

오대산국립공원 공원문화유산지구 식생비오톱 특성 분석

김지석* · 이영경** · 이병인***

*부산대학교 생명산업융합연구원 · **동국대학교 조경학과 · ***부산대학교 바이오환경에너지학과

Characteristics of Vegetation Biotope in Cultural Heritage Site of Odaesan National Park

Kim, Ji-Suk* · Yi, Young-Kyoung** · Yi, Pyong-In***

*Institute of Comprehensive Bio Industrial, Pusan National University

**Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University

***Dept. of Bioenvironmental Energy, Pusan National University

ABSTRACT

We investigated the vegetation structure in Cultural Heritage Site of Odaesan National Park using 52 quadrats for each type of land use to figure out some characteristics of plant biotope. As we classified vegetation communities, they are six groups of communities. distinguished species in two of them are *Taraxacum officinal*, *Erigeron annuus* and *Poa pratensis* which are common in urban areas. Distinguished species in one of them are *Potentilla fragarioides* var. *major* which is common in outskirts of forest. And Distinguished species in another 3 communities are *Sasa borealis* and *Quercus mongolica* which are common in forest.

Using TWINSpan and DCA, we are able to classify the six communities into 3 types biotope (temple-biotope, slope-biotope, forest-biotope) in Cultural Heritage Site. The dominant species of urban-biotope are *Poa pratensis*, *Artemisia prinseps* and that of slope-biotope is *Tripterygium regelii*. Also the dominant species of forest-biotope are *Quercus mongolica*, *Abies holophylla* and *Ulmus davidiana* var. *japonica*. We could see more species in slope-biotope than another biotope types. Moreover, in urban-biotope types, we could find many of naturalized plant species.

Key Words: Community Classification, Indicator Species, Land-Use Type

국문초록

국립공원 공원문화유산지구의 식생비오톱 특성을 알아보기 위하여 오대산국립공원을 대상으로 52개의 방형구를 토지이용유형별로 설치하여 식생구조를 조사하였다. 군락분류결과, 6개 군락으로 분류되었으며, 2개 군락의 식별종은 서양민들레, 개망초, 왕포아풀로 도시화지역, 본 조사에서는 사찰지 내에 분포하는 식물이었다. 1개 군락의 식별종은 양지꽃으로 숲 가장자리에 주로 분포하는 종이었으며, 3개 군락의 식별종은 조릿대와 신갈나무로 산림지역 분포식물이었

Corresponding author: Young-Kyoung Yi, Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University, Gyeongju 38066, Korea, Tel.: +82-54-770-2233, E-mail: yiyk@dongguk.ac.kr

다. TWINSpan에 의한 군락분류와 DCA 기법을 활용한 서열분석을 통하여 공원문화유산지구는 사찰비오톱, 사면벌채지 비오톱, 산림비오톱으로 구분할 수 있었으며 유형별 중수, 귀화식물, 상대우점치, 유사성에서 차이를 확인하였다. 사찰비오톱 우점종은 왕포아풀과 쭉이였으며, 사면벌채지비오톱은 미역줄나무, 산림비오톱은 신갈나무, 전나무, 느릅나무였다. 사면벌채지비오톱은 다른 비오톱에 비하여 출현 중수가 많았으며, 사찰비오톱은 귀화식물 출현 중수가 많았다.

주제어: 군락분류, 식별종, 토지이용유형, TWINSpan, DCA

1. 서론

우리나라 국립공원은 1967년 지리산국립공원이 처음으로 지정된 이후로 2015년 현재까지 21개소가 지정되어 관리되고 있다. 국립공원은 자연공원 중 하나로 우리나라의 자연생태계나 자연 및 문화경관을 대표할만한 지역(자연공원법 제 2조)이다. 관리를 맡고 있는 공원관리청은 효율적인 관리를 위하여 공원 자연보존지구, 공원자연환경지구, 공원마을지구, 공원문화유산지구로 용도지구를 지정하고 있다. 이 중 공원문화유산지구는 '문화재보호법'에 따른 지정문화재를 보유한 사찰과 '전통사찰의 보존 및 지원에 관한 법률'에 따른 전통사찰의 경내지 중 문화재의 보존에 필요하거나 불사에 필요한 시설을 설치하고자 하는 지역이다. 2011년 자연공원법 개정에 따라 신설된 용도지구로 공원문화유산지구의 역할과 가치에 대한 기초적인 조사와 연구가 진행되지 못하였다. 공원관리청은 2015년 '국립공원 내 공원문화유산지구의 공익적 가치평가 연구', 2014년 '국립공원 공원문화유산지구 전통문화경과 저해요인(외래식물) 현황조사' 등 공원문화유산지구에 관한 연구와 조사를 진행하였다.

오대산국립공원 공원문화유산지구는 지정된 지 오래되지 않아 다양한 연구가 진행되지 않았으나, 오대산국립공원의 전반적인 식생에 관한 연구는 1972년 '오대산 삼림식생의 식물사회학적 연구'(Park, 1972)를 시작으로 전나무림에 관한 연구(Hong *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2008), 산림식생 특성 연구(Kim, 1992; Byun *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 1998; Lee, 2000; Yu *et al.*, 2003; Kim, 2006a) 등이 진행되었다. 대부분의 연구는 전나무림이나 활엽수림, 혼합림에 관해서이거나 해발고에 따른 식생 차이, 천이계열 분석 등이었으며, 오대산국립공원 전체나 국지적으로 분포하는 특이 식생에 대한 연구가 많았다. 오대산국립공원에 위치한 월정사나 상원사, 북대사 등 사찰 주변 식생 및 사찰 내 식생에 대한 연구는 진행되지 않았다.

공원문화유산지구의 지정은 국립공원의 효율적 관리를 위하여 지정된 곳이기에 공원문화유산지구에 관한 연구는 관리방안 제시를 요구한다. 관리는 공간 특성을 고려한 관리가 이루어져야 하며, 국립공원과 같이 자연생태계나 자연 및 문화경관을 대표할만한 지역은 다양한 생물의 서식처를 고려한 관리가 이루어져야 한다. 생물 서식처를 고려하여 관리방안을 제시하는 방법 중, 독일은 비오톱을 유형화하고 비오톱지도도 작성한

후 관리목적에 따른 평가를 통하여 목적 달성을 위한 관리방안을 수립하고 있다.

비오톱(biotope)이라는 개념은 Dahl(1908)에 의해 처음으로 소개되었다. 1877년 Möbius가 제시한 생물군집의 개념을 발전시켜 생물이 서식하는 물리적인 요인의 복잡성을 정의하기 위하여 소개된 개념이다. Tansley(1935)는 생태계의 개념을 정의하면서 Dahl의 비오톱 개념을 활용하여 생물군집(군락)에 무기환경을 가한 통합체를 생태계(ecosystem)라고 하였다. 즉, 생물군집이 서식하는 무기환경(물리적인 요인)을 비오톱이라 할 수 있다. 이후 Sukopp and Weiler(1988)는 비오톱을 '공간적 경계를 가지는 특정 생물군집의 서식지'라고 정의하였으며, 비오톱은 고유한 속성을 가지며 다른 환경과 구분될 수 있다고 하였다. 비오톱은 생물군집의 특성을 반영한 개념이며, 생물군집의 분류를 통하여 비오톱의 공간적 경계를 구분할 수 있는 것이다.

국내 비오톱 관련 연구를 보면, 시가지지역에서는 토지이용유형을, 자연지역에서는 식생분포특성을 비오톱 유형 분류의 기준으로 활용하고 있다. 시가지지역에서 토지이용유형을 비오톱 유형화 기준으로 사용하는 이유는 도시 내 토지이용에 따른 생물종조성의 영향에 대한 연구결과에 기초하고 있다(Lee *et al.*, 2011). 토지이용유형에 따라 생물군집의 차이를 보여주는 연구는 야생조류(Kim *et al.*, 2012; Hong and Lee, 2008), 잠자리(Kim *et al.*, 2013) 등이 있어 토지이용유형에 따라 생물종 구성의 차이를 보인다는 연구가 진행된 바 있어 토지이용유형을 기반으로 한 비오톱 유형분류의 타당성을 높이고 있다. 특히 식생은 공간유형을 생태적으로 구분하는 단위로 이용되어 왔고(Atkinson, 1985), 그 지역의 지형 및 토양, 인위적 간섭 등 영향을 대변한다(Motzkin *et al.*, 1999). 하지만, 국내 식생 비오톱 관련 연구에서는 군집분류를 통하여 비오톱의 공간적 경계를 구분하는 연구는 부족한 실정이다. 비오톱의 공간적 경계를 구분하여 비오톱지도 작성을 시작한 독일의 경우, 비오톱 지도는 토질, 수질, 대기, 기상, 토지이용, 교통·소음, 에너지 등의 정보를 담은 환경정보지도 역할을 한다(Kim *et al.*, 2009). 비오톱에 대한 정확한 분류와 특성은 대상지역의 환경 정보를 포함하기에 관리목적에 따른 관리방안 제시에 매우 유용하다고 할 수 있다. 우리나라의 자연생태계나 자연 및 문화경관을 대표할만한 국립공원은 생태적 특성을 고려한 관리가 필요한

지역이기에 비오톱과 같이 생태적 특성이 반영된 공간유형별 관리방안을 수립하는 것은 중요하다.

