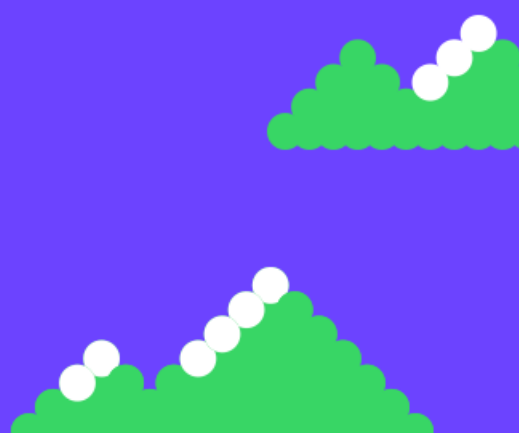
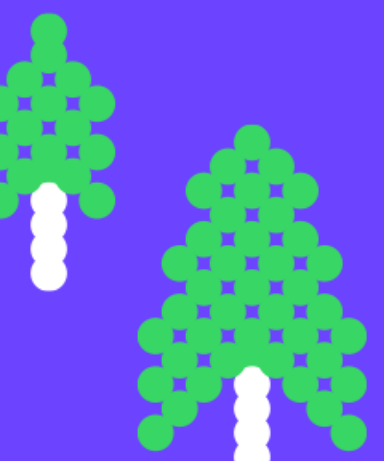




부천시 탄소중립기본계획

흡수원 부문 대응방향

최진우 박사
환경생태 연구활동가



‘2050 부천시 탄소중립 녹색성장 기본계획’ 중간보고서에 대한 평가

**2030년 온실가스 40% 감축, 2050년 탄소중립 목표 달성을 위한
혁신을 일으키는 야심찬 미래대응 고민과 계획을 찾아볼 수 없고
민선8기의 정책적 의지와 시민참여 동력이 배제된 연구용역 수준**

‘2050 부천시 탄소중립 녹색성장 기본계획’ 중간보고서에 대한 평가

**흡수원 부문은 자료와 통계부터 부정확하고 분명하지 못하고
온실가스 감축 목표 자체가 없고 같은 배출량으로 잡혀있으며
각종 도시개발로 흡수원의 손실이 예상되는데 이를 다루지 않고
탄소흡수계획 마저 자연에게 정의롭지 않은 계산법에 머물러**

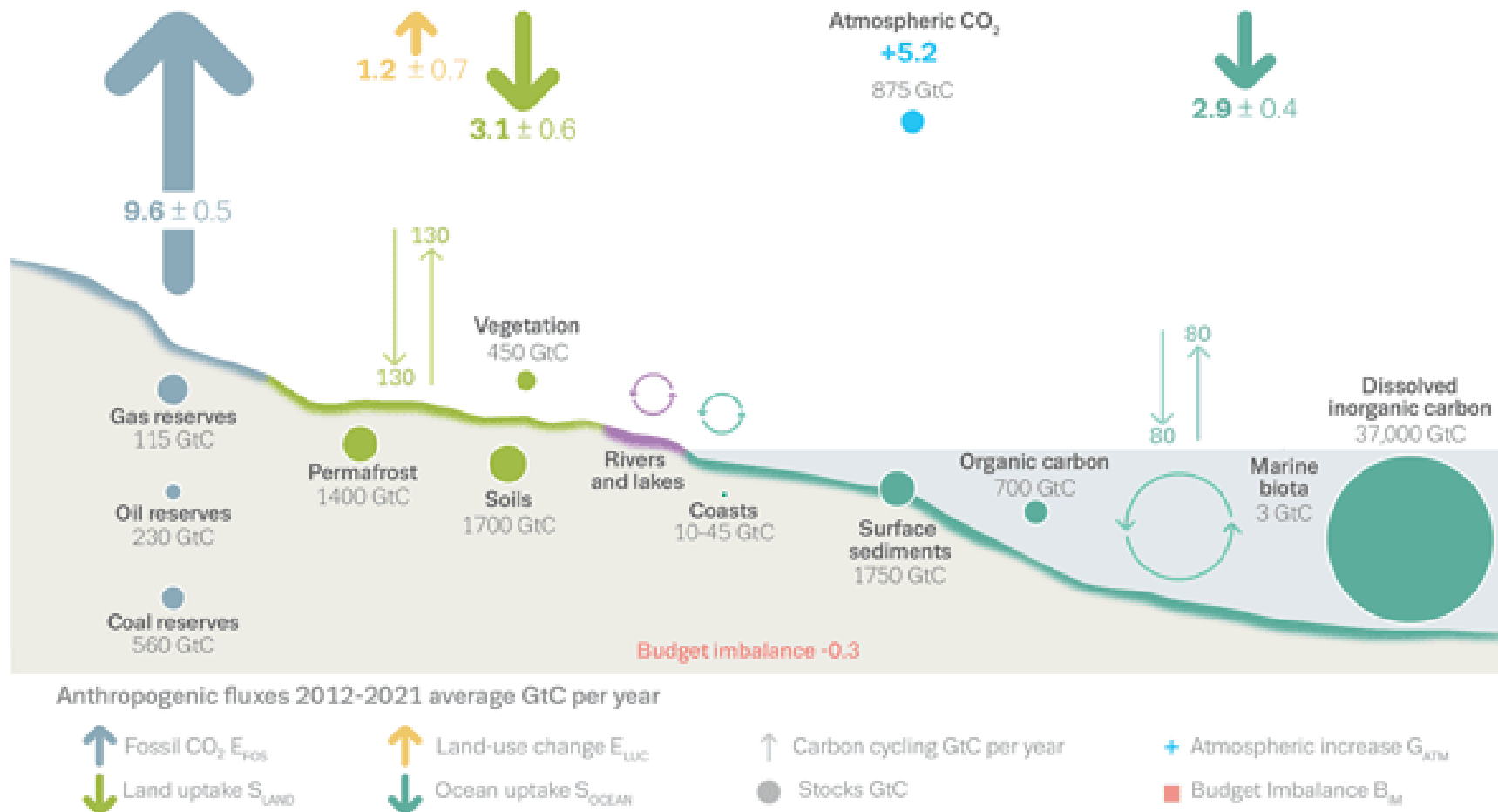
질문

- **민선8기 시정의 온실가스 감축 목표 의지가 반영되었나?**
- **숙의적 시민 참여를 통한 기본계획 수립과정이 원활한가?**
- **부천의 자료와 통계를 제대로 반영하고 해석하고 있나?**
- **흡수원에서 온실가스 감축률 목표는 제로가 최선인가?**
- **거주지 내 열린 흡수원 확대(흡수량 증진) 전략은 무엇인가?**

질문

- 대규모 개발사업지의 온실가스 배출량은 얼마나 증가하고 흡수원의 흡수량은 어떻게 변화하나?
- 노후공동주택의 재건축·재개발, 리노베이션에 따라 기존 도시숲과 나무의 운명은 어떻게 되나?
- 이끼 조성사업은 탄소흡수량 산정에 얼마나 반영될 수 있는가?
- 나무를 도대체 어디에 얼마나 어떻게 심을 것인가?
- 나무를 제거하고 다시 심거나, 젊은 숲으로 만드는 사업이 효과적이고 온당한가?

The global carbon cycle



2021년 화석연료 연소로 인한 탄소배출량은 9.6(±0.5)GtC, 토지이용 변화(산림벌채와 도시화)로 1.2(±0.7)GtC 배출, 식물의 광합성(탄소동화작용)으로 3.1(±0.6)GtC, 바다의 식물성 플랑크톤의 광합성 등으로 2.9(±0.4)GtC 흡수, 배출량과 흡수량을 계산하면 2021년 5.2GtC의 탄소가 대기중에 추가로 배출

탄소저장량, 탄소흡수량

탄소저장량(carbon stock)

대기 중의 이산화탄소가 식물의 광합성에 의해 고정 된 탄소가 살아있는 식물체의 지상부와 지하부 바이오매스로 저장하거나, 낙엽 낙지로 인한 임상유기물, 죽은 나무인 고사목, 그리고 토양유기물 등의 형태로 저장되어 있는 모든 탄소를 의미함. 육상생태계에서 탄소 저장량의 단위는 단위 면적당 탄소량으로 나타냄

탄소흡수량(carbon budget)

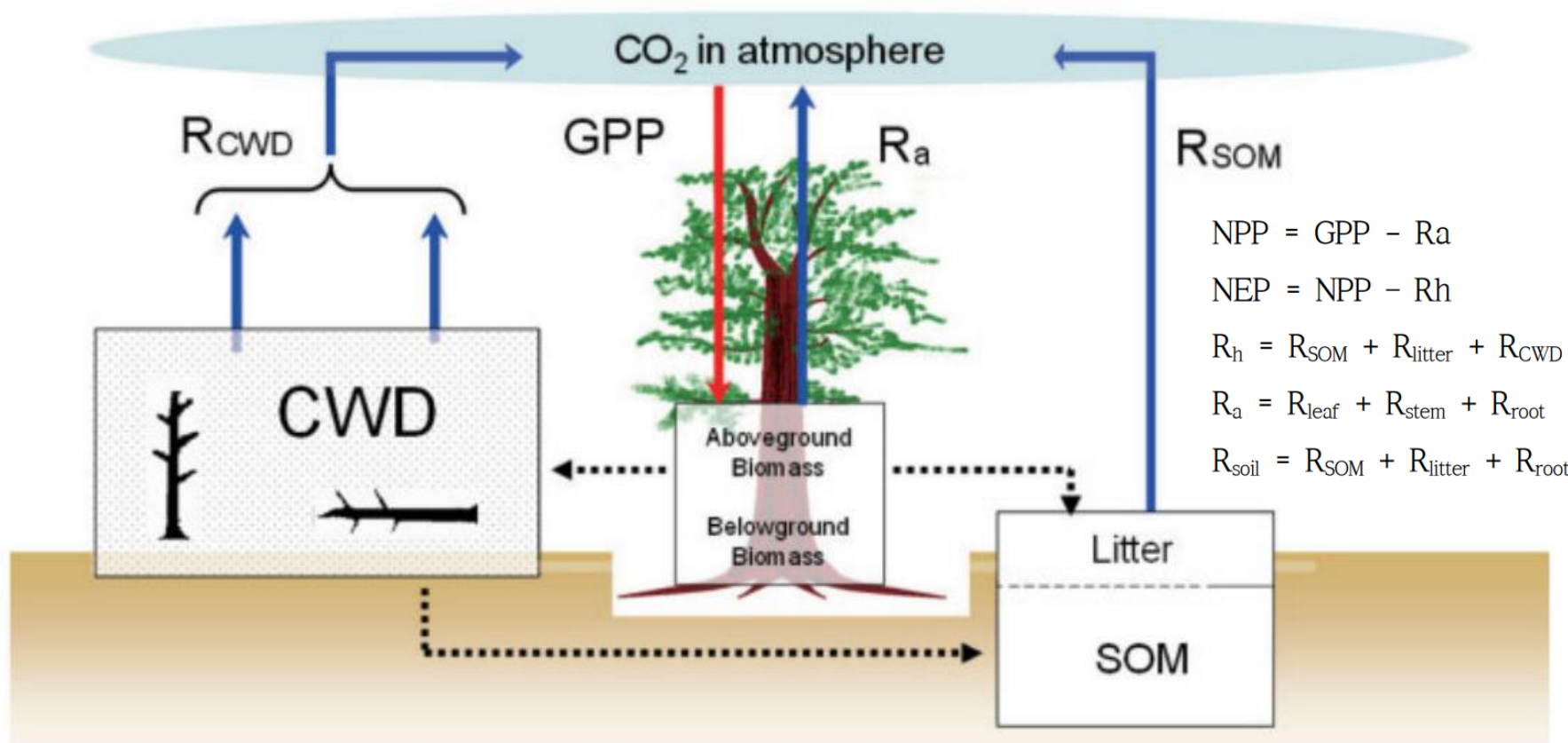
에너지 흐름의 동적 개념이며, 대기 중의 이산화탄소가 식물체 또는 산림 생태계로 이동하는 양 또는 속도를 의미함. 식물체 수준에서는 순일차생산성(NPP: net primary production)으로, 생태계 수준에서는 순생태계생산성(NEP: net ecosystem production)으로 나타낼 수 있으며, 대기 중의 이산화탄소의 흡수 및 배출의 개념에 있어서는 육상생태계 수준에서 순생태계생산성이 탄소흡수량의 정확한 개념에 해당함. 단위는 단위 시간당 단위 면적당 탄소량으로 나타냄

산림생태계의 탄소순환 구획 모형

*출처: 이나연(2010)

