

내장산국립공원 굴거리나무군락의 생태적 특성^{1a}

최송현^{2*} · 오구균³ · 조현서⁴ · 강현미⁵

Ecological Characteristics of *Daphniphyllum macropodum* Miq. Community in

Naejangsan National Park^{1a}

Song-Hyun Choi^{2*}, Koo-Kyoon Oh³, Hyun-Seo Cho⁴, Hyun-Mi Kang⁵

요 약

내장산국립공원 금선계곡을 중심으로 식생구조를 파악하여 굴거리나무의 생태적 특성을 밝히고자 37개의 조사구(단위면적 100m²)를 설치하여 조사를 실시하였다. Classification분석 중 TWINSpan기법을 이용하여 군락분리를 시도한 결과, 군락 I 과 군락 II는 서어나무군락, 군락 III은 낙엽활엽수군락, 군락 IV는 느티나무군락으로 최종 분리되었다. 식생구조 분석결과 내장산국립공원 내의 금선계곡지역의 굴거리나무는 교목층에서는 출현하지 않은 반면 아교목층과 관목층에서 주로 관찰되었으며, 추후에는 굴거리나무가 점차 세력을 확장하여 아교목층 및 관목층에서 주요종이 될 것으로 판단된다. 임령분석결과 금선계곡부에서 서어나무와 느티나무가 우점종인 산림은 약 50여년 내외인 것으로 밝혀졌으며, 굴거리나무는 20여년의 수령을 가진 것으로 나타났다.

주요어: 금선계곡, TWINSpan, 임령

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the vegetation structure of *Daphniphyllum macropodum* community in the Geumseon Valley area of Naejangsan National Park. To do so, thirty-seven plots(100m²) were set up and surveyed. The surveyed plots were divided into four groups according to the analysis of classification by TWINSpan; (I)*Carpinus laxiflora* community (II)*Carpinus laxiflora* community (III)Deciduous Broad-leaved community and (IV)*Zelkova serrata* community. The results of vegetation structure analysis were; *Daphniphyllum macropodum* did not appeared in the canopy later but in understory and shrub layer. Even though *Daphniphyllum macropodum* will not be dominant species in the canopy later, but it was expected that *Daphniphyllum macropodum* will be major species in understory and shrub layer. The expected age of forest

1 접수 2011년 2월 21일, 수정(1차: 2011년 4월 29일, 2차: 2011년 5월 3일), 게재확정 2011년 5월 4일

Received 21 February 2011; Revised(1st: 29 April 2011, 2nd: 3 May 2011); Accepted 4 May 2011

2 부산대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Pusan National Univ., Miryang(627-706), Korea(songchoi@pusan.ac.kr)

3 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Gwangju(506-714), Korea(ohkk@honam.ac.kr)

4 경남과학기술대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju(660-758), Korea(sanchs@jinju.ac.kr)

5 부산대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Pusan National Univ., Miryang(627-706), Korea(mybab@lycos.co.kr)

a 이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author(songchoi@pusan.ac.kr)

of the Geumseon Valley where *Carpinus laxiflora* and *Zelkova serrata* were dominant trees in canopy layer, was about 50 years old while that of *Daphniphyllum macropodum* in understory layer was 20 years old.

KEY WORDS: GEUMSEON VALLEY, TWINS PAN, FOREST AGE

서 론

내장산은 정읍시의 남쪽에 위치하고 전북 순창군과 전남 장성군에 걸쳐 있으며, 1971년 11월 17일 서쪽의 입암산(笠巖山, 해발 626m)과 남쪽의 백양사지구를 중심으로 국립공원으로 지정되었다. 총 면적은 81.715km²에 달한다. 내장산은 원래 본사 영은사(靈隱寺)의 이름을 따서 영은산이라고 불리었으나 산안에 숨겨진 것이 무궁무진하다하여 내장(內藏)산이라고 불리게 되었고 지명도 내장동이라고 부르게 된 것이다. 백두대간과 같은 우리나라의 전통적 산맥관은 하천의 수계를 나누는 분수계를 기본개념으로 하며, 이런 관점에서 볼 때 내장산국립공원은 호남정맥의 일맥에 해당한다. 내장산국립공원의 내장산, 백암산 및 입암산 등은 해발 600~800m 산악지대를 형성하고 있다(KNPS, 2011; Naejang Mt. Ecology information, 2011).

내장산국립공원은 우리나라 기후특성인 해양성기후의 영향을 받는 대륙성기후대에 속하고, 수평적인 산림대로 보면 온대 중부림에 해당되며, 소나무, 참나무류, 서어나무류, 느릅나무류, 벚나무류, 단풍나무류, 물푸레나무류가 우점하고 있어, 활엽수림에 적합한 기후적 특징을 나타내고 있다. 또한, 내장산을 식물 지리학적 관점에서 보면 남방계 식물의 북한계이면서 북방계 식물의 남한계가 되는 지역에 위치하여 남·북방계 식물들이 섞여 살고 있는 것이 특징이기도 하다(Naejang Mt. Ecology information, 2011).

내장산국립공원의 식생은 Kim and Yim(1988a; 1988b)에 의하여 조사 보고되었고, KNPS(1994)에서도 종합조사가 이루어진 바 있다. 그간 발표된 조사 자료를 종합해 볼 때 내장산국립공원 소산 관속식물 종류는 116과 401속 646종 2아종 100변종 12품종 합계 760종류로 나타났다(KNPS Naejang National Park, 1997).

내장산국립공원은 온대남부와 온대중부의 기후대가 만나는 지역으로 식물구계학적으로 한반도 남부아구에 속하고, 식물군계수준에서는 한국 냉온대남부에 속한다. 굴거리나무의 분포지역으로 살펴보면 내장산국립공원이 북방 한계지이기도 하다. 내장산국립공원에 분포하고 있는 굴거리나무는 육지부의 다른 난대기후대 지역에서는 찾아보기 힘들 정도로 넓은 면적의 분포역과 생육밀도가 높아 학술적, 생태적으로 큰 의미를 지니고 있으며, 천연기념물 제 91호로 지정되어 있다(Lim and Oh, 1999).

내장산 지역의 식생에 관한 기존 연구로는 현존식생과 잠재자연식생에 관한 연구(Kim and Yim 1988), 식물군집 및 이용행태에 관한 연구(Lee *et al.*, 1988a; 1988b), 식생경관의 군집구조에 관한 연구(Lee, 1992; Lee and Shim, 1993; 1994), 내장산 남부지역의 삼림식생에 관한 연구(Kil *et al.*, 2000) 등이 있다. 그 외 이번 연구에서 가장 중점적으로 다루고 있는 굴거리나무에 관한 연구를 살펴보면, 종자발아 및 재배에 관한 연구(Kang, 1992; Park *et al.*, 1993)가 있으며, 생태적 특성에 관한 연구(Lim, 1999), 개체군의 생태적 특성(Lim and Oh, 1999), 광 환경에 따른 치수의 생리생태학적 분석(Jeong, 2009), 그 외 굴거리나무의 연륜생장과 기후요소와의 관계(Koo *et al.*, 2000) 등이 있다.

기존 연구들은 내장산국립공원 전 지역을 대상으로 굴거리나무 식생 혹은 산림에 관한 생태적 연구가 주류였으며 주로 굴거리나무 생장 환경에 집중되어 있다. 따라서 본 연구에서는 굴거리나무 북방한계선에 위치한 굴거리나무의 개체군의 식생구조, 생태적 특성 그리고 동반종과의 관계 등을 중심으로 살펴보고자 한다. 본 연구의 결과는 굴거리나무 군락의 보전전략수립 및 관리방향을 제시하는 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

재료 및 방법

1. 조사구 설정

내장산국립공원의 굴거리나무는 금선계곡 및 원적계곡과 백양사지구에 분포하는데, 이중 굴거리나무의 생육밀도가 가장 우수(Lim and Oh, 1999)한 것으로 알려진 금선계곡을 중심으로 Figure 1과 같이 10m×10m(100m²)의 조사구 37개를 설치하였다. 본 연구는 2010년 2월에 예비조사를 거쳐 2010년 7월에 본 조사를 실시하였다.