이에 본 연구에서는 2011년 신설된 국립공원 공원문화유산 지구 관리방안 수립 시, 국립공원 공원문화유산지구의 비오톱 유형별 식생특성을 분석하여 향후 생태적 특성을 고려한 관리에 유용한 자료로 활용하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상지

공원문화유산지구는 국립공원 내 총 사찰 333개소 중 193개 사찰을 포함하고 있다. 공원문화유산지구가 없는 태안해안국립공원부터 가장 넓은 면적(2,895km²)인 지리산국립공원까지 지정 면적은 다양하다. 국립공원 공원자연보전지구는 전체의 22.6%, 공원자연환경지구는 77.0%, 공원문화유산지구 0.3%, 공원마을지구 0.1%로 공원문화유산지구면적은 적은 편이다. 연구대상지인 오대산국립공원의 공원자연보전지구는 49.8%, 공원자연환경지구 49.8%, 공원문화유산지구 0.2%, 공원마을지구 0.2%로 공원자연보전지구와 공원자연환경지구의 비율이 비슷하다 (Figure 1 참조). 공원문화유산지구 면적은 0.617km²로 전체 국립공원 중 13번째에 해당하며 9개 지역으로 나누어져 있다.

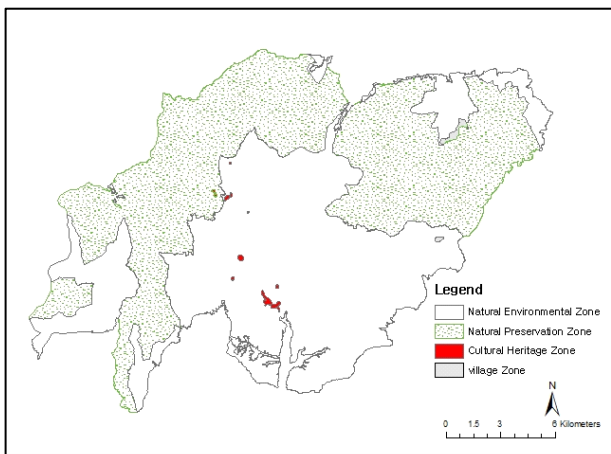


Figure 1. The location of cultural heritage site in Odaesan National Park

2. 조사내용 및 방법

오대산국립공원 공원문화유산지구의 토지이용유형별 식생구조 특성을 알아보기 위하여 공원문화유산지구의 토지이용유형을 조사하고 산림은 현존식생조사를 통하여 세분화하였다. 토지이용유형과 현존식생조사 결과를 바탕으로 토지이용유형 및

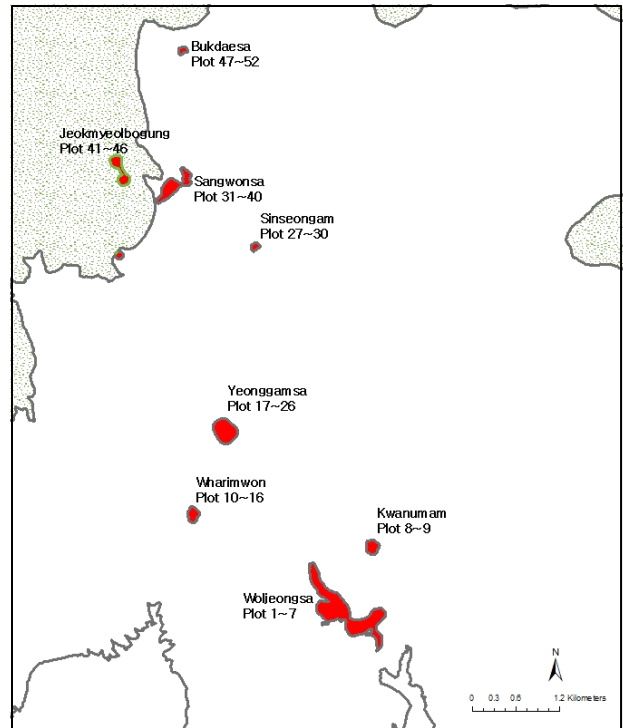


Figure 2. The location of survey plot

현존식생별 초본층 식생에 대하여 총 52개의 조사구를 선정하였다. 오대산국립공원 공원문화유산지구는 9개의 패치로 구분할 수 있으며, 서대사를 제외한 8개 지역에 2~7개씩 조사구를 설치하였다(Figure 2 참조). 조사구는 분류된 토지이용유형 및 현존식생 유형 내에서 주변효과의 영향을 보다 적게 받은 입지의 한 가운데를 중심으로 선정(Kim, 2006)하였다.

토지이용현황 조사는 인공위성영상 자료를 참고로 하여 1:1,000 수치지형도에 공간별 토지이용현황을 조사하였다. 이후 직접 현장을 방문하여 인공위성영상과 실제 문화유산지구의 차이를 확인한 후 수정, 보완하였다. 현존식생도는 식물군락의 상관을 식생도 작성의 기준으로 하여 1:5,000 수치지형도에 경계를 구분하여 작성하였다. 특이성이 있는 지역(초지, 수역 등)은 인공위성영상 자료를 참고 후 구분하여 현장조사에서 발생할 수 있는 오류를 최소화 하였다. 토지이용유형별 식생 특성을 알아보기 위한 식물군락구조 조사는 표본조사법 중 가장 일반적으로 실시하고 있는 방형구법을 실시하였다. 조사구 크기는 2×2m(4m²)로 하였으며 출현식물종의 우점을 평가하는 피도의 계급 판정은 Braun-Blanquet 방법(Braun-Blanquet, 1932)에서 활용되고 있는 scale을 변형한 9계급의 변환통합우점도(Westhoff and van der Maarel, 1973)에 준하여 기재하였다. 군락분류는 유사한 표본단위들을 하나의 집단으로 만들어 다른 집단과 구분되게 하는 과정으로 TWINSPAN(Hill, 1979)을 활용하였다. 분류된 식물군락을 비오톱 유형화하기 전에 환경

요인과의 관계를 고려한 분석기법인 서열분석을 실시하여 군락별 상대적 위치를 검토하여 보완하였으며, 비오톱을 유형화하고 명명하였다.

비오톱 유형별 특성을 알아보기 위하여 비오톱 유형별 종수, 귀화율, 상대우점치, 유사도지수 분석을 하였다. 종수는 각 비오톱 유형별 평균비교를 위하여 ANOVA 분석(SPSS 18.0)을 실시하였으며, 귀화율은 비오톱 유형별 총 출현종수에 대한 귀화식물 종수의 비율로 나타내었다. 상대우점치는 군락에서 한 종이 차지하는 상대적인 중요성의 정도를 나타내는 값으로 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 활용하여 산출하였다(Curtis and McIntosh, 1951). 본 조사에서는 상대빈도와 상대피도를 활용((상대빈도+상대피도)/2)하여 상대우점치값을 산출하였다. 유사도지수는 Sørensen(1948)의 지수를 활용하였으며, 수식은 식 1과 같다.

$$\text{유사도지수} = \frac{2c}{a+b} \quad (\text{식 1})$$

- a: 조사구 A의 종수
- b: 조사구 B의 종수
- c: 조사구 A와 B의 공통 종수

III. 결과 및 고찰

1. 토지이용 및 현존식생 현황

오대산국립공원 공원문화유산지구를 대상으로 토지이용유형에 따라 현황도를 작성하고(Figure 3~10 참조) 각 유형별 면적비율을 산정하였다. 토지이용유형은 총 10개로 분류하였고, 이 중 산림은 현존식생에 따라 6가지로 세분하였다. 산림은 전체 문화유산지구 면적의 70%(442,066m²)로 대부분의 면적을 차지하였고, 나지 7.7%, 도로 5.1%, 수면 4.3%, 건물과 산림 경계부에 형성되는 사면은 약 4.2%, 건물 3.5% 등이었다. 문화유산지구내 현존식생은 신갈나무와 낙엽활엽수군락이 주요 군락이었으며, 침엽수군락으로는 전나무군락, 소나무군락, 잣나무군락이 확인되었다. 신갈나무군락은 전체의 22.1%로 가장 넓었고, 낙엽활엽수군락 17.9%, 전나무군락 17.0%, 소나무군락 7.7% 순이었다(Table 1 참조). 조사구는 토지이용유형과 현존식생에 따라 배치하였으며, 소나무군락은 능선부 경사가 급한 곳에 위치한 곳에 많아 조사구에서 제외하였다.

