한국환경생태학회지 23(5) : 447~459. 2009
Kor. J. Env. Eco. 23(5) : 447~459. 2009

변산반도국립공원 소나무림 식물군집구조 및 관리방안 연구[1]

최진우[2] · 곽정인[3*] · 이경재[4] · 최운규[5]

A Study for Plant Community Structure and Management Plan of *Pinus densiflora* Forest in Byeonsanbando National Park[1]

Jin-Woo Choi[2], Jeong-In Kwak[3*], Kyong-Jae Lee[4], Woon-Kyoo Choi[5]

요 약

본 연구는 변산반도국립공원 소나무군집의 식생구조 특성을 분석하여 소나무군집의 관리방안 수립하고 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 수행하였다. 변산반도국립공원 전체 현존식생 조사결과 소나무군집과 소나무-참나무류군집이 40.3%의 넓은 면적으로 분포하였다. 소나무군집 내에 설정한 21개 조사지(단위면적: 400㎡)의 TWINSPAN 분석결과 8개 유형으로 구분되었으며 수령 분석결과 소나무와 낙엽활엽수와의 수령이 40~50년생으로 유사하였다. 8개 유형은 굴참나무와 경쟁하는 소나무군집, 아교목층에 쇠물푸레나무와 졸참나무가 출현하는 소나무군집, 아교목층에 졸참나무, 관목층에 청미래덩굴이 출현하는 소나무군집, 아교목층에서 소나무와 쇠물푸레가 출현하는 소나무 군집, 졸참나무, 개서어나무와 경쟁하는 소나무군집, 굴참나무, 졸참나무와 경쟁하는 소나무군집, 산벚나무가 출현하는 소나무군집, 전나무가 출현하는 소나무군집이었다. 굴참나무, 졸참나무 등 참나무류, 개서어나무와 경쟁하는 소나무림은 향후 이들 낙엽활엽수림으로의 천이가 예측되었다. 샤논의 종다양도지수는 0.2756~1.3879이었으며 상관관계 분석결과 소나무는 굴참나무, 개서어나무 등과 유의적인 부의 상관관계가, 쇠물푸레나무, 철쭉꽃 등과는 유의적인 정의 상관관계가 인정되었다. 변산반도국립공원 소나무림 식생구조 분석 결과 일부 참나무류, 낙엽활엽수로 천이가 예측되는 지역이 전체면적의 30.4%로 분포하여 관리방안으로 소나무림 경관보전을 위한 보존지역 설정과 참나무류, 개서어나무 등 경쟁수종의 관리를 제안하였다.

주요어: 생태적 천이, 상대우점치, 생태적 지위, 보전방안

ABSTRACT

This study is intended to provide basic date for the efficient management of *Pinus densiflora* community by analyzing ecological characteristics of *Pinus densiflora* inhabiting Byeonsanbando National Park. According to investigations, *P. densiflora* community and *P. densiflora-Quercus* community are widely distributed, occupying 40.3% of the total area. 21 sites (400㎡per site) are selected for TWINSPAN analysis, and the result indicates that the whole community of *P. densiflora* and *P. densiflora-Quercus* can be classified into 8 types, and the age of *P. densiflora* is 40-50 years, which is similar to that

1 접수 2008년 1월 25일, 수정(1차 2009년 9월 12일, 2차 2009년 10월 27일), 게재확정 2009년 10월 28일
Reecived 25 January 2008; Revised(1st : 12 September 2009, 2nd 27 October 2009); Accepted 28 October 2009
2 (주)기술사사무소 L.E.T 부설 에코플랜연구센터 Ecoplan Research Center L.E.T, Seoul, 138-052, Korea(jinune@uos.ac.kr)
3 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Univ. of Seoul, 130-743, Korea(kkwark@uos.ac.kr)
4 서울시립대학교 도시과학대학 College of Urban Sciences, Univ. of Seoul, 130-743, Korea(ecology@uos.ac.kr)
5 국립공원관리공단 Korea National Park Service
* 교신저자, Corresponding author (jinune@uos.ac.kr)

of deciduous broad-leaved trees. The 8 community types are: *P. densiflora* community which competes with *Quercus variabilis*; *P. densiflora* community in which *Fraxinus sieboldiana* and *Quercus serrata* grow in the understory layer; *P. densifloa* community in which *Q. serrata* grow in the understory layer and *Smilax china* var. *microphylla* in the shrub layer respectively; *P. densifloa* community in which *P. densiflora* and *F. sieboldiana* grow in the understory layer; *P. densiflora* community which competes with *Q. serrata* and *Carpinus tschonoskii*; *P. densiflora* community which competes with *Q. variabilis* and *Q. serrata; P. densiflora* community in which *Prunus sargentii* grow; *P. densiflora* community in which *Abies holophylla* grow. *P. densiflora* community which competes with *Q. variablis* and *C. tschonoskii* seems to be in a stage of succession to deciduous broad-leaved community. The analysis indicates that Shannon diversity index is 0.2756-1.3879. It also indicates that there is a negative correlation between *P. densiflora* and *Q. variabilis* and *C. tschonoskii*; there is a positive correlation between *P. densiflora* and *F. sieboldiana* and *Rhododendron schlippenbachii*. These investigations show that the transformation of vegetation is already under way. There is a possibility that ecological succession can take place in 30.4% of the total area from *P. densiflora* to *Quercus* and deciduous broad - leaved trees. Therefore, it is recommended that the preservation and maintenance of *P. densiflora* be implemented by taking control of competing species which undermine the stability of *P. densiflora* forest community.

KEY WORDS: ECOLOGICAL SUCCESSION, IMPORTANCE PERCENTAGE, ECOLOGICAL NICHE, CONSERVATION PLAN

Ⅰ. 서 론

소나무(*Pinus densiflora* S. et Z.)는 한반도, 일본, 중국의 산동반도, 백두산 동북부 지역에 분포하는 침엽수종으로서 수평적으로 북위 30° 20′~ 46°사이의 온대 및 아한대지역에 분포한다(Lee, 1980). 우리나라 소나무림은 솔잎혹파리발생 이전에는 산림 식물중 우점종으로(Yim *et al.*, 1980) 1930년에는 전체 산림의 75%면적에 분포하였으나(Lee, 1993) 솔잎혹파리 피해 이후에는 그 면적이 차츰 감소되어 가고 있다.

소나무림에 대한 연구는 주로 양호한 소나무림 경관이 남아있는 국립공원을 중심으로 이루어져 왔으며 식생구조 특성과 천이계열을 예측하는 연구가 주를 이루었다. 대표적인 연구로 Jo(1987)는 가야산국립공원 홍유동계곡을 대상으로 ordination을 통하여 소나무 군집을 분류하고 천이계열을 밝혔으며 양호한 소나무 경관의 보존을 위한 보호대책 수립을 제안하였다. Lee *et al.*(1990)은 속리산국립공원 소나무림의 천이과정을 예측하고 보존을 위해 방해극상적 방법인 교목 하층의 활엽수 제거가 필요하다고 하였다. 그 외에도 주왕산국립공원(Jo *et al.*, 1995), 오대산국립공원(Lee *et al.*, 1996)을 대상으로 소나무림의 식생구조 특성을 밝히고 우량형질의 소나무 보전·관리를 위한 연구가 진행되었다. 그러나 대부분의 선행연구는 소나무림의 군집구조 분석을 통한 천이계열 예측과 이를 통한 군집의 관리방안에 초점을 맞추고 있어 전체적인 소나무림 분포현황과 특성을 감안한 관리방안 제시는 미흡한 실정이다.