2. 조사 및 분석

1) 식생 및 환경요인 조사

내장산국립공원 금선계곡지역의 식생 분포 및 구조를 조사하고 굴거리나무의 생태적 특성을 파악하기 위하여 식생 조사를 실시하였다.

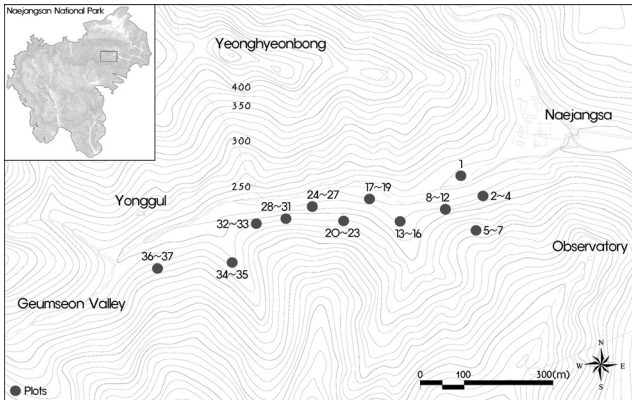


Figure 1. Map of the surveyed plots in Naejongsan National Park

식생 조사는 교목층, 아교목층, 관목층으로 나누어(Park, 1985) 수관층위별로 조사를 실시하였다. 상층수관을 이루는 수목을 교목층으로, 수고 2m이하의 수목을 관목층으로, 기타 수목을 아교목층으로 구분하였다. 교목층과 아교목층에서는 수목을 10m×10m 크기 방형구에서 수목의 높이와 흉고직경을, 관목층에서는 각 방형구에 5m×5m 크기로 중첩해서 설치한 소형 방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×단변)을 조사하였다. 각 조사지의 환경요인은 고도, 방향, 경사도, 식피율, 수고, 종수 등을 조사하였다.

2) 식물군집구조 조사

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도+상대빈도수)/3으로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층 I.P.×3+아교

목층 I.P.×2+관목층 I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P)를 구하였다.

상대우점치 분석 자료를 토대로 TWINSpan에 의한 classification분석(Hill, 1979b)과 DCA ordination(Hill, 1979a)분석을 실시하였다. 식생자료를 토대로 유사도를 비교 분석하였고, Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도 지수(Similarity Index=2C/A+B, A=A표본의 종수, B=B표본의 종수, C=두 표본의 공통종수)를 분석하였으며, 그 외 중간 상관관계 분석 등을 실시 하였다.

3) 연륜 및 성장량 조사

조사구에서 우점종 중 평균흉고직경에 해당하는 수목 혹은 대표적이거나 특징적인 수목을 선정하였다. 선정된 수목을 지상으로부터 1.2m 높이에서 성장추를 이용하여 목편을 추출하였고 추출된 목편을 분석하여 수목의 수령 및 성장량을 파악하였다.

결과 및 고찰

1. 대상지 개황

내장산국립공원 금선계곡을 중심으로 설치된 조사구를 중심으로 일반적 개황을 나타내었다(Table 1). 조사구는 해발 200~290m 사이에 설정되었다.

산림 식생의 수고는 교목층 18~25m, 아교목층 6~12m, 관목층 1.0~2.0m 범위였다. 층위별 평균흉고직경에서는 교목층 12.0~52.0cm, 아교목층 2.3~6.7cm였으며, 조사된 전체 조사구의 층위별 평균흉고직경값을 살펴보면, 교목층은 24.9cm, 아교목층은 4.6cm로 조사되었다. 그 중 굴거리나무의 평균흉고직경은 교목층에서는 굴거리나무가 출현하지 않았으며, 아교목층에서는 4.1cm로 전체 아교목층의 평균 흉고직경과 비슷한 상태로 조사 되었다.

Table 1. General description of the physical features and vegetation of the surveyed plots

Community		I						II		
Plot number		14	19	34	23	33	8	22	11	28
Altitude(m)		230	220	270	260	260	240	260	240	260
Aspect		NE	NE	NW	NE	NW	NW	NE	NW	N
Slope(°)		20	15	15	35	15	40	35	40	35
Number of species		5	12	14	18	12	14	9	9	6
Canopy	Height(m)	20	20	25	18	25	25	18	25	18
	Mean DBH(cm)	27.3	17.5	31.2	19.7	26.6	28.0	13.5	38.6	29.9
	Cover(%)	95	80	80	80	80	95	80	95	80
Understory	Height(m)	8	8	10	6	10	8	6	8	6
	Mean DBH(cm)	6.1	4.8	2.7	5.1	6.0	5.4	3.2	6.1	5.8
	Cover(%)	40	80	30	50	30	60	50	60	50
Shrub	Height(m)	1.5	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5
	Cover(%)	70	60	30	20	30	100	50	100	50

Table 1. (Continued)

Community		II								
Plot number		29	32	9	17	20	21	25	7	10
Altitude(m)		260	260	240	220	260	260	240	290	240
Aspect		N	NW	NW	NE	NE	NE	N	NW	NW
Slope(°)		35	15	40	15	35	35	35	30	40
Number of species		6	12	9	14	15	13	11	9	14
Canopy	Height(m)	18	25	25	20	18	18	18	20	25
	Mean DBH(cm)	12.6	27.4	21.3	15.5	23.5	21.9	17.8	26.0	12.0
	Cover(%)	80	80	95	80	80	80	80	95	95
Understory	Height(m)	6	10	8	8	6	6	6	8	8
	Mean DBH(cm)	6.7	6.1	6.3	3.5	4.9	5.5	4.9	6.5	2.3
	Cover(%)	50	30	60	80	50	50	50	40	60
Shrub	Height(m)	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	Cover(%)	50	30	100	60	50	50	50	20	100

Table 1. (Continued)

Community		II					III			
Plot number		18	30	36	37	31	24	35	12	4
Altitude(m)		220	260	280	280	260	240	270	240	230
Aspect		NE	N	N	N	N	N	NW	NW	NW
Slope(°)		15	35	20	20	35	35	15	40	30
Number of species		18	10	13	10	11	15	16	15	10
Canopy	Height(m)	20	18	20	20	18	18	25	18	25
	Mean DBH(cm)	26.1	30.5	23.5	28.6	37.8	13.9	37.5	17.3	36.8
	Cover(%)	80	80	95	95	80	80	80	95	95
Understory	Height(m)	8	6	12	12	6	6	10	8	10
	Mean DBH(cm)	4.1	4.6	3.8	4.1	3.1	5.0	4.1	5.1	4.1
	Cover(%)	80	50	60	60	50	50	30	50	30
Shrub	Height(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	1.0	2.0
	Cover(%)	60	50	40	40	50	50	30	80	30

Table 1. (Continued)

Community		III							IV		
Plot number		13	16	26	3	5	6	27	1	2	15
Altitude(m)		230	230	240	230	290	290	240	200	230	230
Aspect		NE	NE	N	NW	NW	NW	N	N	NW	NE
Slope(°)		20	20	35	30	30	30	35	5	30	20
Number of species		14	20	12	10	9	6	9	16	7	15
Canopy	Height(m)	20	20	18	25	20	20	18	20	25	20
	Mean DBH(cm)	25.0	29.3	21.8	32.4	12.2	36.1	29.0	34.8	52.0	33.2
	Cover(%)	95	95	80	95	95	95	80	95	95	95
Understory	Height(m)	8	8	6	10	8	8	6	10	10	8
	Mean DBH(cm)	6.3	4.8	5.1	3.8	3.2	8.8	5.2	5.2	6.5	4.4
	Cover(%)	40	40	50	30	40	40	50	50	30	40
Shrub	Height(m)	1.5	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	1.5
	Cover(%)	70	70	50	30	20	20	50	70	30	70

2. 식생조사

1) Classification 분석

Classification분석 중 TWINSpan기법을 적용하여 조사구별 종조성을 나타내고(Table 2)(Choi *et al.*, 1998), 지표종을 중심으로 군락구분을 실시하였다(Figure 2).

