

『경상북도 양묘사업 실태 조사 및 발전방안
모색』 연구 용역
최종보고서

2024. 11

대구대학교 산학협력단

제 출 문

경상북도 도지사 귀하

본 보고서를 “경상북도 양묘사업 실태 조사 및 발전 방안 모색” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

제출일시 : 2024년 11월 7일

대구대학교 산학협력단장 : 김 홍 석 (인)

연 구 진

구 분	성 명	소속기관	직 급
연구책임자	박영대	대구대학교 산림자원학과	교수
연 구 원	이수호	대구대학교 산림자원학과	박사수료
보조연구원	김도훈	대구대학교 산림자원학과	석사과정

목 차

제1장 서론	1
1. 과업 배경 및 목적	1
2. 과업의 내용 및 범위	2
3. 과업의 추진 체계	3
제2장 산림사업용 묘목 생산 방법 및 주요 제도	4
1. 노지양묘	4
2. 시설양묘	32
제3장 산림사업용 묘목 생산 체계	51
1. 산림용 종묘 생산 현황	51
2. 산림용 종묘 생산 체계와 관련 제도	66
제4장 경상북도 민간양묘 현황	86
1. 조림 현황	86
2. 산림사업용 묘목 생산자 경영 현황	88
3. 수종 다변화를 위한 수종 선발	96
제5장 제언: 경북 민간양묘 발전을 위한 미래 과제	98
1. 조림면적 확대	98
2. 미래 유망수종 발굴 및 육성	99
3. 안정적 묘목 생산을 위한 채종 여건 조성	103
4. 양묘산업과 관련한 유무형 인프라 구축 및 강화	106
5. 양묘산업 발전을 위한 제도적·행정적 협의체	111
6. 경상북도 민간양묘 발전을 위한 경북형 발전 거버넌스 구축	116
제6장 결론	118

참고문헌 122

부록 123

표 목 차

표 1. 주요 조림수종의 양묘사업기준일람표 - 산림청. 종묘사업실시요령 2024	7
표 2. 주요 조림수종의 종자 품질 기준	7
표 3. 수종별 적용 가능한 복토 두께	11
표 4. 수종별 적용 가능한 복토 두께 - 산림청종묘사업실시요령 2024	15
표 5. 노지양묘의 약제살포기준 일람표	18
표 6. 수종별 이식 작업의 시작년도 - 이돈구 조림학(2010)	20
표 7. 식재본수에 대한 이식판의 규격 - 이돈구 조림학(2010)	21
표 8. 수종별 적용 가능한 복토 두께 - 산림청종묘사업실시요령 2024	23
표 9. 포장 당 및 속당 묘목본수)	24
표 10. 산림시설양묘시 사용되는 용기의 종류	35
표 11. 생육상토의 구분 및 특성	36
표 12. 생육상토의 구분 및 특성	41
표 12. 시설양묘의 사업기준 상토일람표	42
표 13. 시설양묘 사업기준 파종량 일람표	44
표 14. 시설양묘의 시비 일람표	48
표 15. 시설양묘의 약제 일람표	50
표 16. 산림정책별 주요 조림수종의 변화	52
표 17. 채종립 및 채종임분 지정현황	52
표 18. 채종원 현황	53
표 19. 종자공급원별 생산량	54
표 20. 노지양묘의 장·단점	55
표 21. 시설양묘와 노지양묘 선택 시 고려요인	57
표 22. 스마트 양묘시스템	58
표 23. 오레곤 주의 주요 수종	62
표 24. 오레곤 주의 주요 수종 묘목의 정보	63
표 25. 주요 수종의 종자 성숙기	70
표 26. 주요 수종 종자의 채취 및 처리법	73
표 27. 우량묘목의 조건	79
표 28. 주요 수종의 묘목 공시가격 변화	85
표 29. 국유림 조림 실적	86

표 30. 민유 조림 실적	87
표 31. 나무 한 그루당 연간 CO ₂ 흡수량(kg/그루/년)	101
표 32. 소나무재선충병 피해지 대체 조림수종 - 온대 중부	102
표 33. 중간소득 창출을 위한 용도별 다기능 밀원수종	102

그림 목 차

그림 1. 과업추진경과	3
그림 2. 묘포구획모델 (출처: 조림학 본문)	5
그림 3. 파종방법	10
그림 4. 복토작업	11
그림 5. 짚덮기 작업	12
그림 6. 해가림 작업	13
그림 7. 관수작업	15
그림 8. 이식작업	21
그림 9. 일반가식 작업	27
그림 10. 움가식 작업	28
그림 11. 토굴가식 작업	29
그림 12. 방풍책의 설치	31
그림 13. 방한 터널의 설치	31
그림 14. 전자동의 환경제어온실	32
그림 15. 반자동의 환경제어온실	33
그림 16. 최소한의 환경조절시설(야외생육시설)	34
그림 17. 시설양묘의 용기받침대	36
그림 18. 상토의 제조 작업	37
그림 19. 상토의 제조 작업	38
그림 20. 반자동의 양액 시비 시스템	39
그림 21. 비닐온수 관수시설(하향식 스프링클러)	39
그림 22. 캐나다의 용기묘 생산기술	40
그림 23. 캐나다의 용기묘 생산기술	43
그림 24. 시설양묘용 용기받침대의 종류 및 형태	45
그림 25. 캐나다의 용기묘 생산기술	46
그림 26. 용문양묘장의 양묘 시설	59
그림 27. PRT 양묘회사 홈페이지와 Oregon 양묘장	60
그림 28. PRT 양묘회사의 칩엽수용 스티로폼 용기와 용기묘의 이력 표시	61
그림 29. 스웨덴에서 사용되는 양묘용 용기	64
그림 30. 스웨덴 양묘회사의 종자 파종과 이식의 자동화	65
그림 31. 종자 생산 및 공급 체계도	67

그림 32. 종자의 채취시기의 결집	69
그림 33. 구과의 건조 방법	71
그림 34. 산림용 종자의 검사결과 통보서 서식	74
그림 35. 종자의 품질표시 방법	75
그림 36. 종자의 품질표시 방법의 예시	75
그림 37. 묘목생산 대행자 지정 심사기준	76
그림 38. 묘목생산사업 대행 체계도	77
그림 39. 산림용 묘목규격	81
그림 40. 묘목의 등급 평가 기준	83
그림 41. 경상북도 민간 양묘 생산 방식	89
그림 42. 현행 양묘 생산 방식 개선 희망 이유	90
그림 43. 산림사업용 묘목 대행 생산자로서 어려움	91
그림 44. 산림사업용 묘목 대행 체계의 주요 개선 과제	92
그림 45. 산림사업용 묘목 생산 방식 개선을 위한 지원 순위	93
그림 46. 안정적인 묘목 생산을 위한 지원 순위	94
그림 47. 새로운 양묘 수종 선정 시 고려사항	96
그림 48. 미래 수종 양묘를 위한 지원 사항	97
그림 49. 우리나라 채종원 조성 현황	103
그림 50. 채종림 및 채종임분 지정 절차	104
그림 51. 산림용 스마트 양묘장 유형별 설계도(안)	107
그림 52. 경과년도에 따른 양묘 유형별 비용 편익 분석	108
그림 53. 민간 양묘의 제도적·행정적 지원을 위한 협의체(안)	112
그림 54. 경북 민간양묘 발전을 위한 거버넌스	117

제 1 장

서 론

1. 과업의 배경 및 목적

가. 과업 배경

과거 1970년대 ~ 1980년대 치산녹화기간 동안 급격하게 증가한 조림 사업은 국내 양묘 산업의 확대를 가져왔다. 그러나 치산녹화기간 종료 후 조림 물량 감소로 인해 양묘 산업은 지속적인 감소세를 보인 반면 육림과 숲가꾸기 사업은 지속적으로 확대되어 왔다.

최근 치산녹화기간에 식재된 수종이 별기령에 도달함에 따라 재조림 시기가 다아고오고 있으며, 이러한 변화는 양묘 산업의 중요성을 다시 부각시키고 있으며, 이에 고품질 묘목의 안정적 생산과 공급 체계 구축이 필수적인 과제로 부각되고 있다.

경상북도는 우리나라에서 사유림 면적이 가장 넓은 지역 중 하나로, 전체 산림 면적의 약 70%가 사유림으로 구성되어 있다. 사유림은 산림 정책의 실행과 관리에서 독특한 제약과 특성을 가지고 있어 안정적인 묘목 공급이 필수적이다. 또한 민간 양묘장은 사유림 소유주와 직접적으로 연결되어 있어 지역별 특성과 수종에 적합한 묘목을 공급하는 데 핵심적인 기능을 수행할 수 있다. 또한 사유림 산주들의 수요를 반영하고 유연하고 효율적인 묘목 생산 체계를 구축할 수 있는 민간 양묘 활성화는 지역 산림 정책의 성공적 이행 조건 중 하나이다.

그러나 현재 민간 양묘장은 노동 의존형 생산 구조는 농촌 인구 감소와 고령화로 인해 지속성이 낮아지고 있으며, 이러한 문제는 묘목 품질 관리의 어려움과 생산성 저하로 이어져 산림 정책 목표를 충족하기 어려운 상황을 초래하고 있다.

나. 과업 목적

이에 본 연구는 사유림이 많은 경북 지역에서 민간 양묘장의 역할을 강화하기 위한 실질적인 방안을 제시하는 것을 목적으로 수행되었다. 이를 위해 양묘사업의 실태를 조사하여 기반 시설 현황과 운영 실태를 분석하고, 민간 양묘장의 기술적, 구조적 문제점 도출을 실시하였다. 또한 자동화 및 스마트 기술을 이용한 생산 체계 개선 방안을 모색하고 선진 사례를 참고하여 경북 특성을 고려한 맞춤형 양묘 바라전 전략을 수립하였다.

2. 과업의 내용 및 범위

가. 과업범위

1) 공간적 범위

본 연구의 공간적 범위는 경상북도 내 산림사업용 묘목 대행 생산을 수행하고 있는 11개 민유양묘장으로 한정함

2) 시간적 범위

본 연구의 시간적 범위는 2024년 5월 14일부터 11월 9일로 약 180일

3) 주요 연구내용

- 양묘 산업 정책 및 법령 분석
- 경상북도 민간양묘 실태 조사 및 설문조사
- 해외 양묘장 운영사례 조사
- 향후 양묘사업 발전 방안 제시

나. 과업방법

- 문헌조사, 전문가 자문을 통한 논리성 제고
 - 국내·외 양묘산업 동향과 주요 계획, 분야별 정책 및 제도 문헌조사
 - 전문가 자문을 통한 논리성 보완
- 사례연구, 관련 통계를 활용한 구체성 확보
 - 산림사업용 묘목 대행생산자 인터뷰 및 설문
 - 국내·외 민간양묘 및 시설양묘 운영 계획 및 사례 조사
 - 우리나라 양묘 생산 통계, 경상북도 산림 통계 등 통계자료 제시

3. 과업의 추진 체계



그림 1. 과업추진경과

1. 노지양묘

가. 묘포의 종류와 적지 선정

1) 묘포의 종류

묘포 운영의 지속성에 따라 고정묘포와 임시묘포로 분류할 수 있으며, 고정묘포는 한 장소에서 여러 해 동안 지속적으로 양묘하기 위해 조성된 묘포를 의미하며, 임시묘포는 필요성에 따라 임시로 조성되어 사용하는 것으로, 이동묘포로 불리기도 한다.

임간묘포는 임시묘포의 한 종류로서, 조림 예정지 부근에 조성하여 일정 기간 동안 그 지역의 환경에 적응시킨 다음 식재하고자 하는 목적으로 운영되는 묘포이다.

또한 묘포의 이용 목적에 따라 종자를 직접 파종하여 묘목을 생산하는 파종 묘포와 어린 묘목을 이식시켜 조림지에 식재할 큰 묘목을 생산하는 이식묘포로 구분되기도 한다.

2) 적지 조건

묘포 선정에서 가장 우선적으로 고려해야 할 사항은 적지 선정으로, 적지 선정에서는 조림 예정지와 가까운 곳, 교통이 편리하고 노동력 확보에 어려움이 없는 지역, 관수시설이 용이한 지역 등의 사항을 고려해야 한다.

묘포 적지의 토양은 사양토로서 토심이 깊고 부식질 함량이 높은 토양이 적절하며, 토양의 적정 pH는 침엽수의 경우, 5.2-5.8 사이가 적절하며, 활엽수는 5.5-6.5 사이가 적절한 것으로 알려져 있다. 또한 관수가 편리한 곳을 선정하는 것이 적절하며, 5° 이하의 완경사지가 바람직하고, 경사가 급한 지역에 묘포를 선정할 경우, 계단식으로 조성하여 토양 유실을 최소화 하는 것이 중요하다.

나. 묘포 만들기

1) 묘포 면적 및 구획과 파종상 만들기

묘목 생산에 필요한 묘포 면적은 육묘포지, 도로, 부속건물 등을 고려하여 결정해야한다. 육묘포지 면적은 생산 분수, 수종에 따라 달라지며, 규격, 이식 횟수 및 거치 기간 등을 고려하여 전체 면적의 약 60~70%가 적절하다.

묘포는 양묘작업에 편리하도록 구획해야하며, 일반적으로는 면적이 서로 같은 큰 구획을 나눈 후 파종상, 이식상, 삽목상 등으로 세분화 하여 구획해야 한다. 큰 구획 사이에는 작업차량이 다닐 수 있는 4m 이상의 주도로와 경운기나 동력 분무기 등이 다닐 수 있는 2m 이상의 부도로를 계획하여야 한다. 파종상은 폭 1m 이내, 길이 10~25m 정도로 동서로 배치하며, 파종상과 상 사이의 작업 보도는 40~50cm 정도가 적당한 것으로 알려져 있다.

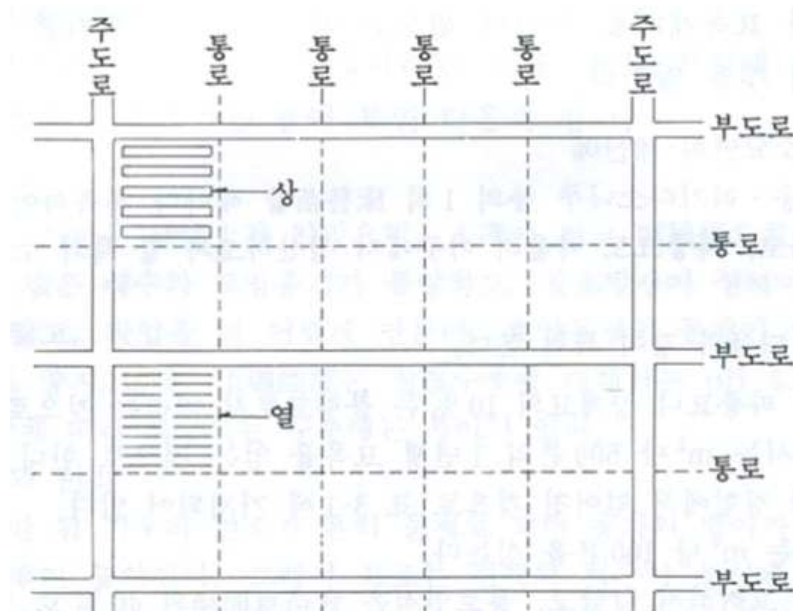


그림 2. 묘포구획모델 (출처: 조림학 본론)

파종상 만들기(작상작업)의 주요 과정은 경운작업, 쏘토 및 정지작업, 기비작업, 상만들기 순으로 진행된다. 일반적으로 경운작업은 파종 전해 늦가을이나 초봄에 실시하며, 필요한 경우 가을철과 봄철 2회에 걸쳐 실시할 수 있다.

경운은 경작으로 인하여 다져진 토양을 부드럽게 해주며 통기가 잘 되도록 해주고 토양의 보수력, 보온력 및 양분의 흡수력을 증진시키는 작업으로서 잡초발생량을 줄여줄 수 있고 각종 해충의 알이나 유충을 제거하기도 한다. 경운작업 시 토양을 살충제나 살균제로 소독하며, 경운 후에는 흙 덩어리를 잘게 부수고 자갈이나 잡초뿌리 등을 제거하고, 기비를

넣고 잘 섞어주어야 한다.

파종상은 수종이나 묘포지의 배수력에 따라 상높이를 다르게 조성해야하는데, 일반적으로 보도에 비해 7~10cm 높게 조성하는 것을 고상, 보도와 같은 높이로 조성하는 것을 평상, 보도에 비해 6~7cm 낮게 조성하는 것을 저상이라고 한다.

다. 파종과 복토작업

1) 파종량 산정

종자 파종량은 묘목생산 계획량에 따라 준비해야하며, 수종에 따라 종자 품질과 득묘율이 상이하기에 산림청에서 규정하고 있는 ‘종묘사업실시요령’에 따라 실시하면 편하다.

파종량을 계산하는 공식은 산파작업을 기준으로 작성되어 있으며, 조파나 점파의 경우, 파종량이 줄어들 수 있다. 또한 득묘율을 경험적으로 얻어지는 안전율로서 대부분 0.3~0.5의 범위 내에서 결정된다.

$$\text{파종량}(g) = \frac{\text{파종상면적}(m^2) \times \text{단위면적}(m^2)\text{당 잔존 묘목수}}{1g \text{당 종자수} \times \text{순량률} \times \text{발아율} \times \text{득묘율}}$$

표 1. 주요 조림수종의 양묘사업기준알림표 - 산림청. 종묘사업실시요령 2024

수종별	형태	요령	파종량(g/m ²)	생립기준 및 이식본수 (본/m ²)	득묘율(본/m ²)
가문비나무	노지묘	1-0	25.7	800	700
곰솔(해송)	노지묘	1-0	16	600	540
낙엽송	노지묘	1-0	20.1	600	500
물푸레나무	노지묘	1-0	22.8	90	72
분비나무	노지묘	1-0	105.3	800	700
상수리나무	노지묘	1-0	479.2	72	58
소나무	노지묘	1-0	13.3	600	500
스트로브잣나무	노지묘	1-0	20	480	380
신갈나무	노지묘	1-0	406.4	90	72
아까시나무	노지묘	1-0	21.6	80	64
오리나무	노지묘	1-0	1.4	100	85
자작나무	노지묘	1-0	4.2	81	65
잣나무	노지묘	1-0	334.2	400	320
전나무	노지묘	1-0	420.3	800	700
피나무	노지묘	1-0	191	64	51
호두나무	노지묘	1-0	720	36	29

표 2. 주요 조림수종의 종자 품질 기준

수종	파종량(g/m ²)	입수(kg)	순량율(% 이상)	발아율(% 이상)
가문비나무	25.7	441,291	78	57
가시나무	130	733	98	72
거제수나무	19.4	1,181,730	74	35
곰솔	16	65,850	96	92
굴참나무	772.9	273	75	57
낙엽송	20.1	255,609	90	40
느티나무	20	63,420	95	61
들메나무	20.6	15,131	94	44
리기테다소나무	10	122,462	94	85
물오리나무	30.4	1,230,552	60	29
물푸레나무	22.8	27,877	93	47
박달나무	8.9	2,439,996	76	21
백합나무	80	27,933	86	9
분비나무	105.3	109,067	82	32
산벚나무	40.3	15,749	98	62
산수유	109	5,777	94	54
삼나무	23.3	226,480	89	32
상수리나무	479.2	266	89	57
소나무	13.3	99,416	93	87
스트로브잣나무	20	54,645	92	80
아까시나무	21.6	5,420	90	64
옻나무	129.6	25,567	97	38
자작나무	4.2	7,692,308	78	14
잣나무	334.2	1,807	98	64
전나무	420.3	21,877	93	25
편백	35.8	515,099	91	12

2) 파종시기

파종단계에서 가장 중요한 요소는 수종별 적정 파종시기의 결정이다. 파종시기는 양묘하는 지역의 기후 조건을 기본으로 하여 결정하며, 파종시기는 발아 후 생육관리나 생산계획 일정 등을 고려하여 시기를 결정하기도 한다.

파종시기는 수종별로 다른데, 주로 종자의 발아 특성을 고려하여 각 수종별로 유리한 시기가 결정되며, 일반적으로 파종시기는 춘파, 추파 또는 채파 등으로 분류할 수 있다.

가) 춘파(봄 파종)

가급적 일찍 실시함으로써 묘목의 생육기간을 연장하는 효과가 있기 때문에 토양이 녹는 즉시 실시하는 것이 유리하다.

지역별로 파종시기의 차이는 있지만 남부지방은 3월 하순, 중부지방은 4월 상순, 북부지방은 4월 하순부터 5월 상순경이 적정시기이나, 기후 변화로 인하여 파종시기가 조금씩 앞당겨지고 있는 상황이다.

나) 추파(가을파종)

추파는 저온처리 및 노천매장 효과에 의해 발아기간이 단축되며, 발아세가 좋아 묘목의 형태가 균일하다는 장점이 있다. 수종에 따라 춘파에 비해 발아 완료기간이 2~3주 정도 더 빠르며 묘목 성장량 또한 양호하다는 장점이 있다. 특히, 토양의 결빙 기간이 긴 지역에 적합하며, 노동력 측면에서도 노동력 분배에 유리하다는 장점이 있다.

다) 채파(채종 즉시 파종, 취파, 직파)

채파는 종자를 수집한 즉시 파종하는 것을 의미하며, 주로 종자의 결실시기가 늦은 봄이나 여름인 수종에 적용되는 파종 방법이다. 종자 채취 후 상온에 두게 되면 여름철이 지나가는 동안 발아력이 낮아지거나 상실되기 쉬운 종자를 여름철에 파종하는 것을 의미하며, 종자를 채취한 즉시 파종하기 때문에 취파라고 부르기도 한다.

3) 파종방법

종자의 파종방법은 산파, 조파, 점파 등이 있으며, 보통 종자의 크기나 발아 후 성장속도를 고려하여 수종별로 적정한 파종방법을 적용시키는 것이 일반적이다.

가) 산파(흠어뿌림)

산파는 세립 또는 소립종자를 파종할 때 사용하는 파종방법으로, 파종 상에 고르게 뿌리기 위하여 전체 종자의 절반 또는 2/3을 먼저 상의 전면에 고르게 뿌리고 난 후 나머지 잔량을 파종이 잘 이루어지지 않은 부분에 보충하여 뿌리는 방법이다.

- 적용 수종: 가문비나무, 낙엽송, 리기다소나무, 리기테다소나무, 백합나무, 비자나무, 삼나무, 소나무, 잣나무, 주목, 종비나무, 전나무, 측백나무, 편백, 향나무, 박달나무, 오리나무, 자작나무 등

나) 조파(줄뿌림)

조파는 종자 크기가 중립인 종자를 파종할 때 사용하는 파종방법으로, 일반적으로 발아 후 실생묘의 생육이 빠른 종자들에 적용한다. 줄 간격은 수종에 따라 1~20cm 내외에서 적절히 조절하여야 한다.

- 적용수종: 고로쇠나무, 느티나무, 단풍나무, 들메나무, 무궁화, 물푸레나무, 붉나무, 아까시나무, 옷나무, 참싸리 등

다) 점파(점뿌림)

점파는 대립종자를 파종상에서 선상으로 파종하는 방법을 의미한다.

- 적용수종: 가래나무, 가시나무류, 밤나무, 참나무류, 침엽수, 호두나무 등



그림 3. 파종방법

자료: 한국양묘협회(2015)

4) 복토작업

일반적으로 파종 후에는 복토작업(흠덮기작업)을 실시하는데, 보통 5mm 안팎의 눈을 가진 체를 이용하여 가는 흙이나 모래, 상토 등을 덮어준다. 수종마다 복토작업의 두께는 다

르지만 보통 종자의 1~3배를 복토한다. 종자의 크기에 따라 만든 복토자를 이용하면 효율적으로 복토작업을 실시할 수 있다. 복토자는 얇은 나무 판자로 만드는데 파종 후 파종상에 복토자를 놓고 복토자의 윗면이 덮일 정도로 복토하면 된다.

복토 후에는 건조방지, 잡초발생 감소, 모잘록병 발생 억제 등을 위하여 깨끗한 모래를 2~3mm 두께로 덮어야한다.



그림 4. 복토작업
 자료: 한국양묘협회(2015)

표 3. 수종별 적용 가능한 복토 두께

복토자(두께mm)	수종
0.3	자작나무류, 오리나무류, 오동나무
0.5	낙엽송, 삼나무, 편백
0.7	소나무류, 물푸레나무류, 싸리나무류, 아까시나무, 서어나무류, 스트로브잣나무, 리기테다소나무, 백합나무
1.0	전나무류, 느티나무류, 가문비나무류, 층층나무류
1.5	피나무류
2.0	잣나무
4.0	참나무류, 가시나무류
5.0	밤나무, 칠엽수, 호두나무, 가래나무

5) 짚덮기작업

복토작업 이후 직사광선을 차단하고 토양 건조를 방지하며 강우로 인한 흙이나 종자의 유실을 막고, 빗물이 튀어 올라 흙이 유묘에 붙는 것을 방지하기 위하여 짚덮기를 실시하

여야 한다.

일반적인 짚덮기 방법으로는 침엽수의 경우 볏짚 전체를 이용하며, 활엽수는 볏짚을 잘라 여물집으로 만들어 덮어야한다. 침엽수에서 여물집으로 덮을 경우, 모잘록병 발생 위험이 증가하기 때문에 전체 볏짚을 이용하는데, 볏짚을 가지런히 추려서 사용하며 덮을 때에는 짚대의 밑쪽이 묘상의 보도 쪽을 향하게 한 겹으로 늘어놓는 정도로 덮어야한다. 이후 끈 등으로 고정시켜 바람에 날아가지 않도록 고정해야한다.

활엽수 여물집의 경우, 볏짚을 10cm 정도로 썰어 흙이 보이지 않을 정도로 골고루 덮어 주며, 짚이 바람에 날리지 않도록 차광망을 편평하게 당겨서 고정하여야 한다.

파종 후에는 종자가 발아될 때까지 묘상의 표토가 마르지 않게 주기적으로 스프링클러 등을 이용하여 관수하여야한다. 관수 시 유의사항은 세립종자의 경우, 미세한 관수가 될 수 있도록 노즐을 사용하여 종자가 상면에서 물과 함께 흘러내리지 않도록 관수해야하며, 일반적으로 파종상에서는 매일 오전과 오후 각각 30분씩 발아가 될 때까지 관수하여야 한다.

수종에 따라 발아시기가 다르기 때문에 매일 종자발아를 확인해야 하며, 발아가 이루어졌을 때는 차광망을 들고 아치 형태로 활대를 박아 묘상의 건조예방과 종자와 어린 새싹을 새로 인한 피해가 발생하지 않도록 예방하여야 한다.

발아가 완료되면 짚을 걷는데, 활엽수의 여물집은 그대로 두어 묘상의 건조와 토의를 예방하고, 침엽수는 발아가 50% 정도 진행되었을 때 1차로 50%를 걷고, 70% 이상 발아가 진행되었을 때 전체 짚을 걷어야한다. 이때 유묘가 손상되지 않도록 유의해야 한다.



그림 5. 짚덮기 작업

자료: 한국양묘협회(2015)

라. 묘포의 관리

1) 해가림(차광)작업

차광은 주로 파종상에서 강한 일사 및 건조피해가 우려될 때 실시하는 작업으로, 어린 묘목이 안전하게 생육할 수 있도록 해준다. 활엽수 또는 양수의 침엽수 묘목에서도 실시하는 수종이 있으나, 일반적으로 음수 묘목생산 과정에서 많이 실시되고 있다.

활엽수 및 침엽수 양수묘목의 경우, 파종 시 설치한 차광망을 발아가 시작되면 아치형으로 설치하고 발아가 완료되면 제거한다.

전나무, 잣나무, 가문비나무, 삼나무, 편백, 낙엽송 등 어릴 때 내음성이 강한 수종의 묘목 또한 발아가 시작되면 아치형으로 설치하고, 발아가 완료되어 생장이 왕성한 6월 초순 이후부터는 완전히 덮인 차광망을 들어 발을 치는 형식으로 설치하면 효과적이다.



그림 6. 해가림 작업

자료: 한국양묘협회(2015)

2) 솟아주기 작업

솟아주기 작업(간인작업)은 파종상에서 생육 중인 어린 묘목들이 충분한 생육공간에서 자랄 수 있도록 적당한 간격을 유효하면서 적정 생육본수를 고려하여 솟아내는 작업을 의미한다. 솟아주기 작업의 주목적은 생장도 좋으면서 균등한 우량 묘목을 생산하는 것이다.

솟아주기는 종묘사업실시요령에 근거하여 수종별 최종 득묘 본수를 고려하여 횡수를 결정해야한다. 낙엽송, 삼나무, 편백 등은 2~3회 실시하고, 소나무류, 전나무류, 가문비나무류는 1~2회 실시하는 것이 일반적이다.

숙아주기 3회 작업의 경우, 1회 작업은 발아가 완료된 시점에 실시하며, 이때 전체 숙아주기 작업량의 40% 정도를 목표로하여 발아 유묘가 집단으로 형성된 밀집 구역을 주 대상으로하여 실시하며, 2회 작업은 유묘가 어느 정도 성장하였을 때 경쟁에 의해 발생된 피압묘목 및 도장 묘목을 대상으로 전체 숙아주기 작업량의 30% 정도를 목표로 실시한다. 마지막 3회 작업은 7월 중하순 경, 잔존본수만 남기고 나머지는 전부 숙아내게 되는데, 보통 전체 숙아주기 작업량의 약 30%정도가 된다.

숙아주기가 끝난 후에는 관수를 실시하여 묘상의 토양을 안정시켜야 한다.

3) 제초 작업

제초작업은 노지양묘 과정에서 가장 성가신 작업 중 하나이며, 많은 노동력이 소요되는 작업이다. 파종상에 발생한 잡초는 묘목이 흡수해야 할 수분과 양분의 탈취는 물론 일광과 통풍의 차단, 병해충발생의 주된 통로 역할을 담당하기 때문에 묘목의 성장을 저해하는 중요한 요인 중 하나이다.

따라서 가급적 어릴 때 제거하는 것이 묘목생장에 유리한 것으로 알려져있다.

제초방법은 인력 제거 방법과 매트 방법, 약제를 사용하는 방법 등 크게 세 가지로 나뉘는데, 인력 제거 방법의 경우 호미와 같은 기구를 사용하여 직접 제거하는 방법이고, 매트 방법은 매트를 깔아 잡초의 발생을 억제하는 방법으로 보도와 같이 묘목이 없는 곳에 사용하면 효과가 뛰어나다. 마지막으로 약제를 사용하는 방법은 주로 제초제를 사용하는데, 유묘 패회와 토양 오염 등을 고려하여 잔류성이 적고 이행성이 없는 약제를 사용하는 것이 좋다.

4) 관수작업

관수는 시비와 함께 파종상의 묘목이 제대로 성장하기 위해 실시하는 가장 중요한 육묘관리 과정 중 하나로 특히, 어린 유묘의 경우 건조가 지속되면 뿌리 발달이 제대로 이루어져 있지 않기 때문에 고사하기 쉽다. 따라서 관수는 발아 초기부터 세심한 주의를 통해 묘상이 건조하지 않도록 주기적 및 지속적으로 실시해야한다.

관수주기와 관수량은 수종, 토양 특성, 건조 상태, 광 조건 등에 따라 달라질 수 있으나 일반적으로 관수 시에는 충분한 양의 관수를 실시해야 한다.



그림 7. 관수작업

자료: 한국양묘협회(2015)

5) 시비 작업

묘목이 성장함에 따라 기비만으로 충분한 성장을 기대할 수 없을 때에는 추가로 시비를 실시해야 한다. 이때에는 묘목의 성장 상태를 관찰하면서 실시해야 한다.

파종상의 경우 1차 2차 솟아주기 이후 시비하며, 늦어도 7월 중순 이전까지는 실시해야 한다. 시비는 바람이 없는 날이 적당하며, 보통 오전 10시 이후가 가장 적당한 것으로 알려져 있으며, 시비 후 즉시 앞이나 줄기에 묻은 비료를 털어내야 한다. 한편, 파종상의 경우 엽면시비가 유리한 것으로 알려져 있다. 또한 7~8월 묘목이 경화되는 시기에 시비하게 되면 내동성 감소, 경화지연 등으로 인하여 초두부가 상해 피해를 입어 고사할 우려가 있다.

6) 약제살포 작업

건강한 묘목 생육을 위해 ㅓ서는 병충해로부터 안전하게 관리되어야 하는데, 묘포의 병충해 예방 및 피해 경감을 위해서는 병충해 발생을 조기에 발견하는 것이 가장 효과적인 대책이다. 그러나 최상의 관리대책은 이러한 피해가 발생하지 않도록 묘목을 건강하게 키우는 생육환경을 조절하고 관리하는 것이 중요하다.

현장에서 발생하는 대부분의 병충해는 기후 조건과 깊은 관련성을 가지고 있는데, 대체적으로 고온다습한 기후일 때 발생빈도가 높은 것으로 알려져 있다. 또한 생육밀도가 높아 통풍이나 통광이 좋지 않을 때에도 발생할 가능성이 높으므로, 병충해 예방을 위해서는 생육환경의 개선과 함께 주기적인 살균제 및 살충제의 살포를 통해 예방할 필요가 있다.

