환경영향평가 제19권 제6호(2010) pp.527~537

연구논문

금정산성 등산로 주변 식생의 생태적 특성 평가

남정칠* · 서정범 · 조국희** · 김석규***

동아대학교 조경학과*, 동아대학교 대학원**

(2010년 6월 28일 접수, 2010년 9월 7일 승인)

Assessment on Ecological Characteristics of Vegetation in the Trail of Area Adjacent to GeumJeong Mountain Fortress

Jung-Chil Nam* · Jung-Bum Seo · Kuk-Hee Jo** · Seok-Kyu Kim***

Department of Landscape Architecture, Donga University*, Graduate School, Donga University**

(Manuscript received 28 June 2010; accepted 7 September 2010)

Abstract

This study are Geumjung mountain fortress of the Busan Metropolitan City in the north gate of the East gate around the trail to identify the vegetation structure importance value, dominance, species diversity, similarity index analysis.

Results of the study, plot on the western slopes elevation 423-636m, slopes of 15~20° slope areas, *Pinus densiflora*, *Pinus thunbergii*, *Quercus acutissima*, *Pinus thunbergii*, *Pinus rigida*, *Carpinus coreana*, *Quercus mongolica* are fulfilling a community.

Trees layer a height 8~12m, coverage 40~70%, sub-trees layer the height 3~7m, coverage 10~80%, shrubs layer the height 0.8~1.5m, coverage 20-30%, herb layer the height 0.1~0.5m, coverage 5-10% were in the range of plot in the east slope elevation 452-647m, slopes in the slope of 5-30° and *Pinus rigida*, *Pinus thunbergii*, *Pinus densiflora*, *Quercus mongolica*, *Quercus dentata*, *Carpinus coreana* is fulfilling a community.

The trees layer height 8~13m, coverage 0~70%, sub-trees layer the height 2~6m, coverage 0~80%, shrubs layer the height 0.8~1.5m, coverage 20-40%, herb layer the height 0.1-0.5m, coverage 5-40% were in the range. The survey showed to be in relatively good vegetation, but in some areas of *Pinus rigida*, *Quercus acutissima*, as was predicted in succession, the shrub layer in the plot of some dominated vine plants and vegetation management will be needed for this purpose respectively.

Keywords : Importance Value, Dominance, Species Diversity, Similarity Index

Corresponding Author: Seok-Kyu Kim, Dept. of Landscape Architecture, Dong-A University, Busan 604-714, Korea Tel: 82-51-200-6939
E-mail: skkim1967@hanmail.net

I. 서 론

1. 연구 배경 및 목적

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 6,544,739m^2로 도시공원법상 유원지로 지정되어 있으며, 서벽과 성문 등 많은 유적을 남기고 있다. 그리고 산성유원지는 등산객의 이용밀도가 매우 높은 곳이다.

Beardsley, W. C. and J. A. Wager(1971)는 도시림의 레크리에이션 이용밀도가 증가함에 따라 종다양도, 최대종다양도, 우점도가 감소되었고, 균재도와 상이도지수는 증가한다고 하였으며, 이용객에 의한 계속적인 답압은 점차 낙엽층과 부식층의 두께를 감소시켜 산림토양의 나지면적을 증대시켜 표면침식이 증가하게 된다고 하였다.

이와 같이 증가추세에 있는 탐방객에 의한 삼림생태계의 훼손이 심각해짐에 따라 훼손된 생태계의 복원이 필요하게 되었으며, 도시림의 생태적 특성을 고려한 식생 관리기법의 개발이 요구됨에 따라 이에 따른 연구가 이루어져 왔다.

이외 관련된 선행연구로는 임경빈(1978), 이경재(1986), 오충현(1992), 조우(1993), 이경재 등(1993; 1994), 조우(1995), 이경재와 한봉호(1998), 한봉호(2000), 김석규 등(2002), 박승범 등(2002), 남정칠 등(2007), 남정칠 등(2008), 김석규 등(2010)등이 있으며, 금정산을 대상으로 한 선행연구로는 이덕봉(1954), 주상우(1963), 김맹기 등(1993), 남정칠(1994), 배춘화(1997), 윤충원(1998), 안석곤(2001), 김석규(2010) 등이 있으나, 탐방객의 이용밀도가 높은 등산로를 중심으로 한 연구는 없는 실정이다.

금정산은 부산시민에게 심리적 · 물리적 · 경관적으로 중요한 역할을 해온 도시림이며, 후손들에게 물려주어야 할 공간이다. 따라서 금정산의 식생을 보전하기 위하여 자연환경에 대한 충분한 기초조사가 이루어져야 할 것이며, 합리적인 식생의 관리방안을 도출하기 위해서는 식생의 생태적 특성을 파악하여 평가해야 할 것이다.

