

634.98
L2931

최 종
연구보고서

산지 불용임목의 조경수 이용 기술개발

Development of Techniques for Utilizing Landscape
Trees Following Land Use Change of Forest

연구기관
임업연구원

농 립 부

제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 “산지 불용임목의 조경수 이용 기술개발”
과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 11.

주 관 연구 기관 명	:	임업 연구원
총괄 연구 책임자	:	오 정 수
연 구 원	:	서 호 석
연 구 원	:	최 명 섭
연 구 원	:	성 주 한
협동 연구 기관 명	:	경희대학교
협동 연구 책임자	:	안 봉 원
연 구 원	:	김 동 찬
연 구 원	:	허 준
연 구 원	:	김 상 범
연 구 원	:	최 현 상
연 구 원	:	이 종 성
연 구 원	:	진 승 범

요 약 문

I. 제 목

산지 불용임목의 조경수 이용 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

오늘날 산업화 도시화에 의하여 산림이 신도시, 주택단지, 공업단지, 도로, 철도, 골프장 건설등 여러가지 사유로 연간 7,000~8,000ha 씩 타용도로 전용되고 있는 실정이다. 이와같이 타용도로 전용되는 산림지내의 많은 수목들은 대부분 폐기되고 있다. 이들 훼손되는 산림지에서의 수목을 조경수나 녹지차폐용등으로 사용한다면 산림자원의 재활용뿐만아니라 나아가 산주들에게도 새로운 소득원으로 기여를 할것이다. 따라서 본 연구는 훼손되고 있는 산지에서 폐기되는 수목을 조경수로서 활용하기위한 굴취·이식기술을 밝혀 임목자원의 활용성을 극대화하고 대목이식 표준품셈을 정립하여 시장질서를 바로잡고자 수행되었다.

2. 연구개발의 중요성

가. 기술적 측면

수목의 굴취·이식은 입지환경과 생육상태에 따라 많은 차이를 보이고 있다. 토질이나 접근성등에 따라 현재의 기술력으로 굴취하지

못하고 벌채 제거하는 경우가 많다. 따라서 현실적으로 이들 입지 조건에 따른 굴취·이식기술 개발이 필요하다. 아울러 굴취·이식에 소요되는 각종 장비의 개발보급에 따라 관행방법인 인력위주의 작업에서 장비를 이용한 작업으로의 전환이 대목이식의 생력화와 효율성을 높이는데 크게 기여할 것으로 판단되므로 현장에 적용할 수 있는 장비와 이에 따른 작업기술의 정립은 매우 시급한 실정이라 할 수 있다.

나. 경제, 산업적 측면

토지 수요가 증가하고 새로 조성된 단지에는 반드시 조경수목을 식재토록 되어있다. 따라서 전국적으로 많은 양의 조경수목이 소요될 것이다. 따라서 이들 지역에서 필요한 수목은 대부분 중대형목이 사용될 전망이다. 중대형목은 수목생육의 속성상 오랜 기간이 소요되기 때문에 당연히 높은 비용이 투입되어야만 한다. 이들 중대형목을 훼손되는 산지에서 생산되는 수목으로 대체할 수 있다면 많은 비용 절감과 산주의 소득증대에 크게 기여할 수 있을 것이다. 훼손되는 산지에서의 단목당 생산단가는 입지환경에 따라 차이가 있을 수 있겠으나 실생묘로 생산한 수목에 비하여 실제로 44%정도의 비용으로 구입할 수가 있다. 나아가 폐기되는 수목을 활용함으로써 단순히 경제적 측면에서뿐만 아니라 자연자원의 재활용과 환경보전 측면에서도 큰 역할을 할 수 있을 것이다.

산지에서 수목의 굴취·이식은 대부분 인력에 의존하고 있어 이식단가가 높은 실정이므로 인력을 대체하여 장비를 사용한다면 굴취·이식비용을 절감할 수도 있으며 작업의 용이성도 높일 수 있을 것으로 판단되므로 장비를 이용한 굴취·이식기술 개발이 필요하다.

다. 사회적 측면

오늘날 우리 사회는 환경문제와 자연자원의 보존에 많은 관심을 나타내고 있다. 특히 자원의 재활용을 위하여 각 분야에서 기술개발을 위한 꾸준한 노력이 시도되고 있다. 훼손되는 산림지에서 폐기되는 수목을 조경수로 재활용 한다면 자연성의 회복과 환경개선에 기여할 수 있을 것이며, 또한 농산촌 산주들의 소득증대에도 크게 공헌할 수 있을 것이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 훼손지 자원조사

훼손예정지의 면적과 훼손지내의 입목 물량을 조사하고 이들 입목 중 조경수로의 사용이 가능한 본수를 조사 분석하였다.

2. 대목이식 현황

현재 택지나 공장용지등으로 전용되는 임지에 생립하고 있는 수목의 이식 활용도를 조사하였으며, 일본과 독일의 대목이식 실태를 조사하였다.

3. 대목이식 기술개발

· 시기별로 처리를 다르게 하여 대목을 이식한 후 활착율과 생육상황을 조사하여 적정 이식방법을 조사하였다.

· 현지에서의 작업공정을 높이기 위하여 활엽수를 대상으로 뿌리

분을 뜨지않고 이식하는 방안에 대하여 조사하였다.

· 활착율을 높이기 위하여 기존의 토양보조제와 최근 개발된 특수 토양의 활용성을 비교분석하였다.

4. 대목이식 공정조사

현재 근원경 30cm미만의 이식작업 표준품셈이 작성되어있다. 따라서 30cm이상의 대형목에 대한 굴취·이식공정을 제도화하기 위한 인력과 기계에 의한 공정을 조사하여 표준품셈을 작성하였다.

5. 훼손지 자생수종의 이식 제도화 방안

훼손지내에 이용가능한 수목이 있음에도 불구하고 지금까지는 이들 수목들이 폐기되고 있는 실정으로서 이들 수목을 이용할 수 있는 제도적 뒷받침 방안을 검토하였다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

가. 훼손지 자원조사

1) 타용도 전용현황

1993년부터 1997년까지 최근 5년간 산림의 타용도 전용면적은 총 38,863ha로서 연평균 7,772ha에 이르고 있다. 이 가운데 농업용지는 5,019ha(12.9%), 비농업용지는 33,844ha(87.1%)로 나타났다.

2) 훼손지 입목도 현황

전국 8개지역에서의 훼손지 입목도 조사결과 ha당 평균 1,093본이 생립하고 있었으며, 주요 수종으로는 소나무, 리기다소나무, 해송, 아까시나무, 현사시나무, 갈참나무, 밤나무, 굴참나무, 상수리나무, 산벚나무등이었다. 이들 수목의 조경적 가치를 분석한 결과 조경용으로는 ha당 447본, 차폐 및 녹지조성용으로는 ha당 646본이 사용 가능한 것으로 조사되었다.

나. 대목이식 현황

1) 국내 실태조사

가) 관행방법에 의한 이식실태조사

훼손되는 산림지에서 생산되는 수목의 이식 실태를 조사한 결과 주요 식재수종으로서 침엽수로는 소나무, 잣나무, 은행나무, 전나무 등이었으며, 활엽수로는 참나무류, 산벚나무, 서어나무, 팔배나무, 때죽나무, 당단풍나무등이 빈도 높게 이식되고 있었다.

굴취이식하여 이용되고 있는 수목을 수종별로 분석한 결과 소나무류(소나무, 해송, 리기다소나무, 잣나무)가 72.1%로 가장 많았고, 그 다음은 참나무류(신갈나무, 떡갈나무, 상수리나무, 졸참나무, 굴참나무 등)가 21.1%, 기타 수종이 6.8% 순으로 나타났다.

나) 분뜨기 작업 후 이식

물푸레나무등 10종을 '95년 4월에 이식한 후 '96년에 활착율을 조사한 결과 이팝나무는 100%활착하였으며, 물푸레나무, 느릅나무, 스트로브잣나무, 갈참나무등은 90% 이상의 활착율을 보였으나 느티

나무는 88%, 단풍나무와 메타세콰이아는 84%, 자작나무는 76%, 그리고 아그배나무는 68%의 활착율을 보였다.

다) 분뜨지 않고 이식

'95년 4월에 분뜨기를 하지 않고 이식한 포지에서 활착율을 조사한 결과 칠엽수가 96%로서 가장 높았으며, 계수나무 84%, 상수리나무 82%로 높은 활착율을 나타냈다. 세로티나벳나무 77%, 다릅나무 74%, 느티나무 70%를 나타냈으며, 루브라참나무는 47%로 낮은 활착율을 나타냈다. 들메나무, 찰피나무, 물박달나무는 이식후 40%이하의 활착율을 나타내 이식시 반드시 뿌리분을 뜯 후 이식하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 튜립나무는 이식이 곤란한 것으로 사료되었다.

2) 국외 실태조사

일본과 독일에 있어서의 대목이식실태를 조사한 결과 일본은 산림훼손지 및 수종갱신지에서 나오는 수목까지도 이식하여 일정기간 적응시킨후 조경수로 활용하고 있었다. 특기 할 만한 것은 최근 개발된 특수토양(와까호)을 이용하여 대목의 이식 활착율을 98%까지 높이고 있었다. 분 크기는 일정한 규정이 없으나 근원경의 3~6배를 뜨고 있었다.

독일의 경우 산림의 타용도 전용은 거의 이루어 지지 않고 있으며 만일 전용할 경우 훼손 예정지 면적의 2~3배를 조립한 후 훼손하도록 규정되었으며, 최근에는 거의 훼손사례를 찾아볼 수 없었다. 대목이식은 수고 10m이하 근원경 15cm이하에 달하는 중경목에 해당되는 수목만이 이식되고 있었다.

다. 대목이식 기술개발

1) 수종별 분뜨기 방법

수목의 뿌리발달 형태는 크게 세가지 형태로 나눌 수 있는데 뿌리가 낮게 뻗는 천근성과 중간 정도의 깊이 까지 뻗는 중근성 그리고 뿌리가 2.0m이상 깊게 뻗는 심근성으로 구분된다. 천근성 수종으로는 포플러류, 버즘나무, 팔배나무, 층층나무등이 있으며, 중근성 수종으로는 느티나무, 왕벚나무, 은행나무등이며, 심근성 수종으로는 소나무, 해송, 상수리나무, 굴참나무등 참나무류가 이에 해당되었다. 그리고 이들 뿌리발달 형태에 따라 분뜨는 모형도 달리할 수 있었는데 예컨대, 천근성 수종은 접시형 분모형으로 중근성 수종은 보통분모형으로 그리고 심근성 수종은 팽이형 분모형으로 굴취하는 것이 적합한 것으로 분석되었다.

2) 수종별 대목이식시험

대목이식의 활착율 증진을 위한 적정방법을 구명코자 해송은 이식식별(10월, 12월) 및 처리별(유기질등 6처리) 시험을 실시하였으며, 리기다소나무는 이식시기별(7월, 9월) 처리만, 참나무류는 뿌리분 뜯것과 분뜨지 아니한 처리를 실시하여 이식한 후 활착상태를 조사하였다.

가) 해송

가을(10월)과 겨울(12월)에 처리별로 240본을 이식한 결과 100%의 활착율을 나타냈다. 이식시기 및 처리간의 생육상황을 조사한 결과 이식시기에 따른 신초생장과 엽생장은 유의적 차이가 없었다. 신초생장은 유기질등 6개처리간의 생장은 유기질 처리시 생장이 양호하였다. 엽생장은 자연생에 비하여 모든 이식목에서 엽생장이 감소하였다. 이식 3년차까지는 신초생장과 엽생장 모두 감소하는 경향을 보였다.

나) 리기다소나무

영종도 인천국제공항 건설지에서 훼손되는 산림지에서 생산된 근원경 10~22cm의 리기다소나무 대목을 '97년 7월과 9월에 이식하였다. 이식 후 활착율은 각각 70%와 62%로 비교적 낮은 활착율을 보였다. 이는 이식시기를 시사하는 좋은 결과로서 여름철 대목이식은 피하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

다) 참나무류

경기 용인 기흥 구갈 택지개발지역에서 참나무류(신갈나무, 상수리나무, 갈참나무)를 굴취하여 이식한 결과 뿌리분을 뜬 이식목에서는 100%의 활착율을 보였으며, 뿌리분을 뜨지 않고 50분을 이식한 결과 15분이 고사하여 70%의 활착율을 보였다.

3) 이식목의 활착율 증진방안

대목이식의 활착율 제고방안을 구명하기 위하여 이식시험결과 가을, 겨울(이른 봄)의 이식시 활착율이 높고 여름철 이식은 낮은 것으로 나타났다. 또한 최근 일본에서 개발된 토양개량제인 “와까호”를 참나무, 해송, 리기다소나무와 회화나무 이식시 처리하여 활착율과 세근의 발달상황을 조사한 결과 참나무류에서는 활착율에 큰 차이가 없었으나 해송과 리기다소나무에서는 “와까호”처리가 활착율을 높이는 데 효과가 있음을 알 수 있었으며, 회화나무는 100%의 활착율을 보였다.

“와까호” 처리에 따른 뿌리발달 상태를 조사한 결과 회화나무는 와까호 처리시 무처리에 비하여 뿌리의 건중량이 28% 증가하였으며,

참나무에서는 54%가 증가하였고 리기다소나무에서는 306.6%가 증가하였다. 이와같은 결과 “와까호”가 세근 발달을 촉진시켜 활착율을 높일 수 있는 새로운 보조재료로서의 효율성을 인정할 수 있었다.

라. 대목이식 공정조사

근원경 35cm이상의 대목에 대하여 굴취, 운반, 이식공정 조사를 하여 표준품셈을 작성하였다. 수목의 크기에 따라 장비사용에 차이가 있으나 대체적으로 굴삭기는 0.2~1.0m³, 크레인은 50톤까지 사용할 수 있는 것으로 조사되었다.

식재시 장비를 사용할 경우와 인력으로 할 경우를 비교해 보면 근원경 35cm의 경우 장비사용시 인력사용에 비해 30.9%의 경비절감 효과가 있으며, 근원경 60cm 경우에는 13.2%의 경비절감 효과가 나타났다. 따라서 대목 이식시에는 반드시 장비를 사용함으로써 생력화와 작업의 효율성을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

마. 훼손지 자생 수종의 이식 제도화 방안

현행 산림법내에서도 훼손지의 자생 수목에 대한 이식 활용은 가능한 것으로 조사되었다. 굴취, 이식에 대한 제도화의 법령을 개정하기보다는 훼손 당사자가 수목을 이식하여 조경수로 활용할 수 있도록 유도하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

2. 연구개발결과 활용에 대한 건의

산림을 훼손하게 될 때는 조경 전문업체가 현재 생립하고 있는 수목을 조사하여 굴취 이식대상목을 수종별 규격별로 확정함이 필요하다. 이용가능성이 확정된 수목은 훼손행위자가 의무적으로 굴취 이식하도록 하는 조건하에 훼손 허가가 조치 될 수 있도록 하는 방안이 강구 되어야 할 것이다.

또한, 굴취 이식된 수목은 훼손지 복구에 전량 식재하도록 하며, 아울러 도시나 공장지대의 환경림 조성에 활용될 수 있도록 하는 방안이 강구되어야 할 것이다.

본 연구결과 근원경 30cm이상의 대경목에 대한 굴취·이식 표준품셈이 작성 되었으므로 이들 결과를 토대로 조경업계, 관계기관등과 협의절차를 거쳐 현장에서 적용되도록 하여야 할것이다.

Summary

Industrialization and urbanization bring about significant changes in the land use of forest lands. The land use changes of forest lands in Korea have averaged 7,700 ha during last five years. However, most trees produced following the land use changes were not reused.

This study was carried out to develop the techniques for reuse of trees produced following the land use changes of forest lands. The results obtained were as follows;

1. Investigation of usable tree resource in land use change areas.

Total 38,863ha of forest lands were changed for other land uses such as buildings, parks, and roads between 1993 and 1997. The densities of trees in the forest lands were 1,093 trees per hectare. There were distributed 14 tree species including *Pinus densiflora*, *Pinus thunbergii*, *Pinus rigida*, *Quercus acutissima*, and *Prunus sargentii* etc. The trees per hectare could be used 447 trees for landscape planting and 646 trees for green shelter.

2. The survival rate of transplanted trees

Pinus densiflora, *Pinus koraiensis*, *Ginkgo biloba*, *Quercus* spp. *Prunus sargentii*, *Carpinus laxiflora*, *Sorbus alnifolia*, *Styrax japonica*, and *Acer pseudosieboldianum* including 72.1% for coniferous trees, 21.1% for *Quercus* spp. and 6.8% for other species

were tree species preferred in the developed areas.

The survival rate of transplanted tree with a root ball was 100% for *Chionanthus retusus*, over 90% for *Fraxinus rhynchophylla*, *Ulmus davidiana* var. *japonica*, *Pinus strobus*, and *Quercus aliena*, and over 80% for *Zelkova serrata*, *Acer palmatum*, and *Metasequoia glyptostroboides*. The survival rate of *Betula platyphylla* var. *japonica* and *Malus sieboldii* was 76% and 68%, respectively.

The survival rate with a bare root was 96% for *Aesculus turbinata*, over 80% *Cercidiphyllum japonicum* and *Quercus acutissima*, 70~77% for *Prunus serotina*, *Maackia amurensis* and *Zelkova serrata*, respectively. This result indicates that the tree species (*Fraxinus mandshurica*, *Tilia mandshurica*, *Betula davurica* and *Liriodendron tulipifera*) below 40% for survival rate should be transplanted with the root ball.

In the case of Japan, trees produced following the land use changes and regeneration of forest are planting for landscape use. The trees treated with a soil ameliorator such as "Wakaho" showed 98% survival rates. The root ball size of transplanted trees was three to six times bigger than that of original root collar diameter. The land-use change of forest in Germany was rarely occurred because two- to three-time areas of developed forests should be reforested.

3. Management of transplanted tree

Transplanted *Pinus thunbergii* trees showed 100% survival. Shoot and needle growth were not differed significantly between

transplanting seasons. The shoot growth of transplanted trees was most superior with an organic fertilizer treatment rather than any other treatments. Needle length decreased in transplanted trees compared with non-transplanted control trees. Shoot and needle growth decreased during three years following transplanting. This result indicates that fertilizer management needs after the fourth year of transplanting. *Quercus* spp. showed the survival rate of 100% with the root ball and 70% with the bare root. *Pinus rigida* transplanted in July and September 1997 showed 70% and 62%, respectively. This result indicates that transplanting in summer season is not suitable for tree planting.

4. Methods for increasing survival rate in transplanted trees

The soil ameliorator called "Wakaho" which was developed in Japan showed increased root growth of 28% for *Sophora japonica*, 54% for *Quercus* spp., and 306.6% for *Pinus rigida* compared with the control treatment. The soil ameliorator was more effective in coniferous trees than in *Quercus* spp. trees.

5. Processing schedule of transplanted trees over 35cm root collar diameter tree

It was investigated to process schedule for lifting, transportation and planting of transplanted trees over 35cm root collar diameter for the Standard Unit of Estimated Manpower and Material. According to the different size of trees, equipments for tree planting can use

Kulsaki for 0.2 to 1.0 cubics, and Crane for about 50 ton. The use of equipment for tree planting could reduce the cost of 30.9% compared with man power in 35cm root collar diameter and 13.2% in 60cm root collar diameter.

6. Establishment of related law for the transplantation of produced trees

It is possible to use landscape planting of produced trees in forest land within the Forest Law. The results suggest that the policy for the utilization as landscape trees with the investigate of tree densities in forest by Landscape Company and Association should be established.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	19
Chapter 2. Materials and Methods	21
1. Investigation of usable tree resources in land use change areas	21
2. Investigation of the survival rate of transplanted trees ...	21
3. Development of the transplanting technique of trees	22
4. Investigation for the process schedule of transplanted trees	24
5. Establishment of related law for the transplantation of produced trees	25
Chapter 3. Results and Discussion	26
1. Investigation of usable tree resources in land use change areas	26
1.1 Current status the conversion areas of forest lands	26
1.2 Densities of trees in land use change areas	28
1.3 Classification of the value of landscape tree of investigated trees species	31
2. Investigation of the survival rate of transplanted trees ...	33
2.1 Domestic case	33
2.2 Foreign case	46

3. Development of the transplanting technique of trees	53
3.1 Investigation for the lifting methods of transplanted tree	53
3.2 Transplanting examination of trees species	60
3.3 Improvemeing methods of the survival rate of transplanted trees	78
4. Investigation for the process schedule of transplanted trees	82
5. Establishment of related law for the transplantation of produced trees	91
 Chapter 4. Conclusion.....	 93
 References	 97
 Appendix	 99

목 차

제 1 장 서 론	19
제 2 장 재료 및 방법	21
제 1 절 훼손지 자원조사	21
제 2 절 대목이식 현황	21
제 3 절 대목이식기술개발	22
제 4 절 대목이식 공정조사	24
제 5 절 훼손지내 자생 수종의 이식 제도화 방안	25
제 3 장 결과 및 고찰	26
제 1 절 훼손지 자원조사	26
1. 산림의 타용도 전용현황	26
2. 훼손지 입목현황	28
3. 훼손입지내 임목의 조경적 가치	31
제 2 절 대목이식 현황	33
1. 국내 실태조사	33
2. 국외 실태조사	46
제 3 절 대목이식기술개발	53
1. 수종별 분뜨기 방법	53
2. 수종별 대목이식 시험	60
3. 이식목의 활착율 증진방안	78

제 4 절 대목이식 공정조사	82
제 5 절 훼손지내 자생 수종의 이식 제도화 방안	91
제 4 장 결론	93
참고문헌	97
부 록	99
1. 공정조사에 따른 산출근거 및 일위대가표	101
2. 훼손지내 대목 굴취, 상차 및 이식 광경	131

제 1 장 서 론

1970년대부터 급속히 진행된 산업화와 도시화의 물결은 인구를 도시로 집중시키는 결과를 초래하게 되었고 이로 인하여 공장부지, 대규모 주거단지, 도로용지, 레저용지, 대형 목축업을 위한 초지등 토지의 수요도 급격하게 증가하기 시작하였다.

