



환경영향평가 시
훼손 수목 이식
가이드북(Ver. 1.0)



자문위원(가나다 순)

▶ **내부 자문위원**

이수창(국립생태원)

▶ **외부 자문위원**

공학양(국립환경과학원)

박성완(지구생태환경연구소)

이승현(한국환경공단)

이정윤(생태공간정보연구소)

조용찬(국립수목원)

※ 이 보고서의 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해주세요.

국립생태원(2023). 환경영향평가 시 훼손수목 이식 가이드북(Ver. 1.0). p.51



환경영향평가 시
훼손 수목 이식
가이드북(Ver. 1.0)

Contents

용어 해설	05
-------	----

I. 훼손 수목 이식의 개념과 취지

1. 훼손 수목 이식의 도입과 변천	07
2. 훼손 수목 이식의 취지	07
3. 훼손 수목의 이식 절차	08

II. 개발 사업으로 인한 산림 훼손과 이식 현황

1. 생태·자연도 및 식생보전등급 등급별 훼손 면적	11
2. 훼손 수종과 수목량	12
3. 이식 수종과 수목량	13

III. 훼손 수목 이식의 문제점과 개선 방안

훼손 수목 이식의 근본적 문제점	15
훼손 수목의 이식 시 발생하는 문제점 종합	17
착공 전(환경영향평가 시)	18
1. 이식 수목량의 산정	18
2. 이식 수종의 선정	18
3. 이식 수목의 흉고직경 크기	21
4. 이식을 피해야 할 지역	24
5. 소나무류 반출금지구역의 훼손 수목량 산정과 이식 수목 선정	25
6. 다양한 재활용 방안	27

착공 후(사후환경영향조사 시)

1. 협의 완료 후 이식 수목의 변경	31
2. 고사 수목의 대체 방안	32
3. 이식 수목의 관리	33
4. 토양 개선 방안	35
5. 이식 수목 관리대장	37
6. 이식 수목 라벨	40

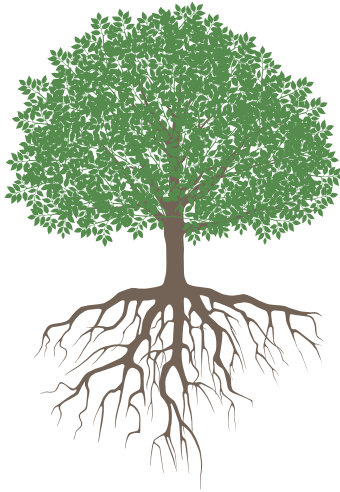
IV. 참고문헌	42
-----------------	----

V. 부록

1. 이식 수종별 이식 시 고려사항	44
2. 온실가스 저감 수종	50

환경영향평가 시
훼손 수목 이식
가이드북(Ver. 1.0)





※ 일러두기

이 가이드북은 2020~2021년도에 수행한 「환경영향평가 가이식장 운영 개선 연구」(NIE-기반연구-2020-30, 2021-30)의 내용을 바탕으로 「육상풍력 환경모니터링 및 환류체계 구축연구」(NIE-수탁연구-2022-90)의 내용을 추가하여 제작하였음

※ 출판의 법적 근거

1. 「자연환경보전법」 제4조(국가·지방자치단체 및 사업자의 책무)
2. 「환경영향평가법」 제3조(국가 등의 책무)
3. 「환경영향평가법」 제4조제2호, 같은법 시행령 제34조제1항제6호의 다목, 제60조제1항제5호 환경보전방안

용어 해설

용어	정의
훼손 수목	개발사업으로 인하여 사업지역에서 훼손되는 수목
이식 수목	훼손되는 수목 중 일부를 이식하는 수목
생태·자연도	산·하천·내륙습지·호소·농지·도시 등에 대하여 자연환경을 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등에 따라 등급화하여 「자연환경보전법」제34조에 따라 작성한 지도
식생보전등급	식생의 보전가치를 평가한 등급. 「자연환경조사방법 및 등급분류기준 등에 관한 규정」제2조제3호에 따른 등급
소나무류 반출금지구역	재선충병의 방제 및 확산방지를 위하여 발생지역과 발생지역으로부터 5km 이내의 범위에 지정한 지역
흥고직경	지표면으로부터 1.3m 높이의 직경
수변생태벨트	상수원 주변에 상수원 보호를 위해 매수한 토지에 녹지 등을 조성하여 수체 보호와 수생태 건강성을 위해 수변을 따라 벨트 형태로 조성하는 수변 녹지대
비옥토	기름지고 양분이 많아 작물이 자라기에 알맞은 땅
명거	배수를 위하여 땅 위에 만든 도랑
암거	배수를 위하여 땅속이나 구조물 밑으로 낸 도랑

I

훼손 수목 이식의 개념과 취지

1. 훼손 수목 이식의 도입과 변천
2. 훼손 수목 이식의 취지
3. 훼손 수목의 이식 절차



1. 훼손 수목 이식의 도입과 변천

- 가. 「환경영향평가서 작성 및 검토 매뉴얼(Ver. 1.0)」(KEI, 2015)에서 처음으로 훼손 수목의 10% 이상을 이식 또는 재활용할 것을 제안함
- 나. 이후 개정된 「환경영향평가서 작성 및 검토 매뉴얼(Ver.2.0)」(KEI, 2017)에도 동일한 내용이 수록됨
- 다. 협의기관과 검토기관에서는 이 매뉴얼에 따라 훼손 수목을 이식 또는 재활용할 것을 제안하고 있음

- 훼손수목 및 이식수목 활용에 대한 조사결과는 이식계획의 현황, 이식수목의 처리 및 관리현황을 파악 할 수 있도록 구체적으로 제시하고 정량화된 근거자료(관리대장 및 사진 등)를 함께 제시
- 정량화된 근거자료: 가이식장의 위치 및 규모, 이식수종의 수량, 활착상태, 임목 폐기물 처리현황, 고사율, 고사목 발생원인 등

〈사후환경영향조사결과 통보서 작성 매뉴얼(Ver.5.0)〉

04. 훼손수목 이식계획

☞ 이식수목량은 총 훼손수목량의 10% 이상을 이식 또는 재활용할 수 있도록 산정하고 이식대상 수목의 기준(수목 종류, 직경, 높이, 수관의 형태), 이식방법, 가이식 장소, 이식장소의 환경조건, 이식장소, 수목의 종류 및 개체수를 명시

- 잠재식생군락을 반영할 수 있도록 이식계획을 수립하고 최대한 훼손수목 활용
- 나무장터 활용 또는 지자체에 무상양도하여 녹지 및 공원조성에 활용하는 방안 검토
- 이식수목 가이식 계획 여부를 명시하고 가이식 및 이식에정지역이 선정된 경우 도면에 해당 지역 표시



〈그림 1-A-9〉 관목류 이식(예시)



〈그림 1-A-10〉 교목류 이식(예시)

〈환경영향평가서 작성 및 검토 매뉴얼(Ver.2.0)〉

2. 훼손 수목 이식의 취지

- 가. 우수한 산림과 양호한 수목을 과도하게 훼손함에 따라 이로 인한 부정적 영향을 일부 상쇄하기 위하여 훼손 수목의 이식을 실시함

3. 훼손 수목의 이식 절차

착공 전



이식 계획
수립



굴취

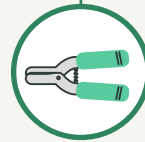
- 뿌리분 크기: 근원직경의 5배
- 뿌리분 모양: 보통분
- 뿌리분 정리
- 발근 촉진제 및 상처 유합제
- 분뜨기, 분 보호



