



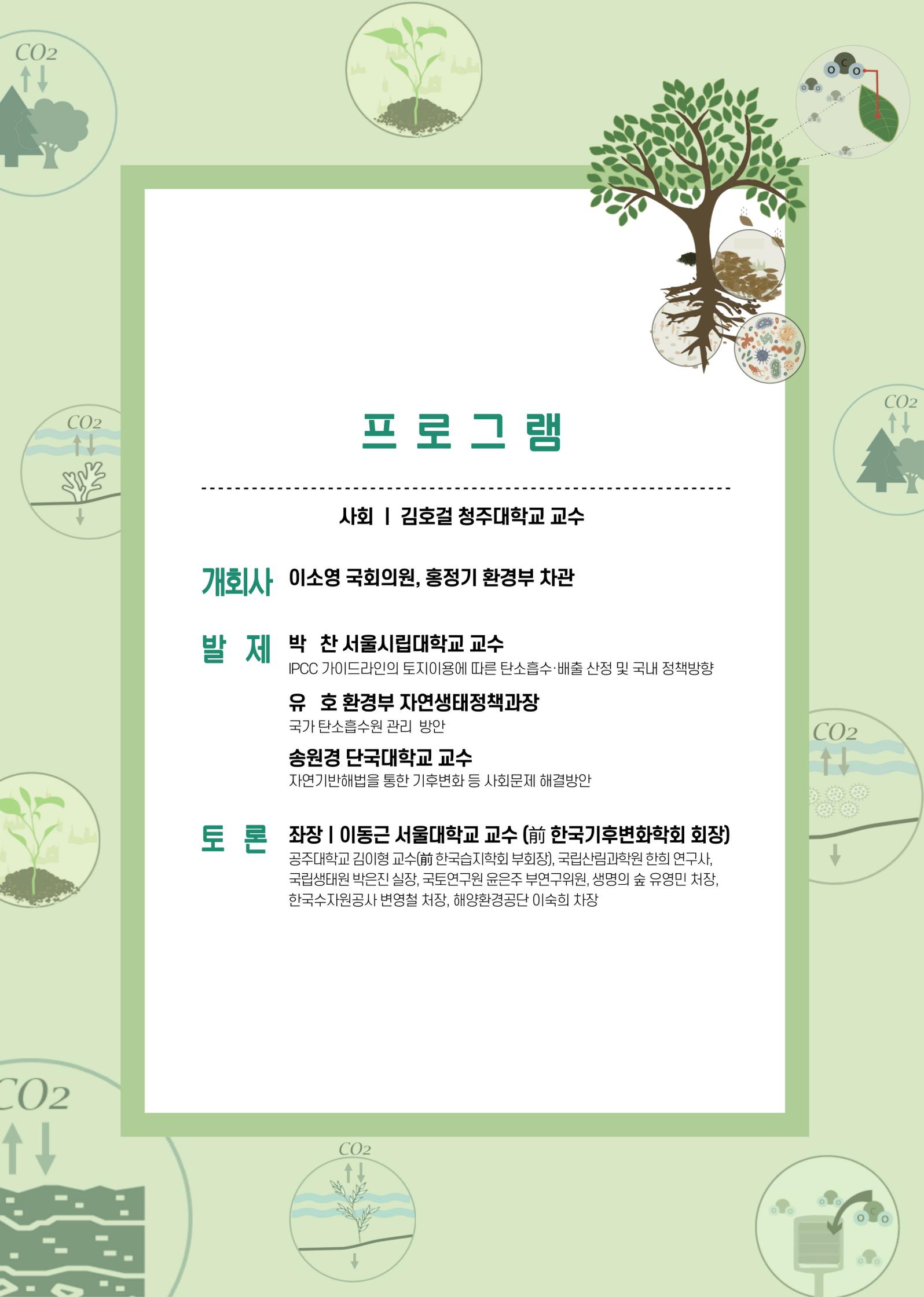
# 2050 탄소중립 실현을 위한 자연기반해법 포럼

2021년 8월 18일(수) 13:30-16:00  
YouTube (이소영TV, 환경부 채널) 동시 생중계

zoom 회의 ID: 838 8160 6344 비번: 204204

자연기반해법(Nature-based solution)이란, 생태계를 보호하고, 지속가능하게 활용, 관리 및 복원하여 기후변화 등 사회문제를 효과적이고 유연하게 다루는 것을 말합니다.

이소영 국회의원(더불어민주당 탄소중립특별위원회 위원), 환경부 공동 주최



# 프로그램

사회 | 김호걸 청주대학교 교수

**개회사** 이소영 국회의원, 홍정기 환경부 차관

**발제** 박 찬 서울시립대학교 교수  
IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수·배출 산정 및 국내 정책방향

**유호** 환경부 자연생태정책과장  
국가 탄소흡수원 관리 방안

**송원경** 단국대학교 교수  
자연기반해법을 통한 기후변화 등 사회문제 해결방안

**토론** 좌장 | 이동근 서울대학교 교수 (前 한국기후변화학회 회장)  
공주대학교 김이형 교수(前 한국습지학회 부회장), 국립산림과학원 한희 연구사,  
국립생태원 박은진 실장, 국토연구원 윤은주 부연구위원, 생명의 숲 유영민 처장,  
한국수자원공사 변영철 처장, 해양환경공단 이숙희 차장

2050 탄소중립 실현을 위한 자연기반해법 포럼

# IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수· 배출 산정 및 국내 정책방향

2021.08.18  
박찬(서울시립대학교)

1

## C Contents

1. 배경
2. 탄소흡수원관련 국제규범의 변화흐름
3. IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인
4. 시사점

2

## ① 배경

- 2050 탄소중립이 새로운 국제사회 질서로 확립되면서 국가 경쟁력 제고를 위해 **각 부처별로 자연기반 온실가스 감축 전략 수립이 이루어지고 있음**
- 파리 협정의 당사자 회의의 역할을 수행하는 당사국총회가 채택한 지침에 따라 환경 보전 · 투명성 · 정확성 · 완결성 · 비교가능성 · 일관성을 증진하고, 이종계상 방지하는 노력이 요구되고 있음
- 기후변화기본협약(UNFCCC)에서 전지구 대기의 조성을 변화시키는 **인간의 활동이 직접적 또는 간접적으로 원인**이 되어 일어나고, 충분한 기간 동안 관측된 자연적인 기후변동성에 추가하여 일어나는 기후의 변화를 기후변화로 정의함
- 자연기반 온실가스 감축도 인위적 활동기반이라는 개념이 논의되기 시작함
- 따라서, 자연기반 온실가스 감축을 통한 탄소중립노력이 국제사회에서 인정받기 위해서는 국제사회의 규범 변화와 IPCC에서 작성된 온실가스 산정 가이드라인에 대한 검토를 통한 이해가 필요함

3

## ② 탄소흡수원관련 국제규범의 변화흐름

규범	특징
교토의정서(1997)	<p>토지이용, 토지이용 변화 및 임업(이하 LULUCF로 표기)의 개념이 채택되고, 활동과 관련된 용어가 정의됨</p> <p>-3조3항: 직접적인 인간 활동에 기인한 토지이용변화 및 임업(1990년 이후 신규조림, 재조림, 산림전용에 국한하는)의 결과로 나타난 온실가스 배출과 흡수의 순 변화는 부속서 I 국가들이 의무감축량을 준수하는데 활용될 수 있다.</p> <p>-3조4항: 직접적이고 인위적인 활동, 즉 식생복구, 산림관리, 경작지 관리 및 목초지 관리의 전체 혹은 일부로 인한 온실가스 배출원에 의한 인위적 배출량 및 흡수 계정 여부를 선택할 수 있다.</p>

4

2 탄소흡수원관련 국제규범의 변화흐름

규범	특징
마라케쉬 합의문 (2001)	<p>LULUCF에 대한 활동 관리(treatment)에 대한 원칙을 결정과 함께, 1차 공약기간에 대한 방법론 결정하고, IPCC에 방법론 작성을 요구함</p> <p>가. LULUCF 활동 처리는 건전한 과학적 기반에 근거한다.                  나. LULUCF 활동의 산정 및 보고에 있어 각 기간 방법의 일관성을 유지한다.                  다. 교토의정서 제3조1항에 명시된 목적은 LULUCF의 계정에 의해 변화하지 않는다.                  라. 단순한 탄소축적량은 계정에서 제외한다.                  마. LULUCF 활동의 이행은 생물다양성 보존 및 자연자원의 지속가능한 이용에 기여한다.                  바. LULUCF의 계정은 현 공약을 미래 공약기간으로 이전하는 것을 의미하지 않는다.                  사. LULUCF 활동에 따른 모든 흡수량(removal)은 적절한 시기 시점으로 설명된다.                  아. 계정을 함에 있어 (i) 산업화 이전 단계 이상의 이산화탄소 농도 증가로 인한 흡수량, (ii) 간접적인 질소강화로 인한 흡수량, (iii) 위임 연도 이전의 활동과 실행에 의한 영급 구조(age structure)의 동적 효과로 인한 흡수량은 제외한다.</p>

5

2 탄소흡수원관련 국제규범의 변화흐름

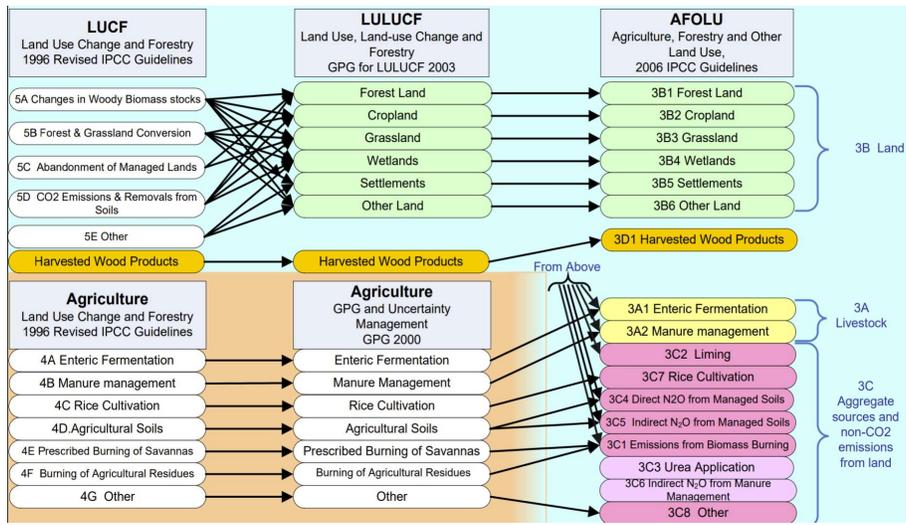
규범	특징
파리협정	<p>제4조</p> <p>-당사국의 적응행동 및/또는 경제 다각화 계획에서 발생하는 완화의 공동편익이 본 조항 하에서 감축 성과에 기여할 수 있다.                  -국가별 기여방안에 부합하는 인위적 배출과 제거를 설명 함에 있어서 당사국은 파리 협정의 당사자 회의의 역할을 수행하는 당사국총회가 채택한 지침에 따라 환경 보전·투명성·정확성·완결성·비교가능성·일관성을 증진하고, 이중계상 방지를 확실히 한다</p> <p>① IPCC 및 당사국총회에서 결정되는 방법론과 일치하도록 인위적 배출 및 흡수에 대해 산정                  ② NDC의 보고와 이행간의 일관된 방법론을 적용                  ③ 모든 배출원·흡수원을 포괄하도록 노력                  ④ 제외될 경우 이유를 설명해야 함</p> <p>제5조</p> <p>-산림을 포함하는 탄소흡수원의 보전 및 증진 행동을 이행할 것을 규정                  -완화와 적응의 공동접근과 같은 대안적 정책 접근 등을 강조</p> <p>제13조</p> <p>-인위적 활동에 의한 배출량과 흡수원을 통한 온실가스 감축의 국가 인벤토리를 주기적으로 보고할 것을 규정</p> <p>※인위적 활동에 의한 배출량 및 감축량의 산정을 위해서 추가적인 산정 규칙의 필요성이 제기됨</p>

6

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ Agriculture 및 LULUCF관련 가이드라인의 변화

- 국제규범 논의의 발전에 따라 지침이 변경됨
- 범주간 임의적 구분을 제거해서, 지침에 따른 데이터의 일관성을 높이고, 토지전환에 따른 일관된 처리가 가능



7

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 각 부문간 온실가스 인벤토리 작성 및 보고 가이드라인

- 온실가스 인벤토리는 에너지, 산업공정, AFOLU(농업,산림및기타토지이용), 폐기물로 구분
- 인벤토리를 작성할때는 데이터 수집, 불확실성을 확인, 방법론 선택, 주요 부분 설정, 시간에 따른 일관성 확인, QA/QC확인, 검증, 보고체계를 따름
- 우수이행지침 (GPG: Good Practice Guideline)은 불확실성을 관리하는 방법을 제안하고, 주요 배출원을 명시하고, 보고서의 투명성을 확보한 것을 의미함



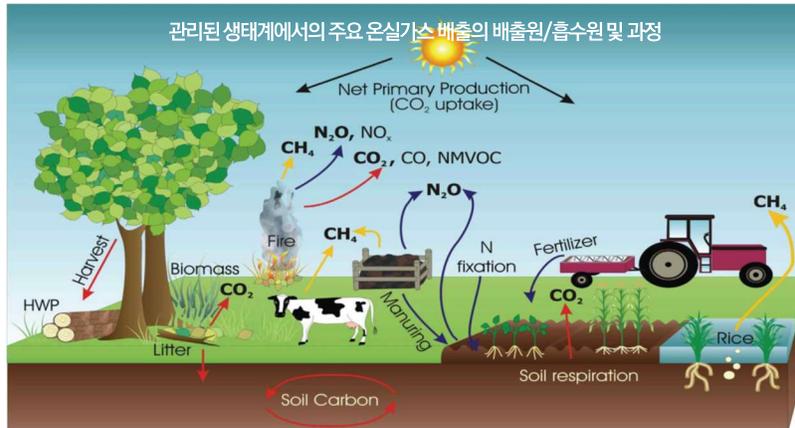
<부문별 인벤토리 작성 및 보고 가이드라인>

8

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ AFOLU 부문에서의 온실가스 배출 및 흡수관한 규정

- AFOLU의 주요 온실 가스는 CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O 및 CH<sub>4</sub>로 구성
- CO<sub>2</sub>는 주로 식물 광합성을 통한 흡수 및 유기물의 호흡, 분해 및 연소를 통한 배출
- N<sub>2</sub>O는 주로 생태계에서 질화 및 탈질소의 부산물로 배출
- CH<sub>4</sub>는 토양 및 분뇨 저장의 혐기성 조건에서 메탄 생성을 통해, 장내 발효를 통해, 유기물이 불완전 연소하면서 배출됨.



9

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 온실가스 산정 방법론에서의 주요 개념

- 인위적인 인간활동에 따른 온실가스 배출, 흡수는 주로 관리된 토지에서 발생하는 것으로 정의함 (GPG-LULUCF)
  - 자연적인 원인에 의한 배출과 흡수는 국지적이고, 단기적인 변동이 상당할 수 있음
  - 비관리지역의 온실가스 배출과 흡수에 있어서 자연적 요인은 시간과 공간에 따라 평균화되는 경향이 있기 때문에 관리지역만 산정함
- 관리된 토지(Managed land)는 인간의 개입 및 활동과 실행 활동을 통해 상품을 생산하고 생태학적이거나 사회적 기능을 수행하는 데 사용되어 온 토지를 뜻함.
- 토지이용의 구분은 산림지, 농경지, 초지, 습지, 정주지, 기타로 구분함(IPCC 2006 Guidelines)
  - 산림지 : GHG 인벤토리에서 산림 지 정의에 사용되는 임계값과 일치하는 목본식물이 있는 모든 토지
  - 농경지 : 경작지, 산림지 범주의 하위 농업 임업시스템
  - 초지 : 경작지로 간주되지 않은 방목지, 목초지
  - 습지 : 연중 전체 혹은 일부 동안 물로 덮이거나 포화된 토지
  - 정주지 : 사람이 사는 주거지로 운송 인프라 및 모든 규모의 개발된 토지 포함
  - 기타 토지 : 노출된 토양, 암석, 얼음, 관리되지 않은 토지 등 모든 범주의 토지 포함
- 각 토지별로 모든 탄소저장고(지상부 및 지하부 바이오매스, 고사유기물(낙엽층, 고사목), 토양탄소, 수확된 목재제품(HWP))를 고려하여 탄소축적변화 산정함
- 이산화탄소의 제거는 식생에 의해서 공기중에서 흡수와 유기물 형태로 저장된 것을 의미함

10

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ AFOLU 내의 방법에 대한 tier의 정의

- 일반적으로 더 높은 수준의 tier 이동은 인벤토리와 잔여불확도의 정확도를 향상시키지만, 필요한 복잡도와 자원은 증가하는 경향이 있음. 필요시, tier를 조합해 사용할 수 있음.

Tier 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tier 1은 지침에서 제공되는 방정식이나 변수 기본값(예: 배출과 축적량 변화 계수)을 대상으로 사용하기 위해 가장 단순하게 고안되었으며, 국가별 활동도 자료가 필요함.</li> <li>• 그러나 공간적으로 정밀하지는 않지만 세계적으로 이용가능한 자원으로서의 활동도 자료 산정값(예: 산림 개간 비율, 농업 생산 통계, 국제적 토지 지도, 비료 사용, 가축 수 자료 등)도 이용이 가능.</li> </ul>
Tier 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tier 2는 Tier 1과 같은 동일한 방법론적 접근을 사용할 수 있지만, 가장 중요한 토지이용이나 가축 카테고리 에 대해 국가별, 지역별 자료에 근거한 배출량과 축적량 변화 계수를 적용한다.</li> <li>• Tier 2에서는 더욱 정확한 국가 정의계수와 부합되기 위해서 높은 수준의 시간적, 공간적 분해와 더 많이 분해된 활동도 자료를 사용한다.</li> </ul>
Tier 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tier 3에서는 더 높은 단계의 방법이 사용되는데, 여기에는 시간에 걸쳐 반복되고, 높은 해상도의 활동도 자료에 의해 도출되고, 하위 국가 수준에서 분해된 국가 환경을 설명하는 데 맞춰진 모델과 인벤토리 측정 시스템이 포함된다.</li> <li>• Tier 3는 더 큰확실도 산정값을 제공한다. 그러한 시스템에서는 몇 가지 유형의 모니터링 활동을 통합하여, 규칙적 시간 간격, 연령에 대한 GIS 기반 시스템, 종류/생산 자료, 토양 자료, 토지이용 및 관리 활동도 자료에 따라 반복된 포괄적인 현장 시료 채취 활동을 포함한다. 토지이용 변화가 일어나는 일부 토지에 대해서는 대체로 적어도 통계적으로 시간의 흐름에 따라 추적될 수 있다. 대부분의 경우 이러한 시스템은 기후 의존성을 가지고 있으므로, 연간 다양성을 지닌 배출원 산정값을 제공한다. 동물의 유형, 연령, 몸무게 등에 따른 가축 수에 대한 세부적인 분류를 사용할 수 있다.</li> <li>• 해당 모델에 대해서는 질적 점검, 심사, 입증 작업을 수행해야 하고, 철저히 문서화되어야 한다</li> </ul>

11

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 온실가스 산정 방법론에서의 주요 개념 (교토의정서)

- “산림(forest)”은 최소면적(0.05-1.0ha), 수관울폐도(10-30%) 및 성숙시의 최소수고(2-5m)를 기준으로 정의. 수확 등 인위적인 간섭의 결과 형성되어 본 기준에 미치지 못하는 어린 자연 임목 (young natural stands)과 모든 식림지(plantation)도 앞으로 산림의 정의에 부합될 것으로 기대되는 경우 이 임목도 “산림”으로 정의.
- “신규조림(afforestation)”은 50년 이상 산림이외의 용도로 이용해 온 토지에 식재, 파종, 인위적 천연갱신촉진 등을 통해 새로이 산림을 조성하는 것임
- “재조림(reforestation)”은 본래 산림이었다가 산림이외의 용도로 전환되어 이용해 온 토지에 식재, 파종, 인위적 천연갱신촉진 등을 통해 다시 산림을 조성하는 것임. 제 1차 공약기간에 재조림 활동은 1989년 12월31일 당시 산림이 아니었던 토지에 재조림하는 것으로 제한함.

12

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 온실가스 산정 방법론에서의 주요 개념 (교토의정서)

- “산림전용(deforestation)”은 산림을 산림이외의 용도로 전환하는 것임
- “식생복구(revegetation)”는 신규조림이나 재조림의 정의에 부합하지 않지만 최소 0.05ha 면적을 포함하는 식생의 조성을 통해 그 입지에서의 탄소축적량을 증가시키는 직접적인 인위적 활동을 의미함
- “산림 관리(forest management)”는 임업의 생태, 경제, 사회적 기능 발휘를 목적으로 산림을 관리·이용하기 위한 실행 시스템임
- “경작지 관리(cropland management)”는 작물 생산을 목적으로 농작물이 자라고 있거나 잠시 휴경하고 있는 토지에서의 실행 시스템임
- “목초지 관리(grazing land management)”는 축산물 생산을 위해 식생과 가축의 양과 형태를 조절하는 토지에서의 실행 시스템임
- “습지복원”은 습윤된 토양에 식재를 통해서 식생커버를 회복하는 시스템임

→ 정주지 관리의 개념이 존재하지 않음

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 토지이용, 토지이용변화에 따른 탄소흡수 및 저장량 산정방법

##### 인벤토리 구조

##### 토지이용의 탄소 축적량

- 바이오매스
- 고사유기물
- 토양

##### 토지이용 유지

FF = 산림지로 유지되는 산림지  
GG = 초지로 유지되는 초지  
WW = 습지로 유지되는 습지  
CC = 농경지로 유지되는 농경지  
SS = 주거지로 유지되는 주거지  
OO = 기타 토지 유지되는 기타 토지

##### 토지이용 전환

LF = 산림지로 전환된 토지  
LG = 초지로 전환된 토지  
LC = 농경지로 전환된 토지  
LW = 습지로 전환된 토지  
LS = 주거지로 전환된 토지  
LO = 기타 토지로 전환된 토지

##### 인벤토리 산출방법

- 획득 손실 방법 (Gain-Loss Method)

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$



- 축적차이법 (The Stock-Difference Method)

$$\Delta C = \frac{(C_{t_2} - C_{t_1})}{(t_2 - t')}$$



Non-Co2의 대기 배출량 산정 · 토양이나 가축, 비료, 바이오매스와 고사목, 낙엽의 연소와 같은 다양한 배출원

$$\text{배출량(ton)} = A * EF$$

A : 배출원의 유형에 따른 면적, 기축 수  
EF : 특정가스와 배출원 카테고리에 대한 배출계수

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 토지이용이 유지되는 지역의 탄소축적량 산출기준 및 특징

##### 1) 산림지로 유지되는 산림지(FF) (2006가이드라인)

- 산림지는 20년(기본값) 또는 일정 기간 동안 산림으로 유지된 지역의 지상부 및 지하부 바이오매스, 고사유기물(낙엽층, 고사목), 토양유기물 포함한다.
- ① 바이오매스 손실량은 원목의 제거/수확, 연료재의 제거/수확/수집, 화재, 곤충, 질병 등 기타 교란요인에 의한 손실분이다. 이러한 손실이 발생할 경우, 지하부바이오매스 또한 감소하고 고사 유기물로 변화한다.
- ② 고사유기물 산정 중 Tier 1 방법은DOM 저장고의 탄소축적량 순변화는 0이라고 가정한다.
- ③ 토양탄소는 무기토양과 유기토양을 나누어서 산정한다. 보통 무기토양의 변화는 크지 않으나 유기토양은 물질교환이 빈번해 탄소인벤토리 산정에서 불확도가 크다.

