

## 단근, 줄기 절단과 식재 밀도에 따른 음나무(*Kalopanax septemlobus*) 묘목의 활착 및 생장 특성

강 호 상<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 서울대학교 농생명과학공동기기원

## Effects of Root Pruning, Stem Cutting and Planting Density on Survival and Growth Characteristics in *Kalopanax septemlobus* Seedlings

Kang, Ho Sang<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> National Instrumentation Center for Environmental Management, Seoul National University.

### ABSTRACT

*Kalopanax septemlobus* (Thunb. ex Murray) Koidz. is natively distributed in Korea. The importance of this species has been increased not only for high quality timber but for medicinal and edible uses. However, increasing market demand of *K. septemlobus* with illegal cutting and overexploitation has resulted in its rapid depletion and destruction of natural habitat. This study was conducted to understand the survival rate and growth characteristics of planted *K. septemlobus* seedlings with treatment of root pruning, stem cutting and planting density. The survival rate and growth of height and root-collar diameter for one- and two-year old seedlings with different planting densities were investigated in the clear-cut area of a *Pinus densiflora* stand for five years. One-year-old seedlings were treated with or without root pruning and planted with three density levels (5,000 trees ha<sup>-1</sup>, 10,000 trees ha<sup>-1</sup>, and 40,000 trees ha<sup>-1</sup>). Two-year-old seedlings were treated with and without stem cutting and planted with the density of 5,000 trees ha<sup>-1</sup>. The survival rate of one-year-old seedlings with root pruning treatment in the density of 10,000 trees ha<sup>-1</sup> was 92%, while that without root pruning in the density of 40,000 trees ha<sup>-1</sup> was 67% after five years. The height of one-year-old

**First author** : Kang, Ho Sang, Associate Research Professor, NICEM, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea,

Tel : +82-2-880-4952, E-mail : silvi1@snu.ac.kr

**Corresponding author** : Kang, Ho Sang, Associate Research Professor, NICEM, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea,

Tel : +82-2-880-4952, E-mail : silvi1@snu.ac.kr

**Received** : 13 May, 2013. **Revised** : 21 June, 2013. **Accepted** : 30 May, 2013.

seedlings has been significantly affected only by planting density in the 5<sup>th</sup> year. The survival rate of the two-year-old seedlings with stem cutting was 75.5% and greater than control (67.3%) in the 5<sup>th</sup> year but no difference in height was shown between the two treatments from three years after plantation.

Key Words : *Kalopanax septemlobus*, *Planting density*, *Plantation*, *Root pruning*, *Stem cutting*, *Survival rate*, *Growth*.

## I. 서 론

우리나라 산림은 지난 20세기 초 과도한 벌채와 한국전쟁 동안 발생한 산불 피해 등을 거치면서 대부분 파괴되었다. 뿐만 아니라 한국전쟁 직후 연료용으로 불법 벌채 및 남벌이 성행하여 거의 대부분의 산림이 황폐나지로 전락하였다(Lee and Suh, 2005). 다행히 1970년 이후 치산 녹화사업과 경제림 조성을 위한 조림사업의 성공으로 많은 산지가 복구되었으나 아직도 리기다소나무, 낙엽송, 아까시나무 등 외래수종의 분포 면적이 많아 자생수종으로의 갱신이 필요한 실정이다(Lee 등, 2004).

음나무(*Kalopanax septemlobus* (Thunb. ex Murray) Koidz.)는 한반도를 포함한 일본, 중국 남동부 및 동북지역 그리고 극동러시아 연해주 남부지역 등에 폭넓게 분포하고 있으며(Chang 등, 2003), 오랜 기간 우리나라 환경에 적응한 자생수종으로서 생태적으로 안정한 임분을 유지해 나갈 수 있는 효과적인 수종이다(Lee 등, 2000). 뿐만 아니라 가을에 성숙하는 열매는 야생조류의 주요한 먹이자원으로서 이용되며, 두꺼운 수피는 방화목으로의 역할을 하는 등 생태적 가치도 높은 수종으로 알려져 있다(Lin 등, 1991). 특히 수피에는 약리 성분이 있어 오랫동안 한약재료로 활용되어 왔을 뿐만 아니라 초봄의 어린 순은 유용한 산채 식품으로 이용되고 있고 목재도 무늬가 아름다워 고급목재로 사용되는 등 경제적인 가치가 매우 높은 수종이다(Hong 등, 2001; Moon 등, 2004; Kim 등, 2012).

