

정책연구용역
결과보고서

시설양묘정책 및 발전방향 연구

(사)한국시설양묘연구회

산 립 청

제 출 문

산림청장 귀하

본 보고서를 『시설양묘정책 및 발전방향 연구』의 최종보고서로 제출합니다.

2010년 12월 일

(사)한국시설양묘연구회

□ 참여연구원

- | | |
|----------|---------------------------|
| ○ 연구수행기관 | (사)한국시설양묘연구회 |
| 책임연구원 | 윤 택 승 (건국대 농축대학원 겸임교수) |
| 연 구 원 | 김 종 진 (건국대 환경과학과 교수) |
| 연 구 원 | 권 기 원 (충남대학교 농업생명과학대학 교수) |
| 연 구 원 | 송 국 현 (건국대 생명환경연구소 선임연구원) |
| 연 구 원 | 정 영 숙 (건국대 생명환경연구소 선임연구원) |
| 연 구 원 | 송 기 선 (건국대 대학원 박사과정) |
| 연 구 원 | 장 광 은 (주)수프로 식물환경연구소 |
| 연 구 원 | 차 영 근 (건국대 대학원 석사과정) |
| 연구보조원 | 최 규 성 (건국대 환경과학과 학부재학) |
| 연구보조원 | 이 정 훈 (건국대 환경과학과 학부재학) |

요 약 문

I. 제 목

“ 시설양묘정책 및 발전방향 연구 ”

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

- 시설양묘 확대정책 타당성을 검토하고, 중·장기 목표 설정 및 발전 방향을 수립하고자 함

2. 연구개발의 필요성

- 지난 40여 년간 지속되어온 노지양묘는 노동집약형 사업으로 농촌공동화에 따른 노동력 부족과 고령화로 인한 양묘 인력수급에 큰 차질을 빚고 있으며, 이에 따른 인건비 상승으로 노동생산성이 저하되는 이중고를 겪고 있음
- 노지양묘 중심의 양묘산업은 기후 및 환경변화에 따른 홍수, 집중강우, 태풍, 한발과 같은 자연재해에 노출되어 있다. 특히, 연중 지속되는 집중호우에 의한 양묘장 토양 유실 문제와 함께, 낙엽송, 잣나무, 자작나무 등 일부 묘목의 침수 및 고사 피해가 증가하고 있음. 또한 여름철 고온 지속에 따른 유묘의 고사와 생장저하, 병충해 발생빈도 증가 등으로 인하여 전반적으로 양묘사업이 점차 어려워지고 있는 실정임

- 이와 같이 노지양묘산업은 양묘경영자의 많은 노력과 열정에도 불구하고 인력난과 자연재해의 위험성에 그대로 노출되어 있어 앞으로도 이러한 위험성이 되풀이 될 때 많은 비용의 손실과 국가 조림정책에 막대한 차질이 예상되므로 이에 대한 대비책 마련이 시급함
- 제5차 산림기본계획 등 조림 수요가 점차 늘어남에 따라 적은 면적에서 우량한 묘목을 대량생산할 수 있는 시설양묘의 확대 정책이 시급한 실정임
- 비록 본격적인 도입역사가 짧지만 산불피해지 복구조림, 수종갱신 조림 등에 적용된 용기묘의 높은 활착률과 생장률은 용기묘의 장점을 보여주는 사례로 시설양묘 확대정책 수행의 타당성을 제시하고 있음
- 따라서 현 시점이 상기와 같은 문제점들을 보완할 수 있는 시설양묘에 의한 국가조림 확대정책의 방향 및 중·장기 목표 수립의 적기임

Ⅲ. 연구내용 및 범위

1. 국내 용기묘 조림확대 적정비율 조사·분석
2. 용기묘 확대에 따른 적정 수종의 순차적 선정방안 수립
3. 산림기후대(지역)별 적정 수종 조사·분석
4. 용기묘 생산·관리방안 마련
5. 용기묘 생산체계 구축방안 수립
6. 시설양묘산업 발전 방향 제시
7. 용기묘 생산 및 양묘방법에 따른 경제성 분석

IV. 연구결과

1. 국내 용기묘 조림확대 적정비율 조사·분석

가. 우리나라의 시설양묘 현황 조사

- 2010년 우리나라 조림본수는 35,458천본이며 이중 용기묘 생산본수는 5,688천본으로 전체 조림비율의 약 16%를 차지하고 있음
- 용기묘 조림비율이 최근에 증가한 이유는 용기묘 생산량이 늘어난 이유도 있지만 용기묘의 생산본수 증가 자체보다는 조림본수가 줄어든데 근거함

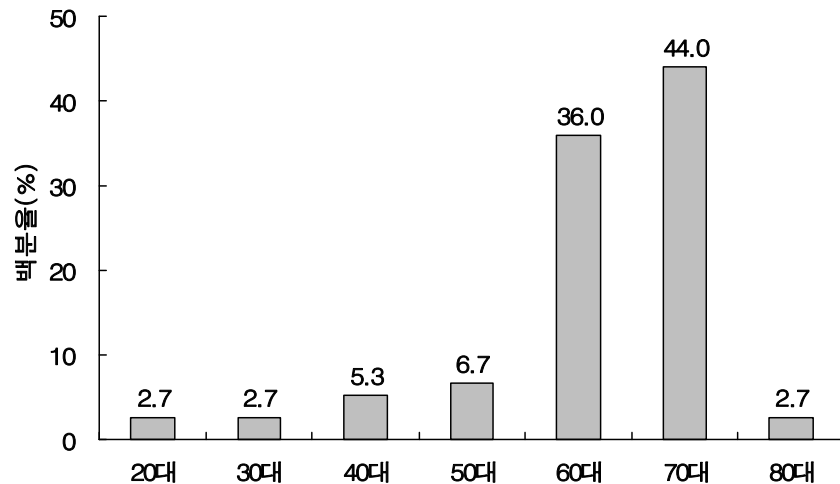
나. 용기묘 확대정책의 타당성 및 적정 비율 조사·분석

1) 용기묘 확대정책의 타당성 조사

- 우리나라에서 일반적으로 이루어지고 있는 노지양묘는 노동집약적이며, 기계화 작업이 어렵고, 연작과 장기간 사용에 따른 묘포토양의 노후화 및 토양개량의 한계, 기상재해를 받기 쉬워 필요한 수종의 묘목을 안정적으로 생산하는 데 어려움이 많음
- 특히, 양묘장의 노동인력 부족 및 심각한 고령화는 현재에도 심각한 문제가 되고 있으며, 양묘장 작업인부의 노령화가 너무 높아 향후 5년 내에 노지양묘는 불가할 것으로 예상됨. 당면한 노지양묘의 제한요소를 극복할 수 있는 방법 중에 가장 좋은 선택은 첨단기술 분야를 활용하는 시설양묘를 적극적으로 도입하는 방법임
- 우리나라의 농촌사회의 고령화가 매우 높고 농촌사회적 역할을 수행하여야 할 세대가 적음. 2009년 고령화율(65세 이상 인구÷총인구)은 무려 34.2%이며, 매년 상승하고 있음
- 국유양묘장 중 최대 규모인 용문양묘사업소의 작업인부의 평균연령은

65.8세이며, 노령화율(65세 이상) 69.3%에 달함

- 북부지방산림청 용문양묘사업소의 2009년 노동인금은 남자 45,000원, 여자 34,000원으로, 2009년 농촌노동인금 남자 72,875원, 여자 46,854원에 비교하면 각각 61.8%, 72.6%에 불과함



□ 북부지방산림청 용문양묘사업소 작업인부 연령분포(2010년)

- 시설양묘와 유사한 산업분야인 시설원예는 1994년부터 농어촌발전대책의 일환으로 원예산업 경쟁력 제고대책이 추진되면서 짧은 기간 동안에 현대화가 빠르게 진행되었고, 이를 기반으로 고급채소, 화훼를 생산하여 국내뿐만 아니라 농산물 거대시장인 일본에 수출하여 시설원예 수입시장을 선점함
- 시설원예의 급속한 성장으로 전후방 산업인 온실자재산업과 육묘산업이 급속히 발전하는 등 시설원예산업의 성장기반을 구축함
- 산림청에서 양묘장 생산기반 조성을 강화하기 위하여 지원한 비닐온실은 107동(면적 728㎡/동)으로 총면적은 7.8ha이며, 시설채소의 시설면적 50,345ha에 비교하여 0.015%, 시설화훼의 시설면적 7,073ha의 0.11%에 수준에 불과함

□ 시설원예 채소 및 화훼 재배현황*

구 분		온실 등 시설면적 (ha)	재배면적(ha)	비 고
시 설 채 소	1990	23,698	35,994	(사)한국양묘협회 시설양묘 면적 총 7.79ha (2010년 기준 비닐온실 107동, 728m ² /동)
	1995	40,077	81,604	
	2000	48,853	90,627	
	2005	48,574	78,469	
	2007	49,828	73,372	
	2008	50,345	74,195	
시 설 화 훼	1990	3,503	1,752	
	1995	5,156	3,054	
	2000	5,891	3,336	
	2005	7,952	3,448	
	2007	7,509	3,208	
	2008	7,073	3,063	

*농림수산식품주요통계(2009)

- 세계적인 시설양묘 추세는 고위도인 북유럽과 북미를 중심으로 발전하였으며, 현재는 온대, 열대기후 등 전 세계적으로 노지양묘에서 시설양묘로 전환하고 있는 추세임
- 조사된 전 세계의 시설양묘 비율은 캐나다는 90% 이상, 미국 남부지역은 4%, 스웨덴은 90%, 핀란드는 96%, 노르웨이 98%, 멕시코는 80% 이상, 포르투갈은 90% 이상, 이스라엘은 95% 이상이다. 전 세계적으로 양묘방법은 나라의 자연환경 및 경제·사회적 현실에 맞게 발전하고 있음
- 미국 남부지역과 같이 양묘 기계화 작업시스템이 잘 구축된 지역에서는 노지양묘를 유지하고 있으며, 조림수종에 따라서는 시설양묘를 적극적으로 도입하고 있음

2) 용기묘 생산 확대방안

- 매년 용기묘 생산량을 3% 상향(2008년 조림본수 기준; 용기묘 연간 약

130만본 추가생산) 생산하여 조립할 경우, 용기묘 조립비율은 2011년 16.4%, 2012년 19.4%, 2013년 22.4%, 2014년 25.4%, 2015년 28.4%로 확대됨

- 매년 용기묘 생산량을 3%로 상향 설정한 이유는 급속한 시설양묘 확대에 따른 생산현장의 경제적, 기술적 어려움과 현재의 비닐온실 지원 정책을 고려함

- 2009년 현재의 시설양묘 대상수종(소나무, 상수리나무, 낙엽송, 편백)을 매년 5%로 순차적으로 확대 생산할 경우 용기묘 비율은 2011년은 14.9%, 2012년은 17.4%, 2013년은 19.9%, 2014년은 22.4%, 2015년은 24.8%로 확대됨

- 산림청 비닐온실 지원에 따른 용기묘 비율(2010~15년 20.6~35.0%)을 고려할 때 현재의 시설양묘 대상수종을 우선 적용하는 것이 바람직함

□ 현재 시설양묘 대상수종의 순차적 확대 생산에 따른 용기묘 생산비율*

구 분	2008년 조립본수 (천본)	수종별 용기묘 식재본수(천본)				
		2011년 (30% 확대)	2012년 (35% 확대)	2013년 (40% 확대)	2014년 (45% 확대)	2015년 (50% 확대)
합 계	21,569.10	6,470.7	7,549.2	8,627.6	9,706.1	10,784.6
용 기 묘 식재비율		14.9%	17.4%	19.9%	22.4%	24.8%
낙엽송	1,095.0	328.5	383.3	438.0	492.8	547.5
소 나무	7,951.5	2,385.5	2,783.0	3,180.6	3,578.2	3,975.8
편 백	3,887.3	1,166.2	1,360.6	1,554.9	1,749.3	1,943.7
굴참나무	476.0	142.8	166.6	190.4	214.2	238.0
상수리나무	8,159.3	2,447.8	2,855.8	3,263.7	3,671.7	4,079.7

* 2008년 조립본수 43,403.5천본 기준

- 향후 시설양묘 적정비율은 양묘작업인부의 높은 노령화율, 현재의 시설양묘 지원정책, 시설양묘 기술 등을 종합적으로 고려하면, 향후 5년 후인 2015년까지 30% 수준으로 확대하는 것이 바람직하며, 용기묘를 매

년 3% 정도(약 130만본) 상향 생산하여야 함

- 이를 달성하기 위해서는 첫째 시설양묘 생산시설 및 생산기술에 대한 정책적인 지원은 계속되어야 하며, 둘째 체계적인 시설양묘 대상수종 생산기술 개발 및 교육이 필요하며 셋째, 용기, 관·시비시스템, 온실 등 시설양묘 자재산업의 육성이 필요하고 이들 자재에 대한 규격화와 표준화가 필요함
- 매년 비닐온실 15동을 구축하기 위해서는 연간 6억원(2010년 지원기준, 4천만원/728㎡/동)의 투입금액이 필요함
- 조림수종 중 시설양묘 도입 가능수종은 국유양묘장, 국립산림과학원, (사)한국시설양묘연구회 등의 기관에서 시범생산을 통한 용기묘 규격 및 양묘시스템을 구축한 후에 도입하여야 함

○ 제 5차 산림기본계획에 따른 용기묘 생산방안은,

- 일정 규모의 비닐온실 설치 지원 확대가 필요함
- 국유림 조림용 및 일정 비율의 용기묘 생산은 국유양묘장에 설치되어 있는 시설을 활용할 필요가 있으며, 앞으로 용기묘 수요 확대에 대비한 지속적인 국유양묘장 시설 확대 준비가 필요함
- 특히, 활엽수 용기묘 생산수종 확대는 우선적으로 국유양묘장에서 실시할 필요가 있음
- 현재의 생산시설인 비닐온실의 형태를, 일부는 용기대묘 생산을 위한 최소 생육시설을 갖춘 야외시설 형태로 조성할 필요가 있음

2) 용기묘 생산본수

- 산림청 비닐온실 지원정책에 따른 용기묘 생산 가능량은 2010년 현재 20.6%, 2011년 23.5%, 2012년 26.4%, 2013년 29.2%, 2014년 32.1%, 2015년 35.0% 임
- 매년 산림청 시설양묘지원정책으로 비닐온실은 매년 15동(2010년 지원기준) 지원한다면 용기묘 비율은 매년 2.9% 증가하기 때문에 용기묘 조림을 연간 3% 확대하여도 시설양묘 기반시설에는 크게 문제가 없음

□ 산림청 비닐온실 지원정책에 따른 용기묘 생산 가능량*

구 분	용기묘 생산 가능량(천본)					
	2010년 107동	2011년 122동	2012년 137동	2013년 152동	2014년 167동	2015년 182동
합 계	8,935	10,188	11,440	12,693	13,945	15,198
용기묘 비율(%)	20.6	23.5	26.4	29.2	32.1	35.0
침엽수 (소나무 용기묘 2-0)	3,998	4,559	5,119	5,680	6,240	6,801
활엽수 (상수리나무 용기묘 1-0)	4,937	5,629	6,321	7,013	7,705	8,397

* 산림청 시설양묘지원정책으로 비닐온실은 매년 15동 증가하고, 용기묘 비율은 2008년 조림본수 43,403.5천본을 기준으로 함(2009년 산림청 통계연보)

2. 용기묘 확대에 따른 적정 수종의 순차적 선정방안 수립

- 시설양묘 대상수종을 선정할 때, 우선 시설양묘의 가능여부 및 대량생산의 가능성을 우선적으로 고려하기 때문에 그동안 조림식재가 많이 이루어진 수종을 대상수종으로 선정하여야 함
 - 현재 시설양묘 대상수종인 소나무, 상수리나무, 편백, 낙엽송 등과 같은 4수종이 이에 해당되며, 앞으로도 이들 수종은 우리나라 시설양묘의 주력수종이 되어야 함
- 용기묘 확대 대상수종은 연구를 통하여 시설양묘로의 생산 가능성이 검증된 수종, 대량생산이 가능성 수종, 조림 및 산림 정책적으로 필요한 수종을 선정하는 것이 바람직함
 - 주요 용기묘 확대수종은 백합나무, 상록활엽 난대수종, 리기테다소나무, 곰솔, 자작나무류, 헛개나무를 우선적으로 선정함
 - 백합나무는 바이오순환림 조성을 위하여 대량의 묘목생산이 필요하나 종자 효율이 낮고, 국내 종자수급이 원활하지 않아 주로 수입에 의존하기 때문에 종자의 효율성 향상 및 안정적인 묘목 생산을 위하여 시

설양묘를 도입할 필요가 있음. 그리고 우수한 백합나무 묘목 생산·보급을 위하여 클론임업을 실시하고 있으므로 이 조직배양묘를 시설양묘하여 고품질의 용기묘를 생산·보급하는 것이 바람직함

- 상록활엽 난대수종은 종자과중 및 유묘이식 작업이 이루어지는 3~4월에는 대기가 매우 건조하기 때문에 종자발아시 건조에 의한 피해를 입기 쉬우며, 유묘이식시 단근이 된 상태라 뿌리에서 수분섭취가 제대로 이루어지지 않는 상태에서 증산작용은 활발하게 이루어지므로 묘목이식 활착률이 현저하게 떨어지는 문제점을 가지고 있음. 이러한 결점을 보완하기 위하여 시설양묘의 도입이 절대적으로 필요함
 - 현재 가시나무류, 후박나무, 동백나무 등 상록활엽 난대수종은 대다수 용기묘로 생산되고 있음
 - 또한 전라남도 섬지역 산림가꾸기에 동백나무, 후박나무 등 난대자생수종을 식재하여 섬지역 고유의 산림생태계로 복원하는 시범사업을 올해 시범사업 추진하고 있고, 시범사업 결과에 따라 향후 서남해안 섬지역에 사업을 확대할 예정임
- 리기테다소나무과 곰솔은 채종원산 종자의 효율성을 높일 필요성이 있고 시설양묘에 매우 적합하고 노지묘와 가격 경쟁력이 있음
- 헛개나무는 중복휴면을 종자로 노지양묘가 어렵고 시설양묘에 매우 적합한 수종임

□ 용기묘 대상수종 및 순차적 확대 방안(안)

구 분	시설양묘 확대 대상수종		
	대 상 수 종		확대 유망수종
	주 력 수 종	확 대 수 종	
2010년	소나무 1-0, 2-0, 2-2 상수리나무 1-0 편 백 2-0, 2-2 낙엽송 2-0	상록활엽 난대수종* 1-0, 2-0 굴참나무 1-0	백합나무 1-0 리기테다소나무 1-0 편백 2-2
2011년	소나무 1-0, 2-0, 2-2 상수리나무 1-0 편 백 2-0, 2-2 낙엽송 2-0 굴참나무 1-0	백합나무 1-0 상록활엽 난대수종* 1-0, 2-0 리기테다소나무 1-0 곰솔 1-0 편백 2-2	자작나무류 1-0 곰솔 1-0 헛개나무 1-0
2012년	소나무 1-0, 2-0, 2-2 상수리나무 1-0 편 백 2-0, 2-2 낙엽송 2-0 굴참나무 1-0	백합나무 1-0 상록활엽 난대수종* 1-0, 2-0 리기테다소나무 1-0 곰솔 1-0, 2-0 편백 2-2 자작나무류 1-0 헛개나무 1-0	느릅나무 1-0 화백 1-0 층층나무 1-0
2013년	소나무 1-0, 2-0, 2-2 상수리나무 1-0 편 백 2-0, 2-2 낙엽송 2-0 굴참나무 1-0	백합나무 1-0 상록활엽 난대수종* 1-0, 2-0 리기테다소나무 1-0 곰솔 1-0, 2-0, 2-2 편백 2-2 자작나무류 1-0 헛개나무 1-0 느릅나무 1-0 화백 1-0 층층나무 1-0	

* 상록활엽 난대수종 : 가시나무 2-0, 구실잣밤나무 1-0, 붉가시나무 1-0, 황칠나무 2-0, 후박나무 2-0, 녹나무 2-0, 동백나무 1-0

3. 산림기후대(지역)별 적정 수종 조사·분석

- 기후대별 시설양묘 대상수종으로 온대북부는 소나무, 참나무류, 자작나무류를, 온대중·남부는 소나무, 낙엽송, 참나무류를, 난대는 편백, 곰솔, 상록활엽수종을 권장 수종으로 제시함
- 특히, 기후온난화에 따른 난대수종 확대 조립에 대비하여 가시나무류,

구실잣밤나무, 녹나무, 황칠나무, 후박나무를 권장함

- 또한 바이오 순환 조림수종인 백합나무의 클론묘 순화과정을 포함 용기묘 생산기술체계를 구축한 후, 전체 기후대에 적용할 필요가 있음

4. 용기묘 생산·관리방안 마련

가. 용기묘 생산사업체계 확립

- 현재 우리나라 용기묘 생산기술은 생산방법 및 사업체계에 따라 용기묘 1-0 가을식재, 용기묘 2-0 가을식재, 용기묘 2-0 봄식재, 시설-노지 연계양묘로 구분되어 이루어짐
- 용기묘 1-0 가을식재
 - 침·활엽수를 대상으로 주로 단기간에 대량생산하여 조기 활착 및 초기 생장을 향상시키기 위하여 생산된 당해연도 가을에 식재하는 것을 말하며, 소나무와 상수리나무 용기묘 1-0이 이에 해당함
- 용기묘 2-0 가을식재
 - 보다 큰 묘목을 생산하기 위하여 용기에서 2년 동안 양묘하여 생산된 묘목을 가을에 식재하는 것을 말하며, 소나무와 편백 용기묘 2-0이 이에 해당함
 - 주로 초기생장이 상대적으로 느린 침엽수종과 고정생장 하는 활엽수종을 대상으로 함
 - 묘목이 보다 커지고 묘령이 늘어나기 때문에 양묘 시에는 묘목의 휴면요소 등 활력 감소 없이 생장을 조절하여야 하며 겨울 저장기간 동안 묘목이 손상을 입는 것을 주의하여야 함
- 용기묘 2-0 봄식재
 - 용기묘 2-0 봄식재 묘목은 가을식재와 전반적으로 유사하며, 동계저장이 2회인 것이 차이점임

- 이에 해당하는 수종은 낙엽침엽수인 낙엽송 2-0 용기묘 임
- 시설-노지 연계양묘 생산·관리 방안(시설양묘 분야의 신기술)
 - 적은 용적의 용기에서 생산된 미니용기묘를 노지묘상으로 이식하여 생산된 용기-노지 이식묘 생산을 말한다.
 - 봄에 소나무 종자를 플라스틱 193구 용기(16ml/구)에 파종하여 3~4개월 정도 양묘한 후, 생산된 유묘를 당년에 노지 이식하고 다음해 가을까지 노지양묘 하여 2년생 용기-노지 이식묘를 생산함
 - 2년생 용기-노지 이식묘는 간장, 근원경생장, 건물생산량이 노지묘(1-1) 보다 좋음
 - 반자동종자파종기를 활용한 플라스틱 193구 종자파종은 수작업 보다 3.6배 작업효율성이 높고, 종자파종도 균일하고 종자의 손실이 적음

나. 용기묘 월동관리 방안 확립

- 용기묘 2-0 생산에 있어 겨울철에 시설 내 난방에 의하여 휴면없는 생장을 통한 생산은 경제성을 고려할 때 현재로는 힘든 상황이므로 월동 관리에 대한 준비는 반드시 필요한 사항이다.
- 일반적으로 시설 내 수분관리에 있어서 10월 중순까지는 정상적인 관수가 필요하나 이 시기가 지나면서부터 관수량을 줄여나가야 하며, 이 시기 이후부터는 매 3~4일 관수로 시작하여 11월 초순경부터는 주 1회 관수, 12월 초부터는 2주마다 관수가 적정한 것으로 판단됨
- 용기묘의 월동 중 고사의 주요 원인은 시설 내 주야간 온도변화이며, 시설양묘가 설치된 지역이 전국적으로 분포하고 있고 각 지역마다 기후환경이 다르기 때문에 일률적인 수분관리 방안을 적용시키기에는 쉽지 않지만 최소한 2주에 한번 정도의 관수가 필요함
- 용기묘 2-0을 생산할 때 1년간의 생육이 끝나고 시설 내에서 월동시킬

경우 지면에서 3~5cm 정도 띄운 상태로 월동시키는 것이 보다 안전하게 용기묘를 월동·관리하는 방안임

- 이 경우 현재의 용기받침대(60~80cm 높이) 아래에 용기들을 놓을 수 있는 간이 장치(시설)가 필요한데 앞으로 신축하는 용기묘 생산 비닐 온실의 신축 시에는 이러한 점이 고려될 필요가 있음
- 시설 내에서 생장이 조기에 개시되어 관수가 시작될 경우 빠른 신초생장이 이루어져 신초가 구부러진 상태로 생장이 지속되는 경우가 발생하며, 이런 상태가 지속될 경우 회복되지 않는 경우가 많기 때문에 불량한 용기묘로 생산됨. 이에 따라서 시설의 측창을 조기에 열어 시설 내 온도를 낮추어 생장개시 시기를 늦추는 관리가 필요하며, 이 경우 지역의 기후에 따라 양쪽 측창 또는 한쪽 측창을 열어 시설 내 온도 관리를 할 필요가 있음

5. 용기대묘 생산체계 구축방안 수립

- 노지대묘식재의 경우, 분뜨기 작업의 과정에서 많은 뿌리가 잘려나가고, 작업 중 또는 이동 중의 짧은 거치기간에도 분이 손상되거나 건조 피해가 유발되어 식재된 후 활착이 저조하며 고사하는 단점이 있으며, 분뜨기 작업에 소요되는 노동력 문제는 현장에서 심각한 문제로 대두되고 있다.
- 이러한 점을 고려하면 현 시점이 대표생산체계를 시설양묘에 적용시켜 뿌리발달이 뛰어나며, 분뜨기 작업이 필요 없고, 계절적 조림시기에 관계없이 식재가 가능한 용기대묘로의 전환이 필요한 적기라고 판단됨
- 현장 요구가 많으면서도 현재 용기소묘(1~2년생)로 생산되고 있는 소나무와 편백을 용기대묘로의 생산체계전환이 우선적으로 필요함

□ 용기대묘의 장·단점

구 분	용기대묘
장 점	· 뿌리발달이 뛰어나 현지 활착 및 초기생장이 좋음 · 계절적 조림시기에 구애받지 않음 · 분뜨기작업이 필요 없고 가벼워 현지 식재시 편리함 · 뿌리건조 피해가 거의 없음 · 생산 후 거치가 용이함 · 묘포토양의 손실이 없음
단 점	· 초기 시설투자비가 많음 (용기소묘 1-0, 2-0에 비해 매우 낮음) · 노지대묘 보다 근원경이 작음

- 용기-용기 연계양묘를 활용하여 소나무 용기대묘 2-2는 40구 용기에서 생육한 소나무 규격묘 2-0를, 편백 용기대묘는 28구 용기에서 생육한 편백 규격묘 2-0를 각각 용기(구당 1.3ℓ)에 이식하여 2년간의 시업기간을 통하여 4년생(2-2) 용기대묘로 생산됨
 - 양묘는 비닐온실 또는 최소한의 시설을 갖춘 야외생육시설에서 18개월간 실시함
 - 소나무 용기대묘 규격(안)은 간장 58.0cm 이상, 근원경 9.0mm 이상으로, 편백 용기대묘 규격(안)은 간장 68.0cm 이상, 근원경 8.0mm 이상 임
- 소나무 용기대묘 2-2 종묘가격은 2,606원/본(안)이며, 소나무 용기대묘 생산에 필요한 야외생육시설 구축 시설비는 35,498,198원이며, 재료비는 20,774,988원이 필요하여 총 56,273,186원(시설비+재료비)이 필요하다.
 - 시설비 항목 : 비닐온실(면적 728㎡), 관·시비시설, 용기받침대 등
 - 재료비 항목 : 용기(플라스틱 6구), 생육상토, 소나무 용기묘 2-0, 비료, 농약, 포장상자

6. 시설양묘산업 발전 방향 제시

- 조림용 묘목생산을 주목적으로 시작된 우리나라 임업시설양묘 분야가 산업적으로 발전하기 위해서는 생산규모의 확대가 최우선 요인이며 아울러 용기, 상토, 관수 등 관련 자재산업의 동반 성장이 필수적 요건임

- 또한 시설양묘산업이 국가 산업 측면에서 발전하기 위해서는 조림용 묘목생산 뿐만 아니라 조경수 묘목 등 전반적인 수목 묘목생산(양묘)분야로 확대되어야 함
 - 향후에는 도시환경녹화 및 황폐한 복한 조림지 복구에도 적극적으로 적용할 필요가 있음
- 1차 산업현장 전반적인 노동인력 고령화와 부족, 이상기후 등에 의해 한계점에 도달한 노지양묘의 어려움을 시설양묘로 극복하기 위해서는 시설양묘 대상수종 확대 정책이 확고하게 수립되어야 함
 - 산불피해지 복구 등 특수조림, 경관조림, 도시숲 조성 등에도 용기 중 · 대묘를 활용할 필요가 있음
- 일부 조림식재 현장에서 용기묘에 대한 기피현상이 시설양묘 발전에 걸림돌이 된다는 문제점에 대한 검토 결과, 용기묘의 대 · 소운반 과정에서 제기되었던 문제점은 현재는 용기에서 용기묘만 분리하여 현장에 보내기 때문에 문제가 없는 것으로 결론이 남.
 - 또한 현장에서 제기된, 식재 혈 조성작업 시 작업공정의 증가 문제는 식재기 보급으로 해결이 가능함
 - 실질적으로 노지묘와 용기묘의 근장을 비교하면 용기묘의 근장이 짧으며 노지묘를 정확하게 제대로 식재하기 위해서는 오히려 식재혈 깊이를 더 깊게 파야하며, 단위 면적 및 시간 당 식재 공정은 큰 차이가 없는 것으로 분석됨
 - 따라서 이 문제는 노지묘와 용기묘 모두 식재의 중요성에 대한 지속적인 현장 교육이 필요함
- 소나무 용기묘 2-0 과 노지묘 1-1 의 조림 및 식재 후 관리 비용을 분석한 결과, 소나무 용기묘 2-0 은 노지묘 1-1 보다 묘목단가가 243원/본 더 높고 조림비도 844,801원/ha 더 많이 소요됨. 그러나 풀베기 작업비는 용기묘의 생육상황이 노지묘 보다 월등히 좋기 때문에 노지묘에 비하여 더 낮게 소요될 것으로 판단됨

- 보통 침엽수의 풀베기 작업은 6~8회 실시하는데 용기묘가 6회, 노지묘가 8회 실시한다면 용기묘 풀베기 작업비가 1,198,974원/ha 더 낮게 소요됨
- 소나무 용기묘 2-0과 노지묘 1-1의 현지 활착율을 비교하면, 조사되거나 일반적으로 알려진 활착율은 용기묘 2-0이 95% 이상, 노지묘 1-1이 80% 이상으로, 용기묘의 활착율이 보다 높음. 이에 따라 현지 활착율에 따른 용기묘의 손실된 조림 및 묘목비용은 노지묘가 보다 낮은 것으로 조사됨

□ 소나무 용기묘 2-0 , 노지묘 1-1 의 조림 및 사후관리 비용 비교 (2010년 산림자원사업계획, 산림청)

구 분		소나무 노지묘 1-1	소나무 용기묘 2-0	비 고
○ 묘목단가(원/본)		264*	507***	용기묘 1-0 ▼ 29원 용기묘 2-0 ▲ 243원
○ 활 착 율(%)		60~90%	95%	
○ 조림비 (원; 3,000본/ha)		3,304,450	4,149,251	용기묘 2-0 ▲ 844,801원
○ 풀베기 (원; 3,000본/ha)	용기묘 4회 노지묘 6회	3,596,922	2,397,948	용기묘 2-0 ▼ 1,198,974원 1회 비용 : 599,487원
	용기묘 6회 노지묘 8회	4,795,896	3,596,922	용기묘 2-0 ▼ 1,198,974원 1회 비용 : 599,487원
○ 조림비 +풀베기 (원; 3,000본/ha)	용기묘 4회 노지묘 6회	6,901,372	6,547,199	용기묘 2-0 ▼ 354,173원
	용기묘 6회 노지묘 8회	8,100,346	7,746,173	용기묘 2-0 ▼ 354,173원
손실된 조림비용 (활착율 100% 기준)		▼ 165,222	▼ 207,462	활착율 95%
		▼ 330,445		노지묘 90%
		▼ 660,890		노지묘 80%
		▼ 991,335		노지묘 70%
		▼ 1,321,780		노지묘 60%
손실된 묘목비용 (활착율 100% 기준)		▼ 39,600	▼ 76,050	활착율 95%
		▼ 79,200		노지묘 90%
		▼ 158,400		노지묘 80%
		▼ 237,600		노지묘 70%
		▼ 316,800		노지묘 60%

* 소나무 노지묘 1-1 2009년산 단가

** 소나무 용기묘 2-0 2009년산 단가

- 용기묘와 노지묘의 조림 및 사후관리의 차이는 식재 현지에서의 적응력, 즉 활착과 생장의 차이로 볼 수 있다. 일반적으로 소나무 용기묘 2-0 이 노지묘 1-1 보다 현지 식재 후 활착 및 생장이 월등히 좋기 때문에 조림 식재지역이 열악할수록 이 차이는 더욱더 확연할 것임
- 그 이유는 조림 식재지역이 열악할수록 소나무 노지묘 1-1 의 활착이 더욱 더 떨어지기 때문이다.

7. 용기묘 생산 및 양묘방법에 따른 경제성 분석

- 시설양묘 생산기반을 조성하기 위해서는 기본적으로 온실, 관정시설이 필요하며 양묘방법에 따라서 자가용 종자파종시스템이 필요함
- 시설양묘 적정 규모로 생산기반을 조성하는데 최소한 1억6600만원(농가지도형 비닐온실 J형 4동 및 관정 1정) 이상을 투자하여야 하는 것으로 분석됨
- 용기종류별 생산본수 및 금액을 조사한 결과, 용기의 용적이 적을수록, 생산기간이 짧을수록 시설양묘 경제성이 높은 것으로 조사됨
- 상수리나무와 소나무 용기묘 1-0의 경우, 104구 용기를 사용한 소나무 용기묘 1-0의 생산비는 많지만, 단위면적당 높은 생산량으로 인하여 생산소득과 수익은 플라스틱 24구(상수리나무) 보다 2배 이상 높음
- 낙엽송, 편백, 소나무 용기묘 2-0의 경우에서도 40구(소나무), 28구(편백), 24구(낙엽송) 순으로 생산소득과 예상수익이 더 높음
- 생산기간이 보다 짧은 소나무, 상수리나무 용기묘 1-0가 소나무, 편백, 낙엽송 용기묘 2-0 보다 높은 생산소득과 예상수익이 더 높음
- 시설양묘 확대에 현재 시설양묘 대상수종의 용기묘 생산량을 매년 5% 확대 생산에 따른 용기묘 구입에 소요되는 금액을 연도별로 조사한 결과, 2011년의 용기묘 금액은 3,211,513천원, 2012년은 3,859,188천원, 2013년은 4,542,720천원, 2014년은 5,263,965천원, 2015년은 6,024,327천원으로 증가하는 것으로 조사됨

□ 현재 시설양묘 대상수종의 용기묘 생산량을 매년 5% 확대 생산에 따른 용기묘 생산량 및 금액(안)

구 분		조림본수 (2008년 천본)	수종별 용기묘 식재본수(천본)				
			2011년 (30%확대)	2012년 (35%확대)	2013년 (40%확대)	2014년 (45%확대)	2015년 (50%확대)
용기묘 생산량 (천본)	소 계	21,569.1	6,470.7	7,549.2	8,627.6	9,706.1	10,784.6
	비 율 ¹⁾		14.9%	17.4%	19.9%	22.4%	24.8%
	소 나 무	7,951.5	2,385.5	2,783.0	3,180.6	3,578.2	3,975.8
	상수리나무	8,159.3	2,447.8	2,855.8	3,263.7	3,671.7	4,079.7
	굴참나무	476.0	142.8	166.6	190.4	214.2	238.0
	편 백	3,887.3	1,166.2	1,360.6	1,554.9	1,749.3	1,943.7
	낙엽송	1,095.0	328.5	383.3	438.0	492.8	547.5
용기묘 구입금액 (천원)	소 계		3,211,513	3,859,188	4,542,720	5,263,965	6,024,327
	소 나 무		1,252,388	1,504,907	1,771,507	2,052,748	2,349,269
	상수리나무		1,067,241	1,282,483	1,509,632	1,749,304	2,001,998
	굴참나무		62,261	74,817	88,070	102,051	116,792
	편 백		628,582	755,364	889,131	1,030,302	1,179,144
	낙엽송		201,042	241,617	284,381	329,559	377,124
용기묘 단 가 (원/본) ²⁾	소 나 무		525	540.75	556.97	573.68	590.89
	상수리나무		436	449.08	462.55	476.43	490.72
	굴참나무		436	449.08	462.55	476.43	490.72
	편 백		539	555.17	571.83	588.98	606.65
	낙엽송		612	630.36	649.27	668.75	688.81

¹⁾ 용기묘 비율은 2008년 조림본수 43,403.5천본을 기준으로 함

²⁾ 용기묘 단가는 매년 물가상승률이 3%씩 가격이 상승하는 것으로 계산함

- 국내의 소나무 용기묘 단가와 캐나다 브리티쉬 콜롬비아 주의 용기묘 가격은 비교한 결과, 양묘기간 및 방법·용기 형태 및 용적, 묘목의 생육밀도, 포장 및 운반체계 등이 상이하지만 캐나다의 용기묘 가격이 낮은 것으로 조사됨

- 이러한 원인은 캐나다의 양묘장은 대다수 대규모 기업양묘장으로 첨단

화된 시설에서 단기간에 대량생산이 가능하고, 브리티쉬 콜롬비아 주
및 산림기업에서 필요한 용기묘를 대량주문하고, 용기에서 생육하는
묘목의 생육밀도가 우리나라 보다 고밀도이기 때문임

V. 연구결과 활용에 대한 건의

- 시설양묘를 활용한 묘목생산 계획추진 및 시설양묘 정책 방향 지원
- 신기술을 활용한 묘목생산기술로 양묘예산 효율성 증대
- 농산촌 소득증대 창출 및 우량묘목생산을 통한 가치 있는 산림자원 육성에 기여
- 양묘산업 산업화 및 관련 산업의 안정적인 발전 지원
- 국·민유 양묘장 경쟁력 강화를 위한 시설양묘 생산기반 조성 강화
- 용기묘 생산방법을 체계화하여 양묘산업 선진화 도모 가능

목 차

제출문	1
요약문	3
목차	11
표목차	13
그림목차	16
제 1장 연구과제의 개요	19
1. 연구과제명	19
2. 연구의 목적	19
3. 주요 연구내용	19
4. 연구의 당위성	19
5. 연구의 추진계획	20
6. 연구의 세부내용	22
7. 연구 추진계획	26
제 2장 연구수행 내용 및 결과	27
제 1절 용기묘 조립정책 방향	27
1. 국내 용기묘 조립확대 적정비율 조사·분석	27
2. 용기묘 확대에 따른 적정 수종의 순차적 선정방안 수립	71

3. 산림기후대(지역)별 적정 수종 조사·분석	76
제 2절 용기묘 생산 및 관리방안	79
1. 용기묘 생산·관리방안 마련	79
2. 용기묘 생산체계 정립	95
제 3절 시설양묘 산업화 및 발전방향	100
1. 시설양묘 선진국의 시설양묘산업 발전 역사	100
2. 한국형 시설양묘장 구축방안	143
3. 용기묘 생산에 따른 경제성 분석	166
4. 시설양묘 산업화 및 발전 방안	192
제 3장 연구결과의 활용계획	195
《참고문헌》	196

표 목 차

표 2-1. 우리나라 시설양묘의 역사	29
표 2-2. 시설양묘 대상수종(2010년)	29
표 2-3. 연도별 용기묘 조립본수 및 비율	30
표 2-4. 종묘 규격 예시	32
표 2-5. 용기묘 명명법(제안)	35
표 2-6. 최근 5년간 조립실적(2004~2008년)	37
표 2-7. 최근 5년간 주요 조립수종 조립실적(2004~2008년)	38
표 2-8. 2008년 수종별 조립실적	40
표 2-9. 2007년 수종별 조립실적	42
표 2-10. 2006년 수종별 조립실적	44
표 2-11. 2005년 수종별 조립실적	46
표 2-12. 2004년 수종별 조립실적	47
표 2-13. 소나무 용기묘 1-0 조립지 입지조건(강원도 고성군 토성면 도원리)	49
표 2-14. 삼척 산불피해지 식재 시기별 소나무 용기묘 1-0의 생육현황(2005년 4월; 삼척국유림관리소 자료)	52
표 2-15. 소나무 용기묘 2-0의 생육상황	53
표 2-16. 2009년 산림청 조립사업 추진내용	55
표 2-17. 시설양묘의 장·단점	59
표 2-18. 시설양묘와 노지양묘를 선택할 때 고려할 요인	59
표 2-19. 시설양묘와 노지양묘의 단위면적당 생산본수 비교	61
표 2-20. 용기묘 생산을 매년 3%와 5%로 상향 생산할 경우의 용기묘 생산량 및 생산비율(안)	65
표 2-21. 현재의 시설양묘 대상수종을 대상으로 용기묘 생산량을 매년 5% 확 대 생산에 따른 용기묘 생산량 및 비율(안)	66
표 2-22. 현재의 시설양묘 대상수종을 대상으로 용기묘 생산량을 매년 10% 확대 생산에 따른 용기묘 생산량 및 비율(안)	67

표 2-23. 시설양묘가 바로 가능한 대상수종을 전량 용기묘로 생산·식재할 경우 용기묘 조립면적 및 본수(안)	68
표 2-24. 산림청 비닐온실 지원정책에 따른 용기묘 생산 가능량	70
표 2-25. 용기묘 대상수종 및 순차적 확대 방안(안)	72
표 2-26. 2010년 수종별 용기묘 생산본수	73
표 2-27. 2009년 수종별 용기묘 생산본수	74
표 2-28. 북한 지역의 용도별 산림면적 및 임상구성	77
표 2-29. 북한의 전체 토지 면적과 산림 황폐지 현황	78
표 2-30. 우리나라 용기묘 생산방법 및 양묘일정	81
표 2-31. 침·활엽수 용기묘 1-0 생육일정	89
표 2-32. 침·활엽수 용기묘 1-0 생육단계별 생산계획표	89
표 2-33. 소나무 용기묘 2-0 생육일정표	90
표 2-34. 소나무 용기묘 2-0 생육단계별 생산계획표	90
표 2-35. 용기대묘의 장단점	96
표 3-1. 세계의 시설양묘 현황	100
표 3-2. 스칸디나비아반도 3개국의 산림면적	107
표 3-3. 스칸디나비아반도 3개국의 산림소유	107
표 3-4. 스칸디나비아반도 3개국의 주요 산림수종(2004년)	107
표 3-5. 스칸디나비아반도 3개국의 산림갱신방법(2004년)	107
표 3-6. 스칸디나비아반도 3개국의 수종별 묘목생산량(2004년)	108
표 3-7. 스칸디나비아반도 3개국의 묘목생산 및 묘목형태(2004년)	108
표 3-8. 핀란드의 산림 인공갱신 면적 현황(1951~2005년)	111
표 3-9. 핀란드의 산림 인공갱신 수종별 면적 현황(1970~2006년)	112
표 3-10. 핀란드 주요 수종의 묘목생산 현황(1980~2006년)	115
표 3-11. 미국 남부지역의 노지묘와 용기묘 생산본수(2005년~2006년)	128
표 3-12. 남부지역의 주별 용기묘 생산본수(2005년~2006년, 단위; 천본)	129
표 3-13. 시설양묘용 비닐온실의 형태 및 규격(농촌진흥청)	150
표 3-14. 우리나라에서 개발된 임업시설양묘 용기 규격	158
표 3-15. 임업시설양묘 용기종류별 대상수종	160
표 3-16. 우리나라 용기묘 규격 및 단가	167

표 3-17. 현재 시설양묘 대상수종의 용기묘 생산량을 매년 5% 확대 생산에 따른 용기묘 생산량 및 금액(안)	168
표 3-18. 소나무 용기묘 1-0 시업공정 및 생산비	169
표 3-19. 소나무 용기묘 2-0 시업공정 및 생산비	170
표 3-20. 소나무 2-2 용기묘 시업공정 및 생산비	171
표 3-21. 상수리나무 용기묘 1-0 시업공정 및 생산비	172
표 3-22. 편백 용기묘 2-0 시업공정 및 생산비	173
표 3-23. 낙엽송 용기묘 2-0 시업공정 및 생산비	174
표 3-24. 용기묘 형태에 대한 약어 및 설명	176
표 3-25. 묘목형태 밀도, 용기 규격, 상토 용적	176
표 3-26. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 용기묘 1-0 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)	177
표 3-27. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 용기묘 2-0 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)	180
표 3-28. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 용기-용기 이식묘 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)	181
표 3-29. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 시설-노지 용기묘 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)	181
표 3-30. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 용기-용기 이식묘 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)	182
표 3-31. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 미니용기묘 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)	182
표 3-32. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주 2010년 용기묘 가격* (Ministry of Foresta and Range, Nursery Service)	184
표 3-33. 시설양묘 시설투자비	188
표 3-34. 시설양묘 용기종류별 자재투자비	189
표 3-35. 시설양묘 용기종류에 따른 묘목 생산본수 및 소득	190
표 3-36. 상수리 용기묘 1-0, 소나무 용기묘 1-0, 2-0, 낙엽송 용기묘 2-0, 편백 용기묘 2-0의 소득분석	191

그림 목 차

그림 2-1. 캐나다 기업양묘장(PRT Pelten)의 생산 용기묘 바코드	33
그림 2-2. 최근 5년간 주요 조림수종 조림실적(2004~2008년)	39
그림 2-3. 소나무 용기묘 1-0 입지별 활착률(강원도 고성군 토성면 도원리)	50
그림 2-4. 소나무 용기묘 1-0 식재 후 12년 동안의 생육상황	51
그림 2-5. 북부지방산림청 용문양묘사업소 작업인부 연령분포(2010년)	58
그림 2-6. 용기묘 생산을 매년 3%와 5%로 상향 생산할 경우의 연도별 생산 비율(안)	65
그림 2-7. 시설양묘 생산기술 체계도	82
그림 2-8. 소나무 2-2 용기대묘 생산체계	97
그림 2-9. 야외생육시설에서의 소나무 2-2 용기대묘 생산	97
그림 2-10. 소나무 2-2 용기대묘의 규격(안)	98
그림 2-11. 편백 2-2 용기대묘 생산체계(좌 : 2-0, 우 : 2-2)	99
그림 2-12. 편백 용기대묘의 규격(안)	99
그림 3-1. 캐나다의 묘목생산 현황(1975~2001년)	102
그림 3-2. 캐나다 브리티쉬 콜롬비아 주의 용기묘 생산비율(1981~1996년)	103
그림 3-3. 핀란드의 산림 인공갱신 면적 현황(1951~2005년)	113
그림 3-4. 핀란드 주요 수종의 묘목생산 현황(1980~2006년)	113
그림 3-5. 핀란드의 용기묘 생산 현황(1980~2006년)	116
그림 3-6. 핀란드 구주소나무의 묘목형태별 생산 현황(1980~2006년)	116
그림 3-7. 핀란드 독일가문비의 묘목형태별 생산 현황(1980~2006년)	117
그림 3-8. 핀란드 자작나무(Silver birch)의 묘목형태별 생산 현황(1980~2006 년)	117
그림 3-9. 핀란드 주요 조림수종의 채종원산 종자사용 현황(1991~2006년)	119
그림 3-10. 캐나다 PRT Pelton의 용기묘 생산기술체계	120
그림 3-11. 중국남부 양묘연구소 양묘장	141

그림 3-12. 오오시마 녹지(홍가시나무 컨테이너 생산 및 운반체계)	142
그림 3-13. 전자동 환경제어온실	145
그림 3-14. 반자동 환경제어온실	146
그림 3-15. 최소한의 환경조절시설(야외생육시설)	147
그림 3-16. 아치형 단동식 비닐온실 전경	151
그림 3-17. 시설양묘용 비닐온실(07-단동-4형) 형태 및 규격	152
그림 3-18. 시설양묘용 비닐온실(07-연동(민)-1) 형태 및 규격	153
그림 3-19. 벤로형 유리온실(상: 연곡양묘사업소, 하: 용문양묘사업소)	154
그림 3-20. 야외생육시설(상 : 소나무 용기묘 2-0, 하 : 소나무 2-2 용기대표) ·	155
그림 3-21. 캐나다의 야외생육시설	156
그림 3-22. 일본의 야외생육시설	156
그림 3-23. 국내 개발 임업시설양묘 용기 모습	159
그림 3-24. 시설양묘용 용기받침대 종류 및 형태	162
그림 3-25. 비닐온실 관수시설(하향식 스프링클러)	164
그림 3-26. 반자동조절 양액 시비시스템	165

제 1 장 연구과제의 개요

1. 연구과제명

- 시설양묘정책 및 발전방향 연구

2. 연구의 목적

- 시설양묘 확대정책 타당성을 검토하고, 중·장기 목표 설정 및 발전방향을 수립하고자 함

3. 주요 연구내용

- 국내 용기묘 조림확대 적정비율 조사·분석
- 용기묘 확대에 따른 적정 수종의 순차적 선정방안 수립
- 산림기후대(지역)별 적정 수종 조사·분석
- 용기묘 생산·관리방안 마련
- 용기묘 생산체계 구축방안 수립
- 시설양묘산업 발전 방향 제시
- 용기묘 생산 및 양묘방법에 따른 경제성 분석

4. 연구의 당위성

- 지난 40여 년간 지속되어온 노지양묘는 노동집약형 사업으로 농촌공동화에 따른 노동력 부족과 고령화로 인한 양묘 인력수급에 큰 차질을 빚고 있으며, 이에 따른 인건비 상승으로 노동생산성이 저하되는 이중고를 겪고 있음

- 노지양묘 중심의 양묘산업은 기후 및 환경변화에 따른 홍수, 집중강우, 태풍, 한발과 같은 자연재해에 노출되어 있다. 특히, 연중 지속되는 집중호우에 의한 양묘장 토양 유실 문제와 함께, 낙엽송, 잣나무, 자작나무 등 일부 묘목의 침수 및 고사 피해가 증가하고 있음. 또한 여름철 고온 지속에 따른 유묘의 고사와 생장저하, 병충해 발생빈도 증가 등으로 인하여 양묘사업이 점차 어려워지고 있는 실정임
- 이와 같이 노지양묘산업은 양묘경영자의 많은 노력과 열정에도 불구하고 인력난과 자연재해의 위험성에 그대로 노출되어 있어 앞으로도 이러한 위험성이 되풀이 될 때 많은 비용의 손실과 국가 조림정책에 막대한 차질이 예상되므로 이에 대한 대비책 마련이 시급함
- 제5차 산림기본계획 등 조림 수요가 점차 늘어남에 따라 적은 면적에서 우량한 묘목을 대량생산할 수 있는 시설양묘의 확대 정책이 시급한 실정임
- 비록 본격적인 도입역사가 짧지만 산불피해지 복구조림, 수종갱신 조림 등에 적용된 용기묘의 높은 활착률과 생장률은 용기묘의 장점을 보여주는 사례로 시설양묘 확대정책 수행의 타당성을 제시하고 있음
- 따라서 현 시점이 상기와 같은 문제점들을 보완할 시설양묘에 의한 국가조림 확대정책의 방향 및 중·장기 목표 수립의 적기임

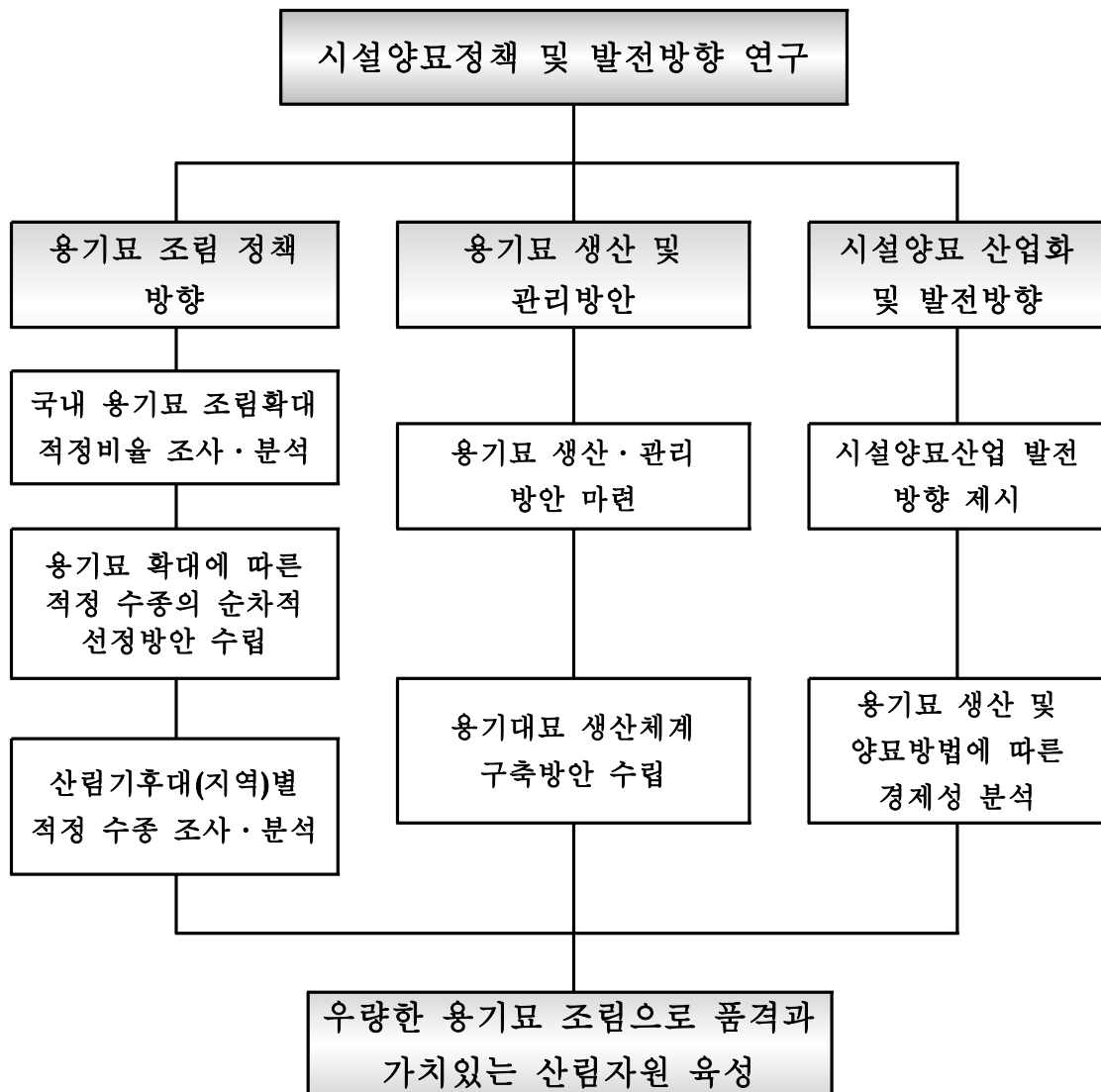
5. 연구의 추진계획

- 본 연구에서는 시설양묘를 확대하기 위한 정책도입의 타당성을 제시하고, 중·단기 시설양묘 정책목표 및 발전방향을 제시하고자 한다. 이에 따라 수립되는 연구내용을 다음과 같이 크게 3 주제로 구분하여 수행하고자 한다.
- 첫째, 용기묘 조림정책 방향,

둘째, 용기묘 생산 및 관리방안,
셋째, 시설양묘 산업화 및 발전 방향이다.

- 본 연구과제는 우리나라의 시설양묘연구 분야 발전을 위하여 설립한 (사)한국시설양묘연구회 회원 중 다년간 시설양묘 분야에서 연구실적을 쌓은 연구원으로 구성하여 제시한 연구목표를 달성하고자 한다.

□ 연구개발 추진체계도



6. 연구의 세부내용

가. 제 1 세부과제 : 용기묘 조립정책 방향

1) 국내 용기묘 조립확대 적정비율 조사·분석

○ 우리나라의 시설양묘 현황 조사

- 시설양묘 역사 및 현황
- 용기묘 관련 용어 정리
 - 용어정의 : 시설양묘, 노지양묘, 시설-노지 연계양묘, 용기묘, 노지묘 등
 - 용기묘 명명법 제시

○ 우리나라의 조립현황 및 방향 분석

- 연도별, 수종별 조립본수
- 조립정책 방향과 시설양묘의 역할

○ 용기묘 확대정책의 타당성 및 적정 비율 조사·분석

- 용기묘 확대정책의 타당성 조사
 - 산업·경제적 측면
 - 사회·문화적 측면
- 용기묘 조립 적정 비율 분석
 - 현재 및 향후 조립 본수·수종 분석을 통한 비율 산정(다음 항에 있는 용기묘 확대에 따른 적정 수종의 순차적 선정 방안 수립 결과와 연결시킴)
 - 단계별 확대 비율 제시
- 용기묘 적정 생산본수 분석
 - 지속적인 시설양묘 지원정책에 의해 구축된 비닐온실에서 생산가능한 적정 생산본수를 조사·분석함

2) 용기묘 확대에 따른 적정 수종의 순차적 선정방안 수립

○ 용기묘 확대 대상수종 선정 방안

- 현재 노지양묘로 생산하고 있는 조림수종 중에서 우선적으로 시설양묘가 가능한 또는 시급한 수종을 순차적으로 선정하여 용기묘를 확대함

○ 신규로 도입 가능한 용기묘 수종 선정

- 현재 노지양묘로 생산하여 조림하고 있는 수종의 묘령(또는 크기, 형태)과는 상관없이 새로운 묘령(또는 크기, 형태)의 용기묘 조림이 필요한 수종
- 새로운 용기묘 대상 조림수종 발굴 가능성 조사

3) 산림기후대(지역)별 적정 수종 조사·분석

○ 산림기후대별 적정 대상수종 선정

- 용기묘 대상수종을 기후대별(온대북부, 온대중부, 온대남부, 난대)로 구분하여 대상수종을 분석함

○ 남북협력사업용 적정 대상수종 선정

- 북한의 황폐한 산림복구를 위한 용기묘 적정수종을 선정함

나. 제 2 세부과제 : 용기묘 생산 및 관리방안

1) 용기묘 생산·관리방안 마련

○ 용기묘 생산사업체계 확립

- 시설양묘 주력수종인 소나무 용기묘를 대상으로 1, 2년생 및 신기술인 용기-노지 연계 생산사업체계를 구축함
- 우리나라 주요 침·활엽수 용기묘 생산사업체계를 구축함

○ 용기묘 월동관리 방안 확립

- 소나무, 낙엽송 등 2년생 용기묘 생산 시 필요한 효율적인 월동관리

방안을 수립함

2) 용기대표 생산체계 정립

○ 용기대표 개념 정리

- 침엽수, 활엽수 사이의 용기대표 개념
- 수종별, 규격(묘령, 크기 등)별 용기대표 개념

○ 용기대표 생산을 위한 연계양묘체계 구축 방안

- 연계양묘를 활용한 침엽수 용기대표 생산사업체계를 구축함

다. 제 3 세부과제 : 시설양묘 산업화 및 발전방향

1) 시설양묘산업 발전 방향 제시

○ 시설양묘 선진국의 생산현황 및 기술 분석

- 시설양묘 시작 및 발달역사
 - 세계 최초의 용기묘 생산과 용기 및 생육상토 개발 역사를 조사
 - 시설양묘 선진국인 캐나다(브리티쉬 콜롬비아·온타리오 주), 북유럽(스칸디나비아반도 3개국)을 중심으로 시설양묘 발달 역사를 조사
- 세계의 시설양묘 현황 및 생산기술
 - 북아메리카(캐나다, 미국 남부지역), 북유럽(스웨덴, 핀란드, 노르웨이), 멕시코, 일본, 중국 등의 시설양묘 현황 및 생산기술을 조사·분석함

○ 한국형 시설양묘장 구축방안

- 우리나라 현실 및 환경에 적합한 전천후 한국형 시설양묘장 구축 방안 제시
 - 적정 양묘장 규모, 온실형태, 관수·시비체계, 운반체계, 종자 및 묘

목 저장시설 등

○ 시설양묘 산업화 방안 제시

- 조림, 산불피해지 복구 등 특수조림, 경관조림, 도시숲 조성을 위한 묘목 등 다양한 조림방안 제시
- 환경산업으로서의 역할 제시

2) 용기묘 생산에 따른 경제성 분석

○ 용기묘 가격 분석

- 다양한 용기묘 수종 및 규격별로 생산단가를 조사하여 용기묘 유·불리 수종과 규격별 적정 단가를 분석함
- 외국의 용기묘 가격과 비교 분석함

○ 시설양묘장 경제성 분석

- 적정 조성규모 및 투자비용 산정
- 시설양묘장 생산소득 산정

7. 연구 추진계획

가. 총괄 추진계획

연구내용	추진일정	1차년도 (2009년)				2차년도 (2010년)			
○ 용기묘 조립정책 방향									
- 국내 용기묘 조립확대 적정비율 조사·분석									
- 용기묘 확대에 따른 적정 수종의 순차적 선정방안 수립									
- 산림기후대(지역)별 적정 수종 조사·분석									
○ 용기묘 생산 및 관리방안									
- 용기묘 생산·관리방안 마련									
- 용기묘 생산체계 정립									
○ 시설양묘 산업화 및 발전방향									
- 시설양묘산업 발전 방향 제시									
- 용기묘 생산 및 양묘방법에 따른 경제성 분석									

제 2 장 연구수행 내용 및 결과

제 1절 용기묘 조림정책 방향

1. 국내 용기묘 조림확대 적정비율 조사·분석

가. 우리나라의 시설양묘 현황 조사

1) 시설양묘 발전 역사

1990년대 중반 본격적으로 시설양묘를 통하여 용기묘의 대량생산이 이루어지기 전, 1960년대 말부터 1970년대 초반에 용기묘를 통한 척악지 조림 및 전천후 조림 가능성을 탐구하였다(표 2-1). 이때 Jiffy 포트에 생산된 곶솔, 리기다소나무, 방크스소나무, 사방오리나무 묘목 등을 식재시험한 결과 높은 활착률을 얻었으나 그 당시로는 높은 Jiffy pot의 가격으로 인하여 널리 도입되지 못하였다. 또한 비닐포트, 비닐튜브에 의한 삼나무, 편백 묘목 생육시험을 통해 일반 노지묘 보다 T/R율이 낮은 건전한 묘목 생산이 가능한 것으로 보고되었으며, 균근 접종에 의한 상수리 용기묘의 생장 증가도 보고되었다.

