

VI. 호주의 삼목묘 양묘소개

- 퀸스랜드주 매년 600만본 이상 삼목묘 대량증식 -

경북대학교 입학과
박 용 구 교수

1. 서 론

호주의 산림면적은 155,800,000ha로 총국토 면적의 20%에 달하며 그중 퀸스랜드주는 산림면적이 가장 넓은 49,226,000ha 에 이르고 있으며 임업시험장인 Gympie에서 수년 동안 침엽수 신품종 육성 및 삼목묘 대량 증식을 하여 산지에 식재하고 있다. 북반부에서는 침엽수중에 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 소나무류가 대양주에는 분포하고 있지 않으나 인접국인 뉴질랜드에서 미국에 있는 라디아타소나무를 도입하여 신품종 육성에 성공하여 임업국가로써 크게 성장하였다. 이에 호주에서도 소나무 육종에 관심을 가지게 되었다. 뉴질랜드에는 온대성 기후이지만 퀸스랜드주의 대부분의 기후는 난대 및 열대기후를 나타나고 있어서 북쪽에 위치하고 있는 열대지역에는 열대우림의 천연림 지역이며 그 아래 쪽에는 난대지역 수종이 분포하고 있다. 퀸스랜드 주에서는 미국의 난대성 기후지역에 분포하고 있는 slash pine(*P. elliotii*)과 Caribbean pine(*P. caribaea*)을 도입하여 교잡육종법으로 잡종 소나무를 만들어 이들 중 수형이 우량하고 생장이 빠른 개체를 수형목으로 선발하였다. 이들 수형목은 대규모의 채수포를 만들어 연간 700만본 이상의 삼목묘를 증식시켜 산지 식재하고 있다. 이들 삼목묘 양성은 Gympie 임업시험장 산하에는 Toolara 양묘장과 Beerburrum 양묘장에서 이루어지고 있다.

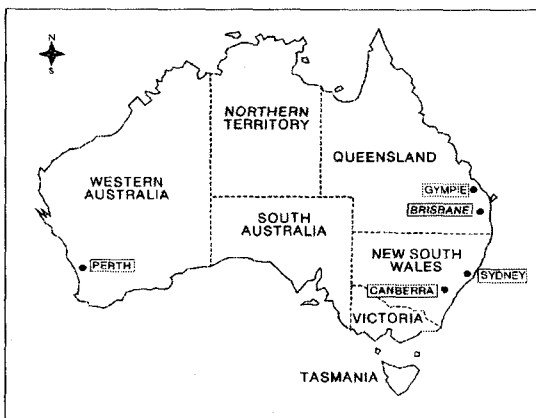


그림 1. 호주의 지도

2. 호주의 지형

호주는 1901년 6개의 영 연방국으로 건설되었으나 현재는 뉴사우스웨일즈(NSW), 빅토리아(Vic.), 퀸스랜드(Qld.), 서호주(WA), 남호주(SA), 테즈메이니아(Tas.) 등의 6개 주와 2개 직할 지역으로 수도 준주(ACT), 노던 준주(NT)로 나누어져 있다 (그림 1).

총 국토 면적 7,682,300km²로 남한 면적의 77배에 달하지만 인구는 우리나라의 반에도 미치지 못하는 약 19백1천만 명(1999)에 불과하다. 지형은 평균고도가 300m(세계 평균은 약 700m) 미만으로 매우 낮고 600m 이상의 고지는 전국토의 5% 정도이다.

내륙의 기후는 대부분 사람이 살기 어려운 메마른 불모지이거나 반사막으로 인구의 대부분이 해안지대에 살고 있다. 연강수량은 150~2,000mm로 다양하며 연평균기온은 10~30℃로 서리의 피해는 적지만 태즈메이니아 섬의 고지에는 만년설이 쌓여 있다.

3. 호주의 산림행정기구

산림과 임업행정은 타 산업과 마찬가지로 주 정부 자치로 이루어지고 있어, 연방정부의 권한은 극히 한정되어 있다. 연방정부의 산림관련 장관은 내각에 농림부 장관(Minister for Agriculture, Fisheries and Forestry)과 내각 외 장관으로 삼림 및 보전부 장관(Minister for Forestry and Conservation)이 있고, 각 주에 삼림을 담당하는 기관이 있어 주유림과 사유림에 관한 모든 정책을 관장하고 있다. New South Wales주에는 산림부, Victoria 주에는 자연자원 및 환경부, Queensland 주에는 자연자원부와 일차산업부, Western Australia에서는 토지보전 관리부, South Australia에서는 삼림부, Tasmania 주도 삼림부, 수도 준주는 삼림부, 그리고 북부 준주에는 일차산업 수산부와 야생동물, 공원위원회가 설치되어 있어서 삼림관계 업무를 관장하고 있다.

