

도시공원녹지의 입지환경과 토양특성이 식생구조와 수목활력도에 미치는 영향

김석규¹⁾ · 박승범²⁾ · 남정철²⁾ · 김승환²⁾

¹⁾ 동아대학교 도시조경학과 · ²⁾ 동아대학교 도시계획 · 조경학부

Effects of Location and Soil Characteristics on the Vegetation Structure and Tree Vitality of Urban Park and Green Open Space

Kim, Seok-Kyu¹⁾ · Park, Seung-Burm²⁾ · Nam, Jung-Chil²⁾ and Kim, Seung-Hwan²⁾

¹⁾ Dept. of Urban Planning and Landscape Architecture, Donga University,

²⁾ Faculty of Urban Planning and Landscape Architecture, Donga University

ABSTRACT

This study is conducted to analyze the change of location and soil characteristics effect on the condition of urban forest in Urban Park and Green Open Space

The results of this study are as follows;

1. Soil acidity is indicated pH 3.88 in Sasang park, pH 4.38 in Hwaji park, pH 4.40 in Daeyeon park, pH 4.68 in Sanseong amusement park, pH 5.15 in Molundae amusement park.

2. Species diversity indices of indicated Sasang park 0.9932, Hwaji park 1.1975, Daeyeon park 1.2160, Sanseong amusement park 1.3080, Molundae amusement park 1.3233 is due to location and soil environment in addition to air pollution effects.

3. The vitality of *Pinus thunbergii* 27.5ER in Sasang park, 24.9ER in Hwaji park, 24.5ER in Daeyeon park, 23.6ER in Sanseong amusement park, 21.0ER in Molundae park. This shows that tree vitality are impacted by location and soil characteristics.

On the basis of the result above, vegetation devices are suggested : 1) *Robinica pseudo-acacia* management, 2) removing the hazard plants; *Smilax china*, *Humulus japonicus*, *Pueraria thunbergiana*, 3) improving soil hardness and soil acidity

Key Words : *Soil acidity*, *Species diversity indices*, *Pinus thunbergii*, *Vitality*

I. 서 론

1980년대 이후 도시의 급격한 산업화로 인한 녹지공간의 감소와 생활환경의 악화로 인하여 사람들은 자연환경에 대한 중요성과 가치를 인식하게 되었으며, 경제성장에 따른 생활수준 향상과 여가시간의 증대로 도시공원녹지를 이용하는 시민들이 점차 증가하게 되었고 공원녹지의 보전휴양가치에 대한 인식이 점차 높아져 가고 있다.

도심에서의 공원녹지는 그곳을 모태로 생활하는 사람들에게 있어 쾌적하고 아름다운 환경을 조성함과 동시에 다양한 여가활동을 할 수 있는 중요한 공간이다. 녹지란 광의로는 오픈스페이스 또는 녹지로 덮힌 공간으로 정의되며, 공원녹지 또는 도시녹지로 혼용하여 사용하기도 한다. 도시녹지란 도시지역 내 건물이 들어서지 않는 공간으로서 식물이 집단적으로 생육하고 있거나 일정구역의 토지 중 일부분을 식물이 점유하고 있는 공간으로 정의할 수 있다(김실, 1991).

도시녹지는 온도·바람·습도 조절 등의 기후조절기능, 침식·폐수처리·소음·공해완화 등의 공학적 기능, 도시공간의 확대 방지·환경·위요 등의 도시계획 및 건축적 기능, 야생동물의 서식처 제공 및 자연미를 제공하는 미적 기능 등으로 도시환경의 질 개선에 도움을 주고 있다(Forman and Gordon, 1986; 윤국병, 1997; 한국조경학회, 1987). 또한 도시녹지는 생물자원 보존의 측면에서 유전자자원 보존기능, 야생생물 보존기능, 토지 보존기능, 대기 보존기능, 수자원 보존 등의 기능을 수행하며, 어메니티(Amenity) 유지 측면에서 거주환경의 보존 및 보전휴양의 기능을 가지고 있다(高原榮重, 1974; 1988).

그러나 도시공원녹지는 증가추세에 있는 이용자의 레크리에이션 행위와 대기오염 및 산성비에 의한 토양특성의 변화로 인하여 토양환경이 점차 악화되어 가고 있고 식생이 점차 파괴되어 가고 있다.

도시생태계는 그 지역의 기후, 토지, 동·식

물의 생태적 제조건을 기초로 조성되어진 유기체로서 인위적인 파괴가 연속적이고 대규모로 진행된다면 그 회복이 불가능한 경우가 많다. 따라서 도시공원녹지의 질적 수준과 가치를 지속적으로 유지하며 도시민의 레크레이션 수요를 적극적으로 충족시키기 위해서는 도시생태계의 파괴를 야기시키는 인자와 레크레이션 이용에 따른 자연환경의 변화를 이해할 필요가 있으며, 또한 그것은 도시공원녹지의 계획, 개발, 유지 및 회복과 관련된 많은 문제에 대한 해결책을 이끌어 줄 것이다(Cole and Edward, 1981).

도시지역에서 환경오염에 의한 삼림생태계의 훼손이 심각해짐에 따라 훼손된 생태계의 복원이 필요하게 되었으며, 도시녹지의 생태적 특성을 고려한 도시녹지 식생의 관리기법의 개발이 요구됨에 따라 이에 따른 연구가 이루어져 왔다.

임경빈(1978)과 이경재(1986)는 남산을 대상으로 식물군집구조와 조류상을 조사하여 식생구조의 변화와 관리대책을 제시하였고, 오충현(1992)은 서울 도심에 있는 안산 도시자연공원을 대상으로 자연환경 및 식생을 파악하여 생태학적 접근방법을 바탕으로 이 지역에 적합하고 생태적으로 안정된 도시녹지의 조성 및 관리방안을 제시하였으며, 조우(1993)는 도시자연공원의 식생구조를 분석하여 종다양성 증진을 위한 생태적 관리방안을 연구하였다.

이경재 등(1993; 1994)은 서울을 대상으로한 수도권지역과 울산공단을 대상으로한 공단지역의 훼손된 생태계의 식생복원에 대한 연구를 통해 도시 및 공단지역의 녹지복원용 수종선발, 녹지내 식생의 층위구조를 고려한 식생도입방안 및 도시녹지의 자연성 증진을 위한 식생관리 및 녹지조성 방안을 제시하였으며, 조우(1995)는 도시 생태계의 주요 구성요소인 도시녹지의 현존식생 및 녹지자연도, 식물군집구조 및 야생조류상, 토양환경요인의 분석을 통하여 서울시 도시녹지의 생태적 특성을 파악하고 녹지유형별로 삼림식생의 자연성 증진을 위한 관리모형을 제시하였다.

이경재와 한봉호(1998)는 부천시 아까시나무

림을 대상으로 식물군집구조를 파악하여 식생 관리의 목표를 도시내 인공식생의 생태적 단계에 따라 참나무류로 천이하도록 설정하였고, 그에 따른 아까시나무의 밀도조절과 참나무류와 생태적으로 어울려 살 수 있는 종을 선발하여 식재하는 방안을 제시하였으며, 한봉호(2000)는 우리나라 신도시와 일본의 신도시를 대상으로 기존 지형보존, 자연성 유지, 녹지량 확보, 종다양성 증진, 다층구조의 녹지조성, 녹지의 연결성을 파악하여 우리나라 신도시의 녹지축을 생물서식처 및 야생조류 이동통로의 기능을 갖는 생태적 구조로 조성하기 위한 식재 모델을 제시하였다.