본 연구는 탐방객의 이용밀도가 높은 금정산성 등산로 주변 식생의 생태적 특성을 평가하여 합리적인 식생관리의 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

II. 연구내용 및 방법

1. 조사지 선정

본 연구는 부산광역시 금정구 · 북구와 양산시 동면과의 경계에 위치하고 있는 금정산내 금정산성을 대상으로 하였으며, 식생조사를 위한 조사구는 이용자에 의한 식생훼손을 파악하기 위하여 등산로를 중심으로 동문에서 북문까지의 동, 서의 2개 사면으로 구분하여 각 2개씩 총 10개의 조사지역을 선정하였다.

2. 연구내용

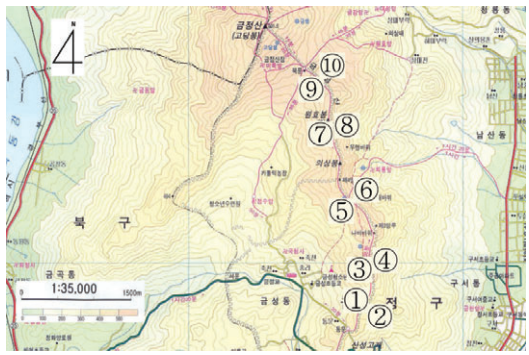
조사대상지 식생의 생태적 특성을 파악하기 식생조사를 실시하였으며, 본 연구의 조사기간은 2009년 5월 17일부터 20일까지 총 4회의 현지조사를 실시하였다.

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

식생의 생태적 특성을 평가하기 위하여 상대우점

표 1. 조사대상지 위치

조사구	위 치(좌 표)	
	북 위	동 경
1	35° 14′ 47″	129° 03′ 52″
2	35° 14′ 44″	129° 03′ 54″
3	35° 15′ 04″	129° 03′ 59″
4	35° 15′ 09″	129° 03′ 59″
5	35° 15′ 37″	129° 03′ 50″
6	35° 15′ 35″	129° 03′ 54″
7	35° 16′ 03″	129° 03′ 40″
8	35° 16′ 04″	129° 03′ 40″
9	35° 16′ 28″	129° 03′ 30″
10	35° 16′ 27″	129° 03′ 31″



치, 종수 및 종다양도지수, 유사도 및 상이도지수, 귀화식물 분포 등을 분석하였다.

3. 연구방법

1) 식생조사

조사구는 방형구법(Quardrats method)을 이용하여 20×20m($400m^2$)의 방형구를 설정하였으며, 조사구내에 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 측정하였으며, 관목층은 수관투영면적을 측정하였다(박인협, 1985).

초본층은 각조사지의 조사구내에 출현하는 전체 식물을 대상으로 Braun-Blanquet (1964) 방법에 의거하여 우점도(dominance)와 군도(sociability)를 분석하였다. 식물종의 분류는 이창복(1989)과 김태정(1996)의 도감을 참고하였다.

2) 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′ max), 균재도(evenness: J′), 우점도(dominance: D)를 산출하였다.

$$H' = -\Sigma Pi \log Pi \quad \text{(식 3)}$$

(여기서, Pi는 어떤종의 개체수/전체종의 개체수)

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

$$J' = H'/H'\max \quad \text{(식 5)}$$

$$D = 1 - J' \quad \text{(식 6)}$$

종구성상의 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)

3) 귀화식물 분포

자연식생의 교란정도를 나타내는 귀화율(ratio of naturalization)은 총출현종수에 대한 귀화식물의 비율로 계산하였으며(沼田眞, 1975), 식물별 귀화도(degree of naturalization)는 박수현 등(2002)의 연구를 참고하여 분포등급 기준을 구분하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식생 현황

조사구1, 조사구3, 조사구5, 조사구7, 조사구9은 서사면으로 해발고 423-636m, 경사 15-20°의 경사지역이며, 소나무-곰솔-상수리나무, 곰솔, 리기다소나무, 소사나무, 신갈나무가 군락을 이루고 있다. 교목층은 수고 8-12m, 식피율 40-70%, 아교목층은 수고 3-7m, 식피율 10-80%, 관목층은 수고 0.8-1.5m, 식피율 20-30%, 초본층은 수고 0.1-0.5m, 식피율 5-10%의 범위에 있는 것으로 나타났다.

