

## 주왕산국립공원 삼림식생의 군락분류와 군락생태<sup>1a</sup>

오해성<sup>2</sup> · 이경연<sup>3</sup> · 김종원<sup>4\*</sup>

### Syntaxonomical and Synecological Description on the Forest Vegetation of Juwangsan National Park, South Korea<sup>1a</sup>

Hae-Sung Oh<sup>2</sup>, Gyeong-Yeon Lee<sup>3</sup>, Jong-Won Kim<sup>4\*</sup>

#### 요 약

주왕산국립공원의 삼림식생에 대한 식물사회학적 연구가 이루어졌다. 식물사회의 종조성과 서식처의 균질성을 강조하는 Z.-M. 학파의 방법으로 수행하였다. 52개 식생자료가 획득되었고, 출현식물 총 265분류군의 행동양식은 9계급의 변환통합우점도와 상대기여도를 통해 분석하였다. 식생자료의 모듬화 과정을 통해 단위식생을 분류하고, 그 분포와 현존균질도 등이 분석되었다. 4가지 상관우점식생 속에 9개 식물군락이 기재되었다: 신갈나무-애기감동사초군락, 신갈나무-백고사리군락, 졸참나무-둥근잎천남성군락, 굴참나무-털조록싸리군락, 떡갈나무-털피나무군락, 서어나무-털대사초군락, 느티나무-등칠힌군락, 들메나무-개면마군락, 소나무-가는잎그늘사초군락. 삼림식생의 대상분포가 논의되었고, 표고 약 700 m가 냉온대 중부·산지대(신갈나무-생강나무아군단역)와 남부·저산지대(졸참나무-작살나무아군단역)의 전이대인 것으로 밝혀졌다. 주왕산국립공원의 삼림식생은 종조성의 낮은 균질성이 특징이었다. 결론적으로 주왕산국립공원의 삼림식생은 <지역생물기후구-대구형> 속에서 더욱 강한 대륙성 생물기후환경과 세립질 풍화토와 암편을 공급하는 유문암질 응회암 우세의 지질 환경에 대응하는 고유성이 큰 지역식생이고, 산불 영향이 더해진 근자연림 또는 이차림인 것으로 밝혀졌다.

주요어: 건생 참나무림, 느티나무-등칠힌군락, 대륙성 기후, 유문암질 응회암, 현존균질도

#### ABSTRACT

The forest vegetation of Juwangsan National Park, which is famous for its towering scenic valleys, was syntaxonomically described. The study adopted the Zürich-Montpellier School's method emphasizing a matching between species composition and habitat conditions. A combined cover degree and the *r*-NCD (relative net contribution degree) were used to determine a performance of 265 plant species listed-up in a total of 52 phytosociological relevés. Nine plant communities were classified through a series of table manipulations, and their distribution and actual homotoneity( $H_{act}$ ) were analyzed. Syntaxa described were *Carex gifuensis-Quercus mongolica* community, *Athyrium yokoscense-Quercus mongolica* community, *Arisaema amurense-Quercus serrata* community, *Lespedeza maximowiczii* var. *tomentella-Quercus variabilis* community, *Tilia rufa-Quercus dentata* community, *Carex ciliatomarginata-Carpinus laxiflora* community, *Aristolochia*

1 접수 2017년 3월 30일, 수정 (1차: 2018년 2월 5일, 2차: 2018년 2월 7일), 게재확정 2018년 2월 8일

Received 30 March 2017; Revised (1st: 5 February 2018, 2nd: 7 February 2018); Accepted 8 February 2018

2 고려군청 환경과 Environment division, Goryeong-gun Government, Goryeong-gun, 40138, Korea

3 계명대학교 대학원 생물학과 Department of Biology, Graduate School, Keimyung Univ., Daegu, 42601, Korea

4 계명대학교 생명과학전공 Major in Biological Sciences, Keimyung Univ., Daegu, 42601, Korea

\* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-53-580-5213, Fax: +82-53-580-5558, E-mail: jwkim@kmu.ac.kr

*manshuriensis-Zelkova serrata* community, *Onoclea orientalis-Fraxinus mandshurica* community, and *Carex humilis* var. *nana-Pinus densiflora* community. A zonal distribution was reviewed and the altitude of about 700 m was the transition zone between the cool-temperate central-montane zone (Lindero-Quercenion mongolicae region) and southern-submontane zone (Callicarpo-Quercenion serratae region). Only 19 taxa were associated with *r-NCD* 10% or more, most of which were tree species occurring in the Lindero-Quercenion and some of which was a member of open forests. Species composition of forest vegetation was much less homogeneous, showing the lowest  $H_{act}$ . Nearly natural forests and/or secondary forests in the Juwangsang National Park were defined as a regional vegetation type, which reflects much stronger continental climate in the Daegu regional bioclimatic subdistrict, rhyolitic tuff predominant, and wildfire interference.

**KEY WORDS:** ACTUAL HOMOTONEITY, ARISTOLOCHIA MANSHURIENSIS-ZELKOVA SERRATA COMMUNITY, CONTINENTAL CLIMATE, RHYOLITIC TUFF, XEROPHILOUS OAK FOREST

## 서론

들쭉은 계곡경관으로 유명한 주왕산은 1976년에 국립공원으로 지정된 보호 지역이다. 본 연구지역은 한국생물기후구(Kim, 2004)의 <지역생물기후구-대구형>에 속하는 유일한 국립공원이며, 유문암질 응회암의 지질적 기반(Hwang and Kim, 2009)이 우세한 생태역(ecoregion)이다.

주왕산국립공원의 삼림식생에 대한 선행연구로 교목층의 우점 상관에 따라 군락분류가 시도된 바 있다. Yim *et al.* (1985)은 5개 군집과 해발고도 400 m 상부를 느릅나무림대, 그 이하를 참나무림대(*Quercus* sp. zone)의 대상분포를 처음으로 기재하였다. Song(2000)은 주왕산국립공원을 포함한 청송 일대에서 소나무-졸참나무군락, 소나무-신갈나무군락, 굴참나무군락 등을 기재하였다. 국립공원관리공단의 자원환경조사에서는 식재림을 제외한 2개 군집(소나무군집, 굴참나무군집) 아래 7군락(소나무군락, 소나무-철쭉군락, 소나무-신갈나무군락, 소나무-굴참나무군락, 굴참나무군락 등)을 보고하였다(Lee *et al.*, 2008). 이들 선행연구는 교목층의 우점 상관에 따른 분류였다. 따라서 기재된 단위식생의 종조성과 서식처의 대응성(matching)을 구체화하는 식물사회학적 정보는 미약하였다. 군락이란 명칭으로써 비록 불특정 단위식생이라 할지라도, 식물사회학은 해당 식물사회의 유형화와 구체적 분포 제한성의 발굴을 하나의 목표로 한다(Westoff and van der Maarel, 1978). 식물사회학의 존재가치를 토지의 건전한 이용과 생태적 온전성을 지속가능하게 하는 기반 정보를 제공하는 데에서 찾는 까닭도 거기에 잇닿아 있다(Kim, 1997).

본 연구는 주왕산 국립공원 내에 발달하는 삼림식생의 식물군락 다양성과 그 분포 특이성을 규명하고자 한다. 본 연구에서 획득될 단위식생의 종조성과 그 서식처의 대응성

에 관한 실체적 정보는 주왕산국립공원 삼림식생의 보전 전략을 위한 기반 정보가 될 것이다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지

주왕산국립공원은 경상북도 청송군과 영덕군에 걸쳐 위치하고, 비교적 좁은 면적(107.4 km<sup>2</sup>)이지만 지형이 복잡하고 험준하며, 능선 사이로 깊은 계곡이 발달한다. 산괴는 남북(대둔산, 먹구등, 왕거암, 별바위)으로 달리며, 지맥들이 서쪽으로 뻗는다. 주요 산정의 해발고도는 700~933 m 범위인데, 1천 m 이상의 다른 국립공원에 비해 상대적으로 낮은 편이다. 지질은 주왕산응회암, 무포산응회암, 너구동층, 대전사현무암 등의 순으로 넓은 면적을 차지하고(Figure 1), 유문암질 응회암이 우세하다(Hwang, 1998; Hwang and Kim, 2009). 깃대봉, 장군봉 등에서 험준한 산악을 형성하고 풍화에 강한(Lee and Hong, 1973) 응회암류가 만들어낸 들쭉은 계곡경관(Hwang and Kim, 2009)이다. 실트(silt)가 우세한 토층은 깊이가 얇고, 크고 작은 돌부스러기(岩屑)가 지표면에 흔하다. 지역의 연평균 기온은 11.2℃, 최고기온 38.2℃ (2002년 7월 11일), 최저기온 -18.8℃ (2010년 1월 7일)로 여름과 겨울의 기온 차가 뚜렷하다. 최근 10년간(2006~2015년)의 연평균 강수량은 887.9 mm (KMA, 2017)로 영남과우지역 속에서도 적은 편이고, 계절적 편차도 더욱 뚜렷하다(Figure 2). 이는 주왕산 국립공원 일대가 <지역생물기후구-대구형> (Kim, 2004) 속에서도 소백산맥의 강우그늘효과(rain shadow effect)의 영향이 더욱 강하다는 것을 의미한다. 결국 수분스트레스와 산불 발생의 위험성이 높고, 삼림 훼손 이후의 식생 회복이 상대적으로

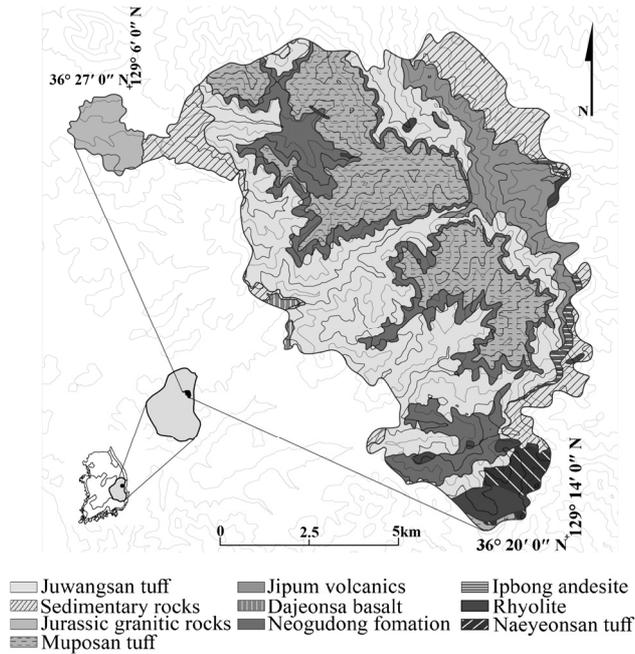


Figure 1. Geography and geology of Juwangsan National Park at southeastern part of the Korean peninsula. Park area investigated is located at the Daegu regional bioclimatic subdistrict, shaded part of the Peninsula in the left corner small map. A sort of tuffs are the major lithosphere in the park area (slightly modified from Hwang and Kim, 2009).

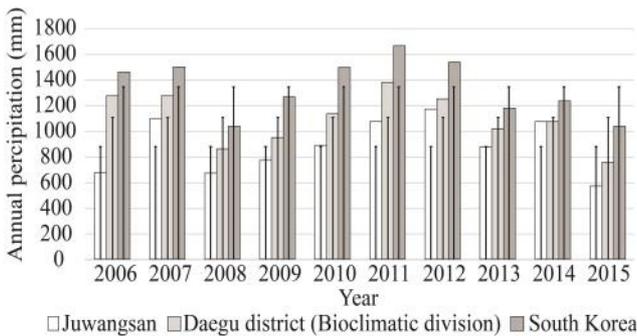


Figure 2. Annual precipitation of Juwangsan National Park, the Daegu regional bioclimatic subdistrict, and South Korea. Mean annual precipitation is 887.9 mm, 1,096.1 mm, and 1,339.7 mm, respectively.

불리한 생태역이다. 본 지역은 식생지리학적으로 냉온대 중부·산지대 신갈나무-생강나무아군단과 냉온대 남부·저산지대 졸참나무-작살나무아군단의 식생역이 수평적으로 혼재하는 위치이다(Kim, 1992; 2004).

