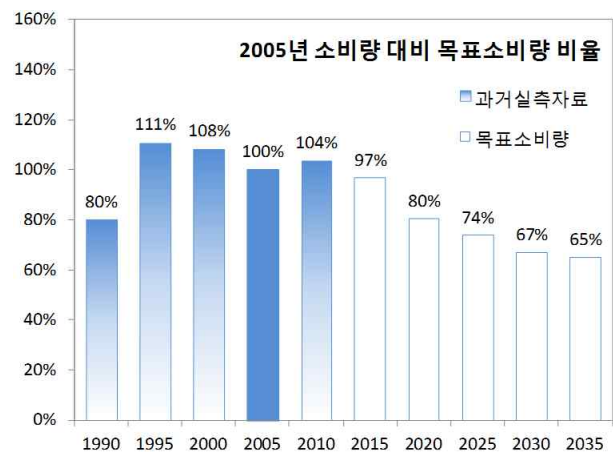
### 가. 에너지 수요관리 목표<sup>34)</sup>

#### (1) 최종에너지 수요 목표

- 서울시에서는 2020년과 2030년까지 최종에너지 수요를 2005년 대비 각각 13%와 32% 절감하는 것을 목표로 함
- 이 경우 서울시의 2020년 최종에너지 수요는 약 13.2백만TOE이며 2035년 최종에너지 수요는 약 12.5백만TOE임
- 이를 위해서는 BAU 에너지 수요 대비 2020년과 2035년에 각각 3,159천TOE와 7,430천TOE를 감축해야함



<그림 6-1> 서울시 최종에너지 목표 수요



<그림 6-2> 2005년 대비 에너지 목표수요 백분율

#### (2) 부문별 최종에너지 수요 목표

- 부문별로는 건물부문에서 가장 큰 폭으로 에너지 수요를 감축해야 함
- 여기서 건물부문은 가정, 상업, 공공부문을 모두 포함한 것을 의미함
  - 서울시를 포함한 대도시의 경우 대부분 에너지소비가 건물과 수송부문에서 이루어짐

34) 여기서 제시하는 서울시 에너지수요 목표는 다음 절부터 기술할 개별 사업들을 모두 시행했을 경우 달성할 수 있는 수치를 바탕으로 한 것임.

- 에너지소비 관점에서 가정, 상업, 공공부문의 경우 건물의 냉난방용 에너지 소비가 중요한 요소라는 점에서 유사함
- 이와 같은 이유로 런던을 포함한 대도시들의 경우 에너지수요와 관련하여서는 대체로 가정, 상업, 공공부문을 하나의 범주로 묶어 분석함

- 건물부문의 경우 2020년과 2035년의 목표 에너지 수요는 각각 8.2백만TOE와 8.0백만TOE임
- BAU 에너지 수요에 대비하여 건물부문에서는 2020년과 2035년에 각각 20%와 29%를 절감해야 함
  - 이 경우 2020년과 2035년의 건물부문 에너지 수요는 2005년 건물부문 에너지수요(9.4백만 TOE)와 대비하여 각각 12.4%와 14.6%를 절감한 수준임
- 수송부문의 경우 2020년과 2035년의 목표 에너지 수요는 각각 4.9백만TOE와 3.7백만TOE임
- BAU 에너지 수요에 대비하여 건물부문에서는 2020년과 2035년에 각각 8%와 34%를 절감해야 함
  - 이 경우 2020년과 2035년의 건물부문 에너지 수요는 2005년 건물부문 에너지수요(4.3백만 TOE)와 대비하여 각각 14% 증감, 13.8% 절감한 수준임

□ 구체적인 서울시 부문별 에너지 수요 목표량은 다음 표와 같음

<표 6-1> 서울시 부문별 에너지 수요 목표

(단위: 천TOE)

구 분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
산 업	985	956	927	899	870	841	758	710	672
수 송	4,748	4,625	4,490	4,325	4,257	4,171	3,899	3,777	3,526
건 물	8,943	8,574	7,721	7,398	7,229	7,077	6,392	5,539	5,497
가정	5,854	5,593	5,019	4,793	4,667	4,553	3,948	3,416	3,392
상업공공	3,089	2,981	2,702	2,605	2,562	2,524	2,443	2,122	2,105
총 계	14,676	14,155	13,139	12,622	12,356	12,089	11,049	10,026	9,695

## 나. 건물부문 에너지 수요관리 계획<sup>35)</sup>

### (1) 건물부문 에너지 관련 제도 강화

#### □ 정부 건축물 에너지 절약 설계기준 강화

- 「녹색건축물 조성 지원법」에 따라 건축물을 건축하거나 용도변경, 대수선, 건축물대장의 기재 내용을 변경하는 경우 건물주는 건축물의 에너지 절약 설계기준에서 정한 기준에 따라 열손실 방지 등의 에너지이용 합리화를 위한 조치를 취해야 함
  - 이때 연면적의 합계가 500㎡ 이상인 건축물의 경우에는 에너지절약계획서를 제출해야 함
  - 또한 건축 허가 시 에너지절약계획서 제출대상 건축물은 에너지성능 지표(EPI) 검토서의 평점 합계가 65점 이상, 공공기관은 74점 이상이 되도록 설계해야 하며, 에너지 성능지표 및 에너지소요량 평가서를 함께 제출해야 함<sup>36)</sup>
- 지역별 건축물의 열관류율(thermal transmittance, U-value) 기준은 다음 표와 같음
  - 서울은 중부지역에 해당함
  - 열관류율은 정상상태(steady-state)에서 특정 물질을 통해 전달되는 단위면적당 열의 양(단위: W/㎡)을 물질 사이 양 쪽의 주변온도 차이(단위: K)로 나누어 준 값을 의미함<sup>37)</sup>
  - 이때 열관류율은 열전도율(thermal conductivity)을 재료의 두께로 나누어 준 값으로 계산할 수도 있음
  - 열전도율이 높을수록 열전달 속도가 높기 때문에 단열을 위해서는 보통 열전도율이 낮은 재료를 사용하는데 열전도율이 낮은 재료를 사용할수록 열관류율은 낮아지게 됨
- 건축물의 에너지 절약 설계 기준에 따라 평균 열관류율은 지붕, 바닥, 외벽(창 및 문을 포함) 등 세부 부위별 열관류율을 면적으로 가중 평균하여 산정함

35) 건물부문 에너지 수요관리 개별 사업별 2018년까지의 단기 계획은 서울시의 원전하나 줄이기 2단계 사업의 주요 내용들을 반영하였음(서울시, 2014, 에너지살림도시, 서울 종합계획)

36) 현재 에너지 다소비형 건축물에 적용되고 있는 에너지 성능 지표는 건축물 에너지 소비의 관점에서 최적의 성능을 보이는 건축물의 에너지 소비량을 100이라고 선정하고 이를 기준으로 개별 건축물의 상대적인 에너지 소비 관련 성능을 수치로 표현한 것을 의미함

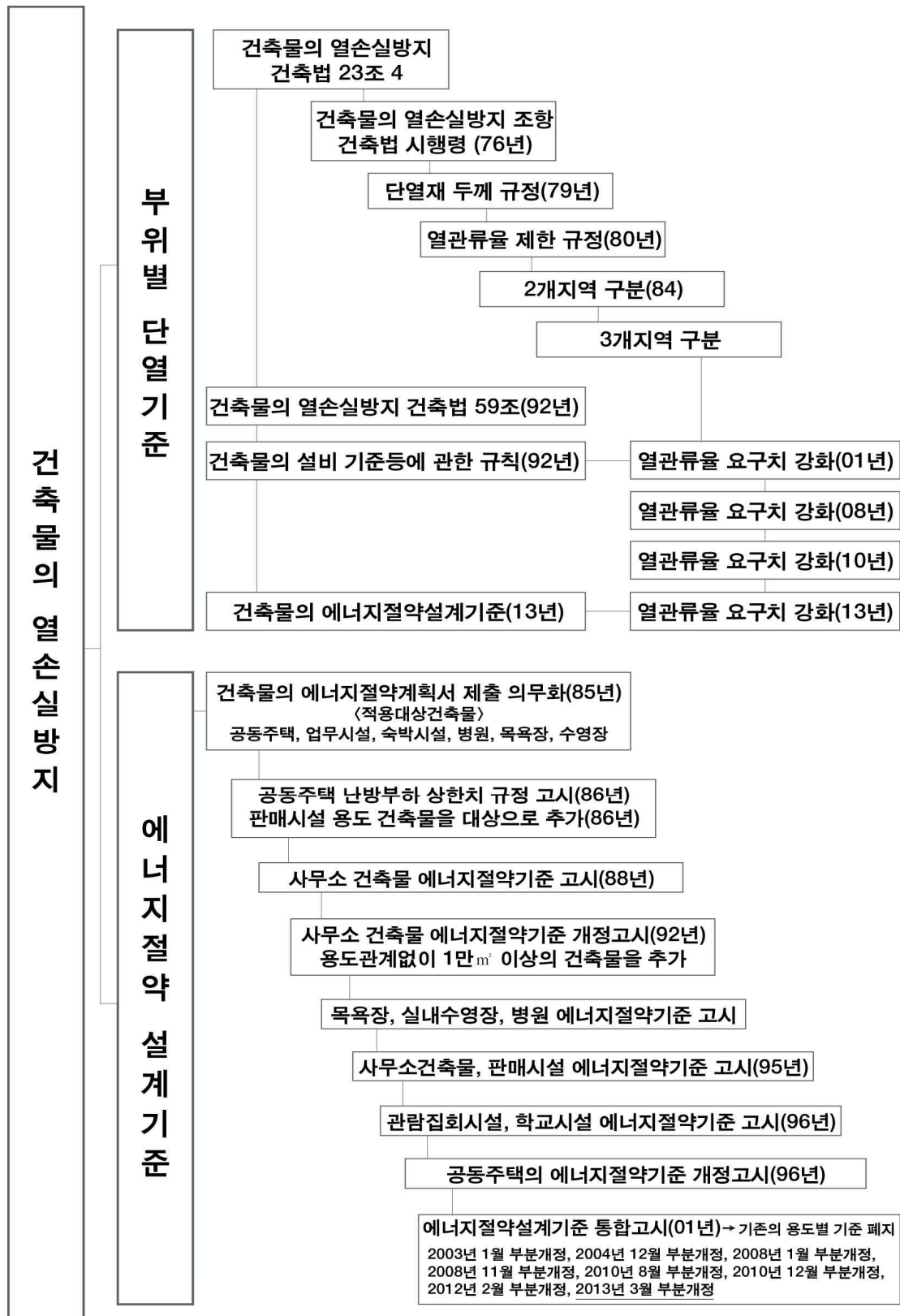
37) <http://www.npl.co.uk/science-technology/thermal-performance/areas/thermal-transmittance/>;  
[http://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo\\_table=z3\\_01&wr\\_id=2](http://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo_table=z3_01&wr_id=2)

<표 6-2> 지역별 건축물 부위의 열관류율 기준

지역 건축물의 부위			중부지역 (단위 : W/m <sup>2</sup> ·K)	남부지역 (단위 : W/m <sup>2</sup> ·K)	제주도 (단위 : W/m <sup>2</sup> ·K)
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우		0.270 이하	0.340 이하	0.440 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.370 이하	0.480 이하	0.640 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		0.180 이하	0.220 이하	0.280 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.260 이하	0.310 이하	0.440 이하
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.230 이하	0.280 이하	0.330 이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.290 이하	0.330 이하	0.390 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.350 이하	0.400 이하	0.470 이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.410 이하	0.470 이하	0.550 이하
바닥난방인 층간바닥			0.810 이하	0.810 이하	0.810 이하
창 및 문	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	1.500 이하	1.800 이하	2.600 이하
		공동주택 외	2.100 이하	2.400 이하	3.000 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	2.200 이하	2.500 이하	3.300 이하
		공동주택 외	2.600 이하	3.100 이하	3.800 이하

자료출처: 국토해양부·에너지관리공단 (2013)

○ 건축물의 열손실 방지 관련 규정은 다음 표와 같이 변해왔음



자료: 국토해양부·에너지관리공단 (2014)

<그림 6-3> 열손실 방지 관련 규정 변화

## □ 서울시 건축물 에너지 관련 제도강화

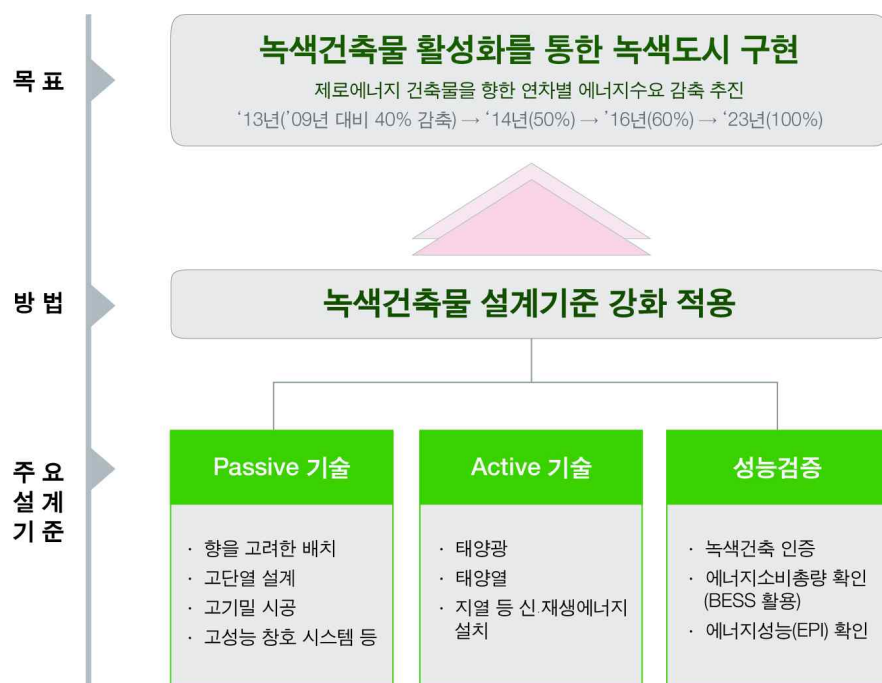
- 서울시는 건축물 에너지 수요 감축 및 녹색건축물 활성화를 위해 국가 기준보다 더욱 강화된 건축물 설계기준을 시행하고 있음
  - 2007년 8월 성능베이스 친환경 에너지 건축물 설계가이드라인을 수립한 이후, 저탄소 그린에너지 건축물 설계 가이드라인(2009.3), 그린디자인 서울 건축물 설계 가이드라인(2010.2), 서울시 녹색건축물 설계 가이드라인(2012.2) 등을 수립하고 시행해왔음
- 서울시의 건축물 설계기준 강화 추진실적 및 성과는 다음 표와 같음

<표 6-3> 서울시 건축물 설계기준 강화 추진실적 및 성과

연도별	추진건수 (건축심의 기준)	에너지절감효과 (TOE)	온실가스배출량감축효과 (tCO <sub>2</sub> )
2007년	26	32,766	93,892
2008년	65	61,653	176,668
2009년	58	69,952	200,449
2010년	62	80,462	230,567
2011년	86	49,915	143,033
2012년	54	65,008	132,985
2013년	57	81,520	167,060
계	408	441,276	1,144,654

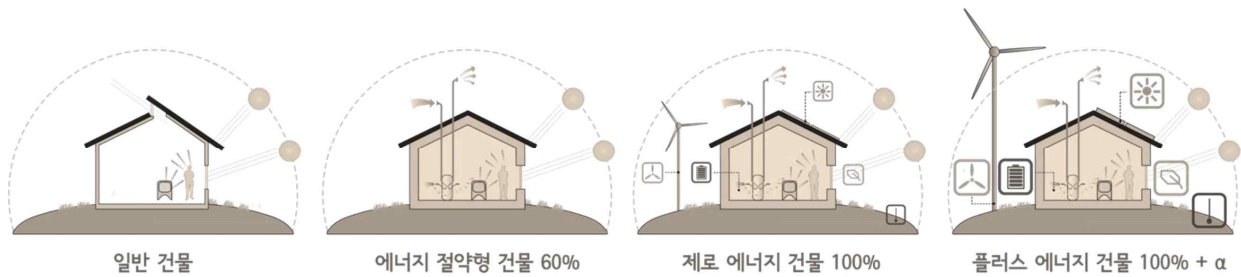
자료: 서울시 내부자료

- 2013년 4월부터는 보다 강화된 서울시 녹색건축물 설계기준을 시행하고 있음
  - 서울시의 건축물 설계기준 강화 추진 목표는 다음 그림과 같고 제2차 국가 에너지기본계획에서 정부가 제시한 목표보다 도달 시기가 1년 빠른 것임



자료: 서울시 내부자료

<그림 6-4> 서울시 건축물 설계기준 강화 추진 목표



자료: 이명주(2014), “건축물/도시분야 에너지 효율개선을 위한 정책 제언”

<그림 6-5> 건축물 에너지 성능개선 추진 목표

- 구체적으로 서울시의 강화된 녹색설계 기준은 다음 표와 같음

<표 6-4> 서울시 녹색건축물 관련 설계기준

분 야	구 분			국가 기준	서울시 기준
건축물 에너지 소비 총량제	주거용(100세대 이상 공동주택)			없음	190kwh/㎡·yr 미만
	주거용 이외 건축물 (연면적 3000㎡ 이상 업무시설)			자율	280kwh/㎡·yr 미만
성능인증	건축물에너지효율등급 인증			자율	2등급 이상
	녹색건축물 인증			자율	우수(그린2등급) 이상
	에너지성능지표 평점 합계(EPI)			65점 이상	86점 이상
절감기술	단열성능 (평균열관류율)	외벽 (창 및 문 포함)	주거 (공동주택 등)	0.66W/㎡·K 미만	0.46W/㎡·K 미만
			비주거 (일반건축물 등)	1.18W/㎡·K 미만	0.79W/㎡·K 미만
		지붕		0.18W/㎡·K 미만	0.14W/㎡·K 미만
		바닥		0.29W/㎡·K 미만	0.20W/㎡·K 미만
	문 및 창호의 기밀성 확보			자율	2등급 이상
	창 면적 비율제한		주거용 (공동주택 등)	없음	벽면율 50% 이상
			비주거용 (일반건축물)		벽면율 40% 이상
	LED 조명기기 전력량 비율		주거용 (공동주택 등)	자율	전체 조명설비 전력량의 5% 이상
			비주거용 (일반건축물)	자율	전체 조명설비 전력량의 10% 이상
	고효율 변압기 설치			자율	용도별 기준부하율 적용
신·재생 에너지설비	주거용(공동주택 등)			없음	신·재생에너지공급율 1% 이상
	비주거용(일반건축물)			없음	신·재생에너지공급율 5% 이상

#### ○ 서울시 공공건축물 에너지절약 설계기준

- 공공건축물은 신축·증축·개축하는 부분의 연면적이 1,000㎡ 이상인 경우 에너지성능지표 검토서의 평점합계가 90점 이상이어야 하며, 건축물 에너지효율 1등급 인증, 친환경건축물 최우수등급(그린1 등급) 인증 등을 받아야 함
- 건물 외피의 평균 열관류율은 신축·증축·개축 당시 국토해양부고시 에너지절약 설계기준의 에너지성능지표 최상 배점을 받아야 함

- 다음 표와 같은 신·재생에너지 공급 의무비율을 준수해야 함

<표 6-5> 서울시 공공건축물 신·재생에너지 공급의무 비율

해당연도	2011~ 2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년~
공급의무 비율(%)	10	11	12	13	14	15	16	18	20

- 서울시에서는 다음 표와 같은 주택유형별 에너지 저감요소를 적용할 계획임

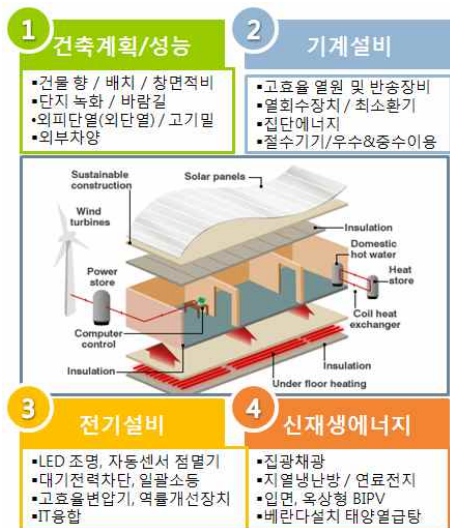
<표 6-6> 서울시 일반건축물 에너지 저감요소 적용 계획

저감요소 \ 단계	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년
침기(회/h)	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
창 면적비(%)	45	45	40	40	40
외벽 평균 열관류율(W/m <sup>2</sup> -K)	0.82	0.64	0.47	0.4	0.35
유리 종류 유리 열관류율 (W/m <sup>2</sup> -K)	아르곤복층 1.86	아르곤복층 1.86	아르곤삼중 1.12	아르곤삼중 1.12	아르곤삼중 1.00
유리 종류 (반사율, 흡수율 등 포함)	low-e (double, e=0.2) SHGC: 0.6	low-e (double, e=0.2) SHGC: 0.6	low-e (triple, e=0.2) SHGC: 0.53	low-e (triple, e=0.1) SHGC: 0.36	low-e (triple, e=0.1) SHGC: 0.36
폐열회수	전열	전열	전열	전열	전열
공조방식	CAV	VAV	VAV	VAV	VAV
고효율 보일러 (효율)	0.86	0.88	0.89	0.9	0.91
고효율 냉동기(COP)	4.6	4.8	5	5.2	5.4
조명에너지(W/m <sup>2</sup> )	15	12	10	8	6
신·재생에너지 적용 비율(%)	8	10	15	20	25

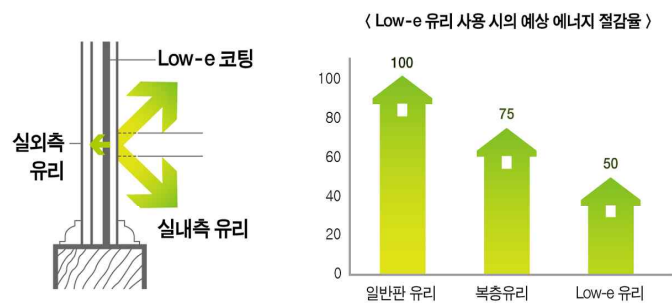
<표 6-7> 서울시 공동주택 에너지 저감요소 적용 계획

저감요소 \ 단계	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년
침기(회/h)	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
실내천정고(m)	2.35	2.35	2.35	2.3	2.3
외벽 평균 열관류율(W/m <sup>2</sup> -K)	0.5	0.42	0.35	0.3	0.25
유리 종류 유리 열관류율 (W/m <sup>2</sup> -K)	아르곤복층 1.4	아르곤복층 1.4	아르곤복층 1.4	아르곤삼중 1.0	아르곤삼중 1.0
고효율 보일러(효율)	0.86	0.88	0.89	0.9	0.91
신·재생에너지 적용 비율(%)	6	10	15	20	25

- 에너지저감 기술에는 다음과 같은 것들이 있음



Low-e 유리(로이유리, 저방사유리)란?



Low-e 유리(로이유리)는 방사율이 낮고 적외선의 반사율이 높은 저방사유리를 말합니다. 낮은 방사율이란 장파장(2,500~40,000nm)의 적외선 에너지를 어느 정도 반사하는지를 나타내는 척도로 방사율이 낮을수록 단열성능이 우수합니다. 또한 저방사유리는 가시광선은 잘 투과시키지만 실내 온도를 상승시키는 원인의 복사열은 투과시키지 않고 다시 반사시키는 특성을 가지고 있습니다.

자료: 서울시 보도자료(2011.2.17)

<그림 6-6> 건물부분 에너지 절감 기술

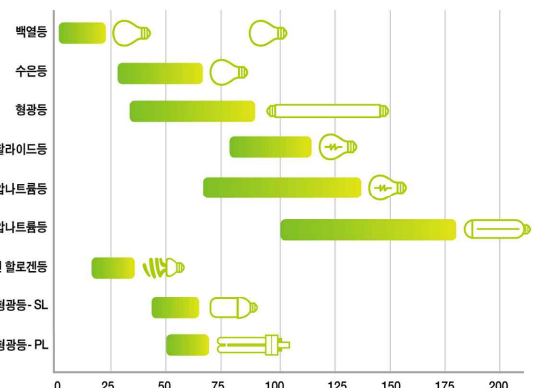
자료: 서울시 (2013c), 에너지 클리닉 서비스 Guide Book

<그림 6-7> 유리 재질에 따른 에너지 손실



자료: 서울시 (2013c), 에너지 클리닉 서비스 Guide Book

<그림 6-8> 창문 단열성능에 따른 에너지비용 절감



자료: 서울시 (2013c), 에너지 클리닉 서비스 Guide Book

<그림 6-9> 조명기기 효율 비교

## ○ 환경영향평가 심의기준 강화

- 서울시는 대규모 개발 및 대형건물의 신축(총면적 100천㎡ 이상) 또는 재개발 및 재건축(대지면적 90천㎡ 이상 재개발 및 재건축)시 적용하는 환경영향평가 심의기준을 다음 표와 같이 상향 조정할 계획임

<표 6-8> 서울시 환경영향평가 심의기준 강화계획

구분	현행	1차 개선(2014년)	2차 개선(2016년부터)
BEMS	항목없음	도입권장 항목	도입의무화 항목
LED	50%	70%	90% (2016년), 100% (2018년)
에너지 등급	1등급	1등급	1등급
녹색건축물 인증	최우수	최우수	최우수

주: BEMS(Building Energy Management System)는 에너지원별 센서 계측 장비, 분석 소프트웨어를 통해 실시간으로 에너지소비를 모니터링하고 제어하는 통합관리 시스템을 의미함

○ 공공시설물 에너지 분야 건설기술 심의기준 강화

- 현행 기준인 신·재생에너지 설비 11%와 LED조명 70%를 신·재생에너지 설비는 2020년까지 25%, LED조명은 2018년까지 100%로 상향 조정함
- 연면적 3,000㎡ 이상 공공업무시설에 대해서는 BEMS 설치를 의무화하고 에너지진단을 의무화할 계획임
- 또한 2015년부터는 일정규모 이상 건축 및 리모델링 시 차양 등 건축물 일사조정장치의 설치를 의무화할 계획임



자료: 국토교통부 (2014), 에너지수요 절감을 위한 건축물 에너지 성능 향상 대책

<그림 6-10> 건축물 일사조정장치 적용 사례

○ LED 조명 확대보급

- 서울시 녹색건축물 설계기준을 강화하여 3,000㎡ 이상 건물 신축 시 2015년에는 25% 이상 LED 조명설치, 주차장 조명 100% LED 설치, 2020년에는 100% LED 조명 설치를 법제화할 계획임
- 「자치구 공동주택 지원조례」를 개정하여 주차장 등 공용부분 LED 설치사업을 지원 대상에 포함할 계획임
- 「옥외광고물 조례」에 LED 사용 권고조항을 명시하고 점포주와 자율협정을 통해 매년 2천 개소의 간판을 LED로 전환하는 사업을 지원할 예정임
- 일정규모 이상의 공공 및 민간 시설물을 대상으로 빛 공해 방지위원회 심의 시 고효율 조명 설치 및 조명 과다 사용 지양을 유도해 나갈 계획임
- 상시조명이 필요한 장소에 대한 LED 조명 설치
- 피난 유도등 및 안내 표시등 등 각종 표시램프에 대한 LED 설치

- 추진배경

- ① 원전하나줄이기 2.0 핵심사업인 LED 보급목표 조기 달성

- : 전력자립률 목표 - 2020년까지 20%, LED 조명 선도적 보급으로 시 전력자립률의 1/4 기여

- ② 교체비용 부담 최소화 및 신속한 교체 위해 LED 전담기구(SPC) 설치

- : 금융자금 저리조달 통한 LED 선 교체 후 절전방식 도입으로 예산 최소화

- ③ 공공조명 선도적 교체로 민간조명 자발적 붐 업 조성

- ④ 서울 야간조명환경 개선으로 안전향상

- 교체대상

- ① 청사조명(시, 산하기관, 자치구), 실외조명 전체 120만개 : 2018년까지 100% 교체 추진

- ② 교체예산 : 약 2,900억 원(실내용 600억 원, 실외용 2,300억 원)

- 교체방법

- : 서울시(절감액 납부) ⇔ 우리은행(자금지원)간 LED 선 교체 후 절전차액 방식 도입

- 기대효과(에너지 절감 측면)

- ① 전력사용량 360GWh/년 절감

- : 원자력발전소(영광 5호기 생산량 9,148GWh) 전력생산량 약 3.9% 감축

- ② 에너지사용량 72,450TOE/년 감축

- 기대효과(에너지 절감 측면)

- ① 전체 공공조명을 LED로 교체하여 약 390억/년 에너지 비용 절감

- ② LED보급 확대로 산업성장 및 신규 고용창출 약 1,850명

- : 생산유발효과 ≍ 약 3천억, 고용효과 ≍ 약 1,859명

- ※ 취업유발계수(2008년 기준) : 전기·전자산업 10억 매출증가 시 6.4명 취업자 적용(한국은행)



<나트륨등 → LED조명 밝기개선 골목길>

○ 2016년 노원구 친환경 제로에너지 주택 시범단지 조성

- 시범단지에는 총 121세대(11,344㎡)의 임대주택을 건설하여 냉난방·급탕·조명·환기 등에 사용되는 에너지를 100% 자급하여 사용하도록 할 계획임



자료출처: <http://www.zedtown.kr/>

<그림 6-11> 노원구 친환경 제로에너지 시범단지 조감도

□ 건축물 에너지 소비 총량제도 확대시행

- 연면적 3,000㎡ 이상인 업무용 건축물은 건축물 에너지 소비 총량제도에 따라 단위면적당 1차 에너지 소비량을 평가하고 건축물 에너지 소요량 평가서를 제출해야 함
- 이와 관련하여 서울시는 2011년 3월부터 3,000㎡ 이상인 공공건축물과 21층 이상 또는 10,000㎡ 이상인 민간건축물 총 25건을 대상으로 시범사업을 시행했으며, 2013년 4월부터는 연면적 합계 3,000㎡ 이상인 신축 업무시설과 100세대 이상의 신축 공동주택으로 확대 시행하고 있음
  - 평가 기준은 업무시설의 경우 연간 에너지소비량이 280kWh/㎡이며 공동주택은 연간 190kWh/㎡임
  - 건축물 에너지 소비 총량제도 평가를 위해 서울시는 BESS(Building Energy Simulation for Seoul) 프로그램을 사용하고 있음<sup>38)</sup>
- 서울시는 건축물 에너지소비 총량제 기준을 다음 표와 같이 강화해 나가는 것을 목표로 함

<표 6-9> 서울시 건축물 에너지 소비 총량제 기준 목표

(단위: kWh/㎡-연)

구분	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년
공동주택	180	150	116	91	66
일반건물	270	240	186	161	136

- 서울시는 다음 표와 같이 2020년과 2035년까지 각각 총 247개와 600개 건물을 대상으로 건축물 에너지소비 총량제도를 시행하는 것을 목표로 함

38) BESS 프로그램은 서울시 홈페이지(<http://citybuild.seoul.go.kr/archives/2867>)에서 제공하고 있음

<표 6-10> 서울시 건축물 에너지 소비 총량제도 적용 목표

구 분	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년
총량제적용건물(개)	121	247	376	507	600
건축물 총면적(백만㎡)	578	597	613	626	740
총량제적용비율(%)	21%	41%	61%	81%	96%

## □ 건물 에너지효율 등급 인증제도

- 「녹색건축물 조성 지원법」및 「건축물 에너지 효율등급 인증에 관한 규정」 등을 근거로 건축물과 관련한 에너지 절약기술에 대한 투자를 유도하고 합리적인 에너지 절약을 돕기 위해 수립된 제도임
- 에너지효율 등급은 단위면적당 연간 1차에너지 소비량을 기준으로 산정하며 다음과 같이 총 9개의 단계로 구분함

<표 6-11> 건축물 에너지 효율 등급

등급	주거용 건축물 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량(kWh/㎡·년)	주거용 이외의 건축물 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량(kWh/㎡·년)
	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량(kWh/㎡·년)	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량(kWh/㎡·년)
1+++	60 미만	80 미만
1++	60 이상 90 미만	80 이상 140 미만
1+	90 이상 120 미만	140 이상 200 미만
1	120 이상 150 미만	200 이상 260 미만
2	150 이상 190 미만	260 이상 260 미만
3	190 이상 230 미만	320 이상 380 미만
4	230 이상 270 미만	380 이상 450 미만
5	270 이상 320 미만	450 이상 520 미만
6	320 이상 370 미만	52 이상 610 미만
7	370 이상 420 미만	610 이상 700 미만

자료: 국토교통부-에너지관리공단(2013)

- 유사한 제도로는 미국의 Energy Star Home/Building Program, 영국의 SAP and SAP80+ Initiative, 독일의 GRE Enerie Pass/ EnEV Energie Pass, 뉴질랜드의 Energy-Wise Homes 등이 있음



자료: EPA (2014)

<그림 6-12> 미국 Energy Star Program 인증마크

○ 인증 취득 시 인센티브에는 다음과 같은 것들이 있음

- 취득세(5~15%) 및 재산세(3~15%) 감면
- 용적률, 높이, 조경면적 등 건축기준 완화 적용
- 조달청 입찰참가자격 심사 가점 부여
- 환경개선 부담비용 감면

○ 서울시의 경우 건축물 에너지효율 등급 인증제도 적용대상은 다음 표와 같음

<표 6-12> 서울시 건축물 에너지 효율 등급 적용대상

구 분	적용기준 등급	비 고
서울시 건축위원회 심의대상	2등급 이상	연면적 합계 10만㎡ 이상이거나 21층 이상인 건축물
서울시 허가대상		50층 이상이거나 높이 200m 이상인 건축물
자치구 건축위원회 심의대상	2등급 이상	연면적 합계 3,000㎡ 이상이거나 20세대 이상 건축물로서 2등급 이상을 원칙으로 하되 건축물 용도, 규모 등을 감안, 자체기준을 수립시행 할 수 있음
그 외 건축물	자율	

#### □ 녹색건축물 인증제도

○ 녹색건축물 인증제도는 「녹색건축물 조성 지원법」을 근거로 하여 설계, 시공, 유지, 관리 등 전 과정에 걸쳐 에너지 절약 및 환경오염 저감에 기여한 건축물에 대해 인증을 부여하는 제도임



자료: 녹색건축인증에 관한 규칙

<그림 6-13> 녹색건축 인증 명판

○ 해외 유사한 제도로는 다음과 같은 것들이 있음

<표 6-13> 해외 녹색건축 인증제도 유사사례

구분	미 국		영 국		독 일		스 위 스		일 본	
명칭	LEED BD & C (Building Design + Construction)	LEED ND (Neighborhood Development)	BREEAM	BREEAM Communities	DGNB Building	DGNB Stadtquartiere	MINERGIE	SméO	CASBEE	CASBEE まちづくり
개발 기관	USGBC	USGBC, CNU, NRDC	BRE		DGNB	DGNB, BMVBS	Zürich, Bern주, SIA	Lausanne, Wädli주, BFE & ARE	국토교통성, 건축환경·에너지절약 기구	
개발 년도	1998년	2007년	1990년	2008년	2007년	2009년	1998년	2010년	2002년	2007년
평가 항목	대지계획, 에너지효율, 재료·자원 절약, 실내환경의 질, 수자원보호, 디자인·건설 과정	입자·연결성, 근린패턴·디자인, 그린인프라·건축, 혁신적 디자인·절차, 지역적 고려	관리방식, 건강, 에너지, 교통, 수자원, 재료, 폐기물, 토지이용, 생태, 오염	개발관리 방식, 지역경제, 사회복지, 자원·에너지, 토지이용·생태환경, 교통·이동, 디자인혁신	생태특성, 경제특성, 사회·문화·기능특성, 기술특성, 개발과정 특성	생태특성, 경제특성, 사회·문화·기능특성, 기술특성, 개발과정 특성	열 관류율, 창호면적 비율, 열교부위, 환기시스템, 열획득 및 손실성, 여름철 단열성	재료 및 재활용, 물 관리 사이트와 토질, 생물다양성, 공공공간, 교통, 에너지, 사회적 구성형태, 안전 및 공간이용, 재정, 경제	실내환경, 서비스성능, 실외환경, 에너지, 자원·재료, 대지주변 환경	자연환경, 대지 내 서비스기능, 지역 커뮤니티 기여, 미기후·환경적 영향, 사회 인프라시설, 지역환경 관리
평가 시점	실시설계 단계	실시계획 단계	실시설계 단계	계획승인 단계	2단계 (예비·본인증)	3단계 (예비·본인증·본인증)	계획단계	계획, 시공, 이용·운영 각 단계	4단계 (기획·신축·기존·개수)	-
인증 대상	신축건물, 기존건물, 상업건물 내부, 골조와 외부, 주택, 단지개발, 학교시설, 의료시설, 유통매장	건물 2개 이상 320 Acres(1.3 km <sup>2</sup> )이하 근린개발 구역	오피스, 공장, 주택, 상점, 교육시설, 의료시설, 맞춤형 건물, 복합주거 시설 등	건축물 2개 이상 근린개발 구역	신축건물, 기존건물	2 ha 이상 도시개발 구역 (New Urban District)	신축 및 리모델링 주거건물 외 모든 건물 적용 가능	근린지구 의 주거, 사무, 상업, 학교, 산업, 기타 체육시설	임시건물, 신축건물	건물을 제외한 대상지 및 전체 도시개발 구역
인증 등급	4등급	4등급	5등급	5등급	3등급	3등급	3등급	3등급	5등급	5등급
유효 기간	5년	5년	5년	5년	예비인증 3년, 본인증 5년	본인증 영구	미규정	미규정	5년	5년
공간 범위	건축물 단위	근린·지구 단위	건축물 단위	근린·지구 단위	건축물 단위	근린·지구 단위	건축물 단위	근린·지구 단위	건축물 단위	근린·지구 단위

자료: 토지주택연구원(2013b)3등급

○ 기존 친환경건축물인증제도와 차이점은 다음 표와 같음

<표 6-14> 녹색건축 인증 관련제도 비교

구 분	친환경건축물인증제도		녹색건축인증제도
근거법령	건축법		녹색건축물 조성 지원법
시행시기	2002년 1월	2010년 7월	2013년 3월
인증대상	공동주택, 주거복합건축물, 업무시설, 학교시설, 판매시설, 숙박시설	공동주택, 업무시설, 복합건축물(주거), 학교시설, 숙박시설, 판매시설, 그 밖의 건축물	공동주택(기존), 업무용 건축물(기존), 복합건축물(주거), 학교시설, 숙박시설, 판매시설, 소형주택, 그 밖의 건축물
평가부문	토지이용 및 교통, 에너지 자원 및 환경부하, 생태환경, 실내 환경	토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 유지관리, 생태환경, 실내 환경	토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염방지, 재료 및 자원, 물순환 관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경
등급체계	2개 등급 · 최우수 85점 이상 · 우 수 65점 이상	4개 등급(일반, 공동주택) · 최우수 80점, 74점 이상 · 우 수 70점, 66점 이상 · 우 량 60점, 58점 이상 · 일 반 50점, 58점 이상	4개 등급(신축, 기존) · 1등급 74점, 69점 이상 · 2등급 66점, 61점 이상 · 3등급 58점, 53점 이상 · 4등급 50점, 45점 이상
항목유형	평가항목, 가산항목	평가항목, 가산항목, 필수항목	평가항목, 가산항목, 필수항목
총점계산	분야별 배점의 단순합계, 건물용도별 총점 상이	분야별 배점에 분야별 가중치 적용, 총점 100점으로 통일	분야별 배점에 분야별 가중치 적용, 총점 100점으로 통일

자료: 토지주택연구원(2013b)

- 2014년 10월 기준으로 전국에서 녹색건축 인증을 받은 건물의 수는 4,298개이며, 경기와 서울이 각각 1,354개와 1,050개로 가장 많았음
- 건물 유형별로는 학교시설과 공동주택이 가장 많았으며, 서울시에서는 공동주택, 업무시설, 학교순으로 높았음

<표 6-15> 전국 녹색건축물 인증 현황(예비인증 포함)

구분	공동주택	복합	업무용	학교시설	판매시설	숙박시설	소형주택	기존공동	기존업무	그밖건축	합계
서울	424	101	244	148	15	32			3	82	1050
부산	35	12	2	72	2	1				12	136
대구	23	8	23	57	2	1				22	136
울산	16	3	11	44		2				6	83
인천	101	10	31	94			2			38	276
대전	49	8	28	43	1	4				22	155
광주	52	2	17	52						12	135
경기	494	15	135	644	4	2	1			58	1354
강원	10	5	14	19	2	9				20	79
충북	16	8	18	41	2	3				16	104
충남	47	4	37	68		1				9	167
세종	22	2	10	38		2				14	90
경북	18	7	14	63		3				17	122
경남	23	3	21	97	4	2				14	165
전북	18	12	13	61		2				10	117
전남	10	9	18	52		1				5	95
제주	6	4	7	12		1				4	34
합계	1364	213	643	1605	32	66	3	0	3	361	4298

자료: 녹색건축 인증제(G-SEED) 통합인증시스템 ([http://www.g-seed.or.kr/?sd=2&sc=2\\_1](http://www.g-seed.or.kr/?sd=2&sc=2_1))

○ 서울시의 녹색건축물 인증제도 의무 적용대상은 다음 표와 같음

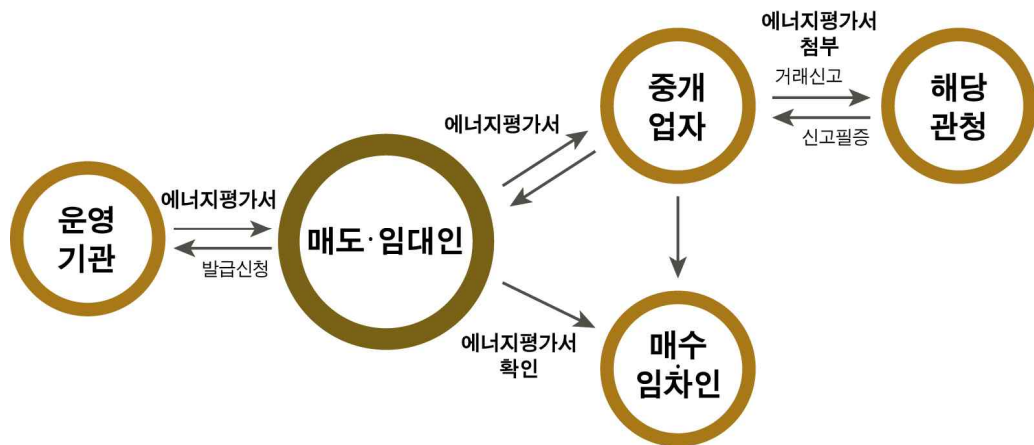
<표 6-16> 서울시 녹색건축물 인증제도 적용대상

구 분	적용기준 등급	비 고
서울시 건축위원회 심의대상	우수 (그린2등급) 이상	연면적 합계 10만㎡ 이상이거나 21층 이상인 건축물
서울시 허가대상		50층 이상이거나 높이 200m 이상인 건축물
자치구 건축위원회 심의대상	우수 (그린2등급) 이상	연면적 합계 3,000㎡ 이상이거나 20세대 이상 건축물로서 우수등급이상을 원칙으로 하되 건축물 용도, 규모 등을 감안, 자체기준을 수립시행 할 수 있음.
그 외 건축물	자율	

○ 서울시는 「녹색건축 인증에 관한 규칙」에 따른 녹색건축 인증과 「건축물에너지 효율등급 인증에 관한 규칙」에 따른 건축물 에너지효율 인증 등급을 획득한 경우에는 건축기준(용적율 등)의 완화를 적용받을 수 있도록 하였음

#### □ 건축물 에너지소비 증명제도

○ 건축물 에너지소비 증명제도는 「녹색건축물 조성 지원법」을 근거로 하여 건축물 매매(임대)시 건축물 에너지 평가서를 거래 계약서에 첨부하도록 함으로서 소비자가 건축물 매매(임대)시 건축물의 에너지 성능을 고려할 수 있도록 하는 제도임

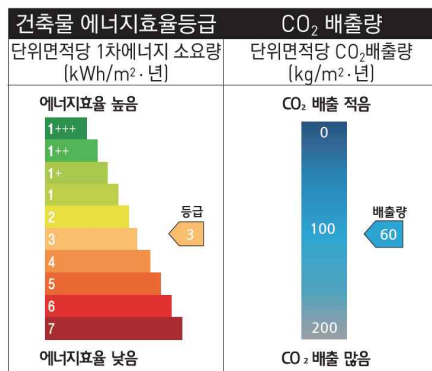


자료: 에너지관리공단, 건축물 에너지소비 증명제도 리플렛

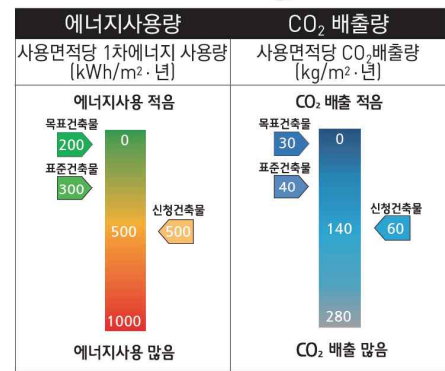
<그림 6-14> 에너지소비 증명제도

- 건축물 에너지 평가서는 건물의 일반사항과 에너지 소요량, 에너지 사용량으로 구성되어 있음
- 에너지 소요량은 ISO-13790 평가 방법에 따라 냉난방, 조명, 환기 시스템에서 소요되는 1차에너지 소요량을 나타내며, 에너지 사용량은 에너지원별로 최근 3년간 연도별 실제 1차에너지 사용량을 나타냄

## 1 에너지 소요량



## 2 에너지 사용량



자료: 에너지관리공단, 건축물 에너지소비 증명제도 리플렛

<그림 6-15> 건축물 에너지 평가서에 기재되는 에너지 소요량과 에너지 사용량 예시

- 건축물 에너지소비 증명제도는 2013년 2월부터 서울시에 위치한 500세대 이상의 공동주택과 연면적 3,000m<sup>2</sup> 이상의 업무시설을 대상으로 시행되었으며 다음 표와 같이 단계적으로 지역 및 적용대상이 확대될 예정임

<표 6-17> 건축물 에너지소비 증명제도 대상 건축물

구 분	용 도	
	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
2013년 2월 23일 부터	서울특별시 소재 500세대 이상 공동주택 매매	서울특별시 소재 연면적 3,000m <sup>2</sup> 이상 업무시설 매매
2014년 1월 1일 부터	수도권 소재 500세대 이상 공동주택 매매·임대	수도권 소재 연면적 3,000m <sup>2</sup> 이상 업무시설 매매·임대
2016년 1월 1일 부터	전국 500세대 이상 공동주택 매매·임대	전국 연면적 3,000m <sup>2</sup> 이상 업무시설 매매·임대

자료: 국토교통부·에너지관리공단(2013), 건축물 에너지효율화 정책 설명회 자료

- 이와 관련하여 서울시는 2015년부터 에너지 사용량 정보를 민간 부동산 포털과 서울시 공동주택 통합 정보마당에 공개할 계획임
- 장기적으로는 에너지소비 정보를 주택 공시지가에 반영하는 방안도 검토하고 있음

### □ 에너지 다소비 건물 에너지성적표 공개

- 2015년부터는 일정기준(10%) 이상 에너지를 절감한 건물에게 인증패를 부여하는 우수 에너지효율화 건물 인증제도를 시행할 계획임
- 에너지소비량 공개대상 건물도 한전 계약전력 100kW 이상인 건물로 확대하여 2020년까지 총 1.2천개 건물이 참여하도록 할 계획임
- 2020년 이후에는 매년 1백개 건물이 추가적으로 참여하도록 함

### □ 연면적 3000m<sup>2</sup> 이상 건축물에 대한 에너지 사용량 표출장치 설치 의무화



<그림 6-16> 건축물 에너지사용량 표출장치의 예

#### □ 기타 사업들에는 다음과 같은 것들이 있음

- 공동주택 스마트 계량기 설치
- 동(하)절기 전력피크 부하를 줄일 수 있는 냉난방기기 설치
- 2015년부터 건축자재 단열성 성능기준 등 시공 가이드라인 마련 및 적용
- 매 5년마다 서울시 녹색건축물 조성계획을 수립해나갈 예정임. 이를 통해 녹색건축물 조성 및 지원 방안을 도출하고 각종 인증제도의 활성화 방안을 마련할 계획임

## (2) 기존 건물 에너지효율 개선 사업

#### □ 기존건물 에너지소비 현황

- 신축건물의 에너지 소비 절감은 앞서 언급한 여러 가지 제도들을 통해 달성할 수 있음
- 그러나 현재 기존건물이 전체 건물의 97% 이상을 차지하고 있기 때문에 건물부문 에너지소비 절감을 위해서는 신축건물과 함께 기존건물에 대한 정책이 필요함<sup>39)</sup>
- 에너지총조사 등의 조사 결과를 바탕으로 추정한 바에 따르면 서울시 가정부문의 2011년 가구당 평균 연간 에너지소비량은 14,062백만cal임<sup>40)</sup>
  - 이중 난방이 9,839백만cal(70%)로 가장 많은 양을 차지하고 냉방과 기타는 각각 273백만cal와 3949백만cal를 차지함
- 주택유형별로는 아파트의 연간 에너지소비량이 가장 높고 단독 및 다세대/연립주택은 아파트에 비해 각각 1.4%와 8.2% 적었음

39) 토지주택연구원(2013a)에 따르면, 향후 서울시에서 신규로 투입될 주택의 수는 매년 5~6만호일 것으로 전망됨. 이는 서울시 총 주택수의 2~3%를 차지하는 양임

40) 에너지경제연구원, 2013a, 에너지총조사보고서

- 아파트의 에너지소비량이 다른 주택유형에 비해 높은 것은 난방과 냉방을 위한 에너지소비가 다른 주택유형들 보다 높았기 때문임
- 단독주택의 경우 냉난방을 제외한 기타부문에서의 에너지소비량이 다른 주택유형들보다 높았음
- 다세대 및 연립주택은 모든 용도에 있어서 다른 주택유형들보다 에너지소비량이 낮음

<표 6-18> 서울시 주택유형별 에너지 소비량(2011년)

(단위 : Mcal)

구 분		연간소비량	난 방	냉 방	기 타
서울	단 독	14,237	9,963	238	4,036
	다세대/연립	13,250	9,250	245	3,755
	아파트	14,433	10,114	335	3,984

자료출처: 에너지경제연구원(2013a), 분위회귀분석을 통한 가정부문 용도별 에너지소비량

- 건축연도별로는 2000년대 이후 지어진 주택의 에너지소비량이 가장 높았으며, 1979년 이전에 지어진 주택의 에너지소비량이 가장 낮았음
- 주택 단열기준이 지속적으로 강화되어왔다는 점을 고려한다면 이러한 결과는 소득, 주거면적 등 다른 요인들의 영향 때문이라고 볼 수 있음
- 오래된 건물에 거주하는 가구보다 최근에 지어진 가구의 평균 소득이 높고, 가구 소득이 높을수록 주거 면적이 넓은 주택에 거주하여 단위면적당 에너지소비가 높을 개연성이 있기 때문임

<표 6-19> 서울시 건축연도별 에너지 소비량(2011년)

(단위 : Mcal)

구 분		연간소비량	난 방	냉 방	기 타
서울	1979년 이전	13,815	9,542	239	4,034
	1980~1989년	14,225	9,929	269	4,028
	1990~1999년	14,196	10,117	255	3,824
	2000년 이후	14,233	9,991	351	3,891

자료출처: 에너지경제연구원(2013a), 분위회귀분석을 통한 가정부문 용도별 에너지소비량

- 실제로 다음 표에 나타난 것처럼 주거 면적이 넓고 소득이 높을수록 더 많은 에너지를 소비하고 있음

<표 6-20> 서울시 주거면적별 에너지 소비량(2011년)

(단위 : Mcal)

구 분		연간소비량	난 방	냉 방	기 타
서울	33㎡ 미만	11,957	8,530	156	3,271
	33~66㎡ 미만	12,463	8,763	192	3,508
	66~99㎡ 미만	14,381	10,175	279	3,927
	99~132㎡ 미만	15,241	10,471	357	4,412
	132㎡ 이상	16,291	11,217	376	4,699

자료출처: 에너지경제연구원(2013a), 분위회귀분석을 통한 가정부문 용도별 에너지소비량

<표 6-21> 서울시 소득별 에너지 소비량(2011년)

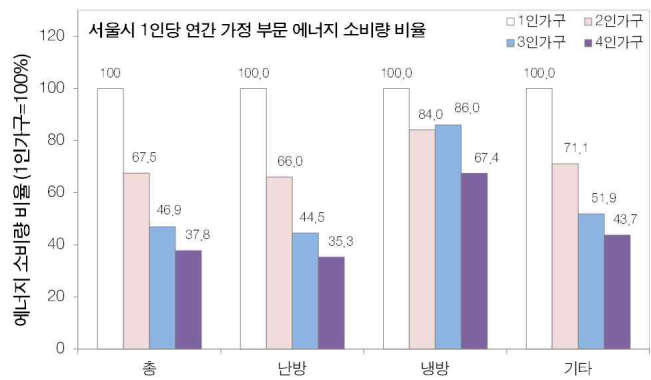
(단위 : Mcal)

구 분		연간소비량	난 방	냉 방	기 타
서울	100만 원 미만	12,218	8,716	143	3,360
	100~200만 원 미만	13,791	9,860	223	3,708
	200~300만 원 미만	14,069	9,876	284	3,909
	300~400만 원 미만	14,429	9,804	318	4,307
	400만 원 이상	15,534	10,832	371	4,331

자료출처: 에너지경제연구원(2013a), 분위회귀분석을 통한 가정부문 용도별 에너지소비량

#### ○ 가구원수가 많아질수록 에너지소비량은 높아짐

- 그러나 1인당 에너지소비량은 가구원수가 많아질수록 크게 감소하는데, 예를 들어 4인 가구는 1인 가구에 비해 1인당 에너지소비량이 37.8%에 불과함
- 용도별로는 1인당 난방 에너지소비량이 가구원수의 증가에 따라 가장 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타남



비고: 에너지경제연구원(2013a) 자료를 이용한 자체 계산

<그림 6-17> 서울시 1인당 연간 가정 부문 에너지 소비량 비율 (가구원수별)

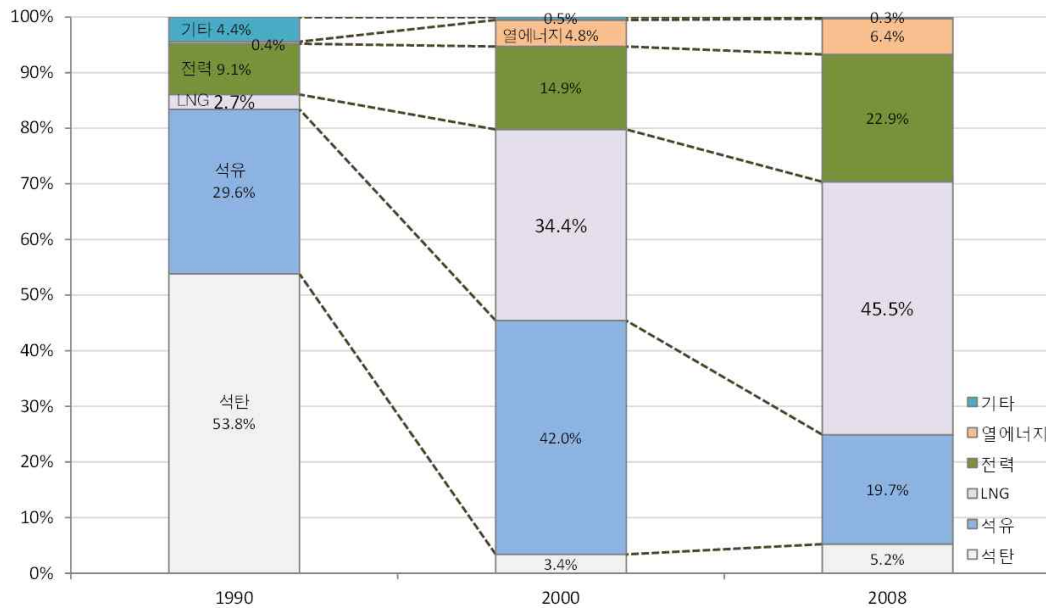
<표 6-22> 서울시 가구원수별 에너지 소비량(2011년)

(단위 : Mcal)

구 분		연간소비량	난 방	냉 방	기 타
서울	1명	9,895	7,276	119	2,501
	2명	13,364	9,610	200	3,555
	3명	13,913	9,715	307	3,892
	4명	14,964	10,268	321	4,375
	5명 이상	16,723	11,564	321	4,838

자료출처: 에너지경제연구원(2013a), 분위회귀분석을 통한 가정부문 용도별 에너지소비량

- 다음 그림에 나타난 바와 같이 비록 전국 자료이기는 하지만 에너지경제연구원(2010)의 연구에 따르면 시간이 지남에 따라 가정 부문에서는 도시가스와 전력, 열에너지의 비중이 증가하는 반면, 석탄은 1990년대 이후, 석유는 2000년대 이후 큰 폭으로 감소해온 것을 확인할 수 있음
- 다만 최근 들어서는 석탄의 비중이 다소 높아지고 있음



자료: 에너지경제연구원(2010), 가정부문 용도별 에너지소비량 및 소급추정에 관한 연구

<그림 6-18> 가정부문 에너지원별 구성비 변화(전국)

## □ 현황분석 종합

- 이상의 결과를 통해 가정부문의 에너지소비 절감을 위해서는 기존 건물의 냉난방 에너지소비를 줄이는 것이 가장 중요하다는 것을 알 수 있음
- 기존건물 주택의 경우에는 창호교체 등 단열강화 사업을 통해 주택에 소요되는 난방 에너지의 50~60% 감축할 수 있다는 점을 고려한다면(에너지경제연구원, 2013), 가정부문 에너지소비 감축의 가능성은 크다고 할 수 있음
- 또한 주택에 고효율 설비나 기기를 사용할 경우 에너지절감량은 더욱 커질 수 있음

## □ 민간부문 주택 에너지효율화 사업 현황

- 현재 국내에서 시행되고 있는 주택 에너지효율화 사업은 크게 한국에너지재단의 주택 에너지효율 개선사업, 한국주거복지협회의 희망의 집수리사업, 한국가스공사와 한국사회복지협의회가 진행하는 Kogas 온(溫)누리 사업 등이 있음
- 한국에너지재단의 주택 에너지효율 개선사업은 2007년부터 시작되었으며 국민기초생활수급가구 및 차상위 계층을 대상으로 단열공사, 창호공사, 바닥공사 등을 수행하고 있음
- 가구당 지원한도액은 100만 원이지만, 총 지원가구 중 약 20%는 가구당 150만 원까지 지원이 가능하도록 하고 있음
- 2007년부터 2011년까지 총 110백만 원의 예산으로 226천 가구에게 주택 에너지효율 개선사업을 실시해왔음<sup>41)</sup>
- 이중 서울시의 경우에는 총 22.8천 가구가 총 11.7백만 원을 지원 받았음

41) 한국에너지재단, 2012. 저소득층 에너지효율 개선사업

<표 6-23> 주택 에너지효율 개선 사업 추진 실적

(단위: 가구, 백만 원)

구 분			2007년	2008년	2009년	210년	2011년	합계
한국 에너지 재단	전국	가구수	16,501	78,487	66,612	43,336	21,428	226,364
		시행금액	8,853	27,552	27,611	27,527	18,549	110,092
	서울	가구수	3,641	5,720	6,273	4,172	3,023	22,829
		시행금액	1,801	2,021	2,488	2,820	2,532	11,661

자료: 서울연구원(2012), 서울시 단독주택 난방에너지 효율개선 사업 활성화 방안

- 주택 에너지효율 개선사업에 따른 시행효과는 다음 표와 같이 평균적으로 열손실이 30% 정도 감소하는 것으로 나타남

<표 6-24> 주택 에너지효율 개선 사업 효과

시공지원	사업 전 열손실(%)	사업 후 열손실(%)	효율개선 효과(%)	에너지구입비용절 감액(천 원)	총절감효과(억 원)
단열공사	39	7	32	274	27.4
창호공사	45	15	30	257	24.3

자료: 에너지경제연구원(2013b), 주택 에너지효율 개선사업 전략 연구

- 희망의 집수리사업은 현대제철이 후원하고 한국주거복지협회가 주관하여 수행하는 저소득층 주택 에너지효율 개선사업임
  - 2011년에 처음 시작되었으며 2020년까지 총 1천 세대의 주택을 무료로 개보수하는 사업을 진행할 계획임
  - 주요 사업내용으로는 에너지효율화 집수리사업, 긴급집수리 공사, 소액보수지원사업, 가정에너지 코디네이터 사업 등이 있음
  - 주택 당 에너지효율 개선사업 비용은 평균 366만 원이었음
  - 희망의 집수리사업에 따라 주택의 단위면적당 에너지소요량은 평균적으로 20% 정도 개선되는 것으로 나타남<sup>42)</sup>
- 한국사회복지협의회와 한국가스공사는 저소득층이나 사회복지시설의 동절기 난방비를 지원하고 주택 개보수 공사를 수행하는 등 Kogas 온(溫)누리 사업을 진행하고 있음
  - 2010년의 경우 에너지효율 개선사업의 경우 가구당 최대 330만 원을 지원하였으며, 사회복지시설에는 시설 당 최대 2,000만 원까지 지원하였음
  - 총 87개 가구와 71개 시설에 대한 에너지효율 개선사업 지원 금액은 817백만 원이었음
  - 사업결과 실내 기밀성 개선효과는 평균 27.5%였던 것으로 나타남<sup>43)</sup>

42) 제5에너지(2011)의 결과를 인용한 서울연구원(2012)의 결과를 바탕으로 산정하였음.

43) 서명지, 2010. Kogas 온누리 사업 사례발표



자료: 서명지(2010), 한국가스공사 온누리 사업 사례발표

<그림 6-19> 한국가스공사 온(溫)누리 사업 수행 예

<표 6-25> 한국가스공사 온(溫)누리 사업 지원내용(2010년)

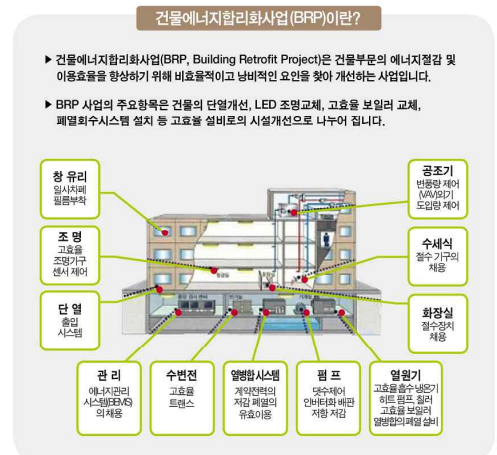
구 분		지원 대상	지원 규모	지원 금액
난방비 지원 (3개월분)	난방유	476 가구	600 L	396,010,500원
	LPG	35 가구	150 kg	
	연탄	170 가구	450 장	
에너지효율 개선공사	저소득 가구	87 개소	최대 330만 원	816,912,629원 (*하자예치금 포함) 단열, 창호, 바닥, 보일러 등
	취약 사회복지시설	41 개소	최대 2000만 원	
	자활시공업체	30 개소		

자료: 서명지(2010), 한국가스공사 온누리 사업 사례발표

- 환경정의는 주택 에너지효율화 사업(WAP: Weatherization Assistance Program)을 통해 가구당 적게는 150만 원에서 최대 500만 원까지 지원하고 있음
  - 이로 인해 주택 기밀 성능은 8%에서 76%까지 향상되는 효과를 보임<sup>44)</sup>
- 두꺼비하우징은 가구당 1~2백만 원을 지원하는 주거개선 사업을 수행하고 있음<sup>45)</sup>

## □ 서울시 건물에너지효율화 사업(BRP: Building Retrofit Project) 현황

- 서울시는 2008년부터 민간부문 건물 에너지합리화 종합계획을 수립 시행하고 있음
  - 구체적인 사업내용으로는 단열보강, 창호보강, 고효율 보일러 교체, 고효율 LED 조명 교체, 에너지 생산시설 설치 등이 있음
- 서울시는 2012년부터 건물 에너지효율화 사업을 주택(단독, 공공)과 공공부문에도 확대 적용하고 있음



자료: 서울시 (2013c), 에너지 클리닉 서비스 Guide Book

<그림 6-20> BRP 사업 개요

44) 서울연구원, 2012. 서울시 단독주택 난방에너지 효율개선 사업 활성화 방안

45) 보다 자세한 내용은 개별 사업의 홈페이지를 참고할 수 있다: 환경정의 WAP(<http://eco.or.kr/tag/주택에너지효율화-사업>), 두꺼비하우징 주거개선사업([http://www.toadhousing.com/?page\\_id=705](http://www.toadhousing.com/?page_id=705))

- 이를 위해 연 1.75%의 이자율과 8년 분할상환(3년 거치 가능) 조건으로 사업비의 100%(가구당 최소 200만 원, 최대 1000만 원)까지 건물주를 포함해 세입자, 시공업체 등 BRP를 추진하는 자에게 지원하고 있음
- 또한 서울시는 민간협력을 통한 참여 유도 및 사업비 인하를 추진하고 있는데, 구체적인 예로는 에너지 절약형 시범단지 조성(대림 IS 업무협약), 창호가격 인하 업무협약(LG 등 5개사), 지역특화 BRP(G-밸리 산업협회), 병원 에너지효율 개선사업(여의도 성모병원 등 30개 병원) 등이 있음

<표 6-26> 서울시 BRP 사업 지원항목

분 류	내 용
건축부문	내외벽 단열보강, 창호개선(에너지효율 3등급 이상), 단열 필름 등
기계부문	열병합 발전시설 설치 냉난방 효율 향상공사(보일러, 냉온수기, 냉동기 등 고효율 기기교체) 폐열회수설비(열교환장치, 히트펌프) 건물자동화제어장치(자동제어, 건물에너지관리시스템 등)
전기부문	조명시설 효율향상공사(고효율 LED 교체) 에너지절약형 공조시스템(고효율 인버터, 고효율 송풍기 및 전동기 등) 수변전 설비(고효율 변압기) 대기전력 저감 우수제품(에너지관리공단 인증) 설치
기타	신·재생에너지(수소연료전지, 지열, 태양열 등) 공인시험기관에서 에너지절약 효과 10% 이상 인증한 에너지절약시설 및 에너지관리공단 ESCO 자금지원 세부내역 항목 등

○ 상업건물을 포함한 서울시의 BRP 용자지원 실적은 다음 표와 같음

- 2014년 8월 기준으로 사회복지시설 총 59개소와 건물부문 총 20천 개소에 대해 BRP 사업을 추진했으며 용자지원 규모는 54.9십억 원이었음

<표 6-27> 서울시 BRP 사업 용자지원 실적

구 분	2010년	2011년	2012년	2013년
지원건물(개소)	25	10	167	1,208
지원금액(백만 원)	6,687	4,211	4,351	16,203

주: 2013년 실적은 용자추천 현황임

○ 서울시는 건물에너지합리화 정책의 하나로 LED 보급을 추진하고 있는데, 2012년 이후 총 6.79백만개를 보급했으며 구체적인 사업 실적은 다음 표와 같음

<표 6-28> 서울시 BRP사업에 따른 LED 교체 실적

사 업	내 용
지하철 역사	지하철 역사 243개소, 약 430천 등기구 LED 전환 · 정책금융공사와의 협력을 통해 총 사업비 29.7십억 원을 모두 민간자본 투자로 마련함
공동주택 주차장	ESCO 사업을 통해 400개 단지에 600천개 보급
조명 다소비 상업 시설	찜질방, 헬스장, 음식점 등 LED 4.97백만개 교체
LED 조명 직거래 장터	50개소, 30% 가격인하

## □ 건물에너지합리화 사업 기대효과

- 에너지경제연구원은 다음과 같은 내용을 기본으로 하는 주택 에너지효율 향상 정책을 제안한 바 있음<sup>46)</sup>

<표 6-29> 주택 에너지효율 향상정책 안

분 류	내 용
단열강화	벽단열(단열재 100mm), 지붕 또는 천장의 단열 시공(단열재 100mm)
창문교체	3중창 또는 고효율 창틀(3중창 또는 복층 로이유리)
보일러교체	콘덴싱보일러로 교체(일반보일러보다 10~29% 고효율)

자료: 에너지경제연구원, 2013b

- 사업대상은 1980~1994년 기간에 건축된 주택을 시작으로 매년 10만호씩 사업을 수행하고 향후 연간 20~30만호씩 대상을 확대하는 방안임
- 이를 위해 소요되는 공사비는 주택 한 호당 1,000~1,500만 원으로 산정하여 매년 1.15조 원이며, 소요되는 비용은 장기저리융자 등을 통해 민간의 자금을 활용할 수 있도록 설계하였음
- 구체적으로는 주택 에너지효율화 사업을 신청한 집주인에게 대출기간 15년의 장기융자(이자율 5%)를 제공하되 정부가 이차보조를 통해 3%에 해당하는 이자를 지불하고 나머지 2%는 집주인이 상환(원리금 균등 분할상환)하도록 하는 제도를 설계하였음
- 이러한 사업을 통해 주택 난방에너지 소비는 최대 82% 절감 가능하며, 사업에 소요되는 비용을 모두 지불하고도 연간 약 107천 원(초기투자 1천만 원, 에너지효율 30% 개선)~244천원(초기투자 1.5천만 원, 에너지효율 50% 개선)의 금전적 혜택이 발생하는 것으로 전망되었음
- 이때 정부가 지불해야 하는 이자액은 2014년 29.2십억 원을 시작으로 최대 233.5십억 원(2028년)이 될 것으로 전망됨
- 반면 에너지절감 편익은 2014년 50.4십억 원을 시작으로 최대 1.156조 원(2037년)이 될 것으로 전망됨
- 또한 이러한 사업을 통해 기대할 수 있는 새로운 일자리는 17.2천명임
- 국토교통부의 사례 분석에 따르면, 서울시 노원구 상계 마들 아파트의 경우 창틀 단열보강 및 창호교체 공사를 통해 난방성능이 최소 35% 개선되고 연간 29만 원의 에너지비용을 절

46) 에너지경제연구원, 2013b. 주택 에너지효율 개선사업 전략 연구

감할 수 있을 것으로 분석됨<sup>47)</sup>

- 투자회수기간은 금리 3%를 적용할 경우 7년인 것으로 산정됨



[시공 전]



[시공 후]

자료: 국토교통부(2014), 건축물 에너지 성능 향상 대책

<그림 6-21> 창틀 보강 및 창호교체 사례

<표 6-30> 상계 마들 임대아파트 리모델링 경제성 분석

공사내용	공사비	에너지 절감 (냉난방 절감비용)	투자비 회수기간	
			금리 3% 적용 (원리금균등상환)	무이자
기존 창틀 보강 및 창호교체	180만 원	29만원/년 (11월~3월 난방비 기준)	7년(원금 + 이자 20만 원)	6년

주: 1988년에 준공된 전용면적 37.8㎡인 아파트를 대상으로 분석함

자료: 국토교통부(2014), 건축물 에너지 성능 향상 대책

○ 서울시는 건물에너지합리화 정책 시행을 통해 다음과 같은 효과를 기대하고 있음<sup>48)</sup>

- 단열보강, 창호보강 등으로 난방비 최대 52% 절감
- 고효율 LED 교체로 에너지소비 61% 절감
- 고효율보일러 교체로 에너지소비 15% 절감



자료: 서울시 보도자료(2012.2.16.)

<그림 6-22> 건물 에너지합리화 사업 예

47) 국토교통부, 2014. 건축물 에너지 성능 향상 대책

48) 서울시 보도자료(2012.2.16.), “서울시, 전국 최초로 에너지효율화사업 주택까지 지원 확대”

#### □ 정부 건물에너지효율화 사업 계획<sup>49)</sup>

- 정부는 2014년에 2십억 원의 이자비용을 지원하는 건축물 리모델링 사업을 시작했으며 단계적으로 이를 확대해 나갈 계획임
- 15~25년 경과된 건축물(총 1.85백만호)을 중점 대상으로 하여 사업을 추진하며, 25년을 초과된 건축물은 정비과정에서 신축기준을 적용할 예정임<sup>50)</sup>
  - 이와 관련하여 서울시와 협의 하에 서울시내 노후 단독주거 지역을 대상으로 시범사업을 시작할 계획임

#### □ 서울시 건물에너지효율화 사업 계획

- 서울시는 2015년부터 2035년까지 매년 12.5천 가구를 대상으로 기존건물 에너지합리화 사업을 수행함을 목표로 함
  - 현행 창호와 단열 중심에서 에너지효율화 진단, 친환경 보일러와 공조장치 등 설비교체, 운영시스템 및 모니터링 등을 포함하도록 개선
- BRP 사업 용자 신청 시 에너지진단을 의무화함
- 리모델링 활성화 구역을 확대하고 에너지절약형 리모델링시 혜택 부여
  - 구체적으로 건축 후 15년 이상된 노후 건물이 60% 이상인 지역을 리모델링 활성화 구역으로 지정함(매년 2구역씩 추가하여 2017년까지 총 25구역 지정)
  - 2015년에 건축위원회 연면적 증가 심의지침을 개정하여 인센티브를 확대할 계획임
  - 현행 에너지절감 시공 시 5%에서 에너지절감시공 또는 신·재생에너지 생산 시 10%로 상향조정함
- 2015년부터 공공시설 5개소에 BEMS를 시범적으로 설치하고 2016년부터는 연면적 3천㎡ 이상의 서울시 산하 공공건축물로 BEMS 보급을 확대해나갈 계획임
- BRP를 추진하여 건축물 에너지 효율등급이 개선될 경우 인증비용을 2015년부터 지원하기 시작하여 2018년까지 총 150개소에 인증비용을 지원할 계획임

#### □ BRP 연계 LED 보급

- 서울시는 2018년까지 공공부문의 조명 전량(100%)을 LED로 교체할 계획임
  - 이를 위해 서울시는 2015년에 공공조명 LED교체 전담기구(SPC)를 설립할 계획임
- 민간부문의 경우 2018년까지 65%를 교체할 계획임
  - LED 보급을 위한 지역 네트워크인 LED 허브센터를 설립하여 LED 관련 정보를 제공하고 한등 끄기 등의 에너지 절약 시민운동을 전개해나갈 계획임
  - 한국 프렌차이즈 협회 및 대형마트와 협력하는 LED 보급사업도 추진할 계획임
- 기술향상 및 판로확보와 관련해서는 LED 실증단지를 운영하고 서울 LED Lighting Fair를

49) 국토교통부, 2014. 건축물 에너지 성능 향상 대책

50) 독일의 경우 2013년에 그린 리모델링 사업에 260십억 원을 지원하여 300천개의 일자리가 창출된 것으로 보고되고 있음(국토교통부, 2014).

