

춘천시 봉의산근린공원의 식생관리방안을 위한 식물군집구조 특성 연구[†]

Characteristics of Plant Community Structure for Vegetation Management Planning of Bonguisan Neighborhood Park, Chuncheon City[†]

이은석*, 한봉호**, 김종업***, 이학기****

*서울시립대학교 도시과학대학원 조경학과 석사, **서울시립대학교 조경학과 교수, ***도시생태연구센터 센터장, ****서울시립대학교 대학원 조경학과 박사과정

Lee, Eun-Seok*, Han, Bong-Ho**, Kim Jong Yup***, Lee, Hak-Gi****

*Master, Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, University of Seoul

**Professor, Dept. of Landscape Architecture, University of Seoul

***Director, Urban Ecosystem Research Center

****Ph.D. Candidate, Dept. of Landscape Architecture, Graduated School, University of Seoul

Received: September 18, 2023

Revised: October 23, 2023 (1st)
December 18, 2023 (2nd)

Accepted: December 18, 2023
3인익명 심사됨

Corresponding author :

Hak-Gi Lee
Ph.D. Candidate, Dept. of
Landscape Architecture,
Graduate School, University of
Seoul, Seoul 02504, Korea
Tel.: +82-31-8030-3551
E-mail: eros7811@gg.go.kr

국문초록

본 연구는 춘천시가지 중심에 위치하고 시민들의 휴식 및 여가공간으로의 활용도가 매우 높은 봉의산근린공원의 식물군집구조 특성을 활용한 관리방안을 제시하고자 하였다. 봉의산은 삼국시대부터 춘천의 중심으로 산림이 지속적으로 훼손되었으며 현대에는 무분별한 도시개발로 생태계의 고립과 단절이 심화되었다. 봉의산근린공원의 현존식생 유형별 면적비율을 보면, 신갈나무는 28.5%, 신갈나무-졸참나무는 2.1%, 소나무는 15.6%, 소나무-신갈나무는 15.9%, 박달나무는 1.6%, 아까시나무는 5.9%, 잣나무는 1.6%이었다. 신갈나무는 남서, 북서, 남동사면에 분포하고 소나무는 동쪽과 남동사면 능선에 분포하고 박달나무는 북동쪽의 계곡부, 충원사 북쪽 급경사지에 분포하였다. 식물군집은 총 6개 군집으로 분류되었으며, 소나무군집(군집 I)과 상수리나무-아까시나무군집(군집 V)은 장기적으로 참나무류림으로 천이가 예상되었고, 신갈나무군집(군집 II)과 졸참나무-신갈나무군집(군집 III), 박달나무군집(군집 IV), 잣나무군집(군집 VI)은 그대로 유지될 것으로 예측되었다. 식물군집구조 특성을 고려한 목표식생 및 관리방안은 ① 자연경관 보전 및 개선형(소나무군집) ② 생태적 천이 순응형(낙엽참나무류군집) ③ 특이군락 보전형(박달나무군집) ④ 휴양 및 체험형(잣나무군집) 등 4가지 유형별 관리방안을 제시하였다. 봉의산근린공원의 효율적 관리를 위해 관리체계를 일원화하고 특히 생태적 보전 가치가 높은 소나무군집과 박달나무군집을 생태경관보전지역으로 지정·관리해야 할 것이다.

주제어: 현존식생, 신갈나무, 소나무, 박달나무, 생태경관보전지역

ABSTRACT

This study suggests management planning of Bonguisan Neighborhood Park located on the central of Chuncheon city and highly used for citizen's rest and leisure space utilizing its vegetation structure feature. Bonguisan has been the central of the Chuncheon since the period of the Three states in Korean history and consistently damaged, especially in present era, an isolation and sererance of its ecosystem has deepen for indiscreet urban development. The percentage of actual vegetation of Boinguisan Neighborhood Park is as follows: *Quercus mongolica* is 28.5%, *Quercus mongolica* - *Quercus serrata* is 2.1%, *Pinus densiflora* is 15.6%, *Pinus densiflora* - *Quercus mongolica* is 15.9%, *Betula schmidtii* is 1.6%, *Robinia pseudoacacia* is 5.9%, *Pinus koraiensis* is 1.6%. *Quercus mongolica* is distributed on the southwest, northwest, southeast side of region, *Pinus densiflora* is distributed on the ridge of east and southeast side of region, *Betula schmidtii* is distributed on the valley of northeast side region and steep slope region which is on the north side of chungwonsa temple. *Pinus densiflora* community (Comm. I) and *Quercus acutissima* - *Robinia pseudoacacia* community (Comm. V) is expected to undergo succession since it's categorized as *Quercus* spp. and *Quercus mongolica* community (Comm. II) and *Quercus serrata*-*Quercus mongolica* community (Comm. III), *Betula schmidtii* community (Comm. IV), *Pinus koraiensis* community (Comm. VI) is expected to maintain. Also for target vegetation and management planning, Vegetation of Bonguisan Neighborhood Park is classified as 1st

[†]본 논문은 이은석(2019)의 석사학위 논문을 심사를 통해 발전시킨 것임.

Natural landscape conservation and improvement type, 2nd Ecological succession type, 3rd Unusual community conservation type, and 4th Recreation and experience type. And we suggested ecological management measure about each management types. For efficient management of Bonguisan Neighborhood Park, it is need to unify management system of it and after designating *Pinus densiflora* community and *Betula schmidtii* community which has high ecological preservation value as an ecological landscape protected area and manage it.

Keywords: Actual Vegetation, *Quercus mongolica*, *Pinus densiflora*, *Betula schmidtii*, Ecological Landscape Conservation Area

1. 서론

우리나라는 일제강점기의 산림 수탈과 한국전쟁에 따른 도시지역의 산림이 파괴된 이후 1960-1970년대 치산녹화사업으로 도시 산림에 잣나무, 아까시나무 등 인공조림수종을 식재하는 등 도시림 녹화가 진행되어 왔으며, 경제 성장과 함께 석유를 이용하면서 산림에서 연료목 채취가 감소됨에 따라 도시림의 이차천이가 발달하게 되었다. 최근에는 도시녹지 감소, 미세먼지농도 증가, 기후변화로 인한 폭염, 팬데믹 이후 도시민의 다양한 휴양공간으로서 도시림의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 도시림은 도시숲 등의 조성 및 관리에 관한 법률 제정으로 도시림에서 도시숲으로 개정되었으며, 국민들에게 쾌적한 생활환경과 휴양·휴식공간을 제공하고, 건강증진 및 정서함양 등에 활용할 수 있도록 도시숲의 조성관리 법률 및 정책들이 수립되고 있다. 봉의산근린공원은 도시림이기도 하지만, 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률에 따라 근린공원으로 지정되어 있다. 김지훈(2011)은 봉의산의 관리는 강원도와 춘천시로 이원화 되어 있어 산림 관리가 비효율적으로 이루어지고 있으며, 체계적인 도시림 관리계획 수립 및 관리강화, 도시자연공원구역 지정 필요성을 제시한 바 있다.

도시림에 관련된 연구는 유럽 및 북미의 자연식생발달 원리를 이용한 생태적 천이 원칙에 기초한 재식재료 종다양성 증진 도모(Treagy, 1979; Gustavsson, 1982; Hough, 1990; 조우와 이경재, 1993), 서울 용마산의 환경요인, 현존식생, 식물군집구조, 환경피해도 등을 조사분석하여 적극적인 보존, 이용과 보존공간 구별, 접근이 어려운 곳은 식생천이에 맡기는 등의 식생관리방안 연구(조우와 이경재, 1993), 생태적 특성을 고려한 도시환경림 조성기법 연구, 도시 산림지역 식물군집구조 분석을 통한 현황과 회복 대책 제시(이경재 등, 1995; 1996) 등 도시내 산림의 식물군집구조를 분석하여 생태적 식생관리 방안 연구가 이루어져 왔다. 최근에는 생태적 기능 뿐만 아니라, 도시민의 사회적 욕구와 관리성을 고려하기 위한 도시림 지속성 평가지표 선정(이수동 등, 2014) 등 보다 폭넓은 분야의 연구도 진행되고 있다.

봉의산은 춘천의 진산이며, 상서로운 봉황이 나라를 펴고 위의를 갖춘 모습이라 하여 봉의산이라고 하였다. 봉의산은 해발 300.5m이며 춘천시가 북쪽에 자리 잡고 있다. 봉의산은 신라의 춘천 진출과 함께 춘천의 군사 거점이 종전의 우두벌에 있던 우두산성에서 봉의산성으로 이전하며(유재춘, 2004), 이후 춘천의 도시구조는 봉의산을 중심으로 발달하게 되었다. 1895년에 제작된 『춘천읍지』의 강원도관찰부도에는 봉의산에 소나무가 그려져 있어 봉의산의 소나무는 1895년 이전부터 자생하고 있는 등 그 역사성과 생태적으로 보존할 가치가 매우 높다. 1910년대에는 강원도 관찰부가 강원도청으로 개칭되면서 봉의산을 중심으로 한 춘천의 도시개발이 본격적으로 시작되었다. 이후 이 일대에는 행정기능, 주거기능, 상업기능을 갖춘 시설들이 점차 들어서게 되었고, 도시는 점차 확대되어 춘천 중앙로 및 소양로 등의 도로가 개통되고 건물들이 신축됨에 따라 봉의산의 생태계가 단절됨은 물론 고립이 심화되었다. 봉의산근린공원은 춘천시 도심지에 위치하고 있어 시민들의 휴식 및 여가공간으로서 활용도가 높으며, 녹지보전축과 하천보전축의 중심점 역할을 하는 지역이다(춘천시, 2018).

봉의산근린공원에 대한 연구는 봉의산 식물상, 식생, 임분 실태(전두식, 1995; 한준수, 2008), 잣나무 조림지 및 천연림 분포 현황(김영명, 2004), 봉의산 외래수종에 대한 향토식생경관 방안(조현길, 2004), 봉의산을 포함한 춘천시 도시림의 효율적인 조성 및 이용관리방안(김지훈, 2011), 봉의산 대기정화 가치 및 증진방안(박지혜, 2018) 등의 연구가 이루어져 왔다. 본 연구는 춘천시의 중요한 도심 근린공원임에도 불구하고 관리가 제대로 이루어지지 않고 있는 봉의산근린공원을 대상으로 식생경관변화, 식생기후대 분석, 지형특성, 현존식생, 식물군집구조 특성을 조사분석하여 유형별 식생관리방안을 제안하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상지

연구대상지는 춘천시 중심에 위치한 봉의산근린공원이며, 북위 37° 53', 동경 127° 44'에 위치하며, 행정구역상 후평 1동, 교동, 소양동, 근화동에 걸쳐 있다. 산림은 대부분 강원도 도유림이며, 도시계획시설상 강원도 고시 제1994-27호(1994.02.18.)에 따라 근린공원으로 지정되었다. 봉의산은 2030 춘천도시기본계획 및 2030 춘천공원녹지기본계획상 산악경관 보전축과 수변경관 보존축의 중심 지역이다(Figure 1 참조).