## 2. 연구방법

주왕산국립공원의 삼림식생에 대한 현지 식생조사는 서식처를 기반으로 숲지붕의 우점 상관형에 따라 이루어졌다. 인공 식재로부터 기원하는 조림식생은 배제하였다. 식생조사구는 식물사회의 종조성과 서식처의 균질성을 고려하는 Z.-M. 학파의 방법(Braun-Blanquet, 1932)에 따라 선정되었다. 층별 출현 식물종을 목록화하고, 9계급의 변환통합우점도(Westhoff and van der Maarel, 1978)로 그 출현 양상을 조사하였다. 서식처의 각종 환경요소(경위도, 해발고도, 방위, 경사도, 미세지형 등)는 현장에서 측정하였다. 획득된 식생조사표(relevé)는 모듬화 과정을 거쳐 단위식생을 분류하였고(Kim and Lee, 2006), 유형화된 단위식생의 출현종 행동양식은 상대기여도(Kim and Manyko, 1994)로 분석되었다. 국가표준식물목록(KPNIC, 2017)의 식물종명을 기준으로 하였다. 생태식물상 특성을 밝히기 위해 생활형(Raunkiaer, 1934; Lee, 1996)과 식생지리분포 특성에 대해 분석하였다. 식생지리분포 특성 분석은 식물사회학적 분포 중심(냉온대 요소, 냉온대 남부·저산지대 요소, 냉온대 중부·산지대 요소, 냉온대 북부·고산지대 요소, 아고산대 요소; Kim, 2004)과 전국적인 분포양상의 광분포종과 식재종 따위로 나누어 분석하였다. 식생보전등급은 단위식생에 대해 잠재성 요소와 현존성 요소를 기반으로 한 4가지 요소(기원, 분포, 복원성, 중요식물종 출현 유/무)를 통해 평가하였다(Kim et al., 2012). 식생자료의 종조성에 관한 균질성(homogeneity)은 모듬화된 자료에서 총 출현종수와 개별 식생자료의 유효출현종수(평균유효출현종수 및 평균유효출현종수의 표준편차)를 이용한 현존균질도( $H_{act}$ : actual homogeneity)와 최적균질도( $H_{opt}$ : optimal homogeneity; Kim and Eom, 2017)를 이용하였다. 분석 대상이 되는 단위식생의 현존균질도는 식생자료 간의 공통 출현종이 많을수록, 1회 출현종이 적을수록 높다.

## 결 과

주왕산국립공원의 삼림식생은 총 76과 173속 265분류군(미동정 분류군 제외)으로 이루어진 4가지 상관우점식생(하록 참나무류 우점림, 서어나무 우점림, 계곡계반 경목(hardwood) 우점림, 소나무 우점림)의 9개 식물군락으로 분류되었다(Table 1). 참나무 우점림에서 5개 식물군락(신갈나무-애기감동사초군락, 신갈나무-뽕고사리군락, 졸참나무-둥근잎참성군락, 굴참나무-털조록싸리군락, 떡갈나무-털피나무군락)가 기재되었다. 서어나무 우점림은 토지적 극상림으로서 서어나무-털대사초군락이, 계곡계반의 경목 우점림은 느티나무-등칫군락과 들메나무-개면마군락이, 소나

Table 1. Synoptic table of plant communities on Juwangsan forest vegetation, described by species composition and its *r*-*NCD* values.

Syntaxa	A			B		C		D	E	F	G			H	I			<i>r</i> - <i>NCD</i>	Life-form	
	4	3	5	B-1	B-2	B-3	C-1				C-2	G-1	G-2		G-3	I-1	I-2			I-3
<i>Quercus mongolica</i>	97.1	100	100	100	16.0	56.3	59.3	.	39.5	13.3	.	2.0	85.7	70.8	31.3	81.3	100	MM		
<i>Carex gifuensis</i>	100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	H		
<i>Athyrium yokoscense</i>	0.7	26.9	39.5	37.5	5.3	12.5	.	.	0.5	.	.	.	57.1	.	.	.	8.1	H		
<i>Sorbus alnifolia</i>	0.7	42.3	19.5	10.9	.	.	0.7	.	20.5	46.7	.	2.7	.	.	.	.	9.4	MM		
<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i>	15.4	20.5	9.3	14.1	.	9.4	0.2	.	.	.	.	.	42.9	.	.	9.4	5.5	N		
<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i>	2.2	38.5	.	.	.	.	.	.	1.4	.	.	.	.	.	.	9.4	1.1	N		
<i>Carex okamotoi</i>	.	84.6	.	.	.	.	.	.	0.5	.	.	0.7	.	.	.	.	1.1	H		
<i>Chloranthus japonicus</i>	.	.	.	53.1	.	12.5	.	.	.	.	.	2.7	57.1	.	.	.	1.9	G		
<i>Actaea asiatica</i>	.	.	.	21.9	1.3	3.1	.	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	0.9	G		
<i>Asarum sieboldii</i>	.	.	0.9	18.8	2.7	25.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.0	G		
<i>Quercus serrata</i>	2.2	15.4	.	.	100	100	32.7	12.5	1.4	10.0	7.0	2.0	.	54.2	56.3	.	24.9	MM		
<i>Arisaema amurense</i>	.	.	9.3	11.7	20.0	6.3	0.7	.	0.5	3.3	.	4.0	.	.	.	.	3.8	G		
<i>Asperula maximowiczii</i>	0.7	.	16.7	6.3	16.0	25.0	2.9	37.5	2.3	.	.	.	28.6	.	.	.	6.1	H		
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	.	.	7.0	0.8	16.0	.	7.7	25.0	0.9	13.3	47.4	10.0	14.3	.	.	.	8.2	N		
<i>Tilia rufa</i>	.	.	.	3.1	68.8	.	.	87.5	2.8	6.7	.	.	.	.	.	.	1.7	MM		
<i>Arisaema amurense</i> f. <i>serratum</i>	.	.	.	1.6	25.0	.	0.5	.	.	1.8	3.3	.	28.6	.	.	.	1.1	G		
<i>Quercus variabilis</i>	17.6	1.3	.	.	.	.	100	.	1.4	.	.	2.0	45.8	62.5	12.5	17.7	MM			
<i>Lespedeza maximowiczii</i> var. <i>tomentella</i>	0.7	.	.	.	.	.	21.8	.	0.5	.	.	.	13.9	31.3	.	3.1	N			
<i>Artemisia keiskeana</i>	38.2	2.6	27.9	23.4	.	.	39.0	.	11.2	6.7	.	.	13.9	.	.	18.9	H			
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	22.1	26.9	0.9	.	.	3.1	40.7	50.0	30.2	.	.	.	83.3	43.8	87.5	27.3	M			
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	26.5	.	6.5	.	.	.	33.4	.	.	.	.	.	70.8	43.8	43.8	12.7	H			
<i>Atractylodes ovata</i>	.	.	0.5	.	.	.	13.1	.	.	3.3	.	.	33.3	50.0	18.8	4.3	G			
<i>Quercus dentata</i>	.	.	.	3.1	.	.	0.7	100	1.4	.	.	.	.	.	6.3	.	1.0	MM		
<i>Carpinus laxiflora</i>	8.8	23.1	5.6	2.3	40.0	9.4	8.7	.	8.7	37.5	34.9	10.0	.	.	.	22.9	MM			
<i>Carex ciliatmarginata</i>	.	1.3	.	.	.	.	8.7	37.5	34.9	10.0	.	.	.	.	.	6.3	15.6	5.1	H	
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	2.2	23.1	39.5	7.8	.	3.1	9.7	.	25.6	10.0	.	8.0	.	.	.	3.1	15.2	G		
<i>Hosta longipes</i>	4.4	1.3	3.7	0.8	5.3	6.3	2.4	.	23.7	10.0	.	.	.	.	15.6	18.8	7.8	H		
<i>Zelkova serrata</i>	.	.	0.5	.	.	.	0.5	.	.	46.7	100	69.3	.	.	.	.	5.8	MM		
<i>Philadelphus schrenkii</i>	.	.	.	2.3	18.7	3.1	1.2	25.0	.	10.0	36.8	24.0	14.3	.	.	.	5.5	N		
<i>Deutzia glabrata</i>	.	.	.	.	4.0	.	.	.	.	13.3	17.5	16.0	.	.	.	.	1.4	N		
<i>Berchemia berchemiifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100	.	.	.	.	.	.	0.3	MM		
<i>Lonicera sachalinensis</i> var. <i>stenophylla</i>	.	.	.	.	1.3	3.1	2.4	.	4.7	40.0	.	.	.	.	.	.	1.4	N		
<i>Clerodendrum trichotomum</i>	.	.	.	.	.	.	0.5	.	.	46.7	.	.	.	.	.	.	0.26	MM		
<i>Juglans mandshurica</i>	.	.	0.5	0.8	.	.	.	.	.	.	.	.	90.0	.	.	.	1.9	MM		
<i>Oxalis obtusilobata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8.0	.	.	.	0.1	G		
<i>Fraxinus mandshurica</i>	.	.	.	3.9	.	.	.	.	.	40.0	.	.	.	.	.	.	0.7	MM		
<i>Onoclea orientalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100	42.9	.	.	0.0	H		
<i>Pinus densiflora</i>	3.7	.	1.4	.	.	.	1.9	.	.	.	.	.	.	.	.	100	100	100	7.2	MM
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i>	.	1.3	0.9	.	.	.	8.7	.	12.6	.	.	.	50.0	81.3	43.8	8.0	H			
<i>Melampyrum setaceum</i>	2.9	.	.	.	.	.	2.4	.	1.9	.	.	.	33.3	31.3	6.3	2.8	Th			
<i>Juniperus rigida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50.0	0.2	M		
<i>Spiraea blumei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	62.5	0.2	N			
<i>Lilium amabile</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12.5	0.0	G			
<i>Pinus koraiensis</i>	3.7	5.1	3.7	.	1.3	3.1	3.6	.	.	.	.	.	.	.	3.1	37.5	3.1	MM		
<b>Companions species</b>																				
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	19.9	57.7	48.4	62.5	56.0	81.3	18.2	25.0	65.1	33.3	63.2	90.0	.	2.8	3.1	15.6	79.8	MM		
<i>Lindera obtusiloba</i>	10.3	10.3	29.8	30.5	40.0	56.3	59.3	62.5	39.5	23.3	52.6	22.0	42.9	37.5	25.0	62.5	71.5	N		
<i>Styrax obassia</i>	2.2	5.1	31.6	23.4	44.0	62.5	23.0	.	11.2	10.0	7.0	34.7	42.9	45.8	6.3	12.5	39.7	MM		
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	.	.	32.6	9.4	18.7	25.0	8.7	.	12.6	73.3	63.2	100	71.4	.	.	3.1	31.0	MM		
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	13.2	.	7.4	46.9	21.3	12.5	10.9	50.0	2.8	53.3	38.6	22.0	28.6	.	6.3	3.1	26.2	MM		
<i>Carpinus cordata</i>	.	.	15.3	56.3	76.0	9.4	0.2	.	5.6	13.3	42.1	63.3	57.1	.	.	.	21.3	MM		
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	3.7	34.6	44.7	51.6	21.3	75.0	.	.	7.4	.	.	.	85.7	.	.	.	16.2	G		
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	58.8	65.4	2.3	.	.	.	1.2	.	46.5	.	.	.	.	6.9	.	75.0	13.6	M		
<i>Cornus controversa</i>	.	.	3.7	31.3	4.0	43.8	.	.	5.6	20.0	28.1	50.7	85.7	.	.	.	12.8	MM		
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	4.4	2.6	1.4	9.4	.	18.8	12.1	12.5	5.6	.	7.0	1.3	.	11.1	50.0	9.4	12.2	G		
<i>Carex siderosticta</i>	15.4	1.3	51.2	40.6	4.0	12.5	0.2	.	3.7	.	.	0.7	14.3	.	.	.	11.0	H		
<i>Actinidia arguta</i>	.	.	5.6	9.4	10.7	9.4	2.4	.	0.5	40.0	14.0	29.3	28.6	.	.	.	8.8	M		
<i>Viola albida</i> f. <i>takahashii</i>	1.5	.	0.9	1.6	8.0	6.3	3.6	12.5	12.6	20.0	10.5	16.0	.	.	9.4	.	8.6	H		
<i>Prunus verecunda</i>	2.9	2.6	1.9	0.8	2.7	3.1	18.2	.	3.7	.	5.3	16.0	.	.	.	12.5	8.4	MM		
<i>Rhus trichocarpa</i>	8.8	15.4	1.4	.	.	9.4	3.9	25.0	5.6	.	.	.	.	16.7	18.8	31.3	7.8	M		
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	.	.	1.9	16.4	16.0	3.1	0.7	.	1.4	.	21.1	10.7	14.3	1.4	.	.	5.9	M		
<i>Aster scaber</i>	1.5	.	7.0	1.6	1.3	3.1	5.1	12.5	5.6	3.3	.	0.7	.	2.8	9.4	3.1	5.6	G		
<i>Pseudostellaria heterophylla</i>	.	.	11.2	12.5	2.7	18.8	0.5	.	.	6.7	1.8	12.0	42.9	.	.	.	5.0	H		
<i>Pimpinella brachycarpa</i>	.	.	5.6	23.4	2.7	31.3	0.2	.	0.5	.	.	5.3	42.9	.	.	.	4.0	G		
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i>	.	.	.	.	18.7	6.3	.	.	0.5	16.7	57.9	24.0	.	.	.	.	4.0	N		
<i>Corylus sieboldiana</i>	.	2.6	12.6	.	2.7	12.5	0.5	.	.	46.7	3.5	2.0	42.9	.	.	.	3.9	M		
<i>Staphylea bumalda</i>	.	.	.	6.3	.	12.5	.	.	.	33.3	7.0	26.0	100	.	.	.	3.7	M		
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	.	30.8	.	.	1.3	.	.	.	14.0	.	.	.	.	22.2	50.0	.	3.7	N		
<i>Isodon japonicus</i>	.	.	11.2	10.9	1.3	31.3	.	.	4.7	.	.	1.3	.	.	6.3	.	3.4	G		

