

용현자연휴양림 일대의 산림군락분류와 식생구조^{1a}

신재권² · 변준기² · 윤충원³ · 구본열² · 김한결² · 김인식² · 김동갑^{2*}

Forest Community Classification and Vegetation Structure in National Yonghyeon Natural Recreation Forest^{1a}

Jae-Kwon Shin², Jun-Gi Byeon², Chung-Weon Yun³, Bon Youl Koo², Han-Gyeoul Kim²,
In-Sik Kim², Dong-Kap Kim^{2*}

요 약

본 연구는 국립용현자연휴양림일대 산림의 식생조사를 통하여 산림의 군락분류와 식생구조를 연구하였다. 2014년 4월부터 9월까지 약 26개의 방형구(20×20m)를 설치하여 식생조사를 실시하였다. 그 결과 신갈나무군락, 굴참나무군락, 고로쇠나무군락의 3개 군락으로 구분되었으며, 신갈나무군락은 소나무군과 전형군, 고로쇠나무군락은 회나무군과 전형군의 4개 군으로 세분되었다. 국립용현자연휴양림일대 산림식생유형은 3개 군락 4개군의 분류체계를 가졌으며, 총 5개의 식생단위로 구분되었다. 식생단위별 중요치 분석을 보면 교목 및 관목의 목본식물에서 식생단위 1은 소나무(65.1%), 식생단위 2는 신갈나무(73.6%), 식생단위 3은 굴참나무(75.1%), 식생단위 4는 회나무(33.3%), 식생단위 5는 비목나무(21.7%)가 높게 나왔으며, 초본층에서 식생단위 1은 주름조개풀(19.3%), 식생단위 2는 실새풀(16.9%), 식생단위 3은 땅비싸리(17.3%), 식생단위 4와 5는 개별꽃이 각각 14.8%, 24.7%로 높게 나왔다. 지표종 분석결과 총 33종이 유의한 종으로 분석되었다(p<0.05).

주요어: 중요치, 지표종 분석, 식물사회학

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the forest community classification and vegetation structure in NYNRF(National Yonghyeon Natural Recreation Forest). We studied by 26 plots(20×20m) from April to September 2014. NYNRF were classified into the *Quercus mongolica* Community, *Quercus variabilis* community and *Acer pictum* community in the 3 community units. The *Q. mongolica* Community was subdivided into the *Pinus densiflora* group and Typical group and *A. pictum* community was also subdivided into the *Euonymus sachalinensis* group and Typical group. NYNRF were classified into 3 communities and 4 groups and 5 VU(vegetation units). According to the result of importance value analysis between vegetation units, VU 1 *P. densiflora*(65.1%), VU 2 *Q. mongolica*(73.6%), VU 3 *Q. variabilis*(75.1%), VU 4 *E. sachalinensis*(33.3%) and VU 5 *Lindera erythrocarpa*(27.1%) were highly showed in tree layer and VU 1 *Rhododendron mucronulatum* (19.3%), VU 2 *Calamagrostis arundinacea* (16.9%), VU 3 *Indigofera kirilowii*

1 접수 2017년 1월 6일, 수정 (1차: 2017년 2월 17일, 2차: 2017년 2월 28일), 게재확정 2017년 3월 11일

Received 6 January 2017; Revised (1st: 17 February 2017, 2nd: 28 February 2017); Accepted 11 March 2017

2 국립수목원 산림자원보존과 Plant Conservation Division, Korea National Arboretum, Pocheon 11186, Korea

3 공주대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Kongju National University, Yesan 340-802

a 본 연구는 국립수목원 임업연구사업의 연구비에(과제번호: KNA1-1-56,07-1) 의해 수행되었음.

* 교신저자 Corresponding author: botany7403@korea.kr

(75.1%), VU 4 and VU 5 *Pseudostellaria heterophylla*(each other 14.8% and 24.7%) were highly showed in herb layer. In INSPAN(Indicator SPecies ANalysis) of vegetation units, 33 species were analyzed significantly($p < 0.05$)

KEY WORDS: IMPORTANCE VALUE, INDICATOR SPECIES ANALYSIS, PHYTOSOCIOLOGY

서론

경제성장으로 인한 삶의 질 향상은 여가시간의 증가와 친환경적인 삶에 대한 국민의 관심을 증대시켰으며, 이러한 현상은 산림이용을 목재생산에서 휴양, 레저 및 치유의 공간으로 변화시켜왔다. 산림청에서는 이러한 공간을 제공하기 위하여 「산림문화·휴양에 관한 법률」을 제정하여 국민보건휴양, 정서함양, 자연학습교육 및 산림소유자의 소득증대 등이 필요하다고 인정되고, 경관이 수려한 지역을 자연휴양림으로 지정하여 규정하여 관리하고 있다(The National Law Information Center, 2015)

우리나라의 자연휴양림은 1988년 유명산(경기 가평), 대관령(강원 강릉) 및 신불산폭포(울산) 등을 시작으로 매년 2~3개소가 새로 개장 운영되고 있다. 산림청에서 운영하는 자연휴양림은 현재 북부지역(10개소), 동부지역(12개소), 남부지역(8개소), 서부지역(9개소), 제주도(2개소)의 5개 지역으로 구분하여 총 41개 국립자연휴양림을 운영하고 있고, 지방자치단체에서 운영하는 공유자연휴양림은 99개소, 개인이 운영하는 사유자연휴양림은 20개소로 총 160개소의 자연휴양림이 운영 관리되고 있다(Korea Forest Service, 2015).

자연휴양림은 방문객들에게 치유, 휴양, 교육, 체험, 레포츠 등의 다양한 산림생태계서비스(ecosystem services) 제공을 목적으로 하고 있으며, 이러한 산림생태계서비스를 제공하기 위해서는 자연휴양림 주변의 산림자원과 생태적 정보 파악이 가장 기본이라고 할 수 있다. 이러한 정보들을 수집하기 위해서는 산림내의 관속식물과 식생조사를 통한 식물사회학적 군락분류와 생태적 특성을 파악해야하며, 이러한 정보를 기초로 자연휴양림 관리와 생태교육자료로도 활용하는데 많은 도움이 될 것이라 판단된다.