대상 수목 조사

- 입지 조건, 토양 위치
- 수세¹⁾ 조건: 수령, 병충해 등
- 작업조건: 이식 시기,
운반 거리,
작업 여건

1) 다른 식물종과의 경쟁에서
해당 식물종이 가지는 세력



정지 및 전정

- 정지 및 전정의 원칙
- 수관 형태 고려한 전정
- 작업 순서: 위에서 아래,
우측에서 좌측으로



착공 후

상차

- 인력 및 기계 상차
- 장비의 규모: 크레인 (10ton, 40ton)



하차

- 상차의 역순

정이식

- 이식 지역 입지 조건: 위치, 접근성



운반

- 운반 도구: 8톤 트럭
- 운반 속도: 5km/hr



가이식

- 가이식 장소
- 구덩이: 뿌리분의 1.5
- 생육 조건에 맞는 배치
- 물다짐²⁾
- 관수: 청정수 사용
- 지주목 설치: 삼발이

2) 되메우기를 할 때 흙속의 공기를 없애기 위하여 물을 흠뻑 주면서 다짐하는 일

II

개발사업으로 인한 산림 훼손과 이식 현황

1. 생태·자연도 및 식생보전등급 등급별 훼손 면적
2. 훼손 수종과 수목량
3. 이식 수종과 수목량

※ II장의 데이터는 3년 동안 협의 완료된
환경영향평가서 274개 분석(2017~2019)



1. 생태·자연도 및 식생보전등급 등급별 훼손 면적

가. 식생보전등급 IV등급인 식재림의 면적을 제외한 자연림의 훼손면적은
총 31,537,065.7㎡로 약 14.03%임

식생보전등급	면적(㎡)	비율(%)	생태·자연도
II	13,108.3	0.01	1등급
II~III	28,303.0	0.01	2등급
III	31,495,654.4	14.01	2등급
IV	18,577,102.0	8.26	
V	174,414,520.5	77.56	3등급
미제시	342,266.1	0.15	
합계	224,870,954.4	100.00	

※ II~III은 환경영향평가서에 제시한 것을 그대로 나타냄



2. 훼손 수종과 수목량

- 가. 훼손 수종은 총 112종, 훼손 수목량은 총 4,431,726주임
- 나. 가장 많이 훼손된 수종은 소나무로 훼손 수목량은 총 864,844주(약 19.5%)임
- 다. 그다음으로 리기다소나무가 총 639,188주(14.4%), 상수리나무가 총 610,376주(13.8%)임

훼손 수종	훼손 수목량(주)	비율(%)
소나무	864,844	19.51
리기다소나무	639,188	14.42
상수리나무	610,376	13.77
아까시나무	324,952	7.33
신갈나무	314,095	7.09
굴참나무	292,972	6.61
곰솔	291,602	6.58
밤나무	268,274	6.05
잣나무	176,687	3.99
졸참나무	167,708	3.78
기타(102종)	481,028	10.85
합계	4,431,726	100.00

3. 이식 수종과 수목량

- 가. 이식 수종은 총 70종, 이식 수목량은 총 252,062주임(총 훼손 수목량의 약 5.6%)
- 나. 가장 많이 이식하는 수종은 소나무로 이식 수목량은 총 73,696주임(약 29.2%)
- 다. 그 다음으로 상수리나무가 총 61,367주(24.4%), 굴참나무가 총 27,465주임 (10.9%)

※ 환경영향평가서에 제시한 것은 이식 수목량이고, 공사 시 현장의 상황에 따라 변경하는 경우가 있으므로 실제 이식하는 수목량은 감소하는 것으로 판단됨

이식수종	이식 수목량(주)	비율(%)
소나무	73,696	29.24
상수리나무	61,367	24.35
굴참나무	27,465	10.90
신갈나무	24,889	9.87
졸참나무	15,651	6.21
곰솔	11,604	4.60
리기다소나무	11,407	4.53
갈참나무	6,966	2.76
아까시나무	4,598	1.82
산벚나무	3,154	1.25
기타(60종)	11,265	4.5
합계	252,062	100.00

III

훼손 수목 이식의 문제점과 개선 방안

- ▶▶ 훼손 수목 이식의 근본적 문제점
- ▶▶ 훼손 수목의 이식 시 발생하는 문제점 종합
- ▶▶ 착공 전(환경영향평가 시)
- ▶▶ 착공 후(사후환경영향조사 시)



▶ 훼손 수목 이식의 근본적 문제점

- 1차 스트레스: 양호한 산림 지역에서 가이식장으로 이식
- 2차 스트레스: 가이식장에서 정이식장으로 이식



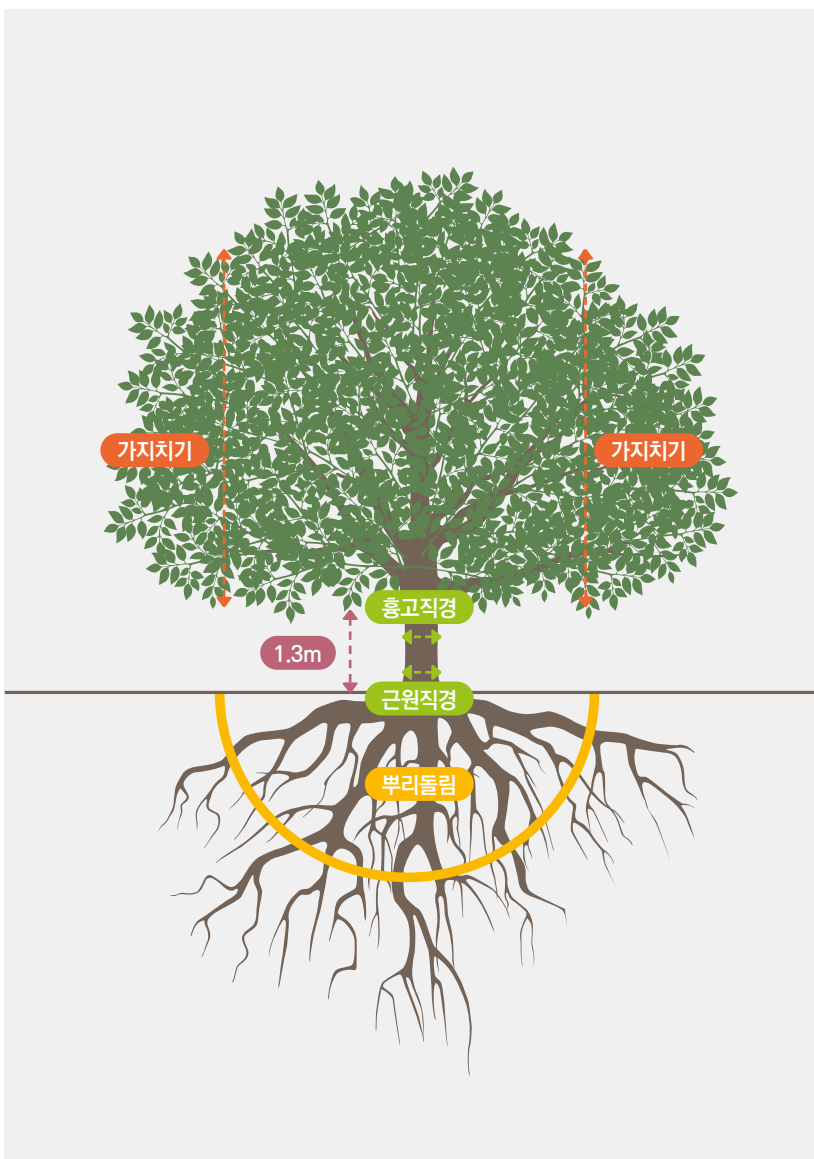
3. 흉고직경과 수고가 큰 수목은 이식하기 전 뿌리돌림(과도한 뿌리잘림)과 가지치기를 실시함