2.2 조사분석 방법

2.2.1 식생경관 변화

봉의산의 식생경관 특성 및 변화과정은 1750년부터 1895년 사이에 제작된 옛 지도인 해동지도, 『관동읍지』, 춘천유수부도, 『춘천읍지』의 강원도관찰부도 및 춘천관찰부도를 참고하였다. 옛 사진은 1900년경부터 1970년대까지 관련 문헌 및 개인이 소장하고 있는 사진자료를 참고하였다. 또한 2019년 4월에서 5월에 옛 사진들의 촬영구도와 비슷한 구도로 봉의산을 재촬영하여 봉의산의 경관특성과 과거와 현재가 어떻게 변화하였는지 비교분석하였다.

2.2.2 기후특성 및 온량지수(식생기후대) 분석

연구대상지 기후특성은 기상자료개방포털 자료를 활용하여 춘천시 최근 30년간(1991-2020년)의 월별 평균기온, 강수량, 상대습도를 분석하였으며, 30년간 월평균 기온자료(<https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do>)를 바탕으로 온량지수를 분석하여 식생기후대를 파악하였다.

2.2.3 지형특성

연구대상지 지형특성은 Arcmap 프로그램을 이용하여 해발고, 향, 경사를 분석하였으며, 해발고는 20m 단위, 향은 8개 방위, 경사도는 완경사지, 경사지, 급경사지, 험준지, 절립지로 구분하여 분석하였다.

2.2.4 현존식생

현존식생 조사는 수치지도, 임상도, 위성사진 등 기초도면 자료를 활용하여 식생블록별로 구획한 후 블록별 속성을 기록하였으며, 블록별 속성은 층위별 우점종, 수목규격, 식피율 등을 조사하였다. 현장조사 자료는 실내에서 Autocad Map 2018을 이용하여 도면화 하였고, 현존식생유형별 면적 및 비율은 Arcmap 10.3을 활용하여 산출하였다. 현존식생을 유형화하기 위해 도시생태현황지도의 작성방법에 관한 지침 제16조(기본주제도의 도면화)의 별표 5 현존식생 유형분류기준 및 분류기호를 참고로 하여 유형화 하였다. 단, 현존식생 유형 위계는 산림식생을 상위, 도시화지역은 하위로 설정하였다. 현존식생 및 식물군집구조 조사는 2018년 11월에 실시하였다.

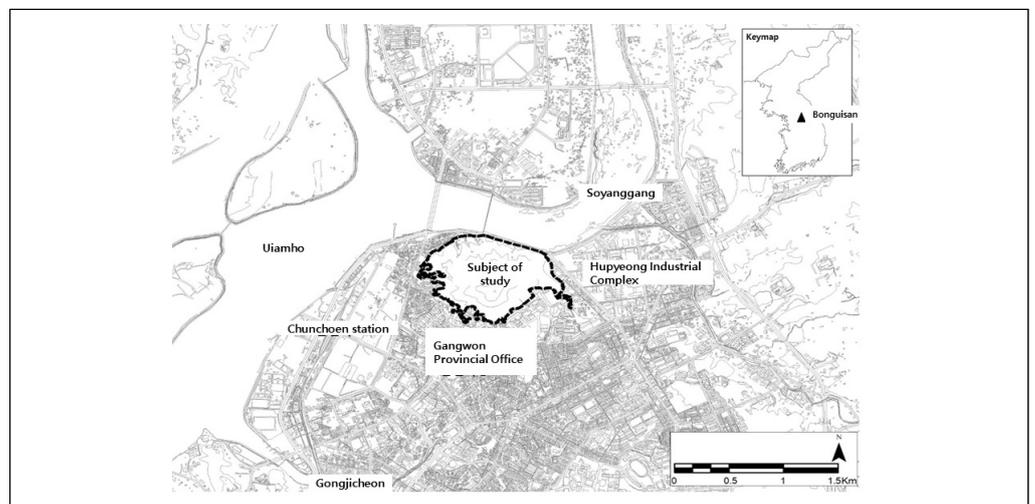


Figure 1. Location map of study site

2.2.5 식물군집구조

2.2.5.1 조사구 설정

본 연구에서는 현존식생 조사결과를 바탕으로 식생유형별 분포면적, 자연성 여부 등을 고려하여 대표적인 식물군집을 대상으로 조사구 21개소를 설정하였다(Figure 2 참조). 조사구 위치는 조사가 불가능한 급경사 지역과 군사적으로 출입이 제한된 지역을 제외하고 산책로가 연결되어있는 지역을 중심으로 선정하였다. 자연식생이 생태적으로 유지되는 최소면적이 100-500m²(Ellenberg, 1956; Westhoff and Maarel, 1973)이므로 본 연구에서는 조사구 방형구 크기를 20m × 20m(400m²)를 기본단위로 하였다. 식물군집구조 조사는 Monk et al.(1969)의 방법을 참고하여 조사구 내 출현하는 목본 수종을 대상으로 교목층과 아교목층은 흉고직경 2cm 이상인 수목의 흉고직경, 수고 및 지하고, 수관폭을 조사하였으며, 관목층은 흉고직경 2cm 이하 또는 수고 2m 이하인 수목의 수관폭을 조사하였다.

2.2.5.2 군집분류

군집분류는 DCA에 의한 ordination(Hill, 1979) 분석을 실시하였다. 최종 군집분류는 조사구별 종조성과 평균상대우점치를 고려하여 식물군집을 분류하였다.

2.2.5.3 상대우점치 분석

식물군집구조 조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(importance value: I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(importance percentage: I.P.)는 (상대밀도 + 상대피도) / 2로 계산하였으며 수관피도는 흉고단면적을 기준으로 하였으며 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 {(교목층 I.P. × 3) + (아교목층 I.P. × 2) + (관목층 I.P. × 1)} / 6으로 평균상대우점치(mean importance percentage: M.I.P.)를 구하였다(임경빈 등, 1980; 박인협 등, 1987; 오구균과 박석근, 2002; 김종엽, 2012).

2.2.5.4 흉고직경급별 분포 및 표본목 수령

식물군집구조 조사 자료를 활용하여 산림전이 경향을 추정할 수 있는 흉고직경급별 분포(Harcomb and Marks, 1978)를 분석하였다. 조사구별로 교목층의 평균 흉고직경의 표본목을 선정하여 지상으로부터 1.2m 높이에서 생장추를 이용하여 목편을 추출한 후 나이테를 분석하여 수령을 분석하였다. 표본목은 조사구별로 1-2주를 선정하였고, 총 11주를 분석하였다.

2.2.5.5 유사도지수 분석

군집 간 유사성의 정도를 측정하기 위한 유사도지수(Sørensen, 1948)를 분석하였다. 유사도지수는 군집 간 20% 미만일 때는 서로 이질적인 집단으로 분류하고, 80% 이상일 때는 서로 동질적인 집단(Whittaker, 1956)으로 분류하며, 생태적으로 중 분포가 비슷할수록 유사도지수가 높게 나타난다(Cox, 1976).

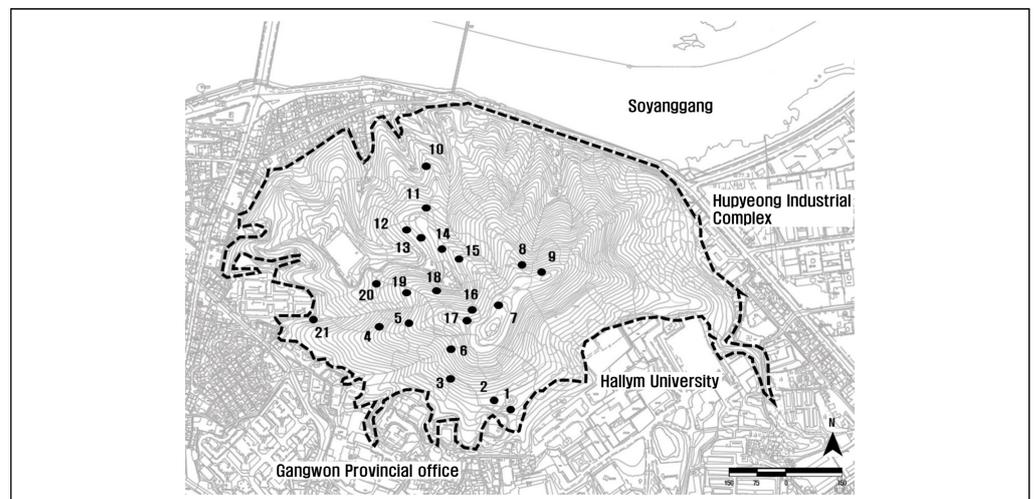


Figure 2. Location map of plots

3. 결과 및 고찰

3.1 식생경관 변화

봉의산은 삼국시대에 봉의산성이 축조되면서부터 산림이 지속적으로 훼손되어왔다. 조선시대인 1750년부터 1872년의 지도와 사진에서는 봉의산은 춘천의 중심지를 상징적 이미지로 확대 과장하여 표현하였고 동쪽의 대룡산에서 봉의산을 지나 강가까지 이어지는 서쪽산맥을 확인하였으며, 일부 작은 산맥들이 남쪽까지 이어지는 것을 확인할 수 있었다. 봉의산을 중심으로 동쪽, 남쪽, 북쪽은 강으로 둘러싸여 있었고, 지도 동쪽의 작은 산들과 산맥이 봉의산과 이어지고 있었음을 확인할 수 있었다.