1980년대 말 당시, 외국 임업선진국에서는 이미 실용화되어 있었으며, 우리나라에서도 양묘기간 단축, 조림시기 분산, 성력화 및 경비절감 등의 목적으로 시설양묘 도입의 필요성이 대두되어 그 가능성을 시험하였다. 국립산림과학원에서 본격적으로 우리나라 주요 조림수종인 상수리나무, 자작나무, 소나무, 리기테다소나무, 낙엽송 등을 Styroblock에 파종하여 비닐온실에서 양묘한 결과 조림에 충분한 우량 묘목의 생산이 가능한 것으로 판정되었다.

이와 같이 1960년대 말부터 1980년대 말까지 시설양묘의 도입 가능성 탐구 연구가 여러 연구자들에 의해 지속적으로 시도되었음을 알 수 있다. 이러한 과정을 거쳐서 1990년대 중반 UR에 대비한 농특자금이 조성되어 임업 시설양묘 분야에 대해서도 본격적인 대규모 연구가 수행될 수 있었다. 특히

1996년 발생한 고성지역 대규모 산불피해지의 소나무 복원 문제가 대두되어, 이미 수행된 연구 결과로 생산된 소나무 용기묘 (1-0)를 현장에 적용시켜 높은 활착률과 생장률을 얻었으며, 이는 우리나라에서 임업시설양묘가 널리 확대되는 계기가 되었다.

2000년 이후부터 국내에서도 용기묘 생산에 관한 여러 분야의 연구가 활발하게 수행되면서 임업시설양묘가 확대되기 시작하였다. 용기묘 생산 시스템의 도입·확대와 같은 양묘정책에 관한 연구가 수행되었다. 이를 바탕으로 2002년부터는 활엽수인 상수리나무 용기묘 생산이, 2004년부터는 소나무 용기묘 (2-0)가 생산되어 전국에 조림되고 있다. 또한 2002년부터 용기 개발에 대한 연구가 본격적으로 시작되었으며, 용기묘의 나선형 뿌리발생을 억제시키면서 세근발달을 촉진시키는 임업시설양묘용 전용 용기가 개발되었다. 그리고 임업선진국의 시설양묘 용기현황 및 향후 우리나라의 용기개발 방향을 제시되었으며, 개발된 용기에 대한 활용방안도 제시되었다. 이와 같은 발전을 바탕으로 하여 2009년에는 임업시설양묘 대상수종이 정책적으로 확대되기 시작되었다. 이전까지 소나무와 상수리나무 두 수종의 용기묘 생산이 우리나라 임업시설양묘의 주축을 이루고 있었으나, 2009년부터 시설양묘 확대의 일환으로 낙엽송(2-0)과 편백(2-0) 용기묘 생산이 시작되었다.

한편, 2000년 초부터 우리나라 국유양묘장 중 최남단에 위치한 서부지방산림청 산하 보성양묘사업소에서 난대 상록활엽수의 활착률을 향상시키기 위하여 용기묘를 시범생산하기 시작하였으며, 최근에는 구실잣밤나무, 녹나무, 붉가시나무, 생달나무, 종가시나무, 후박나무, 황칠나무 등 매우 다양한 수종들이 생산되고 있다. 이를 계기로, 또한 급속한 기후온난화 영향에 따라 난대 수종의 수요가 확대되면서 남부지방에서는 가시나무, 후박나무 등 난대 상록활엽수종 생산에 시설양묘를 본격적으로 도입하기 시작하였다. 이와 같이 최근 시설양묘의 장점이 널리 알려지기 시작하면서 다양한 수종을 대상으로 용기묘 생산이 시도되면서 시설양묘 대상수종이 확대되는 추세이다(표 2-2). 또한 시설양묘 기반시설 확충 및 시설기준을 마련하기 위하여 산림청 주도로 한국형 산림용 비닐온실 모델이 개발되고 있으며, 이와 같은 산림청의 적극적인 시설양묘정책 추진에 따라 2009~2010년은 임업시설양묘가 산업화 단계로 도약하는 한 해로 기억될 것으로 판단된다.

표 2-1. 우리나라 시설양묘의 역사

구 분		내 용
탐구기	1960년대 말 ~1970년대 초	· 연구 : 척악지 조림 및 전천후 조림가능성 탐구 · 수종 : 곶솔, 리기다소나무, 사방오리나무, 삼나무, 편백, 상수리나무 · 용기 : Jiffy 포트, 비닐포트, 비닐튜브 등
도입기	1980년대 말	· 연구 : 양묘기간 단축, 조림시기 분산, 성력화 및 경비절감을 위한 시설양묘 가능성 연구 · 수종 : 상수리나무, 자작나무, 소나무, 리기테다소나무, 낙엽송 등 · 용기 : Styroblock 용기
확대기	1990년대 중반	· 연구 : 대규모 산불피해지 소나무림 복원 · 수종 : 소나무 · 용기 : 플라스틱 용기
중흥기	2000년대~	· 연구 : 시설양묘 대상수종의 다양화 등 정책적인 확대 · 수종 : 소나무, 상수리나무, 낙엽송, 편백, 상록난대수종 · 용기 : 미니용기묘~용기중·대묘 생산용 용기개발 · 온실 : 한국형 시설온실 개발중

표 2-2. 시설양묘 대상수종(2010년)

수 종		묘 령	용기묘 생산본수(천본)			
			소 계	지 정		비지정
				중 앙	자체계획	
합 계			5,688	5,411	12	265
성묘	소 나 무	1-0	660	600		60
		2-0	2,442	2,332		110
		2-2	137	137		
	상수리나무	1-0	1,262	1,246		16
	편 백	2-0	155	155		
		1-2-2	75			75
	낙엽송	2-0	93	90		3
	백합나무	1-0	3	2		1
	가시나무	2-0	469	469		
	구실잣밤나무	1-0	15	15		
	붉가시나무	1-0	14	2	12	
	황칠나무	2-0	204	204		
	후박나무	2-0	108	108		
	녹 나 무	2-0	52	52		

* 산림청 산림자원과

2) 용기묘 생산현황

2010년 우리나라 조림본수는 35,458천본이며 이중 용기묘 생산본수는 5,688천본으로 전체 조림비율의 약 16%를 차지하고 있다(표 2-3). 용기묘 조림비율이 최근에 증가한 이유는 용기묘 생산량이 늘어난 이유도 있지만 용기묘의 생산본수 증가 자체보다는 근본적으로는 조림본수가 줄어든데 근거하고 있다.

따라서 최근 8년 동안(2003~10년) 용기묘 생산본수 및 조림비율에 있어 큰 변화가 없는 것으로 판단되며, 현재 노지양묘의 당면한 어려움과 시설양묘 생산기술 축적, 저변확대 등을 고려하면 보다 시설양묘를 확대할 필요가 있다.

표 2-3. 연도별 용기묘 조림본수 및 비율*

연 도	조림본수(천본)			용 기 묘 조림비율 (%)
	계	노지묘	용기묘	
평 균	42,625	37,668	5,081	12.1
2003	46,476	41,556	4,920	10.6
2004	44,585	38,960	5,625	12.6
2005	43,898	38,895	5,003	11.4
2006	46,576	42,163	4,413	9.5
2007	45,546	42,628	3,918	8.6
2008	41,515	35,707	5,808	13.9
2009	36,942	31,667	5,275	14.3
2010	35,458	29,770	5,688	16.0

* 산림자원분야 사업계획. 산림청 산림자원과

3) 용기묘 관련 용어 정의

- 노지양묘 : 전통적인 양묘방법으로 자연토양인 야외포지에서 노지묘(露地苗, 裸根苗)를 생산하는 방법을 말한다.
- 시설양묘 : 특수한 용기(容器; Container)에 종자를 파종한 후, 묘목이 건전하게 생육할 수 있는 환경을 조절하여 단기간에 묘목을 대량생산하는 방법을 말한다. 묘목의 생육이 용기에서 이루어지기 때문에 용기양묘라고도 한다.
- 용기묘 : 온실 등 시설 내에서 특수한 용기(container)에서 양묘하여 생산된 묘목을 말한다. 용기묘는 다양한 형태, 재질, 크기의 용기를 사용하여 생산되며, 용기에서 묘목을 뽑았을 때 뿌리의 분이 부서지지 않고 뿌리가 잘 발달되어 있어야 한다.
- 시설-노지 연계양묘 : 최근에는 시설양묘의 기술혁신에 따라 노지양묘와 시설양묘의 장점을 혼합한 새로운 양묘방법으로 용기에서 노지묘상으로 물리적으로 이식한 용기이식묘(Container to bareroot Transplants)생산을 말한다.

4) 용기묘 명명법 제시

현재 국내에서 비교적 규모있게 생산되고 있는 용기묘는 소나무, 상수리나무, 낙엽송 및 편백이다. 이들 용기묘를 부르는 이름은 아직 학술적으로나 행정적으로 명확히 규정되어 있지 않고 편의상 형성된 이름으로 불리고 있다. 예를 들면, 소나무 1년생 용기묘는 '소나무 용기묘 (1-0)' 등이다. 또한 잠정적으로 소나무와 상수리나무 1-0묘는 소묘, 2-0묘는 중묘로 부르고 있다. 하지만 앞으로 다양한 수종 및 크기(크기 및 묘령)의 용기묘가 생산될 것이기 때문에 이에 대한 준비는 반드시 필요할 것이다.

가) 용기묘 관련 명명

현재 우리나라에서 조림용 묘목으로 생산·유통되고 있는 묘목의 수종별 묘령에 따른 규격은 '종묘사업실시요령'에 규정되어 있다. 하지만 크기에 따라 구분하는 명명 용어는 아직 명확하게 정리되지 않은 실정이다. 최근에 와서 산림청에서 묘령과 크기를 기준으로 하여 잠정적으로 사용하고 있는 소묘, 중묘, 대묘에 대한 개념 정립도 필요한 시점으로 관련 분야 전문가들의 의견을 모아 정리가 되어야 할 부분이다.

우선 노지묘의 경우를 먼저 살펴보면, 잠정적으로 사용하고 있는 명명법은 수종에 따라 다르지만 1년생묘는 소묘로, 1~2회 이식하여 생산된 묘목은 중묘, 2~3회 이상 이식하여 생산한 묘목은 대묘로 다루고 있다. 표 2-4는 중묘의 예로 수종에 따라 이식횟수와 묘령이 다르나 수종별 생장형을 고려한 의미있는 방안으로 판단된다. 따라서 다른 수종의 경우에도 이러한 기준과 규격을 적용시켜 정리하면 큰 무리가 없이 사용이 가능할 것으로 보인다.

표 2-4. 중묘 규격 예시*

수 종	묘 령	규 격		
		간장 (cm)	근원경 (mm)	근장 (cm)
낙엽송	1-1	35	6.0	20
잣나무	2-3	32	8.0	20
전나무	2-3	22	7.0	20
편백	1-1-1	35	7.0	20
소나무(용기묘)	2-0	25	3.4	-
낙엽송(용기묘)	2-0	신규지정 예정		
편백(용기묘)	2-0	신규지정 예정		
고로쇠나무	1-1	62	5.0	-
노각나무	1-1-1	58	9.0	-
느티나무	1-1	90	7.0	27
물푸레나무	1-1	41	7.4	26
박달나무	1-1	70	6.7	-
웃나무	1-1	50	7.0	-
자작나무	1-1	67	5.2	25

* 산림자원분야 사업계획. 산림청 자원육성과(2009년)

용기묘의 명명에 관해서는 세 부분으로 나누어 접근할 필요가 있다. 첫 번째는 노지묘에서 볼 수 있듯이 묘목의 크기(묘령)에 따라 소묘, 중묘, 대묘 개념의 명명에 관한 필요성이다. 두 번째는 노지묘 1-0, 1-1묘 또는 C1/2묘 같이 묘령과 이식, 유·무성번식 등 양묘내용을 포함한 약어를 사용해 부르는 명명법이다. 세 번째는 아직 우리나라에서는 아직 사용하고 있지 않는 방식으로 양묘과정에 사용된 용기 사양과 양묘내용을 함께 담아 역시 약어를 사용한 명명법이다.

현 시점에서, 이러한 점을 강조하고자 하는 또 하나의 이유는 현재 산림청에서는 국내에서 생산된 모든 묘목의 원산지 증명제도를 이미 시행하고 있기 때문이다. 이러한 제도가 원활하게 실행되기 위해서는 생산된 묘목에 관한 통일된 형식의 이름의 기재가 반드시 필요할 것이기 때문이다. 또한 국제 교역에 대비해서도 이러한 준비는 반드시 필요할 것이다. 따라서 관련 명명 중 본 글의 주제를 고려하면 첫 번째 명명에 관한 내용을 중심으로 개념을 우선적으로 다루고자 한다. 그림 2-1은 캐나다 기업양묘장(PRT Pelten)에서 생산된 용기묘 바코드로 수종, 용기종류 및 형태, 묘목규격, 양묘기간, 식재시기 등이 담겨져 있다.

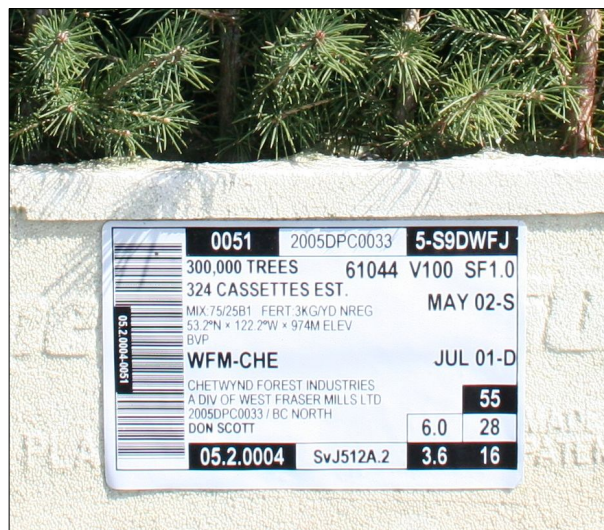


그림 2-1. 캐나다 기업양묘장(PRT Pelten)의 생산 용기묘 바코드
(수종, 용기종류 및 형태, 묘목규격, 양묘기간, 식재시기 등을 표시함)

나) 크기(묘령)에 따른 명명법(안)

현재 용기묘 생산이 주 양묘방법으로 정착된 캐나다의 경우 주로 1~2년생 묘목을 생산하고 있다. 이러한 경우 대체적으로 사용한 용기의 용적 크기와 양묘 기간에 따라 생산되는 용기묘의 크기(간장, 근원경)가 좌우되고 있다. 따라서 소나무류와 같은 침엽수의 경우 이러한 크기에 따라 소, 중, 대로 구분하고 있다.

우리나라의 소나무 용기묘를 예로 들면, 앞에서 언급한대로 1년생은 소묘, 소나무 2년생은 중묘로 취급하고 있다. 앞으로 우리나라에서 시설양묘에 의해 대량생산이 가능한 소나무 용기묘의 크기(묘령)는, 물론 경제성을 고려한, 어디까지인가? 하는 문제의 해답은 보다 깊은 수준의 연구가 수행되어야 얻을 수 있을 것이다. 하지만 현재 우리나라의 식재지 환경, 유통시장, 현재까지 축적된 연구의 결과 등을 고려하면 용기 용적으로는 4L, 묘령으로는 5~6년생 정도까지가 최대 효율적으로 양묘할 수 있는 묘령이 아닌가 사료된다.

이 4L 용적은 큰나무조림에 사용되는 노지묘 7년생(1-1-2-3)묘의 경우와 비교하면, 식재 시 분뜨기로 산출되는데 분의 크기(아직 규격 규정이 없음)가 이와 유사하며, 잣나무와 전나무의 경우도 분뜨기하는 7년생(2-2-3)묘의 분뜨기 규격은 18cm×18cm로 4L 용기와 유사하다. 소나무 용기묘로서 4L 이상의 용적에서 생산된, 또한 7년생 이상의 용기묘는 운반 등 취급상의 문제로 산지조림용으로는 적합하지 않을 것으로 사료된다.

따라서 이 점을 고려한 소나무 용기묘의 소묘, 중묘, 대묘 등 크기 개념에 따른 명명은 묘령과 이식횟수를 우선적으로 고려하면 다음 세 단계로 구분하여 부르는 것이 합리적인 명명법으로 사료된다. 즉 소나무 용기묘 1년생(1-0묘)과 2년생(2-0묘)까지는 소묘로, 3년생(2-1)은 중묘, 4~6년생(2-2, 2-2-1, 2-2-2)은 대묘로 부르는 방법이다(표 2-5).

현재 1, 2년생은 생산과정에서 이식없이 동일 용기에서 생산되기 때문에 동일 계급으로 구분하는 것이 적정할 것으로 판단된다. 한편 3년생 이상의 용기묘를 품질의 저하없이 생산하기 위해서는 반드시 더 큰 용기로 이식해야 하기 때문에 이 단계 이상의 생산과정을 통하여 생산된 용기묘는 용기

중묘 또는 용기대묘로 명명하자는 의미이다. 이식과정을 거치지만 용기묘 1년생을 노지로 이식하여 생산된 2년생 묘목도 2년생 소묘로 구분하는 것이 합리적일 것으로 보인다.

표 2-5. 용기묘 명명법(제안)

구 분		방 법
노 지 묘		· 소묘 : 1년생 묘목 · 중묘 : 1~2회 이식하여 생산한 묘목 · 대묘 : 2~3회 이식하여 생산한 묘목
용 기 묘	크기(묘령)에 따른 명명법	· 소묘 1~2년생 : 소나무 용기묘 (1-0, 2-0) · 중묘 3년생 : 소나무 용기묘 (2-1) · 대묘 4~6년생 : 소나무 용기묘 (2-2, 2-2-1, 2-2-2)
	묘령과 이식횟수, 번식 방법에 따른 명명법	· 용기묘 1년생 : C1-0묘 · 용기묘 2년생(이식안함) : C2-0묘 · 용기묘 3년생(이식1, 2회) : C2-1묘, C2-1-1묘 · 용기묘 2년생(용기1년+노지1년) : C1-B1묘 * C : Container, B : Bareroot
	수종, 용기종류 및 형태, 양묘기간 및 식재 시기를 담은 약어	· 국제규격에 맞는 명명법 제정(안) - Pd PAP 250ml 2-0 Fa (미국) : 플라스틱용기(250ml/구)에서 생육한 소나무 용기묘 2년생을 가을에 식재함

나. 우리나라의 조림현황 및 방향 분석

1) 연도별, 수종별 조림본수

지난 5년간(2004~2008년) 우리나라의 조림본수는 약 2억4천만본으로 조사되었으며, 연차적으로 다소 감소하는 경향을 보이고 있다(표 2-6, 2-7). 그러나 산림청의 '제5차산림기본계획'에서 조림면적 확대 정책을 추진하면서 조림본수 증가가 예상되고 있다.

전체 조림면적 중 침엽수가 40.1%, 활엽수가 59.9%로, 조림본수로는 침엽수가 45.1%, 활엽수는 54.9%로 지난 1970년대 초 조림이 본격적으로 추진되

면서 침엽수의 조림비율이 활엽수에 비하여 상대적으로 높았던 시기와 비교하면 큰 정책 변화의 결과이다. 그동안 산림청에서는 침엽수와 활엽수 조림의 균형을 조절하기 위한 다양한 조림정책이 추진되었는데, 침·활엽수 적정 조림비율 정책 5:5를 고려하면 활엽수 조림이 상대적으로 확대 시행된 것으로 분석되며 균형적인 국토산림정책을 고려하면 바람직한 방향으로 사료된다.

한편 지난 5년간 조림수종을 살펴보면, 침엽수가 15여종, 활엽수가 50여종 등 해마다 약간의 편차는 있지만 약 60여종의 수종이 해마다 국유림과 사유림에 식재되고 있음을 알 수 있다(표 2-8~표 2-12). 그 중 조림본수 비율이 높은 수종을 보면, 침엽수는 소나무, 잣나무, 편백, 곰솔, 낙엽송 등이며, 활엽수는 상수리나무, 자작나무, 백합나무, 느티나무, 물푸레나무 등이다(표 2-7, 그림 2-2). 특용수 조림으로 고로쇠나무, 헛개나무, 옷나무, 참죽나무, 음나무의 조림이 꾸준히 추진되고 있음을 알 수 있고, 밤나무, 매실나무, 감나무 등의 유실수 식재도 지속되고 있다.

수종별로 분석해 보면, 침엽수 중 가장 많은 조림본수는 소나무가 차지하고 있다. 2005년도까지 진행된 동해안 산불피해지 복원조림을 고려하더라도 현재 800만본 이상이 조림되고 있으며 앞으로 조림확대정책이 계획되고 있는 수종이다. 잣나무의 경우에는 지난 5년간 해마다 평균 5백9십만본이 조림되었는데 최근에 와서 조림면적이 다소 감소하는 경향을 보이고 있으며, 앞으로도 기후온난화 적응 문제 등으로 조림면적 축소가 예상된다. 낙엽송은 연평균 1백30만본 정도가 조림되었으며, 앞으로 확대조림이 예정된 수종이다. 편백은 연평균 3백5십만본 정도가 꾸준히 식재되고 있으며, 곰솔 또한 연평균 1백40만본이 조림되고 있다.

활엽수를 보면, 상수리나무가 지난 5년간 연평균 9백2십만본이 식재되어 가장 많은 본수가 식재되었는데 앞으로 조림면적 축소가 예상되며 다른 참나무류 수종으로의 변화가 예상되고 있다. 앞으로 조림면적 축소가 예정된 수종으로는 자작나무를 들 수 있는데 지난 5년간 연평균 5백6십만본이 조림된 실적을 가지고 있으나 기후변화에 따른 조림적지 문제가 대두되어 있는 수종이다. 반면에 백합나무는 지속적인 조림면적의 증가가 이루어지고 있는데, 지난 5년간 조림본수가 연평균 9십만본에 불과했으나 앞으로 다양한 사

업추진으로 상당히 많은 조림본수 증가가 예상되고 있다. 다음으로 물푸레나무는 연평균 1백7십만본, 느티나무는 1백4십만본 정도가 지속적으로 조림되고 있다.

그리고 2008년 조림본수 비율이 5% 이상인 조림수종은 상수리나무, 소나무(강송), 잣나무, 자작나무, 편백 5수종이며, 1% 이상인 조림수종은 14수종으로 조사되어 조림수종이 다양하지 않은 것으로 조사되었다(표 2-8).

표 2-6. 최근 5년간 조림실적(2004~2008년)

구 분		조림실적		구성비 (%)	
		면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
합 계		104,756.1	239,041.9		
2008	소 계	21,992.1	43,403.5	100.0	100.0
	침엽수	8,699.4	20,401.4	39.6	47.0
	활엽수	13,292.7	23,002.1	60.4	53.0
2007	소 계	20,774.5	44,370.3	100.0	100.0
	침엽수	8,115.1	19,018.0	39.1	42.9
	활엽수	12,659.4	25,352.3	60.9	57.1
2006	소 계	20,599.5	46,993.8	100.0	100.0
	침엽수	9,045.8	23,741.5	43.9	50.5
	활엽수	11,553.7	23,252.4	56.1	49.5
2005	소 계	19,938.3	51,714.2	100.0	100.0
	침엽수	8,815.5	25,106.4	42.1	45.0
	활엽수	11,122.8	26,607.8	57.9	55.0
2004	소 계	21,451.7	52,560.1	100.0	100.0
	침엽수	7,678.6	21,105.4	35.8	40.2
	활엽수	13,773.1	31,454.7	64.2	59.8

표 2-7. 최근 5년간 주요 조림수종 조림실적(2004~2008년)

구 분	연도별 조림실적		연도별 조림실적		연도별 조림실적		연도별 조림실적		연도별 조림실적	
	2008년		2007년		2006년		2005년		2004년	
	본수(천본)	비율(%)	본수(천본)	비율(%)	본수(천본)	비율(%)	본수(천본)	비율(%)	본수(천본)	비율(%)
조림실적	43,403.5		44,370.3		46,993.8		51,714.2		52,560.1	
낙엽송	1,095.0	2.5	1,116.4	2.6	1,453.0	3.1	754.0	1.6	2,244.7	4.3
소나무(강송)	7,951.5	18.3	7,991.5	18.0	9,688.9	20.6	8,098.4	9.9	1,025.4	2.0
스트로브잣나무	429.7	1.0	181.3	0.4	386.1	0.8	277.7	0.6	496.6	0.9
잣나무	4,778.6	11.0	4,736.2	10.7	6,077.5	12.9	8,645.6	17.9	5,238.8	10.0
편백	3,887.3	9.0	2,416.5	5.4	3,141.7	6.7	3,990.2	8.2	4,015.0	7.6
해송	1,217.0	2.8	1,273.9	2.9	1,463.6	3.1	1,496.1	3.1	1,244.0	2.4
고로쇠나무	473.3	1.1	375.0	0.8	351.3	1.7	544.8	1.1	3,180.5	6.1
느티나무	1,301.3	3.0	1,641.3	3.7	1,395.4	6.8	1,169.9	2.4	1,376.6	2.6
물푸레나무	646.6	1.5	1,992.1	4.5	1,975.5	4.2	2,093.0	4.3	1,975.2	3.8
백합나무	1,464.4	3.4	1,113.9	2.5	997.9	2.1	571.7	1.2	247.0	0.5
벗나무(산벚)	461.7	1.1	572.1	1.3	449.2	1.0	627.9	1.3	642.8	1.2
상수리나무	8,159.3	18.8	9,545.6	21.5	7,338.9	15.6	9,178.1	19.0	11,786.0	22.4
자작나무	4,141.9	9.5	5,227.3	11.9	5,685.3	12.1	6,081.1	12.6	6,871.9	13.1
밤나무	440.9	1.0	177.1	0.4	426.0	0.9	487.0	1.0	1,107.0	2.1

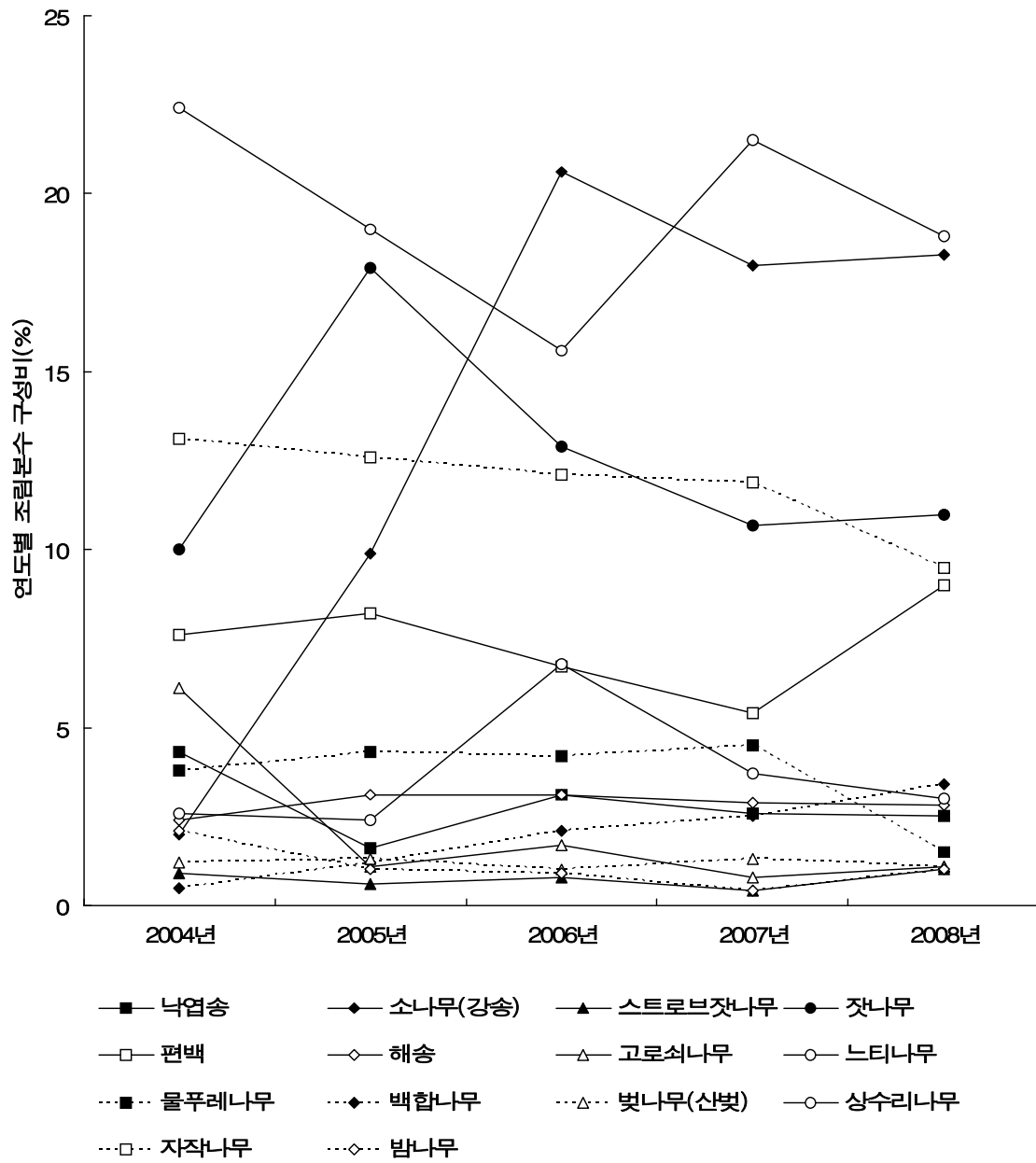


그림 2-2. 최근 5년간 주요 조림수종 조림실적(2004~2008년)

표 2-8. 2008년 수종별 조림실적

구 분	조림실적		구성비 (%)	
	면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
합 계	21,992.1	43,403.5	100.0	100.0
○ 침엽수	8,699.4	20,401.4	39.6	47.0
가문비나무	1.0	0.7	0.0	0.0
구상나무	0.2	0.1	0.0	0.0
낙엽송	504.9	1,095.0	2.3	2.5
낙우송	1.4	2.3	0.0	0.0
리기테다소나무	95.0	285.0	0.4	0.7
분비나무	-	-	0.0	0.0
삼나무	31.1	119.7	0.1	0.3
소나무(강송)	3,410.4	7,951.5	15.5	18.3
스트로브잣나무	197.8	429.7	0.9	1.0
은행나무	49.3	57.2	0.2	0.1
잣나무	1,934.7	4,778.6	8.8	11.0
전나무	32.8	445.0	0.1	0.1
편백	1,621.9	3,887.3	7.4	9.0
곰솔	504.4	1,217.0	2.3	2.8
화백	110.0	318.0	0.5	0.7
주목	11.3	18.0	0.1	0.0
기타	193.2	200.3	0.9	0.5
○ 활엽수	13,292.7	23,002.1	60.4	53.0
가죽나무	24.4	53.7	0.1	0.1
가시나무	81.3	177.3	0.4	0.4
가마귀쪽나무	-	-	0.0	0.0
거제수나무	11.0	33.0	0.1	0.1
고로쇠나무	232.3	473.3	1.1	1.1
굴참나무	139.0	476.0	0.6	1.1
팽팡나무	-	-	0.0	0.0
노각나무	2.7	3.1	0.0	0.0
녹나무	1.0	3.0	0.0	0.0
느릅나무	98.5	271.6	0.4	0.6
느티나무	565.7	1,301.3	2.6	3.0
다릅나무	1.0	3.0	0.0	0.0
단풍나무(당단풍)	122.1	69.0	0.6	0.2
매죽나무	3.6	1.0	0.0	0.0
동백나무	60.6	62.2	0.3	0.1
들메나무	15.5	66.6	0.1	0.2
마가목	7.7	17.1	0.0	0.0
매자나무	0.1	0.1	0.0	0.0
두릅(민두릅)	60.6	113.3	0.3	0.3
두충나무	1.0	0.6	0.0	0.0
물푸레나무	215.0	646.6	1.0	1.5
박달나무	51.8	71.3	0.2	0.2
백합나무	1,265.7	1,464.4	5.8	3.4

구 분	조림실적		구성비 (%)	
	면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
벗나무(산벗)	392.6	461.7	1.8	1.1
버즘나무		-	0.0	0.0
복자기나무	11.1	13.5	0.1	0.0
사스레피나무	-	-	0.0	0.0
산딸나무	21.0	39.5	0.1	0.1
산초나무	42.0	96.8	0.2	0.2
서어나무	5.0	7.5	0.0	0.0
상수리나무	4,349.2	8,159.3	19.8	18.8
쉬나무	1.0	3.0	0.0	0.0
아왜나무	-	-	0.0	0.0
이팝나무	100.0	73.7	0.5	0.2
오리나무	-	-	0.0	0.0
오동나무(벽오동)	-	-	0.0	0.0
오갈피나무	20.7	28.1	0.1	0.1
옻나무	176.5	412.0	0.8	0.9
읍나무	143.6	253.8	0.7	0.6
자작나무	1,440.5	4,141.9	6.6	9.5
쪽동백	0.2	0.2	0.0	0.0
참죽나무	133.7	334.0	0.6	0.8
채진목	-	-	0.0	0.0
칠엽수	-	-	0.0	0.0
층층나무	10.3	44.2	0.0	0.1
포플러	15.3	32.7	0.1	0.1
헛개나무	169.1	394.8	0.8	0.9
화살나무	2.9	11.5	0.0	0.0
회화나무	-	-	0.0	0.0
황철나무	-	-	0.0	0.0
황벽나무	6.0	8.5	0.0	0.0
황칠나무	69.2	113.6	0.3	0.3
향나무	2.0	0.2	0.0	0.0
후박나무	74.3	136.1	0.3	0.3
밤나무	702.3	440.9	3.2	1.0
매실나무	428.7	349.9	1.9	0.8
감나무	376.9	256.5	1.7	0.6
호도나무	64.5	37.6	0.3	0.1
대추나무	82.6	41.6	0.4	0.1
기타	1,490.9	1,801.5	6.8	4.2

표 2-9. 2007년 수종별 조림실적

구 분	조림실적		구성비 (%)	
	면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
합 계	20,774.5	44,370.3	100.0	100.0
○ 침엽수	8,115.1	19,018.0	39.1	42.9
가문비나무	-	-	0.0	0.0
구상나무	15.0	38.2	0.1	0.1
낙엽송	558.7	1,161.4	2.7	2.6
낙우송	-	-	0.0	0.0
리기테다소나무	143.0	429.3	0.7	1.0
분비나무	7.1	16.1	0.0	0.0
삼나무	22.0	95.0	0.1	0.2
소나무(강송)	3,176.1	7,991.5	15.3	18.0
스트로브잣나무	120.0	181.3	0.6	0.4
은행나무	19.3	25.5	0.1	0.1
잣나무	1,920.5	4,736.2	9.2	10.7
전나무	61.0	94.4	0.3	0.2
편백	1,163.9	2,416.5	5.6	5.4
곰솔	591.5	1,273.9	2.8	2.9
화백	116.0	268.1	0.6	0.6
주목	17.8	25.4	0.1	0.1
기타	183.2	265.2	0.9	0.6
○ 활엽수	12,659.4	25,352.3	60.9	57.1
가죽나무	3.1	4.3	0.0	0.0
가시나무	82.0	208.8	0.4	0.5
가마귀쪽나무	-	-	0.0	0.0
거제수나무	-	-	0.0	0.0
고로쇠나무	262.3	375.0	1.3	0.8
굴참나무	3.6	10.8	0.0	0.0
팽팡나무	-	-	0.0	0.0
노각나무	4.1	6.1	0.0	0.0
녹나무	3.2	1.0	0.0	0.0
느릅나무	61.7	150.1	0.3	0.3
느티나무	625.0	1,641.3	3.0	3.7
다릅나무	19.0	9.0	0.1	0.0
단풍나무(당단풍)	146.9	61.5	0.7	0.1
매죽나무	4.4	2.0	0.0	0.0
동백나무	49.7	32.6	0.2	0.1
들메나무	19.2	73.3	0.1	0.2
마가목	22.4	77.8	0.1	0.2
매자나무	0.3	3.0	0.0	0.0
두릅(민두릅)	51.0	93.6	0.2	0.2
두충나무	-	-	0.0	0.0
물푸레나무	558.6	1,992.1	2.7	4.5
박달나무	11.0	8.5	0.1	0.0
백합나무	1,020.5	1,113.9	4.9	2.5

구 분	조림실적		구성비 (%)	
	면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
벗나무(산벗)	323.8	572.1	1.6	1.3
버즘나무	-	-	0.0	0.0
복자기나무	14.4	19.8	0.1	0.0
사스레피나무	-	-	0.0	0.0
산딸나무	17.0	15.4	0.1	0.0
산초나무	67.5	85.6	0.3	0.2
서어나무	-	-	0.0	0.0
상수리나무	4,412.4	9,545.6	21.2	21.5
쉬나무	2.0	8.0	0.0	0.0
아왜나무	3.0	1.5	0.0	0.0
이팝나무	58.3	43.3	0.3	0.1
오리나무	-	-	0.0	0.0
오동나무(벽오동)	2.0	1.0	0.0	0.0
오갈피나무	29.6	72.1	0.1	0.2
옻나무	132.8	287.0	0.6	0.6
읍나무	85.1	198.6	0.4	0.4
자작나무	1,712.3	5,227.3	8.2	11.9
쪽동백	-	-	0.0	0.0
참죽나무	29.6	82.2	0.1	0.2
채진목	-	-	0.0	0.0
칠엽수	-	-	0.0	0.0
층층나무	15.0	65.2	0.1	0.1
포플러	-	-	0.0	0.0
헛개나무	185.1	536.7	0.9	1.2
화살나무	1.3	3.5	0.0	0.0
회화나무	4.5	6.1	0.0	0.0
황철나무	10.0	5.0	0.0	0.0
황벽나무	1.0	1.5	0.0	0.0
황칠나무	26.0	61.5	0.1	0.1
향나무	1.0	1.0	0.0	0.0
후박나무	103.8	215.5	0.5	0.5
밤나무	399.6	177.1	1.9	0.4
매실나무	154.5	113.3	0.7	0.3
감나무	248.0	133.6	1.2	0.3
호도나무	40.0	18.8	0.2	0.0
대추나무	37.0	27.2	0.2	0.1
기타	1,594.8	1,912.1	7.7	4.3

표 2-10. 2006년 수종별 조림실적

구 분	조림실적		구성비 (%)	
	면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
합 계	20,599.5	46,993.8	100.0	100.0
○ 침엽수	9,045.8	23,741.5	43.9	50.5
구상나무	0.5	0.1	0.0	0.0
낙엽송	581.0	1,453.0	2.8	3.1
리기테다소나무	244.0	746.0	1.2	1.6
분비나무	4.0	10.0	0.0	0.0
삼나무	14.0	51.0	0.1	0.1
소나무(강송)	3,339.3	9,688.9	16.2	20.6
스트로브잣나무	195.6	386.1	0.9	0.8
잣나무	2,385.5	6,077.5	11.6	12.9
전나무	92.4	144.4	0.4	0.3
편백	1,317.2	3,141.7	6.4	6.7
곰솔	592.4	1,463.6	2.9	3.1
화백	128.0	337.0	0.6	0.7
주목	3.0	1.2	0.0	0.0
기타	148.9	240.9	0.7	0.5
○ 활엽수	11,553.7	23,252.4	56.1	49.5
가죽나무	13.0	38.0	0.1	0.2
가시나무	93.3	212.9	0.5	1.0
고로쇠나무	203.6	351.3	1.0	1.7
굴참나무	20.0	0.1	0.1	0.0
노각나무	3.2	0.2	0.0	
느릅나무	52.0	119.9	0.3	0.6
느티나무	400.6	1,395.4	1.9	6.8
다릅나무	7.0	19.0	0.0	0.1
단풍나무(당단풍)	205.8	117.1	1.0	0.6
매죽나무	0.2	0.3	0.0	0.0
동백나무	63.6	42.8	0.3	0.2
들메나무	13.0	52.0	0.1	0.3
마가목	14.0	36.0	0.1	0.2
매자나무	-	4.0	-	0.0
두릅(민두릅)	95.7	273.1	0.5	1.3
두충나무	3.0	6.0	0.0	0.0
물푸레나무	521.4	1,975.5	2.5	4.2
백합나무	901.5	997.8	4.4	2.1
벗나무(산벗)	353.7	449.2	1.7	1.0
복자기나무	37.0	35.5	0.2	0.1
산딸나무	17.6	7.3	0.1	0.0
산초나무	12.0	29.1	0.1	0.1
서어나무	8.0	22.5	0.0	0.0
상수리나무	3,227.8	7,338.9	15.7	15.6
쉬나무	-	1.0	-	0.0
아왜나무	3.0	1.0	0.0	0.0

구 분	조림실적		구성비 (%)	
	면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
이팝나무	167.3	76.8	0.8	0.2
오갈피나무	44.3	116.1	0.2	0.2
웃나무	179.2	411.8	0.9	0.9
은행나무	9.0	9.5	0.0	0.0
읍나무	94.0	234.3	0.5	0.5
자작나무	1,502.7	5,685.3	7.3	12.1
참죽나무	37.0	105.0	0.2	0.2
칠엽수	5.0	0.5	0.0	0.0
층층나무	28.0	109.5	0.1	0.2
포플러	8.0	25.0	0.0	0.1
헛개나무	181.5	548.0	0.9	1.2
화살나무	4.0	3.0	0.0	0.0
황철나무	2.0	6.0	0.0	0.0
황벽나무	3.0	16.0	0.0	0.0
황칠나무	26.5	66.0	0.1	0.1
후박나무	101.0	261.5	0.5	0.6
밤나무	960.0	426.0	4.7	0.9
매실나무	58.7	29.7	0.3	0.1
감나무	79.9	34.5	0.4	0.1
호도나무	54.5	15.7	0.3	0.0
대추나무	17.0	4.0	0.1	0.0
기타	1,721.1	1,542.5	8.4	3.3

표 2-11. 2005년 수종별 조림실적

구 분	조림실적		구성비 (%)	
	면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
합 계	19,938.3	51,714.2	100.0	100.0
○ 침엽수	8,815.5	25,106.4	42.1	45.0
잣나무	3,163.4	8,645.6	16.5	17.9
낙엽송	329.0	754.0	1.7	1.6
리기테다소나무	198.0	594.0	1.0	1.2
소나무	2,368.1	8,098.4	8.5	9.9
곰솔	597.7	1,496.1	3.1	3.1
삼나무	21.0	92.0	0.1	0.2
편백	1,457.8	3,990.2	7.6	8.2
전나무	49.3	48.4	0.3	0.1
스트로브잣나무	149.5	277.7	0.8	0.6
화백	105.0	315.0	0.5	0.7
주목	9.3	16.7	0.0	0.0
메타세콰이아	0.4	0.1	0.0	0.0
은행나무	26.9	13.2	0.1	0.0
기타	340.1	765.0	1.8	1.6
○ 활엽수	11,122.8	26,607.8	57.9	55.0
물푸레나무	589.0	2,093.0	3.1	4.3
벗나무류	336.7	627.9	1.8	1.3
산초나무	12.0	33.2	0.1	0.1
복자기	25.3	29.6	0.1	0.1
느티나무	395.4	1,169.9	2.1	2.4
단풍나무	160.9	81.0	0.8	0.2
산수유	10.0	38.0	0.1	0.1
상수리나무	2,679.6	9,178.1	14.0	19.0
참나무류	652.0	301.0	3.4	0.6
자작나무	1,601.6	6,081.1	8.3	12.6
이팝나무	2.0	2.0	0.0	0.0
고로쇠	193.6	544.8	1.0	1.1
읍나무	65.0	245.5	0.3	0.5
두릅나무	315.7	287.0	1.6	0.6
산딸나무	20.7	13.6	0.1	0.0
황칠나무	46.8	101.6	0.2	0.2
후박나무	154.9	409.7	0.8	0.8
동백나무	70.2	37.0	0.4	0.1
옻나무	129.5	361.0	0.7	0.7
거제수	14.0	69.0	0.1	0.1
들메나무	49.0	236.0	0.3	0.5
가시나무류	6.0	4.0	0.0	0.0
밤나무	1,209.0	487.0	6.3	1.0
백합나무	515.0	571.7	2.7	1.2
기타	1,868.9	3,605.1	9.7	7.4

표 2-12. 2004년 수종별 조림실적

구 분	조림실적		구성비 (%)	
	면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
합 계	21,451.7	52,560.1	100.0	100.0
○ 침엽수	7,678.6	21,105.4	35.8	40.2
잣나무	2,081.5	5,238.8	9.7	10.0
낙엽송	944.4	2,244.7	4.4	4.3
리기테다소나무	251.0	753.0	1.2	1.4
소나무	405.3	1,025.4	1.9	2.0
곰솔	526.0	1,244.0	2.5	2.4
삼나무	33.0	98.0	0.2	0.2
편백	1,477.0	4,015.0	6.9	7.6
전나무	74.7	152.3	0.3	0.3
스트로브잣나무	277.8	496.6	1.3	0.9
화백	139.0	416.0	0.6	0.8
주목	21.9	56.7	0.1	0.1
메타세콰이아	5.0	1.9	0.0	0.0
은행나무	63.0	28.5	0.3	0.1
소나무	1,025.0	4,786.0	4.8	9.1
기타	354.0	548.5	1.7	1.0
○ 활엽수	13,773.1	31,454.7	64.2	59.8
물푸레나무	563.4	1,975.2	2.6	3.8
벗나무류	409.8	642.8	1.9	1.2
산초나무	3.2	9.6	0.0	0.0
복자기	52.1	30.7	0.2	0.1
느티나무	459.5	1,376.6	2.1	2.6
단풍나무	284.4	126.0	1.3	0.2
산수유	28.0	39.0	0.1	0.1
상수리나무	3,233.0	11,786.0	15.1	22.4
참나무류	511.0	21.0	2.4	0.0
자작나무	1,853.9	6,871.9	8.6	13.1
이팝나무	52.0	49.0	0.2	0.1
고로쇠	979.6	3,180.5	4.6	6.1
옻나무	63.2	236.0	0.3	0.4
두릅나무	53.0	154.5	0.2	0.3
산딸나무	54.7	72.2	0.3	0.1
황칠나무	39.0	89.0	0.2	0.2
후박나무	177.0	443.0	0.8	0.8
동백나무	192.0	118.7	0.9	0.2
옻나무	69.7	161.1	0.3	0.3
거제수	19.0	53.0	0.1	0.1
들메나무	51.7	204.5	0.2	0.4
가시나무류	9.0	32.0	0.0	0.1
밤나무	2,734.6	1,107.0	12.7	2.1
백합나무	224.0	247.0	1.0	0.5
층층나무	14.1	69.6	0.1	0.1
기타	1,642.2	2,358.8	7.7	4.5

2) 소나무 용기묘와 노지묘의 활착률 및 생육상황 분석

우리나라 용기묘 조림의 주 수종인 소나무 용기묘 1-0은 주로 산불 피해지에 식재되었으며 2-0은 주로 수종갱신 벌채지에 식재되고 있다.

가. 용기묘 활착률 및 생육상황

(1) 소나무 용기묘 1-0

우리나라의 대표적인 산불 피해 사례인 동해안 산불피해를 보면, 1996년 4월 23일에서 25일간 강원도 고성지역에 산불이 발생하여 3,672ha의 산림이 소실되었고, 연이어 2000년에 고성지역을 비롯한 동해안 전 지역에 동시다발적으로 대규모 산불이 발생하여 23,794ha의 산림이 소실되었다.

이 산불피해지역의 복원을 위하여 시설양묘를 통해 생산된 소나무 용기묘가 처음으로 대규모로 식재되었다. 연이어 발생한 대형 산불은 1980년 말에 소개된 임업시설양묘 분야의 본격적인 시작과 발전의 계기가 되었으며 성공적인 복원 사례는 용기묘 생산의 필요성과 관심을 지속적으로 증대시키고 있다.

소나무 용기묘 1-0 식재 후 생육상황을 조사하기 위하여 1997년부터 묘목 식재시기 및 입지별로 구분하여 연차별로 조사를 지속적으로 실시하였다. 조사 대상지역은 1996년 4월 산불에 의해 거의 전 지역에 분포한 소나무림이 극심하게 피해를 받은 지역으로 산록부 일부 소나무를 제외하고는 완전 고사한 지역이다. 위치는 강원도 고성군 토성면 도원리로 북위 38도 18분 53.5초, 동경 128도 30분 15.9초이다. 이들 지역은 국가적 차원에서 복구한 지역으로 소나무 용기묘 생산은 산림생산기술연구소 비닐온실에서 1997년 12월 초에서 1998년 4월말까지 5개월 동안 위탁생산되었으며 조림 및 관리는 동부지방산림관리청 고성경영팀에서 주관하여 실시하였다.

소나무 용기묘 1-0(간장 7.0cm, 근원경 2.01mm) 식재는 1998년 5월에 ha당 5,000본을 2m×1m 간격으로 5.8ha 식재되었다. 식재 전 산불 피해목은 1997년 가을에 개벌하여 주위에 세로로 쌓아 놓았으며 주위 식생과의 경쟁을 방

지하고 풀베기작업에 의한 피해를 줄이기 위하여 식재한 후 골판지(40×40cm)를 묘목 주위를 덮었다. 풀베기작업은 연 2회 실시되었고 이때 주위의 잡초나 잡목 등은 제거되었다.

조사방법은 남사면을 중심으로 조림 입지별로 산정, 산복, 산기슭으로 구분하여 각각 plot을 10m×10m으로 하여 3반복 조사하였다. 각각의 고도는 산기슭 110~130m, 산복 150~170m, 산정 190~210m로 선정하여, 조림 후 용기묘의 생존율, 수고 및 근원경을 조사하였다. 조림지 입지현황은 표 2-13과 같다.

표 2-13. 소나무 용기묘 1-0 조림지 입지조건(강원도 고성군 토성면 도원리)

지 역	고 도	경 사	방 위	지 역
산 정	190~210m	11°	S	북위 38도 18분 53.5초 동경 128도 30분 15.9초
산 복	150~170m	8°	S	
산기슭	110~130m	9°	S	

소나무 용기묘 1-0을 식재 후 12년이 지난 현재 생존율은 산록부가 95.5%로 가장 높았으며 그 다음으로 산복은 91.2%, 산정은 88.3% 순 이었으며 평균 생존율은 91.7%로 소나무 노지묘 보다 생존율이 높은 것으로 조사되었다(그림 2-3). 식재 후 묘목의 고사율은 식재 후 1년 동안 가장 높았는데 산정은 8.7%, 산복은 5.0%, 산록은 2.7%로 나타났다. 이는 생육환경이 좋을수록 활착률이 높고, 생육환경이 열악할수록 고사율이 높은 것으로 판단된다. 또한 식재 3년 후부터는 산정, 산복, 산기슭 모든 곳에서 생존율의 변화가 거의 나타나지 않는 것으로 조사되었다. 때문에 식재 시 가능한 빨리 활착하도록 하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

식재당년에 소나무 용기묘를 보호하기 위한 골판지가 고정하였음에도 불구하고 산정과 산복에서 골판지 자체가 바람에 날리거나 혹은 묘목을 덮어 고사시키는 경우가 일부 발생하였다. 이것은 산록의 묘목에 비해 산정에서 소나무 용기묘의 생존율이 낮고 고사율이 높은 원인의 한가지로 판단된다.

수고생장과 근원경생장 모두 입지별로 산록부, 산복, 산정 순으로 높은 것으로 조사되어 대부분의 수종들과 마찬가지로 소나무 용기묘의 경우에도 생육환경이 상대적으로 뛰어난 산록부에서 생장이 양호하였다. 구체적인 생장량을 보면 소나무 용기묘 식재 12년 후 수고와 근원경생장은 산록부에서 각각 평균 432cm, 123.8mm, 산복에서 309cm, 97.8mm, 산정에서 196cm, 74.5mm로 조사되었다. 생장이 가장 좋은 산록부는 비교적 좋지 않은 산정의 소나무 용기묘 보다 수고는 236cm, 근원경은 49.3mm 더 좋은 생장을 보인 것으로 나타났다(그림 2-4).

구성리에 식재된 소나무 용기묘 1-0는 12년동안 생장한 지금 북사면에서는 수고 585cm, 흉고직경 8.45mm로, 남사면에서는 수고 342cm, 흉고직경 4.89mm로 조사되었다.

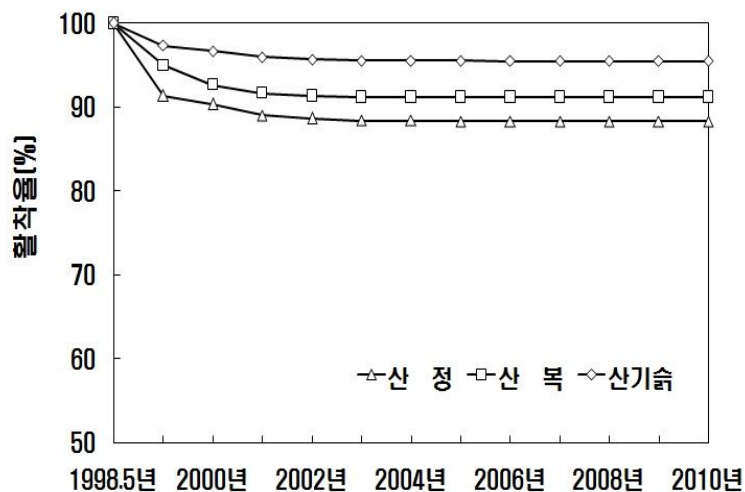


그림 2-3. 소나무 용기묘 1-0 입지별 활착률(강원도 고성군 토성면 도원리)

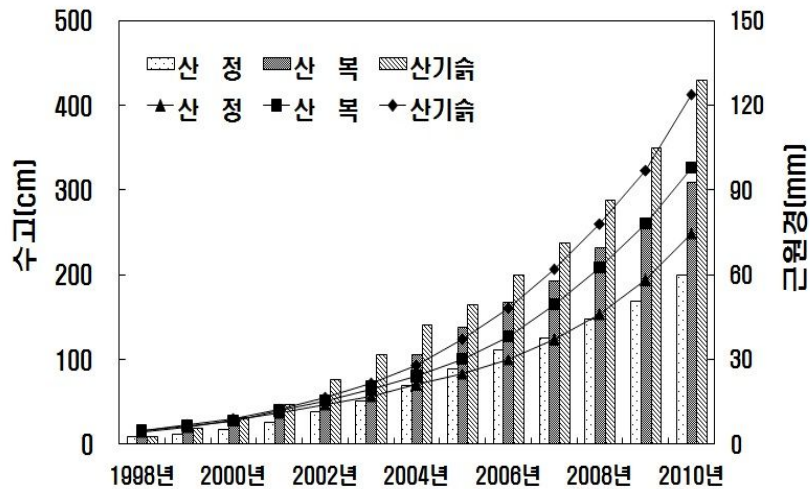


그림 2-4. 소나무 용기묘 1-0 식재 후 12년 동안의 생육상황

2000년에 발생한 동해안 산불로 인하여 가장 큰 피해를 입은 지역의 하나인 삼척 지방의 피해지 복구에는 많은 소나무 용기묘가 활용되었는데 이들 용기묘는 연곡 및 용문양묘사업소와 강원도의 산림조합 양묘장에서 생산된 용기묘이었다. 삼척지역의 소나무 용기묘 1-0은 식재 시기에 따른 활착 및 생육상황을 보면, 전년도 가을에 식재하는 것이 당해년도 봄에 식재하는 것보다 생육상황이 좋은 것으로 나타났다(표 2-14). 이 같은 결과는 가을철 식재 후 활착이 된 상태에서 월동을 하였기 때문에 다음해 봄 생장시기가 당년도 봄에 식재한 후 활착하여 생장을 개시한 경우보다 유리하였기 때문으로 판단된다.

고성을 비롯한 동해안 산불피해지역의 소나무림을 복원하는 방법은 자연적인 또는 인위적인 방법 모두 가능할 것이다. 조사대상지역은 성숙한 소나무림이 대형 산불로 인하여 대다수 소실되어 천연하종갱신을 유도할 수 없었고 대상입지에서 갱신할 만한 다른 유용 수종도 없는 관계로 인위적인 방법이 선택되었다. 그리고 복원계획은 원래의 입지에서 오랜 시간 동안 자란 자생수종을 복원하는 것은 주요 원칙 중의 하나이다. 특히 이 지역은 경제적 가치가 높은 송이생산 소나무 사유림인 관계로 송이균이 생존할 수 있는 짧은 기간 내에 소나무 묘목을 생산·식재해야만 하였다. 소나무 나근묘는 일반적으로 활착률이 저조하고 특히 내음성이 매우 약하므로 주위 식생과 경쟁하여 임분을 형성하기 어려운 관계로 인하여 용기묘를 활용하게 되었다.