오대산국립공원은 삼림식생이 97.2%이고, 2.8%는 비삼림이며, 삼림식생은 활엽수림 72.0%, 침엽수림 16.0%, 혼효림 10.6%, 기타 1.4%, 암벽식생 0.0%(Kim et al. 2015a)으로 구성되어 있다. 오대산국립공원 공원문화유산지구와 비교해보면, 산림면적

Table 1. Areas of Land-use types in cultural heritage site

Land-use type	Actual vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)	Plot No.
Forest	<i>Abies holophylla</i>	107,245	17.0	21, 39, 7
	Deciduous broadleaf	113,156	17.9	9, 11, 16, 26, 28, 40
	<i>Larix kaempferi</i>	4,417	0.7	25, 30
	<i>Pinus densiflora</i>	48,725	7.7	-
	<i>Pinus koraiensis</i>	35,832	5.7	2, 33, 34, 52, 12, 22
	<i>Quercus mongolica</i>	139,644	22.1	20, 29, 42, 44, 45, 49, 50
Slope		26,351	4.2	5, 8, 19, 32, 47, 48
Grass		4,207	0.7	3, 14, 43
Planting site		14,958	2.4	8, 17, 35, 36, 41
Farmland		6,861	1.1	24
Grassland		6,193	1.0	1, 10, 13, 23, 27, 38, 53
Barren area		48,730	7.7	4, 6, 15, 18, 31, 37, 46, 51, 54
Building		22,408	3.5	-
Road		32,382	5.1	-
Water		27,255	4.3	-
Total		631,410	100.0	

은 공원문화유산지구가 70%로 차이를 보였고, 비산림지역은 공원문화유산지구는 30%로 오대산국립공원 전체 비산림식생 2.8%와 큰 차이를 보였다.

