

벌채적지에서 조릿대 임분의 식생 구조 및 산림식생 발달에 미치는 조릿대의 영향¹

차윤정² · 전승훈³

Vegetational Structure of Dwarf Bamboo and Its Effects on the Developmental Stages of Deciduous Forests in Clearcutting Sites¹

Yoon-Jung Cha², Seung-Hoon Chun³

요 약

산림발달에 따른 조릿대 임분의 구조적 특성을 구명하기 위해 전남 광양의 백운산 지역내 천연임분과 1987년 벌채임분, 1993년 벌채임분에서의 조릿대 발생임분과 비발생 임분에 대해 식생조사를 실시하였다. 또한, 상층 수목의 생장에 대한 조릿대의 영향을 조사하기 위해 조릿대가 분포하는 임분과 분포하지 않는 임분에서 공통적으로 중요도가 높은 졸참나무와 서어나무에 대한 연륜 성장량 분석을 실시하였다. 조사연구지역의 식생형은 조릿대 우점 식생형과 조릿대 소점 또는 무점 식생형으로 크게 분류되었으며, 전자의 경우 졸참나무-서어나무/조릿대 군락, 때죽나무-쪽동백나무/조릿대 군락, 층층나무-산뽕나무/조릿대 군락, 느티나무-조릿대 군락 등 4개의 군락으로 분류되었고, 후자의 경우는 졸참나무/비목군락, 층층나무/비목 군락, 졸참나무/당단풍/물참대 군락, 물푸레나무-졸참나무/비목/회잎나무 군락, 산딸기-산수국 군락, 산딸기-싸리 군락 등 6개 군락으로 분류되었다. 임분발달 단계에 따라서는 천연임분의 경우 졸참나무와 서어나무 중심의 낙엽활엽교목과 하층 식생으로서 조릿대가 우점하는 반면, 벌채임분의 경우 하층식생으로서의 조릿대 출현밀도가 다양하게 나타났다. 졸참나무와 서어나무의 초기성장기에는 조릿대가 발생하지 않은 임분에서 자라는 개체들의 연륜폭이 조릿대 발생임분에서 자라는 개체들의 연륜폭보다 넓었으나 약 30년을 전후하여 반대 현상이 나타나고 있어 조릿대에 의한 성장감소는 없는 것으로 판단된다.

주요어 : 식물군락, 연륜성장

ABSTRACT

Dwarf bamboo(*Sasa borealis*) is a dominant understory species in the various forest types in Korea. The objective of this study was to investigate vegetation structure of *Sasa borealis* and effects of *Sasa* on the growth of overstory tree species along the forest development after

1 접수 5월 2일 Received on May 2, 2002

2 경원대학교 산업환경연구소 Industry & Environmental Research Center, Univ. of Kyungwon, Sunnam, Korea, 461-701(foreco@chollian.net)

3 경원대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Univ. of Kyungwon, Sunnam, Korea, 461-701(chunsh@mail.kyungwon.ac.kr)

clearcutting. Three representative stand types with and without *S. borealis* in Baekwoonsan, Chonnam province were selected in 1998 for this study: uncutting stands(natural deciduous forests with overstory vegetation), 1987-cutting stands (11 years after clearcutting), and 1993-cutting stands(5 years after clearcutting). Vegetation type was largely classified into *Sasa borealis* dominant type and *Sasa borealis* recessive or absent type. The former composed of four associations including *Quercus serrata-Carpinus laxiflora* / *Sasa borealis* community, *Cornus controversa-Morus bombysis* / *Sasa borealis* community, *Styrax japonica-Styrax obassia* / *Sasa borealis* association, *Zelkova serrata* / *Sasa borealis* community. The latter divided into six associations including *Quercus serrata* / *Lindera erythrocarpa* community, *Cornus controversa* / *Lindera erythrocarpa* community, *Quercus serrata* / *Acer pseudosieboldianum* / *Deutzia glabrata* community, *Fraxinus rhynchophylla-Quercus serrata* / *Lindera erythrocarpa* / *Euonymus alataus* community, *Rubus crataegifolius-Hydrangea macrophylla* community, *Rubus crataegifolius-Lespedeza bicolor* community. Distribution of *Sasa borealis* by developmental stages of forests showed that in natural stands was dominant understory, but was various pattern in two cutting stands. Mean annual ring growth of *Quercus serrata* and *Carpinus laxiflora* during the last 35 years had not been affected by presence of *Sasa*, based on comparisons in annual ring growth between *Sasa*-present and *Sasa*-absent stands. In conclusion, dense crown of *Sasa borealis* suppressed the invasion of other shrubs or annuals and facilitated later stages of plant succession by promoting growth of shade-tolerant tree species after clear cutting.

KEY WORDS : PLANT COMMUNITY, ANNUAL RING GROWTH

서론

조릿대류(Genus *Sasa*)는 벼과의 대나무아과에 속하며 한국, 일본, 중국 원산으로 수고 2m 이내로 자라는 상록성이다. 우리 나라의 조릿대 속은 제주도지역에서 주로 자라는 제주조릿대, 울릉도의 섬조릿대, 완도와 백양산의 섬대, 함경북도 이북지역의 신이대 등 6종류가 자라는 것으로 보고되고 있으며, 일반적으로 이들을 통칭하여 산죽류라고 한다(이창복, 1980).

조릿대류의 국내 분포범위는 전국적으로, 강원도 북부지역의 해발 1,000m 이상의 고산지역에서부터 전국의 산야와 인근 야산 등에서 흔히 볼 수 있다. 우리 나라의 조릿대류 점유면적은 정확하게 파악되고 있지 않으나 한라산, 지리산, 덕유산, 북한산, 남산, 가리왕산, 설악산, 계방산 등 대부분의 산림에서 하층식생으로 출현하고 있어, 점유면적이 상당할 것으로 여겨진다. 특히 한라산의 구상림, 지리산의 반야봉 일대의 구상나무림, 덕유산의 주목림 등 임분이 쇠퇴의 징조를 보이고 있는 곳에 주요 하층식생으로

자라고 있어(김군보, 1997; 김은식, 1994) 분포면적과 별도로 그 중요성이 높다고 평가된다.