연방정부의 기능은 약하지만 각 주와 이해관계자들 그리고 지역사회와의 협력을 통해 천 연림의 이용방법에 따른 수십년 간의 분쟁을 해결하고 산림관련산업에 대한 투자를 촉진하며 국제적으로 경쟁력 있고 지속적인 목재산업발전을 위한 기술개발 등의 일을 하고 있다.

4. 호주 산림면적 및 변화 추세

호주 대륙이 유럽 이민을 받아들이기 시작한 1788년부터 1980년 사이에 호주 산림의 약 36%가 감소한 것으로 추정하고 있다. 그러나 97년 6월 30일 기준으로 호주의 산림면적은 155.8백만ha로 국토의 20%를 점하고 있다. 실제적으로 임야는 해안과 내륙의 등우량선 500mm 선과의 사이의 평균 300km폭의 띠 형태로 분포하고 있다. 전체 육지면적의 20%를 차지하고 있는 산림 중에 국유림이 72%인 112.6백만 ha이고 사유림은 27%

인 42백만ha이다. 국유림 중에는 16%인 17.6백만ha가 자연보호지역이고, 12%인 13.4백만ha가 목재생산을 비롯한 다양한 용도로 각 주의 산림청에서 관리하고 있고, 14%인 15.6백만ha가 기타 주유림, 그리고 59%인 66.1백만ha가 대부림(목장용 대부) 지역이다. 호주의 산림 중 사유림과 목장용 대부지를 합한 108백만ha(전체 산림의 69%)가 개인의 경영에 맡겨져 있는 것이다.

표 2. 지역별 산림 면적 (천ha)

	NSW	Vic.	Qld.	SA	WA	Tas.	NT	ACT	호주합계
유크리	17,929	6,845	31,984	4,820	29,390	2,237	31,138	120	124,463
아카시아	944	17	4,603	307	3,986	3	2,439	-	12,298
Melaleuca	202	18	2,643	2	155	-	1,072	-	4,093
우림	209	3	2,567	-	7	545	252	-	3,586
Casuarina	802	-	62	147	40	(a)	-	-	1,052
mangrove	7	5	398	20	173	-	442	-	1,045
Callitris	382	37	309	139	-	-	-	-	867
기타	312	360	6,490	63	1,048	118	43	-	8,435
자연림 합계	20,787	7,285	49,056	5,449	34,800	2,904	35,389	120	155,835
조림지	270	215	170	103	131	134	4	15	1,043
산림총합계	21,057	7,501	49,226	5,602	34,930	3,038	35,389	135	156,877
토지대비(%)	26	33	29	6	14	45	26	56	20
소유권에 따른 분류									
복합이용림(a)	3,095	3,346	3,983	27	1,612	1,285	-	5	13,351
자연보전(b)	3,060	2,710	2,870	1,252	253	523	2,709	93	17,580
기타국유림(c)	605	165	1,051	12	296	296	258	2	15,597
대부림(d)	5,966	-	23,996	1,866	-	-	20,236	13	66,103
공유림 합계	12,726	6,221	31,900	3,157	2,104	2,104	23,203	113	112,631
사유림	8,046	1,038	17,111	2,327	801	801	11,187	7	42,018
소유권 미정	15	26	44	15	-	-	995	-	1,186
합계	20,787	7,285	49,056	5,499	2,904	2,904	35,385	120	155,835

(a) 국가소유의 토지로 목재생산을 포함한 다목적 이용산림

(b) 목재생산이 배제된 국유림(국립공원등)

(c) 교육, 연구, 기타 공공사업을 위해 보전된 지역(보류지, 보안지역 등)

(d) 주 정부의 허가를 받아야 별채나 개발권이 가능한 국유지(대부분 목장용 대부지)

자료: <http://www.abs.gov.au/ausstats/>

5. 호주의 조림

지역별로 보면 퀸즈랜드가 면적도 제일 넓지만 산림면적도 제일 크다. 그러나 산림율은 도시지역을 제외하면 Tasmania가 45%로 가장 높고 Victoria와 Queensland가 30% 전후이다. 1996년까지 조림 실적을 보면 NSW와 Victoria가 약 300,000ha 안팎을 조림했고, Queensland와 Tasmania가 200,000ha 안팎을 조림했다.