천연림내에서는 음나무의 어린 유묘들이 집단적으로 분포하지만 이후 생존율이 저조하여 성목은 주로 몇 개의 개체목 단위로 산생하고 있다(Fujimori, 2002). 또한 종자는 결실의 풍, 흉이 심하고, 대부분의 종자가 미성숙배와 함께 종피의 발아억제물질로 인해 충실종자의 안정적인 확보 및 묘목 생산이 용이하지 않은 수종이다(Sasaki, 1985; Huang, 1987).

또한 최근 식, 약용자원으로서 음나무에 대한 수요가 급증하여 이른 봄철 음나무의 도·남벌로 개체수가 급격히 줄어들고 있을 뿐만 아니라 음나무 묘목을 구하기 어려워 산지에 있는 음나무가 굴취되어 시중에 거래되고 있는 실정이다. 따라서 우리나라 자생수종으로 식, 약용 자원으로 잠재력이 매우 높은 음나무 재배를 통해 농가 소득을 올릴 수 있도록 절적인 식재 방법 개발과 음나무 수확량 증진 및 지속적인 이용 방안이 개발되어야 할 것이다(Lee 등, 2001).

한편 음나무 묘목의 안정적인 생산을 위해 종자 및 삼목 번식(Yong 등, 2001)과 조직배양(Kim 등, 2002) 등을 이용한 대량 묘목 생산 방안과 음나무 유묘의 생장 및 광합성 특성(Lee 등, 2006)에 대한 연구가 일부 진행되었으나 산지에서의 음나무 묘목의 효율적인 식재 기술 개발에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 우리나라 강원도 평창군 소나무 개별지역에서 음나무 묘목의 단근처리와 줄기 절단 처리 그리고 식재 밀도에 따른 5년간 활착률과 생장 (묘고, 근원경) 특성을 파악하는 것이다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구대상지

연구 대상지는 강원도 평창군 미탄면 청옥산으로 해발고도 840m의 소나무가 개벌된 지역으로 조사지내 남아있는 소나무(평균 수령 약 20년) 그루터기를 이용해 조사한 소나무의 평균 흉고직경은 약 19cm이었으며, 임분 밀도는 1,800본/ha (1,300~2,100본)이었다. 조사 기간동안 1월 평균기온은 -3.4°C, 8월 평균기온은 23.9°C로 연교차가 크며, 연평균 강수량이 1205.6mm로 7-8월에 집중적으로 비가 내리는 전형적인 대륙성 기후를 나타낸다.

조사대상지역의 토양 특성은 A층의 깊이가 평균 11.8cm, 유효 토심은 평균 28cm로 음나무 묘목 1년생 조림지의 토양 수분이 평균 21.9%인데 비해 2년생 조림지의 토양 수분함량은 33.2%로 다소 높았다 (Table 1). 하층 식생도 1년생 묘목 조림지는 우산나물, 대사초, 참취, 큰까치수영, 산부추, 꿀풀, 양지꽃, 참나물, 제비꽃류 등이 많이 출현하였으며, 2년생 묘목 조림지의 경우 오이풀, 고사리류 및 여뀌류 등 계곡성 초본류가 많이 분포하고 있었다.