조사구2, 조사구4, 조사구6, 조사구8, 조사구10은 동사면으로 해발고 452-647m, 경사 5-30°의 경사지역이며, 리기다소나무, 곰솔-소나무, 신갈나무, 떡갈-소사나무가 군락을 이루고 있다. 교목층은 수고 8-13m, 식피율 0-70%, 아교목층은 수고 2-6m, 식피율 0-80%, 관목층은 수고 0.8-1.5m, 식피율 20-40%, 초본층은 수고 0.1-0.5m, 식피율 5-40%의 범위에 있는 것으로 나타났다.

2. 상대우점치 분석

1) 목본의 상대우점치

조사구1은 교목층에서 곰솔(I.P.: 33.5%)과 상수리나무(I.P.: 35.6%)가 우점종으로 나타났고, 아교목층에서 때죽나무(I.P.: 48.1%)가 우점종으로 나타났으며, 조사구2는 교목층에서 때죽나무(I.P.: 75.8%)가 우점종으로 나타났고, 관목층에서 고욤나무와 산벚나무가 다수 출현하는 것으로 나타났다.

조사구3은 교목층에서 곰솔(I.P.: 41.7%)과 소나무(I.P.: 30.1%)가 우점종으로 나타났고, 아교목층에서 곰솔(I.P.: 31.5%)이 우점종으로 나타났으며, 조사구 4는 교목층에서 곰솔(I.P.: 42.6%), 소나무(I.P.: 42.3%)가 우점종으로 나타났고, 관목층에서 산철쭉이 다수 출현하는 것으로 나타났다.

조사구5는 교목층에서 리기다소나무(I.P.: 49.5%)와 곰솔(I.P.: 33.0%)이 우점종으로 나타났고, 아교목층에서 곰솔(I.P.: 35.7%)이 우점종으로 나타났으며, 조사구6은 아교목층에서 신갈나무

표 2. 조사지 현황

조사구	지형	해발고 (m)	사면 방위	경사 (°)	군 락	교목층		아교목층		관목층		초본층	
						수고(m)	식피율(%)	수고(m)	식피율(%)	수고(m)	식피율(%)	수고(m)	식피율(%)
1	사면	423	W	15	소나무-곰솔	8-12	50	3-6	10	0.8-1.5	30	0.1-0.5	20
2	사면	452	E	15	리기다소나무	8-13	70	-	-	0.8-1.5	20	0.2-0.5	5
3	사면	513	W	20	곰솔	8-12	70	3-6	10	0.8-1.5	20	0.1-0.4	10
4	사면	515	E	15	곰솔-소나무	8-12	70	-	-	0.8-1.5	40	0.1-0.5	20
5	사면	559	W	15	리기다소나무	8-12	40	3-7	30	0.8-1.5	20	0.2-0.3	20
6	사면	564	E	30	신갈나무	-	-	2-4	60	0.8-1.5	40	0.1-0.4	10
7	사면	636	W	15	소사나무	-	-	4-6	80	0.8-1.5	20	0.1-0.5	5
8	사면	647	E	30	신갈나무	-	-	3-6	80	0.8-1.5	40	0.2-0.5	10
9	사면	627	W	20	신갈나무	10-12	70	4-6	50	0.8-1.5	20	0.3-0.5	10
10	사면	641	E	5	떡갈-소사나무	8-10	5	2-6	60	0.8-1.5	30	0.1-0.5	40

(I.P.: 68.0%)가 우점종으로 나타났고, 관목층에서 신갈나무가 다수 출현하는 것으로 나타났다.

조사구7은 아교목층에서 소사나무(I.P.: 49.2%), 소나무(I.P.: 39.1%)가 우점종으로 나타났고, 관목층에서 산철쭉(I.P.: 23.1%)이 우점종으로 나타났으며, 조사구8은 아교목층에서 신갈나무(I.P.: 44.1%)과 곰솔(I.P.: 33.7%)이 우점종으로 나타났고, 관목층에서 난티잎개암나무, 신갈나무, 진달래가 다수 출현하는 것으로 나타났다.

조사구9는 교목층에서 신갈나무(I.P.: 45.7%)가 우점종으로 나타났고, 아교목층에서 개옻나무(I.P.: 50.0%)와 좀쇠물푸레(I.P.: 50.0%)가 우점종으로 나타났으며, 조사구10은 교목층에서 물오리나무(I.P.: 100%)가 우점종으로 나타났고, 아교목층에서 소사나무(I.P.: 25.6%), 신갈나무(I.P.: 22.9%), 떡갈나무(I.P.: 20.4%)가 주요출현종으로 나타났다.

