

연구논문

금정산성 주변 식생의 생태적 특성과 복원방안

김 석 규*

동아대학교 조경학과*

(2010년 4월 11일 접수, 2010년 5월 14일 승인)

Restoration Plan and Ecological Characteristics of Vegetation in the Area Adjacent to GeumJeong Mountain Fortress

Kim, Seok-Kyu*

Department of Landscape Architecture, Dong-A University*

(Manuscript received 11 April 2010; accepted 14 May 2010)

Abstract

The the purpose of this study was to analyze of the vegetation structure and phytosociological changes in the area adjacent to GeumJeong Mountain Fortress for fifteen years. The result of this study was as follows;

Of the 8 quadrates, site of the North Gate 2 was having a highest in the number of extinct trees, 15 kinds. This is probably due to trampling effect caused by climbers' steps. Site of the West Gate 1 and South gate 1 each had 8 kinds of extinct trees, respectively. The number of newly appeared trees was highest at site of the North Gate 1, (8 kinds) followed by the sites of South gate 1 and South gate 2, respectively (5 kinds). The highest decrease in number of tree species was observed in North Gate 1, therefore, there is a strong relationship between vegetation diversity and the number of users of the available spaces.

In order to revitalize the unstable vegetation structure of the Area Adjacent to GeumJeong Mountain Fortress, *Robinia pseudo-acacia* has to be well maintained in the shrub tree layer, and vines, such as *Smilax china*, *Humulus japonicus*, and *Pueraria thunbergiana*, should be removed. To recover natural vegetation, dead leaf layer should be protected, and more shrub trees need to be planted. In the understory and shrub tree layer, multi layer tree planting is highly recommended to recover natural vegetation and increase tree diversity.

In order to improve bad soil condition caused by trampling effect of recreational users, special treatments to the soil structure are required, such as mulching and raking soil. Also, depending on its soil damage from users trampling, the areas in the park should be divided

into usable areas and user limited areas by the sabbatical year system. To improve the soil acidity due to acidic rain, soil buffering ability should be improved by activating microorganisms in the soil by using lime and organic material.

Keywords : Vegetation structure, Phytosociological changes, Diversity

1. 서론

금정산은 부산의 중심부에 위치한 도시림으로서 지리적으로 중요한 위치를 차지하여 왔다. 금정산에 분포하고 있는 식물은 1백1과 271속 550여종이며, 관속식물 2종, 양치식물 18종, 나자식물 13종, 피자식물 54종, 쌍자엽식물 21종, 통화식물 71종(www.busan.go.kr)으로 보존 가치가 높지만 등산객이 끊이지 않고 위락시설도 많아 더욱 큰 관심이 필요하다. 그리고 항구도시라는 지리적 특성으로 외래종이 무분별하게 도입되어 식물종을 보존하기 위한 노력이 절실한 곳이기도 하다.

금정산에는 사적, 교양시설, 기념비, 사찰, 운동시설, 위락시설 등이 밀집하여 시민들의 정서함양과 역사, 문화, 교육, 위락공간으로서 중요한 역할을 담당하고 있다. 특히, 금정산성은 면적이 6,544,739m²로 도시공원법상 유원지로 지정되어 있으며, 서벽과 성문 등 많은 유적을 남기고 있다. 그리고 산성유원지는 등산객의 이용밀도가 매우 높은 곳이다.

금정산은 부산시민에게 심리적·물리적·경관적으로 중요한 역할을 해온 도시림이며, 보전하여 후손들에게 물려주어야 할 공간이다. 따라서 금정산의 자연을 보호하기 위한 관리방안이 수립하기 위하여 자연환경에 대한 충분한 기초조사가 이루어져야 할 것이다.

금정산의 식생에 관한 연구는 이덕봉(1954), 주상우(1963), 김맹기 등(1993), 남정철(1994), 배춘화(1997), 윤충원(1998), 안석곤(2001) 등이 있으며, 주로 식물상, 식물분류, 식생현황 파악 중심으로 연구가 이루어져 왔다. 금정산의 합리적인 식생의 복원방안을 도출하기 위해서는 식생의 생태적 특성을 파악하고, 제반 현황을 정량화하여 정기적으로 비교·분석하는 것이 필요할 것이다.

따라서 본 연구는 탐방객의 이용밀도가 높은 금정산성 주변 식생의 생태적 특성을 파악하고 복원방안을 제시하기 위하여 식물군집구조를 분석하고, 1994년에 조사되었던 동일 조사지역의 15년간의 식생변화를 정량적으로 비교·분석하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 조사대상지 선정

본 연구는 금정산을 대상으로 하였으며, 조사구는 1994년에 조사하였던(남정철, 1994) 금정산성의 동문, 서문, 남문, 북문지역의 동일 조사지점에 각 2개씩 설치하였다.

2. 연구내용

조사대상지 식생의 생태적 특성을 파악하기 위하여 토양조사 및 식생조사를 실시하였으며, 그 결과를 바탕으로 식물군집구조를 분석하였다. 본 연구의 조사기간은 2009년 5월에서 7월까지이며, 4회의 현지조사를 실시하였다.

토양특성을 파악하기 위하여 산중식토양경도계(Soil penetrometer)를 사용하여 토양경도를 측정하였고, 토양산도측정기(Soil pH & humidity tester)를 사용하여 토양산도를 측정하였다.

식생조사는 식물사회학적방법(Braun-Blanquet, 1964)에 따라 실시하였으며, 출현하는 수목을 층위별로 구분하여 각층에 대한 수고, 식피율, 흉고직경, 출현종수, 개체수를 측정하였다.

식물군집구조는 상대우점치, 종수 및 종다양성지수, 유사도 및 상이도지수, 귀화식물 분포 등을 분석하였으며, 식생변화를 파악하기 위하여 상대밀도, 종다양도지수, Raunkiaer의 빈도계급을 구하여 분석하였다.

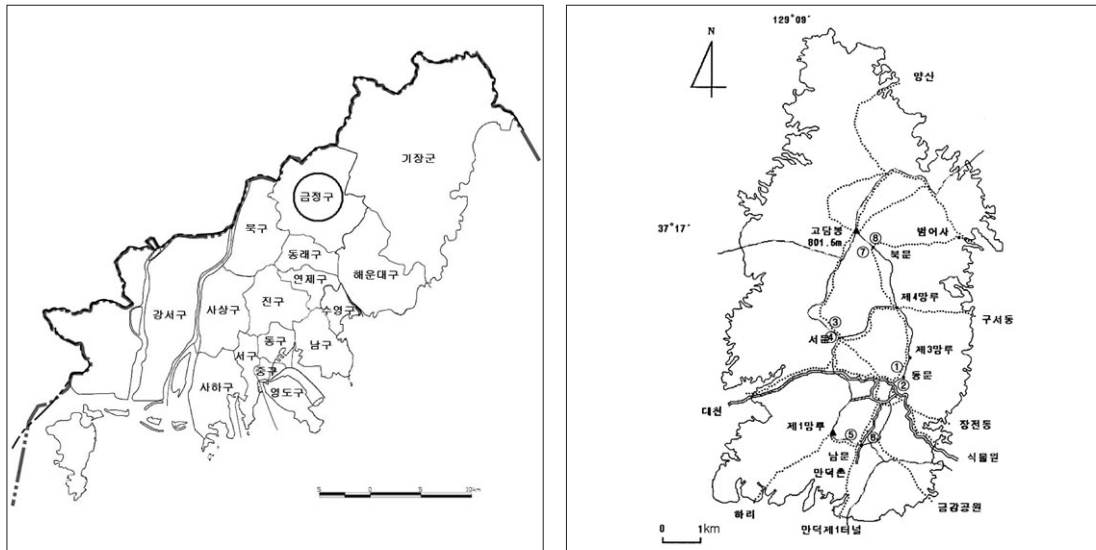


그림 1. 연구대상지 위치도

3. 연구방법

1) 토양분석

토양산도는 토양산도측정기(Soil pH & humidity tester)를 이용하여 토심 10~15cm의 토양을 한 조사지에서 30회 측정하여 평균하였으며, 토양경도는 산중식 토양경도계(Soil penetrometer)를 사용하여 각 조사구의 표토를 2m 간격으로 측정하여 평균하였다.