식물체 수준, 순일차생산성(NPP: net primary production)

생태계 수준, 순생태계생산성(NEP: net ecosystem production)

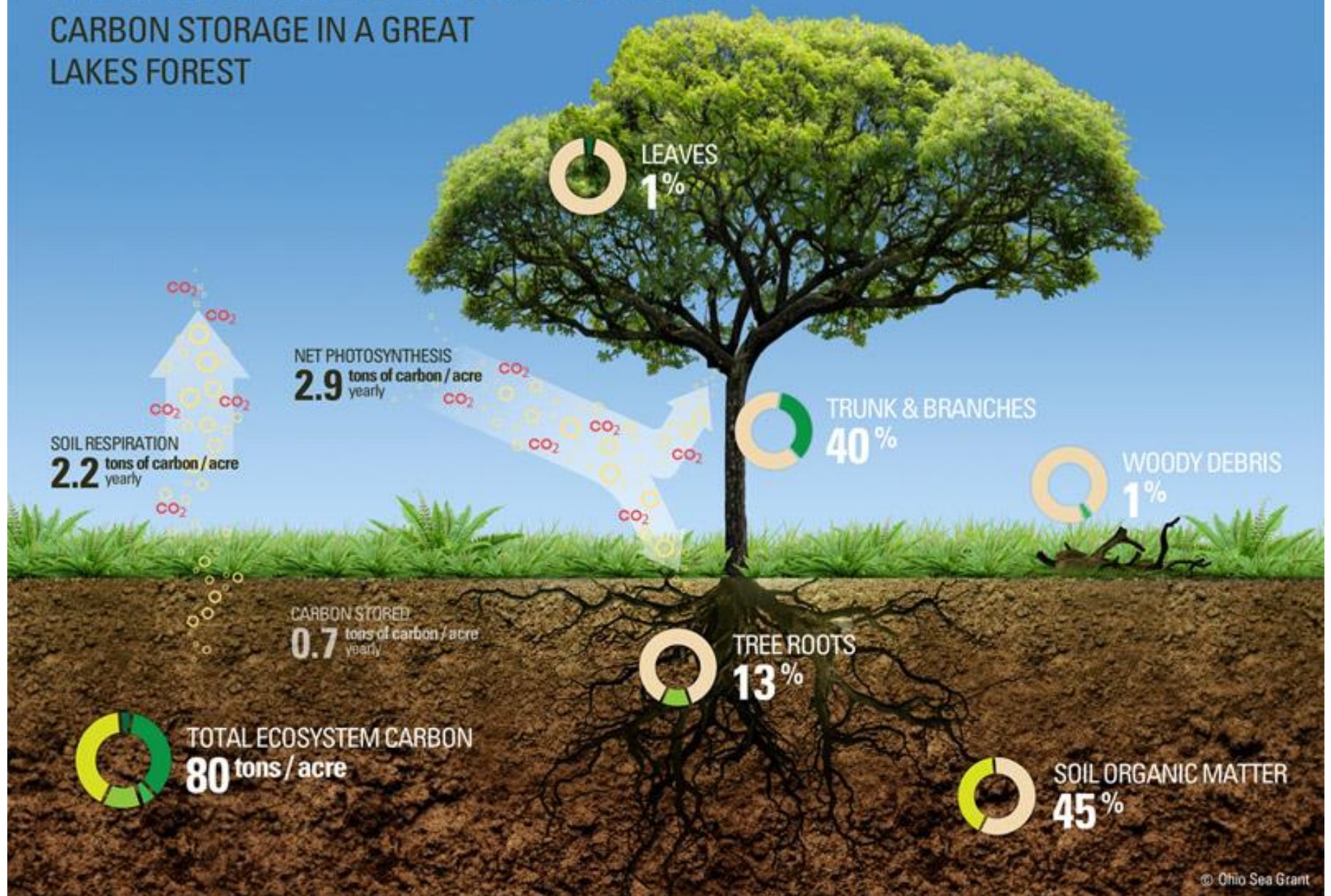


*사각형은 탄소 저장을 나타내며, 화살표는 탄소 플럭스를 나타낸다.

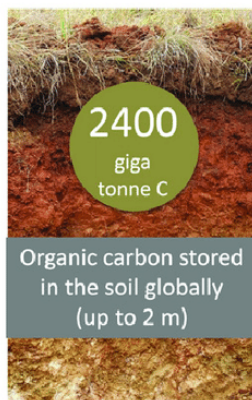
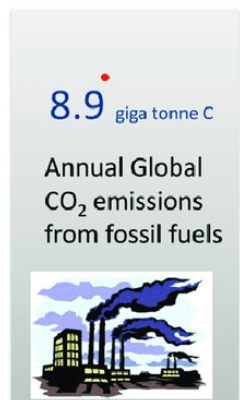
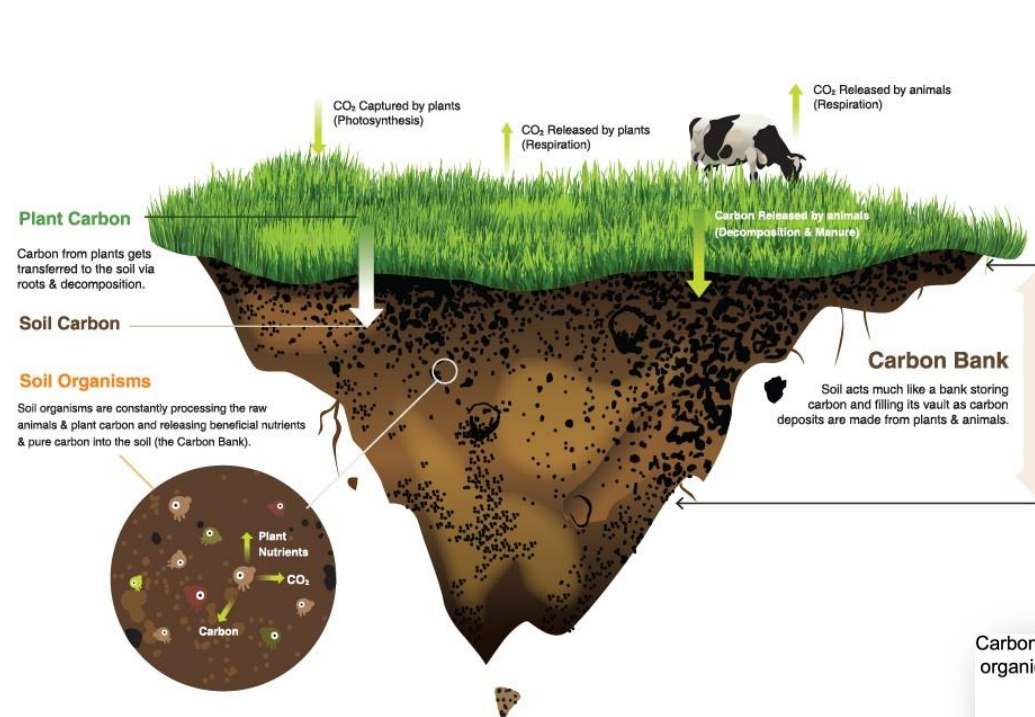
*GPP는 gross primary production(총일차생산량), R_a는 autotrophic respiration(식물체 호흡), Litter는 낙엽·낙지, R_{CWD}는 coarse woody debris respiration(고사목 호흡), R_{SOM}는 heterotrophic respiration(soil organic matter, 토양생물(유기물) 호흡)을 나타낸다.

WHERE DOES CARBON GO?

CARBON STORAGE IN A GREAT LAKES FOREST

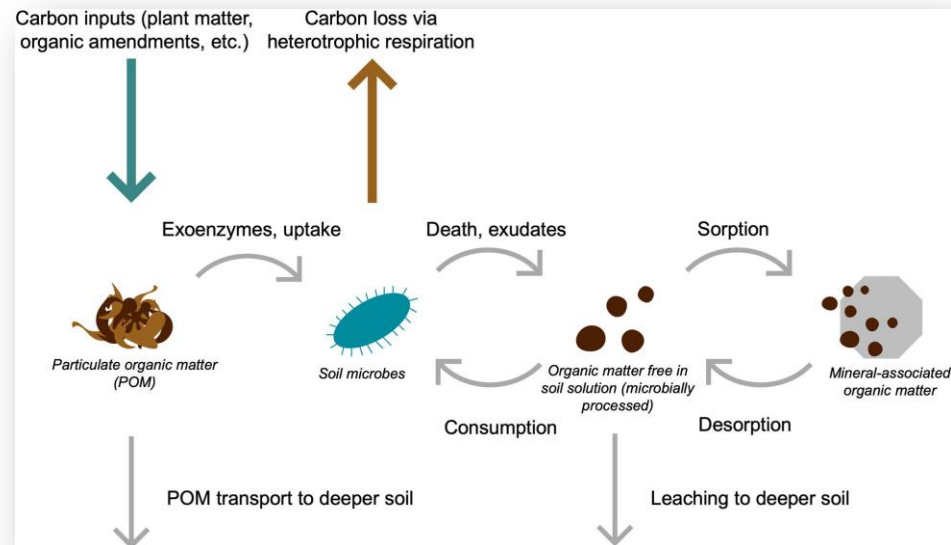


토양 탄소



$$\frac{8.9}{2400} = 4\%$$

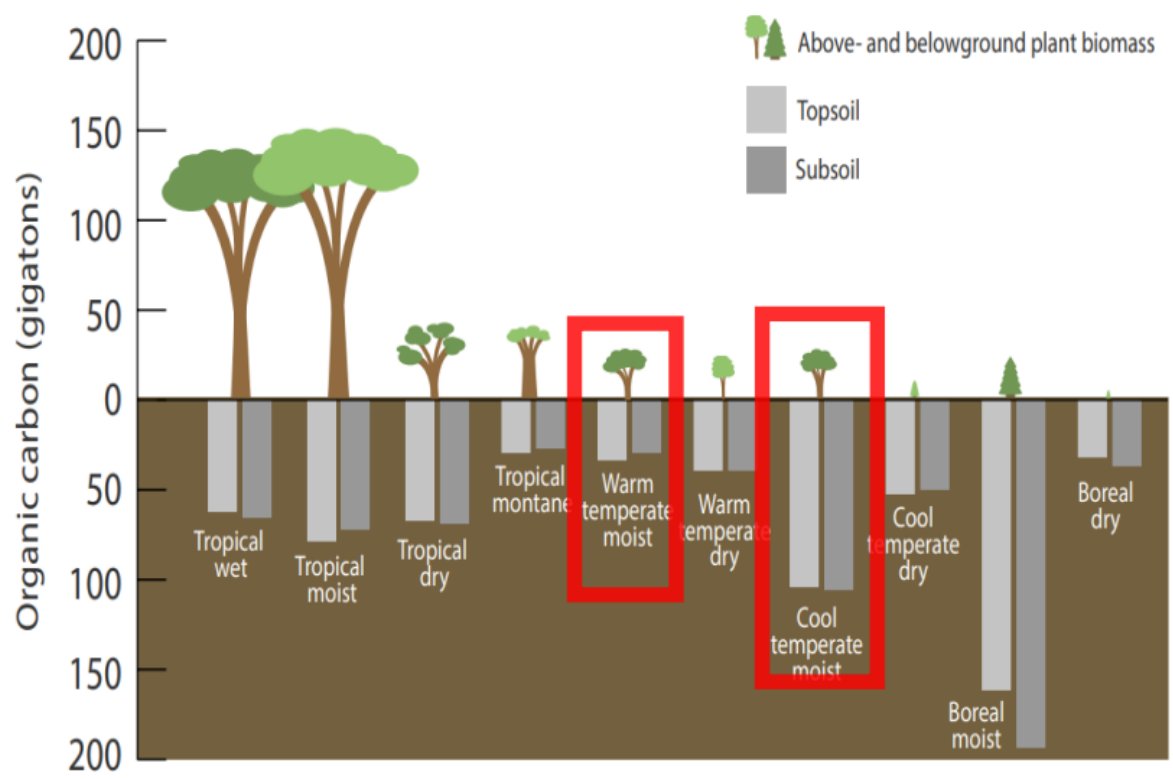
Amount of C stock increase needed to offset CO₂ emission



토양 탄소(C) 흐름의 개념도(Dynarski et al., 2020)

지면 깊이 1m에서 ha당 저장된 평균 탄소량(톤) IPCC

글로벌 탄소 저장* (Ha 탄소 톤)	지상	토양
습지	43	643
아한대 삼림	64	344
온대 초원	7	236
동토대	6	127
열대림	120	123
열대 사바나	29	117
온대 숲	57	96
경작지	2	80
사막과 반사막	2	42



생태계에 저장된 탄소(Gt C)(Scharlemann et al., 2014 기준).

