

천연활엽수림 보육 시업을 위한 개선별 대상목 선정 기준 적용*

김지홍¹⁾·강성기¹⁾

The Proposition of Improvement Cutting Criteria for Tending Operation in a Natural Deciduous Forest*

Ji Hong Kim¹⁾ and Sung Kee Kang¹⁾

요 약

이 연구는 강원대학교 학술림내 천연활엽수림을 대상으로 적절한 보육 별채 시업 방안을 마련하기 위하여 임목의 형질을 평가하고, 형질에 따라 불량한 임목들을 제거하는 별채 시업 방안을 제시함으로써, 임목형질 평가 방법을 이용한 천연활엽수림의 개선별 시업 적용을 예측하기 위하여 실시되었다. 연구대상 임분의 평균 ha당 본수는 717본이었으며, 평균직경은 21.1cm, 평균수고는 13.6m로 파악되었다. 상층에는 졸참나무, 굴참나무, 신갈나무, 쪽동백나무, 느릅나무 등의 순으로 우점도가 높은 것으로 나타났다. 4가지의 임목 형질별로 등급을 부여하고, 등급별로 보육 별채를 할 경우마다 단위면적당 임목수, 직경, 수고의 변화를 추정하였다. 형질 등급을 높여서 별채할수록 임목 본수는 감소하나 임목 형질이 향상되는 효과를 보일 것으로 예상되었다.

ABSTRACT

This study was conducted to provide appropriate tending operation strategies for the natural deciduous forest, by the method of evaluating the stand quality, suggesting the removal plan for the undesirable trees, and predicting improvement cutting practice by tree quality evaluation. The results showed that average number of trees per ha was 717 stems, average DBH was 21.1cm, and average height was 13.6m. Canopy dominant species were in the order of *Quercus serrata*, *Q. variabilis*, *Q. mongolica*, *Styrax obassia*, and *Ulmus davidiana* var. *japonica*. Based on grades of four tree form factors for all tree in the study plots, we estimate the change of tree numbers, DBH and height with the improvement cutting by different tree grade. When the higher tree grade was applied to tending operation, the number of stem was decreased, but the values of DBH and height were not changed much, predicted to improve the stand quality.

Key words : Natural deciduous forest, Stand quality, Improvement cutting

* 이 논문은 2004년도 강원대학교 산림과학연구소의 학술연구지원사업에 의해서 수행되었음.

1) 강원대학교 산림과학대학: College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon, 200-701, Korea. kimjh@kangwon.ac.kr

서론

인공림에 비해서 생태적으로 훨씬 복잡한 구조와 기능을 갖고 있는 천연활엽수림은 과거 오랫동안 "활잡림"으로 취급되어 별다른 주목을 받지 못하였으나, 최근 그 환경적·경제적 가치의 재평가에 의해서 그 중요성이 부각되고 있다. 근래 들어 산림 정책 상, 형질이 우수한 활엽수림을 가꾸어서 용재림으로 이끌어갈 목적으로 "천연림보육사업"을 추진하고 있으나, 복잡 다양한 활엽수림 생태계의 현상을 주도면밀하게 고려하는 치밀한 계획과 사업 방법을 통하여야만 기대하는 성과를 이룰 수 있을 것이다.

우리나라 산림의 상당 부분이 천연활엽수림으로 구성되어 있으나, 현재까지도 천연 활엽수림의 형질을 개선시킬 수 있는 보육사업에 대한 적극적인 연구 및 투자가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 그러나 천연활엽수림의 잠재가치는 매우 높은 것으로 사료되며, 실제로 임업 선진 외국의 경우에는 천연활엽수림에 대한 많은 사업적 투자가 이루어지고 있다. 더욱이 인공림 경영은 기대한 투자 성과 달성에 문제가 제기되어, 과거의 획일적인 인공조림으로부터 형질이 우량한 천연림은 수종 전환 대상에서 제외하고 알맞은 보육작업을 통하여 용재림으로 유도해 나가는 천연림 보육을 병행함으로써 생태적 임업경영과 아울러 투자효율을 높이려고 하는 것이 본 연구의 기본 목적이다. 천연림 보육은 임지와 임목의 생육상태를 감안하여 우량 임분으로 유도가 가능한 천연림을 대상으로, 상층 임목간의 생육공간을 조절하고 형질 불량목과 피해목 등을 제거하는 반면, 생태계 유지 증진을 위해 하층 식생은 존치시키고 임내 공지를 보식하며, 미래목을 선정하여 보육함으로써 임지의 생산성과 경제성을 제고시키는 보육작업이다.