이와같이 새로운 수요를 충족하기 위한 토지의 공급원은 기존의 농경지도 일부 포함되어 있으나 그 대부분이 산지로서 이들 산지는 1950년대 이후 사방사업과 조림사업으로 녹화가 된 상당량의 임목축적을 가지고 있는 산지이며, 구성수종과 임상을 살펴보면 소나무와 참나무류가 주종을 이루는 자연림과 잣나무, 낙엽송, 오리나무등의 인공림도 포함되어 있다.

최근 5년간 산지를 타용도로 전용한 실적을 조사한 결과 <표 3>에서 보는 바와 같이 '93년에 6,386ha, '94년에 7,481ha, '95년에 6,930ha, '96년에 7,986ha, '97년에 10,100ha로 나타났으며, 매년 증가하는 경향을 나타내고 있으며 연간 평균 7,772ha가 전용되고 있었다.

우리나라의 산림내 임목축적은 1997년 현재 ha당 평균 53m³이며 임령은 20~40년생이 가장 많은 것으로 나타났다. ha당 생립본수는 실제 개발 대상지를 조사한 결과 <표 5>에서 보는 바와 같이 ha당 1,093본이었으며 수종은 소나무가 가장 많고 참나무류, 낙엽송, 잣나무등 이었다.

또한, 개발대상지에서 훼손되는 수목의 이용실태는 한국토지공사와 대한주택공사등 공공기관에서만 일부 굴취 이식하여 조경용으로 사용하고 있을 뿐 대부분의 경우 벌채 폐기되고 있는 실정이었다. 따라서 이들 폐기되고 있는 수목들은 시중 조경설계 가격을 기준으로 조경수로 활용

할 때에 환원되는 경제성을 예시해 본다면, 소나무 근원경 20cm의 경우 설계가는 그루당 50만원에 달하고 있고, ha당 200그루의 소나무를 활용할 경우 설계가 액만 1억원에 상당한 엄청난 경제적 이득을 취할 수 있을 것으로 판단되어 이를 농산촌의 소득과 연계시킬 경우 새로운 소득원을 확보할 수 있으며, 나아가 국가차원에서 자원 재활용도 꾀할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 이들 대형목의 이식기술이 취약하여 하자가 많이 발생하고 있어 새로운 기술 개발이 요구되고 있으며 또한, 이들 대형목은 장비를 사용하여 굴취, 상하차, 식재 등을 하고 있는데 이에 대한 표준품셈이 없어 현장에서 애로가 많아 이를 시급히 해소할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 산림이 타용도로 전용되는 지역에서 자생하고 있는 수목을 굴취 이식하여 조경 및 훼손지 복구용으로 공급함으로써 농산촌 소득증대에 기여하고 폐기되는 임목을 쾌적한 생활환경 조성용 자원으로 재활용이 가능하도록 하고 아울러 이들 수목의 이식기술개발과 대형목의 굴취, 이식, 운반 등의 표준품셈이 없어 현장에서 사업비를 산정하는데 애로가 있어 이를 해결하는데 목적을 두고 연구를 수행하였다.

제 2 장 재 료 및 방 법

제 1 절 훼손지 자원조사

전국의 산림훼손지를 대상으로 산림지내 이용가능한 임목의 양을 조사하였다. 1996년도에 강원 강릉(임도예정지), 충북 청원(공단조성지), 경북 포항(공단조성지), 전남 무안(택지개발지) 4개지역, 1997년도에 인천광역시 수산(정수장 건설예정지), 경기 강화(수련장), 강원 양양(신공항건설지), 대전광역시 유성(택지개발지) 4개지역을 포함 총 8개 지역을 조사하였다.

조사방법은 조사대상지에서 관목류는 제외하고 교목류를 대상으로 조사하였으며, 무작위로 추출된 표본조사지역에 대하여 10m×10m의 방형구를 설정하여 근원경, 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭, 수형을 조사하였다.

산지에 자생하고 있는 수목의 형태를 구분함에 있어 기본적으로 수고, 흉고직경을 측정하고 그 외 지하고, 수관장, 최장·최단 수관장율, 분간수, 분간 높이, 수간의 기울기, 전개각도등을 측정하여 종합적으로 수목의 조경적 가치를 판단하여 경관조성용과 녹지조성 및 차폐용으로 구분하여 이용 가능량을 파악하였다.

제 2 절 대목이식 현황

1. 국내 실태조사

가. 관행방법에 의한 이식실태 조사

임야의 타용도 전용지내에 자생하고 있는 수목을 굴취, 이식하여

조경용으로 공급하고 있는 사례를 경기 일산, 용인, 양주, 분당, 의정부, 인천시 영종도, 충북 청주, 충남 아산과 대전, 광주 및 울산광역시에서 수종과 근원경을 조사하였다.

나. 새로운 방법에 의한 이식실태 조사

기존의 이식방법인 분뜨기 작업을 하여 이식한 것과 분뜨지 않고 이식하는 사례를 경기도 오산에 위치한 SK임업주식회사의 농장에서 조사하였다. 분뜨지 않고 이식한 수종은 임업연구원 중부임업시험장의 시험림에서 간벌목으로 생산된 계수나무, 상수리나무, 세로티나뭇나무, 물푸레나무, 들메나무, 튜립나무, 물박달나무, 찰피나무이었다. 이식시기는 '95년과 '96년 4월에 이식하였으며, 이식 후 활착을 변화를 '96, '97, '98년에 조사하였다.

2. 국외 실태조사

외국의 대목이식 실태를 조사하기 위하여 '96년에 일본의 동경도 조포시 만주원과 '97년에 독일의 프라이브르그시 및 뮌헨시에서 대목이식 상황과 관련법규를 조사하였다.

제 3 절 대목이식 기술개발

1. 수종별 분뜨기 방법

기존의 관행방법에 의한 이식실태조사 및 관련 자료를 검토하여 수종별 뿌리형태에 따른 분뜨기 방법을 구분하였다.

2. 수종별 대목이식 시험

가. 해송

이식시기와 처리에 따른 활착율과 생육상황을 조사하기 위하여 영종도의 인천국제공항건설지에서 근원경 10~35cm의 대목을 '95년 10월 가을과 12월 겨울에 이식하였다. 이식활착율 증진을 위하여 녹생토, 부숙 톱밥, 방부제+유기질, 발근촉진제, 방부제처리와 무처리등 총 6처리를 실시 하였다. 이식규모는 6개 처리별로 2시기에 20분씩 모두 240분을 식재 하였다. 유기질 및 녹생토는 본당 10kg기준으로 사용하였으며, 식재지 토양은 유기질 성분이 거의 없는 사양토로서 식재지의 배수는 양호한 상태였다. 식재후 신초생장, 엽장, 엽수, 구과수등 생육상황을 조사하였다. 또한 이식시기별 활착율을 조사하기 위하여 '97년 7월에 근원경 10~18cm의 대목을 이식하였다.

나. 리기다소나무

리기다소나무의 이식시기별 대목이식 활착율을 조사하기 위하여 인천광역시 영종도에 '97년 7월에 근원경 12~16cm 수목 20본, 9월에 근원경 10~22cm 수목 40분을 이식하였다.

다. 참나무류

참나무류의 이식방법을 달리하였을때의 활착율 차이를 조사하기 위하여 경기 용인시 구갈의 택지예정지에서 근원경 12~43cm 규격을 대상으로 뿌리분을 뜯것과 뿌리분을 뜨지 않는 두가지 방법을 적용하여 각각 50분씩 '96년 10월에 이식하고, 이식 1년후에 활착상황을 조사하였다.

3. 이식목의 활착율 증진방안

대목이식 시기에 따른 활착율을 조사하기 위하여 해송을 '96년 10월(가을), '96년 12월(겨울)과 '97년 7월(여름)등 3시기에 걸쳐서 이식한 후 활착율을 조사하였다. 또한 이식 수목의 활착율을 제고하기 위하여 토양 개량 보조제로 일본에서 개발되어 사용되고 있는 “와까호”라는 토양개량제를 처리한 후 활착율을 조사하였다.

와까호 처리에 따른 활착율과 뿌리의 발달상태를 조사하기 위하여 참나무류, 회화나무, 리기다소나무를 대상으로 처리를 하였다. <표 1>에서 보는 바와 같이 뿌리발달 상황은 식재 1년후 뿌리부위에서 40cm×40cm×40cm의 크기로 뿌리를 굴취하여 세근발생량을 조사하였다.

<표 1> 수종별 식재상황

수 종	근원경 (cm)	식재시기	식재본수	장 소
참나무류	12 ~ 43	'96. 10	50	용인 구갈
리기다소나무	14 ~ 18	'97. 7	10	영종도
회화나무	4	'96. 4	20	영종도

제 4 절 대목이식 공정조사

현재 대목이식 공정은 근원경 30cm까지만 표준 품셈이 작성되어 있으나, 시중에서는 30cm이상의 대형목에 대한 이식도 일반화 되어 있다. 따라서 30cm이상의 대형목에 대한 굴취·이식공정을 제도화하기 위하여 인력과 기계에 의한 공정을 조사하였다. 그리고 우리나라에서 적용하고

있는 대목이식에 대한 표준품셈은 수고 5.6~6.0m, 근원경 30cm이하의 수목에 대하여 인력에 의한 공정만이 표준품셈이 작성되어 활용되고 있으나 실제로는 수목의 굴취, 운반, 식재에 장비가 널리 활용되고 있다. 따라서 근원경 30cm이상의 대형목 이식공정에 장비와 인력에 의한 공정이 반영된 표준품셈이 작성되어야 할 것으로 판단되어 본 연구에서는 대형목의 공정조사를 실행하여 표준품셈을 작성함으로써 시장질서를 확립시켜야 할 필요성이 대두되어, 소나무를 대상수종으로 이식공정을 조사하였으며, 조사지역은 <표 2>와 같다.

<표 2> 대목이식 공정조사 대상지

조사대상지	수 종	근원경(cm)
인천시 영종도	소나무	10 ~ 30
충북 청주시 개신동	소나무	10 ~ 30
강원도 강릉시 신석동	소나무	30 ~ 60
서울시 여의도	소나무	30 ~ 60

제 5 절 훼손지 자생수종의 이식 제도화 방안

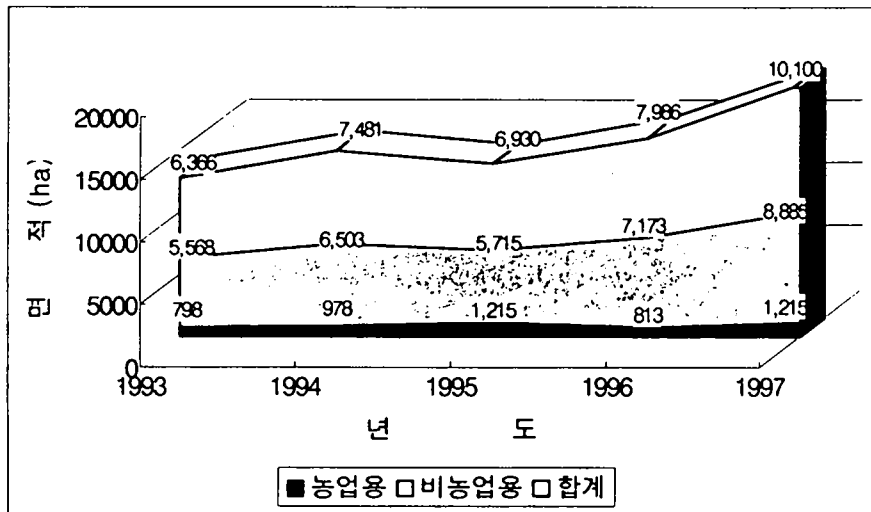
훼손지내에 이용가능한 수목이 대부분 벌채 폐기되고 있는 실정임을 감안하여 이들 수목을 제도적으로 이용할 수 있는 방안을 강구하고자 산림법등 관련 법규를 검토하였다.

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 훼손지 자원조사

1. 산림의 타용도 전용현황

최근 5년간 산림의 타용도전용 현황은 <표 3>과 같다. 1993년부터 1997년까지 5년간 산림전용 면적은 총38,863ha로서 연평균 7,772ha에 이르고 있다. 이 가운데 농업용지는 5,019ha(12.9%), 비농업용지는 33,844ha(87.1%)로 나타났다. 최근 3년간에는 비농업용지는 증가하는 추세를 보였다. 비농업용지는 도로 7,715ha로 가장 많았으며, 공장용지 5,372ha, 택지 4,976ha, 골프장 2,619ha등으로 나타났다.



<그림 1> 산림의 연도별, 용도별 타용도 전용 현황

<표 3> 산림의 타용도 전용현황 ('93~'97)

(단위:ha)

용 도		'93			'94			'95		
		계	보전	준보전	계	보전	준보전	계	보전	준보전
합 계		6,366 (100)	2,227 (35)	4,139 (65)	7,481 (100)	2,804 (37)	4,677 (63)	6,930 (100)	2,413 (35)	4,517 (65)
농 업 용	계	798	353	445	978	363	615	1,215	499	716
	농 지	452	164	288	606	187	419	795	256	539
	초 지	346	189	157	372	176	196	420	243	177
비 농 업 용	계	5,568	1,874	3,694	6,503	2,441	4,062	5,715	1,914	3,801
	택 지	702	49	653	879	50	829	1,072	74	998
	공 장	905	245	660	883	219	664	930	205	725
	광 업	325	208	117	320	192	128	228	118	110
	도 로	1,142	512	630	1,241	573	668	1,153	525	628
	골프장	18	10	8	544	356	188	323	216	107
	스키장	132	86	46	386	261	125	7	-	7
	묘 지 기 타	103 2,241	30 734	73 1,507	95 2,155	13 777	82 1,378	49 1,953	21 755	28 1,198

용 도		'96			'97			합계		
		계	보전	준보전	계	보전	준보전	계	보전	준보전
합 계		7,986 (100)	3,076 (39)	4,910 (61)	10,100 (100)	2,374 (24)	7,726 (76)	38,863 (100)	12,894 (33)	25,969 (67)
농 업 용	계	813	378	435	1,215	433	782	5,019	2,026	2,993
	농 지	442	162	280	816	260	556	3,111	1,029	2,082
	초 지	371	216	155	399	173	226	1,908	997	911
비 농 업 용	계	7,173	2,698	4,475	8,885	1,941	6,944	33,844	10,868	22,976
	택 지	946	92	854	1,377	83	1,294	4,976	348	4,628
	공 장	1,248	231	1,017	1,406	254	1,152	5,372	1,154	4,218
	광 업	230	92	138	112	57	55	1,215	667	548
	도 로	1,769	784	985	2,410	748	1,662	7,715	3,142	4,573
	골프장	965	787	178	769	69	700	2,619	1,438	1,181
	스키장	171	85	86	67	9	58	763	441	322
	묘 지 기 타	87 1,757	8 619	79 1,138	59 2,685	3 718	56 1,967	393 10,791	75 3,603	318 7,188

2. 훼손지 입목현황

<표 3>에서와 같이 매년 약 7천ha 이상의 산림이 훼손되고 있는 실정으로서 이들 훼손되는 임지에 생립하고 있는 수목을 활용하기 위해서는 이용 가능한 수목량의 파악이 우선 되어야 한다. 따라서 지역별로 훼손되는 임지에서의 자원화할 수 있는 수목을 조사하였다. <사진 1>은 훼손된 임지의 전경을 보여주고 있다.

전국 8개지역에서의 조사결과 <표 4>와 같이 ha당 평균 1,093본이 생립하고 있었다. 훼손임지에 자라고 있는 주요 수종으로는 천연림으로서 소나무, 해송, 갈참나무, 굴참나무, 상수리나무, 산벚나무 이었으며, 인공림으로는 리기다소나무, 아까시나무, 현사시나무, 밤나무등 이었다.

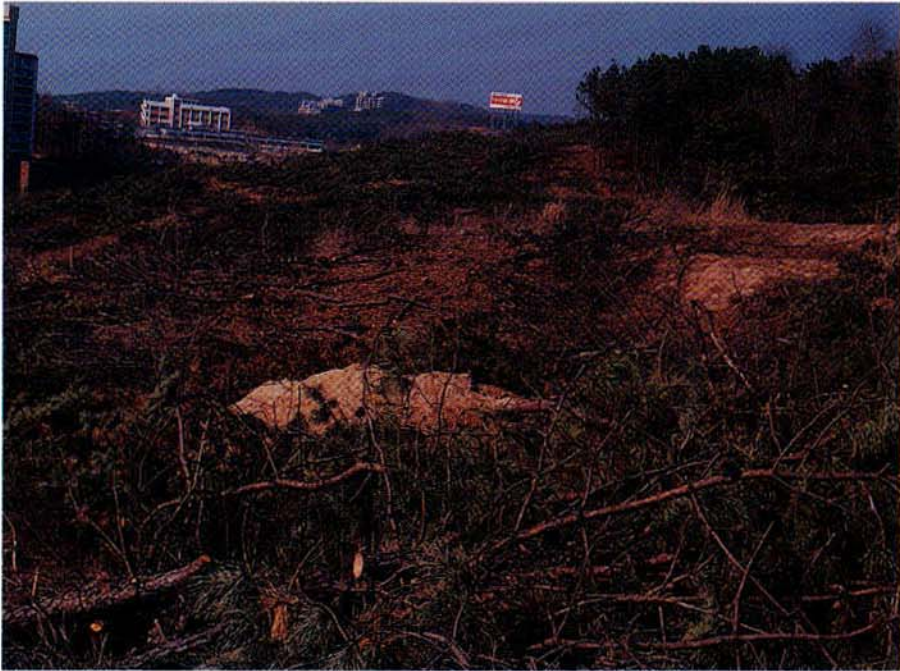
조사된 수목의 규격은 근원경 10cm이하가 21.8%, 11~20cm가 60%, 21~30cm가 12.6%, 31cm이상인 5.6%를 차지하고 있었다. 이들 조사결과에서 근원경 11cm이상 30cm까지가 전체의 82.6%를 차지하고 있어 중형목이 많은 것으로 나타났다<표 5>. 이는 그동안 조림사업을 60년대와 70년대 집중적으로 실시하였고 그 이후는 산림보호등에 의하여 산림이 잘 가꾸어진 결과라고 판단된다. 이들 수목중 근원경이 10cm이하의 수목은 차폐용이나 녹지 조성용으로 이용이 가능하였으며, 10cm 이상 수목은 주택단지나 공단조성지등의 경관용으로 이용이 가능한 것으로 나타났다.

<표 4> 지역별 훼손임지에서의 입목현황

조사 대상지	용도	면적 (ha)	수종	ha당 본수
8개지역		1,236.8	13수종	1,093
강화. 고천	수련장	1.0	소나무, 굴참나무, 산벚나무, 밤나무	733
인천. 수산	정수장	4.4	소나무, 상수리나무	1,000
강원. 양양	공항	44.5	소나무, 해송, 리기다소나무, 아까시나무	1,350
대전. 유성	택지	13.8	소나무	1,260
충북. 청원	공단	944.2	소나무, 잣나무, 리기다소나무, 낙엽송, 굴참나무, 느티나무, 현사시, 아까시나무	1,134
전남. 무안	택지	16.7	소나무, 해송, 굴참나무, 졸참나무, 밤나무	1,470
경북. 포항	공단	212.2	소나무, 해송, 상수리나무, 현사시, 리기다소나무, 신갈나무	1,000
강원. 강릉	임도		소나무, 굴참나무, 느티나무, 당단풍, 상수리나무	800

<표 5> 타용도 전용임지에서의 수목규격별 ha당 생립본수

조사 지역	수종	근원경(cm)				계
		1-10	11-20	21-30	31-40	
강원도 양양	소나무류, 밤나무, 아까시나무, 현사시, 갈참나무	120	900	220	110	1,350
대전 유성구	소나무, 밤나무	460	740	60		1,260
인천 수산	소나무, 상수리나무	67	533	267	133	1,000
강화 고천	소나무, 밤나무, 산벚나무, 굴참나무	300	433	-	-	733
계		947	2,606	547	243	4,343
비율(%)		21.8	60.0	12.6	5.6	100



<사진 1> 택지개발 예정지의 훼손된 산림지

3. 훼손임지내 임목의 조경적 가치

조경용 수목은 그 용도에 따라 구비조건을 각기 달리하게 된다. 예를 들어 경관용인 경우 수형이 균형이 잡히고 지하고가 낮으며 가지가 치밀하게 발달하여야 하고 녹음수의 경우는 지하고가 높고 수관의 발달이 잘 되어 있고 직간이어야 한다. 기타 차폐용, 경계식재용, 방음, 방풍, 유도 등 각종 기능을 발휘할 수 있는 수형을 선택하여야 한다.

따라서 자생 수종을 조경용으로 활용하기 위하여는 먼저 수목을 조사한 후 활용 목적에 따라 이들 수종을 구분하여야 한다.

훼손지에 생립하고 있는 수종들에 대하여 조경적 가치를 구분하기 위하여 지하고, 수관장, 최장·최단 수관장율, 분간수, 분간 높이, 수간의 기울기 및 전개각도등을 조사하여 이들 결과를 종합적으로 분석하였다. 분석결과에 의하여 수목을 경관조성용과 녹지조성 및 차폐용으로 구분한 결과 <표.6>에서 보는 바와 같이 ha당 평균 1,093본중에서 경관조성용이 40.9%인 447본, 차폐 및 녹지조성용이 59.1%인 646본이 이용 가능한 것으로 나타났다.

