

# 내장산국립공원 굴거리나무 개체군의 생태적 특성에 관한 연구<sup>1</sup>

임윤희<sup>2</sup> · 오구균<sup>3</sup>

## Ecological Characteristics of *Daphniphyllum macropodum* Population in the Naejangsan National Park<sup>1</sup>

Yun-Hee Lim<sup>2</sup>, Koo-Kyoon Oh<sup>3</sup>

### 요 약

내장산국립공원에 자생하고 있는 굴거리나무 개체군의 분포와 식생구조를 분석하였다. 굴거리나무 개체군은 내장사지구의 금선계곡과 원적계곡, 백양사지구의 운문암 주변에서 분포하고 있으며, 그 면적은 각각 1.8km<sup>2</sup>, 0.6km<sup>2</sup> 이었다. 굴거리나무 개체군의 밀도는 금선계곡 전망대 주변이 가장 높았고, 금선계곡과 운문암 주변에서 비교적 높았다. 굴거리나무는 경사가 급한 전석지대에서 생육하고 있으며, 대팻집나무, 산딸나무, 작살나무와 생태적 적소가 유사한 것으로 생각된다. 식생구조분석 결과 내장산국립공원 산림의 아교목층과 관목층에서 굴거리나무의 우점도가 증가할 것으로 예상되었다.

주요어 : 식생구조, 식생분포, 생태적 적소

### ABSTRACT

Distribution and vegetation structure of *Daphniphyllum macropodum* population were studied in the Naejangsan National Park. The *D. macropodum* population was distributed at Kumsun valley and Weonjok valley in Naejangsa district and around Unmoonam in Baekyangsa district. Distribution area was 1.8km<sup>2</sup>, 0.6km<sup>2</sup> in Naejangsa and Baekgyangsa districts respectively. Population density of *D. macropodum* was the highest around the lookout platform in Naejangsan district and was also relatively high at Kumsun valley and Weonjok valley. *D. macropodum* population established on the talus of steep slope. This plant shared same ecological niche with *Ilex macropoda*, *Cornus kousa* and *Callicarpa japonica*. As the results of analysis on distribution and vegetation structure of *D. macropodum* population, it was expected that dominance of *D. macropodum* might be increased at subtree and shrub layer.

**KEY WORDS : VEGETATION STRUCTURE, VEGETATION DISTRIBUTION, ECOLOGICAL NICHE**

1 접수 1월 31일 Received on Jan. 31, 1999

2 내장산국립공원 남부지소 Naejangsan National Park Office, 252-1, Yaksu-ri, Pukha-myön, Changsöng-gun, Chöllanam-do, 515-850, Korea

3 호남대학교 도시·조경학부 School of Urban Planning and Landscape Architecture, Honam Univ., Kwangju, 506-714, Korea

## 서론

한반도의 식생분포는 기온, 바람, 강수량 등의 기후인자와 부단한 인위적 간섭의 정도에 크게 영향을 받아 왔다(임양재, 1970; 安田等, 1980). 연간 강수량이 식물 생육에 충분한 우리나라에서는 기후인자가 한반도의 식생대를 형성하는 주요 인자로 작용하여 왔으며, 특히 연평균 기온 14℃ 이상, 한랭지수(℃·month) -10이상인 지역에서 상록활엽수림대가 발달하고 있다(임양재, 1970). 한반도의 난대 상록활엽수림대의 분포역은 한반도 기후변화에 의하여 변동이 있어 왔으리라 추정되며(김종홍, 1988; 安田等, 1980)현재의 지구온난화는 난대 상록활엽수림대의 분포역을 확장시키리라 예상된다(오구균과 김용식, 1996).

우리 나라 난대기후대에 자생하는 굴거리나무의 북방한계지는 내장산국립공원이다. 이곳에서 자생하고 있는 굴거리나무는 다른 지역에서는 찾아보기 힘든 넓은 면적의 분포역과 생육밀도가 높아 학술적, 생태적으로 매우 큰 의미를 가지고 있다. 그러나 이러한 큰 의미를 지니고 있음에도 불구하고 천연기념물 제 91호로 지정된 내장산국립공원의 굴거리나무 군락에 대한 생태적 특성, 식생구조, 천이계열에 대한 조사나 관리계획 등이 미흡한 상태이다(이규완, 1992; 이경재 등, 1988; 김정연, 1987). 또한 백양사지구 운문암 일원의 굴거리나무군락은 천연기념물로 지정되지는 않았으나 분포면적이 광범위할 뿐만 아니라 어린 후계목이 많이 자라고 있어 학술적으로 커다란 관심의 대상이 되고 있다.

상록활엽수의 하나인 굴거리나무는 대극과(Euphorbiaceae)에 속하며 한자명은 교양목(交讓木)으로 새 잎과 흰 잎이 서로 이어받아 교대한다고 하여 붙여진 이름이다. 굴거리나무는 상록소교목으로서 높이가 10m에 달하며 토심이 깊고 비옥한 곳에서 잘 자라지만 내한성이 약하고 맹아력도 빈약하며, 성장속도도 느린편이다.

굴거리나무는 지리적으로 한국의 전남, 전북, 경북, 일본의 본주중남부(本州中南部), 사국(四國), 구주(九州)의 산지, 류구(琉球)와 중국의 안휘(安徽), 호남(湖南)에 분포하고 있다고 보고된 바 있다.(上原, 1934). 굴거리나무 종류는 동아시아 남부에 약 25종, 우리나라에는 2종(굴거리나무, 좁굴거리나무)이 생육하고 있다. 굴거리나무는 대부분 난대 상록활엽수림대에 분포하나 군락을 이루어 분포하는 경우는 드물다. 그런데 한라산국립공원 물참나무군락과 내장산국립공원 낙엽활엽수림의 아교목층과 관목층에서

는 굴거리나무가 높은 우점도로 분포하고 있다.

이에 본 연구는 굴거리나무군락의 식생구조, 종다양성, 생육환경 및 성장특성을 밝힘으로써 굴거리나무개체군의 보호와 관리계획을 수립하는 데 요구되는 기초자료를 제공하는 데 그 목적이 있다.

## 조사 및 분석방법

### 1. 조사 범위

연구대상지는 내장산국립공원구역이고, 중점조사대상지는 백양사지구의 운문암 일원과 금선계곡 일원의 굴거리나무군락지이다(Figure 1).

### 2. 조사방법 및 분석

#### (1) 자연환경 조사

대상지의 환경요인으로는 기상, 지형, 토양특성 등을 조사하였다. 기상조사는 대상지에서 가장 가까운 곳에 위치한 정읍측후소에서 측정된 최근 8년 간의 평균치를 이용하여 조사지별 온난지수, 한랭지수 등 수목생육에 중요한 관계가 있는 기상요소를 조사하였다(기상청, 1989~1996).

조사구의 환경요인은 일반적 개황과 토양의 성질을 조사·분석하였다. 일반적 개황은 해발고, 방위, 경사도, 상층수관층과 아교목층의 평균수고, 평균울폐도, 평균흉고직경, 관목층의 평균수고 및 평균울폐도를 조사 측정하였다. 토양의 이화학적 성질을 알아보기 위해 굴거리나무가 출현한 25개 조사구 중 군락상태가 양호한 19개 조사구의 토양을 실험실에서 음건시킨 후 전남농촌진흥원에 의뢰하여 pH, 유기물함량, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, 양이온치환용량(C.E.C.)을 분석하였다.

#### (2) 굴거리나무 개체군의 분포

본 연구는 1996년도를 기준년도로 기존 문헌조사(김종홍, 1988; 이경재 등, 1992; 오장근, 1995; 이일구, 1979; 下本, 1943)를 통하여 국내·외 굴거리나무 분포현황을 정리하였다. 공원 주변마을을 방문해 과거 생활사를 수집하고 지역주민 및 공원관리(관계)자와의 인터뷰를 통하여 조사대상지 이외의 지역에서 굴거리나무가 생육했는지에 대한 현장조사와 약재이용 등의 내용을 조사하였다.

굴거리나무 개체군 크기에 따른 분포역 조사는 기존에 발표된 상록활엽수림 연구자료와 난대림연구자

Table 1. Criterion of population density by five class

Class	Symbol	Braun-Branquet dominance ratio	I.V.	M.I.V.	Others
1	●	1	below 1%	below 0.5%	Simple reports
2	▲	2	1~10%	0.5~1%	
3	◆	3	10~20%	1~5%	
4	●	4	20~30%	5~10%	
5	■	5	over 30%	over 10%	

료 등을 이용하였으며, Braun-Branquet의 군도계급, 상대우점치(I.V.)나 평균상대우점치(M.I.V.), 기타 굴거리나무에 대한 출현 기록 등에 따라 굴거리나무 개체군의 밀도 등급을 Table 1과 같이 5개 등급으로 나누어 지도에 나타냈다.

