

경주 황성공원의 식생구조 및 관리방안^{1*}

최송현² · 이영경³

Vegetation Structure and Management Proposal of Hwangsong Park in Kyongju^{1*}

Song-Hyun Choi², Young-Kyoung Yi³

요 약

경주 황성공원의 식생구조를 파악하여 생태적 가치를 알아보고, 바람직한 관리방안을 제시하기 위하여 공원 내에 10m×10m의 조사구 20개를 설치하고, 군집구조조사를 실시하였다. 군집을 분리하기 위하여 TWINSpan과 DCA를 이용하였으며, DCA 분석결과 소나무군집(A), 소나무군집(B), 참나무류-소나무군집, 아까시나무군집, 그리고 신갈나무군집의 5개로 분리되었다. 종다양도 분석에서 20개 조사구에 걸쳐 목본수종이 총 29종 출현하였으나 종조성은 단순하게 나타났다. 각 조사구당 평균출현종수는 5.35 ± 2.9 종이었고, 흉고직경급별 분석에서 소나무는 주로 DBH 27~47cm 계급에 분포하였다. 연륜 및 성장분석결과 역사적, 생태적으로 가치가 있는 소나무림이 최근 들어 생장이 둔화되고 있었다. 이상의 조사결과를 바탕으로 관리제언이 제시되었다.

주요어 : 군집구조, 소나무림

ABSTRACT

Vegetation structure of Hwangsong Park in Kyongju was investigated to study ecological value and to suggest a desirable management proposal. To do this, twenty plots were set up and surveyed. The Hwangsong Park forest was classified into five plant communities by the DCA technique, which were two types of *Pinus densiflora* communities, *Quercus* spp.-*P. densiflora*, *Robinia pseudoacacia* and *Q. mongolica* community. In the diversity analysis, 29 woody species were observed, but species composition was simple. No. of average species is 5.4 ± 2.9 per a plot(100m²), and *Pinus densiflora* is a dominant species in DBH 27~47cm class. From the results of tree ring and growth analysis, it was found out that *Pinus densiflora* community of Hwangsong Park has a historical and ecological value, but recently the growth rate was decreasing. The management proposal was suggested upon to the above results.

* 본 연구는 학술진흥재단의 '98 인문사회 중점영역 연구에 의하여 지원·수행되었음.

1 접수 12월 18일 Received on Dec. 18, 1999

2 밀양대학교 이공학부 Faculty of Sciences and Engineering, Miryang National Univ., 627-702, Korea (songchoi@arang.miryang.ac.kr)

3 동국대학교 자연과학대학 College of Natural Science, Dongguk Univ., Kyongju, 780-714, Korea(yiyk@mail.dongguk.ac.kr)

KEY WORDS : COMMUNITY STRUCTURE, *Pinus densiflora* FOREST

서론

신라 천년의 고도인 경주는 1995년에 세계문화유산으로 지정된 불국사, 석굴암 등을 비롯하여 도시 곳곳에 수많은 문화유적과 유서 깊은 삼림이 산재해 있는 우리나라의 대표적인 문화·역사도시이다. 그러나 지난 10여 년간 관광경주를 표방하며, 급격한 산업화 및 도시화의 물결 속에서 각종 현대적 시설들이 들어서며, 도심지의 문화유적이나 역사적 시설물들은 물론 전통숲 등 자연환경이 크게 훼손되어 왔다.

경주시의 중심부에 자리잡고 있는 황성공원은 청동기시대부터 우리 민족의 주요 생활무대였으며, 신라 건국 이전에는 6부족의 거점이었다고 여겨지는 역사적인 숲이다. 행정구역상 경주시 황성동과 용강동에 걸쳐 있으며, 현재 도시계획구역 내 근린공원으로 지정되어 있다. 공원의 총면적은 약 1,022,350m²(309,260평)이며, 그중 23.8%에 해당하는 243,000m²(73,568평)이 삼림으로 이루어져 있다.

1975년 도시공원으로 지정되면서 근린공원으로서의 기능을 하게 되었으며, 이때 황성숲에서 황성공원으로 명칭이 변경되었다. 주변의 역사적인 숲인 계림, 신유림, 나정숲, 오릉숲 등이 문화재로 지정되어 있는 반면, 황성공원은 도시공원의 하나로 취급되고 있다(황정환, 1997). 공원의 중심부는 노송군락이 자리잡고 있고, 주변으로는 인구밀집지역들이 위치해 있으며, 현재는 경주시민들에게 녹지의 공익적 기능, 레크레이션 기능, 역사교육적 기능 등을 제공하고 있다.

황성공원의 삼림에 대한 연구는 이상명(1997)이 경주 국립공원의 주요 녹지지역에 대해 식물상 조사를 실시하였으나, 본 보고서에서도 황성공원을 다루지 않고 있으며, 기타 황성공원에 대한 자료는 전무한 실정이다. 다만 간접적으로 역사적인 유적지의 식생구조를 다룬 보고(이경재 등, 1988; 1991)를 살펴보면, 역사적 의미가 있는 지역의 식생은 인위적으로 관리가 되어 온 만큼 방해극상기법을 도입할 것을 권고하고 있다.

현재 경주시에는 황성공원의 역사성, 문화성, 자연성을 고려하지 않고, 공원의 일반 기능을 강조하면서 황성공원 내에 실내 체육관 건립을 추진하고 있다. 그러나 황성공원은 경주의 주요 자연녹지인 소금강

산, 유림숲, 고양수, 토함산으로 연결되는 생태계 연결고리의 중심으로서 역할이 기대되는 바, 공원의 합리적인 보전 및 활용방안 수립을 위한 기초 연구가 필요한 실정이다(이관희, 1992).