상대우점치를 분석한 결과, 조사구1, 조사구2, 조사구3, 조사구4, 조사구7, 조사구9, 조사구10은 현재의 식생군락이 유지될 것으로 분석되었으며, 조사구5는 장기적으로 곰솔군락으로 천이될 것으로 평가되었고, 조사구6과 조사구8은 장기적으로 신갈나무 군락으로 천이될 것으로 평가되었다.

리기다소나무, 아까시나무 등은 조림용으로 많이 사용된 외래종으로 천이를 방해하고, 다층구조 식생을 이루지 못하게 하여 산림을 생태적으로 불안정상태가 되게 한다. 따라서 리기다소나무가 우점하고 있는 조사구5와 아까시나무가 우점하고 있는 조사구1과 조사구2는 간벌을 통한 식생관리가 요구

표 3. 목본의 층위별 상대우점치

수종 / 층위	조사구1				조사구2				조사구3				조사구4				조사구5			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
Rhus trichocarpa 개옻나무	0.0	0.0	7.8	1.3	0.0	0.0	3.6	0.6	0.0	11.0	0.0	3.7	0.0	0.0	9.3	1.6	0.0	0.0	4.6	0.8
Pinus thunbergii 곰솔	33.5	0.0	0.0	16.7	11.1	0.0	0.0	5.6	41.7	31.5	0.0	31.3	42.6	0.0	0.0	21.3	33.0	35.7	0.0	28.4
Rubus idaeus var. *concolor* 나무딸기	0.0	0.0	11.8	2.0	0.0	0.0	3.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	0.8	0.0	0.0	9.2	1.5
Corylus heterophylla var. *heterophylla* 난티잎개암나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	1.5
Styrax japonica 때죽나무	8.9	48.1	3.8	21.1	75.8	0.0	0.0	37.9	9.3	26.2	8.0	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Quercus dentata 떡갈나무	1.9	11.8	0.0	4.9	13.0	0.0	0.0	6.5	0.0	23.1	4.0	8.4	15.2	0.0	0.0	7.6	17.5	15.4	0.0	13.9
Pinus rigida 리기다소나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.5	11.7	0.0	28.6
Alnus hirsuta 물오리나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tripterygium regelii 미역줄나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lindera erythrocarpa 비목나무	0.0	20.0	7.8	8.0	0.0	0.0	3.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	1.6	0.0	15.4	4.6	5.9
Prunus sargentii 산벚나무	4.4	20.0	3.9	9.6	0.0	0.0	10.7	1.8	0.0	0.0	4.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rhododendron yedoense var. *poukhanense* 산철쭉	0.0	0.0	11.8	2.0	0.0	0.0	7.1	1.2	0.0	0.0	8.0	1.3	0.0	0.0	14.0	2.3	0.0	0.0	13.8	2.3
Quercus acutissima 상수리나무	35.6	0.0	0.0	17.8	0.0	0.0	7.1	1.2	19.0	0.0	12.0	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pinus densiflora 소나무	15.7	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	7.1	1.2	30.1	0.0	8.0	16.4	42.3	0.0	0.0	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Carpinus coreana 소사나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Quercus mongolica 신갈나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lespedeza bicolor 싸리	0.0	0.0	3.9	0.7	0.0	0.0	3.6	0.6	0.0	0.0	8.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	1.5
Robinia pseudo-acacia 아까시나무	0.0	0.0	3.9	0.7	0.0	0.0	3.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pinus koraiensis 잣나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.7	0.0	7.2
Lespedeza maximowiczii 조록싸리	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.8
Fraxinus sieboldiana var. *angusta* 좀쇠물푸레	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rododendron mucronulatum 진달래	0.0	0.0	7.8	1.3	0.0	0.0	7.1	1.2	0.0	0.0	8.0	1.3	0.0	0.0	4.7	0.8	0.0	0.0	13.8	2.3
Smilax sieboldii 청가시덩굴	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.7	0.0	0.0	4.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Sorbus alnifolia 팥배나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
기타	0.0	0.1	37.5	6.0	0.1	0.0	42.9	40.4	0.0	8.2	36.0	8.7	0.0	0.0	53.3	42.1	0.0	0.1	31.0	5.3

