

탄소 해결사로서의 숲:

기후변화 대응을 위한 산림의 중요성

강원대학교 산림과학부 이상덕 교수

TABLE OF CONTENTS

01

숲이 하는 일, 탄소 저장

산림의 탄소저감 효과
탄소 저장의 원리

02

나무와 탄소

나무의 탄소 저장 특징

03

탄소저감을 위한 노력

제 3차 탄소흡수원 증진 종합계획

04

기후변화와 산림

기후변화에 따른 우리나라 산림의 변화

발표자 소개



이상덕 교수



(2007 ~ 2017) 국립환경과학원 환경연구사

(2017 ~ 현재) 강원대학교 산림환경보호학과 교수

(2021 ~ 현재) 강원대학교 미세먼지특성화대학원 교수

(2023 ~ 현재) 강원권 미세먼지 연구관리센터 센터장

(2023~현재) 강원도 탄소중립 위원(산림 부문)

01

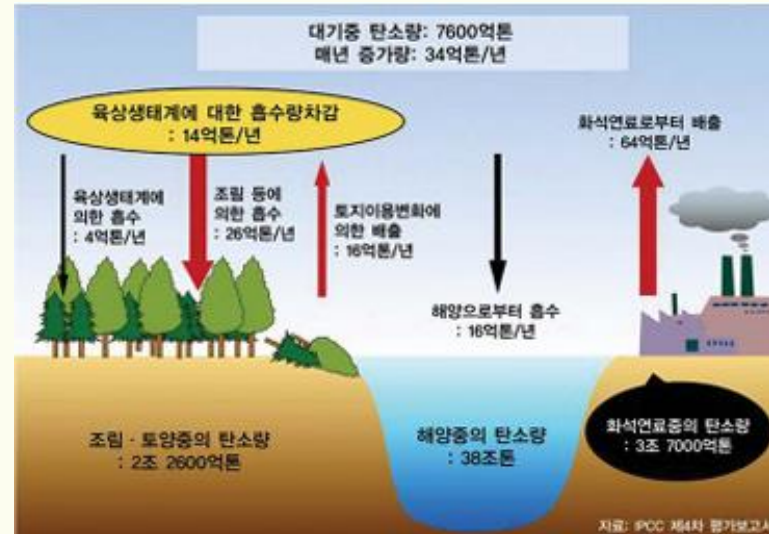
숲이 하는 일, 탄소 저장

- 1) 산림의 탄소저감 효과
- 2) 탄소 저장의 원리

1) 산림의 탄소저감 효과



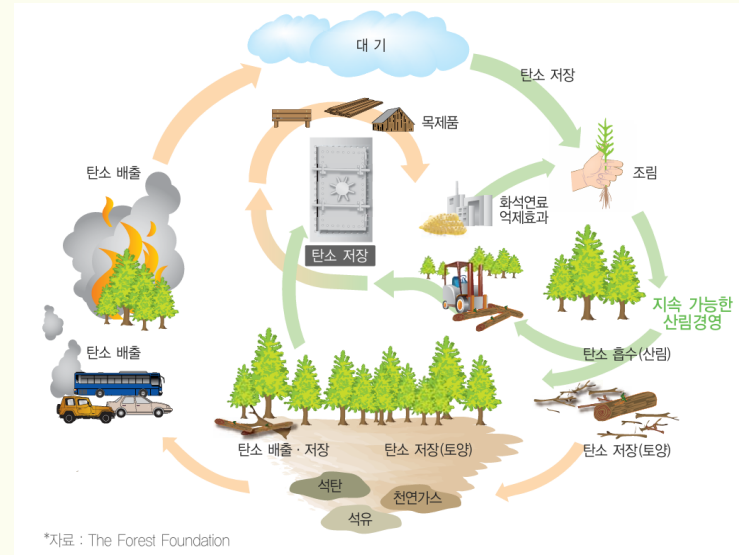
- 지구상에서 육지의 면적은 29%이며 그중 산림의 면적은 약 1/3정도임.
- 산림은 지구 전체 광합성의 2/3를 담당하며, 육상 생태계 탄소의 80%와 토양 내에 있는 탄소의 40%를 저장하고 있음.
- 나무에 저장된 탄소의 양은 바다와 땅속에 저장된 양에 비하면 적은 양이지만, 대기와 교환되는 양이 많고 기후변화와 인간활동에 민감하게 반응함.



