

# 컨테이너에서 재배된 백목련과 자귀나무의 이식전후 생장률 평가

김태진 · 김학범

한경대학교 조경공학과

## An Evaluation on the Growth Rates of *Magnolia denudata* and *Albizzia julibrissin* Produced in Containers

Kim, Tae-Jin · Kim, Hak-Beom

Department of Landscape Architecture, Hankyong National University

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the growth rate of landscape trees produced in containers for three year, and the growth rate of the establishment period during sixth month~twelve months after transplanting. Two types of container such as plastic pot(pot) and fabric growing bag(bag) were adopted to restrict tree roots. Each type of container was divided into seven sub-types. One traditional production method was included as comparison.

Two landscape woody plant species (*Magnolia denudata*, *Albizzia julibrissin*) were planted in the seven sub-types of container. After one or two growing season in the container, the trees of each container type were transplanted. Half of the trees were transplanted in the mild spring season, and the other half were transplanted in the improper summer season. The data was collected on the diameter of root collar and the tree height in each year.

The research results are as follows;

1. Container production method was lower than the traditional production methods by 1.3 times ~ 2 times in the growth rates.
2. The Geocell bag and Root control bag revealed higher growth rates than pp-woven bag. And pot-in-pot(double pot)system revealed higher growth rates than the other container pot system in *Magnolia denudata*. There were no differences in the growth rates between container production system in *Albizzia julibrissin*.
3. The growth rates of improper transplanting trees was high in the “pot” type - “bag” type - “control” in descending order. Especially, the growth rates of “pot” type revealed higher than “control”

by 4 times.

4. From the results of ANOVA and Ad hoc test, the variable of growth factors of each container types in improper transplanting experiment was not significant for a range of 5% or 1% level. And the growth rates of traditional production method was lower than the container production method.

5. There was no differences in growth rate between the containerized and the traditional production system in the case of proper transplanting experiment. The growth rates of diameter of root collar was higher in the "control". The growth rates of tree height was higher in the "bag" type.

Finally, based upon the results of this study, subsequent research on the development of container materials and maintaining methods that focused on the growth rates would be required.

*Key Words : Container Production, Growing Bag, Container Pot, Transplanting*

## I. 서론

조경수목의 컨테이너 생산방식은 무엇보다 부적기 이식의 성공률을 높이고, 균일 품질의 수목을 집약적으로 공급할 수 있다는 데 그 장점이 있다. 특히 임해매립지, 쓰레기매립장 등 수목이 생육하기 어려운 장소에서 활착률을 높이기 위해서도 유용한 방법으로서, 컨테이너를 이용한 조경수목의 재배는 앞으로 점점 그 중요성이 높아질 것으로 예상된다(김동욱과 김민수, 2000). 선진국인 미국과 일본 등에서는 20여 년 전부터 컨테이너 생산기술을 도입하여 이미 실용화하고 있으나, 우리나라의 경우, 기후여건 상 그 도입을 신중히 검토하고 있는 단계에 있다. 컨테이너 생산을 본격화하기 위한 연구는 아직 기초적인 수준에 머물고 있는 실정이며, 우리 여건에서의 그 효용성에 대한 검증이 이루어지지 않고 있다.

컨테이너를 이용한 조경수의 생산 및 관리기술은 기존의 노지생산 기법과는 상당히 다르다. 왜냐하면, 컨테이너생산방식은 생산에서 출하 전 까지 주기적(대개 3년)으로 큰 분으로 옮겨주는 것이 일반적이다. 따라서 이러한 분갈이를 통해 적절한 근권 공간이 확보될 수 있는 여부에 따라 수목의 생장과 규격에도 영향을 미친다. 식재 과정에서 컨테이너 재배수목의 경우 사전작업을 많이 생략할 수 있어 식재 시 전정 작업 등의 사전작업이 불필요하다. 따라서 기존 수형을 최대한 유지할 수 있고 식재 이후의 충격과 생장 둔화를 줄일 수 있게된

다. 그러나 컨테이너 생산방식으로 육성된 수목은 식재지에 정식된 후, 노지재배 방식보다 초기 관수가 더 자주 이루어지지 않으면 활착과 생장에 영향을 줄 수 있다. 이처럼 컨테이너 방식은 이식까지의 수형 보전과 초기 활착에 있어서는 유리한 반면, 제한된 컨테이너 공간 안에서 근계 구조가 말리거나 왜곡될 경우, 식재 후 장기적으로는 건전한 생육에 지장을 줄 수 있다. 컨테이너에서의 재배방식 적정성 여하에 따라서는 현장에 이식된 후의 수목 생장에도 영향을 줄 수 있다.

