

제1차 탄소흡수원 증진 종합계획

2014. 12.



순 서

I . 탄소흡수원 증진 종합계획 개요	1
II . 여건 및 전망	2
1. 기후변화 현황 및 전망	2
2. 기후변화 대응을 위한 산림부문 역할	3
3. 산림탄소 흡수량 전망	5
III . 목표 및 기본 방향	7
IV . 중점과제	8
1. 탄소흡수원 확대	8
2. 탄소흡수원 유지 및 관리	18
3. 목재제품 이용 활성화	28
4. 산림탄소상쇄제도 활성화	40
5. 온실가스 인벤토리 및 탄소계정체계 고도화	50
6. 글로벌 협력 강화	58
V . 재정투자 계획 및 기대효과	67

I. 제1차 탄소흡수원 증진 종합 계획 개요

□ 계획기간 : 2015년 ~ 2019년

* 산림기본계획과의 정합성 유지를 위해 2017년에 개정 추진

□ 수립근거(탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률 제5조)

- 탄소흡수원의 유지 및 증진에 관한 정책목표와 기본방향을 정하는 탄소흡수원 증진 종합계획을 5년마다 수립·시행
 - * 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률 시행('13.2)에 수립
- 탄소흡수원증진위원회, 국가과학기술심의회 등의 심의를 통해 확정

□ 주요내용

- 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 목표 및 기본방향
- 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 국내외 여건 및 전망
- 탄소흡수원 유지 및 증진 활동에 관한 사항
- 탄소흡수원 유지 및 증진 기술의 개발·보급에 관한 사항
- 국제협력 및 해외시장 진출에 관한 사항
- 산림부문 온실가스 정보·통계 및 산림탄소등록부에 관한 사항
- 연구개발, 인력양성, 교육 훈련, 홍보 및 자원 조달 등에 관한 사항

□ 계획의 성격 및 의의

- (성격) 제2차 녹색성장 5개년 계획 및 제5차 산림기본계획 등의 탄소흡수원 분야 전반에 대한 5년 단위의 계획
- (의의) 산림 및 목재제품의 이산화탄소흡수·저장 역량 제고를 통해 국가 기후변화 대응 노력에 기여

Ⅱ. 국내외 여건 및 전망

1. 기후변화 현황 및 전망

◇ 전 세계적으로 이상 기후 현상이 발생하고 있으며, 온실가스 감축노력이 없다면 기후변화영향은 커질 것으로 전망

□ 대기 중 온실가스 농도 증가로 인한 지구 온난화 징후 뚜렷

- 대기 중 이산화탄소 농도는 2013년 396ppm으로 산업화 이전보다 42%증가
 - IPCC 5차보고서는 대기 중 온실가스 증가의 원인을 인간의 인위적 활동으로 규정(4차보고서 : 90% 신뢰수준 → 5차보고서 : 95% 신뢰수준)
- 지난 133년간(1880~2012년) 지구 평균기온은 0.85℃ 상승(IPCC 5차 보고서)
 - 우리나라 6대 도시의 지난100년(1911~2010) 간의 평균기온은 1.8℃ 상승

□ 전 세계적으로 지구 온난화로 인한 이상기후 발생

- '09년 이후 매년 800건 이상의 기상이변이 발생, 특히 폭우 토네이도 등의 발생빈도가 1980년대에 비해 2배 이상 증가(TOPICS GEO 2012)
- 우리나라의 경우 지난 약 40년 간(1973~2010) 호우 발생횟수(시간당 30mm 이상)는 약 2배 이상 증가, 폭염일수는 1.5일 증가

□ 현 추세로 온실가스 배출시 기온 상승, 강수량 증가, 이상기후 확대 예상

- 21세기 말(2070~2099) 전 지구 평균 기온은 1971~2000년에 비해 4.8℃ 상승하고 강수량은 6% 증가 예상(RCP 8.5 시나리오)
 - 우리나라의 21세기 말 평균 기온은 6℃ 상승, 강수량은 20.4% 증가 예상
 - 21세기 말 우리나라의 폭염일수는 1980~2009년 평균 대비 7.2배(9일 → 64.7일) 증가, 열대야일수는 15배(4일 → 59.9일) 증가 예상
- * IPCC 5차 평가보고서 대응을 위한 기후변화 시나리오 보고서 2011, 국립기상연구소

2. 기후변화 대응을 위한 산림부문 역할

◇ 국제사회에서 산림분야의 기후변화 대응 활동의 중요성은 점차 커지고 있음

□ 산림은 기후변화협약의 핵심 탄소흡수원으로 역할과 중요성이 커짐

- UN기후변화협약은 부속서 I 국가에 대해 흡수원의 보호·증진 의무를 부여하고 신규/재조림, 산림경영, 식생복구 등을 흡수 활동으로 인정
- 목재제품은 기후변화협약의 탄소저장고로 인정받음('11, 더반)
 - 탄소저장고 : 지상부·지하부 바이오매스, 낙엽층, 고사목, 토양, 목재제품
- 부속서 I 국가의 산림경영활동이 의무보고 사항으로 변경('11, 더반)
 - 의무 보고 : (CP1¹⁾) 신규조림, 재조림, 산림전용 → (CP2) 산림경영 추가
 - * 신규/재조림 및 산림전용 활동은 CP1과 마찬가지로 CP2에서도 흡수량과 배출량이 100%인정되며, 양의 제한은 없음
 - ** 식생복구 활동은 선택 보고사항으로 존치

구분		변경 내용	비고
산림경영	보고의무	선택보고 → 의무보고	
	개정방법	G-N* → 산림경영기준선 적용	상한선 3.5% (기준년도 배출량 기준)
수확된 목재제품 계정		의무보고	범위 : 국내 생산재
불가항력적인 자연재해		산정제외	

* Growth-Net 계정 방법 : 공약기간 동안 순 흡수량의 15%를 배출권(Removal Unit)으로 인정

1) CP1(제1차 의무 이행 기간) : Commitment period 1(2008~2012), CP2(제2차 의무 이행 기간) : Commitment period 2(2013~2020)

□ 하지만, 전세계 배출량의 약 24%는 산림을 포함한 AFOLU²⁾가 차지

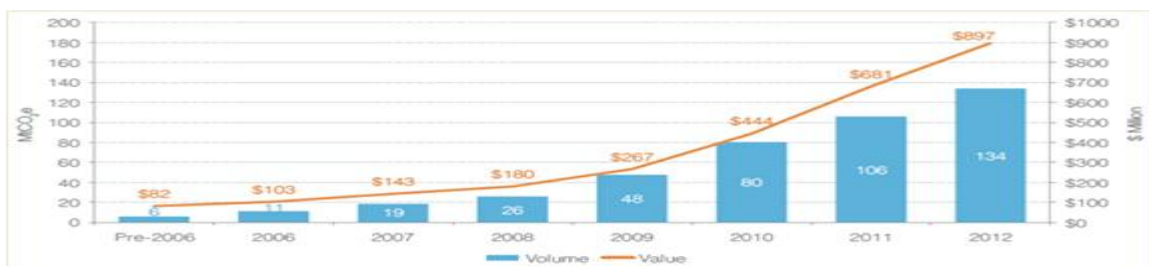
(IPCC WG III 제5차 평가보고서)

- 전 세계 온실가스 배출량은 490억톤으로 AFOLU의 배출량은 120억톤(24%)을 차지('10년 기준)
 - AFOLU 배출량의 대부분은 개도국의 산림파괴 활동에 의한 배출임
- '00~'10년간 전 부문의 온실가스 배출량이 증가하였으나 AFOLU의 배출량은 일정 수준을 유지
 - AFOLU의 배출량은 점차 감소하여 2100년에는 순흡수로 전환 전망
- IPCC는 조림, 산림경영, 산지전용 억제 등 산림분야의 효율적인 감축 대안 평가
 - AFOLU의 '30년 감축 잠재량은 연간 72~110억톤 정도로 예측
 - * 탄소가격이 20불 이하로 떨어질 경우 감축 잠재량은 1/3 수준으로 감소

□ 국제사회에서 산림분야 활동의 논의 진전으로 산림탄소시장은 확대 전망

(Ecosystem marketplace, 2012)

- 산림탄소 거래량은 26백만CO₂톤이며 거래액은 2.37억불('11년 기준)
 - 산림탄소는 의무 시장보다 자발적 시장에서 활발히 거래되고 있으며, 평균 거래가격은 약7.6달러/CO₂톤(Ecosystem marketplace, 2013)
 - * 전체 탄소시장은 102.8억CO₂톤이며, 거래액은 1,478억불 규모('11년 기준)
- 전세계 산림탄소시장이 '20년에는 120백만CO₂톤 규모로 성장 예상



<산림 탄소시장 추이(누적), Ecosystem marketplace 2013>

2) AFOLU(Agriculture, Forestry and Other Land-Use) : 농업, 산림 및 기타 토지 이용

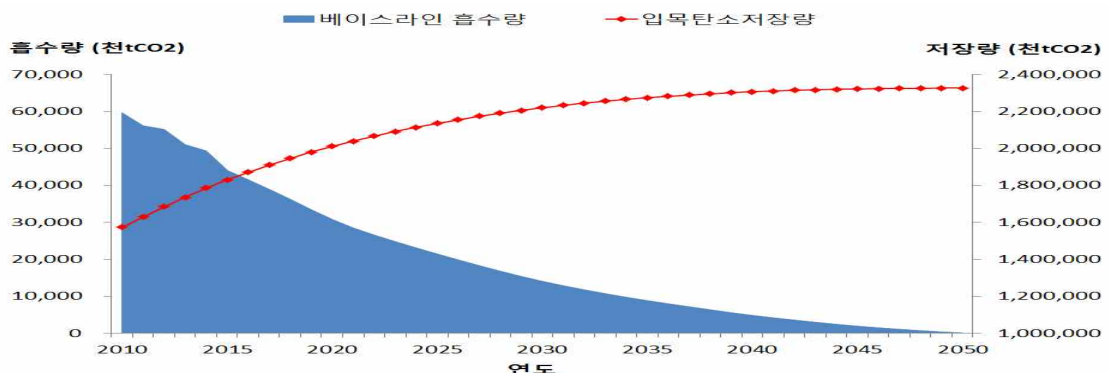
3. 산림탄소 흡수량 전망

- ◇ 우리 산림은 현재 순생장량이 많은 21~40년생이 57%를 차지하고 있어 탄소흡수에 유리하나, 향후 노령화로 인해 이산화탄소 순흡수량은 급격히 감소할 전망
- '12년 55백만tCO₂에서 '50년 0.1백만tCO₂ 감소 전망
 - ☞ 신규/재조림, 산림갱신, 목제품 이용 등으로 흡수량 증진 노력 필요

□ 노령화에 따른 임목 순 성장량 둔화로 현 상태를 유지할 경우 우리 산림의 이산화탄소흡수량은 급속히 감소

(단위 : 천tCO₂)

구분	'12	'15	'20	'30	'40	'50
이산화탄소 순흡수량	55,176	44,118	30,857	14,109	4,891	145

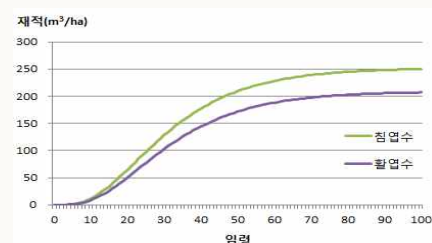


<임목 순생장량에 따른 탄소흡수량(베이스라인)>

<우리 산림이 매년 흡수하는 이산화탄소 예상량 산정>

- 제5차 국가산림자원조사('06~'10년) 자료를 이용하여 임상별 임목생장 추정 모델(Chapman-Richards)을 활용하여 산정
 - 제5차 국가산림조사 자료는 임상별(침엽수, 활엽수)로 구분
- 임목 생장 추정식 도출 : $Vol = a \times (1 - \exp(-b \times Age))^c$
 - 임상별 파라미터

임 상	파 라 미 터		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
침엽수	252	0.0616	3.9416
활엽수	209	0.0611	4.0694



□ 산림의 이산화탄소 흡수량 증가를 위한 노력 필요

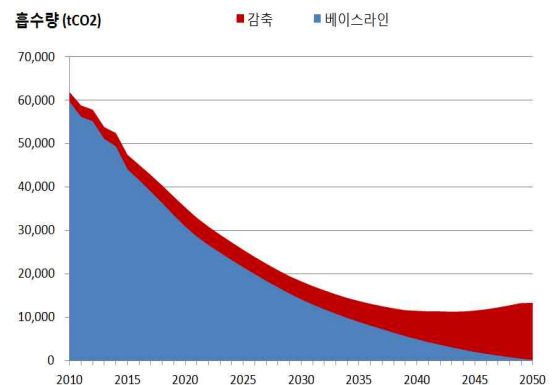
- 노령림 교체, 국산재 이용 확대 등을 통해 이산화탄소의 추가적인 흡수·저장 가능
 - 노령림 교체 등 산림 경영에 따른 추가적인 이산화탄소 흡수·저장 효과가 가장 높으나 효과가 나타나는데 상당 시간이 필요
 - 목재제품의 탄소저장량은 국내산 목재 공급량 확대로 지속적으로 증가하나, 반감기가 짧은 보드류 비율이 높아 연간 증가량은 다소 감소

제 품	반감기	부패율(k)	평균수명	목재밀도
제재목	35	0.0198	50	0.46
보드류	25	0.0289	29	0.68
종 이	2	0.3466	3	0.90
기 타	5	0.1386	7	0.06

<IPCC 가이드라인의 목재제품 유형별 탄소계수>

- 산림 부문의 이산화탄소 흡수를 통해 '50년까지 추가적으로 13백만 tCO₂ 흡수·저장 예상

순흡수량 증진 활동	추가 흡수량(천tCO ₂)	
	'20	'50
신규/재조림 (50년까지 34천ha)	0	379
노령림 교체 등 산림경영 (벌채 후 조림지의 30%를 탄소흡수 우수수종으로 갱신)	661	10,439
국산재 이용확대 (국산재 공급 및 집성재 이용 확대)	3,454	2,267
화석연료 대체 (산물 수집을 50년 까지 80% 증대)	106	267
합계	4,221	13,352



<산림의 이산화탄소흡수 전망, 국립산림과학원, '14>

<산림부문 이산화탄소 흡수량 전망>

- 현재 상태 유지 시 이산화탄소 순흡수량 + 추가적인 산림탄소흡수

연도	'12	'15	'20	'30	'40	'50
현재 상태 유지 시 이산화탄소 순흡수량	55,176	44,118	30,857	14,109	4,891	145
감축량	2,306	2,842	4,221	4,435	6,932	13,352
합계	57,482	46,960	35,078	18,544	11,823	13,497

Ⅲ. 목표 및 기본 방향

비전

기후변화 대응을 선도하는 글로벌 산림강국 구현

목표

산림의 이산화탄소흡수력 증진을 통해 기후변화 대응
기능 강화

중점과제 I 탄소흡수원 확대

- ① 신규/재조림 대상지 발굴
- ② 도시숲 조성 등 식생복구 확대
- ③ 보호 구역의 탄소흡수원 관리
- ④ 복한 산림 복구 등 탄소흡수원 확보

중점과제 II 탄소흡수원 유지 및 관리

- ① 수종 갱신 등 숲가꾸기 추진
- ② 산지전용 억제 및 훼손 근절
- ③ 산불 예방 및 진화 역량 강화
- ④ 산림병해충 예찰 강화 및 산사태 예방

중점과제 III 목재제품 이용 활성화

- ① 국산재의 안정적인 공급 확대
- ② 목재제품 이용 기반 구축
- ③ 목질계 에너지 활용 확대
- ④ 온실가스에너지 목표관리제 운영

중점과제 IV 산림탄소상쇄제도 활성화

- ① 산림탄소상쇄 사업 참여 활성화
- ② 산림탄소흡수량 거래기반 마련
- ③ 산림탄소 인지도 제고

중점과제 V 온실가스 인벤토리 및 탄소계정 체계 고도화

- ① 온실가스 인벤토리 산정을 위한 활동자료 구축
- ② 국가 흡수·배출 계수 개발
- ③ 산림통계 관리의 선진화

중점과제 VI 글로벌 협력 강화

- ① 국제협상 대응력 강화
- ② 개도국 지원을 통한 위상 제고
- ③ REDD+사업 추진을 위한 기반 마련
- ④ 해외 조림 사업 확대

IV. 중점 과제

1

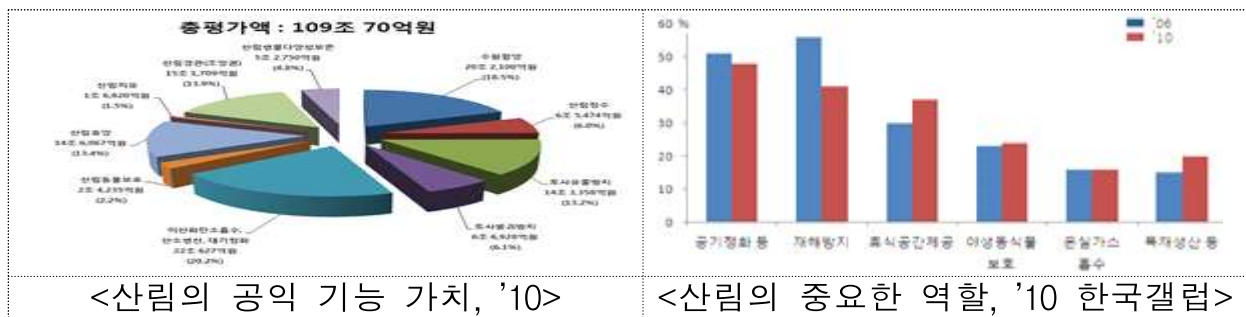
탄소흡수원 확대

가

현황 및 문제점

□ 우리나라는 탄소흡수원이 국토의 64%를 차지하는 산림국가

- 우리나라 산림이 연간 흡수하는 이산화탄소는 약 55백만CO₂톤('12년)
- 산림 공익 가치(109조) 중 이산화탄소흡수에 따른 가치는 약 3조원('10년)
 - 국민들은 이산화탄소 흡수 기능을 산림의 중요한 역할로 인식



□ 성공적인 산림녹화를 이룬 우리나라는 기후변화협약에서 인정하는 신규/재조림 대상지는 부족한 실정

- 우리나라 산림은 파괴된 산림이 복구된 2차림이 대부분으로 신규/재조림(100% 흡수원으로 인정) 대상지는 거의 없는 실정
 - 전체 산림면적의 약 33%인 210만ha를 치산녹화기에 복구
 - * 신규조림(Afforestation) : 50년 이상 산림이외의 용도로 이용해온 토지에 새로운 산림을 인위적으로 조성하는 것
 - * 재조림(Reforestation) : 본래 산림이지만 '89.12.31 당시 산림이 아니었던 토지에 인위적으로 다시 산림을 조성하는 것

□ 신규/재조림 이외의 식생복구, 훼손지 복구, 유휴토지 조림 등을 통한 탄소흡수원 확대 노력 필요

나

추진 과제

① 신규/재조림 대상지 발굴

□ 대규모 토지이용 계획 등을 활용한 신규/재조림 대상지 확보

- 새만금 간척지, 대규모 공단지역의 녹지조성 및 쓰레기 매립장, 폐탄광지역, 유헤토지 등에 대해 신규 흡수원 대상 여부 검토
 - 위성영상, 항공사진, 지적도 등을 분석하여 사업 가능 여부 검토
- UN에 등록된 A/R CDM 방법론을 분석하여 사업 계획서 작성 지원
 - 대상지 여건에 맞는 사업 계획서 작성 지원 및 필요시 신규 방법론을 개발하여 UN 등록 추진

□ 국내 최초로 등록된 A/R CDM시범 사업의 조림 및 모니터링 실시

- UN에 등록된 사업계획서에 따라 조림, 풀베기 등 사업을 실시하고 산림탄소배출권 확보를 위한 모니터링 및 사업 관리 실시
 - 사업자 간 협의체를 구성하여 사업 관리, 모니터링 방법론 등 논의
- 관련 법률을 개정하여 탄소배출권 조림 시 국유림 활용 근거 마련
 - 공동산림사업 관련 조문 및 관련 사업 지침 개정 추진

<고성군 지역 A/R CDM 시범 사업 개요>

- 대상지 : 강원도 고성군 간성읍 흘리 일원 75ha
- 사업기간 : '13. 5. ~ '33. 3.(20년)
- UN등록일 : '13. 5. 6.
- 예상 CERs : 20년간 12,416tCO₂(연간 621tCO₂)
- 조림 수종 : 낙엽송(23.2ha), 자작나무(11.7ha), 잣나무(40.1ha)
- 사업자 : (주) SK 임업, 고성군 산림조합, 고려대학교, 양양 국유림관리소
- 추진 경과 : 사업계획서 타당성 검증('12. 5.~8.) → DNA 국가 승인서 발급('12.9) → UNFCCC의 사업계획서 검토 및 등록('12. 12.~'13. 5.)

② 도시숲 조성 등 식생복구 확대

□ 도시 내 탄소흡수원 확충을 위해 다양한 유형의 녹지 창출

- 도시숲, 가로수, 명상숲 등과 주변 산림을 연결하여 녹색네트워크 구축
 - 국·공유지에 녹색쌈지숲, 산림공원 등 다양한 유형의 도시숲 조성
 - * 도시숲(ha) : ('14) 289 → ('15) 252 → ('17) 365 → ('19) 365
 - 학생들의 정서함양과 지역주민의 녹색쉼터 제공을 위한 명상숲 조성
 - * 명상숲(개) : ('14) 70 → ('15) 85 → ('17) 350 → ('19) 350
 - 가로수를 통해 도시숲과 도시외곽 산림을 연결하는 녹색네트워크화 추진
 - * 가로수(km) : ('14) 531 → ('15) 555 → ('17) 635 → ('19) 635

□ 도시녹화운동 전개로 민간의 도시 내 탄소흡수원 조성 활성화

- 국민·기업·단체가 함께 참여하여 도시숲 조성·관리 활성화
 - * 국민의 76%가 도시숲 조성에 기회가 주어진다면 참여의사 표시('13, 한국갤럽)
- 기업의 사회공헌활동(CSR)으로 도시숲 등 조성 참여 유도

<div> <div>■ 도심 속 열기 완화</div> <div>- 여름 낮 평균 기온을 3~7℃ 낮추고, 평균 습도는 9~23% 높임</div> <div>■ 도심속 소음 감소</div> <div>- 도시숲의 큰나무(폭30m, 높이 15m)들은 10dB의 소음을 감소</div> <div>- 도로 양옆과 도로 중앙의 나무들은 자동차 소음의 75%를 막음</div> <div>■ 상쾌한 공기 제공</div> <div>- 느티나무 한그루(옆면적 1,600㎡)가 1년간 만들어내는 산소는 성인 7명이 연간 필요로 하는 산소량</div> </div>		
	<도시숲>	<가로수>
		
	<도시숲의 효과>	<명상숲> <무궁화동산>

□ 백두대간·민북·도서지역 등의 훼손산지 복원을 통한 탄소흡수원 확대

- 도로 개설로 단절된 백두대간 마루금(산줄기 이음선)을 연결·복원하고, 백두대간 생태계와 연계된 정맥지역까지 복원

* 백두대간(정맥) 마루금 생태축 복원 : 정령치, 저수령 등 '17까지 15개소

* 백두대간(정맥) 훼손지 복원(누적) : ('14) 82.7ha → ('15) 95ha → ('17) 125ha



<백두대간 마루금 생태축 복원('13, 육십령)>

- 민북지역 폐군사시설, 독도 등 도서지역, 산림습원 등의 산림 복원 확대

- 원활한 사업 추진을 위해 육군본부 등 유관기관과 협업 체계 구축

* 민북지역 훼손지 복원(누적) : ('14) 160.9ha → ('15) 180ha → ('17) 218ha

* 도서·산림습원 등 복원(누적) : ('14) 78ha → ('15) 146ha → ('17) 278ha

<민북지역 산림복원>

- 산림청-육군본부간 민북지역 산림복원을 위한 업무협약 체결('08.7월)

☞ 폐군사시설 등 복원대상지 현황조사, 군사지역 출입 및 안내 지원 등



<민북지역 폐군사시설로 인한 훼손지 복원('10, 고성)>

- 매뉴얼 마련 등을 통한 담당자 전문성 강화, 산림 복원기술 개발 및 사후 모니터링 정착으로 지속적 유지·관리체계 구축

③ 보호 구역의 탄소흡수원 관리

□ 보호구역의 산림(공익림)관리 강화를 위한 제도 기반 정비

- 보호구역의 산림 관리 프로세스 정립 및 모델 사업 개발
 - 대상지 선정, 작업방법 등을 제시하는 표준 방법론 제공
- 「기초조사-설계-시공-감리-평가」 등 구체적인 체크리스트 개발·보급
 - 실시설계 시 생태자연도, 공원구역도 등 다양한 공간 정보를 활용하고, 보호구역의 기능 진단을 위한 주기적인 모니터링 실시 및 분석
- 보호 구역 관리는 공적 관리체계로 전환하고 체계적인 관리를 위해 기능 구분을 반영한 「지역 공익림 관리 계획」 수립

□ 법적 제한 등으로 방치되었던 보호 구역 산림에 대해 공익기능을 강화하는 산림관리 사업 추진 및 관리 체계 정비

- 「공익기능 증진을 위한 숲가꾸기 사업 매뉴얼('13)」을 토대로 보호 구역의 기능이 최적으로 발휘될 수 있는 숲관리 사업 추진
 - 가시적 효과를 창출할 수 있는 지역을 중심으로 우선 추진
- 산림사업 추진 시 협의가 필요한 보호 구역의 경우 해당 부처와 협의체 구성 등 협업 체계 구축
 - 보호 구역 지정 목적 달성을 위해 공동 협력 사업 발굴·이행 추진

보호 구역 산림	관리 방안
수원함양림	수계변 산림관리로 수자원 확보, 수질 정화 등 수원 함양 기능 증진
생활환경보전림 산림휴양림	아름다운 산림경관 창출 및 생활권 녹색공간 확대 국민 휴식처로서 산림휴양기능 증진
자연환경보전림	산림환경 개선을 통해 종 다양성 증진 등 건강한 생태계 구현
산지재해 방지림	산사태 위험지 등 재해 위험지 산림관리로 재해 관리 강화

