

NIFoS 산림정책이슈

제129호 2019. 7. 1.

주요 산림수종의 표준 탄소흡수량 (ver. 1.2)

| 이선정 · 임종수 · 강진택 |

National Institute of Forest Science



책임운영기관
국립산림과학원

NIFoS

주요 산림수종의 표준 탄소흡수량 (ver. 1.2)

이선정 · 임종수 · 강진택

CONTENTS

요 약	3
1. 배경	4
2. 흡수량 산정 방법	6
3. 결과	12
4. 결론 및 제언	16
5. 참고문헌	17



국립산림과학원

· 내용문의 : 이선정 02-961-2833, sunjleei@korea.kr

NIFoS 산림정책이슈는 산림 및 임업 · 임산업 분야에 대한 주요 동향 및 정책 이슈를
분석, 요약 정리한 자료입니다. 이 자료는 국립산림과학원 홈페이지(www.nifos.go.kr)에서
보실 수 있습니다.

요약

- 국립산림과학원은 산림부문 국가 온실가스 인벤토리의 산정기관으로서 우리나라 산림의 온실가스 흡수량을 과학적으로 측정하고, 이를 토대로 온실가스 흡수기능에 대한 국민들의 인식확산과 온실가스 감축 활동의 적극적인 참여 유도를 위하여 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량을 2012년(ver. 1.0)과 2013년(ver. 1.1)에 발표함.
- 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량은 우리나라 소나무, 참나무 등 주요 8개 수종에 대한 생장정보와 국제 기준의 방법론(IPCC)에 근거하여 도출된 자료임. 나무가 1년간 생장한 양에 수종별 계수(바이오매스확장계수, 뿌리함량비, 목재기본밀도, 탄소전환계수 등)를 곱하여 탄소로 환산함으로써 1년간 탄소흡수량을 계산함.
- 국민 눈높이에 맞는 표준 탄소흡수량(ver. 1.0 & 1.1)으로 인정 받아 전 국민과 공공기관 등에서 활용되고 있으나, 산정방법론 및 결과에 대한 상세한 정보가 제시되지 않음. 또한 2019년 산림부문 국가 온실가스 인벤토리 산정지침 변경 등에 따라 표준 탄소흡수량 산정에 필요한 탄소전환계수 현행화가 필요함.
- 개정된 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량(ver. 1.2)은 소나무, 잣나무, 상수리나무 등 우리나라 주요 8수종에 대하여 임령별 연간 ha($100m \times 100m$)당 CO_2 흡수량, 수령별 1그루 당 CO_2 흡수량, 그리고 CO_2 배출량 1톤을 상쇄하기 위해 심어야 할 나무 그루 수 등에 대한 표준을 담고 있음.
- 이 표준 탄소흡수량(ver1.2)은 ‘대중교통 이용하기’ 등과 같이 우리가 일상생활에서 온실가스 배출량을 줄였을 때 몇 그루의 나무를 심은 효과와 같다는 것을 알려줌으로서 온실가스 감축 활동을 촉진시킬 수 있을 것으로 기대함.

1 배경

- 산림은 기후변화협약에서 토지이용, 토지이용변화 및 산림(LULUCF, Land Use, Land Use Changes and Forestry)에 속하며, 탄소저장고임(UNFCCC, 2009). 이에 따라 산림은 온실가스 감축수단으로 인정받았으며, 산림을 온실가스 감축실적으로 인정받기 위해서는 IPCC 가이드라인에 따라 산림의 탄소저장량을 산정하고 보고해야 함.
 - IPCC 가이드라인에서는 활동자료인 임목축적에 배출계수를 곱하여 탄소저장량을 산정하도록 방법론을 제시함.
 - 이때 탄소배출계수는 목재기본밀도(wood density), 바이오매스화장계수(biomass expansion factor), 뿌리함량비(root to shoot ratio), 탄소전환계수(carbon fraction)로 구분하며, 국가 고유의 탄소배출계수를 개발하여 적용할 경우 탄소저장량의 신뢰성을 확보할 수 있음(IPCC, 2006).
- 우리나라의 산림부문 탄소배출계수에 대한 연구는 국립산림과학원을 중심으로 2000년 초부터 22개 수종에 대한 계수 개발 연구가 진행되어 왔으며, 지구온난화에 대한 산림식생대 변화 등을 고려해 온대 및 난대 수종에 대한 국가고유계수 개발 연구를 통해 2018년 총 20개 수종 2개 임상에 대한 국가고유계수 등록을 완료함(온실가스종합정보센터, 2018). 이에 따라 산림의 주요 수종별 탄소저장량을 산정할 수 있는 체계가 마련됨.
- 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량은 2012년 11월 14일 산림청과 국립산림과학원 브리핑자료로 전국민에게 발표되었으며(ver. 1.0), 그 뒤로 일부 수종에 대한 흡수량이 보완되어 발표됨(2013년 11월, ver. 1.1). 산림의 온실가스 감축 효과를 확인할 수 있는 자료로 에너지 대체 효과 등의 자료에 활용되고 있음.

