

자생수목그루터기를 재활용한 에코녹화공법 개발연구(Ⅲ)¹

오구균² · 안영희³ · 薛孝夫⁴ · 나경태⁵

A Study on Development of Eco-revegetation Measures Using Remnant Root-stock of Native Trees(Ⅲ)¹

Koo-Kyoon Oh², Young-Hee Ahn³, Setsu Takao⁴, Kyeong-Tae Na⁵

요 약

폐기물로 처리되고 있는 자생수목 그루터기를 재활용하여 에코녹화공법을 개발하기 위하여 전남 함평군 월야면에 위치한 호남대학교 부속농장에 모니터링 시험구를 2001년 11월에 설치하였다. 시험기간은 2001년 11월부터 2003년 10월까지였으며, 모니터링 시험구 조사는 2002년 10월, 2003년 9월, 총 2회 실시하였다. 모니터링 시험에서 그루터기의 맹아우세수종 선발, 수간 절지길이 차이 및 방부처리 유무에 따른 성장량 변화, 식재시기 및 식재본수에 따른 활착율을 조사하였다. 자생수목 그루터기 모니터링 시험결과는 다음과 같다. 90% 이상 활착율을 나타낸 수종은 공시수종 총 20종 중 10종으로 느티나무, 때죽나무, 비목나무, 산딸나무, 상수리나무, 야광나무, 참느릅나무, 털야광나무, 팽나무, 장구밥나무 었다. 수간절지길이에 따른 성장량은 수간길이 10cm처리구보다 35cm처리구에서 우세하게 나타났고, 근원직경에 대한 뿌리규격에 따른 성장량은 3배(폭)×5배(깊이)와 5배(폭)×5배(깊이)에서 우세하게 나타났다. 수간절지부 방부처리 유무에 따른 성장량은 방부처리구의 수종에서 우세하게 나타났고, 식재시기에 따른 공시수종의 성장량은 생리휴면기인 늦가을(11월)에 식재한 그루터기에서 우세하게 나타났으며, 다음으로 초봄(3월), 늦봄(5월) 식재 순이었다.

주요어 : 폐기물, 생존율, 맹아, 수간길이, 식재시기, 성장량

ABSTRACT

The objective of this study was to find eco-revegetation measures recycling remnant root-stock of native species which comes to be disused. The monitoring plot was established in Nov. 2001 at Honam University's affiliated farm that is located in Wolya-Myeon, Hampyeong-Gun, Jeollanam-Do. The plots were monitored 2 times each in Oct. 2002 and Sep. 2003. Sprout and survival rate of the root-stock including the effect of trunk length, antiseptic treatment, planting season and number of planted were surveyed. The results of the study were as follows : Ten tree species including *Zelkova serrata* among twenty tree species showed outstanding sprout and survival

1 접수 12월 28일 Received on Dec. 28, 2003

2 호남대학교 환경디자인공학부 School of Environmental Design Engineering, Honam Univ., Gwangju (506-714), Korea(ohkk@mail.honam.ac.kr)

3 중앙대학교 생물자원과학계열 Part of Biological Resources Science, Chungang Univ., Ansung (456-756), Korea(ahn3041@post.cau.ac.kr)

4 九州大學大學院農學研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581, Japan(setsfor@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp)

5 호남대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Honam Univ., Gwangju (506-714), Korea(kyoungtea@hanmail.net)

rate (over 90 percent). The growth rate was better in the longer trunk length root-stocks (35cm) than shorter ones (10cm). There was a difference in the size of the root ball when digging the root-stocks. It showed better condition when the root ball sizes were 3 times wide and 5 times deep of the root-stocks or 5 times wide and 5 times deep. Antiseptic treatment on the cuts of the trunk of root-stocks makes a difference in the growth rate. The survival rate of the root-stock showed highest value (100%) when it was transplanted in late autumn (November). And the next best survival rate was reached when it was in early or late spring (March and May)

KEY WORDS : REMNANT, SURVIVAL RATE, SPROUT, TRUNK LENGTH, PLANTING SESON, GROWTH RATE

서론

우리나라는 1940년대부터 1960년대까지 취사·난방용 연료채취와 한국전쟁으로 산림이 심하게 훼손되었고, 1970년대부터 1980년대 중반까지 경제발전 지상주의 아래 환경보다는 효율적인 국토개발에 치중하여 왔다. 우리는 이러한 경제우선 개발정책 추진 결과 많은 산림을 훼손하여 자연경관을 변화시켰다.

현재 우리는 훼손된 산림지역에서 환경과파를 완화시키는 방안으로 산림생태계를 고려하지 않은 단순녹화로 새로운 녹지를 조성·확충하고 있으며, 이들 녹화지역은 단일수종 위주로 식재되어지고, 녹화공법 또한 자연산림이 갖는 다층구조 식재가 아닌 한두 수종에 의한 단순식재가 이루어지고 있어 훼손되기 이전의 산림식생구조와 이질적인 녹지를 조성한다는 문제점을 안고 있다.

최근들어 자연자원의 가치가 높은 국립공원 또는 자연공원을 중심으로 자생식물을 녹화용 소재로 활용하는 사례(국립공원관리공단, 1994: 광주광역시, 1999; KT, 2002)가 증가하고 있지만 산림훼손전의 원식물 모두를 복원하여 보전하는데는 한계가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 일부지역에서는 훼손지의 표토를 수거하여 흙과 섞여있는 자생 생물을 식물생육환경 조성용 재료로 재활용하는 등 폐기되고 있는 산림자원을 활용하기 위한 다양한 연구들이 시도되고 있다. 특히 ソンゼンタク 등은(2003) 그루터기를 활용한 녹화시공 사례연구에서 그루터기의 활착율과 성장량을 제시하고 있지만, 이는 우리나라와 다른 기후적 특성과 자생수종의 차이 때문에 우리나라에 맞는 그루터기를 이용한 녹화연구가 필요하며, 전 보고에서(오구균과 박석곤, 2003; 오구균과 나경태, 2003) 본 연구와 같은 시험을 하였으나 연구기간이 1년이라는 시간의 한계점이 있어 장기간의 연구가 필요하다.