이와같은 결과는 현재 타용도 전용임지에 생립하고 있는 수목 중 거의 절반정도는 조경용으로 이용할 수 있다는 것을 나타내 주고 있다. 현재 훼손지에서 생산되는 수목들이 거의 활용되지 아니하고 폐기되는 실정에서 이들 수목을 조경수로서 활용된다면 임목자원의 재활용뿐만아니라 농산촌 주민의 소득증대에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

<표 6> 훼손지역 수목의 조경적 가치 평가

조사 대상지	면적(ha)	ha당 본수	경관수용	차폐 및 녹지조성용
8개지역	1,236.8	1,093	447	646
강화, 고천	1.0	733	201	532
인천, 수산	4.4	1,000	433	567
강원, 양양	44.5	1,350	720	630
대전, 유성	13.8	1,260	678	582
충북, 청원	944.2	1,134	456	678
전남, 무안	16.7	1,470	490	990
경북, 포항	212.2	1,000	335	665
강원, 강릉	-	800	268	532

제 2 절 대목이식 현황

1. 국내 실태조사

가. 관행방법에 의한 이식실태조사

훼손되는 임지에서 생산되는 수목의 이식 실태를 파악하기 위하여 경기 일산, 분당, 용인, 양주, 의정부, 인천시 영종도, 충북 청주, 충남 아산, 대전광역시, 광주광역시, 울산광역시 지역에서 택지 또는 공업단지로 개발중인 장소에서 조사하였다 <표 7>.

주요 식재수종으로서 침엽수로는 소나무, 잣나무, 은행나무, 전나무등, 활엽수종으로는 참나무류, 산벚나무, 서어나무, 팔배나무, 때죽나무, 당단풍나무등이 식재되고 있었다<사진 2, 3>.

굴취이식하여 이용하고 있는 수목을 수종별로 분석하면 소나무류(소나무, 해송, 리기다소나무, 잣나무)가 72.1%로 가장 많았고, 그 다음은 참나무류(신갈나무, 떡갈나무, 상수리나무, 졸참나무, 굴참나무 등)가 21.2%, 기타 수종이 6.7%의 순으로 나타났다<표 8>.

경기도 영종도에 건설중인 인천국제공항의 경우 35,000본을 이식하였는데 이는 임야 훼손지에서 전량 굴취한 것으로서 공항내 조경용으로 매우 귀중한 소재가 되고 있었다.

또한, 현장에서 조경수로 소나무의 이용 비율이 가장 높은 것은 산지의 자생수종으로서의 분포 비율도 높고 조경수로서의 선호도도 가장 높는데 그 원인이 있는 것으로 사료된다.

<표 7> 지역별 수종별 이식실태 현황

조사지역	수종	근원경(cm)	수량(본)
용인, 기흥, 구갈	소나무	10 - 32	324
	참나무	10 - 34	530
	산벚나무	10 - 26	43
	잣나무	12	5
계			902
용인, 수지2	소나무	10 - 26	81
	참나무	10 - 34	600
	산벚나무	12 - 26	10
계			691
오창과학 산업단지	소나무	8 - 40	1,094
	참나무	6 - 24	783
	벚나무	6 - 14	10
	자작나무	14	1
	잣나무	6 - 20	220
	리기다소나무	14 - 40	75
	해송	10 - 40	220
계			2,403
아산공단 (고대지구)	소나무	6-20	1,790
	해송	4-22	311
	참나무	10-12	5
계			2,106

<표 7> 계속

조사지역	수 종	근원경(cm)	수량(본)
양주, 덕정	소나무	15 - 55	1,052
	잣나무	15 - 35	219
	참나무	10 - 30	380
	벗나무	10 - 30	112
	대추나무	10 - 30	45
	은행나무	10 - 45	100
	향나무	15 - 30	21
	밤나무	55	2
	회화나무	55	1
	측백나무	15	15
계			1,947
인천 영종도	해송	6 - 40	12,438
	리기다소나무	6 - 40	19,025
	낙엽송	10 - 24	52
	참나무	10 - 40	3,855
	밤나무	10 - 40	430
	굴피나무	10 - 40	122
	대추나무	10 - 14	13
계			35,935
일산 신도시	소나무	4 - 50	3,019
	참나무	4 - 24	3,947
	자작나무	4 - 20	15
	산벚나무	4 - 45	214
	서어나무	4 - 55	42
	잣나무	4 - 14	93
	은행나무	10 - 40	73
	목련	14 - 40	4
	계수나무	2 - 24	27
	젓나무	8 - 14	12
	대추나무	10 - 24	52
	복숭아	12 - 14	2
	물푸레나무	40	1
	메타세쿼이아	24 - 40	4
계			7,505

<표 7> 계속

조사지역	수종	근원경(cm)	수량(본)
분당지구	소나무	4 - 50	1,216
	잣나무	6 - 56	201
	젓나무	4 - 42	124
	생강나무	2 - 26	65
	참나무	4 - 56	1,751
	단풍나무류	4 - 36	155
	돌배나무	2 - 38	56
	팔배나무	4 - 38	596
	아그배나무	2 - 40	73
	산사나무	2 - 30	104
	느티나무	16 - 40	3
	층층나무	4	1
	개복숭아	8	1
	사시나무	8	1
	개살구나무	4	1
	산수유	14 - 16	2
	산벚나무	2 - 32	536
	매죽나무	2 - 26	158
	물박달나무	8 - 22	114
	서어나무	6 - 48	134
회화나무	4 - 28	37	
계			5,329
의정부, 송산	소나무	8 - 30	92
	잣나무	6 - 20	65
	산벚나무	6 - 18	18
계			175

<표 7> 계속

조사지역	수 종	근원경(cm)	수량(본)
아산공단 (부곡지구)	소나무	4 - 20	555
	해송	4 - 20	95
	자귀나무	6 - 10	7
	참나무	6 - 10	12
계			669
대전, 노은	소나무	18 - 49	216
계			216
광주, 풍납	소나무	10 - 30	235
	참나무	10 - 13	3
계			238
울산, 옥현	소나무	15 - 60	137
	참나무	13 - 23	46
계			183

< 표 8 > 조사된 수종의 구성 비율

구 분	계	소나무류	참나무류	기 타
본 수	58,299	42,027	12,342	3,930
비율(%)	100	72.1	21.2	6.7



<사진 2> 소나무 대목 이식 (강릉)



<사진 3> 참나무류 대목 이식 (용인 신갈)

나. 새로운 방법에 의한 이식실태조사

대목이식은 수목단가 보다는 이식에 소요되는 경비가 많기 때문에 이식방법과 활착율 제고방안이 충분히 검토되어야 할 것이다. 이들 활착율제고 방안을 구명하기 위하여 기존 이식지에 대한 활착상태를 조사하였다. '95, '96년도에 SK임업 오산사업소에서 분뜨기하여 이식한 것과 분뜨지 않고 이식한 것을 수종별로 활착상황을 조사하였다<사진 4, 5, 6>.

1) 분뜨기 작업 후 이식

일반적으로 수목은 분뜨기 작업 후 이식을 실시한다. 물푸레나무 등 10종을 '95년 4월에 이식한 후 '96년에 활착율을 조사하였다<표 9>. 그 결과 이팝나무는 100% 활착하였으며, 물푸레나무, 느릅나무, 스트로브잣나무, 갈참나무등은 90% 이상의 활착율을 보였으나, 느티나무 88%, 단풍나무와 메타세쿼이아 84%, 자작나무 76% 순이었으며, 아그배나무가 68%로 가장 낮은 활착율을 나타냈다.

<표 9> 분뜨기작업 후 이식한 수목의 활착율

수 종	규 격		이식본수 (본)	고사본수 (본)	활착율 (%)
	수 고 (cm)	근원경 (cm)			
이 팍 나 무	207	2.2	25	0	100
물푸레나무	217	2.4	25	1	96
느 립 나 무	204	2.0	25	1	96
스트로브잣나무	114	3.3	25	2	92
갈 참 나 무	94	1.6	25	2	92
느 티 나 무	260	3.0	25	3	88
단 풍 나 무	154	1.4	25	4	84
메타세쿼이아	224	3.6	25	4	84
자 작 나 무	267	4.3	25	6	76
아그배나무	160	1.7	25	8	68

2) 분뜨지 않고 이식

수목 이식시 분을 뜨지않고 이식할 경우에는 굴취비와 운반비 그리고 식재비용을 크게 낮출 수 있을 뿐 아니라 작업도 매우 간편하게 할 수 있는 잇점이 있다. 따라서 수종별 분을 뜨지않고 이식을 할 수 있는 방법을 개발한다면 이는 대목이식의 새로운 기술로서 자리매김 할 수 있을 것이다.

SK임업에서 '95년 4월에 분뜨기를 하지 않고 이식지역에서 활착율을 조사한 결과 칠엽수가 96%로서 가장 높았으며, 계수나무 84%, 상수리나

무 82%, 세로티나벳나무 77%, 다릅나무 74%, 느티나무 70%를 나타냈으며, 상대적으로 루브라참나무는 47%로 비교적 낮은 활착율을 보였다 <표 10>. 물푸레나무는 47%로서 분뜨기 후 이식시 96%에 비하여 절반이상의 낮은 활착율을 보였다.

물박달나무는 1년차에 있어서는 24%을 보였으나 3년차에 있어서는 13%로 급격히 감소하는 경향을 보여 이식력이 약한 것으로 판단되었다. 따라서 이식후 40%이하의 활착율을 보인 들메나무, 찰피나무, 물박달나무, 튜립나무등은 이식시 반드시 뿌리분을 뜯 후 이식하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 특히 튜립나무는 이듬해 전부 고사한 것으로 나타나 이식력이 가장 약한 수종으로 나타났다.

한편 '96년 4월에 이식한 결과 계수나무 92%, 다릅나무 90%로 높은 활착율을 보였으며, 물푸레나무 85%, 칠엽수 80%로 양호함을 보여 계수나무, 다릅나무, 칠엽수는 뿌리분을 뜯지 않고 이식하여도 활착율에 지장이 없을 것으로 판단되었다<표 11>. 루브라참나무는 50%로 비교적 낮은 활착율을 보였다.

이상의 활착 결과는 우용제(1991)의 조사결과 소나무 1,527본 이식시 3.5%인 54본만이 하자가 발생하였고, 참나무류(상수리나무, 굴참나무, 신갈나무, 졸참나무, 갈참나무, 떡갈나무)는 1,728본 이식하여 1.6%인 28본만이 하자가 발생하여 매우 높은 활착율을 보이고 있는데 SK 임업이 실시한 이식결과와 같은 경향을 나타내고 있다.

<표 10> 분뜨지 않고 이식한 수목의 연도별 활착율 변화(1)

수 종	근원경 (cm)	이식본수 (본)	활착율(%)		
			'96	'97	'98
칠엽수	6-12	50	96	96	96
계수나무	5-10	200	86	85	84
상수리나무	6-12	200	83	83	82
세로티나벚나무	6-12	100	77	77	77
다릅나무	8-12	50	76	76	74
느티나무	8-12	100	70	70	70
개사탕단풍나무	6-10	100	67	65	62
루브라참나무	10-17	200	52	48	47
물푸레나무	6-12	150	48	48	47
찰피나무	6-12	50	44	42	40
들메나무	6-12	100	33	33	31
물박달나무	8-12	30	24	23	13
튜립나무	8-12	50	0	0	0

<표 11> 분뜨지 않고 이식한 수목의 활착율변화(2)

수 종	근원경 (cm)	이식본수 (본)	활착율(%)	
			'96	'97
계 수 나 무	6 - 15	300	92	92
다 립 나 무	6 - 15	100	93	90
루브라참나무	6 - 15	100	75	50
물푸레나무	6 - 15	200	85	85
칠엽수	8	10	80	80

새로운 이식기술로서 적용이 가능한 분을 뜨지 않고 이식하는 경우 작업과정을 상세히 살펴본다면,

- ① 뿌리 굴취 후 흙을 털고 뿌리 잘린 부위에는 부후 방지를 위해 발코트를 처리한다.
- ② 해토(解土)즉시 굴취, 이식하여야 하지만 굴취지가 산지이고 작업이 어려우므로 작업량을 과다 책정하면 이식적기를 일실할 수 있다. (5월 이식시는 활착율이 급격히 떨어짐)
- ③ 굴취전에 흉고부위 남쪽방향에 페인트 표시하여 식재시도 같은 방향으로 식재한다.
- ④ 운반시 뿌리가 노출되지 않게 증산억제제를 도포하고 천막으로 덮는다.
- ⑤ 주간높이를 3.0~3.5m에서 절단하여 수분 및 영양 유실을 최소화 한다.
- ⑥ 작업 중 상처부위 및 절단부위에 발코트를 도포한다.

- ⑦ 주간 상단부 절단부위는 말코트 도포 후 비닐피복 한다.
- ⑧ 이식작업 중 뿌리부위에 흠멕스콘 200배 관주한다.
- ⑨ 이식완료 후 지상 주간에서 수분증발과 피소를 예방하기 위하여 1.2m까지 신문지등으로 피복한다.
- ⑩ 이식후 뿌리 흔들림을 방지하기 위하여 반드시 지주목을 설치한다.
- ⑪ 이식완료 후 충분한 관수로 뿌리와 흙의 공극을 최소화하여 완전 접촉시킨다.
- ⑫ 식재거리 2.0m×2.0m 또는 1.5m×1.5m로 하나 대경목의 경우 2.5m×2.5m 이상으로 하는 것이 정상적인 수형유도를 도모 할 수 있다.
- ⑬ 조경수로 활용할 수 있는 수형을 갖추는데 3~5년이 소요된다.



<사진 4> 대목이식 포지 전경 (SK임업)



<사진 5> 물푸레나무 이식 포지 (SK임업)



<사진 6> 다릅나무 이식 포지(SK임업)

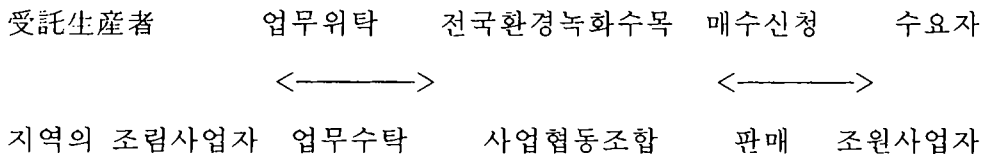
2. 국외 실태조사

선진국에서의 수목이식 실태를 파악하고 이들 선진 기술의 도입과 관련법규를 파악하기 위하여 일본('96년)과 독일('97년)을 방문하여 실태를 조사하였다. 일본은 전국환경녹화수목사업협동조합과 東京都 蔓珠苑 농장을 방문하였으며, 독일은 프리이브르그시 조경과와 영림서 및 뮌헨시의 잉글리쉬가든내의 대목이식 실태 및 관련 법규를 조사하였다.

가. 일본

1) 전국환경녹화수목사업협동조합

전국환경녹화수목사업협동조합은 급격한 도시화와 산업화로 조경수 생산부족과 교목성수목 수급곤란으로 국유림내의 간벌목이나 임도 지장목을 굴취, 이식하여 현지 적응시킨 후 환경녹화수목의 안정적공급을 기하고, 지역 고용촉진을 위해 1990년 12월에 설립된 단체이다. 受託生産者, 전국환경녹화수목사업협동조합과 수요자와의 업무관계는 아래와 같다.



受託生産者는 산지수목의 이식, 육성 및 간벌목등 조경수로서 활용가치가 있는 녹화용 수목을 생산하는 일을 하며, 전국환경녹화수목사업협동조합은 受託生産者들이 생산한 수목들을 공동구매, 판매, 정보제공, 시

험연구 및 기술지도등을 수행하고 있었다. 受託者들이 수목을 채취하는 지역은 조림지내 제·간벌 대상목, 피압되었으나 고사직전 수목, 임도 노망에 지장을 주는 수목등을 활용하고 있었다.

2) 蔓珠苑

대목이식을 주요 사업으로 시행하는 東京都 蔓珠苑을 방문하여 산림훼손지 및 수종갱신지에서 생산된 수종을 조경수로 활용하기 위하여 대목이식 실태를 조사하였다<사진 7>. 이식대상 수종으로는 계수나무, 느티나무, 개동청, 목련, 일본목련, 단풍나무류, 서어나무, 일본노각나무 (*Stewartia pseudo-camelia*), 튜립나무, 백당나무, 소나무, 벗나무류, 매실, 느릅나무, 종비나무, 이팝나무, 화살나무, 스트로브잣나무등이 이식되고 있었다. 이들 수목의 크기 및 입목 가격은 <표 12> 와 같으며, 수종별 분크기는 굴취수목의 수고와 근원경을 감안하여 결정하고 있으나 특히, 근원경이 작은 경우는 분직경을 근원경의 10배의 크기로, 근원경이 큰 경우는 3.5배 정도의 크기로 분뜨기 작업을 실행하고 있었다<표 13>.

<표 12> 굴취목의 크기 및 단가

수 종	수 고(m)	단 가(₩)	비 고
일본전나무	3 ~ 4	3,000 ~ 4,000	간벌목
<i>Abies homolepis</i>	3 ~ 6	15,000	간벌목
느티나무	15	200,000~300,000	-

<표 13> 수종별 분크기

수 종	수 고(m)	근원경(cm)	분직경(cm)
일본전나무	4	10	100
<i>Abies homolepis</i>	10	28	160
느티나무	15	60	210

수목의 굴취방법은 분 크기가 결정되면 기계톱이나 수목 굴취기계는 일체 사용하지 않고 크기가 작은 굴삭기만을 사용하고 모두 인력으로 뿌리를 자르고 분싸기를 하며 새끼감기를 하고 있었다. 굴취시 기계톱이나 굴취기를 사용하지않는 이유는 기계톱 사용시 뿌리가 잘리면서 엔진 오일이 절단되는 뿌리부분의 유관속 조직에 묻어 유관속 조직을 고사시킬 뿐만 아니라, 수형을 망가뜨리며, 기계 사용시 분을 뜨면서 큰뿌리가 잘리면서 세근과 토양이 분리가 되어 활착율을 저조하게 하는 원인이 되기 때문이었다.

수목굴취 후 벗짚으로 만든 가마니와 새끼만을 사용하여 분감기를 하고 있었으며 녹화마대나 녹화끈, 고무바나 철선감기도 하지 않고 있었다. 그 이유로는 녹화마대나 녹화끈에 유지성분이 함유되어 이식후 수목에 피해를 주어 활착에 지장을 초래하기 때문인 것으로 사료되었다.

굴취한 수목의 운반은 카크레인으로 차량에 직접 상차하여 운반하며 식재는 회사에서 자체 생산한 특수토양인 와까호(ワカホ)를 사용하고 있었는데, 와까호(ワカホ)는 유기질 비료로서 발근촉진 및 성장촉진에 뛰어난 효과가 있었으며, p45, p50, p56등 3종으로 수종과 토양산도에 따라 구분하여 사용하고 있었다. 와까호를 처리한 이식목은 세근발달이 왕성하고 고사된 가지가 전무한 상태로 생육이 양호하였다<사진 8>.

나. 독일

독일은 산림면적이 50%정도로서 산림 훼손을 가급적 피하고 있었으며 필요에 따라 산지를 훼손할 경우에는 환경영향평가의 중요도에 따라 훼손면적의 1~3배에 달하는 면적에 조림을 한 후 훼손하고 있었다.

프라이브르그시 수목원의 경우 대목이식은 30~40년전에는 많은량을 이식하였으나 최근에는 거의 대목이식을 실시하지 않고 있었다. 대목 이식시에도 수고 10m이내, 근원직경 15cm 이상이 되면 이식을 피하고 있었으며, 이식시에는 수복굴취기를 이용하는데 트랙터에 원형으로 분을 뜰 수 있는 삽날을 부착하여 분뜨기를 하고 있다<사진 9>. 한편 뮌헨시의 잉글리시가든내의 호수가에 유럽피나무 흉고직경 20~40cm, 수고 15m내외의 대목이식을 확인할 수 있었다<사진 10, 11>. 이는 아직도 소량이지만 대목이식이 실행되고 있는 것으로 보여지며, 이들 대목이식 기술의 수준은 매우 우수한 것으로 판단되었다.



<사진 7> 일본 만주원 농장의 대목이식 전경(느티나무)



<사진 8> 와까호 처리에 의한 세근발달 상황(일본전나무)



<사진 9> 묘포장에서의 수목 굴취 이식 기계 작업 광경
(독일, 프라이브르그시 조경과 묘포장)



<사진 10> 독일 뮌헨시의 잉그리쉬가든의 대목이식 전경



<사진 11> 독일 프라이브르그시의 대목생산 묘포장

제 3 절 대목이식 기술개발

1. 수종별 분뜨기 방법

수목 이식에 있어서 수목의 뿌리형태는 이식방법과 활착에 많은 영향을 미치게 된다. 따라서 각 수목의 뿌리형태를 파악하여 이들 형태에 알맞은 분모형으로 굴취하므로서 활착율을 높일 수 있다. 특히 대목 이식에 있어서는 수종별, 입지별 그리고 굴취방법에 따라 활착율에 차이가 있을 뿐만아니라 작업공정에도 많은 영향을 미치게 된다. 따라서 수종별 입지별 뿌리발달 특성을 파악하는 것이 대목이식을 성공적으로 실행할 수 있는 바탕이 된다.

근계의 형태는 심근성, 중근성, 천근성으로 나눌 수 있는데 심근성은 근원직경 20cm를 기준으로 주근의 깊이가 2m이하까지 발달한 수종이며, 중근성은 1~2m사이까지 주근이 분포한 것이며, 천근성은 지하 1m내에 주근과 측근이 분포하는 것을 기준하였다.

소나무<그림 2>, 해송(곰솔)<그림 4>, 졸참나무<그림 5>, 떡갈나무<그림 6> 등은 주근의 깊이가 2m이상 까지 분포하므로 심근성 수종으로 판단되어 분의 형태는 팽이분이 적합하며, 튜립나무<그림 7>, 목련<그림 8>, 잣나무<그림 9>, 굴참나무<그림 10>, 상수리나무<그림 11>, 신갈나무<그림 12>, 은행나무<그림 13>, 주목<그림 14>, 느티나무<그림 15>, 왕벚나무<그림 16>, 산벚나무<그림 17>등은 중근성으로 보통분이 적합한 것으로 판단되었다. 층층나무<그림 18>, 당단풍<그림 19>, 때죽나무<그림 20>, 팔배나무<그림 21>등은 근계의 분포가 지하 1m내에 분포하므로 접시분을 뜨는 것이 적합한 것으로 나타났다.