□ 국제기구 권고 수준*에 부합하는 산림보호구역 지정 및 관리 효율화

* 생물다양성협약 권고 수준 : 육지·내수 면적의 17% 이상

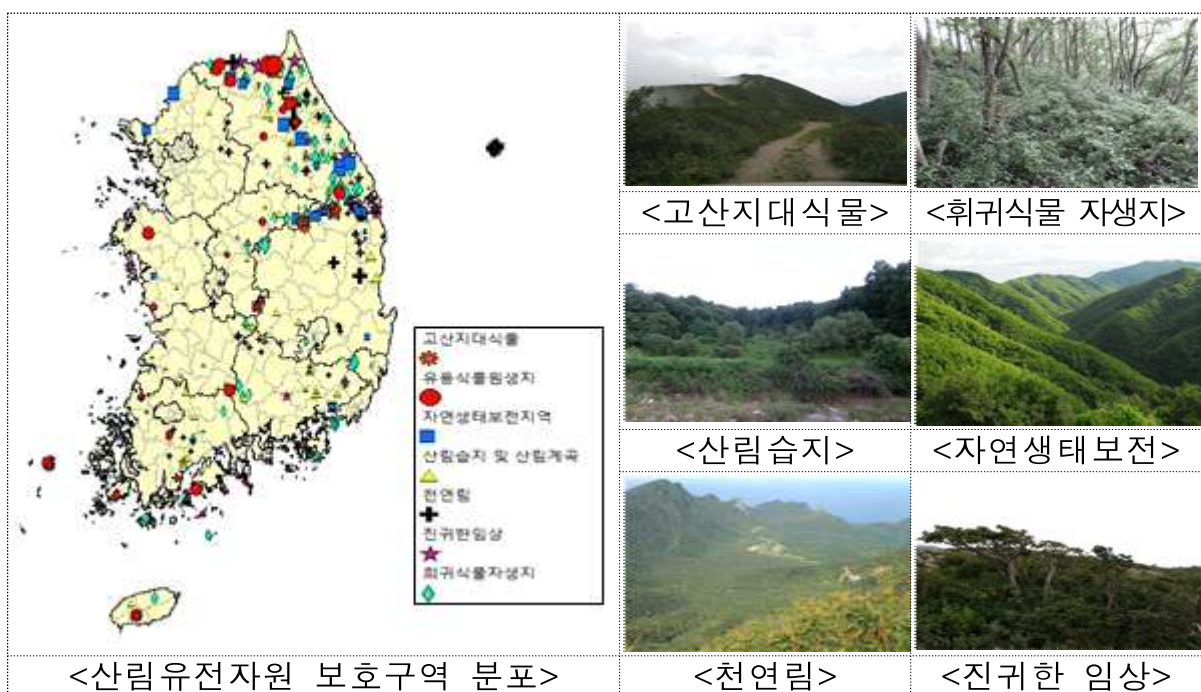
** 우리나라 공익 산지(보호구역 포함)는 166만ha로 전체 국토의 16.6%차지

○ 보호 구역 산림 현황 등에 대한 전국 일제 조사 및 정비 추진

- 기 지정된 산림보호구역은 유사한 개소를 통합하고 관리에 적합한 규모로 재구획 추진
- 산림청 소관 보호 구역을 핵심(절대보전)·완충·전이(보전과 이용 조화) 구역으로 명확히 구분하여 관리

○ 민통선 북방, 백두대간, 산림습지 및 도서지역 등 우리나라 주요 생태축의 산림보호구역 지정 추진

- 원시림, 우리나라 고유의 진귀한 임상 등 산림유전자원보호구역 지정 대상지 적극 발굴 및 지정 추진
 - * 산림유전자원보호구역 지정(천ha) : ('14) 149 → ('15) 154 → ('17) 164
- 백두대간보호지역 인근에 위치한 사유지는 적극 매수하여 백두대간 보호지역으로 추가 지정 추진



④ 북한 산림 복구 등 탄소흡수원 확보

□ 북한 산림 복구 지원을 통해 한반도의 탄소흡수원 확대 추진

- 북한의 황폐 산림은 약 284만ha로 전체 산림(899만ha)의 32%('08)
 - * 위성영상 표본조사결과 개간산지가 나지로 전환되는 등 황폐심화('13)
- 「북한 산림복구 기본 계획('13.12)」에 따라 북한 내 탄소흡수원 확대

□ 북한 산림 복구와 병행하여 탄소배출권 확보 조림 추진

- 민간단체가 주도하고 온실가스 다(多) 배출업체가 참여하는 방식 검토
- 위성영상 및 현장조사를 통해 500~1,000ha 대상지 선정 및 타당성 분석
 - * 위성영상 분석 결과 A/R CDM 사업 잠재적 대상지는 66.2만ha

<A/R CDM 참여 요건 및 북한의 상황>

- 교토의정서 비준 국가 : 북한 '05. 4. 27. 비준
- 국가 CDM 사업 승인기구(DNA, Designated National Authorities) 존재: 환경민족 조정위원회(Secretariat of the National Coordinating Committee of DPRK for Environment)에서 담당
- 산림의 정의를 CDM 집행위원회에 제출 : 미제출

□ REDD+ 사업 개념을 도입하여 북한의 지속가능한 산림 이용 추진

- 북한 당국과 협의하여 온실가스 감축 잠재량이 크고 사업 추진이 용이한 지역 선정(군단위의 10,000~20,000ha)
- 위성영상 등을 활용한 산림전용·황폐화 요인 분석 및 방지 전략 개발

<북한 내 REDD+ 사업 가능성 분석>

- 기후변화협약에서 국가 산림배출량 참조 수준, 모니터링체계 구축에 대해 논의 중
- 북한의 폐쇄성으로 주기적인 모니터링 체계를 갖추기 어려울 수 있음
- '10년 북한의 탄소축적량은 117.6 CO₂ton/ha으로 남한(247)의 절반 수준이나 산림전용률이 연간 2%로 높은 값을 가짐
 - * REDD+의 경제성은 산림전용률과 탄소축적량에 비례

다 연구 및 기술 개발·보급

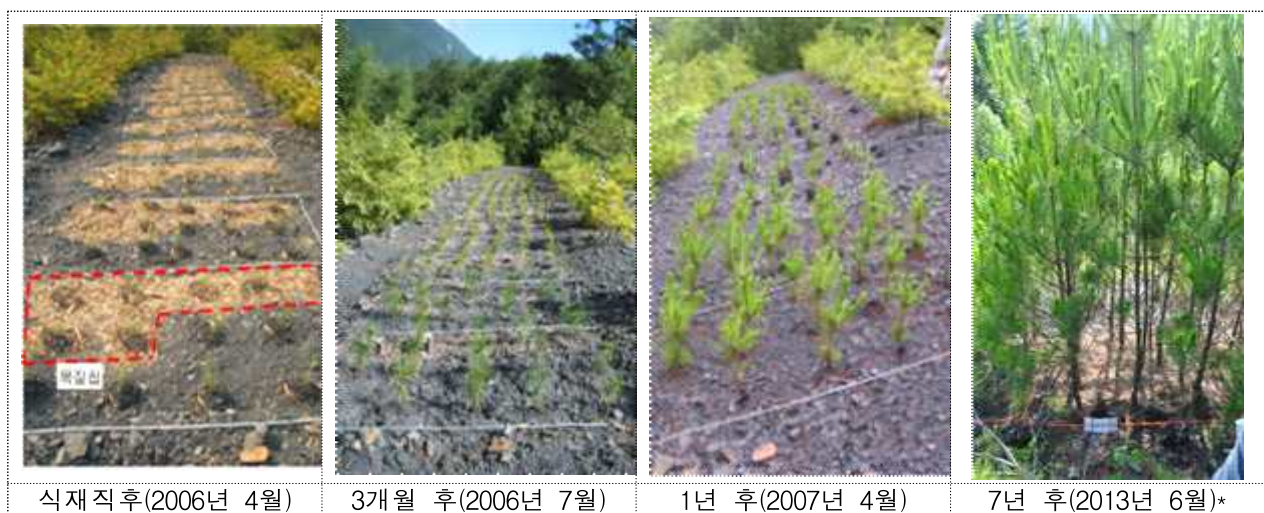
① 산림생태 복원 및 훼손산지 복원 연구

□ 산림생태 복원 기술 정립·확산 및 단계적 현장 적용 방안 연구

- 통합적인 산림생태 복원 모델을 제시하고 현장적용 방안 정립
 - 채석, 광산, 도로 등 개발지역의 산림생태 복원 기술 및 녹화수종 개발
 - 특수지역(등산로, 산불피해지) 훼손산지의 복원 기술 개발
 - 도시지역 산림재해지에 대한 산림생태 복원 기술 개발
- 자생종을 활용한 산림생태 복원 및 친환경적 복원 소재 개발
- 산림생태 복원 기술의 산업화·실용화 방안 마련 및 전문 인력 양성

□ 훼손산지의 경관 관리 및 복원 기술 연구

- 백두대간 지형보전을 위한 산림경관 복원기술 개발
- 새만금 등 간척지 내 수목의 생육 기반 구축을 위한 연구
- 산성화된 임지의 토양회복 모니터링 및 효과 분석
- 휴폐광지의 식물 생육 기반재 처리에 따른 효과 분석 및 모니터링 강화



<석탄 폐석지 무복토 소나무 용기묘 생육상황>

② 도시숲 평가 등 관리 방안 연구

□ 전국 도시숲 지도 작성 및 도시숲 내 식생 변화 분석 연구

- 수치지도, 토지이용도 등을 활용한 전국 도시숲 지도 작성 추진
- 주요 도시숲의 모니터링 조사구를 설치하여 식생변화 분석

□ 도시숲의 탄소흡수 등 환경 조절 기능 평가 분석

- 수종별 이산화탄소 흡수능력 및 산소 방출 능력 분석
- 먼지 흡착 및 오염 물질(NO_x, SO_x) 흡수 분석

□ 도시숲 유형별 관리 모델 및 시민 참여 방안 연구

- 녹색쌈지숲, 명상숲, 마을숲 등 유형별 관리 모델 연구
- 시민 참여 활성화 방안 등 도시숲 조성 시 거버넌스 적용방안 마련

③ 북한 산림 복구 등 관련 연구

□ 북한 산림 복구에 따른 산림탄소흡수량 잠재량 분석

- 북한의 황폐 산림(284만ha) 복구 시 산림탄소흡수 잠재량 분석
- 북한 내 탄소배출권 조림(A/R CDM, REDD+) 전략 및 협력 방안 연구

□ 중국 등 체제 전환국, 독일 등 통일 국가의 산림 정책 변화 분석

- 체제 전환 과정의 정책 동향과 산림복구 정책수단 및 도구 분석
- 국제 지원에 의한 산림 조성(사막화 방지조림, REDD+ 등) 사례 연구

□ 북한 산림복구 등 남북 산림협력을 위한 협상 전략 연구

- 남북 산림협력 시나리오 구상 및 시나리오별 산림복구 모델 개발

□ 도심 내 탄소흡수원 확대를 위한 민·관 거버넌스 구축

- 개인·단체·기업의 참여 활성화를 위한 도시숲트러스트 구성
 - 도시숲트러스트에서 기부금품 접수·집행 및 관리, 도시숲 조성 추진, 개인·단체의 다양한 참여 프로그램 운영 추진
- 기업의 도시숲을 활용한 사회공헌 활동 유도 및 도시녹화운동 기반 마련을 위한 제도 개선 추진
 - 도시숲 관리 및 이용프로그램 개발·보급, 민간 참여활동 지원을 위한 도시숲 지원센터, 도시숲 관리사 제도 도입
- 시민의 자발적 참여를 통한 도시숲 조성·관리 모델 확산을 유도하기 위한 「도시愛숲 캠페인」 지속 추진
 - 캠페인 분위기 확산과 긍정적 이미지 형성을 위해 청소년, 대학생 등 시민들로 구성된 도시숲 서포터즈 운영

□ 백두대간 생태축 복원 및 국립공원 숲가꾸기를 위한 부처 협업 추진

- 관계부처 합동 ‘한반도 핵심생태축 연결·복원 계획(’13.8.)에 따라 단절된 생태축 간 연계성을 고려하여 ’17년까지 50개소 복원
 - (산림청) 백두대간(정맥) 마루금 단절구간 15개소 복원
 - (환경부·국토부) 광역생태권 단절구간 생태통로 35개소 설치
- 국립공원의 공익적 기능 증진을 위한 숲가꾸기 기술 및 관리 지침 개발
 - 노령 천연림 및 인공림의 건강한 숲 조성을 위한 숲가꾸기 기술 개발
 - 국립공원지역의 기능별 맞춤형 숲가꾸기 및 산림자원관리 지침 개발

2

탄소흡수원 유지 및 관리

가

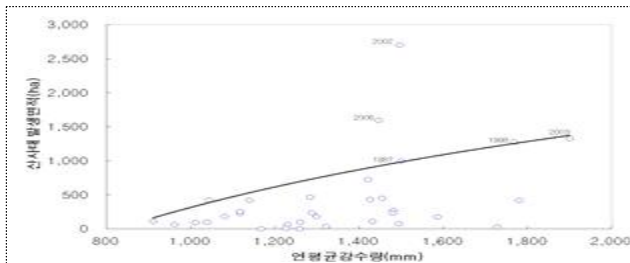
현황 및 문제점

□ 우리 산림은 노령화로 향후 이산화탄소 순흡수량은 급격히 감소할 전망

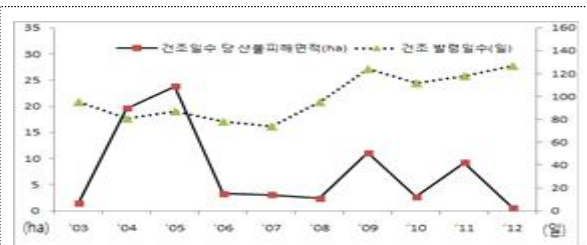
- 우리 산림은 현재 순생장량이 많은 21~40년생이 57%를 차지하고 있어 탄소 흡수에 유리하나, 향후 노령화로 인해 이산화탄소 순흡수량은 급격히 감소 전망
 - * 예상 이산화탄소순흡수량(천tCO₂) : ('12) 55,176 → ('20) 30,857 → ('50) 145
- 노령림을 탄소흡수능력이 좋은 수종으로 갱신하는 등 산림의 이산화탄소 흡수 역량을 강화하기 위한 노력 필요
 - 산림경영(숲가꾸기, 수종갱신 등)은 단기간에는 탄소흡수기능의 저하를 가져오는 활동이나 장기적으로는 흡수량 증진에 기여

□ 이산화탄소 배출(100%)로 인정되는 산지 전용은 감소추세이나 이상 기후 등으로 산불, 산사태, 산림병해충 등 황폐화 위험은 증가 예상

- 산지 개발 중심의 계획이 지양되면서 과잉 산지 개발을 억제하는 방향으로 산림이용 정책이 전환
 - 최근 10년 간 산지 전용면적은 꾸준히 증가하였으나, '20년 이후 산지 전용은 연간 7천ha 수준으로 감소할 예정(이용우 외 2010)
- 하지만, 건조일수 증가로 대형 산불 발생, 집중호우로 산사태 발생, 이상 기후로 돌발 병해충 발생 위험성은 커지고 있음



< 산사태 면적과 연평균 강수량 >



< 산불 면적과 건조일수 >


나

추진 과제

① 수종갱신 등 숲가꾸기 추진

□ 불량 활엽수림 등을 탄소흡수력이 높은 산림으로 교체

- 산림병해충 피해지, 노령임분, 불량 활엽수림 등을 중심으로 탄소 흡수 기능이 떨어지는 대상지 선정
- 지역 특성과 기후변화 적응 수준을 고려한 수종선정 및 벌채·갱신
 - 기후변화에 따른 재해에 강하고 탄소흡수능력이 좋은 수종 식재
 - * 조림 확대(만ha) : ('14) 22 → ('15) 22 → ('17) 30 → ('19) 30

지역별	집중 조림수종	
강원·경북	소나무, 낙엽송, 잣나무, 참나무류	
경기·충청	소나무, 낙엽송, 백합나무, 참나무류	
전라·경남	소나무, 편백, 백합나무, 참나무류	
남부해안·제주	편백, 삼나무, 가시나무류	
<지역별 권장 수종>		

□ 탄소흡수력 증진을 위한 제3단계 숲가꾸기('14~'18, 139만ha) 추진

- 조림지 사후 관리(풀베기, 어린나무가꾸기) 강화 및 모니터링 확대
 - 숲가꾸기의 질적 수준 향상을 위해 매년 외부 기관의 위탁 점검 실시
 - * (제2단계) 큰나무가꾸기 → (제3단계) 큰나무가꾸기 + 조림지 사후관리
- 임분 구조 개선, 임도 확충 등 탄소최적화 산림경영을 위한 기반 구축
 - 숲가꾸기 및 수종갱신 지역을 중심으로 임도시설 확충
 - * 임도시설 설치(km) : ('14) 687 → ('15) 818 → ('17) 1,411 → ('19) 1,600

<탄소최적화 산림 경영>

- 산림의 지속가능한 경영을 통해 산림 내 탄소풀(Pool) 수준을 지속적으로 유지하는 산림 경영 방식
- 보호대상 산림은 적극적으로 보호하고, 경제림은 적극적인 경영을 통해 산림의 탄소 흡수 능력이 최대가 되는 균형점을 가져오게 함
- 산림의 탄소최적(Carbon optimal) 상태는 산림의 임령구조가 어느 한쪽으로 편중되지 않은 상태를 말함

② 산지전용 억제 및 불법 훼손 근절

□ 실태조사 및 불법 훼손 방지 체계 구축으로 불법 산지 전용 억제

- 훼손 산지 실태 조사 등을 위한 중장기 계획 수립 및 GIS/RS 등을 활용한 실태 조사 실시
 - 훼손 산지 실태 조사 시 경제적 효율성, 실행가능성 등을 고려하여 기반조성, 기반구축, 고도화 등을 단계별로 점진적으로 수행
- IT, GIS/RS 기술을 활용한 과학적 감시·신고체계 구축
 - 인력에 의한 현장점검의 한계를 극복하기 위해 항공사진의 시기별 비교를 통한 불법 산지전용·훼손 사례 발굴 시스템 적용
 - 스마트 앱을 활용한 간편 신고 서비스 및 모바일 전자야장 개발

<두 시기 항공영상을 이용한 산지 훼손지 판독>



<훼손전>



<훼손후>



<훼손 의심지 면적 추출>

□ 불법전용산지·훼손지에 대한 복구 점검 등 탄소흡수원 유지 강화

- 불법전용산지, 불법일시사용 산지에 대한 자연친화적인 산림 복구 여부 등을 점검
- 훼손산지 복원 활동 등을 위한 산지관리법 구조 조정 추진
 - ‘산지의 보전’에 대해 다루는 장을 ‘산지의 보전 및 복원’으로 개정하고 보전에 대한 내용을 확장하고 구체화
- 산지전용 시 원지형과 생태적 측면을 고려한 ‘생태적 산지전용’ 유도

③ 산불 예방 및 진화 역량 강화

□ 산불 취약지역 중심의 예방시설 확충 및 산불위험지 조사 추진

- 산불 취약지역 내 급수시설 설치 및 이격공간조성 확대
 - * 급수시설(누적) : '19년까지 150개소/이격공간조성(누적) : '19년까지 5,200ha
- 산림 내 또는 산림 연접지의 산불위험성을 조사하고 등급화하여 관리
 - 위험지 등급에 따라 예방사업의 선택과 집중으로 산불피해의 사전예방
 - * 산불위험지 조사(개소) : ('15) 12 → ('16) 24 → ('17) 36 → ('19) 48

□ IT 기반의 산불 감시 체계 고도화로 산불 조기 발견 및 초동 대응

- 산불감시인력과 시스템을 '산불상황관제시스템'으로 통합 고도화
 - 산불위험예보, 등산로, 산불신고 앱, 산불위험SMS, 감시카메라 영상 등
 - * '19년까지 시스템 고도화 추진(알람, 음성안내, MMS, 취약지 NFC)
- 산불무인감시카메라, 산불신고 단말기 등의 확대 및 효율적 운용
 - 산불무인감시카메라는 조망형에서 밀착형으로 전환(매년 2백대)
 - * 밀착형 설치(누적) : ('15) 2백대 → ('16) 4백대 → ('17) 6백대 → ('19) 1천대
 - GPS를 활용한 산불신고 단말기 보급 및 교육 등으로 활용도 제고
 - * 산불신고 단말기(천대) : ('15) 15 → ('16) 16 → ('17) 17 → ('19) 20

□ 지상과 공중의 신속한 진화체계로 탄소흡수원 피해 최소화

- '골든타임제' 운영으로 산림헬기의 30분 이내 산불 현장 도착 체계 구축
 - * 진화헬기(대) : ('13) 45대 → ('19) 50대/ 격납고 : ('13) 10개소 → ('19) 12개소
- 초동진화를 전담하는 산불전문예방진화대 및 한국형 '기계화산불진화시스템' 확충으로 진화역량 강화
 - * 산불전문예방진화대(천명) : ('15) 10 → ('19) 12, 인건비 처우개선
 - * 기계화산불진화시스템(set) : '19년까지 읍·면단위 1대 기준으로 지속 확충

④ 산림병해충 예찰 강화 및 산사태 예방

□ 산림병해충 예찰 강화 및 적기 방제로 산림황폐화 예방

- GIS, 원격탐사, 항공조사 등을 통한 예찰 강화 및 모바일 기반의 산림병해충 발생 신고·관리 시스템 구축
- 「산림병해충 예찰·방제단」을 활용하여 산림병해충 발생상황 및 지역 여건 등에 부합한 신속 방제 실시
 - * 산림병해충 예찰 방제단(단, 명) : ('15) 250, 1,000 → ('19) 500, 2,000

□ 산사태취약지역 중심의 사전예방 및 신속 대응으로 탄소흡수원 보호

- 전국 산사태 취약지역 실태조사 결과('17년까지 36천개소)에 따라 사방댐 등 사방 시설 집중 조성
 - * 사방댐(개소, 누적) : ('15) 9,519 → ('16) 10,519 → ('17) 11,519 → ('19) 13,518
 - * 계류보전(km, 누적) : ('15) 7,047 → ('16) 7,647 → ('17) 8,247 → ('19) 9,447
- 태풍·집중호우 시 산사태취약지역 안전점검·정비 등 현장 예방·대응을 위한 산사태현장예방단 확충·운영
 - * 산사태현장예방단(단, 명) : ('15) 75, 300 → ('16) 226, 904 → ('17) 226, 904 → ('19) 226, 904



<사방댐이 없는 산사태 극심 지역>



<사방댐 설치된 하류 안전지역>

다 연구 및 기술 개발·보급

① 탄소흡수량 증진을 위한 산림 관리 기술 개발

□ 산림사업별 기후변화 대응 및 탄소 저감 기술 개발

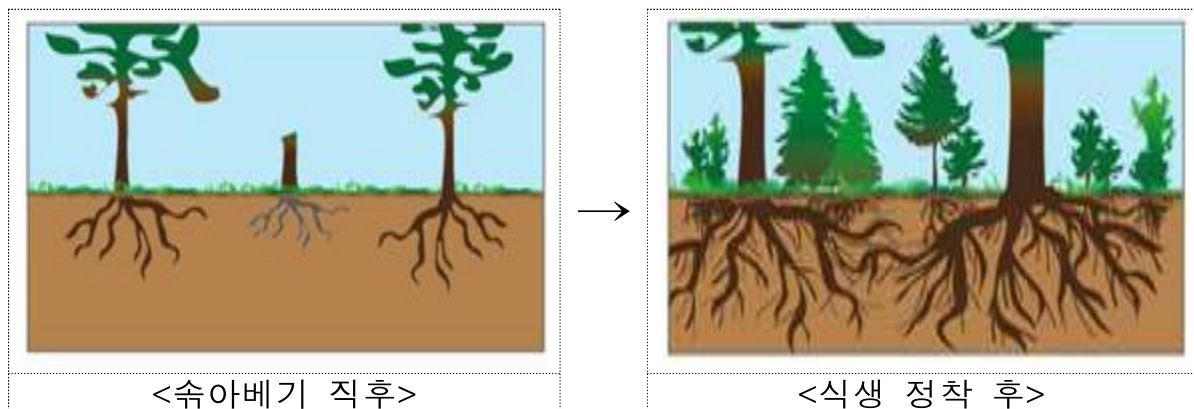
- 새로운 산림사업 적용에 따른 탄소흡수원의 변화 연구

구분	주요 내용
양묘	○ 기후변화에 의한 산지별 종자 발아 특성 연구
조림	○ 기후요인 등을 고려한 맞춤형 조림 지도 개발·보급
숲가꾸기	○ 간벌 방법에 따른 탄소저장량 모니터링 및 탄소흡수량 증진 사업 기술 개발
벌채	○ 기계화 임목생산에서 발생하는 온실가스 저감을 위한 친환경 목재생산 시스템 개발

- 개발된 기술은 훈령, 지침 등에 반영하여 현장에 보급

□ 탄소흡수능력 등 산림의 공익기능 증진을 위한 숲가꾸기 기술 개발

- 보호지역의 숲가꾸기를 통한 산림의 건강성 및 탄소흡수 기능 증진 연구
 - 노령 천연림 등 재해에 취약한 보호지역 안정화를 위한 숲가꾸기 기술 개발
- 생태적으로도 안정된 다층림 조성을 위한 숲가꾸기 기술 개발
 - 산림의 수직적 구조의 다양성 조절을 위한 상층목 간벌과 상층 울폐도 조절을 통한 광환경개선 및 하층식생 발달을 위한 숲 관리



② 산림 미기상 연구

□ 산림 미기상 연구를 위한 기후 모니터링 체계 구축

- '15년까지 전국 산악 지역에 산악 기상관측소 200개소 구축 완료
 - * 산악 기상관측소 : ('12) 30개 → ('13) 30개 → ('14) 70개 → ('15) 70개
- 산악 기상의 종합정보관리 시스템 및 플렉스 타워 간 네트워크 구축

□ 산림 미기상 분석 기법 개발 및 산림재해 예측 시스템과 연계

- 바람장, 기온장, 습도장, 강우장 등 산림 미기상 분석 기법 개발
- 국지 미기상 변화에 따른 산불 산사태 등 산림재해 위험성 평가
 - 악기상(강풍, 건조, 집중호우 등)에 따른 산림재해 영향 평가
- 산악 기상자료와 산림재해예측 모델 연계를 통한 정확도 제고
 - 산불위험예보 및 산불 확산 예측, 산사태위험예측 등 고도화

□ 산림 미기상 자료 공동 활용 및 현장중심의 서비스 전달체계 구축

- 기상청, 지자체 등과 연계하여 산악 기상 관측자료 공동 활용
- 가칭 '찾아가는 산악 기상정보'를 통한 대국민 맞춤형 서비스 제공
 - 모바일 앱(APP), 웹 시스템 개발 등을 통해 기상 정보 제공



<산악기상망 적정위치>



<'12년 구축 위치>



<산악기상관측 시설>

③ 산불, 산림병해충, 산사태 등 산림 재해 연구

□ 산불 발생 잠재력 분석 및 산불 위험 예측 기술 고도화

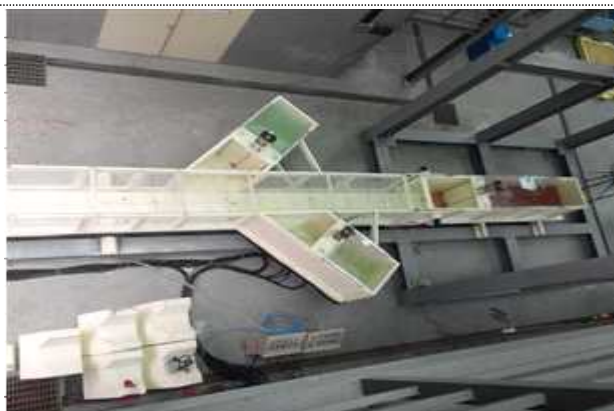
- 산림 내 연료 분석을 통한 ‘연료모델’ 구축 및 ‘전국 산불 연료지도’ 작성
 - 연료 모델을 반영한 산불 예측 및 방지 시스템 고도화 연구
- 위성영상 등을 활용한 한반도 산불 위험 예보 시스템 고도화
 - 위성 영상으로 산불 hotspot 추출, 한반도 기상위험지수, 임상위험지수, 지형위험지수를 개발하여 산불 위험 예보 시스템 고도화