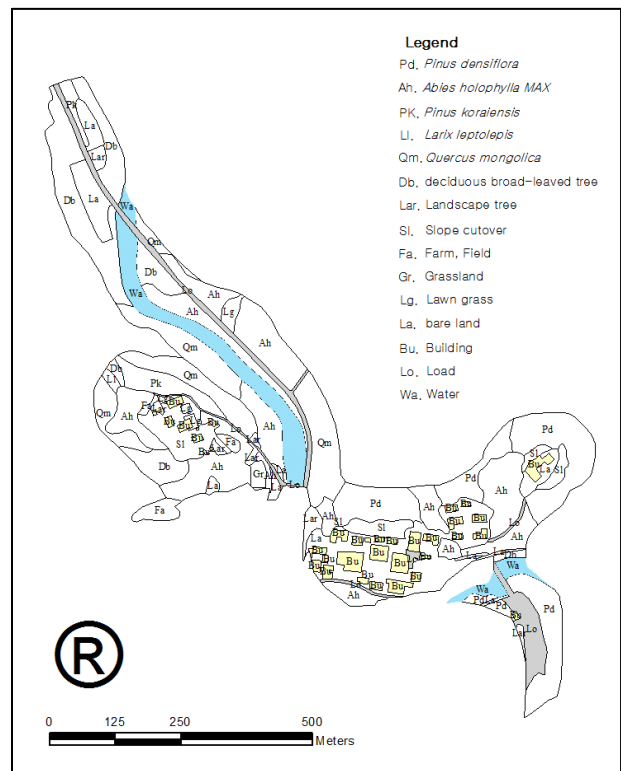


Figure 3. Actual vegetation of Woljeongsang

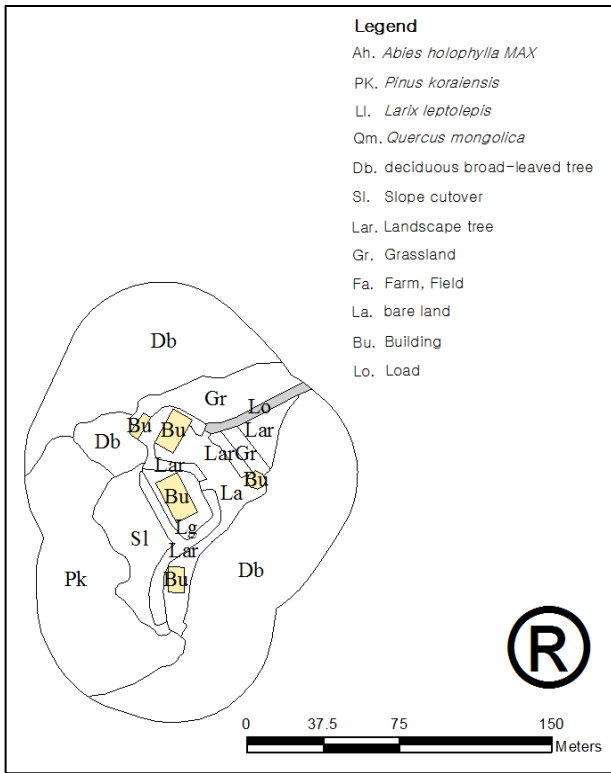


Figure 4. Actual vegetation of Wharimwon

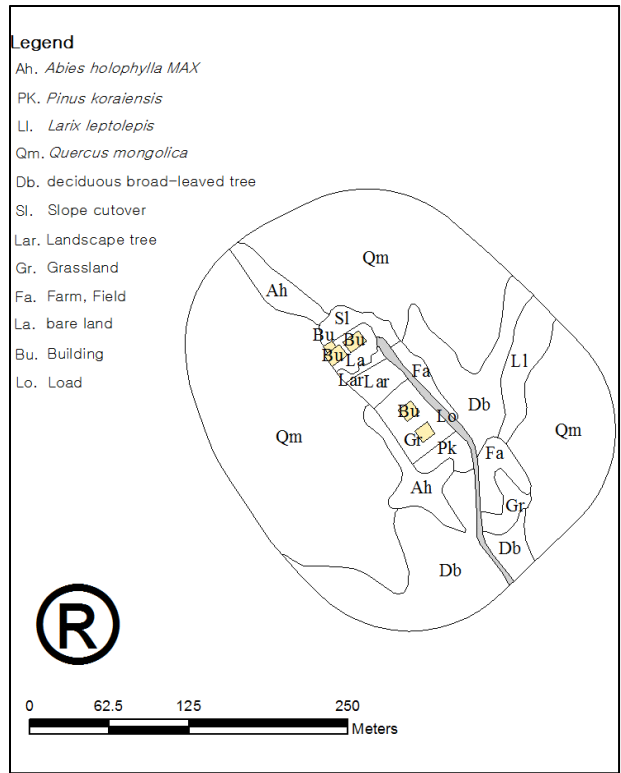


Figure 6. Actual vegetation of Yeonggamsa

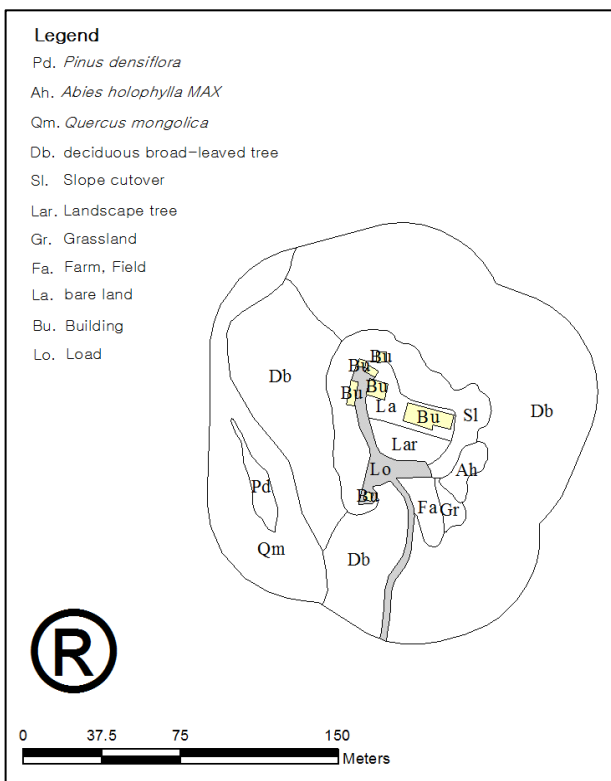


Figure 5. Actual vegetation of Kwanumam

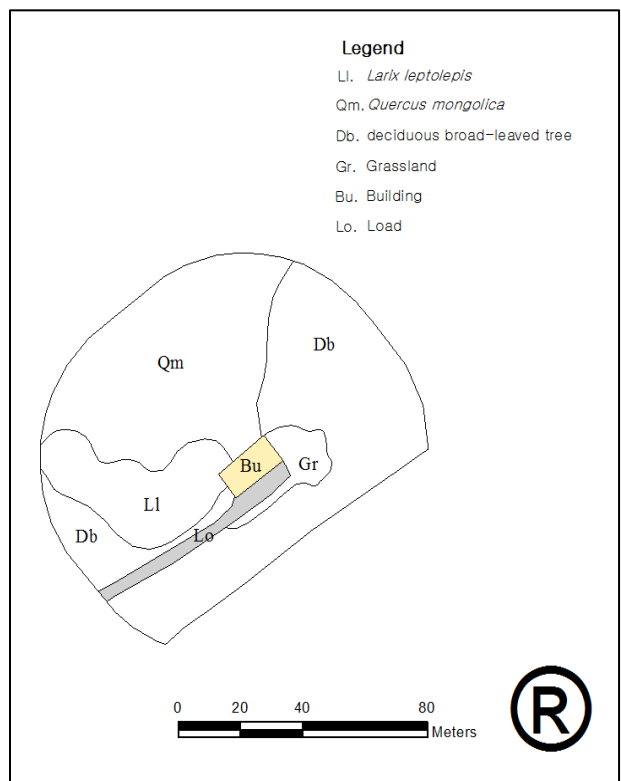


Figure 7. Actual vegetation of Sinseongam

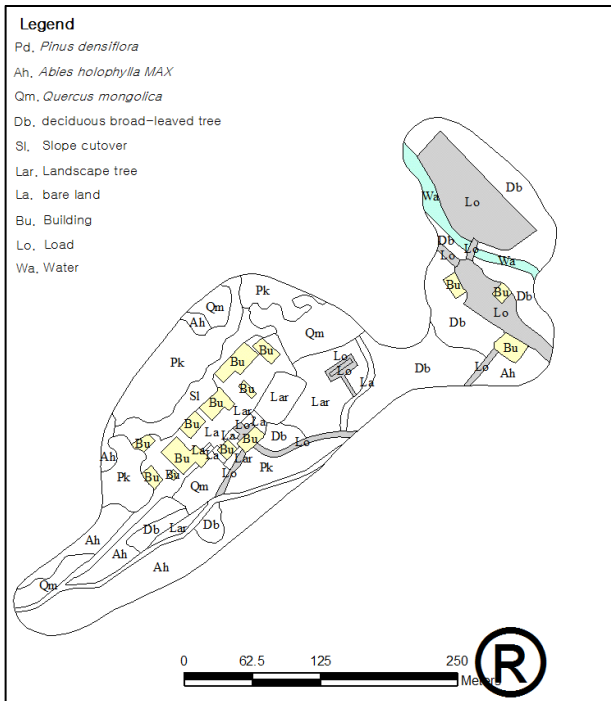


Figure 8. Actual vegetation of Sangwonsa

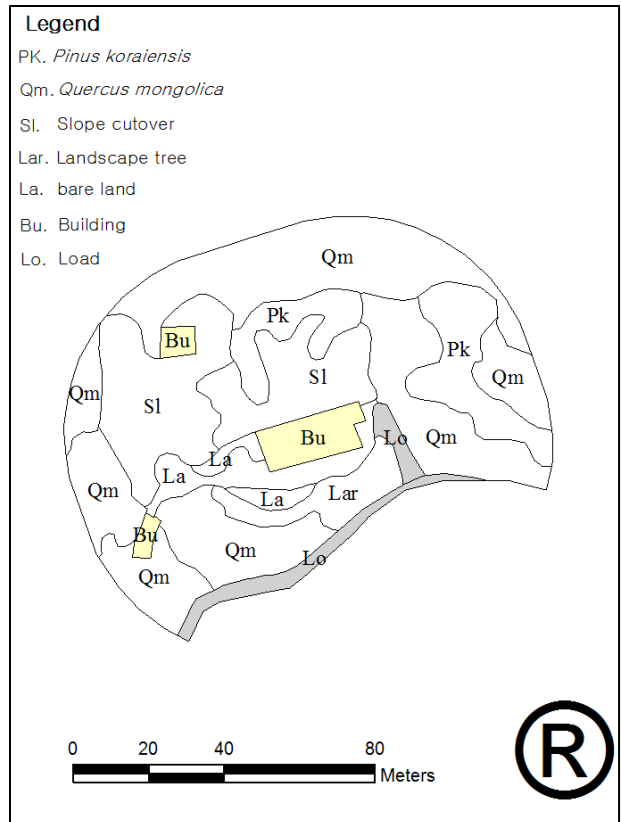


Figure 10. Actual vegetation of Bukdaesa

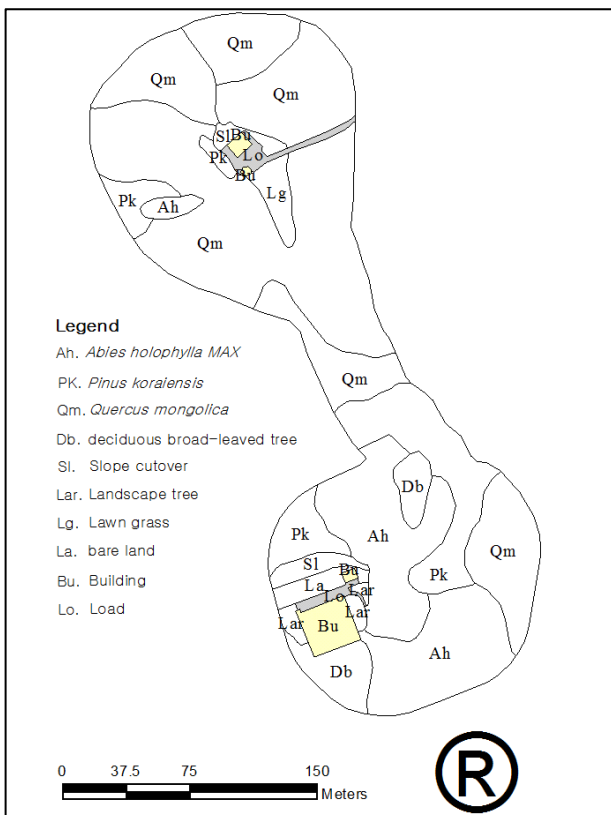


Figure 9. Actual vegetation of Jeokmyeolbogung

2. 비오톱 유형 분류

1) TWINSpan에 의한 군락분류

TWINSpan을 이용한 군집을 분류한 결과, 6개의 군락으로 분류되었다. 첫 번째 분류 식별종은 서양민들레(*Taraxacum officinale*), 개망초(*Erigeron annuus*), 왕포아풀(*Poa pratensis*), 조릿대(*Sasa borealis*), 신갈나무(*Quercus mongolica*)였다. 서양민들레, 개망초, 왕포아풀은 군락 I, II, III의 식별종이었으며, 군락 IV, V, VI를 구분하는 식별종은 조릿대와 신갈나무였다. 두 번째 분류 식별종은 새포아풀(*Poa annua*), 질경이(*Plantago asiatica*), 개미자리(*Sagina japonica*)였으며, 세 번째는 잣나무(*Pinus koraiensis*), 전나무(*Abies holophylla*), 광릉용수염(*Diarrhena fauriei*)이었다. 이 외에도 양지꽃(*Potentilla fragarioides* var. *major*), 개다래(*Actinidia polygama*) 등이 군락을 분류하는데 식별종으로 확인되었다(Figure 11 참조).

군락분류의 결과는 비오톱 유형을 분류하는데 활용하였다. 비오톱 개념이 1908년에 소개된 이후로 Sukopp and Weiler (1988)은 비오톱을 '공간적 경계를 가지는 특정 생물군집의 서식지'라 하였기에, 본 연구에서 식물군락(군집)을 분류하여 비오톱 유형을 분류하는데 활용하였다. 오대산국립공원 공원문화유산지구에서 분류된 군락은 공간적 경계를 가지는 토지이용

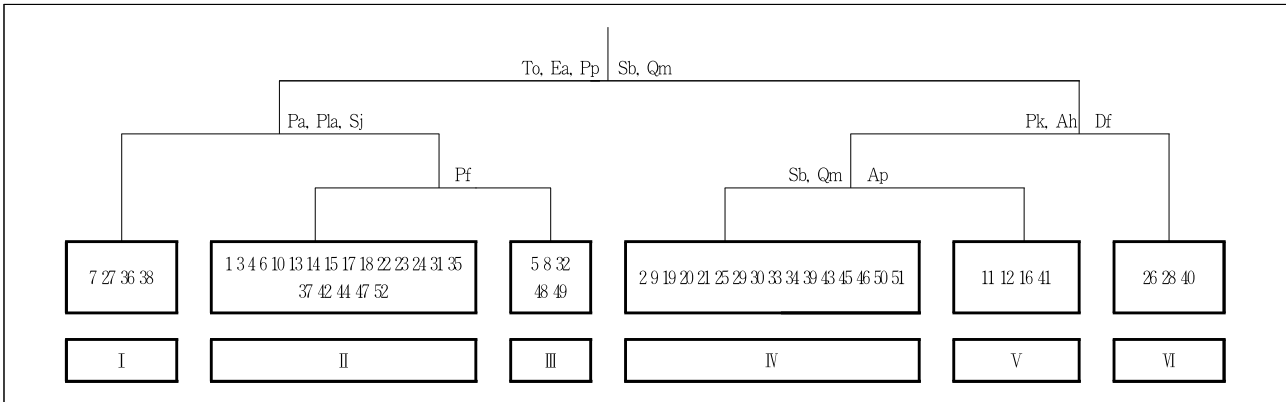


Figure 11. Results of classification by TWNSPAN

(To: *Taraxacum officinale*, Ea: *Erigeron annuus*, Pp: *Poa pratensis*, Sb: *Sasa borealis*, Qm: *Quercus mongolica*, Pa: *Poa annua*, Pla: *Plantago asiatica*, Sj: *Sagina japonica*, Pk: *Pinus koraiensis*, Ah: *Abies holophylla*, Df: *Diarrhena fauriei*, Pf: *Potentilla fragarioides* var. *major*, Ap: *Actinidia polygama*)

유형을 대표할 수 있는 표본 조사를 실시한 것으로 식물군집의 특성을 반영하는 서식지, 즉 비오톱이라 할 수 있으며, 6개 유형을 비오톱으로 구분할 수 있었다.