황성공원의 삼림에 대한 기초연구는 전무한 상황이며, 이에 본 연구에서는 황성공원의 자연성을 생태적인 가치측면에서 접근하고자 공원의 식생구조를 파악하고, 그에 따른 관리대책을 제시하고자 한다.

조사구 설정 및 방법

1. 조사구 설정 및 환경요인조사

경주 황성공원의 주요 삼림부에 Figure 1과 같이 10m×10m(100m²)의 조사구를 대상지 현존식생을 고려하여 20개를 설치하였다. 각 조사구에 대한 환경요인조사로 일반적 개황을 조사하였다. 일반적 개황은 조사구별로 해발고, 방위, 경사도, 수목의 평균수고, 평균흉고직경 및 평균울폐도, 조사구에 출현하는 목본종수를 측정·조사하였다. 본 연구는 99년 5월 예비조사를 거쳐 7, 8월에 본 조사가 실시되었다.

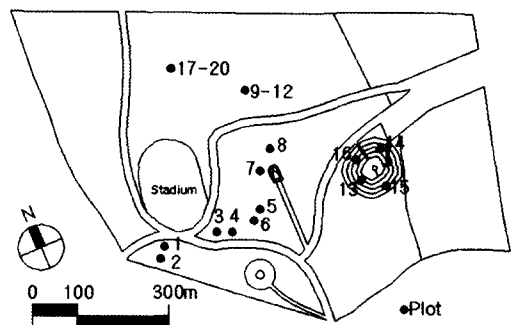


Figure 1. The location map of the survey plots in Hwangsong Park, Kyongju

2. 식생구조조사 및 분석

식생조사는 조사구 내에서 흉고직경(DBH) 2cm 이상의 목본식물을 대상으로 층위별로 수종명, DBH를 측정하였으며, 층위는 교목상층, 아교목층, 관목

층으로 구분하였다. 측정된 자료는 Curtis & McIntosh(1951), Pielou(1977)의 방법에 따라 상대우점치(I.V.: importance value), 평균상대우점치(M.I.V.: mean importance value)(박인협, 1986), 종다양성지수, 유사도지수를 계산하였다. 현존식생도는 조사지역 내 식생상관에 따라 작성하였다. 이상의 식생자료를 정리하여 classification은 TWINSpan(Hill, 1979b), ordination은 DCA(detrended correspondence analysis) 방법(Hill, 1979a)을 이용하였고, 이상의 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태발전연구실에서 개발한 PDAP(plant data analysis package)와 SPSS/PC+를 사용하였다.

$$I.V. = \frac{\text{상대밀도} + \text{상대피도}}{2}$$

$$M.I.V. =$$

$$\frac{3 \times \text{교목상층 I.V.} + 2 \times \text{아교목층 I.V.} + 1 \times \text{관목층 I.V.}}{6}$$

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

Table 1은 황성공원의 21개 조사구에 대한 일반적인 개황을 나타낸 것이다. 공원은 평지에 위치해 있

Table 1. Description of the physical features of each plot classified by DCA ordination in Hwangsoŋg Park, Kyŋgju

Community Plot Number	I			II						
	10	12	19	5	6	8	9	11	16	17
Altitude(m)	30	30	30	-	-	-	30	30	30	30
Aspect	N34E	N34E	N18E	-	-	-	N34E	N34E	N18E	N18E
Slope(°)	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0
Height of canopy(m)	12	12	12	12	12	15	12	12	12	12
Mean DBH of canopy(cm)	40	40	30	25	25	25	40	40	30	30
Cover of canopy(%)	70	70	60	80	90	95	70	70	60	60
Height of understory(m)	3	3	6	-	8	-	3	3	6	6
Mean DBH of understory(cm)	8	8	9	-	-	-	4	8	9	9
Cover of understory(%)	1	1	30	-	10	-	1	1	30	30
Height of shrub(m)	1.2	1.2	1.5	0.5	1.2	0.5	1.2	1.2	1.5	1.5
Cover of shrub(%)	95	5	15	10	50	<1	95	5	15	15
Number of species	1	1	9	5	6	3	4	4	6	5

Table 1. (Continued)

Community Plot Number	II		III				IV		V	
	18	20	1	3	4	13	14	2	15	7
Altitude(m)	30	30	-	-	-	50	40	-	40	-
Aspect	N18E	N18E	-	-	-	N86E	W18S	-	N32W	-
Slope(°)	0	0	3	3	3	18	16	3	21	3
Height of canopy(m)	12	11	11	12	12	13	12	11	17	12
Mean DBH of canopy(cm)	30	35	15	15	20	20	35	30	25	25
Cover of canopy(%)	60	40	80	80	80	85	80	40	70	95
Height of understory(m)	6	6	7	-	7	6	5	3	7	5
Mean DBH of understory(cm)	9	10	8	-	10	8	7	2	10	4
Cover of understory(%)	30	50	30	-	10	20	20	5	10	20
Height of shrub(m)	1.5	1.5	0.7	0.7	0.5	2.5	2	1.5	1.5	0.5
Cover of shrub(%)	15	10	30	5	<1	40	5	20	30	80
Number of species	4	7	4	4	2	11	11	5	9	6

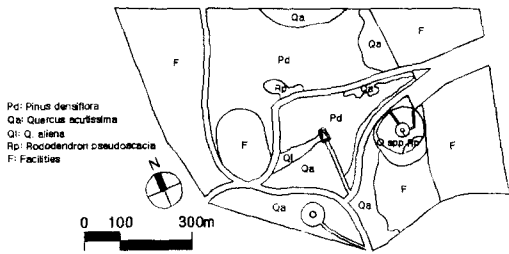


Figure 2. The map of actual vegetation in Hwangsoŋ Park, Kyŏngju

어 대부분의 경사 0~3°였으며, 교목층의 수고는 대부분 12m 내외였다. 공원 삼림에 대한 이용압력에 따른 답압피해 및 하층식생훼손의 영향과 소나무림의 생태적 특성때문에 단위면적(100m²)당 출현 목본수는 1~9종으로 적었다.