〈이식 전 뿌리돌림〉



〈가지치기를 한 모습〉



▶ 훼손 수목의 이식 시 발생하는 문제점 종합

1. 「2020~2021 환경영향평가 가이식장 운영 개선 연구」를 통해 확인한 훼손 수목 이식의 문제점들

이식의 문제점



- 이식 수목 선정
- 이식 수목량 산정
- 굴취의 어려움



- 기존 산림 대비 토양 단단함 ↑ 영양물질 ↓



- 부리질림



- 이식수종
외래종 65.5%
재배종 1.4%

- 과도한 가지치기



- 잎 고사
- 생육 불량

- 맹아 발생 (비정상적인 수형)

- 이식 수목 관리대장 부실

- 잡초 관리 미비



- 라벨링 오류 및 양식 상이

▶▶▶ 착공 전(환경영향평가 시)

1. 이식 수목량의 산정

가. 문제점

- 1) 이식 수목량의 산정 시 외래종과 재배종을 제외하고 산정
 - (예) 사업1: 총 훼손 수목량은 3,389주이지만, 재배종과 곰솔(소나무류 반출금지구역)을 제외한 이식 수목량은 17주(총 훼손 수목량의 0.5%)
 - (예) 사업2: 총 훼손 수목량은 932주이지만, 외래종인 아까시나무를 제외한 이식 수목량은 7주(총 훼손 수목량의 0.9%)
 - (예) 사업3: 총 훼손 수목량은 11,881주이지만, 일본잎갈나무, 밤나무, 소나무류(소나무류 반출금지구역)를 제외한 이식 수목량은 423주(총 훼손 수목량의 3.6%)

나. 개선 방안

- 1) 총 훼손 수목량의 10% 이상을 이식 또는 살아있는 상태로 활용하는 것을 권장함
- 2) 이식 수목량의 산정 시 재배종과 외래종을 총 훼손 수목량에 포함하여 계산

- ☞ 총 훼손 수목량=재배종/외래종의 훼손 수목량 + 자생종의 훼손 수목량
- ☞ 이식 수목량=총 훼손 수목량의 10% 이상

※ 총 훼손 수목량과 이식 수목량은 재배종과 외래종을 포함하여 수량을 계산하고 실제 이식하는 수목은 자생종을 중심으로 이식

2. 이식 수종의 선정

가. 문제점

- 1) 재배종과 외래종의 이식
- 2) 재배종과 외래종의 식재 시, 주변의 양호한 산림의 종조성에 영향을 미칠 수 있음

나. 개선 방안

- 1) 자생종을 중심으로 이식
- 2) 훼손 수목 중 재배종과 외래종의 비율이 높은 경우, 10% 이상을 이식 또는 살아있는 상태로 활용하되 훼손 수목이 발생하는 산림의 하층인 아교목층 또는 관목층에 분포하는 수목 활용
- 3) 온실가스 흡수 및 저장 효율이 높은 수종을 권장함
 - 식재할 입지에 적합한 수종(적지적수) 식재
 - 침엽수보다 흡수 효율이 높은 활엽수 식재
 - 건강하고 생장이 좋은 수목이 스트레스를 받은 수목보다 더 많은 이산화탄소 흡수
 - 온실가스 저장 수종 목록은 부록 2에 제시함
 - 오래된 활엽수일수록 이산화탄소를 저장하고 흡수하는 양이 많음

※ 식재할 입지환경에 맞지 않는 수종 식재 시

- ▶ 느리게 성장(이산화탄소 느리게 흡수), 스트레스, 조기 고사

〈 수목 개체당 연간 이산화탄소 흡수량(kg/그루/년) 〉

수종	나이(수령)												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
신갈 나무	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
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
소나무 (강원)	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
소나무 (중부)	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

(출처: 국립산림과학원, 2019)

〈 1톤의 이산화탄소를 상쇄하는데 필요한 수목의 개체수 〉

수종	신갈나무	상수리나무	소나무 (강원)	소나무 (중부)	잣나무
개체수	5	4	6	8	6

(출처: 국립산림과학원, 2019)

〈 주요 수종별 온실가스 감축 효과 (※ 승용차 1대의 주행거리 15,000km 가정) 〉

수종	신갈나무	상수리나무	소나무 (강원)	소나무 (중부)	잣나무
에너지효율 1등급 승용차	6	5	8	9	7
에너지효율 3등급 승용차	9	8	12	15	11

(출처: 국립산림과학원, 2019)

〈 수변생태벨트 조성 시 이산화탄소 감축량 〉

식생 유형	침엽수림	활엽수림	혼효림	다년생 초지
이산화탄소 감축량 (tCO ₂ /km ² ·yr)	1,640	2,553	2,096	691

(출처: 금강수계관리위원회, 2018)

3. 이식 수목의 흉고직경 크기

가. 문제점

- 1) 교목층에 속하는 흉고직경이 큰 수목을 이식하여 고사율이 높음
- 2) 흉고직경이 큰 수목은 여러 가지 장비가 필요하며 이동 시 어려움이 있음
- 3) 과도한 가지치기로 수목 고유의 수형이 훼손
- 4) 과도한 뿌리 잘림과 가지치기로 이식 후 생육 상태 불량 또는 고사

나. 개선 방안

- 1) 아교목층이나 관목층에 속하는 흉고직경 10cm 이하인 수목의 이식

※ 참고자료

- 근원직경이 커질수록 이식 성공률이 낮아지며, 근원직경 10cm 이하의 이식 성공률이 가장 높았음(이 등, 2015)

〈 근원직경 등급별 이식, 고사, 생존 개체수 〉

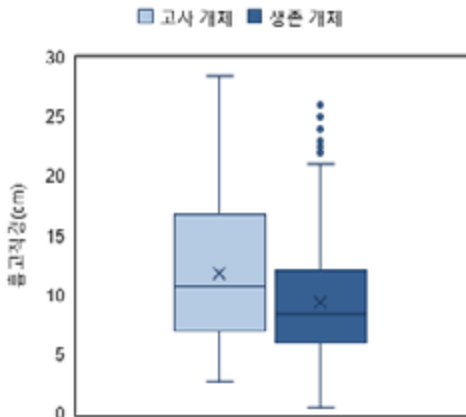
근원직경(cm)	이식 개체수	고사 개체수	생존 개체수	이식 성공률(%)
10≤	3,261	763	2,498	76.6
11~20	12,868	3,814	9,054	70.4
21~30	5,226	1,953	3,273	62.6
31~40	1,090	433	657	60.3
41~50	71	35	36	50.7
50≥	5	4	1	20
합계	22,521	7,002	15,519	68.9

나) 설문조사 결과 협의기관과 검토기관에서는 11~15cm, 실제 수목을 이식하는 사업자·대행사 그룹에서는 흉고직경 6~10cm의 수목을 이식하는 것이 가장 적정하다고 답변함

〈 이식 수목의 적정 크기 답변 비율(%) 〉

구분	표본 수	흉고직경 6cm 미만	흉고직경 6~10cm	흉고직경 11~15cm	흉고직경 16~20cm	흉고직경 21cm 이상
협의기관	36	5.6	27.8	38.9	16.7	11.1
검토기관	44	13.6	20.5	43.2	15.9	6.8
사업자·대행사	83	6.0	37.3	34.9	9.6	12.0

다) 연구 결과 생존한 개체의 평균 흉고직경은 9.4cm, 흉고직경 10cm 이하의 고사율이 가장 낮았음



〈 고사 개체와 생존 개체의 흉고직경 범위 〉

〈 흉고직경 등급별 이식·고사·생존 개체수와 고사율 〉

흉고직경(cm)	이식 개체수	고사 개체수	생존 개체수	고사율(%)
10≤	1,353	161	1,192	11.9
11~20	679	167	512	24.6
21~30	51	15	36	29.4
미측정	43	42	1	-
합계	2,126	385	1,741	18.1