충남의 대표적인 가야산(678m)과 그 주맥들은 금북정맥 끝자락의 마루금에 위치하고 있으며, 서쪽의 천수만과 동쪽의 예당평야를 가로지르는 독특한 산림생태계를 형성하고 있다(Yun *et al.*, 2007). 본 연구의 조사지인 용현자연휴양림은 가야산에서 북쪽방향으로 줄기를 뺀 석문봉(653m)를 최고봉으로 하여 좌측으로는 일락산과 상왕산, 우측으로는 옥양봉(621m)과 수정봉을 사이에 두고 흐르는 용현계곡

의 끝자락에 자리하고 있다. 가야산 일대는 해양성기후와 대륙성기후가 교차하고 한반도의 중부지역에 위치하고 있어 서해안의 산림식생을 이해하는데 중요한 위치를 차지하고 있다(Shin and Yun, 2014).

기존 자연휴양림의 식물상과 식물사회학적 연구를 보면 Chung and Shin(1999)은 조령산 자연휴양림지역의 삼림식생의 임분구조, 산림군집구조 및 생장분석 등을 연구하였으며, Bae and Yun(2001)년 성주봉 자연휴양림의 군락분류를 바탕으로 한 생태적교육활용을 제시하였고, Choi *et al.*(2005)은 회문산 자연휴양림내 관찰로 주변의 임분구조 분석을 통한 생태적 관리방안을 제시하였다. Bae(2005)는 금봉자연휴양림의 식생을 분류하였으며, Oh *et al.*(2006)은 대자연휴양림에 대한 관속식물상 조사를 통하여 생태교육자료를 제공하였다.

본 연구는 용현자연휴양림의 산림군락분류와 식생유형별 중요치 및 지표종 분석 등을 통하여 자연휴양림의 일대 생태적 특성, 산림관리 및 산림교육에 필요한 기초데이터를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구대상지

본 조사지 대상지는 행정구역상 충청남도 서산시 운산면에 위치하며, 경위도 좌표는 북위 36° 44' 00", 동경 126° 36' 00" 주변에 걸쳐있다. 용현자연휴양림을 중심으로 서쪽으로는 일락산(521m)까지 동쪽으로는 옥양봉(621m)부터 수정봉까지, 남쪽은 석문봉까지를 경계로 총 26개의 지점을 식생 조사하였다(see Figure 1). 임황을 살펴보면, 침엽수인 소나무림이 능선과 사면 상부 일부에 분포하는 가운데 활엽수가 우점하고 있다. 사면 상부에는 신갈나무가 우점하고 있으며, 사면하부에는 굴참나무, 굴피나무가 나타나며, 계곡부에는 고로쇠, 물푸레나무, 층층나무가 분포한다.

2. 지형과 기후

본 조사지역의 지형은 예당평야의 서쪽에 위치한 가야산지(가야봉(678m)을 중심으로 이루어진 화강암산지)는 중

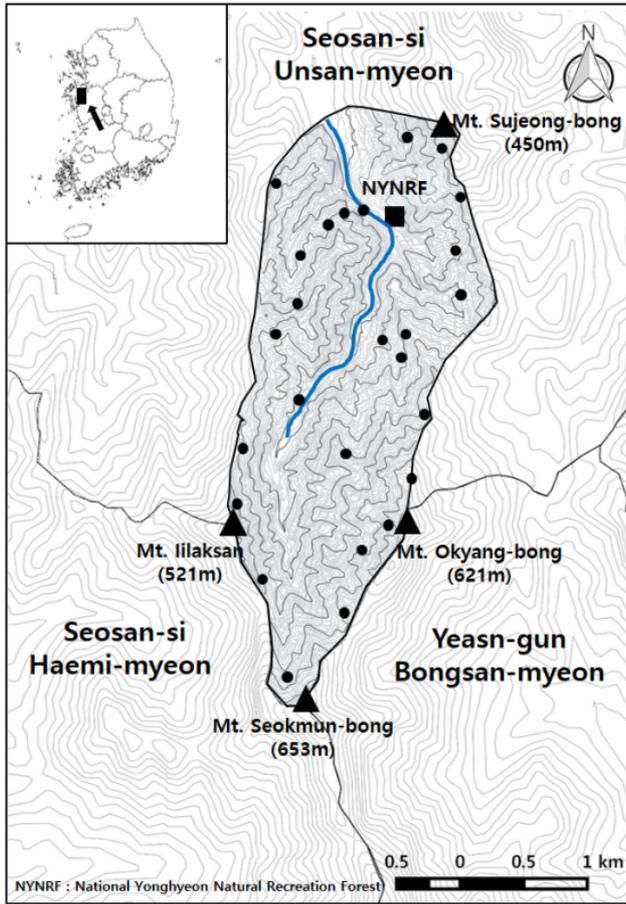


Figure 1. Map Showing the study areas and survey plots(● Survey plots)

생태 대보 조산 운동에 의해 관입된 화강암으로 이루어졌으며, 북동사면으로 편마암이 일부 협재 되어 있으며 대부분 흑운모와 화강암으로 이루어진 석산이다. 가야산지 사면 상부는 경사가 급하며, 산록부로 내려올수록 암괴류(block stream), 암괴원(block field)등이 나타나면서 경사가 완만해진다(Cho, 2008).

가야산지는 대륙성기후와 해양성기후가 교차되는 지역으로 Figure 2에 용형자연휴양림과 인접한 서산의 기상관측소의 최근 20년(KMA, 1995-2014)간의 기상자료를 이용하여 기후도와 기후패턴을 나타내었다(Walter, 1979; see Figure 2). 기상자료에 의하면 서산의 연평균온도는 10.7°C, 연평균강수량은 1,377mm이었으며 절대최고기온은 37.1°C, 절대최저기온은 -18.7°C로 나타났다. 온도-강수량 기후도에서 최한월 평균기온은 -1.7°C, 최난월 평균기온은 25.7°C, 월평균 강수량은 26.3mm ~ 301.3mm로 우리나라의 일반적인 유형인 하계다우형에 속한다. 최난월과 최한월을 이은 연결선에 의해 만들어진 강수량축은 한반도의 대륙

