

변산반도국립공원 내소사-내변산 구간의 식생구조분석^{1a}

최송현^{2*} · 조현서³

Vegetation Structure Analysis from Naesosa to Naebyeonsan District of the Byeonsan Peninsula National Park^{1a}

Song-Hyun Choi^{2*}, Hyun-Seo Cho³

요약

변산반도국립공원의 내소사-내변산지구의 식생구조를 파악하기 위하여 30개 조사구를 설치하여 조사를 실시하였다. Classification 기법중 하나인 TWINSpan을 이용하여 군락분리를 시도하고, ordination기법중 DCA 분석을 실시하여 보완한 결과, 군락의 종조성이 불연속적으로 나타났다. 최종 군락 분리결과 군락 I 은 소나무군락, 군락 II는 소나무-졸참나무군락, 군락 III은 느티나무-까마귀베개군락, 그리고 군락 IV는 푸조나무-까마귀베개군락이었다. 이상의 분석결과 변산반도국립공원 남사면지역은 해안쪽은 소나무식생이 계속 유지될 것이나 내륙으로 갈수록 점차 졸참나무 등으로 천이가 진행될 것으로 판단된다. 본 조사지역의 산림식생의 임령은 연륜분석결과 40년을 상회하는 것으로 밝혀졌다.

주요어 : TWINSpan, DCA, 연륜분석

ABSTRACT

To investigate the vegetation structure of the section from Naesosa to Naebyeonsan district, thirty plots which size is 100m² were set up in the Byeonsan Peninsula National Park. According to the classification(TWINSpan) and ordination(DCA) analysis which were used for community division, the plots are appeared in uncontinuity with each ones. At the end of classification analysis, the community was divided into the four groups of *Pinus densiflora*(I), *Pinus densiflora-Quercus serrata*(II), *Zelkova serrata-Rhamnella franguloides*(III) and *Aphanaghe aspera-Rhamnella franguloides* community(IV). Through the results, *Pinus densiflora* community coast-sided will be going with status quo, but *Pinus densiflora-Quercus serrata* community inland-sided will progress toward *Q. serrata dominated* community. It was turned out that the forest of the Byeonsan Peninsula National Park is about over 40-year-old through tree ring analysis.

KEY WORDS : DCA, QUERCUS DENTATA, TREE RING ANALYSIS

1 접수 2009년 2월 26일, 수정(1차: 2009년 4월 20일), 게재확정 2009년 4월 22일

Received 26 February 2009; Revised(1st 20 April 2009); Accepted 22 April 2009

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

3 진주산업대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Jinju National Univ., Jinju, 660-758, Korean(sanchs@jinju.ac.kr)

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

* 교신저자, Corresponding author(songchoi@hotmail.com)

서론

변산반도국립공원은 국내유일의 반도국립공원으로, 1971년 도립공원으로 지정되었고 이후 1988년 6월 11일에 제 19호 국립공원으로 승격·지정되었다. 행정구역상 1군 5면(변산면, 상서면, 진서면, 하서면, 보안면)에 걸쳐 있으며 지정당시 면적은 157km²(육지부 148km², 해상 9km²)였다(KNPS, 1997). 그러나 2003년 및 2006년 국립공원 구역조정을 거치면서 154.644km²(해상 9.916km², 5.9%)로 최종 고시되었다. 전체 자연보존지구는 14.38%(22.234km²)이며, 83.95%(129.827km²)가 자연환경지구로 지정되어 있다.

변산반도국립공원 지역은 산림과 해안이 잘 조화되어 있으며 외변산지역은 독특한 지질학적 구조를 가진 채석강, 적벽강, 각종 바위 그리고 주변 해수욕장이 산재해 있다. 내변산지역은 크고 작은 봉우리와 폭포 등 수려한 경관자원을 보유하고 있으며, 특히, 호랑가시나무, 후박나무, 팽팡나무, 미선나무군락 등이 천연기념물로 지정되어 보전되고 있다(IUS, 2005).

풍부한 자연자원을 가진 것에 반해 변산반도국립공원에 대한 연구 및 조사자료는 그리 많지 않다. Kwak et al.(1991)은 변산반도국립공원의 식생조사를 통해 관속식물이 119과 411속 609종 79변종 10품종으로 총 698종류가 분포하고 있다고 조사하였고, 가장 넓게 분포하고 있는 굴참나무, 소나무, 리기다소나무군락에 대해 ordination분석을 통해 식생과 환경조건과의 관계를 밝혔다. Choi et al.(1995)은 변산반도국립공원에 부안호가 생기기 이전에 목본식물자원조사를 통해 팽팡나무, 미선나무, 분홍미선 등이 생태적 가치가 높다고 밝힌 바 있다. Beon(2003)은 내소사유역을 중심으로 생태적 관리방안과 생태탐방교육용 기

초자료를 제공하고자 식물상 및 입지별 식생구조를 파악하였다.

이후 변산반도국립공원에서는 자체적으로 2004년에 내변산일대 관속식물상 및 모니터링 조사, 2005년 회양계곡~화룡소구간의 식물변화모니터링, 2006년 외래식물조사, 2007년 특별보호구 식물상과 식생조사 등을 수행해 오고 있다. 이에 본 연구는 변산반도국립공원의 효율적인 관리와 기초자료를 제공하고자 하는 측면에서 탐방객이 많이 이용하는 내소사-내변산구간의 식생구조를 밝히고자 한다.

조사 및 분석

1. 조사구 선정

변산반도국립공원 내소사-내변산지구 일원의 식생분포와 구조를 알아보기 위하여 Figure 1과 같이 단위면적 100m² (10m×10m)가 되도록 조사구 30개를 설치하였다. 본 연구는 2008년 2월 예비조사를 거쳐 7월 본 조사를 실시하였다.