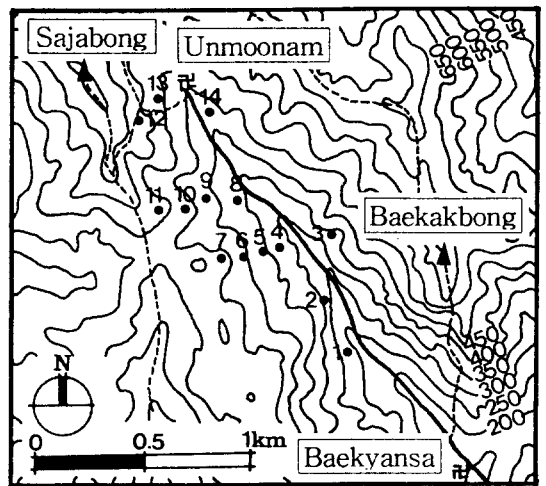
내장산국립공원 구역 안의 굴거리나무군락의 분포는 기존 문헌조사와 현지조사를 통하여 조사하였다. 현지조사는 굴거리나무가 처음 출현한 지점을 중심으로 출발하여 출현하지 않는 지점까지 등고선을 따라 수직, 수평 이동을 하면서 지형도(1:5,000)에 나타내었다. 굴거리나무 개체군 밀도는 조사대상지에서 수고 또는 흉고직경이 가장 큰 굴거리나무를 중심으로 수목간 거리를 측정하여 밀도계급을 구분하였다. 수간거리에 따라 고밀도는 3m 이하, 중밀도는 3~5m, 저밀도는 5m 이상으로 구분하여 지형도(1:5,000)에 나타냈다.

(3) 식생조사 및 분석

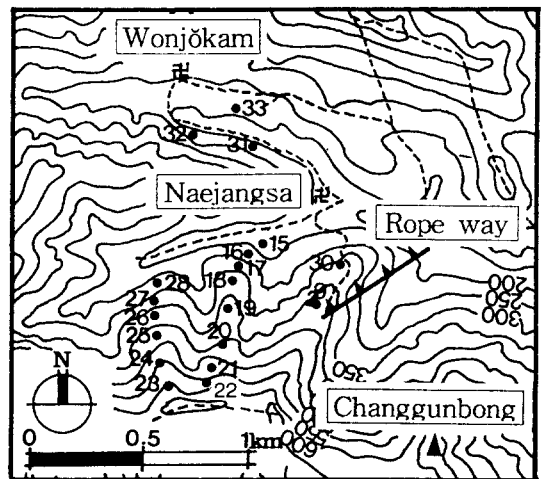
1996년 12월부터 1997년 4월까지 현지 답사 및 주변 주민들의 인터뷰를 통하여 굴거리나무 개체군의 분포와 인위적 영향에 대한 자료를 수집하였고, 예비조사는 1996년 4월에, 본 조사는 7월과 8월에 실시하였으며, 조사지 위치도는 Figure 1과 같다.

기존 자료 및 예비답사를 통해 확인된 굴거리나무 집단의 생육지 내외 주변에 15m×20m 크기의 방형구(300m<sup>2</sup>)를 백양사지구에 14개소, 내장사지구 19개소, 총 33개소를 설치하였다.

지형적 여건과 굴거리나무 생육여부를 고려하여 접근로(등산로)를 따라 수평으로 300m 이동 후 해발고도 50m마다 식생조사구를 설정했으며, 교목층과 아교목층 수목은 15m×20m 크기의 방형구에서, 관목층은 5m×5m 크기의 방형구 2개소에서 중첩방형구법으로 매목조사 하였다. 수관층위 구분은 교목층 수목의 경우 수관층을 형성하는 수목을, 아교목층 수목은 교목층 수목과 관목층 수목사이의 아교목을, 관목층의 수목은 수고 0.5m 이상, 2m 이하의 수목을, 지피층은 수고 0.5m 이하의 수목으로 구분하였



▲ Baekyansa(temple) District



▲ Naejangsa(temple) District

Figure 1. The location map of the survey plots in the Naejangsan National Park

다. 교목층과 아교목층은 DBH 2cm 이상 수종을 대상으로 흉고직경을 조사하였으며, 관목층은 장 단변의 수관폭을 측정하였다.

**(4) 분석방법**

매목조사자료를 토대로 수관층위별 상대우점치(I.V.)와 평균상대우점치(M.I.V.) (Curtis & McIntosh, 1950), 종다양도지수(Pielou, 1977), 유사도지수(Whittaker, 1956), TWINSPAN (Hill, 1979), 흉고직경급분포를 분석하였다. 입지 및 토양환경요인과 출현수종들과의 상관관계는 SPSS/PC+를 이용하였으며, 입지환경 중 4개 방위는 1(북사면), 2(남사면), 3(동사면), 4(서사면)로 지형은 1(정상부), 2(능선부), 3(사면-상), 4(사면-중), 5(사면-하), 6(곡간부)의 수치로 변형하였고, 기타 요인들은 실측치를 이용하여 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 조사지 개황**

대상지의 기후는 우리나라의 일반적 기후특성인 해양성 기후의 영향을 받는 대륙성기후대로서 연평균 기온이 13.0℃, 최고기온은 37.5℃, 최저기온은 -16.3℃이다. 해발고 100m당 기온이 0.55℃ 감소하는 점을 고려할 때, 해발고 250m~760m에 위치하고 있는 내장산국립공원의 연평균기온은 9.1℃~

11.6℃의 범위를 나타내리라고 판단된다.

내장산국립공원지역은 북대식물계(北帶植物系)의 동아시아계역(東亞區系域) 중 한국구(韓國區)의 남단에 해당하며, 한국구의 8개 아구(亞區) 중 남부아구(南部亞區)에 속하고 우리나라 수평적 삼림대의 온대 중부림에 해당되는데, 이는 소나무, 참나무류, 서어나무류, 느릅나무류, 벗나무류, 단풍나무류, 물푸레나무류 등 적윤지성(適潤地性) 낙엽활엽수의 생육에 적합한 기후적 특성을 나타내고 있다(김정연, 1987).

내장산국립공원의 굴거리나무군락지에서 굴거리나무가 출현한 25개 조사구 중 군락상태가 양호한 19개 조사구에서 채취한 토양의 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다.

내장산국립공원 굴거리나무 생육지의 토양산도는 pH 5.1~6.5 범위로 전체 평균 토양산도는 pH 5.7이었다. 굴거리나무 생육지의 유기물 함량은 7.6~26.2%로 큰 차이를 보였고, 전체 평균 유기물 함량은 14.1%이었다. 대상지의 유기물함량은 우리나라 산림토양의 평균치(이수옥, 1981)인 2.8%보다 5배 정도 높게 나타났다. 토양의 보비력을 나타내는 양이온치환능은 전체 평균치가 12.6%(cmol/kg)로 우리나라 산림평균치보다 약간 높게 나타났다. 유기물함량이 높은 27, 28, 30 조사구는 내장사지구 급선계곡에 위치하고 있으며, 굴거리나무의 평균상대우점치(M.I.V.)는 각각 2.8%, 8.2%, 13.6%를 나타냈고, 토양의 보비력을 나타내는 양이온치환능은 낮게 나타났다. 양이온치환능이 큰 17, 18 조사구의

Table 2. Soil characteristics for nineteen plots in the Naejangsan National Park

Plot	pH	Organic C.E.C.*			Exchangeable cations			Texture	Plot	pH	Organic C.E.C.			Exchangeable cations			Texture
		matter (%)	cmol /kg	(cmol/kg)	K'	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				matter (%)	cmol /kg	(cmol/kg)	K'	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	
4	5.75	7.55	11.06	0.42	1.58	0.77	SIL	15	5.73	8.54	11.17	0.34	1.42	0.83	SIL		
5	5.88	8.49	11.57	0.35	1.31	0.96	"	16	5.95	7.81	13.65	0.41	5.46	1.32	"		
6	5.44	10.76	11.72	0.24	0.73	0.43	"	17	6.52	10.97	24.47	1.36	15.00	4.29	"		
8	5.92	9.62	12.90	0.44	2.65	1.65	"	18	5.79	14.59	22.36	0.51	9.78	2.39	"		
9	5.73	13.52	10.32	0.22	0.88	0.72	"	19	5.64	14.48	10.33	0.58	3.90	1.59	"		
10	5.76	20.48	15.06	0.49	2.21	1.37	"	25	5.13	11.66	10.73	0.24	0.83	0.35	"		
11	5.46	16.21	10.14	0.24	0.32	0.26	"	27	5.16	25.38	11.63	0.15	0.43	0.58	"		
12	5.72	21.17	13.60	0.37	1.69	0.69	"	28	5.84	26.17	13.87	0.30	5.09	1.52	"		
13	5.58	11.13	13.53	0.36	2.45	1.33	"	30	5.73	22.35	11.58	0.31	1.80	0.96	"		
14	5.58	6.65	11.06	0.34	1.31	0.84	"	Mean	5.70	14.10	12.60	0.40	3.10	1.20			

\*C.E.C. : Cation Exchange Capacity

굴거리나무 평균상대우점치는 각각 12.2%, 4.7%를 나타냈으나, 유기물함량은 낮게 나타났다. 반면 유기물함량과 양이온치환능이 비교적 낮은 조사구 9에서의 굴거리나무 평균상대우점치가 15.9%로 가장 높게 나타났다.

## 2. 굴거리나무 개체군 분포

### (1) 우리나라 굴거리나무 개체군 분포

Figure 2는 우리나라 굴거리나무 개체군 분포를 나타낸 것이다.

내장산국립공원 내장사지구의 전망대부근과 대삼부도(김종홍, 1988)의 굴거리나무 개체군의 상대우점치가 30% 이상으로 등급 5를 나타냈고, 백양사지구의 운문암일원의 굴거리나무 개체군의 평균상대우점치(M.I.V.)가 5~10%로 등급 4를 나타냈다. 한라산국립공원 영실, 돈내코지역(이경재 등, 1992)에

서 생육하고 있는 굴거리나무의 평균상대우점치(M.I.V.)는 1~5%로 등급 3을 나타내고 있고, 소흑산도, 대흑산도, 홍도, 금오도(오장근, 1995)에서는 Braun-Branquet의 우점도에 의해 등급 1로 나타났다. 그 외 지역인 울릉도, 거제도, 소거문도, 마라도, 완도, 생일도, 평일도, 보길도, 작일도, 우이도, 안면도, 진도 등에서는 등급으로 나타내기 힘들지만 굴거리나무가 극소수 출현하거나 단독으로 생육하고 있는 것으로 나타났다(이일구, 1979; 1981; 김종홍, 1988).