현재 우리 나라에서 조릿대류가 분포하는 임분의 식생 유형은 산불직후의 나지나 벌채지, 관목림, 천연임분내, 그리고 고산의 정상부 등 다양한 형태를 보여준다(김지홍과 양희문, 1996). 어느 지역이든 일단 조릿대가 침입하게되면 집단의 존속기간이 매우 길며 궁극적으로 하층식생을 우점하여 교목과 강한 영향을 주고받는 것으로 판단된다.

밀집된 조릿대류의 수관은 상층으로부터 떨어지는 종자의 침투를 어렵게 하며, 침투한 종자라 할지라도 조릿대류로부터 분비되는 타감물질들에 의해 발아가 억제된다. 또한, 상층목의 후대목이나 다른 관목의 치수들은 조릿대류의 뻘뻘한 수관에 가려 제대로 성장하기가 어렵다(Hiura and Konno, 1996 ; Nakashizuka, 1988 ; Peters et al, 1992).

반면 일부 연구에 의하면 조릿대류의 밀집된 수관으로 인한 토양보유와 낙엽물질의 보유는 오히려 종자의 손실을 막고 토양생물다양성을 증가시키며 발아에 긍정적인 기여를 한다는 보고도 있다.

Yamamoto *et al.*(1995)은 일본의 너도밤나무-조릿대류림에서 맹아생산력이 좋은 내음성 소교목들의 치수들이 조릿대류가 피복하고 있는 지역에서 비교적 성공적으로 발생하고 있음을 조사하였으며, 조릿대류가 자라고 있지 않는 토양은 낙엽물질 등이 유실되어 토양층이 성숙되지 못한 것으로 보고하였다. 이는 임상의 미기후와 관련하여 조릿대류가 우점을 이루는 임분은 상층이 소밀하여 임분내 광투과량을 증가시켜 임상을 건조하게 함으로서 종자의 발아에 불리한 영향을 끼친다고 하는 보고(김지홍과 양희문, 1996)와 상반되는 것으로 중요한 의미를 가진다.

다양한 입지조건과 환경요인과의 관계속에서 하층식생으로 광범위하게 우점해가고 있는 조릿대류의 군집특성을 이해하는 것은 우리 나라 임분의 생태적 관리에 대한 중요한 정보를 제공해 줄 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 벌채 후 산림 발달 단계에 따른 조릿대 임분의 식생구조적 특성을 조사하고 수목의 생장에 미치는 영향을 파악함으로써 임분내 조릿대의 식생학적 영향을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

비교적 임분에 대한 정보가 기록되어 있고, 벌채년수가 다양하여 조릿대 임분발달을 예측할 수 있는 서울대학교 부속 연습림인 전남 광양군 백운산(북위

35° 06', 동경 127° 35', 해발고도 1,217m)을 조사대상지로 하였다(Figure 1).

임분의 유형은 천연림 벌채 후 조릿대가 발달하는 정도를 추적하기 위해 한계를 중심으로 해발고도 600~800m 사이의 임분에서 수관의 형성정도에 따라 벌채한 적이 없고 완전 울폐된 천연임분(교목림)과 1987년 벌채 이후 임상이 발달중인 교목림, 그리고 1993년 벌채 후 관목림이 형성되고 있는 임분으로 구분하였다. 김갑덕 등(1991; 1992)에 의하면 백운산 북사면에 위치하는 26, 27 임분의 천연림은 졸참나무, 서어나무, 신갈나무가 우점을 이루고, 비목, 노각나무가 수반종이었으며, 초본층에는 조릿대가 전지역에 걸쳐 밀생하는 곳으로 보고되어있다.

2. 조사구 설치 및 조사시기

조사구는 천연임분에서 8곳(조사구 크기 400m²), 1987년 벌채임분에서 4곳(조사구 크기 100m²), 1993년 벌채임분에서 8곳(조사구 크기 16m²) 등 모두 20개를 설치하였으며, 조사구의 크기는 식생층의 높이를 고려하여 설정하였다. 현장조사는 1998년 10월과 1999년 5월 2회에 걸쳐 실시하였다.

3. 식생조사

조릿대 발생 임분과 비발생 임분에 대해 기후대, 방위, 지형, 경사, 표고 등의 지형적 특성을 조사하였다. 식생요인으로는 식생층위별 높이와 피도, 그

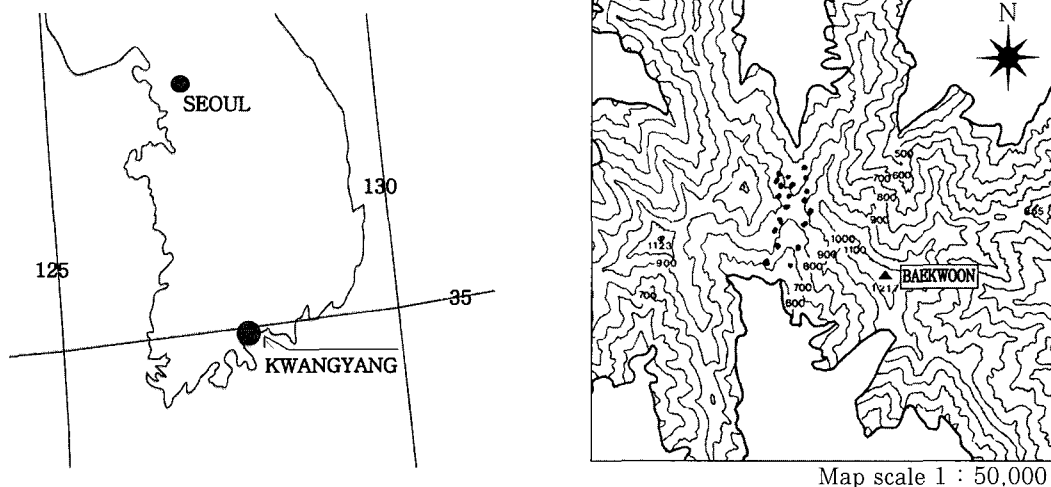


Figure 1. Site map(right) and location(left) of study site in Baekwoonsan(Closed circles indicate sample plots)