4. 이식을 피해야 할 지역

- 가. 배수가 원활하지 않거나 pH가 높은 경우 식물 생육 불량
- 나. 하천변 유희지: 점토의 함량이 높고 배수가 원활하지 않음
- 다. 경작지(논): 점토의 함량이 높은 논 토양의 특성이 유지되어 복토를 하여도 배수가 원활하지 않음



〈논 복토 후 조성한 가이식장 내 물 고임 현상〉



〈하천변 가이식장의 점토 함량이 많은 토양〉

라. 토석채취사업의 사업지역 내

- 1) 토양의 pH가 높아(7.0~8.7) 식물의 생육에 적합하지 않으므로, 사업지역 내 이식 지양
- 2) 만약 토석채취 사업지역 내에 이식할 경우, 복토를 현재의 식재 기준보다 더 두껍게 하고 비산먼지의 영향이 적은 곳에 이식하거나 방진망 설치

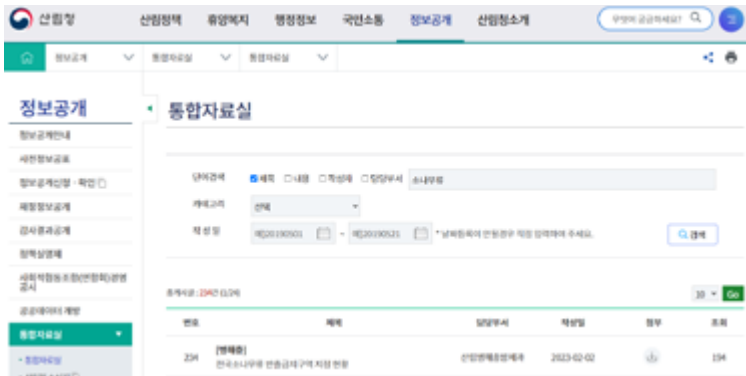


〈토석채취사업지역 내 가이식한 주목, 잎이 누렇게 변화〉

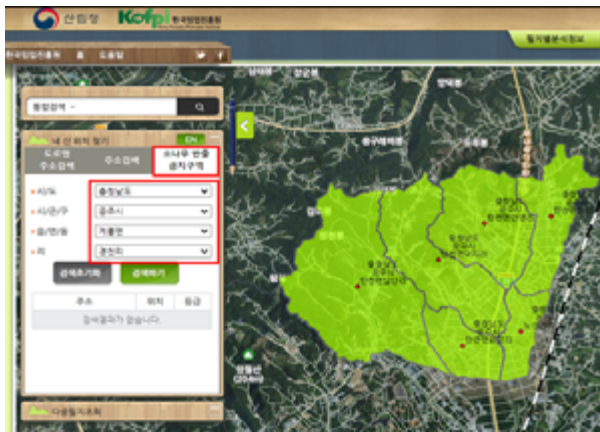
5. 소나무류 반출금지구역의 훼손 수목량 산정과 이식 수목 선정

가. 소나무류 반출금지구역의 확인

1) 산림청 홈페이지-정보공개-통합자료실-“소나무류” 검색



2) 산림청 산림공간정보서비스-소나무 반출금지구역-시/도, 시/군/구, 읍/면/동/리 체크 후 검색



나. 훼손 수목량과 이식 수목량은 기존과 동일하게 산정

※ 훼손 수목량 산정 시 소나무류 포함, 이식 수종에서 소나무류 제외

다. 실제 이식하는 수목은 소나무류(소나무, 곰솔, 잣나무 등)를 제외하고 활엽수를 중심으로 선정

라. 가이식장과 정이식장이 사업지역 내에 위치할 경우 이식 수목에 소나무류 포함 가능

※ 가이식장과 정이식장이 사업지역 외에 위치할 경우, 해당 지자체에 미감염 확인증의 발급 여부 문의 후 이동 필요

마. 훼손 수목의 처리는 「소나무재선충병 방제지침」(산림청, 2022)을 준수



6. 다양한 재활용 방안

가. 훼손 수목의 이식 취지에 부합하도록 살아있는 상태의 수목을 활용하는 방안이 타당함

나. 그루터기의 이식: 훼손 수목의 지상부를 자른 후 남은 그루터기를 이식

※ 수종별 맹아력 정보는 부록1 참고



〈수목이 훼손된 후 그루터기에서 잎이 자라는 모습(왼쪽: 신갈나무, 오른쪽: 상수리나무)〉

다. 산림청 나무은행 제도를 통해 살아있는 상태로 재활용

1) 법적 근거: 「수목굴취 및 활용 요령」(산림청예규 제667호, 2018.9.5.)

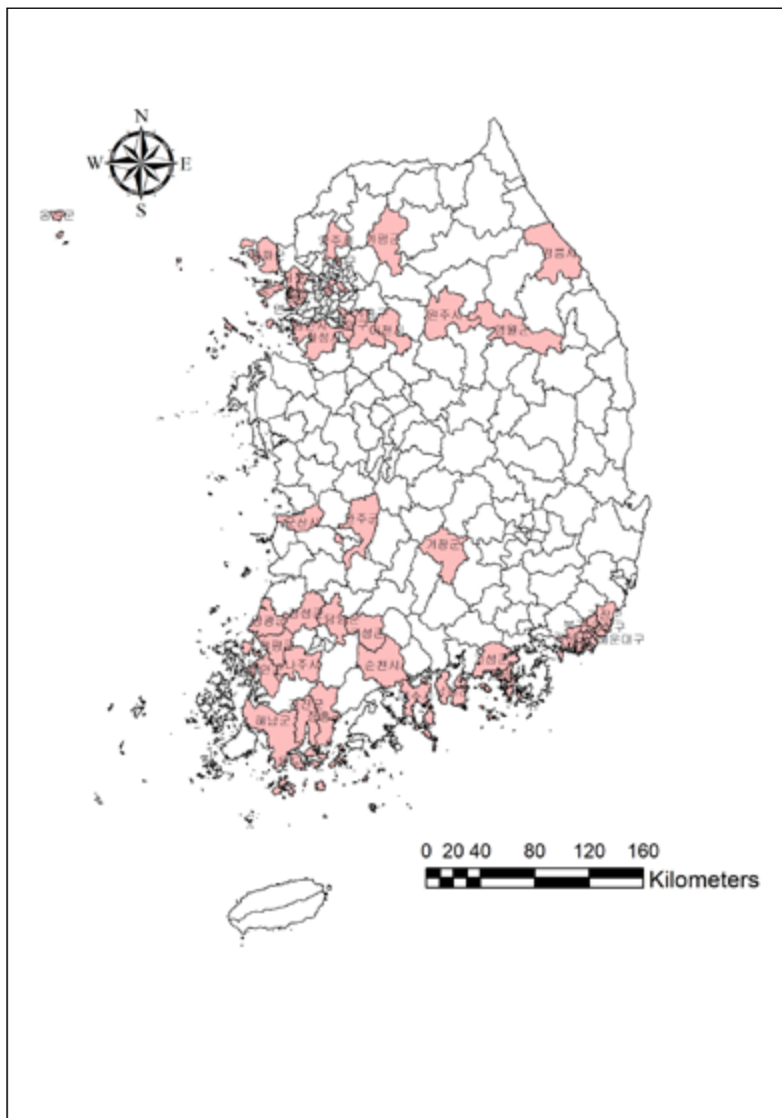
제3장 나무은행 설치 및 운영 제17조~제25조

2) 신청 절차:

지자체 기증 신청서 접수 → 현장조사 → 굴취 및 이식 → 보호 및 관리 → 재활용

3) 나무은행 운영 지자체(총 34개 지자체)

강릉시	용인시	남해군	곡성군	여주시	함평군	강남구
영월군	이천시	통영시	나주시	영광군	해남군	관악구
원주시	화성시	부산광역시	담양군	완도군	군산시	도봉구
가평군	거창군	인천광역시	무안군	장성군	완주군	동작구
양주시	고성군	강진군	순천시	장흥군		용산구



