

잣송이의 採取를 機械化하기 위한 基礎研究 (I) *

강화석¹⁾ · 이재선²⁾ · 김상현¹⁾ · 최종천³⁾

Basic studies on pine cone harvest (I)

Whoa Seug Kang¹⁾ · Jae-Seon Yi²⁾ · Sang Hun Kim¹⁾ · Jong-Cheon Choi³⁾

要 約

잣송이 수확기계의 개발을 위한 기초자료를 얻기 위하여 강원대학교 임과대학 부속연습림에서 7영급 및 4영급의 착과한 잣나무의 정단부위 성장특성과 착과특성을 1992년 8월 말부터 9월 중순까지 조사하였다.

1. 당년 성장한 가지의 길이는 4영급에서 주지는 27~56cm이고 측지는 18~47cm로 7영급보다 훨씬 왕성하였다.

2. 측지의 분지각은 24~89°이었고, 2년 성장한 주지의 직경은 10~30mm로서 두 특징에 있어 영급간 유의적인 차이가 없었으나, 1년생 주지의 직경은 4영급에서 9~18mm로서 7영급보다 성장량이 더 높았다.

3. 착과수는 평균 5개, 구과 생중량은 평균 272g으로 영급간 유의적인 차가 없었다.

4. 2년 자란 주지의 착과위치는 그 마디 아랫 쪽으로부터 7영급에서는 9.7~33.0cm, 4영급에서는 18.0~51.0cm의 범위인 곳으로 평균위치는 각 마디의 1/2과 4/5되는 위치였다.

5. 착과한 나무에 있어서 구과, 1년생지 및 2년생지를 합한 총생중량의 범위는 1.0~7.4kg이었다.

ABSTRACT

In the fall of 1992, growth characteristics and cone-bearing behaviour of crown top shoots were investigated on *Pinus koraiensis* trees, belonging to age class VII and IV, in the School Forests, College of Forestry, Kangwon National University to obtain basic information for the design of Korean pine cone harvesting machine. The results were summarized as follows.

* 본 연구는 1991년도 강원대학교 기성회 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음.

¹⁾ 강원대학교 농과대학 농업기계공학과; Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture, Kangwon Nat'l University

²⁾ 강원대학교 임과대학 임학과; Department of Forestry, College of Forestry, Kangwon Nat'l University

³⁾ 강원대학교 임과대학 삼림경영학과; Department of Forest Management, College of Forestry, Kangwon Nat'l University

1. The length of terminal main shoots and lateral shoots of the trees in age class IV was 27~56cm and 18~47cm, respectively, both of which were significantly higher than those of the trees in age class VII.

2. There was no significant difference between two age classes in the branching angle(24~89°) of lateral shoots and in the diameter (10~30mm) of two-year-old main shoots. However, one-year-old terminal main shoots of age class IV showed the higher diameter (9~18mm) than those of age class VII.

3. Mean cone number per tree was 5, and mean fresh weight of cone was 272g. No significant difference was found in these traits between both age classes.

4. Cones, on an average, hung on the two-year-old main shoots 15cm above the basal ends in age class VII and 33cm above in age class IV. Both lengths are equivalent to one half and four fifths of the shoots, respectively.

5. The fresh weight range of crown-top shoots containing cones was 1.0~7.4kg.

Key words: *Pinus koraiensis*, crown top shoots, growth characteristics, cone-bearing behaviour, cone harvesting machine

서 언

잣나무(*Pinus koraiensis* S et. Z)는 우리나라를 비롯하여 만주동부, 시베리아 및 일본 일부에까지 분포하며(Critchfield and Little, 1966), 심재가 연한 홍색이므로 紅松이라 불리우기도 하고(이 창복, 1979), 특히 열매는 백자실이라 하여 향기가 좋고 영양소가 풍부하여(한과황, 1990) 오랫동안 우리나라에서 식용으로 이용되어 왔다.

백자실을 얻자면 잣송이가 수관의 상층부에만 달리므로 나무 끝까지 사람이 올라가야 하고, 구과 채취후에도 일정기간 건조시켜야 잣 종자를 구과로부터 빼내는 것이 용이하며, 얻어진 잣 종자의 껍질을 벗겨야 비로소 식용으로 가능하다. 이 과정중 두번째와 세번째 과정은 기계가 이미 개발되어 그 작업이 비교적 용이하지만, 나무에서 잣송이를 따야 하는 첫번째 과정은 아직도 사람이 직접 나무에 올라가야만 하는 어려움이 있다.