탄소흡수원, LULUCF

온실가스 감축만으로도지구기온 상승폭을 1.5℃ 이하로 제한하는 것은 한계가 있어 탄소흡수원 활용

LULUCF(Land Use, Land Use Change and Forestry): 6개 토지이용 범주 별 인위적인 활동에 따른 온실가스 배출·흡수량과 토지이용변화에 따른 온실가스 배출·흡수량을 산출 하는 분야

- 산림지(Forest), 농경지(Cropland), 초지(Grassland), 습지(Wetland), 정주지(Settlement), 기타 토지(Other Land) 등을 온실가스 흡수원 산정

표 2-5 | '18년 LULUCF분야 온실가스 배출·흡수량

(단위: 백만tCO₂eq)

분야	부문				배출·흡수총량		순흡수량
	산림지	농경지 ¹⁶⁾	초지	습지 ¹⁷⁾	배출	흡수	
LULUCF	- 45.6	4.0	- 0.02	0.3	4.3	- 45.6	- 41.3

출처: 2020국가온실가스 인벤토리보고서(온실가스종합정보센터, 2020)

탄소흡수원의 온실가스 산정

IPCC는 온실가스 통계 산정 시 산정수준(Tier 1~3)과 범주별 토지이용변화 접근법(Approach 1~3) 기준 명시, 각 수준과 방법에 따라 통계 산정을 위한 활동 자료와 배출·흡수 계수에 대한 요구도가 상이 (국내, 정주지 미산정)

표 2-6 | 온실가스 산정수준(Tier) 및 면적변화접근수준(Approach)

구분 \ 수준	1	2	3
Tier	국제 및 IPCC 계수적용	국가 고유계수 적용	시공간단위 계수 적용
Approach	국가전체 비공간자료	토지이용별 공간자료	토지이용별 시공간변화자료

표 2-7 | 우리나라 LULUCF 부문들의 온실가스 산정수준

주요항목	산림지	농경지	초지	습지
GL	2006 IPCC GL	2003 GPG-LULUCF	2003 GPG-LULUCF	2006 IPCC GL
산정항목	바이오매스, 토양	토양	토양	토양
방법론	Tier2(바이오매스) Tier1(토양)	Tier1	Tier1	Tier1

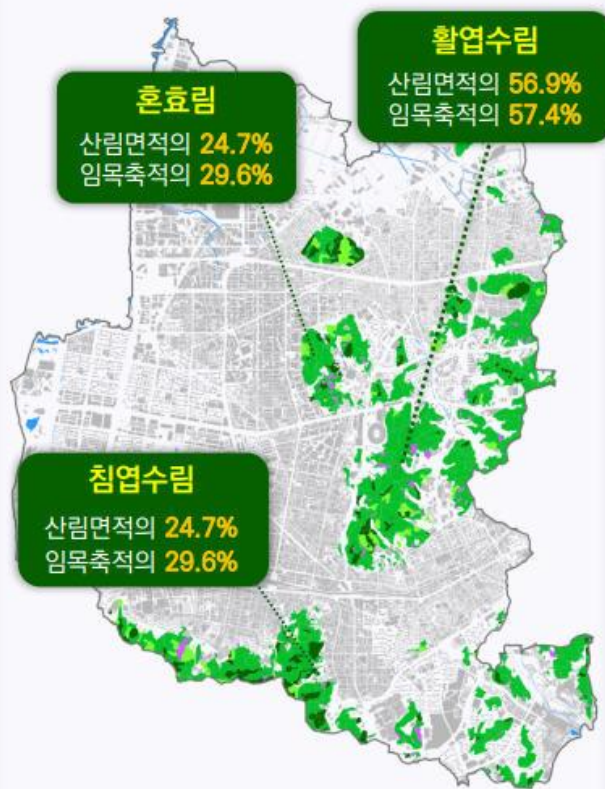
출처: 기후변화대응을 위한 정주지 관리정책방향연구(국토교통부, 고려대학교 산학협력단, 2020)

산림청 임상도에 의존한 흡수원 파악 (도시생태현황도 미활용)

부천시 온실가스 배출 관련 환경요인 : 흡수원

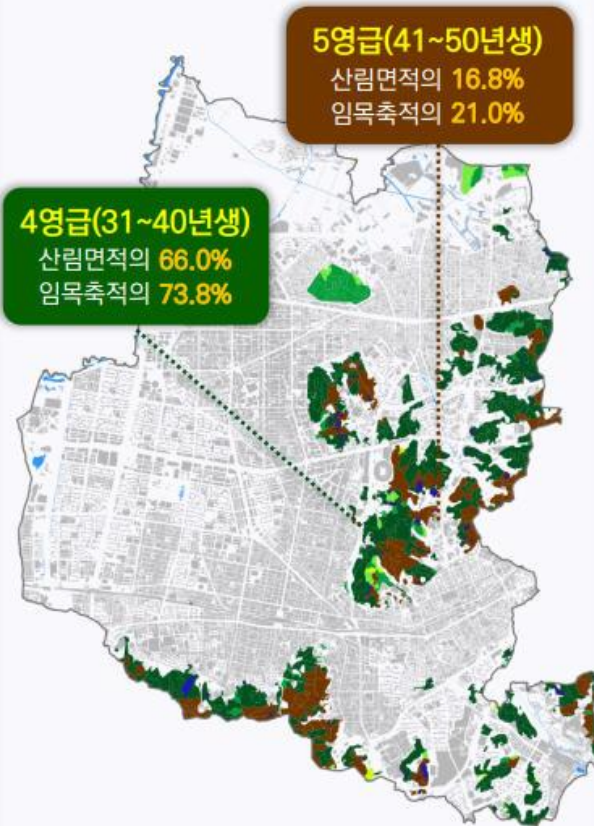
임상별 산림 현황

■ 활엽수 ■ 혼효림 ■ 침엽수림 ■ 무림목지



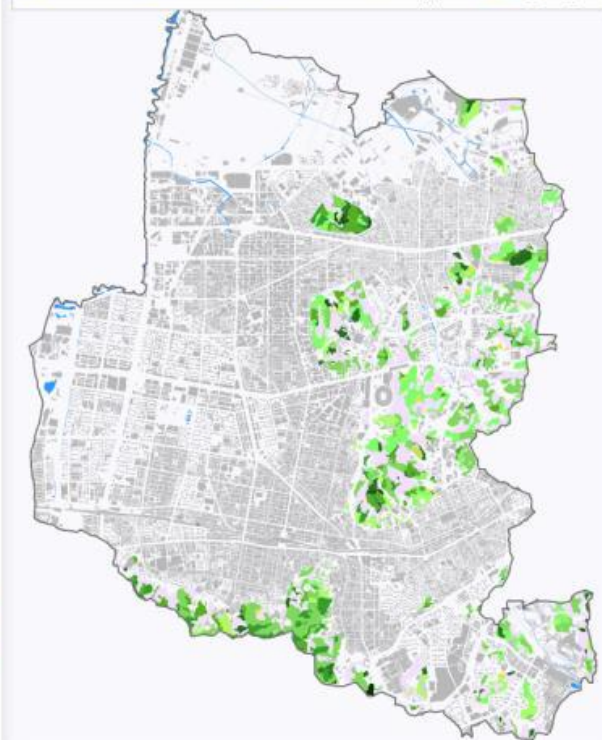
영급별 산림 현황

■ I영급 ■ II영급 ■ III영급 ■ IV영급 ■ V영급



수종별 산림 현황

■ 소나무 ■ 잣나무 ■ 낙엽송 ■ 리기단소나무 ■ 편백나무
■ 삼수리나무 ■ 밤나무 ■ 기타 활엽수 ■ 기타 침나무 ■ 밤나무
■ 백합나무 ■ 포플러 ■ 벚나무 ■ 아까시나무 ■ 침향림



주) 공간지도 : 산림청 임상도(1:5000) / 자료 : 산림청산림통임업정보플랫폼

*출처: 2050 부천시 탄소중립 녹색성장 기본계획 중간보고 발표자료

흡수원이 온실가스를 흡수하지 않고 배출하는 이유는?



부천시 관리 권한이 있는 온실가스 배출량

구분			배출량(천톤CO2eq)					전년 대비 증감률	증감률 ('16~'20)
			2016	2017	2018	2019	2020		
직접 배출량	건물	가정	404.37	392.65	401.05	401.05	401.05	0.0%	-0.2%
		상업/공공	121.47	130.38	186.76	178.62	122.04	-31.7%	0.1%
		소계	486.66	511.79	591.13	571.27	523.09	-8.4%	1.8%
	도로수송		1,349.33	1,342.12	1,338.82	1,354.67	1,265.26	-6.6%	-1.6%
	농업		3.42	3.38	3.31	3.14	3.00	-4.5%	-3.2%
	LULUCF(토지이용 및 토지이용 변화)		-2.76	0.05	2.65	2.67	1.74	-34.8%	-
	직접배출량(순배출량)		1,836.65	1,857.34	1,935.91	1,931.75	1,793.09	-7.2%	-0.6%
	직접배출량(총배출량)		1,839.41	1,857.29	1,933.26	1,929.08	1,791.35	-7.1%	-0.7%
간접 배출량	건물	가정	784.23	775.05	844.27	729.47	714.27	-2.1%	-2.3%
		상업/공공	842.26	870.66	897.62	830.75	722.85	-13.0%	-3.8%
		소계	1,626.49	1,645.71	1,741.89	1,560.22	1,437.12	-7.9%	-3.0%
	폐기물(발생)		129.47	152.34	141.01	150.29	149.92	-0.2%	3.7%
	간접배출량		1,755.96	1,798.05	1,882.90	1,710.51	1,587.04	-7.2%	-2.5%
부천시 관리권한 배출량			3,595.37	3,655.34	3,816.16	3,639.59	3,378.39	-7.2%	-1.5%

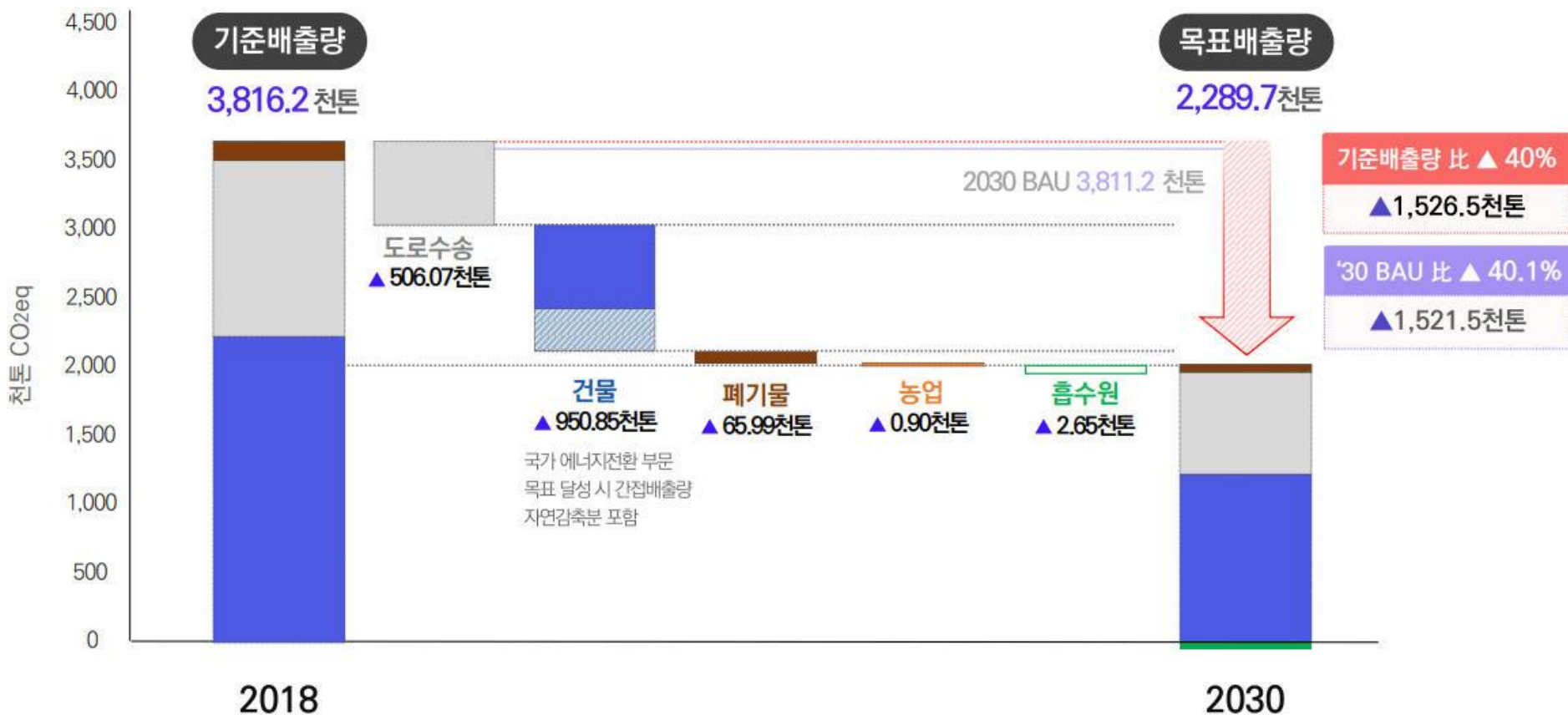
*출처: 2050 부천시 탄소중립 녹색성장 기본계획 중간보고 발표자료

2030년에 흡수원 2.65천톤 감축?