표 2-14. 삼척 산불피해지 식재 시기별 소나무 용기묘 1-0의 생육현황(2005년 4월; 삼척국유림관리소 자료)

식재시기		조 사 지 역	면 적 (ha)	본 수 (천본)	활 착 율 (%)	생육상황	
						수고(cm)	근원경(mm)
2001	봄	원덕, 옥원 161나	6.0	3.0	94	92	44.67
	가을	근덕, 궁촌 70-5	30.0	150.0	93	76	37.03
2002	봄	근덕, 궁촌 70-5	10.0	50.0	95	65	32.07
	가을	근덕, 궁촌 68-2	3.5	17.5	95	58	26.23
2003	봄	근덕, 하마읍 85-11	0.4	2.0	96	45	17.52
	가을	근덕, 하마읍 85-11	7.0	35.0	95	40	16.32
2004	봄	근덕, 궁촌 70-4	7.5	37.5	99	25	5.70

(2) 소나무 용기묘 2-0

한편 소나무 용기묘 2-0은 2004년도에 처음으로 양묘되기 시작하여 이듬해 2005년 가을에 리기다소나무 및 참나무를 비롯한 활엽수 벌채적지에 식재하기 시작했는데 관리가 잘 이루어지지 않은 일부 지역을 제외하고는 대부분의 지역에서 95% 이상의 높은 활착률을 기록하였다. 수고생장과 근원경생장도 식재 당시의 묘목규격을 고려하면 초기 우려와는 달리 기대 이상으로 아주 빠른 생육을 보이고 있는 것으로 조사되었다(표 2-15). 보다 많은 지역의 조사가 추가되어야 하겠지만 소나무 1-0묘의 자료인 표 2-14와 본 조사의 결과로만 분석해 볼 때에도 상대적으로 일찍 식재한 경우 생장이 보다 우수한 것으로 사료되는 바이다.

한편 표 2-15에서는 명기하지 않았으나 일부 조사지 중 관리가 잘 이루어지지 않은 노지묘 조림지의 조사결과를 포함하지 않았음을 밝혀두는 바이다.

표 2-15. 소나무 용기묘 2-0의 생육상황

(2006년 8~11월)

식재시기		조림면적 (ha)	위 치	수 고 (cm)	근원경 (mm)
소나무 용기묘 (2-0)					
2005년	11~12월초	0.5	전북 임실군 신평면 오궁리 산 63	38.8* ±6.9	5.4 ±1.1
	11월	2.0	전남 곡성군 입면 매월리 산 29-3	45.2 ±6.0	10.1 ±1.5
	10~11월	3.0	충북 진천군 초평면 용산리 산 52-1	57.5 ±7.7	11.0 ±1.4
	10~11월	7.0	충북 진천군 문백면 도하리 산 107	55.6 ±6.6	10.8 ±1.7
	10월	1.7	충남 예산군 광시면 서초정 산 35	55.2 ±5.8	10.8 ±1.4
	평 균			50.5	9.6
2006년	10월초	2.0	경기 용인시 처인구 포곡면 금어리 산 6	31.0 ±5.5	4.2 ±1.1
	평 균			31.0	4.2
소나무 용기묘 (1-0)(식재 1년 후; 동부지방산림청)**					
2004년	3월 23일 ~ 5월 23일	0.77	강원도 삼척시 원덕읍 임원리 169임반 가소반	15.7	-
소나무 1-1 노지묘(식재 1년후; 동부지방산림청)**					
2004년	3월 23일 ~ 5월 23일	1.23	강원도 삼척시 원덕읍 임원리 169임반 가소반	30.7	-
2005년	10월	시험구 (300주)	충남 예산군 광시면 서초정 산 35	35.6	0.8

* 평균±표준편차

** 정차식, 박인동, 유세원. 2006. 강릉 용기묘·노지묘 생육상황 비교에 관한 연구.
동부지방산림청 현장기술 Report 2호:1-7 참조

3) 소나무 용기묘 2-0 과 노지묘 1-1 의 조림단비 분석

소나무 용기묘 2-0 과 노지묘 1-1 의 조림 및 식재 후 관리 비용을 분석한 결과, 소나무 용기묘 2-0 은 노지묘 1-1 보다 묘목단가가 243원/본 더 높고 조림비도 844,801원/ha 더 많이 소요되었다(표). 그러나 풀베기 작업비는 용

기묘의 생육상황이 노지묘 보다 월등히 좋기 때문에 노지묘에 비하여 더 낮게 소요될 것으로 판단된다. 보통 침엽수의 풀베기 작업은 6~8회 실시하는데 용기묘가 6회, 노지묘가 8회 실시한다면 용기묘 풀베기 작업비가 1,198,974원 더 낮게 소요된다.

그리고 소나무 용기묘 2-0과 노지묘 1-1의 현지 활착율을 비교하면, 조사되거나 일반적으로 알려진 활착율은 용기묘 2-0이 95% 이상, 노지묘 1-1이 80% 이상으로, 용기묘의 활착율이 보다 높았다. 이에 따라 현지 활착율에 따라 손실된 조림 및 묘목비용은 노지묘가 보다 높았다.

실질적으로 용기묘 식재작업과 소운반비는 산림자원분야 사업계획의 조림단비 보다 더 많이 소요되는 것으로 분석되었다. 용기묘의 식재작업은 조림현장에 용기묘 전용 OK식재기가 보급으로 이 문제는 어느 정도 해결될 것으로 사료된다. 그리고 소나무 용기묘 2-0의 식재는 토양에 식재되는 하부(용기묘의 뿌리와 생육상토와 밀착하는 부분)가 가로 4.7cm, 세로 4.7cm, 깊이 17cm로, 소나무 노지묘 1-1의 근장 18cm 보다 오히려 짧다. 이에 따라서 노지묘 1-1을 조림규정에 의거하여 정확하게 식재하기 위해서는 용기묘 보다 더 넓고 깊게 파야하므로 단위면적 및 시간당 식재공정은 오히려 노지묘가 더 많이 소요되거나 큰 차이가 없을 것으로 판단된다. 그리고 노지묘와 용기묘 모두 조림시 조림규정에 의거한 현지 식재가 필요하며, 이를 조림단비에 반영하는 것이 타당할 것이다.

소운반체계 또한 조속히 용기묘 전용 운반기를 개발·보급하여야 할 것이다. 그리고 조림단비 뿐만 아니라 풀베기작업도 현행 단비 보다 실질적으로 더 많이 소요되므로 용기묘가 노지묘 보다 경제적인 것에는 큰 변화가 없을 것으로 생각된다.

용기묘와 노지묘의 조림 및 사후관리의 차이는 식재 현지에서의 적응력, 즉 활착과 생장의 차이로 볼 수 있다. 일반적으로 소나무 용기묘 2-0 이 노지묘 1-1 보다 현지 식재 후 활착 및 생장이 월등히 좋기 때문에 조림 식재지역이 열악할수록 이 차이는 더욱더 확연할 것이다. 그 이유는 조림 식재지역이 열악할수록 소나무 노지묘 1-1 의 활착이 더욱 더 떨어지기 때문이다.

표 . 소나무 용기묘 2-0 , 노지묘 1-1 의 조림 및 사후관리 비용 비교 (2010년 산림자원사업계획, 산림청)

구 분		소나무 노지묘 1-1	소나무 용기묘 2-0	비 고
○ 묘목단가(원/본)		264 [*]	507 ^{***}	용기묘 1-0 ▼ 29원 용기묘 2-0 ▲ 243원
○ 활 착 율(%)		60~90%	95%	
○ 조림비 (원; 3,000본/ha)		3,304,450	4,149,251	용기묘 2-0 ▲ 844,801원
○ 풀베기 (원; 3,000본/ha)	용기묘 4회 노지묘 6회	3,596,922	2,397,948	용기묘 2-0 ▼ 1,198,974원 1회 비용 : 599,487원
	용기묘 6회 노지묘 8회	4,795,896	3,596,922	용기묘 2-0 ▼ 1,198,974원 1회 비용 : 599,487원
○ 조림비 +풀베기 (원; 3,000본/ha)	용기묘 4회 노지묘 6회	6,901,372	6,547,199	용기묘 2-0 ▼ 354,173원
	용기묘 6회 노지묘 8회	8,100,346	7,746,173	용기묘 2-0 ▼ 354,173원
손실된 조림비용 (활착율 100% 기준)		▼ 165,222	▼ 207,462	활착율 95%
		▼ 330,445		노지묘 90%
		▼ 660,890		노지묘 80%
		▼ 991,335		노지묘 70%
		▼ 1,321,780		노지묘 60%
손실된 묘목비용 (활착율 100% 기준)		▼ 39,600	▼ 76,050	활착율 95%
		▼ 79,200		노지묘 90%
		▼ 158,400		노지묘 80%
		▼ 237,600		노지묘 70%
		▼ 316,800		노지묘 60%

* 소나무 노지묘 1-1 2009년산 단가

** 소나무 용기묘 2-0 2009년산 단가

표 6-2. 소나무 용기묘 2-0 과 노지묘 1-1 의 조림단비 비교* (2010년 산림자원사업계획, 산림청)

구 분	소나무 노지묘 1-1			소나무 용기묘 2-0		
	공 정	단 가	내 역	공 정	단 가	내 역
합계			3,304,450			4,149,251
1. 재료비			1,023,900			1,752,900
가. 직접재료비			1,023,900			1,752,900
· 묘목(본; 3,000본/ha)	3,000	264**	792,000	3,000	507***	1,521,000
· 표시봉(개)	3,000	50	150,000	3,000	50	150,000
· 휘발유(ℓ)	5.0	8,400	42,000	5.0	8,400	42,000
· 잡품	95%	42,000	39,900	95%	42,000	39,900
나. 간접재료비						
2. 노무비			1,562,389			1,562,389
가. 직접노무비	22.0		1,487,990	22.0		1,487,990
· 정리작업	10.0	72,563	725,630	10.0	72,563	725,630
· 식재작업	12.0	63,530	762,360	12.0	63,530	762,360
나. 간접노무비	5%	1,487,990	74,399	5%	1,487,990	74,399
3. 경비			151,334			151,334
가. 운반비			24,630			24,630
· 대운반(본)			-			-
· 소운반(본)	3,000	8.21	24,630	3,000	8.21	24,630
나. 기계경비	0.0084	450,000	18,900	0.0084	450,000	18,900
다. 산업재해보상보험	6.2%	1,562,389	96,868	6.2%	1,562,389	96,868
라. 고용보험료	0.7%	1,562,389	10,936	0.7%	1,562,389	10,936
마. 국민건강보험료						
바. 국민연금보험료						
사. 산업안전보건관리비						
아. 기타법정경비						
4. 일반관리비	5.0%	2,737,624	136,881	5.0%	3,466,623	173,331
5. 이윤	7.0%	1,850,604	129,542	7.0%	1,887,054	132,093
6. 총원가			3,004,046			3,772,047
7. 부가가치세	10.0%	3,004,046	300,404	10.0%	3,772,047	377,204
8. 사업비합계(1ha기준)			3,304,450			4,149,251

* 경제수일반조림(국유림)

** 소나무 노지묘 1-1 2009년산 단가

*** 소나무 용기묘 2-0 2009년산 단가

소나무 2-0 용기묘와 묘목규격이 유사하다고 판단되는 잣나무 2-2 노지묘와 조림단비를 비교한 것은 표 과 같다.

표 . 소나무 용기묘 2-0 과 잣나무 노지묘 2-2 의 조림단비 비교* (2010년 산림자원사업계획, 산림청)

구 분	소나무 용기묘 2-0			잣나무 노지묘 2-2		
	공 정	단 가	내 역	공 정	단 가	내 역
합계			4,149,251			3,697,300
1. 재료비			1,752,900			1,362,900
가. 직접재료비			1,752,900			1,362,900
· 묘목(본; 3,000본/ha)	3,000	507**	1,521,000	3,000	377***	1,131,000
· 표시봉(개)	3,000	50	150,000	3,000	50	150,000
· 휘발유(ℓ)	5.0	8,400	42,000	5.0	8,400	42,000
· 잡품	95%	42,000	39,900	95%	42,000	39,900
나. 간접재료비						
2. 노무비			1,562,389			1,562,389
가. 직접노무비	22.0		1,487,990	22.0		1,487,990
· 정리작업	10.0	72,563	725,630	10.0	72,563	725,630
· 식재작업	12.0	63,530	762,360	12.0	63,530	762,360
나. 간접노무비	5%	1,487,990	74,399	5%	1,487,990	74,399
3. 경비			151,334			151,334
가. 운반비			24,630			24,630
· 대운반(본)			-			-
· 소운반(본)	3,000	8.21	24,630	3,000	8.21	24,630
나. 기계경비	0.0084	450,000	18,900	0.0084	450,000	18,900
다. 산업재해보상보험	6.2%	1,562,389	96,868	6.2%	1,562,389	96,868
라. 고용보험료	0.7%	1,562,389	10,936	0.7%	1,562,389	10,936
마. 국민건강보험료						
바. 국민연금보험료						
사. 산업안전보건관리비						
아. 기타법정경비						
4. 일반관리비	5.0%	3,466,623	173,331	5.0%	3,076,623	153,831
5. 이윤	7.0%	1,887,054	132,093	7.0%	1,867,554	130,728
6. 총원가			3,772,047			3,361,182
7. 부가가치세	10.0%	3,772,047	377,204	10.0%	3,361,182	336,118
8. 사업비합계(1ha기준)			4,149,251			3,697,300

1) 경제수일반조림(국유림)

** 소나무 2-0 용기묘 2009년산 단가

*** 잣나무 2-2 노지묘 2009년산 단가

4) 조림정책 방향과 시설양묘의 역할

현재 우리나라의 조림정책은 녹색일자리 창출, 기후변화, 저탄소 녹색성장을 위한 목질계 바이오매스 공급기지 조성 요구, 갱신을 통한 영급구조 개선에 필요한 벌채·조림사업 확대 요구, 국민들의 삶의 질 향상을 위한 녹지공간 확대 필요성 등 정책여건의 변화로 이에 부응하는 방향으로 추진되고 있다. 이에 따른 조림정책 기본적인 추진방향을 간단히 살펴보면, 경제림 육성단지 위주의 조림을 실시하여 우량용재 공급기반 조성하고, 보다 큰 묘목(중·대묘)과 용기묘의 조림을 지속적으로 확대 추진하며, 리기다소나무림의 집단분포지역을 중심으로 바이오순환림을 집중육성하고자 하며, 국유림과 사유림을 연계한 경제림 및 바이오순환림 단지화를 조성 등 조림사업의 질적향상을 도모하고 있다(표 2-16).

2008년도부터 추진되고 있는 ‘제5차산림기본계획’에서 상기와 같은 정책추진에 따른 점진적인 조림면적 확대정책을 수립하여 시행하고 있다. 이와 같은 정책의 차질없는 추진을 위한 기본적인 확보요소는 건전한 묘목의 안정적인 생산의 뒷받침이다. 1970년 이후 추진된 조림정책이 성공적으로 완수된 여러 가지 요소들 중 안정적인 묘목 공급도 중요한 요소로 자리하고 있다.

그동안 국가조림에 소요된 묘목의 대부분은 노지양묘로 생산된 나근묘이다. 물론 이 노지양묘의 역할은 과거에도 또한 현시점에도 그 중요성에 대한 가치 인식은 반드시 필요하다. 하지만, 노지양묘가 안고 있는 여러 문제점들, 양묘 노동력 부족 및 고령화, 기후변화로 인한 다양한 기상재해, 연작과 장기간 사용에 따른 묘포토양의 노후화 및 토양개량의 한계, 나근묘의 현지 활착률 등을 고려하면 묘목생산 체계의 변화가 필요한 시점이다.

노지양묘의 한계에 대해서는, 또한 이에 대한 대안으로 시설양묘로의 전환에 대해서는 이미 우리나라의 양묘정책 및 산업 현장에서 인식하고 있다. 하지만 생산체계의 전환에서 급진적인 변화는 바람직하지 않으며, 전환 후 성공의 가능성, 시기 및 규모, 정확한 장·단점 분석 등 체계적이면서도 구체적인 추진 준비와 계획이 사전에 반드시 수립되어야 한다. 다음 장에서 보다 구체적으로 논하겠지만 대부분의 선진 임업국에서도 노지양묘체계에서 시설양묘로의 전환에는 시간적인 요소와 함께 기술개발과 확보 등 많은 준비과

정이 수반되어 오늘에 이른 것을 알 수 있다.

이미 본 연구의 목적과 당위성에서도 밝혔으며, 앞에서 소개한 우리나라의 조림정책의 원활한 추진을 위해서는 반드시 필요한 안정적인 묘목생산과 공급을 다루는 양묘정책과 양묘산업이 뒷받침되어야 한다. 대부분의 임업 선진국과 많은 국가에서 주된 묘목생산 체계로 받아들인 시설양묘체계는 앞으로 우리나라에서 추진하고자 하는 조림정책 수행에 필요한 다양한 수종과 형태의 묘목생산에 크게 기여할 것으로 확신하는 바이다.

표 2-16. 2009년 산림청 조림사업 추진내용

구 분	조 립 사 업 추 진 내 용
① 경제수조림	
- 경제수일반조림	· 경제림 육성단지를 중심으로 용재수종을 식재하여 장기적인 목재 수요에 대처 · ha당 3,000본 식재, 333만원/ha
- 속성경제수조림 ('09 신규)	· 목재생산을 위한 용재수종과 특용수·유실수 병행 식재로 소득증대 기여 · 산복부 경제수 식재(3,000본/ha), 산록부 특용수 식재(800본/ha), 450만원/ha
- 생태조림	· 벌채지로 2~3년 경과한 임지, 조림실패지, 산불복원지 등 움푹, 천연치수 등 자연복원력을 최대한 이용 · ha당 500본 식재, 101만원/ha
- 소양강탁수저감조림	· 탁수현상으로 인한 수질악화 방지를 위한 소양강 주변지역 조림 · ha당 3,000본 식재, 281만원/ha
② 바이오순환림	· 바이오매스 생산을 목적으로 생육이 빠르고 경제가치가 큰 수종 식재(백합나무, 참나무류 등) · ha당 2,000~5,000본 식재, 510만원/ha(국유림)
③ 큰나무조림	
- 큰나무일반조림	· 빠른 녹화를 유도하고 사후관리 비용절감을 위한 대묘(분뜨기묘) 식재 · ha당 1,500본 식재, 720만원/ha
- 큰나무공익조림	· 주요도로변, 관광지 및 생활권 주변 등 경관조성을 위한 조림(지자체 역점사업 집중 추진) · ha당 350본 식재, 1,167만원/ha
④ 유�휴토지조림	· 과거 산을 개간한 다락밭 등 한계농지에 특용수, 조경수 등을 식재하여 소득증대 및 탄소흡수원 확보 · ha당 800본 식재, 282만원/ha
⑤ 금강소나무육성	· 문화재용 특수재, 고급 대경재 생산을 위한 금강소나무림 보전·관리 및 후계림 육성 · 천연하중갱신, 숲가꾸기 등 ha당 350만원

다. 용기묘 확대정책의 타당성 및 적정 비율 조사·분석

1) 용기묘 확대정책의 타당성 조사

시설양묘는 첨단기술 분야를 활용한 산업으로 노지양묘에 당면한 제한요소인 노동력, 토지, 급격한 기후변화 문제를 극복할 수 있는 자본집약적인 분야이다. 그동안 산림청에서는 양묘산업발전을 위하여 많은 정책적인 지원을 아끼지 않았지만, 최근 노지양묘는 매우 어려운 상황에 놓여있다. 이를 극복하기 위해서는 현재의 노지양묘의 기계화·전문화하는 방법과 노지양묘 중심의 양묘체계를 시설양묘로 전환하는 방법을 생각할 수 있다.

현재 노동인력 고령화 및 고임금에 따른 노동인력의 한계성, 급격한 기상재해, 고가의 토지, 노지양묘 기계화 미흡, 묘포토양의 노후화, 1990년 중반부터 지속적인 용기묘 생산경험과 연구가 축적된 점 등을 고려하면, 양묘체계를 시설양묘로 확대·전환하는 것이 보다 타당할 것이다.

가) 산업·경제적 측면

- 우리나라에서 일반적으로 이루어지고 있는 노지양묘는 노동집약적이며, 기계화 작업이 어렵고, 연작과 장기간 사용에 따른 묘포토양의 노후화 및 토양개량의 한계, 기상재해를 받기 쉬워 필요한 수종의 묘목을 안정적으로 생산하는 데 어려움이 많음
- 특히, 양묘장의 노동인력 부족 및 심각한 고령화는 현재에도 심각한 문제가 되고 있으며, 양묘장 작업인부의 노령화가 너무 높아 향후 5년 내에 노지양묘는 불가할 것으로 예상된다. 당면한 노지양묘의 제한요소를 극복할 수 있는 방법 중에 가장 좋은 선택은 첨단기술 분야를 활용하는 시설양묘를 적극적으로 도입하는 방법이다.
- 농림수산식품부에서 발표한 농업 및 어업조사결과에 따르면, 농가인구는 2000년 4,031천명에서 2009년 3,117천명으로 연평균 2.8%씩 감소하는 것으로 조사되었다. 총인구 중 농가인구비중은 2000년 8.6%에서

2009년 6.4%로 감소하였으며, 농가인구 중 노인의 기준이 되는 65세 이상은 2000년 21.7%에서 2009년 34.2%로 크게 증가하였다.

- 농가인구 조사에서 나타난 가장 큰 문제점은 농촌사회의 고령화율이 매우 높다는 점과 중추적인 농촌사회적 역할을 수행하여야 할 세대가 적다는 점을 들 수 있다. 고령화율은 65세 이상 인구(65세 이상 인구 ÷ 총인구)를 나타내는데 2009년 고령화율은 무려 34.2%이었으며, 2008년 보다 0.9% 상승하였다. 2001년 노령화율 24.4%에 비하여 약 1.4배 증가한 것이다. 그리고 농가인구 가운데 중추적인 농촌사회적 역할을 수행하여야 할 20~49세 농가인구가 24.0%로 매우 적었으며, 60세 이상이 44.7%인 것으로 조사되었다.

표 . 연령별 농가인구

연 도	농가인구			14세 이하	15~19세	20~49세	50~59세	60세 이상	65세 이상
	계	남	여						
2009	3,117	1,510	1,607	265	133	749	577	1,393	1,067
2008	3,187	1,542	1,645	288	133	796	584	1,386	1,060
2007	3,274	1,590	1,684	308	143	855	592	1,375	1,052
2006	3,304	1,607	1,697	315	144	896	601	1,348	1,018
2005	3,434	1,677	1,757	335	158	989	601	1,351	1,000

* 농림수산식품부. 농림수산식품주요통계, 2010.

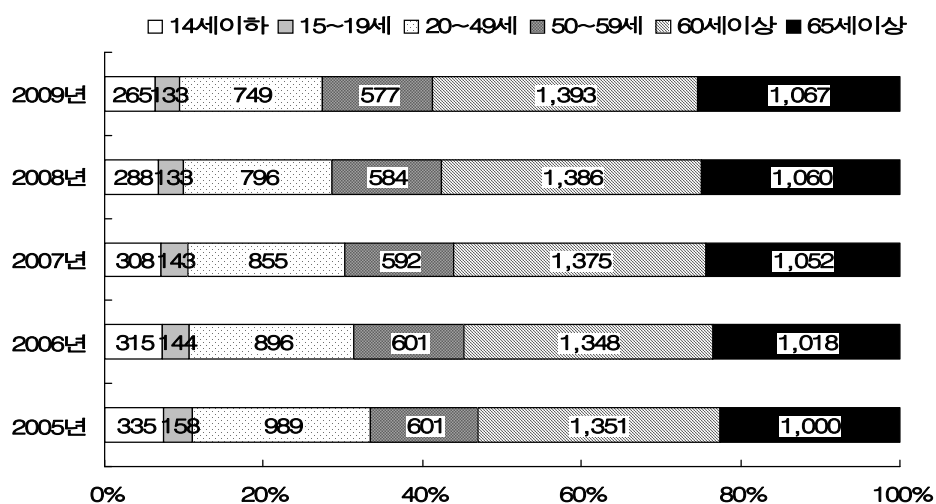


그림. 농가인구 백분율(농림수산식품부. 농림수산식품주요통계, 2010.)

- 농촌임금(농업노동임금)은 2005년 남자 58,955원, 여자 40,043원에서 2009년에는 72,875원, 46,854원으로 급속히 증가하였다. 4년 만에 각각 농촌임금 23.6%와 17.0% 상승할 정도로 상승폭이 매년 커지고 있다. 이러한 농촌인력 임금상승 현상은 복합적인 요인이 작용하고 있다. 상대적으로 낮은 임금에 외국인력을 구할 수 있었던 산업연수생제도가 2007년 1월 1일 폐지되면서 농촌지역에 인력을 구하기가 더욱 어렵게 됐다는 것이다. 또한 2004년부터 시행된 외국인 고용허가제도가 2006년부터 외국인이 근로자로 국내에 취업할 경우 최저임금을 보장해 주도록 조정되면서 더욱 농촌지역 인건비가 상승하고 있다고 한다.
- 여기에 갈수록 농촌지역 고령화와 인구감소 심화에 따른 인력부족 현상은 더욱 심화되고 있는 실정이다. 근본적으로 도시지역 인력을 농촌지역으로 유입하기 위한 정책이 성공하면 인력부족문제가 해소될 수 있지만 현실적으로 오히려 농촌인구의 도시이주현상이 나타나고 있는 실정이다. 따라서 농촌임금 상승은 계속될 것으로 판단된다.

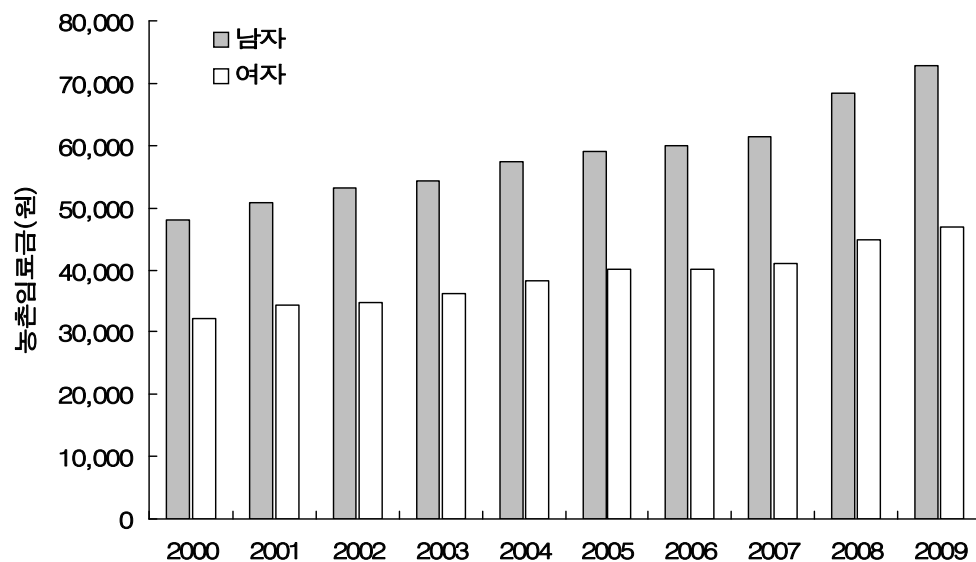


그림. 최근 10년간 농촌임금 현황
(농림수산식품부. 농림수산식품주요통계, 2010.)

- 국유양묘장 중 최대 규모인 용문양묘사업소의 작업인부의 평균연령은 65.8세이며, 노령화율(65세 이상은) 69.3% 이다. 연령분포는 60대 이상

이 82.7%, 50대가 6.7%, 40대가 5.3%, 30대가 2.7%, 20대 2.7%로 조사되었다. 용문양묘사업소 작업인부는 상당한 노령화에 이르렀기 때문에 향후 5년 이내에 심각한 노동력 수급문제에 직면할 것으로 판단된다. 또한 우리나라 노지양묘장의 기계화 작업이 이루어지지 않은 점을 고려한다면 노지양묘의 당면한 문제는 더욱 크게 다가올 것이다.

- 그리고 북부지방산림청 용문양묘사업소에서 지급하는 2009년 평균 노동임금은 남자 45,000원, 여자 34,000원으로, 2009년 농촌임금 남자 72,875원, 여자 46,854원에 비교하면 각각 61.8%, 72.6%에 불과하다. 상대적으로 노동임금이 낮기 때문에 노동인력을 수급하기가 매우 어려운 실정이며, 낮은 노동임금으로 인하여 양묘작업자들이 고령화 되고, 작업능력이 낮은 것도 우리나라 양묘산업이 당면하고 있는 현실이다.
- 이와 같은 이유로 인하여 양묘사업은 많은 인력이 필요한 봄철에는 농번기가 겹쳐 양묘작업자를 구하는 일은 더욱 더 어려운 현실에 직면한다. 노지양묘작업상 묘상만들기, 종자파종, 유묘이식, 굴취 등 숙련된 기술을 요구하나 해가 갈수록 숙련된 작업자들은 고령으로 인하여 보기 힘들다. 또한 노지양묘 작업중 잡초제거가 차지하는 비율이 약 70% 정도로 매우 높아 젊은 세대에서 노지양묘에 종사하는 것을 기피하고 있다. 이와 같이 농촌인구의 고령화 및 임금상승으로 인하여 향후 5년 이내에 노지양묘는 심각한 문제에 직면할 것으로 판단된다.

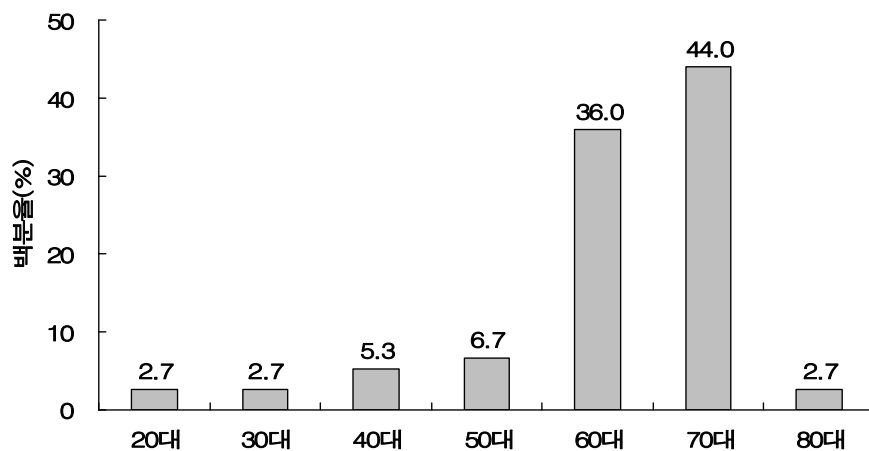


그림 . 북부지방산림청 용문양묘사업소 작업인부 연령분포(2010년)

- 한편, 묘목의 생육기간이 길고 사계절이 뚜렷한 기후조건인 우리나라에서는 국내실정에 적합한 경제적인 시설양묘에 대한 필요성이 증대되고 수종별 시업기준 및 묘목규격을 포함한 합리적인 우량 용기묘 생산시스템을 널리 보급할 필요가 있다. 임업시설양묘와 유사한 시설원예는 현황과 발전역사 그리고 규모를 살펴보면 아래와 같다.
- 시설원예란 비닐온실이나 유리온실과 같은 시설 내에서 채소, 과수, 화훼 등의 원예작물을 집약적으로 생산하는 것을 말한다. 우리나라는 4계절이 뚜렷하여 노지에서의 원예작물 재배는 늦봄에서 초가을에 걸쳐서만 가능하고, 그 밖의 계절에는 거의 불가능하다. 그러나 최근 소득수준의 향상과 더불어 신선한 원예작물에 대한 수요는 어느 특정 계절에만 국한되는 것이 아니고, 1년 내내 지속되는 것이므로 계절에 구애받지 않고 원예작물을 생산할 수 있는 시설원예가 발전하게 되었다.
- 우리나라 원예시설은 1960년대 후반에 철재파이프가 온실에 도입되기 시작하면서 아치형 형태의 비교덕 근대화된 온실이 등장하게 되었다. 1968년 온실의 표준화 사업을 위한 정부지원 등 정책적 지원으로 비닐온실의 단지화, 대형 단동온실이 발달하면서 시설 내에 온풍난방을 실시하는 등의 적극적인 온도제어에 의한 채소 생산이 이루어지기 시작하였다.
- 969년 시설면적은 646.3ha에 달하였으며, 이때 시설양묘는 경상남도지역을 중심으로 이루어졌다. 이후 양적인 증가가 급격히 일어나 1970년에 763ha이던 것이 1980년에는 9.4배가 증가한 7,142ha로 증가하였다. 1970년대에 2차에 걸친 유류 파동으로 어느 정도의 영향을 받긴 하였으나 지속적인 신장은 계속되었다.
- 시설원예의 근대화가 본격화 된 것은 1980년대 들어서인데 이때에는 국민경제가 차츰 성장하면서 신선채소가 단순한 부식개념에서 기호성 식물으로 수요가 증가하게 되었고, 급속한 경제력 상승과 식생활에서 건강에 대한 관심도의 증가는 원예작물이 식생활을 주도하는 중요한 위치로 부상하게 이르렀다. 또한 계절에 관계없이 신선한 채소를 요구하는 소비자의 욕구는 시설원예의 급속한 성장을 가져오면서 시설원예의 중요성이 부각되기 시작하였다. 이때 시설원예는 플라스틱 온실

의 중흥기를 맞이하였다.

- 현대화된 원예시설이 도입된 계기는 1990년대초 UR 대책을 계기로 본격화되었다. 정부에서는 UR협상이 진행되면서 농산물 시장개방에 대비한 경쟁력 제고를 위한 대책의 일환으로서 첨단기술농업이 우리나라 농업이 나가야할 방향 중에서 핵심적인 부분으로 인식하여 시설원예산업분야를 농가의 주요 소득작목, 전략산업으로 육성하게 되었다. 이에 따라 우리나라의 시설원예는 짧은 기간 동안에 현대화가 빠르게 진행되었고, 이를 기반으로 지식수준과 기술 습득력이 높은 원예농가들이 고급채소, 화훼를 생산하여 국내뿐만 아니라 농산물 거대시장인 일본에 수출하여 시설원예 수입시장을 선점하였다. 또한 시설원예의 급속한 성장으로 전후방 산업인 온실자재산업과 육묘산업이 급속히 발전하는 등 시설원예의 성장기반을 구축하게 되었다.
- 1994년부터 농어촌발전대책의 일환으로 원예산업 경쟁력 제고대책이 추진되면서 비닐온실 등 시설면적이 크게 증가하였다. 채소의 시설면적은 1990년 23,698ha에서 2008년 50,345ha로 증가하였다. 같은 기간 재배면적은 35,994ha에서 71,195ha로 2.06배 증가하였다. 화훼류 시설면적은 1990년 1,752ha에서 2007년 3,063ha로 18년간 1.75배가 증가하였다. 같은 기간 전체 재배면적은 2.02배 증가하였다.
- 최근 8년 동안(2002~10년)산림청에서는 양묘장 생산기반 조성을 강화하기 위하여 (사)한국양묘협회 회원 및 양묘종사들에게 총 107개동(2010년 현재)의 비닐온실을 지원하였다. 이에 따라 2010년 임업시설양묘 총면적은 7.8ha로, 시설채소의 시설면적 50,345ha에 비교하여 0.015%, 시설화훼 7,073ha의 0.11%에 불과하다. 물론 시설원예와 농업에 종사하는 농가인구와 경제적인 규모면에서 많은 차이가 나지만, 국토의 조림 및 녹화에 큰 공헌을 하고 있는 임업시설양묘에 있어서 필수적인 자재인 온실의 면적은 너무나 미약한 것으로 판단된다.
- 시설원예의 재배시설 형태는 비닐온실, 경질판온실, 유리온실로 구분할 수 있다. 2008년 채소의 시설형태별 면적은 비닐온실이 49,990ha로 전체면적의 99% 이상을 차지하고 있다. 유리온실은 252ha로 0.5%에 불과하다. 시설원예의 시설은 임업시설양묘와 마찬가지로 주로 비닐온실

위주이다. 또한 비닐온실은 대부분 단동으로 설치되어 있으며, 유리온실은 대부분 연동으로 설치되어 있다.

표. 시설원예 채소 및 화훼 재배현황

구 분		온실 등 시설면적 (ha)	재배면적(ha)	비 고
시 설 채 소	1990	23,698	35,994	(사)한국양묘협회 비닐온실 시설면적 총 7.79ha (107동, 728m ² /동)
	1995	40,077	81,604	
	2000	48,853	90,627	
	2005	48,574	78,469	
	2007	49,828	73,372	
	2008	50,345	74,195	
	2008/1990(배)	2.12	2.06	
시 설 화 훼	1990	3,503	1,752	
	1995	5,156	3,054	
	2000	5,891	3,336	
	2005	7,952	3,448	
	2007	7,509	3,208	
	2008	7,073	3,063	
	2008/1990(배)	2.02	1.75	

표 . 시설원예 온실형태별 설치면적 (단위 : ha)

구 분		2006년	2007년	2008년
채 소	유리온실	233	225	252
	경질판온실	76	104	55
	비닐온실	48,370	49,499	49,990
	계	48,679	49,828	50,297
화 훼	유리온실	99	94	78
	경질판온실	239	226	220
	비닐온실	2,894	2,888	2,765
	계	3,232	3,208	3,063

- 1990년대 들어 시설원예산업에 대한 정부의 지원이 강화되면서 여러 가지 문제점도 있었으나, 현대화된 시설을 확보할 수 있었고, 시설농가의 적극적인 대응으로 구품질 원예농산물을 생산하는 등 국내의 시설

원예산업은 많은 발전을 이룩하였다고 보고되고 있다. 그동안 이룩한 시설원예의 성과를 다음과 같이 요약 평가하고 있다.

- 생산시설이 자동화, 현대화되고 재배기술이 발달하면서 생산 수량이 증가되고 노동투하시간이 감소되는 등 생산성이 크게 향상되었다.
- 시설원예 농가의 경영 규모가 중대되고 시설 사용의 집약도를 높여 전업화·전문화의 진전이 가능하게 되었다.
- 농산물 품질이 향상되었다. 특히 현대화된 시설에서는 고품질의 화훼, 과채류 생산이 가능하여 수출 확대에도 기여하였다.
- 시설원예 관련 산업이 활성화 되고 있다.

- 국·민유 양묘장 경쟁력 강화를 위하여 시설양묘 생산기반을 조성을 강화할 필요가 있다.
- 조림 활착률 제고 및 생육촉진을 위하여 용기묘 조림을 확대하여 경제림 조성에 기여할 필요가 있다. 특히, 바이오순환림 주요 대상수종인 유용 활엽수 묘목의 식재가 요구되고 있으나 활엽수는 침엽수에 비하여 활착률이 낮은 실정이다. 이에 따라 활엽수 묘목생산에서 뿌리발달이 뛰어나 식재 후 활착률을 높이면서도 대량생산이 가능한 용기묘 생산기술을 확대할 필요가 있다.
- 조림을 통한 경제림 및 수종갱신용 묘목을 비롯하여 산불피해지와 같은 산림 훼손지 복원 그리고 생태적으로 안정된 산림자원 조성에 적합한 형태의 용기묘를 폭넓게 식재할 필요가 있다.
- 많은 노동력과 조림비용 및 추가 관리비용이 소요되어 현장에서는 식재 즉시 활착이 가능하고 생육 및 생존율이 높은 우량한 용기대묘를 요구하고 있다. 이에 따라 연구를 통하여 개발된 고품질 용기대묘 생산기술을 현재의 양묘산업 및 조림현장에서 바로 적용할 필요가 있다.
- 선진 임업국에서는 첨단화한 온실에서 생육단계별 적정 온도, 광, 수분, 시비, 일장 등 생육환경을 인위적으로 제어하여 묘목의 생육을 촉진하

고 있으며, 온실의 설계에서부터 묘목생산, 저장 및 식재단계에 걸친 용기묘 생산방법을 체계화하여 산업화할 필요가 있다.

- 우리 실정에 적합한 다양한 용기와 소요자재를 국산화함으로써 시설양묘 산업분야의 국가 경쟁력을 높일 필요가 있다.
- 다양한 소재를 이용한 용기 개발과 환경친화적인 생산체계를 구축할 필요가 있다.

나) 사회·문화적 측면

- 현재 사회문제로 심각하게 대두하는 산불피해지와 환경생태복원을 조기에 복구할 수 있는 적정 묘목생산방안이 필요하며, 남북통일을 대비한 황폐한 북한산림 복원하는데 필요한 적정 수종의 묘목을 생산하는 효율적인 대책이 필요하다.
- 급속적인 지구 온난화로 인하여 상록성 난대수종이 확대 식재되고 있다. 대부분 난대수종은 상록성으로 봄철에 노지묘로 식재하면 활착률이 떨어지므로 용기묘로 생산·식재할 필요가 있다.
- 양묘과정의 병해충 방제를 위하여 사용되고 있는 화학농약 투입을 최대한 줄여 환경오염의 우려를 주지 않는 환경친화적인 용기묘 생산기술방법이 필요하다.

2) 시설양묘의 장·단점 분석

시설양묘가 노지양묘에 비해 지니고 있는 장점에 대해서는 이미 많은 사람들에 의해 논의되었으며, 이러한 이유로 전 세계적으로 국가에서 시설양묘에 의한 묘목생산 비율을 높이고 있다. 일반적으로 조사된 시설양묘의 장·단점과 시설양묘를 실시할 때 고려할 요인은 표 2-17과 2-18과 같다.

표 2-17. 시설양묘의 장·단점

구 분	시설양묘
장 점	· 단기간 균일한 묘목 대량생산 · 뛰어난 현지 적응성 · 종자의 효율성 향상 · 노동력 분배의 효율성 · 폭넓은 식재기간 · 양묘장 부지 및 토양조건 완화
단 점	· 시설양묘는 노지양묘 보다 세심한 주의를 요함 · 묘목생산 소요비용이 증가할지도 모름 · 묘목취급 시 부피가 큼 · 작은 묘목의 크기

표 2-18. 시설양묘와 노지양묘를 선택할 때 고려할 요인

고려사항	시설양묘	노지양묘
· 위도/고도	높은, 낮은 위도 높은, 낮은 고도	낮은 위도 낮은 고도
· 초기 자본투자	낮은 토지 비용 구조와 설비가 고가 최소한의 토지 준비	높은 토지 비용 기계화 정도에 따라 시설비용 이 다양함
· 토지여건	보다 적은 토지 필요 높은 묘목생산량	보다 많은 토지 필요 낮은 묘목생산량
· 토양품질	중요하지 않음 인공생육상토 사용	중요함 물리·화학적요인 필히 점검
· 물 수 량	작은 양을 요구	많은 양을 요구
· 물 품 질	좋은 물이 바람직함	좋은 물이 절대적임
· 인 력	소수의 전문 인력	많은 인력이 필요
· 기계 및 설비	온실형태에 따라 설치	양묘장에 따라 다름
· 종자 효율성	고도의 종자 효율성 발휘	종자 효율성이 떨어짐
· 묘목회전 기간	3~8달	1~4년
· 묘목특성	소립종자, 낮은 발아율, 직근성 수종(최대 효과 발휘)	보다 넓은 생육공간을 가진 활 엽수종
· 병충해	극소수의 병충해, 환경적인 위 험이 적음	토양 병원균·환경적인 위험이 많음
· 묘목 저장	큰 저장공간	적은 저장공간
· 식재지역 수송	용적이 크고 무거움	가볍고 맞춤 포장가능
· 식재지역 여건	수송 피해 적음 높은 활착율	수송 피해 많음 묘목이 적절한 지역에 적합
· 식재시기	폭넓은 식재시기	짧은 식재시기

가) 장 점

(1) 단기간 균일한 묘목 대량생산

용기묘는 일반적으로 단기간에 균일하게 대량생산될 수 있다. 대다수 수종은 당년에 식재할 수 있는 크기의 묘목으로 생육할 수 있다. 이러한 빠른 생산능력은 당년 가을에 묘목을 현지에 식재할 수 있고 그 다음해 봄에 활착률을 조사할 수 있다. 따라서 용기묘 생산기간은 노지묘와 비교하여 일반적으로 1년 정도를 단축할 수 있다. 1996년과 2000년 동해안 대규모 산불피해지 소나무림을 복원할 때, 소나무 노지묘 1-1년생은 생산기간이 2년이 필요하게 되어 단기간 생산이 가능한 소나무 용기묘를 선택하게 되었다. 시설양묘는 온실에서 생육환경을 인위적으로 조절하기 때문에 균일한 묘목의 생산이 가능할 뿐만 아니라, 조림사업에 보다 규격화된 식재시스템을 도입할 수 있다.

그리고 시설양묘는 단위면적당 고밀도로 묘목생산이 가능하기 때문에 대량생산이 가능하다. 소나무 용기묘 1-0과 2-0의 단위면적당 생산량은 각각 506본/m², 205본/m²으로 노지묘 1-1의 단위면적당 생산량 72본/m²과 비교하면, 용기묘 1-0은 11.5배, 용기묘 2-0은 4.4배 높은 것으로 조사되었다(표 2-19). 상수리나무 용기묘 1-0의 단위면적당 생산량은 196본/m²으로 노지묘 1-1의 단위면적당 생산량 40본/m²과 비교하면 4.9배 높았으며, 낙엽송 용기묘 2-0의 단위면적당 생산량은 196본/m²으로 노지묘 1-1의 단위면적당 생산량 50본/m²과 비교하면 3.9배 높은 것으로 조사되었다. 편백 용기묘 2-0의 단위면적당 생산량은 310본/m²으로 노지묘 1-1의 단위면적당 생산량 45본/m²과 비교하면 약 6.9배 높은 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 시설양묘의 생산체계가 단기간에 높은 생산 효율성을 갖고 있기 때문이다.

표 2-19. 시설양묘와 노지양묘의 단위면적당 생산본수 비교

양묘형태	수 종	묘 령	단위면적당 생산본수(본/㎡)	비 고
시설양묘	소 나 무	1-0	831	104구 용기(67ml/구)
		2-0	315	40구 용기(250ml/구)
	상수리나무	1-0	196	24구 용기(350ml/구)
	낙엽송	2-0	196	24구 용기(320ml/구)
	편백	2-0	310	28구 용기(300ml/구)
노지양묘*	소 나 무	1-1	72	
	상수리나무	1-0	40	
	낙엽송	1-1	50	
	편백	1-1-1	45	

* 종묘사업실시요령

(2) 뛰어난 현지 적응성

노지묘는 굴취작업 시 뿌리 손상이 심각하게 일어나기 때문에 현지 식재 시 활착률과 초기생장이 저조한 경향이 있다. 반면 용기묘는 뿌리가 생육상토와 견고하게 밀착되어 현지에 식재되기 때문에 노지묘 보다 더 높은 활착율과 초기 수고생장을 보여준다. 그리고 용기묘는 열악한 입지에서 노지묘 보다 현지 적응성이 뛰어난 것으로 잘 알려져 있다. 용기묘는 산불피해지처럼 심각하게 훼손된 열악한 입지조건에서도 성공적인 활착 및 높은 생존능력을 보여주었는데, 그 이유는 시설양묘를 통하여 묘목의 생육조건을 보다 유리하게 조절할 수 있기 때문에 상대적으로 우량한 묘목이 생산될 수 있었기 때문이다.

(3) 종자의 효율성 향상

용기묘는 생산시업과정을 통하여 종자 소요에 대한 효율성을 향상시킬 수 있어 한정된 우량종자를 경제적으로 사용할 수 있다. 소나무 용기묘 1-0과 2-0의 경우 종자 2립당 용기묘 1본을 생산하며, 노지묘는 종자를 ㎡당 13.3g

을 파종하여 노지묘 1-0을 500본 생산하여 종자 2.7립당 노지묘 1본을 생산한다. 따라서 소나무 용기묘가 노지묘 보다 종자의 효율성이 약 1.4배 높다. 소나무와 같은 소립종자에서의 높은 효율성은 낙엽송, 삼나무, 편백 등의 종자에서도 높은 효율성을 보일 것으로 판단된다. 특히, 세립종자 노지양묘 시 종자파종, 복토 및 발아과정이 어려움을 고려한다며 시설양묘 시 종자의 효율성을 매우 높을 것으로 기대된다.

(4) 노동력 분배의 효율성

시설양묘는 종자파종, 관수 및 시비, 생육환경조절 등을 자동 또는 반자동 시설을 활용하기 때문에 노지양묘와 같은 집약적인 노동력이 필요하지 않으며, 양묘일정에 따라 노동력의 탄력적인 운영이 가능하다. 한편 시설양묘 시업에 있어서 종자파종 및 용기운반배치, 용기묘 포장에 가장 많은 인력이 소요되며, 묘목 생육관리에는 소수의 작업인부가 필요하다.

(5) 폭넓은 식재기간

시설양묘는 계절에 구애없이 생산이 가능하기 때문에 식재계획에 따라 수립되는 생산계획에 의해 생산되므로 생산시기를 탄력적으로 조절할 수 있어 용기묘의 식재기간이 넓게 확장된다.

(6) 양묘장 부지 및 토양조건 완화

시설양묘장 부지 및 토양조건은 노지양묘 보다 엄격하지는 않다. 노지양묘에서 부지 및 토양여건은 크게 영향을 미치고 있으나 시설양묘에는 큰 영향을 미치지 않는다.

나) 단 점

(1) 시설양묘는 노지양묘 보다 세심한 주의 요함

시설양묘는 일반적으로 작은 용적의 생육상토에서 양묘하기 때문에 보다 세심한 관수, 시비 및 온도 제어를 요구하고 있다. 이에 따라 시설양묘 경영자는 보다 전문적인 지식과 기술이 필요하다.

(2) 묘목생산 소요비용의 증가 가능성

용기묘 생산은 노지묘 보다 상대적으로 비용이 많이 드는 것으로 보인다. 시설양묘로 생산된 용기묘는 노지양묘 묘목보다 반드시 비싼 것은 아니나, 양묘경영자의 운영 및 양묘방법에 따라 묘목생산 소요비용이 증가 또는 감소한다. 용기묘의 높은 활착률과 빠른 초기생장은 보식작업, 풀베기작업 등과 같은 추가 조림비용을 줄여줌으로써 상쇄될 수 있을 것이다.

(3) 묘목취급 시 부피가 큼

용기에서 생육한 묘목은 상토를 포함하고 있어 부피가 크기 때문에 운반·수송할 때 노지묘 보다 불편하다. 따라서 시설온실은 수송비용을 최소화하기 위해서 식재예정지에 근접한 것이 바람직하며, 용기묘 운반·수송 및 현지 조림지에서의 소운반 등에 소요되는 비용을 절약할 수 있는 방안 수립이 필요하다.

(4) 작은 묘목의 크기

잡초와의 경쟁이 심한 입지에서 침엽수 용기묘는 크기가 작기 때문에 성공적으로 식재하기 위해서는 보다 철저한 조림지역에 대한 사전 정지작업과 사후관리가 필요하다.

3) 용기묘 생산 확대방안

현재 우리나라 조림 및 묘목 생산 실정을 고려한 현실적인 연간 용기묘

확대 생산량의 추정은 2008년도 용기묘 생산량 5,808천본을 기준으로 하여 4가지 안을 상정, 조사·분석하였다. 첫째, 매년 3%와 5%로 상향 생산할 경우, 둘째, 현재의 용기묘 생산 주요 대상수종인 소나무, 상수리나무, 편백, 낙엽송을 매년 순차적으로 확대 생산하는 경우, 셋째, 현재의 시설양묘 대상수종에다 시설양묘가 바로 가능한 대상수종을 전량 용기묘로 생산할 경우, 넷째, 소나무 용기묘 1-0 생산을 도입하는 경우 등 4가지로 구분하여 조사하였다.

가) 제 1안 : 현재 용기묘 생산량을 기준하여 매년 3%와 5%로 상향 생산할 경우

- 매년 용기묘 생산량을 3% 상향(2008년 조림본수 기준; 용기묘 연간 약 1,300천본 추가생산) 생산하여 조림할 경우, 용기묘 조림비율은 2011년 16.4%, 2012년 19.4%, 2013년 22.4%, 2014년 25.4%, 2015년 28.4%로 확대된다(표 2-20, 그림 2-6).
- 매년 용기묘 생산량을 5% 상향 생산하면, 용기묘 조림비율은 2011년 18.4%, 2012년 23.4%, 2013년 28.4%, 2014년 33.4%, 2015년 38.4%로 확대된다.
- 급속한 시설양묘 확대에 따른 생산현장의 경제적, 기술적 어려움과 우리나라의 용기묘 생산역사 그리고 산림청의 비닐온실 지원정책을 고려하면 매년 용기묘 생산량을 3% 정도로 상향 생산하는 것이 현실적으로 바람직하다고 판단된다.
- 산림청 시설양묘지원정책으로 비닐온실은 매년 15동 증가하며, 비닐온실 1동당 평균 생산량은 83.5천본으로 비닐온실 15동에서 약 125만본 생산이 가능하다.

표 2-20. 용기묘 생산을 매년 3%와 5%로 상향 생산할 경우의 용기묘 생산량 및 생산비율(안)

구 분			2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
2008년 용기묘 생산량을 기준 (5,808천본)	연 3% 상향 생산 (1,300천본)	생 산 량 (천본)	7,108	8,408	9,708	11,008	12,308
		생산비율 (%)	16.4	19.4	22.4	25.4	28.4
	연 5% 상향 생산 (2,170천본)	생 산 량 (천본)	7,978	10,148	12,318	14,488	16,658
		생산비율 (%)	18.4	23.4	28.4	33.4	38.4

* 용기묘 생산비율은 2008년 조림본수 43,403.5천본을 기준으로 함

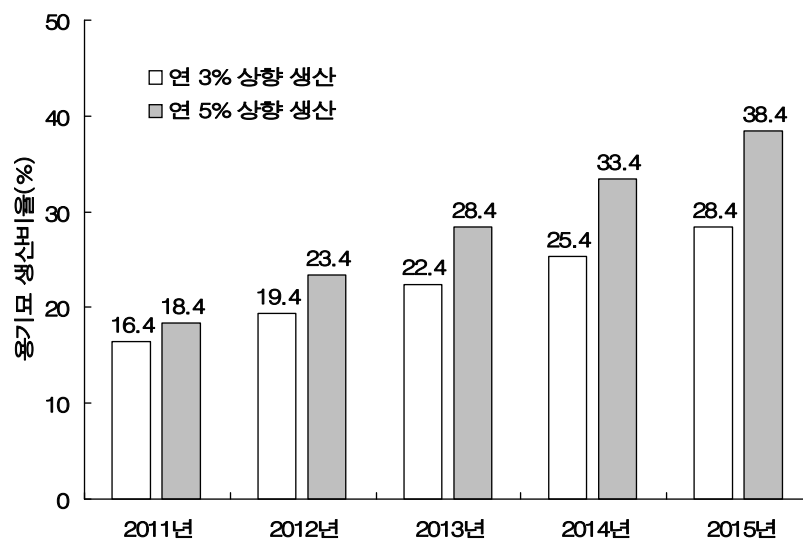


그림 2-6. 용기묘 생산을 매년 3%와 5%로 상향 생산할 경우의 연도별 생산비율(안)

나) 제 2안 : 현재의 용기묘 주요 대상수종인 소나무, 상수리나무, 편백, 낙엽송을 매년 5%, 10%로 순차적으로 확대 생산하는 경우

○ 표 2-21의 5 수종의 용기묘를 매년 5% 상향(2008년 수종별 조림본수를

기준, 2011년 용기묘 생산은 수종별 생산량의 30% 기준) 생산하여 조림할 경우, 용기묘 조림비율은 2011년 14.9%, 2012년 17.4%, 2013년 19.9%, 2014년 22.4%, 2015년 24.8%로 확대된다.

- 매년 10% 상향 생산하면, 용기묘 조림비율은 2011년 14.9%, 2012년 19.9%, 2013년 24.8%, 2014년 29.8%, 2015년 34.8%로 확대된다(표 2-22).
- 5수종을 매년 5% 상향 생산하면 용기묘는 매년 1,078천본이 증가하는 것으로 조사되었다. 시설양묘 대상수종을 선정할 때, 시설양묘와 대량생산이 가능한 점을 우선적으로 고려하므로, 이들 수종을 중심으로 하여 용기묘 생산이 이루어지는 것이 바람직할 것이다. 제 1안의 경우처럼 용기묘가 매년 1,300천본 정도 증가가 바람직하다면, 이들 수종 외에 비닐온실 2~3동(728m²/동 기준)에서 바로 시설양묘가 가능한 2~3수종을 본격적으로 도입하기 전에 일정 기간과 양을 우선적으로 시범생산을 시도할 필요가 있다고 판단된다.

표 2-21. 현재의 시설양묘 대상수종을 대상으로 용기묘 생산량을 매년 5% 확대 생산에 따른 용기묘 생산량 및 비율(안)

구 분	조림본수 (2008년, 천본)	수종별 용기묘 식재본수(천본)				
		2011년 (30%확대)	2012년 (35%확대)	2013년 (40%확대)	2014년 (45%확대)	2015년 (50%확대)
합 계	21,569.1	6,470.7	7,549.2	8,627.6	9,706.1	10,784.6
용기묘 비율		14.9%	17.4%	19.9%	22.4%	24.8%
소 나 무	7,951.5	2,385.5	2,783.0	3,180.6	3,578.2	3,975.8
상수리나무	8,159.3	2,447.8	2,855.8	3,263.7	3,671.7	4,079.7
굴참나무	476.0	142.8	166.6	190.4	214.2	238.0
편 백	3,887.3	1,166.2	1,360.6	1,554.9	1,749.3	1,943.7
낙엽송	1,095.0	328.5	383.3	438.0	492.8	547.5

* 용기묘 비율은 2008년 조림본수 43,403.5천본을 기준으로 함

표 2-22. 현재의 시설양묘 대상수종을 대상으로 용기묘 생산량을 매년 10% 확대 생산에 따른 용기묘 생산량 및 비율(안)

구 분	조림본수 (2008년, 천본)	수종별 용기묘 식재본수(천본)				
		2011년 (30%확대)	2012년 (40%확대)	2013년 (50%확대)	2014년 (60%확대)	2015년 (70%확대)
합 계	21,569.1	6,470.7	8,627.6	10,784.6	12,941.5	15,098.4
용기묘 비율		14.9%	19.9%	24.8%	29.8%	34.8%
소 나 무	7,951.5	2,385.5	3,180.6	3,975.8	4,770.9	5,566.1
상수리나무	8,159.3	2,447.8	3,263.7	4,079.7	4,895.6	5,711.5
굴참나무	476.0	142.8	190.4	238.0	285.6	333.2
편 백	3,887.3	1,166.2	1,554.9	1,943.7	2,332.4	2,721.1
낙엽송	1,095.0	328.5	438.0	547.5	657.0	766.5

* 용기묘 비율은 2008년 조림본수 43,403.5천본을 기준으로 함

다) 제 3안 : 현재의 시설양묘 대상수종에다 시설양묘가 바로 가능한 대상수종을 전량 용기묘로 생산·식재할 경우

- 현재 용기묘 대상수종에 자작나무류, 난대수종, 층층나무 등 바로 시설양묘가 가능하고 효과가 높을 것으로 예상되는 수종을 용기묘 대상수종으로 하였다(표 2-23).
- 이때 용기묘 식재가능면적은 약 12,733ha에 약 28,725천본 조림이 가능하며 용기묘 생산비율은 66.1%로 확대되는 것으로 조사되었다. 그리고 침엽수와 활엽수 용기묘 비율이 각각 34.0%, 32.1%로 바람직한 것으로 조사되었다.
- 비록 현재 용기묘로 생산 가능수종을 전량 용기묘로 생산하는 방안, 즉 수종별 최대 생산 가능본수로 설정하고 있지만 생산시설 등을 고려할 때 현 시점에서 바로 도입하는 데는 무리가 따른다. 따라서 연차별로

용기묘 생산 적정비율을 수립할 필요가 있다.

