

간벌이 한국산 잣나무의 용제품질에 미치는 영향*¹

정성호*^{2†} · 정두진*² · 박병수*² · 전수경*³

Effects of Thinning on the Timber Quality of *Pinus koraiensis* Grown in Korea*¹

Song-Ho Chong*² · Doo-Jin Jung*² · Byung-Su Park*² · Su Kyung Chun*³

요 약

간벌이 국산 잣나무 조림목의 용제품질에 미치는 영향을 구명함으로써 잣나무 인공조림목의 양질재 생산과 효율적 이용을 위한 기초자료를 제공하고자 수행된 본 연구에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

강도의 간벌을 실시한 곳에서는 원목의 단위 m당 표면용이 출현수가 감소하였고, 죽은 용이의 비율도 감소하였으나 용이의 크기는 커졌으며, 용이의 상향각은 죽은용이가 산용이보다 컸다. 굽은 원목은 간벌을 하지 않은 곳보다 강도간벌을 실시한 곳에서 적게 출현하였고, 원주형질률은 강도간벌을 실시한 곳에서 높게 나타났으며 지상고 3.2 m 이하 부위의 원목에서 더욱 향상되었다. 무결점재면률은 무간벌구에 비해 강도간벌구에서 향상되었으며, 원목품등은 간벌을 강하게 실시한 경우일수록 높게 나타났다.

ABSTRACT

The study was performed to obtain basic data for high quality timber production and efficient utilization of woods by investigating the effects of thinning on timber quality of domestic Korean pine(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) planted. The results of this study were summarized as follows ;

Comparing the appearance of knot per one meter on log surface, the heavy thinned trees contained less knots than non-thinned ones. And the ratio of dead knots was decreased in heavy thinned trees compared with the non-thinned ones, but the knot size was increased. The inclination angle of dead knot is larger than that of live knot. The crooked logs in heavy thinning plot appeared less than those

*¹ 접수 2002년 5월 13일, 채택 2002년 5월 21일

*² 임업연구원 Korea Forestry Research Institute, Seoul 130-712, Korea

*³ 강원대학교 산림과학대학 College of Forest Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

† 주저자(corresponding author) : 정성호(e-mail: shchong@foa.go.kr)

in non-thinning plot. In heavy thinning plot, the log circle percentage of cross section and the ratio of clear lumber were increased, compared with in non-thinning one. The grade of log was the highest in heavy thinning plot.

Keywords: thinning, *Pinus koraiensis* Sieb. et. Zucc., knot, crooked log, clear lumber, grade

1. 서 론

우리나라는 황폐한 산림을 복구하기 위하여, 온 국민의 정성과 노력을 결집하여 1, 2차 치산녹화 계획을 성공적으로 추진함으로써 국토를 녹화하는데 성공하였다. 그러나 오늘의 우리나라의 산림을 자세히 살펴보면 녹화에는 성공하였지만, 아직 유품목이 많을 뿐 아니라 성숙목이라 하더라도 용재로서의 가치가 높은 우량재목의 자원은 매우 적은 실정이다. 자원으로로서의 가치가 높은 우량재목을 양산하기 위하여는 적기에 간벌을 실시하고 가지치기를 해주는 등 육림작업에 정성을 쏟는 것이 나무를 심는 것 이상으로 중요한 일이다.

그런데, 지금까지 국내에서는 Kim 등(1988, 1994)이 잣나무 등에 대하여 간벌에 따른 조림목의 직경생장량, 수간형상비, 재적생장량 등을 비교하는 등, 간벌에 의한 임목의 양적인 성장과 임분구조개선 효과 등에 관한 연구는 많이 추진되어 왔다. 그러나 이 작업을 통해서 가꾸어진 成林에서 생산된 용재의 품질과 같은 질적 성장에는 어떠한 영향을 미치는지에 대한 국내의 연구는 거의 전무한 실정이다.

