

용기의 형태와 용적에 따른 찰피나무 유묘의 생장

윤택승 · 임지영¹ · 김종진^{1*}

건국대학교 생명환경연구소, ¹건국대학교 생명환경과학대학 산림환경과학과

Growth of Mandshurian Linden (*Tilia mandshurica* Pupr. et Max.) Seedlings as Affected by Container Types and Volumes

Taek Seong Yoon, Ji Young Lim¹, and Jong Jin Kim^{1*}

Research Institute of Life and Environment, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

¹Department of Forest and Environmental Science, Konkuk University

Abstract. This study was carried out to investigate the growth characteristics and root development of Mandshurian Linden (*Tilia mandshurica* Rupr. et Max.) seedlings grown in plastic net container and plain plastic container. The seedlings were grown in the mixture of peatmoss : perlite : vermiculite (1:1:1, v/v/v) for five months in the plastic greenhouse. The seedlings grown in plastic net container showed greater root collar diameter growth, better root development, and more increment of root dry mass than those grown in the plain plastic container. In particular, the seedlings grown in plastic net container had no spiraling roots which were always observed in the control. These results suggest that the net container is suitable for container culture of *Tilia mandshurica* seedlings by enhancing root development. Seedlings grown in the net container and transplanted to various environments showed vigorous rootage and growth.

Key words : air root-pruning, net container, root development, spiraling root

*Corresponding author

서 언

최근에 들어 산림정책의 방향은 침엽수종 위주의 조림에서 활엽수종의 조림 비율이 확대되는 전기를 맞게 되었다. 또한 입지환경을 고려한 적지적수 조림실시의 중요성이 대두되면서 산림의 기능이 고도의 효율성을 발휘할 수 있는 방향으로 잡고 있어 세분화된 기능과 특성에 맞는 다양한 수종의 도입이 요구되고 있는 시점이다(Kim, 2003, 2004). 따라서 경제림 육성을 위한 조림수종을 비롯하여 환경수종, 생태수종, 밀원수종, 훼손지 복원수종 등 여러 식재지 환경에 적합한 수종의 선정 및 생산이 시급한 실정이다.

찰피나무는 목재의 생장율이 높고 목재의 가치가 우수한 자생수종이며, 여름철 밀원이 풍부한 밀원수종, 그리고 수형이 아름답고 잎의 질감과 색깔이 수려한 조경수종으로서도 가치가 높다(Chung과 Kim, 1984; Lee와 Hong, 1987; Lee와 Lee, 2000). 이에 따라 산록 이하의 입지가 좋은 곳에 유용 활엽수로 조림이

요청되고 있으나 찰피나무는 천연임분 내 많은 우량한 나무가 공예재나 기구재로 별채이용되어 그 자원이 고갈되었을 뿐만 아니라 종자의 충실율 및 발아율이 낮아 번식에 어려움이 많은 수종이다(Hong, 1980; Yoon과 Ohba, 1990). 한편 우리나라에서 찰피나무에 대해서는 형태적 특징, 개화 및 수분기작, 유무성번식방법에 관한 연구가 수행되었으나 효과적인 양묘법에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다. 현재 찰피나무 묘는 대부분 노지에서 양묘되고 있으며 묘목의 뿌리가 직근성으로 세근발달이 불량하여 양묘한 묘목을 현지에 식재하여도 활착과 생장율이 저조한 것으로 알려지고 있다(Choi, 1992).

이와 같이 여러 용도로서의 가치가 높은 유용 활엽수종인 찰피나무는 종자의 낮은 충실율과 발아율을 고려하면 노지양묘보다는 시설양묘가 보다 효율적인 묘목생산 방식으로 사료된다. 특히 유묘시 직근성 뿌리 특성을 지니고 있기 때문에 시설의 용기 내에서 양묘함으로써 뿌리 발달이 보다 충실한 묘목으로의 생산에

