

가야산 포천계곡의 생태관광자원 활용을 위한 식생구조 분석과 관리 방안

이성제² · 안영희^{3*}

Vegetation Structure and Management Methodology for Ecotourism Resources of Pocheon Valley, Mt. Gaya in Korea

Sung Je Lee², Young-Hee Ahn^{3*}

요약

본 연구는 가야산 포천 계곡의 생태관광 자원 활용을 목적으로 현존 환경요인과 군집유형의 관계를 식물사회학적으로 분석하여 적절한 식생 관리 방안을 제시하기 위해 수행하였다. 조사결과, 가야산 포천 계곡에서 다음과 같은 5개 유형의 군집이 조사되었다. 소나무-신갈나무군락, 졸참나무-굴참나무군락, 일본잎갈나무-졸참나무군락, 소나무-밤나무군락, 갯버들-달뿌리풀군락으로 나타났다. 졸참나무-굴참나무군락은 다시 조사지에 따라 2가지의 하위군락으로 나타났다. 조사지 식생을 대상으로 생태관광자원 활용과 건전한 자연식생 유지를 위해 다음과 같은 식생관리방안을 제안하는 바이다. 나타난 식물군집의 교목층에 대한 인위적인 관리는 철저히 배제하여 현존식생을 유지하도록 하며, 금후 시간 경과에 따라 관목층에서 생육하는 교목성 수종이 아교목층 이상으로 성장하였을 때, 숲 관리 등의 인위적 관리를 실시하여 기존 식생구조를 최대한 유지하도록 한다. 연구 대상지의 생물다양성을 높이기 위해 관목층 이하 층위에서 특정 종의 우점을 배제하고 다양한 식물종이 우점도를 유지할 수 있도록 인위적인 관리를 지속적으로 실시한다.

주요어: 가야산, 포천 계곡, 식물사회학, 식생 관리, 생태관광

ABSTRACT

This study was intended to suggest the appropriate vegetation management methodology by analyzing phytosociology for ecotourism resources. We carried out the classification and interpretation of the vegetation structure and the analysis of the relationship between communities and environmental conditions in Pocheon valley, Mt. Gaya. The vegetation in Pocheon valley was composed of 5 communities: *Pinus densiflora-Quercus mongolica* community, *Quercus serrata-Quercus variabilis* community, *Larix kaempferi-Quercus serrata* community, *Pinus densiflora-Castanea crenata* community, and *Salix gracilistyla-Phragmites japonica* community. The *Quercus serrata-Quercus variabilis* community was further segmented into two types according to the differences of composition species and location of habitats. The methodologies that satisfy both the use of nature for ecotourism resources and the sustentation of natural vegetation are as follows:

1 접수 2019년 10월 2일, 수정 (1차: 2019년 10월 28일), 게재확정 2019년 11월 5일

Received 2 October 2019; Revised (1st: 28 October 2019); Accepted 5 November 2019

2 국립생태원 선임연구원 National Institute of Ecology, Seocheon 33657, Korea (ecologier@nie.re.kr)

3 중앙대학교 식물시뮬레이션학과 교수 Department of Plant System Science, Chungang University, Anseong 17546, Korea (ecoplant@cau.ac.kr)

* 교신저자 Corresponding author: ecoplant@cau.ac.kr

- maintenance the present vegetation (dominance species) by strictly avoiding artificial management in the tree layer;
- maintenance of the existing vegetation structure through the artificial management of the usual vigorous tree species when the species in the shrub layer grow up to the subtree layer; and
- continued artificial management to maintain high balanced diversity and evenness of various species in shrub and herb layers.

KEY WORDS: VEGETATION MANAGEMENT, PHYTOSOCIOLOGY, ECOTOURISM, POCHeon VALLEY, MT. GAYA

서론

경상북도 성주의 “성주 8경” 중 4경에 해당하는 포천계곡은 가야산 일대에 흐르는 대표적인 계곡으로 물이 맑고 경관이 뛰어난 장소이며 옛 선비들이 학문을 닦았던 대표적인 장소로 알려져 있다(Seongju-Gun, 2018). 특히 경관이 수려한 주요 9개의 지점을 중심으로 포천구곡이라 한다. 이는 경북 성주군 가천면 일대에 흐르는 포천계곡을 중심으로 조선 후기 문신이었던 응와(凝窩) 이원조 선생이 9개의 경관미가 높은 지역을 대상으로 1~9곡을 설정하고 관리해온 것에서부터 유래한다(Han and Jeon, 2012).

본 포천구곡 이외에 봉화군의 대명산구곡, 영주시의 죽계구곡, 안동시의 도산구곡 및 고산철곡, 예천군의 수락대구곡, 성주군의 무흘구곡 등 경상북도 일대에 다양한 구곡이 존재한다.

본 조사지역에 인접한 가야산국립공원은 1972년에 국립공원 제9호로 지정되었으며, 전체 면적이 76.256km²으로 경상남북도의 경계지점에 위치한다. 주봉인 해발 1,430m 상왕봉 이외에 고도가 가장 높은 지점은 칠불봉으로 해발 1,433m에 달한다(Park *et al.*, 2005; Korea national park service, 2013).

가야산 일대 식생에 대한 연구는 홍류동 계곡, 단지봉 지역 등 다양한 대상지에서 정량적 분석, 정성적 분석 및 군락분류, 군락 동태 등 다양한 연구 방법을 통하여 이루어졌다(Joe, 1987; Kim, 1990; Jeong, 1991; Lee *et al.*, 1993). 그러나 대부분 가야산의 산림식생에 치중해 있으며 일부 연구는 계곡 부를 중심으로 수행되었다. 특히 가야산 중심부 내의 계곡 식생은 인위적 영향하의 관광자원으로 활용이 어려운 보전림에 가까운 것으로 보고되었다(Joe, 1987). 가야산 주연부 식생에 대한 연구(Oh *et al.*, 1989)에서 가야산국립공원의 삼림식생과 유사한 결과를 보고하였으나, 인위적 영향이 강한 계곡 및 산림 주연부 식생에 대한 연구가 매우 부족하다. 특히 최근 들어 경상도 지역에서는 가야산 포천계곡에 대한 다양한 연구와 관광자원으로서의 관심이 증가하고 있고, 일부 지형경관학적 연구가 수행되었다(kang and Kim, 2008; Kee, 2008; Rho, 2008; Kee, 2012; Han, 2012), 그러나 가야산 포천계곡의

구곡에 대한 현존 자연식생을 분석하고 관광자원으로서 관리 및 활용 방안에 대한 연구는 부족한 현실이다.