2) 서열분석 및 비오톱 유형

각 조사구간의 상이성을 바탕으로 조사구를 배치하는 서열분석(Orloci, 1978)을 실시하여 좌표축에 나타내었다(Figure 12). 군집분류법에 의한 결과를 DCA결과 좌표에 중첩하여 군락간 차이를 검토하였다(Figure 12 참조). TWNSPAN에 의한 군집 분류결과와 전반적으로 유사하였지만 군집 간 분류가 명확하지 않은 조사구도 일부 있었다. 군락 II와 III, IV, VI은 비교적 분류가 명확하게 이루어졌으나, 군락 I과 군락 V는 다른 군락과 혼재되어 나타나는 경향을 보였다. 군락 I은 군락 II와 유사한 것으로 분석되었으며, 군락 V는 군락 III, IV와 중복되어 나타났다. 군락 I과 V가 혼재되는 경향을 보이는 것은 군락 형성이 복합적인 환경요인에 의한 것이라 할 수 있다. 본 연구에서는 혼재되는 원인을 생물군락 차이의 요인으로 제시되고 있는 토지이용유형(Kim *et al.*, 2012; Hong and Lee,

2008, Kim *et al.*, 2013)과의 관계를 분석하였다.

각 군락별 토지이용유형을 보면, 군락 I은 사찰지 내부의 초지와 조경식재지, 잔존산림이었으며, 군락 II는 사찰지 내부의 마당이나 초지, 조경식재지였다. 군락 III은 사찰지 내부와 주변 산림의 경계지역에 위치한 사면 벌채지였다. 군락 IV, V, VI은 모두 산림지역이었으며, 특히 군락 V는 화림원지역의 산림식생이 대부분이었다. 군락분류결과를 보면(Figure 11 참조), 군락 I, II, III과 군락 IV, V, VI은 첫 번째 분류에서 나누어짐을 알 수 있다. 분류된 두 지역은 사찰내부지역(군락 I, II, III)과 산림지역(군락 IV, V, VI)이었다. 이 두 지역의 토지이용유형은 사람의 간섭이 비교적 많은 사찰내 초지, 나지, 잔디식재지, 조경수식재지, 경작지와 사람의 간섭이 적은 전나무, 신갈나무 등이 우점하는 산림지역이었다. 사찰내부지역 식별종은 서양민들레, 개망초, 왕포아풀(군락 I, II, III)이었으며 산림지역은 조릿대, 신갈나무(군락 IV, V, VI)로 사찰내부지역과 산림지역을 분류하는 식물종임을 확인할 수 있었다.

6개 군락 중 서열분석에 의해 명확하게 군락 위치가 나타나지 않는 군락 I과 군락 V를 보면, 군락 I은 군락 II와 유사한 경향을 보였다(Figure 12 참조). 군락 I과 II는 사찰지 내부의 초지, 조경식재지, 잔존산림, 마당 등으로 사찰지 내부라는 공통점이 있었다. 이들 군락을 구별할 수 있는 식별종은 서양민들레, 개망초, 왕포아풀(Figure 11 참조)로 주로 도시화지역에서 흔하게 볼 수 있는 식물종이어서 이 식물들이 사찰지 내부 특성을 반영하는 식물종이라 할 수 있었다. 군락 V는 군락 III, IV와 혼재되는 경향을 보였다. 군락 V는 화림원지역의 산림식생으로 다른 지역과 차이를 보였으며, 군락 III은 산림벌채지 지역, 군락 IV는 산림지역이었다. 군락 V가 군락 III, IV와 혼재되는 현상은 토지이용유형으로 설명하기 어려웠다.

군락 III의 식별종인 양지꽃은 숲가장자리 등에서 생육하는 식물로 주로 도시화지역의 외곽에 분포하는 식물이다. 양지꽃

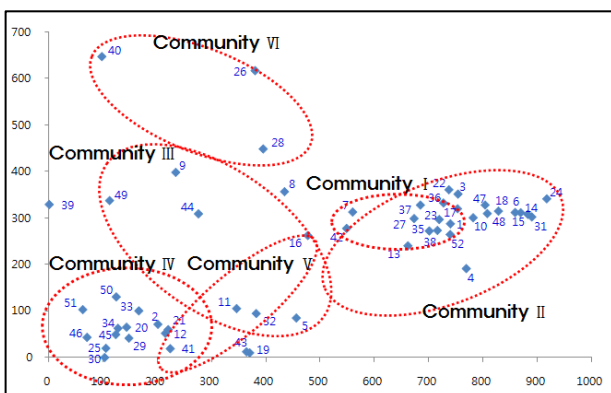


Figure 12. Result of ordination by DCA

이 식별종으로 분류된 것은 군락 III이 도시외곽의 햇빛이 잘 드는 지역임을 보여준다. 군락 III은 산림과 사찰지 경계에 위치한 사면으로 과거 수목이 자라던 곳을 벌채한 곳이며, 지속적인 벌채로 햇빛이 잘 드는 곳이다. DCA 결과에서도 군락 III은 산림군락과 사찰지 가운데에 위치하고 있어 사찰지역과 산림지역의 중간에 위치하는 지역임을 보여주고 있다.

군락분류법을 통하여 6개의 군락을 공간적 경계를 가지는 식물군집의 서식지인 비오톱으로 분류할 수 있었다. 서열분석을 통하여 군락 I과 II는 사찰내부의 식생으로 토지이용유형은 차이가 없으며, 군락 IV와 V·VI은 산림지역의 식생특성을 보였으며, 군락 III은 산림식생과 사찰내부 식생의 중간에 위치하고 있음을 확인하였다. 비오톱 유형은 실제적 경관의 현 상태를 표현한 용어인 비오톱과는 달리 실제적 상황을 일반화 및 표준화하기 위한 표현수단이라 할 수 있다(Choi and Lee, 2007). 실제 군락 I과 II는 사찰지 내의 식생을 보여주고 있으므로 사찰비오톱이라 할 수 있으며, 군락 III은 사면벌채지비오톱, 군락 IV와 V·VI은 산림비오톱이라 할 수 있었다.

3. 비오톱 유형별 특성

1) 종수

비오톱 유형별 출현 종수 차이를 알아보기 위하여 비오톱 유형별 종수 평균비교(분산분석)를 실시하였다. 사찰비오톱의 평균 종수는 9.1, 사면벌채비오톱은 13.4, 산림비오톱은 7.6이었다. 비오톱 유형별 평균 출현 종수의 통계적 유의성을 검토하기 위하여 분산분석을 실시한 결과, 비오톱 유형별 종수 평균은 통계적으로 유의한 차이($p < 0.01$)가 있었다. 사후검정을 통하여 다중 비교를 실시한 결과, 사찰비오톱은 산림벌채지비오톱과 통계적 유의성이 인정($p < 0.05$)되어 산림벌채지비오톱의 종수가 많음을 확인하였다. 또한 산림벌채지비오톱은 산림비오톱과도 통계적인 유의성이 인정($p < 0.01$)되어 산림벌채지비오톱은 사찰비오톱이나 산림비오톱보다 출현 종수가 많았다. 산림벌채지비오톱의 경우, 산림과 사찰내부의 사이에 위치하여 이행대(ecotone)라 할 수 있으며, 주변 환경과는 다른 독특한 생태적 조건을 가지기에 양 쪽의 생태계에 비하여 종풍부도가 높았다(Molles, 2009).

2) 귀화식물

비오톱 유형별 귀화식물 현황을 알아보기 위하여 출현귀화식물을 확인한 결과, 총 14종류가 확인되었고, 사찰비오톱에서는 13종류, 사면벌채지비오톱 3종류, 산림비오톱 2종류였다. 귀화율은 사찰비오톱이 14.8%로 가장 높았고, 사면벌채지비오톱 6.1%, 산림비오톱 2.2%였다(Table 2 참조). Kim et al.(2000)은 언덕주택지 48.8%, 밭 32.1%, 시가지 27.7%, 평지주택지

18.1%, 논 14.5%, 냇가 13.3%, 계단식 논 7.2%, 풀밭 4.9%, 숲 4.4%로 구분하고 있어 사찰비오톱은 논습지나 냇가와 비슷한 귀화율을 보였으며, 주택지나 시가지보다는 낮은 값을 보였다. 산림벌채지 비오톱은 계단식 논, 풀밭, 숲과 큰 차이를 보이지 않았으며, 산림비오톱은 일반적인 숲에 비하여 낮은 귀화율을 보였다. Kariyama and Kobatake(1988)에 의한 귀화도를 분석한 결과(Table 2 참조), 총 14종 중 유럽점나도나물, 토끼풀, 달맞이꽃, 망초 등 11종류가 귀화도 5로 흔하고, 개재수가 풍부한 귀화식물이었다. 오대산국립공원 공원문화유산지구내 이입된 귀화식물은 대부분 귀화도 5로 국내에 넓게 분포하는 종류가 대부분이었으며, 끈끈이대나물, 큰금계국과 같이 식재에 의해 확산되고 있는 종이 일부 분포하였다.

