J. Korean Soc. For. Sci. Vol. 107, No. 4, pp. 344~350 (2018)
https://doi.org/10.14578/jkfs.2018.107.4.344

한국산림과학회지
JOURNAL OF KOREAN SOCIETY OF FOREST SCIENCE
ISSN 2586-6613(Print), ISSN 2586-6621(Online)
http://e-journal.kfs21.or.kr

활엽수 입목형질등급 기준 개발을 통한 중부지역 참나무림의 입목특성 평가

이영근 · 이상태 · 정상훈*
국립산림과학원 산림기술경영연구소

Evaluation of Standing Tree Characteristics by Development of the Criteria on Grading Hardwood Quality for Oaks Forests in Central Region of Korea

Young Geun Lee, Sang Tae Lee and Sang Hoon Chung*
[1]*Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science, Pocheon 11186, Korea*

요 약: 활엽수림의 고부가가치 목재 이용을 고려한 산림관리 방법 개선을 위해 입목형질등급 기준을 마련하였고, 중부지역의 참나무 임분을 대상으로 적용하였다. 입목형질등급의 평가인자는 줄기의 휨, 가지 굵기, 수피상처, 기타 결함 4개이며 수간을 2.1 m 단위로 구분하여 6.3 m까지 3개의 원목이 이용 가능하면 1등급, 2개 원목이 이용 가능하면 2등급, 1개만 이용 가능하면 3등급, 제재목으로 이용할 수 없을 경우 4등급으로 구분하였다. 개발된 입목형질등급을 참나무류 임분에 적용한 결과, 3등급 38.3%, 4등급 27.0%, 2등급은 28.0% 그리고 1등급 6.7% 순으로 조사되었다. 수종별 제재목으로 이용 가능한 3등급 이상의 입목비율은 상수리나무 88.2%, 굴참나무 88.1%, 졸참나무 83.5%로 높았으나, 갈참나무와 신갈나무의 경우 각각 56.0%, 50.3%로 평가 등급이 낮은 것으로 조사되었다. 굴참나무와 신갈나무의 경우 흉고직경이 증가할수록 4등급의 비율이 감소하는 경향을 보였다. 입목형질등급에 영향을 끼치는 주요 결함요인은 수간의 휨>가지 굵기>수피상처>기타 결함 순이었다. 중부지역 참나무림의 임목형질등급과 분포면적을 고려할 경우 상수리나무와 굴참나무에 대한 지속적인 관리가 실행된다면 활엽수 용재생산이 가능할 것으로 판단된다. 또한, 정확하고 실질적인 입목형질등급을 구분하기 위해서는 평가 인자들에 대한 모니터링 연구를 통한 지속적 개선이 필요하다.

Abstract: This study was carried out to improve the forest management method considering the use of high value added timber in the natural broadleaf forests. For this purpose, the criteria for evaluating the quality grade of standing trees were established and applied to the oak stand in the central region of Korea. The evaluation factors of the grade were bending of stem, branch, stem damage, and other defects. If the logs are divided into 2.1 m units and three logs up to 6.3 m are available, they are classified as Grade I (G-I). If two logs are available, they are classified as Grade II (G-II), If only one log is available, it is classified as Grade III (G-III). When any log is not available as timber, it is classified as Grade IV (G-IV). As a result of applying the grade to the oak stand, G-I was 6.7 %, G-II was 28.0 %, G-III was 38.3 %, and G-IV was 27.0 %. The ratio of standing trees by oak species of higher than G-III was 88.2 % for *Quercus acutissima*, 88.1 % for *Q. variabilis*, 83.5 % for *Q. serrata*, 56.3 % for *Q. aliena*, and 50.3 % for *Q. mongolica*, respectively. The G-IV ratio for *Q. variabilis* and *Q. mongolica* tended to decrease with increasing diameter at breast height. The order of major defect affecting the grading level was bending of stem > branch > stem damage > other defects. Considering the grade level and oak species distribution, it was concluded possible to produce high quality hardwood timber when we concentrate forest tending techniques on *Q. acutissima* and *Q. variabilis* stand. In order to improve the accuracy of grading, it is necessary to continuous complement through the monitoring research for evaluation factors.