1) 산림의 탄소저감 효과



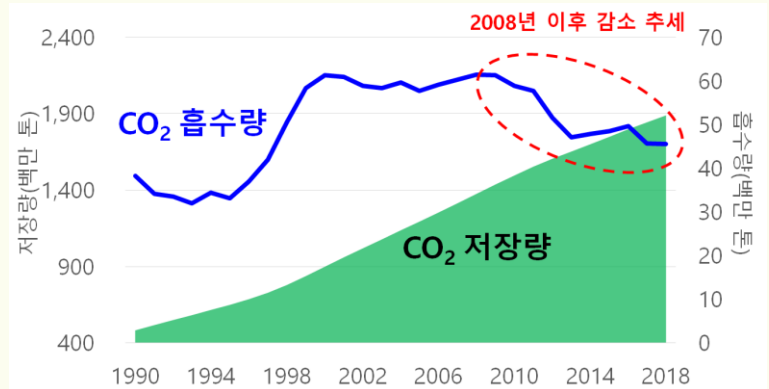
- 산림생태계에서 탄소는 나무와 토양에 저장됨.
- 산불 혹은 인간활동 그리고 기후변화 등으로 인해 숲이 훼손되면, 나무와 토양에 저장되어 있는 탄소가 대기 중으로 배출됨.
- 산림생태계에 저장된 탄소는 약 6,380억 톤이며 매년 30억 톤의 탄소를 추가로 저장하고 있음.



1) 산림의 탄소저감 효과



- 우리나라 산림의 탄소저장량은 1990년 4억 8천만에서 2018년 기준 18억 9천만 톤으로 4배 가까이 증가함.
- 연간 이산화탄소 흡수량은 2008년 6,150만 톤으로 최고값을 기록하고 이후 18년 4,560만 톤으로 감소하고 있음.
- 산림의 CO₂ 흡수량을 늘리기 위한 노력이 필요함.



(단위 : 천 ton)

구분	1990	2000	2008	2015	2018
CO ₂ 저장량	483,148	899,636	1,376,024	1,748,898	1,889,751
CO ₂ 순흡수량	38,227	61,380	61,488	48,505	45,596

