

# 북한산 국립공원 주요 5개 계곡의 식물군집구조<sup>1\*</sup>

이경재<sup>2</sup> · 조 우<sup>3</sup> · 황서현<sup>3</sup>

## Plant Community Structure for Five Major Valleys in Bukhansan National Park<sup>1\*</sup>

Kyong-Jae Lee<sup>2</sup>, Woo Cho<sup>3</sup>, Seo-Hyun Hwang<sup>3</sup>

### 요 약

북한산 국립공원 우이령계곡, 하루재계곡, 구기계곡, 송추계곡, 도봉산계곡의 식물군집구조분석을 위하여 각 지역에 38, 40, 26, 28, 36개씩의 조사구(조사구면적 100m<sup>2</sup>)를 설치하고 식생조사를 실시하였으며, 조사된 자료를 종합하여 TWINSpan에 의한 classification과 DCA에 의한 ordination기법을 적용하였다. 전체 조사구는 TWINSpan에 의하여 서어나무군집(I), 신갈나무군집(II), 소나무군집(III), 신갈나무-소나무군집(IV), 신갈나무-졸참나무-산벚나무군집(V), 신갈나무-굴참나무군집(VI), 아까시나무-상수리나무군집(VII), 리기다소나무-졸참나무군집(VIII), 신갈나무-굴참나무-쪽동백나무군집(IX) 등 9개의 군집으로 분리되었다. 본 조사지의 천이계열은 자연림의 교목층에서는 소나무→신갈나무, 인공림에서는 아까시나무, 리기다소나무→상수리나무, 물푸레나무 순이었으며, 아교목층과 관목층에서는 바위말발도리, 개웃나무, 산철쭉, 참회나무→당단풍, 함박꽃나무, 생강나무 순이었다. 기왕의 연구와 비교하여 인간의 간섭과 대기오염으로 인한 토양산성화 등으로 인해 천이가 진행되지 못하는 것으로 추측되었다.

주요어: 북한산 국립공원, 천이계열, 신갈나무, TWINSpan, DCA

### ABSTRACT

To investigate plant community structure of Uiryung valley, Harujae valley, Kugi valley, Songchu valley, Tobongsan valley in Bukhansan National Park, each thirty eight, forty, twenty six, twenty eight, thirty six plots(plot size 100m<sup>2</sup>) were set up and surveyed. The surveyed data were integrated and classification by TWINSpan and DCA ordination techniques were applied to the study area. The plant community were divided into nine groups in seventy nine plots by TWINSpan and the dividing groups were *Carpinus laxiflora* community(I), *Quercus mongolica* community(II), *Pinus densiflora* community(III), *Q. mongolica*-*P. densiflora* community(IV), *Q. mongolica*-*Q. serrata*-*Prunus sargentii* community(V),

\* 이 연구는 1993년 G-7연구비지원에 의한 결과임. 과제번호 : 9-6-2

1 접수 8월 15일 Received on Agu. 15, 1995

2 서울시립대학교 문리과대학 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea

3 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea

*Q. mongolica* *Q. variabilis* community(VI), *Robinia pseudoacacia*-*Q. serrata* community(VII), *P. rigida*-*Q. serrata* community(VIII), *Q. mongolica*-*Q. variabilis*-*Styrax obassia* community(IX). So the successional trends of tree species at the natural forest seem to be from *P. densiflora* to *Q. mongolica* and at the artificial forest seem to be from *R. pseudoacacia*, *P. rigida* to *Q. acutissima*, *Fraxinus rhynchophylla* in canopy layer. And in the subtree and shrub layer, it was supposed that from *Deutzia prunifolia*, *Rhus trichocarpa*, *Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*, *Euonymus oxyphyllous* to *Magnolia sieboldii*, *Acer psuedo-sieboldianum*, *Lindera obtusiloba*.

In comparing successional trends with past study, it was postulated that successtion is not progressed by human disturbance and soil acidification by the air pollution.

**KEY WORDS :** BUKHANSAN NATIONAL PARK, SUCCESSIONAL TRENDS, *Quercus mongolica*, TWINSPAN, DCA

## 서 론

북한산 국립공원(1983년 4월 20일 지정)은 북위 37° 35' 53"~37° 43' 54", 동경 126° 56' 05"~127° 03' 04"에 위치하는 면적 78.45km<sup>2</sup>의 산지로서, 크게 북한산(836m)과 도봉산(717m)으로 구분된다. 행정구역상 서울특별시와 경기도 일부에 속하는 삼림으로서 인구밀도가 높은 지역에 위치하고 있다. 또한 경사도 및 암석의 나출도가 심한 독특한 자연경관을 이루고 있어 이용객의 밀도가 높으며 도시민들의 편익을 위한 요구도가 높은 지역이다(건설부, 1984). 그러나 북한산과 도봉산을 포함하는 수도권권의 중요녹지이다. 이러한 측면에서 볼 때 이용객의 과도한 이용압력과 심각한 환경오염에 급격한 훼손위험에 놓여 있는 상태이므로 북한산 국립공원의 장·단기 관리 및 보존대책이 절실히 요구된다.

정 등(1962)은 도시화가 진행되면서 북한산의 고유한 식물상이 전부 파괴되었고, 증가하는 이용객의 영향과 도시화는 북한산 국립공원의 보존을 절실히 요구한다고 보고하였다. 그러나 북한산 국립공원의 자연환경에 대한 연구로는 식생개황(정 등, 1962), 식생과 토양, 기상 등의 환경(박, 1981) 등이 보고되었고, 산림구조적인 측면에서는 박 등(1987), 최 등(1992)의 연구가 있으나 전체적인 측면에서의 연구는 거의 이루어지지 않았다.

본 연구는 북한산 국립공원내 주요 계곡인 북부지역의 송추계곡, 동부지역의 도봉산계곡, 서부지역의 구기계곡 그리고 중심부지역인 우이령계곡과 하루재계곡 등 5개 지역에 대한 식물군집구조분석을 실시하여 삼림생태계의 속성 및 동태를 파악하고 아울러 식생관리방안에 필요한 자료를 제공하는데 목적이 있다.

## 조사지 설정 및 방법

### 1. 조사구 설정

조사구 설정은 북한산 국립공원 중 5개의 주요 계곡부를 중심으로 우이령계곡, 하루재계곡은 중심부이고 동부지역의 도봉산계곡, 서부지역의 구기계곡, 북부지역의 송추계곡이다. 이 5개 지역의 현존식생과 해발고, 방위 등 환경조건을 고려하여 우이령계곡 38개, 하루재계곡 40개, 구기계곡 26개, 도봉산계곡 36개, 송추계곡 28개로 총 168개의 조사구를 10×10m의 크기로 하였다.

### 2. 환경요인조사

환경요인은 조사구의 일반적 개황과 토양성질을 조사분석하였다. 일반적 개황은 조사구별 해발고, 방위, 경사도, 교목층군의 평균수고, 평균직경, 울폐도, 아교목층군의 평균수고와 울폐도를 측정하였다. 토양의 이화학적분석을 실시하기 위해 식물군집구조 조사지 각 plot당 3개소를 택하여 표토층을 걷어내고 A<sub>0</sub>층으로부터 15cm깊이의 토양을 채취, 혼합하고 1kg 정도의 시료를 실험실로 운반하여 토양산도, 수분함량, 유기물함량을 농업기술연구소(1988)의 방법으로 측정하였다.

### 3. 식물군집구조분석

식생조사는 설치된 조사구의 방형구내에서 출현하는 흉고직경 2cm이상의 목본식물을 대상으로 교목층, 아교목층 및 관목층으로 구분하였다(박, 1985). 식생조사에서

얻어진 자료로 Curtis & McIntosh(1951)의 상대우점치(importance value, I.V.) 및 평균상대우점치(mean importance value, M.I.V.)를 계산하였다.