잣은 잣나무림 부근 주민의 중요한 수입원으로 임산 부산물중 큰 비중을 차지하는 과일이다. 경기도 양평군 서종면 일대의 주민의 경우 총소득의 40%에 이르는 280만원이 잣에서 얻어져 이는 1년간 논농사에서 얻는 수입과 같은 액수이었

다(성과 김, 1991). 그러나, 잣 수확 기간이 8월 중순에서 10월 중순이므로 단위 기간당 수입으로 보면 논농사의 4배에 이를 정도이다. 잣 종자의 국내 생산량은 1987년까지는 연간 500~800톤이었고 1988년 이후 연간 1,100톤을 상회하였으나, 1991년 이후 그 양이 급격히 감소하고 있다(성과 김, 1991). 강원대학교 임과대학 부속 연습림의 경우 잣 채취가능 면적은 약 172 ha에 이르지만, 농산촌민의 이주, 위험한 작업의 기피 및 등록기술 보유자의 노령화 현상으로 1992년 가을의 잣 종자 수확은 3-4년 전의 1/5밖에 안되는 3.2톤에 이르렀다(심 우섭, 강원대학교 임과대학 연습림, 사진). 잣 채취 작업 자체가 위험성이 높고 힘든 작업으로 임금(1인 1일 6만원, '91년 9월)은 높게 형성되지만 일부 숙련 노동자(2인 1조 1일의 작업공정 = 64kg)를 제외하고는 작업자체를 회피하는 실정으므로 農家收取價를 높이기 위하여는 생산비를 줄이는 것과 손쉬운 채취기술의 개발이 무엇보다 필요하다(성 규철, 산림청 임업연구원, 사진). 1960년대 이후 조림 10대 수종으로 선택된 잣나무는 남부의 따뜻한 지방을 제외한 우리나라 전 지역에 조림되어 이제 수년 내로 종자생산이 가능한 수령에 이를 것으로 생각된다. 통계에 따르면 1970년 이후 연간 약 15,000ha가 전국적으로 조림되어 왔다(산림청; 1970, 1975, 1980, 1985, 1990). 정확한

통계는 현재 불가능하지만, 생산될 자원인 잣종자를 現金價로 계산한다면 연간 수백억원에 이를 것이다. 현 추세에 의하여 이 자원이 이용되지 못하고 버려진다면, 이는 국가적 손실임은 물론 힘들여 조성한 자원을 버린다는 점에서 국가의 자원조성시책에 상반하는 것이며 이 시책에 참여한 국민의 뜻을 저버리는 것이 될 것이다.

잣 구과의 채취를 위하여 경기도 가평군 도유림 사업소에서 원숭이를 활용하는 방법, 고가 사다리의 이용 및 헬기나 기구의 사용등을 시도하여 왔으나 큰 성과를 거두지 못하고 도중에 중단되고 말았다 (정 창영, 경기도 가평군청, 사진). 手作業이 어렵다면 결국 잣 구과 채취를 위하여서는 공중에 뜨는 기계의 개발이 요구된다 하겠다. 이 기계의 개발은 우선 잣나무의 성장특성 특히 착과 부위의 특성이 이해되어야 할 것이다. 잣나무는 숲의 가장자리에 위치하는 경우에는 樹冠下部의 가지에도 잣송이가 열리지만, 숲 안에 위치하는 경우에는 수관상부에만 毬果가 달린다. 잣나무는 소나무屬에 속한 다른 種과 같이 결실에 2년이 소요된다. 따라서, 금년에 수확하는 잣은 작년도에 자란 가지에 달려 있기 마련이다. 이러한 점을 고려하여 잣이 착과하는 정단부분에 관한 몇 가지 成長特性을 두개의 영급에서 조사하였다.

재료 및 방법

앞으로 기술될 部位의 명칭이 혼동되지 않도록 그림-1에서와 같이 편의상 각부분을 구분하여 정의하였다. 나무 끝쪽에서 보아 첫번째 마디는 1992년에 자란 가지이다. 이렇게 성장한 가지에는 그 나무의 主幹에 연결되어 자란 것이 있고, 주간과 일정한 각도를 이루며 자란 것이 있어 전자를 主枝라 하고 후자를 側枝라 한다. 1992년에 자란 마디 아래에는 전년(1991년)에 자란 마디가 연결되고, 1991년에 자란 주지의 아랫쪽에는 주지와 일정각을 이루며 자란 여러개의 측지가 있다. 1991년에 자란 측지 상단에는 1992년에 자란 작은 가지들이 있어 이들도 다시 주지와 측지로 나눌 수 있다.