어떤 종류의 컨테이너에서 재배되는가에 따라서는 관리방식이 다르다. 플라스틱 분에서의 근계 발달 속도는 다공질 생장 백보다 늦은 경향이 있으므로 플라스틱 분에서의 생육기간은 부적포류의 생장 백보다 상대적으로 1년~2년 길게 유지할 수 있다(日本造園建設業協會 등, 1992). 따라서 현장에 식재되기 전, 컨테이너 상태로 지나치게 장기간 육성하기보다는 컨테이너에서 적정 재배기간을 유지하고 생장특성에 따른 관리방법을 적용해야 한다. 근권이 제한된 플라스틱 분 종류는 수목의 뿌리가 밖으로 빠져나가지 못하여 노지생산과 같은 조건으로 관리하게 되면, 수고생장이 위축되고 대신 부피(직경)생장이 왕성해진다. 심할 경우 수형이 왜성화, 분재수형화 되는 경향이 있다. 이를 방지하고 정상적인 수형을 형성하기 위해서는 주기적인 관수와 비배관리가 따라야 한다. 이러한 관리조건 하에서는 오히려 전통적인 노지생산 수목보다 수고생장이 왕성해지면서 보다 빨리 출하규격에 도달할 수 있다.

다공질로 이루어진 부직포(fabric growing bag)를 주재료로 제작된 생장 백(bag) 종류는 기존 노지생산 방식과 컨테이너 생산방식의 중간성격을 갖는다. 생장 백은 뿌리분의 휘말림 현상을 방지할 수 있어 이식 후 건전한 뿌리구조를 확보할 수 있다. 생장 백은 컨테이너 분의 단점인 근권 내외부의 토양수분 흐름의 정체현상을 터줄 수 있는 반면, 부직포 백의 뿌리제어 효과는 플라스틱 분에 비해 떨어진다. Whitcomb(1984)의 연구에 의하면 생장 백에 식재된 수목은 노지생산수목에 더 가까운 생장특성을 보인다. 김태진과 김학범(2001)의 연구결과도 생장백 방식은 부적기 이식 후 플라스틱 분에 비해 초기 위조율 및 하자 발생률이 높은 것으로 나타났다.

이식 후의 생장은 재배기간에 따라 영향을 받는 경향이 있다. 日本造園建設業協會 등(1992)의 연구결과를 보면, 다공질 백에서의 재배기간이 짧은 것이 긴 것보다 이식 후의 성장력이 상대적 우수하다고 하였다. 서울시 양묘사업소(1980)의 연구에서는 노지재배가 용기재배보다 높은 성장량을 보였다. 한국도로공사(1993)에서는 용기재배수목의 생장이 노지재배 수목보다 앞섰는데, 그 원인을 당초 식재수목 자체의 묘목의 건전도 차이로 해석하여, 용기생산수목의 상대적 성장경향에 대해 일정한 결론을 내리지 못하였다. 다만 부적기 이식시의 뿌리의 세근 발달상황은 용기재배의 경우가 노지재배보다 양호한 것으로 발표하였다. 그러나 상기의 국내연구에서 채택한 시험용 컨테이너는 그 종류가 단순하거나 기존의 원예용 플라스틱 용기를 그대로 이용하였기 때문에 정확한 성장결과와의 비교가 어렵다는 문제점이 있다. 그 밖의 최근 컨테이너 생장관련 연구주제는 컨테이너 재배와 노지재배 수목의 이식 후 생장 및 스트레스 영향에 대한 비교연구(Appleton, 1995; Dickinson and Whitcomb, 1977; Dana and Blessing, 1994; Whitcomb, 1984; Watson, 1994), 특히 다양한 구조의 컨테이너 공간내 근계 발달 상황에 따른 이식 후의 활착, 세근발달의 상대적 차이를 비교하는 연구(Appleton, 1994; Hathway and whitcomb, 1976)가 수행되었다. 컨테이너의 재료에 대한 연구로서는 생장억제성분 처리에 따른 뿌리부의 생장양상을 평가하여 컨테이너 재배의 한계성을 극복하려는 연구(Ruter, 1994; Reiger and Whitcomb,

1983; Beeson and Newton, 1992), 컨테이너 내부의 “휘돌아 감는 뿌리(circling root)”의 방지를 위해 부직포 소재의 뿌리제어용 백(fabric root control bag), 토목용 부직포(geotextile fabric)에 체초제 성분의 화학적 생장억제제를 채용한 용기, 생장억제 성분을 라텍스 페인트와 섞어 용기내부에 도포하는 방식 등 다양한 물리화학적 기술(Martin and Battacharya, 1995; Struve et al., 1994; Milbocker, 1994) 등에 대한 연구가 진행되고 있다.