리고 우점종을 조사하였다. 층위별 피도는 흉고직경 2cm 이상의 상층수목에 대해서는 흉고단면적법을 적용하였고, 흉고직경 2cm 이하의 목본식물에 대해서는 점유면적을 측정하였다. 초본식물에 대해서는 종목록만 조사하여 식생군집의 특성분석에 참고자료로 사용하였다. 식생분석시 조사구내 수종별 피도값은 백분율로 환산한 상대피도를 적용하였다.

4. 식생분석

식생조사에서 얻어진 조사구별 종조성과 상대피도 자료를 기준으로 수리적 분석을 실시하였다. 식생형은 조사구내 종조성의 유사성과 비유사성에 근거하여 정량적인 자료의 분석에 적합한 유클리드 거리지수(Euclidean distance)를 사용하여 비가중산술 평균 군법(unweighted pair group mean arithmetic, UPGMA)에 의한 유집분석(cluster analysis)으로 분류하였고(Kent and Coker, 1992), 식생형의 명명은 생태학적 군집의 국제적 분류체계인 미국 육상식생형 분류체계에 준하였다(The Nature Conservancy, 1998). 조릿대에 의한 임분발달의 특성을 파악하기 위하여 카이제곱법(χ^2 -test)에 의한 중간결합을 분석하였다. 식생의 통계적 분석은 다변량통계분석 프로그램인 MVSP(Kovach, 1998)를 이용하였다.

5. 수목의 연륜생장에 미치는 영향 분석

조사지역내 조릿대 발생 임분과 비발생 임분에서 공존하는 교목종(졸참나무, 서어나무)의 연륜생장분석을 통해 수목에 대한 조릿대의 영향을 분석하였다. 식생조사구내 조릿대 발생임분과 비발생임분에서 각각 졸참나무 9개체, 서어나무 5개체, 총 28개체의 나이테 목편을 추출하여, 목재틀에 고정시킨 후 해부현미경하에서 20배로 배율로 0.01mm 단위까지 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 식생형의 분류 및 분포특성

조사구내 출현한 목본식물은 48종, 초본식물은 54종으로 모두 102 종류가 조사되었으나 식생구조

분석에서는 흉고직경 2cm 이상의 목본식물을 대상으로 상대피도가 0.1% 이상인 40종을 대상으로 하였다(Table 1).

조사연구지역의 식생형은 유집분석결과 Figure 2에 나타난 바와같이 조릿대 우점 식생형(*Sasa borealis* Dominant Vegetation Type)과 조릿대 소점 또는 무점 식생형(*Sasa borealis* Recessive or Absent Vegetation Type)으로 크게 분류되었다. 전자의 경우 졸참나무-서어나무/조릿대 군락(*Quercus serrata*-*Carpinus laxiflora*/*Sasa borealis* community), 때죽나무-쪽동백나무/조릿대 군락(*Styrax japonica*-*Styrax obassia*/*Sasa borealis* community), 층층나무-산뽕나무/조릿대 군락(*Cornus controversa*-*Morus bombycis*/*Sasa borealis* community), 느티나무-조릿대 군락(*Zelkova serrata*/*Sasa borealis* community) 등 4개의 군락으로 분류되었으며, 후자의 경우는 졸참나무/비목군락(*Quercus serrata*/*Lindera erythrocarpa* community), 층층나무/비목 군락(*Cornus controversa*/*Lindera erythrocarpa* community), 졸참나무/당단풍/물참대 군락(*Quercus serrata*/*Acer pseudosieboldianum*/*Deutzia glabrata* community), 물푸레나무-졸참나무/비목/회잎나무 군락(*Fraxinus rhynchophylla*-*Quercus serrata*/*Lindera erythrocarpa*/*Euonymus alataus* community), 산딸기-산수국 군락(*Rubus crataegifolius*-*Hydrangea macrophylla* community), 산딸기-싸리 군락(*Rubus crataegifolius*-*Lespedeza bicolor* community) 등 6개 군락으로 분류되었다. 따라서, 조사지역이 비교적 면적이 좁은 소유역권임에도 불구하고 해발고, 향과 사면, 그리고 교란의 요인 등 식생분포에 영향을 미치는 요인의 차이에 의해 다양한 식생형이 분포하는 특성을 보여주었다.