표 2-23. 시설양묘가 바로 가능한 대상수종을 전량 용기묘로 생산·식재할 경우 용기묘 조립면적 및 본수(안)

구 분	조립실적		구성비 (%)	
	면적(ha)	본수(천본)	면적	본수
합 계	12,733.2	28,724.5	57.9	66.1
○ 침엽수	6,246.6	14,753.8	28.4	34.0
낙엽송	504.9	1,095.0	2.3	2.5
리기테다	95.0	285.0	0.4	0.7
소나무(강송)	3,410.4	7,951.5	15.5	18.3
편백	1,621.9	3,887.3	7.4	9.0
곰솔	504.4	1,217.0	2.3	2.8
화백	110.0	318.0	0.5	0.7
○ 활엽수	6,486.6	13,970.7	29.5	32.1
가시나무	81.3	177.3	0.4	0.4
거제수나무	11.0	33.0	0.1	0.1
녹나무	1.0	3.0	0.0	0.0
느릅나무	98.5	271.6	0.4	0.6
동백나무	60.6	62.2	0.3	0.1
박달나무	51.8	71.3	0.2	0.2
굴참나무	139.0	476.0	0.6	1.1
상수리나무	4,349.2	8,159.3	19.8	18.8
자작나무	1,440.5	4,141.9	6.6	9.5
층층나무	10.3	44.2	0.0	0.1
헛개나무	169.1	394.8	0.8	0.9
후박나무	74.3	136.1	0.3	0.3

* 2008년 수종별 묘목생산량과 조립본수 43,403.5천본을 기준으로 함

라) 제 4안 : 소나무 용기묘 (1-0) 생산을 도입하는 경우

- 소나무 용기묘 1-0은 1996년과 2000년에 발생한 대규모 동해안 산불피해지의 소나무림을 복원하기 위하여 현장에 적용시켜 높은 활착률과

생장률을 얻은 용기묘이다. 이를 계기로 우리나라에서 시설양묘의 장점이 널리 알려지고 생산이 확대될 수 있었던 중요한 용기묘이다.

- 동해안 대규모 산불피해지에서 높은 활착과 생장이 검증된 소나무 용기묘 1-0을 수종갱신 대상 임지 중 적용이 가능한 적정 임지에 식재하여 전체 용기묘 조립비율 확대도 고려할 필요가 있다.
- 또한 소나무 용기묘 1-0의 묘목단가(2010년)는 232원/본으로 노지묘 1-1의 묘목단가 268원/본 보다 더 저렴하므로 용기묘가 노지묘 보다 더 비싸다는 선입견을 줄여줄 것이며, 용기묘 2-0 확대에 따른 경제적인 부담감을 다소 줄여줄 것이다.

향후 시설양묘 적정비율은 양묘작업인부의 높은 노령화율, 현재의 시설양묘 지원정책, 시설양묘 기술 등을 종합적으로 고려하면, 향후 5년 후인 2015년까지 30% 수준으로 확대하는 것이 바람직하며, 용기묘를 매년 3% 정도(약 130만본) 상향 생산하여야 한다.

이를 달성하기 위해서는 첫째 시설양묘 생산시설 및 생산기술에 대한 정책적인 지원은 계속되어야 하며, 둘째 체계적인 시설양묘 대상수종 생산기술 개발 및 교육이 필요하며 셋째, 용기, 관·시비시스템, 온실 등 시설양묘 자재 산업의 육성이 필요하고 이들 자재에 대한 규격화와 표준화가 필요하다.

그리고 매년 비닐온실 15동을 구축하기 위해서는 연간 6억원(2010년 지원기준, 4천만원/728㎡/동)의 투입금액이 필요하다.

4) 용기묘 생산분수 분석

최근 8년 동안(2002~10년) 산림청에서는 양묘장 생산기반 조성을 강화하기 위하여 (사)한국양묘협회에게 총 107개동의 비닐온실을 지원하였으며, 앞으로도 지속적으로 지원할 예정이다. 이에 따라 시설양묘 지원정책에 의해 구축

된 민유양묘장의 비닐온실(농가보급형 J형)에서 생산가능한 용기묘 생산본수를 조사·분석한 결과, 2011년(비닐온실 116동)에는 용기묘가 10,188천본이 2015년(비닐온실 182동)에는 15,198천본이 생산이 가능한 것으로 조사되었다(표 2-24).

이와 같은 조사결과를 2008년도 조림본수 43,403.5천본을 기준으로 하여 비율을 산정하면 2011년에는 23.5%, 2015년에는 35.0%이다. 물론 산림청에서 '제5차산림기본계획'에서 경제수조림 위주로 연간 조림면적을 30,000ha 이상으로 확대할 것을 계획하고 있고 이 정책이 바로 시행된다면 이 비율은 낮아질 것이다.

표 2-6에서 보면 지난 5년간 ha당 평균 2,286본이 식재된 것을 알 수 있다. 이와 같은 본수는 수종과 묘령, 유묘조림과 큰나무조림 등의 차이를 고려한 평균 계산 값이다. 이 본수를 연간 조림면적 30,000ha에 대입하면 약 68,580천본이 된다. 이 본수를 표 2-21의 시설 확충에 따른 2015년의 용기묘 생산가능 본수로 계산하면 22.2%에 불과하다. 따라서 용기묘 생산을 확대하기 위해서는 시설온실이 지금의 증가 비율보다는 확충되어야 한다는 것을 말한다.

이 68,580천본의 30%인 20,574천본 정도를 용기묘 조림으로 추진한다면, 현재와 같은 비닐온실에서 생산하기 위해서는 총 246동이 필요한 것으로 추산된다. 따라서 이와 같은 본수의 용기묘를 생산하기 위해서는 적절한 방안의 수립이 필요할 것이다. 본 연구에서 우선적으로 고려할 수 있는 몇 가지 방안을 제시하고자 한다.

첫째, 일정 규모의 비닐온실 설치 지원 확대가 필요하다.

둘째, 국유림 조림용 및 일정 비율의 용기묘 생산은 현재 국유양묘장의 시설과 앞으로 추가 확대되는 시설을 활용할 수 있을 것이다. 특히, 활엽수 용기묘 생산 수종 확대는 우선적으로 국유양묘장에서 실시할 필요가 있으며, 이 경우 3~5ha 정도 면적에 식재할 수 있는 본수가 바람직 할 것이다. 즉, 경제적인 문제 등으로 사유림 조림에서는 적극적으로 실시하기 힘든 소면적 다수종 생산개념의 도입을 말한다.

셋째, 현재의 생산시설인 비닐온실의 형태를, 일부는 용기대묘 생산을 위한 최소 생육시설을 갖춘 야외생육시설 형태로 조성할 필요가 있다.

표 2-24. 산림청 비닐온실 지원정책에 따른 용기묘 생산 가능량*

구 분	용기묘 생산 가능량(천본)					
	2010년 107동	2011년 122동	2012년 137동	2013년 152동	2014년 167동	2015년 182동
합 계	8,935	10,188	11,440	12,693	13,945	15,198
용기묘 비율(%)	20.6	23.5	26.4	29.2	32.1	35.0
침엽수 (소나무 용기묘 2-0)	3,998	4,559	5,119	5,680	6,240	6,801
활엽수 (상수리나무 용기묘 1-0)	4,937	5,629	6,321	7,013	7,705	8,397

* 산림청 시설양묘지원정책으로 비닐온실은 매년 15동 증가하고, 용기묘 비율은 2008년 조림본수 43,403.5천본을 기준으로 함(2009년 산림청 통계연보)

** 비닐온실 1동당 평균생산량은 83.5055본이며, 생산가능 묘목생산량을 침엽수(소나무 용기묘 2-0) 74.736천본/년, 활엽수(상수리나무 용기묘 1-0) 92.275천본/년 생산으로 계산함

2. 용기묘 확대에 따른 적정 수종의 순차적 선정방안 수립

가. 용기묘 확대 대상수종 선정 방안

시설양묘 대상수종을 선정할 때, 우선 시설양묘의 가능여부 및 대량생산의 가능성을 우선적으로 고려하기 때문에 그동안 조림식재가 많이 이루어진 수종을 대상수종으로 선정하여야 한다. 현재 시설양묘 대상수종인 소나무, 상수리나무, 편백, 낙엽송 등과 같은 4수종이 이에 해당되며, 앞으로도 이들 수종은 우리나라 시설양묘의 주력수종이 될 것으로 판단된다.

2000년대 들어서면서 시설양묘 대상수종 확대를 위하여 대다수의 조림 수종들에 대한 연구가 시도되었으며, 이를 통하여 시설양묘에 적합한 수종인지 아닌지에 대한 검증은 이미 이루어졌다고 볼 수 있다. 현재 대상 수종을 확대하는데 있어서는 정책적인 선택이 중요한 기점이라고 할 수 있다. 이에 따라 우선 연구된 수종들 중에서 조림 및 산림 정책적으로 필요한 유망수종들에 대하여 연차적으로 우선순위를 설정하는 것이 타당할 것이다. 앞으로 시설양묘 대상수종으로 유망한 수종은 백합나무, 상록활엽 난대수종, 리기테다

소나무, 곰솔, 자작나무류, 헛개나무, 느릅나무, 화백, 층층나무를 들 수 있다. 한편 상록활엽 난대수종은 가시나무류, 구실잣밤나무, 황칠나무, 후박나무, 녹나무, 동백나무 등 이다(표 2-25).

앞으로 선정된 수종을 대상으로, 즉 확대유망수종을 대상으로 시범생산을 실시한 후, 그 결과에 따라 확대수종으로 선정할 필요가 있다고 판단된다. 이에 따라 선정된 확대수종에 대하여 수종별 시설양묘사업체계 및 규격을 설정할 필요가 있다. 이에 따른 용기묘 대상수종과 순차적인 확대방안은 표 2-22와 같다. 2010년 현재 우리나라에서 실행중인 시설양묘 대상수종은 대규모로 생산하는 소나무, 상수리나무, 편백, 낙엽송을 비롯하여 소규모로 생산하는 백합나무, 가시나무, 구실잣밤나무, 붉가시나무, 황칠나무, 후박나무, 녹나무, 리기테다소나무, 스트로브잣나무 등 이다(표 2-26, 표 2-27). 이들 수종은 일부 수종을 제외하고는 현재와 미래에 우리나라에서 실행하고자 하는 시설양묘 대상수종과 일치하는 경향이 있다(표 2-25, 2-26, 2-27).

위의 사항들을 종합적으로 고려하면, 용기묘 확대 대상수종은 연구를 통하여 시설양묘로의 생산 가능성이 검증된 수종, 대량생산이 가능성 수종, 조림 및 산림 정책적으로 필요한 수종을 선정하는 것이 바람직하다. 주요 용기묘 확대수종은 백합나무, 상록활엽 난대수종, 리기테다소나무, 곰솔, 자작나무류, 헛개나무를 우선적으로 선정할 수 있다.

백합나무는 바이오순환림 조성을 위하여 대량의 묘목생산이 필요하나 종자 효율이 낮고, 국내 종자수급이 원활하지 않아 주로 수입에 의존하기 때문에 종자의 효율성 향상 및 안정적인 묘목 생산을 위하여 시설양묘를 도입할 필요가 있다. 그리고 우수한 백합나무 묘목 생산·보급을 위하여 클론임업을 실시하고 있으므로 이 조직배양묘를 시설양묘하여 고품질의 용기묘를 생산·보급하는 것이 바람직하다.

- 상록활엽 난대수종은 종자파종 및 유묘이식 작업이 이루어지는 3~4월에는 대기가 매우 건조하기 때문에 종자발아시 건조에 의한 피해를 입기 쉽다. 그리고 유묘이식시 단근이 된 상태라 뿌리에서 수분섭취가 제대로 이루어지지 않는 상태에서 증산작용은 활발하게 이루어지므로 묘목이식 활착률이 현저하게 떨어지는 문제점을 가지고 있다. 이러한 결점을 보완하기 위하여 시설양묘의 도입이 반드시 필요하다. 2010년 현재 가시나무류, 후박나무,

동백나무 등 상록활엽 난대수종은 대다수 용기묘로 생산되고 있다. 또한 전라남도 섬지역 산림가꾸기에 동백나무, 후박나무 등 난대 자생수종을 식재하여 섬지역 고유의 산림생태계로 복원하는 시범사업을 올해 시범사업 추진하고 있다. 향후 시범사업 결과에 따라 서남해안 섬지역에 사업을 확대할 예정이다

리기테다소나무과 곶솔은 채종원산 종자의 효율성을 높일 필요성이 있고 시설양묘에 매우 적합하고 노지묘와 가격 경쟁력이 있다. 헛개나무는 중복휴면을 종자로 노지양묘가 어렵고 시설양묘에 매우 적합한 수종이다.

표 2-25. 용기묘 대상수종 및 순차적 확대 방안(안)

구 분	시설양묘 확대 대상수종		
	대 상 수 종		확대 유망수종
	주 력 수 종	확 대 수 종	
2010년	소나무 1-0, 2-0, 2-2 상수리나무 1-0 편 백 2-0, 2-2 낙엽송 2-0	상록활엽 난대수종* 1-0, 2-0 굴참나무 1-0	백합나무 1-0 리기테다소나무 1-0 편백 2-2 곰솔 1-0
2011년	소나무 1-0, 2-0, 2-2 상수리나무 1-0 편 백 2-0, 2-2 낙엽송 2-0 굴참나무 1-0	백합나무 1-0 상록활엽 난대수종* 1-0, 2-0 리기테다소나무 1-0 곰솔 1-0 편백 2-2	자작나무류 1-0 헛개나무 1-0
2012년	소나무 1-0, 2-0, 2-2 상수리나무 1-0 편 백 2-0, 2-2 낙엽송 2-0 굴참나무 1-0	백합나무 1-0 상록활엽 난대수종* 1-0, 2-0 리기테다소나무 1-0 곰솔 1-0, 2-0 편백 2-2 자작나무류 1-0 헛개나무 1-0	느릅나무 1-0 화백 1-0 층층나무 1-0
2013년	소나무 1-0, 2-0, 2-2 상수리나무 1-0 편 백 2-0, 2-2 낙엽송 2-0 굴참나무 1-0	백합나무 1-0 상록활엽 난대수종* 1-0, 2-0 리기테다소나무 1-0 곰솔 1-0, 2-0, 2-2 편백 2-2 자작나무류 1-0 헛개나무 1-0 느릅나무 1-0 화백 1-0 층층나무 1-0	

* 상록활엽 난대수종 : 가시나무 2-0, 구실잣밤나무 1-0, 붉가시나무 1-0, 황칠나무 2-0, 후박나무 2-0, 녹나무 2-0, 동백나무 1-0

표 2-26. 2010년 수종별 용기묘 생산본수

수 종		묘 령	용기묘 생산본수(천본)			
			소 계	지 정		비지정
				중 앙	자체계획	
성묘	소 나 무	1-0	660	600		60
		2-0	2,442	2,332		110
		2-2	137	137		
	상수리나무	1-0	1,262	1,246		16
	편 백	2-0	155	155		
		1-2-2	75			75
	낙엽송	2-0	93	90		3
	백합나무	1-0	3	2		1
	가시나무	2-0	469	469		
	구실잣밤나무	1-0	15	15		
	붉가시나무	1-0	14	2	12	
	황칠나무	2-0	204	204		
	후박나무	2-0	108	108		
	녹 나 무	2-0	52	52		
	합 계		5,688	5,411	12	265
유묘	소 나 무	1-0	4,960	4,449	90	421
		2-1	170	170		
	편 백	1-0	1,202	911		291
		2-1	71	71		
	낙엽송	1-0	356	352		4
	리기테다소나무	1-0	30	30		
	스트로브잣나무	1-0	25			25
	가시나무	1-0	776	630		146
	황칠나무	1-0	212	209		3
	후박나무	1-0	240	240		
	녹 나 무	1-0	133	27		103
	붉가시나무	1-0	12		12	
	합 계		8,187	7,089	102	993

* 산림청 산림자원과

표 2-27. 2009년 수종별 용기묘 생산본수

수 종		묘 령	용기묘 생산본수(천본)			
			소 계	지 정		비지정
				중 양	자체계획	
성묘	소 나 무	1-0	412		80	332
		2-0	3,120	2,880	81	159
		2-2	36	30		6
	상수리나무	1-0	867	855		12
	가시나무	2-0	349	302		47
	구실잣밤나무	1-0	21	21		
	붉가시나무	1-0	33	33		
	황칠나무	1-0	17	17		
		2-0	140	140		
	후박나무	2-0	279	279		
	참식나무	1-0	1	1		
	합 계		5,275	4,558	161	556
유묘	소 나 무	1-0	5,328	5,015		313
		1-1-1	10			10
		2-1	10			10
	편 백	1-0	324	180		144
		2-0	71	71		
		1-2-1	152			152
	낙엽송	1-0	125	117		8
	스트로브잣나무	1-2	5			5
	구상나무	1-0	24			24
		2-0	6			6
		2-2	3	3		
		2-2-1	3	3		
	전 나 무	1-0	9			9
		2-2	2	2		
	주 목	2-0	42			42
		2-2	17	17		
	해 송	1-1-1	5			5
	가시나무	1-0	670	540		130
	황칠나무	1-0	252	240		12
	후박나무	1-0	90	90		
	녹 나 무	1-0	87	60		27
	합 계		7,235	6,338		897

* 산림청 산림자원과

나. 신규로 도입 가능한 용기묘 수종 선정

앞에서 용기묘 확대 대상수종은 연구 검증된 시설양묘가 가능한 수종, 대량생산이 가능성 수종, 조림 및 산림 정책적으로 필요한 수종으로 백합나무, 상록활엽 난대수종, 백합나무, 곰솔, 자작나무류, 헛개나무, 느릅나무, 층층나무를 우선적으로 선정할 수 있다고 하였다. 이들 수종을 신규 도입하고, 아직 연구 검증이 이루어지지 않은 리기테다소나무, 화백 등을 신규로 도입할 필요가 있다. 앞으로 대규모로 도입 가능한 수종은 바이오 조림수종, 기후온난화에 따른 확대수종인 백합나무, 리기테다소나무, 난대활엽수종인 가시나무류 등을 선정할 수 있다.

3. 산림기후대(지역)별 적정 수종 조사·분석

가. 산림기후대별 적정 대상수종 선정

우리나라 기후대를 온대북부, 온대중부, 온대남부, 난대로 구분하여 시설양묘 대상수종은 온대북부는 소나무, 참나무류, 자작나무류, 백합나무를, 온대중·남부는 소나무, 낙엽송, 참나무류, 백합나무를, 난대는 편백, 곰솔, 상록활엽수종, 백합나무를 선정할 수 있다.

특히, 기후온난화에 따른 난대수종 확대 조림에 대비하여 가시나무류, 구실잣밤나무, 녹나무, 황칠나무, 후박나무를 권장할 수 있다. 또한 바이오 조림수종인 백합나무의 용기묘 생산기술체계를 구축한 후, 전체 기후대에 포함할 필요가 있을 것으로 판단된다.

표. 산림기후대별 시설양묘 대상수종

구 분		수 종
대 상 수 종	온대북부	소나무, 낙엽송, 참나무류, 자작나무, 백합나무
	온대중부	소나무, 낙엽송, 참나무류, 자작나무, 백합나무
	온대남부	소나무, 낙엽송, 참나무류, 자작나무, 백합나무
	난 대	해송, 편백, 백합나무, 상록활엽난대수종
8개 주수종		소나무, 낙엽송, 편백, 해송, 자작나무, 백합나무, 참나무류
12개 부수종		삼나무, 가시나무류, 후박나무, 테다소나무, 박달나무, 리기테다소나무, 물푸레나무, 느티나무, 거제수나무, 전나무

나. 남북협력사업용 적정 대상수종 선정

현재 북한의 산림면적 및 현황에 대해서는 발표기관 및 연도에 따라서 다소 다르게 알려지고 있으며, UNEP의 북한환경상태보고서(2004년)에 따르면 산림면적은 8,201천ha, 임상 구성은 활엽수림 35.6%, 침엽수림 41.9%, 그리고 혼효림이 22.5%로 밝히고 있다(표 2-28). 전체 산림면적 중 산업용재림이

5,440천ha로 가장 넓으며, 다음으로 경제림, 보호림, 비 목재림, 무림목지, 연료림, 초지 순으로 용도별로 정리하고 있다.

임상 구성 수종별로 보면, 침엽수림 중에서는 소나무의 분포가 37.8%로 가장 넓은 것으로 알려져 있으며, 그 다음으로는 이깔나무가 33.8%로 넓고, 그 밖에 잣나무나 시다류 등이 주요 구성 수종으로 분류되고 있다. 활엽수류를 보면, 참나무류가 전체 활엽수 임상의 절반 이상인 52.4%를 점유하고 있으며, 기타 자작나무 등을 포함하여 온대중, 북부나 한대지역 산림수종에 속하는 몇 가지 활엽수 종류가 주요 수종으로 분포되어 있는 것으로 알려져 있다. 혼효림은 온대중부에서는 소나무와 신갈나무가 주 수종이며, 온대북부에서는 피나무, 박달나무와 전나무 혼효림이 분포하고 있다.

표 2-28. 북한 지역의 용도별 산림면적 및 임상구성

용도별 산림면적(천ha)		임상 구성(%)		
산업용재림	5,440	침엽수림 (41.9%)	소 나 무	37.8
경 제 림	1,436		이깔나무	33.8
연 료 림	196		잣 나 무	11.9
보 호 림	1,129		시 다 류	14.8
비 목재림	436		리기다소나무	1.7
무림목지	383	활엽수림 (35.6%)	참나무류	52.4
초 지	170		라 임	6.4
전체산림	8,201		자작나무	6.3
			아까시나무	3.2
		기 타	31.7	
		혼효림 (22.5%)		

* UNEP(2004) : 북한환경상태보고서 2003

북한의 지역별 산림과 이들 중에서 황폐된 산림실태에 대해서는 조사 출처별로 상당한 차이가 있다. 이들 조사자료 중에서 관련기관에서 현재까지 수집된 자료를 정리하여 요약 발표한 내용을 보면 표 2-29과 같다.

전체 산림 중에서 대략 18% 안팎의 산림이 황폐산지로 분류되며 인구가

조밀한 북한 서남쪽의 평양, 개성, 남포, 황해도 평안남북도 등이 특히 심하게 황폐되어 대략 25~50% 안팎의 산림이 황폐된 것으로 판단되며 인구가 적은 북한 동부나 북부지역은 대략 10~20% 안팎의 산림이 황폐된 것으로 보인다. 이들 황폐산지는 식량생산 등의 목적을 위해 다락밭을 만드는 개간사업으로 황폐된 지역과 연료난 등에 의한 임목의 남벌 등으로 황폐된 무림목지와 나지 등으로 구분되며 전체 황폐산지 중에서 대략 2/3가까운 면적이 다락밭 조성 등의 개간을 통해 파괴된 것으로 추산된다.

앞으로 이런 북한의 황폐한 산림복구를 위해서는 우선적으로는 북한 당국의 복구계획에 의해 주도적으로 추진되어야 하겠지만, 통일시대를 대비한 우리의 복구계획 수립 및 참여도 필요한 시점이다. 본 글에서 구체적으로 이러한 복구계획에 어떤 수준이 적합할 것이며, 어느 정도의 복구연한이 소요될 것이며 하는 관점의 내용은 타당하지 않을 것으로 판단된다. 하지만 분명히 제안할 수 있는 점은 황폐 산림 임지의 복구에 필요한 묘목은 노지묘 보다는 용기묘가 훨씬 더 유리할 것이라라는 사실이다. 어느 수준을 불문하고 노지묘에 비해 상대적으로 뿌리발달이 뛰어난 용기묘가 초기 활착을 위해서도 황폐지 조림에는 더욱 적합하기 때문이다.

이러한 논의에 있어 앞으로 보다 구체적인 장이 주어진다면 본 연구팀의 오랜 연구 경험이 큰 도움이 될 수 있을 것으로 확신하는 바이다.

표 2-29. 북한의 전체 토지 면적과 산림 황폐지 현황

구 분	합 계	전 체 산 림						농경지, 기타
		소 계	임 지	황 폐 지				
				소 계	무림목지	산지개간지	나 지	
면 적 (천ha)	12,041	9,166	7,534	1,632	534	972	126	2,875
비 율 (%)		100	82	18	6	11	1	

* 국립산림과학원 인공위성 영상자료, 1999

* 산림청, 2006, 산림과 임업동향에 관한 연차보고서

제 2절 용기묘 생산 및 관리방안

1. 용기묘 생산 · 관리방안 마련

가. 용기묘 생산사업체계 확립

시설양묘에서는 생산방법에 따라 다양한 형태의 침·활엽수종들의 묘목 생산이 가능하다. 하지만 이들 각각 수종에 대한 양묘사업기술과 묘목규격·단가체계를 확립하여야 조림지 상황 및 경영목적에 적합한 묘목형태를 선정 및 결정할 수 있다.

현재 우리나라에서 대표적인 용기묘 조림수종인 소나무 용기묘 1-0과 2-0, 상수리나무 용기묘 1-0, 그리고 아직은 대규모로 식재되지는 않지만 우리나라 산림의 주요 수종인 자작나무류 중 가장 많이 식재된 자작나무 용기묘 1-0의 생산기술 및 생산체계를 정리하고자 한다. 또한 이를 근거로 묘목이 생육하는 과정과 이에 따른 양묘일정을 분석하여 계획적인 시설양묘 생산사업체계를 확립하고자 한다.

1) 용기묘 생산기술

현재 우리나라 용기묘 생산기술은 생산방법 및 사업체계에 따라 용기묘 1-0 가을식재, 용기묘 2-0 가을식재, 용기묘 2-0 봄식재, 시설-노지 연계양묘로 구분되어 이루어진다(표 2-30, 그림 2-7). 물론 조림계획에 따라 용기묘 1-0과 2-0 가을식재는 생산된 용기묘를 겨울동안 비닐온실 또는 야외에서 저장한 후 이듬해 봄에 식재도 가능하다.

가) 용기묘 1-0 가을식재

침·활엽수를 대상으로 주로 단기간에 대량생산하여 조기 활착 및 초기 생장을 향상시키기 위하여 생산된 당해연도 가을에 식재하는 것을 말한다(표 2-31, 2-32). 소나무와 상수리나무 용기묘 1-0이 이에 해당된다.

나) 용기묘 2-0 가을식재

보다 큰 묘목을 생산하기 위하여 용기에서 2년 동안 양묘하여 생산된 묘목을 가을에 식재하는 것을 말하며, 소나무와 편백 용기묘 2-0이 이에 해당된다(표 2-33, 2-34). 시설양묘 선진국에서는 주로 초기생장이 상대적으로 느린 침엽수종과 고정생장 하는 활엽수종을 대상으로 한다. 묘목이 보다 커지고 묘령이 늘어나기 때문에 양묘 시에는 묘목의 휴면 요소 등 활력 감소 없이 생장을 조절하여야 하며 겨울 저장기간 동안 묘목이 손상을 입는 것을 주의하여야 한다. 용기묘 2-0 가을식재는 조림지의 현지 여건 및 식재여건에 따라 용기묘 2-0 봄식재도 가능하다.

다) 용기묘 2-0 봄식재

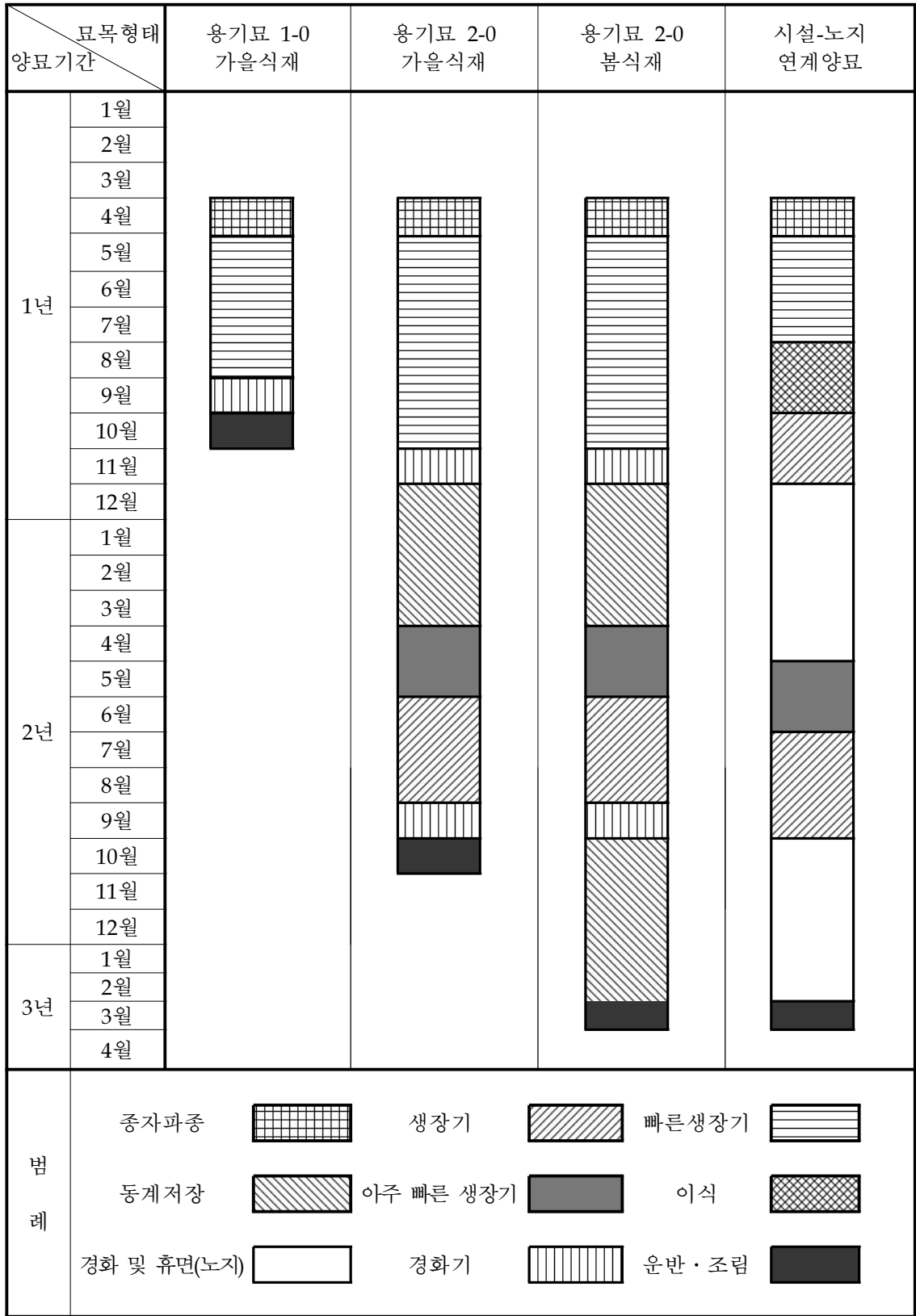
용기묘 2-0 봄식재 묘목은 가을식재와 전반적으로 유사하며, 동계저장이 2회인 것이 차이점이다. 이에 해당하는 수종은 낙엽침엽수인 낙엽송 2-0 용기묘 이다.

라) 시설-노지 연계양묘

적은 용적의 용기에서 생산된 미니용기묘를 노지묘상으로 이식하여 생산된 용기-노지 이식묘 생산을 말한다.

시설양묘 분야의 신기술인 소나무 시설-노지 연계양묘의 경우, 봄에 소나무 종자를 플라스틱 193구 용기(16ml/구)에 파종하여 3~4개월 정도 양묘한 후, 생산된 유묘를 당년 9월초에 노지 이식하여 다음해 가을까지 노지양묘하여 2년생 미니 용기묘-노지 이식묘 C1-B1을 생산한다. 2년생 미니 용기묘-노지 이식묘는 간장, 근원경생장, 건물생산량이 노지묘 1-1 보다 좋다. 또한 반자동종자파종기를 활용한 플라스틱 193구 종자파종은 수작업 보다 3.6배 작업 효율성이 높고, 종자파종도 균일하고 종자의 손실이 적다.

표 2-30. 우리나라 용기묘 생산방법 및 양묘일정



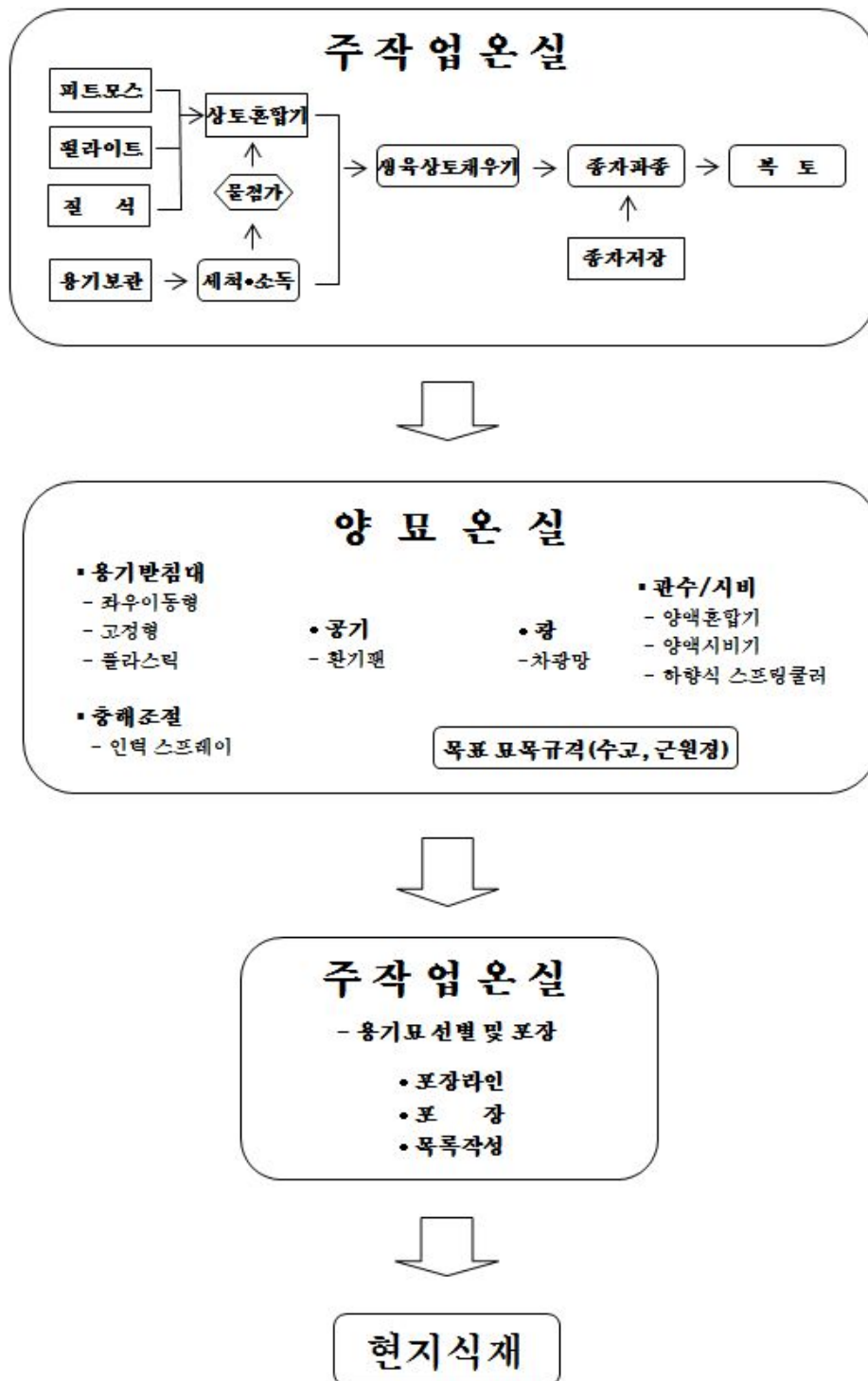


그림 2-7. 시설양묘 생산기술 체계도

2) 수종별 용기묘 생산방법

가) 소나무 용기묘 1-0

① 묘목 생육목표 규격(안)

- 수 고 : 11.0~14.0cm
- 근원경 : 1.5~2.0mm
- 뿌리시스템 : 뿌리는 상토와 견고하게 밀착하여야 한다.

② 양묘환경

- 온실형태 : 유리 또는 비닐온실
- 번식방법 : 종자번식
- 양묘기간 : 5개월

③ 용기

- 침엽수 1-0 용기 104구(63ml/구)

④ 준비기

- 종자정선
 - 종자는 채취 즉시 양건하여 종자를 탈각한 후 풍선한다.
- 종자처리
 - 종자저장은 저온저장고에서 마르지 않도록 기건저장 한다.
 - 종자파종하기 전에 정선 및 발아촉진을 겸하여 수선을 24~48시간 실시하고, 이때 물에 가라앉는 종자를 사용하여 파종한다.
- 생육상토 혼합
 - 피트모스 : 펄라이트 : 질석 = 1 : 1 : 1(v:v:v)
- 종자파종
 - 반자동종자파종기로 용기 구마다 2개씩 파종을 실시한다.
- 종자복토
 - 고운 질석으로 종자의 2~3배 두께로 덮는다.

⑤ 유묘 형성기

- 온실을 하루 종일 따뜻하고 높은 습도를 유지한다.
- 본엽이 발생하기 전까지는 습기가 있으나 축축하지 않게 미스트를 수시로 실시한다.
- 발아가 2주일 내에 90% 이상 발아하여야 한다.
- 발아가 완전히 끝나면 자수 실시하는 관수는 중단하고 보다 적게 관수를 시작한다.
- 살균제 처리는 가능한 한 빠르게 규정에 따라 실시하여 모잘록병 등 병원균의 발달을 억제하여야 한다.
- 발아한 후 일주일 이내에 지상부 생장은 미미하지만, 이후에는 뿌리에 측근이 빠르게 자라므로 간인 또는 이식은 발아 후 일주일 경에 되도록 빨리 이루어져야 한다.
- 이식 시 잘라지는 유근들은 묘목발달을 저해하여 상처를 받지 않은 묘목과 경쟁을 할 수 없다. 묘목은 뿌리가 분지하기 전인 종피가 떨어지기 전에 간인하여야 한다.
- 시비는 수용액 비료인 멀티피드 19(N:P:K=19:19:19)를 저농도인 2000배액으로 주 2회 시비한다.

⑥ 빠른 생육기

- 빠른 생육단계의 후반기에 묘목이 커지기 시작하면서 보다 많은 물을 사용한다.
- 수용액 비료인 멀티피드 19(N:P:K=19:19:19)를 고농도인 1000배액으로 주 2회 시비한다.

⑦ 경화기

- 용기묘의 간장이 목표 규격에 이르면 야외로 이들을 이동하여 경화시킨다.
- 경화기는 날씨에 따라 충분히 주 2~3회 관수를 실시하고 점차 관수시간과 횟수를 줄인다.
- 묘목은 공기단근을 유도하기 위하여 경화처리대 위에 놓는다.

- 경화기에는 시비를 하지 않는다.

나) 상수리나무 용기묘 1-0

① 묘목 생육목표 규격(안)

- 수 고 : 25.0~40.0cm
- 근원경 : 4~6mm
- 뿌리시스템 : 뿌리는 상토와 견고하게 밀착하여야 한다.

② 양묘환경

- 온실형태 : 유리온실 또는 비닐온실
- 번식방법 : 종자번식
- 양묘기간 : 5개월

③ 용기

- 다목적 활엽수 용기 24구(350ml/구)

④ 준비기

- 종자정선
 - 채취 즉시 음건을 24시간 실시하거나 이류화탄소(CS_2)로 24시간 훈증 처리를 실시한다.
- 종자처리
 - 종자저장은 저온저장고($2\sim5^{\circ}C$)에 마르지 않도록 기건저장 한다.
 - 종자파종 1개월 전에 발아촉진하기 위하여 습사저온처리 한다.
- 생육상토 혼합
 - 피트모스 : 펄라이트 : 질석 = 1 : 1 : 1(v:v:v)
- 종자파종
 - 유근의 발아가 시작되는 종자를 용기의 구에 구멍을 파고 종자 1개씩 파종한다.
 - 파종은 최소한 1cm 깊이로 하고 비이상적으로 뿌리가 굴곡하는 것을

- 방지하기 위하여 발생한 유근이 아래로 향하게 한다.
- 유근이 물리적인 피해를 입지 않도록 주의한다.
- 종자복토
 - 고운 질석으로 얇게 복토한다.

⑤ 유묘 형성기

- 온실을 하루 종일 따뜻하고 높은 습도를 유지한다.
- 본엽이 발생하기 전까지는 습기가 있으나 축축하지 않게 미스트를 수시로 실시한다.
- 시비는 수용액 비료인 멀티피드 19(N:P:K=19:19:19)를 저농도인 2000배액으로 주 2회 시비한다.

⑥ 빠른 생육기

- 용기에서 묘목이 잘 활착이 되고 일일온도가 높아지면 어린 잎이 무성하게 자란다.
- 수분 스트레스를 최소로 하기 위하여 상대습도를 높게 유지한다.
- 잎들이 일정 크기까지 자라면 관수된 상당한 양의 물이 차단되어 생육 상태에 공급되지 않기 때문에 관수는 더욱 더 어려워진다.
- 따라서 이에 따른 관수시간 및 횟수를 늘린다.
- 또한 관수는 지속적으로 실시하고 용기의 무게를 저울로 측정하여 이상적인 관수량이 유지하도록 한다.
- 유묘 형성기에 종자의 저장 영양분으로 일단 수고생장을 하지만 이때 줄기가 한번 더 생육하는 형태를 보이므로 생육 초기부터 꾸준히 시비를 실시하여 수고 및 근원경을 보다 크게 할 수 있도록 한다.
- 수용액 비료인 멀티피드 19(N:P:K=19:19:19)를 고농도인 1000배액으로 주 2회 시비한다.

⑦ 경화기

- 용기묘의 간장이 목표 규격에 이르면 야외로 이들을 이동하거나 온실에서 관수제어를 통하여 경화시킨다.

- 경화기 초기 1주일은 충분히 주 2회 관수를 실시하고 점차 관수시간과 횟수를 줄인다.
- 간장이 큰 묘목은 다른 용기로 분리하여 관수가 쉽게 이루어지도록 한다.
- 묘목은 공기단근을 유도하기 위하여 경화처리대 위에 놓는다.
- 낮은 습도와 자연 광주기는 묘목을 경화단계로 유도되는 것을 촉진한다.
- 경화기에는 시비를 하지 않는다.

다) 자작나무류 용기묘 1-0

① 묘목 생육목표 규격(안)

- 수 고 : 50.0~80.0cm
- 근원경 : 4~8mm
- 뿌리시스템 : 뿌리는 상토와 견고하게 밀착하여야 한다.

② 양묘환경

- 온실형태 : 유리 또는 비닐온실
- 번식방법 : 종자번식
- 양묘기간 : 5개월

③ 용기

- 활엽수 용기 15구(500ml/구)

④ 준비기

- 종자정선
 - 채취 즉시 양건풍선하여 정선한 종자를 저온냉장고에서 기건 저온저장한다.
- 생육상토 혼합
 - 피트모스 : 펄라이트 : 질석 = 1 : 1 : 1(v:v:v)
- 종자파종

- 종자파종 1~2일 전에 냉장고에 꺼내어 1~2일간 수침처리한 후, 종자를 고운 모래와 골고루 섞은 후 손으로 직접 용기에 5~6개씩 파종한다.
- 종자복토
 - 고운 질석으로 종자의 2~3배 두께로 덮는다.

⑤ 유묘 형성기

- 종자발아는 균일하게 발아하며 대개 3주안에 완전히 발아한다.
- 본엽이 발생하기 전까지는 습기가 있으나 축축하지 않게 미스트를 수시로 실시한다.
- 시비는 수용액 비료인 멀티피드 19(N:P:K=19:19:19)를 저농도인 2000배액으로 주 2회 시비한다.

⑥ 빠른 생육기

- 묘목은 유묘 형성기 후에 빠르게 생육한다.
- 수분 스트레스를 최소로 하기 위하여 상대습도를 높게 유지한다.
- 잎들이 일정 크기까지 자라면 관수되는 상당한 양의 물이 차단되어 생육상토에 공급되지 않기 때문에 관수시간과 횟수를 늘린다.
- 수용액 비료인 멀티피드 19(N:P:K=19:19:19)를 고농도인 1000배액으로 주 2회 시비한다.

⑦ 경화기

- 용기묘의 간장이 목표 규격에 이르면 야외로 이들을 이동하거나 온실에서 관수제어를 통하여 경화시킨다.
- 경화기 초기 1주일엔 충분한 관수를 실시하고 점차 관수시간과 횟수를 줄이도록 한다.

표 2-31. 침·활엽수 용기묘 1-0 생육일정

묘목형태	2010년											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
침·활엽수 용기묘 (1-0)												
범례	종자품질향상 종자파종 유묘형성기 빠른생장기 경화기 운반·조립											

※ 양묘일정은 대상수종, 지역 및 양묘·조립시기에 따라 조정될 수 있음

표 2-32. 침·활엽수 용기묘 1-0 생육단계별 생산계획표

구 분	2010년									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
묘목생육단계	준비기 (종자처리·파종·복토)			유 묘 형성기	빠 른 생육기			경 화 기	조립	
시설공간		저온저장고		비닐온실						
노동력 공급		온실, 용기, 상토 준비		파종	간인, 이식		이끼 제거			상 차
설비·자재				파종 라인						포 장 라 인

※ 양묘일정은 대상수종, 지역 및 양묘·조립시기에 따라 조정될 수 있음

표 2-33. 소나무 용기묘 2-0 생육일정표

묘 목 형 태	2011												2012										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
소나무 2-0 용기묘																							
범 레	종자파종				유묘형성기				빠른생장기				경 화 기										
	동계저장				아주빠른생장기				생 장 기				운반 · 조립										

※ 양묘일정은 지역 및 양묘 · 조립시기에 따라 조정될 수 있음

표 2-34. 소나무 용기묘 2-0 생육단계별 생산계획표

구 분	2011년											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
묘목생육단계	준비기 (종자처리·파종·복토)			유 묘 형성기		빠 른 생육기				경 화 기	동계처리	
시설공간		저온저장고		비닐온실							비닐온실	
노동력 공급		온실,용기, 상토 준비		파 종	간인, 이식		이끼 제거				운 반	
설비·자재				파 종 라 인							운 반 라 인	
구 분	2012년											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
묘목생육단계	동계처리			아주빠른 생육기		생육기			경 화 기	조립		
시설공간	동계처리			비닐온실								
노동력 공급			운 반							운 반		
설비·자재			운 반 라 인							운 반 라 인		

※ 양묘일정은 지역 및 양묘 · 조립시기에 따라 조정될 수 있음

나. 용기묘 월동관리 방안 확립

현재 우리나라 조림수종 중 용기묘로 식재되고 있는 수종은 소나무, 상수리나무, 낙엽송, 편백 등 4 수종으로, 소나무 용기묘는 1-0묘와 2-0묘, 상수리나무는 1-0묘, 낙엽송과 편백은 2-0묘로 생산되어 식재되고 있다. 이 중 1-0묘의 경우는 현재 생산되는 가을 또는 이듬해 봄에 식재되고 있어 생산된 용기묘의 휴면 또는 저장에 관한 상황들은 고려의 대상이 되지 않는다. 하지만 용기묘 2-0 생산에 있어 겨울철에 시설 내 난방에 의하여 휴면없는 생장을 통한 생산은 경제성을 고려할 때 현재로는 힘든 상황이므로 월동관리에 대한 준비는 반드시 필요한 사항이다.

용기묘 생산·조림이 일반화 된 북미나 북구의 경우 생산된 용기묘는 야외에서 묻어서 저장하거나 그냥 지면에 두어서 월동시키고 있다. 이 경우는 보통 월동 후 바로 식재지로 이동되는 때이나, 우리나라 용기묘 2-0 생산에서는 월동 후 어떠한 생리적 장애없이 바로 생장이 시작되어야 하기 때문에 이 휴면기간 동안의 관리가 중요하다. 이러한 관리에는 온도, 수분 등 여러가지 주변 환경이 고려된 방안이 포함되어야 하나 아직 이에 대한 국내의 기초자료는 많지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 용기묘 2-0 생산과정에서 꼭 거쳐야 하는 월동기간 동안 적절한 수분관리와 저장위치 등에 대하여 고찰하였으며 또한 겨울철 시설관리 시 고려해야 할 사항 등도 분석하여 건전한 용기묘 생산을 유도하고자 하였다.

또한 시설양묘 선진국인 캐나다의 용기묘 생산 후 동계저장 또는 관리방법에 대해서도 고찰해보고자 하였다.

1) 휴면 전 수분 관리

시설에서 생육하고 있는 용기묘는 노지에서 생육하는 묘목에 비하여 가을-겨울철 휴면에 들어가는 시기가 늦은 것으로 관찰되고 있다. 노지에서 생육하고 있는 묘목의 경우 일단 휴면에 들어가면 더 이상 수분관리가 필요없으나 시설에서 생육하고 있는 용기묘의 경우 휴면에 들어가는 시기가 늦을 뿐

아니라 시설 내 주야간 온도변화가 심하기 때문에 특히, 가을철 휴면에 들어가는 시기의 수분관리가 매우 중요하다.

일반적으로 시설 내 수분관리에 있어서 10월 중순까지는 정상적인 관수가 필요하나 이 시기가 지나면서부터 관수량을 줄여나가야 한다. 이 시기 이후부터는 매 3~4일 관수로 시작하여 11월 초순경부터는 주 1회 관수, 12월 초부터는 2주마다 관수가 적정한 것으로 판단된다.

2) 용기묘의 월동 중 고사

시설 내 주야간 온도변화는 큰 것으로 보고되어 있다. 이러한 일교차는 용기 내 수분을 야간에는 결빙시키며 주간에는 다시 녹이는 상황을 되풀이시키면서 용기 내 수분을 빠르게 건조시키기도 한다. 경우에 따라서는 야간에 결빙이 되지 않으면서 지속적인 건조가 일어나기도 한다. 따라서 시설 내 큰 일교차는 월동 용기묘의 생존에 큰 위협이 되어 적정한 관수가 제공되지 않을 때는 월동 중인 용기묘의 높은 고사율이 초래될 것이다. 하지만 현재 우리나라에서 산림용 용기묘를 생산하고 있는 시설이 설치된 지역이 전국적으로 분포하고 있으며 각 지역마다 기후환경이 다르기 때문에 일률적인 수분관리 방안을 적용시키기에는 쉽지 않은 측면이 있다.

하지만 용기묘의 시설 내 월동관리 시에는 적정한 관수관리체계의 적용이 반드시 필요한 것이다. 본 연구팀의 오랜 연구 자료와 전국적인 현지 조사 결과를 참고로 할 때 최소한 2주에 한번 정도의 관수가 필요할 것으로 보인다.

3) 시설 내 용기묘 월동 위치

현재 우리나라에서 용기묘 2-0을 생산하는 과정에서 월동기간에는 대부분 용기받침대 아래 용기 채 지면에 두어 월동시키고 있다. 일부 용기받침대 위에서도 월동시키고 있지만 상대적으로 고사율이 높은 것으로 보고되고 있다. 시설 내 지면에서의 월동 방법이 가장 많이 사용되고 있지만 용기 배수구를 빠져나온 뿌리가 토양에 뿌리를 내려 토양으로부터 수분공급을 받아 낮은

고사율을 보이는 반면 봄철에 다시 용기받침대로 옮길 때 토양에 견고하게 뿌리내린 많은 뿌리가 끊어지든지 또는 접히든지 구부러지는 손상을 입으며 때로는 뿌리가 부패하는 경우도 많이 관찰되고 있다.

이런 점을 고려하면, 용기묘 2-0을 생산할 때 1년간의 생육이 끝나고 시설 내에서 월동시킬 경우 지면에서 3~5cm 정도 띄운 상태로 월동시키는 것이 보다 안전하게 용기묘를 월동·관리하는 방안으로 사료된다. 물론 이 경우 현재의 용기받침대(60~80cm 높이) 아래에 용기들을 놓을 수 있는 간이 장치(시설)가 필요한데 앞으로 신축하는 용기묘 생산 비닐온실의 신축 시에는 이러한 점이 고려될 필요가 있을 것이다.

4) 용기묘의 월동 후 생장

용기묘의 월동 후 생장 개시는 야외 포지보다 일반적으로 15~30일 정도 빠른 것으로 알려져 있다. 이는 시설 내 온도가 상대적으로 높은 이유로 판단되며, 지면 위에서 월동시켰던 용기묘가 토양으로부터 수분 공급이 상대적으로 좋은 점이 또한 그 이유이다. 문제는 시설 내에서 생장이 조기에 개시되어 관수가 시작될 경우 빠른 신초생장이 이루어져 신초가 구부러진 상태로 생장이 지속되는 경우이다. 이런 상태가 지속될 경우 회복되지 않는 경우가 많기 때문에 불량한 용기묘로 생산되게 된다. 따라서 시설의 측창을 조기에 열어 시설 내 온도를 낮추어 생장개시 시기를 늦추는 관리가 필요할 것으로 보인다. 이 경우 지역의 기후에 따라 양쪽 측창 또는 한쪽 측창을 열어 시설 내 온도 관리를 할 필요가 있다.

5) 외국의 용기묘 월동·저장(캐나다 온타리오 주)

캐나다의 용기묘 생산 시스템은 크게 두 종류로 나눌 수 있는데, 6~7월 조림의 경우 2월에 파종하여 생육시킨 다음 5~6월경에 야외에서 경화처리 후 현지에 공급된다. 다음 해 봄 식재 용기묘 생산의 경우에는, 당년도 생육한 용기묘가 경화 처리를 위해 야외 경화장소로 옮겨질 때(5~6월경) 시설 내에서 파종하여 여름동안 시설에서 생육을 한 다음 가을에 월동·저장하기 위

한 조치를 취한다. 월동하는 용기묘는 저온저장 또는 용기를 덮어 보호할 정도의 충분한 눈이 제공되는 야외에 저장되며 이때에는 나근묘 저장 지침을 용기묘에도 적용시키고 있다.

온타리오 북부지역에서는 일반적으로 눈이 묘목을 보호할 수 있을 정도로 충분한 눈이 내려 주로 야외에서 저장하나, 남부지방에서는 눈이 보다 덜 내리기 때문에 용기묘를 월동하기 위하여 저온 또는 냉동저장을 하기도 한다. 냉동저장의 경우에는 용기묘가 휴면에 들어갔을 때 용기묘를 생육한 용기에서 분리, 선별하고 10~25개 정도씩 포장랩 또는 넓은 탄성고무로 묶은 다음 종이박스에 포장한다. 박스는 냉동저장실 $-2\sim-4^{\circ}\text{C}$ 에 저장된다. 봄에 식재지로 출하되기 이전에 묘목을 해동시키는데 용기묘와 함께 결빙한 상토는 보통 3주 정도 시간을 두고 천천히 해동시켜야만 건전한 상태를 유지시킬 수 있다. 이러한 냉동저장은 묘목이 녹을 때까지 휴면상태를 유지하기 때문에 식재시기 폭을 더욱 더 넓게 할 수 있는 장점이 있다.

2. 용기대표 생산체계 정립

현재 우리나라에서 시행하고 있는 큰나무조림은 도시, 마을, 도로변 등의 주변 산림 지역에 경관조성·생태환경 향상·산림피해지 복구를 목적으로 잣나무, 곰솔, 편백, 자작나무 등의 대표를 주로 식재하는 것을 말한다. 대표조림 시 침엽수종은 분뜨기 작업을 한 후 식재하고, 활엽수종은 뿌리에서 토양을 털어 낸 나근묘를 식재하고 있다. 현재 우리나라에서 대표생산은 전적으로 노지양묘에 의해 생산한 묘목을 사용하고 있다. 2009년 현재 대표조림으로 국·민유림에 4,343ha에 걸쳐 3,884천본을 식재하고 있다.

우리나라 전체 조림에서 노지묘 활엽수의 경우는 1년생묘 또는 2년생묘가 식재되고 있으며, 생장이 다소 느린 수종이나 큰나무 조림용으로는 3~5년생묘를 식재하고 있다. 침엽수를 보면, 소나무류는 보통 2년생묘를, 큰나무 조림용으로는 4년생 또는 7년생묘를, 잣나무류는 3~4년생 또는 5~7년생, 전나무류와 가문비나무류는 5~7년생, 편백은 2~3년생 또는 4~5년생을 심고 있다.

대표식재의 경우에는 수종에 따라 묘령의 차이는 있으나 분뜨기 작업을 거친 후 식재지로 운반되고 있다. 이 분뜨기 작업의 과정에서 많은 뿌리가 잘려나가고, 작업 중 또는 이동 중의 짧은 거치기간에도 분이 손상되거나 건조피해가 유발되어 식재된 후 활착이 저조하며 고사하는 경우가 많이 보고되고 있다. 또한 분뜨기 작업에 소요되는 노동력 문제는 현장에서 심각한 문제로 대두되고 있다.

이러한 점을 고려하면 현 시점이 대표생산체계를 시설양묘에 적용시켜 뿌리발달이 뛰어나며, 분뜨기 작업이 필요 없고, 계절적 조림시기에 관계없이 식재 또는 저장이 가능한 용기대표로의 전환이 필요한 적기라고 판단된다(표 2-35).

따라서 본 글에서는 현장 요구가 많으면서도 현재 용기소묘(1~2년생)로 생산되고 있는 소나무와 편백을 대상으로 용기대표로의 생산체계를 전환함에 있어 반드시 필요한 사항들을 점검하고자 하였다. 분석의 기본 자료는 그동안의 축적된 연구자료 및 이미 생산하고 있는 현장의 자료를 바탕으로 정리하였음을 밝혀둔다.

표 2-35. 용기대묘의 장·단점

구 분	용기대묘
장 점	· 뿌리발달이 뛰어나 현지 활착 및 초기생장이 좋음 · 계절적 조림시기에 구매받지 않음 · 분뜨기작업이 필요 없고 가벼워 현지 식재시 편리함 · 뿌리건조 피해가 거의 없음 · 생산 후 거치가 용이함 · 묘포토양의 손실이 없음
단 점	· 초기 시설투자비가 많음 (용기소묘 1-0, 2-0에 비해 매우 낮음) · 노지대묘 보다 근원경이 작음

가. 소나무 용기대묘

소나무 용기대묘는 현재 4년생(2-2묘)의 형태로 생산되어 식재되고 있으나 적정규격이 규정되지 않은 까닭으로 노지묘에 준하여 유통되고 있다. 따라서 현장의 어려움을 고려하면 적정 시업체계 및 규격제정이 시급히 이루어져야 할 것이다.

1) 시업체계

소나무 2-2 용기대묘의 공시 용기묘는 플라스틱 40구 용기(구당 250ml)에서 생산되고 있는 소나무 용기묘 2-0이다. 이 공시 용기묘 생산체계는 현재 생산현장에 확실하게 적용되어 매우 우수한 형질의 용기묘가 생산되고 있다. 따라서 규격묘로 선정된 용기묘 2-0을 용기-용기 연계양묘를 위하여 6구 용기(구당 1.3ℓ)에 이식하여 2년간의 시업기간을 통하여 4년생 2-2 용기대묘로 생산되게 된다(그림 2-8, 2-9).

이러한 소나무 용기대묘를 생산하기 위해서는 보다 큰 용적의 용기를 사용하기 때문에 많은 면적이 필요하며, 기존의 비닐온실에서 용기대묘를 생산하면 시설비 또한 상당하게 소요된다. 따라서 3차년도에 이식한 후 비닐온실에서 생육 2개월 정도가 지난 후에는 최소한의 시설을 갖춘 야외시설양묘를

실시하는 것이 보다 효율적인 양묘방법일 것으로 판단된다(그림 2-9).

2) 묘목 규격(안)

소나무 용기묘 2-0을 플라스틱 6구 용기에 이식한 후 비닐온실 및 최소한의 시설을 갖춘 야외생육시설에서 18개월간 양묘한 2-2 용기대표는 득묘율 90%로 산정한 경우 규격은 간장 58.0cm 이상, 근원경 9.0mm 이상으로 조사되었다(그림 2-10).

