

인력고지톱을 이용한 가지치기 작업능률

조구현^{1*} · 오재현¹ · 박문섭² · 차두송³

¹국립산림과학원 산림생산기술연구소, ²국립산림과학원 남부산림연구소, ³강원대학교 산림환경과학대학

The Pruning Works Efficiency of Manual Pruning Saw

Koo-Hyun Cho^{1*}, Jae-Heun Oh¹, Mun-Sueb Park², and Du-Song Cha³

¹Forest Practice Research Center, Korea Research Institute, Pochun 487-821, Korea

²Southern Forest Research Center, Korea Research Institute, Jinju 660-300, Korea

³Division of Forest Management and Landscape Architecture, College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

ABSTRACT : The first pruning works of planted trees on forest area carry out when tree height reached at 6 meters. And the second works carry out when it grow to 12~13 meters of tree height. Pruning works are necessary for producing straight log without knar by tool or machine. Generally, the mechanized pruning works Self-propelled pruning machine, chain pruning saw and other tools are used in mechanized pruning works. However, manual pruning saw which is usually using pruning tool was for this study. To investigate the pruning works efficiency, *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis* and *Pinus rigida* which were distributed in Kangwon-Do was surveyed. Height of surveyed the trees were 10~16 meters and its pruning works range were 6.2~6.7 meters of tree height. As results, pruning works efficiency of *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis* and *Pinus rigida* were 3.14 min/tree, 5.06 min/tree and 4.44 min/tree, respectively. Also, possible pruning works of man-day for *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis* and *Pinus rigida* was 104, 64, and 81 trees, respectively.

Keywords : Pruning works, Works efficiency, Efficiency, *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis*, *Pinus rigida*, Manual pruning saw

서 론

임목의 가지치기 작업은 임목 생장에 불필요한 고사지 발생을 방지하여 질적으로 용이가 없고 통직·완만한 목재의 생산을 목적으로 한다. 가지치기는 임내의 광환경을 조절 개선하여 임분의 관리에 도움이 되지만 한편 가지치기는 가지와 함께 잎이 제거됨으로서 일시적으로 광합성의 감소로 생장이 저하되기도 한다(林業技術ハンドブック, 1990; 송태영 등, 1994). 가지치기로 인하여 하층 50% 정도의엽량이 제거되면 가지치기 후 1년간의 간재적 성장은 25% 저하된다고 하였다. 그러나 생물적인 측면에서는 순간적이며 큰 영향을 미치지 않는다(林業技術, 1981). 가지치기 작업은 어린나무가꾸기, 솎아베기 때에 가지치기를 함께 할 수 있으나 보통 별도의 작업으로 실행한다. 그러나 현실적으로

가지치기 작업은 낮은 목재가격과 노동력의 부족으로 작업이 충분히 되지 않고 있는 것이 사실이다(任慶彬, 1977).

가지치기에 사용되는 도구는 낫, 톱 등을 주로 사용하며 6 m 이상의 경우에는 자동지타기를 활용하기도 한다. 그러나 자동지타기는 수간이 구부러진 것은 적용하기 힘들다(송태영 등, 1994). 가지치기 작업은 침엽수의 경우 15~20년생 때 실시하며(瀧本 등, 1986), 가지치기의 높이는 보통 수고 6 m 내외에서 1차 실시하고 작업높이는 솎아베기 단계에서 수고의 50~60% 높이로 실행한다(寺川 등, 1985). 보통 가지치기의 높이는 2 m, 4 m 등 정배수로 하는 것이 유리하며 수고 12 m까지 가능하다(林業技術ハンドブック, 1990).