호주임업은 천연림 벌채에서 잘 관리 조림된 펄프와 용재 산업 쪽으로 급속도로 발전하고 있다. 1996년과 2020년 사이에 조림면적이 3배가 증가할 것이며 Tasmania를 제외한 지역에서는 천연림 벌채가 엄격하게 금지되고 있다. 강우량이 적고, 온도가 높고, 토양이 척박한 곳에 있는 나무가 점차적으로 사라져서 산림을 조성할 수 있는 면적이 감소되고 있다. 호주의 산림업은 한정된 식물자원으로부터 최대한의 생산력을 증가시키려고 노력하고 있으며 희귀 수종을 찾아내는 노력과 함께 다른 나라에서 새로운 유전자원을 도입하여 지속적 생산성을 가진 산림을 조성하려고 노력하고 있다.

희귀종의 발견은 1994년 시드니에서 150km 떨어진 Wollemi National Park에서 David Novel 박사가 Wollemi 소나무(*Wollemia nobilis*) 100여주를 발견하였는데 수고가 40m 직경은 1m가 넘는 대목으로 1.3백만년 전의 화석목이었다. 현재 Gympie 임업시험장에 특수 온실에서 삼목법을 이용하여 특별 보호아래 증식시키고 있으며 2005년에는 시드니 식물원에 식재하려고 추진중에 있다(그림 2).



그림 2. *Wollemi nobilis*의 암꽃과 수꽃

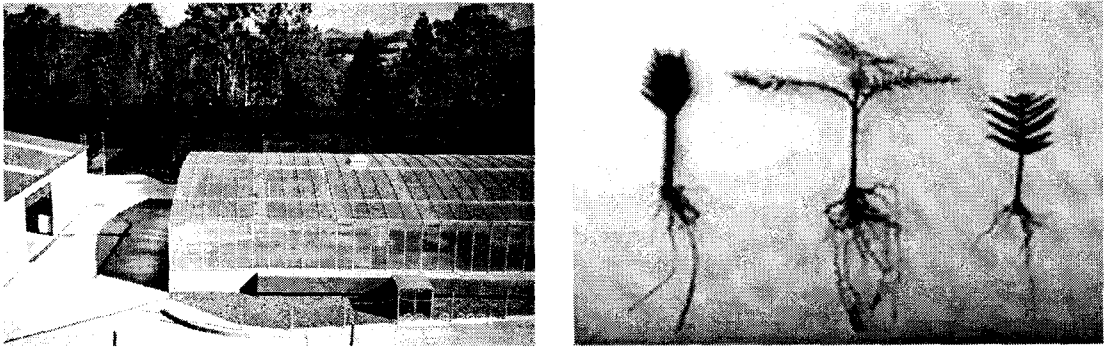


그림 3. Gympie 임업시험장의 특수삼목온실과 삼목발근 삼수

조림지역은 크게 두개지역으로 남부의 온대 호주(Tasmania, Voctoria의 남부지역, New South Wales, 남부 호주와 서부 호주)이며 동부 난대 호주(남부Queensland와 북부 New South Wales)로 나누어진다. 온대 호주조림산업의 대부분이 개인회사들에 의해 이루어지고 있으며 대부분이 펄프재(*Eucalyptus globulus* 와 *E. nitens*)와 용재(*Pinus radiata*)수종이다. 주정부에서는 난대호주에 대부분 고부가치가 있는 용재를 조림을 하고 있다. 주요 난대수종으로는 미국에서 도입한 외래수종인 *elliottii* 소나무와 *caribaea* 소나무를 교잡하여 만든 F1잡종을 식재하고 있다. 자생종의 주요 식재수종으로는 hoop pine(*A. cunninghamii*) 약 42,500ha를 내륙 쪽에 토질이 좋은 경사지가 급한 지역에 조림하여 관리하고 있는데 윤벌기가 50년이며 재질이 좋아 고가로 판매되고 있다. 활엽수종 (*Corymbia citriodora*와 *Eucaliptus cloeziana*)은 약 6,000ha 로 분포 지역이 좁다. 그러나 이들 수종의 조림면적을 넓히기 위해 화전 적지에 식재하고 있으며 침엽수를 식재하고 있는 곳보다 보다 토질이 좋은 곳에 조림 되고 있다. 이들 활엽수는 식재 후 25년이 되면 벌채하여 이용하고 있다.