개최하며 산학협력을 통한 LED 종합정보센터를 설치할 계획임

- 「서울특별시 공공기관 LED 보급기준」도 개정하여 국가 성능기준 또는 고효율 보다 10% 이상 강화된 기준을 제시하는 등 기술개발을 유도해나갈 계획임

#### □ BRP 연계 고효율 보일러 보급

- 서울시에는 10년 이상 된 가정용 가스보일러가 약 1.1백만대 있을 것으로 추정됨
- 이를 대체하기 위해 2015년부터 매년 50천대의 고효율 보일러를 보급할 계획임
  - 이를 위해 가구당 160천 원(국비 80천 원, 시비 80천 원)을 지원할 계획임

#### □ 공공시설 에너지효율화 사업

- 서울시는 물재생센터, 정수센터, 지하철 공사 등 공공시설에 대해 특성에 맞는 에너지효율화 사업을 시행할 계획임
  - 물재생센터의 경우 전력설비를 효율화하고 자체생산 가스를 활용할 계획임
  - 정수센터에서는 전기사용 시간대별 효율적 부하관리 시스템을 도입할 예정임
  - 지하철 공사에서는 브레이크 작동 시 발생하는 전력을 회수하는 설비를 현행 2대에서 2018년까지 8대로 확대할 예정임

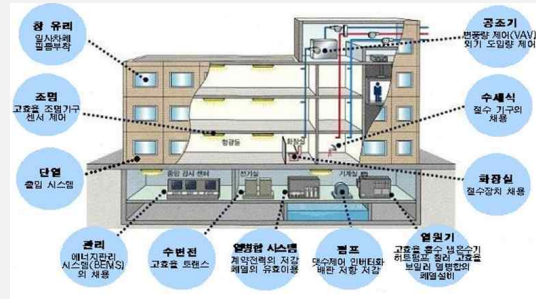
#### □ 서울시는 정부와의 협력을 통해 에너지 진단 제도도 개선해나갈 계획임

- 구체적으로 다음과 같은 내용을 포함하는 「에너지 이용 합리화법」 개정안을 건의할 계획임
  - 시·도지사가 에너지진단 수행실적 보고 명령을 내릴 수 있는 권한을 부여
  - 개선명령 대상시설 확대: 현행 에너지절감 기대효율 10%에서 5%로
  - 에너지 다소비 건물을 현행 2,000TOE에서 계약전력 1000kW로 조정
- 또한 서울시는 다음 표와 같이 용도별 맞춤형 에너지 진단 시스템을 구축해나갈 예정임

<표 6-31> 서울시 에너지진단 시스템

구 분	에너지 진단사	내 용	물 량
일반주택	에너지 컨설턴트	가정별 에너지 사용실태 진단 및 절감 컨설팅	100천 세대
중소건물 상가점포	에너지설계사	건물 상가 업소의 전기 등 에너지 사용 패턴 분석, 수요자 절전보상금 계약 체결 등 전문화된 서비스 제공	7천 개소
복지시설 교육기관	전문기관	건물 에너지 현황 무료 진단	500 개소

- 건물에너지합리화사업(Building Retrofit Project)은 건물의 에너지 손실과 비효율적 요인을 개선하기 위해 에너지 절약 시설을 개선 또는 설치함으로써 에너지 사용량 절감과 이용 효율을 향상시키는 사업을 말함



- 서울시의 건물에너지합리화사업의 선도적 추진성과는 국내외에서 인정받고 있음
- 2009년 5월 개최된 제3차 C40 서울정상회의 시 CCI(클린턴재단)에서 서울을 BRP “Leading City”로 평가했으며, 같은 해 12월 지식경제부에서 “전력수요관리사업 우수기관”으로 선정하였고, 코펜하겐 “시장단기후정상회의”에서 우수사례로 발표하였음
- 서울시는 민간부문 건물에너지합리화사업 만족도 결과조사(2009년)\*를 반영하여 2014년까지 민간 건물 2,000개소에 대한 건물에너지합리화사업 추진을 위하여 기후변화기금 2,200억 원을 조성하여 매년 300억 원을 저리로 용자 지원  
 \*2009년 11월부터 2008년 민간부문 건물에너지합리화 추진사업 8건에 대한 만족도 조사를 실시, 8건 모두 에너지 절감 효과에 대해 만족하는 것으로 나타났음(LS용산타워는 BRP사업 추진으로 전체 에너지사용량의 17.8% 절감효과, 매년 약 16억 원 전기요금 절약)
- 건물에너지합리화사업 용자지원은 사업내용과 수준에 따라 차등 지원함
- 일반 건물에너지합리화사업은 최대 10억 원, 리모델링 연계 건물에너지합리화사업은 최대 20억 원까지 지원되며 용자조건은 연리 3%, 3년 이내 거치 가능 8년 분할 상환임(2010년 기후변화기금 용자 지원계획)

구 분		기 본 형		종 합 형	
		I	II	I	II
건물에너지합리화사업(BRP)	요건	에너지 절약시설 1개 항목 이상	에너지 절약시설 2~3개 항목	에너지 절약시설 4~5개 항목	에너지 절약시설 6개 항목이상
	지원	2억 원 이내 (총사업비의 80% 이내)	5억 원 이내 (총사업비의 70% 이내)	7억 원 이내 (총사업비의 60% 이내)	10억 원 이내 (총사업비의 50% 이내)
리모델링 연계 건물에너지합리화사업(BRP)	요건	건물단열(창호) 포함 에너지 절약시설 2개 항목이상	건물단열(창호) 포함 에너지 절약시설 3~4개 항목	건물단열(창호) 포함 에너지 절약시설 5~6개 항목	건물단열(창호) 포함 에너지 절약시설 7개 항목이상
	지원	7억 원 이내 (총사업비의 80% 이내)	10억 원 이내 (총사업비의 70% 이내)	15억 원 이내 (총사업비의 60% 이내)	20억 원 이내 (총사업비의 50% 이내)

### (3) 시민참여를 바탕으로 한 건물 에너지 소비 절약

#### □ 에코마일리지(Eco-mileage)

- 서울시는 2009년 9월부터 건물부문의 에너지소비 및 온실가스 감축을 촉진하기 위해 에코마일리지 제도를 시행하고 있음
  - 에코마일리지 제도는 “에코(eco, 친환경)와 마일리지(mileage, 쌓는다)의 합성어로 친환경을 쌓는다는 의미이며, 전기, 수도, 도시가스를 절약한 만큼 에너지 절약 실적을 마일리지 형태로 쌓아 인센티브를 제공하는 시민 참여 프로그램”임<sup>51)</sup>
- 에코마일리지 회원에게 제공되는 인센티브에는 다음 표와 같은 것들이 있음

<표 6-32> 에코마일리지 인센티브

구 분	인센티브
가정	6개월 단위로 평가하여 기준 사용량(최근 2년) 대비 월평균 전기, 수도, 가스(지역난방 포함) 중 2개 항목 이상의 에너지 사용량 10% 이상 감축 시 최대 50천 포인트(5만 원 상당) 지급, 에코마일리지 카드를 발급받지 않은 경우에는 멀티탭, LED 전구스탠드 등 고효율 제품, 교통카드 충전권, 전통시장 온누리 상품권 등 제공
학교	연간 30개소, 학교당 4백만 원
아파트단지	연간 30개소, 단지당 2백만 원(500세대 미만), 4백만 원(500세대 이상)
일반기업	연간 20개소, 업체당 2백만 원(1천TOE 미만), 4백만 원(1천TOE 이상)
소상공인	연간 에너지 소비량 200TOE 이하인 소규모 가계의 경우 가정과 동일

자료: 서울시 에코마일리지 홈페이지(<http://ecomileage.seoul.go.kr/>)

- 에코마일리지 제도를 통해 2013년의 경우 가정회원 56,872명(2.8십억 원)과 단체회원 209개소(800백만 원)에 총 36억 원의 인센티브가 제공되었음



[System Integration(통합 설비)]



[자동문을 회전문으로 교체 설치]

자료: 서울시 보도자료(2014.2.24.), “140만 에코마일리지 회원, 여의도 93배 숲 조성”

<그림 6-23> 에코마일리지 에너지 절감 우수사례

51) <http://ecomileage.seoul.go.kr/home/index.do>

○ 2009년 이후 연도별 에코마일리지 회원 가입현황은 다음 표와 같음

- 2014년 10월 기준 회원 수는 총 1,894천명임<sup>52)</sup>

<표 6-33> 에코마일리지 회원 가입 현황

(단위 : 명·개소)

구 분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
누계회원 (증가회원)	121,127	362,132 (241,005)	500,101 (137,969)	691,605 (191,504)	1,419,210 (727,605)
전년대비 증가율(%)	-	199.0	38.1	38.3	105.2
월평균 회원	30,281	20,084	11,497	15,959	60,634

자료: 서울시 보도자료(2014.2.24.) “140만 에코마일리지 회원, 여의도 93배 숲 조성”

## ○ 에코마일리지 성과

- 다음 그림에 나타난 바와 같이 에코마일리지 회원 중 온실가스를 감축한 회원의 비율은 제도 시행 이후 대체로 증가해왔으며, 2012년의 경우 가정회원의 56.7%가 온실가스를 감축하였고 10% 이상 온실가스를 감축한 회원은 32.6%였음
- 단체회원의 경우에는 2012년에 46.4%가 온실가스를 감축하였고, 10% 이상 온실가스를 감축한 회원은 25.2%였음
- 2014년 5월 기준으로 총 1.7백만 회원 중에 실질적으로 에너지소비를 감축한 비율은 44.6%이었음
- 에코마일리지가 에너지절약에 기여한 바에 대한 평가에서는 15.9%의 회원이 매우 기여하였다고 평가하였으며, 39.8%의 회원은 기여하였다고 평가하였음
- 에너지절약 실천 빈도에서는 에코마일리지 회원이 비회원에 비해 플러그 뽑기, 고효율 제품 구매 등에 있어서 더 많은 실천을 하고 있는 것으로 나타남



자료: 서울시 (2013b), 에코마일리지제 시행성과 평가 및 발전방안 연구  
<그림 6-24> 에코마일리지 가정회원 온실가스 감축 비율



자료: 서울시 (2013b), 에코마일리지제 시행성과 평가 및 발전방안 연구  
<그림 6-25> 에코마일리지 단체회원 온실가스 감축 비율

- 에코마일리지 회원 가구당 평균 온실가스 감축량은 제도 시행 이후 지속적으로 증가해왔으며 2012년의 경우에는 가구당 0.11톤CO<sub>2</sub>을 감축할 수 있었음

52) <http://ecomileage.seoul.go.kr/home/index.do>

- 에너지원별로는 난방에서의 온실가스 감축량이 0.31톤CO<sub>2</sub>로 가장 높았으며, 전기와 가스, 수도는 각각 0.015톤CO<sub>2</sub>, 0.001톤CO<sub>2</sub>였다. 단체회원의 경우 회원 개소 당 0.89톤CO<sub>2</sub>을 감축하였음
- 에코마일리지 제도를 통한 서울시의 총 에너지 및 온실가스 절감 효과는 다음 표와 같음
- 1.7백만명이 회원으로 가입한 2014년 6월 기준으로는 약 220천TOE를 감축한 것으로 산정되고 있다(서울시, 2014h)

<표 6-34> 에코마일리지 성과

구 분	2010년	2011년	2012년	2013년 10월
에너지 절감량 현황(TOE)	-22,083	42,263	101,501	151,681
(절감률)	(-1.0%)	(2.1%)	(4.2%)	(3.0%)
온실가스 감축량 현황(tCO <sub>2</sub> )	-39,164	85,880	308,192	292,527

자료: 서울시 보도자료(2014.2.24.) “140만 에코마일리지 회원, 여의도 93배 숲 조성”

#### ○ 서울시 에코마일리지 목표

- 에코마일리지 회원 수를 2018년까지 2.8백만 명으로 확대하는 것을 목표로 함
- 가구당 1회원이기 때문에 2020년 이후에는 실질참여율을 높이는 방향으로 정책목표를 설정함

#### ○ 서울시는 에코마일리지 제도 개선방안으로 에너지절감 실적에 따라 인센티브를 차등 지급하는 방안 함께 지급주기를 현행 6개월보다 단축하는 방안을 고려하고 있음

#### ○ 에코마일리지 회원 확대와 참여 강화

- 가정에서 에너지절약 실천에 있어서 주부 등 여성 역할이 매우 중요
- 주부단체 등을 중심으로 에코마일리지와 에너지절약에 관한 홍보와 교육을 강화하여 에코마일리지 회원확대는 물론이고 실천을 강화

<표 6-35> 에코마일리지제도 인센티브 개선방안(안)

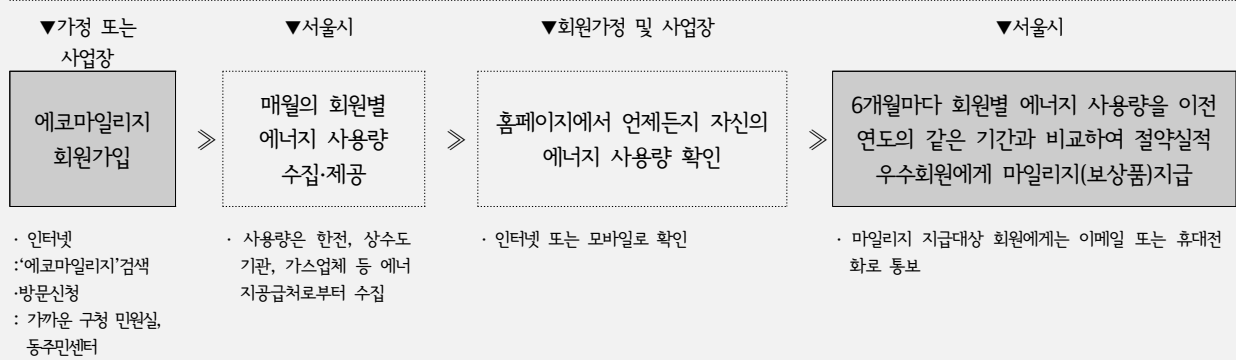
구 분	비 율	인센티브 및 패널티 포인트
에너지 절약실적 차등	10% 이상	50,000 원
	7.5% 이상	20,000 원
	5% 이상	10,000 원
에너지소비 증가율 차등	10% 이상	- 25,000 point
	7.5% 이상	- 10,000 point
	5% 이상	- 5,000 point

자료: 서울시 (2013b), 에코마일리지제 시행성과 평가 및 발전방안 연구

<참고> 에코마일리지

• 에코마일리지란?

가정과 사업장에서 전기·도시가스·수도·지역난방 등 에너지 사용량을 절약한 만큼 인센티브를 지급하는 시민참여 프로그램



• 인센티브 지급방법

- 가정 : 등록된 2가지 이상의 에너지를 이전 2년 평균 사용량과 비교하여 10% 이상 절약하면 최대 5만 원 상당의 인센티브를 마일리지 형태로 지급
- 사업장 : 에너지 절감실적과 사례를 평가하여 에너지 절약을 위한 시설 개선비 지원

• 에코마일리지 회원 혜택

비수기 의료비 할인, 자동차 주행거리 감축 마일리지 추가 지급, 친환경제품 제공, 카드포인트 적립, 아파트 관리비·병원비·보험료 차감, 전통시장 상품권 등

구 분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
가입자수 현황(누적, 명)	362,000	500,000	692,000	1,420,000	1,901,000
에너지 절감량(TOE)	-22,083	42,263	101,501	153,375	367,832
온실가스저감량(톤CO <sub>2</sub> )	-39,164	85,880	308,192	297,565	729,545

## □ 에너지절약 100만 가구 운동

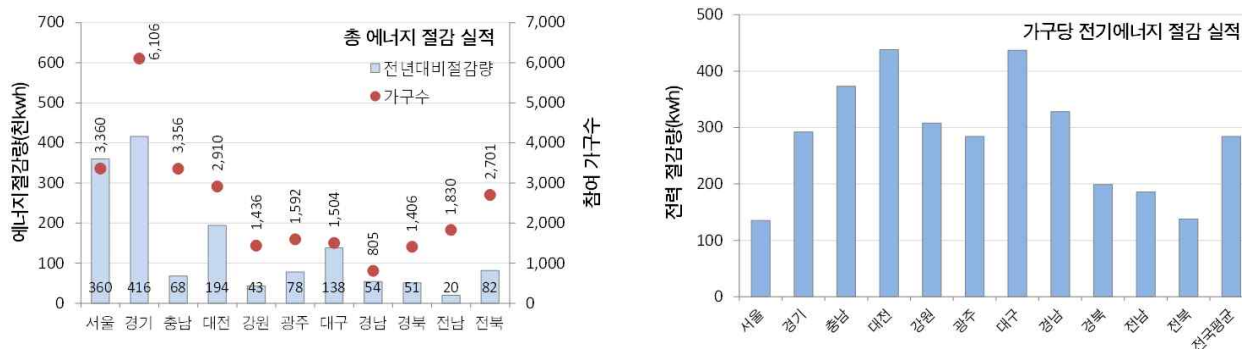
- 에너지절약 100만 가구 운동은 에너지시민연대의 주요활동 중 하나로 “운동에 참여하는 가정·기관·단체는 매월 전력사용량을 기록하고 지난 해 같은 달의 전력사용량, 다른 가정의 평균적인 전력사용량과 비교해보면서 에너지 절약을 실천”하도록 하는 시민 실천운동임<sup>53)</sup>
- 주요 사업으로는 다음 표와 같은 것들이 있음

<표 6-36> 에너지절약 100만 가구 운동

주요 사업	내 용
온라인 100만 가구 운동	회원 가구들을 대상으로 초록 에너지가계부 작성
초록에너지 아파트 만들기	매년 에너지절약 100만 가구 운동 참여 아파트 선정 에너지절약을 위한 교육과 캠페인, 전기사용량 모니터링
에너지자립 교회/사찰 만들기	종교기관의 에너지 사용 실태를 진단하고 절감할 수 있는 부분을 찾아 개선하도록 하는 사업
에너지, 기후변화교육 전국 네트워크	시민단체 활동가들과 연계하여 교육기관 및 지역단체에서 교육프로그램을 실시할 수 있도록 하는 사업

자료: 에너지절약 100만가구 운동 홈페이지(<http://www.100.or.kr/energy/energy.php>)

- 다음 그림에 나타난 바와 같이 서울의 경우 에너지절약 100만 가구 운동에 3,360가구가 참여하여 전년대비 가구당 135kWh를 절감한 것으로 나타남



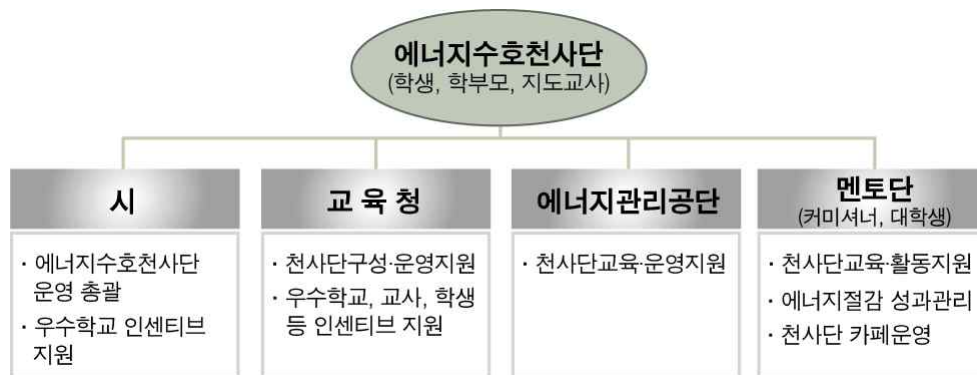
자료: 서울시 (2013b), 에코마일리지제 시행성과 평가 및 발전방안 연구

<그림 6-26> 에너지절약 100만 가구 운동 실적(2011년)

53) <http://www.100.or.kr/>

## □ 에너지 수호천사단

- 에너지 수호천사단은 학교와 가정에서 에너지절약을 실천하고 에너지가 낭비되는 사례를 감시하려는 목적으로 서울시가 서울시 교육청과 함께 추진하고 있는 활동임
- 학교 환경교육 경험을 가진 시민단체 회원이 학교별로 1명씩 지정되어 에너지 교육 및 절약활동 프로그램을 지원하고 있으며, 대학생 멘토단 및 학부모 천사단도 함께 운영하고 있음
- 학교별로 1명의 지도교사와 50명 이하의 학생들로 구성된 에너지 수호천사단이 구성되며, 참여 학생들은 봉사활동 점수를 받을 수 있고 각종 체험교육에 참여할 수 있게 됨
- 가정이나 학교를 대상으로 한 에너지 클리닉 서비스도 받을 수 있게 됨
- 참여대상은 초등학교 고학년(4~6학년) 학생과 중학생임



자료: 서울시 홈페이지([http://energy.seoul.go.kr/energy/link/link03\\_01.jsp](http://energy.seoul.go.kr/energy/link/link03_01.jsp))

<그림 6-27> 에너지수호천사단 개요

- 2012년 기준으로 에너지 수호천사단의 규모는 총 212개교 9,705명이며 서울시 총 대상 학생수의 1.6%에 해당함
- 서울시는 참여 학생 수를 2014년까지 3만명(5.1%)으로 확대할 계획임
- 사업예산은 2013년의 경우 단체별로 6~7천만 원임<sup>54)</sup>
- 에너지 수호천사단을 통한 에너지절감량은 평균 3.6%인 것으로 추정됨<sup>55)</sup>



자료: <http://cafe.naver.com/energyangel>

<그림 6-28> 에너지수호천사단 활동 예

54) 서울시 내부자료, “2013년 학교·가정·가게 에너지 절감단 세부 사업내용”

55) 서울시, 2014. 에너지 살림도시 서울

<참고> 에너지수호천사단

- 서울시는 에너지 절약과 생산을 통해 원자력발전소 1기분의 전력생산량을 대체하고자 하는 ‘원전하나 줄이기’ 사업의 일환으로 2012년부터 「에너지수호천사단」을 모집하여 에너지 절약 및 기후변화와 관련된 교육을 제공하고 학교 내 자체 에너지절약 활동을 지원하여 왔음
- 시는 2014년 한 해, 557개교에서 활동한 에너지수호천사단 2만 4천여 명이 학교와 가정에서 에너지절약을 위한 활발한 활동을 통해 전년 대비 평균 6.7%의 전기사용량을 감축했으며, 이는 11억 5천여 만 원의 전기비용을 절감하는 효과를 얻었다고 밝힘
- 시는 에너지수호천사단, 교사, 교장 등 대상별 특징에 맞는 전기, 물, 쓰레기, 재활용 등 분야별 교육 프로그램을 통해 전문적·체계적인 에너지절약 실천을 높이고, 생활습관을 바꾸어갈 계획임

• 모니터링 결과

가입학교 전체의 평균 절감율 : △6.7%(에너지 절감학교 △9.0% 절감)

⇒ 전년(’13년) 대비 15,380,868kWh 에너지 절감

구 분	계 (557개교)	감소 (501개교)	증가 (56개교)
절감율	△6.7%	△7.6%	+14.0%
절감량	△15,380,868kWh	△18,653,929kWh	+3,273,061kWh

• 절감 전기량 환산 효과

① 우리나라 1,500명이 1년간 사용할 수 있는 전기량

※ 에너지경제연구원 '12년 1인당 연간 전력소비량 10,279kWh

② 천사단 학교 40개교가 1년간 사용할 수 있는 전기량

※ 천사단학교 1개교 평균 전기사용량(’14. 1~12월) : 384,600kWh

③ 학교 전기요금으로 환산 1,154,482천 원 절감(학교별 연간 2,072천 원 절감)

※ 학교 전기요금 산출(요금기준 : 교육용 갑, 고압A, 선택 I)



나는 에너지 절약 생활실천 약속 10계명을 지키겠습니다.

이름 \_\_\_\_\_ 서명 \_\_\_\_\_

<참고> 에너지자립마을

- 에너지자립마을이란, 마을 주민들이 스스로 에너지에 대한 중요성을 인식하고 에너지절약, 효율화, 에너지 생산으로 외부에너지 수역을 최소화하여 마을의 에너지자립도를 높이는 사업으로서 시에서는 주민들의 활동에 사업비 일부와 행정적 지원으로 사업효과를 높임
- 2012년 시작된 서울시 에너지자립마을 사업으로 조성된 에너지자립마을은 2014년 기준으로 총 15개이며 이 중 단독주택 마을이 8개, 공동주택 마을이 7개임

사업연도			2012년	2013년	2014년
합계(개)			7	11	15
유형	단독주택	개소	5	7	8
		마을	성대골, 새재미, 십자성, 돌을별, 방아골	성대골, 새재미, 십자성, 돌을별, 방아골, 긴고랑, 산골	성대골, 새재미, 십자성, 돌을별, 긴고랑, 산골, 삼각산, 성미산
	공동주택	개소	2	4	7
		마을	둔촌한솔솔, 방학우성2차	둔촌한솔솔, 방학우성2차, 쌍용플래티늄, 래미안아름숲	둔촌한솔솔, 방학우성2차, 쌍용플래티늄, 래미안아름숲, 석관두산, 창신두산, 현대푸르미
구분	기존		0	7	10
	신규		7	4	5

- 2012년 사용량 대비 2013년도에 절감한 소비량을 기준으로 마을별 전기소비량 절감률을 산출한 결과, 2013년 에너지자립마을에서는 2012년 전라사용량 대비 최소 2.8%에서 최대 14.4%의 전기소비량을 절감한 것으로 나타났음
- 7개 마을의 평균 절감률은 6.7%로, 마을별 절감률은 십자성마을이 14.4%로 가장 높았고, 새재미마을은 10.9%, 성대골마을이 10.0%였음
- 서울시 가정용 전력소비량과 에너지자립마을 전력소비량은 다음 표와 같음

구분	전기소비량(kWh)			2012년 대비 절감률(%)
	2012년	2013년	절감량	
서울시(MWh)	13,401,442	13,319,847	-81,595	-0.6
마을 전체	16,078,762	15,004,063	-1,074,699	-6.7
십자성	231,766	198,364	-33,402	-14.4
새재미	220,416	196,494	-23,922	-10.9
성대골	7,013,888	6,312,150	-701,738	-10.0
둔촌한솔솔파크	663,577	632,426	-31,151	-4.7
산골	129,348	123,688	-5,660	-4.4
쌍용플래티늄노블	920,608	881,717	-38,891	-4.2
래미안아름숲	4,294,616	4,128,030	-166,586	-3.9
긴고랑	124,351	119,458	-4,893	-3.9
방학우성2차	2,480,192	2,411,736	-68,456	-2.8

자료출처 : 서울시 에너지자립마을 조성방안 및 운영 매뉴얼

## □ 에너지클리닉 서비스

- 에너지클리닉 서비스는 가정부문 에너지절약을 위해 실제로 가구를 방문하여 에너지낭비 요인을 진단하고 에너지절감 정보를 제공하려는 목적으로 서울시에서 2012년부터 본격적으로 추진하고 있는 사업임
- 2012년의 경우 223명의 홈에너지 컨설턴트를 양성하였으며 10,264가구에 대해 가정 에너지 진단을 실시하였음
  - 사업으로 인해 가구당 전년대비 전기사용량이 1% 절감한 것으로 나타남
- 2014년 7월 기준으로 단독 및 공동주택 약 20.3천 세대에 대해 홈 에너지 컨설턴트 500명과 함께 에너지클리닉 서비스를 실시하였으며, 평균 에너지절감량은 5.92%인 것으로 추정됨<sup>56)</sup>
- 서울시는 2020년까지 매년 20천 가구를 대상으로 에너지클리닉 서비스를 제공할 계획이며, 매년 900백만 원의 예산이 소요될 것으로 전망됨
  - 서울시는 에너지절감 우수세대의 경우 총 100세대에게 200천 원을 상금으로 지급할 예정임<sup>57)</sup>



자료: 서울시 (2013c), 에너지 클리닉 서비스 Guide Book

<그림 6-29> 에너지 클리닉 서비스 운영체계

## □ 에너지를 아끼는 착한가게

- 에너지를 아끼는 착한가게는 중소규모 가게를 대상으로 에너지 진단을 실시하고 에너지절감 정보를 제공하려는 목적으로 서울시에서 추진하고 있는 사업임
  - 서울시는 이를 사업을 위해 시민 모니터단 50명을 양성할 계획임
  - 에너지를 아끼는 착한가게 모집 대상은 도·소매업, 숙박·음식업, 스포츠·여가관련 서비스업 등이며, 자율적으로 2014년까지 5~10% 에너지절감 목표를 설정하도록 유도하고 있음
  - 중점 실천과제로는 퇴근 시 사용하지 않는 전자제품 코드 빼기, 불필요한 시간대 간판 소등하기, 전구 한등 빼기, 실내 적정온도 지키기, 점포 내 일회용품 사용 제한하기 등이 있음<sup>58)</sup>
- 2014년 7월 기준으로 착한가게 사업에 약 5천 개소가 동참하고 있으며 평균 에너지절감량은 9.6%인 것으로 추정됨<sup>59)</sup>
  - 사업예산은 단체별로 최고 60백만 원임<sup>60)</sup>

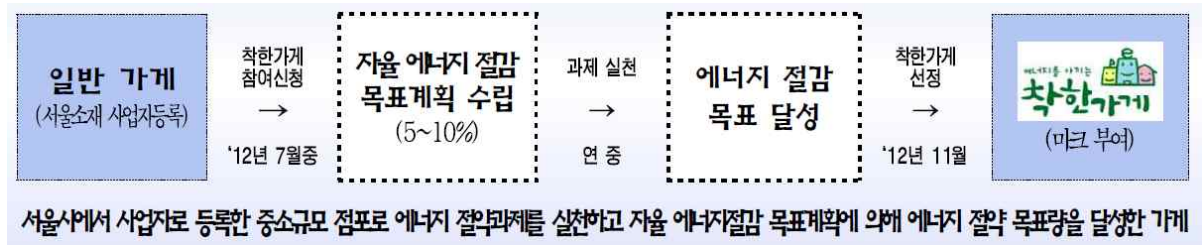
56) 서울시, 2014. 에너지 살림도시 서울

57) 서울시 내부자료, “에너지 클리닉 서비스 추진계획”

58) 이밖에도 서울시는 행복한 불끄기 사업을 추진하고 있으며 연간 역860천 개소가 참여하여 약 3십억 원의 에너지비용이 절감된 것으로 추정되고 있음

59) 서울시, 2014. 에너지 살림도시 서울

60) 서울시 내부자료, “2013년 학교·가정·가게 에너지 절감단 세부 사업내용”



자료: 서울시 내부자료

<그림 6-30> 에너지를 아끼는 착한가게 선정 방법

- 이밖에도 서울시는 행복한 불끄기 사업을 추진하고 있으며 연간 역860천 개소가 참여하여 약 3십억 원의 에너지비용이 절감된 것으로 추정되고 있음<sup>61)</sup>

#### (4) 서울시 중장기 건물부문 수요관리 사업 종합

- 서울시 건물부문 중장기 주요 에너지 수요관리 사업 계획은 다음 표와 같음

- BRP 사업과 LED 보급 등 에너지 건물에너지효율 향상에 주력
  - 신축건물에너지소비총량제 도입을 통해 건물의 에너지 효율 기준 강화
  - 건물 BRP 뿐만 아니라 주택 BRP 사업도 확대
  - LED, 보일러 등 고효율 기기 보급
  - 에너지자립마을 조성
  - 에너지정보공개를 통한 에너지 효율개선 촉진
- 도시기반시설의 에너지 효율향상
  - LED 보급을 통해 조명에너지 절감
  - 정수장, 물재생센터 등의 에너지 효율향상과 절감
- 시민참여를 통한 에너지 절감
  - 에코마일리지 내실화를 통한 에너지 절약
  - 학생을 대상으로 에너지수호천사단 참여를 통해 에너지 절약
  - 종교계와 연계한 에너지 절약 확산
  - 에너지클리닉 서비스
- 복지와 연계사업 추진
  - 주거환경 개선으로 에너지 효율개선 및 복지증진

61) 서울시, 2014. 에너지 살림도시 서울

<표 6-37> 건물 에너지 부문 중장기 사업 계획

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
에너지절약형 리모델링 활성화구역(누적, 개소)		21	23	25	27	29	31	41	51	61
건물 BRP	사회복지시설, 경로당 등 건물 에너지 효율개선사업(누적, 호)	79	104	129	150	165	175	300	425	550
	공공임대주택 에너지효율화(누적, 천호)	46	69	92	115	127	138	138	138	138
	저소득층 주택 에너지효율화(누적, 호)	200	400	700	1,100	1,500	1,900	3,900	5,900	7,900
LED 보급	공공부문(누적, 천개)	1,500	1,750	2,050	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450
	민간부문(보급률, %)	50	55	60	65	77	91	100	100	100
	주택가 친환경 LED 보안등 교체(누적, 천개)	5	8	10	13	15	18	23	23	23
	공원등 고효율 LED로 교체(누적, 천개)	6	8	11	13	13	13	13	13	13
	3천㎡이상 건물 LED 비율(%)	25	35	50	65	80	100	100	100	100
	3천㎡이상 건물 주차장 조명 LED 비율(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	에너지절약형 LED 간판 교체(누적, 천개소)	6	8	10	12	14	16	전체	전체	전체
	취약계층 LED 무상교체(누적, 천개)	180	280	380	480	580	680	680	680	680
에너지 소비 정보 공개	에너지 다소비 건물 에너지소비량표출(누적, 개소)	600	750	900	1,050	1,150	1,200	1,700	전체	전체
	주거용 대상건물(세대 이상 매매/임대시)	500	500	500	500	500	300	100	전체	전체
	비주거용 대상건물(연면적 ㎡이상 매매/임대시)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	2,000	1,000	전체	전체
에너지특화형 서울디지털단지 조성(누적, 개소)		20	30	40						
주택 BRP 사업(누적, 천호)		23	35	48	60	73	86	151	216	281
친환경 고효율 보일러 보급(누적, 천대)		50	101	151	202	252	303	555	807	1,059
한국 에너지재단 및 민간 연계 주택 에너지 효율 개선사업(누적, 천호)		10	15	20	25	30	35	60	85	110
에코마일리지 개선 및 회원 확대(누적, 백만명)		2.0	2.3	2.6	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0
에너지 수호천사단(참여학생수 비율, %)		6	6	7	8	9	10	10	10	10
에너지클리닉 서비스(누적, 천가구)		40	60	80	100	120	140	240	340	440
주거복지지원센터 강화	연료비 등 지원(누적, 가구수)	356	556	756	956	1,156	1,356	2,356	3,356	4,356
	상담 교육 등(누적, 가구수)	400	600	800	1,000	1,200	1,400	2,400	3,400	4,400
에너지자립마을을 확대(누적, 개소)		35	70	130	200	270	340	690	1,040	1,390
에코아파트(누적, 개소)		30	50	70	100	130	160	310	460	610
그린리더양성(누적, 천명)		20	30	40	50	60	70	70	70	70
시민협력공모사업(누적, 단체수)		110	165	220	275	330	385	660	935	1,210
건축물 에너지 소비 총량제도 확대시행(누적, 개소)		121	140	161	186	214	247	376	507	600
신축건축물에너지 소비총량제도	주거용(kWh/㎡/년)	180	180	180	170	160	150	116	91	66
	비주거용(kWh/㎡/년)	270	270	270	260	250	240	186	161	136
에너지를 아끼는 착한가게(누적, 천개소)		4	6	8	10	12	14	24	34	44
그린캠퍼스(2012년 대비 에너지절감률, %/년)		6	9	12	12	12	12	12	12	12
종교계 에너지절약공동체(누적, 참여종파수)		7	8	10	10	12	15	15	15	15
공공시설 에너지 효율화 사업	물재생센터 고효율 모터 교체(누적, 개)	4	8	12	16	20	24	24	24	24
	서울메트로 전동차 회생전력 저장장치 설치(누적 대)	2	4	6	8	10	12	22	32	42

비고: 계량화할 수 없는 항목을 포함한 일부 항목은 기입하지 않았음. 자세한 내용은 본문 참고

## 다. 수송부문 에너지 수요관리 계획

### (1) 교통수요관리<sup>62)</sup>

□ 교통수요 관리 정책은 다음 표와 같이 통행관리(보유 및 발생억제), 수단전환, 통행거리 단축, 시공간적 분산 등으로 구분할 수 있음<sup>63)</sup>

<표 6-38> 서울시 교통수요 관리 정책

구 분			정책		
통행관리 (보유/발생억제)	통행발생 관리		의식/문화	재택 및 원격근무	
	차량보유억제		법·제도	자동차세 인상	
			가격정책	유류비 인상	
			주차정책	차고지증명제	
				주차장 분리 분양제	
	통행제약		이용 억제	법·제도	기업체수요관리
					교통유발부담금
					승용차 요일제
					교통혼잡 특별관리구역·시설물
			가격정책		주차요금 인상
					선적 혼잡통행료
					면적 혼잡통행료
					주차상한제
			용량 감소	법·제도	불법주차 관리
					차없는 거리
	도로다이어트				
	보도확충				
	자전거 도로 확충 및 공공자전거 확대				
	의식/문화	차없는 날 행사			
수단전환	대중교통		법·제도	대중교통전용지구	
			가격정책	대중교통 요금할인	
			도로정책	대중교통서비스개선(철도 서비스 지역 비율)	
				중앙버스전용차로	
				도시철도 인프라 확충	
				환승체계 개편·환승센터 구축	
	대체수단	의식/문화	대중교통의 날		
		법·제도	카셰어링		
			업무택시		
통행거리 단축			가격정책	주행거리기반 요금제	
시공간적 분산	시간		가격정책	첨두시 통행요금 인상	
	공간		도로정책	교통정보	

자료: 서울시(2014a), 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획 수립연구

62) 수송부문 교통수요관리 개별 사업별 2024년까지의 중단기 계획은 서울시의 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획 수립연구의 주요 내용들을 반영하였음

63) 서울시에서는 이밖에도 친환경운전교육(2014년 7월 기준, 10천명)과 친환경 경제 운전장치 보급(2014년 7월 기준, 2.7천대) 등을 추진하고 있음

## □ 기업체 교통수요 관리 사업

○ 기업체 교통수요 관리 사업은 1995년에 처음 도입되었으며, 교통유발부담금 제도와 연계하여 실시하고 있음

- 교통유발부담금 제도는 각층 바닥면적의 합이 1,000㎡ 이상인 시설물을 대상으로 매년 교통량 유발에 따른 부담금을 납부하도록 하는 제도로서 부담금은 다음과 같이 산정함

$$\text{부담금} = \text{시설물바닥면적의 합계} \times \text{단위부담금} \times \text{교통유발계수} \quad \text{<식 1-1>}$$

- 단위부담금은 시설물 면적 1㎡당 350원(총면적 합계가 3천㎡ 미만이거나 부설주차장이 10면 미만인 시설) 또는 700원(총면적 합계가 3천㎡ 이상이며 부설주차장이 10면 이상인 시설)이며, 교통유발계수는 시설물 유형에 따라 0.47(공장) ~ 9.83(백화점)임

○ 교통유발부담금 부과 대상 시설물이 교통량 감축 프로그램에 참여할 경우, 참여정도와 이행 결과에 따라 교통유발부담금을 경감해주고 있음

- 프로그램별 교통유발부담금 경감률은 다음 표와 같음

<표 6-39> 서울시 기업체 수요관리 사업

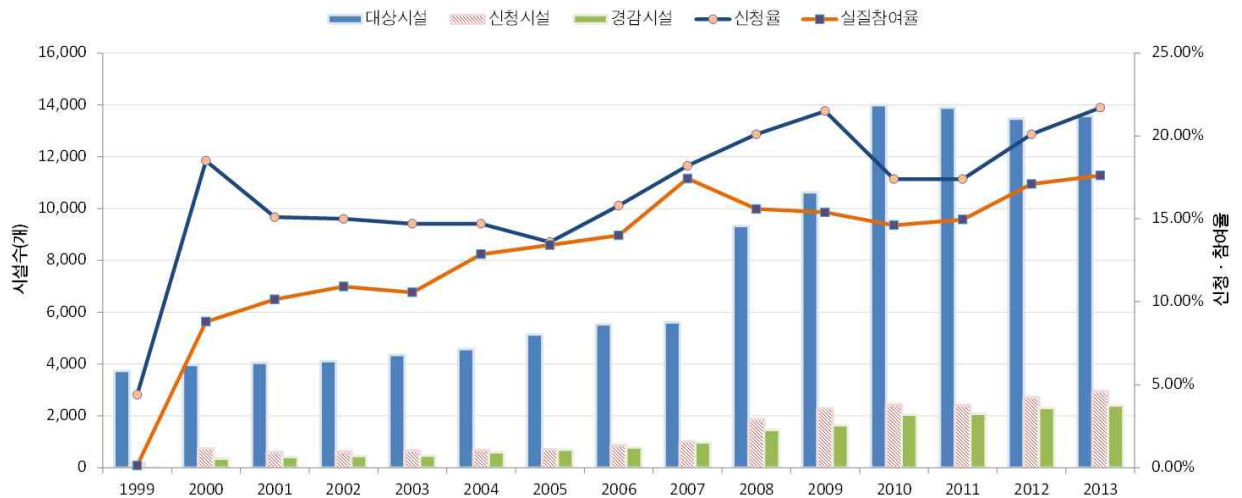
프로그램	최대 경감률
승용차 요일제(5부제)	20%
승용차 요일제(2부제)	30%
주차장 유료화	20%
주차장 축소	30%
주차 유도 시스템	20%
자전거 이용	20%
유연 근무제	15%
통근버스 운영	25%
셔틀버스 운영	15%
업무택시제	30%
기타	30%

자료: 서울시(2014a), 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획 수립연구

○ 교통수요 관리 사업의 실질 참여율은 국제 금융위기가 있었던 2008~2010년 사이를 제외하고는 대체로 증가해왔음

- 2013년의 경우에는 총 13,574개 대상 시설물 중에서 2,948개 시설물이 기업체 교통수요 관리 사업에 신청했으며(신청률 21.7%), 2,391개 시설물이 실적에 따라 교통유발부담금을 경감 받았음(실질 참여율 17.6%)<sup>64)</sup>

64) 서울시 도시교통본부 내부자료



자료: 서울시(2014a), 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획 수립연구

<그림 6-31> 서울시 기업체 교통수요 관리 사업 현황

○ 서울시는 현재 17.6%인 기업체 교통수요 관리사업 실질 참여율을 2020년 28%, 2035년 40%로 높이는 것을 목표로 함

- 이를 위해 교통유발 단위부담금을 현재 최대 700원/㎡에서 2020년에는 최대 2,000원/㎡까지 단계적으로 인상할 계획임
- 교통유발계수도 높일 계획인데 백화점의 경우 현행 9.83에서 2015년에는 10.92까지 높일 계획임

○ 서울시의 기업체 교통수요 관리 사업으로 인한 통행량 감소 효과를 추정해보면, 2024년까지 2010년 대비 약 4.3%가 감소할 것으로 전망됨<sup>65)</sup>

- 서울시 기업체 교통수요관리 사업의 경우 실질참여율이 1% 증가할 때마다 통행량은 1.5% 감소함<sup>66)</sup>

#### □ 승용차 요일제 및 승용차마일리지 제도

○ 서울시는 2003년 7월부터 승용차 요일제를 시행하고 있는데, 10인승 이하 비영업용 승용차를 대상으로 가입자가 주중 하루를 선택해 자발적으로 자동차 운행을 하지 않을 경우, 다음과 같은 다양한 혜택을 제공하고 있음

- 자동차세 5% 감면
- 공영주차장 요금 20~30% 감면
- 남산 1,3호 터널 혼잡통행료 50% 감면
- 거주자 우선 주차 구획 배정 시 가점부여
- 교통유발부담금 20% 감면

○ 2014년 1월 기준 서울시의 승용차 요일제 가입률은 31.1%이며, 전자태그 부착률(45.7%) 및

65) 서울시, 2014a. 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획 수립연구

66) Ko, J., 2013. Vehicle trip generation rates for office buildings under urban settings. ITE Journal, February 2013.

준수율(57.1%)을 고려한 실질 참여율은 8.1%임<sup>67)</sup>

- 서울시는 민간 대형시설물의 참여를 유도하고 승용차 마일리지 등을 활용하여 승용차 요일제 실질참여율을 2020년, 2035년까지 각각 17%와 28%로 높이는 것을 목표로 함
- 드라이빙 마일리지 제도는 실제 주행거리에 기반한 자동차 보험 요율 체계를 의미하는 것으로, 자동차 보험료 산정의 정확성을 향상시킬 뿐 아니라 자동차 통행량을 감소시키는 효과를 기대할 수 있음<sup>68)</sup>
  - 미국에서는 UBI(Usage-based insurance), PAYD(Pay as you drive), PHVD(Pay how you drive) 등으로 불리고 있으며, MetroMile, Progressive, Allstate, Liberty Mutual Insurance, GMAC Insurance 등의 보험 회사들이 관련 상품을 출시하고 있음
  - 일본(AIOI), 호주(Real Insurance), 영국(Direct Line Group) 등에서도 유사한 상품이 판매되고 있음
- 드라이빙 마일리지 제도를 통해 자동차 관련 사고를 줄이고 에너지소비량과 온실가스 배출량을 줄이는 효과도 기대할 수 있음
  - MIT 교수들이 미국 매사추세츠(Massachusetts)를 대상으로 연구한 결과에 따르면, 드라이빙 마일리지를 통해 주행거리는 평균 9.5% 감축될 수 있음<sup>69)</sup>
  - 미국 브루킹스 연구소(The Brookings Institution)에서는 드라이빙 마일리지를 통해 미국에서 평균 주행거리는 8%, 이산화탄소 배출과 에너지소비는 각각 2%와 4% 감소할 것으로 전망했음<sup>70)</sup>
  - 한편, 이코노미스트(The Economist)에 따르면 드라이빙 마일리지 가입자들은 일반 보험에 가입했을 때 보다 자동차 보험료를 약 10~40% 절약할 수 있음<sup>71)</sup>
  - 또한 연간 5천 마일을 주행하는 20대 미국 남성 운전자의 경우 드라이빙 마일리지를 통해 연간 380달러를 절약할 수 있을 것으로 전망됨<sup>72)</sup>

67) 실질참여율 = 참여율 × 전자태그 부착률 × 준수율

68) Ferreira, J. and Minikel, E., 2010. Pay-as-you-drive auto insurance in Massachusetts.

69) Ferreira, J. and Minikel, E., 2010. Pay-as-you-drive auto insurance in Massachusetts.

70) Bordoff, J.E. and Noel, P.J., 2008. Pay-as-you-drive auto insurance: A simple way to reduce driving-related harms and increase equity. The Brookings Institution discussion paper 2008-09.

71) "How's my driving?", The Economist, Feb 23<sup>rd</sup> 2013.

72) Morrison, R.N., 2014. "Usage-based insurance", Presented at the 7th annual UCLA downtown Los Angeles forum on transportation, land use, and the environment. Mar. 20, 2014

<표 6-40> 보험사별 승용차마일리지 현황

보험사	주행거리	주행거리 확인방식	할인율(%)		보험사	주행거리	주행거리 확인방식	할인율(%)	
			선할인	후할인				선할인	후할인
그린 손해보험	3,000km 이하	계기판 사진 전송	11.3	11.3	하이카 다이렉트	3,000km 이하	계기판 사진전송	11.3	11.9
	5,000km 이하		8.3	8.3		5,000km 이하		8.3	8.8
	7,000km 이하		5.3	5.3		7,000km 이하		5.3	5.6
더케이 손해보험	3,000km 이하	계기판 사진 전송	11.0	11.9	현대해상	3,000km 이하	계기판 사진전송	11.3	11.9
	5,000km 이하		8.2	8.8		5,000km 이하		8.3	8.8
	7,000km 이하		5.2	5.6		7,000km 이하		5.3	5.6
동부화재	3,000km 이하	계기판 사진 전송	11.3	11.9	LIG 손해보험	3,000km 이하	OBD전송 계기판 사진전송	5~14	5~16
	5,000km 이하		8.3	8.8		5,000km 이하			
	7,000km 이하		5.3	5.6		7,000km 이하			
롯데 손해보험	3,000km 이하	OBD전송	12.6	13.2	홍국화재	3,000km 이하	OBD전송	12.1	13.2
		계기판 사진전송	11.3	11.9			계기판 사진전송	10.8	11.9
	5,000km 이하	OBD전송	9.3	9.8		5,000km 이하	OBD전송	8.9	9.8
		계기판 사진전송	8.3	8.8			계기판 사진전송	8.0	8.8
	7,000km 이하	OBD전송	5.9	6.2		7,000km 이하	OBD전송	5.6	6.2
		계기판 사진전송	5.3	5.6			계기판 사진전송	5.0	5.6
메리츠화재	3,000km 이하	OBD전송	12.6	13.2	한화 손해보험	3,000km 이하	OBD전송	11.9	13.2
		계기판 사진전송	11.3	11.9			계기판 사진전송	11.3	11.9
	5,000km 이하	OBD전송	9.3	9.8		5,000km 이하	OBD전송	8.8	9.8
		계기판 사진전송	8.3	8.8			계기판 사진전송	8.3	8.8
	7,000km 이하	OBD전송	5.9	6.2		7,000km 이하	OBD전송	5.6	6.2
		계기판 사진전송	5.3	5.6			계기판 사진전송	5.3	5.6
삼성화재	4,000km 이하	OBD전송	12.0	12.0	AXA 다이렉트	5,000km 이하	계기판 사진전송	9.0	-
		계기판 사진전송	10.0	11.0					
	7,000km 이하	OBD전송	7.0	7.0		7,000km 이하		5.0	-
		계기판 사진전송	6.0	6.0					
에르고다음	3,000km 이하	OBD전송	-	13.2	-	-	-	-	-
		계기판 사진전송	-	11.9					
	5,000km 이하	OBD전송	10.6	9.8					
		계기판 사진전송	9.5	8.8					
	7,000km 이하	OBD전송	5.9	6.2					
		계기판 사진전송	5.3	5.6					

자료: 서울시 (2013b), 에코마일리지제 시행성과 평가 및 발전방안 연구

- 서울시는 현재 2% 수준인 승용차마일리지 실질 참여율을 2020년과 2035년까지 각각 6.5%와 11.3%로 높이는 것을 목표로 함
  - 현재 승용차 요일제 실질 참여율 8.1%에 따른 승용차 통행량 감소효과는 1.1%이며, 승용차마일리지 실질 참여율 2.0%에 따른 통행량 감소율은 0.9%인데, 이를 반영하면 승용차 요일제 및 승용차마일리지제 확대를 통해 자동차 통행량은 2024년까지 5.5% 감축시킬 수 있을 것으로 전망됨<sup>73)</sup>

- 시범사업 개념 : 자동차 주행거리 감축에 참여하는 자발적 시민 실천운동
- 사업기간 : 2014.10.01. ~ 2015.10.31.(13개월)  
(가입기간 : 2014.10.01. ~ 2015.03.31.(6개월))
- 사업규모/예산 : 2만대/120백만 원
- 사업주체 : 서울시 및 손해보험사 3개사(한화, 현대하이카, MG)
- 참여대상 : 서울시에 등록된 10인승 이하 비영업용 승용차
- 신청방법
  - 3개 보험사 보험가입자는 해당보험사에 신청
  - 위 보험사의 보험가입자는 자치구(동 주민센터)에 신청
- 인센티브 : 전년대비 주행거리 감축율에 따라 차등 지급

감 축 른	인센티브	감 축 른	인센티브
5~10%	1만 원	30~40%	2.5만 원
10~20%	1.5만 원	40~50%	3만 원
20~30%	2만 원	50%~	3.5만 원

- 전기자동차는 20% 추가 지급
- 전년도 주행거리는 최초 자동차 등록일부터 총 주행거리를 연 평균으로 환산  
(단, 1년이 미경과 된 차량은 2012년도 서울시 평균 주행거리인 10,585km를 적용)
- 당해연도 주행거리 산정방법

시범사업 기간 동안 주행거리를 일평균<sup>1)</sup>으로 환산 후 365일을 곱함

1) 일평균 주행거리 : (최종주행거리 - 최초주행거리) ÷ 경과기간\*

\*경과기간 : 최초주행거리 확인일로부터 최종주행거리 확인일까지의 기간

- 전년대비 주행거리 감축율 산출방법

감축율 = (전년도 주행거리<sup>1)</sup> - 당해연도 주행거리<sup>2)</sup> ÷ 전년도 주행거리 × 100

1) 전년도 주행거리 : 최초 자동차 등록일부터 총 주행거리를 연평균으로 환산

(단, 1년 미경과 차량은 '13년도 서울시 평균 주행거리 10,585km 적용)

2) 당해연도 주행거리 : 당해연도 일평균 주행거리 × 365일

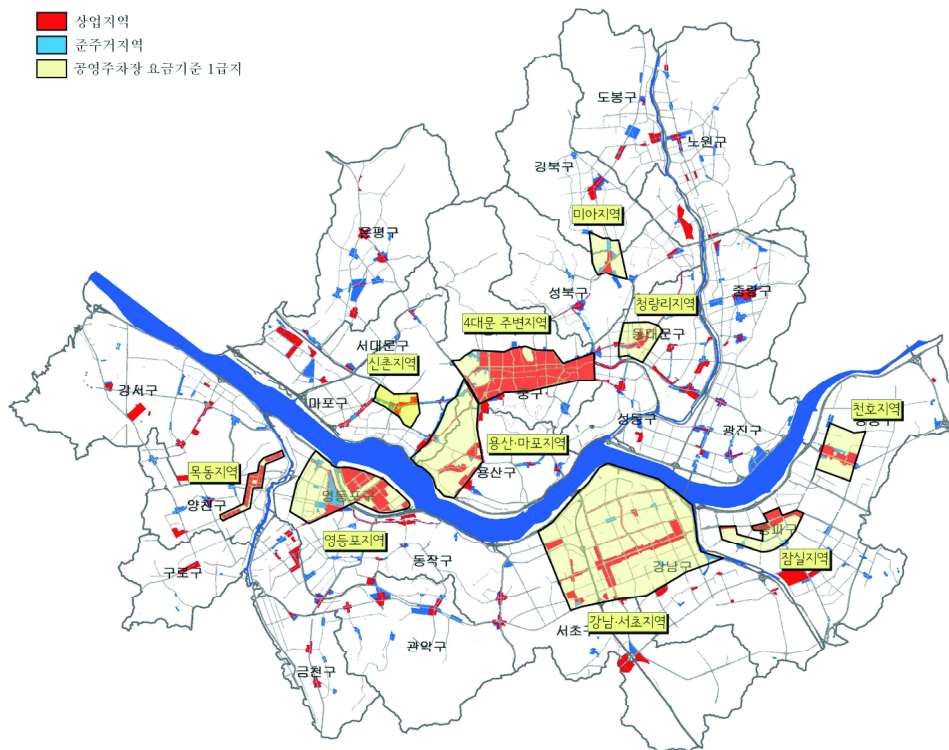
## □ 주차요금 인상 및 주차 상한제 확대 도입

○ 서울시는 공영주차장 요금을 점차적으로 인상할 계획을 갖고 있음

- 구체적으로 2017년까지는 서울시 전역을 대상으로 주차요금을 10% 인상하고 한양도성과 강남지역의 경우에는 점차 주차요금을 확대하여 2024년까지 50% 인상할 계획임. 이후에는 물가상승률을 반영하여 인상하는 것을 목표로 함
- 주차장 유료화율도 현행 20%에서 2015년에는 30%로 높일 계획임
- 주차요금에 대한 승용차 통행량의 탄력성이 약 -0.2인 점을 고려할 때(Litman, 2013) 서울시의 주차요금 정책으로 인해 2024년까지 승용차 통행량은 4% 감소할 것으로 전망됨<sup>74)</sup>

○ 서울시는 1997년부터 부설주차장 설치제한 제도(주차상한제)를 실시하고 있음

- 이를 통해 서울시는 주차요금 1급지 지역 중 상업 및 준주거지역(서울시 면적의 2.7% 수준)에 위치한 시설물(주택 및 오피스텔은 제외)을 대상으로 부설주차장의 설치를 제한하고 있음(일반지역에 비해 법정주차대수의 50% 이내로 제한)



자료: 서울시 홈페이지(<http://traffic.seoul.go.kr/archives/14471>)

<그림 6-32> 서울시 주차상한제 지역 현황

- 서울시는 현재 16.2km<sup>2</sup>인 주차상한 대상 지역을 2024년까지 40.9km<sup>2</sup>로 확대할 계획임<sup>75)</sup>(서울연구원, 2014)

74) 서울시, 2014a. 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획 수립연구

75) 서울연구원, 2014. 서울시 부설주차장 설치제한 제도(주차상한제) 적용성 개선 연구

- 주차상한제를 실시할 경우 단위면적(1km<sup>2</sup>) 당 0.03%의 승용차 통행 감소효과를 기대할 수 있는데, 이를 바탕으로 주차상한제 개선을 통해 2024년까지 자동차 통행량 1%를 감축할 수 있을 것으로 전망할 수 있음<sup>76)</sup>

#### □ 혼잡통행료 확대 징수

- 서울시는 1996년부터 남산 1·3호 터널을 대상으로 혼잡통행료를 징수하고 있음
  - 징수대상은 2인 이하 탑승 10인승 이하 승용 및 승합차로 1회당 2천원의 요금을 부과하고 있음
  - 제도도입 초기에는 승용차 통행량이 33.4%까지 감소하였으나 최근에는 면제차량의 증가(2013년 11월 기준 62.7%) 및 낮은 통행료(물가인상을 고려한 실질 통행료는 1996년 대비 60% 수준) 등의 원인으로 통행량은 이전 수준을 회복하였음<sup>77)</sup>
  - 실제로 서울시의 혼잡통행료는 런던에 비해 13% 정도 수준에 그치고 있음<sup>78)</sup>
- 서울시는 2019년까지 한양도성을 대상으로 혼잡통행료 징수구역을 확대하고 2024년 이후에는 강남지역까지 확대할 계획임
  - 이 경우 서울시 승용차 통행량은 5.5% 감소할 것으로 전망됨<sup>79)</sup>

#### □ 승용차 공유이용(나눔카) 서비스

- 서울시는 2013년 2월부터 나눔카 서비스를 시행하고 있음
  - 2014년 7월 기준으로 676개소에서 1,300여대가 운영되고 있으며 누적 이용자는 30만명임<sup>80)</sup>
  - 나눔카 1대당 연 3.4대의 자동차 감소효과가 발생하는 것으로 추정되고 있음<sup>81)</sup>
- 서울시는 나눔카 보급대수를 지속적으로 확대하여 2020년까지 4.3천대, 2035년까지 12.5천대 보급하는 것을 목표로 함
  - 나눔카 1만대 보급 시 승용차 통행량은 1.1% 감소할 것으로 전망됨<sup>82)</sup>

#### □ 대중교통수단으로의 전환

- 서울시의 지하철 운영현황은 다음 표와 같음
  - 서울시 지하철 9개 호선의 총 영업거리는 327.1km이며 평일기준으로 총 4,512대의 열차가 운행되고 있음
  - 2013년의 경우 일평균 7,178천명의 승객을 수송하였음

76) 서울시, 2014a. 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획 수립연구

77) 서울특별시 도시교통본부, 「남산 1·3호 터널」통행실태조사 결과보고, 2013.12

78) 서울시, 2014e. 지속가능한 도시교통 관리방안 수립 연구

79) 서울시, 2014e. 지속가능한 도시교통 관리방안 수립 연구

80) 서울시 보도자료, “30일(수) 목동야구장에서 나눔카 무료이용권 받으세요”, 2014.7.29

81) 서울시, 2014h. 에너지살림도시, 서울 종합계획

82) 서울시, 2014c. 기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급 계획 수립연구

<표 6-41> 서울시 지하철 운영현황

구 분	계	1호선	2 호 선			3호선	4호선
			순 환	지 선			
구 간	9개	서울역~ 청량리	성수~성수	신설동~ 성수	신도림~ 까치산	지축~오금	당고개~ 남태령
영업거리(km)	327.1	7.8	48.8	5.4	6	38.2	31.7
역 수	302	10	43	4	3	34	26
운행시격 (분)	RH	3	2.5	7	10	3	2.5
	NH	5	6	10	10	6.5	5.5
평일 운행회수	4,512	517	550	226	224	410	496
전동차수	3,715	160	790	20	24	490	470
RH혼잡도	154%	144%	202%	65%	156%	147%	169%

자료: 서울시 홈페이지(<http://traffic.seoul.go.kr/archives/296>), 2014년 3월 기준

<표 6-42> 서울시 지하철 운영현황(계속)

구 분	5호선	6호선	7호선	8호선	9호선
구 간	방화~ 상일동/마천	응암 ~봉화산	장암~ 부평구청	암사~모란	개화~ 신논현
영업거리 (km)	52.3	35.1	57.1	17.7	27
역 수	51	38	51	17	25
운행시격 (분)	2.5	3.5	2.5	4.5	3.4(금: 6.7)
	6	7	6	8	4.3(금: 13)
평일 운행회수	464	356	423	306	540
전동차수	608	328	561	120	144
RH혼잡도	154%	129%	172%	139%	238%

자료: 서울시 홈페이지(<http://traffic.seoul.go.kr/archives/296>), 2014년 3월 기준

○ 서울시의 버스 운영현황은 다음 표와 같음

- 시내버스는 총 360개 노선에 7,485대의 버스가 인가되어 있으며, 공항버스는 총 34개 노선에 367대의 버스가 인가되어 있음
- 마을버스의 경우에는 총 235개 노선에서 1,474대가 운행 중임
- 전세버스와 특수여객버스는 각각 2,371대와 687대가 운행 중에 있음
- 시내버스의 경우 대부분 CNG 버스이며 경유와 전기버스가 각각 16대와 9대 있음
- 수송인원은 시내버스와 마을버스가 각각 2012년 기준으로 일평균 4,565천명, 1,165명임

<표 6-43> 서울시 버스 운영현황

구 분		회 사 수	노 선 수	인가대수	운행차량	예비차량
총 계		70	392	7,855	7,292	563
시내버스	소 계	66 <sup>1)</sup>	358	7,485	6,964	521
	간 선	55	122	3,703	3,459	244
	지 선	59	212	3,462	3,209	253
	광 역	6	11	250	228	22
	순 환	3	4	25	23	2
	심 야	13	9	45	45	0
공항버스	소 계	4 <sup>2)</sup>	34	370	328	42
	고 급	4	22	226	198	28
	일 반	2	12	144	130	14

주: 1) 시내버스 회사 - 66개사(일반 61, 면허전환 5)

2) 공항버스 2개회사 고급, 일반 공동운영

자료: 서울시 홈페이지(<http://traffic.seoul.go.kr/archives/300>), 2014년 12월말 기준

- 2013년 12월 기준 서울시의 중앙버스 전용차로는 12개축 115.3km이며, 가로변 버스 전용차로는 총 40개 구간 88.3km임<sup>83)</sup>
- 서울시는 2016년까지 지하철 9호선 2·3단계 건설을 마무리하고, 2024년까지 신림, 동북, 면목, 난곡, 우이 선철선 등에 경전철을 건설할 계획임
- 버스 중앙차로의 경우에는 2024년까지 총 연장을 301.8km로 확대할 계획임<sup>84)</sup>
- 이러한 사업들을 통해 승용차 통행량은 2024년까지 2.1%가 감소할 것으로 전망됨<sup>85)</sup>



자료: 서울시(2014a), 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획 수립연구

<그림 6-33> 서울시 중앙버스전용차로 현황 및 계획구간

83) 서울시 홈페이지(<http://traffic.seoul.go.kr/archives/296>)

84) 서울시, 2014b. 서울시 교통정비 중기계획; 서울시, 2014f. 서울특별시 10개년 도시철도 기본계획에 대한 종합발전방안(안)

85) 서울시, 2014a. 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획

## □ 보행 및 자전거 활성화

○ 서울시의 자전거 도로는 2014년 3월 기준으로 총 365개 노선 707.6km이며 자전거 거치대는 총 137천대가 설치되어 있음

- 자전거 주차장은 총 15곳에 설치되어 있으며 주차가능 대수는 총 3,812대임

- 서울시 총 도로 연장에 대비한 자전거 도로율은 2013년 기준으로 8.6%임<sup>86)</sup>

- 서울시의 자전거 통행량은 꾸준히 증가하여 2010년에는 일평균 497천대가 통행하였으며(2002년 대비 312%), 자전거 통행분담률은 2002년 0.4%에서 2010년 1.3%까지 증가하였음<sup>87)</sup>

- 서울시에서는 공공자전거 시스템을 시범 운영하고 있는데, 이용가능한 자전거 대수는 440대이며 거치대는 570개가 설치되어 있음

- 자치구가 운영하는 공공자전거는 총 58개 대여소에 3,169대가 있음

- 여성과 노약자 등 교통약자의 자전거이용 편의증진 방안이 검토되어야 함

○ 2013년 기준 서울시의 보행자도로 면적은 6.64km<sup>2</sup>이며 총 도로면적의 7.94%를 차지함<sup>88)</sup>

- 서울시에서는 '사람이 우선하는 보행환경 조성'을 목표로 보행친화 시범사업을 추진하고 있음

- 대중교통 전용지구, 보행 전용거리(차 없는 거리)등의 사업을 실시하고 있으며 구체적인 예는 다음과 같음

○ 서울시는 향후 도로다이어트 사업을 통해 보행공간을 확대해 나갈 계획임

- 2020년까지 6.6km, 2035년까지 25km 구간에 대해 사업을 실시하는 것을 목표로 함

○ 대중교통 전용지구를 2020년 17개소, 2035년 38개소로 확대하고 차 없는 거리 적용을 도입 확대해 나갈 계획임

- 구체적으로 유동인구가 일 2만 명 이상인 거리를 대상으로 지역별 특성에 따라 보행 전용거리를 유연하게 시행할 계획임

- 또한 확장되거나 신설되는 도로에 대해서는 자전거 도로 설치를 의무화하고 공공자전거를 확대하며 (2024년까지 960개소 2만대) 자전거 간선망을 구축하는 등을 통해 자전거 수단분담률을 확대해나갈 계획임<sup>89)</sup>



[공공자전거]



[스테이션]

자료: 서울시(2014a)

<그림 6-34> 서울시 공공자전거

86) 서울시 홈페이지(<http://traffic.seoul.go.kr/archives/296>)

87) 수도권교통본부, 2012. 여객 기종점통행량(O/D) 전수화 및 장래수요예측 공동조사

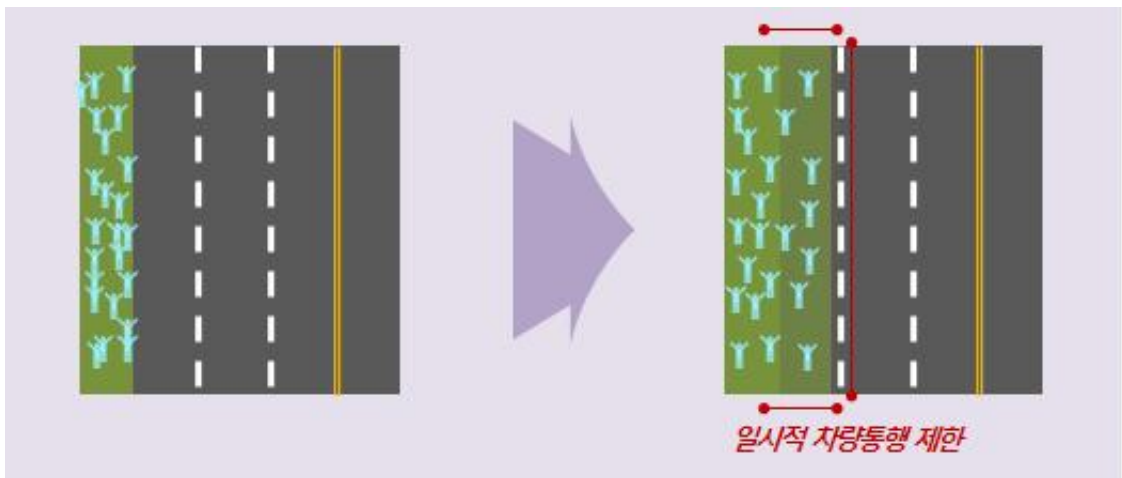
88) 서울시, 2014a. 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획

89) 서울시, 2014a. 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획; 서울시, 2014g. 보행안전 및 편의증진 기본계획 수립연구

<표 6-44> 서울시 보행친화 시범사업 추진현황

구 분	추진 여부	해당 지역
보행우선구역	운영 중	마포구, 구로구
	추진 중	광진구
보행환경 개선사업	운영 중	한강교량 등에서 운영 및 추진
보행환경 개선지구	추진 중	성북구, 용산구
대중교통전용지구	추진 중	연세로(신촌 로터리~연대 정문) 광화문, 종로, 홍대 등 후보지 검토 중 (보행친화도시 사업 추진)
보행전용거리	운영 중	전일제 : 관철동길, 인사동길, 명동길, 남대문시장, 마천시장길 등 11개소 주말형 등 : 세종로, 청계천로, 낙원동길, 대명거리, 마로니에길 등 15개소
	추진 중	전일제 : 이태원길, 감고당길 주말형 등 : 어울마당로, 이태원로 등 6개소

주 : 보행우선구역은 국토해양부에서 2007년부터 시범사업 및 일반사업이 추진되고 있음  
자료 : 서울시, 2014a. 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획



자료: 서울시(2014a) 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획

<그림 6-35> 도로다이어트 사업

○ 이러한 사업들을 통해 서울시는 2024년까지 승용차 통행을 6.5% 감축할 것으로 전망함<sup>90)</sup>

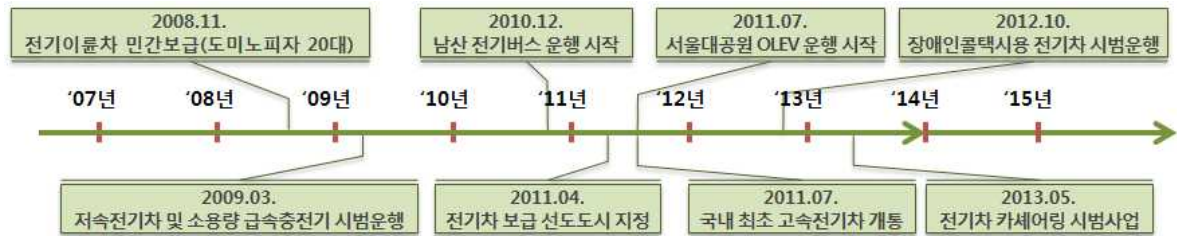
## (2) 친환경차 보급<sup>91)</sup>

□ 서울시는 2008년 전기이륜차 민간 보급 이후 친환경차 보급을 시행해오고 있음

○ 2013년 기준으로는 하이브리드차가 20,778대, 전기차가 676대 보급되어 있음

90) 서울시, 2014a. 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획

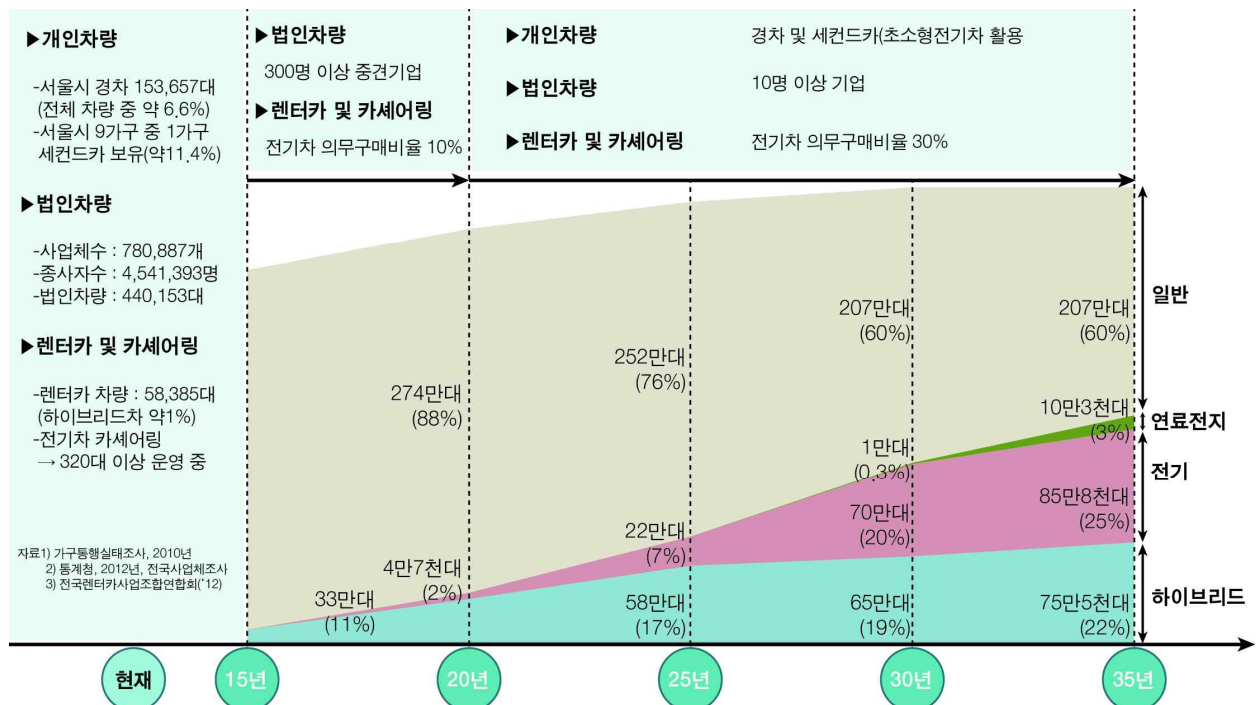
91) 수송부문 친환경차 보급계획은 서울시의 기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급 계획 수립연구의 주요 내용들을 반영하였음



자료출처: 서울시(2014c), 기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급 계획 수립연구  
 <그림 6-36> 서울시 친환경차 보급 현황

□ 서울시는 2030년까지 친환경자동차 보급 목표를 40%로 설정하고 충전소 등의 인프라를 구축해가고 있음

- 자동차 유형별로는 2030년까지 민간 전기차 보급률 20%, 민간 전기트럭 보급률 20%, 친환경버스 보급률 100%, 전기택시 보급률 50% 등을 목표로 함
- 이러한 목표를 도달하기 위해 서울시는 급속 전기충전기 650기, 버스충전기 350기 등의 인프라를 구축할 계획임



자료출처: 서울시(2014c), 기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급 계획 수립연구  
 <그림 6-37> 서울시 친환경차 보급 계획

- 이러한 보급목표를 달성하기 위한 구체적인 제도 및 사업은 다음과 같음



자료출처: 서울시(2014c), 기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급 계획 수립연구

<그림 6-38> 서울시 친환경차 보급 정책 및 제도

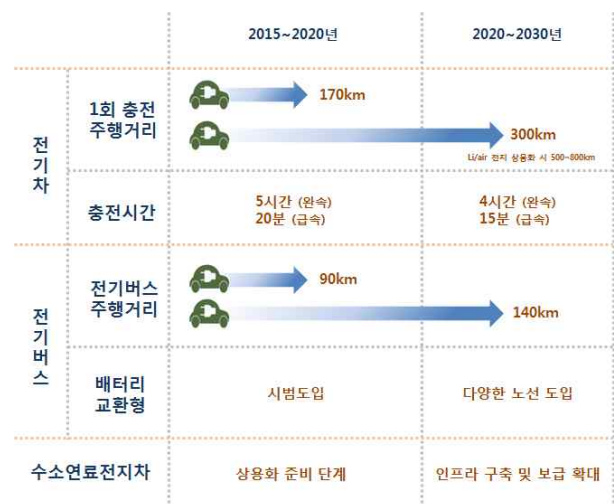
□ 인프라 구축 외에도 친환경차 보급을 위해서는 친환경차의 기술수준과 시민들의 구매의사 등이 중요함

○ 관련하여 친환경차의 기술수준은 다음과 같이 향후 큰 폭으로 증가할 것으로 전망됨

○ 전기차의 배터리 가격은 2020년에는 2012년의 1/3 수준, 2030년에는 1/5 수준으로 하락할 것으로 전망됨<sup>92)</sup>

○ 수소 연료전지차의 파워트레인 단가는 2020년까지 2010년 대비 1/10 수준으로 하락할 것으로 전망됨<sup>93)</sup>

○ 서울 시민의 친환경차에 대한 관심과 구매의사는 각각 50% 정도에 달하는 것으로 조사됨<sup>94)</sup>



자료출처: 서울시(2014c), 기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급 계획 수립연구

<그림 6-39> 친환경차 기술 전망

92) <http://energy.gov/eere/vehicles/vehicle-technologies-office>

93) 노형복, 2012. “국내 전기자동차 기술 경쟁력 분석”. 사업기술 이슈, 기술평가원

94) 서울시, 2014c. 기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급 계획 수립연구

<참고> 서울시의 전기차 정책

- 서울시는 2009년부터 2014년까지 승용차 936대, 버스 14대, 이륜차 498대 등 총 1,434대의 전기차를 보급하였음
- 보급차종 다양화를 위해 2010년 전기버스 최초 상용노선을 남산에 도입하였고, 2013년에는 전기차 나눔카 서비스를 도입하였으며 2014년에는 최초 전기택시, 트럭 실증 사업을 실시하였음

■ 서울시, 전기차 보급지원

- 서울시는 2015년 4월부터 가정, 기업, 법인, 단체 등에 전기차 575대의 구입비를 지원하며 승용차 외에도 트럭, 이륜차까지 확대해 지원할 예정
- 전기승용차는 4개 분야에 510대를 보급하며, 구입보조금을 1,500 ~ 2,000만 원까지 분야별로 차등 보조할 계획
- 전기트럭은 대당 최대 2,500만 원, 50cc급 전기이륜차는 대당 250만 원을 보조할 계획

■ 전기택시 시범 도입 및 실증사업

- 서울시는 2014년 9월부터 2015년 4월까지 8개월 간 ‘전기택시 시범 도입 및 실증사업’을 실시함
- 전기택시는 LPG택시 대비 연료비가 13% 수준으로 매우 저렴하고 대기오염물질도 배출하지 않으며 친환경적 이미지를 강조하는 하늘색으로 디자인되었음
- 이번 실증사업을 통해 경제적, 환경적 측면에서 전기택시의 상용화 가능 여부를 시험할 계획이며, 2개 택시회사(문화교통, 고려운수)를 선정해 차량비, 전기요금, 충전인프라 등 사업에 필요한 모든 비용을 지원함



■ ‘택배용 전기트럭’ 전국최초 운행 시작

- 서울시 도심택배·화물운송용 전기트럭(0.5톤) 실증사업이 2015년 1월부터 2015년 5월까지 진행되며, 이는 전기트럭 상용화를 앞두고 환경성, 경제성 등의 성능평가를 통해 보급모델을 발굴해 전기트럭 보급 대상을 점진적으로 확대하기 위함
- 전기트럭은 경유트럭에 비해 연료비가 1/5 수준으로 매우 저렴하고, 소음과 대기오염물질 배출이 없어 경유트럭을 전기차로 교체하게 되면 대기질 개선에 상당 부분 기여할 것으로 전망됨
- 실증사업에 쓰이는 전기트럭 4대는 제작사에서 실증사업기간 동안 운행자에게 무상으로 임대
- 0.5톤 트럭은 홈충전기를 사용하였으며 충전비용은 운행자가 부담함

■ 모바일 충전서비스

- 서울시는 세계 최초로 콘센트에 선을 꼽아 전기차를 충전하는 ‘모바일 충전서비스’를 시작하고 접근성 높은 아파트, 마트, 공공청사 등 450곳에 콘센트 충전인프라를 구축할 계획

### (3) 서울시 중장기 수송부문 에너지계획 사업 종합

□ 서울시 수송부문 중장기 주요 에너지관련 사업 계획은 다음 표와 같음

<표 6-45> 수송 에너지 부문 중장기 사업 계획

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
친환경차 보급	총 친환경차 (등록대수 대비, %)	0.7	1.5	2.0	3.8	5.6	11.0	21.0	40.0	50.0
	전기차 (등록대수 대비, %)	0.1	0.3	0.4	0.7	1.0	1.5	5.5	20.0	25.0
교통수요 관리	교통수요 절감률 (2010년 대비, %)	2	4	6	10	15	20	29	33	35
	기업체 교통수요 관리 실질 참여율(%)	19	21	23	25	27	28	33	37	40
	승용차요일제 실질참여율(%)	10	12	13	15	17	18	23	26	28
	승용차마일리지제 실질참여율(%)	2.7	3.2	3.7	5.0	6.0	6.5	9.2	10.4	11.3
	나눔카 보급 확대 (누적, 천대)	1.8	2.2	2.6	3.0	3.5	4.3	10.3	11.6	12.5
	버스중앙차로 확대 (누적, km)	119	134	155	191	235	247	309	350	377
	단거리 통행(5km 이내) 승용차 수단분담률(%)	13	12	12	12	11	11	10	8	7
	도로다이어트(누적, km)		5	5	5	5	7	21	23	25
	대중교통 전용지구 확대 (누적, 개소)	2	5	8	10	15	17	31	35	38
	자전거도로 연장 확대 (누적, km)	700	762	790	820	850	911	1,230	1,393	1,500
	공공자전거 확대 (누적, 천대)	1.5	3.0	4.0	5.5	6.8	8.5	20.5	23.2	25.0
노후경유차 조기폐차 등(누적, 천대)		39	70	106	135	164	193	293	393	493
친환경운전 안내장치 부착(누적, 천대)		2	2	3	4	5	5	9	12	16
승용차 신차 평균연비 향상 (도심연비: km/l)		16.3	16.8	17.3	17.8	18.4	19.0	22.1	25.7	29.9

비고: 계량화할 수 없는 항목을 포함한 일부 항목은 기입하지 않았음. 이러한 항목에 대한 자세한 내용은 본문을 참고할 수 있음

## 라. 국가에너지계획 연계

□ 자동차 연비 등 일부 부문에 대해서는 서울시가 추진하기에는 제도적인 한계가 있음

- 구체적으로 항공부문, 자동차 연비, 산업부문 등이 이에 해당함
- 이러한 부문에 대해서는 국가 에너지계획과 연계하여 추진해야 함

□ 승용차 신차 평균연비 향상

- 정부에서는 승용차 신차 평균연비를 2017년까지 20.3km/l, 2035년까지 35.0km/l로 향상시키려는 목표를 갖고 있음<sup>95)</sup>
- 이를 도심연비로 환산하고 연도별로 연비가 동일한 비율로 향상된다고 가정하면 서울시의 신차 연비는 2020년의 경우 19km/l, 2035년에는 30km/l가 됨
  - 도심 연비는 복합 연비의 약 85.3%임<sup>96)</sup>

□ 항공부문 에너지효율 향상

- 국제항공수송협회(ICTA)에서는 2020년까지 항공부문 에너지효율 증가 목표치를 연평균 1.5%로 설정하고 있음<sup>97)</sup>
  - 네덜란드 항공사인 KLM은 2030년까지 현재보다 효율이 2배 높은 항공기를 운행한다는 목표를 갖고 있음
- 이러한 국제적인 추세를 반영하여 국내에서도 항공부문 에너지효율을 향상시킬 필요가 있음
  - 이에 이 보고서에서는 BAU 항공부문 에너지수요를 전망할 때 최근의 에너지효율 향상 추세를 고려하였음<sup>98)</sup>

□ 화물차 연비 향상

- 승용차와 마찬가지로 화물차에 대해서도 연비향상을 위한 노력을 기울여야 함
  - 정부의 목표에 따르면 승용차의 연비는 향후 20년간 약 2배 증가함
  - 화물차의 경우 승용차에 비해 연비가 낮고 기술개발 유인이 적기 때문에 여기에서는 승용차보다 보수적인 목표를 설정함

<표 6-46> 국가 에너지계획 연계 주요 사업

구 분	2015년	2020년	2025년	2030년	2035년
승용차 신차 평균연비 향상(도심연비: km/L)	16.3	19	22	26	30
항공부문 에너지효율 향상(연평균 향상률 %/년)	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
화물수송부문 평균연비 향상(2010년 대비 향상률 %)	1	10	13	16	20

95) 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획

96) 에너지관리공단, 개별년도, 자동차 에너지소비효율 분석집

97) IEA, 2013a. World Energy Outlook

98) 연평균 약 3%

## 마. 에너지 절감량

### □ 에너지 절감량 산정을 위한 가정

- 개별 사업별로 실제 실적에 따라 에너지절감 원단위를 산정함<sup>99)</sup>
- 에너지 절감 원단위와 중장기 사업수행 계획을 반영해 사업별 절감량을 산정함
- 이후 다음과 같은 효과들을 반영함
  - 건물부문 전력소비 반등효과는 총 절감량의 약 30%<sup>100)</sup>
  - 건물부문 조명에너지 소비 반등효과는 총 절감량의 약 10%<sup>101)</sup>
  - 수송부문 석유소비 반등효과는 총 절감량의 20%<sup>102)</sup>
  - 수송부문 전기차 보급에 따른 전력소비 증가량은 전기차 보급에 따른 총 석유 절감량의 약 30%<sup>103)</sup>
  - 에코마일리지 등 시민 절약참여 사업 실천을 목표는 70%(현재 56%)<sup>104)</sup>
  - 사업간 중복효과로 인한 절감량 감축은 2035년까지 10% 가정: 예를 들어, LED 보급과 BRP사업, 에코마일리지를 동시에 진행할 경우 총 감축량은 개별 사업의 감축량을 모두 합친 것보다 낮아짐. 또한 친환경차보급과 교통수요 관리정책을 동시에 수행할 경우 총 감축량은 개별 사업의 감축량을 모두 합친 것보다 낮아짐

### □ 2035년 건물부문 BAU대비 에너지 절감 목표는 5,749천 TOE

- 2020년에 전력부문 1,026천 TOE, 전력 외 에너지 2,242천 TOE 등 3,267천 TOE를 절감
- 2035년에는 전력부문 2,504천 TOE, 전력 외 에너지 3,245천 TOE 등 5,749천 TOE를 절감

<표 6-47> 에너지 절감량 목표

(단위: 천TOE)

구분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
BAU 대비 절감량	합계	999	1,527	2,543	3,607	3,994	4,360	5,650	6,818	7,768
	건물	783	1,128	1,950	2,789	3,046	3,267	4,129	4,964	5,749
	산업	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	수송	216	399	594	819	947	1,093	1,522	1,855	2,019
2005년 대비 절감량	합계	496	1,000	2,000	2,500	2,750	3,000	4,000	5,000	5,320
	건물	420	789	1,642	1,965	2,134	2,286	2,971	3,824	3,866
	산업	532	544	556	569	581	593	636	661	688
	수송	-456	-333	-198	-33	35	121	393	515	766

주) 서울시 산업은 전통적인 제조업보다는 주로 아파트형 공장이므로 건물부문에 포함하기도 함

99) 서울시, 2014. 에너지 살림도시 서울

100) 진상현, 2008. 에너지 효율개선 정책의 딜레마: 시장의 실패, 정부의 실패 그리고 반등효과, 환경논총 47:125-139.