따라서 본 연구는 가야산 포천계곡 중 관광자원으로서 활용 가치가 높을 것으로 판단되는 포천계곡의 구곡을 중심으로 식생구조를 분석하고, 향후 생태관광자원으로서의 활용가치와 자연식생의 유지·관리를 위한 방안을 제시하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 조사지역의 기후 환경 특성

포천계곡에서 가장 가까운 지창측후소를 기준으로 지난 40년간의 연간 평균기온 변화를 조사하였다. Figure 1은 평균해발고도 282.9m의 조사지점에 -0.55℃/100m의 기온감률을 적용하여 연평균 온도변화를 나타낸 것이다(Kira, 1948). 또한 난온대 기후대 영역을 확인할 수 있는 지난 40년간의 온량지수 및 한랭지수의 변화를 나타내었다(Figure 2, Figure 3).

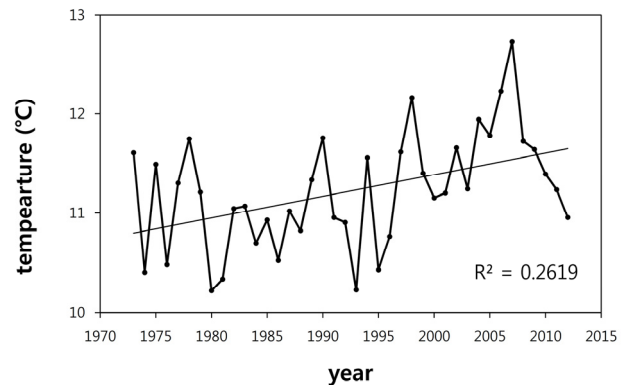


Figure 1. Temperature change for 40 years in the research area (mean altitude : 282.9m).

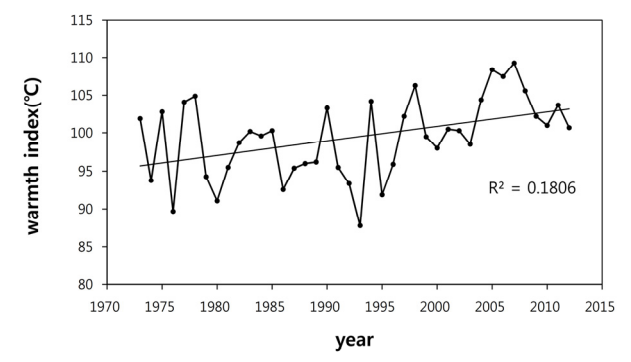


Figure 2. Warmth Index (WI) change for 40 years in Research area.

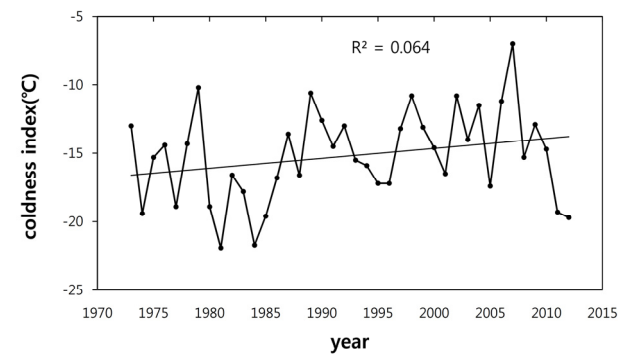


Figure 3. Coldness index (CI) change for 40 years in Research area.

2. 조사 및 분석 방법

1) 식생조사 및 군락분류

식생조사는 계곡을 중심으로 주변에 형성된 전형적인 식생을 대상으로 식물종의 생활형과 계절을 고려하여 2012년 9월 2013년 7월에 걸쳐 실시하였다. 표본 방형구는 계곡주변의 전형적인 식생 군락이 형성된 지점을 대상으로 총 20개를 설치하고 식생 정보를 획득하여 군락분류에 활용하였다.

조사지역 일대의 지형도 및 조사지점은 Figure 4에 나타내었다. 우세 식생구조를 중심으로 조사지역의 전형성 및 대표성을 나타낼 수 있는 균질한 식분을 최소면적 법칙에 근거하여 방형구 선정을 실시하였다. 식생조사는 식물사회학의 종 조성을 기본으로 하는 Z-M학파의 방법으로 식생조사를 수행하였다(Braun-Blanquet, 1964). 출현종의 국명 및 학명은 환경부의 한반도생물자원포털(Species Korea, 2013)과 산림청의 국가표준식물목록(Korea Forest Service, 2013)에 따랐다.

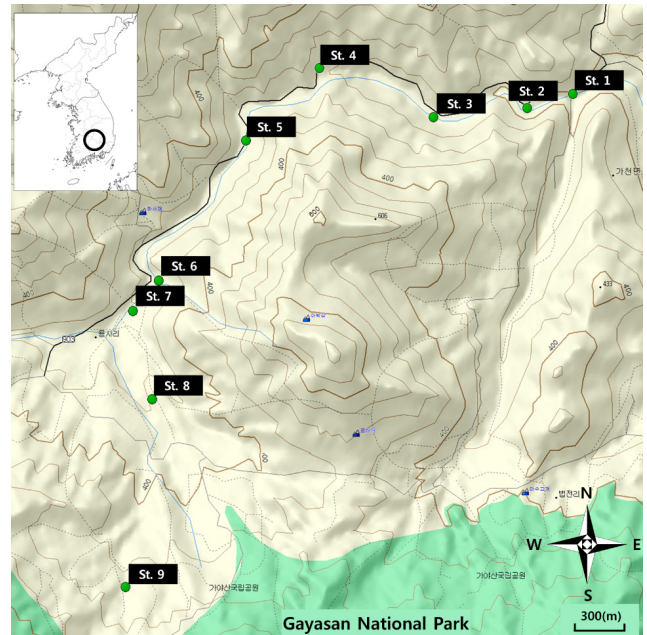


Figure 4. Location of study stands in Pocheon valley (topographic map: Garmin mapsource).

2) Ordination분석

조사구에 대한 ordination분석은 식물사회학적 조사법에 따른 종의 우점도 및 군도 등급을 정량화(Lee *et al.*, 2011; Ahn, 2011)하여 조사구 사이의 유사도를 계산하였다. 또한 CANOCO(Jan and Smilauer, 2003) 소프트웨어에 의해 종간의 상호 유의성 군락분류법인 DCA(Detrended correspondence analysis; DECORANA)법을 적용하여 분석하였다. 일반적인 연구에서 우점도 등급만으로 정량화하여서 분석하는 경우(van der Maarel, 1979; Ahn *et al.*, 2007; Song *et al.*, 2009)가 주를 이루어져 왔으나 본 연구에서의 우점도 및 군도 등급의 정량화는 자세한 군락 간 차이를 반영하고 우점도 계급 이외에 군도계급의 군락 형성에 영향력을 반영하였다. 그러므로 기존의 우점도 계급값만 반영하는 Braun-Blanquet(1964)의 군락분류 결과에 비해 상대적으로 명확한 군락구분이 가능한 장점이 있다.