6. 퀸스랜드의 침엽수 삼목양묘

침엽수 조림 면적이 많은 퀸스랜드에서는 slash pine (*P. elliottii*)과 caribbean pine (*P. caribaea*)의 교잡종에서 선발한 수형목 클론을 삼목묘로 양성하여 약 138,000ha를 조림하고 있다. 이들은 토질이 나쁜 해변가의 남위 25-27도 지역에 윤벌기28년으로 하여 식재하고 있다.

퀸스랜드 주에서 미국 남부 지방에서 도입한 *Pinus elliottii*와 *P. caribaea*를 교잡하여

만든 계통 중에서 우량 개체를 선발하여 이들 우량개체의 채수포 단지를 만들어 여기에서 생산된 삽수로 삼목묘를 양성하여 야외산지에 실제로 식재하고 있다. 이러한 연구는 60년 이상을 주정부와 임업국에서 연구하여 선발, 육종, 영양번식과 식재방법을 발전시키고 있다. 퀸스랜드주의 소나무조림은 수형목의 삽수를 채취하여 배양 컨테이너 속에 삼목하여 발근시킨 묘목으로 조림을 하고 있다.



그림 4. *Pinus elliottii* x *P. caribaea* 잡종 수형목 삼목묘의 3년생

7. 삼목번식과 보존전략

퀸스랜드주에서는 소나무 육종계획에 의해 *Pinus elliottii* 와 *P. caribaea* 잡종소나무 중 우량품질을 가진 영양계를 약 4000여 클론을 선발하였다. 영양계들은 생장율, 수관형태, 재질 등에 기준하여 상업적인 관점에서 선발하였다. 수형목 영양계는 습지와 건조지에서 잘 자라며 빨리 자라고 좋은 수간형을 가지고 있으며 작은 가지와 바람에 안전하며, 재질이 뛰어난 특성을 가지고 있다. 인공교배에 의해 생산된 종자를 사용하여 4년마다 새로운 영양계를 시험하고 있다. 유전변이는 각 계통 간에 서로 관계가 없는 많은 가계에 의해 유지되고 있다. 최근에는 역교잡 잡종종자와 F1, F2 잡종종자에서 영양계를 다시 선발하고 있다. 어린식물체에서 삼목하면 대부분이 발근율이 높게 나타난다. 침엽수에서 모수의 연령이 높아져서 유령화(幼齡化: juvenility)가 급격히 감소되면 발근력이 떨어져서 삼목묘를 생산하는데 큰 피해를 가져 올 수 있기 때문에 철저한 관리가 필요하다. 그러나 퀸스랜드주에서 처음 육종계획을 실시할 때에 고품질 목재생산 계획에 맞추어 계획하여 추진하였다. 포장실험에서 수형목으로 선발 될 때까지 약 6년 미만의 어린 묘목을 사용하였다.

야외실험을 하는 동안 성숙도를 낮추기 위해 두가지 방법을 시행하고 있다. 첫째로 원묘목과 각클론의 지속적인 육성영양계는 10-20cm 크기로 유지시켜주었다.



그림 5. Toolaru 양묘장 채수포 전경. 뒤쪽 천막으로 보이는 것이 삼수채취용 설비장

그 다음 각 클론의 가지는 조직배양을 하여 광도가 낮고 저온인 곳에 보존시킨다 (그림 6). 선발영양계는 저온에 저장한 가지와 가지치기를 한 묘목 양쪽다 대량증식을 시켰다. 포장에서 보존해온 것은 채수포 식물체에서 컨테이너 양묘를 하였으며 앞으로 조직배양을 하여 묘목을 생산하려고 하고 있다.



그림 6. 조직배양묘

8. 대량 삽목법

P. elliottii x *P. caribaea*의 잡종 수형목의 삽목묘는 10ha의 Beerburrum 양묘장과 30ha의 Toolara 양묘장에서 단일영양계 대량 양묘에 의해 매년 퀸스랜드주에서 500만본씩 생산되고 있다. 삽목은 1m²당 277개 삽수밀도로 220-mL의 콘테이너에서 삽목하였다(그림 7). 콘테이너는 비가 오지 않은 건기에 사용하며 이들 시설은 식물에 수분 공급을 쉽게 할 수 있으며 식물이 자라기 어려운 계절에 묘포장에서 건강하게 위치시켜준다. 포장에서 생존율을 높여주는 것은 생산단가가 비싼 수형목 클론을 보존하는데 의의가 있다.