2. 현존식생

경주 황성공원 지역의 현존식생을 조사하여 나타낸 것이 Figure 2이며, 식생군집별 구성면적을 나타낸 것이 Table 2이다.

현존식생분포를 전체적으로 살펴보면 공원의 중앙부에는 소나무림이, 외곽부에는 상수림나무림이 자리 잡고 있었다. 조사된 현존식생지역 중 소나무림이 차지하는 비율은 약 54%였으며, 상수리나무림 35%, 참나무 혼효림 7% 그리고 2% 내외의 갈참나무림과 아까시나무림으로 구성되어 있었다.

3. 군집분류

(1) Ordination 분석

전체 20개 조사구에 대해 ordination 기법 중 DCA를 이용하여 분석을 실시하였다(Figure 3). DCA 분석결과 제 1축과 제 2축의 eigenvalue는 각

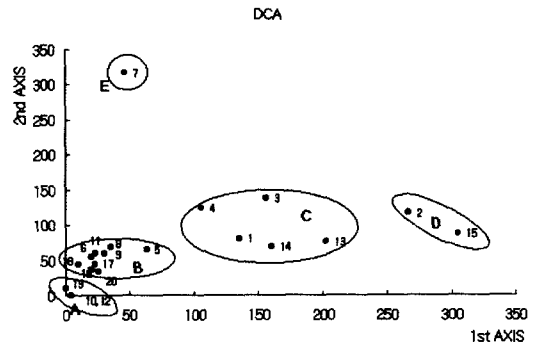


Figure 3. DCA ordination of the sample plots in Hwangsoŋ Park, Kyŏngju

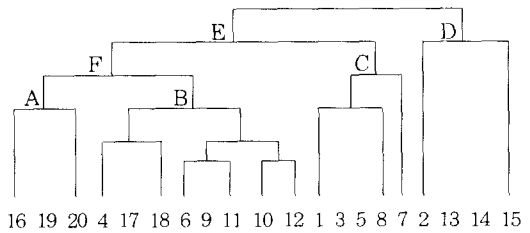


Figure 4. The dendrogram of stand classification by TWINSpan using twenty plots in Hwangsoŋ Park, Kyŏngju

각 50.5%, 32.5%로 집중률이 높았으며, 크게 5개의 군집으로 분류를 하였으며, 각각은 군집 I이 소나무군집(A), 군집 II는 소나무군집(B), 군집 III은 상수리나무와 갈참나무로 구성된 참나무류-소나무군집, 군집 IV는 아까시나무군집, 그리고 군집 V는 신갈나무군집이었다.

(2) Classification 분석

Classification 기법 중 TWINSpan 기법을 적용한 것이 Figure 4이다. TWINSpan 분석은 각

Table 2. Area of actual vegetation coverage of Hwangsoŋ Park, Kyŏngju

Community	Area(m ²)	Ratio(%)
<i>Pinus densiflora</i>	141,250	54.1
<i>Quercus acutissima</i>	92,047	35.3
<i>Q. aliena</i>	4,687	1.8
<i>Q. spp.</i>	18,977	7.3
<i>Robinia pseudoacacia</i>	4,038	1.5
Total	260,998	100

조사구와 그 조사구에서 출현하는 수종을 조사구와 수종으로 이루어지는 matrix로 전환하여, 단계별로 지표종(indicator species)를 이용하여 조사구를 분리하는 기법이다.

첫 번째 단계에서 소나무가 포함된 군집 E와 굴참나무, 리기다소나무, 아까시나무가 주종을 이루는 군집 D의 2개 그룹으로 분리되었다. 군집 D는 더 이상 분리되지 않았다. 두 번째 단계에서 군집 E는 갈참나무가 지표종으로 출현한 군집 F와 관목층에 등나무가 출현하는 군집 C로 나누어졌다. 그리고 군집 F는 관목층에 땀덩이덩굴이 출현하는 조사구로 모인 군집 A와 그렇지 않은 군집 B로 분리되었다. 그 결과 전체군집은 4개 군집으로 분리되었으며, 각각의 군집은 군집 A는 소나무군집(1), 군집 B는 소나무-참나무류(상수리나무와 갈참나무)군집, 군집 C는 소나무군

집(2) 그리고 군집 D는 굴참나무-아까시나무군집이었다.

(3) 군집분류 종합

이상 경주 황성공원의 20개 조사구에 대해 classification과 ordination의 양 분석을 적용한 결과 두 분석이 유사한 결과를 도출하였다. 이는 classification과 ordination 분석이 상호보완적으로 이용될 수 있다는 연구(이경재 등, 1993; 최송현 등, 1997)와 같은 맥락이다. 본 연구에서는 황성공원 삼림의 구조적 특성을 밝히기 위해 군집을 요약화하는 ordination 방법(Ludwig & Reynolds, 1988; 최송현, 1992)을 이용하여 군집구조를 살펴보았다.