결과

1. 조사지의 기후환경 특성

본 조사의 기후자료에 의해 지난 40년간 조사지의 기온은 약 1.1°C가 상승한 것을 확인되었다. 이와 같은 온도 변화는 한반도의 전체 온도변화에 비해 낮은 수치로 나타났다. 그러므

Units*	I						II					III			IV	V		VI		
	I-1		I-2				III-1	III-2	III-3	V-1	V-2	VI-1	VI-2	VI-3						
<i>Osmunda japonica</i>	+2	2.1									1.1
<i>Astilbe koreana</i>	+2	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Magnolia sieboldii</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	.	+2	2.2	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asarum sieboldii</i>	.	1.1	+2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Disporum smilacinum</i>	.	1.1	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Different species of <i>Quercus serrata</i>-<i>Quercus variabilis</i> community																				
<i>Quercus serrata</i>	2.2	1.1	1.1	2.2	2.2	3.3	3.3	4.4	4.4	3.3	3.2	2.2	2.1	3.2	.	3.3	3.2	.	.	.
<i>Quercus variabilis</i>	.	.	1.1	2.2	2.2	.	.	1.1	.	2.2	3.2	.	.	.	.	5.4	2.2	.	.	.
<i>Aria alnifolia</i>	.	+	.	1.1	.	.	1.1	3.3	+	.	1.1	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dioscorea quinqueloba</i>	.	1.1	+	.	.	.	+2	.	.	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veratrum sp.</i>	+	.	.	.	.	.	.	+2	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deutzia uniflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cephalanthera longibracteata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Common vegetation elements (1) of Second deciduous forest & <i>P. densiflora</i> forest																				
<i>Sasa borealis</i>	3.3	1.1	2.2	.	2.2	.	4.4	.	3.3	3.3	2.2	.	.	.	4.4	4.3	.	.	.	.
<i>Rhus javanica</i>	1.1	+	+2	+2	.	+2	.	+2	.	+	.	+	+2	.	.	1.1	+2	.	.	.
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	1.1	+2	2.2	+	1.1	+	+	+	+2	+2	1.1	.	1.1	.	+	.	+	.	.	.
<i>Miscanthus sinensis</i>	.	.	.	.	+2	+2	.	+	.	+	.	.	+2	.	.	+2	2.2	.	.	.
<i>Weigela florida</i>	+2	1.1	2.2	1.1	1.1	+2	1.1	.	+	.	2.1	2.2	2.1	1.1	1.1	2.2	1.1	.	.	.
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	1.1	.	3.2	1.1	.	1.1	.	.	3.3	3.3	+	2.2	3.3	+	2.2	.	1.1	.	.	.
<i>Symplocos sawafutagi</i>	2.1	+	+2	+	+	+2	+2	2.2	+	.	+2	.	+	3.2	.	+2	.	.	.	.
<i>Stephanandra incisa</i>	2.1	1.1	.	+2	+2	1.1	+	+2	1.1	3.2	2.2	.	2.1	2.2	3.2	2.1	1.1	+2	1.1	.
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.1	2.2	+2	.	+2	.	+2	.	+2	+	.	.	1.1	+	.	.	+2	.	.	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	1.1	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2	1.1	2.1	2.2	+	1.1	.	2.2	2.2	2.2	1.1	2.2	.	.	.
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	2.2	3.2	2.1	3.3	3.3	2.2	+2	2.1	.	.	3.3	.	.	2.2	1.1	2.1	.	.	.	.
<i>Castanea crenata</i>	.	+	.	+	.	+2	2.1	1.1	.	.	.	1.1	.	4.4	3.3	.	.	+2	.	.
<i>Quercus acutissima</i>	+2	.	.	+	+	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	2.1	1.1	.	.	.	.
Common vegetation elements (2) of Second deciduous forest & <i>P. densiflora</i> forest																				
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	+	1.1	.	2.2	3.3	+2	2.1	1.1	.	.	2.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astilbe rubra</i>	2.2	2.2	1.1	+2	+2	.	+	.	.	.	1.1	.	+2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isodon inflexus</i>	.	.	+2	.	1.1	1.1	.	+2	1.1	+	+2	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Carex ciliatomarginata</i>	2.1	2.2	2.2	.	.	.	1.1	1.1	1.1	.	1.1	.	.	2.1	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia keiskeana</i>	.	+2	.	2.1	1.1	2.1	.	+2	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	.	.	+	+	+	.	+	.	+2	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula dahurica</i>	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lilium distichum</i>	+	.	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus heterophylla</i>	.	3.2	.	+2	.	3.2	2.1	.	.	.	1.1	.	+2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Syneilesis palmata</i>	.	+2	2.1	.	+2	.	.	1.1	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	.	.	.	3.2	3.3	2.2	1.1	.	.	.	+2	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris chinensis</i>	+2	2.2	+2	1.1	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	1.1	+2	.	.	.	.	.
<i>Ilex macropoda</i>	1.1	.	.	+2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chimaphila japonica</i>	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus laxiflora</i>	.	+	1.1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Styrax japonicus</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Platycarya strobilacea</i>	.	2.1	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhododendron yedoense</i> for. <i>poukhanense</i>	.	1.1	+	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Common vegetation elements of Second deciduous forest, <i>P. densiflora</i>, & <i>Larix kaempferi</i> forest																				
<i>Smilax china</i>	+2	1.1	1.1	.	1.1	.	+2	+	.	+2	+2	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	.	1.1	+2	+	+2	1.1	+2	+2	+	.	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>	+	.	.	+2	+	+2	+	+2	2.2	+	+	2.1	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Callicarpa japonica</i>	2.2	.	2.2	.	2.1	.	+	2.2	3.2	2.2	2.2	.	2.2	1.1	.	.	.	.	.	.

Units* Subunits	I		II		III			IV	V		VI			
	I-1	I-2			III-1	III-2	III-3		V-1	V-2	VI-1	VI-2	VI-3	
<i>Viola albida</i> var. <i>chaerophylloides</i>	+	+	+
<i>Asparagus schoberioides</i>	+	+	+
<i>Arisaema amurense</i> for. <i>serratum</i>	+	.	+	2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Compositae sp.(1)	+	+	+
<i>Rubus crataegifolius</i>	+	2	.	1.1	.
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	.	.	1.1	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.
<i>Toxicodendron vernicifluum</i>	.	+	.	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vitis ficifolia</i> var. <i>sinuata</i>	.	+	+
<i>Celastrus orbiculatus</i>	+
<i>Indigofera kirilowii</i>	+
Cyperaceae sp.	+	2	.	.	.	.
<i>Viola variegata</i>	+
<i>Dryopteris sacrosancta</i>	+	2	.	.	.	.
<i>Convallaria keiskei</i>	.	.	1.1	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.
<i>Lilium leichtlinii</i> var. <i>maximowiczii</i>
<i>Populus x tomentiglandulosa</i>
<i>Corydalis ochotensis</i>
<i>Acer pictum</i> var. <i>truncatum</i>	+
<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i>	1.1	.	.	.	.	.
Gramineae sp.(2)
<i>Platanthera freynii</i>	2.1	.	.	.	.
<i>Chloranthus japonicus</i>	2.2	.	.	.	.