### 2. 연구방법

#### 1) 식재 방법

강원도 연곡 양묘장에서 가져온 묘고 평균

20cm, 근원경 평균 5.6mm의 음나무 1-0묘 (1년 실생묘)를 음나무 식재 시험구내에 고밀도 (0.5m×0.5m, 40,000본/ha), 중밀도 (1.0m×1.0m, 10,000본/ha) 그리고 소밀도 (1.4m×1.4m, 5,000본/ha)로 식재밀도를 달리하여 뿌리를 10cm정도 남기고 단근처리한 것과 단근처리하지 않은 묘목을 가로, 세로 각각 7본씩 총 49본을 같은 지역에 각각 식재하였다. 또한 줄기절단에 의한 효과를 파악하기 위해 근원경 평균 9.7mm인 음나무 1-1묘 (1년 실생묘를 이식하여 다시 1년을 키운 2년생 묘목)를 줄기 10cm를 남기고 절단한 묘목과 절단하지 않은 묘목을 1.4m×1.4m (5,000본/ha)의 간격으로 가로×세로 7본씩 총 49본을 식재하였으며, 식재후 산림용 고품비료를 1개씩 시비하였다.

#### 2) 활착률 및 성장 조사

식재이후 모든 개체에 대한 묘고 및 근원경을 조사하였으며, 이후 매년 9월말에서 11월 사이에 음나무의 묘고 및 근원경을 조사하여 활착률 및 묘고와 근원경 성장 특성을 각각 조사하였다. 묘고와 근원경 측정이 불가능한 경우 고사한 것으로 간주하였고 뿌리나 근주 부근에서 맹아가 발생하여 다시 성장한 것으로 활착한 것으로 조사하였다.

#### 3) 자료 분석

음나무 묘목의 식재 밀도와 단근처리에 따른

Table 1. The soil characteristics of *Kalopanax septemlobus* plantation.

Spacing	Depth of A horizon (cm)	Depth of root extension (cm)	Soil moisture (%)	Soil organic matter (%)
0.5m × 0.5m (1-0 seedling)	9	23	20.3	5.0
1.0m × 1.0m (1-0 seedling)	8	26	22.4	5.8
1.4m × 1.4m (1-0 seedling)	12	26	22.9	6.6
1.4m × 1.4m (1-1 seedling)	17	37	33.2	11.1

생장차이를 요인분석을 통해 비교하였으며, 분석 방법은 Duncan의 다중범위 검정과 일반 선형모형(GLM procedure)을 이용하였고, 통계 분석은 SAS 프로그램(SAS Institute Inc., version 8.1)을 사용하였다.

또한 음나무 묘고 및 근원경의 상대생장을 (RGR; relative growth rate)은 다음 식을 이용해 계산하였다.

$$RGR = (lnS_2 - lnS_1) / (t_2 - t_1)$$

(Where  $S_1$  : size on March in the first year,  
 $S_2$  : size on Nov. in the fifth year,  $t_2 - t_1 = 5$ )

### III. 결 과

#### 1. 음나무 묘목의 활착률

강원도 평창군 미탄면 청옥산 지역 소나무 개별지에 대해 식재밀도와 단근 및 줄기 처리에 따른 음나무 묘목의 식재후 활착률을 조사한 결과, 식재당년은 전체 표본구에서 평균 91.8% 이상으로 높은 활착률을 보여 개별지에서의 지존 작업 후 음나무 묘목 조림의 초기 활착률은 높

은 것으로 조사되었다. 그러나 일부 묘목의 경우 토끼 등 야생동물에 의한 줄기 식해 피해와 하늘소류 등 천공성 곤충에 의한 피해가 관찰되었으며 식재 후 3년 뒤에 고밀도 대조구의 활착률이 65%까지 떨어졌다 (Figure 1).

식재 밀도에 따른 활착률을 비교한 결과, 식재 후 5년이 지났을때 중밀도 대조구가 91.8%로 가장 높았으며, 소밀도 대조구도 89.9%로 높은 활착률을 보였다. 반면, 식재 밀도가 가장 높은 고밀도 대조구는 67.3%로 가장 낮았다(Figure 1).

한편, 1년생 묘목의 단근처리와 대조구의 평균 활착률은 5년후에 각각 약 83%로 차이가 없었으며, 2년생 묘목의 줄기절단 처리와 대조구의 평균 활착률은 줄기 절단구가 76%로 대조구의 67%에 비해 다소 높았다(Figure 1).