##### 2) 농경지로 유지되고 있는 경작지(CC) (2006가이드라인)

- 농경지는 경작적지, 경작 가능지, 논, 휴경지, 농작물 모두를 포함하며, 영구적인 농경지에서 배출 또는 제거되는 저장된 탄소(C)의 양은 농작물의 종류, 관리 방식, 그리고 토양과 기후 변수에 좌우된다.
- 예를 들어, 일년생 경작(곡물, 야채)은 각 해에 수확되기에, 바이오매스의 탄소(C)의 장기적인 저장은 아니다. 하지만 과수원, 포도원, 농임업장의 다년생 목본 식물은 종의 종류, 재배 변종, 밀도, 성장률, 수확과 가지치기 방법에 따라서 장기적인 바이오매스에 많은 양의 탄소(C)를 저장할 수 있다.
- 최소 20년간 기존 농경지로 유지되고 있어야 함.

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 토지이용이 유지되는 지역의 탄소축적량 산출기준 및 특징

##### 3) 습지

- 2013 Wetland Supplement를 통해 식생, 토양부분의 인위적 관리 메커니즘을 습지지역에 적용하는 가이드라인이 마련됨

부문	포함된 활동 요약
1. 배수된 내륙 유기토양 Drained Inland Organic Soils	임업, 작물 재배, 방목, 기후 지역 정착을 위해 배수된 토지를 포함한 관리 내륙 유기 토양에 대한 지침.
2. 재습윤된 유기 토양 Rewetted Organic Soils	토지 이용 범주에서 발생하는 한대, 온대 및 열대 습지를 포함한 재습윤 유기 토양에 대한 지침.
3. 해안 습지 Coastal Wetlands	맹그로브, 조석 습지 및 해초 목초지의 특정 관리 활동에 대한 지침.
4. 내륙 습지 광물 토양 Inland Wetland Mineral Soils	임업, 작물 경작, 방목 및 정착지에 사용되는 토지를 포함한 내륙 습지 광물 토양 관리 지침 및 다시 적신 광물 토양.
5. 폐수처리를 위한 습지 조성 Constructed Wetlands for Wastewater Treatment	폐수처리를 위해 조성된 습지에 대한 지침.

### ③ IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 토지이용이 유지되는 지역의 탄소축적량 산출기준 및 특징

##### 4) 초지로 유지되고 있는 초지(GG)

- 지상부 및 지하부 바이오매스, 고사유기물(낙엽층, 고사목), 토양유기물, non-CO2가스의 배출을 포함.
- 최소 20년간 기존 초지로 유지되고 있어야 함.

##### 5) 주거지로 유지되고 있는 정주지(SS)

- 정주지 내에서의 바이오매스 저장고는 목본류 및 초본류로 구성됨.
- 목본류의 바이오매스 탄소축적량의 변화는 관리활동으로 인한 바이오매스의 증감 따라 계산되며, 주거지로 유지되는 곳의 초본류(잔디 및 정원식물) 바이오매스의 탄소축적량은 일반적으로 0으로 가정될 수 있음.

17

### ③ IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 토지이용이 전환된 지역의 산출기준 및 특징

##### 1) 산림지로 변화된 토지

- 토지는 조림, 재조림, 자연적 또는 인위적 재생에 의해 산림지로 전환되며, 20년의 안정화 기간이 필요하다.
- 산림지로 토지를 변화시킬 때 초기에는 탄소가 손실될 수 있으나, 시간이 지남에 따라 조림작업과 자연적인 산림전환은 탄소 흡수원으로써 가능하다.

##### 2) 초지로 변화되는 토지(LG)

- 초지로의 토지전용은 저장고 간 탄소(C) 이동을 야기함. 초지로 전용된 토지에 대하여 기록할 경우, 모든 이동은 안정화기간(최소 20년) 동안 각 저장고에서의 동안 이동 풀에서의 증가와 손실로서 고려되어야 함.
- 초지로 전용된 토지에 대한 바이오매스내 탄소축적량 변화 산정은 2단계의 접근을 필요로 함 - 전환년도와 이후 19년.

##### 3) 주거지로 변화되는 토지(LS)

- 이전 토지이용 카테고리에서 탄소(C)축적정도에 따라 주거지로 전환된 토지는 첫해에 상대적으로 탄소의 빠른 손실이 있을 수 있으며, 그 다음해에 탄소(C) 저장고내에서 점차적인 증가를 보일 수도 있다. 주거지 내 다양한 토지이용이 나타나기에 체계적인 토지이용 매트릭스를 반영할 것.

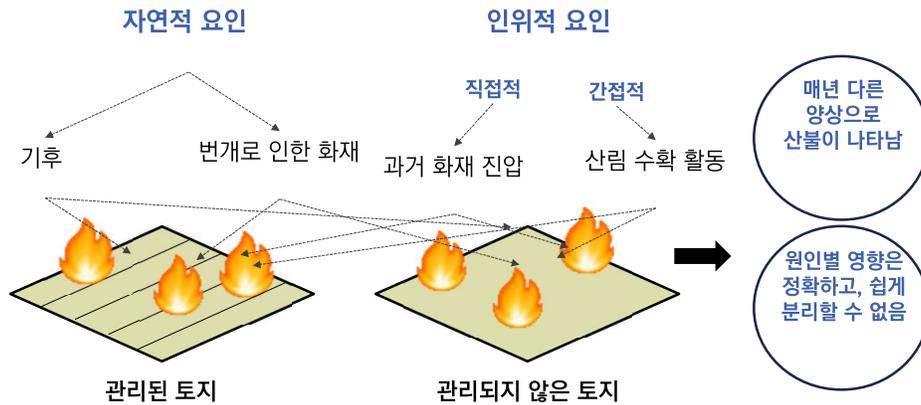
##### 4) 습지복원/해양습지: 맹그로브 숲, 갯벌 및 해초 초원의 재습윤, 식생복원 및 생성 등

- 탄소흡수원 기능을 회복하려면 재습윤된 유기 토양에 식재해야함. 습지복원은 배수된 조건에 비해 이산화탄소 배출을 감소시킴.
- 갯벌 습지와 해초 초원의 경우 바이오매스 탄소 축적량의 변화는 Tier 2 이상의 추정치에 대해서만 보고됨.
- 해안습지의 재습윤의 경우 메탄 배출 가능성은 높아지나, 메탄 배출과 해안습지 염도 사이에는 강한 반비례 관계가 존재해, 갯벌 염분 증가함에 따라 메탄배출량은 감소함.

18

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

▶ 자연적, 인위적 요인으로 인한 온실가스 배출, 흡수 사례(2003 GPG-LULUCF)



19

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

▶ 연간변동성(Interannual variability IAV) (2019 수정 가이드라인)

- 관리지역의 프록시(MLP) 배출과 흡수를 인위적 영향에서 기인하는 것과 자연 교란에서 기인하는 것으로 세분화하는 데 사용할 수 있는 옵션을 제공하기 위해 도입되었음

- (1) 자연적 교란(예: 산불, 곤충, 강풍 및 폭설 등)으로 인한 배출 및 흡수 변화
- (2) 광합성과 호흡에 영향을 미치는 기후 변동성(예: 기온, 강수량, 가뭄)
- (3) 토지 이용(삼림 벌채와 같은) 및 토지 이용 변화를 포함한 인간 활동 비율의 변동

관리 및 관리되지 않는 토지 내 온실가스 배출 및 흡수에 대한 다양한 영향

	Managed land	Unmanaged land
<b>Direct-human induced effects</b> • Land use change • Harvest and other management	✓	
<b>Indirect-human induced effects</b> • Climate change induced change in temperature, precipitation, length of growing season • Atmospheric CO <sub>2</sub> , fertilisation and N deposition, impact of air pollution • Changes in natural disturbances regime	✓	✓
<b>Natural effects</b> • Natural interannual variability • Natural disturbances	✓	✓

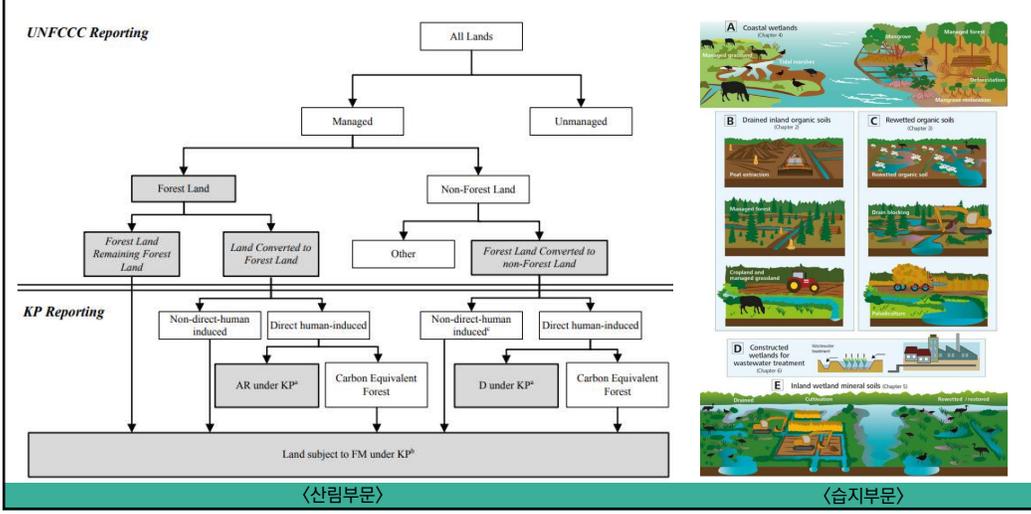
▶ 국가별 자연적 영향, 인위적 영향의 정의가 다를 수 있음.  
IAV를 반영한 온실가스 통계 산출을 위해서는 국가 상황에 맞는 정의가 필요함

20

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ KP-LULUCF

- 산림과 습지부문은 인위적 요인에 의한 탄소흡수, 배출을 명확하게 규정하기 시작함



21

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### ▶ 수확된 목재제품(HWP)

- 수확된 목재제품은 국산 목재를 사용하여 국내에서 생산된 "목재제품"의 탄소저장변화량을 산정함.
- 벌채 지역에 남겨진 나뭇가지 등은 고사된 유기물로 배출량으로 산정해야함
- HWP 풀은 사용중인 원목 제품, 종이 제품이 포함.
- 배출계수인 반감기(HL)는 2019에서 기본값이 제시됨

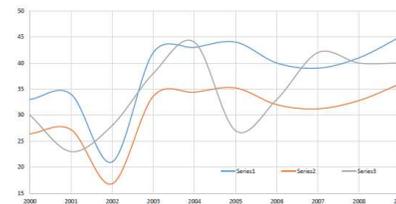
| 표 4-16 | 수확된 목재제품의 반감기 기본값

목록	반감기(HL) [years]
재재목	35
목질관상재	25
종이 및 판지	2

출처: 2019 Refinement to the 2006 IPCC GL Table 12.3

#### ▶ 산림경영기준선 (Forest Management Reference Level (FMRL))

- 기준선을 만들기 위해서는 다음과 같은 정보가 포함되어야 함
  - 과거 기록(산림면적, 벌채, 영급구조, 성장률, 종구성, (산림경영/보호활동 등)관리사례 정보)
  - 탄소흡수, 배출 정보
  - 수확된 목재제품의 활용정보(예: 어떤 제품으로 사용되는 지에 대한 정보)
  - 자연적 교란의 영향 및 처리
- 산림경영 기준선 설정방식: BAU방식(기존 경영방식 유지에 따른 흡수량 전망), 1990년 기준 방식(1990년 흡수량기준), 기준선'0'방식(협리적 접근법)



산림경영활동에 의한 흡수량 산정시 불일치가 발생하면 안됨(예: 과거 기록(벌강), 모델산출물(파랑), 실제추정치(회색)이 불일치 경우)

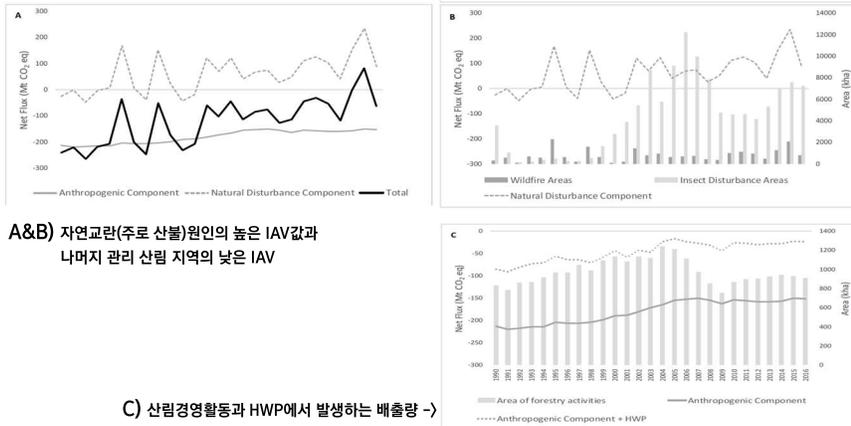
22

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### 연간변동성(Interannual variability IAV) (2019 수정 가이드라인)

캐나다 FL-FL 배출 및 흡수를 자연 교란 영향이 지배적인 토지에서 발생하는 것과 나머지 산림경영이 지배적인 토지에서 발생하는 것으로 세분화한 사례

- 캐나다는 2017 국가 온실가스 인벤토리 보고서를 시작으로, '산림지로 유지된 산림지(FL-FL)' 항목의 보고방식을 수정함
- 자연적 요인에 의해 영향받는 관리된 토지의 배출량과 흡수량을 세분화하였음



A&B) 자연교란(주로 산불)원인의 높은 IAV값과 나머지 관리 산림 지역의 낮은 IAV

C) 산림경영활동과 HWP에서 발생하는 배출량 ->

### 3 IPCC 온실가스인벤토리 가이드라인

#### 토양의 이산화탄소 흡수와 배출 (1996)

- 토양 탄소 축적량의 추정은 토양층 상단 30cm만을 다룸.
- 유기 토양의 CO<sub>2</sub> 배출량 계산은 기후 지역 및 토지 이용에 따라 달라지는 연간 배출량 추정치를 사용하여 수행되므로, 현재 사용되는 유기 토양의 면적과 현재 토지 이용에 대한 데이터가 필요.

#### 바이오차(Biochar)로부터 광물성 토양 유기탄소 축적량의 변화를 추정하는 방법(2019)

- 바이오차 개량물로 인한 토양 유기 탄소 축적량의 변화는 100년 기간 동안 다른 유기물 개량물과 별도로 추정.
- 이 방법은 산불이나 산불로 인해 발생하는 열분해성 유기 물질을 다루지 않으며 **초지와 농경지의 광물성 토양에 첨가된 바이오차에만 적용.**
- Biochar는 수세기에 걸쳐 매년 소량이 광물화되기 때문에 다른 부문에 일반적으로 적용되는 탄소 축적변화 산정방법론(획득손실법, 축적차이법 등)이 바이오차 탄소 변화를 추정하는데 적용될 수 없음
- 광물성 토양에 대한 바이오차 첨가효과를 추정하는 데 사용되는 방법론은 추가된 바이오차의 총량이 광물성 토양의 연간 변화에 영향을 준 기여도를 추정하는 방식으로 접근 해야함(하향식 접근 방식)

➔ 인위적 노력(바이오차 활용)에 의한 토양의 감축 수단이 논의되고, 방법론이 개발되기 시작됨

4 국내지침

▶ 국내 AFOLU에서의 온실가스 산정

표기기호(Notation key) : UNFCCC 인벤토리 보고 지침(FCCC/SBSTA/2006/9)에 따라 보고하는 배출·흡수량의 완전성 평가에 활용되는 기호(Common reporting format).

- “NO”(not occurring): 국내에 배출·흡수가 발생하는 해당 활동 및 공정이 없는 경우
- “NE”(not estimated): 배출·흡수활동 및 공정이 있으나 산정하지 아니하는 경우(미산정)
- “NA”(not applicable): 특정 온실가스 종류가 자연·이론적으로 발생하지 않는 활동 및 공정의 경우
- “IE”(included elsewhere): 해당 항목의 배출·흡수량을 다른 항목에 포함하여 보고하는 경우
- “C”(confidential): 해당 항목의 배출·흡수량이 보안 상 기밀정보인 경우

온실가스종합정보센터, 2021, 국가온실가스통계산정보고검증지침 제1차개정

4 국내지침

▶ 국내 AFOLU에서의 온실가스 산정

CRF 코드	배출·흡수원	온실가스	산정여부
5A 산림지(Forest Land)			
5A1	산림지로 유지된 산림지	CO <sub>2</sub>	E
5A2	타토지에서 전용된 산림지		IE(5A1)
5 I A	산림지에서 질소 시비로 인한 N <sub>2</sub> O 배출	N <sub>2</sub> O	NE
5 II A	산림지에서 배수로 인한 Non-CO <sub>2</sub> 배출	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	NO
5 VA	산림지에서 바이오매스 연소에 의한 배출	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	NE
5B 농경지(Cropland)			
5B1	농경지로 유지된 농경지	CO <sub>2</sub>	E
5B2	타토지에서 전용된 농경지		E
5 III B	농경지로의 전용에 따른 N <sub>2</sub> O 배출	N <sub>2</sub> O	E
5 MB	농경지에서 농업용 석회시용으로 인한 CO <sub>2</sub> 배출	CO <sub>2</sub>	E
5 VB	농경지에서 바이오매스 연소에 의한 배출	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	NE, NO
5C 초지(Grassland)			
5C1	초지로 유지된 초지	CO <sub>2</sub>	E
5C2	타토지에서 전용된 초지		E

온실가스종합정보센터, 2021, 국가온실가스통계산정보고검증지침 제1차개정

4 국내지침

▶ 국내 AFOU에서의 온실가스 산정

CRF 코드	배출-흡수원	온실가스	산정여부
5MC	초지에서 농업용 석회시용으로 인한 CO <sub>2</sub> 배출	CO <sub>2</sub>	NO
5VC	초지에서 바이오매스 연소에 의한 배출	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	NE, NO
5D 습지(Wetlands)			
5D1	습지로 유지된 습지	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	NE, E, NE
5D2	타토지에서 전용된 습지	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	E, IE(5D1), NE
5ID	습지에서 배수로 인한 Non-CO <sub>2</sub> 배출	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	IE(5D1), NE
5VD	습지에서 바이오매스 연소에 의한 배출	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	NE, NO
5E 정주지(Settlements)			
5E1	정주지로 유지된 정주지	CO <sub>2</sub>	NE
5E2	타토지에서 전용된 정주지		NE
5VE	정주지에서 바이오매스 연소에 의한 배출	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	NE
5F 기타토지(Other Land)			
5F1	기타토지로 유지된 기타토지	CO <sub>2</sub>	NE
5F2	타토지에서 전용된 기타토지		NE
5VF	기타토지에서 바이오매스 연소에 의한 배출	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	NE
5G 기타(Others)			
5G1	수확된 목재제품	CO <sub>2</sub>	E

27

4 국내지침

▶ 토지이용 구분과 면적 결정 방법

토지이용 구분	하위 부문	토지이용 구분과 면적 결정 방법
전국토	-	○ 전국토를 대상으로 하며, 비관리 토지는 존재하지 않는다는 가정 적용 ○ 지적통계의 전체국토 면적
산림지	침엽수림	○ 임업통계연보의 침엽수림 면적
	활엽수림	○ 임업통계연보의 활엽수림 면적
	혼효림	○ 임업통계연보의 혼효림 면적
	죽림	○ 임업통계연보의 죽림 면적
	무림목지	○ 임업통계연보의 무림목지(미림목지 및 제지) 면적
농경지	논	○ 농업면적조사외의 ('논' 면적) - (노지과수/뽕밭/기타수원지의 '논' 면적) - (시설작물의 과수의 '논' 면적)
	밭	○ 농업면적조사외의 ('밭' 면적) - (노지과수/뽕밭/기타수원지의 '밭' 면적) - (시설작물의 과수의 '밭' 면적)
	과수원	○ 농업면적조사외의 (노지과수/뽕밭/기타수원지의 '논'과 '밭' 면적) + (시설작물 과수의 '논'과 '밭' 면적)
초지		○ 지적통계의 목장용지 면적
습지	자연습지	○ 지적통계의 하천 면적
	인공습지	○ 지적통계의 구거/유지/양어장 면적 합산
정주지	-	○ 지적통계의 광천지/염전/대/공장용지/학교용지/주차장/주유소용지/창고용지/도로/철도용지/계방/수도용지/공원/체육용지/유원지/종교용지/사적지/묘지 면적 합산
기타토지	-	○ 전국토 면적에서 산림지/농경지/초지/습지/정주지 면적 합산을 제외한 나머지 토지 면적 기타토지 = 전국토 - (산림지 + 농경지 + 초지 + 습지 + 정주지)

→ 현재 각 부처에서 생산한 국가통계자료의 불일치(공간적, 시간적 스케일)가 있어서, 현재 구분방법은 일부 지역 정보의 누락이나 이중계상 문제가 발생할 수 있음