<i>Smilax nipponica</i>	29.4	4.7	4.7	6.3	2.4	.	.	.	.	.	.	1.4	.	3.0	G
<i>Viola orientalis</i>	5.9	9.8	.	3.1	1.0	37.5	.	.	.	.	.	5.6	12.5	3.1	2.9 H
<i>Ulmus davidiana</i>	.	1.4	2.3	12.5	1.2	50.0	.	3.3	3.5	2.7	85.7	.	.	.	2.8 MM
<i>Lepedeza bicolor</i>	1.5	0.9	.	.	9.4	.	0.5	.	.	.	.	4.2	12.5	9.4	2.5 N
<i>Isodon inflexus</i>	0.7	4.7	.	.	8.7	50.0	0.9	.	.	0.7	.	.	3.1	.	2.4 G
<i>Disporum smilacinum</i>	17.6	18.6	.	12.5	.	.	0.5	.	.	.	.	.	.	6.3	2.4 G
<i>Syneilesis palmata</i>	4.4	0.9	.	12.5	2.9	62.5	0.9	.	.	.	.	1.4	6.3	.	2.4 G
<i>Tilia amurensis</i>	.	6.5	15.6	4.0	.	.	7.4	.	5.3	.	.	.	.	.	2.4 MM
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	.	0.5	3.1	28.0	6.3	.	.	.	.	9.3	85.7	.	.	.	2.3 H
<i>Callicarpa japonica</i>	.	.	0.8	2.7	2.4	.	.	10.0	68.4	2.0	.	.	.	.	2.3 M
<i>Tripterygium regelii</i>	.	15.4	14.9	2.3	2.7	.	.	4.7	.	.	.	.	.	.	2.3 M
<i>Polystichum tripterum</i>	.	.	0.5	4.7	10.7	.	.	.	.	14.0	4.7	100	.	.	2.2 H
<i>Lindera erythrocarpa</i>	.	.	.	.	1.0	.	.	16.7	47.4	10.7	.	1.4	.	.	2.1 N
<i>Lonicera praeflorens</i>	.	12.6	.	2.7	0.7	37.5	1.4	6.7	.	0.7	.	.	.	.	2.0 N
<i>Rubia chinensis</i> var. <i>chinensis</i>	.	1.9	9.4	1.3	6.3	0.2	12.5	3.3	.	1.3	42.9	.	.	.	2.0 G
<i>Stephanandra incisa</i>	.	2.8	0.8	1.3	12.5	0.2	.	3.7	33.3	.	.	.	.	.	1.8 N
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	2.9	.	.	.	2.4	.	.	.	.	.	.	25.0	25.0	3.1	1.7 H
<i>Lilium tsingtauense</i>	.	0.9	1.6	.	6.3	0.2	.	0.9	6.7	.	10.0	28.6	.	.	1.7 G
<i>Astilbe rubra</i>	.	9.8	0.8	4.0	6.3	.	.	3.7	10.0	.	.	.	.	.	1.7 H
<i>Picrasma quassoides</i>	.	0.5	.	.	2.9	0.5	10.0	1.8	16.0	.	.	.	.	.	1.7 M
<i>Codonopsis lanceolata</i>	.	8.4	0.8	.	6.3	1.9	1.9	3.3	.	.	.	.	.	.	1.5 G
<i>Artemisia stolonifera</i>	.	4.7	3.1	.	8.7	0.5	.	.	.	.	.	.	.	.	1.5 H
<i>Meehania urticifolia</i>	.	.	10.9	12.5	0.2	.	.	.	.	6.7	57.1	.	.	.	1.4 H
<i>Adenophora remotiflora</i>	.	.	9.4	25.0	.	37.5	0.5	.	1.3	28.6	.	.	.	.	1.4 G
<i>Hepatica asiatica</i>	.	0.9	13.3	12.5	.	.	5.6	.	.	42.9	.	.	.	.	1.3 G
<i>Kalopanax septemlobus</i>	.	.	6.3	9.4	1.9	.	0.5	.	6.7	.	.	.	.	.	1.3 MM
<i>Cimicifuga heracleifolia</i>	.	0.9	6.3	6.3	.	.	.	.	8.0	71.4	.	.	.	.	1.3 G
<i>Pyrola japonica</i>	0.7	1.3	1.9	0.8	1.3	3.1	2.9	.	.	.	.	3.1	.	.	1.3 Ch
<i>Ampelopsis heterophylla</i>	.	.	1.6	5.3	.	5.8	25.0	.	.	1.3	.	.	.	.	1.2 N
<i>Dioscorea nipponica</i>	.	5.6	0.8	1.3	6.3	.	0.5	.	1.3	42.9	.	.	.	.	1.2 G
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	.	.	.	.	1.9	.	13.3	17.5	5.3	.	.	.	.	.	1.1 M
<i>Potentilla freyniana</i>	0.7	0.9	.	.	5.1	.	0.5	.	.	.	.	18.8	.	.	1.1 Ch
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	.	.	.	.	1.0	.	.	6.7	.	.	.	4.2	31.3	12.5	1.0 H
<i>Morus bombycis</i>	.	.	.	4.0	.	.	.	21.1	8.0	42.9	.	.	.	.	1.0 MM

**Species less than r-NCD 1.0:** Syntaxa r-NCD (r-NCD value against a total of plant communities, Life-form): **A:** *Hemerocallis minor* 0.7 (0.63, G), *Saussurea seoulensis* 0.7 (0.04, H), *Adenophora triphylla* var. *japonica* 0.7 (0.04, G), *Vitis amurensis* 0.7 (0.01, MM), *Adenophora verticillata* var. *hirsuta* 2.9 (0.11, G), *Maackia amurensis* 2.9 (0.81, MM), **B-1:** *Lepisorus thunbergianus* 1.3 (0.01, E), *Athyrium fauriei* 3.8 (0.69, H), *Euonymus alatus* f. *ciliatodentatus* 3.8 (0.08, N), **B-2:** *Hemerocallis minor* 0.5 (0.63, G), *Viola keiskei* 0.5 (0.24, H), *Viola rossii* 0.5 (0.15, H), *Vicia chosensis* 0.5 (0.38, G), *Potentilla fragarioides* var. *major* 0.5 (0.09, Ch), *Arisaema peninsulae* 0.5 (0.09, G), *Potentilla yokusaina* 0.5 (0.09, Ch), *Cynanchum ascyrifolium* 0.5 (0.34, G), *Teucrium viscidum* var. *miquelianum* 0.5 (0.04, H), *Vicia venosa* var. *cuspidata* 0.5 (0.01, G), *Hemerocallis* sp. 0.5 (0.01, -), *Synurus deltoides* 0.5 (0.01, G), *Adenophora verticillata* var. *hirsuta* 0.9 (0.11, G), *Weigela subsessilis* 0.9 (0.17, N), *Weigela florida* 0.9 (0.31, N), *Pyrrhosia linearifolia* 0.9 (0.02, E), *Deparia pycnosora* 1.4 (0.23, H), *Athyrium fauriei* 2.8 (0.69, H), *Schisandra chinensis* 2.8 (0.99, N), *Solidago virgaurea* subsp. *asiatica* 3.7 (0.34, H), *Lysimachia clethroides* 4.2 (0.77, G), *Angelica gigas* 7.0 (0.43, G), **B-3:** *Viola keiskei* 0.8 (0.24, H), *Viola rossii* 0.8 (0.15, H), *Vicia chosensis* 0.8 (0.38, G), *Potentilla fragarioides* var. *major* 0.8 (0.09, Ch), *Arisaema peninsulae* 0.8 (0.09, G), *Lysimachia clethroides* 0.8 (0.77, G), *Brachybotrys paridiformis* 0.8 (0.33, H), *Viola tokubuchiana* var. *takedana* 0.8 (0.80, H), *Commelina communis* 0.8 (0.40, Th), *Ribes mandshuricum* 0.8 (0.04, N), *Rhynchosia acuminatifolia* 0.8 (0.04, G), *Diarrhena japonica* 0.8 (0.06, H), *Impatiens textori* 0.8 (0.06, Th), *Sorbaria sorbifolia* var. *stellipila* 0.8 (0.01, N), *Liparis kumokiri* 0.8 (0.01, Ch), *Polygonatum lasianthum* 0.8 (0.01, G), *Primula jesoana* 0.8 (0.01, H), *Carex polyschoena* 1.6 (0.38, H), *Ligularia fischeri* 1.6 (0.02, H), *Weigela subsessilis* 2.3 (0.17, N), *Streptopus ovalis* 2.3 (0.03, G), *Veratrum maackii* var. *japonicum* 3.1 (0.15, G), *Saussurea grandifolia* 3.1 (0.52, H), *Athyrium fauriei* 4.7 (0.69, H), *Saussurea ussuriensis* 4.7 (0.33, H), *Aconitum jaluense* 4.7 (0.11, G), *Athyrium niponicum* 6.3 (0.75, G), *Viburnum opulus* var. *calvescens* 6.3 (0.08, M), *Sambucus williamsii* var. *coreana* 7.8 (0.92, M), *Phryma leptostachya* var. *asiatica* 9.4 (0.53, G), *Schisandra chinensis* 11.7 (0.99, N), **C-1:** *Saussurea ussuriensis* 1.3 (0.33, H), *Dryopteris chinensis* 1.3 (0.34, H), *Viburnum arlesii* 1.3 (1.00, N), *Polygonatum falcatum* 1.3 (0.09, G), *Viburnum burejaeticum* 1.3 (0.01, M), *Weigela florida* 2.7 (0.31, N), *Brachybotrys paridiformis* 2.7 (0.33, H), *Athyrium fauriei* 4.0 (0.69, H), *Viola tokubuchiana* var. *takedana* 4.0 (0.80, H), *Deutzia parviflora* 4.0 (0.42, N), *Angelica gigas* 10.7 (0.43, G), **C-2:** *Saussurea seoulensis* 3.1 (0.04, H), *Viola keiskei* 3.1 (0.24, H), *Weigela subsessilis* 3.1 (0.17, N), *Brachybotrys paridiformis* 3.1 (0.33, H), *Veratrum maackii* var. *japonicum* 3.1 (0.15, G), *Saussurea ussuriensis* 3.1 (0.33, H), *Cephalanthera longibracteata* 3.1 (0.06, H), *Iris koreana* s.l. 3.1 (0.04, G), *Viola acuminata* 3.1 (0.04, H), *Clematis patens* 3.1 (0.14, N), *Phlomis umbrosa* 3.1 (0.01, H), *Prunus japonica* var. *nakaii* 3.1 (0.01, N), *Clinopodium gracile* var. *multicaule* 3.1 (0.01, H), *Smilacina japonica* 3.1 (0.01, G), *Viola tokubuchiana* var. *takedana* 6.3 (0.80, H), *Aconitum pseudolaevae* 6.3 (0.08, G), *Hydrangea serrata* f. *acuminata* 6.3 (0.02, N), *Thelypteris decursive-pinnata* 6.3 (0.02, H), *Athyrium niponicum* 9.4 (0.75, G), **D:** *Adenophora triphylla* var. *japonica* 0.2 (0.04, G), *Viola rossii* 0.2 (0.15, H), *Potentilla yokusaina* 0.2 (0.09, Ch), *Lysimachia clethroides* 0.2 (0.77, G), *Vicia unijuga* 0.2 (0.19, G), *Viola variegata* var. *variegata* 0.2 (0.06, H), *Crepidiastrium chelidoniifolium* 0.2 (0.14, Th), *Viola collina* 0.2 (0.11, H), *Zanthoxylum schinifolium* 0.2 (0.14, M), *Solanum japonense* 0.2 (0.01, Ch), *Arundinella hirta* 0.2 (0.01, H), *Persicaria debilis* 0.2 (0.01, Th), *Clematis* sp. 0.2 (0.01, -), *Berteroella maximowiczii* 0.2 (0.01, Th), *Hemerocallis minor* 0.5 (0.63, G), *Carex polyschoena* 0.5 (0.38, H), *Cephalanthera longibracteata* 0.5 (0.06, H), *Celastrus orbiculatus* 0.5 (0.06, M), *Carex sabyensis* 0.5 (0.06, H), *Sedum kamschaticum* 0.5 (0.06, H), *Betula schmidtii* 0.5 (0.11, MM), *Melica onoei* 0.5 (0.02, H), *Polygonatum involucreatum* 0.5 (0.02, G), *Sambucus williamsii* var. *coreana* 0.7 (0.92, M), *Carex lanceolata* 0.7 (0.15, H), *Aralia elata* 0.7 (0.03, M), *Eupatorium japonicum* 1.0 (0.04, G), *Phellodendron amurense* 1.0 (0.04, MM), *Galium pogonanthum* 1.5 (0.31, H), *Vicia chosensis* 2.4 (0.38, G), *Optismenus undulatifolius* 2.4 (0.53, H), *Patrinia villosa* 2.4 (0.27, G), *Lactuca raddeana* 2.4 (0.17, Th), *Cynanchum ascyrifolium* 2.9 (0.34, G), *Commelina communis* 2.9 (0.40, Th), *Iris rossii* Baker 2.9 (0.38, G), *Peucedanum terebinthaceum* 2.9 (0.80, H), *Maackia amurensis* 3.4 (0.81, MM), *Securinega suffruticosa* 3.6 (0.53, M), *Cucubalus baccifer* var. *japonicus* 3.9 (0.15, H), **E:** *Viola rossii* 12.5 (0.15, H), *Athyrium niponicum* 12.5 (0.75, G), *Dryopteris chinensis* 12.5 (0.34, H), *Vicia unijuga* 12.5 (0.19, G), *Asplenium incisum* 12.5 (0.01, H), *Cynanchum ascyrifolium* 25.0 (0.34, G), *Viola variegata* var. *variegata* 25.0 (0.06, H), *Viola grypoceras* 25.0 (0.02, H), *Saussurea grandifolia* 37.5 (0.52, H), *Optismenus undulatifolius* 37.5 (0.53, H), *Celtis* sp. 37.5 (0.03, -), *Galium pogonanthum* 50.0 (0.31, H), *Securinega suffruticosa* 50.0 (0.53, M), *Dioscorea japonica* 50.0 (0.04, G), *Carex lanceolata* 62.5 (0.15, H), **F:** *Hemerocallis minor* 0.5 (0.63, G), *Viola keiskei* 0.5 (0.24, H), *Vicia chosensis* 0.5 (0.38, G), *Schisandra chinensis* 0.5 (0.99, N), *Lysimachia clethroides* 0.5 (0.77, G), *Commelina communis* 0.5 (0.40, Th), *Ribes mandshuricum* 0.5 (0.04, N), *Iris koreana* s.l. 0.5 (0.04, G), *Patrinia villosa* 0.5 (0.27, G), *Lactuca raddeana* 0.5 (0.17, Th), *Dryopteris lacera* 0.5 (0.11, H), *Pseudostellaria davidii* 0.5 (0.69, H), *Viscum album* var. *coloratum* 0.5 (0.01, E), *Lepisorus ussuriensis* 0.5 (0.01, E), *Euonymus* sp. 0.5 (0.01, -), *Deutzia parviflora* 0.9 (0.42, N), *Celastrus flagellaris* 0.9 (0.06, M), *Maackia amurensis* 1.4 (0.81, MM), *Viburnum arlesii* 1.9 (1.00, N), *Microstegium vimineum* 2.3 (0.05, Th), *Weigela florida* 3.7 (0.31, N), *Crepidiastrium chelidoniifolium* 3.7 (0.14, Th), *Solidago virgaurea* subsp. *asiatica* 4.7 (0.34, H), *Dryopteris chinensis* 6.5 (0.34, H), **G-1:** *Lysimachia clethroides* 3.3 (0.77, G), *Commelina communis* 3.3 (0.40, Th), *Celastrus orbiculatus* 3.3 (0.06, M), *Zanthoxylum piperitum* 3.3 (0.10, N), *Clematis trichotoma* 3.3 (0.06, N), *Galium trachyspermum* 3.3 (0.01, H), *Asparagus schoberoides* 3.3 (0.01, G), *Disporum viridescens* 3.3 (0.01, G), *Carex polyschoena* 6.7 (0.38, H), *Saussurea ussuriensis* 6.7 (0.33, H), *Vicia unijuga* 6.7 (0.19, G), *Optismenus undulatifolius* 6.7 (0.53, H), *Securinega suffruticosa* 6.7 (0.53, M), *Carex forficula* var. *forficula* 6.7 (0.06, H), *Platanthera freynii* 6.7 (0.08, G), *Euonymus macropterus* 6.7 (0.02, M), *Eleutherococcus sessiliflorus* 6.7 (0.02, N), *Glyceria ischyronura* 6.7 (0.02, HH), *Viola verecunda* 6.7 (0.02, H), *Anemone reflexa* 6.7 (0.02, G), *Maackia amurensis* 10.0 (0.81, MM), *Phryma leptostachya*

