

이용객의 이용행위가 도시내공원의 토양 및 식생에 미치는 영향¹

— 부산 어린이대공원과 금강공원을 중심으로 —

이경재² · 김선희³ · 조우³

The Impacts of Vegetation and Soil Characteristics on Recreation Behavior in Urban Park¹

— The Cases of Kumkang Park and Children's Park in Pusan —

Kyong-Jae Lee², Sun-Hee Kim³, Woo Cho³

요 약

이용객의 이용압력에 의한 토양 및 식생에 대한 영향을 알아보려고 부산시의 어린이대공원과 금강공원의 이용 통제구역과 이용지역내에 20개의 조사구를 설치하고 본 조사를 실시하였다. 토양경도는 이용지역에서 평균 90kg/cm² 이상을 보여 식물생장에 지장을 주었고 이용객통제에 따른 토양경도의 완화효과가 있었으나 다른 토양특성들은 그 효과가 나타나지 않았다. 식물군집분석결과 이용압력에 의해 특히 관목층식생의 피해가 매우 컸으며 종다양성을 떨어뜨리게 하는 결과를 보였다. 그러나 단기간(2년)의 이용객통제는 식생의 자연복원과 종다양성 증진에 좋은 작용을 하고 있었다.

주요어 : 이용객영향, 토양특성, 식생복원

ABSTRACT

This study was executed to investigate the impacts of vegetation and soil characteristics on the user's impact in Children's Park and Kumkang Park, Pusan. In survey sites, twenty plots of 100m² size were set up. The degree of soil hardness was showed above 90kg/cm² in using area, which was prevented to the plants growth. The user's control was effective to the soil surface softening, while that effects of the other soil characteristics were not cleared. In the analysis of plant community structure, especially, shrub vegetation was severely damaged. And the user's impact was due to the lowering of species and maximum species diversity. The recreation area protection of the two years was positively operated to the natural vegetation restoration and species diversity enhancement.

Key Words : User's Impact, Soil Characteristics, Vegetation Restoration

1 접수 7월 15일 Received on Jul., 15, 1993

2 서울시립대학교 문리과대학 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul, 130-743, Korea

3 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Seoul City Univ., Seoul, 130-174, Korea

서론

산업화에 따른 경제발전은 국민소득과 여가의 증대, 교통의 발달 등을 가져왔지만 인간소외현상, 도시화, 환경오염이라는 또 다른 문제를 야기시켰다. 이러한 도시의 제반문제들 속에서 도시민들은 건강과 복지 문제에 더욱 관심을 보이는 한편, 도심속에서의 복잡한 생활을 벗어나 자연과 접촉함으로써 자연을 느끼고, 새로운 활력을 얻고자한다. 금강공원과 어린이대공원은 부산지역을 대표하는 도시공원이며 접근이 용이하고, 수려한 자연환경을 가진 양질의 도시림으로서 시민들의 이러한 요구를 충족시켜주고 있는 공간이다. 부산직할시 동래구 온천동 산 41번지에 위치하며, 금정산성을 포함한 금정산(해발 769m)일대에 망미루, 독진대아문 등의 유적과 동·식물원, 오락시설 등을 갖추고 있는 금강공원과 부산진구 초읍동 43번지에 위치하여 백양산기슭에 어린이회관을 비롯하여 성지곡수원지, 동물원, 오락시설, 어린이놀이터 등을 가지고 있는 어린이대공원은 부산 최대의 도시공원이며 삼림이 주를 이루는 도시림적 성격을 띠고있다. 금강공원은 소나무가 삼림의 주요수종이며, 어린이대공원의 삼림은 대부분 삼나무와 편백을 주수종으로하여 그 사이에 전나무와 가시나무를 인공식재하였고 계곡 및 능선부에는 졸참나무, 떡갈나무, 상수리나무 등 참나무류가 자생하고 있다. 또한, 이들 공원은 부산지역 초·중·고생의 소풍 및 사생대회를 비롯한 단체이용객들의 각종 행사가 연중 열리고 있으며 이른 아침에는 인근 주민들의 체력단련장으로 이용됨에 따라 심한 이용압력을 받고 있다. 이미 일부 지역에서는 과잉이용으로 인해 나지가 발생하였고, 식생이 파괴되는 등 자연훼손현상이 심하게 나타나고 있다. 자연환경의 파괴는 적절한 시기에 적합한 관리가 이루어지지 않으면 재생이나 회복이 불가능하고 관리에 있어서도 오랜시간과 노력이 요구된다(권 등, 1988)는 점을 감안할때 현재의 방치상태를 보다 적극적이고 합리적으로 관리하는 방안이 모색되어야 할 것이다.