Key words: *broadleaf forests, evaluation of standing trees, high quality of hardwood, oak species, tending technique*

* Corresponding author
E-mail: chsh80@korea.kr

ORCID
Sang Hoon Chung https://orcid.org/0000-0002-5100-5210

서 론

우리나라 식생대는 온대낙엽활엽수림대에 속하며, 활엽수림은 2,028천ha로 산림면적의 33.4%를 차지하고 있다(Korea Forest Service, 2016). 산림 장기전망에 따르면 기후변화와 자연천이의 진행으로 침엽수림은 축소되고 활엽수림이 늘어나 2050년에는 산림면적의 43.9% 까지 증가 할 것으로 예상되며, 대부분의 활엽수림은 참나무류로 구성될 것으로 예상하고 있다(Korea Forest Service, 2018).

수입되고 있는 주요 활엽수 제재목은 재질이 단단하고 무늬가 아름다워 침엽수 보다 고가로 거래되고 있으며, 국내에서 생산되는 참나무 1등급 원목은 2등급과 10%, 3등급과 30% 가격차가 발생하고 등급 외인 원료재급은 약 2배 차이가 난다(Korea Forestry Promotion Institute, 2018).

산림청은 활엽수림을 통한 고부가가치 목재생산을 위해 천연림보육작업을 도입하여 실행해 왔다. 천연림보육작업은 활력과 형질이 좋은 미래목을 선정하고 미래목의 생장을 방해하는 주변의 경쟁목을 제거하여 최대한 직경생장을 증대시키는 방법이다(Korea Forest Service, 2015). 효율적인 미래목 선목을 위해 Kraft, Heck, 테라사키, 도태간벌 등과 같은 수형급을 적용한다(Korea Forest Service, 2005). 이중 입목의 수간 형질만을 기준으로 구분하는 Heck 수형급은 임분관리를 위한 입목의 형질특성을 7등급(a: 형질우량목, b: 형질보통목, c: 형질불량목, d: 초두분지목, f: 맹아목, g: 피해목)으로 구분하고 있다(Ernst et al., 2013). 그러나 이 등급구분에서는 우량, 보통, 불량에 대한 정량적인 기준이 없어 현장적용에 어려움이 있다. 숲가꾸기의 품질향상을 위해서는 미래목에 대한 구체적인 선정 기준이 필요하다. 현재 제공되고 있는 지속가능한 산림자원지침(Korea Forest Service, 2015)의 미래목 선목 기준은 '나무줄기가 곧고, 갈라지지 않으며 산림병해충 등 물리적인 피해가 없을 것'으로 규정하고 있다. 이 규정으로는 형질이 좋은 미래목을 선정하는 것이 힘들기 때문에 미래목 선목을 위한 구체적인 입목형질 평가기준이 필요하다.

우리나라의 경우 소・중・대경목으로 구분하여 휨, 수간의 부러짐, 부패 정도에 따라 등급을 평가하는 입목형질등급과 불량림 수종갱신 판정에서 활용하기 위해 가지직경, 초두부 절단 유・무, 수관 활력, 수간 상흔 정도에 따라 등급을 구분하는 입목형질평가가 있지만, 목재이용을 고려하여 등급을 구분하는 인자들에 대한 기준이 미흡한 실정이다(Korea Forest Promotion Institute, 2016; National Institute of Forest Science, 2016a). 외국의 사례를 보면 미국과 캐나다에서는 입목형질평가기준이 정립되어 있으며 주요수종들에 대한 조사가 수행된바가 있다(USDA Forest Service, 1973; Martin and Robert, 1985; John et al. 1986; Robert, 1989; James and Daniel, 2008; Pelletier et al., 2016; Kyle, 2017). 독일에서도 활엽수의 입목가치를 평가하는 다양한 기준들을 만들어 현장적용하고 있지만 그 단계가 복잡하고 정량화 할 수 없는 항목들이 있어 우리나라에 바로 적용하기는 어려운 실정이다(Forestry Research Institute of Baden-Wüttemberg, 2001; Klaus, 2005).