표 4. 수종별 적용 가능한 복토 두께 - 산림청종묘사업실시요령 2024

수종	형태	요령	질소량 (g/m ²)	인산량 (g/m ²)	칼륨량 (g/m ²)	퇴비량 (kg/m ²)	사업횟수 (년)
가문비나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	5	2
		2-0	9.2	4.6	9	-	2
		3-0	9.2	4.6	9	-	2
		3-1	13.8	14	9	5	
		3-2	9.2	4.6	9	-	
곰솔(해송)	노지묘	1-0	13.8	14	9	2	1
		1-1	13.8	14	9	-	2
낙엽송	노지묘	1-0	13.8	14	9	2	2
		1-1	13.8	14	9	2	2
리기다소나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	2	1
		1-1	13.8	14	9	-	2
물푸레나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	2	2
		1-1	13.8	14	9	2	2
분비나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	5	2
		2-0	9.2	4.6	9	-	2
		3-0	9.2	4.6	9	-	2
		3-1	13.8	14	9	5	2
		3-2	9.2	4.6	9	-	2
상수리나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	2	2
		1-1	13.8	14	9	2	2
소나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	2	1
		1-1	9.2	4.6	9	-	2
		1-1-1	13.8	14	9	2	2
		1-1-2	9.2	4.6	9	-	2
		1-0	13.8	14	9	5	2
스트로브잣나무	노지묘	1-1	13.8	14	9	2	2
		1-2	9.2	4.6	9	-	2
		1-0	13.8	14	9	2	2
신갈나무	노지묘	1-1	13.8	14	9	2	2
		1-0	13.8	14	9	2	1
오리나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	2	2
자작나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	5	2
		1-1	13.8	14	9	5	2
잣나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	5	2
		2-0	9.2	4.6	9	-	2
		2-1	13.8	14	9	5	2
		2-2	9.2	4.6	9	-	2

제2장 산림사업용 묘목 생산 체계

전나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	5	2
		2-0	9.2	4.6	9	-	2
		2-1	13.8	14	9	5	2
		2-2	9.2	4.6	9	-	2
		2-3	9.2	4.6	9	-	2
		2-2-1	13.8	14	9	5	2
		2-2-2	9.2	4.6	9	-	2
		2-3-3	9.2	4.6	9	-	2
피나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	2	2
		1-1	13.8	14	9	2	2
호두나무	노지묘	1-0	13.8	14	9	6	3

표 5. 노지양묘의 약제살포기준 일람표

수종	형태	묘령	살균제		살충제	
			(토양)	(일반)	(토양)	(일반)
			하이멕사졸 액제 (ml/m ²)(횟수)	석회보르도액 (ml/m ²)(횟수)	에토프로프스 입제 (ml/m ²)(횟수)	트리클로르폰 수화제 (ml/m ²)(횟수)
가문비나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(3)	5(1)	-
		2-0	-	3.75(1)	-	-
		3-0	-	3.75(1)	-	-
		3-1	-	3.75(1)	5(1)	-
		3-2	-	3.75(1)	-	-
곰솔(해송)	노지묘	1-0	3(1)	3.75(3)	5(1)	-
		1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
낙엽송	노지묘	1-0	3(1)	3.75(5)	5(1)	-
		1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
리기다소나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(3)	5(1)	-
		1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
물푸레나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(1)	5(1)	-
		1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
분비나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(3)	5(1)	-
		2-0	-	3.75(1)	-	-
		3-0	-	3.75(1)	-	-
		3-1	-	3.75(1)	5(1)	-
		3-2	-	3.75(1)	-	-
상수리나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(1)	5(1)	-
		1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
소나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(3)	5(1)	-
		1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
		1-1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
스트로브잣나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(3)	5(1)	-
		1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
		1-2	-	3.75(1)	-	-
신갈나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(1)	5(1)	-
		1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
아까시나무	노지묘	1-0	3(1)	-	5(1)	0.5(1)
오리나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(12)	5(1)	0.5(1)
자작나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(1)	5(1)	-
		1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
잣나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(3)	5(1)	-
		2-0	-	3.75(1)	-	-
		2-1	-	3.75(1)	5(1)	-

제2장 산림사업용 묘목 생산 체계

		2-2	-	3.75(1)	-	-
		1-0	3(1)	3.75(3)	5(1)	-
		2-0	-	3.75(1)	-	-
전나무	노지묘	2-1	-	3.75(1)	5(1)	-
		2-2	-	3.75(1)	-	-
		2-3	-	3.75(1)	-	-
		1-0	3(1)	3.75(1)	5(1)	-
피나무	노지묘	1-1	-	3.75(1)	5(1)	-
호두나무	노지묘	1-0	3(1)	3.75(4)	5(1)	-

마. 이식작업

이식작업은 파종상에서 1년 동안 생육한 묘목을 굴취 후 1~3회 잉식상에서 생육시킴으로써 충분한 생육공간에서 뿌리발달이 좋고 튼튼하며, 형질이 좋은 묘목을 생산하조가 실시하는 작업이다.

이식작업 후 생산된 묘목은 조림지에서 식재된 후 높은 활착률과 초기생장이 우수한 특징이 있으며, 품질적 측면에서도 이식 과정에서 실시하는 단근작업을 통해 세근 발달이 촉진됨으로써 상대적으로 T/R율이 낮은 우량한 묘목을 재배할 수 있다.

1) 묘목의 이식년도

파종상에서 생육한 묘목의 이식년도는 수종 및 묘목의 크기에 따라 서로 상이하다. 일반적으로 소나무류, 낙엽송 등은 1년생이 좋고, 전나무, 분비나무, 종비나무, 스트로브잣나무, 주목 등 상대적으로 생장이 느린 수종은 파종상에서 2~3년간 자란 묘목을 이식상으로 이식하는 것이 일반적이다.

표 6. 수종별 이식 작업의 시작년도 - 이돈구 조림학(2010)

수종	이식년도						
	1	2	3	4	5	6	7
소나무, 해송, 리기테다소나무	○		△				
삼나무, 편백	○		△(×)	(△)			
독일가문비나무	○	◇	×(◇)	◇(×)	×(◇)	△(×)	(△)
전나무	○	◇	◇(×)	×(◇)	◇(△,×)	×(△)	△
잣나무	○	◇		△(◇)	(△)		
낙엽송, 참나무류	○		△(×)	(△)			
백합나무	○	×(△)					
자작나무	○	×(△)					

○: 파종, ×: 이식, △: 산출, ◇: 거치, (): 대체안

2) 이식시기와 방법

묘목의 이식시기는 보통 토양이 녹은 후 수액이 이동되기 직전이 적기로 알려져 있으며, 이식시기가 늦어지게되면 이식 후 뿌리 활착과 생장에 지장을 받을 수 있으므로 적기에 실시하는 것이 중요하다.

이식 과정에서 굴취된 묘목을 대상으로 단근작업을 실시하게 되는데, 이때 너무 짧게 자르면 묘목의 활착 및 생육이 불량해질 수 있고, 너무 길게 자르면 작업능률이 떨어지고 뿌리가 구부러져 식재되는 경우가 있기에 묘목의 뿌리를 적절한 길이로 자르는 것이 중요하다.

일반적으로 세근이 많은 수종은 간장의 70~80%, 세근이 적은 수종은 간장과 동일하게 하는 것이 좋다. 간장이 20cm 내외인 낙엽송이나 소나무류는 뿌리의 길이를 15cm, 간장이 15cm 내외일 때는 뿌리 길이를 12cm, 10cm 내외일 때는 10cm가 되도록 자르며, 잣나무나 전나무류는 간장의 길이가 되도록 자르는 것이 좋다.

이식작업시에는 이식판을 이용하면 편리하게 작업할 수 있는데, 이때 묘목의 뿌리 길이보다 토양을 약간 깊게 파서 묘목의 뿌리가 구부러지지 않고 자연스럽게 식재되도록 하여야 한다. 또한 뿌리가 건조해지지 않도록 주의해야하며, 이때 흙탕물 처리 등을 통해 예방하여야 한다.

표 7. 식재본수에 대한 이식판의 규격 - 이돈구 조림학(2010)

m ² 당 식재본수	이식판의 규격		개수	눈의 간격	
	폭	길이		양끝의길이	눈 간격
25	18	100	5	8	21
36	15	100	6	6	17.6
49	13	100	7	5	15
64	11.5	100	8	4.5	13
81	10.5	100	9	4.4	11.4
100	9.5	100	10	4.1	10.2
144	4	100	12	3.25	8.5



그림 8. 이식작업

자료: 한국양묘협회(2015)

3) 묘목의 이식밀도

묘목을 이식할 경우 식재밀도는 수종, 기후, 토양 비옥도, 이식 후 거치년도 등에 따라 다르다. 일반적으로 가지가 옆으로 확장되는 수종, 양수, 생장이 빠른 활엽수, 묘목이 큰 경우, 온난한 기후, 비옥한 상토, 거치년수가 많을 때 등은 이식밀도가 낮은 것으로 알려져 있다.

수종별 식재밀도는 종묘사업실시요령의 양묘사업 기준일람표에 따라 식재해야하며, 없는 수종은 유사수종의 본수를 적용하여야 한다.

표 8. 수종별 적용 가능한 복토 두께 - 산림청종묘사업실시요령 2024

수종	형태	묘령	이식본수 (본/m ²)
가문비나무	노지묘	3-1	81
		3-2	81
곰솔(해송)	노지묘	1-1	90
낙엽송	노지묘	1-1	64
리기다소나무	노지묘	1-1	90
물푸레나무	노지묘	1-1	64
분비나무	노지묘	3-1	81
		3-2	81
상수리나무	노지묘	1-1	50
소나무	노지묘	1-1	90
		1-1-1	20
		1-1-2	20
스트로브잣나무	노지묘	1-1	120
		1-2	90
		1-2-1	20
		1-2-2	20
		1-2-3	20
신갈나무	노지묘	1-1	64
자작나무	노지묘	1-1	64
잣나무	노지묘	2-1	100
		2-2	100
		2-2-1	16
		2-2-2	16
		2-2-3	16
전나무	노지묘	2-1	81
		2-2	81
		2-2-1	12
		2-2-2	12
		2-2-3	12
피나무	노지묘	1-1	64

바. 생산 이후 관리

1) 굴취

우리나라에서는 생육이 끝난 묘목에 대한 굴취는 매년 봄과 가을에 실시하며, 이때 동해 피해예방과 봄철 조기 이식, 노동력 분산 등을 고려하여 굴취시기를 결정한다.

침엽수 묘목은 봄에 굴취하며, 활엽수 묘목은 가을에 굴취 및 가식하여 월동시키고 있다.

동해 우려 등 수종에 따라 굴취 시기가 다르지만 일반적으로 가을에 굴취하는 묘목에 비해 봄철에 굴취하면 가식기간을 줄일 수 있으므로 상대적으로 활력이 좋은 묘목을 조림지에 보낼 수 있다. 한편, 이식이 필요한 유묘의 경우 가을에 굴취하고 가식 및 월동시켜 봄철에 이식을 실시한다.

가을철 묘목 굴취의 경우, 낙엽수는 생장이 끝나고 낙엽이 완료된 11~12월 초에 굴취하며, 봄철 굴취는 3월 중순에 시작하여 4월 중순경에 완료하는 것이 바람직하다.

묘목 굴취는 바람이 없고 흐리며 서늘한 날에 하는 것이 가장 이상적이다. 대기 습도가 높은 날은 묘목이 마르지 않아 좋지만, 비가 오거나 이슬이 있을 때는 피하는 것이 좋다. 땅에 습기가 너무 많을 때에는 땅이 어느 정도 마른 다음 굴취하며, 너무 건조할 때에는 물을 뿌려 촉촉해진 다음 굴취하여야 한다.

2) 선묘와 결속 및 포장

묘목 굴취 이후 규격에 따라 구분하는 것을 선묘작업이라고 한다. 선묘의 기준 규격은 종묘사업실시요령에 제시되어 있으며, 우리나라의 경우 요령에 따라 근원경 및 근장, 간장을 기준으로 기준이 제시되어 있다.

선묘는 직사광선과 바람이 통하지 않은 실내 또는 천막에서 실시하며, 선묘작업 중 묘목이 건조되지 않도록 땅에 가식하거나 물에 적신 가마니 또는 포대로 뿌리부분을 가려놓아야 한다.

선묘가 끝난 후 묘목은 수종과 요령에 따라 짚으로 결속하며, 이후 포장하여야 한다.

묘목의 포장 재료는 거적, 비닐, 부직포 등이 있으며, 포장시 뿌리가 포장 밖으로 노출되지 않고 안쪽으로 들어가도록 해야하며, 뿌리 사이에는 짚이나 이끼로 만든 물수세미를 끼워 넣어야 한다.

원거리 수급 또는 택배로 묘목을 공급할 경우에는 세 번 세로묶기 후 한 번 가로로 묶어 포장이 풀어지지 않도록 해야 한다.

표 9. 포장 당 및 속당 묘목본수)

수종	묘령	포장 당		속당 본수 (본)	비고
		본수(본)	속수(속)		
가문비나무	3-1	500	25	20	
	3-2	400	20	20	
곰솔(해송)	1-1	500	25	20	
낙엽송	1-1	500	25	20	
리기다소나무	1-0	2,000	100	20	
	1-1	1,000	50	20	
분비나무	3-1	400	25	20	
	3-2	500	20	20	
상수리나무	1-0	500	25	20	
	1-1	500	25	20	
소나무	1-1	500	25	20	
	1-1-2		분뜨기		
스트로브잣나무	1-2	500	25	20	
	1-2-3		분뜨기		
신갈나무	1-0	500	25	20	
	1-1	500	25	20	
아까시나무	1-0	1,000	50	20	
오리나무	1-0	1,000	50	20	
자작나무	1-0	500	25	20	
	1-1	500	25	20	
잣나무	2-1	1,000	50	20	
	2-2	500	25	20	
전나무	2-2-3		분뜨기		
	2-3	400	20	20	
피나무	1-0	500	25	20	
	1-1	500	25	20	
호두나무	1-1	500	25	20	

3) 가식

묘목을 굴취, 선묘, 결속작업 후 묘목수급 또는 이식시기까지 묘목의 활력을 유지하기 위하여 일시적으로 도랑을 파서 뿌리 부분을 묻어두는 작업과정을 의미한다.

가식시기는 굴취 후의 작업이기 때문에 봄철, 가을철에 굴취가 이루어지는 것처럼 봄철 가식과 가을철 가식으로 구분할 수 있다. 봄철의 경우, 건조하거나 물이 고이지 않는 배수가 양호한 장소에서 실시한다. 이때 1주일 이내 가식일 경우 묶은 다발 채 뿌리부분을 부채모양으로 펴서 묻어두며, 장기간 가식이 필요한 경우에는 날개로 펴서 바람이 들어가지 않도록 흙을 고르게 넣고 밟아 뿌리사이의 빈틈이 없도록 해야한다. 또한 뿌리 방향은 봄철의 경우 북쪽으로, 가을철은 남쪽으로 향하게 해야하며, 45° 경사를 두어야한다.

수종별로 차이가 있는데, 활엽수의 경우 지제부가 10cm 이상 묻힐 수 있도록 가식해야 하며, 침엽수는 잎이 흙에 덮이지 않도록 가식해야한다.

가) 일반가식

일반적인 가식방법은 봄철 가식과 마찬가지로 늦가을 또는 초겨울에 묘목을 굴취 및 선묘한 후 30~50cm 깊이의 도랑을 판 후 묘목의 끝이 남쪽으로 향하게하여 45° 경사지에 눕힌 후 흙을 덮고 단단히 밟아 가식하며, 그 위에 짚을 덮은 후 차광망을 씌워 동해 및 한건풍 피해를 막아주도록 한다.



그림 9. 일반가식 작업
 자료: 한국양묘협회(2015)

나) 움가식

움가식은 묘목을 굴취한 후 30~50cm 깊이의 도랑을 파고 묘목을 눕혀서 묘목의 끝이 도랑 지면에 가깝게하고, 뿌리가 위쪽을 향하게 열로 나열한 후 다시 흙덮기를 하여 밟아주는 작업을 반복하여 실시한다. 가식 후 열 가식 위치를 나뭇가지 등을 활용하여 표시한 후 배수로를 설치한다. 또한 춘기에 굴취하는 방법은 쇠스랑을 이용하여 땅속에 있는 묘목 다발을 들어내야한다.

- 적용수종: 자작나무(1-0, 1-1), 산벚나무(1-0, 1-1), 고로쇠나무(1-0, 1-1), 복자기나무(1-0, 1-1), 옷나무(1-0, 1-1), 황벽나무(1-0, 1-1), 층층나무(1-0), 말채나무(1-0) 등



그림 10. 움가식 작업
자료: 한국양묘협회(2015)

다) 토굴가식

토굴가식은 중부이북 한랭한 지방에서 많이 적용하는 방법이지만 내한성이 약한 수종에 대해서는 중부이남지역에서도 적용한다. 특히 낙엽송(1-0)유묘 저장에 활용할 수 있다.

토굴은 배수가 양호한 지역을 선정하여 굴삭기 또는 인력으로 깊이 0.8~1.2m, 폭 2m, 길이 20m 정도 파서 만들고 토굴의 벽면은 통기성과 흠이 무너짐을 방지하기 위하여 나무 원목(말구 20m 이내, 재장 2.7m 이상)을 설치해야한다. 토굴 내에 일반묘목 가식과 같은 비아법으로 가식하여 매장한 후 상층부에 하우스용 활대를 활용하여 차광망을 설치한 후 짚으로 이영을 만들어 덮어서 보온 및 빗물 침투를 방지하여야한다. 또한 이때 온도는 0~5℃를 유지하는 것이 좋다.

- 적용수종: 낙엽송(1-0), 층층나무(1-0, 1-1), 자귀나무(1-0), 박달나무(1-0) 등 동절기에 동해 및 한건풍해와 내한성이 약한 수종에 적용하여야한다.



그림 11. 토굴가식 작업
 자료: 한국양묘협회(2015)

4) 월동관리

생산한 묘목이 굴취되어 가식 월동 중에 겨울철 저온 피해를 입는 경우가 종종 발생한다. 건강한 묘목은 피해를 이겨내거나 경미한 피해가 발생하지만, 양묘 과정에서 햇빛이 부족하거나 질소비료의 과다 시비 또는 늦은 추비로 인하여 묘목이 도장할 때에는 조직이 경화되지 않아 월동 중 피해를 입게 된다.

따라서 양묘과정은 종묘사업실시요령의 기준을 준수하고, 제시된 작업시기를 지켜 건강한 묘목을 생산할 수 있도록 해야한다. 또한 겨울철 저온 피해가 우려될 경우 수종별로 월동관리 대책을 수립하여야 한다.

겨울철 저온에 의한 묘목 피해는 한해로 부르며, 발생 원인이 되는 기상 상태에 따라서 상해, 동해, 한건풍해 등으로 구분될 수 있다.

가) 상해

서리에 의한 피해를 상해라고 하며, 빙점 이하의 한랭한 기단이 침입할 경우와 야간 복사에 의한 열손실로 주위의 온도가 0°C 이하로 내려가는 경우 서리가 맺히게 되며, 우리나라 서리 발생 원인의 대부분은 복사에 의해 발생된다.

상해는 발생시기에 따라 조상과 만상으로 구분할 수 있는데, 조상은 이른 가을철 묘목이 완전히 휴면에 들어가기 전 때 이른 저온에 피해를 입는 것을 의미하며, 만상은 늦봄 묘목이 휴면에 깨어나 생장을 시작한 후 뒤 늦게 발생한 저온에 의해 입는 피해를 의미한다.

나) 동해

겨울철 온도가 0°C 이하가 되면, 휴면 중인 묘목 조직세포 중 일부가 동결되거나 수분부족을 일으켜 고사하는 현상을 의미하며, 정상적으로 생육한 묘목은 피해가 크지 않지만 도장한 묘목의 경우 동해에 의한 피해를 입기 쉽다.

다) 한건풍해

겨울철 토양 동결로인하여 뿌리에서 수분 흡수가 불가능하고, 한랭하고 건조한 바람에 의해 잎, 가지, 줄기 등의 수분이 강제로 증발하여 발생하는 피해로 한풍해는 겨울철 강수량과 밀접한 관계가 있어 겨울철 강우량이 적은 해에는 피해율이 높게 나타나는 것으로 알려져 있다.

라) 한해 예방대책

한해는 대부분 기상 요인으로 인해 발생하기 때문에 완전한 방지대책은 불가능 하지만 피해를 최소화 하기 위한 대책이 필요하다.

- 내한성 강한 건전한 묘목을 육성하는 것이 중요하며, 배수가 양호하고 통기성이 좋은 포지를 선정하여 수분조절을 원활히 하여 연약한 묘목이나 도장묘목이 아닌 건전묘를 육성하고 질소질 비료 과다 시비 및 늦게까지 시비를 금지하며, 늦가을까지 동아형성이 어렵고 계속 성장하는 묘목 등 피해가 우려되는 묘목은 석회와 염화가리를 시비하여야 한다.

- 묘목 동결방지 대책 중 하나로 방풍책을 설치하여야한다. 방풍책은 재질에 따라 원목 또는 철제 파이프를 활용하여 설치할 수 있으며, 40~60cm 깊이로 땅에 박은 후 밧줄로 연결 및 고정하고 차광망을 부착하여 2m 내외 높이로 설치해야한다. 침엽수 묘목에 대하여 한풍해 방지 효과가 뛰어나다.

- 방한 터널은 묘상을 피복하는 방법으로 묘상에 활대를 박은 후 부직포나 차광망을 활용하여 덮는 방법으로 조상과 만상 피해 예방에 효과적인 것으로 알려져 있다.



방풍책 설치

방풍책 설치

그림 12. 방풍책의 설치

자료: 한국양묘협회(2015)



차광망

부직포

그림 13. 방한 터널의 설치

자료: 한국양묘협회(2015)

2. 시설양묘

가. 시설양묘 기반시설 및 자재

1) 온실 종류

시설양묘 온실구조는 단순한 차광온실부터 정교하게 생육환경을 조절할 수 있는 유리온실로 시대에 따라 변화하여왔다. 경영목적에 따라 온실형태를 결정하며, 생태적, 기후적, 경제적 운영인자를 고려하여 온실을 신축하고 있다.

현재 시설양묘의 온실형태는 묘목의 생육환경조절 정도에 따라 전자동 환경제어온실, 반자동 환경제어온실, 야외생육시설로 구분할 수 있다.

일반적으로 전자동 환경제어온실은 고위도 북부 내륙지역과 같은 추운 지역, 반자동 환경제어온실과 야외생육시설은 비교적 따뜻한 지역에서 설치 및 운영하고 있다.

가) 전자동환경제어온실

전자동 생육환경제어 온실은 묘목의 생육환경을 제어하는 시설을 포함하여 최적의 수준에서 양묘생산체계를 의미하며, 어떠한 기후에도 적합하고 심각한 기후변동에도 묘목의 생장에 영향을 미치지 않는 시설이다.

전자동 생육환경제어 온실에서 용기묘는 3~9개월 주기로 연중 생산되고 있으나 온실을 구축하고 운영에 필요한 경비가 비싸며, 운영에 높은 에너지를 필요하다. 전자동 환경제어 온실의 종류로는 생장온실(Growth chamber)과 유리온실(Greenhouse)로 구분할 수 있다.



전자동 환경제어온실 내부

온실 환경제어기

그림 14. 전자동의 환경제어온실

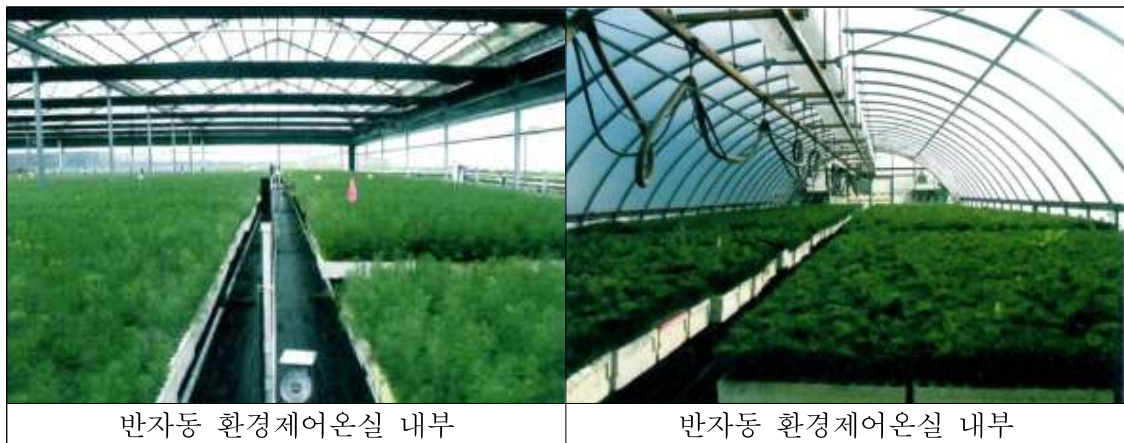
자료: 한국양묘협회(2015)

나) 반자동 환경제어온실

생육환경의 일정 부분만 제어하는 온실을 의미하며, 묘목은 다소 불리한 기후에서도 반자동 환경제어에 의해 양묘할 수 있다.

일반적으로 식물은 봄부터 가을까지 성장할 수 있고, 겨울에는 경제적인 이유로 활용되지 않는다.

반제어구조의 온실 중에서 경화온실과 비닐온실은 경화 또는 묘목의 저장에도 사용될 수 있으며, 경제적 측면에서 반자동 환경제어 온실은 온실 구축과 운영에 있어 보다 저렴하다.



반자동 환경제어온실 내부

반자동 환경제어온실 내부

그림 15. 반자동의 환경제어온실

자료: 한국양묘협회(2015)

다) 야외생육시설

야외생육시설은 시설양묘를 보다 저렴하게 실행하기 위하여 개발되었으며, 일반적으로 환경조절시설이 된 온실에서 발아가 된 용기를 야외생육시설로 이동하여 양묘한다.

시설 지면은 잡초발생 방지용 부직포, 자갈 또는 아스팔트로 포장되며, 관수는 물과 무기양분을 제공할 수 있도록 반영구적으로 갖추어진다. 보다 기후가 온화한 곳에서는 광주기 시설을 갖추고 있으며, 용기들은 용기받침대 또는 바닥에 직접 배치하고 있지만 용기를 바닥에 직접 배치하는 것은 공기단군이 이루어지지 않기 때문에 권장되지 않는다.

최소한의 환경조절시설은 시설양묘 중 가장 저렴한 생산방법이지만 묘목의 생장이 느리고, 기후 영향으로 인하여 1~2년으로 상대적으로 긴 양묘기간이 소요된다. 또한 늦서리나 폭우 등 기후 피해를 지속적으로 받기에 묘목 손실의 위험이 높다는 단점이 있다. 그리고 고위도 지역과 높은 해발고를 가지는 곳의 야외생육시설을 겨울철 동해에 의한 피해가 심각하게 발생하는 단점이 있다.



그림 16. 최소한의 환경조절시설(야외생육시설)

자료: 한국양묘협회(2015)

2) 용기와 용기받침대

조림 후 용기묘가 활착하고 즉시 성장할 수 있는 능력은 용기묘의 뿌리능력에 절대적으로 좌우된다. 용기묘가 생존하고 생육하는 것은 즉시 새로운 뿌리를 내릴 수 있는 뿌리의 성장력과 주변 토양과 밀접한 관계가 있기에 산림용 용기묘는 뿌리생장이 이루어지는 용기의 길이가 원예시설양묘 용기에 비해 대체로 길게 설계되어있다.

시설양묘에 사용하는 용기는 종류별 특성과 목적에 따라 선택한 후 사용해야하며, 산림양묘용 용기 종류는 묘목과 같이 식재하는 용기와 묘목을 분리하여 식재하는 용기로 구분할 수 있다.

시설양묘시 용기받침대는 용기 내에서 자란 뿌리가 공기단근이 자연스럽게 이루어지도록 설계되어 용기 내에서 뿌리발달을 촉진시키게 되어있고, 묘목을 용기에서 분리하기 용이하다. 받침대 바닥은 물이 고이지 않게 배수가 잘되어야 하며, 공기의 유통이 자연스러워한다. 비닐온실과 유리온실에서는 철제 용기받침대를 사용하며, 야외생육시설에서는 팔레트형 플라스틱 용기받침대를 사용하고 있다.

용기받침대는 지면에서 60~80cm 위에 용기가 놓일 수 있도록 높이를 조절하여 작업자가 허리를 굽히지 않고 작업하도록 하여 작업자의 피로를 줄여야한다. 육묘상은 통풍과 배수가 잘되도록 굽은 철사로 만드는 것이 좋으며, 부식방지처리가 되어야하며, 굽은 철사는 마무리처리를 하여 양묘 작업자가 작업 시 신체에 손상을 입는 일이 없도록 해야한다.

표 10. 산림시설양묘시 사용되는 용기의 종류

용기	규격
	<ul style="list-style-type: none"> •1구(KK-SI 2500), •구용적: 2500ml •전체 크기: Ø15.5×18(H)cm
	<ul style="list-style-type: none"> •6구(KK-SI 1300) •구용적: 1300ml •구 크기: Ø12×16.8(H)cm, •전체 크기: 45×30×16.8(H)cm
	<ul style="list-style-type: none"> •15구(SI 350) •구용적: 350ml •구 크기: Ø7.5×14(H)cm, •전체 크기: 44×27×14(H)cm
	<ul style="list-style-type: none"> •15구(KK-SI 500) •구 크기: Ø7.5×16(H)cm, •전체 크기 : 41×25×16(H)cm
	<ul style="list-style-type: none"> •24구 (KK-SI 320) •구 크기: Ø6.4×13(H)cm, •전체 크기: 41×27.5×13(H)cm
	<ul style="list-style-type: none"> •24구(KK-SI 350) •구 크기: Ø6×16(H)cm, •전체 크기 : 41×27×16(H)cm
	<ul style="list-style-type: none"> •28구(KK-SI 300) •구 크기 : Ø5.7×16(H)cm, •전체 크기: 41×23.5×16(H)cm
	<ul style="list-style-type: none"> •40구(KK-SI 250) •구 크기: 4.7×4.7×16(H)cm, •전체 크기: 42.5×26.8×16(H)cm
	<ul style="list-style-type: none"> •104구(SI 63) •구 크기: 3×3×10(H)cm •전체 크기: 42.8×26.3×10(3)cm
	<ul style="list-style-type: none"> •193구(KK-SI 16), •구 크기: Ø2.5×5(H)cm, •전체 크기: 49×27×5(H)cm



그림 17. 시설양묘의 용기받침대
자료: 이수원(2012)

3) 생육상토

용기의 제한된 용량으로 인하여 생육상토는 다음 관수까지 묘목에 물을 공급할 수 있을 정도의 높은 용수량을 가져야한다. 또한 산소와 이산화탄소의 효율적인 교환을 위한 충분한 공극이 있어야한다.

묘목 생장에 필요한 많은 무기양분은 전기적으로 대전된 양이온 상태로 생육상토 수용액에 존재하는데, 이러한 양이온은 뿌리에 흡수되어 생육과 조직 유지에 쓰이며, 시비에 의한 무기 양분의 저장고 역할을 수행한다.

마지막으로 생육상토는 묘목을 용기에 고정시키고 묘목이 곧게 설 수 있도록 돕는 것으로 생육상토의 강도는 생육상토 입자 특성과 용기 크기와 상관관계가 있다.

표 11. 생육상토의 구분 및 특성

구분	특성
물리적 특성	통기성, 보수성, 흡수력 및 투수 속도 등이 적절 pH가 안정되고 적정범위를 유지
화학적 특성	불균형한 무기성분 함량이 적어야 함 전기전도도가 낮고 적절한 양분을 보유하여 생육조절이 용이해야 함 양이온치환용량이 높아 우수한 보비력을 갖추어야 함
생물적 특성	무균, 무충이며 잡초종자가 섞이지 않아야 함
작업적 특성	가비중이 낮아 가볍고 취급이 용이하며 수용성이 좋아야 함
경제적 특성	저렴하고 매년 동질의 자재수급이 가능해야 함

생육상토 제조에 상토는 피트모스, 펄라이트, 질석을 1:1:1(용적기준)의 혼합비율로 골고루 비벼서 사용하며, 이때 물과 충분히 혼합하여 사용하면 작업이 쉽고 용기에 담기 쉽다. 피트모스와 버미큘라이트를 혼합하여 사용할 경우 피트모스와 버미큘라이트의 부피 비율은 1:1 ~ 1:3 범위를 가질 수 있으며, 이때 가능하다면 입자가 큰 등급의 피트모스가 사용되어야 하며, 버미큘라이트는 보다 큰 입자 등급이 선호된다.

유기질이 혼합되어있는 원예용 상토는 수종에 따라 시설양묘용으로는 부적합할 수 있으므로 상토 선정에 유의하여야 한다. 배합 과정에서 비료, 석회석, 계면활성제, 고흡수제 및 균근 접종물을 포함한 다양한 종류의 원료를 생육상토에 지속적으로 첨가하며, 버미큘라이트와 펄라이트와 같은 생육상토의 공통 무기 성분들은 무균상태이지만 피트모스나 기타 유기 성분은 무균상태가 아니므로 사용 시 살균 및 소독이 필요하다.



그림 18. 상토의 제조 작업
자료: 이수원(2012)

가) 피트모스(초탄)

피트모스는 낮은 온도, 산소량, 영양소량을 가진 수종중에서 이끼, 사초, 잔디와 같은 여러 식물들이 부패되어 축적되면 생기는 상토재료로서 식물의 종류, 부패 정도, 지역의 온도와 수질 등 특성에 따라 초탄의 질이 달라지고 인공 토양의 성분으로서 가치를 측정하게 됨

나) 펄라이트(진주암)

펄라이트는 질산염-규산알루미늄의 화산암을 의미한다. 채광 후 가공되지 않은 펄라이트는 부서지고, 1,000°C에서 열처리를 하게되면 하얗고 가벼운 성분이 생성되며, 표면에만 수분이 붙어서 펄라이트가 포함된 토양은 배수가 잘되고 가벼운 특징이 있다.

다) 버미큘라이트(질석)

질석은 알루미늄-철-망산 규산염 미네랄로, 얇고 평행한 플레이트들로 구성되어 있다. 가

공되지 않은 버미큘라이트 미네랄이 채광되고 나서, 약 1,000°C 근처까지 열을 가열하여 15~20배 크기로 확장시키면 아코디언과 비슷한 구조를 가지게 된다.

버미큘라이트는 가볍고 면적 대비 부피가 매우 높기에 높은 수분 저장 능력을 가지고 있으며, 플레이트는 많은 양이온 저장 공간을 가지고 있어 높은 양이온치환용량을 가진다.

라) 톱밥

톱밥은 여러 가지의 재배 환경에서 상용되면 사용되기 전에 퇴비가 주어진다. 제재소에서 나온 톱밥을 사용해야 하며, 해안가의 제재소의 경우 염분을 포함할 수 있기에 사용을 피해야 한다.

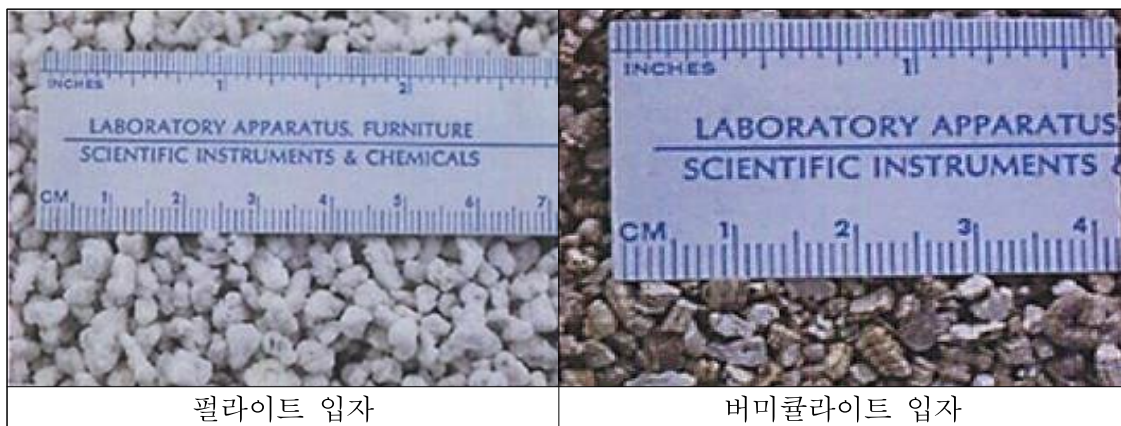


그림 19. 상토의 제조 작업
자료: 국립산림과학원(2019)

4) 시비시설

균일하면서 우량한 묘목 생산을 위해서는 반드시 설치되어야 하는 시설이며, 용기 내 생육 상토에는 비료가 없기 때문에 묘목이 건전하게 생육하기 위해서는 반드시 무기영양소를 정밀하게 공급할 수 있어야 한다.