* Units and subunits: I (*Pinus densiflora-Quercus mongolica* community), II (*Quercus serrata-Quercus variabilis* community), III (*Larix kaempferi-Quercus serrata* community), IV (*Pinus densiflora-Castanea crenata* community), V (*Quercus serrata-Quercus variabilis* community (2)), VI (*Salix gracilistyla-Phragmites japonica* community); I-1 (*Stewartia koreana* group), I-2 (Typical group), III-1 (*Staphylea bumalda* group), III-2 (*Potentilla fragarioides* group), III-3 (*Firmiana simplex* group), V-1 (*Rubus idaeus* var. *microphyllus* group), V-2 (*Pueraria lobata* group), VI-1 (Typical group), VI-2 (*Salix koreensis* group), VI-3 (*Salix subfragilis* group)
 Species (+2 and one time) of companions: P01 (*Polygonatum involucreatum*, *Potentilla freyniana*), P05 (*Isodon japonicus*), P07 (*Dendranthema zawadskii* var. *latilobum*, *Desmodium podocarpum* ssp. *oxyphyllum*), P10 (*Carex siderosticta*), P17 (*Carpinus cordata*, *Cimicifuga heracleifolia*, *Dryopteris lacera*), P18 (*Artemisia japonica*), P20 (*Davallia mariesii*, *Juniperus rigida*); Species (+ and one time) of companions: P01 (*Vitis flexuosa*), P02 (*Viola keiskei*), P03 (*Osmorhiza aristata*), P06 (*Albizia julibrissin*, *Boehmeria longispica*, Compositae sp.(2), *Vicia unijuga*), P07 (*Rhamnus davurica*), P08 (*Conyza canadensis*, *Mazus pumilus*), P10 (*Dryopteris saxifraga*), P11 (*Ginkgo biloba*), P12 (*Codonopsis lanceolata*), P14 (*Thlaspi arvense*), P16 (*Vicia nipponica*), P19 (*Ambrosia artemisiifolia*, *Angelica czernaevia*, *Bidens frondosa*, *Oenothera odorata*, *Rumex crispus*)

1) 소나무-신갈나무군락 (I)

본 군락은 9개의 구곡 중 1곡, 2곡, 5곡, 8곡, 9곡 등 포천계곡의 최하단에서부터 최상단까지 분포하는 것으로 조사되었다. 군락의 대부분은 해발고도 191~507m 일대, 북서사면, 30~40°의 다소 급경사, 암석이 많은 갈색 산림토에 분포하였다.

본 군락의 식별종은 소나무와 신갈나무이다. 대부분 소나무가 주로 우점하는 식생구조이며 한 조사지점에서 신갈나무가 우점하는 구조를 나타내었다.

온대낙엽활엽수림의 대표적인 식생유형인 졸참나무-굴참나무군락의 식별종인 졸참나무, 굴참나무 등이 일부 함께 출현하였다.

평균출현 종수는 약 53종으로서, Lee and Lee(1989)의 한국산 소나무림 내 전체 평균출현종수 37.4종과 Chun et al.(2007)의 한국 소나무림 내 전체 평균출현종수 32.8종 보다 높게 나타났다. 이는 소나무 순림인 기존 연구와 달리 소나무 우점 외 다양한 낙엽활엽수림의 구성요소가 유입, 혼생하고 있기 때문으로 사료되었다.

하위 단위 군락으로 전형군과 노각나무군으로 구분되었다. 노각나무군은 감태나무, 노각나무, 꿩의다리, 고비, 숙은노루오

좁, 함박꽃나무, 단풍취, 족도리풀, 애기나리 등이 구분종으로 출현한다.

2) 졸참나무-굴참나무군락(II)

본 군락은 9개의 구곡 중 1곡, 3곡, 4곡, 5곡, 6곡 등으로 포천계곡의 최하단에서부터 중간 구곡까지 분포하는 것으로 조사되었다. 주로 해발고도 184~305m 일대, 북서사면 혹은 북동사면의 35~45° 급경사지, 암석이 많은 갈색 산림토에 분포하였다.

본 군락의 식별종은 졸참나무 및 굴참나무 이외 팔배나무, 단풍마, 대화말발도리, 박쥐나무, 은대난초, 쯤평의다리, *Veratrum* sp.이다.

군락의 대부분은 졸참나무가 우점하는 식생구조로 조사되었다. 일부 조사지점에서 굴참나무가 출현하지 않았으나, 식별종 및 공통 식생 요소에서 졸참나무-굴참나무군락에 속하는 것으로 사료되었다. 상대적으로 낮은 우점도의 소나무와 신갈나무가 출현하며, 일반적으로 온대 낙엽활엽수림에서 볼 수 있는 관목층 이하에서의 조릿대가 우점하는 형태를 나타내었다.

소나무-신갈나무군락과 졸참나무-굴참나무군락 사이의 공

통 식생요소로서 쇠물푸레, 노루오줌, 산박하, 털대사초, 맑은대쭉, 개머루, 물박달나무, 말나리, 우산나물, 가는잎죽제비고사리 등이 출현하였다. 이와 같은 공통 식생요소는 식별종과 더불어 소나무림과 낙엽활엽수림 사이의 세부적 식생의 변화에 대한 지표종의 역할을 할 수 있을 것으로 판단되었다.

3) 일본잎갈나무-졸참나무군락(Ⅲ)

본 군락은 9개의 구곡 중 3곡과 6곡 등 포천계곡의 중간 일대에 분포하는 것으로 조사되었다. 분포는 해발고도 242~314m 일대의 북서사면 혹은 북동사면, 15~42° 범위의 다양한 경사지, 암석이 많은 갈색 산림토에서 나타났다. 본 군락의 식별종은 일본잎갈나무와 졸참나무이었고, 기타 곶감나무, 뽕나무, 오동나무로 조사되었다. 이들 종종 뽕나무는 산림청지정 희귀종이다.

군락 구조는 일본잎갈나무가 주로 우점하였으며, 타 군락에 비해 상대적으로 높은 교목층 및 관목층(18m; 11.5m)으로 구성되어 있다. 일부 조사지점에서는 밤나무가 높은 우점도(4.4)로 아교목층을 졸참나무와 함께 우점하였다. 일본잎갈나무는 초기 경관이나 조림용으로 식재되었을 것으로 판단되나, 현재는 방치에 따른 자연 천이가 진행되어 군락의 계층구조가 복잡화된 특징이 나타났다.