육림작업이 목재 재질 및 용제품질에 미치는 영향을 구체적으로 파악함으로써 인공조림목의 양질재 생산과 효율적 이용을 위한 기본자료를 확보한다는 것은 매우 중요한 일이다. 실제로 임업선진 각국에서는 간벌, 가지치기 등 육림작업 실시가 목재의 재질에 미치는 영향을 구명하여, 이를 토대로 생산 목재의 등급화 등 용재의 품질평가에 적용하고 있다. Austin 등(1992)은 간벌의 효과를 수관장(crown height)의 증가로 판단하였으며 Saito 등(1967)은 10년생 삼나무 조림지에 대한 간벌실시 결과, 간벌 첫 해에는 수관생장이 현저하게 증가함을 보고한 바 있다. Kano 등(1966)은 간벌형식과 가지치기 방법이 다른 곳에서

생산된 삼나무에 대하여 제재용 원목으로서의 품질평가를 위하여 원목형질, 용이분포, 품등 등을 비교 분석하였다. 또한 Kano 등(1968)은 삼나무림에 대하여 몇 가지 유형의 간벌을 한 경우와 거의 하지 않은 경우로 나누어, 가지치기를 한 경우와 하지 않은 경우와 함께 이들 육림방법을 각기 달리 했을 때의 제재원목의 품질상태를 파악하기 위하여 수간의 외관적 특징, 즉 수고, 흉고직경, 완만도, 지하고율 등의 분포에 대하여 조사하였다. 坂口 등(1980)은 임분밀도에 따라서 생산되는 원목의 연륜폭, 수간의 형, 材内に 함유되는 용이 분포 등에 차이가 있음을 보고하였으며, Shinya 등(1996)은 임목의 생산관리시스템과 연계한 목재의 재질관리 시스템의 확립을 목표로 하여, 간벌 정도가 다른 임분에서 생육한 낙엽송 조림목을 대상으로 하여 간벌시업과 목재의 기본성질, 즉 직경생장, 재적생장, 용적밀도수 및 가도관 길이에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

본 연구는 우리나라의 중요한 조림수종으로서 많은 비중을 차지하고 있을 뿐 아니라 수확기에 이르러 본격적인 이용시기가 도래한 잣나무를 대상으로 하여, 간벌실시에 따라 달리 발현되는 용제품질을 비교 평가함으로써 이들 간벌 실시가 용재의 품질에 미치는 영향을 과학적으로 구명하고, 양질재 생산과 목재의 효율적 이용을 위한 자료를 제공하고자 실시되었다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시수종

본 연구에 사용된 공시수종은 우리나라의 중요한 조림목으로서 많은 비중을 차지하고 있을 뿐 아니라 현재 상당량의 수확벌채가 이루어지고 있어 본격적인 이용시기가 도래한 잣나무(*Pinus koraiensis* Sieb.

et Zucc.)를 대상으로 하였다.

1과 같다.

2.2. 공시임지 및 공시임목

간벌이 잣나무 조림목의 용제품질에 미치는 영향을 구명하기 위해 공시목을 채취한 공시임지는, 시험의 정확도를 향상시키기 위하여 간벌기록의 명확성 유무를 가장 중요한 선정기준으로 하여 선정하였다. 선정된 임지는 경기도 남양주시 진접면 부평리에 소재해 있는 임업연구원 광릉시험림 9임반 파소반이었다.

이 임지는 과거에 임업연구원에서 간벌의 강도별로 잣나무의 생장에 미치는 효과를 구명함으로써 적정 간벌 강도를 구하기 위하여 시험을 실시하였던 임지이다. 총면적이 3.95 ha로서 그 중 임목지는 3.9 ha이고 전형적인 인공 침엽수림으로서 잣나무 순림이었다.