2. 조사 및 분석

1) 식생 및 환경요인 조사

변산반도국립공원 내소사-내변산지구의 식생 분포 및 구조를 조사하기 위하여 해안에 가까운 쪽에서 내륙으로 이어지는 노선을 선정하여 식생조사를 실시하였다. 식생 조사는 교목층, 아교목층, 관목층으로 나누어 수관층위별로 조사를 실시하였다. 상층수관을 이루는 수목을 교목층으로, 흉고직경 2cm이하의 수목을 관목층으로, 기타 수목을 아교목층으로 구분하였다. 교목층과 아교목층에서는 수목을 10m×10m

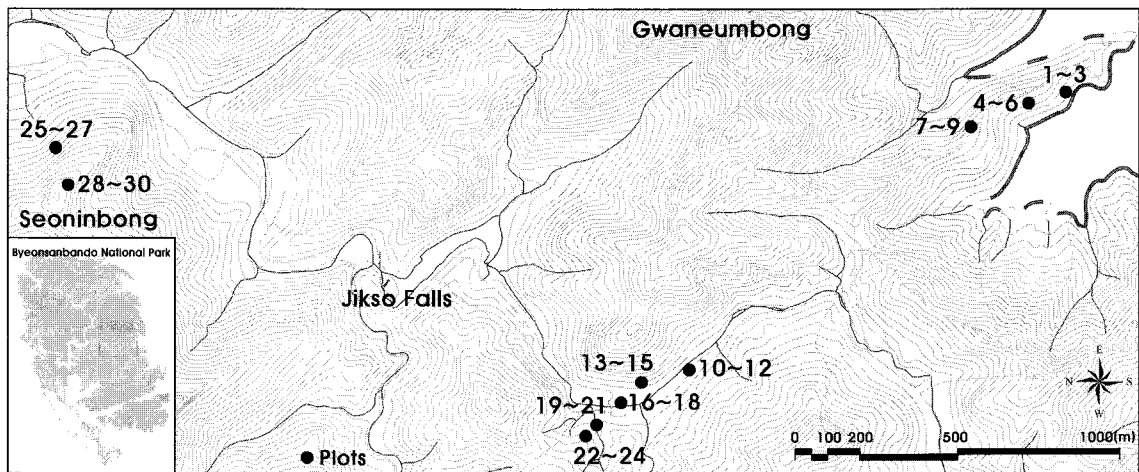


Figure 1. Map of the survey plots in the Byeonsan Peninsula National Park.

크기 방형구에서 수목의 흉고직경을, 관목층에서는 각 방형구에 5m×5m크기로 중첩해서 설치한 소형 방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×단변)을 조사하였다. 각 조사지의 일반적 개황으로는 GPS를 이용한 위치, 고도, 경사도, 율폐도, 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)/3로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층 I.P.×3 + 아교목층 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)를 분석하였다.

3) 연륜 및 성장량조사

조사구에서 우점종 중 평균흉고직경에 해당하는 수목 혹은 대표적인 수목을 선정하여 지상으로부터 1.2m높이에서 성장추를 이용하여 목편을 추출하였다. 추출한 목편은 분석하여 수목의 수령 및 성장상태를 파악하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

변산반도국립공원 내소사-내변산지구 지역을 중심으로 설치된 조사구를 중심으로 30개 조사구의 일반적 개황을 나타내었다(Table 1). 조사지는 해발 40m~144m에서 설정되었으며, 사면방향은 남, 동, 남동 그리고 북동향이 많았다.

산림 식생의 수고는 교목층 11~20m, 아교목층 4~10m 그리고 관목층은 1~2.5m였으며, 층위별 평균흉고직경은 교목층 14.5cm, 아교목층 3.2cm였다.

2. 식생구조

1) Classification분석

전체 30개 조사구에 대해 classification분석 중 TWINSpan기법을 적용하여 조사구별 종조성을 나타내고 (Table 2)(Choi et al., 1998), 이를 바탕으로 군락분리를 시도하였다.

군락분리는 각 조사구에서 출현하는 수종들 중 환경요인을 간접적으로 반영하는 지표종(indicator species)의해 이루어지며(Lee et al., 1994), 첫번째 단계에서는 느티나무(+) 지표종의 유무에 의해 분리되었다. 두번째 단계에서 느티나무가 출현하지 않은 조사구들은 물푸레나무(+)의 출현유무에 의해, 느티나무가 출현한 조사구들은 푸조나무(+)의 출현유무에 의해 군락이 나뉘었다.

분리결과 군락 I은 소나무군락, 군락 II는 소나무-졸참나무군락, 군락 III은 느티나무-까마귀배개군락, 그리고 군

Table 1. General description of the physical features and vegetation of the surveyed plots in the Byeonsan Peninsula National Park.