따라서 본 연구는 국・내외 원목품등 구분 및 입목형질등급 구분 방법을 응용하여 우리나라 활엽수림에 적용가능한 입목형질 평가 방법을 개발하는 것이며, 개발된 방법으로 우리나라 중부지방의 주요 참나무 수종의 입목형질등급을 평가하고, 천연림보육작업 개선을 위한 적용가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 조사 대상지

우리나라 중부지방의 1:25,000 임상도에서 참나무림을 추출하고, 국유림경영정보시스템을 통해 산림관리 이력을 관리하고 있는 국유림 면적 자료를 중첩하여 국유림 관내 참나무림을 대상으로 과거 천연림보육 및 개량작업의 사업면적이 5 ha 이상인 지역을 연구대상지로 선정하였다.

연구대상지는 충청북도 음성군과 충주시, 충청남도 천안시와 아산시, 경상북도 안동시 등 5지역 29개소이다. 대부분 경제림육성단지에 속하여 천연림보육 및 개량작업을 실시한 이력이 있는 것으로 파악되었다. 연구대상지는 대부분 해발고도 500 m 이하에 위치하고 있으며, 평균 임령은 Ⅳ~Ⅴ영급이고 신갈나무와 굴참나무가 우점하는 것으로 조사되었다(Table 1).

2. 자료 수집 및 분석방법

목재이용을 고려한 입목형질등급의 수치화된 기준을 마련하기 위해 우리나라의 원목품등구분 기준(Korea Forest Service, 2017)과 스위스 Bachmann(1990)의 입목형질등급판정 기준을 참고하였다.

각 대상지별로 반경 10 m의 원형표준지를 설치하고 흉고직경 6 cm 이상의 모든 수목에 대해 수종명, 흉고직경, 수고 등 임분생육 현황을 조사하였으며 개발된 입목형질 평가 기준을 적용하였다. 또한, 입목형질 등급에 영향을 미치는 주요 결함 요인(휨, 가지발달, 수피상처 등)을 파악하였다. 흉고직경과 입목형질등급간의 관계를 파악하기 위해 주요 수종의 흉고직경급별 입목형질등급 비율을 파악하였으며, 흉고직경급과 입목형질등급간의 상관관계

Table 1. The summary of study sites.

Study sites	Slope aspect	Slope gradient (°)	Mean altitude (m)	History of forest practice (year)	Mean age class	Component ratio of major oak species (%)			
						Quercus monglica	*Q. variabilis*	*Q. acutissima*	Others
Eumseong	SW	26	290	NFT*(2010)	IV	52.7	20.5	-	26.8
Chungju	SW	31	480	NFT(2012) NFI**(2012)	V	23.1	71.9	-	5.0
Cheonan	NW	32	300	NFT(2011)	V	70.1	26.0	-	3.9
Asan	E	29	305	NFI(2013)	V	2.3	71.9	14.4	11.4
Andong	SE	26	445	NFI(2013)	V	40.4	29.8	-	29.8

* NFT: Natural Forest Tending, ** NFI: Natural Forest Improvement

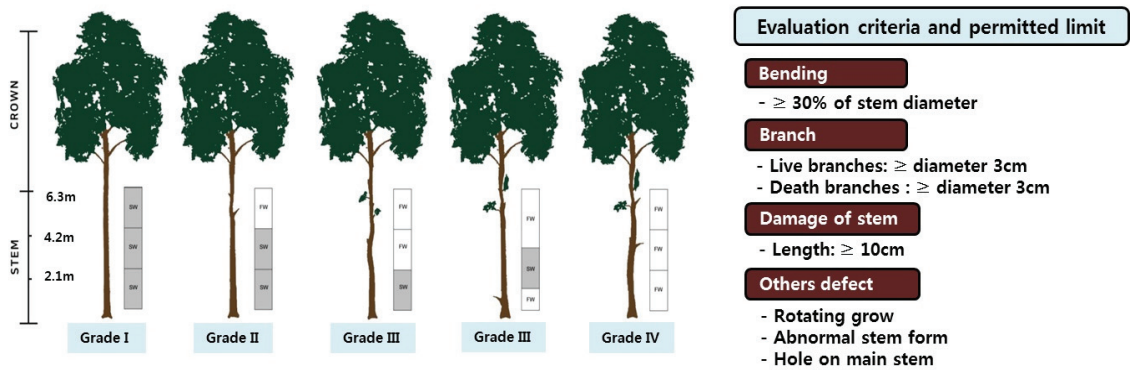

Figure 1. Evaluation grade and criteria for standing trees.