본 연구는 자연상태의 변화현상을 관찰할 목적으로 부산시에서 89년 9월과 11월에 철조망을 설치하여 이용객을 통제하고 있는 어린이대공원 2개소와 금강공원 2개소중 각각 1개소씩을 조사지로 선정하고, 그 주변에 위치하며 현재 이용압력을 받고 있는 지역을 대조구로 선정하여 이용통제여부에 따른 토양 및 식생환경의 변화상태를 구명하고 차후 자연환경의 변화에 대한 지속적인 연구의 기초자료를 얻기 위하여 실시하였다.

조사지설정 및 조사방법

1. 조사지설정

본 조사는 부산시에서 89년 9월과 11월에 철조망을 설치하여 이용객을 통제하고 있는 어린이대공원 2개소와 금강공원 2개소의 이용통제지역중 Figure 1과

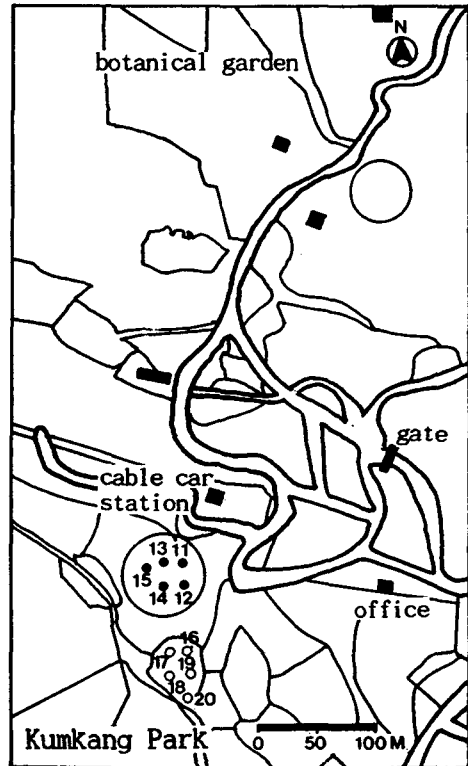
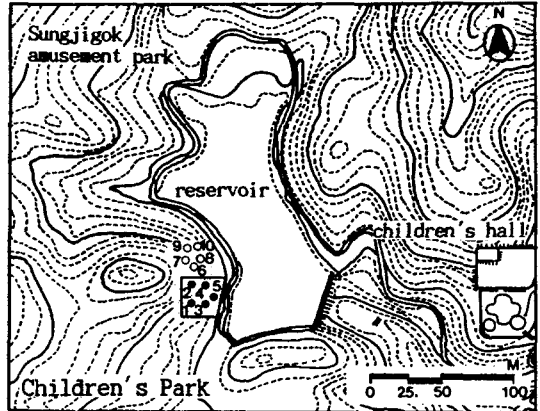


Figure 1. Location of sample plots in survey sites. (● : Protected area, ○ : Using area)

같이 어린이대공원 1개소(1,115m², 조사구 1~5), 금강공원 1개소(6,300m², 조사구 11~15)를 대상지로 설정하고, 이들 대상지 주변에 과잉이용으로 인해 식생파괴가 현저한 곳 각각 1개소씩을 대조구(조사구 6~10, 16~20)로 하여 4개의 대상지에서 각각 5개씩 10m×10m의 방형구를 설치하였다.

2. 환경요인

환경조사는 조사구의 일반적 개황과 토양성질을 분석하였다. 토양조사는 각 조사구마다 1점씩 지표층을 제거한 토양을 1kg채취하여 토양함수량, 유기물함량, 토양 pH, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ 함량을 농촌진흥청의 방법(1988)에 의해 분석하였다. 또한 토양경도는 토양경도계(YAMAHA ; FUJIWARA SEISAKUSHD, LTD)로 조사구당 10개의 지점을 선정하여 토양경도를 측정·평균하여 구하였다.