길이성장과 直徑成長은 주지와 측지를 나누어 측정하였다. 측지의 길이는 여러 측지중에 가장 중간적인 것을 골라 조사하였다. 주지의 직경은

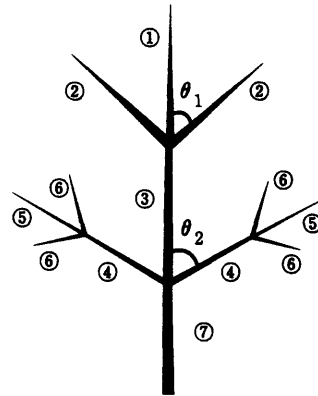


Fig. 1. Locality of shoots and angles in this study. ①-terminal main shoot; ② terminal lateral shoots; ③-'91 main shoot; ④-'91 lateral shoots; ⑤-main shoots of '91 lateral shoots; ⑥-lateral shoots of '91 lateral shoots; ⑦-'90 main shoots; θ_1 -branching angle of terminal lateral shoots; θ_2 -branching angle of '91 lateral shoots.

주지의 중앙부위를 측정하였다. 1990년에 자란 주지의 직경은 윗마디에서 10cm 아래의 곳을 측정하였다. 측지의 分枝角은 측지중 임의의 하나가 주지와 이루는 각을 측정하였다. 毬果의 着果位置는 착과된 마디의 아랫쪽에서 구과가 달린 곳까지의 길이를 재어 그 위치로 하였다. 구과의 무게는 한 나무에서 얻은 구과중 임의의 2개를 골라 무게를 달았다. 지조의 生重量은 그림-1에서 '90 주지를 제외한 전체의 무게로서 착과된 구과의 무게를 포함한 것이다. 시료의 측정은 나무에 올라가 '90 주지를 잘라낸 뒤, 가지가 부러지지 않도록 아래로 내려 현장에서 측정하였다. 조사시기는 잣 구과 채취 시기인 1992. 8. 30부터 1992. 9. 19까지이었다.

결과 및 고찰

15 가지의 성장 특성(표-1~표-10)과 착과 특성(표-11~표-15)이 조사되었다. 이들 특성은 7영급(63~67년생)과 4영급(31~34년생)의 영급이 다른 나무들을 대상으로 얻은 것이므로, 영급간의 차이가 있는가를 알기 위하여 2개의 무리로 나누어 비교 분석하였고 총괄은 표-16에서 보는 바와 같다.

길이성장은 주지와 측지 모두 7영급보다 4영급이 왕성한 것으로 나타났으나(표-1, 표-3, 표-5, 표-7 및 표-9), 직경성장은 차이가 있는 경우도 있었고(표-2), 없는 경우도 있었다(표-6과 표-10).

길이성장을 종합하여 볼 때 '91년과 '92년에 자란 주지의 총연장은 7영급에서는 50cm, 4영급에서는 82cm정도로 나타난다(표-1과 표-5). 그러나, 측정된 자료의 범위내에서의 최대추정치는 7영급에서는 80cm, 4영급에서는 114cm이다. 측지는 1년간 14cm(7영급) 또는 29cm(4영급) 자랐으며(표-3), 표-7과 표-9에서 볼 때 2년간 자라면 32cm(7영급) 또는 54cm(4영급) 정도 될 것으로 추측된다. 그러나, 두 표에서 2년간의 최대치는 51cm와 80cm로 각각 계산된다.

직경은 1년의 성장량이 10mm(7영급) ~ 12mm(4영급)이지만, 최대치는 18mm이고 영급간 성장의 차가 있는 것으로 나타났다(표-2). 그러나, 2년간의 총성장은 최대 30mm이고, 7영급의 평균이 20mm이며 4영급의 평균이 23mm

이었다(표-6). 3년간 자라면('90 주지) 최대 35mm에 이르고 두 영급간에 2년간의 성장에서와 마찬가지로 유의적인 차를 발견할 수 없었다(표-10). 직경 성장은 7영급에서 변이가 커 1년 성장에서 변이계수가 36%에 이르고 2년과 3년 성장하면 26%로 감소하나, 4영급에서는 1년 성장에서 20%이고 2년과 3년 성장에서 16% 및 13%로 변이의 폭이 훨씬 낮았다.