특히, 임분유형에 의한 식생형은 천연임분의 경우(조사구 1, 4, 5, 6, 13, 19, 12, 20) 졸참나무와 서어나무 중심의 낙엽활엽수가 우점하는 식생형으로서 하층식생으로는 대부분 조릿대가 우점하는 특징을 보여주었으나, 1987년 벌채된 임분의 경우(조사구 3, 2, 14, 11)는 때죽나무, 층층나무, 느티나무, 비목 등 천이후기종이 아닌 수종이 우점하고 하층식생으로서 조릿대가 우점하거나 소점하는 식생특성을 보여주었다. 한편, 1993년 벌채된 임분의 경우(17, 15, 18, 16, 10, 7, 9, 8)는 식생군락이 완전하게

Table 1. Vegetation and environmental data matrix from study sites

Quadrats No. Data (% Relative Cover)	1	19	12	4	13	20	3	15	18	16	
Quadrat size(m ²)	400	400	400	400	400	400	100	16	16	16	
<i>Vegetation data</i>											
Mean height (m)	Upper	15	20	14	15	13	20	6	2.5	6	2
	Middle	5	9	10	6	8	9	4	-	-	-
	Lower	1	4.5	2.5	1	1.5	4	1.5	1.5	1.4	1.4
Mean coverage(%)	Upper	70	100	70	80	80	95	60	20	20	10
	Middle	100	70	50	60	60	70	70	-	-	-
	Lower	90	60	60	80	70	100	70	100	100	100
Dominant species	Upper	QS	CL	CL	QS	QS	QS	SJ	CC	CC	MB
	Middle	CL	AP	CL	CL	-	AP	LE	-	-	-
	Lower	SB1	SB1	SB1	SB1	SB1	SB1	SB1	SB1	SB1	SB1
<i>Acer mono</i> (AM)	1.0		0.8		1.1	1.4	3.8				
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (AP)	1.6	8.4	0.1	4.2	1.8	20.0				1.8	
<i>Callicarpa japonica</i> (CJ)	0.2						0.4				
<i>Carpinus cordata</i> (CC1)	0.1	3.9	3.5								
<i>Carpinus laxiflora</i> (CL)	17.7	16.3	25.0	4.4	7.4	9.7	0.2				
<i>Cornus controversa</i> (CC2)		1.2	7.0		0.8	0.6		4.7	4.7		
<i>Corlyus heterophylla</i> (CH)	0.1			0.1	0.5		1.8				
<i>Deutzia glabrata</i> (DG)	0.8	1.1	2.5		0.5						
<i>Euonymus alatas</i> (EA)	0.6		0.3		0.4	0.3					
<i>Fraxinus mandshurica</i> (FM)					1.4	2.8					
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (FR)		0.6	3.4	0.3			2.1	0.5			
<i>Hydrangea macrophylla</i> (HM)			0.8								
<i>Juglans mandshurica</i> (JM)							4.5				
<i>Ilex macropoda</i> (IM)			1.8		5.1						
<i>Lespedeza bicolor</i> (LB)									0.6		
<i>Lespedeza maximowiczii</i> (LM)	0.1						0.1				
<i>Lindera erythrocarpa</i> (LE)	1.2	2.8	2.6	1.0		3.0	13.3			6.7	
<i>Lindera obtusiloba</i> (LO)	2.7	2.8		0.6	0.5	1.5					
<i>Meliosma myriantha</i> (MM)	0.5	5.7		0.4	1.3	1.4	0.8				
<i>Morus bombysis</i> (MB)	0.1		0.4		0.1	6.0	0.9	0.9	0.6	7.3	
<i>Philadelphus schrenckii</i> (PS1)											
<i>Picea abies</i> (PA)				2.2							
<i>Pinus koraiensis</i> (PK)											
<i>Prunus sargentii</i> (PS2)			2.9								
<i>Quercus mongolica</i> (QM)				1.5							
<i>Quercus serrata</i> (QS)	29.1	8.8	4.0	36.0	28.6	20.8					
<i>Rubus crataegifolius</i> (RC)											
<i>Rhus trichocarpa</i> (RT)							0.9				
<i>Sasa borealis</i> (SB1)	49.2	33.0	45.0	48.1	45.0	23.6	46.8	94.1	93.6	83.3	
<i>Schizandra chinensis</i> (SC1)								0.3	0.6	0.8	
<i>Staphylea bumalda</i> (SB2)				0.1	1.5						
<i>Stephanandra incisa</i> (SI)		1.6									
<i>Stewartia koreana</i> (SK)	1.8	2.0		0.4	1.1	1.4					
<i>Styrax japonica</i> (SJ)							18.4				
<i>Styrax obassia</i> (SO)		1.8	0.8	2.4	1.1	1.7					

Table 1. (Continued)

Quadrats No. Data (% Relative Cover)	1	19	12	4	13	20	3	15	18	16
<i>Symplocos chinensis</i> (SC2)		2.9		1.1						
<i>Syringa velutina</i> (SV)										
<i>Vaccinium oldhami</i> (VO)		2.9								
<i>Weigela subsessilis</i> (WS)						1.5				
<i>Zelkova serrata</i> (ZS)										
<i>Environmental data</i>										
Topographic position	LS	MS	LS	LS	MS	MS	MS	HS	HS	HS
Aspect	SE	NE	NE	SW	NE	NE	NE	NW	SW	SW
Slope(%)	130	100	30	180	60	90	78	90	150	20
Soil depth(cm)	10	8	12	30	5	5	10	5	2	5
Soil depth(cm)	5<	15	5	10	5	5	5<	15	10	5
Rock exposure(%)	90	30	70	30	50	40	30	10	10	20
Litter layer(cm)	10	10	8	15	10	5	5	7	5	10
Number of woody species	30	22	19	20	27	20	5	6	5	5
Number of herbaceous species	5	2	4	2	1	3	1	1	1	2
Total number of species	35	24	23	22	28	23	6	7	6	7

* Topographic position (LS: low slope; MS: middle slope; HS: high slope)

자리잡았다고 판단할 수는 없으나 현존식생으로 볼 때 조릿대가 우점하는 식생형과 조릿대가 없는 식생형이 모두 나타났고, 상층수종으로 층층나무, 물푸레나무 등 천이초기 또는 중기에 나타나는 종이 함께 출현하였다.