2030 부천시 온실가스 감축목표 설정 (1/2)

부천시 2030년 목표 배출량 : 2,289.7천톤

2018년 기준배출량 (3,816.2천톤) 대비 40% 감축, 2030년 BAU (3,811.2천톤) 대비 40.1% 감축 목표

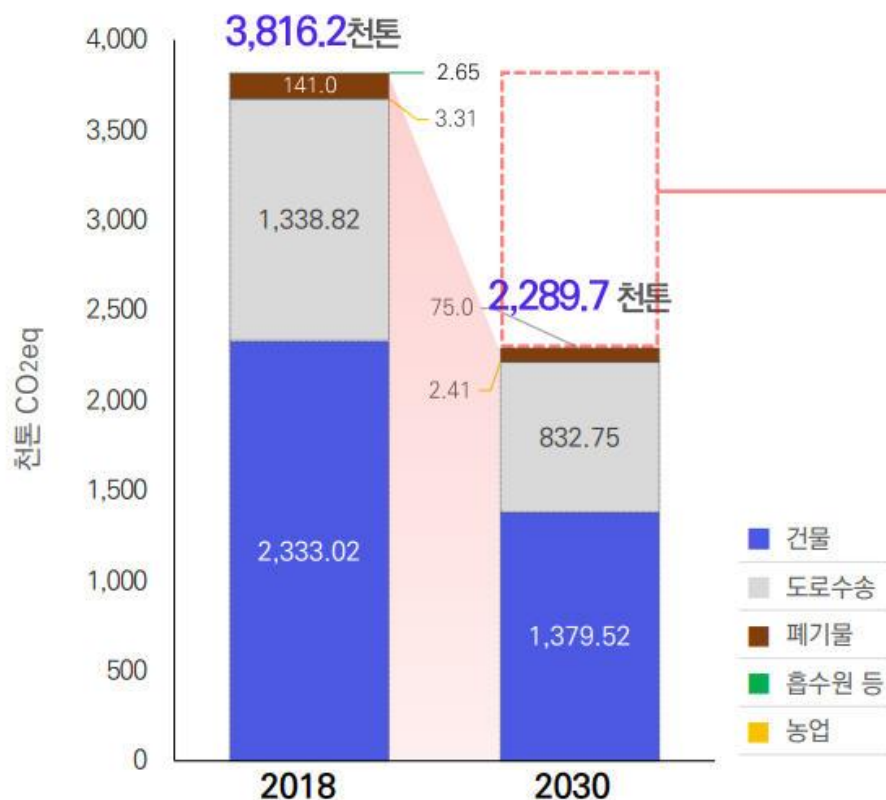


흡수원 온실가스 감축률 제로(0) 최선인가? 여전히 배출?

2030 부천시 온실가스 감축목표 설정 (2/2)

부천시 2030년 목표 배출량 : 2,289.7천톤

2018년 기준배출량 (3,816.2천톤) 대비 40% 감축, 2030년 BAU (3,811.2천톤) 대비 40.1% 감축 목표



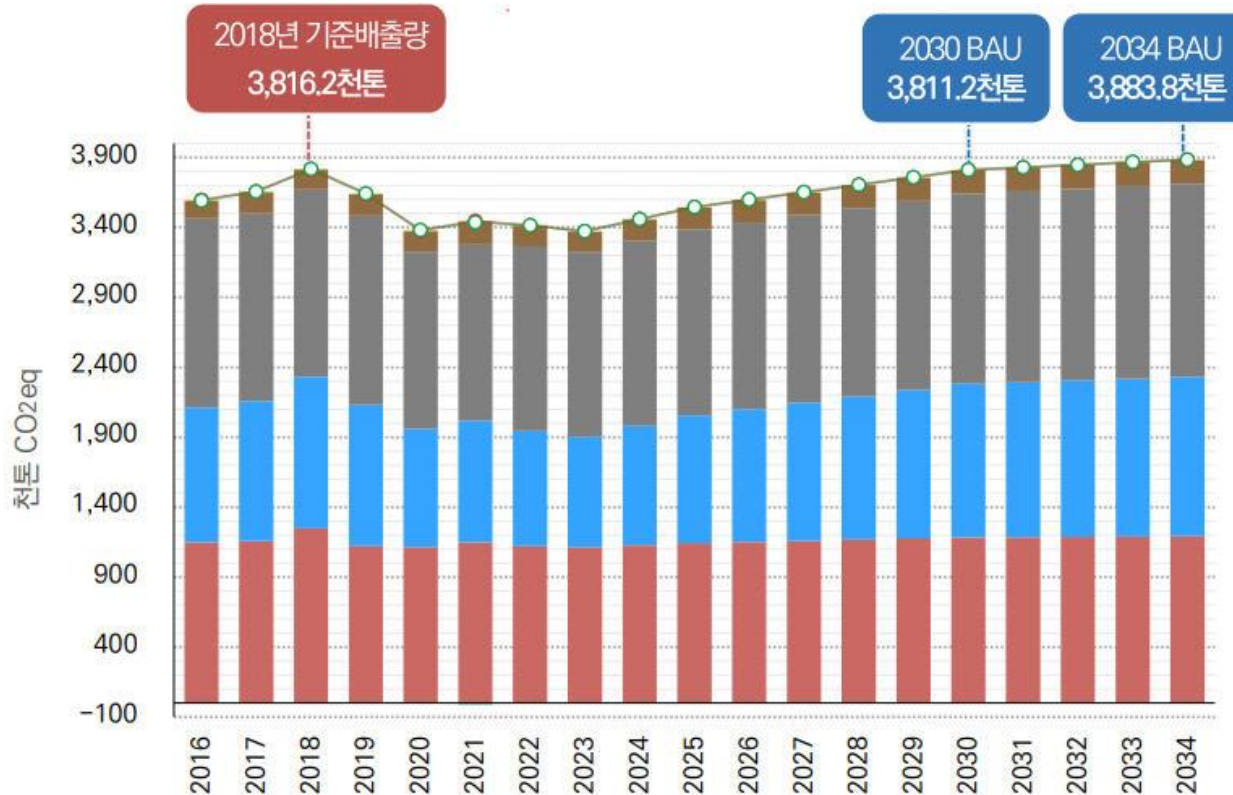
구분		2018 배출량	2030년 감축목표량	2030년 감축률	감축후 배출량
배출량		3,816.16	1,526.46	40.00	2,289.70
건물	계	2,333.02	950.85	41.00	1,382.17
	직접	591.13	193.89	32.80	397.24
	간접	1,741.89	756.96	43.46	984.93
도로수송	직접	1,338.82	506.07	37.80	832.75
농업	직접	3.31	0.90	27.10	2.41
폐기물	간접	141.01	65.99	46.80	75.02
흡수원 등	직접	2.65	2.65	-	0.00

* 건물의 간접 배출량 감축 목표에 국가 전환부문 에너지믹스 개선에 따른 감축 효과 반영

2030년 순흡수량 전망은 0톤, 전망보다 더 배출하나?

부천시 BAU 전망(2021~2034) 결과

BAU 전망 결과 2018년 총배출량 대비 2030년 순배출량은 5.0천톤CO₂eq 감소, 2034년 순배출량 67.6천톤CO₂eq 증가



가정 부문

기준년도 대비 2030년 63.6천톤 감소

폐기물 부문

기준년도 대비 2030년 28.3천톤 증가

도로수송 부문

기준년도 대비 2030년 20.1천톤 증가

상업 부문

기준년도 대비 2030년 12.1천톤 증가

농업 부문

기준년도 대비 2030년 1.8천톤 감소

흡수원 부문

2030년 순흡수량 0

* BAU (Business As Usual) : 2030년까지 인위적인 온실가스 감축 노력이 없다면 미래 배출될 온실가스 배출량

** 2018년 기준배출량은 총배출량, 2030, 2034년 BAU는 순배출량 기준

경기도망보

*출처: 2050 부천시 탄소중립 녹색성장 기본계획 중간보고 발표자료

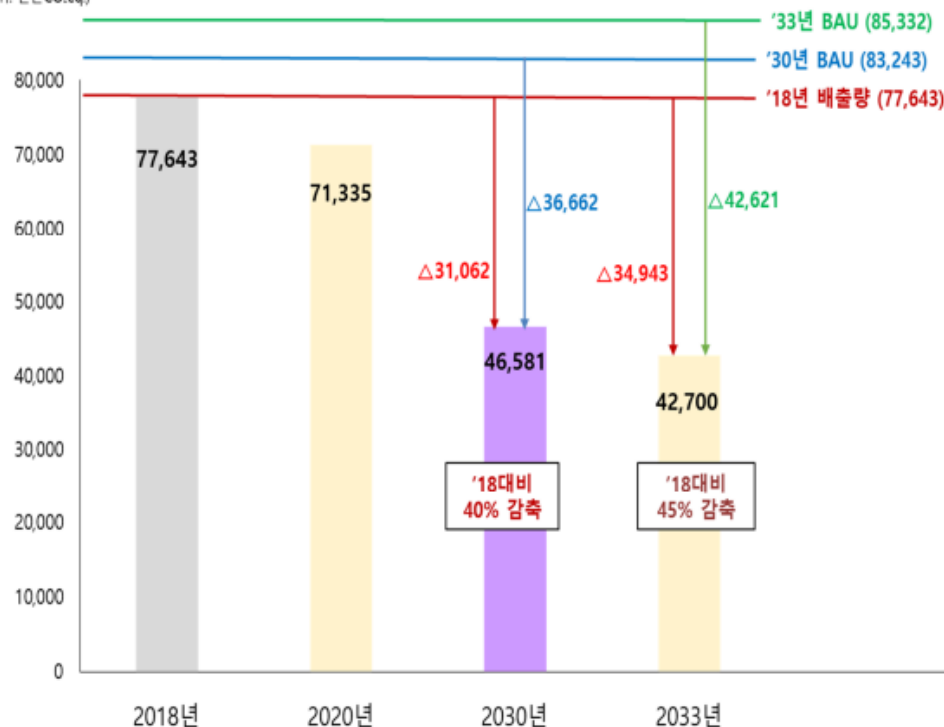
경기도는 2030년 흡수원 배출량을 2018년 기준 -1,487천톤과 동일하게 설정

중장기 감축목표

(단위 : 천톤CO₂eq, %)

구분	부문		2018년 기준 배출량	2020년 배출량	2030년 목표 배출량	2033년 목표 배출량
관리 권한 배출량(흡수원 제외)			77,643	71,335	48,068	44,187
관리 권한 배출량(흡수원 포함)			76,156	69,693	46,581	42,700
온실가스 배출량 (직접+간접)	건물	가정	21,602	19,384	25,862	23,371
		상업·공공	24,332	20,442		
	수송		23,964	23,960	17,668	16,311
	농축산		3,491	3,307	1,795	1,764
	폐기물		4,254	4,242	2,743	2,741
흡수 및 제거	흡수원		△1,487	△1,642	△1,487	△1,487

(단위: 천톤CO₂eq)