변산반도국립공원은 산림과 해안의 복합형·반도형 국립공원으로 1988년에 19번째 국립공원으로 지정되었다. 『東國與地志』에 의하면 예로부터 궁궐과 배를 만드는 질좋은 소나무 산지로 유명하였다는 기록이 있으며 『大東地志』에 나오는 봉산관련 기록 중 부안의 산천조 변산부분 "皆長松參天自高麗至今宮室舟船之材出於此"로 미루어 선재를 만들기 위한 소나무림 보존을 위해 봉산으로 지정되었음을 알 수 있다. 현재에도 내변산지구 전체 가장자리지역과 동쪽 산림지역을 중심으로 경관적 보존가치가 우수한 소나무림이 넓게 분포하고 있다. 그러나 선행연구에서 밝힌 바와 같이 소나무는 우리나라 온대림 자연상태에서 천이계열상 초기단계에 속해 궁극적으로 낙엽활엽수림으로 변해갈 것이므로 소나무림 경관은 점차 소멸될 것이며(Jo, 1987) 국립공원이라는 지역적 특성상 관리방향이 보존에 초점을 맞추고 있어 장기간 보전되어 온 소나무림의 적극적인 식생관리는 어려운 실정이다.

이에 본 연구는 변산반도국립공원 산림경관을 대표하는 소나무림을 대상으로 전체적인 분포현황을 밝히고 식물군집구조 분석을 통해 군집유형별 천이방향을 규명하여 이를

바탕으로 경관적 가치가 뛰어난 소나무림의 보전방안 및 향후 효과적인 소나무림 관리를 위한 기초자료 제공을 목적으로 하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 조사범위

조사구는 10m×10m 크기의 방형구 4개(400㎡)를 1개소로 하여 소나무가 주로 분포하는 변산반도국립공원 동측 산림지역과 내변산지구를 관통하는 736번 지방도를 따라 도로 양측 산림 저지대에 설정하였다. 조사구는 총 21개소를 설정하였으며 현장조사는 2005년 9월에 실시하였다. 연구대상지 위치 및 조사구 위치도는 Figure 1과 같다.

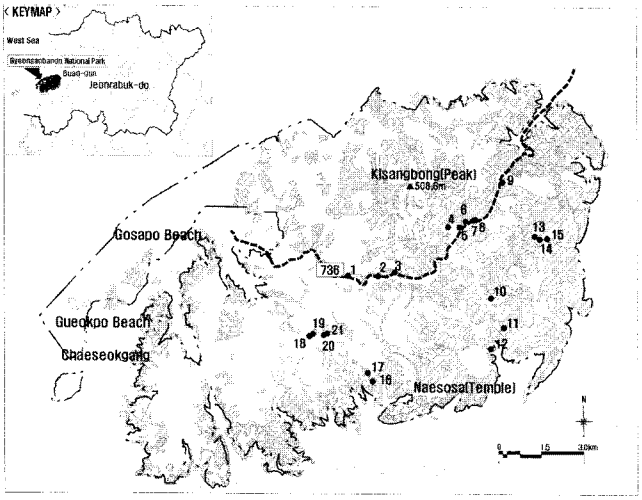


Figure 1. The location map of the survey plots in the Byeonsanbando National Park

2. 조사분석 방법

1) 현존식생 조사

변산반도국립공원의 소나무 분포현황을 파악하고자 산림지역을 대상으로 현존식생을 조사하였다. 현존식생은 1/5,000 수치지형도를 기초로 교목층 우점종의 식생상관을 바탕으로 현존식생유형을 구분하였으며 최소 식생단위 면적은 50m×50m(2,500㎡)를 기준으로 하였다.

2) 식생구조 조사

현존식생 조사결과를 바탕으로 변산반도에 분포하는 대표적 소나무림 유형별 정밀한 식생구조 분석을 위해 식생조사를 실시하였다. 식생조사는 Monk *et al.*(1969)의 방법을 참조하여 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 수관층위별로 실시하였다. 교목층과 아교목층은 10m×10m 크기의 방형구에서 수목의 수고, 지하고, 흉고직경, 수관폭(장변×단변)을, 관목층은 각 방형구에서 5m×5m 크기로 중첩해서 설치한 소형 방형구 1개소에서 수목의 수고, 지하고, 수관폭(장변×단변)을 조사하였다.

3) 식물군집구조 분석

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis와 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)/2로 계산하였으며 수관피도는 흉고단면적을 기준으로 하였으며 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층I.P.×3+아교목층I.P.×2+관목층I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(mean importance percentage; M.I.P.)를 구하였다(Park *et al.*, 1987).

군집의 분류는 상대우점치 분석자료를 바탕으로 TWINSPAN에 의한 classification 분석(Hill, 1979)을 실시하였으며 군집별 주요 수목의 흉고직경급별 분포를 분석하였다. 조사구별 평균흉고직경에 해당하는 개체목을 선정하여 수령을 분석하였고 조사구내 소나무와 경쟁상태 수목을 선정하여 두 수종의 수령을 비교하였다. 또한 구분된 식물군집별 Shannon의 종다양도지수(Pielou, 1975) 및 균재도(J')를 분석하였으며 평균상대우점치를 이용하여 Pearson의 방법으로 소나무와 다른 출현종간의 상관관계 분석을 실시하였다. 식물군집구조 분석결과는 식생유형별 소나무림 관리를 위한 목표설정 및 관리방안의 기초자료로 활용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 현존식생

Table 1, Figure 2는 변산반도국립공원 현존식생을 분석한 결과이다. 현존식생은 산림을 중심으로 국립공원 총면적의 95%를 대상으로 조사하였다. 현존식생유형별 현황을 살펴보면 소나무림은 29.1%로 공원 동측 산림지역과 외곽지역에 주로 분포하였고 참나무류림(34.2%)과 기타 낙엽활엽수림(5.6%) 등 기타 자연림은 6.4%로 서측 산림지역과 계곡부를 중심으로 분포하였다. 소나무-굴참나무(10.3%), 소나무-졸참나무(0.7%) 등 소나무-참나무류림은 11.2%로 참나무류림과 인접한 소나무림의 계곡부와 사면지역에 주로 군락을 형성하였으며 소나무-낙엽활엽수혼효림(0.6%)

Table 1. The distribution rate of actual vegetation types in the Byeonsanbando National Park

Types		Area(㎡)	Rate(%)
Pinus densiflora community	*P. densiflora* Community	45,379,736	29.1
P. densiflora-Quercus community	*P. densiflora-Quercus variabilis* community	16,125,990	10.3
	P. densiflora-Quercus serrata community	1,067,751	0.7
	P. densiflora-Quercus mongolica community	111,881	0.1
	P. densiflora-Quercus community	201,885	0.1
	Subtotal	17,507,506	11.2
P. densiflora-deciduous broad-leaved community	*P. densiflora*-deciduous broad-leaved community	887,699	0.6
P. densiflora-artificial forest community	*P. densiflora*-artificial community	822,941	0.5
Other natural forest community	*P. thunbergii* community	2,108,433	1.4
	Quercus community	53,321,698	34.2
	Deciduous broad-leaved forest community	8,765,608	5.6
	Subtotal	64,195,739	42.2
Artificial forest community	*Larix leptolepis* community	828,001	0.5
	P. rigida community	9,083,472	5.9
	Subtotal	9,911,473	6.4
Others	Other forest community	1,556,374	1.0
	Cultivate area	3,126,789	2.0
	Grassland	82,645	0.1
	Water surface	3,924,494	2.5
	Urban area	223,551	0.1
	Planting area	301,263	0.2
	Lawnland	190,445	0.1
	Subtotal	9,405,561	6.0
Total		148,110,654	95.0
Total area of park		155,924,000	100.0

과 소나무-인공림 유형은 산림 계곡부와 저지대에 소규모로 분포하였다.