보육 별채별 임분 성장 변화에 있어서 강도가 높을수록 임분의 형상비(H/D) 향상, 흉고직경 성장 증가(김종원 등, 1989), 단목재적 및 수고 성장 향상 등, 무처리구에 비해 현저한 성장촉진 결과가 나타나 일반 대경재 생산에 유리한 것으로 연구되었으며(김석권 등, 2001) 보육 별채

후, 최근 5년간의 직경 성장량은 직경급이 클수록 크게 나타난다(윤종화와 김주천, 1993). 그의 소나무림의 밀도관리(권오복 등, 1982), 낙엽송 유령림의 적정 간벌시기 및 간벌강도(김영수와 이돈구, 1993)등 보육 별채에 관한 많은 연구가 진행되었으나, 보육을 포함하는 산림 사업적인 연구 및 실험은 양희문(1994)의 임분 형질 개선을 위한 천연활엽수림의 보육사업에 관한 연구 및 강성기 등(2003)에 의한 주관적 보육 별채 기준 제시에 관한 연구 보고 등이 있다.

본 연구는 높은 투자효과를 거둘 수 있으리라 사료되는 천연활엽수림을 대상으로 여러 가지 보육 사업안을 적용하여, 잠재가치를 높은 현실가치로 변환시킬 수 있는 적절한 개선별 수준을 제시하고자 실시하였다. 참나무류가 주종을 이루는 천연활엽수림의 임분 구조(수종 식별, ha당 임목수, ha당 흉고단면적, ha당 재적 등)를 파악하였고, 천연활엽수림의 임목 형질을 기준으로 미래목 선발과 별채 대상목을 선정하고, 별채 밀도를 조정하여 활엽수림의 보육 방안을 제시하였다.

자료 및 방법

1. 조사지 개황

연구대상지인 강원대학교 산림과학대학 부속 학술림은 동경 127°48' ~ 52', 북위 37°46' ~ 51'에 위치하고 있으며 행정구역상 강원도 춘천시 동산면과 홍천군 북방면의 일원에 걸쳐 위치하고 있다. 학술림의 행정구역별 면적은 춘천시 동산면에 1,454ha, 홍천군 북방면에 1,692ha로서 총 면적은 3,146ha이다. 학술림은 총 33개 임반, 377개 소반, 1,521개 보조소반으로 구획되어 있다(강원대학교 연습림, 1999).

연구대상 지역은 산림식물대 상으로 온대 중부림으로서 주요 임상은 잣나무, 낙엽송, 소나무, 리기다소나무, 활엽수림 등으로 구성되어 있으며 2000년 1월에 추가된 33임반 85ha를 제외한 잣나무림은 521.6ha(17.1%)를 차지하고 있으며 축적은 95,343m³, ha당 재적은 183m³인 것

으로 나타났다. 일본잎갈나무는 210ha(6.9%)이고 축적은 47,326m³이며 ha당 재적은 225m³로 나타났다. 활엽수림의 면적은 2,236ha(72.7%)이고 축적이 332,001m³, ha당 재적은 148m³인 것으로 나타났다(강원대학교 연습림, 1999).

기후조건을 살펴보면 여름에는 고온다습하고, 겨울에는 저온건조한 전형적인 온대 대륙성 기후대에 속한다. 춘천기상청의 기상자료에 의하면 여름철 평균 기온은 섭씨 22.3℃, 평균 최고기온은 섭씨 24.5℃이며, 겨울철 평균기온은 섭씨 영하 0.8℃ 평균최저기온은 섭씨 영하 4.5℃로 연평균 기온은 약 10.9℃이다. 연평균 강수량은 1,266.8mm이며, 연평균풍속은 약 1.4m/sec이다(춘천기상대, 2000).

이 지역의 주요 모암은 신생대의 화강편마암계에 속하며 화강암 또는 이들의 변성암이 풍화되어 이룩된 토양은 대부분이 양토를 형성하고 있다. 산정과 암석지대를 제외한 이들 양토는 전반적으로 풍부한 유기질을 함유하고 있으며 심도중, 습도 적, 결합도 연으로 공기의 유통과 변화가 양호한 토양으로 임목생육에 적합하다(강원대학교 연습림, 1999).

2. 자료수집

본 연구는 plot sampling 방법을 이용하였으

며, 2004년 5월에 연구대상지인 강원대학교 학술림내 천연활엽수림 지역에 6개의 20m×20m 정방형 표본구를 설치하였다. 표본구내 흉고직경 6cm 이상되는 모든 임목들에 대하여 수종을 식별하고, 수고, 흉고직경 등의 기본 임목제원을 파악하였으며, 흉고단면적과 재적을 산출하였다. 수고와 지하고는 Haglof 수고측정기를 사용하였고, 흉고직경은 직경테이프를 사용하여 측정하였다.

표본구내 대상 임목에 대하여 표 1과 같은 기준에 의하여 임목 형질 점수를 부여하고 합계를 백분율로 산출하여 형질 판단 기준으로 삼았다. 고사목 및 상해목, 밀도조절에 의해 벌채목으로 선정된 임목 혹은 원하지 않는 수종, 병충해 피해가 심한 임목, 수간이 주간에 비해 15° 이상으로 2회 이상 굽은 임목, 미래목의 방해목으로 판정 받은 경우에는 형질 점수와 상관없이 보육 벌채 대상목으로 선정하였다.