### (2) 내장산국립공원 굴거리나무 개체군 분포

한국자원식물총감(송주택 등, 1974)에 의하면 굴거리나무의 잎과 수피는 구충(驅蟲), 고미(苦味), 건위(健胃), 식욕(食慾), 조충구제 등의 약재로 이용한다고 하였다. 실제로 내장산국립공원 내에 거주하고 있는 지역 주민들에 의하면 굴거리나무를 만병초라하여 잎과 수피를 약재로 이용하였다고 한다. 그리고 백양사지역에서의 굴거리나무는 오래전부터 잔존, 생육한 것으로 판단된다.

내장산국립공원에 생육하고 있는 굴거리나무들은 백양사지구 운문암과 사자봉일원(Figure 3), 그리고 내장사지구 금선계곡, 원적계곡과 전망대 일원에 분포하고 있다(Figure 4). 백양사지구 사자봉일원과 운문암일원에 생육하고 있는 굴거리나무 개체군 분포의 크기는 약 0.6km<sup>2</sup>이고, 해발고 225~550m 사이의 동사면에 위치하고 있다. 내장사지구 금선계곡 북사면과 전망대 일원, 원적계곡일원 북사면에 생육하고 있는 굴거리나무 개체군의 크기는 약 1.8km<sup>2</sup>이고, 해발고 225~600m 사이에 분포하고 있다.

이중 내장사지구 전망대부근의 굴거리나무 집단은 천연기념물 제 91호로 지정되어 있고 면적(360,993 m<sup>2</sup>)과 개체의 크기가 우리나라에서 가장 크다. 전망대 부근의 굴거리나무 집단의 평균수고는 5~10m, 흉고직경은 10~15cm, 굴거리나무간 거리가 3m 내외로서 매우 생육밀도가 높았고, 금선계곡부근의 굴거리나무 집단은 비교적 생육밀도가 높은 편이며, 평균 수고는 5~10m, 수목간 거리는 3~5m이다. 그 외의 지역에서의 굴거리나무들은 평균수고 3~5m정도이고, 수목간 거리는 5m 이상이며 단독으로 생육하고 있는 상황이다.

백양사지구 사자봉 일원의 굴거리나무 집단의 평균수고는 3~5m이고 수목간 거리는 3~5m 내외로서 비교적 생육밀도가 높았고, 그 외의 지역에서는 평균수고 3m, 수간 거리는 5m 이상으로 생육밀도가 낮은 편이다.

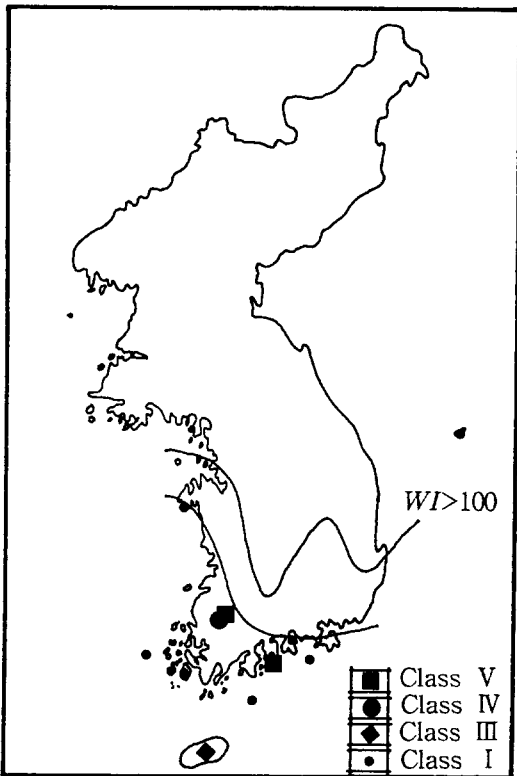


Figure 2. Distribution of the *Daphniphyllum macropodum* population in Korea

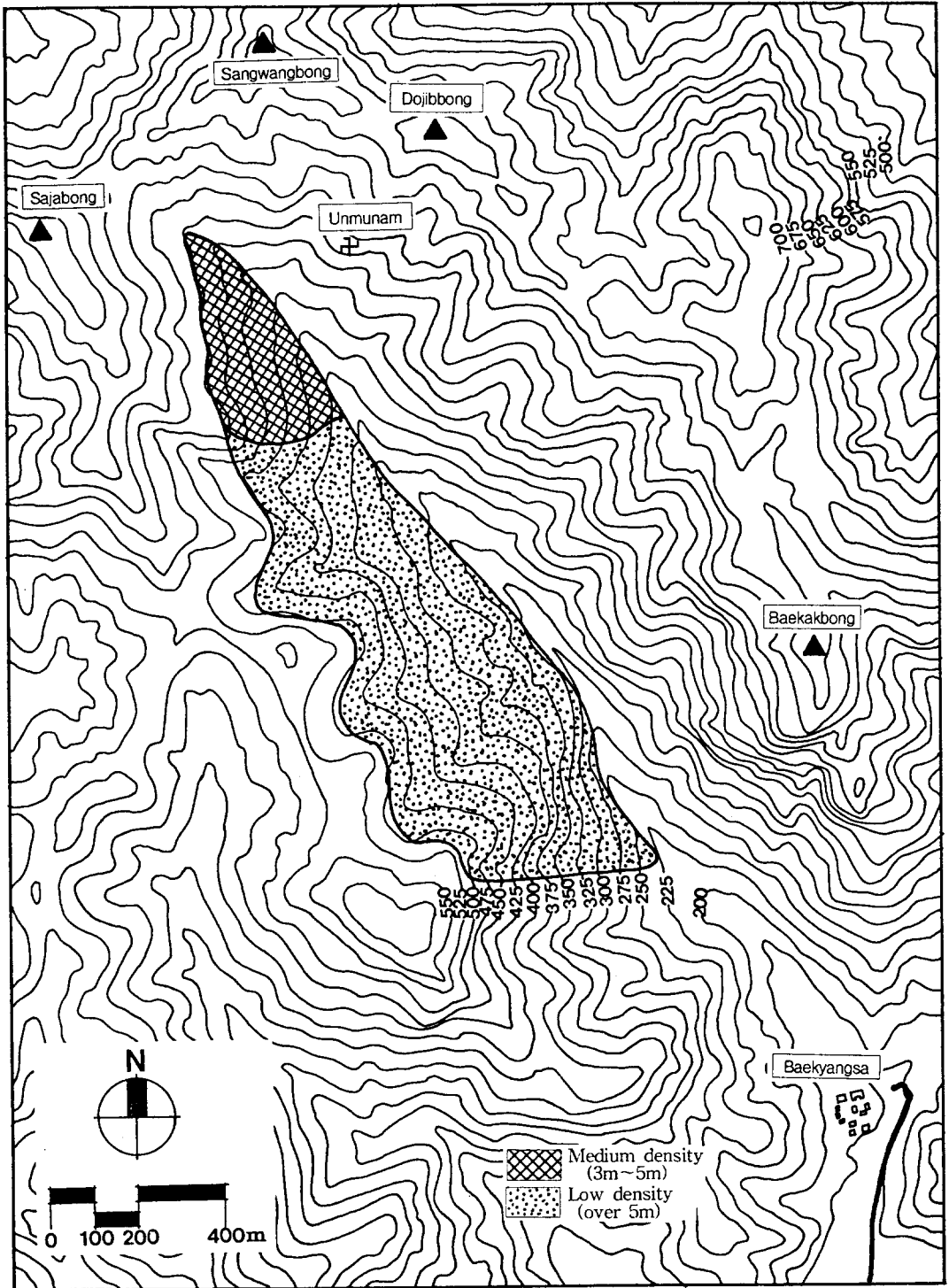


Figure 3. Distribution of the *Daphniphyllum macropodum* population classified by density at Baekyangsa(temple) district in the Naejangsan National Park