2. 식물군집구조

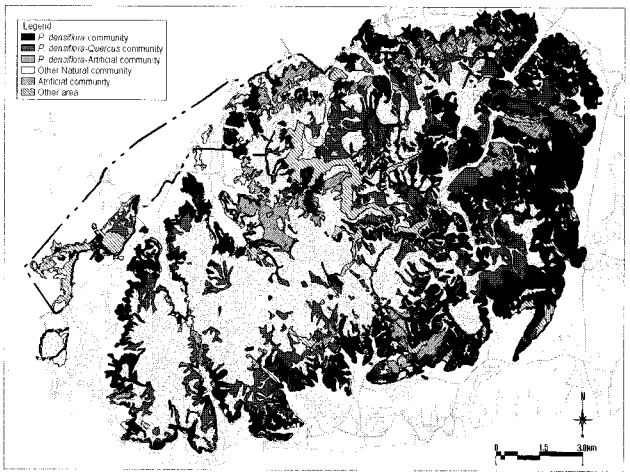


Figure 2. The map of actual vegetaion types in the Byeonsanbando National Park

1) 군집분류

변산반도국립공원 소나무림 지역을 대상으로 설정된 21개 조사구별 종조성을 분석하고자 Classfication 분석 중 TWINSPAN 분석을 실시하여 군집을 분류하였다. 군집분류는 많은 식생에 대하여 식생자료를 바탕으로 식별종(Differential species)에 의해 구분하는 것이다. 분석결과 제 1division에서는 왼쪽으로 쇠물푸레, 오른쪽으로 굴피나무, 개서어나무가 식별종이었다. 제 2division에서는 왼쪽으로 백동백나무가 식별종이었고 제 3division에서는 오른쪽으로 전나무에 의해 구분되었다. 제 5division에서는 왼쪽으로 백동백나무, 오른쪽으로 참싸리, 제 6division에서는 오른쪽으로 느릅나무가 식별종이었다. 제 11division에서는 왼쪽으로 국수나무가 식별종이었고 제 12division에서는 오른쪽으로 물푸레나무에 의해 구분되어 전체적으로 총 8개 군집으로 분류되었다.

Table 2는 구분된 8개 군집의 특성을 분석하기 위해 조사구별 평균상대우점치를 정리한 것이다. 군집 Ⅰ의 조사구 8과 군집Ⅴ의 조사구 18을 제외한 모든 조사구에서 소나무가 우점하였다. 군집별로 살펴보면 군집Ⅰ(조사구 3,

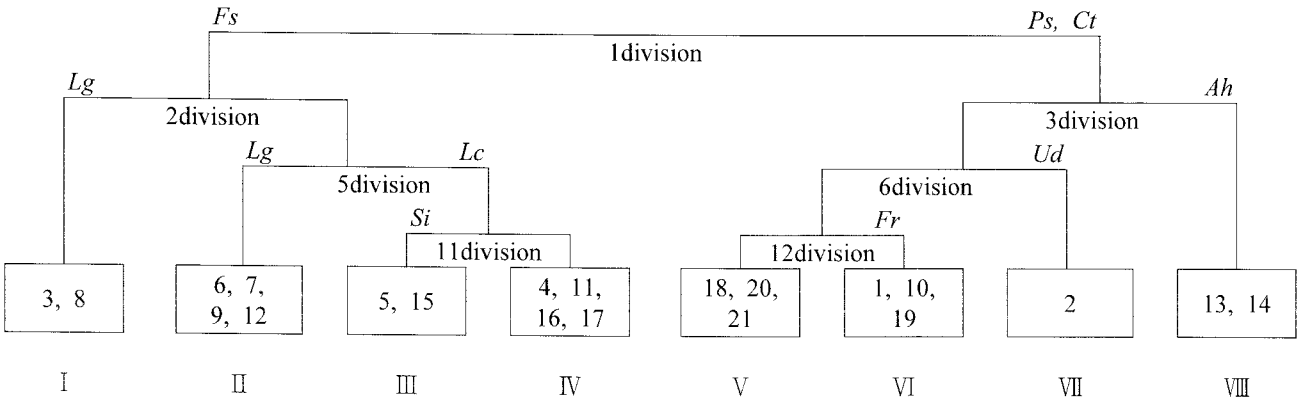


Figure 3. Dendrogram of classification by TWINSPAN using twenty plots in the *Pinus densiflora* in Byeonsanbando National Park(*Fs*: *Fraxinus sieboldiana*, *Ps*: *Platycarya strobilacea*, *Ct*: *Carpinus tschonoskii*, *Lg*: *Lindera glauca*, *Ah*: *Abies holophylla*, *Lc*: *Lespedeza cyrtobotrya*, *Ud*: *Ulmus davidiana* var. *japonica*, *Si*: *Stephanandra incisa*, *Fr*: *Fraxinus rhynchophylla*)

8)은 소나무가 우점하는 가운데 굴참나무가 함께 출현하여 경쟁하였고 군집II(조사구 6, 7, 9, 12)는 소나무가 크게 우점하면서 졸참나무와 쇠물푸레나무가 일부 출현하였다. 군집III(조사구 5, 15)은 소나무가 우점종이고 졸참나무의 우점도가 높은 가운데 관목층 청미래덩굴의 평균상대우점치가 비교적 높은 군집이었으며 군집IV(조사구 4, 11, 16, 17)는 소나무가 우점하면서 졸참나무와 아교목층을 형성하는 쇠물푸레의 평균상대우점치가 높은 군집이었다. 군집V(조사구 18, 20, 21)는 소나무와 함께 졸참나무, 개서어나무가 함께 출현하여 경쟁하는 군집이었고 군집VI(조사구1, 10, 19)은 소나무가 우점하는 가운데 굴참나무, 졸참나무와 경쟁하는 군집이었으며 군집VII(조사구 2)은 소나무가 우점종이고 산벚나무의 평균상대우점치가 높은 군집이었다. 군집VIII(조사구 13, 14)은 내소사 전나무림 인근에 설정된 조사구로 소나무가 우점하면서 일부 전나무가 출현하는 군집이었다.

2) 군집별 표본목 수령

Table 3은 변산반도국립공원 소나무 군집별 표본목의 규격과 수령을 분석한 결과이다. 소나무의 수령은 33~51년생, 소나무와 경쟁상태에 있는 굴참나무, 졸참나무, 개서어나무, 산벚나무 등 참나무류와 낙엽활엽수는 37~47년생으로 분석되어 전체적으로 소나무와 참나무류, 낙엽활엽수의 수령 분포가 약 40~50년생으로 유사하였다.

Table 2. Mean importance percentage of the woody plants by the stratum in eight community types classified by TWINSPAN in the Byeonsanbando National Park

Community type / Species name	I		II				III		IV			
	3	8	6	7	9	12	5	15	4	11	16	17
Pinus densiflora	26.0	28.1	56.3	57.7	50.0	53.2	40.0	49.6	62.5	58.7	61.6	54.5
Abies holophylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus variabilis	17.6	35.8	1.8	0.7	0.2	1.0	16.1	0.1	2.7	-	13.9	3.0
Quercus serrata	18.0	1.9	9.1	6.5	7.3	6.4	13.2	18.1	5.0	12.7	5.7	20.2
Carpinus tschonoskii	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-
Carpinus laxiflora	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-
Prunus sargentii	8.6	5.1	4.9	4.0	2.6	1.1	6.4	0.8	1.3	0.1	1.2	0.1
Fraxinus sieboldiana	1.9	-	8.8	8.0	14.8	6.2	4.9	2.2	11.6	10.0	5.0	15.1
Sasa borealis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Smilax china	2.0	0.6	0.9	0.6	0.6	0.8	3.0	2.3	1.8	0.8	0.3	0.8
Orthers	26.0	28.6	18.3	22.6	24.5	31.1	16.5	26.8	15.2	17.7	12.3	6.4

Table 2. (Continued)