따라서, 조사지역에 출현하는 식생형과 임분발달과의 관계에서는 오래된 천연임분일수록 보다 입지 특이적이고 천이후기 단계의 식생형이 정착하는 것으로 평가할 수 있으며, 특히, 하층식생으로서 조릿대는 매우 독특한 식생학적 위상을 지닌 것으로 판단된다. 즉 조릿대는 비교적 안정된 숲의 구조를 보여주는 낙엽활엽교목림의 하층에 높은 출현밀도를 나타내었으나 상층식생을 제거한 벌채적지에서도 높은 출현밀도를 보여주거나 거의 분포하지 않는 다소 이질적인 특성을 보여주었다. 이러한 사실을 고려할 때 조릿대의 임분내 분포는 특정한 입지나 상층식생에 의해 결정되는 것이 아니라고 평가되며, 오히려 인접한 지역의 종자나 번식체의 공급원 유무, 분산자의 역할 등 다양한 분포기작이 관여하고 있는 것으로 추정된다.

식생형의 입지환경요인과의 관계성에서는 천연임분의 대표적 군락인 졸참나무-서어나무/조릿대 군락의 경우 해발고가 낮고 주로 북향이나 남서향의 암석노출이 많으나 평탄하여 낙엽층이 비교적 발달한

입지에 분포하였다. 층층나무-쪽동백/조릿대 군락은 해발고가 높으나 경사가 완만하고 암석노출도가 비교적 적은 남서향의 입지에 발달한 반면, 조릿대가 하층식생으로 소점하거나 거의 없는 졸참/비목 군락이나 층층나무/비목 군락의 경우 경사가 약간 있고 암석노출도와 낙엽층의 깊이가 중간정도인 산복부의 북서 또는 남서향의 입지에 출현하였다. 또한 1993년도 벌채임분으로써 식생형의 높이가 낮고 조릿대가 분포하지 않는 산딸기-싸리 군락과 산딸기-산수국 군락은 암석노출도와 경사가 약간 있으나 동향으로 건조하고 낙엽층의 발달이 빈약한 산복부이상의 입지에 주로 분포하였다. 따라서, 조릿대가 하층식생으로 발달한 식생형의 경우 암석노출이 있으나 낙엽층이 발달한 북서향의 입지와 상관관계가 높다고 할 수 있다.

한편, 임분발달에 따른 출현종수를 분석한 결과 천연임분내 조사구의 경우 적게는 20종에서부터 많게는 35종까지 목본수종이 나타나 다른 임분에 비해 종풍부도가 높았으나 초본종은 평균 5종 미만이었다. 반면, 1987년 벌채임분과 1993년도 벌채임분의 경우 큰 차이가 없었으나 조사구의 입지요인에 따라 초본종의 풍부도에 큰 차이를 나타내었다. 이러한 결과로부터 조릿대의 발달과 관계없이 임분이 발달할수록 수관의 율폐 등으로 인해 초본종의 발달

Table 1. (Continued)

Quadrats No.		17	5	10	14	11	6	2	7	8	9
Data	(% Relative Cover)										
Quadrat size(m ²)		16	400	16	100	100	400	100	16	16	16
<i>Vegetation data</i>											
Mean height (m)	Upper	2.5	15	4	7	13	13	8	3.5	1.5	2
	Middle	-	5	2	3	6	5	2.5	-	-	1
	Lower	1.4	1	1	1	2	1.5	0.8	1	0.5	0.4
Mean coverage (%)	Upper	30	80	60	50	50	60	80	70	90	60
	Middle	-	60	80	70	30	70	30	-	-	80
	Lower	100	60	60	-	70	60	65	60	90	60
Dominant species	Upper	SO	QS	CC	CC	QS	QS	ZS	FR	RC	RC
	Middle	-	SO	SB2	RT	AM	AP	MB	-	-	HM
	Lower	SB1	LE	SC	FM	LE	DG	SB1	-	LB	LE
<i>Acer mono</i> (AM)						8.8	6.0				
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (AP)			2.4		1.6		5.7	1.2	2.9		
<i>Callicarpa japonica</i> (CJ)				4.4		1.0	1.0	0.6			
<i>Carpinus cordata</i> (CC1)								1.0			
<i>Carpinus laxiflora</i> (CL)		5.7	13.6	13.6		4.1	12.6	1.0		1.7	
<i>Cornus controversa</i> (CC2)				15.6	16.7	1.8					
<i>Corlyus heterophylla</i> (CH)			1.0			2.7	2.5	1.0			
<i>Deutzia glabrata</i> (DG)							32.5				
<i>Euonymus alatas</i> (EA)			1.0			1.3	3.0		15.0		
<i>Fraxinus mandshurica</i> (FM)			1.8		22.5		9.2				
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (FR)			0.4	1.6			3.5	0.1	31.3		6.5
<i>Hydrangea macrophylla</i> (HM)							4.2		10.0		30.2
<i>Juglans mandshurica</i> (JM)											
<i>Ilex macropoda</i> (IM)											
<i>Lespedeza bicolor</i> (LB)					1.3				1.4	16.7	
<i>Lespedeza maximowiczii</i> (LM)			0.8	3.0			3.3	0.6		2.2	4.4
<i>Lindera erythrocarpa</i> (LE)			17.6	17.0	16.5	28.4	0.7		16.5		21.5
<i>Lindera obtusiloba</i> (LO)		11.5	24.3		0.7	1.0	1.2				
<i>Meliosma myriantha</i> (MM)				1.4							
<i>Morus bombysis</i> (MB)			0.9	4.8	9.6		0.4	2.7			5.1
<i>Philadelphus schrenckii</i> (PS)						7.1		1.3		4.8	
<i>Picea abies</i> (PA)			12.8								
<i>Pinus koraiensis</i> (PK)					0.3					1.9	
<i>Prunus sargentii</i> (PS)			3.0					3.1			
<i>Quercus mongolica</i> (QM)			0.3								
<i>Quercus serrata</i> (QS)			13.8			30.2	11.2	1.0	6.3		
<i>Rubus crataegifolius</i> (RC)									2.9	77.8	25.8
<i>Rhus trichocarpa</i> (RT)					13.1						
<i>Sasa borealis</i> (SB1)		61.3	4.0		1.0	2.5		39.1			
<i>Schizandra chinensis</i> (SC1)				14.7				0.5			
<i>Staphylea bumalda</i> (SB2)				5.9	1.2	4.1		2.5	14.4		
<i>Stephanandra incisa</i> (SI)		0.4			0.5			1.1	5.8		6.5
<i>Stewartia koreana</i> (SK)											
<i>Styrax japonica</i> (SJ)											
<i>Styrax obassia</i> (SO)		21.1	2.4			4.0	3.0				