3. 분석방법

이 연구는 정확한 확립기원을 알 수 없으나 보육사업적 처리가 이루어지지 않아 임분 형질 개선을 위해 개선별이 실시될 예정인 천연활엽수림을 대상으로 개선별의 전 단계로서 벌채목과 미래목을 선정하는데 있어서 임목의 형질등급을 적용하여 보다 효과적인 보육 벌채가 이루어지는데 기초 정보를 제공하고자 실시되었다.

표 1. 임목 형질 점수 설정 기준

형질 요소 (만점)	설정 기준	점 수
수간 통직성 (30)	주간에 비해 0 - 10° 굽은 임목	30
	주간에 비해 11 - 20° 굽은 임목	20
	주간에 비해 21° 이상 굽은 임목	0
지하고 비율 (30)	총수고의 75% 이상인 임목	30
	총수고의 50 = 75% 인 임목	20
	총수고의 50% 미만인 임목	0
임목 기울기 (30)	수평면과 임목의 기울기가 0 - 10° 인 임목	30
	수평면과 임목의 기울기가 11 - 20°인 임목	20
	수평면과 임목의 기울기가 20° 이상인 임목	10
병충해 피해 (10)	병충해 피해를 입지 않는 임목	10
	병충해 피해가 미약한 임목	5

연구대상 지역에서 수집된 모든 교목의 식생자료에 대하여 Brower와 Zar(1977)의 상대밀도(Relative density), 상대빈도(Relative frequency), 상대피도(Relative coverage)로 표현되는 중요치(Importance value)를 산출하고, 3으로 나누어 백분율로 표시하여 수종 구성을 파악하였으며, 여기서 피도는 흉고단면적으로 산출하였다. 다음은 중요치 산출 공식이다.

$$IV_i = \frac{RDi + RF_i + RC_i}{3} (\%)$$

IV_i : 수종 i의 중요치

$$RDi = \frac{N_i}{\sum N} (\%), \quad RF_i = \frac{F_i}{\sum F} (\%),$$

$$RC_i = \frac{C_i}{\sum C} (\%)$$

RDi : 수종 i의 상대밀도

RF_i : 수종 i의 상대빈도

RC_i : 수종 i의 상대피도

N_i : 수종 i의 개체수

F_i : 수종 i의 빈도

C_i : 수종 i의 피도

∑N : 모든 수종의 총 개체수

∑F : 모든 수종의 빈도의 합계

∑C : 모든 수종의 피도의 합계

표본구에 출현하는 모든 교목을 대상으로 형질등급을 백분율로 산출하여 벌채에 따른 흉고직경과 수고의 변화를 파악하였으며, 임목제원을 파악하기 위해서는 최대, 최소, 평균 흉고직경, 수고, ha당 현존 본수, ha당 흉고단면적, ha당 재적 등을 산출하였다.

직경분포 양상을 파악하기 위해서는 표본구내

에 생육하는 임목의 직경분포를 분석하여 형질등급별 ha당 개체수로 환산하였으며, 수고분포양상 또한 표본구내의 모든 임목의 수고를 측정하여, 수고등급 개체수를 ha당 개체수로 산출하여 형질등급별로 비교 분석하였다.

이상과 같은 방법은 보육 벌채에 의한 임분 상태 변화를 벌채 전, 후로 비교함으로써 보육벌채가 어떠한 상태의 임분 변화를 유도하고, 또 이러한 임분 변화를 벌채 전에 파악함으로써 적절한 보육벌채목 및 미래목 선정 등, 효과적인 보육사업이 가능하도록 하는 장점을 갖는다고 할 수 있다. 표본구내에 출현하는 모든 임목에 대한 재적 산출에는 다음 재적식을 이용하였다(산림청, 2000).

표 2. 참나무류의 재적 산출식

흉고직경 (cm)	재 적 식
2cm ~ 10cm	$V = 0.00005595 \times D^{1.8062} \times H^{1.0084}$
12cm ~ 20cm	$V = 0.00005464 \times D^{1.7676} \times H^{1.0602}$
22cm ~ 30cm	$V = 0.00005139 \times D^{1.8254} \times H^{1.0103}$
32cm 이상	$V = 0.00003147 \times D^{1.8110} \times H^{1.1957}$

V : 재적(m³), D : 흉고직경(cm), H : 수고(m)

결과 및 고찰

1. 임목제원 현황

연구 대상지내의 표본구에서 조사된 식생자료를 분석한 결과를 토대로 표본 천연활엽수림의 전체적인 임목제원, 수종별 임목제원, 형질등급별

표 3. 연구대상지의 임목제원 현황

직경(cm)	수고(m)	BA/ha(m ²)	재적/ha(m ³)	본수/ha
21.1±9.4	13.6±4.9	30.1	188.1	717
47.8-6.0	29-3.6			

임목제원, 그리고 수종별 형질등급 임목 본수 현황을 표 3, 4, 5 그리고 표 6에 각각 나타내었다.