2) 식생조사

조사구는 방형구법(Quadrats method)을 이용하여 20×20m (400m²)의 방형구를 설정하였으며, 조사구 내에 출현하는 목본수종을 교목층(수고 8m 이상인 목본), 아교목층(수고 8m 이하인 목본), 관목층(수고 2m 이하 0.8m 이상인 목본)으로 구분하였다. 교목층과 아교목층은 수종명과 흉고직경 등을 측정하며, 관목층은 수관투영면적을 측정하였다(박인협, 1985). 식물종의 분류는 이창복(1989)과 김태정(1996)의 도감을 참고하였다.

3) 식물군집구조 분석

상대우점치는 층위별 출현종의 세력비교를 통하여 각 조사구의 생태적 천이경향 예측 및 층위구조

형성을 판단하기 위한 방법이다. 식생조사 자료에 의하여 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, 상대빈도, 상대피도를 더한 값을 3로 나누어 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여하여 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P.)를 구하였다.

$$I.P. = (\text{상대밀도} + \text{상대빈도} + \text{상대피도})/3 \quad (\text{식 } 1)$$

$$M.I.P. = (3 \times \text{교목층 } I.P. + 2 \times \text{아교목층 } I.P. + \text{관목층 } I.P.)/6 \quad (\text{식 } 2)$$

종구성상태의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양도를 판단하기 위하여 희귀종을 강조한 Shannon지수(Pielou, 1975)의 수식에 따라 종다양도지수(species diversity: H'), 최대종다양도($H' \text{ max}$), 균재도(evenness: J'), 우점도(dominance: D)를 산출하였다.

$$H' = -\sum P_i \log P_i \quad (\text{식 } 3)$$

(여기서, P_i 는 어떤종의 개체수/전체종의 개체수)

$$H' \text{ max} = \log S \quad (\text{식 } 4)$$

$$J = H / H \text{ max} \quad (\text{식 5})$$

$$D = 1 - J \quad (\text{식 6})$$

중구성상의 유사도지수(Similarity Index: S.I.) 및 상이도지수(Dissimilarity Index: D.S.I.)를 구하기 위하여 Whittaker(1956)의 수식에 따라 구하여 백분율로 나타내었다.

$$S.I. = 2C / (S1 + S2) \times 100 \quad (\text{식 7})$$

$$D.S.I. = 1 - S.I. \quad (\text{식 8})$$

(여기서, S1는 조사구 1의 각 수종양의 합계, S2는 조사구 2의 각 수종양의 합계, C는 양 조사구의 공통수종에 있어서 양이 적은 것의 합계)

빈도계급을 Raunkiaer의 방법으로 구하여 Raunkiaer의 표준빈도분포와 비교하였다. 빈도는 군락내에서 종의 분포가 고른 정도 및 이것에 따른 종 사이의 양적 관계를 알기 위하여 측정하는 것으로서, 백분율 또는 Raunkiaer의 빈도계급(Frequency class, A: 20%이하, B: 21~40%, C: 41~60%, D: 61~80%, E: 81~100 %의 5계급)으로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양특성

조사지의 토양산도는 남문2지역이 pH 4.9로 가장 낮은 것으로 나타났고 북문1지역이 pH 5.4로 가장 높은 것으로 나타났으며, 토양경도는 서문1지역이 16.3mm로 가장 낮은 것으로 나타났고 남문1지역이 27.4mm로 가장 높은 것으로 나타났다.

수목의 성장과 토양산도와와의 관계에서 토양산도의 처리 및 적용기준은 pH 5.5~7은 적정, pH 4~5.5 또는 pH 7~8은 개량, pH 4미만 또는 8 이상은 교체(한국수자원공사, 1997)해야 하는 것으로 제시되어있다. 조사지의 토양산도는 pH 4.9~5.3 범위에 있어 토양을 개량해야 할 것으로 판단되었다.

토양경도와 수목생장과의 관계는 토양경도 23~25mm에서 성장상태가 양호하고(윤국병, 1997), 27~30mm에서는 뿌리의 생장이 곤란하며 30mm 이상이면 뿌리의 토양 침입과 수분의 침투가 불가능하다고(日本材料學會, 1984) 연구되어 있다. 조사지의 토양경도는 남문 1지역에서 수목 뿌리의 생장이 곤란한 수치로 나타나, 이용자의 답압에 대한 토양관리가 필요한 것으로 나타났다.

2. 식생 현황

동문1지역은 동문에서 북쪽으로 약 100m지점이며, 표고가 해발 400m이고 경사는 약 6%이다. 졸참나무가 군락을 이루고 있으며, 교목은 참나무류가 대부분을 차지하고 있다. 관목은 청미래덩굴, 조록싸리 등이 있고, 하부에 진달래와 철쭉이 군락을 이루고 있다. 교목층의 평균수고는 10.9m, 평균흉고직경은 17.4cm, 식피율은 70%이고, 아교목층은 평균수고 6.9m, 평균흉고직경 12.2cm, 식피율 10%이며, 관목층은 평균수고 1.1m, 평균흉고직경 1.8cm, 식피율 20%이다.

동문2지역은 동문에서 남쪽으로 약 50m지점이며, 표고가 해발 425m이고 경사는 약 30%이다. 상수리나무가 군락을 이루고 있으며, 교목은 상수리나무, 오리나무, 소나무 등이 나타났다. 관목은 산검양옻나무가 많이 나타났고, 하부에는 진달래, 산철쭉이 군락을 이루고 있다. 교목층의 평균수고는 12.3m, 평균흉고직경은 19.5cm, 식피율은 60%이고, 아교목층은 평균수고 6.5m, 평균흉고직경 10.2cm, 식피율 20%이며, 관목층은 평균수고 1.0m, 평균흉고직경 2.1cm, 식피율 40%이다.

서문1지역은 서문안쪽에서 산성방향으로 100m 지점이며, 해발 235m이고 경사는 약 10%이다. 졸참나무가 군락을 이루고 있으며, 교목은 굴참나무, 상수리나무, 신갈나무, 갈참나무 등이 많이 나타났

표 1. 조사지의 토양특성

	동문1	동문2	서문1	서문2	남문1	남문2	북문1	북문2	평균
토양산도(pH)	5.2	5.1	5.3	5.3	5.0	4.9	5.4	5.3	5.2
토양경도(mm)	20.5	22.6	16.3	17.5	27.4	25.5	21.7	25.3	22.1

다. 관목은 쇠물푸레, 때죽나무 등이 많이 나타났으며, 하부에는 조릿대가 군락을 이루고 있다. 교목층의 평균수고는 11.33m, 평균흉고직경은 17.8cm, 식피율은 80%이고, 아교목층은 평균수고 4.1m, 평균흉고직경 9.7cm, 식피율 20%이며, 관목층은 평균수고 1.6m, 평균흉고직경 2.3cm, 식피율 30%이다.