Table 1. (Continued)

Quadrats No. Data (% Relative Cover)	17	5	10	14	11	6	2	7	8	9
<i>Symplocos chinensis</i> (SC2)	4.4	3.0	1.6	0.5	1.0					
<i>Syringa velutina</i> (SV)	0.4		3.2							
<i>Vaccinium oldhami</i> (VO)										
<i>Weigela subsessilis</i> (WS)	1.0	1.0		0.1	14.4					
<i>Zelkova serrata</i> (ZS)		13.9		50.2						
<i>Environmental data</i>										
Topographic position	HS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Aspect	SE	SW	E	NW	NW	SW	SW	E	E	E
Slope(%)	70	229	90	60	330	230	220	90	90	90
Soil depth(cm)	10	5	10	10	15	10	5	5	5	5
Rock exposure(%)	30	40	5	10	25	40	30	30	5	25
Litter layer(cm)	5	10	7	5	5	10	5	5	7	5
Number of woody species	5	25	11	13	8	7	13	13	8	7
Number of herbaceous species	1	9	5	8	12	13	31	40	4	7
Total number of species	6	34	16	21	20	20	18	53	12	14

* Topographic position(LS: low slope; MS: middle slope; HS: high slope)

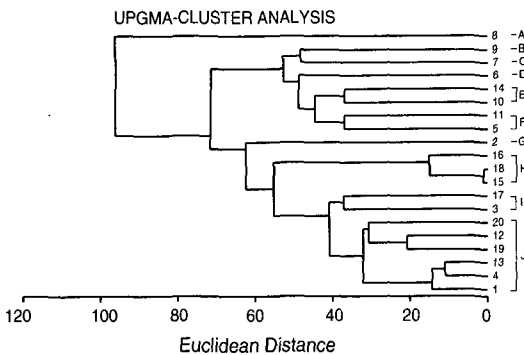


Figure 2. Vegetation classification of study sites by cluster analysis

(A:*Rubus crataegifolius*-*Lespedeza bicolor* Association; B:*Rubus crataegifolius*-*Hydrangea macrophylla* Association; C:*Fraxinus rhynchophylla*-*Quercus serrata*/*Lindera erythrocarpa* Association; D:*Quercus serrata*/*Acer pseudosieboldianum*/*Deutzia glabrata* Association; E:*Cornus controversa*/*Lindera erythrocarpa* Association; F:*Quercus serrata*/*Lindera erythrocarpa* Association; G:*Zelkova serrata*/*Sasa borealis* Association; H:*Cornus controversa*-*Morus bombysis*/*Sasa borealis* Association; I:*Styrax japonica*-*Styrax obassia*/*Sasa borealis* Association; J:*Quercus serrata*-*Carpinus laxiflora*/*Sasa borealis* Association)

이 억제된다는 사실을 확인할 수 있었다.

2. 중간결합

카이자승법으로 조릿대와 특정 식물종 사이의 중간결합을 분석한 결과(Table 2), 어느 정도 정의 결합을 하는 식물종과 부의 결합을 하는 식물종으로 구분되었다. 조릿대와 정의 결합을 하는 식물종은 고로쇠나무, 당단풍, 서어나무, 줄참나무, 쪽동백나무, 나도밤나무, 층층나무 등으로 나타난 반면, 부의 결합을 하는 식물종은 물푸레나무, 비목, 고추나무, 산딸기, 조록싸리 등으로 파악되었다. 그러나 산딸기가 95% 신뢰수준에서 유의한 차이를 보여준 것 외에는 정의든 부이든 절대적인 결합을 보여주는 못하였다.

조릿대 임분에서의 중간 상호관계를 통해 차기 천이수종의 발달에 대한 보고가 있는데(Yamamoto 등, 1995; Takahashi, 1997), 김지홍 등(1995)은 강원도 가리왕산 조릿대 발생임분의 치수발생에 관한 연구에서 박달나무, 거제수나무, 가래나무의 경우 수령이 증가할수록 치수발생량이 감소한 반면, 고로쇠나무, 다릅나무, 느릅나무 등은 반대의 경향을 보여 앞으로의 임분발달에서 후자의 수목들이 우점할 것으로 예측한 바 있다.

Table 2. Species association between *Sasa borealis* and major tree species by χ^2 test

	AM	AP	FR	LE	CL	QS	SO	CC	SB2	MM	RC	LM
SB1	P (1.11)	P (2.76)	N (0.06)	N (0.17)	P (0.01)	P (0.01)	P (0.31)	P (1.62)	N (0.07)	P (1.27)	N* (5.69)	N (2.50)

* indicates significance at P<0.05

** P: positive, N: negative

본 연구에서도 조릿대와 부의 상관관계를 가지는 종들은 비교적 내음성이 약한 수종인 반면, 정의 상관관계를 가지고 있는 종들은 비교적 내음성이 강한 천이 후기종으로, 특히 종자의 크기가 작고 토양조건이 양호한 곳에서 생육하는 수종들이다. 따라서 조릿대와 정의 상관관계에 있는 수종들이 우점하는 임분은 비교적 안정적인 식생구조를 지녀 특별한 교

란이 없는 한 극상림을 형성할 것으로 판단된다.