하위 단위로 고추나무군, 양지꽃군, 벽오동군으로 구분되었다. 고추나무군은 고추나무, 갈퀴덩굴, 쇠물푸레 등이, 양지꽃군은 양지꽃, 황해쭉, 박달나무 등이, 벽오동군은 벽오동, 개암나무, 느릅나무 등이 구분종으로 출현하였다. 고추나무군 및 벽오동군은 양지꽃군에 비하여 높은 해발고도에 분포하나 상대적으로 계곡의 수 공간에 가까운 군이었으며, 양지꽃군은 북동사면에 분포하여 다른 군과 구분되었다.

본 군락과 졸참나무-굴참나무군락 사이의 공통 식생요소로서 말오줌때, 갈참나무, 개고사리, 꼭두서니가 출현하였다. 이와 같은 공통 식생요소는 식별종과 더불어 침엽수 식재림이 낙엽활엽수림으로 천이될 때 세부적 식생의 변화에 대한 지표종의 역할을 할 수 있을 것으로 판단되었다.

특히, 소나무림, 낙엽활엽수림, 일본잎갈나무림을 하나의 유기적 식생구조로 보았을 때, 주요 공통 식생요소로 청미래덩굴, 둥굴레, 회잎나무, 작살나무, 주름조개풀, 비목, 고갈제비꽃 등이 나타났다. 이는 향후 기후변화의 영향 및 천이에 따른 식생구조의 변화를 판별하는 지표로 활용이 가능하다고 판단되는 바이다.

본 군락은 현재 인위적 관리가 없기 때문에 향후 낙엽활엽수림으로의 천이가 이루어질 것으로 예상되었다. 또한 출현종 가운데 산림청 지정 희귀종인 뽕나무에 대한 개체군뿐만 아니라 자생지에 대한 지속적 보호관리가 필요하다고 판단되었다.

4) 소나무-밤나무군락(Ⅳ)

본 군락은 9개의 구곡 중 계곡 상단인 7곡에 분포하는 것

로 조사되었다. 군락 분포는 해발고도 312m 일대의 서사면, 약 40°의 급경사지암석이 많은 갈색 산림토에서 나타났다.

본 군락의 식별종은 상관부를 우점하는 소나무와 밤나무 이외의 특정 식물은 없었다. 또한 졸참나무-굴참나무군락과 소나무림 및 2차 낙엽활엽수림의 공통식생요소(1)에 의해 그 유사성을 찾을 수 있었다. 그 밖에 식별종 및 공통식생요소(2), 소나무림, 2차 낙엽활엽수림, 일본잎갈나무림의 공통식생요소가 전혀 출현하지 않았다. 그러나 소나무림, 2차 낙엽활엽수림, 하천식생 군락 간 전이대의 공통식생요소(1)인 환삼덩굴, 쭉, 곶감나무, 조팝나무, 죽제비싸리, 아까시나무 등 하천변에 가까운 숲 가장자리 등지에서 출현하는 식물종 중 일부가 출현하였다. 또한 전이대의 공통식생요소(2)인 짚레꽃, 줄말기, 칩 등 상대적으로 전이대의 공통식생요소(1)에 비해 건조한 지역에 자생하는 식물종 또한 함께 출현하였다.

5) 졸참나무-굴참나무군락(Ⅴ)

본 군락은 9개의 구곡 중 5곡과 7곡 등 포천계곡의 중간 이상에 분포하는 것으로 조사되었다. 군락 분포는 해발고도 262~317m 일대의 남서사면 혹은 동사면, 10~50°의 다양한 경사지, 암석이 많은 갈색 산림토에서 나타났다. 식별종은 졸참나무 및 굴참나무만 출현하였다. 졸참나무가 일반적으로 높은 우점도를 나타내었으나 7곡의 조사구에서는 굴참나무가 주로 우점하는 식생구조이었다.

본 군락과 유사한 졸참나무-굴참나무군락(Ⅰ) (Ⅱ)에서 칩과 같은 숲 가장자리에 우점하는 종의 출현 및 우점도 차이, 고유의 식생구조와 군락형성 환경조건의 차이에 따라서 별개의 군락으로 구분하였다. 특히, 소나무림과 2차 낙엽활엽수림의 공통 식생요소(2) 및 소나무림, 2차 낙엽활엽수림, 일본잎갈나무림의 공통식생요소 등의 미 출현을 통하여 산림 내 졸참나무-굴참나무군락 식생구조와 차이를 보이는 것을 알 수 있었다.

하위 단위로 멧떡떡기군, 칩군으로 구분되었다. 멧떡떡기군은 멧떡떡기, 버드나무속 식물, 더위지기, 큰개별꽃, 포아풀 등이, 칩군은 두릅나무, 복사나무, 갈풀 등이 구분종으로 출현하였다. 본 군락은 소나무림, 2차 낙엽활엽수림, 하천식생 군락 간 전이대의 공통 식생요소(1)인 환삼덩굴, 쭉, 곶감나무, 조팝나무, 죽제비싸리, 아까시나무 등 하천변에 가까운 숲 가장자리 등지에서 출현하는 식물종 중 일부가 출현하였다. 또한 전이대의 공통식생요소(2)인 짚레꽃, 줄말기, 칩 등 상대적으로 전이대의 공통식생요소(1)에 비해 건조한 지역에 자생하는 식물종 또한 함께 출현하였다.

6) 갯버들-달뿌리풀군락(Ⅵ)

본 군락은 9개의 구곡 중 5곡, 7곡, 8곡 등 포천계곡의 중간 이상에서 분포하는 것으로 조사되었다. 군락분포는 해발고도 259~347m 일대의 0~10°로 거의 평탄지, 남동 및 북서사면의

사질 양토에서 나타났다. 식별종은 달뿌리풀 이외에 갯버들, 사위질빵, 머느리밑씻개, 사상자, 울무쑥이었다.

대부분 달뿌리풀이 우점하는 식생구조이며 하천변 식생으로 교목층이 거의 형성되어 있지 않았고 대부분 초본이 우점하였다. 소나무림, 낙엽활엽수림, 일본잎갈나무림 등의 식생요소들은 출현하지 않았다. 하위 단위는 전형군, 선버들군, 버드나무군으로 구분되었다. 버드나무군은 개밀, 봄여뀌, 뽕나무, 버드나무, 닭의장풀 등이, 선버들군은 애기똥풀, 참나리, 고마리, 선버들 등이 구분종으로 출현하였다.

환삼덩굴, 쑥, 짚레꽃, 줄딸기 등과 같은 전이대의 공통 식생 요소에 의해서 숲 가장자리 산림군락인 소나무-밤나무군락 및 졸참나무-굴참나무군락(2)와 식생이 연결되는 것을 알 수 있었다. 수반중 역시 다른 산림 식생과는 차이를 나타내었다. 해당하는 종은 광 조건이 양호한 지역에 출현하는 참싸리, 개망초, 달맞이꽃, 말냉이, 망초, 미국가막사리, 잔잎바디 등이 출현하였다.