표 3. 계속

수종 / 층위	조사구6				조사구7				조사구8				조사구9				조사구10			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
Rhus trichocarpa 개옻나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	7.5	17.9	0.0	2.6	6.9	2.0
Pinus thunbergii 곰솔	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.7	0.0	11.2	10.1	0.0	0.0	5.1	0.0	8.6	0.0	2.9
Rubus idaeus var. *concolor* 나무딸기	0.0	0.0	5.5	0.9	0.0	0.0	7.7	1.3	0.0	0.0	8.7	1.4	0.0	0.0	15.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Corylus heterophylla var. *heterophylla* 난티잎개암나무	0.0	0.0	8.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Styrax japonica 때죽나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Quercus dentata 떡갈나무	0.0	0.0	5.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	5.1	0.0	20.4	0.0	6.8
Pinus rigida 리기다소나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Alnus hirsuta 물오리나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	5.7	100.0	4.1	0.0	51.4
Tripterygium regelii 미역줄나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Lindera erythrocarpa 비목나무	0.0	0.0	2.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.7	0.0	0.0	7.5	1.3	0.0	1.5	0.0	0.5
Prunus sargentii 산벚나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Rhododendron yedoense var. *poukhanense* 산철쭉	0.0	0.0	8.2	1.4	0.0	0.0	23.1	3.8	0.0	0.0	8.7	1.4	0.0	0.0	15.0	2.5	0.0	0.0	20.7	3.5
Quercus acutissima 상수리나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pinus densiflora 소나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.1	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carpinus coreana 소사나무	0.0	32.0	0.0	10.7	0.0	49.2	0.0	16.4	0.0	17.2	8.7	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.6	0.0	8.5
Quercus mongolica 신갈나무	0.0	68.0	11.0	24.5	0.0	11.7	0.0	3.9	0.0	44.1	13.0	16.9	45.7	0.0	0.0	22.8	0.0	22.9	0.0	7.6
Lespedeza bicolor 싸리	0.0	0.0	5.5	0.9	0.0	0.0	15.4	2.6	0.0	0.0	8.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Robinia pseudo-acacia 아까시나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pinus koraiensis 잣나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lespedeza maximowiczii 조록싸리	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	2.3
Fraxinus sieboldiana var. *angusta* 좀쇠물푸레	0.0	0.0	2.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Rododendron mucronulatum 진달래	0.0	0.0	8.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	2.2	0.0	0.0	15.0	2.5	0.0	0.0	6.9	1.2
Smilax sieboldii 청가시덩굴	0.0	0.0	5.5	0.9	0.0	0.0	15.4	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sorbus alnifolia 팥배나무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	0.0	0.0	5.1	0.0	11.8	0.0	3.9
기타	0.0	0.0	34.3	55.5	0.0	0.0	30.7	55.1	0.0	5.0	13.2	54.0	0.0	0.0	10.0	0.4	0.0	2.5	51.7	9.4

주) C : 교목층 상대우점치, U : 아교목층 상대우점치, S : 관목층 상대우점치, M : 평균 상대우점치

되었다.

2) 초본의 우점도 및 군도

조사구1은 짚신나물, 좀씀바귀, 쑥이 다수 출현하였고, 조사구2는 주름조개풀, 산쑥, 쑥이 다수 출현하였으며, 조사구3은 삽주, 김의털, 족제비고사리, 주름조개풀 등이 소수 출현하였다. 조사구4는 김의털, 애기나리가 우점하였고, 조사구 5는 애기나리, 둥굴레, 억새가 다수 출현하였으며, 조사구6은 억새가 우점하였다.

조사지7은 뫼제비꽃, 참취, 애기나리, 삽주, 김의털, 노루발풀, 솔나물, 오이풀, 양지꽃, 등골나물, 은방울꽃, 주름조개풀이 소수 출현하였고, 조사구8은 쑥, 산쑥, 솔나물, 억새, 개고사리, 짚신나물이 소수 출현하고 하였으며, 조사지9는 애기나리, 김의털이 우점하였고, 조사지10은 애기나리가 우점하였다.

초본의 우점도 및 군도를 분석한 결과, 애기나리, 김의털, 둥굴레, 산쑥, 쑥, 억새, 좀씀바귀, 주름조개풀이 전반적으로 다수 분포하였으며, 애기나리는 많은 조사구에서 우점종으로 나타났다.