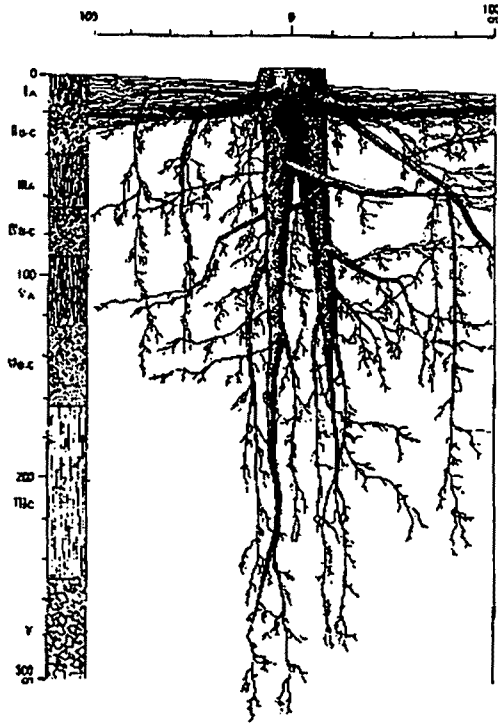
<그림 3>은 우리나라 산림지역의 대표적인 입지환경조건에 자생하는 소나무의 뿌리형태로 노출된 암반지역에 성장하므로서 뿌리가 지하

50cm내에 분포하고 있어 접시분 형태로 분뜨기 작업을 하는 것이 타당 하리라 판단되었다.

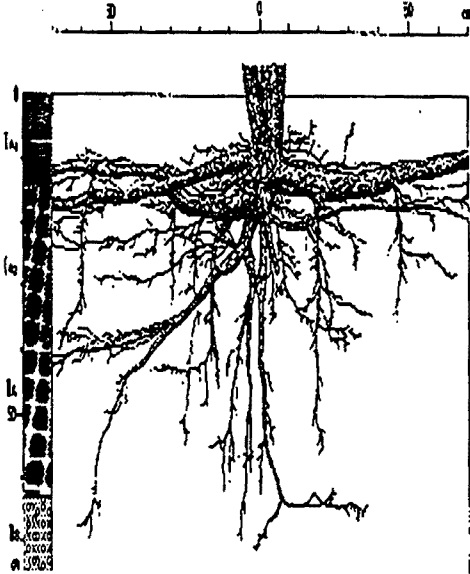
이식 수목의 활착율을 높이는데 있어서 뿌리분의 취급은 중요한 과정 이다. 수목 이식 2~3년 전에 뿌리돌림을 실시한 후 이식하는 것이 가장 적합한 방법이지만 현실적으로 여러가지 어려운점이 있다.

관행적으로 묘포에서 수목이식작업을 실행시에는 이식목 근원직경의 3~5배 크기로 분뜨기 작업을 해서 이식하고 있으나 임야를 타용도로 전용하는 지역에서는 사전에 뿌리돌림을 한 다음에 이식하기는 불가능하기 때문에 훼손지의 자생수목을 이식코자 할 때는 뿌리분의 크기를 크게하여 굴취, 이식하는 것이 활착율을 높일 수 있는 방법이다. 그러나 현실적으로 굴취, 운반 및 이식경비가 많이 소요되기 때문에 적당한 크기의 분을 떼서 철저하게 관리하는 것이 필요하다.

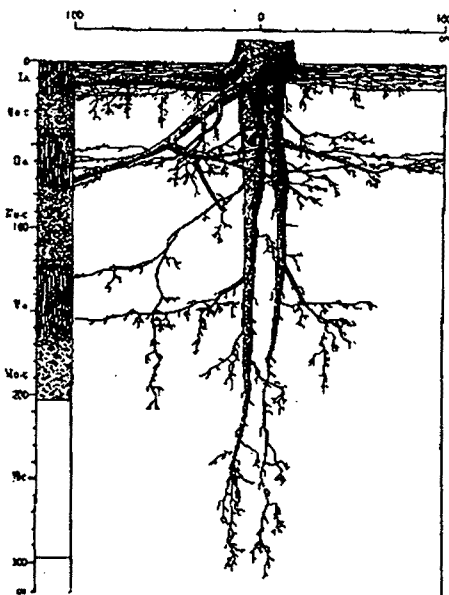
일반적으로 뿌리 굴취시 뿌리분이 깨지지 않도록 새끼를 감고 있으며 최근에는 중·대형분의 경우 새끼를 감은 후에 고무줄로 조이는 방법도 일반화되고 있다. 고무줄을 사용할 때에는 반드시 이식 후 고무줄을 제거해 주어야 한다. 또한 분깨짐을 방지하기 위해서는 대형분의 경우 반드시 철선으로 뿌리분을 결박하여야 한다.



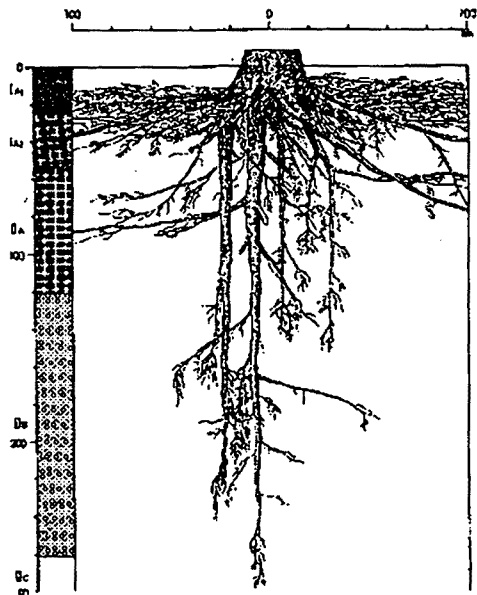
<그림 2> 소나무



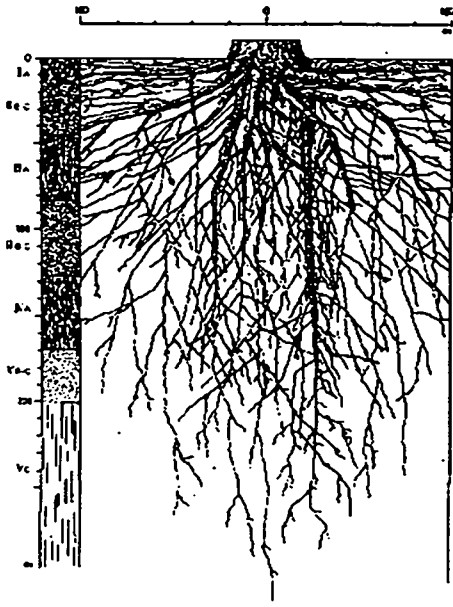
<그림 3> 소나무(암반노출지)



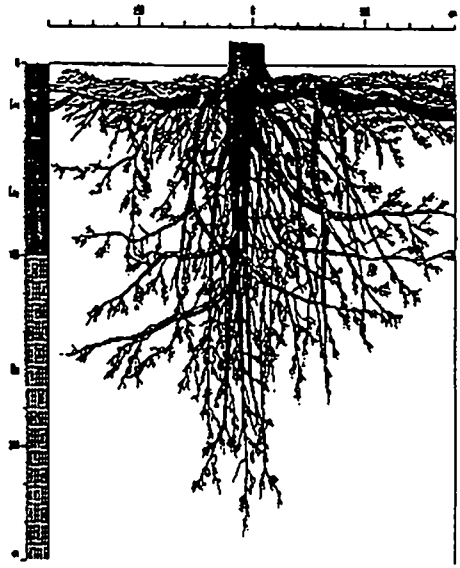
<그림 4> 해송



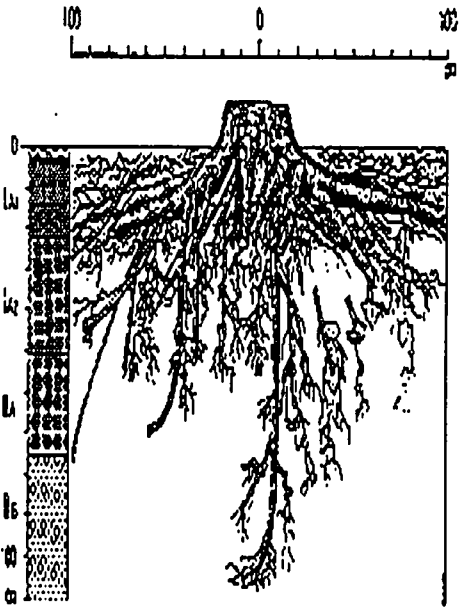
<그림 5> 졸참나무



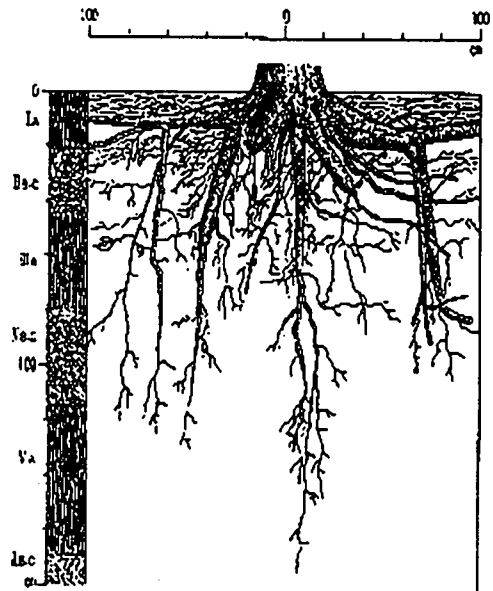
<그림 6> 떡갈나무



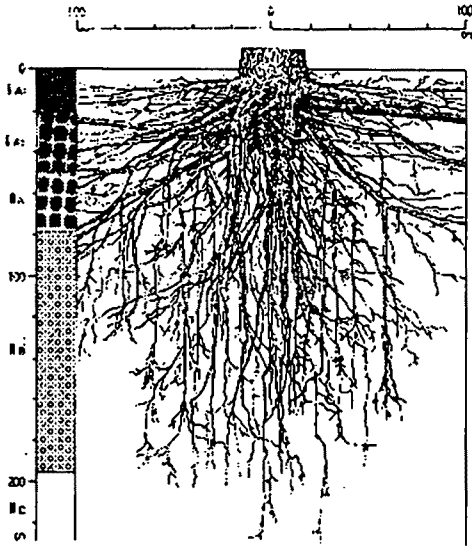
<그림 7> 튜립나무



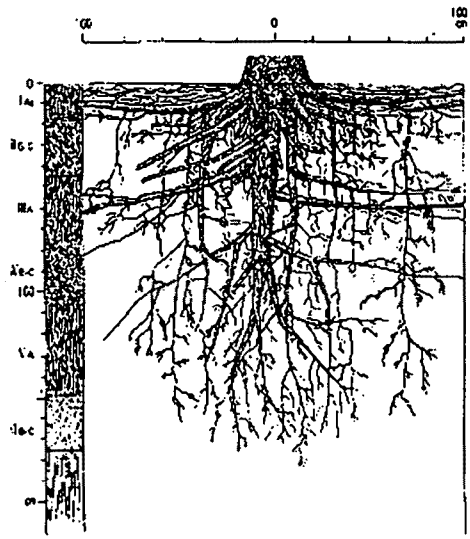
<그림 8> 목련



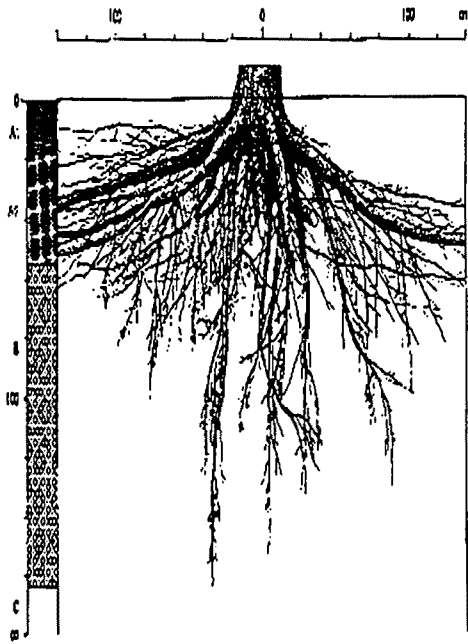
<그림 9> 잣나무



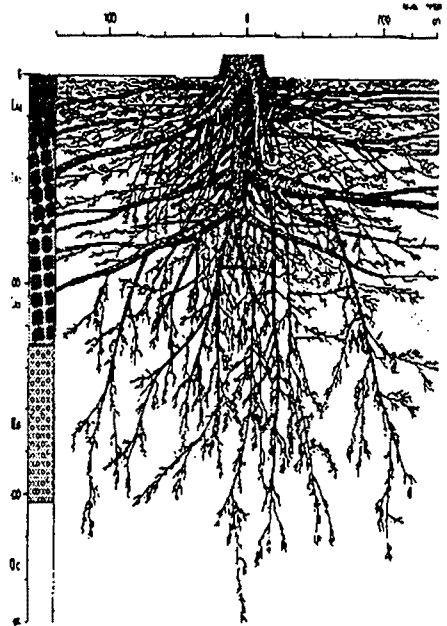
<그림 10> 굴참나무



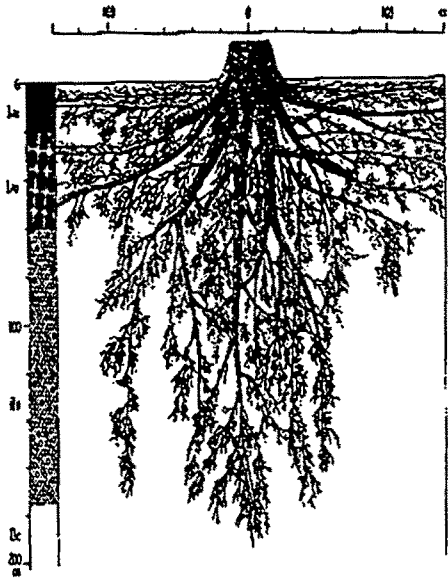
<그림 11> 상수리나무



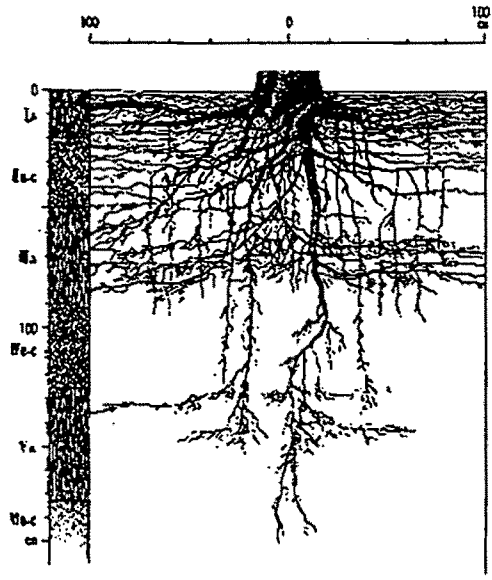
<그림 12> 신갈나무



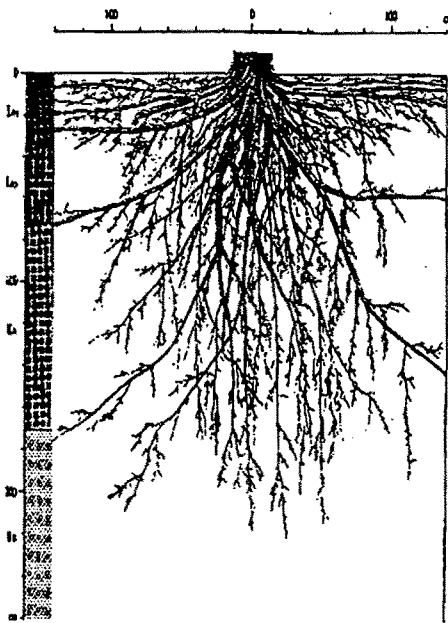
<그림 13> 은행나무



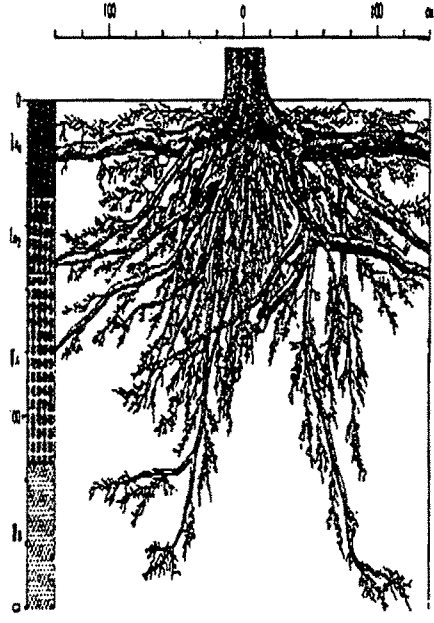
<그림 14> 주목



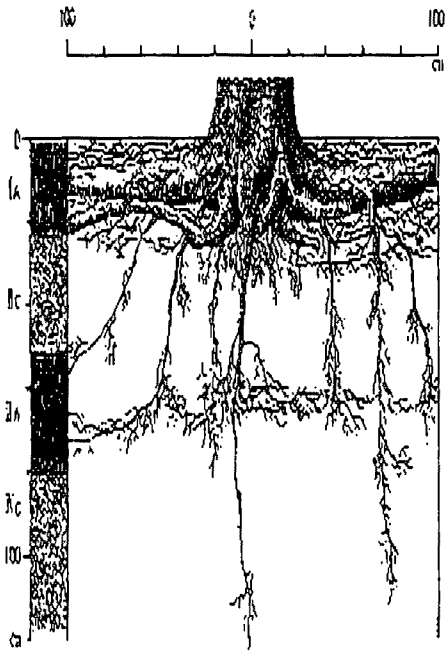
<그림 15> 느티나무



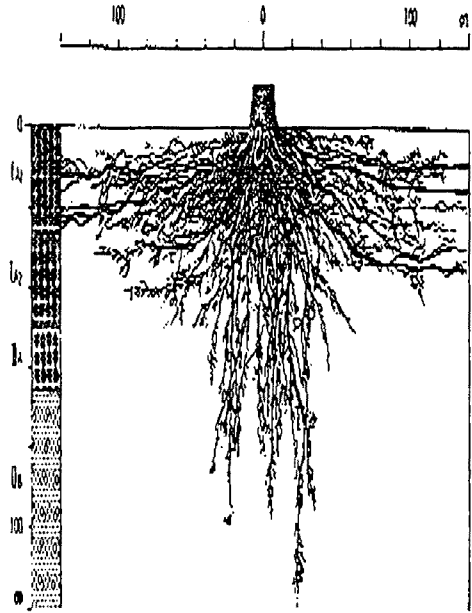
<그림 16> 왕벚나무



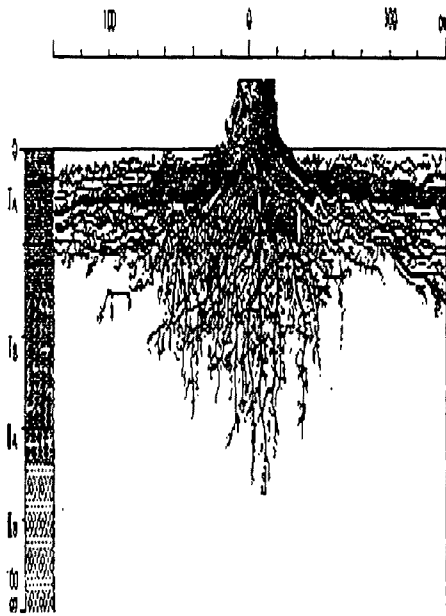
<그림 17> 산벚나무



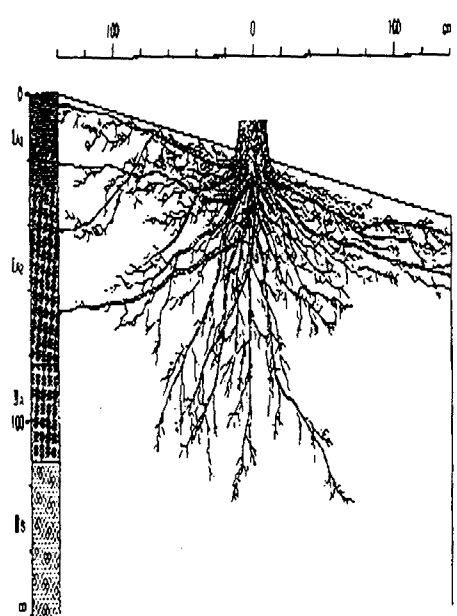
<그림 18> 층층나무



<그림 19> 당단풍



<그림 20> 매죽나무



<그림 21> 팔배나무

2. 수종별 대목이식시험

가. 해송

인천국제공항건설 현장의 훼손입지에서 생산된 근원경 10~35cm의 수목을 '95년 10월과 12월 2회에 걸쳐 녹생토등 6처리별로 이식한 후 활착율을 조사한 결과 이식시기 및 처리에 관계없이 100%의 활착율을 보였다. 따라서 이들 처리에 따른 생육상황을 조사하기 위하여 이식시기, 처리 및 이식연차에 따른 신초생장, 엽생장 및 구과수를 조사하였다. <사진 12>와 <사진 13>은 해송 이식지 및 성적 조사 광경이다.

한편 '97년 7월에 근원경 10~18cm의 수목을 이식한 결과 65%의 활착율을 보여 여름철의 대목이식은 가급적 피하는 것이 좋으며, 불가피한 경우 철저한 사후 관리가 필요하였다.



<사진 12> 해송 대목이식지 전경 (인천시 영종도)



<사진 13> 해송 대목이식후 성적조사 광경

1) 신초생장

이식 시기별·연도별 처리에 의한 신초생장을 SAS Program을 이용하여 분석한 기본통계치는 <표 14>, <표 15>와 같다.