귀화식물 출현지역을 보면, 사찰비오톱은 24개 조사구 전체에서 관찰되었고, 사면벌채지비오톱에서는 5개 조사구 중 3개 조사구, 산림비오톱은 23개 조사구 중 1개 조사구에서 확인되었다. 비오톱 유형별 4m²(2m×2m)당 귀화식물 출현 종수는 사찰비오톱에서 평균 2.5종, 사면벌채지비오톱 평균 1.0종, 산림비오톱은 0.04종이었다. 귀화식물 출현 정도는 인간에 의한 간섭 정도를 판단할 수 있는 척도(Oh et al., 2010, Kim et al., 2012a)로 사찰비오톱이 인간에 의한 간섭이 가장 많은 지역이며, 다음으로는 사면벌채지비오톱, 산림비오톱이었다.

Table 2. Number of naturalized species in accordance with Biotope type

Species name	Biotope type			Naturalized degree
	Slope	Temple	Forest	
<i>Cerastium glomeratum</i> 유럽점나도나물	-	3	-	5
<i>Siene armeria</i> 끈끈이대나물	-	2	-	2
<i>Trifolium repens</i> 토끼풀	-	9	-	5
<i>Trifolium pratense</i> 붉은토끼풀	-	1	-	3
<i>Oenothera biennis</i> 달맞이꽃	1	3	-	5
<i>Conyza canadensis</i> 망초	-	5	-	5
<i>Coreopsis lanceolata</i> 큰금계국	-	-	1	2
<i>Erigeron annuus</i> 개망초	1	12	1	5
<i>Senecio vulgaris</i> 개쑥갓	-	1	-	5
<i>Sonchus asper</i> 큰방가지뚥	-	1	-	5
<i>Taraxacum officinale</i> 서양민들레	2	14	-	5
<i>Dactylis glomerata</i> 오리새	-	1	-	5
<i>Festuca arundinacea</i> 큰김의털	-	1	-	5
<i>Poa pratensis</i> 왕포아풀	-	8	-	5
Total No. of Naturalized Species	3	13	2	
Total No. of Species	49	88	93	-
Naturalized plants ratio(%)	6.1	14.8	2.2	-

* Naturalized degree 5: Common and abundant plant, 4: Local but abundant plant, 3: Common but not abundant plant, 2: Local and not abundant plant, 1: Rare plant(Kariyama and Kobatake, 1988)

3) 상대우점치(I.V.)

사찰비오톱 초본 식생군락에서 가장 중요한 위치를 차지하고 있는 식물은 쭉(I.V.: 12.76%)과 왕포아풀(I.V.: 10.45%)이었으며 주요 출현종으로는 개망초, 서양민들레, 질경이, 새포아풀, 토끼풀 등이었다. 사면벌채지비오톱 초본 식생군락은 미역줄나무(I.V.: 10.53%)와 대사초(I.V.: 9.41%), 원추리(I.V.: 9.13%)의 상대우점치가 높았으며, 주요 출현종으로는 김의털, 서양민들레, 조릿대, 개망초, 그늘쭉 등이었다. 산림비오톱 초본 식생군락은 신갈나무(I.V.: 10.44%)와 조릿대(I.V.: 9.72%), 잣나무(I.V.: 9.20%)가 우점인 군락이었으며, 주요 출현종은 전나무(I.V.: 4.77%), 느릅나무(I.V.: 3.85%), 일본잎갈나무(I.V.: 3.41%) 등이었다.

각 비오톱 유형에서 상대우점치가 높은 종은 상대적인 피도나 빈도가 높은 종이기어 이러한 종들은 각 비오톱에서 가장 큰 영향력을 가지는 식물종이라 할 수 있다. 사찰비오톱은 여러해살이풀인 쭉과 왕포아풀이 우점하고 있으며, 사면벌채지비오톱은 미역줄나무, 대사초, 원추리와 같은 관목과 여러해살이풀이 우점하였고, 산림비오톱은 관목과 교목이 우점하였다. 일반적으로 생태적 천이는 한해살이풀에서 여러해살이풀, 관목, 교목으로 진행되기에 오대산국립공원 공원문화유산지구의 비오톱 유형별 생태적 천이는 사찰비오톱에서 사면벌채지비오톱, 산림비오톱으로 진행될 수 있음을 보여주고 있다.

4) 유사도지수

비오톱 유형별 종구성의 유사성을 알아보기 위하여 유사도지수 분석을 실시하였다. 분석 결과, 사찰비오톱과 사면벌채지비오톱은 19.0, 사찰비오톱과 산림비오톱은 18.8, 사면벌채지비오톱과 산림비오톱은 32.4였다(Table 3 참조). Whittaker(1967)와 Cox and Lewis(1976)는 유사도지수가 20 이하일 때는 각 군락간 이질적이고, 80 이상일 때는 동질적이라 하였다. Lee *et al.*(1988)은 유사도지수 50 이상이어야 유의성이 있다고 하였다. 이러한 것을 고려하였을 때, 사찰비오톱과 사면벌채지비오톱, 산림비오톱은 서로 이질적인 유형이라는 것을 확인할 수 있었다. 상대적으로 보면, 사면벌채지비오톱과 산림비오톱의 유사도지수가 높은 편이었다.

벌채지역의 경우, 시간이 경과하거나 멀리 떨어져 있을수록 주변 산림지역과 유사도지수가 낮아지는 경향이 있어(Oh *et al.*, 2005) 오대산국립공원 공원문화유산지구내 벌채지역은 벌채된 지 많은 시간이 흘러 종구성에 많은 차이가 있는 것으로 판단되었다.

Table 3. Similarity between Biotope types

Biotope type	Temple	Slope
Slope	19.0	-
Forest	18.8	32.4

IV. 고찰

공원문화유산지구 관리에서 비오톱 개념을 활용하는 것은 계획수립에 유용한 방법이 될 수 있다. 비오톱 개념은 독일에서 처음으로 소개된 이후로 다양하게 활용되고 있으며, 비오톱을 조사하는 목적은 크게 환경생태의 정보를 제공하고, 학계와 행정기관 연계 및 협력을 유도하고 생태연계계획의 기초자료로 활용, 환경영향평가, 도시기본계획을 위한 생태적 전문정보 제공(Kim *et al.*, 2009) 등 다양하다. 비오톱은 생태연계계획이나 도시기본계획 등 계획수립을 정보제공 방법으로 활용하고 있는 것이다. 독일 베를린과 같은 도시지역은 총 2,000개의 비오톱 유형이 존재할 정도로 복잡할 수 있지만, 공간의 규모나 생물군집 특성에 따라 단순할 수도 있다. 국내에서 생물군집 분류를 통한 비오톱 유형분류 사례는 많지 않으며 대부분 독일에서 활용되고 있는 분류 유형을 적용하여 활용하고 있다. Kim *et al.*(2015)은 초본식생 군집분류를 통하여 부산대학교 밀양캠퍼스와 같은 작은 면적의 도시화지역을 7개의 비오톱 유형으로 구분하였다.

연구대상지인 오대산국립공원 공원문화유산지구의 식물군락 구조를 분석한 결과, 토지이용유형에 따른 식물 종구성에 차이가 있음을 확인하였다. 생물군집이 서식하는 무기환경(물리적인 요인)인 비오톱 개념에서 생물군집은 다양한 분류군을 고려할 수 있으며, 본 연구에서는 초본식생군락을 대상으로 하였다. 군집분류법(TWINSPAN)과 서열분석기법(DCA)에 의하여 비오톱 유형을 분류한 결과, 사찰비오톱, 사면벌채지비오톱, 산림비오톱으로 구분할 수 있었다.

비오톱 유형별 종수, 귀화식물, 상대우점치, 유사성에서 차이를 확인할 수 있었다. 종수는 산림벌채지비오톱에서 사찰비오톱이나 산림비오톱보다 다양한 종이 출현하였다. 산림벌채지에서 벌채 후 3년 뒤 식물 종수가 감소하였다가 5년 뒤 증가하는 경향(Oh *et al.*, 2005)을 보이는 것을 보면, 오대산국립공원 공원문화유산지구의 산림벌채지는 오랜 시간 동안 지속적 관리에 의해 유지되고, 가장자리 효과에 의해 다양한 식물종이 분포하는 것으로 판단되었다.

비오톱 유형별 귀화식물은 사찰비오톱, 사면벌채지비오톱, 산림비오톱 순이었다. 귀화식물이 가장 침입하기 쉬운 지역은 영양소의 변동 가능성이 있는 지역으로(Petr Pyšek *et al.*, 2009) 사찰비오톱의 영양소 변동가능성이 가장 높은 지역이라 할 수 있고, 산림비오톱은 영양소 변동 가능성이 가장 낮은 지역이라 할 수 있었다. 도시지역에서 귀화식물의 귀화율은 도시하천 18.2%, 도시공원 15.3%, 주거단지 13.5%, 도시림 9.8%(Lee, 2002)로 도시내에서도 산림지역의 귀화율이 가장 낮았다. 공원문화유산지구의 경우도 인간의 간섭이 있는 사찰비오톱의 귀화식물 출현 종수가 가장 높았으며, 산림비오톱에서 귀화식물

출현은 매우 적었다.