var. *asiatica* 10.0 (0.53, G), *Viburnum arlesii* 10.0 (1.00, N), *Deutzia parviflora* 10.0 (0.42, N), *Rhamnus yoshinoi* 10.0 (0.08, N), *Eranthis stellata* 10.0 (0.03, G), *Ulmus davidiana* var. *japonica* 16.7 (0.15, MM), *Iris odaesanensis* 16.7 (0.05, G), *Salix koreensis* 20.0 (0.40, MM), **G-2:** *Euonymus alatus* f. *ciliatodentatus* 1.8 (0.08, N), *Viola tokubuchiana* var. *takedana* 1.8 (0.80, H), *Carex polyschoena* 1.8 (0.38, H), *Saussurea grandifolia* 1.8 (0.52, H), *Vicia unijuga* 1.8 (0.19, G), *Oplismenus undulatifolius* 1.8 (0.53, H), *Carex forficula* var. *forficula* 1.8 (0.06, H), *Platycarya strobilacea* 1.8 (0.08, MM), *Weigela hortensis* 1.8 (0.01, N), *Angelica polymorpha* 1.8 (0.01, G), *Woodsia manchuriensis* 1.8 (0.01, H), *Smilax riparia* var. *ussuriensis* 1.8 (0.01, G), *Aconitum pseudolaeve* 3.5 (0.08, G), *Dryopteris lacera* 3.5 (0.11, H), *Celtis aurantiaca* 3.5 (0.02, M), *Ulmus davidiana* var. *japonica* 5.3 (0.15, MM), *Chrysosplenium flagelliferum* 5.3 (0.11, HH), *Alnus sibirica* 7.0 (0.04, MM), *Viburnum arlesii* 8.8 (1.00, N), *Ribes maximowiczianum* 10.5 (0.06, N), **G-3:** *Viola keiskei* 0.7 (0.24, H), *Potentilla fragarioides* var. *major* 0.7 (0.09, Ch), *Potentilla yokusaina* 0.7 (0.09, Ch), *Teucrium viscidum* var. *miquelianum* 0.7 (0.04, H), *Schisandra chinensis* 0.7 (0.99, N), *Brachybotrys paridiformis* 0.7 (0.33, H), *Rhynchosia acuminatifolia* 0.7 (0.04, G), *Carex polyschoena* 0.7 (0.38, H), *Veratrum maackii* var. *japonicum* 0.7 (0.15, G), *Saussurea grandifolia* 0.7 (0.52, H), *Aconitum jaluense* 0.7 (0.11, G), *Viola acuminata* 0.7 (0.04, H), *Carex sabynensis* 0.7 (0.06, H), *Celastrus flagellaris* 0.7 (0.06, M), *Rhamnus yoshinoi* 0.7 (0.08, N), *Physaliastrum japonicum* 0.7 (0.01, H), *Persicaria conspicua* 0.7 (0.01, HH), *Sanicula chinensis* 0.7 (0.01, Th), *Spiraea fritschiana* 0.7 (0.01, N), *Galium dahuricum* 0.7 (0.01, H), *Cardamine flexuosa* 0.7 (0.01, Th), *Diarrhena japonica* 1.3 (0.06, H), *Athyrium niponicum* 1.3 (0.75, G), *Clematis patens* 1.3 (0.14, N), *Viola collina* 1.3 (0.11, H), *Milium effusum* 1.3 (0.02, Th), *Glycine soja* 1.3 (0.02, Th), *Schizopepon bryoniifolius* 1.3 (0.02, Th), *Eleutherococcus divaricatus* 1.3 (0.02, N), *Deparia pycnosora* 2.0 (0.23, H), *Viburnum arlesii* 2.0 (1.00, N), *Chrysosplenium flagelliferum* 2.0 (0.11, HH), *Athyrium vidalii* 2.0 (0.10, H), *Aralia cordata* var. *continentalis* 2.0 (0.03, G), *Lilium distichum* 2.0 (0.03, G), *Eleutherococcus divaricatus* var. *chiisanensis* 2.0 (0.03, N), *Paeonia japonica* var. *pilosa* 2.0 (0.03, G), *Hovenia dulcis* 2.0 (0.03, M), *Demstaedia wilfordii* 2.0 (0.03, G), *Phryma leptostachya* var. *asiatica* 2.7 (0.53, G), *Polygonatum falcatum* 2.7 (0.09, G), *Zanthoxylum piperitum* 2.7 (0.10, N), *Pimpinella gustavohegiana* 2.7 (0.14, G), *Osmorhiza aristata* 2.7 (0.04, G), *Paris verticillata* 2.7 (0.04, G), *Persicaria dissitiflora* 2.7 (0.04, Th), *Dicentra spectabilis* 2.7 (0.04, G), *Rubia akane* 2.7 (0.04, G), *Trigonotis radicans* var. *sericea* 2.7 (0.04, H), *Chrysosplenium macrostemon* 3.3 (0.05, HH), *Viola tokubuchiana* var. *takedana* 4.0 (0.80, H), *Dryopteris uniformis* 4.0 (0.06, Ch), *Ulmus laciniata* 4.7 (0.07, MM), *Corydalis speciosa* 6.7 (0.10, Th), *Corydalis ochotensis* 8.0 (0.11, Th), *Cardamine leucantha* 9.3 (0.23, H), *Salix koreensis* 10.7 (0.40, MM), *Impatiens noli-tangere* 10.7 (0.15, Th), *Sambucus williamsii* var. *coreana* 16.0 (0.92, M), *Pseudostellaria davidii* 34.0 (0.69, H), **H:** *Arisaema peninsulae* 14.3 (0.09, G), *Dryopteris lacera* 14.3 (0.11, H), *Cardamine leucantha* 14.3 (0.23, H), *Oisporum* sp. 14.3 (0.01, -), *Osmunda japonica* 14.3 (0.01, H), *Deparia japonica* 14.3 (0.01, G), *Deparia pycnosora* 28.6 (0.23, H), *Brachybotrys paridiformis* 28.6 (0.33, H), *Viola tokubuchiana* var. *takedana* 28.6 (0.80, H), *Impatiens textori* 28.6 (0.06, Th), *Saussurea grandifolia* 28.6 (0.52, H), *Clematis trichotoma* 28.6 (0.06, N), *Athyrium vidalii* 28.6 (0.10, H), *Schisandra chinensis* 42.9 (0.99, N), *Athyrium niponicum* 42.9 (0.75, G), *Deutzia parviflora* 42.9 (0.42, N), *Pimpinella gustavohegiana* 42.9 (0.14, G), **I-1:** *Patrinia villosa* 1.4 (0.27, G), *Iris rossii* 2.8 (0.38, G), *Peucedanum terebinthaceum* 16.7 (0.80, H), **I-2:** *Viburnum arlesii* 3.1 (1.00, N), *Viola collina* 3.1 (0.11, H), *Sedum kamschaticum* 3.1 (0.06, H), *Galium pogonanthum* 3.1 (0.31, H), *Cocculus trilobus* 3.1 (0.01, N), *Sanguisorba officinalis* 3.1 (0.01, G), *Clematis patens* 6.3 (0.14, N), *Iris rossii* 6.3 (0.38, G), *Platanthera freynii* 6.3 (0.08, G), *Rhus javanica* 6.3 (0.02, M), *Hemerocallis minor* 9.4 (0.63, G), *Platycarya strobilacea* 9.4 (0.08, MM), *Lysimachia clethroides* 12.5 (0.77, G), *Peucedanum terebinthaceum* 12.5 (0.80, H), *Zanthoxylum schinifolium* 25.0 (0.14, M), **I-3:** *Hemerocallis minor* 9.4 (0.63, G), *Betula schmidtii* 12.5 (0.11, MM).

Abbreviation of Life-form (Raunkiaer, 1934; Lee, 1996): Ch-chamaephytes, G-geophytes, H-hemicryptophytes, HH-hydrophytes, M-microphanerophytes, MM-megaphanerophytes, N-nanophanerophytes, Th-therophytes.