28

#### 4 국내지침

##### 기타 보고 항목에 대한 산정

CRF 코드	배출원	온실가스	탄소저장고	산정여부
5(I) 산림지 및 기타 부문의 질소 시비로 의한 N <sub>2</sub> O 직접배출				
5(IIA)	산림지로 유지된 산림지	N <sub>2</sub> O	토양탄소	NE
	타토지에서 전용된 산림지	N <sub>2</sub> O	토양탄소	NE
5(II) 토양 및 습지 배수로 인한 non-CO <sub>2</sub> 배출				
5(IIA)	산림지로 유지된 산림지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	토양탄소	NE
	타토지에서 전용된 산림지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	토양탄소	NE
5(II)D	이탄지	CH <sub>4</sub>	토양탄소	NO
		N <sub>2</sub> O	토양탄소	NO
	인공침수지	CH <sub>4</sub>	토양탄소	IE
		N <sub>2</sub> O	토양탄소	NE
5(III) 농경지 전용에 따른 교란 관련 N <sub>2</sub> O 배출				
5(III)B	농경지로 유지된 농경지	N <sub>2</sub> O	토양탄소	NA
	타토지에서 전용된 농경지	N <sub>2</sub> O	토양탄소	E
5(IV) 농업용 석회사용으로 인한 CO <sub>2</sub> 배출				
5(IV)B	농경지 석회석	CO <sub>2</sub>	토양탄소	E
	농경지 백운석	CO <sub>2</sub>	토양탄소	E
5(V) 바이오매스 연소				
5(VA)	산림지로 유지된 산림지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE
	타토지에서 전용된 산림지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE
5(V)B	농경지로 유지된 농경지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE, NO
	타토지에서 전용된 농경지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE, NO
	산림지에서 전용된 농경지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE, NO
	초지로 유지된 초지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE, NO
5(V)C	타토지에서 전용된 초지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE, NO
	산림지에서 전용된 초지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE, NO
5(V)D	습지로 유지된 습지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE, NO
	타토지에서 전용된 습지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE, NO
	산림지에서 전용된 습지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE, NO
5(V)E	정주지	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE
5(V)F	기타	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	바이오매스	NE

\*5(III)B에서 농경지로 유지된 농경지는 농경지 전용이 없어 교란되지 않았다고 가정하므로 배출이 없음(NA)

29

#### 5 시사점

##### 시사점



- 흡수량 인정: 인위적 활동에 의한 감축논의에 따라 다양한 기준이 만들어지고 있음
- 누출주의: 일부 장소에서 탄소 저장을 늘리기 위한 활동이 우연히 자연의 배출활동을 촉진 할 수 있음
- 정량화: 특정기간 동안 단위 면적당 저장되는 탄소의 변화를 정량화하는 방법 필요
- 확인(검증): 탄소저장에 대한 인정은 제3자가 해당 사항을 확인할 수 있어야 함(QAQC 절차 필요)

→ 자연생태기반 탄소흡수노력이 국제적으로 공인되기 위해 명확한 측정, 검증 및 보고가 이루어져야 하며, 종합적인 탄소흡수원 관리 제도 및 주체가 필요

30

#### 4 시사점

##### ▶ 토지기반 vs 활동기반

○ 토지 기반 : 기후변화협약하의 모든 당사국이 국가 탄소배출량을 제출시 LULUCF 부문에서의 배출량을 포함하며(선·개도국 구분없이 제출), 이 측정 기준은 IPCC 가이드라인에 세 부적으로 제시

○ 활동 기반 : 선진국은 교토의정서에 따라 위와는 별도로 LULUCF 부문의 인위적인 활동을 통한 탄소 흡수량 및 배출량을 보고하고, 감축의 경우에는 국가 감축목표를 달성하는데 활용

- 이는 교토의정서 제3.3조 및 제3.4조에 따라 규정되는 활동으로서 신규 산림조림, 재조림, 벌채, 산림경영, 경작지 관리, 초지 관리, 식생복구, 습지 배수 및 재침수 등과 같은 활동 포함

\* 이를 KP-LULUCF라고 부르며, 가장 최근 기준은 2013 KP LULUCF 보충서로서, 제2차 공약기간(2013~2020)의 활동 측정시 활용

→ LULUCF에서 AFOU로 정리되고, 산림경영기준선, 습지 등의 가이드라인이 추가되면서 인위적 노력에 의한 감축으로 정리되고 있음

→ 향후, 모든 국가에 대해서 인위적 노력(활동기반)에 의한 흡수량을 인정하는 방식으로 정리될 개연성이 높음

31

#### 4 시사점

##### ▶ 인벤토리 신뢰성 제고

- 환경 보전·투명성·정확성·완결성·비교가능성·일관성을 증진하고, 이중계상 방지를 위해서는 일관성있는 관리수단이 필요

- 재산림화, 식생복원, 산림경영, HWP, 바이오차 활용 등의 관리행위에 따른 탄소흡수 증진을 인정받기 위해서는 누적된 기록이 필요

- 토지이용의 변화에 따라 온실가스 흡수, 배출 특성이 달라지고, 토양의 경우 안정화기간도 필요하기 때문에 신뢰성 제고를 위해서는 계층화된 토지피복, 토지이용정보 필요

→ 환경부 토지피복지도, 국토부 토지이용지도, 산림청 임상도, 농림부의 토양도 등을 결합하여 공간적 정보 일원화

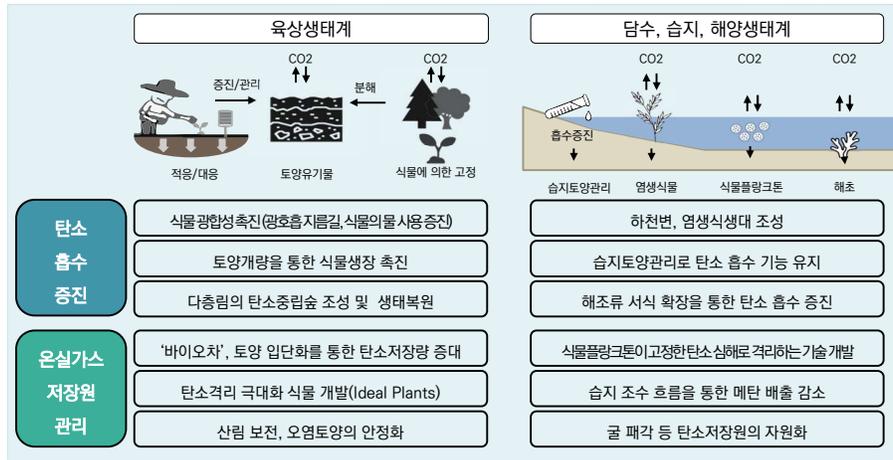
→ 누적된 토지이용, 피복 변화, 관리행위(활동정보 등), 교란, 생물물리학적 특성 등을 기록할 수 있는 계층화된 지도 제작

→ 샘플링 방식의 조사 등을 통해 정확한 정보 업데이트

32

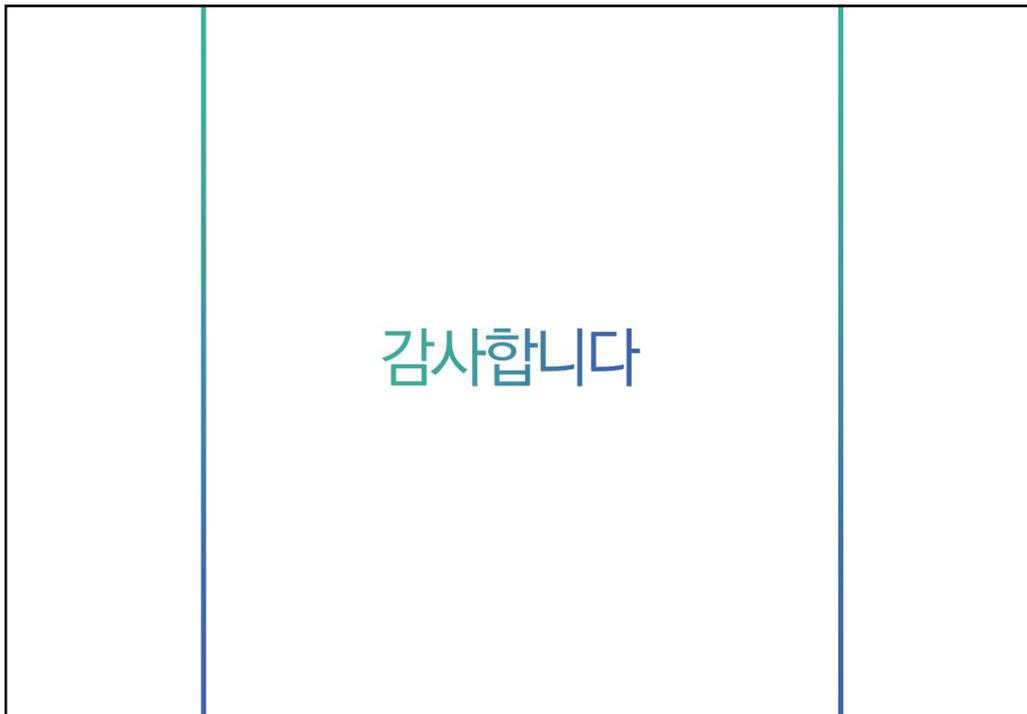
4 시사점

▶ 인위적 감축 기술 (예상)



- 탄소흡수능력 증진 및 온실가스 저장원 관리 기술 개발 필요
- 인위적 노력행위를 증명할 수 있는 방법론 및 모니터링 기법 개발 필요

33



34

[2050 탄소중립 실현을 위한 자연기반해법 포럼]

# 국가 탄소흡수원 관리 방안

2021. 08. 18.

환경부 자연생태정책과

1

## 목 차

1. 추진배경
2. 추진방향
  - 1) 법·제도 정비
  - 2) LULUCF분야 온실가스 배출·흡수량 국가통계 개선
  - 3) 자연기반 온실가스 감축·적응 전략 마련과 환경부의 역할
  - 4) 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보 방안(안)

2

2

1

## 01 추진배경

### 1.1 배경 및 목적

### 1.2 국가 온실가스 현황

3

## 1 배경 및 목적

### I. 추진배경

## '21년 3월 환경부는 2050년 탄소중립 실현을 위한 2021년 환경부 탄소중립 이행계획을 발표

\* 환경부는 '자연생태기반온실가스 감축 적응전략' 마련을 포함하여  
전체 31개 이행과제 중 11개 과제에 대해 관계부처와 함께 전략을 수립할 계획임을 명시

- '2025 탄소중립'을 위해서는 온실가스 탄소배출원에 대한 감축과 함께  
탄소흡수원에 대한 보전과 관리가 중요
- 이에, 환경부는 국가 탄소흡수원의 범정부적·체계적인 관리를 위해  
법·제도 정비 및 관련 전략 수립 등 추진

4

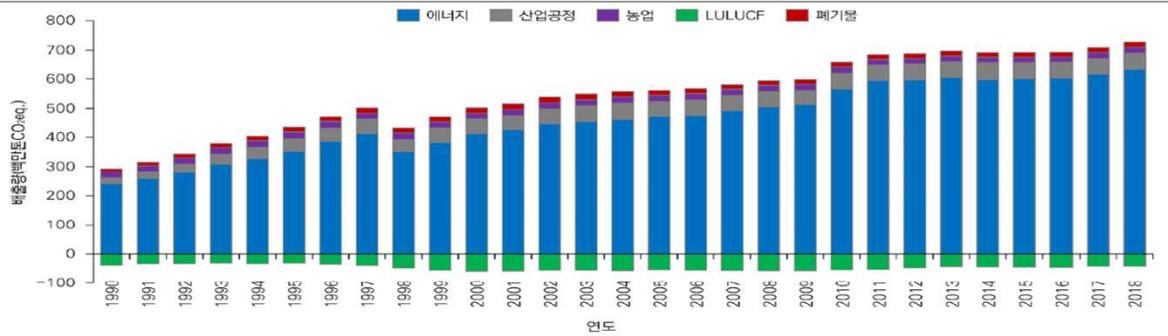
4

2

## ② 국가 온실가스 현황

I. 추진배경

### ▶ 분야별 온실가스 배출량 및 흡수량



- '18년 국가 온실가스 총배출량은 727.6백만톤 CO<sub>2</sub>eq.
  - '90년 대비 149%, 작년 대비 2.6%(18.5백만톤CO<sub>2</sub>eq) 증가
- '18년 국가 온실가스 배출량 대비 흡수량은 41.3백만톤 CO<sub>2</sub>eq.
  - '90년 대비 9.6% 증가, 작년 대비 -0.7% 감소

출처: 국가 온실가스 인벤토리(1990-2018)요약(환경부 온실가스 정보센터)

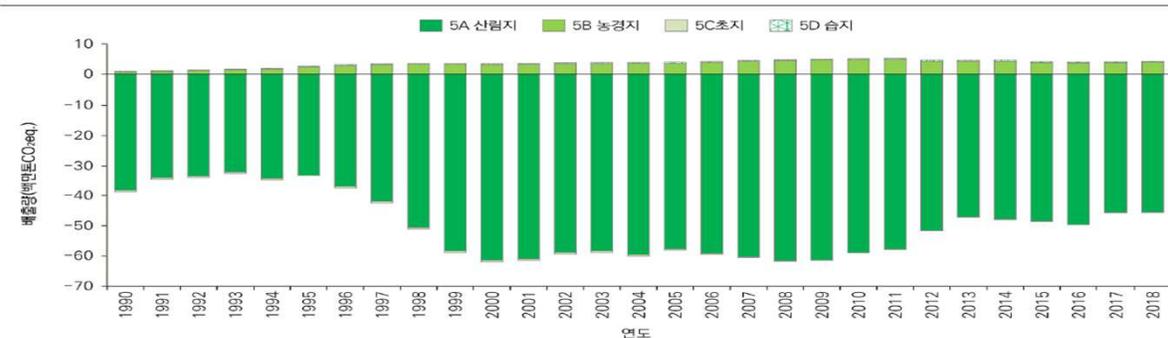
5

5

## ② 국가 온실가스 현황

I. 추진배경

### ▶ LULUCF분야 배출·흡수량



※ 토지이용, 토지이용 변화 및 산림(Land-Use, Land-Use Change and Forestry): 산림지, 습지 외 농경지, 초지, 주거지, 기타 토지 등 포함

- 핵심 탄소흡수원은 산림으로 '18년 기준 45.6백만톤을 순흡수
- 최근 10년간 산림분야가 LULUCF분야 흡수의 99% 이상 차지

출처: 국가 온실가스 인벤토리(1990-2018)요약(환경부 온실가스 정보센터)

6

6

3

## 02 추진방향

### 2.1 법·제도 정비

### 2.2 LULUCF분야 온실가스 배출·흡수량 국가통계 개선

### 2.3 자연기반 온실가스 감축·적응 전략 마련과 환경부의 역할

### 2.4 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보 방안(안)

7

## 1 법·제도 정비

## II. 추진방향

### » 현행

#### ▪ '저탄소녹색성장기본법(10년 제정, 국조실)

- 농림·산림의 보전 및 바다숲 조성 등 **탄소흡수원 확충** 명시

(저탄소 녹색성장기본법 제55조(친환경 농림수산의 촉진 및 탄소흡수원 확충))

- ① 정부는 친환경 농산물 생산기술을 개발하여 화학비료·자재와 농약사용을 최대한 억제
- ② 정부는 농지의 보전·조성 및 바다숲(대기의 온실가스를 흡수하기 위하여 바다 속에 조성하는 우뚝가사리 등의 해조류군)의 조성 등을 통하여 탄소흡수원 확충
- ③ 정부는 산림의 보전 및 조성을 통하여 탄소흡수원을 대폭 확충
- ④ 정부는 기후변화에 대응할 수 있는 식품종 개량 등 식량자립도를 높이는 시책 수립·시행

#### ▪ '탄소흡수원유지·증진법(12년 제정, 산림청)

- '탄소흡수원증진위원회 심의'를 거쳐 **'탄소흡수원 증진 종합계획'** 수립·시행

[ 탄소흡수 관련 범정부 정책 추진 ]

8

8

4

## 1 법·제도 정비

### II. 추진방향

#### » 문제점

- IPCC 가이드라인에 의한 산림지, 농경지, 초지, 습지, 정주지, 기타초지의 6개 분야(LULUCF\*) 온실가스 배출·흡수량 정보 등을 종합적으로 관리하기에 한계

\* LULUCF(Land-Use, Land-Use Change and Forestry): 국토를 산림·농지·초지·습지·정주지·기타 로 구분, 각 범주별 인위적 활동 및 토지이용 변화에 따른 온실가스 배출 흡수량 산출에 필요한 정의·방식 등 제시

- 탄소흡수원 관리계획의 수립·시행 등을 총괄하는 규정 부재
- 탄소 배출·흡수원으로서 습지·초지·정주지 등 명시 부재

9

9

## 1 법·제도 정비

### II. 추진방향

#### » 그간 조치

- '기후위기 대응 탄소중립 사회 이행 기본법(안)'에 국가 차원의 탄소흡수원 관리를 위한 규정 관련 관계부처 등 협의
  - 탄소흡수원으로서 산림·농지·초지·습지·정주지 등 명시
  - 정부의 탄소흡수원 확충 시책 수립·시행 및 사업 수행 시 생물다양성·생태계 보전 방안 등 포함

〈 기후위기 대응 탄소중립 사회 이행 기본법(안) 〉

제34조의 2(탄소흡수원 확충 등)

- ① 정부는 산림지, 농경지, 초지, 습지, 정주지 등에서 온실가스를 흡수하고 저장하는 바이오매스, 고사유기물, 토양, 목제품 등(이하 "탄소흡수원등"이라 한다)을 확충하거나 온실가스 흡수 능력을 개선하기 위한 시책을 수립·시행하여야 한다.
- ② 제1항에 따른 탄소흡수원등의 확충 및 온실가스 흡수 능력의 개선을 위한 시책에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
  1. 탄소흡수원등의 확충 및 온실가스 흡수 능력의 개선을 위한 목표와 기본방향
  2. 탄소흡수원등의 확충 현황 및 온실가스 흡수 능력의 개선 현황에 대한 이행평가·점검 방안
  3. 탄소흡수원등의 확충 및 온실가스 흡수 능력의 개선 관련 사업 수행 시 생물다양성 등 생태계 건강성 보호·보전을 위한 방안
  4. 온실가스 흡수 관련 정보 및 통계 구축에 관한 사항
  5. 그 밖에 연구개발, 전문인력 양성, 자원조달, 교육·홍보 등 필요한 사항
- ③ 정부는 사업자가 탄소흡수원등의 확충을 자발적으로 실시하고자 할 때에는 이에 필요한 행정적·재정적·기술적 지원 등을 할 수 있다.

10

10

5

## 1 법·제도 정비

II. 추진방향

### ▶ 향후 계획

- 탄소흡수원 확충 시책의 수립·시행 총괄을 위한 기반 강화
  - ‘탄소중립위원회’ 산하 ‘탄소흡수 분과’ 설치·운영 등 규정 마련
  - 탄소흡수원 확충 시책의 수립·시행을 **환경부가 총괄**하기 위한 기반 구축
    - \* 탄소흡수원 관련 부처별 역할(안)  
환경부(총괄관리 및 내륙습지), 국토부(정주지), 해수부(연안습지), 농림부(농경지, 초지), 산림청(산림지)
- ① ‘자연기반온실가스 감축·적응 전략’ 수립(‘21下, 환경부)
- ② ‘기후대응기금’의 ‘탄소흡수원 관리체계 구축’을 환경부가 총괄하는 것으로 기재부와 협의 지속 추진(‘21.7~)

11

11

## 2 LULUCF분야 온실가스 배출·흡수량 국가통계 개선

II. 추진방향

### ▶ 현행

- 통계 소관부처\*
  - ‘온실가스 통계 산정·보고·검증 지침’에 따른 통계자료 제출
    - \* (통계 소관부처) 산림·습지(산림청), 농지(농림부), 초지(농림부), 정주지(국토부)
- 온실가스종합정보센터
  - 통계자료 검증·심의후 공표
    - ◊ 산림 등 6개 부문 중 4개 부문(산림·농지·초지·습지)에 대한 통계가 산정되어 있으며, 순흡수량은 41.3백만톤CO<sub>2</sub>eq(국가 온실가스 총배출량 686.3백만톤의 약 6% 차지)이며, 산림이 흡수량의 대부분을 차지

(단위 : 백만톤 CO<sub>2</sub>eq.)