101) 진상현, 2008. 에너지 효율개선 정책의 딜레마: 시장의 실패, 정부의 실패 그리고 반등효과, 환경논총 47:125-139.

102) Greening, L.A. et al., 2000. Energy efficiency and consumption: the rebound effect: a survey, Energy Policy 28:389-401.

103) 서울시, 2014. 기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급 계획 수립연구

104) 서울시, 2013. 에코마일리지제 시행성과 평가 및 발전방안 연구

<표 6-48> 건물 부문 BAU대비 에너지 절감량(가정상업 부문)

구분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
가정상업공동										
민간부문LED보급 (전력절감,천TOE/년)		130	188	272	413	515	616	883	1,027	1,116
가정부문										
주택BRP	전력절감(천TOE/년)	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.0	2.1	3.4	4.8
	전력외절감(천TOE/년)	1.0	1.9	3.9	5.6	6.0	5.7	7.6	8.8	10.4
제로에너지주택시범단지조성 (전력절감,천TOE/년)		-	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
에코 마일리지	전력절감(천TOE/년)	54	41	44	52	54	54	66	77	82
	전력외절감(천TOE/년)	95	80	114	127	110	97	71	59	53
에너지수호천사단 (전력절감,천TOE/년)		0.4	0.6	0.9	1.3	1.7	2.0	2.5	2.9	3.0
에너지클리닉	전력절감(천TOE/년)	1.3	1.8	2.6	3.8	4.6	5.5	12	19	26
	전력외절감(천TOE/년)	3.8	6.1	12	17	17	18	22	26	30
취약계층LED보급(전력절감,천TOE/년)		2.5	3.5	5.1	7.6	9.4	11	14	16	18
에너지자립마을확대(전력절감,천TOE/년)		0.3	0.5	0.9	1.5	2.2	2.9	7.2	13	19
친환경고효율보일러보급(전력외절감,천TOE/년)		41	71	137	192	200	206	259	309	359
공공임대주택BRP	전력절감(천TOE/년)	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.7	1.8	2.9	4.0
	전력외절감(천TOE/년)	10.1	17	33	45	47	48	61	72	84
저소득층주택에너지효율화(전력절감,천TOE/년)		-	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
가정부문절감량	합계(천TOE/년)	210	225	354	453	453	452	525	609	693
	전력절감(천TOE/년)	58	49	55	69	73	77	106	134	158
	전력외절감(천TOE/년)	152	177	299	386	381	374	421	474	536
상업부문		-								
에너지특화형서울디지털단지 (전력절감,천TOE/년)		1.1	1.5	2.1	2.6	2.6	2.6	3.4	4.1	4.6
에너지관리 시스템도입	전력절감(천TOE/년)	-	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.6	1.0	1.4
	전력외절감(천TOE/년)	-	0.4	1.1	1.2	1.6	1.5	2.2	2.9	3.3
기존건물효율개선	전력절감(천TOE/년)	19	34	56	93	125	157	286	437	586
	전력외절감(천TOE/년)	105	220	485	766	875	953	1,036	1,149	1,283
에너지를아끼는착한가게(전력절감,천TOE/년)		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6
건축물에너지 소비총량제도	전력절감(천TOE/년)	17	24	34	51	62	74	142	227	297
	전력외절감(천TOE/년)	59	82	137	176	173	170	312	423	491
에너지절약형LED간판(전력절감,천TOE/년)		0.9	1.0	1.4	2.0	2.4	2.9	3.9	4.5	5.0
옥외조명운영계획및심야관리강화 (전력절감,천TOE/년)		1.1	1.5	2.3	3.5	4.5	4.6	5.8	6.6	7.2
상업부문 절감량	합계(천TOE/년)	205	363	720	1,096	1,248	1,366	1,792	2,255	2,679
	전력절감(천TOE/년)	41	62	95	153	198	241	443	680	902
	전력외절감(천TOE/년)	165	301	624	944	1,050	1,126	1,349	1,573	1,778
가정상업 부문 절감량	합계(천TOE/년)	545	777	1,346	1,963	2,216	2,436	3,200	3,889	4,489
	전력(천TOE/년)	229	299	423	634	785	936	1,431	1,841	2,175
	전력외(천TOE/년)	316	478	924	1,329	1,431	1,500	1,770	2,048	2,313

비고: 계량화할 수 없는 항목을 포함한 일부 항목은 산정하지 않았음

<표 6-49> 건물 부문 에너지 절감량(공공부문)

구분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
공공부문										
전동차회생전력저장장치설치 (전력절감,천TOE/년)		0.2	0.6	1.2	2.5	3.5	4.6	12.3	23.4	34.6
공공부문온실가스 목표관리제	전력절감(천TOE/년)	10.8	15	22	32	39	46	98	163	230
	전력외절감(천TOE/년)	83	140	266	371	388	398	503	602	714
폐기물재활용(전력외절감,천TOE/년)		97	123	190	252	220	195	149	129	120
재활용정거장(전력외절감,천TOE/년)		0.6	1.1	1.7	1.9	1.6	1.5	1.1	1.0	0.9
재활용컨설팅(전력외절감,천TOE/년)		26	46	91	119	129	136	104	90	84
나눔장터(전력외절감,천TOE/년)		0.3	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3
전자폐기물(전력외절감,천TOE/년)		2.0	2.3	3.3	3.7	3.8	3.4	2.6	2.2	2.0
사회복지시설, 경로당BRP	전력절감(천TOE/년)	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.8	3.2	4.3
	전력외절감(천TOE/년)	1.0	1.9	3.9	5.0	5.4	5.2	6.9	8.3	9.8
공공부문LED보급 (전력절감,천TOE/년)		17	19	24	35	35	36	45	52	56
공원등고효율LED로교체 (전력절감,천TOE/년)		0.2	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.9	1.0	1.0
주택가친환경LED보안등교체 (전력절감,천TOE/년)		0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	1.0	1.1	1.3
공공부문 절감량	합 계(천TOE/년)	239	349	606	825	829	830	926	1,076	1,259
	전력절감(천TOE/년)	29	36	48	71	81	89	160	242	328
	전력외절감(천TOE/년)	210	315	559	755	748	740	767	833	932
건물부문 총절감량	합 계(천TOE/년)	783	1,128	1,950	2,789	3,046	3,267	4,129	4,964	5,749
	전력절감(천TOE/년)	258	334	470	704	864	1,026	1,591	2,084	2,504
	전력외절감(천TOE/년)	525	793	1,478	2,085	2,181	2,242	2,538	2,880	3,245

비고: 계량화할 수 없는 항목을 포함한 일부 항목은 산정하지 않았음

□ 2035년 수송부문 에너지 절감량 목표는 2,019천 TOE

- 수송부문의 에너지 절감은 주로 석유 임
- 2020년 전기차보급(97천 TOE), 수요관리(186천 TOE), 노후경유차 조기폐차(131천 TOE) 등을 통해 1,093천 TOE를 절감하는 것을 목표로 함
- 2035년에 전기차보급(437천 TOE), 수요관리(670천 TOE), 노후경유차 조기폐차(169천 TOE) 등을 통해 2,019천 TOE를 절감하는 것을 목표로 함

<표 6-50> 수송부문 에너지 절감량 (전력 외)

(천TOE)

구 분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
합 계	216	399	594	819	947	1,093	1,522	1,855	2,019
전기차보급	5	17	34	51	74	97	210	323	437
교통수요관리	19	27	44	69	119	186	397	615	670
노후경유차조기폐차등	24	44	65	87	109	131	169	169	169
친환경운전안내장치부착등	49	71	90	110	110	110	110	110	110
드라이빙마일리지	21	63	84	105	126	147	147	147	147
나눔카	2	3	5	7	8	10	18	27	35
기 타	97	174	272	390	401	413	471	464	452

□ 에너지 수요관리 성과의 특성

- LED, BRP 효율화 설비 등은 설치된 후 오랜 기간 동안 지속적으로 에너지 절감 효과를 보이기 때문에 이른 시일에 설치하는 것이 효과적임
- 이에 따라 중장기 사업을 설계하였기 때문에 2020년대 초반까지는 건물부문의 에너지 감축량이 많음
- 수송부문의 경우에는 전기차 등 그린카 보급과 교통수요 관리 등 주요 사업들이 성과를 보임

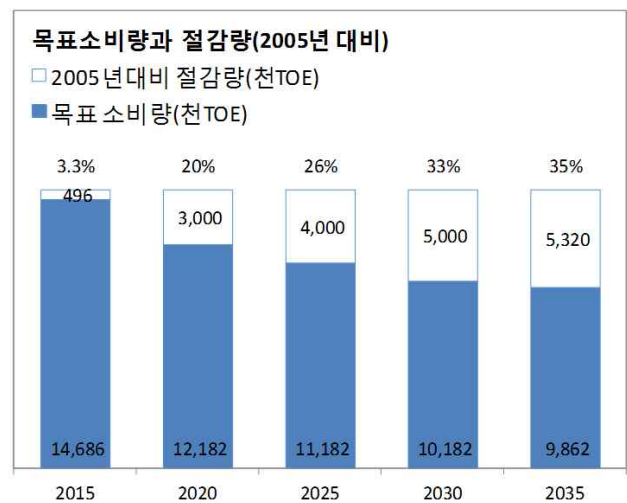
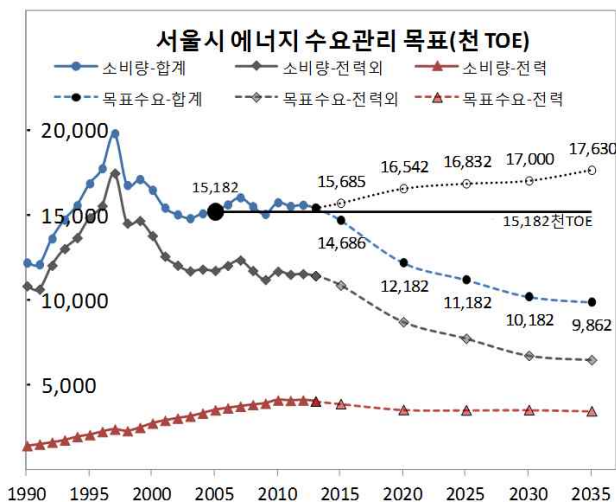
<표 6-51> 부문별 에너지 절감 목표(BAU 대비)

(단위: 천TOE)

구분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
전체	합계	999	1,527	2,543	3,607	3,994	4,360	5,650	6,818	7,768
	전력	317	424	543	667	782	887	1,176	1,446	1,766
	전력외	682	1,103	2,001	2,941	3,211	3,473	4,474	5,373	6,003
건물부문	합계	783	1,128	1,950	2,789	3,046	3,267	4,129	4,964	5,749
	전력	317	424	543	667	782	887	1,176	1,446	1,766
	전력외	466	704	1,407	2,122	2,264	2,380	2,953	3,518	3,983
수송부문	합계	216	399	594	819	947	1,093	1,522	1,855	2,019
	전력	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	전력외	216	399	594	819	947	1,093	1,522	1,855	2,019

## □ 서울시 에너지 수요관리 목표

- 에너지 수요 목표는 2035년에 2005년 보다 5,320천 TOE 적은 9,862천 TOE
  - 2020년에는 BAU 대비 4,360천 TOE 절감, 2005년 소비량보다는 3,000천 TOE 절감
  - 2035년에는 BAU 대비 7,768천 TOE 절감, 2005년 소비량보다 5,320천 TOE 절감
- BAU대비 에너지수요 절감율은 2020년 26%, 2035년 44%
  - BAU대비 전력 절감율은 2020년에 20%, 2035년에 34%를 목표로 함
  - BAU대비 전력 외의 에너지 절감율은 2020년에 29%, 2035년에 48%를 목표로 함
- 2005대비 에너지소비량 절감율은 2020년 20%, 2035년 35%
  - 2005년 전력소비량 대비 절감율은 2020년에 -0.6%, 2035년에 1.6%를 목표로 함
  - 2005년 전력외 에너지 소비량 대비 절감율은 2020년에 24%로, 2035년에 48%를 목표로 함



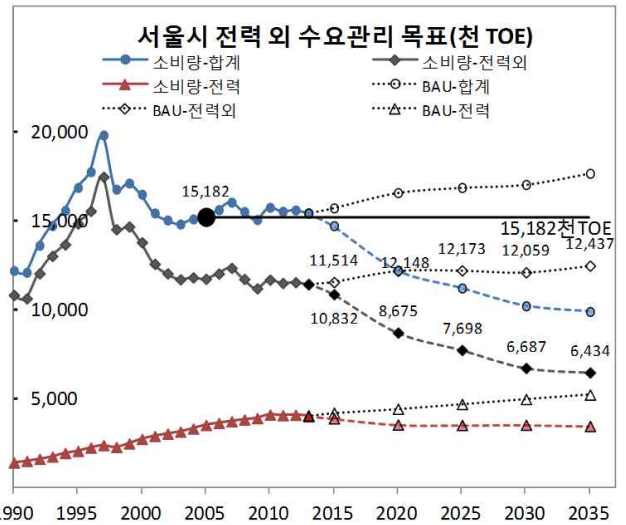
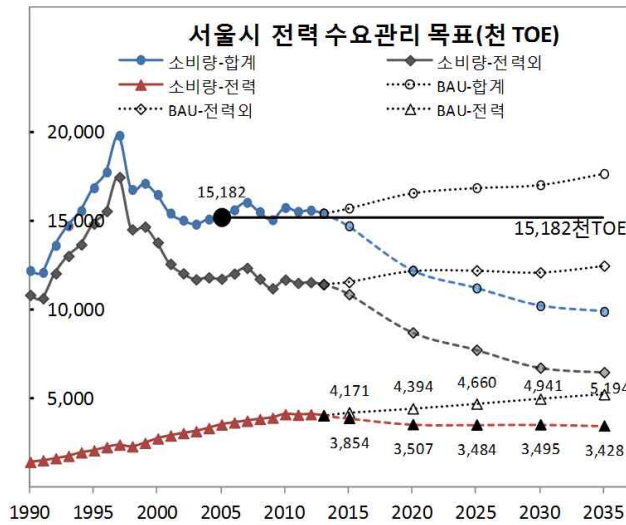
<그림 6-40> 최종에너지 수요관리 목표

<표 6-52> 에너지 수요관리 총괄표

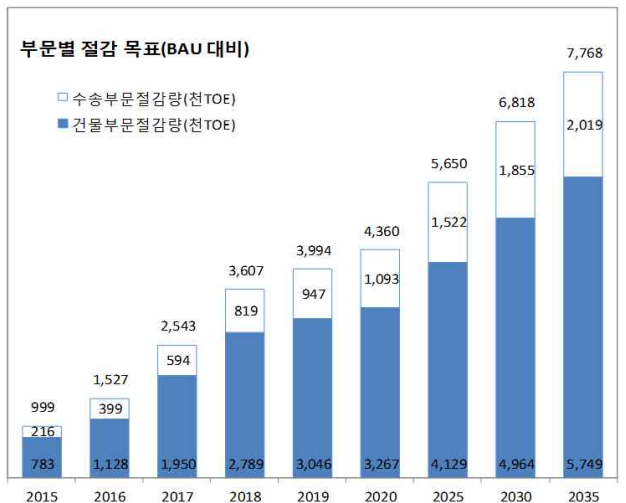
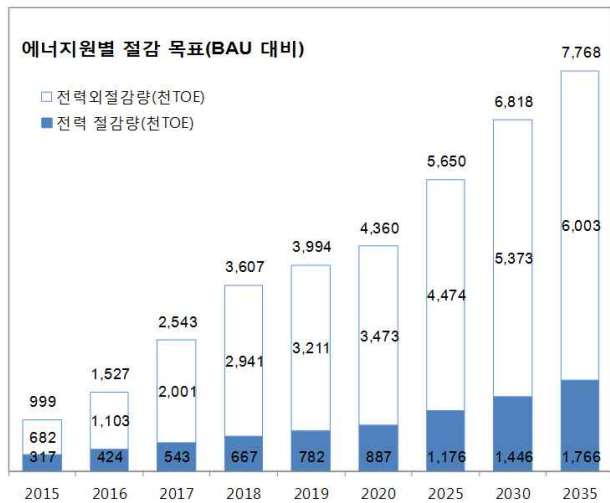
(단위: 천TOE)

연도	전망치(BAU)			목표수요			BAU 대비 절감량(절감율)			2005년 대비 절감량(절감율)		
	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외
2005년	15,182	3,485	11,697	15,182	3,485	11,697	-	-				
2015년	15,685	4,171	11,514	14,686	3,854	10,832	999 6.4%	317 7.6%	682 5.9%	496 3.3%	-369 -11%	865 7.4%
2020년	16,542	4,394	12,148	12,182	3,507	8,675	4,360 26%	887 20%	3,473 29%	3,000 20%	-22 -0.6%	3,022 26%
2025년	16,832	4,660	12,173	11,182	3,484	7,698	5,650 34%	1,176 25%	4,474 37%	4,000 26%	1 0.0%	3,999 34%
2030년	17,000	4,941	12,059	10,182	3,495	6,687	6,818 40%	1,446 29%	5,373 45%	5,000 33%	-10 -0.3%	5,010 43%
2035년	17,630	5,194	12,437	9,862	3,428	6,434	7,768 44%	1,766 34%	6,003 48%	5,320 35%	57 1.6%	5,263 45%

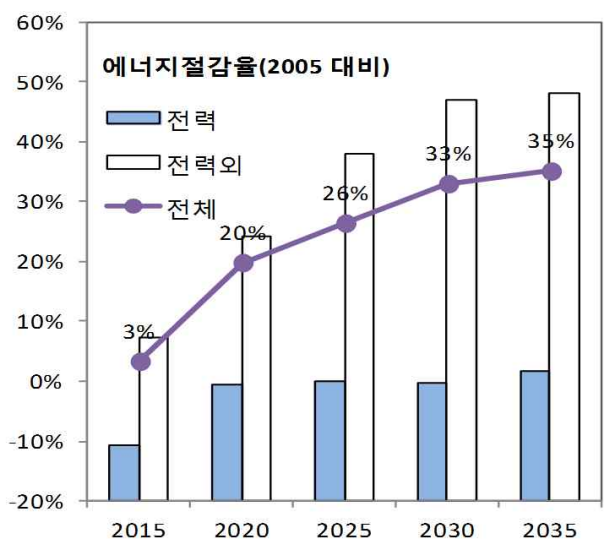
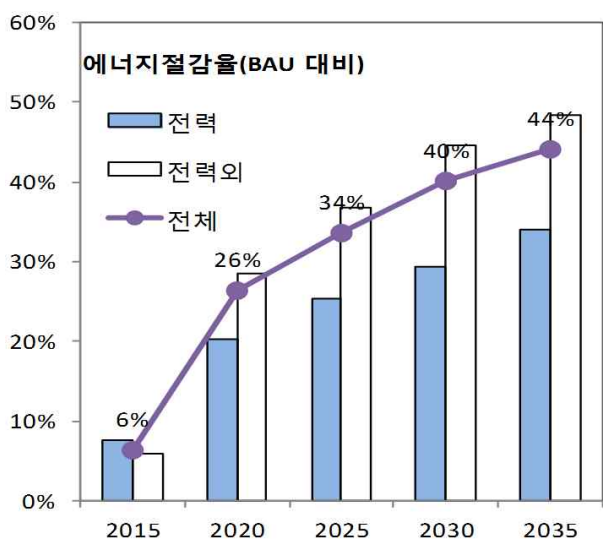
주) 절감량과 절감율에서 음수(-)는 증가를 의미. 2005년 자료는 실측치



<그림 6-41> 전력 및 전력 외 에너지 수요관리 목표



<그림 6-42> 에너지원별 부문별 목표 절감량



<그림 6-43> 에너지 절감률 목표

---

# 제7장 에너지 공급 계획

- 가. 신·재생에너지 보급
  - 나. 미활용에너지 발굴과 이용
  - 다. 집단에너지 공급 확대
  - 라. 분산형 발전원 확대
  - 마. 도시가스 보급
  - 바. 연탄지원과 연료전환
  - 사. 무정전 기반 조성
  - 아. 주요 에너지관련 지표 요약
-



## 7. 에너지 공급 계획<sup>108)</sup>

### 가. 신·재생에너지 보급

#### (1) 생산가능 잠재량<sup>109)</sup>

□ 서울의 에너지원별 신·재생에너지 생산가능 잠재량은 다음 표와 같음

- 서울의 총 신·재생에너지 생산가능 잠재량은 7,966천TOE/년임
  - 공급 잠재량이 가장 높은 에너지원은 지열이며 태양열과 태양광이 다음을 차지함
- 서울의 총 신·재생에너지 생산 잠재량 대비 실제 생산량은 2013년의 경우 2.98%였음
  - 생산가능 잠재량 대비 실제 생산량은 바이오와 폐기물이 가장 높음

<표 7-1> 서울시 신·재생에너지 생산가능 잠재량

구 분	생산가능 잠재량		에너지 생산량(2013년)		생산량/잠재량 (%)
	잠재량(TOE)	구성비(%)	생산량(TOE)	구성비(%)	
태양열	1,454,038	18.2	1,076	0.5	0.07
태양광	1,006,820	12.6	7,011	2.5	0.70
바이오	43,500	0.5	46,236	15.8	106.29
풍력	-	-	41	0.0	
수력	-	-	-	0.0	
연료전지	-	-	5,263	2.7	
폐기물	346,200	4.3	172,422	76.3	49.80
지열	5,146,058	64.4	6,191	2.2	0.12
합계	7,996,616	100.0	238,239	100.0	2.98

주: 공급가능 잠재량은 서울시의 여건을 고려하여 실제로 공급이 가능한 양을 산출한 것이며, 서울시 건물 및 시설의 적정 설비용량 등을 고려하여 산출한 것임. 풍력, 수력, 연료전지의 잠재량은 산출하지 않았음.

자료: 서울시(2011), 신·재생에너지 보급 중장기 기본계획(2011~2015), 지역에너지통계연보

□ 서울시는 고효율저탄소 에너지원을 신·재생에너지에 포함시켜 계획을 수립 함

- 수소연료전지보다 효율이 높거나 저탄소인 에너지원을 신·재생에너지에 포함시켜 관리
  - 열병합발전설비 중 열과 전기 종합효율은 가정용스털링엔진 발전보일러 88%, 소형열병합 발전설비 68%임. 이는 연료전지(63%)에 비해 효율이 높음<sup>110)</sup>

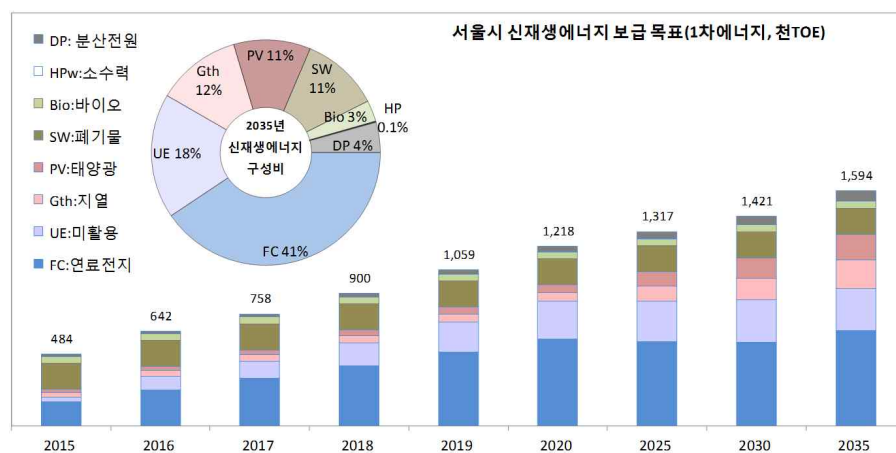
108) 에너지공급 개별 사업별 2018년까지의 단기 계획은 서울시의 원전하나 줄이기 2단계 사업의 주요 내용 반영. 경우에 따라서는 개별사업의 생산량 산정 방법에 차이가 있음

109) 신·재생에너지 생산가능 잠재량은 연도에 따라 크게 달라지지 않기 때문에 서울시 2011년 발표결과를 사용하였음

- 따라서 서울시는 법률로 정한 신·재생에너지 이외에도 지하수열, 하수열, 소각열, 발전폐열 등 미활용 에너지와 고효율 열병합발전 설비에서 생산된 에너지 등 저탄소·고효율에너지를 신·재생에너지에 포함시켜 관리할 계획임

## (2) 보급목표

- 서울시의 총 신·재생에너지 보급목표는 2020년과 2035년에 각각 연간 1,464천TOE와 2,296천TOE를 생산하는 것임



<그림 7-1> 서울시 신·재생에너지 생산목표(1차에너지 환산)

<표 7-2> 신·재생에너지 중장기 보급목표(1차에너지 환산)

(단위: 천TOE/년)

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
신재생 에너지	소계	439	532	624	718	823	927	995	1,079	1,239
	폐기물	178	178	178	178	178	178	178	178	178
	바이오	45.3	45.3	45.3	45.2	45.2	45.2	48.6	48.5	48.4
	태양광태양열	23.1	28.5	33.9	39.2	46.7	54.3	95.0	136	173
	연료전지	161	242	323	407	499	589	569	568	646
	소수력	0.5	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7
	지열	31.4	36.6	42.0	47.7	53.4	59.1	103	148	192
미활용 에너지	소계	30	94	114	156	205	254	275	284	285
	소각열·발전열	2.00	8.00	18.0	24.0	30.0	36.0	56.0	64.0	64.0
	지하철·지하수열	0.3	0.5	0.7	1.0	1.1	1.2	2.2	3.2	4.2
	외곽지역발전열	7.8	50.3	60.7	81.2	117	152	152	152	152
	하수열	20.0	35.0	35.0	50.0	57.5	65.0	65.0	65.0	65.0
분산형 발전원	소계	14.9	16.6	20.4	25.8	30.5	37.3	46.8	57.7	69.9
	건물열병합	14.9	16.4	19.4	22.4	25.3	30.4	37.9	45.3	52.8
	주택열병합	0.0	0.2	1.0	3.4	5.1	6.9	8.9	12.3	17.1
합 계		484	642	758	900	1,059	1,218	1,317	1,421	1,594

○ 에너지원 중에서 신·재생에너지가 가장 많고 소형분산전원과 미활용에너지 순임

- 2020년 신·재생에너지 생산량은 1,218천 TOE이며, 이중 927천 TOE는 신·재생에너지, 254천TOE는

110) 통상적으로 순발열량을 기준으로 에너지효율을 표시함. 여기에서는 총발열량 효율로 환산하였음

미활용에너지, 소형분산전원에서 생산된 에너지는 37천 TOE가 될 것 임

- 2035년 신·재생에너지 생산량은 1,594천 TOE이임. 신·재생에너지는 1,239천 TOE로 78%를 구성하며, 미활용에너지는 285천 TOE로 18%이고 소형분산형전원이 나머지 4%(70천 TOE)를 구성함
- 신·재생에너지원별로는 연료전지의 생산량이 가장 많고 폐기물, 태양광 순서임
- 서울의 특성상 풍력, 소수력, 지열 등 다른 신·재생에너지원은 공급이 용이하지 않기 때문임
- 폐기물의 경우 인구 정체로 총량이 크게 증가하지 않을 것으로 예상되며, 재활용에 이용되는 경우가 있기 때문에 폐기물을 활용한 신·재생에너지 생산에 한계가 있음

### (3) 태양광 보급사업

#### □ 기존 보급 사업

- 서울시는 2006년 청계천 유지용수용 태양광발전시설(300kW) 설치부터 시작하여 정부의 신·재생에너지 지방보급사업과 연계한 보급 사업을 진행하고 있음
- 지방보급 사업은 지자체의 신·재생에너지 보급 확대를 위해 사업비의 일부를 정부가 보조해주는 사업임

#### □ 서울형 발전차액지원제도

- 서울시는 2013년 5월부터 서울형 발전차액 지원제도를 도입하고 소규모 태양광 발전설비를 보급해오고 있음
- 서울형 발전차액 지원제도는 소규모 태양광(50kW 이하) 사업의 가격경쟁력을 확보하기 위해 서울시가 도입한 것으로, 서울시는 추가로 50원/kWh을 지원해주는 제도임<sup>111)</sup>
- 2015년부터 시설용량을 100 kW이하로 확대
- 2015년 1월 1일부터 지원하는 발전차액이 50원/kWh에서 100원/kWh으로 상향되었음



주: SMP 가격과 REC가격은 연도별로 달라질 수 있음. 2015년부터 발전차액은 100원/kWh로 증액되었음.  
 자료: 서울시 보도자료(2013.5.8.), “서울시, 서울형 발전차액 지원제도 도입 등 태양광 설치 전방위 지원”

<그림 7-2> 신·재생에너지 보급 지원제도 비교

111) 서울시 보도자료(2013.5.8.), “서울시, 서울형 발전차액 지원제도 도입 등 태양광 설치 전방위 지원”

- 소규모 태양광 사업자는 생산된 전기를 한전에 판매함으로써 얻는 수익(SMP) 외에 추가적인 수익을 기대할 수 있음

○ 서울시는 서울형 발전차액 지원제도를 점차 확대해나갈 계획임

- 현재는 누적발전용량 10MW까지 지원 대상임. 2020년까지 누적발전용량 20MW로 대상을 확대할 계획임

□ 태양광 미니발전소 15MW 보급

○ 태양광 미니발전소를 2020년까지 15MW, 2035년까지 35MW를 보급하는 것을 목표로 함

- 태양광 미니발전소는 아파트 베란다, 주택옥상, 공동주택 공용부 등 시민이 직접에너지를 생산할 수 있도록 설치하는 태양광발전설비로 콘센트연결형(250W 내외), 계량기연결형(3kW 내외), 공용전기료형(3kW초과) 등이 있음
- 태양광미니발전소 보급 촉진을 위하여 설치비의 50% 가량을 설치용량에 따라 차등지원
- 200W 이하인 경우 1,650원/W, 201~500W는 1,000원/W, 501W~3kW는 800원/W, 3kW 초과는 600원/W 지원
- 250W 베란다형 태양광 미니발전소 1대를 설치할 경우 월평균 24kWh(에어컨 1일 1시간 사용 시 1달간 전력소비량에 해당)의 전력을 생산할 수 있으며, 전기료는 1달에 7천 원~17천 원 절감 가능한 것으로 전망됨
- 주부 등 여성을 대상으로 하여 미니태양광에 대한 홍보 및 교육 강화



자료: 서울시 보도자료(2013.5.8.), “서울시, 서울형 발전차액 지원제도 도입 등 태양광 설치 전방위 지원”

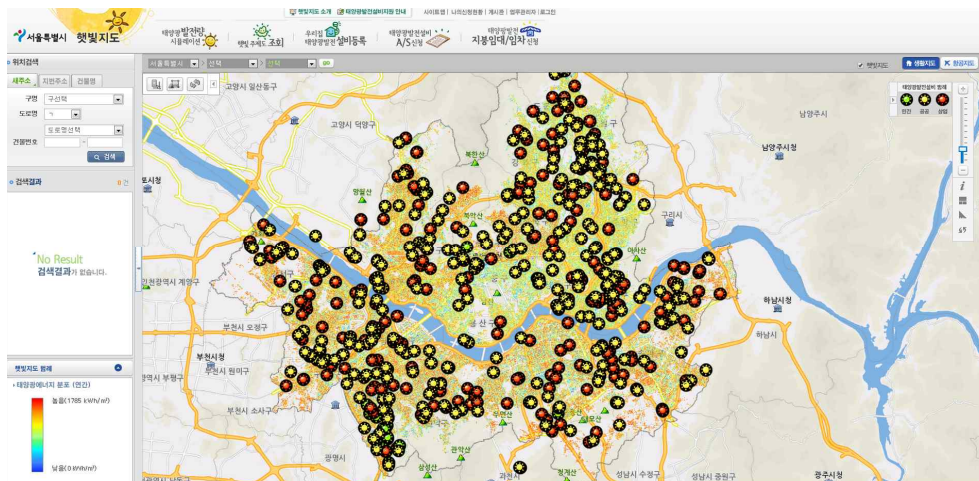
<그림 7-3> 태양광 미니발전소 기대효과

□ 햇빛지도 제공

- 서울시는 햇빛지도를 인터넷 웹사이트에 공개하여 서울 지역의 모든 건물과 주택 옥상을 대상으로 태양광 발전시설 설치 가능여부와 발전량을 시민들에게 공개하고 있음
- 향후 시민들이 이러한 정보를 쉽게 접할 수 있도록 지속적으로 홍보함

## □ 태양광 발전시설 설치 지원확대

- 태양광 발전용 시유지 임대료 부과기준을 공시지가에서 발전용량으로 변경하였음
  - 25,000원/kW에서 2015년부터 20,000원/kW로 인하
- 발전시설 초기자금 저리 융자 지원범위 상향 조정
  - 지원규모는 2014년 20억 원에서 2015년 30억 원, 2018년 40억 원으로 점차 늘림
  - 지원대상 설비용량을 50kW 이하에서 100kW 이하로 확대
  - 융자지원율 한도를 종전 설치비의 60% 이내에서 2015년부터 80% 이내로 확대



자료: 서울시 햇빛지도 홈페이지(<http://solarmap.seoul.go.kr/index.do>)

<그림 7-4> 서울시 햇빛지도

## □ 햇빛발전 시민펀드

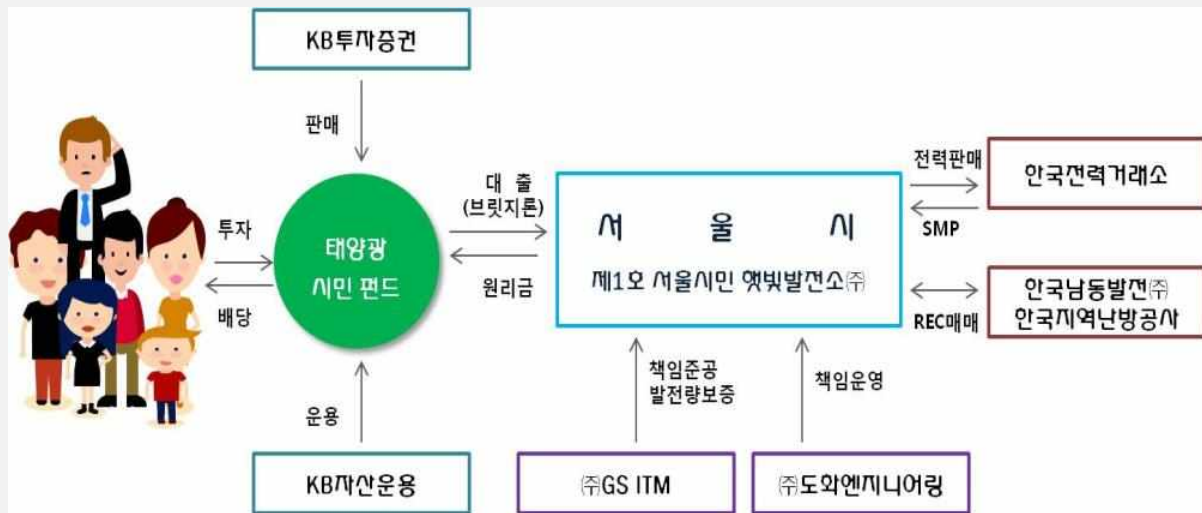
- 2020년까지 햇빛발전 시민펀드 1,000억 원 조성
  - 펀드조성을 통해 태양광 및 연료전지 설치재원 확보
  - 태양광설치비를 시민공모로 모금하여 조성하고 수익도 시민과 공유
  - 햇빛발전시민펀드를 통해서 2020년까지 28W를 2035년까지 70MW를 보급하는 것을 목표함
  - 학교·공공시설·민간건물의 태양광 보급과 연계함
- 학교 및 공공 부문에 2020년까지 태양광 124MW 2035년까지 330MW 보급
  - 햇빛발전 시민펀드 등을 통해 설비투자가 촉진되도록 함
  - 2018년까지 참여 학교 수를 345개교로 확대할 계획임

## □ 랜드마크 및 타지역 협력 발전설비 설치

- 태양광거리 등 태양광랜드마크 조성사업과 세계잼버리수련장과 같은 타지역과 공동협력사업, 신재생에너지 융복합사업 등을 통해 태양광발전설비를 보급
- 2020년까지 1.8MW, 2035년까지 4.1MW를 보급하는 것을 목표로 함

<참고> 태양광 펀드

- 서울시는 시민이 발전소 건설비용 전액을 출자하고 운영수익을 가져가는 「제1호 서울햇빛발전소」 건설을 위하여 국내 최초 태양광 시민펀드 판매(2015년 8월)
- 1개 기업이 출자하고 수익을 가져가던 종전의 대규모 태양광 사업에서 다수 시민이 출자하고 수익을 가져가는 공유형 태양광 사업으로 전환하는 첫 시도로서 재생에너지 보급을 시민들과 함께 풀어나가는 모범적인 사례
- 가입금액은 1인당 100만 원 이상, 1,000만 원 이하로 선착순 판매



□ 신축대형건물의 신·재생에너지 이용 의무화

- 환경영향평가 시 신축 대형건물에 적용하는 신재생의무비율을 강화할 계획임
  - 서울시는 대형건물 신축 시 신·재생에너지 이용 의무비율을 향후 2018년까지 20% 이상으로 강화할 예정
- 이 제도를 통해 2020년까지 33MW 2035년까지 202MW가 보급될 것으로 전망
  - 지금까지의 환경영향평가 시 신·재생에너지 의무비율을 적용하는 과정에서 목표 생산량 1천 TOE당 289kW의 태양광이 계획됨

<표 7-3> 신축대형건물에 대한 신·재생에너지 이용 의무비율 적용 계획

연도	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년
민간부문	14%	16%	18%	20%	22%	25%	28%	30%
공공건물	15%	18%	21%	24%	27%	30%	30%	30%

## □ 태양광보급사업 요약

○ 서울시는 태양발전설비를 2020년까지 200MW, 2035년까지 639MW 보급

- 태양광 보급을 통해 2020년에는 255GWh, 2035년에는 약 816GWh를 생산하는 것을 목표로 함

<표 7-4> 서울시 태양광 보급목표

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
발전 용량 누적 (MW)	발전용량합계(MW)	84.6	104	124	144	172	200	351	504	639
	태양광미니발전소(3kW)	11.8	12.0	12.3	12.5	12.8	13.0	16.2	21.3	30.0
	태양광미니발전소(250W)	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.63	3.68	5.00
	학교·공공시설·민간건물	47.4	59.7	72.0	83.8	104	124	199	274	330
	햇빛발전시민펀드모집	8.0	12.0	16.0	20.0	24.0	28.0	43.0	58.0	70.0
	태양광랜드마크	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.38	3.13	4.13
	신축대형건물-태양광	16.0	18.7	21.5	24.4	27.3	30.3	85.2	140	195
	타지역협력사업	0.10	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00	2.20	3.50	5.00
발전량 (GWh)	발전량합계(GWh)	108	133	159	184	219	255	448	643	816
	태양광미니발전소(3kW)	15.1	15.4	15.7	16.0	16.3	16.6	20.7	27.3	38.4
	태양광미니발전소(250W)	0.96	1.28	1.60	1.92	2.24	2.56	3.35	4.69	6.39
	학교·공공시설·민간건물	60.6	76.3	92.0	107.1	133	158	254	350	422
	햇빛발전시민펀드모집	10.2	15.3	20.4	25.6	30.7	35.8	54.9	74.1	89.4
	태양광랜드마크	0.57	0.86	1.15	1.44	1.72	2.01	2.73	3.59	4.74
	신축대형건물-태양광	20.4	23.8	27.4	31.2	34.9	38.7	109	179	249
	타지역협력사업	0.13	0.26	0.38	0.64	0.89	1.28	2.81	4.47	6.39
에너지 생산량 (천TOE)	1차에너지합계(천TOE)	23.1	28.5	33.9	39.2	46.7	54.3	95.0	136	173
	태양광미니발전소(3kW)	3.47	3.54	3.61	3.68	3.75	3.82	4.77	6.27	8.82
	태양광미니발전소(250W)	0.220	0.294	0.367	0.441	0.514	0.588	0.771	1.080	1.47
	학교·공공시설·민간건물	12.8	16.1	19.4	22.6	28.0	33.4	53.6	73.9	89.0
	햇빛발전시민펀드모집	2.16	3.23	4.31	5.39	6.47	7.55	11.6	15.6	18.9
	태양광랜드마크	0.121	0.182	0.243	0.303	0.364	0.425	0.576	0.758	1.001
	신축대형건물-태양광	4.37	5.09	5.86	6.66	7.46	8.26	23.1	37.9	52.8
	타지역협력사업	0.027	0.054	0.081	0.135	0.189	0.270	0.593	0.943	1.348

주) 1GWh = 1백만 kWh

단위사업 정리(수정) 2015-08-12\AAAAA.xlsx AY102

<참고> 서울시 태양광 정책 ‘C40-지멘스 어워드’ 수상

- 서울시, 태양광 보급사업으로 「제2회 도시기후리더십 어워드」에서 녹색에너지분야 ‘C4-지멘스 어워드」를 수상함
- 태양광 보급사업은 에너지 정책인 ‘원전하나줄이기’사업의 하나로, 서울 곳곳이 태양광발전소인 ‘햇빛도시」를 지향함
- 도시기후리더십 어워드는 세계 주요 도시 간 기후변화 대응에 협력을 주도하는 대도시들의 모임인 C40와 지멘스가 공동주관하는 것으로 '13년부터 10대 분야(녹색에너지, 건물에너지 효율화, 지능형 도시인프라, 고형폐기물관리, 재정과 경제개발, 탄소측정과 계획, 도시교통, 지속가능한 지역사회, 대기질, 적응과 회복력)에 대해 매년 심사평가해 시상을 진행함
- 이번에 서울시는 녹색에너지 분야에서 수상한 것으로, 원전하나줄이기 추진성과를 통해 서울의 에너지 현황과 생산여건, 시민참여의 우수사례 등을 평가한 결과 국제사회의 다른 도시와 견주어 녹색에너지 분야 태양광 사업이 짧은 시간에 가시적인 효과를 얻고 있음이 높이 평가되었음



#### C40 개요

- 설 립 : 2005년
- ※ Ken Livingstone 前 런던 시장 주도하에 C20 그룹 설치, 2007년 C40로 확대
- 목 적 : 기후변화 대응을 약속한 대도시들의 모임
- 의 장 : 에두아르도 파에스(Eduardo Paes) 리우 시장
- 조 직 : 총 69개 회원도시(43개 대도시, 22개 혁신도시 회원)
- 주요활동
  - 2년에 한번 도시 시장들을 위한 정상회의를 개최, 도시의 성과 교류
  - 워크숍 및 소규모 컨퍼런스 개최를 통한 기후변화대응 정책 실무자 교육
  - 도시의 탄소배출 감축 및 에너지 효율성 제고 노력 지원



<구로디지털단지지역(100KW)>



<강서농수산물 도매시장<1,191KW>

건설기간	'13.11 ~ '13.12	건설기간	'13.6 ~ '13.9
건설비(백만 원)	1,750	건설비(백만 원)	2,970

<참고> 서울형 FIT 제도 - 소규모 태양광발전사업 지원

- 서울시는 REC(신·재생에너지 공급인증서, 경쟁판매)와 SMP(계통한계가격, 한전판매가격) 가격 하락 등으로 많은 어려움을 겪고 있는 소규모 태양광발전사업자의 수익성 개선을 위하여 서울형 발전차액제도(FIT) 지원 대상 및 금액 확대, 서울시 공공부지 임대료 인하 및 태양광 발전시설 용자 규모 확대 등 소규모 태양광 발전사업 지원방안을 마련함

\* FIT : 신·재생에너지로 생산한 전력단가와 시중가격의 그 차액을 지원하여 투자의 안전성을 높이는 제도. 우리나라는 2011년도에 이 제도를 폐지하고 신재생에너지공급의무화제도를 시행함에 따라 소규모 신·재생에너지 발전 사업이 위축되었음

- 태양광발전사업을 지원하기 위한 ‘서울형 FIT 제도’는 전국 최초로 2013년 5월 도입되었으며, 2012년부터 2014년 12월말 기준 발전량 2.6MW에 대하여 99개소의 발전사업자에게 보조금 1억 7천만 원을 지원하였음
- 2015년부터 기존 100kW 이하 학교시설과 50kW 이하 일반시설에 해당되던 지원 대상을 100kW 이하 모든 시설로 확대하였으며, 보조금도 1kWh 당 50원에서 100원으로 2배 높여 지원할 예정
- 또한 서울시는 2013년부터 서울시 공공부지 임대료 산정기준을 종전의 공시지가에 의한 사용면적에서 설치용량 기준으로 개선하여 태양광발전사업자의 수익성 개선을 도모함  
(설치용량 1kW 당 임대료율을 연간 25,000원으로 산정, 2015년부터는 설비용량 100kW 초과는 25,000원, 100kW 이하는 20,000원으로 인하)
- 민간부문의 태양광발전시설 설치 활성화를 유도하기 위하여 2012년부터 설치용량 100kW 이하 태양광발전시설 설치 사업자에게 저리용자를 실시하고 있으며, 2015년부터는 발전 사업비의 60% 이내에서 80% 이내 최대 1억5천만 원 규모로 확대하였음
- 서울시의 다양한 지원노력으로 인하여 발전사업 허가건수가 2011년까지 30건에서 2015년 3월말 기준 218건으로 약 630%가 증가하였음

년도	계	'09 ~ '03	'10	'11	'12	'13	'14	'15(3월)
발전허가(건)	218	16	9	5	26	91	61	10

## (4) 연료전지 보급사업

### □ 서울시가 전략적으로 선택한 연료전지

#### ○ 서울시의 여건과 연료전지

- 서울시에는 재생에너지 부존자원이 부족하여 재생에너지만으로는 온실가스 감축이나 신·재생에너지 보급, 분산형전원보급 등과 같은 목표를 달성하기 어려운 환경임
- 연료전지가 신에너지에 포함됨에 따라 서울시 신·재생에너지 보급목표를 달성하기 위해 연료전지 보급정책 추진하여 민간자본을 유치할 수 있어 서울시의 재정 부담을 최소화함
- 연료전지가 도시가스라는 화석연료를 이용한다는 한계점은 있지만 열과 전기를 모두 생산하여 효율이 높아 탄소배출량감축효과가 있으며, 소음이나 대기오염을 유발하지 않으며, 건물 내에 설치할 수 있다는 특성은 서울시의 도시여건과 잘 부합함
- 최근 주요 화제로 떠오르는 분산형전원과도 부합


#### ※ 연료전지의 에너지절약 효과

- 1MW의 연료전지에 투입되는 도시가스는 1,531천 Nm<sup>3</sup>/년(1,597TOE, 총발열량기준)임
- 1MW의 연료전지는 연간 7,884MWh의 전력과 4,008Gcal(순발열량)의 열을 생산. 생산된 열에너지는 12개월 중 9개월만 유효하여 실제 이용량은 3,006Gcal 임
- 1MW의 연료전지가 1년간 생산한 에너지를 1차에너지로 환산하면 1,964TOE이며, 최종에너지로는 979 TOE에 해당함
- 이때 생산된 열에너지를 열전환손실(가스보일러효율 85% 적용)을 고려하여 도시가스로 환산하면 375천 Nm<sup>3</sup>(총발열량 391.5TOE)에 해당하여 실제로는 생산량이 91TOE 증가한 것과 같은 효과가 있음
- 결론 : 1차에너지 - 458TOE 절감(1MW 연료전지 기준)  
최종에너지 - 527TOE 소비량 증가

#### ○ 서울시의 연료전지 보급현황

- 서울시에는 고덕(20MW), 상암(2.4MW), 노원(2.4MW), 제2롯데월드(400kW×2기) 등 중대규모 연료전지 발전설비 외에도 어린이대공원(100kW)과 가정용(1kW×285기) 등 총 26MW 용량의 연료전지 발전소가 건설되었음
- 서울시는 도시기반시설의 유휴 부지를 이용한 연료전지 발전시설을 분산형으로 구축하기 위해 17개 신·재생에너지의무공급 발전사의 투자유치를 추진하고 있음.
- 노을연료전지(20MW) 발전시설 설치 관련 2013년 9월 한국수력원자력, 한국지역난방공사, 서울도시가스, 포스코에너지와 공동사업개발협약을 체결하고 2014년 8월 사업추진 특수목적법인인 노을그린에너지(주)를 설립하여 2014년 12월 산업통상자원부로부터 월드컵공원 폐기물시설부지에 20MW급 연료전지 발전사업 허가를 득하여 2016년 시설준공을 위하여 사업을 추진 중임

<표 7-5> 20MW급 연료전지발전소 사례

구 분		내 용	현장사진
운영/관리		고덕그린에너지	
소재지		강동구 강일동 227-1	
설치면적		4,133㎡	
설비용량(MW)		20(2.8 X 7기)	
생산량	전력(MWh)	2015년 73,000	
	열(Gcal/년)	2015년 42,000	

## □ 중장기 보급 계획

### ○ 2020년까지 300MW, 2035년까지 480MW보급을 목표로 함

- 연료전지 보급은 연료전지발전소, 융복합사업에 따른 연료전지 설치, 신축대형건물의 신재생에너지 의무이용에 따른 연료전지설치, 고체산화물연료전지 시범보급사업에 의한 설치 등으로 구성

### ○ 연료전지 발전소

- 향후 서남 물재생센터, 신내·도봉 차량기지 등에 각각 20MW 용량의 연료전지 발전소를 건설하는 등 2020년까지 연료전지발전소 용량을 총 300MW까지 늘릴 계획임
- 이를 위해 서울시는 1MW당 5십억 원의 민간투자를 유치할 계획임<sup>112)</sup>
- 2035년까지는 총 연료전지 시설용량을 635MW까지 높이는 것을 목표로 함

### ○ 신축대형 건물연료전지

- 대형건물신축 시 신·재생에너지 이용의무화에 따른 연료전지 보급량은 2020년까지 약 3MW, 2035년까지 약 7MW가 보급될 것으로 전망
- 주택 및 건물에 설치 가능한 1kW급 소형 연료전지를 병원과 호텔을 우선으로 하여 보급할 계획임

### ○ 신재생에너지 융복합사업

- 신재생에너지 융복합사업으로 2020년까지 5MW, 2035년까지 20MW를 보급하는 것을 목표로 함

### ○ 도시가스 사용에 따른 연료 추가소비

- 연료전지 설치에 따른 최종에너지소비량 순증가분은 2020년에 163천 TOE, 2035년에는 258천 TOE에 달함<sup>113)</sup>
- 에너지수요관리에서 계량화하지 않은 비계량요소에서 연료전지이용에 따른 순증가분을 절감할 수 있을 것으로 판단
- 수요관리에서 계획에 반영되지 않은 항목으로는 녹색건축물 설계기준 강화, 일반건축물 에너지 절

112) 서울시는 2009년부터 노원 연료전지 발전소(2,400kW), 상암 연료전지 발전소(2,400kW), 서울 태양광 발전소(1,300kW) 등의 사업을 민간자본의 투자를 받아 수행해오고 있음.

113) 설비이용률 90%, 도시가스 보일러 효율 85% 적용, 열이용기간은 9개월

감요소 적용, 대규모 택지개발 및 대형건물 신축, 재개발, 재건축 시 환경영향평가 심의기준 강화, 스마트그리드 구축 등 에너지절감 잠재력이 매우 높은 것들임

#### □ 고체산화물연료전지(SOFC) 기술개발 및 실증사업 지원

- 서울시는 2010년부터 서울형 녹색기술(GT) 연구개발 지원 사업을 수행하고 있음
  - 주요 연구과제에는 연료전지와 태양광 연구개발 지원이 포함되어 있었음
  - 서울시는 정부의 가정용 연료전지 모니터링 사업 및 발전용 연료전지 실증사업 등에도 참여하고 있음
  - 이밖에도 서울시는 타 지자체와의 신·재생에너지 생산 공동개발 협약 등을 추진할 계획임
- 서울시는 고체산화물연료전지(SOFC) 등 고효율 시설의 실증기술 개발 및 시범보급을 지원할 계획임
  - 2016년까지 실증 및 기술개발, 2017년 시범보급
  - 2018년 보급 확대 총 100개소

<표 7-6> 서울시 연료전지 보급목표

연료전지		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
발전 용량 누적 (MW)	발전용량합계(MW)	82.1	123	165	207	254	300	367	423	480
	연료전지발전소건설	80.0	120	160	200	246	291	351	401	451
	신·재생에너지용·복합사업	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	5.00	10.0	15.0	20.0
	신축대형건물-연료전지	1.11	1.39	1.69	2.00	2.31	2.63	4.19	5.75	7.32
	SOFC 기술개발및시범보급	0	0	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
발전량 (GWh)	발전량합계(GWh)	647	973	1298	1632	2003	2365	2275	2316	2635
	연료전지발전소건설	631	946	1261	1577	1937	2297	2155	2145	2412
	신·재생에너지용·복합사업	7.9	15.8	23.7	31.5	39.4	39.4	78.8	118	158
	신축대형건물-연료전지	8.71	11.0	13.3	15.8	18.2	20.7	33.0	45.4	57.7
	SOFC 기술개발및시범보급				7.88	7.88	7.88	7.88	7.88	7.88
에너지 생산량 (천TOE)	1차에너지(천TOE)	161	242	323	407	499	589	569	568	646
	연료전지발전소건설	157	236	314	393	483	572	539	525	590
	신·재생에너지용·복합사업	1.96	3.93	5.89	7.86	9.82	9.82	19.6	29.5	39.3
	신축대형건물-연료전지	2.17	2.73	3.31	3.93	4.54	5.16	8.23	11.3	14.4
	SOFC 기술개발및시범보급	0	0	0	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01

주) SOFC : 고체산화물연료전지

1차에너지 : 전력의 경우 전력생산에 투입된 양으로 환산한 에너지의 양

## (5) 신·재생에너지 융·복합사업

- 융·복합사업이란 태양광, 연료전지 등 2종 이상 신·재생에너지를 동시에 투입하는 사업임
  - 서울시는 2015년에 융·복합 시범사업을 실시하고, 2020년까지 총 5개소에서 신·재생에너지 융·복합 사업을 시작할 계획임
  - 2035년까지는 총 20개소에서 신·재생에너지 융·복합사업을 진행하는 것을 목표로 함
- 융복합사업은 1MW급 연료전지를 중심으로 추진하되 여건에 맞춰 다양한 신재생에너지와 조합을 이룸

## (6) 신·재생에너지 랜드마크

- 서울시는 상암 월드컵공원 내에 수소스테이션과 에너지드림센터를 비롯한 신·재생에너지 시설을 설치하고 체험학습 등 관련 프로그램을 운영해오고 있음
- 서울시는 2020년까지 성산대교 북단을 시작으로 강변북로, 도심(세종로, 버스정류장), 한강공원 등 14개소에 태양광 랜드마크를 조성하여 태양광 1.8MW를 설치하는 것을 목표로 함
- 2030년까지는 총 55개의 랜드마크를 조성하고 3.1MW의 태양광을 설치하는 것을 목표로 함



자료: 에너지드림센터 홈페이지

<그림 7-5> 서울시 에너지드림센터 적용기술



자료: 고효율 수소에너지 제조·저장·이용 기술개발사업단

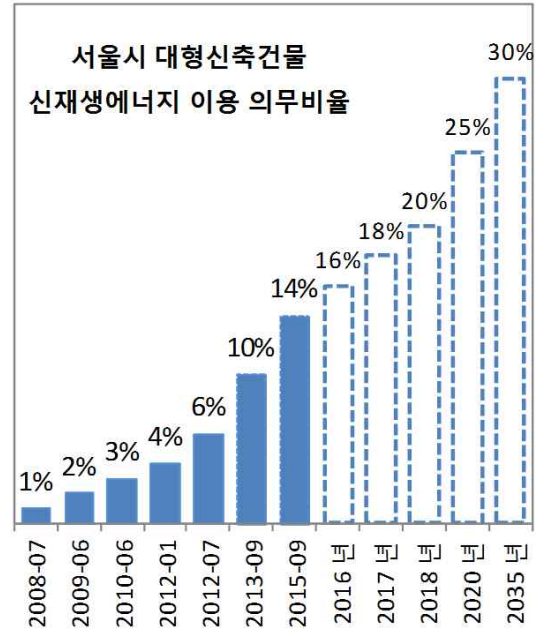
<그림 7-6> 서울시 상암 수소스테이션

## (7) 기타사업

### □ 서울특별시 도시관리계획 환경성 검토 업무지침 에너지 항목 강화

- 도시개발이나 대형건물 신축 시 신·재생에너지 및 열병합발전 등을 통한 전력자립률 기준을 2014년 12%에서 2016년 16%, 2018년에는 20%까지 확대할 계획임

- 신축대형건물의 신재생에너지이용의무비율은 2018년 이후 20% 이상, 2035년에는 30% 이상으로 확대하는 것을 목표로 함
- 신축대형건물의 환경영향평가서에 나타난 신재생에너지이용 계획을 분석한 결과, 신재생에너지 생산량 1천 TOE 당 태양광 289kW, 태양열 15.6㎡, 지열 3,741kW, 연료전지 32.7kW의 설비를 설치하는 것으로 나타남



<그림 7-7> 신축대형건물 신재생에너지 의무비율

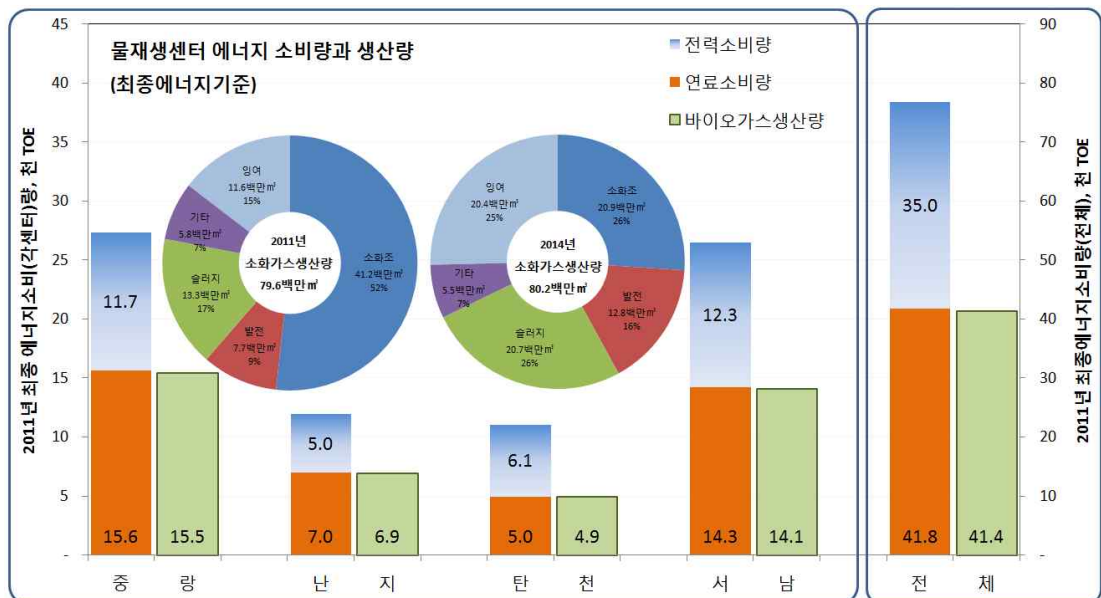
#### □ 물재생센터 소화가스의 융복합 이용

##### ○ 물재생센터는 에너지 다소비시설

- 물재생센터의 최종에너지소비량은 약 77만TOE임 (전기 35천TOE, 연료 42천TOE)

##### ○ 물재생센터는 재생에너지 생산기지

- 물재생센터에서 발생하는 바이오가스의 양은 약 80백만 Nm<sup>3</sup>로 약 41,000 TOE에 해당함
- 소화가스는 대부분이 소화조 가운을 위한 에너지로 활용되며 발전, 슬러지처리, 음식쓰레기처리 시설 등의 열원으로 활용됨



자료: 조항문(2012) 서울시 환경기초시설의 에너지자립화 전략, 서울연구원

<그림 7-8> 서울시 물재생센터 에너지 생산 및 소비량

- 1일 26,000m<sup>3</sup>의 소화가스를 정제하여 연간 5,280,000Nm<sup>3</sup>에 상당하는 도시가스를 공급함
- 하수열을 회수하여 지역난방 공급사업(탄천센터, 민간투자사업)을 추진함에 따라 연간 20만 Gcal 이상의 열을 생산·공급
- 소화가스를 이용한 발전설비를 갖춘 센터에서는 전기소비량 중 일부를 자체생산 전력 이용(물재생센터 전체 전력소비량의 3.4%)
- 2008년에 탄천 물재생센터 2MW, 서남물재생센터 1.6MW의 발전설비 설치 사업 추진
- 2013년 서남물재생센터에 민자사업으로 5.8MW의 소화가스 발전설비를 설치 추진
- 난지물재생센터에도 3.1MW의 바이오가스 열병합발전 설비 도입 추진
- 2015년 서울시 물재생센터의 바이오가스 발전 설비는 12.5MW
- 이외에도 태양광 발전(5,495kW), 소수력 발전 등 융·복합 발전소로서의 잠재적 역량이 높음

#### ○ 신·재생에너지 융복합 사업

- 중랑 물재생센터의 소화가스 연간 5.98백만 m<sup>3</sup>를 7천 세대에게 도시가스로 공급하기 위한 사업을 진행하고 있으며, 소형풍력 가로등을 시범 설치하고 있음
- 2015년에는 물재생센터 방류구에 460kW의 소수력발전설비를 성치할 계획임
- 서남물재생센터에서는 하수열을 회수하여 연간 15천 TOE의 열을 마곡지구에 공급할 계획임<sup>114)</sup>

### □ 풍력 및 소수력발전

#### ○ 소수력발전

- 서남 물재생센터의 방류구와 노량진 배수지의 수돗물 공급관로를 이용하면 760kW 용량의 소수력 발전이 가능함
- 서울시는 2015년부터 잠실수중보, 중랑·서남 물재생센터, 영등포 정수센터 등에 소수력발전 시설을 설치하는 등 2035년까지 총 4,370kW 규모로 소수력발전을 확대하는 것을 목표로 함

#### ○ 풍력발전

- 서울시에는 63.7kW의 풍력발전기가 설치되어 있음
- 서울시는 바람의 여건이 풍력발전에 적절하지는 않음
- 비교적 바람이 잘 부는 지역에 융·복합사업이나 랜드마크사업 등과 연계하여 풍력하이브리드보안 등과 같은 설비를 보급할 계획임
- 2020년까지 매년 2kW(200W 기준 10대)씩 보급하는 것을 목표로 함

114) <http://env.seoul.go.kr/archives/769>

<표 7-7> 서울시 풍력발전 현황

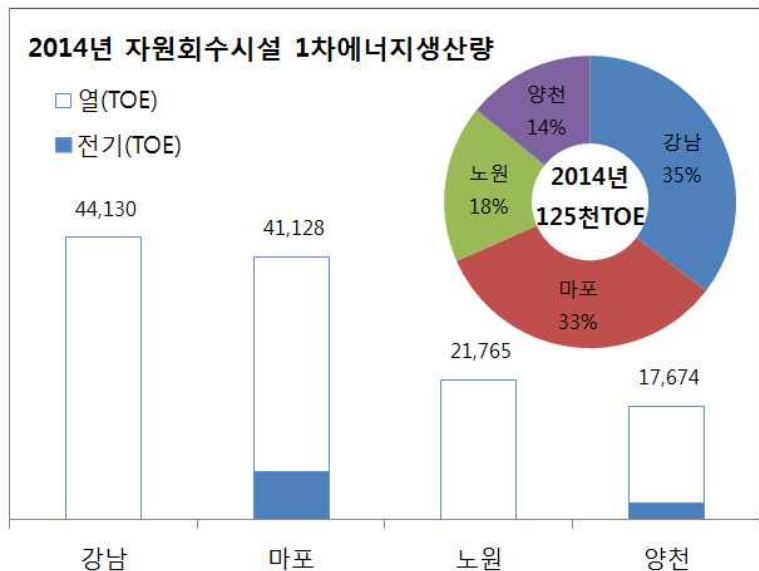
명 칭	총용량 (kW)	대당용량 (W)	수량 (대)	설치 년도	운영 방식	비고
하늘공원	50	10,000	5	2011	계통연계	
노을공원	0.8	200	4	2013	독립형	풍력하이브리드보안등
한강공원	1.5	300	35	2010	독립형	풍력하이브리드보안등
출발마당근린공원	0.3	300	1	2013	계통연계	풍력하이브리드보안등
응봉산,살곶이공원	1.5	300	5	2009	계통연계	풍력하이브리드보안등
용답역자전거도로	3	3,000	1	2011		풍력하이브리드보안등
허브천문공원	0.6	600	1	2011	독립형	풍력하이브리드보안등
홈플러스강동점	1.725	115	15	2008		풍력하이브리드보안등
고덕천에너지테마존	2	400	5	2014	독립형	풍력하이브리드보안등
아리수정수센터	0.3	300	1	2010	독립형	풍력하이브리드보안등
고척근린공원	2	400	5	2014	독립형	풍력하이브리드보안등
합 계	63.7		78			

주)한강공원 : 여의도·샛강,난지,독섬 등

## □ 폐기물에너지

### ○ 자원회수시설의 에너지 생산

- 강남자원회수시설(900톤/일), 노원자원회수시설(800톤/일), 마포자원회수시설(750톤/일), 양천자원회수시설(400톤/일) 등 4개의 대형 자원회수시설의 폐기물소각능력은 2,850톤/일로 설비이용률은 81%로 비교적 높은 편임<sup>115)</sup>
- 최근 4년간 1일평균 약 2,080톤의 폐기물이 소각되었으며, 이 과정에서 연평균 133,279 TOE의 에너지를 생산하였음(1차에너지로 환산한 양)
- 자원회수시설에서 생산된 열은 지역난방으로 사용하거나 일부는 전력생산에 활용함. 4개 자원회수시설에서 4년간 연평균 1,227,738Gcal의 열 에너지를 판매함
- 마포자원회수시설에 5,000kW



<그림 7-9> 자원회수시설의 1차에너지 생산량(2014)

115) 이용률 : 해당 설비가 1년간 처리할 수 있는 양에 대한 실제 처리량의 비율

양천자원회수시설에 2,200kW의 발전설비가 설치되어 있으며 2개 시설에서 연간 약 2,227GWh의 전력을 생산함

- 지역에너지통계연보는 서울시의 폐기물에너지생산량을 172,422TOE로 보고하고 있음. 생활폐기물 소각시설을 '대형생활쓰레기'로 분류. 2014년도 생산량을 154,158TOE로 나타냈으나 현실과 차이가 있음. 생활폐기물의 에너지생산량도 18,264TOE로 나타냈으나 신뢰하기 어려움. 증기수요가 많은 산업단지 등에서는 사업장생활계폐기물을 소각하여 에너지로 전환하는 시설이 있지만, 서울시 관내에는 사업장생활계폐기물을 소각하여 열을 생산하는 시설은 없음