연구대상 산림의 벌채 전 임목 제원을 분석한 결과, 흉고직경은 21.1cm, 수고 13.6m, 흉고단적 30.1m²/ha, 재적 188.1m³/ha, ha당 본수는 717본으로 나타나(표 3), 학술림내 천연림 전체의 평균 이상의 임상을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

연구대상지 산림의 수종별 임목제원을 파악한 결과, 출현하는 10가지 수종 중, 졸참나무, 굴참나무, 신갈나무, 갈참나무 등의 참나무류가 약 84% 가량을 차지하여 단연 우점하였다. 참나무

류 이외에는 쪽동백나무, 느릅나무, 고로쇠나무 순으로 임목 본수가 많이 파악되었으며, 직경 및 수고, 재적/ha 등 전체적으로 생장이 양호한 것으로 파악되었다(표 4).

형질 등급별 임목제원 현황을 볼 때, 형질 등급이 높을수록 직경과 수고가 높은 것으로 파악되었으나, 등급별 차이는 매우 적었다. ha당 흉고 단면적과 재적에서는 낮은 등급이 높은 등급 임목보다 높게 나타났는데 이것은 형질등급을 잘못 적용했기 때문이라고 하기보다는 낮은 등급, 즉 IV등급 179본, V등급 142본, VI등급 269본으로 파악되어 개체수가 많기 때문에 높게 나타난 것으로 판단된다(표 5).

표 4. 수종별 임목제원 현황

수 종 명	직경 (cm)	수고 (m)	BA/ha (m ²)	재적/ha (m ³)	본수 /ha
갈참나무(<i>Quercus aliena</i>)	15.0	11.0	0.07	0.35	4
고로쇠나무(<i>Acer mono</i>)	12.4	8.0	0.21	0.68	17
굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	23.5	13.7	8.93	53.01	175
느릅나무(<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>)	17.5	11.5	0.77	5.65	25
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	10.4	8.7	0.13	0.53	13
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	19.1	12.3	5.20	27.94	167
잣나무(<i>Pinus koraiensis</i>)	10.5	9.7	0.12	0.57	12
졸참나무(<i>Quercus serrata</i>)	25.2	16.4	14.31	97.82	254
쪽동백나무(<i>Styrax obassia</i>)	8.9	8.0	0.31	1.30	46
층층나무(<i>Cornus controversa</i>)	12.5	10.2	0.01	0.23	4

표 5. 형질등급별 임목제원 현황

형질 등급	직경(cm)	수고(m)	BA/ha(m ²)	재적/ha(m ³)	본수/ha
I 등급	25.2	14.0	0.78	5.82	12
II 등급	22.8	14.8	3.92	23.43	88
III 등급	23.7	16.1	4.20	28.92	83
IV 등급	21.4	13.2	8.44	53.34	179
V 등급	20.5	13.2	5.27	30.44	142
VI 등급	19.3	12.6	7.49	46.15	213
합 계			132.90	83.9	30.1

*형질 등급 분류 기준 : I등급(형질점수 91점 이상), II등급(형질점수 81-90점), III등급(형질점수 71-80점), IV등급(형질점수 61-70점), V등급(형질점수 51-60점), VI등급(형질점수 50점 이하).

단위면적당 717본의 임목중에서 Ⅲ등급이상의 우량 형질 임목은 약 25%(176본)에 이르렀다. 수종별 임목 형질 점수를 검토한 결과, 졸참나무와 굴참나무의 Ⅲ등급 이상의 우량 형질 임목은 약 30% 가량을 차지하고 있어서 비교적 산림내에서 우량한 수형을 유지하는 것으로 파악되었으나, 신갈나무 167본 중에서 Ⅲ등급 이상 임목은 20% 정도에 그쳤다. 그 외에 쪽동백나무, 느릅나

무, 고로쇠나무 등은 임목의 생육 및 수형 발달 양상을 미루어 볼 때, 형질 점수가 평균에 미치지 못하는, 즉 수형이 불량한 특징이 형질 점수에 반영된 것으로 나타났다(표 6). 이러한 수종들은 형질 면에서는 1차적인 별채 대상이 되겠으나, 고로쇠나무, 느릅나무, 산벚나무 등과 같이 수형에 상관없이 특수 용도를 감안하여 임내에 존치시켜 생육시키는 방안도 고려해 볼 수 있을 것이다.

표 6. 임목 형질 등급별 임목 분포 현황

수 종 명	형질 등급						합계
	I 등급	II 등급	III 등급	IV 등급	V 등급	VI 등급	
갈참나무(<i>Quercus aliena</i>)	0	0	0	0	0	4	4
고로쇠나무(<i>Acer mono</i>)	0	0	0	4	8	4	17
굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	8	29	13	42	38	46	175
느릅나무(<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>)	0	4	4	8	4	4	25
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	0	0	0	4	0	8	13
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	0	13	21	33	25	75	167
잣나무(<i>Pinus koraiensis</i>)	0	0	0	13	0	0	13
졸참나무(<i>Quercus serrata</i>)	4	33	38	50	58	71	254
쪽동백나무(<i>Styrax obassia</i>)	0	4	0	29	0	13	46
층층나무(<i>Cornus controversa</i>)	0	4	0	0	0	0	4
합 계	13	88	75	183	133	225	717