- 정부 3.0 국민의 눈높이에 맞춘 표준 탄소흡수량으로 공유되어, 많은 국민과 공공기관 등에서 활용되고 있으나, 산정 방법론 및 결과에 대한 구체적 정보가 제시되지 않아 이에 대한 정보 공유가 필요한 상황임.
 - 온실가스 감축 효과 분석에 적용된 에너지효율 등급 자료의 현행화가 필요한 시점임.
 - 또한 최근 산림의 탄소흡수량 산정에 적용하는 탄소전환계수 등의 변경에 따라 표준 탄소흡수량의 재산정이 필요함.
-
- 본 자료는 우리나라 주요 산림수종의 표준탄소 흡수량(ver. 1.2)을 제시하고, 산림의 온실가스 감축효과를 정량화하고자 수행되었음.

2 흡수량 산정 방법

가. 연구자료

- 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량을 산정하기 위하여 임분수확표 자료를 활용함(국립산림과학원, 2009). 임분수확표는 임령, 지위급에 따라 기대되는 수확량(재적량)을 표로 요약해 놓은 것이며, 1978년 독일에서 처음으로 수확표가 개발된 이래 현재까지 1,000종 이상의 수확표가 공표된 바 있음(산림청 & 국립산림과학원, 2016).

- 수확표는 정상 수확표(normal yield tables), 경험적 수확표(empirical yield tables) 등이 있음. 정상 수확표는 이상적이거나 완전한 임분밀도(법정림 개념)에 대하여 임령 및 지위지수*에 따라 기대되는 수확량 추정치를 제공하며, 경험적 수확표는 현실림의 평균적인 임분밀도 상태의 수확량 추정치를 제공함.

* 지위지수 : 임지가 가지고 있는 잠재적인 생산능력(산림청 산림임업용어사전)

- 본 연구에서는 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량을 제시하기 위하여 정상 수확표, 즉 정상적인 임분밀도를 가지는 산림에서의 수확량 자료를 활용함. 2009년 기준의 정상 수확표는 침엽수종 6종과 활엽수종 2수종으로, 총 8개 수종에 대해 개발된 바 있음.

- 임분수확표에는 지위지수별 임분 재적, 정기평균생장량, 연평균생장량 등을 제시하고 있음. 본 연구에서는 중간수준의 지위지수를 기준 생장량 (정기평균생장량, 연평균생장량) 자료를 활용함. 지위지수가 3가지 혹은

5가지로 구분되는 경우 중간의 지위지수를 기준자료로 활용였으며, 4가지로 구분되는 지위지수는 중간의 2가지 지위지수의 생장량 자료를 평균하여 활용하였음.

- 예시 1 : 중부지방소나무의 30년생 표준 탄소흡수량에 활용된 정보는 지위지수 12와 14의 임령30년 기준의 생장량(정기평균생장량, 연평균생장량) 평균 값을 활용
- 예시 2 : 잣나무의 40년생 표준 탄소흡수량에 활용된 정보는 지위지수 14의 임령 40년 기준의 생장량(정기평균생장량, 연평균생장량) 평균 값을 활용

나. 탄소배출계수

- 주요 산림수종의 연간 임목축적 증가량을 탄소흡수량으로 환산하기 위해 국가고유계수 자료를 활용함. 국가고유계수는 표본목을 벌목한 후 원판과 시료를 채취하여 생중량을 측정하고 일부 시료는 실험실내에서 건중량을 측정한 후 바이오매스화장계수, 뿌리함량비를 도출하였으며, 목재기본밀도의 경우 채취한 시료의 부피와 중량을 측정한 후 계산된 결과임(Fujiwara et al., 2007; 국립산림과학원, 2007). 각 계수 도출에 활용된 계산 방법에 따라 개발된 국가고유계수는 표 1과 같음. 한편 기존 산림수종의 표준 탄소흡수량(ver. 1.0 & 1.1)의 탄소전환계수는 2003 IPCC 가이라드라인 기준에 따라 침엽수와 활엽수 모두 0.5를 적용함. 그러나 최근 국가 온실가스 인벤토리 보고서에서 2006 IPCC 가이드라인 지침을 적용함에 따라 탄소전환계수를 변경하여 표준 탄소흡수량을 산정함.