종구성의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 Simpson의 종다양도(Krebs, 1985), Hurlbert의 P.I.E.(Cox, 1976), Shannon의 종다양도, 최대종다양도(maximum possible species diversity,  $H'_{max}$ ), 균재도(evenness,  $J'$ ), 우점도(dominance, D)(Pielou, 1975)에 의하여 분석하였다.

#### 4. Ordination 및 TWINSpan 분석

Ordination은 detrended correspondance analysis(DCA) 방법을, classification 분석은 TWINSpan(Two-Way Indicator Species Analysis)을 이용하여 Hill(1979a, 1979b)의 방법으로 분석하였다. 이상의 분석을 위한 computer program은 서울시립대학교 환경생태연구실에서 개발한 plant data analysis package(PDAP)와 SPSS/PC+(statistic package for social science)을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사지개황

본 대상지는 Figure 1과 같이 북한산 국립공원내 5개 주요계곡부로서 동부지역의 도봉산계곡, 서부지역의 구기계곡, 북부지역의 송추계곡과 중심부의 우이령계곡과 하루재계곡을 선정하였다. 송추계곡은 경기도에 속하며 나머지 4개계곡은 서울지역이었다. 특히, 우이령계곡은 다른 계곡과는 달리 1968년 이후 민간인의 출입이 통제된 곳이었다.

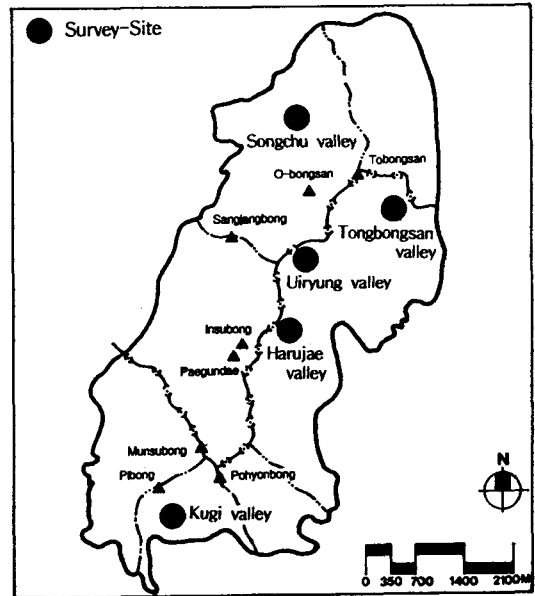


Figure 1. Location of the study area in Bukhansan National Park

Table 1. General description of each survey site in Bukhansan National Park

	Uiryung	Harujae	Kugi Valley	Tobongsan Valley	Songchu Valley
Number of survey plots	38	40	26	36	28
Altitude(m)	170~295	220~530	191~471	100~235	193~325
Height of tree layer(m)	10~14	10~14	10~14	12~15	13~15
Mean DBH of tree layer(cm)	15~20	15~25	13~27	14~17	15~20
Cover of tree layer(%)	60~85	75~85	80~95	75~80	75~90
Height of subtree layer(m)	3~7	4~8	6~9	5~8	3~8
Mean DBH of subtree layer(cm)	3~7	3~8	4~8	4~8	3~7
Cover of subtree layer(%)	10~70	20~60	10~40	30~40	40~80
Number of wood species of each plot	11~27	9~19	9~20	5~21	10~21
Soil pH	4.62~5.34	4.36~4.84	4.40~5.05	4.48~5.15	4.05~5.21
Soil organic matter(%)	2.35~7.56	3.34~8.04	2.87~6.46	2.60~7.00	2.98~7.20
Soil water content(%)	5.59~18.04	6.33~18.13	0.14~5.37	3.37~10.81	2.77~9.61

Table 1은 각 조사지역의 일반적 개황을 나타낸 것이다. 해발고는 우이령계곡 170~195m, 하루재계곡 220~530m, 구기계곡 191~471m, 도봉산계곡 100~235m, 송추계곡 193~325m이었으며 각 지역에 각각 28, 40, 26, 36, 28개의 조사구를 설정하였는데 교목층 수목의 흉고직경은 하루재계곡지역과 구기계곡지역이 비교적 컸고 교목층 및 하층수목의 수고 및 평균흉고직경은 5개지역이 비슷한 수준이었다. 100m<sup>2</sup>당 출현수종수는 우이령계곡지역이 11~27종으로서 많은 출현종수를 보였다. 토양 pH는 5개지역 모두 평균 pH 5.0이하의 강산성 토양이었으나 경기도지역의 송추계곡이 평균 pH가 4.90으로써 가장 높은 값을 나타내었고 유기물함량은 비슷한 수준이었다. 토양수분함량은 우이령계곡과 하루재계곡지역이 비교적 습윤한 상태에 있었고 구기계곡은 건조한 토양 상태를 보이고 있었다.

## 2. 조사지의 Classification 및 ordination분석

각 조사지역의 해발고도별, 그리고 각 조사구에 대한 상대우점치 분석결과를 토대로 하여 군집구조가 동질적인 것을 제외하고 우이령계곡에서 17개, 하루재계곡에서 16개, 구기계곡에서 14개, 도봉산계곡에서 18개, 송추계곡에서 14개 등 총 79개의 조사구를 대상으로 하여 TWINSpan에 의한 classification분석을 실시한 것이 Figure 2이다. 조사구 1~17은 우이령계곡, 18~33은 하루재계곡, 34~47은 구기계곡, 48~65는 도봉산계곡, 66~79는 송추계곡이었다.

TWINSpan 분석결과와 상대우점치 분석내용을 토대로 보았을 때 제 1그룹은 제 2, 3division에서 6개의 군집, 제 2그룹은 제 2division에서 3개의 군집으로 분리되었다. 분리된 군집 내용은 군집 I은 서어나무군집, 군집 II는 신갈나무군집, 군집 III은 소나무군집, 군집 IV는 신갈

나무-소나무군집, 군집 V는 신갈나무-졸참나무-산벚나무군집, 군집 VI은 신갈나무-굴참나무군집, 군집 VII은 아까시나무-상수리나무군집, 군집 VIII은 리기다소나무-졸참나무군집, 군집 IX은 신갈나무-굴참나무-쪽동백나무군집이었다.

한편, 총 79개 조사구에 대한 DCA ordination분석 내용을 도시한 것은 Figure 3이다. TWINSpan에서 제 1, 2그룹으로 분리된 조사구들 중 제 1그룹의 조사구들은 DCA의 제 1, 2축상의 왼쪽에, 제 2그룹의 조사구들은 DCA 제 1, 2축상의 오른쪽에 배열되었고 TWINSpan의 군집분리경향과 대체로 일치하는 경향이었으나 TWINSpan분석 보다 군집분리가 세분되지는 않았다. 따라서, TWINSpan분석을 통해 분리된 9개 군집에 대한 수관층위별 상대우점치를 나타낸 것은 Table 2이다.

군집 I은 1개의 조사구가 포함되는 서어나무군집으로 서어나무는 교목층에서 I.V. 92.83%로서 우점종이었고, 아교목층은 산벚나무(I.V. 42.18%), 쪽동백나무(I.V. 31.10%), 서어나무(I.V. 26.72%)가 비슷한 세력을 점하고 있었으며 관목층은 개웃나무(I.V. 65.00%)와 쪽동백나무(I.V. 35.00%)만이 출현하는 단순한 식생구조를 보이고 있는데, 이와같은 서어나무군집은 도봉산계곡의 해발고도 110~120m 부근에 흉고직경 20~30cm 정도의 크기로 형성되어 있으나 이용객에 의한 간섭으로 서어나무 치수 및 유효의 출현은 전무한 상태이다. 또한, 북한산국립공원지역중 군집 I과 같은 대경목의 서어나무군집은 도봉산계곡 일부에만 남아 있는 것으로 나타나 서어나무림의 보호가 필요할 것으로 판단된다.