삽수는 선발이후에 젖은 폴로 덮어주고 하루 또는 하루밤을 재운다음 묘포장으로 옮긴다. 삽수길이는 (표본적으로 6-10cm)로 소나무 수피와 perlite를 섞은 삽목토에 직접 삽목 한다. 발근호르몬은 사용하지 않는다. 뿌리가 발근될 때까지 분무를 하거나 물을 뿌려 주고 50%정도 비음 하에서 삽목을 실시한다. 발근율은 클론에 따라 차이가 있으며 70-100%가 된다. 때로는 삽목 발근률이 낮은 클론은 제거시킨다. 포장에 식재하는 것은 퀸스랜드 난대지역에서는 여름에 비가 온 다음 실시하며 90%이상의 활착률을 나타낸다.



그림 7. 콘테이너 삽목묘

(1) Toolara 양묘장

Toolara 양묘장은 임업시험장이 있는 Gympie에서 Tin Can Bay 쪽으로 약 50Km를 달려 간 곳에 있다. 양묘장 주변 지역에는 소나무가 잘 자라고 있었고 25-30년이면 벌채를 한다는데 눈 닿는 곳 끝까지 소나무림이 무성하게 연결되어 있다. 이곳이 주정부 임지인데 2001년 현재 약 500,000ha에 소나무를 조림해 놓았다고 했다. 평평한 평원에 펼쳐져있는 산림이 장관이었다. 묘포장에서는 삼목상을 만드는 남자 6명, 삼수를 따는 여자 10명, 삼목을 하는 여자 10명, 포장 병해충 등 정리하는 사람 4명 총 30명이 20ha에 달하는 삼목상을 담당하고 있었다. 한 단지가 1ha가 넘는 넓은 면적에 길이 100m, 폭 1m의 삼수 포장에 약 20cm 높이로 자란 삼수 모수에서 10cm 이상 자란 삼수가 10-20개 이상씩 성장하고 있다. 그 위를 하얀 천으로 망을 만들고 밑에는 바퀴를 달아서 움직일 수 있는 이동식 삼수 채취차를 만들어 2사람이 타고서 삼수 하나하나를 손으로 약 5cm 정도 잘라서 모아 놓고 있다. 이 삼수포에는 *Pinus calibrian x elliotii*를 교잡한 잡종으로 원목을 심어서 매년 주관을 잘라 20cm정도 높이로 조절하고 2개월에 한번씩 계속하여 삼수를 채취하여 이곳에서 250만본 그리고 Breerburum 양묘장에서 250만본 씩 1년에 500만본의 삼목묘를 양성하고 있다.

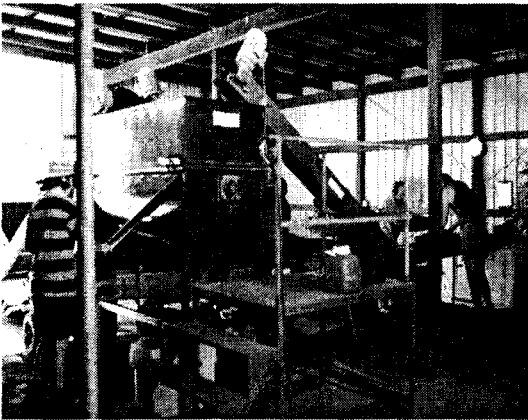


그림 8. 삼목용 배양토 조제



그림 9. 삼목묘 생산 온실

소나무 수형목을 삼목으로 양묘해서 대량으로 식재해나가고 있는 것이 매우 특이해 보였다. 묘포장을 담당하고 있는 Mr. Malcom Baxter의 안내에 따라 방문객의 신발위에 다가가 고무장화 아래 부분을 자른 고무신을 덮어 싸우고 소독약이 들어있는 물통을 밟고 지나서 묘포장안으로 들어갔다. 작은 삼수를 한 아름 잘라서 고르고 있는 두 사람의 여자 작업

원에게 가서 사진을 찍고 삼목상을 만드는 남자들의 작업장과 여자들의 삼목 광경을 보고 나왔다. 9시30분에 도착하여 한 시간여를 소비하여 제2 장소인 영양번식포(Operational clone planting)를 보고 제 3장소로 옮겼다. 클론과 가계별 반복시험포(Block planting of clones and families)를 심어 놓은 곳. 묘포장에서 약 10여분 달려 나와 길가에 위치한 곳인데 8년생의 어린 치수라고 하는데 직경이 20cm가 넘어 보였고 수고도 10여 미터는 넘을 것 같은 나무들이 서있었다. 클론별로 비교 시험한 곳에는 가계별 묘목과 삼목묘를 같이 10 x 4개씩 줄로 심어 놓아서 비교가 잘 되어 있었고 클론 식재는 차이가 거의 없이 그대로 똑같이 자라고 있었는데 품매종자묘들은 여러 가지 면에서 차이가 심하게 나타났다.