군락구분은 각 조사구에서 출현하는 수종들 중 환경요인

을 간접적으로 반영하는 지표종(indicator species)에 의해 이루어진다(Lee *et al.*, 1994). 내장산국립공원 금선계곡의 식생은 첫 번째 단계에서는 굴거리나무(-)와 서어나무(-)가 왼쪽(group A)의 지표종으로, 오른쪽(group B)으로는 느티나무(+), 박쥐나무(+), 참회나무(-)가 지표종으로 분리되었다. 두 번째 단계에서 굴거리나무와 서어나무가 지표종인 조사구들은 참회나무(-)의 출현유무에 의해 군락이 나뉘었으며, 느티나

polycarpa, *Vw*: *Viburnum wrightii*, *Tn*: *Torreya nucifera*, *Am*: *Acer mono*, *Apa*: *Acer palmatum*, *Le*: *Lindera erythrocarpa*, *Aa*: *Aria alnifolia*, *Zsc*: *Zanthoxylum schinifolium*, *Cs*: *Celtis sinensis*, *Sb*: *Staphylea bumalda*, *Cco*: *Cornus controversa*, *Hm*: *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*, *Sco*: *Sorbus commixta*, *Sch*: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, *Gb*: *Ginkgo biloba*, *Zs*: *Zelkova serrata*, *Ccon*: *Coruns controversa*, *Lo*: *Ligustrum obtusifolium*, *Ss*: *Sambucus sieboldiana* var. *miquelii*, *Eh*: *Euonymus hamiltonianus*, *Ap*: *Alangium platanifolium* var. *trilobum*, *Csi*: *Corylus sieboldiana*

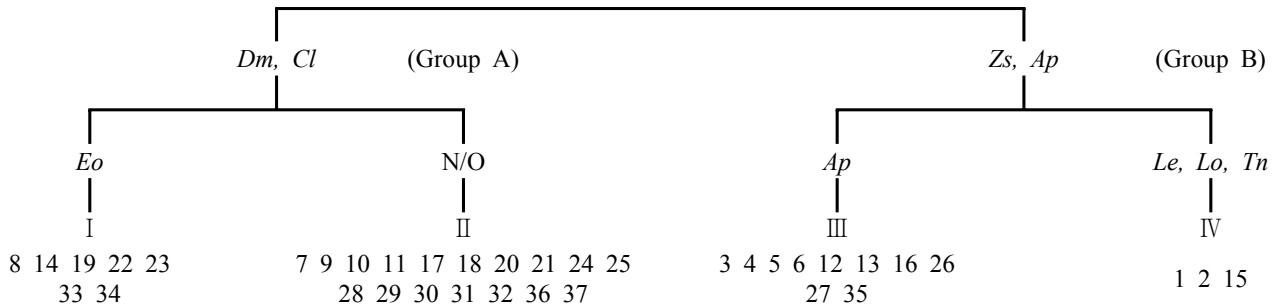


Figure 2. The dendrogram of classification by TWINSpan using thirty-seven plots in Naejangsan National Park(*Dm*: *Daphniphyllum macropodum*, *Cl*: *Carpinus laxiflora*, *Zs*: *Zelkova serrata*, *Ap*: *Alangium platanifolium* var. *trilobum*, *Eo*: *Euonymus oxyphyllus*, *Le*: *Lindera erythrocarpa*, *Lo*: *Ligustrum obtusifolium*, *Tn*: *Torreya nucifera*)

무와 박쥐나무가 지표종인 조사구들은 박쥐나무(-)를 지표종으로 갖는 조사구와 비목나무(+), 쥐똥나무(+), 비자나무(+),를 지표종인 조사구로 분리되었다.

분리결과 군락 I 과 군락 II는 서어나무군락, 군락 III은 낙엽활엽수군락, 군락 IV는 느티나무군락으로 최종 분리되었다.

2) Ordination 및 유사도지수 분석

Classification 분석과 상호보완적인 방법으로 군락의 분포를 알아보기 위해(Lee et al.,1994; Choi and Kang, 2006) ordination 분석 방법 중 DCA 기법을 적용하여 전체 37개 조사구에 대해 분석을 실시하였다. 또한 Classification에 의해 분리된 4개 군락에 대해 유사도지수 분석을 실시하였다 (Table 3).

각 조사구간의 상이성을 바탕으로 조사구를 배치하는 ordination 분석(Orloci, 1978) 결과 서어나무가 우점종인 군락 II는 제1축의 왼쪽으로 느티나무가 우점종인 군락 IV는 제1축의 오른쪽으로 분포하고 있어 군락 II와 군락 IV는 불연속성 보이고 있다. 그러나 군락 I 과 군락 II는 우점종이 동일하고, 군락 I 과 군락 III은 몇 개의 조사구에서 동일

수종이 우점하는 것으로 조사되었으며, 군락 III과 군락 IV는 교목층의 상관관계만을 고려했을 때는 군락이 다른 것으로 보이나 전체적으로 동일 수종이 많이 조사 되었다. 또한 전체 조사구에서 굴거리나무, 사람주나무, 단풍나무 등 이 거의 모든 조사구에서 조사되고 있었다. 이러한 상황을 토대로 Ordination분석 결과를 보면 네 개의 군락은 연속적으로 분포하는 것을 알 수 있다(Figure 3).

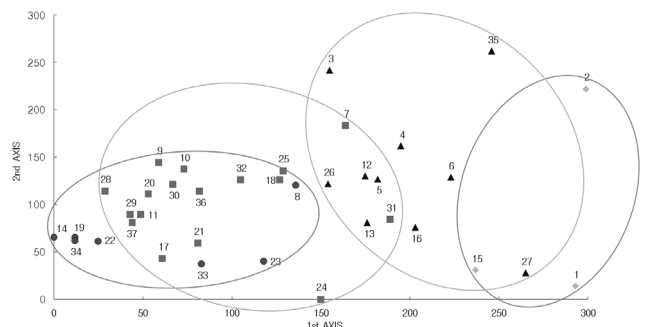


Figure 3. DCA(detrended correspondence analysis) ordination of thirty-seven plots in Naejangsan National Park(I :●, II: ■, III: ▲, IV: ◆)

Table 3. Similarity index among four communities

Community	I	II	III
II	56.06		
III	28.21	47.12	
IV	26.41	22.09	37.30

군락별 유사성 비교에서 교목층의 우점종이 동일하게 나타난 군락 I 과 군락 II 의 서어나무군락이 유사성 56.06%로 가장 높았으며, 반면 군락 II 의 서어나무군락과 군락 IV의 느티나무군락이 22.09%로 가장 상이한 식생구조를 가지고 있는 것으로 나타났다.

3. 군락구조 분석

Classification분석과 ordination분석을 통해 분리된 4개 군락에 대해 각 군락별로 층위별 상대우점치 및 평균상대우점치를 나타낸 것이 Table 4이다.

군락 I 은 서어나무군락으로 7개 조사구가 포함되어 되

었다. 식생구조를 파악하기 위해 층위별로 살펴보면, 교목층에서는 서어나무가 I.P. 44.18%로 가장 높았고, 아교목층은 굴거리나무가 I.P. 31.73%로 가장 높았으며, 관목층에서는 아교목층과 동일한 굴거리나무가 I.P. 73.40%로 가장 높게 나타났다. 이것으로 보아 아교목층에서 굴거리나무의 세력은 점차 확장될 것으로 예상되어진다.