분야	부문				배출·흡수총량		순흡수량
	산림지	농경지	초지	습지	배출	흡수	
LULUCF	-45.6	4.0	-0.02	0.3	4.3	-45.6	-41.3

12

12

## ② LULUCF분야 온실가스 배출 · 흡수량 국가통계 개선

II. 추진방향

### ▶ 문제점

- IPCC 가이드라인 및 국내 지침 상 산림 · 습지 등 **각 분야별 5개 항목\***을 토대로 배출 · 흡수량 산정이 필요하나, 초지, 습지, 농경지는 토양탄소만 산정되고 있고, 산림\*\*부분은 지상 · 지하부 바이오매스가 산정되고 있음
  - (5개 항목) 지상 바이오매스, 지하부 바이오매스, 낙엽층, 고사목, 토양탄소
  - 산림 지상낙엽층, 고사목, 토양탄소는 산정을 위한 조사('06~)가 수행중임
- KP-LULUCF 등을 고려해 활동기반의 통계자료 구축방안 논의를 위한 새로운 거버넌스가 필요함
- 습지는 관리기관과 산정기관이 상이함(관리기관: 환경부/해양수산부, 산정기관: 산림청('13~))

### ▶ 향후 계획

- 습지 통계 업무 환경부로 이관(온실가스 통계 산정 · 보고 · 검증 지침 개정, '21.下)
  - ※ 습지생태계 탄소수지 정량화 평가기술 개발 및 탄소흡수 가치 증진 R&D(400억원) '22년 착수
- '탄소흡수원 유지 · 증진법' 및 '탄소흡수원 증진위원회'의 운영 개선 제안
  - ※ 법률명 · 위원회 명칭 개선(산림에 국한 필요), 생태계 전문가 위원회 참여 등

13

13

## ② LULUCF분야 온실가스 배출 · 흡수량 국가통계 개선

II. 추진방향

### ▶ 통계 산정방법 및 체계 개선

- 산림지 부문 미산정 탄소저장고 산정방법론 개발(농식품부)

입목 바이오매스 흡수량만 산정 · 보고하고 있으며 인벤토리 완전성 재고를 위하여 미산정 탄소저장고 및 자연재해에 의한 온실가스 배출 · 흡수량 산정기반 마련 필요

- 고사유기물 및 낙엽층의 탄소저장량 산정방법론 개발(~'21년), 시범 산정('22년), 공식 산정('23년~)
- 산불 등 자연재해에 의한 온실가스 배출량 산정방법론 개발(~'21년), 시범 산정('22년), 공식 산정('23년~)
- 산림생태계 탄소수지 모델(Tier 3) 개발('21~'23년), 시범 산정('24년)

14

14

## ② LULUCF분야 온실가스 배출 · 흡수량 국가통계 개선

II. 추진방향

### ▶ 통계 산정방법 및 체계 개선

- 산림지 부문 인위적 배출 · 흡수량 평가체계 개발(농식품부)

\* 산지 전용, 신규 및 재조림, 산림경영활동(숲가꾸기, 벌채 등)

전체 온실가스 배출 · 흡수량 중 인위적 활동\*에 의한 온실가스 흡수량을 별도로 보고하도록 함에 따라 방법론 개발 필요

- 국내 산림경영기준선\* 설정 논리 개발 및 대응(~ '22년)  
\* 인위적 활동에 의한 배출 · 흡수량 산정을 위한 기준선
- 인위적 활동에 의한 배출 · 흡수량 산정방법론 개발(~ '23년)
- 산림부문 감축실적 평가 및 모니터링 체계 개발('21~'22년), 시범 산정('23년), 공식 산정('24년~)

15

15

## ② LULUCF분야 온실가스 배출 · 흡수량 국가통계 개선

II. 추진방향

### ▶ 통계 산정방법 및 체계 개선

- 초지 부문 토양탄소 축적변화 활동자료 개선(농식품부)

2006 IPCC 지침 및 초지관리 종류별 축적변화계수 적용을 위한 상세 활동자료 미흡

- 혼파초지 조건별(토양환경, 관리상태) 상세 활동자료\* 마련(~ '22년)  
\* 토양환경(LAC 토양, 사질토양, 화산회토), 초지 관리상태 등
- 혼파초지 조건별 탄소 배출 · 흡수량 시범 산정('23년), 공식 산정('24년~)

16

16

## ② LULUCF분야 온실가스 배출 · 흡수량 국가통계 개선

II. 추진방향

### ▶ 통계 산정방법 및 체계 개선

- 습지 부문 연안습지 인벤토리 산정을 위한 활동자료 마련(해수부)

식생기반 연안 블루카본을 자연기반 온실가스 흡수원 및 감축 수단으로 활용 중이나 국내의 경우 활동자료가 확보되지 않아 기존 인벤토리에 미포함

- 습지 부문 관장 · 산정기관 조정을 위한 관련 부처 협의('20년)
- 염습지(식생) 국가통계 법정 조사항목으로 반영('20년)
- 염습지(식생), 해초대, 염습지(비식생 갯벌)\* 활동자료 순차적 구축(~'22년)

\* IPCC 지침 산정범위에 미포함이나 국내 연구결과 탄소흡수 능력을 보유한 것으로 연구되어 향후 인벤토리 산정방법론 개발 예정

- 염습지(식생), 해초대, 염습지(비식생 갯벌) 순차적 인벤토리 시범 산정('21~'23년)
- MRV 지침 마련('23년) 및 국가 온실가스 인벤토리 공식 산정('24년~)

17

17

## ② LULUCF분야 온실가스 배출 · 흡수량 국가통계 개선

II. 추진방향

### ▶ 통계 산정방법 및 체계 개선

- 정주지 부문 인벤토리 산정을 위한 활동자료 구축(국토부)

공간적 범위 설정의 어려움 등 활동자료가 미흡하여 기존 인벤토리 산정에 미포함  
LULUCF분야 인벤토리 구축의 완전성 제고를 위하여 활동자료 마련 필요

- 정주지의 개념과 공간적 범위 확립(~'22년)
- 정주지의 공간적 범위에 부합하는 활동자료 구축(~'22년)
- 정주지 부문 MRV 지침 마련, 인벤토리 시범 산정('23년), 공식 산정('24년~)

18

18

### ③ 자연기반 온실가스 감축 · 적응전략 마련과 환경부의 역할

▶ 필요성

- 자연생태계 기능을 이용\*하여 탄소 흡수력을 높이고 적응력을 강화함으로써 기후변화 · 물 · 재해 · 건강 · 생물다양성 등 사회문제를 효과적으로 해결할 필요

\* 자연기반 해법(Natural-based Solution) : 생태계 보호 · 복원 및 관리, 생태계 기반 온실가스 감축 및 기후변화 적응, 그린인프라 등

▶ 추진경과

- 환경부 탄소중립 이행계획(‘21.3월 발표, 11개 과제)에 ‘자연기반 온실가스 감축 · 적응 전략’ 포함, 전략 수립을 위한 연구 · 포럼 추진 중(‘21.4~11월)

\* 탄소흡수 및 기후변화 적응 관련 전문가 검토 등을 위해 기후변화학회 특별세션 기획 및 의견 수립(‘21.6)

II. 추진방향

19

### ③ 자연기반 온실가스 감축 · 적응전략 마련과 환경부의 역할

▶ 환경부의 역할



환경부  
Ministry of Environment

자연기반 “능동적 기후대응”을 위한 Control Tower

총괄조정 및 평가	협업	관리 및 기술개발
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국가 탄소흡수원 관리를 위한 법·제도 개선</li> <li>▪ 국가 탄소흡수원 기능 평가체계 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국가 생물다양성 전략, 기후변화 적응 등과 공동으로 관련된 사항</li> <li>▪ 탄소흡수원에서 누출이 발생하는 사항</li> <li>▪ 기 개발 용지의 탄소흡수원으로서의 활용에 관한 사항</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 탄소흡수 및 저장능력 향상을 위한 보전 및 복원에 관한 사항</li> <li>▪ 탄소흡수원 보호, 흡수능력 증진, 탄소 격리 관련 기술개발에 관한 사항</li> </ul>

II. 추진방향

20

### 3 자연기반 온실가스 감축 · 적응전략 마련과 환경부의 역할

#### II. 추진방향

#### ▶ 전략 기본구상

- 관계부처가 공동수립(환경부 총괄)하는 10개년 전략('21~'30)으로 탄소흡수원, 생물다양성, 기후변화 적응 등 4대전략에 12여개 추진과제 제시 예정, 각 전략별 환경부 역할 상이

	추진과제(안)	총괄조정 및 평가	협의	관리기술개발
신규 탄소흡수원 확충	· 인간 활동지역(정주지, 농경지 등)의 탄소흡수원 확대	○	○	△
	· 유휴부지(정주지, 농경지 등)의 탄소흡수원으로 전환	○	○	-
	· 자연지역(산림, 습지, 갯벌 등) 활용 탄소흡수원 확대	○	○	○
탄소흡수원 관리 및 생물다양성 보전/복원	· 보호지역 확대(육상, 연안)	○	△	○
	· 생태계 복원(식생복원, 식생기반 조성 등)	○	△	○
	· 생태계 · 생물다양성 관리	○	○	○
탄소흡수능력 증진 및 기후변화 적응	· 기후위기 대응 물 환경 조성 및 물 순환 개선	○	△	○
	· 기후대응(탄소흡수, 기후적응)을 위한 도시 소생태계 등 조성	○	○	△
	· 연안 재해 예방 관리 및 농수산/산림 재해 대응	△	○	△
전략기반 강화	· R&D(탄소흡수증진 기술개발, 모니터링 · 평가체계 및 DB 구축)	○	○	○
	· 법제도정비(국가 · 지자체의 계획 수립 · 이행 · 평가 거버넌스체계 구축 관련)	○	○	○
	· 자연기반 산업 활성화 및 국제협력	○	○	○

#### ▶ 향후계획

- 전략에 대한 의견수렴 및 공감대 형성을 위한 사회적 논의의 장 활성화(~'21.9월), 전략(안) 확정('21.下)

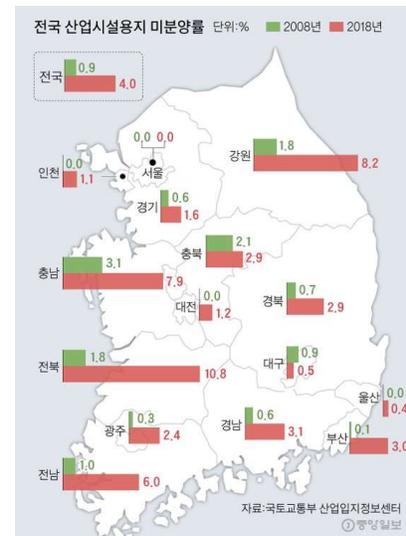
### 4 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보 방안(안)

#### II. 추진방향

#### ▶ 자연생태기반 탄소흡수원 확보 전략

- 인구 구조 변화에 따른 주거, 산업 인프라 활용 탄소흡수원 확보
  - 인구과소지역\* 2020년 4만 9,634개 → 2040년 5만 8,932개  
\* 인구과소지역 : 500m 격자 내 5명 미만의 인구 거주지역
  - 2019년 이후 인구 자연감소 시작 + 65세 고령인구 증가(13.8% → 45.6%)  
→ 주거 및 산업 인프라 축소
  - 2019년 기준 단독주택 빈집 334,226호 발생  
\* 5억m<sup>2</sup> 중 약 3천만m<sup>2</sup>
  - 2021년 기준 전국 1,246개 산업단지 미분양 나지 형태로 방치  
\* 약 2490ha

인구 및 산업 구조 축소에 따른 빈집 및 미분양 산업단지 탄소흡수원으로서 활용 가능



#### 4 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보 방안(안)

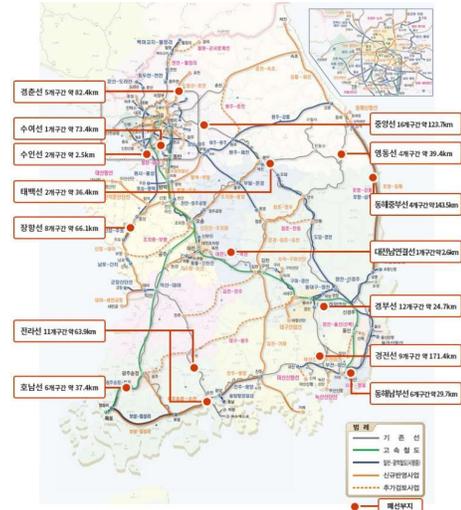
##### ▶ 자연생태기반 탄소흡수원 확보 전략

- **폐도로(폐도), 폐철도(폐선) 활용 탄소흡수원 확보**
  - 2020년 기준 전국 도로 112,977km
    - 유희상태 폐고속국도 64개소, 40km, 157ha 방치
  - 2020년 기준 폐철도 2,566ha로 지속적 증가 추세
  - 전체 철도 유희부지의 64.1%만 활용 중
    - \* 농경지(23.5%), 자전거도로(23.1%), 레일바이크(9.6%)  
도로(5.4%), 태양광(3.2%), 공원시설(3.0%) 등
  - 사용허가 검토예정(16.4%), 매각예정(14.9%), 활용계획 없음(4.5%)

국내 폐도 및 폐선은 생태통로 이상의 생태축 연결 수단  
효율적인 탄소 흡수 기반 생태복원 대상지로 활용 가능

출처: 국가철도공단(2021), 이범현(2017), 고속도로 유희공간의 복합적 활용방안

#### II. 추진방향



〈 철도 유희부지 구간 및 위치도 〉

#### 4 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보 방안(안)

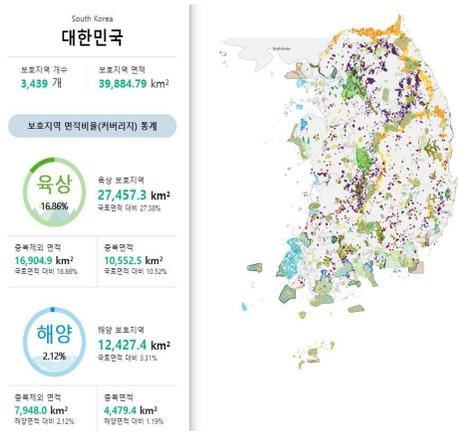
##### ▶ 자연생태기반 탄소흡수원 확보 전략

- **육상/해양 보호지역 확대를 통한 탄소흡수원 확보**
  - 2021년 기준 전국 육상보호지역 16.86%, 해양보호지역 2.12%
  - 제 4차 야생생물보호 기본계획 2021-2025(환경부, 2020.12)
    - 보호지역 국토 면적대비 20% 확대
  - 제 5차 국가환경종합계획 2020-2040 (관계부처합동, 2020.12)
    - 우수생태계 육성(국토 1/3까지 확대)과 국제적 보호지역 확대
  - 제 5차 해양환경종합계획 2021-2030 (해양수산부, 2021.1)
    - 해양보호구역 2030년 17,201km<sup>2</sup>(영해 내측 해역의 20%) 지정

우수한 생태계를 보호하는 육상/해양 보호지역은 중요한 탄소저장원이자  
탄소흡수원토지이용전환을 감소시켜 LULUCF 온실가스 배출 저감 효과 발생

출처: KOPA(한국보호지역통합DB관리시스템), 허혁영(Post-2020 국가보호지역목표달성을 위한 국제동향 고찰 발표자료)

#### II. 추진방향



#### 4 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보 방안(안)

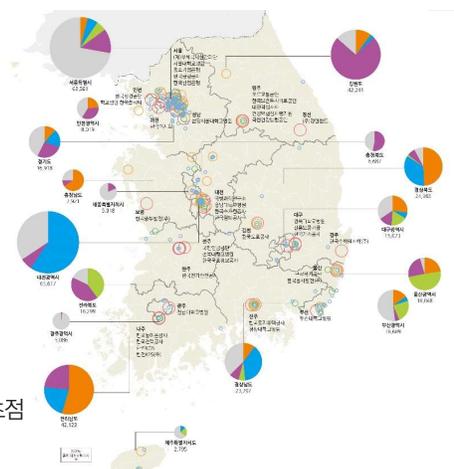
##### ▶ 자연생태기반 탄소흡수원 확보 전략

- 도로변 및 공공기관, 학교 등 자투리 부지 활용 탄소흡수원 확보
  - 2020년 기준 전국 도로 112,977km
    - 유희상태 폐고속국도 64개소, 40km, 157ha 방치
  - 2020년 기준 공공청사 4,735개소, 약 5,924ha
  - 2020년 기준 학교용지 약 34,650ha
    - \* 교지: 약 20,600ha/부속토지: 약 14,050ha
  - 2018년 환경부 '공공부문 온실가스, 에너지 목표관리제' 도입
  - 2019년 기준배출량 대비 23% 감축
  - 그린리모델링 및 제로에너지 건축물 등 건축물 자체에 탄소중립 정책 초점



건축물 자체 탄소중립 이외에도 공공기관 부지를 탄소흡수원으로서 활용 가능

#### II. 추진방향



< 전국 공공기관 유형 및 분포 >

출처: KOSIS(국가통계포털), KESS(교육통계서비스), 환경부(2020), 기후전략과 보도자료, 국가지도집(2019), 1권

#### 4 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보 방안(안)

##### ▶ 자연생태기반 탄소흡수원 확보 전략

- 휴경농지 활용 탄소흡수원 확보
  - 2000년도 부터 2019년까지 논·밭 휴경률이 지속적으로 증가

연도	2000	2010	2019
면적(ha)	16.8만	50.5만	60.5만
휴경률 (%)	0.09	2.9	3.8

- 산림청은 「제4차 산림기본계획」, 「산림분야 탄소흡수원 확충 기본계획」의거, 한계농지에 대한 산림으로서 환원 유도
- 농림부-산림청 부처간 입장 차이로 인해 아직 구상 및 계획단계



한계농지 주변 수자원을 활용한 복원 및 유희농지의산림 전환으로 온실가스 저감 가능

#### II. 추진방향



< 휴경지 및 저수지를 활용한 습지, 산림생태계 복원 예시 >

출처: FAO(2016), Greenhouse Gas Emissions from Agriculture, 농림부(2020), 농림축산식품 주요 통계

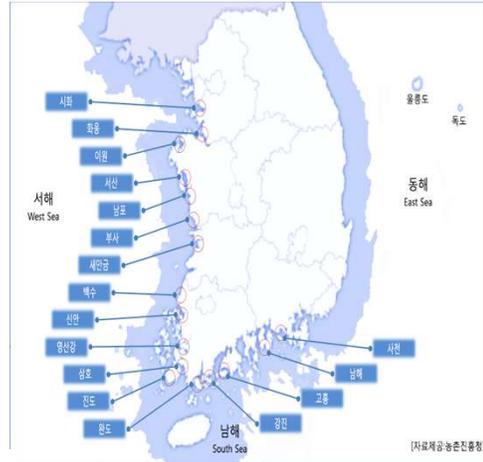
## 4 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보 방안(안)

### II. 추진방향

#### ▶ 자연생태기반 탄소흡수원 확보 전략

- 간척지 및매립지 미분양 부지 활용 탄소흡수원 확보
  - 새만금 간척지 내 조성된 산업단지 분양률 10.7%(35.3ha)
    - 약 280ha 미분양 부지 존재
  - 한국농어촌 공사 새만금산업단지 연도별 분양현황

연도	분양대상 면적(ha)	분양면적(ha)	분양률 (%)
2013년 말까지	150.2	64.9	43.2
2014년	150.2	0	0
2015년	331.1	15.3	4.6
2016년	331.1	3.4	1.0
2017년	331.1	0.9	0.3
2018년	331.1	34.6	10.5
2019년	331.1	35.3	10.7



역간척, 산림, 습지 및 해조류 등 블루카본(Blue carbon) 조성 등의  
탄소흡수원 기능 발굴

< 국내 간척지 현황 >

출처: 농림부(2019), 간척지 준공지구별 현황, 국회예산정책처(2019), 2019 회계연도 공공기관 결산 분석, 농촌진흥청(2020), 국내 간척지 현황

## 4 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보 방안(안)

### II. 추진방향

#### ▶ 자연생태기반 탄소흡수원 확보 전략

- 폐염전 활용 탄소흡수원 확보
  - 국내 최대 천일염 생산지인 충청남도 내 염전 허가 사업장 61개소
    - 최근 5년사이 16개소 폐전 신청
      - \* 전체 606ha 중 113ha
  - 해양수산부 전국 염전 현황

연도	허가업체수 및 면적		가동업체수 및 면적	
	염전 개소	면적(ha)	염전 개소	면적(ha)
2014	1,218	3,990.0	1,124	3,646.4
2018	1,093	4,614.0	1,047	4,431.6
2020	1,003	4,074.0	959	3,898.5

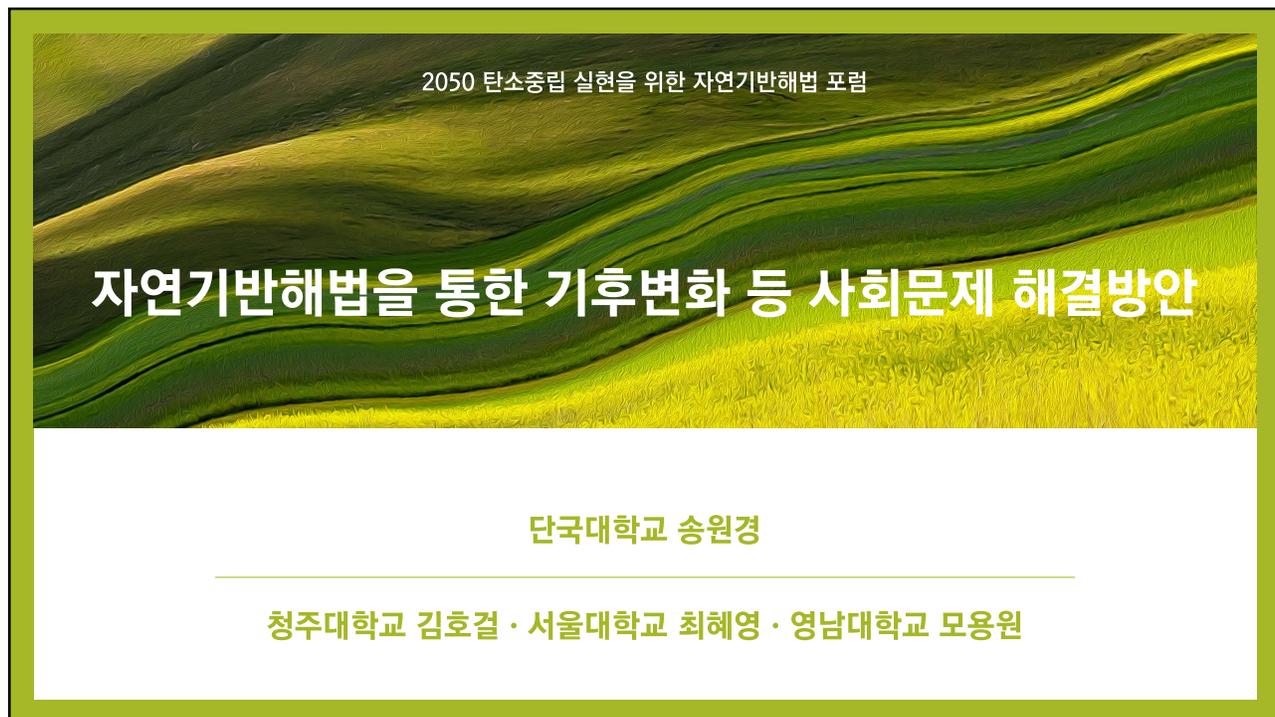


< 폐염전 지역을 복원하여 조성된 소래습지생태공원 >

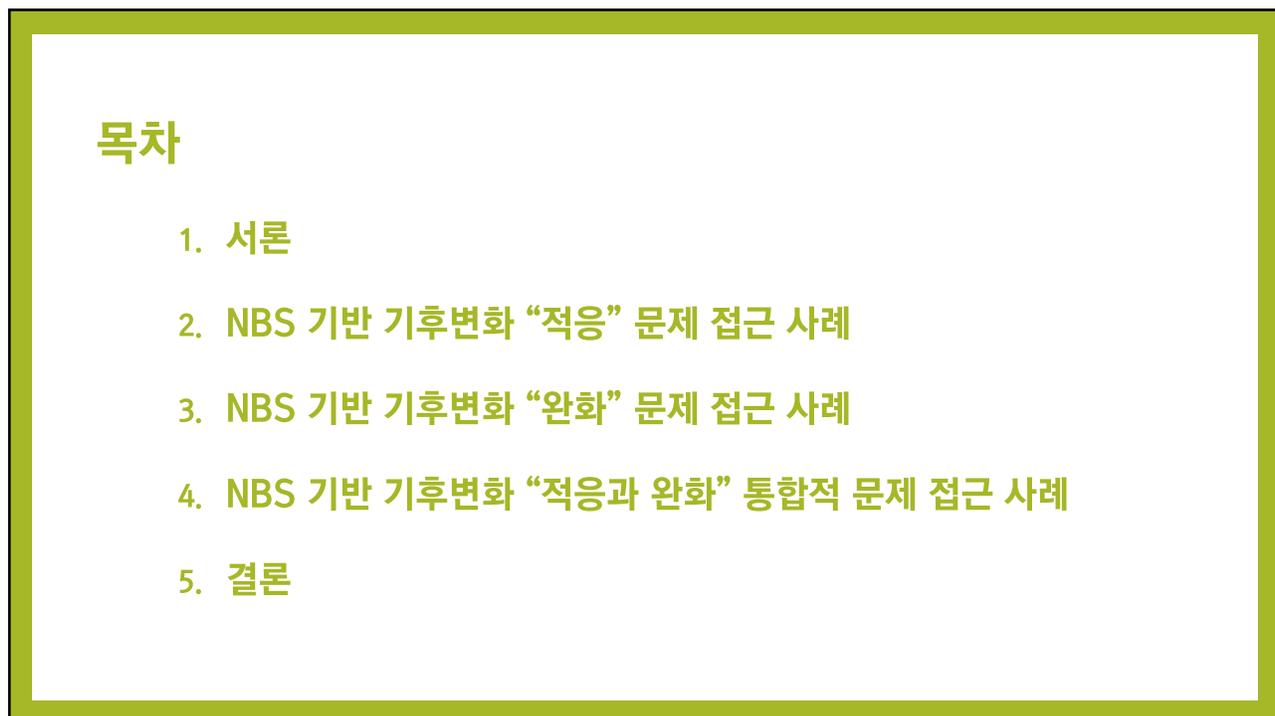
폐염전은 초분류가 상당수 천이되어 있어  
생태적인 기능을 쉽게 회복할 수 있는 공간으로 활용 가능

출처: 해양수산부(2015-2021) 유통정책과 천일염 제조업 현황, 장동호(2014), 충남 폐염전·폐염아장 생태복원과 활용방안

**감사합니다**



1



2

# 1. 서론



3

# 1. 서론

❖ 기후변화는 이미 다가온 위기, 온실가스 감축 정책만으로는 지구의 복합적인 문제를 해결하기 어려움

- 기후변화 시대에 현명한 대응 전략을 찾기 위한 노력이 요구됨
  - 적응과 완화 사이의 시너지를 활용하면 정책 효과가 향상됨
  - 적응 및 완화 목표 사이, 기후 및 기타 환경 정책 우선 순위 사이에서 절충 고려 필요



4

4

# 1. 서론

## ❖ 우리나라의 기후변화 적응 및 완화 정책

- 기후변화와 관련하여 다양한 사회문제 존재
- 제3차 국가기후변화 적응대책) 6개 분야의 주요 기후 리스크에 대한 정책 수립 진행
  - 41개 대표과제 중 적응과 완화를 동시에 고려하는 분야 4개, 상쇄되는 분야 14개가 확인됨

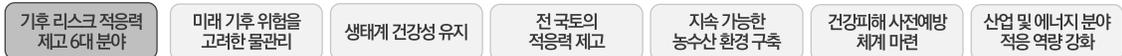


그림. 제3차 국가기후변화적응대책의 기후 리스크 적응력 제고 분야

## • 장기 저탄소 발전전략(LEDS)) 5대 기본방향 마련 및 국가 전반의 녹색 전환을 위한 정책·사회·기술 혁신 방향 제시



그림. LEDS 2050 탄소중립 5대 기본방향

## • 적응·완화에 대한 공동 효과를 고려한 효과적인 대책 수립은 미흡한 실정

출처: 제3차 국가기후변화적응대책 / 지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 2050 탄소중립 전략

# 1. 서론

## ❖ 전세계적으로 공동 효과 고려는 미흡한 실정

- 파리협정문과 IPCC 보고서 등 최근 국제 기후변화 논의에서 온실가스 감축과 기후변화 적응 연계의 필요성 제기
- 유럽 내 885개 도시 중 147개 도시에서만 기후변화 적응·완화 공동 효과 고려
- 실제 공동 효과 고려 대책이 선진화된 도시는 147개 중 단 18%로 파악됨/ 적응·완화 통합 대책 수립 수준 미흡

Table 3  
List of variables in the Urban Climate Change Integration Index (UCCI) and their associated scoring scales.