산림 내부에 입지하고 있는 사찰은 산신숭배 사상을 토착화 하는 과정에서 불교가 수용되면서 만들어지기 시작하였다(Kim, 2014). 산림 내부에 조성된 사찰은 기존 산림과는 다른 이질적인 토지이용형태, 새로운 비오톱을 형성하였다. 새로운 도시 식생은 이질적인 패치를 만들어내고, 외래종이나 재배품종, 잡초, 잔존산림식생을 구성(Numata, 1977; Whitney and Adams, 1980; Dorney *et al.*, 1984; Rieley and Page, 1995) 한다. 오대산국립공원 공원문화유산지구의 경우, 새롭게 형성된 사찰비오톱이나 사면벌채지비오톱의 외래종 이입 현상은 사찰비오톱의 귀화식물 평균 종수가 2.5종, 사면벌채지비오톱 1.0종으로 산림비오톱 (0.04종)에 비하여 많은 것에서 확인할 수 있다. 특히 사찰비오톱이 외래식물의 영향을 가장 많이 받고 있음을 알 수 있다.

사찰비오톱의 외래식물 영향은 상대우점치에서도 확인할 수 있다. 사찰비오톱에서 가장 큰 영향력을 가질 수 있는 쑥과 왕포아풀은 양지성 식물로 쑥은 타감작용이 강한 식물로 알려져 있으며, 왕포아풀은 널리 분포하고 개체수도 많은 귀화도 5에 해당하는(Lee *et al.*, 2011a) 귀화식물로 알려져 있다. 사찰 비오톱은 우리나라 기후나 토양에 대한 적응성이 높은 식생이 분포하는 지역이라 할 수 있다.

비오톱 유형별 특성은 공원문화유산지구 관리를 위한 기초 자료로 활용될 수 있다. 3가지 비오톱 유형은 이질적인 종구성을 보여, 생물다양성 측면에서 긍정적이라 할 수 있다. 외래식물 중 귀화식물은 사찰비오톱에서 사면벌채지비오톱이나 산림비오톱으로 확산되는 것을 막을 수 있는 관리가 필요하다. 특히 달맞이꽃, 망초, 개망초, 서양민들레, 오리새, 개쑥갓, 큰방가지뚝, 큰김의털, 왕포아풀과 같은 귀화도 5의 식물은 주변 비오톱에 영향을 줄 가능성이 높으므로 분포 현황에 대한 정밀 조사와 분산 경향을 확인하여 영향을 최소화해야 할 것이다. 왕포아풀과 같이 귀화식물이 비오톱 유형에서 큰 영향력을 행사하는 지역은 제거를 통한 관리가 필요할 수 있다. 이렇듯 비오톱 유형별 공간관리는 더 많은 표본조사가 이루어진다면 비오톱 유형은 더 세분화되고 관리계획은 더욱 구체화될 수 있을 것이다.

References

1. Atkinson, I. A. E.(1985) Derivation of vegetation mapping units for an ecological survey of Tongariro National Park, North Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 23: 361-378.
2. Braun-Blanquet(1932) *Plant Sociology. The Study of Plant Communities.* (Transl. by G.D. Fuller and H.S. Conard). New York, I xviii + 439 p. Reprint 1966.
3. Byun D. W., H. J. Lee and C. H. Kim(1998) Vegetation pattern and successional sere in the forest of Mt. Odae. *Korean J. Ecol.* 21(3): 283-290.
4. Chio I. K. and E. H. Lee(2007) A study on the classification of biotope

- type in Gernay. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 35(3): 73-81.
5. Cox, T. F. and T. Lewis(1976) A conditioned distance ratio method for analyzing spatial patterns. *Biometrika* 63(3): 483-491.
6. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest boarder region of Wisconsin. *Ecology* 32(3): 476-498
7. Dahl, F.(1908) Grundsætze und grundbegriffe der biocoenotischen forschung. *Zool. Anz., T.* 33: 349-353.
8. Dorney, J. R., G. R. Guntenspergen, J. R. Keough and F. Stearns(1984) Composition and structure of an urban woody plant community. *Urban Ecol.* 8: 69-90. CrossRef
9. Hill, M. O.(1979) TWINSpan: a fortran program for arranging multi-variate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, New York, USA.
10. Hong, K. H., Y. C. Choi, B. Y. Kang and Y. P. Hong(2001) Spatial genetic structure of Needle Fir(*Abies holophylla*) seedling on the forest gap within a Needle Fir forest at Mt. Odae in Korea. *Jour. Korean For. Soc.* 90(4): 565-572. (in Korean with English abstracts)
11. Hong S. H. and K. J. Lee(2008) A study on the criteria for demarcating ecological types of urban areas by the affection of ecosystems -Case study in Gangdong-gu, Seoul-. *Journal of Korean Institute of Landscape Architecture* 36(2): 24-31. (in Korean with English abstracts)
12. Kariyama, S. and H. Kobatake(1988) Naturalized plants of Gagyuzan, Takahashi-City, Okayama Prefecture, Japan. *Bull. Kurashiki Mus. Nat. Hist.* 3: 31-40. (in Japanese)
13. Kim C. H., J. G. Oh, N. S. Lee, Y. E. Choi and M. J. Song(2015a) A study on the forest vegetation of Odaesan National Park, Korea. *Korean Journal of Ecology and Environment* 48(1): 61-67. (in Korean with English abstracts)
14. Kim, H. S., C. H. Oh, Y. M. Kim, S. Y. Moon, K. H. Lee, B. K. Jeong, Y. H. Kim, D. S. Kim and H. S. Park(2009) Final report of making biotope map in Siheung City, Korea. Siheung City, 370pp. (in Korean)
15. Kim, J. H.(1992) Analysis of successional trend by transition matrix model in the mixed broadleaved-Abis forest of Mt. Odae. *Jour. Korean For. Soc.* 81(4): 325-336. (in Korean with English abstracts)
16. Kim, J. M., Y. J. Yim and U. S. Jeon(2000) *The Naturalized Plants of Korea.* Science Books, 282pp. (in Korean)
17. Kim, J. W.(2006) *Vegetation Ecology.* Worldscience, 340pp. (in Korean)
18. Kim, Namin(2014) A Study on the Placement and Spatial Arrangement of Eunhaesa Temple Based on Theoretical Principles of Pungsu-jiri. Master's Thesis, Yeungnam University, Daegu, Korea, 181pp. (in Korean with English abstracts)
19. Kim, S. Y.(2006a) Vegetation Structure and Spatial Pattern of Some Dominant Tree Species at a Mixed Forest of *Abis holophylla* - Broadleaved Trees in Mt. Odae National Park. Master's Thesis, Kangwon National University, Korea, 60pp. (in Korean with English abstracts)
20. Kim, Y. S., N. Y. Kim, Y. S. Kim, H. B. Lee, S. C. Kim, J. H. Kim and W. G. Park(2012a) Flora and vegetation of Mt. Gwaebuyung and Galmi-bong, Gangwon Province, Korea. *Jour. Korean For. Soc.* 101(2): 226-235. (in Korean with English abstracts)
21. Kim, J. S., T. J. Jung and S. H. Hong(2015) Biotope type classification based on the vegetation community in built-up area. *Kor. J. Env. Eco.* 29(3): 454-461. (in Korean with English abstracts)
22. Kim, J. S., J. I. Kwak and T. H. Noh(2013) Characteristics of odonata communities based on habitat types of superb biotope in Wonju city, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 27(2): 209-218. (in Korean with English abstracts)
23. Kim, J. S., S. H. Hong and C. H. Oh(2012) The characteristics of the bird communities by land-use types: the case study of Siheung city, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 26(3): 313-321. (in Korean with English