□ 산림병해충의 친환경 방제 방법 개발 및 적용 연구

- 저독성 · 친환경 산림병해충 방제용 약제 선발
- 페로몬, 해충 유인제 등 친환경 방제제 개발 및 적용 연구

□ 산지토사재해 실험을 통한 산사태 및 토석류 발생 메커니즘 구명

- 강우 · 강도별 산사태 발생 특성 분석 및 산사태 발생 토양 조건별 임계 강우 기준 정립
- 종합시뮬레이터를 활용하여 경사, 농도별 토석류 유동 및 퇴적 특성 분석 및 한국형 토석류 확산 모델 개발



<종합시뮬레이터>



<토사 재해 조기감지 시스템>

④ 기후변화 적응 연구

□ 기후변화가 임업 및 산림분야에 미치는 영향 및 취약성 평가 실시

- 산악 기상 정보를 고려한 재해, 생태계, 생산성 변화 예측 고도화
- 산림생태, 임업 생산성, 산림병해충, 산림수자원 등 분야별 실태조사, 영향 및 취약성 평가 실시
- 기후변화 영향 및 취약성 평가 결과를 바탕으로 적응대책 수립
 - * 농어업·농어촌 식품산업 기본법 개정('14)에 따라 기후변화가 농어업·농어촌에 미치는 영향과 취약성을 조사·평가하여 5년마다 발표해야함

<모니터링 및 실태조사>

- 유전자·종수준
- 지역수준
- 전국수준

<영향 및 취약성 평가>

- 영향 평가
- 취약성평가
- 중장기변화 예측

<적응대책>

- 분야별 적응대책
- 취약성 완화대책
- 예측능력 제고 방안

<기후변화 실태조사, 영향평가, 취약성 평가>

- (실태조사) 기후변화 적응대책 수립에 필요한 변수 설정, 변수의 신뢰성 확보를 위한 조사 및 데이터 분석 수행
ex. 쌀의 생산량에 영향을 미치는 변수 선정 항목의 타당성 및 데이터의 신뢰성 조사
- (영향평가) 기후변화에 따라 변화하는 민감도 변수의 증/감을 평가
 - 영향 평가 = $f(\text{기후노출}, \text{민감도})$
ex. 기후변화에 따른 병해충 발생 빈도 평가
- (취약성평가) 기후변화의 영향이 지역별/분야별 적응능력에 따라 발생 가능한 우선순위 및 가중치를 평가
 - 취약성 지수 = $\text{기후노출} + \text{민감도} - \text{적응능력}$
ex. 기후변화에 따른 방재방법 변화가 병해충 발생빈도에 미치는 영향

□ 산불, 산림병해충 등 산림황폐화 방지를 위한 교육 및 홍보

- 산불 방지를 위한 농·산촌 주민 친화적 맞춤형 교육 프로그램 개발 및 교육 추진
 - 장령·노령층이 쉽게 이해할 수 있도록 재미있고 시각적인 산불 방지 프로그램 개발(Silver Program)
 - 소각 종류와 원인에 따른 교육 프로그램 개발 및 농·산촌, 산불발생 유형별 등 특성에 적합한 교육 실시
- 찾아가는 방문형 산불현장 체험학습 프로그램 운영
 - 노령층 및 초·중학교(학생·교사)에 대한 산불 체험학습 확대
 - 영농교육, 민방위, 예비군 훈련 등을 통한 현장교육 강화
- 산림병해충 발생예찰 워크숍(연1회) 등을 통한 교육 및 대국민 홍보
 - 피해 발생이 우려되는 산림병해충에 대한 발생예보와 방제에 유용한 정보를 다양한 매체를 활용하여 대국민 홍보 추진

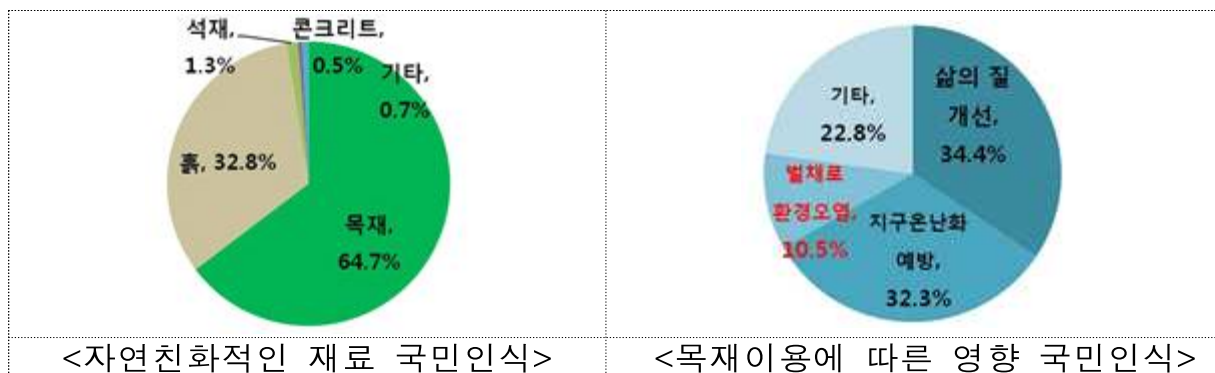
□ 산악기상 관측망 활용 및 농림지 공동 산림병해충 관리를 위한 관계 부처 간 협업 체계 강화

- 기상청 등 관계 기관과 산악기상 관측망 자료의 공동 사용 추진
- 농경지와 산림에서 동시에 발생하는 꽃매미, 갈색날개매미충 등에 해충의 효과적 방제를 위한 산림과학원-농업과학원과 협업과제 개발 검토

□ 수확된 목재제품*의 탄소저장 기능 등을 증진하고 지속가능하게 이용하기 위해 「목재의 지속가능한 이용에 관한 법률」 시행('13.2.24)

* 수확된 목재제품 : 산림에서 수확되고 산림 밖으로 운송되어 재료 또는 연료로 사용되는 목재 기반의 물질, 원목, 펄프, 종이, 제재목, 합판, MDF 등

- 국민들은 목재를 장기간 탄소를 저장하고, 경제성장과 환경보호를 동시에 추구하는 친환경 소재로 인식
- 목재가 삶의 질 개선, 기후변화 대응 등 긍정적인 영향을 준다고 평가



□ 목재는 탄소고정 뿐 아니라 철근 등 탄소 다(多)배출 소재와 석탄 등 화석 연료를 대체하는 재료로 각광

- IPCC는 내구성 있는 목재제품을 이용하면 대기 중으로 이산화탄소 방출을 방지하여 지구온난화를 늦추는 효과가 있는 것으로 분석

목재를 유효하게 사용하면 100~200년 사용이 가능하고, 이 기간 중 재조림 된 산림에서 2~4회 목재를 생산할 수 있으므로 탄소저장량은 사용된 목재에 비례하여 증가

- 목재가공 시 온실가스 배출량은 철강의 1/350, 알루미늄의 1/1,500이며 목조주택 제조 시 탄소배출량은 철근 콘크리트 주택의 1/4 수준

□ 하지만, 증가하는 목재 수요에 비해 국산재 공급 비율은 낮은 수준

- 국내 산림자원의 성숙과 목재 생산 확대에 따라 목재 자급률은 지속적으로 증가하고 있으나, 선진국에 비해서는 미흡
 - 우리나라 국민들의 국산재 사용량은 $0.10\text{m}^3/\text{인}$ 으로 미국의 약 5.5% 수준
 - * 자국산 목재 사용량 : (일본) $0.549\text{m}^3/\text{인}$, (미국) $1.83\text{m}^3/\text{인}$
- 목재제품을 탄소저장고로 활용하기 위해서는 국산재 이용 확대 필요
 - UNFCCC는 국내 산림에서 나온 목재제품에 한정하여 탄소저장고로 인정

□ 신재생에너지 보급 목표('30년 11%)에 따라 목질계 에너지의 수요는 증가하나 수집비용 과다, 수급체계 미비 등으로 국내재 활용은 저조

- RPS 등 탄소저감 제도 도입으로 목질계 에너지 수요 증가 추세
 - 급증하는 목재펠릿 수요에 비해 국내 생산 시설 확충은 미흡
 - * 목재펠릿 소비량(만톤) : ('11) 6 → ('12) 17 → ('13) 55 → ('14 전망) 100
 - * 생산시설(생산량) : ('11) 15개소(3만톤) → ('12) 20(5) → ('13) 21(7) → ('14) 21(8)
- 숲가꾸기 산물 등의 수집 비용 과다로 이용률은 29% 수준

□ 임업분야 온실가스·에너지 목표관리제 운영으로 목재산업계의 에너지 효율화에 대한 부담 증가

- 목표관리제 시행('10)으로 목재산업계의 온실가스 감축 부담은 해마다 증가
 - * 연도별 감축율(%) : ('12) 0.4 → ('13) 0.5 → ('14) 0.6 → ('15) 2.4 → ('20) 7.1
- 임업분야 관리업체 대부분이 중견·중소기업으로 대기업에 비해 에너지 효율화를 위한 기술 및 자원 부족
 - 지속적인 감축활동으로 인한 감축수단의 고갈 등 애로점 해결 방안 모색 및 체계적인 지원 체계 마련 필요

① 국산재의 안정적인 공급 확대

□ 국산재 생산 확대 및 목질계 에너지 생산을 위한 대상지 확보

- 경제림 육성단지 등 V영급 이상 산림의 우선 벌채 추진
 - 벌기령 완화, 불량림 수종갱신 기준 마련 등을 통해 벌채 활성화 유도
 - * 국산재 생산(만 m^3) : ('14) 518 → ('15) 560 → ('17) 660 → ('19) 760
- 새만금간척지, 하천변, 도로변, 댐유역 등에 단벌기 목재생산림 (SRC : Short Rotation Coppice) 및 바이오순환림 조성
 - 5년 이하의 짧은 벌기령과 기계화 관리·수확으로 국산재 공급 확대 가능
 - * 단벌기 목재생산림(ha) : ('14) 30 → ('15) 50 → ('17) 100 → ('19) 100
 - * 바이오순환림(천ha) : ('14) 3 → ('15) 3 → ('17) 3 → ('19) 3



<단벌기 목재생산림(포플러)>



<바이오순환림(백합나무)>

□ 고효율 수집 시스템 개발, 임목 및 부산물 공급 기반 구축

- 기계화 시스템 구축, 산물 공급 확대를 위한 수집비 절감 등 효율적인 작업 시스템을 개발하고 임목 수확설계 감리제도 본격 운영('15~)
- 경제림 육성단지를 중심으로 숲가꾸기 산물 수집 확대 추진
 - * 산물 수집(천 m^3) : ('14) 655 → ('15) 693 → ('17) 735 → ('19) 735
- 지역별 거점 산물 집하장을 확대하고 이동식 파쇄기 등 운반 장비 지원 등을 통해 수집과 활용의 중간 네트워크 구축
 - * 임업기계장비 보급(대) : ('14) 130 → ('15) 99 → ('17) 150 → ('19) 200

② 목재제품 이용 기반 구축

□ 국산재를 이용한 고품질의 목재제품 개발 및 보급

- 건조, 가공, 접착, 집성기술 등을 개발하여 고품질 건축 자재 생산을 지원
 - 친환경 목질판상재 및 재활용 기술, 친환경 목재 보존 및 내구성 증대 기술, 나노 기술 응용 목질 신소재 개발 등 추진
 - * 내외장재로 제재목의 사용은 감소하고 복합재의 사용은 증가하는 추세
- 건축 분야의 한옥 기술개발과 협력하여 국산재 건축 자재 개발
 - 소경재의 접착 및 집성으로 대형 구조용재로 활용하는 기술 개발



<국산재 한옥 표준모델 보급>



<국산 낙엽송 집성재 개발>

□ 목조 주택의 구축 활성화 및 확대를 위한 지원 추진

- 목조 주택의 품질, 안정성 및 내구성 향상을 위한 연구 개발 추진
 - 목조 주택의 장점을 살리면서 에너지 효율성과 기밀성을 향상시킨 그린팀버홈* 기술 개발 등 추진
 - * 그린팀버홈 : 목재의 장점을 살리면서 단열성능, 에너지 효율성, 기밀성 및 수분관리(결로 방지) 성능을 향상시킨 목조 주택
- 정부·지자체·공공기관 등 공공부문의 목재제품 이용 확대
 - 평창 동계 올림픽 등 대규모 국제행사의 건축물과 공공건물을 목조 건축물로 구축할 수 있도록 관계부처 및 기관과 협조 체계 구축
 - * 국토부 등과 협의하여 국산재 목조 주택 단지 조성 추진
 - 공공분야 목재제품 우선 구매 제도 도입·운영('13)

□ 목재제품에 대한 품질 기준 및 품질 관리 시스템 확립

- 목재제품별 품질 기준*에 따른 품질 검사 및 라벨링 제도 정착
 - * 목재법에 규정된 15개 품목에 대한 품질 인증 기준 제정 완료('15)
 - 품질·규격제도 및 인증제도 실행 기관으로 한국임업진흥원 지정
 - 소비자가 목재제품의 품질을 쉽게 이해할 수 있도록 품질표시 제도 정착
 - '19년까지 300여개 우수제품 및 신기술 적용제품에 대한 인증 추진
- 탄소저장량 및 탄소감축량 표시제도 도입 추진
 - 목재법에 따른 탄소저장량 표시 제도에서 탄소감축량 표시제로 확대 추진
 - 공공부문부터 시작하여 민간부문으로 점진 확대

③ 목질계 에너지 활용 확대

□ 탄소 순환형 목재 재활용 시스템 구축

- 건설·사업장 폐목재 등의 자원은 보드류 등으로 먼저 사용하고, 최종적으로 연료로 사용하는 「자원순환형 목재 재활용시스템」 구축
 - * 폐목재의 재활용 비율은 68%로 전체 폐기물 재활용 비율 83.7%에 비해 낮음
- 폐목재 및 임지폐잔재 재활용을 위한 시스템 구축
 - 폐목재 자원 재활용을 위한 융자금 지원(연간 90억원)
 - 도로, 건설 등 산지전용에 따른 임지폐잔재 재활용을 위한 시스템 구축 (산림청·국토부·환경부 MOU, '14.2.25)

<폐목재 순환자원 시스템 시범사업>

- 사업자 : 동화기업, 환경부, 한국목재재활용협회
- 시범사업 기간 : '13. 12월 ~ '14. 5월(6개월)
- 목적 : 바이오매스 수요의 급격한 증가에 따른 가구 자재 생산업체의 원자재 수급 불안정을 해소하고 온실가스 배출 저감에 기여하고자함
- 내용 : 포스코 건설과 현대제철 등의 사업장에서 발생하는 폐목재를 동화기업이 수거하여 파티클보드로 생산

□ 제조시설 효율 개선 등 국내 목재 펠릿의 안정적 공급

- 목재펠릿 제조시설에 대한 효율 개선 사업 추진
 - 생산 규모 확대, 저장시설증설, 자동화시설 설치, 건조 시스템 개선 등
 - * 효율개선사업(억원) : ('14) 20 → ('15) 5 → ('17) - → ('19) -
- 제조시설 가동률이 저조한 비수기에 목재펠릿을 생산·비축한 후 성수기에 공급하는 목재펠릿 수매·비축 제도 확대
 - * 수매량/비축량(천톤) : ('14) 10/9 → ('15) 10/15 → ('17) 10/20 → ('19) 10/25
- 지역산림조합을 중심으로 목재펠릿 유통망 구축
 - 전국 120개 지역산림조합을 목재펠릿 판매 대리점으로 운영하여, 소비자 불편 해소 및 목재펠릿 비축 기지로 활용

□ 목질계 에너지 활용 촉진을 위한 수요 기반 확충 및 제도 개선

- 목재펠릿 수요 기반 확충을 위한 연소기 보급
 - 주택용은 자발적인 시장 형성 시점까지 보급사업 유지
 - * 보일러 보급(천대) : ('14) 20 → ('15) 20 → ('17) 20 → ('19) 20
 - 자발적인 시장이 형성되고 있는 산업용은 연차적으로 보급사업 축소
 - * 보일러 보급(대) : ('14) 10 → ('15) 10 → ('17) -
- 산림바이오매스 에너지 활용 기본계획 수립
 - 산림바이오매스 에너지 산업의 중장기적인 경쟁력 강화와 새로운 성장 동력 마련을 위한 관련 산업의 동향 및 여건·전망 등 분석
- 목질계 바이오매스 에너지 품질 인증 및 규격 관리 시스템 구축
 - 품질표시 의무화, 우수 제품에 대한 인증서 발급으로 소비자 신뢰 확보



<목재 펠릿>



<목재 펠릿 저장 시설>

④ 온실가스에너지 목표관리제 운영

□ 임업분야 온실가스·에너지 감축목표 설정 등 관리

- (관리 대상) 목재산업여건을 반영한 목표 설정 및 이행실적 평가
 - 온실가스 명세서 분석(4~5월), 서면·현장조사(7월) 등을 통해 관리업체 별 감축목표를 할당하고, 감축목표의 이행현황을 중점관리
- (비관리 대상) 관리 대상 편입에 대비한 감축 활동 지원 추진
 - 제지·목재 업체의 온실가스·에너지 인벤토리 구축 및 지원 사업 추진

□ 목재업종의 온실가스·에너지 감축활동 지원 강화

- 수요자 중심의 맞춤형 정보제공 및 기술지원 활성화
 - 목재업종 온실가스·에너지 감축연구회 운영으로 목재업체의 의견 수렴 및 관리업체가 원하는 수요자 맞춤형 정보를 선제적으로 제공
 - * 에너지 절감 및 온실가스 감축기술, 배출권거래제 동향 등 최신 정보제공
- 현장방문, 경제성 분석 등을 통한 온실가스 감축 방안 발굴
 - 화석연료를 바이오매스로 대체, 설비(건조기, 보일러 등) 효율개선 등

목표관리제 주요일정	맞춤형 서비스 내용
1. 관리업체 지정	<ul style="list-style-type: none"> 신규 지정된 관리업체를 대상으로 목표관리제도 제도 안내 및 맞춤형 상담서비스 제공
2. 명세서 제출	<ul style="list-style-type: none"> 명세서 제출 안내 사전 고지 명세서 작성을 위한 실무교육 제공
3. 감축목표 할당	<ul style="list-style-type: none"> 개별 관리업체 맞춤형 감축목표 할당방법 개발 및 공유 목표협상 일정안내 및 감축목표 설정관련 교육 제공
4. 이행계획서 제출	<ul style="list-style-type: none"> 이행계획서 제출 안내 사전 고지 이행계획서 작성을 위한 실무교육 제공
5. 감축목표 이행	<ul style="list-style-type: none"> 관리업체별 이행현황 중간점검 실시 및 점검결과 피드백 목표이행이 어려울 것으로 판단되는 업체는 감축수단 발굴 등 감축이행을 돕기 위한 추가 컨설팅 제공
6. 이행실적보고서 제출	<ul style="list-style-type: none"> 이행실적보고서 제출 안내 사전 고지 이행실적보고서 작성을 위한 실무교육 제공

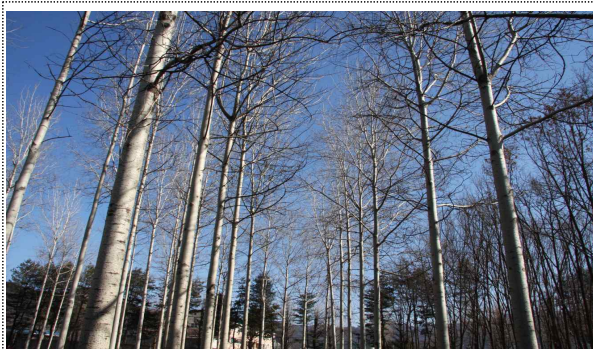
① 목재에너지림 조성 기반 연구

□ 목재에너지림 조성을 위한 우수 수종 및 클론 육성

- 국내외 주요 수종의 탄소흡수량 평가를 통해 탄소흡수 능력 및 기후변화 적응 능력이 우수한 수종 선발 및 육성
- 바이오매스 생산을 위한 입지별 유망 수종 개발 및 클론 육성
 - 새만금, 김포 등 목재에너지림 조성 가능 대상지에 적합한 수종개발
- 단별기 신품종 육성을 위한 황철나무류 우량 개체 선발 및 교배

□ 목재에너지림 조성 기술 및 토양 개량 기술 개발

- 목재에너지림 조성 국내외 사례 조사를 통한 최적 식재 방법 개발
 - 식재 밀도에 따른 생장 특성(활착률, 묘고, 근원경, 맹아 발생 등) 분석
- 최대 바이오매스 생산을 위한 적정 벌기령 구명
 - 수확기간에 따른 맹아지 발생 유형 및 부위별 바이오매스 생산량 조사
- 목재에너지림의 입지 토양 환경 특성 구명 및 시비 처리 방법별 토양의 이화학성 변화(토성, pH, 유기물, 총질소 등) 분석
 - 연구 대상지 : 전라북도 김제시 만경읍 간척지



<현사시나무 시험림>



<클론 증식>

② 목재제품 이용 활성화 연구

□ 목재제품의 효용가치 증진 및 재자원화를 위한 기반기술 연구

- 지역별 주요 수종에 대한 목재 재질 평가 및 DB 구축
 - 미세구조와 나노구조 분석을 통한 재질 및 역학성능 발현 기작 구명
 - 주요 수종의 재질 및 역학성능에 대한 정보제공 시스템 마련
- 목재의 열화 제어 및 고성능화 기술 개발
 - 친환경 목재 보존 및 내구성 증대 기술 개발(기술선진국 대비 90% 수준)
 - * 목재의 열화 및 내구성능에 대한 데이터베이스 구축
 - 목재의 난연성능 향상, 치수안정화* 및 표면강화 기술 개발
 - * 치수안정화 : 목재 수분 변화로 인해 수축·팽창하는 것을 최소화하기 위한 처리
- 목질자원의 순환이용을 위한 폐MDF 및 폐WPC 재활용 기술 개발
 - 폐MDF, 폐WPC의 재원료화 및 고성능 복합재료 제조기술 개발

□ 목조건축의 탄소저장 증진 및 에너지 성능 향상 기술 개발과 보급

- 안전하고 친환경적인 대형 공공 목조건축물 축조 기술 보급
 - * 평창 동계올림픽 아이스홀, 목조교량 건축 기술 보유
- 내구성 및 탄소저장 기능 증진을 위한 목조건축의 유지관리 기술 개발
- 목조주택의 수요 확대를 위한 저에너지화 기술 개발 및 전과정 환경 영향 평가 추진
 - 목조주택의 에너지 저감 설계, 시공 및 성능관리 기술 개발, 저에너지 목조건축 보급 모델 개발 및 전과정 환경·비용 영향평가

□ 목재 보존약제의 환경 안정성 평가 및 방부 성능 시험

- CCA*를 대체하는 구리계 보존제(ACQ, CuAZ)의 환경 및 건강 영향 평가
 - * CCA : 크롬, 구리, 비소 화합물계 보존제로 '07년 이후 사용 중단
- 국내에 유통되는 목재 보존약제에 대한 적용성 평가
 - 목재 보존약제의 방부 성능 시험 및 내후성 평가

③ 목질계 에너지 활용 기반 연구

□ 목질계 고품질 연료 제조 기술 개발 및 품질 규격화 추진

- 목질계 고품질 연료 제조를 위한 해외 기지 개발 연구 추진
- 국내외 주요 수종의 반탄화 특성 조사 및 반탄화에 따른 바이오매스의 물리-화학적 분해 메커니즘 규명
 - 반탄화 바이오매스 품질 표준화를 위한 규격개발 및 경제성 분석

<반탄화(Torrefaction)란?>

- 저급 바이오매스를 저온 열분해하여 바이오매스 연료의 성상을 변화시키고 고열량화하는 기술
- (효과) 목질계 바이오매스의 낮은 열량 보완, 유통·저장 중 발생하는 부후 및 화재 문제 해결, 에너지 밀도를 증가시켜 운송비 절감



<반탄화 실험장치 및 반탄화 칩>

□ 바이오디젤, 바이오오일, 바이오에탄올 등 목질계 에너지원 확대

- 급속열분해 공정을 활용한 바이오오일의 품질개선 등 고급화 기술 개발
 - 바이오오일의 발열량 및 저장성 증대 기술 개발 등
- 수송용 목질계 바이오에탄올의 생산 기술 개발
 - 고수율 바이오에탄올 제조 조건 개발 등 고순도화 연구

<바이오오일, 바이오에탄올>

- 목재를 구성하고 있는 주요 성분을 열화학적 또는 물리화학적 신공정으로 분해하여 연소(combustion)가 가능한 액상형태로 제조한 연료의 일종
- 현재는 기술 개발 초기 단계로 실험실 수준의 개발 단계임
- 세계적으로 개질(改質) 및 신공정 개발, 단위조작 고급화, 규모의 경제 실현을 통한 상용화 경쟁이 진행 중

□ 목재 이용 활성화 등을 목적으로 한 전문 인력 양성

- 목구조기술자, 목공지도사, 목공DIY교육사, 목재문화 해설사 등 목재체험 및 목재교육 확대를 위한 자격제도 운영
 - 목재관련 단체 중심의 민간자격으로 운영하고 국가공인 자격으로 육성
- 건축 재료로서 목재 활용 활성화를 위해 건축 분야 전문가를 대상으로 목재 관련 교육 이수 추진
 - 대한건축학회와 연계하여 건축사 대상 목재에 대한 기본교육 및 목조 건축의 에너지성능 향상 설계기술 교육 추진
- 난연목재, 방부목재, 목질복합재료 등 목재업계 종사자를 대상으로 한 목재가공분야 전문가 실무 교육 추진

□ 국산 목재 이용 촉진을 위한 캠페인 등 홍보 추진

- 「I LOVE WOOD」 캠페인을 통해 목공체험시설·프로그램 확대
 - 목재 체험교실(20개소), 권역별 목재문화 체험장(6개소) 운영
- 평창올림픽 빙상경기장을 목조건축으로 구축하여 국산목재의 우수성 및 목재이용과 환경 영향에 대한 대국민 홍보 추진
 - 랜드마크 목조건축을 위해 국유림 원목공급 및 목조기술 자문
 - 자원순환시스템에 근거한 올바른 목재이용의 친환경성 및 목조건축 전과정평가 결과 홍보
- 친환경 목재 및 목재제품에 대한 교육·홍보 자료의 개발 및 배포
 - 국민들이 목재를 보다 친근한 재료로 인식할 수 있도록 교육·홍보 자료를 개발하고 학교, 관공서, 도서관 등에 배포

□ 생활 속 목재문화 선도 기관으로 ‘목재문화진흥회’ 육성

- 목재문화 진흥, 목재교육 활성화 및 목재의 이용 촉진 활동을 위하여 민간 중심의 전문기관 운영
 - 지역별 목재문화지수 측정, 목재교육프로그램 인증 등 법정사업 추진
- 목재체험교실 운영, 목조건축대전 개최 등 목재이용 사업 추진

□ 목재 이용 활성화 및 자원 순환 체계 구축 등을 위한 협력 사업 추진

- 농어촌 보급형 저에너지 목조주택 모델 개발 및 실연사업 추진
 - 농어촌공사의 농어촌주택 개량 및 보급사업과 연계 추진
- 개발 사업지 내 임목폐기물의 자원의 재활용을 위한 부처 협업 추진
 - 도로 건설 등 각종 개발 사업에서 훼손되는 산림자원을 부처 간 협업을 통해 조경수 등으로 활용 확대 검토
 - 유관부처와 협업으로 훼손 대상 임목 80%이상을 활용 추진