Community type / Species name	V			VI			VII	VIII	
	18	20	21	1	10	19	2	13	14
Pinus densiflora	29.0	23.3	40.0	42.5	53.2	25.5	35.9	50.6	50.0
Abies holophylla	-	-	-	-	-	-	-	6.6	0.2
Quercus variabilis	0.3	4.1	5.4	14.2	1.9	5.8	0.9	-	-
Quercus serrata	10.8	11.7	22.0	10.2	7.2	18.0	9.5	4.3	4.7
Carpinus tschonoskii	29.6	19.5	4.8	-	-	9.6	-	1.5	8.5
Carpinus laxiflora	-	-	-	-	-	-	-	1.6	7.0
Prunus sargentii	0.3	2.9	1.0	4.0	1.3	4.8	19.3	3.0	2.0
Fraxinus sieboldiana	0.7	1.5	1.1	1.3	0.9	4.0	0.9	0.3	1.2
Sasa borealis	3.7	4.6	1.7	7.8	5.0	7.6	7.9	-	-
Smilax china	0.3	1.2	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	1.1
Orthers	25.3	31.1	23.2	19.2	29.8	24.2	24.8	31.9	25.4

Table 3. Analysis of age of the eight *Pinus densiflora* community types in the Byeonsanbando National Park

Division		Size		
Community type	Species name	Heigh t(m)	DBH (㎝)	Age(year)
I	*P. densiflora*	21	30	42
	Q. variabilis	18	20	43
II	*P. densiflora*	20	22	48
	P. densiflora	13	20	44
III	*P. densiflora*	23	37	48
	P. densiflora	9	11.5	38
IV	*P. densiflora*	18	23	47
	P. densiflora	7.5	12.5	38
V	*P. densiflora*	19	29	42
	C. tschonoskii	18	18	41
VI	*P. densiflora*	16	23	33
	Q. serrata	18	20.5	47
VII	*P. densiflora*	20	48.5	42
	P. sargentii	13	18	37
VIII	*P. densiflora*	18	35	51

3) 군집별 상대우점치 및 흉고직경급별 분포

Table 4는 변산반도국립공원 소나무군집의 층위별 상대우점치를 분석한 결과이다. 군집 I (조사구 3, 8)은 굴참나무와 경쟁하는 소나무군집으로 교목층에서 소나무가 상대우점치 49.6%로 우점하는 가운데 굴참나무(I.P.: 38.2%)와 경쟁하였고 아교목층에서는 굴참나무(I.P.: 20.0%)와 졸참나무(I.P.: 22.0%)의 세력이 높았다. 주요수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면 소나무는 흉고직경 22㎝이상인 수목이 주로 분포하였고 소경목은 거의 없었다. 굴참나무는 고르게 분포하였으며 졸참나무는 흉고 22㎝미만의 중소경목이 많았다. 따라서 군집 I 은 굴참나무와 졸참나무의 세력이 확장될 것이며, 장기적으로 이들 수종으로의 천이가 예측되었다.

군집II(조사구 6, 7, 9, 12)는 736번 지방도 인접 산림과 공원남측 외곽에 설정한 아교목층에 쇠물푸레나무와 졸참나무가 출현하는 소나무군집으로 교목층에서 소나무(I.P.: 100.0%) 순림을 형성하였다. 아교목층에서는 쇠물푸레(I.P.: 25.3%)와 졸참나무(I.P.: 16.6%)가 우점종이었으며 관목층에서는 철쭉꽃(I.P.: 13.7%)이 주요 출현수종이었다. 주요수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면 소나무는 흉고직경 12~32㎝의 수목이 많았으며 졸참나무는 흉고직경 2~7㎝의 소경목이 대부분이었다. 따라서 당분간 소나무림으로 유지될 것으로 판단되었다.

군집III(조사구 5, 15)은 아교목층에 졸참나무, 관목층에 청미래덩굴이 출현하는 소나무군집으로서 교목층에서 소나무가 상대우점치 79.8%로 우점하였으며 굴참나무(I.P.: 16.6%)와 졸참나무(I.P.: 2.5%)가 일부 출현하여 경쟁하였다. 아교목층에서는 졸참나무(I.P.: 33.5%)의 세력이 높았으며 관목층에서는 졸참나무(I.P.: 19.4%)와 청미래덩굴(I.P.: 15.8%)이 주요 출현수종이었다. 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면 소나무는 흉고직경 12㎝이상에서 주로 분포하였고 굴참나무는 흉고직경 2~37㎝의 수목이 적은 개체가 출현하였으며 졸참나무는 흉고직경 12㎝미만의 소경목이 대부분으로 많은 개체가 분포하였다. 따라서 군집III은 당분간 소나무림으로 유지될 것으로 판단되나 단기적으로 굴참나무림으로, 장기적으로는 졸참나무림으로 천이가 예측되었다.

군집IV(조사구 4, 11, 16, 17)는 아교목층에서 소나무와 쇠물푸레가 출현하는 소나무군집으로 교목층에서는 소나

무가 상대우점치 93.7%로 크게 우점하는 가운데 졸참나무, 굴참나무가 일부 출현하였고 아교목층에서는 소나무(I.P.: 38.3%), 쇠물푸레(I.P.: 22.6%), 졸참나무(I.P.: 19.7%)의 우점도가 높았다. 관목층에서는 쇠물푸레(I.P.: 20.6%)와 진달래(I.P.: 16.6%), 졸참나무(I.P.: 15.1%)가 주요 출현수종이었다. 주요 출현수종의 흉고직경급별 분포 분석결과 소나무는 흉고직경 2~27㎝인 개체가 대부분이었고 졸참나무는 흉고직경 2~7㎝, 굴참나무는 흉고직경 2~12㎝인 개체가 많았다. 따라서 군집Ⅳ는 당분간 소나무림으로 유지될 것으로 판단되었다.

군집Ⅴ(조사구 18, 20, 21)는 졸참나무, 개서어나무와 경쟁하는 소나무군집으로 교목층에서는 소나무(I.P.: 61.9%)가 우점하면서 졸참나무(I.P.: 16.8%), 개서어나무(I.P.: 13.6%)와 경쟁하였고 아교목층에서는 개서어나무(I.P.: 57.8%)의 우점도가 높았으며 관목층에서는 조릿대(I.P.: 21.3%)의 출현비율이 높았다. 주요 출현수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면 소나무는 흉고직경 12~42㎝의 수목이 많았으며 개서어나무와 졸참나무, 굴참나무는 흉고직경 2~22㎝인 수목이 대부분이었다. 따라서 군집Ⅴ는 단기적으로는 졸참나무림으로, 장기적으로는 개서어나무로 천이될 것으로 판단되었다.

군집Ⅵ(조사구 1, 10, 19)은 굴참나무, 졸참나무와 경쟁

Table 4. Importance percentage of the woody plants by the stratum in eight *Pinus densiflora* community types classified by TWINSPAN in the Byeonsanbando National Park