시민토론회 선정된 중점과제와 의견이 불충분하게 반영

탄소중립 시민토론회 : ④ 흡수원 및 농축산 분과

주요 제시의견

- (거주지 내 열린 흡수원 확대) 아파트 주변, 구도심 빌라 옥상, 유휴공간 활용하여 녹지를 조성하고 지자체가 관리
- (이끼녹지 조성) 생활 숲 조성, 옥상 녹화, 벽면 녹화 시 많은 공간을 차지하지 않고 신속하게 양적인 확대가 가능한 이끼 적극 활용
- (흡수원 통합관리 시스템 구축) 가로숲, 도시숲 1인 1나무 심기 등 다양한 프로젝트 운영·관리 상황을 파악 가능한 통합시스템 구축
- (흡수원 보호를 위한 생태계서비스 제도 도입) 흡수원 소유자가 해당 부지 친환경적으로 유지 및 보호할 경우 세금감면 등 혜택 제공
- (개발부지 흡수원 보호 제도 마련) 개발 예정 부지에 자연 유휴지 등을 조사하여 개발 이전에 친환경적으로 보호할 수 있도록 제도 마련
- (1가정 1탄소 흡수원 시민 실천 캠페인 추진) 1가정 1미니 탄소 흡수원 프로그램 등 흡수원 보호·식재활동 장려할 수 있도록 예산 책정하여 시행
- (환경 보호 활동 시 자원봉사 인정 제도 마련) 일반 시민(특히 학생)이 거주지 주변의 환경 가꾸기 등 활동할 경우 자원봉사로 인정되도록 제도화
- (친환경 농산물(로컬 푸드) 거래소 확대) 부천시에는 농가가 별로 없으니 인근 로컬푸드를 접할 수 있도록 친환경 농산물 거래소를 설치 필요



중점과제 선정 및 검토사항

① 거주지 내 열린 흡수원 확대 : 옥상, 유휴공간 활용 및 지자체 관리

흡수원 관련 국·도비 보조사업(「경기도 마을정원 조성사업」 등), 특교세·특조금 등 외부재원 신청을 통해 예산 확보 가능 시 추진

「경기도 마을정원 조성사업」, 대상지 공모 계획 시·사·구·청, 소속부서, 교육기관, 유관기관 등에 사업계획 홍보하여 다양한 공동체가 참여할 수 있도록 유도

② 탄소 흡수원이자 탄소 저장고 역할을 하는 이끼녹지 조성

소사구청 건물 옥상을 활용하여 탄소저감 숲(이끼정원)을 조성하고자 공모사업 신청 등 외부재원 확보 노력 중(소사구청 도시미관과)

③ 도시숲 조성 및 관리를 위한 흡수원 통합관리 시스템 구축

시민이나 공무원이 쉽고 빠르게 도시숲 지도서비스를 제공받는 환경을 만들 수 있는 장점이 있으나 위치정보 서비스를 구축 가능한 부서와의 협업이 필요
외부재원 등 확보 시 도시숲, '가로수 수종현황(녹지)을 반영한 위치정보서비스(스마트도시) 구축' 방안 검토

온실가스 흡수량 목표와 추진 로드맵 부재



부문별 정책 방향 (흡수원·농업)

건물

도로수송

폐기물

흡수원·농업

대응기반

현황 및 여건

- 높은 시가화 면적 비율에 따른 부족한 녹지공간으로 탄소 흡수량이 낮은 편이므로 자투리 땅을 활용한 그린인프라 적극 확충 필요
- 대장지구 개발에 따른 대규모 녹지 훼손 가능성에 대비하여 기존 흡수원을 친환경적으로 보전하고 고밀도의 공원녹지 신규 확충 필요
- 4영급(31~40년생), 5영급(41~50년생)이 전체 산림면적의 82.8%, 전체 임목축적의 94.8%로 높은 비중 차지 → 산림 노령화에 따른 흡수량 감소 전망
- 거주지 인근에서 작물 재배, 화훼를 할 수 있도록 열린 녹지공간 마련 필요하며, 관내 농가 수가 적으므로 로컬푸드 활성화 지원하여 로컬푸드 접근성 제고

추진방향

도시숲 확충·관리

- 도시숲, 지방정원, 조림, 숲가꾸기 등 탄소흡수원 확충 및 유지·관리
- 자투리땅을 적극 활용한 녹지 확충 및 유지·관리
- 건물 옥상, 벽면 등을 활용한 그린인프라 확충

목재이용 활성화

- 국산 목재제품 이용을 통한 탄소순환(탄소 흡수-저장) 극대화
- 친환경 국산목재 활용한 목조시설물 조성 활성화
- 목재 공예품 전시와 목재체험 프로그램을 통한 홍보 강화

도시공원 확충·관리

- 도심 내 공간을 활용한 녹지율 확보(생활 SOC 연계 녹지조성)
- 주요 개발사업 공원 조성 시 기존 고밀도 녹지 조성
- 장기 미집행 도시공원 조성 및 훼손 녹지 복원

생활속 도시농업 활성화

- 로컬푸드 직매장 지원(로컬푸드 직매장 납품 농가에 신선농산물 납품 등)
- 유기질비료 활용 공동체 텃밭가꾸기, 상자텃밭 보급 등 친환경농업 저변 확대

기존에 추진해온 사업 위주의 편성

☑️ 흡수원·농업 부문 세부이행계획(안) 총 14개 사업 도출 (1/2)

	전략	세부사업	부서	시기			성격			유형	
				단기	중기	장기					
4-1	도시숲 확충관리	[4-1-01] 녹색도시조성을 위한수목 식재및 관리	녹지과				보조	자체	기타	정량	정성
		[4-1-02] 학교숲 조성	녹지과				보조	자체	기타	정량	정성
		[4-1-03] 탄소저감(기후대응)도시숲 조성	녹지과, 공원조성과				보조	자체	기타	정량	정성
		[4-1-04] 도시숲 생태적 리모델링	녹지과				보조	자체	기타	정량	정성
		[4-1-05] 미집행도시계획시설(녹지)조성	녹지과				보조	자체	기타	정량	정성
4-2	생활권 공원 확충관리	[4-2-01] 건물 옥상및 벽면녹화추진	녹지과				보조	자체	기타	정량	정성
		[4-2-02] 근린공원(도시공원)조성	공원조성과				보조	자체	기타	정량	정성
		[4-2-03] 도당배수지재생 여가녹지조성	공원조성과				보조	자체	기타	정량	정성
		[4-2-04] 거주지내 열린 흡수원 확대(마을정원조성)	녹지과				보조	자체	기타	정량	정성
		[4-2-05] 이끼녹지조성(기후위기 대응 탄소흡수이끼 활용)	녹지과				보조	자체	기타	정량	정성

* 출처: 2050 부천시 탄소중립 녹색성장 기본계획 중간보고 발표자료

기존에 추진해온 사업 위주의 편성



흡수원·농업 부문 세부이행계획 (안) (2/2)

전략

세부사업

부서

시기

성격

유형

단기 중기 장기

4-3

목재이용
활성화

[4-3-01] 폐목재 활용 전시·체험 행사 진행

미정

보조

자체

기타

정량

정성

4-4

생활속
도시농업
활성화

[4-4-01] 상자텃밭 보급 및 운영

도시농업과

보조

자체

기타

정량

정성

[4-4-02] 지역공동체 텃밭 운영

도시농업과

보조

자체

기타

정량

정성

[4-4-03] 로컬푸드 운영 활성화 지원

도시농업과

보조

자체

기타

정량

정성

도로·건물 활용 숲 조성을 통한 흡수원

확대 목표를 대폭 늘려야

- 사업과제는 명시되어 있지만, 사업량과 흡수원 확대 목표가 없음
- 기존 관행적인 사업의 추진에 머물지 말아야
- 공원조성과, 녹지과 부서 체계가 아닌 통합적이고 총괄적인 행정 체계 필요
- 도로의 차선을 곳곳에서 줄이는 도시혁신을 통해 자전거를 안전하게 타고 가로녹지가 풍성한 숲길로 바꾸어야

탄소흡수원 흡수량 산정과 전망에 대한 불확실성을 인정하고 극복해야

- 2030년 목표가 2018년 배출량과 동일한데, 흡수원의 배출량 수치를 제대로 해석하고, 흡수원 역할에 걸맞도록 재검토 필요
- 탄소흡수 계획은 주로 도시공간에서의 숲 확충인데, LULUCF 통계에서 '정주지'에 해당하는데, 국토교통부에서 '정주지'의 여러 유형별 탄소배출계수와 산정방식을 확정해야만 온실가스 인벤토리에 반영할 수 있음
- 개발사업으로 탄소흡수원 손실에 따른 배출량도 반영되는데, 부천시의 계획은 숲 조성사업에 의한 온실가스 흡수량만 반영하고 있으므로 손실에 따른 배출량을 배제하지 말아야

탄소흡수원의 손실 방지와 탄소흡수량 증대를 위한 제도를 개선해야

- 온실가스 흡수와 저장을 위해서 산림지, 농경지, 초지, 습지의 온전한 보전이 중요하므로, 기존 녹지가 개발로 손실되거나 시설물 조성으로 훼손되지 않도록 제도개선과 사전 심의제도를 강화해야
- 도시 전체 공간을 대상으로 생태계 탄소(식물과 토양) 총량을 분석하고 기준선을 산정하여 총량의 순손실 방지 및 순증대 방향으로 총량제를 운영해야 (경기도 RE100 플랫폼 사업 참조, 경기도 전체 대상 광역도시생태현황도 작성 연구 추진)
- 재건축과 재개발, 도로정비 등 도시개발에 따른 정주지 탄소흡수원의 손실이 크게 예상되므로 이에 대한 특별 대책 마련 필요

참고자료: 자연기반해법(Nature-based Solution)

1. 자연기반해법은 갑자기 왜 대두되었나?
2. 국가온실가스 감축을 위해 자연기반해법은 제대로 수립·시행되고 있나?
3. 나무만 많이 심으면 온실가스 감축목표를 달성할까?
4. 자연기반해법이 생물다양성 손실을 역전시키고 있나?
5. 자연기반해법에 대한 투자, 친환경과 그린워싱의 간극은?
6. 기후변화 완화와 생물다양성 보호의 공동편익은 가능한가?

자연기반해법(NbS) 정의

"Nature-based solutions are actions to protect, sustainably manage and restore natural and modified ecosystems in ways that address societal challenges effectively and adaptively, to provide both human well-being and biodiversity benefits."

자연기반해법은 인류복지와 생물다양성 이익을 모두 제공하기 위해 사회적 문제를 효과적이고 적응적으로 해결하는 방식으로 생태계를 보호, 지속가능하게 관리하며 복원하기 위한 행동들.
(IUCN, 2016)

*사회적 문제

: 기후변화, 식량, 물, 재해위험, 건강, 생물다양성

생태계서비스를 이어가는 포괄적이고 우산적 개념
(탄소흡수 전략으로 한정된 게 아님)



전세계 국가에서 NbS를 NDC목표에 포함

168개국 중 77개국이 적응과 감축 모두 포함, 27개국은 적응만, 27개국은 감축만 포함 (2019년 기준)