신초생장은 전반적으로 가을철 이식보다는 겨울철 이식시에 신초생장이 양호하게 나타났으며, 처리별 성장효과는 이식 시기에 관계없이 부숙 톱밥의 처리가 가장 양호하게 나타났다. 한편 무처리구는 가장 저조한 신초생장을 보였다. 연도별 처리에 의한 신초생장은 전반적으로 이식 후 연수가 경과할 수록 성장량이 감소하고 있음을 알 수 있었다. 이와같은 결과는 수목이 이식 후 stress를 받는다는 일반적인 사실을 입증해주는 것이라고 하겠다. <표 14>에서 알 수 있듯이 무처리구, 방부처리, 발근촉진제 등의 처리보다는 녹생토, 방부제+유기질, 부숙톱밥과 같은 유기질 비료를 함께 처리한 경우가 수목 이식 후 신초생장이 양호한 것으로 나타나 대목 이식시에는 유기질 비료를 혼합해서 사용하는 것이 이식목의 활착율을 높이고 이식후 생장에 유리한 것으로 사료되었다.

이식 시기별·연도별·처리별 신초생장에 대하여 분산분석을 실시한 결과는 <표 16>과 같다. 거의 모든 요인들에서 1% 수준의 높은 유의성이 인정되었으나, 이식 시기와 연도의 상호작용과 처리와 연도의 상호작용에 있어서는 유의성이 없거나 5% 수준의 유의성만이 인정되었다.

<표 14> 이식 시기별 처리에 의한 신초생장의 기본통계치

이식시기	기본통계치 처 리	빈	최대	최소	평균	표준 편차	표준 오차	변이계수
		도	값	값				
가 울	자연생	80	25	7	17.1	4.66	0.52	27.3074
	무처리구	80	28	4	13.5	5.72	0.64	42.3019
	녹생토	120	38	5	17.5	6.77	0.62	38.7516
	방부처리	80	35	4	13.8	6.76	0.76	49.0943
	방부제+유기질	120	42	6	18.8	6.27	0.57	33.4267
	부숙톱밥	80	32	4	12.4	5.21	0.58	41.9022
	발근촉진제	132	38	5	15.0	6.57	0.57	43.7534
겨 울	자연생	80	25	7	17.1	4.66	0.52	27.3074
	무처리구	80	35	2	12.8	6.60	0.74	51.5043
	녹생토	120	30	6	18.0	5.22	0.48	29.0241
	방부처리	80	29	8	14.4	4.92	0.55	34.2203
	방부제+유기질	120	36	4	16.6	6.45	0.59	38.7900
	부숙톱밥	80	36	6	21.1	7.64	0.85	36.1639
	발근촉진제	144	34	6	15.6	5.11	0.43	32.6977

<표 15> 연도별 처리에 의한 신초생장의 기본통계치

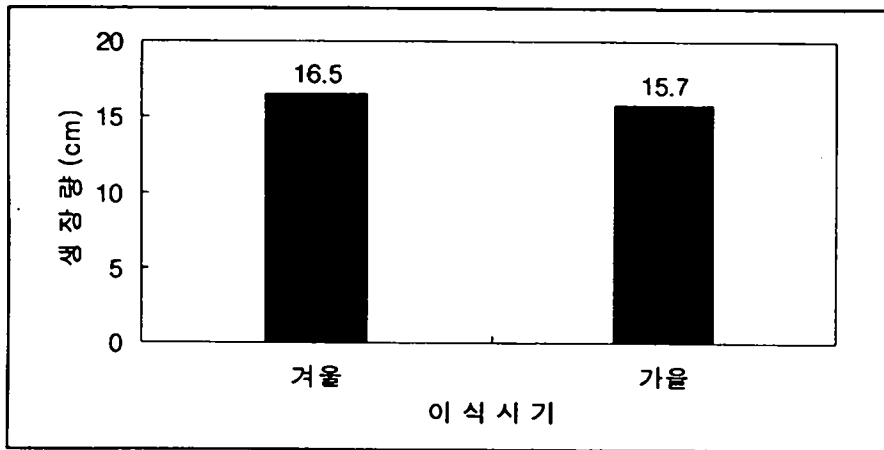
연도	기본통계치 처리	빈도	최대값	최소값	평균	표준편차	표준오차	변이계수
		1995	자연생	40	25	9	17.0	4.94
	무처리구	40	35	7	15.9	6.00	0.95	37.6602
	녹생토	60	38	6	21.0	6.29	0.81	29.9634
	방부처리	40	35	8	16.4	6.30	1.00	38.4108
	방부제+유기질	60	42	9	19.6	7.21	0.93	36.7145
	부숙톱밥	40	36	4	19.4	8.46	1.34	43.5950
	발근촉진제	69	38	8	17.1	6.59	0.79	38.4204
1996	자연생	40	22	9	16.4	4.34	0.69	26.5174
	무처리구	40	32	4	13.9	6.25	0.99	44.8735
	녹생토	60	33	8	18.7	5.44	0.70	28.8414
	방부처리	40	32	6	15.2	5.72	0.90	37.6900
	방부제+유기질	60	36	8	19.0	7.03	0.91	37.0530
	부숙톱밥	40	36	4	18.0	8.40	1.33	46.6511
	발근촉진제	69	34	6	16.5	6.57	0.79	39.8918
1997	자연생	40	23	7	16.8	4.75	0.75	28.2491
	무처리구	40	28	4	12.5	5.91	0.93	47.1472
	녹생토	60	32	7	16.4	4.90	0.63	29.9600
	방부처리	40	28	6	13.4	5.31	0.84	39.5194
	방부제+유기질	60	32	6	16.8	5.42	0.70	32.3399
	부숙톱밥	40	35	4	16.0	7.18	1.13	44.9861
	발근촉진제	69	30	7	14.2	4.74	0.57	33.3884
1998	자연생	40	25	9	18.2	4.53	0.72	24.9709
	무처리구	40	24	2	10.3	5.28	0.84	51.2891
	녹생토	60	30	5	14.7	5.54	0.72	37.7782
	방부처리	40	28	4	11.3	5.13	0.81	45.3991
	방부제+유기질	60	27	4	15.4	5.04	0.65	32.7130
	부숙톱밥	40	28	4	13.8	6.21	0.98	45.0963
	발근촉진제	69	25	5	13.6	4.51	0.54	33.3058

이식 시기별·연도별·처리별로 조사된 신초생장량을 Duncan의 다중검정을 이용하여 분석한 결과 이식시기별에 있어서는 겨울철 이식이 가을철 이식보다 신초생장에 있어서 양호하게 나타났으나 두 시기에 있어서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다<표 16>, <그림 22>. 또한 수목 이식 후 연수가 증가하면서 신초생장력은 서서히 감소하는 추세를 보여 대목이식 후 수목위 활력유지를 위해서는 조기에 비배관리가 이루어져야 할 필요성이 있음을 알 수 있었다<그림 23>. 처리별로는 신초생장량의 평균치에 있어서 약간의 차이는 있으나 유기질 비료를 처리한 이식목간에는 유의적인 차이가 없었으며, 기타 처리에서는 유의적인 차가 인정되어 크게 두 개의 그룹 즉, 생장과의 상관관계를 해석할 수 있었으며 유기질비료 처리그룹과 비유기질비료 처리그룹으로 나누어 볼 수 있었다.<그림 24>. 결론적으로 대목의 이식시에는 활착과 활력 및 생장력 유지를 위해서는 반드시 유기질 비료의 시용이 함께 이루어져야 한다고 사료되었다.

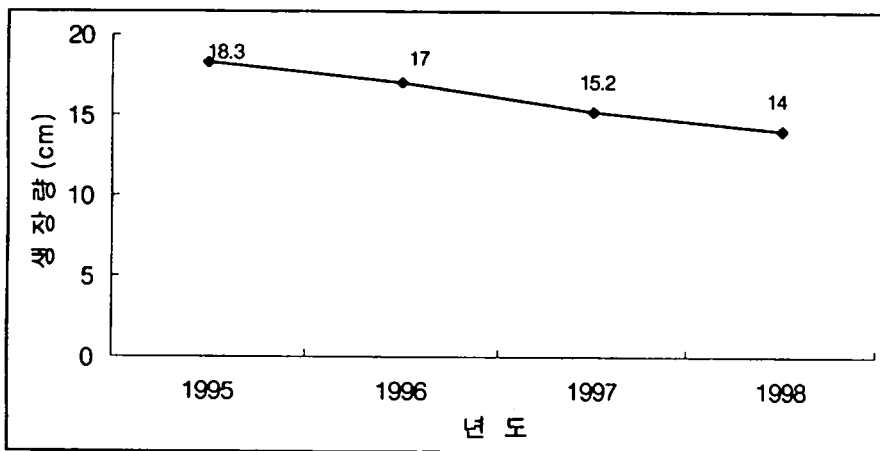
<표 16> 이식 시기별·연도별 및 처리별 신초생장의 분산분석

요 인	자유도	평균평방화	F value
이식시기	1	233.9908	7.13**
처 리	6	610.3236	18.59**
연 도	3	1248.3503	38.02**
계절*처리	6	520.6880	15.86**
계절*년도	3	32.5411	0.99 ^{NS}
처리*년도	18	56.4066	1.72*
오 차	1358	32.8376	
합 계	1395		

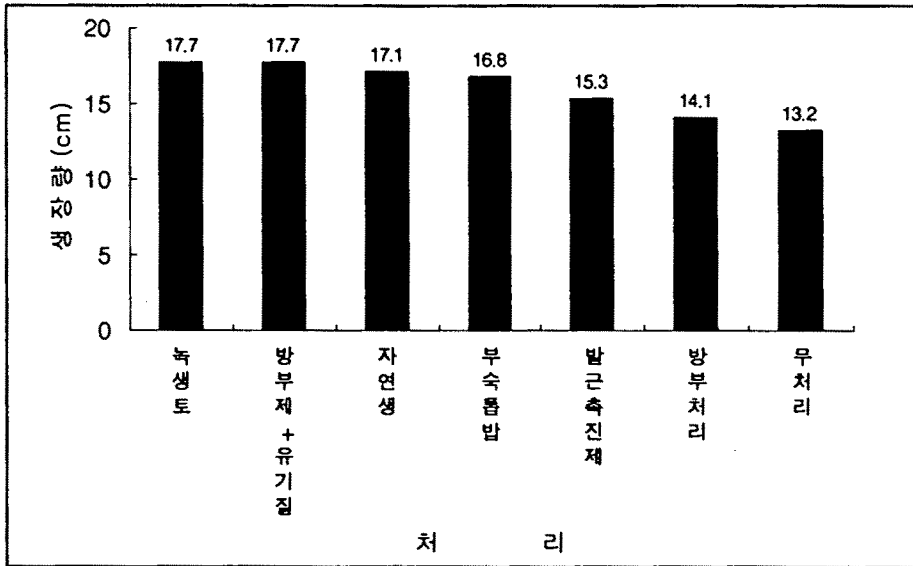
** : Significant 1%, * : Significant 5%, ^{NS} : Non-Significant



<그림 22> 이식 시기별 신초생장



<그림 23> 연도별 신초생장



<그 립 24> 처리별 신초생장

2) 엽생장

이식 시기별·연도별·처리별 엽생장을 조사하여 이들 자료를 SAS Program을 이용하여 분석한 기본통계치는 <표 17>, <표 18>과 같다. 이식 시기별로 분석한 결과 평균치에는 약간의 차이가 있으나 신초생장과는 달리 이식 시기간에 유의적인 차이가 없었으며, 녹생토와 발근촉진제 처리가 엽생장에 있어서 가장 효과가 크게 나타났다. 또한 신초생장에서와 동일하게 무처리구가 가장 저조한 성장량을 보였다<표 17>. 연도별 엽장을 분석한 결과는 대목 이식 후 3년차까지는 완만한 감소 경향을 보이다가 4년차부터는 급격한 생장의 감소를 나타내었다. 무처리구와 방부처리에서 저조한 성장을 나타내었고, 녹생토, 방부제+유기질, 부숙톱밥의 처리에서 우수한 성장을 보였다<표 18>. 이와같은 결과

는 신초생장과 동일한 경향을 보이므로서 대목의 이식 후 부가적인 처리가 필수적임을 알 수 있었다. 본 시험은 이식 후 3년차에서 종결되지만 4년차 이후의 생장변화에 대한 지속적인 조사와 함께 자료분석이 필요할 것으로 사료되었다.

엽생장에 대한 분산분석 결과는 <표 19>와 같았으며, 모든 요인들에서 1% 수준의 높은 유의성이 인정이 되었으나, 이식 시기와 연도와 이식 시기의 상호작용에 있어서는 5%수준의 유의성이 인정되거나 유의성이 인정되지 않는 것으로 분석되었다.

<표 17> 이식 시기별 처리에 의한 엽장의 기본통계치

이식시기 처 리		기본통계치						
		빈 도	최대 값	최소 값	평균	표준 편차	표준 오차	변이 계수
가 을	자연생	40	12	7	9.8	1.04	0.16	10.6396
	무처리구	60	12	4	8.1	2.79	0.36	34.4496
	녹생토	91	13	4	9.1	2.64	0.28	29.1279
	방부처리	60	12	4	8.5	3.02	0.39	35.5590
	방부제+유기 질	96	14	4	9.4	2.56	0.26	27.2020
	부숙톱밥	60	12	3	8.2	2.72	0.35	33.2123
	발근촉진제	104	13	1	9.0	2.53	0.25	28.1465
	자연생	40	12	7	9.8	1.04	0.16	10.6396
겨 울	무처리구	60	21	4	8.6	3.10	0.40	36.1786
	녹생토	102	14	5	9.5	2.60	0.26	27.2278
	방부처리	60	11	4	7.7	2.44	0.31	31.4830
	방부제+유기 질	96	12	3.5	8.8	3.04	0.31	34.3590
	부숙톱밥	62	12	4.5	8.9	2.51	0.32	28.2639
	발근촉진제	117	16	5	9.7	2.44	0.23	25.1938
	자연생	40	12	7	9.8	1.04	0.16	10.6396
	무처리구	60	21	4	8.6	3.10	0.40	36.1786

<표 18> 연도별 처리에 의한 엽장의 기본통계치

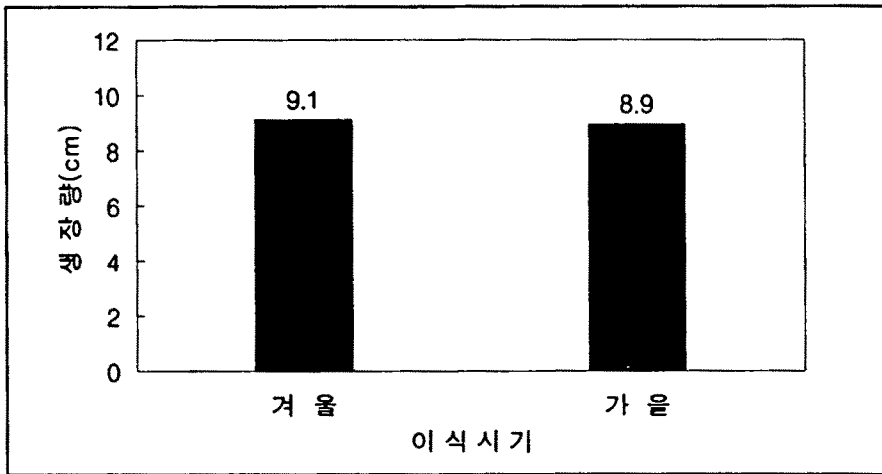
연 도	기본통계치 처 리	빈 도	최대 값	최소 값	평균	표준 편차	표준 오차	변이 계수
1995	녹생토	16	14	6	11.1	1.77	0.44	15.9905
	방부제+유기질	12	14	10	11.5	1.00	0.29	8.6957
	부숙톱밥	2	11	10	10.5	0.71	0.50	6.7344
	발근촉진제	19	13.5	8	11.2	1.18	0.27	10.5265
1996	무처리구	40	21	7	10.4	2.27	0.36	21.9019
	녹생토	57	14	6	11.2	1.24	0.16	11.0392
	방부처리	40	12	8	10.4	1.30	0.21	12.4706
	방부제+유기질	60	13	8	11.3	0.95	0.12	8.4703
	부숙톱밥	40	12	8	10.6	1.08	0.17	10.2448
	발근촉진제	64	13	5	10.7	1.59	0.10	14.8140
1997	자연생	40	12	8	9.9	0.90	0.14	9.0924
	무처리구	40	12	7	9.7	1.58	0.25	16.3512
	녹생토	60	13	6	10.3	1.73	0.22	16.7970
	방부처리	40	12	7	9.3	1.36	0.21	14.6469
	방부제+유기질	60	14	4	10.1	2.02	0.26	20.1039
	부숙톱밥	40	12	6	9.7	1.57	0.25	16.2082
	발근촉진제	69	16	1	10.1	2.49	0.30	24.7782
1998	자연생	40	12	7	9.7	1.16	0.18	11.9498
	무처리구	40	7	4	5.0	1.10	0.17	22.0601
	녹생토	60	9	4	6.1	1.00	0.13	16.5126
	방부처리	40	7	4	4.7	0.92	0.15	19.6091
	방부제+유기질	60	7	3.5	5.6	1.10	0.14	19.5753
	부숙톱밥	40	9	3	5.3	1.07	0.17	20.3026
	발근촉진제	69	10	4.5	6.9	1.40	0.17	20.2891

<표 19> 이식 시기별 · 연도별 및 처리별 엽생장의 분산분석

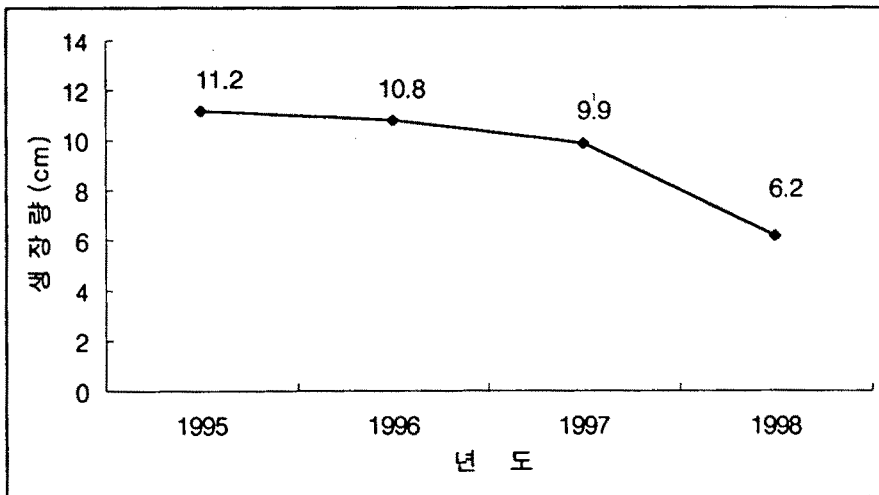
요 인	자유도	평균평방화	F value
이식시기	1	9.3310	4.33*
처 리	6	45.4279	21.06**
연 도	3	1477.0931	684.76**
계절*처리	6	12.2923	5.70**
계절*년도	3	2.1710	1.01 ^{NS}
처리*년도	14	26.3438	12.21**
오 차	1014	2.1571	
합 계	1047		

** : Significant 1%, * : Significant 5%, ^{NS} : Non-Significant

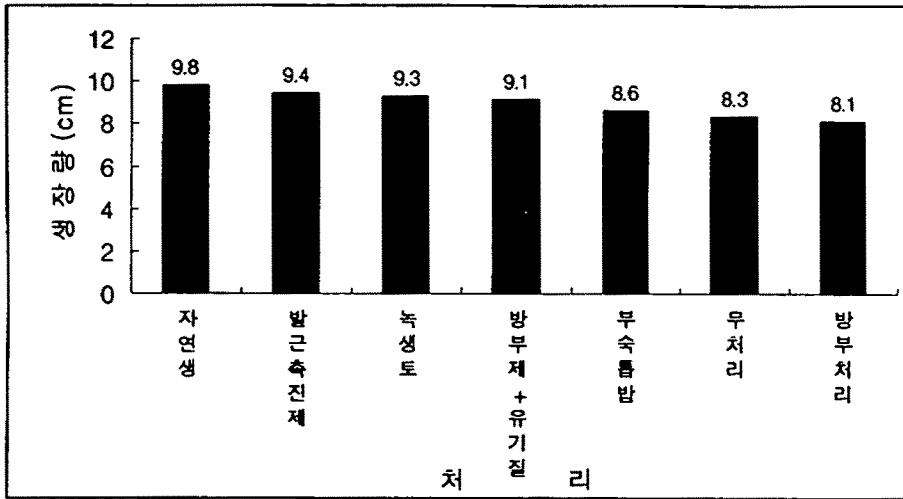
이식 시기별 · 연도별 · 처리별로 조사된 엽생의 자료를 Duncan의 다중 검정을 이용하여 분석한 결과 이식 시기에 있어서는 유의적인 차가 나타나지 않았으며<그림 25>, 연도별로는 전술한 바와 같이 대목 이식 후 3년차에서부터 4년차에 걸쳐서 급격한 생장의 감소를 보이고 있음을 알 수 있다<그림 26>. 따라서 1, 2차년도와 3차년도 그리고 4차년도의 세 개의 그룹으로 구분할 수 있었다. 처리별로는 자연생, 발근촉진제, 녹생토, 방부제+유기질 처리가 생장이 우수한 1개의 그룹으로, 부숙톱밥, 무처리구, 방부처리 등이 저조한 생장을 보인 또 다른 1개의 그룹으로 나눌 수가 있었다 <그림 27>.



<그 립 25> 이식 시기별 엽생장



<그 립 26> 연도별 엽생장



<그림 27> 처리별 엽생장

3) 구과 생산량

이식 후 구과의 생산량을 조사하여 SAS Program을 이용, 분석한 이식 시기별·처리별 구과의 생산량에 대한 기본통계치는 <표 20>과 같다.

구과의 생산량이 가장 양호한 경우는 평균생산량이 2.3개로 가을철 이식시 방부제+유기질 처리를 실시하였을 경우였다. 반대로 구과가 가장 적게 달리는 경우는 평균생산량이 각각 0.5개와 0.1개로 가을철 이식의 부숙톱밥과 녹생토 처리구에서 나타났다.