1966년도에 ha당 5,000본을 조림하였고, 1983년 및 1987년에 각각 1, 2차의 간벌을 실시하였으며 두 차례에 걸친 간벌율이 모두 74%(1차 71.6%, 2차 2.4%)로 강하게 간벌을 실시한 강도간벌구와 간벌율이 46%(1차 33.9%, 2차 12.1%)로 약하게 간벌을 실시한 약도간벌구 및 전혀 간벌을 하지 않은 무간벌구로 각각 구분되어 있었다.

선정된 공시임지의 해당 처리구내에서 비교적 표준적인 성장상황과 형질을 나타내고 있으면서 각종 위해로부터 손상을 받지 않은 건전한 임목을 각 10본씩 채취하여 공시목으로 사용하였다.

공시임목의 수고와 흉고직경 및 중앙직경은 Table

2.3. 실험방법

내부에 묻혀 있는 용이를 비롯한 각종 형질인자를 조사하기 위하여 수심을 중심으로 16등분하여 방사상으로 제재하는 곧은결제재를 주로 실시하였으며, 이 방법으로 측정이 어려운 항목에 대하여는 원목의 외측에서부터 내측으로 향하여 돌려가며 30 mm 두께의 정각으로 제재하였다.

임목의 지상고별 용이의 분포수는 임목시의 지제부를 기점으로 하여 1.2 m 미만, 1.2~3.2 m, 3.2~5.2 m, 5.2~7.2 m, 7.2~9.2 m 부위로 5구분하여 조사하였으며, 이 때 용이의 상향각도도 함께 조사하였다.

원목 표면용이의 크기는 수피를 모두 제거한 다음, 표면에 나타나는 용이에 대하여 그 잘린 횡단면의 긴 지름을 '원목규격(임업연구원 고시 2000-38호)'에 따라 1 cm 단위로 실측하였다. 이 때 규격이 정하는 바에 따라 1 cm 미만의 용이는 제외하였다.

원주형질물은 지제부인 지상고 0.2 m 부위를 기점으로, 1.2, 3.2, 5.2, 7.2, 9.2 m 부위에서 각각 5 cm 두께의 원판을 채취하여서 면적률에 의하여 처리구별, 수고별로 산출하였다.

무결점재면률은 최근 침엽수재가 집성재 등으로 많이 이용되는 점을 고려하여 최소한의 집성재 제조가 가능한 폭 3 cm, 길이 30 cm 이상의 무결점면의 비율을 100분율로 산출하였으며, 채취된 공시임목으로부터

Table 1. Description of sample trees

Thinning intensity	Heavy*	Moderate**	None
Number of sample trees	10	10	10
D.BH (cm)	25	17	13
	20~32	16~20	12~16
Mid diameter (cm)	18	13	10
	14~21	12~16	9~12
Height (m)	14	13	12
	13~15	12~13	11~13

* Thinning intensity : 74.0% ** Thinning intensity : 46.0%

터 조제된 원목의 굵음과 품등은 임업연구원 고시 제 2000-38호의 원목규격에 정하는 바에 따라 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 용이

3.1.1. 분포 및 출현수

용이가 포함된 목재는 섬유의 주향이 산란되어 그 부근은 기계적 성질이 저하된다. 용이로부터 많이 떨어진 위치에서의 용력은 목리의 평행방향으로 향하지만 용이의 인접부에서는 목리와 직각방향의 인장응력과 목리방향으로 전단응력을 보이며 인장강도를 크게 감소시킨다(차, 2000). 이 외에도 용이는 불균일한 수축이 발생하여 뒤틀림이나 활렬이 생기는 등의 원인이 되기도 한다. 따라서 용이는 공예적으로 활용하는 경우 등 일부의 제한적인 활용을 제외하고는 용재의 품질을 떨어뜨리는 요인이 되는 중요한 인자의 하나이다.