측지의 분지각은 영급에 따른 유의적인 차이가 없었다(표-4와 표-8). 그 범위는 24~89°였다. 급년도의 자란 측지가 보다 좁은 각도를 이루고 있었는데, 이는 작년도에 자란 측지에는 이미 중력의 작용과 임목 자체의 공간의 확보를 위한 작용이 있었기 때문인 것으로 생각된다.

구과가 달린 '91 주지의 직경은 최대치가 30mm이나, 그 범위는 10~30mm이었다(표-6). 그러나, 구과가 달리지 않은 주지가 구과가 달린 주지보다 훨씬 작은 직경 값을 보였는데, 이는 본고와 관련이 없으므로 표-6의 자료에서 제외하였다.

Table-1. Length of terminal main shoots (unit; cm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	18	10.0 - 35.0	21.1	7.55	35.8	7.359
IV	14	27.0 - 55.5	41.2	7.77	18.9	t _{0.01} =2.739

Table-2. Diameter of terminal main shoots (unit; mm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	18	5 - 18	9.6	3.50	36.4	2.523
IV	14	9 - 18	12.4	2.53	20.4	t _{0.01} =2.739 t _{0.05} =2.037

Table-3. Length of terminal lateral shoots (unit; cm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	18	7.0 - 21.0	14.29	3.88	27.2	6.557
IV	13	17.5 - 47.0	29.07	8.89	30.6	t _{0.01} =2.745

Table-4. Branching angle of terminal lateral shoots (unit; degree)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	16	24 - 89	49.8	14.54	29.2	0.955
IV	13	27 - 76	54.6	12.19	22.3	t _{0.20} =1.311 t _{0.40} =0.854

Table-5. Length of '91 main shoots (unit; cm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	15	22.0 - 45.0	28.1	6.82	24.3	4.173
IV	14	26.0 - 58.5	40.7	9.25	22.8	t _{0.01} =2.756

Table-6. Diameter of '91 main shoots (unit; mm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	20	10 - 30	20.3	5.36	26.4	1.725
IV	16	17 - 30	23.0	3.73	16.2	t _{0.05} =2.028 t _{0.10} =1.691

Table-7. Length of '91 lateral shoots (unit; cm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	20	9.0 - 25.5	16.1	6.23	38.7	5.736
IV	16	14.5 - 42.0	28.1	6.21	22.1	t _{0.01} =2.720

Table-8. Branching angle of '91 lateral shoots (unit; degree)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	20	42 - 74	56.7	10.61	18.7	1.918
IV	16	44 - 88	64.0	12.20	19.1	t _{0.05} =2.028 t _{0.10} =1.691

Table-9. Length of main shoots of '91 lateral shoots (unit; cm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	20	7.5 - 25.0	15.9	5.12	32.2	4.794
IV	16	9.5 - 38.0	26.0	7.47	28.7	t _{0.01} =2.720

Table-10. Diameter of '90 main shoots (unit; mm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	20	10 - 35	24.6	6.42	26.1	1.751
IV	15	21 - 35	27.8	3.71	13.4	t _{0.05} =2.030 t _{0.10} =1.690

착과수에 있어서는 착과된 나무만 골라서 조사한 것이므로, 조사목당 5~6개의 구과가 있는 것으로 조사되었다(표-11). 그러나, 나무간 변이가 심하여 많은 것은 22개에서 적은 것은 1개까지의

분포를 보였다. 영급간의 개체목당 구과 수에서는 유의적인 차가 없었다. 그러나, 단위면적당 착과한 개체수를 조사하지 않았으므로 두 영급에 있어 단위 면적당 생산량의 비교는 불가능하다.

Table-11. Number of cones in '91 main shoots

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	20	1 - 22	5.8	5.51	95.0	0.278
IV	13	1 - 14	4.8	4.33	90.2	t _{0.50} =0.683

평균착과위치는, 주지의 경우 4영급에서는 着果枝의 아랫쪽에서부터 33cm 윗쪽이었고 7영급에서는 15cm 되는 곳이었다(표-12). 이는 각

영급간의 주지성장에 차이가 있으므로 당연한 결과라 생각된다.