적합한 수종으로 판단된다(Kim, 2003; Landis 등, 1990). 이와 같은 용기묘 생산에는 대상 수종에 적합한 용기 사용이 필수이다. 시설양묘용 용기는 양묘 기간 동안 용기 내 뿌리 형태에 직접적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 현지 식재 후에도 단·장기간 생장에 큰 영향을 미치기 때문이다(Burden과 Martin, 1982; Marler과 Willis, 1996; Yoon과 Hong, 2002). 그리고 Hong 등(2000)이 고성 산불 피해지에 조립한 소나무 용기묘의 생육 상황을 조사한 결과, 지상부 생장은 양호하였으나 대다수의 소나무가 지하부에서 뿌리가 불규칙하게 자라는 것으로 조사되면서 이에 대한 개선책이 요구되었다. 그러나 현재 우리나라는 시설양묘 도입 역사가 짧고, 용기 개발에 대한 역사도 아주 짧아 개발된 용기는 4-5개에 불과한 실정이며 다양한 수종 도입과 조립 특성 및 목적에 따른 적절한 용기의 선택이 어려운 실정이다. 또한 선진 수입국의 용기묘 생산은 그 지역에 적합한 수종과 자연 조건에 견디기 위하여 설계된 용기에서 이루어지므로 우리나라 산림환경에 적합한 자생수종의 양묘와 식재지 환경에 적응이 용이한 묘목 생산에 알맞은 새로운 용기의 개발이 시급히 필요하다.

따라서 본 연구는 직근성 수종인 찰피나무의 양묘에 있어서 일반 노지양묘에서 보다 뿌리 발달이 좋은 묘목을 생산할 수 있을 것으로 예상되는 시설 내 용기에서 양묘하여 찰피나무 유묘 단계의 생육 상황 및 생육 특성, 특히 뿌리 발달 특성을 탐구하고자 수행하였다. 또한 본 연구의 수행은 효율적인 찰피나무의 시설양묘를 통한 용기묘의 생육 상황 및 특성을 파악하여 시설양묘에 적합한 용기 개발의 기초자료로 활용하는데도 그 목적이 있다.

재료 및 방법

본 실험에 사용한 종자는 2001년 9월 18일에 건국대학교 생명환경과학대학 실습포장에서 과피가 녹색에서 갈색으로 변하는 시기에 채취하였다. 채취한 종자는 풍선법으로 정선하고 3일 동안 음건한 다음, 젖은 모래로 골고루 섞어 저온저장하였다. 그리고 종자의 유근이 2 mm 정도 자랐을 때 용기에 1립씩 파종하였다.

용기로서 자체 제작한 플라스틱 망 용기(plastic net

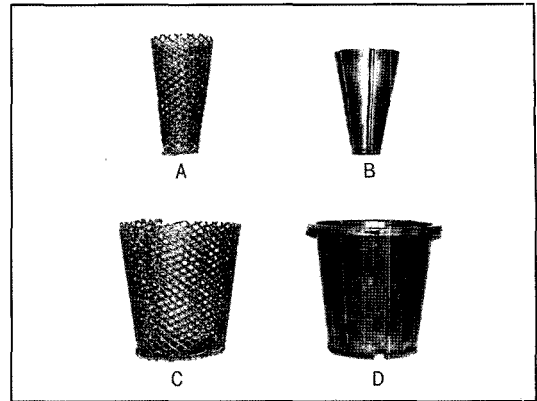


Fig. 1. Container types used. A, 350 mL plastic net container; B, 350 mL plain plastic container; C, 1 L plastic net container; and D, 1 L plain plastic container.

container, 용적 350 mL와 1 L)와 시중에서 구입한 원형의 일반 플라스틱 용기(plain plastic container, 용적 350 mL와 1 L)를 사용하였다(Fig. 1). 플라스틱 망 용기는 용기 전체가 망(가로 7 mm×세로 7 mm) 구조로 제작되었으며, 용적 350 mL 용기는 상부직경 7.5 cm, 하부직경 3.0 cm, 높이 14.0 cm이며, 1 L의 경우는 상부직경 12.0 cm, 하부직경 9.0 cm, 높이 14.0 cm이다.

본 실험은 건국대학교 플라스틱 온실에서 2002년 4월 12일부터 2002년 10월 2일까지 수행되었으며, 자동 관수 시스템으로 주 2-3회 충분히 관수하였다. 종자가 발아하고 본엽이 형성될 때부터 Hyponex (N5-P10-K5)를 질소기준으로 50 mgL⁻¹의 농도로 주 1회 관수하였다. 또한 노지에서 묘목 생장을 관찰하기 위하여 위와 같은 시기에 실습포장에 파종하여 양묘하였다.