군락 II 는 17개의 많은 조사구가 해당하였다. 군락 I 과 동일하게 교목층에서는 서어나무가 37.30%의 상대우점치로 우점종이었으며, 아교목층은 굴거리나무(I.P. 35.93%)와 사람즈나무(I.P. 25.60%)순으로 우점종이 관찰되었다. 관목층은 아교목층과 동일한 굴거리나무 (I.P. 29.31%)와 사람즈나무(I.P. 17.62%)가 주요 수종으로 조사되었다. 아

Table 4. Importance percentage of major woody species by the stratum in each community

Com.	Species	Layer				Species	Layer			
		C ¹	U	S	M		C ¹	U	S	M
I	<i>Carpinus laxiflora</i>	44.18	10.03	1.03	25.61	<i>Cornus controversa</i>	5.13	0.00	0.00	2.57
	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	0.00	31.73	73.40	22.81	<i>Sapium japonicum</i>	0.00	6.79	1.79	2.56
	<i>Quercus aliena</i>	13.47	0.83	0.00	7.01	<i>Viburnum erosum</i>	0.00	3.62	4.37	1.94
	<i>Acer palmatum</i>	6.16	4.65	1.40	4.86	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.00	3.86	3.42	1.86
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.00	12.08	0.00	4.03	<i>Styrax japonicus</i>	0.00	5.20	0.00	1.73
	<i>Platycarya strobilacea</i>	7.75	0.00	0.00	3.88	<i>Carpinus cordata</i>	1.97	1.12	0.82	1.50
	<i>Quercus serrata</i>	6.03	1.84	0.00	3.63	<i>Pouthiaea villosa</i>	0.00	3.20	1.65	1.34
	<i>Ilex macropoda</i>	7.20	0.00	0.00	3.60	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.00	1.65	3.53	1.14
	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	2.20	5.45	1.57	3.18	Others	0.00	7.96	7.00	3.85
	<i>Prunus sargentii</i>	5.93	0.00	0.00	2.97					
II	<i>Carpinus laxiflora</i>	37.30	5.70	0.28	20.60	<i>Viburnum wrightii</i>	0.00	2.95	5.96	1.98
	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	0.00	35.93	29.31	16.86	<i>Quercus aliena</i>	3.49	0.00	0.00	1.75
	<i>Sapium japonicum</i>	3.38	25.60	17.62	13.16	<i>Torreya nucifera</i>	0.00	0.37	8.31	1.51
	<i>Cornus kousa</i>	8.05	4.07	0.61	5.48	<i>Meliosma oldhamii</i>	2.65	0.40	0.00	1.46
	<i>Acer palmatum</i>	5.21	1.78	5.76	4.16	<i>Acer mono</i>	2.78	0.00	0.00	1.39
	<i>Carpinus cordata</i>	5.54	2.50	0.44	3.68	<i>Lindera erythrocarpa</i>	1.82	0.20	2.21	1.35
	<i>Meliosma myriantha</i>	4.47	3.56	0.00	3.42	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	0.68	1.51	2.83	1.32
	<i>Styrax japonicus</i>	0.00	7.64	2.90	3.03	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.85	2.41	0.00	1.23
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	5.46	0.19	0.81	2.93	<i>Prunus sargentii</i>	2.32	0.00	0.00	1.16
	<i>Quercus acutissima</i>	4.89	0.00	0.00	2.45	<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	1.22	4.41	1.14
<i>Platycarya strobilacea</i>	4.52	0.00	0.00	2.26	Others	2.71	3.98	18.33	5.74	
<i>Celtis sinensis</i>	3.90	0.00	0.23	1.99						
III	<i>Zelkova serrata</i>	14.37	2.84	7.19	9.33	<i>Viburnum wrightii</i>	0.00	4.22	6.76	2.53
	<i>Acer palmatum</i>	11.01	8.30	5.88	9.25	<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i>	0.00	2.07	10.36	2.42
	<i>Sapium japonicum</i>	6.91	10.84	2.32	7.46	<i>Lindera erythrocarpa</i>	3.59	0.82	1.23	2.27
	<i>Cornus controversa</i>	11.15	1.09	0.60	6.04	<i>Quercus variabilis</i>	4.42	0.00	0.00	2.21
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	11.07	0.00	1.30	5.75	<i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>acuminata</i>	0.00	0.00	10.64	1.77
	<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	10.42	10.99	5.31	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.00	4.85	0.00	1.62
	<i>Styrax japonicus</i>	1.83	12.01	1.82	5.22	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.00	1.39	6.63	1.57
	<i>Carpinus cordata</i>	5.44	4.84	0.36	4.39	<i>Morus bombycis</i>	2.82	0.00	0.00	1.41
	<i>Celtis sinensis</i>	3.96	6.05	2.00	4.33	<i>Meliosma myriantha</i>	1.76	1.12	0.00	1.25
	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	0.00	8.54	8.83	4.32	<i>Cornus kousa</i>	2.45	0.00	0.00	1.23
<i>Carpinus laxiflora</i>	5.96	1.91	1.57	3.88	<i>Prunus sargentii</i>	2.41	0.00	0.00	1.21	
<i>Sorbus commixta</i>	3.46	3.47	0.00	2.89	<i>Torreya nucifera</i>	0.00	0.00	6.94	1.16	
<i>Meliosma oldhamii</i>	5.75	0.00	0.00	2.88	Others	1.63	15.20	14.60	8.33	

Table 4. (Continued)

Com.	Layer					Species	Layer				
	Species	C ¹	U	S	M		C1	U	S	M	
IV	<i>Zelkova serrata</i>	33.00	3.69	12.65	19.84	<i>Sapium japonicum</i>	0.00	5.18	2.92	2.21	
	<i>Lindera erythrocarpa</i>	9.24	26.60	0.00	13.49	<i>Aria alnifolia</i>	0.00	4.69	3.21	2.10	
	<i>Quercus aliena</i>	22.63	0.00	0.00	11.32	<i>Ribes mandshuricum</i>	0.00	0.00	10.73	1.79	
	<i>Acer palmatum</i>	0.00	15.98	30.13	10.35	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.00	2.43	3.86	1.45	
	<i>Acer mono</i>	14.36	0.00	7.96	8.51	<i>Meliosma oldhamii</i>	0.00	3.70	0.00	1.23	
	<i>Cornus walteri</i>	14.43	0.00	0.00	7.22	<i>Pouthiaea villosa</i>	0.00	3.32	0.00	1.11	
	<i>Torreya nucifera</i>	0.00	5.77	9.77	3.55	<i>Euonymus sachalinensis</i>	0.00	0.00	6.36	1.06	
	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	0.00	8.27	3.86	3.40	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.00	3.14	0.00	1.05	
	<i>Prunus sargentii</i>	6.35	0.00	0.00	3.18	Others	0.00	8.62	8.56	4.31	
	<i>Viburnum erosum</i>	0.00	8.60	0.00	2.87						

¹ C: Importance percentage in canopy layer, U: Importance percentage in understory layer, S: Importance percentage in shrub layer, M: Mean importance percentage

교목층에서 사람주나무는 약 10% 정도의 상대우점치 차이를 보이며 굴거리나무와 경쟁중인 것으로 확인되었으며, 이는 두 수종 모두 전석지대에서도 잘 자라는 특징을 가지고 있으므로, 앞으로 두 수종의 경쟁은 더 심화될 것으로 판단된다.

낙엽활엽수군락인 군락 Ⅲ은 17개의 조사구를 포함하고 있으며, 층위별 상대우점치를 살펴보면, 교목층은 느티나무(I.P. 14.37%), 층층나무(I.P. 11.15%), 물푸레나무(I.P. 11.07%), 단풍나무(I.P. 11.01%)로 여러 종류의 낙엽활엽수가 우점종으로 분포하는 것으로 조사되었다. 아교목층 또한 때죽나무(I.P. 12.01%), 사람주나무(I.P. 10.84%), 고추나무(I.P. 10.42%), 굴거리나무(I.P. 8.54%), 단풍나무(I.P. 8.30%) 등 여러 수종이 함께 주요 수종으로 출현하고 있었으며, 관목층에서 또한 고추나무(I.P. 10.99%), 산수국(I.P. 10.64%), 박쥐나무(I.P. 10.36%) 등의 여러 수종이 우점하였다. 이로 미루어 군락 Ⅲ은 여러 수종이 서로 경쟁하고 있는 것을 확인 할 수 있었다.

3개의 조사구를 포함하고 있는 군락 Ⅳ는 느티나무군락으로 층위별 분석결과, 교목층에서는 느티나무(I.P. 33.00%), 갈참나무(I.P. 22.63%), 말채나무(I.P. 14.43%), 고로쇠나무(I.P. 14.36%) 순으로 우점하였으며, 아교목층에서는 비목나무(I.P. 26.60%)와 단풍나무(I.P. 15.98%)의 세력이 강하게 나타났으며, 관목층에서는 단풍나무가 상대우점치 30.13%로 가장 넓게 분포하는 것으로 조사되었다. 전체적으로 볼 때 군락 Ⅲ과 비슷한 경향을 보이고 있는 것으로 판단된다.