이에 본 연구는 전 보고(오구균과 박석곤, 2003;

오구균과 나경태, 2003)에 이어 수목그루터기를 재활용한 자연식생복원 녹화공법 개발을 위한 기초자료를 얻고자 2001년 11월부터 2003년 10월까지 수행하였다.

재료 및 방법

1. 시험장소 및 공시수목

1) 시험내용

자생수목 그루터기를 녹화재료로 재활용하기 위해서는 일반 수목과 다른 자생수목 그루터기의 특성에 관한 연구가 필요하다. 조경공사시방서(한국수자원공사, 1997)의 수목이식에서는 뿌리분의 규격, 수목 절단부의 처리방법, 지역에 따른 수목 이식적기 기준의 3가지로 구분하여 기준을 설정하였다. 그러나 자생수목 그루터기 이식은 수관과 함께 이식하는 일반적인 조경수목 이식 방법과는 다른 기준이 필요하다. 따라서 자생수목 그루터기를 녹화재료로 재활용하기 위해서 Figure 1과 같이 자생수목 그루터기 맹아력 우세수종 선발, 그루터기의 수간(樹幹)과 뿌리 절지부(切枝部) 처리, 자생수목 그루터기 식재방법에 관한 시험을 야외에서 실시했다.

그루터기의 수간과 뿌리절지부처리 시험에서는 수간길이 시험, 뿌리규격 시험, 수간절지부 방부처리시험으로 나누어 시험하였고, 그루터기 식재방법에서는 식재시기시험, 그루터기 식재 본수 시험으로 나누어 야외시험을 실시했다. 시험 기간은 2001년 11월부터 2003년 10월까지 실시하였다.

2) 시험지 개황

(1) 시험지

본 연구대상지는 전라남도 함평군 월야면 호남대학교 부속 농장에 위치하고 있으며, 시험지 면적은 약

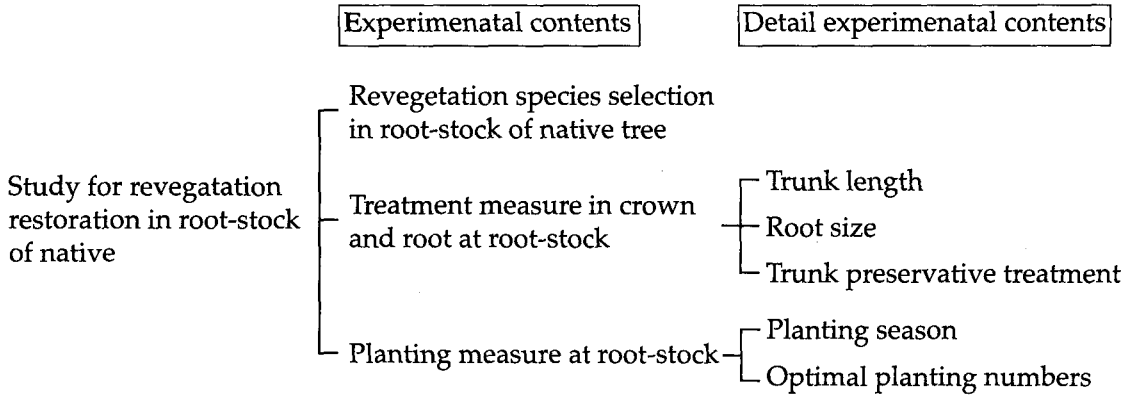


Figure 1. Experimental contents classification of native tree species root-stock for revegetation restoration

600평(20m×100m)의 평탄한 시험지와 약 180평의 비탈면 시험지로 이루어졌다. 평탄한 시험지는 과거 논으로 사용되었던 지역으로 배수가 불량하여 양토를 1m이상 성토하고, 배수로 깊이 0.6m와 폭 1m, 길이 100m의 배수로를 3열로 설치하였다.

(2) 시험지 기상

시험기간인 2001년 11월부터 2003년 10월까지의 기상자료는 광주기상대에서 발표한 자료를 사용하였고, 시험지의 기상자료는 Table 1과 같다.

시험기간 동안의 평균기온은 13.6℃, 최고기온은 35.3℃, 최저기온은 -5.7℃, 강수량은 2002년 1차년도에 1,462.9mm이었고, 2차년도에는 1,344.8mm이었다. 한편 시험기간중인 2002년도 8월 강수량이 584mm로서 침수에 약한 수종들에게 악영향을 미친 것으로 추정된다.

3) 공시수목

공시수종의 선정은 남원시와 함평군 일대 야산에서 자생하고 있는 수종을 사용하였으며, 야산에서 굴취가 힘든 수종은 전주시와 함평군 소재의 조경수 농장에서 재배하고 있는 우리나라 자생수종을 사용하였다. 자생수목 그루터기의 운반 후 뿌리 상태는 Figure 2와 같이 운반과정에서 50~60%정도의 흙이 뿌리에서 유실되었다.