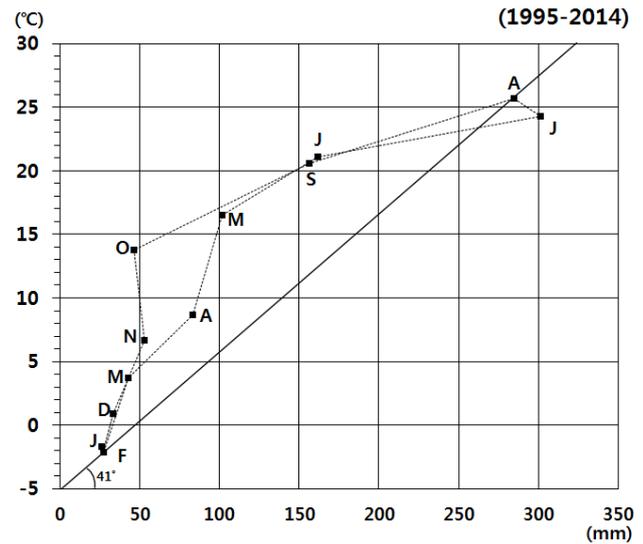
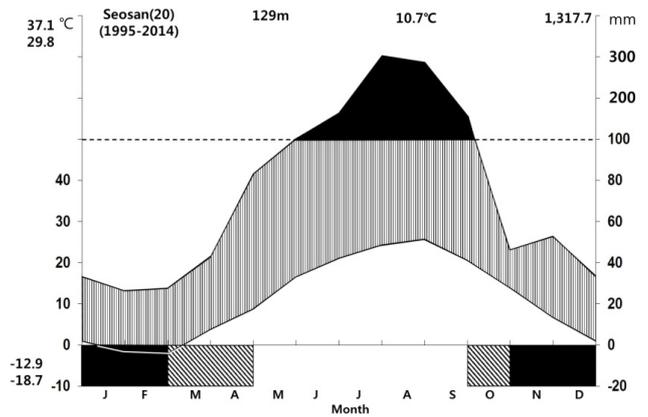


Figure 2. Climate diagram(Top) and mean hythergraph (Bottom) of Seosan-si

성기후($\theta < 90^\circ$)와 일본열도의 해양성기후($\theta > 90^\circ$)를 구분하는 척도로서, 서산의 강수량축은 약 41° 로 대륙성인 한반도 기후를 나타내고 해양성기후에서 대륙성기후패턴을 보이는 울릉도(43°) 보다 약 2° 정도 낮게 나타났다(Kim, 2006; see Figure 2).

3. 야외조사 및 분석방법

본 조사는 2014년 4월부터 9월 용현자연휴양림 일대를 대상으로 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 지형, 생태적 밀도, 해발 등의 입지환경을 고려하여 26개 조사구(20×20m)를 선정하였다. 조사지점과 방위 및 경사는 60csx(Garmin)와 클리노미터(SUUNTO)를 사용하였으며, 토양노출도 및 암석노출도는 조사면적의 피복정도를 백분위 단위로 입력하였다. 군락분류는 식생조

사법에 따라 조사구내 출현하는 종의 피도(coverage)와 우점도 계급(dominance)을 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 구분하여 기록하였으며. 조사된 26개의 식생자료를 Ellenberg(1956)의 표조작법과 Hill(1979)의 TWINSPAN (McCune and Mefford, 1999; PC-ORD 5.17)을 소표(raw table)부터 여러 단계의 표조작 과정을 거쳐 최종적으로 상재도로 타나낸 식별표를 작성하여 용현자연휴양림 일대의 식생유형을 분석하였다.

각 식생단위의 층위별 종의 점유정도를 파악하기 위하여 식생조사에서 얻은 자료를 토대로 상대피도(RC; 출현종의 피도값을 상대피도값으로 변환)와 상대빈도(RF; 조사구내 출현종의 빈도를 상대빈도값으로 변환)를 구하여 두 개 값의 평균값을 중요치(I.V. : Importance Value)로 산출하여 구성종의 생태적 중요도를 표현하였다(Bray and Curtis, 1957; Ayyad and Dix, 1964). 또한 식생단위별 유의한 종을 구분하기 위하여 PC-ORD 5.17 프로그램을 이용하여 Dufrière and Legendre(1997) 방법으로 지표종 분석(INSPAN : INdicator SPecies ANalysis)을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 산림군락분류

용현자연휴양림일대 산림의 관리방안을 위해 조사된 26개의 식생자료를 바탕으로 산림식생유형을 구분한 결과, 신갈나무군락, 굴참나무군락, 고로쇠나무군락 등 총 3개 군락으로 구분되었으며, 신갈나무군락은 소나무군과 신갈나무전형군으로, 고로쇠나무군락은 회나무군락과 고로쇠나무전형군으로 세분되었다. 따라서 용현자연휴양림일대 산림식생유형은 3개 군락 4개 군의 분류체계를 가졌으며, 총 5개의 식생단위로 구분되었다(see Table 1).

1) A. 신갈나무군락(*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. community)

본 군락은 신갈나무, 진달래, 애기나리, 땅비싸리, 가는잎그늘사초, 철쭉 및 노린재나무 등을 식별종으로 하는 중군 1에 의해 구분된 군락으로 사면상부와 능선부에 분포하는 소나무군과 신갈나무전형군으로 구분되었다.

신갈나무군락의 전반적인 입지적 특성을 보면 해발은 446 ~ 551m에서 조사되었으며 방위는 남서 및 남동, 평균경사는 19°, 평균암석노출도는 9.5%, 평균토양노출도는 12.5%로 조사되었다. 신갈나무군락은 용현 자연휴양림 일대 모든 지역에서 조사되었으며, 능선부와 사면상부에서는 높은 빈도로 출현한 반면 사면중부와 하부에서는 낮은 빈도로 출현하였다. 본 군락의 층위별 평균식피율을 보면 교목

층 76%, 아교목층 55%, 관목층 58%, 초본층 35%로, 층위별 평균수고는 교목층 11m, 아교목층 7m, 관목층 2m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 18cm, 아교목층 10cm, 관목층 1.5cm로, 평균 출현종수는 20종으로 나타났다. 신갈나무군락은 한반도를 대표하는 군락으로서 중부지역 냉온대낙엽활엽수림대와 산악 정상 부근의 표징종으로 건조한 산악능선부에서는 극상림으로 발달하고 있어(Jang and Yim, 1985), 용현자연휴양림일대 산림을 이해하는데 생태학적으로 매우 중요한 위치를 갖는다.