식재된 음나무의 줄기 피해를 무시하고 끝까지 살아남은 묘목으로 활착률을 조사한 결과 활착률이 비교적 높게 나타났는데, 이러한 결과는 음나무가 멧아 발생이 용이한 수종으로 줄기에 피해를 받더라도 줄기나 근주 부근에서 멧아가 다시 발생하였기 때문이다.

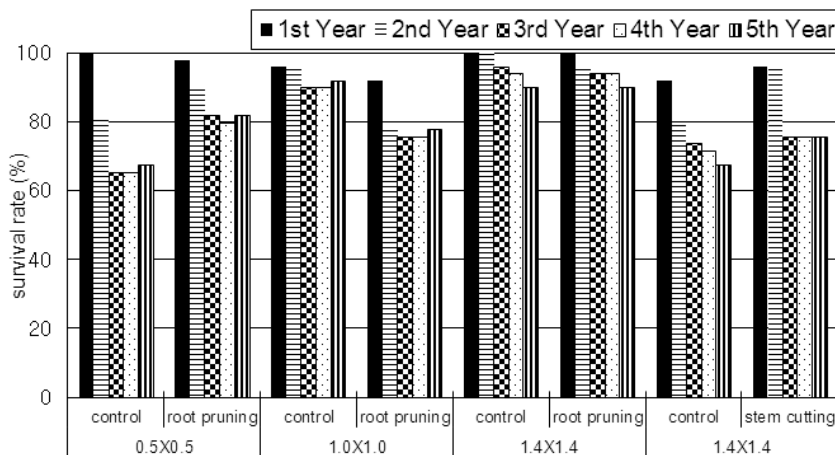


Figure 1. Survival rate of planted *Kalopanax septemlobus* seedlings with root pruning and stem cutting treatments for five years.

**Table 2.** Comparison of the height (cm) growth of planted *Kalopanax* seedlings treated by planting densities, root pruning and stem cutting with Duncan's test and GLM analysis.

Density	Date	March	Sep	Sep	Nov	Nov	Nov
		1 <sup>st</sup> year	1 <sup>st</sup> year	2 <sup>nd</sup> year	3 <sup>rd</sup> year	4 <sup>th</sup> year	5 <sup>th</sup> year
0.5×0.5 (1-0 seedlings)	C	19.1(±4.3) <sup>k</sup>	37.5(±10.3)	62.7(±22.9)	76.4(±29.5)	91.3(±27.9)	100.8(±33.3) <sup>b</sup>
	R	19.2(±5.2)	35.1(±10.6)	54.3(±21.7)	82.2(±28.5)	96.9(±24.8)	
1.0×1.0 (1-0 seedlings)	C	20.5(±4.7)	37.9(±10.8)	71.3(±20.9)	112.6(±36.2)	128.2(±35.1)	123.0(±42.6) <sup>a</sup>
	R	21.7(±5.0)	31.3(±10.9)	63.0(±25.0)	88.4(±38.7)	110.8(±45.1)	
1.4×1.4 (1-0 seedlings)	C	21.7(±4.3)	35.0(±10.7)	66.1(±24.5)	94.1(±32.4)	114.9(±31.9)	123.6(±38.2) <sup>a</sup>
	R	19.3(±5.5)	27.9(±27.9)	63.4(±22.7)	98.0(±35.4)	119.5(±42.5)	
1.4×1.4 (1-1 seedlings)	C	43.7(±10.1)	55.5(±24.5)	100.1(±37.0)	144.1(±45.3)	162.1(±52.3)	162.8(±74.1)
	S	10.0	43.5(±22.1)	63.4(±22.7)	132.7(±51.7) <sup>ns</sup>	168.1(±64.6) <sup>ns</sup>	

C : control, R : root pruning, S : stem cutting, k : Mean(±standard deviation)

Different letter on parenthesis means significantly different at 5% level

**Table 3.** Effects of the planting density and root pruning on the height growth of *Kalopanax* seedlings after five years.