가지치기의 작업공정은 침엽수의 경우 15~20년생 때 1인 1일 230~300분 정도 할 수 있으며 장기수는 ha당 평균 11인이 소요되는데 작업높이가 불분명한 점도 있다(林業

技術ハンドブック, 1990; 瀧本 등, 1986). 육림용 자주식 지타기의 현지시험에서 지상 7 m까지 가지치기 작업이 가능하며 1본당 작업시간은 3~5분정도 소요되었고(林業機械化協會, 2001), 두 종류의 지타기에 의한 작업공정 비교에서 1본당 작업소요시간은 각각 358초, 443초가 소요되었다(竹内と佐藤, 1978). 가지치기 작업 높이별 작업 공정을 살펴보면 1일 작업능률은 작업회수에 따라 다르며 3.0-4.5 m에서는 110본, 4.5-6.0 m는 70본, 6.0-7.5 m는 45본으로 작업높이가 높아질수록 작업능률이 낮아지는 경향이 있다(송태영 등, 1994). 편백의 수고 6-8 m 내외의 가지치기 소요 높이는 수고의 60% 수준인 3.3~3.6 m 내외이며, 인력고지톱에 의한 편백의 가지치기 작업능률은 1본당 4.98분이 소요되었고 1일 작업능률은 96본으로 나타났다(박문섭 등, 2006).

그렇지만 가지치기는 자연낙지가 잘 되는 수종인 경우 작업을 생략할 수 있지만 소나무, 잣나무, 리기다소나무의 경우 자연낙지가 잘 되지 않고 죽은 가지가 수간에 그대로 붙어 있어 우량 대경제 생산을 위해서는 가지치기 작업이 필수적이다.

본 연구는 강원도 인제군 및 홍천군의 인접한 지역을 대상으로 하여 조립된 수고 6 m 내외의 가지치기 작업지를 대상으로 소나무, 잣나무, 리기다소나무 임분에 대하여 인력고지톱을 이용한 가지치기 작업능률을 조사하여 1일 작업공정을 확립하는데 그 목적을 두고 수행하였다.

재료 및 방법

조사지 개요

가지치기 대상 수종은 강원도 홍천·인제 지역에 분포하고 있는 소나무, 잣나무, 리기다소나무를 대상으로 하였다. 작업 및 조사대상지는 일반적인 국유림의 인공림지역으로 수령이 25년생 내외의 지역이다. 작업대상지 및 임황은 표 1과 같다.

조사지는 20×20 m의 조사구를 설정하여 수고, 흉고직경, 가지가 없는 높이를 조사하였으며 조사구별 조사본수는 수종에 따라 다르며 22본부터 57본 내외로서 현재 ha당 생립 밀도는 약 550~1,425본 정도이고 어린나무 가꾸기 외에 다른 작업을 거의 하지 않은 조림지였다. 수종별로 보면 소나무는 178 cm로 다른 수종에 비하여 평균수고가 높으며 가지가 없는 무절제 지하고 높이도 높았다.

조사방법

가지치기 작업은 20 m × 20 m의 조사구를 설치하여 인력고지톱을 이용하여 가지치기 시간과 작업 전과 작업 후의 높이 등을 조사하였다. 작업에 활용한 작업기종은 인력고지톱으로 현재 가지치기 작업현장에서 가장 많이 사용하고 있으며 무게 2.8 kg 정도로 최대 작업가능 높이는 5.9 m 정도

표 1. 작업대상지 및 임황

수종	장소	수령 (년)	플롯	생립본수 (본)	평균수고 (m)	평균흉고직경 (cm)	지하고 (cm)
소나무	인제 남면 부평리	27	1	44	15.5	19.3	186
			2	57	15.5	16.9	184
			3	56	15.2	16.5	163
잣나무	홍천 두촌 장남리	27	1	22	11.8	21.6	164
			2	23	10.9	18.5	140
			3	23	11.5	18.2	141
			4	26	15.1	23.0	176
	홍천 화촌 구성포	24	5	38	11.0	15.0	154
			6	45	10.5	15.9	143
			7	39	11.2	16.9	147
리기다 소나무	인제 남면 부평리	26	1	54	9.7	14.8	169
			2	51	10.2	16.4	151
			3	57	10.8	15.6	151
			4	31	14.5	25.4	226

표 2. 인력고지톱의 제원

기종명	모델	무게(kg)	최대 작업높이(m)	적용높이(m)	자루길이(m)	연결방식
인력고지톱	유비	2.8	5.9	3.7	4.8(3단)	신축봄식



그림 1. 인력고지톱

이고 자루의 길이가 4.8 m로서 3단으로 구성되어 있어서 작업높이를 조정할 수 있다. 작업기종의 제원은 표 2와 같고, 모양은 그림 1과 같다.