도시 전체를 대상으로한 연구로서 인천시(1995)는 산림녹지, 가로수, 가로변녹지, 조성녹지, 철도변녹지 등의 녹지관련 전 대상지의 생태적 특성을 파악하여 도시공원녹지의 정책방향을 수립하였고, 부천시(1997)는 전 산림지역을 대상으로 식물생태계의 특성을 파악하여 식생관리계획을 수립하였으며, 서울시(1997; 1998)는 주요 8개 도시자연공원을 대상으로 종합적인 동·식물생태계 및 토양특성을 조사하여 현황을 파악하고 관리대책을 수립하였다.

이와 같이 도시지역에서 환경오염에 의한 삼림생태계의 훼손과 관리기법에 관한 연구는 상당한 발전을 거듭하여 왔으며, 주로 서울과 수도권 지역을 중심으로 연구가 이루어져 왔다. 도시민들에게 가장 밀접한 레크레이션 공간이자 도시내의 중요한 자연요소인 도시공원녹지를 대상으로한 연구의 노력은 앞으로 계속되어야 할 것이며, 도시내의 기능과 주변환경에 따라 도시공원녹지의 입지특성을 파악하여 이에 따른 생태적 특성 분석 및 식생 관리방안 제시가 필요한 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 부산광역시를 대상으로 도시공원녹지의 입지환경과 이에 따른 토양특성이 식생구조와 수목활력도에 미치는 영향을 분석하여 도시공원녹지 식생과 토양의 합리적인 관리방안을 제시하는데 목적이 있다.

II. 연구내용 및 방법

1. 연구내용

본 연구는 부산광역시를 대상으로 하였다. 조사지는 공원의 입지특성에 따른 토양특성의 변화를 알아보기 위하여 공업지역, 도심지역, 도심주거지역, 도시외곽에 위치한 산림지역, 도시외곽에 위치한 해안지역으로 구분하여 지역별로 각 1개 공원을 조사지로 선정하였다.

조사지는 문헌연구와 현장답사를 통하여 입지별 특성이 뚜렷하게 나타나는 공원을 조사지로 선정하였으며, 부산의 대표적인 공업단지라고 할 수 있는 사상공단 주변에 위치한 사상공원, 도심지역에 위치한 화지공원, 도심주거지역에 위치한 대연공원, 도시외곽산림지역에 위치한 산성유원지, 도시외곽해안지역에 위치한 물운대유원지를 조사지로 선정하였다(그림 1).

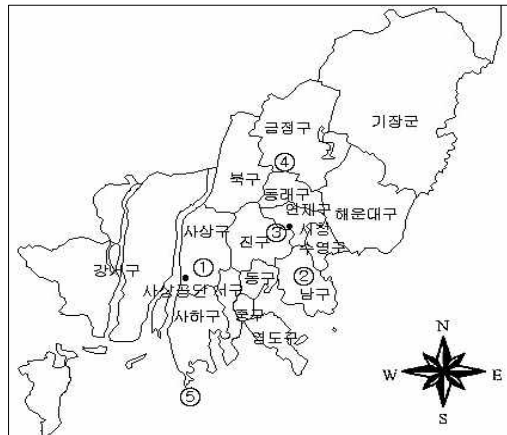


그림 1. 조사대상지 위치도

범례; ① 사상공원; ② 대연공원; ③ 화지공원;
④ 산성유원지; ⑤ 물운대유원지

조사구 설정은 토양의 이화학적 특성이 수목의 생육상태에 미치는 영향을 파악하기 위하여 산책로 주변에 공원별로 각 6개(총 30개)의 방형구를 설치하였다.

조사내용은 수목생육에 영향을 미치는 토양인자 중에서 토양경도, 수분함량, 토양pH, 무기물함량(K, Na, Ca, Mg)을 조사하였으며, 토양시료채취는 조사구별로 0.5~1kg의 시료를 채취

하였다. 수목활력도는 부산광역시 전체 산림면적의 40% 이상을 차지하고 있으며, 조사공원에 고르게 분포하고 있는 곱솔을 대상으로 하였다.

조사는 2001년도 조사기간 중에서 수목의 생육이 가장 왕성하다고 판단되는 2001년 7~8월에 걸쳐 10회 실시하였다.

그림 2는 연구내용의 수행체계를 나타낸 것이다. 본 연구는 기존의 문헌과 자료수집을 통하여 식생과 수목생육에 영향을 미치는 환경요인을 고찰하였으며, 문헌연구 및 현장조사를 통하여 조사대상지를 선정하고 입지별 특성에 따른 도시공원녹지 토양의 이화학적 특성을 분

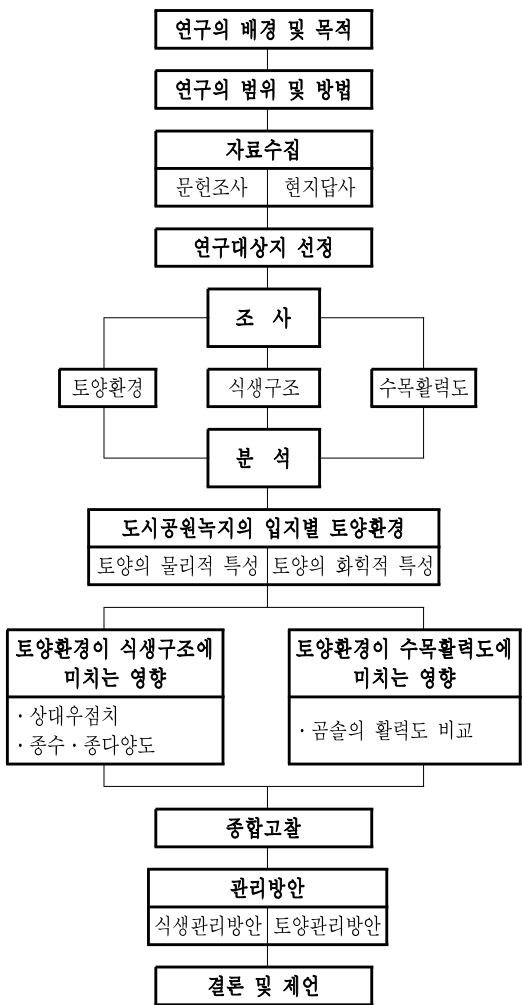


그림 2. 연구수행 체계도

석하였다. 그리고 식생구조와 수목활력도 분석을 통하여 식생구조와 수목활력도에 미치는 토양특성을 파악하여 식생과 토양관리 방안을 제시하였다.

2. 연구방법

1) 식생구조 분석

조사구는 20m×20m(400m²)의 방형구를 설정하였으며, 식생조사는 조사구내에 출현하는 목본수종을 교목층(수고 8m 이상인 목본), 아교목층(수고 8m 이하인 목본), 관목층(수고 3m 이하 0.8m 이상인 목본)으로 구분하였다. 교목층과 아교목층은 수종명과 흉고직경 등을 측정하였으며, 관목층은 수관투영면적을 측정하였다(박인협, 1985). 초본층은 중첩방형구법을 이용하여 각 조사지의 조사구내에 5m×5m의 방형구를 설치하고 출현식물을 대상으로 Braun-Blanquet(1964)방법에 의거하여 우점도(dominance)와 군도(sociability)를 분석하였다. 식물종의 분류는 김태정(1996)의 도감을 참고하였다.