이러한 국내의 선행연구 검토를 통해 본 연구에서는 몇가지 컨테이너 종류별로 기존의 노지생산방식과 비교하여 생산과정에서의 생장을 저하 여부나 이식 이후의 생장동태가 어떻게 차이가 나는 지를 함으로써 컨테이너에 의한 조경수 생산방식의 경제성을 판단하고 그 생리적 이해를 돕고자 한다. 이를 위해 실제 조경수 농장에서 재배하듯이 컨테이너 생산방식과 기존 노지 재배방식에 의해 적정기간 재배된 조경수목의 최종 성장률을 평가하였다. 또한 컨테이너에서 일정기간 생육된 후, 적기와 부적기에 나누어 식재된 조경수목의 이식 후의 성장률을 분석하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 공시식물 재료

공시식물은 백목련(*Magnolia denudata*), 자귀나무(*Albizia julibrissin*)를 사용하였다. 두 수종 모두 조경수로 많이 사용되고 있으며 생장 및 근계발달 속도가 빨라 단기간에 성장결과를 판단할 수 있다는 점에서 공시식물로 선정하였다. 백목련은 이식이 용이(보통)한 반면, 자귀나무는 직근성으로서 이식이 아주 어려운 수종이므로 비교를 위해 두 수종을 선정하였다. 수목규격은 많이 사용되는 중형 컨테이너에서 실험할 수 있는 크기를 고려하고 상대적 성장속도 차이를 감안하여 백목련은 H:2.5×R4.0, 자귀나무는 H:2.0×R3.0이며 해당규격의 허용오차는 ±10% 범위 이내로 하였다.

수종별 공시수목의 수량은 백목련의 경우 한 개 단위 시험구 당 21주(7처리×3반복)의 5반복으로 105주가 실험에 사용되었고, 자귀나무는 단위 시험구 당 24주(8

처리×3반복)의 5반복으로 120주로서, 총 225주가 실험에 사용되었다.

2) 공시 토양

본 연구에 사용된 토양재료는 컨테이너 내에 담겨지는 특성상 배수, 보습, 양분보유 기능을 강화하기 위해 마사를 함유한 발효에 판매 상태를 80:20의 부피비로 혼합하여 사용하였다. Table 1에 나타난 것처럼 pot medium은 비교적 모래함량이 많은 편으로서 무엇보다 배수가 잘 되도록 하였다. 대조구 토양과 양료성분 차이를 최소화하기 위해 부속상토는 최소비율로 혼합하였다.

Table 1. Soil texture and chemical properties

Location	Classification	Particle size distribution(% kg/kg)				Organic matter (% m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	CEC (mEq 100g <sup>-1</sup> )
		Sand	Silt	Clay	pH		
container	Sandy Loam (SL)	77	9	14	6.38	1.1	9.43
control	Sandy Loam (SL)	70	12	18	6.02	1.0	6.46

3) 실험용 컨테이너

공시 컨테이너는 크게 플라스틱 분, 다공질 성장 백의 두 가지로 구분하고 이 두 종을 다시 7종으로 세분화하였으며 대조구를 포함하여 총 8처리로 구성되었다. 각 컨테이너는 공시수목이 2년 후에 자랄 크기를 고려하여 용량이 약 55리터(15gallon) 정도로 결정하였다. 성장 백은 내부 평균직경이 35cm 내외의 규격으로, 플라스틱 분은 상부직경 38-43cm, 하부직경 34-37cm으로 하였으며, 각 컨테이너의 깊이는 38-45cm 내외의 규격 범위 내에서 약 55리터의 용량이 되는 컨테이너를 구입하거나 자체 제작하였다.

(1) 플라스틱 이중 분

뿌리부의 저온피해 방지와 배수성 증진, 굴취 편의성을 고려하여 플라스틱 분을 두 개로 겹쳐놓은 이중 분(double plastic pot: pot-in-pot)으로 구성하였다. 이것을 다시 지면 위에 놓는 경우(above-ground)와 땅을 파고 묻는(in-ground) 경우로 나누어 구성하였다.

(2) 단일 플라스틱 분에 다공질 성장 백을 끼워 넣은 절충형

이 절충형은 분 내부에서 뿌리가 휘감기는 현상을 최

소화하기 위해 플라스틱 분에 성장 백을 끼워 넣는 (bag-in-pot)방식을 구성하였다. 마찬가지로 이것을 지상 거치식(above-ground)과 지하 매설식(in-ground)으로 나누었다.

(3) 매설식 다공질 성장 백

다공질 성장 백(fabric growing bag)은 세 종류를 실험에 사용하였다. ① 부직포의 다공질 특성을 이용하여 제작된 “근권제한용 백(Root control bag)”, ② 내구력이 강한 토목섬유(geotextile)에 성장 억제제를 보강한 “지오셀(Geo-cell)”, ③ 곡물 포장용으로 쓰이는 직조마대를 두겹으로 자체 제작한 “폴리프로필렌(PP)마대”로 구성하였다.