군집 II는 32개로 가장 많은 조사구가 포함되는 신갈나무군집으로 신갈나무는 5개 지역에서 우점수종이라고 할 수 있다. 교목층에서 신갈나무는 I.V. 87.65%로서 우점종이었고 소나무(I.V. 3.72%), 졸참나무(I.V. 1.41%), 팔배나무(I.V. 1.58%), 물푸레나무(I.V. 1.73%)가 일

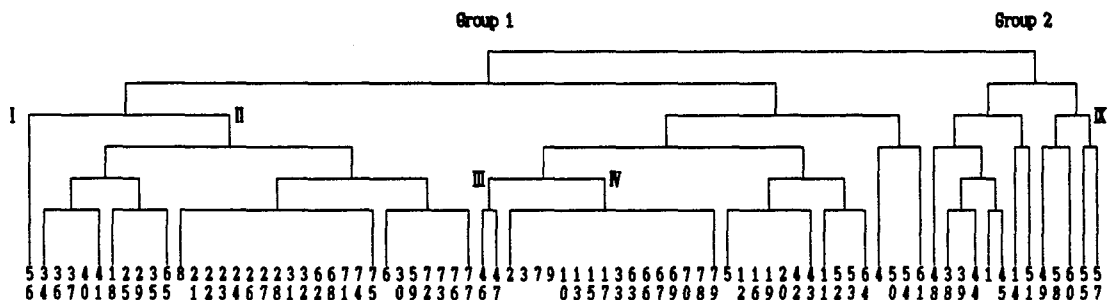


Figure 2. Dendrogram of TWINSpan stand classification of each plot in Bukhansan National Park

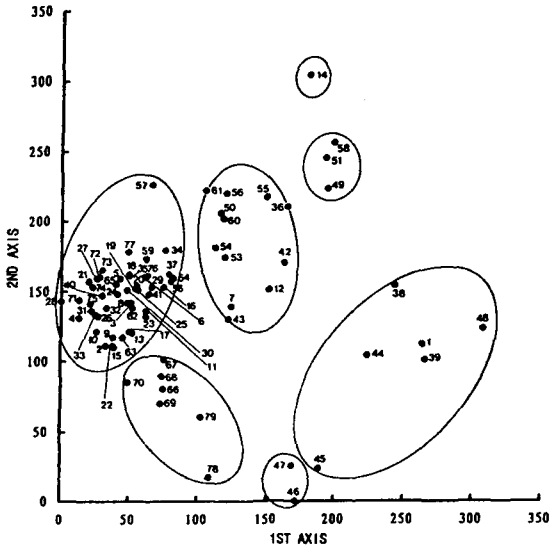


Figure 3. DCA ordination of survey plots in Bukhansan National Park

부 출현하였고 아교목층은 당단풍의 I.V.가 15.58%로서 가장 세력이 컸고 신갈나무(I.V. 11.72%), 진달래(I.V. 11.74%)의 세력이 우세하였고 생강나무, 팔배나무, 개울나무, 쪽동백나무, 노린재나무, 철쭉나무가 주요수종을 이루었다. 관목층은 국수나무가 I.V. 32.59%로서 우점종이었고 생강나무, 진달래, 철쭉나무의 세력이 컸다. 교목성수종의 출현상태를 보면 소나무는 출현하지 않았고 신갈나무(I.V. 2.05%), 팔배나무(I.V. 2.36%), 물푸레나무(I.V. 1.04%) 등의 차대형성은 계속되고 있는 상태이었다.

군집 III은 2개의 조사구가 포함되는 소나무군집으로서 교목층은 소나무의 I.V.가 81.97%로서 우점종이였으며 상수리나무(I.V. 8.32%), 산벚나무(I.V. 9.72%)가 출현하였다. 아교목층은 오리나무(I.V. 27.76%)의 세력이 가장 컸고 상수리나무(I.V. 19.47%), 진달래(I.V. 15.31%), 소나무(I.V. 14.32%), 산벚나무(I.V. 11.26%) 등은 비슷한 우점치를 보였다. 관목층은 국수나무(I.V. 24.91%)의 세력이 가장 컸고 작살나무(I.V. 13.53%), 노린재나무(I.V. 10.76%), 진달래(I.V. 9.67%)가 주요수종이였으며, 소나무의 치수 및 유효발생은 없는 상태이었다. 본 군집은 관목층에서 교목성수종중 산벚나무가 I.V. 3.65%로서 가장 높은 출현율을 보이고 있다.

군집 IV는 16개의 조사구가 포함되는 신갈나무-소나무

군집으로서 교목층은 신갈나무, 소나무의 I.V.가 각각 58.38, 32.44%로서 우점종이였고 아교목층은 진달래가 I.V. 27.01%로서 우점종이였고 관목층은 국수나무(I.V. 24.35%)가 우점종이었다. 소나무는 아교목층, 관목층으로 갈수록 세력이 크게 약화되었는데 아교목층에서는 소나무의 I.V.가 8.97%이었고 관목층에서는 출현하지 않았다. 반면에, 신갈나무는 아교목층에서는 I.V.가 16.95%로서 높은 우점치를 나타내었고 관목층에서도 I.V.가 3.59%로서 교목성수종중에서 가장 높은 우점치를 보였다. 따라서, 본 군집은 소나무의 세력은 약화되고 신갈나무가 우점종인 군집을 유지할 것으로 보인다.

군집 V는 11개의 조사구가 포함되는 신갈나무-졸참나무-산벚나무군집으로서 교목층은 신갈나무가 I.V. 47.22%로서 우점종이였고 산벚나무(I.V. 13.41%), 졸참나무(I.V. 8.09%)의 세력이 우세하였으며, 아교목층은 졸참나무(I.V. 19.62%)의 우점치가 가장 컸고 신갈나무(I.V. 13.64%), 진달래(I.V. 14.38%), 산벚나무(I.V. 9.67%)가 주요수종이었다. 관목층은 국수나무(I.V. 38.79%)가 우점종이였으며 교목성수종 중 신갈나무(I.V. 1.87%), 졸참나무(I.V. 1.78%), 산벚나무(I.V. 2.45%)의 세력은 비슷하였다. 한편, 소나무는 교목층에서만 2.55%의 상대우점치를 보일뿐 아교목층 및 관목층에서는 도태된 상태이었다. 따라서, 본 군집은 신갈나무를 중심으로 한 신갈나무-참나무류-산벚나무군집이 지속될 것으로 보인다.

군집 VI는 4개의 조사구가 포함되는 신갈나무-졸참나무군집으로서 교목층은 신갈나무가 I.V. 51.53%로서 우점종이였고 굴참나무(I.V. 24.72%), 밤나무(I.V. 16.73%)가 높은 우점치를 나타내었다. 아교목층은 철쭉나무가 I.V. 31.86%로서 우점종이였고 진달래(I.V. 15.40%), 졸참나무(I.V. 8.22%), 굴참나무(I.V. 7.76%), 신갈나무(I.V. 6.06%)가 주요수종이었다. 관목층에서는 국수나무(I.V. 31.17%)가 우점종이였고 진달래(I.V. 17.44%), 철쭉나무(I.V. 13.81%)의 우점치가 높았으며 교목성수종 중 신갈나무(I.V. 8.57%)가 높은 우점치를 나타내었고 굴참나무는 출현하지 않았다. 따라서, 본 군집은 신갈나무가 굴참나무보다 차대형성이 잘 이루어지고 있어 신갈나무군집으로의 전환이 예측된다.