무 우점림은 산지 능선부를 따라 발달하는 소나무-가는잎그늘사초군락이 각각 기재되었다. 이 가운데 참나무림의 식물군락 다양성이 가장 풍부한 것으로 나타났다.

## 1. 신갈나무 우점림

주왕산국립공원의 해발고도 약 700 m 이상의 산지 사면에서 능선부에 이르기까지 신갈나무 우점림이 널리 분포한다. 냉온대 중부-산지형의 신갈나무-생강나무아군단에 귀속되는 신갈나무-애기감동사초군락과 신갈나무-뱀고사리군락(지리대사초하위군락, 전형하위군락, 홀아비꽃대하위군락)이 분류되었다(Table 1).

신갈나무-애기감동사초군락은 산화적지에 발달하는 화본형의 신갈나무 우점림(Kim, 2004)이다. 과거 산불(NIFS, 2012)로 숲지붕층이 파괴된 바 있는 이차식생으로, 산지 상부와 능선부의 돌출된 입지에 분포한다. 평균수고는 9 m로 낮으며 3층 식생구조이다. 털조룩싸리, 선밀나무, 큰기름새(Kim, 1980; Oh et al., 2001)의 상대기여도가 높고, 숲바닥에는 애기감동사초가 우점하는 것이 특징이다. 일부 식생에서는 굴참나무나 소나무 또는 잣나무가 높은 피도로 섞여나고, 상급단위의 진단종군(단풍취, 쇠물푸레나무, 노린재나무 등)이 높은 빈도로 출현한다.

신갈나무-뱀고사리군락은 주왕산국립공원의 능선부와 사면상부에 발달하는 근자연 또는 자연식생인 신갈나무 우

점림이다. 국지적 운무 환경을 포함한 습윤한 입지 조건을 반영하는 뱀고사리와 팔배나무가 높은 상대기여도로 출현한다. 본 군락은 이차림의 신갈나무-애기감동사초군락에 대비되는 식생형으로서 애기감동사초는 출현하지 않고, 대사초, 실새풀, 애기나리 등과 같은 단자엽 식물의 상대기여도가 높은 편이다. 일부 식생에서는 이차림 요소인 털조룩싸리, 개웃나무, 큰기름새 등이 낮은 상대도로 섞여나다. 반면에 신갈나무-생강나무군단의 표징종인 철쭉, 단풍취, 당단풍나무, 생강나무 등이 높은 상대기여도로 출현하는 것이 특징이다. 한편 보현산(해발 925 m 이상)에서 기재된 바 있는 신갈나무-대사초군락은 생육 입지가 신갈나무-뱀고사리군락(Kim and Jegal, 1999)과 유사하지만, 털동자꽃, 노랑제비꽃, 가는장구채, 큰산고리풀, 들메나무, 하늘말나리, 투구꽃 등의 출현으로부터 전혀 다른 식생형이다(Oh, 2013).

신갈나무-뱀고사리군락은 입지의 수분 정량성에 대응하는 종조성의 상이성으로부터 3개의 하위단위, 즉 전형하위군락, 지리대사초하위군락, 홀아비꽃대하위군락으로 구분된다. 지리대사초하위군락은 지리대사초와 산앵도나무에 의해 구분되고, 산지 사면 상부(해발고도 700 m 이상) 북사면의 다소 돌출 지형에 분포한다. 숲바닥층에 지리대사초가 우점하는 화본형의 신갈나무 우점림이다. 식생고는 평균 약 7.5 m로, 지속적인 바람의 영향으로 숲지붕층 높이가 낮은 3층 구조이다. 본 하위군락은 냉온대 중부-산지대 식생역에 속하는데, 산앵도나무를 표징종으로 하는 냉온대 북부-고산지대 식생형인

신갈나무-산앵도나무군집(*Vaccinio-Quercetum mongolicae* Kim 1990)과는 다르다. 신갈나무-산앵도나무군집은 전나무나 잣나무와 같은 상록침엽수종의 한랭 요소(Kim, 1990)를 포함하는 것이 특징이다.

홀아비꽃대하위군락은 홀아비꽃대, 노루삼, 족도리풀에 의해 구분되고, 까치박달, 물푸레나무, 층층나무 등이 높은 상대기여도로 출현한다. 해발고도 800 m 이상의 고해발 산지 사면 상부에서 주로 함몰 미세지형에 분포한다. 암석 파편, 유기물 등이 함께 퇴적되어 비옥하고 습윤한 입지 환경이다. 신갈나무 우점림 가운데 광엽초본형으로 세 하위군락 가운데 출현종이 가장 풍부한 것도 그런 입지환경조건에서 비롯한다. 한편 까치박달은 동북아시아 냉온대 하록활엽수림 너도밤나무-신갈나무군강의 구분종(Kim, 1992)인데, 주왕산국립공원 내에서 수분환경이 보장된 입지에서만 출현한다.

## 2. 졸참나무 우점림

졸참나무 우점림은 해발고도 약 800 m 이하에서 출현하고, 주로 해발고도 600 m 이상의 비교적 높은 산지 사면 상부에 잔존한다. 국립공원 영역 내에서 5개의 식생자료가 가까스로 획득되었을 정도로 졸참나무 우점림의 현존 식피면적은 매우 제한적이다. 졸참나무, 둥근잎천남성, 개갈퀴, 등칫 등으로 구분되는 졸참나무-둥근잎천남성군락으로 분류되었다(Table 1). 북사면 또는 동사면의 미세 함몰 지형으로 입지의 수분환경이 매우 양호하다. 까치박달, 층층나무, 물푸레나무, 고로쇠나무, 서어나무 등의 출현은 그런 습윤한 생육환경을 반영한다. 직경 1.5~25 cm 크기의 돌조각(岩片)이 지표면의 약 30~90%를 덮고 있고, 급경사(평균경사도 38.2°)로 돌조각의 이동으로부터 초본층의 식생 발달이 빈약하다. 지중식물의 구성비(약 29.5%, 비교: 우리나라 전체 18.1%)가 높고, 2회 출현의 노루발풀을 제외한 지표식물의 결여는 지표면 입지 조건에 대응한다. 초본층에서 상급단위의 표징종인 단풍취와 전석지에서 출현 빈도가 높은 박쥐나무(Kim, 1992)가 높은 상대기여도로 출현하는 것도 지표면 환경조건과 일치한다. 그럼에도 총 95분류군으로 이루어진 식분으로 조사구당 평균출현종수는 37.6분류군으로 종조성이 풍부한 편이다. 졸참나무-둥근잎천남성군락은 냉온대 남부-저산대 식생형이지만, 졸참나무-작살나무아군단의 주요 진단종군(작살나무, 노각나무, 비목나무 등)은 출현하지 않는다. 본 군락은 졸참나무-작살나무아군단의 최북단 분포형이면서, 주왕산 국립공원에서 유일한 졸참나무 우점의 식생형이다. 구분종으로 등칫을 포함하는 지역성을 갖는 식생형으로 근자연립이다. 소나무, 맑은대썩, 애기감동사초

가 전혀 출현하지 않는 것이나, 일이년생 식물도 출현하지 않는 것, 목본식물의 구성비(45.3%)가 높은 것 등은 생육입지 조건에 대응하는 식분의 자연성을 뒷받침한다. 한편 산지 상부의 바람길(風動)이 되는 고갯마루 입지에서 털피나무, 천남성으로 구분되는 털피나무하위군락이 구분되었다.

## 3. 굴참나무 우점림

굴참나무 우점림은 주왕산국립공원의 냉온대 남부-저산대 식생역에서 가장 흔하게 관찰되는 상관 식생이다. 구분종으로 굴참나무, 맑은대썩, 털조록싸리, 쇠물푸레나무, 등칫을, 약구분종으로 큰기름새, 삼주를 갖는 굴참나무-털조록싸리군락으로 분류되었다. 본 군락은 주로 해발고도 약 700 m 이하의 남동~남서 사면에서 상대적으로 온난하고 건조한 입지 환경에서 널리 관찰된다. 습윤하고, 비옥하고, 토심이 발달한 서식처 또는 계곡식생의 주요 구성분자인 층층나무, 오미자, 십자고사리, 여로, 노루귀 등이 전혀 출현하지 않는 것이 그런 생육환경 조건을 반영한다. 지표면에는 평균 약 7 cm의 응회암 돌조각이 산재하고, 급경사(30~40°)로 말미암아 강우(降雨) 시에 토양과 함께 사면하부로 흘러내린다. 초본층의 빈약한 식피율(평균 약 35%)은 그 때문인 것으로 판단된다. 한편 본 군락은 주왕산국립공원 지역 내에서 모바위(岩殼地, 암각지, 산지의 암석이 노출된 입지; Kim, 2013)를 제외한 산지 비탈면에서 발달하는 이차림이면서, 졸참나무 우점림으로의 천이가 인정되는 일부 근자연림 식분을 포함한다(Table 1). 큰기름새, 털조록싸리, 삼주 따위의 높은 상대기여도와 신갈나무-생강나무군단의 진단종 및 주요 수반종들의 높은 상대기여도는 이차림이라는 사실을 뒷받침한다. 일부 식분에서는 오래 전의 산불 흔적을 관찰할 수 있지만, 애기감동사초는 전혀 출현하지 않는다. 특히 신갈나무와 졸참나무가 높은 상대기여도로 섞여 나는데, 이는 본 군락이 상당한 수준으로 천이가 진행되었음을 보여준다. 본 군락에는 당느릅나무와 황벽나무가 출현하는 식분을 일부 포함하고 있다. 이들 식분은 상부 낭떠러지(急崖)로부터 공급되는 크고 작은 츤령모바위(각진 큰 바위가 겹겹이 쌓인 곳; Kim, 2016)의 평균 직경 70 cm의 모난 돌이 지표면 50% 이상을 피복하고, 그런 모난 거석 틈에는 평균 17 cm 내외의 돌조각과 토양이 집적된 독특한 입지 환경에서 관찰된다. 담쟁이덩굴, 등칫, 좁은잎배풍등, 개머루, 노박덩굴 등의 년출성식물과 둥근잎천남성, 천남성, 등굴레 등의 구근식물 다양성이 높은 것이 특징이다. 이들 식분은 굴참나무 우점림 가운데 토지적 극상 식생으로 판단되는 독특한 식분이다.

#### 4. 떡갈나무 우점림

주왕산국립공원에서 떡갈나무 우점림은 참나무 우점림 가운데 가장 희귀하고 좁은 면적으로 관찰된다. 떡갈나무-털피나무군락으로 기재하였으며, 청송군과 영덕군의 경계 지역에서 위치한다. 교목층에 우점하는 떡갈나무는 흉고직경 20 cm이지만, 그 높이는 8 m 이하이다. 전형적인 바람길(風動)식생 상관이다. 본 군락의 입지는 해발고도 524 m의 북동향 급경사(35°)에서 직경 3~10 cm의 돌조각으로 피복(지표면의 약 50%) 되어 있다. 초본층의 출현종은 제한적이지만, 제비꽃속의 풍부성과 다양성(노랑제비꽃, 고깔제비꽃, 알록제비꽃, 낚시제비꽃)이 특징적이다.

#### 5. 서어나무 우점림

주왕산국립공원 지역 내에서 서어나무 우점림은 산지 사면 상부의 골짜기(cove) 입지에서 드물게 관찰된다. 7 cm 내외의 돌조각이 지면의 25~80%로 피복하고 있는 급경사(45°) 입지이다. 돌조각이 아래로 흘러내리는 불안정한 서식 환경이다. 소나무의 결여, 낮은 식피율의 초본층, 맹아 발달의 서어나무 개체, 부러진 목본 식물체 파편의 흔한 점들은 본 군락의 구조와 생태를 반영한다. 총 85분류군으로 이루어진 5개의 식생자료로부터 서어나무-털대초군락으로 기재되었으며, 교목층의 서어나무 우점과 초본층의 단자엽 식물 털대사초, 실새풀, 비비추를 구분종으로 한다. 토지적 비대상분포(azonal distribution) 식생형이면서 냉온대 남부·저산지대 식생역의 서어나무-개서어나무아군단에 귀속되는 서어나무 우점 식생형의 수직적 분포에서 경계부로 판단된다. 한반도에서 냉온대의 산지 멧부리 츤령모바위나 시령모바위(모가 졌으나 넓적한 시령과 같은 바위의 암각지; Kim, 2016)에서 왜생(矮生) 생육형을 갖는 신갈나무, 생강나무, 팔배나무, 쇠물푸레나무, 철쭉나무 등의 수목류가 높은 상대기여도로 섞여나는 것도 특징적이다. 주왕산국립공원의 서어나무-털대초군락은 냉온대 남부·저산지대 및 난온대에서 큰바위(巨石, boulder)의 계곡계반 입지에 발달하는 경목(硬木)식생과 인접 분포하는 서어나무 또는 개서어나무의 우점림과 분명하게 구분되는 식생형이다. 본 군락에서는 느티나무, 산수국, 박쥐나무 등이 일체 출현하지 않는 것도 같은 맥락이다. 낮은 교목층(9 m)의 높이도 일반적인 서어나무림과 다른 점이다.