식생조사 자료에 의하여 Curtis and McIntosh (1951)방법에 따라 상대우점치(Importance value : I.V.), 평균상대우점치(Mean importance value : M.I.V.)를 구하고 이것을 Brower and Zar (1977)의 식으로 합이 100%가 되도록 하였다.

$$\cdot I.V. = (\text{상대밀도} + \text{상대피도}) / 2 \quad (\text{식 } 1)$$

$$\cdot M.I.V. = (3 \times \text{교목층} I.V. + 2 \times \text{아교목층} I.V. + 1 \times \text{관목층} I.V.) / 6 \quad (\text{식 } 2)$$

또한 종다양도를 판단하기 위하여 희귀종을 강조한 Shannon지수(Pielou, 1975)에 따라 종다양도지수(H')를 구하였으며, 최대종다양도(H'max), 균제도(J'), 우점도(D)를 계산하여 분석하였다.

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

여기서, P_i = 어떤종의 개체수 / 전체종의 개체수

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

여기서, S 는 구성중수

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

$$\cdot D=1-J' \quad (\text{식 } 6)$$

2) 토양분석

토양경도는 산중식 토양경도계(Soil penetrometer)를 사용하여 각 조사구의 표토를 임의로 100개 지점을 측정하여 평균하였다.

토양 pH는 표층으로부터 15cm 깊이의 토양을 채취하여 20~40℃에서 1~4일간 풍건 후 분쇄하여 토양시료와 증류수를 등량으로 혼합하고 유리막대나 교반기로 완전히 섞은 후 30분간 정치하여 20~25℃에서 pH를 측정하였다.

토양수분 함량은 표층으로부터 15cm 깊이의 토양을 채취하여 시료 2g을 칭량법에 정확히 평취하고 칭량법의 덮개를 약간 연 상태에서 건조기 온도를 105℃로 유지시켜 2~3시간 가열한 후 건조기(desiccator)에 옮겨 방냉시켜 그 중량을 측정하였다. 재차 건조기에 넣어 약 1시간 건조한 후, 전과 같이 방냉한 후 칭량하고 건조 전후의 칭량 차이가 0.3mg 이하의 함량을 얻을 때까지 건조, 방냉, 칭량을 반복하여 수분 함량을 산출하였다.

토양 무기물 함량은 표층으로부터 15cm 깊이의 토양을 채취하여 dry-ash법으로 시료를 105℃에서 건조하여 600℃에서 2~3시간 가열한 후 건조기(desiccator)에서 방냉시켜 3 N HCl 10 ml로 용해시켰다. 이것을 drybathincubater(약 120℃)에서 20분간 가열하여 유기물을 완전 제거하고 여과한 후 100ml 메스플라스크에 정용하여 분석시료로서 전처리한 후 원자흡광분광광도계(atomic absorption spectrophotometer)로 측정하였다.

3) 수목활력도 분석

수목의 생육상태를 비교하기 위하여 수목활력도를 측정하였으며, 수목활력도를 측정하기 위하여 수목활력도측정기(Shingometer Model OZ-93)를 사용하였다. 수목활력도는 부산광역시 전체 산림면적의 40% 이상을 차지하고 있고 조사지에 고르게 분포하고 있는 곰솔을 대

상으로 하였으며, 각 조사구에 생육하고 있는 교목층의 곰솔을 모두 측정 후 평균하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 조사지 개황

부산지역 기상현황은 연 평균기온은 14.41℃(연 평균 최고기온은 18.65℃, 연 평균 최저기온은 11.08℃), 연 평균 상대습도는 66.06%, 그리고 연 평균 강수량은 1,472.7mm로 연중 북동풍이 많이 부는 사계절이 뚜렷한 온대성기후대에 속하고 있다.

표 1은 조사지의 지형과 식생 현황을 나타낸 것이다. 사상공원은 면적이 약 673,500㎡인 산림지역으로 도시공원법상 도시자연공원으로 지정되어 있다. 사상공업단지과 약 200m 거리에 위치하고 있고 행정구역상 사상구 패법동, 감전동, 주례동에 분포하고 있다. 조사구의 표고는 해발 35~50m이고 경사는 5~30°이다. 곰솔이 군락을 이루고 있으며, 교목층의 평균수고는 11.0~14.1m, 평균흉고직경은 16.9~19.6cm, 울폐도는 53.2~88.2%이다. 아교목층은 평균수고 7.5~7.9m, 평균흉고직경 13.2~14.8cm, 울폐도 13.3~22.0%이며, 관목층은 평균수고 1.4~2.2m, 평균흉고직경 3.4~4.5cm, 울폐도 9.8~26.5%이다.

화지공원은 면적이 약 391,362㎡인 산림지역으로 도시공원법상 근린공원으로 지정되어 있으며, 행정구역상 진구 양정동과 동래구 거제동에 분포하고 있다. 화지공원은 부산의 대표적인 변화가이며 교통의 중심지인 서면에서 약 2km 거리에 있으며, 부산광역시청과 범조타운으로부터 약 1km 거리에 위치하고 있다. 조사구의 표고는 해발 75~140m이고 경사는 5~25°이다. 편백, 사방오리나무, 곰솔이 군락을 이루고 있으며, 교목층의 평균 수고는 10.7~13.8m, 평균흉고직경은 13.0~18.6cm, 울폐도는 84.6~97.1%이다. 아교목층은 평균수고 7.1~7.5m, 평균흉고직경 10.1~13.7cm, 울폐도 23.9~28.4%이며, 관목층은 평균수고 1.3~1.7m, 평균흉고직경 3.0~3.7cm, 울폐도 10.9~28.7%이다.