Community name / Species name	Ⅰ				Ⅱ				Ⅲ				Ⅳ			
	C^a	U^b	S^c	M^d	C^a	U^b	S^c	M^d	C^a	U^b	S^c	M^d	C^a	U^b	S^c	M^d
P. densiflora	49.6	4.3	-	26.2	100.0	11.4	-	53.8	79.8	7.2	-	42.3	93.7	38.3	-	59.6
A. holophylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q. variabilis	38.2	20.0	2.2	26.2	-	2.2	1.07	0.9	17.7	5.5	0.3	10.7	2.1	6.9	2.1	3.7
Q. serrata	7.1	22.0	4.6	11.6	-	16.6	11.2	7.4	2.5	33.5	19.4	15.6	3.2	19.7	15.1	10.7
C. tschonoskii	-	-	-	-	-	-	0.5	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
C. laxiflora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.1	-	-	-	-
P. sargentii	3.5	15.0	1.5	7.0	-	8.8	1.7	3.2	-	10.1	1.9	3.7	-	1.4	0.8	0.6
Lindera erythrocarpa	-	-	1.4	0.2	-	-	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	0.2	0.0
Betula davurica	-	0.6	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mallotus japonicus	-	-	-	-	-	-	0.3	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sapium japonicum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.0
Lindera glauca	-	8.5	3.4	3.4	-	1.0	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilex macropoda	-	-	-	-	-	0.9	-	0.3	-	1.6	3.0	1.0	0.4	2.0	0.2	0.9
Styrax obassia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F. sieboldiana	-	2.8	1.0	1.1	-	25.3	10.1	10.1	-	5.6	9.6	3.5	-	22.6	20.6	11.0
Lindera obtusiloba	-	1.2	6.0	1.4	-	-	0.9	0.2	-	-	0.6	0.1	-	-	1.2	0.2
Vaccinium oldhami	-	-	-	-	-	0.3	2.7	0.6	-	-	0.6	0.1	-	-	7.3	1.2
Rhododendron mucronulatum	-	-	-	-	-	-	3.5	0.6	-	-	2.2	0.4	-	-	5.8	1.0
Rhododendron schlippenbachii	-	-	-	-	-	0.2	13.7	2.4	-	-	3.0	0.5	-	-	16.6	2.8
Symplocos chinensis for. *pilosa*	-	-	0.4	0.1	-	-	0.1	0.0	-	0.9	0.6	0.4	-	0.4	3.0	0.6
Viburnum erosum	-	2.0	6.2	1.7	-	1.5	3.5	1.1	-	2.3	3.8	1.4	-	0.4	5.4	1.0
Rhus succedanea	-	7.0	0.9	2.5	-	4.1	1.4	1.6	-	1.0	-	0.3	-	0.5	0.5	0.2
Ampelopsis heterophylla for. *citrulloides*	-	-	1.6	0.3	-	-	0.7	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Pourthiaea villosa	-	0.6	0.8	0.3	-	1.8	4.6	1.4	-	0.9	4.2	1.0	-	0.3	2.4	0.5
Rhus trichocarpa	-	-	0.4	0.1	-	2.6	2.4	1.3	-	1.2	0.6	0.5	-	0.6	0.8	0.3
Spiraea blumei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.0
Lonocera maackii	-	-	0.8	0.1	-	-	0.2	0.0	-	-	2.2	0.4	-	-	0.3	0.1
Stephanandra incisa	-	-	4.2	0.7	-	-	2.0	0.3	-	-	3.2	0.5	-	-	-	-
S. borealis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. china	-	-	6.5	1.1	-	-	4.2	0.7	-	-	15.8	2.6	-	-	5.6	0.9
Others	*Fraxinus rhynchophylla, Rubus crataegifolius, Corylus heterophylla* var. *thunbergii* etc. total 28 species				*Acer pseudo-sieboldianum, Symplocos paniculata, Sorbus alnifolia* etc. total 35 species				*Acer pseudo-sieboldianum, Styrax japonica, Fraxinus rhynchophylla* etc. total 22 species				*Juniperus rigida, Styrax japonica, Lespedeza maximowiczii* etc. total 18 species			

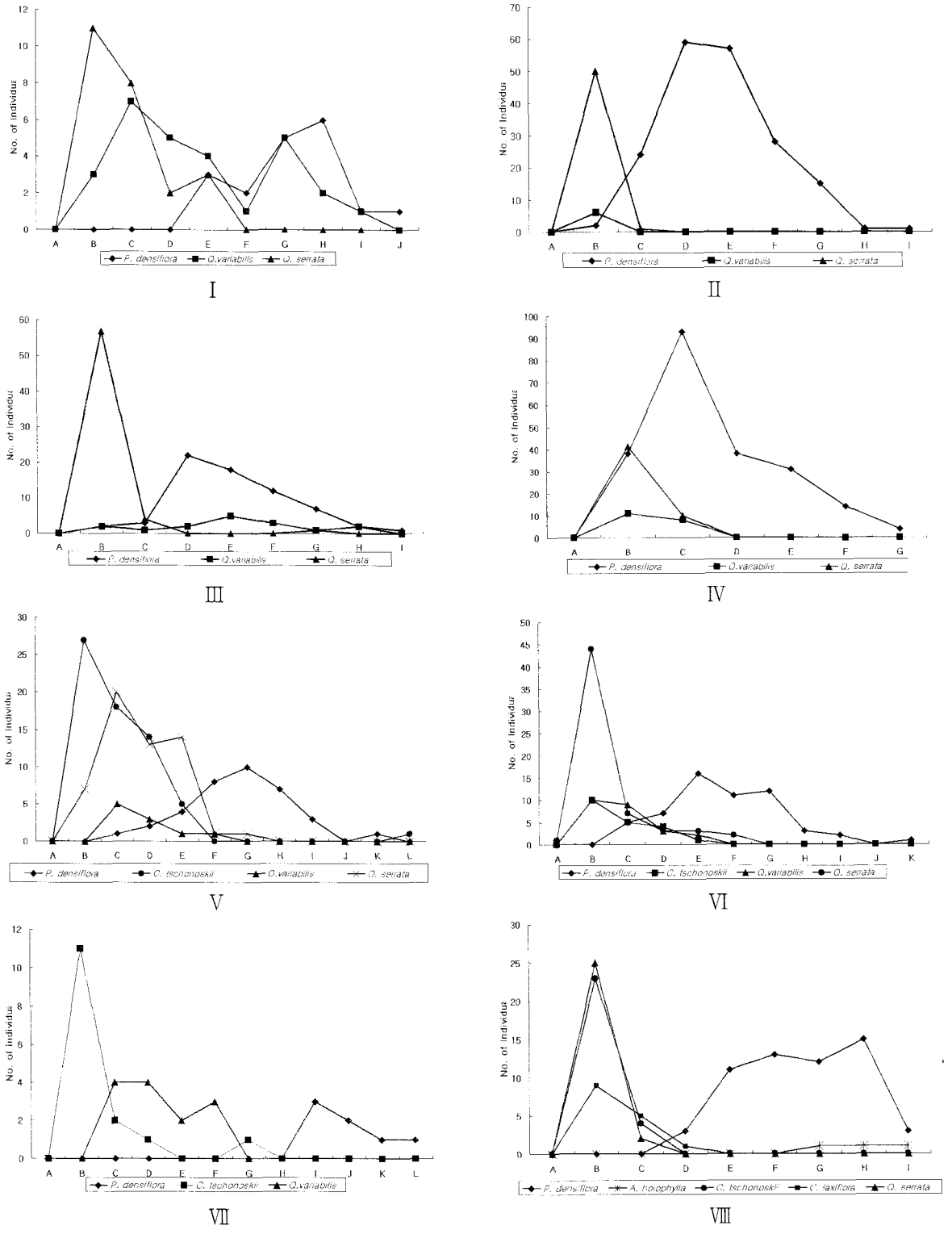
* a: importance percentage in Canopy layer, b: importance percentage in Understory layer, c: importance percentage in Shrub layer, d: Mean importance percentage

Table 4. (Continued)