서문2지역은 서문에서 화명동 방향으로 약 50m 떨어진 지점이며, 표고는 해발 225m이고 경사는 5%이다. 오리나무가 군락을 이루고 있으며, 교목은 갈참나무, 벽오동 등이 많이 나타났다. 관목은 조록싸리가 많이 나타났고 쇠물푸레가 많이 나타났으며, 하부에는 조릿대가 군락을 이루고 있다. 교목층의 평균수고는 12.8m, 평균흉고직경은 19.9cm, 식피율은 70%이고, 아교목층은 평균수고 4.3m, 평균흉고직경 8.7cm, 식피율 20%이며, 관목층은 평균수고 1.2m, 평균흉고직경 2.0cm, 식피율 40%이다.

남문1지역은 남문에서 서쪽방향으로 약 150m 정도 떨어진 지점이며, 표고는 해발 515m이고 경사는 약 10%이다. 물오리나무가 군락을 이루고 있으며, 교목은 인공조림된 리기다소나무가 많이 나타나고 있다. 관목은 진달래가 군락을 형성하고 있다. 교목층의 평균수고는 10.5m, 평균흉고직경은 17.1cm, 식피율은 40%이고, 아교목층은 평균수고 6.7m, 평균흉고직경 10.1cm, 식피율 10%이며, 관목층은 평균수고 1.9m, 평균흉고직경 2.0cm, 식피율 70%이다.

남문2지역은 남문에서 동쪽방향으로 약 30m 떨어진 지점이며, 표고는 해발 520m이고 경사는 4%이다. 인공조림된 리기다소나무가 군락을 이루고

있으며, 교목은 물오리나무, 소나무, 떡갈나무 등이 나타나고 있다. 관목은 산철쭉이 군락을 이루고 있다. 교목층의 평균수고는 10.4m, 평균흉고직경은 18.5cm, 식피율은 70%이고, 아교목층은 평균수고 6.6m, 평균흉고직경 10.2cm, 식피율 20%이며, 관목층은 평균수고 1.0m, 평균흉고직경 2.1cm, 식피율 20%이다.

북문1지역은 북문에서 남동쪽으로 약 10m 정도 떨어진 지점이며, 표고는 해발 650m이고 경사는 약 10%이다. 교목은 인공조림된 리기다소나무와 소나무, 잣나무, 갈참나무 등이 나타나고 있다. 관목은 나무딸기가 많이 나타났며, 진달래가 하부에 군락을 이루고 있다. 교목층은 나타나지 않았고, 아교목층은 평균수고 4.9m, 평균흉고직경 9.1cm, 식피율 60%이며, 관목층은 평균수고 1.0m, 평균흉고직경 2.2cm, 식피율 40%이다.

북문2지역은 북문에서 북동쪽으로 약 10m 떨어진 지점이며, 표고는 해발 645m이고 경사는 5%이다. 교목은 인공조림된 리기다소나무와 잣나무, 떡갈나무가 나타나고 있으며, 관목은 거의 나타나지 않았다. 교목층과 관목층은 나타나지 않았고, 아교목층은 평균수고 5.7m, 평균흉고직경 9.4cm, 식피율 50%이다.

3. 식물군집구조 분석

1) 상대우점치

동문1지역은 졸참나무 군락으로 교목층에서 졸참

표 2. 조사지의 식생 현황

조사구	표고 (m)	방위	경사 (%)	군락명	교목층 평균			아교목층 평균			관목층 평균		
					수고 (m)	흉고직경 (cm)	식피율 (%)	수고 (m)	흉고직경 (cm)	식피율 (%)	수고 (m)	흉고직경 (cm)	식피율 (%)
동문1	400	NW	6	졸참나무	10.9	17.4	70	6.9	12.2	10	1.1	1.8	20
동문2	425	SE	30	상수리나무	12.3	19.5	60	6.5	10.2	20	1.0	2.1	40
서문1	235	NE	10	갈참나무	11.3	17.8	80	4.1	9.7	20	1.6	2.3	30
서문2	225	SW	5	오리나무	12.8	19.9	70	4.3	8.7	20	1.2	2.0	40
남문1	515	E	10	물오리나무	10.5	17.1	40	6.7	10.1	10	1.9	2.0	70
남문2	520	W	4	리기다소나무	10.4	18.5	70	6.6	10.2	20	1.0	2.1	20
북문1	650	W	10	리기다소나무	-	-	-	4.9	9.1	60	1.0	2.2	40
북문2	645	NE	5	리기다소나무	-	-	-	5.7	9.4	50	-	-	-

표 3. 동문지역 주요수종의 층위별 상대우점치

수종명	층 위	동문1				동문2			
		C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)		16.1	22.5		15.5	15.8	18.9	3.2	14.7
<i>Pinus rigida</i> (리기다소나무)							10.1		3.4
<i>Alnus japonica</i> (오리나무)						19.2	13.0		13.9
<i>Quercus acutissima</i> (상수리나무)		19.6			9.8	49.2	16.0		29.9
<i>Quercus denutata</i> (떡갈나무)		12.5	32.5	5.3	18.0	15.8	10.1		11.3
<i>Quercus aliena</i> (갈참나무)			22.5		7.5		10.1		3.4
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)				4.3	0.7			3.2	0.5
<i>Quercus serrata</i> (졸참나무)		33.9			17.0			3.1	0.5
<i>Lindera erythrocarpa</i> (비목나무)				4.3	0.7				
<i>Pyrus ussuriensis</i> (산돌배)								3.1	0.5
<i>Rosa multiflora</i> (찔레)								3.2	0.5
<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)		8.9		4.3	5.2		21.8	3.2	7.8
<i>Rubus idaeus</i> var. <i>concolo</i> (나무딸기)				7.7	1.3			4.1	0.7
<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)				4.3	0.7			3.2	0.5
<i>Zanthoxylum piperitum</i> (초피나무)								3.2	0.5
<i>Rhus sylvestris</i> (산검양옻나무)								4.2	0.7
<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)				20.5	3.4			41.0	6.8
<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i> (산철쭉)								12.0	2.0
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)				22.9	3.8				
<i>Styrax japonica</i> (때죽나무)		9.0	22.5	6.7	13.1				
<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레)				5.3	0.9				
<i>Ligustrum obtusifolium</i> (쥐똥나무)				4.3	0.7				
<i>Ligustrum obtusifolium</i> (개나리)								3.8	0.6
<i>Forsythia koreana</i> (작살나무)								3.4	0.6
<i>Smilax sieboldii</i> (청가시덩굴)				5.3	0.9			3.3	0.5
<i>Sasa borealis</i> (조릿대)				4.8	0.8			3.1	0.5

주) C : 교목층 상대우점치; U : 아교목층 상대우점치; S : 관목층 상대우점치; M : 평균상대우점치

나무(I.P.: 33.9%)가 우점종으로 나타났으며, 상수리나무(I.P.: 19.6%)와 떡갈나무(I.P.: 12.5%)가 주요 출현종으로 나타났다. 아교목층에서는 떡갈나무(I.P.: 32.5%)가 우점종으로 나타났고, 갈참나무(I.P.: 22.5%)와 때죽나무(I.P.: 22.5%)가 주요 출현종으로 나타났다. 관목층에서는 철쭉(I.V.: 22.9%)과 진달래(I.V.: 20.5%)가 경쟁상태에 있는 것으로 나타났다. 이 지역은 굴참나무가 교목층에서 우점종으로 나타났지만 아교목층과 관목층에서 출현하지 않고 있다. 그러나 떡갈나무는 교목층에서 주요 출현종, 아교목층에서 우점종으로 나타나고 있고, 관목층에서도 출현하고 있어 장기적으로

떡갈나무 군락으로의 천이가 예상되었다.