〈나무은행을 운영하는 지자체(문 등, 2021)〉

라. 생태계보전부담금 반환사업으로 시행하는 산림 및 산지 훼손지의 생태계복원사업, 생태통로 설치사업, 도시생태 복원사업 등에 활용

1) 법적 근거: 「자연환경보전법」제46조~제50조와 같은 법 시행령 제36조~제46조

마. 4대강 수변생태벨트 녹지조성 및 복원 시 활용(묘포장 운영)

1) 법적 근거: 「한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」제13조제1항제4호 및 시행규칙 제12조제1항, 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」제24조제1항제4호 및 시행규칙 제37조제1항, 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」제24조제1항제4호 및 시행규칙 제39조제1항, 「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」제26조제1항제4호 및 시행규칙 제47조제1항

바. 지자체의 생태복원사업이나 가로수 식재 등에 활용

사. 대체 산림 조성 또는 정이식지를 비산림지역에 조성

아. 살아있는 수목을 재활용한 경우, 사후환경영향조사결과 통보서에 구체적 재활용 내역과 증빙자료를 함께 제시



(예시) 「○○~○○ 철도건설」 사후 통보서 이식 수목 협의내용

협의 내용	<p>훼손 수목 이식 방안</p> <p>사업시행으로 인하여 예상되는 훼손 수목을 총 20,152주로 수정하여 산정하고, 자생 수종 훼손 수량을 5,177주와 4,945주로 제시하면서 이식 수목은 자생수종 훼손 수목량의 10%인 531주로 계획하고 있어, 훼손 수목량의 규모를 고려할 때 충분한 훼손수목 이식계획으로 보기 어려움</p> <p>- 따라서 사업시행으로 인하여 훼손되는 자생수종을 최대한 이식하여 활용할 수있도록 총 훼손 수목량을 고려하여 자생수종의 추가 이식계획을 구체적으로 수립하고 그 내용을 사업계획에 반영하여 환경부에 통보하여야 함</p>
이행 내용	<p>협의내용 이행 완료</p> <p>- 6공구: 가이식 수목 365주를 <u>입찰(2016.7.11.)을 통해 매각(무상)</u> 하였음</p> <p>- 7공구: 소나무 131주의 이식 수목 중 101주를 <u>평창군 대화면에 기증</u>하였음(2016.05.) 30주는 평창터널 종점 및 경사터널 갱구부 상단에 이식하였음</p> <p>- 8공구: 이식 수목 394주를 <u>평창군청에 기증</u>하였음(소나무 281주, 기타 113주)</p> <p style="text-align: center; background-color: #e0e0e0; padding: 5px;">이식 또는 재활용 계획: 890주 / 이식: 30주(3.4%) / 재활용: 860주(96.6%)</p>

▶ 착공 후 (사후환경영향조사 시)

1. 협의 완료 후 이식 수목의 변경

가. 문제점

- 1) 이식 수목의 변경에 대한 승인기관의 승인 후 환경부장관에게 통보하지 않는 사례 발생
- 2) 이식 수목의 변경에 대한 승인기관의 승인 후 사후환경영향조사결과 통보서에 제시하지 않는 사례 발생

나. 개선 방안

- 1) 「환경영향평가법」제30조와 제33조의 이행 강화 필요
- 2) 이식 수목의 변경 시 사후환경영향조사결과 통보서에 증빙자료(승인기관장의 승인 공문 등) 제시

「환경영향평가법」제30조(협의 내용의 반영 등)

- ③ 승인기관장등은 사업계획 등에 대하여 승인등을 하거나 확정을 하였을 때에는 협의 내용의 반영 결과를 환경부장관에게 통보하여야 한다.

「환경영향평가법」제33조(변경협의)

제2항 및 제4항에 따라 승인기관의 장은 환경보전방안의 반영 여부에 대한 확인·통보에 관하여 제30조제2항부터 제4항까지의 규정을 준용해야 한다.

2. 고사 수목의 대체 방안

가. 고사 기준

수관부 가지의 2/3 이상이 마르거나, 가지와 잎 등 생육 상태가 회복하기 어려울 정도로 불량한 경우(국토교통부, 2019)

나. 문제점

고사 시 대체 방안 없음

다. 개선 방안

가이식 수량의 10% 이상 고사 시, 고사한 수종과 동일한 수종 및 동일한 수량으로 식재 또는 다른 개발사업의 훼손 수목을 활용하는 것을 권장함

※ 참고자료

- 「조경공사 표준시방서」(국토교통부, 2019) → 10% 미만은 전량 하자보수 면제
- 「전문시방서」(한국토지주택공사, 2020) → 가이식장에 이식 후 10% 고사 시

3. 이식 수목의 관리

가. 지지대 설치

1) 문제점 뿌리의 흔들림으로 인한 생육 불량 및 쓰러짐

2) 개선 방안

지지대를 설치한 경우, 이식수목 관리대장의 '□ 지지대 설치'에 체크 할 것

나. 배수로 설치

1) 문제점 배수가 불량하여 생육 불량 또는 고사

2) 개선 방안

배수로를 설치한 경우, 이식수목 관리대장의 '□ 배수로 설치'에 체크 할 것

다. 잡초 관리

1) 문제점

- 덩굴식물에 의한 피압³⁾. 흉고직경이 큰 수목이어도 덩굴식물이 감고 올라가 피압이 발생함



- 외래식물 등 초본에 의한 피압. 흉고직경이 작은 나무를 식재한 경우, 키 큰 초본에 의한 피압이 발생함



3) 다른 식물로부터 압도당한 상태

2) 개선 방안

- 잡초의 제거는 최소 봄(5~6월) 1회, 여름(8~9월) 1회씩 실시(최소 2회 이상 실시)
- 이식수목 관리대장의 '□ 잡초 관리'에 체크하고, 실시한 날짜와 횟수를 제시하기 바람
- 사업장에서 상시로 관리하고, 관리의 주체는 사업자로 함
- 우드칩, 야자매트 등으로 토양 표면을 피복

라. 비료 시비

- 1) 시비한 경우, 이식수목 관리대장의 '□ 비료 시비'에 체크하고, 실시한 날짜와 횟수를 제시

마. 방제 작업

- 1) 방제를 실시한 경우, 이식수목 관리대장의 '□ 방제 작업'에 체크하고, 실시한 날짜와 횟수를 제시

바. 관수 작업

- 1) 흠서기 및 장기 가뭄 시 관수는 매우 중요
- 2) 관수를 실시한 경우, 이식수목 관리대장의 '□ 관수 작업'에 체크하고, 실시한 날짜와 횟수를 제시

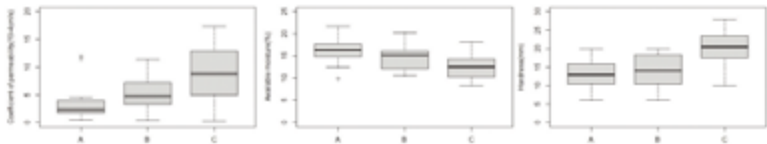
사. 기타 작업

- 1) 가~바항 이외에, 식재 후 다양한 유지관리 작업의 수행 시, 이식수목 관리대장의 '□ 기타 작업'에 체크하고, 실시한 날짜와 횟수를 제시
- 2) 세부적인 작업 내용은 특이사항에 기재

4. 토양 개선 방안

가. 문제점

- 1) 주변 산림과 비교하여 가이식장과 정이식장(공사장)의 토양은 투수 계수³⁾와 경도⁴⁾는 높고, 유효수분율⁵⁾은 낮게 나타남(김 등, 2022)



〈투수 계수(왼쪽), 유효 수분(가운데), 경도(오른쪽) (A: 주변 산림, B: 가이식장, C: 공사장)〉

나. 개선 방안

- 1) 경도가 높은 토양은 먼저 경운을 실시
- 2) 토지의 기율기가 2~10%가 되도록 설치(국토교통부, 2019)
- 3) 명거 또는 암거를 설치하여 배수층 조성