무기영양소 공급은 수용성 복합비료(멀티피드 19-N:K=19:19:19)를 생육 초기 1달은 2,000배액과 생육 3달은 1,000배액을 주 2~3회 시비를 실시하며, 액비 사용 시 일반 비료 살포를 하지 않아야 한다.

시비시설은 시비양액을 자동으로 조절할 수 있는 시설이어야 하며, 관수시설에 연결하여 관수 시 수압에 의하여 액비가 자동으로 혼합되어 관수될 수 있는 시설이 편리하다.

5) 관수시설

적정 관수체계는 용기묘를 생산하기 위해서 반드시 필요한 시설이며, 이 체계는 물을 골고루 공급할 뿐만 아니라 규정된 영양소와 살균제도 사용할 수 있다. 시설온실에 설치할 소형 스프링클러는 일반적으로 하향회전살수를 사용하며 플라스틱제품으로 부속도 용도에 따라 쉽게 교환할 수 있어야한다. 미스트는 전체적으로 고르게 살수할 수 있도록 노즐의 수와 거리는 적절하게 조절되어야하며, 관수시설은 중앙컨트롤시스템에 자동타이머로 연결하여 자동적으로 기본적인 관수를 실시할 수 있도록 설치되어야 한다.



그림 20. 반자동의 양액 시비 시스템

자료: 한국양묘협회(2015)



비닐온수 관수시설(하향식 스프링클러)

비닐온수 관수시설(하향식 스프링클러)

그림 21. 비닐온수 관수시설(하향식 스프링클러)

자료: 한국양묘협회(2015)

나. 용기묘 생산

1) 용기 준비 및 상토 채우기

파종할 용기의 상토채우기는 종묘사업실시요령에 나와 있는 수종, 묘령에 따른 해당 용적의 플라스틱 트레이 용기를 이용해야하며, 다음과 같은 순서로 진행된다.

① 상토는 피트모스, 펄라이트, 질석을 용적기준의 혼합 비율로 비벼서 사용하는 일반적인 상토를 이용해야한다.

② 상토를 용기에 충분하게 담은 후 2~3회 지면에서 15cm 정도 들어 가볍게 내려친 후 상토를 다시 담아야하며, 이때 상토를 눌러서 담으면 안된다.

이식묘 상토 채우기는 다음과 같은 순서로 진행된다.

① 이식할 용기 바닥에 상토를 약간 채운다.

② 이식묘를 깊이 심으면 생육에 지장을 초래할 수 있으므로, 묘목 근원경 부위가 상토에 묻히지 않도록 유의해야 한다.

③ 이식할 용기묘를 기존 용기에서 뽑아 이식할 용기 중앙에 위치시킨 후 돌려 빈 공간에 상토를 채운다.

④ 채워진 상토를 다진 후 부족한 상토를 다시 채운다. 이때 검지 손가락 굵기의 진압봉을 이용하여 용기 내 빈 공간이 발생하지 않도록 골고루 쑤셔서 다져야 한다.

⑤ 이식할 용기묘는 미리 뽑아 두는 것이 아니라 이식할 때 마다 뽑아서 이식해야한다.

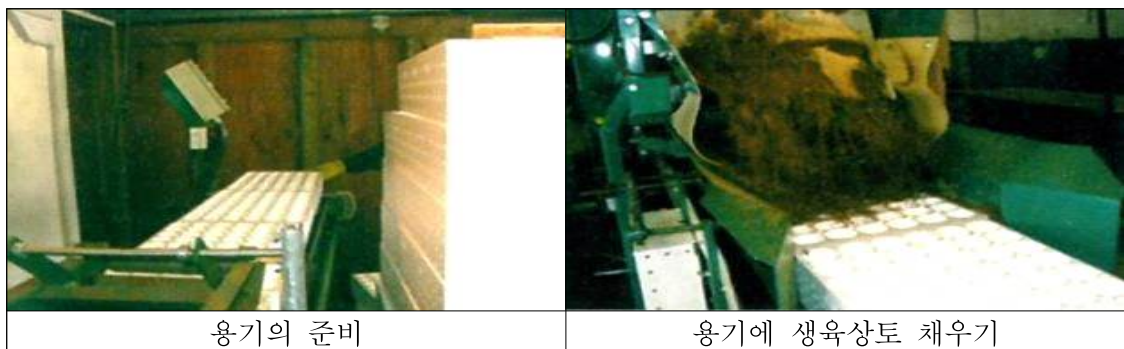


그림 22. 캐나다의 용기묘 생산기술

자료: 한국양묘협회(2015)

수종 및 묘령별 적절한 용기를 활용하는 것이 중요하며, 종묘사업실시요령을 참고하여 수종별 묘령별 적절한 용기를 선정하여 사용해야한다.

표 12. 생육상토의 구분 및 특성

구분	묘령	용기	
		생육밀도 (본/m ²)	구 용적 (ml/구)
거제수나무	1-0	200~230	300~360
곰솔(해송)	1-0	250~360	230~260
	2-0	250~360	230~260
낙엽송	1-0	200~230	300~360
	2-0	200~230	300~360
녹나무	1-0	200~230	300~60
	2-0	200~230	300~360
느릅나무	1-0	200~230	300~500
느티나무	1-0	140~230	300~360
루브라참나무	1-0	200~230	280~360
박달나무	1-0	200~230	300~360
백합나무	1-0	140~230	300~500
상수리나무	1-0	200~230	280~360
소나무	1-0	250~360	230~260
	2-0	250~360	230~260
	2-1	40~80	1,000~1,300
	2-2	40~80	1,000~1,300
자작나무	1-0	200~230	300~360
종가시나무	1-0	200~230	320~360
	2-0	200~230	320~360
편백	1-0	200~300	300~350
	2-0	200~300	300~350
	2-1	40~80	1,000~1,1300
	2-2	40~80	1,000~1,300
피나무	1-0	200~230	300~360
후박나무	1-0	200~230	320~360
	2-0	200~230	320~360
황칠나무	1-0	200~230	320~360
	2-0	200~230	320~360

표 12. 시설양묘의 사업기준 상토일람표

구분	묘령	상토			
		(m ² 당 최대 생육밀도 및 구용적 기준)			
		중량(L)	피트모스(L)	펄라이트(L)	버미큘라이트(L)
거제수나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
곰솔(해송)	1-0	93.6	31.2	31.2	31.2
	2-0	-	-	-	-
낙엽송	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
	2-0	-	-	-	-
녹나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
	2-0	-	-	-	-
느릅나무	1-0	115	38.34	38.34	38.34
느티나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
루브라참나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
박달나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
백합나무	1-0	115	38.34	38.34	38.34
상수리나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
소나무	1-0	93.6	31.2	31.2	31.2
	2-0	-	-	-	-
	2-1	83.2	27.74	27.74	27.74
	2-2	-	-	-	-
자작나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
종가시나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
	2-0	-	-	-	-
편백	1-0	105	35	35	35
	2-0	-	-	-	-
	2-1	76	25.34	25.34	25.34
	2-2	-	-	-	-
피나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
후박나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
	2-0	-	-	-	-
황칠나무	1-0	82.8	27.6	27.6	27.6
	2-0	-	-	-	-

2) 파종 및 복토

시설양묘에서 종자의 파종은 수종별 생육 일정을 고려하여 파종시기를 결정하며, 종자 발아율에 따라 용기의 구당 파종하는 종자수를 결정해야한다.

종자발아 초기에 습한 온실 내에서 병충해 발생 예방을 하기 위해 다찌가렌 1,000배액을 1회/주 간격으로 한달간 충분히 살포해야한다. 참나무류의 경우 발아촉진 처리한 종자 중 유근이 발생하기 시작한 종자를 골라 파종해야하며, 종자 파종 시 유근이 막 발아하기 시작하는 것이 작업상 편리하며, 단기간 내에 골고루 성장하여 불량 묘목의 비율을 최소화 할 수 있는 장점이 있다.

미발아 용기 보식을 위해 육묘상자에서 종자를 발아시켜 이식에 준비할 수 있도록 해야 하며, 종자 파종 후 남은 종자는 분수 조절을 대비하기 위하여 삼목상 등에 충분히 파종해 두어야한다.



그림 23. 캐나다의 용기묘 생산기술
자료: 한국양묘협회(2015)

표 13. 시설양묘 사업기준 파종량 일람표

구분	묘령	파종량 (립/구)	생립기준 및 이식본수 (본/구)	득묘율 (%)
거제수나무	1-0	5	1	90
곰솔(해송)	1-0	2	1	-
	2-0	-	1	90
낙엽송	1-0	4	1	-
	2-0	-	1	75
녹나무	1-0	3	1	-
	2-0	-	1	85
느릅나무	1-0	5	1	90
느티나무	1-0	3	1	90
루브라참나무	1-0	2	1	90
박달나무	1-0	7	1	90
백합나무	1-0	12	1	90
상수리나무	1-0	2	1	90
소나무	1-0	2	1	-
	2-0	-	1	90
	2-1	-	1	-
	2-2	-	1	90
자작나무	1-0	10	1	90
종가시나무	1-0	2	1	-
	2-0	-	1	90
편백	1-0	10	1	-
	2-0	-	1	80
	2-1	-	1	-
	2-2	-	1	90
피나무	1-0	12	1	90
후박나무	1-0	3	1	-
	2-0	-	1	85
황칠나무	1-0	5	1	-
	2-0	-	1	70

3) 용기배치

묘목을 용기에 파종한 후 받침대에 배치할 때는 용기 밑 부분에서 상토가 새어나가지 않게 주의하여 배치해야하며, 배치 후 묘목의 생장이 안정된 후 주기적으로 용기의 자리를 바꾸어 가장자리와 안쪽 모두 균일하게 성장할 수 있도록 해야한다. 또한 용기 배치를 바꾸는 것은 관수와 시비 시에도 균일한 효과를 얻을 수 있다.

묘목의 이식이 완료되면 야외생육시설의 용기받침대 위에 배치해야한다. 이후 배치가 완료되면 충분히 관수하여 이식묘가 용기 내 상토에 고정되어 새 뿌리 발달이 잘 이루어 질 수 있도록 유도해야한다.

야외생육시설의 경우 용기받침대를 설치하는 것이 묘목의 성장 및 관리 측면에서 유리하며, 받침대 높이는 용기 보습 유지, 온도 유지, 용기대묘 관리 효율성 차원에서 지면에서 약 20cm 내외의 높이로 설치하는 것이 바람직하다.

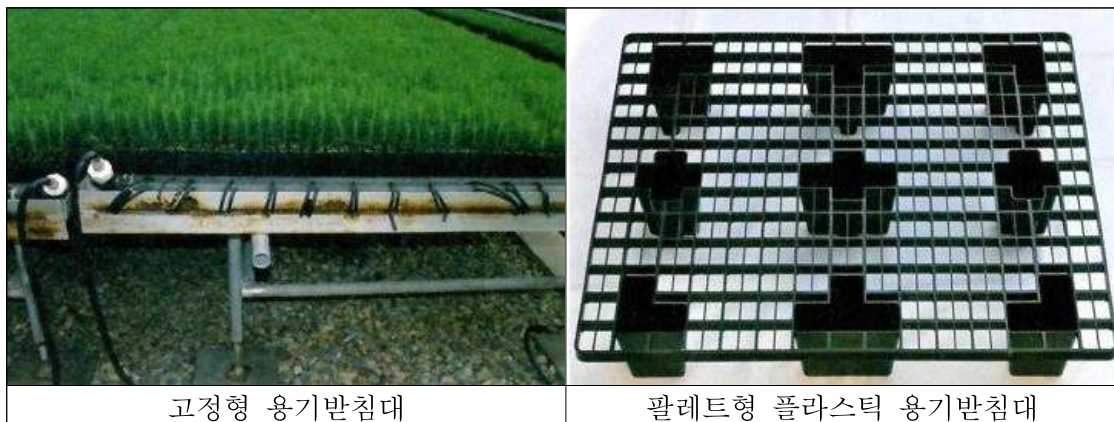


그림 24. 시설양묘용 용기받침대의 종류 및 형태

자료: 한국양묘협회(2015)

다. 용기묘 생산 관리

1) 본수 조절 및 보식

용기 내 종자의 발아상태에 따라 묘목을 이식하여 본수를 조절해야한다. 이때 이식에 적절한 시기는 종자발아 후 본 잎이 나오기 전이며, 유묘에 대한 옮겨심기가 끝나면 이식한 묘목의 뿌리는 활착 전에 미약해질 수 있으므로 다찌가렌 1,000배액을 충분히 뿌려 병의 발생을 예방해야한다.

종자 저장, 발아, 파종에 만전을 기하면 본수조절에 소요되는 노동력을 절감할 수 있다.

종자 파종 후 남은 종자는 본수조절을 대비해서 삼목상과 같은 상자에 충분히 파종해야 한다. 이때 용기 1구에 종자 2립 이상을 파종하면 2본 이상이 발아되어 동시에 자라는 경우가 있는데, 이때는 서로 생육 경쟁을 유발시켜 건전묘가 될 수 없으므로 쇠약한 묘목을 제거하여 1본만 남겨야한다.

발아가 원활하지 않은 구에는 보식하여 전반적인 종자의 발아시차와 생장이 개체 간 차이를 보일 수 있어 일부 묘목 생산자는 양묘파종상자에 월예용 상토를 채워 파종한 후 유묘를 굴취하여 용기에 이식하기도 한다.



그림 25. 캐나다의 용기묘 생산기술
자료: 한국양묘협회(2015)

2) 관수 및 시비

묘목은 수종과 생육단계 및 시기에 따라 요구되는 수분량이 다르므로 적절하게 조절하여 관수하여야 한다. 소나무, 낙엽송, 편백, 참나무, 가시나무, 황칠나무의 관수는 주 4회 실시하며, m^2 당 20L 정도로 충분히 관수하여야 한다. 하지만 황칠나무는 타 수종에 비해 적은 양으로 관수해야 한다.

야외생육시설에 있는 묘목에 대한 관수는 주 2회 실시하며, 1회 관수시 m^2 당 50L 이상 충분히 관수해야 한다. 특히 야외생육시설은 기상 조건에 따라 용기묘의 상태가 달라지기 때문에 용기묘 상태를 반드시 확인한 후 관수량을 적절히 조절하여야 한다.

용기 종류, 온실 위치 및 환기조건, 온도, 광량, 바람 등 기상 조건에 따라 관수량 및 횟수는 가감되어야 하며, 특히 상토 종류에 따라서 관수량을 적절하게 조절할 수 있어야 한다.

일반적으로 용기묘의 성장량에 따라 관수하는 횟수를 증가시켜야 하며, 생장이 왕성한 7월 이후에는 매일 관수를 실시하는 것이 좋다. 하우스 가장자리의 경우, 쉽게 건조해질 수 있어 가끔 인력을 통한 관수를 실시해야 하며, 묘목이 자라면 미스트만으로 충분히 물이 용기에 들어가지 않는 경우도 있으므로 용기 전체에 물이 관수될 수 있도록 조치하여야 한다. 용기 받침대 가장자리에 위치한 묘목은 건조피해를 받는 경우가 많이 발생하므로 측면관수를 반드시 실시하여야 한다.

일반적으로 용기 내 상토는 한번 건조해지면 관수에 어려움이 많으므로 건조해지지 않도록 주의해야 하며, 한낮에 관수하는 것은 용기묘 앞에 피해를 줄 수 있어 일출과 일몰 전·후에 실시하는 것이 바람직하며, 비닐호스를 사용하여 관수할 경우, 비닐호스가 햇빛에 노출되면 호스 내에 고여 있던 물이 가열되어 묘목에 열상 피해를 줄 수 있으므로 주의해야 한다.

시비는 관수를 겸하여 실시하며 시설양묘 사업기준 일람표를 기준으로 수종과 묘령에 맞게 시비하여야 한다. 생육단계별로 질산, 인산, 칼륨의 함량이 다른 비료를 사용하는 것이 유리하며, 성장 초기에는 질소 비율을 늘려 시비하는 것이 좋으며, 성장 후기에는 질소 비율이 높으면 묘목이 웃자라 내한성이 약해지고 품질이 떨어질 수 있다. 성장 후기에는 묘목을 경화시키는 칼륨을 집중하여 시비하면 동해 방지 효과를 얻을 수 있다.

표 14. 시설양묘의 시비 일람표

구분	묘령	시비기준	
		m ² 당 20l 관수와 병행	
		생육 초기 (1개월 주 1회) (g/20l/m ²)	생육기 (3개월 주 1회) (g/20l/m ²)
거제수나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
곰솔(해송)	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
낙엽송	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
녹나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-0	10(2000배액)	20(1000배액)
느릅나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
느티나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
루브라참나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
박달나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
백합나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
상수리나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
소나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-1	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-2	20(1000배액)	20(1000배액)
자작나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
종가시나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-0	10(2000배액)	20(1000배액)
편백	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-1	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-2	20(1000배액)	20(1000배액)
피나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
후박나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-0	10(2000배액)	20(1000배액)
황칠나무	1-0	10(2000배액)	20(1000배액)
	2-0	10(2000배액)	20(1000배액)

3) 병충해 방지

파종 용기 발아상에 나타나는 모잘록병 예방을 위해서는 파종 전 반드시 상토를 소독하고 발아 후 다찌가렌 1,000배액을 주기적으로 살포해야한다.

소나무가루깍지벌레, 잣나무넓적잎벌 등 해충이 발생하였을 때는 발생 초기에 메치온 유제(수프라사이드) 1,000배액을 약액이 충분히 묻히도록 살포해야하며, 응애 및 거세미 등 해충이 발생하였을 때는 발생 초기 살충제를 2주 간격으로 살포하며, 야외생육시설은 개방된 환경으로 인하여 살충제와 살균제를 정기적으로 살포하여 미리 병충해를 예방하여야한다.

가시나무류 병해충은 녹병, 가지마름병, 깍지벌레 등이 있는데, 녹병 예방을 위해서는 9~10월 사이에 다이센 M-45 600배액을 2주 간격으로 살포하고, 가지마름병은 6~9월에 폴리옥신수화제나 베노밀 수화제를 2주 간격으로 살포해야한다. 깍지벌레 피해의 경우 풋솔이나 유기인제를 뿌려 방제하는 것이 좋다(표 15).

4) 생육환경 조절

비닐온실의 온도는 15~30℃로 유지될 수 있도록 조절하며 광도와 광주기는 자연광을 이용한 자연처리를 실시하여야한다. 다만 여름에는 한낮 온실 내부 온도가 30℃를 넘기 때문에 온실의 천창과 측장을 열고 환기팬을 활용하여 통풍 시켜야하며, 고온에 의한 피해를 방지하기 위해서 차광망을 설치한 후 수시로 관수해야한다.

야외생육시설은 최소한의 환경이 조절되는 시설로 필요에 따라 차광망이나 비닐을 씌울 수 있으며, 9월 초순부터는 천창을 개방하거나 비닐을 제거하여 묘목의 경화가 순조롭게 되도록 해야한다.

2차년도 생육 단계에서는 용기묘 줄기 하부 괴사를 방지하기 위하여 공기 유통을 유도하기 위해 생육공간을 넓혀 줄 필요가 있음

5) 월동 관리

용기묘 생산에 있어 10월 중순까지는 정상적으로 관수를 실시하며, 이후 점차 관수량을 줄여야한다. 이때 겨울철에도 최소한의 수분공급이 필요하며 반드시 관수를 실시해야한다.

관수는 외부 환경조건과 용기묘 상토 수분조건을 고려하여 수종별 1~2주 또는 2~3주에 1회 이상 실시하여야 한다.

표 15. 시설양묘의 약제 일람표

구분	요령	시비기준	
		살균제 생육초기 (침엽수 4회) (활엽수 2회) (ml/20l/m ²)	살충제 생육기간 (4회 이상) (ml/20l/m ²)
거제수나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
곰솔(해송)	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
낙엽송	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
녹나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
느릅나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
느티나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
루브라참나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
박달나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
백합나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
상수리나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
소나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-1	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-2	20(1000배액)	20(1000배액)
자작나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
종가시나무	1-0	5(2000배액)	5(2000배액)
	2-0	5(2000배액)	5(2000배액)
편백	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-1	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-2	20(1000배액)	20(1000배액)
피나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
후박나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)
황칠나무	1-0	20(1000배액)	20(1000배액)
	2-0	20(1000배액)	20(1000배액)

제3장

산림사업용 묘목 생산 체계

1. 산림용 종묘 생산 현황

가. 종자 생산

1) 채종원 조성

채종원은 유전적으로 우수한 나무들의 집단으로 열등한 유전인자를 지닌 외부 화분 오염을 방지하고, 보다 우수한 대량의 종자를 생산함과 동시에 보다 쉽게 종자를 채취할 수 있도록 운영 및 관리하는 주요한 종자 생산 공급원이다.

우리나라에서 채종원 조성은 1968년 수형목에 의한 채종원 조성 5개년 계획 수립을 통 소나무, 낙엽송 등 7종에 대해서 약 750ha의 채종원이 최초로 조성되었다. 이후 1971년 리기다소나무 대신 해송 채종원을 신규 조성하였고, 1972년에는 전체 채종원 면적을 844.2ha까지 확대하였다. 이후 지속적인 확대를 통해 2024년 현재 58종 (침엽수 16종, 활엽수 42종) 1,023ha(침엽수 811ha, 활엽수 212ha)의 채종원이 조성되어 있다(청주/충주/사천 280ha, 춘천/인제 214ha, 강릉/평창 208ha, 안면/고창 122ha, 제주 148ha, 수원 51ha).

산림정책이 바뀔 때 마다 주요 조림수종이 바뀌거나 수종 수가 변경되어 왔고, 현재는 제 6차 산림기본계획 기간에 근거하여 지역별·목적별 집중 조림 전략을 추진하고 있다. 제1차 치산녹화기(1973~1978) 14개 조림수종은 현재 78개 조림수종으로 증가하였다.

우량종자를 수급하기 위해서는 수형목 선발에서 육종까지 오랜 시간이 소요됨에 따라 조림수종의 빈번한 변화는 원활한 종자 수급을 어렵게 하는 요인 중 하나로 작용하게 된다.

표 16. 산림정책별 주요 조림수종의 변화

국가	기간	수종 수	조림 수종
제1차 치산녹화	1973~1978	14	유실수(5종), 속성·특용수(5종), 장기수(4종)
제2차 치산녹화	1979~1987	21	유실수(2종), 속성·특용수(5종), 장기수(14종)
제3차 치산녹화	1988~1997	78	용재수(27종), 유실수(4종), 조경수(20종), 특용수(12종), 내공해수종(8종), 내음수종(4종), 내화수종(3종)
제4차 산림기본계획	1998~2007	20	주수종(8종), 부수종(12종)
제5차 산림기본계획	2008~2017	7	강원·경북(소나무, 낙엽송, 잣나무), 경기·충청(소나무, 낙엽송, 백합나무), 경남·전라(소나무, 편백, 백합나무), 남해·제주(편백, 삼나무, 가시나무류)
제6차 산림기본계획	2018~2037	78	용재수종(27종), 유실수종(4종), 조경수종(20종), 특용수(12종), 내공해수종(12종), 내음수종(6종), 내화수종(4종)

출처: 산림청(2024)

2) 채종림 및 채종임분 조성

채종림은 채종원산 종자로 조림에 필요한 소요량을 충당하기 어려울 때 부족한 종자 수요를 충족할 목적으로 지정된 우량임분으로 재적생산, 생태적 조건에 대한 적응성, 통직성, 채종 편리성, 도·남벌 여부 등을 기준으로 지정한다.

채종임분은 채종원과 채종림에서 조림용 종자공급량이 부족하다고 판단되거나 채종원 및 채종림이 지정되지 않은 수종의 종자를 잠정적으로 채취하는 임분으로서 채종림 지정 요건에 미달되거나 형질이 일반적으로 우량한 임분을 말하며, 수간의 형태, 분지성, 병해충 여부, 채종 편리성 등을 기준으로 선정한다.

2023년 12월 기준으로 채종림은 전국 20개소 124.1ha가 지정되어 있으며, 채종임분은 95개소 478.9ha의 면적이 지정되어 있다.

표 17. 채종림 및 채종임분 지정현황

기관별	계			채종림			채종임분		
	면적 (ha)	그루	개소	면적	그루	개소	면적	그루	개소
소계	603	285,475	115	124.1	38,580	20	478.9	246,895	95
북부지방청	156.2	77,131	29	78.0	8,250	4	78.2	68,881	25
동부지방청	115.2	86,275	40	31.1	12,544	9	84.1	73,731	31
남부지방청	289.8	93,630	26	3.5	2,385	2	286.3	91,245	24

중부지방청	23.6	25,751	8	11.5	15,404	5	12.1	10,350	3
서부지방청	18.2	2,688	12	-	-	-	18.2	2,688	12
소계	631.7	325,624	212	94.0	74,431	43	537.7	251,193	169
경기도	17.6	13,826	13	-	-	-	17.6	13,826	13
강원도	214.1	140,686	60	69.0	65,228	39	145.1	75,458	21
충청북도	18.8	8,798	13	-	-	-	18.8	8,798	13
충청남도	59.0	32,273	21	4.0	1,513	2	55.0	30,760	19
전라북도	37.1	14,955	20	-	-	-	37.1	14,955	20
전라남도	184.7	50,789	41	20.0	5,840	1	164.7	44,949	40
경상북도	33.8	23,313	22	-	-	-	33.8	23,313	22
경상남도	66.6	40,984	22	1.0	1,850	1	65.6	39,134	21
총계	1,234	611,099	327	218.1	113,011	63	1,016.6	498,088	264

출처: 산림청 홈페이지(2024)

3) 산림용 종자 생산주체별 생산 현황

채종원은 우수한 산림용 종자를 대량으로 생산할 수 있도록 국가가 관리 및 운영하는 종자생산 공급원으로서 국립산림품종센터장이 조성·관리하고 있으며, 종자는 국립산림품종관리센터에서 직접 채취하여 국·민유양묘장에 공급하고 있다.

채종림과 채종임분의 종자는 시·도지사 및 지방산림청에서 공개경쟁입찰 또는 수의계약으로 채취자를 선정 후 채취하여 주로 민간양묘장에 공급되고 있다.

2024년 현재 산림용 종자 공급을 위한 채종원, 채종림, 채종임분의 면적은 각각 1,023ha, 218ha, 1,016ha 이며, 채종원은 국립산림품종관리센터에서 관리 및 운영하고 있으며, 채종림과 채종임분의 관리 및 운영은 지방산림청과 지방자치단체가 담당하고 있다. 채종원과 지방청이 운영하는 채종림 및 채종임분은 국유림으로 구성되어 있으며, 지방자치단체가 운영하는 채종림 및 채종임분은 민유림으로 구성되어 있다.

국립산림품종관리센터는 수원, 춘천, 강릉, 충주, 안면, 제주에 채종원을 나누어 운영하고 있으며, 침엽수 16종과 활엽수 42종 총 58종의 수종을 보유하고 있으며, 지방청에서 관리하는 채종림은 20개소, 지방자치단체가 관리하는 채종림은 43개소이며, 지방청에서 운영하는 채종임분은 95개소, 지방자치단체가 관리하는 채종임분은 169개소를 보유 및 운영하고 있다.

표 18. 채종원 현황

수종	지역별 조성 면적						
	계	충주	춘천	강릉	안면	제주	수원
합계	1,048.0	290.8	221.4	223.8	125.8	135.5	50.7
침엽수	842.7	233.8	174.2	197.0	117.8	109.0	10.9
활엽수	205.3	57.0	47.2	26.8	8.0	26.5	39.8

2022년 종자생산량은 총 35,091kg으로 2021년 생산량 35,557kg에 비하여 약 1.4% 감소하였다. 채종원에서는 전체 생산량의 약 23.8%인 8,361kg을 생산하였고, 채종림에서는 약 9.2%인 3,252kg, 채종임분에서는 전체 생산량의 67.0%인 22,334kg의 종자를 생산하여 종자 대부분을 채종임분에서 생산하고 있다. 좋은 종자의 확보는 우량 묘목 생산의 기초이므로 채종원 조성과 채종림 확보는 종자의 국가 관리체계 확립을 위하여 매우 중요한 과제이지만 아직 양적으로 많이 부족한 상황이다.

외국산 종자의 경우 국립산림품종관리센터에서 국내 적응 시험을 완료한 후 공급하며, 남북 교류 사업 등을 위한 잣, 아까시나무, 싸리 등의 대북 공급용 종자는 지방청에서 산림용 종자와 함께 병행 채취하여 생산지를 표시한 후 국립산림품종관리센터에 저장하고 있다.

표 19. 종자공급원별 생산량

구분	계	채종원	채종림	채종임분	기타
2018	41,628	11,842	973	26,158	2,709
2019	33,543	10,448	1,258	19,383	2,454
2020	39,349	10,077	3,002	22,686	3,583
2021	35,557	11,214	2,508	20,412	1,424
2022	35,091	8,361	3,252	22,334	1,144

나. 산림용 묘목 생산

1) 산림사업용 묘목 생산 방식

2024년 현재 산림사업용 묘목생산에 있어서 노지양묘와 시설양묘의 비율은 약 dd 이며, 산림청에서는 시설양묘 비율을 지속적으로 증가시키려고 하고 있다.

국내 시설양묘는 1996년 강원도 고성지역 산불 피해지 복원 조림을 위해 중부시험임업장(용문양묘장)을 중심으로 소나무 용기묘를 생산하는 데서 시작되었다. 2000년 이후부터 활엽수 조림 장려 정책에 따라 상수리나무 용기묘 생산이 시작되었으며, 2002년 이후부터 민간양묘장에 간이온실 구축을 보조 사업으로 지원하면서 보다 확대되었다.

노지양묘는 전통적인 양묘방법으로 자연토양인 야외포지에서 노지묘를 생산하는 방식을 말하며, 시설양묘는 특수 설계된 용기에 종자를 파종한 후, 묘목이 건전하게 생육할 수 있는 환경을 조절하여 단기간에 묘목을 대량생산하는 방법을 말한다.

용기묘는 시설양묘로 생산된 묘목을 말하며, 수종과 용도에 따라 다양한 형태, 재질, 크기의 용기를 사용하여 생산된다.

2) 노지양묘

노지양묘는 노동집약적인 양묘방법으로 초기 시설투자비가 적고, 묘목 생산 단가가 낮고, 고도의 재배기술이 필요하지 않는다는 장점이 있다. 그러나 넓은 면적의 양묘장이 필요하며, 묘목이 홍수·가뭄·태풍·한해와 같은 자연재해의 피해를 입기 쉽고, 포지에 잡초 발생이 많아 많은 인건비가 소요되며, 나근묘를 생산하기 때문에 조림 후 활착 및 생장률이 상대적으로 떨어진다. 또한 봄철 단기간에 집중적으로 즉시 조림하기 때문에 식재시기가 한정되며, 묘목의 굴취와 반출로 인하여 묘포 토양의 손실이 매년 발생하며 병충해의 피해도 큰 편이다.

노지양묘는 양묘장 부지를 확보한 경우, 많은 시설투자비와 운영비를 크게 들이지 않고 묘목을 생산할 수 있지만 최근 농촌인구의 고령화, 인건비 상승, 새로운 인력의 유입 감소 등으로 인하여 인력수급이 어렵다는 문제가 있다.

표 20. 노지양묘의 장·단점

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> - 묘목의 대량 운반 가능 - 뛰어난 환경 적응력 	<ul style="list-style-type: none"> - 묘목 생산에 많은 노동력 필요 - 기후변화로 인한 기상재해에 취약 - 연작과 장기간 사용에 따른 묘포 토양의 노후화 및 토양개량의 한계 - 기후변화에 따른 계속적으로 새로운 재배 기술 확보 필요

3) 시설양묘

시설양묘는 단기간 균일한 품질의 묘목의 대량생산이 가능하고, 조림 후 활착율과 생장이 양호하고, 시설온실 내부에서 양묘하므로 기상변화에 대처하기가 쉽다. 또한 잡초의 발생이 거의 없기 때문에 인건비가 비교적 적게 들며, 일 년 내내 조림할 수 있기 때문에 식재시기가 길고, 인공토양을 사용함으로써 토양 손실이 없고 병해충이 적다는 장점이 있다.

시설양묘는 종자파종, 관수 및 시비, 생육환경조절 등을 자동 또는 반자동 시설을 활용하기 때문에, 노지양묘와 같은 집약적인 노동력이 필요하지 않으며, 양묘 일정에 따라 노동력의 탄력적인 운영이 가능하다. 또한 시설양묘 시업에 있어서 종자파종 및 용기운반 배치, 용기묘 포장에 인력 대부분이 필요하고, 묘목 생육관리에는 소수의 인력만 필요하다.

시설양묘는 계절 및 기후조건에 상관없이 생산이 가능하기 때문에 식재계획에 따라 수립되는 생산계획에 의해 생산되므로 생산시기를 탄력적으로 쫓러할 수 있어 용기묘의 식재기간을 보다 탄력적으로 운영하는 것이 가능하다. 또한 시설양묘장 부지 및 토양 조건은 노지양묘에 비해 상대적으로 평가 기준이 엄격하지 않다.

그러나 시설온실, 용기, 생육상토, 관수 및 시비시설 등의 구축 및 구입으로 인하여 초기 투자비용이 높다는 단점이 존재한다. 시설양묘는 일반적으로 작은 용적의 생육상토에서 양묘하기 때문에 보다 세심한 관수, 시비 및 온도제어 기술이 요구된다. 용기에서 생육한 묘목은 부피가 크기 때문에 용기묘를 운반 및 수송할 때는 노지묘에 비해 상대적으로 불편하다. 또한 잡초와의 경쟁이 심한 입지조건에서 침엽수 용기묘는 크기가 작기 때문에 성공적인 식재를 위해서는 조림지역에 대한 사전 정지작업이 반드시 필요하다.