동문2지역은 상수리나무 군락으로 교목층에서 상수리나무(I.P.: 49.2%)가 우점종으로 나타났으며, 오리나무(I.P.: 19.2%), 떡갈나무(I.P.: 15.8%), 소나무(I.P.: 15.8%)가 주요 출현종으로 나타났다. 아교목층에서는 산벚나무(I.P.: 21.8%), 소나무(I.P.: 18.9%), 상수리나무(I.P.: 16.0%)가 주요 출현종으로 경쟁상태에 있는 것으로 나타났다. 관목층에서는 진달래(I.P.: 41.0%)가 우점종으로 나타났고, 산철쭉(I.P.: 12.0%)이 주요 출현종으로 나타났다. 이 지역은 상수리나무가 교목층에서 우점하고 있고, 아교목층에서는 산벚나무, 소나무, 상수리나

무가 주요 출현종으로 나타났다. 그러나 산벚나무, 소나무, 상수리나무가 관목층에서는 출현하지 않아 현재 상태를 유지할 것으로 판단되었다.

서문1지역은 굴참나무 군락으로 교목층에서 굴참나무(I.P.: 45.4%)가 우점종으로 나타났고, 상수리나무(I.P.: 27.1%)가 주요 출현종으로 나타났다. 아교목층에서는 굴참나무(I.P.: 25.0%)가 우점종으로

나타났고, 갈참나무(I.P.: 19.4%), 때죽나무(I.P.: 19.4%), 상수리나무(I.P.: 13.9%)가 주요출현종으로 나타났다. 관목층에서는 쇠물푸레(I.P.: 14.2%)와 때죽나무(I.P.: 11.0%)가 주요 출현종으로 나타났다. 이 지역은 굴참나무가 교목층과 아교목층에서 우점하고 있으나 관목층에서 출현하지 않고 있다. 그러나 갈참나무는 아교목층에서 주요 출현종

표 4. 서문지역 주요수종의 층위별 상대우점치

수종명	층 위	서문1				서문2			
		C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Populus x tomentiglandulosa</i> (은사시나무)		6.6		3.4	3.9				
<i>Alnus japonica</i> (오리나무)						41.6	19.2		27.2
<i>Alnus hirsuta</i> (물오리나무)						11.7			5.8
<i>Quercus acutissima</i> (상수리나무)		27.1	13.9		18.2			3.1	0.5
<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)		45.4	25.0		31.0	9.4			4.7
<i>Quercus aliena</i> (갈참나무)		6.6	19.4	4.7	10.6	16.2	15.8	3.1	13.9
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)		7.7	11.2		7.5				
<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)				4.7	0.8		15.8		5.3
<i>Lindera erythrocarpa</i> (비목나무)			11.1		3.7			5.7	1.0
<i>Lindera glauca</i> (백동백나무)				5.9	1.0				
<i>Clematis apiifolia</i> (사위질빵)								4.4	0.7
<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> (조팝나무)				4.0	0.7				
<i>Stephanandra incisa</i> (국수나무)				4.7	0.8			3.8	0.6
<i>Sorbus alnifolia</i> (팔배나무)				4.0	0.7				
<i>Rosa multiflora</i> (절레)								5.7	1.0
<i>Prunus persica</i> (복사나무)								3.1	0.5
<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)				4.0	0.7			3.1	0.5
<i>Rubus idaeus</i> var. <i>concolo</i> (나무딸기)								4.4	0.7
<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)				8.5	1.4			8.9	1.5
<i>Zanthoxylum piperitum</i> (초피나무)								5.7	1.0
<i>Rhus sylvestris</i> (산감양옻나무)				5.3	0.9			4.4	0.7
<i>Euonymus aiatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i> (회잎나무)				5.3	0.9				
<i>Euonymus alatus</i> (회살나무)				5.3	0.9				
<i>Firmiana simplex</i> W. F. (벽오동)						11.7			5.8
<i>Aralia elata</i> (두릅나무)								7.0	1.2
<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)				3.4	0.6				
<i>Styrax japonica</i> (때죽나무)		6.6	19.4	11.0	11.6	9.4	49.2	4.4	21.8
<i>Styrax japonica</i> (쇠물푸레)				14.2	2.4			12.1	2.0
<i>Callicarpa japonica</i> (인동덩굴)				3.4	0.6			3.1	0.5
<i>Lonicera japonica</i> (병꽃나무)								4.4	0.7
<i>Smilax china</i> (청미래덩굴)								5.1	0.8
<i>Smilax sieboldii</i> (청가시덩굴)				4.7	0.8			4.4	0.7
<i>Sasa borealis</i> (조릿대)				3.4	0.6			3.8	0.6

주) C : 교목층 상대우점치; U : 아교목층 상대우점치; S : 관목층 상대우점치; M : 평균상대우점치

으로 나타났고 교목층과 관목층에서 고르게 출현하고 있어 장기적으로 갈참나무 군락으로의 천이가 예상되었다.

서문2지역은 오리나무 군락으로 교목층에서 오리나무(I.P.: 41.6%)가 우점종으로 나타났고, 갈참나무(I.P.: 16.2%)가 주요 출현종으로 나타났다. 아교목층에서는 때죽나무(I.P.: 49.2%)가 우점종으로 나타났고, 오리나무(I.P.: 19.2%), 갈참나무(I.P.: 15.8%), 생강나무(I.P.: 15.8%)가 주요 출현종으로 나타났다. 관목층에서는 쇠물푸레(I.P.: 12.1%)가 주요 출현종으로 나타났고, 조록싸리(I.P.: 8.9%), 두릅나무(I.P.: 7.0%) 등이 출현하였다. 이 지역은 오리나무가 교목층에서 우점종, 아교목층에서 주요 출현종으로 나타났으나 관목층에서 나타나지 않고 있다. 그러나 갈참나무는 교목층과 아교목층에서 주요 출현종이고 관목층에서도 나타나고 있어 장기적으로 갈참나무 군락으로의 천이가 예상되었다.

남문1지역은 물오리나무 군락으로 교목층에서 물오리나무(I.P.: 51.4%)가 우점종으로 나타났고, 리기다소나무(I.P.: 13.6%)가 주요 출현종으로 나타났다. 아교목층에서는 물오리나무(I.P.: 36.5%)가 우점종으로 나타났고, 리기다소나무(I.P.: 24.7%)가 주요 출현종으로 나타났다. 관목층에서는 진달래(I.P.: 56.8%)가 우점종으로 나타났고, 찔레(I.P.: 12.9%)가 주요 출현종으로 나타났다. 이 지역은 물오리나무가 교목층과 아교목층에서 우점종으로 나타나고 있고, 리기다소나무가 교목층과 아교목층에서 주요 출현종으로 나타났다. 그러나 물오리나무와 리기다소나무가 관목층에서는 출현하지 않아 현재 상태를 유지할 것으로 판단되었다.