Community		I					
Plot number		1	2	3	4	5	6
Altitude(m)		40	40	40	75	75	75
Aspect		S30E	S30E	S30E	S	S	S
Slope(°)		5	5	5	8	8	8
Number of species		11	14	19	11	10	14
Coordinates		N35°36'25.3" E126°35'0.9"	N35°36'25.3" E126°35'0.9"	N35°36'25.3" E126°35'0.9"	N35°36'28.9" E126°34'59.6"	N35°36'28.9" E126°34'59.6"	N35°36'28.9" E126°34'59.6"
Canopy	Height(m)	17	17	17	11	11	11
	Mean DBH(cm)	18.8	18.5	18.6	13.5	12.8	12.4
	Coverage(%)	80	80	80	80	80	80
Understory	Height(m)	4	4	4	4	4	4
	Mean DBH(cm)	2.0	2.0	2.2	2.5	2.3	2.3
	Coverage(%)	5	5	5	20	20	20
Shrub	Height(m)	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	Coverage(%)	100	100	100	100	100	100

Table 1. (Continued)

Community		I			II		
Plot number		7	8	9	10	11	12
Altitude(m)		89	89	89	139	139	139
Aspect		S	S	S	E	E	E
Slope(°)		8	8	8	20	20	20
Number of species		13	15	13	14	26	25
Coordinates		N35°36'34.7" E126°34'56.6"	N35°36'34.7" E126°34'56.6"	N35°36'34.7" E126°34'56.6"	N35°37'2.7" E126°34'27.0"	N35°37'2.7" E126°34'27.0"	N35°37'2.7" E126°34'27.0"
Canopy	height(m)	11	11	11	13	13	13
	Mean DBH(cm)	12.0	11.6	11.2	14.7	19.1	13.4
	Coverage(%)	80	80	80	90	90	90
Understory	height(m)	6	6	6	7	7	7
	Mean DBH(cm)	2.7	2.6	2.7	3.8	4.5	3.9
	Coverage(%)	40	40	40	60	60	60
Shrub	height(m)	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0
	Coverage(%)	80	80	80	30	30	30

Table 1. (Continued)

Community		II					
Plot number		13	14	15	16	17	18
Altitude(m)		144	144	144	141	141	141
Aspect		N60E	N60E	N60E	N30E	N30E	N30E
Slope(°)		10	10	10	5	5	5
Number of species		16	14	15	15	14	22
Coordinates		N35°37'7.5" E126°34'25.4"	N35°37'7.5" E126°34'25.4"	N35°37'7.5" E126°34'25.4"	N35°37'9.5" E126°34'23.0"	N35°37'9.5" E126°34'23.0"	N35°37'9.5" E126°34'23.0"
Canopy	height(m)	13	13	13	13	13	13
	Mean DBH(cm)	12.5	11.8	13.5	10.5	13.4	17.0
	Coverage(%)	90	90	90	90	90	90
Understory	height(m)	8	8	8	7	7	7
	Mean DBH(cm)	3.6	3.2	3.8	3.7	4.0	4.7
	Coverage(%)	60	60	60	50	50	50
Shrub	height(m)	1.2	1.2	1.2	2.0	2.0	2.0
	Coverage(%)	40	40	40	50	50	50

Table 1. (Continued)

Community		II					
Plot number		19	20	21	22	23	24
Altitude(m)		137	137	137	136	136	136
Aspect		N30E	N30E	N30E	N30E	N30E	N30E
Slope(°)		5	5	5	5	5	5
Number of species		12	13	20	15	18	21
Coordinates		N35°37'11.9" E126°34'20.2"	N35°37'11.9" E126°34'20.2"	N35°37'11.9" E126°34'20.2"	N35°37'13.0" E126°34'18.8"	N35°37'13.0" E126°34'18.8"	N35°37'13.0" E126°34'18.8"
Canopy	height(m)	20	20	20	15	15	15
	Mean DBH(cm)	12.6	23.8	24.3	16.4	19.0	13.8
	Coverage(%)	50	50	50	80	80	80
Understory	height(m)	10	10	10	8	8	8
	Mean DBH(cm)	3.6	4.3	3.8	3.6	6.2	5.1
	Coverage(%)	80	80	80	30	30	30
Shrub	height(m)	2.0	2.0	2.0	1.2	1.2	1.2
	Coverage(%)	50	50	50	40	40	40

Table 1. (Continued)

Community	III						IV
Plot number	25	26	27	28	29	30	
Altitude(m)	88	88	88	92	92	92	
Aspect	S	S	S	S30E	S30E	S30E	
Slope(°)	35	35	35	30	30	30	
Number of species	16	16	10	15	21	16	
Coordinates	N35°38'6.0"	N35°38'6.0"	N35°38'6.0"	N35°38'4.8"	N35°38'4.8"	N35°38'4.8"	
	E126°34'53.6"	E126°34'53.6"	E126°34'53.6"	E126°34'49.0"	E126°34'49.0"	E126°34'49.0"	
Canopy	height(m)	13	13	13	13	13	
	Mean DBH(cm)	15.7	20.7	10.8	17.8	18.4	
	Coverage(%)	90	90	90	90	90	
Understory	height(m)	6	6	6	6	6	
	Mean DBH(cm)	3.7	3.7	2.9	3.5	3.3	
	Coverage(%)	60	60	60	60	60	
Shrub	height(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	Coverage(%)	100	100	100	100	100	

Table 2. The TWINSpan analysis on the distribution and abundance of tree(≥ 2 cm DBH) in the Byeonsan Peninsula National Park.