주요 내용	관련 부처
· 도로, 택지 등 각종 개발사업 발주	국토부
↓	
· 조경수로서 가치 있는 수목 1차 선별 활용	산림청, 나무은행 등
↓	
· 원목자재로서 가치 있는 수목 2차 선별활용	산림청, 산림조합 등
↓	
· 연료목재 등 가능 수목 3차 선별활용	산림청, 바이오에너지원 등
↓	
· 나머지 활용이 어려운 수목 최종 폐기물처리	환경부, 위탁업체

- 목조 건축물 축조, 목조 문화재 및 목재 시설 유지 관리 등을 위한 기술 개발을 위한 관계 기관과 공동 연구 추진
 - 목조 기반 하이브리드 다층 건축물 축조기술 개발(한국건설기술연구원 공동 연구 추진)
 - 목조문화재 및 목재시설의 유지관리를 위한 열화방지기술 개발(농림축산식품부와 공동 연구 추진)

4

산림탄소상쇄제도 활성화

가

현황 및 문제점

□ 탄소흡수원법('13.2 시행)에 따라 산림탄소상쇄제도 운영

- 산림조성, 산림경영 등 7개 방법론 및 2개의 참여유형*으로 운영
 - * (거래형) 산림탄소흡수량을 자발적 시장 등에서 거래하는 유형
 - * (비거래형) 산림탄소흡수량을 홍보·마케팅 수단으로 활용하는 유형
- 산림탄소상쇄제도 운영을 위한 전문기관 지정·운영
 - (산림탄소센터) 제도 실무 운영, (한국임업진흥원) 산림탄소흡수량 인증

□ 제도 활성화 및 산림탄소흡수량 발생에 따른 거래 기반 마련 필요

- 31개 사업이 등록·운영 중('14.11말 누적)이나, 등록 사업의 대부분이 지자체의 참여로 기업 및 산주의 참여 독려 필요
- 신규/재조림, 산림경영 활동 등에 따른 산림탄소흡수량 발생에 대비하여 산림탄소흡수량 거래 기반 마련 필요
 - 신규/재조림, 산림경영, 식생복구, 산지전용 억제 : 매 5년 주기
 - 목재제품 이용 : 2년 주기, 산림바이오매스 에너지 이용 : 매년
- 타 분야의 정부구매제도 등 거래 활성화를 위한 방안 부재

	산림탄소상쇄제도	농업탄소상쇄제도	K-VER
내용	산림조성·경영, 목제품 이용, 산림바이오매스 등	지열, 폐열, 바이오매스, 신재생에너지	에너지이용합리화, 신재생에너지사업 등
운영기관	산림탄소센터	농업실용화재단	에너지관리공단
정부구매	-	10,000원/tCO ₂	12,000원/tCO ₂
시행시기	2013	2012	2005

<자발적 탄소상쇄 제도 비교>

① 산림탄소상쇄 사업 참여 활성화

□ 산림탄소상쇄사업에 대한 종합적인 정보 제공 및 소통 체계 구축

- 전자적 방식으로 산림탄소를 관리하는 산림탄소등록부 운영
 - 산림탄소등록부('14년 구축)를 통해 사업 안내부터 거래까지 원스톱 지원체계를 마련하고, 헬프데스크를 운영하여 피드백 강화
- 산림 탄소관련 내용을 전면 공개함으로써 업무 추진의 투명성 증대

□ 산림탄소상쇄제도 참여 유도를 위한 사업자의 의사 결정 지원

- 신규/재조림, 산림경영 사업의 대상지 매칭 서비스 제공
 - 산림 미보유 기업 등의 사업 참여 유도를 위해 국·공유림을 대상으로 사업대상지를 DB화하고 관련 정보 공개
- 산림탄소센터를 중심으로 기업, 지자체, 산주 등 잠재 사업자별 맞춤형 설명회 및 1:1 컨설팅 제공

구분	주요 내용
산림관련기업	산림 보유 기업과 미보유 기업으로 구분하여 지원
지자체	지자체 단독사업 등록 유도 및 지자체 내 관심 기업과의 공동 사업 컨설팅 실시
온실가스 대(多)배출 기업	발전사, 제철, 전기회사 등 의무감축 등을 대상으로 업종별 설명회 개최
산주 등 산림소유자	산림조합중앙회, 산림경영인협회 등을 통한 참여 유도

<사업자별 맞춤형 설명회(안)>

□ 산주 등 영세 사업자의 산림탄소상쇄사업 참여 확대 방안 마련

- 영세 산주를 모아 사업을 추진할 수 있도록 사업 관리자(산림조합 중앙회, 민간단체, 산림사업 법인 등) 역할 부여
 - * 농업탄소상쇄제도 : 농민들을 모아 사업을 참여·관리를 하는 사업관리자 존재
- 소규모 사업 기준 설정 및 소규모 사업의 행정 절차 간소화 추진
 - 소규모 사업에 대해 타당성 평가 시 추가성 평가 완화 추진

□ 사업계획서 작성 등 사업자의 행정 절차 이행 지원

- 산림탄소상쇄 사업계획 수립 및 이행 지원을 위한 컨설팅 기관 육성
- 사업계획서 작성 및 모니터링보고서 작성 등 행정 절차 지원
 - 산림탄소센터에서 산림탄소상쇄사업 등록 시 최대 500만원/건 지원
 - * K-VER의 경우 사업계획서 작성(최대 500만원), 검증 비용(최대 300만원) 지원

구분	지원 기준	최대 지원 금액
사업 계획서 작성	- 산림탄소상쇄사업으로 등록된 사업 - 거래형/비거래형, 사업 유형에 따라 차등 지원 가능	500만원
모니터링 보고서 작성	- 모니터링보고서가 접수된 사업 - 거래형/비거래형, 사업유형에 따라 차등지원 가능	500만원
검증 의뢰	- 산림탄소센터에서 검증기관에 검증 의뢰 및 검증비용 지원	300만원

<산림탄소상쇄사업 행정 비용 지원(안)>

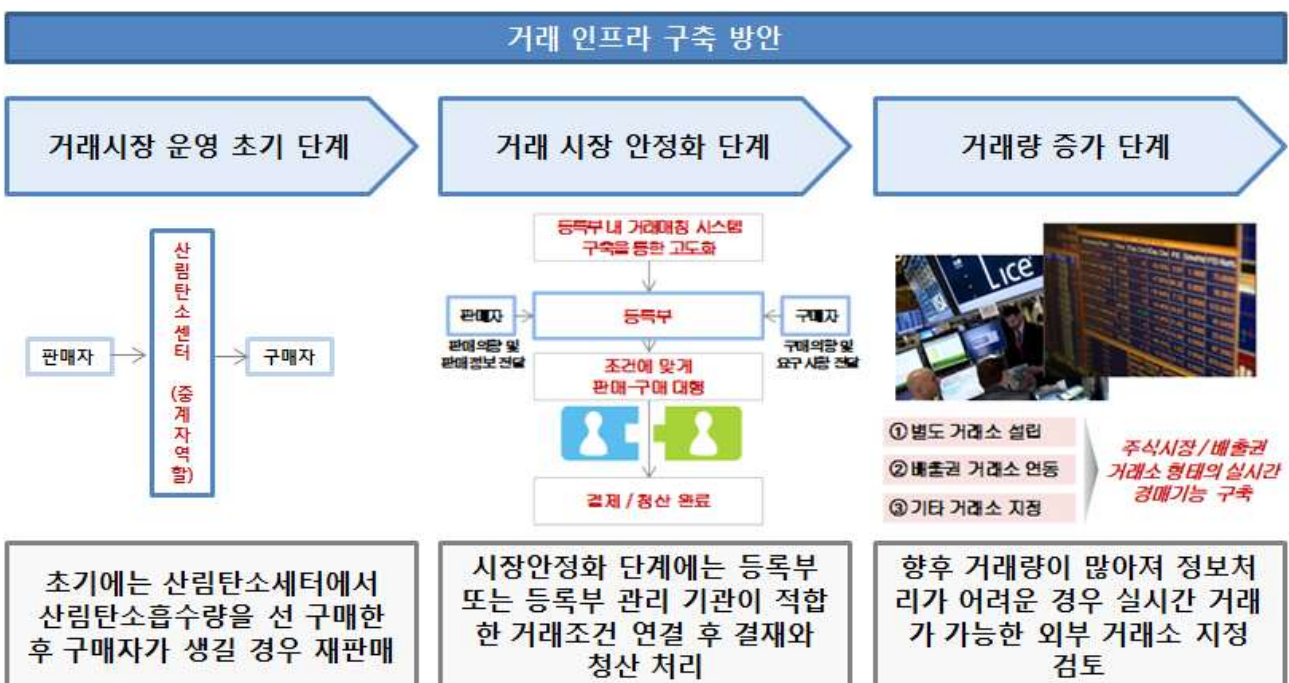
□ VCS 등 해외 자발적 탄소 상쇄 제도와의 연계 기반 마련

- 해외 산림탄소상쇄 운영표준과 국내 운영표준 간의 Gap 분석
 - 국제 자발적 탄소시장에서 점유율이 가장 높은 VCS(2012 기준, 61%)의 운영표준을 우선적으로 고려하여 검토
- 산림탄소센터에 등록된 사업 중 해외 산림탄소상쇄제도에 등록 가능한 사업을 발굴하여 등록 추진

② 산림탄소흡수량 거래기반 마련

□ 산림탄소 시장의 성숙도에 따라 단계별 거래 인프라 구축

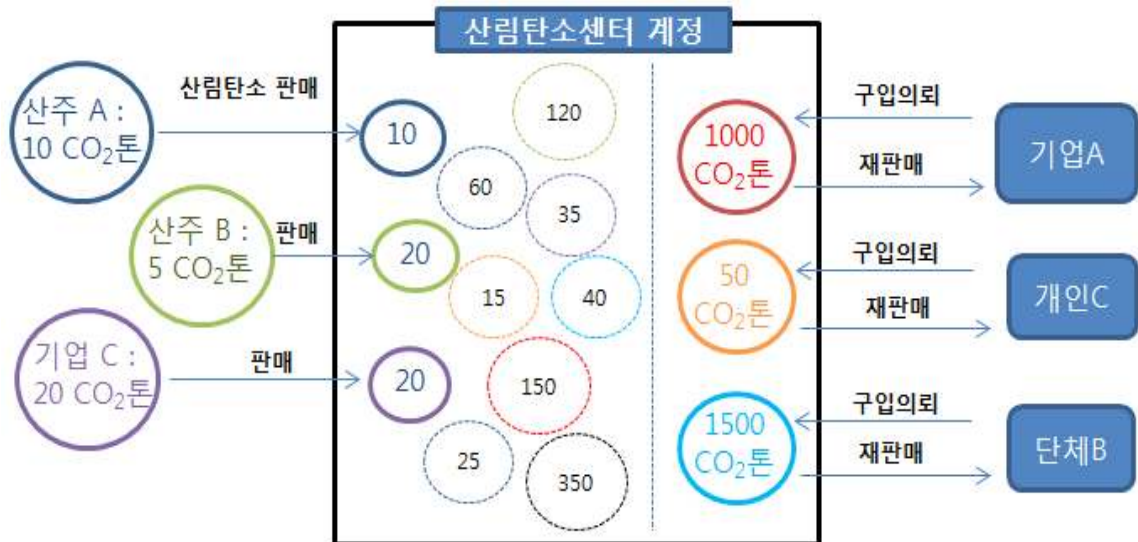
- (1단계) 운영 초기에는 산림탄소센터에서 산림탄소흡수량을 구매하여 보유한 후 수요자 발생 시 재판매하는 방식으로 운영
 - 산림탄소등록부에 산림탄소흡수량 판매 및 소각 등에 대한 정보 제공
 - 수요자와 공급자간 자발적 거래 체계 구축을 위한 모의 거래 추진
- (2단계) 거래시장 안정화 단계에서는 산림탄소등록부에서 수요자와 공급자가 자발적으로 거래하는 체계 구축
 - 구매자와 판매자가 구매/판매하고자 하는 산림탄소흡수량 정보를 산림탄소등록부 내 정보교환 플랫폼에 제공하고 공개
 - 가칭 ‘산림탄소흡수량 거래 및 관리에 관한 가이드라인’ 제정
- (3단계) 산림탄소흡수량 거래량 증가 시 별도 거래소 지정 검토
 - 탄소흡수량에 대한 실시간 경매 기능을 포함한 외부 거래소 지정



<단계별 산림탄소 거래 인프라 구축(안)>

□ 산림탄소흡수량 거래에 대비한 거래 활성화 방안 마련

- 산림탄소센터에서 녹색자금을 활용하여 산주 등이 생산한 탄소흡수량을 선구매하고, 구매자 발생 시 판매하는 제도 도입
 - 산주 등이 발생시킨 산림탄소흡수량에 대해 즉시 보상 가능



<(가칭) 산림탄소거래 예비금 제도(안)>

- 정부도 산림탄소흡수량 구매자로 참여하는 정부구매제도 도입
 - K-VER, 농업탄소상쇄제도*, 해외 산림탄소 거래 가격**, 경제성 분석 등을 고려하여 정부 구매가격 산정
 - * K-VER('13기준) : 12,000원/CO₂톤, 농업탄소상쇄제도 : 10,000원/CO₂톤
 - ** 일본의 산림탄소 거래가격('12, J-VER 기준) : 평균 85\$/CO₂톤³⁾

□ 탄소 중립 행사 추진 및 산림탄소흡수량 활용 유도

- 산림청 주요 행사(산림박람회, 산의 날 행사, 식목일 등) 및 국제회의부터 탄소 중립 행사로 추진하여 산림탄소흡수량 활용
 - 산림탄소흡수량이 부족할 경우 나무심기 등으로 대체 가능토록 함
 - * 산림탄소흡수량이 발생하는 시기부터 시행
- 공공기관 등으로 확대하고 민간의 탄소 중립 행사 시 산림탄소흡수량을 활용하도록 유도

3) 출처 : State of the Voluntary Carbon Markets 2013

③ 산림탄소 인지도 제고

□ 산림탄소의 인지도 제고 및 제도 참여 확대를 위해 민간이 주도하는 (가칭) 산림탄소이니셔티브 설립 지원

- 산림탄소흡수실적의 구매 및 소각 활성화를 위한 기업, 지자체, NGO, 산주 등이 참여하는 산림탄소상쇄 이니셔티브 설립 지원
 - 환경정보 공개, 탄소중립 관심 기업 등 실적 구매 의향이 높을 것으로 예상되는 기관 등을 중심으로 참여 유도
- 이니셔티브 회원들 간 산림탄소흡수량을 구매하거나 구매를 위한 계약 체결 및 투자 등을 통해 산림탄소의 거래 수요를 발생
 - 산림탄소흡수량 생산 과정 등을 공유하여 산림탄소의 질적 수준 보장
- 산림탄소흡수량을 구매, 소각한 회원에 대한 홍보 활동 지원
 - 이니셔티브 사무국에서 산림탄소상쇄사업에 대한 history 개발, 기업 이미지에 맞는 사업 매칭 및 홍보 자료 작성 컨설팅 등 지원

<Code REDD 이니셔티브 : VCS 및 CCBS에서 발급된 REDD+ 실적 구매>

- 프로젝트 개발자, 투자자, 기업들이 이니셔티브를 결성하여 REDD+로 발생한 크레딧을 구매하여 탄소를 상쇄시키는 캠페인
- 회원들은 이니셔티브로부터 REDD 프로젝트의 높은 질적 수준을 보장 받고 발생한 크레딧을 구매하거나 구매를 위한 계약 체결



□ 산림탄소에 대한 소비자의 인식 제고를 위한 라벨링 제도 운영


- 산림탄소상쇄제도에 참여 하는 기업 등이 생산하는 제품에 대해 산림탄소상쇄 마크 표시 추진
 - 산림탄소상쇄사업이 등록된 기업이 마크 사용을 신청하는 경우 산림탄소센터에서 마크 사용 승인



- 산림탄소상쇄제도에 참여하고 있는 산림에서 나온 목재제품, 산림 바이오매스에너지 등에 대해 산림탄소상쇄 우수제품 인증 추진
 - 한국임업진흥원에서 인증 기반 구축 및 시범 사업 추진

□ 우수 사업 평가·시상제도 도입 및 홍보 지원

- 산림탄소상쇄사업 평가 및 우수사업 시상·포상 제도 도입
 - 탄소흡수원 지수 측정 방법론을 바탕으로 우수 사업 평가 실시
 - 연 1회 지자체/공공기관/민간(단체/개인)으로 나누어 시상
- 산림탄소흡수량에 우수사업 표식을 부착하여 산림탄소흡수량 거래 시 인센티브 요건으로 작용하도록 지원
 - 산림탄소흡수량에 Gold, Silver, bronze 등으로 표시

구분	CAR	ACR
횟수	연간 1회	연간 1회
시상 분야	1. 기후변화 활동에 큰 기여를 한자 2. 방법론 개발 등 기술 분야에 혁신적인 공헌을 한자 3. 탄소감축 활동에 선구적이고 활발한 참여를 보인 대상에 시상 4. 자연보호 등 환경과 사회에 기여한 대상에게 시상	1. 기후관련 정책을 제안한자 2. 기후변화 관련 여론을 형성한자 3. 온실가스 배출 감축 활동을 한자 (분야 또는 개인과 단체의 구분 없이 선정하며 평균적으로 3~4명(개) 시상함)
포상	상패 	챔피언 벨트 

<CAR(Climate Action Reserve)과 ACR(American Carbon Registry 시상제도)>

다 연구 및 기술 개발·보급

① 산림탄소상쇄 방법론 개발 및 고도화

□ 산림탄소상쇄 신규 사업 방법론 및 탄소저장고 측정 방법론 개발

- REDD+ 사업, 목재에너지림 조성 등 신규 사업 유형 개발 및 산림탄소상쇄실적 활용 방안 검토
- 탄소저장고 중 현재 선택 사항인 낙엽층, 고사목, 토양에 대한 탄소 저장량 측정방법론 개발
- 소규모 사업을 위한 사업타당성, 검증, 인증 가이드라인 개발

□ 잠재 사업자를 위한 산림탄소상쇄사업 가이드라인 제공

- 사업설계 방법론이 개발되어 있지 않은 식생복구, 산지전용억제 사업에 대한 사업설계 가이드라인 제공
 - 지자체 산림공무원 또는 사업개발자가 직접 사업계획서를 작성할 수 있는 수준의 상세 가이드라인 제공
- 산림탄소흡수량 모니터링에 대비하여 상세 가이드라인 개발

□ 국내 관련 제도와 산림탄소상쇄사업의 연계 방안 연구

- 대체산림자원조성비, (가칭)산림전용거래제도 등과의 연계방안 연구
- K-VER 및 농업탄소상쇄제도 등 국내 상쇄제도와와의 협력 방안 연구
- 목표관리제 및 배출권 거래제 관련 산림분야 대응 전략 연구
 - 온실가스 배출권 거래제의 상쇄관련 지침, MRV 기준 분석 및 산림 탄소상쇄제도 운영표준 등과의 Gap분석

② 산림탄소상쇄사업 잠재력 분석 등

□ 산림탄소상쇄사업 참여 시 예상되는 산림탄소흡수량 정보 제공을 위해 지역별 흡수량 추정 지도 개발 및 DB 구축 추진

- 임소반 단위로 사업유형별 예상탄소흡수량 추정 및 지도에 구현
- 목재제품 이용, 산림바이오매스 에너지 대체사업의 경우에는 임소반 단위로 생산 가능한 임목량을 우선 추정하여 예상탄소흡수량 분석
- 산림탄소등록부와 연동하여 흡수량 추정 지도 정보 제공 추진

□ 산림탄소상쇄사업의 투자 효과 분석 및 최소가격 보장제도 연구

- 에너지효율화, 생산공정변경, 농업탄소상쇄 등 타분야 탄소저감·흡수 사업 대비 산림탄소상쇄사업의 투자효과 비교·분석
 - 지자체, 산주, 기업 등을 사업으로 유인하기 위한 컨설팅 자료 구축
- 최소가격 보장제도 도입을 위한 한계 저감 비용 및 기준 가격 추정
 - 경제성 분석 및 한계 저감 비용 검토 등 적정 기준 가격 연구

<p>(FIT·페치타링)</p> <p>기준 가격</p> <p>시장 판매 가격</p> <p>기준가격 미달금액을 정부에서 지원</p> <p>판매한 가격이 정부고시 가격에 미치지 못할 경우 차액을 정부에서 지원함</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신재생에너지 발전 사업을 활성화 하고 보급을 촉진하기 위해 도입 ○ 신재생에너지 설치 시 초기 투자비 과다에 따른 경제성 부족분 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 신재생에너지원별 기준가격과 전력 시장가격과의 차액을 일정기간동안 지원하여 설비투자를 유인
<p><최소가격 보장 제도></p>	<p><FIT(Feed In Tariff)></p>

□ 산림탄소상쇄제도 활성화를 위한 홍보 및 교육 추진

- 기업의 CSR 활동과 연계한 새로운 사회공헌 활동 문화 창출
 - 참여 기업 등의 CSR 활동 지원 및 산림탄소등록부에 우수사례 게시 등
- 다양한 산림탄소상쇄제도 참여 모델 개발 및 사례 확산
 - 국제 행사 개최, 결혼식 등의 경조사 등으로 인한 이산화탄소 배출량을 자발적으로 상쇄하기 위해 산림탄소흡수량을 구매하여 소각하는 문화 확산

□ 탄소흡수원 특성화 학교를 지정·운영하여 전문 인력 양성

- 전문 인력을 양성하는 특성화 대학교와 현장 기술 인력을 양성하는 특성화 고등학교로 구분하여 운영
 - 지정된 탄소흡수원 특성화 학교는 운영비 보조, 기술·정보 제공 등 추진
 - 한국임업진흥원을 특성화 학교 관리 기관으로 지정·운영
- (특성화 대학교) 산림 조성 및 경영, 목재제품, 바이오매스, 산림탄소상쇄, 온실가스 통계 등 대학별 전문 분야 양성
 - 기후변화 협약, 탄소흡수원 관련 국내외 정책 등은 필수 과정으로 운영
- (특성화 고등학교) 봉화군 한국산림과학 고등학교를 탄소흡수원 특성화학교로 우선 지정하고, 생명과학고등학교 등으로 영역확대

□ 산림탄소상쇄제도 활성화를 위한 산림탄소관리사 제도 도입·운영

- 산림탄소상쇄사업 계획서 작성 및 사업관리, 사업 계획의 타당성 평가, 산림탄소흡수량의 검·인증을 위한 전문 자격 제도 도입
- 산림탄소센터에서 전문가 활용 범위에 따라 교육 및 훈련 기간을 구분하여 산림탄소관리사 양성 및 관리

□ Post-2020 신기후체제에서 산림탄소배출권을 인정받기 위해서는 선진국 수준의 온실가스 인벤토리 작성 기반 구축 필요

- 교토의정서 제2차 기간 동안 선진국은 산림 탄소계정을 의무적으로 보고해야하며, 개도국은 자발적으로 보고 중
 - 당사국이 제출한 산림 탄소계정량과 국제 전문가팀의 검증치 간의 차이가 9%를 초과할 경우 불이행으로 간주하여 산림탄소배출권(RMU) 미발행
 - * 현재 선진국은 국가 단위의 온실가스 흡수·배출 인벤토리(LULUCF)와 RMU 확보를 위한 탄소계정(KP-LULUCF)을 따로 보고함
- 온실가스 인벤토리 작성을 위해서는 국가 고유의 흡수/배출 계수* 개발 및 활동자료** 구축(Activity data)이 핵심
 - * 흡수/배출 계수 : 단위 활동 당 온실가스의 흡수 또는 배출을 정량화하는 계수
 - ** 활동 자료 : 특정기간 동안 온실가스의 흡수 또는 배출을 야기하는 인간 활동량에 대한 자료

<주요 국가의 흡수/배출 계수 개발 사례>

- (일본) 1,500개 이상 조사지에서 20여 종류의 탄소흡수·배출계수 개발
- (핀란드) 소나무, 가문비나무 및 활엽수에 대한 바이오매스 확장계수 및 탄소함량 등을 1996년부터 만들어 사용 중
- (독일) Kollmann(1982)의 목재기본밀도 등 재적 및 바이오매스 추정 회귀식 등을 활용하여 국가고유계수로 활용 중임

□ 산림탄소배출권(RMU)을 인정받기 위해 산림경영에 대한 DB구축 필요

- 전국 230개 시·군·구에서 '03년도 이후 실시한 조림, 숲 가꾸기, 벌채, 전용, 산불 등 사유림 경영정보를 DB로 구축 완료('15)
 - * 국유림의 경영 이력 관리 강화 등을 위해 국유림 경영 정보 시스템 고도화 중
- 탄소흡수원 증진 활동 검증을 위해 14만건의 항공 사진 DB구축 완료('14)

□ **우리나라는 매년 자발적으로 국가단위의 온실가스 인벤토리를 공개하고 있으며, 산림부문 인벤토리는 tier 2 수준으로 산정·보고 중**

○ IPCC 지침을 토대로 임업통계연보 등 통계자료를 활용하여 산림 분야 온실가스 인벤토리 산정(국립산림과학원)

- 지상부·지하부 바이오매스 증가량을 통해 인벤토리 산정

* 우리나라 산림의 순 이산화탄소흡수량('12년 기준) : 약 55백만tCO₂

○ 우리나라 주요 수종(22개)에 대한 국가 고유 계수(39개) 검증('14년 말)

<IPCC 지침에서 제시한 수준별 산정방법>

- 수준 1(tier 1) : 국가 고유 활동자료, 배출계수가 존재하지 않아 국제통계 (FAO 등), IPCC 가이드라인 기본값 등을 활용하는 수준
- 수준 2(tier 2) : 국가 고유의 활동자료, 배출계수를 활용하는 수준
- 수준 3(tier 3) : 위치정보, 공간적 토지이용 변화정보를 고려한 국가 고유의 모델을 활용하여 흡수/배출량 산정 및 예측하는 수준

□ **활동 자료 및 계수 부재 등으로 일부 요소는 인벤토리 산정 시 제외**

○ 「타토지에서 전용된 산림지」에 대한 바이오매스 축적 통계 자료 부재로 「산림지로 유지되는 산림」에 포함하여 인벤토리 산정 중

* 「산림지로 유지되는 산림지」와 「타토지에서 전용된 산림지」로 구분하여 산정하는 것이 원칙임(GPG-LULUCF)

○ 탄소저장고 중 낙엽층, 고사목, 토양탄소, 목재제품은 미산정

- 산림부문의 인벤토리의 정확도 향상을 위해 미산정 부문의 개선 필요

○ 산림병해충, 산불 등 교란에 의한 Non-CO₂에 대한 산정 미흡

○ 산림부문의 인벤토리의 정확도 향상을 위해 미산정 부문의 활동 자료 및 흡수/배출 계수 개발 등 필요

① 온실가스 인벤토리 산정 등을 위한 활동 자료 구축

「국가 단위의 인벤토리(LULUCF) 산정을 위한 활동 자료 구축」

□ 매년 산림 면적 변화량('70~) 자료의 DB 구축

- 산림기본통계 및 기타 행정 통계 등을 활용하여 과거 산림전용 및 조성 면적 등 토지 이용 범주 재구성
 - * 산림기본통계 상 타토지 → 산림지로 변환되는 통계 DB는 '99년부터 보유
- 과거 자료 비율 배분 등을 통한 산림분야의 토지이용 변화량 재산정
 - 타토지 → 산림지, 산림지 → 타토지 등의 토지 이용 변화 추정 및 재구성