용이의 분포수를 공시임목의 지상고별로 구분하여 조사한 바, Fig. 1과 같이 원목 내부에 묻혀 있는 내부용이의 수는 처리구별로 다른 특별한 경향을 보이지 않았다. 원목 표면에 나타나는 표면용이는 무간벌구와 약도간벌구의 경우 대체로 숫자의 차이가 없이 거의 비슷한 경향으로 분포하고 있었으나, 강도간벌구의 경우는 원목 지상고가 낮은 부분에서 이들에 비해 표면용이의 수가 현저하게 적게 나타나고 있었다.

이와 같은 이유는 지상고가 낮은, 즉, 역지 이하의 부위에서 강도간벌에 의한 왕성한 비대생장으로 죽은 용이가 다른 처리구에 비하여 더 빨리 내부에 묻히고, 허약한 용이는 세력을 확보하지 못한 상태에서 점차 고사되어 소멸되거나, 아직 완전히 소멸되지 않은 용이라 하더라도 크기가 1 cm 미만으로 위축되어 버리는 경우가 많은 때문인 것으로 사료된다. 원목규격(산림청·임업연구원, 2002)에서는 1 cm 미만의 용이는 計數에서 제외하고 있다.

임목의 전체적인 용이 분포수는 표면용이의 수가 내부용이의 수보다 적었다. 그런데 공시임목의 지상

Fig. 1. Frequencies of surface knots and inner knots by thinning intensity.

고가 낮은 부위에서는 내부용이 수와 표면용이 수가 차이를 보였으나 가지가 살아있는 상층부에서는 전반적으로 내부용이 수와 표면용이 수와의 차이가 적은 것으로 나타났다.

한편, 용제품질의 양부를 가늠하는데 있어서 용이의 균집성이 매우 중요한 인자가 되기도 한다. 용이의 균집에 의한 강도의 감소는 각 용이 크기에 대한 함수관계보다는 뒤틀린 목리의 크기 및 그 심각성과 관계가 있다. 그러므로 균집된 용이가 있는 제재목은 보통 구조용으로는 사용이 금지된다(차, 2000).

본 연구에서도 용재의 품질을 결정하는데 중요한 인자의 하나가 되는 단위길이당의 용이 분포수를 각 처리구별로 구분 조사하여 Fig. 2와 같은 결과를 얻었다.

Fig. 2. Frequency of knot per 1 m on the surface of log by thinning intensity.

간벌의 강도에 따라 나타나는 원목의 단위 m당 표면용이의 수가 약도간벌시는 무간벌구에 비하여 다소 간에 증가되는 경향을 나타내었지만 유의수준 1%에서의 유의차는 나타나지 않았다. 그러나 강도간벌구에서는 6.6개/m로 약도간벌구의 8.3개/m에 비하여 오히려 감소되는 경향을 보였으며 Duncan의 다중검정 결과 이 차이에서는 유의성이 인정되었다. 이는 간벌의 강도에 관계없이 초기 내부용이의 출현 수는 비슷하였더라도, 강도간벌구의 경우는 임목의 직경생장이 극히 왕성하여 임목 하부의 죽은용이가 빠른 속도로 내부에 묻히는 데서 그 원인을 찾을 수 있다. 또한 강도의 간벌에 의해 급격히 소밀도가 낮아짐으로써 일부 세력지가 더욱 커져서 상대적으로 주변의 허약한 용이를 급속히 쇠퇴시키므로 취약한 용이의 소멸속도가 가속되는 것으로도 생각된다. 이러한 표면용이의 감소는 원목의 품등을 상승시켜 용재의 품질을 높이는 중요한 인자가 된다.

3.1.2. 크기 및 종류

용이의 수 및 군집성과 함께 용이의 크기도 목재의 역학적 성질에 크게 작용하여 용재의 품질에 영향을 미치므로 용이의 크기를 조사하였으며 그 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같다.