묘목의 생육 측정에는 각각의 처리구마다 25본을 3반 복으로 측정하였다. 묘고는 종자가 발아한 후 5개월 동안 15일 간격으로 10회 측정하였으며, 근원경 생장은 5개월에 1회 측정하였다. 5개월 후 묘목샘플을 채집하여 건조기(다솔과학, DS-80-1, 한국)에서 65°C로 72시간 동안 건조 후 지상부 건물중은 잎, 줄기로 구분하여 측정하였으며, 지하부 건물중은 정상적인 뿌리인 장·세근과 비정상적인 뿌리인 나선형 뿌리로 각각 구분하여 측정하였다. 또한 뿌리는 굵기에 따라 1 mm 이하, 1-3 mm, 3-5 mm, 5 mm 이상으로 구분하여 건물중을 조사하였다.

본 실험에서 단위 실험 처리구 사이의 결과치에 대한 분석은 SPSS를 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 묘고 및 근원경 생장

찰피나무 묘목을 플라스틱 망 용기와 일반 플라스틱 용기에서 생육시킨 결과, 묘고 생장은 용기 용적이 클수록 우수하였으며, 플라스틱 망 용기에서 다소 높았으나 크지 않았다(Fig. 2). 근원경 생장은 용적 350 mL에서 8.92 mm로 동일한 일반 플라스틱 용기에서의 7.38 mm보다 현저히 높았으며, 용적 1 L 용기의 경우, 플라스틱 망 용기는 10.10 mm로 일반 플라스틱 용기

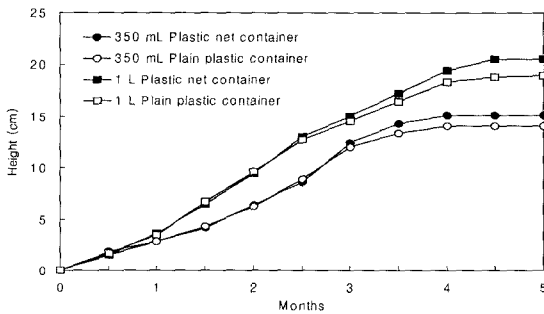


Fig. 2. Height growth pattern of the *Tilia mandshurica* container seedlings as affected by container type.

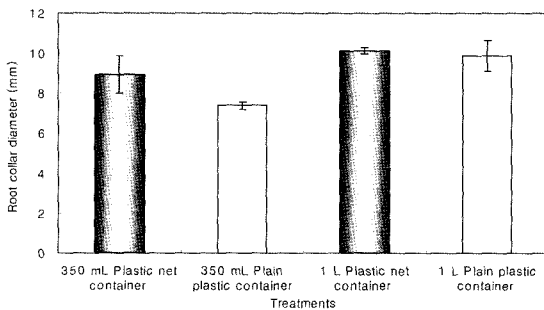


Fig. 3. Root collar diameter growth of the *Tilia mandshurica* container seedling as affected by container type. The growth was measured on 5 months after germination. Bars indicate SE.

9.89 mm보다 높았으나 묘고와 마찬가지로 용기종류에 따른 차이는 크지 않았다(Fig. 3). 찰피나무의 줄기 생장은 모든 처리구에서 줄기 아래 부분이 매우 굵고 짧게 자라는 형태를 보였다. 한편 용기에서 자란 묘목들의 묘고 및 근원경 생장은 노지에서 자란 묘목들보다 높은 것으로 조사되었다(Table 1).

2. 건물 생산량

플라스틱 망 용기와 일반 플라스틱 용기에서 생육한 묘목의 건물 생산량은 용기 종류와 용적에 따른 차이가 관찰되었다(Table 2). 묘목의 지상부 및 지하부 건물 생산량은 용기용적과 관계없이 일반 플라스틱 용기에서 보다 플라스틱 망 용기에서 우수하였다.