남문2지역은 리기다소나무 군락으로 교목층에서 리기다소나무(I.P.: 32.3%)가 우점종으로 나타나고 있고, 물오리나무(I.P.: 16.2%), 소나무(I.P.: 11.6%), 떡갈나무(I.P.: 11.6%)가 주요 출현종으로

표 5. 남문지역 주요수종의 층위별 상대우점치

수종명	층 위	남문1				남문2			
		C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)						11.6	8.9		8.8
<i>Pinus rigida</i> (리기다소나무)		13.6	24.7		15.0	32.3	19.2		22.6
<i>Alnus japonica</i> (오리나무)		8.8	12.9		8.7	7.1	8.9		6.5
<i>Alnus hirsuta</i> (물오리나무)		51.4	36.5		37.8	16.2	20.9		15.1
<i>Quercus acutissima</i> (상수리나무)		8.8			4.4				
<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)		8.8			4.4				
<i>Quercus denutata</i> (떡갈나무)		8.8	13.0		8.7	11.6	8.9		8.8
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)						7.1		4.7	4.3
<i>Sorbus alnifolia</i> (팔배나무)						7.1			3.5
<i>Rosa multiflora</i> (찔레)				12.9	2.1				
<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)			12.9		4.3			4.7	0.8
<i>Rubus idaeus</i> var. <i>concolo</i> (나무딸기)				7.6	1.3			6.3	1.1
<i>Rhus sylvestris</i> (산검양옻나무)				7.5	1.2			5.1	0.9
<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)				56.8	9.5			12.5	2.1
<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i> (산철쭉)								45.3	7.5
<i>Styrax japonica</i> (때죽나무)						7.1	10.6	5.7	8.0
<i>Styrax japonica</i> (쇠물푸레)							22.6		7.6
<i>Fraxinus sieboldiana</i> (취퐁나무)				7.3	1.2			4.7	0.8
<i>Ligustrum obtusifolium</i> (개나리)				8.0	1.3			5.5	0.9
<i>Sasa borealis</i> (조릿대)								5.1	0.9

주) C : 교목층 상대우점치; U : 아교목층 상대우점치; S : 관목층 상대우점치; M : 평균상대우점치

경쟁상태에 있는 것으로 나타났다. 아교목층에서는 쇠물푸레(I.P.: 22.7%), 물오리나무(I.P.: 20.9%), 리기다소나무(I.P.: 19.2%)가 주요 출현종으로 경쟁 상태에 있는 것으로 나타났다. 관목층에서는 산철쭉(I.P.: 45.3%)이 우점종으로 나타났고, 진달래(I.P.: 12.5%)가 주요 출현종으로 나타났다. 이 지역은 리기다소나무가 교목층에서 우점종으로 나타났고, 아교목층에서 주요 출현종으로 나타나고 있으며, 물오리나무는 교목층과 아교목층에서 주요 출현종으로 나타났다. 하지만 리기다소나무와 물오리나무가 관목층에서 출현하지 않아 현재 상태를 유지할 것으로 판단되었다.

북문1지역은 교목층에서 출현한 수종이 없었고, 아교목층에서는 리기다소나무(I.P.: 15.8%), 소사나무(I.P.: 12.5%), 잣나무(I.P.: 9.3%), 갈참나무(I.P.: 9.3%), 물오리나무(I.P.: 8.2%), 떡갈나무(I.P.: 8.2%)가 주요 출현종으로 나타났다. 관목층

에서는 진달래(I.P.: 38.3%)가 우점종으로 나타났고, 나무딸기(I.P.: 17.6%)가 주요 출현종으로 나타났다. 이 지역은 아교목층의 주요 출현종 중에서 떡갈나무만이 관목층에서 출현하여 장기적으로 떡갈나무 군락으로의 천이가 예상되었다.

북문2지역은 리기다소나무 군락으로 교목층과 관목층에서 출현한 수종이 없었다. 아교목층에서는 리기다소나무(I.P.: 57.1%)가 우점종으로 나타났고, 잣나무(I.P.: 24.4%)와 떡갈나무(I.P.: 18.6%)가 주요 출현종으로 나타났다. 이 지역은 교목층과 관목층에서 출현한 수종이 없어 천이를 예측할 수 없었다.

조사지의 식생은 등산객의 이용밀도가 높고 리기다소나무가 인공조림되어 있는 남문1지역, 남문2지역, 북문2지역을 제외하고는 현재의 참나무류 군락을 유지하거나 장기적으로 참나무류 군락으로의 식생천이가 예상되었다.

표 6. 북문지역 주요수종의 층위별 상대우점치

수종명	층 위	북문1				북문2			
		C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)			4.9		1.6				
<i>Pinus rigida</i> (리기다소나무)			15.8		5.3	57.1			19.0
<i>Pinus koraiensis</i> (잣나무)			9.3		3.1	24.3			8.1
<i>Alnus hirsuta</i> (물오리나무)			8.2		2.7				
<i>Carpinus coreana</i> (소사나무)			12.5		4.2				
<i>Quercus denutata</i> (떡갈나무)			8.2	5.8	3.7	18.6			6.2
<i>Quercus aliena</i> (갈참나무)			9.3		3.1				
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)			6.0		2.0				
<i>Quercus serrata</i> (졸참나무)			6.0		2.0				
<i>Morus bombycis</i> (산뽕나무)			4.9		1.6				
<i>Sorbus alnifolia</i> (팥배나무)			4.9		1.6				
<i>Rubus idaeus</i> var. <i>concolo</i> (나무딸기)				17.6	2.9				
<i>Rhus sylvestris</i> (산검양옻나무)				6.2	1.0				
<i>Euonymus aiatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i> (회잎나무)			4.9		1.6				
<i>Euonymus alatus</i> (회살나무)				5.8	1.0				
<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)				38.3	6.4				
<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i> (산철쭉)				7.7	1.3				
<i>Symplocos Chinensis</i> for. <i>Pilosa</i> (노린재나무)			4.9	7.1	2.8				
<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쥐똥나무)				5.8	1.0				
<i>Smilax china</i> (청미래덩굴)				5.8	1.0				

주) C : 교목층 상대우점치; U : 아교목층 상대우점치; S : 관목층 상대우점치; M : 평균상대우점치

2) 종다양도

단위면적(400m²)당 출현한 종수는 서문1지역이 22종으로 가장 많고 북문2지역이 3종으로 가장 적은 것으로 나타났다. 종다양도는 서문2지역이 1.2401로 가장 수치가 높고 북문2지역이 0.2544로 가장 낮은 수치로 나타나 종수와 같은 경향으로 나타났다.

최대종다양도는 서문2지역이 1.3979로 가장 수치가 높고 북문2지역이 0.4771로 가장 수치가 낮은 것으로 나타나 종다양도와 같은 경향으로 나타났다. 균재도는 서문2지역이 0.8871로 가장 수치가 높고 동문2지역이 0.4394로 가장 수치가 낮은 나타나 서문2지역의 식생이 가장 균일한 것으로 나타났다.

우점도는 서문2지역이 0.1129로 가장 수치가 낮고 남문1지역이 0.6020으로 가장 수치가 높게 나타나 서문2지역의 식생이 한 수종에 치우치지 않고 고르게 분포하는 것으로 나타났다.

북문2지역의 종수와 종다양도가 가장 낮게 나타

표 7. 조사지의 종다양도지수 (단위면적: 400m²)

조사구	종수	종다양도 (H')	최대종다양도 (H' max)	균재도 (J')	우점도 (D')
동문1	17	0.9533	1.2304	0.7748	0.2252
동문2	21	0.5810	1.3222	0.4394	0.5606
서문1	22	1.1106	1.3424	0.8273	0.1727
서문2	25	1.2401	1.3979	0.8871	0.1129
남문1	13	0.4433	1.1139	0.3980	0.6020
남문2	17	0.7043	1.2304	0.5724	0.4276
북문1	20	0.7173	1.3010	0.5513	0.4487
북문2	3	0.2544	0.4771	0.5332	0.4668

난 것은 헬기장 조성으로 인한 벌목과 등산객의 답압에 의하여 하부 식생이 사라졌기 때문인 것으로 판단되며, 서문2지역의 종수, 종다양도, 균재도가 가장 높고 우점도가 가장 낮게 나타난 것은 서문지역의 휴식년제 실시(1996~2000)로 인하여 다른 지역에 비하여 식생이 회복되었기 때문인 것으로 판단된다.