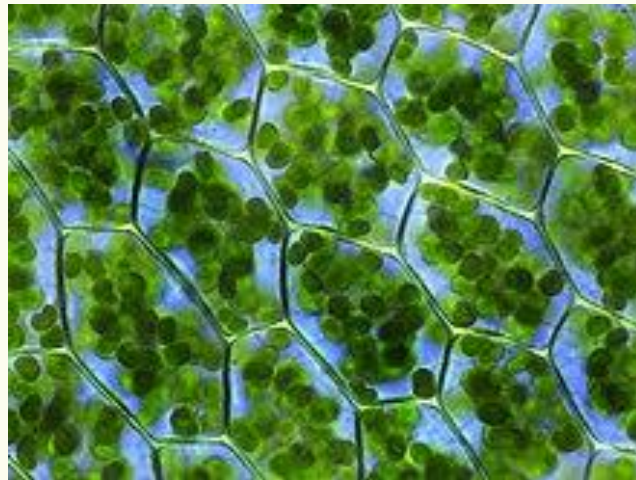
<출처 : 산림청 보도자료 (2021.5.25)>

1) 산림의 탄소저감 효과



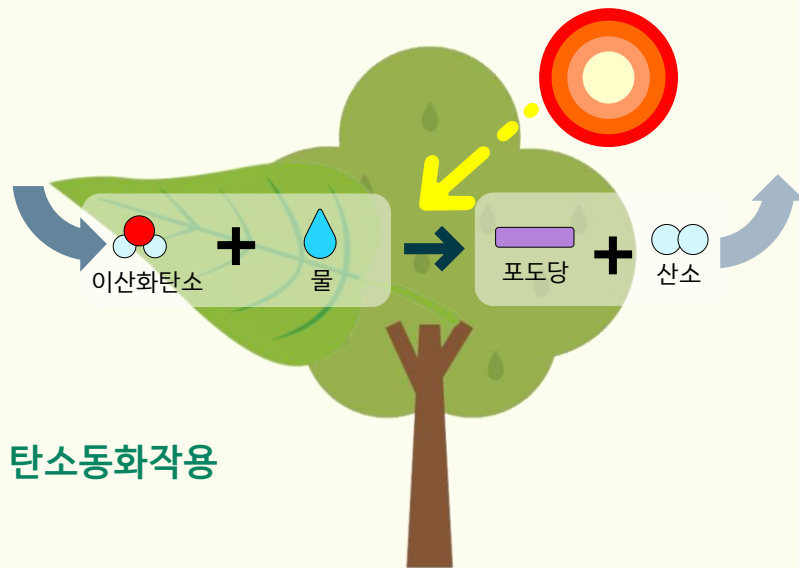
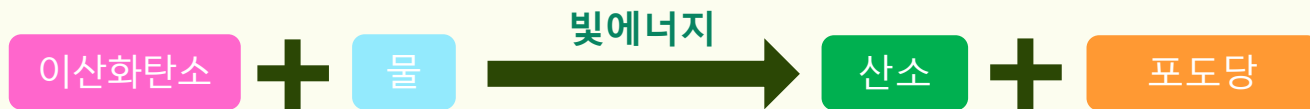
- 숲의 탄소 저감 뉴스 영상

2) 탄소저장의 원리



- 식물의 잎이 녹색으로 보이는 이유는?

2) 탄소 저장의 원리



2) 탄소저장의 원리

- 나무는 50%가 탄소로 구성되어 있고 목제품은 장기간 탄소를 저장하는데 적합함.
- 일정기간 성장 후에는 노령화된 나무는 목제품 등으로 활용하고 젊은 숲을 재창조.

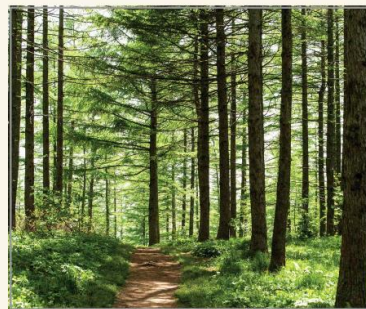
| 산림탄소흡수원 증진활동을 통한 재창조 과정 |



노령화(쇠퇴)된 숲



베고 다시 심어 재창조



CO₂ 흡수능력이
왕성한 숲으로 변화



02

나무와 탄소

나무의 탄소 저장 특징

나무의 탄소 저장 특징



- 주요 조경 수종에 대한 탄소흡수량은 느티나무에서 수령 25년까지의 누적 탄소흡수량은 198kg으로 가장 많았음.
- 산수유와 주목의 25년까지의 누적 탄소흡수량은 각각 39.6kg 및 6.8kg으로 가장 낮았음.
- 탄소흡수를 증진하기 위해 적합한 조경 수종은 느티나무 및 왕벚나무가 바람직함.

〈단위:kg/yr〉

나무종류	수령					합계
	5	10	15	20	25	
느티나무	0.5	2.6	7.2	14.8	25.9	198
왕벚나무	0.4	1.9	4.7	9.0	14.8	122
잣나무	0.2	1.2	3.8	8.9	17.0	118
소나무	0.5	1.7	3.3	5.4	8.0	77
은행나무	0.1	0.8	2.2	4.5	7.9	60
살구나무	0.3	1.1	2.5	4.4	6.9	61
전나무	0.2	1.0	2.2	3.9	6.1	57
이팝나무	0.2	0.8	1.9	3.5	5.5	55
단풍나무	1.2	1.7	2.4	3.1	5.1	47
산수유	0.1	0.6	1.6	2.9	4.7	40
주목	0.0	0.1	0.2	0.5	1.0	7

