

공중취목 피복재료가 소사나무 분재소재의 발근 및 생장에 미치는 영향¹

최병철², 홍성각³, 김종진³

Effects of Rootball Media and Covering Materials for Air-layering on Rooting and Growth of Miniature Tree Material of *Carpinus coreana*¹

Byung-Chul Choi², Sung-Gak Hong³ and Jong-Jin Kim³

요 약

본 연구는 공중취목시 환상박피 부위를 감싸는 재료(rootball medium) 및 rootball medium을 다시 둘러싸는 피복재료가 영향을 미치는 분재 소재의 발근 및 성장 반응을 탐구하고자 소사나무를 대상으로 비닐온실에서 수행되었다. 환상박피 상부 1cm 부위의 직경생장은 피복재료로 황마테이프를 사용하였을 때 증가하였으며, 당년도 발생한 잎, 가지의 건조량은 rootball 재료로 peatmoss와 perlite의 혼합 배양토(2:1, v/v)와 피복재료로 황마테이프를 같이 사용하였을 때가 많았다. 길이 10cm 이하의 가지 발생 수와 그 가지에서 발생한 잎의 수는 rootball 재료로 배양토보다 수태를 사용하였을 때 많았다. 환상박피 부위의 발근 소요일은 황마테이프 사용에 의하여 단축되었고, 또한 황마테이프 사용은 박피 부위에서 새근 발생을 촉진시켰으며 발생 전체 뿌리 건조량을 증가시켰다. 반면에 수태사용은 배양토 사용시보다 장근 발생수를 증가시켰다.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of rootball media and covering materials for air-layering on the rooting and growth responses of miniature tree material.

1. 접수 2002년 5월 28일 Received on May 28, 2002
2. 신구대학 도시원예학과 Dept. of Urban Horticulture, Shingu College, Seongnam 462-743, Korea
3. 건국대학교 산림환경과학과 Dept. of Forest and Environmental Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

The experiment was performed with *Carpinus coreana* Nakai in the vinyl-house condition. The covering material, jute tape increased the diameter growth at 1cm above the girdling part of the tree material. The combined use of the soil mixture of peatmoss and perlite(2:1, by volume) as rootball medium and jute tape increased the dry weight of current year leaves and shoots. The number of shoot shorter than 10cm and that of leaves from the shoot were produced more by using a sphagnum moss for rootball medium than the soil mixture. The use of jute tape shortened the period required for rooting and increased the number of fine roots and the total root dry weight at girdling part of the tree material. On the other hand, the number of long roots was produced more by using the sphagnum moss than the soil mixture.

Keywords : *Carpinus coreana*, girdling, air-layering, rootball medium, covering material

서 론

분재는 농산물 개방화 시대에 경쟁력이 높은 유망한 산업 품목의 하나로서 평가되고 있어 생산성과 부가가치가 높은 고급 상품으로서의 체계적인 개발이 절실하게 요구되고 있다. 따라서 질적으로 우수한 소재생산이 우선인데 고품질의 가치를 좌우하게 되는 기본적인 요인을 보면, 첫째로는 뿌리의 뻗음이 좋아야 하는데 분토 위에 노출된 뿌리의 모양은 전체의 균형을 유지하며 자세를 결정하는 가장 중요한 역할을 한다. 둘째, 줄기의 흐름이 자연스러워야 하며 셋째로는 가지의 배열이 균형을 이루어야 한다 등이다¹⁾. 따라서 일반적인 실생번식과 삼목, 접목, 휘묻이 등과 같은 무성번식 등에 의해 생산된 소재는 이러한 기본적 기준에는 미흡한 점이 많고 장기간이 소요되므로 최상의 고품질생산에는 한계가 있다. 이와 같은 면에서 볼 때 공중취목(Air-layering)은 이러한 문제를 해결할 수 있는 생산 방법의 하나로 고려되어 근래에 와서 새로이 시도되고 있다^{4,5)}.