<표 7-8> 2014년 서울시 폐기물에너지 생산량

년도	전력생산량 (MWh)	열판매량 (Gcal)	폐기물소각량 (톤)	에너지생산량 (TOE)		에너지 단위생산량 (TOE/톤)	
				1차에너지	최종에너지	1차에너지	최종에너지
2005	2,147	460,496	292,682	46,503	46,234	0.16	0.16
2006	2,172	561,291	320,562	56,587	56,316	0.18	0.18
2007	2,346	780,402	469,318	78,535	78,242	0.17	0.17
2008	3,119	1,030,617	607,543	103,720	103,330	0.17	0.17
2009	2,056	1,171,391	678,418	117,573	117,316	0.17	0.17
2010	5,967	1,266,620	723,497	127,921	127,175	0.18	0.18
2011	52,357	1,252,199	745,855	136,267	129,723	0.18	0.17
2012	51,362	1,249,661	771,022	135,803	129,383	0.18	0.17
2013	49,638	1,258,746	776,201	136,348	130,143	0.18	0.17
2014	47,693	1,146,346	744,119	124,698	118,736	0.17	0.16
4년평균	50,262	1,226,738	759,299	133,279	126,996	0.176	0.167

주) 전력의 1차에너지 환산계수는 0.211을 적용  
전력생산량은 전력판매량과 소내소비 전력을 포함

#### ○ 자원회수시설의 에너지 생산 계획

- 폐기물의 생산과 처리량의 변화는 적으므로 폐기물에너지 생산량도 큰 변화는 없을 것으로 전망.
- 서울시는 자원회수시설의 이용률을 향상시키는 등의 노력을 통해 연간 166천 TOE의 에너지를 생산하여 공급하는 것을 목표로 함

### □ 바이오에너지

#### ○ 바이오가스

- 하수처리과정에서 생산되는 바이오가스(소화가스)는 앞에서 서술한 바와 같음.
- 과거에 생활폐기물 매립지였던 노을공원과 하늘공원에서는 매립가스가 생산되고 있음
- 매립지가스발생량은 감소하는 추세를 보임. 불확실성이 상존하고 있어 발생량 예측은 어려움

- 2014년 매립가스 발생량은 9,575TOE로 과거에 비해 큰 폭으로 증가하였음. 서울시는 매립지가스 생산량을 2020년에 2,000TOE, 2035년에 7,800TOE가 생산될 것으로 기대하고 있음. 이를 위해 매립가스 포집시설 유지관리를 보다 철저하게 할 것임

#### ○ 목재펠릿

- 서울시에서는 목재폐기물이 다량으로 배출되지는 않음. 종로구 등 14개 구는 가로수전지목 등을 목재칩으로 가공하여 연간 약 1,249kg을 생산
- 2013년 노원구에는 1일 500kg을 생산할 수 있는 목재펠릿제조시설이 설치됨
- 가로수 전지, 폐목재 등을 활용하여 바이오 목재펠릿을 사회복지시설과 주민복지센터 등에 보급할 계획임
- 지금까지 2020년까지 매년 25개소에 보급할 계획이며, 이후에도 2035년까지 매년 25개소에 설치하는 것을 목표로 함
- 서울시는 목재펠릿보일러를 2020년까지 190기, 2035년까지 570기를 보급할 계획임

### □ 신축대형건물 신재생에너지이용 의무비율과 연계하여 지열 및 태양열 보급

#### ○ 지열

- 환경영향평가서에 제시된 각종 개발사업의 신재생에너지 이용계획을 분석한 결과 신재생에너지생산량 1TOE당 지열설비는 3.74kW가 설치되는 것으로 나타남
- 2020년까지 137MW, 2035년까지 445MW가 보급될 것으로 전망됨

#### ○ 태양열

- 신재생에너지이용의무비율과 관련된 신재생에너지생산량 1TOE당 태양열설비는 0.0156㎡가 설치되는 것으로 나타남
- 2020년까지 약 1400㎡, 2035년까지 4,000㎡가 보급될 것으로 전망됨

### □ 연료전지와 태양광을 제외한 신재생에너지 요약

#### ○ 연료전지와 태양광을 제외한 신재생에너지는 전력생산보다는 열에너지 생산량이 많음

- 연료전지와 태양광을 제외한 신재생에너지원으로 2020년까지 283천 TOE, 2035년에 419천 TOE 생산전망
- 자원회수시설에서는 폐기물소각열, 물재생센터 소화가스를 이용하여 전력생산
- 풍력과 소수력에 의한 전력생산량은 10GWh 이하로 적을 것으로 전망
- 전력생산량은 2020년 90GWh, 2035년 103GWh로 전망

<표 7-9> 신재생에너지 생산계획(태양광 및 연료전지 제외)

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
발전 용량 누적 (MW)	발전용량합계(MW)	20.5	22.8	23.0	23.3	23.3	23.4	28.1	28.5	28.8
	폐기물에너지	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
	풍력,소수력발전	0.79	3.10	3.35	3.60	3.61	3.71	3.94	4.31	4.58
	바이오에너지-소화가스	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	17.0	17.0	17.0
발전량 (GWh)	발전량합계(GWh)	86	89	89	90	90	90	102	103	103
	폐기물에너지	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3
	풍력,소수력발전	2.36	5.84	6.22	6.60	6.61	6.76	7.11	7.76	8.25
	바이오에너지-소화가스	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	44.8	44.8	44.8
에너지 생산량 (천TOE)	1차에너지(천TOE)	255	261	266	272	278	283	331	375	419
	폐기물에너지	178	178	178	178	178	178	178	178	178
	풍력,소수력발전	0.50	1	1	1	1	1	2	2	2
	바이오에너지-소화가스	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	39.2	39.2	39.2
	바이오에너지-매립가스	9.48	9.38	9.29	9.20	9.11	9.01	8.57	8.15	7.75
	바이오에너지-목재펠릿	0.18	0.24	0.31	0.37	0.43	0.50	0.82	1.14	1.46
	지열-신축대형건물	31.4	36.6	42.0	47.7	53.4	59.1	103	148	192

주) 폐기물에너지의 열에너지는 지역에너지통계연보를, 전력은 실제 생산량(최근 4년 평균)을 기준으로 작성

## 나. 미활용에너지 발굴과 이용

### □ 서울시는 폐열, 하수열 등 미활용 에너지원을 자원화하고 있음

- 폐열의 경우 의정부 자원회수시설의 소각열, 부천 발전시설 폐열 등을 활용하기 위한 530천 Gcal(53천 TOE)의 열수급 계약을 체결하였음
- 하수열의 경우 탄천 물재생센터 방류수 열에너지, 서남 물재생센터 하수열 회수 등을 통해 약 34만 Gcal(34천 TOE)의 폐열을 활용할 수 있게 되었음
  - 이로 인해 공동주택 35천 세대에게 난방을 공급할 수 있게 되었음

### □ 자원회수시설 굴뚝 열회수 계획

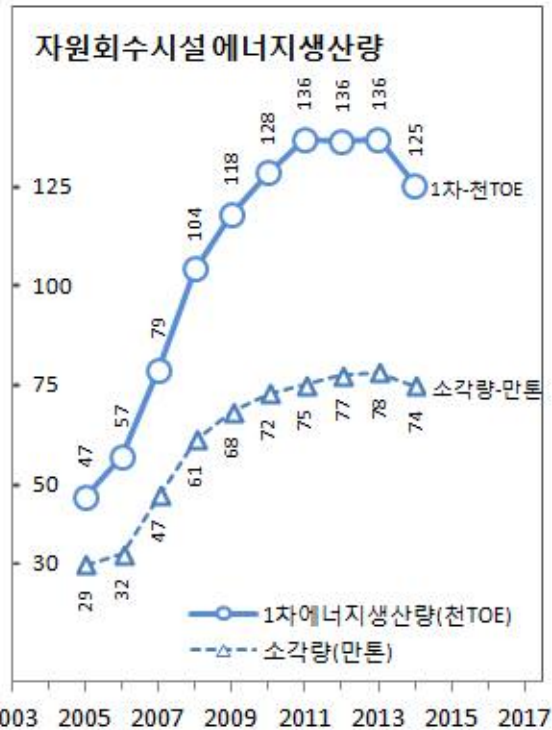
- 자원회수시설은 에너지의 보고
  - 4개자원회수시설 중 마포자원회수시설과 양천자원회수시설에 발전설비 확보
- 자원회수시설의 굴뚝에 열교환장치를 설치하여 배기가스 중의 열을 회수할 계획이며, 폐열을 이용해 전력을 생산하는 시설을 설치할 계획임
  - 2015년 마포 1기 실증실험을 계획하고 있으며 2016년에는 마포 3기를 시작으로 2018년까지 연돌

18개소를 설치할 계획임

- 2035년까지 총 32기의 열교환장치를 설치하여 64,000TOE의 열에너지를 회수하는 것을 목표로 함

#### □ 지하철역사 지하수 에너지 활용계획

- 지하철 역사의 지하수를 활용하여 인근 건물의 냉난방에 사용할 계획임
- 고려대역 시범사업을 시작으로 2018년까지 10개 역사로 확대해나갈 계획임
- 2035년까지 총 42개소로 확대하여 4,200TOE의 열에너지를 생산하는 을 목표로 함



#### □ 서울 외곽지역 잉여열 이용계획

- 서울외곽지역 잉여 발전열을 지역난방에 활용할 계획임
- 양주시 열병합발전시설의 폐열, KT 데이터센터 서버 냉각열, 수도권 광역 열 배관망 연계 등을 통해 총 연간 11.3백만 Gcal(113만 TOE)의 열을 난방열로 공급할 계획임
- 2020년 이후부터는 매년 152천 TOE의 발전 잉여열을 지역난방에 이용할 계획임

<그림 7-10> 서울시 자원회수시설 소각량

#### □ 하수열 이용계획

- 서울시는 2015년 20천TOE의 하수열을 생산할 계획이며 생산량을 점차 늘려 2020년 이후부터는 연간 65천 TOE의 하수열을 생산할 계획임

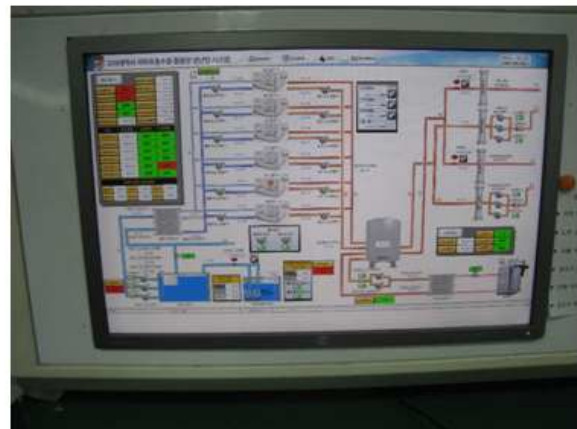
<표 7-10> 미활용에너지 이용계획

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
1차 에너지 생산량 (천TOE)	합 계	30.1	93.8	114	156	205	254	275	284	285
	자원회수시설 폐열회수	2.00	8.00	18.0	24.0	30.0	36.0	56.0	64.0	64.0
	지하철 지하수 활용	0.30	0.50	0.70	1.00	1.10	1.20	2.20	3.20	4.20
	외곽지역 잉여 발전열	7.80	50.3	60.7	81.2	117	152	152	152	152
	하수열생산	20.0	35.0	35.0	50.0	57.5	65.0	65.0	65.0	65.0

<참고> 고려대 냉각열 등 미활용에너지 사례

- 사업명 : 고려대역사 지하수를 활용한 냉난방 시스템 설치 공사
- 공사기간 : 2014.3 ~ 2014.9
- 건물현황 : 고려대내 라이시움(지상 3층, 지하 1층), LG-POSCO관(지상 6층, 지하 1층)
- 사업 내용 : 총사업비 1,296백만 원, 100% 용자
  - 고려대역사(6호선) 유출지하수와 외기온도차로 에너지를 발생, 냉난방기 가동
  - 유출지하수 수온 : 하계 16℃, 동계 15℃, 수량 : 3,000톤/일
- 사업방식 : ESCO 사업자가 전액 자금조달, 시공 후 절감액 회수
- 시공 전후 비교

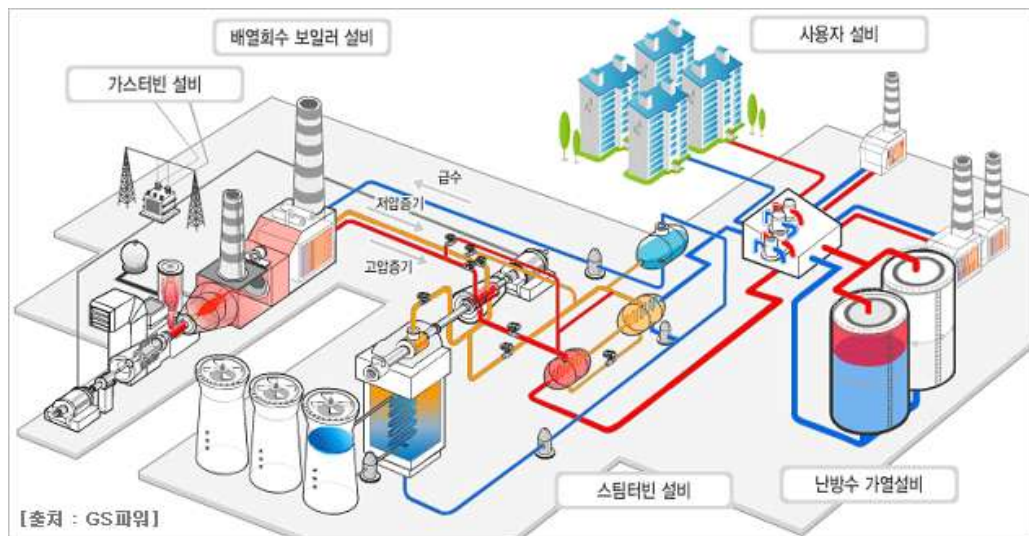
구 분	변경 전	변경 후	비고
설 비	흡수식냉온수기4대 (200RT×2기, 250RT×2기)	유출지하수 열원 열펌프 (100RT×6기)	
연료사용량	도시가스 471,238Nm3/년	전기 1,279,351kWh/년	
에너지사용량	497.16TOE/년	275.04TOE/년	절감량 222.12TOE/년
연료비용	474백만 원	140백만 원	회수기간 3.9년



## 다. 집단에너지 공급 확대

### (1) 집단에너지 개요

- 집단에너지는 “1개소 이상의 집중된 에너지 생산시설(열병합발전소, 열전용보일러, 자원회수시설 등)에서 생산된 에너지(열 또는 열과 전기)를 주거, 상업지역 또는 산업단지 내의 다수 사용자에게 일괄적으로 공급·판매하는 사업”을 의미함<sup>116)</sup>
- 집단에너지 사업은 지역 냉·난방 사업과 사업단지 집단에너지사업으로 구분할 수 있음
  - 이러한 사업을 통해 에너지효율 향상, 분산형 전원확보 등을 통한 전력수급 다양화, 하절기 첨두부하 완화(지역냉방) 등을 기대할 수 있음
    - 구체적으로 일반발전의 손실률은 50.1%인데 반해 열병합발전의 손실률은 19.3%임<sup>117)</sup>
    - 일반적인 집단에너지 사업시설은 다음 그림과 같이 구성됨



자료: 에너지관리공단 홈페이지(<http://www.kemco.or.kr>)

<그림 7-11> 집단에너지 사업 시설

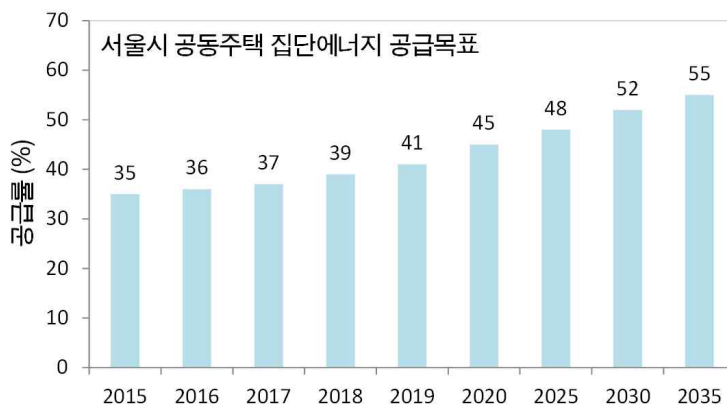
### (2) 집단에너지 공급 목표

- 공동주택의 집단에너지 보급률을 2020년에는 45%, 2035년에는 55%를 달성하는 것을 목표로 함

116) 에너지관리공단, 2013. 집단에너지사업 편람

117) [http://www.kemco.or.kr/web/kem\\_home/introduce/business/group/supply/overview.asp](http://www.kemco.or.kr/web/kem_home/introduce/business/group/supply/overview.asp)

- 예정대로 집단에너지가 공급되면 서울시 전체 주택수 대비 집단에너지 공급률은 2020년 20%, 2035년에는 24%임



### (3) 집단에너지 공급 현황

- 2012년 기준으로 전국적으로 58개 사업자가 85개 사업장에서 집단 에너지를 공급하고 있음

<그림 7-12> 서울시 공동주택 집단에너지 공급목표

- 집단 에너지를 공급받는 세대 수와 건물 수는 각각 2.2백만 세대와 3,535건물임<sup>118)</sup>
  - 서울시 관내 집단에너지 공급은 서울시(SH공사), 한국지역난방공사, 코원에너지서비스(주), (주)짐코, 대성산업(주) 등 5개 사임
  - 지역난방 공급 현황은 다음 표와 같이 SH공사, 한국지역난방공사, 코원에너지서비스, 짐코, 대성산업 등의 사업자가 집단 에너지를 공급하고 있음

<표 7-11> 지역난방 공급 현황(2013년)

사업자	사업장	세대수		공급 빌딩수	사업 허가일	초기 열공급일
		허가	공급			
서울특별시 SH공사	노원	128,394	127,545	48	'93.7	'94.12
	신정3	8,418	8,418	2	'07.3	'11.4
	목동	111,267	106,241	355	'84.8	'85.11
한국지역 난방공사	수서	119,793	179,873	93	'90.9	'91.7
	일원/가락한라	70,498	수서에 포함	-	'95.3	'95.3
	동남권유통단지	주택없음		-	'06.8	'08.9
	남서울(중앙)	56,917	54,661	161	'85.11	'87.11
	상암/가재울뉴타운	28,729	16,335	-	'99.9	'01.5
	삼송/원흥	29,177	10,892	8	'07.8	'12.6
	은평뉴타운	15,924	14,850	-	'05.9	'08.3
코원에너지서비스(주)	강일1,2	26,264	11,076	3	'05.5	'09.1
(주)GIMCO	사당	3,650	2,795	-	'04.11	'05.12
대성산업(주)	신도림디큐브시티	524	524	4	'07.3	'11.8
위례에너지서비스(주)	송파거여	52,879	2,949	-	'08.6	'13.12
계		652,434	536,159	674		

주) 사업자 중심으로 작성되었기 때문에 행정구역과 일치 하지 않을 수 있음

자료: 에너지관리공단(2014), 집단에너지 사업 편람

118) 에너지관리공단, 2013. 집단에너지사업 편람

□ 강서마곡지구와 송파거여지구 등 신규 지역난방 공급계획이 있음

○ 송파거여지구 집단에너지사업 허가내용

- 하남미사지구 포함됨
- 송파거여지구의 집단에너지 공급 대상세대는 35,606세대(하남미사지구 전체)
- 발전용량은 398.9MW, 열공급설비용량은 456Gcal/h임
- 발전설비는 CHP<sup>119)</sup> 460MW, 연료전지 9MW임
- 열공급설비는 발전열 281.1Gcal/h, PLB<sup>120)</sup> 206.4Gcal/h(68.8Gcal/h×3대), 태양열 0.08Gcal/h, 소각열 2.9Gcal/h, 태양열 0.08Gcal/h이며 타지역으로 보낼는 연계송열(56.7 Gcal/h)도 있음

○ 마곡지구 집단에너지사업 내용

- 마곡지구의 집단에너지 공급대상은 11,353세대이며 열공급 설비용량은 370Gcal/h이고 발전용량은 285MW임
- 열공급설비는 발전열 190Gcal/h, PLB 136Gcal/h (68Gcal/h×2기), 하수열 수열 32Gcal/h, 연료 전지 수열 12Gcal/h 등으로 구성됨
- 기타설비로는 축열조 24,000m<sup>3</sup>, 열수송관로 22km임
- 마곡지구의 경우 당초 계획이 다소 변경되어 집단에너지사업편람의 내용 차이가 있음

<표 7-12> 신규 건설 중인 지역난방 사업

사업자	사업장	허가용량, Gcal/h				허가 세대수	허가일	초기 열공급일
		설비용량	수열	계	전기, MW			
서울특별시	강서 마곡	326	44	370	285	11,353	'11.3.	'14.2
하남에너지 서비스(주)	하남미사	456	-	456	399	35,606	'11.7.	'14.5
	하남감일	하남미사에 포함				12,724	'12.3.	'15.6
	송파문정	하남미사에 포함					'12.1.	'15.7

자료: 에너지관리공단(2014), 집단에너지 사업 편람

주) 강서마곡지구는 변경된 내용으로 수정했음

□ 사업자별 지역난방 공급현황은 다음 표와 같음

- 서울시에는 한국지역난방, SH공사, 대성산업(주) 등이 지역난방공급 서비스를 제공하고 있음

<표 7-13> 지역난방 공급 현황(2012년)

사업자	사업장	공급 건물수	냉동기용량 (usRT)
한국지역난방공사	17개사업장	465	306,926
SH공사	강서	36	16,539
대성산업(주)	신도림디큐브시티	1	8,500

자료: 에너지관리공단(2013), 집단에너지 사업 편람

주) usRT : 냉동설비 용량을 나타내는 단위로 3,024kcal/h 또는 3.51kW에 해당됨

사업자 중심으로 집계된 관계로 서울시 지역의 수치를 나타낼 수 없음

119) CHP : 열병합 발전기

120) PLB(Peak Load Boiler) : 온수전용보일러

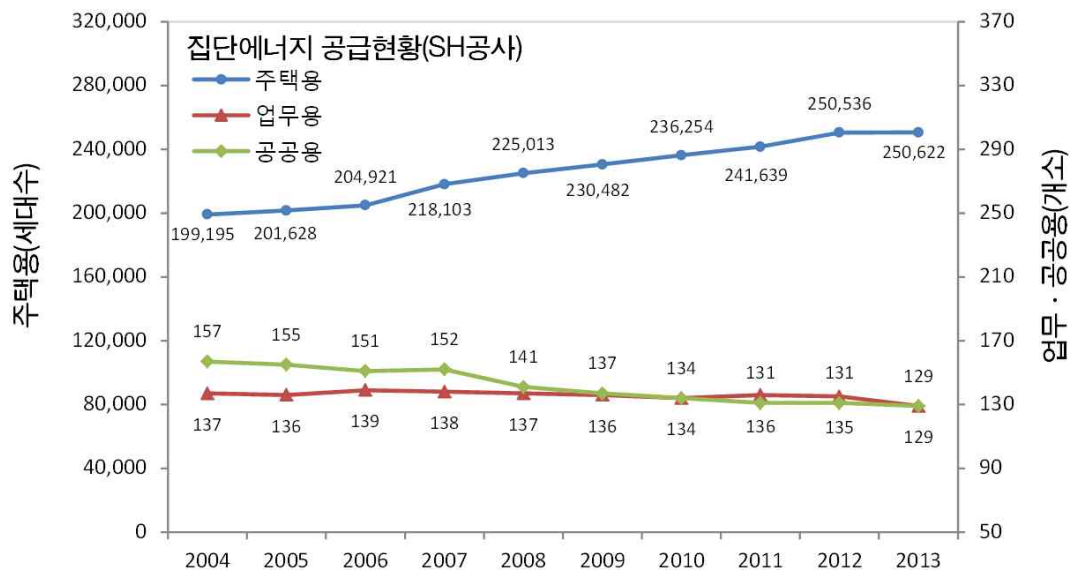
<표 7-14> 서울지역 집단에너지 공급대상지역 지정 현황

사업주체	지역	면적 (천㎡)	지역지정일
서울시 (위탁 : SH공사)	목동, 신정동	4,345	1987. 3. 5
	강서구 가양동, 염창동, 방화동, 개화동	1,747	1991. 3. 4
	서울월계 3,5 택지지구	335	1993. 8. 13
	서울공릉 1,2 택지지구	560	1993. 8. 13
	서울 신내지구	1,037	1993. 8. 13
	서울 마곡지구	3,364	2009. 10. 27
한국지역난방공사	신천동, 오금동 등	-	1992. 8. 22
	수서, 대치, 장지지구	2,409	1990. 9. 27
	마포상암지구	1,560	1999. 2. 11
위례에너지서비스	송파거여지구	6,761	2008. 2. 12
코원에너지서비스	송파문정	548	2008. 2. 12
한국지역난방공사	서울강남보금자리	940	2009. 10. 27

자료: 에너지관리공단(2013), 집단에너지 사업 편람

□ 서울시 SH공사의 용도별 집단에너지 보급 현황은 다음 그림과 같음

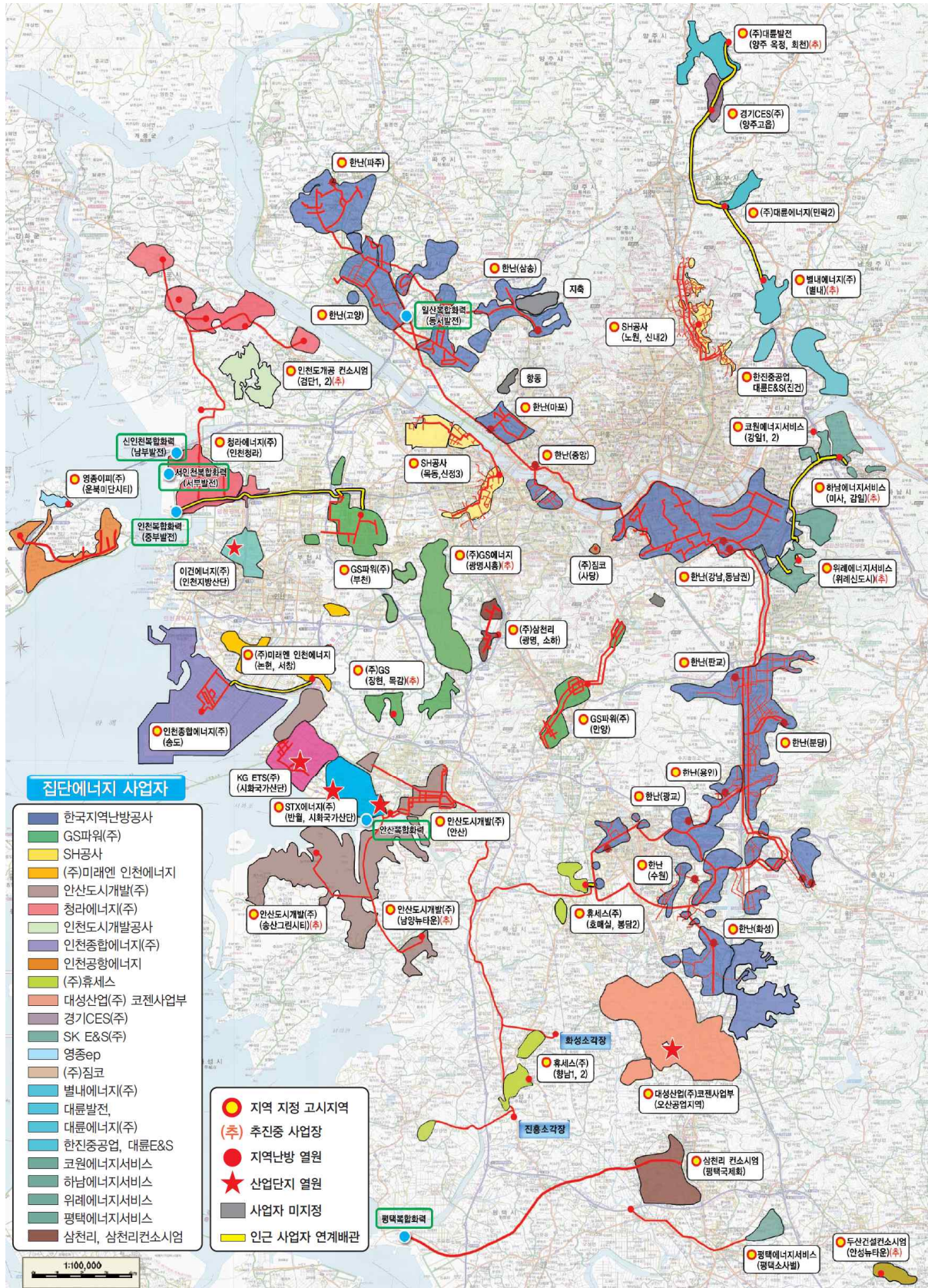
○ 주택용은 지속적으로 증가해온 반면 업무용 및 공공용은 공급량이 점차 줄어들고 있음



자료: 서울특별시 SH공사 집단에너지사업단(<https://www.massenergy.co.kr/>)

<그림 7-13> SH공사 집단에너지 공급현황

○ 서울시를 포함한 수도권 지역의 집단에너지 공급구역은 다음 그림과 같음



자료: 집단에너지 정보넷(<http://kie.keei.re.kr/>)

<그림 7-14> 수도권 집단에너지 현황도(2012년)

#### (4) 집단에너지 공급 계획

##### □ 정부 집단에너지 공급 계획

- 정부는 2014년 제4차 집단에너지 공급 기본계획(안)에서 집단에너지 보급을 단계적으로 확대해 나갈 계획을 발표했음
  - 2018년까지 총 3.46백만호에 보급할 계획이며 보급률 목표는 16.9%임
  - 이중 신규 보급물량은 1.14백만호임
  - 이를 위해 정부는 5년간 총 8.25조 원을 투자할 계획임
- 산업단지의 경우 2018년까지 총 42개소(신규 10개소)에 집단 에너지를 보급할 계획임
- 지역냉방의 경우 2018년까지 약 2천여 세대에 제습식 냉방을 시범공급하고, 냉동기 용량은 2018년 까지 총 1.15백만 usRT를 공급할 계획임
- 또한 정부는 수도권 서부지역 발전사와 수도권 집단에너지 사업자간 열 네트워크를 구축할 계획하고 수립하고 있음<sup>121)</sup>

##### □ 서울시 집단에너지 공급 계획

- 서울시는 뉴타운, 신도시, 보금자리 주택 등 주택 건설계획과 연계하여 집단에너지 보급을 높여갈 계획임
  - 구체적으로 2018년까지 공동주택 집단에너지 보급률을 39%로 높일 계획임
  - 이때 집단에너지 공급량은 2018년의 경우 4.967천 TOE일 것으로 전망됨
- 구체적인 공급계획은 다음 표와 같음

<표 7-15> 서울시 공동주택 지역난방 공급계획

(단위: 호)

사업자	계	2015년	2016년	2017년	2018년
서울시 전체 (누계)	66,126 (605,520)	8,964 (548,358)	16,335 (564,693)	14,685 (579,378)	26,142 (605,520)
SH공사 (누계)	26,367 (277,904)	2,768 (254,305)	3,342 (257,647)	3,547 (261,194)	16,710 (277,904)
지역난방공사 (누계)	7,959 (278,696)	5,647 (276,384)	1,312 (277,696)	1,000 (278,696)	- (278,696)
코원에너지 (누계)	15,188 (26,264)	- (11,076)	2,501 (13,577)	6,323 (19,900)	6,364 (26,264)
위례에너지 (누계)	9,407 (12,656)	549 (3,798)	5,475 (9,273)	315 (9,588)	3,068 (12,656)
집 코 (누계)	7,205 (10,000)	- (2,795)	3,705 (6,500)	3,500 (10,000)	- (10,000)

121) <http://www.gasnews.com/news/articleView.html?idxno=66598>

<표 7-16> 서울시 업무용 건물 지역냉방 공급계획

(단위: 개소)

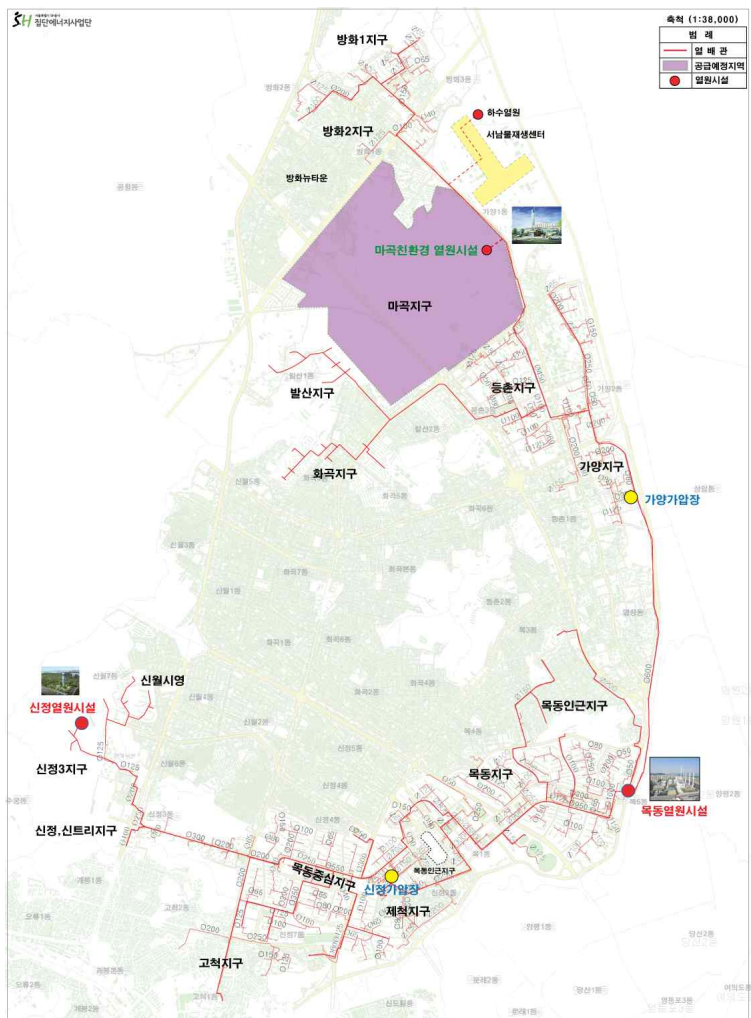
사업자	계	2015년	2016년	2017년	2018년
서울시 전체 (누계)	177 (285)	8 (116)	88 (204)	33 (237)	17 (254)
SH공사 (누계)	168 (206)	4 (42)	85 (127)	31 (158)	17 (175)
지역난방공사 (누계)	9 (79)	4 (74)	3 (77)	2 (79)	- (79)

○ 서울시는 목동 열병합발전소, GS파워 부천발전소 등과 연계한 집단에너지 시설을 마곡 지구에 건설할 계획임

- 구체적으로 강서구 재활용집하장 및 서남 물재생센터 부지에 2017년부터 가스복합발전시설(285MW)을 건설하여 2020년부터는 열 공급을 시작할 계획임
- 집단에너지 공급대상 지역은 마곡, 방화뉴타운, CJ부지 및 강서지역(가양, 등촌, 방화 등)임

○ 중장기적으로는 2035년까지 공동주택 집단에너지 보급가구를 850천호로 높이고 업무용 건물 지역냉방 공급을 435개소까지 높이는 것을 목표로 함

○ 2030년까지 SH공사의 기존 발전설비(67MW)를 200MW의 고효율 가스복합화력발전기로 교체



자료: 서울시 내부자료

<그림 7-15> 서울시 서남권역 열공급 계획도

<참고> 서울시, 마곡지구에 부천발전열 20년 사용 '열거래 계약'

- 서울시와 GS파워는 2015년 11월 마곡 도시개발지구의 입주를 앞두고 인근지역 공동주택까지 총 5만호에 난방 공급이 가능한 발전열 거래계약을 체결하여 민간기업과의 상생협력 기반을 마련함
- 이에 앞서 서울시는 지방자치단체 간의 상생협력 실천방안으로써 2012년 12월 의정부 자원회수 시설의 소각열(6만Gcal/년)을 노원지역 공동주택 6천호에 난방으로 이용하고 있음
- 이를 통해 최종적으로 연평균 47만Gcal, 연간 LNG 사용량 33백만Nm<sup>2</sup> 감축, 온실가스 73천톤 배출 감소 효과를 얻을 수 있음
- 부천발전열 연계사업은 민간 발전회사인 GS파워(주)에서 시설비 전액을 투자하고, 마곡 도시개발지구와 인근지역에 2015년 11월 열공급을 목표로 하고 있음
- LNG를 사용하여 자체 난방열을 생산하는 것보다 저렴한 발전열을 이용함으로써 향후 20년간 매년 약 150억 원, 총 3,000억 원의 시 재정 확충에 기여할 것으로 예상



<GS파워 발전열 연계 배관망도>

GS파워 부천발전소-중간가압장(부천 고강동) - 마곡지구

(700A × 11.8km × 2열)

## 라. 분산형 발전원 확대

### (1) 서울시와 수도권 전력수급 실태

□ 2013 수도권의 전력소비량은 2000년 대비 92% 증가

○ 2013년 수도권전력소비량은 171TWh로 2005년 비해 35% 증가<sup>122)</sup>

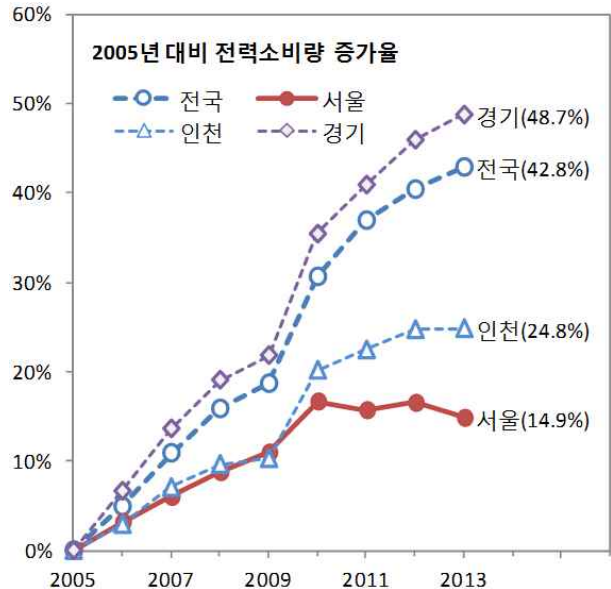
- 서울시 전력소비량은 46.7TWh로 2005년에 비해 6.6TWh가 증가하여 15%의 증가율을 보임
- 경기도의 소비량은 102.2TWh로 33.5TWh가 증가하여 49% 증가율을 기록함
- 경기도의 전력소비 증가량은 서울시의 2.2배로 크게 나타남

○ 수도권의 전력 생산량은 3배로 증가

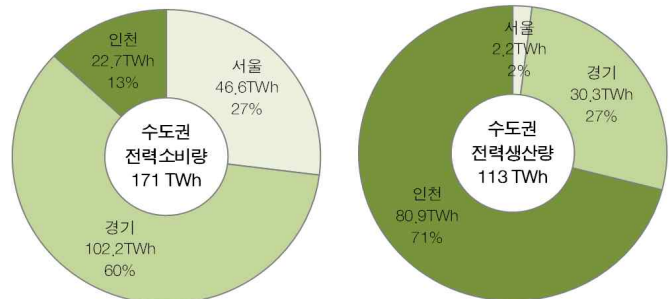
- 2013년 수도권 전력생산량은 113TWh로 2005년 대비 117%증가
- 인천시는 80.9TWh를 생산하여 수도권 전력생산량의 71% 점유
- 서울시 전력생산량은 2.2TWh로 2005년 대비 142% 증가
- 경기도 전력생산량은 30.3TWh로 73% 증가

○ 2013년 타 지역에서 수도권으로 도입된 전력량은 58.2TWh로 2005년 대비 23% 감소

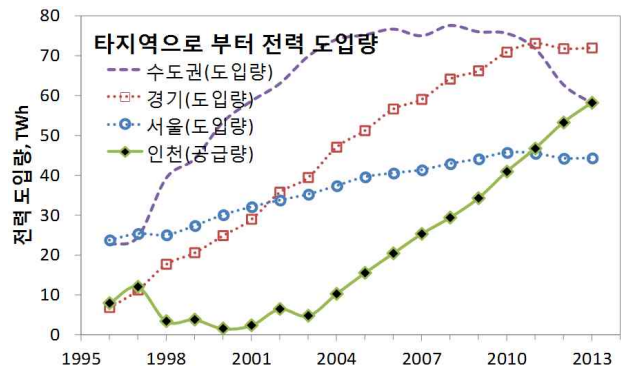
- 서울과 경기도 지역의 외부전력 의존량은 116.3TWh로 2005년 대비 28%증가
- 서울시의 외부전력 의존량은 44.4TWh로 2005년에 비해 4.8TWh가 증가함
- 경기도의 외부전력 의존량은 서울시의 1.6



<그림 7-16> 2005년 대비 전력소비 증가율



<그림 7-17> 수도권 지역의 전력소비량과 생산량(2013년)



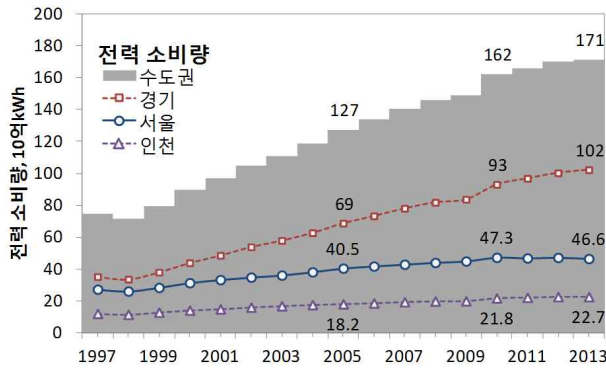
주) 인천은 외부로 공급한 양임

<그림 7-18> 수도권 지역의 외부전력 도입량

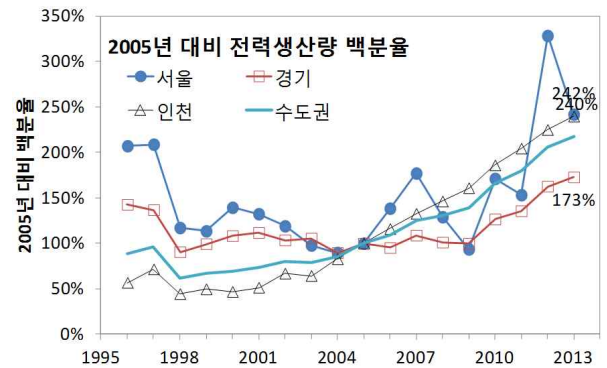
122) 1 TWh(테라와트시) = 10억 kWh(킬로와트시)

배인 71.9TWh로 2005년 대비 20.7TWh가 증가하였음

- 2005년 대비 2013년 의 외부전력 도입량 증가분은 경기도가 서울시의 4.4배에 달함



<그림 7-19> 수도권과 서울시 전력소비량 변화



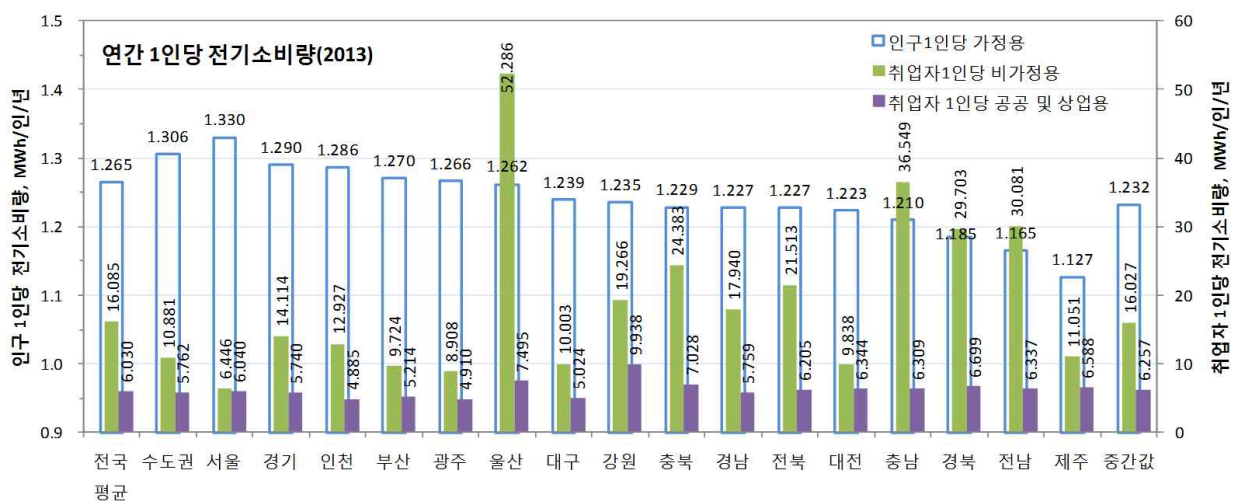
<그림 7-20> 2005년 대비 전력생산량 백분율

○ 인구 1인당 가정용 전력소비량은 서울이 1.33MWh/인/년으로 가장 높음(2013년 기준)

- 서울에 이어 경기(1.29MWh/인/년), 인천(1.29MWh/인/년) 순으로 높게 나타남
- 전국 평균은 1.27MWh/인/년과 수도권 평균은 1.31MWh/인/년으로 나타남

○ 취업자 1인당 비가정용 전력소비량은 전국에서 가장 적음

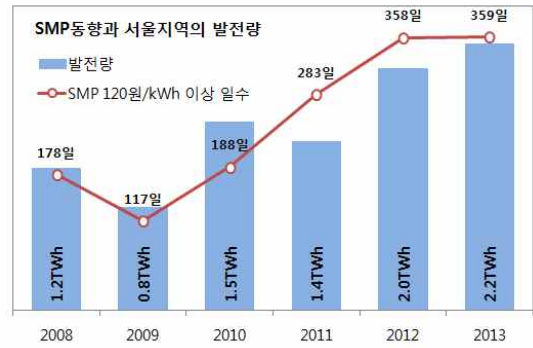
- 서울시 취업자 1인당 비가정용 전력소비량은 6.45kWh/인/년으로 전국에서 가장 적음. 전국 평균치는 16.09MWh/인/년이고 중간값은 16.03MWh/인/년 임
- 서울시 취업자 1인당 상업 및 공공용 전력소비량은 6.04MWh/인/년으로 전국 평균치(6.03MWh/인/년)와 유사하나, 중간값(6.26MWh/인/년) 보다 적으며, 16개 지자체 중 중간 이하임



<그림 7-21> 지역별 1인당 전력소비량(2013)

○ 서울시 전력생산량은 계통한계가격(SMP)에 직접적인 영향을 받음

- 서울시내 발전량은 주로 서울화력발전소의 가동률에 의해 좌우 됨
- 발전단가는 원자력발전이 가장 낮으며, 석탄화력, 가스화력 순으로 발전단가가 높아지므로 가스화력발전소 이용률이 상대적으로 낮음
- 특히 가스화력발전소는 SMP가 높아야 가동되는 구조이므로 국내 전력수급사정이 좋지 않아야 서울시 발전량이 증가하고 자립률 증가하는 구조임

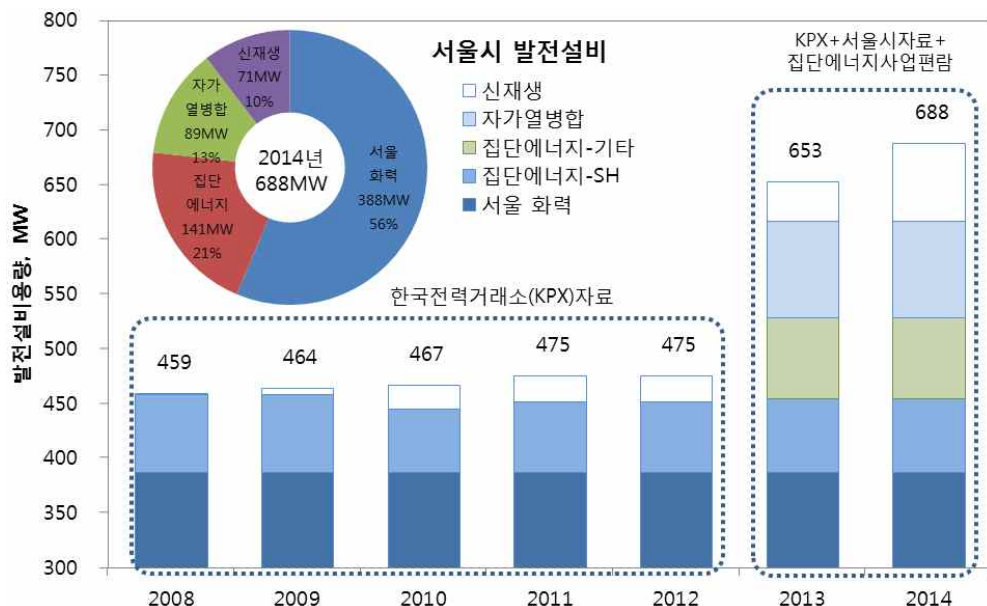


<그림 7-22> SMP 동향과 서울시 전력생산량

## (2) 서울시 발전설비 현황

□ 2014년 서울시 발전설비 용량은 688MW임

- (주)중부화력의 서울화력발전소 설비는 기력발전설비로 서울시 발전용량의 65%인 388MW임
- 집단에너지 설비 중 기력발전설비(29.64MW)를 포함시키면 417MW로 전체 설비용량의 61%임



자료: 한국전력거래소, 2014집단에너지사업편람, 서울시

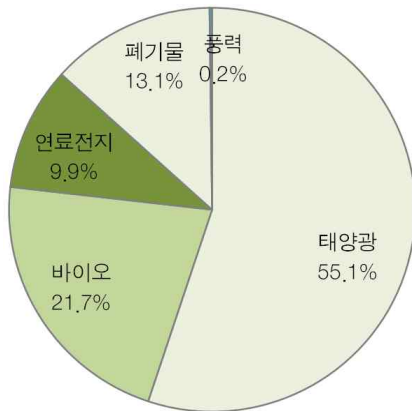
<그림 7-23> 서울시 발전설비 용량

○ 집단에너지 설비 용량은 141.5MW로 서울시 전체발전용량의 20%

- SH공사의 발전 설비가 67.4MW로 집단에너지 설비의 48%점유. 한국지역난방공사 시설이 62.1 MW로 44.2%이고 기타 설비가 11MW(7.8%)

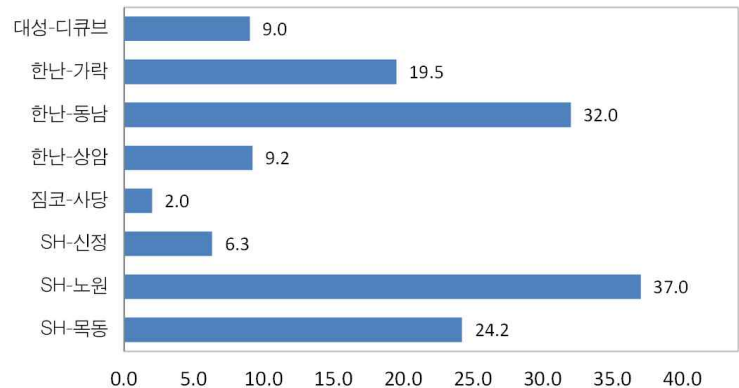
○ 신·재생에너지 설비의 발전용량은 71MW

- 서울시 전체 발전시설용량의 12%
- 발전용량기준 태양광(55%), 연료전지(22%), 폐기물(13%) 순임



자료: 2013 신·재생에너지 보급통계

<그림 7-24> 신·재생에너지 발전설비



자료: 2014집단에너지사업편람

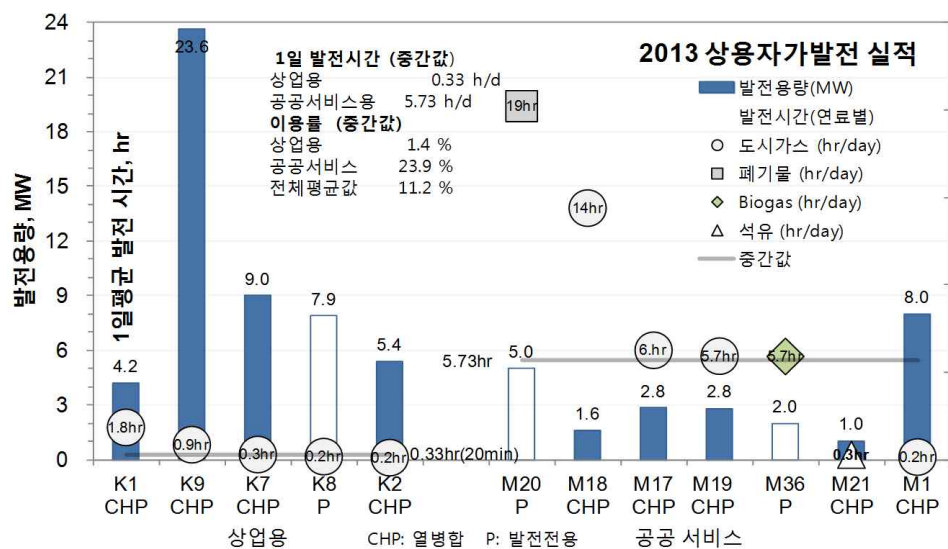
<그림 7-25> 서울시 집단에너지 발전설비 용량

#### ○ 상용자가발전설비 용량은 73.4MW

- 집단에너지 시설과 중복됨. 80%가 열병합발전 설비이며 발전전용 설비는 20%
- 상업용 설비 이용률은 1.4%(중간값)에 불과
- 한전의 전기요금은 저렴한 반면 상용자가발전시설의 발전단가가 높기 때문임

#### ○ 서울시 내 대형건물과 공동주택 등에 88.8MW의 열병합발전설비가 설치된 것으로 조사됨<sup>123)</sup>

- 공동주택(13.4MW)과 업무용건물(75.4MW)에 분포



자료: 한국전력거래소

<그림 7-26> 서울시 상용자가발전 설비 현황과 이용실태

123) 서울시(2013) 열병합발전시설 운영실태 조사

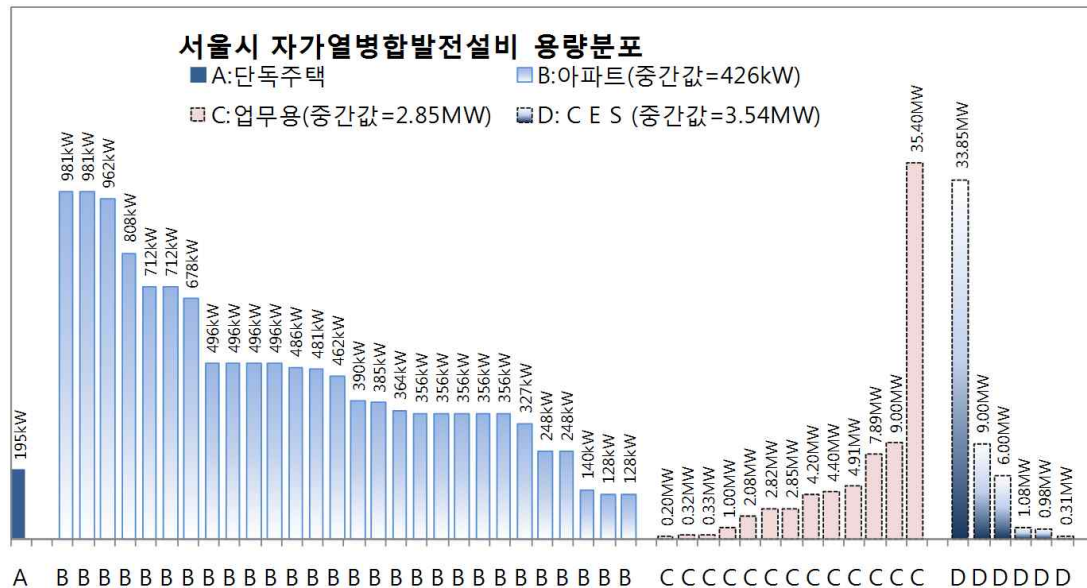
### (3) 분산형전원으로서 소형열병합 보급 확대

□ 서울시는 소형 건물형 열병합발전과 주택용 발전보일러 보급을 통해 분산형 전원을 확대할 계획

○ 자가 열병합발전은 2013년 기준으로 46개소(공동주택 33개소, 업무용건물 13개소)에 89MW (공동주택 13.6MW, 업무용건물 75.4MW)에 보급되어 있음

- 공동주택에서의 이용률 46.6%로 높음
- 업무용 건물에서의 열병합발전설비 이용률은 1.6%로 한국전력거래소 조사결과와 유사<sup>124)</sup>
- 전기요금 누진체제로 인한 요금절감을 위해 열병합발전을 이용하는 아파트단지의 경우 설비이용률이 약44%에 달함. 전기소비량이 많은 아파트는 열병합발전기 도입 시 가동 잠재력이 높음
- 아파트단지의 열병합발전기 용량은 496kW급 모델이 중간값을 형성함
- 열병합발전 아파트의 경우 2012년 세대당 월평균 전기소비량의 477kWh이며 이중 150kWh를 자가 발전을 통해 이용한 것으로 나타남

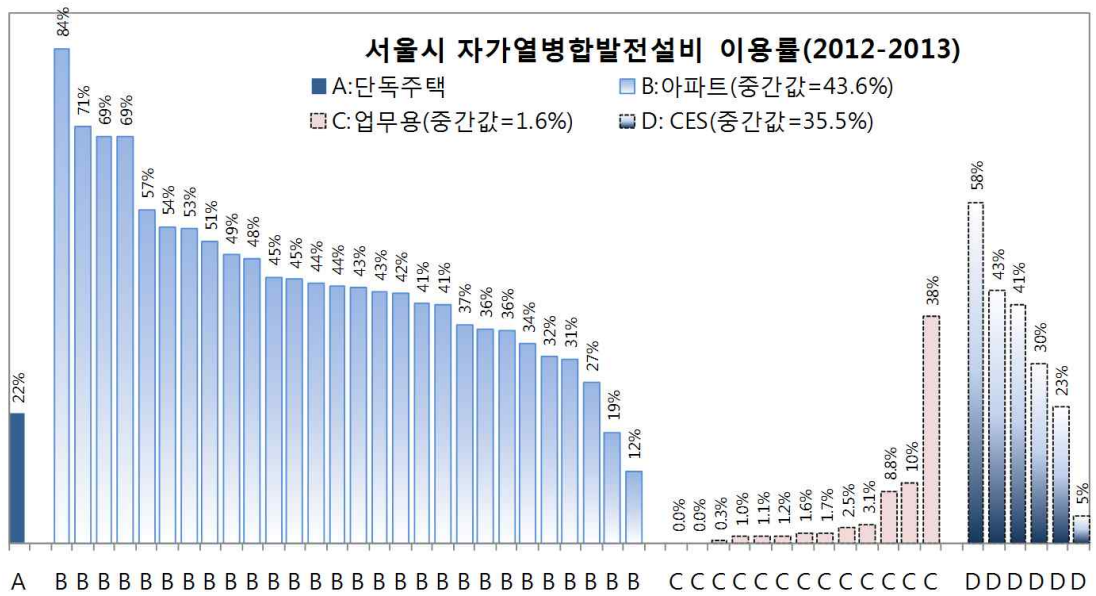
○ 서울시는 2020년까지 건물형 자가열병합발전기 200MW를 보급할 계획이며, 2035년까지 보급 용량을 380MW로 높이는 것을 목표로 함



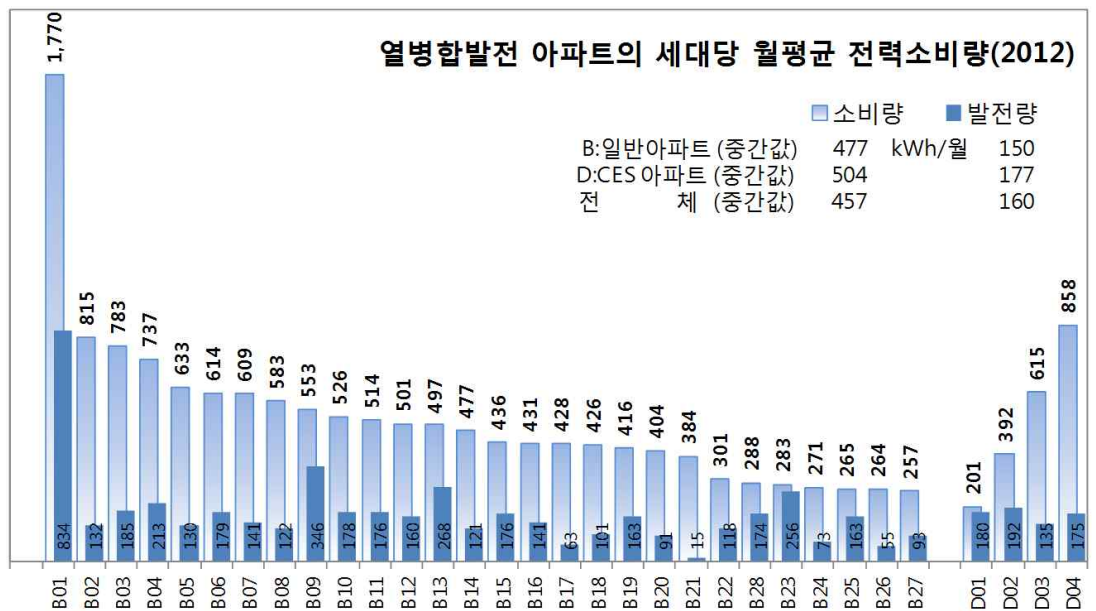
자료: 서울시(2013) 열병합발전시설 운영실태 조사

<그림 7-27> 서울시 자가열병합발전시설 용량분포

124) 이용률은 연간 발전 가능량 대비 발전량 비율임



자료: 서울시(2013) 열병합발전시설 운영실태 조사  
 <그림 7-28> 서울시 자가열병합발전시설 이용률



자료: 서울시(2013) 열병합발전시설 운영실태 조사  
 주: CES, 구역형 전기공급 시스템  
 <그림 7-29> 서울시 자가열병합발전 아파트의 월평균 전기소비량

- 서울시는 다음과 같은 방법을 사용해 자가 열병합발전 보급률과 가동률을 높일 계획임
- 건물 전력에너지 자립의무화를 통한 분산형 전력시스템 구축 기반을 마련

- 자가 열병합발전 설치비 지원금 현실화 추진: 현행 5만 원/kW에서 50만 원/kW으로 인상
- 이외에도 비상발전기를 자가 열병합 발전으로 대체하도록 유도

○ 주택용 열병합발전보일러는 2015년 공공부문에 40대를 보급하는 것을 시작으로 2020년까지 총 1만 대를 보급할 계획임

- 2016년부터는 아파트, 빌라 등 개별가구에 주택용 발전보일러를 보급할 계획임

○ 2035년까지는 보급대수를 총 25,000대로 확대하는 것을 목표로 함

#### (4) 발전설비 보급계획 총괄

□ 서울시는 2020년까지 원전 2기 분량의 발전설비 확보로 전력위기 대응

○ 신재생에너지와 집단에너지 등 2020년까지 1.9GW, 2035년까지 3.2GW의 발전설비 확보

- 전력 위기 시 발전할 수 있는 예비력을 확보

<표 7-17> 서울시 전력생산 계획

구분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
발전 용량 (MW)	합계	743	1,228	1,311	1,397	1,494	1,890	2,165	2,902	3,152
	신재생소계	287	361	444	529	627	737	1,012	1,277	1,527
	신재생	187	251	312	374	449	523	745	955	1,148
	분산전원	100	110	132	155	178	214	267	322	379
	집단에너지	67	67	67	67	67	352	352	825	825
	서울화력	388	800	800	800	800	800	800	800	800
발전량 GWh	합계	1,495	3,955	5,175	6,363	7,358	8,155	9,710	13,413	13,958
	신재생소계	906	1,267	1,635	2,018	2,444	2,873	3,028	3,313	3,859
	신재생	841	1,195	1,547	1,906	2,312	2,711	2,824	3,062	3,555
	분산전원	65	72	89	112	133	162	203	251	304
	집단에너지	177	177	177	177	177	546	1,946	5,077	5,077
	서울화력	412	2,510	3,363	4,168	4,736	4,736	4,736	5,022	5,022
1차 에너지 생산량 천TOE	합계	650	3,253	4,406	5,386	6,079	6,205	6,552	7,737	7,749
	신재생소계	427	2,385	4,757	4,762	4,767	4,774	4,783	5,080	5,092
	신재생	412	2,368	4,736	4,736	4,736	4,736	4,736	5,022	5,022
	분산전원	15	17	20	26	30	37	47	58	70
	집단에너지	80	80	80	80	80	199	536	1,364	1,364
	서울화력	144	646	943	1,113	1,233	1,233	1,233	1,293	1,293

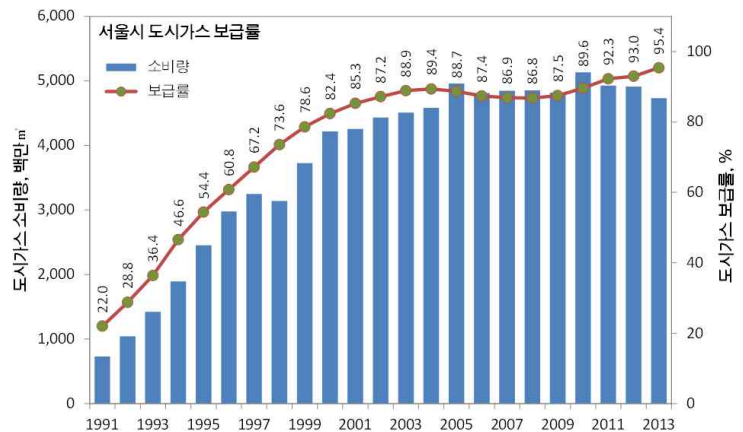
## 마. 도시가스 보급

### (1) 서울시 도시가스 소비량 및 보급률

□ 서울시의 도시가스 소비량과 보급률은 1990년 이후 지속적으로 증가하는 추세임

○ 도시가스 소비량 및 보급률은 1990년대에 급격한 증가추세를 보이다가 2000년대에 들어서면서 그 증가율이 감소

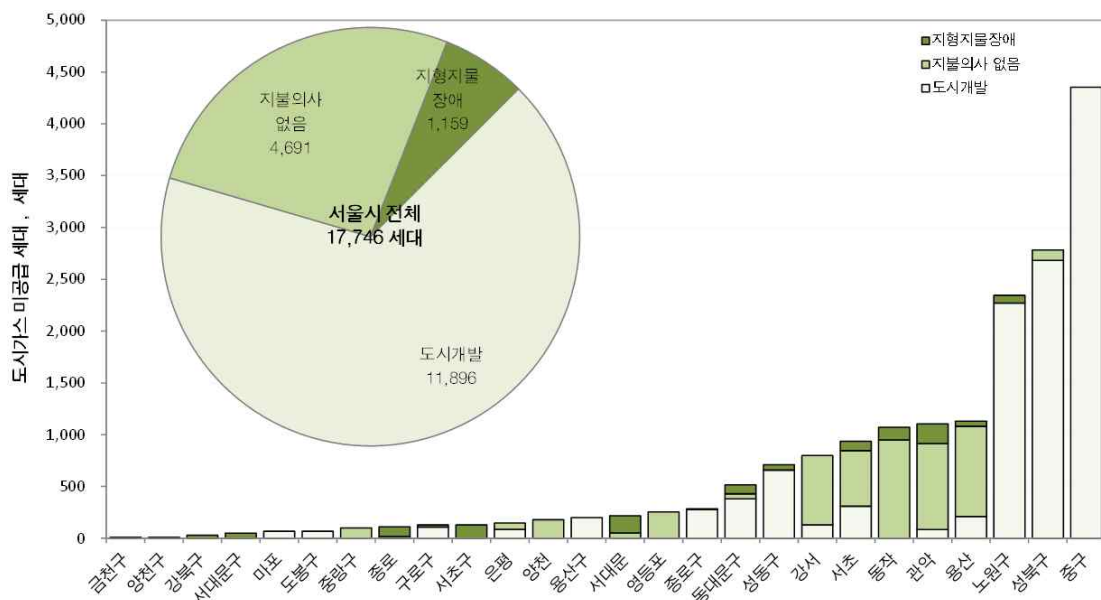
- 2013년 도시가스 소비량(4,731백만 m<sup>3</sup>)은 2005년 도시가스 소비량(4,960백만 m<sup>3</sup>)에 비해 4.6% 감소
- 2013년 도시가스 보급률(95.4%)은 2005년(88.7%)에 비해 6.7% 증가



<그림 7-30> 서울시 도시가스 소비량 및 보급률

### (2) 서울시 도시가스 미공급 현황

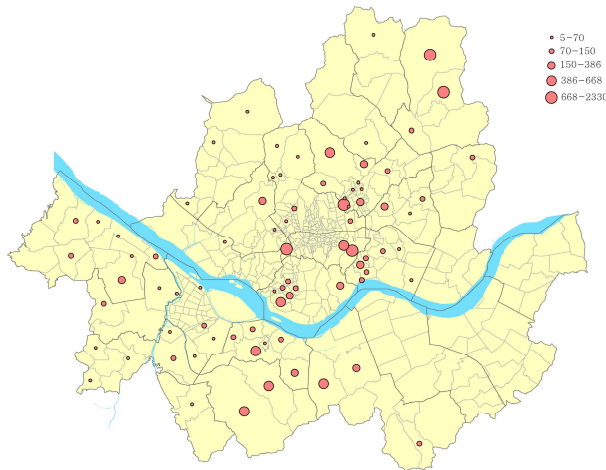
□ 서울시 도시가스 미공급 세대는 총 17,746세대로 도시개발에 의한 미공급이 67%(11,896세대), 지불의사 없음에 따른 미공급이 26.4%(4,691세대), 지형지물 장애에 의한 미공급이 6.5%(1,159세대)로 나타남



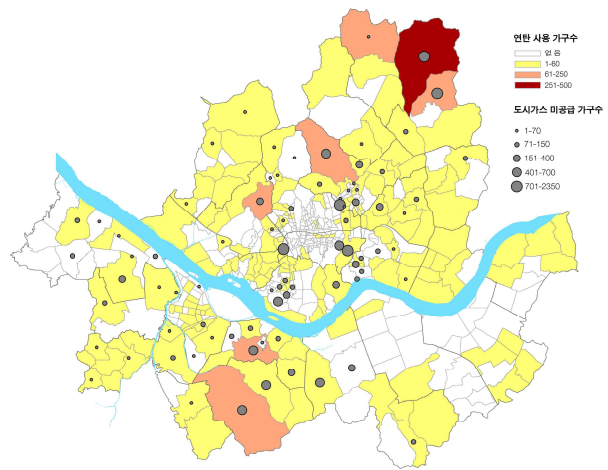
<그림 7-31> 서울시 도시가스 미공급 현황

- 도시개발에 의한 도시가스 미공급 지역은 노원구, 동대문구, 성북구, 용산구, 종로구, 중구 등이 있음
- 지불의사 없음에 따른 도시가스 미공급 지역은 강서구, 관악구, 동작, 서초, 양천구, 용산, 중랑구 등이 있음
- 지형지물 장애에 의한 도시가스 미공급 지역은 서대문, 서초구, 종로 등이 있음

□ 도시가스 미공급 지역은 연탄사용 지역과 대체로 비슷함



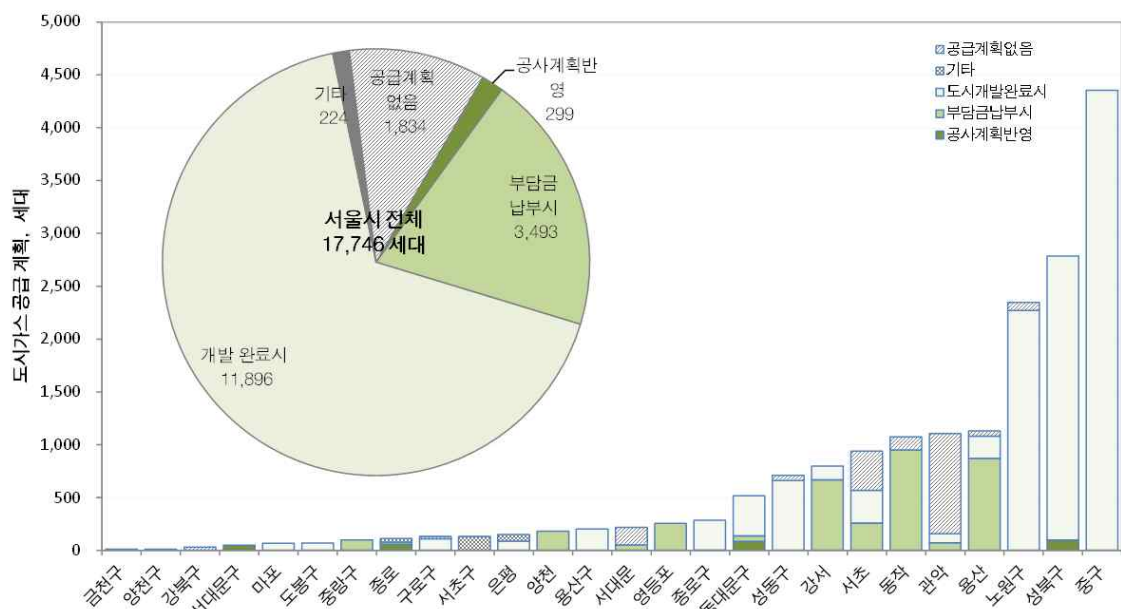
<그림 7-32> 서울시 도시가스 미공급 지역별 현황



<그림 7-33> 도시가스 미공급 및 연탄사용 지역

### (3) 도시가스 미공급 지역 공급계획

□ 서울시 도시가스 미공급 17,746세대 중 15,688세대는 추후 공급계획임



<그림 7-34> 도시가스 미공급 지역별 공급계획

- 도시개발에 의해 도시가스가 공급되지 않은 11,896세대는 도시개발 완료시 공급 예정임
- 그 외 3,493세대는 부담금납부 시, 299세대는 공사계획에 반영하여 도시가스를 공급할 예정임
- 추후 도시가스 공급 계획이 없는 지역은 강북구(31/31세대), 관악(950/1,105세대), 노원구(76/2,346세대), 동작(123/1,073세대), 서대문(165/217세대), 서초(369/937세대), 성동구(50/710세대), 용산(50/1,131세대) 등이 있음

<표 7-18> 도시가스 미공급 지역별 현황 및 공급계획

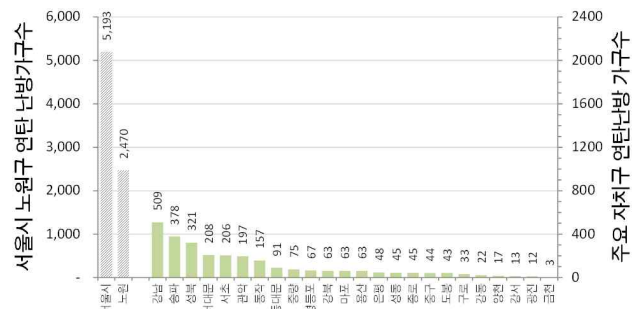
구 별	미공급 가구수				공급계획 가구수						
	지불의사 없음	도시 개발	지형지물 장애	총합계	공사계획 반영	납부 시	도시개발 완료시	기타	공급계획 합계	공급계획 없음	총합계
총합계	4,691	11,896	1,159	17,746	299	3,493	11,896	224	15,688	1,834	17,746
강북구	0	0	31	31	0	0	0	0	0	31	31
강서	667	131	0	798	0	667	131	0	798	0	798
관악	831	84	190	1105	0	71	84	0	155	950	1,105
구로구	0	110	20	130	0	0	110	0	110	20	130
금천구	10	0	0	10	0	10	0	0	10	0	10
노원구	0	2,270	76	2,346	0	0	2,270	0	2,270	76	2,346
도봉구	0	70	0	70	0	0	70	0	70	0	70
동대문구	50	380	86	516	86	50	380	0	516	0	516
동작	950	0	123	1,073	0	950	0	0	950	123	1,073
마포	0	68	0	68	0	0	68	0	68	0	68
서대문	52	0	165	217	0	52	0	0	52	165	217
서대문구	0	0	50	50	50	0	0	0	50	0	50
서초	536	310	91	937	0	258	310	0	568	369	937
서초구	0	0	130	130	0	0	0	130	0	0	130
성동구	0	660	50	710	0	0	660	0	660	50	710
성북구	100	2,682	0	2,782	100	0	2,682	0	2,782	0	2,782
양천	180	0	0	180	0	180	0	0	180	0	180
양천구	10	0	0	10	0	10	0	0	10	0	10
영등포	255	0	0	255	0	255	0	0	255	0	255
용산	870	211	50	1,131	0	870	211	0	1,081	50	1,131
용산구	0	200	0	200	0	0	200	0	200	0	200
은평	60	88	0	148	0	0	88	60	88	0	148
종로	20	0	92	112	58	20	0	34	78	0	112
종로구	0	280	5	285	5	0	280	0	285	0	285
중구	0	4,352	0	4,352	0	0	4,352	0	4,352	0	4,352
중랑구	100	0	0	100	0	100	0	0	100	0	100