표 21. 시설양묘와 노지양묘 선택 시 고려요인

고려사항	노지양묘	시설양묘
위도/고도	낮은 위도 낮은 고도	높은, 낮은 위도 높은, 낮은 위도
초기 자본 투자	높은 토지 비용 기계화 정도에 따라 시설 비용이 다양하게 발생함	낮은 토지 비용 구조와 설비가 비교적 고가 최소한의 토지만 필요
토지 여건	보다 많은 토지 필요 낮은 묘목 생산량	보다 적은 토지 필요 높은 묘목 생산량
토양 품질	중요함 물리·화학적 요인에 대한 점검 필수	중요하지 않음 인공생육상토 사용
수량	많은 양을 요구	적은 양을 요구
수질	좋은 물이 필수적임	좋은 물이 바람직함
인력	많은 인력이 필요함	소수의 전문인력이 필요함
기계 및 설비	양묘장에 따라 다름	온실 형태에 따라 설치
종자 효율성	종자 효율성이 낮음	종자 효율성이 높음
묘목회전 기간	1~5년	5개월 ~ 2년
묘목 특성	보다 넓은 생육공간을 가진 활엽수종	소립종자, 낮은 발아율, 직근성 수종(최대 효과 후)
병충해	토양 병원균 등 환경적인 위험이 높음	극소수의 병충해, 환경적인 위험이 적음
묘목 저장	적은 저장 공간 필요	많은 저장 공간 필요
식재지역 수종	가볍고 맞춤 포장 가능	용적이 크고 무거움
식재지역 여건	수송 피해가 많음 묘목이 적절한 지역에 적합함	수송 피해 적음 높은 활착률
식재시기	짧은 식재 시기	폭 넓은 식재 시기

출처: 산림청. 2010. 시설양묘정책 및 발전방향 연구

다. 산림용 묘목 생산 국내·외 우수 사례

1) 스마트 양묘시스템

스마트 양묘시스템은 임업 시설양묘에 최근 들어 혁신적으로 발전하고 있는 정보통신기술(ICT: Tnformation& Communication Technology)를 접목한 양묘시스템을 의미한다.

스마트 양묘시스템은 시설온실 내부에 온도·습도·CO₂ 농도 등의 변화를 감지하는 센서로 지속적인 모니터링을 실시하며, 인식된 정보를 안정적인 컴퓨터 시스템이 분석하여 환풍기·천장의 개폐, 관수 및 시비시스템, CO₂ 연소기, 보일러 등을 조작하여 최적의 묘목생육환경을 제어할 수 있다.

이러한 시스템을 통해 첨단화된 온실에 묘목의 최적 생육환경을 지원하여 묘목의 생산성 및 품질 향상을 비롯해 운영관리비 절감, 묘목 품질의 규격화, 에너지 절감 등의 장점을 가지고 있다.

스마트 양묘시스템은 스마트 시설온실과 양묘시스템으로 구분된다.

표 22. 스마트 양묘시스템

구분	내용
스마트 시설온실	- 생육환경조절시스템 - 생육환경조절센서, 영상장비, 시설 별 제어 및 통합제어 장비, 최적 생육환경 정보관리시스템 등
양묘시스템	- 양묘관련 시설 및 자재 - 용기, 용기받침대, 야외생육시설, 종자파종시설, 관수 및 시비시설, 광시설, 묘목운반 및 포장시설, 양묘관련 기계 및 장비 등

출처: 산림청(2017) 묘목생산 체계개선을 위한 양묘시설 현대화사업 분석

2) 북부지방산림청 용문양묘장

국내 최초로 스마트 양묘시스템, 컴퓨터를 활용한 정보통신기술을 임업 양묘분야에 도입한 것은 1997년 북부지방산림청 용문양묘장에서 유리온실을 신축한 것이 최초이다. 유리온실 형태는 벤로형 유리온실(691.96m², 209평)이었으며, 구조는 처마 높이 4.3m, 온실 높이 4.95m, 유리 두께 4mm 이었다. 이때 전자동환경제어 온실에서 컴퓨터로 온도, 관수 및 시비, 광 등의 기본적인 생육환경을 제어하면서 소나무 1-0 용기묘를 생산하였다. 또한 겨울에도 유리온실에서 양묘가 가능하게 되면서 헛개나무, 상수리나무, 자작나무, 목백합나무

등 다양한 활엽수종에 대한 겨울철 시범양묘가 최초로 시도되었으며, 양묘한 활엽수를 조림 현장에 식재하여 활착률과 생장을 조사하여 용기묘의 우수성을 널리 알렸다.

이러한 국내 시설양묘 확대는 사계절 전천후 다양한 수종에 대한 연구를 가능하게 하였으며, 다양한 수종을 대상으로 양묘를 실현함으로써 국내 시설양묘 도약에 크게 이바지하였다.

또한 2015년 저노동 고효율을 창출할 수 있는 묘목생산 시스템 구축의 일환으로 양묘시설 현대화 사업을 추진하면서 스마트 양묘시스템 개념을 북부지방산림청 용문양묘장에 도입하였다. 이때 용문양묘장에 3연동 자동화 비닐온실 2동(2,600m²), 야외생육시설 1동(5,000m²), 작업장 1동(300m²), 자동 종자파종시스템 1대, 저온저장고 1동 등 현대화 된 시설을 도입하여 종자 파종부터 관수 및 양액 공급관리 자동화, 묘목의 운반, 저장 시 기계로 이동될 수 있는 생산시스템을 구축하였다.

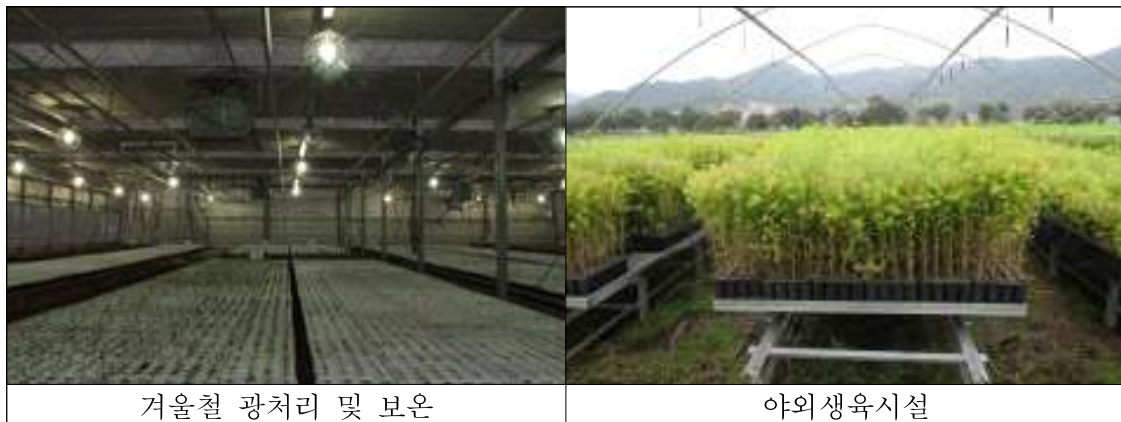


그림 26. 용문양묘장의 양묘 시설

자료: 자료: 산림청(2017)

3) 동부지방산림청 연곡양묘장

1997년 강원도 고성지역에서 발생한 대규모 산불피해지 소나무림 조기 복원을 위해 연곡양묘장에 용문양묘장과 동일한 규격의 유리온실을 구축하여, 첨단화된 유리온실에서 대량 생산된 소나무 1-0 용기묘를 소나무 복원조림 현장에 공급하였다. 동해안 산불피해지 복원용 소나무 용기묘를 생산하면서 축적된 경험과 기술로 소나무 용기묘 생산 기술 매뉴얼을 제작하였고, 이를 통해 시설양묘 생산기술을 전국에 보급하는데 이바지하였다.

또한 전통적인 노지양묘 중심에서 시설양묘가 본격적으로 도입되는 전환점에 크게 이바지하였다.

4) 미국 민간양묘시설 사례(PRT Oregon)

PRT(Pacific Regeneration Technologies Inc.)는 북미 지역에서 가장 큰 용미교 생산 회사로서 1988년 캐나다 British Columbia 정부의 양묘장을 민간 기업에서 인수하면서 회사가 설립되었다. 25개 수종에 대해서 연간 180백만본 이상의 용기묘를 생산하며, 미국과 캐나다에 공급하고 있다. 또한 산림용 묘목 생산과 함께 종자 수집 및 발아효율 향상 처리, 조경수 생산, 조직 배양묘 생산, 묘목품질 검사, 묘목 저온저장, 포장 및 산지 식재 및 조림성과 평가 등 산림자원조성 전반에 대한 업무를 담당하고 있다.

PRT는 북미 전역에 13개 양묘장을 소유하고 있는데, 오레곤 양묘장을 제외한 12개 양묘장은 캐나다에 위치하고 있다. 미국 양묘, 조림 산업 분야와 마찬가지로 조림회사가 양묘장과 수종, 묘목규격, 출하시기, 묘목품질 등을 계약하여 묘목을 생산하는 체계이며, 대부분 침엽수 1년생 용기묘를 생산하고, 조림회사가 특별히 요청할 경우에만 2년생 용기묘를 생산하고 있다.



그림 27. PRT 양묘회사 홈페이지와 Oregon 양묘장

자료: 국립산림과학원(2016)

침엽수종 생산하는 양묘장은 스티로폼 용기를 사용하며, 뿌리 단근을 위해 구리 코팅이 되어있으며, 약 30종의 스티로폼 용기를 보유하고 있다. 용기는 세척과정을 거쳐 5년 이상 사용하고 있으며, 사용년수가 지난 용기는 중국에서 재활용 하고 있다. 세척은 나트륨, 메틸 바이 설페이트 용액을 물과 혼합하여 40초 간 침수 후 건조하여 사용하고 있다. 세척된 용기는 작업장에서 용기 내 상토 충전 및 종자 파종을 실시하며, 용기 규격, 종자 크기, 용기 구당 파종 종장 입수에 따라 자동 파종기 부속 부품을 다르게하여 파종하며, 모터를 조절하여 진동 속도 조절을 통해 상토의 충전 높이를 조절하고 있다.

복토는 아이다호 대학의 양묘연구센터와 같이 굵은 모래를 사용하고 있다.

파종이 끝난 용기는 온실로 이동시켜 배치하며, 이때 용기의 크기 및 목표 규격에 따라 가로 배치 용기 개수와 용기 받침대 높이를 다르게 조절한다. 이러한 조절을 통해 뿌리 공기 단근을 보다 효율적으로 유도할 수 있다.



그림 28. PRT 양묘회사의 침엽수용 스티로폼 용기와 용기묘의 이력 표시
자료: 국립산림과학원(2016)

매일 관수하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 관수량 조절은 컨설팅을 받은 후 실시하고 있다. 또한 매일 같은 시간에 용기의 무게를 측정하여 상토 내 수분조건을 확인하는 절차를 거친 후 관수를 실시하며, 잎 색깔 변화 등을 판단하여 물 부족 여부를 판단한 후 관수를 실시한다. 일부 온실에서 상토 내 토양 온도 측정 센서를 설치하여 상토 내 온도를 모니터링하여 관수량 및 관수 주기를 설정하고 실시간으로 관수를 실시하고 있다. 이때 일정 온도 이상이 되면 자동적으로 30초 간 관수가 될 수 있도록 설정하여둔다.

시비 또한 관수와 마찬가지로 수종별 컨설팅을 통해 제시된 결과를 가지고 활용하며, 지역에 따라 수종별 성장패턴에 따른 시비 및 관수량에 차이를 두고 있다.

파종 후 온실에서 4~9개월 간 재배한 후 검사를 통해 산지로 묘목을 출하하고 있으며, 수종별 목표 묘목 규격을 도달될 시기에 맞추어 단일 처리(short-day treatment)를 실시하고 있다. 이때 수종에 따른 차이는 있지만 8월 초부터 단일처리를 실시하며, 시간은 오후 6시부터 다음날 오전 8시까지 14시간 부직포를 온실 지붕에 덮어둔다. 단일처리를 통해 동야가 형성되면, 지붕의 비닐을 제거한 후 약 1개월 가량 경화 기간을 가진다.

오레곤 주의 양묘 수종 결정을 위한 입지 판정에는 대상지역의 토양형과 토성, 주변에 자라는 수종, 사면 방위와 경사, 강우량, 가뭄기간 등 기후 제약 조건을 고려한다(표 x).

또한 생산하는 묘목의 크기는 경쟁식생, 수분한계, 토양 깊이, 비용 등을 고려하여 묘목이 새로운 입지에 가장 잘 적응할 수 있는 크기를 결정해야한다(표 x)

표 23. 오레곤 주의 주요 수종

구분	학명	국명
Douglas-fir	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	미송
Ponderosa pine	<i>Pinus ponderosa</i>	폰데로사소나무
Engelmann spruce	<i>Picea engelmannii</i>	엔겔만스프러스
Grand fir	<i>Abies grandis</i>	그랜드전나무
Lodgepole pine	<i>Pinus contorta</i>	로지폴소나무
Mountain hemlock	<i>Tsuga mertensiana</i>	르텐시어나솔송
Subalpine fir	<i>Abies lasiocarpa</i>	아고산전나무
Sugar pine	<i>Pinus lambertiana</i>	당소나무
Western larch	<i>Larix occidentalis</i>	미국 서부산 낙엽송의 일종
Western white pine	<i>Pinus monticola</i>	서양백소나무
Incense-cedar	<i>Calocedrus decurrens</i>	북미취백
Jeffrey pine	<i>Pinus jeffreyi</i>	제프리소나무
Pot-Orford-cedar	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	미국편백
California red fir	<i>Abies magnifica</i>	미국 서부산 전나무속의 일종
Sitka spruce	<i>Picea sitchensis</i>	시트카가문비나무
Western hemlock	<i>Tsuga heterophylla</i>	서양솔송나무
Western redcedar	<i>Thuja plicata</i>	서양적삼나무
White fir	<i>Abies concolor</i>	미국산전나무
Red alder	<i>Alnus rubra</i>	미국오리나무, 적오리나무

자료: Robin Rose and Diane Haase. 2006. Guide to Reforestation in Oregon. Oregon state university. 52pp

양묘 시설, 자재도 중요하지만 가장 근본적인 묘목을 키우는 기술에 더 중점을 두어 운영하고 있으며, 양묘장은 조림회사에서 요구하는 규격과 품질의 묘목을 생산하고, 조림지까지 품질변화 없이 이동하는 기술 개발에 중점을 두어 운영하고 있다.

우리나라 민간양묘 시설과 자재에 비해 낙후되어 있지만, 과거부터의 경험과 연구기관과 협업을 통해 파종, 재배환경(시비, 관수, 광, 온도 등)의 조절, 포장 기술, 저온저장 기술은 훨씬 발전되어 있다. 이러한 기술은 대학과 연구기관의 매우 다양한 기초과학 연구를 통해 축적된 연구결과가 현장 기술로 개발된 결과로 해석할 수 있다.

표 24. 오레곤 주의 주요 수종 묘목의 정보

해발 (피트)	수종	묘령	묘목 형태	최소 크기			가격	
				높이 (cm)	근원경 (mm)	크기	달러/ 1000	달러 /100
1,000	Big leaf maple	1-0	노지	20	3.0		329	82
1,000	Black cottenwood	rooted	노지	20	3.0		554	139
1,500	Douglas - fir	2-0	노지	30	4.5		210	
2,000	Douglas - fir	1-1	노지	25	4.0		464	117
1,000	Douglas - fir	1-0	용기	-	-	super cell	300	55
1,000	Douglas - fir	1-0	용기	-	-	styro-1 0	395	55
1,500	Douglas - fir	1-0	노지	20	3-0	styro-8	314	63
4,000	Engelmann spruce	2-0	노지	20	5.0		190	50
1,000	Grand fir	2-0	노지	15	-		210	60
1,000	Jeffrey pine	2-0	노지	10	4.0		303	76
4,500	Lodgepole pine	2-0	노지	15	5.0		235	35
4,000	Moutain hemlock	2-0	노지	10-20	-		225	33
3,000	Noble fir	2-0	노지	15	-		250	65
1,000	Oregon White Oak	1-0	노지	10	3.0		329	82
4,000	Ponderosa pine	2-0	노지	8	4.0		303	76
1,000	Ponderosa pine	1-0	용기	-	-	super cell	345	55
5,000	Ponderosa pine	1-1	노지	10	5.0		443	111
1,000	Ponderosa pine		용기	20	2-4	styro-5	202	40
1,500	Port Orford cedar	2-0	노지	20	3.0		442	110
500	Red alder	1-0	노지	40	4.0		250	
1,000	Sitka spruce	2-0	노지	20	4.0		365	91
4,000	Suga pine	2-0	노지	13	3.0		303	76
1,500	Western hemlock	p-1	노지	25	5.0		496	124
3,500	Western larch	2-0	노지	20	4.0		332	83
1,500	Western red alder	1-1	노지	30	4.0		547	137
500	Wester redcedar	p-1	노지	30	5.0		380	50
5,000	Western white pine	2-0	노지	8	3.0		403	101
5,000	White fir	2-0	노지	10	3.0		337	84

자료: M. Elefritz, M.M. Atkinson, and S.A. Fitzgerald. 2006. The Care and Planting of Tree Seedlings on Your Woodland. 12pp

5) 스웨덴 민간임업 양묘회사 사례(Bergvik Skog)

스웨덴의 Bergvik는 스웨덴 중부지역에서 가장 큰 묘목 생산 회사로서 1955년에 연간 7~8백만본의 노지묘를 생산하는 양묘사업을 시작하였고, 1970년대 말 종이포트로 용기묘를 생산하기 시작하였으며, 1992년 이후부터 현재와 같은 용기묘 생산시스템을 구축하였다.

2016년 기준 총 5,500~6,000만본의 묘목을 생산 및 판매하였으며, 이 중 구주소나무(*Pinus sylvestris*)는 전체 생산량의 50%, 독일가문비(*Picea abies*) 49%, 로지폴소나무(*Pinus contorta*) 1%, 낙엽송(*Larix sibirica*) 1% 미만의 비율로 생산 및 판매되었다.

양묘장에서 사용하는 종자는 베르그빅 임업양묘회사에서 소유한 산림의 우량목에서 채취한 종자를 활용하여 채종원을 조성하였으며, 채종원에서 채취된 종자를 바로 사용하지 않고, 스웨덴 국립산림과학원(Skogforsk)에서 종자 검사를 통과한 높은 발아율을 가지는 종자만을 활용한다.

스웨덴의 양묘 및 조림 산업 분야의 묘목 생산 체계는 임업회사가 양묘장과 수종, 묘목규격, 출하시기, 묘목품질 등을 미리 계약하여 묘목을 생산하는 체계이며, 대부분 침엽수 1년생 용기묘를 생산하고, 특별한 요청이 있을 경우에만 2년생 용기묘를 생산한다.

베르그빅 임업양묘회사는 초기에는 종이, 스티로폼 등 다양한 재질의 용기를 사용하였지만 1992년 체계화된 이후로 플라스틱 용기를 주로 사용하고 있다. 이때 사용하는 플라스틱 용기는 3종류이며, 트리에 121은 용적밀도 50cm², 생육밀도 820본/m², 트레이 81은 용적밀도 85cm², 생육밀도 549본/m², 트레이 64는 용적밀도 115cm², 생육밀도 434본/m²이다. 용기는 효율적 공기 흐름을 위해 용기 벽에 구멍이 있는 개방형으로 공기에 의해 자연적 뿌리 단근을 유도할 수 있다.

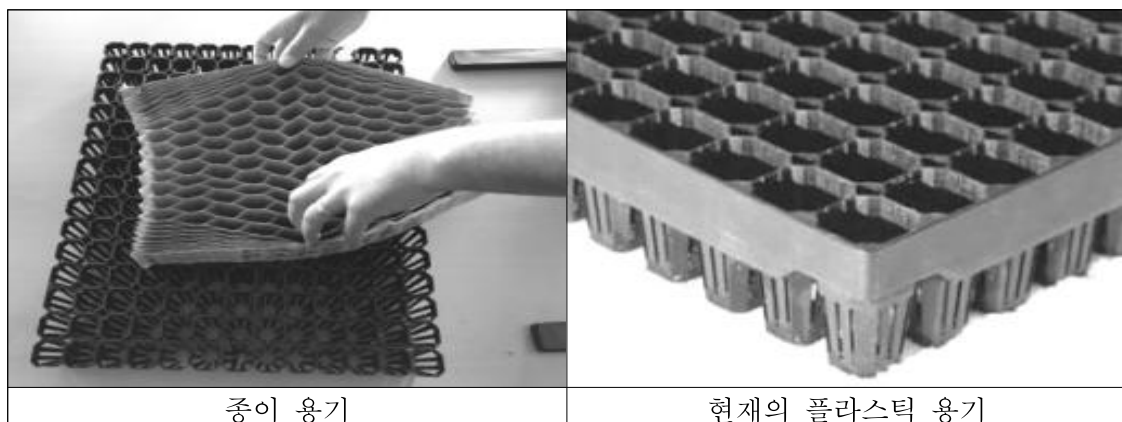


그림 29. 스웨덴에서 사용되는 양묘용 용기

자료: 국립산림과학원(2017)

스웨덴은 북반구에 위치하고 있어 1년 중 9개월이 한랭한 날씨이며, 3개월만 온난한 날씨를 보이고 있다. 이에 양묘의 99.9%가 시설양묘로 생산되고 있으며, 냉방 시스템 대신 난방 시스템이 잘 발달되어있다. 온실의 난방은 근처 호수나 강에서 물을 끌어온 후 데워서 난방에 사용하고 있다.

종자 파종 과정 즉, 용기에 상토를 채우고 파종과 복토를 하고 마지막으로 하얀 스티로폼을 뿌리는 단계까지 자동화가 되어있으며, 채종원에서 채취한 종자 중 스웨덴 국립산림과학원에서 종자검사를 거친 발아율 80~100%의 고품질 종자만을 용기에 하나씩 파종하는데 분당 8세트의 용기를 완성할 수 있으며, 하나의 온실(140만본)을 채우는데 4일이 소요되는 것으로 알려져 있다(그림 x)



그림 30. 스웨덴 양묘회사의 종자 파종과 이식의 자동화

자료: 국립산림과학원(2017)

온실에서 일정 기간이 지난 묘목은 트랙터로 야외생육시설로 이동하며, 이때 재배기술 중 관수와 시비가 가장 중요한데, 주로 시비는 관수 시에 비료를 혼합하여 실시하고 있다. 관수는 3~4월 중에는 하루 3번, 5~7월의 경우, 온도에 따라 수시로 관수하고 있으며, 올해 조림하지 않고 다음해에 판매 및 조림하는 묘목의 경우 3~5주간 경화 및 눈의 휴면을 위해 단일처리를 실시한다.

조림 시기에 따라서 묘목 포장 및 저장 방법에 차이를 두어야하지만 Bergvik 양묘장에서는 묘목 자동화로 인하여 동일한 방식으로 포장되고 있다. 묘목검사가 완료된 묘목들은 한 파레트에 6상자씩 올린 후 장비가 자동으로 포장하는 시스템이며, 하루 70~115개 파레트 포장이 가능하다.

전체 생산 묘목의 약 74%는 회사 소유의 사유림에 식재하고 있으며, 나머지는 국가기관 또는 산주에게 주문 받아 생산하고 있다.

2. 산림용 종묘 생산 체계와 관련 제도

가. 종자 생산 체계

종자생산은 전년도 7월에 채취 가능량을 파악하는 것부터 시작된다. 이후 8월에 종자채취 지시가 나오고, 11월까지 종자채취를 실시한다.

채취한 종자는 품질 표시(채취자, 산지, 일자, 품질)와 검사 후 보관되어 오다가 당년 1월에서 2월 사이에 국유양묘장 및 묘목대생한산자에게 공급하며, 양묘 시업은 당년 3월에서 10월 사이에 이루어진다.

산림기본계획에 따라서 향후 5년 간 묘목소요량이 수종별로 파악되면 이에 따라 묘목생산이 이루어지며, 묘목 검사 및 수급은 11월에서 다음 해 4월까지 진행된다. 일반적으로 조림 시기는 봄과 가을 두 차례로 나누어 진행되는데, 춘계 조림의 경우 3~5월 사이 진행되며, 추계 조림은 9월에서 10월 사이에 실시하는 것이 일반적이지만 11월 초까지 가능하다.

각 단계별로 담당하는 기관과 단체를 살펴보면 종자결실 예찰의 경우, 채종원은 국립산림품종관리센터에서 실시하며, 채종림과 채종임분은 각 도의 산림환경연구소와 국유림관리소에서 담당한다.

종자채취는 예찰과 관련한 기관 외에도 시·도지사 또는 지방청장이 지정한 채취 시에는 일반 양묘업자도 가능하다. 종자의 검사 및 보관은 국립산림품종관리센터와 지방청에서 실시하며, 채취 종자는 국립산림품종관리센터에서 이외의 경우 각 도의 산림환경연구소에서 담당한다. 묘목 검사 및 수급의 경우 지자체 또는 각 지방산림청에서 일괄적으로 실시하게 된다.

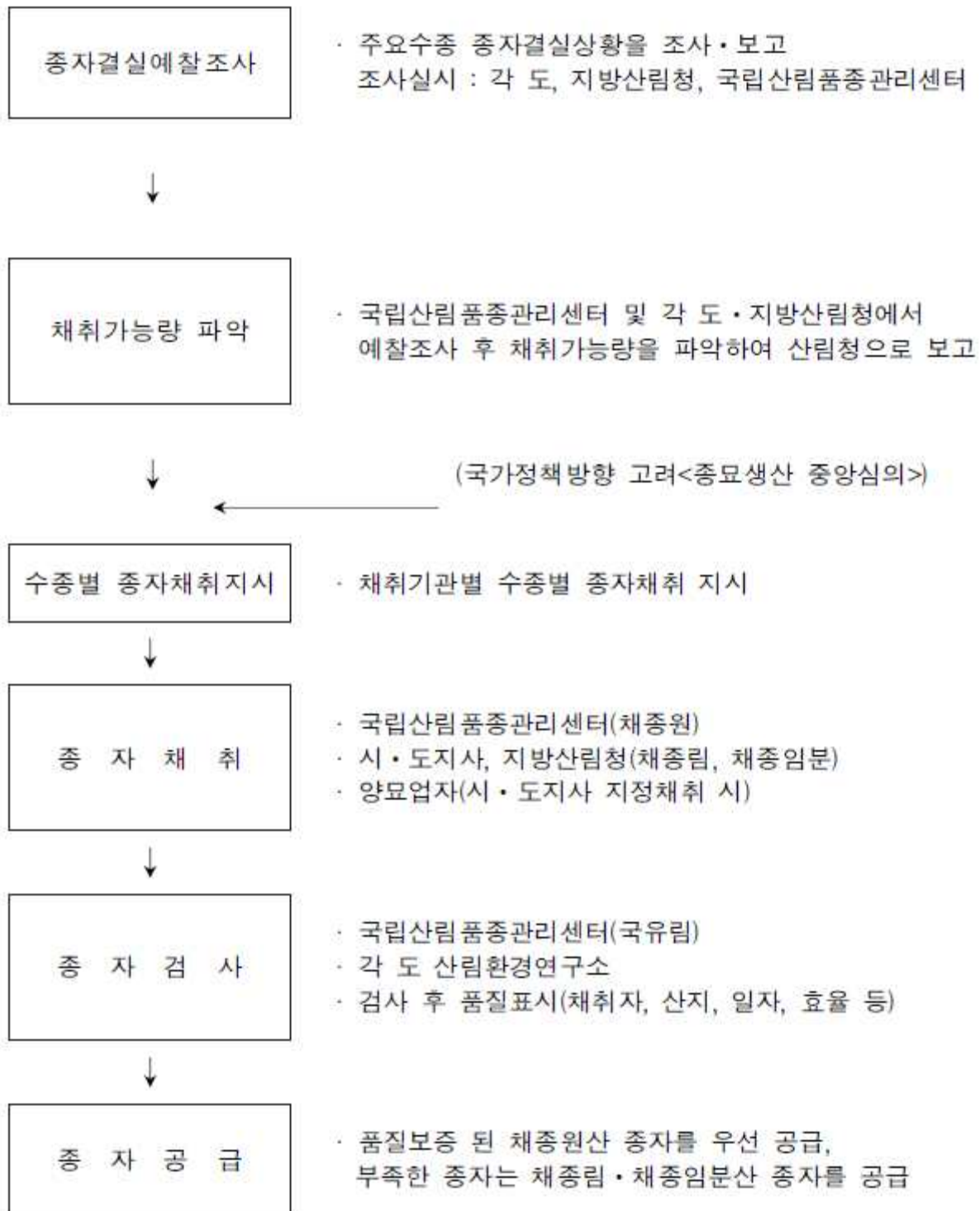


그림 31. 종자 생산 및 공급 체계도
자료: 산림청(2024) 2024년 산림자원분야 사업계획서

1) 종자 채취

가) 결실 연령과 주기

결실기에 들어가는 연령은 수종에 따라 대략 일정하지만 유전적인 것이며, 환경에 따라 다소 빠르거나 늦어질 수 있으며 수목의 영양생장이 떨어지면 개화가 촉진된다.

일반적으로 대형종자 수종은 소형종자 수종에 비해 결실연령이 늦은 경향이 있으며, 울폐한 산림에서 자란 임목은 10~20년 늦게 결실연령에 도달하는 경향이 있다.

결실연령은 충실한 종자를 맺는 시기를 의미하며, 결실 형태만 갖추고 발아력이 없는 종자는 결실연령이라고 볼 수 없다.

- 리기다소나무: 7년
- 자작나무, 오리나무: 10~13년
- 소나무, 곰솔: 15년
- 잎갈나무, 삼나무, 편백, 서어나무: 30년
- 피나무, 단풍나무: 35년
- 물푸레나무, 참나무: 30~40년
- 너도밤나무: 40~50년
- 전나무: 60~70년

종자의 결실량은 연도, 장소에 따라 차이를 보이며, 해마다 종자결실량이 줄어들 수 있다.

- 매년 결실 수종: 버드나무류, 포플러류, 오리나무류
- 격년 주기 수종: 소나무류, 오동나무류, 자작나무류, 아까시나무
- 2~3년 주기 수종: 참나무류, 들메나무, 느티나무, 삼나무, 편백
- 3~4년 주기 수종: 전나무, 녹나무, 가문비나무
- 5년 이상 수종: 잎갈나무

나) 종자 생산 예측

대부분 수목은 그해 가을 동아의 잎눈과 꽃눈의 구별이 가능하며, 꽃눈에 조수류 또는 기상예에 의한 피해가 없는 한 다음해 결실상태를 전년도 가을에 예찰할 수 있다.

꽃눈의 착생이 많다고 하더라도 반드시 다음해에 결실이 풍년이 아닐 수 있으나 꽃눈이 적으면 흉년이라고 예상할 수 있다.

- 수꽃눈과 암꽃눈의 구별이 가능한 수종: 삼나무, 편백, 전나무
- 수꽃눈과 암꽃눈의 구별이 어려운 수종: 낙엽송, 잎갈나무

- 꽃눈과 잎눈의 구별이 곤란한 수종: 분비나무, 가문비나무
- 꽃눈과 수꽃눈의 구별은 용이하나 암꽃눈과 잎눈의 구별이 곤란한 수종: 오리나무, 자작나무

다) 종자 채취시기와 방법

종자의 성숙여부는 종자의 발아력 및 보존력에 영향을 주기에 적기에 채취해야하며, 구과의 단단함, 색깔, 함수율 등을 통해 채취시기를 결정하여야 한다.

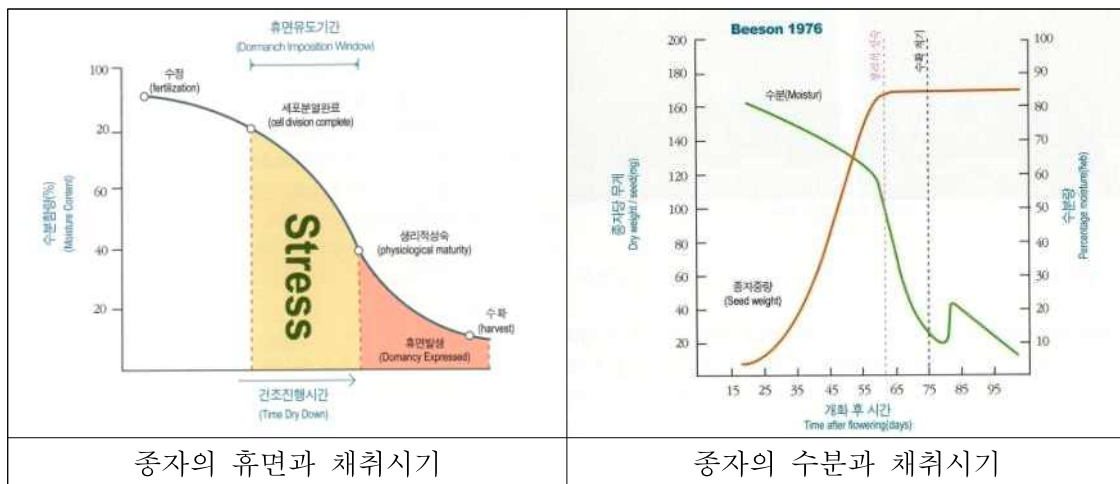


그림 32. 종자의 채취시기의 결점

자료: 한국양묘협회(2015)

종자를 채취할 때에는 종자의 휴면특성과 수분함량 변화를 고려하여 수종별로 적절한 종자 채취시기를 결정해야한다. 한 나무안에서 다른 시기에 핀 꽃에서 열린 각각의 종자는 성숙기 동안 서로 다른 양의 ABA 호르몬에 노출되고, 이 기간 차이에 따라 각 종자의 휴면 특성이 달라지기 때문에 휴면 특성이 고른 종자를 채취하기 위해서는 종자의 휴면특성을 고려하여야 한다.

또한 종자는 결실 후 지속적으로 수분함량이 감소하다가 수확적기가 지나면 여러 요인으로 인하여 수분이 약간 증가하게 되며, 생리적 성숙이 끝나는 시점부터 종자의 품질이 저하되므로, 수분함량이 최저에 이르는 시점이 수확의 적기이다.

표 25. 주요 수종의 종자 성숙기

월별	수종
5	미루나무류, 버드나무류, 사시나무, 양버들, 황철나무
6	떡느릅나무, 비슬나무, 벗나무, 시무나무
7	벗나무, 회양목
8	귀룽나무, 노간주나무, 섬잣나무, 스트로브잣나무
9	가래나무, 가문비나무, 거제수나무, 구상나무, 낙엽송, 닥나무, 대추나무, 들메나무, 물참나무, 물푸레나무, 박달나무, 밤나무, 분비나무, 사스레나무, 삼지닥나무, 소나무, 쉬나무, 신나무, 유동, 자작나무, 잣나무, 주목, 졸참나무, 종비나무, 층층나무, 호두나무, 향나무, 팽나무
10	가중나무, 갈참나무, 고로쇠나무, 곰솔, 구상나무, 굴참나무, 느티나무, 단풍나무, 두릅나무, 리기다소나무, 멸구슬나무, 백합나무, 붉가시나무, 비자나무, 산닥나무, 삼나무, 상수리나무, 서어나무, 싸리류, 아까시나무, 오리나무류, 옷나무, 유동, 은행나무, 전나무, 졸참나무, 주엽나무, 측백나무, 층층나무, 편백, 피나무류, 향나무, 황백나무
11	동백나무, 회화나무

종자를 채취할 때에는 나무에 상처를 주지 않도록 주의해야 하며, 가지채로 끊어서 채취하는 방법은 나무에 상처를 줄 수 있으며 미래의 결실지를 제거하는 것이므로 삼가야한다. 가장 흔히 이용되는 종자채취 방법은 나무를 벌채하여 종자를 채취하는 벌도법, 종자가 결실된 가지를 절단하는 절지법, 떨어진 종자를 줍는 주워모으기, 대립종자나 구과를 하나씩 따모으기가 있다.