대연공원은 면적이 약 57,160㎡인 산림지역

표 1. 조사대상지 개황

조사지	조사구	표고 (m)	방위	경사 (°)	군락명	교목층			아교목층			관목층		
						수고 (m)	흉고직경 (cm)	울폐도 (%)	수고 (m)	흉고직경 (cm)	울폐도 (%)	수고 (m)	흉고직경 (cm)	울폐도 (%)
사상 공원	1	35	WS	5	곰솔	11.0	19.2	70.0	7.7	14.6	17.5	1.7	4.0	12.8
	2	37	WS	25	곰솔	12.6	16.9	72.8	7.8	13.2	18.2	1.8	4.1	9.8
	3	40	WS	5	곰솔	14.1	18.2	88.2	7.9	14.1	22.0	2.2	4.5	26.5
	4	40	WS	20	곰솔	14.7	19.6	85.4	7.8	14.8	21.3	2.1	4.4	25.6
	5	50	WS	30	곰솔	11.3	16.5	61.6	7.5	13.7	15.4	1.5	3.6	11.5
	6	50	WS	20	곰솔	14.1	18.6	53.2	7.6	14.2	13.3	1.4	3.4	10.3
화지 공원	1	75	S	25	편백	11.6	13.6	90.6	7.3	11.2	28.4	1.4	3.2	17.2
	2	75	SW	15	편백	12.5	16.3	91.3	7.2	12.1	25.7	1.3	3.1	17.4
	3	140	SW	10	편백	10.7	13.0	97.1	7.4	10.1	27.4	1.5	3.5	27.8
	4	140	E	10	사방오리나무	12.6	18.1	92.8	7.1	13.7	26.2	1.7	3.7	28.7
	5	135	E	10	곰솔	13.8	18.6	84.6	7.5	12.7	23.9	1.4	3.1	15.4
	6	135	E	5	곰솔	12.5	17.8	93.3	7.2	12.6	25.7	1.2	3.0	10.9
대연 공원	1	50	S	5	곰솔	10.6	14.8	90.1	7.6	12.2	25.4	1.3	3.1	17.0
	2	55	S	25	곰솔	8.7	12.7	88.7	7.2	12.0	25.0	1.2	2.8	16.6
	3	75	S	30	곰솔	12.1	13.3	98.7	7.8	12.1	33.5	1.4	3.2	29.6
	4	90	S	10	곰솔- 리기다소나무	10.5	14.2	95.4	7.5	12.4	30.6	1.5	3.3	28.6
	5	125	S	5	곰솔	9.4	18.1	83.0	7.4	12.2	22.5	1.4	3.1	10.4
	6	125	W	5	곰솔	9.6	15.4	82.3	7.3	12.3	21.1	1.3	2.9	10.7
산성 유원지	1	510	E	20	소나무	9.6	15.3	74.7	7.6	13.2	32.0	1.5	3.4	22.4
	2	515	S	4	물오리나무	9.1	11.7	66.1	7.7	11.1	28.4	1.6	3.6	9.8
	3	512	WS	5	리기다소나무 -물오리나무	8.6	11.8	84.5	7.5	11.5	36.2	1.7	3.6	26.3
	4	513	EN	15	리기다소나무	11.9	14.3	83.3	7.8	12.9	35.7	1.7	3.5	22.0
	5	510	SW	4	리기다소나무	8.8	16.1	71.7	7.6	12.8	14.3	1.4	3.1	9.5
	6	510	NE	10	졸참나무- 리기다소나무	10.1	11.4	93.8	7.9	11.1	23.4	1.3	3.2	18.1
물운대 유원지	1	32	W	5	곰솔	16.4	18.2	94.5	7.8	14.2	18.9	2.1	4.5	18.4
	2	33	W	7	곰솔	16.2	17.6	96.2	7.9	14.0	19.2	2.2	4.5	17.9
	3	35	E	20	곰솔	12.6	14.9	88.2	7.4	13.0	37.8	2.4	4.7	26.5
	4	30	S	30	곰솔	12.5	16.8	80.8	7.5	13.8	34.7	2.3	4.6	24.2
	5	49	NW	4	곰솔	9.1	13.1	79.8	7.3	12.2	19.9	1.8	4.2	13.9
	6	50	W	4	곰솔	10.1	14.1	71.4	7.6	12.9	17.8	1.7	4.3	11.4

으로 도시공원법상 근린공원으로 지정되어 있으며, 행정구역상 남구 대연동에 위치하고 있다. 공원 주변은 단독주택과 아파트 등이 밀집하여 있는 주거밀집지역이다. 조사구의 표고는 해발 50~125m이고 경사는 5~30°이다. 곰솔이 군락을 이루고 있으며, 교목층의 평균 수고는 8.7~12.1m, 평균 흉고직경은 12.7~18.1cm, 울폐도는 82.3~98.7%이다. 아교목층은 평균수고 7.2~7.8m, 평균흉고직경 12.0~12.4cm, 울폐도 21.1~33.5%이며, 관목층은 평균수고 1.2~

1.5m, 평균흉고직경 2.8~3.3cm, 울폐도 10.4~29.6%이다.

산성유원지는 면적이 6,544,739m²인 산림지역으로 도시공원법상 유원지로 지정되어 있으며, 행정구역상 금정구 금성동 금정산 일대에 위치하고 있다. 금정산성은 사적 제215호로 길이 17,337m, 성벽 높이 1.5~3m, 총면적 약 8,213km²로 국내에서 가장 규모가 큰 산성이며, 행정구역상 금정구, 북구, 동래구, 경남 양산시와 성벽을 기점으로 경계하고 있다. 금정산성은

사적으로 지정된 이후인 1972년 동문과 남문, 1973년 서문, 1986년 북문을 복원하였고, 1976년~1979년에 제1망루, 제2망루, 제3망루, 제4망루를 복원하였으며, 금정산성 정비계획에 의거 연차적 사업으로 지속적으로 보수 정비하고 있다. 조사지는 산성유원지에서 편익시설과 위락시설이 많고 이용자들의 이용빈도가 높은 남문지역을 대상으로 하였다. 조사구의 표고는 해발 510~513m이고 경사는 4~20°이다. 소나무, 물오리나무, 리기다소나무가 군락을 이루고 있으며, 교목층의 평균 수고는 8.6~11.9m, 평균 흉고직경은 11.4~16.1cm, 울폐도는 66.1~93.8%이다. 아교목층은 평균수고 7.5~7.9m, 평균흉고직경 11.1~13.2cm, 울폐도 14.3~36.2%이며, 관목층은 평균수고 1.3~1.7m, 평균흉고직경 3.1~3.6cm, 울폐도 9.5~26.3%이다.

물운대는 면적이 506,184m²인 산림지역으로 도시공원법상 유원지로 지정되어 있으며, 행정구역상 사하구 다대동에 위치하고 있다. 다대포 해수욕장과 인접하고 있고 군사작전지역으로 민간인의 출입이 통제되었으나 1993년에 시민의 휴식공간으로 개방되어 식생이 비교적 잘 보존되어 있다. 조사구의 표고는 해발 32~50m이며, 경사는 5~30°이다. 곶술이 군락을 이루고 있으며, 교목층의 평균 수고는 9.1~16.4m, 평균 흉고직경은 13.1~18.2cm, 울폐도는 71.4~96.2%이다. 아교목층은 평균수고 7.3~7.9m, 평균흉고직경 12.2~14.2cm, 울폐도 17.8~37.8%이며, 관목층은 평균수고 1.7~2.4m, 평균흉고직경 4.2~4.7cm, 울폐도 11.4~26.5%이다.

2. 토양환경 분석

표 2는 조사지의 토양특성을 나타낸 것이다. 토양경도는 사상공원 20.7mm, 화지공원 22.2mm, 대연공원 20.6mm, 산성유원지 22mm, 물운대유원지 20.6mm로 나타나 조사공원 모두 비슷한 토양경도 수치를 나타내었다. 토양경도와 수목생장과의 관계는 토양경도 23~25mm에서 생장상태가 양호하며(윤국병, 1997), 27~30mm에서는 뿌리의 생장이 곤란하고, 30mm 이상이면 뿌리의 토양 침입과 수분의 침투가 불가능한데

(일본재료학회, 1984), 공원별 토양경도는 수목의 생장에 양호한 수치를 나타내었다.

표 2. 공원별 토양특성

공원별	토양경도 (mm)	수분함량 (%)	토양산도 (pH)	무기물함량(me/100g)			
				K	Na	Mg	Ca
사상공원	20.7	5.85	3.88	1.87	0.2	0.5	0.06
화지공원	22.2	8.76	4.38	2.63	0.5	1.2	0.2
대연공원	20.6	6.22	4.4	1.82	0.42	3.32	0.22
산성유원지	22	9.06	4.68	1.09	0.49	1.09	0.22
물운대유원지	20.6	4.4	5.15	1.12	0.41	0.85	0.22

토양수분함량은 산성유원지가 9.06%, 화지공원 8.76%, 대연공원 6.22%, 사상공원 5.85%, 물운대유원지 4.4%로 나타나 산성유원지가 가장 높고 물운대유원지가 가장 낮게 나타났다.

토양산도는 공업단지 주변에 위치하고 있는 사상공원이 pH 3.88로 가장 낮았고, 도심에 위치한 화지공원이 pH 4.38, 주거지역에 위치한 대연공원이 pH 4.40, 산림지역에 위치한 산성유원지가 pH 4.68, 해안지역에 위치한 물운대유원지가 pH 5.15로 나타났다.