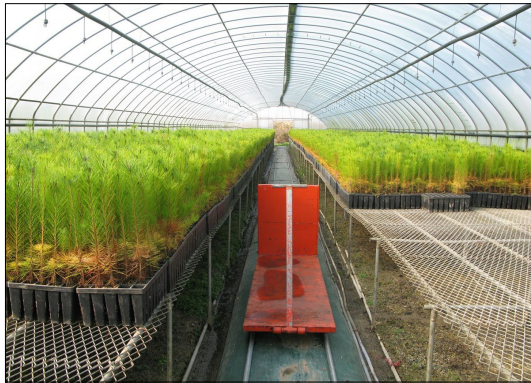


그림 2-8. 소나무 2-2 용기대표 생산체계



그림 2-9. 야외생육시설에서의 소나무 2-2 용기대표 생산

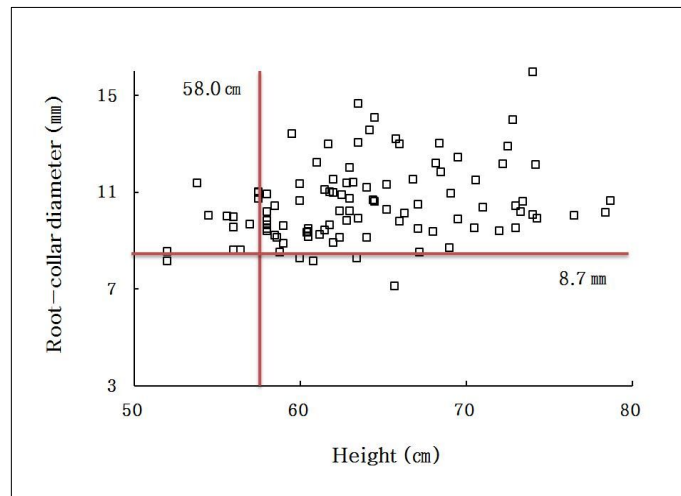


그림 2-10. 소나무 2-2 용기대표의 규격(안)

나. 편백 용기대표

편백 용기대표는 앞에서 언급한대로 용기-용기 생산체계가 본격적으로 도입되지 않고 있으나 용기묘 2-0이 생산된 금년 후반기 또는 내년부터는 본격적으로 추진될 예정으로 있다.

1) 시업체계 및 규격(안)

편백 용기대표의 경우에도 기본적으로는 소나무와 마찬가지로 기본 용기묘로 플라스틱 28구 용기에서 생산된 용기묘 2-0을 사용하며, 이 용기묘를 다시 플라스틱 6구 용기에 이식시켜 2년간 비닐온실 또는 야외시설에서 생육시키는 체계가 바람직한 시업체계로 판단된다(그림 2-11).

한편, 현재 시범적으로 생산하고 있는 용기대표를 기준으로 득묘율 90%로 산정한 경우 규격은 간장 68.0cm 이상, 근원경 8.0mm 이상으로 조사되었다(그림 2-12).



그림 2-11. 편백 2-2 용기대표 생산체계(좌 : 2-0, 우 : 2-2)

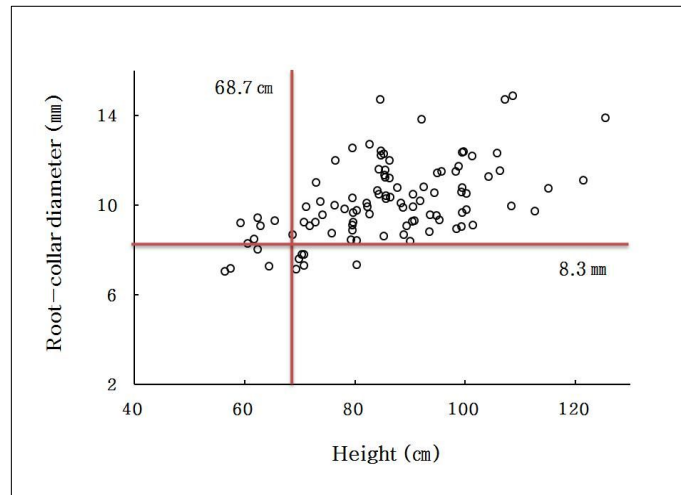


그림 2-12. 편백 용기대표의 규격(안)

제 3절 시설양묘 산업화 및 발전방향

1. 시설양묘 선진국의 시설양묘산업 발전 역사

가. 시설양묘 선진국의 생산현황 및 기술 분석

현재 세계적으로 임업이 가장 활발하게 이루어지고 있는 나라인 캐나다와 스칸디나비아반도 3개국을 중심으로 시설양묘의 역사 및 현황을 탐구하여 우리나라 현실에 적합한 시설양묘 체계 도입방안을 모색하고자 한다.

시설양묘 비율은 캐나다는 90% 이상, 미국 남부지역은 4%, 스웨덴은 90%, 핀란드는 96%, 노르웨이 98%, 멕시코는 80% 이상, 포르투갈은 90% 이상, 이스라엘은 95% 이상이다(표 3-1). 전 세계적으로 양묘방법은 그 나라의 자연 환경 및 경제·사회적 현실에 맞게 발전하여 왔다. 일반적으로 고위도 지방에서는 시설양묘가 오래 전부터 발전하여 왔으며, 최근에는 온대와 열대지방에서도 시설양묘체계를 적극적으로 도입하는 추세이다. 또한 미국 남부지역과 같이 양묘 기계화 작업시스템이 잘 구축된 지역에서는 노지양묘를 주로 하고 있으며, 수종에 따라서는 시설양묘를 적극적으로 도입하고 있다.

표 3-1. 세계의 시설양묘 현황

국 가		묘목생산량(백만본/연)	용기묘 생산비율(%)
캐나다	브리티쉬 콜럼비아주	200	95 이상
	온타리오주	211	90 이상
미국 남부지역		105	4
스웨덴		320	90
핀란드		163	96
노르웨이		23	98
멕시코		500	80 이상
포르투갈		-	90 이상
이스라엘		3	95 이상

1) 세계 최초의 용기묘 생산 및 용기 개발

최초로 용기묘의 대량생산은 1930년대 미국 북부지역 대평원에 조림사업의 한 방법으로 시작되었다. 이때 Tarpaper pot로 시작된 생산 방법은 보호림 조림에 있어서 혹독한 자연조건에 직면하면서 보다 견고한 용기로 발전하게 된 출발점이었다.

최초로 대단위 조림에 생산된 현대적인 용기묘는 1961년 캐나다에서 개발된 두 가지 형태의 용기인 “Walters Bullet” 과 “Ontario Tubu” 로 생산된 묘목들이다. 이들 용기를 원형으로 하여, 1960년대와 1970년대 초 캐나다와 미국에서 다른 형태의 용기인 Styrofoam block, Roottrainer 그리고 Ray Leach Single Cell System이 개발되어 사용하고 있다. 그리고 1980년대에 북유럽에서 Paperpot를 사용하였으며 이후 미국과 캐나다에 보급되었다.

2) 생육상토 개발 역사

생육상토의 개발은 현지 노지의 토양을 용기에 사용하면서 발생한 문제점 때문에 용기에 다른 재료들로 토양을 보충하면서 시작되었으며, 점차 안정적인 혼합 배양토로 발달하게 되었다.

체계적인 연구로 개발된 최초의 생육상토는 1930년대 미국의 John Innes 원예연구소에서 옥토를 기반으로 배양토, 피트모스, 모래, 비료를 혼합한 혼합 상토이다. 진정한 최초의 생육상토는 1950년대 초 California 대학에서 양질의 모래와 약간의 비료가 함유된 피트모스를 혼합하여 다양한 특성을 가진 생육상토를 개발하였다. 그리고 흙과 모래를 사용하지 않은 현대적인 생육상토는 1960년대 Cornell 대학에서 개발한 Cornell Peat-Lite Mixes로 피트모스, 버미큘라이트, 펄라이트를 다양하게 혼합하여 개발하였다.

3) 시설양묘 발달역사 (캐나다)

캐나다는 연간 약 6억5천만 본의 묘목이 산림에 식재되고 있으며, 소요 묘목의 90% 이상이 용기묘로 생산된다(그림 3-1, 3-2). 용기묘는 대부분 기업양

묘장에서 생산되고 있다. 캐나다 10주와 2특구 중에서 시설양묘가 가장 발달한 주인 브리티쉬 콜롬비아 주와 온타리오 주에서는 시설양묘에 의한 묘목 생산이 전체 묘목생산량에서 96%와 90% 이상을 차지하고 있다.

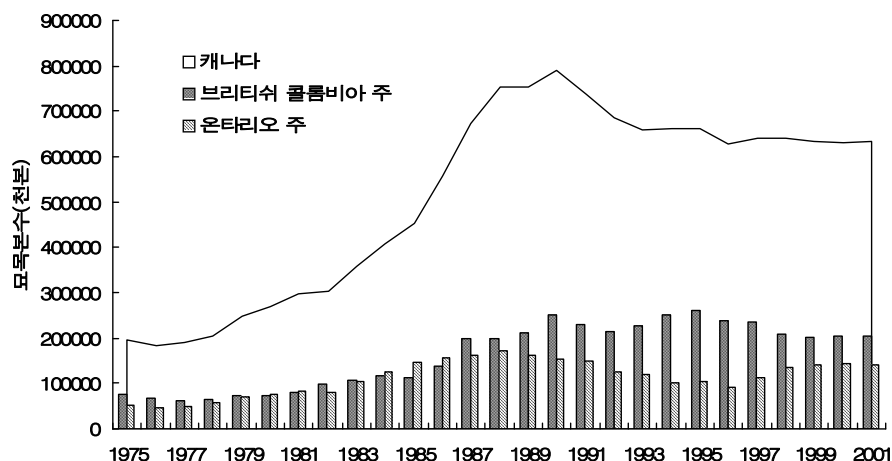


그림 3-1. 캐나다의 묘목생산 현황(1975~2001년)

가) 브리티쉬 콜롬비아 주

태평양의 연안에 위치한 브리티쉬 콜롬비아 주에서 임업은 경제적으로 아주 중요한 역할을 하고 있다. 브리티쉬 콜롬비아 주에서는 최근 5년간 매년 평균 2억 본의 묘목을 조림 및 산불피해지, 병해충에 손상된 산림을 복구하기 위하여 식재하였다. 브리티쉬 콜롬비아 주는 캐나다의 여러 주 중에서 가장 많은 묘목을 식재하고 있는데, 2001년에는 캐나다 전체 묘목식재의 32.7%에 해당하는 2억5백4십5만8천 본을 식재하였다.

브리티쉬 콜롬비아 주의 묘목생산은 1930년대에 Surrey의 Green Timbers에 설립된 최초의 주립양묘장에서 노지묘를 생산하면서부터 시작되어 현재는 42개 이상의 기업양묘장이 운영되고 있다. 용기묘는 1970년부터 본격적으로 식재되기 시작하여 1982년부터 용기묘가 노지묘 보다 많이 생산되기 시작하였으며, 2000년에 들어오면서부터는 용기묘 생산이 전체 묘목 생산량에서 96% 이상을 차지하고 있다(그림 3-2).

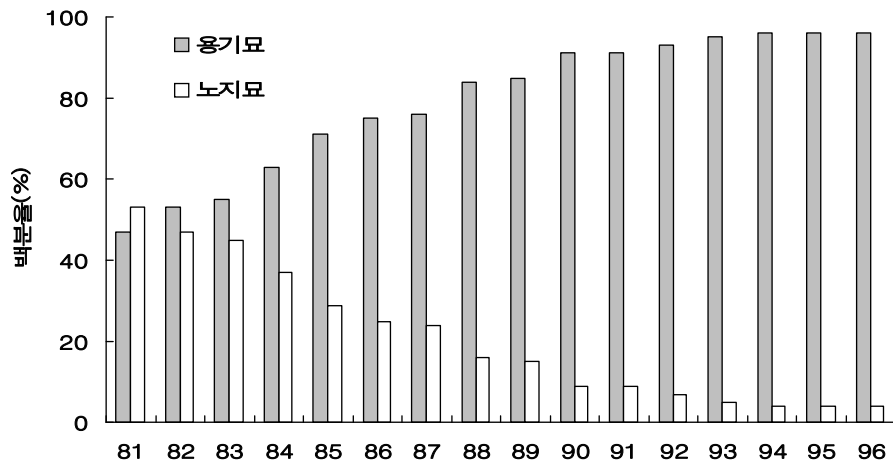


그림 3-2. 캐나다 브리티쉬 콜롬비아 주의 용기묘 생산비율(1981~1996년)

1980년대 초까지 브리티쉬 콜롬비아 주 조림에 사용한 모든 묘목은 10개의 주립양묘장에서 생산되었으나, 현재 브리티쉬 콜롬비아 주에 식재되는 묘목 모두는 기업양묘장에서 생산되고 있다. 이들 기업양묘장은 기계화가 잘 이루어진 시설양묘 체계를 기반으로 하여 매년 약 3억 본 이상을 생산하여 이들 중 2억 본 이상을 주정부림에 식재하고 약 7천5백만 정도의 묘목을 캐나다의 다른 주와 미국에 계약생산·공급하고 있다.

브리티쉬 콜롬비아 주에서는 고도로 발달한 양묘기술로 식재시기에 따라 요구되는 묘목을 균일하게 대량생산이 가능하게 하고 있다. 양묘수종은 일반적인 조림수종 뿐만 아니라 다양한 향토수종을 포함하여 20 수종 이상을 대상으로 하고 있다. 주요 생산 수종은 글라우카가문비나무, 시트카가문비나무, 스트로브잣나무, 미송, 콘토르타소나무, 알라스카시다나무, 서양낙엽송 등이다.

브리티쉬 콜롬비아 주의 양묘장 발전 역사를 살펴보면, 1926년에 침엽수종의 생장과 식재에 관한 연구가 필요하게 되어 소규모 연구용 양묘장을 빅토리아에 설립하였으며 1932년에 이 양묘장은 폐쇄되었다. 그리고 브리티쉬 콜롬비아 주의 최초의 양묘장인 Green Timbers 주립양묘장이 1930년 벤쿠버 근교에 설립되었으며, 이후 1985년까지 10개의 주립양묘장이 신설되었다. 1976년 주정부의 왕립위원회에서 산림용 묘목생산에 민간양묘 참여를 제안하여 1980년 사설양묘장 운영 프로그램에 따라 양묘를 실행하던 Pelton과

Reid Collins 두 기업양묘장을 비롯하여 다수의 기업양묘장이 주정부의 막대한 지원 아래 설립되었다. 1988년 주정부는 주립양묘장 11개 중에 8개를 사유화 하였고, 이때 최초로 설립한 Green Timbers 주립양묘장이 폐쇄되었다.

브리티쉬 콜롬비아 주의 용기묘 생산과 이에 관련된 용기개발 역사를 살펴보면, 1961년 캐나다 최초로 브리티쉬 콜롬비아 주립대학 J. Walter 교수가 Walters Planting Gun과 Bullet 용기(탄환모양의 용기)를 개발되었다. 1967년에는 기업양묘장에서 Walters Bullet 생산시스템이 보다 발전하였으며, 1967~1973년에 Walters Bullet 용기를 활용한 양묘기술 및 조림방법을 시험하였다. 그리고 1968년에는 조림을 하기 전 Bullet 용기에서 묘목을 꺼내어 사용하는 Bullet 용기묘를 식재하기 시작하였다. 1969년에는 현재 사용하고 있는 용기의 모태가 되는 Styroblock(211)이 설계되었으며, 1971년 7월에 브리티쉬 콜롬비아 북부지방에 Styroblock에서 생산된 용기묘 10만 본이 최초로 식재되었다. 1973년에는 나선형 뿌리 등 비이상적인 뿌리가 발생하는 것을 방지하기 위하여 용기 내부에 용기선(rib)이 설계되었으며, 또한 이 시기에 용기묘를 포장하여 현장에 운반하였다. 1985/86에는 용기묘 2-0가 개발되었으며, 현재는 양묘환경 및 조림현지 입지조건에 적합한 다양한 용적 및 형태의 용기가 개발되었다.

나) 온타리오 주

온타리오 주는 캐나다의 중심에 위치하며 캐나다에서 2번째로 큰 주이다. 캐나다에서 브리티쉬 콜롬비아 주 다음으로 많은 묘목을 식재하고 있는데, 2001년에는 캐나다 전체 식재 본수의 22.6%에 해당하는 1억4천2백8만7천 본을 식재하였다. 온타리오 주의 양묘산업은 매우 오래된 역사를 가지고 있기 때문에 묘목생산에 관련하여 여러 대에 걸친 양묘 전문가를 양성하고 있으며 지역경제 및 양묘전통을 이끌고 있다. 온타리오 주에서 조림용 묘목생산을 하기 위한 최초의 양묘장은 1904년 Guelph의 Ontario 농업대학에 처음으로 설립되었으며, 1908년에 세워진 이 최초의 주립양묘장은 모래바람이 심한 넓은 지역과 심각하게 침식되고 손상된 경작지에 식재하기 위한 묘목을 생산하기 위하여 설립되었다.

제 1·2차 세계전쟁 때에는 묘목 생산이 줄어들었으나 전쟁이 종결된 후에 양묘산업은 급속한 발전을 보였다. 이때까지 모든 묘목은 노지양묘로 생산되었는데 1960년대까지 연간 5천만 본 이상의 노지묘가 생산되었다. 온타리오 주에서 최초로 시설양묘에 관한 연구가 1965년에 수행되었는데 이때 현대적인 용기의 원형인 Ontario tube로 묘목 생산이 시도되었다. 이 용기에서 생산된 용기묘는 그 때까지만 해도 이에 대한 관심과 전문기술이 부족하여 더 이상 발전하지는 못하였다. 1972년까지 이 용기로 생산된 용기묘는 2백9십만 본이었다.

1981년에 주정부는 기업양묘장 설립을 위하여 브리티쉬 콜롬비아 주와 마찬가지로 상당한 자금을 지원하여 기업양묘장을 설립하였는데, 현재 온타리오 주에서는 34개의 기업양묘장이 운영되고 있으며 주에서 필요로 하는 모든 조림묘목을 생산하고 있다. 용기묘는 온타리오 주에서 생산하는 총 묘목의 80%를 차지하고 있으며 양묘수종과 묘목형태, 온실구조 및 용기형태에 대한 연구는 지금도 지속적으로 수행되고 있다.

나. 세계의 시설양묘 현황 및 생산기술

시설양묘는 주로 북유럽 국가 등 고위도 지방에서 시작되었는데, 이 지역은 기후가 한랭하고 묘목의 생육기간이 짧아 묘목의 생산기간이 오래 걸리기 때문이다. 이러한 이유로 시설 내에서 인위적으로 묘목의 생장에 필요한 환경을 제어하여 묘목을 생산하는 체계가 필요하였다. 이와 같이 시설양묘는 기후적인 한계성을 극복하기 위하여 시작되었으며, 오늘날에는 한대, 온대, 열대지역 등 기후에 관계없이 균일한 묘목을 대량생산할 수 있는 장점이 널리 알려지게 되면서 전 세계 각지에서 활용되고 있으며, 시설양묘에 의한 묘목 생산이 널리 증가하고 있는 추세이다.

시설양묘는 온실형태에 따라 전자동으로 생육환경이 조절되는 유리온실, 준자동으로 조절되는 비닐온실 및 야외생육시설로 구분하여 실시하고 있다. 역사적으로 보면, 선진국에서 시설온실은 단순한 차광온실에서 정교하게 생육환경을 조절할 수 있는 유리온실로 전환되었다. 온실형태는 경영목표에 따라 결정되며 또한 생태적·기후적·경제적 운영 인자를 고려하여 신중하게

결정되고 있다. 일반적으로 캐나다와 미국에서의 전자동 제어온실은 추운 북부 내륙지역에서, 준자동 제어온실은 상대적으로 따뜻한 남부 해안평원지역에서 많이 사용되고 있다.

세계적으로 최근의 용기묘 생산 동향을 보면 지속적으로 발달시키고 있는 양묘기술을 바탕으로 생육기간을 길게 하여 보다 큰 용기묘를 생산하는 추세이다. 유럽과 미국에서 사용되고 있는 용기는 주로 플라스틱 용기(Roottrainer)를 주로 사용하고 있으며, 캐나다에서는 주로 스티로블록(Styroblock) 용기를 사용하고 있으며, 플라스틱 용기, plug-plug 이식용기(용기-용기 이식용기) 등도 사용되고 있다. 용기 용적은 대개 39~336ml의 범위이나 보다 큰 묘목을 생산하기 위하여 용기 용적이 점점 커지는 추세이다.

1) 스칸디나비아반도 3개국(유럽)

유럽에서 시설양묘가 가장 발달된 나라는 스칸디나비아반도 3개국인 스웨덴, 핀란드, 노르웨이이다. 스칸디나비아반도 3개국의 발달된 산림은 그 나라 국민들의 환경적, 사회적 그리고 문화적 수준의 향상에 중요한 역할을 하고 있다. 이들 국가들에서 지속적인 생산이 가능한 산림과 숲이 전체 국토 면적에서 상당히 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다(표 3-2).

이들 3개국의 산림 소유 현황은 서로 상이한데 스웨덴에서는 사유림과 기업림이 큰 비중을 차지하며, 반면에 핀란드에서는 사유림과 국유림이 전체 산림의 90%를 차지하며, 노르웨이에서는 사유림이 전체 산림의 80%로 매우 높은 수치를 기록하고 있다(표 3-3).

주요 산림수종은 구주소나무, 독일가문비, 자작나무(Silver/Downy birch) 3수종이 제일 많이 식재되고 있다(표 3-4). 산림갱신방법은 주로 묘목의 식재에 의하여 주로 이루어지고 있으며(표 3-5), 핀란드의 경우에는 종자파종으로도 산림갱신을 20% 정도 실시하고 있다.

표 3-2. 스칸디나비아반도 3개국의 산림면적

국 가	국토면적(백만ha)	산림면적(백만ha)	산림면적율(%)
스웨덴	41.0	30.3	74
핀란드	30.5	26.2	86
노르웨이	14.8	9.2	62

표 3-3. 스칸디나비아반도 3개국의 산림소유

국 가	사유림	기업림	국유림
스웨덴	51	39	10
핀란드	57	10	33
노르웨이	80	8	12

표 3-4. 스칸디나비아반도 3개국의 주요 산림수종(2004년)

국 가	구주소나무(%)	독일가문비(%)	자작나무 (Silver/Downy birch : %)
스웨덴	51	39	10
핀란드	57	10	33
노르웨이	80	8	12

표 3-5. 스칸디나비아반도 3개국의 산림갱신방법(2004년)

국 가	천연갱신(%)	종자파종(%)	묘목식재(%)	기타
스웨덴	22	2	75	1
핀란드	23	20	56	1
노르웨이	25	2	71	2

스칸디나비아반도 3개국의 2004년 묘목생산을 살펴보면, 스웨덴이 3억2천만 본으로 가장 많았으며, 핀란드가 1억6천3백만 본, 노르웨이가 2천3백만

본을 생산하였다(표 3-6). 이들 국가의 묘목생산은 주로 용기묘 위주로 생산되고 있으며, 용기묘는 스웨덴의 경우 90%, 핀란드 96%, 노르웨이 98% 생산된다(표 3-7).

표 3-6. 스칸디나비아반도 3개국의 수종별 묘목생산량(2004년)

국 가	묘목생산 (백만)	구주소나무 (%)	독일가문비 (%)	자작나무 (%)	기 타
스 웨 덴	320	37	58	1	7
핀 란 드	163	34	61	4	1
노르웨이	23	3	93	1	3

표 3-7. 스칸디나비아반도 3개국의 묘목생산 및 묘목형태(2004년)

국 가	묘목생산분수 (백만)	묘목형태(%)	
		용기묘	노지묘
스 웨 덴	320	90	10
핀 란 드	163	96	4
노르웨이	23	98	2

스칸디나비아 3개국에서 묘목생산은 대부분 시설양묘로 하며, 생산기술 또한 유사하다. 시설양묘는 1960년대 후반에 시작되었는데, 이때 묘목들은 Paper pot(종이 용기)를 사용하여 묘목을 생산하였으며, 묘목은 종이 용기와 같이 식재되었다.

이들 용기묘가 식재된 후 분해되는 데에 오랜 시간이 걸린다는 약점이 발견되면서, 1970년대 후반에는 튼튼한 플라스틱 용기에서 생산된 용기묘를 사용하기 시작하였다. 처음에 이 용기는 부드러운 안쪽 벽면, 평평한 바닥 그리고 아래에 조그만 배수구멍으로 설계되었다. 이러한 이유로 인하여 이 용기에서 생산된 묘목들은 뿌리가 나선형으로 변하게 되는 등 비이상적인 뿌리가 형성되었다.

이러한 묘목은 식재된 후에 뿌리가 사방으로 자라나는 뿌리들이 매우 적었고, 뿌리와 줄기 경계부분의 섬유조직이 심각하게 손상되었다. 이러한 결과는 나선형 뿌리를 방지 요소가 없이 설계된 플라스틱 용기에서 생산된 용기묘들이 가지고 있는 문제점들을 여실히 보여주는 계기가 되었다. 이들 용기묘를 식재한 임분의 경우, 향후에 목재의 질에도 나쁜 영향을 줄 수 있다는 위험이 보고되었다.

두 번째로 설계된 플라스틱 용기는 뿌리를 보호하기 위한 세로로 된 용기 선(rib)들과 용기의 밑바닥의 배수가 원활하도록 새롭게 설계되었다. 이 용기는 뿌리가 비이상적으로 자라나는 것을 방지해 주었으며, 더욱 많은 세근이 촉진되었다.

한편, 최상의 용기묘를 생산하기 위해서는 종자가 매우 중요한 요소인데, 이들 국가에서는 종자의 질을 향상시키기 위하여 채종원에서 채취된 종자를 사용하는 수목육종계획이 오랜 기간에 걸쳐 이루어지고 있다.

수목육종계획은 스웨덴에서 공공기관과 주요 산림기업이 협력하여 진행하고 있으며, 이에 필요한 경비는 서로 공동으로 부담한다. 채종원은 산림기업에서 운영되고 있으며, 제 2세대 채종원들이 현재 상업적으로 활용되고 있다. 이들 채종원으로부터 수확된 종자로 생산된 묘목을 식재한 뒤 목재생산이 향상되어 얻는 이익은 20% 정도 될 것으로 예상하고 있다. 제 1세대 채종원에서는 약 10%의 이익이 생산되었으나, 근래에 발표될 제 3세대 채종원은 미래에 30% 이상의 증가된 이익을 발생시킬 수 있을 것으로 전망되고 있다. 핀란드와 노르웨이에서도 산림발전계획 및 채종원은 공공기관에서 운영하고 있다.

가) 핀란드

핀란드는 북위 60°에서 70° 사이에 위치하고 있으나 기후는 비교적 온화한 편으로 수목의 생육기간은 남부지방에서 약 180일이고 북부지방에서는 120일으로서 생육기간 차이가 남북으로 큰 편이다. 핀란드는 유라시아 북부산림대에 속하며 침엽수가 우점하고 있다.

핀란드의 산림과 임업은 국가경제의 중요한 역할을 하고 있어 국가 전체

수출품의 1/3을 임산물이 차지하고 있다. 비록 최근 10년간 원목의 수입이 조금씩 증가하고는 있지만 아직까지 국내에서 소요되는 원목의 90%를 자국에서 생산하고 있을 정도로 목재산업이 발달해 있다. 핀란드의 산림면적은 약 2천6백만ha인데 이 중에서 57%가 사유림일 정도로 사유림의 비율이 높은 편이며, 국가에서 33%를 관리하며, 임업관련 기업체에서 10% 정도를 소유하고 있다.

산림은 4십여만 명의 적지 않은 수의 개인 소유자들이 각각 25ha 정도의 비교적 소규모이면서 산재된 형태로 소유하고 있으나 모든 벌목과 조림 작업은 순조롭게 이루어지고 있다. 벌채와 산림갱신 방법은 국가 기준과 규정을 준수하며, 산림경영 상태나 목재품질도 정기적으로 평가하고 있다. 특히 근래에 와서 환경인증제를 산림소유 주체에 따라 다른 기준으로 적용하고 있다. 예를 들면 국유림과 기업소유림은 EMAS(환경관리감사규칙)와 ISO(국제표준화기구)를, 사유림에는 FFCS(산림인증시스템)를 적용시키고 있다.

지난 수십 년 동안 핀란드의 산림사업은 인공갱신에서 천연갱신으로 전환되고 있다. 그럼에도 불구하고 아직은 갱신면적의 78%는 인공조림이 실시되고 있다(표 3-8, 3-9, 그림 3-3, 3-4). 식재본수는 수종과 입지에 따라 다르지만 ha당 1천6백본 내지 2천 본으로 하고 있다.

2005년에 핀란드에서는 산림묘목을 1억6천3백만 본을 생산하였는데 1960년대 말과 1980년대에 연간 2억 본 이상이 생산되던 시점을 정점으로 1993년 이후에는 생산이 감소되고 있는 실정이다. 핀란드에서 묘목생산이 감소한 주요 원인은 핀란드 묘목생산의 70~80%를 차지하던 구주소나무 생산이 감소되었기 때문이며, 구주소나무 갱신이 인공갱신에서 천연갱신으로 전환되면서 부터이다.

표 3-8. 핀란드의 산림 인공갱신 면적 현황(1951~2005년)

연 도	종자파종	묘목식재	합 계
	(1,000ha)		
1951-1955 (평균)	27.3	6.7	34.0
1956-1960 (평균)	36.2	24.1	60.3
1961-1965 (평균)	64.9	43.8	108.7
1966-1970 (평균)	46.0	89.7	135.7
1971-1975 (평균)	28.4	105.0	133.4
1976-1980 (평균)	27.0	94.0	121.0
1981-1985 (평균)	25.4	116.1	141.5
1986-1990 (평균)	21.3	100.2	121.5
1991	28.5	102.5	130.9
1992	23.4	99.1	122.5
1993	22.4	88.5	110.9
1994	28.5	79.5	108.0
1995	32.0	80.3	112.3
1996	35.2	83.9	119.1
1997	33.8	79.3	113.1
1998	32.8	78.5	111.3
1999	36.2	78.8	114.9
2000	33.7	83.3	117.0
2001	35.7	90.2	125.9
2002	33.2	88.0	121.2
2003	32.2	86.5	118.8
2004	33.7	88.9	122.6
2005	31.1	87.6	118.7

표 3-9. 핀란드의 산림 인공갱신 수종별 면적 현황(1970~2006년)

연도	종자과종		묘목식재		합 계			
	구 주 소나무	독 일 가문비	구 주 소나무	독 일 가문비	구 주 소나무	독 일 가문비	기 타	합계
	(1,000ha)							
1970	30.3	1.1	67.2	37.5	97.4	38.5	2.2	138.2
1971	29.1	0.8	76.2	33.4	105.2	34.2	5.9	145.3
1972	29.6	0.3	72.0	31.4	101.6	31.8	7.8	141.2
1973	27.7	0.4	72.2	23.1	100.0	23.6	9.1	132.6
1974	26.1	0.4	70.1	20.2	96.2	20.6	9.6	126.3
1975	27.1	0.3	66.4	20.8	93.5	21.1	6.8	121.4
1976	34.5	0.2	72.9	13.1	107.4	13.4	7.5	128.3
1977	-	-	71.3	14.6	-	-	-	117.5
1978	23.8	0.4	74.1	14.2	97.9	14.6	3.0	115.5
1979	-	-	73.1	15.0	-	-	-	115.2
1980	24.8	0.1	85.2	16.1	110.0	16.3	2.5	128.7
1981	24.1	0.1	95.5	19.4	119.6	19.5	2.3	141.4
1982	26.3	0.1	97.2	24.5	123.5	24.6	2.9	151.0
1983	28.5	0.1	90.6	22.9	119.2	23.0	3.4	145.5
1984	25.9	0.1	86.5	23.8	112.5	23.9	4.2	140.5
1985	21.7	0.1	77.8	23.3	99.5	23.5	6.2	129.2
1986	23.5	0.1	75.5	27.3	99.0	27.4	7.1	133.5
1987	21.2	0.1	68.4	24.6	89.6	24.7	7.4	121.7
1988	17.4	0.1	58.4	26.5	75.8	26.6	8.5	110.9
1989	20.4	0.0	58.7	29.0	79.0	29.0	12.3	120.3
1990	23.8	0.1	50.7	31.4	74.5	31.6	15.1	121.1
1991	28.3	0.1	51.0	35.0	79.3	35.1	16.5	130.9
1992	22.2	0.0	40.2	39.2	62.4	39.3	20.8	122.5
1993	22.2	0.2	33.1	36.2	55.3	36.4	19.2	110.9
1994	27.4	0.5	30.8	35.2	58.2	35.7	14.1	108.0
1995	30.1	1.0	31.0	38.5	61.0	39.4	11.8	112.3
1996	32.9	1.1	30.8	38.3	63.6	39.4	16.0	119.1
1997	30.9	0.9	28.1	36.6	59.0	37.4	16.6	113.1
1998	30.3	0.8	29.8	36.6	60.1	37.4	13.8	111.3
1999	34.1	0.7	29.1	39.6	63.2	40.3	11.5	114.9
2000	31.0	1.3	26.8	47.1	57.8	48.4	10.9	117.0
2001	33.4	1.0	28.5	53.8	61.9	54.8	9.2	125.9
2002	31.6	0.7	28.3	54.1	59.9	54.8	6.5	121.2
2003	31.0	0.5	27.0	54.0	58.0	54.5	6.3	118.8
2004	32.8	0.5	28.5	55.7	61.4	56.2	5.1	122.6
2005	30.4	0.4	26.3	57.7	56.7	58.0	3.9	118.7
2006	29.8	0.4	23.9	61.1	53.6	61.5	3.8	119.0

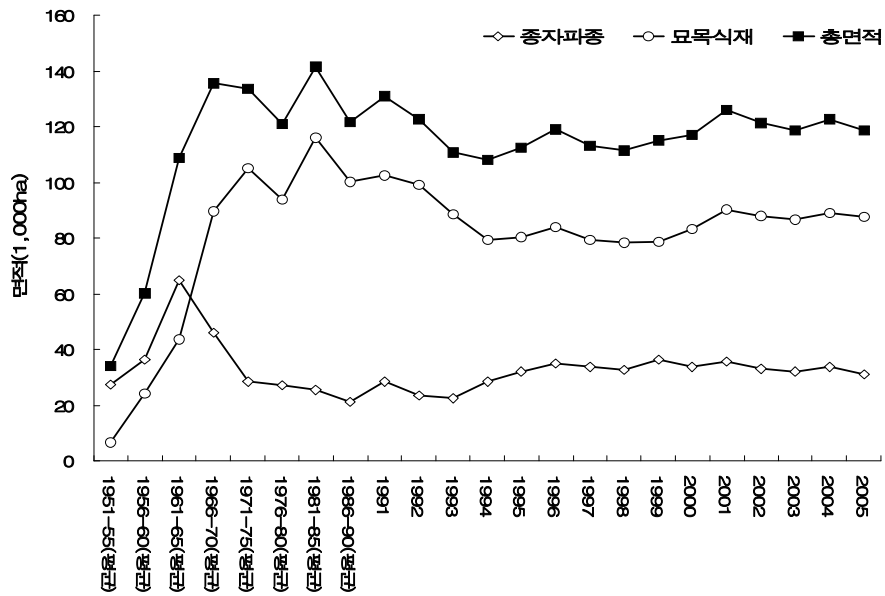


그림 3-3. 핀란드의 산림 인공개신 면적 현황(1951~2005년)

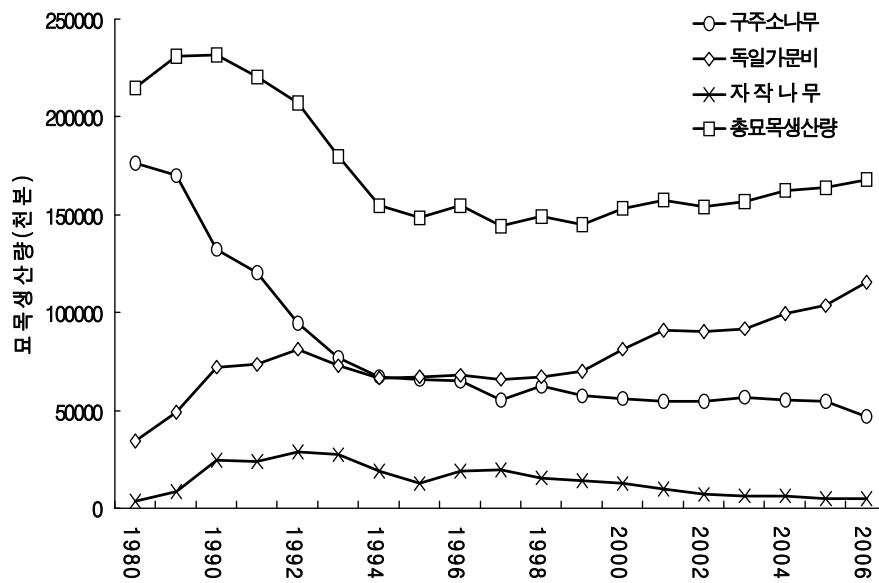


그림 3-4. 핀란드 주요 수종의 묘목생산 현황(1980~2006년)

산림갱신을 위한 집약적인 묘목생산은 1960년대 초부터 시작되었는데 주 생산 수종은 구주소나무 노지묘이었다. 대부분의 양묘장들은 산지에 위치하였으며 일부는 농경지 부근에 조성되었으나 지금도 대부분은 산지에 위치하고 있다. 주로 노지묘 생산에 의해 주도되던 핀란드의 양묘산업은 1970년대 중반에서부터 도입되기 시작한 시설양묘에 의해 빠르게 그 비중이 감소되었다.

시설양묘에 의한 용기묘 생산은 1980년에 29%에서 1990년에 73%로 급속하게 증가하게 되었다. 2000년에는 88%로 증가하다가 2006년에 들어서서는 시설양묘에 의한 용기묘 생산이 98%에 다다르게 되어 현재 핀란드에서 묘목의 생산은 전적으로 시설양묘로 이루어지고 있음을 알 수 있다(표 3-10, 그림 3-5, 3-6, 3-7, 3-8).

표 3-10. 핀란드 주요 수종의 묘목생산 현황(1980~2006년)

연도	구주소나무			독일가문비			자작나무(Silver birch)			자작나무 (Downy birch)	기 타	합 계
	용기묘	노지묘	소 계	용기묘	노지묘	소 계	용기묘	노지묘	소 계			
	(1,000본)											
1980	59,960	116,227	176,187	1,925	32,230	34,155	179	3,393	3,572	-	981	214,895
1985	106,466	63,384	169,850	20,474	28,800	49,274	4,904	3,250	8,154	-	3,768	231,046
1990	102,280	30,053	132,333	46,905	25,085	71,990	16,856	5,307	22,163	2,058	3,240	231,784
1991	96,658	23,717	120,375	48,840	24,850	73,690	14,792	6,061	20,853	3,101	2,824	220,843
1992	79,610	14,682	94,292	54,199	27,214	81,413	17,472	5,949	23,421	5,112	3,078	207,316
1993	69,052	7,996	77,048	53,254	19,716	72,970	15,232	7,177	22,409	5,217	2,624	180,268
1994	60,787	6,664	67,451	46,882	19,319	66,201	12,519	3,465	15,984	2,969	2,389	154,994
1995	61,677	4,254	65,931	49,251	18,124	67,375	10,221	1,449	11,670	1,253	2,505	148,734
1996	61,475	3,587	65,062	54,606	13,070	67,676	13,257	3,543	16,800	2,158	3,230	154,926
1997	52,561	2,730	55,291	50,585	15,063	65,648	13,117	3,573	16,690	2,664	4,155	144,448
1998	59,744	2,463	62,207	52,638	14,583	67,221	11,334	2,392	13,726	1,551	4,194	148,899
1999	55,262	2,102	57,364	55,875	14,136	70,011	10,756	2,105	12,861	1,267	3,212	144,715
2000	54,849	1,389	56,238	69,782	11,718	81,500	10,082	1,184	11,266	1,053	2,984	153,041
2001	53,614	1,025	54,639	80,538	10,483	91,021	8,180	1,063	9,243	681	2,236	157,820
2002	54,094	501	54,595	84,284	6,039	90,323	5,909	672	6,581	253	2,044	153,796
2003	56,016	678	56,694	87,002	4,754	91,757	5,683	401	6,083	176	2,097	156,808
2004	55,287	356	55,642	94,589	4,966	99,556	5,470	404	5,874	126	1,355	162,553
2005	54,269	155	54,424	101,431	2,179	103,609	4,385	152	4,537	115	1,338	164,023
2006	46,750	3	46,753	114,228	1,260	115,488	4,257	150	4,407	150	1,269	168,067

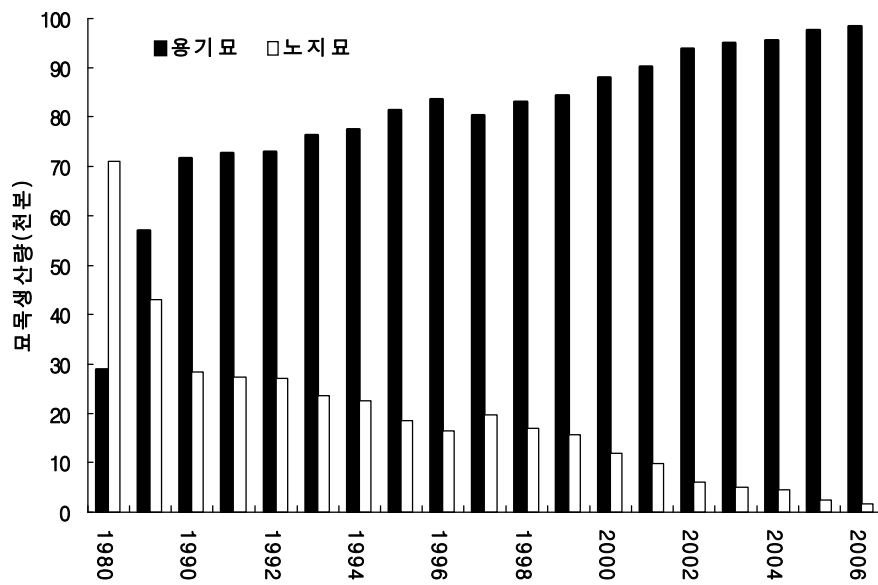


그림 3-5. 핀란드의 용기묘 생산 현황(1980~2006년)

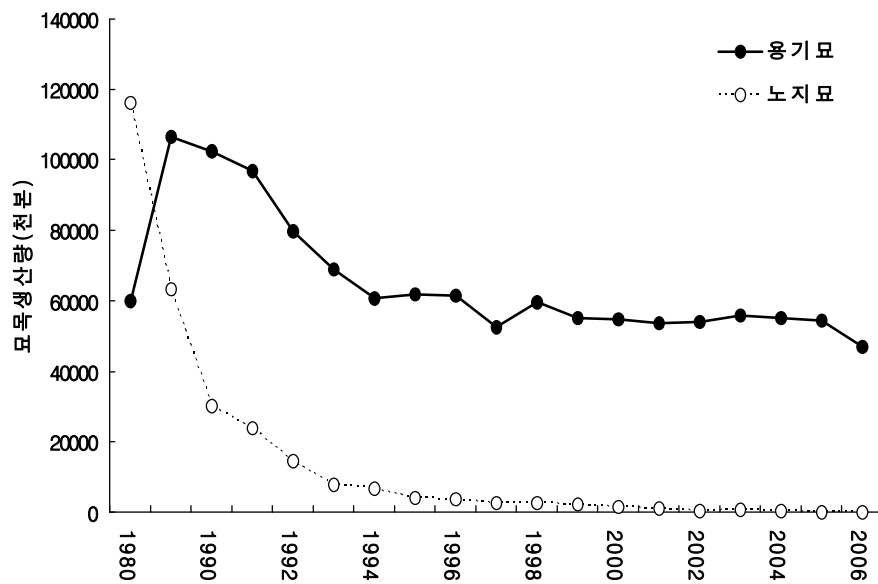


그림 3-6. 핀란드 구주소나무의 묘목형태별 생산 현황(1980~2006년)

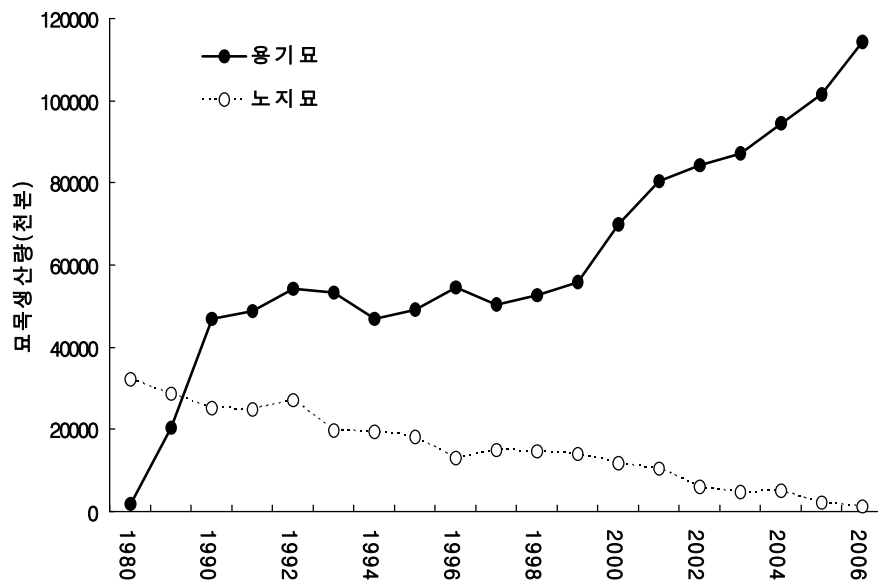


그림 3-7. 핀란드 독일가문비의 목목형태별 생산 현황(1980~2006년)

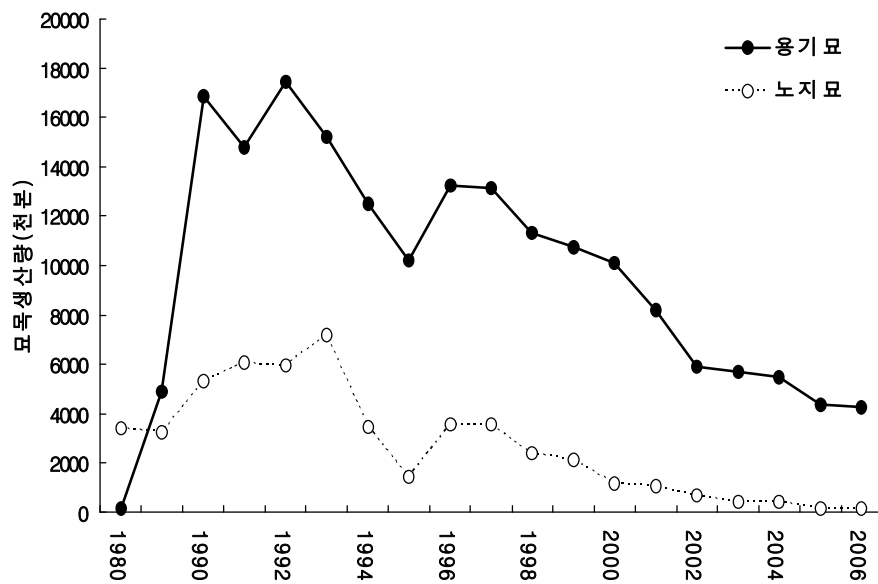


그림 3-8. 핀란드 자작나무(Silver birch)의 목목형태별 생산 현황(1980~2006년)

양묘에 필요한 우량종자는 수종에 따라 다소 차이는 있지만 구주소나무 등 주요 조림수종의 경우 1991년도부터 채종원산 종자 보급이 증가하기 시작하여 2000년 초기에는 이르러서는 양묘에 소요되는 종자의 60~80%는 채종원산 종자를 사용하고 있다. 최근 2006년에는 채종원산 종자를 평균 36% 사용하고 있다. 수종별로 채종원산 종자비율을 살펴보면, 구주소나무와 독일가문비의 채종원산 종자 사용이 각각 44%, 32%로 급격하게 줄어들었으며, 자작나무는 99~100% 채종원산 종자를 사용하고 있다(그림 3-9).

핀란드에서 1990년대 초반까지는 대부분의 양묘장은 지방산림청 조직에 속해 있었으나 많은 양묘장이 감소하면서부터 양묘장의 사유화가 이루어졌다. 현재는 7개의 양묘기업체에서 24개의 양묘장을 소유하고 있으며 이들 양묘기업체에서 생산되는 묘목은 전체 조림묘목의 85~95%를 차지하고 있다. 나머지 10%의 묘목은 작은 규모의 개인양묘장에서 생산되며 이러한 양묘장이 전국적으로 60~70개 정도 된다. 한 양묘장에서 평균 5백만~1천만 본의 묘목을 생산하며 몇 개의 큰 양묘장에서는 1천5백~2천만 본을 생산하고 있다.

앞에서 언급한대로 핀란드의 양묘산업은 양묘기업에 의해 주도되고 있으며 노지묘 생산 위주의 노지양묘에서 용기묘 생산을 위한 시설양묘로 빠르게 전환되었음을 알 수 있다. 주요 조림수종인 구주소나무와 자작나무 용기묘는 주로 1년생 묘목으로 생산되며 독일가문비 용기묘는 1년생과 2년생 묘목이다. 이렇게 시설양묘 위주로 기업양묘장 중심의 양묘산업이 발달하면서 전국적으로 양묘장의 수는 감소되고 양묘장별로는 묘목 생산량이 증가하는 묘목생산의 집중화가 보다 이루어질 것으로 예상된다.

핀란드에서 시설양묘의 증가는 양묘산업에서 다양한 분야의 기술개발을 유도하고 있다. 생산된 묘목의 상온 또는 저온에서의 저장기술, 식재지로의 이동을 포함한 포장 및 운반기술, 특히 핀란드에서는 용기묘 생산이 보편화되면서 연중조림이 가능해져 보다 쉽게 식재할 수 있는 식재의 기계화 방안도 임업 노동력 부족과 연관해 주요 기술개발 목표로 하고 있다. 이러한 식재 기계화를 이루기 위해서는 식재 기계화 작업의 적용이 용이한 식재지 정비기술 개발 또한 수반되며, 기계화 식재에 더욱 적합한 용기묘 생산 기술개발도 새로운 연구 과제로 부각되고 있다.

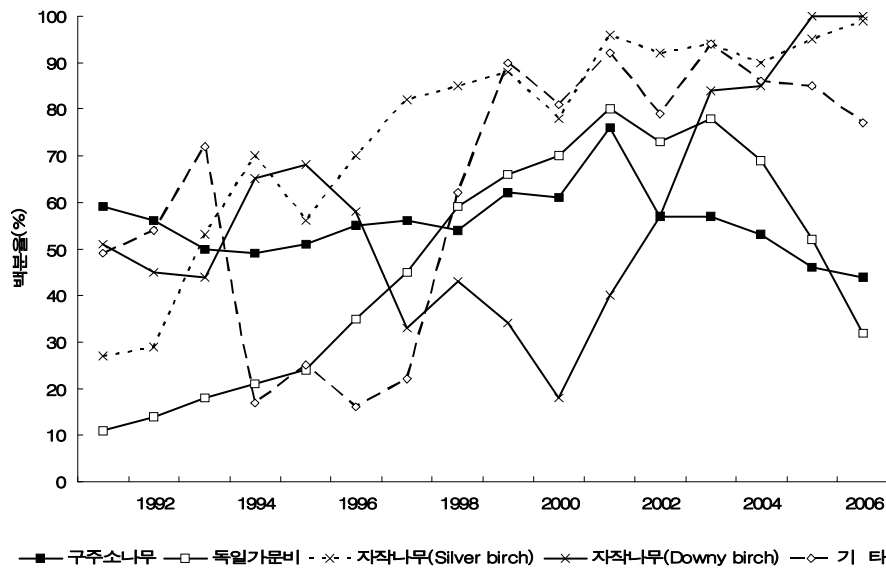


그림 3-9. 핀란드 주요 조림수종의 채종원산 종자사용 현황(1991~2006년)

2) 캐나다 PRT Pelton의 용기묘 생산기술체계

PRT(Pacific Regeneration Technologies Inc.)는 캐나다와 미국의 각 지역에 소재한 19개의 양묘장들로 구성된 연합양묘장으로 연간 2억2천만 본 이상의 묘목을 생산하고 있다. PRT는 주정부의 사유양묘장 정책에 발맞추어 1988년에 설립되었다. 오늘날 PRT는 캐나다에 17개, 미국에 2개의 양묘장이 있고, 브리티시 콜롬비아 주에 10개의 양묘장이 있다.

PRT Pelton은 캐나다의 시설양묘 산업의 개척자이며 단일 양묘장으로는 전 세계적으로 최대 규모의 기업시설양묘장 중의 하나이다. 1968년 Norm과 Pelton이 창설하였으며, 브리티시 콜롬비아 주의 해안가 산기슭에 위치하고 있다. 양묘장 면적은 809,360m²(244,831평)이며, 창립 시기에는 20명의 인원이 종사하였으나 현재는 250명의 인원이 연간 4천5백만 본 이상의 묘목을 그림 3-10과 같이 체계적으로 생산하고 있다. 이와 같이 생산된 용기묘는 브리티시 콜롬비아 주를 비롯하여 미국 북부에도 공급하고 있다.

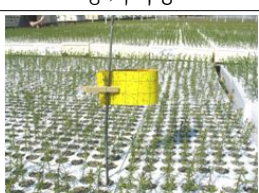
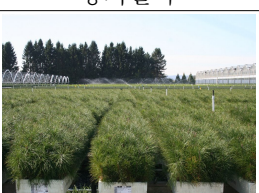
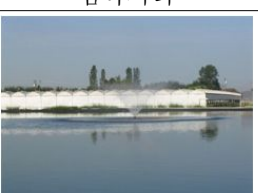
			
관리실	종자저장실	종자저장	용기준비
			
생육상토 용기채우기	종자파종(드립형)	복토	용기배치준비
			
용기이동	용기배치	종자발아	암흑처리
			
해충발생조사	용기레이블	야외생육시설	저수지
			
유리온실 내부	용기묘 중간점검	용기묘 최종점검	용기이동(수확)
			
용기묘 수확	용기묘 뿌리 포장	용기묘 선별 조사	용기묘 포장
			
수확 및 포장 작업장	용기묘 저온저장	용기묘 활력검사	용기묘 현지이동

그림 3-10. 캐나다 PRT Pelton의 용기묘 생산기술체계

○ 용기

모든 묘목은 환경적으로 안전한 제품인 스티로폼 용기를 사용하며, 이들 용기는 외부규격(가로*세로)이 표준화 되어 있으며 용기 종류별로 높이를 달리하여 다양한 용적을 갖는다. 현지 식재 시 요구되는 용기묘의 다양한 규격 및 형태에 따라 여러 규격 및 용적의 용기들을 선택한다.

○ 생육상토

생육상토는 피트모스 100%에서부터 피트모스와 톱밥을 여러 비율로 배합한 상토까지 다양하게 조절하여 사용하고 있으며, 이들 혼합 상토는 수종과 묘목형태에 따라 적합하게 조절되어 있다. 생육상토의 혼합비율에 있어서 중요한 기준은 묘목에게 적절한 공기를 공급하고 원활한 배수를 제공하는 것이다.

○ 상토 채우기

생육상토는 대형 생육상토 혼합기계에서 서로 혼합되며, 이 혼합된 생육상토는 컨베이어로 용기마다 자동으로 공급되어 채워진다. 용기별 생육상토 용적은 형태에 따라 다르지만, 용기 당 평균 용적은 7~15ℓ 이다.

○ 종자 파종기

용기는 상토를 채운 후에 자동파종 라인을 따라 이동하며 여기서 소독된 용기는 인력으로 종자파종기에 일렬로 놓여진다. 종자를 파종하는 드럼형 파종기는 용기의 구마다 종자를 착지시키는데 종자 파종기 원리는 진공흡입이 있는 구멍에 종자를 흡착하여 정해진 위치에 옮겨 진공상태를 해제하여 낙하시키는 방법이다.

○ 시설온실로 용기운반

파종이 끝난 용기는 종자파종라인 옆의 트레일러 위로 종자의 위치가 흩어지지 않도록 용기를 조심스럽게 쌓아 놓으면, 트랙터로 용기를 쌓아 놓은 트레일러를 시설온실로 옮긴다.

○ 용기 배치

용기는 시설온실의 용기받침대에 부드럽게 내려놓는다. 각 용기받침대(용기 20개가 배치되도록 설계됨)는 온실 내부와 외부에서 이동할 수 있는 바퀴를 가지고 있다. 묘목은 양묘장에 있는 동안 생육단계에 따라 설치된 시설로 몇 번 이동을 하게 되는데, 일반적으로 종자파종을 하면 온실에 배치하며, 일정한 묘목의 생장주기를 거친 후에 경화처리를 하기 위하여 야외로 이동한 후에 최종적으로 묘목을 출하하기 위하여 수확장소로 보내진다.

○ 발아

종자가 발아하기 위해서는 3가지 필수요소 즉 산소, 온도, 수분이 필요하다. 보통 종자의 발아는 수종에 따라 다르지만 파종 후 7~14일 정도가 소요되며 발아 후 2주 경에 본수조사를 실시한다. 여름과 가을에 출하되는 용기묘 1-0은 12월과 1월 사이 수분과 온도가 조절되는 온실에서 파종하여 발아하도록 한다. 봄에 출하되는 용기묘 2-0은 5~6월에 발아하도록 하며, 봄에 출하되는 용기묘 1-0은 주로 1~4월까지 발아하도록 한다.

○ 간인

종자파종은 보통 한 구에 1개 이상의 종자를 파종한다. 보통 용기에 1개 이상의 종자가 발아하게 되므로 각 용기에 초과하여 자라는 묘목을 제거하는 일련의 과정을 실시한다. 간인은 보통 발아 후 5주 후에 실시한다.

○ 생장 준비기

간인을 실시한 후 묘목은 수확 때까지 정해진 생육단계에 따라 양묘를 실시한다. 묘목의 생육단계에 따라 생육환경(빛, 온도, 수분 등)을 적합하게 조절한다. 묘목생육을 준비하는 과정은 수종, 용기, 종자파종, 종자파종 장소에 따라 다르며, 파종하는 종자의 개수, 생육상황 및 온실의 위치에 따라서도 다르게 정해진다.

○ 생육환경 조절

시설온실 내부의 기후상황은 온도 · 습도 · CO₂ 농도 등의 변화를 감지하는

센서를 통하여 지속적으로 모니터링 되고 있으며, 이 정보를 안정적인 컴퓨터 시스템이 분석하여 시설온실의 생육환경을 자동조절 한다. 양묘경영자는 각각의 묘목의 생육단계에 따라 이상적인 생육환경을 조절한다. 생육환경은 환풍기·천장의 개폐, 관수·시비시스템, CO₂ 연소기, 보일러와 열 파이프의 온도 등을 조작하여 조절된다. 그리고 이들 중에서 예상치 보다 초과하여 문제가 발생 또는 발생하기 이전에 양묘경영자에게 자동경보를 하여 문제를 해결하도록 한 안전시스템이 구축되어 있다.

○ 야외 용기묘 양묘

용기묘 1-0이 충분히 경화되면 이들을 온실에서 야외의 생육시설로 이동한다. 용기묘 1-0은 야외의 광선에 노출되어 있기 때문에 이들 광을 광합성에 활용한다. 야외 시설은 각각의 지면에 열을 공급하는 파이프와 스프링클러와 같은 관수시스템을 갖추고 있다. 그리고 용기를 지지하는 목재의 용기받침대와 운반이 용이한 레일시스템을 갖추고 있다. 양묘장 시설 내의 모든 묘목의 위치를 파악하기 위하여 용기가 이동하면 항상 그 자리를 표시한다. 양묘의 모든 일정이 입력된 바코드를 용기마다 부착하여 핸드 스캐너로 입력하며, 이들 전 과정은 고도로 자동화되어 있다.