3. 식물군집구조

식생조사는 각 조사구에 나타나는 목본식물을 대상으로 교목상·하층은 흉고직경(DBH) 2cm이상을 대상으로 수종명 및 DBH를 조사하였고 관목층은 수관투영면적을 측정하였다. 이상의 자료로 Curtis & McIntosh(1951)의 방법에 의하여 상대우점치(importance value : I.V.)를 계산하였고, Pielou(1977)의 방법으로 종다양도(species diversity : H'), 최대종다양도(maximum species diversity : H'max), 균재도(evenness : J'), 우점도(dominance : D)를 구하였다. 이상의 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실의 PDAP(plant data analysis package)를 이용하였다.

4. 수목생장량 및 피해상태

수목의 뿌리노출과 절단 등 훼손형태별 피해목수를 조사하였으며 수목의 성장상태를 파악하기 위하여 이용통제지역내와 이용지역내의 주요수종을 대상으로 성장추를 이용해 목편을 채취한 후 최근 5년간의 성장량을 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 환경요인

1-1 일반적개황

본 조사대상지의 1961~1990년 까지의 기상자료

(기상청, 1991)에 따르면 부산지역 평균기온은 14.1℃이며, 월평균기온이 가장 높은 8월은 25.9℃, 월평균기온이 가장 낮은 1월은 2.2℃로 겨울에도 영상의 기온을 유지하는 날이 많으며, 온량지수(warmth index)는 113.3℃, 한랭지수(cold index)는 -4.1℃로써 임(1989)의 수평적 삼림대 구분에 의하면 난대림에 해당된다. 연평균 강우량은 1472.7mm로 우리나라 평균강우량(1,000~1,200mm)보다 많은 강우량을 보였고, 연강우량의 59.1%에 해당하는 871mm가 6~9월에 집중적으로 내리는 강우특성을 보이고 있다.

각 조사구는 대부분이 평균경사도 15%이하의 완경사지이었고, 토성은 사양토였으나 이용지역내의 조사구(조사구 6~10, 16~20)는 이용압력으로 토양이 심하게 침식되었으며 여름철 집중강우에 의한 피해도 크다.

1-2 토양특성

Frissell(1978)의 이용객영향에 의한 환경피해도 등급에 따르면 본 조사는 대부분 환경피해도등급 4, 5에 속하는 극심피해지로서 나지면적의 증가, 토양경도의 증가 등 과잉이용이 토양에 미치는 영향들이 뚜렷

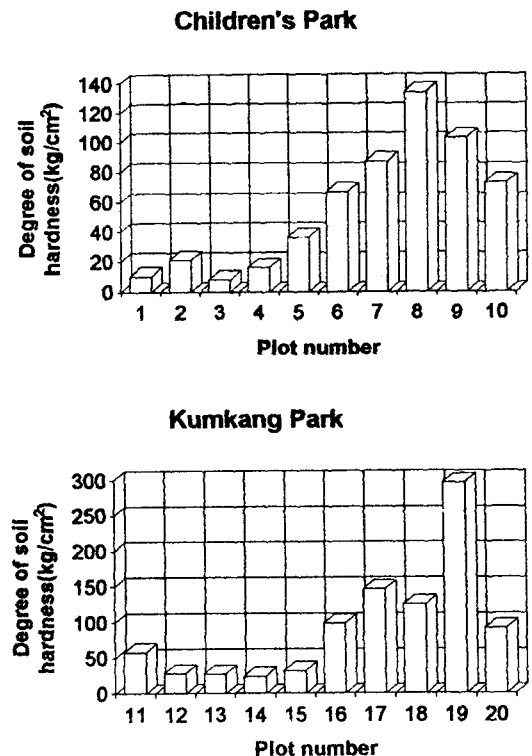


Figure 2. Degree of soil hardness in Children's Park and Kumkang Park.

Table 1. Soil characteristics of each plots in Children's Park and Kumkang Park.