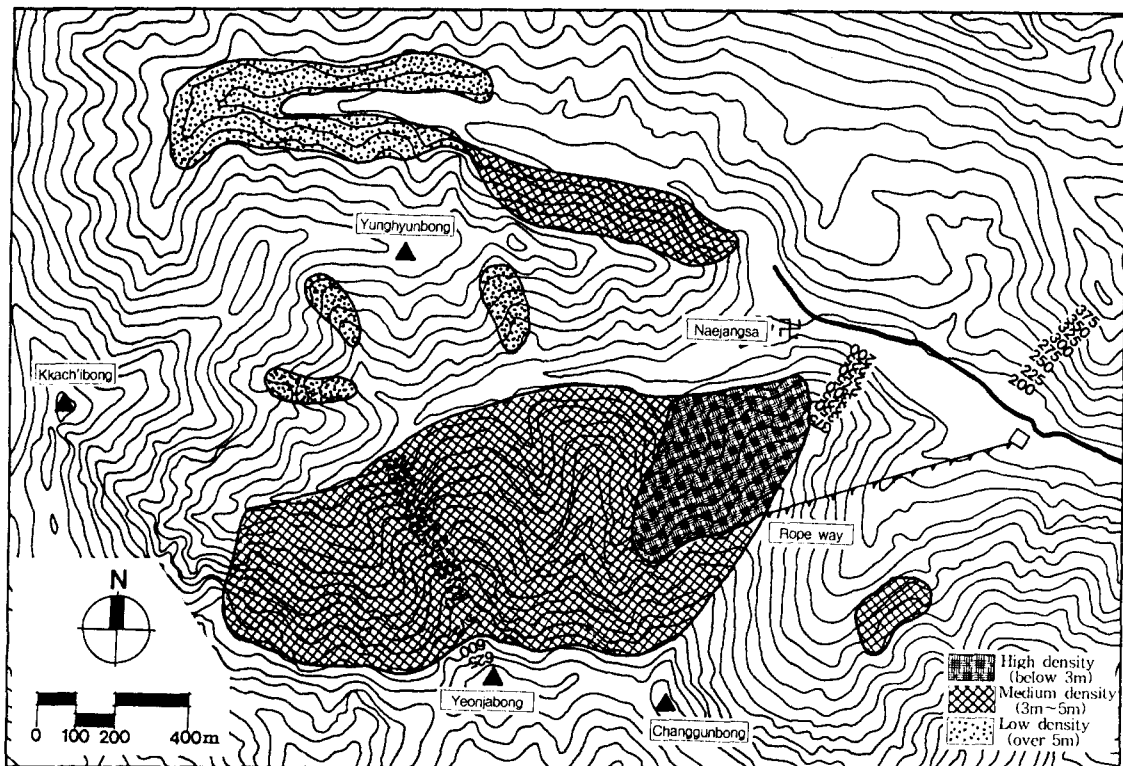


Figure 4. Distribution of the *Daphniphyllum macropodum* population classified by density at Naejangsa(temple) district in the Naejangsan National Park

### 3. 식물군집구조

#### (1) 조사구별 환경요인

TWINSPAN에 의해 구분된 9개 조사구군의 환경 특성을 Table 3에 나타내었다. 조사구들의 해발고는 225~600m의 범위에 있고, 경사는 12~47°이며, 교목층의 평균수고는 7~17m, 평균흉고직경은 12~30cm이며, 울폐도는 50~80%이었다.

조사구군 I은 4개 조사구를 포함하며, 해발고 225~570m, 경사도 15~32°인 북동사면에 위치하고 있다. 이중 3개의 조사구에서 굴거리나무가 출현하고 있다.

4개 조사구가 포함된 조사구군 II는 해발고 260~540m, 경사도 25~45°로서 경사가 매우 급한 곳에 위치하고 있으며, 조사구 모두에서 굴거리나무가 출현하고 있었다. 굴거리나무가 출현한 조사구 중 2개소는 금선계곡 북동사면, 1개소는 원적계곡의 북사면에 위치하고 있다.

조사구군 III은 3개의 조사구를 포함하며 조사구 모두에 굴거리나무가 출현하고 있다. 3개 조사구는 백양사지구의 백양계곡 동사면에 위치하고 있으며, 해발고 470~550m, 경사도 25~34°인 지역에 굴거리나무가 출현하고 있다.

조사구군 IV는 조사구 3개를 포함하고 있으며, 3개 조사구 모두에 굴거리나무가 출현하고 있었다. 3개 조사구 중 2개소는 내장사지구 전망대 일원의 북서사면에, 1개소는 금선계곡의 북동사면에 위치해 있다. 천연기념물 제 91호로 지정된 전망대 일원의 조사구들은 해발고 300~430m, 경사도 22~34°의 비교적 급한 경사지에 위치하고 있다.

조사구군 V에 포함된 3개 조사구에서 모두 굴거리나무가 출현하고 있으며, 이들 조사구는 금선계곡의 북동사면과 남동사면, 원적계곡의 북사면에 위치하고 있다. 이들 조사구가 위치한 지소 해발고는 265~390m로서 다른 지소와 비교하여 해발고가 비교적 낮았으나 경사도는 38~47°로 전체 조사구 중 가장

Table 3. General discription of the nine groups classified by TWINSPAN

Group	I				II				III			IV			V		
Plot no.	6	7	11	15	21	22	27	31	9	10	12	20	29	30	17	18	32
Altitude(m)	470	520	570	225	540	590	370	260	470	520	550	480	430	300	340	390	265
Aspect	ENE	E	ENE	E	NNE	NNE	NNE	N	E	ENE	ESE	NNE	NNW	NNW	ENE	ESE	NNE
Slope(°)	15	18	25	32	45	30	25	35	34	25	26	28	22	34	45	47	38
Height of tree layer(m)	9	12	9	12	7	10	14	12	13	13	13	13	12	12	17	14	13
Mean DBH of canopy layer(cm)	15	25	15	25	15	20	30	25	25	25	20	23	30	20	30	30	25
Cover of canopy layer(%)	60	60	80	50	70	70	70	50	75	60	60	60	70	60	80	60	60
Height of understory layer(m)	5	7	5	6	8	7	6	7	6	5	7	6	7	6	6	6	7
Cover of understory layer(%)	40	25	40	30	30	30	30	70	20	20	40	40	40	20	30	40	80
Height of shrub layer(m)	0.4	0.6	1.5	1.4	1.3	1.3	0.5	1.5	0.8	0.5	1.5	0.7	0.9	1.2	0.8	0.8	1.5
Cover of shrub layer(%)	10	10	15	20	20	15	5	80	20	10	10	20	20	20	30	30	80
Number of species	27	17	21	31	19	20	22	20	24	22	20	14	13	16	21	20	23

Table 3. (Continued)

Group	VI				VII				VIII			IX				
Plot no.	13	16	19	2	4	5	8	14	28	1	3	33	23	24	25	26
Altitude(m)	560	270	425	320	370	420	420	480	320	280	370	240	600	550	470	420
Aspect	E	ESE	E	ENE	ENE	ENE	ENE	SW	NNW	E	SSW	SSW	NNE	NNW	NNW	NNW
Slope(°)	23	25	40	33	20	30	27	22	34	33	25	12	30	42	40	32
Height of canopy layer(m)	13	17	12	15	17	17	13	17	12	15	16	15	13	13	12	15
Mean DBH of canopy layer(cm)	20	25	23	20	25	23	15	17	30	30	17	40	28	22	30	30
Cover of canopy layer(%)	60	60	70	70	75	65	60	70	80	70	70	80	60	70	70	60
Height of understory layer(m)	7	6	6	6	5	6	6	7	7	6	6	7	5	7	7	6
Cover of understory layer(%)	40	30	20	15	20	30	30	30	30	30	20	80	15	20	40	30
Height of shrub layer(m)	1.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	0.4	1.0	0.3	1.5	1.3	1.5	0.7	0.7	0.9	0.7
Cover of shrub layer(%)	10	30	20	5	5	10	10	5	10	10	10	80	15	10	20	20
Number of species	26	24	17	24	25	28	24	23	19	24	18	20	14	11	13	13

급한 사면에 위치하고 있었다.

조사구군 VI는 3개 조사구를 포함하며 굴거리나무가 출현한 조사구중 1개소는 백양사지구 운문암일원, 2개소는 내장사지구 금선계곡 일원의 동사면에 위치하고 있었다. 해발고는 270~560m였고, 경사도는 23~40°였다.

6개의 조사구가 포함된 조사구군 VII은 5개의 조사구에서 굴거리나무가 출현하고 있었다. 5개 조사구중 4개소는 백양사지구 백양계곡 북동사면과 내장사지구 금선계곡 북서사면에 위치하고 있으며, 해발고는 320~480m, 경사도는 20~34°였다.

조사구군 VIII은 3개의 조사구를 포함하며 내장사지구 원적계곡 1개 조사구에서만 굴거리나무가 출현하였다. 해발고 240m, 경사도 12°인 남서사면으로 전

체 조사구 중 경사도가 가장 낮은 곳이다.

4개의 조사구를 포함하는 조사구군 IX는 해발고 470m, 경사도 40°인 매우 급경사 지역인 북서사면에 위치하고 있으며, 내장사지구 금선계곡 1개 조사구에서만 굴거리나무가 출현하였다.

## (2) 조사구군 분류

TWINSpan에 의한 33개 조사구를 분류한 결과는 Figure 5와 같다. 제 1 Division에서는 느티나무의 유무에 의해 2개 그룹으로 분리되었고, 제 2 Division에서 느티나무가 출현하지 않는 Group은 개울나무가 지표수종이 되어 나누어졌으며, 제 3 Division에서는 층층나무에 의해 나누어졌고, 제 4 Division은 고로쇠나무와 노린재나무에 의해 분류



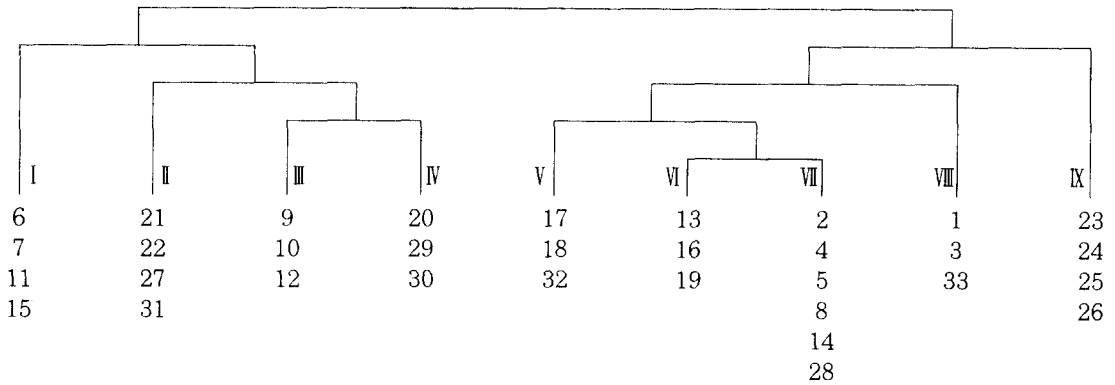


Figure 5. The dendrogram of nine groups classified by TWINSpan excuted on thirty-three plots surveyed in the Naejangsan National Park

되었다.