용이의 크기는 전반적으로 5 cm 미만이 대부분을 차지하고 있었으며 그 중에서도 2~3 cm의 용이가 많았다. 그러나 간벌을 실시한 경우는 무간벌구에 비해

여 큰 용이의 수가 많이 나타났다. 그리고 간벌구에 있어서도 간벌의 정도가 강할수록 큰 용이의 비율이 증가하는 경향을 보였다. 이는 간벌에 의해 일부 활력이 높은 세력지의 생장이 더욱 활발해져서 큰 용이의 출현비율이 높아진 것으로 보인다. 즉 간벌을 실시함에 따라 소밀도가 급격히 낮아지고 이에 따라 임목의 직경생장이 왕성해짐으로써 일부 활력이 강한 세력지가 생장이 활발해져 더욱 커지고, 상대적으로 주변의 허약한 용이는 이 활력 강한 큰 용이에 위축되어 급속히 쇠퇴되거나 소멸되는 것으로 판단된다.

임목의 성장과정에서 가지의 생장이 왕성할 때에 생기는 용이인 산용이(live knot, intergrown knot)는 가지가 아직 살아 있으므로 가지 주위로 조직이 형성되어 가지의 조직과 수간이 밀접하게 연결되어 있으며 목재가 건조해도 이탈하지 않고 그대로 남아 있게 된다.

원목표면에 나타나는 용이 종류를 관찰한 결과도 Fig. 4에서 보는 바와 같이 간벌을 실시함에 따라 차이가 났다. 즉, 원목표면 전체용이에 대한 죽은용이의 비율은 강도간벌구가 3.2%로 약도간벌구 25.9% 및 무간벌구 24.7%에 대하여 고도의 유의차를 보였다. 즉 강한 간벌을 실시한 곳의 임목은 죽은용이의 비율이 낮게 나타났다. 이는 강한 간벌을 실시함에 따라 임지내 임목의 소밀도가 급격히 낮아져서 직경생장이 매우 왕성해짐에 따라 생장이 정지된 죽은 용이는 묻혀지는 속도가 빨리 진행됨으로 강도간벌구의 죽은용이 비율이 낮게 나타난 것으로 판단된다. 약도의 간벌

Fig. 3. Distribution rate of knot diameter by thinning intensity.

Fig. 4. Type of knots on the log surface by thinning intensity.

구에서는 무간벌구에 비하여 큰 차이를 나타내어 보이지는 않았으나 시일이 더 경과되면 그 양상은 차이가 날 수 있을 것으로 생각된다.

3.1.3. 상향각도

옹이가 포함된 원목을 제재하였을 때 옹이의 상향각도가 어느 정도인가에 따라 재면에 나타나는 옹이의 단면적이 차이가 날 수 있으며, 옹이가 재면을 점유하는 이 단면적의 크기는 강도 등 기계적 성질 및 수축과 같은 물리적 성질, 그리고 뒤틀림과 할렬 등에도 크게 영향을 미쳐 용재의 품질이 좌우될 수 있다.

옹이의 상향각도를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 옹이의 상향각도는 간벌의 실시유무 또는 간벌의 강도에 따른 차이의 경향은 뚜렷하지 않았다. 그러나 옹이의 종류별에 있어서 전반적으로 죽은옹이의 상향각이 산옹이의 상향각보다 큰 것으로 나타났다.

이와 같이 죽은옹이의 각도가 큰 이유는 그 원인이 아직 정확히 밝혀진 바는 없다. 하지만 Kano 등 (1966)이 일본산 삼나무를 대상으로 조사한 결과에서 본 연구 결과와 마찬가지로 죽은옹이의 상향각도가 큰 것으로 보고한 바 있다.

Table 2. Inclination angle of knot (unit : °)

		Heavy	Moderate	None
Live knot	Mean	54.4	51.8	52.0
	S. D.	15.6	17.0	21.3
	C. V.	28.7	32.9	40.9
	No. of Sample	104	293	379
Dead knot	Mean	60.3	56.9	58.6
	S. D.	16.0	12.8	16.2
	C. V.	26.5	22.6	27.6
	No. of Sample	193	292	331

3.2. 굽음

굽음은 제재할 때의 목재 이용률과 밀접한 관계를 가지며, 재질면에 있어서 얼마나 비틀린 목리가 적게 생산될 수 있는가와 관련이 깊은 목재의 결점사항이다.