를 SPSS 20.0 (IBM SPSS Statistics, 1989-2011)을 이용하여 분석하였다.

결 과

1. 입목형질등급 구분

우리나라의 활엽수류 원목은 모든 품등에서 재장 2.1 m 이상, 말구직경은 최소 6 cm 이상이 되어야 하며 그 외에 옹이, 할렬・윤할, 굽음, 썩음, 기타결점 등의 인자에 의해 품등이 결정된다(Korea Forest Service, 2017). 원목품등구분 기준을 충족해야 활엽수 원목을 제재목으로 활용할 수 있기 때문에 임분에 서 있는 나무를 외부에서 평가할 수 없는 '썩음'을 제외하고 입목형질을 판정하는 인자를 수간의 휨(굽음), 가지 굵기(옹이), 수피상처(할렬・윤할), 기타 피해(기타 결점) 등 4가지로 구분하였다.

수간의 휨과 수피상처는 원목품등 3등급의 굽음 및 할렬・윤할 기준에 준용하여, 수간의 휨의 경우 직경의 30%, 수피 상처는 10 cm까지로 정하였다. 가지 굵기의 경우, 원목품등구분에서 허용하는 옹이 길이 15 cm를 입목에 적용하기 어렵기 때문에 독일의 활엽수 원목품등(Association of German Sawmill and Wood Industry, 2005)의 옹이 크기 허용기준(4 cm)을 바탕으로 향후 입목의 생장을 고려하여 3 cm로 결정하였다. 기타 피해는 외형적인 특징을 통해 측정이 가능하고, 제재목으로 활용하는데 결함이 될 수 있는 뒤틀림, 부정형 생장, 동공 등의 인자들로 정하였다. Bachmann(1990)은 입목의 이용적 측면을 고려하여 수고를 기준으로 제재목으로 활용 가능한 부분을 단계별로 구분하고 평가하였다. 위에서 언급한 바와 같이 우리나라의 활엽수류 원목 재장은 2.1 m 이상부터 평가하기 때문에 입목을 2.1 m 단위로 나누어 지면에서 6.3 m까지 3단계로 나누어 최종적으로 목재의 각 단계별로 입목형질을 평가하는 기준을 마련하였다(Figure 1). 입목형질등급 판정 기준은 1등급의 경우 지면에서 6.3 m까지 2.1 m의 원목 3개가 모두 허용기준 안에 들어와야 하며, 2등급은 2개의 원목이, 3등급은 1개의 원목만 허용기준을 충족하면 된다. 3등급의 경우, 6.3 m 이하에서 결함이 발생하여도 2.1 m의 정상적인 원목이 1개라도 나올 수 있으면 해당 등급으로 인정하였다. 반면, 제재목으로 쓸 수 있는 2.1 m 원목이 1개도 없을 경우에는 4등급(등외)로 구분하였다.

Table 2. Growth characteristics of major species in the oak forests.

Study sites	Major species	Trees /ha	Mean DBH (cm)	Mean height (m)	Basal area (㎡/ha)	Volume (㎥/ha)
Eumseong	*Q. monglica*	470	17.4	15.6	12.51	86.0
	Q. variabilis	183	17.3	16.2	4.53	30.6
	Q. serrata	48	19.0	17.9	1.42	10.5
	Q. aliena	32	16.6	18.1	0.71	5.2
Chungju	*Q. variabilis*	403	20.4	17.3	18.82	137.2
	Q. monglica	130	19.4	13.7	4.18	25.1
	Q. dentata	7	8.7	8.9	0.04	0.2
	Q. aliena	4	9.0	8.4	0.02	0.1
	Q. serrata	4	6.7	9.0	0.01	0.04
Cheonan	*Q. monglica*	430	19.9	12.1	14.77	76.0
	Q. variabilis	159	22.3	15.1	6.69	42.4
Asan	*Q. variabilis*	380	25.1	18.1	20.47	158.7
	Q. acutissima	76	22.7	16.8	3.30	23.4
	Q. serrata	40	24.1	15.9	2.14	15.9
	Q. monglica	40	24.8	15.5	2.01	13.4
Andong	*Q. monglica*	183	23.3	15.3	8.14	50.1
	Q. variabilis	135	20.6	15.9	4.66	30.3
	Q. serrata	64	26.8	19.7	3.69	29.1