이상의 상대우점치 결과를 종합하면 내장산국립공원 내의 금선계곡지역은 극상수종에 해당하는 서어나무가 군락 I 과 군락 II 에서 우점하고 있었고, 군락 III에서는 느티나무, 층층나무, 물푸레나무, 단풍나무 등이 우점종으로 나타나고 있었으나 서어나무가 교목층에서 나타나기 시작하고,

군락 IV에서는 느티나무와 갈참나무가 우점종으로 나타나면서 군락 III과 비슷한 양상을 보이고 있어 전체적으로 현상태가 당분간 유지되면서 점차 서어나무로의 식생천이가 예상된다. 이는 기존에 연구된 내장산국립공원 굴거리나무 군락의 생태적 특성에 관한 연구(Lim, 1999)에서 상층수관층이 졸참나무, 굴참나무가 서어나무나 개서어나무로 식생천이가 예상된다고 판단한 내용과 일치하는 것으로 내장산국립공원 금선계곡은 최종적으로 서어나무로의 천이를 예상할 수 있다. 또한 아교목층과 관목층에서는 굴거리나무가 높은 상대우점치를 보이며 우점종으로 조사되거나 우점종의 뒤를 따르고 있으므로 아교목층에서는 앞으로도 한동안 굴거리나무가 세력을 유지할 것으로 판단된다.

군락별로 굴거리나무만을 중심으로 상대우점치 결과를 살펴보면, 군락 I 은 관목층의 70%이상이 굴거리나무가 우점하는 것으로 나타났으며, 아교목층에서도 굴거리나무는 30%이상으로 높은 상대우점치를 보이고 있는 것으로 보아 앞으로 아교목층에서 굴거리나무의 비율이 점차 높아질 것으로 판단되며, 아교목층과 관목층에서 오랫동안 세력을 유지할 것으로 보여진다. 군락 II 도 아교목층과 관목층에 대해 굴거리나무의 상대우점치가 각각 35.93%, 29.31%로 아교목층과 관목층에서 한동안 굴거리나무의 세력이 유지될 것이다. 군락 III과 군락 IV는 굴거리나무의 비율이 각 층위에서 높게 나타나고 있지 않아 앞으로 다른 수종들간의 경쟁관계를 좀 더 지켜봐야 할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 아교목층 및 관목층과의 관계 그리고 지형과 같은 물리적 환경을 고려하여 기존의 모니터링 연구범위를 보다 확대하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

4. 종간 상관관계 분석

Table 5 주요 수종들 간의 상관관계를 분석하여 나타낸

Table 5. Correlation analysis between the major woody species in Naejangsan National Park

Species ¹	To	Cc	Cl	Qa	Qs	Zs	Cs	Lob	Le	Hm	Pv	Ps	Dm	Sj	Eo	Sb	Am	Apa	Aps	Mm	Mo	Ap	Ck	Cco	Rm	Sja	Fr	Fs	Lo	Cj	Ct	Ss	Vw					
Cc	.176																																					
Cl	-.172	-.134																																				
Qa	.028	-.135	.081																																			
Qs	-.126	-.110	-.172	-.020																																		
Zs	.100	-.103	-.264	.095	-.101																																	
Cs	.418*	.154	-.074	-.140	-.095	.069																																
Lob	-.061	-.145	.017	.059	-.075	-.121	.076																															
Le	.328*	-.084	-.332*	.001	-.109	.222	-.135	-.123																														
Hm	-.167	-.158	-.264	-.107	.437*	-.057	-.111	.064																														
Pv	-.075	-.012	-.011	.246	.077	-.010	-.171	-.085	.317	-.105																												
Ps	-.082	-.141	-.130	.049	-.084	.055	-.110	.060	.097	-.040	.087																											
Dm	-.424**	-.085	.242	-.095	.431**	-.357*	-.380*	.111	-.175	-.146	.168	.114																										
Sj	-.039	-.086	-.115	.204	-.133	-.227	-.034	.168	-.092	.398*	-.111	-.147	-.020																									
Eo	-.166	-.148	.020	-.044	.844**	-.128	-.089	-.104	-.131	.026	.044	-.089	.415*	-.126																								
Sb	-.018	.025	-.241	-.147	-.105	.403*	.132	.011	-.080	.214	-.248	-.080	-.397*	-.220	-.105																							
Am	.632**	-.041	-.137	-.062	-.057	-.059	.116	-.085	.299	-.070	-.111	-.081	-.306	-.131	-.073	-.024																						
Apa	-.164	-.187	-.261	-.022	-.009	.031	.008	.007	.063	.258	-.119	-.073	.217	.044	.068	-.103	.037																					
Aps	-.126	-.017	.304	-.029	-.037	-.073	.111	-.145	-.097	-.168	.266	-.119	.217	.241	.166	-.252	-.097	-.151																				
Mm	-.148	-.131	.046	-.103	-.084	-.144	-.109	-.126	-.017	-.105	.135	-.120	.320	.178	-.104	-.142	-.080	-.178	.166																			
Mo	-.029	.429**	-.048	-.126	-.084	.013	-.070	-.006	-.056	-.098	-.114	-.021	.017	.035	-.111	.104	-.076	-.130	-.172	.121																		
Ap	-.187	-.085	-.277	-.144	-.099	.074	.166	-.057	-.169	.553**	-.195	-.120	.370*	.321	.027	.083	.635**	-.131	-.135	-.095																		
Ck	.050	.078	.071	-.077	-.097	-.193	-.177	.107	-.183	-.137	.053	-.065	.099	.146	-.138	-.040	-.106	-.186	-.102	-.121	-.101	-.151																
Cco	-.023	.101	-.267	-.122	.195	-.075	-.028	-.095	.308	-.104	.154	-.087	-.100	-.121	-.027	.198	-.080	-.044	.034	.038	-.070	-.043	-.003															
Rm	-.186	-.096	-.105	.041	.643**	-.131	-.122	-.080	-.131	-.094	.358*	-.108	.445**	-.232	.657**	-.172	-.072	-.126	.175	-.107	-.110	-.126	-.136	-.106														
Sja	.129	.204	-.050	-.094	-.035	.121	.165	.254	-.212	-.172	-.278	.154	-.146	-.011	-.165	.126	-.056	-.100	.062	.199	.266	-.048	-.030	.032	-.152													
Fr	-.076	.058	.030	-.124	-.094	.000	.419**	.333*	-.132	-.117	-.185	-.133	-.201	.133	-.121	-.032	-.089	.015	.058	-.127	-.038	.067	-.007	-.042	-.120	-.042												
Fs	-.176	-.099	.245	.667**	-.003	-.124	-.115	.016	-.105	-.089	.286	.130	.102	-.245	.112	-.163	-.068	.034	.243	-.101	-.104	-.119	-.117	-.100	.088	-.121	-.113											
Lo	.351*	-.050	-.180	.386*	-.050	.547**	-.081	-.075	.354*	-.042	.020	.020	-.250	-.176	-.065	-.009	-.006	-.069	-.085	-.071	-.039	-.084	-.094	-.071	-.064	-.137	-.053	-.060										
Cj	-.052	.010	.082	.234	-.098	-.038	.218	-.092	-.021	-.113	-.076	.014	-.178	-.021	-.127	-.165	-.083	-.032	.031	-.059	-.138	-.011	.058	.092	-.125	-.055	.458**	-.118	-.083									
Ct	-.017	-.134	-.160	-.090	-.023	-.107	-.083	-.056	-.045	-.021	.007	.704**	.153	.080	-.039	-.126	-.059	-.099	-.105	-.084	-.090	-.098	.167	-.087	-.045	-.013	-.043	-.074	-.052	.127								
Ss	.368*	.035	-.200	-.081	-.056	-.097	-.091	-.084	.250	-.070	-.110	-.080	-.326*	-.173	-.072	.189	.833**	.008	-.135	-.079	-.081	-.028	.028	.143	-.071	-.152	-.089	-.067	-.047	-.093	-.058							
Vw	-.135	.276	-.125	-.132	-.096	-.079	-.107	-.006	-.137	-.064	-.183	-.053	.218	-.108	-.116	.315	-.076	-.156	-.178	.139	.040	.057	.139	.283	-.123	.085	-.069	-.116	-.082	-.122	-.032	.369*						
Ve	.241	-.037	.001	.096	-.039	-.168	-.077	.001	.155	-.131	.329*	-.145	-.115	-.208	-.070	-.018	.574**	-.038	-.061	-.120	-.145	-.124	.142	-.022	.076	-.179	-.109	.161	-.089	-.152	-.102	.510**	-.169					