3. Ordination 분석

DCA 분석법을 실시한 결과(Figure 5), 식물사회학적 군락 분류(Table 1)와 그 분포가 일치하는 것으로 나타났다.

Axis 1을 기준으로, 우측으로 갈수록 하천에 가까운 식생 또는 인위적 영향이 높은 식생이 형성되는 것으로 판단되었으며, 좌측으로 갈수록 소나무 출현율이 높은 군락 또는 상대적으로 인위적 영향이 적은 자연 식생이 형성되는 것으로 판단되었다. 이와 같은 결과는 토양조건과 상관관계가 있는 것으로 사료되었다.

Axis 2를 기준으로 상부로 갈수록 굴참나무의 출현율이, 하부로 갈수록 일본잎갈나무의 출현율이 높은 형태로 나타났다. 이와 같은 결과에 의해 군락은 식생구조 이외에 기타 환경조건과는 상관관계가 없는 것으로 판단되었다.

소나무-신갈나무군락(PQ)과 졸참나무-굴참나무군락(QQ (1))은 다른 군락에 비해 상호 유사성이 높은 것으로 판단되었다. 이는 소나무, 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무 등의 수종이 두 군락 모두에서 출현함과 동시에 소나무림과 2차 낙엽활엽수림의 공통식생요소(2)에 기인하였다.

일본잎갈나무-졸참나무군락(LQ)은 소나무림과 낙엽활엽수림과 식생요소의 차이에 따라서 유사성이 약간 떨어졌다. 그러나 졸참나무를 비롯하여 소나무림과 2차 낙엽활엽수림의 공통식생요소(1)에 따라서 졸참나무-굴참나무군락(QQ (2))이나 갯버들-달뿌리풀군락(SP)에 비해 유사성이 높았다. 즉, 일본잎갈나무림에 대한 식생구조 평가의 결과처럼 인위적 영향이 없는 상태에서 점차 낙엽활엽수림으로의 천이가 이루어지고 있다고 사료되었다.

졸참나무-굴참나무군락(QQ (2))은 군락분류 결과와 달리

두 조사지점 간의 유사성이 떨어지는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 주요 상관부의 우점종인 굴참나무의 우점도를 비롯하여 조릿대의 우점도 및 하위단위 구분종인 소나무림, 2차 낙엽활엽수림, 하천식생군락 간의 전이대 공통 식생요소 차이가 영향을 미쳤다고 사료되었다. 그러나 군락분류에서 언급한 비와 같이 주요 수종의 우점도 유사성, 종의 출현 유무 유사성, 환경조건 등을 고려하였을 때 동일한 군락단위로 결정하는 것이 타당하다고 판단되었다.

갯버들-달뿌리풀군락(SP)은 군락분류의 결과와 같이 타 군락과 유사성이 매우 떨어지는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 식생 구성요소의 큰 차이뿐만 아니라 환경조건의 차이 역시 영향을 미쳤다고 사료되었다.

관광자원 활용을 위한 식생관리 방안

본 포천계곡은 하천 상류에 속하는 계곡 식생으로 수 공간을 중심으로 초본층으로 이루어진 하천변 식생이 소수 존재한다. 하천폭이 상대적으로 넓은 평지에 가까운 지점에서 하천변 식생이 형성되는 것으로 판단되었다. 대부분의 계곡이 큰 암석, 바위, 자갈 등으로 구성되었으며 토양층이 상대적으로 취약하여 하천변 식생형성이 어려웠다. 따라서 본 계곡의 대부분은 산림 식생이 우점하며, 그 중 전형적 산림 식생과 숲 가장자리 식생, 과거 식재림이 주를 이루었다. 산림 식생은 계곡과 바로 인접하고 있어 다양한 식물종 구성을 보였으며 종 다양성도 높게 나타났다. 숲 가장자리 식생구조뿐만 아니라 전형적인 산림 식생 유형을 나타내었다. 소나무가 우점하는 군락은 대부분 관목층 이하에서 벌채 등의 인위적 관리가 이루어지고 있었다.

1. 자연 식생 관리 방안

산림청의 숲가꾸기 사업은 인공 조림지나 천연림에 대해 가지치기, 어린나무 가꾸기, 숲아베기, 천연림 보육 등의 작업을 통해 숲의 건강성을 증진시키는 작업이다. 그 목적은 산림의 경제적·환경적 가치를 높이는 데 있다(Korea Forest Service, 2013). 이는 천연림의 인위적 관리를 의미하는 것으로서 천연림에 대해 인간의 목적에 따라 활용하는 것을 의미한다. 특히, ‘천연림 가꾸기’ 내용에서는 굵은 나무, 노쇠한 나무의 벌채 등 자연적으로 형성된 산림을 인위적으로 가꾸는 것으로 판단된다. 본 연구의 조사 대상지 식생의 경우도 위와 같은 특정 수종을 제외하고 무작위 벌채가 이루어지는 군락(소나무군락)이 발생하는 지점이 있다.

자연림은 스스로 천이하고 변화하며 생육이 나빠거나 수형이 좋지 않은 식물은 천이 등에 의해 자연적으로 도태된다. 이에 따라 천연상태의 자연식생은 스스로 산림의 갱신이 가능

한 상태를 과도하게 인위적으로 관리할 필요가 없다고 사료된다. 산림은 목적에 따라 최소한의 인위적 관리로 유지되는 것이 자연과 인간 양쪽 모두에게 유리하다 판단되는 바이다.

1) 소나무군락의 관리방안

소나무 군락은 다양한 환경조건에 의해서 다양한 식분을 형성한다. 특히 소나무는 광 조건이 양호하면 그 환경조건에 적응하는 식물로서 다양한 군락을 형성한다. 또한 소나무림은 인위적 교란이나 인간 활동에 적응하여 다양한 군락의 형태를 보여준다. 소나무림은 환경조건 및 인위적 교란 등에 의해서 네 가지 형태로 식생구조를 형성하는데, 그 형태는 초생림(初生林), 토지적 극상림, 이차림, 식림(植林)이다(Hukushima, 2006). 본 연구 조사지의 소나무림은 조엽수림이나 낙엽활엽수림 등이 벌채가 이루어졌던 곳에서의 자생적인 이차림에 속한다. 현재 행해지는 소나무 순림을 가꾸기 위한 벌채 등은 자연 천이상 퇴행 천이에 속한다고 볼 수 있다. 특히, 지속적인 숲가꾸기 사업과 관련된 낙엽활엽수종의 관리는 산림 식생의 구조 및 안정성, 종 다양성에 악영향을 미친다.