Community	I									II											III					IV					
Plot number	4	5	6	7	8	9	1	2	3	14	19	15	18	20	21	22	23	24	12	13	16	17	10	11	25	28	26	27	29	30	
<i>Rm</i> ²	2	2	2	1	2	1	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1	-	1	-	-
<i>Jr</i>	3	4	3	3	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dr</i>	2	1	-	2	-	1	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Ik</i>	-	-	-	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rt</i>	-	-	1	-	1	-	3	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Vo</i>	3	1	3	3	2	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Fs</i>	4	4	4	4	4	4	4	3	3	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-	2	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Pv</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	4	4	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	4	5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pd</i>	-	2	1	1	2	1	2	3	-	2	-	1	3	2	1	2	-	2	3	2	1	3	-	1	-	-	-	2	-	1	-
<i>Ve</i>	-	-	1	-	1	1	2	2	2	-	2	1	-	-	2	-	2	1	1	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sc</i>	1	1	1	-	1	1	3	2	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	2	1	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sm</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	1	-	1	-	1	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ap</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	2	1	2	3	-	1	1	1	2	2	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-
<i>Mo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4	3	-	1	1	2	2	3	-	1	3	-	3	-	-	-	-	-	-	4
<i>Fr</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	1	3	4	3	2	2	3	4	1	4	3	4	3	2	-	-	-	-	-	-
<i>Qs</i>	2	-	3	3	2	4	2	-	1	5	4	5	5	4	3	5	5	5	4	5	5	5	3	3	2	2	3	3	-	2	3
<i>Ps</i>	-	-	1	-	-	1	-	2	3	2	-	3	2	4	4	2	2	1	2	4	2	-	4	1	4	4	4	-	1	-	-
<i>Sc</i>	-	1	-	1	-	-	3	2	2	-	-	2	2	2	3	2	2	3	1	2	3	2	-	-	-	-	2	-	-	1	2
<i>Lg</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	1	1	2	2	-	-	2	2	1	-	1	-	1	1	1	1	-	-	2	1
<i>Sj</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	-	2	1	3	-	-	-	-	-	-
<i>Sj</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	1	5	-	4	1	3	2	4	3	1	3	2	2	3	-	-	2	2	2	3	-	-	-
<i>Si</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	1	1	-	2	1	2	3	2	3	3	-	-	3	3	3	2	-	2	-
<i>Lo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1	2	2	2	-	-	1	-
<i>Ap</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	3	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	3
<i>Qv</i>	2	3	1	1	1	1	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	2	2	2	4	2	5	3	2	2	2	2	3	4	5	3
<i>Zs</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	5	4	5	1
<i>Rf</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	3	5	4	5
<i>Lo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	3	2	2	2	1	3
<i>Cs</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	2	-
<i>Lm</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	1	1
<i>Aa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4

¹ The number of individuals in each plot is indicated as follows : -, none; 1, one; 2, two-tree; 3, four-five; 4, six-ten; 5, eleven or more

²Rm: *Rhododendron mucronulatum*, Jr: *Juniperus rigida*, Dr: *Distylium racemosum*, Ik: *Indigofera kirilowii*, Rt: *Rhus tricarpa*, Vo: *Vaccinium oldhamii*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Pv: *Pourthiaea villosa*, Ve: *Viburnum erosum*, Sc: *Smilax china*, Sm: *Stellaria media*, Ap: *Acer pseudosieboldianum*, Mo: *Meliosma oldhamii*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Qs: *Quercus serrata*, Ps: *Prunus sargentii*, Sc: *Symplocos chinensis*, Lg: *Lindera glauca*, Sj: *Sapium japonicum*, Sj: *Styrax japonicus*, Si: *Stephanandra incisa*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Ap: *Acer pictum* subsp. *mono* Qv: *Quercus variabilis*, Zs: *Zelkova serrata*, Rf: *Rhamnella franguloides*, Lo: *Ligustrum obtusifolium*, Cs: *Celtis sinensis*, Lm: *Lonicera maackii*, Aa: *Aphananthe aspera*

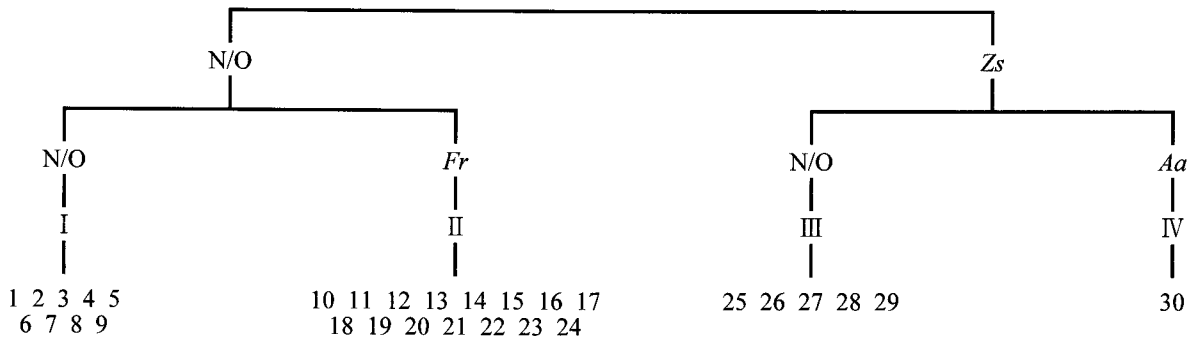


Figure 2. The dendrogram of classification by TWINSpan using the thirty plots in the Byeonsan Peninsula National Park(Zs: *Zelkova serrata*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Aa: *Aphananthe aspera*, N/O: Non observation).

락 IV는 푸조나무-까마귀베개군락이었다.

2) Ordination분석

Classification분석과 상호보완적인 방법으로 군락의 분포를 알아보기 위해(이경재 등, 1994; 최송현과 강현미, 2006) ordination분석 방법 중 DCA기법을 적용하여 변산반도 30개 조사구의 분석을 실시하였다(Figure 3).

각 조사구간의 상이성을 바탕으로 조사구를 배치하는 ordination분석(Orloci, 1978) 결과와 앞서 분석된 TWINSpan분석 결과를 접목한 결과, 첫번째 축을 중심으로 왼쪽부터 소나무군락(I, ■), 소나무-졸참나무군락(II, ◆), 느티나무-까마귀베개군락(III, ●)과 푸조나무-까마귀베개군락(IV, ▲)이 분포하였다. 변산반도국립공원은 동쪽을 제외한 삼면이 바다로 둘러싸여 있고, 조사구가 해안가에서 내륙으로 선형으로 설정된 점과 지형적인 측면을 감안하면 수분에 의한 환경구배차이의 분포결과로 판단된다(Ter Braak and Prentice, 1988).