Table 2에서 공시수종 시험 본수가 시험별로 다른 이유는 공시수종 굴취 장소가 산림을 개발하는 공사현장과 야산 이었고, 부족한 수종은 조경수 농장에서 구입하였기 때문에 공시수종 굴취 시간과 공시수종 구입의 한계로 많은 양의 자생수종 확보가 어려웠기 때문이다.

Table 1. Atmospheric condition in the experimental plot

Duration	Precip (mm)	Temperature year		
		Min.	Max.	
2001	Nov.	15.3	-0.1	19.3
	Dec.	53.5	-5.7	14.5
2002	Jan.	95.7	0.2	16.5
	Feb.	13.5	0.1	14.9
	Mar.	46.5	0.0	22.8
	Apr.	117.8	4.2	27.8
	May.	100.5	11.1	28.9
	Jun.	108.5	14.9	33.5
	Jul.	180.0	19.5	35.3
	Aug.	584.0	19.7	33.9
	Sep.	109.0	12.6	32.8
	Oct.	38.6	1.0	28.3
2003	Nov.	34.1	1.5	11.6
	Dec.	30.5	0.0	8.9
	Jan.	38.0	-3.3	5.1
	Feb.	43.9	-2.3	7.0
	Mar.	64.5	1.6	12.4
	Apr.	95.3	7.3	19.3
	May.	97.3	12.4	23.9
	Jun.	190.3	17.8	27.2
	Jul.	281.9	22.4	29.7
	Aug.	276.0	22.6	30.5
Sep.	137.7	17.2	26.6	
Oct.	55.3	10.3	21.5	



Figure 2. Root conditions of the root-stock before transplanting

2. 시험 방법

1) 공통사항

교목 그루터기의 뿌리폭은 근원직경의 5배로 굴취하였으며, 뿌리깊이는 근원직경의 3배로 굴취하였고, 관목 그루터기의 뿌리폭은 30cm로 굴취하였으며, 뿌리깊이는 20cm로 굴취하였다. 굴취한 자생수목 그루터기는 뿌리를 정지하여 시험지에 가식하였다가 시험에 사용하였다. 공시수종 뿌리굴취 규격은 Figure 3, 4와 같다.

교목성 자생수목 그루터기는 1.6m간격으로 식재하였고, 관목성 자생수목 그루터기는 1m간격으로 식재하였다. 교목성 그루터기 식재에 교목 1주당 각각 5

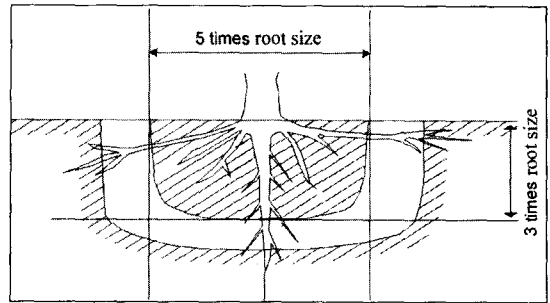


Figure 3. Root ball size and digging type in tree-root-stock

kg의 유기물을 혼합하여 식재하였으며, 관목성 그루터기 식재에는 각각 2kg의 유기물을 혼합하여 식재하였다. 교목성과 관목성 그루터기의 수간길이는 35cm로 절지하였다. 그루터기 맹아 우세시험은 2001년 11월과 2002년 3월에 나누어 식재하였고, 그루터기 맹아 우세시험과 식재시기 시험을 제외한 그 밖의 시험에서 식재시기는 2001년 11월에 식재하였다. 공시수종 그루터기 식재 방법은 Table 3과 같다.

2) 자생수목 그루터기 녹화수종 선발시험

그루터기의 맹아력이 우세한 수종을 선발하기 위해 느티나무 등 교목 14종과 관목 7종 등 총 20종을 공시수종으로 사용하여 2001년 11월과 2002년 3월에 시행하였다. 야외 시험처리의 반복 수준은 Table 4와 같다.

Table 2. Number of each tree species for root-stock transplanting experiment

Experiment contents	Detail experiment contents	Tree number
Revegetation species selection in root-stock of native tree		<i>Zelkova serrata</i> (5), <i>Malus baccata</i> (5), <i>Weigela subsessilis</i> (6), <i>Ulmus parvifolia</i> (5), <i>Celtis sinensis</i> (10), <i>Lindera erythrocarpa</i> (5), <i>Cornus controversa</i> (5), <i>Sorbus commixta</i> (10), <i>Grewia biloba</i> var. <i>parviflora</i> (5), <i>Cornus kousa</i> (10), <i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i> (10), <i>Melia azedarach</i> var. <i>japonica</i> (5), <i>Quercus acutissima</i> (10), <i>Zanthoxylum schinifolium</i> (10), <i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> (5), <i>Ilex macropoda</i> (5), <i>Rhododendron schlippenbachii</i> (5), <i>Styrax japonica</i> (10), <i>Stephanandra incisa</i> (10), <i>Rhododendron mucronulatum</i> (10), <i>Quercus serrata</i> (5)
Treatment measure in crown and root at root-stock	Trunk length	<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i> (10), <i>Styrax japonica</i> (10)
	Root size	<i>Celtis sinensis</i> (60)
	Trunk preservative treatment	<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i> (10)
Planting measure at root-stock	Planting season	<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i> (30), <i>Quercus acutissima</i> (30), <i>Styrax japonica</i> (30)
	Optimal planting numbers	