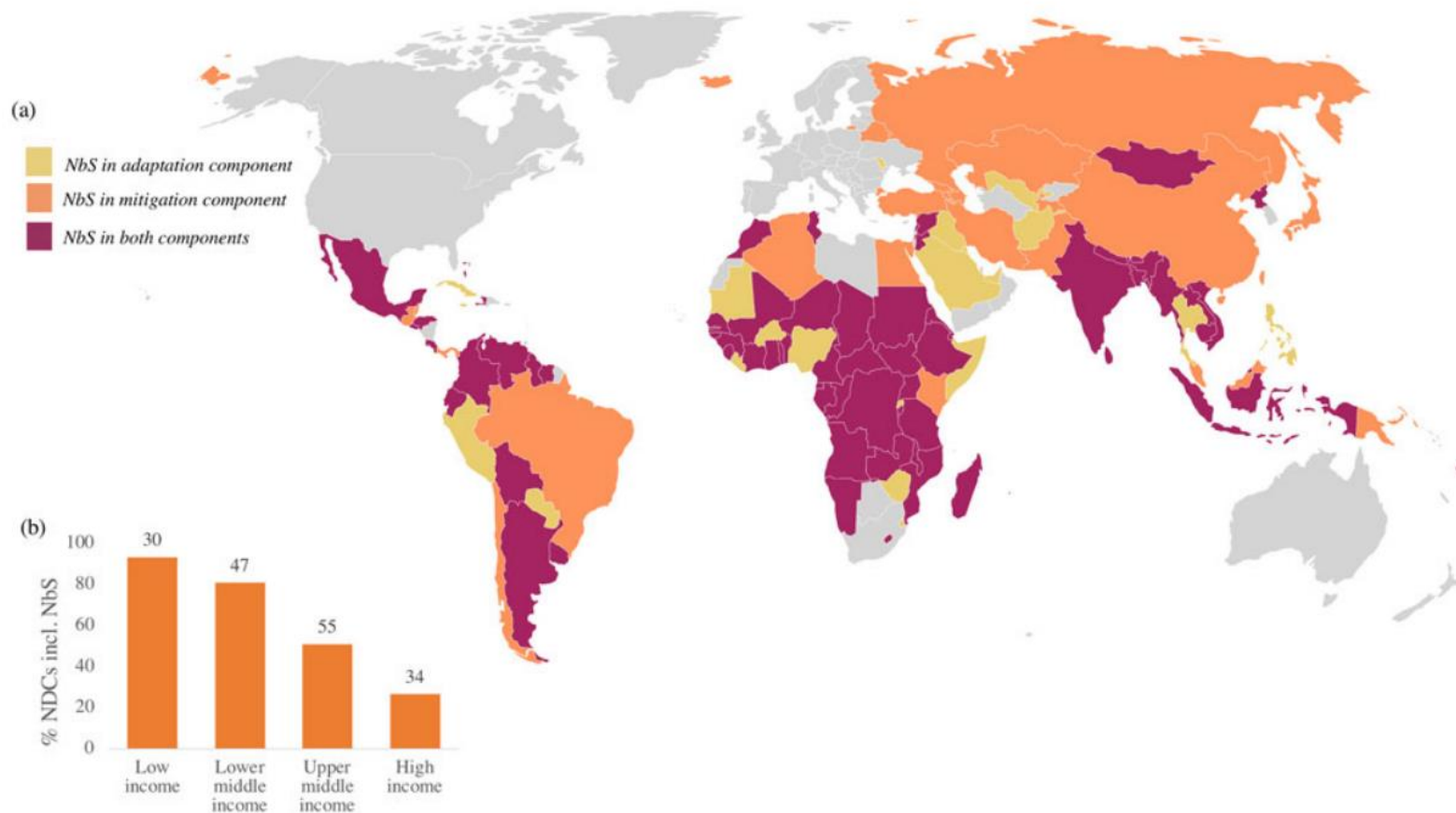


Fig. 3. (a) Global distribution of nations that include nature-based solutions (ecosystem-based adaptation and/or conservation) in the adaptation and/or mitigation component of the first iteration of their Nationally Determined Contribution (NDC). (b) The percentages of NDCs from nations from each of the four World Bank income groups that include nature-based solutions in their adaptation components (numbers above bars show how many nations fall within that income group).

출처: Seddon N et al. (2020). Global recognition of the importance of nature-based solutions to the impacts of climate change. *Global Sustainability* 3, e15, 1–12.

자연기반해법은 탄소중립 달성의 중요한 수단



**Nature-based
solutions for
climate change
mitigation**

**Nature-based Solutions are
critical for achieving Net Zero**

Net Zero by 2050

=

Ambitious Emissions Reductions
(decarbonization of global economy)

+

Nature-based Solutions
(protect, manage & restore ecosystems)

- UNEP and IUCN (2021) Nature-based solutions for climate change mitigation

NbS를 통한 온실가스 감축 기대효과

Source	Mitigation objective (max °C)	Cost constraints	2030 mitigation potential GtCO ₂ e/year*				2050 mitigation potential GtCO ₂ e/year*				2020-2050 mitigation potential GtCO ₂ e*			
			Protect	Manage	Restore	All	Protect	Manage	Restore	All	Protect	Manage	Restore	All
Griscom et al. 2017	2	<US\$ 100/tCO ₂ e	3.9	3.8	3.6	11.3	3.9	3.8	3.6	11.3	-	-	-	288.2
Roe et al. 2019	1.5	Mixed (max; <US\$ 25/tCO ₂ e; <US\$ 100/tCO ₂ e)	3.4	>0.7†	>0.9†	>5.0	4.6	3.9	3.6	12.1	-	-	-	
Girardin et al. 2021	1.5	<US\$ 100/tCO ₂ e until 2025; <US\$ 200/tCO ₂ e 2025-2055	-	-	-	11.7 (10 at 2025)	-	-	-	18.3 (20 at 2055)	-	-	-	380.0
	2	<US\$ 100/tCO ₂ e	3.9	4.3	2.0	10.1	3.9	4.3	2.0	10.1	-	-	-	280.0
McKinsey & Company 2021	-	Mixed (mainly land rents <US\$ 45/ha)	3.8	0.8	2.1	6.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Wilkinson 2020	1.5	Mixed	-	-	-	-	-	-	-	>18.5†	54.3	334.7	164.7	553.7
	2	Mixed	-	-	-	-	-	-	-	>11†	33.5	188.0	108	329.5

2030년 : 5~11.7 기가톤

2050년 : 10~18 기가톤

산림 62%, 농지 · 초지 24%

습지 10%, 연안 4%

Table 1: Nature-based solutions syntheses

(Sources: Griscom et al. 2017; Girardin et al. 2021; McKinsey & Company 2021; Roe et al. 2019; Wilkinson 2020)

Figures in italics are derived from results reported in the study concerned.

출처: UNEP and IUCN(2021). Nature-based solutions for climate change mitigation

NbS, 탄소흡수량 증진 전략으로 국내 도입

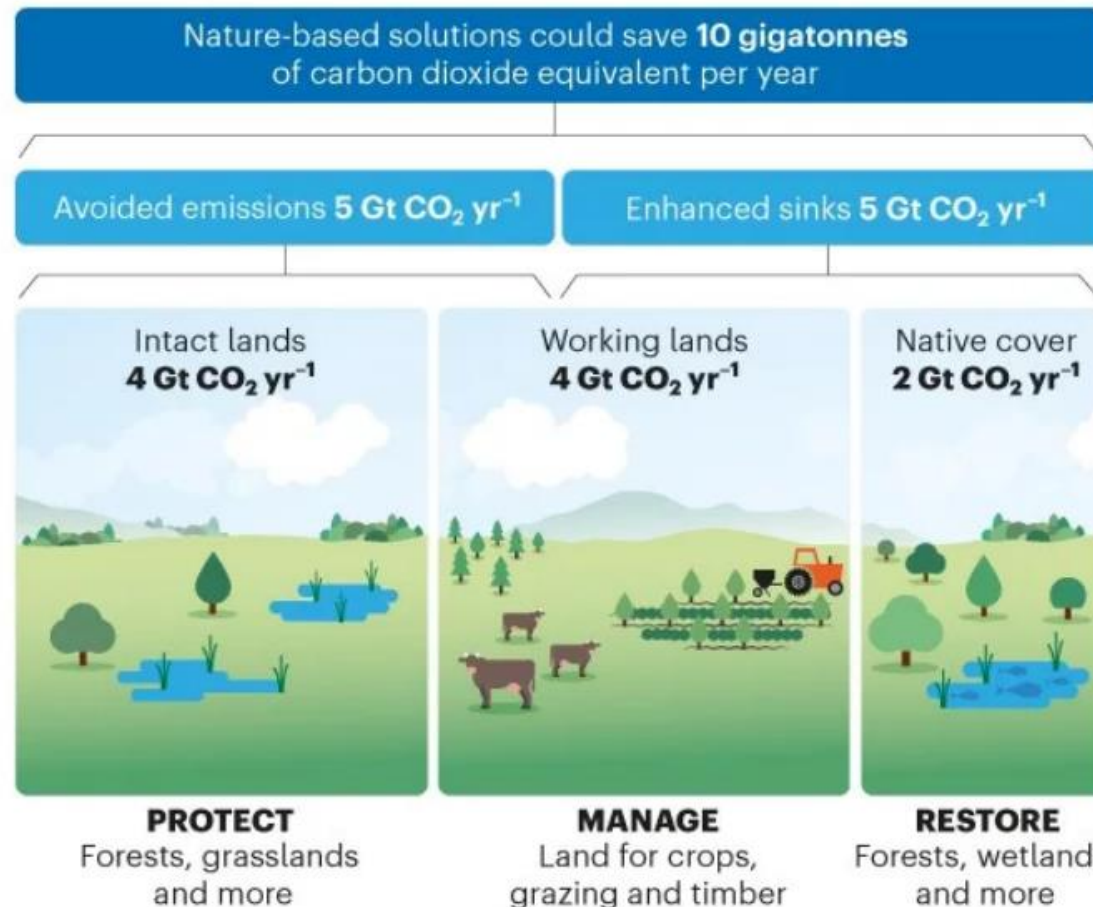
- 탄소중립(Net-zero) 목표, 온실가스 배출량을 상쇄하기 위한 수단 (정부)
- 기후위기 시대, 자연보전 분야의 정책적 주류화 수단 (환경부, NGO)
- 임업의 육성 및 산업 활성화를 위한 명분 쌓기 수단 (산림청, 임업단체)
- 온실가스 감축 요구에 대한 상쇄·회피 수단 (기업)
 - : 탄소중립 해법 중 자연이 가장 값싸고 쉬운 방법
 - 기업의 자연자본 재무공시 제도화 추진(세계경제포럼)
- 탄소시장, 민간부문 확대, 이윤 창출 (금융 투자자)

자연냉각 3단계 (보호-복원-관리)

"Nature-based solutions can help cool the planet — if we act now" Nature (2021. 05)
Cécile A. J. *et. al*

THREE STEPS TO NATURAL COOLING

Protect intact ecosystems, manage working lands and restore native cover to avoid emissions and enhance carbon sinks.



NbS로 매년 10기가톤 감축

온실가스 감축 5기가톤

탄소 흡수 · 저장 5기가톤

산림벌채 중단(2억7천만ha)

생태계 복원(6억8천만ha)

토지 관리(25억ha)

*인도 면적: 3억3천만ha

브라질 면적: 8억5천만ha

©nature

Underlying data are in Supplementary information, Table S1.

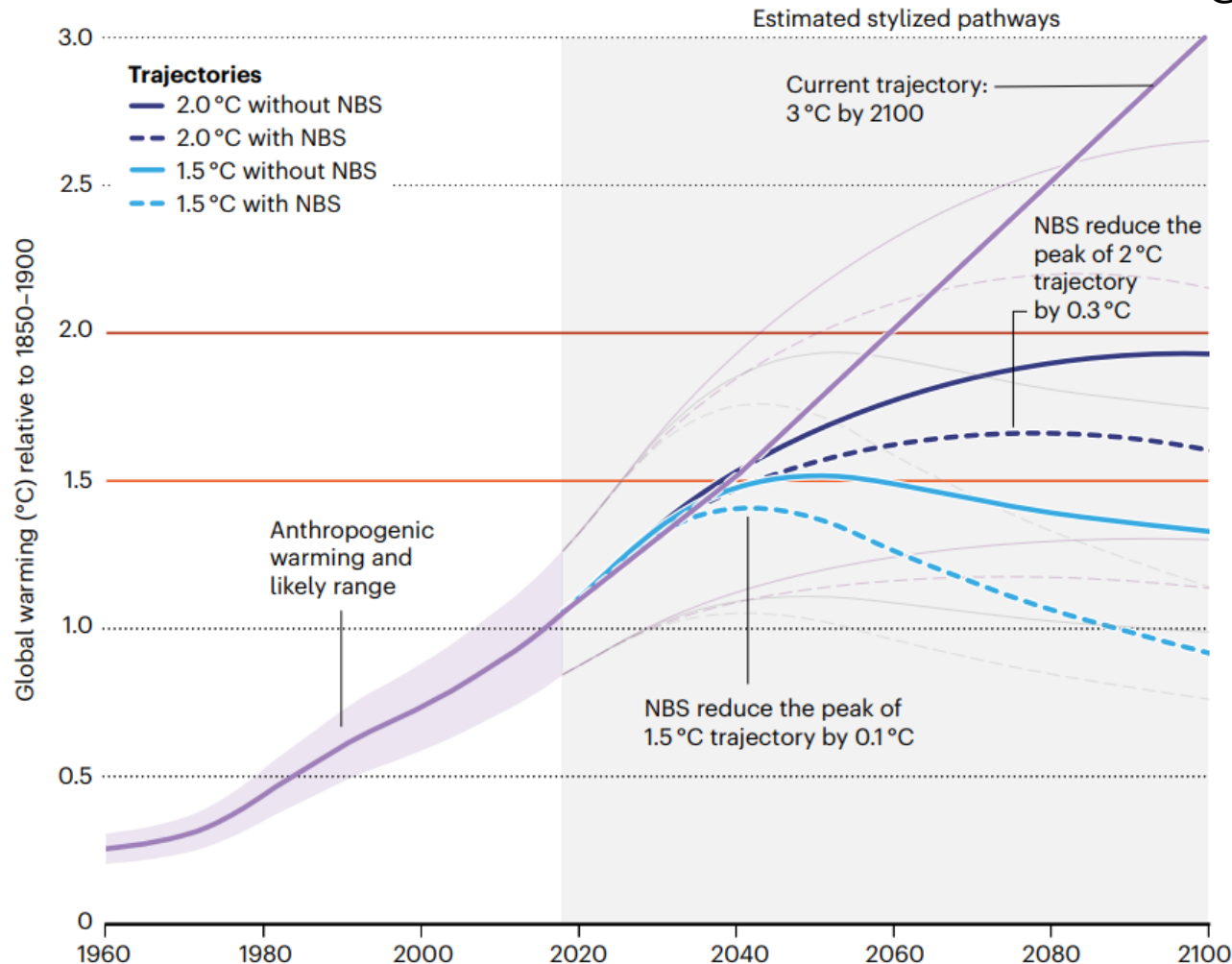
NbS는 장기적인 목표 달성에 현명한 투자

2055년까지 온도 상승폭이 1.5°C로 유지된다는 시나리오 하에서 0.1°C 를 추가로 줄일 수 있고, 2085년까지 2°C 또는 2100년까지 3°C를 유지한다는 시나리오에서는 0.3°C가 추가적으로 감소

THE LONG GAME

Nature-based solutions (NBS) could reduce the global peak temperature and suppress warming beyond 2100 — if they are ambitious and designed for longevity.