분리된 군락의 종조성 차이를 알아보기 위하여 유사도분석을 실시하였다(Table 3). 각 군락간의 상이도 분석결과 해안쪽에 위치한 소나무군락(I)과 내륙에 위치한 낙엽활엽수군락(IV)간의 유사도지수가 7.47%로 종조성이 가장 상이한 것으로 나타난 반면 내륙에 인접한 느티나무-까마귀베개군락(III)과 푸조나무-까마귀베개군락(IV)간의 유사도지수는 38.44%로 여전히 두 군락간의 종조성이 상이한 것으

Table 3. Similarity index among four communities.

Community	I	II	III
II	37.73		
III	10.99	24.80	
IV	7.47	17.73	39.44

로 나타났다. 결과적으로 해안쪽에서 내륙으로 이어지는 식생군락의 유사성이 물리적 거리에 따라 유사성에 차이를 보였다.

3) 군락구조분석

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

군락 I은 소나무군락으로 해안가에 가장 가까운 9개 조사구가 포함되었다. 층위별로 살펴보면 교목층에서 소나무는 I.P. 98.1%로 소나무순림이었다. 아교목층에서는 쇠물푸레나무가 33.0%, 노간주나무가 15.6%의 상대우점치로 분포하였고, 관목층에서는 쇠물푸레나무(I.P. 33.0%), 땅비싸리(I.P. 15.6%), 졸참나무(I.P. 11.7%) 등이 분포하고 있는 것으로 조사되었다.

군락 II는 소나무-졸참나무군락으로 15개 조사구가 포함되며, 교목층에서는 소나무가 상대우점치 41.8%로 우점종이었으나 아교목층 및 관목층에서는 더이상 관찰되지 않았

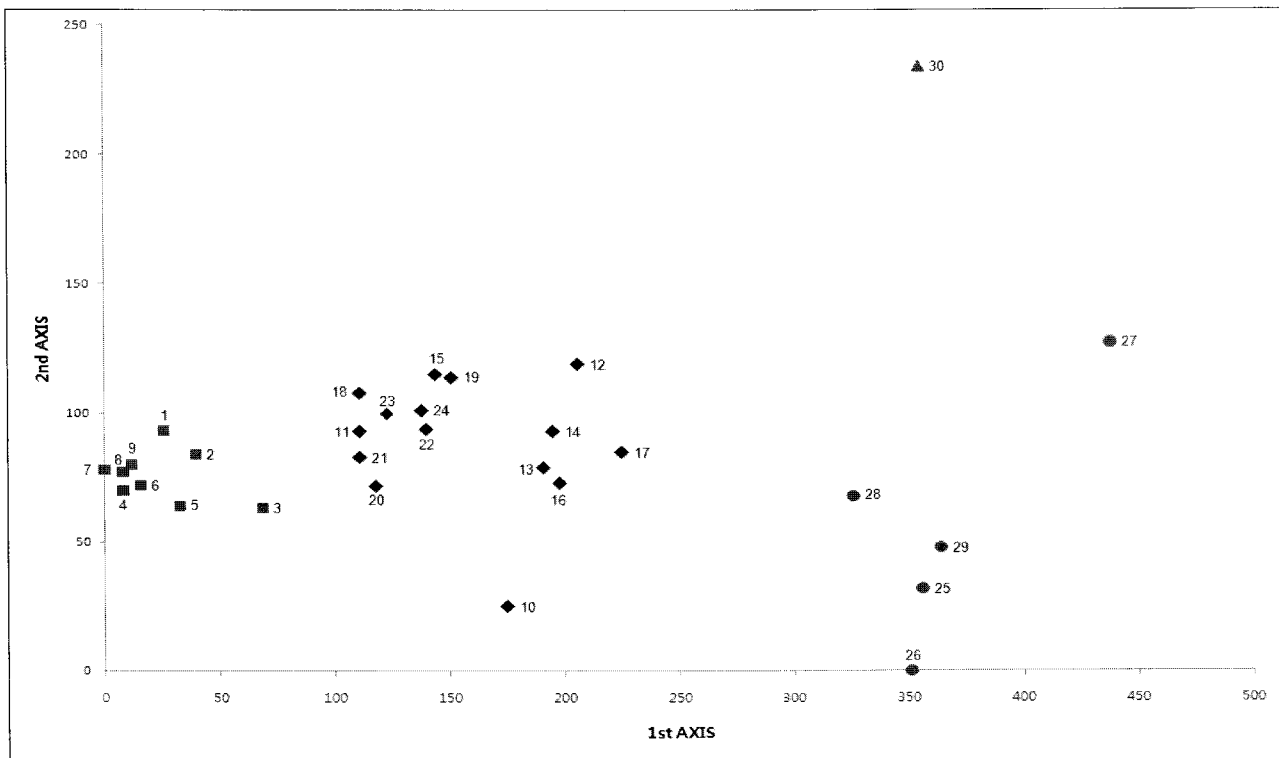


Figure 3. DCA(detrended correspondence analysis) ordination of thirty plots in the Byeonsan Peninsula National Park(■: *Pinus densiflora* community(I), ◆: *P. densiflora-Quercus serrata* community(II), ●:*Zelkova serrata-Rhamnella franguloides* community(III), ▲:*Aphanaghe aspera-Rhamnella franguloides* community(IV)).