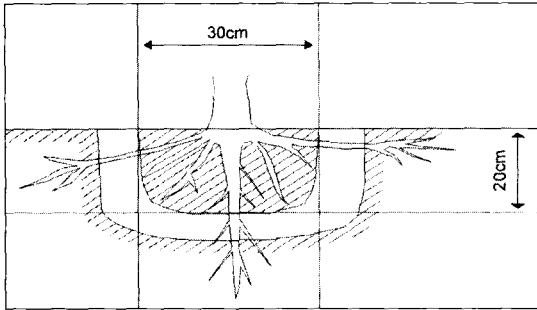


Figure 4. Root ball size and digging type in shrub root-stock

3) 그루터기 수간·뿌리 절지부 처리시험

(1) 수간(樹幹) 길이

小林裕志 등은 자생수목 그루터기의 수간길이는 30cm~60cm가 적절하다(小林裕志과 福山正隆, 2001: 이기철과 김동필: 1992)고 제시하고 있었고, ソンゼ

エタク等(2003)은 관목성 그루터기는 수간길이 10cm이하에서 활착율이 좋다고 보고한 바 있다. 따라서 본 그루터기 수간길이 시험에서는 그루터기수간 길이에 따른 성장량 변화를 파악하고자 2001년 11월에 수종별로 수간길이를 10cm와 35cm로 조제하여 각각 1주씩 10반복으로 식재하였다.

(2) 뿌리규격

이경준과 이승재(2001)는 조경수목의 뿌리분 크기는 근원직경이 8cm미만일 경우에 뿌리분 폭은 근원직경의 12~15배, 근원직경이 8~15cm일 경우에 뿌리분 폭은 근원직경의 10배, 근원직경이 30cm이상일 경우에 뿌리분 폭은 근원직경의 6~8배로 하고, 뿌리분의 깊이는 뿌리분 폭보다 항상 작게 한다고 제시하였다. 또한 조경공사시방서(한국수자원공사, 1997)에서는 뿌리분의 폭은 근원직경의 4~5배를 원칙으로 하고 있고, 뿌리분의 깊이는 뿌리분 폭의 60%로 한다고 규정하고 있다. 따라서 본 뿌리규격 시험은 그루터

Table 3. Planting experiment of root-stock for revegetation restoration

Planting standard contents	Form	Planting measure
Root size of root-stock	Tree	5 times of root collar caliper, 3 times of root depth
	Shrub	root width 30cm, root depth 20cm
	-	Experiments for root size in root-stock are stated the study measure.
Planting interval of root-stock	Tree	1.6m planting
	Shrub	1m planting
	-	Eexperiments for transplanting quantity are stated the study measure.
Organic matter content	Tree	Mixed soil including 5kg organic matter per tree and filled out the planting hole
	Shrub	Mixed soil including 2kg organic matter per tree and filled out the planting hole
Trunk length	-	Trunk length of tree was treated 35cm
	-	Experiments for crown length are stated the study measure.
Planting season	-	Outstanding sprout tree was planted from 2001. Nov. to 2002.
	-	March and another experiment was planted 2001. Nov.
	-	Experiments for planting season are stated the study measure.

Table 4. Species selection for revegetation experiment

Form	Experiment species	Treatment measure contents
Tree	<i>Melia azedaroch</i> var. <i>japonica</i> , <i>Lindera erythrocarpa</i> , <i>Ilex macropoda</i> , <i>Cornus controversa</i> , <i>Zelkova serrata</i> , <i>Ulmus parvifolia</i> , <i>Cornus kousa</i>	5 times planting for tree
	<i>Quercus acutissima</i> , <i>Celtis sinensis</i> , <i>Malus baccata</i> , <i>Sorbus commixta</i> , <i>Styrax japonica</i> , <i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i>	10 times planting for tree
Shrub	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> , <i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> , <i>Weigela subsessilis</i> , <i>Grewia biloba</i> var. <i>parviflora</i>	5 times planting for tree
	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Rhododendron mucronulatum</i>	10 times planting for tree

Table 5. Trunk cut length and root ball size of root-stock

Experiment contents	Detail experiment contents	Treatment measure
Treatment measure in crown and root at root-stock	Trunk cut length	10cm, 35cm
	Root ball size (root width×root depth)	3times* 3times, 3times 5times, 5times 3times, 5 times 5times, 7times 3times, 7times 5times
	Trunk cut preservative treatment	Preservative treatment, control plot

*root size was standard

기 뿌리규격에 따른 성장량 변화를 시험하고자 팽나무를 공시수종으로 사용하여 Table 5와 같이 '3배×3배', '3배×5배', '5배×3배', '5배×5배', '7배×3배', '7배×5배' 이상 6가지처리 수준으로 각각 1주씩 10반복 처리하였다. 공시수종의 식재는 2001년 11월에 시험 수준별로 각각 1주씩 10반복으로 시행하였다.

(3) 수간 방부처리

수간 방부처리 시험은 그루터기 수간 절지부 방부처리에 따른 성장량 변화를 시험하고자 털야광나무를 사용하여 2001년 11월에 방부처리구와 대조구를 각각 1주씩 10반복으로 시행하였다. 방부처리는 저독성 살균제(동부한농화학(주), 바이코 도포제)를 그루터기 수간(樹幹) 절지부에 고르게 도포하였으나 도포제가 수분증발을 억제하지 못하여 일주일 후에 다시도포제(新キヨナル)를 그루터기 수간(樹幹) 절지부에 고르게 도포하였다. 수간 방부처리 시험별 처리수준의 세부내역은 Table 5와 같다.