3) 유사도

유사도지수는 조사구간 종구성의 유사성을 나타내는 지수로 조사구간에 값이 20% 미만이면 서로 이질적인 집단이고 80% 이상이면 서로 동질적인 집단이다(Cox, 1976).

조사구간 유사도가 80%이상의 동질적인 집단은 없는 것으로 나타났고, 유사도 60%이상으로 동질적인 경향을 보이는 집단은 1개 조사구간으로 나타났으며, 유사도 20% 미만의 이질적인 집단은 16개 조사구간으로 나타났고, 유사도 40%미만으로 이질적인 경향을 보이는 집단은 8개 조사구간으로 나타났.

유사도지수를 분석한 결과, 1개 조사구간의 식생은 대체로 종구성상 유사성이 높은 것으로 나타났고, 나머지 24개 조사구간의 식생은 이질적인 경향으로 나타나 조사지의 식생은 대체로 이질적이었다.

4. 식생변화 분석

1) 상대밀도

지난 15년간 주요수종의 상대밀도는 동문1지역에

표 8. 조사지역의 유사도 및 상이도지수

		dissimilarity							
	조사구	동문1	동문2	서문1	서문2	남문1	남문2	북문1	북문2
similarity	동문1		77.59	78.37	79.74	82.69	69.15	73.63	98.78
	동문2	22.41		90.28	92.15	32.44	60.28	51.56	99.18
	서문1	21.63	9.72		53.65	97.58	88.18	93.25	99.93
	서문2	20.26	7.85	46.35		92.76	85.48	92.77	100.0
	남문1	17.31	67.56	2.42	7.24		75.96	45.55	94.66
	남문2	30.85	39.72	11.82	14.52	24.04		70.35	86.98
	북문1	26.37	48.44	6.75	7.23	54.45	29.65		89.36
	북문2	1.22	0.82	0.07	0.00	5.34	13.02	10.64	

서 소나무 13.9%, 굴참나무 8.9%, 떡갈나무 7.9%, 진달래 17.1%가 감소하였고, 상수리나무 4.9%, 나무딸기 5.6%, 철쭉 28.0%, 때죽나무 5.3%가 증가하였으며, 동문2지역에서는 오리나무 2.1%, 철쭉 29.5%가 감소하였고, 나무딸기 2.1%, 진달래 4.6%가 증가하였다.

서문1지역에서는 상수리나무 29.9%, 국수나무 6.8%, 조록싸리 3.7%가 감소하였고, 굴참나무

22.9%, 갈참나무 5.0%, 신갈나무 2.1%, 때죽나무 8.1%, 쇠물푸레 12.5%가 증가하였으며, 서문2지역에서는 국수나무 8.5%, 나무딸기 4.2%, 병꽃나무 3.6%, 조릿대 49.6%가 감소하였고, 오리나무 9.2%, 갈참나무 4.6%, 짚레 2.7%, 초피나무 2.7%, 두릅나무 5.8%, 때죽나무 8.1%, 쇠물푸레 12.9%, 청미래덩굴 3.5%가 증가하였다.

남문1지역에서는 소나무 3.6%, 진달래 2.1%가

표 9. 조사지역 출현 수종의 상대밀도 변화

조사지 수종	동문1		동문2		서문1		서문2		남문1		남문2		북문1		북문2		
	1994	2009	1994	2009	1994	2009	1994	2009	1994	2009	1994	2009	1994	2009	1994	2009	
소나무	18.8	4.9	2.3	1.5	0.6	0.0			3.6	0.0	4.7	1.6	0.7	0.4	2.9	0.0	
리기다소나무			0.0	0.2					0.0	2.5	3.6	6.7	12.5	4.0	3.9	80.8	
잣나무			0.1	0.0							1.1	0.0	3.7	1.8	1.5	15.4	
은사시나무					2.2	1.4					2.8	0.0					
오리나무			3.0	0.9			3.1	12.3	0.0	0.6	5.8	0.6			5.4	0.0	
물오리나무							0.3	1.8	10.9	9.0	3.3	4.8	0.0	1.5			
상수리나무	0.0	4.9	1.6	3.0	41.7	11.8	0.3	0.9	0.3	0.3							
굴참나무	8.9	0.0	0.7	0.0	0.0	22.9			0.0	0.3							
떡갈나무	14.9	7.0	0.0	0.4					0.3	0.6	1.4	1.6	11.0	1.8	2.9	3.8	
갈참나무	0.0	1.4	0.0	0.2	0.6	5.6	0.7	5.3	0.3	0.0			0.0	1.8	1.0	0.0	
신갈나무	2.0	0.7	0.1	0.4	0.0	2.1					0.3	0.6	2.2	0.7	1.5	0.0	
줄참나무	7.9	7.7	0.0	0.2					0.5	0.0	0.8	0.0	0.0	0.7			
생강나무					0.6	2.1	0.0	0.9									
조팝나무					0.6	1.4											
국수나무					8.9	2.1	10.3	1.8									
팔배나무					0.0	1.4			0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.4			
짚레			0.0	0.4			1.7	4.4	1.6	9.9							
산벚나무	2.0	1.4	0.1	1.5	0.6	1.4	0.3	0.9	0.0	0.3	0.3	0.3					
나무딸기	0.0	5.6	0.0	2.1			6.8	2.6	1.0	0.8	0.6	2.9	0.0	20.0	2.0	0.0	
조록싸리	0.0	0.7	0.0	0.4	10.0	6.3	7.2	8.8	1.0	0.0	1.1	0.0					
초피나무			0.0	0.4	0.6	0.0	0.7	4.4									
화살나무					19.4	2.8								0.0	0.4	0.5	0.0
벽오동							0.7	1.8									
두릅나무							0.3	6.1									
진달래	41.6	24.5	61.5	66.1	0.0	0.7			77.5	73.4	13.1	12.8	66.2	54.5	43.9	0.0	
철쭉	0.0	28.0	29.5	0.0					1.3	0.0	58.5	0.0			29.3	0.0	
때죽나무	1.0	6.3	0.1	0.0	4.4	12.5	5.1	13.2			0.6	2.9					
쇠물푸레	1.0	2.1			0.0	12.5	0.3	13.2	0.5	0.0	0.3	2.9	1.5	0.0	0.5	0.0	
쥐똥나무	0.0	0.7	0.1	0.0					0.3	0.3	0.0	0.3	0.0	0.4			
병꽃나무							6.2	2.6									
청미래덩굴			0.1	0.0	1.1	0.0	0.0	3.5	0.5	0.0			0.0	0.4	0.5	0.0	
조릿대	0.0	1.4			0.0	0.7	51.4	1.8			0.0	1.0					

감소하였고, 리기다소나무 2.5%, 짙레 8.3%가 증가하였으며, 남문2지역에서는 오리나무 5.2%, 철쭉 58.5%가 감소하였고, 리기다소나무 3.1%, 나무딸기 12.3%, 때죽나무 2.3%, 쇠물푸레 2.6%가 증가하였다.