다. 졸참나무는 교목층에서 I.P. 22.5%로 부수종이었으나 아교목층에서는 39.1%로 우점종이었다. 관목층에서는 비목나무의 우점도가 I.P. 17.4%로 가장 높았다. 군락 III은 군락 I 과 II보다 내륙에 위치하는 조사구 5개

가 포함된 느티나무-까마귀베개군락이다. 군락 I 과 II에서 우점종이었던 소나무는 더 이상 출현하지 않았으며, 대신 교목층에서 느티나무(I.P. 38.4%), 굴참나무(I.P. 15.4%), 산벚나무(I.P. 15.3%), 까마귀베개(I.P. 12.9%) 등

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>Pinus densiflora</i>	98.10	5.20	0.00	50.78	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	2.53	2.16	1.20
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.00	32.97	19.32	14.21	<i>Castanea crenata</i>	0.00	2.38	1.65	1.07
	<i>Juniperus rigida</i>	0.00	15.58	0.56	5.29	<i>Pinus rigida</i>	1.90	0.00	0.00	0.95
	<i>Quercus serrata</i>	0.00	6.56	11.69	4.14	<i>Rubus buergeri</i>	0.00	2.75	0.00	0.92
	<i>Vaccinium oldhamii</i>	0.00	9.15	4.24	3.76	<i>Rhus tricocarpa</i>	0.00	2.28	0.45	0.84
	<i>Indigofera kirilowii</i>	0.00	0.00	13.13	2.19	<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	1.73	0.59	0.68
	<i>Quercus variabilis</i>	0.00	4.64	3.29	2.10	<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	3.85	0.64
	<i>Pourthiaea villosa</i>	0.00	5.13	1.47	1.96	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.00	0.57	1.27	0.40
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>	0.00	0.62	9.87	1.85	<i>Styrax japonicus</i>	0.00	1.05	0.23	0.39
	<i>Smilax china</i>	0.00	0.00	10.26	1.71	<i>Quercus aliena</i>	0.00	0.00	1.52	0.25
	<i>Viburnum erosum</i>	0.00	2.07	3.92	1.34	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	0.00	0.00	1.47	0.25
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.74	6.42	1.32	<i>Diospyros lotus</i>	0.00	0.65	0.00	0.22
	<i>Prunus sargentii</i>	0.00	2.82	1.92	1.26	Others	0.00	0.60	0.74	0.33

Table 4. (Continued)

Com.	Species	Layer				Species	Layer				
		C ¹	U	S	M		C ¹	U	S	M	
II	<i>Quercus serrata</i>	22.45	39.05	1.09	24.42	<i>Viburnum dilatatum</i>	0.00	0.48	3.24	0.70	
	<i>Pinus densiflora</i>	41.80	0.00	0.00	20.90	<i>Lindera erythrocarpa</i>	0.55	0.72	0.64	0.62	
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	7.28	10.71	5.40	8.11	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.00	0.77	2.11	0.61	
	<i>Styrax japonicus</i>	4.46	7.55	1.02	4.92	<i>Ilex macropoda</i> for. <i>macropoda</i>	0.36	0.63	1.05	0.57	
	<i>Prunus sargentii</i>	7.03	2.40	2.81	4.78	<i>Maackia amurensis</i> var. <i>amurensis</i>	0.94	0.20	0.00	0.54	
	<i>Meliosma oldhamii</i>	4.63	5.53	0.26	4.20	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	0.00	1.47	0.00	0.49	
	<i>Quercus variabilis</i>	6.45	0.60	0.41	3.49	<i>Platycarya strobilacea</i> var. <i>strobilacea</i>	0.81	0.23	0.00	0.48	
	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	7.15	4.39	3.12	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.00	2.72	0.45	
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.00	6.93	4.10	2.99	<i>Cornus walteri</i>	0.66	0.26	0.00	0.42	
	<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	17.36	2.89	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.54	0.26	0.16	0.38	
	<i>Pourthiaea villosa</i>	0.00	6.35	3.84	2.76	<i>Albizia julibrissin</i>	0.49	0.00	0.00	0.25	
	<i>Weigela subsessilis</i>	0.00	0.84	8.21	1.65	<i>Picrasma quassioides</i>	0.00	0.42	0.65	0.25	
	<i>Viburnum erosum</i>	0.00	0.46	8.57	1.58	<i>Kalopanax septemlobus</i>	0.00	0.00	1.47	0.25	
	<i>Smilax china</i>	0.00	0.00	8.83	1.47	<i>Euonymus macropterus</i>	0.00	0.00	1.44	0.24	
	<i>Lindera glauca</i> var. <i>glauca</i>	0.00	1.59	2.96	1.02	<i>Lindera obtusiloba</i> var. <i>obtusiloba</i>	0.00	0.46	0.48	0.23	
	<i>Sapium japonicum</i>	1.15	1.10	0.13	0.96	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	0.65	0.00	0.22	
	<i>Sasa borealis</i>	0.00	0.00	5.30	0.88	<i>Carpinus cordata</i>	0.41	0.00	0.00	0.21	
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	0.00	0.42	3.78	0.77	Others	0.00	2.77	7.55	2.20	
	III	<i>Zelkova serrata</i>	38.36	12.01	0.44	23.26	<i>Ribes mandshuricum</i> Kom. for. <i>mandshuricum</i>	0.00	0.00	5.18	0.86
		<i>Rhamnella franguloides</i>	12.87	39.59	2.80	20.10	<i>Lindera glauca</i> var. <i>glauca</i>	0.00	2.56	0.00	0.85
<i>Prunus sargentii</i>		15.34	1.57	0.89	8.34	<i>Philadelphus schrenkii</i> var. <i>schrenkii</i>	0.00	0.00	4.53	0.76	
<i>Quercus variabilis</i>		15.39	0.00	0.00	7.70	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.00	2.26	0.00	0.75	
<i>Stephanandra incisa</i>		0.00	0.00	24.96	4.16	<i>Pourthiaea villosa</i>	0.00	1.39	1.00	0.63	
<i>Ligustrum obtusifolium</i>		0.00	5.56	12.01	3.86	<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	0.00	3.69	0.62	
<i>Quercus serrata</i>		3.73	5.42	0.00	3.67	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>	0.00	0.47	2.41	0.56	
<i>Acer triflorum</i>		2.04	1.94	10.65	3.44	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	1.58	0.00	0.53	
<i>Styrax japonicus</i>		1.71	6.22	0.00	2.93	<i>Rosa multiflora</i> var. <i>multiflora</i>	0.00	0.00	2.96	0.49	
<i>Lonicera maackii</i>		0.00	0.00	14.70	2.45	<i>Berberis koreana</i>	0.00	0.00	2.89	0.48	
<i>Sapium japonicum</i>		4.25	0.00	0.00	2.13	<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	0.00	2.08	0.35	
<i>Lindera obtusiloba</i> var. <i>obtusiloba</i>		0.00	4.79	2.89	2.08	<i>Lindera erythrocarpa</i>	0.00	0.89	0.00	0.30	
<i>Acer palmatum</i>		0.00	6.17	0.00	2.06	<i>Rhus succedanea</i>	0.00	0.89	0.00	0.30	
<i>Celtis sinensis</i>		0.00	4.96	0.00	1.65	<i>Cudrania tricuspidata</i>	0.00	0.00	1.56	0.26	
<i>Sorbus alnifolia</i>		2.01	1.06	0.00	1.36	<i>Morus alba</i>	0.00	0.69	0.00	0.23	
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		2.28	0.00	0.00	1.14	<i>Vaccinium oldhamii</i>	0.00	0.00	1.28	0.21	
<i>Celtis aurantiaca</i>		2.04	0.00	0.00	1.02	Others	0.00	0.00	3.11	0.52	
IV	<i>Rhamnella franguloides</i>	14.28	47.10	0.00	22.84	<i>Fraxinus mandshurica</i>	6.11	0.00	0.00	3.06	
	<i>Aphananthe aspera</i>	29.51	0.00	0.00	14.76	<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	2.97	11.95	2.98	
	<i>Meliosma oldhamii</i>	26.53	0.00	0.00	13.27	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	7.71	0.00	2.57	
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.00	2.97	51.15	9.52	<i>Rosa multiflora</i> var. <i>multiflora</i>	0.00	0.00	15.08	2.51	
	<i>Picrasma quassioides</i>	0.00	17.27	5.03	6.60	<i>Philadelphus schrenkii</i> var. <i>schrenkii</i>	0.00	5.94	0.00	1.98	
	<i>Quercus variabilis</i>	7.80	5.06	0.00	5.59	<i>Lonicera maackii</i>	0.00	0.00	11.83	1.97	
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	9.04	2.97	0.00	5.51	<i>Lindera glauca</i> var. <i>glauca</i>	0.00	2.97	0.00	0.99	
	<i>Quercus serrata</i>	6.74	5.06	0.00	5.06	<i>Zelkova serrata</i>	0.00	0.00	4.96	0.83	