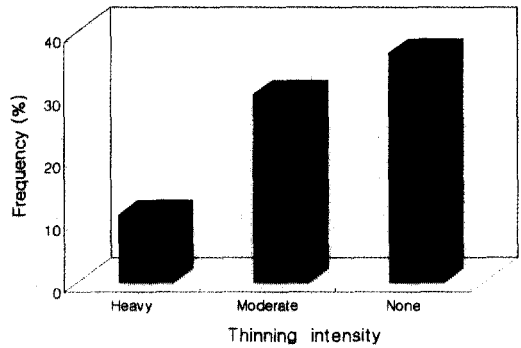


Fig. 5. Frequency of crooked logs by thinning intensity.

일반적으로 밀도가 높은 임지에서 자란 나무가 덜 굽는 것으로 알려져 있지만 본 연구의 결과는 그렇지 않았다. Fig. 5에서와 같이 정반대로 임목의 밀도가 낮은 즉, 간벌을 하지 않은 곳보다 강도간벌을 실시한 시험구에서 오히려 굽은 임목이 적은 것으로 나타났다. 즉, 강도간벌구에서 굽은 원목의 출현율이 10.2%로 나타나 무간벌구의 35.0%에 비해 유의수준 1%에서 유의차를 인정할 수 있을 정도로 적게 나타났다. 약도의 간벌을 실시한 곳은 굽은 원목의 출현율이 29.3%로 무간벌구보다 적게 나타나는 경향을 보였으나 유의차는 없었다. 이러한 이유는 입지적 환경적 요인보다는 74%에 달하는 강도의 간벌을 실시하는 과정에서 굽음이 심하고 불량한 임목을 우선적으로 제거해 버리게 되는 인위적 요인을 배제할 수 없는 결과에서 비롯된 것이라고 판단된다.

이와 같은 굽음은 용재의 제재나 여러 가지 가공과정에서 크게 가공 수율을 낮추는 결점이 될 수 있으므로 간벌할 때 굽음이 심한 불량 임목을 제거할 수 있다는 것은 무육간벌이 거둘 수 있는 장점 중에 하나라고 할 수 있겠다.

그러나 실제로 각 원목의 굽은 정도는 처리구간에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았다.

3.3. 원주형질률

원목을 이용할 때 원목 횡단면이 원형에 가까울수록 제재수율이 높아지고 이용률이 증대한다. 이에 관

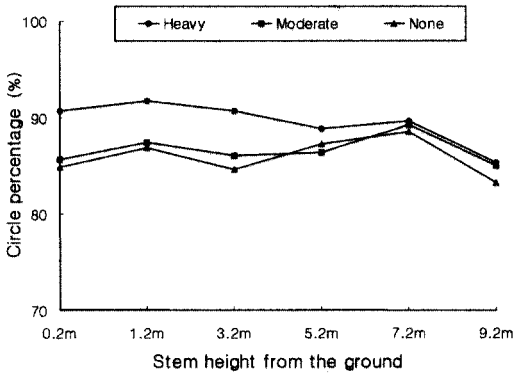


Fig. 6. Log circle percentage of cross section by thinning intensity.