## 바. 연탄지원과 연료전환<sup>125)</sup>

### (1) 서울시 연탄이용 현황

#### 1) 서울시 연탄난방 가구 현황

□ 2013년 기준 서울시 연탄난방 가구는 5,193가구로 추정됨. (사)따뜻한 한반도 사랑의 연탄나눔운동이 연탄을 지원하는 가구 수는 3,492가구, (사)밥상공동체 연탄은행이 연탄을 지원하는 가구 수는 2,930가구임



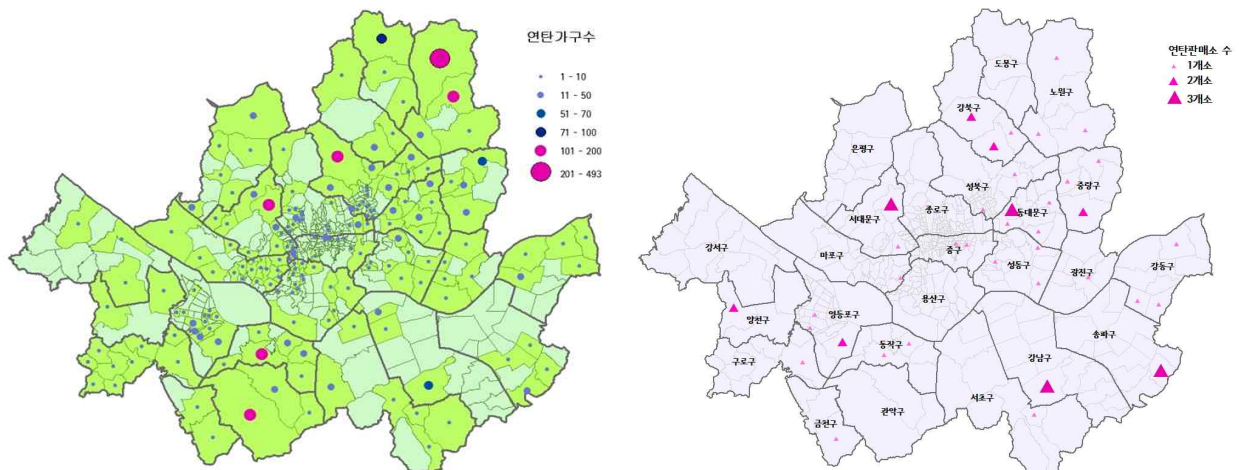
<그림 7-35> 자치구별 연탄난방 가구 현황(2013년)

- 두 단체의 활동지역이 중첩됨에 따라 자치구별로 두 단체의 지원 실적 중 큰 값을 적용하여 추정함

#### (가) 서울시 연탄이용 가구 및 연탄판매소 분포

##### □ 연탄난방 가구분포

- 서울시 25개 구 중 주요 4구(노원구, 성북구, 서대문구, 관악구 순)에 53%의 연탄이용 가구가 집중적으로 분포하고 있음
- 노원구 상계동, 월계동, 중계동, 강남구 개포동 등 일부지역에는 100가구 이상의 연탄이용 가구가 집단적으로 분포하는 경우도 있음



<그림 7-36> 동별 연탄난방 가구수와 연탄판매소 분포

125) 조항문(2013) 연탄난방가구의 따뜻한 겨울나기, 서울연구원

## □ 연탄판매소 분포

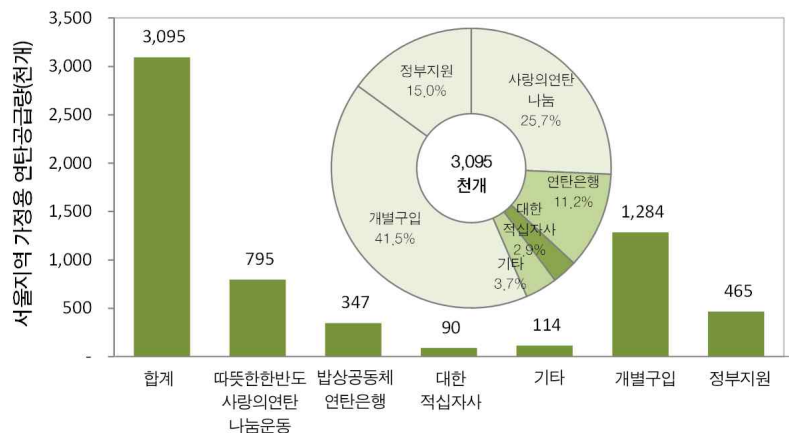
- 동별 연탄판매소 분포는 그림에 나타난 바와 같음. 서울시 관내 연탄판매소는 총 52개소이고 구별로 살펴보면 동대문구에 6개, 강북구에 5개, 노원구, 중랑구, 서대문구, 영등포구에 각각 4개소 순으로 조사됨. 동별로 살펴보면 연탄판매소는 동대문구 제기동, 송파구 거여동, 강남구 개포동, 서대문구 홍제동에 각각 3개소씩 분포하는 것으로 나타남
- 연탄판매소는 주로 주문을 받으면 공장에서 소비처까지 수송 및 배달을 동시에 하고 있으며, 전업보다는 부업 수준으로 영세함

## 2) 연탄소비량

□ 연탄소비량을 파악하기 위하여 쿠폰지원 가구 수, 쿠폰 1장당 연탄 교환량, 민간단체의 연탄 지원량과 지원가구 수, 연탄난방 가구의 연간 연탄 구입량 등을 조사하였음

- 서울시 가정용 연탄수급은 정부지원, 민간단체지원, 개별구입 등으로 이루어짐. 2012년 가정의 난방용 연탄 공급량은 3,095천개임. 정부의 쿠폰으로 지원 465천개(15%), 시민단체 지원 1,346천개(43%) 등 무상으로 지원된 연탄의 양은 1,811천개(59%)임

- 소비자가 직접 구매한 연탄의 양은 41%인 1,284천개임
- 대면조사 결과 가구당 연간 연탄소비량은 1,009개에 달하였으나, 쿠폰의 연탄 교환량, 민간단체의 공급량, 개별 구입량 등으로 산출한 결과 904개로 나타남<sup>126)</sup>

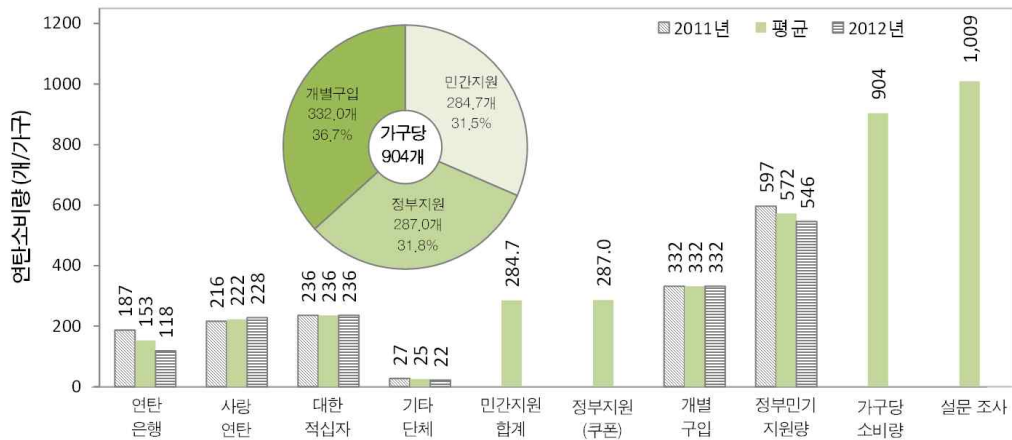


주: 기타단체의 연탄지원량은 파악되지 않지만, 주요 2개 시민단체의 10% 정도로 추정  
 <그림 7-37> 공급주체별 가정용 연탄공급량(2012년 기준)

### (가) 정부의 쿠폰지원

□ 서울시에서 정부의 연탄쿠폰 지원은 2007년부터 시작되었으며 최근까지 연탄지원량은 증가와 감소를 반복하고 있음. 우선 쿠폰가격은 지원초기 33,000원에서 시작하여 2010년을 기점으로 상반기에는 150,000원에서 하반기 169,000원으로 증액한 이래 최근 2013년까지 169,000원이 지원되고 있음. 정부의 쿠폰지원은 2010년을 정점으로 감소하는 추세였으나 최근 증가하는 경향을 보이고 있음. 전국과 서울시의 쿠폰지원추이 변화는 유사한 경향을 보임

126) 쿠폰수혜가구(904개) = 민간지원(285개) + 정부지원(287개) + 개별구입(332개)  
 쿠폰비수혜가구(904개) = 민간지원(495개) + 개별구입(409개)



주: 중첩효과로 단체별 지원량의 합과 민간단체지원량 합계는 일치하지 않음

<그림 7-38> 가구당 연탄소비량 추정(연탄쿠폰)

<표 7-19> 서울시 연탄쿠폰 지원 현황

서울시	2007년	2008년	2009년	2010년(상)	2010년(하)	2011년	2012년	2013년
지원현황(장)	559	959	755	1,571	791	1,900	1,621	2,000
쿠폰가격(원)	33,000	77,000	150,000	150,000	169,000	169,000	169,000	169,000

출처: 연탄쿠폰 지원 현황, 광해관리공단 내부자료, 2014

□ 자치구별 쿠폰 지원현황을 살펴보면 노원구가 329가구로 가장 많으며, 100가구 이상 지원된 자치구는 노원구, 성북구, 송파구, 영등포구, 강남구 등 5개구임

<표 7-20> 서울시 연탄쿠폰 배포 가구 구별 현황(2013년)

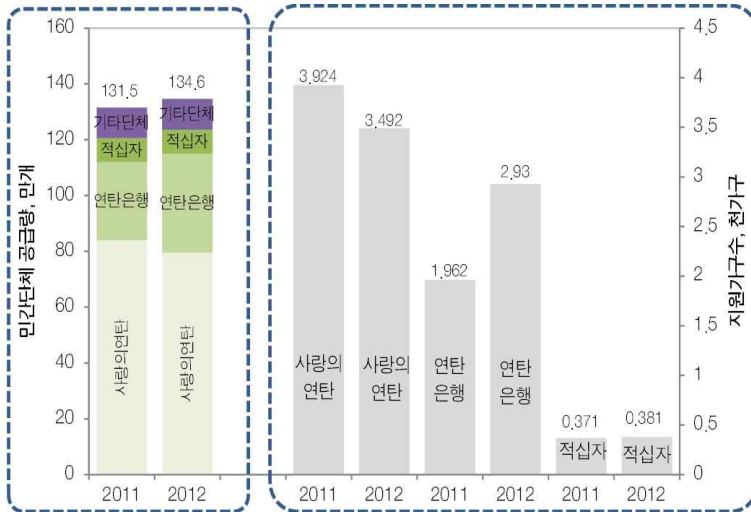
구	합계	노원구	성북구	송파구	영등포구	강남구	서대문구
가구수	1,766	329	158	125	113	103	99
구	용산구	동작구	서초구	마포구	강북구	관악구	동대문구
가구수	78	77	76	67	66	64	58
구	종로구	은평구	도봉구	구로구	중랑구	성동구	중구
가구수	53	50	47	40	38	37	37
구	강동구	강서구	광진구	금천구	양천구	-	-
가구수	26	11	8	3	3	-	-

출처: 서울시 내부자료, 2013.11(집계 시점이 서로 다르기 때문에 한국광해관리공단의 2013년도 실적과 구별 실적합계가 일치하지 않음)

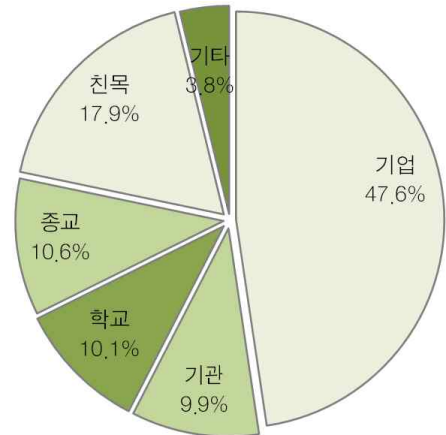
## (나) 시민단체의 연탄지원

□ 연탄을 지원하는 주요 민간단체는 (사)따뜻한 한반도 사랑의 연탄나눔운동(이하 사랑의연탄), (사)밥상공동체연탄은행(이하 연탄은행), 특수법인인 대한적십자사(이하 적십자) 등임. 이외에도 다양한 시민단체 및 종교단체가 연탄을 지원하는 것으로 알려졌으나 공급량은 확인되지 않음

○ 사랑의연탄, 연탄은행, 적십자 등 3개 단체의 2012년 연탄지원량은 1,232천개임. 기타 단체의 지원량은 주요 2개 단체가 공급한 양의 10%인 114천개로 추정됨으로써 민간단체 공급량은 약 135만개로 추정됨



<그림 7-39> 주요 민간단체의 연탄지원 현황



출처: 연도별 사랑의 연탄백서 재정리, (사)따뜻한 한반도 사랑의 연탄나눔운동

<그림 7-40> 지원단체 구성비(2012년)

## (2) 연탄난방 가구 문제점 분석

### 1) 연탄 공급체계 불안정

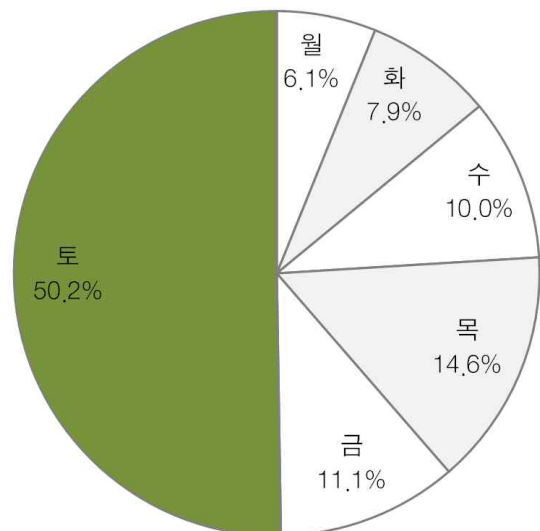
□ 연탄난방 가구 현황 파악 과정에서 가장 눈에 띄는 문제점은 연탄 공급체계임. 연탄 봉사 요일 편중, 불명확한 연탄 유통체계, 운송비 지원 등 다양한 부분에서 문제점이 발견됨

#### (가) 배달조건 열악

□ 연탄난방 가구의 배달 여건은 지리적 특성상(계단이 많거나 차량이 진입할 수 없는 너비의 골목 등) 50% 이상이 차량진입이 어려움. 평균 연탄 배달거리는 50km 정도로 연탄판매소의 지역적 불균형으로 연탄 공급에 어려움이 있음

#### (나) 연탄 지원 및 배달봉사는 토요일 편중

□ 50% 이상의 자원봉사자가 토요일에 집중되며 봉사에 참여하는 단체 중 가장 비중이 높은 기업(전체 47%)은 기업의 일정으로 인하여 봉사일정 조정이 어려움



<그림 7-41> 요일별 봉사 비율

#### (다) 연탄 통계 부재

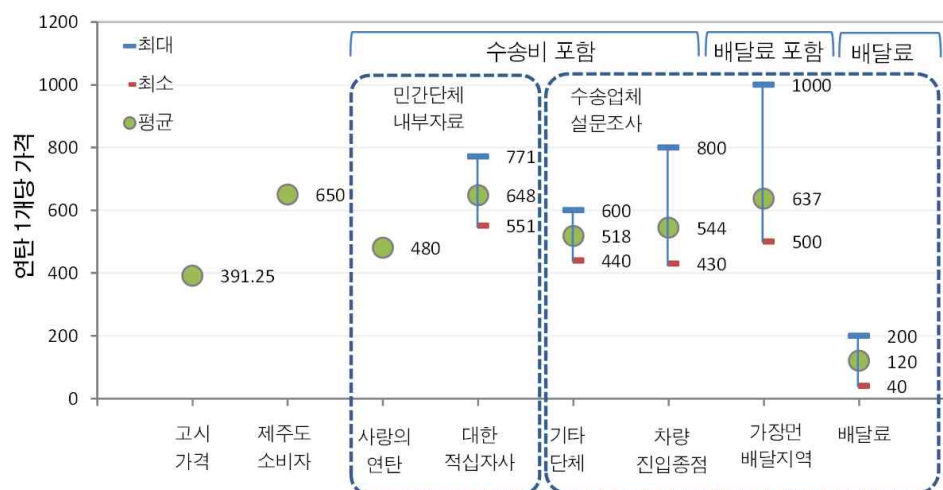
- 지역에너지 통계연보와 실제 연탄소비량의 차이가 매우 큰 것으로 나타남. 지역에너지 통계연보에 포함된 수치 중에는 서울 이외의 지역으로 수송 및 배달된 사례가 있어 통계연보상의 수치는 현실적이지 않음

#### (라) 연탄쿠폰의 유통과정 불명확

- 지역별 연탄 수송 및 배달요금의 차이가 크며 쿠폰(169,000원) 1매당 연탄 교환개수에 대한 정보가 없음. 또한 쿠폰에 의해 몇 개의 연탄 구매가 가능한지에 대한 자료가 부재하며 연탄 쿠폰 유통경로에 대한 세부적 정보도 없는 실정임

#### (마) 공식단가의 11배에 달하는 수송비

- 연탄수송비는 공장에서 판매소까지의 운임을 의미하며, 대체로 창고를 갖추지 않았기 때문에 차량진입 말단부의 연탄가격에서 공장도가격(391.25원)을 제외한 금액임
- 연탄 1개의 수송비는 고시<sup>127)</sup>에는 12.75원으로 명시되어 있지만, 운임산출방식을 적용하면 65.95원으로 고시가격의 5배에 달함. 여기에 하차비용 50원을 더하면 개당 115.98원으로 고시 가격과 100원 이상의 차이가 발생하며 고시가격의 9배에 달함
- 실제 연탄 1개의 수송비는 최대 270원/개로 고시가격(12.25원)의 21배에 달하며, 수송비를 포함한 서울시 관내의 연탄가격은 고시에서 명시하는 391.25원보다 38% 높은 544원임
- 연탄 1개의 배달료는 40~200원으로 지역적 특성과 거리에 따라 그 차이가 큼
- 배달료를 포함한 연탄의 최종소비자가격은 589원임



<그림 7-42> 구입단체와 조건에 따른 연탄 가격

127) 『무연탄 및 연탄의 최고판매가격 지정에 관한 고시』, 산업통상자원부고시 제2013-185호

## (바) 연탄배달 업체 수 감소

- 서울시의 연탄판매소는 대체로 판매소 형태보다 수송 및 배달형태이며 휴업 또는 폐업으로 판매소가 감소하고 있음
- 연탄판매소 감소는 연탄배달 서비스의 품질저하로 이어질 우려가 있음. 특히, 연탄사용 가구에 대한 위치 정보부족과 소비자의 IT기기 이용능력 또는 소통능력 부족 등으로 적기에 연탄을 공급받지 못하는 사태가 발생할 가능성이 높음

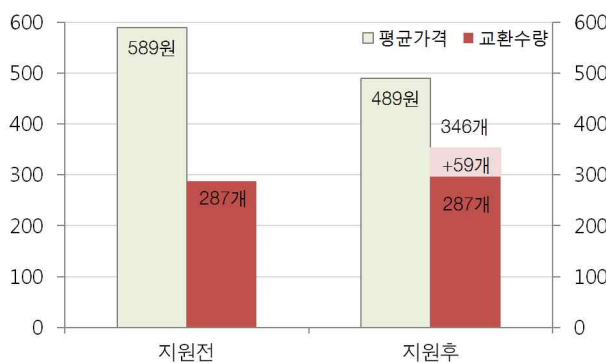
## (사) 연탄지원 민간단체의 다양성 부족

- 주요 2개의 민간단체가 민간부문 연탄지원량의 90%를 공급함으로써 갑작스러운 후원단절 시 연탄 지원이 불안정해질 수 있음

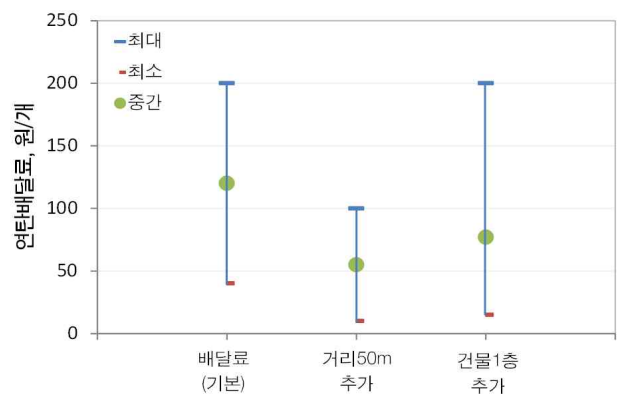
# (3) 연탄의 안정적 공급과 연료전환

## 1) 수송비 지원

- 수송비는 쿠폰 수혜자에게 지원되는 비용으로 정부 고시가격과 현실 간 21배 차이의 괴리를 줄이기 위해 연탄 1개당 100원의 지원이 필요함. 지원대상은 우선 쿠폰 이용가구로 한정하여 수송비만 지원하고 이 방식이 문제없이 진행된다면 배달료 지원도 검토함
- 수송비(차량) : 연탄 1개당 100원을 지원할 경우 쿠폰가격은 20% 증액 효과 발생
- 배달료(인력) : 높은 장소에 한하여 건물 1층 높이 당 100원(우선은 계단만 적용하고 향후 급경사나 고지대로 확대) 지원



<그림 7-43> 수송비 지원 전후의 연탄 교환수량 비교



<그림 7-44> 거리와 높이에 따른 배달료 추가비용

- 쿠폰으로 연탄 교환 시 100원 할인가격으로 교환하도록 쿠폰에 명시하고 교환 수량을 확인한 후 수송비는 서울시가 지급하도록 함(광해관리공단 및 자치구의 협조 필요). 수송비 지원

으로 약 12만개의 연탄이 추가 지급될 것으로 기대되며 소요비용은 69백만 원으로 추정됨

- 재원은 기후변화기금<sup>128)</sup>을 활용하여 확보하도록 하며, 연탄가구 통계 및 쿠폰유통체계가 투명해질 것으로 기대됨

## 2) 서울시 차원의 긴급자금 확보

- 서울시는 연탄난방 가구를 위한 예산이 별도로 책정되어 있지 않아 민간단체에 대한 갑작스러운 후원 단절 시 연탄지원량 감소에 대응할 수 없는 실정임. 서울시의 민간단체의 연탄지원량은 연간 약 127만개(약 8억 원 상당)로 그 지원량이 상당한 것으로 조사됨. 따라서 연탄난방 가구에 긴급한 상황이 발생했을 경우를 대비한 자금확보가 필요하므로 이와 관련하여 관련 서울시 조례에 지원 근거 마련이 요구됨
- 서울특별시 에너지조례 제4조(시의 책무) 3항에 관련근거 추가: ‘시는 에너지 빈곤층에 대한 민간부문의 에너지 지원이 급격하게 감소하는 경우 이를 지원할 수 있다.’는 문항 추가
- 서울특별시 기후변화기금의 설치 및 운용에 관한 조례 제5조 제4호에 ‘서울특별시에너지조례에서 정하는 사업’ 추가

## 3) 나눔운동 확산

- 나눔운동을 확산하기 위해 부산광역시의 사례를 벤치마킹하여 시민들에게 홍보하고 봉사 및 기부를 유도하도록 함. 또한 SNS를 이용한 ‘연탄나눔’운동으로 에너지빈곤층 지원에 대한 시민들의 관심을 유도하고 시민단체와 연계하여 배달자원봉사 행사를 진행하도록 함
- 아울러 서울시 자치구와 연계하여 트위터나 페이스북의 리트윗 ‘좋아요’ 등으로 ‘연탄나눔’운동을 전개하고 리트윗, ‘좋아요’ 1건당 서울시와 자치구, 기업(통신사, 에너지기업 등)이 각각 연탄 1개씩 지원하도록 함
- 에너지 나눔운동에 있어서 여성의 활동을 지원하고 여성 독거노인에 대한 배려를 강화

## 4) 연탄난방을 도시가스로 전환

### (가) 도시가스 전환 지원

- 에너지전환사업은 연탄쿠폰 이용가구의 도시가스 설치비 전액을 지원(가구당 5백만 원 소요)하는 것으로 연탄쿠폰이용자를 중심으로 하되 신청자 조건 미달 시 연탄이용 가구 및 석유이용 가구로 확대하도록 함. 에너지전환사업으로 연탄가구의 에너지비용은 연간 63만 원 증가

128) 에너지조례 제4조(시의책무) ③ 시는 자치구와 에너지공급자의 협조로 에너지빈곤층 등 모든 시민에 대한 에너지의 보편적 공급에 기여하여야 하며, 이를 에너지계획에 포함하여야 한다.  
기후변화기금조례 제5조(기금의 용도) 4. 「에너지법」에 따른 빈곤층에 대한 에너지 지원사업

(공사비 500만 원 제외)하게 됨

- 연탄사용 시 에너지비용은 226천 원(연탄)이지만 도시가스 사용 시 요금경감혜택을 적용해도 853천 원으로 증가

- 추가부담의 75%(471천 원) 지원 시 가구당 157천원/년(월평균 13천 원) 비용 증가

- 에너지전환사업은 장기적으로 10년간 연평균 200가구를 지원하고 사업 첫해는 시범적으로 100가구를 지원하도록 함. 총 소요비용은 10년간 148억 원으로 예상됨. 지원사업은 한국에너지재단 등에 위탁하여 진행하도록 함



<그림 7-45> 10년간 예상 사업비용 산출

#### (나)재원확보-연간 15억 원, 10년간 150억 원

- 도시가스 전환을 위한 재원은 도시가스의 후원, 기후기금 지원, 도시가스 요금 낙전 모금 등을 통해 연간 15억 원씩 확보하도록 함

- 서울시 관내 5개 도시가스 회사가 연간 12억 원을 후원함

- 공급비용으로 정산 및 요금인상(0.25원/m³, 가구당 25원/월)

- 도시가스 요금 중 1원단위 낙전 모금을 하면 연간 2.3억 원의 수익이 발생(부가세포함)하며 세금을 제외하면 2.1억 원의 지원이 가능함

- 시민의 78%가 도시가스 요금을 1원단위까지 지불할 수 있는 결제수단을 사용함

- 은행의 현금 수납과정에서도 1원단위의 문제는 없음

- 기후기금을 통해서도 연간 1억 원의 지원이 가능함



<그림 7-46> 도시가스 요금 지급 방법

## 사. 무정전 기반 조성<sup>129)</sup>

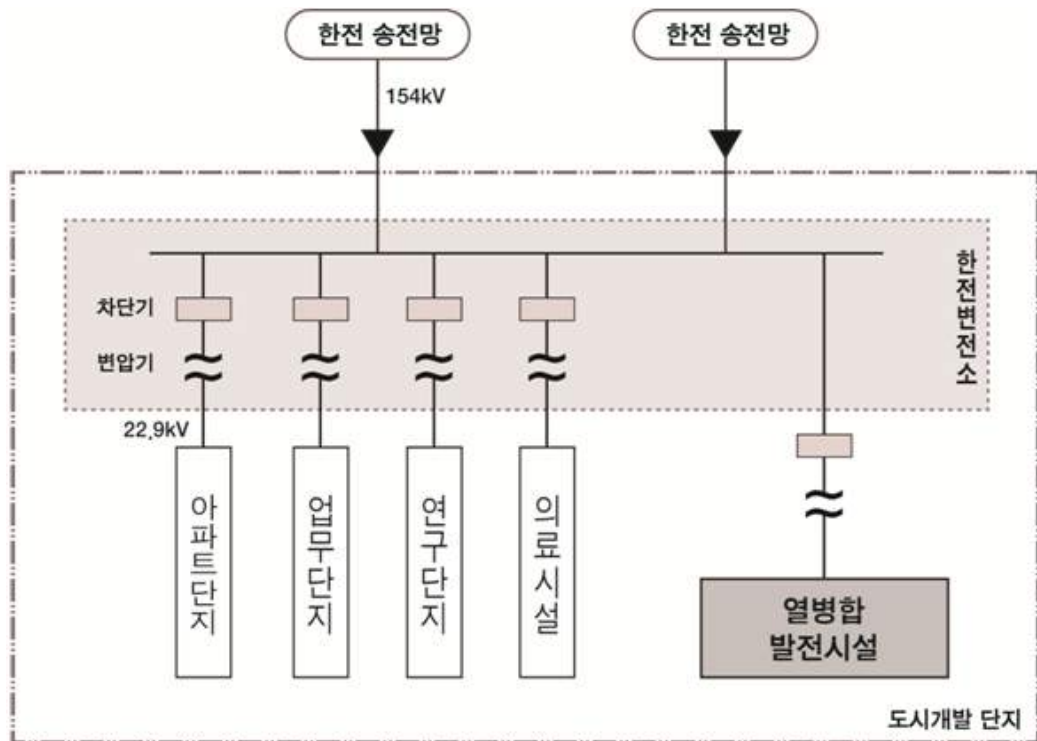
### □ 지역단위 무정전시스템 구축

#### ○ 집단에너지 등 발전설비와 연계

- 대규모 도시개발 시 집단에너지공급구역으로 지정
- 집단에너지 발전설비와 연계하여 무정전 시스템 구축(마곡 사례 참조)

#### ○ 마곡지구 사례

- 도시개발구역 지역 내 집단에너지 설비를 이용한 무정전시스템 구축
- 마곡지구의 변전소 총량은 240MW이며, 평균 부하는 약 186MW가 될 것으로 전망
- 집단에너지설비의 발전용량은 285MW로 마곡지구 전력부하를 상회
- 마곡지구 전력 공급계통도는 한전 송전망 정전에도 안정적인 전력공급이 가능한 구조임



<그림 7-47> 마곡지구 전력공급 시스템

### □ 비상발전기를 이용한 건물단위 무단전시스템 구축

#### ○ 대용량 비상발전기와 ESS를 이용한 무단전 시스템 구축

- 비상전원과 연계하는 방안과 신·재생에너지와 연계하는 방안이 있음
- 서울에는 1MW 이상의 비상발전기가 설치된 건물은 약 970개소임

129) 조항문(2014) 서울시 공공 및 건물용 비상발전기 활용방안, 서울연구원

<표 7-21> 전국 비상발전기 현황(2014년 6월 현재)

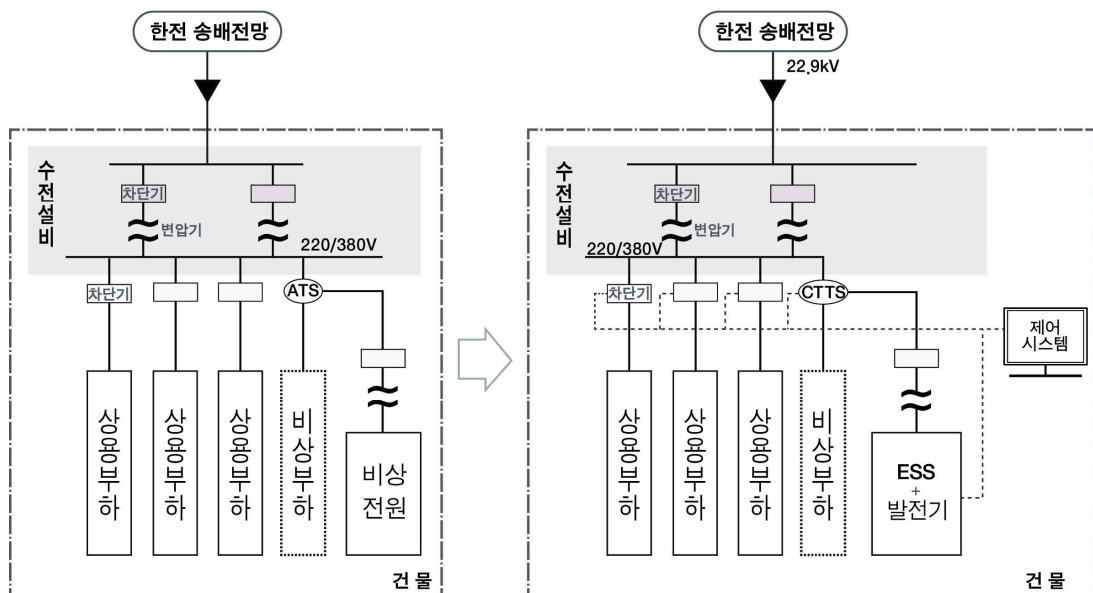
구분	전체		1MW이상	
	대수	용량(kW)	대수	용량(kW)
전국	70,605	21,195,950	3,681	4,152,316
수도권	33,521	10,860,301	2,051	3,013,482
서울	14,786	4,686,777	970	1,368,753
인천	3,288	1,009,267	190	251,419
경기	15,447	5,164,257	891	1,393,310

주) 개별 비상발전기에 대한 정보가 누락된 경우가 있어 실제와 차이가 있을 수 있음

자료: 한국전기안전공사

○ 폐쇄형자동절환스위치(CTTS)와 전력저장장치(ESS)를 설치하면 무단전 시스템 구현 가능

- 대형건물에는 비상전원으로서 주로 디젤발전기와 자동절환스위치(ATS)가 설치됨
- 자동절환스위치(ATS)로는 정전 시 순간적인 단전을 피할 수 없음
- ATS 대신 폐쇄형자동절환스위치(CTTS)와 전력저장장치(ESS)를 설치하면 정전 시 무단전 전력공급이 가능함
- ESS는 5분간 비상전원으로서의 역할을 수행할 수 있는 용량이면 적절함
- 디젤발전기 대신 건물 내 신재생에너지발전사업자가 설치·운영하는 연료전지로 비상전원을 대체하고 비상시에는 신재생발전사업자가 생산한 전력을 건물 등에 직접공급 할 수 있도록 하면 상시발전 전원을 보유하는 효과를 얻을 수 있어 전력공급의 안정성이 향상됨. 이와 관련된 기술기준을 마련하고 전기사업법이나 송·배전용 전기설비 이용규정 등 관련 규정을 개정할 필요가 있음



<그림 7-48> 건물의 무단전 시스템 구상

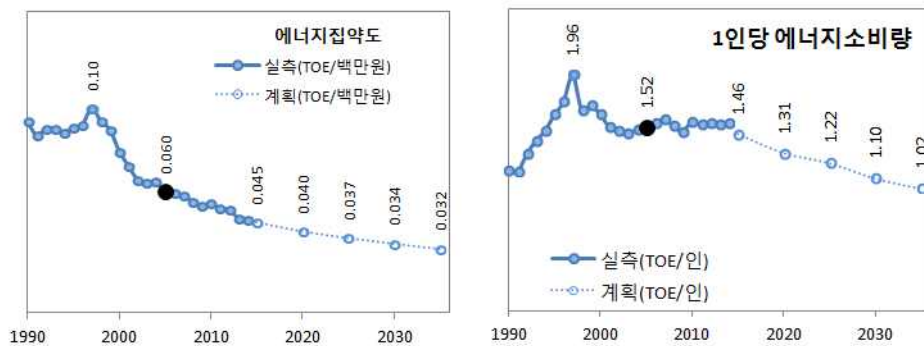
## 아. 주요 에너지관련 지표 요약

### (1) 1인당 에너지소비

- 앞서 제시한 모든 개별사업들의 목표를 달성할 경우 서울시의 1인당 연간 에너지소비는 2020년에는 1.38TOE, 2035년에는 1.21TOE가 될 것으로 전망됨
- 이는 각각 2005년에 비해 9.2%와 20.4%가 줄어든 수치임

### (2) 에너지원단위

- 앞서 제시한 모든 개별사업들의 목표를 달성할 경우 서울시의 에너지원단위는 2005년에 비해 2020년에는 43%, 2035년에는 63% 향상될 것으로 전망됨

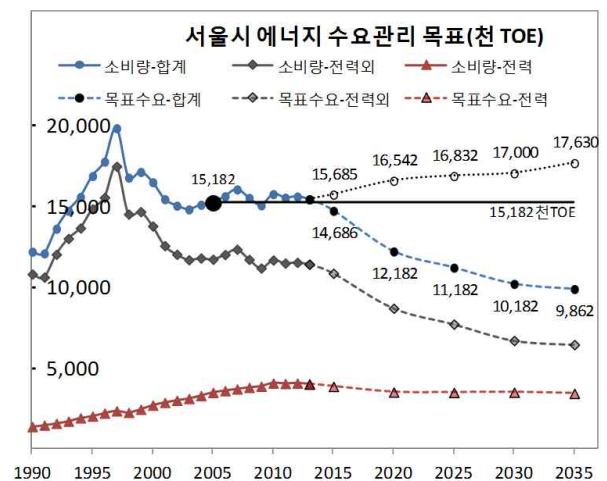


<그림 7-49> 서울시 에너지집약도 및 1인당 에너지소비량 전망

### (3) 에너지수요 관리

#### □ 서울시 에너지 수요관리 목표

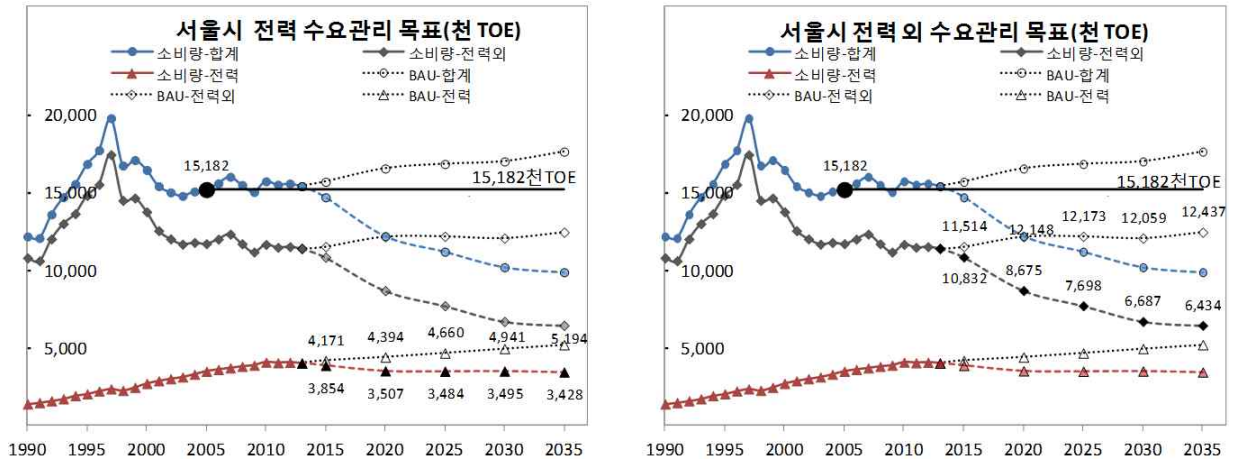
- 2005년 최종에너지 소비량 대비 에너지수요 절감율은 2020년 20%, 2035년 35%
- 계획대로 에너지 수요관리가 이루어지면 2005년 최종에너지 소비량 대비 2020년에 300만 TOE, 2035년에 약530만 TOE 절감
- BAU대비 에너지수요 절감율은 2020년 26%, 2035년 44%
- 계획대로 에너지 수요관리가 이루어지면 2005



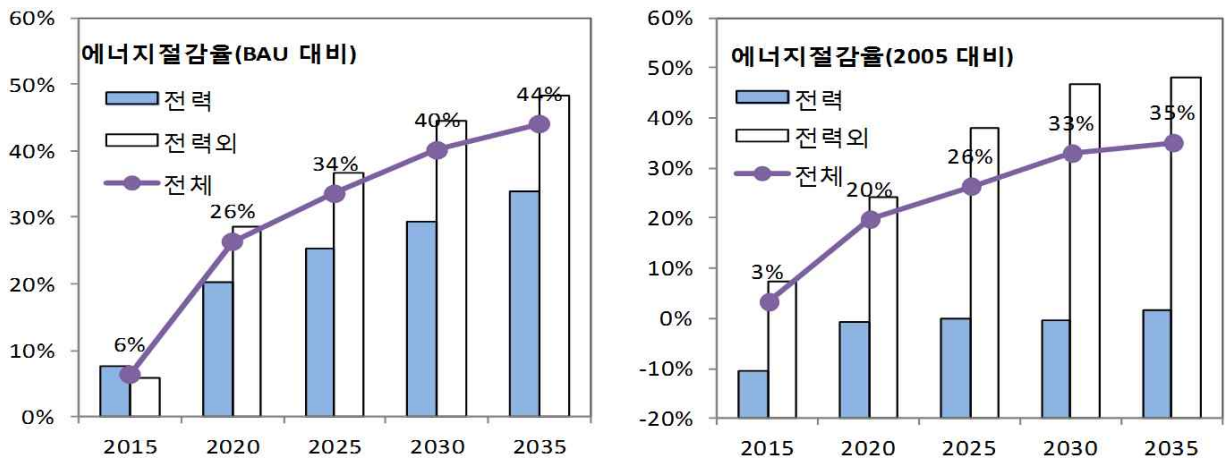
<그림 7-50> 수요관리 목표

년 대비 전력 절감율은 2020년에 20%, 2035년에 34%

- 2005년 대비 전력 외의 에너지 절감율은 2020년에 29%, 2035년에 48%



<그림 7-51> 전력 및 전력 외 에너지 수요관리 목표



<그림 7-52> 에너지 절감률 목표

#### (4) 신·재생에너지 이용률<sup>130)</sup>

□ 앞서 제시한 모든 개별사업들의 목표를 달성할 경우 서울시의 신·재생에너지 이용률은 2020년에는 10%, 2035년에는 16%가 될 것으로 전망됨(분산전원 포함)

- 최종에너지소비량 대비 신·재생에너지 이용률 산정 시 미활용에너지 및 분산전원의 전력생산량을 포함

130) 본 계획에서 신·재생에너지 이용률은 최종에너지 소비량 대비 신·재생에너지 생산량으로 정의함. 다만 신·재생에너지 생산량은 '지역에너지통계연보'에 수록된 통계를 기반으로 함. 지역에너지통계연보에 수록된 신·재생에너지생산량은 1차에너지로 환산한 양임

- 분산형전원과 미활용에너지를 제외하면 서울시의 신·재생에너지 이용률은 2020년에는 7.6%, 2035년에는 12.6%가 될 것으로 전망됨

## (5) 서울시 자체 전력 생산

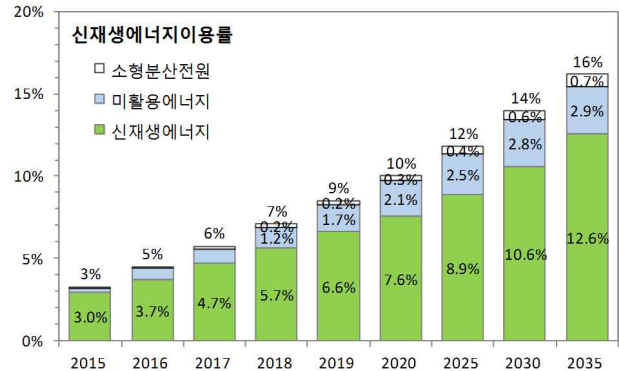
□ 앞서 제시한 모든 개별사업들의 목표를 달성할 경우 서울시의 전력생산량은 2020년과 2035년에 각각 8,155GWh, 13,958GWh가 될 것으로 전망됨

○ 발전원별로는 2020년 이전까지는 서울화력의 구성비가 높지만 점차 집단에너지와 신·재생에너지의 발전량 구성비가 높아짐<sup>131)</sup>

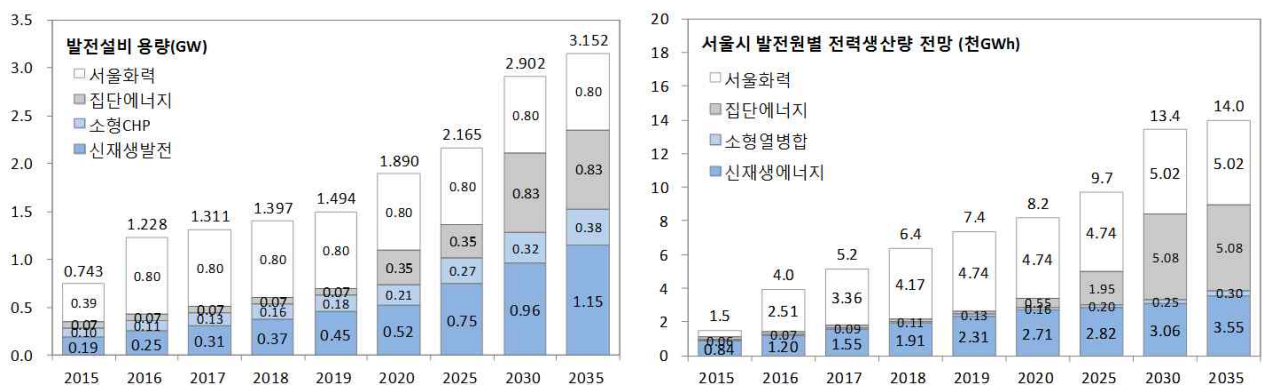
- 2020년의 발전량 구성비는 신·재생에너지 35%, 집단에너지 7%, 서울화력 58%로 전망됨
- 2035년의 발전량 구성비는 신·재생에너지 28%, 집단에너지 36%, 서울화력 36%로 집단에너지의 기여도가 증가하고 신재생에너지와 서울화력의 기여도가 감소

□ 2035년 서울시 총 전력생산량의 28%는 신·재생에너지 발전량

- 서울시 총 전력생산에서 신재생에너지가 차지하는 비중은 2020년에 약 35%, 2035년에는 28%가 될 것으로 전망됨
- 2035년에 서울시 전력소비량의 10%를 신재생에너지로 공급
  - 서울시 총 전력소비에서 대비 신·재생에너지 발전량의 비율은 지속적으로 증가하여 2020년에는 7%, 2035년에는 10%가 될 것으로 전망됨

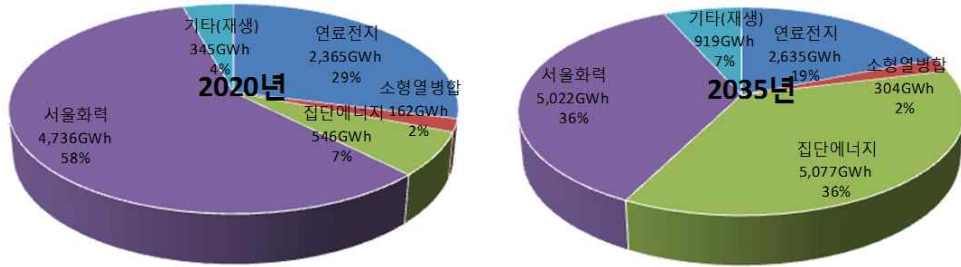


<그림 7-53> 서울시 신·재생에너지 이용률 전망

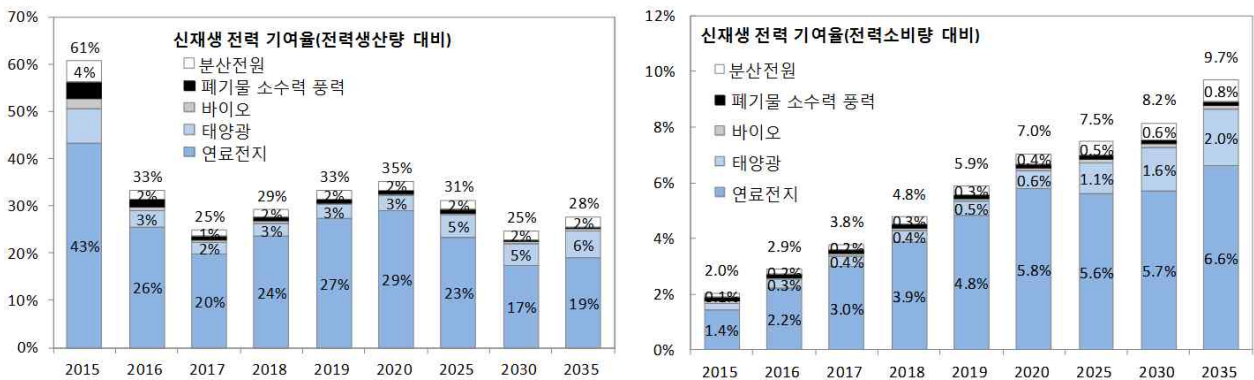


<그림 7-54> 발전설비용량과 전력생산량 전망

131) 집단에너지의 경우 마곡지구 등 대규모 사업과 관련되어 있기 때문에 특정년도에 급격히 높아질 수 있음



<그림 7-55> 2020년과 2035년의 발전원별 구성비



<그림 7-56> 전력생산량 및 소비량에 대한 신·재생에너지 기여율

<표 7-22> 서울시 전력 생산 전망

(단위:GWh)

구 분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
신재생에너지발전량	841	1,195	1,547	1,906	2,312	2,711	2,824	3,062	3,555
분산형전원발전량	65	72	89	112	133	162	203	251	304
집단에너지발전량	177	177	177	177	177	546	1,946	5,077	5,077
서울화력 발전량	412	2,510	3,363	4,168	4,736	4,736	4,736	5,022	5,022
발전량 합계	1,495	3,955	5,175	6,363	7,358	8,155	9,710	13,413	13,958
목표 소비량	44,812	44,003	43,171	42,298	41,538	40,777	40,510	40,645	39,861
전망치(BAU)	48,495	48,931	49,481	50,050	50,635	51,090	54,184	57,454	60,390

## (6) 전력자립률

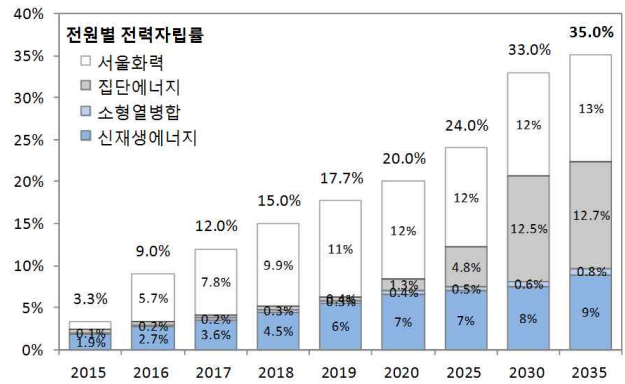
□ 앞서 제시한 모든 개별사업들의 목표를 달성할 경우 서울시의 전력자립률은 2020년에는 20%, 2035년에는 35%가 될 것으로 전망됨

○ 자립률 산정 시 가스복합화력발전소의 설비이용률은 에너지 67.5% 적용

○ 집단에너지를 제외한 분산형 발전원의 경우 건물용 열병합발전설비의 이용률은 50% 적용. 아

파트 등의 열병합발전설비 이용률 중간값은 43%이나, 건물용의 경우 수요자원거래시장(DR) 참여가능성, 주택용은 누진요금체계 등을 고려하여 이용률이 50%까지 증가할 것으로 기대

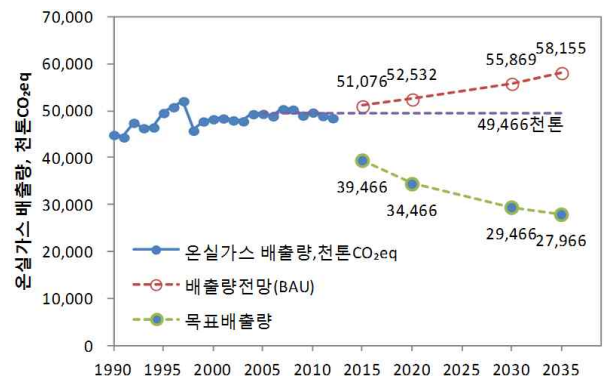
- 주택용 스팀링엔진 보일러는 에코마일리지 회원의 월간 전기소비량과 가스소비량을 모두 고려하여 월별 가동률을 설정하였으며, 보급대상가구의 전기 및 가스소비량은 에코마일리지 회원의 150% 수준으로 설정. 이용률은 34% 적용



<그림 7-57> 신·재생에너지의 전력자립률 기여도

## (7) 온실가스 배출량

- 앞에서 제시한 에너지수요관리 및 공급 목표를 모두 달성할 경우 서울시의 에너지부문 온실가스 배출량은 지속적으로 감소할 것으로 전망됨
- 2005년 배출량 대비 2020년과 2035년의 온실가스 배출량은 각각 20%와 40% 감소할 것으로 전망됨



<그림 7-58> 서울시 온실가스 관리 목표

<표 7-23> 서울시 온실가스 배출량 목표

(단위:천톤CO<sub>2</sub>eq)

구 분	2005년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
에너지	44,504	43,019	41,615	40,713	37,809	36,905	36,002	31,484	26,542	24,695
가정	14,736	12,768	12,168	11,777	10,630	10,267	9,885	8,232	6,535	5,940
상업	14,951	17,376	16,915	16,715	15,395	15,165	14,884	13,566	11,684	11,435
공공	1,577	1,926	1,887	1,876	1,738	1,721	1,698	1,583	1,389	1,381
수송	10,673	9,155	8,850	8,548	8,248	7,952	7,734	6,294	5,117	4,116
산업	2,567	1,794	1,795	1,797	1,798	1,800	1,801	1,809	1,816	1,824
비에너지	4,963	3,947	3,851	3,753	3,657	3,561	3,464	2,982	2,924	3,271
총배출량	49,466	46,966	45,466	44,466	41,466	40,466	39,466	34,466	29,466	27,966
BAU 대비 감축량	-	4,111	5,902	7,191	10,483	11,775	13,065	19,523	26,403	30,189
감축률	-	0%	4%	7%	14%	17%	20%	32%	44%	49%
2005 대비 감축량	-	2,500	4,000	5,000	8,000	9,000	10,000	15,000	20,000	21,500
감축률	-	5%	8%	10%	16%	18%	20%	30%	40%	43%

주: 온실가스 감축 목표는 '서울의 약속'에 제시된 목표치를 적용

## (8) 서울시 중장기 에너지공급 사업계획 총괄

<표 7-24> 신·재생에너지 및 미활용에너지 중장기 보급 사업 총괄

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
폐기물 에너지	발전용량, MW	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
	연간발전량, GWh	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3
	1차에너지생산량, 천TOE	178	178	178	178	178	178	178	178	178
	최종에너지생산량, 천TOE	171	171	171	171	171	171	171	171	171
태양광미니발전소 (3kW급)	누적 보급가구수	3,422	3,502	3,582	3,662	3,742	3,822	4,900	6,600	9,500
	발전용량, MW	11.8	12.0	12.3	12.5	12.8	13.0	16.2	21.3	30.0
	연간발전량, GWh	15.1	15.4	15.7	16.0	16.3	16.6	20.7	27.3	38.4
	1차에너지생산량, 천TOE	3.5	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	4.8	6.3	8.8
	최종에너지생산량, 천TOE	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.8	2.3	3.3
태양광미니발전소 (250kW급)	누적 보급가구수	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	10,500	14,700	20,000
	발전용량, MW	0.750	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.63	3.68	5.00
	연간발전량, GWh	0.958	1.28	1.60	1.92	2.24	2.56	3.35	4.69	6.39
	1차에너지생산량, 천TOE	0.220	0.294	0.367	0.441	0.514	0.588	0.771	1.080	1.469
	최종에너지생산량, 천TOE	0.082	0.110	0.137	0.165	0.192	0.220	0.288	0.404	0.549
학교, 공공, 민간태양광 발전설비 설치	발전용량, MW	47.4	59.7	72.0	84	104	124	199	274	330
	연간발전량, GWh	60.6	76.3	92.0	107	133	158	254	350	422
	1차에너지생산량, 천TOE	12.8	16.1	19.4	23	28	33	54	74	89
	최종에너지생산량, 천TOE	5.21	6.56	7.91	9.21	11.4	13.6	21.9	30.1	36.3
햇빛발전시민펀드	발전용량, MW	8.0	12.0	16.0	20.0	24.0	28.0	43.0	58.0	70.0
	연간발전량, GWh	10.2	15.3	20.4	25.6	30.7	35.8	54.9	74.1	89.4
	1차에너지생산량, 천TOE	2.16	3.23	4.31	5.39	6.47	7.55	11.6	15.6	18.9
	최종에너지생산량, 천TOE	0.879	1.32	1.76	2.20	2.64	3.08	4.72	6.37	7.69
태양광랜드마크조성 (125kW급)	발전용량, MW	0.500	0.750	1.00	1.25	1.50	1.75	2.38	3.13	4.13
	연간발전량, GWh	0.575	0.862	1.15	1.44	1.72	2.01	2.73	3.59	4.74
	1차에너지생산량, 천TOE	0.121	0.182	0.243	0.303	0.364	0.425	0.576	0.758	1.00
	최종에너지생산량, 천TOE	0.049	0.074	0.099	0.124	0.148	0.173	0.235	0.309	0.408
타지역과 협력하는 신재생에너지 개발	발전용량, MW	0.100	0.200	0.300	0.500	0.700	1.00	2.20	3.50	5.00
	연간발전량, GWh	0.128	0.256	0.383	0.639	0.894	1.28	2.81	4.47	6.39
	1차에너지생산량, 천TOE	0.027	0.054	0.081	0.135	0.189	0.270	0.593	0.943	1.35
	최종에너지생산량, 천TOE	0.011	0.022	0.033	0.055	0.077	0.110	0.242	0.385	0.549
연료전지발전	발전용량, MW	80	120	160	200	246	291	351	401	451
	연간발전량, GWh	631	946	1,261	1,577	1,937	2,297	2,155	2,145	2,412
	1차에너지생산량, 천TOE	157	236	314	393	483	572	539	525	590
	최종에너지생산량, 천TOE	78	117	157	196	240	285	270	257	289
신·재생에너지 융·복합사업	발전용량, MW	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0	10.0	15.0	20.0
	연간발전량, GWh	8	16	24	32	39	39	79	118	158
	1차에너지생산량, 천TOE	1.96	3.93	5.89	7.86	9.8	9.8	19.6	29.5	39.3
	최종에너지생산량, 천TOE	0.98	1.96	2.94	3.91	4.89	4.89	9.79	14.7	19.6
신축대형건물 태양에너지	발전용량, MW	16.0	18.7	21.5	24.4	27.3	30.3	85.2	140	195
	연간발전량, GWh	20.4	23.8	27.4	31.2	34.9	38.7	109	179	249
	1차에너지생산량, 천TOE	4.37	5.09	5.86	6.66	7.46	8.26	23.1	37.9	52.8
	최종에너지생산량, 천TOE	1.81	2.12	2.43	2.76	3.10	3.43	9.5	15.6	21.7
신축대형건물 연료전지	발전용량, MW	1.11	1.39	1.69	2.00	2.31	2.63	4.19	5.75	7.32
	연간발전량, GWh	8.71	10.952	13.301	15.767	18.234	20.700	33.033	45.365	57.697
	1차에너지생산량, 천TOE	2.17	2.73	3.31	3.93	4.54	5.16	8.23	11.3	14.4
	최종에너지생산량, 천TOE	1.08	1.36	1.65	1.96	2.26	2.57	4.10	5.63	7.16
신축대형건물-지열	1차에너지생산량, 천TOE	31.4	36.6	42.0	47.7	53.4	59.1	103	148	192
소수력발전	발전용량, MW	0.79	3.10	3.35	3.60	3.61	3.71	3.94	4.31	4.58
	연간발전량, GWh	2.36	5.84	6.22	6.60	6.61	6.76	7.11	7.76	8.25
	1차에너지생산량, 천TOE	0.50	1.23	1.31	1.40	1.40	1.43	1.50	1.64	1.74
	최종에너지생산량, 천TOE	0.20	0.50	0.54	0.57	0.57	0.58	0.61	0.67	0.71
바이오에너지-목재펠릿	1차에너지생산량, 천TOE	0.178	0.242	0.306	0.370	0.435	0.499	0.821	1.14	1.46

<표 7-25> 신·재생에너지 및 미활용에너지 증장기 보급 사업 총괄(계속)

구분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
바이오에너지 소화가스	발전용량, MW	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	17.0	17.0	17.0
	연간발전량, GWh	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	44.8	44.8	44.8
	1차에너지생산량, 천TOE	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	35.7	39.2	39.2	39.2
	최종에너지생산량, 천TOE	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	33.6	33.6	33.6
바이오에너지 매립가스	1차에너지생산량, 천TOE	9.48	9.38	9.29	9.20	9.11	9.01	8.57	8.15	7.75
	최종에너지생산량, 천TOE	9.48	9.38	9.29	9.20	9.11	9.01	8.57	8.15	7.75
SOFC시범보급	발전용량, MW	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	연간발전량, GWh	-	-	-	7.88	7.88	7.88	7.88	7.88	7.88
	1차에너지생산량, 천TOE	-	-	-	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
	최종에너지생산량, 천TOE	-	-	-	0.878	0.878	0.878	0.878	0.878	0.878
지원회수시설폐열회수	1차에너지생산량, 천TOE	2.00	8.00	18.0	24.0	30.0	36.0	56.0	64.0	64.0
지하수열이용	1차에너지생산량, 천TOE	0.300	0.500	0.700	1.00	1.10	1.20	2.20	3.20	4.20
외곽지역잉여발전열	1차에너지생산량, 천TOE	7.80	50.3	60.7	81.2	117	152	152	152	152
하수열이용	1차에너지생산량, 천TOE	20.0	35.0	35.0	50.0	57.5	65.0	65.0	65.0	65.0
집단에너지 SH공사	발전용량, MW	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	540	540
	연간발전량, GWh	177	177	177	177	177	175	259	3,390	3,390
	1차에너지생산량, 천TOE	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.1	96.8	925	925
	최종에너지생산량, 천TOE	57.4	57.4	57.4	57.4	57.4	57.2	64.4	501	501
집단에너지사업 마곡지구	발전용량, MW	-	-	-	-	-	285	285	285	285
	연간발전량, GWh	-	-	-	-	-	371	1,687	1,687	1,687
	1차에너지생산량, 천TOE	-	-	-	-	-	120	439	439	439
	최종에너지생산량, 천TOE	-	-	-	-	-	73.5	228	228	228
분산전원 소형열병합발전	발전용량, MW	100	110	130	150	170	204	254	304	354
	연간발전량, GWh	65	71	84	97	110	132	165	197	229
	1차에너지생산량, 천TOE	14.9	16.4	19.4	22.4	25.3	30.4	37.9	45.3	52.8
	최종에너지생산량, 천TOE	5.57	6.13	7.25	8.36	9.48	11.37	14.16	16.95	19.74
분산전원 주택용발전보일러	발전용량, MW	0.05	0.35	1.50	5.00	7.50	10.0	13.0	18.0	25.0
	연간발전량, GWh	0.149	1.04	4.47	14.9	22.3	29.8	38.7	53.6	74.5
	1차에너지생산량, 천TOE	0.034	0.24	1.03	3.43	5.14	6.85	8.91	12.3	17.1
	최종에너지생산량, 천TOE	0.013	0.090	0.384	1.25	1.92	2.56	3.33	4.61	6.40
신재생에너지	발전용량, MW	187	251	312	374	449	523	745	955	1,148
	연간발전량, GWh	841	1,195	1,547	1,906	2,312	2,711	2,824	3,062	3,555
	1차에너지생산량, 천TOE	439	532	624	718	823	927	995	1,079	1,239
	최종에너지생산량, 천TOE	334	382	430	479	534	588	641	696	793
미활용에너지	1차에너지생산량, 천TOE	30.1	93.8	114	156	205	254	275	284	285
분산형발전	발전용량, MW	100	110	132	155	178	214	267	322	379
	연간발전량, GWh	65.0	72.3	88.7	112.1	132.5	162.0	203.4	250.7	303.9
	1차에너지생산량, 천TOE	14.9	16.6	20.4	25.8	30.5	37.3	46.8	57.7	69.9
	최종에너지생산량, 천TOE	5.59	6.22	7.63	9.64	11.4	13.9	17.5	21.6	26.1
집단에너지	발전용량, MW	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	352	352	825	825
	연간발전량, GWh	177	177	177	177	177	546	1,946	5,077	5,077
	1차에너지생산량, 천TOE	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	199	536	1,364	1,364
	최종에너지생산량, 천TOE	57.4	57.4	57.4	57.4	57.4	131	293	729	729
서울화력	발전용량, MW	388	800	800	800	800	800	800	800	800
	연간발전량, GWh	412	2,510	3,363	4,168	4,736	4,736	4,736	5,022	5,022
	1차에너지생산량, 천TOE	144	646	943	1,113	1,233	1,233	1,233	1,293	1,293
	최종에너지생산량, 천TOE	92.0	333	523	592	641	641	640.7	665	665
전체	발전용량, MW	742.6	1,228	1,311	1,397	1,494	1,890	2,165	2,902	3,152
	연간발전량, GWh	1,495	3,955	5,175	6,343	7,358	8,155	9,710	13,413	13,958
	1차에너지생산량, 천TOE	707	1,369	1,781	2,092	2,371	2,650	3,086	4,078	4,251
	최종에너지생산량, 천TOE	519	872	1,132	1,294	1,448	1,627	1,867	2,396	2,499

---

## 8. 에너지 복지

가. 에너지 빈곤의 원인

나. 우리나라 에너지 복지제도 현황

다. 선진국의 에너지 복지정책 사례

라. 에너지 복지제도 개선방안

---



## 8. 에너지 복지

### 가. 에너지 빈곤의 원인

#### (1) 에너지 빈곤의 개념

##### □ 에너지 빈곤 개념

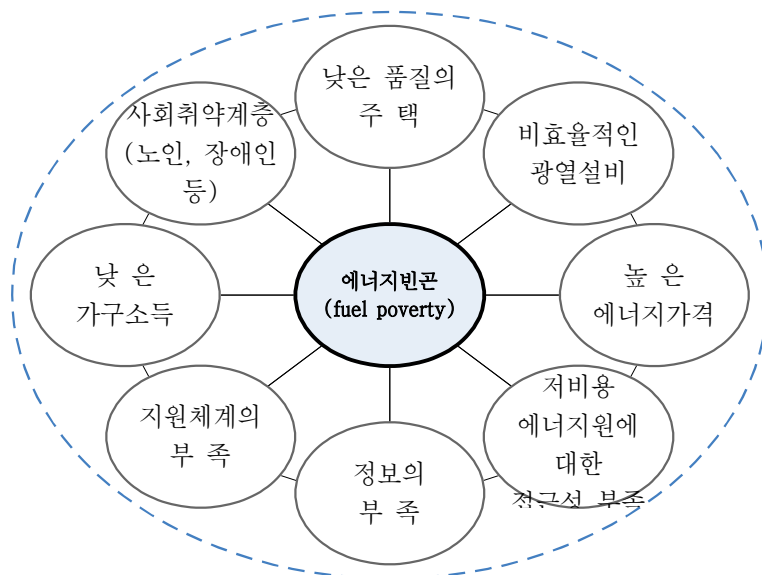
- 많은 선진국에서 적정 실내온도를 유지하기 위해 가구소득의 10% 이상을 난방비로 지출하는 가구를 정의하고 있음
  - 세계보건기구는 적정 난방온도를 거실 21℃, 거실 이외의 방 18℃로 설정하고 있음
- 생필품 구입비와 광열비 간 균형을 이루어야하기 때문에 에너지빈곤 개념은 가구가 실제로 소비한 에너지보다 얼마나 더 많은 에너지가 필요한가에 초점을 두어야 함
  - 영국은 「2001 에너지빈곤전략(Fuel Poverty Strategy)」에서 거실 온도 21℃, 거실 이외 방 온도 18℃를 유지하기 위하여 가구소득의 10% 이상을 난방비로 사용하는 가구를 정의한 바 있음
  - 미국은 에너지부담(energy burden) 비율(연간 에너지비용 ÷ 연간 가구소득 × 100)이 10.9% 이상인 경우에 정책적 지원을 하고 있음
  - 우리나라는 일반적으로 ‘가구소득의 10% 이상을 난방, 취사, 조명 등과 같은 광열비로 지출하는 가구’로 정의하고 있음

##### □ 에너지 빈곤의 해소 필요성

- 냉·난방 부족으로 인해 거주자의 건강에 악영향을 주며, 광열비 비중의 증가는 다른 지출항목의 감소를 유발함
- 특히 가구원 중 노인, 어린이, 장애인, 만성질환자 등이 있는 가구는 에너지빈곤에 상당히 취약함
- 겨울철에 춥고 습한 주거환경은 호흡기질환과 심장질환에 악영향을 끼치고, 천식을 유발하는 곰팡이와 진드기 번식을 촉진시킴. 이에 따라 가구 및 사회 전체적인 의료비가 증가함

## (2)에너지 빈곤의 원인

□ 낮은 소득, 사회취약계층, 낮은 품질의 주택 등은 가계의 에너지 비용 부담을 높이는 직접적 원인이 되며, 이는 그림과 같은 기타 원인들과 맞물려 에너지 빈곤이 심화 확대됨



<그림 8-1> 에너지 빈곤의 원인

□ 에너지빈곤은 건강을 유지하거나 쾌적성을 성취하는데 필요한 적절한 수준의 냉·난방 확보를 불가능하게 하며 이는 계절적 사망, 만성질환, 온실가스 배출 등을 유발함

- 에너지 빈곤에 처한 가구 중 상당수는 선택적 소비를 할 수 없을 정도의 낮은 소득수준임
  - 만성적인 감기, 기관지염, 심장질환 등과 같은 질병에 시달리고, 이미 앓고 있는 질병이 더욱 악화되는 경향이 있음
  - 오래 집에 머무를 수밖에 없는 장애인, 만성질환자, 노인 등이 있는 가구는 에너지빈곤에 더욱 취약함
  - 뿐만 아니라 에너지빈곤은 주거비 이외의 다른 재화와 서비스를 구매할 수 있는 가처분소득의 감소, 건강문제로 인한 결석·결근, 가구원들이 난방이 되는 공간에만 거주하게 됨으로 인한 과밀(overcrowding) 등과 같은 간접적인 영향을 야기함

## 나. 우리나라 에너지 복지제도 현황

### (1) 중앙정부에 의한 지원

#### □ 법률에 의한 지원제도

- 「국민 기초 생활보장법」의 생계 급여 중에 광열비가 포함되어 있음
  - 2014년 4인 가구 기준으로 전기요금 3.3만 원, 난방 취사비 6.9만 원
  - 전체 인구 기준 수급율은 2.6%로 2013년 기준 81.1만 가구에 해당
- 「긴급복지지원법」에 따라 에너지 공기업 등이 위기상황 시 연료를 현물로 지원할 것을 규정함
  - 긴급복지 지원법 시행령에 따르면 연료비는 월 85,800원, 전기요금은 월 500,000원 한도 내에서 지원받을 수 있음

#### □ 에너지공기업 등에 의한 지원

##### ○ 한국전력공사

- 전기요금 할인제도 : 장애인·상이유공자·독립유공자·기초생활보장 수급자를 대상으로 8,000원 한도, 차상위계층 2,000원 한도, 3자녀 이상 가구 1.2만 원 한도에서 지원
- 301kWh/월 사용 시 1단계 낮은 요율로 누진경감 하며, 5인 이상 대가족 기준 1.2만 원 한도로 지원
- 전류제한기 부설제도 : 3개월 이상 전기요금을 체납할 경우 전류제한기(660W)를 부설하여 생활에 필요한 최소한의 전기 공급
- 혹서기·혹한기 전류제한기 부설 유예제도 : 혹서기(7월~9월), 혹한기(12월~2월)에는 전기요금을 체납하더라도 전류제한기를 부설하지 않고 정상적으로 전기 공급
- 저소득층 고효율 조명기기 무상교체 지원 : 기초생활보장 수급자 가운데 일반 수급가구에 대해 고효율 조명기기로 무상교체

##### ○ 한국가스공사

- 사회적 배려 대상자가 사용하는 주택용 도시가스에 대해 가스요금 할인 : 기초생활보장 수급자는 2.84원/MJ<sup>132)</sup>, 차상위계층은 0.98원/MJ 각각 할인
- 사회취약계층에 대한 동절기 공급중단 유예 : 기초생활보장 수급자와 차상위계층에 대한 동절기 가스요금 연체 시 공급중단 유예

##### ○ 한국광해관리공단

- 저소득층 연탄보조사업 : 연탄을 사용하는 저소득층가구(8.3만가구)에게 연탄가격 인상의 차액분을 쿠폰으로 지급하는 방식으로 2014년도 141억 원이 지원되어 가구당 16.9만 원(연탄 340장 상당)의 혜택을 받음

132) Mega Joule : 에너지 또는 일의 양을 나타내는 단위

○ 한국지역난방공사

- 영구임대·50년 공공임대·국민임대 거주자에 대한 기본요금 전액 감면
- 장애인(1급~3급), 기초생활보장 수급자, 국가유공자(상이 1급~3급), 독립유공자, 5·18 민주유공자(상이 1급~3급), 3자녀가구, 차상위계층에 대한 기본요금 감면

○ 한국에너지재단

- 주택에너지 효율개선사업 : 에너지 및 자원사업 특별회계에 의한 저소득층 주택에너지 효율개선사업 시행으로 2014년 기준 가구당 150만 원 한도에서 총 672억 원이 지원됨
  - 시공지원 : 단열공사, 창호공사, 바닥공사
  - 물품지원 : 보일러, 냉장고
  - 정유회사 기부금을 이용한 농촌지역 주택의 방 1칸 에너지효율 개선사업
- 저소득층 에너지지원사업 : 정유회사 기부금 및 복권기금을 이용한 저소득층 난방연료 지원사업으로 대한LPG협회 기부금에 LPG 지원사업 및 한국전력공사 기부금에 의한 저소득층 전기요금 지원사업으로 이루어짐
- 저소득층 난방연료 긴급지원사업 : 혹한기(11월~3월)에 긴급 연료지원이 필요한 저소득 취약가구에 대해 난방연료(난방유, 프로판가스) 현물 지원
- 전기 제한공급가구의 미납 전기요금 지원사업 : 미납된 전기요금을 20만 원 한도 내에서 대납
- 2011년 냉장고교체 지원사업 : 복권기금의 지원을 받아 LG전자가 개발한 소형 1등급 절전형 냉장고를 저소득층 3,052가구에 보급
  - LG전자가 전력저감실적을 자발적 국제탄소표준협회에 등록하여 프랑스의 'CDCClimate'에서 10년 간 매년 848CO<sub>2</sub>ton의 탄소배출권을 획득

□ 에너지바우처 제도

- 정부는 2014년 2차 에너지 기본계획을 마련하여 6대 중점과제를 발표하였으며 그 가운데 '국민과 함께하는 에너지정책 추진'에서 취약계층에 대한 배려를 위해 2015년부터 저소득층 가구(약 140만)에 대해 에너지바우처를 지원하는 등 복지 사각지대 해소를 천명함. 주요 내용은 아래와 같음<sup>133)</sup>
- 120만 가구인 에너지 빈곤층을 2016년까지 해소하고 2030년까지 차상위계층의 에너지비용 절감을 위한 2단계 계획 추진
- 이를 위해 에너지바우처, 에너지효율 향상사업, 에너지복지 인프라 확충의 3대 사업을 중심으로 에너지 복지정책 추진

133) 산업통상자원부, 2014. 제2차 에너지 기본계획

<표 8-1> 제2차 에너지 기본계획의 에너지복지 목표

구 분	2014년	2015년	2016년	2017년
에너지 빈곤층 (단위 : 만 가구)	85	50	40	40
효율향상 지원 (단위 : 만 가구, 누계)	34	41	48	55
복지예산 확대 (단위 : 억 원)	1,361	3,382	3,450	3,520

자료 : 산업통상자원부, 2014. 제2차 에너지 기본계획

○ 에너지바우처 제도 주요 내용

- 2015년 동절기부터 전기·가스·등유·연탄 등 에너지를 구입할 수 있는 전자 바우처 발급
- 중위소득의 40% 이하, 일정 재산액 기준 이하의 사회취약계층 98만 가구, 공공임대주택 거주자는 제외하며 4인 가구 기준으로 150만 원 내외 지원
  - 주거용 재산 및 비주거용 재산을 감안하여 결정
- 가구원수·사용에너지·주택유형에 따라 차등지원, 동절기 3개월 간 평균 10만 원 지원 검토 최소 5만 4,000원에서 최대 16만 5,000원까지 지원

<표 8-2> 에너지 바우처 예정(안)

(단위: 원)

가구원수	지원형태	월별 지원금액	지원금액(3개월)
1인	LNG	18,000	54,000
	비LNG 아파트	23,000	69,000
	비LNG 비아파트	27,000	81,000
2인	LNG	26,000	78,000
	비LNG 아파트	27,000	81,000
	비LNG 비아파트	33,000	99,000
3인	LNG	30,000	90,000
	비LNG 아파트	31,000	93,000
	비LNG 비아파트	39,000	117,000
4인	LNG	33,000	99,000
	비LNG 아파트	35,000	105,000
	비LNG 비아파트	46,000	138,000
5인 이상	LNG	35,000	105,000
	비LNG 아파트	40,000	120,000
	비LNG 비아파트	55,000	165,000

자료: 산업통상자원부 내부자료, 2014. 에너지바우처 제도의 주요내용

## (2) 서울시에 의한 지원

### 1) 기존 사업

□ 서울시는 에너지 취약계층을 대상으로 희망의 집수리, 희망온돌, 사랑의 배터리, 연탄보급 사업 등을 진행해 오고 있으며 각 사업을 살펴보면 아래와 같음

#### □ 희망의 집수리사업

- 서울시는 2009년부터 기초생활수급자, 차상위계층, 차차상위계층(자가, 세입자 포함)을 대상으로 ‘희망의 집수리사업’을 진행하고 있음
- ‘희망의 집수리사업’은 서울시 저소득 소외계층의 집을 본인 부담 없이 시의 자체예산과 민간 기부금으로 주거환경 개선에 필요한 설비교체 및 단열관련 보조금을 지원하는 사업임
  - 초기 사업 진행 시 서울시가 주도하는 공공주도형으로 사업이 이루어졌으나 2012년부터 시민단체를 사업수행기관으로 하는 민간참여형 방식이 함께 채택됨
- 공공주도형과 민간참여형 각각의 사업내용은 다음 표와 같음
  - 공공주도형의 경우 저소득가구의 도배, 장판, 싱크대 교체 등에 가구당 100만 원 이내의 비용을 지원하며, 민간참여형의 경우 노후주택의 단열, 창호교체 등 효율 개선 사업에 민간부분의 지원금을 포함하여 가구당 300만 원 이내의 비용을 지원함

<표 8-3> 희망의 집수리 사업유형

구 분	공공주도형	민간참여형
사업방식	권역별 서울형 사회적기업을 통한 집수리 실시	협약기관(비영리민간단체)을 중심, 민간기업의 후원 및 자원봉사를 통한 집수리 실시
집수리 범위	일반지역 내 저소득가구의 도배, 장판, 싱크대 교체 등 실시	노후주택 밀집지역 내 주택의 단열, 창호교체 등 주택에너지 효율개선 중심
계획/예산	800가구(8억)	400가구(4억)
가구당 공사 금액	100만원 이내 (전액 시비지원)	300만원 이내 (시지원은 100만원이내)

자료: 서울시 보도자료(2013.4.8.)