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

의 순으로 우점을 이루었다. 아교목층에서는 까마귀베개가 상대우점치 39.6%로 우점종이었고, 관목층에서는 국소나무가 넓게 분포하였다.

푸조나무와 까마귀베개나무가 포함된 군락 IV는 낙엽활엽수가 혼효된 군락으로 교목층에서는 푸조나무(I.P. 29.5%), 합다리나무(I.P. 26.5%), 까마귀베개(I.P. 14.3%) 등의 순이었고, 아교목층에서는 까마귀베개가 47.1%의 상대우점치 우점종이었다.

이상의 결과를 종합하면 변산반도국립공원의 내소사-내변산지구의 남사면 구간을 따라 분포하는 식생은 해안쪽으로 소나무군락, 내륙쪽으로 낙엽활엽수군락이 분포하는 양상을 보이고 있다. 해안에 인접한 소나무군락은 소나무의 우점도가 높고 경쟁수종이 뚜렷하지 않아 소나무군락으로 당분간 유지될 것으로 판단되나, 내륙쪽으로 위치한 군락의 경우에는 소나무에서 졸참나무로의 천이진행이 예상되고, 내변산지구 가까운 곳에서는 낙엽활엽수가 다양하게 분포하고 있는 것으로 나타났다.

(4) 종수 및 개체수 분석

변산반도국립공원의 내소사-내변산지구 구간에 분포하는 식생의 단위면적(100m²)당 종수 및 개체수를 알아보기 위하여 통계분석을 실시하였다(Table 5).

단위면적당 평균출현개체수는 90.92±179.77개체로 층위별로는 교목층이 6.82±13.40개체, 아교목층이 17.99±31.53개체이었다. 변산반도국립공원의 경우 층위별 출현개

체수가 최대 32개체에서 최소 4개체까지 분산이 큰 것으로 나타났다.

단위면적당 평균출현종수는 4.09±15.80종이었으며, 층위별로는 교목층 2.25±3.80종, 아교목층 2.26±8.47종, 관목층 3.61±9.07종이었다. 지리산국립공원대원사계곡의 경우 평균출현종수는 11.6±3.7종(Choi et al., 2000), 월출산국립공원 금생골은 13.57±3.75종(Choi et al., 2000)과 비교하면 변산반도국립공원의 평균출현종수는 적은 것을 알 수 있다.