사상공원, 화지공원, 대연공원은 pH 4.5 이하로 극도의 강산성, 산성유원지는 매우 강산성, 물운대유원지는 강산성으로 나타났으며, 서울지역 공원녹지토양의 평균치 pH 5.1(길용식, 2001)보다 물운대유원지는 높고 사상공원, 화지공원, 대연공원, 산성유원지는 낮게 나타났다.

수목의 생장과 토양산도와의 관계는 pH 4 이상에서는 대체로 건전하게 자라고 있으나 pH 3~4 범위에서는 생육이 떨어지고, pH 3 이하가 되면 생육이 정지되며(이원규, 1999), pH 4.2 이하의 지역은 특별관리 대상지역으로 선정하고 토양개량을 지속적으로 실시해야 한다고 하였는데(서울특별시, 1997; 1998), 사상공원의 토양산도는 pH 3~4 범위에 있어 수목의 생육에 불리한 상태로 나타났다.

무기물함량 중에서 K함량은 사상공원 1.87me/100g, 화지공원 2.63me/100g, 대연공원 1.82me/100g, 산성유원지 1.09me/100g, 물운대유원지

1.12me/100g으로 나타났고, Mg함량은 사상공원 0.5me/100g, 화지공원 1.2me/100g, 대연공원 3.32me/100g, 산성유원지 1.09me/100g, 물운대유원지 0.85 me/100g으로 나타났으며, Ca함량은 사상공원 0.06me/100g, 화지공원 0.2me/100g, 대연공원 0.22me/100g, 산성유원지 0.22me/100g, 물운대유원지 0.22me/100g으로 나타났다.

무기물함량 중에서 K함량은 서울지역 공원 녹지토양의 평균치 0.33me/100g(길용식, 2001)보다 조사지 모두 높은 것으로 나타났고, Mg함량은 서울지역 공원녹지토양의 평균치 1.10me/100g(길용식, 2001)보다 화지공원과 대연공원은 높고 사상공원, 산성유원지, 물운대유원지는 낮게 나타났다. 그리고 Ca함량은 서울지역 공원 녹지토양의 평균치 5.10me/100g(길용식, 2001)보다 조사지 모두 낮은 것으로 나타났다.

무기물함량 중에서 낮은 Ca함량과 Mg함량은 토양이 산성화되어 나타나는 결과이며(서울특별시, 1997), 토양의 산성화가 Ca성분의 용탈과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단할 수 있는데(길용식, 2001), 사상공원은 Ca, Mg, Na함량이 다른 조사지에 비하여 매우 낮게 나타났으며, 특히 Ca함량은 극도로 낮은 수치로 나타나서 토양의 산성화로 인한 Ca성분의 용탈이 매우 심한 것으로 판단되었다.

공원별 토양특성을 비교한 결과, 토양산도는 조사대상지 모두 강산성으로 나타났으며, 사상공원, 화지공원, 대연공원은 극도의 강산성으로 나타나서 도심지역과 공업지역 주변에 위치한 공원녹지토양의 관리가 필요한 것으로 판단된다. 특히 사상공단주변에 위치한 사상공원의 토양산도는 pH 3.88로 나타났으며, 토양의 산성화로 인한 치환성염기의 용탈이 심하여 수목의 생육에 불리한 상태로 나타나서 토양개량이 시급한 것으로 판단되었다.

3. 식생구조 분석

1) 상대우점치 분석

표 3은 목본층의 상대우점치를 나타낸 것이다. 사상공원은 교목층에서 곶솔이 우점하고 있고 사방오리나무가 주요 출현종이었으며, 아

교목층에서 곶솔이 우점종으로 나타났다. 관목층에서는 산검양옻나무가 우점하고 있고, 산철쭉, 사스레피나무, 계요등, 청미래덩굴, 산딸기나무, 아까시나무가 주요 출현종으로 나타났다.

박재주 등(1983)은 오염에 강한 수종은 곶솔, 청미래덩굴, 사스레피나무, 칙 등이었다고 하였으며, 김재봉 등(1988)은 울산공단 주변에서 조사한 결과에서 곶솔, 산철쭉, 개옻나무, 산딸기, 두릅나무, 노린재나무, 청미래덩굴 등은 오염에 대한 내성이 강하다고 하였다. 그리고 김종갑(1992)은 온산공단의 주변의 곶솔림에 있어서 상층에서는 아까시나무와 사방오리나무의 상대우점치가 높았다고 하였으며, 김점수와 이강녕(1996)은 사상공단 주변의 곶솔림에서는 상층과 중층에서 곶솔이 우점하고 아까시나무, 개옻나무, 산검양옻나무, 때죽나무 등이 전반적으로 출현하였고, 하층에서 아까시나무, 졸참나무, 개옻나무, 산철쭉, 계요등이 출현하고 있었다고 하였는데, 사상공원에서도 곶솔, 산검양옻나무가 우점하고 있고, 산철쭉, 사스레피나무, 계요등, 청미래덩굴, 산딸기, 아까시나무의 상대우점치가 높게 나타나서 대기오염에 내성이 강한 수종이 주종을 이루고 있었다. 그리고 관목층에서 덩굴성식물이 다수 출현하고 있고 식생구조가 단순하며 층위구조를 이루지 못하고 있어 생태적으로 불안정한 상태로 나타났다.

화지공원은 교목층에서 편백과 곶솔이 우점하고 있고 사방오리나무와 리기다소나무가 주요 출현종으로 나타났으며, 아교목층에서 편백, 사방오리나무, 곶솔이 우점하고 있고 소나무와 리기다소나무가 주요 출현종으로 나타났다. 관목층에서는 산철쭉이 우점하고 있고 아까시나무, 때죽나무, 칙, 청미래덩굴, 굴피나무, 계요등, 담쟁이덩굴, 인동덩굴이 주요 출현종으로 나타났다. 화지공원은 대기오염에 내성이 강한 곶솔, 산철쭉, 청미래덩굴, 아까시나무, 계요등의 상대우점치가 높게 나타났으며, 관목층에서 덩굴성식물이 다수 출현하고 있고 식생구조가 단순하며 다층구조를 이루지 못하고 있는 것으로 나타났다.