Stage of planning	Sub-stage	Variables	Scoring scale	
Identifying and Understanding	Scientific knowledge and information	GHG emissions Profile	0-1	
		GHG Emissions Forecast	0-2	
		Vulnerability Profile	0-2	
		Future Climate Projections	0-2	
		Both GHG Emissions and Vulnerability Profile (constructed variable)*	0-1	
		Both Emissions Forecast and Climate Projections (constructed variable)*	0-1	
		Uncertainty of Climate Impacts	0-1	
		Cost Estimates of Damages of Climate Impacts	0-1	
		Climate Hazards detailed	0-1	
		Envisioning and Planning	Targets setting	GHG emissions reductions targets
GHG emissions reduction sectoral targets	0-1			
Adaptation Objectives	0-2			
Consideration of both GHG reduction targets and adaptation objectives (constructed variable)*	0-1			
Prioritization	Cost estimates of actions			0-2
Implementation and Monitoring	Communication		Benefit estimates of actions	0-2
			Sustainability benefits	0-1
	Financing		Common (AdMM) public education and outreach	0-1
			Common funding body or budget (public)	0-1
			Financing commitment (public)	0-1
Implementation	Mainstreaming potential of Climate Actions	0-2		
	Common policy or regulatory framework	0-2		
Monitoring	Partnerships	Common coordination/implementation body	0-1	
		Common monitoring procedure/ framework	0-2	
		Common monitoring procedure/ framework	0-2	

그림. 도시 기후변화 통합 지수

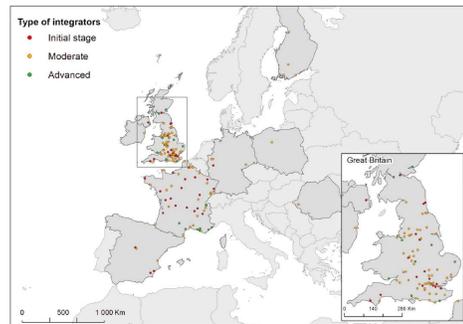


Fig. 4. Map of the 147 cities grouped according to their UCCI score (based on the comprehensive assessment with all variables).

그림. UCCI 점수에 따라 그룹화 된 147 개 도시의 분포도

출처: Grafakos et al., 2020, Integration of mitigation and adaptation in urban climate change action plans in Europe

# 1. 서론

## ❖ 공동 효과 고려 위해 기후변화 적응 및 완화의 차이 이해 필요

- 기후변화 적응 및 완화 대책은 서로 다른 특성(공간적, 시간적, 분야, 규모 등)을 가짐
  - 적응 : 순이익은 공간 규모가 작을 수록 더 큼, 지역 내 즉각적인 효과 기대 가능
  - 완화 : 순이익은 지역적 규모보다 전세계적으로 더 큼, 장기적인 글로벌 이익에 기여함
- 이와 같은 차이점으로 인해 두 대책을 동시에 고려하는 경우는 미흡한 상황임

구분	적응	완화
공간 규모	지역적	세계적
시간 규모	단/중기	장기
주요 부문	다양한 부문	온실가스 배출원 중심
협력 규모	국가 및 지역적	세계적
목표의 불확실성	높음	낮음
혜택	지역적	세계적
효력 발생	즉각적	장기적

표. 적응과 완화 차이점

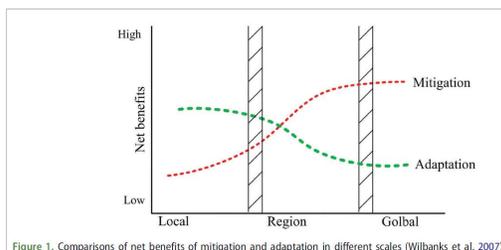


Figure 1. Comparisons of net benefits of mitigation and adaptation in different scales (Wilbanks et al. 2007).

그림. 규모에 따른 적응과 완화의 순이익 비교

출처: Zhao et al., 2018, Adaptation and mitigation for combating climate change – from single to joint

7

# 1. 서론

## ❖ 지속가능한 성장을 위한 필수 고려 요소 : NBS 기반 해결방안

- 기후변화 적응 및 완화에 대한 공동효과 기대 가능
- 문헌 리뷰를 통해 적응 및 완화 대책 공동 효과(시너지)가 기대되는 주요 분야를 파악한 결과, NBS 기반 대책에서 높은 비율로 공동효과가 기대되는 것으로 파악되었음
- NBS 기반 대책은 적응 및 완화의 공동효과 뿐만 아니라, 다양한 분야와 정책적 목표를 동시에 달성하는데 도움을 줌

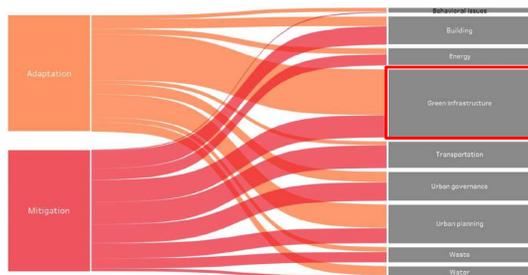


그림. 기후변화 적응 · 완화 공동효과 기대 부문



그림. 기후변화 적응 · 완화 시너지를 제공할 가능성이 높은 세부 분야

출처: Sharifi, 2021, Co-benefits and synergies between urban climate change mitigation and adaptation measures

8

# 1. 서론

## ❖ NBS를 통해 기후변화 공동 효과 증진 및 상쇄 효과 감소 최소화 가능

- NBS 기반의 대책 수립을 통해 적응·완화 공동 효과 극대화 및 상쇄 효과 최소화 방안 마련 필요



그림. 공동 / 상쇄 효과의 중요성 및 메커니즘 (Zhao et al., 2018)

출처: Zhao et al., 2018, Adaptation and mitigation for combating climate change – from single to joint

# 1. 서론

## ❖ NBS 접근은 기후변화 적응과 완화의 시너지 효과를 극대화할 수 있는 지속가능한 정책의 핵심

- NBS의 기후변화 문제 접근 방식
  - 생태계는 다면적 기능을 통해 생명의 기초를 제공하며, 훼손되지 않은 안정적인 상태에서 장기적으로 변화하는 온도와 강우 패턴에 적응해야 함
  - 생태계의 유지, 복원, 지속 가능한 이용은 기후 변화 완화 및 적응에 대한 "자연 기반 접근"의 기초를 형성
- NBS 기반 적응·완화 목표
  - NBS 기반 완화 목표 : 온실 가스 배출을 줄이고 탄소 흡수원을 보존 및 확장하는 것
  - NBS 기반 적응 목표 : 기후변화에 직면한 인간에게 필요한 생태계서비스를 보존하고 예상되는 부정적 영향 (생물다양성, 건강, 재해) 을 줄이는 것

### < 연구 목표 >

- 국내외 NBS 기반 기후변화 적응, 완화, 적응-완화 통합적 사회문제 해결 사례 검토
- NBS 기반 기후변화 문제 해결방안의 이점 파악
- 우리나라에서 NBS 기반 기후변화 문제 해결방안 수립을 위한 도전과제 파악 / 전략적 논의사항 제시

출처: Ecologic Institute, 2014, Nature-based approaches for climate change mitigation and adaptation

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례



11

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ 우리나라 적용 가능한 분야별 생태계 기반 적응 예시

#### • 산림 및 초지 생태계, 담수 및 습지 생태계, 해양 및 해안 생태계, 도시 생태계 등으로 구분

생태계 분야	생태계 기반 적응대책 예시
산림 및 초지 생태계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재조림 및 사면 녹화 등을 통한 산림 복원</li> <li>• 고산 생태계 복원을 통한 탄소 포집 증가</li> <li>• 지역사회 기반 탄소 포집기술 개발</li> <li>• 산사태 등 산림재해 방지를 위한 수로 재설계</li> <li>• 기후 탄력적인 방목 및 가축 관리</li> <li>• 방목지의 재건 및 복원</li> <li>• 농업 생태계 및 농업 시스템의 개선</li> </ul>
담수 및 습지 생태계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 강변의 재조림 및 복원 등 주변 환경 개선</li> <li>• 유역 복원</li> <li>• 습지 보호 및 복원</li> <li>• 유역 수준의 통합 수자원 관리 계획</li> </ul>
해양 및 해안 생태계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해안 사구 및 해변의 안정화</li> <li>• 방파제 역할의 인공 암초 조성</li> <li>• 방파제의 재배치를 통한 해안선의 후퇴 등을 유도 및 관리</li> <li>• 갯벌 및 염습지 등과 같은 조간대 서식지가 개발될 공간 조성</li> </ul>
도시 생태계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시숲 조성, 삼천만 그루 나무 심기, 가로수 조성 등 도시 녹지 공간 조성</li> <li>• 옥상 녹화 및 투수성 포장, 뒷밭 조성, 생태연못 조성 등 도시 공간의 생태적 요소 도입</li> <li>• 다층 구조의 혼합 식재 적용</li> <li>• 지역-광역 녹지 네트워크 구축</li> <li>• 홍수 위험 관리 구역 지정</li> <li>• 유출 저감 시설, 빗물 수확 기술 개발</li> </ul>

12

출처: 박진한 외, 2020, 기후변화 적응대책에서의 생태계 기반 적응 도입 방안 모색, 한국환경정책평가연구원

12

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ NBS 기반 기후변화 적응효과 연구 사례 - 침입외래종 관리

- 기후변화에 의해 침입외래종 국내 도입 증가, 생태계 정착 및 확산 가속화
- 서식지 공간 분포 예측을 통하여 기후변화에 따른 생장가능지역 분석, 지역별 관리방안 모색 등 생태계기반 적응 전략 탐색
- 지속적인 모니터링과 경보체계 구축, 생태계 고유의 복원력 유지, 도입 및 확산 예측 등을 기반으로 대응 방안 마련

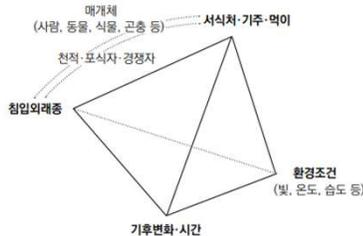


그림. 침입외래종의 침입력을 결정하는 주요 요소

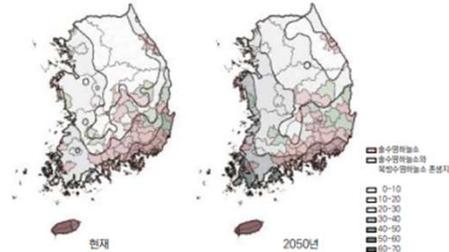


그림. 습수염하늘소에 의한 소나무재선충병의 발생지역(2006~2014)과 기후변화에 따른 2050년(2046~2055) 습수염하늘소의 생장가능 지역

13

출처: 박용하 등, 2016, 기후변화와 침입외래종의 생태계기반관리 전략, 환경정책

13

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ NBS 기반 기후변화 적응효과 연구 사례 - 산사태 영향 저감

- 사방댐/토목공사의 경우, 대량의 온실가스 배출로 인해 기후변화 완화에 부정적 영향
- 4개 NBS 기반 적응대책 적용\* 시, 미래 산사태 민감 지역이 기존 대비 75~87% 감소하는 효과 도출
  - \* NBS 기반 적응 대책: 1.산림수종 관리 2.영급 관리 3.토양배수 관리 4.토양유형 관리
- 대책과 예측 시기에 따라 산사태 피해 비용 40억원~1,400억원까지 줄어드는 것으로 예측

Target Year	Adaptation Measure									
	No Measure		1		2		4			
	Hazard Area (ha)	Hazard Area (ha)	Ratio Compare to No Measure	Hazard Area (ha)	Ratio Compare to No Measure	hazard Area (ha)	Ratio Compare to No Measure	Hazard Area (ha)	Ratio Compare to No Measure	
RCP 2.6	2040s	175,400	118,500	67.56%	139,400	79.48%	154,400	88.03%	133,100	75.88%
	2090s	439,700	320,600	72.91%	357,500	81.31%	383,100	87.13%	343,400	78.10%
RCP 4.5	2040s	744,600	501,100	67.30%	568,600	76.36%	622,800	83.64%	545,000	73.19%
	2090s	1,653,300	1,236,500	74.79%	1,366,500	82.65%	1,449,900	87.70%	1,333,000	80.63%
RCP 6.0	2040s	551,100	429,300	77.90%	463,600	84.12%	478,500	86.83%	447,500	81.20%
	2090s	1,927,400	1,613,500	83.71%	1,711,000	88.77%	1,746,600	90.62%	1,657,700	86.01%
RCP 8.5	2040s	255,400	191,100	74.82%	208,500	81.64%	227,600	89.12%	204,600	80.11%
	2090s	2,901,700	2,300,800	79.29%	2,466,900	85.02%	2,547,200	87.78%	2,394,700	82.53%
Total reduced area (ha)		-	1,937,200		1,366,600		1,038,500		1,589,600	
Average reduced ratio		-	74.79%		82.42%		87.61%		79.71%	

Target Year	(Unit: Million Won)					
	No Measure	Adaptation Measure				
		1	2	3	4	
RCP 2.6	2040s	23,312	14,678	18,132	19,859	17,268
	2090s	100,156	76,844	86,341	91,522	75,980
RCP 4.5	2040s	173,546	116,561	125,195	133,829	113,971
	2090s	408,395	281,473	311,692	309,102	296,151
RCP 6.0	2040s	153,688	120,878	128,649	126,058	115,697
	2090s	407,531	315,146	339,322	325,507	307,375
RCP 8.5	2040s	39,717	26,766	30,219	31,083	29,356
	2090s	521,502	379,039	417,029	412,712	391,126

그림. NBS 기반 적응대책 적용 시 예측되는 산사태 피해 비용

그림. NBS 기반 적응대책 적용 시 산사태 민감 지역 저감 효과

14

출처: Kim et al., 2018, Assessing the Cost of Damage and Effect of Adaptation to Landslides Considering Climate Change

14

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ UNDP - NBS를 통해 국가 결정 기여도(NDCs) 향상 위한 7단계 접근 방식 제안

#### • 목적 및 기대효과

- 정부가 NBS 향상을 목표로 잠재적인 NBS를 식별할 수 있는 프레임워크 제공
- 비용 효율적인 방식으로 다양한 공동 이익과 함께 기후 완화 및 적응 조치 기대



#### • 7단계 구성

단계	내용
1단계	국가 온실가스 회계 맥락에 대한 이해 확립
2단계	국가 법적 및 제도적 틀에서 기존 자연 기반 조치 식별 및 검토
3단계	현재 NDC에서 자연 기반 조치 식별 및 검토
4단계	신속한 개발 기존 자연 기반 조치의 기후 변화 완화 및 적응 잠재력 추정을 위한 분석
5단계	기존 측정 가능한 자연 기반 조치와 자연 기반 솔루션 경로를 검토하고 공간 데이터를 사용하여 NDC를 향상할 기회 식별
6단계	측정 가능한 자연 기반 통합 NDC에 대한 조치
7단계	NDC에 통합된 NBS 구현을 지원하기 위한 활성화 조건 개선 또는 생성

15

출처: United Nations Development Programme, 2019, Pathway for Increasing Nature-based Solutions in NDCs.

15

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ Oxford 대학 - 기후변화 적응을 위한 자연기반솔루션의 증거 지도화

- NBS가 기후변화 영향을 해결에 핵심적인 역할을 한다는 증거 제공, 피해야 할 잠재적인 상쇄효과 강조

#### • NBS 효과 연구 특성

- (a) 기후영향에 대한 NBS 효과 연구 분포
- (b) 소득 그룹(세계 은행 정의)
- (c) 자연기반 개입의 광범위한 유형
- (d) 가장 대표적인 6가지 생태계 유형
- (e) 가장 일반적인 6가지 기후 영향



그림. 기후영향을 다루기 위한 NBS 효과 연구 특성

- 온실가스 감소 및 기후변화와 생물다양성 손실 완화에 효과 → 지속가능한 개발 목표 달성에 중요한 역할

- 비교 연구는 드물지만 데이터가 있는 경우 NBS가 대안적 접근 방식과 같거나 더 효과적인 것으로 나타남

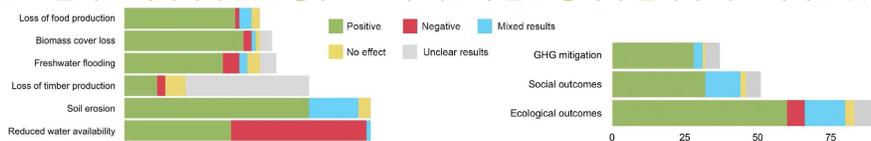


그림. 가장 많이 보고된 6가지 기후 영향을 처리하기 위한 자연 기반 개입의 보고된 효과

그림. GHG 완화, 사회적, 생태학적 결과에 대해 긍정적, 부정적, 혼합적, 불분명하거나 영향이 없다고 보고한 경험적 연구 사례 수

16

출처: Chausson et al., 2020, Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation

16

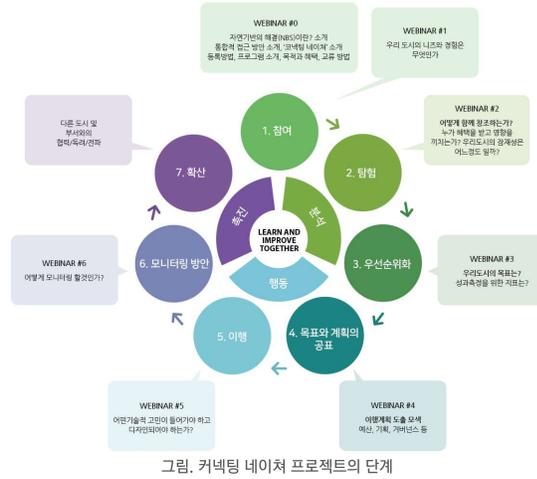
## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ 커넥팅 네이처(Connecting Nature) 프로젝트(2017-2021)

- 기후변화에 대응하기 위해 여러 도시가 녹색 인프라 확충 행정과 거버넌스 형태를 함께 실험/연구하여 도시에 적용하는 프로젝트

- 총 7단계에 걸쳐 시행, 3개 그룹으로 도시 구분

- 1) 선도 도시(Front runner cities)**  
: 자연기반해결(Nature Based Solution) 유럽내 선진사례 구축 도시
- 2) 적용 도시(Fast follower cities)**  
: 같은 유럽권 도시 중 선도 도시의 우수사례 적용 모델을 적용해 보고자 하는 도시
- 3) 확산 도시(Multiplier cities)**  
: 위의 과정과 모델 확산을 위해 선정된 생물다양성 정책 우수 글로벌 도시



출처: 생물다양성 역량강화 프로그램\_자연의 도시, ICLEI, [https://www.icleikorea.org/\\_03/0206](https://www.icleikorea.org/_03/0206)

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ 블루-그린 네트워크를 통한 생태계 복원

- 물 흐름이 수평적·수직적으로 단절될 경우, 열섬현상·오염물질 축적·가뭄/침수·식물고사·싱크홀 등 다양한 문제 발생
- 문제해결을 위해 다음의 사업 수행
  - 1) Visible BGN  
: 저지대의 자연습지를 보존하고 완충지역 및 하천과 연결
  - 2) Invisible BGN  
: LID를 통해 지하 물흐름과 도시 인공녹지(가로수, 조경공간 등)를 연결
- 수질 향상, 생태회복력 증가, 미기후 개선, 홍수 완화 등의 효과



Visible BGN(영국 스코틀랜드)



Invisible BGN(미국 휴스턴 그린로드사업)

그림. 블루-그린 네트워크 적용 사례

### ❖ 단일 기능 사회기반 시설을 복합기능 그린인프라(green infra)로 조성

사회기반 시설	그린인프라 기능 부여 방안
화분과 화단	· 침투화분, 식물재배화분, 식생체류지, 침투도랑 등 조성
옥상	· 옥상녹화 및 빗물이용시설 설치 · 침투통, 침투도랑 설치 통해 우수관거 설치
조경녹지	· 오목형 조경녹지 · 식물재배화분, 식생체류지, 침투도랑 등 조성
기타	· 투수포장으로 인도 및 주차장 조성 · 나무여과상자로 가로수 조성 · 식물재배화분으로 띠녹지