각 군락별로 단위면적당 평균출현개체수 및 종수 분석을 실시한 것이 Table 6이다. 군락 IV는 조사구 30번 한 개만 해당하여 분석시 참고만 하였다. 소나무군락(군락 I)의 경우 교목층에서 평균출현종수는 0.44±1.22종으로 가장 적었으나 평균출현개체수는 8.65±18.89개체로 가장 많은 것으로 분석되었다. 소나무-졸참나무군락(군락 II)과 느티나무-까마귀베개군락(군락 III)은 평균출현개체수 및 종수 분석에서 차이가 없었다.

(5) 연륜 및 성장분석

전체 30개 조사구에서 주요 수종에 대해 목편을 채취하여 수목의 연륜 및 성장량을 분석을 실시하였다. 전체 표본 중 대표성을 지닌 것을 추출하여 표(Table 7)로 나타내었다.

군락 I에서 소나무의 목편을 추출하여 분석을 실시한 결과, 소나무는 높이 18m, 흉고직경 25.5cm로 수령은 49년, 연평균 성장량은 2mm로 추정되었다. 군락 II의 졸참나무는 연평균성장량 1.5mm로 약 38년의 수령을 가진 것으로 분석

Table 5. Descriptive analysis of the number of species and individuals of sample plots in the Byeonsan Peninsula National Park. (Unit: 100 m²)

Descriptive analysis	No. of individual				No. of species			
	Tree	Understory	Shrub	Total	Tree	Understory	Shrub	Total
Mean	6.8±13.4	18.0±31.5	77.1±134.8	90.9±179.8	2.25±3.8	2.3±8.5	3.6±9.1	4.1±15.8
Median	12.0	28.0	112.0	151.5	4.0	8.0	8.0	15.0
Mode	8.0	38.0	212.0	-	1.0	8.0	8.0	14.0
Maximum	32.0	86.0	348.0	457.0	8.0	15.0	19.0	26.0
Minimum	4.0	7.0	52.0	80.0	1.0	4.0	4.0	10.0

Table 6. Mean analysis of the number of species and individuals of sample plots in the Byeonsan Peninsula National Park. (Unit: 100 m²)

Comm.	No. of individual				No. of species			
	Tree	Understory	Shrub	Total	Tree	Understory	Shrub	Total
I	8.7±18.9	18.2±51.0	92.7±207.1	101.2±277.0	0.4±1.2	1.9±8.9	2.7±9.0	2.7±13.3
II	4.3±12.0	10.3±23.5	44.8±106.9	41.6±142.5	2.2±5.2	4.3±9.2	4.3±10.3	5.5±18.3
III	3.4±8.0	9.6±22.6	40.1±103.2	49.1±133.8	2.4±4.6	2.3±7.2	2.8±7.2	3.9±15.6
IV	12.0	22.0	60.0	94.0	7.0	10.0	6.0	16.0

Table 7. The estimated age of major woody species in the the Byeonsan Peninsula National Park.

Comm.	Plot No.	Species	Height(m)	DBH(cm)	Expected Age(Year)	Mean Annual Growth(mm)
I	3	<i>Pinus densiflora</i>	18	25.5	49	2.0
II	15	<i>Pinus densiflora</i>	18	36	43	2.9
	24	<i>Quercus serrata</i>	15	18	38	1.5
III	26	<i>Zelkova serrata</i>	8	19+13+19	43	2.4
IV	30	<i>Meliosma oldhamii</i>	10	37	65	2.0

되었다. 군락 III의 느티나무군락은 약 43년, 군락 IV의 합다리나무는 추정수령이 65년에 이르는 것으로 나타났다.

이상의 분석결과를 바탕으로 변산반도국립공원 산림식생의 임령은 40여년을 상회하는 것으로 나타났는데, 이는 IUS(2005)의 연구결과에 일치하는 것으로 서울시립대학교 도시과학연구소의 연구에서도 자연림의 수령조사결과 소나무 약 40여년, 졸참나무, 굴참나무, 개서어나무 등 도 약 40여년생인 것으로 나타났다.

Literature Cited

- Beon, M.S.(2003) Analysis of Vegetation Structure and Ecological Management of Naesosa Watershed in Byonsanbando National Park. Korean Journal of Forest Recreation. 7(3):25-33(in Korean).
- Brower, J. E. and J. H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Choi, M.B., K.H. Kim and C.M. Park(1995) Investigation on Woody Plant Resources of the Byunsanbando National Park : Mainly on the Region of Byunsan Experiment Forests of Chonbuk Natioal University. Korean Institute of Traditional Landscape Architecture. 13(2):75-86(in Korean).
- 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):464-472(in Korean).
- Choi, S.H., J.O. Kwon and K.J. Song(2000) Analysis on the Forest Community Structure of Daewon Valley in Chirisan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology. 13(4):354-366(in Korean).
- 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).
- 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 and Systematics, Cornel Univ., Ithaca, New York. : 52.
- 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, Cornel Univ., Ithaca, New York. : 99.
- Institute of Urban Science(IUS) (2005) Vegetation Structure Analysis and Conservation Management Plan of the Byeonsan Peninsula National Park. 109pp (Unpublished).
- KNPS <http://www.knps.or.kr/>
- Korean National Park Service(KNPS) (1997) Natural Ecosystem Conservation Plan for the Byeonsan Peninsula National Park. 128pp(in Korean).
- Kwak, S.H., H.Y. Chom, C.H. Kim and B.S. Kil(1991) The Vegetation of Pyonsan Peninsula National Park, Buan. Korean J. Ecol. 14(2):181-194(in Korean).
- 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).
- Orloci, L.(1978) Multivariate Analysis in Vegetation research, 2nd ed. W. Junk, The Hague, 468pp.
- Ter Braak, C.J.F. and I.C. Prentice(1988) A Theory of Gradient Analysis. Advances in Ecological Research. 18:271-317.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains Ecological Monographs 26:1-80pp.