3) 종다양도 분석

단위면적(400m^2)당 출현종수는 조사구1, 조사구5, 조사구6이 20종으로 가장 많았으며, 조사구7이 12종으로 가장 적은 것으로 나타났다. 종다양도는 조사구1이 종다양도지수 1.1185로 가장 높게 나타

표 4. 초본의 우점도 및 군도

식물명 \ 조사구	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Athyrium niponicum 개고사리								r	+	r
Festuca ovina var. *ovina* 김의털			+	1.1	+		+		1.1	
Pyrola japonica 노루발풀							r			
Carpesium abrotanoides 담배풀		r								
Polygonatum odoratum var. *pluriflorum* 둥굴레				r	1.1					+
Eupatorium chinense var. *simplicifoliu* 등골나물							r			
Phytolacca americana 미국자리공		r								
Smilax riparia var. *ussuriensis* 밀나물						r				
Parasenecio auriculata var. *matsumurana* 박쥐나물				r					+	
Artemisia montana 산쑥		1.1				r		+		
Atractylodes ovata 삽주			r				+			
Galium verum var. *asiaticum* 솔나물						r	r	+		
Artemisia princeps var. *orientalis* 쑥	1.1	1.1				+		+		
Ixeris dentata 씀바귀	r									
Disporum smilacinum 애기나리				1.1	1.1	+	+		1.1	2.2
Potentilla fragarioides var. *major* 양지꽃					+	r	r			+
Miscanthus sinensis var. *purpurascens* 억새	+	r			1.1	1.1		+		+
Cirsium japonicum var. *ussuriense* 엉겅퀴					+	+				
Sanguisorba officinalis 오이풀					+		r			
Convallaria majolis 은방울꽃							+		+	+
Zoysia japonica 잔디						+				
Viola selkirkii 뫼제비꽃		r		+	r		+			+
Arthraxon hispidus 조개풀					+					
Dryopteris varia 족제비고사리	r	r	r		r	r				
Ixeris stolonifera 좀씀바귀	1.1									
Oplismenus undulatifolius 주름조개풀	+	1.1	+				+			
Agrimonia pilosa 짚신나물	1.1	r						r		
Aster scaber 참취					r		+			r
Phryma leptostachya var. *asiatica* 파리풀	r									

표 5. 종수 및 종다양도지수 (단위면적: 400m^2)

조사구	군 락	종수	종다양도(H')	최대종다양도(H' max)	균재도(J')	우점도(D')
1	소나무-곰솔	20	1.1185	1.3010	0.8597	0.1403
2	리기다소나무	19	0.9226	1.2788	0.7215	0.2785
3	곰솔	18	1.0598	1.2553	0.8443	0.1557
4	곰솔-소나무	17	1.0077	1.2304	0.8190	0.1810
5	곰솔-리기다소나무	20	1.0710	1.3010	0.8232	0.1768
6	신갈나무	20	0.9952	1.3010	0.7649	0.2351
7	소사나무	12	0.6539	1.0792	0.6059	0.3941
8	신갈나무	14	0.6862	1.1461	0.5987	0.4013
9	신갈나무	19	0.9692	1.2788	0.7579	0.2421
10	떡갈-소사나무	18	0.9823	1.2553	0.7825	0.2175

났고, 조사구 7이 종다양도지수 0.65394로 가장 낮게 나타났으며, 최대종다양도는 조사구1, 조사구5, 조사구9가 최대종다양도지수 1.3010로 가장 높게 나타났고, 조사구7이 최대종다양도지수 1.0792로 가장 낮게 나타났다.

균재도는 조사구1이 균재도지수 0.8597로 가장 높게 나타났고, 조사구8이 균재도지수 0.5987로 가장 낮게 나타났으며, 우점도는 조사구8이 우점도지수 0.4013으로 가장 높게 나타났고, 조사구1이 우점도지수 0.1403로 가장 낮게 나타났다.

종다양도, 최대종다양도, 균재도, 우점도를 분석한 결과, 조사구1의 종다양도지수, 최대종다양도지수, 균재도지수가 가장 높고, 우점도의 지수가 가장 낮게 나타나 식생구조가 건전하고 생태적으로 안정된 것으로 평가되었으며, 조사구7과 조사구8의 종다양도지수가 가장 낮고, 우점도지수는 가장 높게 나타나 생태적으로 불안정한 것으로 평가되었다.

4) 유사도지수 분석

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

조사구간 유사도지수는 20% 미만의 이질적인 집단과 80% 이상의 동질적인 집단은 나타나지 않았으며, 유사도지수가 60%이상으로 동질적인 경향을 보이는 집단은 8개, 유사도지수가 40%이하의 이질적인 경향을 보이는 집단은 31개로 나타나 조사지의 종구성간 유사성이 낮은 것으로 분석되었다.

따라서 조사지의 식생은 전반적으로 이질적인 경향으로 나타나 식생이 다양하게 분포하고 있는 것으로 평가되었다.

5) 귀화식물 분포

조사지역에서 확인된 귀화식물은 2과2종으로 나타났으며, 이 수치는 국립환경연구원에서 제공하는 전국 귀화식물 285종의 약 0.7%에 해당되는 것으로 도시화의 정도가 매우 낮은 것으로 판단되었다.