취목번식 방법의 한 종류인 공중취목은 수목의 줄기나 가지의 일부에 환상박피(girdling)를 하고 수태나 보습효과가 있는 재료로 박피부

위를 싸고 비닐로 그 부위를 피봉하여 발근할 수 있는 조건을 조성해 주면, 일정기간이 지난 후 발근하는 수목의 생리적 특성을 이용하는 무성번식 방법으로 삼목과 다른 점은 목질부를 통하여 모수로부터 수분과 양분을 공급 받을 수 있다는 점이다³⁾. 공중취목에 의한 수목의 번식은 오래 전부터 이용되어 왔으나 대량생산이 어려워 일반적인 실용화는 되지 못하였으나, 리치¹¹⁾, 망고¹³⁾, 사과¹⁴⁾ 등과 같은 과수를 포함하여 주로 아열대, 열대 수목의 번식에 널리 사용되어져 왔다. 또한 공중취목은 주로 짧은 기간에 상대적으로 큰 개체를 얻고자 할 때 사용되어져 왔고⁸⁾, 노령 수목(소나무)의 발근을 위해서도 사용되어져 왔다^{7,12)}.

박피부위를 감싸는 재료(rootball medium)는 보습력이 있으면서 공기소통이 잘 되는 재료가 적당한데 주로 수태를 많이 사용하고 있으며 지나친 수분공급은 가지가 부후될 우려가 있다고 한다. Rootball의 크기 또한 중요한 요소인데 너무 클 경우 과습되기 쉽고 뿌리생장을 억제시키며, rootball의 위치는 환상박피 상부가 rootball의 상부로부터 1/3 되는 지점에 놓이게 묶는 것이 적당하다고 한다¹⁰⁾. Rootball을 둘러싸는 피봉재료(covering material)는 주로 polyethylene

film을 사용하는데 aluminum foil로 다시 싸주면 태양광선에 의한 내부 온도 상승을 억제하는 효과가 있다고 한다⁹⁾.

위에서 보는 바와 같이 공중취목에 관하여 많은 연구가 활발하게 수행되고 있는 것을 알 수 있지만 본 실험에서와 같이 분재 수목에 관한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 공중취목의 효과를 보다 높이기 위한 방법 개발에 연구 목적을 두고, 공시수종으로는 분재로서 가장 많이 이용되고 있는 우리 자생수종 중에서 소사나무를 선택하여 박피부위를 감싸는 두 피복재료, rootball 재료 및 피복재료가 공중취목 부위의 발근 및 성장에 미치는 효과에 대하여 탐구하였다.

재료 및 방법

2.1 공시수종

본 실험에 사용된 소사나무(*Carpinus coreana* Nakai)는 묘포장에서 실생으로 2년간의 양묘과정을 거쳤으며, 분재 소재화하기 위하여 노지에 이식하여 4년 동안 전지작업을 실시한 후 분에 심어 4년간 생육시킨 10년생이다. 공시수종이 식재되어 있는 분은 23cm×16.5cm×8cm 크기의 사각 플라스틱분이며 식재토양은 2~3mm 크기의 마사토로서 분당 약 2.1L씩 담겨져 있다.

본 실험은 2000년 4월 13일 ~ 9월 20일 사이에 실시되었으며, 상세한 생육환경 조건은 전보⁵⁾에 기술되어 있는 바이다.

2.2 공중취목

공중취목을 위한 박피부위는 공시재료의 첫 번째 가지 1cm 아래이며, 폭 1.5cm의 넓이로 목질부가 드러나는 부위까지 환상의 형태로 실시하였다.

환상박피 후 박피부위를 감싸는 rootball 재료는 시중에서 판매하는 수태 150g 또는

peatmoss와 perlite를 혼합한 배양토(2:1, v/v) 150g을 사용하였다. 이 rootball를 둘러싸는 피복재료(covering material)로는 두께 0.05mm의 비닐(polyethylene film) 또는 격자 크기가 2~3mm × 2~3mm인 黄麻테이프(jute tape, 15cm × 25cm)를 사용하였으며, 박피부위의 하부를 알루미늄선으로 묶고 rootball 재료를 넣은 후 상부는 끈수될 수 있을 정도로 묶었다.