2) A-1. 소나무군(*Pinus densiflora* Siebold & Zucc. group)

소나무군은 소나무와 주름조개풀 등이 상재도와 우점도가 상대적으로 높아 구분된 군으로, 평균해발은 446 m로 남서방향의 능선과 사면상부에서 조사되었지만, 대부분 능선부이다. 평균경사는 19°, 평균암석노출도는 9%, 토양노출도는 5%로 다른 군락에 비하여 낮은 토양노출도를 보였다. 층위별 평균식피율에서는 교목층 71%, 아교목층 44%, 관목층 56%, 초본층 36%로 나타났으며 다른 군락에 비하여 교목층의 식피율이 낮았다. 층위별 평균수고에서는 교목층 11m, 아교목층 8m, 관목층 2m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 20cm, 아교목층 10cm, 관목층 2cm로, 평균 출현종수는 21종으로 나타났다. 소나무의 치묘와 치수는 대부분 능선부의 비옥한 지역에서만 나타났으며, 사면상부에서는 출현하지 않았고 능선이외의 조사지의 교목층과 아교목층 대부분은 신갈나무와 굴참나무가 이입되어 이들로의 천이가 예상된다.

3) A-2. 신갈나무전형군(*Quercus mongolica* Fisch. Typical group)

본 군은 신갈나무군락에서 소나무와 주름조개풀 등이 출현한 중군 2의 종들이 출현하지 않아 구분된 식생단위로 남동쪽방향의 평균해발 551m 지점에서 6개소 조사되었다. 평균경사는 19°, 암석노출도는 10%, 토양노출도는 20%로 등산로와 인접하고 경사가 급하여 낙엽층의 유실로 높게 나온 것으로 판단되며, 이러한 토양은 수분스트레스로 인한 토양이화학적 변화와 토양의 영양결핍으로 산림식생이 변할 것으로 판단된다(Lee et al., 2010).

층위별 평균식피율에서는 교목층 80%, 아교목층 65%, 관목층 60%, 초본층 34%로 나타났으며 다른 군락에 비하여 교목층의 식피율이 낮았다. 층위별 평균수고에서는 교목층 10m, 아교목층 5m, 관목층 2m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 16cm, 아교목층 10cm, 관목층 1cm였으며, 평균 출현종수는 19종으로 나타났다.

Table 1. Differentiated constancy table of forest vegetation in study area

Community	A		B	C	
	1	2		1	2
Group	1	2	3	4	5
Vegetation units	1	2	3	4	5
Altitude(m)	446	551	228	333	416
Aspect	SE	SW	SE	NW	SW
Slope(°)	19	19	15	24	15
Bear of rock(%)	9	10	12.5	65	40
Bear of soil(%)	5	20	15	7	5
Coverage of tree layer(%)	71	80	83	78	89
Coverage of subtree layer(%)	44	65	27	22	57
Coverage of shrub layer(%)	56	60	50	22	36
Coverage of herb layer(%)	36	34	13	62	64
Hight of tree layer(m)	11	10	12	20	15
Hight of subtree layer(m)	8	5	10	8	6
Hight of shrub layer(m)	2	2	3	2	3
D.B.H of tree layer(cm)	20	16	22	22	25
D.B.H of subtree layer(cm)	10	10	8	5	10
D.B.H of shrub layer(cm)	2	1	2	2	1
Number of species	21	19	25	39	32
Number of relevés	10	6	3	3	4
1. Character species and differential species of <i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb. community;					
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb. 신갈나무	V+4	V25	1++	-	111
<i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz. 진달래	V+4	V+4	1++	-	-
<i>Disporum smilacinum</i> A.Gray 애기나리	IVr2	Vr+	1++	1++	3r1
<i>Indigofera kirilowii</i> Maxim. ex Palib. 땅비싸리	IVr3	II++	3+1	-	-
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (H.Lev. & Vaniot) Ohwi 가늘은잎그늘사초	Vr2	IIIr+	3++	-	1++
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Maxim. 철쭉	II+1	V+3	111	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (Nakai) Ohwi 노린재나무	III+1	V+1	111	-	1++
2. Character species and differential species of <i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. group;					
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. 소나무	V15	-	111	-	-
<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) P.Beauv. 주름조개풀	IV+3	-	3++	3++	2+1
3. Character species and differential species of <i>Quercus variabilis</i> Blume community;					
<i>Quercus variabilis</i> Blume 굴참나무	II+2	II+1	345	-	-
<i>Zanthoxylum piperitum</i> (L.) DC. 초피나무	-	-	2+1	-	-
<i>Platycarya strobilacea</i> Siebold & Zucc. 굴피나무	II+1	-	3+2	-	111
<i>Sapium japonicum</i> (Siebold & Zucc.) Pax & Hoffm. 사람주나무	II+2	Irr	3+2	2+1	-
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>pubescens</i> (Makino) Nakai 잔털벚나무	II++	-	3+1	-	111
4. Character species and differential species of <i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (Maxim.) Ohashi. community;					
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (Maxim.) Ohashi 고로쇠나무	-	-	1++	3+4	4+3
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance 물푸레나무	III+1	II++	111	314	3+2
<i>Pseudostellaria heterophylla</i> (Miq.) Pax ex Pax & Hoffm. 개별꽃	-	-	-	323	4+4
<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino 느티나무	-	-	-	313	3+3
<i>Arisaema amurense</i> f. <i>serratum</i> (Nakai) Kitag. 천남성	-	Irr	-	3+1	4+1
<i>Staphylea bumalda</i> DC. 고추나무	-	Irr	-	3+1	3+2
5. Character species and differential species of <i>Euonymus sachalinensis</i> (F.Schmidt) Maxim. group;					
<i>Euonymus sachalinensis</i> (F.Schmidt) Maxim. 회나무	I++	I++	-	312	-
<i>Lycoris flavescens</i> M.Y.Kim & S.T.Lee 붉노랑상사화	-	-	-	3+4	111
<i>Diarrhena japonica</i> (Franch. & Sav.) Franch. & Sav. 용수염	I++	-	-	3+2	-
6. Companions species group;					
<i>Rubia akane</i> Nakai 꼭두서니	-	-	-	2++	-
<i>Cocculus trilobus</i> (Thunb.) DC. 땡땡이덩굴	I++	-	2++	-	-
<i>Polystichum tripterum</i> (Kunze) C.Presl 십자고사리	-	-	-	2+2	2+1
<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc. 쥐똥나무	I++	-	-	2+3	111
<i>Spodipogon sibiricus</i> Trin. 큰기름새	I++	-	1++	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i> Blume 생강나무	I++	I++	311	1++	-
<i>Viburnum erosum</i> Thunb. 털팽나무	I++	IIIr+	-	-	-
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth 실새풀	I++	II+2	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i> C.K.Schneid. 조록싸리	II+1	I++	1++	-	-
<i>Asplenium yokoscense</i> (Franch. & Sav.) H.Christ 뱀고사리	IIIr1	III+1	-	1++	1++
The other 130 companion species among total of 163 species omitted					