출처: 김이형, 2020, 자연기반해법(NBS)의 원칙 및 적용사례

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ 개발 공간구조의 LID 계획 및 조성

#### • BSD(better site design) 기법

- 1) 지구단위계획 또는 필지 단위의 개발계획시 녹지, 물 및 인공구조물 간의 적정 배치는 물 순환 회복 및 생태계서비스 구현
- 2) 예시
  - : 그린인프라 개념이 도입된 하수처리장은 하수처리, 에너지생산, 체육 및 공원시설 등 다양한 기능 수행, 자연과 인간에 혜택 제공



### ❖ NBS 기법 활용한 인공계 및 자연계 물순환 연계

- 한국 : 하수처리수 재이용율은 2017년 기준 약 14.7%, 대부분 장내 청소용수/활용도가 매우 낮은 편(환경부 환경통계포털, 2019)
- 싱가포르 : 하수처리수의 음용수 재이용을 위한 다양한 물순환 정책 추진
- 미국 : 하수처리수를 농업적 이용, 인공습지, 지하수 충전, 골프장 수변공간 활용, 해수침입 방지 등 다양하게 활용

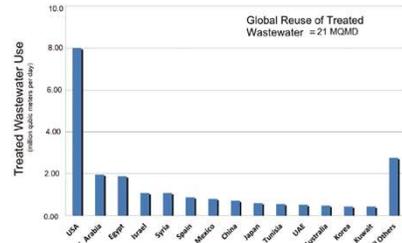


그림. 주요국가의 하수재이용율

19

출처: 김이형, 2020, 자연기반해법(NBS)의 원칙 및 적용사례

19

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ 유역연계 하천복원 및 홍수터 복원

- 생태하천복원 사업은 가뭄/홍수 저감, 수질정화, 생물서식처 제공, 대기오염 개선 등의 다양한 생태계 서비스 제공
- 유역내 다양한 규모의 LID 기법 적용을 통해 안정적 수량과 수질확보가 필수적
- 복원사례

- 1) 독일 이자르강 복원사업
  - : 하천 내부에 하천의 자연성 회복
  - 유역에서 안정된 수질 수량 공급을 위한 LID 사업 추진
- 2) 미국 로스엔젤레스 강 복원사업
  - : 유역의 도로, 주차장, 인도, 옥상, 공원 등에 다양한 LID 기법을 통한 유역 연계 하천복원사업 추진
- 3) 미국 트윈크릭 복원사업
  - : 유역연계 하천복원사업을 통한 유역 산업단지 문제 해결
  - 유역 LID 적용, 홍수터 복원, 하천 자연성 회복 등 적용



20

출처: 김이형, 2020, 자연기반해법(NBS)의 원칙 및 적용사례

20

## 2. NBS 기반 기후변화 “적응” 문제 접근 사례

### ❖ 해수면 상승에 대한 적응 대책 마련

- 독일 바덴해(Wadden Sea) 지역은 약 10,000km<sup>2</sup>의 갯벌, 얕은 웅덩이, 모래언덕 및 염습지가 분포
- 기후변화로 인한 해수면 상승으로 가치 높은 서식처들이 사라질 위험
- “Growing with the Sea” 프로젝트를 통해 해수면 상승으로 인한 서식처 보호를 목표
- WWF는 사례연구 및 파일럿 실험을 통해 인간의 정착과 바덴해 보전을 함께 달성할 수 있는 방법 모색



그림. 해수면 상승으로 인해 위협받고 있는 독일 바덴해의 모습

21

출처: Naumann et al. 2014, Nature-based approaches for climate change mitigation and adaptation

21

## 3. NBS 기반 기후변화 “완화” 문제 접근 사례



22

### 3. NBS 기반 기후변화 “완화” 문제 접근 사례

#### ❖ 온실가스 배출 감소에 있어 NBS의 역할

- 20개 NBS 조치를 통해 탄소저장량 증가  
산림·습지·초원 및 농경지의 온실가스 배출 방지
- 기준 연도(2030년) 최대 기후 완화 잠재력 추정
- 막대 밝은 회색부분  
- 온난화를 2°C 이하로 유지하려는 글로벌 목표 가정 시,  
비용 효율적인 완화 수준
- 막대 짙은 회색부분  
- 2°C 이하 저비용
- 국가는 기존 NDC\*를 강화할 수 있는 기회 확인을  
위해 기존 조치와 비교 가능  
\* NDC(Nationally Determined Contribution)

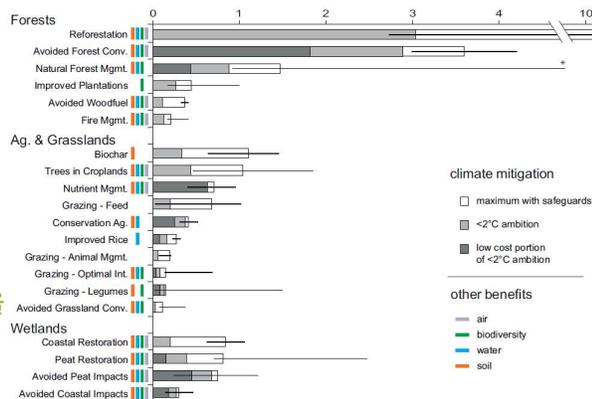


그림. 20개 자연 경로의 기후 완화 잠재력

23

출처: Griscom et al., 2017, Natural climate solutions

23

### 3. NBS 기반 기후변화 “완화” 문제 접근 사례

#### ❖ 온실가스 배출 감소에 있어 NBS의 역할

- GHG(Global Goals for Greenhouse Gas) 달성을 위해 생태계 온실가스 저장능력을 인지하는 NBS 기법 주목
- 조림과 산림관리, 산림파괴 억제를 통한 육지생태계 기후변화 완화 잠재력 향상  
- 열대/아열대 지역 산림이 빠르게 자라 알베도(albedo) 감소에 따른 역효과 없음  
- 산림파괴 억제, 토지황폐화 방지를 통한 0.4-5.8 Gt CO<sub>2</sub>/year의 완화 효과 기대  
- 조림, 재조림을 통한 0.5-10.1 Gt CO<sub>2</sub>/year의 탄소 흡수 및 저장 효과 기대
- 육지생태계 관리,농업 방식 발전 → 2030년까지 온도 증가 2°C 이하 감소에 필요한 CO<sub>2</sub> 완화량의 30% 제공

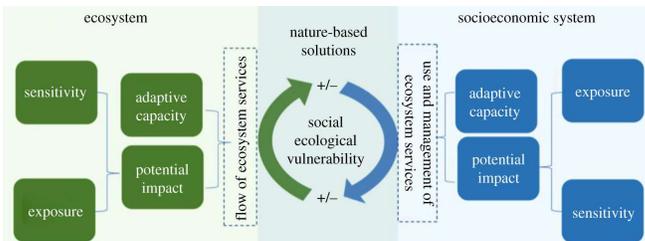


그림. 사회-생태계 시스템

24

출처: Seddon et al., 2020, Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges

24

## 4. NBS 기반 기후변화 “적응과 완화” 통합적 문제 접근 사례



25

## 4. NBS 기반 기후변화 “적응과 완화” 통합적 문제 접근 사례

### ❖ EU 그린딜의 NBS 관련 문제 해결 사례

- 2050년까지 온실가스 순배출 금지, 자원 사용에서 분리된 경제 성장 등 자원효율적이고 경쟁력있는 경제로 변화하고자 노력
- 그린딜 통해 “생물다양성, 에너지 고효율 건축, 건강한 식량, 대중교통, 청정에너지, 지속가능한 제품, 미래형 직업, 경쟁력있는 산업” 제공, 에너지/산림/토지이용/교통/무역 등 15개 부문 2030 기후타겟 설정
- 적응, 완화 따로 구분하지 않고, 기후변화에 대응하기 위한 미래 모습 설정 후 통합적인 관점에서 접근



그림. EU 그린딜이 제공하는 혜택

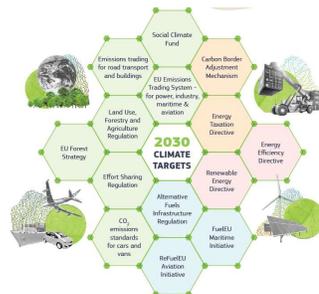


그림. EU 그린딜의 2030 기후타겟

26

출처: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

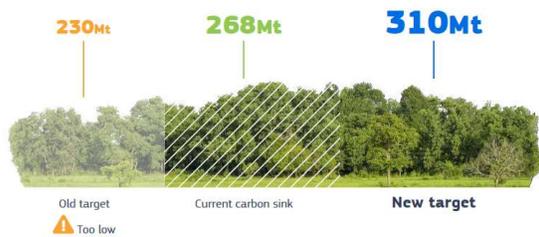
26

### 4. NBS 기반 기후변화 “적응과 완화” 통합적 문제 접근 사례

#### ❖ EU 그린딜의 NBS 관련 문제 해결 사례

- 2050년까지 30억 그루의 나무 조림 → 이산화탄소 흡수량 증진
- 지속가능한 바이오에너지 생산을 위해 산림 벌채 피하고, 목재 제품 재활용 프로세스 활성화
- 생물다양성 가치가 높은 지역을 보호하기 위한 기준 제시, 기후변화 적응 지원

NEW TARGETS TO INCREASE OUR NATURAL CARBON SINK



THE BIOMASS CASCADE



27

출처: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

27

### 4. NBS 기반 기후변화 “적응과 완화” 통합적 문제 접근 사례

#### ❖ IPCC의 NBS 대응 옵션 적응과 완화 사례

- 완화, 적응, 사막화 및 토지 황폐화 퇴치, 식량 안보 강화에 대한 대응 옵션(NBS 포함)의 잠재적 글로벌 기여
- 대부분의 NBS 대응 옵션 적응과 완화에 대해 긍정적인 효과

Response options based on land management		Mitigation	Adaptation	Desertification	Land Degradation	Food Security	Cost
Agriculture	Increased food productivity	L	M	L	M	H	---
	Agro-forestry	M	M	M	M	L	---
	Improved cropland management	M	L	L	L	L	---
	Improved livestock management	M	L	L	L	L	---
	Agricultural diversification	L	L	L	M	L	---
Forests	Improved grazing land management	M	L	L	L	L	---
	Integrated water management	L	L	L	L	L	---
	Reduced grassland conversion to cropland	L	---	L	L	L	---
	Forest management	M	L	L	L	L	---
Soils	Reduced deforestation and forest degradation	H	L	L	L	L	---
	Increased soil organic carbon content	M	L	M	M	L	---
	Reduced soil erosion	---	L	L	M	L	---
	Reduced soil salinization	---	L	L	L	L	---
Other ecosystems	Reduced soil compaction	---	L	---	L	L	---
	Fire management	M	M	M	M	L	---
	Reduced landslides and natural hazards	L	L	L	L	L	---
	Reduced pollution including acidification	---	M	L	L	L	---
	Restoration & reduced conversion of coastal wetlands	M	L	M	M	L	---
Restoration & reduced conversion of peatlands	M	---	---	M	L	---	

Key for criteria used to define magnitude of impact of each integrated response option					
	Mitigation GtCO <sub>2</sub> -eq yr <sup>-1</sup>	Adaptation Million people	Desertification Million km <sup>2</sup>	Land Degradation Million km <sup>2</sup>	Food Security Million people
Positive	Large	More than 3	Positive for more than 25	Positive for more than 3	Positive for more than 5
	Moderate	0.3 to 3	1 to 25	0.5 to 3	0.5 to 3
	Small	Less than 0.3	Less than 1	Less than 0.5	Less than 0.5
Negative	Negligible	No effect	No effect	No effect	No effect
	Small	Less than -0.3	Less than -1	Less than -0.5	Less than -0.5
	Moderate	-0.3 to -1	-1 to -25	-0.5 to -3	-0.5 to -3
Large	More than -3	Negative for more than 25	Negative for more than 3	Negative for more than 5	Negative for more than 5
Variable	Can be positive or negative	---	no data	---	---

**Confidence level**  
 indicates confidence in the estimate of magnitude category.  
 H High confidence  
 M Medium confidence  
 L Low confidence

**Cost range**  
 See technical caption for cost ranges in US\$ tCO<sub>2</sub>e<sup>-1</sup> or US\$ ha<sup>-1</sup>.  
 High cost  
 Medium cost  
 Low cost  
 no data

그림. NBS 대응 옵션과 5개 분야의 관련성

28

출처: IPCC, 2019, Special Report on Climate Change and Land

28

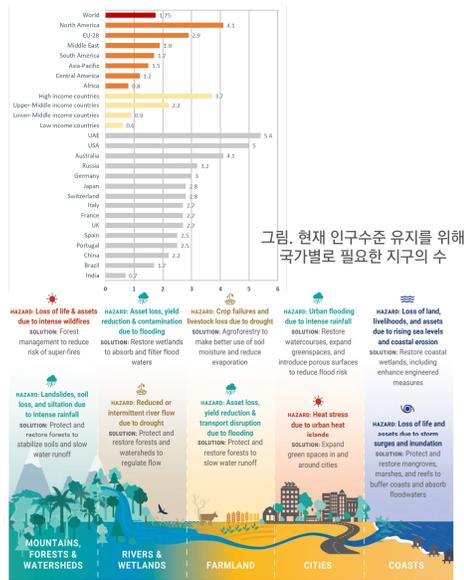
### 4. NBS 기반 기후변화 “적응과 완화” 통합적 문제 접근 사례

#### ❖ NBS의 중요성

- 인간의 지구 자원 이용은 이미 과부화 상태
- 지속적인 인구 증가는 에너지, 교통, 급수, 위생 등 사회 전반에 다양한 문제 야기
- 기후변화와 더불어 비가역적인 위험 수준에 도달

#### ❖ 새로운 경제 성장 모델, NBS

- 선진국의 노후시설 및 개발도상국 사회기반시설  
→ 지속가능하고 기후 관리 능력이 있는 그린인프라로 대체
- 도시공원 및 습지를 통한 냉각효과와 간접적 탄소 절약은 동일 수목의 직접 탄소 저장량보다 3배 이상
- 탄소흡수, 기후복원력, 생물다양성 보전에 동시 기여



출처: Stefanakis et al., 2021, Nature-based solutions as a tool in the new circular economic model for climate change adaptation

### 4. NBS 기반 기후변화 “적응과 완화” 통합적 문제 접근 사례

#### ❖ 하천 재생을 통한 기후변화 적응과 완화 사례

- 기후변화 적응 및 완화에 대한 NBS 기반 접근은 상호보완적
- 하천 재생과 같은 단일대책
  - 1) 온실가스 배출 감소
  - 2) 생태계 적응 능력 및 홍수피해 보호 능력 증가
- 복원된 이탄습지
  - 1) 멸종위기종 서식처 제공
  - 2) 전체 경관의 물 균형 개선
  - 3) 온실가스 배출 감소
- NBS 기반 접근 방식은 다면적이고 부문 간 이점 존재



그림. Spreewald의 강변지역 프로젝트

출처: Naumann et al. 2014, Nature-based approaches for climate change mitigation and adaptation

#### 4. NBS 기반 기후변화 “적응과 완화” 통합적 문제 접근 사례

##### ❖ 이탄습지 활성화를 통한 기후변화 적응과 완화 사례

- 중요한 탄소흡수원으로써 이탄습지는 기후변화로 인해 기능 상실 → 온실가스 배출의 주요 원인
- 독일 Inner Salzkammergut 지역에서 MoorClim 프로젝트를 통해 황폐화된 이탄습지 복원 목표
- 배수로의 나무 제방, 빗물 배수 속도 감소 등을 이용하여 이탄습지 재활성화 도모
- 이산화탄소 흡수원 향상, 수원 공급 증가, 생물종 및 서식처 보전 등의 효과



그림. Inner Salzkammergut의 이탄습지 재활성화

31

출처: Naumann et al. 2014, Nature-based approaches for climate change mitigation and adaptation

31

#### 4. NBS 기반 기후변화 “적응과 완화” 통합적 문제 접근 사례

##### ❖ 건물 외벽 녹화를 통한 기후변화 적응과 완화 사례

- Vienna Magistrate 건물 벽면 녹화
  - 다양한 생물종 서식처 조성
  - 실내·외 기후 완화
- 실내온도 저감을 위한 에너지 소비 감소, 온실가스 배출 방지
- 겨울철 건물 열 손실 50% 감소 효과
- 여름철 온도 저감 효과
  - 45개의 에어컨 장치
  - 건물 전체 면적에 필요한 100년 생의 너도밤나무 4그루
- 인접 지역의 기후조절, 탄소흡수, 서식처 조성, 삶의 질 향상 등의 효과



그림. Klimaschutzfassade MA48

32

출처: Naumann et al. 2014, Nature-based approaches for climate change mitigation and adaptation

32

## 4. NBS 기반 기후변화 “적응과 완화” 통합적 문제 접근 사례

### ❖ 생물다양성 보전과 기후변화 완화 혜택을 동시에 얻기 위한 사례

- 생물다양성 감소 주된 요인

- 기후변화와 토지이용 변화에 의한 서식지 손실

- 국가 및 지역정책은 토지이용과 산림 벌채에 영향, 긍정적으로 생물다양성 보전에 기여 가능

- 그러나 탄소흡수원 확충 중심의 나무심기 프로젝트는 지역수준의 생물다양성에 위협

- 산지 전용 시나리오와 기후변화 모델의 결합

→ 네가지 산림유형에 대한 각각의 산림관리정책 제안

- 1) FI(산림보존, 종풍부도 증가)

- : 잠정적 기후 레퓨지아, 장기적인 모니터링과 추가적인 보호지역 지정 필요
- 보조적인 서식지 이전(assisted migration)을 위한 후보지

- 2) FD(산림보존, 종풍부도 감소)

- : 장기적인 모니터링 필요
- 종들의 이동을 위한 주변의 FI 지역으로 서식지 연결성 유지
- 기후변화 완화를 위한 탄소흡수의 단일종 식재

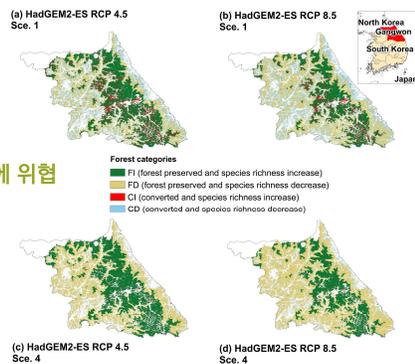


그림. 현재 산림지역 네가지 유형으로 구분

33

출처: Choe and Thorne 2017, Integrating Climate Change and Land Use Impacts to Explore Forest Conservation Policy, Forests 8: 321.

33

## 5. 결론



34

## 5. 결론 - NBS 기반의 기후변화 문제 해결 시 유의사항

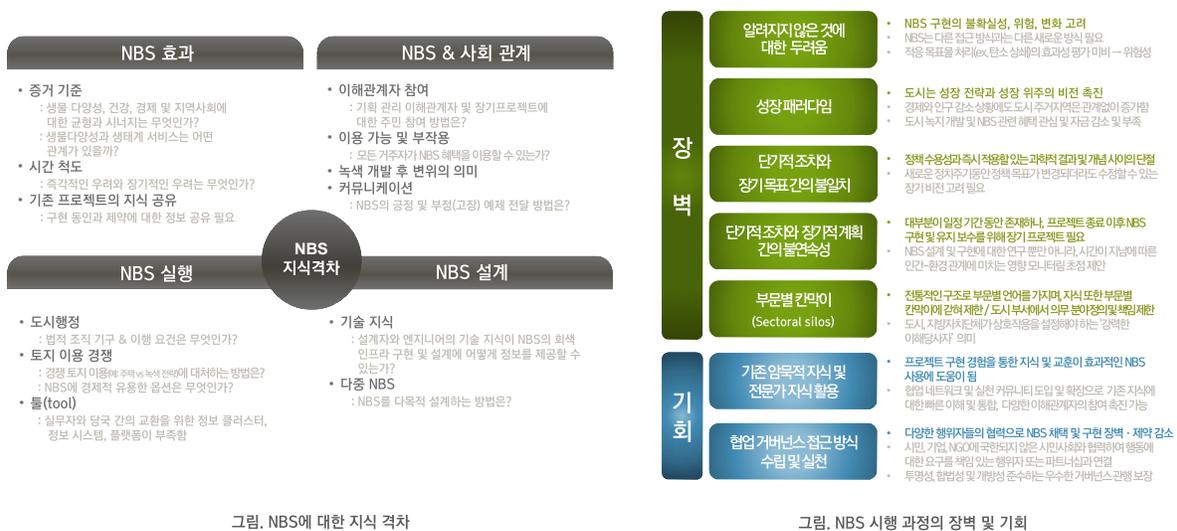
- NBS는 각종 환경문제의 완화 외에 기후변화에 대한 적응 및 완화에도 크게 기여할 수 있어 많은 국가의 탄소중립 목표 달성 방안으로 주목받고 있음
- NBS 기반 탄소중립 달성을 위해 산림생태계 보존·조성, 훼손된 생태계 복원, 도시생태계 건강성 제고 등 다양한 접근이 필요하고, 농경지, 습지, 초지, 해양 등 자연생태계 탄소 흡수·저장 기능의 활용이 필요
- 한편, NBS 기반 대책은 단기간 내 많은 양의 탄소를 흡수하는 데는 한계가 있으며, 즉각적인 해결이 필요한 환경문제와는 상충이 발생할 수 있음
- 그럼에도 불구하고, 적응/완화/환경문제/정책적 목표 달성에 대해 다양한 공동효과를 기대할 수 있으며, 비용 효율적인 대안으로 중요한 해법이 될 수 있음

35

출처: 명수정, 2021, 자연기반해법과 기후변화 대응: 탄소중립에의 시사점 / Ecologic Institute, 2014, Nature-based approaches for climate change mitigation and adaptation

35

## 5. 결론 - NBS 실행의 한계점과 도전과제

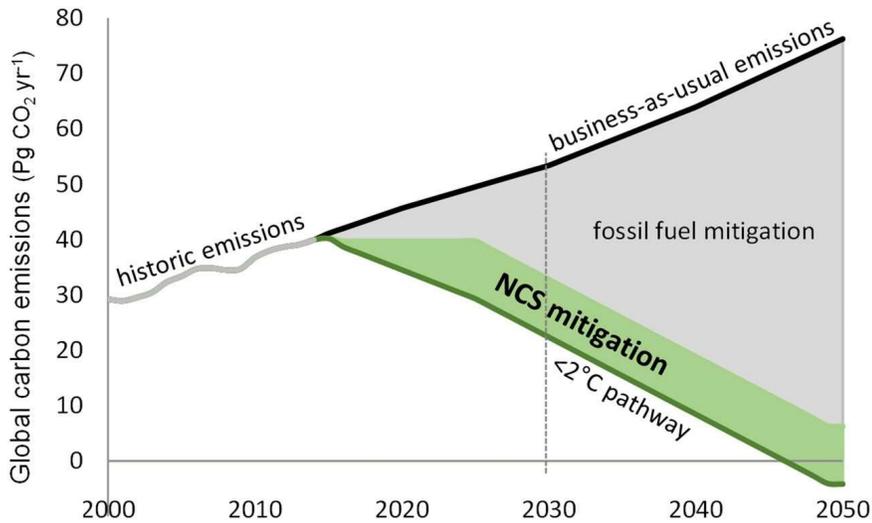


36

출처: Kabisch et al., 2016, Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action.