○ 모니터링

시설양묘장에서 각각의 묘목은 생육일정에 따라 생육상황이 항상 모니터링 되고 있다. 모니터링은 관수, 온도, 노동력 등을 관찰하는 데에도 아주 중요한 일이다. 예를 들면 종자가 발아한 후에 일주일 간격으로 묘목의 수고를 측정하고, 근원경은 생장 2달 후에 측정하며 그 이후에는 2~4주에 간격으로 측정한다. 묘목의 수확 전 평가는 수확 4주 전에 혹은 2주 전에 실시하는데 수고는 표준자를, 근원경은 캘리퍼를 이용하여 측정한다. 각각의 묘목을 샘플로 채취하고 이들 자료를 컴퓨터에 입력하여 각각 묘목의 생육상황을 그 래프와 궤도로 작성한다.

○ 감독

시설양묘장의 모든 일정을 잘 유지하기 위해서는 감독부서가 운영되며 이

들은 매일 잠재된 문제점을 찾아 해결하다. 감독부서의 주 임무는 시설양묘장의 모든 묘목을 보호하는 일이다. 묘목의 생장에 영향을 줄 수 있는 묘목의 생장경쟁, 환경적 스트레스, 과잉 영양공급 등을 밝혀내고 더 큰 문제가 발생하기 전에 신속하게 해결한다.

○ 해충 관리

야외 노지에서 생육하는 묘목은 항상 해충의 위험에 노출되어 있다. 양묘장의 모든 묘목들에게는 몇 가지 방법으로 지속적인 해충발생 모니터링이 실시되고 있다. 해충발생을 조사하기 위하여 '끈끈이'를 사용하여 묘목에 피해를 주는 곤충을 잡고 그 개체수를 측정한다. 또한 선택적으로 해충을 유인하는 페로몬을 사용하기도 한다. 방제에 있어서는 우선적으로 생물학적 방법을 사용하여 해충을 조절한다. 예를 들면 ladybugs는 진딧물을 제거하는데 매우 효과적이며, 장수말벌을 포함하여 다른 자연의 천적들을 해충을 제거하는데 사용한다.

○ 관수시스템

시설양묘장에서 관수는 복합 컴퓨터 시스템에 의해 운영되며, 각각의 펌프마다 자동조절 밸브가 설치되어 있어 자동으로 작동할 수 있다. 각각의 묘목은 계획된 관수일정에 따라 운영된다.

○ 관수 모니터링

관수가 원활하게 이루어지도록 관수부서는 모든 묘목의 수분 상태를 점검한다. 묘목이 건조하면 용기의 전체 무게는 분명히 더 가벼워지므로 수분 상태는 저울로 용기의 무게를 직접 측정하여 점검한다.

○ 건조 스트레스(경화처리)

건조 스트레스는 식재할 묘목을 준비할 때 일부 수종에 한하여 경화처리 과정으로 실시한다. 이 과정은 묘목을 수확하기 전에 용기를 거의 완벽하게 말리는 것을 말한다. 이러한 과정은 묘목이 양묘장에서 현지에 식재되어 외부의 환경에 피해를 덜 받도록 적응하는 시기라 할 수 있다.

○ 서리 피해로부터 보호

관수시스템의 또 다른 주요 목적은 야외에서 생육하는 묘목에 피해를 주는 서리로부터 보호하는 것이다. 서리 피해가 예상되는 시기(보통 4월의 이른 아침)에는 묘목에 물을 많이 주어 얼음 보호층을 만들게 한다. 이 얼음 보호층은 묘목이 결빙하는 점보다 높은 온도를 유지하게 하여 서리로부터 잎을 보호한다.

○ 암흑처리(blackout)

묘목을 수확하기 전에 묘목을 생육상태에서 휴면상태로 만들기 위하여 암흑처리를 한다. 이러한 과정은 가을의 일장처럼 일장을 단축하는 것을 말하는데 이 결과 묘목의 광합성과 당 생성이 감소한다. 이 과정에 필요한 몇 개의 암막자동시스템이 온실의 벽과 천장에 부착되어 있어 필요에 따라 개폐할 수 있도록 하고 있다. 묘목을 휴면상태로 만드는 또 다른 방법은 묘목의 질소 함유량을 감소하는 것과 온도를 낮추는 것이다. 이 방법은 묘목 수확 및 현지 식재지로 운반할 때 묘목을 보호한다.

○ 묘목 운반

시설양묘장에서 연중 가장 바쁜 시기는 묘목을 수확하기 바로 직전으로 이 시기에 묘목은 암실 안과 밖으로 차례로 이동한다. 이 때 작업의 효율성을 높이기 위하여 묘목을 운반하는 트랙터와 트레일러를 사용할 수 있는 많은 사람을 고용하고 있다.

○ 수확

묘목을 4~14일 동안 암흑처리를 한 후 3~4주가 더 지나면 보통 묘목을 수확할 때가 된다. 일반적으로 묘목을 수확하기 전에 경영상 여러 필수 처리사항이 있는데, 예를 들면 수확량과 수확일을 고객으로부터 받으면 고객 서비스 담당자에게 인증을 받는 것 등이다. 일단 담당자가 수확에 대한 주문을 받으면 담당자는 묘목을 수확할 준비가 됐다는 인증을 받는데 여기에는 재고량과 수확에 대한 이익을 책임질 묘목의 상태 등이 명기된 명세표 등이 포함된다.

○ 묘목 선별

용기는 식재지로 운반하기 전에 묘목을 등급별로 선별하기 위하여 컨베이어 벨트에 옮겨진다. 묘목 선별은 수작업으로 이루어지며, 묘목의 수고, 근원경 및 생육발달 상태를 조사하여 표준규격에 미치지 못한 묘목은 '저급품'으로 제거한다. 묘목의 수고는 표준자를, 근원경은 캘리퍼를 이용하여 측정한다. 만약 묘목이 이들 표준규격에 하나라도 미치지 못하다면 뽑아 버리고 퇴비로 사용한다.

○ 수확 모니터링

묘목의 생장 초기에 실시한 모니터링을 수확기에도 실시한다. 모니터링 견본은 묘목의 등급을 구분한 것 중에서 선발하며 양묘장에서 자체 작성한 표준안에 적합한 등급의 묘목을 선택한다.

○ 포장

포장은 묘목의 상처 및 변형을 방지하기 위하여 실시한다. 묘목의 등급을 구분한 후 이들을 묘목형태에 따라 5~15개로 피라미드 모양으로 쌓은 다음 보호 필름으로 포장되고 봉인한다. 보호필름으로 포장한 묘목 다발은 수송을 하기 위하여 박스로 단단히 포장하며 이때 사용하는 박스 종류는 개폐할 수 있는 플라스틱 박스와 왁스로 코팅한 박스가 있다.

겨울에 수확하는 묘목은 저장기간 동안 탈수를 방지하기 위하여 안감이 폴리에스테르 섬유인 종이백(poly lined kraft paper bags)에 보관한다. 박스는 묘목의 수고에 따라 다양한 종류의 높이를 사용하는데 35.6cm에서부터 91.4cm까지 사용하고 있다.

○ 불합격 묘목 처리와 용기 관리

표준규격에 미치지 못한 묘목들은 처리하는 직원이 정기적으로 공동처리 구역에 옮겨 퇴비로 만들어 사용한다. 용기는 재사용하는데 용기에서 묘목을 뽑은 후에 먼지와 부스러기 같은 남은 찌꺼기들을 기계로 제거·청소한다. 용기는 재사용할 때까지 잘 보관되며, 다시 사용할 때 혹시 남아있을지 모르는 병원균을 제거하기 위하여 증기로 소독하여 사용한다. 용기를 잘 관리하

면 몇 년 동안 사용한다.

○ 냉동 저장

여름에 수확하여 식재하는 묘목은 용기에서 묘목을 뽑고 식재지로 이동하여 며칠 안에 현지에 식재한다. 그러나 묘목이 겨울에 수확되면 봄이 될 때까지 섭씨 영하 2℃의 저온에서 보관한다. 봄이 되어 식재할 시에는 묘목을 해동시키게 되는데 이때 보통 6~8일 정도 소요된다. 묘목을 해동시킨 후에는 묘목이 해동된 비율과 활력을 모니터링 한다. 만일 묘목을 여름과 가을에 현지에 식재하는 경우에는 냉동저장에 소요되는 비용을 줄 일 수 있으며 보통 냉동저장하는 비용은 봄에 출하하는 묘목가격의 10% 정도를 차지한다.

○ 선적 과정

묘목은 보통 3명이 한 조가 되어 냉장트럭에 선적한다. 한 명은 냉동저장고에서 지게차를 이용하여 묘목 박스가 담겨있는 팔레트를 가져온다. 나머지 2명이 냉장트럭에 박스를 선적하며 여름에 출하할 때에는 냉장실의 온도를 항상 8℃로 유지한다.

○ 출하 준비

시설양묘 선적장은 묘목을 신속하고 효율적으로 선적하기 위하여 수확시설과 냉동저장고 사이에 위치하고 있다. 여름에 수송하는 모든 묘목은 이곳을 떠나 며칠 안에 현지 식재지에 바로 도착한다. 겨울에 수송하는 묘목은 일반적으로 냉동시설이 갖춰진 트럭으로 배달된다.

3) 미국 남부지역

미국 남부지역에서 2005년~2006년의 묘목생산량은 총 1,045,664천본이며, 이 중에서 용기묘 생산은 42,316천본으로 총 묘목생산량의 4.1%를 차지한다 (표 3-11, 3-12). 미국 남부지역에서는 일반적으로 노지양묘를 실시하고 있으며, 그 이유는 전통적인 노지양묘장이 묘포 상만들기, 묘포 토양훈증, 종자파종, 묘목 식재 및 이식, 묘목 굴취 등의 양묘작업이 고도로 기계화 되어있기

때문이다.

용기묘 대상수종 중에서 가장 많이 생산된 수종은 침엽수인 longleaf pine (대왕소나무, *Pinus palustris* Mill.) 이었으며, 용기묘 생산량이 23,217천본으로 longleaf pine 묘목생산량의 70%를 차지하고 있었다. 전체적으로 수종별로 용기묘 생산비율의 편차가 심한 것으로 보아 선택적으로 시설양묘에 적합한 대상수종을 선정하는 것으로 추정된다.

미국 남부지역의 소나무류 중에서 longleaf pine는 목재 질과 미가 뛰어나고 내화성, 내충성, 내병성이 있어 매우 중요한 조림수종으로 여겨지고 있다. 또한 잎이 길고 부드러워 관상수종으로서 가치도 높다. 이와 같이 미국 남부 지역에서 용기묘로 가장 많이 생산되는 longleaf pine의 시설양묘기술을 살펴보는 것도 의미가 있을 것이다.

표 3-11. 미국 남부지역의 노지묘와 용기묘 생산본수(2005년~2006년)

수 종		묘목형태별 생산량			
		소 계	노 지 묘 (1,000본)	용 기 묘	
				(1,000본)	비율(%)
합 계		1,045,664	1,003,348	42,316	4.0
침엽수	Bald cypress	3,823	3,196	627	16.4
	Fraser fir	1,720	1,500	220	12.8
	Loblolly pine	825,459	816,041	9,418	1.1
	Longleaf pine	33,184	9,967	23,217	70.0
	Sand pine	3,110	2,047	1,063	34.2
	Shortleaf pine	2,325	2,155	170	7.3
	Slash pine	125,884	124,444	1,440	1.1
	Virginia pine	1,527	1,414	113	7.4
	White pine	3,768	3,768		0.0
	소 계	1,000,800	964,532	36,268	3.6
활엽수	Cottonwood	158	157	1	0.6
	Dogwood	1,969	648	1,321	67.1
	Green ash	2,422	1,980	442	6.5
	Oak	25,093	23,465	1,628	0.4
	Pecan	564	562	2	55.6
	Sweetgum	1,341	596	745	48.5
	Sycamore	870	448	422	48.5
	Yellow-poplar	526	525	1	0.2
	기 타	11,921	10,435	1,486	12.5
	소 계	44,866	38,816	6,050	13.5

표 3-12. 남부지역의 주별 용기묘 생산본수(2005년~2006년, 단위; 천본)

침엽수	Bald cypress	Fraser fir	Loblolly pine	Longleaf pine	Sand pine	Shortleaf pine	Slash pine	Virginia pine	계	비율 (%)
Alabama	2		3,101	3,856		170	40	110	7,279	20
Arkansas			75						75	0
Florida				3,349	13		60		3,422	9
Georgia	100		2,750	8,226	1,050		1,340		13,466	37
Louisiana				400					400	1
Mississippi				494					494	1
North Carolina		220	3,466	4,640					8,326	23
Oklahoma			24					3	27	0
South Carolina	519		1	1,140					1,660	5
Tennessee									0	0
Texas	6		1	1,012					1,019	3
Virginia				100					100	0
소계	627	220	9,418	23,217	1,063	170	1,440	113	36,268	
활엽수	Dogwood	Green ash	Oak	Pecan	Sweet gum	Sycamore	Yellow-poplar	기타	계	비율 (%)
Alabama	1	2	8				1	10	22	1
Arkansas										
Florida								1,036	1,036	17
Georgia	10		350	5	100	10		200	675	11
Louisiana										
Mississippi										
North Carolina		2						10	12	1
Oklahoma										
South Carolina								30	30	1
Tennessee										
Texas			50	2	1	1		201	255	4
Virginia	1,310	440	1,220		640	410			4,020	66
소계	1,321	444	1,628	7	741	421	1	1,487	6,050	
합계	1,948	664	11,046	23,224	1,804	591	1,441	1,600	42,318	

가) Longleaf Pine 용기묘 생산

(1) 시설

○ 온실종류

Longleaf pine 용기묘가 생육하는 온실은 단순한 온실에서 복잡한 구조의 유리온실까지 다양하다. Longleaf pine은 특별한 설비를 설치하지 않은 노지에서 또는 최소한 시설을 갖춘 야외생육온실에서도 양묘되고 있다. 대다수 연구에서 longleaf pine은 햇빛이 들어오는 비음온실에서 보다 좋은 생육을 나타낸다고 보고되고 있다.

○ 보호덮개

강한 빗물은 새로 발아하는 종자의 유근 발달에 장애를 주어 비이상적인 후크(hook)를 만드는 원인을 제공할 수도 있다. 단순한 골조시설에 걸친 30% 차광망은 이러한 위험을 크게 감소시키지만 이 차광망은 종자의 발아가 완전히 이루어지면 바로 제거해야 한다. 만약 온실보호물이 묘목이 겨울동안 월동하는데 적합하지 않으면, 폴리에틸렌 또는 다른 보호덮개를 건조한 강한 바람과 기온이 영하 이하로 내려갈 때 묘목을 보호하는데 사용할 필요가 있다.

○ 관수시스템

적정한 관수시스템은 용기묘를 생산하는데 꼭 필요하다. 이 시스템은 물을 골고루 제공할 뿐만 아니라 규정된 영양소와 살균제도 제공할 수 있으며 일반적으로 지상형 스프링클러가 유용하다.

(2) 필수 재료

○ 용기 선정

생육공간에서 한 가지 형태의 적정 용기를 사용하는 것은 수종 또는 용기 종류에 따라 묘목의 발달이 다르기 때문인데, 즉 적용하는 재배기술이 생육

면적 및 생육단계에 따라 각각 다르게 실시해야 하기 때문이다. 예를 들면, 특히 관수의 경우가 그러하다. 아주 우량한 묘목은 그 수종과 목적에 맞는 적절한 용기에서 생산될 수 있다. 용기는 Ray Leach Single Cell, Styrofoam block, Roottrainer를 사용한다.

Ray Leach Single Cell은 소규모로 양묘하는데 있어서는 적절한 용기인데, 그 이유는 빈 개개의 구들을 제거 또는 이동시킬 수 있고 묘목이 자라는 셀들로 수고에 따라 새로 편성할 수 있기 때문이다. 그러나 용기를 운반하는데 있어 만약 용기를 뒤집어지면 개개의 용기들이 떨어지기 때문에 주의하여 사용하여야 한다.

Styrofoam block은 비교적 저렴하지만 취급하는데 있어 용기가 쉽게 손상된다. 또한 묘목의 생육기간이 연장되면 뿌리가 styrofoam을 관통하기 시작하여 묘목을 용기에서 빼내는 어려움이 있다.

Roottrainer는 내구력이 있고 취급이 편하기 때문에 대규모 양묘를 실행하는데 적당하지만 상대적으로 고가이다. 또한 반드시 용기 아래에서 공기가 원활하게 통하여야 뿌리가 건전하게 발달할 수 있다.

○ 생육상토 선정

생육상토는 피트모스, 혼합된 유기물질, 톱밥, 수피, 버미큘라이트 및 펄라이트와 같은 재료들을 사용하고 있다. 스페그넘 피트모스와 원예용 버미큘라이트 2등급을 동량으로 혼합한 생육상토가 이 지역에서 안정적으로 좋은 묘목을 생산하게 하고 있다. 이 혼합물은 생리적, 화학적 및 생물학적으로 수분흡수능력, 산소공급, 높은 양이온치환능력을 가진다. 피트모스와 버미큘라이트의 질이 다양하기 때문에, 피트모스는 큰 나뭇가지 등을 제거하기 위하여 체를 쳐 골라내며, 버미큘라이트는 굵기에 따라 등급이 정해져 있다. 고운 버미큘라이트 등급은 용기의 생육상토를 뽁뽁하게 만들어 용기 내의 공기 공급을 떨어뜨리고 수분배출을 억제하기도 한다.

우량한 묘목은 다른 혼합물 특히, 펄라이트를 첨가한 생육상토를 사용하여 생산할 수 있는데 소량의 펄라이트는 증발산이 낮은 축축한 봄철에 용기 내 공기공급과 수분배출을 향상시킬 수 있다. 양묘경영자는 관수와 시비처럼 양묘실행에 따라 대처할 수 있는 혼합된 생육상토의 특성을 반드시 인지하여

야 한다.

양묘경영자는 상업용 생육상토를 구입하거나 양묘장에서 생육상토를 혼합하여 사용하고 있다. 여러 종류의 상업용 혼합 상토들은 원예용으로 사용되도록 설계되었으며 pH가 약 6.0으로 침엽수에 사용하기에는 다소 높은 산도이다. 따라서 상업용 생육상토를 사용하려고 하면 재배자는 구성성분과 생육상토의 pH를 상세히 알아야 한다. 상토를 혼합할 때 pH가 높은 물을 사용하는 경우 상토의 pH는 약 4.5~5.0이 적당한데 혼합 후 생육상토의 pH는 적정 산도인 5.0~5.5로 증가한다.

○ 생육상토 혼합

대량의 생육상토가 필요하다면 그 지역 제품의 혼합 상토를 권장한다. 그 이유는 질석 미립자가 종종 포장, 선적, 운반 과정에서 분쇄가 되거나 치밀해지기 때문이다. 대량 상토의 혼합은 도구를 사용하거나 콘크리트 혼합기처럼 혼합장치가 특별히 설계된 혼합기를 이용하여 정해진 혼합과정의 규정에 의하여 대규모로 상토를 혼합하여 사용하고 있다. 이 생육상토 혼합설비는 다음 세 가지 중요한 이유에 의하여 추천되고 있다. 첫째, 이들은 짧은 시간에 생육상토를 혼합한다(질석이 분쇄되는 것을 방지하기 위하여 혼합시간은 2분을 초과할 수 없음). 둘째, 석회를 활용하여 pH를 조정하는 것과 같이, 상토를 혼합하면서 pH 교정을 손쉽게 한다. 셋째, 혼합하는 동안에 물을 첨가할 수 있다. 물을 첨가하면서 먼지발생을 감소시키고 생육상토를 축축하게 하여 용기에 상토를 보다 손쉽게 채울 수 있도록 한다. 생육상토는 손으로 째 쥐었을 때 물이 떨어지지 않고 그 형태를 유지하여야 한다. 만약 생육상토가 물에 너무 많이 젖어 있으면 상토를 용기에 채우는 과정에 너무 째 채워지게 된다. 그리고 생육상토가 너무 건조하면 적당하게 상토가 채워지지 않고 다공성이 되어 관수가 어렵게 된다.

○ 생육상토를 용기에 채우기

인력 또는 기계설비로 용기에 생육상토를 채우고 있는데, 생육상토는 진동 또는 흔들리게 되면서 약간 덜 채워지게 되므로 용기에 채워지는 생육상토의 양 20%를 첨가하여 째 채워지도록 한다. 상토는 용기는 반드시 완벽하게

채워져야 하고 초과하여 담은 상토는 솔질하여 제거한다. 그리고 용기의 맨 위에서 아래로 약 1.27cm 정도에 있는 상토는 종자를 파종 및 관수를 위하여 없애도록 한다.

○ 종자 선정

종자품질규격에 의거하여 품질이 좋은 종자가 용기양묘에 반드시 사용되어야 한다.

(3) 용기양묘기술

○ 생육일정

Longleaf pine의 이상적인 생육일정은 생태·경제적인 관점에서 종자 파종은 봄에, 생육은 여름 동안, 경화는 묘목이 가을에 자연적으로 이루어지도록 하며, 늦가을에서 겨울 초에 현지에 식재하도록 한다. 이 일정은 유리온실과 같은 정교한 온실이 아닌 곳에서도 실행이 가능하여 자연의 풍부한 햇빛을 이용하고 자연적으로 경화가 이루어지도록 한 것이다. Longleaf pine의 최상의 생육일정은 양묘장의 위치에 따라 다양하지만 일반적으로 다음과 같다.

- 준 비 기 : 4월 중순 ~ 5월
- 발 아 기 : 5월
- 유 령 기 : 6월
- 빠른 생육기 : 6월 중순 ~ 9월
- 경 화 기 : 9월 중순 ~ 포장 및 운반

○ 종자파종

생육과정에 있어 모든 용기의 구마다 묘목이 생육하고 있거나 또는 비어 있거나 양묘비용은 동일하게 소요되기 때문에 가능한 구마다 활력이 좋은 묘목 하나가 생육되도록 한다. 종자파종은 반드시 현재의 종자발아 테스트 결과에 근거한다. 사용된 종자의 효율이 70~80% 범위이면 2개의 종자를 한 구에 파종하여야 한다. 그리고 종자가 발아하여 종피가 벗어지기 전에 유묘

가 구마다 하나가 되도록 간인한다. 종자파종방법에 관계없이 종자를 많이 파종한 후 간인하는 것보다 차라리 발아한 종자를 이식하는 것을 택할 때도 있다.

○ 준 비 기

용기의 구마다 한 개의 종자를 파종하는 것은 비록 종자의 효율이 낮을 지라도 최상의 선택이 될 수 있다. 이러한 상황은 종자가 부적절하게 공급될 때 발생하며, longleaf pine에서 종종 발생한다. 다른 상황은 인부가 부적절한 간인과 이식작업을 할 때 발생한다. 그러나 묘목이 생육하지 않고 비어있는 구들은 반드시 간인에 소요되는 비용에 대비하여 경제적으로 평가하여야 한다.

양묘규모에 따라 사람이 직접파종을 하는지, 간단한 종자파종기를 사용하여 파종을 하는지, 또는 정밀한 종자파종기계를 사용할 것인지를 결정한다. 기계로 된 종자파종기를 사용할 때, 용기는 규정된 종자비율이 파종되었는지를 확인할 수 있게 반드시 육안으로 조사하여야 한다. 다소의 경우에 있어서 손으로 확실하게 인력파종하는 것이 필요할 때도 있다.

종자복토는 용기에 상토를 채우고 종자를 파종한 후에 대다수 밝은 색의 상토 또는 질석으로 얇게 덮는다. 특히, 질석은 공극이 커서 햇빛이 보다 종자에까지 비출 수 있기 때문에 좋은 재료이다. 복토물은 종자 주위를 둘러싸고 있어 수분보유력을 향상시키므로 종자가 보다 빠르게 발아하도록 한다. 종자를 복토할 때 반드시 3.2mm 보다 얇게 덮어야 한다. 두껍게 복토를 하면 종자의 발아가 늦어지고 모잘록병을 비롯하여 다른 병들의 발생이 증가하기 때문이다.

○ 발 아 기

종자가 발아하는 동안에 온도와 수분을 조절하는 일은 매우 중요하다. Longleaf pine 종자는 다른 남부 소나무류 보다 낮은 온도일 때 발아율이 높다. 발아하는 동안에는 21℃ 내외를 유지하는 것이 좋으며, 허용온도 범위는 15.5~26.7℃이다. 따라서 양묘는 일반적으로 이 온도범위에 근접하는 4월 또는 5월초에 시작하여야 한다.

과중 용기는 반드시 생육상토 표면이 습기를 유지하도록 자주 관수하여야 한다. 그러나 과다하게 관수하여 종자의 발아를 저해하거나 병의 발생을 촉진하는 문제가 일어나지 않도록 주의한다. 전통적인 관수시스템은 매일 30분마다 30~40초 미스트 관수한다. 관수주기는 묘목의 생육단계에 따라 그 시스템이 각각 다르게 운영된다. 종자가 완전히 발아하면 자주 실시하는 관수는 중단한다. 이때 차광망을 제거하고 관수를 보다 적게 실시한다.

살균제 처리는 발아시기에 가능한 한 빠르게 실시하여 모잘록병 발생을 억제하고 다른 병원균의 발달을 억제시켜야 한다. 일반적으로 시행하는 살균제 처리 방법은 다음과 같다.

- 살균제 : 베노밀 50 WP(Fungicide-benomyl 50 WP)
- 비 율 : 생육상토를 완전히 젖게 함
- 시 간 : 발아시기부터 10월 1일까지 2주에 한번 계속 실시함

○ 유 령 기

Longleaf pine은 그늘에서는 생육이 민감하게 저하되기 때문에 생육 및 경화기 동안에는 반드시 햇빛이 충분하게 비춰지도록 한다. 종자가 발아한 후 일주일 동안에 지상부 생장은 미미하지만 뿌리는 상대적으로 빠르게 성장한다. 따라서 간인 또는 이식이 이 시기에 빨리 이루어져야 한다. 또한 일반적으로 권고하는 것은 아니지만 이식은 유근이 약 5.1cm 이상 자라기 전에 실시하는 것이 좋다. 잘라진 유근은 묘목의 발달을 늦어지게 하여 보다 작은 묘목으로 자라게 되기 때문에 상처를 받지 않은 다른 묘목과 경쟁에 불리할 수밖에 없다. 간인은 유묘의 주근에서 새로운 측근이 발생하기 전인 종피가 떨어지기 전에 반드시 실시하여야 한다. 그리고 지효성 비료를 사용하지 않으면 묘목의 시비는 발아가 시작한 후부터 빠르게 실시한다. 다음과 같은 시비시스템이 우량한 longleaf pine 용기묘 생산에 활용되고 있다.

- 비 료 : NPK 15-16-17
- 비 율 : 350 p/m (질소기준)
- 시 간 : 필요할 때 실시

- 방 법 : 관수시스템을 통하여 실시

시비시기는 묘목의 발달에 따라 정한다. 매주 실시하는 관수는 묘목의 근원경생장을 최대로 발달시키나 시비를 실시할 때는 날씨의 조건에 따라 변화를 주기도 한다.

이른 아침에 관수를 하면 묘목이 오후에 건조하기 때문에 균들의 생장을 줄일 수 있어 좋으며 관수는 많은 물이 용기의 구 전체가 흠뻑 젖도록 실시한다. 그 이유는 가장자리에 위치한 용기는 중심부를 향해 있는 것보다 건조가 빠르게 일어나 생장에 더디게 하기 때문이다. 가장자리에 위치한 용기는 관수를 추가할 필요가 있어 일반적으로 정기적인 인력관수를 실시한다. 유령기에서의 관수조절은 중요하며 이를 위하여 매일 세심한 관찰이 필요하다. 발아기 또는 유령기의 후기동안에 때로는 용기 내에 잡초가 발생하여 문제될 수도 있다. 잡초종자는 다소의 피트모스에서 섞여 있었거나, 바람에 실려 오거나 또는 못 또는 강에서 물을 공급받아 관수하는 시스템에 의해서도 번질 수 있다. 만약 잡초가 수확물 전체에 걸쳐 퍼진다면 제초제를 사용하여야 할 것이다.

제초제로는 침엽수 묘상과 용기묘에서 풀과 활엽 잡초를 광범위하게 조절하는 광범위 GOAL 1.6F(oxyfluorfen)를 1ℓ 당 3ml를 사용한다. 그러나 종자가 발아하는 동안에는 묘목이 연약하기 때문에 제초제 사용은 막대한 피해를 끼칠 수 있으므로 사용을 자제하여야 한다. 묘목의 생육기간 동안 물게 희석한 제초제는 완전히 잡초를 제거하기 위해서 일주일 간격으로 연속적으로 살포할 수도 있다. 또한 묘목들은 다른 해충에 의한 피해가 없는지 반드시 주의 깊게 관찰하여야 한다. 묘목의 뿌리를 잘라먹는 벌레, 균류, 곤충 및 개미 등을 포함한 병충해에 의한 피해가 발생할 수 있다. 디아조화합물을 규정에 의한 농도로 실시를 하면 대다수의 이들 해충을 해결할 수 있다. 묘목의 뿌리병과 같은 병이 발생한다면 전문가가 권장하는 규범에 따라 실행하여야 한다.

○ 빠른 생육기

이 시기는 잎이 빠르게 성장하면서 시작된다. 빠른 생육기의 시작은 잎과

줄기 모두가 건강하게 발달하면서 결정된다. 이 기간에 묘목이 병, 무기영양소 결핍 또는 수분 결핍에 따른 스트레스의 징후가 나타나는지 면밀하게 관찰하여야 한다.

만약 묘목의 생장이 늦거나 질소 결핍이 관찰되었다면, NPK 20-10-20 시비를 약간 실시한다. 특히 질소가 많은 NPK 20-10-20 비료와 같은 고비율의 시비에 의해 잎들이 타들어가는 것을 방지하기 위하여 시비를 한 후에 반드시 세척을 하여야 한다. 따라서 시비 비율은 longleaf pine의 잎 상태를 보고 결정하여야 한다. 그리고 만약 잎이 묘목 주위를 둘러싸고 눕기 시작할 경우에는, 이미 균일한 생장이 어렵고 병이 발생되기 때문에 잎들을 가위질하여 자르기 것을 권장하고 있다. 이때에도 너무 많은 잎들을 자르는 것은 생장의 감소를 유발할 수 있으므로 주의하여야 한다. 잎은 21.24cm 보다 짧게 자르며, 잎 자르기는 균의 발달을 최소화 한다.

빠른 생육기 후반에는 묘목이 보다 커지기 시작하면서 더 많은 물이 필요하다. 보다 많은 물 사용량은 일반적으로 여름철 더위와 연관되어 있으며 건조한 기후 기간에는 관수횟수를 증가시켜야 하며 관수시간도 늘려주어야 한다. 관수는 용기를 흠뻑 적시도록 한다.

○ 경 화 기

경화단계는 묘목의 근원경이 생육 목표에 가까이 다가왔을 때, 또는 일장과 온도가 생장을 억제할 때에 실시한다. 이 시기에 묘목은 필요한 수분이 줄어들게 되어 수분스트레스를 받게 되는데 묘목이 위조점에 가까이까지 건조하지 않도록 생육상토의 수분조절을 주의 깊게 하도록 한다. 경화기에는 시비할 필요가 없으며 현지식재를 위하여 수송하기 직전에 운반이 용이하도록 용기를 가까운 넓은 평지로 옮긴다.

○ 묘목 분리, 저장 및 운반

양묘경영자는 용기에서 묘목을 분리하거나 묘목이 들어있는 용기를 현지식재지까지 수송하여 현장에서 묘목을 분리하여야 한다. 양묘장에서 분리된 묘목은 수송 부피를 감소시킬 수 있으며 고가인 용기의 손실과 피해를 감소시키고 이를 재사용함으로써 생산단가를 절약할 수 있다. 묘목을 분리하는

동안에 뿌리발달이 열악한 묘목을 제거하여야 하며, 저장 및 수송을 편리하게 하기 위하여 묘목을 반드시 골판지 박스에 포장하여야 한다.

또한 묘목은 수송하기 전까지 양묘장 용기에서 유지될 수 있다. 묘목을 담아두는 박스는 묘목을 적정하게 쌓아놓아도 견딜 수 있게 설계되어야 한다. 그리고 트럭 또는 기차에 수송하기 편하도록 선반이 필요할 수도 있다. 이들 박스는 식재현장에서 묘목을 분배하기 쉽도록 사용될 수 있다.

○ 식 재

용기묘는 다소 용적이 크고 중량이 무거움에도 불구하고 묘목의 뿌리시스템이 균일한 형태를 지니므로 인력 또는 기계로 식재하기 편리하다. Longleaf pine의 식재 깊이에 관한 논란은 많지만 묘목의 잎 끝에 있는 눈이 토양 속에 묻히지 않도록 토양 표면에 위치하여야 한다. 용기 뿌리형태의 식재기구는 식재 시 너무 깊이 식재되는 것을 방지할 수 있어 좋다.

용기묘는 대부분 활착률이 매우 좋기 때문에 식재시기를 확대할 수 있다. 일반적으로 가을에 묘목을 식재하는 것이 토양이 수분을 적당하게 함유하고 있기 때문에 좋은 활착률을 보인다. 또한 겨울동안에도 묘목의 뿌리시스템이 토양내로 안정적으로 잘 형성되므로 봄철에 잡초와의 경쟁하는 기간을 단축할 수 있다.

4) 이스라엘

이스라엘에서의 조림은 강우량이 남쪽에서 북쪽까지 년 강우량이 200~650 mm 밖에 되지 않는 열악한 토양을 지닌 불모지에서 실시되고 있다. 따라서 건조하고 척박한 지역에 식재하는 묘목의 품질은 매우 중요하게 다루어지고 있다. 이스라엘에 식재되는 모든 묘목은 3개의 국영양묘장에서 생산되고 있다. 매년 약 30수종 3백만본이 생산되고 있으며 그 중 침엽수가 54%를 차지하고 있다. 국영양묘장에서는 지난 10년간 묘목의 품질을 향상시키기 위하여 노력을 끊임없이 하고 있다. 이스라엘에서의 묘목생산은 대부분 시설양묘에 의해 이루어지고 있으며 그들의 용기묘 생산과정은 매우 잘 정리되어 소개되고 있다.

종자발아는 환경조절이 되는 발아실에서 발아를 촉진시키고 있으며 발아 유묘를 생육할 용기에 이식하여 재배하고 있다. 침엽수종에 사용하는 용기의 용적은 240ml이며 주로 Quickpot를 사용하고 있다. 반면에 활엽수종은 330~600ml의 Quickpot에서 양묘를 한다. 이들 용기는 뿌리의 세근발달을 촉진시키기 위하여 공기단근효과를 유도하도록 설계되어 있다. 생육상토는 피트모스와 펄라이트를 7:3으로 혼합하여 사용하고 생육환경 조절과 관리에 필요한 모든 시스템은 컴퓨터로 제어된다. 시비시스템은 필요에 따라 관수시스템을 활용하고 있다. 현재 이스라엘의 양묘에 대한 연구는 열악한 환경에서 보다 활착 및 생장을 향상시키기 위하여 식재시기 구멍, 묘목 경화처리, 흡습제와 균근 사용에 초점을 맞추고 있다.

5) 멕시코

멕시코의 인구는 거의 9천만 명으로 세계에서 8번째로 인구가 조밀한 국가로 1980년 이래 매년 산림의 약 1%인 6십8만ha가 벌채로 사라지고 있어 환경 재해의 우려가 예상되는 나라이다. 북아메리카 남부에 삼각형 모양으로 자리잡은 멕시코는 북쪽에서 남쪽까지 3,000km 넘게 뻗어 있다. 지형과 기후는 거친 사막인 북쪽에서 열대우림인 남쪽에 이르기까지 변화가 심한 국가이다.

멕시코는 임업선진국은 아니지만 국유양묘장에 의해 대부분의 조림 묘목이 생산·공급되고 있으며 아직 사유양묘장은 설립되어 있지 않다. 멕시코의 대부분의 묘목은 시설양묘에 의하여 생산되는 운영시스템이다. 묘상에 종자를 파종한 후 발아된 유묘를 polybag 용기에 이식하는 독특한 양묘시스템을 구축하고 있다. 이와 같은 시설양묘 시스템은 세계적으로 따뜻한 온대남부와 열대지방에서 주로 이루어지고 있다.

따라서 총 묘목생산량의 약 80%에 해당하는 묘목이 polybag으로 양묘되고 있는데 polybag의 크기 및 배수형태는 양묘장 마다 다양한 형태의 용기를 사용하고 있다. 이 용기의 크기는 양묘장의 특성과 조림 방법에 의하여 결정되며 직경은 대체로 4.5~12cm, 높이는 15~35cm이다. 가장 일반적인 polybag의 크기는 직경 5.7cm 높이 25cm이다.

멕시코에서는 450개 이상의 양묘장에서 매년 약 5억 본의 묘목이 생산되고 있다. 이들 양묘장 중 연방·주립양묘장이 87%이며 13% 정도가 기업양묘장이지만 사유양묘장은 존재하지 않는다. 대다수의 묘목은 소비자에게 판매하지 않으며 생산된 묘목은 산림기관 또는 단체에 기부하며 때로는 제공한 기관의 요구에 의한 봉사차원으로 직접 묘목을 식재하기도 한다. 따라서 무료로 기부된 묘목은 산림단체의 자원봉사자가 현지에 식재하기 때문에 묘목의 생존율이 낮은 원인으로 나타나기도 한다.

6) 중국의 중국남부 양묘연구소 양묘장

중국은 아직까지 산림시설양묘가 전반적으로 발전되지 않았지만, 중국 산림에 있어 매우 중요한 지역인 광둥성 남부지역 잔지안(Zhanjiang City, Guangdong Province)을 중심으로 시설양묘가 매우 발달해 있다.

잔지안은 위치적으로 동경 109°31'~110°55', 북위 20°12'~21°35'이며, 연강수량은 1,417~1,802mm, 연평균온도는 22.8~23.5℃이다. 기후는 북부열대 또는 남부아열대기후이다. 산림면적은 304,716ha로 이 지역 산림의 23.4%를 차지하며, 이중 유칼리투스(Eucalyptus)가 169,611.1ha로 산림면적의 55.6%를 차지하고 있다. 유칼리투스는 매우 주요한 산림수종으로 목재, 칩, 합판, MDF 등으로 이용되고 있으며, 지역경제에 미치는 영향이 매우 크기 때문에 연간 3억 8천만 본의 유칼리투스 삼목묘가 생산되고 있다.

시설양묘는 1987년에 중국 유칼리투스 연구센터(China Eucalyptus Research Centre/South)를 설치하면서 시작되었으며, 1999년에 중국남부 양묘연구소(South Chinese Experiment Nursery; SCEN)를 설치하면서 본격적인 대량생산이 이루어졌다. 특히 중국남부 양묘연구소 양묘장은 현대적인 첨단시설양묘장에서 매년 5천만 본의 용기묘를 생산하고 있으며, 이중에서 유칼리투스 용기묘는 4천만 본이 생산되고 있다. 유칼리투스 용기묘는 기내배양(또는 삼목)을 활용하여 상업적으로 생산하여 현지 조림지에 공급하고 있다(그림 3-11).

중국남부 양묘연구소 양묘장에서는 전근대적인 유칼리투스 노지생산을 현대적인 생산시스템으로 전환시켰다. 초기에는 시설양묘 선진 국가인 스웨덴,

프랑스, 핀란드에서 뛰어난 시설양묘기술과 뛰어난 시설 및 장비를 도입하여 활용하였다. 최근에는 현지 여건과 환경에 적합한 시설양묘 생산시스템을 개발하여 구축하고 있다. 주요 시설로는 첨단시설의 유리온실 5동(12,800m²), 차광하우스 12동(20,000m²), 자동종자파종시스템(500m²), 생육상토 제조장(1,000m²), 연간 5천만 본 생산이 가능한 유칼리투스 채수포 5ha 등 이다.



그림 3-11. 중국남부 양묘연구소 양묘장
(South Chinese Experiment Nursery; SCEN)

7) 일본

우리나라와 인접하고 기후가 유사하고 야외생육시설에서 수목을 재배하는 일본의 오오시마 녹지(난대수종 시설양묘장)에 관하여 조사하였다. 일본의 난대수종 시설양묘장은 야외생육시설에서 양묘를 실시하고 있으며, 양묘는 주로 수고 1.5m 이하에서 이루어지고 있다. 건설성에서도 수고 1.5m 이하에서는 규격을 결정하고 이를 기준으로 하여 수목을 생산·유통하고 있다. 따라서 우리나라에서 실시하고 있는 용기대묘와 수종이 다를 뿐 생산시스템은 유사한 점이 많다고 판단되며, 일본의 야외생육시설재배 시스템의 도입도 가치가 있다고 생각한다.

오오시마 녹지는 치바현 수목생산단지(야치마타지구)에 위치하고 있으며, 면적은 5ha이다. 전형적인 난대수종 시설양묘장으로 볼 수 있다(그림 3-12). 양묘 대상수종은 홍가시나무, 측백나무류, 철쭉류, 단풍철쭉 등 도시녹화형 수종이 주류를 이루고 있으며, 홍가시나무, 측백나무류, 철쭉류를 제외하고는

소품종 다량생산하고 있다.

시설양묘 생산체계는 대상수종별로 삼목 또는 종자번식을 비닐온실 내 용기에서 실시하여 유묘 삼목묘 1년생을 생산하며, 이를 보다 큰 용적의 용기에 이식하여 야외시설온실에서 약 3~4년간 양묘를 실시하고 있다.

수목의 유통체계는 수목의 수고 1.5m 정도에서 주변 홈센타 등에 직거래로 판매하고 있다. 일본에서 수고 1.5m 이하의 시설양묘로 재배된 수목은 건설성에서 정한 규격기준이 확립되어서 규격품으로 생산·유통되고 있으며, 재배경험도 많고 각종 연구도 많이 진행되어 있어 노지생산 수목과 비교하여 가격 경쟁력을 가지고 있다.



홍가시나무 용기삼목묘



홍가시나무 용기삼목-용기 이식묘



홍가시나무 컨테이너 재배



컨테이너 재배수목 운반

그림 3-12. 오오시마 녹지(홍가시나무 컨테이너 생산 및 운반체계)

2. 한국형 시설양묘장 구축방안

시설양묘는 온실 내에서 용기에 종자를 파종한 후 묘목이 건전하게 생육할 수 있는 환경을 조절하여 단기간에 묘목을 생산하는 양묘방법을 말하며, 시설양묘에는 온실 등과 같은 시설과 용기가 필요하다.

우리나라에서 본격적으로 시설양묘장을 구축한 것은 동해안지역 대형산불로 훼손된 소나무림을 복구하기 위하여 1998년과 2000년도에 국유양묘장을 중심으로 자동화된 유리온실을 설치하면서 시작되었다. 시설양묘 초기에는 농촌진흥청에서 개발·보급하는 시설농업 및 원예분야용 시설 및 자재(온실, 종자자동파종기, 상토자동충전시스템)를 도입하여 사용하였다. 현재까지 시설양묘 연구는 주로 대상수종, 생장 및 생육환경조절기술, 용기 개발에 주력하였으며, 최근 시설양묘가 본격적으로 활성화되기 시작하면 시설양묘장에 필요한 각종 시설과 자재에 대한 개발에 대한 연구가 실행되고 있다.

이에 우리나라 시설양묘의 발전을 위해서는 반드시 필요한 시설분야에 대한 기초 정보를 축적, 현장에 적용시킬 수 있어야만 산업화 및 선진화가 진행될 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 임업시설양묘에 적합한 한국형 시설양묘장을 구축하는데 필요한 시설과 자재의 특징 및 특성을 분석하여 우리나라의 경제를 비롯한 여러 현실 및 환경조건에 적합한 전천후 한국형 시설양묘장 구축 방안을 제시하고자 한다.

가. 한국형 시설양묘장 구축을 위한 적정 기본 시설 및 자재

시설양묘를 합리적으로 운영하려면 시설온실의 건축과 온실 내 생육환경 조절, 관리 및 경영면에서 면밀한 검토가 필요하다. 만약 시설온실 설계 또는 건축이 잘못되면 많은 생산비뿐만 아니라 시설양묘가 자체가 불안정하여 막대한 경제적인 불이익을 가져올 수 있다.

시설양묘 생산기반인 온실 및 이에 필요한 소요시설을 우선적으로 설치하여야 한다. 그리고 시설양묘는 일반적으로 제한된 용적의 용기에서 양묘하기 때문에 세심한 관수, 시비 및 온도제어가 요구되기 때문에 생산기반을 조성할 때 이를 잘 반영하여 설치하여야 한다. 또한 양묘자의 노동력을 최대한

줄일 수 있는 방안으로 시설물들을 설치하여야 한다.

1) 온실형태

시설양묘 온실구조는 단순한 차광온실에서 시작하여 정교하게 생육환경을 조절할 수 있는 유리온실로 변화되어 왔다. 온실형태는 경영목적에 따라 달리 결정되며, 온실을 신축하는데 있어서는 생태적·기후적·경제적 운영 인자도 고려하여 결정되고 있다.

가) 외국의 생육환경조절에 따른 온실형태

현재 시설양묘는 묘목의 생육환경조절 정도에 따라 전자동 환경제어온실, 반자동 환경제어온실, 최소한의 야외생육시설로 구분할 수 있다. 일반적으로 전자동 환경제어온실은 고위도의 북부 내륙지역과 같은 아주 추운지역에서, 준자동 환경제어온실 및 최소한의 환경조절시설(야외생육시설)은 비교적 따뜻한 남부 평원지역에서 이루어진다.

(1) 전자동 환경제어온실

전자동 생육환경제어 온실은 묘목의 생육환경을 제어하는 시설을 포함하여 최적의 수준에서 양묘생산체계를 말하며, 어떠한 기후에도 적합하고, 심각한 기후변동에도 묘목의 생장에 영향을 미치지 않는 시설이다(그림 3-13). 이러한 생육환경에서 용기묘는 3~9개월 주기로 연중재배 한다. 그러나 전자동 환경제어온실을 구축하고 운영하는데 경비가 비싸며, 무엇보다도 운영에 높은 에너지를 필요로 한다. 전자동 환경제어온실 종류로는 생장온실(Growth chamber)과 유리온실(Greenhouse)이 있다.

생장온실은 묘목의 생장에 관계되는 모든 제한요소를 완벽하게 조절할 수 있다. 생장온실의 최대 장점은 인공적으로 광도, 광주기, 광질을 제공할 수 있다는 점이다. 그리고 생장온실은 외부환경으로부터 완전히 분리되어 있기 때문에 태양으로부터 온도의 변화에 무관하다. 현재 생장온실은 종자발아검

사 및 실험, 묘목의 생육실험 등에 사용되고 있지만, 몇 개의 기업들은 생장온실에서 묘목생산시스템을 크게 발전시켜 왔다.

유리온실은 시설양묘를 실행하는데 있어 전통적인 생산시설이며, 완전히 제어된 생육환경을 갖추게 할 수 있다. 유리온실이 생장온실과 다른 점은 투명한 유리구조물 내부에서 태양으로부터 오는 빛을 내부 온도 유지에 이용하는 점이다. 투명한 유리온실의 단점은 내부의 온도조절을 위하여 가열 및 냉각설비가 필요하다는 점이다. 또한 기후가 건조 또는 습한 경우에 따라 가습 또는 제습이 필요하다. 그 밖에 많은 수종들이 일장의 변화에 민감하기 때문에 휴면을 방지하기 위한 광주기를 조절하는 인공광원이 필요하다. 이산화탄소 발생기는 묘목의 성장을 촉진하는데 사용되며, 양액주입기와 관개시스템은 물과 필수 무기영양소를 최적의 양으로 제공한다. 정교한 광, 온도, 습도 등의 환경제어장비는 묘목의 성장상태에 관여하는 다양한 요인들을 최적의 상태로 유지시켜 준다.



그림 3-13. 전자동 환경제어온실

(2) 반자동 환경제어온실

생육환경의 일정 부분만 제어하는 온실을 말한다. 묘목은 심각한 기후지역에서도 반자동 환경제어에 의해서도 양묘할 수 있다(그림 3-14). 일반적으로 식물은 일년 동안 봄부터 가을까지 성장 할 수 있고, 대개의 경우 겨울에는 경제적인 이유로 활용하지 않는다. 반제어구조의 온실 중에서, 경화온실과 비닐온실 등은 경화 또는 묘목의 저장에도 사용된다. 경제적인 관점에서 반자동 환경제어온실은 상당한 변화기 있지만, 온실 구축과 운영에 있어 보다 저렴하다.



그림 3-14. 반자동 환경제어온실

(3) 최소한의 환경조절시설(야외생육시설)

시설양묘를 보다 저렴하게 실행하기 위하여 개발되었으며, 야외생육시설이

라고도 하며, 일반적으로 환경조절시설이 된 온실에서拔아가 된 용기를 야외생육시설로 이동하여 양묘한다(그림 3-15). 시설 지면은 잡초발생 방지용 부직포, 자갈 또는 아스팔트로 포장되며, 관수는 물과 무기양분을 제공할 수 있도록 반영구적으로 갖추어진다. 보다 기후가 온화한 지역에서는 광주기 시설을 갖추고 있으며, 용기들은 용기받침대 또는 직접 바닥에 배치한다. 그러나 용기를 직접 배치하는 일은 공기단군이 이루어지지 않은 이유로 적극적으로 추천되지는 않는다. 최소한의 환경조절시설은 시설양묘 방법 중 가장 저렴한 생산방법이지만 묘목의 생장이 느리고, 기후에 영향을 받아 양묘기간이 1~2년 소요된다. 그리고 늦서리나 폭우 같은 기후피해를 지속적으로 받기 때문에 묘목손실의 위험이 높다. 그리고 고위도 지역과 높은 해발고도에서는 겨울철 동해에 의한 피해가 심각한 문제가 되기도 한다.



그림 3-15. 최소한의 환경조절시설(야외생육시설)

나) 국내의 온실형태

2009년 현재 우리나라 시설양묘는 농가보급형 비닐온실 J형(농촌진흥청)에서 이루어지고 있다. 2007년 4월 10일 농촌진흥청에서는 대설, 강풍 등 기상재해로 인해 원예특작시설부문에 대규모(연간 3천억원)의 피해가 빈발하고 있어 국가 및 농업인의 경제적 손실 등을 최소화하기 위해 내재해 설계기준 및 내재해형 규격시설을 개발하여 확대보급하고 있다. 향후 비닐온실 J형을 포함한 기존의 농가보급형 온실들은 2016년까지 재해조사용으로만 활용하고 신규 및 재해복구용으로는 활용할 수 없도록 되어 있다.

온실은 피복자재에 따라 유리온실과 비닐온실로 크게 나누어진다. 시설양묘 선진국은 대부분 고위도 지방인 관계로 수목의 생육기간이 짧고 양묘기간이 길어지게 되어 양묘기간을 단축하기 위하여 주로 유리온실에서 시설양묘가 발달하였다. 따라서 온실 초기 투자비와 유지비가 많이 소요되기 때문에 아주 작은 용기에서 고밀도의 생육공간과 단기간의 생육기간에 묘목을 대량생산하는데 집중되어 있다. 이에 따라 생산된 묘목의 크기가 작고 뿌리의 생장 및 형태발달이 불완전하여 식재지가 제한되며 식재 및 사후관리에 보다 세심한 주의가 필요하다.

우리나라는 상대적으로 묘목의 생육기간이 길고 사계절이 뚜렷한 기후조건을 가지고 있으므로 비닐온실(또는 야외생육시설)에서 시설양묘를 실시하는 것이 보다 경제적이며, 유리온실 보다 큰 용기묘 생산이 가능하다.

(1) 비닐온실

비닐온실은 외부 피복재가 PE, EVA, PVC 등의 플라스틱 소재로 되어 있는 온실을 말하며, 온실의 골조는 아연도금 원형강관, 사각관 등의 철재류와, 스프링강인 조리개와 볼트 또는 피스나사못 등 조립재 등으로 구성되어 있다. 비닐온실은 설치비용이 싸고 쉽게 시공할 수 있어 일반적으로 많이 사용하는 시설이다. 비닐온실은 유리온실에 비해 광투과성, 보온성, 환경제어, 안전성 등이 다소 떨어지나 일반 묘목을 생산하는 데 있어서는 보다 경제적일 것으로 판단된다.

비닐온실 종류는 일반적으로 온실의 외부형태에 의하여 구분되며, 지붕의 형상에 따라 터널형, 아치형, 지붕형 등이 있으며, 일부지역에서는 지붕이 넓고 폭이 긴 광폭형 온실이 있다. 일반적으로 사용하는 비닐온실은 주로 단동식, 연동형의 아치형식이 대부분이다.

○ 아치형 단동식 비닐온실

외부의 피복재는 주로 PE필름이고 골조는 아연도금 강관이 사용되며, 온실의 폭이 5.9m에서 8m까지의 것이 대부분이다(그림 3-16).

○ 아취형 연동식 비닐온실(1-2W형)

외부의 피복재는 PE필름이고 골조는 아연도금 강관이며, 내부에 아치형 2중피복과 두겹의 수평 커튼이 설치되어 있다. 온실의 동수는 일반적으로 3연동 이상으로 설치되며, 종합환경제어장치가 설치되어 있다.

온실은 주로 비닐온실을 사용하며, 2007년부터 농촌진흥청에서는 자연재해로 인해 시설온실 붕괴 등 농가에 막대한 피해가 발생함에 따라 안전한 농업시설 설치와 관리요령을 제시하였다. 내재해시설로 폭설·강풍에도 이상 없는 『지역별 내재해 설계기준(적설심, 풍속)』을 정해 내재해형 규격 시설을 해당 지역별 기준강도 이상으로 설계하도록 고시하고 있으며 특히 내재해형 비닐온실 규격시설로 인정받기 위해서는 반드시 SPVHS(비닐온실 내재해 구조용 파이프) 마크가 있는 파이프를 사용해야 한다.

국내에서 2017년부터는 내재해시설이 아닌 비닐온실은 폭설이나 강풍피해가 발생하더라도 피해농가가 전혀 지원을 받을 수 없기 때문에 신규로 비닐온실을 설치하려고 하면 반드시 내재해형 기준에 맞게 설치해야 한다.

이에 따라 산림청은 2010년부터라도 현재까지 농가지도형 비닐온실 J형을 지원하는 것을 내재해시설 비닐온실로 전환하여야 한다. 올해 냉동보관 창고가 부착한 시설양묘전용 최신형 온실이 용문양묘사업소에서 개발 중이다.

현재 농촌진흥청에서 개발하고 농림부에서 고시한 내재해형 규격 시설에는 비닐온실 30종, 인삼재배시설 10종이 지정되어 있다. 비닐온실은 전문기관 개발규격 22종(단동 18, 자동화 1, 과수 3)과 민간전문업체 개발규격 8종

(단동 7, 연동 1), 인삼재배시설은 철재 4종, 목재 6종이 고시되어 있다.

이에 내재해비닐온실 중에서 시설양묘용 비닐온실을 선정한다면, 설계강도 (적설심, 풍속)을 고려하여 단동형으로는 농촌진흥청에서 개발한 07 단동 4 을, 연동형으로는 한국인삼농업기자재(주)에서 개발한 07-연동(민)-1을 추천하 고 하고자 한다(표 3-13, 그림 3-17, 3-18). 단동형 07-연동(민)-1이 내재해비닐 온실 단동형 중에서 설계강도가 가장 높고, 연동형 중에서 07-연동(민)-1이 가장 경제적이다.

그리고 비닐온실의 규격은 아래 표 3-13과 같으며, 양묘방법 및 소요예산 에 따라 단동형 또는 3연동형을 선택하면 된다.

표 3-13. 시설양묘용 비닐온실의 형태 및 규격(농촌진흥청)

온 실 종 류	비닐온실 규격				설계강도		시설비	비고
	폭	높이	서까래	가로대	적설심	풍속		
07-단동 -4	8.0	3.6	31.8Ø×1.7t @50cm	9개 (25.4Ø×1.5t)	48cm	37m/s	21.6 천원/ m ²	단동
07-연동 (민)-1	8.0 7.0 8.0	3.7	25.4Ø×1.5t @60cm	상부21, 측부 6개 (31.8Ø×1.5t)	60cm	35m/s	37.9 천원/ m ²	3연동

한편, 겨울철 폭설피해를 예방하기 위해서는 붕괴가 우려되는 비닐온실은 중간에 보조기둥을 설치하거나 비닐 찢기를 하되 안전사고를 주의해야 한다. 폭설이 내릴 경우 비닐온실 위에 눈이 쌓이지 않도록 수시로 쓸어내리고, 하우스 주변 배수로를 깊게 설치하여 눈 녹은 물로 인하여 습해가 발생되지 않도록 해야 한다. 특히, 단동형 비닐온실을 설치할 때는 동간 간격을 1m 이상 유지해야 한다

비닐온실은 비닐이 찢어진 곳이 있는지를 살펴 찢어진 곳을 통해 바람이 드나들지 않도록 보수해야 하고, 측장 커튼 등은 바람에 의해 펄럭거리지 않도록 팽팽하게 유지해야 한다. 온실 내부의 관수는 되도록이면 오전에 실시 하여 주간 태양에너지가 온실내부에 충분히 축열 되도록 관리해야 한다.