Source	DF	SS	MS	F-values	
Density (D)	2	26079.6	13039.8	6.23*	←
Error(a)	3	6283.1	2094.4		
Root-cutting (R)	1	1.3	1.3	0.00 <sup>ns</sup>	←
D X R	2	6281.8	3140.9	2.14 <sup>ns</sup>	
Error(b)	235	349435.5			
Total	243	381798.2			

\* Significance at 5% level

## 2. 음나무 묘목의 묘고 성장

식재 밀도에 따른 음나무 1년생 묘목의 묘고 성장량은 소밀도구와 중밀도구가 약 123cm로 고밀도구(약 101cm)에 비해 유의하게 높은 성장을 보였으며, 소밀도구와 중밀도구간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

식재 당년에는 식재 묘목간의 경쟁으로 인해 고밀도구의 평균 묘고가 36.3cm로 중밀도구와 저밀도구의 34.6cm와 31.4cm에 비해 높게 나타났으나 점차 광과 양료 등 자원경쟁에 의해 생장이 둔화되거나 곤충 등에 의한 피해로 초두부가 고사함으로써 5년뒤에는 가장 저조한 성장을 보였다.

식재 후 5년 후에 밀도와 단근처리 효과에 의

한 묘고 성장을 분석한 결과, 밀도처리 효과만 통계적으로 유의하게 나타났으며, 단근처리 및 밀도와 단근처리의 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다(Table 3).

한편, 음나무 2년생 (1-1묘)의 식재시 평균 묘고가 44cm인 대조구와 줄기절단 처리구 (평균 묘고 10cm)의 묘고 성장을 비교한 결과, 줄기절단 처리구내 묘목들의 맹아 발생으로 식재 후 3년 후부터는 대조구와 줄기절단 처리구의 묘고가 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2).

식재후 5년 뒤에 묘고의 상대성장율(RGR)을 조사한 결과 0.31-0.38의 범위를 나타내었으며, 소밀도구가 평균 0.36(±0.08)으로 가장 높은 성장율을 보였으며, 중밀도구(0.34±0.10)와는 5%

**Table 4.** Relative growth rate for height and root-collar diameter of planted *Kalopanax* seedlings treated by planting densities and root pruning.

	0.5×0.5 (1-0 seedlings)		1.0×1.0 (1-0 seedlings)		1.4×1.4 (1-0 seedlings)	
	control	root pruning	control	root pruning	control	root pruning
Height	0.31(±0.10)*	0.33(±0.11)	0.36(±0.08)	0.31(±0.12)	0.34(±0.07)	0.38(±0.08)
Root-collar diameter	0.24(±0.07)	0.26(±0.08)	0.28(±0.07)	0.24(±0.11)	0.25(±0.05)	0.27(±0.07)

\* Standard deviation

유의수준에서 통계적 차이가 없었으나 고밀도구 (0.32±0.11)와는 유의한 차이를 보였다(Table 4).

### 3. 음나무 묘목의 근원경 생장

근원경 생장은 음나무 1년생묘의 경우 대조구 중밀도처리구가 23.1mm로 다소 높은 생장을 나타냈으나 식재밀도간에는 통계적으로 유의한 차이를 나타나지 않았으며, 2년생묘의 경우도 식재 후 5년 뒤에 대조구와 줄기절단처리구간의 근원경 생장에 차이가 없었다(Table 5).

1-0묘의 식재 5년 후의 밀도와 단근처리 효과 및 밀도와 단근처리의 상호작용효과에 의한 근원경 생장을 분석한 결과, 묘고 생장과는 달리, 모든 처리에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 1-1묘의 경우도 줄기 절단 처리구와 대조구

에도 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 5).

식재 후 5년 뒤의 근원경의 상대생장율을 조사한 결과, 0.24-0.28로 묘고 상대생장율에 비해 낮은 값을 나타내어 음나무 묘목의 식재 초기에는 묘고 생장이 우선적으로 이루어지고 있는 것을 알 수 있다.