여되는 인자로서 편심도가 있겠으나 본 연구에서는 편심도는 이를 나타내는 지표로서 충분하지 못한 것으로 사료되어 원주형질률을 조사하였다. 지상고별로 공시재의 원주형질률을 조사한 결과는 Fig. 6과 같다. 임목 수간 전체에 대하여는 강도간벌구 89.5%, 약도간벌구 86.6%, 무간벌구 85.9%로 나타났다. Duncan의 다중검정 결과, 무간벌구와 약도간벌구 간에는 유의수준 5%에서 유의차가 나타나지 않았으나 강도간벌구의 경우에는 무간벌구에 대한 유의차가 인정되었다. 그런데 원목의 활용도가 가장 높은 지상고 3.2 m 이하 부위 원목의 원주형질률은 강도간벌구가 91.1%로 무간벌구 지상고 3.2 m 이하 부위의 85.5%에 비해 5.6% 향상되어 강도간벌에 의한 효과가 더 커지는 것으로 나타났다.

이러한 이유는 강도간벌에 의하여 채광환경이 전방향으로 고르게 분산됨과 동시에 나무가 등글게 자라려는 특성이 상승작용을 하여 왕성해진 생육량과 함께 원주형상이 보다 빠르게 보완된 것으로 추정된다. 이러한 원주형상은 제재수율은 물론 원주형태로 가공되는 통나무 구조부재 및 단판으로 가공되는 제품의 가공수율을 높일 수 있는 매우 중요한 형질 인자라 할 수 있다.

3.4. 무결점재면률

원목을 판재 또는 각재로 제재하여 소재로 이용하고자 할 때 가격을 결정하는 요인은 여러 가지가 있을

수 있겠으나 그 중에서 대표적인 것이 바로 얼마나 많은 무결점재면을 확보할 수 있는가 하는 것이다. 무결점재면이란 목재의 특정 면적내에 웅이, 굽음, 할렬, 인발, 윤할, 썩음, 속빔 등 결점이 전혀 함유되어 있지 않은, 외관상 흠집이 없는 완전한 상태의 소재를 일컫는다(정 등, 2000).

본 연구에서는 원목을 제재하여 무결점재면률을 조사하였으며 그 결과는 Fig. 7과 같았다. 간벌을 실시한 곳에서 자란 공시임목이 간벌을 전혀 실시하지 않은 곳의 임목에 비해 무결점재면률이 증가한 것으로 나타났다. 즉, 정각제제품의 무결점재면률은 강도간벌구 30.4%로 무간벌구 20.1%에 대하여 유의수준 5%에서 Duncan 다중검정에 의한 유의차가 인정되었다. 약도간벌구는 26.8%로 무간벌구에 비하여 다소 증가하는 경향은 있었으나 유의성은 없었다. 이러한 결과는, 임목의 하층부에서 일부 웅이가 덮이고 난 다음에도 간벌의 강도가 강할수록 생육이 더욱 왕성해지는 것과 일치되어 무결점재면 역시 증가된 것으로 보여진다. 이 무결점재면률은 제재규격에 있어서 품등을 결정짓는 가장 중요한 요인이기도 하다.

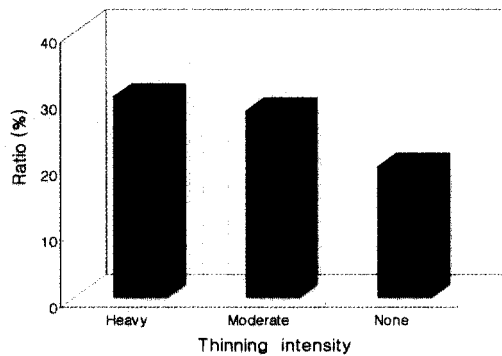


Fig. 7. Ratio of clear lumber by thinning intensity.

3.5. 원목품등

지금까지 연륜, 웅이, 굽음, 원주형질, 무결점재면 등 여러 가지 인자들에 대하여 관찰하였지만 최종적으로 용재의 품질을 평가하는 것은 이들 요인들을 모두 종합하여 등급화시키는 일일 것이다.