북문1지역에서는 리기다소나무 8.5%, 떡갈나무 9.2%, 진달래 11.7%가 감소하였고, 물오리나무 1.5%, 갈참나무 1.8%가 증가하였으며, 북문2지역에서는 소나무 2.9%, 오리나무 5.4%, 나무딸기 2.0%, 진달래 43.9%, 철쭉 29.3%가 감소하였고, 잣나무 13.9%가 증가하였다.

상대밀도는 동문1지역에서 7종이 감소하고 9종이 증가하였으며, 동문2지역에서 8종이 감소하고 12종이 증가하였다. 서문1지역에서는 8종이 감소하고 11종이 증가하였으며, 서문2지역에서는 4종이 감소하고 14종이 증가하였다. 남문1지역에서는 11종이 감소하고 6종이 증가하였으며, 남문2지역에서는 8종이 감소하고 10종이 증가하였다. 북문1지역에서는 7종이 감소하였고 8종이 증가하였으며, 북문2지역에서는 10종이 감소하고 3종이 증가하였다. 따라서 상대밀도가 증가한 수종이 가장 많은 지역은 서문2지역으로 나타났고, 감소한 수종이 가장 많은 지역은 북문2지역으로 나타났다.

지난 15년간의 상대밀도 변화를 분석한 결과, 남문1지역과 북문2지역에서 상대밀도가 감소한 수종이 많았으며, 특히 관목층 수종의 상대밀도가 감소하였다. 이러한 결과는 남문지역과 북문지역이 등산객의 이용밀도가 높은 지역이기 때문에 이용자의

답압에 의하여 하부식생이 파괴되어 상대밀도가 감소한 것으로 판단되었다.

2) 종다양도

지난 15년간 단위면적(400m²)당 출현한 종수는 동문1지역, 동문2지역, 서문1지역, 서문2지역, 남문1지역, 북문1지역에서 증가하였고, 남문1지역, 북문2지역에서 감소하였으며, 종다양도는 동문1지역, 동문2지역, 서문1지역, 서문2지역, 남문1지역, 남문2지역, 북문1지역에서 증가하였고, 북문2지역에서 감소하였다.

균재도는 동문1지역, 동문2지역, 서문1지역, 서문2지역, 남문1지역, 남문2지역, 북문1지역에서 증가하였고, 북문2지역에서 감소하였으며, 우점도는 동문1지역, 동문2지역, 서문1지역, 서문2지역, 남문1지역, 남문2지역, 북문1지역에서 감소하였고, 북문2지역에서 증가하였다.

전체적으로 종수, 종다양도, 균재도는 증가하고 우점도는 감소하였는데, 인위적인 환경파괴가 통제되고 자연환경이 보호될수록 식물군락의 종다양도와 균재도는 증가하고 우점도는 감소하는 경향이 있다(임경빈 외 2인, 1980). 지난 10년간 종다양도 지수의 변화를 볼 때 북문2지역을 제외한 조사지역은 종이 다양화되어 몇 종에 집중되어 있던 우점도가 낮아져 천이가 점진적으로 양호한 방향으로 진행되었다고 판단되며, 북문2지역은 헬기장 조성으로 인한 벌목과 인공조림 그리고 등산객의 높은 이용밀도에 의하여 식생이 파괴되어 종수와 종다양도

표 10. 조사지역의 종다양도지수 변화

(단위면적: 400m²)

	종 수		종다양도(H')		최대종다양도(H' max)		균재도(J')		우점도(D')	
	1994	2009	1994	2009	1994	2009	1994	2009	1994	2009
동문1	10	17	0.7396	0.9533	1.000	1.2304	0.7396	0.7748	0.2604	0.2252
동문2	15	21	0.4513	0.5810	1.1761	1.3222	0.3837	0.4394	0.6063	0.5606
서문1	19	22	0.8287	1.1106	1.2788	1.3424	0.6481	0.8273	0.3519	0.1727
서문2	18	25	0.7849	1.2401	1.2553	1.3979	0.6253	0.8871	0.3747	0.1129
남문1	16	13	0.4116	0.4433	1.2041	1.1139	0.3418	0.3980	0.6582	0.6020
남문2	17	17	0.7041	0.7043	1.2304	1.2304	0.5722	0.5724	0.4278	0.4276
북문1	9	20	0.5117	0.7173	0.9542	1.3010	0.5362	0.5513	0.4638	0.4487
북문2	17	3	0.7481	0.2544	1.2304	0.4771	0.6080	0.5332	0.3920	0.4668

가 낮아진 것으로 판단된다.

3) 빈도계급

Raunkiaer는 앞의 연구방법에서 제시한 방법으로 8,000여개의 빈도통계를 조사한 결과 A급(1~20%)이 59%, B급(21~40%)이 14%, C급(41~60%)이 9%, D급(61~80%)이 8%, E급(81~100%)이 16%로 나타난 것에 의해 빈도계급을 다음과 같이 A>B>C≥D>E로 나타내었다(임경빈, 1986).

이것은 식생의 종류에 관계없이 적용되는 법칙으로 만일 조사된 방형구가 증가할 수록 A급과 B급의 비율이 상대적으로 높아지는 경향을 나타낸다. 각 빈도계급의 분포는 식생의 동질성과 이질성을 구분하는데 사용된다. 즉, A급과 E급이 높으면 동질적으로 보고, B급, C급, D급이 높으면 이질적으로 본다.

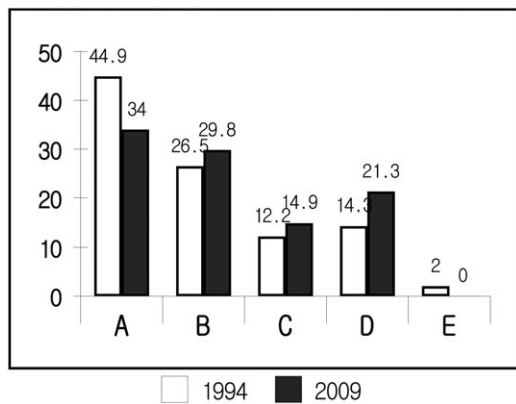


그림 2. Raunkiaer의 빈도계급 변화

1994년에 조사된 Raunkiaer의 빈도계급 분포는 A급이 44.9%, B급이 26.5%, C급이 12.2%, D급이 14.3%, E급이 2.0%로 크기가 A>B>C<D>E로 나타났으며, 2009년에 조사된 Raunkiaer의 빈도계급 분포는 A급이 34.0%, B급이 29.8%, C급이 14.9%, D급이 21.3%, E급이 0%로 크기가 A>B>C<D>E로 나타나 1994년과 2009년의 빈도계급 분포가 동일한 경향으로 나타났다.

이 결과를 Raunkiaer의 표준빈도와 비교해 보면 A급의 빈도가 가장 높은 것은 동일한 경향이며, B급과 C급에 이르기까지 점점 감소하는 것도 표준빈도의 경향과 비슷하다. 그러나 D급이 증가하고 E급이 감소하는 것은 매우 대조적이다. 이것은 조사지역의 식생이 국지적으로는 다양하다는 것을 의미하고, 인위적인 영향이 매우 크다는 것을 의미한다.

지난 15년간의 빈도계급별 출현수종을 보면, A계급의 종수는 1994년 22종에서 2009년 16종으로, B계급의 종수는 1994년 13종에서 2009년 14종으로, C계급의 종수는 1994년 6종에서 2009년 7종으로, D계급의 종수는 1994년 7종에서 2009년 10종으로, E계급의 종수는 1994년 소나무 1종에서 2009년 0종으로 나타났다. 따라서 A계급의 종수가 6종, E계급의 종수가 1종이 감소하였고, B계급의 종수가 1종, C급의 종수가 1종, D급의 종수가 3종이 증가한 것으로 나타나 조사지역의 식생이 국지적으로 다양해지고 있는 것으로 판단되었다.