Table 2. Types of experiment container

type	composition	display method
plastic pot	pot-in-pot	above-ground
		in-ground
	bag-in-pot	above-ground
		in-ground
growing bag	in-ground	Root control bag
		Geocell bag
		PP woven textile bag

2. 실험방법

1) 컨테이너 재배기간의 생장평가를 위한 실험설계

총 7종류의 컨테이너에 정식한 상태로 3년간 계속 생육시킨 후의 생장량을 비교하기 위해 Figure 1과 같이 단위시험구를 구성하여 오산지역에 위치한 실험포지에 설치하였다. 이 단위포지는 각 수종별로 5반복 배치되

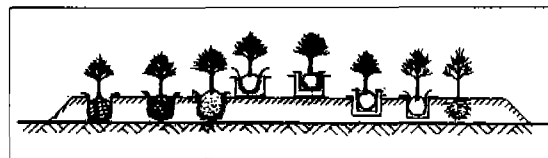


Figure 1. Diagram of element block

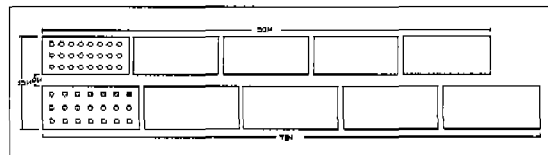


Figure 2. Design of experiment block

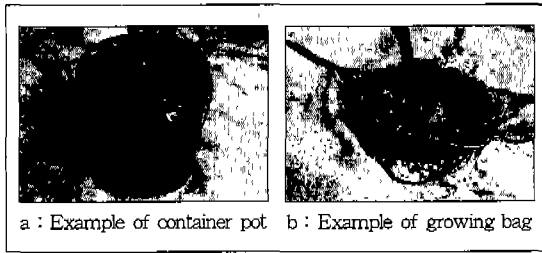


Figure 3. Types of experiment container

어 전체 실험포지는 1,200m<sup>2</sup> (약 360평)의 장방형으로 조성되었다.

2) 컨테이너로부터 이식 후 성장평가를 위한 실험설계  
전주지역에서 컨테이너에 정식되어 성장한 수목을 부적기(1998년 8월 중순)와 적기(1999년 4월초순)로 반반씩 나뉘어 경기도 안성지역 한경대학교 실습농장 이식시험용 포지 약 500평에 부적기 이식포지와 적기 이식포지에 컨테이너 종별, 수종별 무작위 임의 식재되었다. 이식포지에 도착한 컨테이너 생산수목은 각 컨테이너를 벗겨낸 후 당일 식재를 완료하였다. 이식 직후에는 충분히 관수하였으며, 건조가 계속되는 건기에는 인공관수를 실시하였다. 병충해 방제를 위해 코니도 입제 2,000배 액을 4월, 7월 총2회 살포하였으며 별도의 시비는 실시하지 않았다. 적기이식과 부적기 이식에 식재된 수종별 수목 수량은 부적기이식(1998. 8월 이식)의 경우, 백목련(H:3.0×R5.0)이 42주, 자귀나무(H:2.0×R3.0)가 59주 사용되었다. 적기이식(1999. 4월 이식)은 백목련(H:3.0×R5.0)이 38주, 자귀나무(H:2.0×R3.0)가 59주로서 총 198주가 사용되었다.

3) 측정 및 평가

컨테이너에서의 장기 생육실험은 3년 간 실시되었는데, 각 컨테이너에 식재된 후 매년 봄과 가을 휴지기에 두 번씩 총 6회 측정하였다. 이식 후 스트레스에 따른 성장량의 차이를 비교하는 실험의 경우, 부적기 이식수목은 이식 후 성장휴지기에 도달한 늦가을(1998년 11월)에 1차 성장량을 측정하고, 실험 종료시점인 이듬해 가을(1999년 11월)에 1년간의 성장량을 측정을 실시하였다. 적기이식수목은 이식된 1999년 봄(1999년 4월)부터 그해 가을 연구종료 시(1999.10)까지 6개월 간의

근원경(R)과 수고(H)를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 컨테이너 장기 재배수목의 성장 평가

1) 근원직경 및 수고 성장

백목련의 경우는 Table 3과 같이 근원경 및 수고 성장 모두 대조구인 노지생육, bag, pot 순으로 생장이 좋은 것으로 나타났다. 컨테이너에 의한 생산방식에 있어서는 bag방식이 pot 방식보다 높은 성장률을 보이고 있다.

자귀나무의 경우는 근원경과 수고성장 모두 노지생산방식이 컨테이너생산방식에 비해 높은 성장률을 보였으며, 플라스틱 pot류의 생장은 가장 저조하여 평균에 못 미치고 있다.