근대인 1894년부터 1895년의 지도와 사진에서는 봉의산에서 뺏어나간 좌우측의 산맥을 확인하였으며, 소나무는 봉의산 중앙과 좌우측 산맥과 봉의산 서쪽 산맥의 끝부분과 동쪽 산맥과 남쪽까지 이어지는 능선에 소나무가 분포하고 있었다. 지도 남동쪽에 위치한 대룡산의 산맥 줄기가 봉의산과 연결되어있는 것을 확인할 수 있었다. 일제강점기인 1900년대부터 1940년대의 지도와 사진에서는 봉의산에 수고가 높은 소나무와 기타 수목들을 확인할 수 있었다. 1950년대부터 1970년대에는 봉의산에 분포하고 있는 식생이 많이 성장하였고 봉의산 8부 능선에 통신용 반사판이 설치되고 봉의산 아래로 건물이 들어서는 등 봉의산의 동쪽, 서쪽, 남쪽 산맥이 훼손되었다. 1980년대부터 현재까지의 봉의산 식생은 큰 변화 없이 성장하였으며, 봉의산 8부 능선에 설치되어 있던 통신용 반사판이 철거되었다. 이후 봉의산을 중심으로 한 도시개발이 진행되어 봉의산의 생태계 고립 및 단절이 심화되었음을 확인할 수 있었다(Table 1, Figure 3 참조).

봉의산 식생경관 변화는 조선시대 말까지는 소나무림으로 유지되었고 1940년대까지는 일부 소나무만 유지되고 훼손된 지역은 다른 수목이 식재되거나 자연발생한 수목이 자라는 식생경관이였다. 1970년대 이후로는 지금과 유사한 능선부 소나무, 북사면 신갈나무를 중심으로 한 참나무류, 저지대 도심 인근지역은 도시로 개발되거나 외래종이 분포하였고 시간의 흐름으로 현재의 식생경관으로 변화되었음을 추정할 수 있었다.

3.2 기후특성 및 온량지수(식생기후대)

춘천시의 최근 30년간(1991-2020년) 기후특성을 살펴보면, 연평균 기온은 11.4°C, 연강수량은 1,341.8mm로써 7월부터 8월까지 강우가 집중되었고, 연평균 상대습도는 70.5%이었다. 춘천시의 식생기후대를 파악하기 위해 최근 30년간 월평균기온 통계자료를 바탕으로 온량지수를 분석한 결과 99.2°C·month이었다. 온대중부림에 해당하는 온량지수는 85-100°C·month이므로 본 연구대상지의 식생기후대는 온대중부림이었다. 따라서 봉의산근린공원은 온대중부림의 천이계열을 고려한 식생관리가 필요하였다(Table 2 참조).

Table 1. Change of study site

Period		Landscape characteristics and changes
Chosun dynasty 1750-1871		<ul style="list-style-type: none"> West mountain chain spreads from east Daeryongsan to bonguisan and river. A part of little mountain chains surround hyanggyo (the confucian temple and school) East, south, north part of Bonguisan are surround by river and east side of little mountain and mountain chains reach to Bonguisan
Modern era 1894-1895		<ul style="list-style-type: none"> There is a mountain chain that spreads to Bonguisan's left and right side and Pinus densiflora's exist center part of Bonguisan and left and right side of mountain chain Pinus densiflora's exist end of the west part of Bongisan mountain chain and backside hyanggyo which is east side of mountain chain, and ridge from east side of mountain chain to south side of mountain chain
Japanese colonial period 1900-1940		<ul style="list-style-type: none"> Japanese colonial period from 1900 to 1940
Contemporary era	1950-1970	<ul style="list-style-type: none"> Existing vegetation in Bonguisan is growing well Communication reflector was installed on each 8 ridges of Bonguisan East, west, south side of Bonguisan mountain chain were damaged for some buildings were built under the Bonguisan
	1980-Current	<ul style="list-style-type: none"> There are no big change in Bonguisan vegetation and still they are growing well Communication reflector that was installed on each 8 of Bonguisan ridges was demolished Urban development is in progress around the Bonguisan Bonguisan isolation of ecology system and severance deepened

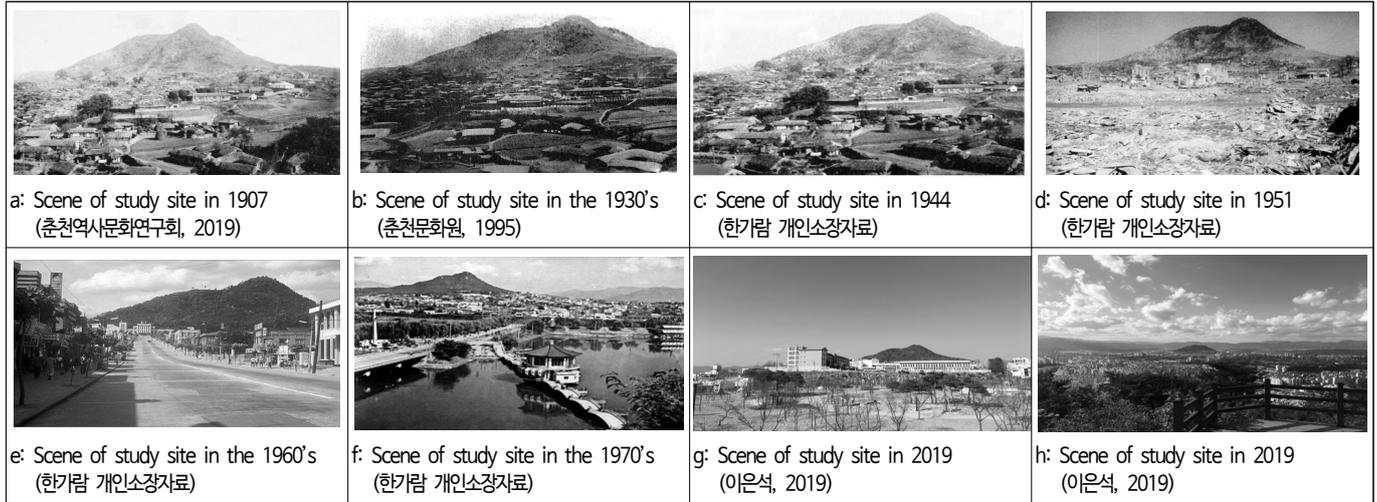


Figure 3. Change of scene of study site

Table 2. Monthly climate datas for 30 years in Chuncheon city

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Average
Temperature (°C)	-4.1	-1.0	5.0	11.7	17.6	22.2	24.9	25.0	19.8	12.7	5.3	-2.0	11.4
Precipitation (mm)	18.6	27.6	33.5	71.5	99.4	122.9	398.2	319.9	128.1	49.3	48.3	24.2	1,341.5
Relative humidity (%)	68.0	63.2	60.6	58.8	65.0	70.6	80.0	80.5	78.2	76.1	73.3	71.5	70.5

3.3 지형특성

봉의산근린공원 최대 해발고는 300.5m이었으며, 100m 이하는 10.2%, 100-150m는 34.6%, 150-200m는 32.8%, 200-250m는 15.1%, 250m 이상은 7.3%이었다. 정상부를 중심으로 남쪽보다 북쪽의 해발고가 낮은 지역이 많았는데, 이는 춘천시가지의 도시개발이 봉의산근린공원 남쪽에서 더 많이 이루어졌기 때문인 것으로 판단된다. 향은 북향 15.1%, 북동향 15.3%, 동향 10.0%, 남동향 11.8%, 남향 7.7%, 남서향 11.2%, 서향 12.9%, 북서향 14.7%이었다. 향은 북동향, 북향, 북서향이 상대적으로 분포비율이 높았으나, 정상부를 기점으로 대동소이 하였다. 경사는 완경사지 12.2%, 경사지 8.6%, 급경사지 15.0%, 험준지 18.0%, 절험지 46.2%로 경사가 급한 편이었다. 완경사지는 주로 북서쪽 단독주거지, 체육시설지, 종교시설지, 봉의산 순의비, 소양로 비석군 등의 역사문화유적지와 배수지 등이 위치한 곳이었다. 절험지는 능선부 중심으로 동북쪽 사면에 주로 분포하고 있어 이러한 지역은 더 이상 훼손되지 않도록 관리해야 할 것이다(Figure 4, Table 3 참조).

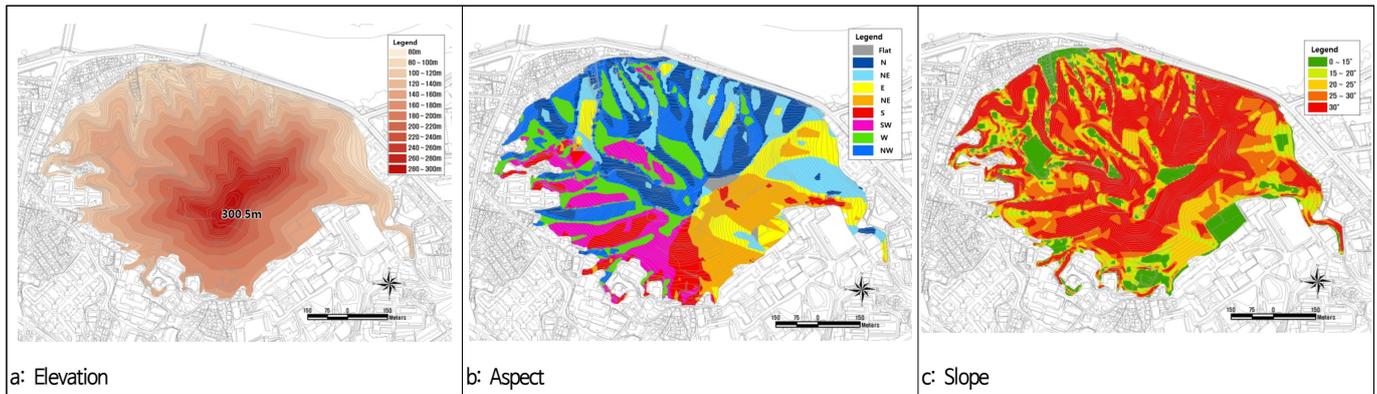


Figure 4. Elevation, aspect, and slope of study site

Table 3. Elevation, aspect, and slope of study site

Elevation			Aspect						Slope		
Division	Area (m ²)	Ration (%)	Division	Area (m ²)	Ration (%)	Division	Area (m ²)	Ration (%)	Division	Area (m ²)	Ration (%)
Under 100m	70,338	10.2	Flat	8,965	1.3	South	53,099	7.7	Under 15°	84,130	12.2
100-150m	238,599	34.6	North	104,128	15.1	Southwest	77,234	11.2	15-20°	59,305	8.6
150-200m	226,186	32.8	Northeast	105,508	15.3	West	88,957	12.9	20-25°	103,439	15
200-250m	104,128	15.1	East	68,959	10	Northwest	101,370	14.7	25-30°	124,127	18
Over 250m	50,340	7.3	Southeast	81,372	11.8	Total	689,592	100.0	Over 30°	318,592	46.2
Total	689,592	100.0							Total	689,592	100.0

3.4 현존식생

현존식생 조사 면적은 689,592m²이었으며, 주요 식생별 분포 특성은 다음과 같다. 신갈나무림은 분포면적비율이 28.5%로 남서사면과 북서사면, 남동사면에 주로 분포하고 있었다. 소나무림은 분포면적비율이 15.6%로 동쪽과 남동사면 능선부에 주로 분포하고 있었고 소나무-신갈나무림은 분포면적비율이 15.9%로 주능선을 중심으로 분포하고 있었다. 박달나무림은 분포면적비율이 1.6%로 북동쪽 계곡부와 충원사 북쪽 급경사면에 분포하고 있었다. 그 외에 북쪽과 서쪽 사면부의 도시화지역과 경계를 이루는 곳에는 아까시나무가 우점하였고, 잣나무림, 신갈나무-굴참나무림, 신갈나무-박달나무림 등이 소규모로 분포하고 있었다.