- 벌도법: 종자성숙기에 벌채 예정목 또는 이용가치가 적은 나무를 벌채하여 채종함
- 절지법: 결실지를 기부 또는 중간 부위부터 자르는 것으로 깊은 산에서 흔히 사용되지만 미래의 결실지가 제거되므로 보속생산이 불가능하다.
- 주워 모으기: 밤나무, 참나무, 느티나무 등 수종에서 지면에 떨어진 종자를 주워 모으는 방법이다.
- 따모으기: 대립종자 또는 구과를 하나씩 따는 방법으로 일반적으로 낙엽송과 활엽수 종자를 채취할 때에는 수관 아래에 망사를 깔면 쉽게 수집할 수 있다.

2) 종자 조제 및 정선

가) 구과건조

구과건조는 양광건조를 주로하지만 인공건조도 많이 이용되며, 구과 건조기간 동안 종자의 산지가 혼돈되지 않도록 항상 주의해야함

- 양광건조: 평탄한 곳에 방수포를 펴고 그 위에 구과를 얇게 펴고 하루에 2~3회 구과를 뒤집어주고, 밤에는 방수포로 덮거나 창고 안으로 옮겨 보관해야한다. 양광건조법의 건조는 구과의 인편이 벌어져서 그 안의 종자가 60~70% 탈종될 때까지 계속되며, 이후에는 실내에서 건조해야한다.
- 반음건조: 오리나무류, 포플러류, 화백 등 햇볕에 약한 종자를 통풍이 잘되는 옥내에 얇게 펴서 건조하는 방법이다.
- 인공건조: 기상에 관계 없이 언제든지 적당한 때에 자유로이 실시할 수 있을 뿐만 아니라 비교적 짧은 기간에 건조, 탈종할 수 있는 장점이 있다. 건조기를 이용할 때는 처음부터 고온에서 건조시키면 종자의 발아력이 떨어질 수 있으므로 처음 2일 동안 25°C에서 건조한 후 점타 온도를 높여 주어야하며, 45°C가 넘지 않도록 주의해야한다.
- 구과 건조기의 이용: 많은 양의 종자를 빠른 시간에 건조해야할 때에는 구과건조기를 이용한다. 이때 건조기 내의 온도는 처음 5시간은 35°C에서 건조시키고, 이후 45°C까지 올려서 건조시켜야한다.



그림 33. 구과의 건조 방법

자료: 한국양묘협회(2015)

나) 구과탈종

구과탈종은 구과건조가 끝난 후 구과에서 종자만 따로 빼내는 탈종을해서 종자를 얻어야 하며, 종자탈종법에는 음건법, 부숙법, 기계적타법, 종자탈종기, 기타 등이 있다.

- 음건법: 그늘에서 말리는 방법으로 전분을 저장양분으로 사용하는 대립종자 또는 경립을 생성하는 종자에 적용할 수 있다.
- 부숙법: 잣나무, 은행나무, 가래나무 등과 같은 종자를 가마니, 짚, 마대 등으로 덮고 물을 부어서 과피를 부숙시킨 후에 종자를 추출하는 방법이다.
- 기계적방법은 막대기로 두드려 씨를 빼내는 봉타법, 열매를 절구에 넣고 공이로 약하게 찢는 방법인 구도법, 정미기에 종자를 넣어 깎아내 낱질을 제거하는 도정법, 과피를 뭉개어 종자를 분리시키는 유괴법, 과실을 모래와 섞어서 마찰하여 과피를 분리하는 마찰법이 있다.
- 종자탈종기: 종자탈종기를 이용하여 자동으로 구과에서 종자를 빼낼 수 있도록 기계화가 가능하도록 해야한다.
- 기타방법: 느릅나무, 단풍나무, 물푸레나무 등은 별도의 구과탈종 과정을 거치지 않고 그대로 파종하여야한다.

다) 종자정선

종자 정선은 협잡물이나 쪽정이 종자, 죽은 종자를 제거하여 종자의 품질을 높이는 과정으로 풍선법, 사선법, 액체선법, 입선법 등으로 구분된다.

- 풍선법: 날개, 가벼운 곡피, 쪽정이를 분리할 목적으로 선풍기를 주로 사용하며, 소나무류, 가문비나무류, 낙엽송류 종자의 정선에 효과적이다.
- 사선법: 종자가 크거나 작은 체를 이용하여 정선하는 방법으로 대부분 수종의 종자 1차 선별방법으로 이용된다.
- 액체선법: 여러 가지 액체를 사용하여 종자를 정선하는 방법으로 사용하는 액체의 종류에 따라 수선법, 식염수선법, 알코올선법 등으로 구분된다. 수선법은 깨끗한 물에 침수시켜 가라앉는 종자를 수거하는 방법으로 잣나무, 향나무, 주목, 율나무, 측백나무, 밤나무, 참나무류의 총해종자 분리에 유효한 것으로 알려져있다. 식염수선법은 율나무처럼 비중이 큰 종자 선별에 활용되는 방법으로 물 1L에 소금 280g을 넣어 비중 1.18의 액에 종자를 담그어 선별하는 방법이다. 알코올 선법은 종자를 검사하거나 시료로 사용할 총실 종자를 선별할 때 사용하는 방법이다.
- 입선법: 손으로 알맹이를 선별하는 방법으로 밤, 호두나무, 상수리나무, 칠엽수, 목련 등 대립종자 정선에 효과적이다.

표 26. 주요 수종 종자의 채취 및 처리법

수종	탈종법	정선법	수득율(%)	발아촉진법
가문비나무	부숙	입선, 수선	2.1	채종직후 노천매장
곰솔	마찰	수선	2.4	파종 1개월 전 노천매장
굴참나무	마찰	수선	9	파종 2개월 전 노천매장
낙엽송	마찰	수선	3	파종 3개월 전 노천매장
느릅나무				채종직후 파종
느티나무		수선		채종직후 노천매장
리기다소나무	양건	풍선, 사선	2.8	파종 1개월 전 노천매장
물푸레나무		수선, 사선		채종직후 노천매장
박달나무	양건	풍선, 사선	23.3	파종 1개월 전 노천매장
밤나무	음건	입선	38	파종 1~2일 전 침수
백합나무	음건	풍선, 사선		파종 3~4개월 전 노천매장
복자기나무		풍선		채종직후 노천매장
분비나무	음건	풍선	13.5	채종직후 노천매장
비자나무	부숙	수선	33.3	온상매장
삼나무	양건	풍선, 사선		파종 전 1~2일간 침수
상수리나무	양건	수선		파종 전 1~2일간 침수
소나무	양건	풍선, 사선	2.7	파종 1개월 전 노천매장
신갈나무	양건	풍선, 사선		채종직후 파종
아까시나무	봉타	풍선, 사선	3.4	열탕 90°C에서 자연냉각
웃나무	구도	수선, 사선	40.2	탈종 후 노천매장
은행나무	유괴	입선	28.5	노천매장
잎갈나무	유괴	입선	3.2	노천매장
자작나무	양건	풍선, 사선		파종 1개월 전 노천매장
잣나무	부숙	수선	12.5	12월 노천매장
전나무	부숙	수선	19.3	12월 노천매장
종비나무	부숙	수선	2.5	12월 노천매장
주목	부숙	수선	31.4	흡수촉진법, 온상매장법
향나무	마찰	풍선	12.4	채종직후 온상매장
호두나무	마찰	풍선	52.	노천매장
회양목	양건	풍선, 사선	18.3	채종직후 파종

2) 종자 검사와 소독

가) 종자의 검정

종자의 검정은 활력과 품질을 조사하기 위한 시험을 의미하며, 순도, 불순물 함유율, 종자의 크기 및 무게 등을 검사한다.

검정 기준에는 종자의 실중, 순량률, 발아력, 효율, 용적중 등이 있다.

- 실중: 종자의 크기를 판정하는 기준으로서 그램 단위로 표시해야하며, 대립 종자는 100립씩 4회 반복 측정해서 1,000립의 무게로 환산하며, 소립 종자는 1,000립씩 4회 반복 측정 후 평균값을 구한다.

- 순량률: 시료 종자를 육안으로 순정한 것과 그 밖의 잡물로 나누어

순량률(%) = 순정종자의 무게/전체시료의 무게 × 100의 식을 활용하여 계산한다.

- 발아력: 일정 수의 시료 종자에 대하여 일정 기간 발아시험을 통해 발아된 종자입수를 전체 시료 종자수에 대한 백분율로 표시하게 된다.

- 효율은 발아율(%) × 순량률(%) / 100 으로 계산되는데, 이 값이 종자에 대한 최종적인 평가 기준으로 활용된다.

산림용 종자 검사결과 통보서

신청인	성명		생년월일					
	주소							
종자공급원	산지번호	산지구역	수종	품질기준(%)		검사결과(%)		판정 (합격, 불합격)
				순량률	발아율	순량률	발아율	

그림 34. 산림용 종자의 검사결과 통보서 서식

자료: 산림청(2024)

나) 종자의 발아시험

종자 발아시험은 발아력을 측정하기 위하여 종자를 직접 발아시키는 시험이며, ISTA에서 권장하는 방법은 주간에 30°C에서 8시간, 야간에 20°C에서 16시간 동안 발아시키는데, 전체 수목 수종의 약 70%에 적용할 수 있다. 발아시험은 종자의 크기에 따라 25립, 50립, 100립씩 최소 4반복으로 실시해야한다.

다) 종자의 품질표시

산림사업용 종자 또는 묘목을 출하하는 경우, 농림축산식품부령에서 정하는 바에 따라 해당 종자나 묘목의 생산지 및 규격 등의 품질표시를 하여야한다. 이때 수종명, 수량, 종자산지, 종자공급원, 발아율, 효율, 생산자, 생산년도, 품질검사기관 등을 표시해야한다.

- 수종명: 산림청 권장 주요 조림수종 기준으로 표시
- 수량 단위: kg
- 종자 산지: 특별자치시, 특별자치도, 시, 군, 구, 지역명 표시
- 종자공급원: 1 채종원, 2 채종림, 3 채종임분, 4 우량임분
- 발아율: %
- 효율: %
- 생산자: 생산자 또는 생산기관명
- 생산년도: 4자리 년도
- 품질검사기관: 종자 품질검사를 수행한 기관

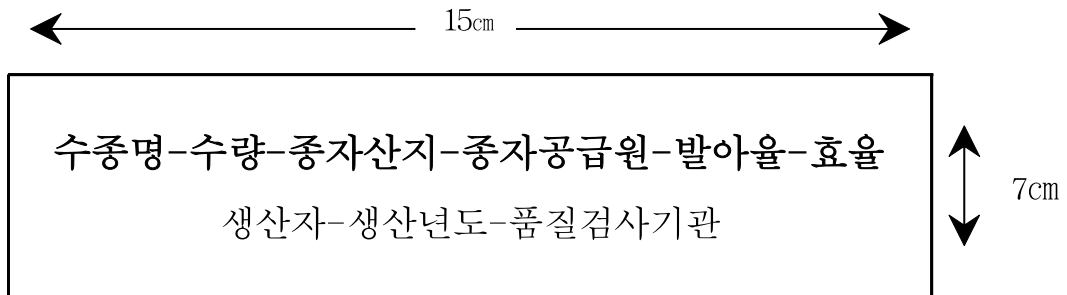


그림 35. 종자의 품질표시 방법
자료: 산림자원법 시행규칙

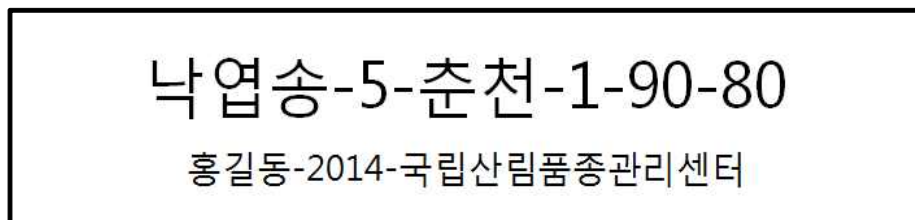


그림 36. 종자의 품질표시 방법의 예시
자료: 산림자원법 시행규칙

나. 산림사업용 묘목 생산 자격 요건 및 종묘 생산업 등록 현황

산림사업용 묘목 대행생산을 위한 자격요건은 《산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률》 제17조(묘목생산사업의 대행 등)에 따라 다음의 조건을 모두 만족하여야 한다.

① 종묘생산업 등록을 한 후 2년 이상 경과한 자로서 취급 구분이 묘목인 자, ② 임차포지를 포함하여 1ha 이상의 포지를 보유한 자, ③ 용기묘 생산자에 한하여 725m² 이상의 간이온실을 보유한 자로 제한하고 있지만 조건을 모두 만족하더라도 대행 생산자에서는 제외되는 단서 조항이 존재한다(그림 37).

여기에는 최근 3년 동안 계속하여 묘목 생산 실적이 천재지변 등 불가피한 사유 없이 생산지정량의 90%에 미달된 자, 최근 5년 동안 묘목생산을 하청이나 도급 형태로 제3자에게 위탁한 사실이 있는 자, 산림용 종묘생산과 관련한 행정처분 종료일로부터 1년이 경과되지 아니한 자가 이에 해당한다.

대행생산자 지정을 평가하는 기준표의 중요 평가항목에는 배점비율의 순서대로 기반 시설, 포지규모, 생산실적, 양묘 기술력등의 지표가 있다. 각 평가항목에는 차등적인 점수체계가 있어서 감점항목이 있지만 산림용 묘목 대행생산 경험이 있거나 현재 대행 생산자인 경우, 상대적으로 대행생산자 지정을 위한 평가에서 유리함을 가진다.

평가항목	배점 (비율)	점수	평가세부항목		평가 점수
			기준유형	점수 구성	
포지규모 (ha)	20	20	생산포지 (부대시설포함)	20점(3.0ha 이상), 18점(2.5 이상~3.0 미만), 16점(2.0 이상~2.5 미만), 14점(1.5 이상~2.0 미만), 12점(1.0 이상~1.5 미만), 10점(1.0 미만)	
생산실적 (만본)	15	15	성묘이상	15점(50만본 이상), 12점(30만본 이상~50만본 미만), 9점(10만본 이상~30만본 미만), 6점(5만본 이상~10만본 미만), 3점(5만본 미만)	
양묘 기술력	15	15	묘목재배 경력	15점(15년 이상), 12점(10년 이상~15년 미만), 9점(5년 이상~10년 미만), 6점(5년 미만)	
기반 시설	50	20	온 실	20점(1,500㎡ 이상), 15점(1,000~1,500㎡ 미만), 10점(750~1,000㎡ 미만)	
		10	저온저장고 규모	10점(200㎡ 이상), 7점(150~200㎡ 미만), 4점(100~150㎡ 미만), 2점(100㎡ 미만), 0점(저온저장고 없음)	
		10	양묘장비	10점(4대 이상), 7점(3대), 4점(2대), 1점(1대), 0점(없음)	
		10	관정시설	10점(50톤/일 이상), 8점(30톤/일 이상~50톤/일 미만), 6점(10톤/일 이상~30톤/일 미만), 4점(10톤/일 미만), 1점(시설없음)	
가감점		5	노지양묘 장비	5점(4대 이상), 4점(3대), 3점(2대), 2점(1대)	
		-15	지정묘목 생산미달	-3점(지정량의 1% 미만), -5점(1~3), -7점(3~6), -10점(6~10), -15점(10% 이상)	
합계	100				

그림 37. 묘목생산 대행자 지정 심사기준
출처 : 산림청. 2024년 산림자원분야 사업계획

산림사업용 묘목 생산 대행자 지정은 모두 시·도지사의 책임하에서 매년 지정된다. 먼저 지정계획은 전년도 10월에서 당년 2월 사이에 공지되면 종묘생산업에 등록된 생산자 중에서 대행생산을 원하는 경우 지정 신청서를 시·도지사에게 제출한다. 이후 적격자 심사과정을 통해 합격한 생산자는 지정서를 교부 받으며, 대행생산을 수행 할 자격을 취득한다. 이후 시·도지사가 지정한 묘목 생산량에 따라 구매계약을 체결하고, 묘목을 생산하면 검수 후 납품하게 된다(그림 38).

2024년 현재, 묘목생산대행자는 전체 종묘생산업자 365명 중 약 21%인 77명(경기 9명, 강원 12명, 경남 6명, 경북 11명, 전남 13명, 전북 10명, 제주 1명, 충남 8명, 충북 7명)이 지정되어 있다.

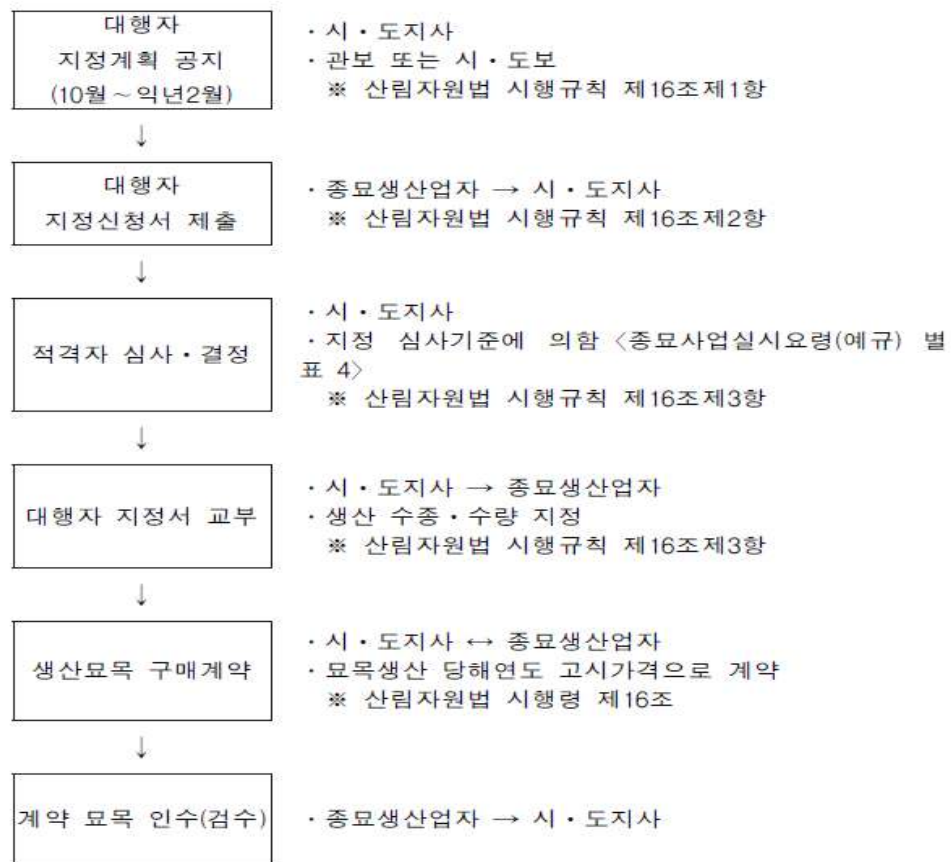


그림 38. 묘목생산사업 대행 체계도

출처 : 산림청, 2024년 산림자원분야 사업계획

다. 산림사업용 묘목 검사 및 수급

산림사업용 묘목의 검사 및 수급은 《산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률》 제67조와 동법 시행령 제70조에 의하여 실시된다. 생산된 묘목은 지방산림청장 및 시·도지사가 묘목검사공무원을 지정하여 소정의 품질 검사 기준에 합격한 묘목만 수급하도록 되어있다.

산림사업용 묘목 대행 생산자는 활엽수는 11월, 침엽수는 3~4월경 주로 굴취한다. 종묘사업실시요령에 따르면 묘목생산자는 묘목의 수급 계획량을 감안하여 생산한 묘목을 굴취 후, 종자 산지별, 수종별, 구격별로 5만 본 단위로 모집단을 만들어 가식한다. 이후 지정된 묘목검사공무원은 산림용 묘목규격(종묘사업실시요령 별표7)에 따라 검사를 실시하게 되며, 검사 기준은 간장, 근원경, 근장 등이다. 이외에도 수종별, 묘령별, 재배 방식별로 별도의 검사기준이 마련되어 있지만 일부 수종과 용기묘에 대해서는 검사 기준이 마련되지 않은 경우도 있다.

가식된 묘목이 산지별, 수종별, 묘령별로 구분 가식되어 있는지 확인 후, 달관조사 하여 불합격 묘목이 5%를 초과하지 않을 경우, 검사를 실시하며, 전체 묘목의 1%에 해당하는 묘목을 무작위로 추출하여 검사를 실시하며, 검사 결과 규격묘의 비율이 95% 이상 되어야 그 모집단 전체를 합격묘로 인정 받게 된다. 검사 묘목의 5% 이상이 불합격 묘목으로 판정된 경우, 그 모집단을 불합격 묘목으로 판정하고, 해당 묘목은 1회에 한해 재선별 후 재검사를 받을 수 있는 기회를 부여하게 된다.

조림에 공급하는 산림사업용 묘목은 종자산지가 검증된 종자로 생산된 묘목 중에서 묘목검사공무원의 검사에서 합격을 받은 묘목에 한해서만 실시하게 된다. 검사에서 합격한 묘목은 물수세미, 화학포장 보습제 및 이끼류 등 건조방지 재료를 이용하여 모두 포장하며, 묘목 검사 공무원이 입회하지 않았을 시에는 총 포장 수(곤포 수)의 5%를 풀어서 확인할 수 있다.

1) 묘목 품질

생산된 묘목은 묘목 고유의 형태적 생리적 특성은 식재된 후 높은 생존율과 초기 생장과 깊은 관련이 있으며, 성공적인 조림 성공을 위한 중요한 요인 중 하나로 작용한다.

- 묘목의 형태적 특성: 묘목의 규격, 눈의 길이, 각 부위별 건조량, T/R율
- 묘목의 생리적 특성: 내한성, 뿌리생장포텐셜, 눈의 휴면상태, 양분균형, 수분 퍼텐셜

묘목의 품질 평가는 형태적 요소로 묘목의 건전도를 평가하는 H/D율, 묘목품질을 평가하는 QI로 구분할 수 있다. 일반적으로 H/D율과 T/R율이 낮아지면 QI는 높아지는 경향을

보이는 것으로 알려져 있다.

$$QI = \frac{\text{전체 건조량}(g)}{\frac{\text{간장 근원경}}{(H/D)} + \frac{\text{잎줄기 건조량}(g)}{\text{뿌리 건조량}(g)} (T/R)}$$

표 27. 우량묘목의 조건

순번	우량묘목의 조건
1	종자 산지나 출처가 분명한 채종원, 채종립 또는 채종임분에서 채취된 종자로 양묘한 묘목으로 우량한 유전적 품질을 지닌 것
2	줄기가 곧고 굵으며, 웃자라지 않아야 함
3	근원경이 굵고 정아가 완전해야 함
4	잎의 빛깔이 선명하고 조직이 충실해야함
5	가지와 잎이 모든 방향으로 잘 발달해야 함
6	잔뿌리가 많고 여러 방향으로 뿌리가 잘 뻗어 있어야 함
7	T/R율이 낮고, 지하부와 지상부가 균형 있게 발달해야 함
8	병충해의 피해가 없으며, 건조하지 않은 것이어야 함

2) 묘목의 나이

묘목의 묘령 표시는 실생묘와 삽목묘가 서로 다르며, 묘령 표시법은 묘령과 함께 이식여부 및 이식횟수를 나타내어야 한다.

실생묘의 묘령은 1-0묘 등으로 표시하는데 앞의 숫자는 파종상에서 생육한 년수이고, 뒤의 숫자는 이식상에서 생육한 횟수를 같이 표시한다. 반면 삽목묘의 경우 0/0묘 등으로 표시하는데 분자는 줄기의 나이, 분모는 뿌리의 나이를 의미한다.

삽목묘의 경우 실생묘와 구분하기 위하여 삽목(Cutting)을 뜻하는 C를 묘령을 나타내는 분수 앞에 추가하여 C1/2묘 등으로 표시하기도 한다.

3) 묘목 규격

생산된 묘목은 수종과 식재 입지조건에 따른 묘목 특성을 근거로 묘목의 규격을 결정하고 있다. 묘목의 크기에서 간장과 근원경은 묘목의 형태적 측면에서 가장 중요한 요소이며, 묘목의 크기는 식재할 입지에서의 제한요인들은 반드시 극복할 수 있는 크기가 되어야한다.

우리나라에서 실시하고 있는 묘목 규격은 간장과 근원경에 대한 최소 한계등급을 정하여 그 이상의 묘목을 규격묘로 평가하고 있으며, 간장과 근원경은 빠르고 쉽게 측정할 수 있을 뿐만 아니라, 묘목 특성과 조림지에서의 미래 성장 가능성을 평가할 수 있는 중요한 지표이지만 두 가지 특성만으로 묘목의 상태를 완벽하게 평가하는 것은 어렵다는 한계점이 있다.

가) 규격결정요소

종묘사업실시요령에 따르면 산림사업용 묘목의 경우 간장과 근원경을 측정하여 평가하도록 명시하고 있다.

- 간장: 근원경에서 정아까지의 길이

보다 큰 간장과 큰 엽면적을 가진 용기묘의 생산은 용기용적과 밀접한 관련이 있으며, 간장은 용기묘의 S/R율에 영향을 미치는데, S/R율은 용기묘의 생육밀도에 의해 조정되는 경향이 있다.

높은 S/R율을 가진 용기묘는 상대적으로 빠른 성장으로 인하여 조직 발달이 더딘 경우가 많아 묘목의 잎에 병이 발생할 위험이 증가되며, 고밀도에서 생육한 용기묘의 특성으로 인하여 잎이 그늘에 적응하여 충분한 각피층과 왁스층을 형성하지 못하였기에 현지 식재한 후 수분을 더 많이 손실하는 경향이 있다. 또한 줄기가 단단하지 못하여 양묘할 때 또는 조림지에서 눈에 의한 피해를 입는 경향이 있다.

- 근원경: 포지에서 묘목줄기가 지표면에 닿았던 부분의 최소 직경

근원경은 용기묘의 활력과 뿌리시스템의 크기와 서로 연관되어 있으며, 용기묘의 간장에 대한 근원경의 비율을 H/D율이라고 하며, 낮은 H/D율은 보다 강건한 용기묘를 의미하며, 낮은 H/D율을 보이는 용기묘는 식재지에서 생존 확률이 높다.

나) 규격 산정

지난 2014년 종묘사업실시요령 개정을 통해 간장의 경우 최소 및 최대치를 설정하였으며, 수종별로 적용 H/D율을 설정하였다.

수종	묘령	간장		근원경	적용 H/D율	수종	묘령	간장		근원경	적용 H/D율
		최소	최대					최소	최대		
		cm이상이하		mm이상	이하			cm이상이하		mm이하	이하
가래나무	1-0	15	30	8	30	독일가문비	2-2	35	56	8	70
	용기묘(1-0)	16	27	5	50		2-2-2	60	100	10	100
가문비나무	3-1	22	42	7	50	두릅나무	1-1	50	77	7	110
	3-2	28	49	8	60		1-0	26	36	3	140
가시나무	용기묘(2-0)	22	40	4	90	두충나무	1-1	51	75	5	160
가죽나무	1-0	21	33	3	110	들메나무	1-0	12	20	2	100
	1-1	42	64	8	80		1-1	30	50	5	100
갈참나무	1-1	30	54	6	80	매죽나무	1-0	25	37	3	130
감나무	절목G1/2	45	64	8	90		1-1	56	84	5	180
거제수나무	1-0	22	37	2	180	루브라참나무	1-0	25	40	5	80
	1-1	40	68	5	130		1-1	35	56	6	90
	용기묘(1-0)	30	42	4	120		용기묘(1-0)	25	40	4	100
고로쇠나무	1-0	32	48	4	130	리기다소나무	1-0	15	28	4	60
	1-1	62	80	5	200		1-1	25	42	6	70
곰솔(해송)	1-1	16	30	6	40	리기타다소나무	1-0	15	26	3	80
	용기묘(2-0)	25	44	5	80		1-0	22	36	3	120
구상나무	2-2	18	30	5	60	마가목	1-1	35	54	6	90
	2-3	22	40	7	50		1-0	36	60	4	140
굴참나무	1-0	25	40	4	100	말채나무	1-1	56	90	5	180
	1-1	38	54	6	100		무궁화	C1/1	55	98	6
	용기묘(1-0)	23	41	3	120	물오리나무	1-0	18	35	5	60
낙엽송	1-1	35	60	6	90	물푸레나무	1-0	22	40	5	70
	용기묘(1-0) 조직배양	24	41	3	120		1-1	41	70	7	90
	용기묘(1-0)	21	34	3	100		용기묘(2-0)	42	59	7	80
	용기묘(2-0)	35	60	5	110	1-0	58	72	4	230	
난티나무	1-0	20	30	2	160	박달나무	1-1	70	91	7	160
	1-1	94	120	6	250		용기묘(1-0)	40	60	4	160
노각나무	1-1	30	48	4	120	밤나무	대목 1-0	70	96	8	140
녹나무	1-0	16	24	3	90		대목 1-1	120	160	8	240
	1-1	47	60	5	150		저절묘G1/2	50	80	8	100
	용기묘(2-0)	47	60	5	150		고절묘G1/2	50	80	10	80
느릅나무	1-0	42	60	3	220	백합나무	1-0	-	-	8	-
	1-1	90	126	7	210		1-1	-	-	9	-
	용기묘(1-0)	42	60	3	220		용기묘(1-0)	36	45	5	120
느티나무	1-0	42	60	3	220	벽오동	1-0	11	20	4	40
	1-1	90	126	7	210		1-1	44	66	7	100
	용기묘(1-0)	42	60	4	170	1-0	19	33	3	100	
다릅나무	1-0	16	27	3	90	복자기	1-1	24	44	4	100
	1-1	31	48	4	120		3-1	18	30	5	60
단풍나무	1-0	11	20	2	90	분비나무	3-2	22	40	7	50
	1-1	31	46	4	120		2-1	22	35	4	90
당단풍	1-0	11	20	2	90	사방오리나무	1-0	18	35	5	60

수종	묘령	간장		근원경	적용 H/D율	수종	묘령	간장		근원경	적용 H/D율
		최소	최대					최소	최대		
		cm이상이하		mm			cm이상이하		mm		
사스래나무	1-0	11	20	2	90	잣나무	2-1	16	28	4	60
	1-1	35	55	5	110		2-2	22	40	6	60
산딸나무	1-0	35	52	4	140		2-2-3	60	100	10	100
	1-1	44	75	5	140	전나무	2-3	22	40	7	50
산벚나무	1-0	28	50	4	110	2-2-3	60	100	11	90	
	용기묘(1-0)	45	60	5	110	죽제비싸리	1-0	30	52	4	120
산수유	1-1	58	90	6	150	졸참나무	1-0	20	36	3	110
살구나무	접목G1/2	50	80	6	130	1-1	35	60	6	90	
삼나무	1-1	27	45	5	90	주목	2-1	16	28	3	90
상수리나무	1-0	28	45	5	90	쪽동백	1-0	55	75	5	180
	1-1	39	63	7	90	1-0	15	24	3	80	
	용기묘(1-0)	25	45	3	130	참죽나무	1-1	42	67	7	100
세로타벚나무	1-0	26	40	2	210	층층나무	1-0	36	60	4	140
소나무	1-1	16	26	5	50	1-1	56	90	5	180	
	1-1-2	40	64	11	60	칠엽수	1-0	22	40	7	50
	용기묘(2-0)	25	44	4	100	1-0	20	36	4	80	
	용기묘(2-2)	54	80	8	110	테에다소나무	1-1	27	45	6	70
수원포플러	삼목C1/1	-	-	11	-	편백	1-1	27	38	4	110
쉬나무	1-0	20	32	4	80		1-1-1	35	55	6	90
	1-1	38	60	7	90		1-1-2	60	90	8	120
스트로브잣나무	1-2	23	42	6	60		용기묘(2-0)	25	36	3	130
	1-2-3	51	75	10	80		용기묘(2-2)	60	84	7	140
	용기묘(2-0)	24	31	4	70		1-0	25	42	6	70
신갈나무	1-0	26	40	3	140	피나무	1-1	40	65	10	60
	1-1	37	55	5	120	용기묘(1-0)	30	50	5	100	
아까시나무	1-0	35	55	5	110	헛개나무	1-0	54	80	5	170
	용기묘(1-0)	38	58	4	130	현사시나무	C1/1	-	-	10	-
양황철나무	C1/1	-	-	12	-	C1/2	-	-	15	-	
오동나무	1-0	50	80	10	80	호두나무	1-0	15	30	8	30
오리나무	1-0	18	35	5	60	집1	15	30	8	30	
꽃나무	1-0	18	32	5	60	화백	1-1	25	38	4	100
	1-1	48	85	7	110		용기묘(2-0)	27	34	3	100
은행나무	2-0	30	54	7	70	황벽나무	1-0	21	40	4	80
옴나무	1-0	20	36	3	110	1-1	50	90	6	130	
이태리포플러	C1/1	-	-	10	-	황철나무	C1/1	-	-	12	-
	C1/2	-	-	18	-	용기묘(2-0)	28	45	5	90	
이팝나무	1-0	17	27	4	70	회화나무	1-0	33	52	5	110
	1-1	32	50	7	70	후박나무	용기묘(2-0)	24	40	5	80
자작나무	1-0	40	60	5	130						
	1-1	67	100	6	180						
	용기묘(1-0)	36	57	3	190						

그림 39. 산림용 묘목규격

출처 : 산림청, 2024년 산림자원분야 사업계획

4) 묘목의 품질 등급

가) 선묘

용기묘의 선묘는 천막 속이나 비닐하우스와 같은 장소에서 실시하며, 선묘 후 바로 포장하여야 한다. 이때 용기묘를 분리하여 본당 검수를 실시하여야 하며, 불량묘 또는 규격미달묘는 폐기해야한다. 다만 용기대묘의 경우, 용기 채 수급할 경우 용기에서 분리하지 않고 선묘해야한다.

나) 묘목의 품질 등급 평가

묘목의 품질은 간장, 근원경, 뿌리 상태, 물리적 손상 등 외관에 대해 평가를 실시하며, 평가 기준은 작업 진행 중 운반 요건에 따라 평가 과정 중에 조정될 수 있다.