Table-12. Cone location in '91 main shoots (unit; cm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	20	9.7 - 33.0	15.3	5.73	37.4	12.23
IV	16	18.0 - 51.0	32.8	7.95	24.3	t _{0.01} =2.720

표-5와 표-12의 자료를 이용하여 착과지의 전체 길이를 1로 볼 때, 4영급에서는 그 4/5되는 곳에 7영급에서는 그 1/2되는 곳에 구과가 달리는 것으로 보인다. 측지의 착과를 조사하기 위하여 조사된 개체는 표-7에서 보는 것처럼 7영급에서 21,

4영급에서 17이었으나, 착과된 개체는 표-13에서 보는 것처럼 각각 14개체와 6개체이었고 착과수는 1~2개이었다. 착과 위치는 표-13에서 볼 때 상당한 차이가 있지만, 상대적인 위치로 보면 별 차이 없이 측지의 거의 끝부분에 달리었다.

Table-13. Cone location in lateral shoots of '91 main shoots (unit; cm)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	13	8.5 - 20.5	13.0	3.44	26.6	7.708
IV	5	23.5 - 29.0	27.8	4.35	15.6	$t_{0.01}=2.878$

구과의 생중량은 90g에서 490g으로 그 변화의 폭이 넓었다(표-14).

Table-14. Fresh weight of cones (unit; g)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	42	90 - 490	286.3	91.68	32.0	1.823
IV	21	95 - 370	243.2	82.92	34.1	$t_{0.05}=1.998$ $t_{0.10}=1.670$

평균중량은 272g으로서 영급간의 차이를 인정할 수는 없었다. 그러나, 개체별로 단 2개씩만 입의로 조사한 것이므로 착과된 구과 전체를 대상으로 한다면 이것과 다른 결론에 이를 수도 있을 것이다.

지조의 생중량은 최대 7.4kg까지 관찰되었으나, 1kg이 안되는 것도 있었다(표-15). 지조의 생중량은 7영급에서 4영급보다 더 높았으며 변이의 폭도 상당히 컸다.

Table-15. Fresh weight of crown-top shoots including cones (unit; kg)

age class	d. f.	range	mean	s. d.	c. v. (%)	t-value
VI	21	0.98 - 7.40	2.68	1.39	51.7	2.107
IV	15	0.85 - 3.15	1.85	0.77	41.8	$t_{0.01}=2.720$ $t_{0.05}=2.032$

잣나무 정단부의 성장 특성에 관한 자료는 거의 없는 상태이나, 구과의 착과에 대하여는 전(1977)의 보고에 의하면 5영급의 잣나무에 있어 최대 구과수는 72인 경우도 있었고, 총 317본의 조사목중 약 37%가 결실을 하지 않은 것으로 나타났다. 또한 약 33%의 나무가 1~6개의 구과를 생산하였고, 18%의 나무가 7~14개의 구과를 생산하였다. 20개 이상의 착과량을 갖는 개체는 7%정도에 불과하였다. 본 연구에서는 개체당 평균 구과수가 5개이었고 최대 착과수는 22이었다. 전(1977)은 구과의 무게는 34g으로부터 247g으로 변이가 심하였다 하였다. 그러나, 이는 1개월간 실내 건조 후의 무게이므로 본 연구에서 나

타난 것과는 비교할 수 없다.

잣송이는 송이 하나하나를 채취하는 경우도 있으나, 작업의 효율성 때문에 대개 잣송이가 달린 수관 정단부를 꺾어 내려 잣송이를 따는 실정이다. 만약 이와같은 작업을 할 수 있는 기계개발을 고려하였을 경우 그 기계의 팔, 톱 또는 가위의 제작을 위하여, 얻어진 자료를 기초로 수관 정단부의 모양을 그리면 그림-2와 같으며 이는 표-16에 정리되어 있다. 움직임을 막기 위한 가지의 고정 기능의 손이 맨 끝가지에 작용한다면, 손은 18mm이상의 범위에서 작용을 할 수 있어야 할 것이다(표-16). 절단할 부위는 '91 주지 또는 '90 주지이므로 톱이나 가위는 최대 35mm의