〈출처:조경수목의 수령에 따른 생장률과 탄소흡수량 변화, 2017〉

나무의 탄소 저장 특징



- 주요 산림 수종별 CO₂ 흡수량은 수령이 30년 이전에 높게 나타나며 그 이후로 CO₂ 흡수량은 감소하는 경향을 보임.
- 우리나라 주요 수종은 약 20~30년생이 되면 CO₂를 왕성히 흡수하지만, 점차 생장이 저하되어 탄소감축기능이 줄어들게 됨.
- 따라서 일정부분 생장이 둔화되면 벌채한 후, 목재로 사용하고 새로운 나무를 심으면 생장이 왕성해져 지속가능한 탄소 흡수를 기대할 수 있음.

〈표 6〉 주요 수종별 연간 CO₂ 흡수량(CO₂/ha/년)

수종	임령												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
강원지방 소나무	7.5*	9.6	10.1	10.0	9.6	9.0	8.2	7.5	6.7	6.0	5.4	4.7	4.2
중부지방 소나무	3.5*	5.2*	6.9*	15.8	12.4	9.0	6.4	4.6	3.3	2.4	1.8	1.4	1.1
잣나무	5.4*	10.6	11.8	11.6	10.8	9.9	9.1	8.3	7.6	7.0	6.5	6.1	5.7
낙엽송	9.1*	9.4	10.5	10.0	9.5	8.9	8.5	8.1	7.9	7.6	7.5	7.3	7.2
리기다 소나무	4.5*	10.5	13.9	13.8	12.4	10.5	8.7	7.1	5.8	4.8	4.1	3.5	3.1
편백	5.2*	8.0	8.8	8.8	8.2	7.4	6.6	5.8	5.2	4.6	4.1	3.7	3.4
상수리 나무	11.2*	13.1*	15.9	14.9	14.0	13.1	12.3	11.6	10.9	10.4	9.8	9.3	8.9
신갈나무	8.6*	11.9*	15.0	11.8	9.3	9.1	8.4	7.9	7.5	7.1	6.8	6.5	6.3

* 임분수확표에 없는 자료로 추정치를 적용한 값임.

** 임분수확표의 임분단위 자료를 활용하였기 때문에 임령기준의 흡수량을 제시함.

〈출처:주요 산림 수종의 표준 탄소 흡수량(국립산림과학원)〉

나무의 탄소 저장 특징



- 나무 한 그루 당 연간 CO₂ 흡수량은 30년생을 기준으로 상수리나무가 14.1kg으로 가장 높았으며, 편백이 5.9kg으로 가장 낮게 나타남.
- 상수리나무와 낙엽송 등의 경우 나무의 수령이 늘어날수록 연간 CO₂ 흡수량이 증가하나, 나무가 커지게 되면 인근 나무와 경쟁하게 되어 CO₂ 흡수 효율이 저하됨. 실제 숲에서는 수령이 20~30년 이후에는 탄소 흡수량이 감소하기 시작함.

(표 7) 나무 한 그루 당 연간 CO₂ 흡수량 (kg/그루/년)

수종	수령												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
강원지방 소나무	1.4*	3.2	5.0	6.7	8.1	8.8	9.0	9.2	9.2	9.0	8.6	8.1	7.6
중부지방 소나무	1.0*	2.2*	3.9	9.8	9.1	7.9	6.6	4.9	4.0	3.2	2.6	2.2	1.8
잣나무	1.6*	5.2	8.6	11.6	12.5	13.6	14.1	14.2	14.0	13.7	13.3	12.8	12.3
낙엽송	4.3*	4.7	9.2	11.5	13.6	15.0	15.8	16.2	16.1	15.8	15.6	15.5	15.3
리기다 소나무	0.9*	3.6	6.8	9.2	10.6	11.1	9.9	9.3	8.6	7.9	7.3	6.7	6.4
편백	2.5*	4.2	5.1	5.7	5.9	5.9	5.8	5.7	5.2	5.0	4.6	4.3	4.2
상수리 나무	6.2*	9.4*	13.5	14.6	14.1	14.5	14.9	15.2	15.5	15.8	15.9	16.1	16.3
신갈나무	1.2*	2.6*	5.6	6.4	6.7	8.1	8.8	9.7	10.7	11.8	12.3	12.8	13.1

* 임분수확표에 없는 자료로 추정치를 적용한 값임.