4. 식생 분석

Table 3. Importance value of each plot for classified type by DCA ordination in Hwangsoŋg Park, Kyongju

Communities Plots	I			II						
	10	12	19	5	6	8	9	11	16	17
<i>Poncirus trifoliata</i>	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocculus trilobus</i>	-	-	1.1	-	-	-	-	-	3.5	-
<i>Lespedeza bicolor</i>	-	-	2.0	-	-	-	-	-	3.7	1.3
<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elaeagnus umbellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	2.1
<i>Quercus mongilica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	-	-	5.9	-	-	-	-	-
<i>Quercus aliena</i>	-	-	4.4	-	25.4	-	2.2	12.0	12.0	23.6
<i>Pinus densiflora</i>	50.0	50.0	50.0	40.7	48.3	50.0	50.0	41.6	58.0	50.0
<i>Quercus acutissima</i>	-	-	1-2	13.3	13.2	2.4	2.6	3.0	22.1	23.0
<i>Celtis sinensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Wisteria floribunda</i>	-	-	-	7.2	6.9	14.2	11.9	10.1	-	-
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	3.2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylax japonica</i>	-	-	-	1.0	0.4	-	-	-	-	-
<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera glauca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa multiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sophora japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lonicera japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax china</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudosasa japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus rigida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	-	4.5	-	-	-	-	-	-

Table 3. (Continued)

Communities	II		III				IV		V	
	18	20	1	3	4	13	14	2	15	7
<i>Poncirus trifoliata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocculus trilobus</i>	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elaeagnus umbellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	19.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus mongolica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.6
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
<i>Quercus aliena</i>	19.0	9.5	-	-	12.7	0.8	1.7	-	2.3	-
<i>Pinus densiflora</i>	50.0	62.8	38.5	15.7	-	7.8	10.9	-	-	-
<i>Quercus acutissima</i>	17.7	15.8	20.7	18.2	87.3	-	13.2	5.1	0.6	10.0
<i>Celtis sinensis</i>	-	3.0	-	-	-	1.1	-	-	-	17.9
<i>Wisteria floribunda</i>	-	-	8.4	14.0	-	-	0.3	2.4	-	16.3
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	-	-	-	-	4.4	-	-	-
<i>Stylax japonica</i>	-	5.1	-	-	-	10.5	27.7	-	-	0.2
<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	41.3	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	-	-	-	55.8	24.4	-	1.4	-
<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	-	-	0.6	-	-	1.9	-
<i>Lindera glauca</i>	-	-	-	-	-	2.0	-	-	-	-
<i>Rosa multiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2-7	-
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-	-
<i>Sophora japonica</i>	-	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-
<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	-	6.0	-	-	-
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	-
<i>Lonicera japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
<i>Smilax china</i>	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-	-
<i>Pseudosasa japonica</i>	-	-	-	-	-	9.5	-	-	5.6	-
<i>Pinusrigida</i>	-	-	-	52.1	-	10.3	9.4	23.0	-	-
<i>Robiniapseudoacacia</i>	-	-	32.4	-	-	-	0.9	28.3	83.3	-

(1) 상대우점치

Ordination 분석에 의해 나뉘어진 5개 군집을 조사구별로 수종에 대해 M.I.V.(Mean Importance Value)를 정리한 것이 Table 3이며, 각 군집별로 층위별 I.V.(Importance Value)와 M.I.V.를 나타낸 것이 Table 4이다.

군집 I 은 조사구 10, 12, 19의 3개가 포함되는 소나무군집(A)이다. 교목상층에서는 I.V. 100.0%로 소나무 순림이었으며, 아교목에서는 아무것도 관찰된 것이 없고, 관목층에서는 갈참나무(I.V. 26.2%), 개울나무(I.V. 19.4%) 등이 출현하였다. 황성공원은 경주에서도 시민들의 이용빈도가 가장 높은 공원으로 과도한 이용압력으로 인하여 삼림이 피해를 받고 있어 층위가 단순화되어가는 경향을 나타내고 있다.

군집 II 는 9개의 조사구(5, 6, 8, 9, 11, 16, 17,

18, 20)가 포함되는 소나무군집(B)이다. 층위별로 살펴보면 교목층에서는 소나무(I.V. 89.6%)가 압도적 우위를 보이고 있으며, 갈참나무(I.V. 6.2%)와 상수리나무(I.V. 4.2%)가 일부 출현하고 있다. 반면 아교목층에서는 상수리나무가 I.V. 44.8%, 갈참나무가 27.4%로 참나무류가 우점종을 이루고 있는 반면, 소나무는 I.V. 27.8%로 부수종으로 나타나고 있다. 갈참나무와 상수리나무는 관목층에서도 I.V.가 각각 17.1, 19.6%로 우점종이었으며, 등나무가 I.V. 25.2%의 높은 수치로 조사되었다. 이는 일부 이용압력이 약한 곳에서는 갈참나무와 상수리나무 등이 소나무와 경쟁을 하고 있음을 보여 주는 예이다.

조사구 1, 3, 4, 13, 14의 5개 함께 모인 군집 III 은 참나무류-소나무군집의 혼효림이다. 교목층에서는 상수리나무(I.V. 36.8%), 갈참나무(I.V.