Table 3. Growth rates of *Magnolia denudata* and *Albizzia julibrissin* (unit: cm)

		Control	Bag	Pot	Average
<i>Magnolia enudata</i>	R	17.2	12.5	8.4	11.5
	H	306	272	165	232
<i>Albizzia julibrissin</i>	R	30.3	20.8	21.1	22.9
	H	178	136	108	139

2) 컨테이너 종류에 따른 수목 성장

컨테이너의 종류에 따른 공시 수목의 성장량의 차이를 비교하기 위하여 DUNCAN의 다중범위검정을 실시하였다.

백목련의 경우 Table 4에 나타난 바와 같이 직경 및 수고 성장량에서 0.01, 0.05수준에서 고도의 유의차가 인정되었다. 대조구인 노지생산방식이 가장 높은 성장률을 보여 뚜렷한 차이를 보였으며, 컨테이너 방식 중에서는 bag 방식이 pot(특히 bag-in-pot)방식에 비해 높은 성장률 차이를 보이고 있다. bag 방식 중에서는 Geocell bag, Root control bag이 PP-bag에 비해 현저한 성장차이를 보였으며, pot 방식 중에서는 pot-in-pot과 같은 이중 분(double pot)방식이 여타의 pot방식보다 상대적으로 높은 성장을 보이고 있다 (Table 5 참조).

자귀나무의 경우 Table 6과 같이 근원경 성장에서만 0.05 수준의 유의성이 인정되었으며, 수고성장에서는

Table 4. Results of ANOVA on growth rates among type of container in *Magnolia denudata*

a: Results of ANOVA for variable of diameter of root collar

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	927.63	6	154.61	5.72	0.00
Within	1568.24	58	27.04		
Total	2495.88	64			

b: Results of ANOVA for variable of tree hight

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	2421.62	6	403.60	2.662	0.03
Within	7731.90	51	151.61		
Total	10153.52	57			

Table 5. Result of Multiple Range Test on growth rates among type of container in *Magnolia denudata*

a: Results of Multiple Range Test for variable of diameter of root collar

bag-in-pot (under)	bag-in-pot (above)	pp bag	pot-in-pot (under)	root control bag	geocell bag	control
6.1	6.5	11.5	12.6	12.7	13.4	17.2
----- a -----		----- b -----		----- bc -----		----- c -----

b: Results of Multiple Range Test for variable of tree hight

bag-in-pot (under)	bag-in-pot (above)	pot-in-pot (under)	pp bag	root control bag	geocell bag	control
137	147	211	241	269	306	306
----- a -----		----- ab -----		----- c -----		

Table 6. Results of ANOVA on growth rates among type of container in *Albizzia julibrissin*

a: Results of ANOVA for variable of diameter of root collar

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	1755.84	7	250.83	2.84	0.02
Within	4065.84	46	88.39		
Total	5821.68	53			

b: Results of ANOVA for variable of tree hight

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	98093.89	7	14013.41	2.64	0.02
Within	244408.11	46	5313.22		
Total	342502.00	53			

Table 7. Results of Multiple Range Test on diameter of root collar among types of container in *Albizzia julibrissin*

geocell bag	bag-in-pot (under)	bag-in-pot (under)	bag-in-pot (above)	bag-in-pot (above)	root control bag	pp bag	control
11.6	19.3	20.4	22.0	22.9	25.3	25.4	30.3
----- a -----			----- ab -----		----- b -----		

유의차가 인정되지 않았다. 이는 자귀나무의 경우, 옆으로 퍼지는 수형 조건상 수고 측정의 일관성을 유지하기 어려워 측정오차가 발생했을 것으로 사료된다. 근원경 성장에서 대조구인 노지생산방식이 컨테이너방식에 비해 높은 성장차이를 보였으며, 컨테이너 생산방식들 간에는 큰 차이가 나타나지 않았다(Table 7 참조).

## 2. 컨테이너에서 노지 이식 후의 수목성장 평가

### 1) 부적기 이식후의 수목 생장률 비교

#### (1) 근원직경 및 수고 생장

부적기 이식후의 생장은 백목련의 경우, Table 8과 같이 근원경과 수고에 있어서 컨테이너생산방식인 pot류가 비교적 높은 성장률을 보였다. 이식 시 뿌리손실이 상대적으로 적은 pot 이식목의 경우, 근원경 기준으로 대조구에 비해 4배 가까이 높은 성장을 기록하고 있어 일반적으로 컨테이너의 경우, 이식 후 초기 생장에 유리한 것을 알 수 있다.