공중취목한 분들은 비닐하우스내에 설치된 지상 90cm 높이의 선반에 두었으며 공중취목한 부위가 마르지 않도록 1일 2~3회 정도 자동 스프링클러 시스템으로 관수하였다.

2.3 실험결과조사

본 실험 실시 4개월 후 지상부 성장, 환상박피 부위의 발근 및 뿌리성장상태 등에 대하여 조사하였다. 지상부 조사는 우선 환상박피 시 박피부위의 직경을 상·하부로 나누어 측정하였으며, 시험 후 발근부위의 직경을 넓은 쪽과 좁은 쪽으로 나누어 측정하여 그 평균값을 구한 후 박피 당시의 상부 직경과 비교하여 성장율(%)을 구하였다. 또한 박피부위 상부 1cm 되는 곳의 직경성장율을 역시 박피 당시의 상부 직경과 비교하여 구하였다.

가지와 잎의 건중량은 분속 뿌리 건중량에 대한 건중량으로 구하였고, 가지와 잎의 수는 환상박피 상부 전체 건중량에 대한 발생개수를 조사하였는데, 가지 길이 10cm 이상과 10cm 이하로 분류하여 조사하였으며, 올해에 자란 잎의 수도 가지 크기별로 조사하였다.

환상박피 부위에서의 발근상태 조사에서, 발근 소요일은 외관상으로 뿌리의 선단부가 피복재료를 통하여 선단부가 관찰된 날로 정하였으며 뿌리가 사방으로 고르게 발생한 여부 또는 한쪽으로 치우쳐 발생한 여부를 조사하였다. 뿌리의 성장상태조사는 뿌리가 피복재료까지 도달한 뿌리를 장근(long roots)으로 분류하고, 장근에서 발생한 세근(fine roots)과 함께 그 개수를 조사하였는데, 가지 수 및 잎

의 수 조사에서와 마찬가지로 상부 건중량에 대한 발생개수로 구하였다. 환상박피 부위의 뿌리 건중량도 같은 방법으로 구하였다. 상기 조사부위에 대한 건중량 측정은 생장조사 후 채집하여 65℃의 건조기에서 72시간 동안 건조 후 측정하였다.

본 실험에서 단위 실험 처리구 사이의 결과치에 대한 분석은 SPSS(10)를 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

3.1 공중취목 부위의 직경생장을

공중취목을 위하여 환상박피할 당시 소사나무 박피부위의 직경과 박피 후 4개월 뒤의 직경생장율의 변화 및 박피 1cm 상부의 직경생장율을 Table 1에 나타내었다. 박피 1cm 상부 지역은 공중취목이 끝난 후 다시 분해 식재될 때에 분재의 근원부로서 지상에 드러나는 부위인데 분재로서의 노련미 형성에 중요한 요소로 작용하는 곳이다²⁾. Table 1에서 보면 기존에 주로 사용되어 온 비닐에 의한 피봉보다 황마테이프의 사용은 이 부위의 직경생장을 증가시켰으며 보다 굵은 분재소재 생산에 황마테이프의 이용이 유리할 것으로 사료된다. 한편 발근한 부위(Above, 켈루스 형성 부위)의 직경을 넓은 쪽과 좁은 쪽을 구분하여 평균치로 표시하였는데 rootball 재료와 피봉재료 차이에 따른 유의성은 나타나지 않았다.

3.2 가지 및 잎의 건중량

가지 및 잎의 건중량은 분해 심겨져 있는 뿌리무게에 대한 건중량으로 구하였는데, 우선 처리구별로 분해 뿌리건중량은 유의성이 없는 것으로 조사되었다(Table 2). 소사나무 전년지 건중량은 처리에 관계없이 비슷하게 조사되었으며 당년도에 생장한 잎, 가지 및 전체 건중량은 배양토+황마테이프 사용에 의

하여 가장 높은 성장량을 보였다.