〈명거(왼쪽)와 암거(오른쪽)의 설치 모습〉

- 4) 비옥토 활용: 유효 수분의 함량을 높이고 유기물을 공급하기 위해 부식 물질의 함량이 높은 유기물 공급

※ 식물이 물을 쉽게 충분히 흡수하여 이용하기 위해서는 뿌리가 많이 발달해 있는 30cm 이내 깊이의 토양에 적당한 수분을 유지시켜 주는 것이 중요(김 등, 2015)

3) 토양에서 물의 통과 용이성을 나타내는 계수. 낮을수록 물이 잘 통과하지 못함을 의미
 4) 토양의 단단함 정도
 5) 토양내 수분 중 식물이 이용 가능한 수분

- 5) 이식 후 우드칩 또는 낙엽으로 피복하여 노출되는 토양이 없도록 관리(수분 증발 방지, 영양물질 공급, 잡초 발생 방지 등)
- 6) 적절한 양의 비료 시비: 이식 후 비료의 과도한 사용은 식물에 해로울 수 있음
- 7) 적절한 관수: 뿌리돌림으로 인해 뿌리의 수분 흡수 능력이 떨어진 상태이므로, 이식 초기에 주기적 관수는 필수임. 특히 이식 후 1~2주 동안 주 1회 이상 관수



〈이식 수목 관리대장 양식(안)〉

이식 수목 관리대장(○○○○년도 ○분기, 공사 시 ○차)						
사업명:			관리자: (인)			
이식지역 주소:			이식일:			
관리 현황: <input type="checkbox"/> 지지대 설치 <input type="checkbox"/> 배수로 설치 <input type="checkbox"/> 잡초 관리(회) <input type="checkbox"/> 비료 시비(회) <input type="checkbox"/> 방제 작업(회) <input type="checkbox"/> 관수 작업(회) <input type="checkbox"/> 기타 작업()						
관리 번호	수종	생육 상태 (눈으로 10% 이상 식별될 시 V 체크)				비고
		전체 고사	가지 고사	잎 고사	가지 치기	
						※ 고사 시기, 고사 사유 등 작성
특이사항: # 10% 이상 고사 시 사유 작성 # 지지대 교체, 기타 작업 등 위의 양식에 작성할 수 없는 구체적 사항에 대해 작성						

이식 수목 관리 대장(현황 사진) # 컬러사진 첨부	

6. 이식 수목 라벨

가. 문제점

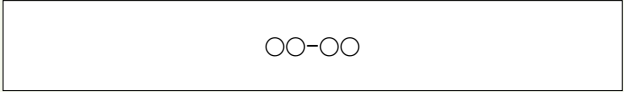
- 1) 사업별 이식 수목 라벨 양식이 다름
- 2) 이식 관련 최소한의 정보를 알 수 없는 경우도 많음



〈사업별 이식 수목 라벨링 현황〉

나. 개선 방안

- 1) 수목의 라벨에는 관리번호만을 제시하고, 수목에 관련된 정보는 이식 수목 관리 대장에 구체적으로 작성



- 2) 라벨링 시 정보가 지워지지 않도록 관리



〈수목에 라벨링 한 모습〉

IV. 참고문헌

[국내문헌]

- 국립산림과학원. 2019. 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량(Ver. 1.2).
- 국립생태원. 2020. 환경영향평가 가이식장 운영 개선 연구(Ⅰ).
- 국립생태원. 2021. 환경영향평가 가이식장 운영 개선 연구(Ⅱ).
- 국토교통부. 2019. 조경공사 표준시방서. 국토교통부고시 제2019-387호.
- 금강수계관리위원회. 2018. 제3차 금강수계 수변구역관리 기본계획(2019~2023).
- 김계훈, 김길용, 김정규, 사동민, 서장선, 손보균, 양재의, 엄기철, 이상은, 정광용, 정덕영, 김정호, 김의기, 김원태, 윤용한. 2014. 배수불량 식재기반에서 기능성파이프 적용이 느티나무 생육에 미치는 영향 분석. 한국환경과학회지 23(1): 81-88.
- 김혜수, 김정호, 문윤정, 이선미. 2022. 훼손 수목 이식을 위한 토양의 물리·화학적 특성 분석과 개선 방안. 환경영향평가학회지 31(6): 423-437.
- 문윤정, 박홍준, 차재규, 나진주, 이선미. 2021. 훼손 수목 이식에 대한 이해관계자 인식 연구. 환경영향평가학회지 30(6): 361-379.
- 김계훈, 김길용, 김정규, 사동민, 서장선, 손보균, 양재의, 엄기철, 이상은, 정광용, 정덕영, 정연태, 정종배, 현해남. 2015. 토양학. 향문사, 서울. 148쪽.

한국토지주택공사. 2020. 전문시방서.

한국환경연구원. 2015. 환경영향평가서 작성 및 검토 매뉴얼(Ver. 1.0).

한국환경연구원. 2017. 환경영향평가서 작성 및 검토 매뉴얼(Ver. 2.0).

한국환경연구원. 2021. 사후환경영향조사결과 통보서 작성 매뉴얼(Ver. 5.0). 43쪽.

[온라인 자료]

국가법령정보센터. <https://www.law.go.kr/LSW/main.html>.

(검색일: 2023.3.20.)

국립국어원 표준국어대사전. <https://stdict.korean.go.kr/main/main.do>.

(검색일: 2023.3.22.)

환경영향평가정보지원시스템(EIASS). <https://www.eiass.go.kr/>.

(검색일: 2021.4.23.)

V. 부록

1. 이식 수종별 이식 시 고려사항

수종	분포 지역	서식지 특성	공해 저항	내 음성	내 건성	내 한성	내 염성	내 조성 ⁶⁾	맹아력
갈참나무	전국의 해발고도 낮은 산지	계곡부의 깊은 토심, 비옥한 토양		√					√
감태나무	충북 이남	산지의 경사지, 시비 필요	강		√	√		√	
개벚나무	전남(지리산), 강원도(태백산, 오대산, 계방산 등) 이북 높은 산지	비옥한 토양, 습기가 많은 사질양토				강			
개서어나무	강원도 이남, 전북, 전남, 경남, 제주도 산지	건조하고 척박한 토양 해안에서도 잘 자람	약	강		강			
개웃나무	전국	산기슭, 산중턱							
검노린재	경남, 전남, 제주도 산지	-							
검양옻나무	전남(흑산도, 홍도), 제주도의 낮은 지대 숲속	-							
곰솔	중남부의 섬, 해안가 인근 산지	배수가 잘 되는 사질양토, 유기물 적은 토양에서도 자람					강	강	
괭나무	경남, 전남 및 제주도의 해안 가까운 저지대 산기슭	사질양토	강	√			강		강
구실잣밤나무	서남해 도서 및 제주도의 해안가 산기슭	다습한 사질양토	강	강	약	강		강	