군집 VII은 6개의 조사구가 포함되는 아까시나무-상수리나무군집으로서 이들 군집은 북한산 국립공원지역에서 해발고도가 비교적 낮은 지역에 분포하고 있는 인공식재림이다. 교목층은 상수리나무와 아까시나무의 상대우점치가 각각 41.78, 36.91%로서 우점종이였고 아교목층은 아까시나무(I.V. 23.44%), 팔배나무(I.V. 21.08%)가 높은 우점치를 보이며 중간 경쟁관계에 있었다. 관목층에서는 국수

Table 2. Importance values of major woody plant species by the stratum in each community classified type by TWINSpan in Bukhansan National Park

Species Name	C			U			S			M. I. V.
	R.C.	R.D.	I.V.	R.C.	R.D.	I.V.	R.C.	R.D.	I.V.	
<b>COMMUNITY I</b>										
<i>Carpinus laxiflora</i>	98.16	87.50	92.83	28.44	25.00	26.72	0.00	0.00	0.00	55.32
<i>Quercus mongolica</i>	1.84	12.50	7.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.59
<i>Prunus sargentii</i>	0.00	0.00	0.00	59.36	25.00	42.18	0.00	0.00	0.00	14.06
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.00	50.00	65.00	10.83
<i>Styrax obassia</i>	0.00	0.00	0.00	12.20	50.00	31.10	20.00	50.00	35.00	16.20
<b>COMMUNITY II</b>										
<i>Pinus densiflora</i>	4.07	3.36	3.72	0.93	0.12	0.53	0.00	0.00	0.00	2.04
<i>C. cordata</i>	0.15	0.42	0.29	0.32	0.12	0.22	0.00	0.00	0.00	0.22
<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	0.00	0.00	1.49	2.65	2.07	1.50	1.58	1.54	0.95
<i>Q. mongolica</i>	88.75	86.56	87.65	16.10	7.34	11.72	1.11	2.99	2.05	48.07
<i>Q. serrata</i>	1.14	1.68	1.41	8.30	3.37	5.83	0.51	0.75	0.63	2.75
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.01	0.42	0.22	5.07	10.23	7.65	15.09	13.72	14.40	5.06
<i>Stephanandta incisa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.65	25.52	32.59	5.43
<i>Sorbus alnifolia</i>	1.05	2.10	1.58	7.50	6.62	7.06	2.22	2.49	2.36	3.54
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.00	0.00	0.06	0.36	0.21	3.40	6.65	5.03	0.91
<i>L. cyrtobotrya</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	2.66	2.46	0.41
<i>R. tdichocarpa</i>	0.00	0.00	0.00	7.10	8.30	7.70	0.69	0.91	0.80	2.70
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	0.00	0.00	0.00	21.18	9.99	15.58	2.33	2.99	2.66	5.64
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.00	0.00	0.00	5.91	17.57	11.74	6.87	6.90	6.88	5.06
<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	0.00	0.00	3.27	7.70	5.49	7.07	3.08	5.07	2.68
<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>	0.00	0.00	0.00	3.78	7.10	5.44	2.98	3.66	3.32	2.37
<i>Syrax obassia</i>	0.00	0.00	0.00	5.98	5.78	5.88	0.65	1.08	0.87	2.11
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.78	1.68	1.73	2.55	1.44	2.00	0.41	1.66	1.04	1.71
<i>Smilax china</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.22	3.82	2.52	0.42
<b>COMMUNITY III</b>										
<i>P. densiflora</i>	79.32	84.62	81.97	20.95	7.69	14.32	0.00	0.00	0.00	45.76
<i>Alnus japonica</i>	0.00	0.00	0.00	36.29	19.23	27.76	0.00	0.00	0.00	9.25
<i>Q. acutissima</i>	8.94	7.69	8.32	23.55	15.39	19.47	0.00	0.00	0.00	10.65
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.53	14.29	24.91	4.15
<i>Prunus sargentii</i>	11.74	7.69	9.72	7.13	15.39	11.26	0.16	7.14	3.65	9.22
<i>L. maximowiczii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.97	8.93	5.95	0.99
<i>Zanthoxylum schnifolium</i>	0.00	0.00	0.00	3.88	7.69	5.79	7.58	8.93	8.25	3.31
<i>Rh. mucronulatum</i>	0.00	0.00	0.00	3.70	26.92	15.31	10.42	8.93	9.67	6.72
<i>Sy. chinensis for. pilosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.37	7.14	10.76	1.79
<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.91	7.14	13.53	2.26
<i>Smilax sieboldii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	12.50	6.39	1.07

\* C: Canopy, U: Understory, S: Shrub

\* R.C.: Relative Coverage, R.D.: Relative Density, I.V.: Importance Value

\* M.I.V.: Mean Importance Value

(Table 2. Continued)

Species Name	C			U			S			M. I. V.
	R.C.	R.D.	I.V.	R.C.	R.D.	I.V.	R.C.	R.D.	I.V.	
COMMUNITY IV										
<i>P. densiflora</i>	31.30	33.57	32.44	14.35	3.59	8.97	0.00	0.00	0.00	19.21
<i>Juniperus rigida</i>	0.00	0.00	0.00	4.55	5.26	4.91	0.29	0.54	0.41	1.71
<i>Q. mongolica</i>	56.91	60.71	58.81	24.33	9.57	16.95	2.66	4.53	3.59	35.65
<i>Q. serrata</i>	8.01	3.57	5.79	5.55	5.02	5.29	0.37	0.24	0.30	4.71
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.23	17.46	24.35	4.06
<i>L. maximowiczii</i>	0.00	0.00	0.00	0.05	0.24	0.14	6.28	11.59	8.94	1.54
<i>R. trichocarpa</i>	0.00	0.00	0.00	10.80	6.94	8.87	1.57	0.95	1.26	3.17
<i>Rh. mucronulatum</i>	0.00	0.00	0.00	17.89	36.12	27.01	12.24	14.51	13.38	11.23
<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	0.00	0.00	9.96	17.46	13.71	10.33	6.73	8.53	5.99
<i>Weigela subsessilis</i>	0.00	0.00	0.00	1.22	2.15	1.69	11.03	3.78	7.41	1.80
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>striatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.05	0.24	0.14	1.75	5.60	3.68	0.66
COMMUNITY V										
<i>P. densiflora</i>	1.95	3.16	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28
<i>Alnus hirstuta</i>	6.20	7.37	6.78	2.67	1.83	2.25	0.00	0.00	0.00	4.14
<i>Q. variabilis</i>	6.24	7.37	6.80	0.95	1.10	1.02	0.00	0.00	0.00	3.74
<i>Q. aliena</i>	5.74	7.37	6.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.28
<i>Q. mongolica</i>	51.29	43.16	47.22	19.59	7.69	13.64	1.50	2.24	1.87	28.47
<i>Q. serrata</i>	6.70	9.47	8.09	23.48	15.75	19.62	2.13	1.42	1.78	10.88
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	0.00	0.00	0.83	1.83	1.33	3.66	5.79	7.57	1.21
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.05	32.52	38.79	6.47
<i>Rubus crataegifolius</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	12.20	6.45	1.08
<i>Prunus sargentii</i>	15.25	11.58	13.41	13.11	6.23	9.67	3.08	1.83	2.45	10.34
<i>L. maximowiczii</i>	0.00	0.00	0.00	0.33	1.47	0.90	5.26	6.30	5.78	1.26
<i>Zanthoxylum schnifolium</i>	0.00	0.00	0.00	4.65	6.59	5.62	1.15	0.41	0.78	2.00
<i>Rh. mucronulatum</i>	0.00	0.00	0.00	8.98	19.78	14.38	8.88	1.63	5.25	5.67
<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	0.00	0.00	5.46	12.82	9.14	4.67	3.46	4.06	3.72
<i>F. rhynchophylla</i>	1.58	3.16	2.37	1.22	1.83	1.53	4.21	3.46	3.83	2.33
COMMUNITY VI										
<i>C. laxiflora</i>	0.00	0.00	0.00	1.44	1.94	1.69	0.00	0.00	0.00	0.56
<i>Castanea crenata</i>	25.56	7.90	16.73	3.20	2.91	3.06	0.60	3.57	2.09	9.73
<i>Q. variabilis</i>	15.23	34.21	24.72	10.67	4.85	7.76	0.00	0.00	0.00	14.95
<i>Q. mongolica</i>	55.70	47.37	51.53	8.24	3.88	6.06	6.43	10.71	8.57	29.21
<i>Q. serrata</i>	2.99	7.90	5.44	9.65	6.80	8.22	0.47	0.89	0.68	5.57
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.45	25.89	31.17	5.20
<i>Rh. mucronulatum</i>	0.00	0.00	0.00	8.46	22.33	15.40	17.91	16.96	17.44	8.04
<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	0.00	0.00	37.51	26.21	31.86	16.91	10.71	13.81	12.92
<i>Styrax obassia</i>	0.00	0.00	0.00	3.42	7.77	5.59	0.00	0.00	0.00	1.86
<i>W. subsessilis</i>	0.00	0.00	0.00	2.19	3.88	3.04	2.25	6.25	4.25	1.72
<i>Smilax china</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.38	4.46	5.92	0.99