4) 그루터기 식재방법시험

(1) 식재시기

식재시기 시험은 휴면기인 늦가을(11월)과 생리활동 시작 직전인 초봄(3월), 생리활동 중인 늦봄(5월)을 식재시기로 나누었고, 시험의 공시수종으로 때죽나무, 털야광나무, 상수리나무 이상 교목 3종을 사용하였다. 공시수종의 식재시기는 늦가을(2001년 11월)

식재, 초봄(2002년 3월) 식재, 늦봄(2002년 5월) 식재 이상 3가지 요인을 각각 1주씩 10반복으로 시행하였다.

(2) 적정식재 본수

일본 住宅・都市整備公・首都圏都市開發本부의 八王子地區(1997)에서 시행한 根株移植工法에서 그루터기 식재 본수는 2㎡당 1주이었고, 일본사례에서는 (이기철과 김동필, 1992) 그루터기 식재 밀도를 15-20㎡에 1본 정도를 제시하고 있다.

이에 본 적정식재 본수시험에서는 Table 6과 같이 단위면적 100㎡당 교목 5주, 교목 8주, 교목 10주, 관목 20주, 관목 30주, 관목 40주, 교목 5주-관목 9주, 교목 5주-관목 5주, 교목 10주-관목 10주, 교목 10주-관목 5주 이상 총 10가지 수준처리를 하였다. 시험의 공시수종으로 줄참나무의 9종을 공시수종으로 사용하여 2001년 11월에 시행하였다.

3. 측정 및 분석

2002년 10월과 2003년 9월에 공시수종의 활착력 판정을 위해 수관면적, 맹아 수, 맹아길이를 측정하였다.

그루터기에서 발생한 맹아의 수관폭(장변×단변)을 조사하여 수관면적을 산정하였으며, 1차년도 맹아 수 조사는 그루터기의 수간과 뿌리에서 발생한 맹아 수를 조사하였고, 2차년도 맹아 수 조사는 새로 발생한 맹아와 1차년도에 발생한 맹아중에서 맹아 끝이 고사한

Table 6. Planting season and the number of root-stocks

Experiment contents	Detail experiment contents	Treatment measure
Planting measure for root-stock	Planting season	2001 (Nov.), 2002 (Mar.), 2002 (May.)
	Planting number (tree/100㎡)	(shrub 5 species), (tree 8 species), (tree 10 species), (shrub 20 species), (shrub 30 species), (shrub 40 species), (tree 5 species-shrub 9 species), (tree 5 species-shrub 5 species), (tree 10 species-shrub 10 species), (tree 10 species-shrub 5 species)

것은 죽은 것으로 판정하고 맹아 끝이 살아있는 것을 조사하였다. 맹아길이는 가장 긴 맹아 3개를 선정하여 맹아가 발생한 부분부터 맹아지 끝까지의 길이를 측정하여 평균치를 산정하였다.

공시수종의 활착율(살아있는 수목 수량/시험 식재 본수×100)은 생존한 상태를 활착한 것으로 판단하였고, 그루터기 맹아력 우세수종 선발 기준은 공시수종의 활착율이 90%이상인 수종을 선발하였다. 공시수목의 피복율은 단위면적 100㎡당 수관의 피복율을 구하였다.

그루터기 생장에 미치는 처리수준별 시험효과를 'SPSS 10.0 for Window' 프로그램을 이용하여 분석하였고, 처리수준간의 차이를 분석하기 위하여 일원배치 분산분석(One-way ANOVA), 사후검정(Tukey HSD)을 하였다.

결과 및 고찰

1. 그루터기 맹아력 우세수종 선발시험

그루터기 맹아력 우세수종 선발시험 공시수종의 그루터기 활착율 결과는 Table 7과 같다.

시험처리 후 1차년도 그루터기 맹아력 우세수종 선발시험에서 활착율이 90%이상인 수종은 느티나무, 대팻집나무, 비목나무, 산딸나무, 상수리나무, 야광나무, 참느릅나무, 털야광나무, 팽나무, 장구밥나무, 진달래 등 총 13종 이었고, 시험 2차년도에서는 시험 1차년도에 활착율이 90%이상이었던 진달래, 병꽃나무, 대팻집나무가 침수 피해를 받아 활착율이 낮아졌다.

이는 일본사례에서 교목류인 때죽나무, 졸참나무, 밤나무, 벗나무의 활착율이 각각 64%, 62%, 58%, 55%, 진달래과 관목류의 활착율이 84%(八王子NTにおける根株移植工法の實驗と試行資料, 1997)인 결과와 九州大學 신캠퍼스의 활착율 81%(ソクゼエタク 등, 2003)보다 높은 활착율을 보이고 있었다. 일본의 사례와 본 시험의 결과가 다르게 나타난 이유는 일본에서의 시험은 식재시기가 3월, 5월, 7월에 식재한 시험결과이고, 본 시험은 그루터기 활착율이 좋은 늦가을(11월)과 초봄(3월)에 식재한 결과이기 때문으로 판단된다.