2. 임분 생육 특성

조사구 내 분포하는 참나무류는 1,372본이었고 이 중 굴참나무는 878본(51.9%) 신갈나무는 308본(28.4%)으로 구성 비율이 가장 높았으며, 졸참나무와 상수리나무가 각각 137본(10.1%), 99본(7.5%), 갈참나무는 13본(1.4%), 떡갈나무는 6본(0.7%)로 조사되었다. 각 조사구별로 참나무수종은 ha당 380본~733본 생육하고 있는 것으로 파악되었으며, 주로 신갈나무와 굴참나무가 우점하였다(Table 2). 신갈나무와 굴참나무의 경우 현실림 임분수확표(National Institute of Forest, 2016b)상의 평균 흉고직경보다 6.5~16.6%, 평균 수고 보다 7.3~21.1% 높게 나타나 생장이 양호한 것으로 파악되었지만, 정상적인 임분에 비해 잔존 본수가 낮은 것으로 분석되었다. 재적의 경우 ha당 109.5~211.4 ㎥로 조사되었으며, 천안지역의 경우 잔존본수가 589본/ha임에도 불구하고 118.4 ㎥/ha로 나타났는데 이는 주요 수종인 신갈나무의 수고가 낮아 잔존본수에 비해 재적이 낮은 것으로 분석되었다.

3. 참나무림의 임목형질등급

참나무 6개 수종을 대상으로 입목형질등급을 구분한 결과, 1등급은 6.7%, 2등급은 28.0%, 3등급은 38.3%, 4등급은 27.0%였다(Figure 2). 조사된 참나무 수종의 73%는 제재목으로서 이용 가치가 있는 것으로 조사되었다.

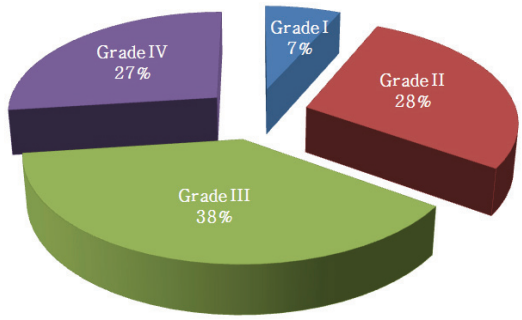

Figure 2. Distribution of standing tree grades.

참나무류 수종별 입목형질등급을 분석한 결과, 1등급의 경우 상수리나무와 굴참나무가 각각 13.2%, 10.8%로 분포비율이 가장 높았다(Figure 3). 이용 가능한 3등급 이상의 입목비율의 합은 상수리나무 88.2%, 굴참나무 88.1%, 졸참나무 83.5%로 높게 나타나 경제림육성단지 내 활엽수림의 경우 이들 수종 위주로 관리가 필요할 것으로 생각된다. 반면 4등급 비율이 높은 갈참나무(56%), 신갈나무(50.3%), 떡갈나무(47.1%) 등은 장기간의 관리를 통해 제재목으로 활용하기 보다는 신탄재 혹은 펄프재용으로 이용하는 것이 투입비용을 감소시키는데 도움이 될 수 있을 것이라 판단된다.

흉고직경은 입목 가치를 평가하는 정량적 기준이며, 입

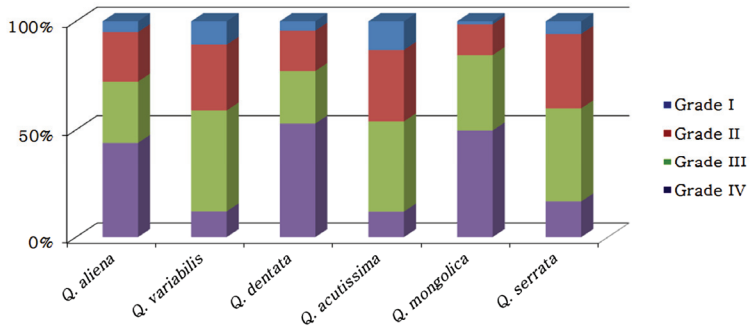

Figure 3. Distribution of standing tree grades for oak species.