용기 규격에 따라 묘목의 포장 및 저장 방법이 상이하며, 소형용기의 경우, 저장을 위해 두 가지 방법으로 처리하며, 대형 용기묘는 묘목의 크기와 무게를 개별 평가 받고 개별적으로 취급해야한다.

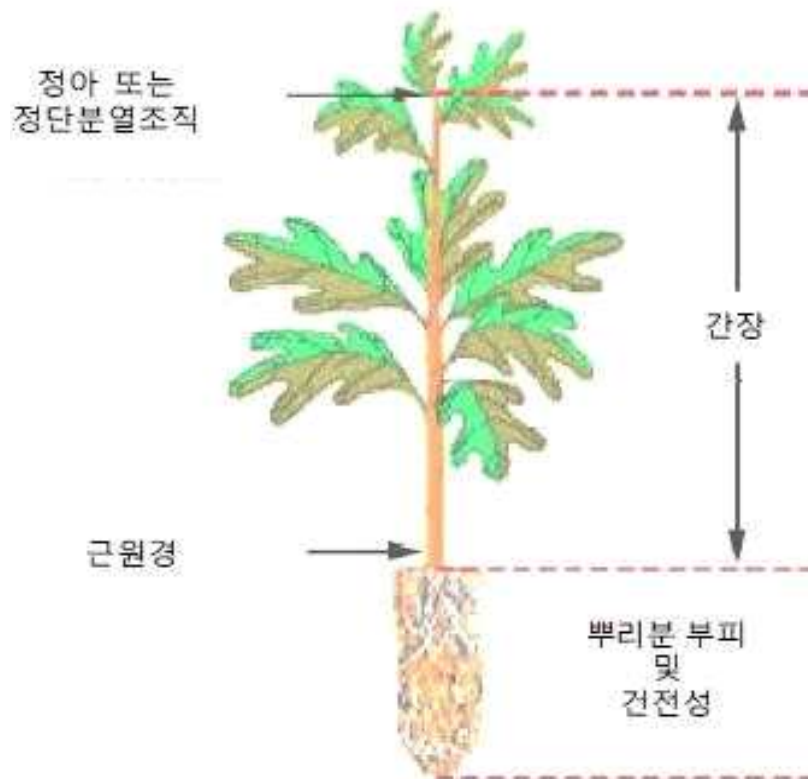


그림 40. 묘목의 등급 평가 기준

자료: 국립산림과학원(2017)

마. 산림사업용 묘목 가격 비교

1) 주요 수종의 국내 가격 변화

산림사업용 묘목 가격은 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 시행령 제16조 및 동법 시행규칙 제18조에 의하여 산림청장은 매년 12월에 종묘가격을 결정 및 고시하여야 한다.

묘목가격에는 종자가격, 자재가격, 포지가격 및 임차료, 인건비, 금리, 기업이윤, 재해손실비용, 물가상승률 등을 고려하여 결정되는데, 최근 5년(2020~2024) 평균 약 11%의 인상을 보여 동일 기간 최저임금(8,590원→9,860원) 상승률 15%에 비해 비교적 낮은 상승률을 보이는 것으로 나타났다.

성묘, 용기묘, 유묘, 종자의 가격이 매년 별도로 공지되며, 종자는 재해손비와 기업이윤이 제외된 기준 가격을 공지하며, 묘목가격은 검사합격률 95% 이상의 묘목에 대한 기준가격으로서 포장 후 차도에서 인도될 때의 가격을 기준으로 공지된다.

묘목 가격산정을 위해 이용되는 종자 가격은 산림청에서 제시한 전년도 종자가격을 적용하며, 자재대의 항목은 비료대, 농약대, 포장·방한용 등 각종 시설 자재비로 구성되고, 수종별 양묘 시 자재비용은 종묘사업실시요령에서 제시하고 있는 ‘양묘사업기준일람표’와 농가구입 가격지수 등을 적용하여 산정한다.

포지가격은 국가 고시지가를 적용한다. 인건비는 경운, 정지, 조상, 파종, 이식 접삭목, 시비, 약제살포, 제초, 솟음, 결순 따기, 감독, 관수, 배수로 수리 등 작업에 소요되는 비용으로 작업별 사업회수 및 노동소요량은 종묘사업실시요령에서 제시하고 있는 양묘사업공정일람표에 따라 적용된다.

같은 재배기간을 가진 노지묘와 용기묘의 가격을 비교하면 용기묘의 가격이 상대적으로 높게 책정되어 있다. 이는 시설양묘를 위해서는 추가적인 자재와 시설비용 등이 발생하기도 하지만 노지묘 기준가격은 용기묘에 비해 과거에 결정되었고, 용기묘는 본격적인 용기묘 생산이 시작된 2000년대에 조사된 가격을 기준으로 하기에 발생하는 차이가 있다.

표 28. 주요 수종의 묘목 공시가격 변화

수종	묘령	2020	2021	2022	2023	2024
낙엽송	2-0(용기)	957,000	967,000	983,000	1,022,000	1,043,000
백합나무	1-0	603,000	609,000	628,000	662,000	676,000
고로쇠나무	1-0(용기)	774,000	781,000	808,000	808,000	855,000
상수리나무	1-0(용기)	509,000	511,000	589,000	610,000	621,000
	1-1	970,000	979,000	1,005,000	1,050,000	1,070,000
소나무	2-2(용기)	3,638,000	3,674,000	3,730,000	3,589,000	3,927,000
편백나무	2-0(용기)	749,000	757,000	768,000	797,000	813,000

1. 조림 현황

가. 조림사업자 유형별 조림 현황

1) 국유림

국유림은 국가가 소유하는 산림으로 국가 소유로 보존할 필요가 있는 요존림과 민간에 처분할 수 있는 불요존림으로 구분할 수 있으며, 국유림에 대한 관리는 국유림관리소에서 담당하고 있다.

국유림관리소에서 진행하는 조림계획은 경제림 조성과 큰나무 조림, 유희토지 조림, 지역 특화 조림 등으로 구분할 수 있으며, 2024년 국유림의 조림 실적은 2,375ha로 매년 사유림 매입 등을 통해 국유림의 규모를 확대하고 있으나, 조림실적은 감소해 나가고 있는 추세이다.

사유림 매입을 통한 국유림 확대로 국가에서 체계적이고 적극적으로 산림을 경영함으로써 기후변화 대응을 위한 탄소흡수원 확충에 기여하며, 산림의 공익적 기능을 강화하여 국민 생활 환경의 질을 개선해 나가기 위하여 정부가 사유림을 매입하여 국유림으로 전환하고 있으며, 2050년까지 국유림 비율을 전체 산림의 약 40%까지 확대할 계획으로 매년 약 2,000억 원의 예산을 투입하고 있다.

표 29. 국유림 조림 실적

구분	2019	2020	2021	2022	2023
면적 (ha)	4,153	3,577	3,305	2,683	2,375
본수 (천 본)	10,455	9,337	9,130	7,391	6,616

자료: 산림청(2024) 임업통계연보

국유림관리소에서는 국유양묘장에서 수급 받는 것을 원칙으로 하고 있으나 묘목 수급이 원활하지 못하고 부족할 경우에는 양묘협회와 개인 묘목업체를 통해 묘목을 구매하기도 한

다. 국유림관리소 간에도 묘목 수급에는 차이가 있으며, 국유양묘장과 근거리에 있는 국유림관리소는 비교적 원활한 묘목 수급을 보이지만, 상대적으로 거리가 먼 국유림관리소에서는 우수한 묘목을 수급하는 데 부족한 경우도 있다. 또한 지역적으로도 동부 산간지방의 국유림관리소는 내륙지방의 국유림관리소에 비해 묘목수급이 원활하다.

용기묘는 노지묘에 비해 식재방식이 간단하며, 비교적 적은 노동력으로 묘목을 공급할 수 있으며, 또한 노지묘에 비해 안정적인 공급이 가능하다는 것이 용기묘를 선호하는 주요 이유로 나타났다.

한편 노지묘는 산간지역에서 선호하는 경우가 많은데, 상대적으로 내성이 약한 용기묘는 일부 지역의 높은 고도와 강풍 등의 기후 영향으로 인해 생장이 어렵기 때문으로 판단된다.

2) 민유림

민유림은 국유림과 반대되는 개념으로 기초·광역 자치단체가 소유하는 산림인 공유림과 개인 또는 회사가 소유하는 사유림을 포함하는 개념으로, 우리나라 전체 산림의 약 75%가 민유림에 해당한다.

민유림은 주로 산림조합에 의해 조림되고 있으며, 최근 5년(2019~2023년) 간 200,263 천본이 91,372ha에 조림되었는데, 전체 민유림 조림면적의 90% 이상을 차지하는 사유림 조림 면적 변화에 따라 연도별로 큰 차이를 보이고 있다.

표 30. 민유 조림 실적

구분	2019	2020	2021	2022	2023
면적 (ha)	19,261	19,594	17,295	16,485	18,737
본수 (천 본)	39,641	43,747	38,397	37,802	40,676

자료: 산림청(2024) 임업통계연보

민유림 조성사업 진행 시 묘목을 주로 관급자재로 수급 받는 형태로 이루어지고 있으며, 일부 특용수 등 관급자재로 수급이 불가능한 수종은 사급자재로 구매하고 있다.

예산문제와 관련하여 묘목 식재 시 발생하는 비용은 산림자원 분야 사업계획의 조림단비 예산에 비해 더 많이 소요되는 경우가 일반적이며, 설계 단계에서 운반비, 작업비 등 예산 책정이 미흡하게 편성되어 있다.

용기묘와 노지묘 선호도는 국유림과 마찬가지로 지역별로 차이가 있는 것으로 나타났다.

2. 산림사업용 묘목 생산자 경영 현황

산림사업용 묘목 생산자의 경영현황 및 산림사업용 묘목 대행 생산과 관련한 의견 분석을 위하여 경상북도 내 산림사업용 묘목 대행생산자 지정인을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 표본 수는 11이다.

가. 경영 현황과 경영 의사

1) 경영 현황

산림사업용 묘목 생산자의 양묘장 소유기간은 평균 27.8년으로 지난 2013년 전국 산림사업용 묘목 생산자의 평균 양묘장 소유기간(27.9년)과 비슷한 수준을 나타냈다. 산림사업용 묘목 대행생산 경력은 평균 19.5년으로 나타났다.

2) 면적

산림사

3) 생산량

최근 5년(2020~2024) 간 평균 생산량은 약 1,500ha, 약 350만 본을 생산하였다. 주로 봄철 조림에서 대부분 묘목을 생산하며(약 320만 본), 경제 조림용 묘목(205만 본), 산불 피해 복구 조림용 묘목(약 90만 본), 산림재해 방지 조림용 묘목(약 12만 본)순으로 나타났다. 주요 양묘 수종은 소나무, 편백나무, 산벚나무, 자작나무 등을 생산하고 있었다.

나. 산림사업용 묘목 생산 방식

1) 산림사업용 묘목 생산 방식

경상북도의 민간 양묘 생산 방식은 노지양묘, 시설양묘, 스마트양묘 세 가지로 구분되며, 각각의 방식에 대한 채택 비율이 서로 상이하게 나타났다.

먼저, 노지양묘와 시설양묘는 각각 48% 비율로 가장 많이 사용되고 있었다. 노지양묘는 납품 규격 준수(43%)를 가장 큰 이유로 꼽았으며, 이는 오랜 기간 축적된 경험과 기술적 기반으로 인해 일정한 묘목 규격을 안정적으로 확보할 수 있기 때문으로 파악된다. 또한 기술적 편의성(25%)과 비용 절감(7%)도 노지양묘를 선택하는 중요한 이유로 나타났다. 이는 노지양묘가 상대적으로 초기 시설 투자비용이 적고 운영 및 관리가 간편하다는 장점 때문으로 볼 수 있다.

반면 시설양묘는 기온 조절(44%)과 병해충 관리(36%)를 주요 이유로 응답하였다. 이는 시설양묘가 비닐하우스나 온실 등 이용해 묘목 생육 환경을 인위적으로 조절할 수 있어 기온 변화와 병해충 피해로부터 묘목을 보호하는 데 효과적이기 때문으로 파악된다.

마지막으로 스마트양묘는 전체 양묘 생산 방식 중 4%의 비중을 차지하고 있었으며, 상대적으로 낮은 채택률을 보였다.

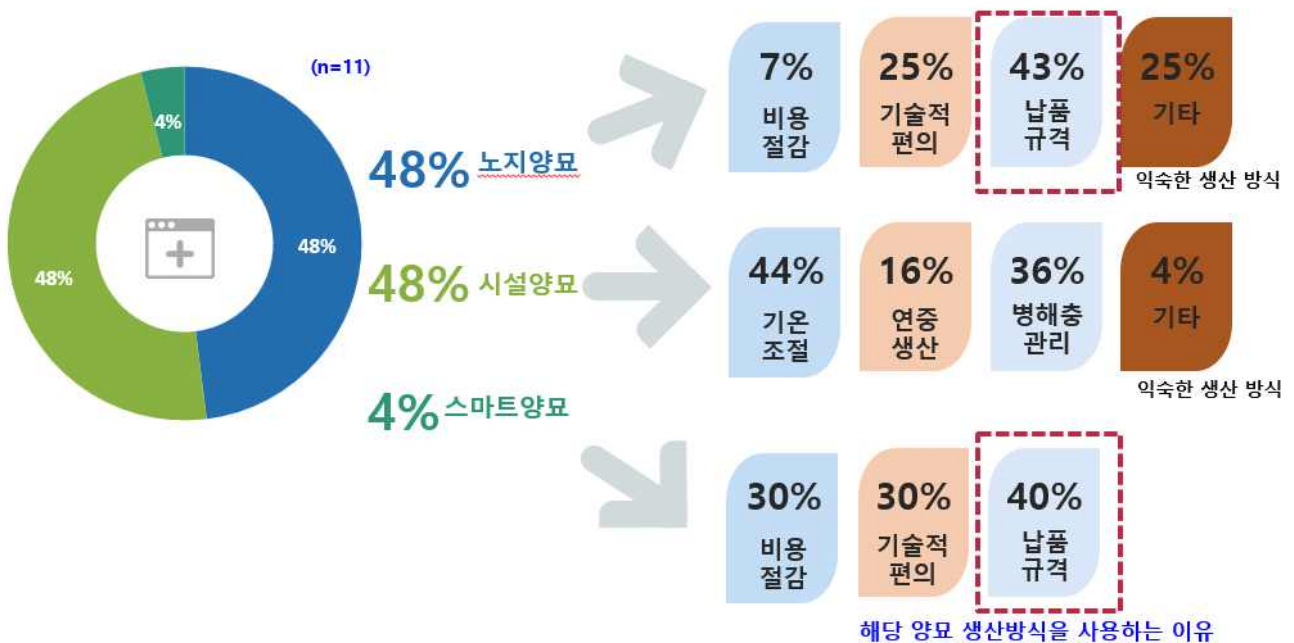


그림 41. 경상북도 민간 양묘 생산 방식

2) 산림사업용 묘목 생산 방식 개선 의지

경상북도 묘목 생산 대행자들은 현재의 양묘 생산 방식에 대한 개선 필요성을 강하게 인식하고 있었다. 조사 결과, 91%의 응답자가 현행 양묘 생산 방식을 개선하기를 희망하였으며, 개선이 필요한 부분은 생산성 향상(40%), 노동력 절감(30%), 품질 개선(20%), 생산 비용 절감(10%) 등으로 응답하였다(그림).

이는 양묘 산업이 직면하고 있는 노동력 부족과 고령화 문제를 해결하고, 생산성과 품질 향상을 통해 시장 경쟁력을 확보하기 위한 종사자들의 요구가 반영된 결과로 볼 수 있다.

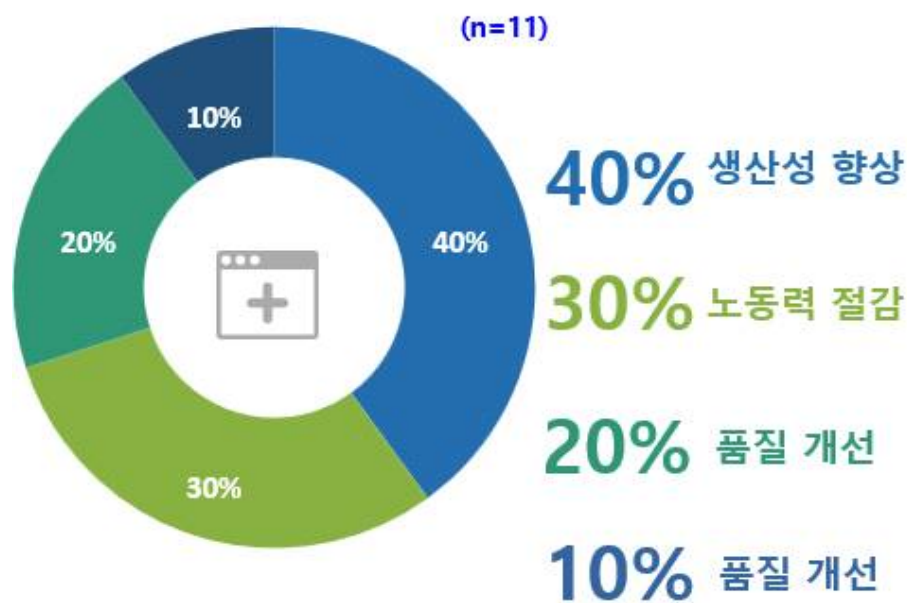


그림 42. 현행 양묘 생산 방식 개선 희망 이유

그러나 양묘 생산 방식 개선을 추진하는 데에는 초기 투자 비용에 대한 부담(80%)이 가장 큰 장애물로 지적되었다. 스마트 양묘나 시설 양묘와 같은 첨단 기술 도입은 초기 설비 구축에 막대한 비용이 소요되기 때문에, 중소 규모의 민간 양묘장에서는 이를 감당하기 어려운 상황이다. 또한 기술적 지식 부족(10%)과 불확실한 시장 상황(10%) 역시 양묘 방식 개선의 장애 요인으로 작용하고 있었다. 이는 양묘 생산자가 첨단 기술을 도입하더라도 실제 운영과 관리에 필요한 전문 인력이 부족하고, 묘목 시장의 수요와 공급이 불안정하여 기술 도입에 대한 확신이 부족하기 때문으로 분석된다.

양묘 생산 방식 개선은 생산성 향상과 노동력 절감 등의 이유로 필요하지만 초기 투자 부담이 가장 큰 걸림돌로 작용하고 있는 만큼 이를 해결하기 위한 대책 마련이 필요하다.

3) 산림사업용 묘목 대형 생산 한계점

현행 산림사업용 묘목 대형 생산 체계에서는 여러 한계점으로 인해 효율적인 운영이 어렵다고 응답하였다. 설문조사 결과, 가장 큰 문제점은 생산 물량 조절의 어려움(67%)이 지적되었다. 이는 장기적인 계획 부재와 묘목 생산량의 변동성이 원인으로 작용한 것으로 판단되며, 산림사업에 적합한 양과 질을 충족하는 데 한계가 있다는 것을 보여준다. 이러한 문제는 양묘 종사자들의 경제적 리스크를 가중시키는 요인으로 작용하고 있었다. 또한 품질 기준 준수의 어려움(8%)이 일부 생산자에게 애로사항으로 지적되었다. 이는 묘목 규격과 품질 기준을 충족하기 위한 관리가 어렵거나, 일관된 품질 검사를 위한 체계가 미흡하다는 것을 의미한다.

결론적으로 산림사업용 묘목 생산자들은 물량 조절의 어려움, 장기계획 부재 그리고 품질 기준 준수의 어려움을 주로 애로사항으로 지적하고 있다. 이를 해결하기 위해서 체계적인 수요 예측 시스템 구축과 함께 장기적인 생산 계획 수립이 필요하며, 묘목 품질 기준을 준수할 수 있도록 지원하는 정책적 노력이 요구된다.

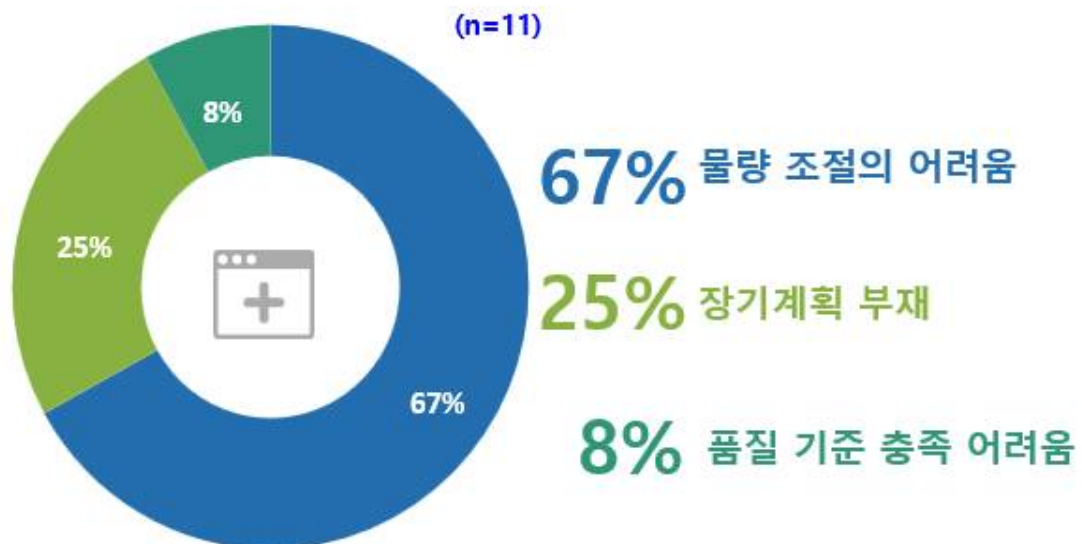


그림 43. 산림사업용 묘목 대형 생산자로서 어려움

4) 산림사업용 묘목 대행 생산 체계의 주요 개선 과제

산림사업용 묘목 대행 생산 과정에서 개선이 필요한 부분은 계약 조건 및 기간의 명확화, 지원 및 보조금 강화, 묘목 수급시기 관리 등이 시급한 과제로 나타났다(그림 x).

먼저 계약 조건 및 기간의 명확화(38%)가 가장 중요한 개선 사항으로 지적되었다. 이는 묘목 생산자와 수요자 간 계약 체결 시 명확한 조건과 기간이 설정되지 않아 생산 계획 수립에 혼선을 초래한 결과로 나타난 것으로 해석된다.

다음으로 생산 지원체계 및 보조금 강화(31%)가 주요 개선 사항으로 제시되었다. 묘목 생산 과정은 초기 투자 비용과 유지비용이 많이 소요되기 때문에, 생산자들이 경제적 부담을 덜 수 있도록 지원이 확대되어야 한다. 이 과정에서 장비 현대화, 품질 관리 시스템 도입, 스마트 양묘 기술 도입 등에 대한 재정적 지원은 양묘 산업의 생산성 및 품질 향상에 기여할 수 있을 것이다.

한편 묘목 수급 시기 관리(23%)에 대한 개선도 필요하다고 응답하였다. 묘목은 수요 시기에 맞춰 공급하는 것이 중요한데, 생산과 공급의 시차로 인해 수급이 지연되는 경우가 발생하고 있다. 이러한 문제는 산림사업 추진에 영향을 줄 수 있으므로, 정확한 수요 예측과 생산 시기 조정 시스템을 구축하여 묘목 공급의 안정성을 확보할 필요가 있는 것으로 판단된다.

마지막으로 품질 기준 및 검사(8%)는 묘목 규격과 품질 기준이 일관되게 관리되지 않아 산림사업의 성과에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

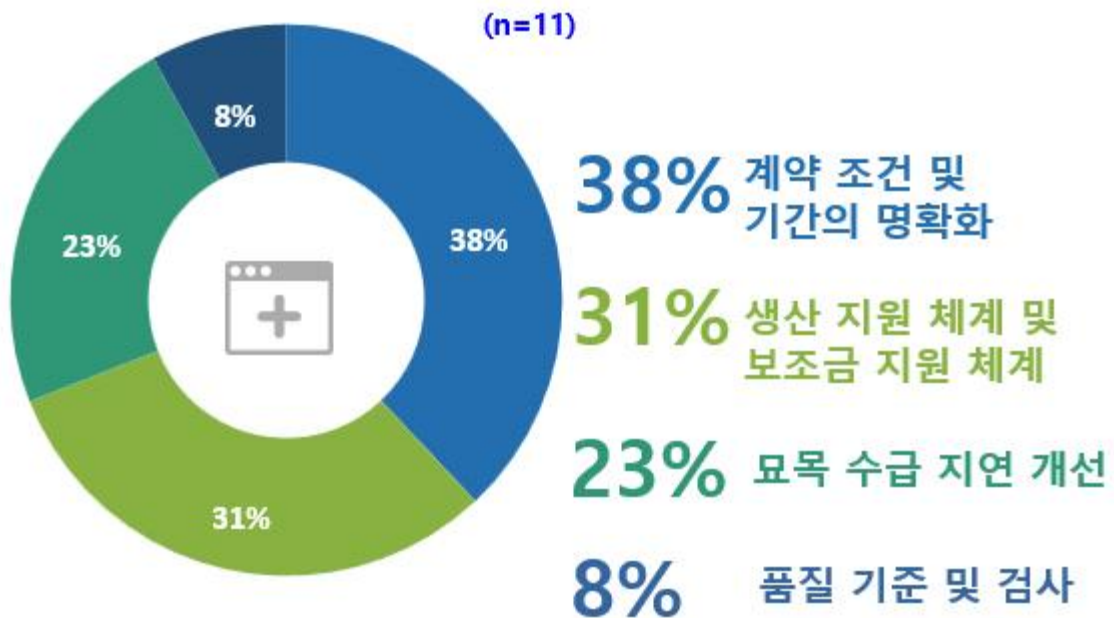


그림 44. 산림사업용 묘목 대행 체계의 주요 개선 과제

다. 산림사업용 묘목 생산 방식 개선 우선 순위

1) 산림사업용 묘목 생산방식 개선 지원 우선 순위

설문조사 결과, 산림사업용 묘목 생산 방식 개선을 위해 가장 중요한 지원 요소로 장비 및 재정 지원으로 나타났다. 1순위(8명)와 2순위(7명)에서 높은 비중을 차지하며, 이는 묘목 생산자들이 시설 현대화와 운영비용 부담 해소를 가장 시급한 과제로 인식하고 있음을 보여준다. 또한 초기 투자비용이 큰 양묘 산업 특성상, 장비 징원과 재정적 보조가 생산 효율성 제고의 핵심으로 평가된다.

다음으로 기술 교육에 대한 수요가 확인되었다. 1순위(5명)와 2순위(2명)에서 기술 교육의 중요성이 언급되었으며, 이는 새로운 생산 방식을 도입하거나 기존의 생산 기술을 개선하기 위해 종사자들의 역량 강화가 필요하다는 것을 의미한다. 특히, 스마트 양묘 등 첨단 기술 도입에 따라 맞춤형 교육과 실습 프로그램의 확대가 필요하다.

또한 전문가 자문(상담)이 3순위와 4순위에서 높은 비중을 차지했다. 이는 생산 현장에서 기술적 문제나 운영 개선 방안에 대한 전문적 지원이 부족하다는 점을 반영한 것으로, 전문가의 현장 맞춤형 컨설팅을 통해 문제를 해결하고 생산성을 극대화 할 수 있는 방안 마련이 필요함을 시사한다.

한편 시범사업 참여는 우선순위에서는 상대적으로 낮게 평가되었지만, 여전히 중요한 역할을 수행하고 있음을 시사하였다.

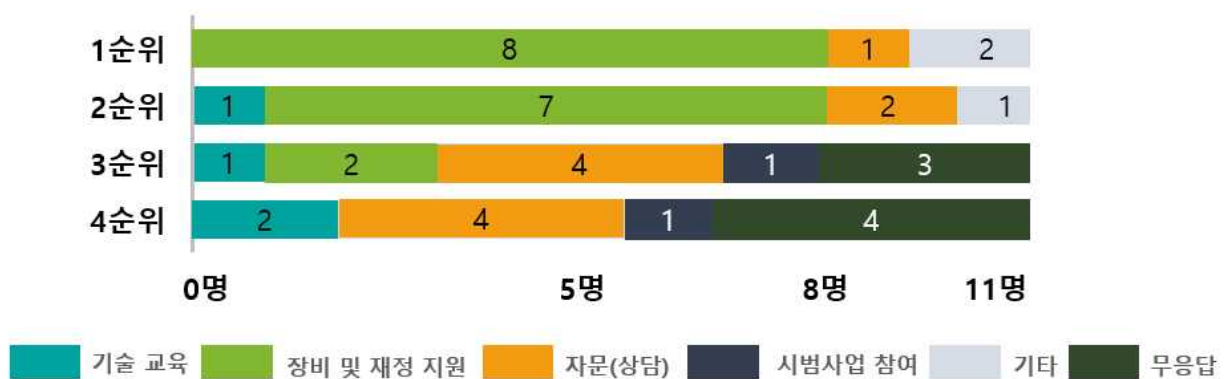


그림 45. 산림사업용 묘목 생산 방식 개선을 위한 지원 순위

2) 안정적인 묘목 생산을 위한 지원 순위

안정적인 묘목 생산을 위한 지원 순위 설문조사 결과, 가장 중요한 지원 항목으로 판로 및 마케팅 지원이 선정되었다. 1순위(5명)와 2순위(5명)에서 높은 비중을 차지하였으며, 이는 생산된 묘목의 안정적인 판로 확보와 시장 내 경쟁력 강화를 위한 마케팅이 필수적임을 시사한다. 이는 잉여 묘목이 증가하더라도 적절한 판매처를 확보하지 못할 경우 경제적 손실로 이어질 수 있다는 점에서 시급한 과제로 인식되고 있었다.

다음으로 재정 지원이 중요한 요소로 응답되었다. 1순위(3명)와 2순위(5명)에서 언급된 재정 지원은 묘목 생산 과정에서의 초기 투자 비용과 운영비 부담을 줄이는 데 필수적이다. 특히, 설비 현대화나 생산 과정에서 발생하는 비용 문제를 해결하기 위해 재정적 보조와 저리 금융 지원이 필요하다는 점이 확인되었다.

또한 기술 교육에 대한 수요도 확인되었다. 3순위(7명)에서 높은 비중을 차지하였는데, 이는 묘목 생산자들의 기술 역량 강화를 통해 품질 높은 묘목을 안정적으로 생산하기 위해 기술적 지원과 교육 프로그램이 필요하다는 것을 시사한다.

한편 무응답 비율이 상당히 높게 나타났는데, 이는 추가적인 의견 수렴과 개선 방안에 대한 심층적인 검토가 필요하다는 점을 의미한다. 이후 현장의 다양한 의견을 수집하고 이를 정책에 반영하여 보다 실효성 있는 지원 체계를 마련할 필요가 있다.

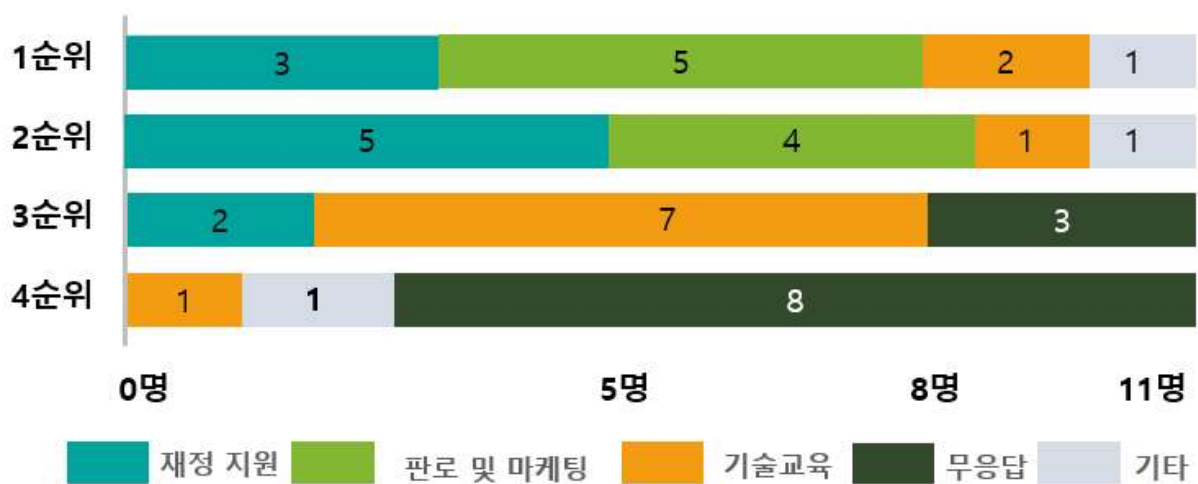


그림 46. 안정적인 묘목 생산을 위한 지원 순위

라. 묘목 생산 과정의 정책적 및 법적 문제점과 개선 방안

1) 사업 운영 및 안정적 묘목 생산을 위한 정책 개선

묘목 생산 과정에서 조림 시기의 차이로 인한 묘목 납품 지연과 조림 수종 변경이 발생하고 있어 안정적인 묘목 공급이 제한되고 있다고 응답하였다. 또한, 묘목 납품 시기와 조림 시기의 불일치는 품질 저하로 이어지는 문제를 초래한다고 지적하였다. 이에 따라 지정 양묘 조림 수종의 지속성과 일관성을 유지하고, 고부가가치 수종 중심으로 조림 수종을 개편하는 한편, 판로를 위한 정책적 지원이 필요하다고 응답하였다.

또한 대행 생산 평가 시 불필요한 행정 절차와 재지정 서류가 과도하게 요구되고 있어, 이를 간소화 할 필요가 있다고 응답하였다.

2) 안정적인 양묘생산 인력 공급을 위한 정책적 지원

묘목 생산 인력 부족 문제를 해결하기 위해 외국인 노동자 고용에 대한 정책적 지원이 필요하다고 응답하였다. 특히, 고용 비용과 주거 환경 개선, 그리고 고용 유지 시 세제 혜택 등 인센티브를 제공하여 양묘업 종사자들의 인력 수급 문제를 완화할 필요가 있다. 이를 통해 양묘 산업의 지속 가능한 생산 기반을 마련할 수 있을 것이라고 응답하였다.

3) 양묘산업 법적 체계 개정 필요

묘목 생산은 임업에 해당하지만 농산업으로서의 업종 코드 전환이 필요하다고 응답하였다. 새법 개정과 함께 양묘업에 대해서 농업과 임업의 명확한 구분이 이루어지지 않은 문제를 해결해야 한다고 응답하였다. 특히, 임업의 높은 산재 요율이 인력 고용에 가장 큰 부담으로 작용하고 있어 이에 대한 개선이 시급하다고 응답하였다. 또한 임업과 농업 간 세금 및 제원 체계의 차이를 줄여 보조금 지원 확대와 신규 장비 도입을 지원할 필요가 있다고 응답하였다.