자귀나무의 경우 부적기에 이식된 노지생산수목은 pot류 활착율에 비해 50%에 불과하여 살아남은 수목

Table 8. Growth rates of *Magnolia denudata* and *Albizzia julibrissin* (unit: cm)

		Control	Bag	Pot	Average
<i>Magnolia denudata</i>	R	0.5	1.9	1.9	1.9
	H	6.3	1.7	10.5	8.3
<i>Albizzia julibrissin</i>	R	4.3	6.2	8.8	7.3
	H	97.0	25.3	30.0	30.3

만을 대상으로 측정하였다. Table 8과 같이 근원직경에 있어서 pot류 - bag류 - 대조구의 순으로 높은 성장을 보이는 것은 백목련과 동일하였다. 반면 수고생장은 백목련의 경우와 달리 대조구가 월등히 높게 나타났다. 컨테이너 생산수목은 이식 시 뿌리손실이 상대적으로 적었기 때문에 신장생장을 왕성하게 하였으나 이리

한 수목일수록 월등 이듬해 고사한 경우가 많았다. 따라서 자귀나무의 수고 성장에 있어서 컨테이너생산 수목이 대조구의 비해 상대적인 열세를 나타낸 것은 예외적인 상황으로 해석하는 것이 타당할 것이다.

(2) 컨테이너 종류에 따른 수목 성장

컨테이너의 종류에 따른 부적기 식재 이후의 성장 차이를 비교하기 위하여 DUNCAN의 다중범위검정을 실시한 결과는 Table 9, Table 10과 같다. 백목련과 자귀나무 모두 이식 후의 성장에 있어 컨테이너 종류에 따른 유의차가 인정되지 않았다. 다만 컨테이너 생산방식 중의 하나인 bag-in-pot(above)의 성장이 상대적으로 우세한 경우가 많았으며, 대조구인 노지생산방식의 성장률은 자귀나무의 수고성장률을 제외하고는 전반적으로 저조하였다.

Table 9. Results of ANOVA on growth rates among type of container in *Magnolia denudata*

a: Results of ANOVA for variable of diameter of root collar

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	23.80	7	3.40	2.11	0.09
Within	35.50	22	1.61		
Total	59.30	293			

b: Results of ANOVA for variable of tree height

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	241.78	7	34.54	1.37	0.27
Within	556.88	22	25.31		
Total	798.67	29			

Table 10. Results of ANOVA on growth rates among type of container in *Albizia julibrissin*

a: Results of ANOVA for variable of diameter of root collar

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	148.61	7	21.23	0.86	0.55
Within	715.99	29	24.69		
Total	864.57	36			

b: Results of ANOVA for variable of tree height

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	22342.21	7	3191.74	1.77	0.13
Within	55801.69	31	1800.05		
Total	78143.90	38			

2) 적기 이식후의 성장률 비교

(1) 근원직경 및 수고 성장

적기이식후의 성장률은 Table 11과 같았다. 적기이식 후에는 전체적으로 균일한 성장을 보이나 백목련의 경우, 노지식재 대조구가 조금 높게 나타나고 있다. 노지생산방식과 컨테이너생산방식 간의 적기이식 후의 수목 성장률 차이는 크지 않아 전체적으로 균일한 성장을 보이나, 자귀나무의 경우 bag류의 수고성장률이 상대적으로 높게 나타나고 있다. 적기이식에서 백목련, 자귀나무 공통적으로 수고성장률은 bag류가 상대적으로 높은 반면, 직경성장률은 대조구인 노지생산방식이 높게 나타났다.

Table 11. Growth rates of *Magnolia denudata* and *Albizia julibrissin* (unit: cm)

		Control	Bag	Pot	Average
<i>Magnolia denudata</i>	R	3.5	1.9	2.6	2.2
	H	14.3	15.4	12.4	14.0
<i>Albizia julibrissin</i>	R	8.8	7.7	8.3	8.0
	H	55.1	71.6	38.4	54.2

(2) 컨테이너 종류에 따른 수목 성장

컨테이너의 종류에 따른 적기이식 이후의 수목 성장률의 차이를 비교하기 위하여 Duncan의 다중범위검정을 실시하였다. 백목련의 경우 컨테이너 종류에 따른 수목 성장률의 유의차는 인정되지 않았다(Table 12). 자귀나무의 경우 직경생장에 대한 컨테이너 종류별 유의차는 인정되지 않았으나, 수고생장에 대해서는 0.05 수준에서 유의성이 인정되었다(Table 13). 컨테이너

Table 12. Results of ANOVA on growth rates among type of container in *Magnolia denudata*

a: Results of ANOVA for variable of diameter of root collar

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	45.76	7	6.53	0.60	0.75
Within	391.92	36	10.89		
Total	437.68	43			

b: Results of ANOVA for variable of tree height

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	2826.81	7	403.83	0.77	0.61
Within	19347.10	37	522.90		
Total	22173.91	44			

Table13. Results of ANOVA on growth rates among type of container in *Albizia julibrissin*  
a: Results of ANOVA for variable of diameter of root collar

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	116.67	7	16.67	1.23	0.31
Within	608.31	45	13.52		
Total	724.98	52			

b: Results of ANOVA for variable of tree height

	Sum of Squares	df	Means Squares	F	Sig.
Between	19842.39	7	2834.63	2.24	0.05
Within	56933.73	45	1265.19		
Total	76776.11	52			