Site and plot no.	Organic matter(%)	Soil moisture(%)	Soil pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	
				(m.e. /100g)			
Children's Park							
Protected area	1	4.24	12.21	5.09	1.10	0.32	0.25
	2	3.92	11.52	5.22	1.32	0.24	0.21
	3	4.32	12.25	5.08	0.91	0.17	0.13
	4	3.49	6.47	4.75	0.53	0.09	0.12
	5	3.61	6.68	4.84	0.51	0.16	0.22
Using area	6	4.41	9.20	4.75	1.22	-	0.15
	7	5.36	7.23	4.81	1.05	0.26	0.25
	8	4.66	11.03	4.73	0.49	0.12	0.14
	9	4.65	9.12	4.83	0.50	0.15	0.14
	10	3.53	10.53	5.40	0.61	0.28	0.23
Kumkang Park							
Protected area	11	3.34	7.79	5.34	1.39	0.36	0.26
	12	6.42	7.26	5.02	2.44	0.51	0.16
	13	3.28	5.46	5.13	0.76	0.20	0.09
	14	2.77	5.42	4.62	0.38	0.13	0.09
	15	1.76	8.24	5.41	1.71	0.41	0.12
Using area	16	3.97	6.69	4.34	0.44	0.24	0.16
	17	3.47	5.21	4.45	0.33	0.12	0.17
	18	3.13	5.58	4.83	0.76	0.27	0.18
	19	2.82	3.43	5.40	1.35	0.31	0.16
	20	1.62	2.53	6.28	2.35	0.31	0.10

하였다. Figure 2는 어린이대공원과 금강공원의 토양 경도를 측정한 것이다. 이용통제지역내의 조사구인 조사구 1~5는 33.98kg/cm², 조사구 11~15는 18.43kg/cm², 이용지역내에 위치한 조사구 6~10은 96.77kg/cm², 조사구 16~20은 92.69kg/cm²로써 일반적으로 27~30kg/cm² 정도의 값이면 초본류의 뿌리생장이 매우 어려워져 나지화된다고 알려져 있는데 (Fressell, 1978) 현재 이용지역내에 있는 모든 조사구들은 이값보다 훨씬 경화된 값을 보여 자연적인 토양 및 식생의 회복은 기대하기 어려운 상태이었다. 이용통제지역에 있어서도 2년동안 이용이 통제되었음에도 불구하고 어린이대공원과 금강공원의 평균토양경도는 각각 33.98kg/cm², 18.43kg/cm²의 높은 값을 보여 토양의 자연적인 회복에는 장기간 소요될 것으로 보이나 이용통제에 따른 토양경도의 완화효과는 있었다.

Table 1은 조사구별 토양의 이·화학적 분석치이다. 어린이대공원의 경우 유기물함량과 토양수분함량의 평균값은 이용통제지역에서 각각 3.9%, 9.8%, 이용지역에서 각각 4.5%, 9.4%를 나타내어 유기물함량 값은 이용지역에서 오히려 높은 값을 보였으며 토양 pH 값은 4.75~5.40으로써 강산성을 띠었다. 치환성양

이온함량은 양조사지역에서 모두 1.0 m.e./100g이하로써 우리나라 삼림토양의 평균치에 훨씬 못미치어 (이, 1980) 이용압력에 따른 토양양료의 유실이 매우 큼을 알 수 있다. 금강공원에서는 유기물함량과 토양수분함량의 평균값이 이용통제지역에서 각각 3.5%, 6.8%, 이용지역에서 각각 3.0%, 4.7%를 나타내어 어린이대공원에서보다 이용통제에 대한 효과가 컸다. 그러나, 토양 pH 및 치환성양이온함량의 차이는 거의 없었고 토양양료의 양은 매우 낮은 상태이었다. 이상을 살펴볼 때 본 조사의 이용객영향에 의한 토양의 이·화학적 상태의 변화가 매우 컸으나 단기간의 이용통제로 토양상태의 회복을 기대하기는 어려움을 알 수 있다.

3. 식물군집구조분석

3-1 상대우점치

Table 2, 3은 어린이대공원과 금강공원의 각 조사구 출현수종의 상대우점치를 분석한 것이다. 어린이대공원은 교목상층과 하층에서 이용객통제지역(조사구 1~5)과 이용지역(조사구 6~10)은 소나무, 상수리나무, 뽕나무, 전나무 등이 우점수종으로 출현하며 그 구

Table 3. Importance values of each plots by stratum in Kumkang Park.