제 2 Division에서 느티나무가 출현하는 그룹은 졸참나무가 출현하는 그룹과 출현하지 않는 그룹으로 분류되었으며, 제 3 Division에서 비자나무가 지표 수종이 되어 나누어 졌으며, 제 4 Division에서는 덜꿩나무에 의해 나누어졌고, 제 5 Division은 나도밤나무에 의해 분류되어 총 9개 그룹으로 분류되었다.

**(3) 식물군집구조**

TWINSpan에 의해 분리된 9개의 조사구군에 대하여 수관층위별 상대우점치(I.V.)와 평균상대우점치(M.I.V.)를 분석한 결과(임윤희, 1999), 조사구군 I의 굴거리나무 평균상대우점치는 2% 이하로 9개 조사구군 중 가장 낮게 나타났으며, 졸참나무의 평균상대우점치가 18.5%로 가장 높았고, 신갈나무(8.6%), 당단풍(6.5%) 순으로 높았다. 교목층에서의 상대우점치는 졸참나무가 31.9%로 가장 높았고, 신갈나무(15.5%), 소나무(11.3%) 순으로 나타났으며, 아교목층에서의 상대우점치는 대팻집나무(11.7%), 당단풍(9.6%), 때죽나무(9.1%) 순으로 나타났고, 관목층에서의 상대우점치는 덜꿩나무(14.8%), 비목나무(7.2%), 쇠물푸레(6.7%) 순으로 나타났다. 따라서 조사구군 I은 졸참나무의 상대우점치가 비교적 높게 나타나 소나무에서 졸참나무 등 참나무류로 천이가 진행되는 상태라고 판단된다.

조사구군 II는 굴거리나무가 서어나무, 졸참나무, 층층나무와 함께 혼효하고 있는 조사구군으로 4개의 조사구가 포함되며, 4개 조사구 모두에서 굴거리나무가 출현하고 있다. 교목층의 상대우점치는 서어나무(26.4%), 졸참나무(15.4%), 들메나무(8.6%) 순으로 나타났으며, 아교목층에서는 사람주나무의 상대

우점치가 14.6%로 가장 높았고, 철쭉꽃(12.5%), 굴거리나무(8.4%), 쇠물푸레(7.1%) 순이었다. 조사구군 II는 졸참나무에서 서어나무로 천이가 진행되고 있었으며, 아교목층에서는 사람주나무와 굴거리나무가 경쟁관계에 있고, 관목층에서는 굴거리나무가 우점하고 있어 점차 아교목층에서의 굴거리나무의 상대우점치가 증가하리라 예상된다.

조사구군 III은 졸참나무의 평균상대우점치가 29.6%로 우세하고 있으며 서어나무(10.1%), 개서어나무(8.5%), 굴참나무(8.5%)가 출현하고 있었으며, 아교목층과 관목층에서는 굴거리나무의 상대우점치가 각각 10.3%, 28.9%로, 교목성 수종인 졸참나무, 서어나무, 굴참나무의 상대우점치보다 높게 나타나 점차 굴거리나무가 그 세력을 확장하리라 예상된다.

조사구군 IV는 굴거리나무 분포밀도가 등급 1(1~3m)로 가장 높은 지역이다. 그리고 굴거리나무의 평균상대우점치(M.I.V.)가 16.7%로 우세하고 있었고, 개서어나무(13.6%), 졸참나무(12.9%) 순으로 나타났다. 교목층에서는 졸참나무, 개서어나무, 대팻집나무 등 8개 수종이 출현하였는데 졸참나무 상대우점치가 25.7%로 우점하고 있었으며, 아교목층과 관목층에서는 굴거리나무 상대우점치가 각각 29.3%, 41.7%로서 우점하고 있었다. 따라서 교목층에서 졸참나무와 개서어나무가 당분간 서로 경쟁하면서 세력을 유지하겠으나, 관목층에서 우점하고 있는 굴거리나무가 점차 그 세력을 확장해나갈 것으로 예상된다.

조사구군 V는 3개 조사구가 포함되는 혼효림조사구군으로 개서어나무가 우점종을 이루고 있는 가운데 느티나무, 서어나무, 들메나무 등이 출현하고 있다.

Table 4. Species diversity of the nine groups classified by TWINSpan

Group	Area(m <sup>2</sup> )	H' (shannon)	J' (evenness)	D(dominance)	H' max	No. of species
I	1,200	1.2931	0.8018	0.1982	1.6128	41
II	1,200	1.1857	0.7401	0.2599	1.6021	40
III	900	1.0760	0.7284	0.2716	1.4771	30
IV	900	0.8278	0.6167	0.3833	1.3424	22
V	900	1.1307	0.7107	0.2893	1.5911	39
VI	900	1.1860	0.7563	0.2437	1.5682	37
VII	1,800	1.2746	0.7502	0.2498	1.6990	50
VIII	900	1.2728	0.8243	0.1757	1.5441	35
IX	1,200	1.1366	0.7941	0.2059	1.4314	27

\*Shannon's diversity index uses logarithms to base 10

아교목층과 관목층에서 굴거리나무의 상대우점치가 각각 21.3%, 16.9%로 우점하고 있어 점차 그 세력을 확장하리라 예상된다.

조사구군 VI에서는 개서어나무가 우점종이며, 졸참나무, 느티나무, 총총나무가 출현하고 있었다. 수관층위별 분포상태를 보면 교목층과 아교목층에서 개서어나무 상대우점치가 42.2%로 우점하고 있으나 관목층에서는 출현하지 않고 있어서 개서어나무의 도태가 예상된다. 아교목층에서는 사람주나무, 굴거리나무, 졸참나무가 서로 경쟁하고 있으나, 관목층에서는 굴거리나무의 세력이 크게 증가하고 있었다.

조사구군 VIII은 6개의 조사구가 포함되는 졸참나무-개서어나무 조사구군으로 5개의 조사구에서 굴거리나무가 출현하고 있었다. 교목층에서의 상대우점치는 졸참나무(26.0%), 개서어나무(18.8%), 굴피나무(10.3%) 순으로 출현하고 있었고, 아교목층에서의 상대우점치는 개서어나무(9.0%), 때죽나무(8.1%), 단풍나무(5.9%) 순으로 나타났다. 관목층에서의 상대우점치는 굴거리나무(14.8%), 덜꿩나무(11.4%), 개비자나무(8.9%) 순으로 나타났다. 관목층에서 서어나무, 졸참나무 상대우점치가 낮게 나타났으며, 개서어나무, 굴피나무, 굴참나무는 출현하지 않아 아교목성 수종인 굴거리나무가 그 세력을 확장해나갈 것으로 예상된다.

조사구군 VIII의 교목층에서 상대우점치는 비목나무가 12.0%로 가장 높았고, 단풍나무(10.0%), 느티나무(9.7%) 순으로 나타났다. 아교목층에서의 상대우점치는 때죽나무가 22.1%로 가장 높았으며, 관목층에서의 상대우점치는 개비자나무(10.3%), 작살나무(9.6%), 굴거리나무(9.6%) 순으로 나타났다.

조사구군 IX는 평균상대우점치가 13.7%인 비목나무가 우세하고 있었다. 교목층에서의 상대우점치는

서어나무가 21.4%로 가장 높았고, 들메나무(17.2%), 총총나무(15.7%) 순으로 높게 나타났다. 아교목층에서의 상대우점치는 사람주나무(20.4%), 비목나무(17.5%), 함박꽃나무(8.1%) 순으로 나타났다. 관목층에서의 상대우점치는 산수국이 16.3%로 가장 높았고, 박쥐나무(12.2%), 생강나무(9.4%) 순으로 나타났다.

#### (4) 종다양성지수

9개 조사구군별 종다양도지수는 Table 4와 같다. 조사구군 I은 Shannon지수에서 1.2931로 종다양성이 제일 높았는데, 조사구군 VIII은 혼효림으로서 여러 수종이 경쟁상태가 되어 일반종의 부하량이 높았다. 조사구군 I에서는 졸참나무에 우점치가 집중되어 조사구군 VIII에서 우점종이던 수종이 본 조사구군에서는 일반종보다는 희귀종에 속할 정도로 종의 분화가 이루어져 종다양도지수가 높았던 것으로 판단된다.

반면 천연기념물로 지정된 관리되고 있는 지역의 2개 조사구가 포함된 조사구군 IV에서 종다양도지수, 균재도, 최대종다양도가 가장 낮게 나타났고, 우점도는 0.3833으로 가장 높게 나타났다. 이것은 굴거리나무와 개서어나무의 세력이 매우 집중되어 종의 분화가 활발하게 진행되지 못하였음을 보여준다. 전체 33개 조사구에 출현하는 총 수종은 85종이었다.