현존식생 분석결과를 종합하면, 봉의산근린공원은 온대중부림의 전형적인 식생군락에 조림용 또는 조경용으로 식재된 외래종 수목이 분포하였다. 식생구조는 온대중부림의 생태적 천이과정에 따라 신갈나무의 세력이 높아져 점차 소나무 분포는 감소하고 신갈나무를 중심으로 한 낙엽성 참나무류 분포면적이 증가할 것으로 판단된다. 계곡 사면부 급경사 지역에 박달나무가 소규모로 분포하는 것이 특이하였다(Table 4, Figure 5 참조).

Table 4. Actual vegetation type of study site

No.	Actual vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)	No.	Actual vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)
1	<i>Pinus densiflora</i>	107,954	15.6	14	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	173	0.1
2	<i>Pinus densiflora-Quercus mongolica</i>	110,201	15.9	15	<i>Pinus koraiensis</i>	11,515	1.6
3	<i>Quercus mongolica</i>	196,744	28.5	16	<i>Pinus koraiensis-Paulownia coreana</i>	1,084	1.2
4	<i>Quercus mongolica-Pinus densiflora</i>	57,435	8.3	17	<i>Pinus strobus</i>	3,673	0.5
5	<i>Quercus mongolica-Pinus densiflora- Robinia pseudoacacia</i>	3,948	0.5	18	<i>Robinia pseudoacacia</i>	41,157	5.9
6	<i>Quercus mongolica-Quercus serrata</i>	14,753	2.1	19	<i>Robinia pseudoacacia-Pinus strobus</i>	3,327	0.5
7	<i>Quercus mongolica-Quercus serrata- Alnus hirsuta</i>	7,171	1.0	20	<i>Robinia pseudoacacia- Quercus mongolica</i>	6,197	0.9
8	<i>Quercus mongolica-Quercus variabilis</i>	8,767	1.2	21	<i>Castanea crenata-Robinia pseudoacacia</i>	628	0.1
9	<i>Quercus mongolica-Betula schmidtii</i>	23,089	3.3	22	Destructed facility	1,410	0.2
10	<i>Quercus mongolica-Robinia pseudoacacia</i>	20,140	2.9	23	Damaged slope area	6,267	0.9
11	<i>Quercus acutissima-Quercus variabilis</i>	8,972	1.3	24	Landscape woody plants	5,384	0.7
12	<i>Betula schmidtii</i>	11,398	1.6	25	Field	4,844	0.6
13	<i>Betula schmidtii-Quercus mongolica</i>	12,833	1.8	26	Urban area	20,528	2.8
					Total	689,592	100.0

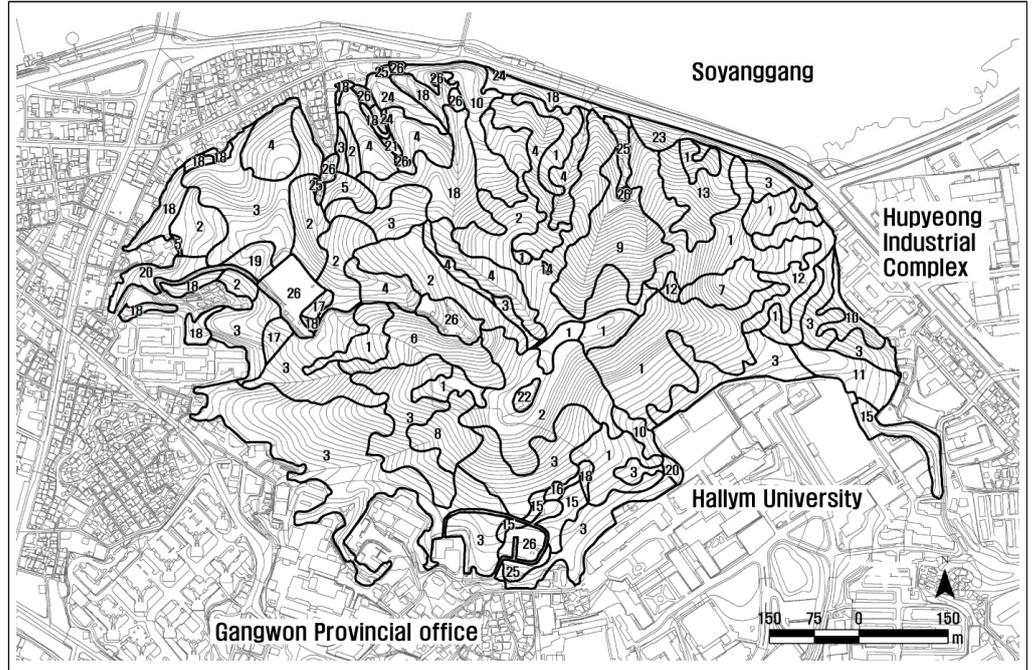


Figure 5. Actual vegetation of study site

Legend: 1 *Pinus densiflora*, 2 *Pinus densiflora-Quercus mongolica*, 3 *Quercus mongolica*, 4 *Quercus mongolica-Pinus densiflora*, 5 *Quercus mongolica-Pinus densiflora-Robinia pseudoacacia*, 6 *Quercus mongolica-Quercus serrata*, 7 *Quercus mongolica-Quercus serrata-Alnus hirsuta*, 8 *Quercus mongolica-Quercus variabilis*, 9 *Quercus mongolica-Betula schmidtii*, 10 *Quercus mongolica-Robinia pseudoacacia*, 11 *Quercus acutissima-Quercus variabilis*, 12 *Betula schmidtii*, 13 *Betula schmidtii-Quercus mongolica*, 14 *Acer pseudosieboldianum*, 15 *Pinus koraiensis*, 16 *Pinus koraiensis-Paulownia coreana*, 17 *Pinus strobus*, 18 *Robinia pseudoacacia*, 19 *Robinia pseudoacacia-Pinus strobus*, 20 *Robinia pseudoacacia-Quercus mongolica*, 21 *Castanea crenata-Robinia pseudoacacia*, 22 Destroyed facility, 23 Damaged slope area, 24 Landscape woody plants, 25 Field, 26 Urban area

3.5 식물군집구조

3.5.1 식물군집 분류

21개 조사구에 대하여 ordination 분석(Orloci, 1978) 결과, DCA의 제1축과 제2축의 고유값(eigenvalue)은 각각 0.523과 0.258로서 집중률은 높은 편으로 두 축을 바탕으로 조사구별 평균상대우점치를 연계하여 7개 군집으로 분류되었다. 분류 결과, 소나무군집(군집 I)은 교목층에 소나무, 아교목층에 신갈나무와 졸참나무가 우점하는 군집이었으며, 신갈나무군집(군집 II)과 졸참나무-신갈나무군집(군집 III)은 신갈나무와 졸참나무가 우점하는 가운데 소나무가 일부 출현하였다. 박달나무군집(군집 IV)은 교목층에 박달나무, 아교목층에 팔배나무, 졸참나무, 박달나무가 우점하고 있었고, 상수리나무-아까시나무군집(군집 V)의 교목층에서는 상수리나무와 아까시나무가 우점하였고, 잣나무군집(군집 VI)은 교목층에 잣나무, 아교목층에 잣나무, 산벚나무, 아까시나무가 우점하고 있었다. 군집 I, II, III, IV는 소나무, 신갈나무, 졸참나무, 박달나무 등의 자연식생이 우점하는 군집이었으며, 군집 V, VI는 잣나무, 상수리나무, 아까시나무가 우점하는 식생으로 인공식생이자 교란된 식생이었다. 그래프 제1축(가로축) 좌측에는 박달나무 군집이, 우측에는 잣나무군집이 위치하였고, 제2축(세로축) 하단부는 소나무군집이, 상단부는 참나무류군집이 위치하였다(Figure 6, Table 5 참조).

3.5.2 상대우점치

군집별 상대우점치를 살펴보면, 소나무군집(군집 I)은 교목층에 소나무(I.P. 86.9%)가 우점하였고 아교목층에서는 졸참나무(I.P. 24.5%), 신갈나무(I.P. 17.5%), 쪽동백나무, 산벚나무 등이 분포하였다. 관목층에서는 생강나무(I.P. 26.6%), 진달래(I.P. 25.7%), 졸참나무가 주요 출현종이었다. 소나무군집은 당분간 소나무군집으로 유지될 것이지만 아교목층에서 졸참나무, 신갈나무 등 참나무류의 세력이 높은 상태이었다.