표 7. 연구대상 산림의 수종구성

수 종 명	상대밀도 (%)	상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요치 (%)
갈참나무(<i>Quercus aliena</i>)	0.6	3.0	0.2	1.3
고로쇠나무(<i>Acer mono</i>)	2.3	9.1	0.7	4.1
굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	24.4	18.2	29.7	24.1
느릅나무(<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>)	3.5	6.1	2.6	4.0
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	1.7	6.1	0.4	2.7
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	23.3	15.1	17.3	18.6
잣나무(<i>Pinus koraiensis</i>)	1.7	6.1	0.4	2.7
졸참나무(<i>Quercus serrata</i>)	35.5	18.2	47.5	33.7
쪽동백나무(<i>Styrax obassia</i>)	6.4	15.1	1.0	7.5
층층나무(<i>Cornus controversa</i>)	0.6	3.0	0.2	1.3
합 계	100.0	100.0	100.0	100.0

2. 수종구성

연구 대상지역에 출현하는 교목수종의 군집생태적 수종 구성 현황을 파악하기 위하여 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 구하고 상대우점도로 대별되는 중요치를 산출하여 표 7에 나타내었다.

여섯개의 20×20m 표본구에 출현하는 교목 수종은 총 10개 수종이었다. 상층목이 없는 잣나무는 설치류에 의해서 산포된 잣 종자에 의해서 발생한 나무로 추정된다. 상대밀도에서는 졸참나무가 35.5%로 가장 높게 나타났으며, 굴참나무(24.4%), 신갈나무(23.3%) 순으로 나타남으로서 참나무류 우점 산림으로 파악되었다. Kuen 등(1992)과 강원대학교 산림과학대학 연습림(1999)의 연구 결과에 의하면, 강원대학교 학술림내 천연활엽수림의 우점종은 신갈나무와 굴참나무로 보고한 바, 본 연구 결과와 다소 차이가 있으나, 본 연구 대상 지역은 계곡 주위의 토양 습도와 공중 습도가 비교적 높은 지역으로써, 입지 요구도가 상대적으로 높은 졸참나무가 다른 산복이나 능선 부위보다 많이 출현한 것으로 판단된다. 참나무류 다음으로 쪽동백나무, 느릅나

무, 고로쇠나무 등이 출현하였으나, 매우 적은 상대밀도를 보이고 있어서 상대적으로 적은 수의 임목들이 출현하고 있음을 알 수 있다.

상대빈도에서는 졸참나무, 굴참나무, 신갈나무 등의 개체수가 많은 수종들이 높은 빈도를 보인 것 이외에, 쪽동백나무가 15% 이상, 그리고 고로쇠나무가 9% 이상의 상대빈도를 보이는 것에 주목할 필요가 있다. 이 두가지 수종은 비록 출현하는 개체수는 적으나 연구 대상 산림에 널리 분포되어 있는 것으로 판단된다.

상대피도에서는 졸참나무가 47.5%를 차지하여 절대 우점 수종으로 나타났으며, 굴참나무가 29.7%로 두 번째로 나타났다. 이 두가지 수종 같이 상대밀도 값보다 상대피도 값이 크게 나타나는 현상은 대체적으로 직경급이 큰 임목들이 분포하고 있음을 시사한다. 반면에, 표 7에 나타난 바와 같이, 신갈나무, 쪽동백나무, 고로쇠나무, 산벚나무 등과 같이 상대밀도 값보다 상대피도 값이 적게 나타나는 현상은 소경목이 비교적 많이 나타남을 시사한다.

상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 근거로 산출한 중요치에서는 졸참나무가 33.7%로 가장 높게 나