조사한 구과의 생산량에 대하여 분산분석 결과 이식 시기와 처리간 모두에서 유의성이 인정되지 않았다<표 21>. 따라서 구과의 생산량은 이식 초기에는 그 시기와 처리에 별다른 영향을 받지 않는 것으로 판단되었으며, 지속적인 조사와 자료의 수집을 통하여 추후의 경향을 살펴볼 필요성이 있다고 사료되었다.

이식 시기와 처리별로 조사된 구과의 생산량을 Duncan의 다중검정을

통하여 분석한 결과 이식 시기별 구과의 평균생산량은 가을철 이식이 전체의 52%를 차지하여 겨울철 이식보다는 약간 많았으나 유의적인 차가 인정되지 않았다<그림 28>. 또한 구과의 평균생산량을 처리별로 살펴보면 가을 때 방부제+유기질 처리가 1.65개로 가장 많았으며, 부숙톱밥과 녹생토 처리가 각각 0.75개와 0.5개로 가장 적었다<그림 29>. 이식 시기별 분석에서와 동일하게 처리별 구과의 평균생산량도 평균의 차는 약간씩 있으나 전체적으로는 유의적인 차는 인정되지 않았다<그림 30>.

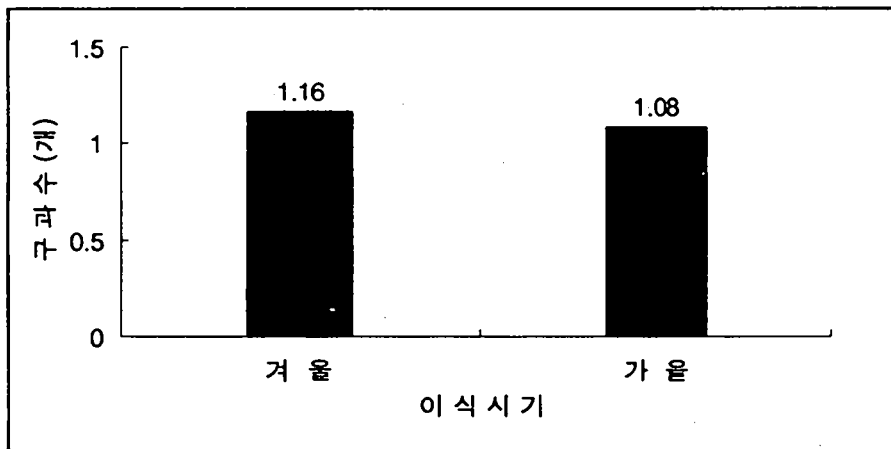
<표 20> 이식 시기별 · 처리별 구과 생산량의 기본통계치

이식시기	처 리	조사수	평 균	표준편차
가 울	자연생	10	1.1	0.88
	무처리구	10	1.8	2.20
	녹생토	10	0.1	0.32
	방부처리	10	1.4	1.26
	방부제+유기질	10	2.3	3.13
	부숙톱밥	10	0.5	0.71
	발근촉진제	10	0.9	2.85
겨 울	자연생	10	1.1	0.88
	무처리구	10	1.0	1.05
	녹생토	10	0.9	1.37
	방부처리	10	1.5	2.07
	방부제+유기질	10	1.0	1.70
	부숙톱밥	10	1.0	1.41
	발근촉진제	10	1.1	2.13

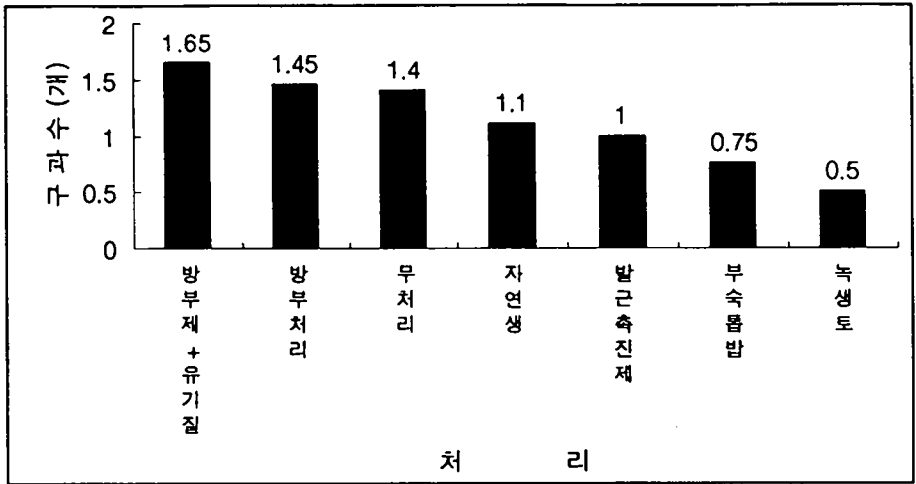
<표 21> 이식 시기별 및 처리별 구과 생산량의 분산분석

요 인	자유도	평균평방화	F value
이식시기	1	0.1786	0.06 ^{NS}
처 리	6	3.3476	1.09 ^{NS}
계절*처리	6	2.6952	0.87 ^{NS}
오 차	126	3.0833	
합 계	139		

^{NS} : Non-Significant



<그 립 28> 이식 시기별 구과 생산량



<그 립 29> 처리별 구과 생산량

나. 리기다소나무

영종도 인천국제공항 건설지의 훼손임지에서 생산된 근원경 10~22cm의 리기다소나무 대목을 '97년 7월과 9월에 각각40본씩 80본을 이식하였다. 이식 후 활착율은 7월 이식시 70%와 9월 이식시 62%로 비교적 낮은 활착율을 보였다. 이는 이식 시기가 여름철로서 외부 환경에 의한 영향에 기인한 것으로 사료되며 따라서 여름철에 대목이식은 가급적 피하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

다. 참나무류

경기 용인, 기흥, 구갈 택지개발지역에서 1996년 11월에 참나무류(신갈나무, 상수리나무, 갈참나무)를 굴취하여 이식한 결과 뿌리분을 뜯 후 50분을 이식한 나무에서는 100%의 활착을 보였으며, 뿌리분을 뜯지 않고 50분을 이식한 결과 15본이 고사하여 70%의 활착율을 보였다<사진 14, 15>. 이와같은 결과는 현행 뿌리분을 떼서 굴취·운반·이식하는 관행작업방법에 소요되는 작업비 및 운반비를 절감할 수 있을 것으로 기대되었다.

일반적으로 대목의 이식은 굴취, 운반, 식재의 3단계로 이루어지고 있는데 이들 과정에서 분을 뜯지 않을 경우 현행 품셈에서 작업비의 20%를 감하도록 되어있고 또한 운반비도 같은 규격의 대목이라 하여도 분을 뜯지 않을 경우 수목의 규격에 따라 달라질 수 있지만 5배 이상의 물량을 트럭에 적재 운반할 수 있음이 입증되어 운반비에서도 80%가 절감되는 효과를 거둘수 있을 것으로 사료된다. 따라서 참나무류에 대하여 뿌리분을 뜯지 않고 이식할 수 있는 방안을 발전 시킨다면 획기적인 비용 절감효과를 기대할 수 있을 것으로 보여진다.



<사진 14> 뿌리분을 뜨지 않고 굴취한 광경(상수리나무)



<사진 15> 뿌리분을 뜨지 않고 이식하는 광경(상수리나무)

3. 이식목의 활착율 증진방안

현행 대목이식기술을 적용한 대목이식시에는 이식 후 1년이내에 10~20%의 고사율이 나타나고 있는 실정이다. 따라서 이식목의 활착율을 높이는 방안을 강구하는 것은 사업비 절감측면에서 중요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 활착율을 높이기 위하여 첫째 이식시기를 달리하여 활착에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. 그 결과 “2”항에서 고찰한 바와 같이 이식 시기가 활착율에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 해송의 경우 가을과 겨울이식은 100%의 활착율을 보였으나, 여름철인 7월에 이식할때는 65%의 낮은 활착율을 기록하였다. 또한 리기다소나무의 경우는 7월과 9월 이식시에 각각 70%, 62%의 활착을 보이므로써 이식 시기가 수목의 활착에 크게 영향을 주고 있음을 알 수 있었다. 따라서 수목의 활착율을 높이기 위하여는 이식 시기를 가을철부터 이른봄에 이식하는 것이 유리하다고 판단되었다. 둘째로는 발근촉진제나 생명토와 같은 유기질 비료를 사용하는 방법이 있다. 따라서 새로운 신소재의 개발은 수목의 활착율을 높이는데 중요하다고 할 수 있다.

그리고 선진국에서의 대목이식을 위한 신소재 개발현황과 기술습득을 위하여 1996년도에 일본을 방문한 바 있었다. 이때 蔓珠苑의 内田清市씨의 농장에서 수목이식시에 “와까호(ワカホ)”라고 하는 상품명을 가진 발근촉진제인 특수토양을 개발 사용하여 98%까지 활착율을 높이고 있었으며, 아울러 가지 부분도 고사됨이 없이 거의 완전한 수형으로 생육하고 있었다. 따라서 본 연구에서는 지금까지 국내에 소개되지 않은 신소재인 “와까호”를 대목 이식에 사용하여 활착율을 증진시키는 방안에 대한 연구를 수행하였다.

특수토양을 처리한 시험연구에는 참나무류, 해송, 리기다소나무와 회화나무를 공시수종으로 사용하였으며 이식시 “와까호”를 사용하여 뿌리분을 뜬 후 이식활착율과 세근의 발달 상황을 조사 분석 하였다.

가. 활착율

참나무에 있어서는 “와까호”처리구가 50%, 무처리구가 80%의 활착율을 보였는데 이와같은 결과는 “와까호” 처리 효과보다는 굴취시 작업이나 이식목의 입지조건에 기인한 것으로 추정되었다. 해송은 “와까호”처리시 60%, 무처리시 50%로 큰 차이를 보이지 않았으나 리기다소나무 경우는 “와까호” 처리시 80%, 무처리시 60%의 활착율을 나타내 리기다소나무의 활착에 높은 효과가 있음을 알 수 있었다. 회화나무는 100%의 활착율을 보였다.

나. 세근발달상황

“와까호” 처리에 따른 뿌리발달 상태를 조사한 결과 <표 22>와 같았으며, 회화나무는 “와까호” 처리시 무처리에 비하여 뿌리의 건중량에서 28%가 증가하였으며<사진 16>, 참나무에서는 54%의 증가를 나타냈다<사진 17>. 리기다소나무의 경우는 306%가 증가하여, “와까호”의 시용 효과는 활엽수에서 보다는 침엽수에서 효과가 컸다.

<표 22> 와까호 처리에 따른 뿌리발달 상황

구 분		수고 (m)	근원경 (cm)	세근건중량 (g)	비 율 (%)
회화나무	무처리	2.4	1.6	39.9	100
	처 리	2.3	1.6	51.1	128
참나무류	무처리	6.2	19.8	27.4	100
	처 리	7.5	16.3	42.2	154
리기다소나무	무처리	8.5	14.4	0.45	100
	처 리	8.0	12.8	1.83	406



<사진 16> “와까호”처리에 따른 뿌리의 발달 상태 (회화나무)
좌 - 무처리, 우 - “와까호” 처리



<사진 17> 뿌리분뜨지 않고 이식한 상수리나무에 “와까호” 처리후
뿌리의 발달 상태 (이식 1년후)

제 4 절 대목이식 공정조사

수목의 굴취·운반 및 식재에 있어서 기준 공정을 제시하므로서 작업비를 합리적이고 객관적으로 산출할 수 있는 근거를 마련할 수 있다. 그러나 현실적으로 근원경 30cm이상에 달하는 대경목은 중장비를 활용하여 이식하는 경우가 일반화되어 가고 있을 뿐 아니라, 산림 훼손지에서 생산되는 많은 수목들의 규격을 조사한 결과 근원경 30cm이상의 대경목이 상당량 포함되어 있으나, 현행 조경 품셈에는 근원경 30cm 까지만 작성되어 있어 대목이식 현장에서 많은 문제점을 야기하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 대목이식시 현실 여건을 감안하여 근원경 35~60cm의 대경목의 굴취, 상차, 하차 및 이식작업에 대한 표준품셈을 작성하였다.

대목의 표준품셈 작성을 위한 각 항목별 적용기준은 다음과 같다.

가. 굴취

(1) 일반적으로 이식목은 야생목으로서 품은 20%를 할증 적용한다. 단, 뿌리돌림한 수목은 야생할증을 적용하지 않는다.

(2) 뿌리분의 크기는 토목표준품셈 4-3에 의거 4배분을 기준으로 산정했으므로 뿌리분의 크기가 5배분, 6배분일 경우 25%, 50%를 각각 가산하여 적용한다.

※근원경이 30cm를 초과하는 수목은 한국토지개발공사에서 계산하는 회귀분석표에 의한 품셈을 참조하여 계상한다.

나. 분매기

- (1) 별도 산정
- (2) 적용여부는 설계도서에 의한다.
- (3) 소요되는 품은 작업의 특수성을 감안하여 굴취품 만큼 계상하고 가마니를 대지 않는 경우 품의 20%를 감한다.

※ 대한주택공사 토목 조경견적 14-3 분매기를 참조한다.

다. 식재

(1) 식재품은 토목표준품셈 4-4에 의해 뿌리분의 크기가 4배분 기준이므로 뿌리분의 크기가 5배분, 6배분일 경우 25%, 50%를 각각 가산하여 적용한다.

(2) 식재시 장비(크레인)를 사용하는 경우는 식재품중 조경공은 30%, 보통인부는 50%를 감한다.(실제 공사 시공을 측정하여 결과치를 적용)

※ 근원경이 30cm를 초과하는 수목은 토지공사에서 계산하는 회귀 분석표에 의한 품을 참조하여 계상한다.

라. 상·하차

(1) 장비(크레인)선정은 장비규격의 25%를 작업가능 중량으로 산정하여 선정한다.

(2) 25톤 크레인의 경우 기본품(9.1m)을 사용하여 작업반경 8m로 작업할 경우 8톤 정도(32%)로 작업능력이 감소 (토목 표준품셈 10-1의 해설참조)되나, 수목은 일반 자재와 달리 부피가 크며 부정형적으로 작업시 유동이 일어나 크레인 작업 능력에 영향을 미치므로 5~7%를 감안하여 25%를 작업능력으로 산정한다.

(3) 수목은 뿌리분크기를 4배분을 기준으로 중량을 산정하였다.

(수목분을 5배분이나 6배분으로 산정할 경우 장비규격을 조정하여 적용할 수 있다.)

(4) 장비의 이동, 대기 및 자리잡기시간 등은 지형등 현장여건에 따라 별도산정하여 적용한다.

마. 부자재

(1) 이식시 소요되는 부자재는 계상되지 않았다.

(2) 부자재의 소요량은 뿌리분의 크기에 따라 산정한다.

공정조사를 위한 적용 품은 굴취시에는 조경공과 보통인부로 구분하였으며<표 23>, 상·하차와 식재시에는 장비사용을 적용하였다<표 24>.

공정 조사지역에 있어서 대목의 굴취시에는 수종과 규격, 입지여건 및 수목의 분포에 따라서 상당한 차이가 나고 있어 이를 규격별로 장비와 인력소요량을 조사하였다. 모든 여건을 고려할 수 없어서 현장 여건상 집단적으로 생립된 경우를 전제로 해서 공정조사를 하였다. 수목의 크기에 따라 장비사용에 차이가 있으며 대체적으로 굴삭기는 0.2~1.0m³, 크레인 50톤 까지 사용할수 있는 것으로 조사되었다.

식재시 장비를 사용할 경우와 인력으로 할 경우를 비교해 보면 근원경 35cm의 경우 인력작업일 경우 '98년 정부노임단가를 기준으로 192,000원이 소요되나 장비를 사용하게 되면 132,700원이 소요되어 30.9%인 59,300원의 작업비가 절감되었다. 근원경 60cm의 경우 인력식재시 341,000원이 소요되는데 비하여 장비를 사용할 경우는 296,000원으로 13.2%인 45,000원이 절감되는 것으로 나타나 대목 이식시에는 반드시 장비 사용을 원칙으로 적용 실행하여야 하겠다 <표 24>.

<표 23> 대경목 굴취, 운반, 식재공정표 (소나무기준)

근원경 (cm)	굴 취		식 재			상·하차		크레인 (hr)
	조경공 (인)	보통인부 (인)	조경공 (인)	보통인부 (인)	크레인 (hr)	조경공 (인)	보통인부 (인)	
30	2,640	0.372	1,337	0.575	0.167	0.151	0.076	0.400
35	3,181	0.445	1,621	0.698	0.200	0.196	0.098	0.567
40	3,695	0.517	1,869	0.805	0.250	0.338	0.169	1.017
45	4,210	0.590	2,121	0.915	0.333	0.427	0.427	1.263
50	4,724	0.633	2,373	1,010	0.500	0.631	0.631	1.867
55	5,234	0.736	2,625	1,135	0.667	1,280	1.280	2.617
60	5,753	0.809	2,877	1,240	0.833	1,480	1.480	3.117

※일위대가 및 산출내역 별첨

<표 24> 수목규격별 굴취, 상·하차 및 식재공정에 의한 공사비
산출 ('98년 단가기준)

규격	단가		굴취		상·하차		식재			
			수량	금액 (원)	수량	금액 (원)	인력		장비 사용	
							수량	금액 (원)	수량	금액 (원)
R 30	조경공(인)	60,207원	2.640	158,946	0.378	20,068	1.910	114,995	1.337	80,496
	보통인부(인)	37,736원	0.372	14,037	0.189	6,288	1.150	43,396	0.575	21,698
	10톤크레인(hr)	44,104원			0.916	38,715			0.167	7,350
	소계			172,983		65,071		158,391		109,544
R 35	조경공(인)	60,207원	3.181	191,518	0.520	31,306	2.315	139,379	1.621	97,595
	보통인부(인)	37,736원	0.445	16,792	0.260	9,810	1.395	52,641	0.698	26,339
	10톤크레인(hr)	44,104원			1.283	54,001			0.200	8,819
	소계			208,310		95,117		192,020		132,753
R 40	조경공(인)	60,207원	3.695	222,464	0.787	47,362	2.670	160,752	1.869	112,526
	보통인부(인)	37,736원	0.517	19,509	0.393	14,842	1.610	60,754	0.805	30,377
	15톤크레인(hr)	53,718원			2.200	112,608			0.250	13,428
	소계			241,973		174,812		221,506		156,331
R 45	조경공(인)	60,207원	4.210	253,471	1.053	63,417	3.030	182,427	2.121	127,699
	보통인부(인)	37,736원	0.590	22,264	1.053	39,747	1.830	69,056	0.915	34,528
	25톤크레인(hr)	67,478원			2.783	180,225			0.333	22,507
	소계			275,735		283,389		251,483		184,734
R 50	조경공(인)	60,207원	4.724	284,417	1.529	91,887	3.390	204,101	2.373	142,871
	보통인부(인)	37,736원	0.663	25,018	1.529	57,693	2.020	76,226	1.010	38,113
	30톤크레인(hr)	68,620원			3.983	258,222			0.500	34,309
	소계			309,435		407,802		280,327		215,293
R 55	조경공(인)	60,207원	5.239	315,424	3.027	182,225	3.750	225,776	2.625	158,043
	보통인부(인)	37,736원	0.736	27,773	3.027	114,214	2.270	85,660	1.135	42,830
	40톤크레인(hr)	79,453원			5.483	409,503			0.667	52,968
	소계			343,197		705,942		311,436		253,841
R 60	조경공(인)	60,207원	5.753	346,370	3.427	206,308	4.110	247,450	2.877	173,215
	보통인부(인)	37,736원	0.809	30,528	3.427	129,308	2.480	93,585	1.240	46,792
	50톤크레인(hr)	91,233원			6.483	554,195			0.833	76,026
	소계			376,898		889,811		341,035		296,033

※ 1. 이식에 소요되는 부자재는 포함되지 않음.

2. 식재시 장비사용 없이 인력만으로는 현실적으로 불가능하나 인력에 의한 공정을 산출하여 사업비를 계산한 것임

※ 선형회귀 수식

$$Y = A + Bx$$

Y : 품

x : 근원직경(cm)

A : 상수항

B : 회귀계수

r : 상관계수

구 분		A	B	r
굴 취	조 경 공	-0.420896703	0.10290989	0.997001801
	보통인부	-0.065142857	0.014571428	0.995348074
식 재	조 경 공	-0.199340659	0.071978021	0.999429659
	보통인부	-0.129835164	0.043494505	0.9989969
수간보호	조 경 공	-0.632469987	0.049433574	0.989759197
	보통인부	-0.321467135	0.024926709	0.991774019
전 낙엽수	조 경 공	0.04	0.006666	1
	보통인부	0.012	0.002	1
정 상록수	조 경 공	0.02	0.006666	1
	보통인부	0.012	0.0015	1

※ 자료 : 야생수목 이식기준 92. 11 한국토지공사자원사업처



<사진 18> 산지에서서의 대목 굴취 광경



<사진 19> 대목 굴취후 뿌리 돌림 상태



<사진 20> 대목 굴취후 수집 전경



<사진 21> 굴삭기를 이용한 대목의 상차



<사진 22> 크레인을 이용한 대목의 하차



<사진 23> 대목이식 장면 (1998. 4, 여의도)

5. 훼손지 자생 수종의 이식제도화 방안

우리나라에서 매년 7,000ha이상의 산림이 훼손되고 있으며, 이들 훼손 산림지에서 생산되는 수목은 대부분 폐기되고 있는 실정이다. 한국토지공사나 대한주택공사등 일부 공공기관에서만이 접근하기가 용이하고 조경수로서 가치가 높은 수종에 대하여는 일부 조경용으로 활용하고 있을 뿐이다. 따라서 이들 폐기되는 수목을 全量 재활용 할 수 있는 제도적 방안이 수립된다면 경제적 측면과 환경적 측면에 있어서 많은 효과가 있을 것이다.