표 11. Raunkiaer의 빈도계급 변화

	1994년	2009년
A급	구상나무, 은사시나무, 서어나무, 난티나무, 생강나무, 조팝나무, 팔배나무, 복분자나무, 아까시나무, 산초나무, 불나무, 노박덩굴, 대추나무, 담쟁이덩굴, 벽오동, 보리수나무, 두릅나무, 산수유, 감나무, 물푸레나무, 병꽃나무, 조릿대 (22종)	은사시나무, 소사나무, 산뽕나무, 백동백나무, 사위질뽕, 조팝나무, 산돌배, 복사나무, 매죽나무, 벽오동, 두릅나무, 철쭉, 노린재나무, 작살나무, 병꽃나무, 청미래덩굴 (16종)
B급	리기다소나무, 잣나무, 물오리나무, 굴참나무, 졸참나무, 까치밥나무, 국수나무, 찔레, 싸리, 초피나무, 옷나무, 화살나무, 쥐똥나무 (13종)	잣나무, 굴참나무, 졸참나무, 생강나무, 비목나무, 국수나무, 팔배나무, 찔레, 초피나무, 회잎나무, 화살나무, 산철쭉, 개나리, 인동덩굴 (14종)
C급	오리나무, 상수리나무, 갈참나무, 나무딸기, 조록싸리, 청미래덩굴 (6종)	소나무, 오리나무, 물오리나무, 조록싸리, 쇠물푸레, 쥐똥나무, 청가시덩굴 (7종)
D급	떡갈나무, 신갈나무, 산벚나무, 진달래, 철쭉, 매죽나무, 쇠물푸레 (7종)	리기다소나무, 상수리나무, 떡갈나무, 갈참나무, 신갈나무, 산벚나무, 나무딸기, 산검양꽃나무, 진달래, 조릿대 (10종)
E급	소나무 (1종)	

IV. 결론

본 연구는 탐방객의 이용밀도가 높은 금정산성 주변 식생의 생태적 특성을 파악하고, 동일 조사지역의 15년간 식생변화를 정량적으로 비교·분석하여 식생 복원방안을 제시하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

별목과 인공조림 그리고 등산객의 이용밀도가 높은 조사지역의 식생은 천이가 진행되지 않을 뿐만 아니라 식물의 상대밀도, 종수, 종다양도가 다른 조사지역에 비하여 크게 낮음을 알 수 있었으며, 휴식년제가 실시된 조사지역의 식생은 참나무류로의 천이가 양호하게 진행되고 있을 뿐만 아니라 상대밀도, 종수, 종다양도가 다른 조사지역에 비하여 크게 높음을 알 수 있었다. 따라서 금정산의 식생을 복원하기 위하여 다음과 같은 방안이 요구된다.

첫째, 휴식년제 시행지역의 확대가 필요하며, 휴식년제가 불가능한 지역에서 이용자의 이용밀도가 높은 지역은 부분적으로 구획을 지어 이용제한지역과 이용허용지역을 나누어 식생을 관리해야 할 것이다.

둘째, 주변의 자연경관과 이질적인 리기다소나무와 같은 인공조림 수종을 도태시키고, 자연적인 식생천이의 저해요인이 되고 있는 칩 등의 덩굴성식물을 제거해야 할 것이다.

셋째, 낙엽층의 보호와 관목층의 식재를 통하여 식생을 회복시켜야 할 것이며, 야교목층과 관목층에 주변 자연녹지의 다층구조의 자연림을 모방한 식재를 실시하여 식생의 복원과 종다양성을 증진시켜야 할 것이다.

넷째, 탐방객의 이용밀도가 높아 토양경도가 높은 지역은 멀칭이나 토양갈기로 토양의 용적조성을 변화시켜야 하며, 수관하부의 토양을 갈아 퇴비나 토양개량제를 투입하고, 토양개량에 의한 토양의 통기성 및 투수성의 향상과 식생회복을 위한 멀칭 등으로 토양의 물리성을 개량해야 할 것이다.

다섯째, 산성토양을 개량하기 위하여 석회를 사용하여 토양을 중성화시켜 중금속의 용출을 억제하거나 퇴비 등의 유기물을 시용하여 토양미생물을

활성화시켜 토양을 개량해야 하며, 토양환경과 주변 식생을 고려한 적정량의 석회시비, 유기물투여, 토양오염원을 차단하거나 정화시킬 수 있는 수중생정 등을 통하여 산성토양을 개선시켜 나가야 할 것이다. 또한 토양의 개량효과는 짧은 기간 내에 나타나기 어렵기 때문에 중·장기적인 토양관리시스템을 구축해야 할 것이다.

본 연구는 조사구 선정에 있어 금정산성 출입문 주변으로 한정된 연구의 한계가 있으며, 생태적 특성 분석에 있어 토양과 식생으로 한정된 연구의 한계가 있다. 차후 금정산성 탐방객의 이용밀도 및 이용행태를 고려하여 조사구를 선정하고 식생구조를 파악하고, 식생변화를 정량적으로 분석하여 식생 복원방안을 제시하는 연구가 이루어진다면, 탐방객에 의하여 훼손된 지역의 토양과 식생을 합리적으로 관리하는데 기여할 것이다.

참고문헌

- 김맹기, 이학영, 김종원, 1993, 금정산 동사면계곡 식생의 생태학적 연구, 한국환경학회지, 1-8.
- 김태정, 1996, 한국의 자원식물 I-V, 서울대학교 출판부.
- 남정칠, 1994, 금정산의 식물상과 삼림식생에 관한 연구, 동아대학교 농업자원기술연구, 3(1), 119-141.
- 배춘화, 1997, 금정산의 식물상에 관한 연구, 부산대학교 석사학위논문.
- 안석곤, 2001, 금정산 식물상의 변화에 관한 연구, 동아대학교 석사학위논문.
- 윤국병, 1997, 조경배식학, 일조각.
- 윤충원, 1998, 금정산 일대의 삼림식생 분포, 경남대학교 석사학위논문.
- 이덕봉, 1954, 금정산 식물 조사보고서, 중앙대 30년 기념논문집.
- 이창복, 1989, 대한식물도감, 향문사.
- 임경빈, 1986, 신고조림학개론, 향문사, 491.
- 임경빈, 이경재, 박인협, 1980, 경기도지방 적송림

- 의 식물사회학적 연구, 한국임학회지 50, 56-71.
- 주상우, 1963, 부산지방식물조사보고, 부산시 교육개발위원회, 195-248.
- 한국수자원공사, 1997, 조경설계기준.
- 日本材料學會 土質安定材料委員會, 1984, 斜面安定工法, 鹿島出版會, 146-147.
- Braun-Blanquet, J., 1964, Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetation skunde, Dritte Auflage, Springer-Verlag, Wien, 865.
- Brower. R. and J. H. Zar, 1977, Field and laboratory methods for general ecology, Iowa: Wm, C., Brown Company Publ.
- Cox, G. W., 1976, Laboratory manual of general ecology, Wn, C., Brown Co, 232.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh, 1951, An upland Forest contium in the prairie-forest border region of Winsconsin. Ecology, 32, 476-496.
- Pielou, E. C., 1975, Ecological diversity, New York: John Wiley and Sons, 165.
- Whittaker, R. H., 1956, Vegetation of the Great Smoky Mountains, Ecol. Monogra, 26, 1-80.
- <http://www.busan.go.kr>

최종원고채택 10. 05. 21