〈표 1〉 주요 수종별 국가고유계수 및 탄소전환계수(국립산림과학원, 2014, IPCC, 2006)

수종 \ 계수	목재기본밀도 (t d.m./m ³)	바이오매스확장계수	뿌리함량비	탄소전환계수 ¹⁾
강원지방소나무	0.419	1.483	0.258	
중부지방소나무	0.472	1.413	0.254	
잣나무	0.408	1.742	0.276	
낙엽송	0.453	1.335	0.291	
리기다소나무	0.504	1.325	0.362	
편백	0.427	1.349	0.203	
상수리나무	0.721	1.450	0.313	
신갈나무	0.663	1.603	0.388	0.48

* 소나무 구분 기준 : 강원지방소나무(강원, 경북 북부(영주, 봉화, 울진, 영양군) 지역),
중부지방소나무(강원지방소나무 적용지역 이외)(산림청 & 국립산림과학원, 2009)

다. 주요 산림 수종의 표준 탄소흡수량 산정

- 주요 산림 수종의 표준 탄소흡수량 산정을 위해 IPCC 가이드라인의 탄소저장량 산정방법에 따라 표준 탄소흡수량을 산정함(IPCC, 2006). 2009년 기준의 임분수확표의 수종별 정기평균생장량에 목재기본밀도, 바이오매스 확장계수, 뿌리함량비, 탄소전환계수를 곱하여 산정함.

1) 출처 : IPCC(2006)

$$CO_2\text{removals} = Vol \times WD \times BEF \times (1 + R) \times CF \times \frac{44}{12}$$

여기서, $CO_2\text{removals}$: 수종별 탄소흡수량(tCO₂/ha/yr.)

Vol : 수종별 정기평균생장량(m³/ha)

WD : 목재기본밀도(t d.m/m³)

BEF : 바이오매스 확장계수

R : 뿌리함량비

CF : 탄소전환계수

$\frac{44}{12}$: 탄소-이산화탄소 분율

- 나무 한 그루 당 연간 CO₂ 흡수량을 산정하기 위해 임분수확표에서 제공하는 수종별, 임령별 잔존 본수를 활용함(표 2).

$$CO_2\text{removals/tree} = \frac{CO_2\text{removals}}{tree}$$

여기서, $CO_2\text{removals/tree}$: 나무 한 그루당 연간 CO₂ 흡수량(tCO₂/그루/yr.)

$CO_2\text{removals}$: 수종별 탄소흡수량(tCO₂/ha/yr.)

$tree$: 임령별 잔존본수(n/ha)

〈표 2〉 주요 수종별 임령별 잔존 그루(수/ha)(산림청 & 국립산림과학원, 2009)

수종	임령												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
강원지방 소나무	5475	3041	2030	1499	1181	1017	917	811	732	670	621	581	549
중부지방 소나무	3455*	2409*	1753	1613	1361	1138	966	926	828	753	695	650	615
잣나무	3314	2037	1362	994	868	733	644	583	541	511	489	473	462
낙엽송	2114*	2013	1144	873	693	594	536	501	488	482	477	472	468
리기다 소나무	4941	2965	2033	1504	1170	946	878	764	679	614	564	526	495
편백	2063	1906	1722	1546	1388	1251	1134	1034	994	921	904	851	805
상수리 나무	1814*	1383	1172	1021	995	902	826	761	706	658	616	579	545
신갈나무	7360*	4591	2689	1850	1399	1123	955	819	697	602	554	509	477

* 임분수확표에 없는 자료로 추정치를 적용함.

- 1톤의 이산화탄소 상쇄를 위해 필요한 나무 그루 수는 연평균생장량 자료를 활용하였으며, 조림 후 60년간 1 그루의 나무가 흡수할 수 있는 누적흡수량의 기준 값을 제시함. 분석에 활용된 가정과 방법은 다음과 같음(표 3).
 - 초기 식재 본수 3000그루 가정
 - 연평균생장량은 중간 지위지수의 60년생 기준임(60년 벌기령 가정)

〈표 3〉 1톤의 CO₂ 상쇄를 위해 필요한 나무 그루 수 산출방법

연평균생장량 (m ³ /ha/yr.)	1그루 나무의 연간생장량 (m ³ /yr./1그루)	1그루 나무의 연간 CO ₂ 흡수량 (tCO ₂ /yr./1그루)	1그루 나무의 누적 CO ₂ 흡수량 (tCO ₂ /1그루)	1톤 CO ₂ 상쇄를 위해 필요한 나무 그루 수 (그루/tCO ₂)	
방법	A	B=A/3000	D=B×(WD×BEF× (1+R)×CF×44/12)	E=D×60	F=1/E

* WD : 목재기본밀도, BEF : 바이오매스확장계수, R : 뿌리함량비, CF : 탄소전환계수

라. 주요 산림 수종별 온실가스 감축 효과 분석

- 주요 산림 수종별 온실가스 감축 효과를 분석하기 위해 승용차에서 배출하는 온실가스 배출량을 산정함(표 4). 승용차는 에너지효율등급을 1등급과 3등급으로 구분하였으며, 각 등급별 CO₂ 배출량은 공공데이터 포털에서 제공하는 자동차 에너지소비효율등급 인증 현황(2019.09.03.) 자료를 활용함(표 5).