3.3 가지와 잎의 수

소사나무에서 당년도에 발생한 가지와 잎의 수를 상부 전체 건중량에 대한 발생 개수로 구한 결과를 보면, 10cm 이하의 가지 발생은 rootball 재료로 배양토보다 수태를 사용하였을 때 많았으며 발생 잎의 수도 많았다. 이 경우에 피봉재료로 황마테이프를 사용하였을 때 효과가 보다 뚜렷하게 나타났다(Table 3). 이와 같이 소사나무에서 10cm 이하의 작은 가지와 잎 발생수의 증가는 소사나무 분재 수형 형성에 있어서 매우 중요한 결과로 판단된다.

한편 rootball 재료 및 피봉재료 차이는 길이 10cm 이상의 가지 및 그 가지에서 발생한 잎의 수에는 영향을 미치지 못하였으며, 당년도에 발생한 전체 가지 및 잎의 수에 있어서도 rootball 재료 및 피봉재료의 영향을 받지 않은 것으로 나타났다.

3.4 공중취목 부위의 발근 소요일

발근 소요일은 발생 뿌리의 선단이 피봉재료에 도달하였을 때를 기준으로 조사하였는데, 환상박피 후 rootball 재료를 수태 또는 배양토로 하고 피봉재료를 비닐로 하였을 때 발근 소요일이 각각 106일과 110일로 나타났으며 같은 rootball 재료에 피봉재료를 황마테이프로 하였을 때에는 각각 79일과 87일로 조사되어 rootball 재료에 의한 효과는 나타나지 않았으나 피봉재료 황마테이프의 사용에 의하여 발근일이 단축되었음을 알 수 있다(Fig. 1). 이러한 결과로 볼 때 피봉재료는 황마테이프를 사용하는 것이 조기 발근에 유리하다고 판단되나, 일반적으로 공중취목을 할 때는 본 실험에서와 같이 시설내 조건에서 충분한 수분을 공급하는 시스템이 아니기 때문에 황마테이프의 사용시에 환상박피 부위가 건조될 우려가 있으므로 주의가 필요하다고 사료된다.

Table 1. Effects of rootball medium and covering material for air-layering on the diameter growth rate(%) at girdling part of *Carpinus coreana*.

Covering material ¹	Rootball medium ²	Diameter(mm) at girdling time (April 14)		Growth rate(%) of 4 months after girdling		
		Above ³ (cm)	Below (cm)	Above	Below	Upper ⁴ 1cm/above
PF	MO	21.2±1.2	16.5±0.9	59.9±10.8 ⁵	1.4±5.1	3.9±6.1
	PP	18.1±0.9	15.1±0.7	68.7±9.2	13.9±4.4	18.9±5.2
JT	MO	20.1±0.8	15.6±0.7	56.9±8.6	11.4±2.8	40.1±10.3
	PP	20.6±1.3	16.4±0.8	44.5±9.6	20.7±6.6	35.0±18.5

Source	F		
	Above	Below	Upper 1cm
Covering material	-	-	21.18**
Rootball medium	-	-	-
Covering × Medium	-	-	-

¹ PF : polyethylene film, JT : jute tape.

² MO : sphagnum moss, PP : peatmoss + perlite(2:1, v/v).

³ Above indicates the upper place within girdling part and is the main place that produces the callus tissue.

⁴ Diameter growth rate at 1cm above the girdling part is obtained by comparing to the above diameter at girdling part on April 14.

⁵ Means±SE of wide and narrow width are represented and were measured on August 15, 2000.

** p < 0.01

Table 2. Effects of rootball medium and covering material for air-layering on the ratio of shoot and leaves dry weight(g) to the root dry weight(g) grown in pot of *Carpinus coreana*.