*: $p \leq 0.05$, **: $p \leq 0.01$

¹ To: *Torreya nucifera*, Cc: *Carpinus cordata*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Qa: *Quercus aliena*, Qs: *Quercus serrata*, Zs: *Zelkova serrata*, Cs: *Celtis sinensis*, Lob: *Lindera obtusiloba*, Le: *Lindera erythrocarpa*, Hm: *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*, Pv: *Pouhhaea villosa*, Ps: *Prunus sargentii*, Dm: *Daphniphyllum macropodum*, Sj: *Sapium japonicum*, Eo: *Euonymus oxyphyllus*, Sb: *Staphylea bumalda*, Am: *Acer mono*, Apa: *Acer palmatum*, Aps: *Acer pseudosieboldianum*, Mm: *Meliosma myriantha*, Mo: *Meliosma oldhamii*, Ap: *Alangium platanifolium* var. *trilobum*, Ck: *Cornus kousa*, Cco: *Cornus controversa*, Rm: *Rhododendron mucronulatum*, Sja: *Styrax japonicus*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Lo: *Ligustrum obtusifolium*, Cj: *Callicarpa japonica*, Ct: *Clerodendrum trichotomum*, Ss: *Sambucus sieboldiana* var. *miquelii*, Vw: *Viburnum wrightii*, Ve: *Viburnum erosum*

것이다. 수종간의 상관관계에서 높은 정의 상관관계를 보이는 수종들은 졸참나무와 참회나무, 고로쇠나무와 딱총나무, 산벚나무와 누리장나무, 갈참나무와 쇠물푸레나무 등이 있었으며, 그 외 비자나무와 팽나무, 산수국과 사람주나무, 느티나무와 고추나무 등은 낮은 정의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.

굴거리나무는 졸참나무, 진달래, 사람주나무와 높은 정의 상관관계를, 비자나무, 느티나무, 고추나무, 박쥐나무, 딱총나무와 높은 부의 상관관계를 보였다. 굴거리나무의 종간상관관계를 분석한 선행연구에서는 굴거리나무가 대팻집나무, 산딸나무, 작살나무와는 정의 상관관계를 보이며, 신갈나무, 비목나무와는 부의 상관관계를 보이고 있다는 결과(Lim and Oh, 1999)를 발표하였는데, 금번 조사결과와 상이한 결과를 나타내었다. 이는 임의의 조사구 선정에 따른 종조성의 차이에 따른 결과로 판단되며, 종간 상관성을 밝히기 위해서는 보다 심화된 연구와 고정구를 통한 모니터링 등의 연구가 이어져야 할 것으로 판단된다.

5. 종수 및 개체수 분석

37개의 조사구를 대상으로 단위면적(100m²)당 평균 출현

개체수 및 종수 분석을 층위별(Table 6), 및 각 군락의 층위별(Table 8)로 실시하였다.

층위별 평균 출현 개체수 분석결과, 교목층에서는 4.19±1.85개체, 아교목층에서는 16.68±9.28개체가 출현하였고, 전체적으로 각 조사구당 출현 개체수는 86.00±44.53이었다.

층위별 평균 출현 종수 분석결과, 교목층에서는 2.86±1.23종, 아교목층에서는 6.89±2.82종이었고, 전체적으로는 조사구당 11.81±3.67종이 출현하였다.

Table 7은 전체 조사구에 대한 굴거리나무의 개체수를 표로 나타낸 것이다. 교목층에서는 굴거리나무가 나타나고 있지 않았으며, 아교목층에서는 최대 26개체가 관목층에서는 최대 92개체가 관찰되었다.

전체 개체수와 비교하여 아교목층에서는 전체 개체수의 중간값(median)이 14인데 비해 굴거리나무의 개체수는 3으로 굴거리나무가 아교목층에서 1/4~1/5정도의 개체수를 차지하고 있었으며, 관목층에서는 1/7정도의 개체수를 굴거리나무가 차지하는 것으로 나타났다.

각 군락의 층위별 평균 출현 개체수 분석 결과, 군락 II의 서어나무군락이 4.59±1.80개체로 가장 많이 출현한 군락으로 조사되었으며, 아교목층에서는 군락 I의 서어나무군락

Table 6. Descriptive analysis of the number of species and individuals by layer in Naejangsan National Park (Unit: 100 m²)

Descriptive analysis	No. of individual				No. of species			
	Tree	Undersrory	Shrub	Total	Tree	Undersrory	Shrub	Total
Mean	4.19±1.85	16.68±9.28	65.14±43.31	86.00±44.53	2.86±1.23	6.89±2.82	6.14±3.23	11.81±3.67
Median	4.00	14.00	56.00	83.00	3.00	6.00	6.00	12.00
Mode	3.00	13.00	20.00	115.00	2.00	6.00	6.00	9.00
Maximum	8.00	44.00	164.00	186.00	6.00	17.00	14.00	20.00
Minimum	1.00	4.00	3.00	21.00	1.00	4.00	1.00	5.00

Table 7. Descriptive analysis of the number of species and individuals *Daphniphyllum macropodum* by layer in Naejangsan National Park (Unit: 100 m²)

Descriptive analysis	No. of individual			
	Tree	Undersrory	Shrub	Total
Mean	0.00±0.00	5.24±5.67	12.05±16.64	17.30±19.61
Median	0.00	3.00	8.00	14.00
Mode	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum	0.00	26.00	92.00	97.00
Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00

Table 8. Mean analysis of the number of species and individuals of each community in Naejangsan National Park (Unit: 100 m²)

Community	No. of individual				No. of species			
	Tree	Undersrory	Shrub	Total	Tree	Undersrory	Shrub	Total
I	4.00±1.83	23.71±11.77	41.29±34.63	69.00±35.49	2.43±0.79	8.86±4.56	4.14±2.61	12.00±4.12
II	4.59±1.80	16.76±6.47	73.18±42.29	94.53±44.26	3.06±1.20	6.29±1.53	6.53±3.43	11.41±3.30
III	3.90±1.91	12.20±10.27	70.10±46.74	86.20±50.19	3.00±1.56	6.40±2.63	7.00±2.91	12.10±4.15
IV	3.33±2.52	14.67±6.66	58.67±57.46	76.67±56.16	2.33±1.15	7.33±3.51	5.67±4.04	12.67±4.93

Table 9. Mean analysis of the number of species and individuals *Daphniphyllum macropodum* of each community in Naejangsan National Park (Unit: 100 m²)

Community	No. of individual			
	Tree	Undersrory	Shrub	Total
I	0.00±0.00	9.14±8.01	27.00±31.00	36.14±32.37
II	0.00±0.00	6.59±5.05	12.71±9.20	19.29±12.46
III	0.00±0.00	1.30±1.34	3.30±4.83	4.60±5.74
IV	0.00±0.00	1.67±2.89	2.67±4.62	4.33±7.51

이 23.71±11.77개체로 가장 많이 출현하였다. 전체적으로 단위면적당 가장 많은 개체수가 출현한 군락은 군락 II의 서어나무군락이 94.53±44.26개체였다.

각 군락의 층위별 평균 출현 종수 분석 결과, 느티나무군락의 평균 출현 종수가 12.67±4.93종으로 가장 많았다. 전체적으로 볼 때 네 개의 군락에서 비슷한 수의 종수 및 개체수가 조사되고 있는 것을 알 수 있다.

Table 9는 각 군락의 층위별 굴거리나무 평균출현개체수를 나타낸 것이다. 교목층은 4개 군락 모두에서 굴거리나무가 나타나지 않았으며, 아교목층에서는 군락 I에서 가장 많은 9.14±8.01개체가 출현하고 있는데, 이는 전체 수목에 대해 실시한 군락의 개체수 분석결과(Table 8)에서 군락 I이 가장 많은 개체수를 나타내는 것과 동일하게 나타났다. 그러나 관목층과 전체 개체수를 비교해보면 전체 수목을 대상으로 했을 때는 군락 II에서 가장 많은 개체수가 출현하고 있으나, 굴거리나무만을 대상으로 실시하였을 때에는 군락 I에서 더 많은 개체수가 출현하였다.