결국 임분 발달에 대한 조릿대의 영향은 임분의 기형적 발달을 유도하거나 자연스런 임분발달에 부정적 영향을 끼치기보다는 식생발달 초기단계를 억제하는 경향이 있으나 천이후기종의 발달을 유도함으로써 임분발달 단계를 간소화시키는 것으로 판단된다.

Table 3. Growth characteristics of *Quercus serrata* and *Carpinus laxiflora* in Baekwoonsan

Species	Stand type	No.	Height (m)	DBH (cm)	Mean annual ring width (mm) (range)	Age
<i>Q. serrata</i>	Sasa present	1	14.5	34.5	2.6 (4~1.5)	62
		2	18.5	31	2.1 (4~0.5)	68
		3	17.5	29.3	2.3 (4.8~0.8)	57
		4	14	45.9	3.0 (5~1.5)	67
		5	16	24	2.1 (3~1.5)	42
		6	18	27.5	2.7 (3.5~1.5)	42
		7	15	31.5	2.1 (3~0.8)	59
		8	15	37.5	2.4 (3.8~1.5)	67
		9	13	29	2.1 (3.5~1)	61
	Sasa absent	1	14	24	1.9 (3~1)	51
		2	15	23	1.6 (3~0.7)	53
		3	13	33	2.5 (4.5~1)	59
		4	14	27.5	2.4 (5~1)	51
		5	13	33	2.7 (6.5~0.7)	51
		6	12	26	2.1 (4.5~1)	51
		7	14	29	2.1 (4~1)	70
		8	13	30	2.7 (6.5~0.7)	51
		9	14	24	1.5 (2.7~0.7)	52
<i>C. laxiflora</i>	Sasa present	1	18	33	3.1 (6.0~2.0)	48
		2	16	25	2.2 (2.8~1.2)	42
		3	12	23	2.4 (3.3~1.5)	35
		4	13	29	3.3 (5~1.8)	39
		5	15	24	2.7 (5~1)	35
	Sasa absent	1	14	25	2.2 (4.8~1.2)	45
		2	15	28	2.9 (5.2~1.2)	49
		3	13	13	1.9 (4.2~1)	31
		4	13	22	2.5 (4.6~1.6)	34
		5	14	27	2.4 (4.5~1.5)	46

3. 수목의 연륜생장에 미치는 영향

수목의 연륜생장에 대한 조릿대의 영향을 파악하기 위하여 조릿대가 분포하는 임분과 분포하지 않는 임분에서 공통적으로 중요도가 높은 졸참나무와 서어나무를 대상으로 성장량 분석을 실시하였다. Table 3은 공시 개체들의 임분별 수고와 흉고직경, 연륜 성장폭, 수령을 나타낸 것으로서, 조사지역의 졸참나무는 서어나무에 비해 수령이 높은 것으로 나타났으며, 수고와 직경에서도 축적된 성장량이 많았다.

하지만, 공시 개체들의 수령분포는 매우 특이적인 결과를 나타내었는데, 조릿대가 분포하는 임분에서 두 수종의 수령 구성은 고르게 나타난 반면, 조릿대가 분포하지 않는 임분에서는 집중된 수령분포를 보였다. 또한, 졸참나무와 서어나무의 초기 생장기에는 조릿대가 발생하지 않는 임분에서 자라는 개체들의 연륜폭이 조릿대가 발생하는 임분에서 자라는 개체들의 연륜폭보다 넓었으나, 약 30년을 전후하여 반대의 현상이 나타나고 있었다. 이러한 사실은 두 수종이 이 지역내 정착할 당시에 이미 조릿대가 분포했을 가능성이 있음을 시사한다.

따라서, 조릿대 발생임분과 비발생임분의 입지적 요인에서 큰 차이가 없음을 고려할 때, 두 임분간의 성장량 차이는 조릿대에 의한 성장감소에 기인한다고 볼 수 없다. 결국 초기 어린 치수가 정착해서 성공적으로 살아가기까지, 즉 조릿대의 수관층 높이를 벗어나는 동안 조릿대에 의한 피압효과는 설명될 수 있으나 이후의 생장에 미치는 부정적 영향에 대해서는 다양한 측면에서의 후속적인 연구가 이루어져야

할 것으로 판단된다.

Shibata와 Nakashizuka(1995)는 서어나무의 정착에 관한 연구에서 서어나무의 초기 임분내 정착은 숲틈의 발생시기에 맞추어 일시적인 종자의 생산과 치수확장을 가능하게 함으로써 우위를 점한다고 밝힌 바 있다. 즉 서어나무는 졸참나무에 비해 초기 동종 개체간의 심각한 경쟁압을 유발할 것임을 시사하는 것으로, 이로인해 초기의 유묘생장은 불안정한 성장패턴으로 나타나게 된다. 이러한 사실은 본 연구에서 나타난 서어나무의 초기 불안정한 성장패턴과 매우 일치하는 결과이다(Figure 3, 4).

임분의 생산성은 어느 한 개체의 성장정도로 판단되기보다는 전체 임분내 수종들에 의한 성장량으로 결정되는데, 식생분석에서 조릿대 발생임분과 비발생 임분간에 종밀도의 차이는 있었으나 전체적인 흉고단면적에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 따라서, 교목의 직경생장과 흉고단면적 성장으로 판단해볼 때 임분내 목재생산성에 대한 조릿대의 성장저해 효과는 없다고 판단된다. 특히 전체 물질생산량을 고려한다면 임분내 물질생산은 조릿대 임분에서 훨씬 많을 것으로 판단된다.