Plot no.	11			12			13			14			15		
	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.
<i>Pinus thunbergiana</i>	100.00	100.00	65.37	100.00	100.00	51.41	100.00	.	34.57	100.00	.	93.44	100.00	.	80.79
<i>Quercus acutissima</i>	3.60	.	.	.	.	.	6.96
<i>Q. serrata</i>	3.29	.	.	.	.	.	.
<i>Q. myrsinaefolia</i>	1.98	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Castanea crenata</i>	3.74	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum awabuki</i>	.	.	27.85	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer palmatum</i>	.	.	4.07	.	.	23.63	.	.	0.49	.	100.00	.	.	.	.
<i>Prunus sargentii</i>	15.51	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhus trichocarpa</i>	3.74	.	.	3.20	.	.	.	.	.	3.12
<i>Eurya japonica</i>	3.95	.	.	.	.	.	.
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	.	.	0.95	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>L. maximowiczii</i>	5.77	.	.	.	.
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	1.41	.	.	.	.	.	2.16
<i>Styrax japonica</i>	43.41	.	.	.	.	.	.
<i>Callicarpa japonica</i>	0.55	.	.	.	.	.	.
<i>Paulownia coreana</i>
<i>Smilax china</i>	1.72	.	.	.	.	.	6.96
<i>S. sieboldii</i>	2.74	.	.	0.80	.	.	.

* C.I.V. : Canopy Importance Value, U.I.V. : Understory Importance Value, S.I.V. : Shrub Importance Value

Table 3. (Continued)

Plot no.	16			17			18			19			20		
	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.	C.I.V.	U.I.V.	S.I.V.
<i>Pinus thunbergiana</i>	100.00	100.00	51.41	100.00	.	.	100.00	100.00	.	100.00	.	.	100.00	.	.
<i>Quercus acutissima</i>
<i>Q. serrata</i>
<i>Q. myrsinaefolia</i>	.	.	1.98	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Castanea crenata</i>	.	.	3.74	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum awabuki</i>
<i>Acer palmatum</i>	.	.	23.63	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00	.
<i>Prunus sargentii</i>	.	.	15.51	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhus trichocarpa</i>	.	.	3.74	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eurya japonica</i>
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>
<i>L. maximowiczii</i>
<i>Rhododendron mucronulatum</i>
<i>Styrax japonica</i>
<i>Callicarpa japonica</i>
<i>Paulownia coreana</i>
<i>Smilax china</i>
<i>S. sieboldii</i>	0.80	.	.	.	.	.	0.80

조가 유사하였으나 관목층은 출현종에 있어 큰 차이를 보였는데 이용지역에서의 관목층 수종은 출현하지 않았고 이용객 통제지역에서는 개웃나무, 때죽나무, 산벗나무, 상수리나무, 비목나무, 덜꿩나무 등 자생수종들의 세력이 컸으며 또한 교목상층의 주요수종인 편백

의 치수발생율이 높았다. 금강공원도 유사한 경향을 보였는데 교목상층은 소나무가 I.V. 100%로써 1종만이 출현하였으며 교목하층은 소나무와 단풍나무가 출현하였으나 관목층의 경우 이용통제지역과 이용지역의 차이가 컸다. 즉, 이용지역(조사구 16~20)의 경우

관목층식생의 출현은 전무하였으나 이용통제지역(조사구 11~15)은 아왜나무, 가시나무, 사스레피나무 등 상록활엽수와 때죽나무, 개웃나무, 상수리나무, 졸참나무 등 2차천이 초기수종들의 출현과 교목상층의 우점종인 소나무의 치수발생이 두드러졌다. 따라서, 앞서의 토양특성을 살펴본 것과 달리 단기간의 이용객통제는 식생의 자연복원에 효과를 보였다.

3-2 흉고단면적, 수관투영면적

Table 4는 이용통제지역과 이용지역에서의 수관층 위별 흉고단면적과 수관투영면적을 구한 것이다. 교목상층과 교목하층에서의 흉고단면적의 이용영향에 따른 차이는 명확치 않은 반면 관목층에서의 수관투영면적은 이용에 의한 차이가 뚜렷하였다.

3-3 종다양성

Table 5는 각 조사구의 출현종수와 개체수이다. 교목상층과 교목하층에서 이용영향에 의한 차이는 거의 없었으나 관목층의 경우 이용통제지역과 이용지역에서의 출현종수 및 개체수의 차이는 뚜렷하였는 바 이는 Cole(1981, 1982, 1983), Frissel(1978), 이와 안

(1986), 이 등(1987)이 이용객의 이용압력이 커질수록 관목층식생의 피해가 증가한다는 보고와 일치하는 것이었다.