6. 흉고직경급별 분석

전체37개 조사구 4개 식생군락에 대해 주요종을 중심으로 흉고직경급별 분석을 실시한 것이 Table 10 이다. 흉고직경급별 분석은 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 삼림천이의 양상을 추정할 수 있다(Harcombe and Marks, 1978).

군락 I은 서어나무 군락으로 서어나무는 DBH 2~42cm에 걸쳐 폭 넓게 분포하였으며, 그 중 대경목에 속하는 DBH 37~42cm 사이에서 2개체가 관찰되었다. 아교목층과 관목층에서는 굴거리나무가 많이 관찰되었는데, DBH 12cm이하에서 64개체, 관목층에서 189개체가 출현하여 아교목층과 관목층의 많은 부분을 굴거리나무가 차지하고 있는 것을 확인 할 수 있었다.

17개의 조사구를 포함하고 있는 군락 II는 DBH<2, 2~52cm사이에서 고루 분포하는 것으로 나타났으며, DBH 37cm이상의 대경목이 4개체가 관찰되어 우점종을 이루고 있었다. 아교목층에서는 굴거리나무가 17cm이하에서 112개체가 조사되었으며, 굴거리나무와 비슷한 환경인 전석지대에 잘 자라는 사람주나무도 DBH 22cm이하에서 65개체가 관찰되어 아교목층에서는 굴거리나무와 사람주나무가 많이 나타나고 있는 것으로 보아 군락 II의 조사구는 전석지대가 많은 것으로 판단된다.

군락 III은 낙엽활엽수군락으로 느티나무, 층층나무, 물푸레나무, 단풍나무가 중대경목에 해당하는 구간에서 고루 관찰되었으며, 아교목층도 때죽나무, 사람주나무, 고추나무, 굴거리나무, 단풍나무 등의 여러 종류의 수목에서 고루 관찰되었다. 관목층 또한 여러 수종이 고루 우점하는 것으로 조사되었다. 군락 III은 아직 어느 한 종이 우점종으로 조사되지 않는 것으로 보아 수종간의 경쟁이 이루어지고 있는 것으로 사료된다.

느티나무가 우점종으로 나타나고 있는 군락 IV에서 대경

Table 10. The DBH distribution of major woody species for each community in Naejangsan National Park

Com.	Unit(m ²)	Species	Shrub	D ₁ ^a	D ₂ ^b	D ₃ ^c	D ₄ ^d	D ₅ ^e	D ₆ ^f	D ₇ ^g	D ₈ ^h	D ₉ ⁱ	D ₁₀ ^j	D ₁₁ ^k	D ₁₂ ^l
I	700	<i>Platycarya strobilacea</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
		<i>Carpinus laxiflora</i>	4	1	16	3	3	1	3	1	1	2	0	0	0
		<i>Quercus aliena</i>	0	0	0	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0
		<i>Pouthiaea villosa</i>	8	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Prunus sargentii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		<i>Daphniphyllum macropodum</i>	189	11	44	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Sapium japonicum</i>	8	4	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Euonymus oxyphyllus</i>	8	1	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Acer palmatum</i>	4	0	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0	0	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Fraxinus sieboldiana</i>	8	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Viburnum erosum</i>	16	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	44	6	23	2	4	0	1	1	1	1	0	0	0

Table 10. (Continued)

Com.	Unit(m ²)	Species	Shrub	D ₁ ^a	D ₂ ^b	D ₃ ^c	D ₄ ^d	D ₅ ^e	D ₆ ^f	D ₇ ^g	D ₈ ^h	D ₉ ⁱ	D ₁₀ ^j	D ₁₁ ^k	D ₁₂ ^l	
II	1,700	<i>Torreya nucifera</i>	172	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Carpinus cordata</i>	8	0	5	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Carpinus laxiflora</i>	4	2	11	7	3	4	3	7	3	0	3	1	0	0
		<i>Lindera erythrocarpa</i>	52	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>acuminata</i>	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Daphniphyllum macropodum</i>	216	11	84	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Sapium japonicum</i>	220	6	39	10	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Acer palmatum</i>	60	1	4	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
		<i>Meliosma myriantha</i>	0	1	7	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Cornus kousa</i>	12	0	7	3	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Styrax japonicus</i>	40	0	3	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	16	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
		<i>Clerodendrum trichotomum</i>	60	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Viburnum wrightii</i>	56	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	256	6	18	3	7	2	3	1	3	1	2	1	0	0
III	1,000	<i>Torreya nucifera</i>	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Carpinus cordata</i>	4	0	3	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
		<i>Carpinus laxiflora</i>	4	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Zelkova serrata</i>	72	0	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
		<i>Celtis sinensis</i>	8	1	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Daphniphyllum macropodum</i>	33	1	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Sapium japonicum</i>	12	0	4	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Staphylea bumalda</i>	64	5	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Acer palmatum</i>	48	0	1	3	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0
		<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i>	92	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Cornus controversa</i>	8	0	2	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Styrax japonicus</i>	4	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	12	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
		Others	256	2	26	4	3	4	0	3	0	2	1	0	0	0
IV	300	<i>Torreya nucifera</i>	24	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Quercus aliena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
		<i>Zelkova serrata</i>	44	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
		<i>Lindera erythrocarpa</i>	0	0	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
		<i>Ribes mandshuricum</i>	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Daphniphyllum macropodum</i>	8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Sapium japonicum</i>	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Acer mono</i>	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		<i>Acer palmatum</i>	12	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Cornus walteri</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Ligustrum obtusifolium</i>	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Viburnum erosum</i>	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	32	2	10	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

^a: D₁<2(cm), ^b: 2≤D₂<7, ^c: 7≤D₃<12, ^d: 12≤D₄<17, ^e: 17≤D₅<22, ^f: 22≤D₆<27, ^g: 27≤D₇<32, ^h: 32≤D₈<37, ⁱ: 37≤D₉<42, ^j: 42≤D₁₀<47, ^k: 47≤D₁₁<52, ^l: 52≥D₁₂

목에 해당하는 DBH 42~52cm 사이에서 2개의 느티나무 개체가 확인되었으며, 그 외 대경목에 해당하는 구간에서 갈참나무, 고로쇠나무 등이 관찰되었다. 그 외의 아교목층과 관목층은 군락 III과 비슷한 양상을 보이며 여러 종이 우점종으로 출현하고 있었다.

이상의 흉고직경급별 분석 결과를 토대로 각 식생군락을 살펴보면 군락 I 과 군락 II는 극상림에 해당하는 서어나무가 우점종으로 관찰되고 있는 것으로 보아 지금의 상태가 장기간 지속 될 것으로 판단되며, 군락 III과 군락 IV는 여러

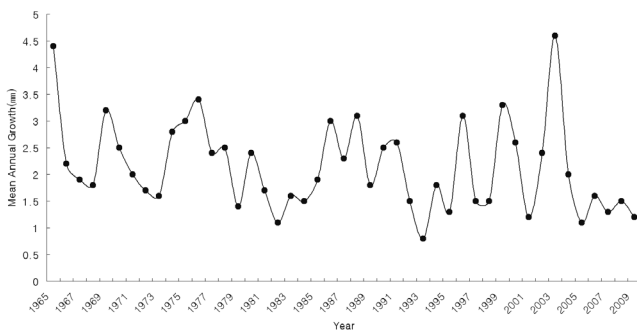
종이 우점 종으로 나타나고 있으므로 중간 경쟁 중에 있는 군락으로 판단된다.

7. 연륜 및 성장량 분석

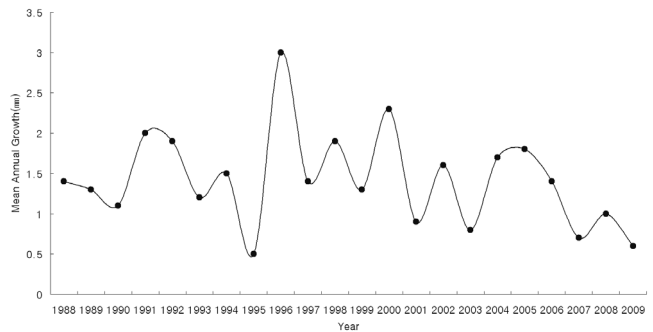
전체 37개 조사구에서 주요 수종에 대해 목편을 채취하여 수목의 연륜 및 성장량 분석을 실시하였고, 전체 표본 중 대표성을 지닌 것을 추출하여 분석결과를 나타낸 것이 Table 11이다.