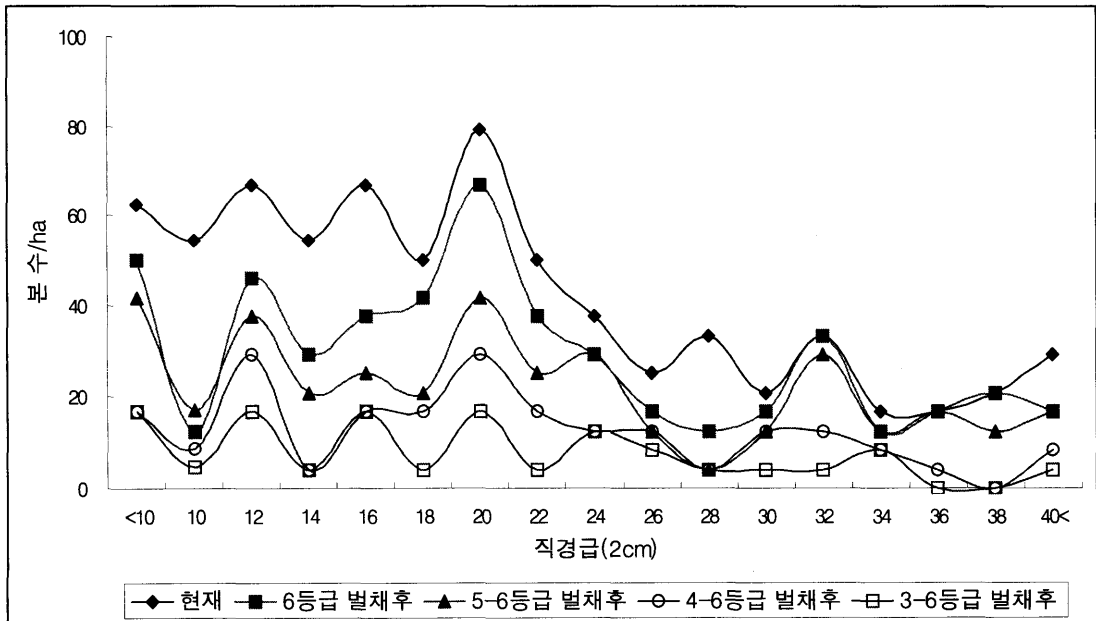


그림 1. 형질 등급을 적용한 벌채에 따른 예상 직경 분포 변화 양상.

타났으며, 이어서 굴참나무가 24.1%, 신갈나무가 18.6% 로 산출되어 이 세가지 수종의 중요치가 76% 이상을 점유함으로써 임형은 참나무림으로 간주된다. 그밖의 활엽수들은 8% 이하의 우점도를 나타내었다.

3. 직경분포 변화 양상

연구 대상 산림의 기존의 직경분포 양상과 형질 등급을 이용한 벌채에 따른 직경급 변화를 파악하여 그림 1과 표 8에 각각 나타내었다. 형질 등급에 따라 ha당 잔존 분수를 함께 나타냄으로써 경영 목적에 맞는 벌채 강도를 결정하는 기초 자료로서 활용할 수 있다.

연구 대상 산림의 현재 직경급의 분포를 살펴보면, 직경급 분포가 불규칙적 이령임분의 형태를 보이고 있다(Smith, 1986). 그림 1에서 보는

바와 같이 직경이 증가할수록 임목 분수가 감소하는 추세를 보이지만, 그 양상은 상당히 불규칙적이다. 직경급이 20cm인 임목이 ha당 79본으로 가장 많이 나타났으며 12cm, 16cm인 임목이 그 다음을 차지하였다. 직경이 30cm 이상의 임목이 상당수 출현하였고, 직경 40cm 이상의 임목이 ha당 29그루가 출현하여 적절한 보육 사업을 통하여 우량 임분으로 육성할 수 있는 가능성이 보인다.

형질 등급별에 따른 개선벌을 적용하였을 때의 직경급 변화양상을 파악한 결과, 형질이 불량한 VI등급(형질점수 50점 이하)부터 순서대로 벌채를 할 경우, ha당 잔존 분수는 현재의 717본에서 496본→376본→213본→130본으로 감소할 것으로 파악되었다.

형질이 불량한 임목들이 감소함에 따라서 임분 형질이 개선됨을 짐작할 수 있다. 그리고 현재의

표 8. 형질 등급 기준 적용에 따른 벌채 후의 직경급별 예상 잔존 분수 변화.

직경급 (cm)	현존 분수 /ha	VI등급 벌채 후/ha	V-VI등급 벌채 후/ha	IV-VI등급 벌채 후/ha	III-VI등급 벌채 후/ha
<10cm	63	50	42	17	17
10cm	54	13	17	9	5
12cm	67	46	38	29	17
14cm	54	29	21	4	4
16cm	67	38	25	17	17
18cm	50	42	21	17	4
20cm	79	67	42	29	17
22cm	50	38	25	17	4
24cm	38	29	29	13	13
26cm	25	17	13	13	8
28cm	33	13	4	4	4
30cm	21	17	13	13	4
32cm	33	33	29	13	4
34cm	17	13	13	8	8
36cm	17	17	17	4	0
38cm	21	21	13	0	0
40cm<	29	17	17	8	4
합 계	717	496	376	213	130

임목 중에서 VI등급 임목을 벌채할 경우에는 ha당 221본의 임목이 제거되어 717본에서 496본으로 감소하여 현재의 밀도와 상당한 차이를 보인다. V등급과 VI등급의 임목을 벌채한 경우에는 ha당 376본으로 감소하게 되어 절반 이상의 임목이 제거되는 것으로 추정되었다. 산림내 미세기후의 급격한 변화와 환경변화에 따른 임목의 스트레스 증가로 임목의 성장 측면에서 부정적인 효과를 고려해 볼 때, V등급과 VI등급의 형질 불량 임목을 주로 벌채하고, 고로쇠나무 혹은 느릅나무 등과 같이 형질이 불량하더라도 특수 용도의 활엽수를 존치시키는 방안으로 현재 밀도의 40% 가량을 보육 벌채하는 것이 적당할 것으로 판단된다.

또한 형질등급을 이용한 벌채에 따라서 평균 직경 변화는 21.1cm(벌채 전)→19.3cm(VI등급 벌채 후)→19.8cm(V-VI등급 벌채 후)→20.4cm(IV-VI등급 벌채 후)→20.8cm(III-VI등급 벌채 후)로 임목 형질 등급이 낮은 임목을 벌채함에 따라 평균 직경은 줄어들거나 거의 변하지 않는 것으로 파악되었다(그림1, 표 8). 이것은 형질 등급 점수를 부여함에 있어서 직경의 크고 작음이 반영되지 않고 임목의 수형 요소에 따른 형질 등급이 부여된 이유에 기인한다.