〈표 4〉 주요 산림 수종별 온실가스 감축 효과 분석 방법

항목	이동거리 (km/년)	CO ₂ 배출량 (kg/km)	연간 CO ₂ 배출량 (kg/년)	1그루 나무의 누적 CO ₂ 흡수량 ²⁾ (tCO ₂ /1그루)	승용차 1대 배출량 상쇄 식재 그루
방법	A	B	C=A×B	D	E=C/D

〈표 5〉 자동차 에너지소비효율등급 인증 현황(2019.09.03. 공공데이터포털)

항목	제조	유종	복합연비 (km/l)	CO ₂ 배출량 (g/km)
승용차 1등급	국산	휘발유	19.8	80
승용차 3등급	국산	휘발유	13.1	128

2) 표 3의 E와 같음.

3 결과

가. 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량

- 주요 산림 수종별 표준탄소 흡수량은 표 6과 같음. 연간 CO_2 흡수량은 30년 이전에 가장 높은 것으로 나타났으며, 임령이 증가할수록 연간 CO_2 흡수량은 감소하는 경향을 보임. 현재 우리나라 숲의 평균 나이는 30~40년생 정도로서 아직은 CO_2 를 왕성히 흡수하지만 앞으로 점차 나이가 들면 생장이 둔화되어 탄소감축기능이 줄어들게 된다는 것을 시사함.
- 어느 정도 생장이 둔화되면 벌채한 후 목재제품으로 만들어 그 안에 탄소를 계속 저장하고, 베어낸 자리에 어린 숲을 조성하면 다시 생장이 왕성해져 지속적인 탄소흡수 기능을 기대할 수 있음(산림청 & 국립산림과학원, 2012). 따라서 조림–숲가꾸기–벌채–목재이용으로 이어지는 탄소순환체계로 산림을 경영하면 생장을 촉진하고 더 많은 탄소를 저장할 수 있게 되어 효율적인 탄소감축 증대 효과를 기대할 수 있음(산림청 & 국립산림과학원, 2012).

〈표 6〉 주요 수종별 연간 CO₂ 흡수량(tCO₂/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

* 임분수획표에 없는 자료로 추정치를 적용한 값임.

** 임분수획표의 임분단위 자료를 활용하였기 때문에 임령기준의 흡수량을 제시함.

- 주요 수종별 임령별 잔존본수를 활용하여 나무 한 그루 당 연간 CO₂ 흡수량을 산출한 결과 30년생 기준으로 상수리나무가 14.1kg 으로 가장 높게 나타났으며, 편백이 5.9kg 으로 가장 낮게 나타남(표 7).

〈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.

- 1톤의 CO₂ 상쇄에 필요한 나무 그루 수를 산정한 결과 표 8과 같이 나타났으며, 상수리나무가 1톤의 CO₂를 상쇄하는데 4 그루가 필요한 것으로, 8개 수종 중에 가장 낮게 나타나 다른 수종에 비해 상쇄 효과가 큰 것으로 분석됨.
- 본 연구에서는 1 그루의 나무를 식재한 뒤 60년 동안 벌채하지 않는 기준으로 만든 지표로 각 수종별 벌기령을 적용하지 않았음. 각 수종별 벌기령 적용 시 수치는 달라질 수 있기 때문에 추후 분석이 필요한 것으로 판단됨.

〈표 8〉 1톤 CO₂ 상쇄에 필요한 나무 그루

수종	1 CO ₂ 톤 상쇄 그루 (그루/1t CO ₂)
강원지방소나무	6
중부지방소나무	8
잣나무	6
낙엽송	6
리기다소나무	6
편백	8
상수리나무	4
신갈나무	5

나. 주요 수종별 온실가스 감축 효과

- 주요 수종별 온실가스 감축 효과는 표 9와 같이 나타남. 에너지효율등급이 높을수록 온실가스 배출량 상쇄에 필요한 그루 수가 낮았음. 에너지 효율등급에 따라 3등급 승용차보다 1등급 승용차가 동일한 주행거리여도 연간 CO₂ 배출하는 양의 60%를 줄일 수 있는 것으로 나타남. 또한 1 그루 당 누적 온실가스 흡수량이 활엽수림이 더 높기 때문에(표 8), 더 적은 본수로도 동일한 온실가스를 흡수하는 것으로 나타남(표 9).