4) B. 굴참나무군락(*Quercus variabilis* Blume community)

굴참나무군락은 굴참나무, 초피나무, 굴피나무, 사람주나무, 잔털벚나무 등을 식별종으로 하는 중군 3에 의해 구분되었으며, 중군 1과 2의 종들이 함께 출현하였으며, 용현자연휴양림일대 사면중부에서 조사되었다. 굴참나무는 한반도 온대 활엽수 전역에서 출현하며, 매우 건조한 토지환경, 세립지의 세일암석권, 퇴적암 지역의 산지에 나타나는 지속식물군락으로서 자연림을 대표하는 군락으로(Kim, 2006) 용현자연휴양림의 토양환경이 건조하고 토양 입자가 고운 퇴적암으로 형성되어 있는 것을 설명해주고 있다.

본 소군의 입지환경을 보면 해발 228m에서 조사되었으며 평균경사는 15°, 평균암석노출도는 13%, 평균토양노출도는 15%로 조사되었다. 층위별 평균식피율을 보면 교목층 83%, 아교목층 27%, 관목층 50%, 초본층 13%로, 층위별 평균수고는 교목층 12m, 아교목층 7m, 관목층 3m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 22cm, 아교목층 8cm, 관목층 2cm였으며, 평균출현종수는 25종으로 나타났다. 사면하부에서 사면중부까지 전 조사지 모든 층위에서 굴참나무가 우점하고 있었으며 모든 조사지에서 굴참나무의 치묘의 공급이 이루어지고 있어 군락이 지속될 것으로 판단된다.

5) C. 고로쇠나무군락(*Acer pictum* subsp. *mono* (Maxim.) Ohashi, community)

고로쇠나무군락은 고로쇠나무, 물푸레나무, 개별꽃, 느티나무, 천남성, 고추나무 등을 식별종으로 하는 군락으로 사면하부와 계곡부에서 조사되었다. 본 군락의 입지환경을 보면 해발고도는 333~416m로 굴참나무군락보다 해발이 높은 곳에서 조사되었으며, 평균경사는 20°, 평균암석노출도 50%, 평균토양노출도 6%, 평균출현종수는 36종으로 나타났다. 층위별 평균 식피율을 보면 교목층 84%, 아교목층 40%, 관목층 29%, 초본층 63%로 나타났다. 층위별 평균수고는 교목층 17m, 아교목층 7m, 관목층 3m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 24cm, 아교목층 8cm, 관목층 2cm였다.

6) C-1. 회나무군(*Euonymus sachalinensis* (F.Schmidt) Maxim. group)

회나무군은 회나무, 붉노랑상사화, 용수염 등을 식별종으로 하는 군으로서 계곡부의 전석지에서 조사되었다. 본 군의 입지환경을 보면 해발고도는 333m, 평균경사는 24°, 평균암석노출도는 65%, 토양노출도는 7%로 나타났다. 평균 식피율은 교목층 78%, 아교목층 22%, 관목층 22%, 초본층 62%로 나타났다. 층위별 평균수고는 교목층 20m, 아교목층 8m, 관목층 2m, 층위별 평균 흉고직경은 교목층 22cm, 아교목층 5cm, 관목층 2cm였다. 평균 출현종수는 39종이

조사되었다.

7) C-2. 고로쇠나무전형군(*Acer pictum* subsp. *mono* (Maxim.) Ohashi Typical group)

고로쇠나무전형군은 회나무와 용수염 등이 출현한 중군 5의 종들이 출현하지 않아 구분된 식생단위로 남서방향의 평균해발 416m 지점에서 조사되었다. 본 군의 평균경사는 15°, 암석노출도는 40%, 토양노출도는 5%였으며, 층위별 평균식피율을 보면 교목층 89%, 아교목층 57%, 관목층 36%, 초본층 64%로 나타났으며 다른 군락에 비하여 교목층의 식피율이 높았다. 층위별 평균수고에서는 교목층 15m, 아교목층 6m, 관목층 3m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 25cm, 아교목층 10cm, 관목층 1cm였으며, 평균 출현종수는 32종으로 나타났다.

2. 중요치(Importance Value)

용현자연휴양림의 산림군락분류로 구분된 5개의 식생단위로 층위별 구성성종의 생태적 중요도를 알아보기 위하여 산출한 중요치는 Table 2와 같다.

식생단위 1은 교목층에서 소나무의 중요치가 65.1% 절대적 우위를 차지하고 있으며, 신갈나무가 26.8%로 나타났다. 아교목층에서는 신갈나무가 33.6%로 소나무 22.3% 보다 높게 나왔으며 차후 신갈나무 숲으로의 천이가 예상된다. 관목층에서는 진달래가 36.3%로 가장 높은 값을 보였고, 초본층에서는 주름조개풀이 19.3%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 땅비싸리와 가는잎그늘사초가 각각 11.8%, 11.6%로 나타났다. 주름조개풀은 인간의 간섭을 지속적으로 받는 자연성이 낮은 이차림에 사는 지표종으로서 주로 숲 가장자리에 분포하며(Lee *et al.*, 2002; Lee and Lee, 2006), 본 식생단위가 지속적인 인간의 교란에 의해 자연성이 많이 훼손된 것을 설명해주고 있으며, 지속적인 모니터링을 통하여 자연식생으로의 복원이 필요할 것으로 판단된다.

식생단위 2의 신갈나무전형군에서는 교목층과 아교목층에서 신갈나무가 각각 73.0%, 62.0%로 절대적인 우위를 차지하고 있었으며, 치묘가 지속적으로 공급되고 있어 인간에 의한 교란이 없는 한 신갈나무군락이 유지될 것으로 판단된다. 관목층에서는 진달래가 35.6%로 가장 높았으며, 철쭉이 27.2%, 노린재나무가 15.1%로 순으로 높게 나타났다. 초본층에서는 실새풀이 16.9%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 뱀고사리가 7.0%로 중요치가 높게 나타났다.