#### 6. 계곡계반림

주왕산국립공원의 계곡계반림에는 느티나무, 물푸레나무, 망개나무, 들메나무, 가래나무의 상관 식생이 관찰된다.

총 174분류군으로 이루어진 11개의 식생자료로부터 서식처-중조성의 대응성에 따라 느티나무-등칫군락(전형하위군락, 망개나무하위군락, 가래나무하위군락)과 들메나무-개면마군락이 기재되었다. 두 식물군락은 냉온대 남부·저산지대와 냉온대 중부·산지대의 계곡계반 식생형으로 대비된다.

느티나무-등칫군락은 주왕산국립공원의 계곡계반 입지를 대표하는 식생형으로서 느티나무, 고광나무, 물참대, 등칫을 구분종으로 한다. 산지 상부 골짜기와 산지 하부의 계곡부에서, 드물지만 계곡 범람의 영향권에 분포한다. 계곡과 이어지는 입지에서 양호한 수분환경 또는 비옥한 토양이 퇴적된 환경이다. 일부 식분에서는 헛개나무와 난티나무가 출현하고, 물푸레나무와 서어나무가 교목층에 섞여 나는 경우도 있다. 감시대상식물종으로 고려되는 털백작약, 노랑무늬붓꽃, 참배암차즈기, 금낭화, 너도바람꽃, 말나리, 망개나무, 등칫 등이 낮은 빈도지만 출현하며, 본 군락의 자연성(naturalness)을 반영한다. 본 군락은 망개나무하위군락, 전형하위군락, 가래나무하위군락을 포함한다.

망개나무하위군락은 직경 30~50 cm의 암석들이 지표면 25~50% 이상을 피복하고 토양층이 얇은 돌서령(talus) 서식처에서 발달한다. 함몰 미세지형으로 수분환경은 양호하다. 망개나무, 홍피불나무, 누리장나무를 구분종으로 하는데, 계곡 범람의 영향이 비교적 미약한 생육 입지 환경이다. 냉온대 남부·저산지대 임연식생의 주요 구성요소인 누리장나무(Ohba, 1971; Jung and Kim, 1998)가 본 하위군락에 대한 구분종인 것은 특기할 만하다. 선구성 관목 누리장나무의 출현은 충분한 빛과 메마르지 않는 수분 환경과 애추의 불안정성의 생육 입지조건을 반영한다. 다른 하위군락과 그 입지조건이 다른 차이점이다. 가래나무하위군락은 전형하위군락의 입지처럼 계곡의 범람을 경험하는 입지에서 발달한다. 큰바위(최대 직경 1.5 m)의 이동이 거의 없는 더욱 안정적인 입지이지만, 집중 강우에 의한 연중 1회 정도의 범람을 경험하면서 크고 작은 암편의 이동이 발생하는 생육 환경이다.

들메나무-개면마군락은 주왕산국립공원 지역에서 들메나무 우점의 유일한 식생형이다. 계곡계반림 가운데 가장 높은 해발(태행산 자락, 835 m)에서 기재되었고, 주왕산국립공원의 해발고도 범위를 고려할 때 수직적 분포영역이 제한됨으로써 희귀한 편이다. 국지적 운무 영향권의 산지 상부 북향의 골짜기에서 더욱 한랭하고 다습한 입지에 발달한다. 냉온대 북부·고산지대에 분포 중심을 갖는 들메나무와 개면마에 의해 구분되고, 동아시아 대륙형 기후 지역(Quercenea mongolicae Kim 1992)의 습윤 삼림 식생형의 향수반종인 층층나무, 고로쇠나무, 물푸레나무, 까치박달이 섞여난다. 약간 함몰 지형으로 토양과 유기물의 퇴적으로 비옥한 편이다. 단풍취, 관중, 십자고사리, 승마, 큰괘이밥이

비교적 높은 피도로 출현하는 것도 이런 입지 조건에 맞아야 있다.

## 7. 소나무 우점림

주왕산국립공원 내에 우세한 식생 상관은 소나무 우점림이다. 서사면에서 남동사면까지 널리 분포하지만, 남사면이 분포중심으로 건조한 입지 환경에서 발달한다. 본 연구에서는 총 62분류군으로 이루어진 7개 식생자료를 획득하였다. 소나무, 쇠물푸레나무, 가는잎그늘사초, 애기머느리밥풀을 구분종으로 하는 소나무-가는잎그늘사초군락(전형하위군락, 노간주나무하위군락, 잣나무하위군락)으로 분류되었다(Kim *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 2003). 본 군락은 과거 한번 이상의 산불(山火)을 경험한 식분(Kim, 1980; Dostalek *et al.*, 1988; Oh *et al.*, 2001)으로 삼주, 고사리의 높은 상대 기여도가 이를 뒷받침한다. 산화적지에서 이차림으로의 천이 도중상에 고상재도로 출현하는 개웃나무, 굴참나무, 맑은대쭉 등과 군락의 열린 구조를 지표하는 큰기름새, 구절초 등도 높은 상대기여도로 함께 출현한다. 소나무-산겨울군락 내의 상대기여도 상위 10위 속에는 쇠물푸레나무, 신갈나무, 가는잎그늘사초, 큰기름새, 굴참나무, 삼주 등이 포함된다. 본 군락은 해발고도와 입지의 미지형 조건에 대응한 종조성에 따라 3개의 하위군락으로 구분된다. 노간주나무, 산조팝나무, 털중나리를 구분종으로 하는 노간주나무하위군락은 산지 능선부의 돌출된 입지에서 기재되었다. 반면에 잣나무하위군락은 상대적으로 높은 해발고도(약 700 m)의 사면 상부에 발달한다.

## 고찰

### 1. 지역 삼림식생의 다양성

1976년에 주왕산 일대가 국립공원으로 지정된 이후, 지역의 삼림식생에 대한 다수의 식물사회학적 연구가 성취되었다. 5개의 단위식생형, 즉 신갈나무군집, 졸참나무군집, 서어나무군집, 느티나무군집, 소나무군집이 기재된 바(Yim *et al.*, 1985) 있고(Table 2), 우점종 및 차우점종을 기준으로 신갈나무군락, 소나무군락, 굴참나무군락 등이 기재된 바(Song, 2000)도 있다. 국립공원관리공단에서도 2개의 군집 아래 소나무군락, 굴참나무군락 등의 7개 단위식생을 보고한 바 있다(Lee *et al.*, 2008). 그런데 Yim *et al.*(1985)과 Lee *et al.*(2008)의 연구에서 군집(association)이라는 한글명의 식생단위를 사용하였으나, 사실상 불특정의 군락(community)을 의미하였다. 그런데 군락이란 명칭의 식생형도 전통 군락분류학(syntaxonomy)에서는 종조성과 서식처 대응성을 유형화(typification)한 식물사회이다(Westhoff and van der Maarel, 1978; Werber *et al.*, 2000; Kim, 2004). 식생분류체계 속에 들어갈 수 없는 군락으로 기재된 명칭일지라도, 그것은 분명한 하나의 식생유형이기 때문에 동일한 군락 명칭은 동질의 서식처 환경과 종조성을 갖는 불특정의 단위식생이 된다. 따라서 예를 들면 선행연구의 신갈나무군집이나 신갈나무군락은 한반도 전역에 분포하는 신갈나무 우점식생의 통칭으로서 상관 우점 교목수종에 따라 구분된 상관 식생형(산지 신갈나무림, *Quercus mongolica montane forest*)에 대응할 뿐이다.

Table 2. Forest vegetation diversity in Juwangsan National Park.

Forest types & dominant canopy species	Plant communities	
	Present study (2017)	Yim <i>et al.</i> (1985)
Montane oak forests		
<i>Quercus mongolica</i>	<i>Carex gifuensis-Quercus mongolica</i> comm. <i>Athyrium yokoscense-Quercus mongolica</i> comm.	<i>Quercus mongolica</i> comm.
<i>Q. serrata</i>	<i>Arisaema amurense-Quercus serrata</i> comm.	<i>Quercus serrata</i> comm.
<i>Q. variabilis</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i> var. <i>tomentella-Quercus variabilis</i> comm.	-
<i>Q. dentata</i>	<i>Tilia rufa-Quercus dentata</i> comm.	-
Hornbeam forest		
<i>Carpinus laxiflora</i>	<i>Carex ciliatmarginata-Carpinus laxiflora</i> comm.	<i>Carpinus laxiflora</i> comm.
Valley and Ravine hardwood forests		
<i>Zelkova serrata</i>	<i>Aristolochia manshuriensis-Zelkova serrata</i> comm.	<i>Zelkova serrata</i> comm.
<i>Fraxinus mandshurica</i>	<i>Onoclea orientalis-Fraxinus mandshurica</i> comm.	-
Evergreen needle-leaved pine forest		
<i>Pinus densiflora</i>	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana-Pinus densiflora</i> comm.	<i>Pinus densiflora</i> comm.

주왕산국립공원의 삼림식생은 신갈나무-애기감동사초군락, 신갈나무-백고사리군락, 졸참나무-등근잎천남성군락, 굴참나무-털조록싸리군락, 떡갈나무-털피나무군락의 참나무류 우점 식생의 다양성과 풍부성이 인정된다. 공원 구역 내에서 소나무 우점림 다음으로 넓은 면적을 피복하는 하록참나무림의 현존 분포 양상(Yim *et al.*, 1985; Lee *et al.*, 2008)과도 일치한다. 신갈나무-백고사리군락의 일부 식분을 제외하면, 대부분의 신갈나무 우점림은 산불의 영향을 입은 이차림이다. 졸참나무-등근잎천남성군락의 졸참나무 우점림은 지역 식생의 구분종으로 등침을 포함하고, 공원 구역 내에 잔존하는 졸참나무 우점의 유일한 근자연림이다. 주로 해발고도 약 800~600 m 사이의 산지 사면 상부에 주로 잔존하는데, 이는 저해발 산지대에서 출현하는 졸참나무의 잠재적 분포 영역이 오랜 기간에 걸쳐서 산불이나 벌채와 같은 인간 간섭에 집약적으로 노출된 결과이다. 실제로 내원리 일대는 1980년대 중반까지도 경작지로 이용되었다(Yim *et al.*, 1985). 그러한 잠재적 졸참나무림대에서는 굴참나무 우점림이 우세하고, 굴참나무-털조록싸리군락이 대표적이다. 군락의 종조성은 이차적이면서 근자연림의 특성을 지니고 있다. 지표면에 돌조각이 흘러내리는 또는 급경사의 모바위(岩殼地) 입지로 그것도 남동~남서 사면에 발달하는 전형적인 건생(xerophilous) 식생형이다. 지역의 생물기후학적 대륙성 기후환경은 본 군락의 발달을 더욱 뒷받침한다. 한때 산불 피해를 입었으나, 그러한 토지적(edaphic) 환경조건으로 비대상분포의 토지적 지속식물군락으로 천이가 진행되고 있는 것이다. 산화적지(山火跡地) 이차림의 고상재도 출현종인 큰기름새, 털조록싸리, 삼주 따위의 높은 상대기여도와, 신갈나무-생강나무군단의 진단종 및 주요 수반종이나 토지적 환경 조건에 대응하는 황벽나무와 당느릅나무 따위의 출현은 그런 군락동태(syndynamics)를 반영하는 종조성이다.

한편 주왕산국립공원의 굴참나무-털조록싸리군락(현존균질도 19.67, 최적균질도 39.08)은 울산 대곡천 협곡 일대에서 가장 넓은 면적으로 분포하는 굴참나무-굴피나무군락(현존균질도 22.33, 최적균질도 40.56; Lee and Kim, 2017)에 대응하는 지역식물군락이다. 공통적으로 세립질의 지질권에서 발달하는 건생(乾生) 삼림식생(xerophilous oak forest)이고, 현존균질도는 석회암 하식에 자연초원식생(동강고랭이-당양지꽃군집; Ryu, 2016)의 균질한 종조성 수준(Kim and Eom, 2017)에 가까운, 상대적으로 높은 현존균질도의 식생형이다. 주왕산국립공원이 위치하는 <지역생물기후구-대구형>의 강한 대륙성 환경이 그런 종조성의 균질성을 한층 더 뒷받침한다. 소나무-가는잎그늘사초군락은 건생형 소나무 우점림 가운데에서도 가장 극심한 건조를 경험하는 지역적 또는 국지적 식생형이고, 현존균질도(19.82) 또

한 높은 편이다. 이는 본 연구지역이 빈번한 산불 발생 지역 가운데 하나이고(NIFS, 2012), 게다가 척박한 지질기반으로부터 제한적인 식생 회복 능력(Kim, 1997)에서 비롯하는 종조성의 결과이다. 극단적이고 특성의 강한 환경조건은 종조성의 단순화 또는 특정종의 단순 우점에 대한 결정적인 동력이기 때문이다(Bergmeier and Schaminée, 2016). 영남과우지역 내 다른 지역의 일반 소나무림(Jegal and Kim, 2003)과도 미묘한 종조성적 차이가 발견된다. 가는잎그늘사초, 쇠물푸레나무, 신갈나무, 삼주, 큰기름새 등이 주왕산 소나무 우점림에서 상대적으로 높은 상대기여도로 출현하고, 팔배나무나 노린재나무와 같이 중용의 습윤한 진단종군이 결여되어 있다.