4. 수고 분포 변화 양상

연구대상 산림의 현재의 수고분포 양상과 형질 등급을 이용한 벌채에 따른 수고급 변화를 파악하여 그림 2와 표 9에 각각 나타내었다.

연구대상 산림의 벌채 전의 수고 분포를 살펴보면(그림 2), 수고가 증가할수록 임목 본수는 감소하는 추세를 보이며, 직경 분포보다는 정도가 덜한 불규칙적인 양상을 나타내었다. 16m 이하 수고를 갖는 임목이 전체의 약 83%를 차지하여 임분의 수직적인 분화가 상당히 이루어져 있다고 사료된다(표 9).

형질등급을 이용한 벌채에 따라서 평균 수고 변화는 13.6m(벌채 전)→12.6m(VI등급 벌채 후)→12.9m(V-VI등급 벌채 후)→13.0m(IV-VI등급 벌채 후)→13.4m(III-VI등급 벌채 후)로 임목 형질 등급이 낮은 임목을 벌채함에 따라 평균 수고는 줄어들거나 거의 변하지 않는 것으로 파악되었다. 예상 벌채시 직경의 변화와 마찬가지로, 벌채의 기준이 되는 형질 등급 점수를 부여함에 있어서 수고의 높고 낮음이 반영되지 않고 임목의 수형 요소에 따른 형질 등급이 부여된 이유에 기인한다.

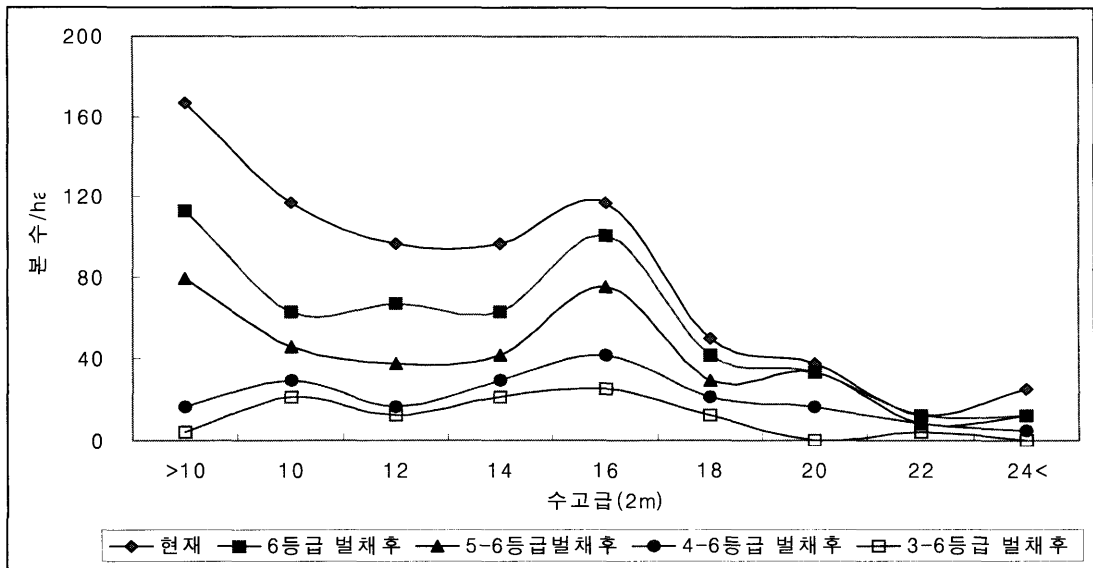


그림 2. 형질 등급을 적용한 벌채에 따른 예상 수고 분포 변화 양상.

표 9. 형질 등급 기준 적용에 따른 벌채 후의 수고급별 예상 잔존 본수 변화

수고급 (m)	현존 본수 /ha	Ⅵ등급 벌채 후/ha	V-Ⅵ등급 벌채 후/ha	Ⅳ-Ⅵ등급 벌채 후/ha	Ⅲ-Ⅵ등급 벌채 후/ha
>10m	167	113	79	17	4
10m	117	63	46	29	21
12m	96	67	38	17	13
14m	96	63	42	29	21
16m	117	100	75	42	25
18m	50	42	29	21	13
20m	38	33	33	17	0
22m	13	13	9	9	4
24m<	25	13	13	5	0
합 계	717	505	363	184	101

결론

산림이 확립된 이래, 보육시업이 적용되지 않은 천연활엽수림을 대상으로 임목의 생육현황과 식생현황을 파악하고, 보다 양질의 산림으로 조성하기 위해 임목형질 평가 방법을 이용하여 개선벌 시업 기준을 적용한 결과는 다음과 같다.

연구대상지의 천연활엽수림의 평균 ha당 본수, 평균직경, 평균수고, ha당 흉고단면적, 그리고 ha당 재적은 각각 717본, 21.1cm, 13.6m, 30.1m², 188.1m²로 파악되었다.