Covering material	Rootball medium	Roots in pot	Shoot above 1-year old (S-1-year)	Current-year shoot			Total (T)
				Leaves (L)	Shoot (S)	Total (ST)	
PF	MO	26.30	1.38 ¹	0.65	0.19	0.84	2.22
	PP	39.27	1.15	0.48	0.17	0.65	1.80
JT	MO	30.18	1.54	0.54	0.14	0.68	2.22
	PP	28.61	1.32	0.78	0.25	1.03	2.35

Source	F					
	Roots	S-1-year	L	S	ST	T
Covering material	-	-	-	-	-	-
Rootball medium	-	-	-	-	-	-
Covering × Medium	-	-	4.184*	4.422*	4.516*	-

¹ All the dry weights of the shoot and leaves are obtained by comparing to the root dry weight grown in the pot, and were measured on August 20, 2000.

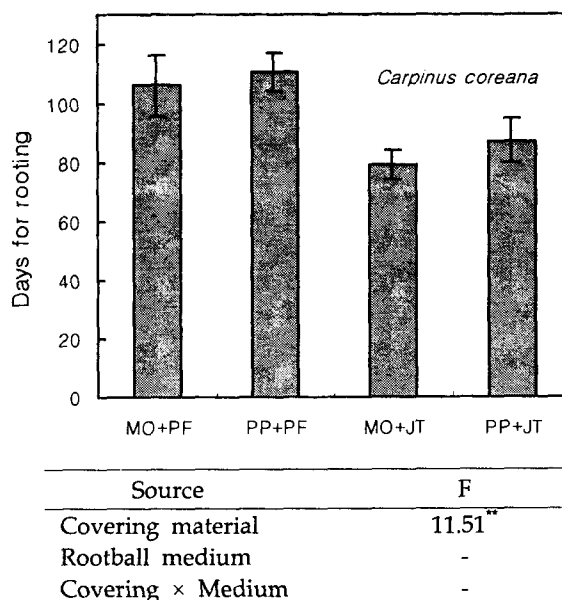
p < 0.05

Table 3. Effects of rootball medium and covering material for air-layering on the number of current year shoot and leaves to the total shoot and leaves dry weight(g) of *Carpinus coreana*.

Covering material	Rootball medium	Current-year shoot				No. of total shoot (N-S)	No. of total leaves (N-L)
		Above 10cm		Below 10cm			
		No. (N-1)	No. of leaves (N-2)	No. (N-3)	No. of leaves (N-4)		
PF	MO	0.08	1.17	2.08	7.25	2.15	8.42
	PP	0.12	1.20	1.78	6.78	1.90	7.99
JT	MO	0.05	0.39	2.61	9.30	2.65	9.69
	PP	0.15	1.87	1.74	4.18	1.89	6.05

Source	F					
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-S	N-L
Covering material	-	-	7.47*	5.46*	-	-
Rootball medium	-	-	8.00*	-	-	-
Covering × Medium	-	-	-	-	-	-

* p < 0.05



** p < 0.01

Fig. 1. Effects of rootball medium and covering materials for air-layering on the period required for rooting of *Carpinus coreana*.

3.5 공중취목 부위의 뿌리발생 개수 및 뿌리 발달 상태

박피부위에 발생한 뿌리 개수는 가지와 잎의 개수 조사에서와 마찬가지로 상부 전체 건중량에 대한 뿌리수로 나타내었는데 피복재료 차이에 의하여 소사나무의 뿌리 발생 개수가 다르게 나타났다(Table 4).

우선 피복재료 차이에 따른 장근 수는 영향을 받지 않았으나 세근 수에 있어서는 비닐 사용시보다 황마테이프 사용시에 그 효과가 크게 나타났다. 장근 수에 있어서는 피복재료에 관계없이 rootball 재료를 배양토보다 수태를 사용할 때 장근 발생 수가 많았다. 이와 같은 결과는 본 실험에 사용된 피복재료를 포함한 다양한 피복재료 선택을 통하여 수중에 따라 분재소재의 뿌리 형태미 형성 및 분내에서의 생장에 유리한 뿌리의 종류, - 장근, 세근 등의 생산 유도 가능성을 보여주고 있다.