6) 바닷바람에 염분이 비산되어 식물의 잎과 줄기에 닿았을 때 염분에 적응하는 것

수종	분포 지역	서식지 특성	공해 저항	내음성	내건성	내한성	내염성	내조성 ⁶⁾	맹아력
굴참나무	전국	척박한 곳에서도 잘 자람		약	√				강
굴피나무	중부 이남	비옥한 토양				강	√		
까치박달	전국	비옥한 토양	강	√	약		√		약
광평나무	경남, 전남, 전북(변산반도), 제주도의 산지	토심이 깊고 비옥한 습기가 있는 사질양토	강	강	약				강
노각나무	경북(소백산, 운문산), 전남 이남의 산지	배수가 잘되는 비옥하고 습한 사질양토, 뿌리 주위에 직사광선이 닿지 않아야 함	√	강		강			
노간주나무	전국의 건조한 산지 및 초지, 석회암지대	보통으로 관수							
노린재나무	전국의 산지	배수성 좋은 토양	강	강	강	강			
느릅나무	전국의 산지 산지의 계곡이나 하천변	토심이 깊은 비옥한 지역 수분이 충분한 토양	약	강		강		약	강
느티나무	전국의 산지 계곡부	비옥한 사질양토, 토양의 통기가 비교적 양호한 상태의 중성토양, 뿌리가 차지할 공간이 충분한 곳, 줄기가 열에 약하므로 이식한 뒤에는 줄기에 새끼줄을 감아서 보호, 전정 지양	약	√					
당단풍나무	전국의 산지	비옥하고 적절한 북향의 산록과 계곡		강		강			
대팻집나무	경북(팔공산) 및 충북(월악산) 이남의 산지	비옥한 사질양토	약	강	강	강			
돌배나무	전국의 산지	토양은 양토가 적당, 저습한 계곡							
때죽나무	강원도 이남의 산지	토심이 깊은 사질양토로서 습기가 다소 있는 곳	강	√	약	√		√	

수종	분포 지역	서식지 특성	공해 저항	내음성	내건성	내한성	내염성	내조성 ⁶⁾	맹아력
떡갈나무	전국에 분포	산중턱 이하에서 바닷가까지 서식, 토심이 깊고 비옥한 토양			√			강	√
마가목	제주도 및 서·남해안(경남, 전남, 전북)의 도서 지역	자갈이 섞여 있는 배수가 잘되는 사질양토와 습기있는 토양 뿌리목 부근이 일광을 싫어하므로 지피식물과 함께 식재	강	강		강	√		강
말오줌때	제주도 및 서·남해안(경남, 전남, 전북)의 도서 지역	다소 습한 땅을 좋아하며 비옥하고 적운한 해안 산지		√		약			
머귀나무	경북(울릉도), 경남, 전남, 전북 및 제주도의 바다 가까운 산지	-			강	약			
물박달나무	남부 일부 지역을 제외한 전국의 산지	산록부나 산북부의 양지 바른 적운지 또는 다소 건조한 곳	약	√		강	약	약	약
물오리나무	전국의 산지	-	√		강	강		약	√
물푸레나무	전국의 산지, 계곡 및 하천변	토심이 깊은 비옥적운지나 계곡부의 통기성이 양호한 자갈토양		√		강			
박달나무	전국의 산지	산록부나 산북부의 양지 바른 적운지 또는 다소 건조한 곳		약	약	강	약	약	
버드나무	제주도를 제외한 전국 계곡, 하천가 및 저수지 등	토질은 비교적 가리지 않는 편		약	√	강	약	약	
벚나무	전국	산지 능선 및 하천 가장자리, 산북 이하의 계곡이나 산록의 토심이 깊고 비옥한 곳, 평탄하면서 습기가 많은 비옥지	강			강	√	√	

수종	분포 지역	서식지 특성	공해 저항	내 음성	내 건성	내 한성	내 염성	내 조성 ⁶⁾	맹아력
비목나무	중부 이남(주로 남부)의 산지	계곡의 습한 지역	약		약	약		강	
사람주나무	전국의 해안가 산중턱이나 골짜기	비옥하고 습기있는 사질양토	강	√	약	강		강	
사스레피나무	경남, 전남, 전북, 남해안 도서 및 제주도의 해안가와 산지	건조하고 척박한 사질양토에서도 잘 견딤, 보통으로 관수		√	√	약	강		√
산검양꽃나무	제주도 및 경남, 전남의 산지(숲 가장자리)	-							
산벚나무	전북(덕유산), 전남(지리산) 이북의 높은 산지	습기가 많은 비옥지	강			강			
상수리나무	전국의 해발고도가 낮은 산지	척박한 땅에서도 생육 가능		약	강	강		강	√
생강나무	전국의 산지	산기슭, 계곡, 하천가, 전석지, 바위틈을 비롯한 다양한 곳의 반그늘진 비옥한 토양		강	강	강		강	
서어나무	황해도, 강원도 이남의 산지	건조하고 척박한 토양에서도 잘 자람	약	강		강		강	약
소나무	높은 산 정상부를 제외한 전국의 산지	햇볕이 잘 들고 건조한 산지의 능선과 사면, 토양 유기물층이 없거나 얇고 건조하며 유기물이 거의 없어 척박한 장소에서도 자람. 사질양토나 사질식양토, 토심은 30cm이상, 적절한 수분과 충분한 양분의 토양에서 생장이 좋음		약	강	강			
쇠물푸레나무	강원도 및 황해도 이남의 산지	가로수나 척박한 곳에서도 자람	약			강			
신갈나무	전국	-							

수종	분포 지역	서식지 특성	공해 저항	내음성	내건성	내한성	내염성	내조성 ⁶⁾	맹아력
신나무	전국	저지대 습한 곳, 비옥한 사질양토	√	√	약	강		√	√
예덕나무	서·남해 도서(경남, 전남, 전북, 충남) 및 제주도의 산지	저지대 약간 습한 곳	√		강	약		√	
오리나무	제주도를 제외한 전국	산야의 습한 곳, 비옥한 하천유역이나 계곡, 호수가	강	√		강		√	강
왕버들	강원도 이남	낮은 지대 습지 및 하천가							
이팝나무	중부 이남의 산야에 드물게 분포. 골짜기나 개울 근처, 해변가	양지 바르고 토심이 깊은 사질양토의 비옥한 적윤지에서 생장이 양호, pH가 5.0-6.0인 곳이 적당, 전정 지양	강	√	약	강		강	
자귀나무	황해도와 강원도 이남의 하천변 또는 산지, 산록 및 계곡	토심이 깊고 건조한 곳에서 잘 생육, 습기가 있고 부식질이 함유되어 있는 토양	약						√
잣나무	지리산 이북의 높은 산지 능선부 또는 계곡부	해발고도 1,000m 이상, 토심이 깊고 비옥하며 적응한 토양, 배수 양호							
졸참나무	중부 이남의 해발고도가 낮은 산지	토심이 깊고 완만한 경사지							강
주목	전국 아고산대 산지의 능선 및 사면	토심이 깊고 비옥한 사질양토, 습윤한 계곡 및 사면 너덜지대, 능선부, 비교적 상대습도가 높아 수분 스트레스가 낮은 토양, 보통으로 관수, 음수성이므로 유묘일 때에는 해가림, 삼목 시 발근촉진제를 처리, 가지치기 지양, 배수 양호		√	√	√			

수종	분포 지역	서식지 특성	공해 저항	내 음성	내 건성	내 한성	내 염성	내 조성 ⁶⁾	맹아력
진달래	전국의 산지	저지대나 고산, 계곡 변, 암석 위, 황폐지, 비옥지 등 어디서나 잘 자람	약	√				강	강
쪽동백나무	전국의 산지 계곡이나 하천	토심이 깊고 비옥한 사질양토의 다소 습하고 배수가 잘되는 좋은 곳	강	강		강		√	
층층나무	전국의 산지 산록 및 계곡부	토심이 깊고 배수가 잘되며 습기가 있는 비옥한 사질양토	강	강		강		약	
팔배나무	전국의 산지	정상부, 능선부, 사면, 척박한 곳에서도 잘 자람	약	강	강	강			
팽나무	전국	배수가 잘 되는 비옥한 사질양토, 평탄하고 깊은 땅을 좋아하며 상당히 습한 곳에서도 견딤	강	√	강		강	강	
호랑가시나무	전남(완도, 나주), 전북(변산반도), 제주도의 바닷가 가까운 산지	토심이 깊고 보습성, 배수성이 좋으며 유기물이 풍부한 비옥한 사질양토		√		약			
후박나무	전라남북도, 경상남도, 제주도	비옥하고 적윤지의 토양과 공중습도가 높은 곳	√	√		약		강	