Nature (2021. 05)
Cécile A. J. *et. al*



탄소흡수량이 아닌
온도저감으로 분석

IPBES-IPCC Co-Sponsored Workshop Report on Biodiversity and Climate Change (2021. 6)

IPBES-IPCC CO-SPONSORED WORKSHOP

**BIODIVERSITY AND
CLIMATE CHANGE**

Scientific outcome



10. 자연기반해법은 기후 완화에 중요한 역할을 할 수 있지만, 정도에 있어 논쟁이 되고 있으며, 인간이 야기한 온실가스 배출량을 야심차게 줄여야만 효과적일 수 있다. 자연기반해법은 신속한 탄소제거에 초점을 맞추지 않고 장기 계획으로 시행할 때 가장 효과적일 수 있다.

11. 자연기반해법을 실행하면 기후변화에 적응하고 자연이 사람들에게 기여하는 공동 편익을 창출할 수 있다.

12. 육지와 해양에서 탄소 및 생물종이 풍부한 생태계의 손실과 저하를 방지하고 역전시키는 것은 적응의 공동편익과 함께 생물다양성 보호 및 기후변화 완화 조치를 결합하는 데 가장 중요하다.

13. 육지와 해양에서 탄소와 생물종이 풍부한 생태계를 복원하는 것은 기후변화 완화와 생물 다양성 모두에 매우 효과적이며, 적응 공동편익도 크다.
14. 지속가능한 농업·임업은 적응력 향상, 생물다양성 강화, 농지·산림의 토양과 식물의 탄소 저장소 증가, 온실가스 배출 감소 등을 가능하게 한다.
15. 도시에 녹색 인프라는 기후변화 적응과 생물다양성을 복원하는 데 점점 더 많이 조성되면서 기후변화 완화 공동편익도 제공한다.
16. 육지·해양 시스템에서 생물다양성에 기여하면서 기후변화 완화·적응을 위한 자연기반 및 기술기반 조치를 결합하는 옵션이 존재한다.

구분	기후와 생물다양성 모두에게 이익이 되는 조치	
보호 Protect	- 산림 벌채 및 산림 황폐화로 인한 배출 감소 - 육지와 바다에서 숲이 아닌 탄소가 풍부한 생태계의 보존 (non-forest carbon-rich ecosystems) : 습지, 이탄지, 초지, 사바나, 망그로브, 해초류, 염습지 등	
복원 Restore	- 훼손·교란된 생태계의 복원	
관리 Manage	- 기후와 생물다양성 친화적인 농업·임업 실행 - 생물다양성 친화적인 어업·양식업 실행 - 공급망의 지역화	- 육류, 쓰레기 등 소비의 변화
창출 Create	- 도시녹화와 생물다양성 지원 - 기술과 자연기반 완화 옵션의 결합	- 재야생화 - 새롭게 부상하는 서식지에 대한 완화 기회

*출처: IPBES-IPCC Co-Sponsored Workshop Report on Biodiversity and Climate Change

기후 완화 조치가 생물다양성에 미치는 영향

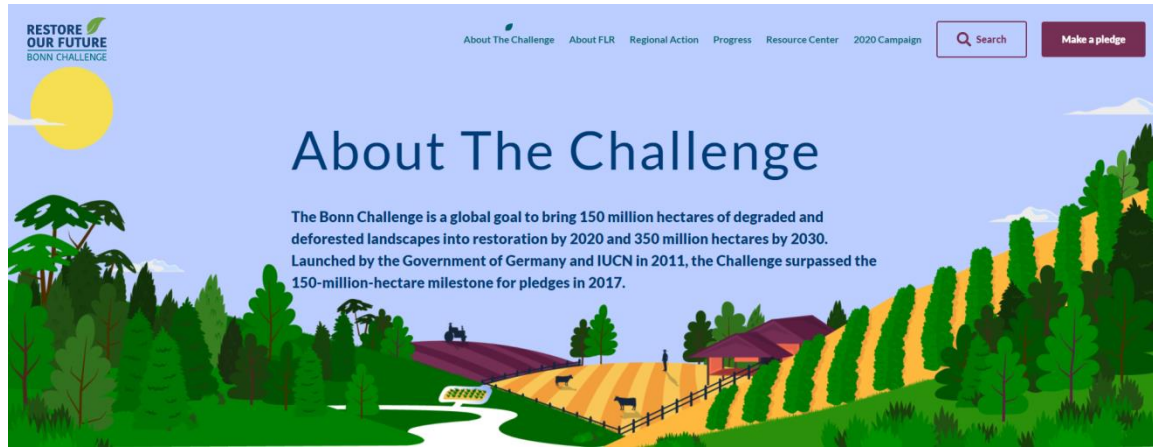
17. 바이오매스를 통한 생태계 탄소흡수원을 강화하고 넓은 면적에 바이오매스에너지 숲을 조성하거나 작물을 심는 완화 조치들은 기후시스템에 또 다른 심각한 결과를 초래할 수 있다.

18. 바이오에너지 나무·작물을 매우 큰 면적의 토지에 단일 재배로 심는 것은 생태계에 해를 끼치며, 인간에 대한 자연의 기여가 감소하며, 지속가능발전목표(SDGs) 달성을 방해한다.

19. 역사적으로 산림이 아니었던 생태계에 나무를 심는 신규조림, 외래종을 이용한 단일 재배를 통한 재조림은 기후변화 완화에 기여할 수 있지만, 생물다양성에 해로울 수 있고 적응에 있어 뚜렷한 이점이 없는 경우가 많다.

20. 기후변화 완화에 효과적인 기술기반 대책은 생물다양성에 심각한 위협이 될 수 있다.

신규조림, 재조림 등 나무심기에 대한 과도한 기대

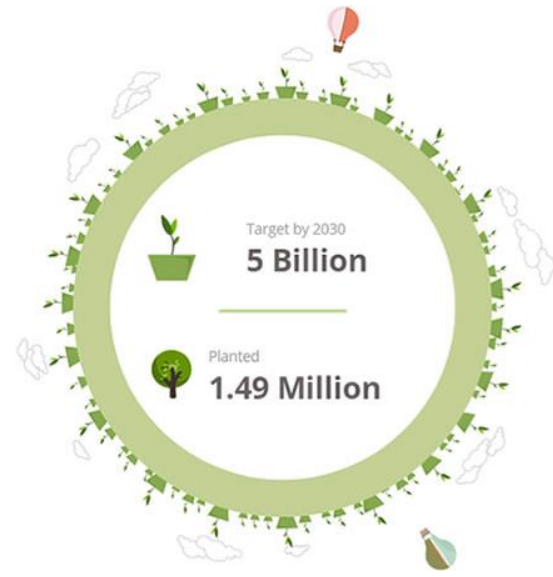


<본첼린지 Bonn Challenge>

- 2030년까지 3억5천ha 산림복원
- 사바나, 초지, 습지에도 조림
- 43%는 단일수종 상업적 식재 논란

<세계경제포럼의 1조 그루 나무심기 Trillion Trees Initiative>

- 1조 그루 나무가 이산화탄소 배출량의 25-33%를 상쇄한다는 (과도한) 가정에 근거



잘못 심고, 무자비하게 베고..

Afforestation efforts threaten savannas and grasslands

OPINION

By [Susanne Vetter](#) | January 3rd 2021



Eucalyptus plantations belonging to the company Fibria Celulose. (Photo: Santiago Navarro F)



© SANDRA RUIUDU / GREENPEACE

나무 심기, 위장환경주의(그린워싱) 논란

[유레카] 나무 심기가 위장환경주의인 이유

등록:2023-11-

☐



저탄소 설비로 전환하는 대신 비용이 싼

나무 심기를 하고 그만큼을 탄소 배출권으로
돌려받는 기업이 늘어나

<영국 파이낸셜타임스> 1조그루 나무의 환상

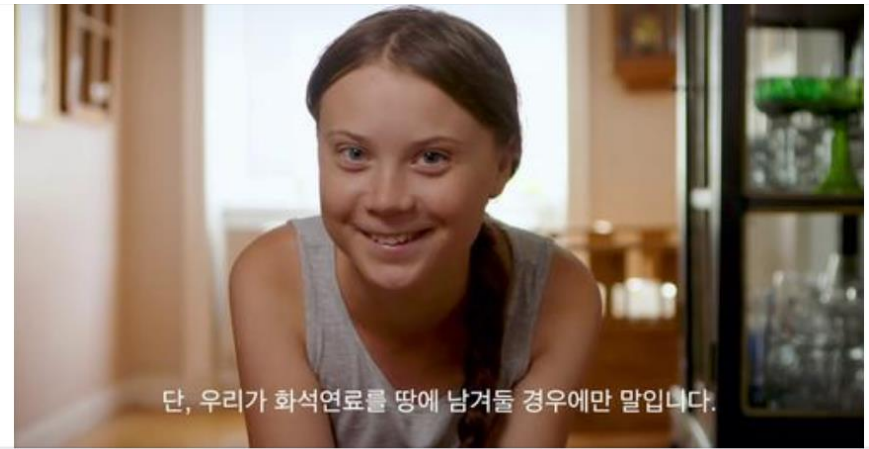
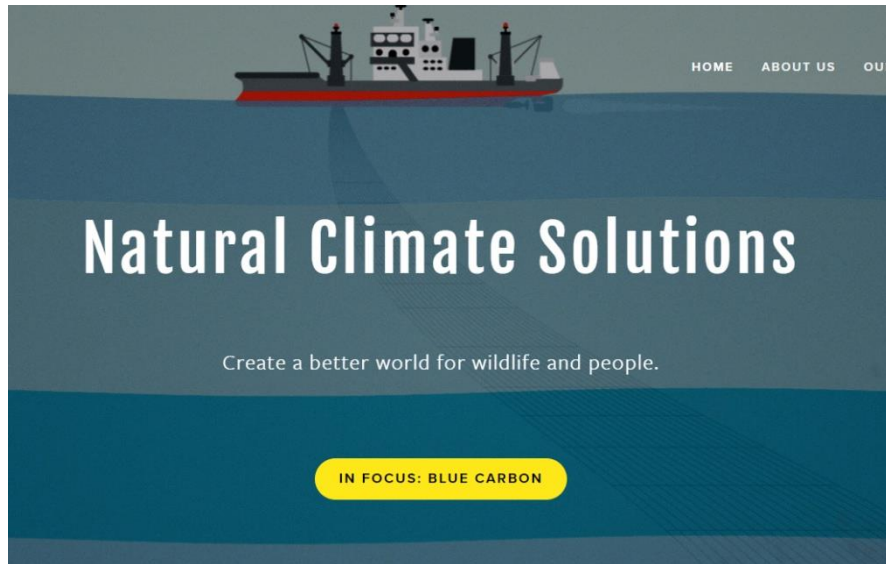
-각국 정부가 약속한 식목 면적만 633만km²

-남한의 63배, 중국의 3분의 2 크기로, 아마
존 열대우림보다 넓어

-필요 면적이 1200만km²란 계산도

*출처: 한겨레신문

<Natural climate solutions, 자연기후해법>



YOUTUBE.COM

그레타 툰베리 #NatureNow #네이처나우 (한국어 자막 (Korean Translate)) 기후위기 비상사태

2019년 부터 국제 환경단체들의 공동 캠페인

“자연기반의 해결책보다 화석연료 보조금에 1,000배 더 많은 비용을 씁니다.”

OUR ALLIES

“우리는 보호하고(Protect) 복원하고(Restore) 비용을 축적해야(Fund) 합니다.”

There are many wonderful organisations already working hard to highlight and implement Natural Climate Solutions, as outlined in [our charter](#). Please follow these links and support their efforts.