결과 및 고찰

작업적용 높이

조사구별 작업높이는 무절 높이가 1.5 m 내외로 작업높이별 작업 가지의 수는 표 3과 같으며 수종에 따라 가지수의 차이를 보이고 있으며 작업높이가 높아짐에 따라 작업 가지의 수가 많은 것으로 조사되었다. 수종별로 보면 잣나무의 경우 작업높이 2~4 m의 가지의 수는 20개 이상으로 가장 많으며 그 다음으로는 리기다소나무, 소나무의 순으로 나타났다. 소나무, 리기다소나무는 6~9개 정도로 나타났다.

작업 후 평균높이는 표 4와 같으며 절간 간격으로 인해 목표작업 높이와 실제작업 높이는 차이가 있으며 소나무의 경우 작업높이 0~2 m에서 실제작업 높이는 2.46~2.62 m로서 최소 46 cm 이상 높아진 것으로 나타났다.

또한 수종별, 조사구별, 작업높이별로 실제 작업높이는 차이가 있으며 작업 후 평균높이는 0~2 m에서 실제작업 높

표 3. 작업높이별 평균 작업 가지의 수

수종	조사구	작업높이(m)		
		0~2	2~4	4~6
소나무	1	2.9	6.7	8.8
	2	3.5	6.5	10.7
	3	4.2	9.2	10.8
잣나무	1	5.7	21.8	14.9
	2	9.8	26.4	22.0
	3	9.6	23.8	20.7
	4	3.4	16.3	18.1
	5	6.5	23.2	23.0
	6	9.5	20.6	22.7
	7	7.5	23.3	23.4
리기다 소나무	1	2.7	8.0	9.2
	2	2.6	9.7	11.6
	3	2.1	8.6	9.2
	4	2.8	6.7	9.7

표 4. 작업 후 평균높이

수종	조사구	작업 후 평균높이(m)		
		0~2	2~4	4~6
소나무	1	2.56	4.61	6.51
	2	2.62	4.55	6.44
	3	2.46	4.49	6.74
잣나무	1	2.28	4.20	6.37
	2	2.25	4.39	6.26
	3	2.20	4.36	6.27
	4	2.34	4.37	6.43
	5	2.22	4.28	6.23
	6	2.33	4.33	6.47
	7	2.28	4.41	6.31
리기다 소나무	1	2.55	4.29	6.34
	2	2.32	4.29	6.20
	3	2.44	4.34	6.28
	4	2.36	4.34	6.34

이는 잣나무는 2.20~2.34 m로서 최소 20 cm 이상, 리기다 소나무는 2.32~2.55 m로서 32 cm 이상 높아진 것으로 분석되었다.

표 5. 수종별 작업높이별 1분당 요소작업 시간

단위 : 분/분

수종	0~2 m			2~4 m			4~6 m		
	가지치기	이동휴식	계	가지치기	이동휴식	계	가지치기	이동휴식	계
소나무	0.48	0.40	0.88	1.28	1.09	2.37	1.95	1.51	3.46
잣나무	0.89	0.31	1.19	4.05	0.90	4.94	4.52	1.08	5.06
리기다소나무	0.43	0.92	1.35	1.97	0.80	2.77	3.37	1.07	4.44