Table 3. Distribution standing tree grades for *Q. variabilis*.

DBH (cm)	The number of standing tree grade (%)				Total
	I	II	III	IV	
14>	2(2.3)	20(21.7)	50(54.3)	20(21.7)	92(100)
16	3(5.0)	20(33.3)	34(56.7)	3(5.0)	60(100)
18	4(5.4)	22(29.3)	42(56.0)	7(9.3)	75(100)
20	8(12.1)	19(28.8)	30(45.5)	9(13.6)	66(100)
22	3(7.0)	18(41.8)	16(37.2)	6(14.0)	43(100)
24	5(11.7)	16(37.2)	17(39.5)	5(11.6)	43(100)
26	6(16.7)	12(33.3)	16(44.4)	2(5.6)	36(100)
28	10(28.6)	10(28.6)	11(31.4)	4(11.4)	35(100)
30	4(22.2)	7(38.9)	5(27.8)	2(11.1)	18(100)
32	4(26.7)	2(40.0)	6(13.3)	3(20.0)	15(100)
34	2(18.1)	4(36.4)	5(45.5)	-	11(100)
36<	6(22.2)	10(37.0)	8(29.6)	3(11.2)	27(100)

Table 4. Distribution standing tree grades for *Q. mogolica*.

DBH (cm)	The number of standing tree grade (%)				Total
	I	II	III	IV	
14>	-	7(11.5)	29(47.5)	25(41.0)	61(100)
16	-	4(16.7)	11(45.8)	9(37.5)	24(100)
18	-	5(11.4)	25(56.8)	14(31.8)	44(100)
20	1(2.7)	5(13.5)	25(67.6)	6(16.2)	37(100)
22	-	7(19.4)	21(58.3)	8(22.3)	36(100)
24	-	9(37.5)	8(33.3)	7(29.2)	24(100)
26	1(4.0)	1(4.0)	17(68.0)	6(24.0)	25(100)
28	1(11.1)	1(11.1)	6(66.7)	1(11.1)	9(100)
30<	1(6.3)	2(12.5)	10(62.5)	3(18.7)	16(100)

목형질은 정성적 기준이라 할 수 있다. 조사구에 가장 많이 분포하는 굴참나무와 신갈나무의 흉고직경과 입목형질 간의 관계를 파악한 결과 굴참나무의 경우, 직경급이 커질수록 3등급은 감소하는 반면 1과 2등급은 증가하는 경향을 보였으며(Table 3), 신갈나무의 경우 직경급이 커질수록 4등급의 분포비율이 감소하였다(Table 4).

입목형질등급과 흉고직경간의 상관관계를 분석한 결과, 신갈나무는 통계적으로 유의한 상관관계가 4등급에서만 나타났지만, 그 외 2개 수종의 경우 흉고직경이 증가할수록 4등급의 비율이 감소하는 경향을 보였다(Table 5). 이러한 경향은 천연림보육 및 개량작업 중 형질이 불량한 입목을 제거하였기 때문인 것으로 판단된다.

4. 임목형질등급의 주요 결함 요인

4등급이 발생하는 주요 원인을 분석한 결과, 수간의 휨이 88%, 고사지・생지 등 가지 발달이 10.4%, 수피 상처가

Table 5. Correlation between DBH and grade ratio of major oak species.

Species name	Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV
Q. variabilis	0.858**	0.598*	-0.747**	-0.236
Q. mogolica	0.231	-0.018	0.425	-0.784*

*p<0.05, **p<0.01

Table 6. The Analyse of defect factor.