4) 묘목산업 활성화를 위한 조림 확대 및 현장 지원

묘목 납품 이후 현장 관리 강화가 필요하며, 조림 확대를 통해 묘목 수요 기반 마련이 필요하다고 응답하였으며, 이에 대해 행정 재산을 활용한 조림 계획 수립을 요구하였다.

3. 수종 다변화를 위한 수종 선발

1) 양묘 수종 다양화를 위한 수종 선발 시 고려사항

미래 조림 수종을 선발하는 과정에서 가장 중요한 요소로 경제적 가치로 응답하였다. 설문조사 결과, 응답자의 대다수는 1순위(8명)로 경제적 가치를 선택하였으며, 이는 묘목 시장에서의 수익성과 경쟁력 강화를 위한 필수적 요인으로 평가된다. 또한 경제적 가치가 높은 수종은 단기적으로 수익 창출이 가능하고, 장기적으로 지역 경제 활성화에도 기여할 수 있어 양묘 산업의 지속적 성장을 뒷받침 할 수 있기에 1순위로 응답된 것으로 판단된다.

그 다음으로 기후 적응성과 병해충 저항성이 중요한 요소로 선정되었다. 기후 적응성은 2순위(8명), 3순위(3명)에서 높은 비중을 차지하였으며, 이는 기후변화로 인해 조림 수종의 생존과 성장에 적합한 환경 조성이 중요해지고 있음을 의미하며, 이에 대응할 수 있는 수종을 선발 및 묘목 공급하는 것이 조림 사업의 성공률을 높일 수 있기 때문으로 판단된다. 또한 병해충 저항성은 지속 가능한 양묘 산업을 위한 핵심 요인으로 평가된다. 2순위와 3순위에서 병해충 저항성이 중요하다고 응답 하였는데, 이는 병해충 묘목 생존과 품질에 직접적인 영향을 미치기 때문에 이에 강한 수종을 선정할 필요가 있다고 응답한 것으로 판단된다.

양묘 수종 다양화를 위한 수종 선발 시 경제적 가치를 최우선으로 고려하면서 성장속도와 기후 적응성을 종합적으로 평가해야 한다. 이를 통해 양묘 산업의 지속 가능성을 높이고, 변화하는 기후와 환경에 유연하게 대응할 수 있는 산림 조성기반 마련이 필요하다.

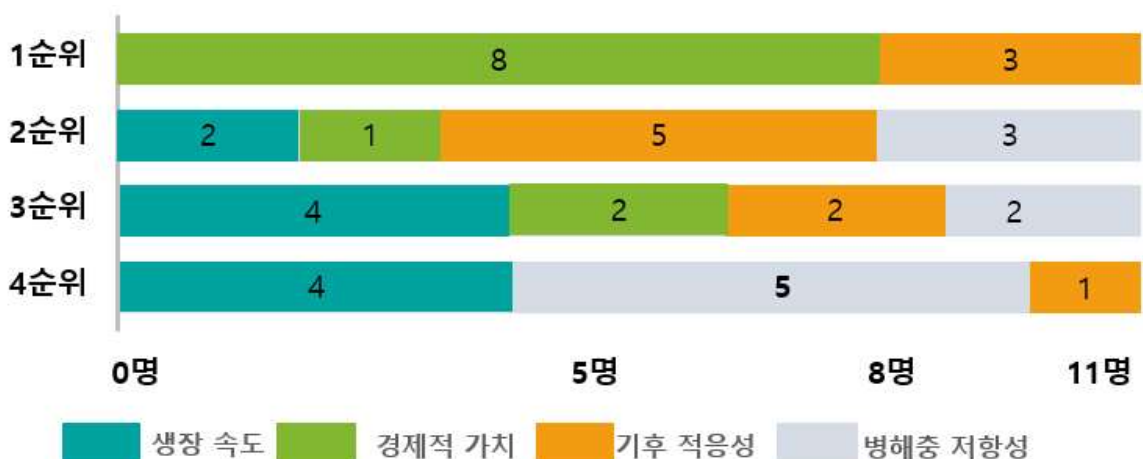


그림 47. 새로운 양묘 수종 선정 시 고려사항

2) 미래 수종 양묘를 위한 지원 사항

미래 수종 양묘를 위해 필요한 지원 사항으로는 양묘장 시설 확충(27%)와 기술교육 및 훈련(27%)이 가장 중요한 요소로 응답되었다. 양묘장 시설 확충은 고품질 묘목 생산을 위한 필수 조건으로, 낙후된 시설의 현대화와 스마트 양묘 기술 도입이 필요하다는 점이 반영된 결과로 해석된다. 특히 양묘장 시설 확충을 통해 생산 효율성과 묘목 품질을 동시에 높일 수 있어 미래 수종 양묘의 안정성을 확보할 수 있다.

또한 기술 교육 및 훈련(27%)은 전문 인력을 양성하고 고품질 묘목 생산을 위한 기술 역량을 강화하는 데 중요하게 작용한다. 새로운 양묘 기술과 재배 기법이 지속적으로 발전하고 있기 때문에, 현장 종사자들에게 실질적인 기술 교육과 최신 재배 기술 정보 제공이 필수적이다.

다음으로 재정 지원(24%)이 필요하다는 응답도 높게 나타났다. 양묘 산업은 초기 투자 비용이 많이 소요되는 분야이므로, 재정 지원을 통해 시설 현대화와 기술 도입의 경제적 부담을 완화할 필요가 있다. 특히, 지속 가능한 양묘를 위해 정부와 지자체 차원의 금융 보조와 지원 체계 마련이 중요하다.

한편 최신 재배 기술 및 정보 제공(22%)도 미래 수종 양묘를 위한 주요 지원 사항으로 선정되었다. 이는 변화하는 환경과 기후에 대응하기 위한 과학적 재배 기법과 병해충 관리 기술이 요구되기 때문으로 판단된다.

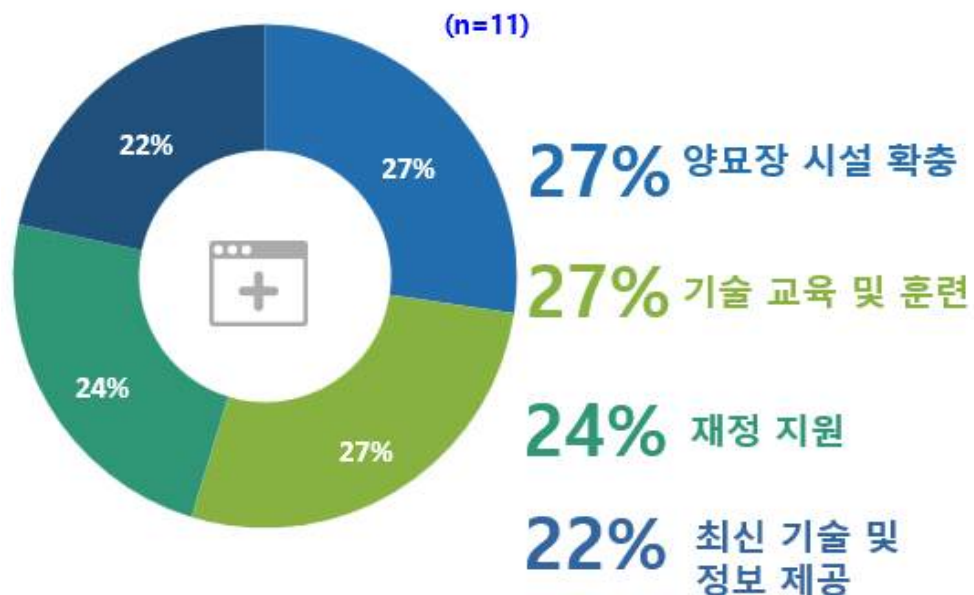


그림 48. 미래 수종 양묘를 위한 지원 사항

1. 조림면적 확대

가. 조림면적 확대와 양묘 생산량 증가의 필요성

조림 면적 확대는 산림의 지속 가능한 관리와 복원을 위해 필수적인 과제이며, 이는 양묘 생산량 증대와 직결된다. 특히, 산림청이 10년 단위의 장기적 조림 계획을 수립함에 따라 묘목 수요 예측과 이에 따른 안정적 공급 체계 구축이 필요하다.

1) 산림의 순환 관리

현재 산림자원은 벌채와 재조림을 통해 지속 가능한 순환 체계를 유지해야하며, 계획적인 조림 면적 확대를 통해 산림의 생산성을 높이며, 탄소 흡수원으로서의 역할을 강화할 수 있다. 이에 따라 묘목 수요량은 자연스럽게 증가하게 되며, 양묘장에서는 이를 충족하기 위한 생산량 확대가 필수적으로 동반된다. 다만 종자 채취 및 묘목 생산에 소요되는 시간(2~3년)을 고려하여 사전에 충분한 묘목이 준비될 수 있도록 해야하며, 이는 장기적이고 일관된 조림 계획을 통해 조림면적 확대와 묘목 생산의 효율성을 제고할 수 있다.

2) 자연재해 복구 조림을 위한 예비 묘목 생산 확대

자연재해 복구 조림을 위한 예비 묘목 생산은 산림 생태계의 신속한 복원을 위해 필수적이며, 이에 대비하기 위해 안정적인 예비 묘목 비축이 필요하다.

산불이나 산사태 같은 자연재해는 대규모 산림 손실을 초래하며, 이를 복원하기 위해서는 즉각적인 조림이 요구된다. 그러나 재해 발생 후 묘목을 새로 생산하기 위해서는 수년이 소요되기 때문에, 사전에 예비 묘목을 준비함으로써 신속한 복구를 할 수 있다. 이때 지역의 환경적 조건을 고려하여 고산지대, 해안 지역, 내륙 등 환경별로 특화된 수종을 예비로 생산할 필요가 있다.

이러한 예비 묘목 생산은 장기조림계획에 포함되어 있어야하며, 민간양묘장이 생산 주체로 참여할 수 있도록 해야한다.

2. 미래 유망수종 발굴 및 육성

가. 미래 유망 조림수종 발굴 및 육성

경상북도는 산림 면적이 전국에서 두 번째로 넓으며, 산림 기반 산업과 생태적 가치가 조화를 이루는 지속 가능한 산림 경영이 중요한 지역이다. 특히 기후변화, 지역 경제 활성화, 산림 재해 대응 등 다양한 측면에서 산림이 수행해야 할 역할이 확대되고 있기 때문에 미래 유망 조림수종을 선정할 때 경북의 특성을 반영한 기준이 필요하다.

첫째, 목재 가치가 높은 수종을 우선적으로 고려해야 한다. 경북은 임업과 목재 산업이 발달한 지역 중 하나로 고품질 목재를 생산할 수 있는 수종은 지역 경제에 직접적인 기여를 할 수 있다.

둘째, 탄소흡수 능력이 우수한 수종도 중요한 고려 사항이다. 높은 탄소흡수 잠재력을 가진 산림의 특성을 고려하여, 탄소 고정 능력이 뛰어난 수종을 선정하여 기후변화 대응과 탄소중립 목표 달성에 기여할 필요가 있다.

셋째, 자연재해에 강한 수종을 도입해야 한다. 경북은 산불과 산사태 등의 자연재해의 발생 빈도가 높은 지역 중 하나로, 이에 대한 대응력을 강화하기 위해 내재해성이 높은 수종을 선정할 필요가 있다.

넷째, 중간소득 창출 수종 도입이 필요하다. 임목은 소득 창출까지 오랜 시간이 소요된다는 특수성이 있기에 주요 수종이 상층을 형성한 후 과실, 수액, 약용자원 등 중간 소득을 창출할 수 있는 수종 선정 및 식재를 통해 임업농가에 안정적인 소득원을 제공할 수 있는 방안을 고려해야 한다.

1) 목재가치가 높은 수종의 발굴 및 육성

과거 치산녹화기에 식재되었던 속성수들은 우량 대경재로서 활용이 어렵다는 한계점이 있으며, 국내 산업체 또한 낙엽송 등 대경재 및 양질의 용재로 이용할 수 있는 원목이 부족함을 이야기하고 있다.

목재의 안정적인 공급과 우량 목재 증식을 주목적으로 하는 경제림 조림을 중심으로 목재 가치가 높은 수종을 발굴 및 식재가 필요하다. 특히, 경상북도의 산림 정책 중 하나인 ‘돈 되는 산림’ 추진을 위해서는 경북의 풍부한 사유림 자원을 활용하여 경제림 조성을 확대할 필요가 있다. 우량 목재 및 양질의 목재 생산을 통해 지역 경제 활성화와 목재 자급률 향상에 기여할 수 있으며, 이를 위해 경제적 가치가 높은 수종의 발굴 및 체계적인 관

리가 필수적이며, 이를 위해서는 민간양묘를 통한 안정적인 묘목 공급이 필요하다.

일본에서는 인공사유림을 중심으로 편백, 낙엽송, 삼나무 등 목재 가치가 높은 3개 수종을 중심으로 양묘 및 조림을 실시하고 있다.

백합나무는 낙엽송에 비해 높은 탄소흡수량을 보이지만 연간생자량 또한 $9.9\text{m}^3/\text{ha}$ 로 낙엽송($6.7\text{m}^3/\text{ha}$)에 비해 빠르게 성장하며, 경제수종으로도 높은 가치를 인정 받고 있다. 또한 한해나 풍해 등의 피해가 없다면 온대중부 이남에서 조림 가능할 것으로 예상되는 수종인 만큼 경북 남부지방의 공유림 및 사유림을 중심으로 식재할 필요가 있다. 용재수종은 공통적으로 연간생장량이 크다는 특징이 있는데, 스트로브잣나무는 우리나라 잣나무와 비교하였을 때 약 3.7배 빠른 성장을 보이며, 병충해에 강해 고급 목재자원으로 활용 가치가 매우 높은 수종으로 알려져 있다. 기후대를 고려하였을 때 경북 북부지방을 중심으로 식재할 필요가 있다.

2) 탄소흡수 우수 수종의 발굴 및 육성

우리나라 주요 산림 수종의 표준 연간 이산화탄소 흡수량은 30년 이전에 가장 높은 것으로 나타났으며, 전체적으로 임령이 증가할수록 흡수량은 감소하는 경향을 보이고 있다. 경상북도 산림의 평균 임령이 4~5등급(31~50년)인 것을 고려하면 생장이 둔화되고 있어 탄소흡수기능이 줄어들게 될 것으로 예상되는만큼 탄소흡수 우수 수종의 발굴 및 육성이 중요하다.

우리나라 주요 수종별 임령별 잔존 본수를 활용한 나무 한 그루당 연간 이산화탄소흡수량은 30년생 기준으로 상수리나무가 14.1kg 로 가장 높은 것으로 나타났다.

경상북도의 대표 수종인 소나무 25년생 1ha는 수령이 25년일 때 가장 많은 양의 온실가스(9.8kg)를 흡수하였으며, 수령 30년 기준 매년 12.4톤의 이산화탄소를 흡수하는 것으로 나타나 승용차 6.4대 배출하는 온실가스를 상쇄하는 것으로 계산되었다(표 31).

표 31. 나무 한 그루당 연간 CO₂흡수량(kg/그루/년)

수종	임령												
	10	15	20	25	30	25	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
충부지방 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	116	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
출처 : 국립산림과학원, 2019. 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량

백합나무는 30년생 한 그루의 연간 탄소흡수량은 6.8t으로 동일 수령의 소나무(4.2t), 낙엽송(4.1t), 잣나무(3.1t)에 비해 약 1.6~2.2배 높은 탄소흡수량을 보이고 있으며, 한해나 풍해 등의 피해가 없다면 온대중부 이남에서 조림 가능할 것으로 판단된다. 또한 붉가시나무는 균락을 이루며 분포하는 대표적인 난대수종으로, 붉가시나무 40년생 1ha는 연간 12.9t의 산소를 발생시키는데, 이는 소나무 1ha에서 발생하는 산소량에 비해 2배 이상 많은 양이다. 21세기 후반에는 연평균기온이 2.3~6.3°C 상승하여 경상북도 남부지방은 난대기후대로 변화하여 난대상록수의 생육지 북상이 예상됨에 따라 경상북도 남부지방에는 붉가시나무 등 난대수종의 조림이 가능할 것으로 예상된다.

3) 재해방지 및 복원

산불·산사태·병해충·가뭄·태풍 등 산림재해지의 경우, 신속한 복구와 산림경관 회복 및 생활환경에 대한 개선이 복원의 우선순위이다. 산불 저항성은 상록활엽수, 낙엽활엽수, 침엽수 순으로 높다고 알려져 있으며, 수고가 클수록 임목 고사율은 낮은 것으로 알려져 있다(이시영 and 안상현, 2009). 산불 피해지 및 피해 우려지역에 대해서는 가시나무 등을 활용한 내화 수림대 조성으로 재해에 강한 숲으로 조성할 필요가 있다.

아울러 소나무재선충병 피해지는 모두베기 이후 소나무 식재가 제한되는 지역으로 경제

성과 이용 가치 등을 고려하여 소나무재선충병 피해지 대체 조림수종 중 조림수종을 선정하여 식재 할 필요가 있다.

표 32. 소나무재선충병 피해지 대체 조림수종 - 온대 중부

구분	대체 조림수종
용재수종	백합나무, 낙엽송, 졸참나무, 상수리나무, 스트로브잣나무, 음나무, 아까시나무, 굴참나무 등
경관수종	백합나무, 느티나무, 복자기나무, 층층나무, 벗나무류 등
특용수종	음나무, 고로쇠나무, 느릅나무, 다릅나무, 옷나무 등

4) 중간소득 창출 수종

임업은 소득 창출까지 오랜 시간이 소요되는 특징이 있기에 산주들에게 중간 소득을 창출해줄 필요성이 있다. 이에 간벌, 목재수확, 수종갱신 이후 다밀화 품종 중심의 밀원수 등을 식재하여 중간 소득을 창출할 필요가 있으며, 지역특색 및 조림사업 여건을 고려하여 선별하여 식재할 필요가 있다.

표 33. 중간소득 창출을 위한 용도별 다기능 밀원수종

용도	밀원수종
밀원-목재	산벚나무, 백합나무, 피나무, 찰피나무, 섬피나무, 아까시나무, 음나무 등
밀원-식용	밤나무, 감나무, 대추나무, 산딸기, 복분자딸기, 다래, 두릅나무, 고로쇠 등
밀원-약용	헛개나무, 산송유, 옷나무, 소태나무, 산사나무, 향벽나무, 오갈피나무 등
밀원-유지	쉬나무, 때죽나무, 쪽동백나무 등
밀원-경관	버드나무류, 단풍나무, 복자기나무, 회화나무, 모감주나무, 마가목, 칠엽수, 층층나무 등
밀원-사방	아까시나무, 쉬나무, 싸리, 참싸리, 족제비싸리, 광대싸리, 붉나무, 쯤목형 등

3. 안정적 묘목 생산을 위한 채종 여건 조성

가. 다양한 조림수요 확대를 위한 종자 채종 여건 마련의 필요성

1) 채종원 현황

다양한 수종에 대한 조림 수요가 증가함에 따라, 안정적이고 품질 좋은 종자 공급을 위한 종자 채종 여건 마련이 필수적이다. 특히, 조림 수종의 다양화와 지역 특성에 맞는 수종 선발이 중요한 경상북도에서는 종자 공급 체계를 체계적으로 정비할 필요가 있다.

그러나 충주 채종원 등 전국 11개소에 채종원이 조성되어 있지만 경상북도에는 채종원이 없는 상황으로, 지역 내 조림 수종 수요를 충족하기 위해 종자 공급 체계 개선이 시급한 과제이다(그림 x).



그림 49. 우리나라 채종원 조성 현황

2) 채종림·채종임분 현황 및 지정 절차

채종림과 채종임분은 전국에 각각 20개소, 95개소가 지정되어 있으며, 경북에는 채종림은 조성 되어 있지 않으며, 채종임분 22개소가 지정되어 있다.

채종림과 채종임분은 후보지역 선정부터 선정까지 지방자치단체에서 시행하는 등 채종원에 비해 조성 기준이 상대적으로 완화되어 있으며(그림 x), 기존 조성된 임분을 지정하는 것이기에 단기간에 종자 생산이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

경상북도와 같은 광역자치단체에서는 채종원 대신 채종림과 채종임분을 적극적으로 활용하여 지역 내 종자 수요를 충족할 수 있는 방안을 모색해야 한다.



그림 50. 채종림 및 채종임분 지정 절차

이를 위해서 중앙정부로부터 광역자치단체에 채종원과 채종임분에 대한 실질적 권한을 위임 받는 제도적 변화가 필요하다. 현재 조림 수종 선정과 종자 생산은 중앙정부 주도로 이루어지고 있어 지역적 특성과 수요를 반영하기에는 한계가 있다. 경상북도는 산림 면적이 넓고 기후와 토양 조건이 다양하기 때문에 지역 환경에 적합한 수종의 종자를 안정적으로 생산하는 것이 중요하다. 중앙정부가 채종림 및 채종임분에 대한 실질적인 권한을 경상북도에 위임하면, 도내에서 필요한 조림 수종에 대한 종자 수요를 효과적으로 충족할 수 있을 것이다.

이를 통해 경상북도는 지역 환경을 고려한 맞춤형 조림이 가능해지며, 장기적으로 산림 생태계를 건강하게 유지하고, 탄소흡수, 산림 재해 예방 등 공익적 가치를 높일 수 있을 것이다. 동시에, 안정적인 종자 공급은 양묘 산업 활성화에도 기여할 수 있다. 양묘 산업은 묘목 생산과 조림을 연계하는 핵심 산업으로, 종자 공급 체계가 안정화되면 고품질 묘목 생산이 가능해지고 궁극적으로는 민간 양묘장의 경쟁력을 높이는 기반을 마련할 수 있을 것이다.

나. 수종별 채종림 및 채종임분 조성 적지

주요 조림 수종의 생육 특성, 기후대 등을 고려하여 주요 수종에 대한 채종 적지는 다음과 같이 선정할 수 있을 것이다.

1) 소나무 - 영덕군, 울진군

영덕군과 울진군의 연평균 기온은 11~13°C로 비교적 온화하고, 강수량이 1,200mm 내외로 소나무 생육에 적절한 환경 조건을 가지고 있다. 또한 토양은 사질토 및 점토질 혼합 구조로 배수가 잘되며, 뿌리 발달이 용이한 토양이다. 또한 동해안 지역은 산불 발생 면적과 빈도가 경북 내에서 큰 곳 중 하나로 해당 지역에 채종림과 채종임분을 조성하면 산불 복구 및 경관 조림용 소나무 묘목의 안정적인 종자 공급이 가능할 것으로 판단된다.

2) 상수리나무 - 경북 남부지방

상수리나무는 경산시, 영천시 등 남부지방에서 채종이 적합할 것으로 판단된다. 이 지역은 온난한 기후와 강수량 1,000mm 내외의 적절한 수분 환경을 가지고 있다. 또한 상수리나무는 내건성과 내열성이 강하며, 척박한 토양에서도 잘 자라는 특징이 있어 경북 남부지방에서 채종림과 채종임분을 조성할 경우, 우량 종자의 안정적인 공급이 가능할 것으로 판단된다. 또한 도토리 생산은 임산물 소득을 제공할 수 있어 안정적 소득에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

3) 동백나무 - 포항시, 경주시

칠곡군과 성주군은 온화한 기후와 낮은 산지와 완만한 경사 등 기후적·지형적 조건은 호두나무 채종임분 조성○

4. 양묘산업과 관련한 유무형 인프라 구축 및 강화

가. 양묘시설 현대화 및 기술적 지원

1) 양묘시설 현대화 지원

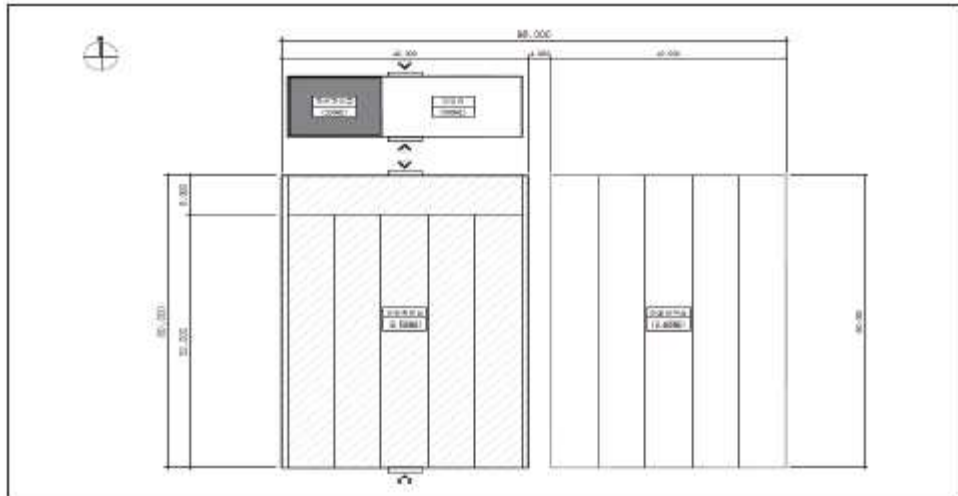
민간양묘 산업의 경쟁력 강화를 위해서는 양묘시설의 현대화는 반드시 필요하다. 현재 민간 양묘장 대부분은 생산 효율성 증대, 품질 관리 등을 위해 현대화된 양묘 시설을 원하고 있다.

우선 양묘장에 양묘 산업의 인력 고령화와 양묘 종사자 감소라는 구조적 문제 해결을 위해 스마트 온실 기술을 도입하여 자동화된 관리 시스템을 구축할 필요가 있다. 노동집약적 산업인 양묘 산업은 많은 노동력이 요구되는 분야이지만, 농촌 인구 감소와 종사자의 고령화로 인해 운영에 필요한 인력 수급이 점차 어려워지고 있는 실정이다. 특히, 묘목 생산 과정에서의 온·습도 제어, 관수 및 양분 공급, 병해충 방제 등은 종사자의 노동 의존도가 높아 인력 부족 시 생산 효율성과 품질 저하로 이어질 가능성이 크다.

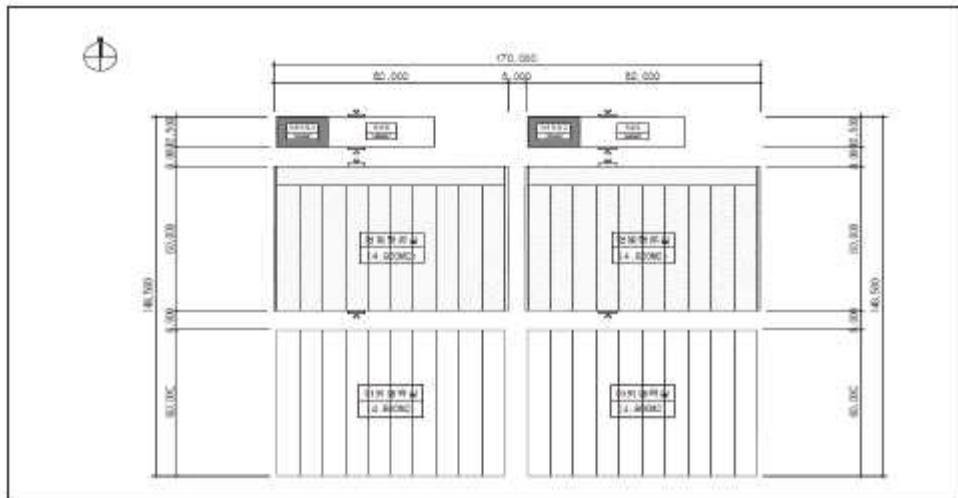
이러한 문제 해결을 위해서 온·습도 제어, 관수 시스템, 양분 공급, 병해충 감지 등 묘목 생육에 최적화된 환경을 자동으로 관리할 수 있고, 센서와 모니터링 시스템을 통해 실시간 묘목의 생육 상태를 파악할 수 있는 스마트 양묘장 도입은 필수적이다. 또한 양묘장의 규모와 상황에 따라 스마트 양묘 시설의 도입 규모와 시스템을 유연하게 조정해야 한다. 대규모 양묘장의 경우, 첨단 자동화 시스템을 전면적으로 구축하여 생산 효율을 극대화 할 수 있고, 소규모 양묘장에서는 핵심 관리 요소만을 자동화함으로써 비용 부담을 줄이면서도 효율적 운영을 도모할 수 있다.

또한, 용기묘 생산을 위한 자동화 시스템 도입을 지원해야 한다. 용기묘 생산은 초기 생존율이 높고 이동과 이식이 용이하지만, 이에 따른 시설 구축 비용 부담이 높기에 노지묘로 묘목을 생산하는 사례가 존재한다. 이에 따라 정부와 지자체는 저리 대출과 시설 개선 보조금을 통해 양묘장의 경제적 부담을 줄이고, 현대화된 설비를 도입할 수 있도록 방안을 마련해야 한다.

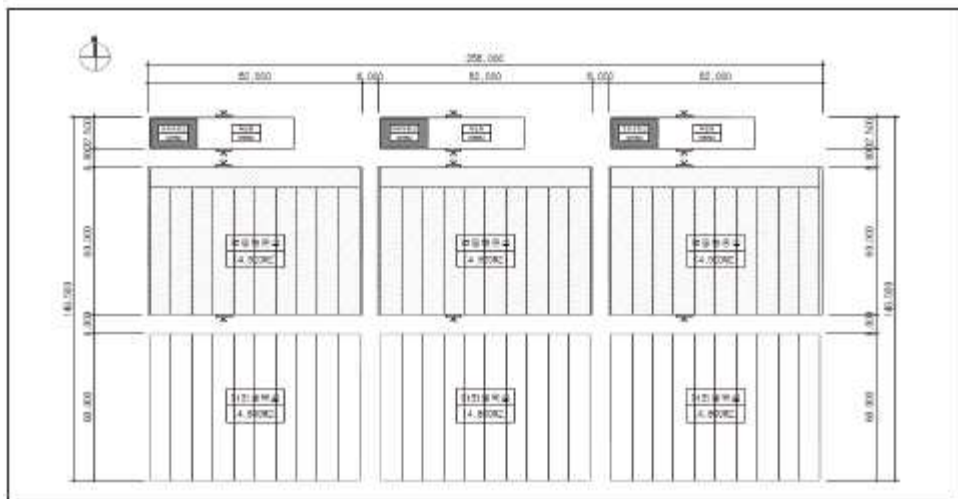
마지막으로, 환경적 지속 가능성을 고려한 친환경 양묘 시설을 확대해야 한다. 에너지 절감형 온실, 재활용 가능한 용기 및 친환경 비료 도입 등의 사례를 검토하여 환경 부담을 줄이는 동시에 경제성을 높일 수 있는 시설 기반을 마련해야 한다. 이와 같은 양묘시설 현대화는 생산 효율성과 품질을 동시에 향상시키며, 민간 양묘장의 경쟁력을 근본적으로 강화하는 핵심 전략이 될 수 있을 것이다.



소규모 양묘장(50만 그루 기준)



중규모 양묘장(200만 그루 기준)



대규모 양묘장(300만 그루 기준)

그림 51. 산림용 스마트 양묘장 유형별 설계도(안)

자료: 국립산림과학원(2023)

2) 기술 보급 및 교류

양묘시설 현대화와 함께 묘목 생산의 품질과 생산성을 높이기 위해서는 기술적 지원이 필수적이다. 민간 양묘장의 기술 역량은 산림 조림 상업의 성공과 연결되므로, 정부와 연구기관, 한국양묘협회가 주도하여 실질적인 기술 지원 체계를 마련해야 한다.

먼저, 묘목 생산에 필요한 맞춤형 기술 교육을 정기적으로 제공해야 한다. 양묘 생산자는 지역 환경과 토양 특성 등에 따라 적합한 재배 방법을 적용해야 하지만, 실질적인 기술 정보와 실습 교육이 부족한 상황이다. 이에 따라 병해충 방제 기술, 묘포지 토양 관리, 관수 시스템 최적화와 같은 기술에 대한 교육을 실시하고, 기술 매뉴얼을 개발 및 보급하여 현장에 적용할 수 있도록 지원해야 한다.

또한, 기후변화에 대응할 수 있는 수종별 맞춤형 기술이 필요하다. 이상기후로 인한 고온, 가뭄, 병해충 확산 등은 노지양묘를 어렵게 하고 있는 다양한 환경 변화에 대비할 수 있도록 내재해성 수종 개발과 함께 재배 기술을 민간 양묘장에 제공해야 한다.

시설양묘와 스마트양묘는 노지양묘에 비해 생산성과 경제성이 높아 양묘산업 경쟁력 가오하를 위해 반드시 도입이 필요하며, 이에 대한 체계적인 기술 교육이 필수적이다. 시설양묘와 스마트양묘는 초기 투자 비용이 발생하지만 시설양묘는 4년차 이후부터, 스마트양묘는 5년차 이후부터 노지양묘의 경제성을 추월하는 것으로 나타나 장기적으로는 비용 절감과 고품질 묘목 생산을 동시에 실현할 수 있다(그림 x)

아울러, 묘목 생산의 품질 관리 체계를 강화해야 한다. 묘목 품질 기준을 보다 정밀하게 설정하고, 이에 대한 정기적인 검사를 통해 품질의 균일성과 신뢰성을 확보해야 한다. 이를 위해 묘목 생산 및 납품 과정에서 발생하는 문제를 진단하고 개선할 수 있는 기술 컨설팅을 제공해야 하며, 우수 사례를 발굴하여 확산시키는 체계를 구축할 필요가 있다.

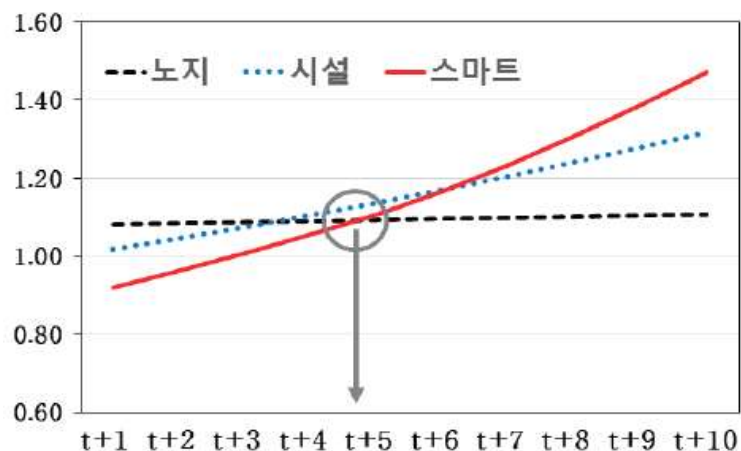


그림 52. 경과년도에 따른 양묘 유형별 비용 편익 분석

자료: 국립산림과학원(2023)

나. 양묘 전문인력 양성

1) 양묘 후속세대 양성

양묘분야 전문가는 단기간의 교육과 경험으로 양성되기 어려우며, 장기간의 투자와 적극적인 육성 지원 정책이 수반되어야 한다. 현재 국립산림과학원, 국립산림품종관리센터, 대학에서 연구와 인력양성을 수행하고 있으나 양묘산업 발전을 위해서는 부족한 실정이다.