〈표 9〉 주요 수종별 온실가스 감축 효과 (단위: 그루)

	강원지방 소나무	중부지방 소나무	잣나무	낙엽송	리기다 소나무	편백	상수리 나무	신갈 나무
승용차 1등급	8	9	7	7	7	10	5	6
승용차 3등급	12	15	11	11	12	15	8	9

* 승용차 1대의 주행거리 15,000km 가정

* 1그루 감축 효과 : 조림 후 60년간 1그루가 흡수할 수 있는 누적흡수량

4 결론 및 제언

- 산림은 매년 나무가 생장하면서 대기중의 온실가스를 흡수 및 저장함. 본 연구결과에 따르면 30년생 기준으로 우리나라 상수리나무 1ha는 연평균 약 14.0톤의 CO₂를 흡수하며, 우리나라의 주요 8개 수종 중 단위 면적당 온실가스 흡수량이 가장 높게 나타남.
- 우리나라의 대표적인 나무인 소나무 30년생 숲 1ha는 매년 11.0톤의 CO₂를 흡수함으로써 승용차 5.7대가 배출하는 온실가스를 상쇄하는 것으로 계산됨. 또한 CO₂ 배출량 1톤 상쇄 시 표준 식재 그루 수에 따르면 승용차 1대가 배출한 온실가스를 상쇄하려면 소나무 13그루를 매년 심어야하는 것으로 계산됨.
 - 소나무 30년생 숲 1ha의 연간 CO₂ 흡수량은 강원지방소나무와 중부지방 소나무의 평균 흡수량 값임(표 6).
 - 승용차 에너지효율 3등급 기준(연간 주행거리 15,000km 가정)
 - 상쇄 표준 식재 그루는 1그루가 60년간 온실가스를 흡수한다는 가정(표 8)
- 본 연구는 우리나라 주요 산림수종의 표준탄소 흡수량을 제시함으로써, 산림의 온실가스 흡수량을 정량화하고 온실가스 감축 효과를 제시할 수 있다는데 의미가 있음. 단 본 연구결과는 2009년 기준 임분수확표를 기준으로 하였기 때문에 최신 수확표를 적용한 연구가 추후 수행되어야 할 것임.

5 참고문헌

- 공공데이터포털. 2019. 에너지등급별효율 (<http://data.go.kr/dataset/15005963/fileData.do>)
- 국립산림과학원. 2007. 산림 바이오매스 및 토양탄소 조사 · 분석 표준.
- 국립산림과학원. 2013. 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량. 브리핑자료(2013.11.).
- 국립산림과학원. 2014. 한국 주요 수종의 탄소배출계수 및 바이오매스 상대생장식.
- 산림청. 2015. 임업통계연보.
- 산림청 & 국립산림과학원. 2009. 입목재적사 · 바이오매스 및 임분수확표.
- 산림청 & 국립산림과학원. 2012. 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량. 브리핑자료(2012.11.14.).
- 산림청 & 국립산림과학원. 2016. 현실림 임분수확표.
- 산림청 & 한국임업진흥원. 2013. 2006~2012 한국의 산림자원 평가.
- 온실가스종합정보센터. 2018. 2018 국가 온실가스 인벤토리 보고서.
- Fujiwara T, Yamashita K, Kuroda Katsushi. 2007. Basic densities as a parameter for estimating the amount of carbon removal by forests and their variation. Forestry and Forest Products Research Institute 4(405):215–226.
- IPCC. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. IPCC/IGES. Hayama, Japan.
- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventory. Hayama: IPCC/IGES
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2009. Decision 2/CP.15 (http://unfccc.int/meetings/copenhagen_dec_2009/session/6262/php/view/decisions.php).



2013년

- 제1호 청소년 대상 산림교육 활성화 과제(하시연 · 손지원 · 김재준)
 - 제2호 산림탄소상쇄제도 확대운영을 위한 운영표준(안) 개발 (김영환 · 김경남 · 전어진 · 이경학)
 - 제3호 국내 산림인증제 도입 방안(정세경 · 이성연 · 원현규 · 유병일)
 - 제4호 단기소득임산물 경영개선을 위한 밤나무 경영 표준진단표 개발(전준현 · 원현규 · 이정민 · 이성연 · 유병일)
 - 제5호 그린데트ente(Green Detente)와 북한 산림복구 지원 방안(박경석 · 이성연 · 박소영)
 - 제6호 이용자 편의 향상을 위한 숲길 관리 개선 방안(김통일 · 김재준 · 임교아)
 - 제7호 합리적인 산지 보전과 개발(권순덕 · 김종호 · 김원경)
 - 제8호 산림치유 동향과 발전 방안(이정희 · 박찬우 · 박수진)
 - 제9호 국제 탄소시장 및 국내 배출권거래제 동향(배재수 · 김영환)
 - 제10호 산촌생태마을 활성화를 위한 운영프로그램 개발(서정원 · 김성학 · 김종호)
 - 제11호 표고버섯 산업의 실태와 전망(박원철 · 박영애 · 박지현)
 - 제12호 산림휴양에 관한 국민의식 조사결과(이정희 · 김재준)
 - 제13호 학교숲이 아동 및 청소년에게 미치는 영향(하시연 · 손지원)
 - 제14호 기후변화협약 산림부문 협상 동향과 전망(김래현)
 - 제15호 국내외 산림바이오매스 에너지 산업 및 정책 동향(안병준 · 최돈하 · 조성택)
- kfri 산림정책이슈 2013년도 통합본