- abstracts)
24. Lee, H. J., D. W. Byun and C. H. Kim(1998) Analysis of interspecific association and ordination on the forest vegetation of Mt. Odae, Korea. *J. Ecol.* 21(3): 291-300. (in Korean with English abstracts)
 25. Lee, K. J., C. H. Oh, J. Y. Kim, S. H. Hong, I. T. Choi, J. W. Choi, K. S. Ki, J. I. Kwak, P. Y. Lee, J. H. Jang, S. C. Park, T. H. Noh, J. H. Yeum and J. Y. Hur(2011) Ecological Planning. Kwangilmunhwasa, Seoul, 361pp. (in Korean)
 26. Lee, K. J., J. S. Kim, J. W. Choi and B. H. Han(2008) Vegetation structure of *Abies holophylla* forest near Woljeong temple in Odaesan National Park, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 22(2): 173-181. (in Korean with English abstracts)
 27. Lee, S.(2000) A study on characteristic of forest vegetation and site in Mt. Odae(Ⅱ) - Site on plant community in Tongdaesan-. *Jour. Korean For. Soc.* 89(5): 552-563. (in Korean with English abstracts)
 28. Lee, K. J., K. K. Oh and J. C. Jo(1988) Studies on the structure of plant community and visitor's activities in Mt. Naejang Park (Ⅰ) - Analysis of the vegetational structure by the ordination techniques -. *Jour. Korean For. Soc.* 77(2): 166-177. (in Korean with English abstracts)
 29. Lee, S. H.(2002) A Comparison of Difference between Flora according to the Land Use Type in the Metropolitan Area, Master's Thesis, Sungkyunkwan University, Seoul, Korea, 35pp. (in Korean with English abstracts)
 30. Lee, Y. M., S. H. Park, S. Y. Jung, S. H. Oh and J. C. Yang(2011a) Study on the current status of naturalized plants in South Korea. *Korean J. Pl. Taxon.* 41(1): 87-101. (in Korean with English abstracts)
 31. Molles, M. C.(2009) Ecology - Concepts & Applications -. McGraw-Hill Education: 4th edition, 604pp.
 32. Motzkin, G., P. Wilson, D. R. Foster and A. Allen(1999) Vegetation patterns in heterogeneous landscapes: The importance of history and environment. *J. Veg. Sci.* 10: 903-920.
 33. Numata, M.(1977) The impact of urbanization on vegetation in Japan. In *Vegetation Science and Environmental Protection* (A. Miyawaki and R. Tuxen, eds), pp. 161-171. Tokyo, Maruzen.
 34. Oh, K. K., Y. K. Jee and H. Y. Shim(2005) Monitoring the development process of edge vegetation structure in broad-leaved forest -A case of Baekwoonsan research forest of Seoul National University-. *Kor. J. Env. Eco.* 19(1): 19-30. (in Korean with English abstracts)
 35. Oh, C. H., I. K. Choi, E. H. Lee and D. O. Lim(2010) Distribution pattern of the naturalized plants in the biotope type in the Jeonju area. *Kor. J. Env. Eco.* 24(1): 37-45. (in Korean with English summary)
 36. Orloci, L.(1978) *Multivariate Analysis in Vegetation Research*, The Hague: Junk.
 37. Park, B. K.(1972) A phytosociological study of the forest vegetation on Mt. Otae, Korea. *Journal of Korean Research Institute for Better Living* 9: 9-11. (in Korean with English summary)
 38. Petr Pyšek, Milan Chytrý and Vojtěch Jaroš(2009) Habitats and land use as determinants of plant invasions in the temperate zone of Europe. In *Bioinvasions and Globalization*. Oxford University Press, 66-79.
 39. Rieley, J. O. and S. E. Page(1995) Survey, mapping, and evaluation of green space in the Federal Territory of Kuala Lumpur, Malaysia. In *Urban Ecology as the Basis for Urban Planning* (H. Sukopp, M. Numata, and A. Huber, eds), pp. 173-184. SPB Publishers, Amsterdam.
 40. Sørensen, T. A.(1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *K dan Vidensk Selsk Biol Skr* 5: 1-34.
 41. Sukopp and Weiler(1988) Biotope mapping and nature conservation strategies in urban areas of the Federal Republic of Germany. *Landscape and Urban Planning* 15: 39-58.
 42. Tansley(1935) The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 16: 284-307.
 43. Westhoff, V. and van der Maarel, E.(1973) The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker, R. H. (ed.) *Handbook of Vegetation Science*, part 5, Classification and Ordination of Communities, pp. 617-726. Junk, The Hague.
 44. Whitney, G. G. and S. D. Adams(1980) Man as a marker of new plant communities. *J. Appl. Ecol.* 17: 431-448.
 45. Whittaker, R. H.(1967) Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews* 42: 207-264.
 46. Yu, J. E., J. H. Lee and K. W. Kwon(2003) An analysis of forest community and dynamics according to elevation in Mt. Sokri and Odae. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 5(4): 238-246. (in Korean with English abstracts)

Received : 30 November, 2015

Revised : 4 January, 2016 (1st)

18 April, 2016 (2nd)

Accepted : 18 April, 2016

3인익명 심사필

(Appendix 1. continued)

scientific name	국명	2	9	19	20	21	25	29	30	33	34	39	43	45	46	50	51	11	12	16	41	26	28	40
<i>Erigeron annuus</i>	개망초												1											
<i>Artemisia princeps</i>	쑥			2																				
<i>Trifolium repens</i>	토끼풀																							
<i>Poa pratensis</i>	왕포아풀																							
<i>Setaria faberii</i>	가을강아지풀																							
<i>Geranium thunbergii</i>	이질풀																							
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레																							
<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃																							
<i>Pinus koraiensis</i>	잣나무	9					7			9	9	2		2		7		3	8					
<i>Abies holophylla</i>	진나무					9		2										6	3		8			
<i>Actinidia polygama</i>	개다래																	3	3		1			
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	철쭉							3						6	5									
<i>Acer pseudoescholtianum</i>	망단풍나무									3							7							
<i>Diarrhena fauriei</i>	괘릉용수염																					6	7	5
<i>Quercus mongolica</i>	신갈나무	3		3	9			9	1				8	9	3	7	9							
<i>Sasa borealis</i>	조릿대	3	6		8	9	8	7	6	6	7	7			6									
<i>Poa annua</i>	새포아풀																							
<i>Pentago asiatica</i>	질경이																							
<i>Sagina japonica</i>	개미자리																							
<i>Viola mandshurica</i>	제비꽃																							
<i>Coryza canadensis</i>	말초																							
<i>Equisetum arvense</i>	쇠뜨기																							
<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>	양사꽃																							
<i>Rubus crataegifolius</i>	산딸기	3	3	3									5					3	3					
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	느릅나무																			8			9	
<i>Tipterygium regelii</i>	미역줄나무				3				1						3	3	3							
<i>Stephanandra incisa</i>	국수나무	3		5						3														
<i>Duchesnea indica</i>	뱀딸기																	1	8					
<i>Artemisia sylvatica</i>	그늘쭉		2													3								
<i>Celastrus orbiculatus</i>	노박덩굴										1								3				3	
<i>Oxalis corniculata</i>	쟁이밥																							
<i>Digitaria ciliaris</i>	바랭이																							
<i>Trigonotis peduncularis</i>	꽃마리																							
<i>Cardamine flexuosa</i>	황새냉이																							
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	실새풀													6		5	3							
<i>Carex siderosticta</i>	대사초								3							3								
<i>Pseudostellaria heterophylla</i>	개별꽃											6					3							3
<i>Euonymus alatus</i>	화산나무																	5					6	
<i>Festuca ovina</i>	김외떡																							
<i>Carex lanceolata</i>	그늘사초																							
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i>	가늌잎그늘사초			3										3									3	
<i>Cardamine leucantha</i>	미나리냉이																			3				
<i>Betula costata</i>	거세수나무																	8		6				
<i>Lindera obtusiloba</i>	생강나무									2									6		1			
<i>Stellaria aquatica</i>	쇠별꽃												2											
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i>	미역취	1																						
<i>Digitaria violascens</i>	민바랭이																							
<i>Schisandra chinensis</i>	오미자																						2	3
<i>Cerastium glomeratum</i>	유립접나무도나물																							
<i>Cephalanthera longibracteata</i>	은이난초								3		3								1					
<i>Cirsium chanroenicum</i>	장영영경취													1			3							
<i>Pilea mongolica</i>	모시물통이												2											
<i>Eragrostis multicaulis</i>	비노리																							
<i>Cyperus microstia</i>	금방동사니																							
<i>Cheledonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	애기똥풀																							
<i>Stellaria media</i>	별꽃																							
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	고로쇠나무		8							2														
<i>Hemerocallis fulva</i> f. <i>kwanso</i>	황원추리																							
<i>Deparia coreana</i>	곰새고사리		3																			6		
<i>Meehania urticifolia</i>	별개덩굴											6					3							
<i>Laius kaempferi</i>	일본잎갈나무						8		9															
<i>Juncus tenuis</i>	김관풀																							
<i>Elythria ciliata</i>	향유																							
<i>Persicaria nepalensis</i>	산여뀌																							
<i>Muhlenbergia japonica</i>	귀꼬리새																					5		
<i>Staphylea burmalda</i>	고추나무											3												3
<i>Angelica polymorpha</i>	궁궁이																							
<i>Cimicifuga dahurica</i>	눈맞춤마																					3	3	
<i>Artemisia keiskeana</i>	맑은대쭉																							
<i>Athyrium yokoscense</i>	별고사리																3							
<i>Synurus deltoides</i>	수리취																							
<i>Lespedeza bicolor</i>	싸리			5										1										
<i>Pimpinella brachycarpa</i>	참나무		3									3												
<i>Rubia alana</i>	꼭두서니		2																					
<i>Hepatica asiatica</i>	노루귀																							2
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	귀똥나무																					2	3	
<i>Rhododendron macranthum</i>	진달래														3	2								
<i>Galiumspidium</i> var. <i>echinospermum</i>	갈퀴덩굴																							2
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	개회나무						1																	3