□ 토양, 고사유기물(낙엽, 고사목), 목재제품(HWP)의 연간 탄소변화량 평가

- 토양, 고사유기물의 탄소변화량 평가를 위한 임상 및 영급별 면적에 대한 활동자료 구축
 - 현재 개발 중인 산림토양탄소모델(임상별)의 적용성 평가 및 활용 추진
- IPCC 2006 GL에 따른 목재제품의 탄소 저장량 평가 체계 구축

<국가 단위의 LULUCF 부문 온실가스 인벤토리 구축>

- LULUCF 토지이용 범주 : 산림지, 경작지, 초지, 습지, 주거지, 기타
 - 산림지의 경우 산림지로 유지되는 토지, 타토지→산림지, 산림지→타토지 등의 이용 변화 파악 필요
- 산정 연도 : 1990년도부터 현재까지
 - * 토양탄소의 경우, 탄소저장량이 안정화되는데 약 20년이 소요(IPCC) 되기 때문에 인벤토리 산정 기준 년도('90년)를 고려하여 '70년까지의 활동자료가 필요

「RMU 확보를 위한(KP-LULUCF) 활동 자료 구축」

□ 신규/재조림, 산림전용, 식생복구, 산림경영 등 교토의정서 3.3조 및 3.4조의 LULUCF 활동에 대한 과거 자료 구축

- 위성영상을 활용한 산림 이용 형태 구분 및 변화 탐지 기술 개발
 - 신규조림, 재조림, 산림전용, 식생복구, 산림경영 지역의 이용 형태 구분
 - 산림지 → 타토지, 타토지 → 산림지로의 토지 이용 변화 탐지 기술 개발
- 토지 이용의 변화량 분석의 정확도 평가 및 검증 체계 구축
 - 과거 촬영한 항공사진 및 표본조사 시스템을 활용한 검증 체계 구축

□ 탄소흡수량의 지역단위 산정을 위한 활동 자료 DB구축

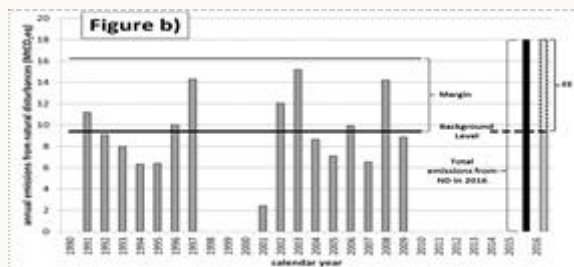
- 산림경영 정보 DB* 등을 활용하여 지역별 산림경영을 평가
 - * 사유림경영정보, 국가산림자원조사, 산림생장DB, 국유림경영정보시스템 등
- 지역별 탄소 흡수량 산정 표준체계 구축 및 모니터링 방법 개발

□ 산불 등 재해에 의한 배출량 산정 방법론 설정 및 활동자료 DB 구축

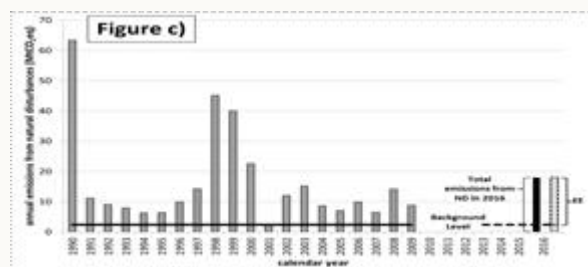
- 자연재해로 인한 피해 면적을 기준으로 평균 재적 및 산불 피해 재적 통계를 활동자료로 활용하는 방안 검토
 - * 재해 유형 : 산불, 병해충, 극단적인 기상, 지형변화, 기타 등에 의한 피해
- 불가항력적인 자연재해로 인한 배출량을 제외하기 위한 기준선 설정

<불가항력적인 자연재해 기준선 설정 방법>

- 기본 방법 : '시계열 평균+표준편차의 2배 값'보다 높은 배출량을 소거하는 방법으로 과대치를 반복적으로 제거한 평균값을 기준선으로 설정
- 대체 방법 : 시계열 배출량 가운데 최소 배출량을 기준선으로 설정



<기본방법 적용 예>



<대체방법 적용 예>

□ 목재제품의 탄소계정 방법론 설정 및 활동자료 DB 구축

- 물질 흐름분석 방법, 축적량 변화 방법 등을 검토하여 우리나라 실정에 맞는 탄소계정 방법론 개발

<목재제품 탄소계정 방법>

- 물질 흐름 분석 : 자원의 이용 흐름을 자원 채취 단계에서 제조가공, 이용, 폐기까지 모든 탄소 흐름을 추적하여 탄소저장량을 산정하는 방법
- 축적량 변화 : 건축부분 등 주요 HWP를 대상으로 전년도의 축적량에 당년도 축적변화량을 가감하여 탄소저장량을 산정하는 방법

- 목재이용실태 조사 통계 등의 활동자료로 적용 가능성 여부 검토
- 제재목, 판재, 종이 등의 목재제품 생산 이력을 포함한 통계 구축
 - * HWP 계정 대상(더반 기후변화 협약) : 국내에서 이산화탄소를 흡수하여 생산된 국내재로 만들어진 HWP로 산림전용으로 발생한 벌채목과 연료 목적의 목재는 제외

<제2차 공약 기간 동안의 RMU 확보를 위한 LULUCF 활동>

- 신규조림/재조림 활동 : 100% 흡수로 인정
- 산림경영 활동 : 산림경영 기준선 설정
 - 산림경영기준선=0 : 최근까지 흡수/배출량이 없었다는 가정을 기반으로 산림경영기준선을 0으로 설정 (일본)
 - 기준연도('90년) : 1차 공약기간의 기준연도인 '90년 흡수/배출량 기준 (벨라루스, 노르웨이, 러시아)
 - 과거 통계 : '90~'09년까지의 평균 흡수/배출량 기준 (그리스)
 - 고유 전망 : '90~'09년까지의 통계를 기반으로 해당국가에서 개발한 고유 모델 또는 추정방법을 통해 전망한 '13~'20년 평균 흡수/배출량 기준 (31개국)
 - 외삽 : '90~'08년까지의 통계를 기반으로 '20년까지의 흡수/배출량을 외삽 추정한 '13~'20년 평균 흡수/배출량 기준 (사이프러스, 말타)
- 산림전용 활동 : 100% 배출로 인정

② 국가 흡수·배출 계수 개발

□ 국가 고유의 흡수·배출 계수 확정을 위한 검증 및 갱신 추진

- 미 검증된 바이오매스 흡수·배출계수* 15개에 대해 온실가스 종합정보센터의 검증 추진
 - 대상 : 기타활엽수, 밤나무, 아까시나무, 종가시나무, 구실잣밤나무 등
 - * 흡수·배출 계수 : 목재기본밀도, 바이오매스확장계수, 뿌리-지상부 비율
- 온실가스종합정보센터 검증 결과('13~'14년) 보류 판정받은 바이오매스 흡수·배출계수에 대한 보완 조사 및 재검증 추진
 - 대상 : 자작나무, 현사시나무 등

□ 토양 및 고사유기물의 흡수·배출계수(탄소저장량/ha) 확정 및 검증 추진

- 22개 수종*의 토양 및 고사 유기물에 대한 흡수·배출 계수 검증
 - * 강원·중부 소나무, 굴참, 신갈, 낙엽송, 자작, 편백, 삼나무, 붉가시 등 22개
 - 국가 고유 흡수·배출계수 개발 연구('07~'13) 및 제5차 국가산림자원조사(NFI5) 결과를 활용
- NFI5 자료는 고사목 부피에 대한 정보만을 제공하고 있어 국내 고사목 밀도 연구를 통해 탄소저장량 평가 방법을 보완

□ 산불에 의한 Non-CO₂ 배출계수 개발 및 검증

- 산불 강도에 따른 피해 반영을 위한 고유의 연소 효율 개발
 - 예) 울진 지역 : 심 0.46, 중 0.27, 경 0.12
- 임상 및 구성부위(잎, 가지, 수피, 낙엽 등)에 따른 고유 배출계수 개발
 - 대상 가스 : CO, CH₄, N₂O, NO_x 등
- 임상(침·활)에 따른 고유 연소효율 및 배출계수 검증

<IPCC 2006GL에서 제시한 산불에 의한 Non-CO₂ 산정방법>

■ 산정식

EQUATION 2.27
ESTIMATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM FIRE

$$L_{fire} = A \cdot M_B \cdot C_f \cdot G_{ef} \cdot 10^{-3}$$

L_{fire} : 온실가스 배출량, A : 연소 면적(ha), M_B : 연료량 (ton/ha)
 C_f : 연소효율, G_{ef} : 배출계수(CO₂, CO, CH₄, N₂O, NO_x)

- 연소효율 기본값 : 0.45(온대지역)
- 배출계수 기본값(열대림 이외의 산림)

CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x
1569±131	107±37	4.7±1.9	0.26±0.07	3.0±1.4

□ 우리나라 목재 산업 특성을 반영한 목재제품의 반감기 개발

- 건축재, 가구재 등 최종 목재제품(5종)과 제재목, 합판 등 1차 목재제품(5종) 별 반감기 계수 개발
 - * 계수 개발 : ('15) 최종 목재제품 2종 → ('16) 최종 목재제품 3종 → ('17) 1차 목재제품 1종 → ('18) 1차 목재제품 2종 → ('19) 1차 목재제품 2종
- 개발된 반감기 계수는 온실가스 종합정보 센터의 검증 후 국가 흡수/배출 계수로 활용
 - * 반감기 계수 검증(종) : ('16) 2 → ('17) 3 → ('18) 1 → ('19) 2

<고유 반감기 개발 연구(2013)>

■ 단순분배법 vs. 탄소축적량 이용법

		1차 목재제품				최종 목재제품		
		제재목	합판	PB	MDF	구조재	가설재	가구재
단순 분배법	EFI	24	15.1	15.5	14.9	-		
	Karjalainen	33.2	28.4	29	28.1			
탄소축적량 이용법		33	56.7	31.8	38.3	60	6	30

※ 국산 제재목의 가설재 활용 비율이 높아 제재목의 반감기가 낮게 평가됨

③ 산림통계 관리의 선진화

□ 국가단위에서 지자체 단위로 산림분야 온실가스 인벤토리 산정 추진

- 지자체 단위의 산림분야 온실가스 인벤토리 시범 산정
 - 시범 산정 결과에 대한 통계 전문가 등의 검증 추진
- 탄소흡수원증진위원회 등의 심의 후 공표 검토

□ 유엔기후변화협약에서 요구하는 통계 제출을 위한 기반 구축

- 항공사진 등을 활용하여 신규조림, 재조림, 산림전용 등의 통계 생산
 - 과거 촬영한 항공사진 DB를 구축하고, 사진비교 등을 통한 자료 확보
- 원격탐사, 위성영상 등을 활용하여 바이오매스 추정 시스템을 개발하고 현장 조사 자료 등과 비교 검토를 통해 품질 고도화
- 최종 목재제품(2차 목재제품)에 대한 생산 자료 구축 기반 마련
 - 국산 가구 등 최종 목재제품에 대한 통계 조사 및 표시제도 개발

□ 수요자 중심의 통계 데이터 구축 시스템 도입 추진

- 통계 데이터 웨어하우스 서비스 도입 추진
 - 산림통계 시스템 고도화로 이용자의 목적별 데이터마트 구축
- 실시간 정보 제공 및 FGIS 등과 연계하여 통계 자료의 가치 향상



□ UN기후변화협약은 '20년 이후 모든 당사국이 참여하는 신 기후변화 체제(Post-2020) 설립에 합의('11, 더반, COP17)

- 국가별 책임의 차별화 방식을 마련하고 국가별 감축 목표 설정 방법을 결정하는 것이 신 기후변화체제 논의의 핵심
 - COP19('13, 바르샤바)에서 모든 당사국들은 국가 감축목표(nationally determined contributions)를 결정하여 2015년까지 제출하기로 함
- 신 기후변화체제에서 산림분야의 역할에 대한 규정 정립을 위해 관련 국가 간의 공조체계 구축이 필요
 - 기후변화협상을 주도하는 브라질, EU, 미국 등의 입장을 수시로 모니터링하고, 우리나라가 속한 환경건전성그룹(EIG)의 입장정립 필요

□ 개도국의 산림전용 및 황폐화가 신 기후변화체제의 핵심쟁점으로 부각

- 개도국의 산림전용 및 황폐화 방지(REDD+*)를 기후변화 저감 대책으로 채택('07, COP13)하고 바르샤바 REDD+ 프레임워크 합의('13, COP19)
 - * Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation
- GCF 및 산림탄소파트너십(세계은행) 등에서 REDD+ 관련 재원을 조성
 - * 선진국들은 '12년까지 40억불의 공적재원을 마련하여 REDD+를 지원하기로 합의

<REDD+ 프레임워크 주요 내용>

- 1) 산림전용 및 산림황폐화 원인 해결, 2) 국가산림모니터링체계 방법론, 3) 안전장치 (safeguard) 준수 정보 제공, 4) 산림배출기준선 및 산림기준선 기술평가 지침 및 절차, 5) 측정·보고·검증 방법론, 6) REDD+ 활동 이행을 위한 재정지원, 7) REDD+ 활동의 완전 이행을 진전시키기 위한 결과 기반의 재정

□ 우리나라는 개도국의 황폐된 산림을 복구하는데 선도적 역할 수행

- 중국 서부지역조림, 몽골그린벨트 조성, 미얀마 산림복구, 인니 망그로브숲 복구 등을 통한 기술전수 및 현장기반 사업 이행
- 국제협약 총회 개최, 산림분야 국제기구 설립 등을 통해 국제 사회에서 지속적으로 역할을 확대
 - 유엔사막화방지협약 총회('11) 개최 및 의장국 역할 수행('12~'13), AFoCO* 설립('12) 등

* AFoCO : 아시아의 산림분야 기후변화 대응역량 강화를 위해 설립된 국제기구

□ 개도국 대상 기후변화 대응을 위한 녹색분야 지원은 확대 예상

- 산림분야는 경제협력을 보완하는 비개발 분야의 핵심 협력사례로 평가
 - 자원 집약적, 에너지 소비적 개발 전략 보다는 자연을 보전하며 지속 가능한 발전을 추구하는 산림협력 사업을 선호

* DAC국가 산림분야 ODA 규모(백만불) : ('08) 622 → ('10) 923 → ('11) 1,125 → ('12) 1,031

- 우리 정부는 그린 ODA* 규모를 점차적으로 확대할 계획
 - '20년까지 50억 달러로 확대할 것을 국제사회에 공약(Rio+20 정상회의) 하고 그린 ODA 비중 확대 등 기후변화 대응 체계 구축에 노력 중

* 그린 ODA : 기후변화, 생물다양성 등 글로벌 공공재 관련 사업 지원

<우리나라의 ODA 현황>

- 최근 10여년간 우리나라의 ODA 규모는 연평균 20% 이상 빠르게 증가
 - ODA 총규모는 약 2조 2,666억원, 국민총소득(GNI) 대비 0.16% 내외('14)
 - DAC 확정통계 상 전체 ODA 규모는 1,597.5백만 USD('12)
 - * 양자간 원조 : 1,183.2백만 USD (무상 714.9백만, 유상 468.3백만)
 - * 다자간 원조 : 414.3백만 USD

- 산림부문 ODA 103.5억 규모로 지속적 증가 추세('14)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014
예산(억원)	23	31	79	69	96	104

나

추진 과제

① 국제협상 대응력 강화

□ 산림분야의 Post-2020 협상결과가 우리나라에 유리하도록 적극 대응

- 기후변화협상을 주도하는 브라질, EU, 미국 등의 입장 수시 파악
- 우리나라가 속한 환경건전성그룹(EIG)의 입장 마련 시 우리 의견 반영
- LULUCF, REDD+ 등 산림분야 협상의 상황별 대응 논리 개발

□ 우리나라 산림의 감축잠재력을 조기 분석하여 협상 대응 시나리오 마련

- 국제 협상에 적극적으로 대응할 수 있도록 분야별 협상 지원을 위한 전문가 인력 풀 운영 및 자문단 활동으로 자체 역량 강화
 - 국립산림과학원, 국립수목원, 학계, 관계기관 등의 전문가로 구성
- 교토의정서 제1차, 제2차 공약기간 사례를 분석하여 상황별 시나리오 작성 및 탄력적으로 대응
 - 교토의정서 제2차 공약기간 체제내의 부속서 I 국가들의 산림경영 기준선 설정 방법론 등을 고려하여 우리나라의 산림경영 기준선 설정

<교토의정서 제1차 공약기간 사례>

- 교토의정서 제1차 공약기간에 인정된 국가별 산림부문 탄소흡수원 인정량은 정치적인 협상이 크게 작용함
- 일본(3.9%), 캐나다(7.3%), 러시아(4.0%)는 배출/흡수량에 대한 할인 및 상한 적용에서 제외
- 그 외에는 3%이하로 낮은 수준 : 스웨덴(3.0%), 뉴질랜드(1.0%), 프랑스(0.6%), 독일(0.4%), 영국(0.2%) 등

② 개도국 지원을 통한 위상 제고

□ 우리나라의 성공적인 녹화기술을 개도국에 지원하기 위한 ODA 확대

- 건조지 녹화파트너십(GDP, Greening Drylands Partnership) 확대 추진 등 창원이니셔티브 이행
 - 지원대상 확대(아프리카→중남미, 서아시아 등) 및 지역 맞춤형 사업 발굴

주요국	중앙아시아 지역	중남미 지역	아프리카 지역
사업 발굴(안)	황사 방지 및 생태 복원	토지황폐화 대응 및 생태복원	수질, 식량 문제 등 지역민과 직결되는 사업

- 동북아시아 DLDD 네트워크 및 동북아 사막화 방지 조림 지속 추진
 - 동북아 DLDD 네트워크 조기 정착 및 운영 활성화

<DLDD(Desertification, Land Degradation, and Drought)>

- 사막화, 토지황폐화 및 가뭄 이슈는 환경 및 식량 문제, 개도국 주민의 삶의 질과 직접적으로 연관되는 전 지구적 환경이슈로 국제사회는 유엔사막화방지협약을 중심으로 공동 대응하고 있음

- 중국·몽골 등 동북아지역 황사 및 사막화 방지 조림 사업 지속 추진
 - * 몽골그린벨트 조림(ha) : ('14) 400 → ('15) 450 → ('16) 652
 - * 중국 사막화 방지 조림(ha) : ('14) 70 → ('15) 70 → ('17) 70 → ('19) 70

□ 국제기구 및 국제개발 금융기구를 통한 개도국 지원 확대 추진

- AFoCO 회원국을 확대하고 회원국들의 기후변화 대응 등을 지원
 - 현재 : 한국+아세안 10개국 → 확대 : 한국+중앙아시아 등 14개국
 - 역량강화, 교육·훈련, 산림 복원 및 홍보 등 세부사업 발굴
- 산림 관련 국제기구 및 국제개발 금융기구* 등과 공동 사업 추진
 - 공동사업 시 민관협력(PPP) 사업 형태로 추진하여 시너지 효과 창출
 - * UNCCD, FAO, CIFOR, ITTO, UNFF, IUFRO, IUCN, ADB, MI(메콩연구소) 등

③ REDD+ 사업 추진을 위한 기반 마련

□ REDD+ 산림탄소배출권 잠재력 비교우위 국가와 공동사업 추진

- 동남아 양자협력국가 중심으로 REDD+ 잠재력 평가 및 사업이행
 - * REDD+잠재력(억톤): 인도네시아(26)>브라질(14)>말레이시아(7)>미얀마(4) ('11, FAO)
- 양자협력회의(양해각서 체결)를 통해 REDD+ 사업대상지 확보
 - * 세부내용: 사업대상지, 기술지원, 배출권배분, 자원마련, 인력교류방안

□ 국제 자발적 탄소시장 메커니즘을 활용하여 REDD+ 시범 사업 확대

- VCS 방법론*을 적용하여 해외 탄소배출권 확보 기반 마련
 - * 세부내용 : 사업타당성, 추가성, 베이스라인 시나리오, 탄소계정, 누출, 영속성
- 시범사업을 VCS에 등록하여 국제 자발적 탄소시장에 진출
 - 사업계획 수립 등 준비 → 사업 신청 → 타당성 검증 → 사업 등록 → 사업 결과 모니터링(등록 후 5년) → 사업 인증 및 배출권 발행

<VCS(Verified Carbon Standard)>

- 2005년 국제배출권거래협회(IETA, International Emissions Trade Association), 세계경제포럼, 지속가능개발을 위한 세계 비즈니스 위원회 등이 자발적 탄소 거래시장의 수준 높은 표준을 마련하기 위해 설립
- 자발적 탄소 시장에서 산림탄소거래('12년)의 55%가 VCS 단독 적용 또는 VCS 및 다른 표준을 함께 적용하여 국제시장에서 거래중임('13, Ecosystem Marketplace)

□ 민간 부문의 REDD+ 사업 투자 유도 및 참여 촉진

- 기업 등의 REDD+ 사업 진출을 위한 수익성 검증
 - 민간기업의 진출의사를 확인 후 대상지확보 및 사업진행에 정부 간 협조
- 국내 배출권 거래제 상의 해외 상쇄 실적 활용('20년 이후) 방안 마련

④ 해외 조림 사업 확대

□ 기후변화 대응 신재생에너지공급의무화(RPS)에 따라 발전용 목재 펠릿 수요 급증에 대비한 해외에 목재 바이오매스 조림 기지 구축

- 목재바이오매스 조림 등 신규 사업모델 개발을 통한 투자확대 촉진
 - 인도네시아(스마랑) 목재바이오매스 조림 시범사업 추진('13~'16)
- 유망국가와 협력강화, 대상지 발굴 및 조사·컨설팅 등 실시
 - 양자 산림 협력국 및 중남미 투자유망국가 정보 수집·제공

<목재바이오매스 조림 시범 사업 개요>

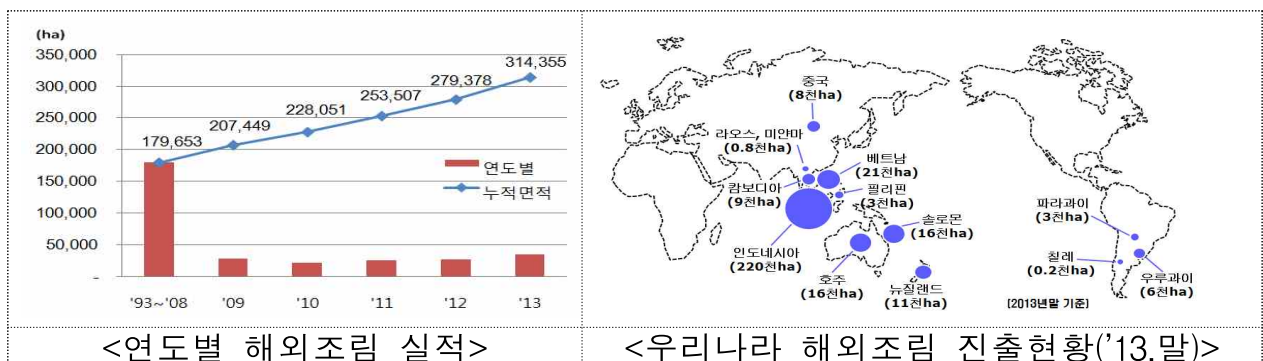
- (바이오매스 조림) 1천ha 소규모 목재바이오매스 조림 실시
- (양묘장) 3ha 규모의 양묘장 시설 및 시험림 운영
- (지원 사업) 단기 교육 훈련 연수 프로그램 운영, 조림 경영 모델 개발 등

□ 해외 탄소배출권 조림을 희망하는 기업에 대한 지원 시스템 구축

- 탄소배출권 조림 사업계획서 작성, 타당성 평가 등에 대한 컨설팅
- 사업 대상국의 법적, 사회적, 경제적 투자환경 조사 지원

□ 해외 산림자원개발 투자 활성화를 위한 지원 법·제도 정비

- 「해외 농업 및 산림 자원개발 협력법」 개정 추진
- 투자 안정화, 반입확대, 조직, 국제협력 등의 지원체계 강화
 - * 해외 조림(천ha) : ('14) 30 → ('15) 33 → ('17) 37 → ('19) 40



① UNFCCC 협상 대응

□ Post-2020 기후체제의 협상 동향 및 주요국의 대응 사례 분석

- 더반플랫폼, UN기후정상회담, 주요경제국포럼* 등 기후변화 논의 분석
 - * 주요경제국포럼(MEF : Major Economies Forum on Energy and Climate)
미국이 주도하는 기후변화/에너지에 대한 주요 경제국 포럼(2009~)
- 미국, 중국, 인도, EU, 일본, 러시아, 캐나다 등 주요국의 Post-2020 기후체제에 대한 대응 사례 분석

□ Post-2020 체제에서 RMU 최대 확보를 위한 국가 감축목표 협상 지원

- 측정·보고·검증(MRV) 가능한 산림부문 감축잠재량 분석
 - 산림경영 기준선 설정 및 국제 검증 이행과 후속 조치
- 산림부문 감축허용량을 최대한 확보하기 위한 협상 전략 개발
- 흡수원 활동에 대한 인센티브(RMU) 제공 유지 방안 마련
 - 기후변화협약, 비공식 전문가회의 등 LULUCF 통합계정 의제 분석

□ 산림부문의 이산화탄소 흡수 역량 강화를 위한 국가 전략 개발

- 산림분야의 흡수원 활동 확대 방안 및 탄소계정 체계 개발
 - Post-2020 대응 감축의무 이행에 대한 국가 전략 개발
- REDD+ 메커니즘을 활용한 국가 감축의무 이행을 위한 협상 추진
 - Post-2020 기후체제 내 REDD+ 메커니즘 도입 협상 경과 분석 및 REDD+ 메커니즘과 새로운 시장 메커니즘의 연계 논리 개발

② REDD+ 연구 및 기술 보급

□ 국제회의에서의 REDD+ 논의 동향 및 주요국 사례 분석

- 기후변화협약, REDD+ 파트너십 등 국제회의에서의 REDD+ 의제 분석
- 바르샤바 REDD+ 프레임워크에 대한 주요국의 대응 사례 분석 및 우리나라의 대응 방안 마련

□ 인니, 캄보디아, 미얀마, 라오스 등 REDD+ 사업 잠재력이 높은 나라에 대한 국가 전략 수립 지원 및 이행 능력 평가

- 평가 항목 : REDD+ 국가 전략, 국가의 MRV 능력, REDD+ 사업
- 평가 방법론 개발 : 정성적인 평가 기준 및 지표 개발
- 개도국의 REDD+ 투자 및 협력 전략 개발
 - * 인도네시아는 총 온실가스 배출량의 약 60%가 산림전용 및 산림황폐화, 이탄지의 파괴로 발생

□ 인도네시아 롬복 산림경영구에 대한 사업타당성 평가

- '90~'10년간 토지이용변화 탐지 및 산림탄소축적 변화 추이 추정
- 산림전용 및 산림황폐화 원인 파악을 위한 사회경제조사
- '15~'45년간 참조배출수준(reference emission level) 설정
- 산림전용 및 산림황폐화 방지를 위한 대안 개발

□ 인도네시아 캄빠르 REDD+ 사업을 모범사례로 구축

- 캄빠르의 장기산림경영계획 수립을 위한 자원 평가
- 산림관리소 직원 능력배양 프로그램 개발 및 운영
- VCS에 REDD+ 사업 등록을 위한 사업계획서 작성