상층 임판에는 모두 10개의 수종이 출현하였으며, 구성은 졸참나무, 굴참나무, 신갈나무, 쪽동백나무, 고로쇠나무, 느릅나무, 산벚나무, 잣나무, 갈참나무, 층층나무 순으로 우점도가 높은 것으로 나타나, 임형은 참나무림으로 판정한다.

형질 등급을 이용한 벌채에 따른 ha당 잔존 본수는 717(벌채 전)→496(Ⅵ등급 벌채 후)→376(V-Ⅵ 등급 벌채 후)→213(Ⅳ-Ⅵ 등급 벌채 후)→130(Ⅲ-Ⅵ등급 벌채 후)으로 감소할 것으로 예상된다. 또한, 형질 등급을 이용한 벌채에 따른 평균 직경은 21.1cm(벌채 전)→19.3cm(Ⅵ등급 벌채 후)→19.8cm(V-Ⅵ 등급 벌채 후)→20.4cm(Ⅳ-Ⅵ 등급 벌채 후)→20.8cm(Ⅲ-Ⅵ 등급 벌채 후)로 변화 될 것으로 예상되며, 평균

수고는 13.6m(벌채 전)→12.6m(Ⅵ등급 벌채 후)→12.9m(V-Ⅵ 등급 벌채 후)→13.0m(Ⅳ-Ⅵ 등급 벌채 후)→13.4m(Ⅲ-Ⅵ등급 벌채 후)로의 변화가 예상되어, 임목 형질 등급이 낮은 임목을 벌채함에 따라 평균 직경과 수고는 줄어들거나 거의 변하지 않는 것으로 파악되었다.

산림내 미세기후의 급격한 변화와 환경변화에 따른 임목의 스트레스 증가로 임목의 생장 측면에서 부정적인 효과를 고려해 볼 때, V 등급과 Ⅵ 등급의 형질 불량 임목을 주로 벌채하고, 고로쇠나무 혹은 느릅나무 등과 같이 형질이 불량하더라도 특수 용도의 활엽수를 존치시키는 방안으로 현재 밀도의 40% 가량을 보육 벌채하는 것이 적당할 것으로 판단된다.

이 연구에서는 천연활엽수림의 개선벌에 대한 방안으로 임목의 형질을 평가하고, 형질에 따라 불량한 임목들을 제거하는 보육 시업 방안을 제시하였으며, 임목형질 평가 방법을 이용한 천연활엽수림의 개선벌 시업 적용을 예측한 결과, 보다 양질의 임목들이 남아서 임분의 가치가 향상되는 것으로 파악되었다. 따라서 임목의 형질을 이용한 보육시업은 천연활엽수림의 임분 형질 가치를 향상시키는데 효과적일 것으로 생각되며, 잔존된 우량한 임목들을 성숙목 단계까지 집중 관리하여 보다 가치 있는 천연활엽수림을 조성하는 방안이 요구된다.

인용문헌

1. 강성기, 김재훈, 류재갑, 박연주, 김지홍. 2003. 천연활엽수림 형질 개선을 위한 보육 별채 기준 선정. 강원대학교 산림과학대학 학술립연구지 23:24-36
2. 강원대학교 산림과학대학 연습림. 1999. 산림자원 경영 계획을 위한 정보 시스템 구축. 1057pp
3. 권오복, 이홍균, 우중춘. 1982. 소나무림의 밀도관리에 관한 연구(I)-단순 logistic곡선과 소나무림에 대한 그의 적용. 한국임학회지 57:1-7
4. 김석권, 배상원, 이경재, 김희재. 2001. 소나무림에서의 간벌양식에 의한 임분구조 해석. 한국임학회 하계총회 및 학술연구발표회:117-118
5. 김영수, 이돈구. 1993. 낙엽송 유령림의 적정 간벌시기 및 간벌강도 결정에 관한 연구. 한국임학회 정기총회 및 학술발표회:34-35
6. 김종원, 김도경, 김일현, 박승걸, 김태욱. 1989. 잣나무 조림지 간벌에 관한 연구(1)- 식재 밀도와 1차 간벌 강도가 수목 성장과 그 성장 특성에 미치는 영향. 임업시험장연보 38:56-69
7. 산림청. 2000. 산림과 임업기술(II) 산림조성. 산림청
8. 양희문. 1994. 임분 형질 개선을 위한 천연활엽수림의 보육시업에 관한 연구. 강원대학교 대학원 산림경영학과 석사논문. 53pp.
9. 윤종화, 김주천. 임분성장량 추정에 관한 연구. 강원대학교 임과대학 연습림연구보고 13:3-14
10. Brower, J. E. and J. H. Zar. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. 136-142
11. Kuen, K. H., J. H. Kim, and J. H. Park. 1992. Forest Cover Type and Mapping by Multivariate Analysis in a Natural Deciduous Forest. Res. Bull. Exp. For. Kangwon National University No. 12 : 3- 23
12. Smith, D.H. 1986. The Practice of Silviculture. John Wiley & Sons. 514pp.