Table 4. Importance value of woody species by the stratum in each community

Communities/Species	C*	U	S	M	Communities/Species	C	U	S	M
Community I									
<i>Pinus densiflora</i>	100.0	0.0	0.0	50.0	<i>Rubus crataegifolius</i>	0.0	0.0	11.8	2.0
<i>Q. aliena</i>	0.0	0.0	26.2	4.4	<i>Quercus acutissima</i>	0.0	0.0	7.0	1.2
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.0	0.0	19.4	3.2	<i>Cocculus trilobus</i>	0.0	0.0	6.5	1.1
<i>Celastrus orbiculatus</i>	0.0	0.0	14.2	2.4	<i>Poncirus trifoliata</i>	0.0	0.0	2.7	0.5
<i>Lespedeza bicolor</i>	0.0	0.0	12.1	2.0					
Community II									
<i>Pinus densiflora</i>	89.6	27.8	0.0	54.1	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0.0	0.0	6.0	1.0
<i>Quercus aliena</i>	6.2	27.4	17.1	15.1	<i>Stylax japonica</i>	0.0	0.0	5.6	0.9
<i>Q. acutissima</i>	4.2	44.8	19.6	20.3	<i>L. maximowiczii</i>	0.0	0.0	4.4	0.7
<i>Wisteria floribunda</i>	0.0	0.0	25.2	4.2	<i>Cocculus trilobus</i>	0.0	0.0	3.9	0.7
<i>Rubus crataegifolius</i>	0.0	0.0	8.3	1.4	<i>Celtis sinensis</i>	0.0	0.0	2.6	0.4
<i>Lespedeza bicolor</i>	0.0	0.0	6.7	1.1	<i>Elaeagnus umbellata</i>	0.0	0.0	0.7	0.1
Community III									
<i>Quercus acutissima</i>	36.8	9.5	4.3	22.3	<i>Celtis sinensis</i>	0.0	1.8	0.0	0.6
<i>P. densiflora</i>	21.3	19.0	0.0	17.0	<i>Prunus sargentii</i>	0.0	1.5	0.0	0.5
<i>Q. variabilis</i>	21.1	11.4	0.9	14.5	<i>Pseudosasa japonica</i>	0.0	0.0	20.7	3.5
<i>Pinus rigida</i>	11.0	21.1	0.0	12.5	<i>Wisteria floribunda</i>	0.0	0.0	16.2	2.7
<i>Q. aliena</i>	6.9	0.0	4.2	4.1	<i>Lindera glauca</i>	0.0	0.0	4.6	0.8
<i>Robinia pseudoacacia</i>	3.0	11.1	9.0	6.7	<i>Smilax china</i>	0.0	0.0	2.0	0.3
<i>Stylax japonica</i>	0.0	20.2	35.5	12.6	<i>Sophora japonica</i>	0.0	0.0	1.3	0.2
<i>Acer palmatum</i>	0.0	2.5	0.0	0.8	<i>Q. serrata</i>	0.0	0.0	1.3	0.2
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.0	2.0	0.0	0.7					
Community IV									
<i>Robinia pseudoacacia</i>	78.4	31.1	40.2	56.3	<i>Wisteria floribunda</i>	0.0	0.0	8.8	1.5
<i>Castanea crenata</i>	21.6	12.3	0.0	14.9	<i>Quercus serrata</i>	0.0	0.0	6.5	1.1
<i>Pinus rigida</i>	0.0	48.0	0.0	16.0	<i>Q. aliena</i>	0.0	0.0	6.4	1.1
<i>Quercus acutissima</i>	0.0	8.6	4.4	3.6	<i>Lonicera japonica</i>	0.0	0.0	4.0	0.7
<i>Pseudosasa japonica</i>	0.0	0.0	15.2	2.5	<i>Q. variabilis</i>	0.0	0.0	2.6	0.4
<i>Rosa multiflora</i>	0.0	0.0	9.6	1.6	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.0	0.0	2.3	0.4
Community V									
<i>Q. mongolica</i>	80.2	46.5	0.0	55.6	<i>Wisteria floribunda</i>	0.0	0.0	97.9	16.3
<i>Quercus acutissima</i>	19.9	0.0	0.5	10.0	<i>Stylax japonica</i>	0.0	0.0	1.1	0.2
<i>Celtis sinensis</i>	0.0	53.6	0.0	17.9	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.0	0.0	0.5	0.1

*C: Canopy importance value, U: Understory importance value, S: Shrub importance value, M: Mean importance value

21.1%), 갈참나무(I.V. 6.9%) 등의 참나무류와 소나무(I.V. 21.3%), 리기다소나무(I.V. 11.0%) 등이 출현하고 있으며, 아까시나무(I.V. 3.0%)가 부분적으로 관찰되고 있다. 아교목층에서는 리기다소나무와 소나무가 각각 I.V. 21.1, 19.0%로 우점을 유지하고 있으나, 굴참나무(I.V. 11.4%)와 상수리나무

(I.V. 9.5%)가 세력을 확장하고 있다. 기타 때죽나무가 I.V. 20.2%로 아교목층에서 우점종을 이루고 있다. 관목층에서는 소나무가 출현하고 있지 않은 반면, 상수리나무(I.V. 4.3%), 굴참나무(I.V. 0.9%), 갈참나무(I.V. 4.2%) 등 참나무류가 교목성상 수종으로 조사되었고, 그 밖에 때죽나무(I.V. 35.5%),

이대(I.V. 20.7%), 등나무(I.V. 16.2%) 등이 출현하고 있다. 군집 Ⅲ은 기존의 소나무림이 상수리나무, 굴참나무, 갈참나무 등의 참나무류로 천이가 진행되어가고 있는 상태이며, 리기다소나무와 아까시나무는 인위적으로 식재된 수종이다.

군집 Ⅳ는 조사구 2와 15의 2개가 포함된 아까시나무군집이다. 교목층에서의 아까시나무가 I.V. 78.4%, 밤나무가 21.6%로 모두 인위적으로 조성된 것을 알 수 있다. 아까시나무는 아교목층(I.V. 31.1%)과 관목층(I.V. 40.2%)에서 층위별로 고루 분포하고 있다. 그러나 아교목층에서 상수리나무가 I.V. 8.6%, 관목층에서 상수리나무(I.V. 4.4%), 굴참나무(I.V. 2.6%), 갈참나무(I.V. 6.4%), 졸참나무(I.V. 6.5%) 등 참나무류의 분포범위가 확산되고 있어 아까시나무와의 경쟁이 예상되는 지역이다.