(Table 2. Continued)

Species Name	C			U			S			M. I. V.
	R.C.	R.D.	I.V.	R.C.	R.D.	I.V.	R.C.	R.D.	I.V.	
COMMUNITY VI										
<i>P. densiflora</i>	14.05	20.34	17.19	2.48	0.99	1.74	0.00	0.00	0.00	9.18
<i>Q. acutissima</i>	47.96	35.59	41.78	6.46	2.97	4.72	1.10	3.60	2.32	22.86
<i>Q. aliena</i>	0.00	0.00	0.00	2.30	6.93	4.62	3.15	2.94	3.05	2.05
<i>Q. mongolica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	8.01	5.13	0.86
<i>Q. serrata</i>	0.00	0.00	0.00	6.53	5.94	6.24	2.25	0.98	1.62	2.35
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.90	8.91	22.40	3.73
<i>S. alnifolia</i>	0.00	0.00	0.00	31.26	10.89	21.08	0.42	0.65	0.54	7.12
<i>Rosa multiflora</i>	0.00	0.00	0.00	1.13	3.96	2.55	12.07	1.47	6.77	1.98
<i>L. maximowiczii</i>	0.00	0.00	0.00	0.46	1.98	1.22	7.47	32.03	19.75	3.70
<i>Robinia pseudoacacia</i>	34.83	38.98	36.97	34.10	22.77	23.44	5.04	9.56	7.30	27.49
<i>Zanthoxylum schnifolium</i>	0.00	0.00	0.00	13.37	12.87	13.12	3.70	1.72	2.71	4.83
<i>Rh. mucronulatum</i>	0.00	0.00	0.00	2.15	7.92	5.04	4.24	1.88	3.06	2.19
<i>Smilax china</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.81	7.27	6.04	1.01
COMMUNITY VII										
<i>P. rigida</i>	45.19	66.67	55.93	9.24	6.67	7.95	0.36	1.13	0.74	30.74
<i>J. rigida</i>	0.00	0.00	0.00	27.87	1.67	14.77	0.00	0.00	0.00	4.92
<i>A. hirsuta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40	1.13	9.76	1.63
<i>C. sieboldiana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.31	9.02	8.67	1.45
<i>Q. variabilis</i>	54.81	33.33	44.07	28.63	11.67	20.45	0.34	4.51	2.43	29.16
<i>Q. mongolica</i>	0.00	0.00	0.00	7.99	10.00	9.00	3.01	4.14	3.57	3.60
<i>Q. serrata</i>	0.00	0.00	0.00	5.89	15.00	10.45	5.93	8.27	7.10	4.67
<i>S. alnifolia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.73	6.39	6.56	1.09
<i>R. pseudoacacia</i>	0.00	0.00	0.00	3.50	8.33	5.92	5.67	12.41	9.04	3.48
<i>Zanthoxylum schnifolium</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.26	12.78	10.02	1.67
<i>Kalopanax pictum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.83	3.01	3.92	0.65
<i>Rh. yedoense</i> for. <i>poukhanense</i>	0.00	0.00	0.00	9.43	25.00	17.22	0.00	0.00	0.00	5.74
<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	0.00	0.00	3.11	10.00	6.56	5.44	1.50	3.47	2.77
<i>F. rhynchophylla</i>	0.00	0.00	0.00	0.25	1.67	0.96	7.85	3.01	5.43	1.23
<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.31	3.38	8.85	1.48
COMMUNITY IX										
<i>Populus × albaglandulosa</i>	1.81	2.13	1.97	3.34	2.08	2.71	1.37	14.29	7.83	3.19
<i>C. laxiflora</i>	7.24	4.26	5.75	15.74	1.04	8.39	0.00	0.00	0.00	5.67
<i>Castanea crenata</i>	17.44	14.89	16.17	0.00	0.00	0.00	0.08	2.52	1.30	8.30
<i>Q. variabilis</i>	24.08	27.66	25.87	6.91	4.17	5.54	0.03	1.68	0.86	14.93
<i>Q. mongolica</i>	33.18	31.92	32.55	7.10	3.10	5.11	0.25	3.36	1.81	18.28
<i>Q. serrata</i>	0.00	0.00	0.00	4.14	8.33	6.24	0.09	5.88	2.99	2.58
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	0.00	0.00	0.34	1.04	0.69	8.20	4.20	6.20	1.26
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.76	25.21	34.99	5.83
<i>S. alnifolia</i>	0.00	0.00	0.00	12.80	5.21	9.00	0.11	0.84	0.48	3.08
<i>Prunus sargentii</i>	9.42	10.64	10.03	7.98	11.46	9.72	0.04	2.52	1.28	8.47
<i>R. pseudoacacia</i>	0.88	2.13	1.50	5.28	12.50	8.89	6.82	9.24	8.03	5.05
<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	0.00	0.00	3.17	5.21	4.19	1.29	1.68	1.49	1.65
<i>Styrax obassia</i>	0.00	0.00	0.00	22.59	38.54	30.57	13.68	7.56	10.62	11.96
<i>F. rhynchophylla</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.24	0.84	4.04	0.67



나무와 조록싸리의 I.V.가 각각 22.40, 19.75%로서 높은 우점치를 보였으나 아까시나무는 I.V. 7.30%로서 신갈나무(I.V. 5.13%), 상수리나무(I.V. 2.35%), 갈참나무(I.V. 3.05%) 등 보다 세력이 컸다. 국립공원 자원 및 경관관리 측면에서 아까시나무림은 자생식물군집으로의 유도가 필요한 상황에서 본 군집의 내용을 볼 때 아까시나무는 자생 참나무류들보다 모든 층위에서 세력이 크기 때문에 아까시나무가 계속 우점종을 차지할 것이다. 도시림에서 아까시나무는 참나무류와 경쟁단계에 도달하면 참나무류에 의해 도태되는 것이 일반적이다(이 등, 1993). 따라서, 본 군집도 아교목층 및 관목층에서 참나무류를 인위적으로 도입하여 아까시나무와의 경쟁을 촉진시키는 방안이 국립공원 경관관리 측면에서 필요로 할 것으로 판단된다.