## IV. 고 찰

음나무는 종자 결실주기의 불안정(Sasaki, 1985), 배의 미발달과 딱딱한 종피(Huang, 1987), 그리고 과육내 발아억제 물질(Iida와 Nakashizuka, 1998) 등으로 인해 2년만에 발아하는 수종으로 알려져 있으며 안정적인 묘목 확보가 힘든 수종 중 하나이다.

**Table 5.** Comparison of the root-collar diameter(mm) growth of planted *Kalopanax* seedlings treated by planting densities, root pruning and stem cutting with Duncan's test and GLM analysis.

Density	Date	March	Sep	Sep	Nov	Nov	Nov
		1 <sup>st</sup> year	1 <sup>st</sup> year	2 <sup>nd</sup> year	3 <sup>rd</sup> year	4 <sup>th</sup> year	5 <sup>th</sup> year
0.5×0.5 (1-0 seedlings)	C	5.6(±1.2) <sup>k</sup>	10.0(±2.1)	12.3(±3.5)	15.6(±4.2)	18.3(±5.3)	20.0(±6.2) <sup>ns</sup>
	R	5.5(±1.1)	9.7(±2.0)	11.7(±3.5)	15.6(±3.7)	19.6(±4.2)	
1.0×1.0 (1-0 seedlings)	C	5.5(±1.2)	10.2(±2.3)	13.4(±3.2)	18.7(±4.2)	22.3(±4.6)	21.9(±7.1)
	R	5.5(±1.1)	9.4(±2.3)	12.1(±3.9)	16.0(±5.8)	19.1(±7.2)	
1.4×1.4 (1-0 seedlings)	C	5.6(±1.0)	10.0(±2.1)	13.1(±3.4)	16.8(±4.6)	19.8(±4.6)	20.6(±5.9)
	R	5.1(±1.0)	8.8(±1.9)	12.1(±3.1)	16.0(±4.7)	19.0(±5.2)	
1.4×1.4 (1-1 seedlings)	C	10.6(±2.4)	13.7(±4.3)	18.5(±5.5)	24.1(±7.1)	28.4(±8.9)	27.8(±12.9) <sup>ns</sup>
	S	8.8(±1.8)	12.3(±2.8)	12.1(±3.1)	20.3(±6.7)	25.6(±7.8)	

C : control, R : root pruning, S : stem cutting, k : Mean(±standard deviation), ns : no significance at 5% level

최근 들어 음나무의 종자 발아를 촉진시키기 위해 변온습사 처리와 GA<sub>3</sub> 처리 그리고 최적 발아온도 연구, 가지없는 음나무 재배 등 음나무의 양묘와 농가 재배 방안에 대해서는 연구되고 있으나 산지에 대한 직접 조림에 대한 연구는 많지 않다(Kim 등, 2003, Moon 등, 2004).

또한 음나무는 종자 발아율이 매우 낮고, 가지삽목이 어려운데 반해 맹아력이 높아 근삽에 의한 식재 실패가 많이 보고되었는데(Haraguchi와 Shinichiro, 1974; Hashimoto와 Nishioka, 1991), Hukushi 등(1996)은 가을에 뿌리를 잘라 근삽을 한 경우 91%의 높은 활착률을 보였으나, 들쥐 등에 의한 식재 피해로 대부분 수형이 나빠졌으며, 근삽묘보다 실생묘의 식재피해가 더 높았다고 보고 하였다. 이처럼 음나무 조림목의 피해는 사슴과 쥐에 의한 식재피해가 많은데 임내에서는 사슴에 의한 피해가, 소면적 벌채지에서는 쥐에 의한 피해가 많았으나 맹아와 근맹아 발생으로 실제 고사율은 낮다고 보고하였다(Ishihasi, 1994).

본 연구에서도 토끼 등 야생동물에 의한 음나무의 줄기 식재 피해가 많이 관찰되었다. 그러나 음나무는 뿌리 맹아 혹은 근원경에서 맹아가 나오기 때문에 식재 후 5년 뒤에 1년생 묘목(1-0묘)의 전체 평균 활착률은 83%, 2년생 묘목(1-1묘)의 전체 평균 활착률은 71%로 비교적 높게 나타났다.