산림청에서는 간벌지나 훼손임지에서 생산되는 수목을 활용토록 권장하고 있으나 현실적으로는 어려움이 따른다.

이와관련된 현행 산림법을 살펴보면 제2장 제2절 제18조에서“《保全林地의 轉用》 ①保全任地를 轉用하고자 하는 자는 農林部令이 정하는 바에 따라 그 用途를 정하여 山林廳長의 許可를 받아야 한다. 다만 大統領이 정하는 경우에는 許可를 받지 아니하고 保全林地를 轉用할수 있다.”와 제5장 제90조에서 “《立木伐採등의 許可와 申告》 ①山林안에서 林木의 伐採, 山林의 形質變更 또는 林産物의 掘取, 採取(第90條의 2 第1項의 規定에 의한 石材 및 第90條의 6第1項의 規定에 의한 土砂의 掘取 採取를 제외한다. 이하 이 조에서 같다.)를 하고자 하는자는 農林部令이 정하는 바에 따라 市長 郡守 또는 地方山林管理廳長에게 申告하여야 한다.”로 규정하고 있다.

따라서 현행 법규내에서는 임지전용이나 벌채허가가 난 임지는 사유재산으로 간주되기 때문에 별도의 규정을 두어 의무사항으로 규제하기에는 어려움이 있다.

일본의 경우는 훼손 임지에서의 수목을 재활용토록 하는 법적 규정은 없으나 대부분 간벌목이나 임도건설지에서 생산되는 수목에 대하여는 이

식하여 뿌리를 충분히 활착 시킨 후 조경용으로 활용하고 있다. 나아가 이들 수목의 굴취, 이식, 구입 및 판매등에 대한 유통구조가 정착되어 많은 양의 수목이 재활용 되고 있다.

독일은 환경보전을 우선정책으로 시행하기 때문에 산림지의 훼손이 어려운 실정이다. 따라서 굴취목의 재활용에 대한 법적 규정은 없었다.

현행 산림법내에서도 훼손지의 자생수목에 대한 이식 및 활용은 가능한 것으로 판단되며 이식에 대한 제도의 법령을 개정하기 보다는 훼손 당사자가 수목을 이식하여 현지에 적응시킨후 조경수로 활용할수 있도록 유도하는 것이 타당하리라고 판단되었다.

제 4 장 결 론

오늘날 산업화와 도시화에 따른 토지 수요가 급증하는 추세로서 이에 소요되는 토지의 대부분은 임야를 전용하여 공급하고 있다. 최근 5년간의 임야의 타용도 전용면적은 연 평균 7,700여 ha에 이르고 있다. 따라서 이들 훼손되는 산림지에서 생산되는 수목을 조경수로서 활용 하기 위한 방안을 연구한 주요 결과는 다음과 같다.

1. 훼손지 자원량 조사

최근 1993년부터 1997년까지 5년간 산림의 타용도전용면적은 총 38,863ha로서 연평균 7,772ha에 이르고 있다. 이들 훼손지에서의 임목도를 조사한 결과 ha당 평균 1,093본이 생립하고 있었다. 주요 수종으로는 소나무와 상수리나무등 14개수종이었다.

이들 조사된 수목의 조경적 가치를 구분한 결과 ha당 조경용으로는 447본, 차폐 및 녹지조성용으로는 646본으로 나타났다.

2. 대목이식 현황

분뜨기 작업 후 이식지에서의 활착율을 조사한 결과 이팝나무는 100%활착하였으며, 물푸레나무, 느릅나무, 스트로브잣나무, 갈참나무등은 90% 이상의 활착율을 보였으나 느티나무, 단풍나무와 메타세쿼이아는 80%이상 활착율을 나타내었다. 자작나무와 아그배나무는 각각 76%, 68%로 낮은 활착율을 보였다.

분뜨지 않고 이식시에는 칠엽수가 96%로서 높았으며, 계수나무 와 상수리나무는 80%이상 활착율을 나타냈다. 세로티나벚나무, 다릅나무, 느티나무는 70~77%의 활착율을 나타냈다. 이식후 40%이하의 활착율을 보

인 들메나무, 찰피나무, 물박달나무등은 이식시 반드시 뿌리분을 뜯 후 이식하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

훼손되는 산림지에서의 생산되는 수목의 이식 실태를 파악한 결과 주요 식재수종으로서 침엽수로는 소나무, 잣나무, 은행나무, 전나무등, 활엽수종으로는 참나무류, 산벚나무, 서어나무, 팔배나무, 때죽나무, 당단풍나무등이 식재되고 있었다.

굴취이식하여 이용하고 있는 수목을 수종별로 분석하면 소나무류(소나무, 해송, 리기다소나무, 잣나무)가 72.1%로 가장 많았고, 그 다음은 참나무류(신갈나무, 떡갈나무, 상수리나무, 졸참나무, 굴참나무등)가 21.1%, 기타 수종이 6.8% 순으로 나타났다.

일본과 독일에 있어서의 대목이식실태를 조사한 결과 일본은 산림훼손지 및 수종갱신지에서 나오는 수목까지도 이식하여 적응시킨후 조경수로 활용하고 있었다. 토양개량제인 “와까호”를 사용하여 대목의 활착율을 98%까지 높이고 있었다. 분 크기는 일정한 규정이 없으나 근원경의 3~6배를 뜨고 있었다.

독일의 경우 산림이 타용도로의 전용은 매우 어려워 훼손 예정지의 면적 2~3배를 조립한후 훼손하도록 되어있어 산림훼손이 거의 어려운 실정이었으며 소규모이지만 산지수목의 대목이식이 이루어지고 있었다.

3. 대목이식 기술개발

해송의 대목이식 시험결과 시기별, 처리별로는 100%의 활착을 보였다. 이식시기에 따른 신초생장과 엽생장은 유의적 차이가 없었다. 신초생장은 유기질등 6개처리간의 생장은 유기질 처리시 생장이 양호하였다. 엽생장은 자연생에 비하여 모든 이식목에서 엽생장이 감소하였다. 이식 3년차까지는 신초생장과 엽생장 모두 감소하는 경향을 보였다. 따라서 이

식후 4년차에서는 비배관리가 필요한 것으로 판단되었다.

참나무류는 뿌리분을 뜯은 후 이식시에는 100%의 활착을 보였으며, 뿌리분을 뜯지 않고 이식한 결과는 70%의 활착을 보였다.

리기다소나무는 '97년 7월과 9월에 이식한 결과 활착율은 각각 70%와 62%로 비교적 낮은 활착율을 보였다. 이와같은 결과는 여름철에 대목이 식은 가급적 지양하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

이식시기에 따른 대목의 활착율은 가을과 겨울(이른봄)시기가 높게 나타났으며, 여름철에는 낮게 나타났다. 또한 토양개량재로 일본에서 개발된 “와까호”를 참나무류, 해송, 리기다소나무와 회화나무 이식시 처리하여 세근의 발달상황을 조사한 결과 와까호 처리시 무처리에 비하여 뿌리의 건중량에서 회화나무 28%, 참나무 54% 및 리기다소나무 306.6%의 증가를 나타내었다. 이와같은 결과는 “와까호”가 활엽수종 보다는 침엽수종에 효과가 큰 것으로 나타났다.

4. 대목이식 공정조사

근원경 35cm이상의 대목에 대하여는 표준품셈을 위하여 대목의 굴취, 운반, 이식공정을 조사하였다.

수목의 크기에 따라 장비사용에 차이가 있으며 대체적으로 굴삭기는 0.2~1.0m³, 크레인은 50톤까지 사용할수 있는 것으로 조사되었다.

식재시 장비를 사용할 경우와 인력으로 할 경우를 비교해 보면 근원경 35cm의 경우 장비사용시 인력사용에 비해 30.9%의 경비절감 효과가 있으며, 근원경 60cm 경우에는 13.2%의 경비절감 효과가 나타났다. 따라서 대목 이식시에는 반드시 장비를 사용해야 할 것으로 판단되었다

5. 훼손지 자생 수종의 이식 제도화 방안

현행 산림법내에서도 훼손지의 자생 수목에 대한 이식 및 활용은 얼마든지 가능한 것으로 판단되었다. 굴취, 이식에 대한 제도화의 법령을 개정하기보다는 훼손당사자가 수목을 이식하여 조경수로 활용할 수 있도록 유도하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

산림을 훼손하게 될 때는 조경 전문업체가 현재 생립하고 있는 수목을 조사하여 굴취 이식대상목을 수종별 규격별로 확정하여 조경수용으로 활용될 수 있는 제도가 확립되어야 할 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. 강전유. 1996. 조경수의 보호관리(수목이식과 보호관리).
나무종합병원. 14p.
2. 강태호. 1988. 조경적산학. 378p.
3. 건설연구사. 1997. 建設標準품셈. p.125~135.
4. 大韓住宅公社. 1986. 共同住宅團地 造景樹木 選定基準 및 郷土樹種
活用 方案.
5. 대한주택공사. 1998. 토목·조경견적. 235p.
6. 산림청. 1981. 임업기술. p.386~389.
7. 산림청. 1988. 수목굴취 요령.
8. 산림청. 1990. 일본의 산림관계 법령집.
9. 산림청. 1998. 산림법령편람.
10. 우용재. 1991. 참나무류의 조경용 소재로서의 활용에 관한 연구.
한양대학교 석사논문. 93p.
11. 윤국병. 1980. 조경수목학. 일조각. p.123~150.
12. 최영전. 1991. 관상수재배기술. 오성출판사. p.81~86.
13. 한국토지공사. 1992. 야생수목이식기준. 72p.
14. 한국적산연구소. 1998. 건설공사표준품셈.
15. 한국조경학회. 1989. 조경공사 표준품셈의 합리화에 관한연구
(식재부분). 177p.

16. Russell, R.S. 1977. Plant root systems. McGraw Hill
Maidenhead. 298p.
17. BüSgen, and E. Münch. 1931. The structure and life of
forest trees(trains, Thomson). p.269-300.
18. 上原敬二. 1961. 樹木の移植と根廻. 東京. 加島書店. 172p.
19. 松平康邦. 1963. 楽しい庭木と花木. 誠文堂新光社.p.92~100.
20. 佐藤邦彦. 1978. 實踐山林病理. 農林出版柱式會社. p.221~222.
21. 苺住 昇. 1979. 樹木根系圖說. 誠文堂新光社. p.558~975.
22. 建設大臣官房官廳 營善部. 1987. 建設省建築工事積算基準. 537p.
23. 建設省. 1990. 土木工事標準歩挂. 583p.
24. 山内章. 1996. 植物根系の現想型. 博文社.
25. 建設機械經費積算研究會. 1998. 建設機械經費の積算. 425p.
26. 독일임업부. 1997. 독일연방산림법.

부 록

1. 공정조사에 따른 산출근거 및 일위대가표
2. 훼손지내 대목, 굴취, 상차 및 이식 광경

여 백

<부록 1> 공정조사에 따른 산출근거 및 일위대가표

□ 산출근거

- 장비사용시간 및 보조인부 산정

규격	수 목	R30 ¹	R 35	R 40	R 45	R 50	R 55	R60
	장 비	10 ton	10 ton	15 ton	25 ton	30 ton	40 ton	50 ton
상차	가지뚝기 (t1)	10	12	15	20	25	30	35
	로프(와이어)매기 (t2)	5	10	20	20	40	50	60
	올리기 (t3)	5	5	10	15	15	25	30
	스윙돌리기 (t4)	2	5	5	10	15	20	20
	내리기 (t5)	5	5	10	15	15	25	30
	로프(와이어)풀기 (t6)	3	5	10	10	15	20	25
	운반장비와 결속 (t7)	20	30	30	50	75	90	90
	대기시간 (t8)	1	1	1	1	2	2	2
	소 계	51	73	101	141	202	262	292
하차	운반장비와 해체 (t9)	10	10	15	20	30	35	35
	로프(와이어)매기(t10)	5	10	20	20	40	50	60
	올리기 (t11)	5	5	10	15	15	25	30
	스윙돌리기 (t12)	2	5	5	10	15	20	20
	내리기 (t13)	5	5	10	15	15	25	30
	로프(와이어)풀기(t14)	3	5	10	10	15	20	25
	가지풀기 (t15)	3	3	5	5	10	15	20
	대기시간 (t16)	1	1	1	1	2	2	2
	소 계	34	44	76	96	142	192	222
식재	나무세우기 (t17)	10	12	15	20	30	40	50
보조인부	조경공	2	2	2	2	2	3	3
	보통인부	1	1	1	2	2	3	3

1: R (근원경, cm)

※ 장비(트럭크레인)은 규격의 25% 사용을 기준으로 적용

- 수목 중량 산정

규격	뿌리분 중량(ton)									지상부 중량 (ton)
	4배분			5배분			6배분			
	접시분	보통분	조개분	접시분	보통분	조개분	접시분	보통분	조개분	
R 30*H7.0	1.15	1.35	1.54	2.25	2.63	3.00	3.89	4.54	5.19	0.16
R 35*H7.0	1.83	2.14	2.44	3.58	4.17	4.77	6.18	7.21	8.24	0.22
R 40*H10.0	2.73	3.19	3.64	5.34	6.23	7.12	9.22	10.76	12.30	0.42
R 45*H10.0	3.89	4.54	5.19	7.60	8.87	10.13	13.13	15.32	17.51	0.53
R 50*H12.0	5.34	6.23	7.12	10.43	12.16	13.90	18.02	21.02	24.02	0.79
R 55*H12.0	7.10	8.29	9.47	13.88	16.19	18.50	23.98	27.97	31.97	0.95
R 60*H12.0	9.22	10.76	12.30	18.02	21.02	24.02	31.13	36.32	41.51	1.13

규격	수목 총 중량(ton)								
	4배분			5배분			6배분		
	접시분	보통분	조개분	접시분	보통분	조개분	접시분	보통분	조개분
R 30*H7.0	1.31	1.51	1.70	2.41	2.79	3.16	4.05	4.70	5.35
R 35*H7.0	2.05	2.36	2.66	3.80	4.39	4.99	6.40	7.43	8.46
R 40*H10.0	3.15	3.61	4.06	5.76	6.65	7.54	9.64	11.18	12.72
R 45*H10.0	4.42	5.07	5.72	8.13	9.40	10.66	13.66	15.85	18.04
R 50*H12.0	6.13	7.02	7.91	11.22	12.95	14.69	18.81	21.81	24.81
R 55*H12.0	8.05	9.24	10.42	14.83	17.14	19.45	24.93	28.92	32.92
R 60*H12.0	10.35	11.89	13.43	19.15	22.15	25.15	32.26	37.45	42.64

1) 뿌리분 체적 : V (m³)

$$V = 3.14 * D^2 * (D/2 + RH/3) / 4$$

$$= 0.3925 D^3 \text{ (접시분)}$$

$$= 0.4579 D^3 \text{ (보통분)}$$

$$= 0.5233 D^3 \text{ (조개분)}$$

D = 뿌리분의 직경

RH = 뿌리분 형상에 따른 밑면 높이

$$= 0 \text{ (접시분)}$$

$$= D/4 \text{ (보통분)}$$

$$= D/2 \text{ (조개분)}$$

2) 뿌리분 중량 : W1 (kg)

$$W1 = V * UW$$

V = 뿌리분 체적 (m³)

UW = 뿌리분의 단위중량 (1,700kg/m³)

3) 지상부의 중량 : W2 (kg)

$$W2 = K * 3.14 * (d/2)^2 * HW * (1 + p)$$

W2 = 수목지상부 중량 (kg)

K = 수간형상계수 = 0.5

H = 수고 (m)

d = 흉고직경 (m)

W = 수간당 단위중량 (800kg/m³)

P = 보합율 = 0.2

구 분	산 출 근 거
R 35cm (10 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 12 + 10 + 5 + 5 + 5 + 5 + 1 = 43$ $T_y = 5 + 5 + 5 = 15$ $T_o = 15 / 43 = 0.348$ -재료비 : $3,312 * 43/60 * 0.348 = 826$ 원/주 노무비 : $23,083 * 43/60 = 16,542$ 원/주 경 비 : $17,709 * 43/60 = 12,691$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 12 + 10 + 5 + 5 + 5 + 5 + 30 + 1 = 73$ 조 경 공 : $60,207 * 2 * 73 / 450 = 19,533$ 보통인부 : $37,736 * 1 * 73 / 450 = 6,121$ 상차비 1) + 2) 재료비 : 826 원/주 노무비 : $16,542 + 19,533 + 6,121 = 42,196$ 원/주 경 비 : 12,691 원/주
R 40cm (15 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 15 + 20 + 10 + 5 + 10 + 10 + 1 = 71$ $T_y = 10 + 5 + 10 = 25$ $T_o = 25 / 71 = 0.352$ 재료비 : $4,071 * 71/60 * 0.352 = 1,695$ 원/주 노무비 : $23,083 * 71/60 = 27,314$ 원/주 경 비 : $26,564 * 71/60 = 31,434$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 15 + 20 + 10 + 5 + 10 + 10 + 30 + 1 = 101$ 조 경 공 : $60,207 * 2 * 101 / 450 = 27,026$ 보통인부 : $37,736 * 1 * 101 / 450 = 8,469$ 상차비 1) + 2) 재료비 : 1,695 원/주 노무비 : $27,314 + 27,026 + 8,469 = 62,809$ 원/주 경 비 : 31,434 원/주

구분	산출근거
R 45Cm (25 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 20 + 20 + 15 + 10 + 15 + 10 + 1 = 91$ $T_y = 15 + 10 + 15 = 40$ $T_o = 40 / 91 = 0.439$ 재료비 : $5,313 * 91/60 * 0.439 = 3,537$ 원/주 노무비 : $23,083 * 91/60 = 35,009$ 원/주 경비 : $39,127 * 91/60 = 59,342$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 20 + 20 + 15 + 10 + 15 + 10 + 50 + 1 = 141$ 조경공 : $60,207 * 2 * 141 / 450 = 37,729$ 보통인부 : $37,736 * 2 * 141 / 450 = 23,647$ 상차비 1) + 2) 재료비 : 3,537 원/주 노무비 : $35,009 + 37,729 + 23,647 = 96,385$ 원/주 경비 : 59,342 원/주
R 50Cm (30 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 25 + 40 + 15 + 15 + 15 + 15 + 2 = 127$ $T_y = 15 + 15 + 15 = 45$ $T_o = 45 / 127 = 0.354$ 재료비 : $6,693 * 127/60 * 0.354 = 5,015$ 원/주 노무비 : $23,083 * 127/60 = 50,383$ 원/주 경비 : $38,844 * 127/60 = 82,219$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 25 + 40 + 15 + 15 + 15 + 15 + 75 + 2 = 202$ 조경공 : $60,207 * 2 * 202 / 450 = 53,890$ 보통인부 : $37,736 * 2 * 202 / 450 = 33,878$ 상차비 1) + 2) 재료비 : 5,015 원/주 노무비 : $50,383 + 53,890 + 33,878 = 138,151$ 원/주 경비 : 82,219 원/주

구 분	산 출 근 거
R 55Cm (40 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 30 + 50 + 25 + 20 + 25 + 20 + 2 = 172$ $T_y = 25 + 20 + 25 = 70$ $T_o = 70 / 172 = 0.406$ 재료비 : $8,292 * 172/60 * 0.406 = 9,650$ 원/주 노무비 : $23,083 * 172/60 = 66,171$ 원/주 경 비 : $48,078 * 172/60 = 137,823$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 30 + 50 + 25 + 20 + 25 + 20 + 90 + 2 = 262$ 조 경 공 : $60,207 * 3 * 262 / 450 = 105,161$ 보통인부 : $37,736 * 3 * 262 / 450 = 65,912$ 삼차비 1) + 2) 재료비 : 9,650 원/주 노무비 : $66,171 + 105,161 + 65,912 = 237,244$ 원/주 경 비 : 137,823 원/주
R 60Cm (50 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 35 + 60 + 30 + 20 + 30 + 25 + 2 = 202$ $T_y = 30 + 20 + 30 = 80$ $T_o = 80 / 202 = 0.396$ 재료비 : $9,765 * 202/60 * 0.396 = 13,018$ 원/주 노무비 : $23,083 * 202/60 = 77,712$ 원/주 경 비 : $58,385 * 202/60 = 196,562$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 35 + 60 + 30 + 20 + 30 + 25 + 90 + 2 = 292$ 조 경 공 : $60,207 * 3 * 292 / 450 = 117,202$ 보통인부 : $37,736 * 3 * 292 / 450 = 73,459$ 삼차비 1) + 2) 재료비 : 13,018 원/주 노무비 : $77,712 + 117,202 + 73,459 = 268,373$ 원/주 경 비 : 196,562 원/주

구 분	산 출 근 거
R 35Cm (10 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 10 + 5 + 5 + 5 + 5 + 3 + 1 = 34$ $T_y = 5 + 5 + 5 = 15$ $T_o = 15 / 34 = 0.441$ 재료비 : $3,312 * 34/60 * 0.441 = 827$ 원/주 노무비 : $23,083 * 34/60 = 13,080$ 원/주 경 비 : $17,709 * 34/60 = 10,035$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 10 + 10 + 5 + 5 + 5 + 5 + 3 + 1 = 44$ 조 경 공 : $60,207 * 2 * 44 / 450 = 11,773$ 보통인부 : $37,736 * 1 * 44 / 450 = 3,689$ 상차비 1) + 2) 재료비 : 827 원/주 노무비 : $13,080 + 11,773 + 3,689 = 28,542$ 원/주 경 비 : 10,035 원/주
R 40Cm (15 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 20 + 10 + 5 + 10 + 10 + 5 + 1 = 61$ $T_y = 10 + 5 + 10 = 25$ $T_o = 25 / 61 = 0.409$ 재료비 : $4,071 * 61/60 * 0.409 = 1,692$ 원/주 노무비 : $23,083 * 61/60 = 23,467$ 원/주 경 비 : $26,564 * 61/60 = 27,006$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 15 + 20 + 10 + 5 + 10 + 10 + 5 + 1 = 76$ 조 경 공 : $60,207 * 2 * 76 / 450 = 20,336$ 보통인부 : $37,736 * 1 * 76 / 450 = 6,373$ 상차비 1) + 2) 재료비 : 1,692 원/주 노무비 : $23,467 + 20,336 + 6,373 = 50,176$ 원/주 경 비 : 27,006 원/주