그림 3-16. 아치형 단동식 비닐온실 전경

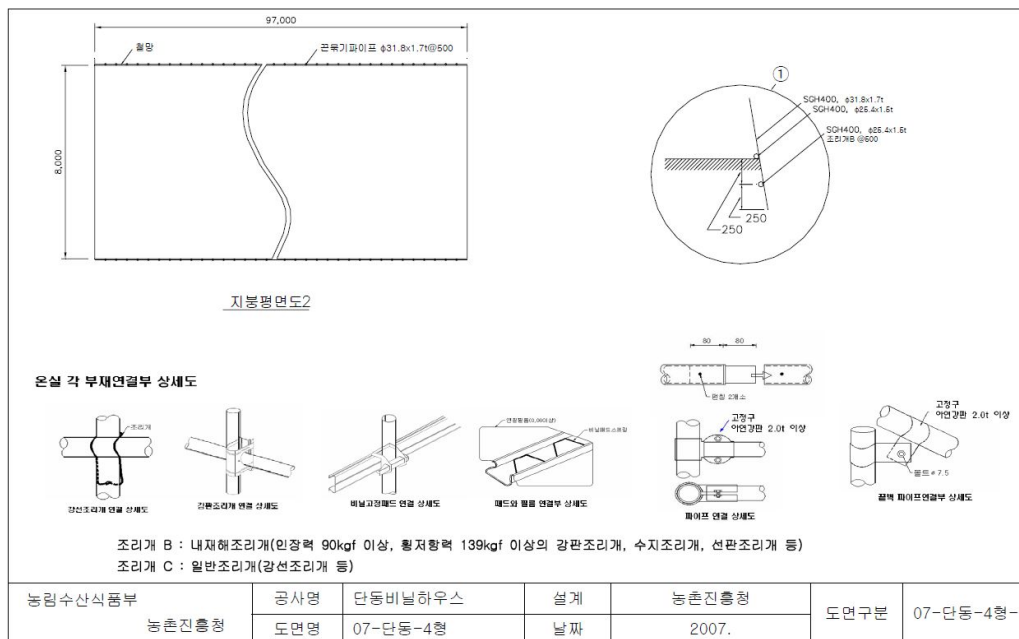
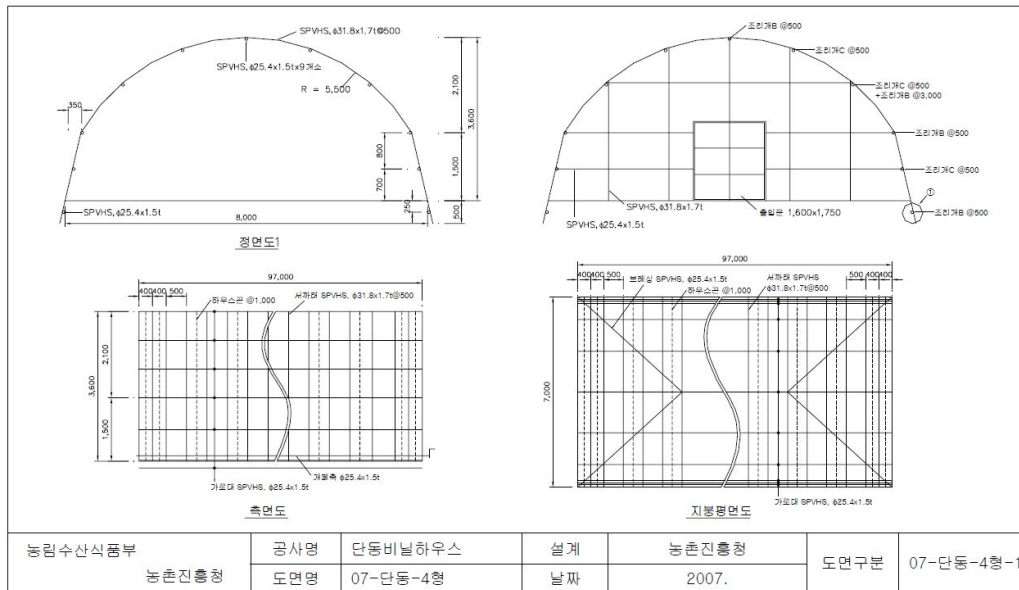


그림 3-17. 시설양묘용 비닐온실(07-단동-4형) 형태 및 규격

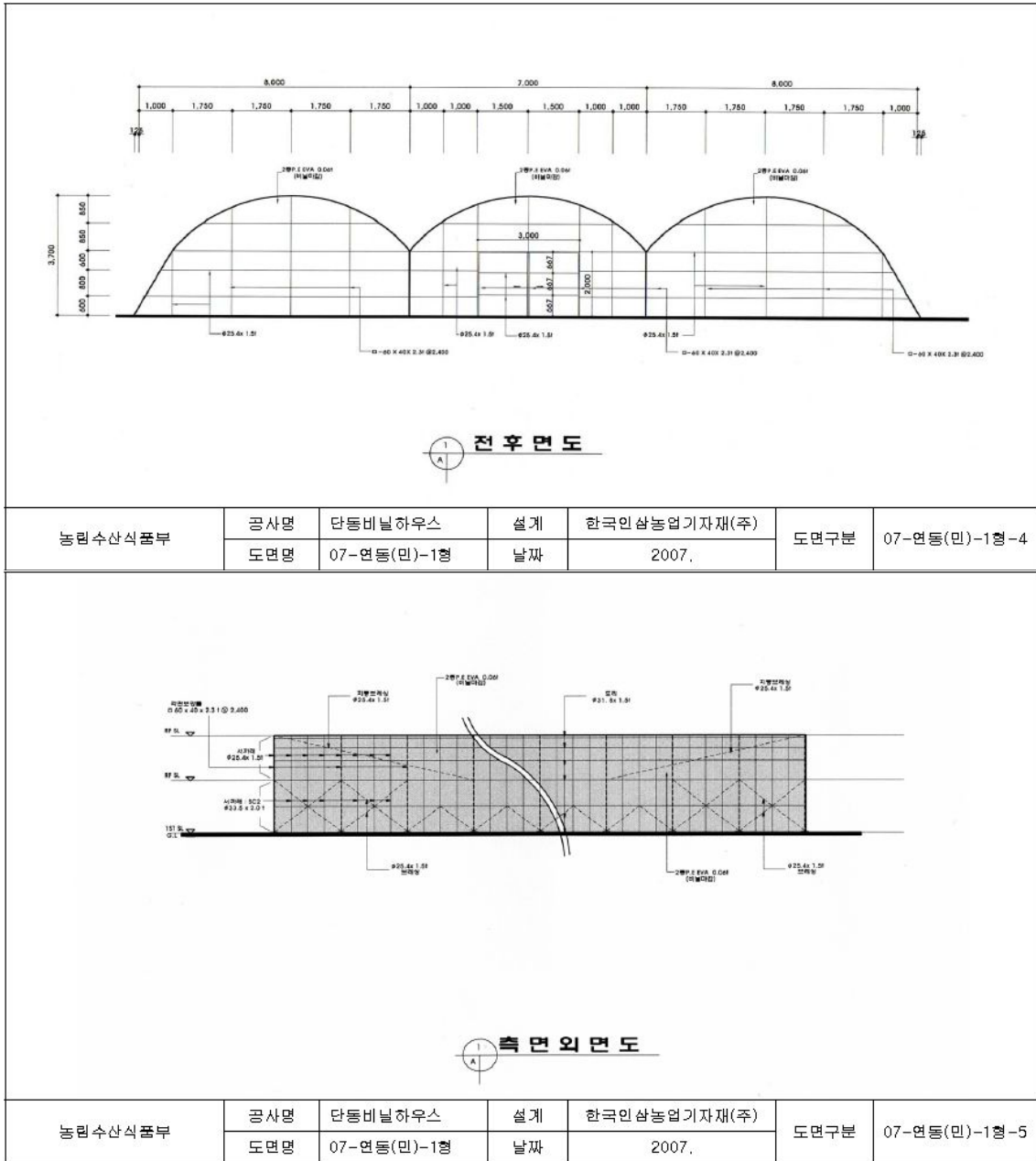


그림 3-18. 시설양묘용 비닐온실(07-연동(민)-1) 형태 및 규격

(2) 유리온실

유리온실은 외부 피복재가 유리로 되어 있는 온실을 말하며, 온실의 골조는 H형, 사각관, C형강 등의 철재와 용마루, 서까래 등의 알루미늄 프로파일로 구성되어 있다(그림 3-19). 유리온실은 광투과성, 보온성, 환경제어, 안전성, 작업성 등이 우수하며 연중생산을 실시할 수 있는 시스템을 갖추 수 있다. 유리온실에서 모든 수종의 묘목을 재배할 수 있으나 유리온실을 설치하는데 많은 비용이 소요되므로 경제성을 고려하여 고부가 가치의 대상수종을 선택하여 생산하여야 할 것이다. 유리온실의 종류는 대체로 지붕의 형상, 지붕폭, 온실동수 등으로 분류하며, 지붕의 형상에 따라 양지붕형, 3/4지붕형, 편지붕형, 아치형 등으로, 지붕의 폭에 따라 넓은 지붕형(widespan)과 좁은 지붕형(venlo)으로, 온실의 동수에 따라 지붕이 하나로 된 단동형과 지붕과 지붕사이에 물받이홈으로 연결된 연동형으로 분류된다. 현재 우리나라에서는 시설양묘용 유리온실로 벤로형 유리온실을 이용하고 있다.



그림 3-19. 벤로형 유리온실(상: 연곡양묘사업소, 하: 용문양묘사업소)

(3) 야외생육시설

관수, 시비 등 최소한의 야외생육시설은 주로 외부의 기후환경에 보다 적응력이 좋은 용기묘의 생산을 주요 목적으로 하며, 시설의 종류 또한 세계적으로 다양하다(그림 3-20, 3-21, 3-22). 야외생육시설은 기존의 비닐온실 형태를 적용하고 서까래 간격을 관수 및 용기묘의 형태에 따라 조절(2~3m 정도) 하여 구축하는 것이 새롭게 만드는 것보다 경제적이고 편리하다(그림 3-20).

야외생육시설의 위는 개방되어 신선한 공기와 풍부한 일광을 직접 받도록 되어있으며, 생육환경조절을 위하여 차광망을 설치할 수도 있다. 그리고 동해와 건조피해가 예상되는 겨울과 바람이 많이 부는 날에는 외부환경에 의한 묘목의 피해를 최소화하기 위하여 출입문과 측면을 닫을 수 있으면 좋다.

야외 생육시설은 용기묘(2년생 이상)의 크기에 따라 관수형태를 달리하고 있다(그림 3-20). 용기배치는 잡초 방지용 투수시트를 지면에 깔고 용기받침대 위에 용기를 배치하는 것이 바람직하다.



그림 3-20. 야외생육시설(상 : 소나무 용기묘 2-0, 하 : 소나무 2-2 용기대표)



그림 3-21. 캐나다의 야외생육시설



그림 3-22. 일본의 야외생육시설

(4) 용기

현재 우리나라 임업시설양묘용 개발된 용기는 10 종류로 다양하며, 용기의 구용적은 16~2500ml에 이른다(표 3-14, 그림 3-23). 미니 용기묘에서부터 중·대표체계까지 일련의 체계를 구축하였으며, 이들 용기는 주로 대량생산에 적합한 트레이형을 취하고 있다. 용기는 용기묘 크기 및 용적에 따라 미니 용기묘에서부터 중·대표까지 생산이 가능하며, 침·활엽수용 모두 적용이 가능하다. 용기별 적용이 가능한 대상수종은 아래와 같다(표 3-15).

우리나라의 대표적인 시설양묘 대상수종인 소나무 용기묘 2-0 생산용인 플라스틱 40구 용기(KK-SI 250)의 특징은 소나무 묘목을 2년간 시설온실에서 양묘를 실시하기 위한 용기로 설계·제작되었다. 용기는 일정한 면적에서 개별용기의 용적을 최대한 넓히기 위하여 구 형태를 사각으로 하고 사각 모서리마다 4개의 개구선(넓이 3mm, 길이 7cm)을 하부에 만들어 효율적으로 나선형 뿌리를 방지하도록 하였다 또한 개구선 사이에 용기선을 두어 나선형 뿌리 발생을 이중으로 차단하게 하였다. 또한 겨울동안에 발달한 뿌리가 동해 피해를 방지하도록 견고하게 설계되었다.

그리고 상수리나무 재배용 용기인 플라스틱 24구 용기(KK-SI 350)의 특징은 직근성 수종인 참나무류의 세근 발달 촉진과 나선형 뿌리의 효율적 방지에 주안점을 두어 설계·제작되었다. 구형태가 원형인 용기에 개구선을 8개로 많이 두었으며 특히 개구선 넓이(3mm)가 넓고 길이(10cm)가 긴 것이 특징으로 상수리나무와 같은 참나무류의 직근성 뿌리가 다른 수종에 비하여 굵은 뿌리임을 고려하였다. 하부직경을 상부직경에 비례하여 최대한 크게 하여 용기 내에서 발달하는 뿌리가 용기선을 따라 아래로 자라면서 하부에 노출되어 공기단근이 효율적으로 이루어지도록 유도하고 있다.

낙엽송 용기묘 2-0 생산용 24구 용기(KK-SI 320)는 리기다소나무 갱신림에 낙엽송을 식재하기 위하여 개발되었다. 낙엽송의 뿌리발달 특성 및 식재 시 편의성을 위하여 다른 용기들 보다는 높이가 다소 낮게 개발되었다. 특히, 노지양묘에 있어 낙엽송은 우리나라 기후변화로 인한 지속적인 강우 때문에 수많은 유묘들이 고사하게 되어 묘목수급에 큰 지장을 초래하고 있다. 따라서 낙엽송은 시설양묘가 절대적으로 필요한 수종이다.

편백 용기묘 2-0 생산용 28구 용기(KK-SI 300)는 시설양묘에 적합한 편백이 기후온난화에 따라 조림지역이 확장되면서 개발되었다.

미니용기묘용 193구 용기(KK-SI 16)는 소나무와 같은 침엽수를 용기에서 3개월 정도 시설양묘한 후 이를 노지에 이식하여 성묘를 생산하기 위하여 개발한 시설-노지 연계양묘용 용기이다.

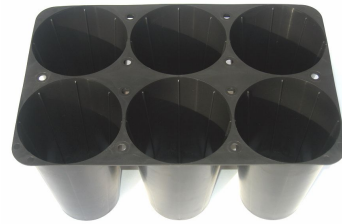
또한 우리나라 최초로 경관조림을 위한 중·대묘용 6구와 1구(KK-SI 2500)용기가 개발되었으며, 이 용기에 소나무 등 용기묘 2-0를 이식하면 최단기간에 중·대형 용기묘를 생산할 수 있다. 침엽수, 난대수종 중·대묘 용기묘도 생산이 가능하다.

표 3-14. 우리나라에서 개발된 임업시설양묘 용기 규격

용 기 종 류	용기규격 (가로x세로x높이)	구/용기 (개)	총용적 (ℓ)	구용적 (ml)	구규격 (직경x높이)
1구 (KK-SI 2500)	Ø15.5×H18cm	1	2.5	-	-
6구 (KK-SI 1300)	36.9×24.6×16.8cm	6	7.8	1300	Ø12×16.8cm
15구 (SI 350)	44×27×14cm	15	5.25	350	Ø7.5×14cm
15구 (KK-SI 500)	41×25×16cm	15	7.5	500	Ø7.5×16cm
24구 (KK-SI 320)	41×27.5×13cm	24	7.7	320	Ø6.4×13cm
24구 (KK-SI 350)	41×27×16cm	24	8.4	350	Ø6×16cm
28구 (KK-SI 300)	41×23.5×16cm	28	8.4	300	Ø5.7×16cm
40구 (KK-SI 250)	42.5×26.8×16cm	40	10	250	4.7×H16cm
104구 (SI 67)	42.8×26.3×10cm	104	6.6	63	3×H10cm
193구 (KK-SI 16)	49×27×5cm	193	3	16	Ø2.5×H5cm



1구 (KK-SI 2500)



6구 (KK-SI 1300)



15구 (SI 350)



15구 (KK-SI 500)



24구 (KK-SI 320)



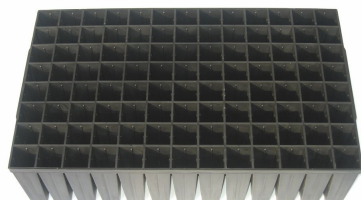
24구 (KK-SI 350)



28구 (KK-SI 300)



40구 (KK-SI 250)



104구 (SI 63)



193구 (KK-SI 16)

그림 3-23. 국내 개발 임업시설양묘 용기 모습

표 3-15. 임업시설양묘 용기종류별 대상수종

용 기 종 류	대 상 수 종
1구 (KK-SI 2500)	침·활엽수 용기 중·대묘, 조경수 용기대묘
6구 (KK-SI 1300)	침·활엽수 용기 중·대묘용
15구 (SI 350)	상수리나무, 자작나무, 거제수나무, 쉬나무, 층층나무 등
15구 (KK-SI 500)	자작나무, 헛개나무, 쉬나무, 층층나무, 산벚나무, 마가목 등
24구 (KK-SI 320)	낙엽송(2-0) 등
24구 (KK-SI 350)	상수리나무, 굴참나무, 후박나무, 가시나무류, 은행나무 등
28구 (KK-SI 300)	편백, 측백나무 등
40구 (KK-SI 250)	소나무(2-0), 스트로브잣나무, 은행나무, 후박나무 등
104구 (SI 63)	소나무(1-0), 전나무, 낙엽송 등 침엽수류, 철쭉류 삼목묘 등
193구 (KK-SI 16)	미니용기묘 : 소나무, 전나무, 낙엽송, 산철쭉, 진달래 등

(5) 용기받침대

시설양묘 시 용기를 놓을 수 있는 용기받침대는 반드시 필요한 시설이다. 용기받침대는 용기 내에서 자란 뿌리가 공기단근이 자연스럽게 이루어지도록 설계되어 있다. 용기받침대 바닥은 물이 고이지 않게 배수가 잘되어야 하며 공기의 유동이 자연스러워야 한다.

용기받침대는 온실의 형태에 따라 크게 2종류를 사용하고 있다. 비닐온실과 유리온실에서는 일반적인 철제 용기받침대를 야외생육시설에서는 팔레트형 플라스틱 용기받침대를 사용하고 있다(그림 3-24). 단, 비닐온실에서 중·대묘를 양묘할 경우에는 플라스틱 용기받침대를 사용하여도 무방할 것으로 판단된다.

일반적으로 용기받침대 높이는 지면에서 60~80cm 정도 위에 용기가 놓이도록 높이를 조절하여 작업자가 허리를 굽히지 않고 작업을 하도록 하여 작업자의 피로를 줄여야 한다. 현지 양묘에 종사하는 작업자의 성별과 연령을 고려하면 60~70cm가 무난할 것으로 보인다. 육묘상은 통풍과 배수가 잘되도록

록 굵은 철사로 만드는 것이 좋으며, 부식방지처리가 당연히 되어야 한다. 굵은 철사는 마무리처리를 하여 양묘 작업자가 작업 시 신체에 손상을 입히는 일이 없어야 할 것이다.

그리고 용기받침대는 시설비가 고가인 유리온실에서는 보다 육묘공간을 최대한으로 이용하기 위하여 좌우이동형을, 상대적으로 저가인 비닐온실에서는 고정형 용기받침대를 사용한다. 좌우이동형은 육묘상 밑에 롤러를 설치하여 육묘상이 좌우로 움직이며, 폭넓이에 따라 다양하게 설계·제작할 수 있다. 용기받침대는 묘목생산과 시업과정에 아주 밀접한 관계가 있으므로 보다 자세한 내역결정은 시설양묘 관계자와 협의를 거쳐 신중히 결정하여야 할 것이다.

최근에 국내 최초로 임업시설양묘용으로 개발된 플라스틱 용기받침대(특허출원중 출원번호 10-2010-20608호)는 가볍고 취급이 용이하며 설치 및 간편하게 이동 배치할 수 있다. 강화 플라스틱으로 되어 있어 견고하여 장기간 사용이 가능하다. 양묘작업 시 안전하게 작업할 수 있으며, 온실 및 야외생육시설에 모두 사용이 가능하다. 또한 용기받침대를 포깅 수 있어서 운반 및 보관이 편리하다. 플라스틱 용기받침대 규격은 W 1200×D 1000×H 180mm이다.

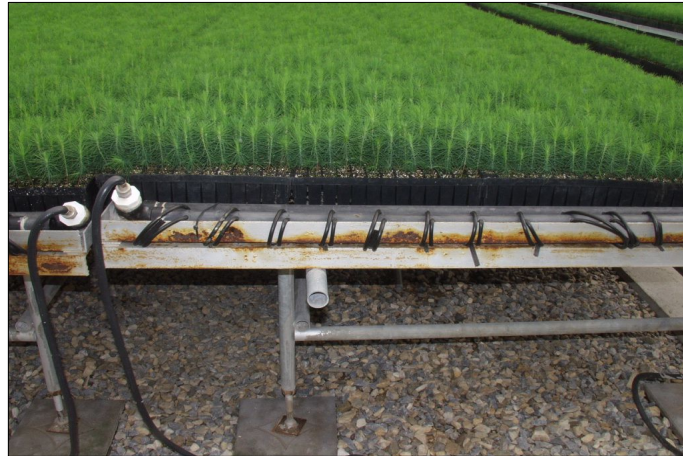


그림 3-24. 시설양묘용 용기받침대 종류 및 형태
(상: 좌우이동형 용기받침대, 중 : 고정형 용기받침대, 하: 팔레트형 플라스틱 용기받침대)

(6) 생육상토

시설양묘는 용기 내부에 식물의 생육에 적합한 생육상토를 인위적으로 만들어 그것으로 용기를 채우고 파종을 하게 된다. 상토는 시설양묘에 있어 용기와 마찬가지로 아주 중요한 역할을 하며 상토의 종류는 식물의 생육에 매우 중요한 요인이 된다.

생육상토는 피트모스, 펄라이트, 질석을 1 : 1 : 1(용적기준) 혼합비율로 골고루 섞은 것을 사용한다. 이들 상토에는 비료성분이 없으므로 반드시 시비를 하여야 한다. 일부 현장에서 시설원예용으로 만든 원예용 상토를 사용하거나 부숙물을 상토에 첨가하여 사용하고 있다. 이들 상토는 아주 작은 용적의 용기에 적합하도록(특히 쉽게 건조하지 않도록) 흡습제와 소량의 비료가 첨가되어 있어 수목생산용으로 사용할 때 모잘록병과 같은 병에 걸리기 쉽고, 관수와 시비조절을 이용한 묘목의 생육상태를 조절하기 힘들어 균일한 묘목을 생산하는데 어려움이 따른다.

(7) 관수시설

적정 관수시스템은 용기묘를 생산하는데 반드시 필요한 시설하며, 이 시스템은 물을 골고루 제공할 뿐만 아니라 규정된 영양소와 살균제도 제공한다. 시설온실에 설치할 소형 스프링클러는 하향회전살수를 사용하며 플라스틱제품으로 부속도 용도에 따라 쉽게 교환이 가능하여야 한다. 미스트는 전체적으로 고르게 살수할 수 있도록 노즐의 수와 거리는 적절하게 조절되어야 한다(그림 3-25).

그리고 관수시설은 중앙컨트롤시스템에 자동타이머로 연결하여 자동으로 기본적인 관수를 실시할 수 있도록 하여야 한다. 묘목의 생육단계별로 관수량, 횟수 및 기간이 달라지므로 이에 따라 관수를 조절하여야 한다. 특히 여름에 가까워지면 비닐온실의 실내온도는 35℃ 이상이 되므로 묘목은 고온에 의한 피해를 입기 쉽다. 이때 묘목의 관수량 및 횟수가 증가하게 되므로 인력으로는 매일 매시간 관수하여 온도를 조절할 수 없으므로 자동적으로 시간대별로 관수가 충분히 이루어지도록 하여야 할 것이다.

또한 용기받침대 가장자리에 위치한 묘목이 건조피해를 받은 경우가 많이 발생하므로 측면관수가 반드시 이루어지도록 하여야 한다.



그림 3-25. 비닐온실 관수시설(하향식 스프링클러)

(8) 시비시설

균일하게 우량한 묘목을 생산하기 위하여 시비시설을 반드시 설치하여야 한다. 용기 내 생육상토에 비료가 없기 때문에 묘목이 건전하게 생육하기 위해서는 반드시 무기영양소를 정밀하게 공급할 수 있어야 한다. 양묘경영자는 묘목의 생육상태에 따라 시비량·횟수를 적절하게 조절하여야 한다. 따라서 시비양액을 자동으로 조절할 수 있는 시비시설이 반드시 필요하다. 현재 대다수의 시설온실에서는 체계적인 시비시설이 설치되어 있지 않아 균일한 묘목을 대량생산이 불가능한 것으로 사료된다.

시비시설은 관수시설에 연결하여 관수 시 수압에 의하여 액비가 자동으로 혼합하는 시설을 갖추어야 할 것이며, 현실적으로 완전자동시스템은 상당히 고가인 관계로 반자동시스템을 갖추는 것이 경제적인 것이다. 또한 시비시설은 정밀·견고하여야 하며 강제관수라인으로 공급배관과 연결되어 있고 기기가 고장이 나더라도 물만 공급하게 되어야 한다.

아래 그림 3-26은 기존 관수시설에 반자동 자동양액조절기(액비공급수압펌프)를 설치한 것이다. 이 시비시스템은 액비를 양액펌프를 지나가는 물의 양과 비례하여 액비를 공급하는 것으로 유속이 동력원이라 다른 동력이 필요 없다. 이 기기는 낮은 압력에서도 액비가 주입되며 공급가격도 비교적 저렴

하여 이용가치가 매우 높은 것으로 사료된다. 이와 같은 자동양액조절기로는 도사트론, 도스메틱, 애드벤티스트, 믹스라이트 등이 출시되어 있다.

그리고 반자동 자동양액조절기는 양액조절기, 모타, 여과기, 양액탱크(200ℓ) 각각 1개로 구성된다.



그림 3-26. 반자동조절 양액 시비시스템

3. 용기묘 생산에 따른 경제성 분석

시설양묘는 경험이 풍부한 인력과 전문적인 장비를 활용하기 때문에 노지양묘 보다 정밀하고 구체적인 시업체계를 요구하는 육묘공장 개념을 가지고 있으며, 이를 산업화할 수 있는 장점을 골고루 갖추고 있다. 이에 따라 경영적인 관점에서 용기묘 단가와 우리나라 실정에 적합한 시설양묘 운영체계를 분석하여 그 효율성을 높이고자 한다.

경제성분석은 농가지도형 비닐온실 J형(728m²/동)을 대상으로 하였으며 수종은 현재 시설양묘 대상수종인 소나무 용기묘 1-0과 2-0, 상수리나무 용기묘 1-0, 낙엽송 용기묘 2-0 그리고 편백 용기묘 2-0을 대상으로 하였다. 시설양묘장 경제성은 현재 용기묘 단가를 대비하여 분석하였다. 용기묘 가격은 산림청 고시가를 기준으로 하였다. 경제성 분석은 시설양묘 적정 경영규모, 시설투자비, 소요자재 및 자재투자비, 생산본수 및 소득을 중심으로 단순 분석하였다.

가. 용기묘 단가 분석

1) 용기묘 단가

용기묘 가격은 묘목형태에 따라 양묘장 부지, 종자구입, 종자파종, 양묘작업, 포장 및 운반뿐만 아니라 금리, 기업이익, 재해손비 등의 금융비용의 모든 소요비용이 포함되어 결정된다. 일반적으로 용기묘는 용기의 용적이 클수록, 양묘기간이 길수록 가격이 높아지며 생산된 용기묘의 동계기간 및 식재 시기에 따라 가격이 변화하고 있다.

2010년도 생산 산림용 종묘가격은 소나무 용기묘 1-0은 235원/본, 소나무 용기묘 2-0은 525원/본, 소나무 용기묘 2-2는 2,606원/본, 상수리나무 용기묘 1-0은 436원/본, 편백 용기묘 2-0은 539원/본, 낙엽송 2-0은 612원/본으로 결정되어 있다(표 3-16, 3-17, 3-18, 3-19, 3-20, 3-21, 3-22, 3-23).

아직도 국내의 시설양묘는 선진임업국처럼 확대되지 않아 용기묘 규격과 단가는 4수종에 불과하며, 용기묘 묘령도 소나무 용기묘 만이 1-0, 2-0, 2-2로

3가지 형태로 구분되었을 뿐이다. 조림목적 및 식재입지별로 적합한 수종별 용기묘의 크기, 즉 묘령에 따라 활착 및 생장의 차이가 날 뿐만 아니라, 단가도 크게 달라지므로 용기묘의 묘령 및 규격의 확립이 필요하다고 판단된다.

표 3-16. 우리나라 용기묘 규격 및 단가

수 종	묘 령	용 기 묘		
		규 격*		단 가
		수 고	근원경	
소 나 무	1-0	8cm 이상	1mm 이상	235원/본
	2-0	25cm 이상	3mm 이상	525원/본
	2-2	58cm 이상	9mm 이상	2,606원/본
상수리나무	1-0	28cm 이상	3mm 이상	436원/본
편 백	2-0	25cm 이상	3mm 이상	539원/본
낙엽송	2-0	35cm 이상	5mm 이상	612원/본

* 2011년 산림청 산림자원과 계획(안)

그리고 시설양묘 확대에 현재 시설양묘 대상수종의 용기묘 생산량을 매년 5% 확대 생산에 따른 용기묘 구입에 소요되는 금액을 연도별로 조사한 결과, 2011년의 용기묘 금액은 3,211,513천원, 2012년은 3,859,188천원, 2013년은 4,542,720천원, 2014년은 5,263,965천원, 2015년은 6,024,327천원으로 증가하는 것으로 조사되었다(표 3-17). 이때, 용기묘 비율은 2008년 조림본수 43,403.5천본을 기준으로 하였으며, 용기묘 단가는 물가상승률이 매년 3%씩 상승하는 것으로 가정하여 이를 단가에 반영하였다.

표 3-17. 현재 시설양묘 대상수종의 용기묘 생산량을 매년 5% 확대 생산에 따른 용기묘 생산량 및 금액(안)

구 분		조림본수 (2008년 천본)	수종별 용기묘 식재본수(천본)				
			2011년 (30%확대)	2012년 (35%확대)	2013년 (40%확대)	2014년 (45%확대)	2015년 (50%확대)
용기묘 생산량 (천본)	소 계	21,569.1	6,470.7	7,549.2	8,627.6	9,706.1	10,784.6
	비 율 ¹⁾		14.9%	17.4%	19.9%	22.4%	24.8%
	소 나 무	7,951.5	2,385.5	2,783.0	3,180.6	3,578.2	3,975.8
	상수리나무	8,159.3	2,447.8	2,855.8	3,263.7	3,671.7	4,079.7
	굴참나무	476.0	142.8	166.6	190.4	214.2	238.0
	편 백	3,887.3	1,166.2	1,360.6	1,554.9	1,749.3	1,943.7
	낙엽송	1,095.0	328.5	383.3	438.0	492.8	547.5
용기묘 구입금액 (천원)	소 계		3,211,513	3,859,188	4,542,720	5,263,965	6,024,327
	소 나 무		1,252,388	1,504,907	1,771,507	2,052,748	2,349,269
	상수리나무		1,067,241	1,282,483	1,509,632	1,749,304	2,001,998
	굴참나무		62,261	74,817	88,070	102,051	116,792
	편 백		628,582	755,364	889,131	1,030,302	1,179,144
	낙엽송		201,042	241,617	284,381	329,559	377,124
용기묘 단 가 (원/본) ²⁾	소 나 무		525	540.75	556.97	573.68	590.89
	상수리나무		436	449.08	462.55	476.43	490.72
	굴참나무		436	449.08	462.55	476.43	490.72
	편 백		539	555.17	571.83	588.98	606.65
	낙엽송		612	630.36	649.27	668.75	688.81

¹⁾ 용기묘 비율은 2008년 조림본수 43,403.5천본을 기준으로 함

²⁾ 용기묘 단가는 매년 물가상승률이 3%씩 가격이 상승하는 것으로 계산함

표 3-18. 소나무 용기묘 1-0 시업공정 및 생산비¹⁾

구 분		수 량	단 위	단 가	금 액	비 고	
차 지 료 및 종 자 대	소 계				1,760,886.00		
	◦ 차 지 료		1,546	m ²	426,696.00	2009년도 적용가(전 중)	
	◦ 종 자		8.58	kg	1,334,190.00	2009년도산 종자 고시가격	
시 설 비	소 계				3,462,498.00		
	◦ 시 설 온 실	비닐온실	728	m ²	11,451	1,389,388.00	6년사용
		관수시설	220	평	7,807	286,256.67	6년사용
		용기받침대	220	평	19,779	725,230.00	6년사용
		환 풍 기	2	개	72,870	24,290.00	6년사용
		시비시설	1	세트	3,123,000	520,500.00	6년사용
		기타 부대비	-	-	3,101,000	516,833.33	
재 료 비	소 계				14,599,389.01		
	◦ 용기 (플라스틱104구; 67ml)		4,100	개	8,800	6,013,333.33	6년사용
	◦ 생육상토		35,300	ℓ	126	4,447,800.00	피트모스, 펄라이트, 질석 등 량혼합
	◦ 비 료	멀티피드 19	262.08	kg	5,671	1,486,255.68	생육초기(1달,2000배), 생육기(3달,1000배)
	◦ 농 약	다찌가렌	29,200	ml	15	438,000.00	생육초기(1달 4회, 1000배)
	◦ 묘목운반용 포장상자		1,845	개	1,200	2,214,000.00	369,000본/200본/상자
인 부 입	소 계				55,987,909.22		
	◦ 종자발아촉진처리		1.00	남	74,861	74,861.00	1인*1일
	◦ 용기세척 및 분리		45.56	남	74,861	3,410,667.16	4,100용기/90용기/인
	◦ 생육상토 용기채우기		34.17	여	48,313	1,650,855.21	4,100용기/120용기/인
	◦ 종자파종 및 복토		91.12	여	48,313	4,402,280.56	4,100용기/45용기/인
	◦ 용기배치		20.50	남	74,861	1,534,650.50	4,100용기/200용기/인
	◦ 간 인		82.00	여	48,313	3,961,666.00	4,100용기/50용기/인
	◦ 보 식		91.12	여	48,313	4,402,280.56	4,100용기/45용기/인
	◦ 이끼 및 잡초제거		102.50	여	48,313	4,952,082.50	4,100용기/40용기/인
	◦ 동계 용기보관			남			
	◦ 동계관수			남			
	◦ 용기배치(경화처리대)		27.34	남	74,861	2,046,699.74	4,100용기/150용기/인
	◦ 용기묘 포장		73.80	남	74,861	5,524,741.80	3,690용기/50용기/인
	◦ 용기묘 상차		9.23	남	74,861	690,967.03	1,845상자/200상자/인
	◦ 용기세척및보관		45.56	남	74,861	3,410,667.16	4,100용기/90용기/인
	◦ 온실관리		150.00	남	74,861	11,229,150.00	50일/월*6개월(묘포관리인부)
			180.00	여	48,313	8,696,340.00	30일/월*6개월
사업비 계					75,810,682.23		
금 리					2,274,320.47	사업비 계의 3%	
생산비 계					78,085,002.70		
기업이익					9,370,200.32	생산비 계의 12%	
계					87,455,203.02		
재해손비					1,561,700.05	생산비 계의 2%	
합 계					89,016,903.08	사업본수 410,000본	
1,000본당 가격					241,238.22	특묘본수 369,000본 (특묘율 90%)	
조정가격		235,000			235,207.26	가격기준 97.5%	

¹⁾ 온실면적: 728m², 온실시업면적 473m²)

표 3-19. 소나무 용기묘 2-0 시업공정 및 생산비¹⁾

구 분		수 량	단 위	단 가	금 액	비 고	
차 지 료 및 종 자 대	소 계				721,853.00		
	◦ 차 지 료		728	m ²	276	200,928.00	2009년도 적용가(전 중)
	◦ 종 자		3.35	kg	155,500	520,925.00	2009년도산 종자 고시가격
시 설 비	소 계				3,462,498.00		
	◦ 시 설 온 실	비닐온실	728	m ²	11,451	1,389,388.00	6년사용
		관수시설	220	평	7,807	286,256.67	6년사용
		용기받침대	220	평	19,779	725,230.00	6년사용
		환 풍 기	2	개	72,870	24,290.00	6년사용
		시비시설	1	세트	3,123,000	520,500.00	6년사용
		기타 부대비	-	-	3,101,000	516,833	
재 료 비	소 계				18,081,941.68		
	◦ 용기 (플라스틱40구; 250ml)		4,152	개	6,292	8,708,128.00	3회(6년)사용
	◦ 생육상토		47,333	ℓ	126	5,963,958.00	피트모스, 펄라이트, 질석 동량혼합
	◦ 비 료	멀티피드 19	262.08	kg	5,671	1,486,255.68	생육초기(1달,2000배), 생육기(8달,1000배)
	◦ 농 약	다찌가렌	29,200	ml	15	438,000.00	생육초기(1달 4회, 1000배)
	◦ 묘목운반용 포장상자		1,238	개	1,200	1,485,600.00	123,732본/100본/상자
인 부 입	소 계				46,379,656.19		
	◦ 종자발아촉진처리		1.00	남	74,861	74,861.00	1인*1일
	◦ 용기세척 및 분리		16.61	남	74,861	1,243,441.21	4,152용기/250용기/인
	◦ 생육상토 용기채우기		20.76	여	48,313	1,002,977.88	4,152용기/200용기/인
	◦ 종자파종 및 복토		41.52	여	48,313	2,005,955.76	4,152용기/100용기/인
	◦ 용기배치		11.87	남	74,861	888,600.07	4,152용기/350용기/인
	◦ 간 인		41.52	여	48,313	2,005,955.76	4,152용기/100용기/인
	◦ 보 식		41.52	여	48,313	2,005,955.76	4,152용기/100용기/인
	◦ 이끼 및 잡초제거		63.88	여	48,313	3,086,234.44	4,152용기/65용기/인
	◦ 동계 용기보관		20.76	남	74,861	1,554,114.36	4,152용기/200용기/인
	◦ 동계관수		40.00	남	74,861	2,994,440.00	1인*8회/월*5개월
	◦ 용기배치(춘계)		20.76	남	74,861	1,554,114.36	4,152용기/200용기/인
	◦ 용기묘포장		59.32	남	74,861	4,440,754.52	4,152용기/70용기/인
	◦ 용기묘 상차		8.26	남	74,861	618,351.86	1,238상자/150상자/인
	◦ 용기세척및보관		16.61	남	74,861	1,243,441.21	4,152용기/250용기/인
	◦ 온실관리		128.00	남	74,861	9,582,208.00	8일/월*16개월(묘포관리인부)
		250.00	여	48,313	12,078,250.00	25일/월*10개월	
사업비 계					68,645,948.87		
금 리					2,059,378.47	사업비 계의 3%	
생산비 계					70,705,327.34		
기업이익					8,484,639.28	생산비 계의 12%	
계					79,189,966.62		
재해손비					1,414,106.55	생산비 계의 2%	
합 계					80,604,073.16	사업본수 166,080본	
1,000본당 가격					539,258.68	특묘본수 149,472본 (특묘율 90%)	
조정가격					525,000	525,777.21 가격기준 97.5%	

¹⁾ 온실면적: 728m², 온실시업면적 473m²

표 3-20. 소나무 2-2 용기묘 시업공정 및 생산비¹⁾

구 분		수 량	단 위	단 가	금 액	비 고	
차 지 료	소 계				49,680.00		
	◦ 차 지 료		180	m ²	276	49,680.00	2009년도 적용가(전 중)
	◦ 종 자			kg			
시 설 비	소 계				2,040,830.00		
	◦ 시 설 온 실	비닐온실	180	m ²	11,451	343,530.00	6년사용
		관수시설	14	세트	120,000	280,000.00	6년사용
		용기받침대	98	개	19,800	646,800.00	3회사용(6년사용), 플라스틱 용기받침대
		환 풍 기		개			
		시비시설	1	세트	3,123,000	520,500.00	6년사용
	기타 부대비	1	세트	500,000	250,000.00	2년사용(방초시트 등)	
재 료 비	소 계				8,310,548.33		
	◦ 용기 (플라스틱 6구; 1.3L)		1,289	개	2,882	1,238,299.33	3회 사용(6년 사용)
	◦ 생육상토		12,065	ℓ	126	1,520,190.00	피트모스, 펄라이트, 질석 동량혼합
	◦ 소나무 용기묘(2-0)		7734	본	507	3,921,138.00	2009년산 가격
	◦ 비 료	멀티퍼드 19	151.00	kg	5,671	856,321.00	
		스마치온	3	병	6,000	18,000.00	3회 실시
		다이센	3	포	7,000	21,000.00	3회 실시
	◦ 묘목운반용 포장상자		613	개	1,200	735,600.00	7,347본/12본/상자
인 부 입	소 계				6,327,730.66		
	◦ 종자발아촉진처리			남			
	◦ 용기세척 및 분리		2.58	남	74,861	193,141.38	1,289용기/400용기/인
	◦ 생육상토 용기채우기 (묘목식재)		12.89	여	48,313	622,754.57	1,289용기/80용기/인 (용기묘 2-0 식재)
	◦ 종자과중 및 복토			여			
	◦ 용기배치		4.30	남	74,861	321,902.30	1,289용기/300용기/인
	◦ 간 인			여			
	◦ 보 식			여			
	◦ 이끼 및 잡초 제거		7.00	여	48,313	338,191.00	180m ² /인*7회
	◦ 동계 용기보관			남			
	◦ 동계관수		4.00	남	74,861	299,444.00	180m ² /인*4회
	◦ 용기배치(춘계)			남			
	◦ 용기묘포장		7.17	남	74,861	536,753.37	1,289용기/180용기/인
	◦ 용기묘 상차		3.06	남	74,861	229,074.66	612상자/200용기/인
	◦ 용기세척및보관		2.58	남	74,861	193,141.38	1,289용기/400용기/인
	◦ 온실관리		48.00	남	74,861	3,593,328.00	3일/월*16개월(묘포관리인부)
			여				
사업비 계					16,728,788.99		
금 리					501,863.67	사업비 계의 3%	
생산비 계					17,230,652.66		
기업이익					2,067,678.32	생산비 계의 12%	
계					19,298,330.98		
재해손비					344,613.05	생산비 계의 2%	
합 계					19,642,944.04	사업분수 7,734본	
1,000본당 가격					2,673,600.66	특묘분수 7,347본 (특묘율 95%)	
조정가격		2,606,000			2,606,760.64	가격기준 97.5%	

¹⁾ 온실면적: 728m², 온실시업면적 473m²)

표 3-21. 상수리나무 용기묘 1-0 시업공정 및 생산비¹⁾

구 분		수 량	단 위	단 가	금 액	비 고	
차 지 료 및 종 자 대	소 계				2,436,509.00		
	◦ 차 지 료		728	m ²	276	200,928.00	2009년도 적용가(전 중)
	◦ 종 자		770.89	kg	2,900	2,235,581.00	2009년도산 종자 고시가격
시 설 비	소 계				3,462,498.00		
	◦ 시 설 온 실	비닐온실	728	m ²	11,451	1,389,388.00	6년사용
		관수시설	220	평	7,807	286,256.67	6년사용
		용기받침대	220	평	19,779	725,230.00	6년사용
		환 풍 기	2	개	72,870	24,290.00	6년사용
		시비시설	1	세트	3,123,000	520,500.00	6년사용(도사트론 D8R)
		기타 부대비	-	-	3,101,000	516,833.33	6년사용
재 료 비	소 계				12,102,627.68		
	◦ 용기 (플라스틱 24구: 350ml)		4,272	개	4,730	3,367,760.00	6년사용
	◦ 생육상토		43,062	ℓ	126	5,425,812.00	피트모스, 펄라이트, 질석을 동량 혼합
	◦ 비 료	멀티피드 19	262.08	kg	5,671	1,486,255.68	생육초기(1달,2000배), 빠른생육기(3달,1000배)
	◦ 농 약	다찌가렌	29,200	ml	15	438,000.00	발아단계(2회, 1000배)
	◦ 묘목운반용 포장상자		1,154	개	1,200	1,384,800.00	92,275본/80본/상자
인 부 입	소 계				17,140,388.14		
	◦ 종자발아촉진처리		6.00	남	74,861	449,166.00	3인*2일
	◦ 용기세척 및 분리		8.55	남	74,861	640,061.55	4,272용기/500용기/인
	◦ 생육상토 용기채우기		14.24	여	48,313	687,977.12	4,272용기/300용기/인
	◦ 종자파종 및 복토		14.24	여	48,313	687,977.12	4,272용기/300용기/인
	◦ 용기배치		9.50	남	74,861	711,179.50	4,272용기/450용기/인
	◦ 간 인		14.24	여	48,313	687,977.12	4,272용기/300용기/인
	◦ 보 식		17.09	여	48,313	825,669.17	4,272용기/200용기/인
	◦ 이끼 및 잡초제거		14.24	여	48,313	687,977.12	4,272용기/300용기/인
	◦ 동계 용기보관			남			
	◦ 동계관수			남			
	◦ 용기배치			남			
	◦ 용기묘 포장		42.72	남	74,861	3,198,061.92	4,272용기/100용기/인
	◦ 용기묘 상차		5.77	남	74,861	431,947.97	1,154상자/200박스/인
	◦ 용기세척및보관		8.55	남	74,861	640,061.55	4,272용기/500용기/인
	◦ 온실관리		42.00	남	74,861	3,144,162.00	5일/월*6개월
			90.00	여	48,313	4,348,170.00	15일/월*6개월
사업비 계					35,142,022.82		
금 리					1,054,260.68	사업비 계의 3%	
생산비 계					36,196,283.50		
기업이익					4,343,554.02	생산비 계의 12%	
계					40,539,837.53		
재해손비					723,925.67	생산비 계의 2%	
합 계					41,263,763.20	사업본수 102,528본	
1,000본당 가격					447,182.48	특묘본수 92,275본 (특묘율 90%)	
조정가격			436,000		436,002.92	가격기준 97.5%	

¹⁾ 온실면적: 728m², 온실시업면적 473m²)

표 3-22. 편백 용기묘 2-0 시업공정 및 생산비¹⁾

구 분		수 량	단 위	단 가	금 액	비 고	
차 지 료 및 종 자 대	소 계				794,466.00		
	◦ 차 지 료		728	m ²	276	200,928.00	2009년도 적용가(전 중)
	◦ 종 자		3.74	kg	158,700	593,538.00	2009년도산 종자 고시가격
시 설 비	소 계				3,462,498.00		
	◦ 시 설 온 실	비닐온실	728	m ²	11,451	1,389,388.00	6년사용
		관수시설	220	평	7,807	286,256.67	6년사용
		용기받침대	220	평	19,779	725,230.00	6년사용
		환 풍 기	2	개	72,870	24,290.00	6년사용
		시비시설	1	세트	3,123,000	520,500.00	6년사용
	기타 부대비	-	-	3,101,000	516,833	6년사용	
재 료 비	소 계				17,853,043.01		
	◦ 용기 (플라스틱28구; 300ml)		4,910	개	5,423	8,875,643.33	3회(6년)사용
	◦ 생육상토		41,244	ℓ	126	5,196,744.00	피트모스, 펄라이트, 질석 동량혼합
	◦ 비 료	멀티피드 19	262.08	포 (25kg)	5,671	1,486,255.68	생육초기(1달,2000배), 생육기(8달,1000배)
	◦ 농 약	다찌가렌	29,200	병 (100ml)	15	438,000.00	생육초기(1달 4회, 1000배)
	◦ 묘목운반용 포장상자		1,547	개	1,200	1,856,400.00	123,732본/80본/상자
인 부 입	소 계				36,182,544.20		
	◦ 종자발아촉진처리		1.00	남	74,861	74,861.00	1인*1일
	◦ 용기세척 및 분리		11.69	남	74,861	875,125.09	4,910용기/420용기/인
	◦ 생육상토 용기채우기		19.64	여	48,313	948,867.32	4,910용기/250용기/인
	◦ 종자파종 및 복토		28.88	여	48,313	1,395,279.44	4,910용기/170용기/인
	◦ 용기배치		10.92	남	74,861	817,482.12	4,910용기/450용기/인
	◦ 간 인		18.89	여	48,313	912,632.57	4,910용기/260용기/인
	◦ 보 식		24.55	여	48,313	1,186,084.15	4,910용기/200용기/인
	◦ 이끼 및 잡초제거		49.10	여	48,313	2,372,168.30	4,910용기/100용기/인
	◦ 동계 용기보관		17.54	남	74,861	1,313,061.94	4,910용기/280용기/인
	◦ 동계관수		40.00	남	74,861	2,994,440.00	1인*8회/월*5개월
	◦ 용기배치(춘계)		17.54	남	74,861	1,313,061.94	4,910용기/280용기/인
	◦ 용기묘포장		49.10	남	74,861	3,675,675.10	4,910용기/100용기/인
	◦ 용기묘 상차		7.74	남	74,861	579,424.14	1,547상자/200상자/인
	◦ 용기세척및보관		11.69	남	74,861	875,125.09	4,910용기/420용기/인
	◦ 온실관리		96.00	남	74,861	7,186,656.00	5일/월*16개월(묘포관리인부)
			200.00	여	48,313	9,662,600.00	20일/월*10개월
	사업비 계					58,292,551.21	
금 리					1,748,776.54	사업비 계의 3%	
생산비 계					60,041,327.75		
기업이익					7,204,959.33	생산비 계의 12%	
계					67,246,287.08		
재해손비					1,200,826.55	생산비 계의 2%	
합 계					68,447,113.63	사업본수 137,480본	
1,000본당 가격					553,188.45	특묘본수 123,732본 (특묘율 90%)	
조정가격		539,000			539,358.74	가격기준 97.5%	

¹⁾ 온실면적: 728m², 온실사업면적 473m²)

표 3-23. 낙엽송 용기묘 2-0 시업공정 및 생산비¹⁾

구 분		수 량	단 위	단 가	금 액	비 고	
차 지 료 및 종 자 대	소 계				546,316.00		
	◦ 차 지 료		728	m ²	276	200,928.00	2009년도 적용가(전 중)
	◦ 종 자		1.58	kg	218,600	345,388.00	2009년도산 종자 고시가격
시 설 비	소 계				3,462,498.00		
	◦ 시 설 온 실	비닐온실	728	m ²	11,451	1,389,388.00	6년사용
		관수시설	220	평	7,807	286,256.67	6년사용
		용기받침대	220	평	19,779	725,230.00	6년사용
		환 풍 기	2	개	72,870	24,290.00	6년사용
		시비시설	1	세트	3,123,000	520,500.00	6년사용(도사트론 D8R)
		기타 부대비	-	-	3,101,000	516,833	6년사용
재 료 비	소 계				13,959,899.01		
	◦ 용기 (플라스틱24구; 320ml)		4,196	개	4,730	6,615,693.33	3회(6년)사용
	◦ 생육상토		32,225	ℓ	126	4,060,350.00	피트모스, 펄라이트, 질석 동량혼합
	◦ 비 료	멀티피드 19	262.08	kg	5,671	1,486,255.68	생육초기(1달,2000배), 생육기(8달,1000배)
	◦ 농 약	다찌가렌	29,200	ml	15	438,000.00	생육초기(1달 4회, 1000배)
	◦ 묘목운반용 포장상자		1,133	개	1,200	1,359,600.00	90,612본/80본/상자
인 부 입	소 계				30,531,954.54		
	◦ 종자발아촉진처리		1.00	남	74,861	74,861.00	1인*1일
	◦ 용기세척 및 분리		8.39	남	74,861	628,083.79	4,196용기/500용기/인
	◦ 생육상토 용기채우기		13.99	여	48,313	675,898.87	4,196용기/300용기/인
	◦ 종자파종 및 복토		20.98	여	48,313	1,013,606.74	4,196용기/200용기/인
	◦ 용기배치		9.33	남	74,861	698,453.13	4,196용기/450용기/인
	◦ 간 인		13.99	여	48,313	675,898.87	4,196용기/300용기/인
	◦ 보 식		13.99	여	48,313	675,898.87	4,196용기/300용기/인
	◦ 이끼 및 잡초제거		13.99	여	48,313	675,898.87	4,196용기/300용기/인
	◦ 동계 용기보관		13.99	남	74,861	1,047,305.39	4,196용기/300용기/인
	◦ 동계관수		20.00	남	74,861	1,497,220.00	1인*4회/월*5개월
	◦ 용기배치(춘계)		8.39	남	74,861	628,083.79	4,196용기/500용기/인
	◦ 용기묘포장		41.96	남	74,861	3,141,167.56	4,196용기/100용기/인
	◦ 용기묘 상차		5.67	남	74,861	424,461.87	1,133상자/200상자/인
	◦ 용기세척및보관		8.39	남	74,861	628,083.79	4,196용기/500용기/인
	◦ 온실관리		112.00	남	74,861	8,384,432.00	7일/월*16개월(묘포관리인부)
			200.00	여	48,313	9,662,600.00	20일/월*10개월
사업비 계					48,500,667.55		
금 리					1,455,020.03	사업비 계의 3%	
생산비 계					49,955,687.58		
기업이익					5,994,682.51	생산비 계의 12%	
계					55,950,370.09		
재해손비					999,113.75	생산비 계의 2%	
합 계					56,949,483.84	사업본수 100,680본	
1,000본당 가격					628,498.25	특묘본수 90,612본 (특묘율 90%)	
조정가격					612,000	612,785.80 가격기준 97.5%	

¹⁾ 온실면적: 728m², 온실시업면적 473m²)

2) 외국의 용기표 규격 및 단가

가) 용기표 규격

선진임업국인 캐나다의 용기표 규격은 시설양묘 대상수종과 조림지의 입지 조건 및 경험, 식재지 여건에 따른 최상의 묘목특성(주로 수고, 근원경)을 근거하여 결정되고 있다. 용기표 규격은 현지식재 시 활착률과 초기 생장단계에 가장 큰 영향을 미치기 때문에 규격을 표시할 때, 수고 및 근원경의 규격뿐만 아니라 수고 및 근원경 평균, 용기형태, 용기크기, 묘령, 식재시기가 같이 표시하고 있다. 일반적으로 사용하는 다양한 묘목형태의 표시법(표 3-24) 및 현재 사용하고 있는 주요 용기의 규격은 표 3-25과 같다.

용기표 규격에 있어 간장과 근원경은 묘목의 형태적인 특성을 가장 잘 표현하고 있으며, 묘목의 형태를 선정하는데 있어 다음 세 가지 원리를 적용한다. 첫째, 보다 긴 생육기간은 보다 큰 수고와 근원경을 가진 묘목을 생산한다. 둘째, 보다 큰 용기 크기는 보다 많은 생육상토를 가지며, 보다 많은 뿌리를 생산하고, 근원경이 보다 크고, 일반적으로 수고가 더 크다(용기의 깊이와 관련함). 셋째, 시설양묘에 있어 보다 넓은 묘목의 생육공간은 보다 많은 가지가 발생하며, 용기묘의 줄기(근원경)가 보다 굵어진다.

한편 용기는 전 세계적으로 스티로블럭과 플라스틱 용기를 사용하고 있으며, 캐나다에서는 주로 스티로블럭 용기를, 미국에서는 플라스틱 용기를 사용한다. 캐나다에서는 뿌리발달 및 축진을 위하여 공기단근용 용기와 구 내부에 구리처리된 용기를 사용하고 있다. 그리고 용기에 직접 삼목을 실시할 수 있는 용기, 미니용기표 생산용 플러그 용기를 사용한다.

캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 용기표 규격 및 단가는 아래와 표들과 같다(표 3-26, 3-27, 3-28, 3-29, 3-30, 3-31).