Table 14. Results of Multiple Range Test on tree height among types of container in *Albizia julibrissin*

bag-in-pot (above)	bag-in-pot (above)	bag-in-pot (under)	bag-in-pot (under)	geocell bag	control	root control bag	pp bag
26.4	41.8	42.4	43.0	50.0	55.1	80.1	84.6
a			ab			b	

bag류에 의해 생산된 수목은 타 생산방식에 비해 적기 이식 후의 수고생장이 높게 나타났다. 적기이식에 따른 생장 차이는 두 수종 공통적으로 생산방식에 따라 크게 영향을 받지 않는 결과를 보이는데, 이는 적기이식 후의 생육기간이 6개월 남짓밖에 안되어 측정기간의 상대적 차이가 크지 않을 것으로 사료된다.

#### IV. 결론

본 연구는 첫째, 조경수목이 각 유형별 컨테이너에서 육성되는 기간동안의 생장률 변화와 차이를 기존 노지 생산 수목과 비교해 보고, 둘째, 적기 및 부적기 이식 후 생장평가를 실시함으로써 컨테이너생산 조경수목이 이식 후 어느 정도 생장률 변화를 보이는지 분석하였다. 이를 통해 컨테이너 재질과 구성 방식에 따르는 생장 차이를 구명함으로써 컨테이너 생산방식의 생산성과 조경수목의 생장특성을 밝힐 수 있었다.

컨테이너 재질은 크게 플라스틱 분과 다공성 생장 백, 두 가지를 이용하였고, 대조구와 이 두 가지 소재를 이용한 변형제품들을 추가하여 총 7종~8종의 처리구를

만들어 컨테이너 육성실험 및 이식실험을 실시하였다. 육성실험은 약 3년간 해당 처리구에서 육성된 수목을 대상으로 최종 년도에 생장평가를 실시하였다. 이식 후 생장평가실험은 일정규격을 가진 수목재료를 각 컨테이너에 정식하여 2년 정도 생장기간을 거친 후, 부적기(8월)와 적기(4월)로 나누어 각기 이식되었다. 각 컨테이너 생산방식 및 수종별 근원직경과 수고를 측정하고 최종 생장률을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 컨테이너에서의 장기 생육실험 결과, 두 수종 모두 대조구인 노지생산방식이 근원 및 수고 생장량에 있어서 컨테이너 생산방식보다 평균 1.3배(bag) ~ 최고 2배(pot) 정도 높은 생장력을 나타냈다. 컨테이너에 의한 생산방식에 있어서는 bag방식이 pot 방식보다 평균 1.5배정도 높은 생장률을 나타냈다. 이러한 생장량의 상대적 차이는 Duncan test에 의한 다중검정을 실시한 결과, 0.01, 0.05수준에서 통계적인 유의성이 확인되었다. 이는 플라스틱 pot의 구조상 근권이 제한되었기 때문일 것으로 사료되며, 우리나라 기후여건에서는 건조피해와 동해피해에 취약하여 평균생장량에도 못 미친다는 것을 확인할 수 있었다.

2. 백목련의 경우, 생장bag 중 Geocell bag, Root control bag이 pp-bag에 비해 현저한 높은 생장률을 나타내 보였으며, pot 방식 중에서는 pot-in-pot (double pot)방식이 기타 pot 방식보다 상대적으로 높은 생장률을 나타냈다. 자귀나무의 경우, 근원경 생장에서 대조구인 노지생산방식이 컨테이너방식에 비해 높은 생장률을 나타냈으며, 컨테이너 생산방식들간에는 큰 차이가 나타나지 않았다.

3. 부적기에 이식된 수목의 생장특성은 컨테이너 장기실험결과와 전혀 다르게 나타났다. 수종에 관계없이 생산방식 중 pot류-bag류-대조구의 순으로 높은 생장률을 보였다. 근원경의 경우, pot 생산방식은 대조구에 비해 4배 가까이 높은 생장을 기록하고 있어 일반적으로 컨테이너류는 이식 후의 초기생장이 왕성한 것을 알 수 있었다. 예외적으로 자귀나무 수고생장의 경우, 대조구가 가장 높은 생장을 보였다.

4. 컨테이너 종류별 부적기 이식수목의 생장률 비교



를 위해 DUNCAN의 다중범위검정을 실시한 결과, 백목련과 자귀나무 모두 이식 후의 생장에 있어 컨테이너 종류별 유의차가 인정되지 않았다. 노지 생산방식의 생장률은 자귀나무의 수고생장을 제외하고는 전반적으로 저조하였다. 이는 노지 생산수목의 경우, 부적기 이식에 따른 스트레스를 많이 받았기 때문이라고 생각된다.