주왕산국립공원 구역 내에서 좁은 면적으로 잔존하는 국지적 삼림식생형은 떡갈나무-털피나무군락, 서어나무-털대사초군락, 느티나무-등침군락, 들메나무-개면마군락이다. 떡갈나무-털피나무군락은 고갯마루의 바람길(風動)식생형(wind-path vegetation) 가운데 하나이고, 서어나무-털대사초군락은 사면 상부 골짜기식생형(cove vegetation)이다. 서어나무-털대사초군락은 항상 국지적으로 제한된 공간에서 관찰되는 비대상분포 식생형이다. 식생보전등급 [II]의 절대감시 2급의 국가식생자원으로 평가되는데(Kim *et al.*, 2012), 참나무림(현존균질도 11.25)보다 높은 현존균질도(13.66)와 가장 높은 최적균질도(46.9)를 보여준다. 서어나무-털대사초군락의 현존균질도와 최적균질도상의 세 배 이상의 차이는 1회 출현종(46종, 53.5%)의 높은 구성에서 비롯한다. 이는 골짜기식생형으로 지속적인 지표면 기질의 이동성에 잇닿은 결과이다. 한편 느티나무-등침군락과 들메나무-개면마군락은 공원의 수려한 계곡을 대표하는 계곡계반교목성 경목(硬木) 삼림식생형이다. 느티나무-등침군락은 자연성이 우수한 망개나무하위군락을 포함하는 식생보전등급 [I]의 절대감시 1급의 국가식생자원이고, 들메나무-개면마군락은 식생보전등급 [II]의 절대감시 2급의 국가식생자원으로서 주왕산국립공원의 계곡계반 식생이 갖는 자연성을 반영한다.

## 2. 지역 삼림식생의 분포 특이성

주왕산국립공원의 삼림식생에 대하여 연평균기온을 이용한 온량지수  $85^{\circ}\text{C}\cdot\text{month}$ 의 산술적 등치선(해발고도 400 m)을 기준으로 상부의 느릅나무림대(*Ulmus* sp. zone)와 하부의 참나무림대(*Quercus* sp. zone)의 잠재자연식생을 기술한 바(Yim *et al.*, 1985) 있으나, 수직적 대상분포(zonal distribution)에 대응한 식생형의 종조성 및 식생구조에 대한 구체적 정보는 알려져 있지 않다. 즉 왜 상부가 느릅나무림대이고 하부가 참나무림대인지, 그 까닭을 알 수 없다는

것이다. 본 연구에서는 수직적으로 이른바 신갈나무림대와 졸참나무림대로 나뉘는 기후적 대상분포 식생역의 존재를 군락분류에 이용된 식생자료 정보로부터 확인하였다. 사면의 방향과 지점의 공간적 위치에 따라 두 식생대의 표고는 다소 차이가 나지만, 해발고도 약 700 m가 냉온대 중부·산지대(신갈나무-생강나무아군단역)와 냉온대 남부·저산지대 식생역(졸참나무-작살나무아군단역)의 이행대로 밝혀졌다. 하부 식생대에서 신갈나무 우점 군락 및 그 개체군이 종종 관찰되는 것은 교란된 하부 식생을 상부 식생이 대체하면서 나타나는 이차림의 구조적 특성이다(Kim, 1998). 공원 구역 내에서는 냉온대 남부·저산지대의 이차림을 대표하는 굴참나무(Kim, 2013) 우점림은 보다 온난한 입지에 분포하는데, 잠재적으로는 비록 졸참나무림대이지만 그 속에 신갈나무가 졸참나무에 비해 더 높은 빈도로 출현한다. 이 또한 교란에 잇닿은 결과이다.

한편 주왕산국립공원 삼림식생에 출현하는 총 265분류군(미동정 어린 개체 제외) 가운데 상대기여도 10 이상이 7.2% (19 분류군)인 것도 같은 맥락이다. 냉온대 중부·산지대의 분포중심이면서 광분포를 보여주는 다수의 목본 수종(신갈나무, 당단풍나무, 생강나무, 쪽동백나무, 고로쇠나무, 물푸레나무, 까치박달, 층층나무, 철쭉 등)을 포함한다. 서어나무, 쇠물푸레나무, 털조록싸리, 굴참나무, 실새풀, 큰기름새가 상대기여도 10 이상인 것도 특기할 만한데, 특히 실새풀과 큰기름새의 높은 상대기여도는 응회암 암편 또는 거석 입지가 흔한 서식처 조건과 강한 대륙성의 건생 기후가 뒷받침되는 대체로 “밝은 식생구조”라는 사실과 일치한

다. 반면에 졸참나무-작살나무아군단의 주요 진단종인 작살나무와 비목나무가 낮은 상대기여도로 출현하는 것이나, 한반도 남부지방에서 흔하게 관찰되는 누리장나무, 붉나무, 노박덩굴, 산초나무, 초피나무, 굴피나무 등은 매우 드물게 출현하고, 노각나무, 털팽나무, 때죽나무 등은 출현하지 않는 것도 같은 맥락이다. 게다가 한국 전체 식물상은 국화과, 벼과, 사초과, 장미과 순서인 반면, 주왕산 삼림식생의 경우는 백합과, 국화과, 제비꽃과, 장미과의 순으로 나타났다. 특히 백합과와 제비꽃과의 두드러진 출현은 밝은 빛 환경과 암편이 우세한 입지에 분포 중심을 갖는 지중 및 반지중식물로 응회암 우세의 주왕산국립공원 지질기반에 잇닿은 결과이다. 한편 동아시아 하록 참나무류 가운데 온난하고 습윤한 입지에 분포하는 갈참나무(Kim, 2004; Kim and Kim, 2017)는 주왕산국립공원 내에서 사실상 우점림이 존재하지 않고, 해발이 낮은 계곡계반림 속에 개체 수준으로 출현한다. 또한 개서어나무 우점림도 분포하지 않는다. 이는 어떤 식생대의 한계 분포 영역에서 나타나는 주요 구성분자의 빈약성이나 식생형의 결여 현상에서 비롯하는데, 주왕산국립공원의 졸참나무-작살나무아군단에 귀속되는 식물사회는 그러한 한계 분포 식생형이란 사실을 반영한다.

결과적으로 주왕산국립공원 삼림식생의 일그러진 식물상 구조(Figure 3)는 종조성적 균질성이 매우 낮은 것(현존 균질도 7.54)과도 일치한다(Figure 4). 이는 식생조사구(자료) 간의 종조성적 이질성이 매우 크다는 것을 의미하고, 단위식생 속에 1회 출현종이 많고 식생자료 간의 유효출현종 수가 상대적으로 적은 것에서 비롯한다. 특히 계곡계반

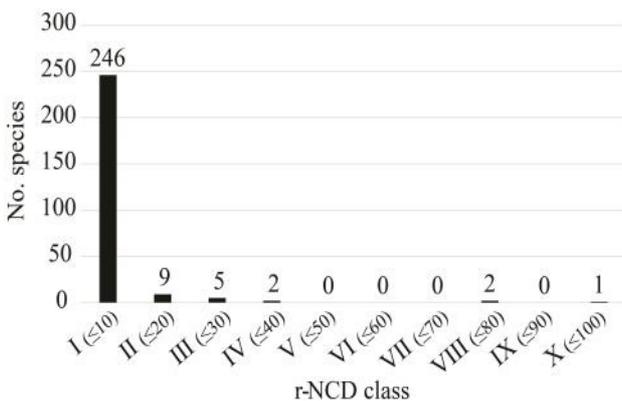


Figure 3. Species occurrence according to the *r*-NCD class. Predominancy of species with the lowest *r*-NCD value means that phytosociological relevés are highly heterogeneous between each other due to three major ecological factors such as the strongest continental climate, barren tuff, and frequent mountain fire.

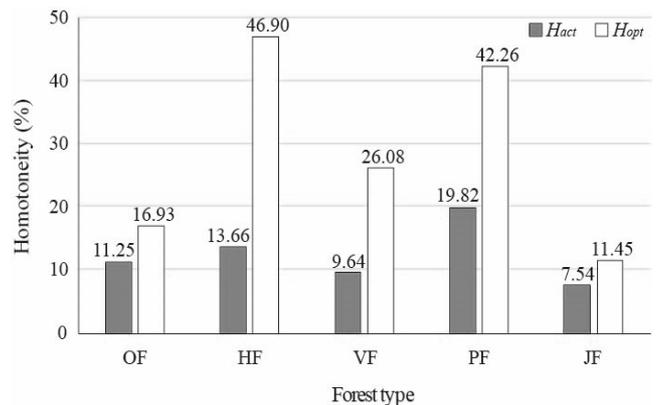


Figure 4. Actual homotoneity ( $H_{act}$ ) and optimal homotoneity ( $H_{opt}$ ) on various forest types in the Juwangsan National Park. OF: oak forest, HF: hornbeam forest, VF: valley and ravine hardwood forest, PF: pine forest, JF: a total of Juwangsan forest.

림의 현존균질도(9.64, 최적균질도 26.08)가 가장 낮았는데, 이는 계곡계반림이 발달할만한 잠재적 서식처가 자연적으로 제한된 주왕산국립공원 계곡의 지질환경조건에 맞닿아 있겠으나, 그보다는 응회암 우세의 지질 환경에서 비롯하는 명미한 계곡 경관 일대(Hwang, 1998)에 집중되는 탐방로 개설이나 각종 생태 시설에 의한 서식처 유실에서 비롯할 것으로 판단된다. 그 다음으로 참나무 우점림의 현존균질도(11.25)가 계곡계반림보다 약간 높은 것으로 나타났다. 실제로 온전한 종조성을 갖는 식분이 거의 발견되지 않는 것과 잇닿아 있다. 주왕산국립공원 참나무림이 오랜 기간 인공 간섭에 노출되었고, 이차림 식분이 넓게 발달하는 것과도 일치한다.

주왕산국립공원의 계곡계반 입지에 대한 지역 고유식생형은 느티나무-등칫나무의 망개나무하위군락이다. 진단종인 망개나무는 국가 식물종자원으로서 그에 대한 다수의 식물사회학적 연구가 이루어진 바 있다. 망개나무-느티나무군집, 망개나무-물푸레나무군집, 망개나무-졸참나무군락 등이 그 사례이다. 두 군집은 망개나무 개체군의 군집구조에 관한 연구(Kim *et al.*, 2011)로 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, 1932)을 따랐다고 하였으나, 전체 식생조사표가 없는 나명(nomen nudum sensu Weber *et al.*, 2000)으로 종조성의 비교가 불가능하였다. 망개나무-졸참나무군락(Park and Cho, 2011)은 느티나무, 서어나무, 참개암나무, 팔배나무, 홍피불나무, 들메나무, 등칫 등의 상대기여도 값의 차이에 의해 본 연구의 망개나무하위군락과 그 종조성에서 전혀 다른 식생형이었다. 전통 군락분류체계에서 벗어난 기재로서 망개나무군락군-굴참나무군락, 망개나무군락군-당단풍나무군락-고로쇠나무군, 망개나무군락군-당단풍나무군락-갈참나무군(Lee *et al.*, 2012)이 보고된 바 있으나, 서식처-식생형의 대응성을 고려한 식물사회학적 종조성의 이질성으로부터 본 연구와의 비교는 불가능하였다. 한편 일본에서는 석회암 지역에서 망개나무-상산군집(*Orixio-Berchemiellum berchemiaefoliae* Horikawa et Sasaki 1959)이 기재된 바 있으나, 해양성 산지 계곡계반림을 대표하는 일본굴피나무군단(*Pterocaryon rhoifoliae* Miyawaki, Ohba et Murase 1964; Horikawa and Sasaki, 1959; Miyawaki *et al.*, 1964)에 귀속되므로 본 연구의 망개나무 식분과 전혀 다른 식생형이다.