□ 기후변화대응 등 국제 산림이슈 관련 개도국 훈련 프로그램 운영

- 장·단기 연수과정인 녹색사업단의 개도국 석·박사 장학프로그램 등을 통해 개도국 공무원 및 관계자 선발·지원
 - 산림조사·통계인프라 구축, 녹화 등 기후변화 대응 프로그램 운영
 - * 석·박사 학위자 현황 : ('09~'14) 총 17개국 40명(석사 34명, 박사 6명) 지원
- 인니, 캄보디아, 미얀마, 라오스* 대상 연 2회 REDD+ 능력배양사업
 - 기 개발한 교육교재('13) 및 가이드북을 활용하여 능력배양사업 실시

□ 민·관·학·연이 참여하는 REDD+ 포럼 운영 및 국제심포지엄 개최

- REDD+ 포럼을 통해 기후변화 협상동향 공유, 민간 REDD+ 대응 전략 수립 지원으로 기업 등의 자발적 참여 유도
- 국제 심포지엄을 연 1회 이상 개최하여 정보/경험 공유 및 전파
- REDD+ 고위급 회담을 연 1회 이상 개최하여 REDD+잠재력 상위국과의 우호적 사업 환경 조성

□ 국제협력단(KOICA)과 산림청의 강점을 살려 REDD+ 협업 추진

- (KOICA) 지역기반 거버넌스 강화, 지역주민 교육 사업 등 REDD+ 실행의 주요소인 Co-benefits에 강점
- (산림청) 산림관련 행정·법적 체제정비를 통한 단기간 황폐 복구, 국가산림자원조사 등 국제적 수준의 MRV 기술력 보유

V. 재정투자 계획 및 기대효과

1. 재정투자 계획

□ 재원소요 판단

○ 총 투자규모 ('15~'19) : 약 48,697억원 추정

* 재정 투자 규모는 예산 당국과의 협의에 따라 조정 가능

○ 연도별 투자 규모

- 일반 예산

(억원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	합계(부문)
1. 탄소흡수원 확대	685	713	719	719	719	3,555
2. 탄소흡수원 유지 및 관리	7,385	8,208	8,308	8,308	8,308	40,517
3. 목재제품 이용 활성화	372	359	359	359	359	1,808
4. 산림탄소상쇄제도 활성화	10	41	47	47	47	192
5. 온실가스 인벤토리 및 탄소계정 체계 고도화	8	9	4	4	4	29
6. 글로벌 협력 강화	422	511	521	571	571	2,596
합계(연도)	8,882	9,841	9,958	10,008	10,008	48,697

2. 기대효과

이산화탄소 흡수 및 저장 확대

- o 산림의 이산화탄소 저장량
 - ('14) 1,787백만tCO₂ → ('19) 1,984백만tCO₂
- o ha 당 입목축적
 - ('14) 125.6m³ → ('19) 154m³



목재제품의 탄소 저장 및 화석연료 대체

- o 국산재 생산량 확대
 - ('14) 518만m³ → ('19) 760만m³
- o 목질계 에너지 이용 확대
 - ('14) 107만톤 → ('19) 350만톤



민간의 자발적인 탄소상쇄 활성화

- o 산림탄소상쇄 등록 건수(누적)
 - ('14) 25건 → ('19) 200건
- o 산림탄소흡수량 연간 예상 흡수량
 - ('14) 775tCO₂톤 → ('19) 6,200tCO₂톤



해외 탄소배출권 확보 기반 구축

- o 해외 산림자원 개발(누적)
 - ('14) 34만ha → ('19) 52만ha
- o 해외 탄소배출권 확보 기반 구축
 - ('14) 1.4만ha → ('19) 10.4만ha
- * 인도네시아, 캄보디아, 라오스, 미얀마



부록1

기후변화협약 및 주요 국가 정책

◇ UN 기후변화협약을 중심으로 논의가 활발히 진행 중이며, 주요 선진국은 자국의 상황에 맞는 기후변화 정책을 수립·추진 중

□ UN 기후변화협약을 중심으로 문제 해결을 위한 국제 규범 채택

- '97년 도쿄에서 38개 선진국들은 '90년 대비 5.2%의 온실가스를 감축 (2008~2012년)하기로 한 교토의정서 채택(제3차 총회)
- '07년 발리에서 선진국과 개도국이 모두 참여하는 Post-2012 협상 로드맵 마련(제13차 총회)
- '11년 더반에서 교토의정서 연장과 함께 2020년부터 모든 당사국이 참여하는 新기후변화체제 설립에 합의(제17차 총회)
- '13년 바르샤바에서 모든 국가들이 2020년 이후의 감축목표를 제출할 것을 촉구하는 문안에 합의(제19차 총회)

구분	1차 공약기간	2차 공약기간
이행 기간	5년(2008~2012년)	8년(2013~2020년)
온실가스 의무감축 이행국	38개국	38개국(일본, 러시아, 캐나다, 뉴질랜드가 빠지고 몰타 등 4개국이 편입)
온실가스 감축량 (1990년 대비)	평균 5.2%, 최대 8% 감축	최대 20% 감축
법적 성격	각국 의회 승인으로 법적 구속력 있음	각국 정부 차원의 약속으로 법적 구속력 없음

<1,2차 공약기간의 교토의정서 주요 내용 비교, 이정석 외(2012)>

□ 주요국은 기후변화 대응을 위해 온실가스 감축 노력을 경주

- (EU) '20년까지 '90년 대비 20% 감축목표, 에너지 소비량의 20%를 재생에너지로 공급하는 계획 등이 포함된 「EU 기후-에너지법」 발효('09)
- (영국) '50년까지 '90년 대비 80% 감축목표, 기후변화위 설립, 배출권 거래제 시행, 적응전략 등을 내용으로 하는 「기후변화법」 제정('08)
- (미국) '20년까지 '05년 대비 17% 감축목표(오바마 1기) 제시, 기후 변화 대응의 종합적인 비전을 담은 '기후변화 액션플랜' 발표('13)
- (중국) '20년까지 GDP 단위당 탄소배출량을 '05년 대비 40~45% 감축, '15년부터 전국단위 배출권거래제 시행 추진 계획 발표('12)

< 기후변화 협상의 목표 >

- **(2℃ 목표)** 파국적 상황을 막기 위한 한계점(tipping point)으로서, 지구평균 기온 상승을 산업화 이전 대비 2℃(누적 탄소배출량을 총 1조톤 이하로 유지) 억제 ('10.12 칸쿤)
 - '11년 기준 5,310억톤의 탄소가 배출되었으며, 향후 전지구적으로 배출 가능한 탄소량은 4,690억톤 규모
- **(450ppm 목표)** 2℃ 목표 달성을 위해 대기 중 CO₂ 평균농도 450ppm으로 억제
 - (선진국) 2020년까지 1990년 대비 25~40% 감축
 - (개도국) 2020년 BAU 대비 15~30% 감축 (이상 IPCC 권고사항)

< 2℃ 목표 달성을 위한 감축 경로 및 배출 경향(IPCC WGIII 제5차 보고서) >

- **(배출 경향)** 2000~2010년간 전 세계 온실가스 배출량은 이전보다 더 급격히 증가하였으며, 추가적 감축노력 없이는 2100년까지 3~5℃ 상승 예상
 - 경제성장과 인구증가가 주요 동인이며, 경제성장이 가장 중요한 동인임
- **(감축 경로)** 금세기말까지 지구 온도 상승을 2℃ 이내로 억제하기 위한 2050/2100년 까지 감축경로 제시
 - (장기감축) 2050년까지 전세계 온실가스 배출량을 2010년 대비 40~70% 감축
 - (중기경로) 2030년까지 온실가스 배출량은 약 30~50GtCO₂eq/년 수준 유지

REDD+ 협상 동향

- '05년 파푸아뉴기니 대사가 개도국 산림전용으로부터 배출되는 온실가스의 배출 감축을 위한 국제적 논의 필요성 제기
 - * '05년 제11차 기후변화총회(몬트리올)에서는 2년간('05~'07) 산림전용 방지를 위한 긍정적 유인 모색과 방법론 개발에 대한 논의 합의
- '07년 제13차 기후변화총회(발리)에서 발리행동계획을 채택하고 Post-2012 기후변화체제에서 REDD+에 대한 긍정적 유인을 제공하기로 결정
- '09년 제15차 기후변화 총회(코펜하겐)에서 REDD+가 주요 아젠다로 부각되고 REDD+ 이행을 위한 펀드 조성에 합의
- '10년 산림기후컨퍼런스(오슬로)에서 선진국들은 '12년까지 40억불의 단기 공적 재원을 마련하여 REDD+ 이행을 지원하기로 합의
- '13년 REDD+ 이행을 위한 주요 7가지 협의 도출



바르샤바 REDD+ 프레임워크 주요 내용

- REDD+ 방법론, 결과 기반의 재정지원체계, REDD+ 메커니즘의 총괄 운영 체계의 구성요소와 기능 등에 대해 포괄적으로 합의

<REDD+ 방법론 합의>

- ① (MRV 지침) REDD+ 활동 결과(산림면적·축적·탄소저장량 변화)를 검증
* 격년갱신보고서를 통한 정보제공 및 투명성·일관성·상응성·정확성 등을 원칙으로 LULUCF 전문가 2명이 평가
- ② (산림배출기준선/산림기준선) 기술평가 가이드라인 및 절차 합의
- 참여국의 관련 정보 제출 및 연 1회 기술평가팀 운영
- ③ (국가산림모니터링체계 지침) 기존의 모니터링체계를 활용하되 유연성과 개선 가능성이 있는 모니터링체계 구축
- ④ (전용/황폐화 원인) 원인의 다양함과 국가별 상황·능력 차이를 인정하고 이를 해결하기 위한 지속적 노력과 정보 공유를 권장

<결과 기반의 재정지원 체계 구축 합의>

- ① 합의된 REDD+ 방법론에 따라 MRV가 가능하고, 안전장치에 대한 정보 제공을 전제로 한 결과기반 재정 지원 이행에 합의
- ② 녹색기후기금이 충분하고 예측 가능한 재원 지원의 핵심 역할을 담당기로 함
- ③ 재원은 충분하고 예측 가능해야 하며, 다양한 재원(공적/민간, 다자/양자, 대체 재원)에서 가져올 수 있음 재확인

<REDD+ 메커니즘 총괄 운영 체계 구성요소와 기능 확정>

- ① REDD+ 활동을 이행하려는 개도국에 사무국, 관련 기구와 연락하고 결과 기반의 재정 지원을 받을 국가담당기구 지정을 요청
- ② REDD+ 메커니즘 총괄 운영에 필요한 기능 확인
- 이행 관련 정보, 지식, 경험, 우수사례 등의 국제적 공유 강화·통합·증진
- 개도국 재정 지원의 효과성 증진을 위한 정보와 의견 제공 등

- (의의) 신(新)기후체제에서 REDD+ 메커니즘 도입 가능성이 높아졌으며 개도국의 REDD+ 활동 이행 활성화 전망

각국의 REDD+ 대응 현황

- 개도국의 온실가스 감축활동 지원을 위한 임시 체계(UN-REDD+ 파트너십)에 각국이 경쟁적으로 대응
 - (UN-REDD+ 파트너십) UN산하기관 중 UNEP, UNDP, FAO의 3개 기구가 연합체를 구성하여 만든 REDD+지원 프로그램
 - 아프리카, 아시아, 유럽 및 북미권의 46개국 참여
 - 덴마크, 일본, 노르웨이, 스페인 등 \$1,000억 규모의 재정을 지원하여 약 3,300여명 이상의 관계자 능력배양, MRV 기술교육, 전략 수립 등 추진
 - (노르웨이) 개도국의 REDD+ 사업에 대규모 재정 지원 및 지원 약속
 - 브라질에 열대우림 벌채방지를 위해 2015년까지 10억불 지원 약속, 탄자니아에는 REDD+ 사업을 위해 670만불 지원('08)
 - 구이아나에 REDD+ 투자펀드를 통해 3,000만불 지원, 인니의 REDD+ 사업에 10억불 지원계획 수립('10)
 - (일본) REDD+ 사업을 위해 지속가능한 산림관리를 장려하며, 향후 3년간 약 5억불 지원 계획
 - ITTO(일본과 열대 개도국 간 협력관계 교량역할)와 JICA(기술 지원 및 사업 거버넌스 구축)를 중심으로 REDD+ 사업대상지 개척('12, JICA)
 - 온실가스 감축을 위해 개도국과의 양자간 상쇄 메커니즘을 활용하기 위해 인니·베트남 등 9개국과 15건의 상쇄 프로젝트를 추진('10)
 - (호주) 기후변화 적응과 저감을 위해 REDD+를 최우선 대책으로 선정하고, '09년 기후변화총회에 REDD+에 관한 제안을 제출
 - REDD+ 파트너십과 연계하여 인니에 2,480만불을 투자하는 등 10여건의 프로젝트를 진행 중
 - (미국) 시장기반 REDD+를 새로운 경제 패러다임으로 인식하고, REDD+에 민간 투자 유치 및 확대를 위한 재정 확보·지원 및 국내외 역량 강화 시범 사업 등 추진
 - WCI(Western Climate Initiative)에서 REDD+ 배출권의 거래 허용('12이후)
 - 기후변화총회에서 개도국 REDD+를 지원하기 위해 '12년까지 10억불 지원계획 발표('10)

우리나라의 기후변화 영향(RCP 8.5 적용)

□ 기후변화 시나리오 개념

- 온실가스, 에어로졸, 토지이용 상태 등의 변화와 같이 인간 활동에 따른 인위적인 원인에 의한 기후변화가 언제, 어디서, 어떻게 일어날 지를 예측하기 위해 기후변화예측모델을 이용하여 계산한 미래기후(기온, 강수, 습도, 바람 등) 예측정보

□ RCP 8.5 시나리오 개념

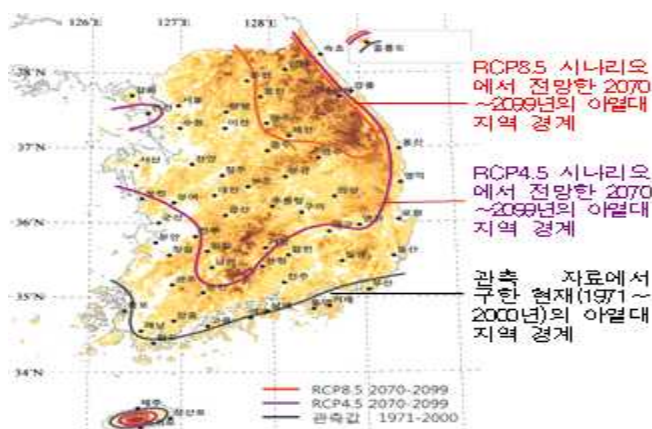
- 온실가스 감축 없이 현재 추세로 온실가스를 배출하는 시나리오
< RCP 시나리오*의 종류 >

종 류	의 미	CO ₂ 농도
RCP 2.6	인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우	420ppm
RCP 4.5	온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 경우	540ppm
RCP 6.0	온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우	670ppm
RCP 8.5	현재 추세(저감 없이)로 온실가스가 배출되는 경우(BAU 시나리오)	940ppm

* RCP(Representative Concentration Pathways: 대표농도경로) 시나리오란 온실가스 농도값을 설정한 후 기후변화 시나리오를 산출하여 그 결과의 대책으로 사회·경제 분야별 온실가스 배출 저감 정책을 결정

□ 시나리오에 따른 우리나라의 극한기후 변화 전망

- 아열대 기후구로 변화 전망(1971~2000년 기준 대비 2070~2099년 미래 전망)



• 온실가스 감축정책 수행 시(RCP 4.5)

- 서해안으로는 보령까지 인천 일부를 포함, 내륙으로는 광주, 전주, 순천, 합천, 대구까지, 동해안으로는 속초까지 확대 예상

• 온실가스 배출 현재 수준 유지시(RCP 8.5)

- 해발고도가 높은 대관령을 중심으로 인제, 홍천, 원주, 제천 등을 제외한 전 지역으로 확대될 전망

출처 : 기상청

우리나라의 기후변화 정책

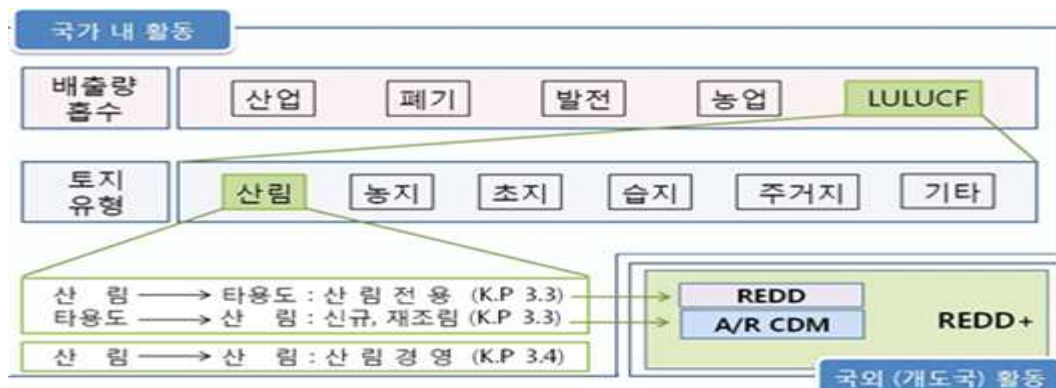
- 국제협상에 능동적으로 대응하고, 전 지구적인 기후변화 완화 활동에 이바지하고자 관련 법률을 제정하여 운영 중
- (저탄소 녹색성장 기본법) 경제와 환경이 조화롭게 발전하는 저탄소사회 구현을 통해 국민 삶의 질을 높이고 국제사회에 책임을 다하는 성숙한 선진 인류 국가로의 도약을 목적으로 함
 - * 자발적인 국가 온실가스 감축목표 설정 : '20년 국가 온실가스 총배출량을 '20년의 온실가스 배출 전망치 대비 30% 감축을 목표로 설정
 - (온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률) 온실가스 배출권 거래제를 도입하여 효과적으로 감축 목표를 달성하고자 함
 - (탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률) 산림 등의 탄소흡수·저장 기능을 유지하고 증진시킴으로써 기후변화에 대응하고자 함
- 법정 계획 등 기후변화 대응을 위한 국가 계획 수립·추진

계 획 명	기 간	총 괄	근 거	주요내용
저탄소녹색성장 국가전략 5개년 계획	'14~'18	국조실	저탄소녹색법 시행령 제4조	<ul style="list-style-type: none"> • 온실가스 감축, 기후변화 대응 기반 강화 • ICT등을 활용한 핵심기술 확보 • 글로벌 녹색협력 주도 등
배출권 거래제 기본 계획	'15~'17	기재부	배출권거래제법 제4조	<ul style="list-style-type: none"> • 제도 운영의 기본방향 설정 • 국내외 현황 및 배출 전망 • 자원조달, 인력양성, 교육 홍보 등
국가 배출권 할당 계획	'15~'17	환경부	배출권거래제법 제5조	<ul style="list-style-type: none"> • 국가 온실가스 배출 허용 총량 • 부문별·업종별 할당기준 및 할당 • 이월, 차입 및 상쇄 등 운영 기준
에너지 기본계획	'08~'30	산업부	저탄소녹색법 제41조	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 에너지 수요·공급 전망 • 신재생에너지 공급 • 기술개발 및 보급, 인력양성 등
국가 기후변화 적응 계획	'11~'15	환경부	저탄소녹색법 시행령 제38조	<ul style="list-style-type: none"> • 건강, 재해, 농업, 산림 등 부문별 대책 • 기후변화 감시, 신산업발굴 등 적응 기반 대책
탄소흡수원 증진 종합 계획	'15~'19	산림청	탄소흡수원법 제5조	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소흡수원 유지·증진 여건 및 전망 • 탄소흡수원 유지 및 증진 활동 • 국제협력 및 해외시장 진출 등

산림분야 기후변화 활동

「교토의정서 제3.3조 및 3.4조 하의 LULUCF 활동에 대한 용어 정의」

- ☐ 신규조림(afforestation) : 50년 이상 산림이외의 용도로 이용해온 토지에 새로운 산림을 인위적으로 조성하는 것
- ☐ 재조림(reforestation) : 본래 산림이지만 '89.12.31 당시 산림이 아니었던 토지에 인위적으로 다시 산림을 조성하는 것
- ☐ 산림전용(deforestation) : 직접적이고 인위적으로 산림을 산림외의 용도로 전환하는 것을 의미하며 배출활동에 속함
- ☐ 산림경영(forest management) : 임지를 지속가능한 방식으로 관리·이용하기 위한 시업으로 숲가꾸기 등의 활동을 의미
- ☐ 식생복구(revegetation) : 신규조림, 재조림에 포함되지 않으며 최소 0.05ha 면적 이상의 식생을 조성하여 탄소축적량을 증가시키는 인위적인 활동



우리산림의 이산화탄소 흡수량 산정 방법

□ 산림부문 온실가스 흡수량 산정 대상 설정

- 우리나라 전체 산림을 국가 온실가스인벤토리 대상지로 설정
 - 치산녹화성공으로 IPCC 지침 상 산림 부문 온실가스 통계 산정에서 제외되는 ‘교란 받지 않은 천연림’이 거의 존재하지 않는 것으로 가정
 - 또한, 산불 방지 체계 등 전국토를 대상으로 산림관리가 이루어짐

□ 산정 방법론 설정 : IPCC 지침 상 tier2 수준의 획득-손실법

- 산림의 이산화탄소 순흡수량 산정 방식



- 바이오매스 축적의 연간 변화량



- 바이오매스 생장으로 인한 연간 탄소축적 증가량



- 바이오매스 손실로 인한 연간 탄소축적 감소량



우리산림의 이산화 탄소흡수 추이

□ 2012년 기준 국가 온실가스 총배출량은 전년 대비 0.4%(2.6백만 CO₂eq톤) 증가한 688.3백만CO₂eq톤임

□ LULUCF* 전체 흡수량은 2012년 기준 50.9백만CO₂eq톤임

* 토지이용, 토지이용 변화 및 임업(Land-Use, Land-Use Change and Forestry) : 산림지, 습지외 농경지, 초지, 주거지, 기타토지 등이 포함

□ 핵심 탄소흡수원인 산림은 2012년 기준 55.3백만CO₂eq톤을 순흡수하였으며, 이는 국가 온실가스 총배출량의 약 8%에 해당함

(단위:백만톤CO₂eq)

연도	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
총배출량	295.5	318.2	344.6	379.8	404.8	436.6	470.8	501.4
에너지	241.5	259.4	279.4	309.5	328.8	354.7	386.7	411.3
LULUCF	-34.4	-33.6	-31.7	-33.8	-32.1	-35.4	-40	-48.5
· 산림지	-34.603	-34.035	-32.439	-34.810	-33.484	-37.524	-42.537	-51.347
· 습지	0.187	0.186	0.188	0.198	0.197	0.239	0.229	0.217

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
총배출량	431.7	470.3	503.1	515.7	536.6	547	556.2	559.9
에너지	351.4	382.4	411.9	426.1	445	452.7	460.8	468.8
LULUCF	-56.3	-59.4	-58.9	-56.7	-56	-57.2	-55.2	-56.6
· 산림지	-59.161	-62.230	-61.800	-59.694	-59.111	-60.411	-58.402	-60.001
· 습지	0.213	0.212	0.204	0.202	0.197	0.188	0.173	0.124

연도	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
총배출량	565.3	582.8	595.7	597.8	657.1	685.7	688.3
에너지	475.3	494.3	508.6	514.9	568.6	597.6	600.3
LULUCF	-57.3	-58.1	-57.5	-54.7	-54.9	-51.3	-50.9
· 산림지	-61.022	-62.222	-61.989	-59.414	-59.675	-56.218	-55.307
· 습지	0.101	0.107	0.125	0.133	0.129	0.125	0.119

부록5

주요 수종의 ha 당 연간 CO₂ 흡수량

□ 우리나라 주요 8개 수종의 표준 탄소흡수량 개발

(단위:CO₂톤/ha/년)

수종 \ 임령	10	20	30	40	50	60
강원지방 소나무	7.35	9.92	9.40	8.08	6.61	5.25
중부지방 소나무	3.40	6.76	12.14	6.29	3.22	1.77
소나무(평균)	5.38	8.34	10.77	7.19	4.92	3.51
잣 나 무	5.31	11.55	10.61	8.90	7.45	6.37
낙엽송	8.96	10.31	9.27	8.33	7.70	7.31
리기다소나무	4.42	13.60	12.16	8.49	5.70	4.02
편백	5.10	8.67	8.03	6.47	5.06	4.04
상수리나무	11.72	16.53	14.55	12.83	11.43	10.22
신갈나무	9.00	15.62	9.73	8.79	7.80	7.08
참나무(평균)	10.36	16.08	12.14	10.81	9.62	8.65

□ 온실가스 배출 1톤을 상쇄하는데 필요한 수종별 식재 그루 수

수종 \ 식재 그루 수	CO ₂ 흡수량(kg)	60년 누적 CO ₂ 흡수량(kg)	tCO ₂ 상쇄 식재 그루 수(그루)
강원지방 소나무	2.57	154.20	6.49
중부지방 소나무	2.13	127.88	7.82
소나무(평균)	2.35	141.04	7.16
잣 나 무	2.73	163.94	6.10
낙엽송	2.86	171.76	5.82
리기다소나무	2.65	158.75	6.30
편백	2.04	122.47	8.17
상수리나무	4.18	250.65	3.99
신갈나무	3.54	212.57	4.70
참나무(평균)	3.86	231.61	4.35

출처 : 국립산림과학원

부록6

주요국의 기후변화 대응 관련 산림관리 정책

- 주요 선진국들은 기술력 및 인프라를 활용하여 기후변화에 대응
 - (북미 국가) 시장을 통해 탄소흡수원 유지 및 증진 활동 진행
 - (유럽, 일본) 국가 계획을 통해 탄소흡수원 유지 증진 활동 진행

미국의 탄소흡수원 정책

- 산림면적 : 약 304백만ha (전체 토지 면적의 약 33% 차지)
- 임목축적 : 47,088백만 m^3 , ha당 임목축적 : 154.9 m^3 /ha
- 토지 이용 변화('82~'97) : 급격한 토지 이용 변화는 일어나지 않았으나 연방 정부가 소유하지 않은 토지는 이용 변화가 비교적 높게 일어남 (Richards 외)
 - (타토지 → 산림) 11백만*ha, (산림 → 타토지) 9백만ha
 - * 유휴 농지를 대상으로 한 산림조성 활동이 8백만ha임

- 국가 탄소흡수원 확충을 위한 4가지 원칙을 정하고 정책 추진
 - ① 산림 등에서 실제적인 탄소흡수량의 증가를 이루어야함
 - ② 기존의 탄소흡수원을 유지하여야 함
 - ③ 탄소흡수량의 변화량에 대해서는 신뢰할 수 있는 근거가 있어야함
 - ④ 정부 지원 프로그램의 효과성을 평가할 방법을 개발해야함
- 미국의 주된 탄소흡수원 정책은 탄소흡수원 유지 및 확대, 화석 연료의 바이오매스 에너지로 대체
 - (탄소흡수원 유지) 산불 방지를 위해 산림 내 연료 제거, 간벌, 토양 비옥화, 산림갱신 등 경영 정책 추진