36

## 5. 결론 - NBS 실행의 한계점과 도전과제



Contribution of natural climate solutions (NCS) to stabilizing warming to below 2 °C. Historical anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions before 2016 (gray line) prelude either business-as-usual (representative concentration pathway, scenario 8.5, black line) or a net emissions trajectory needed for >66% likelihood of holding global warming to below 2 °C (green line).

37

출처: Griscom et al., 2017, Natural climate solutions

37

감사합니다. Q&A

NBS 기반의 기후변화 관련 사회문제 해결방안

38

# 자연기반 해법 포럼 토론 자료

소속 : 국립생태원  
토론자 : 박 은 진 실장

## 2050 탄소중립 실현을 위한 자연기반 해법 포럼

발표주제_1	IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수·배출 산정 및 국내 정책방향
발표주제_2	국가 탄소흡수원 관리 방안
발표주제_3	자연기반해법을 통한 기후변화 등 사회문제 해결 방안

### ■ 발표주제\_1

- 자연생태기반 탄소흡수 노력에 대한 명확한 측정과 검증, 보고, 국제적 공인 획득을 위해 종합적인 탄소흡수원 관리제도와 주제 필요성은 중요한 지적임.
- 특히, 토지이용변화 매트릭스의 미구축 부분에 대한 개선이 필요하며,
- 탄소흡수량의 대부분을 담당하는 산림지의 탄소흡수량 산정 기준과 자료, 방법론 등에 고도화와 검증을 위한 투명성과 완결성 제고 필요
  - 토양과 고사유기물 미산정, 흉고직경 6cm 미만 하층 식생 미산정 등 포함되지 않은 부분들에 대한 개선 등

### ■ 발표주제\_2

- 탄소흡수원의 공간유형별 적용 법체계와 관리체계에 따라 온실가스 흡수량 산정과 탄소중립 추진전략을 이행하는 것은 효율적이나 이를 총괄관리하는 규정과 환경부의 역할 정립은 적절하게 수립되었다고 판단됨.
- 기후위기 대응을 위한 자연기반의 탄소중립 추진전략은 다른 부문에 비하여 자연의 대기 능력 특성에 따른 통합적, 종합적 접근을 필요로 한다는 점에서 총괄관리의 중요성이 큼.
- 무엇보다 자연이 제공하는 혜택의 한 부분으로서 탄소흡수원 기능이 다른 생태계서비스와 상충될 가능성, 기후위기와 생물다양성 위기 간의 상호작용 등 복잡성에 대한 이해를 바탕으로 한 통합적인 정책 필요
- 이러한 맥락 하에서 다음의 두 가지 측면에 초점을 두고 총괄관리 기능 강화가 필요
  - 1) 각 공간유형별 탄소흡수원 관리와 효과에 대한 정량적 모니터링과 부정적 영향의 분석 :
    - 탄소중립 실현을 위한 이행전략이 올바르게 작동되는지를 검증하면서 동시에 생물다양성 및 생태계서비스의 상쇄효과가 발생하지 않는지 점검하고 부문 간 연계전략을 찾는 데 필요
    - 이 측면에서 LULUCF 분야 온실가스 국가통계 개선은 바람직하게 강조되었다고 판단되며, 총괄관리를 통한 탄소흡수원 통계의 고도화와 적정관리 강화를 기대함.
    - 다만, 자연생태계와 대기 간의 탄소의 배출과 흡수 흐름(flow)만 강조하는 모니터링이 아니라 탄소저장고(pool)로서 평가와 모니터링을 통해 장기적이고 안정적인 격리와 저장 필요
    - 또한, 예를 들어 산림경영과 같은 탄소흡수원 전략의 이행이 생태계서비스에 미치는 긍정적, 부정적 영향의 모니터링과 점검 필요

2) 각 유형별 탄소흡수원 확충과 관리가 생물다양성과 생태계서비스를 상쇄하지 않고 시너지를 가질 수 있는 원칙과 가이드라인을 마련하고 이를 준수하도록 점검 관리 :

- 자연기반의 탄소중립 실현전략은 기후완화와 적응전략을 동시에 내포하며, 탄소흡수기능만을 고려하여 적응기능을 훼손하는 잘못된 전략이 이행되지 않도록 관리 필요
- 기후완화와 탄소중립 실현을 위한 자연기반 해법의 원칙으로서 기후적응력의 동시 혹은 우선 고려가 제시되어야 탄소저장고인 기존 탄소흡수원의 보호 관리, 신규 탄소흡수원의 확충·관리 방안(적정한 공간과 방법)이 체계화될 수 있음.

### ■ 발표주제\_3

- 기후적응과 기후완화, 두가지의 통합적 접근으로서 NbS 사례들과 NbS 접근의 도전과제 등 자연기반해법을 통한 기후위기 대응의 개념과 접근사례를 체계적으로 정리 제시하였음.
- 발제에서도 지적하였듯이 자연생태계의 다면적 기능으로 인해 기후위기에 대응하는 큰 두 줄기의 전략인 기후완화와 기후적응이 상호 시너지를 가지기도 상쇄되기도 한다는 점, NbS 구현의 불확실성과 계량화하기 어려운 효과 등이 장벽이라는 점이 중요한 포인트임.
- 원래 망그로브 연안습지 복원, 도시 그린인프라 조성, LID 적용 등과 같이 생태계 기반 기후적응 접근이 관심을 받아왔으나 최근 탄소중립 실현, 즉 기후완화를 위한 탄소흡수원 확충 중심의 NbS 접근에 국제적 관심이 커짐과 동시에 상쇄효과 우려가 커지고 있는 현실임.
- 하지만 기후와 생물다양성 문제의 통합적 해결 접근으로서 NbS의 구현과 적응적 관리가 선택이 아닌 필수적인 정책방안이라는 인식이 필요하며, 모든 사회문제를 해결하는 하나의 NbS 접근은 없고 각 문제에 맞는 접근과 최적화 방법을 구현하는 것이 중요
- 즉, 탄소중립 실현이라고 하는 사회의 당면문제 해결을 위해 자연기반 접근은 직접적으로 탄소흡수원 확충을 통한 흡수량 증대와 흡수한 탄소를 오랫동안 안전하게 자연에 가두어두는 것이며, IUCN이 제시한 NbS 가이드라인을 참조할 때 다음을 고려한 접근의 구체화가 필요
  - 탄소중립을 위한 NbS로서 탄소흡수원 문제인식과 우선순위, 효과 평가
  - 탄소흡수원 확충을 위한 대상 공간(경관규모)의 설정과 경제·사회·생태계 사이의 상호작용과 복잡성에 대한 인식(이해관계자 고려)
  - 탄소흡수원 확충에 따른 생물다양성 순이익 고려(생태계의 온전성, 생태기능과 연결성 향상)
  - 탄소흡수원 확충에 따른 다른 자연 혜택 간의 상충 균형 여부 평가와 관리
  - 증거기반의 적응적 관리를 위해 주기적 평가와 모니터링에 기초한 관리

# 자연기반 해법 포럼 토론 자료

소속 : 한국수자원공사  
토론자 : 변 영 철 처장

## 2050 탄소중립 실현을 위한 자연기반 해법 포럼

발표주제_1	IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수배출 산정 및 국내 정책방향
발표주제_2	국가 탄소흡수원 관리 방안
발표주제_3	자연기반해법을 통한 기후변화 등 사회문제 해결 방안

- 2050 탄소중립위원회에서 현재 논의중인 탄소중립시나리오에서 흡수원 부문이 다소 미흡하게 반영된 것으로 보여 추가 발굴 필요
  - 흡수원을 활용한 온실가스 흡수량을 2050년도 기준 전체 24.1~24.7백만톤으로, 산림을 통해서 22.7~23.1백만톤, 해양, 하천, 댐홍수터 등에서 1.4~1.6백만톤 수준의 온실가스 흡수를 예상하고 있으나
  - 흡수원 중 대다수를 차지하는 산림분야에 있어서 도심지의 짜투리 땅 및 농촌지역 휴경지 등에 적극적인 식생복구 사업 대상지를 발굴
  - 수목 등 자연생태자원을 활용한 흡수원은 생물종다양성확보, 미기후 완화, 미세먼지 저감, 경관향상, 쾌적성 증가 등 복합적 기능이 있어 공간적, 방법론적으로 추가 흡수원 발굴의 필요성이 있다고 판단됨
- 흡수원의 탄소 흡수량 계량의 정확성 향상을 위해 보다 다양한 수종의 흡수량 기초 데이터 확보 필요
- 흡수원 별로 LCA(life-cycle assessment, 전과정평가) 측면에서의 탄소투입과 흡수의 정량성 도출방안 마련 필요

### ■ 발표주제\_1

- 인벤토리의 신뢰성 제고를 위해 일관성 있는 관리수단과 관리행위에 따른 탄소흡수 증진을 인정받기 위한 누적된 기록 확보, 공간적 정보의 일원화를 위한 토지이용과 피복 변화 등에 대한 계층화된 지도 제작 적극 추진 필요
- 바이오차 활용에 의한 광물성 토양 유기탄소 축적량의 변화를 추정하는 방법론이 개발되기 시작하고 있으며, K-water 경우 매년 발생하는 댐부유물(25,240ton)을 활용해서 biochar 생산이 가능하나 IPCC 계수가 없음

### ■ 발표주제\_2

- 법제도적 정비와 향후 추진 방향은 적정하게 제시가 되었음
- 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보에 새만금 환경생태용지 활용 가능
  - 환경부 주관으로 49.7km에 생태환경 회복구간 조성 예정( ~50년)

### ■ 발표주제\_3

- 수목 자체의 탄소 저장, 흡수량은 물론 도시공원 및 습지를 통한 냉각 효과 등 간접적 탄소 절약 효과의 중요성 인지는 당연히 고려되어야 함
    - 수목으로 인한 도시 냉각 효과로 인한 간접적 탄소 절약이 3배 큼, 생태적 가치도 중요
    - 이러한 접근 방법과 효과분석은 더 중요한 가치로 계량화가 연구 되어져야 할 것임
  - 추가 흡수원을 조성할 때 적정한 탄소중립 식재모델에 대한 연구가 필요함
    - 수변구역에 탄소흡수림 도입시 수종, 규격, 배식기법에 관한 모델과 흡수량 간편 산정 필요
- ※ 붙임 : K-water 흡수원분야 탄소중립 시나리오 제안 내용

구분	내용	흡수량 전망(만tCO <sub>2</sub> )			계수
		30년	40년	50년	
<b>합계</b>		<b>9.03</b>	<b>10.59</b>	<b>10.13</b>	
댐	1. 댐 홍수터 흡수원 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 댐 유역 부지에 정화림 등 생태공간 조성</li> <li>- 17.9km<sup>2</sup></li> </ul>	1.17 (9.3km <sup>2</sup> )	1.84 (17.9km <sup>2</sup> )	1.53 (17.9km <sup>2</sup> )	1km <sup>2</sup> =1,310tCO <sub>2</sub> (IPCC 산림계수)
	2. 바이오매스 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 댐 부유물 활용 Biochar 생산</li> <li>- 전국 댐 연간 부유물 : 25,240ton</li> </ul>	0.63	0.63	0.63	1ton =3.586tCO <sub>2</sub> (논문자료)
	3. 인공수초심 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 댐 유희수면에 인공수초심 조성으로 수질개선 및 흡수원 활용</li> <li>- 시범사업 1개소 (0.012km<sup>2</sup>)</li> </ul>	-	-	0.006	1km <sup>2</sup> =158tCO <sub>2</sub> (IPCC 해초대계수)
하천	4. 저류지 활용 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 차이수 등 저류지 기능을 유지한 흡수능 추가</li> <li>- 기존시설 4개 : 5.08km<sup>2</sup>, 신규 7개(계획) : 3.13km<sup>2</sup></li> </ul>	0.13	0.13	0.13	1km <sup>2</sup> =158tCO <sub>2</sub> (IPCC 해초대계수)
	5. 수변녹지 및 생태벨트 조성 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수변녹지 및 생태벨트 조성</li> <li>- 4대강 유역 연간 평균 조성면적 : 2.4km<sup>2</sup>/년</li> </ul>	5.48 (45.2km <sup>2</sup> )	5.98 (57.6km <sup>2</sup> )	5.04 (57.6km <sup>2</sup> )	1km <sup>2</sup> =1,310tCO <sub>2</sub> (IPCC 산림계수)
	6. 하천 친수지구 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 4대강 친수지구(생태공원) 녹지 조성</li> <li>- 연평균 이용자수가 낮은 공원 : 8km<sup>2</sup></li> </ul>	0.38 (6.2km <sup>2</sup> )	0.41 (8.01km <sup>2</sup> )	0.35 (8.0km <sup>2</sup> )	1km <sup>2</sup> =1,310tCO <sub>2</sub> (IPCC 산림계수 50%)
	7. 4대강 보 개방 수변공간 생태복원 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 보 완전 개방에 의한 수변공간 생태복원</li> <li>- 4대강 보 개방으로 노출되는 수변공간 : 14.2km<sup>2</sup></li> </ul>	0.48 (7.8km <sup>2</sup> )	0.76 (14.2km <sup>2</sup> )	0.64 (14.2km <sup>2</sup> )	1km <sup>2</sup> =1,310tCO <sub>2</sub> (IPCC 산림계수 50%)
그린도시	8. 철새서식지(연안습지) <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 그린도시 건설에서 철새서식지(연안습지) 조성</li> <li>- 송산GC : 3.672km<sup>2</sup>, 부산EDC : 0.854km<sup>2</sup></li> </ul>	0.15	0.15	0.15	1km <sup>2</sup> =334tCO <sub>2</sub> (IPCC 습지계수)
	9. 새만금 사업 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 새만금 사업으로 환경생태용지 활용</li> <li>- 환경생태용지 49.7km<sup>2</sup></li> </ul>	0.61 (18.5km <sup>2</sup> )	0.62 (18.7km <sup>2</sup> )	1.66 (49.7km <sup>2</sup> )	1km <sup>2</sup> =334tCO <sub>2</sub> (IPCC 습지계수)

# 자연기반 해법 포럼 토론 자료

소속 : 국립산림과학원

토론자 : 한 희 박사

## 2050 탄소중립 실현을 위한 자연기반 해법 포럼

발표주제_1	IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수·배출 산정 및 국내 정책방향
발표주제_2	국가 탄소흡수원 관리 방안
발표주제_3	자연기반해법을 통한 기후변화 등 사회문제 해결 방안

### ■ 발표주제\_1

(IPCC 가이드라인의 LULUCF 부문의 흡수·배출량 산정체계와 국내 정책방향을 적절히 잘 다루었다고 생각합니다. 발표주제와 관련한 저의 의견을 아래에 적었으니 참고 부탁드립니다.)

○ LULUCF 부문의 흡수·배출량이 정확히 산정되기 위해서는 무엇보다 국가단위 '토지이용변화 매트릭스'의 작성이 시급히 이루어져야 함. 현재 우리나라는 토지이용변화 매트릭스가 부재하여 6개 토지이용 각각의 정확한 면적을 산정하기 어렵고 토지이용형태 간 변화나 중복 및 누락지역에 대한 파악이 어려움.

- 각 소관부처에서 생산하는 통계자료는 자료 간 정합성이 떨어져 국가 전체적인 LULUCF 부문의 통계 산출에 활용하기 어려움.
- 위성 기반의 토지이용변화 탐지기술 개발 등이 필요함.

○ 산림부문의 경우 '인위적 노력'을 증명하기 위하여 '산림경영률(forest management ratio)' 적용 방식을 검토하고 있음. 산림경영률이란 '전체 산림면적 대비 실제로 산림경영 활동이 이루어진(=산림관리가 이루어진) 면적의 비율'로 정의됨. 이때의 산림경영 활동에는 1990년 이후 시행된 임지정리, 조림, 간벌, 비교 주기 및 벌채 등과 같은 임분 수준의 산림관리 활동과 산불 진압, 병해충 보호와 같은 경관 수준의 활동으로 정의됨(한희 등, 2021).

- 일본은 지수화된 '산림경영률'을 산정하여 산림부문의 흡수량 산정에 활용하고 있음.
- 우리나라의 산림경영(관리) 면적 = 경영림 면적 + 공익림 면적
  - \* 경영림 면적은 1990년 이후 국·공·사유림에서 실시된 조림 및 숲가꾸기 면적의 누적 합계
  - \* 공익림 면적은 법적으로 보호 및 관리되고 있는 '공익용 산지' 면적의 합계

- 국립산림과학원의 분석 결과 2019년 기준 우리나라의 산림경영률은 53.4%로 현재와 같이 산림의 경영활동이 이루어질 경우 2030년 도달할 수 있는 산림경영률은 약 68.8% 수준일 것으로 예상됨(Lee et al., 2021)

⇒ 2030년 산림부문 감축목표 22백만 톤을 달성하기 위해서는 산림경영률을 90% 수준까지 높이는 것이 필요하며 이를 위해서는 숲가꾸기와 같은 산림경영 활동을 지속적으로 확대해야 함.

#### 자료 출처

- 1) 한희 등, 2021. 산림경영률 제고로 NDC 기여. 2021 산림·임업전망 제3편. pp.36-59.
- 2) Lee et al. 2021. Spatial and temporal patterns of forest management activities from 1990 to 2019 to demonstrate additionality for climate change mitigation in the forest sector of S.Korea

## ■ 발표주제\_2

(정부부처 정책 관련된 부분이라 간략한 의견만 드립니다.)

- 흡수원별 소관부처 전문성에 기반하여 흡수원 관리를 효과적으로 유도할 수 있는 방향으로 정책 추진이 필요함.

## ■ 발표주제\_3

(기후변화 적응·완화에 대한 공동효과를 고려할 수 있는 NBS 접근 방식의 가능성을 잘 설명해 주셨다고 생각합니다. 앞으로 지속적인 연구를 통해 국내 기후변화 관련 정책에 NBS의 활용이 널리 확대되는데 기여해 주시기를 바랍니다.)

- 적응(adaptation)과 완화(mitigation)를 함께 고려할 수 있는 NBS 방식은 바록 두 대책(적응·완화)이 주로 다루는 공간적, 시간적 스케일의 차이가 존재하지만, 친환경적인 해결 방식이자 긍정적인 공동효과를 발휘할 수 있다는 점에서 앞으로 지향해야 할 접근 방식임.
- '완화' 정책과 관련해서 온실가스 배출을 줄이고 탄소흡수원을 보존·확장하는 것에 추가하여 탄소흡수원을 잘 관리(management)하는 측면 또한 중요함.
  - 예컨대 우리나라 산림의 경우 새롭게 산림을 조성할 수 있는 면적(탄소흡수원 확장)에는 한계가 있으며 보호지역을 추가 지정(탄소흡수원 보존)하는 것도 쉽지 않은 상황임. 따라서 산림을 잘 관리(산림경영)하여 탄소흡수원을 지속가능하게 유지·증진하는 것이 매우 중요함.
  - 산림을 관리하는 활동에는 목재수확을 포함한 숲가꾸기(숙아베기 등), 천연림 보육, 산불 방지 및 병해충 방제 등이 포함됨.
- 산림은 NBS의 대표적인 수단임. EU 그린딜에서도 30억 그루 조림을 포함하여 생물다양성 보전, 바이오에너지 생산 등 산림부문이 기후변화 적응·완화에 기여할 수 있는 다양한 역할을 강조하고 있음. 특히 발제자료에 포함된 cascade 방식의 접근은 국내에서도 추진되고 있는 '산림자원 순환경제'와 맥을 같이 함(배재수 등, 2020). 자원의 선순환체계를 기반으로 알뜰하게 자원을 이용하는 것 역시 자원의 보전 못지않게 기후변화 대응과 건강한 생태계 관리에 중요함.

### 자료 출처

1) 배재수 등. 2020. 산림자원 순환경제의 기회와 도전. 2020 산림·임업전망 제3편, pp.65-95.