주왕산 수달래제(1986년; Cheongsong Culture Center, 2017) 축제의 재료식물로 잘 알려진 산철쭉은 본 연구의 삼림식생에서는 그 자생개체군이 확인되지 않았다. 산철쭉은 한반도에서 화강암 및 화강편마암을 기반암으로 하는 하천 및 계곡의 우수역 곡벽 하부 또는 곡저의 암석식생을 대표하는 산철쭉군단(*Rhododendron poukhanense* Lee 2004 ex Choi *et al.* 2015)의 표징종이다(Choi *et al.*, 2015). 주왕산국립공원의 들솜은 계곡계반 경관의 바탕은 대부분

응회암을 기반으로 하기 때문에 자생 서식처는 실제적으로 매우 제한될 수밖에 없다. 즉 산철쭉의 자생을 뒷받침하는 심성암 또는 변성암의 기반암이 노출된 잠재적 서식처가 공간적으로 극히 제한적이라는 것이다. 그런데 산철쭉 특별보호구에 관한 연구(You *et al.*, 2011)에서도 그 개체군이 기재되지 않았다. 실제로 식재로부터 기원(anthropogenic)하는 개체군이 관찰되고 있을 뿐으로 자연 기원(natural origin)의 자생개체군에 대해서는 여전히 의문으로 남는다. 주왕계곡 일원은 각력질 안산암이 관입한 세립질의 염기성암이 일부 기반암(Lee and Hong, 1973)을 이루고 있을 뿐, 대부분 퇴적암의 응회암(주왕산응회암, 무포산응회암 등)을 기반암으로 한다(Hwang and Kim, 2009). 또한 주왕산국립공원의 계곡계반 일대에는 개마고원 이남 한반도 전역에 광역 분포하는 함박꽃나무가 매우 희귀하고, 산지 사면 삼림식생에서는 조릿대(*Sasa borealis*)가 전혀 출현하지 않는다. 이는 신생대 제3기 퇴적암(특히 사암과 역암) 지역에서 이들 두 종류의 빈약한 출현(Jegal and Kim, 2003)과 관련하여 기질적 기반에 잇닿아 있는 것으로 판단된다. 게다가 조릿대의 결여는 강력한 대륙성의 지역 기후환경 영향이 크게 미친 결과로 생각된다. 조릿대속은 식생지리적으로 해양성 분류군(Kim 1992; Miyawaki *et al.*, 1994)으로, 조릿대는 강한 대륙성 기후의 한반도에 진출한 유일한 종류인데, 주왕산국립공원은 그마저도 녹녹치 않는 생육환경조건인 것이다.

주왕산국립공원 지역생물사회의 최대 서식 기반은 가장 넓은 면적을 피복하는 삼림식생(Lee *et al.*, 2008)이다. 본 연구에서 기재된 모든 삼림식생의 종조성은 지역의 독특한 자연환경조건과 그에 따른 산불 영향이 함께 반영된 근자연림 또는 이차림의 특성을 보였다. 결론적으로 주왕산국립공원의 삼림식생은 <지역생물기후구-대구형> 속에서 한층 더 강한 대륙성 생물기후환경과 세립질 풍화토와 암편을 공급하는 응회암 우세의 지질 환경을 바탕으로 하는 고유의 지역식생(regional vegetation)으로 규정된다.

## REFERENCES

- Bergmeier, E. and J.H.J. Schaminée(2016) Classifying halophytes and halophytic vegetation – an editorial. *Phytocoenologia* 46(4): 333-338.
- Braun-Blanquet, J.(1932) *Plant Sociology: The Study of Plant Communities* (trans. Fuller, G. D. and H. S. Conard). Hafner, New York, 439pp.
- Cheongsong Culture Center(2017) Festival/event. Cheongsong Culture Center. <http://csc.or.kr/> (accessed 10. Feb. 2017)
- Choi, B.K., T.B. Ryu and J.W. Kim(2015) *Adina rubella* phytocoe-

- na in Jeju island, Korea. KHEE. 48(1): 68-76. (in Korean with English abstract)
- Dostalek, J., J. Sen, Dostalek, Jr., L. Mucina and H.D. Hwang(1988) On the taxonomy, phytosociology and ecology of some Korean *Rhododendron* species. *Flora. Jena.* 181: 29-44.
- Horikawa Y and Y. Sasaki(1959) Phytosociological studies on the vegetation of Geihokudistrict, Hiroshima Prefecture. In: Scientific Resarchies of the Sandankyo gorge and the Yawata highland. Hiroshima-ken, Hiroshima, pp. 85-107. (in Japanese with English abstract)
- Hwang, S.K.(1998) Volcanic geology of Juwangsang area, Cheongsong. The Geological Society of Korea, Seoul, 42pp. (in Korean)
- Hwang, S.K. and Kim, J.H.(2009) Topographical landscapes and their controlling geological factors in the Juwangsang National Park: Welding Facies and Columnar Joints. *Jour. Petrol. Soc. Korea* 18(3): 195-209. (in Korean with English abstract)
- Jegal, J.C. and J.W. Kim(2003) A phytosociological comparison of forest vegetation between igneous and sedimentary rock areas in Kyungpook Province, South Korea. *Kor. J. Ecol.* 26(1): 23-28. (in Korean with English abstract)
- Jung, Y.K. and J.W. Kim(1998) Syntaxonomy of mantle communities in South Korea. *Kor. J. Ecol.* 21(6): 739-750.
- Kim, G.B.(1998) Juwangsang. Daewonsa, Seoul, 127pp. (in Korean)
- Kim, H.S., I.S. Kim, K.H. Hong and N.Y. Kim(2003) A study on the flora and community classification of forest vegetation in the Mt. Yumyeong. *J. For. Sci. Kangwon National Univ.* 19: 68-84. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.W.(1990) A syntaxonomic scheme for the deciduous oak forests of South Korea. *Abstracta Bot.* 14: 51-81.
- Kim, J.W.(1992) Vegetation of Northeast Asia: On the syntaxonomy and syngelography of the oak and beech forests. Ph.D. Dissertation, Univ. of Vienna, Vienna, 314pp.
- Kim, J.W.(1997) Analysis Research on the State of Natural Environment in Korea. Korea Environment Institute, Seoul, 69pp. (in Korean)
- Kim, J.W.(2004) *Vegetation Ecology.* World Science Publisher, Seoul, 308pp. (in Korean)
- Kim, J.W.(2013) *The Plant Book of Korea: Vol. 1. Plants Living Close to the Village.* Nature and Ecology, Seoul, 1199pp. (in Korean)
- Kim, J.W.(2016) *The Plant Book of Korea: Vol. 2. Plants Living on the Grassland.* Nature and Ecology, Seoul, 816pp. (in Korean)
- Kim J.W. and B.C. Eom(2017) On the homotoneity of species composition in the phytosociologically synthesized community tables. *Korean Journal of Environment and Ecology* 31(5): 433-443. (in Korean with English abstract)
- Kim J.W., B.G. Choi, T.B. Ryu and G.Y. Lee(2012) Application and Assessment of National Vegetation Naturalness. In: Ministry of Environment·National Institute of Environmental Research(ed) 4th National Ecosystem Survey Guideline. Ministry of Environment·National Institute of Environmental Research, Incheon, pp. 81-172. (in Korean)
- Kim, J.W. and J.C. Jegal(1999) Vegetation of Cheongson · Ywongcheon. In: Ministry of Environment(ed) 2nd National Ecosystem Survey. Ministry of Environment, Gwacheon, pp. 119-176. (in Korean)
- Kim, J.W., D.I. Lee and W. Kim (1995) Minimal areas and community structures of *Pinus densiflora* forests and *Quercus mongolica* forests. *Kor. J. Ecol.* 18(4): 451-462.
- Kim, J.W. and Y.K. Lee(2006) *Classification and Assessment of Plant Communities.* World Science Publisher, Seoul, 240pp. (in Korean)
- Kim, J.W. and Y.I. Manyko(1994) Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cool-temperate mixed forest in the Southern Sikhote Alin, Russian Far East. *Kor. J. Ecol.* 17(3): 391-413.
- Kim, W.(1980) Secondary vegetation and succession in the forest fire area of the Mt. San-Seung: Secondary vegetation of early stage I. *J. Grad. Sch. Educ.* 12: 81-89. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.H. and J.W. Kim(2017) Distributional uniqueness of deciduous Oaks(*Quercus* L.) in the Korean Peninsula. *J. Korean Env. Res. Tech.* 20(2): 37-59. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.S., H.T. Shin, S.K. Kang, H.W. Yoon, G.S. Kim, J.W. Sung, K.H. Park, E.J. Kim and M.H. Yi(2011) Community structure and ecological character of *Berchemia berchemiaefolia* populations in Gyeongsangbuk-do, Korea. *J. Korean Inst. For. Recreat.* 15(4): 1-10. (in Korean with English abstract)
- KMA (Korea Meteorological Administration)(2017) Climate Data. <http://web.kma.go.kr> (accessed 1. Feb. 2017)
- KPNIC (Korean Plant Names Index Committee)(2017) Plant List. <http://www.nature.go.kr/> (accessed 13. Feb. 2017)
- Lee, G.Y. and J.W. Kim(2017) Oak forests of the Daegok-cheon petroglyphs area in Ulsan, South Korea. *Ecol. and Env.* 50(1): 126-136. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.C., I.C. Hwang and S.K. Seo(2008) Vegetation. In: *The Natural Resources Research in Juwangsang National Park.* Korea National Park Research Institute, Seoul, pp. 85-98. (in Korean)
- Lee, H.G. and S.H. Hong(1973) Explanatory Text of Geological Map of Cheong Song Sheet. Geological and Mineral Institute of Korea, Seoul, 38pp. (in Korean with English)
- Lee, K.S., T.Y. Jung, C.H. Park, J.H. Han, G.Y. Lee and C.D. Koo(2012) Structural characteristics of *Berchemia berchemiaefolia* stands at Mt. Gunja. *J. Korean For. Soc.* 101(4): 579-591. (in Korean with English abstract)

- Lee, W.T.(1996) *Lineamenta Florae Koreae I*. Academy Book, Seoul, 1688pp. (in Korean)
- Miyawaki, A., T. Ohba and N. Murase(1964) Phytosociological investigation on the vegetation of the Tanzawa Mountains. In: Kanagawa-ken(ed) Report of scientific reserch in Tanzawa-Ooyama. Kanagawa-kem, Yokohama, pp. 54-102. (in Japanese)
- Miyawaki, A., S. Okuda and R. Fujiwara(1994) *Handbook of Japanese Vegetation*. Shibundo, Tokyo. 168pp. (in Japanese)
- NIFS (National Institute of Forest Science)(2012) 1991~2011 Information map of location occurred wildfire: Cheongsong-gun. <https://www.forest.go.kr> (accessed 27. Feb. 2017)
- Oh, H.S.(2013) A phytosociological study of forest vegetation in Juwangsan National Park. M.S. thesis, Keimyung Univ., Daegu, 96pp. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.C., J.K. Kim, W.O. Jung and J.K. Min(2001) The changes of forest vegetation and soil environmental after forest fire. *J. Korean Env. Res. & Reveg.* 4(3): 19-29. (in Korean with English abstract)
- Ohba, T.(1971) Die vegetation von Mikura-Insel liegt 200 km südlich von Tokyo. *Bulletin of the Kanagawa Prefectural Museum* 1: 25-53. (in Japanese with German abstract)
- Park, I.H. and K.J. Cho(2011) Synecological characteristics and vitality analysis of the *Berchemia berchemiaefolia* habitat. *J. Korean Env. Res. Tech.* 14(2): 97-105. (in Korean with English abstract)
- Raunkiaer, C.(1934) *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography: being the collected papers of C. Raunkiaer*. Oxford Clarendon Press, Oxford, 147pp.
- Ryu, T.B.(2016) *Vegetation on limestone in South Korea*. Ph.D. Dissertation, Keimyung Univ., Daegu, 160 pp. (in Korean with English abstract)
- Song, J.S.(2000) A phytosociological study on the vegetation in Cheongsong area, Kyongbuk Province, Korea. *Journal of Agricultural Science and Technology* 7(1): 85-102. (in Korean with English abstract)
- Weber, H.E., J. Moravec and J.P. Theurillat(2000) *International code of phytosociological nomenclature*. 3rd edition. *J. Veg. Sci.* 11(5): 739-768.
- Westhoff, V. and E. van der Maarel(1978) The Braun-Blanquet Approach. In: Whittaker, R.H.(ed.) *Ordination and Classification of Communities*. Dr. W. Junk by Publishers, Hague, pp. 287-399.
- Yim, Y.J., E.B. Lee and J.K. Koh(1985) The vegetation of Mt. Chuwang. *The Report of the KACN* 23: 75-86. (in Korean with English abstract)
- You, J.H., S.J. Mun, C.U. Chung and J.W. Seol(2011) Flora and vegetation of special protected area in Juwangsan National Park. *J. Natl. Park Reserch* 2(3): 142-153. (in Korean with English abstract)