또한 상수리나무는 이식이 어렵다고 알려졌으나(한국조경학회, 2000) 상수리나무 그루터기의 활착율은 90%이상으로 나타났다. 이 결과는 일본의 사례(이기철과 김동필, 1992)에서 맹아력이 강한 상수리나무 그루터기는 생육이 양호하다는 점과 일치한 결과이다. 관목류인 국수나무, 산초나무 등은 초기 맹아발생

Table 7. Survival rate of root-stocks after transplanting

Species	Survival rate(%)	
	1 year	2 year
<i>Zelkova serrata</i>	100	100
<i>Ilex macropoda</i>	100	60
<i>Styrax japonica</i>	100	100
<i>Sorbus commixta</i>	43	40
<i>Melia azedaroch</i> var. <i>japonica</i>	60	60
<i>Lindera erythrocarpa</i>	100	100
Tree <i>Cornus kousa</i>	93	93
<i>Quercus acutissima</i>	90	90
<i>Malus baccata</i>	100	100
<i>Ulmus parvifolia</i>	100	100
<i>Cornus controversa</i>	40	40
<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i>	100	100
<i>Celtis sinensis</i>	100	100
-----	-----	-----
<i>Stephanandra incisa</i>	73	80
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	83	66.6
<i>Weigela subsessilis</i>	100	80
Shrub <i>Zanthoxylum schinifolium</i>	47	20
<i>Grewia biloba</i> var. <i>parviflora</i>	100	100
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	100	20
<i>Rhododendron schlippenbachi</i>	60	40

과 맹아생장이 양호하였으나, 장마철인 2002년 7월 이후에 활착율이 교목성 수종에 비하여 낮아졌다. 이들 공시수목을 관찰한 결과 공시수종이 활력을 잃고 자주 시들었으며, 잎의 색이 옅은 녹색 또는 누런 색으로 변하였고, 물이 잘 빠지지 않은 곳이 관찰되는 점으로 보아 국지적으로 불량한 배수 상태가 이들 공시수종에 악영향을 미친 것으로 생각된다.

2. 그루터기 뿌리·수간 절지부 처리시험

1) 수간길이

그루터기 수간(樹幹) 길이 별 성장량에 따른 유의성 검증은 Table 8과 같다.

수간 길이 시험은 시험처리 후 1차년도와 2차년도 모두 처리수준인 맹아길이에서 통계적으로 고도의 유의한 차이를 나타냈다.

Table 8. Growth rate by sprout and tree trunk length

Trunk length	1 year			2 year		
	Canopy area (cm ²)	Sprout number	Sprout length (cm)	Canopy area (cm ²)	Sprout number	Sprout length (cm)
10cm	5,322.2	33.3*	92.0***	10,148.9	19.2*	141.4***
35cm	8,065.1	54*	114.9***	11,699.4	35.5*	162.1***

*** : P < .001, * : P < .05

본 시험결과 수간길이 10cm 처리구에 비해 수간길이 35cm 처리구에서 수관면적, 맹아 수, 맹아길이의 생장량이 높게 나타났으며, 이는 ソンゼetak等(2003)의 시험에서 교목 그루터기의 경우 수간길이 30~40cm에서 활착율이 가장 높았던 것과 유사한 결과로서 활착에 영향을 주는 요인으로 판단되었다. 또한 본 시험에서 실시하지 않았던 관목의 경우는 일본 사례(ソンゼetak等, 2003)에서 수간길이 10cm가 활착율이 높게 나타난 것으로 보아 수목의 성상에 따라 활착율이 다른 것으로 생각된다.

2) 뿌리규격

그루터기 뿌리규격 수준간 생장량의 유의성 검증은 Table 9와 같다.

시험처리 후 1차년도와 2차년도 조사자료를 분석한 결과 수관면적과 맹아길이에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았고, 맹아 수에서만 통계적으로

유의한 차이를 나타냈다.

통계적으로 유의한 차이를 보인 맹아 수의 1차년도 조사에서는 '7배×5배' 처리구와 '5배×3배' 처리구에서 맹아수가 많았고, 시험 후 2차년도 조사에서는 '5배×5배' 처리구의 맹아수가 가장 많았다. 그러나 그루터기 굴취 작업의 효율성을 고려할 때 그루터기의 굴취 규격은 '5배×3배'와 '5배×5' 배가 가장 효율적이라 생각된다. 또한 시험식재 후 2차년도 뿌리규격 시험 6개 수준의 공시수종에 활착율이 100%였으며 (Table 10), 이는 조경공사시방서 뿌리분의 일반적인 규격인 뿌리폭은 근원직경의 4~5배, 뿌리 깊이는 뿌리분 폭의 2.4~3배(한국수자원공사, 1997)보다 작은 뿌리규격에서도 활착율은 좋은 것이다.

3) 수간 방부처리

그루터기 수간절지부의 증·발산 억제 및 부패 방지의 효과시험을 위해털아광나무를 공시수종으로 사용

Table 9. Growth and number of sprout by root ball size

Root ball size	1 year			2 year		
	Canopy area (cm ²)	Sprout number	Sprout length (cm)	Canopy area (cm ²)	Sprout number	Sprout length (cm)
W3D3	3,317.6	31.0*	76.6	7,467.7	12.0*	93.1
W3D5	5,085.2	36.1*	73.8	7,636.0	18.9*	101.2
W5D3	4,281.1	45.0*	62.2	6,679.1	22.4*	86.9
W5D5	4,322.0	40.2*	73.3	7,659.8	28.5*	97.0
W7D3	4,512.2	37.7*	73.8	6,448.3	26.9*	89.8
W7D5	3,990.0	45.8*	72.4	6,847.3	20.0*	93.7

* : P < .05

W3D3: 3 times root width × 3 times root depth, W3D5: 3 times root width × root depth, W5D3: 5 times root width × 3 times root depth, W5D5: 5 times root width × 5 times root depth, W7D3: 7 times root width × 5 times root depth

Table 10. Survival rate of root-stock by root ball size

Division	Root ball size					
	W3D3	W3D5	W5D3	W5D5	W7D3	W7D5
Survival rate(%)	100	100	100	100	100	100

Table 11. Growth rate of sprout by preservative treatment of root-stock

Treatment measure	1 year			2 year		
	Canopy area (cm ²)	Sprout number	Sprout length (cm)	Canopy area (cm ²)	Sprout number	Sprout length (cm)
Preservative treatment	3,830.5	52.2*	124.0**	8,690.4	34.9*	214.1**
Control plot	4,750.5	47.0*	94.0**	8,393.3	43.2*	194.5**

* : P < .05, ** : P < .01

하였고, 그루터기 수간 절지부에 방부처리한 후 무처리한 대조구와 생장량 차이를 비교한 결과는 Table 11이다.