식생단위 3의 교목층에서는 굴참나무 중요치 값이 75.1%로 절대적 우위를 차지하고 있었으며, 그 다음으로 굴피나무가 13.7%로 높게 나타났다. 아교목층에서는 굴참나무가 25.1%, 때죽나무가 18.9%, 사람주나무와 굴피나무

Table 2. Importance value of major species in each vegetation unit

Vegetatin unit Layer* Species	A-1				A-2				B				C-1				C-2			
	T	ST	S	H																
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb. 신갈나무	26.8	33.6	-	-	73.0	62.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-	-	-
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. 소나무	65.1	22.3	-	-	-	-	-	-	8.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucromulatum</i> Turcz. 진달래	-	-	36.3	-	-	-	35.6	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) P.Beauv. 주름조개풀	-	-	-	19.3	-	-	-	-	-	-	4.5	-	-	-	1.6	-	-	-	-	2.9
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Maxim. 철쭉	-	-	5.6	-	-	-	27.2	-	-	4.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (Nakai) Ohwi 노린재나무	-	-	3.7	-	-	-	15.1	-	-	4.9	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth 실새풀	-	-	-	0.8	-	-	-	16.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i> Blume 굴참나무	4.6	8.0	-	-	6.3	11.5	-	-	75.1	25.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syrax japonicum</i> Siebold & Zucc. 때죽나무	-	5.0	0.9	-	-	-	-	-	-	18.9	-	-	7.4	16.7	11.6	-	7.4	14.1	10.1	-
<i>Sapium japonicum</i> (Siebold & Zucc.) Pax & Hoffm. 사람주나무	-	3.1	6.8	-	-	-	-	-	-	12.1	15.4	-	-	13.8	-	-	-	-	-	-
<i>Platycarya strobilacea</i> Siebold & Zucc. 굴피나무	-	8.3	-	-	-	-	-	-	13.7	12.1	-	-	-	-	-	-	3.1	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i> Blume 생강나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.8	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax china</i> L. 청미래덩굴	-	-	-	3.5	-	-	-	2.1	-	-	-	-	17.3	-	-	0.5	-	-	-	0.6
<i>Indigofera kirilowii</i> Maxim. ex Palib. 땅비싸리	-	-	-	11.8	-	-	-	1.5	-	-	-	-	17.3	-	-	0.0	-	-	-	-
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (Maxim.) Ohashi 고로쇠나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.6	13.8	-	-	13.2	15.1	-	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance 물푸레나무	-	5.3	-	-	6.3	-	-	-	-	3.7	-	-	18.9	8.7	-	-	10.5	7.6	-	-
<i>Lindera erythrocarpa</i> Makino 비록나무	-	-	3.7	-	-	-	2.1	-	-	-	10.7	-	8.5	-	6.8	-	5.3	21.7	2.3	-
<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino 느티나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.7	-	-	-	14.3	-	-	-
<i>Euonymus sachalinensis</i> (F.Schmidt) Maxim. 회나무	-	-	0.9	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	33.3	23.0	-	-	-	-	-
<i>Staphylea bumalda</i> DC. 고추나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.3	-	-	-	18.6	-
<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc. 쥐똥나무	-	-	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.6	-	-	-	5.0	-
<i>Pseudostellaria heterophylla</i> (Miq.) Pax ex Pax & Hoffm. 개별꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.8	-	-	-	24.7
<i>Lycoris flavescens</i> M.Y.Kim & S.T.Lee 붉노랑상사화	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.0	-	-	-	2.2
<i>Corylus heterophylla</i> Fisch. ex Trautv. 개암나무	-	-	1.9	-	-	-	-	-	-	10.7	-	-	-	4.5	-	-	-	-	5.0	-
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (H.Lev. & Vaniot) Ohwi 가는잎그늘사초	-	-	-	11.6	-	-	2.1	-	-	-	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Disporum smilacinum</i> A.Gray 애기나리	-	-	-	9.6	-	-	3.4	-	-	-	1.5	-	-	0.5	-	-	-	-	-	3.4
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> (Maxim.) E.H.Wilson 빛나무	-	-	-	-	7.2	-	-	-	11.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (Pax) Kom. 당단풍나무	-	3.1	9.4	-	-	26.4	5.7	-	-	-	-	-	8.7	-	-	-	21.7	5.0	-	-
<i>Castanea crenata</i> Siebold & Zucc. 밤나무	-	-	-	-	7.2	-	-	-	-	-	-	-	4.2	-	-	-	5.2	-	-	-
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>pubescens</i> (Makino) Nakai 잔털벚나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asplenium yokoscense</i> (Franch. & Sav.) H.Christ 뱀고사리	-	-	-	2.4	-	-	7.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	0.6
<i>Meehania urticifolia</i> (Miq.) Makino 별개덩굴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	3.0	-	-	-	-	5.1
<i>Carpinus cordata</i> Blume 까치박달	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0	-	-	-
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb. 헛개나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0	-	-	-
Others	3.6	11.4	29.8	41.0	-	-	12.1	66.8	-	7.5	36.3	53.5	12.7	5.1	20.9	64.9	19.8	19.8	51.7	59.8
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* T : Tree, ST : Subtree, S : Shrub, H : Herb

가 각각 12.1%로의 순으로 나타났고, 관목층에서는 사람주 나무가 15.4%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 생강나무가 14.8%로 높게 나타났다. 초본층에서는 청미래덩굴과 땅비싸리가 각각 17.3%의 높은 중요치를 보였다.

식생단위 4의 회나무군을 보면 교목층에서는 고로쇠나무가 26.6%로 가장 높은 값을 보였으며, 그 다음으로 느티나무 21.7%, 물푸레나무 18.9%로 순으로 높았다. 아교목층에서는 회나무가 33.3%로 중요치가 가장 높았으며, 때죽나무가 16.7%, 사람주나무와 고로쇠나무가 각각 13.8%로 순으로 나타났다. 관목층에서도 회나무가 23.0%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 초본층에서는 개별꽃이 14.8%로 가장

높았으며, 그 다음으로 붉노랑상사화가 14%로 높은 중요치를 보였다. 붉노랑상사화는 한반도 특산식물로서 경기(강화도), 충남(난지도), 전북(변산, 선운산, 내장산, 모악산) 및 전남(불갑산, 백양산) 등에 분포하며, 염색체수가 2n=19로 불임으로서 결실이 되지 않아 구근이 분열하여 무성번식을 한다(Jung et al.,2011; Nature,2017). 주로 산록부의 계곡을 따라 개체군을 형성하고 있으며, 자연적 교란과 남획에 의한 위협이 매우 높은 분류군으로서 지속적인 개체수 모니터링을 통하여 개체수 감소와 증감요인을 분석하여 체계적인 보존 및 관리계획을 세워야 할 것으로 판단된다(Kim, 2004; Oh et al., 2005).