Table 11. The estimated age of major woody species in Naejangsan National Park

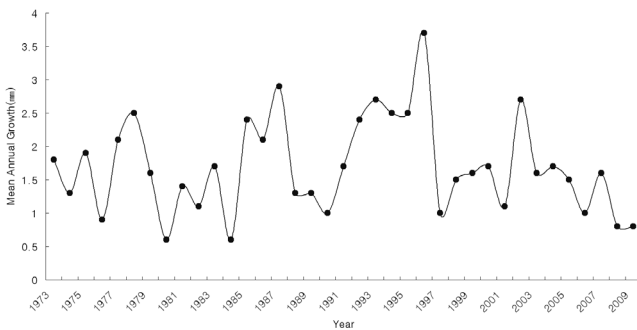
Community	Plot number	Species	Height(m)	DBH(cm)	Expected Age(Year)	Mean Annual Growth(mm)
II	9	<i>Carpinus laxiflora</i>	12	27.5	50	2.15
	17	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	5	7	26	1.46
	18	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	4.5	5.5	27	1.42
	20	<i>Carpinus laxiflora</i>	16	21	63	2.06
	30	<i>Carpinus laxiflora</i>	18	29	75	1.87
	31	<i>Acer palmatum</i>	12	26+30+13	97	1.64
III	3	<i>Cornus controversa</i>	15	40	62	2.82
	13	<i>Carpinus laxiflora</i>	16	47	93	2.24
	35	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	7	12	42	1.69
IV	1	<i>Zelkova serrata</i>	15	22+6	56	2.79



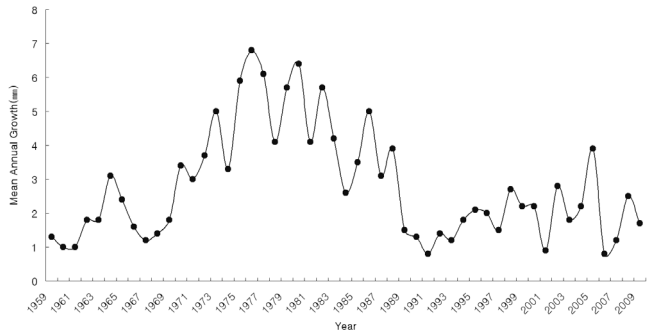
Plot 9: *Carpinus laxiflora*



Plot 18: *Daphniphyllum macropodum*



Plot 35: *Daphniphyllum macropodum*



Plot 1: *Zelkova serrata*

Figure 4. The analysis of mean annual growth of the major species in Naejangsan National Park

서어나무가 우점종인 군락 II(조사구 9)의 서어나무의 수령은 약 50년, 연평균 성장량은 2.15mm였고, 아교목층에서 많이 나타나고 있는 굴거리나무는 26~27년인 것으로 나타났다. 느티나무군락인 군락 IV의 느티나무는 연평균 성장량이 2.79mm로 약 56년의 수령을 가진 것으로 분석되었다.

이상의 결과를 바탕으로 내장산국립공원 금선계곡 지역 식생의 임령을 추정하면 교목층의 서어나무나 느티나무들은 50년 이상의 수령을 보였으며, 아교목층에서 많이 나타나고 있는 굴거리나무는 20년 이상의 수령으로 분석되었다.

인용문헌

Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.

Choi, S.H. and H.M. Kang(2006) Vegetation Structure of the Kumsaenggol in the Wolchulsan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology 20(4): 464-47. (in Korean with English abstract)

Choi, S.H., K.J. Lee and J.Y. Kim(1998) Altitudinal Vegetation Structure of SunginBong in Ullungdo(Island). Korean Journal

- of Environment and Ecology 12(3): 290-296. (in Korean with English abstract)
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.
- Harcombe, P.A. and P.H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas forests. For sci. 24(2): 153-166.
- Hill M.O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York, 520pp.
- Hill M.O.(1979b) TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York, 990pp.
- Jeong, J.Y.(2009) Eco-physiological Analysis of Seedling Depending on Light Environment in a Group *Daphniphyllum macropodum* in Naejang National Park. Wonkwang Univ., Master's Thesis, 51pp. (in Korean)
- Kang, H.(1992) Studies on Germination of *Daphniphyllum macropodum* Seeds. Jeju Univ. Thesis(Natural science) 35: 33-46. (in Korean with English summary)
- Kil, B.S., J.U. Kim. and Y.S. Kim(2000) Forest Vegetation of Southern Area of Mt. Naejang National Park, Korea. Korean J. Ecol. 23(3): 231-240. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.U. and Y.J. Yim(1988) Actual Vegetation and Potential Natural Vegetation of Naejangsan National Park, Southwestern Korea. Journal of Ecology and field biology 11(3): 145-152. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.U. and Y.J. Yim(1988a) Phytosociological classification of plant communities in Mt. Naejang, southwestern Korea. Korean J. Bot. 31: 1-31. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.U. and Y.J. Yim(1988b) Actual vegetation and potential natural vegetation of Naejangsan National Park, Southwestern Korea. Korean J. Ecol. 11: 145-152. (in Korean with English abstract)
- KNPS(1994) National Park Natural Resource Investigation. pp. 29-91. (in Korean)
- KNPS(2011) <http://www.knps.or.kr/>
- KNPS Naejang National Park(1997) Naejang National Park Natural Ecosystem Conservation Plan. 125pp. (in Korean)
- Koo, K.A, W.K. Park and W.S. Kong(2000) Growth of *Daphniphyllum macropodum* and Climatic Factors at Mt. Naejang, Korea. The Korean Journal of Quaternary Research 14(1): 65-71. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., K.K. Oh and J.C. Jo(1988a) Studies on the Structure of Plant Community and Visitor's Activities in Mt. Naejang Park (I) -Analysis of the Vegetational Structure by the Ordination Techniques-. Korea J. Forest Society 77(2): 166-177. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., K.K. Oh and J.C. Jo(1988b) Studies on the Structure of Plant Community and Visitor's Activities in Mt. Naejang Park (II) -User's Impact and Activity-. Korea J. Forest Society 77(4): 401-413. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., S.H. Choi, H.S. Cho and Y.W. Lee(1994) The Analysis of the Forest Community Structure of Tokyusan National Park: Case Study of Paekryunsa-Kumpotan. Journal of Korean Applied Ecology 7(2): 135-154. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.W.(1992) A Study on the Community Structure of Vegetation Landscape in Naejangsan National Park. Sungkyunkwan Univ., Doctor's thesis, 173pp. (in Korean with English summary)
- Lee, K.W. and K.K. Shim(1993) A Study on the Community Structure of Vegetation Landscape in Naejangsan National(I). Journal of Korean institute of landscape architecture 21(2): 50-67. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.W. and K.K. Shim(1994) A Study on the Community Structure of Vegetation Landscape in Naejangsan National Park(II). Journal of Korean institute of landscape architecture 22(1): 85-100. (in Korean with English abstract)
- Lim, Y.H.(1999) A Study on the ecological characteristics of the *Daphniphyllum macropodum* Community in Naejangsan National park. Honam Univ., Master's Thesis, 66pp. (in Korean with English summary)
- Lim, Y.H. and K.K. Oh(1999) Ecological Characteristics of *Daphniphyllum macropodum* Population in the Naejangsan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology. 13(1):17-33(in Korean with English abstract).
- Naejang Mt. Ecology information(2011) <http://www.naejang.net/>
Naejang National Park(2011) <http://naejang.knps.or.kr/>
- Orloci, L.(1978) Multivariate Analysis in Vegetation research, 2nd ed. W. Junk, The Hague, 468pp.
- Park, I.H.(1985) A Study on Forest Structure and Biomass in Baegwoonsan Natural Ecosystem. Seoul National Univ. Graduate School Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy, 42pp. (in Korean with English summary)
- Park, N.B., S.G. Jin, K.H. Park, and B.J. Choi(1993) Studies on Seed Propagation and Pot Plant Growing of *Daphniphyllum macropodum* Native to Korea. Agriculture Thesis 35(2): 460-463. (in Korean with English abstract)
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains Ecological Monographs 26: 1-80.