※ 부록 1의 출처

1. 김태영, 김진석. 2018. 「한국의 나무」
2. 국립수목원. 국가생물종지식정보시스템. <http://www.nature.go.kr/main/Main.do>
3. 국립생물자원관. 한반도의 생물다양성. <https://species.nibr.go.kr/index.do>
4. 국립수목원. 2010. 「세밀화로 보는 주요조림수종, 조경수와 유실수」
5. 국립수목원. 2020. 「한반도 수목지」
6. 국립수목원. 2015. 「수목생태지(I)-침엽수」

2. 온실가스 저감 수종

※ 기존 연구 결과가 있는 수종을 중심으로

수종	서식 지역	종 특성	출처
신갈나무	전국 분포	낙엽, 활엽, 교목	3, 4, 6
굴참나무	전국의 해발고도 낮은 산지	낙엽, 활엽, 교목	3, 4, 6
상수리나무	전국의 해발고도 낮은 산지	낙엽, 활엽, 교목	4
졸참나무	전국의 해발고도 낮은 산지	낙엽, 활엽, 교목	5
붉가시나무	서남해 도서, 울릉도, 제주의 해발고도 낮은 산지	상록, 활엽, 교목	2
종가시나무	서남해안(전남, 전북, 충남) 및 제주의 해발고도 낮은 산지	상록, 활엽, 교목	7
느티나무	전국 분포, 산지 계곡부	낙엽, 활엽, 교목	1
벗나무류	잔털벗나무, 벗나무: 낮은 산지 산벗나무: 백두대간 높은 산지 왕벗나무: 전남, 제주	낙엽, 활엽, 교목	1
단풍나무류	단풍나무: 경남, 경북, 전남, 전북, 제주의 산지 당단풍나무: 전국의 산지	낙엽, 활엽, 교목	1
서어나무	전국의 산지 사면 및 계곡 주변	낙엽, 활엽, 교목	5
소나무	전국 분포	상록, 침엽, 교목	1, 3
잣나무	지리산 이북 높은 산지 능선부	상록, 침엽, 교목	4

※ 부록 2의 출처

1. 국립산림과학원. 2012. 탄소지킴이 도시숲.
2. 김현준. 2011. 붉가시나무의 이산화탄소 흡수량 추정 및 상대생장식 개발. 전북대학교 석사학위논문.
3. 원호연. 2015. 월악산 신갈나무림, 굴참나무림, 소나무림의 유기탄소 분포 및 순환을 통한 생태계서비스 가치평가. 공주대학교 박사학위논문.
4. 국립산림과학원. 2010. 산림 온실가스 인벤토리를 위한 주요 수종별 탄소배출계수.
5. 임종환, 신준환, 김광택, 천정화, 오정수. 2003. 광릉 활엽수천연림의 산림식생구조, 입지 환경 및 탄소저장량. 한국농림기상학회지 5(2): 101~109.
6. 박관수. 1999. 충주지역의 신갈나무와 굴참나무 천연림 생태계의 지상부 및 토양 중 탄소 고정에 관한 연구. 한국임학회지 88(1): 93-100.
7. 국립산림과학원. 2019. '상록활엽수 종가시나무, 온실가스 저감 효과 우수'보도자료.

환경영향평가 시 훼손 수목 이식 가이드북 (Ver. 1.0)

발행일 : 2023.4.14.

펴낸이 : 국립생태원장

펴낸곳 : 국립생태원

(33657) 충청남도 서천군 마서면 금강로 1210

지은이 : 국립생태원 생태평가연구실 환경영향평가팀

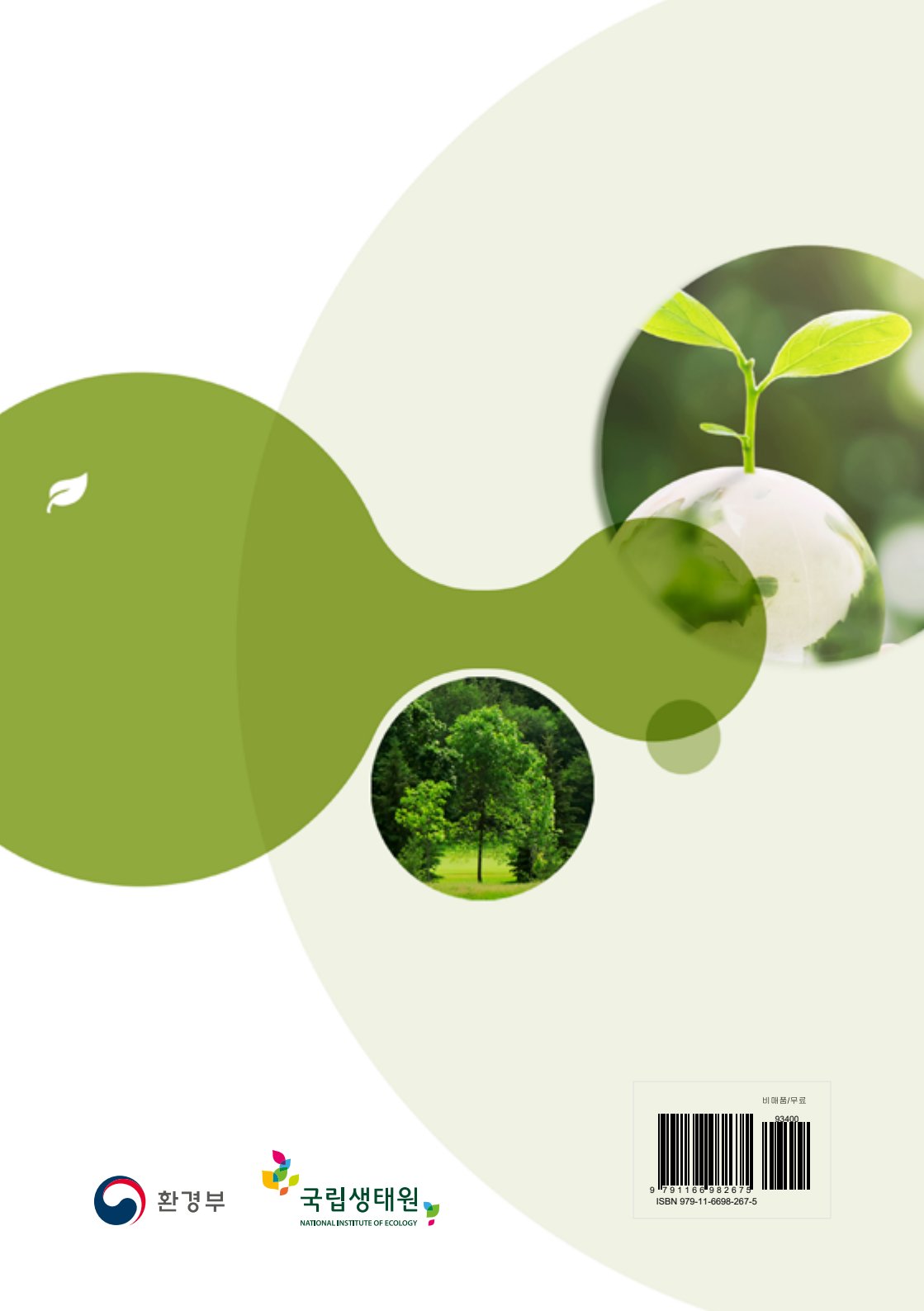
이선미, 문윤정, 김해란, 장민호, 이도훈, 유승화, 김중권, 권용성, 허준행,

김남희, 장문정, 하서연, 조한나, 최진원, 최미나, 박민환

대표전화 : 041-950-5300 이메일 : eia@nie.re.kr

홈페이지 : www.nie.re.kr

디자인·인쇄 : (주)그린주의



비매출/무료

9 791166 982675

ISBN 979-11-6698-267-5