2014년

- 제16호 산림복지에 대한 국민의식과 시사점(김통일 · 이보람 · 김재준)
 - 제17호 산림부문 공적개발원조(산림 ODA) 동향과 전망(유병일 · 윤보은 · 심수민)
 - 제18호 산림 바이오매스 자원량 평가 및 지도(Map) 활용(손영모)
 - 제19호 단기소득임산물 경영개선을 위한 표고버섯 경영 표준진단표 개발(전준현 · 이정민 · 이성연 · 유병일)
 - 제20호 DMZ(비무장지대) 일원 생물다양성 보전을 위한 연구 및 관리 방향(이영근)
 - 제21호 산불지도 작성 및 활용 체계 개발(이병두)
 - 제22호 산림분야에서의 생태관광 현황과 발전 방향(김통일 · 최가영)
 - 제23호 해안방재림의 경제적 가치(윤호중 · 한상열 · 박기형)
 - 제24호 마을기업 및 사회적기업 육성 지원을 통한 산촌생태마을 활성화 전략(서정원 · 김성학)
 - 제25호 산림기반 모험성 레크리에이션의 산림교육 활용 방안(하시연 · 최일선 · 이연희 · 손지원)
 - 제26호 산지토사재해 방재시스템 개발 및 활용(이창우)
- kfri 산림정책이슈 2014년도 상반기 통합본
- 제27호 산행안전지침대의 효율적 구성 및 운영 방안(김통일 · 김재준 · 김순주)
 - 제28호 북한 산림복구지원을 위한 거버넌스 구축 및 운영 방안(박소영 · 박경석)
 - 제29호 수화된 목제품(HWP)의 반감기 연구동향(박주생)
 - 제30호 국제 산림탄소배출권 거래 동향 및 국내 산림탄소상쇄제도 운영 현황(김영환)
 - 제31호 산지온행제도 도입 방안(김종호 · 김원경 · 권순덕)
 - 제32호 환경제어시설을 활용한 기후변화 대응 연구(오창영)
 - 제33호 자연치유 관련 동향 및 산림치유 시사점(유리화 · 이정희 · 박수진 · 김재준)
 - 제34호 국가등산로 지정 및 관리 방안(김통일 · 김재준)
 - 제35호 꽃자왈시험림의 주요 동 · 식물자원(최형순 · 현화자 · 송국만 · 김은미)
 - 제36호 원격탐사 자료를 이용한 소나무재선충병 피해목 탐지 전략(김은숙 · 김철민)
 - 제37호 농림수산식품 모태펀드의 임업부문 적용 가능성(전현선 · 이호상)
- kfri 산림정책이슈 2014년도 하반기 통합본

2015년

- 제38호 숲에서 찾는 국민행복, 산림복지 : 현황 및 과제(유리화 · 김재준)
 - 제39호 국내외 산지관리제도 및 정책 동향(권순덕)
 - 제40호 임도망 계획 의사결정 지원시스템 개발(지병윤 · 정도현)
 - 제41호 수액 산업의 동향 및 발전방안(전준현)
 - 제42호 온실가스 배출권거래제 연계를 통한 산림탄소상쇄제도 활성화 방안(김영환 · 송민경 · 배재수)
 - 제43호 사유림 경영 지원제도에 대한 산주 인식과 시사점(전준현 · 이성연 · 정세경 · 신진영)
 - 제44호 남북 정세변화에 대응한 북한 산림복구 전략 수립(박경석)
 - 제45호 산촌진흥을 위한 산림청 및 자자체의 역할 정립 방안(서정원 · 김성학)
 - 제46호 한강수계관리기금의 산림환경서비스지불제 적용방안(전현선 · 최은호 · 최형태 · 김동현 · 문지민)
 - 제47호 탄소배출계수를 활용한 국가 산림 온실가스 통계 작성(손영모)
 - 제48호 산림휴양산업 활성화에 따른 경제적 파급 효과(김통일 · 이호상)
- kfri 산림정책이슈 2015년도 상반기 통합본
- 제49호 산림 부문 공적개발원조(ODA)의 국제 동향 분석과 시사점(유병일 · 윤보은)
 - 제50호 보호관찰 청소년을 위한 산림교육(하시연 · 이연희 · 엄문설)
 - 제51호 산림문화자산 지정 · 관리 및 활용방안(이연희 · 하시연 · 엄문설)
 - 제52호 산림치유프로그램 현황 분석 및 발전방안(이정희 · 박수진 · 정미애)
 - 제53호 식물자원을 이용한 천연물의약품 개발 연구 동향(박미진 · 이성숙)
 - 제54호 국내외 임상도 현황분석 및 발전방안(김경민)
 - 제55호 단기소득임산물 경영개선을 위한 뛰은감 경영 표준진단표 개발(전준현 · 이정민 · 이성연)
 - 제56호 목재제품 규격과 품질기준(심국보)
 - 제57호 산림자원통계 현황 분석 및 발전 방안(임종수)
 - 제58호 바이오마커 현황과 산림치유분야에서 활용방안(박수진 · 정미애 · 이정희)
 - 제59호 REDD+ 사업을 위한 산림탄소조사 방법 및 활용 방안(김철민)
- kfri 산림정책이슈 2015년도 하반기 통합본