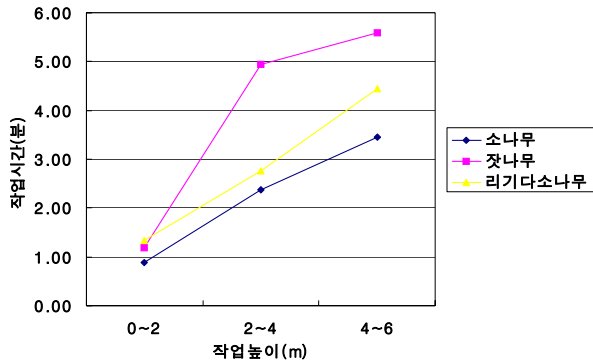


그림 2. 수종별, 작업높이별 작업시간

요소작업 시간분석

조사구별, 작업기종별 가지치기 작업의 요소작업을 분석한 결과는 인력고지톱의 경우 수종에 따라 가지발달 상황, 가지갯수, 가지굵기, 가지재질 등의 차이에 따라서 가지치기 시간과 이동 및 휴식시간에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 일반적으로 전체 요소작업시간 중 가지치기작업이 전체의 반 이상을 차지하며, 이동 및 휴식도 반 정도를 차지하고 있어 작업의 부담이 높은 것을 알 수 있다. 가지치기 작업은 다른 산림작업에 비하여 나무의 위를 쳐다보고 작업을 하기 때문에 고개와 팔, 어깨가 아프고 작업에 부담이 많아 휴식시간을 많이 가져야 할 필요가 있다.

인력고지톱은 현재 가장 많이 사용하고 있으며 전체 작업시간 중 가지치기 작업시간이 거의 2/3를 차지하고 있으



그림 3. 잣나무 가지치기

표 6. 100분당 작업능률

단위 : 분/100분

수종	작업높이(m)		
	0~2	2~4	4~6
소나무	88	237	346
잣나무	119	494	560
리기다소나무	134	277	444

며, 수종에 따른 제거대상 가지의 수 차이로 인하여 작업 높이별 가지치기 시간의 차이가 확연함을 알 수 있다. 수종별 분당 작업소요시간은 표 5 및 그림 2와 같다. 수종별로 나누어 보면 잣나무가 1분당 작업시간이 가장 많이 소요되는 것으로 나타났다. 이것은 표 3에 나타난 바와 같이 제거대상 가지의 수가 잣나무가 월등히 많고, 리기다소나무, 소나무의 순으로 나타났기 때문이다.

작업능률

요소작업을 근거로 하여 1일 작업능률은 가지치기 높이 2 m 간격으로 조사하여 6 m까지의 결과를 표 6과 같이 나타냈고 작업광경은 그림 3, 그림 4와 같다.

인력고지톱은 가지치기 작업에 가장 많이 이용되는 기종으로서 인력에 의존하기 때문에 작업원에게 신체적인 부담을 많이 주며 금후 개선의 여지가 많은 도구 중에 하나이다.

작업능률은 수종 및 작업높이에 따라 차이가 있으며 소나무는 100분당 작업소요시간이 0~2 m 작업의 경우 86분,



그림 4. 리기다소나무 가지치기

표 7. 1일 작업능력 단위 : 분/일, 8시간 기준

수종	작업높이(m)		
	0~2	2~4	4~6
소나무	409	152	104
잣나무	303	73	64
리기다소나무	267	130	81

요 약

가지치기 작업은 보통 묘목의 식재 후 수고가 6 m 전후 일 때 1차 작업을 실시하고 수고 12~13 m 전후일 때 2차 작업을 실시한다. 옹이가 없고 통직한 목재를 생산하기 위해서는 도구나 기계에 의하여 가지치기 작업이 필요하다.

가지치기 작업방법에는 자동지타기를 이용하거나 동력 고지톱을 이용하는 등 여러 가지 방법이 있지만 본 연구에서는 가지치기 작업에 일반적으로 가장 많이 활용하고 있는 인력고지톱에 의한 가지치기작업을 조사하였다.