군집 VIII는 2개의 조사구가 포함되는 리기다소나무-굴참나무군집으로서 교목층에서 리기다소나무와 굴참나무는 각각 I.V.가 53.93, 44.07%로서 우점종이었고 다른 수종은 출현하지 않았다. 아교목층은 굴참나무(I.V. 20.15%)의 우점치가 가장 높았고 산철쭉(I.V. 17.22%), 노간주나무(I.V. 14.77%), 졸참나무(I.V. 10.45%)의 세력도 컸다. 반면에 리기다소나무는 7.95%의 상대우점치로서 급격한 세력감소를 보였다. 관목층은 뚜렷한 우점수종이 없었고 산초나무(I.V. 10.02%), 아까시나무(I.V. 9.04%), 물오리나무(I.V. 9.76%), 참개암나무(I.V. 8.67%)가 주요수종이었고, 교목성수종중 졸참나무(I.V. 7.10%), 팔배나무(I.V. 5.43%), 신갈나무(I.V. 3.57%)의 출현율이 비교적 높았고 리기다소나무는 거의 도태된 상태이었다. 따라서, 본 군집은 리기다소나무는 굴참나무 및 졸참나무와의 경쟁에서 도태될 것으로 판단된다.

군집 IX는 5개의 조사구가 포함되는 신갈나무-굴참나무-쪽동백나무군집으로서 교목층은 신갈나무의 I.V.가 32.55%로서 세력이 가장 컸으며 굴참나무(I.V. 25.87%), 밤나무(I.V. 16.17%), 산벚나무(I.V. 10.03%)가 주요수종이었고 서어나무가 I.V. 5.75%를 나타내고 있는 상태이었다. 아교목층은 쪽동백나무가 I.V. 30.57%로서 우점종이었고 팔배나무, 산벚나무, 아까시나무, 서어나무 및 참나무류가 비슷한 세력으로서 경쟁이 치열한 상태에 있었고 관목층은 국수나무가 I.V. 34.99%로서 우점종이었는데 아까시나무(I.V. 8.03%), 현사시나무(I.V. 7.83%)가 참나무류 및 팔배나무보다 상대우점치값이 큰 상태로서 아까시나무 및 현사시나무의 세력 확장이 예상된다.

### 3. 군집별 흉고직경급분포

Table 3은 각 군집별 흉고직경급별 빈도분포를 나타낸

것이다. 군집 II, IV, V, IX는 신갈나무가 치수 및 유묘, 전 흉고직경급에서의 출현빈도가 높아 신갈나무가 우점종을 이룰 가능성이 매우 높았고 신갈나무는 소나무림에서의 천이단계 진행중 우점수종으로 나타난 것으로 볼 수 있다. 군집 I에서 서어나무는 DBH 42~47cm급에서도 1주가 출현하고 있으며 100m<sup>2</sup>당 교목층에서 서어나무가 8주가 출현하여 단위면적당 출현개체수가 많았다. 그러나 본 군집구조가 계속 지속될지는 미지수이다. 왜냐하면 북한산성 유원지계곡에서는 서어나무군집에서 교목층의 서어나무가 도태되고 아교목층에는 서어나무가 출현하지 않는데 이는 토양산성화에 그 원인이 있음이 보고되었기 때문이다(이 등, 1992). 군집 VII에서는 아까시나무가 전 흉고직경급에서 가장 높은 출현빈도를 보여 아까시나무의 생장억제를 위한 관리가 요구된다.

### 4. 상대우점치, 종다양도지수 및 유사도지수

Table 4는 각 조사지역의 조사구를 통합하여 수관층위별 주요우점수종의 상대우점치를 계산한 것이다. 5개 조사지역 모두에서 신갈나무가 우점종이었고 신갈나무 우점군집의 형성은 소나무와의 경쟁을 통한 천이의 결과라 볼 수 있다. 특히, 우이령계곡, 하루재계곡, 도봉산계곡은 소나무가 도태되고 신갈나무로의 천이진행이 거의 이루어진 상태이지만 구기계곡과 송추계곡에서 소나무의 평균상대우점치 값이 각각 12.33, 18.48%로서 세력이 커 타 지역보다 소나무에서 신갈나무로의 천이진행은 초기인 것으로 나타났다. 또한 구기계곡에서는 상수리나무, 도봉산계곡에서는 굴참나무가 신갈나무와 더불어 삼림식생을 구성하는 대표종이었고 도봉산계곡에서만 서어나무(M.I.V. 5.78%)가 출현하였다. 아교목층 및 관목층의 주요구성수종은 대체로 5개지역이 유사하였는데, 진달래, 철쭉나무, 국수나무 등이 우점수종이었다.

Table 5는 각 조사지역간의 유사도지수를 나타낸 것이다. 가장 인접된 하루재계곡과 우이령계곡간의 유사도는 69.59%로서 가장 유사한 군집구조를 보이고 있으나 다른 지역에서는 지역간의 거리가 유사도에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 파악할 수 있다. 또한 각 지역간은 45%이상의 유사성을 나타내는 군집구조를 형성함을 알 수 있다.

Table 6은 각 군집별 종다양도 및 최대종다양도를 나타낸 것이다. Shannon의 종다양성의 비교에서는 각 군집이 1.2947~0.5859의 범위로 차이가 크게 나타나는 것은 이용객의 간섭이나 환경오염으로 인한 교란이 심한 곳에 위치한 군집은 낮게 나타나고 비교적 안정적인 군집 높게 나타나고 있다. 종다양도란 종수와 균제도를 접목시켜 하나



Table 4. Importance values of the dominant plant species for the stratum in each survey area of Bukhansan National Park

Area	Species Name	C			U			S			M.I.V.
		R.C.	R.D.	I.V.	R.C.	R.D.	I.V.	R.C.	R.D.	I.V.	
Uiryong	<i>Pinus densiflora</i>	2.97	5.46	4.21	0.27	0.24	0.26	.	.	.	2.19
	<i>Quercus mongolica</i>	69.13	63.64	66.38	16.13	5.35	10.74	1.16	1.93	1.55	37.03
	<i>Q.serrata</i>	8.20	4.55	6.37	15.52	8.76	12.14	0.39	1.24	0.81	7.37
	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	.	.	.	15.81	35.77	25.79	9.73	9.43	9.58	10.19
	<i>Rh. schilippenbachii</i>	.	.	.	9.02	15.82	12.42	10.04	6.66	8.35	5.53
Harujae	<i>P. densiflora</i>	2.64	1.84	2.24	.	.	.	.	.	.	1.12
	<i>Q. mongolica</i>	87.80	87.16	87.48	18.88	7.60	13.24	1.20	4.17	2.69	48.60
	<i>Stephanandra incisa</i>	.	.	.	.	.	.	34.05	17.20	25.62	4.27
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	.	.	.	35.15	8.09	21.62	3.51	3.51	3.51	7.79
	<i>Rh. mucronulatum</i>	.	.	.	12.18	27.70	19.94	4.36	3.67	4.02	7.32
	<i>Rh. schilippenbachii</i>	.	.	.	7.70	16.18	11.94	15.99	6.51	11.25	5.86
Kugi Valley	<i>P. densiflora</i>	19.77	26.67	23.22	3.30	1.03	2.16	.	.	.	12.33
	<i>Q. acutissima</i>	22.84	15.56	19.20	3.70	2.06	2.88	.	.	.	10.56
	<i>Q. mongolica</i>	35.66	26.67	31.16	12.01	6.16	9.09	1.93	5.81	3.87	19.26
	<i>St. incisa</i>	.	.	.	.	.	.	46.86	25.40	36.13	6.02
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	5.18	8.15	6.66	10.04	6.16	8.10	2.10	4.35	3.23	6.57
	<i>Rh. mucronulatum</i>	.	.	.	3.83	15.41	9.62	9.74	3.48	6.61	4.31
Tobongsan Valley	<i>P. densiflora</i>	0.42	0.60	0.51	5.94	0.79	3.36	.	.	.	1.38
	<i>Carpinus axiflora</i>	12.51	5.42	8.97	6.74	1.05	3.89	.	.	.	5.78
	<i>Q. variabilis</i>	17.89	24.70	21.29	9.75	5.24	7.49	0.03	0.90	0.47	13.22
	<i>Q. mongolica</i>	37.30	38.55	37.93	9.07	6.55	7.81	1.89	3.78	2.84	22.04
	<i>St. incisa</i>	.	.	.	.	.	.	44.24	34.23	39.24	6.54
	<i>Styrax japonica</i>	.	.	.	9.86	13.61	11.74	3.78	2.34	3.06	4.42
Songchu Valley	<i>P. densiflora</i>	36.44	30.32	33.38	7.89	2.86	5.38	.	.	.	18.48
	<i>Q. mongolica</i>	61.27	65.16	63.22	20.05	9.31	14.68	2.69	4.51	3.60	37.10
	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.02	0.65	0.33	0.62	1.19	0.91	13.01	10.06	11.54	2.39
	<i>St. incisa</i>	.	.	.	.	.	.	24.88	15.92	20.40	3.40
	<i>Rhus trichocarpa</i>	.	.	.	10.33	14.80	12.56	0.51	1.05	0.78	4.32
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	.	.	.	15.49	13.13	14.31	2.64	2.70	2.52	5.19
<i>Rh. mucronulatum</i>	.	.	.	3.73	12.89	8.31	14.25	18.32	16.28	5.48	