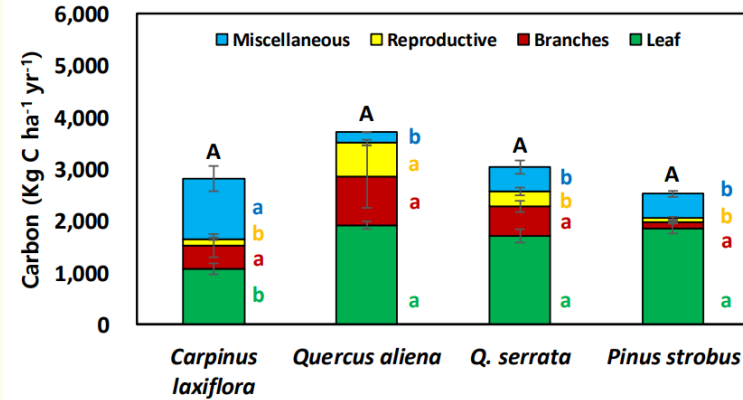
** 임분수확표의 임분단위 자료를 본수로 나누었기 때문에 수령(개체목) 기준의 흡수량을 제시함.

(출처:주요 산림 수종의 표준 탄소 흡수량 (국립산림과학원))

나무의 탄소 저장 특징



- 경기도 남양주 '경기도 산림환경연구소 연구 시험림'에서 서어나무, 갈참나무, 졸참나무, 스트로브잣나무를 대상으로 낙엽, 낙지에 대한 탄소유입량을 연구함.
- 4개의 수종에 따른 낙엽, 낙지에 의한 탄소 유입량은 갈참나무 3,561, 졸참나무 2,912, 서어나무 2,708, 스트로브잣나무 2,568 kg C ha⁻¹ yr⁻¹ 순서.
- 참나무의 경우 도토리로 산림생태계에 많은 탄소를 유입시킴.



(출처:서어나무, 갈참나무, 졸참나무, 스트로브잣나무 조림지의 낙엽·낙지에 의한 탄소 유입량(2024))

03

탄소저감을 위한 노력

제 3차 탄소흡수원 증진 종합계획

제3차 탄소흡수원 증진 종합계획 6대 추진전략(산림청)