표 3-24. 용기묘 형태에 대한 약어 및 설명

구 분	내 용
용기형태	PSB : 플러그 스티로블럭 PCT : 구리처리한 플러그 CRC : 삼목용 용기 PAP : 공기단근 플러그(플라스틱 블럭) PAB : 공기 블럭 플러그(스티로블럭) PPT : 이식 플러그-플러그
용기크기	대략적인 구 규격(표 -24.)
묘 령	+표시에 의하여 분리된 두 부분의 규약 : 동등한 총 묘령 (예제) - 1+0 = 1년생, 같은 장소에서 종자파종하고 생육함 - .5+.5 = 1년생, 반년동안 종자파종하여 생육하고, 다른 장소에 이식하여 반년동안 생육 - 2+0 = 2년생, 같은 장소에서 종자파종하고 생육함
식재시기	Sp : 봄, Su : 여름, Fa : 가을, Wi : 겨울

표 3-25. 묘목형태 밀도, 용기 규격, 상토 용적

용기크기 (cm)	구 너비 (cm)	구 깊이 (cm)	구/블럭	구 용적 (ml)	묘목밀도 (구/ m ²)
211A	2.7	11.4	240	39	1,130
313B	3.0	12.7	160	65	764
410	3.6	10.5	112	80	527
415B	3.5	14.9	112	93	527
412A	4.2	11.7	77	126	366
415D	4.3	15.2	77	172	366
512A	5.2	11.9	60	220	280
515A	5.1	15.2	60	250	280
615A	6.0	15.2	45	336	215

표 3-26. 캐나다 브리티시 콜럼비아 주의 용기묘 1-0 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)

수 종	묘목형태 1-0(1년생)	간 장(cm)			근원경(mm)	
		규격	목표(평균)	최대	미달	목표(평균)
Alder (Dg, Dr), Alder, Sitka (Alnucri), Aspen, Trembling (At) Birch (Ep)	PSB410(80㎖/구)	13	20	--	2.4	3.2
	PSB415B(93㎖/구)	15	23	--	2.6	3.4
	PSB412A(126㎖/구)	15	23	--	2.7	3.6
	PSB415D(172㎖/구)	20	30	--	2.8	3.7
	PSB515A(250㎖/구)	23	34	--	3.3	4.2
	PSB615A(336㎖/구)	25	40	--	4.0	5.5
측백나무류, Western Red (Cw)	PSB313B(65㎖/구)	14	22	30	2.0	2.4
	PSB410(80㎖/구)	16	25	35	2.2	2.8
	PSB412B	16	26	36	2.2	2.9
	PSB415B(93㎖/구)	18	29	40	2.4	3.2
	PSB412A(126㎖/구)	18	30	42	2.5	3.4
	PSB415D(172㎖/구)	20	33	46	2.7	3.9
	PSB512A(220㎖/구)	20	35	50	2.8	4.0
	PSB515A(250㎖/구)	20	35	50	2.9	4.2
	PSB615A(336㎖/구) /615B	30	45	60	3.2	4.5
측백나무류, Yellow (Yc)	PSB/CRC410(80㎖/구)	13	22	32	2.2	2.8
	PSB/CRC415B(93㎖/구)	17	26	35	2.4	3.2
	PSB/CRC412A(126㎖/구)	17	26	35	2.5	3.3
	PSB/CRC415D(172㎖/구)	20	30	40	2.6	3.5
	PSB/CRC512A(220㎖/구)	20	32	44	2.8	3.7
	PSB/CRC615A(336㎖/구)	30	40	50	3.5	4.0
Douglas-fir, Coast (Fdc)	PSB313B(65㎖/구)	12	19	26	2.4	3.0
	PSB410(80㎖/구)	16	25	34	2.6	3.2
	PSB415B(93㎖/구)	18	28	38	2.8	3.3
	PSB412A(126㎖/구)	18	30	42	3.0	3.7
	PSB415D(172㎖/구)	20	35	50	3.2	4.2
	PSB512A(220㎖/구)	20	35	50	3.3	4.4
	PSB515A(250㎖/구)	25	40	55	3.4	4.6
	PSB615A(336㎖/구)	30	45	60	3.5	4.8
Douglas-fir, Interior (Fdi)	PSB/PCT313B/411B	12	18	25	2.3	3.0
	PSB/PCT410(80㎖/구)	13	20	28	2.6	3.2
	PSB/PCT412B	13	20	28	2.6	3.3
	PSB/PCT415B(93㎖/구)	15	22	30	2.8	3.5
	PSB/PCT412A(126㎖/구)	15	24	34	3.0	3.6
	PSB/PCT415D(172㎖/구)	15	27	40	3.2	4.0
	PSB/PCT512A(220㎖/구)	15	27	40	3.3	4.2
	PSB/PCT515A(250㎖/구)	15	28	42	3.4	4.4
	PSB/PCT615A(336㎖/구)	15	30	44	3.5	4.6

수 종	묘목형태 1-0(1년생)	간 장(cm)			근원경(mm)	
		규 격	목표(평균)	최 대*	미 달	목표(평균)
전나무류, Amabilis (Ba)	PSB313B(65㎖/구)	9	17	25	2.2	2.7
	PSB410(80㎖/구)	10	19	28	2.4	2.8
	PSB415B(93㎖/구)	11	20	30	2.5	3.0
	PSB412A(126㎖/구)	11	20	30	2.7	3.2
	PSB415D(172㎖/구)	13	25	36	3.0	3.5
	PSB512A(220㎖/구)	13	26	38	3.2	3.7
전나무류, Grand (Bg) 전나무류, Noble (Bn)	PSB313B(65㎖/구)	12	20	28	2.3	2.8
	PSB410(80㎖/구)	14	23	33	2.5	3.2
	PSB415B(93㎖/구)	15	25	35	2.7	3.4
	PSB412A(126㎖/구)	16	30	44	3.0	3.7
	PSB415D(172㎖/구)	20	33	46	3.1	3.8
	PSB615A(336㎖/구)	25	40	55	3.7	4.4
전나무류, Subalpine (Bl)	PSB313B(65㎖/구)/310B	7	12	22	2.0	2.5
	PSB410(80㎖/구) /411B/415B(93㎖/구)	7	17	27	2.3	2.8
	PSB412A(126㎖/구)	8	19	30	2.6	3.2
솔송나무류, Mountain (Hm)	PSB313B(65㎖/구)	12	19	26	2.2	2.8
	PSB410(80㎖/구)	12	20	28	2.3	2.9
	PSB415B(93㎖/구)	14	22	30	2.5	3.0
	PSB412A(126㎖/구)	15	23	31	2.5	3.1
	PSB415D(172㎖/구)	16	24	32	2.6	3.2
솔송나무류, Western (Hw)	PSB313B(65㎖/구)	12	20	28	2.2	2.8
	PSB410(80㎖/구)	12	20	28	2.3	2.9
	PSB415B(93㎖/구)	15	25	35	2.4	3.0
	PSB412A(126㎖/구)	15	25	35	2.6	3.3
	PSB415D(172㎖/구)	18	26	35	2.8	3.5
	PSB512A(220㎖/구)	18	26	35	3.0	3.6
	PSB515A(250㎖/구)	18	28	38	3.1	3.7
낙엽송류, Western (Lw), 낙엽송류, Siberian (Ls), Tamarack(Lt)	PSB313B(65㎖/구)	10	17	24	2.2	2.8
	PSB410(80㎖/구)	12	20	28	2.5	3.0
	PSB415B(93㎖/구)	14	22	30	2.6	3.2
	PSB412A(126㎖/구)	14	23	32	2.8	3.3
	PSB415D(172㎖/구)	15	27	40	3.0	3.5
	PSB512A(220㎖/구)	15	27	40	3.2	3.7

수 종	묘목형태 1-0(1년생)	간 장(cm)			근원경(mm)	
		규 격	목표(평균)	최 대*	미 달	목표(평균)
소나무류, Lodgepole (Pli) (Plc)* 소나무류, Ponderosa (Py) 소나무류, White (Pw)	PSB/PCT309A	6	11	17	2.2	2.6
	PSB/PCT310B	6	11	17	2.3	2.7
	PSB/PCT313B(65mℓ/구) /411B	6	12	19	2.4	2.8
	PSB/PCT410(80mℓ/구)	7	13	20	2.6	3.2
	PSB/PCT412B	7	14	21	2.6	3.3
	PSB/PCT415B(93mℓ/구)	8	14	21	2.7	3.3
	PSB/PCT412A(126mℓ/구)	8	15	22	2.8	3.4
	PSB/PCT415D(172mℓ/구)	8	15	23	3.0	3.6
	PSB/PCT512A(220mℓ/구)	9	16	24	3.1	3.7
가문비나무류, Sitka와 Crosses (Ss, Sxs)	PSB313B(65mℓ/구)	14	22	30	2.2	2.6
	PSB410(80mℓ/구)	16	25	35	2.4	3.0
	PSB415B(93mℓ/구)	17	27	37	2.6	3.2
	PSB412A(126mℓ/구)	17	28	38	2.8	3.5
	PSB415D(172mℓ/구)	18	29	40	3.0	3.8
	PSB512A(220mℓ/구)	20	34	48	3.3	4.3
	PSB515A(250mℓ/구)	22	36	50	3.4	4.4
	PSB615A(336mℓ/구) /615B	30	45	60	3.8	4.8
가문비나무류, White/Engelmann & Crosses (Sx, Se, Sw, Sxw)*	PSB/PCT313B(65mℓ/구) /411B	11	18	25	2.4	3.0
	PSB/PCT410(80mℓ/구)	12	19	27	2.6	3.2
	PSB/PCT412B	12	20	28	2.7	3.3
	PSB/PCT415B(93mℓ/구)	13	20	32	2.8	3.5
	PSB/PCT412A(126mℓ/구)	13	24	35	3.0	3.7
	PSB/PCT415D(172mℓ/구)	14	27	40	3.2	4.0
	PSB/PCT512A(220mℓ/구)	14	27	40	3.3	4.2
	PSB/PCT515A(250mℓ/구)	16	28	42	3.4	4.5
	PSB/PCT615A(336mℓ/구)	20	35	50	3.8	4.8

* 최대 간장이 묘목규격 보다 더 클 경우 근원경이 목표규격에 의하여 간장과의 비율이 등
등할 경우에만 허용함

표 3-27. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 용기묘 2-0 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)

수 종	묘목형태 2-0(2년생)	간 장(cm)			근원경(mm)	
		규 격	목표(평균)	최 대*	미 달	목표(평균)
측백나무류, Yellow (Yc)	PSB/CRC415B(93㎖/구)	18	22	35	3.5	4.5
	PSB/CRC512A(220㎖/구)	20	35	45	3.7	4.6
	PSB/CRC615A(336㎖/구)	30	45	60	4.0	4.8
전나무류, Amabilis (Ba)	PSB410(80㎖/구)	12	22	32	3.2	4.0
	PSB415B(93㎖/구)	14	25	36	3.4	4.4
	PSB412A(126㎖/구)	14	26	38	3.5	4.5
	PSB415D(172㎖/구)	16	29	42	3.8	4.8
	PSB615A(336㎖/구)	16	30	45	4.0	5.0
전나무류, Grand (Bg) 전나무류, Noble (Bn)	PSB415B(93㎖/구)	15	27	40	3.4	4.2
	PSB415D(172㎖/구)	20	35	50	4.0	4.6
	PSB615A(336㎖/구)	25	40	55	4.2	5.0
전나무류, Subalpine (Bl)	PSB412B	8	17	27	3.0	3.8
	PSB410(80㎖/구)	8	19	30	3.2	4.0
	PSB412A(126㎖/구)	10	20	30	3.3	4.3
	PSB415B(93㎖/구)	8	20	32	3.4	4.5
	PSB415D(172㎖/구)	10	23	36	3.8	5.0
소나무류, Lodgepole (Pli) (Plc), 소나무류, White (Pw)	PCT/PSB415B(93㎖/구)	12	25	35	3.6	4.8
	PCT/PSB412A(126㎖/구)	12	25	35	3.8	5.0
	PCT/PSB415D(172㎖/구)	14	25	35	4.0	5.3
	PCT/PSB512A(220㎖/구)	14	25	35	4.0	5.3
	PCT/PSB615A(336㎖/구)	14	25	36	4.3	5.6
가문비나무류, White/Engelmann	PSB415B(93㎖/구)	14	27	40	3.6/4.0**	4.8/5.0**
기타 (Sx, Se, Sw, Sxw)	PSB412A(126㎖/구)	15	29	40	3.7/4.1**	4.9/5.3**
	PSB415D(172㎖/구)	16	30	44	4.0/4.4**	5.3/5.7**
	PSB512A(220㎖/구)	16	31	46	4.1/4.5**	5.4/5.8**
	PSB515A(250㎖/구)	17	32	47	4.2/4.6**	5.5/5.9**
	PSB615A(336㎖/구)	20	35	50	4.5/5.0**	6.0/6.5**

* 최대 간장이 묘목규격 보다 더 클 경우 근원경이 목표규격에 의하여 간장과의 비율이 동등할 경우에만 허용함

** 작은 숫자는 6월 1일부터 다음해 9월 14일까지 운반하는 묘목의 규격(2-0 여름)이고 보다 큰 숫자는 9월 14일 후에 운반하는 묘목의 규격(2-0 봄)임

표 3-28. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 용기-용기 이식묘 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)

수 종	묘목형태 1-0(1년생)	간 장(cm)			근원경(mm)	
		규 격	목표(평균)	최 대*	미 달	목표(평균)
Cedar, Western Red(Cw)	PPT615A 1+1*	30	45	60	3.2	4.5
Cedar, Yellow (Yc)	PPT615A 1+1*	30	40	50	3.5	4.0
Fir, Grand (Bg)	PPT615A 1+1*	25	40	55	4.2	5.0
Spruce, White/Engelmann and Crosses(Sx, Se, Sw, Sxw)	PPT515A 0.5+0.5	16	30	45	3.5	4.5
	PPT615A 1+1/0.5+1.5	18	36	55	4.4	5.8

* 313B 용기에서 1년 생육후, 615A 용기에 이식

표 3-29. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 시설-노지 용기묘 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)

수 종	묘목형태 1-0(1년생)	간 장(cm)			근원경(mm)	
		규 격	목표(평균)	최 대*	미 달	목표(평균)
Alder (Dr, Dg---(a)mesic and Alnucri)---(b)brush(L)	PBR 0.5+0.5	25	35	50	3.5	7.5
	PBR 0.5+0.5	30	50	70	5.0	10.0
Cedar, western Red (Cw)	BBR 2+0	12	18	30	3.0	4.0
	PBR 1+1	30	45	60	4.0	6.0
Cedar, Yellow (Yc)	PBR 1+1	25	35	50	3.5	6.0
Douglas-fir, Coastal (Fdc) ----- (a) mesic ----- (b) brush (L)	PBR 1+1	20	30	40	4.0	5.5
	PBR 0.5+0.5	15	20	30	3.0	4.0
	BBR 2+0	20	30	40	3.5	5.5
	BBR 2+0	35	45	60	4.5	6.4
	PBR 1+2	40	60	80	7.0	12.0
Douglas-fir, Interior (Fdi)	BBR 2+0 PBR 0.5+0.5	12	15	30	3.0	4.0
	BBR 2+1 PBR 0.5p+1.5	15	22	40	4.0	5.0
Fir, Amabilis (Ba)	BBR 2+0	10	16		3.0	3.5
	PBR 0.5+1.5	15	22	-	4.0	5.5
Fir, Grand (BG) -(a) mesic ----- (b) brush (L)	BBR 2+0	15	30	40	3.0	5.5
	BBR 2+0	25	40	60	3.5	6.0
Hemlock, Western (Hw)	PBR 1+1	20	40	60	4.0	6.0
Larch, Western (Lw)	BBR 2+0	12	15	25	3.0	4.0
Pine, Lodgepole (Pli)	BBR 1+0	6	12	--	2.2	2.7
	PBR 0.5p+1.5	10	17	30	3.0	4.2
	BBR 2+0 PBR 1+0.5	10	15	25	3.0	4.0
	PBR 0.5+0.5	7	15	20	2.5	3.0

표 3-30. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 용기-용기 이식묘 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)

수 종	묘목형태 1-0(1년생)	간 장(cm)			근원경(mm)	
		규 격	목표(평균)	최 대	미 달	목표(평균)
Pine, Ponderosa (Py)	BBR 2+0	15	20		3.0	4.0
Pine, Western White (Pw)	PBR 1+1 BBR 2+0	10	20		3.0	4.0
Spruce, Sitka & Crosses (Ss, Sxs) ----- (a) mesic ----- (b) brush ----- (a) mesic ----- (b) brush						
	PBR412A 1+1	14	22	30	4.0	5.0
	BBR 2+0	20	30	40	3.5	5.5
	BBR 2+0	35	45	60	4.5	6.4
	PBR 0.5+1.5	25	35	50	4.0	7.0
	PBR 0.5+1.5	40	60	80	7.0	12.0
Spruce, White/Engelmann and Crosses (Sx, Se, Sw, Sxw)	PBR 1+1 PBR 0.5p+1.5	17	27	37	4.0	5.0

표 3-31. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주의 미니용기묘 규격 (Ministry of Forestry and Range, Nursery Service; 2009. 10. 5)

수 종	Age	간 장(cm)			근원경(mm)	
		규 격	목표(평균)	최 대	미 달	목표(평균)
모든 수종	0.5	8	15	20	1.8	2.2

나) 용기료 단가

캐나다 브리티쉬 콜롬비아 주에서 생산된 소나무류의 용기료 단가를 살펴보면, WHITE의 1-0(PSB410; 80ml/구, 112구)은 203.4원이고, YELLOW 용기료 1-0은 동일한 용적과 크기의 용기를 사용하지만 구리처리된 용기인 PCT410(80ml/구, 112구)은 137.86원, 일반 스티로블럭 용기인 PSB410(80ml/구, 112구)은 125.43원으로 구리처리된 용기에서 생산된 용기료가 보다 고가인 것으로 조사되었다(표 3-32). 그리고 LODGEPOLE INTERIOR 용기료 1-0(PSB410; 80ml/구, 112구)은 137.86원 이며, 2-0(PSB415D; 172ml/구, 77구)은 169.50원 이다.

국내의 소나무 용기료 단가와 캐나다 브리티쉬 콜롬비아 주의 용기료 가격은 비교한다면, 양묘기간 및 방법·용기 형태 및 용적, 묘목의 생육밀도, 포장 및 운반체계 등이 상이하여 비교 자체가 무리이지만 전체적으로는 캐나다 브리티쉬 콜롬비아 주의 용기료 가격이 낮은 것으로 사료된다. 이러한 원인은 여러 요인이 작용하겠지만, 근본적인 이유는 캐나다의 양묘장은 대다수 대규모 기업양묘장으로 첨단화된 시설에서 단기간에 대량생산이 가능하고, 브리티쉬 콜롬비아 주 및 산림기업에서 필요한 용기료를 대량주문하기 때문이다. 또한 용기에서 생육하는 묘목의 생육밀도가 우리나라 보다 고밀도이기 때문이다.

표 3-32. 캐나다 브리티쉬 콜럼비아 주 2010년 용기묘 가격* (Ministry of Foresta and Range, Nursery Service)

수 종	묘목형태	묘 령	가 격(본/원)
전나무류 (BA, BG, BL)	PSB410(80㎖/구, 112구)	1-0	241.82
	PSB412A(126㎖/구, 77구)	1-0	340.13
	PSB415D(172㎖/구, 77구)	1-0	332.22
	PSB310B(160구)	1-0	183.06
	PSB411B(144구)	1-0	200.01
	PSB412A(126㎖/구, 77구)	1-0	322.05
	PSB412A(126㎖/구, 77구)	2-0	311.88
측백나무류, WESTERN RED (CW)	PSB410(80㎖/구, 112구)	1-0	181.93
	PSB412A(126㎖/구, 77구)	1-0	285.89
	PSB412B(112구)	1-0	236.17
	PSB415D(172㎖/구, 77구)	1-0	315.27
	PSB512A(220㎖/구, 60구)	1-0	389.85
오리나무류, RED (DR)	PSB415D(172㎖/구, 77구)	1-0	280.24
	PSB512A(220㎖/구, 60구)	1-0	416.97
가문비나무류, DOUGLAS COASTAL (FDC)	PSB410(80㎖/구, 112구)	1-0	207.92
	PSB412A(126㎖/구, 77구)	1-0	320.92
	PSB415D(172㎖/구, 77구)	1-0	341.26
	PSB512A(220㎖/구, 60구)	1-0	397.76
가문비나무류, DOUGLAS INTERIOR (FDI)	PSB410(80㎖/구, 112구)	1-0	178.54
	PSB411B(144구)	1-0	144.64
	PSB412A(126㎖/구, 77구)	1-0	257.64
	PSB412B(112구)	1-0	185.32
	PSB512A(220㎖/구, 60구)	1-0	305.10
서양솔송나무, WESTERN (HW)	PSB410(80㎖/구, 112구)	1-0	219.22
서양낙엽송 (LW)	PSB410(80㎖/구, 112구)	1-0	141.25
	PSB411B(144구)	1-0	133.34
	PSB412A(126㎖/구, 77구)	1-0	200.01
	PSB412B(112구)	1-0	162.72
측백나무류, YELLOW (YC)	CRC410(80㎖/구, 112구)	1-0	519.80
	CRC412A(126㎖/구, 77구)	1-0	429.40
	PSB412A(126㎖/구, 77구)	1-0	361.60
	CRC512A(220㎖/구, 60구)	2-0	610.20
소나무류, WHITE (PW)	PSB410(80㎖/구, 112구)	1-0	203.40
	PSB412A(126㎖/구, 77구)	1-0	293.80
	PSB412B(112구)	1-0	203.40
소나무류, YELLOW (PY)	PCT410(80㎖/구, 112구)	1-0	137.86
	PSB410(80㎖/구, 112구)	1-0	125.43

수 종	묘목형태	묘 령	가 격(본/원)
소나무류, LODGEPOLE INTERIOR (PLI)	PCT309A	1-0	98.31
	PCT310B(160구)	1-0	94.92
	PCT310C	1-0	84.75
	PCT410(80mℓ/구, 112구)	1-0	135.60
	PCT411B(144구)	1-0	154.81
	PCT412A(126mℓ/구, 77구)	1-0	246.34
	PCT412B(112구)	1-0	142.38
	PCT415D(172mℓ/구, 77구)	1-0	214.70
	PSB310B(160구)	1-0	137.86
	PSB410(80mℓ/구, 112구)	1-0	137.86
	PSB412A(126mℓ/구, 77구)	1-0	174.02
	PSB412B(112구)	1-0	143.51
	PSB415D(172mℓ/구, 77구)	2-0	169.50
가문비나무류, SITKA SPRUCE (SS)	PSB410(80mℓ/구, 112구)	1-0	204.53
	PSB412A(126mℓ/구, 77구)	1-0	276.85
가문비나무류 (S, SE, SW, SX)	PSB310B(160구)	1-0	140.12
	PSB410(80mℓ/구, 112구)	1-0	175.15
	PSB411B(144구)	1-0	155.94
	PSB412A(126mℓ/구, 77구)	1-0	259.90
	PSB412B(112구)	1-0	176.28
	PSB415B(93mℓ/구, 112구)	1-0	198.88
	PSB415D(172mℓ/구, 77구)	1-0	254.25
	PSB512A(220mℓ/구, 60구)	1-0	361.60
	PBR310B(160구)	1-1	446.35
	PSB412A(126mℓ/구, 77구)	2-0	237.30
	PSB415D(172mℓ/구, 77구)	2-0	226.00
	PSB512A(220mℓ/구, 60구)	2-0	367.25

* 기간; 2010.10.22~ 2010.10.24, \$; 1,130.00원(2010.10.24 매매기준율)

나. 시설양묘장 경제성 분석

1) 운영규모

시설양묘에 필요한 적정 운영규모는 현재 그리고 미래 수요에 대한 예상, 사용할 용기형태 및 매년 생산할 용기묘의 본수에 의하여 결정된다. 미국의 남부지방에서 시설온실의 경제성, 용기형태 그리고 노지양묘 묘목생산량 등을 분석한 결과, 시설양묘 경영규모는 연간 3~4백 만본 이상의 묘목을 생산할 수 있는 능력을 가져야 한다고 보고하였다. 우리나라에서는 선진국과 같이 대규모 생산능력을 갖추기에는 많은 어려움이 산재하고 있지만, 최소한 시설양묘가 노지양묘와 비교하여 경제성과 경쟁력을 가지려면 집약관리를 통한 묘목의 대량생산뿐만 아니라 경영적으로도 운영할 수 있는 규모를 가져야 한다. 이에 따라 1인이 집약관리 할 수 있는 시설양묘 규모는 최소한 온실규모를 농가지도형 비닐온실 J형(728m²/동)을 기준으로 할 때 4개동(2,912m²: 881평)으로 분석되었으며, 이를 기준으로 시설양묘정책을 추진할 필요가 있다. 향후 시설양묘 산업화를 도모하기 위해서는 시설양묘 대상수종을 확대하고 생산비율을 확대할 필요가 있다.

그리고 필요한 비닐온실 면적이 2,912m²이면, 양묘작업온실, 관정, 자재보관창고 및 도로 등을 고려하면 시설양묘장의 규모는 비닐온실 면적의 2배 이상인 면적 5,824m² 이상이 필요할 것으로 판단된다.

2) 시설 및 자재비

가) 생산기반 조성

시설양묘 생산기반을 조성하기 위해서는 기본적으로 온실, 관정시설이 필요하며 양묘방법에 따라서 반자동 종자파종시스템이 필요하다. 시설양묘 적정 규모로 생산기반을 조성하는데 최소한 166,000,000원(농가지도형 비닐온실 J형 4동 및 관정 1정) 이상을 투자하여야 하는 것으로 분석되었다(표 3-33).

(1) 비닐온실

농가지도형 비닐온실 J형 시설비는 1동당 40,000,000원이 소요된다(표 3-33). 그리고 시설양묘는 소수의 전문가에 의한 집약경영이 가능하므로 온실은 최소한 4동 이상이 되어야 묘목생산 경쟁력을 확보할 수 있을 것이며, 이때 필요한 시설비는 160,000,000원이다.

(2) 관정

시설양묘는 노지양묘처럼 많은 물의 양을 요구하지 않으며 물의 품질에 따라 절대적으로 좌우되지 않는다. 그러나 시설양묘는 가급적 좋은 물이 바람직하고 적절하게 관수 및 시비할 수 있는 물의 양이 필요하므로 중형관정 시설을 갖출 필요가 있다.

(3) 반자동 종자파종시스템

자동종자파종시스템은 생육상토를 용기에 채우는 과정에서부터 종자를 파종하여 복토하는 일련의 과정을 자동화한 시스템을 말하며, 상토공급충전기, 용기 상토충전기, 다기능파종기 등이 주요 기능으로 구성된다. 현재 이 시스템을 구축하는데 필요한 경비는 고가이므로 비닐온실이 적정 규모 이상이 되었을 때 필요한 장비이며, 대상수종의 종자 크기에 따라 적용 여부를 판단하여야 한다. 일반적으로 종자파종은 반자동화하는 것이 효율적일 것이다. 비닐온실에는 관수·시비시설, 용기받침대, 환풍기 등이 필요하며 이에 소요되는 비용은 표 3-3과 같다.

나) 소요자재

묘목생산에 소요되는 자재는 용기, 생육상토, 비료, 농약, 묘목운반용 포장 상자 이다. 현재 용기종류별 대상수종은 플라스틱 24구(350ml/구)는 상수리

나무 용기묘 1-0, 플라스틱 24구(320㎖/구)는 낙엽송 1-0, 플라스틱 28구(300㎖/구)는 편백 2-0, 플라스틱 40구(250㎖/구)는 소나무 2-0, 플라스틱 104구(63㎖/구)는 소나무 1-0을 대상으로 하였다.

농가지도형 비닐온실 J형(1동) 생산자재비는 용적이 350㎖인 플라스틱 24구는 25,559,100원, 용적이 320㎖인 플라스틱 24구는 24,702,420원, 플라스틱 28구는 32,702,670원, 플라스틱 40구는 32,239,674원, 플라스틱 104구는 40,206,490원이 소요된다(표 3-34).

이에 따라 비닐온실 4동에 소요되는 자재비는 용적이 350㎖인 플라스틱 24구는 102,236,400원, 용적이 320㎖인 플라스틱 24구는 98,809,680원, 플라스틱 28구는 130,810,680원, 플라스틱 40구는 128,958,696원, 플라스틱 104구는 160,825,960원이 소요된다.

표 3-33. 시설양묘 시설투자비¹⁾

구 분		수량	단위	단가(원)	금액(원)	비 고
시설온실 ²⁾	소 계				40,000,000	
	비닐온실	728	m ²	11,000	8,008,000	07-단동-4
	관수시설	728	m ²	21,600	15,724,800	
	용기받침대	473	m ²	24,000	11,352,000	
	환 풍 기	2	개	100,000	200,000	
	시비시설	1	세트	4,500,000	4,500,000	반자동양액 시비기
	기타 부대비	-	-		215,200	
관정 ²⁾	소 계				6,000,000	
	중형관정	1	공	6,000,000	6,000,000	산림청
파종시스템	소 계			2,500,000	2,500,000	
	반자동종자파종기	1	대	2,500,000	2,500,000	SD-600

¹⁾ 시설양묘용 비닐온실 1동을 대상으로 함.

²⁾ 농촌진흥청 단독형온실.

표 3-34. 시설양묘 용기종류별 자재투자비¹⁾

구 분		수량	단위	단가(원)	금액(원)	비 고
플라스틱 24구 (350ml/구)	소 계				25,559,100	
	용 기	4,272	개	4,730	20,206,560	용적 350ml/구
	생육상토	862	포	5,650	4,870,300	50 ℓ
	비료(멀티피드19)	116	kg	2,400	278,400	
	농약(다찌까렌)	14,560	병	14	203,840	
플라스틱 24구 (320ml/구)	소 계				24,702,420	
	용 기	4,196	개	4,730	19,847,080	용적 320ml/구
	생육상토	774	포	5,650	4,373,100	50 ℓ
	비료(멀티피드19)	116	kg	2,400	278,400	
	농약(다찌까렌)	14,560	병	14	203,840	
플라스틱 28구 (300ml/구)	소 계				32,702,670	
	용 기	4,910	개	5,423	26,626,930	용적 300ml/구
	생육상토	990	포	5,650	5,593,500	50 ℓ
	비료(멀티피드19)	116	kg	2,400	278,400	
	농약(다찌까렌)	14,560	병	14	203,840	
플라스틱 40구 (250ml/구)	소 계				32,239,674	
	용 기	4,152	개	6,292	26,124,384	용적 250ml/구
	생육상토	997	포	5,650	5,633,050	50 ℓ
	비료(멀티피드19)	116	kg	2,400	278,400	
	농약(다찌까렌)	14,560	병	14	203,840	
플라스틱 104구 (63ml/구)	소 계				40,206,490	
	용 기	4,100	개	8,800	36,080,000	용적 63ml/구
	생육상토	645	포	5,650	3,644,250	50 ℓ
	비료(멀티피드19)	116	kg	2,400	278,400	
	농약(다찌까렌)	14,560	병	14	203,840	

¹⁾ 농가지도형 비닐온실 J형 1동을 대상으로 함(면적 728㎡), 상면적은 온실면적의 65%(473㎡)를 기준으로 함.

3) 생산소득

용기묘 가격을 선정하는 데 있어 양묘, 포장, 저장, 수송 및 식재 등이 용기묘 가격에 영향을 미치고 있으나 가장 중요한 것은 용기묘가 현지에서 활착하고 자유롭게 성장할 수 있는 용기묘의 품질에 대한 가격이다. 따라서 시설양묘에 대한 투자와 소득은 현지에 적응하는 용기묘의 품질, 즉 우량한 용기묘 생산에 우선적으로 맞추어야 할 것이다.

용기종류별 생산본수 및 금액을 조사한 결과, 용기의 용적이 적을수록 묘목의 생육밀도가 줄어들어 생산본수가 증가하게 되므로 생산금액이 높아지고 있다(표 3-35). 농가지도형 비닐온실 J형 1동에서 플라스틱 104구 용기는 생산본수가 약 369,000본, 생산금액은 약 86,715,000원인 반면 플라스틱 24구 용기는 생산본수가 약 92,275본, 생산금액은 약 38,386,400원에 불과하다. 물론 용기별 대상수종에 대한 묘목단가의 차이가 분명히 있지만 그 편차는 크지 않을 것으로 판단된다. 따라서 묘목의 품질에 나쁜 영향을 미치지 않는 범위 내에서 온실 내 묘목 생산가능면적(상면적)을 가능한 한 확장하는 것이 좋은 대안 중의 하나로 보인다.

표 3-35. 시설양묘 용기종류에 따른 묘목 생산본수 및 소득

용기종류	용기사용 (개/동)	농가지도형 비닐온실 J형 ¹⁾			
		시업본수(본)	생산본수(본)	묘목단가(원)	총생산금액(원)
플라스틱 24구 (상수리 1-0)	4,272	102,528	92,275	416 ²⁾	38,386,400
플라스틱 24구 (낙엽송 2-0)	4,196	100,680	90,612	588 ²⁾	53,279,856
플라스틱 28구 (편백 2-0)	4,910	137,480	123,732	516 ²⁾	63,845,712
플라스틱 40구 (소나무 2-0)	4,152	166,080	149,472	507 ²⁾	75,782,304
플라스틱 104구 (소나무 1-0)	4,100	410,000	369,000	235 ²⁾	86,715,000

¹⁾ 상면적 473m²(온실면적 728m²의 65%), 생산본수는 시업본수의 득묘율을 90%로 함

²⁾ 산림자원분야 사업계획(산림청, 2010)

상수리나무 용기묘 1-0과 소나무 용기묘 1-0의 소득을 비교하면 플라스틱 104구 용기를 사용한 소나무 용기묘 1-0가 생산비는 많이 들어갔지만 용기 내 많은 생육본수로 인해 생산소득과 수익은 플라스틱 24구보다 2배 이상 높은 것을 확인할 수 있다(표 3-36).

생육기간이 2년생인 용기묘의 경우에서도 플라스틱 24구와 28구 용기 보다 생산 비용이 플라스틱 40구 용기 보다 높은 것으로 나타나지만, 플라스틱 40구 용기에서 자란 묘목이 생산 소득과 예상수익에서 더 높은 것을 볼 수 있다. 그리고 소나무 용기묘 1-0을 양묘하는 것이 낙엽송, 편백, 소나무의 용기묘 2-0 보다 더 높은 연간수익을 낼 것으로 판단된다.

표 3-36. 상수리 용기묘 1-0, 소나무 용기묘 1-0, 2-0, 낙엽송 용기묘 2-0, 편백 용기묘 2-0의 소득분석¹⁾

대상수종	용 기	시설양묘 투자 및 소득분석(원)			
		투자비 ²⁾	생산비 ³⁾	생산소득 ⁴⁾	예상수익 ⁵⁾
상수리 1-0	플라스틱 24구	168,500,000	126,718,099	153,545,600	26,827,501 ⁵⁾
소나무 1-0	플라스틱 104구	168,500,000	289,392,736	346,860,000	57,467,264 ⁵⁾
낙엽송 2-0	플라스틱 24구	168,500,000	180,152,676	213,119,424	32,966,748 ⁶⁾
편백 2-0	플라스틱 28구	168,500,000	219,320,212	255,382,848	36,062,636 ⁶⁾
소나무 2-0	플라스틱 40구	168,500,000	260,733,800	303,129,216	42,395,416 ⁶⁾

¹⁾ 농촌진흥청 단독형 비닐온실(면적 728m²) 4동

²⁾ 투 자 비 : 시설비(비닐온실 4동)+관정+파종기

³⁾ 생 산 비 : (차지료 및 종자대+재료비+인부임)×4동

⁴⁾ 생산소득 : 생산본수(본/동)×용기묘 단가(원/본)×4동

⁵⁾ 예상수익(1년) : 생산소득 - 생산비

⁶⁾ 예상수익(1년) : 생산소득 - 생산비

4. 시설양묘 산업화 및 발전 방안

앞 절에서 살펴보았듯이 시설양묘 선진국들에서 시설양묘 분야가 초기에는 소규모로 시작되었지만 시설양묘로 생산된 용기묘의 효과가 확인되면서 빠르게 노지양묘를 대체하면서 점유 비율을 높여온 것을 알 수 있었다. 따라서 우리나라에서도 식재 현장에서 확인된 용기묘의 우수성에 입각한 시설양묘에 의한 용기묘 식재비율의 증가는 이미 예상되고 있으며, 산림청에서도 점진적인 점유비율 증가를 정책으로 이미 제시하고 있다. 특히, 이러한 우수성 못지않게 현재 노지양묘가 처해 있는 열악한 현실은 그냥 방치할 경우 임업양묘산업 자체가 침체되며 나아가 국가조림정책에도 차질이 우려될 정도이다.

현재의 임업 노지양묘산업의 규모도 국내 타 1차산업과 비교할 때 매우 열악한 수준이다. 양묘산업이 산업적으로 발전하기 위해서는 우선적으로 지속적인 생산확대가 기본적으로 추진되어야 한다. 물론 국내 조림용 묘목 생산의 급진적인 확대는 쉽지 않은 현실이지만, 조림용 묘목생산을 주목적으로 시작된 우리나라 임업시설양묘 분야가 산업적으로 발전하기 위해서는 생산규모의 확대가 최우선 요인임에는 틀림없는 현실이다. 생산규모의 확대를 위해서는 우선적으로 시설양묘 대상수종의 확대 정책이 확고하게 수립되어야 할 것이다. 아울러 온실, 용기, 상토, 관수 등 관련 시설·자재산업의 동반성장이 시설양묘 산업화의 필수적 요건으로 판단된다.

또한 시설양묘산업이 국가 산업 측면에서 발전하기 위해서는 조림용 묘목 생산 뿐만 아니라 조경수 묘목 등 전반적인 수목 묘목생산(양묘)분야로 확대되어야 한다. 우리 국토 내에 식재되고 있는 묘목의 생산 관리는 수목을 대상으로 하기 때문에 산림청에서도 적극적인 의지로 이 문제에 접근할 필요가 있다. 이미 '국립산림품종관리센터'를 산림청 소속기관으로 설립하여 국제 경쟁시대에 대비하여 새로운 산림수종(거의 모든 국내 수종이 포함됨)의 품종 등록과 개발을 촉구하고 있기 때문에 더욱 더 적극적이면서도 전반적인 양묘산업(모든 수종의 묘목생산)의 향후 기본방향 수립에 참여해야 한다.

따라서 앞으로도 양묘산업이 현재의 조림용 묘목생산에 우선적인 가치를 부여함과 더불어 도시 및 지역 환경녹화에 필요한 묘목생산 분야에도 적극

적으로 참여하여 산업적인 규모를 확대할 필요가 있다. 노지양묘산업과 같은 토지를 이용하는 1차 산업현장은 전반적인 노동인력 고령화와 부족, 이상기후 등에 의해 이미 한계점에 도달하여 현장의 기피현상은 심각한 정도이다. 이 노지양묘의 어려움은 조림용 묘목생산 현장뿐만 아니라 조경수 등 전반적인 묘목생산 현장에 동일하게 적용되고 있기 때문에 이를 극복하기 위해서는 시설양묘산업으로의 전환이 불가피하게 요구되고 있는 상태이다.

일부 조림식재 현장에서 용기묘에 대한 기피현상은 주로 대·소운반과정에서 다소 불편한 점과 노지묘 식재에 비해 전체적인 식재비용이 더 든다는 점 때문에 발생한 것으로 파악되고 있다. 또한 이러한 점들이 일부 시설양묘 발전에 걸림돌이 된다는 지적도 종종 제기되고 있다. 산불 피해지 복구 용기묘 조립 시에는 용기 채로 현장까지 운반되어 문제점으로 제시되었지만 현재에는 모든 용기묘들이 용기에서 분리되어 종이박스에 포장되어 현지 식재지까지 운반되기 때문에 큰 문제는 없다. 하지만 소운반 과정에서, 과거에 노지묘를 소운반하여 조립하던 시기와 비교해서는 다소 부피가 커서 불편한 점은 인정되며, 소운반에 적합한 운반도구를 시급히 개발해야 할 필요가 있다.

다음으로 식재비용 문제를 살펴보면, 대운반까지는 생산비에 포함되어 문제가 없으며, 소운반과 식재공정에 따른 초과 비용에 따른 기피인데 소운반 문제는 앞에서 언급한대로 개선책이 나오면 해결이 가능할 것으로 보인다. 식재에 관한 내용을 검토하면, 노지묘 식재 혈 구성에 비해 용기묘 식재 혈 조성작업 시 작업공정의 증가 문제는 식재기 보급으로 일부 해결이 가능할 것으로 판단된다. 노지묘와 용기묘 모두 정확한 식재의 중요성은 아무리 강조해도 지나침이 없을 것이다. 식재 혈 조성작업에서, 실질적으로 노지묘와 용기묘의 근장을 비교하면 용기묘의 근장이 짧으며 노지묘를 정확하게 제대로 식재하기 위해서는 오히려 식재혈 깊이를 더 깊고 넓게 파야하며 따라서 단위 면적 및 시간 당 식재 공정은 큰 차이가 없을 것으로 판단되며, 이 문제는 노지묘와 용기묘 모두 식재의 중요성을 고려 지속적인 현장 교육이 필요할 것으로 사료된다.

우리나라 시설양묘분야의 산업화 및 발전 방향에서 중요하게 고려해야 할 분야는 황폐한 복한 산림 복구 분야이다. 물론 앞으로 당연히 이 문제에 대

한 논의 기회가 있겠지만, 노지양묘의 중요성과 그동안의 축적된 기술의 활용도 적극적으로 추진되어야 한다. 이와 함께 북한 임지의 열악한 토양환경을 고려하면 상대적으로 뿌리발달이 뛰어난 시설양묘의 용기묘가 더욱 적합하게 소요될 가능성이 제기될 것으로 예상된다. 따라서 머지않은 시점에 도래될 이 문제에 관한 준비작업도 지금부터 충실히 추진되어야 할 것으로 판단하는 바이다.

제 3 장 연구결과의 활용계획

- 시설양묘를 활용한 묘목생산 계획추진 및 시설양묘 정책방향 지원
- 신기술을 활용한 묘목생산기술로 양묘예산 효율성 증대
- 농산촌 소득증대 창출 및 우량묘목생산을 통한 가치 있는 산림자원 육성에 기여
- 양묘산업 산업화 및 관련 산업의 안정적인 발전 지원
- 국·민유 양묘장 경쟁력 강화를 위한 시설양묘 생산기반 조성 강화
- 용기묘 생산방법을 체계화하여 양묘산업 선진화 도모 가능

제 3 장 결 론

본 연구는 우리나라 조림묘목 생산체계를 본격적으로 시설양묘로 전환하기 위하여 시설양묘 확대정책 타당성을 검토하고 중·단기 시설양묘 정책목표 설정 및 발전 방안을 수립하고자 수행하였다. 이를 위하여 연구는 용기묘 조림정책 방향, 용기묘 생산 및 관리방안, 시설양묘 산업화 및 발전 방향으로 크게 구분하여 수행하였다.

우리나라에서 일반적으로 이루어지고 있는 노지양묘는 노동집약적이며, 기계화 작업이 어렵고, 연작과 장기간 사용에 따른 묘포토양의 노후화 및 토양개량의 한계, 기상재해를 받기 쉬워 필요한 수종의 묘목을 안정적으로 생산하는 데 어려움이 많다. 농촌의 노동인력 부족 및 심각한 고령화 현상은 우리나라 농촌의 심각한 문제이고, 특히 양묘장 작업인부의 노령화가 너무 높아 향후 5년 내에 노지양묘의 실행은 어려울 것으로 예상된다. 당면한 노지양묘의 제한요소를 극복할 수 있는 방법 중에 가장 좋은 선택은 첨단기술 분야를 활용하는 시설양묘를 적극적으로 도입하는 방법이 타당한 것으로 판단된다.

임업시설양묘와 유사한 산업분야인 시설원예는 1994년부터 농어촌발전대책의 일환으로 원예산업 경쟁력 제고대책이 추진되면서 짧은 기간 동안에 현대화가 빠르게 진행되었고, 이를 기반으로 고급채소, 화훼를 생산하여 국내뿐만 아니라 농산물 거대시장인 일본에 수출하여 시설원예 수입시장을 선점하였다. 시설원예의 급속한 성장으로 전후방 산업인 온실자재산업과 육묘산업이 급속히 발전하는 등 시설원예산업의 성장기반을 구축하였다. 임업시설양묘분야도 시설원예의 발전과 발생한 문제점을 타산지석으로 삼아 양묘장 생산기반 조성을 강화하여야 할 것이며, 이를 달성하기 위해서는 산림정책지원이 반드시 필요하다.

세계적인 시설양묘 추세는 고위도인 북유럽과 북미를 중심으로 발전하였

으며, 현재는 온대, 열대지방 등 전 세계적으로 노지양묘에서 시설양묘로 전환하고 있는 추세이다. 전 세계적으로 양묘방법은 나라의 자연환경 및 경제·사회적 현실에 맞게 발전하고 있다. 미국 남부지역과 같이 양묘 기계화 작업시스템이 잘 구축된 지역에서는 노지양묘를 유지하고 있으며, 조림수종에 따라서는 시설양묘를 적극적으로 도입하고 있다.

향후 시설양묘의 적정비율은 양묘작업인부의 높은 노령화율, 현재의 시설양묘 지원정책, 시설양묘 기술 등을 종합적으로 고려하면, 향후 5년 후인 2015년까지 30% 수준으로 확대하는 것이 바람직하다. 이를 달성하기 위해서는 첫째 시설양묘 생산시설 및 생산기술에 대한 정책적인 지원은 계속되어야 하며, 둘째 체계적인 시설양묘 대상수종 생산기술 개발 및 교육이 필요하며 셋째, 용기, 관·시비시스템, 온실 등 시설양묘 자재산업의 육성이 필요하고 이들 자재에 대한 규격화와 표준화가 필요하다. 매년 비닐온실 15동을 구축하기 위해서는 연간 6억원(2010년 지원기준, 4천만원/728m²/동)의 투입금액이 필요하다. 그리고 조림수종 중 시설양묘 도입 가능수종은 국유양묘장, 국립산림과학원, (사)한국시설양묘연구회 등의 기관에서 시범생산을 통한 용기묘 규격 및 양묘시스템을 구축한 후에 도입하여야 할 것이다.

산림청에서 '제5차산림기본계획'에서 경제수조림 위주로 연간 조림면적을 30,000ha 이상으로 확대할 것을 계획하고 있고 총 생산본수의 30% 정도를 용기묘 조림으로 추진한다면, 현재와 같은 비닐온실이 총 246동이 필요한 것으로 추산된다. 이와 같은 본수의 용기묘를 생산하기 위해서는 적절한 방안의 수립이 필요하다. 본 연구에서 우선적으로 고려할 수 있는 세 가지 방안을 제시하였다. 첫째, 일정 규모의 비닐온실 설치 지원 확대가 필요하다. 둘째, 국유림 조림용 및 일정 비율의 용기묘 생산은 현재 국유양묘장의 시설과 앞으로 추가 확대되는 시설을 활용할 수 있을 것이다. 특히, 활엽수 용기묘 생산 수종 확대는 우선적으로 국유양묘장에서 실시할 필요가 있으며, 이 경우 3~5ha 정도 면적에 식재할 수 있는 본수가 바람직 할 것이다. 셋째, 현재의 생산시설인 비닐온실의 형태를, 일부는 최소 생육시설을 갖춘 야외생육시설 형태로 조성할 필요가 있다.

지난 8년간 산림청에서 양묘장 생산기반 조성을 강화하기 위하여 지원·구축된 비닐온실은 107동(면적 728m²/동)과 향후 지속적으로 비닐온실을 매년 15동(2010년 지원 기준) 지원한다면 용기묘 조립을 연간 3% (2008년 조립 분수 기준; 용기묘 연간 약 130만본 추가생산) 확대하여도 시설양묘 기반시설에는 크게 문제가 없는 것으로 조사되었다.

시설양묘 대상수종을 선정할 때, 우선 시설양묘의 가능여부 및 대량생산의 가능성을 우선적으로 고려하기 때문에 그동안 조림식재가 많이 이루어진 수종을 대상수종으로 선정하였다. 현재 시설양묘 대상수종인 소나무, 상수리나무, 편백, 낙엽송 등과 같은 4수종이 이에 해당된다. 앞으로도 이들 수종은 우리나라 시설양묘의 주력수종이 될 것으로 판단된다.

용기묘 확대 대상수종은 연구를 통하여 시설양묘로의 생산 가능성이 검증된 수종, 대량생산이 가능성 수종, 조림 및 산림 정책적으로 필요한 수종을 선정하는 것이 바람직하다. 주요 용기묘 확대수종으로 백합나무, 상록활엽난대수종, 리기테다소나무, 곰솔, 자작나무류, 헛개나무를 우선적으로 선정하였다.

우리나라 산림기후대별 적정 시설양묘 대상수종으로 온대북부는 소나무, 참나무류, 자작나무류를, 온대중·남부는 소나무, 낙엽송, 참나무류를, 난대는 편백, 곰솔, 상록활엽수종을 추천하였다. 특히, 기후온난화에 따른 난대수종 확대 조림에 대비하여 가시나무류, 구실잣밤나무, 녹나무, 황칠나무, 후박나무를 권장할 수 있다. 또한 바이오 순환 조림수종인 백합나무의 클론묘 순화 과정을 포함 용기묘 생산기술체계를 구축한 후, 전체 기후대에 적용할 필요가 있다.

현재 우리나라 용기묘 생산기술은 생산방법 및 시업체계에 따라 용기묘 1-0 가을식재, 용기묘 2-0 가을식재, 용기묘 2-0 봄식재, 시설-노지 연계양묘로 구분되어 이루어지고 있다. 용기묘 1-0 가을식재는 침·활엽수를 대상으로 주로 단기간에 대량생산하여 조기 활착 및 초기 생장을 향상시키기 위하

여 생산된 당해연도 가을에 식재하는 것을 말하며, 소나무와 상수리나무 용기묘 1-0이 이에 해당한다. 용기묘 2-0 가을식재는 보다 큰 묘목을 생산하기 위하여 용기에서 2년 동안 양묘하여 생산된 묘목을 가을에 식재하는 것을 말하며, 소나무와 편백 용기묘 2-0이 이에 해당한다. 주로 초기생장이 상대적으로 느린 침엽수종과 고정생장 하는 활엽수종을 대상으로 하며, 묘목이 보다 커지고 묘령이 늘어나기 때문에 양묘 시에는 묘목의 휴면 요소 등 활력 감소 없이 생장을 조절하여야 하며 겨울 저장기간 동안 묘목이 손상을 입는 것을 주의하여야 한다. 용기묘 2-0 봄식재는 용기묘 2-0 봄식재 묘목은 가을 식재와 전반적으로 유사하며, 동계저장이 2회인 것이 차이점이다. 이에 해당하는 수종은 낙엽침엽수인 낙엽송 2-0 용기묘 이다. 시설양묘 분야의 신기술인 시설-노지 연계양묘는 적은 용적의 용기에서 생산된 미니용기묘를 노지묘 상으로 이식하여 생산된 용기-노지 이식묘 생산을 말한다. 이 기술로 생산된 소나무 2년생 용기-노지 이식묘는 노지묘 1-1와 비교하여 간장, 근원경생장, 건물생산량이 월등히 좋았다. 이에 따라 시설-노지 연계양묘기술을 도입할 필요가 있다고 판단된다.

용기묘 2-0 생산에 있어 겨울철에 시설 내 난방에 의하여 휴면 없는 생장을 통한 생산은 경제성을 고려할 때 현재로는 힘든 상황이므로 월동관리에 대한 준비는 반드시 필요한 사항이다. 일반적으로 시설 내 수분관리에 있어서 10월 중순까지는 정상적인 관수가 필요하나 이 시기가 지나면서부터 관수량을 줄여나가야 하며, 이 시기 이후부터는 매 3~4일 관수로 시작하여 11월 초순경부터는 주 1회 관수, 12월 초부터는 2주마다 관수가 적정한 것으로 판단된다.

시설양묘를 활용하여 생산된 용기대묘는 뿌리발달이 뛰어나며, 분뜨기 작업이 필요 없고, 계절적 조림시기에 관계없이 식재가 가능하므로 큰나무조림을 적용이 필요하다고 판단된다. 현장 요구가 많으면서도 현재 용기소묘(1~2년생)로 생산되고 있는 소나무와 편백을 용기대묘로의 생산체계전환이 우선적으로 필요하다. 소나무 용기대묘 규격(안)은 간장 58.0cm 이상, 근원경 9.0mm 이상으로, 편백 용기대묘 규격(안)은 간장 68.0cm 이상, 근원경 8.0mm 이상

이다. 그리고 소나무 용기대묘 2-2 종묘가격은 2,606원/본(안)으로 노지대묘 1-1-2 종묘가격 3,074원/본 보다 경제적이다.

조림용 묘목생산을 주목적으로 시작된 우리나라 임업시설양묘 분야가 산업적으로 발전하기 위해서는 생산규모의 확대가 최우선 요인이며 아울러 용기, 상토, 관수 등 관련 자재산업의 동반 성장이 필수적 요건이다. 또한 시설양묘산업이 국가 산업 측면에서 발전하기 위해서는 조림용 묘목생산 뿐만 아니라 조경수 묘목 등 전반적인 수목 묘목생산(양묘)분야로 확대되어야 한다. 향후에는 도시환경녹화 및 황폐한 복한 조림지 복구에도 적극적으로 적용할 필요가 있다.

1차 산업현장 전반적인 노동인력 고령화와 부족, 이상기후 등에 의해 한계점에 도달한 노지양묘의 어려움을 시설양묘로 극복하기 위해서는 시설양묘 대상수종 확대 정책이 확고하게 수립되어야 한다. 산불피해지 복구 등 특수조림, 경관조림, 도시숲 조성 등에도 용기 중·대묘를 활용할 필요가 있다.

일부 조림식재 현장에서 용기묘에 대한 기피현상이 시설양묘 발전에 걸림돌이 된다는 문제점에 대한 검토 결과, 용기묘의 대·소운반 과정에서 제기되었던 문제점은 현재는 용기에서 용기묘만 분리하여 현장에 보내기 때문에 문제가 없는 것으로 결론을 내렸다. 또한 현장에서 제기된, 식재 혈 조성작업 시 작업공정의 증가 문제는 식재기 보급으로 해결이 가능한 것으로 판단된다. 실질적으로 노지묘와 용기묘의 근장을 비교하면 용기묘의 근장이 짧으며 노지묘를 정확하게 제대로 식재하기 위해서는 오히려 식재혈 깊이를 더 깊게 파야하며, 단위 면적 및 시간 당 식재 공정은 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 따라서 이 문제는 노지묘와 용기묘 모두 식재의 중요성에 대한 지속적인 현장 교육이 필요하다.

소나무 용기묘 2-0 과 노지묘 1-1 의 조림 및 식재 후 관리 비용을 분석한 결과, 소나무 용기묘 2-0 은 노지묘 1-1 보다 묘목단가가 243원/본 더 높고 조림비도 844,801원/ha 더 많이 소요된다. 그러나 풀베기 작업비는 용기묘의

생육상황이 노지묘 보다 월등히 좋기 때문에 노지묘에 비하여 더 낮게 소요 될 것으로 판단된다. 소나무 용기묘 2-0과 노지묘 1-1의 현지 활착율을 비교 하면, 조사되거나 일반적으로 알려진 활착율은 용기묘 2-0이 95% 이상, 노지 묘 1-1이 80% 이상으로, 용기묘의 활착율이 보다 높았다. 이에 따라 현지 활 착율에 따른 용기묘의 손실된 조립 및 묘목비용은 노지묘가 보다 낮은 것으 로 조사되었다. 용기묘와 노지묘의 조립 및 사후관리의 차이는 식재 현장에 서의 적응력, 즉 활착과 생장의 차이로 볼 수 있다. 일반적으로 소나무 용기 묘 2-0 이 노지묘 1-1 보다 현지 식재 후 활착 및 생장이 월등히 좋기 때문 에 조립 식재지역이 열악할수록 이 차이는 더욱더 확연할 것이다.

시설양묘 생산기반을 조성하기 위해서는 기본적으로 온실, 관정시설이 필요 하며 양묘방법에 따라서 자가용 종자파종시스템이 필요하다. 시설양묘 적정 규모로 생산기반을 조성하는데 최소한 1억6600만원(농가지도형 비닐온실 J형 4동 및 관정 1정) 이상을 투자하여야 하는 것으로 분석되었다. 용기종류별 생산본수 및 금액을 조사한 결과, 용기의 용적이 적을수록, 생산기간이 짧을 수록 시설양묘 경제성이 높은 것으로 조사되었다.

상수리나무와 소나무 용기묘 1-0의 경우, 104구 용기를 사용한 소나무 용 기묘 1-0의 생산비는 많지만, 단위면적당 높은 생산량으로 인하여 생산소득 과 수익은 플라스틱 24구(상수리나무) 보다 2배 이상 높았다. 낙엽송, 편백, 소나무 용기묘 2-0의 경우에서도 40구(소나무), 28구(편백), 24구(낙엽송) 순으 로 생산소득과 예상수익이 더 높았다. 생산기간이 보다 짧은 소나무, 상수리 나무 용기묘 1-0가 소나무, 편백, 낙엽송 용기묘 2-0 보다 높은 생산소득과 예상수익이 더 높았다.

시설양묘 확대에 현재 시설양묘 대상수종의 용기묘 생산량을 매년 5% 확 대 생산에 따른 용기묘 구입에 소요되는 금액을 연도별로 조사한 결과, 2011 년의 용기묘 금액은 3,211,513천원, 2012년은 3,859,188천원, 2013년은 4,542,720천원, 2014년은 5,263,965천원, 2015년은 6,024,327천원으로 증가하는 것으로 조사되었다.

본 연구과제 결과들을 바탕으로 한 종합적인 결론은, 앞으로 우리나라 조림정책의 원활한 수행을 위해서는 목목생산체계를 노지양묘 중심에서 시설양묘로 확대·전환하여야 한다는 점이다. 선진임업국가에서는 이미 첨단기술분야를 활용하여 시설양묘 산업을 구축하였으며, 전 세계적으로도 시설양묘로 양묘체계를 전환되고 있다. 우리나라의 시설원예도 정책적인 지원으로 짧은 기간 동안 현대화를 이룩하고 급속한 성장을 이룩하고 있다.

현재 우리나라에서의 시설양묘는 기로에 선 선택이 아니라 시설양묘로 갈 수 밖에 없는 현실에 도달하게 된 근거들을 앞에서 충분히 제시된 것으로 판단된다. 보다 더 구체적인 세부추진내용들은 추후 충분한 논의과정을 통해 정리될 수 있을 것으로 사료된다. 오늘이 앞으로 우리나라 시설양묘산업의 발전에 있어 중요한 분수령이 될 것으로 믿어 의심치 않으며, 이에 대한 철저한 준비를 위해 관련 산업분야 종사자와 함께 관련 연구자들이 끊임없는 노력을 해야 할 것이다. 더불어 우리 산림당국의 정책적인 준비와 배려 또한 절실히 필요한 시점이다.

<참 고 문 헌>

- 권기원. 2003. 시설양묘 시스템을 이용한 용기묘 생산 전략. In : 우리나라 임업 시설양묘 발전을 위한 적정 용기 개발. 세미나 자료집. 임업연구원 중부임업 시험장. pp. 21-42.
- 김종진. 2002. 우리나라 시설양묘의 발전방향. 한국양묘협회지 30:53-62.
- 김종진. 2003. 시설양묘 대상 수종과 양묘기술. 한국양묘협회지 31:39-47.
- 김종진. 2003. 임업 선진국의 시설양묘 용기현황 및 향후 우리나라의 용기개발 방향. In : 우리나라 임업시설양묘 발전을 위한 적정 용기 개발. 세미나 자료집. 임업연구원 중부임업시험장. pp. 12-20.
- 김종진. 2004. 용기대묘 생산 추진 방안. 한국양묘협회지 32:77-88.
- 김종진. 2005. 시설양묘 대상 수종 확대지정 방향. 한국양묘협회지 33:67-84.
- 김종진. 2007. 낙엽송 종자관리와 용기양묘기술. 한국양묘협회지 35 : 43-56.
- 김종진, 윤택승, 조혜경, 송국현. 2006. 소나무·상수리나무 용기묘와 노지묘의 생육 비교분석 및 효율적 조림방안 연구. 산림청. 221p.
- 김종진, 한문영, 윤광배, 윤택승. 2003. 국유양묘장 경영개선 방안에 관한 연구. 산림청. 150p.
- 김종진, 홍성각, 홍한표. 1998. 소나무, 낙엽송 및 자작나무의 시설양묘시 적정 광주기 및 장일처리 보조광의 적정 광도 구명. 산림과학논문집 58:135-145.
- 산림청a. 2008. 2008년도 산림과 임업 동향에 관한 연차보고서. 산림청. 714p.
- 산림청b. 2008. 2008 산림자원분야 사업계획. 산림청 산림자원팀.
- 산림청c. 2008. 제5차 산림기본계획. 산림청. 196p.
- 신정아, 손요환, 홍성각, 김영걸. 1999. 질소와 인 시비가 소나무, 일본잎갈나무, 자작나무 묘목의 양분이용효율에 미치는 영향. 한국환경농학회지 18(4):304-309.
- 안승환. 2003. 간이온실을 이용한 양묘사업의 발전방향. In : 우리나라 임업시설 양묘 발전을 위한 적정 용기 개발. 세미나 자료집. 임업연구원 중부임업시험

장. pp. 43-48.

오정수. 1986. 시설양묘의 동향. 한국양묘협회지 14:30-38.

오정수. 1990. 새로운 양묘기술. - 하우스를 이용한 시설양묘 -. 한국양묘협회지 18:5-18.

오정수, 이명보, 홍성각. 1988. 단기건묘생산을 위한 컨테이너양묘사업법 개발. 임업시험장 연구보고서 36:1-9.

윤태승. 2002. Air-root pruning을 이용한 우량 용기묘 생산에 관한 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문. 85p.

윤태승. 2004. 임업시설양묘 발전을 위한 선진기술 도입. 한국양묘협회지 32:89-98.

윤태승. 2007. 대묘조립의 필요성과 추진대책. 2007년도 전국양묘기술세미나, 한국양묘협회. pp. 77-88.

윤태승. 2007. 일본의 컨테이너 재배기술 현황 및 발전방향. 조경수 9/10월 (통권 100호).

윤태승, 김종진. 2004. 시설양묘 대상수종별 생육상토. In : 임업시설양묘 세미나. 세미나 자료집. 건국대학교. pp. 32-46.

윤태승, 김종진. 2005. 시설양묘 대상수종 및 규격. In : 임업시설양묘 세미나. 세미나 자료집. 건국대학교. pp. 1-21.

이대림. 2004. 우량림 육성을 위한 종묘사업 발전방향. In : 임업시설양묘 세미나. 세미나 자료집. 건국대학교. pp. 1-31.

이대림. 2005. 용기묘 조립전용 『OK 식재기』 개발. In:임업시설양묘 세미나. 세미나 자료집. 건국대학교. pp. 48-64.

이만우. 1988. 한국 민영 양묘사업의 어제와 오늘. 한국양묘협회지 16:43-50.

이명보. 1995. 캐나다 시설양묘의 현황. - 시설과 관리체계를 중심으로 -. 한국양묘협회지 23:13-18.

이정식. 1996. 외국의 임업 양묘현황과 기술체계. 한국양묘협회지 24:19-35.

임경빈. 1981. 미국의 포트양묘. 한국양묘협회지 9:5-11.

- 임업시험장. 1972. Jiffy 포트에 의한 조림시험. 시험연구보고서 108-126.
- 정영숙. 2009. 소나무 용기묘 생산을 위한 연계양묘체계 개발에 관한 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문. 115p.
- 정영숙, 이종화, 윤택승. 2008. 시설-노지 연계양묘를 활용한 소나무 용기묘 생산 기술. 2008년도 (사)한국시설양묘연구회 기술세미나. pp. 13-36.
- 정차식, 박인동, 유세원. 2006. 강송용기묘 · 노지묘 생육상황 비교에 관한 연구. 동부지방산림청 현장기술 Report 2호:1-7.
- 홍한표 외 11인. 2000. 시설양묘를 이용한 묘목의 대량생산 시업기술 개발. 농림부. 400p.
- BC Ministry of Forests. 1998. Provincial Seedling Stock Type and Ordering Guidelines. Province of British Columbia Ministry of Forests. 71p.
- Bowden, R. 1993. Provincial Seedling Stock Type Selection and Ordering Guidelines. Ministry of Forests British Columbia. 71p.
- Dickson, A., A.L. Leaf, and J.F. Hosner. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. For, Chron. 36:10-13.
- Edwards, I.K. and R.F. Huber. 1982. Contrasting approaches to containerized seedling production. pp. 123-127 in Proceedings of the Canadian Containerized Tree Seedling Symposium. J.B. Scarratt, C. Glerum, C.A. Plexman (eds.). Canadian Forestry Service, Great Lakes Forest Research Centre, Ontario.
- Johnson, F., J. Paterson, G. Leeder, C. Mansfield, F. Pinto, and S. Watson. 1996. Artificial regeneration of Ontario's forests: Species and Stock Selection Manual. Ontario Forest Research Institute. 51p.
- Landis, T.D. 2007. Miniplug transplants: Producing large plants quickly. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-50. pp. 48-53.
- Landis, T.D., R.W. Tinus, and J.P. Barnett. 1999. The Container Tree Nursery Manual. Vol. 6. Seedling propagation. Agriculture handbook 674. U.S.D.A. Forest Service, Washington DC. 166p.

- Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald, and J.P. Barnett. 1989. The Container Tree Nursery Manual. Vol. 4. Seedling nutrition and irrigation. Agriculture handbook 674. U.S.D.A. Forest Service, Washington DC. 119p.
- Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald, and J.P. Barnett. 1990. The Container Tree Nursery Manual. Vol. 2. Containers and growing media. Agriculture handbook 674. U.S.D.A. Forest Service, Washington DC. 88p.
- Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald, and J.P. Barnett. 1992. The Container Tree Nursery Manual. Vol. 3. Atmospheric environment. Agriculture handbook 674. U.S.D.A. Forest Service, Washington DC. 145p.
- Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald, and J.P. Barnett. 1995. The Container Tree Nursery Manual. Vol. 1. Nursery planning, development and management. Agriculture handbook 674. U.S.D.A. Forest Service, Washington DC. 188p.
- May, J.T. and A.L. Dadeville. 1984. Seedling quality, grading, culling and counting. In : Southern Pine Nursery Handbook. USDA Forest Service Southern Region. pp. (9)1-10.
- McNabb, K. and Enebak, S. 2008. Forest Tree Seedling Production in the Southern United States : The 2005-2006 Planting Season. Tree Planters' Notes. Volume 53, No.1 : 47-56.
- Stuewe, E. 2006. Trends in container types. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-43. pp. 73-81.
- 近藤三雄 等 4人. 1994. 都市緑化用 樹木の 生産技術と 緑化. ソフトサイエンス社. 212p.

주 의

1. 이 보고서는 산림청 정책연구 용역으로 수행한 결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 인용할 때에는 반드시 산림청 정책연구용역으로 수행한 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