Community name / Species name	V				VI				VII				VIII			
	C[a]	U[b]	S[c]	M[d]	C[a]	U[b]	S[c]	M[d]	C[a]	U[b]	S[c]	M[d]	C[a]	U[b]	S[c]	M[d]
P. densiflora	61.9	0.4	-	31.1	79.4	4.0	-	41.0	71.7	-	-	35.9	93.5	10.2	-	50.2
A. holophylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	-	5.0	4.1
Q. variabilis	4.5	1.2	0.2	2.7	8.8	5.0	0.5	6.1	-	2.8	-	0.9	-	-	-	-
Q. serrata	16.8	8.2	0.2	11.1	7.2	21.1	3.0	11.1	6.7	18.4	0.2	9.5	-	13.0	0.5	4.4
C. tschonoskii	13.6	57.8	1.5	26.3	2.0	9.7	-	4.2	-	-	-	-	-	14.4	0.8	4.9
C. laxiflora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.1	-	4.0
P. sargentii	-	2.4	-	0.8	2.0	7.3	0.1	3.4	16.2	33.6	-	19.3	-	7.4	-	2.5
Lindera erythrocarpa	-	0.7	11.6	2.2	-	0.2	0.9	0.2	-	2.1	4.1	1.4	-	0.4	2.9	0.6
Betula davurica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mallotus japonicus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sapium japonicum	-	2.9	2.0	1.3	-	1.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Lindera glauca	-	0.2	2.3	0.4	-	0.2	0.9	0.2	-	1.1	-	0.4	-	0.7	0.7	0.4
Ilex macropoda	-	1.1	-	0.4	-	0.3	-	0.1	-	-	-	-	-	1.7	4.0	1.2
Styrax obassia	-	4.3	1.5	1.7	-	0.4	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-	0.4	0.1
F. sieboldiana	-	1.3	2.6	0.9	-	7.3	2.6	2.9	-	2.6	-	0.9	-	1.5	1.2	0.7
Lindera obtusiloba	-	0.2	3.4	0.6	-	0.8	4.3	1.0	-	-	1.2	0.2	-	0.4	1.2	0.3
Vaccinium oldhami	-	-	0.4	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhododendron mucronulatum	-	-	0.3	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.1
Rhododendron schlippenbachii	-	-	9.8	1.6	-	-	3.5	0.6	-	-	-	-	-	-	10.0	1.7
Symplocos chinensis for. *pilosa*	-	1.7	-	0.6	-	2.8	0.4	1.0	-	2.0	-	0.7	-	1.4	5.9	1.5
Viburnum erosum	-	0.4	6.8	1.3	-	1.3	4.2	1.1	-	-	0.5	0.1	-	-	7.1	1.2
Rhus succedanea	-	0.2	-	0.1	-	0.9	0.6	0.4	-	-	-	-	-	7.9	0.4	2.7
Ampelopsis heterophylla for. *citrulloides*	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Pourthiaea villosa	-	0.2	2.4	0.5	-	0.3	2.8	0.6	-	-	-	-	-	-	5.1	0.8
Rhus trichocarpa	-	-	0.2	0.0	-	1.3	4.6	1.2	-	-	-	-	-	-	1.0	0.2
Spiraea blumei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lonocera maackii	-	-	0.7	0.1	-	-	0.4	0.1	-	1.0	-	0.3	-	-	-	-
Stephanandra incisa	-	-	0.9	0.1	-	-	2.9	0.5	-	-	-	-	-	-	9.1	1.51
S. borealis	-	-	21.3	3.5	-	-	43.7	7.3	-	-	47.4	7.9	-	-	-	-
S. china	-	-	3.9	0.7	-	-	4.4	0.7	-	-	3.2	0.5	-	-	3.8	0.64
Others	*Acer pseudo-sieboldianum, Styrax japonica, Platycarya strobilacea* etc. total 24 species				*Styrax japonica, Fraxinus rhynchophylla, Platycarya strobilacea* etc. total 25 species				*Castanea crenata, Styrax japonica, Corylus heterophylla* var. *thunbergii* etc. total 20 species				*Styrax japonica, Acer pseudo-sieboldianum, Hedera rhombea* etc. total 30 species			

* a: importance percentage in Canopy layer, b: importance percentage in Understory layer, c: importance percentage in Shurb layer, d: Mean importance percentage

하는 소나무군집으로 교목층에서는 소나무가 상대우점치 79.4%로 우점하였고 굴참나무, 졸참나무가 일부 출현하였다. 아교목층에서는 졸참나무(I.P.: 21.1%)의 세력이 컸으며 관목층에서는 조릿대(I.P.: 43.7%)가 크게 우점하였다. 주요 출현수종의 흉고직경급별 분포 분석결과 소나무는 흉고직경 7~42㎝인 수목이 대부분이었고 개서어나무와 굴참나무는 흉고직경 2~17㎝, 졸참나무는 2~7㎝인 수목이 많았다. 따라서 군집VI은 졸참나무림의 천이 잠재성이 있



* A:dbh<2㎝, B:2㎝≤dbh<7㎝, C:7㎝≤dbh<12㎝, D:12㎝≤dbh<17㎝, E:17㎝≤dbh<22㎝, F:22㎝≤dbh<27㎝, G:27㎝≤dbh<32㎝, H:32㎝≤dbh<37㎝, I:37㎝≤dbh<42㎝, J:42㎝≤dbh<47㎝, K:47㎝≤dbh<52㎝, L:dbh>=52㎝

Figure 4. The distribution of the major woody species' diameter of breast height in eight *Pinus densiflora* community types in the Byeonsanbando National Park

는 것으로 판단되었다.

군집Ⅶ(조사구 2)은 산벚나무가 출현하는 소나무군집으로 교목층에서 소나무(I.P.: 71.7%)가 우점하면서 산벚나무(I.P.: 16.2%)가 함께 출현하였고 아교목층에서는 산벚나무(I.P.: 33.6%)와 졸참나무(I.P.: 18.4%)의 세력이 컸으며 관목층에서는 조릿대(I.P.: 47.4%)의 우점도가 높았다. 주요 출현수종의 흉고직경급별 분포 분석결과 소나무는 흉고직경 32㎝이상의 대경목이 대부분이었고 산벚나무는 흉고직경 7~27㎝의 수목이 많았으며 졸참나무는 흉고직경 2~7㎝에서 주로 분포하였다. 따라서 군집Ⅶ은 당분간 소나무림으로 유지될 것이며, 장기적으로는 졸참나무림으로의 천이잠재성이 높은 것으로 판단되었다.

군집Ⅷ은 내소사 전나무림 인근에 설정한 조사구 13, 14가 포함되어 전나무가 일부 출현하였다. 교목층에서는 소나무(I.P.: 93.5%)가 크게 우점하는 가운데 전나무(I.P.: 6.5%)가 일부 출현하였고 아교목층에서는 개서어나무(I.P.: 14.4%), 졸참나무(I.P.: 13.0%), 서어나무(I.P.: 12.1%)의 세력이 강하였다. 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면 소나무는 흉고직경 12~42㎝의 수목이 대부분이었고 졸참나무, 개서어나무, 서어나무는 흉고직경 2~12㎝의 수목이 많았다. 따라서 군집Ⅷ은 당분간 소나무림을 유지할 것으로 판단되나 장기적으로는 졸참나무-개서어나무림으로의 천이잠재성이 있는 것으로 판단되었다.

변산반도국립공원 소나무군집별 상대우점치 및 흉고직경급 분포현황 분석결과 대부분의 소나무군집 하부에 졸참나무, 굴참나무 등 교목성상의 참나무류가 우점하고 있어 선행연구에서 밝힌바와 같이 자연지역에 분포하는 소나무림의 경우 졸참나무, 신갈나무 등 참나무류를 거쳐 서어나무가 우점하는 군집으로의 천이(Jo, 1987; Lee *et al.*, 1990; Kwon, 2003)가 예측되어 소나무림 보전을 위한 관리가 필요하였다.