표 3. 목본층의 층위별 상대우점치

수종명	층 위	사상공원*				화지공원				대원공원				산성유원지				물운대유원지				
		C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	
<i>Pinus thunbergii</i> (곰솔)		86.9	100.0		76.8	21.6	19.2		17.2	59.9	42.8		44.2	5.3				2.6	88.6	46.2		59.7
<i>Quercus aliena</i> (갈참나무)				3.4	0.6					6.7	8.9	6.5	7.4			2.9	0.5	11.4	7.3	5.4	9.0	
<i>Alnus firma</i> (사방오리나무)		13.1			6.6	11.6	20.7		12.7	13.8	15.1	3.9	12.6						10.2		3.4	
<i>Pinus rigida</i> (리기다소나무)						11.2	10.5		9.1	12.0	9.2		9.1	29.4	26.0		23.3					
<i>Robinia pseudo-acacia</i> (아까시나무)				5.6	0.9			7.9	1.3	7.6	7.2	9.1	7.7						7.7	3.7	3.2	
<i>Chamaecyparis obtusa</i> (편백)						25.4	25.0	4.5	21.8													
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)						7.7	14.9		8.8					13.2	9.2		9.7					
<i>Cedrus deodara</i> (히말라야사디)						6.4			3.2													
<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)						5.5			2.7					5.1	8.5	2.0	5.7					
<i>Diospyros kaki</i> (감나무)						4.9			2.5													
<i>Quercus glauca</i> (종가시나무)										6.9		2.3										
<i>Eurya japonica</i> (사스레피나무)				7.5	1.2														8.7	10.0	4.6	
<i>Alnus hirsuta</i> (물오리나무)														12.1	16.0	2.2	11.7		7.0		2.3	
<i>Alnus japonica</i> (오리나무)														4.8	5.3		4.2					
<i>Castanea crenata</i> (밤나무)																			6.6		2.2	
<i>Prunus persica</i> (복사나무)																			6.3	1.7	2.4	
<i>Syrax japonica</i> (매죽나무)							9.8	8.6	4.7					4.6	5.3	3.9	4.7					
<i>Camellia japonica</i> (동백나무)																				1.7	0.3	
<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i> (산철쭉)				8.0	1.3			11.0	1.8			4.4	0.7			12.5	2.1			4.8	0.8	
<i>Pueraria thungertiana</i> (쑤)								7.6	1.3			5.7	1.0							4.2	0.7	
<i>Smilax china</i> (칭미레덩굴)				6.5	1.1			9.8	1.6			5.6	0.9			5.8	1.0			3.7	0.6	
<i>Platycarya strobilacea</i> (굴피나무)								7.1	1.2							3.5	0.6			3.6	0.6	
<i>Rhus chinensis</i> (붉나무)				3.7	0.6							3.5	0.6							3.5	0.6	
<i>Ficus erecta</i> (천신과나무)																				3.4	0.6	
<i>Paederia scandens</i> (게요둥)				6.6	1.1			7.0	1.2			5.5	0.9			4.7	0.8			3.4	0.6	
<i>Rubus crataegifolius</i> (산딸기나무)				5.8	1.0							6.1	1.0							3.3	0.5	
<i>Albizia julibrissin</i> (자귀나무)																				3.2	0.5	
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (달쟁이덩굴)				3.2	0.5			6.1	1.0											3.1	0.5	
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)												5.3	0.9			4.3	0.7			2.8	0.5	
<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)												3.9	0.6	7.3	5.3	3.6	6.0			2.7	0.5	

*C : 교목층 상대우점치, U : 아교목층 상대우점치, S : 관목층 상대우점치 M : 평균상대우점치

표 3. 계속

수종명	층 위	사상공원*				화지공원				대원공원				산성유원지				물운대유원지			
		C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Quercus serrata</i> (졸참나무)				2.9	0.5						9.9	5.9	4.3	7.8	6.7	6.1				2.7	0.4
<i>Quercus dentata</i> (떡갈나무)												3.3	0.5	4.8	6.0	4.4					
<i>Lespedeza bicolor</i> (싸리)				3.1	0.5			4.3	0.7			4.1	0.7			3.3	0.5			2.6	0.4
<i>Cocculus trilobus</i> (맹덩이덩굴)								3.7	0.6			4.0	0.7			4.2	0.7			2.6	0.4
<i>Mallotus japonicus</i> (예덕나무)																				2.5	0.4
<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)												3.4	0.6			3.1	0.5			2.5	0.4
<i>Pitosporum tobira</i> (돈나무)																				2.4	0.4
<i>Elaeagnus umbellata</i> (보리수나무)																				2.4	0.4
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i> (개머루)				3.1	0.5			3.9	0.6			4.2	0.7			2.8	0.5			2.3	0.4
<i>Vitis thunbergii</i> var. <i>sinuata</i> (까마귀머루)				3.2	0.5			4.8	0.8			3.7	0.6			2.9	0.5			2.2	0.4
<i>Rhus sylvestris</i> (산검양옻나무)				22.9	3.8							6.9	1.1			2.5	0.4			2.1	0.4
<i>Rosa wichuraiana</i> (뜰가시나무)				3.6	0.6			4.6	0.8			5.0	0.8			3.0	0.5			2.1	0.4
<i>Camellia sasanqua</i> (애기동백)																				2.0	0.3
<i>Lagerstroemia indica</i> (배롱나무)																				2.0	0.3
<i>Pyrus ussuriensis</i> (산들배)																				1.9	0.3
<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)																				1.9	0.3
<i>Hibiscus syriacus</i> (무궁화)																				1.9	0.3
<i>Quercus acutissima</i> (상수리나무)				2.8	0.5	5.6			2.8					5.5		2.8					
<i>Lonicera japonica</i> (인동덩굴)				4.1	0.7			5.1	0.9												
<i>Humulus japonicus</i> (환삼덩굴)				4.1	0.7																
<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)								4.0	0.7							5.9	1.0				
<i>Sorbus alnifolia</i> (팥배나무)															6.7	2.2					
<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)															5.3	2.1	2.1				
<i>Rubus idaeus</i> var. <i>concolor</i> (나무딸기)																9.3	1.5				
<i>Ligustrum obtusifolium</i> (쥐똥나무)																4.3	0.7				
<i>Stephanandra incisa</i> (국수나무)																3.7	0.6				
<i>Rosa multiflora</i> (췌레)																2.7	0.4				
<i>Smilax sieboldii</i> (청가시덩굴)																2.6	0.4				
<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)																2.3	0.4				

* C : 교목층 상대우점치, U : 아교목층 상대우점치, S : 관목층 상대우점치 M : 평균상대우점치

대연공원은 교목층에서 곰솔이 우점하고 있고 사방오리나무와 리기다소나무가 주요 출현종이었으며, 아교목층에서 곰솔이 우점하고 있고 사방오리나무가 주요 출현종으로 나타났다. 관목층에서는 아까시나무가 우점하고 있고 갈참나무, 칩, 청미래덩굴, 계요등 산딸기나무, 철쭉, 졸참나무, 산점양옻나무, 돌가시나무가 주요 출현종으로 나타났다. 대연공원은 관목층에서 아까시나무와 덩굴성식물이 다수 출현하고 있고 식생구조가 단순하며 다층구조를 이루지 못하고 있는 것으로 나타났다.

산성유원지는 교목층에서 리기다소나무가 우점하고 있고 소나무와 물오리나무가 주요 출현종이었으며, 아교목층에서 리기다소나무가 우점하고 있고 물오리나무가 주요 출현종으로 나타났다. 관목층에서는 산철쭉이 우점하고 있고, 청미래덩굴, 진달래, 나무딸기가 주요 출현종으로 나타났다. 산성유원지의 식물종은 다양하였으나 다층구조를 이루지 못하고 있었는데, 이는 등산객의 간섭과 훼손에 의하여 아교목층과 관목층이 교란되었기 때문인 것으로 판단되었다.

몰운대유원지는 교목층에서 곰솔이 우점하고 있고 갈참나무가 주요 출현종이었으며, 아교목층에서 곰솔이 우점하고 있고 사방오리나무가 주요 출현종으로 나타났다. 관목층에서는 사스레피나무가 우점하고 있고 갈참나무가 주요 출현종으로 나타났다. 몰운대유원지의 식물종은 다양하였으나 다층구조를 이루지 못하고 있는 것으로 나타났는데, 이는 이용자의 간섭과 훼손에 의하여 아교목층과 관목층이 교란되었기 때문인 것으로 판단되었다.

표 4는 초본층의 우점도와 군도를 나타낸 것이다. 사상공원은 주름조개풀이 우점하고 있고, 참억새, 미국자리공이 다수 출현하였다.

김점수와 이강녕(1996)은 사상공단 주변의 곰솔림의 조사에서 주름조개풀이 우점종으로 나타났고, 참억새, 실새풀, 기름새, 산겨울 등도 전반적으로 나타나고 있어 이들은 대기오염에 대한 내성이 강하다고 보고하였는데, 사상공원에서도 주름조개풀과 참억새가 다수 출현하고

있어 대기오염에 내성이 강한 초본이 주종을 이루고 있었다

화지공원은 주름조개풀이 우점하고 있고 마삭줄과 미국자리공이 다수 출현하였으며, 대연공원은 돼지풀이 우점하고 있고 단풍마와 주름조개풀이 전반적으로 출현하고 있다. 산성유원지는 고사리, 참억새, 질경이가 소수 출현하고 있으며, 몰운대유원지는 주름조개풀이 전반적으로 출현하였다.