구 분	산 출 근 거
R 45Cm (25 톤 트럭크레인)	<p>1) 장비 $T_x = 20 + 15 + 10 + 15 + 10 + 5 + 1 = 76$ $T_y = 15 + 10 + 15 = 40$ $T_o = 40 / 76 = 0.526$</p> <p>재료비 : $5,313 * 76/60 * 0.526 = 3,539$ 원/주 노무비 : $23,083 * 76/60 = 29,238$ 원/주 경 비 : $39,127 * 76/60 = 49,560$ 원/주</p> <p>2) 보조인부 $T_c = 20 + 20 + 15 + 10 + 15 + 10 + 5 + 1 = 96$</p> <p>조 경 공 : $60,207 * 2 * 96 / 450 = 25,688$ 보통인부 : $37,736 * 2 * 96 / 450 = 16,100$</p> <p>상차비 1) + 2) 재료비 : 3,539 원/주 노무비 : $29,238 + 25,688 + 16,100 = 71,026$ 원/주 경 비 : 49,560 원/주</p>
R 50Cm (30 톤 트럭크레인)	<p>1) 장비 $T_x = 40 + 15 + 15 + 15 + 15 + 10 + 2 = 112$ $T_y = 15 + 15 + 15 = 45$ $T_o = 45 / 112 = 0.401$</p> <p>재료비 : $6,693 * 112/60 * 0.401 = 5,009$ 원/주 노무비 : $23,083 * 112/60 = 43,088$ 원/주 경 비 : $48,844 * 112/60 = 72,508$ 원/주</p> <p>2) 보조인부 $T_c = 30 + 40 + 15 + 15 + 15 + 15 + 10 + 2 = 142$</p> <p>조 경 공 : $60,207 * 2 * 142 / 450 = 37,997$ 보통인부 : $37,736 * 2 * 142 / 450 = 23,815$</p> <p>상차비 1) + 2) 재료비 : 5,009 원/주 노무비 : $43,088 + 37,997 + 23,815 = 104,900$ 원/주 경 비 : 72,508 원/주</p>

구 분	산 출 근 거
R 55Cm (40 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 50 + 25 + 20 + 25 + 20 + 15 + 2 = 157$ $T_y = 25 + 20 + 25 = 70$ $T_o = 70 / 157 = 0.445$ 재료비 : $8,292 * 157/60 * 0.445 = 9,655$ 원/주 노무비 : $23,083 * 157/60 = 60,400$ 원/주 경 비 : $48,078 * 157/60 = 125,804$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 35 + 50 + 25 + 20 + 25 + 20 + 15 + 2 = 192$ 조 경 공 : $60,207 * 3 * 192 / 450 = 77,064$ 보통인부 : $37,736 * 3 * 192 / 450 = 48,302$ 상차비 1) + 2) 재료비 : 9,655 원/주 노무비 : $60,400 + 77,064 + 48,302 = 185,766$ 원/주 경 비 : 125,804 원/주
R 60Cm (50 톤 트럭크레인)	1) 장비 $T_x = 60 + 30 + 20 + 30 + 25 + 20 + 2 = 187$ $T_y = 30 + 20 + 30 = 80$ $T_o = 80 / 187 = 0.427$ 재료비 : $9,765 * 187/60 * 0.427 = 12,995$ 원/주 노무비 : $23,083 * 187/60 = 71,942$ 원/주 경 비 : $58,385 * 187/60 = 181,966$ 원/주 2) 보조인부 $T_c = 35 + 60 + 30 + 20 + 30 + 25 + 20 + 2 = 222$ 조 경 공 : $60,207 * 3 * 222 / 450 = 89,106$ 보통인부 : $37,736 * 3 * 222 / 450 = 55,849$ 상차비 1) + 2) 재료비 : 12,995 원/주 노무비 : $71,942 + 89,106 + 55,849 = 216,897$ 원/주 경 비 : 181,966 원/주

구 분	산 출 근 거
# 산근 식재비 - 주당 - R 30Cm (10톤 트럭크레인) R 35Cm (10톤 트럭크레인) R 40Cm (15톤 트럭크레인)	장비 : 수목 하차와 연결하여 사용 t17 = 10 재료비 : 3,312 * 10/60 = 552 원/주 노무비 : 23,083 * 10/60 = 3,847 원/주 경 비 : 17,709 * 10/60 = 2,951 원/주 t17 = 12 재료비 : 3,312 * 12/60 = 662 원/주 노무비 : 23,083 * 12/60 = 4,616 원/주 경 비 : 17,709 * 12/60 = 3,541 원/주 t17 = 15 재료비 : 4,071 * 15/60 = 1,017 원/주 노무비 : 23,083 * 15/60 = 5,770 원/주 경 비 : 26,564 * 15/60 = 6,641 원/주

구 분	산 출 근 거
R 45Cm (25 톤 트럭크레인)	t17 = 20 재료비 : 5,313 * 20/60 = 1,771 원/주 노무비 : 23,083 * 20/60 = 7,694 원/주 경 비 : 39,127 * 20/60 = 13,042 원/주
R 50Cm (30 톤 트럭크레인)	t17 = 30 재료비 : 6,693 * 30/60 = 3,346 원/주 노무비 : 23,083 * 30/60 = 11,541 원/주 경 비 : 38,844 * 30/60 = 19,422 원/주
R 55Cm (40 톤 트럭크레인)	t17 = 40 재료비 : 8,292 * 40/60 = 5,528 원/주 노무비 : 23,083 * 40/60 = 15,388 원/주 경 비 : 48,078 * 40/60 = 32,052 원/주
R 60Cm (50 톤 트럭크레인)	t17 = 50 재료비 : 9,765 * 50/60 = 8,137 원/주 노무비 : 23,083 * 50/60 = 19,235 원/주 경 비 : 58,385 * 50/60 = 48,654 원/주

구분	산출근거
<p>□ 크레인 (10톤트럭) - 시간당</p>	<p>1\$ = 1,380원 경유 = 500 원/ℓ</p> <p>1. 손료 $50,823\\$ \times 1,380 = 70,135,000$ $70,135,000 \times 2,525 \times 10^{(-7)} = 17,709$</p> <p>2. 인건비 조증원 : $56,951 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 11,864$ 조수 : $42,762 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 8,908$ 중기반장 : $55,484 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 0.2 \text{인} = 2,311$ 계 23,083</p> <p>3. 재료비 경유 : $4.8 \ell \times 500 = 2,400$ 잡유(38x) : $2,400 \times 0.38 = 912$ 계 3,312</p>
<p>□ 크레인 (15톤트럭) - 시간당</p>	<p>1. 손료 $76,236\\$ \times 1,380 = 105,205,000$ $105,205,000 \times 2,525 \times 10^{(-7)} = 26,564$</p> <p>2. 인건비 조증원 : $56,951 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 11,864$ 조수 : $42,762 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 8,908$ 중기반장 : $55,484 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 0.2 \text{인} = 2,311$ 계 23,083</p> <p>3. 재료비 경유 : $5.9 \ell \times 500 = 2,950$ 잡유(38x) : $2,950 \times 0.38 = 1,121$ 계 4,071</p>

구 분	산 출 근 거
<input type="checkbox"/> 크레인 (25톤트럭) - 시간당	1. 손 료 $121,239\$ \times 1,380 = 174,209,000$ $174,209,000 \times 2,246 \times 10^{(-7)} = 39,127$ 2. 인건비 조 증 원 : $56,951 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 11,864$ 조 수 : $42,762 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 8,908$ 증기반장 : $55,484 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 0.2 \text{인} = 2,311$ 계 23,083 3. 재료비 경 유 : $7.7 \ell \times 500 = 3,850$ 잡유(38%) : $3,850 \times 0.38 = 1,463$ 계 5,313
<input type="checkbox"/> 크레인 (30톤트럭) - 시간당	1. 손 료 $150,528\$ \times 1,380 = 207,724,000$ $207,724,000 \times 1,870 \times 10^{(-7)} = 38,844$ 2. 인건비 조 증 원 : $56,951 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 11,864$ 조 수 : $42,762 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 8,908$ 증기반장 : $55,484 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 0.2 \text{인} = 2,311$ 계 23,083 3. 재료비 경 유 : $9.7 \ell \times 500 = 4,850$ 잡유(38%) : $4,850 \times 0.38 = 1,843$ 계 6,693

구 분	산 출 근 거
<input type="checkbox"/> 크레인 (40톤트럭) - 시간당	1. 손 료 $186,307\$ \times 1,380 = 257,103,000$ $257,103,000 \times 1,870 \times 10^{(-7)} = 48,078$ 2. 인건비 조 증 원 : $56,951 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 11,864$ 조 수 : $42,762 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 8,908$ 증기반장 : $55,484 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 0.2 \text{인} = 2,311$ 계 23,083 3. 재료비 경 유 : $10.7 \ell \times 500 = 5,350$ 잡유(55%) : $5,350 \times 0.55 = 2,942$ 계 8,292
<input type="checkbox"/> 크레인 (50톤트럭) - 시간당	1. 손 료 $226,247\$ \times 1,380 = 312,220,000$ $312,220,000 \times 1,870 \times 10^{(-7)} = 58,385$ 2. 인건비 조 증 원 : $56,951 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 11,864$ 조 수 : $42,762 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 1.0 \text{인} = 8,908$ 증기반장 : $55,484 \times 1/8 \times 16/12 \times 25/20 \times 0.2 \text{인} = 2,311$ 계 23,083 3. 재료비 디 이 젤 : $12.6 \ell \times 500 = 6,300$ 잡유(38%) : $6,300 \times 0.55 = 3,465$ 계 9,765

□ 일위대가표

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 30 CM)							주당				
굴 취	조 경 공	2.64	인			60.207	158,946				158,946	20% 할증
"	보통인부	0.372	"			37.736	14,037				14,037	"
뿌리돌림				- 별도 산정 -								
분매기				- 별도 산정 -								
상 차	10톤 트럭크레인	1	주	662	662	29,848	29,848	9,149	9,149		39,659	
하 차	10톤 트럭크레인	1	주	662	662	17,667	17,667	7,083	7,083		25,412	
운 반				- 별도 산정 -								
식 재	조 경 공	1.91	인			60.207	114,995				114,995	
"	보통인부	1.15	"			37.736	43,396				43,396	
계					1,324		378,889		16,232		396,445	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 30 CM)							주당				
굴 취	조경공	2.64	인			60,207	158,946				158,946	20% 할증
"	보통인부	0.372	"			37,736	14,037				14,037	-
뿌리돌림				- 별도산정 -								
분매기				- 별도산정 -								
상 차	10톤 트럭크레인	1	주	662	662	29,848	29,848	9,149	9,149		39,659	
하 차	10톤 트럭크레인	1	주	662	662	17,667	17,667	7,083	7,083		25,412	
운 반				- 별도산정 -								
식 재	조경공	1.337	인			60,207	80,496				80,496	
"	보통인부	0.575	"			37,736	21,698				21,698	
"	10톤 트럭크레인	1	주	552	552	3,847	3,847	2,951	2,951		7,350	
계					1,876		326,539		19,183		347,598	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 35 CM)							주당				
굴 취	조 경 공	3.181	인			60,207	191,518				191,518	20% 할증
"	보통인부	0.445	"			37,736	16,792				16,792	"
뿌리돌림				- 별도 산정 -								
분매기				- 별도 산정 -								
상 차	10톤 트럭크레인	1	주	826	826	42,196	42,196	12,691	12,691		55,713	
하 차	10톤 트럭크레인	1	주	827	827	28,542	28,542	10,035	10,035		39,404	
운 반				- 별도 산정 -								
식 재	조 경 공	2.315	인			60,207	139,379				139,379	
"	보통인부	1.395	"			37,736	52,641				52,641	
계					1,653		471,068		22,726		495,447	

공 종	규 격	수 량	단 위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 35 CM)							주당				
굴 취	조 경 공	3.181	인			60,207	191,518				191,518	20% 할증
"	보통인부	0.445	"			37,736	16,792				16,792	"
뿌리돌림				- 별도산정 -								
분매기				- 별도산정 -								
상 차	10톤 트럭크레인	1	주	826	826	42,196	42,196	12,691	12,691		55,713	
하 차	10톤 트럭크레인	1	주	827	827	28,542	28,542	10,035	10,035		39,404	
운 반				- 별도산정 -								
식 재	조 경 공	1.621	인			60,207	97,595				97,595	
"	보통인부	0.698	"			37,736	26,339				26,339	
"	10톤 트럭크레인	1	주	662	662	4,616	4,616	3,541	3,541		8,819	
계					2,315		407,598		26,267		436,180	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 40 CM)							주당				
굴 취	조경공	3.695	인			60,207	222,464				222,464	20% 환증
"	보통인부	0.517	"			37,736	19,509				19,509	"
뿌리돌림				- 별도산정 -								
분매기				- 별도산정 -								
상 차	15톤 트럭크레인	1	주	1,695	1,695	62,809	62,809	31,434	31,434		95,938	
하 차	15톤 트럭크레인	1	주	1,692	1,692	50,176	50,176	27,006	27,006		78,874	
운 반				- 별도산정 -								
식 재	조경공	2.67	인			60,207	160,752				160,752	
"	보통인부	1.61	"			37,736	60,754				60,754	
계					3,387		576,464		58,440		638,291	

공 종	규 격	수 량	단 위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 40 CM)							주당				
굴 취	조경공	3.695	인			60,207	222,464				222,464	20% 할증
"	보통인부	0.517	"			37,736	19,509				19,509	"
뿌리돌림				- 별도산정 -								
분매기				- 별도산정 -								
상 차	15톤 트럭크레인	1	주	1,695	1,695	62,809	62,809	31,434	31,434		95,938	
하 차	15톤 트럭크레인	1	주	1,692	1,692	50,176	50,176	27,006	27,006		78,874	
운 반				- 별도산정 -								
식 재	조경공	1.869	인			60,207	112,526				112,526	
"	보통인부	0.805	"			37,736	30,377				30,377	
"	15톤 트럭크레인	1	주	1,017	1,017	5,770	5,770	6,641	6,641		13,428	
계					4,404		503,631		65,081		573,116	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 45 CM)							주당				
굴 취	조경공	4.21	인			60,207	253,471				253,471	20% 할증
"	보통인부	0.59	"			37,736	22,264				22,264	"
뿌리돌림				- 별도산정 -								
분매기				- 별도산정 -								
상 차	25톤 트럭크레인	1	주	3,537	3,537	96,385	96,385	59,342	59,342		159,264	
하 차	25톤 트럭크레인	1	주	3,539	3,539	71,026	71,026	49,560	49,560		124,125	
운 반				- 별도산정 -								
식 재	조경공	3.03	인			60,207	182,427				182,427	
"	보통인부	1.83	"			37,736	69,056				69,056	
계					7,076		694,629		108,902		810,607	

공 종	규 격	수량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 45 CM)							주당				
굴 취	조경공	4.21	인			60,207	253,471				253,471	20% 합중
"	보통인부	0.59	"			37,736	22,264				22,264	"
뿌리돌림				- 별도산정 -								
분매기				- 별도산정 -								
상 차	25톤 트럭크레인	1	주	3,537	3,537	96,385	96,385	59,342	59,342		159,264	
하 차	25톤 트럭크레인	1	주	3,539	3,539	71,026	71,026	49,560	49,560		124,125	
운 반				- 별도산정 -								
식 재	조경공	2.121	인			60,207	127,699				127,699	
"	보통인부	0.915	"			37,736	34,528				34,528	
"	25톤 트럭크레인	1	주	1,771	1,771	7,694	7,694	13,042	13,042		22,507	
계					8,847		613,067		121,944		743,858	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 50 CM)							주당				
굴 취	조 경 공	4.724	인			60.207	284,417				284,417	20% 환증
"	보통인부	0.663	"			37.736	25,018				25,018	"
뿌리돌림				- 별도 산정 -								
분매기				- 별도 산정 -								
상 차	30톤 트럭크레인	1	주	5,015	5,015	138,151	138,151	82,219	82,219		225,385	
하 차	30톤 트럭크레인	1	주	5,009	5,009	104,900	104,900	72,508	72,508		182,417	
운 반				- 별도 산정 -								
식 재	조 경 공	3.39	인			60.207	204,101				204,101	
"	보통인부	2.02	"			37.736	76,226				76,226	
계					10,024		832,813		154,727		997,564	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 50 CM)							주당				
굴 취	조 경 공	4.724	인			60.207	284.417				284.417	20% 환증
"	보통인부	0.663	"			37.736	25.018				25.018	"
뿌리돌림				- 별도 산정 -								
분매기				- 별도 산정 -								
상 차	30톤 트럭크레인	1	주	5.015	5.015	138.151	138.151	82.219	82.219		225.385	
하 차	30톤 트럭크레인	1	주	5.009	5.009	104.900	104.900	72.508	72.508		182.417	
운 반				- 별도 산정 -								
식 재	조 경 공	2.373	인			60.207	142.871				142.871	
"	보통인부	1.01	"			37.736	38.113				38.113	
"	30톤 트럭크레인	1	주	3.346	3.346	11.541	11.541	19.422	19.422		34.309	
계					13.370		745.011		174.149		932.530	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 55 CM)							주당				
굴 취	조 경 공	5.239	인			60,207	315,424				315,424	20% 환증
"	보통인부	0.736	"			37,736	27,773				27,773	"
뿌리돌림				- 별도산정 -								
분매기				- 별도산정 -								
상 차	40톤 트럭크레인	1	주	9,650	9,650	237,244	237,244	137,823	137,823		384,717	
하 차	40톤 트럭크레인	1	주	9,655	9,655	185,766	185,766	125,804	125,804		321,225	
운 반				- 별도산정 -								
식 재	조 경 공	3.75	인			60,207	225,776				225,776	
"	보통인부	2.27	"			37,736	85,660				85,660	
계					19,305		1,077,643		263,627		1,360,575	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
제 호 표	수목 이식 (R 55 CM)							주당				
굴 취	조 경 공	5.239	인			60.207	315.424				315.424	20% 할증
"	보통인부	0.736	"			37.736	27.773				27.773	"
뿌리돌림				- 별도산정 -								
분매기				- 별도산정 -								
상 차	40톤 트럭크레인	1	주	9,650	9,650	237,244	237,244	137,823	137,823		384,717	
하 차	40톤 트럭크레인	1	주	9,655	9,655	185,766	185,766	125,804	125,804		321,225	
운 반				- 별도산정 -								
식 재	조 경 공	2.625	인			60.207	158.043				158.043	
"	보통인부	1.135	"			37.736	42.830				42.830	
"	40톤 트럭크레인	1	주	5,528	5,528	15,388	15,388	32,052	32,052		52,968	
계					24,833		982,468		295,679		1,302,980	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
계 호 표	수목 이식 (R 60 CM)							주당				
굴 취	조경공	5.753	인			60,207	346,370				346,370	20% 환증
"	보통인부	0.809	"			37,736	30,528				30,528	"
뿌리돌림				— 별도산정 —								
분매기				— 별도산정 —								
상 차	50톤 트럭크레인	1	주	13,018	13,018	268,373	268,373	196,562	196,562		477,953	
하 차	50톤 트럭크레인	1	주	12,995	12,995	216,897	216,897	181,966	181,966		411,858	
운 반				— 별도산정 —								
식 재	조경공	4.11	인			60,207	247,450				247,450	
"	보통인부	2.48	"			37,736	93,585				93,585	
계					26,013		1,203,203		378,528		1,607,744	

공 종	규 격	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		총 액		비 고
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	
계 호 표	수목 이식 (R 60 CM)							주당				
굴 취	조 경 공	5.753	인			60,207	346,370				346,370	20% 합중
"	보통인부	0.809	"			37,736	30,528				30,528	"
뿌리돌림				- 별도산정 -								
분매기				- 별도산정 -								
상 차	50톤 트럭크레인	1	주	13,018	13,018	268,373	268,373	196,562	196,562		477,953	
하 차	50톤 트럭크레인	1	주	12,995	12,995	216,897	216,897	181,966	181,966		411,858	
운 반				- 별도산정 -								
식 재	조 경 공	2.877	인			60,207	173,215				173,215	
"	보통인부	1.24	"			37,736	46,792				46,792	
"	50톤 트럭크레인	1	주	8,137	8,137	19,235	19,235	48,654	48,654		76,026	
계					34,150		1,101,410		427,182		1,562,742	

<부록 2> 훼손지내 대목 굴취, 상차 및 이식 광경

가. 산림훼손지에서 수목굴취 현장

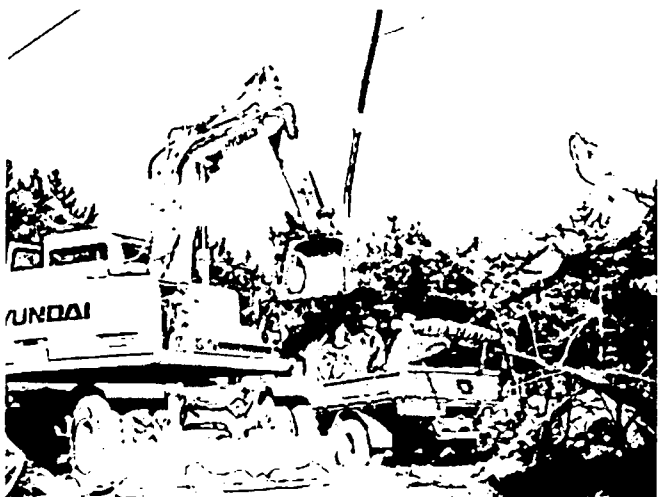


나. 수목굴취 광경



다. 굴취 수목의 상차

- 산 림 지



- 평탄지



라. 굴취 수목의 식재



< 식재광경 >



< 소나무 >



< 해송 >



< 참나무류 >