#### (5) 유사도지수

9개 조사구간 유사도지수를 나타낸 것이 Table 5이다. 내장사지구 금선계곡과 백양사지구 사자봉일원의 조사구가 포함된 조사구군 VI와 백양사지구 사자봉일원의 조사구만 포함된 조사구군 VII간의 유사도지수가 63.61%로 가장 높았고, 백양사지구 조사구 3

Table 5. The similarity indices between the groups in the Naejangsan National Park

Group	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
II	50.59								
III	58.22	54.32							
IV	45.12	53.33	51.82						
V	30.65	48.54	49.47	51.20					
VI	40.19	54.62	52.18	54.13	57.59				
VII	46.08	46.56	53.63	52.25	49.08	63.61			
VIII	20.36	35.42	25.39	33.70	34.33	39.68	45.11		
IX	17.79	49.52	26.31	26.95	34.90	41.51	30.58	38.96	

개, 내장사지구 조사구 1개가 포함된 조사구군 I과 내장사지구 금선계곡 조사구 4개가 포함된 조사구군 IX는 17.79%로 가장 낮게 나타났다.

조사구군 VI와 VIII은 교목층에서 개서어나무가 우점을 이루고 있고 관목층에서는 굴거리나무가 우세하는 등 비슷한 종구성을 이루고 있다. 그러나 조사구군 I과 IX는 각기 우점종이 다르며 종구성에 있어서도 상이하게 나타나고 있으며, 관목층에서의 굴거리나무의 평균상대우점치(M.I.V.)값도 2% 이하로 낮게 나타나고 있다.

천연기념물로 지정된 관리되고 있는 지역이 포함된 조사구군 IV와 포함되지 않은 조사구군 V, VI, VIII은 50% 이상의 유사도를 보였으나, 조사구군 VIII, IX와는 30% 정도의 낮은 유사도를 보였다. 백양사지구의 조사구만 포함된 조사구군 III과 내장사지구의 조사구만 포함된 조사구군 II, IV는 50% 이상의 유사도를 보였으나, V, IX와는 50% 미만의 낮은 유사도를 보였다.

**(6) 주요 수종들의 흉고직경급 분포**

Classification 분석에 의한 9개 식물군집에서 교목층 및 아교목층에서의 평균상대우점치가 10% 이상인 19종을 대상으로 단위면적당(900~5,400m<sup>2</sup>) 흉고직경급, 개체수변동을 나타낸 것이 Table 6이다. 흉고직경분포는 수령 및 삼림식생 구조의 간접적인 표현이며, 식생천이의 양상을 추론할 수 있다(이경재 등, 1988; 오구균과 최송현, 1993; 오구균과 조우, 1994).

조사구군 II는 DBH 7cm 이하에서 굴거리나무가 가장 많이 출현하고 있어 아교목층에서의 세력을 계속 유지할 것으로 판단된다. DBH 7cm 이상에서는 서어나무의 출현이 가장 많았다.

조사구군 III은 DBH 7cm 이상에서 졸참나무가 우점하고 있으나, DBH 7cm 이하에서는 굴거리나무

가 우점하고 있어 조사구군 II와 같이 아교목층에서의 세력을 계속 유지할 것으로 판단된다.

조사구군 IV는 교목층에서는 졸참나무, 개서어나무와 종간경쟁을 하고 있어 개서어나무로 천이가 예상되고, 아교목층에서 굴거리나무의 출현이 가장 많았으며, 사람주나무, 생강나무 순으로 나타나 굴거리나무의 세력이 조사구군 II, III와 같이 세력을 계속 유지할 것으로 판단된다.

조사구군 V는 교목층에서는 개서어나무, 서어나무가 경쟁을 하면서 우점하고 있으며, 아교목층에서는 굴거리나무가 DBH 7cm 이상, DBH 17cm 이하에서 우점하고 있다.

조사구군 VI은 교목층에서는 개서어나무가 우점하고 있으나, 아교목층 DBH 7cm 이상 DBH 17cm 이하에서는 사람주나무와 굴거리나무가 경쟁관계에 있다. DBH 2cm 이하에서는 굴거리나무의 출현빈도수가 압도적으로 많아 굴거리나무로 세력이 유지될 것으로 판단된다.

조사구군 VII은 DBH 7cm 이상에서 개서어나무가 우점하고 있고, 아교목층 DBH 2cm 이상, DBH 17cm 이하에서는 사람주나무, 나도밤나무가 우점하고 있는 가운데 굴거리나무, 비목나무, 개서어나무, 서어나무, 생강나무, 당단풍, 합다리나무, 때죽나무와 함께 자라고 있다. 그러나 아교목층 및 관목층에서 굴거리나무, 비목나무, 생강나무의 출현 빈도수가 높아 세력을 확장하리라 판단된다.

조사구군 VIII은 DBH 7cm 이상, DBH 7cm 이하에서 비목나무로의 식생천이가 진행될 것으로 판단되나 아교목층 DBH 7cm 이하에서는 사람주나무가 우점한 가운데 굴거리나무와 종간경쟁 관계에 있다.

조사구군 IX는 교목층에서는 비목나무, 층층나무, 느티나무, 서어나무가 함께 자라고 있었다. 아교목층에서는 생강나무가 우점하고 있는 가운데 굴거리나무가 출현하고 있었다. 그리고 아교목층에서는 식생천

Table 6. The DBH distribution of major woody plant species in the Naejangan National Park

Group\Species	SH	D1	D2	D3	D4	D5	Group\Species	SH	D1	D2	D3	D4	D5
<b>Group I</b>							<b>Group II</b>						
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	2	3	2	-	<i>Corylus heterophylla</i>	18	5	3	-	-	-
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	126	28	-	-	-	-	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	3	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	6	13	3	-	-	1	<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	8	1	-	-	-
<i>Carpinus tschonoskii</i>	24	6	-	-	-	-	<i>Carpinus laxiflora</i>	6	14	14	2	1	-
<i>Castanea crenata</i>	-	-	2	1	1	-	<i>Castanea crenata</i>	6	1	-	1	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	-	6	6	3	2	-	<i>Quercus mongolica</i>	-	-	2	1	-	-
<i>Quercus mongolica</i>	12	15	18	11	1	-	<i>Quercus serrata</i>	24	-	6	3	1	-
<i>Quercus serrata</i>	84	-	-	-	-	-	<i>Linder obtusiloba</i>	60	5	1	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	198	-	-	-	-	-	<i>Lindera erythrocarpa</i>	48	1	1	-	-	-
<i>Lindera erythrocarpa</i>	54	3	-	-	-	-	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	246	8	1	-	-	-
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	18	3	-	-	-	-	<i>Sapium japonicum</i>	84	10	6	2	-	-
<i>Sapium japonicum</i>	6	2	2	-	-	1	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	12	5	3	-	-	-
<i>Ilex macropoda</i>	54	31	1	1	-	-	<i>Cornus controversa</i>	-	1	5	-	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	3	-	-	-	-	<i>Styrax japonica</i>	-	2	3	-	-	-
<i>Styrax japonica</i>	6	30	2	-	-	-	<i>Pyrus pyrifolia</i>	-	-	2	1	1	-
<b>Group III</b>							<b>Group IV</b>						
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	6	4	-	-	-	-	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	12	5	1	-	-	-
<i>Carpinus tschonoskii</i>	6	8	4	1	-	-	<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	2	1	2	1	1
<i>Carpinus laxiflora</i>	6	-	5	3	-	-	<i>Quercus serrata</i>	-	-	2	1	3	-
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	1	1	-	-	<i>Linder obtusiloba</i>	36	5	-	-	-	-
<i>Quercus serrata</i>	6	1	10	14	1	1	<i>Lindera erythrocarpa</i>	6	1	1	-	-	-
<i>Linder obtusiloba</i>	36	-	-	-	-	-	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	252	46	5	-	-	-
<i>Lindera erythrocarpa</i>	96	2	2	-	-	-	<i>Sapium japonicum</i>	108	24	1	-	-	-
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	300	26	-	-	-	-	<i>Ilex macropoda</i>	-	-	-	4	-	-
<i>Sapium japonicum</i>	72	12	1	-	-	-	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	18	7	1	-	-	-
<i>Ilex macropoda</i>	-	1	2	-	-	-	<i>Styrax japonica</i>	-	-	3	-	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	18	9	-	-	-	-							
<i>Meliosma oldhamii</i>	6	2	1	-	-	-							
<i>Styrax japonica</i>	-	6	-	-	-	-							
<b>Group V</b>							<b>Group VI</b>						
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	3	7	6	-	1	<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	14	13	6	4	3
<i>Carpinus laxiflora</i>	-	2	3	3	-	-	<i>Carpinus laxiflora</i>	24	-	4	1	-	-
<i>Quercus serrata</i>	18	-	-	1	-	-	<i>Castanea crenata</i>	18	-	1	-	-	-
<i>Celtis sinensis</i>	18	-	-	7	1	-	<i>Quercus serrata</i>	12	4	4	2	-	-
<i>Linder obtusiloba</i>	36	4	-	-	-	-	<i>Zelkoba serrata</i>	-	-	-	1	2	-
<i>Lindera erythrocarpa</i>	6	-	2	-	-	-	<i>Linder obtusiloba</i>	30	-	-	-	-	-
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	192	31	5	-	-	-	<i>Lindera erythrocarpa</i>	180	3	2	-	-	-
<i>Sapium japonicum</i>	276	9	-	-	-	-	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	162	27	1	-	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	6	2	1	-	-	-	<i>Sapium japonicum</i>	60	29	4	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	6	-	-	-	-	-	<i>Ilex macropoda</i>	-	1	1	-	-	-
<i>Styrax japonica</i>	-	4	1	1	-	-	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	18	5	-	-	-	-
							<i>Meliosma oldhamii</i>	-	1	1	-	-	-
							<i>Cornus controversa</i>	-	-	4	-	1	-
							<i>Styrax japonica</i>	-	3	-	-	-	-