그림 10. Gympie에서 우량개체선발



그림 11. 선발개체별 삼목시험(Gympie 시험장)

태평양쪽 자연공원인 프레저 섬이 있는 그 앞까지 계속하여 소나무를 조림해 놓았다. 빈 묘포장 한쪽에 유카리 채종원도 조성하고 있었다. Eucalyptus pellita 3년 되었다고 하는데 키가 5m는 넘어 보였다. 그리고 생장도 좋아 보였고 그중에 몇 나무는 매우 많은 꽃이 피어있었고 열매도 자라고 있었다. 어제 연구실에서 만난 Mr. David Lee 가 담당하여 작업을 하고 있다고 했다.

이곳을 나와서 넬다의 공간특성(Nelda Wheel spacing trial) 시험포장으로 갔다. 4반복으로 10개 클론을 원형으로 식재해 놓았는데 원형의 중심부에 가까워지면 밀도가 높아지고 원형 밖쪽 쪽에는 밀도가 낮아져서 경쟁관계 및 클론간 협력과 경쟁관계를 잘 계산해 낼 수가 있는 방안 같이 느껴졌다. 가까이 있는 것들은 직경생장이 매우 낮았지만 바깥쪽으로 가면 직경 생장이 30cm정도가 넘는 나무들도 보였다. 단지 93년에 식재한 것들인데 이렇게 빨리 자랄 수 있는 것은 온도가 높아서 인지, 아니면 1600mm 이상씩 오는 비

때문인지 알 수가 없었다. 도입수종의 이러한 좋은 성과는 뉴질랜드의 라디아타 소나무에 비해 새로운 발견일 수 있으며 도입소나무의 교잡종의 더욱 좋은 결과를 나타내는 것은 호주의 임목육종의 성공적인 사례로 생각되었으며 2005년에 IUFRO의 총회가 브리스벤에서 열릴때 전시하기 위해서 준비 중이라고 했다.

Gympie로 돌아가는 길에 다섯 번 째 견학코스인 제2클론의 시험지(Routine block planting of Series 2 clones)를 보았다. 포장이 된 큰 길에서 비포장길을 약 15분정도나 가서 3년 반 된 클론 비교시험장을 견학하였다. 자라기도 잘 자랐지만 가지고 있는 클론별 특징이 그대로 잘 나타나 있었다. 싱싱하게 자라고 있는 소나무 묘목들이 선발된 수형목의 진가를 보여주고 있는 것 같았다. 새로 식재해 놓은 조림지에도 심어져 있는 아주 볼품없이 작은 묘목들이 1, 2년이 지나면서 저렇게 크고 건강한 나무로 자라는 것이 너무나 놀라웠다.



그림 12. 3년생 삼목묘



그림 13. 조림지와 수령20년생 수림

(2) Beerburrum 양묘장

Gympie에서 Brisbane으로 오다가 Tibrogargan 산이 있는 곳에 있는 10ha 정도의 양묘장이 있다. 이곳에서는 시설양묘장이 잘 설치되어 있어 대형 컨테이너 삼목상에 바퀴가 달린 이동 삼목상들이 거의반자동으로 움직이면서 살수기를 지나 돌아 나오고 있다. 아름다운 Tibrogargan 산(364m)이 있는 바로 앞 광장에 10 ha 정도의 양묘장이 있다. 이곳은 Toolara 양묘장보다 면적은 작지만 같은 수량인 250만 본 정도의 잡종소나무의 삽

목묘를 생산해 낸다고 한다. 묘포장의 모든 묘들은 땅속에 심어져있는 것은 없고 대부분이 작은 5개 또는 10개의 캡이 있는 플라스틱 상자에 심어져있어서 차광망 아래 자동 수분 공급 장치가 갖추어진 곳에서 양묘를 하고 있다. 대단히 큰 시설을 잘 관리 이용하고 있는 이곳에도 약 30명 정도의 직원들이 일을 하고 있다. 일본 삼나무와 비슷하게 생긴 후크파인이 종자로 많은 육묘를 하고 있었다. 그리고 양묘장 한쪽에는 유카리의 양묘를 하고 있었고 유카리 접수를 조성키 위한 접수채취장도 마련되어 있다. 이들은 매우 삼목하면 잘 안되는 것이 많이 있다고 했다. Spotted gum이라고 부르는 *Corymbia citriodora* var. *citriodora*와 var. *variegata*는 삼목묘 성공률이 2%에 불과하다고 한다. 그리고 *Eucalyptus pellita*은 삼목묘율이 80%가 된다고 해서 다른 유카리와 교배를 해서 새로운 교잡묘를 육성하고 있었다.