\*C:Canopy, U:Understory, S:Shrub

\*R.C:Relative Coverage, R.D:Relative Density, I.V.:Importance Value,

\*M.I.V.:Mean Importance Value

Table 5. Similarity index between each survey area in Bukhansan National Park

Area	Uiryong	Harujae	Kugi Valley	Tobongsan Valley
Harujae	69.59			
Kugi Valley	53.84	46.09		
Tobongsan Valley	54.84	47.36	55.90	
Songchu Valley	67.04	69.43	55.14	48.60

의 대표치를 나타낸 것(Ludwig and Reynolds, 1988)으로써 희귀종(rare species)을 강조한 Shannon 지수와 일반종(common species)에 부하를 많이 둔 Simpson 지수(Krebs, 1985)는 종구성에 따라 달리 나타날 수 있는데 본 결과에서는 Shannon 지수에서 리기다소나무-졸참나무군집인 군집 VII가 1.2947, Simpson 지수에서도 군집 VIII가 17.2527로 가장 많은 종이 출현하였다.

Table 6. Values of various diversity indices of each community classified by TWINSpan in Bukhansan National Park

Community	H'(Shannon)	Simpson'D.	P. I. E.	J'(evenness)	D'(dominance)	H'max
I	0.5859	3.8776	0.7421	0.8383	0.1617	0.6990
II	1.2775	11.7101	0.9146	0.7374	0.2626	1.7324
III	1.1964	14.4733	0.9309	0.9356	0.0644	1.2788
IV	1.2549	11.8635	0.9157	0.7278	0.2722	1.7243
V	1.2259	9.3907	0.8935	0.7505	0.2495	1.6335
VI	1.1210	9.3242	0.8928	0.7923	0.2077	1.4150
VII	1.1772	8.4560	0.8818	0.7564	0.2436	1.5563
VIII	1.2947	17.2527	0.9420	0.8947	0.1053	1.4472
IX	1.1782	11.2314	0.9110	0.8428	0.1572	1.3979
Mean	1.1457	10.8422	0.8916	0.8084	0.1916	1.4316

\*P.I.E. = the Probability of Interspecific Encounter

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

Table 7. Similarity indices between each community in Bukhansan National Park

Community	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
II	9.96							
III	9.13	16.78						
IV	9.12	60.58	34.52					
V	14.95	53.99	27.22	55.91				
VI	6.53	48.45	13.19	54.29	57.71			
VII	3.31	20.05	36.22	22.43	22.17	12.94		
VIII	4.02	15.11	7.81	15.68	22.42	31.68	12.32	
IX	29.95	37.59	15.37	31.33	47.33	56.35	21.10	27.71

Table 7은 9개 군집간의 유사도지수를 분석한 것이다. 군집간 가장 높은 유사도를 나타낸 것은 군집 V와 군집 VI로써 두 군집은 각각 신갈나무-졸참나무-산벚나무군집, 신갈나무-굴참나무군집으로 야교목층과 관목층에서 약간의 차이를 보이고 있다. 서어나무군집인 군집 I과 아까시나무-상수리나무군집인 군집 VIII은 3.31로 매우 이질적으로 나타났다. 각 군집간의 유사도 범위는 60% 이하로 군집간의 분리가 비교적 잘 이루어졌다.

Figure 4는 각 조사지역의 표본조사구를 통합하여 Shannon의 종다양도 및 최대종다양도를 나타내었다.

Shannon의 종다양도는 도봉산계곡이 가장 높은 값(1.3358)을 보였고 송추계곡→우이령계곡→하루재계곡→구기계곡의 순이었다. 반면, 최대종다양도는 우이령계곡에서 총 50종이 출현하여 그 값(1.6990)이 가장 높았고 도봉산계곡→송추계곡→하루재계곡→구기계곡의 순이었다.

### 5. 주요 수종간의 상관관계분석

북한산 국립공원은 서울의 도시림 가운데 자연성이 가장 풍부한 곳으로 참나무류가 우점종인 삼림식생구조를 형성하고 있는데, 서울의 환경조건을 고려해 볼때 이들 참나무류는 당분간 우점종의 상태를 계속 유지할 것이다. 서울의 도시림은 아까시나무와 현사시나무 인공식생군집에서 참나무류군집으로의 천이가 진행되고 있는 상황에서 도시환경립조성 혹은 관리는 도시림 식물생태계의 발전방향성에 초점을 맞추어야 할 것이다. 따라서, 서울의 삼림에서 참나무류 식물군집의 전형적인 구조를 이루고 있는 북한산 국립공원의 식생구조는 향후 도시녹지의 복원 및 조성, 관리의 모델이 될 수 있다. 본 상관관계분석은 수종간의 친화성에 따른 식생도입 및 층위구조 형성의 유형을 도입할 때 중요한 표본이 될 것이다.

총 79개 조사구에서 출현빈도가 높고 상대우점치값이

Table 8. Correlation between importance value of the major woody plant species in survey area of Bukhansan National Park

	Pd	Qa	Qv	Qa	Qm	Qs	Ms	Lo	Ds	Si	Sa	Ps	Lm	Lc	Rp	Zs	Rt	Eo	Ap	Rm	Ry	Rs	Sc	So		
Qac	.																									
Qv	.	.																								
Qa	.	.	.																							
Qm	---	---	---	---	---																					
Qs	.	.	.	.	.	-																				
Ms	.	.	.	.	.	.	.																			
Lo	-	.	.	.	.	+	-	.																		
Ds	.	.	.	.	.	.	.	+	.																	
Si	.	.	.	.	.	.	.	.	+	-																
Sa	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ps	.	.	.	.	.	---	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lm	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rp	.	++	.	.	.	---	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zs	++	.	.	.	.	---	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rt	.	.	.	.	.	+	-	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eo	.	.	.	.	.	.	.	+	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ap	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rm	.	.	-	.	.	++	.	-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ry	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rs	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sc	.	.	.	.	.	+	.	.	++	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
So	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	-	.	+	-	.	.	.	+	.	.	.	-	.	-	.	.
Fr	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