Species name	Defect factors (%)			
	Bending	Branch	Demage of stem	Others
Q. variabilis	75.0	12.5	-	12.5
Q. mongolica	88.9	6.3	4.8	-
Q. acutissima	33.3	33.3	-	33.4
Q. serrata	100.0	-	-	-
Q. dentata	80.5	14.9	1.1	3.5
Q. aliena	100.0	-	-	-

2.2%인 것으로 나타났다(Table 6). 수간의 휨은 기타 요인과 복합적(휨+가지발달, 휨+수피상처, 휨+가지+수피상처, 휨+동공 등)으로 발생하여 4등급을 발생시키는 것으로 분석되었다. 이외에 뒤틀림, 부정형생장, 동공, 병해충 피해 등의 사례는 조사되지 않았다.

고 찰

1. 참나무림 무육

참나무림은 우리나라에서 가장 넓게 분포하는 산림자원으로 형질불량에 대해 여러 논란이 있었지만 구체적인 수치로 조사된 적이 없었다. 과학적이고 구체적인 입목형질 등급을 마련하고 중부지역 참나무림을 대상으로 조사를 실시한 결과 이용 가능한 3등급 이상의 입목비율은 상수리나무 88.2%, 굴참나무 88.1%, 졸참나무 83.5%로 높게 나타난 반면, 갈참나무 56%, 신갈나무 50.3%, 떡갈나무 47.1%로 상대적으로 낮은 등급을 보였다. 국유림에서 천연림보육 또는 개량작업이 진행된 적이 있어 형질이 좋은 입목이 남아 있다는 것을 감안하더라고 전체적으로 제재목으로 이용 가능한 입목이 많이 있다는 것을 보여 준다. 활엽수 입목형질평가 기준을 이용하여 참나무림의 무육 대상지 및 미래목 선목에 적용 한다면 숲가꾸기 품질향상에 기여 할 수 있을 것으로 판단된다. 특히 굴참나무, 상수리나무림을 참나무류 목재생산을 위한 집중육성 구역으로 선정하여 천연림보육작업을 실시한다면 우리나라가 필요한 고부가가치 참나무 목재를 생산할 수 있을 것이다.

2. 입목형질평가 방법 개선

국내・외 원목품등구분 기준 및 입목등급을 기준을 변형하여 4단계 활엽수림의 입목형질평가 방법을 개발하여 적용하였지만, 수간의 휨을 입목상태에서 측정하기란 쉽지 않다. 최근에 Terrestrial Laser Scanner를 이용하여 정확하게 입목의 휨을 측정하는 장비가 개발되고 있지만 아직은 측정비용이 비싸고 전문적인 인력이 필요하며 환경적인 제약조건이 많이 존재한다(Andrew et al., 2017). 기술의 발전과 함께 간편하게 측정할 수 있는 장비가 개발된다면 정확성 및 간편성이 많이 보완 될 것으로 보인다. 수피상처 길이 10 cm를 허용 한도로 정하였지만, 상처의 깊이를 육안으로 파악하기 힘든 한계점이 있다. 미래목으로 선정되면 앞으로 최소 20년 이상은 생장을 계속하게 되는데 이 과정에서 상처가 부후로 진행될지에 대한 정보가 부족하다. 2007년 국립산림과학원 조사에서 활엽수의 41%가 부후 증상이 있는 것으로 조사되었다(National Institute of Forest Science, 2017). 그러나 본 연구에서는 입목의 외형적 결함을 중심으로 조사하였으며, 심재부후 인자는 확인하지 못하는 한계점이 있다. 수간의 휨, 가지 발달 등과 같은 외형적 인자 외에 내형적・구조적 인자의 평가 방법을 개발한다면 입목형질등급 구분이 좀 더 구체적이고 정확하게 개선될 것으로 판단된다.