조사구 7 하나가 포함된 군집 Ⅴ는 신갈나무군집이다. 교목층에서는 신갈나무(I.V. 80.2%)와 상수리나무(I.V. 19.9%)만 출현하고 있으며, 아교목층에서는 신갈나무가 I.V. 46.5%로 팽나무(I.V. 53.6%)에 이어 세력을 양분하고 있다. 전체 출현종

이 6종으로 단순한 종조성을 나타내고 있다.

(2) 종다양성 분석

전체 5개 군집의 각 조사구별로 종다양도 분석을 실시하였다(Table 5). 군집 Ⅰ의 조사구 10, 12는 소나무 1종으로 이루어져 Shannon의 종다양도지수(H')가 0.0으로 나타났다. 소나무군집에 참나무류가 아교목에 자리를 잡고 있는 군집 Ⅱ는 조사구별로 정도의 차이는 있으나 0.4~0.7의 범위를 나타내었다. 참나무류-소나무군집인 군집 Ⅲ도 Shannon의 종다양도가 0.2~0.7로 각 조사구마다 종다양도의 차이가 심하였다. 일반적으로 자연림에서의 Shannon의 종다양도가 1.0 내외(최송현 등, 1997)인 것을 감안하면 황성공원의 종조성은 단순하게 나타나고 있다. 전체 20개 조사구에서 출현한 총 종수는 29종이었으며, Shannon 지수는 0.9431이었다.

(3) 종수 및 개체수 분석

20개 조사구에 대해 단위면적 100m²당 개체수

Table 5. Various species diversity of Hwangsong Park, Kyongju

(Unit area: 100m²)

Comm.	Plot	H' ¹	Simpson	P.I.E. ²	J' ³	D'	H' max
Ⅰ	10	0.0000	1.0000	0.0000	***** ³	*****	0.0000
	12	0.0000	1.0000	0.0000	*****	*****	0.0000
	19	0.8308	5.8755	0.8298	0.8706	0.1294	0.9542
Ⅱ	5	0.5864	3.4208	0.7077	0.8389	0.1611	0.6990
	6	0.5988	3.3204	0.6988	0.7695	0.2305	0.7782
	8	0.4392	2.7600	0.6377	0.9206	0.0794	0.4771
	9	0.5529	3.7317	0.7320	0.9183	0.0817	0.6021
	11	0.4113	2.1438	0.5335	0.6832	0.3168	0.6021
	16	0.6924	4.5763	0.7815	0.8897	0.1103	0.7782
	17	0.5380	2.6151	0.6176	0.7697	0.2303	0.6990
Ⅲ	18	0.4167	2.2969	0.5646	0.6922	0.3078	0.6021
	20	0.7705	5.5670	0.8204	0.9117	0.0883	0.8451
	1	0.4117	2.3222	0.5694	0.6839	0.3161	0.6021
	3	0.3850	2.0056	0.5014	0.6396	0.3604	0.6021
	4	0.2173	1.5217	10.3429	0.7219	0.2781	0.3010
Ⅳ	13	0.6780	3.0435	0.6714	0.6511	0.3489	1.0414
	14	0.7816	4.4110	0.7733	0.7505	0.2495	1.0414
	2	0.3856	1.9066	0.4755	0.5516	0.4484	0.6990
Ⅴ	15	0.8719	6.5757	0.8479	0.9137	0.0863	0.9542
Ⅴ	7	0.1324	1.1256	0.1116	0.1701	0.8299	0.7782

1. Shannon's diversity index uses logarithms to base 10.
 2. P.I.E. = the Probability of Interspecific Encounter
 3. Overflow

Table 6. Descriptive analysis of the number of species and individuals of twenty plots in Hwangsoŋg Park, Kyŋgju (Unit: 100m²)

Descriptive analysis	No. of individual				No. of species
	Tree	Understory	Shrub	Total	
Mean	5.8±3.4	3.4±4.8	100.8±104.2	110±107.0	5.35±2.9
Median	5.5	1.5	76	83	5
Mode	2	0	76	63	4
Max	13	20	436	450	11
Min	1	0	0	4	1

및 종수 분석을 실시하였다(Table 6). 교목층의 평균개체수는 5.8±3.4이었으며, 중앙값은 5.5, 최빈값은 2였다. 아교목층과 관목층의 평균 출현개체수는 각각 3.4±4.8, 100.8±104.2였는데, 아교목층의 경우 소나무림이 교목층과 관목층의 단순층위를 가지는 경우가 많고, 관목층의 경우 관목이 없거나 이대가 출현하는 지역에서 개체수의 편차가 심하게 발생한 때문이다. 각 조사구당 평균종수는 5.35±2.9종이었는데, 민주지산의 경우 11.0±3.9종(최송현 등, 1997), 오대산국립공원의 경우 17.0±3.4종(최송현 등, 1996) 등과 비교하면 낮게 나타나고 있다.

(4) 흉고직경분포

군집 I (소나무군집)에서 소나무는 3개 조사구(10, 12, 19)에서 DBH 27~47cm에서 출현하였다. 아교목층에서는 어느 개체도 조사되지 않았고, 경쟁수종이 될 상수리나무와 갈참나무는 관목층에서만 출현하고 있다.(Table 7)

군집 II (소나무군집)에서는 소나무가 아교목층과 교목층에서 고루 분포하고 있었으며 특히, DBH 37cm를 넘는 대경목(大莖木)도 다수 출현하고 있다. 상수리나무와 갈참나무는 아교목층(DBH 2~22cm)을 중심으로 주로 분포하고 있었다.