평지에서 연결하여 산 쪽으로 양묘장을 다시 조성하고 있었고 그 주변에는 호주 특산으로 잎 모양이 긴 참나무 잎처럼 매우 유머러스하게 생겼 *Athertonia diversifolia*가 심어져 있었다.

이렇게 잘 자라는 곳의 나무들과 우리나라에 식재해서 자라는 나무들의 재질을 비교하고 인건비와 관리비를 비교해 볼 때 목재가격 만을 가지고 우리는 이들과 거의 경쟁이 되지 않음을 알 수가 있었다. 앞으로 더욱 그 차이가 크게 벌어진다고 한다면 우리나라의 임업은 매우 한정된 특수 생산임업 분야를 제외하고는 임업 전반에 대한 사고 전환이 필요하다고 생각되었다. 호주에서와 같은 대규모의 양묘시설의 자동화가 이루어지고 있는 것은 조립비용의 감소로 이어져서 임업생산의 국제경쟁력을 높여 줄 것으로 기대되었다.



그림 14. Beerburum 삼목장 내부

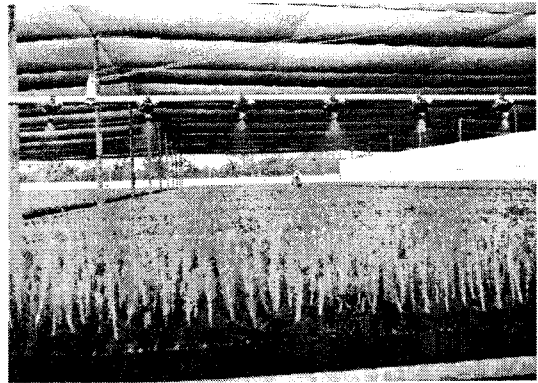


그림 15. 자동살수작업 소나무 삼목묘

9. 삼목원목의 유령화(幼齡化)

삼수 모수포는 야외실험을 하는 동안 *Pinus elliottii* x *P. caribaea*의 잡종 클론은 유령화를 위지시켰다. 묘포장이나 야외포장에서 성숙 효과가 나타나기 전에 영양계를 선발한 후에 얼마나 오랫동안 삼수포를 사용 할 수 있을지 실험을 하였다. 새로운 영양계 실험에 있어서 성숙화 되는 위험률을 최소화하기 위해 매 4년마다 반복 실시하였다. 저온저장을 함으로써 낮은 온도에서 각 클론의 성장을 낮추어 유령화를 지속시키기 위해서 낮은 광도를 적용하였다. 조직배양은 클론이 성숙되어가는 것을 늦추어서 직접적으로 대량증식 할 수가 있었기 때문에 채수포를 보다 활력 있게 유지 시킬 수가 있었다.

뉴질랜드에서 개발된 조직배양 방법을 사용하여 삼수포에서 줄기를 채취하여 표면 살균을 한 다음 무균상에서 정아를 떼어내어 배지위에 배양을 하였다. 자란 줄기는 12도씨 미만의 온도에 보관하였다. 낮은 온도에서 배양한 다음 6-12개월 후에 새 배지로 옮겨주었다. 4개월 동안 저온보존에서 배양했으며 배양해온 가지를 뿌리가 내리는 배지로 옮겨서 포장의 삼수포 식물의 생산이나 실험에서 필요할 때에 이용하였다.

장기실험은 뿌리를 발생시키고 여러 가지 방법으로 보존해왔던 영양체재료를 포장에 식재하였다. (i) 채수포, (ii) 25도씨에 조직배양 재료, (iii) 12도씨에 보존했던 것. 그 결과 육종과정과 영양체선발 계획에서 얻어진 유전 획득량은 삼수포의 나이가 높아짐으로써 없어지게 되었다. 저온저장한 재료는 재료가 오래되는 것을 막아주었다. 실제로 얼마나 오랫동안 삼수를 제공 할 수 있는 하는 것은 새로운 영양계에 의해서 대체되거나 또는 저온저장한 가지로부터 새로운 삼수를 제공 받는 것이었다.