결 론

활엽수림의 고부가가치 목재 이용을 고려한 산림관리 방법 개선을 위해 입목형질등급 기준을 마련하였고, 중

부지역의 참나무 임분을 대상으로 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 입목형질등급의 평가인자는 줄기의 휨, 가지 굵기, 수피상처, 기타 결함 4개로 정했으며, 수간을 2.1 m 단위로 구분하여 6.3 m까지 3개의 원목이 이용 가능하면 1등급, 2개 원목이 이용 가능하면 2등급, 1개만 이용 가능하면 3등급, 하나도 제재목으로 이용할 수 없을 경우 4등급으로 구분하였다.
2. 개발된 입목형질등급을 참나무류 임분에 적용한 결과, 1등급은 6.7%, 2등급은 28.0%, 3등급은 38.3%, 4등급은 27.0%이었다. 수종별로는 제재목으로 이용 가능한 3등급 이상의 입목비율은 상수리나무 88.2%, 굴참나무 88.1%, 졸참나무 83.5%, 갈참나무 56.0%, 신갈나무 50.3% 순으로 나타났다.
3. 굴참나무와 신갈나무의 경우 흉고직경이 증가할수록 4등급의 비율이 감소하는 경향을 보였다. 입목형질등급에 영향을 끼치는 주요 결함요인은 수간의 휨>가지 굵기>수피상처>기타 결함 순이었다.

References

Andrew, P., Adrian, H., Barry, G., Elspeth, M. and Paul, M. 2017. Assessing the stem straightness of trees : Technical Note 021. Forestry Commission. pp.6.

Association of German Sawmill and Wood Industry. 2005. Guidelines for the factory measurement of logs. pp. 20. (In Germany)

Bachmann, P. 1990. Increasing of the forest production through consideration of added value. Snow and Landscape, Research Institute for Forests. Reports of the Federal 327. pp. 73. (In Germany)

Ernst, R., Norbert, B. and Burghard, L. 2013. Silviculture on an ecological basis. UTB GmbH. pp. 432. (In Germany)

Forestry Research Institute of Baden-Wüttemberg. 2001. Federal Forest Inventory II in Baden-Wüttemberg. pp. 16. (In Germany)

IBM SPSS Statistics. 1989-2011. SPSS for Window. Version 20.0. IBM corp.

James, S.M. and Daniel, A.S.Jr. 2008. A new tree classification system for southern hardwoods. Southern Journal of Applied Forestry 32(2): 69-79.

John, R.M., Gary, W.M., Harry, V.W.Jr. and Joseph, E.B. 1986. Butt-log grade distributions for five appalachian hardwood species. US Fores Service. Northeastern Station Research Paper NE-590. pp. 7.

Klaus, G. 2005. Forest management: analysis and design of forest development. Göttingen University Press. pp. 342.

Korea Forest Promotion Institute. 2016. Handbook of national forest inventory and forest health. pp. 95. (In Korean)

Korea Forest Promotion Institute. 2018. Information of price of wood. https://www.kofpi.or.kr/service/imupinfo. (In Korean)

Korea Forest Service. 2005. Standard manual for sustainable forest resource management. pp. 289. (In Korean)

Korea Forest Service. 2016. Statistical yearbook of forestry. pp. 415. (In Korean)

Korea Forest Service. 2017. Log grade. Korea Forest Service Notice. 2017-97.

Korea Forest Service. 2018. 6nd National Forest Plan. In publishing. (In Korean)

Kyle, C. 2017. Forest landowner's guide to field grading hardwood trees. Division of Agriculture, University of Arkansas System. pp. 8.

Martin, E.D and Rorbert, L.B. 1985. Butt log quality of trees in Pennsylvania oak stands. USDA Forest Service. Northeastern Station Research Paper NE-568. pp. 12.

National Institute of Forest Science. 2016a. Handbook of regeneration decision for bad quality forest. pp. 79. (In Korean)

National Institute of Forest Science. 2016b. Empirical stand yield table. pp. 64.

National Institute of Forest Science. 2017. Development of assessment technic of hardwood forest stand for enhance of quality of forest tending. pp. 127. (In Korean)

Pelletier, G., Landry, D. and Girouard, M. 2016. A tree classification system for new Brunswick. Version 2.0. Northern Hardwoods Research Institute. Edmundston, New Brunswick. pp. 53.

Robert, L.B. 1989. Central hardwood notes; Grading hardwood trees. Northeastern Forest Experiment Station. USDA Forest Service, West Virginia. pp. 5.

USDA Forest Service. 1973. A guide to hardwood log grading. USDA Forest Service General Technical Report. pp. 31.

Manuscript Received : August 16, 2018
First Revision : October 8, 2018
Second Revision : October 19, 2018
Accepted : October 24, 2018