군집 III은 참나무류-소나무군집으로서 상수리나무, 갈참나무, 굴참나무 등의 참나무류가 우점종으로 DBH 7~42cm까지 고르게 분포하고 있었으며, 소나무는 DBH 7~22cm에 집중적으로 출현하고 있었다. 식재된 수종인 리기다소나무는 DBH 7~22cm에 분포하고 있으나, 관목층에서는 조사되지 않은 반면 아까시나무는 아교목층(DBH 2~12cm)에서 6주, 관목층에서 68주가 조사되어 더 이상 확산되지 않도록 조치가 요구된다.

조사구 2, 15가 포함된 군집 II는 아까시나무군집으로 리기다소나무와 더불어 인공림으로 조성된 지역으로 아까시나무가 교목층 및 아교목층(DBH 7~

37cm)과 관목층에서 고루 분포하고 있었다. 아교목층과 관목층에서 상수리나무가 출현하고 있으나 아직은 세력을 형성하지 못하고 있다.

군집 V는 신갈나무군집으로 DBH 2~22cm의 중경목 위주의 신갈나무가 분포하고 있었다.

군집별로 주요 수목의 흉고직경급별 분포를 분석한 결과 황성공원의 소나무군집(군집 I, II)은 이용객의 이용압력에 따라 층위형성에서 차이를 보였는데, 이용압력이 높은 곳은 아교목층이 없는 경우가 많았고, 그렇지 않은 곳에서는 상수리나무, 갈참나무 등 참나무류가 아교목층을 차지하고 있었다. 군집 III과 IV에서 조사된 아까시나무와 리기다소나무는 모두 인공식재된 수종으로 리기다소나무의 경우 차대형성이 이뤄지고 있지 않으나, 아까시나무의 경우 관목층을 중심으로 세력을 확장하고 있는 바, 송림으로 확산되는 것을 막기 위한 보호조치가 이루어져야 할 것이다.

5. 연륜 및 성장 분석

황성공원의 소나무 연륜을 측정하여 수령을 추정할 것이 Table 8이다. DBH 20cm경급의 소나무 수령은 약 30년생 정도로 추정되었고, DBH 30~40cm경급은 약 50~80년까지 추정되었다. 주요 소나무의 성장 분석을 Figure 5에 나타내었다. 조사구 5의 소나무는 약 30년생으로 매년 4mm 내외의 성장을 해 오다, 약 5년전부터 생장이 2~3mm로 감소한 것으로 나타났다. 조사구 8의 소나무는 1920년대 왕성한 성장을 하였으나 점차 생장이 감소하여 50여년 전부터는 2mm 내외의 성장을 보이고 있었다.

황성공원 송림의 연륜 및 성장분석결과, 소나무 수령 약 50~80년생이 숲의 주류를 이루고 있으며, 이 들로부터 형성된 약 30년생의 소나무가 차대를 형성하고 있었다. 황성공원이 평지임을 감안하고, 오늘날까지 생태적인 천이과정상 소나무림을 유지할 수 있

Table 7. The DBH distribution of major tree species for each community classified by DCA ordination

Comm.	Unit (m ²)	Species	Shrub	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂
I	300	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	2	0	0
		<i>Quercus acutissima</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Q. aliena</i>	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	900	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	0	3	6	6	6	4	3	7	4	3	1
		<i>Quercus acutissima</i>	184	0	3	8	1	1	0	0	0	1	0	0	0
		<i>Q. aliena</i>	120	0	2	8	1	1	0	0	1	0	0	0	0
		Others	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	500	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	1	5	5	4	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Quercus acutissima</i>	36	0	0	3	1	3	5	3	0	1	0	0	0
		<i>Q. variabilis</i>	8	0	0	2	4	2	1	0	1	1	0	0	0
		<i>Q. aliena</i>	28	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	68	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Pinus rigida</i>	0	0	0	2	5	1	2	0	0	0	0	0	0
		<i>Styrax japonica</i>	68	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	256	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	200	<i>Pinus rigida</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Quercus acutissima</i>	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	128	0	0	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0
		Others	88	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
V	100	<i>Quercus acutissima</i>	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Q. mongolica</i>	0	0	2	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0
		Others	432	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	

*D₁ < 2, 2 ≤ D₂ < 7, 7 ≤ D₃ < 12, 12 ≤ D₄ < 17, 17 ≤ D₅ < 22, 22 ≤ D₆ < 27, 27 ≤ D₇ < 32, 32 ≤ D₈ < 37, 37 ≤ D₉ < 42, 42 ≤ D₁₀ < 47, 47 ≤ D₁₁ < 52, 52 ≥ D₁₂ (Units: cm)

Table 8. The estimated age of *Pinus densiflora* in Hwangsong Park, Kyongju

Plot No.	1	5	6	8	9	10	11	12	16	17	18	19	20
DBH(cm)	25	23	23	30	38	37	46	38	42	33	38	41	32
Height(m)	11	8	14	10	12	11	13	11	11	10	12	10	7
Estimated Age	28	29	32	78	65	74	55	58	63	73	59	76	71

있던 것은 역사적 측면에서 황성공원을 신성시하여 인위적으로 송림을 보호해 왔던 것과 생태적으로 이용객들의 이용압력에 의해 하부에 경쟁식생이 형성되지 못했던 것으로 보여진다.