- (탄소흡수원 확대) 목초지 등을 대상으로 신규조림/재조림 추진
 - 미국 내 목초지 대부분이 1800~1900년 산림을 개벌한 후 목초지로 이용했던 곳이 많아 신규조림/재조림으로 활용 가능
 - * 캘리포니아 주의 경우 20년간 1.1백만ha를 조림할 시 총 94백만톤의 탄소 흡수가 가능하며 예상되는 비용은 탄소 톤당 약 20불정도임(Richards 외)
- (화석연료의 바이오매스 에너지로 대체) 지역 발전소 또는 바이오 가스 생산시설과 연계하여 산림 내 바이오매스 수집 및 활용
 - * 바이오매스로 전력을 생산하는 것이 석탄 보다 2~4배 저렴(Paustian 외)

□ 시카고 기후 거래소 등 시장에 기반한 탄소정책 추진

- (시카고 기후 거래소) 약 400개 업체가 자발적으로 참여 중
 - '98년~'01까지 연평균 온실가스 배출량 기준 '10년까지 최소 6% 감축
 - 메탄, 산림, 재생에너지 등을 활용한 상쇄사업을 감축실적으로 인정
 - * '03년 개장 이후 '10년 까지 약 6억 8천만CO₂ 거래
- (북동부 지역 온실가스 감축 협약) 미국의 북동부 9개주가 발전 전력 25MW 이상의 화력발전소를 대상으로 할당량을 설정하고 거래
 - 산림 등 상쇄사업을 감축 실적으로 인정하나 거래 가격 추이에 따라 상쇄실적 활용가능 비율(3.3~10%)을 달리하여 시장 가격 조절

<미국의 탄소흡수원 확충 및 온실가스배출을 저감하는 토지 관리 실천 방안>

토지 형태	탄소흡수원 확대	탄소흡수원 유지	바이오매스 이용
산림	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재조림 ○ 경영 개선 : 비료, 수종갱신, 벌기령 연장 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벌채 등 사업 방법 개선 ○ 산림전용 억제 ○ 지속가능한 산림 경영 실천 ○ 산불 진화 및 관리 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 목재 연료 대체 ○ 목재제품 사용 증대 ○ 목재제품 수명 연장 ○ 목재제품 및 종이 재활용 등
농경지	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신규조림 ○ 산림복합경영 ○ 초지 또는 영구적인 식생으로 전환 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토양 침식 및 비옥도 관리 ○ 다년생 작물 유지 ○ 잔여물 및 수자원 관리 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 화석연료의 바이오 에너지로 대체 ○ 비료 대체 혹은 사용 저감 등
목초지	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신규조림 ○ 나무 등과 복합 식재 ○ 산림 복원 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 방목 시스템 개선 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가축 먹이 변화 ○ 가축 무리 관리

출처 : Richards et al(2006) Agriculture&Forestlands : US Carbon Policy Strategies

캐나다의 탄소흡수원 정책

- 산림면적 : 약 310백만ha (전체 토지 면적의 약 34% 차지)
- 임목축적 : 32,983백만 m^3 , ha당 임목축적 : 106.4 m^3 /ha
- 캐나다 산림은 약 95Gt의 탄소를 저장하는 것으로 추정되며, 캐나다의 온실가스 보고서에서 관리되고 있는 산림은 약230백만ha로 약78Gt의 탄소가 저장되어 있음(Henschel 외)
 - * 캐나다는 넓은 이탄지(Peatland)를 가지고 있고 약 154Gt의 탄소를 보유

□ 캐나다는 산림자원이 풍부하여 탄소흡수 역량이 높으나 목재 산업 발달로 벌채량이 많은 특징이 있음

- 산지전용 방지 및 천연림 보호 정책 등으로 탄소흡수원 유지
 - 천연림 보호 정책은 탄소흡수 뿐 아니라 종 다양성에서도 효과가 큼
 - * 캐나다는 매년 약 5만ha의 산림이 타토지로 전용됨
- 기후변화협약에서 수확된 목재제품*을 탄소저장고로 인정함('12년 더반)에 따라 목제품을 활용한 신규 흡수원 확충이 가능함
 - 반감기가 긴 제재목 등의 사용 및 탄소 다배출 자재를 목재로 대체
 - * 수확된 목재제품 (HWP : Harvested Wood Products)

□ 벌기령 연장, 고사목 벌채 등을 경영림에 실시하여 탄소흡수량 확대

- (벌기령 연장) 벌기령을 연장하여 산림의 탄소흡수량 증진
 - 벌기령 연장은 탄소흡수량을 확대, 종 다양성 증진, 생태계 순환에 도움
- (고사목 벌채) 고사목을 벌채하고 새로운 수종으로 갱신
 - 새로운 수종으로 산림을 관리하여 목재 생산에도 긍정적 영향을 줌
- (우량 품종 개발) 탄소흡수역량이 뛰어난 우량 품종 개발 및 조림
 - 개발된 우량목으로 목제품 생산 및 탄소배출이 많은 원자재 대체를 통해 탄소저장 및 대체 효과 발생
- (간벌) 간벌을 통해 우량목 생산 및 임분 밀도 조절

유럽의 탄소흡수원 정책

- 산림면적 : 약 1,005백만ha(전체 면적의 약 45.4%)
- 유럽연합 회원국(28개국) 모두에게 적용되는 단일 산림정책은 없음
 - 각 나라의 산림조건, 자원 및 시업 체계가 달라 단일 정책 적용 어려움 (Baron 외)
- '90년~'10년 까지 매년 약 0.4%씩 산림면적이 증가 함(11백만ha)

□ '20년까지 온실가스-에너지의 감축 목표를 담은 법적 구속력 있는 기후-에너지 패키지 채택('09, 유럽의회 및 유럽이사회)

- '20년 까지 온실가스 배출량 20% 감축, 에너지 효율 20% 증진, 재생에너지 비율 20% 확대, 교통부분의 재생에너지 비율 10% 확대

<기후-에너지 패키지 구성>

- 기후-에너지 패키지의 구성(지시 4, 결정 1, 규정 1) 중 산림관련 사항은 유럽배출권거래제도(EU-ETS), 노력공유결정(Effort sharing Decision), 재생에너지원 지시(Renewable Energy Sources Directive)에 포함됨
- (유럽배출권거래제도) 산림의 온실가스 흡수사업 미인정
- (노력공유결정) 배출권거래제도에 포함되지 않는 교통, 빌딩, 통업, 폐기물 등의 감축활동을 규정한 것으로 상쇄로 산림 사업 인정
- (재생에너지원 지시) 목질계 바이오매스를 재생에너지로 활용

- 기후-에너지 패키지에서 산림부문 활동은 '화석연료를 목질계 바이오매스로 대체'하는 사업에 초점이 맞춰짐

□ 기후변화를 저감하고 적응하기 위한 6가지 임업 수단 제시(임업 전략 및 임업 실행계획, Forestry Strategy & Forestry action plan)

- ① 가입국의 국가 바이오매스 실행계획 수립 권장
- ② 목재 및 목재의 에너지원 이용이 산림 기반 산업에 미치는 영향 검토

- ③ 농장주와 산주 대상 에너지 작물 홍보 프로그램 재정 지원
- ④ 재생에너지를 위한 농업 및 산림 분야 작물 생산 최적화 방안 고려
- ⑤ 목재 펠릿과 칩의 현물 시장 개발
- ⑥ 산림 바이오매스 활용을 위한 시설 지원과 산불 빈번 지역의 산림 산물과 바이오매스 활용 촉진

☞ 온실가스 감축 대안으로 목질계 바이오매스에 주목함

- 임업 전략 및 임업 실행 계획 보완(목질계 바이오매스 수요를 충족하는데 따른 생물다양성 감소 문제 등)을 위해 지속가능한 산림 사업 제안
 - 지속가능한 산림 관리, 산림갱신 촉진 등 제시
 - 산림에서 온실가스 흡수는 지속가능한 산림관리와 재조림을 통해 달성
 - 목재제품 이용과 목질계 바이오매스에너지 이용 간의 균형 유지,
 - 목재제품이 국가 온실가스 인벤토리에 득이 되는지 실이 되는지 검토하고 목질계 바이오매스 활용 촉진에 따른 사회적 수요에 대비해야함
 - 지방 발전을 위한 유럽 농업 기금에서 산림 분야 사업 재정 지원
 - 산림분야 재정은 임업분야 경쟁력 증진, 환경 및 지역개선, 지역 주민 삶의 질 향상 및 지역 경제 활성화 등 3개분야로 지원
 - 산림의 온실가스 흡수 사업은 환경 및 지역 개선 사업으로 화석 연료의 목질계 바이오매스 대체는 지역 경제 활성화로 지원
- * '07~'13년 산림분야 사업 중 67%(116억원 유로)가 목질계 바이오매스에너지 활용 촉진으로 지원, 산림의 온실가스 흡수에는 17%(29억 유로) 지원

일본의 탄소흡수원 정책

- 산림면적 : 약 25백만ha(전체 면적의 약 68.5%)
- 임목축적 4,249백만m³, ha당 임목축적 : 170.1m³/ha
- 교토의정서 1차 공약기간 동안 기준년도 배출량(12억 6,100만tCO₂)의 3.8%인 1,300만 탄소톤(약 4,770만tCO₂)을 산림분야에서 감축

- 온실가스 감축 목표 6% 중 3.8%를 산림에서 감축하기로 함(1차 공약기간)
 - 협상전략으로 과거부터 산림을 잘 관리하고 있다는 점을 강조
 - 또한, 산림관리 현황을 정확하게 측정·보고·검증하는 시스템을 구축하겠다는 의지 표명

- 일본의 산림분야 감축량의 대부분을 산림경영 활동으로 확보
 - 국토의 약 70%가 산림으로 신규조림 대상지가 제한적
 - * 교토의정서는 1990년 이후의 인위적 활동(신규조림, 재조림, 산림경영)으로 발생한 산림탄소흡수량을 탄소 배출 삭감 목표 달성에 산입할 수 있도록 함
 - 산림경영의 내용은 국제 합의에 따라 각국 실정에 따라 정하며 일본은 산림경영 활동을 육성림*과 천연림**을 구분하여 산정
 - 산림탄소배출권(RMU)은 산림사업이 국고보조로 시행되는 점 등을 고려하여 국가 귀속 처리하였으며, 일부 기업림을 제외한 대부분의 산주는 불만 없음
 - * 육성림 : 개벌(육성단층림사업) 및 택벌(육성 복층림 사업)이 행해지는 산림으로 협의의 산림경영의 개념을 채택함
 - ** 천연림 : 자연력을 활용하는 사업(천연생림 사업)이 행해지는 산림

활 동	해 석			
산림경영	육성림 (사업지)	협의	1990년 이후 조림, 보육, 간벌, 주벌 등 사업이 실시된 지역	사업지역만 산림경영 인정
	천연생림 (사업제한지)	광의	법령 등에 의한 벌채/전용 규제 등 보호·보전 조치 지역	산림경영 100% 인정

□ 산림관리를 위한 특별조치법 제정, 기본계획 수립 및 이행

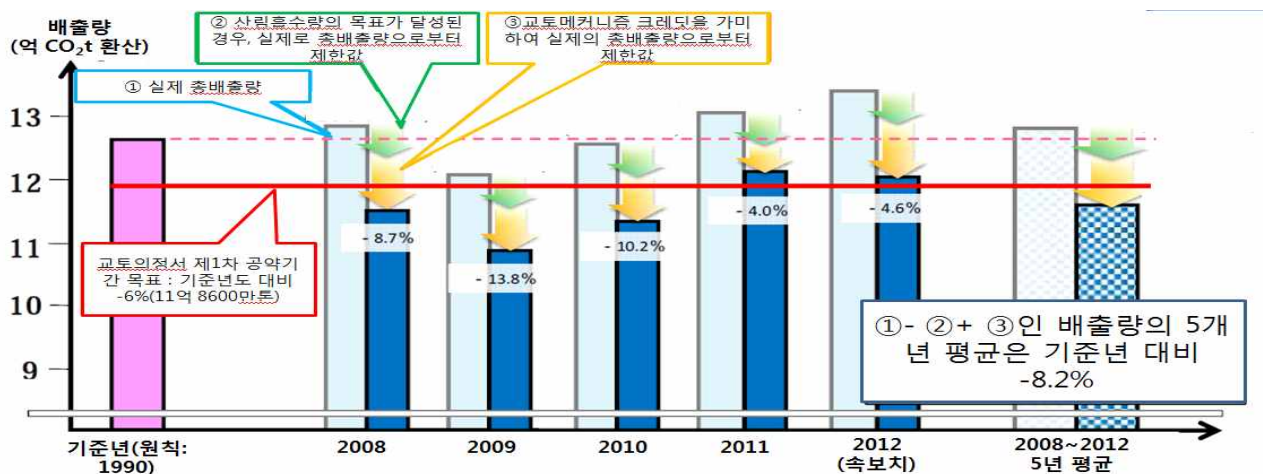
- 육성림의 경우 산림시업을 실시한 경우 산림경영활동(흡수량 산입 가능)으로 인정되기 때문에 관련 법 및 계획*을 수립하여 이행

- 간별은 '07~'12년(6년간) 3백30만ha를 실시하는 것을 목표로 설정

* 산림의 간벌 실시 촉진에 관한 특별조치법, 산림·임업 기본계획

- 국민의 이해와 협력으로 추진하기 위해 민간주도의 '아름다운 숲 가꾸기 추진 국민 운동'을 전개

☞ 일본의 산림탄소흡수량 : ('08) 1,220만탄소톤 → ('09) 1,252만탄소톤 → ('10) 1,328만탄소톤 → ('11) 1,392만탄소톤



<일본의 온실가스 배출량, 출처 : 일본 환경성>

□ 일본은 2차 공약기간에는 참여하지 않지만 지속적으로 온실가스 배출 감축 노력을 지속하기로 함

- '일본의 산림비상사태 선언'을 결의*하고 산림정비·보전, 국산재 활용 등을 통해 지구 온난화 문제에 노력해야함을 호소

- 1955년 이후 조성된 산림이 노령화되어 갱신을 통해 흡수량 증진 필요

* 산림관계 지구온난화대책을 생각하는 모임('12.7월, 임야청 주최)

- REDD+ 사업 추진을 위해 'REDD+ 연구개발 센터'를 설치하고 관계기관 간 정보·기술 공유 및 인재육성을 지원

- REDD+ 추진을 위한 국내 기술자 양성 및 캄보디아, 말레이시아 등에서 원격탐사, 저비용 탄소축적량 추정법 등의 개발에 노력 중

□ 일본은 목조주택이 대중화 되어 있으며 주택부문의 국산목재 이용 정책을 추진함에 따라 HWP 탄소계정의 중요성 부각

○ '11년 더반(제17차 총회)에서 HWP가 합의되기 이전부터 사용 중인 모든 목재에 대해 축적량 변화와 탄소저장량 계정 실시

○ 일본의 HWP 탄소 계정 방법은 크게 두 가지로 나뉘어 진행

- ① 지정된 산업부문과 품목에 대해 탄소축적량 계정, ② 목재이용 전체를 대상으로 이용 흐름을 추적하는 방법

① 「지정 산업부문과 품목에 대해 탄소축적량 계정」

○ (산림종합연구소) 수입목재를 포함하여 사용 중인 건축, 가구, 종이 부문의 HWP를 대상으로 축적량 산정

- HWP 활동자료와 건축형태별 목재투입단위, 탄소전환계수 등 활용

계정부문	Tier 수준			활동자료명	구축년도	자료분류	자료출처
	1	2	3				
건축				연간 건축투입량 (목조건물)	1951-2006	통계자료	건축통계연보
					1985-2001	통계자료	생산통계연보
				단위면적당 목재 비율	고정값	문헌자료	Tonosaki M. et al., 2004
가구				단위생산 당 목재량		문헌자료	Soma T. et al., 2004
종이				연간 투입량 (종이, 보드지)	1961-2006	통계자료	FAOSTAT

출처: Tsunetsugu Y(2010), 340~341pp 재구성

* 매립된 HWP는 산정범위에 포함하지 않음

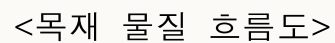
○ (임야청) 국내에서 생산되고 소비되는 목제품 중 건축부문의 HWP 탄소 축적 변화량 추정



<건축부문 탄소계정 방법>

* 가구, 파레트, 종이부문은 활동자료의 부재로 인한 정확도의 문제로 계정 하진 않지만 향후 추가해야 할 필요성 언급

- (환경성) 목재의 지속가능한 이용을 위하여 목재 이용 전반에 걸친 흐름을 세부공정 단위로 추적



뉴질랜드의 탄소흡수원 정책

- 산림면적 : 약 8백만ha(전체 면적의 약 30.9%)
- 임목축적 3,586백만m³, ha당 임목축적 : 433.7m³/ha
- 2008년 1월 1일부터 뉴질랜드 배출권 거래제도(NZ-ETS) 시행
 - 산림부문이 가장 먼저 배출권 거래제도에 편입(기후변화 대응법)
- 교토의정서 2차 공약기간에는 미참여

□ 뉴질랜드 배출권거래제는 산림전용 방지와 신규/재조림을 적용('08부터)

- (산림전용 방지) 인공림을 대상으로 1990년 1월1일 이전부터 산림이었던 토지를 대상으로 적용
 - 목재 생산은 가능하며 벌채 후 5년 이내에 조림을 해야함
 - 과거 산림전용 비율을 고려하여 ha당 최대 60NZUs*이 무상 할당됨
- * 산림소유자의 산림전용 제한에 따른 보상 성격으로 제공되며 50ha 이하 규모의 소유주는 배출권거래제 참여를 면제 받음
- (신규/재조림) 1989년 12월 31일까지 산림이 아니었던 곳에 조림을 할 경우 배출권(NZUs)을 발생
 - 벌채나 다른 이유로 인해 탄소가 줄어들면 배출권을 배상해야함
- * 뉴질랜드 탄소배출권(NZUs)은 교토의정서의 국가 할당 배출권(AAUs) 또는 부속서 I 국가의 산림탄소흡수원 배출권(RMUs)와 동일

	산림전용 방지	신규조림/재조림
요약	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산림소유주의 산지전용 제한에 대한 보상으로 배출권 제공 ○ 의무적 참여 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조림활동을 촉진하기 위한 목적으로 시행 ○ 자발적 참여
대상지	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1990년 이전에 산림이 된 지역 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1989. 12. 31까지 산림이 아닌 지역
배출권 할당 방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ ha당 최대 60NZUs까지 무상 할당 가능(과거 산림전용 비율을 고려하여 적용) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산림이 흡수한 1CO₂톤은 1 NZUs로 전환('08년도 이후 부터)
배출권 종류	<ul style="list-style-type: none"> ○ NZUs(AAU로 전환 가능) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ NZUs(AAU로 전환 가능)
기타	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벌채를 할 수 있으나 5년 이내 재조림해야하며, 그렇지 않으면 ha 당 600~800NZUs를 배상해야함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산주가 벌채 또는 다른 이유로 인해 탄소가 감소하면 산주는 그만큼 배출권을 배상해야함

<산림부문 뉴질랜드 배출권 거래제 정리>

□ 산림분야 기후변화와 관련하여 ‘영구적 산림탄소고정 이니셔티브’, ‘신규조림 보조제도’, ‘동부해안 임업 프로젝트’ 등이 시행 중

○ ‘영구적 산림탄소고정 이니셔티브*’ 참여자는 산림분야 배출권 거래제에 참여할 수 없음

* 영구적 산림탄소고정 이니셔티브 : Permanent Forest Sink Initiative(PFSI)

○ ‘신규조림 보조제도*’, ‘동부해안 임업 프로젝트**’ 참여자는 일정 조건하에서 산림분야 배출권거래제에 참여 가능

* 신규조림 보조제도 : Afforestation Grants Scheme(AGS)

** 동부해안 임업 프로젝트 : East Coast Forestry Project(ECFP)

	영구적 산림탄소고정 이니셔티브(PFSI)	신규조림 보조제도(AGS)	동부해안 임업 프로젝트(ECFP)
내 용	○ 1990년 1월 1일 이후 조성된 산림이 흡수한 탄소에 AAUs발급 ○ 최소50년 동안발채 불가	○ 신규조림하는 사업자 에게 보조금 지급	○ 기즈번 지역 등 침식이 심한 지역에 재조림 및 복구활동 지원
보 조 금	○ 없음	○ Public pool의 평균 보조금 : \$1,700/ha ○ Regional pool의 평균 보조금 : \$2,100/ha	○ 신규조림 : \$1,476 ~\$2,280/ha ○ 복구 : \$1,512/ha
토지 소유주 편 의	○ 탄소크레딧(AAUs) ○ 제한적이지만 목재 생산 편익	○ 목재생산 및 탄소 크레딧	○ 목재생산, 토양침식 방지 등
제 도 간 관계	○ ECFP제도 지원 가능 ○ AGS 보조금 불가	○ AGS 참여자는 10년 후 PFSI 참여 가능 ○ ECFP 보조는 불가	○ ECFP 참여자는 PFSI에 참여 가능 ○ AGS 보조는 불가
ETS와 의 관계	○ PFSI와 동시 참여 불가	○ 10년 후 참여 가능	○ '07년 이후 수혜자는 보조금 일부 반환 후 참여 가능
기 타	○ 크레딧은 토지소유자 에게 있음	○ 시행 후 10년 간은 정부 소유 ○ 10년 이후에 소유자는 PFSI 또는 배출권 거래제 참여 가능	○ PFSI에 참여 가능 ○ 배출권거래제에 참여 하기위해서는 보조금 일부 반환 필요

<뉴질랜드 산림관련 정책 비교>

해외의 목재이용 활성화 연구 사례

□ 북미 지역의 난연목재 연구

- 미국, 캐나다 등 목재 사용이 많은 국가는 친환경 난연목재의 개발·이용 및 폐기에 대한 체계적인 연구가 활발히 진행 중

□ 독일의 폐MDF의 재원료화 사례

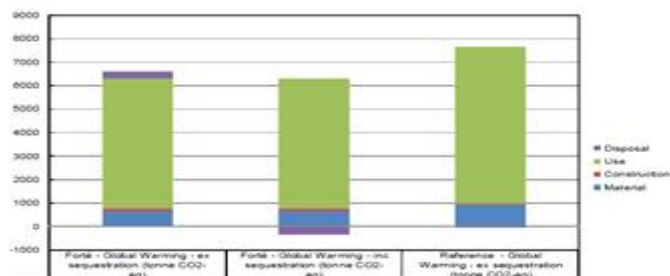
- Nolte GmbH & Co. KG의 독일 기업은 MDF 원료의 50% 이상을 폐MDF를 재섬유화하여 사용 중
 - * 압력용기와 고온의 수증기 또는 화학약품으로 처리하 재섬유화

□ 호주의 목조 고층 건축물 축조 및 전과정 평가 사례

- 공학목재(CLT, Cross Laminated Timber)를 이용하여 10층 목조 아파트 (멜버른)를 축조(10주소요) 하고 전과정평가(LCA) 수행
 - 콘크리트 아파트에 비해 21.6%의 온실가스 저감 효과가 있음(50년 기준)



<Forte 아파트 전경>



<전과정단계별 지구온난화 영향결과>

□ 독일의 패시브하우스 설계 기술 및 보급 정책

- 패시브하우스 성능 기준
 - 바닥면적 1m²당 난방에너지 요구량 연간 15 kWh 이하
 - 건물 외피의 열관류율 : 0.15 W/m²k 이하, 환기율 : 0.6/h 이하
- 패시브하우스 인증체계 도입 및 건축 시 은행의 저금리 대출 등의 장려 정책을 통해 패시브하우스 보급 확대
 - * 2010년 기준 프랑크푸르트 패시브하우스 1,000가구 달성

주요국의 HWP 반감기

□ IPCC 2003 우수실행지침에서 제공하는 주요국의 HWP 반감기

국가/지역	HWP 종류	사용 반감기(년)	매년 손실량(fD j) (ln(2)/반감기(년))
기본	제재목	35	0.0198
	베니어, 합판, 건축용 패널	30	0.0231
	비건축용 패널	20	0.0347
	종이	2	0.3466
핀란드	제재목, 합판(제품의 인벤토리 변화량 기초)	30	0.0231
	제재목, 합판 평균	50	0.0139
	기계펄프로 생산한 종이	7	0.0990
	화학펄프로 생산한 종이	5.3	0.1308
	종이 평균	1.8	0.38851
	신문, 가정, 위생 용지	0.5	1.3863
	골판지, 보드	1	0.6931
	고급용지와 인쇄용지 80%	1	0.6931
	고급용지와 인쇄용지 20%	10	0.0693
네덜란드	종이	2	0.3466
	포장상자	3	0.2310
	파티클보드	20	0.0347
	제재목 평균	35	0.0198
	제재목-가문비, 포플러	18	0.0385
	제재목-오크, 너도밤나무	45	0.0154
미국	제재목	40	0.0173
	건축 패널	45	0.0154
	비건축 패널	23	0.0301
	종이(무료신문)	6	0.1155
	기타종이	1	0.6931

□ 유럽산림연구소의 이용분야별 목제품 기대수명

이용분야	수명(년)	이용분야	수명(년)	이용분야	수명(년)
건축재	50	목재가구	16	프린터물	1
기타 건축자재	16	포장재	1		
건축가설재	1	인쇄물	4		

□ 프랑스의 품목별 목제품 기대수명

품목	수명	품목	수명	품목	수명
건축물	75년	우드칩	2달	옥외가구	5년
바닥재	40년	흑액	-	침대	13년
가벽(Interior arrangement)	15년	산업용 보일러 목재	1달	운송용 대형 나무상자	1달
joinery(소목장 목공가구)	20년	제재소 목재소각	2달	포장재(heavy duty packaging)	5년
외장재	40년	의자	13년	포장재(Barrel)	8년
침목(sleepers)	40년	사무용가구	10년	골판지	6달
기둥(poles)	30년	부엌장식장	25년	그래픽용 종이	16달
장작	2년	가구	20년	기타 종이	1달