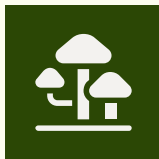
산림 탄소흡수
능력강화



신규 산림탄소
흡수원 확충



목재 및 산림
바이오매스 이용 활성화



산림 탄소흡수원
보전 및 복원



국제·남북협력 기반
감축량 확보



산림 탄소정책
지원체계 구축

1) 산림 탄소흡수 능력강화



지속가능한 산림순환경영
활성화



출처:산림청

임도, 임업기계 등
산림순환경영 기반 확충



출처:대구신문

기후위기 대응 미래수종
발굴 및 보급



출처:FastGrowingTrees

2) 신규 산림탄소 흡수원 확충



생활권 녹색 도시공간
확대 및 관리



출처:산림청

유휴토지 나무심기 확대



출처:경상매일신문

섬 지역 산림생태계 관리
강화



출처:신아일보

3) 목재 및 산림 바이오매스 이용 활성화



목재 수요·공급의 선순환 체계 구축



출처: 목재정보서비스

생활 속 목재이용 문화 확산



출처: 산림청

미이용 산림바이오매스의 지속가능한 이용 촉진



출처: 산림청

4) 산림 탄소흡수원 보전 및 복원



산림재난 최소화 및
대응력 강화



출처:연합뉴스

산림생물다양성 증진 및
체계적 보호지역 관리



출처:YTN 사이언스

혼농임업 활성화

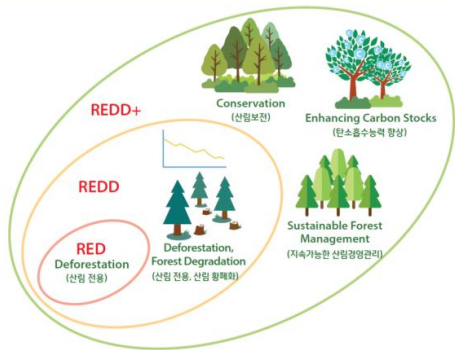


출처:greenlabs

5) 국제·남북협력 기반 감축량 확보



REDD+ 확대 기반 구축



출처:산림청

남북산림협력 활성화



출처:KBS

기후위기 대응 ODA 전략사업화



출처:산림청

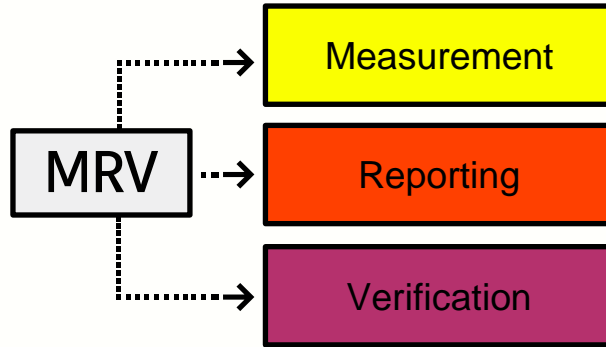
6) 산림 탄소정책 지원체계 구축



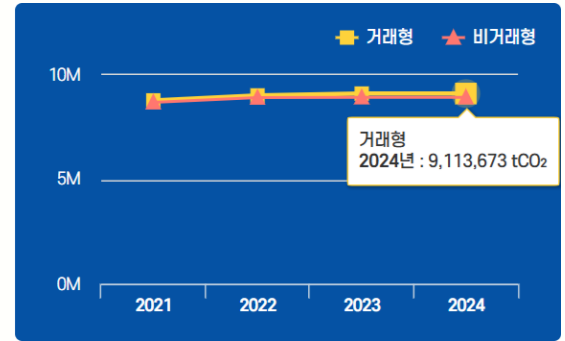
기후위기 연구개발
(R&D) 확대

R & D

빅데이터 기반 MRV 체계
고도화



산림탄소상쇄제도 활성화 및
ESG 연계



출처:산림청

04

기후변화와 산림

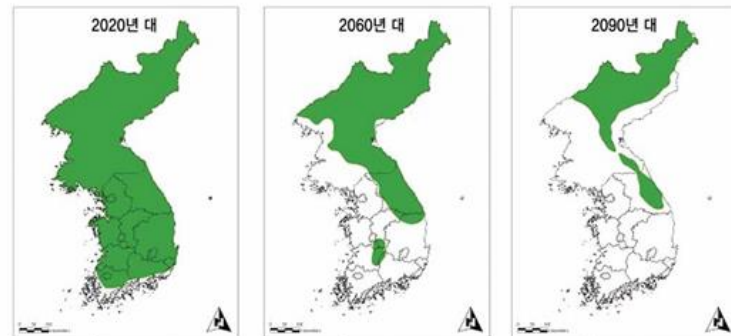
기후변화에 따른 우리나라 산림의 변화

기후변화에 따른 우리나라 산림의 변화



- 기온이 상승하며 식생대는 남쪽에서 북쪽으로, 그리고 저지대에서 고지대로 이동함.
- 중위도에서 평균기온이 1°C 상승하면 식생대는 북쪽으로 150km, 고도는 150m 정도 이동함.
- 수십, 수백만년 동안 식물의 이동속도는 100년에 약 4~200km였음.
- 식물이 기후에 적응할 시간이 부족하여 식물종의 분포가 줄어들고 소멸위험이 있음.