시험처리 후 1차년도와 시험처리 후 2차년도 조사결과 맹아 길이와 맹아 수에서 통계적으로 유의한 차이가 인정되었고, 수관면적은 처리수준간 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

시험처리 후 1차년도 조사결과 무처리한 대조구에서 수관면적의 녹화효과가 방부처리구에 비해 비교적 높게 나타났으나, 시험처리 후 2차년도 조사결과에서는 수관면적과 맹아 생장량이 방부처리한 시험구가 무처리한 대조구에 비해 높게 나타났다. 이 결과는 수간절지부의 증·발산 억제제가 그루터기 생장량 증가에 효과가 있는 것으로 생각된다.

3. 그루터기 식재방법시험

1) 식재시기

그루터기 식재시기 처리수준간 공시수종의 수관면적, 맹아 수, 맹아길이의 종속변량에 대하여 분산분석한 결과는 Table 12와 같다. 1차와 2차조사에서 그루터기 식재시기 처리수준간 수관면적과 맹아생장 길이는 통계적으로 유의한 차이가 인정되었다.

시험 후 1차년도 조사결과 늦가을(2001년 11월) 식재한 처리구에서 공시수종들의 수관면적이 9,437.6cm²로 가장 넓었고, 다음으로 초봄(2002년 3월) 식재한 처리구의 수관면적이 넓게 나타났다. 맹아

성장길이 역시 늦가을(2001년 11월)에 식재한 처리구에서 맹아길이 147.9cm로 가장 길었고, 다음으로 초봄(2002년 3월) 식재한 처리구에서 맹아가 길게 나타났다. 시험 후 2차년도 조사결과에서 수관면적이 가장 넓은 식재시기는 늦가을과 초봄순으로 나타났고, 맹아 성장길이 역시 늦가을과 초봄 식재순으로 나타났다. 맹아 수는 1차년도보다 2차년도에 감소하였다.

그루터기 식재시기간에 생장량의 유의성을 분석하기 위해 식재 후 1차년도 조사와 식재 후 2차년도 조사 자료를 사후검정(Tukey HSD)한 결과는 Table 13과 같다. 시험 후 1차년도 조사결과에서 늦가을(11월) 식재와 초봄(3월) 식재 처리구가 늦봄(5월) 식재 처리구의 수관면적, 맹아길이에서 처리수준간 통계적으로 유의한 차이가 인정되었으며, 초봄 식재와 늦가을 식재 처리구간에서도 수관면적에서 유의한 생장 차이를 나타냈다. 식재 후 2차년도 조사결과에서도 늦가을 식재와 초봄 식재가 늦봄 식재의 수관면적, 맹아길이에서 처리수준간에 유의한 차이가 인정되었고, 특히 맹아길이에서 초봄 식재와 늦봄식재 처리구에서 유의한 차이가 1차년도보다 감소하였으며, 수관면적은 유의한 차이가 증가한 결과를 나타냈다.

이상의 결과로 볼 때, 식재시기가 자생수목 그루터기의 생육에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 일본 住宅·都市整備公団의 南八王子根株試驗場(1995)의 시험결과에 의하면, 낙엽수의 근계(根系) 휴면기인 가을(10월)에서 겨울(12월)에 그루터기 식재하였을 때 활착율이 80%이상으로 가장 좋았으며, 장마후 여름

Table 12. Growth rate of sprout by planting season of root-stock

Planting season	1 year			2 year		
	Canopy area (cm ²)	Sprout number	Sprout length (cm)	Canopy area (cm ²)	Sprout number	Sprout length (cm)
After fall(Nov.)	9,437.6***	40.5	108.9***	14,312.6***	27.4	147.9***
Early spring(Mar.)	6,482.6***	30.0	85.7***	11,125.9***	29.6	125.8***
After spring(May.)	2,998.8***	31.5	54.2***	5,942.3***	24.4	97.4***

*** : P < .001

Table 13. Effect of planting season (Turkey HSD)

Division	1 year			2 year		
	Planting season		Probability	Planting season		Probability
Canopy area	Nov.	Mar. May	* ***	Nov.	Mar. May	- ***
	Mar.	Nov. May	* *	Mar.	Nov. May	- ***
Sprout length	Nov.	Mar. May	- ***	Nov.	Mar. May	- ***
	Mar.	Nov. May	- ***	Mar.	Nov. May	- **
Sprout number	Nov.	Mar. May	- -	Nov.	Mar. May	- -
	Mar.	Nov. May	- -	Mar.	Nov. May	- -

***: P < .001, **: P < .01, *: P < .05

철에는 20%이하, 그 외 시기에는 약 40% ~ 60%인 것으로 보고되고 있다. 본 시험에서도 수목 휴면기인 늦가을(11월)에 식재한 그루터기에서 녹화효과가 가장 좋았으며, 초봄(3월) 식재, 늦봄(5월) 식재 순이었다. 이는 수목의 생리활동이 왕성한 시기에 그루터기를 식재하면 생장력이 현저하게 떨어지는 것으로 판단된다. 그러나 Table 14에서와 같이 식재시기별로 늦가을 식재 활착율이 100%로 가장 높았고, 다음으로 초봄, 늦봄 순이었다. 특히 늦봄(5월)식재에서도 활착율이 93.3%로 높게 나타났다.