신갈나무군집(군집 II)은 교목층에 신갈나무(I.P. 64.7%)가 우점하였고 아교목층은 산벚나무(I.P. 19.9%), 생강나무(I.P. 17.5%), 아까시나무(I.P. 15.7%), 신갈나무(I.P. 13.7%), 졸참나무(I.P. 8.3%) 등이 출현하였다. 관목층은 진

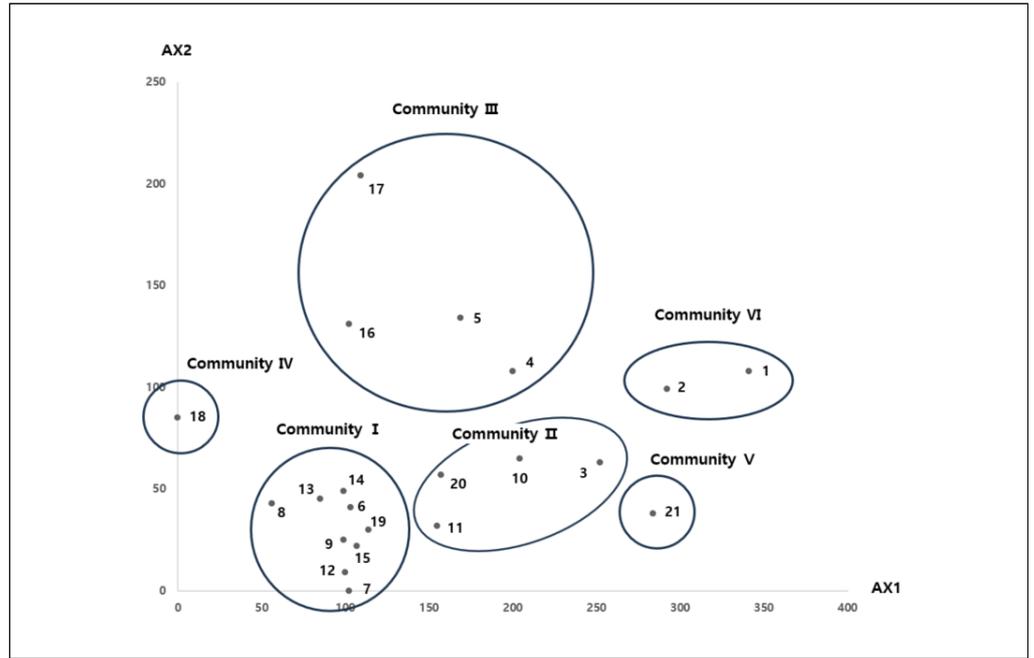


Figure 6. Ordination of plots by DCA

Table 5. Mean importance percentage of each of communities

Scientific name	Community I ^a	Community II ^b	Community III ^c	Community IV ^d	Community V ^e	Community VI ^f
<i>Pinus densiflora</i>	46.4	8.4	8.2	-	4.2	4.0
<i>Quercus mongolica</i>	11.0	37.6	12.9	1.8	12.6	3.5
<i>Quercus serrata</i>	10.7	5.6	29.7	6.8	0.9	4.2
<i>Betula schmidtii</i>	2.2	-	1.5	52.1	-	-
<i>Quercus acutissima</i>	0.7	-	0.7	-	31.4	2.0
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0.8	6.7	-	-	27.7	5.5
<i>Pinus koraiensis</i>	0.1	1.8	2.1	-	-	46.8
Others	28.1	39.9	44.9	39.3	23.2	34.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

^aI: *Pinus densiflora* community, ^bII: *Quercus mongolica* community, ^cIII: *Quercus serrata*-*Quercus mongolica* community, ^dIV: *Betula schmidtii* community, ^eV: *Quercus acutissima*-*Robinia pseudoacacia* community, ^fVI: *Pinus koraiensis* community

달래(I.P. 28.8%), 생강나무(I.P. 20.8%), 청가시덩굴(I.P. 9.5%)이 주요 출현수종이었다. 신갈나무군집은 당분간 신갈나무군집으로 유지될 것으로 예상되었다.

졸참나무-신갈나무군집(군집 III)은 교목층에 졸참나무(I.P. 47.0%)가 우점하고 아교목층은 당단풍나무(I.P. 29.7%), 졸참나무(I.P. 15.4%), 산벚나무(I.P. 12.1%)가 출현하였다. 관목층에서는 생강나무(I.P. 20.4%), 진달래(I.P. 18.6%), 졸참나무(I.P. 6.1%)가 분포하고 있었다. 졸참나무-신갈나무군집은 당분간 졸참나무-신갈나무군집으로 유지될 것으로 판단되었다.

박달나무군집(군집 IV)은 교목층에서는 박달나무(I.P. 94.7%)가 우점하고 아교목층에서는 팔배나무(I.P. 49.8%)가 우점하였으며 관목층에서는 생강나무(I.P. 58.7%)가 우점하였다. 박달나무군집으로 당분간 박달나무군집으로 유지될 것으로 예측되었다. 박달나무는 낙엽활엽교목으로 우리나라 중부 이북의 산지에서 흔히 자라지만 남부의 높은 지대에서도 볼 수 있고, 설악산과 묘향산 부근에 특히 많다고 한다. 박달나무는 재질이 뛰어나고 목재가 단단해서, 인장재, 조각재, 세공재 등의 쓰임새가 다양해서 많이 별채되어 이용되었으며, 그 세력이 매우 줄어들었다(이창복, 1986; 임정빈, 1997). 봉의산근린공원 북사면 계곡부에 분포하는 박달나무군집은 면적은 넓지 않으나 도시림 내 분

포하고 있는 것이 희소가치가 있으므로 보호관리해야 할 것이다.

상수리나무-아까시나무군집(군집 V)은 상수리나무(I.P. 58.2%)가 우점하는 가운데 아까시나무(I.P. 35.9%), 신갈나무(I.P. 3.1%), 떡갈나무(I.P. 2.8%)가 출현하였으며, 아교목층에서는 아까시나무(I.P. 27.7%), 신갈나무(I.P. 18.0%), 산벚나무(I.P. 12.6%), 소나무(I.P. 12.0%), 상수리나무(I.P. 6.3%)가 출현하였다. 관목층에서는 신갈나무(I.P. 30.2%), 생강나무(I.P. 14.5%), 단풍나무(I.P. 10.2%) 등이 출현하였다. 상수리나무-아까시나무군집은 기존의 상수리나무군집에 아까시나무 식재 등 산림식생이 교란된 것으로 판단되며, 가능한 상수리나무 등 자생종이 우점하는 식생으로 관리해야 할 것이다.

갯나무군집(군집 VI)은 교목층에서 갯나무(I.P. 78.7%)가 우점하였고 소나무(I.P. 8.0%), 아까시나무(I.P. 4.7%), 굴참나무(I.P. 4.5%), 상수리나무(I.P. 2.7%), 물오리나무(I.P. 1.4%)가 출현하였다. 아교목층에서는 갯나무(I.P. 22.0%), 산벚나무(I.P. 16.4%), 밤나무(I.P. 13.3%), 층층나무(I.P. 12.2%), 관목층은 졸참나무(I.P. 15.9%), 신갈나무(I.P. 11.8%), 개암나무(I.P. 10.2%), 생강나무(I.P. 10.1%) 등이 출현하였다. 갯나무군집은 인공림으로 조성한 식생으로 당분간 갯나무가 우점하는 식생으로 유지될 것이며, 갯나무의 수령은 50년이 넘는 식생으로 휴양공간이나 도시숲으로서 공익적 기능이 발휘될 수 있도록 관리해야 할 것이다.

이상 봉의산근린공원 식생의 상대우점치 분석 결과, 천이경향은 소나무에서 졸참나무, 신갈나무로의 천이가 진행되는 과정으로 예측되며 이는 우리나라 온대중부림 식생기후대 천이경향과 동일한 경향이였다. 인공림인 상수리나무-아까시나무림은 신갈나무로의 천이가 예측되며, 갯나무림은 저지대 계곡부에 위치하여 장기적으로 온대중부림 계곡부에서 자생하는 다양한 낙엽활엽수의 세력이 증가할 수도 있을 것이다(Table 6 참조).

Table 6. Importance percentage of each of communities

Scientific name	Community I ^a				Community II ^b				Community III ^c			
	Canopy	Understory	Shrub	Mean	Canopy	Understory	Shrub	Mean	Canopy	Understory	Shrub	Mean
<i>Pinus densiflora</i>	86.9	8.5	0.3	46.4	16.8	-	-	8.4	16.2	-	0.5	8.2
<i>Quercus mongolica</i>	7.8	17.5	7.6	11.0	64.7	13.1	5.6	37.6	21.2	5.0	3.7	12.9
<i>Quercus serrata</i>	1.6	24.5	10.2	10.7	5.6	8.3	-	5.6	47.1	15.5	6.1	29.7
<i>Betula schmidtii</i>	0.5	5.9	-	2.2	-	-	-	-	3.0	-	-	1.5
<i>Pinus koraiensis</i>	-	-	0.8	0.1	1.1	3.1	1.5	1.8	3.7	-	1.4	2.1
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	5.7	26.6	6.3	-	17.6	20.9	9.3	-	1.5	29.5	5.4
<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	2.1	0.7	0.8	1.8	15.7	3.5	6.7	-	-	-	-
<i>Quercus acutissima</i>	0.2	1.3	0.7	0.7	-	-	-	-	-	1.3	1.7	0.7
<i>Prunus sargentii</i>	0.5	10.5	0.4	3.8	-	19.9	-	6.6	1.3	12.1	-	4.7
<i>Sorbus alnifolia</i>	0.3	4.1	1.8	1.8	-	-	0.7	0.1	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	25.7	4.3	-	1.1	28.8	5.2	-	-	18.7	3.1
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	0.4	-	0.1	-	-	-	-	-	29.8	4.3	10.6
<i>Styrax obassia</i>	-	10.9	2.9	4.1	-	3.3	6.3	2.2	-	6.2	8.6	3.5
<i>Castanea crenata</i>	-	1.6	1.2	0.7	0.8	3.6	2.2	2.0	-	1.2	-	0.4
<i>Quercus variabilis</i>	0.5	1.0	0.4	0.6	-	1.3	-	0.4	-	11.0	3.0	4.2
<i>Alnus hirsuta</i>	-	0.9	0.3	0.4	7.1	-	-	3.6	-	7.0	1.0	2.5
<i>Quercus aliena</i>	0.4	0.0	0.7	0.3	1.0	-	-	0.5	6.4	-	-	3.2
Others	1.2	5.0	19.9	5.6	1.1	13	30.5	10.0	1.1	9.4	21.5	7.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 6. Continued