용기 종류에 따른 묘목의 전체 건물 생산량의 기관별 분배를 보면, 용기 형태와 관계없이 직근성 뿌리의 영향을 받아 전체적으로 뿌리의 비율이 높게 나타났다. 특히 플라스틱 망 용기에서는 볼 수 없었던 나선형 뿌리가 일반 플라스틱 용기 350 mL와 1 L에서 각각 전체 뿌리 건물량의 6.92%와 9.01%로 발생하였다. 사용된 용기 종류 및 용적에 따른 정상적 뿌리와 나선형 뿌리의 건물량은 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 용기 종류에 따른 지상부 건물량은 5% 유의수준에서 유의한 것으로 조사되었다.

묘목은 용기 종류 및 용적 크기에 관계없이 모두 뿌리, 줄기, 잎 순으로 높은 물질분배 비율을 나타내었으며, 지상부 성장보다는 지하부 생장이 월등히 좋은 경향을 보였다. 이러한 경향은 노지에서 자란 묘목에서도 관찰되었다(Table 1). 그리고 본 실험에서 조사된 찰피나무의 T/R율은 0.66-0.83이었다.

3. 뿌리발달 상태

플라스틱 망 용기 내에서 5개월간 생육한 찰피나무 묘목의 뿌리 건물 생산량을 뿌리 굵기별로 구분하여

Table 1. The height, root collar diameter and dry mass production of *Tilia mandshurica* seedlings grown in the nursery.

Seedling type	Height (cm)	Root collar diameter (mm)	Dry weight (g)						Total	T/R
			Top (T)			Root (R)				
			Leaf	Shoot	Subtotal	Tap root	Lateral root	Subtotal		
Bare-root	11.9 ^a ±2.59	6.17 ±0.53	1.39 ±0.34	1.27 ±0.38	2.66 ±0.36	2.80 ±0.40	0.63 ±0.10	3.43 ±0.26	6.09 ±0.33	0.78 ±0.09

^aMeans±SE are presented and were measured on 5 months after germination.

Table 2. Effect of container type on the dry mass production of *Tilia mandshurica* container seedlings.

Container type	Container volume (mL)	Dry weight (g)						Total	T/R	S1/S (%)
		Top (T)			Root (R)					
		Leaf	Shoot	Subtotal	Normal root	Spiraling root (S1)	Subtotal (S)			
Plastic net container	350	1.15 ^z ±0.13	1.87 ±0.45	3.02 ±0.55	3.85 ±0.58	-	3.85 ±0.58	6.87 ±0.82	0.78 ±0.20	-
Plain plastic container	350	1.21 ±0.43	1.67 ±0.53	2.88 ±0.95	3.23 ±0.42	0.24 ±0.04	3.47 ±0.42	6.35 ±1.23	0.83 ±0.25	6.92 ±0.94
Plastic net container	1,000	1.96 ±0.39	2.66 ±0.42	4.61 ±0.80	7.02 ±1.30	-	7.02 ±1.30	11.63 ±1.96	0.66 ±0.10	-
Plain plastic container	1,000	1.65 ±0.18	2.68 ±0.55	4.34 ±0.65	5.64 ±0.78	0.56 ±0.12	6.21 ±0.90	10.54 ±1.45	0.70 ±0.08	9.01 ±1.08
F - test										
Container type (CT)		6.08*	5.50*	6.26*	34.76**	46.56**	3.78	-	0.48	-
Container volume (CV)		319.33**	437.85**	400.38**	118.22**	8.54**	98.00**	-	11.34**	-
CT×CV		0.52	0.68	0.64	6.16*	8.54**	0.64	-	0.26	-

^zMeans±SE are presented and were measured on 5 months after germination.

***Significant at 5% and 1% levels, respectively.

Table 3. Effect of container type on the root dry mass production of *Tilia mandshurica* container seedlings.