2) 그루터기 식재 본수

단위면적 100㎡당 적정 식재밀도를 파악하기 위해서 식재 본수에 따라 10가지 수준으로 처리하여 수관면적을 측정하여 단위면적 100㎡에 대한 피복율(Table 15)을 산출하였다. 교목5주-관목9주 식재에서 12.1%로 피복율이 가장 높았으며, 교목10주-관목10주 식재 처리구, 교목10주-관목5주 식재 처리구순으로 피복율이 높게 나타났다.

Table 14. Survival rate of root-stock by planting season

Planting season	Survival rate(%)	
	1 year	2 year
After fall(Nov.)	100.0	100.0
Early spring(Mar.)	96.6	96.6
After spring(May.)	93.3	93.3

시험 후 2차년도에는 교목10주-관목6주 시험구에서 피복율이 21.2%로 가장 높게 나타났다. 이는 교목10주-관목6주 시험구에 식재되어 있는 물오리나무의 수관 폭 성장량이 크게 증가하였기 때문으로 판단되어진다.

4. 종합 고찰

본 시험결과에서 활착력이 90%이상인 수종은 느티나무, 때죽나무, 비목나무, 산딸나무, 상수리나무, 야광나무, 참느릅나무, 털야광나무, 팽나무, 장구밥나무 이상 총 10종이었다. 교목성 그루터기의 수간길이는 35cm가 적절하며, 그루터기 뿌리규격은 '5배×3배'와

Table 15. Number of planted trees and shrubs, and coverage rate of root-stock

Treatment measure (number/100㎡)	Coverage rate(%)	
	1 year	2 year
5 tree	1.6	3.6
8 shrub	2.2	4.7
10 tree	2.5	5.8
20 shrub	2.3	4.8
30 shrub	4.4	6.3
40 shrub	4.8	9.2
5 tree-9 shrub	12.1	13.6
5 tree-5 shrub	8.0	8.9
10 tree-10 shrub	10.5	6.8
10 tree-5 shrub	9.2	21.2

'5배×5배'가 적절하다고 판단되어진다. 또한 그루터기 절지부에 방부처리를 한 시험구가 활착력이 좋은 것으로 보아 방부처리가 수분 증·발산을 억제하는 효과가 있다고 판단되어지며, 그루터기 식재는 생리활동이 중단된 직후인 늦가을(11월)과 생리활동 시작 직후인 초봄(3월)까지의 식재가 가장 효율적이라고 판단되어진다.

하지만 본 시험은 공시수종의 수량 확보에 어려운 점 때문에 일반적인 통계시험의 반복 횟수 대로 이루어지지 못하여 반복간의 차이를 분석하지 못하였고, 공시수종의 종수가 제한적이어서 시험 결과를 모든 자생수종 그루터기에 적용하기에는 한계가 있으리라 판단되어진다. 또한 식재시기시험에서 식재시기별로 그루터기 성장기간에 차이 변수를 통계처리에서 제어하지 못하였으며, 그루터기 식재 분수 시험에서 공시수종간의 성장 특성 차이를 시험요인에서 배제하지 못하여 시험 결과에 영향을 미쳤으리라 판단되어진다. 이러한 연구 한계점을 극복하고 그루터기를 녹화재료로 사용하기 위해서는 일본사례(ソンゼクタク等, 2003)에 서와 같이 그루터기의 근원직경별 활착율과 성장량 변화 연구, 수종별 또는 수간길이별 활착율과 성장량 변화 시험이 필요하다고 사료된다.

인용 문헌

광주광역시(1999) 무등산 군부대 이전지 및 원주민촌 철거지 복원 기본 및 실시설계 종합보고서. 광주광역시, 100쪽.

광주시상청 기상측정자료(2001년 11월부터 2003년 10월까지)(미발행 자료).

국립공원관리공단(1994) 지리산국립공원 훼손지 복구 환경조사 및 실시설계. 국립공원관리공단, 141쪽.

오구균, 나경태(2003) 자생수목 그루터기를 재활용한 에코녹화공법 개발연구(Ⅱ)-그루터기 식재 및 시공 기술-. 산업기술연구논문집(호남대학교) 11: 149-156.

오구균, 박석곤(2003) 자생수목 그루터기를 재활용한 에코녹화공법 개발연구(Ⅰ)-자생수목 그루터기 처리-. 산업기술연구논문집(호남대학교) 11: 137-148.

이기철, 김동필(1992) 최첨단의 녹화기술. 명보문화사, 291쪽.

이경준, 이승재(2001) 조경수 식재관리기술. 서울대학교 출판부, 447쪽.

한국조경학회(2000) 조경수목학. 문운당, 386쪽.

한국수자원공사(1997) 조경공사시방서(표준안). 한국수자원공사, 272쪽.

KT(2002) 무등1중계소 환경복원공사 설계 종합보고서. KT, 45쪽.

住宅·都市整備公団 首都圏都市開発本部 八王子開發事務所(1997) 八王子NTにおける根株移植工法の實驗と試行資料. 21pp.

住宅·都市整備公団 首都圏都市開発本部 八王子開發事務所(1995) 根株移植工法設計 マニュアル 95. 24pp.

ソンゼクタク, 薛孝夫, 金大雄, 上田智行(2003) 根株移植した樹木の移植 2年後の生育状況について. 日本造園學會支部 平成15年度 別府大會論文集 : pp.38-39.

小林裕志, 福山正隆(2001) 綠地環境學. 文永堂出版. 304pp.