조사수종은 강원도 지역을 중심으로 분포하고 있는 소나무, 잣나무, 리기다소나무를 대상으로 하였다. 조사대상 수고는 10~16 m 내외로서 가지치기 후 지하고의 높이는 6.2~6.7 m 내외로서 인력고지톱에 의한 가지치기 작업능률은 4~6 m의 작업높이의 경우 1분당 소나무 3.46분, 잣나무 5.06분, 리기다소나무 4.44분이 소요되었고, 1일 작업능률은 소나무 104분, 잣나무 64분, 리기다소나무 81분으로 나타났다.

2~4 m 작업의 경우 237분, 4~6 m 작업의 경우 346분이 소요되었고, 잣나무는 100분당 작업소요시간이 0~2 m 작업의 경우 119분, 2~4 m 작업의 경우 494분, 4~6 m 작업의 경우 560분이 소요되는 등 다른 수종도 표 6과 같이 산출되었다.

1일 작업능률은 표 6의 100분당 작업능률과 마찬가지로지만 수종 및 작업높이에 따라 차이가 있으며 소나무는 1일 작업능률이 0~2 m는 409분, 2~4 m는 152분, 4~6 m는 104분이며, 잣나무는 0~2 m는 303분, 2~4 m는 73분, 4~6 m는 64분, 리기다소나무 0~2 m는 267분, 2~4 m는 130분, 4~6 m는 81분 등으로 표 7과 같이 산출되었다.

결 론

인력고지톱에 의한 수종별 가지치기 작업능률에 대하여 조사·분석한 결과로 단순히 1일 작업능률을 살펴보면, 1일 8시간 기준으로 작업높이 2~4 m의 경우 소나무 152분, 잣나무 73분, 리기다소나무 130분으로 나타났다. 그러나 각각의 수종별 가지치기 높이의 차이 및 작업부하 등 단순히 비교하기에는 어려움이 있다고 할 수 있다.

인력고지톱은 현재 가장 많이 사용하고 있으며 가볍고 기동성이 좋으며 가지치기 작업시 수간을 중심으로 작업원의 이동이 쉽고 가격이 저렴하여 가장 많이 쓰고 있으며, 유지관리비용이 거의 들지 않는다. 소나무, 잣나무, 리기다소나무와 같이 송진이 많은 침엽수의 경우에는 작업을 하면서 톱날에 송진(유지)이 끼여 작업을 하는데 속도를 저하시키므로 휘발유 등으로 톱날을 닦아가면서 작업을 하고 수시로 톱날의 청결을 유지하여야 한다.

본 연구에서는 소나무, 잣나무, 리기다소나무의 가지치기에 대해서만 조사·분석 하였지만 가지치기에 필요한 낙엽송 및 삼나무 등 타 수종에 관하여도 조사·분석할 필요가 있을 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

박문섭, 조구현, 송태영, 김재원. 2006. 인력고지톱을 이용한 편백 가지치기 작업능률에 관하여. 산림공학기술 4(2): 125-137.
 송태영, 노대균, 김재원, 박문섭. 1994. 조림 및 육림작업 기계화 기술 개발- 자동지타기에 의한 가지치기 능력조사. 임연보고 50: 164-169.
 林業技術. 1981. 山林廳. 354-357.
 任慶彬. 1977. 林學概論. 향문사. pp. 383.
 지속가능한 산림자원관리 표준매뉴얼. 2005. 산림청. pp. 289.
 林業機械化協會. 2001. 育林用自走式枝打機械の現地試験について. 機械化林業 566: 39-41.
 竹内郁雄, 佐藤久男. 1978. 枝打ち生長におよぼす影響 (II). 日林論 89回: 249-250.
 瀧本義彦, 寺川仁, 渡辺多佳, 竹内典之, 山本俊明, 佐々木功. 1986. 枝打ちの作業工程と生理的負擔 (III). 日林論 97回: 697-699.
 寺川仁, 瀧本義彦, 藤井禧雄, 山田容三, 山本俊明, 佐々木功. 1985. 枝打ちの作業工程と生理的負擔 (I). 日林論 96回: 661-662.
 林業技術ハンドブック. 1990. 社団法人 全國林業改良普及協會. 林野廳. pp. 732.