현재 우리나라에는 양묘 교육을 전문으로 담당하는 기관은 없으나, 지난 2024년 경북 춘양면에 국립양묘기술체험교육관을 착공하였다. 향후 국립양묘기술체험교육관 수료생과 경상북도 산림사관학교 교육 수료생 중 양묘 분야에 관심과 의지를 가진 희망자를 대상으로 민간 양묘장에서 인턴 후 전문 고용할 필요가 있다.

민간양묘는 실질적 양묘 기술과 현장 경험을 축적할 수 있는 최적의 환경을 가진 곳으로 인턴제를 통해 수료생들은 양묘 과정 전반적인 실무를 체험할 수 있고, 양묘 기술의 세부적인 지식과 노하우 습득을 통해 현장 중심의 실질적인 전문성을 갖춘 인력을 양성할 수 있을 것이다. 또한, 인턴 후 정규직으로 전환하는 기회를 통해 민간 양묘장에서 지속적으로 전문인력을 공급 받을 수 있는 기반이 마련될 것이다.

인턴 과정은 일정 기간 동안 현장 실습과 평가 과정을 거쳐 수료생들에게 자격 인증 또는 경력 증명서를 발급하는 방식으로 제도화 할 수 있으며, 이는 양묘 전문인력 역량 강화 뿐만 아니라 경상북도 양묘 산업의 경쟁력을 높이는 데 기여할 수 있을 것이다.

이러한 전문인력 양성은 민간양묘장으로의 지속적인 전문인력 공급, 경상북도 양묘 산업 경쟁력 강화, 지역 소멸 대응하는 선순환 구조를 구축할 수 있을 것이다.

2) 양묘 전문가 양성을 위한 보수교육

양묘 산업 종사자를 대상으로 한 보수교육은 급변하는 산림환경과 양묘 기술 발전에 맞춰 실무 역량을 지속적으로 강화하기 위해 반드시 시행되어야 한다. 특히 기후변화 대응 및 다양한 사회적 요구로 인하여 조림 수종 양묘의 중요성이 커짐에 따라 다양한 환경 조건에 적합한 수종의 육성과 재배 기술이 더욱 요구되고 있으며, 이는 양묘 산업 종사자들이 반드시 습득해야 할 핵심 역량이다. 새로운 수종 도입에 대한 요구 증가와 산림재해에 강한 수종 육성이 요구되는 상황에서, 종사자들은 이에 대응하기 위한 기술적 지식과 실습 교육이 필요하다.

또한 임목은 세대가 길고 생장 분화가 어려운 특성이 있기에 최신 육종 기술과 수종 특

성에 대한 이해를 지속적으로 높여야한다. 이에 최근 발전하고 있는 조직배양, 유전적 개량, 내재해성 강화 등 첨단 기술에 대한 이론과 실습 교육은 양묘 산업 종사자들의 전문성을 강화하는 데 크게 기여할 수 있을 것이다.

수종 다양화가 가속됨에 따라 종사자들은 새로운 수종의 특성에 맞는 시설 재배 기술과 관리 방식에 대한 이해가 필요하다. 특히, 온도와 습도 조절, 병해충 방제, 양분 관리 등에 대한 시설재배 기술의 도입이 필요하며, 이를 통해 수종별 맞춤형 재배 시스템을 구축하고 생산성 향상 및 불량률 감소에 기여할 수 있다.

아울러 양묘 방식의 다양화는 현대 양묘 산업에서 중요한 과제 중 하나로 전통적인 노지묘 생산뿐만 아니라 용기묘, 대량 생산 시스템, 스마트 양묘 기술 등 다양한 양묘 방식을 학습하고 현장에 적용하는 능력을 키우는 것이 필요하다. 이를 위해 보수교육 과정에서는 첨단 양묘 장비 활용법, 양묘 생산 과정 자동화, 효율적인 관리 기법 등 실질적인 기술 교육을 포함시켜야 한다.

이러한 보수교육은 경북산림사관학교를 적극 활용하고, 국립산림과학원 및 국립산림품종관리센터와 같은 국가기관과의 협업을 통해 체계적으로 추진해야 한다. 국가기관은 전문적인 연구 역량과 기술적 지원을 제공하고, 교육기관은 이론과 실습이 결합된 교육 과정을 운영함으로써 종사자들의 현장 능력을 강화할 수 있을 것이다.

교육 이수자에게는 전문 경력 증명서 또는 자격 인증서를 발급하는 제도화된 시스템을 마련해야 하며, 이를 통해 종사자들의 전문성을 체계적으로 관리하고 양묘 산업의 경쟁력을 지속적으로 강화할 수 있다.

5. 양묘산업 발전을 위한 제도적·행정적 협의체

가. 민간 양묘 지원을 위한 협의체(안)

경북 민간 양묘산업 발전을 위해서는 정부기관, 민간 양묘장, 양묘협회, 기금 조성 주체 간 협력을 통해 제도적·행정적 지원 협의체를 운영하는 것이 필요하다. 경상북도는 사유림 비율이 높은 징역적 특성과 함께 산림 사업의 지속적 확대를 위해 양묘 산업의 효율적 운영과 발전이 필수적이다. 하지만 현재 민간양묘장은 시설 노후화, 투자비용 부담, 인력 감소 등의 어려움에 직면해 있다. 이를 위해서는 양묘산업의 경쟁력을 높이기 위한 실질적인 지원 체계가 마련되어야 하며, 이를 위해 다양한 주체가 참여하는 협의체 구성이 필요하다.

정부기관(광역자치단체)은 묘목 생산량 증가 및 품질 향상을 위한 제도 개선을 추진해야 한다. 예를 들어, 고품질 묘목 납품 양묘장에 대한 인센티브 지급과 함께 행정적 절차 간소화 및 조림사업 모니터링 체계를 강화하는 것이 필요하다. 정부의 정책적 지원과 더불어 묘목 반출·조림사업과의 연계 모니터링을 통해 양묘산업이 산림 정책과 긴밀히 연계될 수 있도록 하는 시스템을 마련해야 한다.

한국양묘협회(경북지회)는 협력을 통해 기술적 지원과 시장 정보 제공, 법률 자문 등의 역할을 확대하고, 민간 양묘 현장의 의견을 수렴하며 실질적인 정책 개선으로 이어질 수 있도록 해야 한다. 협회는 묘목 반출 및 조림사업의 전반적인 관리와 운영을 지원하고, 민간 양묘장의 애로사항을 정부기관에 전달하는 가교 역할을 수행해야 한다.

또한, 기금 조성 및 프로그램 지원을 통해 민간 양묘장의 투자 비용과 시설 현대화 비용을 지원하고, 자연재해로 인한 손실 보상 체계를 마련해야 한다. 이를 통해 민간 양묘장은 경제적 부담을 덜고 양묘 기술과 생산성을 높이는 데 집중할 수 있을 것이다. 특히, 금융 보조 프로그램 및 저리 대출 지원은 양묘장의 지속 가능성을 높이는 핵심 방안이 될 것이다.

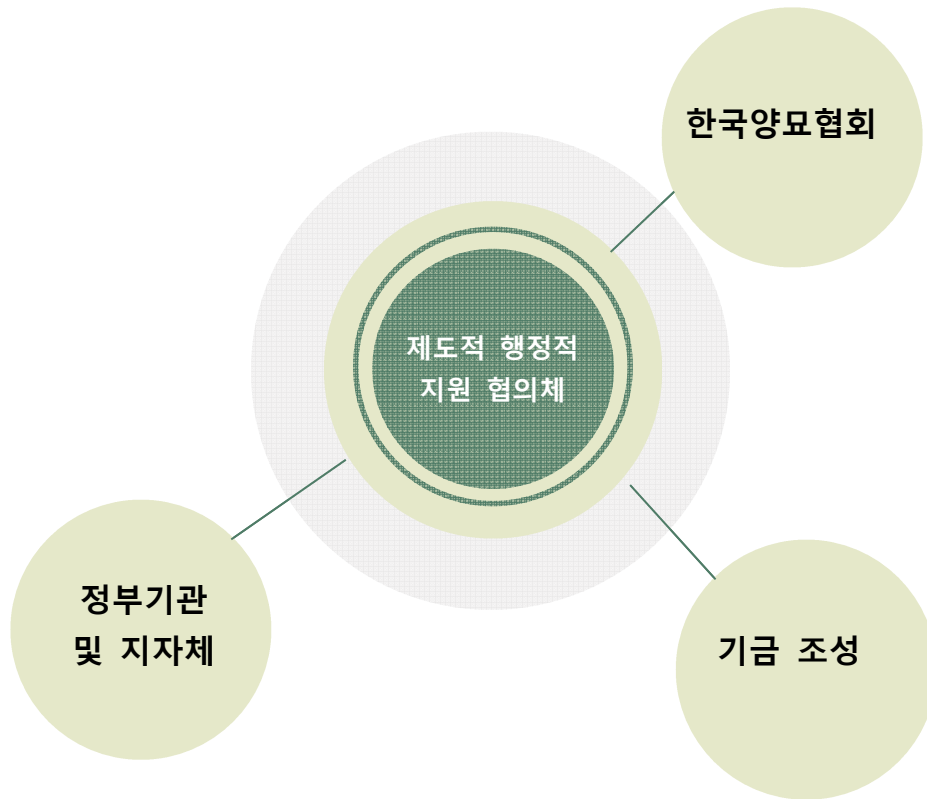


그림 53. 민간 양묘의 제도적·행정적 지원을 위한 협의체(안)

나. 민간 양묘 지원을 위한 제도적·행정적 국외 사례

1) 미국

미국은 산림자원의 재조성과 양묘 산업의 발전을 위해 연방정부와 주정부 차원에서 체계적이고 종합적인 지원을 제공하고 있다.

첫째, 산림 시스템 재조림 전략 지원을 통해 장기적이고 안정적인 묘목 생산 기반을 마련하고 있다. 이를 위해 연방 정부와 주정부는 연간 10억 본 이상의 묘목을 생산하고 있다. 특히, 묘목장 현대화 및 생산 확대를 위해 연방 재정 지원이 이루어지며, 대표적으로 양묘장 시설 현대화를 위해 양묘장 규모에 따라 최대 450만 달러의 지원과 토착 식물 종자 복원 및 재조림 프로그램에 530만 달러가 지원되고 있다. 이를 통해 경제림과 생태림 조성을 동시에 추진하며 장기적 관점에서 산림 자원 관리를 실시하고 있다.

둘째, 정부 차원의 저금리 대출 및 보조금 제도를 운영하고 있다. 미국 농업진흥청은 민간 양묘 시장 경쟁력 강화 및 초기 투자와 운영 자금 지원을 위해 저금리 대출 프로그램을 제공하고 있으며, 산림 복원 활동에 기여하는 양묘 사업자에게는 세액 공제 혜택을 제공하고 있다. 이와 같은 재정적 지원은 민간 양묘장의 경제적 부담을 덜어주고, 시설 현대화와 생산량 확대를 촉진하는 효과를 가져오고 있다.

셋째, 주정부의 민간양묘 교육 프로그램을 통해 양묘 종사자에 대한 실질적인 교육 및 재배 지원이 이루어지고 있다. 주정부는 묘목 생산자에게 정기적으로 묘목 관리 및 재배 방법에 대한 교육 프로그램을 운영하며, 특히 병해충 관리, 토양 관리와 같은 전문 기술 교육을 강화하고 있다. 또한 비영리 단체와 민간 기업과의 협력을 제공하고 있어 실질적이고 지속 가능한 양묘산업 발전에 기여하고 있다.

넷째, 국가 재조림 및 유전자 자원 지원 프로그램을 통해 민간 양묘에 자생식물 종자를 공급하여 복원에 기여하고 있으며, 이를 위한 기술적 지원을 실시하고 있다. 또한 묘목 시장에 대한 동향 제공하여 판매를 지원하는 등 종합적 지원 시스템을 운영하고 있다.

2) 일본

일본은 양묘 산업의 안정적 운영과 묘목 품질 향상을 위해 체계적인 제도와 정책을 시행하고 있다.

첫째, 양묘산업에 대한 세액 공제 제도를 운영하고 있다. 일본 정부는 양묘산업에 대해 5% 세액 공제를 제공하고 있으며, 양묘장 운영자가 시설 장비를 구입할 때 취득세 감면 혜

택을 제공하여 양묘장 현대화를 적극 지원하고 있다.

둘째, 안정적 묘목 생산 지원을 통해 우량 묘목을 저비용으로 안정적으로 공급하는 체계를 구축하고 있다. 일본은 스마트 양묘 시설 구축을 국가 차원에서 지원하고 있으며, 용기묘 생산 고도화 시설을 도입하여 묘목의 품질과 생존율 향상에 대한 도움을 제공하고 있으며, 노지묘 생산을 위한 관수 시설과 병해충 방제 지원을 통해 생산 과정의 효율성 극대화에 기여하고 있다.

셋째, 묘목생산 기술 연수 제공을 통해 양묘 산업 종사자들의 역량을 강화하고 있다. 신규 양묘 사업자와 기존 종사자를 대상으로 기술 지도를 실시하고 있으며, 민간 양묘장별 특화 수종 보급과 함께 주요 조림 수종에 대한 기술 설명회를 개최하고 있다. 특히, 연구기관과 협력하여 병해충 방지 기술과 묘목 피해를 조기 진단할 수 있는 시스템을 구축하고, 방문 교육을 실시하여 양묘 현장 문제를 신속하게 해결하고 있다.

이와 같이 일본은 세제 혜택, 생산 지원, 기술 교육을 종합적으로 추진하며, 양묘 산업의 안정성과 지속 가능성을 높이고 있으며, 특히 스마트 기술과 연구기관의 협력을 통해 혁신적 양묘 산업 모델을 구축하고 있다.

3) 호주

호주는 양묘 산업의 지속 가능한 발전을 위해 비용 청구 지원과 세금 공제 제도를 운영하여 민간 양묘장의 경제적 부담을 줄이고 생산성을 높이도록 독려하고 있다.

첫째, 묘목 생산 비용에 대한 비용 청구 제도를 통해 민간 양묘장은 생산 과정에서 발생하는 다양한 비용을 청구할 수 있다. 이 제도는 묘목 비용과 식재 비용을 포함하며, 관수 시설 및 비료 사용에 대한 대금도 지원할 수 있다. 또한, 양묘 과정에서 필요한 컨설팅 비용에 대해서도 청구가 가능하여 전문적인 기술 지원과 생산성 향상을 도모할 수 있다. 이러한 비용 청구 시스템은 양묘장의 재정적 부담을 완화하고, 효율적인 경영을 할 수 있는 기반을 제공할 수 있다.

둘째, 소득세에 대한 세금 공제 제도를 운영하여 양묘장의 경제적 유인을 강화하고 있다. 묘목 판매로 인한 소득이 발생하는 경우, 특정 조건을 충족하면 소득세 일부를 공제 받을 수 있다. 특히, 양묘 산업에서 발생하는 자본 이득세에 대한 일정 부분이 감면되므로, 양묘 사업자들은 수익의 일부를 재투자하거나 시선 개선에 사용할 수 있다.

4) 시사점

미국, 일본, 호주의 양묘 산업 지원 사례를 종합해보면, 세 나라는 공통적으로 정부가 직접 묘목을 구매하거나 수급하는 방식이 아닌, 양묘 산업 기반을 강화하고 민간 시장의 경쟁력을 높이는 것에 초점을 맞추고 있다는 점에서 중요한 시사점을 제공하고 있다.

미국과 호주는 재정 지원, 저금리 대출, 세금 공제 혜택 등을 통해 민간 양묘장이 경제적으로 자립할 수 있는 기반을 마련하고 있으며, 각종 교육 프로그램을 통해 자율적으로 경쟁력을 확보할 수 있도록 유도하고 있다. 이는 정부가 묘목 수급에 직접 개입하지 않고 민간 양묘장의 기술력과 경쟁력을 강화함으로써 시장의 자율적 성장을 촉진하는 접근 방법이라고 할 수 있다.

일본은 기술 혁신을 지원하고, 연구기관과의 협력을 통해 첨단 기술 기반 양묘 산업 모델을 구축하고 있으며, 이러한 지원은 민간 양묘장이 효율적이고 혁신적인 생산 체계를 갖출 수 있도록 돕고, 시장 경쟁력 제고에 중점을 두고 있다.

6. 경상북도 민간양묘 발전을 위한 경북형 발전 거버넌스 구축

경상북도 민간 양묘산업의 지속 가능한 발전과 경쟁력 강화를 위해 경상북도 여건을 고려한 경북형 발전 거버넌스 구축이 필요하다. 이를 통해 다양한 주체들이 협력하여 정책 수립, 전문 인력 양성, 기술 개발, 시장 정보 제공 등을 종합적으로 추진할 수 있는 체계를 마련할 필요가 있다.

주요 협력 주체로는 경상북도, 지역 대학, 한국양묘협회 등이 있으며, 이들의 역할과 협력을 중심으로 체계적이고 실효성 있는 양묘산업 발전 전략을 수립할 수 있을 것이다.

1) 경상북도

경상북도는 민간 양묘 산업의 발전을 위한 정책 수립과 재정적 지원의 중심축 역할을 수행해야 한다. 산림 복구 및 조림 사업의 효율적 추진을 위해 민간 양묘장의 기술력과 경쟁력을 강화하는 정책을 마련하고, 이를 뒷받침할 수 있는 지원 체계를 구축해야 한다.

2) 한국양묘협회(경북지회)

한국양묘협회(경북지회)는 민간 양묘장과 경상북도, 연구기관 간의 가교 역할을 수행하며, 양묘 산업의 표준화와 정보를 제공해야 한다. 경북 여건을 고려한 묘목 품질과 생산 관리에 대한 표준을 설정하고, 이를 양묘장에 보급하여 고품질 묘목 생산을 유도해야 한다. 동시에 묘목 수요와 공급에 대한 시장 정보를 수집하고 분석하여 지자체와 민간 양묘장에 제공함으로써 과잉 생산과 공급 부족 문제를 방지하고 시장의 수급 균형을 맞추는 역할을 해야 한다. 또한, 대학 및 연구기관과 협력하여 기술 개발과 혁신을 추진하고 이를 민간 양묘장에 실질적으로 적용할 수 있도록 보급하는 지원 체계를 마련해야 한다.

3) 지역 대학

지역 대학은 전문 인력 양성과 연구개발을 주도하는 역할을 수행해야 한다. 대학은 양묘 산업에 대한 기술적·생태적 지식을 교육하고, 스마트 양묘 기술, 병해충 방제, 고품질 묘목 생산 기술과 같은 주제에 대해서 연구개발을 추진해야 한다. 특히, 경북산림사관학교와 협력하여 실무 중심의 인턴십 프로그램을 운영함으로써 양묘 산업의 인력 부족 문제를 해소하고, 실질적인 현장 경험을 제공해야 한다. 이러한 교육과 실습을 통해 전문성을 갖춘 인

력을 양성하고 지속 가능한 양묘 인재 풀을 구축할 수 있을 것이다.

4) 경북산림사관학교

실무 중심의 전문인력 양성은 경북산림사관학교에서 수행해야 한다. 경북산림사관학교는 재학생들이 양묘 기술의 전 과정을 경험할 수 있도록 민간 양묘장과 협력을 추진하며, 수료 후 민간 양묘장에 바로 투입될 수 있도록 체계적인 교육 프로그램을 운영하여야 한다.

5) 민간 양묘 생산자

마지막으로 양묘 생산자는 양묘 산업의 핵심 주체로서 고품질 묘목의 생산과 공급을 담당한다. 생산자들은 시장 수요에 부합하는 고품질 묘목을 안정적으로 공급하기 위해 기술적 역량을 강화해야 하며, 정부와 협회, 대학이 제공하는 기술 교육과 연구개발 결과를 적극 수용하고 현장에 적용해야 한다. 특히 스마트 양묘 기술과 첨단 재배 기법 등을 활용하여 생산성을 높이고 비용을 절감하는 노력이 필요하다.



그림 54. 경북 민간양묘 발전을 위한 거버넌스

1. 연구 요약

본 연구는 사유림이 많은 경북 지역에서 민간 양묘장의 역할을 강화하고 활성화 방안을 마련하기 위해서 수행되었다.

경상북도 내 조림사업은 국유림, 사유림 등 다양한 유형의 산림을 대상으로 이루어지고 있다. 국유림은 국가가 관리하며 경제림 조성, 큰나무 조림 등 다양한 목적의 조림 사업을 추진하고 있으나, 최근 조림 실적은 감소하고 있다. 사유림 조림은 소유주의 수요에 따라 수종이 변동하는 경향이 있으며, 특히 활엽수의 수요가 증가하고 있다. 사업용 묘목 생산자 경영 현황**

경상북도의 산림사업용 묘목 생산자는 평균 27.8년의 양묘장 소유 경력과 19.5년의 대행 생산 경험을 가지고 있다. 최근 5년간 연평균 1,500ha, 약 350만 본의 묘목이 생산되었으며, 주요 양묘 수종으로는 소나무, 편백나무, 산벚나무, 자작나무 등이 있다. 생산량은 경제 조림용 묘목(205만 본), 산불 피해 복구용(90만 본), 산림재해 방지용(12만 본) 순으로 나타났다.

2. 발전방안

경상북도는 사유림 면적이 다른 광역자치단체에 비해 높아 양묘산업의 지속 가능한 발전을 위한 기반이 마련되어 있다. 그러나 현재 민간 양묘장에서는 생산량 조절의 어려움과 수종 선발에 대한 한계가 존재함에 따라 다음과 같은 접근법이 필요하다.

1). 조림 면적 확대 및 안정적인 묘목 공급 체계 구축

조림면적 확대: 계획적인 벌채와 재조림이 이루어질 수 있도록 장기 조림 계획을 수립해야 한다. 이를 통해 양묘 수요 예측과 생산량을 연계하여 안정적인 묘목 공급 체계를 확립할 수 있다.

예비 생산 체계 구축: 자연재해와 산불 등 비상 상황에 대비해 일부 묘목은 예비 생산으로 관리해야 하며, 이를 통해 신속한 복구와 대응이 가능해 질 것이다.

2). 미래 유망 수종 발굴 및 육성

양묘 산업의 지속 가능성을 위해 경제적 가치와 기후 변화에 대한 적응력을 갖춘 미래 유망 수종의 발굴이 필요하며, 이때 다음과 같은 기준을 고려해야 한다.

경제적 가치, 기후 적응성, 병해충 저항성 등을 기준으로 미래 수종을 선정하며, 묘목 생산을 확대해야 한다. 또한 선발된 수종의 재배 기술 및 정보를 제공하여 생산자들이 새로운 수종에 적응할 수 있도록 지원해야 한다.

3). 양묘산업 인프라 구축 및 스마트 기술 도입

현재 양묘 산업은 노동력 의존도가 높아 생산성과 효율성이 낮은 상황이며, 이를 해결하기 위해 스마트 양묘장과 시설양묘 등을 활용하는 시설 현대화와 온습도 관리, 병해충 감지 시스템 등 기술을 활용해야 한다.

4). 제도적 지원과 행정 협력 체계 강화

양묘 산업을 농산업을으로 명확하게 구분하고 관련 세제 혜택과 지원 체계를 강화해야한다. 또한 중앙정부와 지자체간 협력을 통해 민간 양묘장의 운영과 채종림 지정 등 종자 공급 체계 개선이 필요하다.

5). 지역 맞춤형 발전 전략: 거버넌스

경상북도의 산림 특성과 양묘 산업 현황을 반영한 지역 맞춤형 발전 전략을 수립해야하며, 이를 통해 경부육의 양묘산업 거버넌스를 구축하고 양묘산업 경쟁력을 강화할 수 있다.

참고문헌

1. 경상북도. 2018. 경상북도 제6차 지역산림계획(2018~2037).
2. 국립산림과학원. 2012. 임목종자의 저장과 종자수명
3. 국립산림과학원. 2016. 산림용 묘목 저온저장 기술: 용기묘 저장/포장/해동
4. 국립산림과학원. 2016. 산림용 시설양묘 매뉴얼
5. 국립산림과학원. 2017. 산림용 시설양묘 매뉴얼 : 용기묘 수확, 저장, 운반
6. 국립산림과학원. 2023. 고품질 묘목 생산기반 구축을 위한 첨단 양묘기술 개발
7. 산림청. 2020. 남북산림협력 분야별 기술체계 정립 (양묘분야).
8. 산림청. 2020. 임업통계연보
9. 산림청 2021. 임업통계연보
10. 산림청 2022. 임업통계연보
11. 산림청. 2023. 임업통계연보
12. 산림청. 2024. 2024년도 산림자원분야 사업계획
13. 산림청. 2024. 임업통계연보
14. 산림청. 2024. 종묘사업 실시요령
15. 이돈구. 2010. 조림학
16. 이돈구 등. 2013. 숲의 생태적 관리
17. 한국양묘협회. 2015. 조림수종 양묘기술.

안녕하세요.

소중한 시간을 내어 본 설문지에 응답해 주셔서 감사합니다.

본 설문지는 경상북도에서 발주한 『경북양묘사업 실태조사 및 발전방안』 을 모색하기 위한 연구용역의 일환으로, 산림사업용 묘목 생산 대행업자들의 현황, 어려움, 개선사항 및 건의사항을 종합적으로 파악하고자 합니다.

설문에 응답해 주신 내용은 향후 경북 양묘 정책 수립과 지원 방안 마련에 중요한 자료로 활용될 것입니다.

설문지는 총 34문항으로 구성되어 있으며, 응답하는 데 약 15분 정도 소요될 예정입니다.

설문에 응답해 주신 모든 내용은 철저히 비밀이 보장되며, 연구 목적 외에는 사용되지 않습니다. 다음 문항들에 솔직하고 성실하게 응답해 주시기를 부탁드립니다. 추가적으로 궁금하신 사항이나 건의사항이 있으시면 언제든지 말씀해 주세요.

감사합니다.

연구책임자: 대구대학교 산림자원학과 박영대 교수 (053-850-6731)

1. 기본 정보

Q1. 양묘업체 이름:

Q2. 대표자 이름:

Q3. 사업장 위치

Q4. 양묘업 경력

- 전체 양묘 경력: _____ 년
- 산림사업용 묘목 대행 경력: _____ 년

Q5. 양묘 생산 규모

- 연간 생산량: _____ 분
- 생산 수종: _____
- 수종별 생산 면적: _____

2. 산림사업용 양묘 생산 방식

Q 7. 현재 사용하고 있는 양묘 생산 방식은 무엇인가요? (복수 선택 가능)

- 노지양묘
- 스마트양묘
- 시설양묘
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요)

Q7-1. 노지양묘 방식을 사용하는 경우, 그 이유는 무엇인가요? (복수 선택 가능)

- 비용 절감
- 기술적 편립함
- 납품 규격
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요)

Q7-2. 스마트양묘 방식을 사용하는 경우, 그 이유는 무엇인가요? (복수 선택 가능)

- 생산성 향상
- 품질 관리 용이
- 노동력 절감
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요)

Q7-3. 시설양묘 방식을 사용하는 경우, 그 이유는 무엇인가요? (복수 선택 가능)

- 기후 조건 제어
- 연중 생산 가능
- 병해충 관리 용이
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요)

Q8. 향후 새로운 양묘 생산 방식을 도입할 계획이 있으십니까?

- 예 (구체적으로 기재해 주세요):
- 아니오

Q9. 새로운 양묘 생산 방식을 도입하려는 이유는 무엇인가요? (순위를 매겨주세요)

- 생산성 향상
- 품질 개선
- 비용 절감
- 노동력 절감
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요)

Q10. 새로운 양묘 생산 방식을 도입하고 싶은데 망설여지는 점이 있다면 무엇인가요? (순위를 메겨주세요)

- [] 초기 투자 비용
- [] 기술적 지식 부족
- [] 장비 및 인프라 부족
- [] 기존 방식과의 호환성 문제
- [] 기타 (구체적으로 기재해 주세요)

Q11. 새로운 양묘 생산 방식을 도입하기 위해 어떤 지원이 필요하다고 생각하십니까? (순위를 메겨주세요)

- [] 기술 교육
- [] 재정 지원
- [] 장비 지원
- [] 전문가 컨설팅
- [] 시범 사업 참여 기회
- [] 기타 (구체적으로 기재해 주세요)

3. 산림사업용 묘목 대행 생산 관련

Q12. 산림청 산림사업용 묘목 대행 생산자로서 가장 큰 어려움은 무엇인가요?

- 계약 조건의 어려움
- 품질 기준 준수의 어려움
- 물량 조절의 어려움
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q13. 산림사업용 묘목 생산 시 자주 발생하는 품질 문제는 무엇인가요?

- 묘목 성장 불균형
- 병해충 문제
- 품종 혼동
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q14. 산림사업용 묘목 계약 및 협력 과정에서 개선이 필요한 부분이 있다면 무엇인가요?

- 계약 조건 및 기간
- 품질 기준 및 검사 절차
- 지원 및 보조금 체계
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q15. 산림사업용 묘목 대행 생산을 위한 기술적 지원이나 교육이 필요하다고 생각하십니까?

- 예 (구체적으로 필요한 내용 기재):
- 아니오

Q16. 산림사업용 묘목 대행 생산을 통해 얻는 경제적 이익은 충분하다고 생각하십니까?

- 매우 충분하다
- 충분하다
- 보통이다
- 부족하다
- 매우 부족하다

Q16-1. 만약 경제적 이익이 '충분하다'고 응답하셨다면, 그 이유는 무엇인가요? (복수 선택 가능)

- 안정적인 계약 조건
- 높은 묘목 판매 가격
- 생산 비용 절감
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q16-2. 만약 경제적 이익이 '부족하다'고 응답하셨다면, 그 이유는 무엇인가요? (복수 선택 가능)

- 낮은 묘목 판매 가격
- 높은 생산 비용
- 계약 조건의 불리함
- 판로 확보의 어려움
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q17. 경제적 이익을 증대시키기 위해 개선이 필요하다고 생각되는 부분이 있다면 무엇인가요? (복수 선택 가능)

- 판매 가격 인상
- 생산 비용 절감 방안 마련
- 계약 조건 개선
- 판로 확보 지원
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q18. 기타 산림사업용 묘목 생산 과정에서 어려운 점이나 건의사항이 있다면 자유롭게 서술해 주세요.

A.

4. 양묘장 운영 현황 및 어려운 점

Q19. 현재 양묘업을 운영하면서 어려운 점은 무엇인가요? (순위를 매겨주세요)

- 자금 부족
- 인력 문제
- 기술 부족
- 판로 확보 어려움
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q20. 양묘 생산 과정에서 가장 큰 비용 부담이 되는 부분은 무엇인가요?

- 인건비
- 비료 및 농약비
- 장비 및 설비비
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요)

Q21. 양묘 생산 과정에서 자주 발생하는 기술적 어려움은 무엇인가요?

- 병해충 관리
- 온도 및 습도 조절
- 품질 관리
- 기타(구체적으로 기재해 주세요):

Q22. 현재 양묘 생산을 위한 자재 및 장비의 공급 상황은 어떤가요?

- 매우 원활하다
- 원활하다
- 보통이다
- 다소 부족하다
- 매우 부족하다

Q23. 양묘 생산을 위한 자재 및 장비 구매 시 어려움을 겪고 있는 부분은 무엇인가요?

- 가격이 비쌌
- 품질이 좋지 않음
- 공급처가 부족함
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q24. 인력 수급 상황은 어떠신가요?

- 매우 원활하다

-] 원활하다
-] 보통이다
-] 다소 부족하다
-] 매우 부족하다

Q25. 인력 수급에 어려움이 있다면 그 원인은 무엇인가요?

-] 숙련된 인력이 부족함
-] 임금이 낮아서 구인에 어려움이 있음
-] 지역 내 인구 감소
-] 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

5. 향후 조립수요 예측 및 지속가능한 장기계획 마련

Q26. 적합 수종 선정을 위한 장기계획 수립 시, 양묘 과정에서 고려해야 할 주요 요인은 무엇이라고 생각하십니까? (순위를 매겨주세요)

- 수종의 생장 속도
- 병해충 저항성
- 기후 적응성
- 경제적 가치
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q27. 적합 수종을 선정하고 양묘하기 위해 필요한 기술적 지원은 무엇이라고 생각하십니까? (순위를 매겨주세요)

- 최신 재배 기술 도입
- 품종 연구 및 개발
- 병해충 방지 기술
- 기후 변화 대응 기술
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q28. 장기계획 수립을 위해 새로운 수종의 양묘를 시도하고자 할 때, 어떤 지원이 필요하다고 생각하십니까? (순위를 매겨주세요)

- 기술 교육 및 훈련
- 재정 지원
- 시범 양묘장 설치 지원
- 연구 자료 및 정보 제공
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q29. 불용시설 과잉 문제를 해결하기 위해 가장 필요하다고 생각하는 조치는 무엇인가요? (복수 선택 가능)

- 새로운 수종 도입 및 양묘 확대
- 기존 시설을 활용한 다른 산림 관련 사업 전환
- 시설을 지역사회 및 교육 목적으로 활용
- 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q30. 불용시설의 과잉 문제를 예방하기 위해, 양묘업체가 장기적으로 안정적인 운영을 유지할 수 있도록 어떤 지원이 필요하다고 생각하십니까? (순위를 매겨주세요)

- [] 재정적 지원 및 보조금 확대
- [] 관로 개척 및 마케팅 지원
- [] 기술 지원 및 교육 프로그램 제공
- [] 기타 (구체적으로 기재해 주세요):

Q31. 양묘시설의 효과적인 활용 방안에 대해 추가적으로 건의하고 싶은 사항이 있다면 자유롭게 말씀해 주세요.

A.

6. 개선 및 건의사항

Q32. 설문 내용 이외에 양묘사업 중 어려운 점이 있다면 말씀해 주세요.

A.

Q33. 설문 내용 이외에 양묘사업 중 정책적(제도적) 개선이 필요한 점이 있다면 말씀해 주세요.

A.

Q34. 향후 경상북도 양묘사업 발전을 위해 추가로 건의하고 싶은 사항이 있다면 자유롭게 말씀해 주세요.

A.

귀하의 소중한 의견은 경상북도 양묘사업 발전에 큰 도움이 됩니다.

설문에 참여해 주셔서 감사합니다.

주 의

1. 이 보고서는 경상북도 정책연구용역사업의 연구결과 보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용할 경우에는 반드시 경상북도 정책연구용역사업으로 수행한 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 기밀유지가 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.