Scientific name	Community IV ^d				Community V ^e				Community VI ^f			
	Canopy	Understory	Shrub	Mean	Canopy	Understory	Shrub	Mean	Canopy	Understory	Shrub	Mean
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	-	12.0	1.2	4.2	8.1	-	-	4.0
<i>Quercus mongolica</i>	3.5	-	-	1.8	3.1	18.0	30.3	12.6	-	4.6	11.8	3.5
<i>Quercus serrata</i>	1.8	15.4	4.5	6.8	-	-	5.1	0.9	-	4.7	16.0	4.2
<i>Betula schmidtii</i>	94.7	14.1	-	52.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus koraiensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	78.7	22.1	0.5	46.8
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	6.9	58.6	12.1	-	-	14.5	2.4	-	-	10.1	1.7
<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	-	-	35.9	27.8	3.0	27.7	4.7	7.5	4.0	5.5
<i>Quercus acutissima</i>	-	-	-	-	58.2	6.3	1.4	31.4	2.7	-	3.6	2.0
<i>Prunus sargentii</i>	-	6.9	-	2.3	-	12.7	-	4.2	-	16.5	-	5.5
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	49.7	-	16.6	-	-	1.3	0.2	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	14.3	2.4	-	-	2.8	0.5	-	-	0.6	0.1
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	-	10.1	1.7	-	5.9	2.3	2.3	-	-	-	-
<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	-	8.6	3.3	3.4	-	13.3	4.8	5.2
<i>Quercus variabilis</i>	-	6.9	-	2.3	-	-	1.4	0.2	4.5	-	-	2.2
<i>Quercus dentata</i>	-	-	-	-	2.8	6.3	4.0	4.2	-	-	-	-
<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	2.6	10.2	2.6	-	2.1	2.4	1.1
Others	-	0.1	12.5	1.9	-	-0.2	19.2	3.2	1.3	29.2	46.2	18.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

^aI: *Pinus densiflora* community, ^bII: *Quercus mongolica* community, ^cIII: *Quercus serrata*-*Quercus mongolica* community, ^dIV: *Betula schmidtii* community,

^eV: *Quercus acutissima*-*Robinia pseudoacacia* community, ^fVI: *Pinus koraiensis* community

3.5.3 흉고직경급별 분포 및 표본목 수령

군집별로 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면, 소나무군집(군집 I)은 흉고직경 17-46cm에서 소나무가 졸참나무, 신갈나무보다 우세하였다. 신갈나무군집(군집 II)은 흉고직경 17-46cm에서 신갈나무가 소나무, 졸참나무보다 우세하였다. 졸참나무-신갈나무군집(군집 III)은 흉고직경 12-41cm에서 졸참나무가 신갈나무, 소나무보다 우세하였다. 박달나무군집(군집 IV)은 흉고직경 12-21cm에서 박달나무가 28주로 가장 많았다. 상수리나무-아까시나무(군집 V)은 흉고직경 12-21cm에서 상수리나무와 아까시나무가 경쟁관계에 있었다. 잣나무군집(군집 VI)은 흉고직경 22-41cm에서 주로 분포하여 중대경목이 비교적 많이 분포하고 있었다(Table 7 참조).

군집별로 표본목 수령을 살펴보면, 소나무군집(군집 I) 조사구 8의 소나무 흉고직경은 40cm, 수고는 21m, 수령은 60년, 조사구 12의 소나무 흉고직경은 27cm, 수고는 11m, 수령은 60년, 조사구 12 인근 소나무는 흉고직경은 61cm, 수고는 18m, 수령은 105년이였다. 신갈나무군집(군집 II) 조사구 11의 신갈나무 흉고직경은 25 + 37cm, 수고는 24m, 수령은 47년, 소나무 흉고직경은 20cm, 수고는 11m, 수령은 47년이였다. 졸참나무-신갈나무군집(군집 III) 조사구 5의 졸참나무 흉고직경은 32cm, 수고는 17m, 수령은 54년이였으며, 소나무 흉고직경은 30cm, 수고는 14m, 수령은 78년이였다. 조사구 16의 졸참나무 흉고직경은 37cm, 수고는 19, 수령은 53년이였다. 박달나무군집(군집 IV) 조사구 18의 박달나무 흉고직경은 20cm, 수고는 16m, 수령은 40년이였고, 상수리나무-아까시나무(군집 V) 군집조사구 21의 아까시나무 흉고직경은 32cm, 수고는 14m, 수령은 37년이였다. 잣나무군집(군집 VI) 조사구 1의 잣나무 흉고직경은 37cm, 수고는 22m, 수령은 52년이였다(Table 8 참조).

이상을 종합하면, 봉의산 소나무는 수령이 최대 105년생으로 생태적, 역사적 가치가 있었으며, 소나무군집을 보전하기 위해서 제한적으로 경쟁수목을 부분적으로 밀도를 조절하여 소극적인 방해극상 관리를 해야 할 것이다. 신갈나무, 졸참나무, 박달나무 등 낙엽활엽수는 자연발생하여 40-50년간 성장하였다. 본 연구대상지의 식생은 봉의산

Table 7. DBH class distribution of major woody species of six communities by DCA

Community*	Species name	Shrub	< 2cm	2-6cm	7-11cm	12-16cm	17-21cm	22-26cm	27-31cm	32-36cm	37-41cm	42-46cm	47-51cm	52cm >	Total
I	<i>Pinus densiflora</i>	4	0	1	1	7	34	42	57	48	24	8	3	5	234
	<i>Quercus serrata</i>	80	0	43	14	5	1	1	2	0	1	0	0	0	147
	<i>Quercus mongolica</i>	64	0	14	9	8	5	10	2	1	1	2	0	1	117
II	<i>Quercus mongolica</i>	40	0	7	1	3	6	10	12	4	2	5	2	1	93
	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	0	0	1	4	3	2	1	0	2	0	0	13
	<i>Quercus serrata</i>	0	0	5	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	11
III	<i>Quercus serrata</i>	32	0	4	2	4	11	15	4	4	3	0	0	0	79
	<i>Quercus mongolica</i>	20	0	0	0	2	0	5	4	1	1	0	2	0	35
	<i>Pinus densiflora</i>	4	0	0	0	0	2	0	4	2	0	0	1	1	14
IV	<i>Betula schmidtii</i>	0	0	1	0	28	15	3	0	0	0	0	0	0	47
	<i>Quercus serrata</i>	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	<i>Sorbus alnifolia</i>	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
V	<i>Quercus acutissima</i>	4	0	0	1	0	1	3	7	2	0	0	0	0	18
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	8	0	2	3	2	2	2	2	2	0	0	0	0	23
	<i>Quercus mongolica</i>	32	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38
VI	<i>Pinus koraiensis</i>	4	0	0	0	0	4	13	20	6	4	0	0	0	51
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	16	0	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	22
	<i>Quercus variabilis</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3

* Plant community names are referred from Table 6

Table 8. Age of sample tree of each of communities

Community*	Plot number	Scientific name	Diameter of breast height (cm)	Height (m)	Age (year)
I	8	<i>Pinus densiflora</i>	40	21	60
	12	<i>Pinus densiflora</i>	27	11	60
	Around of 12	<i>Pinus densiflora</i>	61	18	105
II	11	<i>Quercus mongolica</i>	25 + 37	14	47
		<i>Pinus densiflora</i>	20	11	47
III	5	<i>Quercus serrata</i>	32	17	54
		<i>Pinus densiflora</i>	30	14	78
	16	<i>Quercus serrata</i>	37	19	53
IV	18	<i>Betula schmidtii</i>	20	16	40
V	21	<i>Robinia pseudoacacia</i>	32	14	37
VI	1	<i>Pinus koraiensis</i>	37	22	52

* Plant community names are referred from Table 6

식생대를 대표하는 온대중부림 식생으로 자연천이로 변화하도록 유지하는 것이 필요하며, 잣나무와 야까시나무는 인공림으로 휴양적 이용식생으로 활용하는 것이 필요하였다. 봉의산은 전반적으로 식생관리와 함께 도시민의 휴양 공간으로서 지속적으로 유지관리해야 할 것이다.

3.5.4 유사도지수

유사도지수 분석결과 소나무군집(군집 I)과 졸참나무-신갈나무군집(군집 III) 간에는 유사도지수가 52.17, 신갈나무군집(군집 II)와 졸참나무-신갈나무군집(군집 III) 간에는 유사도지수가 51.58이었다. 박달나무군집(군집 IV)과 상수리나무-아까시나무군집(군집 V) 간에는 유사도지수가 10.75로 가장 낮았고, 박달나무군집(군집 IV)과 잣나무군집(군집 VI) 간에는 유사도지수가 13.46으로 이질적인 군집이었다. 그 외 군집 간에도 유사도지수가 23.92-47.74로 유사도지수가 낮아 이질적이었다(Table 9 참조).

이는 소나무군집(군집 I)은 자연식생으로 신갈나무-졸참나무군집으로의 천이가 예측되었다. 군집 V와 VI은 인공식생이자 교란된 식생으로 여러 외래수종이 생육하고 있었다. 군집 V와 VI은 위 두 군집 외 타 군집과의 유사도 지수에서도 매우 낮은 수치를 나타내고 있는 등 이질성이 높아 각 군집은 현재 식생구조를 장기간 유지할 것으로 판단되므로 식생구조 특성에 따른 관리방안이 제시되어야 할 것이다.

3.5.5 식물군집구조 특성 종합

봉의산근린공원의 식물군집구조는 총 6개 군집으로 분류되었다. 소나무군집(군집 I)은 경사진 능선에 분포하였으며 수령은 60년에서 105년으로 장령림이었다. 교목층에 소나무의 세력이 크므로 당분간 소나무군집으로 유지될 것이지만, 아교목층에 신갈나무, 졸참나무가 우점하고 있어 소나무군집 자연경관을 유지하기 위해 일부 경쟁수목의 밀도를 낮추는 형태의 소극적 방해극상 관리가 필요하였다.

신갈나무군집(군집 II)은 수령은 47년이었고 교목층에 신갈나무, 아교목층에 산벚나무, 아까시나무, 생강나무가 우점하여 신갈나무군집으로 유지될 것으로 예상되었다. 졸참나무-신갈나무군집(군집 III)은 수령은 54년이었고 교목층에 졸참나무가 우점하는 가운데 신갈나무, 소나무가 일부 출현하였고 아교목층에서는 당단풍나무, 졸참나무, 산벚나무가 우점하고 있어 당분간 졸참나무군집으로 유지할 것으로 예상되었다. 박달나무군집(군집 IV)은 수령은 40년이었고 교목층에 박달나무가 우점하고 아교목층에 팔배나무, 졸참나무, 박달나무가 우점하고 있었고, 당분간 박달나무군집으로 유지될 것으로 예상되었다. 상수리나무-아까시나무군집(군집 V)은 수령은 37년이었고 교목층에 상수리나무와 아까시나무가 우점하고 아교목층에서는 아까시나무, 신갈나무, 산벚나무가 우점하였으며, 당분간 현재 식생구조를 유지할 것으로 예상되었다. 잣나무군집(군집 VI)은 수령은 52년이었고 교목층에 잣나무가 우점하고 아교목층에는 잣나무, 산벚나무, 아까시나무가 우점하였고, 당분간 잣나무군집으로 유지될 것으로 예상되었다.