그림 2-8 [빠른 기후변화시나리오(A2)에 따른 소나무림의 적정 생육분포 범위 변화]

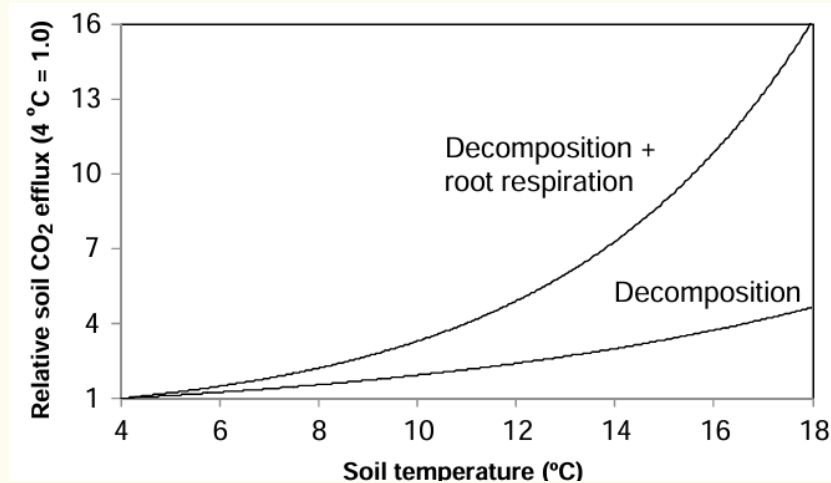


*자료 : 국립산림과학원

기후변화에 따른 우리나라 산림의 변화



- 미래에 강수량이 늘어나고 대기 중의 이산화탄소가 많아지면 식물의 생장이 왕성하여 산림생태계에 저장되는 탄소량이 증가함.
- 그러나, 기온이 계속 상승하면 토양과 산림내 유기물의 분해속도가 빨라져 탄소 배출량이 많아질 수 있음.

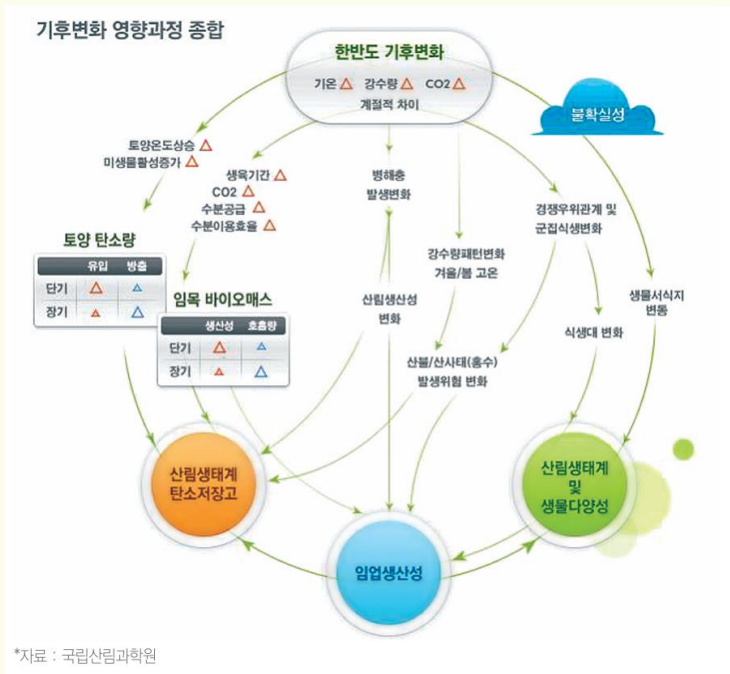


출처: Ecology and Management of Forest Soils (2012)

기후변화에 따른 우리나라 산림의 변화



- 미래에 우리나라 산림 구조는 침엽수에서 활엽수로 바뀌며, 숲의 생산성이 저하될 수 있으나 수종별 적응 능력에 따라 영향 정도는 다름.
- 우리나라 평균 기온이 1°C 상승할 때마다 개화시기가 5~7일 정도 빨라지며, 기온이 상승하면 병해충도 1년 동안 발생하는 횟수가 늘어남.
- 양서류의 출현시기도 9~10일 빨라지고, 야생동물의 서식지 변화로 생물다양성이 훼손될 수 있음.





건강하고 함께하는 미래를 위해



**THANK YOU
FOR YOUR ATTENTION**