10. 결 론

퀸스랜드 주의 *P. elliottii* x *P. caribaea* 는 매년 6백만 본 이상의 삼수를 생산하여 거의 전부를 삼목묘를 생산하여 조립하고 있다. 이러한 사업은 삼수포 조성과 삼목묘 대량증식 기술이 성공하였기 때문에 가능하게 된 것이다. 두개 양묘장에서 새로운 실험설? 晝?설치하지 않고 묘포장의 기반시설을 이용하여 새로운 기술을 적용 할 수 있었다. 그러나 조직배양을 이용하여 직접 배양묘를 생산하는 방법은 앞으로 이용 할 수 있게 될 것이다. 다른 주요 수종(*Araucaria cunninghamii* 와 *Corymbia citriodora*)은 최근에 종자

로 번식시키고 있으나 앞으로 난대 퀸스랜드지역에 식재할 다른 수종으로써 영양개체를 생산하여 이용 하는 계획을 추진 중에 있다.

호주의 퀸스랜드의 도입침엽수종의 교잡에 의한 F1

삼목묘 양성에 의한 대규모 조림사업은 성공적으로 이루어지고 있으며 거의 자동화 수준에 이른 삼목묘 양묘기술은 우리나라 양묘산업에도 큰 도움이 될 것으로 생각되었다.

사사

2000.12-2001.12월까지 일년 동안 한국학술진흥재단 해외파견연구교수(GA0020)로 호주 퀸스랜드 대학, 그리피스 대학에서 산림유전육종에 관한 연구를 수행 하였으며 그 기간 중 퀸스랜드주 임업시험장이 있는 Gympie를 방문하여 Toolara 양묘장과 Beerburum 양묘장을 둘러본 내용을 여기에 기술하였다. 임업시험장 방문을 추진하고 안내해 준 육종팀장인 Dr. Trueman Stephen 박사에게 감사를 드린다.

LITERATURE CITED

1. Greenwood, M. S., and K. W. Hutchison. 1993. Maturation as a developmental process. In: M.R. Ahuja and W.J. Libby (Eds). Clonal Forestry I. Genetics and Biotechnology. Springer-Verlag, Berlin. pp. 14-33.
2. Haines, R. J. 2000. Clonal forestry in Queensland and implications for hybrid breeding strategies. In: H.S. Dungey, M.J. Dieters and D.G. Nikles (Eds). Hybrid Breeding and Genetics of Forest Trees. Proceedings of QFRI/CRC-SPF Symposium. Department of Primary Industries, Brisbane. pp. 386-389.
3. Harding, K. J., and T. R. Copley. 2000. Wood property variation in Queensland-grown slash Caribbean pine hybrids. In: H.S. Dungey, M.J. Dieters and D.G. Nikles (Eds). Hybrid Breeding and Genetics of Forest Trees. Proceedings of QFRI/CRC-SPF Symposium. Department of Primary Industries, Brisbane. pp. 160-167.

4. Horgan, K. 1987. *Pinus radiata*. In: J.M. Bonga and D.J. Durzan (Eds). Cell and Tissue Culture in Forestry. Volume 3. Case Histories: Gymnosperms, Angiosperms and Palms. Martinus Nijhoff, Dordrecht. pp. 128-145.
5. Mitchell, R. G., J. Zwolinski, and N. B. Jones. 2004. A review on the effects of donor maturation on rooting and field performance of conifer cuttings. *Southern African Forestry Journal* 201: 53-63.
6. Nikles, D. G. 2000. Experience with some *Pinus* hybrids in Queensland, Australia. In: H.S. Dungey, M.J. Dieters and D.G. Nikles (Eds). Hybrid Breeding and Genetics of Forest Trees. Proceedings of QFRI/CRC-SPF Symposium. Department of Primary Industries, Brisbane. pp. 27-43.
7. Thorpe, T. A., and I. S. Harry. 1990. Special problems and prospects in the propagation of woody species. In: R. Rodríguez, R. Sánchez Tamés and D.J. Durzan (Eds). Plant Aging. Basic and Applied Concepts. Plenum Press, New York. pp. 67-74.
8. Walker, S., R. Haines, and M. Dieters. 1996. Beyond 2000: clonal forestry in Queensland. In: M.J. Dieters, A.C. Matheson, D.G. Nikles, C.E. Harwood and S.M. Walker (Eds). Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. Proceedings of QFRI-IUFRO Conference. Queensland Forestry Research Institute, Gympie. pp. 351-354.
9. 김영달. 2000. 해외조림 수익성 분석에 관한연구. 산림청 2000년용역과제 보고서 pp653