2016년

- 제60호 산림탄소상쇄제도 활성화를 위한 산림탄소흡수량 정부구매제도 도입(김영환)
 제61호 산림복지 네트워크 구축 방안(김통일·최가영)
 제62호 인도네시아 산림바이오매스 조림 시범사업 현황 및 발전방향 제시(이호상·이정민)
 제63호 『2015년 산주의식조사』 결과 및 시사점(배재수·조민우·김영환)
 제64호 산촌생태마을 특성에 따른 산림치유마을 조성방안(서정원·정미애)
 제65호 산지구분타당성조사 지침 및 제도 개선 방안(권순덕)
 제66호 한국산림인증제도의 발전과 PEFC 국제상호인정 추진 동향(설미현)
 제67호 목구조물의 훈개미 피해 현황 및 방제 대책과 시사점(황원중)
 제68호 산사태 문인원격 감시시스템 시범구축 및 현장 활용(김동엽)
 제69호 주요 산림수종의 임목재적표 현행화 및 활용(강진택·손영모)
 NIFoS 산림정책이슈 2016년도 상반기 통합본
 제70호 수종별 임목 재적의 조제율 도출 및 활용(손영모)
 제71호 드론(무인기)의 산림분야 활용방안(우충식)
 제72호 자유학기제 연계 산림교육(하시연·이연희)
 제73호 한국의 소나무·소나무림 보전·관리체계 현황(김은숙·이지선·김재범·임종환·이정수)
 제74호 숲속야영장 제도 및 현황(유리화·이정희)
 제75호 표고버섯 소비 트렌드 분석(김기동·정병현)
 제76호 산림치유지도사 제도와 정책현황(박수진·정미애)
 제77호 단기소득임산물(종실류)의 소비 트렌드 분석(정병현·김기동·이승정)
 제78호 산림휴양지치유마을 추진 방향 및 전략(김성학·서정원·유리화)
 제79호 사유림 경영 지원제도 현황 및 운영 실태분석(강진택·전준현·이성연)
 NIFoS 산림정책이슈 2016년도 하반기 통합본

2017년

- 제80호 산림기본계획과 미래 산림·임업 핵심이슈(배재수·장주연)
 제81호 산지일시사용제도 개선 방안(권순덕·곽두안)
 제82호 국산원목 유통실태 분석 및 시사점(김기동)
 제83호 한·중 FTA 발효 이후 임산물 교역 현황 및 시사점(이호상·이정민)
 제84호 중국 소비자의 임산제품에 대한 인식조사 결과 및 시사점(김은희·이정민)
 제85호 임업의 6차 산업화 실태분석 및 모델 개발(정병현·원현규)
 제86호 산림자원의 변화, 임산물 및 산림서비스 수급 장기전망과 정책적 시사점(정병현·배재수·주린원 외)
 제87호 산림복지시설의 조성과 이용에 따른 경제적 파급효과(장주연·유리화·이정희)
 제88호 산림탄소상쇄사업을 통한 탄소배출권 거래의 가능성 및 전망(김영환·배재수)
 제89호 산림약용자원의 연구동향 및 전망(박윤미)
 NIFoS 산림정책이슈 2017년도 상반기 통합본
 제90호 치유의 숲 이용 만족도 제고방안(이정희·홍재윤)
 제91호 아동·청소년의 인성함양을 위한 산림교육(이연희·장진·하시연)
 제92호 평생학습과 연계한 성인 대상 산림교육 확대방안(하시연·이연희·장진)
 제93호 사회서비스와 연계를 통한 산림치유 확대방안(유리화·이정희)
 제94호 목공에 체험활동 목재재료의 유통실태 분석(김기동·하시연)
 제95호 산촌생태관광 활성화를 위한 민간영역 실태와 시사점(김성학·김종호·김예지)
 제96호 표고와 산림과실, 가공품 소비가 늘고 있다(정병현·원현규·전주현·이승정)
 제97호 산지양계 복합경영의 비용구조와 손익분기점(원현규·전현선)
 제98호 항공안전법 개정에 따른 산림재해 무인기(드론) 활용 법률 개선안(우충식)
 제99호 북한 시장화 확산에 대응한 대북 산림복구 지원전략(박경석·송민경)
 NIFoS 산림정책이슈 2017년도 하반기 통합본