환상박피 부위에 발생한 뿌리의 발달 상태를 rootball 재료 및 피복재료 차이를 통하여 비교해 보면, 비닐 사용의 경우 발근된 뿌리의 지속적인 생장에 의해 길이가 길어지면서 선단부가 굽어지다가 비닐에 도달하여 생장이 제약을 받기 시작하면서 세근이 형성되기 시작하였다. 그러나 이 경우에 세근의 발달이 활발하다가 쇠약해지면서 고사되는 경우가 일부 나타났다. 이러한 현상은 비닐 피복에 의하여 내부 온도가 상승함에 따라 나타난 고온 장애로 판단된다. 시설내 광도가 높을 때 황마테이프 피복 내부와 비닐 피복 내부 온도 차이는 약 5°C 정도의 차이가 관찰되었다. 또한 비닐의 경우 황마테이프에 비하여 내부가 건조하지 않은 반면 주근이 지속적으로 성장할 경우 다른 부위의 발근이 상대적으로 억제되어 뿌리의 발달에 편근성이 나타났으며, 세근의 발달이 활발하지 못하여 분재소재로서 바람직하지 못한 형태가 된다. 특히 배양토를 rootball 재료로 하고 비닐로 피복할 경우에서 피복부위가 커지는 현상이 나타났는데 호흡장

해와 함께 뿌리생장에 장애요인으로 작용하리라 판단된다.

황마테이프의 경우 발근된 뿌리가 생장을 하다가 선단부가 황마테이프 바깥으로 빠져나와 공기 중에서 고사하게 되면서 자연 단근이 되므로 세근의 발생이 빠르고 그 숫자 또한 많이 나타나게 된 것이다. 또한 뿌리발생 초기에는 편근성으로 나타나던 뿌리가 시간이 지나면서 박피부위에 비교적 고르게 발달되었다. 이러한 현상은 황마테이프를 이용하여 실시한 공중삼목 실험에서도 관찰되었다⁶⁾.

한편 rootball 재료를 수태로 하였을 경우 주근은 직선적으로 자라지만 세근은 불규칙하게 자라 수태와 엉키게 되어 절단 후 수태를 제거하여 이식할 경우 뿌리를 고르게 퍼서 심는데 어려움으로 나타났다.

3.6 공중취목 부위 발생 뿌리의 건중량

뿌리 건중량도 뿌리 개수와 마찬가지로 상부 전체 건중량에 대한 뿌리 건중량으로 구하였는데 피복재료로 황마테이프를 사용한 경우가 높게 나타났다(Fig. 2). 이와 같은 결과는 위에서 본 바와 같이 황마테이프 사용에 의하여 보다 많이 발생된 뿌리의 수에 기인한 것으로 보인다.

결 론

본 실험에서 환상박피 부위의 rootball 재료 및 피복재료는 소사나무의 발근 및 지상부 생장발달에 영향을 끼친 것으로 판단된다. 현재 국내외를 막론하고 공중취목시 일반적으로 사용하고 있는 피복재료는 수태와 비닐이다. 하지만 본 실험에서와 같이 시설내에서 공중취목 부위에 충분한 수분을 공급할 수 있는 환경조성 등 재배 환경에 따른 다양한 피복재료들의 사용을 통하여 보다 효과적인 소재 생산이 가능하리라 사료된다.

Table 4. Effects of rootball medium and covering materials for air-layering on the number of long root and fine root to the total dry weight of shoot and leaves of *Carpinus coreana*.