- 사업이 시행된 2009년부터 2013년까지 총 9,166가구가 지원을 받음
  - 이 중 2012년부터 도입한 민간참여형을 통해 2년간 346가구가 집수리 혜택을 받았으며 공공주도형으로는 2,291가구가 혜택을 받음<sup>134)</sup>((표 참조)

<표 8-4> 희망의 집수리 사업실적

구 분		2012년	2013년	합 계
사업유형	공공주도형	1,057	1,234	2,291
	민간참여형	240	106	346

자료: 서울시 보도자료(2014.3.25.)

134) 서울시 보도자료. 2014.3.25. 올 한해 저소득층 1,060가구 희망의 집수리

## □ 희망온돌 사업

- 서울시 사회복지협의회와 사회복지공동기금이 공동으로 민간지원사업의 형태로 취약계층(기초생활수급자, 차상위계층, 위기가정)을 대상으로 생계비, 의료비, 난방비, 주거비를 지원해 주는 사업임
- 위기긴급 기금지원, 나눔이웃, 희망마차, 행복한 방만들기 사업 등을 통해 각종 보온용품 및 단열, 난방기기 점검 등의 지원이 이루어지고 있음

<표 8-5> 세부사업별 내용 및 실적

사업명	사업내용	지원실적 (2013년 기준)
위기긴급 기금지원	위기에 처하거나 처할 위험이 있는 취약계층 시민 또는 가구에 생계비, 주거비 등 가구당 연 90만원 이하 지원	4,812가구 (1,604,566천 원)
나눔이웃	지역내 어려운 이웃을 돌보는 따뜻한 돌봄 공동체로 민간공모사업 방식	12,371명 (614백만 원)
행복한 방만들기	저소득, 침수피해 가정을 대상으로 도배, 장판교체, 세탁 등 지원	19,837가구 (200백만 원)
희망마차	민간기부자원(식료품, 보온용품, 도배)을 취약계층에 지원	302회 22,320세대 (562백만 원)
푸드뱅크 푸드마켓		1,646개소 (1,577백만 원)

주: 위기긴급 기금지원 사업실적은 2014년 기준임.

자료: 희망온돌 홈페이지(<http://ondol.welfare.seoul.kr>)

- 2015년 서울시는<sup>135)</sup> 희망온돌 따뜻한 겨울나기 사업 추진을 통해 가구 난방비 및 주거비를 지원하고 주거 사각지대를 발굴 지원할 예정임
- 최저생계비 200% 이하 가구에 월 30만 원(3개월 이내) 가구 난방비, 주거비 지원
- 희망마차를 통해 저소득층에 월동용품(내의 및 전기담요 등) 방문제공

## □ 연탄지원사업

- 서울시는 정부 보조금과 매칭하여 2007년부터 연탄사용 가구를 대상으로 쿠폰을 지급해 옴
- 쿠폰가격은 2007년 33,000원에서 시작하여 2010년 하반기 169,000원으로 증액한 이래 2013년까지 동일 금액이 지원되고 있음

<표 8-6> 서울시 연탄쿠폰 지원현황(2007~2013년)

서울시	2007년	2008년	2009년	2010년(상)	2010년(하)	2011년	2012년	2013년
지원현황(장)	559	959	755	1,751	791	1,900	1,621	2,000
쿠폰가격(원)	33,000	77,000	150,000	150,000	169,000	169,000	169,000	169,000

자료: 광해관리공단 내부자료, 2014. 연탄쿠폰지원 현황

135) 서울시, 2014. 서울시 겨울철 종합대책

## □ 사랑의 배터리사업<sup>136)</sup>

- 에너지 빈곤층가구에 충전 배터리(ESS), 전기장판 지원 및 단열공사 등을 실시하여 겨울철 에너지복지를 지원하는 사업임
  - 30가구에 약 5천만 원 규모의 배터리 및 전기장판 지원
  - 무허가 달동네 및 저소득층 주거지역의 에너지 빈곤층을 대상으로 단열공사 지원

## □ 기타 겨울철 종합대책

- 서울시는 해마다 겨울철 한파로 인한 인명상 피해를 줄이고자 겨울철 종합대책을 수립 시행 중임
  - 2014년 “모두가 따뜻한 겨울나기”를 목표로 기초생활수급자, 독거어르신, 장애인 등 저소득 취약계층을 위한 지원 실시
- 기초생활 수급자 및 저소득 보훈대상자에게 가구당 5만 원의 월동대책비를 지원하였으며 장애인생활시설에는 시설별 난방비를 지원
- 연료비 지원 및 사용요금 체납에 따른 난방공급 중단 유예, 동절기 연료비 경감 확대
  - 2,975가구에 연탄, LPG, 난방유를 지원하였으며, 총 265천 가구를 대상으로 소득수준에 따라 동절기 연료비를 경감 시켜줌

<표 8-7> 서울시 저소득 취약계층 현황(2014년 11월 기준)

기초생활수급자	독거 어르신	장애인	노숙인	쪽방 거주민	결식 아동
129,502	261,638	399,745	3,855	3,681	43,118

자료 : 서울시, 2014. 서울시 겨울철 종합대책

<표 8-8> 서울시 겨울철 취약계층 지원현황

구 분	지원대상	지원내용	소요예산
저소득 취약계층 월동대책비 지원	기초생활수급자	· 가구당 5만 원	63.8억 원
	저소득 보훈대상자	· 가구당 5만 원	2.5억 원
장애인생활시설 월동비 지원	생활시설 거주 장애인	· 김장비 : 1인당 7,000원 · 난방비 : 시설별(지역별) 차등지원	· 김장비 : 2.1억 원 · 난방비 : 42.2억 원
일시적 위기가구 긴급복지 지원	사망, 질병 등 위기에 처해 긴급지원이 필요한 가구	· 생계지원 : 월 1,081천 원 · 의료지원 : 300만 원 이내 · 주거지원 : 월 594천 원	110억 원

자료 : 서울시, 2014. 서울시 겨울철 종합대책

## 2) 계획 사업

- 서울시는 원전하나 줄이기 2기 사업을 추진하면서 ‘따뜻한 에너지 나눔 공동체’를 정책목표로 에너지 복지관련 신규 프로그램을 운영 및 추진 계획 중에 있음. 각 사업의 내용을 살펴보면

136)서울시, 2013. 사랑의 배터리 및 단열공사 시범지원 추진계획

## 다음과 같음

### □ 저소득층 주택에너지 효율화 사업

- 서울시는 2014년을 시작으로 노후 단독·다세대 주택 거주 저소득층을 대상으로 단열, 창호 교체 등을 내용으로 하는 주택에너지 효율 개선 사업을 진행할 예정임
  - 2015년까지 매년 100호 지원, 2035년까지 총 6,000호 지원
- 2015년 이후에는 시공 전후 저소득가구의 에너지 지출비용 점검 관리 서비스 실시 예정임

### □ 사회복지시설, 경로당 등 BRP 사업

- 2035년까지 사회복지시설 및 경로당 400개소 BRP 추진
  - 기존 사회복지시설 뿐 아니라 노후 경로당 까지 확대 지원
  - 2013년까지 44개소를 완료하고 2018년까지 91개소 지원 예정
  - ‘단열재, 단열창호, 고효율 보일러, LED 조명 등 교체

### □ 공공임대 주택 에너지 효율화 사업

- 노후 공공 임대주택의 시설개선 및 교체로 단열효율 개선과 에너지 절감 추진
  - 서울시 공공임대 주택 총 150,610호 가운데 15년 이상 가구 59,505호(39.5%) 대상
- 국비(50%) 및 지방비(50%)의 매칭사업비로 구성된 시설개선사업 임

### □ 에너지 취약계층 LED 무상교체 지원사업

- 저소득층을 대상으로 2018년까지 총 12만 가구의 LED를 무상교체할 계획임
  - 2035년까지 총 120,000백만 원 자금 지원 예정임

<표 8-9> 건물에너지 효율화 지원 사업

주요내용	2015년	2016년	2017년	2018년	2020년	2035년
저소득층 주택에너지 효율화 사업 (누적, 호)	100	300	600	1,000	1,800	6,000
경로당, 사회복지시설 BRP (누적, 개소)	20	45	70	91	141	400
공공임대주택 에너지효율화 (누적, 호)	23,000	46,000	69,000	92,000	138,000	250,000
취약계층 LED 무상교체(누적, 백만원)	7,000	14,000	21,000	28,000	42,000	120,000

### □ 시민참여 에너지 복지기금(플랫폼) 구축

- 시민이 운영하는 에너지 복지기금을 육성하여 효율화 사업과 신·재생 에너지 생산 설치 사업에 지원할 계획임

- 2018년까지 총 10만명이 참여하는 복지기금 플랫폼 구축 운영

<표 8-10> 시민참여 에너지 복지기금 사업목표

주요내용	2015년	2016년	2017년	2018년	2020년	2030년
기금참여자(누적, 만명)	-	2	5	10	20	20

## □ 기타 사업

- 에너지원 지원사업 : 에너지 약자인 경제적 저소득층 이웃이 기초생활 유지 가능하도록 행정 정보 공동이용시스템을 활용한 돌봄 강화
- 서울시 에너지 빈곤층 실태조사 : 에너지 빈곤층을 대상으로 주거환경, 에너지 사용실태, 지원기준 등을 조사하여 맞춤형 에너지 복지 서비스 제공을 위한 기초자료로 활용
- 주거복지지원센터 에너지복지 지원기능 강화 : 주거복지지원센터 소재 자치구 에너지 취약계층 난방연료비 및 상담, 교육 등 지원

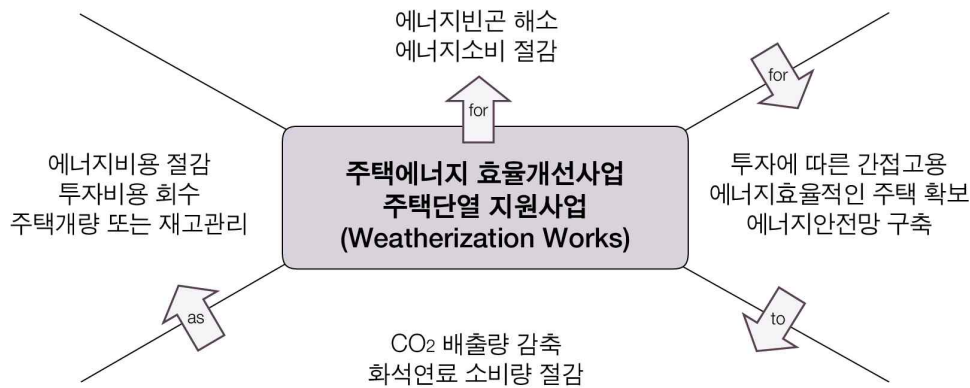
<표 8-11> 원전하나 줄이기 ‘에너지 복지분야’ 프로그램

사업명	추진내용
시민참여 에너지복지기금(플랫폼) 구축	· 시민이 운영하는 에너지 복지기금을 육성하여 효율화 사업과 신·재생 에너지 생산 설치 사업에 지원
서울시 에너지 빈곤층 실태조사	· 에너지 빈곤층을 대상으로 주거환경, 에너지 사용실태, 지원기준 등을 조사하여 맞춤형 에너지 복지 서비스 제공을 위한 기초자료로 활용
에너지복지 현장 및 조례제정	· 서울시 차원에서 에너지 빈곤층 등 모든 시민에 대한 에너지의 보편적 공급 및 기본권 보장을 위한 제도적 기반 마련
서울에너지복지사 양성	· 에너지빈곤층을 조사하고, 에너지 복지 사각지대에서 지원이 필요한 대상자를 발굴 및 지원할 에너지 복지사를 양성
저소득층 주택에너지 효율화 사업	· 단독·다세대 주택 등 노후 주택 거주 저소득층을 대상으로 주택에너지 효율화 사업 추진
사회복지시설, 경로당 등 BRP 추진	· 경로당, 복지시설 등 단열성능 저하된 공공시설에 대해 에너지 효율 개선
공공임대주택 에너지 효율화 사업	· 수선주기 도래한 노후 공공임대주택을 대상으로 시설 개·보수를 통한 에너지 효율화
에너지원 지원 사업	· 에너지 약자인 경제적 저소득층 이웃이 기초생활 유지 가능하도록 돌봄 지원
에너지 취약계층 LED 무상교체 지원 사업	· 에너지 취약계층에 대한 LED 조명 교체 지원
주거복지지원센터 에너지 복지기능 강화	· 주거복지지원센터 소재 자치구 에너지 취약계층 난방연료비 및 상담, 교육 등 지원

자료 : 서울시, 2014, 「에너지살림도시」.

## 다. 선진국의 에너지 복지정책 사례<sup>137)</sup>

※ 투자로 인해 일자리가 창출될 뿐만 아니라 장기적으로 이산화탄소 배출량 및 화석연료 소비량을 절감할 수 있어, 저소득층의 에너지비용 절감과 주택개량 또는 재고관리가 가능한 장점이 있는 주택에너지 효율개선사업을 중심으로 소개하도록 하겠음



<그림 8-2> 주택에너지 효율개선사업 및 주택단열지원사업의 효과

### (1) 영국의 에너지 복지정책

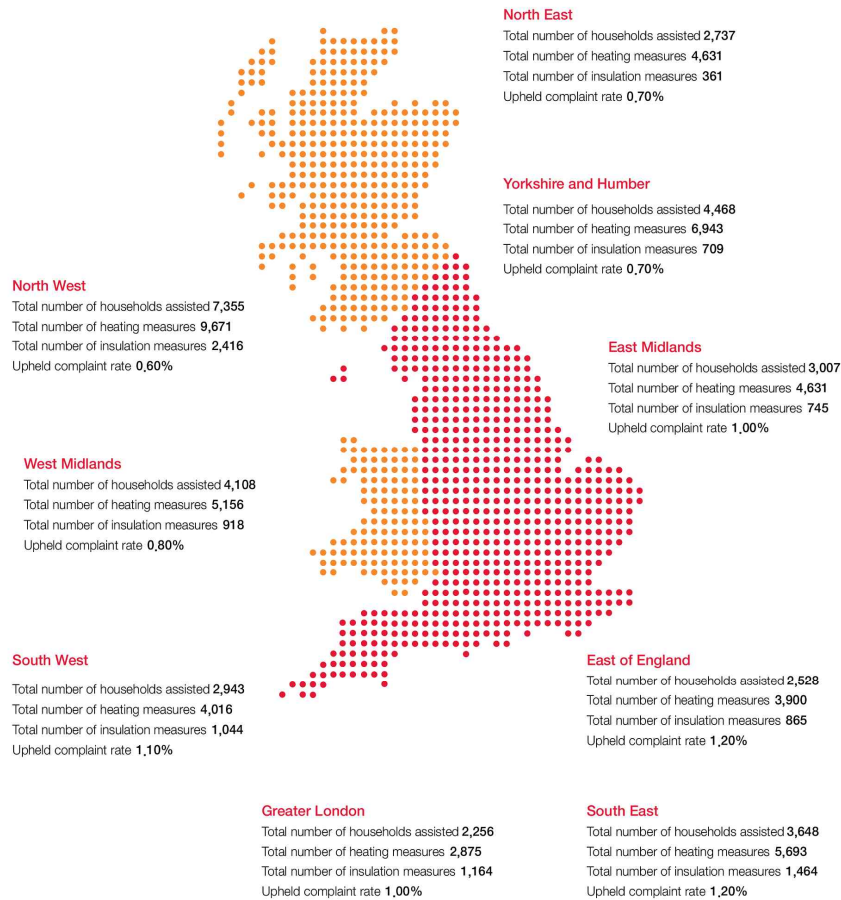
□ 2001년 「따뜻한 주택 및 에너지 보전법(Warm Home and Energy Conservation Act)」에 근거하여 에너지 빈곤전략을 수립함. 주요 복지 정책을 살펴보면 아래와 같음

#### ○ Warm Front<sup>138)</sup>

- 에너지빈곤층, 특히 난방시스템 등이 열악한 주택에 거주하는 저소득층의 가구를 대상으로 난방기기 교체와 이중벽 단열공사, 상층 단열공사, 온수탱크 단열공사 등을 시행
- 가구당 최대 £3,500(약 610만 원)에 해당하는 개량공사가 이루어지며, 난방시스템 교체가 포함된 경우에는 £6,000까지 지원
- 2011~12년에만 Warm Front 프로그램에 의해 33,058가구가 지원을 받았으며, 이 프로그램이 개시된 이래로 232.4만 가구가 혜택을 받음

137) 바람직한 에너지 복지정책 방향, 복지동향. 2011.8. 일자리 창출을 동시에 고려

138) Department of Energy & Climate Change + 3 others, 2013, *Helping households to cut their energy bills*.



자료 : Department of Energy & Climate Change, 2013, The Warm Front Scheme Annual Report 2011/2012.

<그림 8-3> 영국의 Warm Front 실적

#### ○ 적정주거기준(Decent Home Standard)<sup>139)</sup>

- 2000년 공영/사회주택에 거주하는 모든 임차인 및 취약계층이 적정 주거기준에 부합하는 주택에 거주하는 것을 목표로 4가지 기준 마련
- 이 가운데 기준 4는 적절한 '열적 쾌적성(thermal comfort)'제공과 관련된 것으로 에너지 효율적인 난방시스템과 효과적인 단열기준을 제시
- 가스 또는 오일난방은 이중벽단열이나 최소 50mm 이상의 상층단열, 전기·LPG 또는 고체 연료 난방은 더 높은 수준인 최소 200mm 이상의 상층단열과 이중벽 단열을 요구함

#### ○ 탄소배출감축목표(Carbon Emissions Reduction Target: CERT)

- CERT는 2008년 4월부터 2012년 12월까지 5년 동안 가스 및 전기공급기업이 실시하는 주택에너지 효율개선사업을 통해 탄소배출량을 감축시키고자 한 프로그램 임
- CERT를 통해 400만가구가 상층단열 개선, 260만가구가 이중벽단열 개선 서비스를 받았고, 280만의 추가적인 가구가 'DIY' 상층단열자재를 지원받음

139) Department for Communities and Local Government, 2006, *A Decent Home: Definition and guidance for implication*.

- 커뮤니티 에너지절감 프로그램(Community Energy Saving Programme: CESP)
  - CESP는 2009년 9월부터 2012년 12월까지 실시되었는데, 특정 가스·전기공급 및 생산기업들로 하여금 에너지 소비자들의 탄소배출량 감축을 목표로 주택에너지 효율개선사업을 실시하도록 의무화 함
  - 효율개선사업은 단열, 난방, 지역난방, 자가 전력, 상담 등의 항목으로 진행
- Green Deal
  - 2013년 1월부터 시행되고 있는 영국정부의 정책으로, 주택 또는 기업체의 에너지절약 개선을 위한 비용 대출
  - 에너지절약 개선의 유형은 단열, 난방, 외기차단, 이중유리창, 재생가능한 에너지생산(태양전지판, 히트펌프 등)이 포함됨
- 에너지기업의 의무(Energy Companies Obligation: ECO)
  - ECO는 에너지소비 감축을 목표로 에너지빈곤가구의 주택개량사업을 지원하기 위해 2013년 1월부터 시행
  - 저소득층 주택소유자 또는 민간임대주택 거주자에게 단열공사와 보일러 수리 및 교체공사 등의 비용을 지원함
- Warm Zones CIC
  - Warm Zones CIC는 2001년에 설립된 비영리 사회적 기업으로 국가에너지행동계획에 따라 운영 중이며, 영국 내에 17개의 지역사무소 설치하여 활동함
  - 주택에너지 효율개선수단의 제공, 에너지복지관련 정보 제공, 에너지요금 및 채무상담, 고용기회 제공 등의 사업을 진행
- 런던의 RE:NEW 프로그램<sup>140)</sup>
  - 에너지빈곤 문제를 해결하기 위한 시책인 RE:NEW는 2009년 4월부터 시작한 주택에너지 효율개선 프로그램으로, 런던시장·런던의회·에너지절약 트러스트 그리고 32개의 런던자치구 간의 파트너십을 바탕으로 추진됨
  - 자가소유자와 임대주택 거주자를 대상으로 주택에너지 효율개선을 위해 상담을 하고, 개선장치를 무료로 설치해주며, 지속가능성을 고려하여 이중벽단열과 상층단열 등의 개량공사를 실시

## (2) 미국의 에너지 복지정책

□ 1973년 제1차 오일쇼크로 인한 유가의 급등 이후 저소득층의 에너지비용에 대한 지원을 시작함

- 저소득층에 대한 에너지지원 프로그램은 에너지부(Department of Energy: DOE)가 주관하는 ‘주택에너지 효율화사업(WAP)’과 보건복지부가 주관하는 ‘저소득가구 에너지지원 프로그램(LIHEAP)’으로 크게 구분

140) Greater London Authority, 2012, *Fuel poverty in London*.

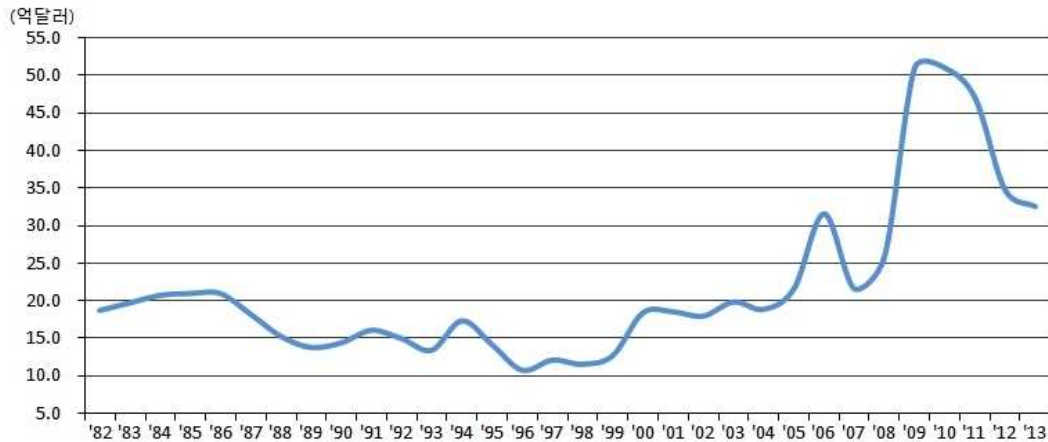
#### □ 주택에너지 효율화사업(Weatherization Assistance Program: WAP)

- 1976년 「에너지보전 및 생산법」이 제정되면서 에너지부 주관 하에 에너지효율 개선, 연료빈곤 완화 등 저소득층 가구의 에너지비용 부담을 줄이기 위한 무상 주택개량 서비스를 실시함
  - 연료비를 지급하는 직접적인 보조가 아니고, 단열사업을 통해 주택을 개량함으로써 실질적인 에너지관련 비용을 절감하는 프로그램
  - 주택에너지 효율개선 효과가 매우 높아 저소득층 에너지빈곤에 대한 가장 효과적인 지원방법으로 인식되고 있음
- 주택에너지 효율화사업(WAP)은 중앙정부, 지방정부, NPO, 기업 간 파트너십에 의한 대표적 사례로, 에너지부의 기금과 보건복지부의 LIHEAP기금, 기타 복지기금 및 기업 등에서 자금을 지원하고 있음
  - 지역사업체는 신청서접수 및 심사를 진행하여 사업대상자를 선정한 후에 개량공사 및 서비스를 제공
  - 지역사업체의 대부분은 NPO인데, 전국적으로 약 1,000개 이상이 네트워크를 형성
- WAP 사업의 지원대상은 개별 주에 따라 다르지만, 빈곤층 소득기준의 200% 이하<sup>141)</sup>인 가구임
  - 매년 10만 가구 이상이 에너지효율 개선을 제공받고 있으며, 2009년 「경기부양법안(American Recovery and Reinvestment)」이 제정되면서 사업이 확대됨
- 뉴욕의 WAP 사업은 세입자를 포함시켜 추진
  - 임차주택에 대해 WAP 서비스를 제공할 경우 집주인이 사업비용의 25~35%를 부담하도록 의무화
  - 집주인은 최소 2년 동안 임대료를 올릴 수 없으며, 최소 5년간은 임대료 중에 난방비를 별도로 고지하여야 함

#### □ 저소득가구 에너지지원 프로그램(Low Income Home Energy Assistance Program: LIHEAP)

- LIHEAP는 보건복지부(Department of Health and Human Service)를 중심으로 저소득가구의 에너지 사용비용을 직접적으로 지원하는 프로그램
  - 1975년 에너지복지 프로그램이 처음 시작된 이후 분산되어 있던 프로그램을 1980년 LIHEAP(Low Income Energy Assistance Program)이라는 이름으로 통합하여 시행하기 시작함
- 1981년에는 LIHEAP로 바뀌면서 주택단열 지원사업 및 에너지관련 주택개보수사업이 시작됨
  - 현재는 주택단열 지원, 냉·난방 지원, 에너지 긴급지원 등 4가지의 세부 프로그램으로 구성
  - 개별 주는 할당된 예산의 10%를 행정비용, 15%를 주택단열 지원, 5%를 에너지소비절감 지원(상담 등)에 사용
- 2009년 이후 기존의 10억 달러~30억 달러 정도의 예산이 51억 달러로 증액되었지만, 2011년에는 47억 달러, 2013년에는 32억 달러로 약 30% 다시 감소되는 추세임

141) 오바마 정부 이전에는 125%~150% 수준이었음.



자료 : Perl, L., 2013, LIHEAP: Program and Funding.

<그림 8-4> 미국 LIHEAP 예산추이

- LIHEAP는 연방 저소득층 가이드라인의 150% 또는 주의 중위소득 60%를 초과하지 않는 가구를 대상으로 하며, 특히 60세 이상 노인 또는 장애인, 6세 미만의 어린이가 있는 가구에 우선 지원하고 있음
  - 매년 500만가구 이상이 혜택을 받고 있으며, 2009년부터는 예산을 증액하여 중위소득의 75%까지 지원받을 수 있도록 하면서 수혜가구가 700만 가구 이상으로 대폭 증가
- 뉴욕의 LIHEAP은 주택단열 지원, 냉·난방 지원, 위기상황 지원 등을 하고 있는데, 냉방 지원은 2013년 4월부터 실시하기 시작함
  - 직접 난방지원은 난방비용을 직접 지불하는 가구를 대상으로 하며, 간접 난방지원은 난방비용을 월임대료 등에 포함시켜 지불하는 가구에 지원하는 방식으로 최대 \$25가 지원
  - 오일, 프로판, 석탄 등을 연료로 사용할 경우 가구당 \$600 정도가 지원되며, 연방 빈곤선의 130% 이하 또는 사회취약계층의 경우 \$25가 추가로 지급
  - 난방기기 수선 및 교체는 자가가구를 대상으로 최대 \$6,500를 지원
  - 냉방지원은 \$800를 초과하지 않은 선에서 에어컨의 설치 및 구매를 지원하며, 열사병 등을 증명할 수 있는 서류를 제출

## 라. 에너지 복지제도 개선방안

### (1) 에너지복지제도의 주요 문제점

#### □ 에너지빈곤층을 해소하기 위한 종합적인 대책의 부재

- 현행 에너지복지제도는 연료비용 보조, 에너지요금 감면 등으로 중심으로 이루어지고 있어 사후적 적 성격의 응급대책 마련에 초점이 맞추어져 있음
  - 주택에너지 효율화, 저비용 에너지비용으로의 전환 등의 근본적인 처방은 부족함
- 에너지빈곤의 주요 원인 및 해소효과에 따라 대책 마련 필요

#### □ 획일적인 정책대상

- 현행 에너지복지 프로그램은 「국민기초생활보장법」에 의한 수급가구와 차상위계층에 집중되어 있음
- 이는 에너지복지정책을 시행하기 위한 정책대상 선정기준이 마련되어 있지 않기 때문임
- 성별, 연령별, 계층별 수요분석에 기반을 둔 에너지복지체계 정립이 필요함

#### □ 소규모 · 산발적인 지원

- 중앙정부, 지방정부, 공기업, 민간기업, NPO, 사회경제조직 간의 소통 부재로 인해 소규모 · 산발적인 프로그램이 많으며, 이에 따라 프로그램의 효과성을 파악하기 곤란함
- 중앙부처 간의 협력체계뿐만 아니라 중앙정부와 지방정부의 협조체계가 미흡하고, 민간부문의 참여통로가 부족하여 전달체계 상의 비효율성 발생

#### □ 에너지복지관련 예산 및 투자의 인색

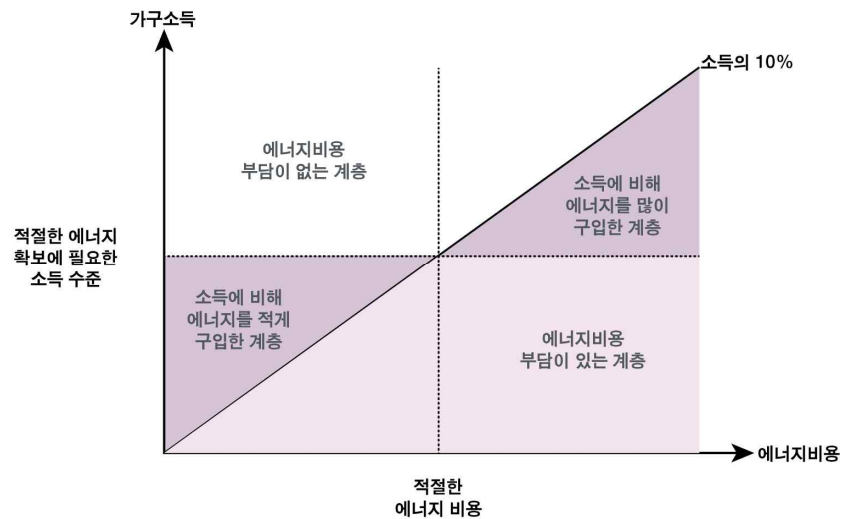
- 국가 차원의 에너지복지 해소를 위한 예산 및 투자가 매우 부족하며, 이에 따라 에너지공기업 등을 통해 에너지복지 프로그램이 마련·지원되고 있음

### (2) 에너지 복지제도의 개선방안

#### □ 에너지빈곤층 개념의 정립

- 정책대상을 명확히 하기 위해서 에너지빈곤의 개념을 재정립할 필요가 있음
  - 일반적으로 에너지빈곤을 ‘가구소득의 10% 이상을 광열비로 지출하는 경우’로 정의
  - 2010년 조승수 의원의 에너지복지법(안) : 월평균 가구소득 (하위) 40% 이하이고, 월평균 소득 대비 연료비의 비중이 표준편차 2 이상인 가구

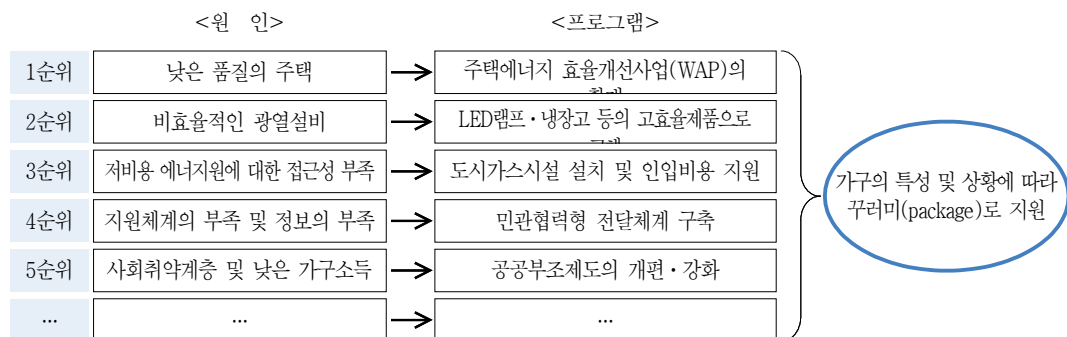
- 2012년 노영민 의원의 에너지복지법(안) : 에너지 구입비용이 가구소득의 10% 이상인 가구
- 적절한 에너지 확보에 필요한 소득수준과 적절한 에너지비용에 근거한 정책대상 설정 필요
- 에너지비용의 비율뿐만 아니라 에너지비용(또는 주거비)를 제외한 잔여소득을 기준으로 정책대상 선정을 고려
- 영국 런던시의 경우 총순소득<sup>142)</sup>에서 임차료, 주택담보대출비용, 주택보조금 등의 주거비를 뺀 금액을 기준으로 에너지빈곤 여부를 판정하고 있음



<그림 8-5> 소득 대비 에너지비용 비율 방식의 문제점

#### □ 에너지빈곤층 해소를 위한 종합대책 마련

- 5년(또는 10년)마다 저소득층 주택에너지 실태조사를 통한 종합계획 수립·집행(여성 등 취약계층 고려)
- 에너지빈곤의 원인에 따라 정책의 우선순위를 정하고, 프로그램을 마련하여 가구의 특성 및 상황에 따라 꾸러미(package)로 지원
- 중앙부처 간, 중앙정부와 지방정부 간의 협력체계 구축은 필수



<그림 8-6> 에너지빈곤층 해소대책의 개념도

142) 가구의 총소득에서 세금·사회보험료 등을 제외한 소득인 총순소득(full income)을 기준으로 하고 있는데, 이는 우리나라의 가처분소득과 유사한 개념임.

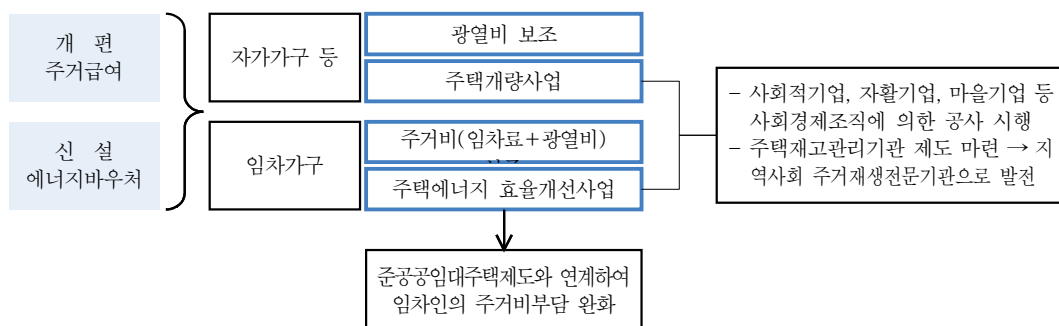
## □ 에너지복지에 관한 조례의 마련

- 에너지빈곤층 뿐만 아니라 모든 시민에 대한 에너지의 보편적 공급 및 기본권을 보장하는 제도적 기반 마련
- 서울시의 경우 「에너지 조례」 제4조 3항에서 에너지 빈곤층 등 모든 시민에 대한 에너지의 보편적 공급에 기여해야 할 시의 의무를 명시하고 있으나, 이를 구체화할 후속 규정 및 구체적 장치는 미비함
  - 1안 : 「에너지 조례」를 개정하여 에너지복지에 관한 규정을 강화
  - 2안 : 「에너지복지조례」의 제정
- 에너지소비의 절감과 연계하여 구조적 개선을 위한 지원사업을 추진

## □ 주택에너지 효율개선사업 또는 단열지원사업을 중심으로 정책 추진

- 적정기술(Appropriate Technology)을 사용한 주택개량사업을 통해 저소득층의 에너지비용 부담 완화·일자리 제공을 통한 소득 증대, 이산화탄소 배출량 및 화석연료 소비량의 절감, 쾌적한 주거환경 조성을 위해 노력

## □ 단열지원사업 추진 시 여성 독거노인에 대한 배려 강화

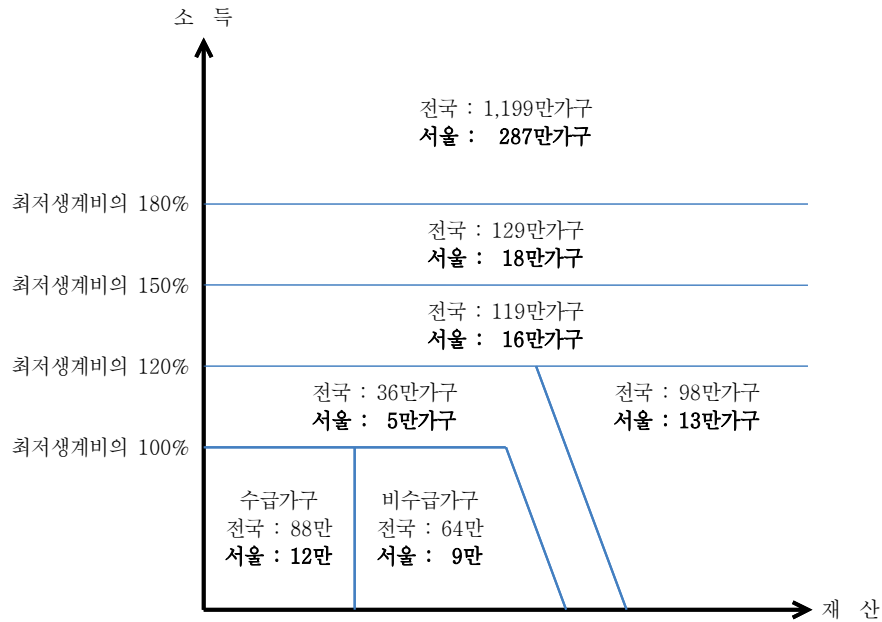


<그림 8-7> 주택개량사업 중심의 에너지복지정책의 추진 개념도

## □ 에너지 바우처 및 주거급여의 부양 의무자 기준 완화

- 정책대상의 경우 에너지바우처는 중위소득의 40% 이하, 주택바우처는 중위소득의 43% 이하인데, 이는 최저생계비의 105%~110% 정도로 차상위계층보다 낮음
- 「국민기초생활보장법」과 연계하여 소득 인정액 및 부양의무자<sup>143)</sup>기준을 적용할 경우 여전히 광범위한 사각지대가 존재함

143) 부양기피를 위한 입증서류 : 공무원의 사실조사복명서, 수급자의 소명서·지출실태조사표·통장 입출금내역서(통장의 확인서로 대체 가능), 부양의무자의 부양기피확인서, 수급자의 최근 6개월 간 유무선 전화통화내역서



주 : 서울의 경우 수급가구의 규모, 가구소득 및 재산의 분포를 고려하여 추정함.  
 자료 : 이태진 외, 2011, 「복지정책 선진화를 위한 실태조사 연구」, 한국보건사회연구원.

<그림 8-8> 소득계층별 규모 추정결과(2010년)

<표 8-1> 참고 : 최저생계비를 기준으로 하는 복지사업

선정기준선	사업 및 프로그램
최저생계비의 100%	기초생활보장(생계급여, 교육급여, 주거급여, 장제급여, 해산급여), 의료급여, 주거현물급여 집수리사업, 긴급 생계지원사업 등
최저생계비의 120%	저소득층 에너지효율개선사업, 여행바우처, 문화바우처, 전기요금 할인, 장애인 의료비지원사업, 장애아동수당, 가사도우미, 간병도우미, 저소득층자녀 PC 및 인터넷통신비 지원사업 등

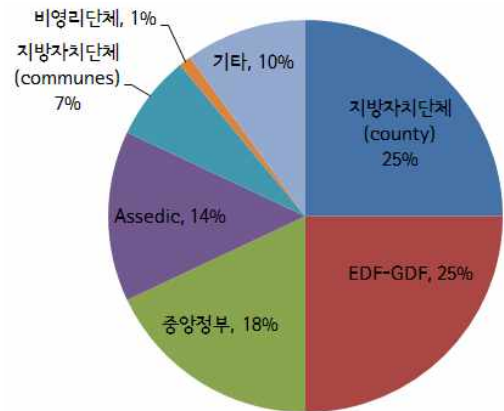
주 : 최저생계비의 130% 이상은 생략함.

## □ 에너지복지기금의 설치 · 운영

- 에너지복지관련 중앙부처, 지방정부, 에너지공기업, 에너지관련 민간기업, 민간 사회공헌기업, NPO, 사회경제조직, 일반 국민의 출연 · 후원 · 기부 등을 통해 에너지복지기금의 설치
- 주택에너지 효율개선사업, 고효율전자제품 교체사업, 신·재생에너지 설치 지원사업, 연료지원 사업 등을 통해 주거비 보조제도(에너지바우처, 주거급여 등)를 보완하는 방식으로 운영
- (사)에너지나눔과평화 등의 NPO, 포스코에너지 · 한화케미탈 등의 민간 에너지관련 민간기업 (CSR)과의 협력을 통해 미니태양광 보급사업 확대
- 결국, 에너지 공급정책 → 에너지 효율정책 → 친환경에너지 전환정책으로 중심이동이 필요함

#### <프랑스의 에너지연대기금 구성>

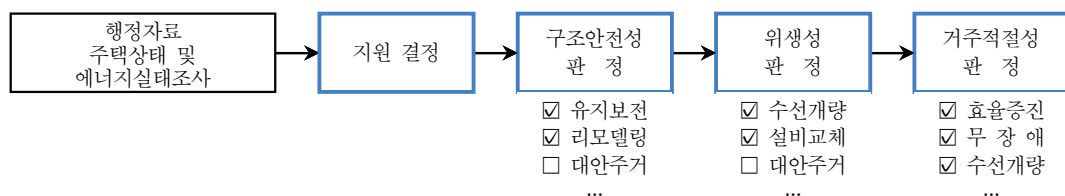
- 1985년 빈곤과 취약성에 대한 협약(Convention on Poverty and Vulnerability)에 의거하여 도입되었으며, 에너지비용을 지불할 수 없는 취약가구를 대상으로 지원
- Law 2004-1208 : 에너지연대기금에 대한 관리를 지방정부에 이양 → 에너지빈곤문제 해소에 지방정부의 역할 증대
- 중앙정부, 지방정부, 국영가스전기회사(EDF-GDF), 국가실업기구(Assedic), 비영리단체 등을 통해 기금을 조성하고 있으며, 기금액은 4,600만유로 정도



자료: EPEE, 2006, Evaluation of fuel poverty in Belgium, Spain, France, Italy and the UK.

#### □ 에너지관련 적정주거기준의 마련 및 주택 개량절차의 개선

- 주택에너지 효율개선사업 및 주택개량사업을 제대로 시행하기 위해서는 주택의 구조안전성, 위생성, 거주적절성 등으로 구성된 적정주거기준을 마련할 필요
  - 특히 열적 쾌적성 또는 에너지효율성에 대한 기준이 필요함
- 공사시행 여부는 ① 구조안전성 판정, ② 위생성 판정, ③ 거주적절성 판정 순의 절차를 통해 결정할 필요가 있음
  - 주택수선 또는 개량공사는 유지보전, 리모델링, 수선개량, 배리어프리, 에너지효율 증진, 대안주거로의 이주 등으로 구분하여 실시하도록 함
  - 향후 주택유형, 건축연한, 불법건축물 관리현황, 기초생활보장 수급자 및 차상위계층의 분포 등 행정자료를 활용하여 점적으로 대응할 것인가, 면적으로 대응할 것인가를 판단하여 주거 재생적 접근도 시도할 필요가 있음



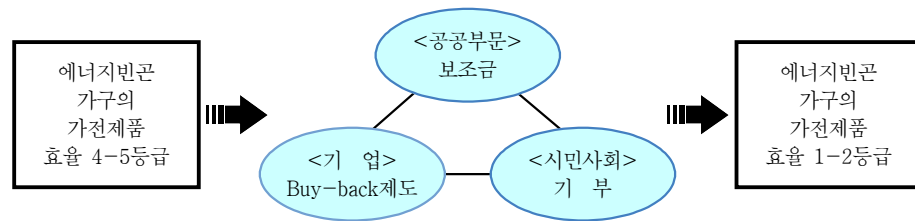
자료 : 박은철, 2014, “에너지복지제도의 문제점과 개선방안”, 「에너지바우처 토론회」 자료집.

<그림 8-9> 주택개량 및 에너지효율개선사업 지원절차의 개념도

#### □ 가전제품 효율개선사업의 확대

- 사업추진체계(안) I : 중앙정부 및 지방정부가 포함된 공공부문은 보조금을 지원하고, 민간기업은 Buy-back제도 등을 활용하여 교체사업에 참여하며, 시민사회는 기부하는 방식의 공공기관 · 민간기업 · 시민사회의 협력사업 추진

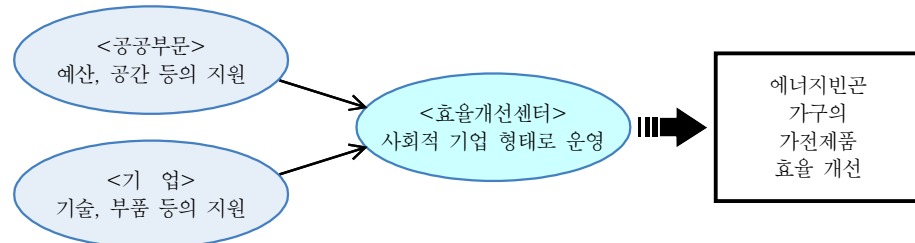
- 청정개발체제(Clean Development Mechanism) 인증을 통한 탄소배출권도 협력체제의 틀 안에서 배분 가능



자료 : 서울시정개발연구원, 2009, 「저소득가구의 에너지 소비실태 조사·분석」

<그림 8-10> 가전제품 효율개선사업의 사업추진체계(안) I

- 사업추진체계(안) II : 공공부문이 효율개선센터를 설립하고, 민간기업이 전문인력과 기술을 지원하여 사회적 기업 형태로 운영하도록 함. 효율개선센터에서는 에너지관련 진단 및 상담도 병행
- 가전제품을 신형으로 교체하기보다는 기존 제품의 부품교체를 통한 에너지효율 개선 사업방안
- 공공성이 높다는 장점이 있지만, 경제성의 확보 및 제도설계의 어려움이 있는 단점도 존재



자료 : 서울시정개발연구원, 2009, 「저소득가구의 에너지 소비실태 조사·분석」

<그림 8-11> 가전제품 효율개선사업의 사업추진체계(안) II



---

## 제9장 에너지관리 혁신을 위한 정책건의

가. 녹색가격제도 도입

나. 에너지다소비사업자 자가발전 의무화

다. 대안적 발전사업자 도입방안

라. 법령개정

---



## 9. 에너지관리 혁신을 위한 정책건의

### 가. 녹색가격제도 도입

#### (1) 녹색가격제도의 현황과 문제점

##### □ 개념과 특징

##### ○ 녹색가격제도의 정의

- 녹색가격(Green Pricing) 제도는 소비자들이 신·재생에너지 전기를 자발적으로 프리미엄 가격에 구매하는 제도를 말하며, 신·재생에너지 보급을 촉진하고 사회적 수용성을 제고하는데 기여함
- 신·재생에너지를 이용하여 전력을 생산하는 경우, 화석연료나 원자력을 이용하는 경우보다 높은 비용이 발생함
- 전기 판매업자는 소비자에게 신·재생에너지를 이용하여 생산된 ‘녹색전력’을 일반전력상품보다 높은 가격, 즉 ‘녹색가격’으로 제공하여 소비자들에게 새로운 ‘환경친화적’ 상품을 선택할 수 있는 기회를 부여하는 요금체계를 녹색가격제도라 함

##### ○ 녹색가격 계약

- 기본적으로 전력판매회사가 주관하는 자발적인 프로그램으로 시작되었음
- 전력판매회사는 신·재생에너지발전설비 투자자금 마련을 위해 녹색전력에 대한 프리미엄(추가요금)을 소비자와 계약함. 소비자(고객)는 자발적인 계약에 따라 부과된 프리미엄을 지불함

##### ○ 주요 참여자

- 해외에서는 최근 녹색가격 고객은 가정부문 소비자보다는 상업 또는 건물, 산업부문의 고객의 참여비율이 증가
- 미국의 경우 과거에는 일반 수용가의 비중이 절대적이었으나 최근에는 비중이 점차 줄어들고 있음
- 반면 공공부문과 민간부문의 전력 대수용가, 즉, 기업체, 공공기관, 대학 등이 적극 참여하여 녹색전력 시장을 주도하고 있음

##### ○ 강제성

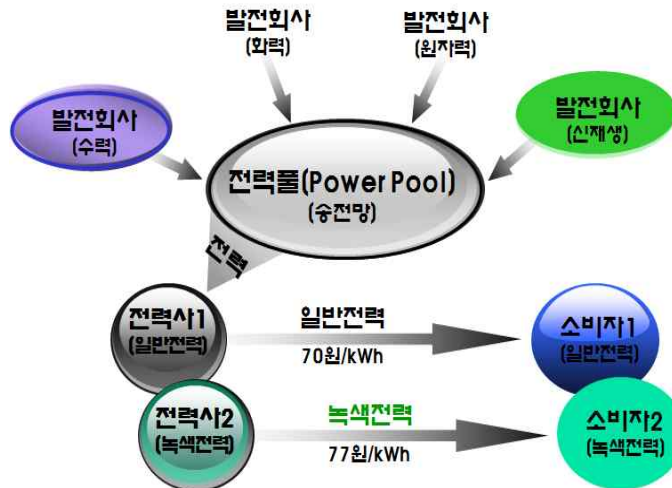
- 초기에는 전력공급자와 고객의 자발적인 참여 성격이 강했으나 최근에는 일정수준의 강제성을 띠고 법제화 또는 의무화되는 경향도 있음
- 미국의 경우 일부 주 정부는 전력사로 하여금 고객이 전원선택이 가능하도록 녹색가격옵션을 제공하는 것을 의무화하였음. 법제화된 주(아이오와, 미네소타, 몬타나, 워싱턴)와 규칙이나 규정을 개

정한 주(뉴멕시코)가 있음

- 이 경우 전력사는 주정부의 강제명령에 의해 의무구매 및 의무공급의 책임을 지며 단지 소비자만이 자발적으로 참여하는 형태임

#### ○ 녹색전력 판매 시스템

- 녹색가격제도의 시스템은 다양한 에너지원으로부터 발전된 전력을 일반전력과 녹색전력으로 구분하여 판매



<그림 9-1> 녹색가격제도의 시스템

- 녹색가격과 일반전력가격과의 차이인 '녹색프리미엄'의 산정근거에 따라 기부금 기준 프로그램, 시설용량 기준 프로그램, 사용량 기준 프로그램으로 구분됨

#### ※ 기부금 기준 프로그램(Contribution Program)

기부금 기준 프로그램은 신재생에너지 프로젝트 개발을 위해서 전력사가 관리하는 펀드에 소비자들이 기부하도록 하는 프로그램으로 전력소비자들은 그들의 월별 기부금액을 선택할 수 있으나 일반적으로 최저 기부금액이 정해져 있으며, 미국의 경우 평균적으로 매월 \$6의 기부금을 요구

#### ※ 시설용량 기준 프로그램(Capacity-based Program)

전력사가 신재생에너지원으로부터 발전된 전력을 소비자의 사용량이 아니라 전력부하수요를 기준으로 하여 녹색가격 프로그램으로 제공하는 것을 말함

#### ※ 사용량 기준 프로그램(Energy-based Program)

전력사에서 가장 많이 시행하고 있는 녹색가격제도로 녹색프리미엄 산정기준은 전기사용량임. 사용량 기준 프로그램에서 부과된 녹색가격의 프리미엄은 미국의 경우 0.33센트/kWh에서 17.6센트/kWh 까지 다양하게 부과하고 있음

- 미국의 경우 미국의 경우 녹색가격제도를 시행하고 있는 전력사의 82%가 사용량 기준 프로그램임

로 녹색가격제도를 운영하고 있으며 14%는 기부금 기준 프로그램, 나머지 4%는 시설용량 기준 프로그램을 시행하고 있음(Holt & Holt, 2004)

- 사용량 기준 프로그램은 다양한 신·재생에너지원을 사용하고 있으나 발전단가가 상대적으로 저렴한 풍력, 수력, 바이오매스, 열병합발전 등을 많이 이용하고 있으며 미국의 경우 풍력발전이, 호주는 풍력과 바이오매스, 독일의 경우는 열병합발전 및 수력에너지가 많이 이용되고 있음

#### ○ 우리나라의 녹색가격 동향

- 우리나라는 아직 시행되지는 않고 연구단계에 머물러 있는 수준임. 아직 중앙정부는 도입을 검토 중에 있음
- 우리나라는 신·재생에너지공급의무화 제도를 시행하고 있어 녹색전력요금이 부분적으로 포함됨

### □ 녹색가격제도의 장단점

#### ○ 녹색가격제도의 장점

- 녹색가격제도의 시행은 소비자의 전력상품에 대한 소비자 선택권 확대
- 녹색가격제도를 도입하면 소비자가 녹색가격제도에 참여할지에 대한 여부를 선택할 수 있고, 또한 녹색전력 상품을 선택할 수 있으며 어떠한 신·재생에너지원을 이용하여 전력을 생산했는지에 대한 기본적인 정보를 얻을 수 있음. 이것은 전력상품에 대한 정보를 전력사가 독점적으로 가지고 있는 비대칭적 전력시장에서 정보공유를 통해 전력사는 투명한 경영시스템으로 나아갈 수 있고 이로 인해 소비자의 신뢰를 얻을 수 있음
- 녹색가격제도의 도입은 전력소비자의 참여여부와 상관없이 프로그램자체를 통해 녹색전력과 그 영향에 대한 좋은 교육 자료가 될 수 있으므로 신·재생에너지 이용확대를 위한 다른 정책의 입안 및 효과적인 집행에 긍정적인 영향을 줄 수 있음
- 녹색가격제도를 통해 전력회사들이 신·재생에너지 발전에 따른 재정적 부담을 줄 일 수 있어 신·재생에너지의 다양한 기술개발과 운전이 가능하게 됨

#### ○ 녹색가격제도의 단점

- 녹색가격제도 자체가 일반 전력요금보다 더 높은 전력가격을 제시하고 있다는 점에서 신·재생에너지가 비싸다는 인식을 주기 쉬움. 주택수용가만을 목표시장으로 하고 있어 전력수요의 상당부분을 차지하는 상업이나 산업체 소비자에 미칠 영향이 적으므로 신·재생에너지발전의 확대를 위한 효과적인 정책이 될 수 없다는 주장도 제기됨(Coyle, 1997)
- 녹색전력이 갖는 공공재적 특성 때문에 정부의 개입이 없다면 녹색전력의 생산은 적정량을 하회하여 자원배분의 비효율성이 야기함. 녹색가격제도에 참여한 소비자들의 재원을 바탕으로 신·재생에너지 전력사용이 보급확대되면 이로 인해 향상되는 대기 질과 환경오염 감소 등의 환경편익을 녹색가격제도에 참여하지 않은 소비자들도 똑같이 누릴 수 있게 됨(무임승차 이론: free-riders). 따라서 신·재생에너지 전력은 적정량보다 적게 생산되고, 이를 인지하는 소비자들의 지불의사도 낮게 나타날 수 있음

- 가격 프리미엄이 일반적으로 자발적 지불의사 수준보다 높기 때문에 결과적으로 신·재생에너지의 시설확대로 이어지지 못하는 양상을 나타내고 있음(Rader, 1999; Morris, 1997)

#### ○ 문제점

- 설문 조사 및 연구를 통해 국내 소비자들도 녹색전기 프리미엄을 지불할 의사가 있음이 확인되었지만 용도별 전력요금체계의 한계, 신뢰수준 등 아직은 시행하기엔 여러 가지 이유로 어려운 상황임
- 특히, 설문조사에서는 지불의사가 높게 나오더라도 실행단계에서는 반대의 벽에 부딪칠 수도 있음

## (2) 해외 사례와 국내 도입조건

### □ 해외사례

#### ○ 주요국의 녹색요금(Green Pricing) 녹색가격제도 도입 사례 참조

- 녹색가격제(Green Pricing)를 일찍이 도입한 국가에서도 가입률은 1% 내외로 낮음
- 녹색가격제를 도입한 나라의 특징은 재생에너지 중 상대적으로 발전단가가 저렴한 풍력발전을 중심으로 시행 함

<표 9-1> 녹색가격제도 사례

구분	미국		호주	영국	독일	일본
	규제주	경쟁주				
도입시기	'93		'97	'02	'96	'99
제도명	Green Pricing		National Green Power Accreditation Program	Green Electricity Tariffs	Okostrom Tarife	그린 전력기금
시장유형	규제	경쟁	경쟁	경쟁	경쟁	규제
참여회사	800	60	30	-	163	10
회사유형	전력회사	전력회사 신·재생IPP	전력회사 신·재생IPP	전력회사 신·재생IPP	전력회사 신·재생IPP	전력회사
가입고객	60.1만호	52.1만호	87.7만호	35만호	118만호	4만호
가입률	0.63%	1.1%	8.9%	1.2%	2.95%	0.04%
부과기준	소비량	소비량	소비량/기금	소비량	소비량	기부금
프리미엄	1.75 ¢ /kWh	2.05 ¢ /kWh	6.2 ¢ /kWh	0.89p/kWh	0.4 ¢ /kWh	500엔/월
주요전원	풍력	풍력, 수력	풍력, 수력	풍력, 수력	풍력, 수력	풍력, 태양광
특징	콜로라도 등 9개주 전력사 그린프라이싱 의무	코네티컷주 등 3개주, 전력회사 그린프라이싱 의무	신·재생비율 의무(10%이상) 신재생인증서발급의무화	그린프라이싱 전용인증제도 입 신재생비율공개	신·재생IPP시장 장주도 (그린프라이싱 시장점유율 87% 이상)	독립적인기금 관리운용 지역별교육시설지원활용

(주) IPP : Independent Power Provider(민자발전사업자)

자료: 한국전력(2012), 전력산업 저탄소 녹색성장 추진비용에 대한 소비자 의식 및 지불의사 연구

## ○ 해외사례 시사점

- 녹색가격제(Green Pricing)는 전력시장에 소매경쟁체제가 도입된 상태에서 소비자에게 다양한 요금제를 제시하는 과정에서 도입
- 시장경쟁 체제에서 민간이 자발적으로 도입 및 선택
- 녹색가격 프로그램을 시행하는 전력사들은 제3의 중립적기관으로 부터 인증을 받는 형태로 소비자 신뢰를 확보
- 소비자에게 신·재생에너지의 종류, 판매조건, 녹색전력믹스와 전력사의 에너지원 믹스의 비교 등 충분한 정보제공

## □ 국내 도입 조건

### ○ 전력판매의 소매경쟁이 자유로울 것

- 소비자가 전력공급자를 자유로이 선택하는 소매경쟁의 시기에는 녹색가격제도를 운영하고자 하는 전력판매자는 모두 ‘녹색전력’을 판매할 수 있음
- 현행 우리나라 전력시장구조에서는 유일한 전기소매업자인 한국전력이 ‘녹색전력’상품을 제공하고 녹색가격을 요구할 수 있는 유일한 사업자이므로 녹색가격제도의 도입이 한국전력의 이익에 부합될 때 가능할 것으로 판단됨

### ○ 유효소비가 존재할 것

- 녹색가격제도의 시행에 대해 우려하는 점은 ‘녹색전력’상품에 대한 유효소비가 존재하는지, 즉 녹색전력상품에 대해 지불의사가 있는 소비자가 충분히 존재하는지의 여부임
- 2000년대 중반의 설문조사(부경진 박사)에서 응답자(가정용)의 50% 이상이 녹색가격제도를 찬성하였고 이들 중 84%가 1500원을 프리미엄으로 지불할 의사를 밝혔지만, 이철용(2014)의 설문결과에 의하면 프리미엄이 3,456원으로 상승하였음. 이는 후쿠시마 원전사고로 인해 친환경 및 안전성에 대한 국민들의 요구가 신·재생에너지에 대한 높은 수용성으로 이어진 것으로 파악됨
- 한국의 신·재생에너지 지불의사 금액은 일본의 20%, 미국 및 영국의 30%, 이탈리아의 50% 수준에 불과한 실정으로 사실상 지불의사가 낮으므로 신·재생에너지 수용성 제고를 위한 많은 노력이 필요

### ○ 지속가능경영 기업문화가 정착될 것

- 녹색전력의 판매대상은 일반가정으로 국한될 필요가 없으며 지속가능경영이 경영이념으로 정착되는 최근 추세 및 해외 사례를 고려하면 기업들의 소비 잠재력도 클 것으로 예상되어 기업에 대한 적극적인 마케팅전략이 필요할 것으로 보임
- 사회 공헌과 신·재생에너지 보급에 기여하려는 기업 회원들도 모집

### ○ 사용량기준프로그램을 적용

- 상품화의 방법은 녹색전력사용량에 따라 녹색가격을 적용하는 사용량기준프로그램을 적용하는 것

이 효과적이며 녹색전력상품의 종류는 에너지믹스별로, 신·재생에너지 비중에 따라서 다양화 할 수 있음

○ 녹색전력프리미엄의 활용

- 녹색가격제도는 그 자체로써 신·재생에너지의 보급을 확대하는 기능을 하지만 다른 정책수단인 발전차액지원제도나 RPS를 강화하는 데에도 도움이 됨
- RPS하에서 녹색전력프리미엄은 RPS에 의한 의무비율이상의 신·재생에너지전력구매를 위해 사용되어야 함

○ 정보공개 의무화

- 녹색전력 상품화의 제도적 기반구축과 관련해서는 우선 정보공개 의무화를 추진하고 공개할 정보의 내용에 녹색전력의 에너지믹스, 전기공급 발전소 및 녹색프리미엄의 사용처를 포함하되 한국전력 및 환경운동단체, 에너지운동단체, 소비자 단체 등 NGO와 공개될 정보의 범위 및 심도에 대해서 논의를 할 필요가 있음

○ 공론화 및 사회적기업과 연대

- 기존 연구를 토대로 국내에 적합한 녹색가격 제도 도입안 마련을 위한 공론화 과정 필요
- 에너지시민연대 등 민간단체와 한살림, 아이쿱생협 등 신·재생에너지 보급에 관심있는 생협 등이 협력하여 녹색전기연대(가칭)를 구성하고 녹색전기 구매자를 모집하는 캠페인 전개
- 녹색전기 판매 수익은 소규모 주민조합형 신·재생에너지 설비 보급 확대에 활용 가능

○ 신·재생에너지에 대한 인지도 향상

- 신·재생에너지에 대한 인지도가 높을수록 녹색전력의 구매의사 및 최대지불의사액도 높기 때문에 신·재생에너지에 대한 홍보는 녹색전력의 판매에 관건이 됨
- 특히 녹색전력자체는 물리적으로 일반전력과 차이가 없기 때문에 다양한 홍보수단을 이용해 차이를 소비자가 인식할 수 있도록 해야 함
- 녹색가격제도는 전력의 최종 소비자의 환경과 에너지에 대한 높은 의식 수준을 필요로 함. 미국이나 유럽에서 성공적으로 정착이 될 수 있었던 것은 시민들의 자발적인 참여와 성숙된 환경의식 때문임
- 시민들의 성숙된 환경의식이 없이는 결코 성공할 수 없는 제도이므로 우리나라에 바로 도입 및 적용하기에는 신중한 접근이 요구됨

## 나. 에너지다소비사업자 자가발전 의무화

### (1) 자가발전 현황

#### □ 우리나라 상용자가 발전 설비

##### ○ 상용자가발전기 현황

- 지난 몇 년간 전력난이 가중되면서 전력수요의 절반 이상을 차지하는 산업체의 상용자가발전기 활용도를 확대하기 위한 방안에 대한 관심 고조되고 있음
- 산업체 상용자가발전은 기업 내부 혹은 인근에 전원설비를 갖추고 업체의 상시전력수요 중 일정부분을 충당하는 것을 의미
- 국내 제조업체의 상용자가발전 보유업체는 40개이며, 설비용량은 3,893MW(원전 4기 규모)로 우리나라 총 발전설비의 4.5% 수준(일본의 자가발전설비용량('11년) 비중은 19.5%)
- 철강, 화학이 전체 설치용량의 84.9%를 차지하며, 常用자가발전설비를 보유한 화학업체가 많지만 용량은 철강의 13.7% 수준
- 전력다소비업종인 반도체·디스플레이는 한전계통에만 의존

<표 9-2> 전국 상용자가발전기 용량

업종	보유 업체수	설비		업종	보유 업체수	설비	
		용량(kW)	구성비(%)			용량(kW)	구성비(%)
음식료	3	37,500	1.0	화학	16	398,519	10.2
섬유	2	49,050	1.3	시멘트	4	58,400	1.5
목재	1	3,665	0.1	철강	3	2,908,690	74.7
제지	3	63,387	1.6	비철금속	4	124,629	3.2
정유	4	248,710	6.4	계	40	3,892,550	100.0

자료: 에너지경제연구원 내부자료

##### ○ 열원

- 사용연료 측면에서 석유화학, 시멘트, 1차금속 업종은 폐열을 주로 사용(19개사), 석유화학 업종은 정제가스도 많이 사용(6개사)

<표 9-3> 전국 자가발전 업종(업체수) 및 사용연료

업종	사용연료	업종	사용연료
음식료(3)	석유류(1), 석탄(1), LNG(1)	석유화학(22) (정유, 화학)	석유류(3), 폐열(11), 정제가스(6), 석탄(2)
섬유(2)	석유류(1), 석탄(1)	시멘트(4)	폐열(4)
목재(1)	폐목재(1)	1차금속(7) (철강, 비철금속)	폐열(4), 석탄(3)
제지(3)	폐목재(2), 석탄(1)		

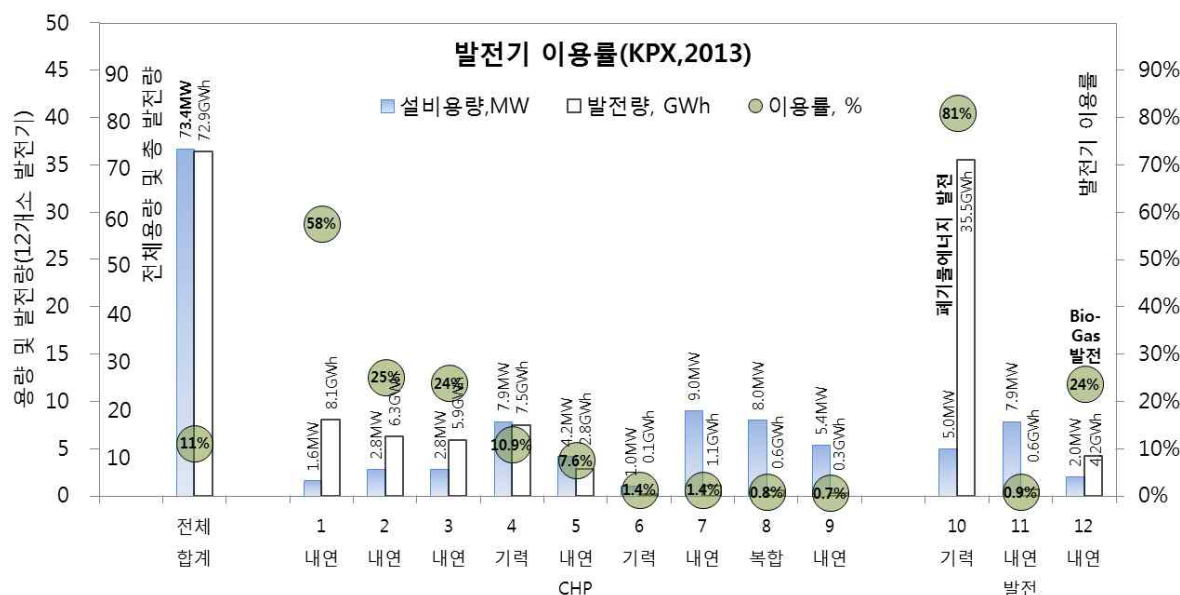
\* ( )안은 업체수

자료: 에너지경제연구원 내부자료

## □ 서울시 상용자가발전기 현황

### ○ 상용자가 발전 설비현황

- 서울시 소재 자가사용발전기는 표에서 보는 바와 같이 12개소에 설치되어 있으며 발전용량은 73.4MW(2013년 기준)
- 발전설비이용률은 0.7~81%로 편차가 크고 평균값은 11.3%임. 절반 이상의 발전기가 1일평균 가동시간이 0.9시간/일 이하임(발전기 설비이용률 3.7% 이하)



<그림 9-2> 서울시 소재 상용자가발전기의 이용률

<표 9-4> 서울시 상용자가발전기 현황

번호	용도	연료	유형	열병합	발전용량, MW		전력생산, MWh	
					2012년	2013년	2012년	2013년
K1	상업	도시가스	내연	열병합	4.2	4.2	3,817	2,787
K2	상업	도시가스	내연	열병합	4.9	5.4	616	313
K7	상업	도시가스	내연	열병합	9.0	9.0	1,548	1,085
K8	상업	도시가스	내연	발전	7.9	7.9	625	623
K9	상업	도시가스	기력	열병합	23.6	23.6	7,774	7,501
M1	공공서비스	도시가스	복합	열병합	8.0	8.0	677	561
M17	공공서비스	도시가스	화력	열병합	2.8	2.8	-	6,281
M18	공공서비스	도시가스	내연	열병합	1.6	1.6	6,337	8,086
M19	공공서비스	도시가스	내연	열병합	2.8	2.8	9,357	5,903
M20	공공서비스	폐기물	기력	발전	5.0	5.0	36,943	35,471
M21	공공서비스	석유	기력	열병합	-	1.0	-	126
M36	공공서비스	biogas	내연	발전	2.0	2.0	2,211	4,167
합계					71.9	73.4	69,905	72,904

자료: 한국전력거래소, 2013년도 상용자가발전업체조사

### ○ 외국의 자가발전설비 활용 정책

- 주요 선진국의 경우 피크 전력수요 경감을 위해 산업체 자가발전설비 활용 정책을 추진 중
- 미국 캘리포니아 : 자체수요의 전부 또는 일부를 충족하기 위해 분산발전(DG)을 설치하는 경우 재정정보조를 하는 자가발전혜택 프로그램을 시행
- 일본 : 2011년 동일본 대지진 이후, 자가발전설비 도입 기업에 대한 지원책과 자가발전설비 활용 확대방안을 발표
- 독일 : 2020년까지 총전력생산량의 25%를 열병합발전으로 보급하는 목표를 제시하고 자가용·사업자용 모두에게 열병합발전 운전자금 지원, 20kW 이하 열병합발전에는 대해서는 운전자금 외에 설치 보조금을 지급하는 정책 추진 중

### ○ 우리나라의 정책과 사례

- 제2차 국가에너지기본계획은 일정규모 이상의 전기다소비업체에 대해 피크시간대 전력의 일부를 자가용 발전설비로 충당할 계획 명시
- 전기요금 체계개편(피크요금제 강화), 에너지이용합리화자금 지원, 세제지원 등을 통한 절전유인도 함께 제공
- 폐열·부생가스 등을 재활용하여 발전기의 경제성이 확보되도록, 우수기업 사례를 전파하고 이에 대한 기술개발, 보조금 지원을 검토

#### 포스코 우수사례

- ◇ 전력사용량 중 70%를 자가발전으로 충당 (290만 kW, 원전 3기 규모)
- ◇ 연료의 많은 부분을 폐열·부생가스로 사용, '00년부터 부생가스 등과 LNG를 함께 활용하는 고효율 LNG 복합발전 도입

## (2) 문제점

### ○ 저렴한 산업용전력 요금

- 우리나라 전력의 절반 이상을 사용하고 있는 산업(제조업)의 전력사용 증가와 행태에 대한 비판 대두
- 저렴한 산업용 전기요금 문제와 맞물리면서 정부가 산업의 전력수요를 방치한 채 대다수 국민의 희생을 강요한다는 비판 대두

### ○ 신규설비가 전력수급에 미치는 영향 고려 미흡

- 업체들의 신규 설비 도입 시 국가 차원의 에너지수급에 미치는 영향에 대한 고려 미흡
- 전기로 신설, 컨테이너 크레인 에너지원을 기존의 경유에서 전기로 대체하는 등 에너지원 소비 구조의 왜곡 심화
- 업체들의 신규 설비 도입으로 인한 사회적 비용을 내부화하는 장치가 필요

○ 중앙집중식 전력공급의 한계

- 정책측면에서는 수요증가에 맞춰 초대형 발전설비를 중앙집중식으로 공급하던 기존 정책이 한계에 봉착
- 제2차 국가에너지기본계획도 분산형 발전 확산, 수요관리 강화 등으로 에너지정책 패러다임 전환을 추진
- 제2차 에너지기본계획은 일정규모 이상의 전기다소비업체에 대해 피크시간대 전력의 일부를 자가용 발전설비로 충당할 계획 명시

### (3) 추진 방안

□ 자가발전의 자발적 설치 유도(중단기 계획)