\*SH: DBH &lt; 2, D1: 2≤DBH &lt; 12, D2: 12≤DBH &lt; 22, D3: 22≤DBH &lt; 32, D4: 32≤DBH &lt; 42, D5: 42≤DBH

Table 6. (Continued)

Group\Species	SH	D1	D2	D3	D4	D5	Group\Species	SH	D1	D2	D3	D4	D5
<b>Group VII</b>							<b>Group VIII</b>						
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	18	2	-	-	-	-	<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	1	-	1	1	-
<i>Platycarya strobilacea</i>	-	1	7	2	2	-	<i>Quercus serrata</i>	-	1	2	2	-	-
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	17	11	6	1	2	<i>Zelkoba serrata</i>	24	2	-	1	1	1
<i>Carpinus laxiflora</i>	12	7	3	3	-	-	<i>Lindera obtusiloba</i>	12	-	-	-	-	-
<i>Quercus serrata</i>	18	3	14	12	6	-	<i>Lindera erythrocarpa</i>	54	5	3	4	2	-
<i>Zelkoba serrata</i>	-	7	2	-	-	-	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	24	3	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	108	2	-	-	-	-	<i>Sapium japonicum</i>	66	12	-	-	-	-
<i>Lindera erythrocarpa</i>	222	11	5	-	-	-	<i>Cornus controversa</i>	6	-	5	-	-	1
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	180	7	-	-	-	-	<i>Styrax japonica</i>	-	8	4	-	-	-
<i>Sapium japonicum</i>	54	17	-	-	-	-							
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	7	-	-	-	-							
<i>Meliosma oldhamii</i>	-	7	9	2	-	-							
<i>Cornus controversa</i>	-	1	3	2	-	-							
<i>Styrax japonica</i>	42	13	2	-	-	-							
<b>Group IX</b>													
<i>Carpinus laxiflora</i>	-	1	-	-	3	1							
<i>Zelkoba serrata</i>	-	-	2	-	1	-							
<i>Lindera obtusiloba</i>	54	6	-	-	-	-							
<i>Lindera erythrocarpa</i>	12	2	5	4	-	-							
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	12	-	-	-	-	-							
<i>Sapium japonicum</i>	6	10	6	-	-	-							
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	2	-	-	-	-							
<i>Meliosma oldhamii</i>	18	-	-	-	-	-							
<i>Cornus controversa</i>	-	4	2	1	-	1							
<i>Platycarya strobilacea</i>	30	2	2	2	1	-							

\*SH: DBH < 2, D1: 2 ≤ DBH < 12, D2: 12 ≤ DBH < 22, D3: 22 ≤ DBH < 32, D4: 32 ≤ DBH < 42, D5: 42 ≤ DBH

이가 현재와 같은 식생구조로 계속 보전, 유지된다면 아교목층에서 우점하고 있는 굴거리나무에 의해 굴거리나무가 우점종인 조사구군으로 변화될 것으로 예측된다.

교목층에서의 삼림식생천이는 두 방향으로 예측되는데 소나무 → 참나무류 → 서어나무 그리고 소나무 → 참나무류 → 비목나무, 느티나무로의 진행이 예측된다.

(7) 수종의 Classification 분석

전 조사구에서 출현한 수종 중 각 층위별 상대우점치 (I.V.)가 10% 이상되는 28종에 대한 TWINSpan 분석 내용을 도식화 한 것이 Figure 6이다.

classification 분석 결과 교목층에서는 느티나무-단풍나무-합다리나무군, 비목나무군, 개서어나무-층층나무-고로쇠나무군, 서어나무-들메나무-밤나무군,

줄참나무-떡갈나무군, 굴참나무-산벚나무군, 대팻집나무-다릅나무군, 소나무-신갈나무군으로 분리되었고, 아교목 및 관목층에서는 굴거리나무-윤노리나무-덜꿩나무군, 산뽕나무-비자나무-자귀나무-산초나무-고추나무군, 함박꽃나무-박쥐나무-산수국군, 사람주나무-매죽나무-취뽕나무군, 생강나무-쪽동백-병꽃나무군, 참회나무군, 침빛살나무군, 노린재나무-개울나무-당단풍-진달래-청미래덩굴군, 산딸나무군, 쇠물푸레-국수나무군, 철쭉나무군으로 분리되었다.

(8) 종간상관관계

Table 7은 상대우점치에 의한 주요 수종의 상관관계를 분석한 것이다.

굴거리나무는 전석지대에서 생육하는 대팻집나무와 고도의 정의 상관관계를 보이고 있고, 산딸나무와 작살나무와는 정의 상관관계를 보이고 있어 서로 유

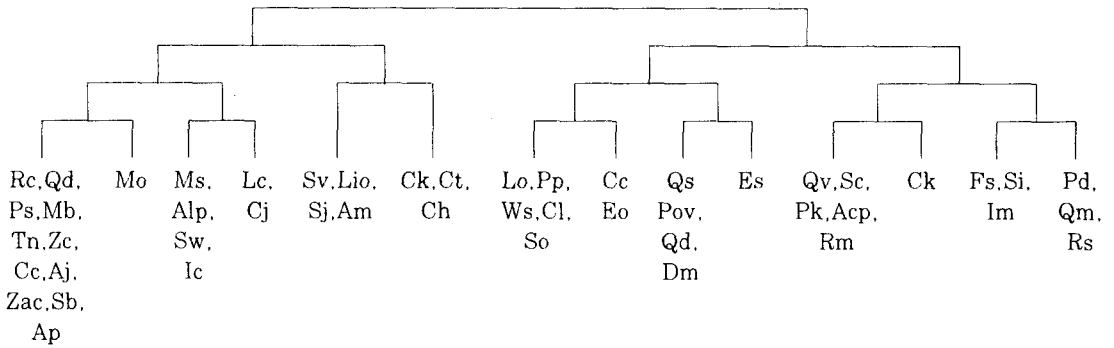


Figure 6. Dendrogram of TWINSpan classification of forty-nine woody species in Naejangsan National Park(Acp: *Acer pseudo-sieboldianum*, Aj: *Albizia julibrissim*, Alp: *Alangium platanifolium* var. *macrophyllu*, Am: *Acer mono*, Ap: *Acer palmatum*, Cc: *Castanea crenata*, Cc: *Cornus controversa*, Ch: *Celtis choseniana*, Ch: *Corylus heterophylla*, Cj: *Callicarpa japonica*, Ck: *Cephalotaxus*, Ck: *Cornus kousa*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Ct: *Carpinus tschonoskii*, Dm: *Daphniphyllum macropodum*, Eo: *Euonymus oxyphyllus*, Es: *Euonymus sieboldiana*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Hs: *Hydrangea serrata* for. *acuminata*, Im: *Ilex macropoda*, Le: *Lindera erythrocarpa*, Lio: *Ligustrum obtusifolium*, Lo: *Linder obtusiloba*, Ma: *Maackia amurensis*, Mb: *Morus bombysis*, Mm: *Meliosma myriantha*, Mo: *Meliosma oldhamii* Ms: *Magnoria sieboldii*, Pd: *Pinus densiflora*, Pk: *Prunus kousa*, Pov: *Pourthiaea villosa*, Pp: *Pyrus pyrifolia*, Ps: *Platycarya strobilacea*, Pv: *Photinia villosa* var. *brunnea*, Qd: *Quercus denttata*, Qm: *Quercus mongolica*, Qs: *Quercus serrata*, Qv: *Quercus variabilis*, Rc: *Rubus corchorifolius*, Rm: *Rhododendron mucronulatum*, Rs: *Rhododendron schlippenbachii*, Rt: *Rhus trichocarpa*, Sb: *Staphylea bumalda*, Sc: *Symplocos chinensis* var. *pilosa*, Si: *Stephanandra incisa*, Sj: *Sapium japonicum* Smc: *Smilax china*, So: *Styrax obassia*, Sv: *Styrax japonica*, Sw: *Sambucus williamsii*, *Torreya nucifera*, Ve: *Viburnum erosum*, Ws: *Weigela subsessilis*, Zc: *Zelkoba serrata*, Zs: *Zanthoxylam schinifolium*)

사한 생태적 지위(Niche)에 생육하고 있다고 판단된다. 그러나 굴거리나무는 신갈나무, 비목나무와는 부의 상관관계를 보이고 있어 서로 이질적인 생태적 지위에 속하고 있어 경쟁관계 수종으로 추정된다. 굴거리나무와 대팻집나무는 아교목층과 관목층에서 경쟁관계에 있으나 관목층에서 굴거리나무의 상대우점치가 높아 굴거리나무가 우점종으로서 세력을 유지할 것으로 판단된다. 천연기념물로 지정된 지역에서는 교목층에서 졸참나무가 우점하고 있으나 아교목층과 관목층에서 굴거리나무의 상대우점치가 높아 굴거리나무가 우점종으로 세력을 유지할 것으로 판단된다.