5. 적기 이식후의 노지 생산방식과 컨테이너 생산방식 간의 수목 생장량 차이는 부적기 이식의 경우와 달리 두 수종 공통적으로 크지 않았다. 수종에 관계없이 적경 생장량은 노지 생산방식이 높게 나타난 반면, 수고생장량은 bag류가 상대적으로 높게 나타났다. 컨테이너 종류별 적기 이식수목의 생장량 비교를 위해 DUNCAN의 다중범위검정을 실시한 결과, 자귀나무의 수고생장에 대해서만 0.05수준에서 유의성이 인정되었다. 이는 적기이식 후의 생육기간이 6개월 남짓밖에 안되어 측정치간의 상대적 차이가 아직 크지 않았기 때문일 것으로 사료된다.

이상으로 본 연구는 컨테이너 육성단계와 이식후의 정착단계를 중심으로 조경수목의 생장특성을 분석하였다. 육성단계에서는 전반적으로 컨테이너 생산방식인 pot와 bag의 생장률이 상대적으로 낮은 것을 발견할 수 있었으며, 이식 후의 정착단계에서는 이러한 생장률의 차이가 적어진다는 것을 발견할 수 있었다. 특히 컨테이너에서 육성된 조경수는 부적기 이식 후 빠른 생장을 보여줌으로써 불리한 여건에 식재될 경우, 초기에 속히 적응하는 능력이 있다는 것을 보여주었다. 추후 본 연구결과를 토대로 하여 컨테이너 육성단계에서 생장률을 높일 수 있는 생산관리기법 및 이러한 생장특성을 반영한 컨테이너 재료 개발에 대한 후속 연구가 필요할 것이다.

## 인용문헌

1. 김동욱, 김민수(2000) 토분과 Root Control Bag에 의한 근권제한이 단풍나무의 생장에 미치는 영향. 한국조경학회지 28(4):1-8.
2. 김태진, 김학범(2001) 컨테이너에 의한 조경수 생산방식이 이식 후 활착에 미치는 영향. 한국조경학회지 29(1):152-160.
3. 서울시 양묘사업소(1980) 양묘사업보고서.
4. 한국도로공사(1993) 전주묘포장 연구보고서.
5. 日本造園建設業協會, 日本植木協會(1992) 公共緑化用コンテナ-栽培樹木の植栽技術の開発報告書. pp.145-159.
6. Appleton, B. L.(1995) Nursery production methods for improving tree roots - an update. Journal of Arboriculture 21(6):265-270.
7. Appleton, B. L.(1994) Elimination of circling tree roots during nursery production. the Landscape Below Ground. Proceedings of an Int. Workshop on Tree Root development in Urban Soils. The Int. Soc. of Arboriculture. pp.93-97.
8. Beeson, J. R. and T. Newton(1992) Shoot and root responses of eighteen southeastern woody landscape species grown in cupric-hydroxides treated containers. J. Environ. Hort.10:214-217.
9. Dana, M. N. and S. C. Blessing(1994) Post-transplant root growth and water relations of Thuja occidentalis form field and containers. the Landscape Below Ground. Proceedings of an Int. Workshop on Tree Root Development in Urban Soils. Int. Soc. of Arboriculture. pp.98-112.
10. Dickinson, S. M. and C. E. Whitcomb(1977) The effects of spring vs fall planting on establishment of landscape plants. Southern Nurserymen's Assoc. Nur. Res. J. 4(1):9-19.
11. Hathway, R. D. and C. E. Whitcomb(1976) Growth of tree seedlings in containers. Okla. Agnc. Expt. Sta. Res. Rpt. pp.33-38.
12. Martin, C.A. and S. Battacharya(1995) Effects of cupric hydroxide-treated containers on growth of four southwestern desert landscape trees. Journal of Arboriculture 21(5):235-238.
13. Milbocker, D. C.(1994) Advantages of the Low Profile Container. the Landscape Below Ground. Proceedings of an Int. Workshop on Tree Root Development in Urban Soils. The Int. Soc. of Arboriculture. pp.89-92.
14. Reiger, R. and C. E. Whitcomb(1983) Growers can now confine roots to In-field containers. Amer. Nurseryman 158:33-34.
15. Ruter, J. M.(1994) Evaluation of control strategies for reducing rooting-out problems in pot-in-pot production systems. J. Environ. Hort. 12(1):51-54.
16. Struve, D.K. et al(1994) The copper connection. American Nurseryman 179:52-54.
17. Watson, G.W.(1994) Establishing Trees in the Landscape. the Landscape Below Ground. Proceedings of an Int. Workshop on Tree Root Development in Urban Soils. The Int.Soc.of Arboriculture. pp.54-68.
18. Whitcomb, C.E.(1984) Reducing stress and accelerating growth of landscape plants. J. of Arboriculture 10:5-7.

원고접수: 2001년 10월 31일

최종수정본 접수: 2001년 11월 26일

2인 익명 심사필