2) 종다양도 분석

표 5는 공원별 목본류와 초본류의 종수와 목본층의 종다양도를 나타낸 것이다. 목본류의 종수는 사상공원에서 20종, 화지공원에서 23종, 대연공원에서 24종, 산성유원지에서 33종, 몰운대유원지에서 37종으로 나타나 몰운대유원지에서 가장 많고 사상공원에서 가장 적은 것으로 나타났다.

초본류의 종수는 사상공원에서 10종, 화지공원에서 12종, 대연공원에서 17종, 산성유원지에서 17종, 몰운대유원지에서 20종으로 나타나 몰운대유원지에서 종수가 가장 많고 사상공원에서 가장 적은 것으로 나타났다.

종다양도는 사상공원에서 0.9932, 화지공원에서 1.1975, 대연공원에서 1.2160, 산성유원지에서 1.3080, 몰운대유원지에서 1.3233으로 나타났으며, 최대종다양도에 있어서도 동일한 경향으로 나타났다. 공원별 종수와 종다양도는 사상공원(공업지역), 화지공원(도심지역), 대연공원(도심주거지역), 산성유원지(도시외곽산림지역), 몰운대유원지(도시외곽해안지역) 순으로 현저히 증가하는 것으로 나타나 공원의 입지환경에 따른 변화의 경향이 뚜렷하였으며, 공원의 입지특성이 식물의 종수에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

특히, 사상공단 주변에 위치한 사상공원의 목본류와 초본류의 출현종수는 다른 조사지에 비하여 현저히 적은 것으로 나타났는데, 이는 공업단지에서 발생하는 대기오염과 이에 따른 토양특성이 식생종수에 영향을 주었기 때문인 것으로 판단되었다.

표 4. 초본층의 우점도 및 군도

식물명	조사구	사상공원						화지공원						대연공원						산성유원지						불운대유원지							
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
<i>Oplismenus undulatifolius</i> (주름조개풀)		3.3	2.2	3.3	2.2	2.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	+	+	+	+	+	+	r					+		r	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phytolacca americana</i> (미국자리광)		1.2		1.2	+					1.2	1.2	1.2	1.2	r	r	r	+		r													r	
<i>Dioscorea tenuipes</i> (각사리)		r	r		+		r							+	+				r						r					+	+		
<i>Peridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (고사리)		r			+	r	r		+			+	+	+			+		r					+	+	+		+	+	+		r	
<i>Miscanthus sinensis</i> (참억새)		+	1.2	1.2	2.2														+					+		1.2							
<i>Polygonum thunbergii</i> (고마리)				r																			r			r		r					
<i>Polygonum perforatum</i> (버느리배꼽)				r	r					+		+		+	+	+																	
<i>Commelina communis</i> (닭의장풀)				r	r						+	+	+	+	r	+	+	+	r							+	+			+		r	
<i>Melica onoc</i> (쫄새)				r																										+	+		
<i>Setaria viridis</i> (강아지풀)				r							+																						
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elator</i> (돼지풀)										+	+			3.3	3.3	1.2	2.2		1.2					+		+							
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> (명아주)														r	+		r																
<i>Dioscorea quinqueloba</i> (단풍마)														+	1.2	+	+	+	+										+	+	+	+	
<i>Duchesnea indica</i> (범썰기)												+	+	+	+									+		+	+	+	+	+	+		
<i>Plantago asiatica</i> (질경이)														1.2	+		+		+					+	+	+		+	+	+	+		
<i>Mirabilis jalapa</i> (발꽃)														r		r																	
<i>Eupatorium chinense</i> var. <i>simplicifolium</i> (등골나물)													r	r		r																	
<i>Dioscorea batatas</i> (마)															r	r	r	r									r		r				
<i>Youngia sonchifolia</i> (고들빼기)															r																		
<i>Oxalis corniculata</i> (괘이밥)																+		r	+					+		+	+		+		+		
<i>Cassia nomame</i> (차풀)																	r								r								
<i>Trachypogon asiaticum</i> var. <i>intermedium</i> (마삭줄)										2.2	2.2	2.2																					
<i>Bistorta manshuriensis</i> (별꼬리)												r	r															r	r		r		
<i>Erigeron canadensis</i> (양초)											+														+								
<i>Cirsium maackii</i> (영경취)											+							+							+		+		+	+	+		
<i>Erigeron annuus</i> (개망초)																		+										+		+			
<i>Athyrium niponicum</i> (개고사리)																								+									
<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i> (양지꽃)																									+								
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i> (쑥)																									+			+					
<i>Liriope spicata</i> (백문동)																										1.2							
<i>Artemisia montana</i> (산쑥)																												+	+	+			
<i>Petasites japonicus</i> (머위)																														r			
<i>Saxifraga stolonifera</i> (바위취)																														r			

표 5. 공원별 종다양도 지수
(단위면적 : 2,400㎡)

	종수		종다양도 (H')	균제도 (J')	우점도 (D')	최대종다양도 (H'max)
	목본	초본				
사상공원	20	10	0.9932	0.7634	0.2366	1.3010
화지공원	23	12	1.1975	0.8794	0.1206	1.3617
대연공원	24	17	1.2160	0.8810	0.1190	1.3802
산성유원지	33	17	1.3080	0.8614	0.1386	1.5185
몰운대유원지	37	20	1.3233	0.8410	0.1590	1.5682

4. 수목활력도 분석

수목의 활력도는 수목이 건전하게 자라고 있는가를 알아보기 위한 상대적인 측정치이며, 수목활력도 수치가 낮을수록 상대적으로 생육상태가 좋은 수목이다. 표 6은 공원별 곰솔의 활력도를 나타낸 것이다. 곰솔의 활력도는 사상공원 27.5ER, 화지공원 24.9ER, 대연공원 24.5ER, 산성유원지 23.6ER, 몰운대유원지 21.0ER로 나타나 몰운대유원지의 곰솔의 활력이 가장 좋은 것으로 나타났으며, 공업단지 주변에 위치한 사상공원의 곰솔의 활력이 가장 나쁜 것으로 나타났다.

표 6. 공원별 수목활력도 (단위 : ER)

조사지	사상 공원	화지 공원	대연 공원	산성 유원지	몰운대 유원지
곰솔의 활력도	27.5	24.9	24.5	23.6	21.0

수목활력도는 토양환경이 수목의 생육에 불리한 것으로 나타난 사상공원의 곰솔의 활력이 다른 공원들에 비하여 나쁜 것으로 나타나 공업단지 주변에 위치한 입지환경과 이에 따른 토양특성이 수목의 활력에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

IV. 결 론

본 연구는 도시공원녹지의 토양특성이 식생구조와 수목활력도에 미치는 영향을 분석하여 도시공원녹지 식생과 토양의 합리적인 관리 방

안을 제시하기 위하여 수행하였으며, 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 토양환경을 비교한 결과, 토양산도는 조사대상지 모두 강산성으로 나타났으며, 사상공원, 화지공원, 대연공원은 극도의 강산성으로 나타나서 도심지역과 공업단지 주변에 위치한 공원녹지의 토양관리가 필요한 것으로 판단되었다. 특히 사상공단주변에 위치한 사상공원의 토양산도는 pH 3.88로 매우 심한 강산성으로 나타났으며, 토양의 산성화로 인한 Ca성분의 용탈이 매우 심하여 수목의 생육에 불리한 상태로 나타나 토양개량이 시급한 것으로 판단되었다.