이상을 종합하면, 본 연구대상지는 능선부와 남사면에 50-100년생의 소나무군집이 분포하고 있었으며, 계곡 북사면에 신갈나무와 졸참나무의 세력이 증가하고 있는 참나무류군집, 북사면 계곡부에 일부 국지적으로 분포하고 있는 박달나무군집, 저지대의 상수리나무-아까시나무군집과 인공림인 잣나무군집 등이 분포하고 있는 것이 특징이었다. 원식생인 소나무군집 유지와 신갈나무군집과 졸참나무군집의 생태적 변화 관찰, 저지대에 위치한 인공림 등의 산림휴양적 활용 등 식생구조 특성에 따른 식생관리가 필요하였다(Table 10 참조).

3.6 봉의산근린공원 식물군집구조 특성에 따른 식생 관리방안

3.6.1 군집별 목표식생 설정 및 관리방안 유형화

봉의산의 군집별 식물군집구조 특성을 고려하여 다음과 같이 목표식생을 설정하고 관리방안을 유형화 하였다. 소나무군집의 식생경관을 보전하기 위해 목표식생을 '소나무군집'으로 설정하였고 관리방안은 '자연경관 보전 및 개선행'으로 설정하였다. 신갈나무군집, 졸참나무-신갈나무군집, 상수리나무-아까시나무군은 소나무가 도태되고 참나

Table 9. Similarity index of each of communities

Community*	I	II	III	IV	V
II	47.74	-	-	-	-
III	52.17	51.58	-	-	-
IV	26.20	23.96	26.22	-	-
V	27.62	35.63	30.15	10.75	-
VI	23.92	33.69	28.45	13.46	28.02

* Plant community names are referred from Table 6

Table 10. Generalization of each of communities

Community	Dominance species		Age of tree	State of ecological succession
	Canopy layer	Understory layer		
<i>Pinus densiflora</i> community (I)	<i>Pinus densiflora</i> is dominant	<i>Quercus mongolica</i> and <i>Quercus serrata</i> is dominant	<i>Pinus densiflora</i> 60 years	<i>Pinus densiflora</i> community is estimated to maintain its population for a while, <i>Quercus mongolica</i> 's succession in <i>Pinus densiflora</i> community and <i>Quercus serrata</i> 's succession to <i>Quercus</i> spp. community is estimated
<i>Quercus mongolica</i> community (II)	<i>Quercus mongolica</i> is dominant, Part of <i>Pinus densiflora</i> appears	<i>Prunus sargentii</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> is dominant	<i>Quercus mongolica</i> 47 years, <i>Pinus densiflora</i> 47 years	<i>Quercus mongolica</i> is estimated to maintain its population
<i>Quercus serrata</i> - <i>Quercus mongolica</i> community (III)	<i>Quercus serrata</i> is dominant, part of <i>Quercus mongolica</i> , <i>Pinus densiflora</i> appears	<i>Acer pseudosieboldianum</i> , <i>Quercus serrata</i> , <i>Prunus sargentii</i> is dominant	<i>Quercus serrata</i> 54 years, <i>Pinus densiflora</i> 78 years, <i>Quercus serrata</i> 53 years	<i>Quercus serrata</i> community is estimated to maintain its population, <i>Quercus serrata</i> , <i>Quercus mongolica</i> is estimated to be mixed in <i>Quercus</i> community
<i>Betula schmidtii</i> community (IV)	<i>Betula schmidtii</i> is dominant	<i>Sorbus alnifolia</i> , <i>Quercus serrata</i> , <i>Betula schmidtii</i> is dominant,	<i>Betula schmidtii</i> 40 years	<i>Betula schmidtii</i> community is estimated to maintain its population
<i>Quercus acutissima</i> - <i>Robinia pseudoacacia</i> community (V)	<i>Quercus acutissima</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> is dominant	<i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Quercus mongolica</i> , <i>Prunus sargentii</i> is dominant	<i>Robinia pseudoacacia</i> 37 years	<i>Quercus acutissima</i> - <i>Robinia pseudoacacia</i> community is estimated to maintain its population and changed as <i>Quercus</i> community in the long period
<i>Pinus koraiensis</i> community (VI)	<i>Pinus koraiensis</i> is dominant	<i>Pinus koraiensis</i> , <i>Prunus sargentii</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> is dominant	<i>Pinus koraiensis</i> 52 years	<i>Pinus koraiensis</i> is estimated to maintain its population
Ecological succession	It was estimated thae the <i>Pinus densiflora</i> will be change to <i>Quercus</i> spp. gradually in temperate region.			

무류의 세력이 확대되는 천이경향을 고려하여 목표식생은 '낙엽활엽수림'으로 설정하였고, 관리방안은 '생태적 천이 순응형'으로 설정하였다. 박달나무군집은 습윤한 산림에서 생육하는 식생으로서 본 군집 목표식생은 '박달나무군집'으로 설정하였고, 관리방안은 '특이군락 보전형'으로 설정하였다. 잣나무림은 접근이 용이한 저지대에 위치하고, 수령이 50년생이 넘는 대경목이 생육하고 있으므로 잣나무림을 활용한 산림휴양·치유 기능을 목적으로 하여 목표식생은 '잣나무림'으로 하고, 관리방안은 '휴양 및 체험형'으로 설정하는 것이 타당할 것이다. 그리고 경사가 급한 지역은 식생이 훼손되지 않도록 이용객 관리 및 안정된 식생으로 유지관리해야 할 것이다(Figure 7 참조).

3.6.2 관리방안 유형별 관리내용

자연경관 보전 및 개선형(관리유형 ①)인 소나무군집은 생태적, 경관적 가치가 높은 소나무군집을 유지하기 위해 교목 및 아교목층에 소나무와 경쟁하고 있는 수목의 밀도를 제한적으로 낮추고, 훼손된 소나무림에는 소나무를 식재하거나 소나무와 교목층에서 경쟁하지 않는 아교목성상이나 관목성상의 수종을 도입하도록 한다. 생태적 천이 순응형(관리유형 ②)은 신갈나무군집, 졸참나무-신갈나무군집, 상수리나무-아까시나무군집의 세 군집이 해당되었으며, 자연적 천이에 따른 식생변화를 유도하고 다양한 층위구성을 조성하기 위해 신갈나무, 졸참나무, 소나무, 상수리나무, 아까시나무 하부에 출현할 수 있는 아교목 및 관목성상의 자생수종을 도입하여 생물다양성을 증진해야 할 것이다. 특이군락 보전형(관리유형 ③)인 박달나무군집은 박달나무와 경쟁이 예상되는 교목성상 수목의 밀도를 제한적 범위 내에서 낮추어야 할 것이다. 휴양 및 체험형(관리유형 ④)은 잣나무군집이 해당되었으며, 일본목련 등 외래수종이 출현하고 있어 가능한 관리해야 할 것이다. 본 군집은 봉의산 순의비 동측에 위치하고 접근성이 용이한 지역으로서 현재 개설된 숲길과 연계하여 잣나무군집 하층 중에서 밀도가 낮은 구간을 선정하여 탐방로를 개설하여 삼림욕을 즐길 수 있도록 유도하고, 계절별로 숲속 생태 관찰과 체험을 위한 공간으로 활용해야 할 것이다(Table 11 참조).

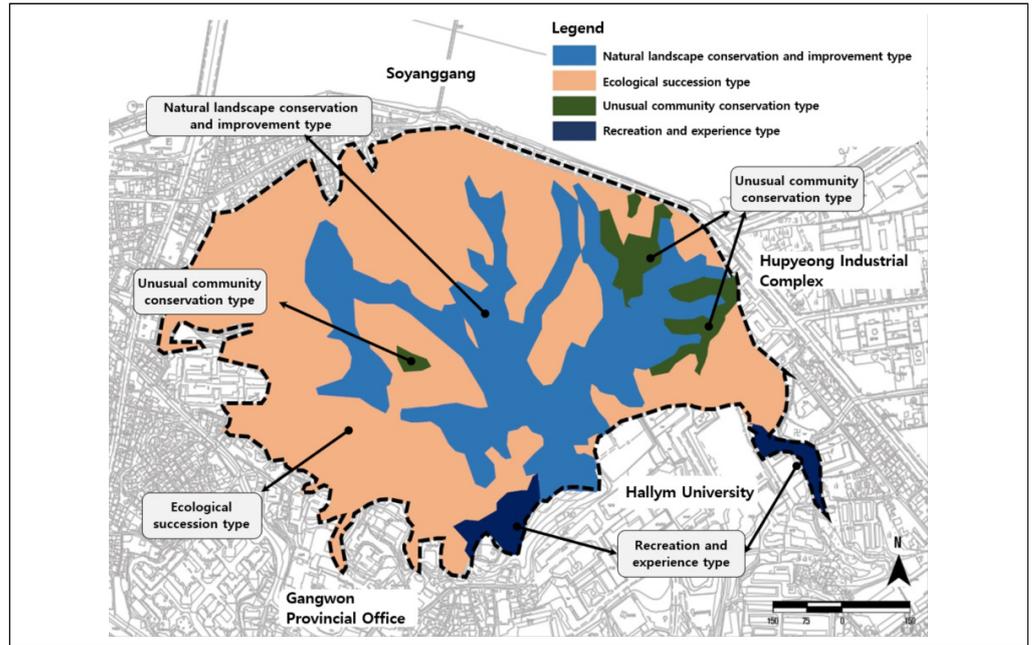


Figure 7. Management type of study site

Table 11. Management plan of study site

Community	Location	Target vegetation	Management plan
<i>Pinus densiflora</i> community (I)	<ul style="list-style-type: none"> Peak of Bonguisan-Hallym University and trail direction of Hyundai apartment Peak of Bonguisan-ridge of each 7 trail of Soyangjung lake direction 	<i>Pinus densiflora</i> forest	Natural landscape conservation and improvement type
<i>Quercus mongolica</i> community (II)	<ul style="list-style-type: none"> Peak of Bonguisan-trail direction of Soyangro lake Hyundai apartment Backside of Chuncheon Sejong hotel Left side of Soyangjung lake 	Deciduous broad-leaved tree forest	Ecological succession type
<i>Quercus serrata</i> - <i>Quercus mongolica</i> community (III)	<ul style="list-style-type: none"> Each 8 ridge of east crest of Bonguisan 		
<i>Betula schmidtii</i> community (IV)	<ul style="list-style-type: none"> Pheripheral entrance of trail of Soyangro Hyundai apartment 		
<i>Quercus acutissima</i> - <i>Robinia pseudoacacia</i> community (V)	<ul style="list-style-type: none"> South part of Chungwonsa temple Backside valley of Kukdong nulpurun apartment North-east low land of vally part 	<i>Betula schmidtii</i> forest	Unusual community conservation type
<i>Pinus koraiensis</i> community (VI)	<ul style="list-style-type: none"> Pheripheral part of right side of Bonguisan Sunuibi tombstone East side of Hallym university 	<i>Pinus koraiensis</i> forest	Recreation and experience type