Koike와 Yukio(1982)가 음나무 묘목의 생장을 조사한 결과, 수관이 울폐된 곳이나 너무 열려 있는 곳에서의 생장은 좋지 않아 개별지의 식재가 어려운 것으로 여겨졌으나 식재 초기 지속적인 하에작업으로 하층 식생과의 경쟁만 완화 시켜준다면 개별지에 대한 음나무 묘목의 활착에는 큰 문제가 없는 것으로 생각된다.

그러나 산지에 직접 식재할 경우 2년생 이상 되는 음나무 묘목의 경우 운반이 힘들뿐만 아니라 가시가 있어 다루기가 쉽지 않아 조림 작업에 불편한 점이 많다. 따라서 산지 조림시에는

운반이 용이한 1년생 묘목을 직접 산지조림을 실시하고 야생동물에 의한 피해량을 파악해서 다소 밀하게 심는 것이 좋을 것으로 생각된다.

## V. 결 론

음나무의 조림 특성을 파악하기 위해 소나무 개별지내에 식재된 음나무 묘목의 활착 및 생장을 조사한 결과, 활착률은 식재 후 5년 뒤 단근 처리를 하지 않은 10,000본/ha 밀도구가 92%로 가장 높았고, 고밀도 대조구(40,000본/ha)는 67%로 가장 낮은 활착률을 보였다.

묘고 생장은 단근처리에 의한 효과는 없었으나 식재밀도에 따라서는 유의한 차이를 나타냈는데, 1년 실생묘(1-0묘) 식재 후 5년 뒤에는 5,000본/ha 밀도구와 10,000본/ha 밀도구의 평균 묘고가 각각 123.6cm와 123.0cm로, 40,000본/ha 밀도구의 평균 100.8cm에 비해 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 한편 2년생(1-1묘)의 경우 대조구와 줄기절단 처리구간의 묘고 차이가 식재후 3년째부터는 묘고 평균의 차이가 없었다.

음나무 묘령, 식재밀도, 단근처리 및 줄기절단 처리에 의한 활착률 및 생장을 조사한 결과, 소나무 개별지에 대한 음나무 조림은 음나무 1년생 묘목을 10,000본/ha으로 식재한 뒤, 점차 새순 및 줄기 채취 등으로 밀도를 조절해 주는 것이 양호한 방법으로 생각된다. 2년생 묘목의 경우는 5년뒤 묘고의 생장 차이가 나타나지 않았으나 활착률이 줄기 절단 처리구가 75.5%로 대조구의 67.3%에 비해 높게 나타나 2년생 묘목의 경우 줄기의 가지 때문에 운반이 용이하지 않기 때문에 줄기를 절단하여 조림함으로써 활착률을 높일 수 있다.