4) 군집별 종다양도지수

변산반도국립공원 소나무림의 단위면적 400㎡당 군집별 종다양도지수 분석결과 8개 군집의 Shannon의 종다양도지수는 군집 Ⅰ~Ⅴ, Ⅷ에서 0.8365~1.3879로 비교적 유사하였다. 그러나 군집 Ⅵ, Ⅶ의 종다양도지수는 0.2756~0.9627로 상대적으로 낮았는데 이는 두 개 군집이 교목층에서 소나무, 관목층에서 조릿대가 크게 우점하여 우점도(D)가 0.3604~0.8185로 높았고 균재도(J')가 0.1815~0.6396으로 낮았기 때문이었다. 소나무가 우점종인 지역에 대한 연구결과와 비교해보면 전체적으로 치악산국립공원 1.3252(Park *et al.*, 1988), 가야산국립공원 1.1644(Lee *et al.*, 1989)보다 다소 낮았으며 속리산국립공원 1.0041(Lee *et al.*, 1990)보다 높은 값을 나타내었다.

5) 소나무와 주요 수종 분포간 상관성

Table 6은 변산반도국립공원 소나무림에 설정한 21개 조사구의 조사구별 평균상대우점치 자료에 의하여 소나무와 주요 수종들의 분포간 상관성을 Pearson의 방법으로 분석한 결과이다. 식물군집 내에서 수종간 상관관계는 이들 수종이 서로 같은 생육지를 선택하거나 같은 유기 및 무기환경을 요구하게 될 때 생긴다(Ludwig and Reynolds, 1988). 소나무와 굴참나무, 개서어나무, 사람주나무, 백동백나무, 조릿대는 유의적인 부의 상관관계가, 비목나무와 생강나무는 고도의 유의적인 부의 상관관계가 인정되어 소나무와 같은 성상의 굴참나무, 개서어나무 등은 소나무림 보전을 위해 관리가 필요한 수종이었다. 소나무와 고도의 유의적인 정의 상관관계가 인정된 수종은 쇠물푸레나무, 철쭉꽃이었고 정금나무와 진달래는 유의적인 정의 상관관계가 인정되었다.

Table 5. Various species diverse of the eight *Pinus densiflora* community types in the Byeonsanbando National Park (Unit: 400㎡)

Community type	H'(shannon)	J'(evenness)	D(dominance)	H'max
Ⅰ	1.2772~1.2985	0.8343~0.8734	0.1266~0.1657	1.4624~1.5563
Ⅱ	1.1225~1.3111	0.7933~0.8561	0.1439~0.2067	1.4150~1.5441
Ⅲ	1.1672~1.2676	0.8249~0.8277	0.1723~0.1751	1.4150~1.5315
Ⅳ	0.8365~1.1626	0.6542~0.8695	0.1305~0.3458	1.2041~1.4771
Ⅴ	1.0642~1.3161	0.7108~0.8744	0.1256~0.2892	1.4914~1.5798
Ⅵ	0.3321~0.9627	0.2227~0.6396	0.3604~0.7773	1.4914~1.5563
Ⅶ	0.2756	0.1815	0.8185	1.5185
Ⅷ	1.3836~1.3879	0.8369~0.9140	0.0860~0.1631	1.5185~1.6532

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

Table 6. Correlation between the importance values of the major woody species in *Pinus densiflora* community in the Byeonsanbando National Park

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
P. densiflora	-0.508*	-0.528*	-0.551*	-0.586**	-0.617**	-0.468*	-0.462*	0.584**	0.470*	0.505*	0.595**

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
(A: *Quercus variabilis*, B: *Carpinus tschonoskii*, C: *Sapium japonicum*, D: *Lindera erythrocarpa*, E: *Lindera obtusiloba*, F: *Lindera glauca*, G: *Sasa borealis*, H: *Fraxinus sieboldiana*, I: *Vaccinium oldhami*, J: *Rhododendron mucronulatum*, K: *Rhododendron schlippenbachii*)

3. 소나무림 식생변화 예측 및 관리방안

이상 변산반도국립공원 소나무림 식생구조를 종합하면 군집Ⅰ은 굴참나무와 경쟁하는 소나무군집으로 굴참나무림으로 천이가 예측되었고 교목층의 소나무비율이 비교적 높고 아교목층에 쇠물푸레, 소나무 등이 출현하는 군집Ⅱ, Ⅳ, Ⅷ은 당분간 소나무림으로 유지될 것이나 장기적으로는 졸참나무, 개서어나무림으로의 천이 잠재성이 있는 것으로 나타났다. 산벚나무-졸참나무로의 천이 잠재성이 있는 군집은 군집Ⅶ로 산벚나무가 출현하는 소나무군집이었고 굴참나무-졸참나무로 천이 잠재성이 있는 군집Ⅲ은 아교목층에 굴참나무, 관목층에 청미래덩굴이 출현하는 식생구조가 특징이었다. 참나무류-개서어나무로의 천이 잠재성이 있는 군집은 졸참나무, 개서어나무와 경쟁하는 군집Ⅴ와 굴참나무-졸참나무와 경쟁하는 군집Ⅵ이 해당하였다.

Table 7, Figure 5는 현존식생조사 결과와 소나무림의 군집구조 분석결과를 바탕으로 변산반도국립공원 전체 소나무림의 식생변화를 예측한 것이다. 소나무림으로 유지되는 면적은 전체 소나무림 중 68.4%로 가장 넓었으나 당분간 소나무림으로 유지된다 하더라도 아교목층에서 졸참나무, 굴참나무 등 참나무류와 개서어나무의 세력이 강해 장기적으로는 참나무류 및 개서어나무림으로 천이 잠재성이 있는 것으로 판단되었다. 또한 굴참나무로의 천이가 예측되는 지역(25.0%), 졸참나무, 개서어나무로의 천이 잠재성이 있는 지역(5.4%)도 넓은 면적으로 분포하였다.

변산반도국립공원 소나무림의 식생분포 특성 및 식생유형별 천이경향 분석을 통해 다음과 같은 관리방안을 제시하였다. 장기적으로 소나무림을 유지할 것으로 판단되는 지역은 소나무림 유지를 목표로 아교목층과 관목층 참나무류 관리를 통한 방해극상적 관리방안을 제안하였다. 향후 참나무류림 혹은 개서어나무림으로의 천이잠재성이 있는 지역은 교목층에 분포하는 참나무류와 개서어나무의 수관관리를 통해 경쟁에 의한 소나무의 도태를 방지하고 아교목층과 관목층의 교목성상의 수종관리를 제시하였다. 그 외에 인공림의 경우는 소나무림과는 무관하나 국립공원의 자연성 증진을 위해 조림수종을 제거하고 변산반도 국립공원의 자연성이 우수한 군락의 식생복원모델을 바탕으로한 자연식생복원을 제안하였다.

Table 7. The prediction of *Pinus densiflora* forest's vegetation change in the Byeonsanbando National Park

Division	Area(㎡)	Rate(%)
Maintenance of *P. densiflora* community	44,157,920	68.4
Succession to *Q. variabilis* community	16,125,990	25.0
Potential succession to *Q. serrata* community	1,150,982	1.8
Potential succession to *Quercus* and *C. tschonoskii* community	2,340,049	3.6
Management artificial forest	822,941	1.3
Total	64,597,882	100.0

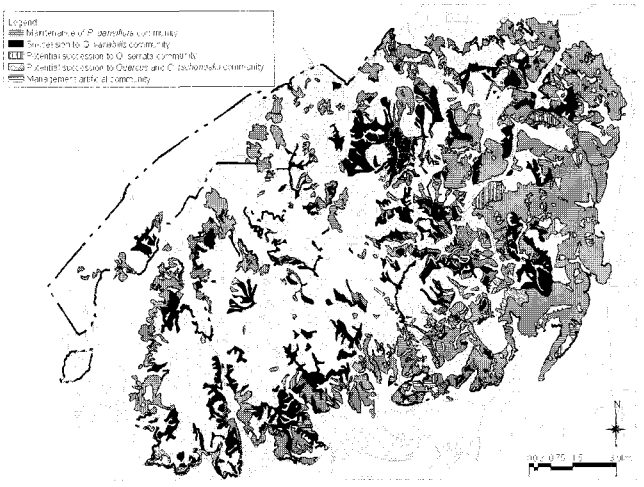


Figure 5. The map of prediction of *Pinus densiflora* forest's vegetation change in the Byeonsanbando National Park