4. 결론

춘천 봉의산은 춘천 헐거유지, 봉의산성, 소양정, 충원사 등 다양한 문화유적이 분포하고 있으며 삼국시대부터 산성이 축조되었고 현재까지 강원도 및 춘천의 행정, 군사, 경제의 중심이었다. 옛 지도와 사진에는 봉의산 동쪽과 서쪽으로 산맥이 이어지고 1895년부터 소나무가 자생적으로 분포하고 있는 것이 확인되어 생태적 보전 가치가 높았다. 그러나 봉의산은 일제강점기에 도시개발이 이루어졌으며 한국전쟁 이후에는 산업단지, 학교, 대형병원, 아파트 등이 들어서면서 주변 산맥과 단절되고 생태적으로 고립되었다. 봉의산근린공원은 강원도 산림과학연구원에서

도유림 차원으로 관리하고 있고, 춘천시는 도시계획시설 상 근린공원으로 지정하여 관리하고 있어 관리주체가 명확하지 않고 비효율적으로 관리되고 있어 이에 대한 개선이 필요하였다.

현존식생 분포 특성을 고려하고 400m² 크기의 방형구 21개소를 설정하여 식물군집구조 조사자료를 바탕으로 총 6개 식물군집으로 분류하였다. 6개 식물군집은 소나무군집(군집 I), 신갈나무군집(군집 II), 졸참나무-신갈나무군집(군집 III), 박달나무군집(군집 IV), 상수리나무-아까시나무군집(군집 V), 잣나무군집(군집 VI)이었다. 봉의산근린공원은 능선부와 남사면에 50-100년생의 소나무군집이 잔존하고 있었으며, 계곡 북사면 또는 사면부에 신갈나무와 졸참나무의 세력이 증가하고 있는 참나무류군집, 북사면 계곡부에 일부 국지적으로 분포하고 있는 박달나무군집, 저지대의 상수리나무-아까시나무군집과 인공림인 잣나무군집 등이 분포하고 있는 것이 특징이었다.

식물군집구조 특성을 바탕으로 식생별 관리유형은 ① 자연경관 보전 및 개선형, ② 생태적 천이 순응형, ③ 특이군락 보전형, ④ 휴양 및 체험형 등 네 가지 관리유형으로 제시하였다. ① 자연경관 보전 및 개선형은 소나무군집으로 소나무군집 경관을 유지하기 위해서 제한적으로 경쟁수목의 밀도를 조절하여 소극적인 방해극상 관리를 해야 하는 것으로 제안하였다. ② 생태적 천이 순응형은 신갈나무군집, 졸참나무-신갈나무군집, 상수리나무-아까시나무군집으로 낙엽활엽수림으로 유지하기 위해 간벌 축소, 자연적 식생변화 유도, 아교목 및 관목층에 자생수종을 도입하여 다층구조 형성 등을 제안하였다. ③ 특이군락 보전형은 박달나무군집으로 경쟁 수종은 제한적으로 밀도를 낮추는 것을 제안하였다. ④ 휴양 및 체험형은 잣나무군집이 해당되었으며, 생육하고 있는 외래수종을 제거하여 생태적 안정성을 추구하고, 쾌적한 탐방로를 설치하여 휴식 및 자연관찰 등 탐방객들에게 생태계 서비스를 제공할 것을 제안하였다. 그리고, 경사가 급한 지역은 식생이 훼손되지 않도록 이용객 관리 및 안정된 식생으로 유지관리해야 할 것이다.

봉의산근린공원 관리는 강원도와 춘천시로 이원화 되어 있고 수목식재 및 식생복원, 병해충방제, 펜스 정비, 등산로 정비 등 단기적 사업 위주로 관리되고 있는 문제점을 안고 있다. 이에 일원화된 관리가 필요할 뿐만 아니라 역사적, 생태적, 학술적 보전 가치가 높은 소나무군집과 박달나무군집은 제도적으로 생태·경관보전지역으로 지정하여 관리해야 할 것이다.

봉의산근린공원은 춘천시 도심 내 중요한 녹지축으로서 기초자료가 부족할 뿐만 아니라 관리가 이원화 되어 있어 도시숲으로 제대로 활용되지 못하고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 현존식생 조사, 식물군집구조 분석을 통하여 식물군집구조 유형별 식생의 보전가치와 관리방안을 제시한 것에 연구 의의가 있다고 할 수 있다. 향후 봉의산근린공원의 체계적인 관리를 위해서는 기후변화 특성 분석, 토양환경 특성 변화 분석, 야생동물 서식특성 등 보다 종합적인 연구가 이루어져서 기후변화시대의 도시숲으로서 공익적 기능과 생물다양성 증진 기능, 도시민에게 자연관찰 및 휴양기능 등 생태계 서비스를 제공하는 관리방안 수립에 활용해야 할 것이다.

References

1. 김영명(2004) 봉의산 백서: 봉의산의 식생 및 임부구조, 춘천생명의 숲, pp. 31-42.
2. 김종엽(2012) 부산광역시 태종대 산림생태계의 현존식생 및 식물군집구조, 한국환경생태학회지 26(3): 426-436.
3. 김지훈(2011) 춘천시 도시림의 효율적인 조성 및 이용관리 방안, 강원대학교 대학원 석사학위논문.
4. 박인협, 이경재, 조재창(1987) 북한산 지역의 산림군집구조에 관한 연구, 한국환경생태학회지 1(1): 1-23.
5. 박지혜(2018) 춘천시 봉의산 근린공원의 대기정화 가치와 증진방안, 강원대학교 일반대학원 석사학위논문.
6. 오구균, 박석곤(2002) 백두대간 피재 - 도래기재구간의 능선부 식생구조, 한국환경생태학회지 15(4): 330-343.
7. 유재춘(2004) 봉의산 백서, 봉의산 문화유적의 현황과 실태, 춘천 생명의 숲.
8. 이경재, 조우, 한봉호(1995) 생태적 특성을 고려한 도시환경림 조성기법연구(I) - 서울시 개포 근린공원을 중심으로 -, 환경생태학회지 23(3): 48-58.
9. 이경재, 조우, 한봉호(1996) 서울 도시생태계 현황과 회복대책(I)-산림지역 식물군집구조-, 한국환경생태학회지 10(1): 113-127.
10. 이수동, 김동필, 최송현, 오정학, 홍석환(2014) 생태적 측면에서의 도시림 지속성 평가 지표 선정, 한국환경생태학회지 28(4): 472-483.
11. 이은석(2019) 춘천시 봉의산근린공원 식생구조 특성을 활용한 관리방안 연구, 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문.
12. 이창복(1986) 신고 수목학, 서울: 향문사.
13. 임경빈(1997) 조경수목산책, 서울: 박달나무.
14. 임경빈, 박인협, 이경재(1980) 경기도지방 적송림의 식물사회학적 연구, 한국산림과학회지 50: 56-71.

15. 전두식(1995) 봉의산의 생태적 특성에 관한 연구. 강원도산림환경연구소연보 27: 127-143.
16. 조우, 이정재(1993) 도시림 관리를 통한 식물 종다양성 증진에 관한 연구. 한국조경학회지 21(2): 107-119.
17. 조현길(2004) 봉의산 백서, 봉의산 도시공원 어떻게 조성할 것인가. 춘천 생명의 숲.
18. 춘천문화원(1995) 춘천의 지명유래. pp. 226-267.
19. 춘천시(2018) 2030 춘천공원녹지 기본계획. 춘천시, pp. 251.
20. 춘천역사문화연구회(2019) 일제에 의해 사라진 춘천 이궁의 역사적 의미와 춘천에 남은 일제 잔재. 춘천: 도서출판 산책.
21. 한준수(2008) 춘천 동북부지역의 식물상과 식생. 강원대학교 일반대학원 석사학위논문.
22. Brower, J. E. and J. H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, pp. 194.
23. Cox, G. W.(1976) Laboratory manual of general ecology. Wm. C. Brown Company, pp. 232.
24. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
25. Ellenberg, H.(1956) Grundlagen der vegetationsgliederung, part I: Aufgaben und methodder vegetation skunde. In H. Walter ed., Einfuhrung in die Phytologie IV. Stuttgart, pp. 136.
26. Gustavsson, R.(1982) Nature on our Doorstep. Landscape Design. pp. 21-23.
27. Harcomb, P. A. and P. L. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas forests. Forest Science 24(2): 153-166.
28. Hill, M. O.(1979) DECORANA-a FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ecology and Systematics, Cornel University, Ithaca: New York, p. 52.
29. Hough, M.(1990) Formed by natural process - Definition of the green city-. Gorden, D., editor, Green Cities. NY: Black Rose Books, pp. 15-20.
30. Monk, C. D., G. I. Child and S. A. Nicholson(1969) Species diversity of a stratified Oak-Hickory community. Ecology 50(3): 468-470.
31. Orloci, L.(1978) Multivariate Analysis in Vegetation research (2nd ed.). W. Junk, The Hague, p. 468.
32. 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. Biologiske Skrifter 5(4): 1-34.
33. Tregay, R.(1979) Urban Woodlands. In C. Lauris, ed., Nature in Cities. NY: John Wiley & Sons. pp. 267-296.
34. Westhoff, V. and E. van der Maarel(1973) The Braun-Blanquet approach. Handbook of vegetation science. In R. H. Whittaker ed., Ordination and Classification of Vegetation. Dr. Junk, The Hague, pp. 617-726.
35. Whittaker, R. H.(1956) Vegetation of the Great Smokey Mountains. Ecological monographs 26: 1-80.
36. <https://data.kma.go.kr/cmnmn/main.do>