○ 분산형 전원 설치 적극 권고

- 에너지사용계획 검토 및 사후관리를 강화하여 일정량 이상의 에너지를 사용하는 신규설비 건설 시 자가발전 등 분산형 전원 설치 적극 권고
- 민간업체들의 신규 설비 도입 시 국가 차원의 에너지수급에 미치는 영향에 대한 고려가 미흡한 편  
이므로 향후 민간사업자들이 신규 설비 도입에 따른 외부성(externalities)을 내부화할 수 있도록 에너지사용계획의 사전 검토 및 사후관리 강화
- 민간사업주관자에게도 에너지사용계획의 조정·보완을 요청할 수 있도록 에너지이용합리화법 및 시행령 개정

○ 자가발전 확산을 위한 자발적협약 체결

- 전력다소비사업장(계약전력 125,000kW 이상)을 대상으로 자가발전 확산을 위한 자발적 협약 체결 추진
- 자가발전설비, ESS 등에 투자하는 업체들에 대해 세제지원, 융자지원 및 이차보전 지원 등 다각적인 형태의 지원 강화
- 투자금액에 대해서는 조세특례제한법에 따라 투자금액의 3%를 법인세 또는 소득세에서 공제
- 에너지이용합리화자금 융자 및 정부 보증 등을 통해 초기 투자비용 부담 완화
- 에너지공급자 에너지수요관리투자사업의 부하관리사업 세목에 ‘자가발전 설치 지원’ 항목을 신설, 상환금리 일부에 대해 이차보전

○ 자가발전 관련 규제완화 및 에너지수요관리 설비 설치 의무화

- 자가발전 설치 시 다양한 규제로 인해 행정적 비용이 크게 소요될 수 있으므로 관련 규제완화를 통해 자가발전 설치에 따른 행정부담 최소화
- 향후 전력수급 진행상황 및 자가발전설비 보급 현황 등을 종합적으로 검토한 후 필요할 경우 자가발전 등 에너지수요관리 설비 설치 의무화 검토(장기적)

<표 9-5> 자가발전 설치 시 필요한 규제개선 과제의 예시

규 제	현 행	개선요망
환경영향평가 대상	자가발전설비는 30MW 이상 (신·재생은 100MW 이상)	자가발전의 사회적 효용 등을 감안, 기준선 상향 필요
질소산화물 허용 기준	(現) 50ppm → ('15) 20ppm	가용기술을 감안, 현수준 유지
주민설명회, 공청회	환경영향평가대상은 의무	공장부지내 설비는 면제 요망

## □ 자가발전 의무화(장기 계획)

### ○ 자가발전 비율 의무화

- 연간 일정규모 이상의 전력을 사용하는 사업장을 대상으로 자가발전 비율 의무화 추진(에너지이용 합리화법 개정 필요)
- 생산과정 부산물(증기, 부생가스, 폐열) 또는 석탄을 활용하되, 그 외는 신·재생에너지, LNG열병합 발전을 설치 유도
- 신·재생에너지 또는 ESS는 보정계수를 적용, 자가발전비율로 산입: 기준 전력량, 자가발전비율, 신·재생·ESS 보정계수 등은 상세한 검토와 의견수렴 거쳐 결정

<표 9-6> 자가발전 연료유형

구 분	업종 및 연료유형		자가발전 시 장점
공정 부산물 有	목재, 제지, 정유, 화학, 시멘트, 철강, 비철금속		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지이용효율을 제고하여 에너지이용합리화의 기본 취지에 부합</li> <li>- 전력수급안정에 기여</li> <li>- 폐열폐가스 등 부산물을 활용하므로 변동비가 낮고 경우에 따라 REC 확보가 가능하여 수익성 확보 유리</li> <li>- 간접배출량 저감 효과를 통해 배출권 확보 가능</li> </ul>
공정 부산물 無	반도체, 디스플레이, 철강(전기로)	LNG 열병합	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전력수급안정에 기여</li> <li>- 열 활용 및 최대부하시간대 발전 시 수익성 확보 가능</li> <li>- 간접배출량 저감에 따른 배출권 확보 가능</li> </ul>
		신·재생 (바이오매스 열병합 포함)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전력수급안정에 기여</li> <li>- REC를 통한 수익성 확보 가능</li> <li>- 간접배출량 저감에 따른 배출권 확보 가능</li> </ul>

### ○ 자가발전시설 설치계획서 제도 도입

- 자가발전 의무화 대상 업체는 자가발전설치 계획서를 제출하고 적정시점(업체·정부 협의)까지 설비 설치, 미이행 시 과징금 부과
- 현재 업체가 대상이 되지 않지만 향후 설비증설계획으로 인해 전력사용량이 기준을 넘는 경우
- 「에너지사용계획 협의」 시 설비증설로 인해 전력수요(기존+신규)가 기준초과여부를 확인하고 초과할 경우 자가발전설치계획 점검

- 설치계획의 자가발전비율이 의무화비율 미달 시 협의를 완료할 수 없도록 에너지이용합리화법 개정

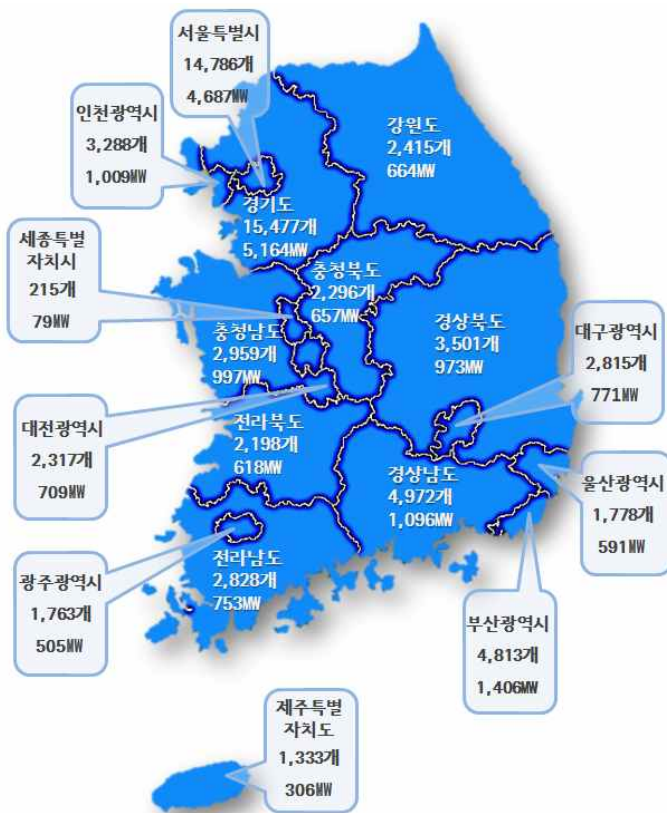
#### ○ 자가발전설비 투자비 지원

- 업체의 자가발전설비 투자 시 발생할 수 있는 애로사항(과도한 초기투자비, 발전소 건설 및 운영 경험 부재) 완화를 지원
- 의무대상 업체의 자가발전 투자 시 에너지이용합리화자금 지원과 함께 프로젝트 파이낸스 도입을 장려하고, 한전발전자회사의 참여 독려.
- 기존사례 : 현대그린파워(현대제철 29%, 중부발전 29%, 투자사 42%)
- 의무대상이 아닌 업체의 경우에도 자가발전기 설치를 권장하고 에너지이용합리화자금을 지원하기 위한 관련 예산 확대 필요

### □ 비상발전기의 활용

#### ○ 비상발전기 자원 현황과 활용 가능성

- 전력수급 위기상황을 타개할 대책으로 비상용 자가발전기(이하 비상발전기)를 활용하면 발전자원의 부족을 해결할 수 있다는 의견 제시됨



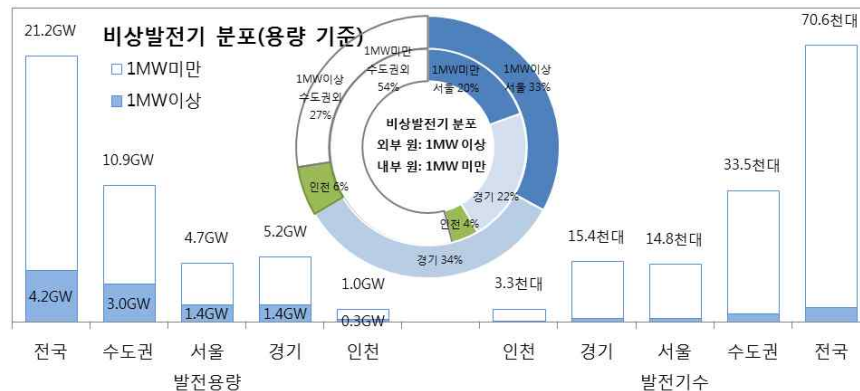
주) 개별 비상발전기에 대한 정보가 누락된 경우가 있어 실제와 차이가 있을 수 있음

<그림 9-3> 지역별 비상발전기 현황

- 2014년 6월 현재 전국 비상발전기는 약 70,605대 총 용량은 21,195 MW로 1GW급 원자력발전소 21기에 상당하는 용량임
- 공공부문 보유분은 2,366MW (9,629대)이고 민간부문 보유분은 18,830MW(60,976대) 임
- 전국적으로 1MW 이상의 대용량 발전기는 4,152MW(3,681대)로 원전 4기에 상응
- 수도권에는 10,860MW(33,521대)의 발전기가 있으며 서울시에 4,687MW(14,786대)가 설치되어 있음<sup>144)</sup>
- 신규 건물의 증가 등으로 인해 비상발전기 설비용량은 지속적으로 증가하고 있는 추세에 있어 비상발전기 수요관리 활용을 위한 잠재적 인프라는 계속 증가할 것으로 예상됨
- 1MW 이상의 대형 비상발전기 4.2GW 중 3.0GW(73%)가 송전수요가 많은 수도권에 분포. 이를 효과적으로 활용 할 경우 송전회피효과도 기대할 수 있음

144) 조항문(2014) 서울시 공공 및 건물용 비상발전기 활용방안

- 그러나 이러한 용량이 실제 활용될 수 있는 용량은 아님



<그림 9-4> 전국 및 수도권 비상발전기 분포(2014년 6월 현재)

#### ○ VPP 등 비상발전기 통합운영 기술플랫폼 구축

- 비상발전기를 전력 수요관리에 활용하기 위해서는 비상발전기 활용을 촉진할 수 있는 수요관리 프로그램과 같은 제도적 기반과 분산되어 있는 비상발전기 자원을 통합적으로 운영할 수 있는 기술 플랫폼이 요구된다고 할 수 있음
- 현재 비상발전기 자원을 활용하여 참여할 수 있는 수요관리 프로그램의 예로 ‘주간예고 수요조정제도’나 ‘지능형 DR 프로그램’ 등이 있음
- 비상발전기 자원을 통합하여 운영할 있는 기술플랫폼으로는 가상발전소(이하 VPP: virtual power plant)를 예로 들 수 있음

#### ※ VPP (virtual power plant)

신·재생에너지, 전력저장장치(ESS), 비상발전기 등 분산되어 있는 다양한 에너지자원을 ICT(정보통신기술)로 통합하여 관리 및 운영하며 전력시장에서 입찰할 수 있는 가상의 발전소를 의미함

<표 9-7> 비상발전기 활용 전력 수요관리의 SWOT

Strength	Weakness
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 충분한 비상발전기 인프라</li> <li>■ 지속적 자원 증가</li> <li>■ 급전성 및 신뢰성 확보 가능</li> <li>■ 수용가 편의성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 높은 개조비용, 연료비용</li> <li>■ 수용가 참여 인센티브 설계 要 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전력요금 체계 한계</li> <li>- 소음, 매연 등 외부효과</li> </ul> </li> </ul>
Opportunity	Threat
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력 수요관리로 정책중심 전환</li> <li>■ 기저발전 문제발생 가능성 상존</li> <li>■ 이상기후 등 일시 수요급증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공급능력 증가와 수요증가 둔화</li> <li>■ 수요관리 시장의 불확실성</li> <li>■ 환경규제 가능성</li> </ul>

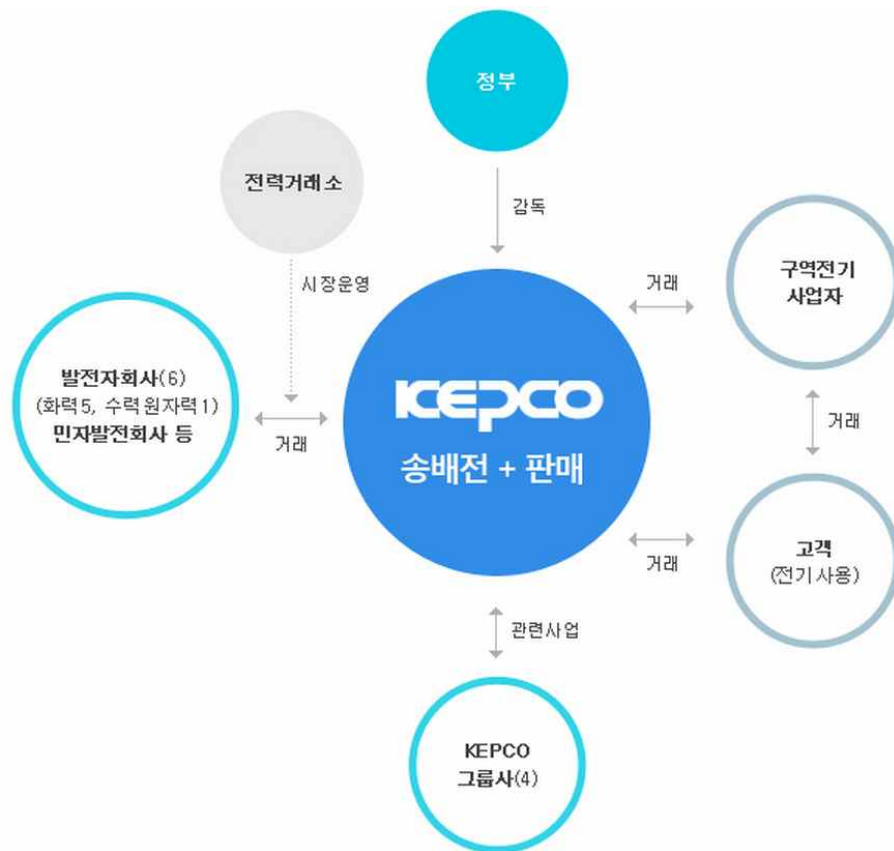
## 다. 대안적 발전사업자 도입방안

### (1) 전력산업 현황

#### □ 현행 국내전력산업 구조

##### ○ 발전사, 송배전사, 판매사, 직판사업자 등 다양

- 국내 전력산업은 6개의 발전회사와 민간발전회사, 집단에너지사업자, 구역전기사업자가 전력을 생산
- 한국전력(KEPCO)은 전력거래소에서 구입한 전력을 송배전망을 통해 전력을 수송하여 일반고객에게 판매하는 체제로 운영되고 있음



<그림 9-5> 국내 전력산업 구조

##### ○ 한국전력의 송·배전 독점적 지위

- 한국전력은 1898년에 설립된 시장형 공기업으로 전력자원의 개발, 발전, 송변전, 배전사업을 영위
- 한국전력은 송·배전 및 전력판매 부문에서 독점적 지위에 있음
- 발전은 한국수력원자력의 5개 발전사가 담당하며 발전용량은 70,845MW(시장점유율 87.2%)



자료 : 한국전력

<그림 9-6> 한국전력 및 주요 자회사

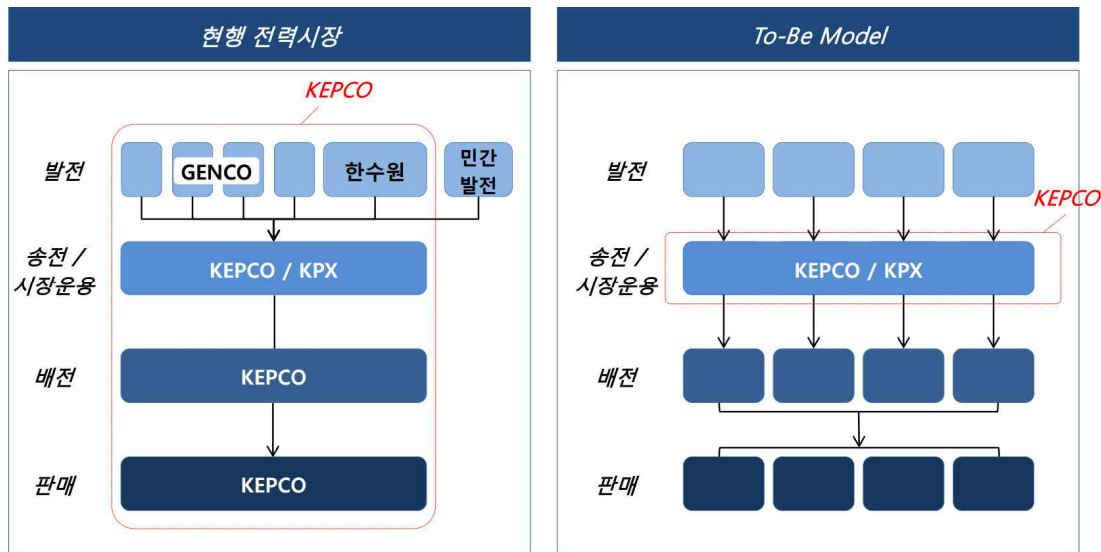
## □ 전력산업 경쟁체제 도입이후 변화된 전기사업 현황

### ○ 분산형전원 확대 추진

- 2001년 이후 추진된 전력시장의 경쟁체제에 부합하도록 현행 일반전기사업자(한전)를 발전·송전·배전·판매사업 등으로 사업영역을 구분하였음
- 2004년 분산형전원 확대정책의 일환으로 구역전기사업을 허용하였으나 별다른 성과 없이 오늘에 이르고 있음

### ○ 사업영역의 분할

- 기본 구조로는 전기사업자를 발전·송전·배전·판매사업자로 사업영역을 구분하여 기능별 효율적인 전력산업을 구축하고자 하는 것임
- 발전사업은 전기를 생산하여 전기를 판매하는 것을 주된 목적으로 하는 사업
- 송전사업은 발전사업자가 생산한 전기를 배전사업자 또는 전기사용자에게 공급하기 위하여 대통령령이 정하는 전기설비를 설치·관리하는 사업
- 배전사업은 발전사업자 또는 송전사업자로부터 전달받은 전기를 전기사용자에게 전기를 공급하기 위하여 대통령령이 정하는 전기설비를 설치·관리하는 사업
- 판매사업은 전력시장 또는 전기사업자로부터 전기를 구입하여 전기사용자에게 공급하는 사업



<그림 9-7> 현행 전력시장 vs. 미래의 바람직한 전력시장

#### ○ 구역전기사업

- 특정구역의 전기수요에 대해 허가를 받은 사업자가 전기를 직접 생산 후 전력시장을 통하지 않고 구역내 전기를 공급하는 제도(2004. 7)
- 이 제도는 도심지 아파트 단지나 호텔·병원 등 전력 수요가 많은 지역에 발전 설비를 갖춘 전원 개발 촉진을 배경으로 하여 도입
- 허가조건은 당해 수요의 60%이상 유지, 발전설비규모 35MW 이하
- 과부족 전력은 한전 또는 거래소를 통해 선택거래 가능
- 구역전기사업을 통해 수요지 인근에 분산형 전원을 보급하여 송전 선로 투자비와 송·배전 손실률을 줄일 수 있으며, 생산한 전기와 열을 완전히 활용하므로 에너지 효율성을 크게 높일 수 있을 것으로 기대
- 구역전기사업 도입 이후 연료비, 배전 및 설비비, 부지 매입비 등이 상승한 반면, 전기와 열 요금은 정부규제에 의해 적절히 인상되지 못해 구역전기사업의 경영난은 심화되었으며, 구역전기사업에 대한 제도적인 제약 등으로 수익성이 악화되어 국내 14개 전 구역전기사업장이 적자 지속 상태임(판매량 비중은 0.8%)
- 구역전기사업의 경제성 악화는 생산과 판매부문에 대한 과도한 규제가 원인이며, 관련 제도의 개선 없이는 정상적 사업운영이 불가능하여 장기적으로 구역전기제도가 유명무실해질 것으로 예상됨

#### □ 국내 전력소비자 현황

##### ○ 수용가 현황

- 국내 전기 소비자는 거의 대부분 한전에 의해 전기를 공급받고 있으며 용도별로 전기요금을 구별하여 부과하고 있음
- 2014년 12월 기준으로, 한전의 주택용 고객은 14,117,408호, 일반용 고객은 2,954,628호, 교육용

고객은 20,217호, 산업용 고객은 387,533호, 농사용 고객은 1,565,503호, 가로등 1,604,510호, 심야전기 고객은 882,470호 로 총 고객수는 21,532,269호임

- 현행 제도상 3만kW 이상 대용량고객은 전력거래소를 통해 직접 전력구매가 가능하나 현재까지 직접구매자는 존재하지 않음. 주요 이유는 산업용 고객과 일반용고객의 경우 대부분 고객이 낮은 요금을 적용받고 있어서 이보다 나은 대안이 없어 한전으로부터 이탈하지 않음

## □ 발전시장 현황

### ○ 경쟁시장으로 점진적 진화

- 현재는 발전시장은 과점시장에서 점진적으로 경쟁시장으로 진화해가고 있는 과도기적 상황으로 볼 수 있음
- 발전사업은 적절한 허가요건만 득하면 민간을 차별하지 않고 사업을 허가할 수 있게 되어 있어 사업의 자율성이 있는 사업임
- 현재의 전력시장 참여자는 2014년 말 기준 880개사로서 이중 한전과 한전자회사를 제외한 일반발전사업자는 (주)에스파워, 동두천드림파워(주), OCI SE(주) 3개사이며 집단에너지사업자는 대구그린파워(주), GS E&R 2개사이며 신·재생발전사업자는 고덕그린에너지(주) 등 324개사로서 신·재생발전사업자가 압도적인 다수를 점하고 있음

<표 9-8> 전력시장 참여자 분류

('14.12.31 현재)

발전원	판매사업자	한전자회사	일반발전회사	신·재생사업자	집단에너지사업자	구역전기사업자	자가용설비설치자	계
회원수	1	6	12	805	28	9	19	880
설비용량(MW)	-	72,081	11,456	2,834	4,432	261	2,608	93,672

## (2) 발전시장 전망

### □ 민간 발전사업 확대

- 전력산업에서 생산부문을 담당하는 발전시장은 한전자회사(한수원과 발전5사)들이 주축을 구성했으나 2001년 경쟁정책 추진이후 민간발전회사들과 여타 에너지공기업들이 점진적으로 시장에 진입한 결과 전체 발전설비용량 기준대비 비중이 2015년 1월 기준 23.2%까지 확대됨
- 이러한 추세는 향후 지속적으로 유지될 전망이나 경기침체 등에 의한 전력수요증가 둔화와 원자력 발전, 석탄발전 등의 연속적인 공급증대영향 등으로 향후 2020년까지는 민간발전 등의 공급확대 속도가 완화 혹은 정체될 것으로 보임

## □ 상업적 전력망 가능성

### ○ 구조개편 추진 당시 전력산업 미래 모습

- 전력산업 구조개편이 계획에 의해 차질 없이 추진될 경우 지금까지와는 달리 발·송·배전이 분할됨과 동시에 시장원리에 의한 경쟁체제가 정착될 것이며, 공영으로 운영될 송전부문과 시장원리의 적용을 받는 발전 및 배전사업으로 사업주체가 달라질 것으로 전망하였음
- 이럴 경우 공영으로 남게 되는 송전부문의 역할에 대한 검토가 필요할 것이나 현재 구조개편이 진행 중이거나 시행 중인 선진국의 경우에도 송전부문의 운영에 있어서는 다양한 형태를 취하고 있어, 사업여건이나 구조가 상이하며, 따라서 이에 대한 뚜렷한 모델이나 방향을 찾아보기 어려움
- 즉, 영국과 북유럽에서는 단일 사업자로 운영하고 있으나, 소유형태는 국영, 민영으로 다르며, 미국의 경우는 소유와 운영이 분리되어 일정한 지역을 중심으로 운영되고 있음. 기능이나 역할에 있어서도 영국의 경우는 비교적 넓으나, 북유럽은 핵심 기능을 중심으로 운영하며, 미국은 관리와 운용이 이원화된 구조임

### ○ 전력 송전망의 독점성

- 일정한 규격의 전력을 효율적으로, 그리고 안정적으로 차질없이 공급하기 위해서는 관할지역을 하나의 계통으로 만드는 송전망을 만드는 것이 경제적으로 유리할 수 있음
- 동시에 필요한 시설투자사업을 관할지역 전체의 사정을 고려하여 종합적으로 기획하고, 그때그때 전력수요의 변화에 맞춰 계통내부 각 발전소의 활동을 중앙에서 체계적으로 통제하는 체제를 갖추는 것이 효율적임
- 따라서, 중앙 급전통제가 감당할 수 있는 한 더 넓은 지역을 하나의 계통속에 편입하는 것이 바람직하며 한 지역을 둘로 나누어 서로 독립된 계통을 이루게 하는 것보다 하나의 계통속에 통합하여 운영하는 것이 경제적임
- 또한 이미 충분한 용량의 송전망이 형성된 지역에 송전망을 하나 더 깔고 새로운 사업자가 진출하는 것은 바람직하지 않음
- 송전사업의 자연독점성은 이러한 ‘규모의 경제성’으로부터 비롯되는 것이며 이에 더하여 발전부문과 송전부문간의 긴밀한 협조체제를 필요로 하는 수직적 통합의 경제성은 당연히 하나의 계통은 하나의 사업자가 관할하는 것이 자연스럽다는 결론을 뒷받침함

### ○ 전력 배전망의 독점성

- 배전사업부문도 마찬가지로 기간송전선으로부터 최종소비자에게 전기를 공급하기 위해서는 배전망 및 변전소 등의 설비가 필요함
- 최종 소비자가 필요로 하는 전력의 품질과 안정적 공급을 유지하도록 관리하는 배전사업은 자연독점적일 수 밖에 없음
- 무엇보다도 이미 설치된 배전망에 더하여 다른 사업자가 별도의 배전망을 추가로 건설하는 것은 불필요한 낭비

- 그동안 배전망을 통하여 이루어지는 소매 전기사업은 배전사업과 함께 영위되어 왔기 때문에 전통적으로 소매 전기사업 또한 지역별로 자연독점적인 것으로 인식되어 옴

<표 9-9> 송전부문과 배전부문의 특징 비교

구분	송전부문	배전부문
망의 구성	전국적 망상구조	지역적 방사성 구조
운영 및 투자의 범위	- 전국적인 송전망의 효율화 및 신뢰도 확보 - 전국범위의 최적화	- 지역경제 및 소비자요구사항의 반영 - 지역적인 최적화
최종소비자와의 관계	- 간접적인 관계 - 개별적인 지역적 특성 보다 전국범위에 대한 종합적인 고려	- 직접적인 관계 - 최종소비자에 대한 서비스가 중요 - 구체적 지역특성 파악 및 조사·반영이 중요

#### ○ 상업적(Merchant) 전력망 사업자의 등장 가능성

- 상기에서 언급한 바와 같이 송전망의 경우 전력망의 독점성으로 인해 단일의 망사업자 체제를 유지하는 것이 일반적이나 배전망의 경우 다수 국가에서 지역에 근거한 배전사업자를 허용하여 복수의 배전 사업자 체제를 유지하기도 함
- 정부에서도 2001년 전력산업 구조개편을 추진함에 있어 서울(북)/경기북, 서울(남)/경기남, 경기/강원/강릉, 충남/충북, 대국/경북/전북, 부산/경남/전남/제주 등의 지역별 6개 배전분할을 추진하고자 하였으나 2004년 노사정위원회의 배전분할정책 추진중단에 따라 배전분할 정책은 추진되지 않음
- 지난 추진과정 등의 과거를 돌이켜 볼 경우 배전을 포함한 전력망체제의 경쟁허용 정책은 쉽지 않을 것으로 보이며 따라서 제2, 제3의 망사업자 등장 가능성은 크지 않다고 할 수 있음

### (3) 전력판매경쟁 추진방안

#### □ 전력 판매경쟁 제도 도입의 필요성

##### ○ 전력판매경쟁의 의미

- 전력판매경쟁이란 소비자가 직접 판매사업자를 선택할 수 있게 함으로써 경쟁을 통해 다양한 요금(제도)과 서비스를 제공하려는 제도
- 현행 산업정책적 용도별 요금제도에서 원가주의 요금으로 전환
- 다양한 판매사업자가 등장하여 고객을 확보하기 위해 상호경쟁
- 고객은 점진적으로 규제요금이 아닌 경쟁요금을 적용받게 됨

##### ○ 전력판매경쟁에 대한 제도적 근거 미흡

- 발전부문 경쟁 등 전력산업의 경쟁도입 효과를 충분히 전달하기 위해서는 판매부문에서도 경쟁도입이 요구됨

- 전기사업법상 한전 이외 신규 판매사업자 허가 가능하나 지금까지 신규 판매사업을 허가하지 못한 사유는 전력판매 경쟁에 관한 제도적 근거가 미흡하기 때문

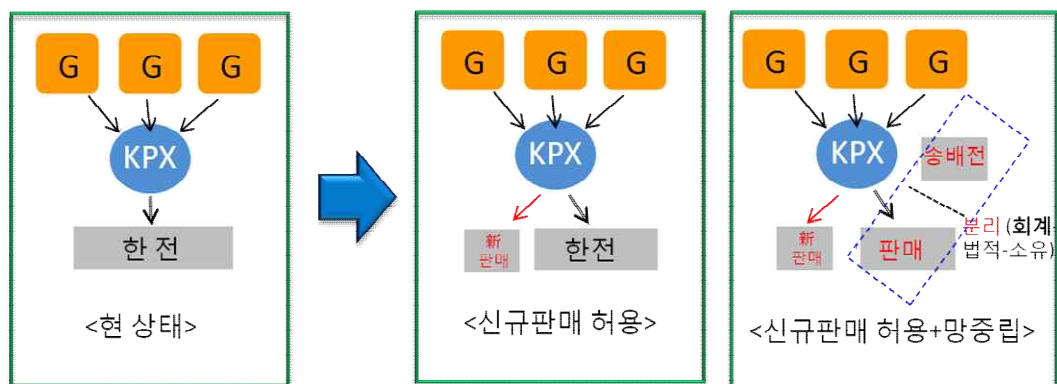
#### ○ 판매경쟁 부재에 따른 부작용

- 요금경직성으로 인한 부작용 : 판매경쟁 부재로 요금경직성 및 비효율적인 전력소비 초래. 발전경쟁만 있을 경우, 전기요금은 지속적으로 정부에 의해 규제되며 정치적 또는 정책적 고려에 의해 영향을 받음. 전기요금이 비용을 제대로 반영하지 못하거나 요금조정이 적시에 이루어지지 않아 전력 소비에 비효율 발생
- Smart Grid 도입효과 제약 : 판매경쟁이 없으면 실시간 가격신호 기능 등 Smart Grid 도입효과 제약. 판매경쟁이 이루어지지 않으면 실시간 가격신호 기능 등 소비자 선택권을 제고시킬 수 있는 기능들이 제대로 발휘될 수 없음
- 소비자의 전력상품 선택범위 제약: 판매경쟁이 이루어지지 않으면 소비자 수요에 대한 반응이 미약해 소비자의 전력상품 선택범위 제약
- 최종소비자 수요에 부응한 상품 차별화가 충분히 이루어지지 않음
- 최종소비자들의 다양한 전력상품에 대한 수요가 도매시장을 통하여 발전시장에 전달되지 못함
- 비용절감 노력 부재 : 판매경쟁 부재 시 판매부문 비용절감 노력이 충분히 이루어지지 않음. 소매요금이 규제로 결정되기 때문에 전력을 낮은 가격으로 구매 하려는 인센티브가 미약

#### □ 판매부문의 개방을 통한 융복합 판매사업자 제도 도입

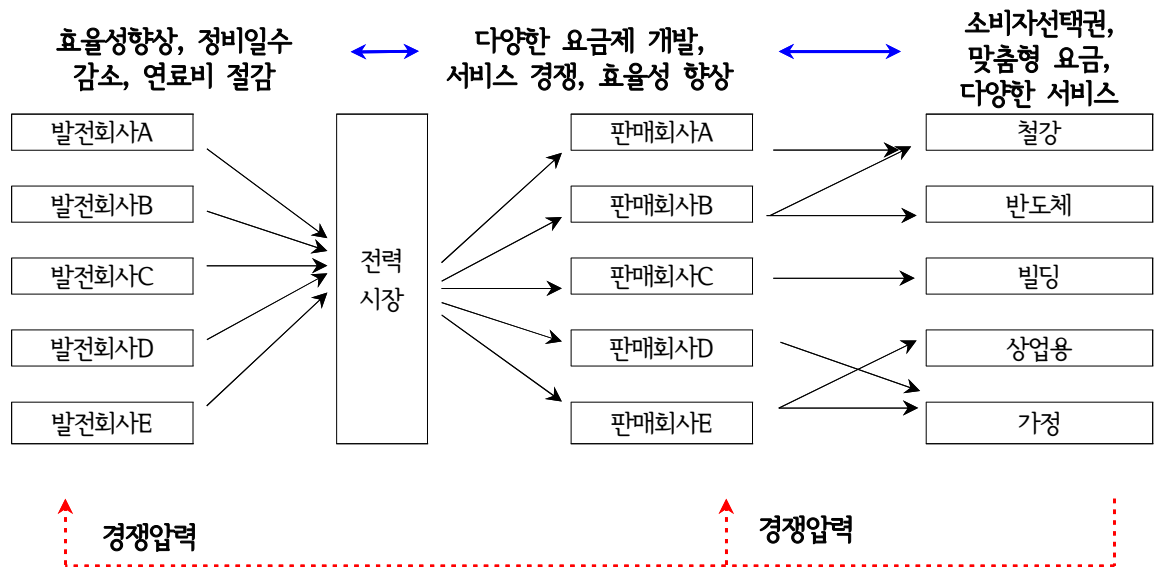
##### ○ 신규 판매사업자의 진입 유도

- 한전의 기존 전력판매망은 유지한 상태에서 신규 판매사업자의 진입을 유도함으로써 신규 판매사업자는 소비자 니즈에 맞는 다양한 부가서비스를 개발하고, 전력소비의 효율화를 달성하도록 함
- 소매시장에 다수의 판매사업자가 진입함에 따라 가격인하, 서비스 차별화 등을 통하여 자사의 확보전력을 고객에게 공급하려는 노력을 가속화할 것임



<그림 9-8> 일본의 전력산업 구조 변화

- 효율제고 효과가 소비자에게 전달되고, 이는 다시 전력회사의 경쟁압력으로 전달되는 구조로 전환 하도록 하는 메커니즘을 구축해야 함. 소비자별 전력사용의 패턴, 다양한 선택요금제, 다양한 에너지(전기, 가스, 열 등)의 융합서비스 제공에 따른 요금할인 등 차별화된 서비스를 강화하기 위한 기반 조성
- 경쟁대상 소비자는 다양한 판매사업자들 간 경쟁으로 인하여 다양한 혜택을 제공하는 서비스를 누릴 수 있도록 유도해야 함. 최종 공급의무자인 한전의 판매부문이 제시하는 요금이 타 판매회사가 경쟁대상 소비자에게 제시할 수 있는 요금상한이 될 것으로 예상



<그림 9-9> 판매시장 개방에 따른 효율제고 방식

#### ○ 신규 판매사업자의 진입 및 소매경쟁 활성화

- 현 전기사업법상 2004년 2월부터 신규 판매사업자의 허용은 가능하지만<sup>145)</sup> 소매개방 일정이 제시되지 않아서 정책불확실성이 존재하므로 단계적 소매개방에 대한 로드맵을 제시할 필요가 있음. 소비자 선택권의 확대를 위한 개방일정의 로드맵을 수립하여 소매시장의 개방범위와 그 시기를 결정하고 일정을 공표해야 함
- 신규 판매사업자의 진입을 위한 자격 및 허가 요건에 대한 규정과 공급사 전환절차의 표준화 규정 마련 필요
- 신규 판매사업자에 대한 재무능력 및 기술능력, 전기사업이 계획대로 수행될 가능성에 대한 세부 허가 기준마련과 허가 후 준수요건 마련 필요
- 공급사의 전환절차, 전환비용 부담, 공급조건 및 요금비교 등 공급자 선택과 관련한 절차규정과 선택 후 공급관련 고시, 공급약관 등 관련 규정 마련 필요

145) 전기사업법 시행령 부칙 제3조 참조

154kV, 300kW 이상 소비자(10.2만호)		전체 수용가 (2021~ )
154kV, 1만kW 이상 소비자 (1,300호) (2015~2017)	(2018~2020)	
1단계(35%)	2단계(64%)	3단계(100%)

<그림 9-10> 판매시장 개방일정의 로드맵 예시

- 소매시장의 경쟁을 활성화하기 위해서는 신규 판매사업자의 발전사업 허용 및 기존 민간 발전사업자의 판매사업에 대한 허가 부여 필요
- 현 소매시장의 구조에서 경쟁적 소매사업자 형성과 초기 시장의 경쟁 활성화를 위해서는 신규 판매사업자와 기존 민간발전사업자의 겸업 허용이 필요
- 전기사업법 제7조(사업의 허가)에서 동일인에게 두 종류 이상의 전기사업 허가불가 조항의 개정 필요
- 발전 및 판매사업의 겸업은 세계적 추세로서 재무적 안정성 및 고객확보 차원에서 필요하며, 일본의 특정규모전기사업자(PPS)의 경우에도 지역별 수직독점체제 하에서 특정지역에 진출한 판매사업자로서 발전설비 등 자체생산 시설을 확보하고 있음

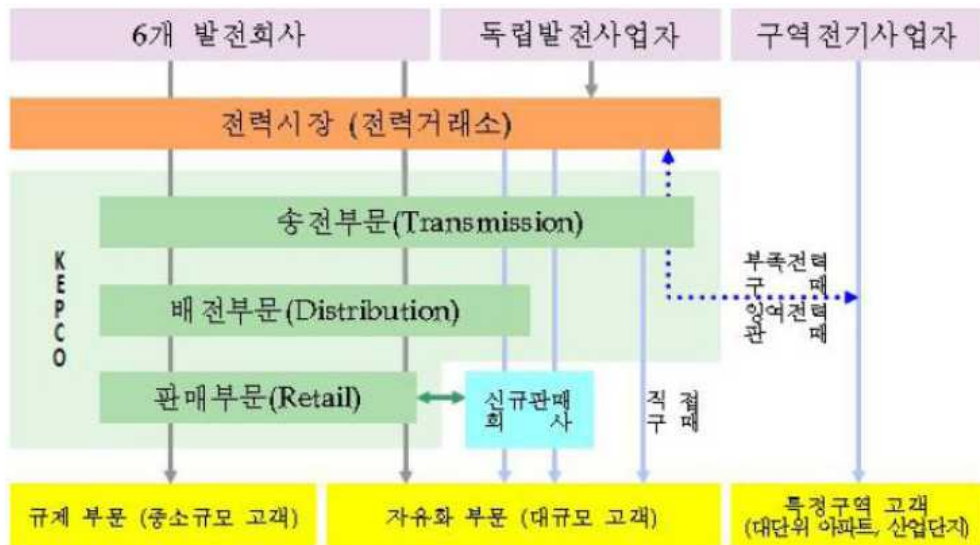
#### ○ 직거래 확대

- 정제되었던 대규모 수용가의 직거래를 단계적으로 확대하는 것도 판매시장 개방과 동일한 조건에서 시행하도록 함
- 교차보조 및 원가이하 요금의 특혜 시비가 있는 대규모 소비자에 대해 소매개방 일정에 따라 준비기간 후 한전의 공급의무 대상에서 제외(1만 kW 이상)하는 방안을 고려
- 대규모 수용가의 타판매사업자 선택, 도매시장에서 직접구매, 자가발전 구비 등 자구노력을 위한 유예기간을 부여(2~3년)함으로써 수용가 스스로 전력소비 문제를 해결하도록 조치
- 대규모 수용가가 판매사업자를 선택할 경우 수용가의 전력사용 정보를 바탕으로 개별 수용가의 맞춤형 요금 전략을 통하여 접근 가능
- 수용가가 도매시장에서 직거래하는 경우에도 도매시장의 거래에 대한 유인을 제공하기 위해서는 판매사업자와 동일한 조건으로 거래하도록 할 필요

#### □ 전력 판매부문 구조 분리 시 수반될 수 있는 잠재적 부작용 고려

##### ○ 요금인상 요인 발생

- 분리되는 판매회사는 성장동력 없이 점진적으로 우량고객만 잠식당하는 근본적인 불안요인으로 인해 요금인상 요인 발생
- 한전 분리 판매회사/판매겸업 발전회사/신규 판매회사간 경쟁



<그림 9-11> 판매시장 개방 시 판매경쟁구조

- 분리된 판매회사의 수익성 악화 및 부실화를 방지하기 위해서는 비경쟁고객을 대상으로 한 전기요금 인상 불가피. 경쟁효과에 의한 내부효율화 요인이 거의 없을 경우, 우량고객 이탈과 그로 인한 요금인상 악순환 또는 판매회사의 부실화 문제만 발생
- 용통대체전력 없이 예비력이 낮을 경우 발·판매겸업회사는 시장지배력 행사 및 담합이 용이하여 요금인상 요인으로 작용
- 전기공급 시스템의 효율성 저하 및 정전과 재난대비 공조체제 약화
  - 배전과 판매가 혼재된 현행 전력공급체제 분산, 재구축 및 비용 발생
  - 고객안내, 현장복구, 사후관리 등 일련의 유기적 관리시스템 약화
  - 정전 등 사고 시 회사 간 책임소재 불분명 및 책임회피로 고객 피해 증가 : 판매·배전회사 점점설비(인입선, 계량기) 등에서 고장/정전 발생 경우
  - 수급관리 지휘계통 분리로 단일화된 효율적 통제 곤란
- 경영불안 요소 내재
  - 판매회사는 자산이 없고 발족 시부터 인력 구조조정 요인을 내포하고 있으므로 순조로운 분리가 어렵고, 경영불안 요소 내재
  - 직원들이 판매회사로 자발적으로 이전할 수 있는 유인 부재
  - 판매회사는 인력조정 외 효율성 제고 수단이 없어 지속적인 갈등 우려
- 판매회사 규모의 영세성으로 재무상태 취약
  - 보유자산 미약과 기업경영의 불안정성 : 고객의 잦은 회사변경 등 불편 초래
  - 영세한 판매사업자가 전기판매수입 전체를 관리하기에는 위험 : 수금 및 재무관리 역량 부족 → 막대한 요금관리 허술 → 전력산업 전부문의 부실

- 판매회사 재무적 위험 시 발전회사의 전기공급 기피 등 사회적 비용 발생: 시장가격 상승분 소비자 전가 불가시 판매회사는 파산 또는 막대한 손실 불가피
- 공익성 약화 및 지역별·고객별 편차 등 보편적 서비스 수준의 저하
  - 소외계층, 특정고객 지원 등 공익적 기능의 폐지 또는 축소 우려
  - 전력공급 과정이 복잡해짐에 따른 고객 불편 및 서비스 대가 증가
  - 판매회사별 수익성에 따라 농어촌, 도서지역 등 서비스 수준 저하

#### □ 전기를 생산, 판매, 수송을 담당하는 대안적 전력회사 설립을 위한 주요 고려사항

- 현재 우리나라의 경우 어떤 형태로든 새로운 방식으로 에너지시장을 움직일 방법을 찾아야 할 것은 사실임. 이를 위해 전력 가격과 시장이 유기적으로 움직여야 하는데 현재 그것이 막힌 상태임
  - 전기를 생산(발전)하고, 구(판)매하며, 송전까지 하는 대안적 전력회사 설립을 위한 필수적이며 중요한 요소는 현재 심각하게 왜곡되어 있는 전기요금의 정상화가 선행되어야 한다는 것임
  - 원가반영을 위한 전기요금의 현실화와 더불어 실시간요금제, 최대피크요금제 등의 선진적 전기요금 제도로의 이행을 조속히 추진하는 것도 필요
- 발전비용 : 의무적 pool 시장에서 가격 결정
  - 발전연료(유류, 유연탄, 가스등)비 및 환율변동시 또는 전력수급상황에 따라 원가 수시 변동
- 송전비용 : 원인 유발자 부담 원칙
  - 생산지(발전소)로부터 원거리 수용일수록 요금부담 증가
  - 지역별 송전요금 체계 개편 : 지역별 송전비용, 송전손실, 혼잡이용 반영
- 배전비용 : 지역별 수용가 밀도에 따라 지역별 차등 부과
  - 고밀도 지역보다 저밀도 지역이 요금 부담 증가
  - 지역별 유발비용(배전비용, 배전손실비용) 차등 적용
  - 편익 수혜자 부담원칙에 따라 요금 부과
- 판매요금 체계 개편
  - 판매비용 및 적정이윤 반영 요금 적용
- 원가반영 소비자 요금체계 확립
  - 원가반영 요금을 위한 송전, 배전, 판매요금의 분리는 판매경쟁을 위한 필수조건
  - 용도별 요금 체계 → 전압별·부하패턴별 요금체계
  - 일반용, 교육용, 산업용의 전압별 통합 추진 및 원가이하 종별 인상
  - 소비자간 교차보조 최소화
  - 모든 수용가의 실시간 전력 수요 수준을 계량할 수 있도록 전자식 계량기 설치 필요

### ○ 전기요금의 원가연동제

- 변동하는 발전단가와, 전가요금인 송배전요금의 전기요금 연동허용 : 시장 원리 충실
- 전기요금의 현실화를 도모하기엔 정치적 고려 등으로 인해 너무도 많은 시간이 소요되기 때문에 산업용 대수용가에 한해 판매경쟁을 도입하는 것도 하나의 정책대안이 될 수 있음
- 전기요금이 정상화되면 발전과 판매부문의 경쟁 도입이 효과적으로 추진될 수 있을 것이며 대안적 전력회사의 등장도 가능

### ○ 판매경쟁 도입은 신중히

- 첨단 ICT 기술의 활용과 신산업 창출을 위해서는 전력판매시장의 개방 및 경쟁 도입이 필요하나 여건이 성숙되어 있지 않은 상황에서 전력 판매시장 경쟁 도입 효과가 담보될 수 없기에 전면적인 판매경쟁 도입에 대해선 신중한 접근을 요구함
- 국민 통합·사회 통합을 위해서도 전력 부문의 판매경쟁 도입을 고려함에 있어 발전 경쟁 도입에 따른 문제점 해소 등 현재 전력산업이 안고 있는 문제에 대한 개선 및 발전방안을 동시에 고민해야 할 것으로 판단됨

## □ ICT 발전을 수용할 수 있도록 전력산업 제도 정비: 판매시장 개방

### ○ ICT를 활용한 다양한 수요관리시장 도입

- 정부는 ICT 기술인프라를 활용한 다양한 신규 수요관리 시장을 도입하려고 함. 즉 전력 재판매 서비스, 수요반응서비스, 수요측 발전자원 전력거래 서비스, 에너지소비 컨설팅 등 다양한 유형의 서비스 사업이 가능하도록 추진 중
- 수요자원(DR자원)의 전력도매시장 거래허용(2014.4월 법 개정, 11월 시행)은 매우 의미 있는 것으로 평가됨

### ○ 제도개선이 선결 요건

- 요금제 개편, 판매시장 개방 등 핵심적인 제도개선이 선결되지 않으면 여러 새로운 정책의 성과를 기대하기 곤란함. 즉, 민간부문이 자발적, 능동적으로 참여하는 수요관리 체계를 구축하기 위해서는 판매시장의 개방이 필요함
- 이를 위해서는 수요관리형 선택형 최대피크요금제(Critical Peak Pricing, CPP) 등 다양한 수요관리형 요금제를 확대 실시해야 하며,
- 전기사업법 상 판매사업자의 자격요건, 영업활동 범위 등에 대한 명확한 기준 제시와 강력한 정책 의지의 표명이 요청되며,
- 전력빅데이터 개방과 정보공유를 통해 새로운 수요관리사업자의 등장 등을 촉진해야 할 것임

## □ 분산형 전원 보급

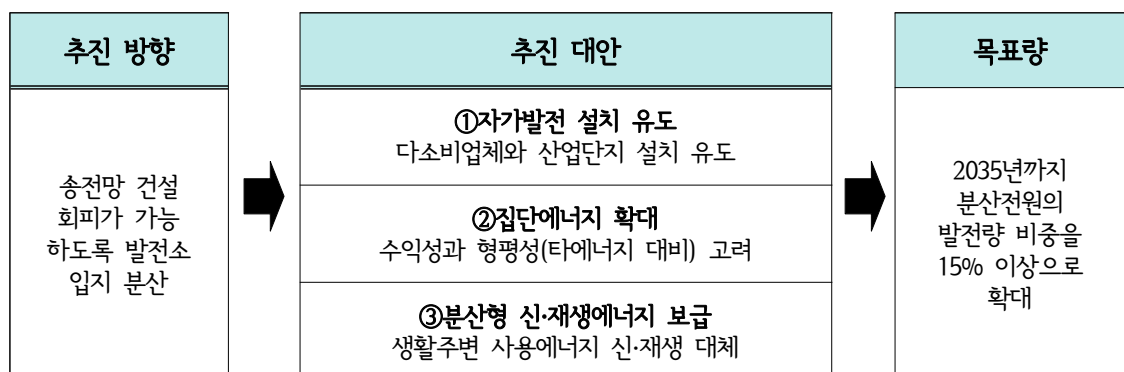
### ○ 정책방향

- 수급의 안정성 확보

- 중앙집중형 설비 체제 한계봉착에 따른 대안 필요
- 기존 발전단지 입지포화, 민원/환경 문제로 대규모 송전선 건설 난항, 발전단지의 대규모화로 인한 전력계통 리스크 증가 등
- 사회적 요구에 부응
  - 환경이슈 부각으로 분산형에 대한 사회적 요구 증대
  - 국가 온실가스 감축목표 달성을 저해하는 대규모 석탄화력 건설에 대한 부정적 인식이 확산, 친환경적인 신·재생 등 분산전원 확대 요구 증가
- ‘일반적 정의’로 확대
  - 국내외 유관기관에서 ①설치위치, ②설비규모, ③접속망의 종류, ④급전가능성 등에 따라 다양하게 정의

※ 분산형 전원

국내외 정의를 종합 감안, 송전망 건설을 회피할 수 있는 ①수요지 발전설비, ②소규모 발전설비를 분산형 전원으로 정의



<그림 9-12> 분산형 전원 보급 정책방향(2차 에너지기본계획)

<표 9-10> 2013년 분산형전원 비중

구분		용량(MW)	비중(%)	발전량(GWh)	비중(%)
분산형 전원	신·재생	2,091	2.3%	4,428	0.8%
	집단(구역)	3,441	3.7%	16,751	3.1%
	자가용	4,109	4.4%	20,021	3.7%
	일반발전기	2,433	2.6%	11,018	2.0%
	합계	12,073	13.1%	52,218	9.6%
(총 발전설비)		(92,440)	(100.0%)	(544,616)	(100.0%)

\* 일반발전기는 열공급설비(서울화력·안양복합·부천복합)와 산업단지에 위치한 일반 화력(안동복합·동해화력·여수#2)가 해당함(통계분류로 인해 열공급설비를 일반발전기로 구분)

\* 신·재생 및 집단에너지의 분산형 비중은 각각 39.6%, 77.0%임

### ○ 분산형 전원보급 장애요인

- 정부 규제 : 수입(열요금, 전기요금)이 정부의 규제에 의해 결정됨
- 시장가격의 왜곡 : 용량요금 미지급, 소규모 설비의 소매가스요금 적용 등
- 시장의 미발달 : 송전권, 지역별 가격차이 등의 부재
- 열병합 집단에너지의 열활용성 : 동절기 이외 시기의 활용성 저하

### ○ 집단에너지 등 분산형 전원 활성화 방안

- 가스요금 개편 : 연료원별 공정과세, 발전용/도시가스용 교차보조 해소 등
- 열요금, 전력요금을 원가 반영방식으로 개편 : 총괄원가 규제에서 인센티브 규제(가격상한 규제) 방식으로 전환, 실질적인 연료비 연동제 도입
- 수도권 분산형 전원 경제성 제고 : 지역별 요금제, 용량요금/송전요금 차등 등
- 전력 및 에너지 수급계획 수립체제 개편 : 집단에너지계획과 전력수급계획의 연계성 강화 (지역사업, 산단사업을 수급계획과 연계하여 설정)
- 과도기적 지원프로그램 병행 : 자체 경쟁력을 지니도록 정책적 지원 및 유도

## □ 일본의 전력산업 소매경쟁 추진 사례

### ○ 전력산업 자유화 추진배경

- 세계적인 규제완화 흐름과 1990년대 초 거품경제 붕괴 후 규제 완화가 주요 정책과제가 되었으며, 급격한 엔고현상으로 외국과의 전기 격차 요금심화 해소가 주요 목적임
- 특히, 2011년 후쿠시마 원전사고로 기존 전력시스템의 취약점(지역간 전력유통 제한, 가격 인센티브를 통한 수요관리 미흡, 민간 자가발전 설비 및 신·재생에너지 활용 부족 등)이 드러남
- 이를 계기로 일본 정부는 기존 지역독점 위주의 전력시스템을 개선하여 공급안정성 제고, 전기요금 인상 억제 및 소비자 선택권 확대 등을 달성하고자 소매 전면 자유화 등의 전력시장 자유화정책을 확대하고자 하고 있음

### ○ 전력시장 자유화 추진경과

- 1995년 : 전기사업법 개정(발전경쟁 도입)
  - 도매공급 입찰제도 도입(발전사업에 신규참여 확대)
  - 특정전기사업 도입(특정지점에 한해 소매사업 허용)
- 2000년 : 전기사업법 개정(탁송 및 소매경쟁 도입)
  - 도매공급 입찰제도 도입(발전사업에 신규참여 확대)
  - 특정규모전기사업<sup>146)</sup> 도입(특별고압고객에 한해 소매경쟁 개시)

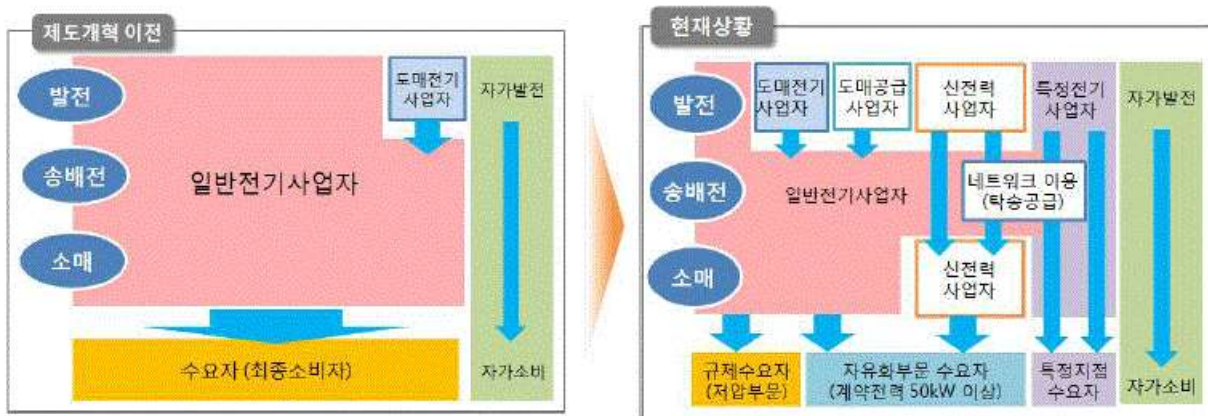
146) 신전력회사(PPS:Power Producer and Supplier)란 계약전력이 50kW 이상의 전력 수요자에게 일반 전기사업자가 가진 배전망을 통해 전력공급을 행하는 '특정규모 전기사업자'를 뜻함. 2000년에 처음 실시한 2000kW 이상의 수요가를 대상으로 한 전력자유화 이후로 관공서나 자치체에 도입되는 등의 보급이 시작됨. 계약만 하면될 뿐 특별한

- 일반전기사업자의 송전망 개방(탁송 허용)
- 2001년 : 전기사업법 개정(소매경쟁 확대)
- 2004년 4월 : 500kW 이상 고압고객으로 확대
- 2005년 5월 : 50kW 이상 고압고객으로 확대, 전체 판매 64% 개방
- 일반전기사업자의 송전망 개방(탁송 허용)
- 2014년 : 전기사업법 개정(소매경쟁 전면 자유화)
- 2015년 : 독립적인 광역계통운영기관 창설
- 2016년 : 50kW 미만까지 소매 전면 자유화
- 2018~2020년 : 전력회사 송배전 법적 분리(자회사)

<표 9-11> 일본의 소매 전면 자유화 추진관련 주요 계획

1	일반 전기사업자(수직통합 9개 전력회사)의 지역독점권 폐지
2	공급독점 철폐로 일반 전기사업자의 공급의무도 없어지기 때문에 공급안정성 확보를 위한 제도개혁 병행 추진 - 판매사업자의 공급력 확보 의무화, 계통운영자의 주파수 유지 의무화, 전원확보 및 용량시장 구축 등
3	송배전 사업자에게 최종 공급의무 부여, 판매·송배전·발전사업과 같이 사업 유형별로 신규 라이선스 부여

※ 최종공급의무자 : 소매업자 파산, 계약협상 난항 등의 경우에도 전력공급이 계속되도록 최종 공급의무를 송배전사업자에게 설정해 놓는 것



출처 : 일본 전력산업 시스템 개혁의 주요논점과 소매경쟁 현황 분석(KEPCO 경제경영연구원)

<그림 9-13> 일본의 전력산업 구조 변화

설비투자가 필요 없는 점에서 동일본 대지진 후 에너지 문제로 인해 점점 주목되고 있음.

## 라. 법령개정 방안

### (1) 에너지 수요관리 관련 법 개정<sup>147)</sup>

#### □ 시도지사에게도 에너지다소비사업자 지정 권한 위임해야

##### ○ 현행 에너지다소비사업자 지정제도의 한계

- 서울은 대형빌딩과 대규모 아파트단지가 많고, 서울 에너지의 58%를 건물이 소비함. 에너지의 반 이상을 이들 건물이 사용하나 신고 관리기준이 ‘에너지사용량 2000TOE(연료·열·전력 사용량) 이상 사용시설로 제한’되어 있어 신고대상은 469개에 불과하여 에너지 수요관리의 한계점 노출

##### ○ 에너지다소비사업자 지정 확대 필요성

- 에너지 위기에 선제적으로 대응하고, 에너지수요관리 강화와 효율성 제고를 위해 에너지사용량 신고대상 확대가 필요하나, 현재 법령은 2000TOE(연료·열·전력 사용량) 이상을 사용하는 에너지다소비사업자를 신고대상으로 하고 있음, 대규모 아파트단지는 사업자가 아니기에 신고대상에서 제외. 에너지 다소비에 있어 사업자와 비사업자에 대한 구분은 의미가 없으므로 이에 대한 개정 필요

##### ○ 에너지다소비사업자 지정 확대 방안

- 서울시 특성과 에너지 소비구조를 감안할 때 에너지 신고대상을 ‘2000TOE 이상 시설에서 계약전력 1천kW 이상의 시설로 확대하는 방안’이 마련돼야 함. 이렇게 되면 기존 469개에서 4000여개로 신고대상이 늘어나며 서울시는 건물 규모별로 에너지소비실태 분석이 가능해지고, 건물에너지 진단에 따라 에너지 효율개선 노력도 성과를 나타낼 것으로 전망

<표 9-12> 에너지이용합리화법 시행령 제35조 개정 방안

현행	개정안
제35조(에너지다소비사업자)법 제31조제1항 각 호 외의 부분에서 “대통령령으로 정하는 기준량 이상인 자”란 연료·열 및 전력의 연간 사용량의 합계(이하 “연간 에너지사용량”이라 한다)가 2천 톤오이 이상인 자(이하 “에너지다소비사업자”라 한다)를 말한다. <신설>	제35조(에너지다소비자)법 제31조제1항 각 호 외의 부분에서 “대통령령으로 정하는 기준량 이상인 자”란 연료·열 및 전력의 연간 사용량의 합계(이하 “연간 에너지사용량”이라 한다)가 2천 톤오이 이상 또는 한전계약전력 1,000킬로와트 이상인 자(이하 “에너지다소비자”라 한다)를 말한다. ② 특별시장·광역시장·도지사(관할구역에서 인구 50만 이상의 대도시는 제외한다)·특별자치도지사 또는 인구 50만 이상의 대도시 시장은 제1항에 따른 에너지소비량 기준의 50퍼센트 이상을 소비하는 에너지소비자를 대상으로 에너지다소비자로 정할 수 있다.(신설)

147) 서울특별시(2015) 서울시 환경정책 건의집에서 발췌하였으며 일부 내용은 수정 변경함

□ 지자체의 에너지수요관리 역량 강화를 위해 시도지사에게도 에너지진단 결과 보고해야

○ 정부와 지자체가 에너지다소비사업자 관리감독 협력

- 에너지다소비사업자는 우리나라 전체 건물이 사용하는 에너지의 20% 이상을 소비. 따라서 이들 사업장의 에너지 개선노력은 필수이며, 동시에 에너지 효율을 높이기 위한 다각적 방안 필요.
- 에너지다소비사업자는 끊임없이 에너지 효율을 높여야 하고, 그런 노력들이 효과를 갖도록 국가와 지자체의 관리·행정감독이 수반되어야함. 특히 관할 지자체의 역할이 중요함
- 에너지다소비사업자는 에너지진단기관으로부터 5년마다 에너지진단을 받아야 하고, 진단결과는 진단기관이 산업통상자원부 장관에게만 보고. 시도지사에게 진단기관에 대한 진단수행실적 보고 명령 권한이 없어 서울시는 관내 에너지다소비사업장에 대한 진단결과조차 파악할 수 없음

○ 시도지사에게도 에너지진단 결과 보고

- 관내 에너지사업장의 진단결과를 모르면서 수요관리 관리감독을 한다는 것은 현실적으로 불가능. 지자체장에게 관내 에너지다소비사업자에 대한 진단결과는 꼭 필요한 자료이기에 산업통상자원부에게 국한된 보고 체제를 시·도지사까지 확대해 진단결과를 국가와 지자체가 공유함으로써 정부와 지자체가 함께 에너지 효율개선 사업을 추진할 수 있도록 법이 개정되어야 함

<표 9-13> 에너지이용합리화법 시행령 제33조 개정 방안

현행	개정안
에너지이용 합리화법 시행규칙 제33조(보고 및 검사 등) ① 법 제66조제1항에 따라산업통상자원부장관이 보고를 명할 수 있는 사항은 다음 각 호와 같다. ...(중략)...	에너지이용 합리화법 시행규칙 제33조(보고 및 검사 등) ① 법 제66조제1항에 따라 산업통상자원부장관이 보고를 명할 수 있는 사항은 다음각 호와 같다. 단, 4호는 산업통상자원부장관 및 시·도지사가 보고를 명할 수 있다. ...(중략)...
4. 진단기관의 경우 : 진단 수행실적	4. 진단기관의 경우 : 진단 수행실적.

## (2) 효율향상에 대한 세제혜택 관련 법 개정

□ 기존건물도 녹색건축물 인증에 대한 세제 혜택 부여해야

○ 기존건물과 신축건물에 대한 차별

- 녹색건축·에너지효율등급 인증을 받은 신축건물이 다양한 인센티브를 받는 반면 기존건물에 대한 인센티브는 거의 없어 기존건물의 에너지 효율향상에 대한 동기부여 미약
- 현재 법령을 보면, 녹색건축·에너지효율등급 인증을 취득하는 경우 3~15% 범위 내에서 한 차례 재산세를 감면 받을 수 있음
- 5년간 단 한 차례만 재산세를 감면 받는 것이며, 그 후 에너지절약 시설로 교체하고 녹색건축·에

너지효율등급 인증을 취득하더라도 재산세 감면 혜택은 더 이상 없어 기존건축물들의 에너지효율등급 개선노력에 대한 동기부여가 안 됨

- 신축건물에 비해 많은 수를 차지하는 기존건물들이 에너지 효율을 지속적으로 개선하도록 유도해야 하므로 등급향상 받은 건물에 재산세 감면혜택을 주면, 타 건물의 참여 촉진
- 다만 지자체의 정책에 따라 의무적으로 인증을 획득해야 하는 건축물은 재산세 경감 대상에서 제외해야 함. 서울시의 경우 '건축물 에너지소비 총량제' 시행과 연계하여 서울시건축위원회 심의대상인 건물이 에너지효율등급을 인증 받았다면, 의무를 이행하는 과정에서 등급인증을 받은 것이기 때문임

<표 9-14> 지방세 특례 제한법 제47조의 2 개정 방안

현행	개정안
④ 「녹색건축물 조성 지원법」 제16조에 따라 녹색건축의 인증을 받거나 같은 법 제17조에 따라 에너지 효율등급 인증을 받은 건축물 또는 주택(「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물 부분으로 한정한다)으로서 대통령령으로 정하는 기준이상인 경우에는 한 차례에 한정하여 그 인증을 받은 날(건축물 또는 주택 준공일 이전에 인증을 받은 경우에는 준공일)부터 5년간 대통령령으로 정하는 바에 따라 재산세를 100분의 3부터 100분의 15까지의 범위에서 경감한다. 다만, 재산세과세기준일 현재 녹색건축의 인증 또는 에너지효율등급 인증이 취소된 경우에는 제외 한다	④...(중략)... 대통령령으로 정하는 기준 이상인 경우에는 (삭제) 그 인증을 받은 날(건축물 또는 주택 범위에서 1회 경감한다. ...(중략)... 된 경우에는 제외한다. 또한, 5년 후 재인증을 받은 건축물 또는 주택으로서 이전보다 향상된 인증등급을 취득한 경우에는 그 인증을 받은 날부터 5년간 대통령령으로 정하는 바에 따라 재산세를 100분의 3부터 100분의 15까지의 범위에서 1회 경감한다.(추가) ⑥ 제4항에 따른 재산세 경감 대상임에도 불구하고 지방자치 단체가 정한 조례 또는 건축물관련 법령을 준수하기 위하여 인증받은 경우 지방자치단체가 경감 범위를 별도로 정할 수 있다.

## □ 개인에게도 세제 혜택 부여

### ○ 에너지절약시설 투자는 법인에게만 세제혜택

- 에너지절약시설에 투자하면, 투자금액의 일정비율만큼 사업자 소득세와 법인세를 공제해주나 이는 법인에게만 해당
- 세액공제대상 시설 범위는 '에너지효율등급 1등급 보일러'와 'LED조명'처럼 에너지 효율이 높은 기기를 시설에 투자할 경우임. 조세특례제한법에 따라 투자금액의 일정비율(대기업 3%, 중견기업 5%, 중소기업 10%) 내에서 사업자 소득세·법인세 공제를 해주고 있음

### ○ 개인에 대한 차별 철폐해야

- 세액공제 대상이 소득세(사업소득)·법인세로 한정되어 있어 현재는 개인이 에너지절약시설에 투자해도 세액공제 혜택이 없음
- 또 공제대상 시설 범위에 단열공사(벽체단열, 단열창호)가 포함되어 있지 않아 주택BRP사업 등 단열공사를 추진해도 세액공제 혜택을 받을 수 없음
- 사업자에 머물러 있는 세액공제 혜택을 개인소득자로 확대하고 그 품목 또한 단열공사(벽체단열,

단열창호)를 포함시키도록 법 개정을 해야함. 주택에너지 효율을 높이기 위해 시민들은 단열창호, 벽체단열에 90% 이상을 투자하기 때문임

- 세액공제 혜택이 확대되면 에너지 효율사업에 참여하는 시민참여가 증가하고 이는 다시 선순환을 가져와 시민들의 경제적 부담을 낮추고 에너지효율화사업에 대한 또 다른 시민들의 참여를 가져올 것으로 기대

<표 9-15> 지방세 특례 제한법 제47조의 2 개정 방안

현행			개정안		
조세특례제한법 제25조의2(에너지절약시설 투자에 대한 세액공제)			조세특례제한법 제25조의2(에너지절약시설 투자에 대한 세액공제)		
① 내국인이 대통령령으로 정하는 에너지절약시설에 2016년 12월 31일까지 투자(중고품 및 대통령령으로 정하는 리스에 의한 투자는 제외한다)하는 경우에는 그 투자금액의 100분의 3(대통령령으로 정하는 중견기업의 경우에는 100분의 5, 중소기업의 경우에는 100분의 10)에 상당하는 금액을 소득세(사업소득에 대한 소득세만 해당한다) 또는 법인세에서 공제한다.			① 내국인이 대통령령으로 정하는 에너지절약시설에 2016년 12월 31일까지 투자(중고품 및 대통령령으로 정하는 리스에 의한 투자는 제외한다)하는 경우에는 그 투자금액의 100분의 3(대통령령으로 정하는 중견기업의 경우에는 100분의 5, 중소기업의 경우에는 100분의 10, 개인은 100분의 15)에 상당하는 금액을 소득세(제한규정 삭제) 또는 법인세에서 공제한다.		
조세특례제한법시행규칙 제13조의2 [별표 8의3] 에너지절약시설(제13조의2제1항 관련)			조세특례제한법시행규칙 제13조의2 [별표 8의3] 에너지절약시설(제13조의2제1항 관련)		
구분	시설내용	적용범위	구분	시설내용	적용범위
1. 에너지이용합리화 시설	가. 산업·건물부분에너지 절약설비	6) 건물에너지 절약설비 ...(중략)... 바)태양광차단장치	1. 에너지이용합리화 시설	가. 산업·건물부분 에너지 절약설비	6) 건물에너지 절약설비 ...(중략)... 바)태양광차단장치 사)벽체단열 아)단열창호

### (3) 신·재생에너지 관련 법 개정

#### □ 신·재생에너지설비 설치에 관한 규제는 완화해야

##### ○ 발전소 주변지역에 관한 불합리한 정의

- ‘발전소 주변지역 주민지원사업’은 발전소의 건설·운영으로 발생하는 유·무형의 피해에 대해 일정 금액을 지원하는 제도로 지역수용성을 높이기 위해 시행되지만, 발전시설 에너지원과 무관하게 주변 지역 범위가 5km로 고정돼 있음
- 원자력, 석탄화력, 가스복합, 태양광, 연료전지 등의 발전시설은 에너지원별로 오염물질 배출이 다르기에 지역 수용성에 차이가 있음

- 현재 에너지원과 발전시설용량에 대한 가이드만 있을 뿐 지역 지원범위는 5km 이내로 일괄 고정돼 있음.(화력·원자력·수력·조력 : 시설용량 1만kW 초과 / 태양광·연료전지 등 신·재생에너지 발전시설 : 시설용량 2천kW 초과) 반경 5km 내로 지원범위를 고정

○ 에너지원별 주변지역에 대한 범위 조정 필요

- 도심 내 청정에너지를 이용한 연료전지, 태양광발전소 건설을 적극 추진하는 지방자치단체와 그렇지 않은 지방자치단체 간에 사업비 지원을 두고 형평성 문제가 제기. 이를 해결하기 위해 에너지원別に 따라 지원 대상범위를 조정할 필요가 있음
- 신·재생에너지 관련 ‘발전소 주변지역 주민지원사업’의 지원범위를 ‘5km에서 1km로’ 조정할 필요가 있음. 그렇게 되면 신·재생에너지 발전시설을 건설하는 지방자치단체가 수혜를 받게 될 것이고, 자연스럽게 분산형 전력공급시설의 수요증가와 확산

<표 9-16> 발전소 주변지역 지원에 관한 법률 시행령 제2조 개정 방안

현행	개정안
제2조(정의) …(중략)… 다만, 수력발전소와 조력발전소의 경우에는 발전(發電)과 관련이 있는 수계(水系)나 저수지의 인근지역으로서 대통령령으로 정하는 범위의 지역을 말한다.	제2조(정의) …(중략)… 다만, 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조 규정의 신·재생에너지를 이용하여 발전하는 발전소의 경우에는 발전(發電)과 관련이 있는 수계(水系)나 발전시설 인근지역으로서 대통령령으로 정하는 범위의 지역을 말한다. <일부개정>
제2조(신·재생에너지 이용 발전소의 주변지역 등) …(중략)… 나. 방조제 안쪽 외의 지역에서는 발전기 및 방조제로부터 반지름 5킬로미터 이내의 육지 및 섬지역 4.<신설>	제2조(신·재생에너지 이용 발전소의 주변지역 등) …(중략)… 나. 방조제 안쪽 외의 지역에서는 발전기 및 방조제로부터 반지름 5킬로미터 이내의 육지 및 섬지역 4.«신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조 규정의 신·재생에너지를 이용하여 발전하는 발전소(수력발전소와 조력발전소를 제외한다)인 경우: 발전기로부터 반지름 1킬로미터 이내의 육지 및 섬지역 <신설>
② 법 제2조 본문에서 …(중략)… 2. 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제1호 각 목에 따른 신·재생에너지를 이용하여 발전하는 발전소(같은 법 제2조제1호라목의 수력을 생산하는 발전소 중 시설용량이 1만킬로와트를 초과하는 수력발전소는 제외한다): 시설용량이 2천킬로와트 이하인 발전소 3. <신설>	② 법 제2조 본문에서 …(중략)… 2. 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조 규정의 신·재생에너지를 이용하여 발전하는 발전소(같은 법 제2조 규정의 수력을 이용하는 발전소 중 시설용량이 1만킬로와트를 초과하는 수력발전소는 제외한다): 시설용량이 2천킬로와트 이하인 발전소 <변경> 3. 「전기사업법」 제2조제11호에 따라 구역전기사업을 하는자의 발전소, 같은 법 제2조제19호에 따른 자가용전기설비 및 같은 법 제92조의2에 따라 구역전기사업자로 적용을 받는 집단에너지사업자의 발전소: 시설용량이 1천만킬로와트 이하인 발전소 <신설>

#### □ 소규모 태양광의 옥내 전원설비에 계통연계 할 수 있도록 규정 완화

- 태양광 발전사업을 통해 생산된 전기는 전량 한국전력을 송배전망을 이용하여 판매하도록 돼 있음. 문제는 판매를 위해 한전선로까지 계통연계를 해야 하는데, 공사비 전액을 발전사업자가 부담해야 함
- 서울에서 20kW 규모의 소규모 태양광발전설비를 갖추려면 평균 6,000만 원 정도의 비용이 소요되나, 전기판매를 위해 계통연계를 하려면 아무리 가까운 거리라 할지라도 3~5백만 원 정도의 시공비가 추가 소요되며 지중화 구역이나 주상변압기까지 거리가 먼 경우는 비용이 크게 늘어남. 평균 1,000만 원 이상의 계통연계 비용이 필요함
- 계통연계 비용이 전체 사업비의 약20%에 해당하여 신·재생에너지 보급에 큰 장애요인으로 작용. 따라서 건물의 옥내 전원설비에 연계할 수 있도록 관련규정을 완화해야 함

### (4) 전기차 관련 법 개정

#### □ 전기버스와 전기택시에 지원 대한 제도적 근거를 마련해야 함

##### ○ 충전지 교체비용 지원 근거 마련

- 버스와 택시는 운행거리가 길어 전기차 도입 시 효과가 클 것으로 기대되나 충전지 교체비용이 높아 도입 꺼림
- 남산순환 전기버스의 경우, 배터리 교환에만 약 1억2000만 원이 필요
- 재정적 지원 없이는 사실상 전기자동차 보급은 불가능
- 운수사업자의 재정지원을 규정하는 「여객자동차 운수사업법」 제50조에 전기차 관련 항목이 없음
- 운수사업자들이 자발적으로 미세먼지 배출이 없는 전기자동차로 교체하도록 충전지 교체비용에 대한 재정지원 기준이 필요
- 「여객자동차 운수사업법」 50조(재정 지원)에 전기차에 대한 재정적 지원 내용을 신설해 운송사업자들이 전기차를 구매할 수 있는 환경이 만들어져야 함
- 현재 전기자동차의 배터리 교체 비용은 버스 1억2000만 원, 택시 1350만 원(각 1회 교체 시) 정도가 소요되는 바, 충전지교체비용의 50%를 지원할 필요가 있음
- 버스와 택시의 전기사용 요금을 지원하는 방안도 있지만, 그 비용이 크지 않아 보급효과에 영향이 없음

<표 9-18> 전기사업법 제2조 개정 방안

현행	개정안
제50조(재정 지원) ① 국가는 여객자동차운수사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는...(중략)...	제50조(재정 지원) ① 국가는 여객자동차운수사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는...(중략)...
9. 그 밖에 여객자동차 운수사업을 진흥하기 위한 것으로서 국토교통부령으로 정하는 사항	9. 그 밖에 여객자동차 운수사업을 진흥하기 위한 것으로서 국토교통부령으로 정하는 사항
...(중략)...	10. 성능저하에 따른 전기차 배터리 교체<신설> ...(중략)...
② 시·도는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는...(중략)...	② 시·도는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는...(중략)...
④ 특별시장·광역시장·특별자치도시 또는 시장·군수는 대통령령으로 정하는 운송사업자에게 유류(油類)에 부과되는 다음 각 호에 따른 세금 등의 인상액에 상당한 금액의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다. 이 경우 보조금의 지급기준·지급방법 및 지급절차는 국토교통부장관이 정하여 고시한다.	④ 특별시장·광역시장·특별자치도시 또는 시장·군수는 대통령령으로 정하는 운송사업자에게 유류(油類) 또는 <u>전기차 충전요금</u> 에 부과되는 다음 각 호에 따른 세금 등의 인상액에 상당한 금액의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다. 이 경우 보조금의 지급기준·지급방법 및 지급절차는 국토교통 부장관이 정하여 고시한다.<삽입> ...(중략)...
2. 「개별소비세법」 제1조제2항제4호바목, 「교육세법」 제5조제1항, 「석유 및 석유대체연료 사업법」 제18조제2항제1호에 따라 석유가스 중 부탄에 각각 부과되는 개별소비세·교육세·부과금	2. 「개별소비세법」 제1조제2항제4호바목, 「교육세법」 제5조 제1항, 「석유 및 석유대체연료 사업법」 제18조제2항제1호에 따라 석유가스 중 부탄에 각각 부과되는 개별소비세·교육세·부과금 3. 전기차 충전요금<신설>

## □ 전기택시 분류기준 마련 필요

### ○ 소형인가 대형인가 구분기준 없음

- 기존 택시는 배기량에 근거해 소형·중형·대형으로 구분하나, 전기자동차의 경우 배기량에 의미가 없음
- 중형 이하의 전기택시 도입에 따라 그 요금수준을 차별화할 수 있는 근거가 필요
- 택시 전기차를 도입하려고 할 때 먼저 필요한 것은 요금체계 수립임
- 서울시, 대전시, 제주도 등은 전기택시 보급을 준비하고 있지만, 요금체계 수립의 기본이 되는 택시 크기에 대한 규정이 없음
- 각 지자체는 국토부 등과 협의하고 있으나 관련 근거가 없어 뚜렷한 해결책을 찾지 못하고 있음
- 기존 택시는 『여객자동차 운수사업법 시행규칙』 제9조(택시운송사업의 구분)는 내연기관의 배기량으로 경형, 소형, 중형, 대형, 모범형, 고급형으로 구분
- 택시운송사업의 구분 기준이 없어 대전시의 경우는 「자동차관리법」을 준용하여 전기차 SM3의 기본 요금을 중형요금으로 산정한 바 있음

<표 9-29> 여객자동차 운수사업법 제50조 개정 방안

현행	개정안
제50조(재정 지원) ① 국가는 여객자동차 운수사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 ...(중략)...	제50조(재정 지원) ① 국가는 여객자동차운수사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 ...(중략)...
9. 그 밖에 여객자동차 운수사업을 진흥하기 위한 것으로서 국토교통부령으로 정하는 사항 ...(중략)...	9. 그 밖에 여객자동차 운수사업을 진흥하기 위한 것으로서국토교통부령으로 정하는 사항 10. 성능저하에 따른 전기차 배터리 교체<신설> ...(중략)...
② 시·도는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 ...(중략)...	② 시·도는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 ...(중략)...
④ 특별시장·광역시장·특별자치도지사 또는시장·군수는 대통령령으로 정하는 운송사업자에게 유류(油類)에 부과되는 다음 각 호에 따른 세금 등의 인상액에 상당한 금액의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다. 이 경우 보조금의 지급기준·지급방법 및 지급절차는 국토교통부장관이정하여 고시한다. ...(중략)...	④ 특별시장·광역시장·특별자치도지사 또는 시장·군수는 대통령령으로 정하는 운송사업자에게 유류(油類) 또는 전기차 충전요금에 부과되는 다음 각 호에 따른 세금 등의 인상액에 상당한 금액의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다. 이경우 보조금의 지급기준·지급방법 및 지급절차는 국토교통부장관이 정하여 고시한다.<삽입> ...(중략)...
2. 「개별소비세법」 제1조제2항제4호바목, 「교육세법」 제5조제1항, 「석유 및 석유대체연료 사업법」 제18조 제2항제1호에 따라 석유가스 중 부탄에 각각 부과되는 개별소비세·교육세·부과금	2. 「개별소비세법」 제1조제2항제4호바목, 「교육세법」 제5조 제1항, 「석유 및 석유대체연료 사업법」 제18조 제2항제1호에 따라 석유가스 중 부탄에 각각 부과되는 개별소비세·교육세·부과금 3. 전기차 충전요금<신설>

---

## 참고문헌

---



## 참 고 문 헌

- 강병하·허재혁, 2010. “지역냉방 확대보급에 따른 하절기 전력피크 및 수요관리 효과 분석”, 대한설비공학회 하계학술발표회 논문집
- 강한기, 2006. “축열식 히트펌프의 응용”, 한국 퍼실리티 매니지먼트 학회 2월 월례회 발표자료.
- 관계부처합동(2014), 제5차 에너지 이용합리화 기본계획
- 교통안전공단, 개별년도. 자동차주행거리실태분석 연구
- 국토교통부, 2014. “전국 건축물 총 6,851,802동/ 33억7천6백만㎡”, 보도자료(2014.3.4.)
- 국토교통부, 2014. 건축물 에너지 성능 향상 대책
- 국토교통부, 개별년도. 국토교통통계연보
- 국토교통부·에너지관리공단, 2013. 건축물의 에너지절약 설계기준 해설서
- 국토해양부, 개별년도. 국토해양통계연보
- 기상청, 2012. 한반도 기후변화 전망 보고서
- 기획재정부, 2013. 대한민국 중장기 정책과제
- 김정완, 2007. “수송용 바이오에탄올 도입의 경제성”, KEEI Issue Paper 1(1): 1-20.
- 노형복, 2012. “국내 전기자동차 기술 경쟁력 분석”. 사업기술 이슈, 기술평가원
- 류태우, 2007. “바이오매스가스화 고효율 복합발전 시스템 기술개발”, 한국생산기술연구원
- 부경진, 2006. 녹색가격제도(Green Pricing)의 국내도입 방안, 에너지경제연구원
- 산업통상자원부, 2014. 제2차 에너지기본계획
- 서울시, 2008. 주차상한제 개선계획
- 서울시, 2009a. 서울 친환경에너지 기본계획 2030
- 서울시, 2009b. 서울시 저탄소 녹색성장 5개년 시행계획
- 서울시, 2011a. 2030 그린디자인 서울 건축물 설계기준
- 서울시, 2011b. 신·재생에너지 보급 중장기 기본계획
- 서울시, 2013a. 서울시 녹색건축물 설계기준
- 서울시, 2013b. 에코마일리지제 시행성과 평가 및 발전방안 연구
- 서울시, 2013c. 에너지 클리닉 서비스 Guide Book
- 서울시, 2014a. 제2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획
- 서울시, 2014b. 서울시 교통정비 중기계획
- 서울시, 2014c. 기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급 계획 수립연구

서울시, 2014d. 승용차 요일제 효과분석 및 장기추전전략 수립

서울시, 2014e. 지속가능한 도시교통 관리방안 수립 연구

서울시, 2014f. 서울특별시 10개년 도시철도 기본계획에 대한 종합발전방안(안)

서울시, 2014g. 보행안전 및 편의증진 기본계획 수립연구

서울시, 2014h. 에너지살림도시, 서울 종합계획

서울시, 2014i. 서울시 온실가스 인벤토리 보고서

서울시, 2015. 원전하나줄이기의 산업효과 등 성과분석

서울연구원, 2008. 서울시 수송부문 CO<sub>2</sub> 배출 변화요인 및 감축잠재량 분석

서울연구원, 2009. 저소득가구의 에너지 소비실태 조사·분석

서울연구원, 2010. 의무할당제를 기반으로 하는 신재생에너지설비 유치방안

서울연구원, 2012. 서울시 단독주택 난방에너지 효율개선 사업 활성화 방안

서울연구원, 2014. 서울시 부설주차장 설치제한 제도(주차상한제) 적용성 개선 연구

수도권교통본부, 2012. 여객 기종점통행량(O/D) 전수화 및 장래수요예측 공동조사

에너지경제연구원, 2014. 제4차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획 수립방안 연구, 산업통상자원부 수탁과제

에너지경제연구원, 2014. 제5차 에너지이용합리화계획

에너지경제연구원, 2012a, “미국 EIA의 12월 에너지전망 보고서,” 「세계 에너지시장 인사이트」, 2012.12.14.