식생단위 5의 교목층을 보면 느티나무가 14.3%로 가장 높은 중요치를 보였고, 그 다음으로 고로쇠나무 13.2%, 물푸레나무 10.5%, 헛개나무와 까치박달이 각각 9.0% 순으로 높게 나타났다. 아교목층에서는 비목나무와 당단풍나무가 각각 21.7%로 높게 나타났으며, 고로쇠나무가 15.1%, 때죽나무가 14.1%로 순으로 중요치가 높게 나타났다. 비목나무는 우리나라 냉온대 남부-저산지대를 대표하는 진단종으로서 전석지나 돌서령에서 출현빈도가 높게 나온다. 또한 수분스트레스의 영향을 많이 받아 건조한 지역보다는 습윤한 산지계곡 일대에서 주로 관찰된다(Kim,1992). 관목층에서는 고추나무가 18.6%로 절대적 우위를 보였으며, 때죽나

무 10.1%로 순으로 나타났으며, 초본층에서는 개별꽃이 24.7%로 가장 높은 중요치를 보였다.

3. 지표종 분석(Indicator Species Analysis)

지표종 분석은 각 군집의 종들에 대한 지표값을 나타내며, 높은 값의 지표종은 군집간에 오차가 거의 없는 현존하는 종을 나타낸다(Dufrêne and Legendre, 1997). 용현자연휴양림 일대의 식생단위별 지표종 분석 결과 총 33종이 유의한 종으로 분석되었다(Table 3). 식생단위 1에서는 산지능선부에서 열린환경을 선호하는 소나무와 가는잎그늘사

Table 3. List of indicator species of vegetation unit in study area

Species	Vegetation unit	IV(max)	p*
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. 소나무	1	96.9	0.0002
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (H.Lev. & Vaniot) Ohwi 가는잎그늘사초	1	91.7	0.0006
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb. 신갈나무	2	76.7	0.0002
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Maxim. 철쭉	2	64.5	0.0314
<i>Carex lanceolata</i> Boott 그늘사초	2	50	0.0456
<i>Quercus variabilis</i> Blume 굴참나무	3	95.6	0.0002
<i>Lindera obtusiloba</i> Blume 생강나무	3	97.9	0.001
<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge 산딸기	3	59.4	0.0034
<i>Platycarya strobilacea</i> Siebold & Zucc. 굴피나무	3	75.5	0.0082
<i>Zanthoxylum piperitum</i> (L.) DC. 초피나무	3	66.7	0.0202
<i>Sapium japonicum</i> (Siebold & Zucc.) Pax & Hoffm. 사람주나무	3	67.6	0.0258
<i>Cocculus trilobus</i> (Thunb.) DC. 땡땡이덩굴	3	51.3	0.0284
<i>Diarrhena japonica</i> (Franch. & Sav.) Franch. & Sav. 용수염	4	99.7	0.0004
<i>Euonymus sachalinensis</i> (F.Schmidt) Maxim. 회나무	4	99.5	0.0004
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i> (Miq.) Ohwi 박취나무	4	80	0.0018
<i>Lycoris flavescens</i> M.Y.Kim & S.T.Lee 붉노랑상사화	4	94.3	0.003
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (Maxim.) Ohashi 고로쇠나무	4	82.2	0.007
<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino 느티나무	4	59.4	0.0158
<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Siebold 화살나무	4	66.7	0.0186
<i>Rubia akane</i> Nakai 꼭두서니	4	66.7	0.019
<i>Dioscorea nipponica</i> Makino 부채마	4	66.7	0.019
<i>Polygonatum involucreatum</i> (Franch. & Sav.) Maxim. 용둥굴레	4	66.7	0.019
<i>Dryopteris uniformis</i> (Makino) Makino 곰비늘고사리	4	66.7	0.0206
<i>Callicarpa japonica</i> Thunb. 작살나무	4	66.7	0.0206
<i>Pseudostellaria heterophylla</i> (Miq.) Pax ex Pax & Hoffm. 개별꽃	4	56.7	0.0286
<i>Viola keiskei</i> Miq. 잔털제비꽃	4	66.1	0.0322
<i>Celtis jessoensis</i> Koidz. 풍계나무	4	65	0.0322
<i>Akebia quinata</i> (Houtt.) Decne. 으름덩굴	5	51.7	0.0146
<i>Viola acuminata</i> Ledeb. 줄방제비꽃	5	69.9	0.0146
<i>Arisaema amurense</i> f. <i>serratum</i> (Nakai) Kitag. 천남성	5	59.1	0.0306
<i>Carpinus cordata</i> Blume 까치박달	5	50	0.036
<i>Isodon inflexus</i> (Thunb.) Kudo 산박하	5	50	0.0366
<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) Koidz. 새	5	50	0.0366

초 2종이 출현하였다. 식생단위 2에서는 신갈나무, 철쭉, 그늘사초 등 3종이 출현하였으며, 산지능선부의 서늘한 곳을 선호하는 종들이 분석되었다(Cho *et al.*, 2011).

식생단위 3에서는 굴참나무, 생강나무, 산딸기, 굴피나무, 초피나무, 사랍주나무 및 땃대이덩굴 등 7종이 유의한 지표종으로 분석되었으며, 교목 및 관목의 목본식물이 대부분을 차지하였고, 굴참나무와 생강나무같이 건조한 산비탈면을 선호하는 식물들로 분석되었다.

식생단위 4는 용수염, 회나무, 박쥐나무, 붉노랑상사화, 고로쇠나무, 느티나무, 화살나무, 꼭두서니, 부채마, 용둥굴레, 곰비늘고사리, 작살나무, 개별꽃, 잔털제비꽃 및 풍계나무 등 15종이 유의한 지표종으로 분석되었으며, 박쥐나무, 붉노랑상사화, 회나무, 곰비늘고사리 및 개별꽃 등 계곡부의 적습하고 빛 조건이 양호한 지역을 선호하는 종들이 분석되었다. 식생단위 5에서는 으름덩굴, 줄방제비꽃, 천남성, 산박하 및 새 등의 5종의 초분류들과 까치박달의 등의 목본종이 유의한 것으로 분석되었다.