본 소나무군락은 일본에서 보고된 낙엽활엽수 2차림 유형인 굴참나무-졸참나무군집(Miyawaki and Okuda, 1990)의 표징종 및 구성종인 굴참나무, 졸참나무, 감태나무, 청미래덩굴, 대팻집나무, 서어나무, 때죽나무, 굴피나무 등이 다수 출현하였다. 이는 지구온난화와 결부되어 향후 인위적 관리가 중지되면 전형적인 졸참나무-굴참나무군락으로 천이될 가능성이 높다고 사료되었다.

따라서 소나무림의 관광자원 활용 및 식생구조 유지를 위해 다음과 같은 관리방안이 필요하다. 우선 현존 산림 식생인 소나무림을 유지하면서 하위층 수종에 대한 선택적 벌채를 고려할 필요가 있다. 신갈나무, 졸참나무 등 전형적인 낙엽활엽수림의 구성종 중 교목성을 띠는 수종이 관목 기준 이상으로 성장하였을 때 선택적 벌채를 실시한다. 그 외 수종은 자연식생 그대로 유지 관리하며 안정된 산림식생 구조를 유지하고 소나무림으로 관리를 지속한다. 또한 교목성의 낙엽활엽수종 중 전통적으로 소나무군락 내에서 자생하는 수종은 그대로 두어 전형적인 소나무군락 식생구조를 유지한다. 전형적인 소나무군락 구성 낙엽활엽수종(Miyawaki and Okuda, 1990; Miyawaki *et al.*, 1994)은 오갈피나무, 소귀나무, 정금나무, 매화오리나무, 쇠물푸레나무, 개웃나무, 졸참나무 등의 표징종 및 구성종으로서 한국의 자생종과 일치하였다. 또한 대부분 소나무 군락에서 진달래속 식물이 주요 표징종 및 구성종으로 나타났다. 한국의 소나무군락에서도 진달래, 철쭉, 산철쭉 등이 함께 출현하는 경우가 다수 보고(Lee *et al.*, 2011)되었으므로 진달래속 식물에 대한 유지 관리 또한 중요하다고 판단되었다.

본 고찰에서 일본의 식생구조를 참고한 이유는 국내에 일본 식생편람(Miyawaki *et al.*, 1994)과 같은 군집 단위에 관련된

정리한 부재하여 새로운 산림식생 관리방안을 제시하기 어렵기 때문이었다. 따라서 한국과 유사한 식생구조를 지닌 일본의 자료를 활용하여 관련 수종을 제시하게 되었다. 향후 국내 종합식생 구조 체계가 성립된다면 관리 수종이 바뀔 가능성을 배제할 수는 없다. 일부 인위적 영향으로 발생한 나대지 등은 주변 관목 및 초본층 식생의 식물종으로 복원할 필요가 있다. 또한 역사적으로 응와(凝窩) 이원조 선생의 포천구곡에 관한 시(Han and Jeon, 2012)에도 표현된 소나무림을 유지, 관리하는 것은 큰 의미가 있다고 판단되었다.

2) 하천변 식생의 관리방안

하천변 식생은 형성 초기 유량변화에 따라 침식의 영향을 받지만, 식물이 성장한 중, 후기에는 오히려 물의 흐름에 영향을 주어 주변에 다양한 미지형을 형성한다고 보고되어 있다(Barbour *et al.*, 1980). 하천변 식생의 군락 유형은 생육환경과 구성종의 특징에 따라 구분되며, 상대적으로 유수의 영향이 큰 저수부지 군락과 상대적으로 안정적이나 건조한 조건의 고수부지 군락으로 구분되는 경우를 비롯하여 하천 상류, 중류, 하류의 군락으로 구분되는 경우 등으로 크게 구분될 수 있다. 기타 홍수 등에 의한 침식 정도에 의해서 다양한 형태의 식물군락이 형성되기도 한다고 알려져 있다(Ahn, 2011).

Lee *et al.*(2013)에 따르면 하변림은 홍수 등 물의 흐름에 따라 훼손될 가능성이 높다고 언급하였다. 따라서 본 연구에서 조사된 하변림에 가까운 졸참나무-굴참나무군락(2)에 대해서 물의 흐름 등을 고려한 지속적 대책 마련이 필요하다고 사료된다. 또한 지속적인 수위변화 및 하변림의 유실정도의 상관관계와 산림 유실에 대한 방지 및 복원에 대한 차기 연구가 요구된다.

본 연구에서 나타난 유일한 하천변 식생(갯버들-달뿌리풀군락)은 하변림 식생보다 더 물 흐름의 영향에 노출되어 있기 때문에 지속적 관심이 필요하다고 사료된다. 그러나 주로 달뿌리풀이 대부분을 우점하는 식생이기 때문에 토양 유실 등이 없는 한 식생의 큰 변화는 없을 것으로 판단된다. 하천 하류의 넓은 하천변에 형성되는 다양한 식생구조에 비해, 상류부의 좁은 계곡에서는 현재의 개체군에 가까운 식생구조를 유지하는 것이 관광자원으로 활용하기 위해서 더 유리하다고 판단된다. 또한 좁은 공간에서 다양한 초본식생이 형성되는 것은 통일된 경관미의 저하가 예상되는 바이다.

2. 생물다양성 증대 방안

현존 식생에서의 전체 출현 식물종수는 207종으로 조사되었다. 소나무 신갈나무군락에서의 평균 출현종수는 52.5종이었고 졸참나무-굴참나무군락(1)의 평균 출현종수 52.8종, 일본잎갈나무-졸참나무군락의 평균 출현종수 44종, 소나무-밤나무군락의 출현종수 33종, 졸참나무-굴참나무군락(2)의 평균 출현종

수 26종, 갯버들-달뿌리풀군락의 평균 출현종수 22.3종으로 조사되었다. 이와 같은 결과는 주변 가야산국립공원의 출현종수인 541종(Kim *et al.*, 1989; You *et al.*, 2013)에 비하여 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이론적으로 종 다양성(Barbour *et al.*, 1980; Kent and Coker, 2002)을 높이기 위해서는 다양한 종수와 더불어 특정종이 우점하는 형태가 아닌 출현종의 우점도가 평균적으로 높아야 한다고 알려져 있다(Lee *et al.*, 2011). 따라서 조사지에서의 상대적으로 낮은 식물종 다양성을 높이기 위한 관리가 필요하다고 사료된다.

결론적으로 본 포천 계곡에 대하여 본 관광자원으로서의 활용과 자연식생의 유지를 모두 만족시키기 위한 다음과 같은 관리방안이 필요하다. 연구 대상지의 교목층에서는 현 식생구조를 유지하되 그 하층부에서는 교목성을 띠는 수종이 관목 이상으로 성장하였을 때 인위적 관리를 실시하여야 한다. 또한 식물 종다양성을 높이기 위해 관목층 이하에서의 특정수종의 우점이 아닌 다양한 식물종이 평균적으로 높은 우점도를 유지할 수 있도록 인위적 관리를 실시한다.