(9) 토양환경과 주요 수종간 상관관계

평균상대우점치가 10% 이상인 주요 수종과 환경인자와의 상관관계를 분석한 뒤, 통계적 유의성의 빈도가 높은 수종들을 정리한 것이 Table 8이다. 굴거리나무는 전석지대나 세석지대에서 출현하는 수종으

로서 pH, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>와 정의 상관관계를 나타내었고, 환경인자 중 경사도와 유의적 상관관계를 나타내었다. 그러나 해발고, 방위, 사면과는 유의한 상관관계를 나타내지 않았다. 생강나무도 굴거리나무와 비목나무처럼 비슷한 토양환경인자에 정의 상관관계를 보였고, 입지환경인자에서도 경사도와 유의적 상관관계를 보였다. 개서어나무는 K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> 및 경사도와 정의 상관관계를 나타내었다. 비옥한 토양에서 출현하는 비목나무는 pH, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>와 정의 상관관계를 나타내었다.

종합고찰

한라산국립공원 물참나무군락과 내장산국립공원 서어나무 등 낙엽활엽수림에서 굴거리나무 개체군 밀도가 높은 것은 기후적 요인, 내음성, 다른 종과의

Table 7. Correlation analysis between the major woody species in the Naejangsan National Park

	Ck	Pd	Ch	Fs	Dp	Pv	Ct	Cl	Cc	Qv	Qm	Qs	Zs	Le	Hea	Pk	Dm	Sj	Im	Eo	Am	Ap	Aps	Apm	Ck	Cc	Rs	So	Sv	Pp	Cj	Ve			
Pd	.																																		
Ch	.	.																																	
Fs	.	++	.																																
Dp	.	.	.	.	.																														
Pv	.	.	.	.	.	.																													
Ct	+	.	+	.	.	.	.																												
Cl	.	.	.	.	.	++	.	.																											
Cc	.	.	.	.	++	.	.	++																											
Qv	++	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Qm	++	.	++	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Qs	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Zs	.	.	.	-	++	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Le	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	--	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Hea	.	.	.	++	.	.	+++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Pk	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Dm	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	-	.	-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Sj	--	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	+	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Im	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Eo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Am	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+++	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ap	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aps	.	.	++	.	.	.	.	.	.	++	+	.	-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Apm	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	++	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ck	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.
Rs	.	.	++	.	.	.	+	+	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
So	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sv	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	++	.	++	.	.	.	.	.	.	.
Cj	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++
Ve	+	.	++	.	.	.	.	.	.	.	++	-	--	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	--	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

\*+, -: p < 0.05, ++, --: p < 0.01

\*\*Am: *Acer mono*, Ap: *Acer palmatum*, Apm: *Alangium platanifolium* var. *macrophyllum*, Aps: *Acer pseudo-sieboldianum*, Cc: *Castanea crenata*, Cc: *Cornus controversa*, Ch: *Corylus heterophylla*, Cj: *Callicarpa japonica*, Ck: *Cephalotaxus koreana*, Ck: *Cornus kousa*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Ct: *Carpinus tschonoskii*, Dm: *Daphniphyllum macropodum*, Dp: *Deutzia prunifolia*, Eo: *Euonymus oxyphyllus*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Im: *Ilex macropoda*, Le: *Lindera erythrocarpa*, Pd: *Pinus densiflora*, Pk: *Prunus kousa*, Pp: *Pyrus pyrifolia*, Pv: *Photinia villosa* var. *brunnea*, Qs: *Quercus serrata*, Qv: *Quercus variabilis*, Rs: *Rhododendron schlippenbachii*, Sj: *Sapium japonicum*, So: *Styrax obassia*, Sv: *Styrax japonica*, Zs: *Zelkoba serrata*

경쟁에서 강하기 때문에 그 분포 면적이 점차 확대되리라 예상된다. 그러나 난대 상록활엽수림에서 굴거리나무 개체군 밀도가 낮게 나타나는 것은 다른 종과의 경쟁에 약하기 때문인 것으로 판단된다. 내장산국립공원 내장사지구 굴거리나무개체군은 자연보존지

구내에서 천연기념물로 지정되 법적 조치를 받아 보호되고 있지만 과도한 탐방객의 이용으로 주변 지역의 훼손과 약재로서의 이용을 위한 채취 등으로 생물환경이 위협받고 있다. 따라서 이에 대한 탐방객 이용의 제한과 굴거리나무의 채취를 금지하고 천연기념

Table 8. Correlation analysis between major species and environmental variables in Naejangsan National Park

Species	Soil characteristics						Alt.	Asp.	Slo.	Top.
	pH	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Org.	C.E.C.				
Pd	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fs	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ct	.	++	++	++	.	++	.	.	+	.
Cl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Qv	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Qm	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Qs	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Le	+	+	++	++	.	+	.	.	+	.
Dm	++	+	+	+	.	.	.	.	+	.
Sj	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Im	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aps	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sv	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lo	+	++	++	++	.	++	.	.	+	.

\*+: p<0.05, ++: p<0.01, .: not significant

\*\*Pd~Lo are referred to table 7

물지역을 확대 실시하는 등 보호 대책을 강구하여야 한다. 그리고 굴거리나무를 양묘하여 훼손지를 복원 하거나 또는 주요 건축물 주변에 식재하여 내장산국립공원을 상징하는 식물로 활용할 수 있도록 하여야 한다.

### 관리 제언

내장산국립공원의 굴거리나무군락은 다른 지역에서 찾아보기 힘들 만큼 내륙 깊숙한 곳에서 생육하고 있으며 생육밀도 또한 대단히 높아 학술적·생태적 가치가 매우 높다. 그리고 생육복합지로서 중요한 생태적 가치를 가지고 있어 천연기념물로 지정되어 관리되고 있다. 그러나 굴거리나무는 과거 마을 주민들과 약초를 캐는 사람들에 의해서 만병초라 불리우면서 한약재로 이용되면서 많은 인위적 간섭을 받아왔다. 또한 현재에도 사람의 이용이 많은 지역에 생육하고 있어 인위적 간섭에 의한 근계노출 등 피해가 발생되고 있으며 앞으로도 점차 그 피해 정도는 확산되리라 예상된다. 특히 천연기념물로 지정된 지역은 이용객 과다로 인해 침식 등의 피해가 크므로 굴거리나무군락을 보호 관리하기 위해서는 이용객의 출입을 통제하거나 다른 곳을 이용할 수 있는 대체 등산로

등의 개설이 필요하다. 그리고 천연기념물 지역을 원적계곡과 백양사지구의 운문암 주변까지 확대함과 동시에 자연담방로를 조성하여 굴거리나무에 대한 생태적 가치를 인식시키는 관리가 필요하다. 또한 굴거리나무의 양묘를 통한 증식으로 주요 훼손지에 식재하여 굴거리나무 개체군을 복원하고 보존하는 관리가 필요하며, 굴거리나무 개체군 동태에 관한 주기적인 모니터링을 통해 관리가 필요하다고 판단된다.

### 인용 문헌

기상청(1989~1996) 기상월보.  
 김정언(1987) 분류법과 서열법에 의한 내장산삼림식생 연구. 중앙대학교 대학원 박사학위논문, 123쪽.  
 김종홍(1988) 한반도 상록활엽수에 대한 식물사회학적 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문, 115쪽.  
 송주택, 박만규, 김용철(1974) 한국자원식물총람. 국책문화사, 1272쪽.  
 오구균, 김용식(1996) 난대 기후대의 상록활엽수림 복원 모형(I). 환경생태학회지 10(1): 88-102.  
 오구균, 조우(1994) 홍도 상록활엽수림 지역의 식물군집구조. 응용생태연구 8(1): 27-42.  
 오구균, 최송현(1993) 난온대 상록수림지역의 식생구



- 조와 천이계열. 환경생태학회지16(4): 459-476.
- 오장근(1995) 한국다도해해역과 일본장기현에 분포하는 상록광엽수림의 비교연구. 목포대학교 박사학위논문. 180쪽.
- 이경재, 류창희, 최송현(1992) 한라산 어리목, 영실, 돈내코지역의 식물군집구조. 응용생태연구 6(1): 25-43.
- 이경재, 오구균, 조재창(1988) 내장산국립공원의 식물군집 및 이용행태에 관한 연구(Ⅱ). 한국임학회지 77(4): 166-177.
- 이규완(1992) 내장산국립공원 식생경관의 군집구조에 관한 연구. 성균관대학교 대학원 박사학위논문. 129쪽.
- 이수욱(1981) 한국의 삼림토양에 관한 연구. 한국임학회지 54 : 25-35.
- 이일구(1979) 서해 도서지방의 상록활엽수의 분포와 그의 분포상태에 관하여. 자연보존연구보고서 1: 79-99.
- 이일구(1981) 동남해 도서지방의 상록활엽수의 분포와 보존상태에 관하여. 자연보존연구보고서 3: 89-109.
- 임양재(1970) 한반도 기후조건과 수종의 분포와의 관계에 관한 연구. 인천교육대학 논문집 5: 315-336.
- 임윤희(1999) 내장산국립공원 굴거리나무군락의 생태적 특성에 관한 연구. 호남대학교 석사학위논문. 66쪽.
- 上原敬二(1934) 樹木大圖說(Ⅱ). 有明書房. 1300pp.
- 安田喜憲, 塚田松雄, 金邊敏, 李相泰, 任良幸(1980) 韓國における環境變遷史と農耕の起源. 韓國における環境變遷史. 日本文部省[海外學術調査], pp. 1-19.
- 下本台鉉(1943) 朝鮮森林植物圖說. 朝鮮博物研究會. 683pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1950) The Interrelations of Certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology 31(3): 434-455.
- Hill, M.O.(1979) TWINSPLAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes. Cornell Univ. Press, Ithaca, N. Y., 52pp.
- Pielou, E.C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385p.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monogra. 26: 1-80.