산림탄소상쇄제도 개요

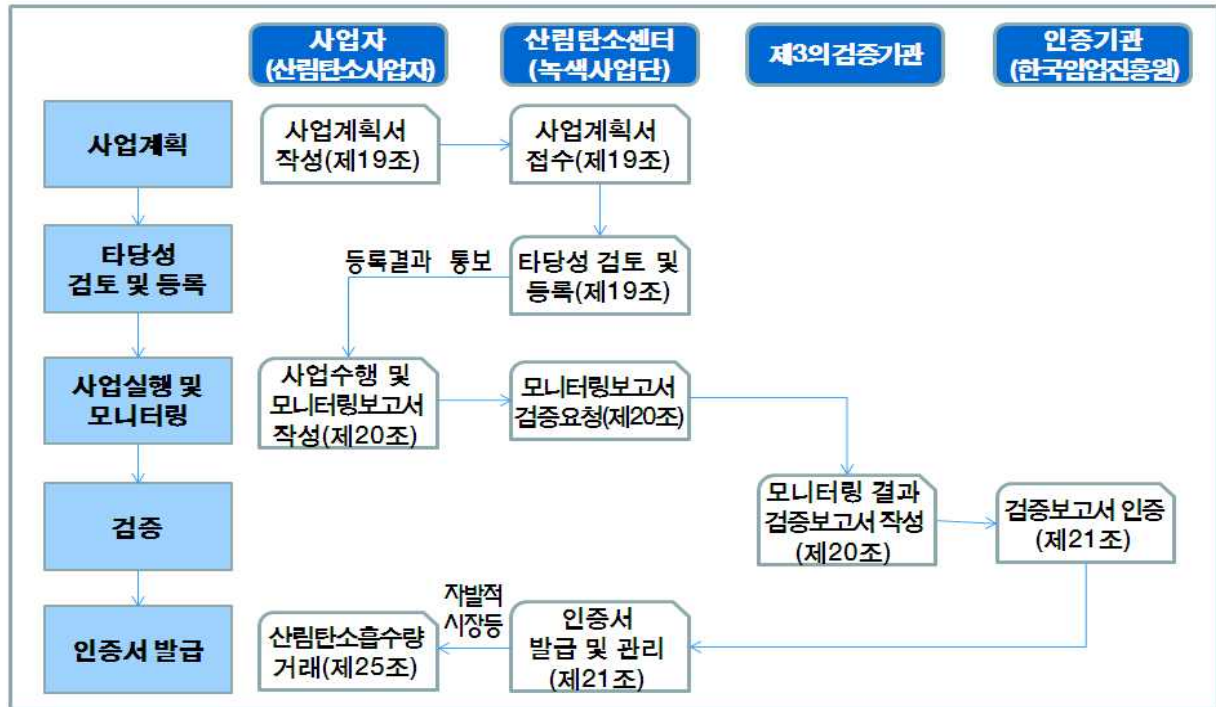
□ 도입 배경 및 추진 경과

- (배경) 산림의 탄소흡수 기능을 유지하고 증진함으로써 기후변화에 대응하고 저탄소 사회 구현에 이바지하고자 탄소흡수원법 제정
- (경과) 산림탄소상쇄 시범운영('11~'12) → 탄소흡수원법 제정('12.2) 및 시행('13.2) → 산림탄소상쇄 운영표준 제정('13.5) → 제도 설명회('13.6~7) → 산림탄소상쇄사업 등록 중(계속)
- (정의) 사업자가 자발적으로 탄소흡수원 유지 및 증진 활동을 통해 확보한 산림탄소흡수량을 온실가스 감축에 사용하는 것

□ 관련 기구의 업무 관할

- (산림탄소센터) 산림탄소상쇄제도 실무 담당 기구
 - 산림탄소상쇄사업 접수 및 타당성평가를 통한 사업 등록
 - 검증기관 지정·운영, 산림탄소흡수량 인증서 발급 등
- (검증기관) 산림탄소상쇄사업 모니터링 결과 검증
 - 저탄소녹색성장 기본법, 온실가스 배출권거래제법에 따라 환경부 장관이 지정·고시한 기관 중 산림탄소센터장이 운영
- (한국임업진흥원) 산림탄소흡수량 인증

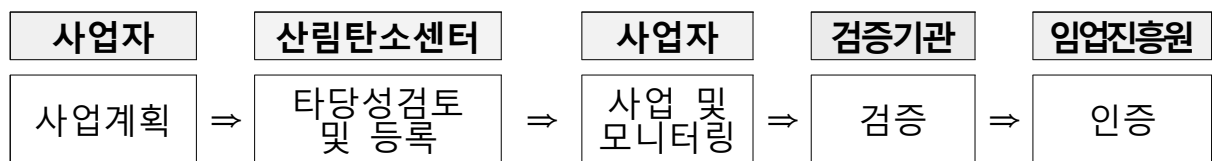
□ 사업추진 절차



참여 유형 및 사업 유형

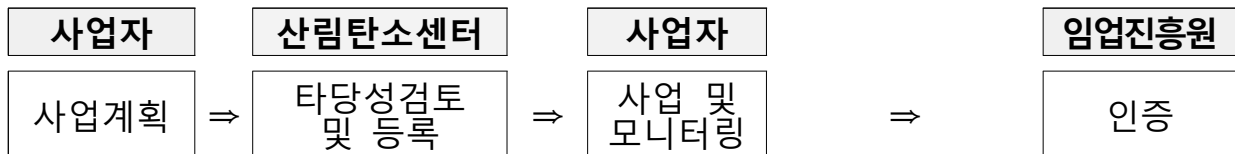
□ 참여 유형

○ (거래형) 산림탄소흡수량을 거래할 수 있는 유형



○ (비거래형) 산림탄소흡수량을 홍보 등의 목적으로 사용하는 유형

* 거래형보다 완화된 기준을 적용하며 모니터링 결과에 대한 검증 절차 생략



□ 사업 유형

- (신규/재조림) 산림이 아닌 지역에 인위적인 식재·파종 및 천연갱신 유도를 통해 산림을 조성하는 사업
 - 신규조림 대상지 : 최소한 과거 50년 동안 산림이 아니었던 토지
 - 재조림 대상지 : 본래 산림이었다가 다른 용도로 전용되어 1989년 12월 31일 이전까지 산림이 아니었던 토지
 - * 비거래형의 경우 사업 추진 시 산림이 아니었던 지역으로 완화
- (산림경영) 산림을 지속가능한 방식으로 경영함으로써 산림의 탄소흡수량을 증대시키는 사업
 - 거래형 : 산림경영 계획 또는 산림 인증을 획득한 산림
 - 비거래형 : 사업 추진 시 산림 경영이 가능한 산림
- (목제품이용) 산림경영을 통해 수확된 원목이나 이를 가공하여 생산된 목제품을 이용하는 사업
 - 거래형 : 국내에서 생산된 목재를 활용할 것
 - 비거래형 : 해외에서 수입한 목재 활용 가능
- (산림바이오매스 에너지 이용) 화석연료를 산림바이오매스 에너지로 대체함으로써 온실가스 배출량을 줄이는 사업
 - 거래형 : 국내산 산림바이오매스 에너지를 활용
 - 비거래형 : 해외에서 수입한 산림바이오매스 에너지 활용 가능
- (복합형 사업) 두 가지 이상의 개별 사업을 연계하여 추진하는 사업
 - 산림경영 등을 통해 발생한 임목부산물을 이용하여 산림바이오매스 에너지로 활용하는 사업
 - 산림경영 등을 통해 발생한 임목을 이용하여 생산한 목제품을 활용하는 사업

부록9

국내외 배출권 거래제도 일반 사항 비교

구분		EU-ETS	RGGI	CA-ETS	A-CPM	NSW-GGAS	J-VETS	K-ETS
제 도 일 반 사 항	full name	EU Emissions Trading Scheme	Regional Greenhouse Gas Initiative	California's Cap-and-Trade Program	Australian Carbon Pricing Mechanism	New South Wales Greenhouse Gas Reduction Scheme	Japan Voluntary Emissions Trading Scheme	한국 배출권거래제
	유형	할당-상쇄 (배출권 거래제)	할당-상쇄 (배출권 거래제)	할당-상쇄 (배출권거래제)	할당-상쇄 (배출권거래제)	할당-상쇄 (배출권거래제)	할당-상쇄 (배출권거래제)	할당-상쇄 (배출권거래제)
	개요	EU 국가 내 산업체들이 EU의 온실가스 감축목표에 근거하여 배출권을 할당받고 이를 서로 거래하는 제도	미국의 북동부 10개주가 발전 전력 25MW 이상의 화력 발전소를 대상으로 할당량을 설정하고 배출권을 거래하는 제도(10개 주 중에서 뉴저지가 빠져 9개 주가 됨)	캘리포니아 지역의 온실가스 감축목표를 위해 실시하는 온실가스 배출권거래제	호주 내에서 온실가스 배출량에 대해 가격을 매겨 거래하게 하는 제도	전력생산으로 발생하는 온실가스 배출량의 절감을 위한 배출권거래제도	일본의 감축목표(2020년까지 2005년 대비 25% 감축) 달성을 위한 자발적 배출권거래제도	정부가 개별 배출업체에 온실가스 배출 허용량을 할당하고 시장 메커니즘을 통해 감축의무를 달성하게 하는 제도
	시작연도	2005	2009	2012	2012	2003 (2012년에 종료)	2005	2015
	총괄기관	유럽 30개국 정부 연합	9개 미국 주정부	캘리포니아 주정부	호주 정부	Independent Pricing and Regulatory Tribunal (IPART)	일본 환경성(MOEJ)	환경부

	산업분야 포함 여부	별도 감축 표준 없음	O (조립)	O (조립/도시립)	별도 감축 표준 없음	O (조립/제조립)	별도 감축 표준 없음	별도 감축 표준 없음
	대상	발전용량 20MW 이상의 발전소, 정유, 철강, 시멘트 업체 등	발전용량 25MW 이상의 발전소	연간 25,000tCO ₂ e 이상 온실가스 배출전력 생산업체	연간 25,000tCO ₂ e 이상을 배출하는 시설의 소유자	전력사용량이 100GWh 이상인 사업체 및 전력 생산/공급자	타 의무 배출권거래제에 참가하지 않는 법인	목표관리제 대상업체 중 최근 3년간 온실가스 연평균 배출량이 125,000tCO ₂ e 이상이거나 25,000tCO ₂ e 이상인 사업장을 소유한 업체
	자발성 (의무/자율)	의무	의무	의무	의무	의무	자율	의무
	법적규제 (규제/비규제)	규제	규제	규제	규제	규제	비규제	규제
	적용표준 (standard)	별도 감축 표준 없음	고유방법론 활용 상쇄사업만 인정 (RGGI Quantification protocols)	고유방법론 활용 상쇄사업만 인정 (CARB-approved protocols)	별도 감축 표준 없음	고유방법론 활용 상쇄사업만 인정	별도 감축 표준 없음	별도 감축 표준 없음
	거래단위	배출권(EUA)	배출권(RGA)	배출권(CCA)	배출권 (Carbon Unit)	배출권(NGAC; tradable/LUAC; non-tradable)	배출권(JPA)	배출권
	시장규모 (등록PJ수/ 거래량)	('11년 기준) - 연 거래량: 7,853MtCO ₂ e - 거래 금액: 147,848 m\$	('11년기준) -연 거래량: 120MtCO ₂ e -거래금액: 249m\$	('11년기준) -연 거래량: 4MtCO ₂ e -거래금액:63m\$	('15년부터 거래 예정)	('09년기준) -연 거래량: 34MtCO ₂ e, -거래금액117m\$	('12년기준) -연 거래량: 30,481tCO ₂ e -거래건수46건	('15년부터 거래 예정)

부록10

국내외 자국 내 상쇄 표준 제도 일반 사항 비교

구분		WCC	CFI	J-VER	J-CDM	K-VER	농업탄소상쇄	산림탄소상쇄 (사회공헌형거래형)
제도 일반 사항	full name	Woodland Carbon Code	Carbon Farming Initiative	Japan Verified Emission Reduction	Japan Clean Development Mechanism	Korea Voluntary Emission Reduction	농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업	사회공헌형 산림탄소상쇄제도 (거래형, 비거래형)
	유형	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)
	개요	국가기준에 맞는 엄격한 기준과 관리의 삼림조성을 통해 영국의 탄소배출량 감축 뿐만 아니라 지속 가능하고 생태계를 보호하는 발전을 도모	호주의 온실가스 배출을 줄이고 농업인들에게 부가적인 수익을 창출하기 위한 제도	일본 내 탄소상쇄를 촉진시키는 기반구축 및 통합을 목적으로 제정된 자발적인 온실가스 감축 프로그램	대기업의 자금 및 기술지원을 통해 중소기업의 자발적 감축활동을 유도한 대표적인 대·중소 상생 협력 프로그램	국내 최초의 자발적 감축사업 인증제도	감축실적의 정부구매를 통해 농업부문의 자발적인 온실가스 배출 감축 활동을 지원	지방자치단체의 장이나 사업자가 사회에 공헌하기 위해 자발적으로 산림 탄소흡수원을 유지하고 증진시킨 양을 정량화하여 거래함
	시작연도	2011	2011	2008 (2013년에 종료)	2008 (2013년 상반기 종료 예정)	2005	2011(시범사업)	2011(시범사업)
	총괄기관	forestry commission	DAFF: 호주 농림부	일본 환경성	일본 경제산업성	산업자원통상부 (에너지관리공단)	농림축산식품부 (농업기술실용화 재단)	산림청 (녹색사업단산림 탄소센터)
	산림분야 포함 여부	O (재조림/ 산림경영/ 산림보호)	O (조림/산림경영)	O (조림/산림경영)	O (바이오매스)	X	O (바이오매스)	O(조림&재조림/산림 경영/바이오매스/목제품)

	대상	제한 없음	제한 없음	제한 없음	중소기업 및 '자주행동계획'에 참가하지 않는 대기업	제한 없음	제한 없음(단 사업으로 인한 수혜자에 농업인이 포함)	제한 없음
	자발성 (의무/자율)	자율	자율	자율	자율	자율	자율	자율
	법적규제 (규제/비규제)	비규제	비규제	비규제	비규제	비규제	비규제	비규제
	적용표준 (standard)	고유방법론만 사용	고유방법론만 사용	고유방법론만 사용	고유방법론만 사용	고유방법론 및 CDM 방법론	(규정 없음)	고유산정방법만 사용 (운영표준)
	거래단위	크레딧(WCU)	크레딧	크레딧	크레딧	크레딧(K-CER)	크레딧	산림탄소흡수 거래단위
	시장규모 (등록PJ수/ 거래량)	('12년 기준) -총 사업등록: 19건 -연 거래량(pCER): 0.1MtCO ₂ e	('12년 기준) -총 사업등록: 22건 -연 거래량: 4MtCO ₂ e	('12년 기준) -총 사업등록: 242건 -연 거래량: 0.4MtCO ₂ e	('08년 기준) 2,136개 업체 참가	('12년 기준) -총 사업등록: 323건 -연 거래량: 0.1MtCO ₂ e	('12년 기준) -시범사업등록: 5건	('13년9월 기준) -시범사업등록: 4건 -일반사업등록: 1건

부록11

국제 상쇄 표준 비교

① 일반 현황 비교

구분		CDM	VCS	CCX	GS	CAR	ACR	Plan Vivo
제도 일반 사항	full name	Clean Development Mechanism	Verified Carbon Standard	Chicago Climate Exchange	Gold Standard	Climate Action Reserve	American Carbon Registry	Plan Vivo
	유형	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)	상쇄 (프로젝트형)
	개요	교토의정서 부속서 I 국가가 비부속서 I 국가에서 온실가스 감축사업을 수행하여 달성한 실적을 부속서 I 국가의 감축목표 달성에 활용할 수 있도록 하는 제도	탄소감축 프로젝트를 개발하여 크레딧을 획득하는 자발적인 온실가스 감축 프로그램; CDM 보다 완화된 상쇄기준을 적용하여 자발적 시장에서 가장 널리 활용	탄소감축방식에 대한 가치를 부여하는 자발적인 탄소Offset 제도	탄소감축 프로젝트를 개발하여 크레딧을 획득하는 자발적인 온실가스 감축 프로그램; CDM 프로세스 확장 및 개선에 따른 공동이익을 증가시키려는 목적으로 설립	북미 탄소상쇄배출권(거 래시스템)이며 CAR 체제 하에서 시행되는 탄소상쇄사업	환경을 위한 엄격한 기준을 가지는 탄소감축 프로그램	온실가스 배출 감축, 생물다양성 증진, 개도국 국민 생계 지원 등 다양한 가치를 고려하는 소규모 LULUCF 사업을 위한 사업방법론 제공
	시작연도	2003	2007	2003	2003	2008	1996	1994
	총괄기관	CDM 집행위원회 (UNFCCC)	VCS협회	CCX 집행위원회	GS 협회(WWF 등 80여개 NGO)	Climate Action Reserve	Winrock International	플랜비보 재단
	산림분야 포함 여부	O (조림/재조림, 바이오매스)	O (REDD, 조림, 바이오매스)	O (조림/재조림)	O (조림/재조림, 산림경영)	O (재조림, 산림경영, 바이오매스)	O (재조림, 산림경영)	O (조림/재조림, REDD)
	대상	제한 없음 (비의무부담국)	제한 없음	제한 없음	제한 없음	제한 없음	제한 없음	제한 없음 (개도국 국민이 participants로 포함)

	자발성 (의무/자율)	자율	자율	자율	자율	자율	자율	자율
	법적규제 (규제/비규제)	비규제	비규제	비규제	비규제	비규제	비규제	비규제
	적용표준 (standard)	고유방법론만 사용	고유방법론 및 CDM 방법론	고유방법론 및 CDM 방법론	고유방법론 및 CDM 방법론	고유방법론만 사용	고유방법론만 사용	고유방법론만 사용
	거래단위	크레딧(CER)	크레딧(VCU)	크레딧 (GGEA, CEO)	크레딧 (VER, CER)	크레딧(CRT)	크레딧(ERT)	크레딧(PVC)
	시장규모 (등록PJ수/거 래량)	(‘12년기준) -총 사업등록: 6,755건 -연 거래량(pCER): 173MtCO ₂ e	(‘12년기준) -총 사업등록: 935건 -연 거래량: 34MtCO ₂ e	(‘12년기준) -총 사업등록: 343건 -연 거래량: 8MtCO ₂ e	(‘12년기준) -총 사업등록: 226건 -연 거래량: 9MtCO ₂ e	(‘12년기준) -총 사업등록: 177건 -연 거래량: 6.7MtCO ₂ e	(‘12년기준) -총 사업등록: 68건 -연 거래량: 0.5MtCO ₂ e	(‘12년기준) -총 사업등록: 8건 -연 거래량: 0.3MtCO ₂ e

② 국제 상쇄표준 제도 상쇄표준 요소 비교

구분				CDM	VCS	CCX	GS	CAR	ACR	Plan Vivo
상 쇄 표 준	감축량 산정 기준	사업 적격성	사업 지역	비부속서1 국가 내	전 세계	전 세계 (EU-ETS회원 국제외)	전 세계	전 세계	전 세계	개발도상국
			사업 규모 구분	small scale 사업이 따로 있고 이에 대한 구분은 사업 유형마다 다름	-사업규모에 대한 상한이나 하한 없음 일반사업은 300,000tCO ₂ e/yr 이하, large 사업은 300,000tCO ₂ e/yr 이상 -사업규모에 따라 검증 요구조건이 달라짐	별도 구분 없음	-사업규모에 대한 상한이나 하한 없음 마이크로사업은 5천tCO ₂ -e/yr 이하, small사업은 5,000~60,000tCO ₂ -e/yr, large사업은 60,000tCO ₂ -e/yr 이상 -마이크로사업은 타당성평가 및 검증비용 지원이 있으며, 타당성평가가 상대적으로 단순함	별도 구분 없음	별도 구분 없음	별도 구분 없음
			사업 참여 형태	-pCDM사업 -번들링 사업 *pCDM, 번들링 사업 등은 사업절차 및 행정비용 등에서의 혜택이 있음	Grouped project(CDM의 PoA와 유사한 개념) 개념 있음: 검증 시 샘플링으로 진행	Aggregator의 개념이 있음	Grouped project(CDM의 PoA와 유사한 개념) 개념 있음	번들링 개념 있음 (단 프로토콜에 따라 다름)	번들링 개념이 있어(aggregation) 행정비용 등 혜택 있음 (AFOLU 프로젝트에 한함)	-scale up: pCDM과 유사한 제도 -규모에 상관없이 참여 가능하며 scale up을 통해 프로젝트

										크기를 키울 수 있게 하여 제도 활성화 유도
			인증 유효 기간 (시작일)	등록일 이후여야 함 (사업시작일이든 등록일이든 나중의 것으로 유효기간의 시작일 설정, 등록 전 탄소감축이 일어나도 CER로 인정되지 않으나 VER로 사용 가능)	(AFOLU의 경우) 2002년1월1일 이후여야 함	2003년 이후여야 함	2006년 1월 1일 이후여야 함	-각 프로젝트의 프로토콜에 따름 (인증유효기간 시작일과 사업 시작일이 같음) -단 타당성평가가 따로 없고, 등록 후 30개월 내로 첫 검인증을 받아야 함	2002년1월1일 이후여야 함 (단 산림 관련 프로젝트는 프로젝트별로 별도 판단 가능)	별도 규정 없음(단 ex-ante 크레딧을 발급하므로, 등록 이후만 가능)
	모니터링/검인증	검증기관 지정/선정 방법		CDM EB의 결정에 따라, 신청기관 중 일정요건이 갖추어졌다고 판단되는 경우 타당성평가와 검인증 능력을 구분하여 지정됨	CDM DOE 등록기관 또는 ANSI 등록기관일 경우 VVB로 인정	CCX 집행위에 Auditor로 별도 등록	CDM DOE 등록 기관	-검증을 위한 ISO14065 등의 자격을 갖추었을 것 -최소 2명이상의 검증심사원이 있을 것	-ACR 별도 등록검증기관 -또는 CDM, JI, ANSI 등록기관	CDM, FSC 등에 의해 인증 받은 경우 검증기관으로 인정

③ 국제 상쇄표준 제도 시장 운영 요소 비교

구분				CDM	VCS	CCX	GS	CAR	ACR	Plan Vivo
시장 및 체계	구성 요소	공급자	사업자	제한 없음	제한 없음	제한 없음	제한 없음	제한 없음	제한 없음	사업자(지역 주민들)와 함께 지역 NGO 등이 Project Coordinator 역할을 수행함
		매개	거래소	-ECX, Bluenext 등; 장내거래 -OTC; 장외거래	-Climex 등; 장내거래 -OTC; 장외거래	(기존에는 등록부와 함께 고유거래시스템 -CCX Trading Platform-이 존재 했음) 현재는 OTC 거래	-Climex, CTX 등; 장내거래 -OTC; 장외거래	-CTX, CCFX, Green Exchange 등; 장내거래 -OTC; 장외거래	-CTX 등; 장내거래 -OTC; 장외거래	-CTX 등; 장내거래 -OTC; 장외거래
			브로커 등 매개인	별도 자격조건 없음	별도 자격조건 없음	별도 자격조건 없음	별도 자격조건 없음	별도 자격조건 없음 / 홈페이지 내 retailer, wholesaler, broker 업체 명시 및 개인의 투자에 부적합하다고 명시	별도 자격조건 없음	별도 자격조건 없음
	정책/ 규제	정책	이익배분 (기타 인센티브)	별도의 인센티브 제도 없음	별도의 인센티브 제도 없음	별도의 인센티브 제도 없음	별도의 인센티브 제도 없음	별도의 인센티브 제도 없음	별도의 인센티브 제도 없음	직접적인 funding은 없음 / climate Funds Update 등 다른 funding site 연결

			기타 제도 마케팅	프로젝트의 사진 콘텐츠를 열어 일반인들에게 친근함 유도	별도 제시 없음	-(과거 거래제 시행 당시) 참가 기업들에게 membership 및 로고 부여	별도 제시 없음	-일반 교육, Project Developer, Verifier 대상 교육 제공	-연간 ACR's Climate Leadership, ACR Corporate Excellence, ACR Commitment to Quality award 등 시상	별도 제시 없음
		규제	거래규제 (투명성 유지, 가격조절 등)	별도의 가격/거래규제 정책 없음	별도의 가격/거래규제 정책 없음	별도의 가격/거래규제 정책 없음	별도의 가격/거래규제 정책 없음	별도의 가격/거래규제 정책 없음	별도의 가격/거래규제 정책 없음	별도의 가격/거래규제 정책 없음
		제도 연계	시장/타 제도 연계	교토메커니즘에 서 사용 가능	별도 제시 없음	별도 제시 없음	별도 제시 없음	CA-ETS에서 상쇄실적으로 인정	CA-ETS에서 상쇄실적으로 인정	별도 제시 없음

부록12
세계 산림탄소거래 가격(Ecosystem Marketplace, '13)

구분	주요 내용	평균 거래량	평균 가격
ACR(American Carbon Registry)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1996년에 Windrock International이 설치 ○ 2012년 캘리포니아의 Cap-and-trade 프로그램에 포함되어 운영 중 ○ 신규/재조림, REDD, 습지 등 포함 	3.2Mt	\$7.4
CarbonFix Standard	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신규/재조림, 천연 갭신, 혼농임업 등 포함 ○ 2012년 Gold Standard Foundation과 연계 	0.5Mt	\$13.3
CAR(Climate Action Reserve)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국과 일부 멕시코에서 적용 가능 ○ 2012년 캘리포니아의 Cap-and-trade 프로그램에 포함되어 운영 중 	4.2Mt	\$7.7
Plan Vivo Standard	<ul style="list-style-type: none"> ○ LULUCF(신규/재조림, REDD) 방법론 ○ 1994년 Plan Vivo 재단에서 설치 	1.4Mt	\$7.6
VCS(Verified Carbon Standard)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 20005년에 Climate Group에서 설치 	43Mt	\$6.5
CCB Standards(Climate, Community& Biodiversity)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토지에 기반한 탄소감축 및 생물 다양성 증진을 위한 방법론 ○ 2012년 CCBS와 VCS가 연계되어 사업을 공동 승인하기도함 	36Mt	\$9.5
BMV(Brasil Mata Viva)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경서비스에 대한 지불 기준안에 산림탄소가 포함되어 있음 	5Mt	\$12
CFI(Carbon Farming Initiative)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 호주의 온실가스를 줄이고 농림업인에게 수익을 창출하기 위한 제도 ○ 신규/재조림, 산림경영, 혼농임업 등 	3.1Mt	\$13.5
J-VER(Japan Emissions Reduction Scheme)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2005년부터 일본 환경성에서 추진 ○ 신규/재조림, 산림경영 등 포함 	0.3Mt	\$115
PFSI(NZ Permanent Forest Sink Initiative)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1990년 1월1일 이후 조성된 산림이 흡수한 탄소에 AAUs 발급 ○ 최소 50년 동안 벌채 불가 	1.5Mt	\$10.6
PCS(Pacific Carbon Standard)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pacific Carbon Trust에서 설치 	1.2Mt	\$25
WCC(Pacific Carbon Standard)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 영국의 Forestry Commision에서 2011년 출범 	0.6Mt	-

□ 제도별 고유 탄소등록부 운영 사례

- (CDM) UNFCCC 웹사이트 내 CDM 고유 등록부를 구축·활용중
 - 크레딧 거래는 ECX, Bluenext 등의 거래소에서 취급하나, 대부분 OTC(장외거래)로 이루어짐
- (CCX) 고유 등록부를 운영하고 있으며, 기존 등록부와 연동되는 고유 거래 시스템(CCX Trading Platform)이 존재했으나 현재 폐쇄
- (CAR) CAR 홈페이지 내 고유 등록부를 운영하여 CAR 사업의 정보를 제공, 사업의 투명성과 신뢰도를 보장
 - 크레딧 거래는 CTX, CCFX, Green Exchange 등의 거래소에서 해당 크레딧을 취급하고는 있으나 대부분의 거래는 OTC로 이루어짐

□ 공동으로 사용할 수 있는 등록부를 활용하는 사례

- (VCS) Markit 등록부와 APX 등록부를 이용하며, VCS 협회에서 자료를 통합 관리해 크레딧 거래의 투명성을 보장
 - 크레딧 거래는 Climex, CTX 등의 거래소에서 취급하나, 대부분의 거래는 OTC로 이루어짐
- (GS) Markit 등록부를 이용하며, 크레딧 거래는 Climex, CTX 등의 거래소에서 취급하나 대부분 OTC로 이루어짐
- (Plan Vivo) Markit 등록부를 이용하며, 크레딧 거래는 CTX 등의 거래소에서 취급하나 대부분 OTC로 이루어짐
- (WCC) '13.7월 이후 등록부가 Markit으로 이관되었으며, 등록부를 통한 OTC 거래만 진행
- (CFI) 호주 정부가 주관하는 ANREU 등록부를 사용하며, 별도의 거래소 없이 등록부를 통한 OTC 거래만 진행