# 자연기반 해법 포럼 토론 자료

소속 : 국토연구원

토론자 : 윤 은 주 부연구위원

## 자연·생태기반 온실가스 감축·적응 전략마련 연구

발표주제_1	IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수·배출 산정 및 국내 정책방향
발표주제_2	국가 탄소흡수원 관리 방안
발표주제_3	자연기반해법을 통한 기후변화 등 사회문제 해결 방안

### ■ 발표주제\_1

- 정부가 2020년 12월 선포한 ‘탄소중립’은 탄소배출은 최소화하면서 그럼에도 남는 탄소는 흡수하거나 제거하여 순 배출량을 ‘제로(0)’로 만드는 개념으로서, 에너지전환과 더불어 탄소흡수원 역시 핵심전략으로 자리매김함
- 탄소흡수원 측면에서 탄소중립의 실현에 기여하기 위해서는, 우선 우리가 보유한 탄소흡수원 현황을 정확하게 파악하는 것부터 시작해야 함. 적절한 현황파악이 있어야만 신규 탄소흡수원의 계획과 기존 탄소흡수원의 관리가 가능하며, 이행에 따른 개선효과 산정도 가능함.
- 그러나 현재 IPCC 가이드라인 또는 국가 단위에서 제공하는 수종별 탄소흡수원 계수로는 정확한 탄소흡수원의 저장 및 흡수량을 산정하기에 어려움 존재함. 특히 정주지 탄소흡수원은 전반적으로 산림보다 탄소흡수 능력이 낮으며, 주변의 이용행태와 패치 내 위치(가장자리/내부)에 따라서도 탄소저장 및 흡수능력에 차이가 있을 것으로 예상됨
- 현재 국토교통부에서는 정주지역에 대한 탄소흡수원에 대해 상세 유형별 계수와 격자 단위 활동자료를 구축하기 위해 R&D 진행 중임. 정주지 탄소흡수원은 산림보다 규모는 적으나, 국내 인벤토리에서는 새롭게 산정되어 더해지는 부분이고, 탄소흡수원에서 파생되는 다양한 편익이 큰 지역이기 때문에 긍정적 효과가 있을 것으로 기대됨

### ■ 발표주제\_2

- 발표주제\_2에서 제시된 탄소흡수원 중심의 통합적 접근방법에 적극 공감하며, 특히 부처별 탄소흡수원 사업모델이 아닌, 탄소흡수원을 중심으로 한 다부처 협력 사업모델은 탄소중립의 목적 실현에 효과적일 것으로 예상함
- 그러나 LULUCF 부문별 특성에 대해, 보다 세심한 고려가 필요할 것으로 보임. 특히 정주지는 그 공간적 범위를 새롭게 정립하여 탄소흡수·배출량 산정체계를 개선할 필요가 있음
- 현재 부문별 공간적 범위를 정하는 기준인 지목은 ‘토지피복’에 가까운 개념으로서 탄소흡수·배출량 현황 모니터링에 적합함. 그러나 지목으로 정주지 범위를 정하는 경우, 그 공간적 범위가 연속적이지 않고 매년 (상대적으로) 크게 변하기 때문에 시공간적으로 일관성 있는 계획 및 관리에는 어려움이 발생할 수 있음
- 이에 따라 ‘토지피복’ 보다는 미래 용도까지 고려한 ‘토지이용’ 관점에서 정주지 범위에 접근할 필요가 있음. 미국에서는 정주지로 둘러싸인 지역을 정주지에 편입하여 산정 및 관리하고 있는데, 앞서 제시한 것과 유사한 관점으로 이해할 수 있음
- 또한, 중장기적으로는 LULUCF의 이중 계상 문제 등 해결을 위해서는 LULUCF 전체를 하나의 기관에서 산정하는 방안을 검토할 필요가 있음. 현재처럼 부문별 전문기관은 관련 계수와 활동자료를 지속적으로 고도화하면서 제공하고, 대표 기관에서는 이를 취합하여 정합성을 맞추고 산정하는 체계를 고민해 볼 수 있음

### ■ 발표주제\_3

- 기후변화에 대한 인류의 지속가능성을 확보하기 위해, 우리는 기후변화 ‘완화(감축)’와 ‘적응’ 목표를 반드시 성공시켜야 함. 기후변화 적응이 이미 발생하고 있는 기후변화 영향에 대한 사후 대책이라면, 기후변화 완화는 가까운(혹은 먼) 미래에 우리가 적응해야 할 영향을 완화하는 사전 대책임
- 그러나 기후변화 ‘완화’와 ‘적응’을 위한 상세 전략이 일치하지 않으며, 때로는 서로 상충되는 경우도 발생함. 예를 들어, 폭염에 대한 취약계층 적응을 지원하는 데 가장 효과적인 것은 에어컨 설치이지만 이것은 온실가스 배출량 증가를 유발하는 전략이기도 함. 따라서 유럽의 그린딜(Green Deal)의 적응 지침에서는 적응전략 수립 시 완화 전략과의 상충성을 검토하도록 권고하고 있음
- 이러한 상황에서, NBS는 완화와 적응의 목표를 함께 달성하는 데 가장 효과적인 전략으로 평가받고 있음. NBS는 다기능성(multi functionality)이 있어 온실가스를 흡수하여 저장하는 동시에, 미세먼지를 흡수·흡착하고, 도시 열섬과 홍수를 조절하며, 야생동식물에게는 서식처를, 사람에게는 휴식·휴양의 공간을 제공할 수 있기 때문임
- NBS는 기후변화 대응(완화, 적응) 외에도 다양한 서비스를 제공한다는 측면에서 사회기반시설의 한 종류인 그린인프라 개념으로 제시되기도 함
- 발표주제\_3에서는 NBS의 활용사례를 중점소개하였으나, NBS의 완화-적응 공동효과를 극대화하기 위한 의사결정의 지원방안 검토가 필요해 보임. NBS 특성상 완화-적응 공동효과는 어느 정도 기대되나, 한정된 공간과 재원에 대해 NBS 공동효과를 극대화하는 전략은 여전히 미흡하기 때문임
- 지역 특성에 따라 공동효과를 극대화하는 전략 역시 다르므로 일반화된 지침보다는 의사결정 과정 자체가 중요함. NBS의 의사결정 과정에서 예상되는 적응과 완화의 효과, 비용 등을 과학적·객관적으로 제공함으로써 다양한 이해관계자가 지역에 맞는 최적의 NBS가 결정하도록 유도하는 것이 가장 중요함.
- 마지막으로 다시 한번 강조하고 싶은 것은, 탄소흡수원을 포함한 NBS가 탄소흡수 기능뿐만 아니라 다기능성의 관점에서 추진되어야 한다는 것임. 특히, 도시 내외부의 훼손 지역, 쇠퇴 지역, 도시 내 유휴공간 등을 대상으로 새로운 그린인프라를 계획한다면, 도시환경의 쾌적성, 도시녹지 접근성 등 도시민에게 제공되는 편익을 함께 고려할 필요가 있음

# 자연기반 해법 포럼 토론 자료

소속 : 해양환경공단  
토론자 : 이 숙 희 차장

## 2050 탄소중립 실현을 위한 자연기반 해법 포럼

발표주제_1	IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수·배출 산정 및 국내 정책방향
발표주제_2	국가 탄소흡수원 관리 방안
발표주제_3	자연기반해법을 통한 기후변화 등 사회문제 해결 방안

### ■ 발표주제\_1

#### 1. 자연기반해결책의 공동편익

IPCC와 수많은 과학자들의 연구와 관측결과를 토대로 현재 지구촌이 겪는 이상기후가 자연적인 변동성에 의한 것이 아니라는 것에는 이견이 거의 없다. 최근에는 온난화가 점점 더 급격히 나타나면서 기온, 해수온 상승, 빙권감소 등으로 인해 지역별로 가시적인 피해가 예상되는 상황에 이르렀다. 이제는 온실가스를 줄이는 것 뿐 아니라 지구가 변화해가는 과정에서 어떻게 안전하고 현명하게 적응하며 살아가야 할 것인가 하는 문제도 중요하게 고려하고 있고, 파리협정의 중요 축을 형성하고 있다.

자연기반, 혹은 생태계기반의 기후변화 대응은 기후변화 적응의 관점에서 먼저 주목받은 바 있다. 우리나라 연안재해의 70%가 태풍으로 인해 발생하는데, 지구온난화로 해수면이 상승하거나 태풍강도가 커지는 것에 대비하여 바닷가에 나무를 심어 토양지력을 강화하거나 바람, 파도와 같은 외력을 완충시켜 주는 활동이 대표적이다. 뿐만 아니라 지구상의 생태계는 광합성, 퇴적과 같은 자연적인 기작을 통해 탄소를 순환시키고 일정 장소에 저장하는 체계를 갖고 있다. 이러한 기능을 유지하거나 되살리는 활동, 즉 자연생태계를 보전하거나 복원하는 방법으로 탄소저장량을 늘리는 것이 자연기반해법을 통해 탄소중립이 이루어지는 방향이다.

최근의 IPCC 보고서에서도 연안생태계 복원을 통해 전지구 온실가스배출량의 0.5%를 흡수할 수 있을뿐 아니라 폭우피해를 예방하고, 수질을 개선하고 생물다양성이나 수산업에 이익이 되는 등의 다양한 편익이 제공된다고 발표했다.

산업혁명 이후 인류는 자연자원을 이용하여 산업과 문화를 발전시켜 왔고, 그 결과 연안에 있는 식생습지의 50%가량이 훼손되었다는 연구결과 있다. 우리나라에서도 도시나 항만을 만들기 위해 연안을 개발하고 자연연안을 인공연안으로 바꾸는 작업이 지속적으로 이루어져 왔다. 그 결과 현재 도서를 제외한 전국 해안선(77525km)의 51.4%인 3,982km가 인공해안선에 해당한다. 또한 도서지역을 제외한 전국 바닷가 면적의 43%가 어업, 휴양, 관광 등의 목적으로 이용되고 있다. 보다 직접적으로 연안습지 면적은 1987년 3204km<sup>2</sup> 였던 것이 지속적으로 감소하여 2018년 기준으로 2482km<sup>2</sup>로 1/5 이상이 줄어들었다.

그러나 갯벌복원이나 보호구역지정 정책은 많은 비용이 소요되는 정책으로 여겨져 확대에 많은 한계가 있었다. 탄소중립을 계기로 자연자원의 보호나 복원이 단기간 내에 대폭 증가하기는 어려울 수 있으나 최소한 그 효과에 대한 평가가 새롭게 이루어 질 것으로 기대된다. 아울러 무조건적이던 개발정책을 보전정책과 병행하여 운영하는 것이 더욱 타당성을 얻게 될 것이다.

## ■ 발표주제\_2

### 2. 국가 온실가스 배출량 산정

국가인벤토리에서는 토지의 관리여부가 중요하다.

미국의 경우 알래스카지역에 산림이 있으나 일정 부분은 관리하지 않는다고 간주하여 온실가스 산정에서 제외시키고 있다. 한편, 연안습지는 모두 관리되고 있다고 간주하여 온실가스 산정대상으로 보고 있다.

우리나라의 LULUCF 온실가스통계는 모든 국토를 관리되고 있는 토지로 간주하고 있다. 그러나 해양은 영토의 측면에서 그 경계가 명확하지 않고 우리나라의 국토면적에서 제외되어 있다. IPCC지침에서는 국가의 상황에 맞게 연안습지의 범위를 정의하도록 권고하고 있다. 이와 관련, 지난해에 「갯벌 및 그 주변지역의 지속가능한 관리와 복원에 관한 법률(2020.1)」이 제정되면서 갯벌과 주변지역이 정의되었다. 이를 토대로 우리나라 연안습지가 갯벌의 일부로 관리되고 있다는 근거로 제시할 수 있을 것이다.

다만, 갯벌면적을 1987년부터 5년 주기로 조사해 오고 있으나 조하대에 해당하는 연안습지(해초대) 면적은 포함되어 있지 않다. 또한, 온실가스 산정을 위해서는 갯벌이나 주변지역 중에서도 식생지와 비식생지를 구분하고, 1990년 이후의 변화에 대한 시계열 자료를 확보해야 한다. 해수부에서 2017년부터 연안습지의 조간대 및 조하대 식생지에 대한 통계작성을 추진하고 있는 것은 온실가스통계의 기반을 만들었다는 측면에서 매우 의미가 있다. 그러나 온실가스통계에서 중요한 것은 일관되고 지속적인 자료의 확보이다.

이렇듯 연안습지는 새로운 통계자료를 만들어야 하는 상황이므로 부처차원의 집중적인 투자가 필요하다. 기존에 활용할 수 있는 자료와 새롭게 구축한 자료를 활용하여 온실가스 통계를 위한 기초자료를 생산해야 할 것이다.

## ■ 발표주제\_3

### 3. 국가 탄소흡수원 통합관리

#### ① 법·제도 정비

국토나 해양의 관리는 담당부처 고유의 업무에 해당한다. 토지카테고리에서는 국토의 관리나 해양의 관리가 곧 온실가스 관리를 의미한다. 국토이용의 측면에서 용도가 구분되어 있고 그에 따라 관리하고 있으며, 이를 이용특성으로 구분해 놓은 것이 인벤토리상의 분류인 농지, 산지, 초지, 습지, 정주지 등이다. 토지 용도별로 소관 부처도 다르다. 연안습지는 국토의 범위에 포함되지 않으나 우리나라 연안습지면적의 2/3 정도는 이미 어업이나 해수욕장, 항만·어항으로 이용되고 있다.

관리하고 있는 공간에 대해 가용면적을 파악하고 전환을 검토하는 것은 탄소중립의 새로운 정책수단이 될 수 있다. 이 과정에서 여러 용도가 공존하거나 상충될 수 있으므로 합리적인 평가와 조정·협의 등이 총괄 기능이 필요하다는 데에 동의한다. 다만, 탄소흡수원 확충시책의 수립·시행은 부처별 고유기능과 함께 고려할 필요가 있으므로 총괄부처와 역할, 내용에 대한 어느 부처가 가장 적합할지 고민해야 한다. 탄소중립위원회의 주요기능으로 포함하거나 국무조정실에 총괄·조정 기능을 부여하는 방안을 고려할 수 있을 것이다.

### ■ 발표주제\_3

#### ② 자연생태기반 신규 탄소흡수원 확보방안

기본적으로 토지이용 변화에는 많은 비용이 수반될 가능성이 높다. 따라서 토지이용계획은 일시적으로 진행되기 보다는 장기적인 계획에 따라 마련되어야 한다. 현재 유휴 또는 사용하지 않는 지역이라도 미래의 이용계획을 충분히 검토하여 가장 필요한 용도에 맞게 관리되어야 할 것이다.

이런 측면에서, 국토 내에서는 주변지역과의 관계나 여타 계획을 고려하여 추가적인 변경가능성이 매우 낮은 지역이 흡수원 조성 대상이 되어야 할 것이다. 산림이나 습지를 조성하는 것은 온실가스 흡수활동이지만 훼손하거나 제거하는 것은 배출에 해당되므로 장기적으로 유지할 필요가 있기 때문이다.

또한 무엇을 심고 어떻게 유지할 것인지도 추가적으로 고려할 수 있어야 한다.

보호지역 지정의 경우 REDD+에서는 감축활동으로 인정되나 파리협정체제에서 NDC 수단으로 인정받기 위해서는 국제적으로 합의가 필요하다. 교토체제에서는 선진국과 개발도상국이 구분되어 있었으나 파리협정체제에서는 이에 대한 구분이 없다. 따라서 개발도상국 뿐 아니라 선진국이라 하더라도 자국 내에서 흡수원을 유지하고 기능을 증진하기 위해 가시적인 노력이 있었다면 이에 대해 인정해 주도록 의견을 제시해야 한다. 향후 파리협정에서 흡수원 인정범위에 대한 논의가 본격화 될 것에 대비해 정책방향을 정립해 놓을 필요가 있다. 보호지역 확대는 생물다양성협약에서 추구하는 목표이기도 하여 국제적으로 적극 장려될 전망이다.

국내 염전과 양식장 면적은 총 99.2km<sup>2</sup> 정도이며 이 중 비사용면적이 50% 이상으로 추정된다. 염전 소유자는 소유권이 소멸되는 것 보다 태양광을 희망하는 경우가 많은 상황이다. 비록 정부에서 폐염전이나 폐양식장을 개별로 복원하는 것을 계획하고 있으나 이를 실현하기 위해서는 기후변화 적응차원의 편익이 같이 고려되어 수단별 비교평가가 되어야 할 것이다.

# 자연기반 해법 포럼 토론 자료

소속 : 공주대학교  
토론자 : 김 이 형 교수

## 2050 탄소중립 실현을 위한 자연기반 해법 포럼

발표주제_1	IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수·배출 산정 및 국내 정책방향
발표주제_2	국가 탄소흡수원 관리 방안
발표주제_3	자연기반해법을 통한 기후변화 등 사회문제 해결 방안

### ■ 발표주제\_1(IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수, 배출산정)

- 온실가스 인벤토리: 정주지의 세밀한 탄소흡수능 산정방안 필요
  - 도시내 녹지축(green-green)과 물-녹지 축 연계(green-blue)는 식물종과 생산되는 바이오매스량이 달라지기에 서로 다른 산정방안 필요
- 최근 융복합기술(NBS 기반 그린인프라, LID 등)의 확대로 기존 토지이용의 탄소흡수능이 서로 다르기에 토지이용의 패러다임이 변화된 토지이용별 세분화된 탄소흡수능 산정 필요

### ■ 발표주제\_2: 국가탄소흡수원 관리방안

- 매년 여의도 면적 약 29배 정도의 산지가 전용(농업용, 및 비농업용)되고 있으며, 그 중에서 95%가 비농업용으로 용도 변경되고 있기에 변경되는 토지의 탄소량을 산정하여 탄소목표제 도입 필요
  - 비농업용은 택지(16~22%)> 공장(10~12%)> 도로(9~13%)으로 나타남
- (탄소목표제 도입 검토) 탄소흡수는 식물의 성장과 토양내 흡수량이 큰 양을 차지하고 있기에 토지이용을 유발하는 개발사업 관련 지침, 제도 등에 탄소목표제 도입 필요
  - 개발사업의 탄소목표제는 식물의 피복 및 성장을 촉진하는 기법(NBS 기반 공공기관 그린빛물인프라사업, 물순환도시, LID 사업 등)을 동원하여 개발이 이루어지더라도 사회기반시설 자체가 탄소흡수능을 유지할 수 있도록 유도
  - 환경영향평가 검토항목에 개발로 인한 탄소량 산정을 의무화하고 개발로 인한 탄소가를 제로화하는 제도 검토
- (생태면적률) 개발사업의 생태면적률은 탄소흡수원을 늘릴 수 있는 중요한 제도에 해당하나 현행 생태면적률은 식물의 성장속도와 관련없이 녹지의 면적으로만 가중치가 설정되어 있어 바이오매스 성장을 촉진할 수 있도록 생태면적률 제도를 물과 연계성 향상 필요
  - 식물이 있는 녹지는 충분한 물이 있을 경우 바이오매스량 생산 증가
  - 생태면적률을 물과 연계시키면 바이오매스량이 높은 식물로 대체 가능하여 추가 탄소흡수 가능

■ 발표주제\_3: NBS 통한 기후변화 등 사회문제 해결

- 사회기반시설 구축 자체가 탄소흡수원을 줄이는 행위이기에 사회기반시설 구축시 NBS의 적용을 통한 그린인프라 조성을 유도하는 정책 필요
- 기술적으로 그린-블루 네트워크 구축 확대를 위한 정책 도입 확대 필요
  - \* 하천변 그린-블루 네트워크 조성(수변생태벨트) 및 습지를 포함하는 홍수터복원 전략
  - \* 도시의 가로수와 띠녹지를 연결하는 지하물길 및 지상녹지축 구축으로 도시 그린-블루 네트워크 구축
- 그린인프라 조성 확대(사람과 자연이 공존하는 전략)
  - \* 하수처리장, 쓰레기 소각장 등을 지하에 구축하고 지상을 공원녹지화하는 전략 (자연과 인간이 공존하는 전략적 접근)
  - \* 일정규모 이상 지구단위계획시 분산형 하수처리장 조성이후 처리수 재이용을 유역의 조경녹지 생태용수로 활용하는 전략 등

# 자연기반 해법 포럼 토론 자료

소속 : (사) 생명의 숲  
토론자 : 유 영 민 처장

## 2050 탄소중립 실현을 위한 자연기반 해법 포럼

발표주제_1	IPCC 가이드라인의 토지이용에 따른 탄소흡수·배출 산정 및 국내 정책방향
발표주제_2	국가 탄소흡수원 관리 방안
발표주제_3	자연기반해법을 통한 기후변화 등 사회문제 해결 방안

### ■ 발표주제\_1

- 토지 등 자연기반해법을 활용한 기후위기 대응 필요성 공감하나, 탄소 중심의 토지자원 관리의 편중성에 따른 생태계에 대한 인위적 조작 가능성, 온실가스 배출 상쇄 용도로의 과도한 활용에 따른 기후정의 위배의 가능성, 토지자원 활용 온실가스 흡수량 관리 체계(이론-기술-기능, 연구개발과 인벤토리 구축과 운영 등) 구축과 운영의 비용효과성, 토지이용에 따른 탄소흡수배출 산정의 불확실성, 이중계상 가능성은 해결해야 할 과제
- 탄소중심의 토지자원 관리에서 비롯될 생태환경문제 감안, 토지자원의 다기능성을 조화롭게 실현하면서도 온실가스를 흡수할 수 있는 친자연적인 토지자원 관리 전략 수립이 우선되어야 하며, 친자연적인 토지자원의 관리 결과로서 온실가스 흡수량을 추정하는 방식으로 전략과 시스템 구축
- 신규조성과 복원, 경영관리, 산물 활용 등 일련의 자연기반해법의 적용 과정의 리스크는 화재, 병해충, 자연재해, 개발로 인한 훼손, 기후변화 자체로 인한 부정적인 영향 등 매우 다양하며, 예측과 측정이 매우 어려우며 예측 및 측정 비용 또한 높을 것으로 예상되며, 이중계상 또는 누락의 리스크가 있는 만큼 자연기반해법을 통한 기후변화 완화/적응은 시도하되 온실가스 흡수/배출량 계산법과 체계구축의 정도는 별도로 고려되어야 함
- 온실가스 배출 상쇄용도로의 과도한 활용 예방을 위해 불확실성과 이중계상을 리스크로 보고, 최대 리스크를 감하는 방식으로 토지자원을 통한 온실가스 흡수량 추정 필요

### ■ 발표주제\_2

- 자연기반 온실가스 감축/적응 전략의 주무부처로서 환경부 역할 공감하나, 환경부 + 국토부/농식품부/해수부/산림청 협력 거버넌스 구축 촉진과 효과적인 운영을 위해 시민사회의 역할도 매우 중요하므로 고려해주시기 바람
- 다부처간의 협력체계 구축이 쉽지 않겠지만, 환경부가 주도해서 협력체계를 구축해야 하며, 이를 위해, 탄중위 산하 탄소흡수분과 설치 운영 외에 환경부 산하에 탄소흡수 관련 거버넌스 기구 운영이 필요하며, 환경부 거버넌스에 시민단체의 적극적인 참여가 이루어질 수 있도록 해야 함
- 환경부 중심의 협력체계 운영의 실효성을 높이기 위해, 기존의 “탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률”은 “산림 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률(가칭)”로 명칭 변경이 필요하며, “토지자원 기반의 국가 탄소흡수원 관리 법률(가칭)”를 제정하고, 국가 탄소흡수원 관리 위원회를 설치 운영할 것을 제안함

### ■ 발표주제\_3

- 자연기반해법을 통한 기후변화 등 사회문제 해결방안으로 다양한 사례를 제시하였지만, 생태환경문제 해결 사례 중심으로 제시된 듯함. 기후변화로 인한 사회문제 중 시급하게 해결해야 할 과제로 생태계서비스 혜택의 지역적 또는 계층적 양극화가 있으며, 이 문제 해결을위한 노력도 필요함. 이를 위해 생태계서비스 혜택을 상대적으로 또는 절대적으로 적게 받고 있는 지역/계층을 대상으로 자연기반해법을 우선적으로 적용하여 그린 인프라 구축
- 자연기반해법을 통한 기후변화 적응과 완화 통합적 접근의 필요성에 공감하며, 다양하게 나열된 통합적 접근 원칙이 필요하며, 가장 우선적으로 강조하고 적용해야 할 방법으로 생태자연 보전, 신규조성, 복원이 의 우선성에 대해
- 또한, 적응문제 접근 사례 -산사태 영향 저감(수종, 영급, 배수, 토양유형)이나 통합적 문제 접근 사례 - 도시공원 및 습지 냉각효과, 동일수목의 탄소저장량보다 3배 이상의 배출저감 효과 등 일부 지역 또는 실험적인 차원에서 성공사례의 실현가능성 제고와 확산을 위해 “지식 격차” 해소와 “광범위한 장벽”을 극복하기 위한 새로운 시민네트워크가 필요하다고 사료됨