## 인 용 문 헌

Chang, C. S. · Kim, H. · Kang, H. S. and Lee,

- D. K. 2003. A morphometric analysis of the eastern Asian *Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz. (*Araliaceae*). Botanical Bulletin of Academia Sinica 44 : 337-344.
- Fujimori, N. 2002. Mechanisms of population maintenance in a sparsely-distributed species, *Kalopanax pictus* -The effects of tree density on reproductive processes-Center for Ecological Research. Kyoto University. Master thesis. 42p.
- Haraguchi, S. · Shinichiro, S. 1974. Seedlings by root cutting of *Kalopanax septemlobus*. Northern Forestry 304 : 19-22. (in Japanese)
- Hashimoto, G. and Nishioka, T. 1991. The root cutting method of *Kalopanax septemlobus* Northern Forestry 43(6) : 13-14. (in Japanese)
- Hong, S. S. · Han, D. I. · Hwang, B. Y. · Choi, W. H. · Kang, H. S. · Lee, M. K. · Lee, D. K. · Lee, K. S. and Ro, J. S. 2001. Chemical components from the stem barks of *Kalopanax septemlobus*. Korean Journal of Pharmacognosy 32(4) : 302-306. (in Korean)
- Huang, Y. G. 1987. A preliminary sample on neutral and acid inhibitors in the seed of *Kalopanax septemlobus*. Acta Botanica Sinica 29(3) : 283-292.
- Hukushi, G. · Shigeo, O. · Noboru, K. · Haruo, S. and Kimura. 1996. Growth ratio of seedlings and root cutting method of *Kalopanax septemlobus*. Transactions of the Meeting in Hokkaido Branch of the Japanese Forestry Society. 44 : 67-69. (in Japanese)
- Iida, S. and Nakashizuka, T. 1998. Spatial and temporal dispersal of *Kalopanax pictus* seed in a temperate deciduous forest, central Japan. Plant Ecology 135 : 243-248.
- Ishihashi, S. 1994. Research on selective cutting system in natural forests. Transactions of the Meeting in Hokkaido Branch of the Japanese Forestry Society. 42 : 232-234. (in Japanese).
- Kim, B. K. · Yi, Y. S. and Ahn, J. H. 2002. Micropropagation of *Kalopanax pictus* (Thunb.) Nakai by bud culture. Korean Journal of Medicinal Crop Science 10(4) : 249-252. (in Korean).
- Kim, M. H. · Park, S. Y. · Jeong, Y. J. and Yoon, K. Y. 2012. Sensory properties of *Kalopanax pictus* and *Cedrela sinensis* shoots under different blanching conditions and with different thawing methods. Korean Journal of Food Preservation 19(2) : 201-208. (in Korean).
- Kim, S. H. · Lee, C. H. · Chung, H. G. · Jang, Y. S. and Park, H. S. 2003. The germination characteristics of seed in *Kalopanax septemlobus* Koidz. by storage methods and GA<sub>3</sub> concentrations. Journal of Korean Forest Society 92(3) : 185-190. (in Korean).
- Koike, D. and Yukio, S. 1982. Relationship between photosynthesis rate and the light of broadleaf on August in Hokkaido. Proceeding of the Meeting in Hokkaido Branch of the Japanese Forestry Society 31 : 85-87. (in Japanese).
- Lee, C. H. · Choi, Y. C. · Kim, S. H. and Kwon, K. Y. 2000. Site characteristics, and vegetation structure, and dynamics of forest communities growing *Kalopanax septemlobus* (Thunb.ex Murray) Koidz. in Gangwon-do. Korean Journal of Plant Resources 13(3) : 227-242. (in Korean).
- Lee, D. K. and Suh, S. J. 2005. Forest restoration and rehabilitation in Republic of Korea. pp. 383-396. In : Stanturf, J.A. and P. Madsen. eds. Restoration of boreal and temperate forests. CRC Press.



- Lee, D. K. · Noh, J. S. and Lee, M. K. 2001. Development of practical cultivation methods and bioactive components of *Kalopanax septemlobus* for the increase of rural household income. Korea Forest Service 87p. (in Korean).
- Lee, D. K. · Kang, H. S. and Park, Y. D. 2004. Natural restoration of deforested woodlots in South Korea. Forest Ecology and Management 201 : 23-32.
- Lin, S. H. · Wang, H. H. and Chen, C. J. 1991. Studies on the fire-resistance and hygroscopic properties of wood by brushing fire retardant. (I) The efficiency of fire-resistance of wood. Forest Products Industries 10(2) : 45-65.
- Moon, H. K. · Kim, S. H. · Son, S. K. · Lee, J. H. and Jung, H. K. 2004. Cultivation methods for *Araria elata* and *Kalopanax septemlobus*. Korea Forest Research Institute 228 : 153-237. (in Korean).
- Sasaki, T. 1985. Cycles on the fruiting season of broadleaf in Hokkaido. Forest Tree Breeding in Hokkaido 28 : 20-25. (in Japanese).
- Yeoung, Y. R. · Lee, M. H. · Kim, B. S. · Kim, H. K. and Kim, J. H. 2001. Seed germination and softwood cutting technique of *Kalopanax pictus* Nakai. Korean Journal of Plant Resources 14(1) : 53-5. (in Korean).