Container type	Container volume (mL)	Root dry weight(g)							Total	
		Normal roots (diameter)				Spiraling roots (diameter)				
		Below 1 mm	1~3 mm	3~5 mm	Above 5 mm	Subtotal	Below 1 mm	1~2 mm		Subtotal
Plastic net container	350	0.54 ^z ±0.06	0.75 ±0.15	0.63 ±0.11	1.93 ±0.26	3.85 ±0.58	-	-	-	3.85 ±0.58
Plain plastic container	350	0.34 ±0.05	0.74 ±0.09	0.52 ±0.09	1.63 ±0.30	3.23 ±0.42	0.24 ±0.04	-	0.24 ±0.04	3.47 ±0.42
Plastic net container	1,000	1.75 ±0.44	0.90 ±0.27	2.15 ±0.29	2.23 ±0.45	7.02 ±1.30	-	-	-	7.02 ±1.30
Plain plastic container	1,000	1.63 ±0.23	0.44 ±0.11	1.50 ±0.32	2.08 ±0.17	5.64 ±0.78	0.42 ±0.13	0.14 ±0.05	0.56 ±0.12	6.21 ±0.90
F - test										
Container type (CT)		0.13	9.09**	6.85*	15.06**	7.08**	126.77**	45.58**	191.93**	-
Container volume (CV)		123.91**	0.87	150.74**	6.96*	55.48**	9.32**	45.58**	30.40**	-
CT×CV		2.02	8.78**	14.12**	7.73**	1.01	9.32**	45.58**	30.40**	-

^zMeans±SE are presented and were measured on 5 months after germination.

***Significant at 5% and 1% levels, respectively.

일반 플라스틱 용기와 비교해 보면, 정상 뿌리는 용적 350 mL와 1 L에서 모두 높은 것으로 조사되었으며 특히, 5 mm 이상의 굵은 직근성 뿌리 비율이 높은 것을 알 수 있으며 용적이 큰 1 L에서는 1-3 mm, 3-5 mm에서도 그 차이가 크게 나타났다(Table 3). 용기 종류에 따른 뿌리형태 및 굵기별 건물 생산량은 정상 뿌리 1 mm 이하를 제외한 모든 종류의 뿌리에서 유

의한 차이가 있는 것으로 조사되었으며 특히, 정상적 뿌리 굵기 5 mm 이상과 1-3 mm 굵기의 뿌리에서 고도의 유의성이 조사되었다. 한편 용기의 용적 차이에 따른 정상적 뿌리 건물 생산량에 대한 뿌리 굵기별 유의성 검토에 있어서는 1-3 mm 굵기의 뿌리를 제외한 다른 모든 굵기의 뿌리에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 3).

찰피나무 용기묘의 생장에서 용기 종류에 따른 차이는 묘고 생장보다 근원경 생장에서 뚜렷하였는데 특히, 350 mL 플라스틱 망 용기에서 묘고 생장과 근원경 생장의 차이가 가장 뚜렷하였다. 이는 플라스틱 망 용기에서 자란 묘목의 뿌리 선단부가 망 사이로 빠져나오면서 이루어진 공기단근 효과가 수고 생장에서보다 근원경 생장에 더 큰 영향을 끼친 것으로 이전의 연구 결과와 일치하는 것이다(Choi 등, 2002; Hong, 1999; Marler와 Wilis, 1996).

플라스틱 망 용기묘는 근원경 생장뿐만 아니라 지하부 건물 생산에도 일반 플라스틱 용기묘보다 효과적이었으며, 특히 뿌리 발달촉진에 효과적인 것으로 조사되었다. 이는 플라스틱 망 용기 내에서 공기에 의하여 단근이 이루어져 고사되면서 더 이상의 뿌리의 길이 생장은 정지되고, 정지된 뿌리로 이동하던 광합성 산물은 다른 뿌리의 생장이나 새로운 뿌리를 발생시키는 것으로 판단된다. 이러한 사실은 플라스틱 망 용기묘의 뿌리 건물 생산량이 일반 플라스틱 용기에서 자란 용기묘에 비하여 높은 결과와도 일치하였다(Table 2, 3). 건전하게 발달한 뿌리는 묘목에 있어 수분흡수, 증발산, 무기양분 흡수 능력과 밀접한 관련이 있을 뿐만 아니라 묘목의 품질과 현지 식재 후 생존과 생장을 미리 예견할 수 있는 좋은 지표가 되기 때문이다(Bernier 등, 1995; Landis 등, 1990; Marler와 Wilis, 1996). 이와 같이 뿌리발달이 좋은 용기묘는 현지 식재 후 세근이 더 많이 발생하여 생존과 생장이 향상될 것으로 판단된다.