에너지경제연구원, 2012b. 국가 중장기 발전전략 수립을 위한 종합 연구.

에너지경제연구원, 2012c. “2012년 기후변화협약 당사국총회 결과 및 시사점,” 「에너지 포커스」, 2012 겨울호

에너지경제연구원, 2012d. “미국 EIA의 12월 에너지전망 보고서,” 「세계 에너지시장 인사이트」, 2012.12.14.

에너지경제연구원, 2013a. 분위회귀분석을 통한 가정부문 용도별 에너지소비량 분포 및 특성 분포

에너지경제연구원, 2013b. 주택 에너지효율 개선사업 전략 연구

에너지경제연구원, 2014. 2014년도 국제 원유시황 및 유가 전망

에너지경제연구원, 개별년도. 에너지총조사보고서

에너지경제연구원, 개별년도. 에너지통계연보

에너지경제연구원, 개별년도. 지역에너지통계연보

에너지관리공단, 2008. 열병합발전 기술 가이드북

에너지관리공단, 2013. 집단에너지사업 편람

에너지관리공단, 2014. 에너지통계핸드북

에너지관리공단, 개별년도. 자동차 에너지소비효율 분석집

온실가스종합정보센터, 2013. 국가 온실가스 배출구조 변화요인 분석

외교통상부, 2012. “유가변동성 완화에 대한 G20 논의동향,” 「글로벌 정책리뷰」, 제3호

유기돈, 2012. “에너지 걱정 덜어줄 유망 소재,” 「LGERI 리포트」, LG경제연구원

이명주, 2014. “건축물/도시분야 에너지 효율개선을 위한 정책 제언”

이병호·이건원·이영호, 2010. “BIM기반의 공동주택 주동 유형별 건물에너지 시뮬레이션 비교에 관한 연구”. 한국생태환경건축학회논문집 10(4): 84-100

이상준, 2014. 비상용 자가발전기를 이용한 전력수요관리방안 연구, 에너지경제연구원

이장연, 2012. “건물 에너지 절약을 위한 히트펌프 기술”, KETEP Issue Paper 2012-제01호. 한국에너지기술평가원

이철용, 2014. 신재생에너지에 대한 지불의사액 추정 및 사회적 수용성(PA) 제고 방안 연구

전력거래소, 개별년도. 가전기기 보급률 및 가정용전력 소비행태 조사 결과 보고서

지식경제부, 2011. 지역에너지계획 작성 가이드

지식경제부, 2013. 제6차 전력수급 기본계획(안), 보도자료. 2013.1.31

진상현·황인창, 2009. “지수분해분석을 이용한 지자체의 에너지 소비특성에 관한 연구”, 자원·환경경제연구 18(4): 557-586.

진상현·황인창, 2012. “지역할당 방식을 이용한 지자체의 온실가스 배출량 전망: 에너지부문을 중심으로”, 서울시연구 13(3): 47-63.

코레일, 개별년도. 철도통계연보

토지주택연구원, 2013a. 중장기 주택수요전망 연구

토지주택연구원, 2013b. 기후에너지 정책변화에 따른 녹색건축인증제도 개선방향 연구: 도시 지구차원을 중심으로

한국석유공사 석유정보센터, 2014. Petroleum Intelligence Weekly (2014.5.12.)

한국에너지재단, 2012. 저소득층 에너지효율 개선사업

한국전력거래소, 2013. 2013년도 상용자가발전업체조사

한국전력공사, 2012. 전력산업 저탄소 녹색성장 추진비용에 대한소비자 의식 및 지불의사 연구

한국환경공단, 2012. 지자체 온실가스 배출량 산정지침(ver. 3.0)

환경부, 2012. 경유버스 및 CNG 버스 환경-경제성 분석을 통한 CNG 버스 보급 정책 타당성 조사연구

- Bhattacharyya, S.C., 2011. Energy economics: Concepts, issues, markets and governance. Springer
- Bordoff, J.E. and Noel, P.J., 2008. Pay-as-you-drive auto insurance: A simple way to reduce driving-related harms and increase equity. The Brookings Institution discussion paper 2008-09.
- CCC, 2009. “Disaggregating UK Reference Emissions Projections and Abatement Potential: Details of the Analysis for Wales, Scotland and Northern Ireland”, Committee on Climate Change, Technical Appendix to Chapter 14 in Building a Low-carbon Economy, The Stationary Office, London, UK.
- CRS, 2011, 2010 Green-e Verification Report
- David, R. and MacKinnon, J.G., 2003. Econometric Theory and Methods. New York, NY: Oxford University Press.
- EPA(2012), Green Power Partnership Fortune 500 partners list
- FAO, 1991. Energy for sustainable rural development project. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ferreira, J. and Minikel, E., 2010. Pay-as-you-drive auto insurance in Massachusetts.
- Gujarati, D.N., 2003. Basic Econometrics. New York, NY: McGraw-Hill Companies, Inc.
- IAEA, 2006. Model for analysis of energy demand (MAED-2). Vienna: International Atomic Energy Agency.
- IEA, 2010, Energy Policies of IEA Countries
- IEA, 2011, World Energy Outlook
- IEA, 2012a, World Energy Outlook
- IEA, 2012b, Energy Balance of OECD Countries
- IEA, 2013a, World Energy Outlook
- IEA, 2013b, Energy Balance of OECD Countries
- IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Ko, J., 2013. Vehicle trip generation rates for office buildings under urban settings. ITE Journal, February 2013.

- Lapillonne, B., and Chateau, B., 1981. The MEDEE models for long term energy demand forecasting. *Socio-Economic Planning Sciences* 15(2):53-58.
- Litman, T., 2013. Understanding transport demands and elasticities.
- Morrison, R.N., 2014. "Usage-based insurance", Presented at the 7th annual UCLA downtown Los Angeles forum on transportation, land use, and the environment. Mar. 20, 2014.
- NREL(2006), Utility-Marketer Partnerships : An Effective Strategy for Marketing Green Power?
- Pandey, R., 2002. Energy policy modeling: Agenda for developing countries. *Energy Policy* 30: 97-106.
- World Bank, 2009. Energy demand models for policy formulation: A comparative study of energy demand models. The World Bank Policy Research Working Paper 4866.

페트로넷, <http://www.petronet.co.kr>

한국전기안전공사 홈페이지, <http://www.kesco.or.kr/>

<http://www.pwc.com/>

<http://www.iea.org/policiesmeasures/database>

<http://www.epa.gov/greenpower/>

<http://apps3.eere.energy.gov/greenpower/markets/greenpricing>

<http://www.green-e.org/>



---

# 부 록

부록 1. 통계분석 결과

부록 2. MAED 모형 입력자료

부록 3. 주요 통계 자료

부록 4. 소요예산

---



# 부록 1. 통계분석 결과

## 1. 기후분석

### 1.1 전국 일평균 기온

□ 모형:  $T_t = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

○ 여기서  $T_t$ 는 기온,  $u_t$ 는 잔차,  $t$ 는 시간(년, 초기년도=1)을 의미함

○ 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-1> 전국 평균 기온 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	12,104	0.018
표준오차	0.144	0.006
t	84,304	3.145
유의확률(p-value)	0.000	0.003
Durbin-Watson d	2.081	
$R^2$	0.194	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

### 1.2 서울 일평균 기온

□ 모형:  $T_t = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

○ 여기서  $T_t$ 는 기온,  $u_t$ 는 잔차,  $t$ 는 시간(년, 초기년도=1)을 의미함

○ 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-2> 서울 평균 기온 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	11,708	0.029
표준오차	0.181	0.007
t	64,522	4.009
유의확률(p-value)	0.000	0.000
Durbin-Watson d	1.593	
$R^2$	0.282	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

### 1.3 전국 일 최고기온

□ 모형:  $T_t = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

- 여기서  $T_t$ 는 기온,  $u_t$ 는 잔차,  $t$ 는 시간(년, 초기년도=1)을 의미함
- 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-3> 전국 일 최고기온 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	17.449	0.023
표준오차	0.159	0.006
t	109.645	3.694
유의확률(p-value)	0.000	0.001
Durbin-Watson d	1.892	
$R^2$	0.250	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

### 1.4 서울 일평균 최고기온

□ 모형:  $T_t = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

- 여기서  $T_t$ 는 기온,  $u_t$ 는 잔차,  $t$ 는 시간(년, 초기년도=1)을 의미함
- 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-4> 서울 일 최고기온 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	16.579	0.015
표준오차	0.188	0.007
t	88.353	2.021
유의확률(p-value)	0.000	0.050
Durbin-Watson d	1.554	
$R^2$	0.091	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

### 1.5 전국 일 최저기온

□ 모형:  $T_t = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

- 여기서  $T_t$ 는 기온,  $u_t$ 는 잔차,  $t$ 는 시간(년, 초기년도=1)을 의미함
- 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-5> 전국 일평균 최저기온 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	7.209	0.020
표준오차	0.170	0.007
t	42.344	3.013
유의확률(p-value)	0.000	0.004
Durbin-Watson d	1.714	
$R^2$	0.181	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

## 1.6 서울 일평균 최저기온

□ 모형:  $T_t = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

- 여기서  $T_t$ 는 기온,  $u_t$ 는 잔차,  $t$ 는 시간(년, 초기년도=1)을 의미함
- 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-6> 서울 일 최저기온 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	7.672	0.035
표준오차	0.171	0.007
t	44.781	5.114
유의확률(p-value)	0.000	0.000
Durbin-Watson d	1.708	
$R^2$	0.389	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

□ 전국 일평균 기온과 서울 일평균 기온의 관계

□ 모형1:  $T_{t,S} = \beta_0 + \beta_1 T_{t,K} + u_t$

- 여기서  $T_{t,S}$ 는 서울의 기온,  $T_{t,K}$ 는 전국의 기온을 의미함
- 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)
- 모형1은 잔차가 자동상관성(autocorrelation)의 문제를 갖고 있기 때문에 차분(first order difference)방법을 이용하여 분석하였음. 곧 모형2를 사용하였음 차분방법에 대한 자세한 내용은 Gujarati(2003)을 참고할 수 있음

□ 모형2:  $(T_{t,S} - T_{t-1,S}) = \beta_1 (T_{t,K} - T_{t-1,K}) + v_t$

- 여기서  $v_t = u_t - u_{t-1}$  을 의미한다.

<표 A1-7> 서울 일평균기온과 전국 일평균기온의 관계 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_1$
추정치	1.019
표준오차	0.067
t	15.157
유의확률(p-value)	0.000
Durbin-Watson d	2.250
$R^2$	0.849
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족

## 1.7 서울 일평균기온과 난방도일의 관계

□ 모형:  $HDD_t = \beta_0 + \beta_1 T_t + \beta_2 t + u_t$

○ 여기서  $HDD_t$ 는 난방도일을 의미함

○ 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-8> 서울 일평균기온과 난방도일 관계 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
추정치	6382.168	-297.681	2.364
표준오차	232.942	19.773	1.061
t	27.398	-15.055	2.228
유의확률(p-value)	0.000	0.000	0.032
Durbin-Watson d	1.751		
$R^2$	0.872		
VIF	1.385		
F	135.877 (유의확률: 0.000)		
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족		

## 1.8 서울 일평균기온과 냉방도일의 관계

□ 모형:  $CDD_t = \beta_0 + \beta_1 T_t + u_t$

○ 여기서  $CDD_t$ 는 냉방도일을 의미함

○ 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-9> 서울 일평균기온과 냉방도일 관계 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	-121.242	12.919
표준오차	73.220	5.922
t	-1.656	2.182
유의확률(p-value)	0.105	0.035
Durbin-Watson d	2.082	
$R^2$	0.104	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

## 1.9 서울 극최저기온과 일평균기온의 관계

□ 모형:  $T_{t,L} = \beta_0 + \beta_1 T_t + u_t$

○ 여기서  $T_{t,L}$ 는 극최저기온을 의미함

○ 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-10> 서울 일평균기온과 극최저기온 관계 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	-32.745	1.478
표준오차	6.416	0.519
t	-5.104	2.847
유의확률(p-value)	0.000	0.007
Durbin-Watson d	1.891	
$R^2$	0.165	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

## 1.10 서울 극 최고기온과 평균기온의 관계

□ 모형:  $T_{t,H} = \beta_0 + \beta_1 T_t + u_t$

○ 여기서  $T_{t,H}$ 는 극최고기온을 의미함

○ 통계자료: 기상청 국가기후자료센터, 표본수 = 43(1971 - 2013년)

<표 A1-11> 서울 일평균기온과 극최고기온 관계 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	27.172	0.600
표준오차	3.962	0.321
t	6.858	1.872
유의확률(p-value)	0.000	0.068
Durbin-Watson d	2.353	
$R^2$	0.079	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

## 2. 경제성장 분석

### 2.1 서울 경제성장을

□ 모형1:  $\ln(GRDP_{S,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GDP_{K,t}) + u_t$

○ 여기서  $GRDP_{S,t}$ 는 국내총생산,  $GDP_{K,t}$ 는 서울 지역내총생산,  $u_t$ 는 잔차,  $t$ 는 시간(년, 초기년도=1)을 의미함

○ 통계자료: 통계청 경제활동별 지역내총생산, 표본수 = 28(1985 - 2012년)

□ 전국의 경제성장률은 한국개발연구원(KDI) 등 다른 기관에서 발표한 전국 경제성장률 전망치(기획재정부, 2013)를 사용하였음. 분석결과 Durbin-Watson d 값과  $R^2$  값에서 유추할 수 있듯이 모형1의 개별변수들은 비정상성(nonstationarity)의 문제를 갖고 있음. 그러나 개별변수별로 1차 차분을 하면 새로운 변수들은 정상성을 갖게 됨(integrated of order 1). 이를 통계적으로 확인하기 위해 Augmented Dickey-Fuller(ADF) 단위근(unit root test) 검정을 실시하였음. 일반적으로는 비정상성을 갖는 변수들의 경우 회귀분석의 결과가 통계적으로 무의미한 경우가 많지만, 위 모형에서는 개별변수들이 공적분(cointegration)을 보이기 때문에 계수들을 추정하는 데 큰 문제가 없음. 이를 확인하기 위해 Augmented Engle-Granger(AEG) 공적분 검증(cointegration test)을 실시하였음. 비정상성 및 공적분에 대한 자세한 내용은 Gujarati(2003) 또는 Davidson and McKinnon(2003)을 참고할 수 있음

<표 A1-12> 서울 경제성장률 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	2.000	0.836
표준오차	0.323	0.016
t	6.19	52.68
유의확률(p-value)	0.000	0.000
Durbin-Watson d	0.179	
$R^2$	0.991	
ADF statistics	-2.761 (1% 임계값: -2.660)	

### 3. 에너지원단위 분석

#### 3.1 석유제품 소비

□ 서울 석유소비 원단위(전부문)

□ 모형:  $\ln(I_{t,P}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GRDP_t) + \beta_2(1/t) + u_t$

○ 여기서  $I_{t,P}$ 는 석유 에너지집약도,  $GRDP_t$ 는 서울의 지역내 총생산을 의미함

○ 통계자료: 지역에너지통계연보, 통계청 지역내 총생산, 표본수 = 23(1990 - 2012년)

□ 원단위는 외환위기 전후로 큰 차이를 보이기 때문에 시기를 다음과 같이 둘로 나누어 모형1을 분석하였음. 실제로 Chow 테스트 결과 두 시기 사이에는 구조적인 차이가 있음을 확인할 수 있었음( $F=92.95$ ,  $p\text{-value} < 0.001$ )

○ 시기1: 1990 - 1998년

○ 시기2: 1999 - 2012년

○ 시기2의 결과를 통해볼 때, 외환위기 이후 서울에서는 지역내 총생산이 1% 증가할 때 에너지원단위는 1.409% 감소했음

<표 A1-13> 서울 석유소비 원단위 통계분석 값

구 분	시기1(1990-1998년)			시기2(1999-2012년)			시기3(1990-2012년)		
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
추정치	-1.314	0.287	0.199	30.531	-1.409	0.359	45.016	-2.150	-0.754
표준오차	3.583	0.188	0.098	2.528	0.130	0.079	3.261	0.169	0.204
t	-0.367	1.525	2.032	12.077	-10.842	4.539	13.803	-12.734	-3.701
p-value	0.726	0.178	0.088	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
VIF	4.651			3.183			2.345		
F (p-value)	2,241 (0.188)			349,540 (0.000)			122,509 (0.000)		
Durbin-Watson d	1.946			1.771			0.864		
RSS	0.00802			0.01773			0.35214		
df	6			11			20		
$R^2$	0.428			0.985			0.925		
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족			잔차의 정규성 및 독립성 만족			잔차의 정규성 및 독립성 만족하지 않음		

- 비고: 시기3은 Chow 테스트를 위해 전체 시기(1990 - 2012년)를 분석한 것임.

##### 3.1.1 서울 석유소비 원단위(농업부문)

□ 모형:  $\ln(I_{t,P,A}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(t) + u_t$

○ 여기서  $I_{t,P,A}$ 는 농업부문 석유 에너지집약도를 의미함

○ 통계자료: 지역에너지통계연보, 통계청 지역내 총생산, 표본수 = 13(2000 - 2012년)

<표 A1-14> 서울 농업부문 석유소비 원단위 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	6.190	-0.627
표준오차	0.298	0.145
t	20.790	-4.324
p-value	0.000	0.003
Durbin-Watson d	3.220	
$R^2$	0.728	
기타	잔차에 자동상관 가능성이 있지만 심각하지는 않음	

- 비고: 자동상관의 가능성이 있지만, Outlier가 많아 차분방식을 적용하기 어려움

### 3.1.2 서울 석유소비 원단위(광업부문)

□ 모형1:  $\ln(I_{t,P,Min}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(t) + u_t$

○ 여기서  $I_{t,P,Min}$  는 광업부문 석유 에너지집약도를 의미함

○ 통계자료: 지역에너지통계연보, 통계청 지역내 총생산, 표본수 = 13(2000 - 2012년)

<표 A1-15> 서울 광업부문 석유소비 원단위 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	3.282	-1.207
표준오차	0.402	0.200
t	8.172	-6.043
p-value	0.000	0.001
Durbin-Watson d	1.934	
$R^2$	0.839	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

### 3.1.3 서울 석유소비 원단위(제조업부문)

□ 모형1:  $\ln(I_{t,P,Man}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(t) + u_t$

○ 여기서  $I_{t,P,Man}$  는 제조업부문 석유 에너지집약도를 의미함

○ 통계자료: 지역에너지통계연보, 통계청 지역내 총생산, 표본수 = 13(2000 - 2012년)

<표 A1-16> 서울 제조업부문 석유소비 원단위 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	4.822	-0.711
표준오차	0.558	0.274
t	8.634	-2.594
p-value	0.000	0.029
Durbin-Watson d	1.236	
$R^2$	0.428	
기타	잔차에 자동상관 가능성이 있지만 심각하지는 않음	

- 비고: 자동상관의 가능성이 있지만, Outlier가 많아 차분방식을 적용하기 어려움

### 3.1.4 서울 석유소비 원단위(건설업부문)

□ 모형1:  $\ln(I_{t,P,Con}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(VA_{t,Con}) + \beta_2 \ln(t) + u_t$

○ 여기서  $I_{t,P,Con}$  는 건설업부문 석유 에너지집약도,  $VA_{t,Con}$  는 건설업 부문 부가가치를 의미함

○ 통계자료: 지역에너지통계연보, 통계청 지역내 총생산, 표본수 = 13(2000 - 2012년)

<표 A1-17> 서울 건설업 석유소비 원단위 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
추정치	17.628	-0.835	-0.334
표준오차	5.181	0.316	0.089
t	3.402	-2.647	-3.772
p-value	0.008	0.027	0.004
VIF	1.869		
F (p-value)	7.118 (0.014)		
Durbin-Watson d	1.477		
$R^2$	0.613		
기타	잔차에 자동상관 가능성이 있지만 심각하지는 않음		

- 비고: 자동상관의 가능성이 있지만, Outlier가 많아 차분방식을 적용하기 어려움

## 3.2 전력 소비

### 3.2.1 서울 전력소비 원단위(전부문)

□ 모형:  $\ln(I_{t,E}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GRDP_t) + \beta_2 \ln(t) + u_t$

○ 여기서  $I_{t,E}$  는 전력소비 에너지집약도를 의미함

○ 통계자료: 한국전력 전력통계, 통계청 지역내 총생산, 표본수 = 28(1985 - 2012년)

□ 원단위는 2000년 전후로 차이를 보이기 때문에 시기를 다음과 같이 둘로 나누어 모형1을 분

석하였음. 실제로 Chow 테스트 결과 두 시기 사이에는 구조적인 차이가 있음을 확인할 수 있었음( $F=7.14$ ,  $p\text{-value} < 0.01$ )

○ 시기1: 1985 - 1999년

○ 시기2: 2000 - 2012년

○ 시기2의 결과를 통해볼 때, 2000년 이후 서울에서는 지역내 총생산이 1% 증가할 때 에너지 원단위는 0.371% 감소함

<표 A1-18> 서울 전력소비 원단위 통계분석 값

구 분	시기1(1985-1999년)			시기2(2000-2012년)			시기3(1985-2012년)		
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
추정치	3.167	0.087	0.034	12.128	-0.371	0.073	-0.544	0.291	-0.014
표준오차	3.980	0.221	0.089	2.357	0.124	0.022	2.511	0.140	0.066
t	0.796	0.394	0.379	5.146	-3.004	3.351	-0.217	2.075	-0.100
p-value	0.442	0.700	0.711	0.000	0.013	0.007	0.830	0.048	0.835
VIF	21.282			12.002			26.078		
F (p-value)	6.282 (0.014)			5.867 (0.021)			45.533 (0.000)		
Durbin-Watson d	0.014			1.651			0.390		
RSS	0.03785			0.00276			0.08013		
df	12			10			25		
$R^2$	0.511			0.540			0.785		
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족하지 않음			잔차의 정규성 및 독립성 만족, 공선성 가능성이 있으나 크지 않음			잔차의 정규성 및 독립성 만족하지 않음		

- 비교: 시기3은 Chow 테스트를 위해 전체 시기(1985 - 2012년)를 분석한 것임

### 3.2.2 서울 전력소비 원단위(농수산업부문)

□ 모형:  $\ln(I_{t,E,Agr}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(t) + u_t$

○ 여기서  $I_{t,E,Agr}$ 는 농수산업부문 전력 에너지집약도를 의미함

○ 통계자료: 한국전력 전력통계, 통계청 지역내 총생산, 표본수 = 11(2002 - 2012년)

<표 A1-19> 서울 농수산업부문 전력소비 원단위 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	4.230	-0.332
표준오차	0.090	0.052
t	47.131	-6.446
p-value	0.000	0.000
Durbin-Watson d	1.854	
$R^2$	0.822	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

□ 서울 전력소비 원단위(광업부문)

□ 모형:  $\ln(I_{t,E,Min}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(t) + u_t$

○ 여기서  $I_{t,E,Min}$  는 광업부문 전력 에너지집약도를 의미함

○ 통계자료: 한국전력 전력통계, 통계청 지역내 총생산, 표본수 = 13(2000 - 2012년)

<표 A1-20> 서울 광업부문 전력소비 원단위 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	5.831	-0.531
표준오차	0.208	0.110
t	28.028	-4.806
p-value	0.000	0.001
Durbin-Watson d	1.356	
$R^2$	0.677	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

### 3.2.3 서울 전력소비 원단위(제조업부문)

□ 모형:  $\ln(I_{t,E,Con}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(VA_{t,Con}) + \beta_2 \ln(t) + u_t$

○ 여기서  $I_{t,E,Con}$  는 건설업부문 전력 에너지집약도,  $VA_{t,Con}$  는 건설업 부문 부가가치를 의미함

○ 통계자료: 한국전력 전력통계, 통계청 지역내 총생산, 표본수 = 13(2000 - 2012년)

<표 A1-21> 서울 제조업 전력석유소비 원단위 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
추정치	31.636	-1.600	-0.064
표준오차	3.079	0.189	0.025
t	10.275	-8.468	-2.526
p-value	0.000	0.000	0.030
VIF	2.915		
F (p-value)	164.339 (0.000)		
Durbin-Watson d	1.585		
$R^2$	0.970		
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족		

## 4. 자동차 연비

### 4.1 화물자동차

□ 모형:  $FE_{t, fre} = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

○ 여기서  $FE_{t, fre}$  는 화물차 연비를 의미함

○ 통계자료: 에너지관리공단, 자동차에너지소비효율 분석집, 표본수 = 7(2006 - 2012년)

<표 A1-22> 화물차 연비 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	10.076	0.233
표준오차	0.276	0.062
t	36.446	3.761
p-value	0.000	0.013
Durbin-Watson d	2.221	
$R^2$	0.739	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

### 4.2 승용자동차

□ 모형:  $FE_{t, pa} = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

○ 여기서  $FE_{t, pa}$  는 승용차 연비를 의미함

○ 통계자료: 에너지관리공단, 자동차에너지소비효율 분석집, 표본수 = 7(2006 - 2012년)

<표 A1-23> 승용차 연비 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	9.950	0.583
표준오차	0.136	0.030
t	73.336	19.212
p-value	0.000	0.000
Durbin-Watson d	1.527	
$R^2$	0.987	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

- 비고: 2001년 자료부터 사용할 경우 연비의 연간 변화경향 ( $\hat{\beta}_1$ )은 0.269km/리터로 낮으나 이 경우 자동상관의 문제가 있음(Durbin-Watson d = 0.570).

#### 4.2.1 휘발유 승용차

□ 모형:  $FE_{t, pa, pe} = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

○ 여기서  $FE_{t, pa, pe}$  는 휘발유 승용차 연비를 의미함

○ 통계자료: 에너지관리공단, 자동차에너지소비효율 분석집, 표본수 = 7(2006 - 2012년)

<표 A1-24> 휘발유 승용차 연비 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	10.480	0.573
표준오차	0.112	0.025
t	93.976	22.987
p-value	0.000	0.000
Durbin-Watson d	1.183	
$R^2$	0.991	
기타	공선성 가능성이 있으나 크지 않음	

#### 4.2.2 경유 승용차

□ 모형:  $FE_{t,pa,di} = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

○ 여기서  $FE_{t,pa,di}$ 는 경유 승용차 연비를 의미함

○ 통계자료: 에너지관리공단, 자동차에너지소비효율 분석집, 표본수 = 7(2006 - 2012년)

<표 A1-25> 경유 승용차 연비 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	10.967	0.634
표준오차	0.304	0.068
t	30.044	9.323
p-value	0.000	0.000
Durbin-Watson d	1.932	
$R^2$	0.946	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

#### 4.2.3 LPG 승용차

□ 모형:  $FE_{t,pa,LPG} = \beta_0 + \beta_1 t + u_t$

○ 여기서  $FE_{t,pa,LPG}$ 는 LPG 승용차 연비를 의미함

○ 통계자료: 에너지관리공단, 자동차에너지소비효율 분석집, 표본수 = 7(2006 - 2012년)

<표 A1-26> LPG 승용차 연비 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	7.917	0.345
표준오차	0.120	0.027
t	66.015	12.878
p-value	0.000	0.000
Durbin-Watson d	1.691	
$R^2$	0.971	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

## 5. 항공부문 에너지 소비

□ 모형1:  $\ln(E_{t,avi}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GRDP_t) + \beta_2 \ln(I_{t,avi}) + u_t$

- 여기서  $E_{t,avi}$ 는 항공부문 에너지소비,  $I_{t,avi}$ 는 항공부문 원단위를 의미한다. 이때 원단위는 운항편수 당 에너지소비량으로 정의함
- 통계자료: 에너지경제연구소, 에너지통계연보; 한국공항공사, 공항별 운항실적, 표본수 = 10 (2002 - 2011년)

□ 모형1의 개별변수들은 비정상성(nonstationarity)의 문제를 갖고 있으나 개별변수별로 1차 차분을 하면 정상성을 나타냄(integrated of order 1). 일반적으로는 비정상성을 갖는 변수들의 경우 일반 회귀분석을 적용하기는 어렵지만, 위 모형에서는 개별변수들이 공적분(cointegration)을 보이기 때문에 계수들을 추정하는 데 큰 문제가 없음. 이를 확인하기 위해 Augmented Dickey-Fuller(ADF) 단위근 검정과 Augmented Engle-Granger(AEG) 공적분 검증을 실시하였음. 비정상성 및 공적분에 대한 자세한 내용은 Gujarati(2003) 또는 Davidson and McKinnon(2003)을 참고할 수 있음

<표 A1-27> 서울 항공수송부문 에너지소비 통계분석 값(모형1)

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
추정치	-40.964	2.359	0.889
표준오차	5.703	0.297	0.047
t	-7.18	7.95	18.99
p-value	0.002	0.001	0.000
VIF	2.10		
F (p-value)	674.75 (0.000)		
Durbin-Watson d	1.936		
$R^2$	0.997		
AEG statistic	-4.309 (1% 기준: -2.660)		
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족		

- 비교를 위해 다음의 모형2도 적용하였음

□ 모형2:  $\ln(I_{t,avi}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(t) + u_t$

<표 A1-28> 서울 항공수송부문 에너지소비 통계분석 값(모형2)

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	6.477	0.185
표준오차	0.046	0.034
t	139.39	5.48
p-value	0.000	0.003
Durbin-Watson d	2.504	
$R^2$	0.857	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

## 6. 가구당 가전기기 전력소비

### 6.1 가구당 에어컨 보급대수

□ 모형:  $AC_t = \frac{\beta_0}{1 + \exp(\beta_1 + \beta_2 t)} + u_t$

- 여기서  $AC_t$ 는 가구당 에어컨 보급대수를 의미하며,  $\beta_0$ 는 포화정도를 나타내는 수치로 1.0이라고 가정하였음. 회귀방정식의 형태는 인구전망에 자주 사용되는 로지스틱 성장모형(logistic growth model)을 사용했으며, 비선형 회귀분석 방법 중 Levenberg-Marquardt법을 이용해 모형의 계수를 추정하였음. 이때 제곱 합 및 모수의 수렴조건은 10-8으로 설정하였다. 아래 통계표에서 확인할 수 있듯이 추정된 모든 모수들은 통계적으로 유의함
- 통계자료: 전력거래소 가전기기보급률 및 가정용기기 전력소비행태조사, 표본수 = 10(1994 - 2013년, 비연속적)

<표 A1-29> 서울 가구당 에어컨 보급대수 통계분석 값

구 분	$\beta_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
추정치	1.0	1.518	-0.139
표준오차	-	0.192	0.016
95% 신뢰구간 (하한값)	-	1.064	-0.177
95% 신뢰구간 (상한값)	-	1.971	-0.100
$R^2$	0.939		
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족		

### 6.2 가구당 에어컨 전력소비량

□ 모형:  $\ln(E_{AC,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(t) + u_t$

- 여기서  $E_{AC,t}$ 는 가구당 에어컨 전력소비량을 의미함
- 통계자료: 전력거래소 가전기기보급률 및 가정용기기 전력소비행태조사, 표본수 = 8(1997 - 2013년, 비연속적)

<표 A1-30> 서울 가구당 에어컨 전력소비 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	721.927	-29.640
표준오차	66.597	6.279
t	10.840	-4.721
p-value	0.000	0.003
Durbin-Watson d	1.915	
$R^2$	0.788	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

## 6.3 가구당 가전기기 전력소비량

□ 모형:  $\ln(E_{app,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(t) + u_t$

- 여기서  $E_{app,t}$ 는 가구당 가전기기 전력소비량을 의미함
- 통계자료: 전력거래소 가전기기보급률 및 가정용기기 전력소비행태조사, 표본수 = 9(1993 - 2011년, 비연속적)

<표 A1-31> 서울 가구당 가전기기 전력소비 통계분석 값

구 분	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
추정치	7.773	0.141
표준오차	0.049	0.022
t	159.014	6.331
p-value	0.000	0.000
Durbin-Watson d	1.656	
$R^2$	0.851	
기타	잔차의 정규성 및 독립성 만족	

## 부록 2. MAED 모형 입력자료

### 1. 개요

- MAED 모형은 프랑스 그레노블 대학(University of Grenoble) 경제 에너지정책 연구소(IEJE: Institut Economique et Juridique de l'Energie)의 B. Chateau와 B. Lapillonne가 개발한 장기 에너지 수요 평가 모델인 MEDEE(Lapillonne and Chateau, 1981)를 국제 원자력기구(IAEA)가 응용하여 개발한 에너지 수요 전망 모형임
- MAED 모형은 회계(accounting) 방식을 이용한 상향식(bottom-up) 접근법으로 에너지 수요를 추정하며, 사용자가 목적에 따라 경제 주요부문, 수송수단, 에너지원, 주거형태 등을 각각 최대 10개, 15개, 8개, 10개까지 구분할 수 있도록 하고 있음
  - 전망기간은 연구자의 필요에 따라 다양하게 설정할 수 있음
- 현재 국제적으로 사용되고 있는 MAED-2 모형은 크게 최종에너지 수요를 산정하는 모형(MAED-D)과 최대 전력부하를 산정하는 모형(MAED-EL)으로 구성되어 있는데, 이번 연구에서는 MAED-D 모형을 사용하여 2035년까지 서울시의 에너지 수요를 전망하였음

### 2. 입력자료

- MAED-D 모형은 크게 인구, 경제, 산업, 수송, 가정, 상업(공공 포함) 등 6개의 모듈로 구성되어 있는데, 에너지 수요를 전망하기 위해 사용자는 각각의 모듈에 다음과 같은 변수들을 입력해야 함

<표 A2-1> MAED-D 모형 입력변수

모 들		입력 변수	자료원
인구		인구수	통계청, 장래인구추계
		인구성장률	연도별 인구수로부터 산정
		도시화율	100%
		도시지역 가구당 인원수	통계청, 장래가구추계
		시골지역 가구당 인원수	통계청, 장래가구추계
		잠재 노동가능 인구비율(15~64세 인구비율)	통계청, 장래인구추계
		실제 노동가능 인구비율(= 잠재노동가능인구 - 학생수)	통계청, 장래인구추계
		대도시에 거주하는 인구 비율	100%
경제		GRDP	통계청, 지역소득
		경제성장률	연도별 GRDP로부터 산정
		주요 경제활동별 GDP 기여율	통계청, 지역소득
		세부 경제활동별 부가가치	통계청, 지역소득
산업		세부 경제활동별 에너지원별 에너지원단위	에너지경제연구원, 지역에너지통계연보/ 통계청, 지역소득
		세부 경제활동별 에너지원별 구성비	에너지경제연구원, 지역에너지통계연보
		세부 경제활동별 열에너지 수요 구성비	에너지경제연구원, 에너지총조사
		세부 경제활동별 에너지원별 효율 - 열펌프 성능계수(COP), 열원으로서 사용할 때 에너지원별 전력대비 효율	류태우(2007) 이장연(2012) 강한기(2006)
		열병합발전 관련 지표 - 열병합발전 시스템 효율, 열병합발전 열/전기 비율, 열병합발전 연료 중 바이오매스 비율	에너지관리공단(2008; 2014) 에너지관리공단 홈페이지 열병합발전소 홈페이지
		열에너지원으로서 태양열 이용률	에너지경제연구원, 지역에너지통계연보
		철강생산 관련 지표	한국철강협회 홈페이지
수송	화 물	세부 경제활동별 수송수단별 화물주행거리 원단위	국토교통부, 국토교통통계연보/ 통계청, 지역소득
		수송수단별 주행거리 연비	에너지경제연구원, 에너지총조사/ 국토교통부, 국토교통통계연보
		수송수단별 화물주행거리 분담률	국토교통부, 국토교통통계연보
	여객	일인당 일 주행거리	수도권교통본부(2012)/ 교통안전공단, 자동차주행거리실태조사
		수송수단별 재차인원	수도권교통본부(2012)/ 국가교통DB센터, 재차인원조사/ 서울시 지하철통계
		수송수단별 분담률	수도권교통본부(2012)/ 환경부(2012)
		수송수단별 연비	에너지관리공단, 자동차 에너지소비효율 분석집/ 코레일, 철도통계연보/ 김정완(2007)
		자동차 대수	국토교통부, 자동차등록현황

<표 A2-2> MAED-D 모형 입력변수(계속)

모 들	입력 변수	자료원
가정	난방이 필요한 가구 비율	100%
	난방도일	국가기후자료센터
	주거유형별 비율	통계청, 주택총조사
	주거유형별 바닥면적	통계청, 주택총조사
	주거유형별 실제 난방면적 비율	이병호 외(2010)
	주거유형별 난방손실률	통계청, 에너지경제연구원(2013) 이용 산정
	주거유형별 에어컨 보급률	전력거래소, 가전기기 보급률 및 가정용 전력 소비행태 조사
	주거유형별 가구당 연간 에어컨 전력소비량	전력거래소, 가전기기 보급률 및 가정용 전력 소비행태 조사
	주거유형별 가구당 연간 취사용 에너지 소비량	전력거래소, 가전기기 보급률 및 가정용 전력 소비행태 조사
	온수시설 보급률	100%
	일인당 연간 온수용 에너지 소비량	에너지경제연구원, 에너지총조사
	가구당 연간 기타 가전제품 에너지 소비량	전력거래소, 가전기기 보급률 및 가정용 전력 소비행태 조사
	전력공급률	100%
	가구당 연간 조명 및 비전력 기기용 화석연료 소비량	에너지경제연구원, 에너지총조사
	용도별(난방용/온수용/취사용) 에너지원 구성비	통계청, 인구총조사 에너지경제연구원, 에너지총조사 에너지경제연구원(2013)
	용도별(난방용/온수용/취사용) 에너지원 효율(전력대비)	IAEA(2006)
	용도별(난방용/온수용) 열펌프의 성능계수(COP)	IAEA(2006)
	용도별(난방용/온수용/취사용) 태양열로 열공급이 가능한 비율	IAEA(2006)
	전력을 이용한 에어컨의 비율	100%
상업	에어컨의 성능계수(COP)	강병하·허재혁(2010)
	상업부문 근로자수 비율	통계청, 경제활동인구조사
	상업부문 노동자 1명당 바닥면적	통계청, 서비스업/도소매업 조사
	난방이 필요한 면적 비율	100%
	실제 난방을 하는 면적 비율	IAEA(2006)
	면적당 연간 난방에너지 소비량	에너지경제연구원, 에너지총조사
	에어컨 가동이 필요한 면적 비율	IAEA(2006)
	면적당 연간 냉방에너지 소비량	에너지경제연구원, 에너지총조사
	에너지원별 세부부문별 에너지원단위	에너지경제연구원, 에너지총조사/ 통계 청, 지역소득
	용도별 (난방용/비난방용) 에너지원 구성비	에너지경제연구원, 에너지총조사
	난방용 에너지원별 효율 (전력대비)	IAEA(2006)
	난방용 열펌프의 성능계수(COP)	IAEA(2006)
	저층(3층 이하)건물의 비율	국토교통부(2014)
	태양열로 열공급이 가능한 비율	IAEA(2006)
	전력을 이용한 에어컨의 비율	100%
	에어컨의 성능계수(COP)	강병하·허재혁(2010)

<표 A2-3> 자료원 웹사이트 주소

자 료	웹사이트
국가교통DB센터	<a href="http://www.ktdb.go.kr/">http://www.ktdb.go.kr/</a>
국가기후자료센터	<a href="http://sts.kma.go.kr/">http://sts.kma.go.kr/</a>
국가통계포털	<a href="http://kosis.kr/">http://kosis.kr/</a>
국토교통통계연보	<a href="http://stat.molit.go.kr/">http://stat.molit.go.kr/</a>
공공데이터포털	<a href="https://www.data.go.kr/">https://www.data.go.kr/</a>
산업통산자원통계포털	<a href="http://statistics.mke.go.kr/">http://statistics.mke.go.kr/</a>
서울통계	<a href="http://stat.seoul.go.kr/">http://stat.seoul.go.kr/</a>
열병합발전협회	<a href="http://www.kcga.or.kr/">http://www.kcga.or.kr/</a>
에너지관리공단	<a href="http://www.kemco.or.kr/">http://www.kemco.or.kr/</a>
항공통계	<a href="http://www.airport.co.kr/">http://www.airport.co.kr/</a>
철도산업정보센터	<a href="https://www.kric.or.kr/">https://www.kric.or.kr/</a>
한국공항공사	<a href="http://www.airport.or.kr/">http://www.airport.or.kr/</a>

## 부록 3. 주요 통계 자료

<표 A3-1> 지역별 1차 에너지 생산(2012년)

(단위: 천TOE)

구 분	석탄	석유	LNG	수력	원자력	신·재생/ 기타	합계
전국	942	0	436	1,615	31,719	8,036	42,748
서울	0	0	0	0	0	233	233
부산	0	0	0	0	7,844	107	7,951
대구	0	0	0	3	0	156	159
인천	0	0	0	5	0	288	293
광주	0	0	0	0	0	37	37
대전	0	0	0	0	0	48	48
울산	0	0	436	0	0	856	1,292
경기	0	0	0	202	0	1,076	1,277
강원	838	0	0	332	0	673	1,842
충북	0	0	0	222	0	430	652
충남	0	0	0	21	0	854	875
전북	0	0	0	175	0	307	482
전남	104	0	0	25	9,807	1,587	11,523
경북	0	0	0	349	14,068	108	15,425
경남	0	0	0	281	0	312	593
제주	0	0	0	0	0	66	66

자료: 지역에너지통계연보

<표 A3-2> 지역별 신·재생에너지 생산(2012년)

(단위: TOE)

구 분	합계	태양열	태양광	바이오	풍력	수력	연료전지	폐기물	지열	해양
전국	8,850,739	26,259	237,543	1,334,724	192,674	814,933	82,510	5,998,509	65,277	98,310
서울	232,626	1,109	5,804	36,658	41	-	6,333	177,549	5,132	-
부산	107,135	1,050	2,678	15,712	89	6	11,242	75,384	974	-
대구	158,269	1,427	2,481	80,617	3	1,853	15,885	54,200	1,803	-
인천	292,990	854	3,320	156,465	6,674	5,245	2,990	115,854	1,588	-
광주	37,050	706	3,999	5,722	-	427	540	23,742	1,914	-
대전	47,917	816	1,774	5,092	81	-	35	38,671	1,448	-
울산	855,989	372	1,678	469,740	762	415	90	382,270	662	-
경기	1,243,993	3,559	12,125	172,298	1,299	168,088	16,401	755,548	16,071	98,310
강원	853,413	3,185	8,450	23,118	74,797	180,868	56	557,062	5,877	-
충북	648,513	1,151	9,777	23,799	3	218,828	5	391,970	2,980	-
충남	872,976	2,553	16,741	41,773	5	18,954	4,589	782,785	5,576	-
전북	380,717	1,206	37,672	103,456	2,494	73,582	3,612	152,865	5,830	-
전남	1,613,010	1,994	63,291	102,877	1,785	26,014	16,820	1,394,229	6,000	-
경북	1,063,652	2,554	42,905	54,317	60,820	55,475	3,899	839,982	3,700	-
경남	376,869	3,268	21,776	38,896	1,565	64,787	13	241,435	5,129	-
제주	65,627	456	3,071	4,185	42,256	100	-	14,965	594	-

자료: 지역에너지통계연보

&lt;표 A3-3&gt; 지역별 신·재생에너지 설비용량(2012년)

(고유단위)

구 분	태양열 (㎡)	바이오							지열(kW)
		바이오가스 (ton/h)	바이오디젤 (kL/y)	우드칩 (ton/h)	성형탄 (ton)	임산연료 (ton)	목재펠릿 (천kcal/h)	폐목재 (ton/h)	
전국	63,775	15	1,204,400	66	56,802	187,291	278,609	54	123,838
서울	1,505	10	-	-	2,833	-	-	-	7,598
부산	2,369	-	-	-	2,833	-	108	-	1,344
대구	2,802	-	-	-	2,833	-	753	-	3,339
인천	1,592	-	-	5	5,845	50	371	-	2,988
광주	1,308	-	-	-	2,833	-	-	-	2,773
대전	4,123	3	-	-	2,833	-	-	-	1,797
울산	1,962	-	386,000	-	2,833	-	792	-	756
경기	7,317	-	303,000	47	6,798	3,167	59,404	-	29,962
강원	7,872	-	-	-	2,833	25,113	19,275	-	10,329
충북	1,774	-	48,000	-	6,844	3,135	21,285	-	3,213
충남	8,742	1	-	7	2,833	1,105	22,107	-	18,044
전북	2,307	-	196,400	-	2,833	25,747	38,570	54	13,179
전남	6,062	-	153,000	7	2,833	4,285	23,820	-	14,627
경북	6,373	1	-	-	3,313	123,691	58,120	-	5,583
경남	7,131	-	118,000	-	2,833	998	20,728	-	4,023
제주	535	-	-	-	2,833	-	13,277	-	4,284

자료: 지역에너지통계연보

&lt;표 A3-4&gt; 지역별 신·재생에너지 설비용량(계속)

구 분	폐기물						
	폐가스 (ton/h)	산업폐기물 (ton/h)	생활폐기물 (ton/h)	대형도시쓰레기 (ton/d)	시멘트킬른보조연료 (ton)	RDF/RPF/TDF (ton)	정제연료유 (kL)
전국	93	342	56	14,120	1,001,273	409,136	246,097
서울	-	-	-	2,850	-	-	-
부산	5	-	-	840	-	2,558	797
대구	-	-	-	480	-	1,963	-
인천	-	15	-	1,060	-	14,514	4,387
광주	-	2	-	320	-	-	2,670
대전	-	26	-	400	-	3,150	-
울산	46	70	-	650	-	4,944	9,591
경기	6	124	28	4,650	-	167,097	104,405
강원	-	-	-	170	713,549	11,416	-
충북	-	-	4	200	283,575	83,244	9,828
충남	7	38	-	400	-	16,422	1,396
전북	-	55	-	800	-	11,347	15,021
전남	25	-	-	100	4,149	29,995	14,157
경북	4	-	15	-	-	9,753	30,291
경남	-	12	9	1000	-	52,735	52,457
제주	-	-	-	200	-	-	1,096

자료: 지역에너지통계연보

&lt;표 A3-5&gt; 지역별 에너지원별 최종에너지 소비(2000년)

(단위: 천TOE)

구 분	석탄	석유	도시가스	전력	열에너지	신·재생 및 기타	합계
전국	19,846	93,595	12,560	20,600	1,118	2,129	149,852
서울	136	8,910	4,226	2,699	437	39	16,450
부산	78	5,261	699	1,067	0	30	7,136
대구	246	2,771	711	876	54	18	4,679
인천	198	4,670	1,022	1,220	0	97	7,209
광주	29	1,069	288	368	0	19	1,774
대전	25	1,516	369	454	0	18	2,385
울산	432	14,836	654	1,482	0	279	17,685
경기	411	9,371	2,714	3,774	609	177	17,058
강원	2,123	2,500	110	786	0	402	5,924
충북	1,473	2,396	213	922	13	39	5,058
충남	35	11,268	218	1,052	0	87	12,662
전북	36	3,116	255	910	0	53	4,372
전남	7,857	16,330	197	1,239	0	728	26,353
경북	6,737	4,577	519	2,133	0	76	14,044
경남	22	4,180	357	1,465	3	54	6,083
제주	2	817	0	146	0	5	972

자료: 지역에너지통계연보

&lt;표 A3-6&gt; 지역별 에너지원별 최종에너지 소비(2012년)

(단위: 천TOE)

구 분	석탄	석유	도시가스	전력	열에너지	신·재생 및 기타	합계
전국	31,964	101,710	25,445	40,127	1,751	7,124	208,120
서울	118	5,863	4,793	4,062	514	218	15,568
부산	62	3,141	1,385	1,777	0	104	6,470
대구	301	1,583	970	1,286	80	214	4,434
인천	54	6,798	1,610	1,948	0	288	10,697
광주	34	993	630	699	0	47	2,403
대전	47	945	682	788	0	51	2,513
울산	451	19,357	2,860	2,525	0	336	25,529
경기	335	10,139	5,143	8,625	1,059	847	26,148
강원	1,843	1,875	312	1,368	0	644	6,041
충북	1,275	2,044	752	1,837	59	471	6,439
충남	5,812	17,184	1,454	3,826	5	143	28,424
전북	27	2,177	846	1,846	0	337	5,233
전남	11,675	21,539	975	2,450	0	2,251	38,890
경북	9,646	3,476	1,505	3,853	0	879	19,359
경남	284	3,873	1,515	2,839	35	266	8,813
제주	0	721	13	332	0	28	1,095

자료: 지역에너지통계연보

&lt;표 A3-7&gt; 지역별 부문별 최종에너지 소비(2000년)

(단위: 천TOE)

구 분	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
전국	83,912	30,945	32,370	2,625	149,852
서울	1,791	5,734	8,241	684	16,450
부산	1,572	3,291	2,133	140	7,136
대구	1,511	1,361	1,685	124	4,680
인천	3,297	2,249	1,556	107	7,209
광주	347	564	813	51	1,775
대전	394	804	1,106	82	2,386
울산	14,826	2,051	665	142	17,685
경기	5,569	4,848	6,219	422	17,058
강원	3,282	1,216	1,308	119	5,924
충북	2,821	1,032	1,050	156	5,058
충남	9,881	1,287	1,372	121	12,662
전북	1,885	1,166	1,261	60	4,373
전남	23,835	1,303	1,148	67	26,354
경북	10,275	1,866	1,791	111	14,044
경남	2,442	1,747	1,684	212	6,084
제주	185	425	337	26	972

자료: 지역에너지통계연보

&lt;표 A3-8&gt; 지역별 부문별 최종에너지 소비(2012년)

(단위: 천TOE)

구 분	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
전국	128,324	37,143	37,884	4,769	208,120
서울	1,133	4,576	8,844	1,014	15,568
부산	1,656	2,458	2,133	222	6,470
대구	1,284	1,266	1,726	159	4,434
인천	3,980	4,605	1,931	182	10,697
광주	426	900	1,010	66	2,403
대전	410	795	1,187	120	2,513
울산	22,673	1,743	818	295	25,529
경기	8,039	8,004	9,081	1,024	26,148
강원	3,246	1,209	1,316	270	6,041
충북	3,612	1,392	1,266	169	6,439
충남	24,693	1,950	1,591	190	28,424
전북	2,396	1,345	1,295	197	5,233
전남	35,878	1,644	1,188	180	38,890
경북	14,681	2,234	2,116	328	19,359
경남	3,952	2,506	2,065	289	8,813
제주	215	515	306	59	1,095

자료: 지역에너지통계연보

## 부록 4. 소요예산

### 1. 소요예산 산정방법

□ 사업별 단위비용을 먼저 산정한 후 사업별 중장기 목표를 반영해 소요예산을 산정함

○ 사업별 단위비용은 서울시의 실제 실적을 반영하여 산정함<sup>148)</sup>

○ 이때 생산설비 설치 후 유지관리비는 자료부족으로 포함하지 않음

○ 또한 감가상각에 따른 신규설치 비용은 고려하지 않음

- 일반적인 자본의 감가상각률(10%/년)을 고려하면 소요예산은 더 증가할 수 있음

---

148) 서울시, 2014. 에너지 살림도시 서울

## 2. 에너지 생산부문 소요예산

□ 에너지 생산 부문의 소요예산은 다음과 같음

<표 A4-1> 에너지생산 부문 소요예산

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
주택 태양광 보급사업	시비(십억 원/년)	1.5	1.7	1.9	2.1	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5
미니 태양광 보급사업	시비(십억 원/년)	2.4	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.8	1.8	1.8
학교, 공공 등 태양광발전설비 설치	민자(십억 원/년)	30.8	27.8	27.3	25.5	22.7	27.2	30.7	30.7	30.7
	시비(십억 원/년)	2.5	3.0	3.5	4.0	2.3	2.7	3.1	3.1	3.1
햇빛발전시민펀드 모집	민자(십억 원/년)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.0	7.0	7.0
태양광 랜드마크 조성	시비(십억 원/년)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4
타 지역과 협력하는 신·재생에너지 개발	시비(십억 원/년)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
연료전지발전소 건설	민자(십억 원/년)	100.0	170.0	200.0	200.0	250.0	250.0	67.1	36.6	52.4
신·재생에너지 융·복합 사업	민자(십억 원/년)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	1.0	1.1	0.6	0.9
중량 물재생센터 소화가스	민자(십억 원/년)	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
소수력발전 설치	시비(십억 원/년)	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	국비(십억 원/년)	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	민자(십억 원/년)	0.0	20.0	2.5	2.5	0.5	0.5	0.7	0.0	0.0
바이오에너지 목재펠릿 보급 확대	시비(십억 원/년)	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	국비(십억 원/년)	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
자원회수시설 폐열회수 및 미활용에너지	민자(십억 원/년)	0.8	2.4	4.0	2.4	2.4	2.4	0.8	0.8	0.8
지하철 역사 지하수 활용	시비(십억 원/년)	2.0	2.0	2.0	3.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
집단에너지사업	시비(십억 원/년)	61.5	67.6	32.9	39.6	87.9	87.9	60.0	60.0	60.0
주택용 발전 보일러	시비(십억 원/년)	0.4	1.6	1.1	7.0	2.5	2.5	0.9	0.5	0.7
소형 건물형 열병합발전 보급	국비(십억 원/년)	0.5	0.5	1.0	1.0	0.7	0.7	0.4	0.2	0.3
	민자(십억 원/년)	19.5	19.5	39.0	39.0	26.3	26.3	15.4	8.4	12.1
에너지생산 부문 소요예산	시비(십억 원/년)	76	79	45	59	99	100	71	70	70
	국비(십억 원/년)	1.7	0.5	1.0	1.0	0.7	0.7	0.4	0.2	0.3
	민자(십억 원/년)	174	255	288	284	317	317	123	84	104
	총계(십억 원/년)	252	335	334	345	417	418	194	155	175

비고: 비 예산 항목은 기입하지 않았음. 시비에는 자치구 소요예산도 포함됨

### 3. 에너지 수요절감부문 소요예산

□ 건물부문의 소요예산은 다음과 같음<sup>149)</sup>

<표 A4-2> 건물부문 소요예산

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
민간부문 공통										
에너지절약형 리모델링 활성화 구역 확대 (시비, 십억 원/년)		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
건축물 에너지 성능정보 공개(시비, 십억 원/년)		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
스마트그리드 구축	시비(십억 원/년)	1.4	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	국비(십억 원/년)	10.9	11.7	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	민자(십억 원/년)	9.4	10.2	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
민간부문 공통 소요예산	총계(십억 원/년)	21.9	23.5	21.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	시비(십억 원/년)	1.6	1.7	1.7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	국비(십억 원/년)	10.9	11.7	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	민자(십억 원/년)	9.4	10.2	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
가정부문										
친환경 제로에너지 주택 시범단지 조성	시비(십억 원/년)	1.6	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	국비(십억 원/년)	6.6	10.7	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	구비(십억 원/년)	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	민간(십억 원/년)	1.5	2.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
주택 BRP 사업(시비, 십억 원/년)		9.0	11.0	13.0	15.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
한국 에너지재단 및 민간 연계 주택 에너지 효율 개선사업(민자, 십억 원/년)		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
공공임대주택 BRP	시비(십억 원/년)	5.4	5.4	5.4	5.4	2.7	2.7	0.0	0.0	0.0
	국비(십억 원/년)	5.3	5.3	5.3	5.3	2.7	2.7	0.0	0.0	0.0
	민자(십억 원/년)	5.3	5.3	5.3	5.3	2.7	2.7	0.0	0.0	0.0
저소득층 주택에너지 효율화(시비, 십억 원/년)		0.1	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
취약계층 LED 보급	시비(십억 원/년)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	국비(십억 원/년)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
에코마일리지	시비(십억 원/년)	9.9	8.9	8.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
	국비(십억 원/년)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
에너지 수호천사단(시비, 십억 원/년)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
에너지클리닉 서비스(시비, 십억 원/년)		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
기타 홍보 및 재활용 사업	시비(십억 원/년)	4.2	3.9	3.2	3.0	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8
	국비(십억 원/년)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
에너지자립마을을 확대(시비, 십억 원/년)		0.4	0.7	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
에코아파트(시비, 십억 원/년)		0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
친환경 고효율보일러보급	시비(십억 원/년)	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
	국비(십억 원/년)	6.8	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
그린리더양성	시비(십억 원/년)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	국비(십억 원/년)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
시민협력 공모사업(시비, 십억 원/년)		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
주거복지지원센터 기능강화 등 (시비, 십억 원/년)		0.4	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
가정부문 소요예산	총계(십억 원/년)	74.4	82.0	75.3	69.4	62.3	62.4	54.1	54.1	54.1
	시비(십억 원/년)	41.6	43.5	45.2	44.6	42.7	42.9	40.0	40.0	40.0
	국비(십억 원/년)	20.0	24.3	18.0	13.6	10.9	10.9	8.1	8.1	8.1
	민자(십억 원/년)	12.8	14.2	12.1	11.3	8.7	8.7	6.0	6.0	6.0

비고: 계량화할 수 없는 항목을 포함한 일부 항목은 산정하지 않았음

149) LED 보급의 경우 감가상각을 고려해 5년마다 교체하는 것으로 가정함

<표 A4-3> 건물부문 소요예산(계속)

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
상업부문										
LED 간판 교체	시비(십억 원/년)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	국비(십억 원/년)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
옥외조명 운영계획 및 심의 및 관리강화(십억 원/년)		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
기존건축물 에너지 효율개선 사업(시비, 십억 원/년)		9.0	11.0	13.0	15.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
에너지를 아끼는 착한가게(시비, 십억 원/년)		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
에너지특화형 서울 디지털 단지(시비, 십억 원/년)		1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BEMS 도입(시비, 십억 원/년)		1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
에너지설계사양성(시비, 십억 원/년)		1.6	2.0	2.3	2.6	2.6	2.6	0.0	0.0	0.0
상업부문 소요예산	총계(십억 원/년)	18.0	21.4	23.7	25.0	26.0	26.0	23.4	23.4	23.4
	시비(십억 원/년)	18.0	21.4	23.7	25.0	26.0	26.0	23.4	23.4	23.4
	국비(십억 원/년)									
	민자(십억 원/년)									
공공부문										
물재생센터 고효율 모터 교체(시비, 십억 원/년)		2.0	2.0	2.5	2.5	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0
정수센터 전력 부하관리 시스템 도입(시비, 십억 원/년)		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0
서울메트로 전동차 회생전력 저장장치 설치	민자(십억 원/년)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	국비(십억 원/년)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
그린데이터센터 구현(시비, 십억 원/년)		4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
기후에너지활용 도시계획 수립 및 관리(시비, 십억 원/년)		0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2
그린캠퍼스(시비, 십억 원/년)		0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
종교계 에너지절약공동체(시비, 십억 원/년)		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
공공 LED보급	민자(십억 원/년)	2.5	2.5	3.0	4.0	2.5	2.5	3.0	4.0	2.5
	시비(십억 원/년)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
주택가 친환경 LED 보안등 교체	시비(십억 원/년)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	국비(십억 원/년)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
공원등 고효율 LED로 교체(시비, 십억 원/년)		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
사회복지시설, 경로당 BRP(시비, 십억 원/년)		4.0	5.0	5.0	4.2	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0
공공부문 온실가스 에너지 목표관리제(시비, 십억 원/년)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
서울도시철도 LED조명교체	민자(십억 원/년)	3.6	3.8	3.8	3.8	5.2	5.2	3.6	3.6	3.6
	시비(십억 원/년)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
공공부문 소요예산	총계(십억 원/년)	28.6	29.8	30.7	30.9	28.6	28.9	25.2	26.2	24.7
	시비(십억 원/년)	20.0	21.1	21.5	20.7	18.5	18.8	16.1	16.1	16.1
	국비(십억 원/년)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	민자(십억 원/년)	7.8	8.0	8.5	9.5	9.4	9.4	8.3	9.3	7.8
건물부문 총 소요예산	총계(십억 원/년)	142.9	156.7	150.8	125.5	117.1	117.5	102.9	103.9	102.4
	시비(십억 원/년)	81.2	87.6	92.1	90.4	87.5	87.9	79.7	79.7	79.7
	국비(십억 원/년)	31.6	36.7	29.1	14.3	11.6	11.6	8.8	8.8	8.8
	민자(십억 원/년)	30.1	32.4	29.5	20.8	18.0	18.0	14.3	15.3	13.8

비고: 계량화할 수 없는 항목을 포함한 일부 항목은 산정하지 않았음

□ 수송부문의 소요예산은 다음과 같음

<표 A4-4> 수송 부문 소요예산

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
수송부문										
친환경차 보급	시비(십억 원/년)	54.3	54.3	54.3	73.4	73.4	73.4	3.2	5.2	5.2
	국비(십억 원/년)	150.6	150.6	150.6	277.4	277.4	277.4	15.4	35.1	35.1
기업체 교통수요 관리(시비, 십억 원/년)		1.6	1.7	2.3	12.2	1.2	0.9	0.8	0.8	0.8
드라이빙마일리지제(시비, 십억 원/년)		0.4	1.4	3.1	3.4	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
버스중앙차로 확대	시비(십억 원/년)	3.6	4.4	30.2	30.2	30.2	15.2	22.6	7.6	22.6
	국비(십억 원/년)	0.9	1.1	3.8	3.8	3.8	3.8	1.9	1.9	1.9
대중교통 전용지구 확대(시비, 십억 원/년)		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
자전거 활성화(시비, 십억 원/년)		3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
에너지 저소비형 컴팩트 시티 (시비, 십억 원/년)		2.2	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
노후경유차 조기폐차 등	시비(십억 원/년)	8.5	16.3	18.1	18.6	18.6	18.6	12.9	12.9	12.9
	국비(십억 원/년)	8.5	16.3	18.1	18.6	18.6	18.6	12.9	12.9	12.9
친환경운전 안내장치 부착 등	시비(십억 원/년)	0.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	국비(십억 원/년)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	5.1	10.1	15.1
수송부문 소요예산	총계(십억 원/년)	236.3	254.0	289.0	446.3	433.6	418.3	85.1	96.8	116.8
	시비(십억 원/년)	76.2	86.0	116.4	146.4	133.7	118.4	49.8	36.8	51.8
	국비(십억 원/년)	160.1	168.0	172.6	299.9	299.9	299.9	35.3	60.0	65.0
	민자(십억 원/년)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

비고: 계량화할 수 없는 항목을 포함한 일부 항목은 산정하지 않았음

□ 에너지수요 절감 부문의 총 소요예산은 다음과 같음

<표 A4-5> 에너지 수요절감 사업 총 소요예산

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
건물부문 소요예산	총계(십억 원/년)	142.9	156.7	150.8	125.5	117.1	117.5	102.9	103.9	102.4
	시비(십억 원/년)	81.2	87.6	92.1	90.4	87.5	87.9	79.7	79.7	79.7
	국비(십억 원/년)	31.6	36.7	29.1	14.3	11.6	11.6	8.8	8.8	8.8
	민자(십억 원/년)	30.1	32.4	29.5	20.8	18.0	18.0	14.3	15.3	13.8
수송부문 소요예산	총계(십억 원/년)	236.3	254.0	289.0	446.3	433.6	418.3	85.1	96.8	116.8
	시비(십억 원/년)	76.2	86.0	116.4	146.4	133.7	118.4	49.8	36.8	51.8
	국비(십억 원/년)	160.1	168.0	172.6	299.9	299.9	299.9	35.3	60.0	65.0
	민자(십억 원/년)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
총 소요예산	총계(십억 원/년)	379.2	410.7	439.8	571.8	550.7	535.9	188.0	200.7	219.2
	시비(십억 원/년)	157.4	173.6	208.5	236.8	221.2	206.3	129.5	116.5	131.5
	국비(십억 원/년)	191.7	204.7	201.7	314.2	311.5	311.5	44.2	68.9	73.9
	민자(십억 원/년)	30.1	32.4	29.5	20.8	18.0	18.0	14.3	15.3	13.8

## 4. 총 소요예산

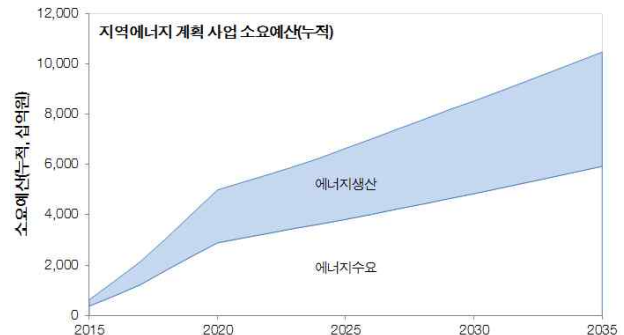
□ 계획기간 내 총 소요예산은 다음과 같음

○ 에너지생산시설, LED, BRP 효율화 설비 등은 초기투자로 장기간 혜택을 가져오기 때문에 이른 시일에 설치하는 것이 효과적임

- 이러한 전략에 따라 사업을 설계하였음

○ 이에 따라 예산은 2020년대 초까지 큰 폭으로 투자하고, 이후에는 점차 줄어나감

- 연간 투자액은 2020년대 초반까지는 큰 폭으로 증가하고 이후에는 점차 줄어듦



<그림 A-1> 지역에너지 계획 사업 소요예산(누적)

<표 A4-6> 계획기간 내 총 소요예산(2015~2035년)

구 분	에너지 수요	에너지 생산	총계	연평균	서울시 1년 예산 대비(%)
시비(십억 원)	3,118	1,378	4,496	214.1	0.87
국비(십억 원)	2,446	11	2,456	117.0	0.48
민자(십억 원)	364	3,149	3,513	167.3	0.68
총계(십억 원)	5,928	4,537	10,465	498.3	2.03

□ 서울시 재정현황 및 전망은 다음과 같음

<표 A4-7> 서울시 재정현황 및 전망

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	연평균 증가율
일반회계(십억 원)	15,202	15,631	16,526	16,927	17,484	3.6%
특별회계(십억 원)	6,581	7,965	7,999	7,827	7,108	1.9%
계(십억 원)	21,783	23,595	24,525	24,755	24,593	3.1%

자료: 서울시, 2012~2016년도 중기지방재정계획

○ 결과적으로 서울시에서는 향후 20년간 연평균 약 2천140억원(서울시 연간 총 예산의 0.87%)을 에너지 부문에 투자하여 다음과 같은 성과를 기대할 수 있음

- 에너지수요 목표 달성: 2000년 대비 2020년 15% 감축, 2035년 25% 감축
- 신·재생에너지 목표 달성: 신·재생에너지 이용률 2020년 10%, 2035년 20%<sup>150)</sup>
- 전력자립률 목표 달성: 2020년 20%, 2035년 35%

150) 단, 미활용에너지 포함 시



연구총괄	조항문
------	-----

서울시 지역에너지 계획	
--------------	--

연구책임	(서울연구원)	조항문
(공동)		황인창

연구진	(서울연구원)	박은철
		김민제
		손원익

외부연구진	(한국감정원)	김지연
	(에너지경제연구원)	박기현

지방녹색성장 추진계획	
-------------	--

연구책임	(서울연구원)	조항문
------	---------	-----

연구진	(서울연구원)	김목한
		김민제
		이윤혜

외부연구진	(한국지방행정연구원)	전대욱
	(한양사이버대학교)	최선

해외도시 에너지계획 사례(서울대학교 환경대학원)	
----------------------------	--

	김남영	노재욱
	손원익	이종찬
	이주형	임미정
		최종민

자문위원	
------	--

	(서울시립대학교)	이임학
	((주), 지멘스)	이정남
	(한국기후변화대응연구센터)	전영신
	(경북대학교)	진상현