감사의 글

본 논문은 국립수목원 임업연구사업 ‘산림유전자원보호 구역의 지정 실태 및 식물자원현황조사(과제번호: KNA1-1-56,07-1)’의 연구비에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

- Ayyad, M. A. G. and DIX, R. L. (1964). An analysis of a vegetation micro environmental complex on prairie slopes in Saskatchewan. *Ecol. Monogr.* 34: 421-442.
- Bae, K. H. and C. W. Yun (2001) Forest Community Classification and Application of Vegetation Data to Ecological Education Programs in the Sungjubong Recreational Forest, Korean Institute of Forest Recreation. *The Journal of Korean Institute of Forest Recreation* 5(1): 51-59.(in Korean with English abstract)
- Bae, K. H. (2005) Vegetation Classification and Ecological Application of Vegetation Data in the Keumbong Recreational Forest, *The Journal of Korean Institute of Forest Recreation* 9(2): 11-20.(in Korean with English abstract)
- Braun-Blanquet, J. (1964) *Pflanzensoziologie Grundzuge der Vegetation der Vegetation* 3. Auf, Springer-Verlag, Wien, N.Y. 865pp.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis (1957) An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27(4): 325-349.
- Cho, H, Y. (2008) Characteristics of the geomorphological evolution of river basin of the Sapgyo, Published master's thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea. 122pp.(in Korean with English abstract)
- Cho, Y. C., J. S.Kim, C. S. Lee, H. J. Cho, H. Y. Lee and K. H. Bae (2011) Early Successional Change of Vegetation Composition After Clear Cutting in *Pinus densiflora* Stands in Southern Gangwon Province, *Jour. Korean For. Soc.* Vol. 100(2): 240-245
- Choi, J. H., J. C. Chung, M. R. Jo and S. H. Oh (2005) Analysis of Vegetation Structure and Ecological Management of Trail in Hwaemunsan Recreational Forest, *Journal of Life Science and Natural Resources* 27(2): 19-30.(in Korean with English abstract)
- Chung, Y. S. and S. C. Shin (1999) A Study on Forest Vegetation of Mt. Joryong Recreation Forest Area, *Kon-Kuk Journal of Natural Science and Technology* 10(1): 23-36.(in Korean with English abstract)
- Dufrêne, M. and Legendre, P. (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67(3):345-366.
- Ellenberg, H.(1956) *Grundlagen der vegetationsgliederung, I. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde.* In : Walter, H.(Hrsg.) *Einführung in die Phytologie IV.* 136pp.
- Jung J. M., J. H. Seo, B. C. Lee, C. H. Shin and K. W. Park (2011) Genetic diversity among natural populations of a rare and endemic plant species, *Lycoris flavescens* (Amaryllidaceae) *Journal of Korean Forest Society Congress KFGP35:* 1015-1016(in Korean)
- Jang, Y. S. and Y. Y. Yim (1985) Vegetation Types and Their Structures of the Piagol, Mt. Chiri, *Journal of Plant Biology*, 28(2): 165-175(in Korean with English abstract)
- Hill, M.O. (1979) TWINSPAN - A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ithaca, N.Y.Cornell University Press. 50pp.
- Kim, J. W. (2006) *Vegetation Ecology*, World science, Seoul, 340pp. (in Korean)
- Kim, M. Y. (2004) A taxonomic review of Korean *Lycoris*, *Korea Journal of Plant. Taxonomy.* 34(1): 9-26.(in Korean with English abstract)
- KMA(Korea meteorological Administration) (1995-2014) , [http://www.kma.go.kr/\(2015.12.01\)](http://www.kma.go.kr/(2015.12.01)).
- Korea Forest Service (2015) http://www.forest.go.kr/new-kfsweb/kfs/idx/Index.do?mn=KFS_01.(in Korean)
- Kim, J. W. (1992) *Vegetation of Northeast Asia. On the syntaxonomy and syngelography of the oak and beech forests.* Ph.D. Thesis of Vienna University, Wien. 628pp.
- Korea National Arboretum, Nature. (2017) <http://www.nature.go.kr/kbi/plant/prtct/selectPrctPlantSpcltList.do?orgId=kbi> (in Korean)

- Lee, D. K., J. U. Kim and Park, C. (2010) A Prediction of Forest Vegetation based in Land Cover Change in 2090, Korean Society Of Environmental Impact Assessment 19(2): 117-125.
- Lee H. W. and C. S. Lee (2006) Environmental factors affecting establishment and expansion of the invasive alien species of tree of heaven (*Ailanthus altissima*) in Seoripool Park, Seoul, Integrative Biol Sci 10(1):27-40
- Lee C. S., J. S. Moon, J. K. Hwangbo and Y. H. You (2002) Selection of pollution-tolerant plants and restoration planning to recover the forest ecosystem degraded by air pollution in the industrial complex. Korean J. Biol. Sci 6 :59-64
- McCune, B. and M. J. Mefford (1999) PC-Ord. Multivariate analysis of ecological data. Version 5.17. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. pp. 237.
- Oh, B. U., D. G. Cho, K. S. Kim and C. G. Jang (2005) Endemic Vascular Plants in the Korean Peninsula. Daesin Publishing Co., Seoul, Korea. 205pp. (in Korean)
- Oh, H. K., M. S. Bean, S. C. Kim and J. M. Park (2006) Study on Vascular Plants of the Daea Recreational Forest in Jeollabuk-do –Focused on the Wild Plants, The Journal of Korean Institute of Forest Recreation 10(2): 33-40. (in Korean with English abstract)
- Shin, H. S. and C. W. Yun (2014) Species Composition and Community Characteristics of Forest Vegetation of Mt. Gaya in Chungnam, Journal of Agriculture and Life Science 48(3): 25-35.
- The National Law Information Center (2015) [http://www.law.go.kr/\(2015.12.13.\)](http://www.law.go.kr/(2015.12.13.)). (in Korean)
- Walter, H. (1979) Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere, 2nd ed. Springer-Verlag, New York. 274pp.
- Yun, C. W., C. H. Lee, and H. J. Kim (2007) The Community Structure of Forest Vegetation in Mt. Gaya, Chungcheongnam-do Province, Korean Journal of Environment and Ecology 21(5): 379-389. (in Korean with English abstract)