REFERENCES

- Ahn, Y.H.(2011) Ecology for Landscape Architecture. Taerim publishing co, Seoul, pp. 219-222. (in Korean)
- Ahn, Y.H., S.J. Lee, G.M. Shin and E.J. Park(2007) The vegetation and flora of village groves in Paengseong-eup, Pyongtaek city, Kyonggi-do, Korea. Korean. J. Environ. Ecol. 21(6): 515-525. (in Korean with English abstract)
- Bae, J.H.(2006) The official life of Yi WonJo, Eungwa and way to improve Samjeong system. Toegye Studies and Korean Culture 39: 119-160. (in Korean with English abstract)
- Barbour, M.G., J.H. Burk and W.D. Pitts(1980) Terrestrial plant ecology. Benjamin/Cummings Publishing Company, Menlo Park, CA.
- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie Grundzuge der Vegetationskunde(3rd ed.). Springer, New York, 865pp.
- Chun, Y.M., H.J. Lee and I. Hayashi(2007) Syntaxonomy and synegeography of korean red pine forests in Korea. Korean. J. Environ. Ecol. 21(3): 257-277. (in Korean with English abstract)
- Han, H.H. and Y.G. Jeon(2012) A practical application based on storytelling: A case of Pocheon-Gugok in Seongju county. J. Photo Geography 22(4): 1-11. (in Korean with English abstract)
- Han, S.H.(2012) Analysis of geomorphological features and storytelling in Gugok. Ph.D. Dissertation, Daegu Catholic University, Daegu.
- Hukushima, K.(2006) Vegetation management. Asakura Shoten Press, Tokyo, 73pp. (in Japanese)
- Jan, L. and P. Smilauer(2003) Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge Uuniversity Press, United Kingdom.
- Jeong, M.H.(1991) Vegetation of Mt. Kaya. MS Dissertation, Wonkwang University, Iksan.
- Joe, J.C.(1987) Study of Conservation of pine grove in natural park-A case study of Hongryu-Dong valley in Kaya mountain national park. MS Dissertation, The University of Seoul, Seoul.
- Kang, G.Y.(2006) Eungwa Lee Won Joe's life and the several aspects of his poetic world. Toegye Studies and Korean Culture 39: 95-118. (in Korean)
- Kang, J.S. and M.K. Kim(2008) Gugok culture of KyeongbukI. Kyungpook National Univ. Press, Daegu. (in Korean)
- Kee, K.D.(2008) The geomorphological features of Dongcheon-gugok in the eastern part of Gyeongsang province. J. Kor. Geomorpho. A. 15(2): 95-109. (in Korean with English abstract)
- Kee, K.D.(2012) The geomorphological features of Dongcheon-gugok in Korea. J. Kor. Geo. Inf. Sci. 19(3): 123-134. (in Korean with English abstract)
- Kent, M. and P. Coker(2002) Vegetation description and analysis: A practical approach. John Wiley & Sons Ltd, England.
- Kim, J.S.(1990) The actual vegetation and degree of green naturalness in Gaya mountain national park. J. of Basic Sci. 1: 209-223. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.S., G.T. Kim and J.S. Woo(1989) A study on the vegetation in Kaya mountain national park. J. Korean Applied Ecology 3(1): 16-27. (in Korean with English abstract)
- Kira, T.(1948) On the altitudinal arrangement of climatic zones in Japan. Kanti-Nogaku 2: 143-173. (in Japanese)
- Korea Forest Service(2013) <http://www.nature.go.kr/kpni/index.do>
- Korea National Park Service(2013) <http://www.knps.or.kr/>
- Lee, C.S., G.S. Lee, H.B. Lee, Y.H. You, G.D. Kim, J.H. Park, S.H. Jeong, J.G. Kim, Y.C. Jeo, H.T. Moon and T.C. You(2013) Restoration ecology-Hitech field of ecologych-. Life Science Press, Seoul. (in Korean)
- Lee, H.J., D.W. Byun, W.S. Kim, J.S. Lee and C.H. Kim(1993) Phytosociological study on the forest vegetation of Mt. Kaya. Korean. J. Ecol. 16(3): 287-303. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.J., K. Ohno, and Y.H. Ahn(2011) Study of analysis of vegetation structure and species diversity for vegetation management on shrine forest of Miwhang-sa in Korea. Korean. J. Environ. Ecol. 25(4): 540-561. (in Korean with English abstract)

- Lee, W.C. and C.H. Lee(1989) Phytosociological studies on the *Pinus densiflora* forest in Korea. Korean. J. Ecol. 12: 257-284. (in Korean with English abstract)
- Miyawaki A. and S.T. Okuda(1990) Illustration of Plant community in Japan. Shibundo, Tokyo, pp. 620-645. (in Japanese)
- Miyawaki A., S.T. Okuda and R.O. Fujiwara(1994) Handbook of vegetation in Japan. Shibundo, Tokyo, 100pp. (in Japanese)
- Oh, K.K., T.H. Kwon and M.Y. Yang(1989) Edge vegetation structure in Kaya mountain national park. J. Korean Applied Ecology 3(1) : 51-69. (in Korean with English abstract)
- Park, K.W., Y.H. Kwon, K. Choi, S.H. Oh, D.K. Kim and J.H. Kim (2005) Review paper: Forest vegetation and floristic studies of Mt. Gaya national park -Especially on the Danji bong area-. Kor. J. Env. Bio. 23(1): 1-20. (in Korean with English abstract)
- Rho, J.H.(2008) A study on the Topo Aesthetics and geomorphometrical characteristics of Wuyi Gugok in China: Focus on comparison with Gu gok in Korea. J. Kor. Insti. of Tradi. Landsca. Archi. 26(4): 1-11. (in Korean with English abstract)
- Seongju-Gun(2018) <http://www.sj.go.kr>
- Song, J.S., D.G. Sin, J.S. Lee, H.K. Kim and G.H. Eom(2009) Synecological study of the forest vegetation on Mt. Boryeonsan, Chungcheongbuk province. Korean. J. Environ. Ecol. 23(1): 66-77. (in Korean with English abstract)
- Species Korea(2013) <http://www.nibr.go.kr/species/>
- Van der Maarel, E.(1979) Transformation of cover abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Vegetatio 39: 97-114.
- Yim, Y.J. and T. Kira(1975) Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsular. I. Distribution of some indices of thermal climate. Jap. J. Ecol. 25: 77-88.
- Yim, Y.J.(1976) Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsular. III. Distribution of tree species along the thermal gradient. Jap. J. Ecol. 27: 177-189.
- Yim, Y.J.(1977) Ibid. IV. Zonal distribution of forest vegetation in relation to thermal climate. Jap. J. Ecol. 27: 269-278.
- You, J.H., S.K. Jeon and J.W. Seol(2013) Flora and conservation plan of Gayasan national park. J. Korean. Env. Res. Tech. 16(1): 109-130. (in Korean with English abstract)