2018년

- 제100호 양질의 산림일자리 평가 지표 개발과 정책적 활용 방안(한희·김기동·장주연·배재수·전현선)
 제101호 산림소득증대사업 보조금의 지원 효과 : 임업인의 인식을 중심으로(원현규·한희·설아라)
 제102호 우리나라 대나무 자원 평가 및 시사점(유병오)
 제103호 가리왕산 산림생태연구의 어제, 오늘 그리고 내일 (이돈구·양희문)
 제104호 2016년 국산원목 유통실태 및 시사점(김기동)
 제105호 임업부문 한·베트남 FTA 교역 현황 및 시사점(이호상·이정민)
 제106호 산림복지통계 구축방안(이정희·유리화·김건우)
 제107호 산촌의 법적 정의 재정립을 위한 변화실태분석 및 시사점(김성학·이수광·서정원·김예지)
 제108호 보호대상아동의 산림치유 프로그램 운영효과 분석결과 및 시사점(박수진·홍재윤·노관평)
 제109호 유아기와 산림교육(이연희)
 NIFoS 산림정책이슈 2018년도 상반기 통합본
 제110호 산지 전용 후 원형존치지역 관리 방안(곽두안·권순덕)
 제111호 남북 산림협력사업의 효과 분석 및 정책 제언(배재수·한희·정병현 등)
 제112호 숲을 통한 국민 삶의 질 측정결과(유리화·이정희·장윤선·장주연)
 제113호 한국전쟁 이후 남북한 산림변화 비교 및 김정은 집권 이후 북한의 산림복구전략(김경민)
 제114호 소나무재선충병 인위적 확산요인 분석 및 시사점(원현규·설아라·한희)
 제115호 명상숲 조성·운영현황 분석 및 시사점(이연희·정성업)
 제116호 연령별 산림여가활동 실태 분석(이정희·유리화·장윤선)
 제117호 친환경임산물 구매행태와 시사점(정병현·이승정·장주연·전준현)
 제118호 산림부문 위성 빅데이터 활용 전망 : 광역지구관측 해외 위성정보 생산과 활용(김은숙·이보라·임종환)
 NIFoS 산림정책이슈 2018년도 하반기 통합본

**2019년**

- 제119호 산림바이오매스에너지를 활용한 산촌 활성화 방안(유신화·이수광·김성학·서정원)
제120호 2018 세계목조건축대회(WCTE 2018)와 목조건축분야의 연구동향(심국보)
제121호 산림복지서비스 동향과 전망(이정희·유리화·장윤선)
제122호 산지 태양광 발전사업의 환경적 편의 및 손실 비교 분석(한희·유동훈·배재수)
제123호 청년 귀산촌, 도전과 기회 : 산촌의 청년 유입 활성화를 위한 방안(장주연·이수광)
제124호 일본의 새로운 산림관리 시스템 도입과 시사점 – 삼림경영관리법 시행(2019. 4.)-(원현규·한희)
제125호 산림일자리 취업 활성화를 위한 정책 방안(박선영·김기동)
제126호 주민 주도 산촌경관 보전·관리를 위한 경관협정제도의 실태와 시사점(김성학·고아랑·김예지)
제127호 불량 임분 수종갱신을 통한 산림경영 사업의 이산화탄소 흡수효과 분석(한희·배재수·김영환)
제128호 NIFoS 산림정책이슈 2019년도 상반기 통합본
제129호 무인기 활용 산림재해 정보탐지 및 공유 기술(우충식)

산림과학속보 제19-1-129호

NIFoS 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량 (ver. 1.2)

인 쇄 2019. 7. 1.
발 행 2019. 7. 1.
발 행 인 전범권
운영위원 김경하 · 배재수 · 서정원 · 김명길 · 강진택
집 필자 이선정 · 임종수 · 강진택
발 행처 국립산림과학원 서울특별시 동대문구 회기로 57
Tel. 02-961-2830 Fax. 02-961-2839
인 쇄처 한국장애인문화인쇄협회(Tel. 02-2683-0955)

종이도 나무에서 나옵니다

〈비매품〉

- 이 책의 저작권은 국립산림과학원에 있으며 저작권법에 의해 보호를 받는 저작물이므로 무단 전재와 복제를 금합니다.

www.nifos.go.kr