Covering material	Rootball medium	Long roots ¹	Fine roots ²
PF	MO	0.29±0.01 ³	5.78±0.12
	PP	0.13±0.04	4.56±1.48
JT	MO	0.33±0.05	11.51±2.00
	PP	0.16±0.05	8.06±2.06

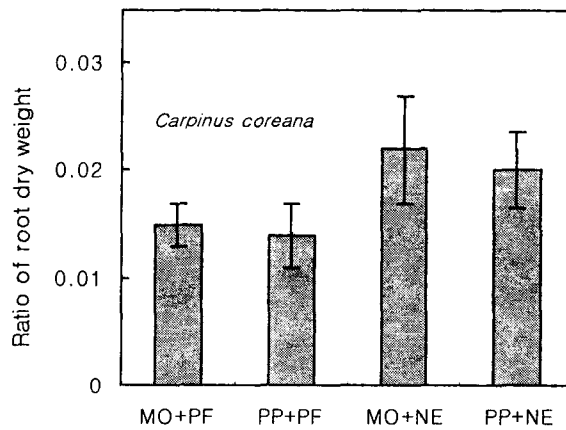
Source	F	
	Long roots	Fine roots
Covering material	-	5.84*
Rootball medium	12.07**	-
Covering × Medium	-	-

¹ The roots grown up to the surface of rootball.

² The roots originated from the long root.

³ Means±SE are the root number to the total shoot and leaves dry weight(g) which were measured on August 15, 2000.

* p < 0.05, ** p < 0.01



Source	F
Covering material	5.59*
Rootball medium	-
Covering × Medium	-

* p < 0.05

Fig. 2. Effects of rootball medium and covering material for air-layering on the ratio of root dry weight(g) grown at the girdling part to the total shoot and leaves dry weight(g) of *Carpinus coreana*.

즉 소재 사용자가 원하는 소재로의 생장 유도 및 소재 생산이 가능한 피복재료를 사용하는 방안도 시도해 볼 가치가 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 실험의 결과는 앞으로 예상되는 다양한 수종의 공중취목시 피복재료 선택에 보다 신중한 결정과 또한 다양한 시도가 필요하다는 것을 보여주고 있다.

참고문헌

1. 농촌진흥청. 1999. 분재. '99 소득작목전문 기술교육교재. 농촌진흥청. 331pp.
2. 송근준, 라영길. 1992. 분재학총론. 광일문화사. 242pp.
3. 임경빈. 1965. 유용식물번식학. 대한교과서주식회사. 767pp.
4. 최병철. 2001. 고품질 분재소재 생산을 위한 공중취목법 개발에 관한 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문.
5. 최병철, 홍성각, 김종진. 2001. IBA가 분재소재 곰솔의 공중취목 부위의 뿌리발달에 미치는 영향. 임산에너지 20(2) : 34-40
6. 홍성각. 1999. 공중삼목에 관한 연구. 건국대학교 농자원개발논집 21 : 67-71.
7. Barnes, R.D. 1974. Air-layering of grafts to overcome incompatibility problems in propagating old pine trees. New Zealand J. For. Sci. 4(2) : 120-126.
8. Broschat, T.K. and H.M. Donselmann. 1981. Effects of light intensity, air layering, and water stress on leaf diffusive resistance and incidence of leaf spotting in *Ficus elastica*. HortScience 16(2) : 211-212.
9. Cameron, R.J. 1968. The leaching of auxin from air layers. New Zealand J. Bot. 6(2) : 237-39.
10. Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies, Jr., and R.L. Geneve. 1997. Plant Propagation. 6th eds. Prentice Hall, New Jersey. 770pp.
11. Kadman, A. 1985. Improvements in the air layering propagation method for lychee and macadamia trees. Acta Horticulturae 158 : 143-149.
12. Mergen, F. 1955. Air layering of slash pine. J. For. 53 : 265-270.
13. Rajan, S. and S. Ram. 1989. Studies on the root regeneration in mango air-layers. Acta Horticulturae 231 : 192-197.
14. Suriyapananont, V. 1990. Propagation of apple rootstocks in Thailand : propagation by air and trench layering methods. Acta Horticulturae 279 : 461-464.