조사지의 귀화율은 조사구1이 3.57%, 조사구2가 7.14%로 나타나 조사구2가 가장 높은 것으로 분석

표 6. 유사도 및 상이도지수

	Dissimilarity										
	Plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Similarity	1		70.99	21.60	32.20	49.21	75.61	89.09	75.44	78.57	75.65
	2	29.01		76.19	79.83	74.80	80.65	92.79	89.57	80.53	87.93
	3	78.40	23.81		27.43	53.72	71.19	79.05	76.15	81.31	70.91
	4	67.80	20.17	72.57		80.70	74.77	73.47	72.55	72.00	61.17
	5	50.79	25.20	46.28	19.30		64.71	81.13	63.64	75.93	63.96
	6	24.39	19.35	28.81	25.23	35.29		24.27	19.63	42.86	42.59
	7	10.91	7.21	20.95	26.53	18.87	75.73		31.91	84.78	43.16
	8	24.56	10.43	23.85	27.45	36.36	80.37	68.09		35.42	39.39
	9	21.43	19.47	18.69	28.00	24.07	57.14	15.22	64.58		44.33
	10	24.35	12.07	29.09	38.83	36.04	57.41	56.84	60.61	55.67	

표 7. 조사지에서 출현한 귀화식물

식 물 종	과 명	학 명	귀 화 도	생 활 형
아까시나무	콩 과	*Robinia pseudoacacia* L.	II	M
미국자리공	자리공과	*Phytolacca americana* L.	III	H

주) 귀화도 : V: 널리 분포하고 개체수도 많음; IV: 국지적으로 분포하나 개체수 많음; III: 널리 분포하나 개체수 많지 않음; II: 국지적으로 분포하고 개체수 많지 않음; I: 희귀함
생활형 : M: 교목; N: 관목; TH: 일이년생 초본; H: 다년생 초본; L: 만경식물

표 8. 조사구별의 귀화식물 비율

	조사구1	조사구2	조사구3	조사구4	조사구5	조사구6	조사구7	조사구8	조사구9	조사구10	전 체
귀화율(%)	3.57	7.14	0	0	0	0	0	0	0	0	2.63

되었으며, 전체 귀화율은 2.63%로 나타났다. 이는 우리나라 평균 귀화율 10.4%보다 낮은 것으로 나타났으며, 김석규 등(2010)이 연구한 부산시 도시림의 귀화율인 동매산 3.26%, 아미산 3.37%, 두송반도 4.05%, 옥녀봉 6.97%보다 낮은 것으로 나타나 다른 지역에 비해 식생이 교란되지 않은 것으로 평가되었다.

IV. 결 론

본 연구는 금정산 식생의 합리적인 식생관리를 위한 기초자료를 구축하기 위하여 탐방객의 이용밀도가 높은 금정산성 등산로 주변 식생의 생태적 특성을 평가하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

상대우점치는 3개 조사구에서 리기다소나무와 아까시나무가 우점하고 있어 식생관리가 필요하였으며, 초본의 우점도는 애기나리가 많은 조사구에서 우점종으로 나타났다. 종다양도지수는 6개 조사구에서 1이하의 수치로 나타나 식생의 종다양도가 낮은 것으로 나타났으며, 유사도지수는 31개 집단에서 40%이하로 나타나 식생이 전반적으로 이질적인 것으로 평가되었다. 귀화식물은 2과2종으로 전국 귀화식물의 약 0.7%에 해당되는 것으로 나타나 도시화의 정도가 매우 낮았으며, 귀화율은 우리나라 평균 귀화율 10.4%보다 낮은 것으로 나타나 다른 지역에 비해 식생이 교란되지 않은 것으로 평가되었다.

등산객의 이용밀도가 높은 조사지역과 리기다소나무와 아까시나무가 우점하는 조사지역의 식생은 천이가 진행되지 않고, 다층구조 식생을 이루지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 등산로 주변의 식생을 복원하기 위하여 다음과 같은 관리방안이 요구되었다.

첫째, 등산로의 루트를 다양하게 조성하여 구획을 나누어 이용제한지역과 이용허용지역을 나누어 식생을 관리해야 할 것이다.

둘째, 천이를 방해하는 리기다소나무, 아까시나무 등과 같은 인공조림 수종을 간벌하고, 자연적인 식생천이의 저해요인이 되고 있는 칡 등의 덩굴성 식물을 제거해야 할 것이다.