6. 황성공원 관리제언

황성공원은 세계적인 역사·문화도시 경주의 중심 녹지로서 경주시민들을 위한 공원의 일반기능, 도시림으로서의 공익기능, 역사 및 문화 교육기능 등의 역할이 기대되며, 아울러 21세기에는 생태도시로서의 경주의 골격을 형성하는 중심축이 될 것으로 예상된다. 그러나 공원의 대한 역사적, 문화적, 자연생태

적 가치에 대한 충분한 검토 없이 공원에 공공시설물을 유지하고, 이용객의 무분별한 이용을 방치함으로써 유구한 역사를 간직한 황성공원은 관리부재의 상황에 놓여 있다.

현재 황성공원은 이용압력의 경중에 따라 소나무림의 식생구조적인 차이가 발생하고 있다. 즉, 이용압력이 높은 곳은 하부 식생이 형성되지 못하고 오히려 답압의 피해가 발생하고 있으며, 이용압력이 약한 곳은 갈참나무, 상수리나무 등 경재수종이 세력을 확장해 나가고 있다. 또한 소나무림 주변으로 리기다소나무, 아까시나무 등 외래수종이 식재되어 있어 공원의 옛모습을 잃어 가고 있다.

따라서 황성공원을 역사·문화적 가치를 보존하

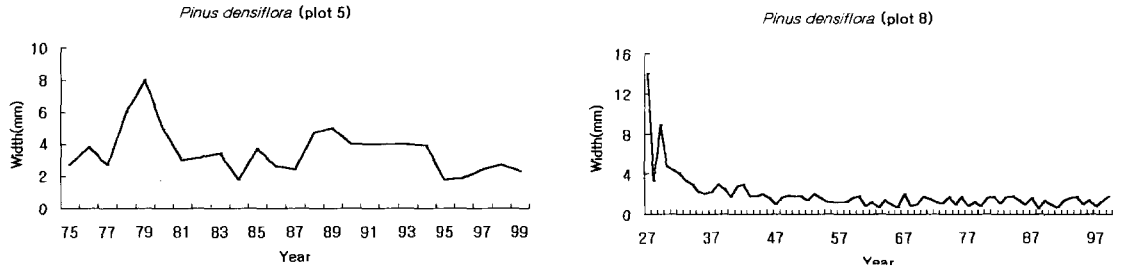


Figure 5. The annual ring width of *Pinus densiflora* of Hwangsoŋg Park, Kyöngju

고, 생태적 가치를 지닐 수 있도록 하기 위해서는 체계적이며 전문적인 관리가 필요하다. 관리는 생태적인 측면과 역사·문화적인 측면으로 접근할 수 있는데, 전자의 경우 공원의 구역을 현존식생도를 바탕으로 (Figure 2) 재설정하여 소나무림을 중심으로 하는 핵심 보호 및 관리지역과 상수리나무가 분포하고 있는 외곽부에 완충지역을 설정하는 것이 필요하다. 핵심지역에 해당하는 송림의 경우 식생구조 분석결과 현재의 송림을 이어나갈 차대가 형성되지 못하고 있으며, 경쟁수종의 이입이 가속화되고 있으므로 방해극상을 유지할 수 있도록 관리하여야 하며 이용압력을 제한하여야 할 것이다. 반면, 완충지역은 이용압력을 제한하지 않는 대신 아까시나무, 리기다소나무 등의 외래수종을 자생수종으로 대체해 나가는 관리가 요구된다. 역사·문화적인 측면에서 황성공원이 갖고 있는 역사성을 발굴하고 이를 공원 내 자연학습시스템과 병행하여 교육적 효과를 증대시키는 프로그램을 도입해야 할 것이다.

이를 위해서는 생태 및 문화·역사의 전문적 식견을 갖춘 관리인을 배치하여 장·단기 관리체계하에서 공원을 관리할 수 있도록 정책적인 배려가 요구된다 (백길전과 김갑태, 1999).

인용문헌

- 이경재, 오구균, 조현길(1988) 종묘의 식물군집구조 및 관리대책에 관한 연구. 한국조경학회 15(3): 21-31.
 이경재, 유창희, 우중서(1991) 왕릉의 식생경관구조 및 관리대책에 관한 연구(Ⅲ): 용·건릉 식물군집의 천이. 한국조경학회 19(3): 41-54.
 이상명(1997) 경주국립공원의 식물상(국립중앙과학관, '경주국립공원 생태계 연구' 74-121). 경주.
 박인협(1986) 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사

학위논문 48쪽.

- 백길전, 김갑태(1999) 원주시 성황림(천연기념물 제 93호)의 식생구조 및 관리대책에 관한 연구. 한국환경생태학회지 13(1): 61-69.
 이관희(1992) 도시공원 녹지의 생태적 접근에 관한 사회적 과제. 지속가능한 개발과 생태계복원. 한국조경학회·한국생태학회 공동심포지엄 41-51쪽.
 이경재, 최송현, 조현서(1993) 소백산국립공원 회방계곡의 삼림군집구조분석. 응용생태연구6(2): 113-126.
 최송현(1992) 북한산 정릉계곡의 식물종다양성 변화에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문 82쪽.
 최송현(1996) 오대산국립공원 노인봉지역 식물군집구조분석. 환경생태학회지 9(2): 156-165.
 최송현, 송근준, 이경재(1997) 충청북도 영동군 민주시산지역 들메나무군집 식생구조. 환경생태학회지 11(2): 166-176
 황정환(1996) 전통 도시숲의 형성배경에 관한 연구. 경주대학교 논문집 8.
 Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
 Hill, M. O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University. Ithaca, N.Y., 52pp.
 Hill, M. O.(1979b) TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. Ecology and Systematics, Cornell University. Ithaca, N.Y., 99pp.
 Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds(1988) Statistical ecology. Wiley interscience. Inc., N.Y. 337pp.
 Pielou, E. C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N.Y., 385pp.