FRIENDS OF THE
EARTH



GREENPEACE



NATURE NEEDS
HALF



DAVID SUZUKI
FOUNDATION



REWILDING
BRITAIN



WILDERNESS
SOCIETY



REWILDING
EUROPE

생태계 복원을 통한 기후붕괴 방지 행동 촉구

(Natural climate solutions : 조지 몬비오, 2019년 4월)

요약:

최근 추정에 따르면 지금부터 2030년 사이에 필요한 온실 가스 완화의 약 1/3이 자연 기후 솔루션을 통한 탄소 감소로 제공될 수 있습니다. Natural Climate Solutions는 대략적으로 말하면 생태학적 복원을 의미합니다. 그러나 그들은 지금까지 완화 자금의 2.5%만 유치했고 정치적 관심은 너무 적었습니다.

그것들이 대안적인 네거티브 배출 전략에 비해 큰 이점이 있고 광범위한 생태학적 및 사회적 혜택을 제공할 수 있다는 점을 감안할 때, 우리는 두 기후를 방지하기 위한 대대적으로 강화된 글로벌 노력의 일환으로 자연 기후 솔루션에 대한 관심과 지출을 크게 늘릴 것을 요구합니다. 붕괴와 생태 붕괴. 다음은 사용 가능한 과학에 대한 요약입니다.

- 탄소배출량 감소만으로 지구온난화를 1.5°C 이상 피하기에는 너무 늦었다.
- 이는 합의된 국제 목표를 달성하기 위해 NEC(네거티브 배출 전략) 또는 탄소 포집이 필요함을 의미합니다.
- 현재 제안된 주요 NEC는 BECCS(Bio-Energy with Carbon Capture and Storage) 또는 직접 공기 포집입니다. 필요한 규모로 배치할 경우 인도주의적 및/또는 생태학적 재앙을 일으키거나 기후 변화의 전환점을 넘어서게 만들 수 있습니다.
- 숲, 맹그로브 습지, 이탄 습지, 염습지 및 해초층과 같은 탄소 저장 환경의 복원 및 생성과 관련된 가능성의 클러스터인 또 다른 중요한 솔루션이 있습니다. 이것은 자연 기후 솔루션으로 알려져 있으며 최근 연구에 따르면 탄소 포집 목표의 최대 37%를 달성할 수 있습니다.
- 이를 달성하기 위해 생산성이 높은 농지를 사용하는 방법을 변경할 필요가 없습니다. 식량 안보를 위협하지 않으면서 수확량이 적은 토지를 사용할 수 있습니다. 탄소 포집 외에도 자연 복원 및 자연 공간 생성은 지역 사회에 다양한 혜택을 제공합니다.
- 이러한 잠재력에도 불구하고 이러한 솔루션을 게시할 당시 탄소 포집에 할당된 자금의 2.5%만 받습니다.
- 따라서 우리는 정부, 유엔 생물다양성협약(UNCBD) 및 유엔기후변화협약(UNFCCC)에 자연기후 해결에 필요한 관심과 자금을 제공할 것을 요청합니다.

2022년 1월 말, 조지 몬비오의 가디언즈 칼럼

“3년전 자연기후해법 캠페인은 재야생화에 방점을 둔 것이었다. 자연기반해법이 기업의 온실가스 배출 상쇄의 면피용으로 사용되어서는 안 된다고 경고했는데, 결국 탄소배출권 거래 등 그린워싱으로 소모되고 있다.”

Opinion

● This article is more than 2 months old

Carbon offsetting is not warding off environmental collapse - it's accelerating it

George Monbiot



Wealthy companies are using the facade of 'nature-based solutions' to enact a great carbon land grab

Wed 26 Jan 2022 12:33 GMT



There is nothing that cannot be corrupted, nothing good that cannot be transformed into something bad. And there is no clearer example than the great climate land grab.

나무 심어 탄소감축? 현실 '자연기반해법'의 역설

'나무 심어 탄소 감축' 유행시킨 교수 "내가 너무 순진했다"

김현종 | 입력 2023. 11. 15. 04:31



"숲에 탄소 2000억톤 저장 능력"
논문 빌미 산업계 저감 노력 회피
"화석 연료 늘 땀 숲도 무용" 발표



2018년 토머스 크로서 스위스 취리히연방공대 생태학과 교수가 대학 연구실에서 연구 과제에 대해 설명하고 있다. 교수 연구실 유튜브 캡처

"나(크로서 교수)는 너무 순진했다. 자연이 잘못 이용될 수 있다는 게 두렵다."

"자연엔 기후위기를 막을 놀라운 능력이 있지만 지구를 더 망치는 명분으로 자연을 활용하면 되레 황폐화될 것이다."

그는 이번엔 나무 심기를 장려하는 대신 "화석 연료 배출량이 계속 증가하면 생태계의 탄소 저장 능력이 위협받을 것이다. 탄소 흡수 잠재력의 61%는 숲을 벌채 없이 가꾸는 것으로 확보할 수 있다"며 숲의 보존과 탄소 감축을 강조했다.

"숲이 늙어서 엄청난 양의 탄소를 저장하도록 하도록 해야 한다."

숲을 보전하려면 그만큼의 목재와 고무, 팜유, 커피, 소고기를 포기해야 한다. 손쉬운 해결책은 없다.

더가디언 “베라, 탄소크레딧 94%는 환상! 감축 성과 없어”

Support the Guardian

Fearless, independent, reader-funded

Support us →

**The
Guardian**

News

Opinion

Sport

Culture

Lifestyle

More ∨

World UK Coronavirus **Climate crisis** Environment Science Global development Football Tech Business Obituaries

The age of extinction
Carbon offsetting

Revealed: more than 90% of rainforest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows

Investigation into Verra carbon standard finds most are 'phantom credits' and may worsen global heating

- **'Nowhere else to go': Alto Mayo, Peru, at centre of conservation row**
- **Greenwashing or a net zero necessity? Scientists on carbon offsetting**
- **Carbon offsets flawed but we are in a climate emergency**

The age of extinction is supported by

the
guardian
org

About this content

Patrick Greenfield

✉ @pgreenfielduk

Wed 18 Jan 2023 14:00 GMT



📷 The Alto Mayo protection forest in Moyobamba, Peru, was supposed to be a flagship offsetting project but has faced human rights issues. Composite: Guardian Design/AFP/Getty Images

Most viewed



Live Super Bowl: Rihanna, the ads and everything but the football - live updates



US shoots down 'octagonal' flying object near military sites in Michigan



Live Super Bowl LVII: Kansas City Chiefs v Philadelphia Eagles - live



Live Cyclone Gabrielle: state of emergency in parts of New Zealand as storm gears up - live



India opens first stage of \$13bn Delhi to Mumbai expressway

선진국의 탄소국외감축, 탄소식민주의 논란

*탄소식민주의: 선진국이 개발도상국의 산림, 해양 등 자원을 저렴한 비용으로 활용해 탄소배출량을 상쇄하는 상황을 비판적으로 표현하는 말.

➤ 산림훼손, 토지강탈, 노동착취, 원주민 공동체 붕괴 (기후불의와 환경제국주의 문제)

산업, 카본

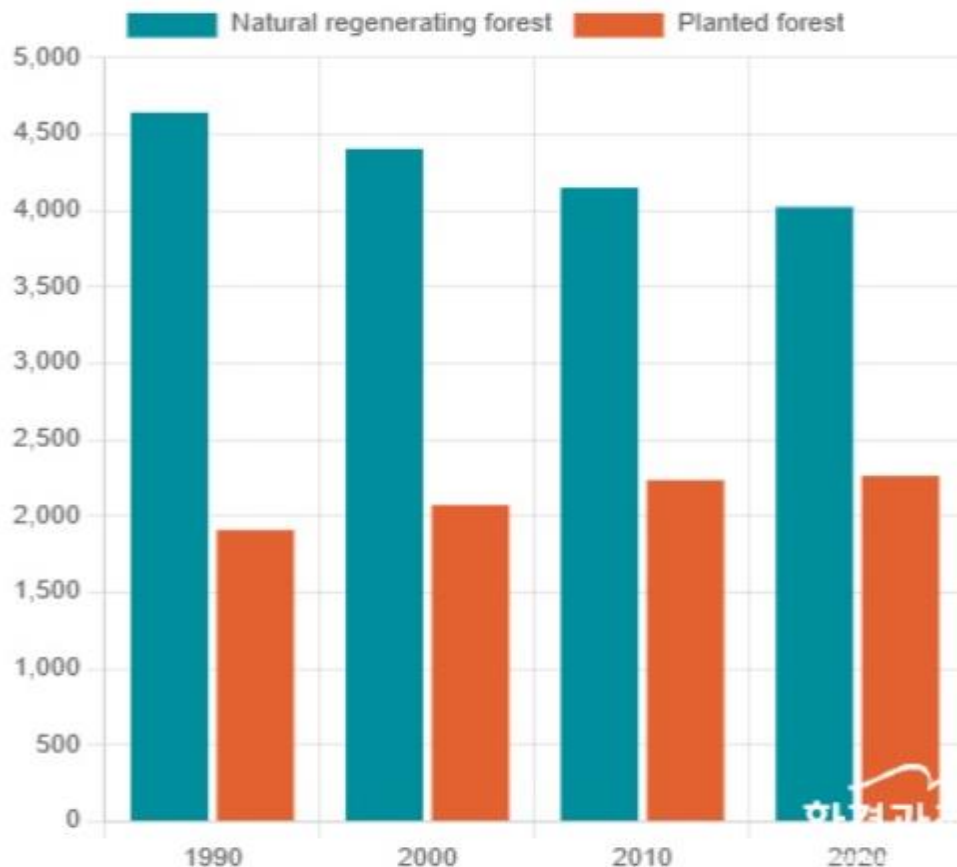
넷플릭스·MS도 구매한 케냐 REDD+ 프로젝트 크레딧, 인권침해·성적 학대로 프로젝트 중단

탄소쟁이, 2023-11-06



손실되는 자연에 대한 보호대책 미흡

Naturally regenerating forest area (1990 — 2020)



자연재생림(천연림) 면적 (출처: FAO Global Forest Resources Assessment)

➤ 5년간 여의도 165개 산림 손실
: 480km², 매년 평균 96 km² 손실
(출처: 2020 산림기본통계)

➤ (산림청 대책) 산림전용 원인을 면밀하게 분석하여 산지전용 타당성 평가 강화 등 개선대책 마련

➤ 2012~2020년 농경지 1,650 km² 손실
: 논 1,420 km² (매년 평균 178 km²) 손실

➤ 1987~1998년 갯벌 810 km² 손실
: 2008~2018년 갯벌 7 km² 손실
(중소규모 공유수면 매립 지속 추진)

COP26, 산림벌채 중단 합의했지만.. 각종 개발계획 추진

'산림 및 토지이용에 관한 글래스고 정상 선언'

100여 개국 정상, 산림 벌채 중단 합의...“자연의 보호자 될 기회”

“2030년까지 산림 손실 및 토지황폐화를 막고, 복원하기 위해 함께 노력하는데 합의”

- 매년 손실되는 산림 방지 대책 미흡
- 택지, 도로, 공장, 공항 개발 가속화



문재인 대통령이 1일(현지시간) 영국 글래스고 스코틀랜드 이벤트 캠퍼스(SEC)에서 열린 제26차 유엔 기후변화협약 당사국총회(COP26)에 참석해 기념촬영에 앞서 의장국인 영국의 보리스 존슨 총리(왼쪽), 안토니우 구테흐스 유엔 사무총장과 대화하고 있다.(청와대 제공)2021.11.2/뉴스1 (서울=뉴스1)

산림청 "목재수확 및 벌채를 중지하겠다는 의미는 아니다. 벌채 후 다시 나무를 심어 숲으로 만들어지는 만큼 '산림자원의 감소'(forest loss)는 발생하지 않는다."

기후정의를 고려한 자연기반해법 시사점

1. 벌채-재조림 등 나무심기 프레임에서 벗어나 생물다양성과 자연의 회복력에 중점을 둔 보호와 복원을 우선해야 (토양탄소 중요)
2. 탄소중립 프레임의 탄소 흡수량 성과에만 집중하거나 매몰되지 말아야 (SDGs, 기후적응)
3. 그린워싱에 이용되지 않도록 온실가스 배출량을 우선적으로 줄여야 하고, 시민사회의 감시와 거버넌스를 강화해야
4. 사업 설계에서부터 이행, 검증까지 높은 수준의 기준선을 설정하여 생물다양성 침해를 사전예방하고 점검될 수 있어야