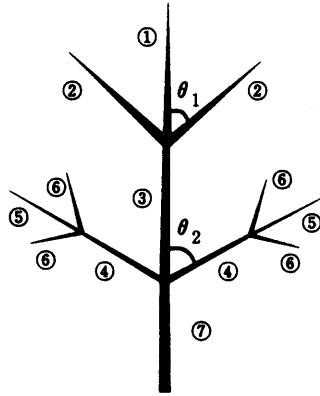


Fig. 2. Growth characteristics and cone-bearing behaviour of *Pinus koraiensis* trees in age class VII and IV. See Table-16 for variation and means.
 ①-terminal main shoot with a length of 10.0~55.5cm and a diameter of 5~18mm; ②-terminal lateral shoots with a length of 7.0~47.0cm; ③-'91 main shoot with a length of 22.0~58.5cm and a diameter of 10~30mm; ④-'91 lateral shoots with a length of 9.0~42.0cm; ⑤-main shoots of '91 lateral shoots with a length of 7.5~38.0cm; ⑥-lateral shoots of '91 lateral shoots (not measured); ⑦-'90 main shoot with a diameter of 10~35mm; θ_1 -branching angle of terminal lateral shoots, ranged from 24 to 89°; θ_2 -branching angle of '91 lateral shoots, ranged from 42 to 88°. Cones were attached to two-year old main shoots (③) average 15cm above the basal ends in age class VII and average 33cm above in age class IV. The maximum total fresh weight of crown-top shoots except '90 main shoot (⑦), when cones were attached to, ranged from 1.0 to 7.4kg.

Table-16. Some characters of cone-bearing shoots of *Pinus koraiensis*

Characters	range	mean	s. d.
length of terminal main shoots(cm)	10.0 - 55.5	30.3	7.88
diameter of terminal main shoots(mm)	5 - 18	10.9	3.20
length of terminal lateral shoots(cm)	7.0 - 47.0	20.6	6.40
branching angle of terminal lateral shoots(degree)	24 - 89	52.0	13.99
length of '91 main shoots(cm)	22.0 - 58.5	34.2	8.36
diameter of '91 main shoots(mm)	10 - 30	21.2	4.83
length of '91 lateral shoots(cm)	9.0 - 42.0	21.5	6.39
branching angle of '91 lateral shoots(degree)	42 - 88	60.0	11.66
length of main shoots of '91 lateral shoots(cm)	7.5 - 38.0	20.4	6.45
diameter of '90 main shoots(mm)	10 - 35	26.0	5.57
number of cones in '91 main shoots	1 - 22	5.4	5.22
cone location in '91 main shoots(cm)	9.5 - 51.0	23.1	4.37
cone location in lateral shoots of '91 main shoots(cm)	8.5 - 29.0	17.4	3.94
fresh weight of cones(g)	90 - 490	271.7	90.21
fresh weight of crown-top shoots including cones(kg)	0.85 - 7.40	2.3	1.20

가지를 자를 수 있어야 한다(표-16). '91측지의 분지각이 좁게는 42°에서 넓게는 88°이므로 주지의 길이와 측지의 길이를 합하여 계산하여 본다면 가지 절단을 위하여 기계를 이용할 경우, 이 기계가 작동하여야 할 운동범위는 임목정단을 기준으로하여 최소 밀면 반경 80cm이고 높이 114cm인 원뿔이 차지하는 공간이 되어야 한다(표-16). '90 주지를 잘라 낸다면 이 기계는 최대 7.4kg의 무게를 들어 올릴 수 있어야 할 것이다, '91 주지의 하단부를 잘라 낸다면 최대 처리하중은 이 보다 훨씬 줄어들 것이다.

참고문헌

- 전 상근. 1977. 잣나무의 착과량이 구과 및 종자의 몇 개 형질에 미치는 영향. 경희대 산업과학연구소 논문집 5:61-67.
- Critchfield, W.B. and E. L. Little, Jr. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. US Dept. Agri., Forest Serv. Micellaneous Publ. No. 991.
- 한 상섭, 황 병호. 1990. 잣 종자의 아미노산, 지방산, 비타민 분석. 한암지 79:345-351.
- 이창복. 1982. 대한 식물 도감. 향문사.
- 산림청. 1970. 임업 통계 요람.
- _____ 1975. 임업 통계 요람.
- _____ 1980. 임업 통계 요람.
- _____ 1985. 임업 통계 요람.
- _____ 1990. 임업 통계 요람.
- 성 규철, 김 상철. 1991. 주요임산물의 가격 형성. 산림청 임업연구원 임업연보 43:110-127.