결론

개벌 이후 조릿대의 초기 왕성한 생장은 임분을 조릿대만의 순군락으로 변화시키며 밀집된 수관과 줄기로 인해 초본식생과 일반적인 산림하층식생의 발생이 억제된다. 따라서 초기 조릿대 임분에서는

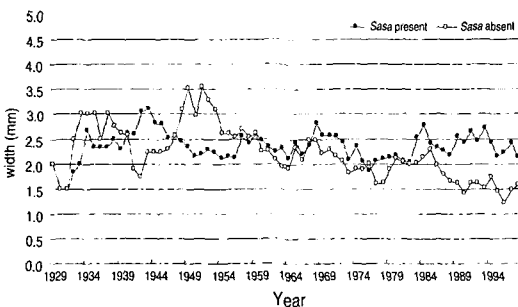


Figure 3. Mean annual ring width of 9 trees of *Quercus serrata* in the *Sasa*-present and *Sasa*-absent stands.

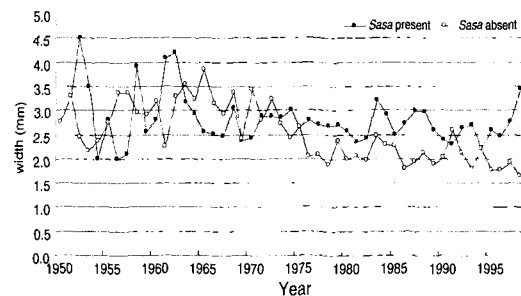


Figure 4. Mean annual ring width of 5 trees of *Carpinus laxiflora* in the *Sasa*-present and *Sasa*-absent stands.

식생의 종다양도가 감소하며 임분의 종구성의 변화가 작아지게 된다.

임분의 구조에 있어 하층식생으로서 조릿대는 천이초기 수종을 억제하는 대신 천이후기종의 출현을 유도함으로써 식생발달 단계를 간소화시키는 것으로 판단된다.

현재 가장 많은 관심을 받고 있는 천연 갱신에 대한 조릿대의 영향과 관련하여, 본 연구 단계에서는 벌채 후 년수가 경과함에 따라 조릿대 임분내 천연 임분에서 우점을 이루고 있는 수종들의 출현을 확인할 수 있어 천연 갱신의 가능성을 확인할 수 있었다. 향후 천연 갱신과 관련한 조릿대의 영향에 대한 연구가 다각도로 이루어져야 할 것이며, 그 과정의 이해와 결과에 따른 조릿대 관리에 있어 본 연구가 기여할 수 있을 것이다.

인용문헌

- 김갑덕, 김태욱, 김준선(1991) 전남 백운산 벌채지역의 산림생태계 천이에 관한 연구 (I) -전남 백운산 북사면 천연림의 군집구조 및 신갈나무 개체군 분포-. 서울대학교 연습림연구보고 28: 1-12.
- 김갑덕, 김태욱, 김준선(1992) 전남 백운산 벌채지역의 산림생태계 천이에 관한 연구 (III) -전남 백운산 북사면 천연림의 개체군 분포 및 군집의 천이-. 서울대학교 연습림연구보고 27: 54-64.
- 김군보(1997) 지리산 반야봉의 구상나무림에서 타감 작용에 의한 치수성장 저해. 서울대학교 석사학위논문. 43쪽.
- 김은식(1994) 환경변화와 고산지대 수목성장 쇠퇴현상과의 상관성 해석. 한국과학재단연구보고서, 88쪽.
- 김지홍, 양희문(1996) 조릿대 밀생 천연활엽수림의 임분구조에 관한 연구. 강원대학교 임과대학 연습림연구보고 16: 26-41.
- 박인협(1985) 백운산 지역 천연림 생태계의 임분구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문, 48쪽.
- 우보명, 오구균, 김경훈, 박종명, 박정호(1994) 백운산 연습림내 벌채지역의 식생천이에 관한 연구(I). 서울대학교 연습림연구보고 30: 15-30.
- 이창복(1980) 대한식물도감. 향문사, 990쪽.
- Hiura, T., J. Sano and Y. Konno(1996) Age structure and response to fine-scale disturbance of *Abies sachalinensis*, *Picea jezoensis*, *Picea glehnii*, and *Betula ermanii* growing under the influence of a dwarf bamboo understory in northern Japan. Can. J. For. Res. 26: 589-297.
- Kent, M. and P. D. Coker(1992) Vegetation description and analysis - A practical approach, John Wiley & Sons.
- Kovach, W. L.(1998) MVSP-A multivariate statistical package for windows, ver. 3.0. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- Nakashizuka, T.(1988) Regeneration of beech (*Fagus crenata*) after simultaneous death of undergrowing dwarf bamboo (*Sasa kurilensis*). Ecol. Res. 3: 21-35.
- Peters, R., T. Nakashizuka and T. Ohkubo(1992) Regeneration and development in beech -dwarf bamboo forest in Japan-. For. Ecol. and Manag 55: 35-50.
- Shibata, M. and T. Nakashizuka(1995) Seed and seedling demography of four co-occurring *Carpinus* species in a temperate deciduous forest. Ecology 76(4): 1099-1108.
- Takahashi, K.(1997) Regeneration and coexistence of two conifer species in relation to dwarf bamboo in the understory. J. Veg. Sci. 8: 529 - 536.
- The Nature Conservancy(1998) International classification of ecological communities : terrestrial vegetation of the United States, Vol I, II.
- Yamamoto, S. I., N. Nishimaura and K. Matsui(1995) Natural disturbance and tree species coexistence in an old-growth beech - dwarf bamboo forest, southwestern Japan. J. Veg. Sci. 6: 875-886.