2. 상대우점치를 분석한 결과, 사상공원의 식생은 생태적으로 불안정한 상태로 나타났고, 화지공원, 대연공원은 식생구조가 단순하고 다층구조를 이루지 못하고 있었으며, 산성유원지와 몰운대유원지는 식물종은 다양하였으나 야교목층과 관목층이 교란되어 다층구조를 이루지 못하고 있는 것으로 나타나 이에 따른 식생관리가 요구되었다.

3. 식물의 종수와 종다양도를 분석한 결과, 사상공원, 화지공원, 대연공원, 산성유원지, 몰운대유원지 순으로 종수와 종다양도가 증가하는 경향을 보였다. 사상공단 주변에 위치한 사상공원의 목본류와 초본류의 출현종수가 다른 조사지에 비하여 현저히 적은 것으로 나타났는데, 공업단지에서 발생하는 대기오염과 이로 인한 토양오염이 식생종수에 영향을 주는 것으로 판단되었다.

4. 수목활력도를 분석한 결과, 몰운대유원지의 곰솔의 활력이 가장 좋은 것으로 나타났으며, 공업단지 주변에 위치한 사상공원의 곰솔의 활력이 가장 나쁜 것으로 나타났다. 공원별 활력도는 토양환경이 수목의 생육에 불리한 것으로 분석된 사상공원의 곰솔의 활력이 다른 공원들에 비하여 나쁜 것으로 나타나 공업단지 주변에 위치한 입지환경과 이에 따른 토양특성이 수목의 활력에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

본 연구의 결과, 도심지역과 공업지역 주변에 위치한 도시공원녹지의 입지환경과 토양특

성이 생태적으로 불안정한 식생구조, 출현종수의 감소, 수목의 활력 저하에 영향을 주고 있는 것으로 분석되었다.

생태적으로 불안정한 식생을 회복하기 위해서는 관목층에서 아까시나무가 도태될 수 있도록 관리해야 하고 청미래덩굴, 환삼덩굴, 칩 등의 덩굴성식물을 제거해야 하며, 아교목층과 관목층에 주변 자연녹지의 다층구조의 자연림을 모방한 다층구조 식재를 하여 식생을 회복하고 종다양성을 증진시켜야 할 것이다.

토양환경을 개선하기 위해서는 공원 내에서 이용자의 이용빈도가 높아 토양의 물리성이 파괴되는 지역에 토양개량에 의한 토양의 통기성 및 투수성의 향상과 식생회복을 위한 멀칭 등으로 토양의 물리성을 개량해야 할 것이다. 그리고 토양이 산성화된 지역의 토양산도를 개선시키기 위해서 석회의 시용으로 토양반응을 교정하여 중금속의 용출을 억제하거나 퇴비 등의 유기물을 시용하여 토양미생물을 활성화시켜 토양완충성을 개량해야 하며, 토양환경과 주변 식생을 고려한 적합한 양의 석회 시비, 유기물 투입, 토양오염원을 차단하거나 정화시킬 수 있는 수중선정 등을 통하여 토양산도를 개선시켜 나가야 할 것이다. 또한 토양의 개량효과는 짧은 기간 내에 나타나기 어렵기 때문에 중·장기 계획에 의한 토양의 종합관리시스템을 구축해야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 식생에 영향을 미치는 여러가지 요인들 중에서 토양환경에 국한하였고 토양환경 중에서 토양경도, 수분함량, 토양산도, 무기물함량으로 한정하였으며, 수목활력도 분석에서 곱술에 국한하였다는 연구의 한계점이 있다. 따라서 향후 식생과 수목의 생육에 영향을 주는 다양한 환경요인을 분석하여 체계적인 도시공원녹지의 관리에 관한 심도있는 연구가 계속되어야 할 것이다.

인 용 문 헌

길용식. 2001. 도시녹지 토양의 화학적 변화 요인 분석과 관리방안 연구. 서울시립대학

교 대학원 석사학위논문.

- 김실. 1991. 도시녹지의 관리체계와 개선방향. 도시·산림·환경심포지움. 환경조경학회. p110.
- 김점수·이강녕. 1996. 사상공단의 대기오염이 주변 산림의 식생구조에 미치는 영향. 한국임학회지 85(1) : 1-14.
- 김재봉 외 10인. 1988. 오염지역 생태계의 변화에 관한 연구-여천공단 주변지역의 식생을 중심으로- 국립환경연구원보 10 : 89-110.
- 김종갑. 1992. 온산공단 주변의 대기오염이 삼림식생에 미치는 영향. 경상대학교 대학원 박사학위논문.
- 김태정. 1996. 한국의 자원식물 I-V. 서울대학교 출판부.
- 박인협. 1985. 백운산지역 천연림생태계의 조립구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 박재주 외 7인. 1983. 공단지역의 환경오염물질의 축적과 수목생장의 상관관계에 대한 조사연구. 국립환경연구소 : 1-53.
- 부천시. 1997. 부천시 도시경관립 조성 기본계획.
- 서울특별시. 1997. 서울시 산림생태계 조사 연구보고서(1차 연도).
- 서울특별시. 1998. 서울시 산림생태계 조사 연구보고서(2차 연도).
- 오충현. 1992. 도시녹지의 생태학적 조성 및 관리방안에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
- 윤국병. 1997. 조경배식학. 일조각.
- 이원규. 1999. 임업정보(산성토양 생성과 그 대책). 임업연구원보 89. pp. 20-25.
- 임경빈. 1978. 남산공원수림의 피해상태와 그 대책에 관한 연구. 서울특별시.
- 이경제. 1986. 남산공원의 자연환경실태와 보존대책. 서울특별시.
- 이경제 외 17인. 1993. 도시 및 공업단지 주변의 Green복원기술 개발(I). 환경처·과학기술처.

- 이경재 외 19인. 1994. 도시 및 공업단지 주변의 Green복원기술 개발(II). 환경처.
- 이경재 · 한봉호. 1998. 부천시 산림지역 아까시 나무림 식물군집구조를 고려한 식생관리 모델. 한국조경학회지 26(2) : 28-37.
- 인천광역시. 1995. 인천광역시 녹지공원 정책방향 연구.
- 조우. 1993. 도시림관리를 통한 식물 및 야생조류 종다양성 증진에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
- 조우. 1995. 도시녹지의 생태적특성 분석과 자연성 증진을 위한 관리모형-서울시를 중심으로-. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
- 한국조경학회. 1987. 조경계획론. 문운당.
- 한봉호. 2000. 생태도시 구현을 위한 도시녹지축의 생태적 특성 평가 및 식재모델에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
- 高原榮重. 1988. 都市綠地. 鹿島出版會. 東京.
- 高原榮重. 1974. 都市綠地の計劃. 鹿島出版會. 東京.
- 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. pp.146-147.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der vegetationskunde. Dritte Auflage. Springer-Verlag. Wien. p. 865.
- Brower. R. and J. H. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Iowa : Wm. C. Brown Company Publ.
- Curtis, J. T. · R. P. McIntosh. 1951. An upland forest contium in the prairie-forest border region of Wisconsin, Ecology 32. pp. 476-496.
- Forman R. T. T. and M. Gordon. 1986. Landscape Ecology. John. New York : Wiley & Sons.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. New York : John Wiley and Sons. p. 165.

接受 2002年 9月 17日