1. 1-tailed signifi., +, -:P<0.05, ++, --:P<0.01

2. Pd: *Pinus densiflora*, Qac: *Quercus acutissima*, Qv: *Q. variabilis*, Qa: *Q. aliena*, Qm: *Q. mongolica*, Qs: *Q. serrata*, Ms: *Magnolia sieboldii*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Ds: *Deutzia prunifolia*, Si: *Stephanandra incisa*, Sa: *Sorbus alnifolia*, Ps: *Prunus sargentii*, Lm: *Lespedeza maximowiczii*, Lc: *L. cryobotrya*, Rp: *Robinia pseudoacacia*, Zs: *Zanthoxylum schlnifolium*, Rt: *Rhus trichocarpa*, Eo: *Euonymus oxyphyllus*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, Rm: *Rhododendron mucronulatum*, Ry: *Rh. yedoense* var. *poukhanense*, Rs: *Rh. schlippenbachii*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, So: *Styrax obassia*,

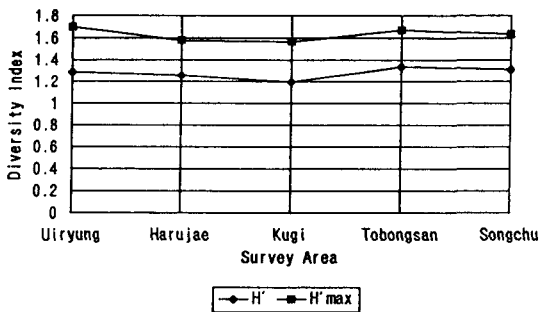


Figure 4. Diversity indices of each survey area in Bukhansan National Park

비교적 큰 주요수종간의 상관관계분석을 실시한 것은 Table 8이다.

다른 서울의 도시림에서 일반적으로 출현빈도가 높았던 것은 고목성의 물푸레나무, 아교목성 및 관목성의 함박꽃나무, 참회나무, 쪽동백나무, 바위말발도리, 당단풍이었다.

상대우점치에 의한 수종간의 상관관계 분석결과 고목성 수종간에는 상수리나무와 아까시나무는 1%수준에서 정의 상관관계를, 상수리나무와 팔배나무, 물푸레나무와 아까시나무는 5%수준에서 정의 상관관계를 보이고 있었다. 이와 같은 결과는 상대우점치 분석에서도 알 수 있듯이 아까시나무는 상수리나무 및 물푸레나무와 중간 경쟁관계에 있는 것으로 생각할 수 있으므로 아까시나무의 대체 수종으로서

의 가능성이 크다. 또한, 신갈나무는 소나무, 아까시나무 및 다른 참나무류와 부의 상관관계가 인정되었으며 본 대상지에서 신갈나무의 세력이 다른 수종들보다 월등히 높은 수종이었다.

이러한 상황을 고려해 볼 때 도시림관리, 도시환경림조성은 신갈나무로의 식생유도가 가장 바람직한 것으로 생각할 수 있다. 본 분석결과 신갈나무와 생태적 적소(ecological niche)에 속하는 아교목층 및 관목층 수종은 노린재나무, 철쭉나무, 개웃나무, 생강나무, 진달래이었다. 또한, 함박꽃나무와 바위말발도리, 함박꽃나무와 개웃나무, 당단풍과 산철쭉, 생강나무와 참회나무 등은 정의 상관관계가 인정되어 생태적 지위가 동일한 수종으로 판단되었다.

**6. 환경인자분석**

TWINSpan분석을 이용하여 나는 9개의 군집에 대한 토양인자의 특성을 나타낸 것이 Table 9이다. 군집 I 은

Table 9. Soil characteristics of each community for classified type by TWINSpan in Bukhansan National Park

Community	Moisture(%)	Humus(%)	pH
I	10.81	5.29	4.62
II	8.09	5.22	4.69
III	1.50	3.86	4.55
IV	7.77	4.05	4.86
V	8.53	4.02	4.86
VI	5.87	3.58	4.68
VII	3.26	3.66	4.77
VIII	5.40	2.98	4.75
IX	6.22	4.62	4.66
Mean	6.38	4.14	4.70

서어나무군집으로 수분함량, 유기물함량 등이 기타의 군집보다 높은 값을 보였는데 이는 극삼림의 상태일수록 토양이 안정화 된다는 여러보고와 일치하였다(이 등, 1990; 1992; 1994; 박 등, 1988). 9개군집의 토양산도는 모두 pH 4.55~4.86의 범위로 주왕산의 pH 5.48~5.80(이 등, 1995), 덕유산의 pH 4.64~5.46(이 등, 1994), 소백산의 pH 5.09~5.29(이 등, 1995) 등의 주요국립공원에 비해 낮은 값을 나타내었다. 박 등(1987)에 의하면 1987년 북한산삼림 토양의 pH가 4.4~5.3으로서 중부 온대림의 극상수종인 서어나무, 층층나무 등이 자랄 수 있

는 pH 5.5이상의 환경이 조성되지 못해 생태적 천이단계에서 호산성의 소나무나 참나무류가 우점종인 군집에서 머물 것이라고 하였는데, 지속적으로 증가하는 자동차와 대기오염으로 토양산도가 pH 4.55~4.86로 더욱 산성화가 심화되어 천이의 진행이 중단되었을 가능성을 뒷받침하고 있다.

**인 용 문 헌**

건설부 (1984) 북한산국립공원계획, 553쪽.  
 농업기술연구소 (1988) 토양화학분석법. -토양식물체 토양미생물-. 농촌진흥청, 450쪽.  
 박봉규 (1981) 서울근교 도봉산일대의 식물군집의 구조적 특성과 환경보호에 관하여(한국자연보존협회, '자연보존 연구보고서' 3:111-129), 서울.  
 박인협(1985) 백운산 지역 천연림 생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문, 48쪽  
 박인협, 이경재, 조재창 (1987) 북한산 지역의 삼림군집 구조에 관한 연구. 용용생태연구 1(1):1-23.  
 박인협, 이경재, 조재창 (1988) 치악산국립공원의 산림군집구조. -구룡사-비로봉지역을 중심으로-. 용용생태연구 2(1):1-8.  
 이경재 외 17인 (1992) 도시 및 공업단지 주변의 Green 복원 기술 개발. 환경처 · 과학기술처, 291쪽.  
 이경재 외 19인 (1993) 도시 및 공업단지 주변의 Green 복원 기술 개발. 환경처 · 과학기술처, 264쪽.  
 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석 (1990) 광릉삼림의 군집구조(I) -Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉지역의 식생분석-. 한국임학회지 79(2):173-186.  
 이경재, 최송현, 조우 (1995) 주왕산국립공원 삼림군집구조분석. -이전동 절터지역을 중심으로-. 용용생태연구 8(2):93-106.  
 이경재, 최송현, 조재창 (1992) 광릉삼림의 군집구조(II) -Classification 및 Ordination 방법에 의한 죽엽산 지역의 식생분석-. 한국임학회지 81(3):214-223.  
 정태현, 이우철 (1962) 북한산의 식물자원조사연구. 성균관대논문집 7:373-396.  
 최송현 (1992) 북한산 정릉계곡의 식물종다양성 변화에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문, 19-55.  
 최송현, 이경재 (1993) 북한산국립공원 삼림군집구조의 5년간 변화 연구. 용용생태연구 7(1):35-48.  
 Cox, G. W. (1976) Laboratory manual of general ecology. Win. C. Brown Co. 232pp.  
 Curtis, J. T. and R. P. McIntosh (1951) An

- upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32:476-496.
- Hill, M. O. (1979a) DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology Systematics*, Cornell University, Ithaca, N. Y., 52pp
- Hill, M. O. (1979b) TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, N. Y., 99pp.
- Krebs, C. J. (1985) *Ecology*(3rd Edition). Harper International Edition. 800pp.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynold (1988) *Statistical Ecology*. John Wiley & Sons. 337pp.
- Pielou, E. C. (1975) *Mathematical ecology*. John Wiley & Sons, N. Y., 385pp.