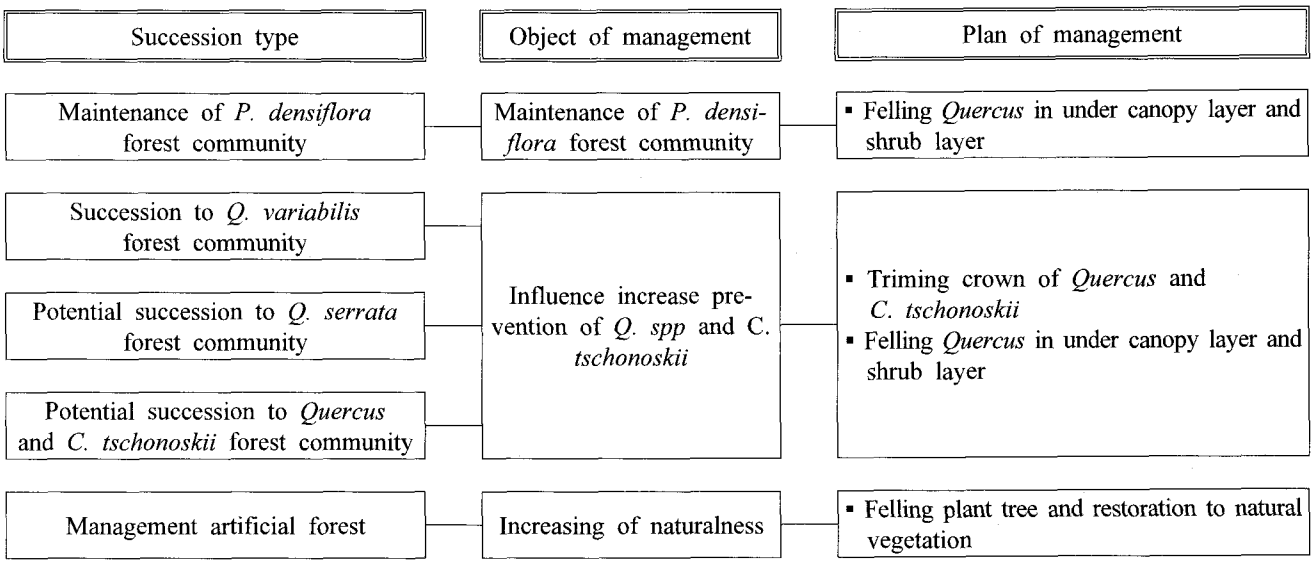


Figure 6. Plan of management for *P. densiflora* forest community conservation

Ⅳ. 결 론

본 연구는 변산반도국립공원에 분포하는 우수한 경관의 소나무림을 대상으로 소나무림의 유형별 분포현황 및 군집구조 특성 분석을 통해 향후 소나무림 보전을 위한 기초자료 제공과 관리방안 수립을 목적으로 수행하였다. 현존식생 분석결과 소나무림은 내소사지구와 외곽을 중심으로 29.1%로 분포하고 있었으나 이중 소나무-참나무류림도 11.2%로 분포하여 많은 면적의 소나무림이 참나무류림으로 천이가 진행중이었다. 주요 시생유형별 군집구조 조사를 통해 군집유형분류 및 군집구조 특성을 분석한 결과 총 8개 군집으로 분류되었으며 이중 대부분의 군집유형이 참나무류림 혹은 개서어나무림으로의 천이가 예측되었다. 특히 출현종들의 상대우점치를 바탕으로한 상관분석결과 굴참나무, 개서어나무, 사람주나무, 백동백나무, 조릿대 등은 소나무와 부의 상관관계가 인정되어 이들 수종의 관리가 필요하였다. 현존식생 분석결과와 식물군집구조 분석결과를 종합하여 식생유형별 천이예측도를 작성하였으며 이를 바탕으로 소나무림의 관리목표를 설정하고 관리방안을 제시하였다.

본 연구는 대상지 전체의 현존식생 분석을 통해 소나무림 식생유형별 분포현황을 파악하고 식물군집구조를 분석하였으며 식생유형별 천이경향을 밝히고 이에 대한 관리방안을 제시하여 국립공원 전체를 대상으로 체계있는 소나무림 관리의 기초자료로 활용될 수 있을 것이라 판단된다. 다만 소나무림의 경관적 특성과 가치 등 다양한 분석을 통해 효과적인 관리를 위한 관리지역 선정 및 단계별 제시 등 세부적인 관리방안 제시는 미흡하였다. 우리나라에서 소나무림이 갖고 있는 정서적, 상징적 가치를 고려할 때 국립공원의 소나무림 관리는 생물종다양성 보전측면에서 뿐만 아니라 문화적 가치측면에서 바라봐야 할 것으로 사료되며 향후 지속적인 연구를 통해 소나무림의 효과적인 관리를 위한 후속연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다. 또한 국립공원 관리방향에 대한 관점 전환을 통해 이러한 연구결과들이 현장에서 수행될 수 있도록 해야 할 것이다.

인용문헌

Brower, J. E. and J. H. Zar(1997) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company. 194pp.

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.(1979) 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.

Jo, J. C.(1987) Studies on the Conservation of Pinus densiflora Community in the Nature Park -Case Study of Hongru Dong Ravine, Mt. Gaya National Park-. Thesis for the Degree of Master, Graduate School,Universith of Seoul, 56pp.

Jo, J. C., W. Cho and B. H. Han(1995) The plant community structure of Pinus densiflorain forest in Chuwangsan National Park. Kor. J. Env. Eco. 8(2): 121-134.

Kwon, J. O.(2003) A study on the application of the ecological evaluation for the nature-friendly residential site development planning. University of Seoul graduate school dis-

sertation for the degree of doctor, 281pp.

Lee, C. Y(1993) Soil of *Pinus densiflora* forest. A Series of Forest and Culture. 1(-): 24-26.

Lee, C. B(1980) Flora of Korea. Hyangmoonsa, Seoul, 990pp.

Lee, K. J., J. C. Jo and J. S. Woo(1989) Analysis of the Plant Community Structure in Gayasan National Park by the Ordination and Classification Technique. Kor. J. Env. Eco. 3(1): 28-41.

Lee, K. J., K. B. Yim, J. C. Jo and C. H. Ryu(1990) Studies on the Structure of the Forest Community in Mt. Sokri(I) -The Conservation Planning of Pinus densiflora Community-. Kor. J. Env. Eco. 4(1): 23-32.

Lee, K. J., W. Cho and B. H. Han(1996) Restoration and status of urban ecosystem in Seoul -plant community structure in forest area-. Kor. J. Env. Eco. 10(1):113~127.

Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds(1988) Statistical ecology - a primer on methods and computing. John Wiley & Sons Publication, N.Y. 337pp.

Monk, C. D., G. I. Child and S. A. Nicholson(1969) Species Diversity of a Stratified Oak-hickory Community. Ecology, 50(3): 468-470.

Park, I. H, K. J. Lee and J. C. Jo(1987) Forest Community Structure of Mt. Bukhan area. Kor. J. Env. Eco. 1: 1-24.

Park, I. H, K. J. Lee and J. C. Jo(1988) Structure of Forest Communities in Chiak Mountain National Park -Case Study of Guryong Temple-Birobong Area-. Kor. J. Env. Eco. 2(1): 1-9.

Pielou, E. C.(1975) Mathematical ecology. John Wiley&Sons, N.Y. 385pp.

Yim, K. B., K. J. Lee and I. H. Park(1980) Phytosociological Changes of Pinus densiflora Forest Induced by Insect Damage in Kyonggi-do Area. Journal of Korean Forestry. 50: 56-71.