용기묘 생산에서 가장 큰 문제점 중의 하나인 용기 내에서 발생하는 나선형 뿌리가 일반 플라스틱 용기묘에서는 발생하였지만 플라스틱 망 용기묘에서는 전혀 나타나지 않았으며 뿌리가 굽어지는 경향을 보였다. 이와 같은 나선형 뿌리를 갖고 있는 용기묘는 식재되었을 때 활착과 생육에 나쁜 영향을 주는 것으로 잘 알려져 있다(Marler와 Wilis, 1996). 따라서 본 실험에 사용된 플라스틱 망 용기가 나선형 뿌리와 같은 비정상적인 뿌리 발생을 적극적으로 방지한 것으로 판단된다. 이러한 결과는 뿌리 노출이 가능한 황마테이프를 피복재료로 이용하여 실시한 공중삽목 및 공중취목 연구에서도 유사하게 나타났다(Choi 등, 2002; Hong, 1999).

시설양묘용 용기는 일반적으로 나선형 뿌리를 방지

하기 위하여 뿌리를 수직으로 자라게 하는 용기내부의 벽면 용기선(vertical root training rib)과 부분적인 공기단근을 유도하는 개구선(side wall slot) 등을 용기에 설계하는 물리적인 방법과 CuCO_3 , CuSO_4 등을 용기 내부에 처리하는 화학적 방법을 사용한다(Burden과 Martin, 1982; Marler와 Wilis, 1996). 용기 내에 설계된 용기선이 뿌리를 용기의 아래쪽으로 자라게 하고 뿌리가 옆으로 생육하는 것을 방해하는 장애물이 되어 나선형 뿌리들이 번져나가는 것을 최소한으로 방지하며, 용기선의 높이는 내부의 용기에서 약 2 mm 높이에 해당한다(Kinghorn, 1974). 부분적인 공기단근을 유도하는 개구선을 설계한 용기에서 carambola와 mango 묘목을 양묘한 결과, 비정상적인 뿌리가 효과적으로 조절되었으며 특히, 묘목을 현지 식재한 후에 세근이 보다 잘 발달하고 뿌리형태도 자연적인 뿌리형태와 유사하게 발달하였다(Marler와 Wilis, 1996). 그리고 스티로폼 용기에 CuCO_3 가 포함된 latex paint를 용기 내부에 처리한 후 침엽수 10수종을 대상으로 양묘한 결과, 화학적 뿌리단근이 나선형 뿌리를 방지하였으며, 이 결과는 수종, 용기 용적, 상토 그리고 용기에 칠한 CuCO_3 농도에 따라 다양하게 나타난다(Burden과 Martin, 1982).

이와 같이 다양한 방법으로 용기에서 발생하는 나선형 뿌리를 방지하고 있으며, 특히 물리적 방법으로 설계된 용기가 용기 내부에 구리 등을 도색한 화학적 방법보다 환경에 나쁜 영향을 미치지 않을 뿐만 아니라 장기간에 걸쳐 나선형 뿌리방지 효과를 유지하면서 사용될 것으로 생각된다. 또한 인위적으로 뿌리를 수직으로 자라게 하는 것보다 부분적인 공기단근 효과를 활용하여 자연스럽게 뿌리를 유도하는 것이 보다 좋은 방법으로 판단된다.

본 실험의 결과를 종합적으로 판단할 때, 본 연구에서 제작·사용된 플라스틱 망 용기는 찰피나무 묘목의 뿌리발달을 질적·양적으로 촉진시켜 생장균형이 양호한 용기묘의 생산에 적합하고, 특히 식재 현장에서 활착과 생육에 나쁜 영향을 주고 있는 나선형 뿌리의 발생을 억제시키면서 뿌리발달을 촉진하는데 효과적이다.

적 요

본 연구는 시설양묘 용기에서 직근성 수종인 찰피나

무 유묘의 생육상황 및 뿌리발달 형태를 탐구하기 위하여 5개월간 플라스틱 온실에서 수행되었다. 공기용기로 사용된 플라스틱 망 용기와 일반 플라스틱 용기에서 생육한 용기묘의 수고생장 차이는 크지 않았으나, 근원경 생장은 플라스틱 망 용기에서 높게 나타났다. 플라스틱 망 용기는 묘목의 뿌리발달에 영향을 끼쳐 묘목의 뿌리발달을 촉진시켰으며, 전체 지하부의 건물 생산량을 증가시켰다. 특히 플라스틱 망 용기묘에서는 적극적으로 유도된 공기단근에 의하여 나선형 뿌리가 나타나지 않았다. 따라서 본 실험에 사용된 플라스틱 망 용기는 찰피나무 용기묘 생산에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 판단되며, 이 용기에서 생산된 묘목은 다양한 식재지 환경에서 식재될 경우 활착율 증가는 물론 생장을 증가도 보일 것으로 생각된다.