셋째, 낙엽층의 보호와 관목층의 식재를 통하여 식생을 회복시켜야 할 것이며, 교목층과 관목층에 주변의 자연성이 뛰어난 식물군락의 군집구조를 모델로 선정하여 식생을 복원하고, 식생의 자연성과 종다양성을 증진시켜야 할 것이다.

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

본 연구는 조사구 선정에 있어 금정산성 주변의 여러 개의 등산로 중에서 동문에서 북문까지의 등산로를 선정한 연구의 한계가 있다. 차후 금정산성 탐방객의 이용밀도 및 이용행태를 고려한 다양한 등산로를 대상지로 선정하여 식생을 정기적으로 조사하고, 식물군집구조의 변화를 정량적으로 분석하여 식생 관리방안을 제시한다면, 훼손된 도시림의 식생을 합리적으로 관리하는데 기여할 것이다.

사 사

이 논문은 동아대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

김맹기, 이학영, 김종원, 1993, 금정산 동사면계곡

식생의 생태학적 연구, 한국환경학회지 1-8.

김석규, 2010, 금정산성 주변 식생의 생태적 특성과 복원방안, 한국환경영향평가학회지, 19(3), 231-245.

김석규, 박승범, 남정칠, 김승환, 2002, 도시공원녹지의 입지환경과 토양특성이 식생구조와 수목활력도에 미치는 영향, 한국환경복원녹화기술학회지, 5(5), 30-44.

김석규, 주경중, 남정칠, 박승범, 2010, 도시림 식생의 생태적 특성과 복원모델, 한국환경복원기술학회지, 13(2), 80-94.

김태정, 1996, 한국의 자원식물 I-V, 서울대학교 출판부.

남정칠, 1994, 금정산의 식물상과 삼림식생에 관한 연구, 동아대학교 농업자원기술연구, 3(1), 119-141.

남정칠, 박승범, 김석규, 윤상복, 2007, 장산식생의 생태적 특성, *Journal of Korean Data Analysis Society*, 9(5), 2599-2612.

남정칠, 박승범, 김석규, 윤상복, 2008, 승학산 식생의 생태적 특성 및 관리방안, *Journal of Korean Data Analysis Society*, 10(2B), 1201-1216.

박수현, 신준환, 이유미, 임종환, 문정숙, 2002, 우리나라 귀화식물의 분포, 임업연구원 · 국립수목원, 184.

박승범, 김석규, 남정칠, 김승환, 강영조, 이기철, 2002, 사상공단 주변 식생의 생태적 특성 분석, 한국조경학회지, 30(1), 75-86.

박인협, 1985, 백운산지역 천연림생태계의 조림구조 및 물질생산에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.

배춘화, 1997, 금정산의 식물상에 관한 연구, 부산대학교 석사학위논문.

안석곤, 2001, 금정산 식물상의 변화에 관한 연구, 동아대학교 석사학위논문.

오충현, 1992, 도시녹지의 생태학적 조성 및 관리방안에 관한 연구, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.

윤충원, 1998, 금정산 일대의 삼림식생 분포, 경남대학교 석사학위논문.

이경재, 1986, 남산공원의 자연환경실태와 보존대책, 서울특별시.

이경재 외 17인, 1993, 도시 및 공업단지 주변의 *Green*복원기술 개발(I), 환경처 · 과학기술처.

이경재 외 19인, 1994, 도시 및 공업단지 주변의 *Green*복원기술 개발(II), 환경처.

이경재, 한봉호, 1998, 부천시 산림지역 아까시나무림 식물군집구조를 고려한 식생관리 모델, 한국조경학회지, 26(2), 28-37.

이덕봉, 1954, 금정산 식물 조사보고서, 중앙대 30년 기념논문집.

이창복, 1989, 대한식물도감, 향문사.

임경빈, 1978, 남산공원수림의 피해상태와 그 대책에 관한 연구, 서울특별시.

조우, 1993, 도시림관리를 통한 식물 및 야생조류 종다양성 증진에 관한 연구, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.

조우, 1995, 도시녹지의 생태적 특성 분석과 자연성 증진을 위한 관리모형, 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.

주상우, 1963, 부산지방식물조사보고, 부산시 교육개발위원회, 195-248.

한봉호, 2000, 생태도시 구현을 위한 도시녹지축의 생태적 특성 평가 및 식재모델에 관한 연구, 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.

沼田眞, 1975, 歸化植物. 環境科學ライブラリ-13, 大日本圖書, 160.

Beardsley, W. C. and J. A. Wager, 1971, Vegetation management on a forested recreation site, *Journal of Forest*, 69, 728-731.

Braun-Blanquet, J., 1964, Pflanzensoziologie. Grundzuge 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. 09. 10