각 처리구별로 공시입목에 대한 원목의 품등을 현행 임업연구원 고시 제2000-38호 '원목규격'에 의하여 구분하였으며 그 결과는 Fig. 8과 같았다. 본 연구에서 사용된 공시입목 품등은 단판가공용급에 해당하는 기준인 1등급은 없었으나 이는 시일이 더 경과하면 수령의 증가와 함께 1등급이 나타날 것으로 예상되며, 무간벌구에 비하여 간벌을 실시한 곳에서 높은 품등의 용재 비중이 높았다. 특히 강도간벌구의 원목 품등이 2등 67.9%, 3등 23.2%, 4등 8.9%인데 비해 무간벌구와 약도간벌구의 것은 2등급의 원목이 각각 3.9% 및 29.8%에 불과해, 대단히 향상된 것으로 나타났다. 또한 약도간벌에 의하여도 원목의 품등은 상당히 향상되었다. 따라서 본 연구의 결과는, 간벌이 기존의 개체생장을 향상시킨다고 알려져 있는 간벌의 양적 성장향상 효과는 물론 이용측면에 있어서 용재의 품질도 향상시킬 수 있다는 구체적인 개념의 간벌효과를 재인식시킬 수 있는 기초 자료가 될 것이다.

Fig. 8. Log grade by thinning intensity.

4. 결 론

간벌이 국산 잣나무 조림목의 용재품질에 미치는 영향을 구명하였다. 약도의 간벌을 실시한 곳에서는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나 강도의 간벌을 실시한 곳에서는 원목의 표면용이 출현수가 줄어들고 용이의 크기는 커지며 죽은 용이의 비율이 낮아졌다. 또한 강도의 간벌을 실시한 곳에서는 굵은 원목이 적게 출현하였으며, 원주형질결과 무결점재면을 및 원목품등이 향상되었다.

따라서 간벌을 실시하면 입목의 양적 생장의 증가와 동시에 용재의 품질도 향상시키는 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. Austin, S. E. and H. E. Burkart. 1992. Predicting crown-height increment for thinned and unthinned Loblolly-pine plantations, *Forest Sci.* 38: 594~610.
2. Kano, T., N. Edamatsu, Z. Kaburagi, and H. Saito. 1966. Quality of small sawlogs from the planted *Cryptomeria* (Report 3) - Quality of logs from the planted forest grown with different silvicultural treatment. *Bull. Gov. For. Exp. Sta.* 185: 57~197.
3. Kano, Takeshi. 1968. On the external appearance of Sugi(*Cryptomeria japonica*) stems from the planted forest grown with different silvicultural treatment. *Bull. Gov. For. Exp. Sta.* 212: 152~165.
4. Kim, D. K., H. J. Lee, J. W. Kim, and S. K. Park. 1994. Effects of planting density and thinning intensity in grown of Korean pine. *Res. Rep. For. Inst.* 50: 112~127.
5. Kim, D. K., J. W. Kim, S. K. Park, T. O. Kim, and I. H. Kim. 1988. Study on the first thinning method in 20 year-old plantations of *Pinus koraiensis*, *Larix leptolepis*, *Pinus rigida* and *Pinus banksiana*. *Res. Rep. For. Inst.* 37: 1~7.
6. Saito, H., I. Yamada, and T. Shidei. 1967. Studies on the effects of thinning from small diameter(II)-Changes in stand condition after single growing season. *Bull. Kyoto Univ. For.* 39: 64~78.
7. Shinya K., J. Tsutsumi, K. Oda, and T. Fujimoto. 1996. Effects of thinning on basic density and tracheid length of Karamatsu(*Larix leptolepis*). *Mokuzai Gakkaishi* 42(6): 605~611.
8. 坂口勝美. 1980. 林業マンのためのやさしい經營シリーズ(1)-間伐のすべて. 日本林業調査會. pp. 21~44.
9. 산림청·임업연구원. 2002. 입산물규격집(목재 및 관련제품). pp. 85~100.
10. 정두진, 정성호, 박병수, 홍인표, 오종환. 2000. 원목규격과 해설. 임업연구원.
11. 차재경. 2000. 목재역학. 선진문화사. pp. 240~243.