주제어 : 공기단근, 나선형 뿌리, 망 용기, 뿌리발달

인 용 문 헌

- Bernier, P.Y., M.S. Lamhame, and D.G. Simpson 1995. Shoot:root ratio is of limited use in evaluation the quality of container conifer stock. *Planters Notes* 46(3):102-106.
- Burden, A.X. and P.A.F. Martin. 1982. Chemical root pruning of coniferous seedlings. *HortScience* 17:622-624.
- Choi, B.C., S.G. Hong, and J.J. Kim. 2002. Effects of rootball media and covering materials for air-layering on rooting and growth of miniature tree material of *Capinus coreana*. *J. Kor. For. En.* 21(1):32-40 (in Korean).
- Choi, M.G. 1992. Planting technology for the valuable broad leaf trees. Res. Rep. For. Experimental Station, Kangwon-Do, Korea. p.271-283 (in Korean).
- Chung, Y.H. and K.J. Kim. 1984. Flowering process and pollination mechanism of genus *Tilla* in Korea. *Kor. J. Bot.* 27(3):107-127 (in Korean).
- Hong, H.P., M.B. Lee, J.G. Yoon, J.G., J.J. Lee, T.S. Yoon, W.K. Kim, S.G. Hong, S.G., J.J. Kim, J.H. Lee, J.S. Lee, S.J. Chung, and K.S. Kim. 2000. Development of seedlings mass production method by containerized seedling production system. Res. Rep. to Ministry of Agriculture and Forestry. p. 394-398 (in Korean).
- Hong, S.G. 1980. Studies on seed dormancy and germination. Res. Rep. Kor. For. Research Institute. p.1-35 (in Korean).
- Hong, S.G. 1999. Studies on air-rooting of cuttings of woody plants. *Konkuk J. Agric. Resources Development* 21:67-71 (in Korean).
- Kim, J.J. 2003. Selection of applicable woody plants and nursery technology in container tree nursery. *Bulletin Kor. Tree Nursery Assoc.* 31:39-47 (in Korean).
- Kim, J.J. 2004. Promotion plan for production of high quality container seedlings. *Bulletin Kor. Tree Nursery Assoc.* 32:77-88 (in Korean).
- Kinghorn, J.M. 1974. Principles and concepts in container planting. *Proceedings of North Amer. Containerized For. Tree Seedling Symp.*, 1974 August, Denver, CO, Great Plains Agric. Council Publ. No. 68. p.8-18.
- Landis, L.D., R.W. Tinus, S.F. McDonald, and J.P. Barnett. 1990. Containers and growing media, Vol. 2. *The Container Tree Nursery Manual*. Agric. Handbook No. 674. USDA, Forest Service. Washington, DC. p.1-88.
- Lee, Y.H. and S.G. Hong. 1987. Studies on rooting of cuttings of *Tilla* species. *Konkuk J. Agric. Resources Development* 31(2):179-184 (in Korean).
- Lee, Y.W. and M.S. Lee. 2000. Morphological variation in the natural populations of a honey plant *Tilla mandshurica* Pupr. et Maxim. *Kor. J. Apiculture* 15(1): 75-76 (in Korean).
- Marler, T.E. and D. Wilis. 1996. Chemical or air root-pruning containers improve carambola, longan and mango seedling root morphology and initial root growth after transplanting. *J. Environ. Hort.* 14(2):47-49.
- Yoon, T.S. and S.G. Hong. 2002. Studies on production of plastic net container seedlings of *Hovenia dulcis* Thunb. *Konkuk J. Life and Environ.* 24:43-48 (in Korean).
- Yoon, Y. and K. Ohba. 1990. *In vitro* plantlet regeneration from axillary buds of *Tilla amurensis* mature trees and clonal variation in tissue culturablity. *J. Kor. For. Soc.* 79(2):109-114 (in Korean).