Table 6은 조사구별의 종다양성을 구한 것이다. 이용압력에 따라 본 조사대상지의 종다양도(H'), 최대 종다양도(H'max)는 매우 낮은 값을 보였고 특히 조사구 16~20은 한수종만이 출현하는 극히 단순한 식생구조이었다. 그러나 이용통제지역과 이용지역을 비교해 볼 때 H', H'max의 값이 이용통제지역에서 높게 나타나 이용객 통제효과는 종다양성 증진에 큰 작용을 하고 있음을 알 수 있다.

4. 수목생장량 및 피해상태

소나무의 평균생장량은 어린이대공원의 조사구 1~5(이용통제지역)에서 0.14cm, 조사구 6~10(이용지역)에서 0.12cm이었으며 금강공원의 조사구 11~15(이용통제지역)에서 0.68cm, 조사구 16~20(이용지역)에서 1.20cm 이었다. 대체로 이용영향으로 인해 생장이 부진하였으나 소나무의 생장에 있어서 2년간

Table 4. Basal area and coverage of each plots in survey sites. (Unit: m²/100m²)

Site and plot no.	Canopy basal area	Understory basal area	Shrub coverage
Children's Park Protected area	1	0.637	0.037
	2	0.218	0.114
	3	0.397	0.027
	4	0.057	0.151
	5	0.356	0.086
Using area	6	0.509	0.089
	7	0.695	0.133
	8	0.404	0.176
	9	0.710	0.140
	10	0.429	0.019
Kumkang Park Protected area	11	0.079	0.041
	12	0.354	0.010
	13	0.375	-
	14	0.319	0.040
	15	0.770	-
Using area	16	0.325	-
	17	0.352	-
	18	0.375	0.010
	19	0.532	-
	20	0.225	0.015

Table 5. Number of speices and individuals in survey sites.

Site and plot no.	Canopy		Understory		Shrub		Total		
	No.of species	No.of indi.	No.of species	No.of indi.	No.of species	No.of indi.	No.of species	No.of indi.	
Children's Park Protected area	1	2	5	2	3	9	327	13	335
	2	2	3	2	8	9	90	13	101
	3	3	5	2	4	13	115	18	124
	4	1	1	2	7	5	16	8	24
	5	2	3	2	7	4	69	8	79
Using area	6	1	4	2	6	0	0	2	10
	7	2	6	1	17	0	0	4	23
	8	2	3	2	18	0	0	5	21
	9	3	6	3	12	0	0	5	18
	10	1	13	2	8	0	0	6	21
Kumkang Park Protected area	11	1	2	1	2	5	74	7	78
	12	1	8	1	1	6	36	8	45
	13	1	11	0	0	12	107	13	118
	14	1	4	1	8	3	284	5	296
	15	1	9	0	0	5	89	6	98
Using area	16	1	4	0	0	0	0	1	4
	17	1	8	0	0	0	0	1	8
	18	1	14	1	1	0	0	2	15
	19	1	13	0	0	0	0	1	13
	20	1	4	1	4	0	0	1	5

Table 6. Values of various diversity indices in survey sites.

Site and plot no.	H'	J'	D'	H'max
Children's Park				
1	0.5737	0.0528	0.0472	0.6021
Protected area	0.5075	0.8429	0.1571	0.6021
2	0.4321	0.9057	0.0943	0.4771
3	0.3010	1.0000	0.0000	0.3010
4	0.4127	0.8650	0.1350	0.4771
5	0.2923	0.9710	0.0290	0.3010
Using area	0.2746	0.5756	0.4222	0.4771
6	0.3761	0.5381	0.4619	0.6990
7	0.4516	0.7501	0.2499	0.6021
8	0.2886	0.9587	0.0413	0.3010
9	0.1000	-	-	0.0000
Kumkang Park				
11	0.1449	0.0274	0.7926	0.6990
Protected area	0.3889	0.4998	0.5002	0.7782
12	0.5558	0.5151	0.4849	1.0792
13	0.0382	0.0634	0.9366	0.0621
14	0.1240	0.1773	0.8227	0.6990
15	0.0000	-	-	0.0000
Using area	0.0000	-	-	0.0000
16	0.0000	-	-	0.0000
17	0.0000	-	-	0.0000
18	0.0000	-	-	0.0000
19	0.0000	-	-	0.0000
20	0.3010	1.0000	0.0000	0.3010

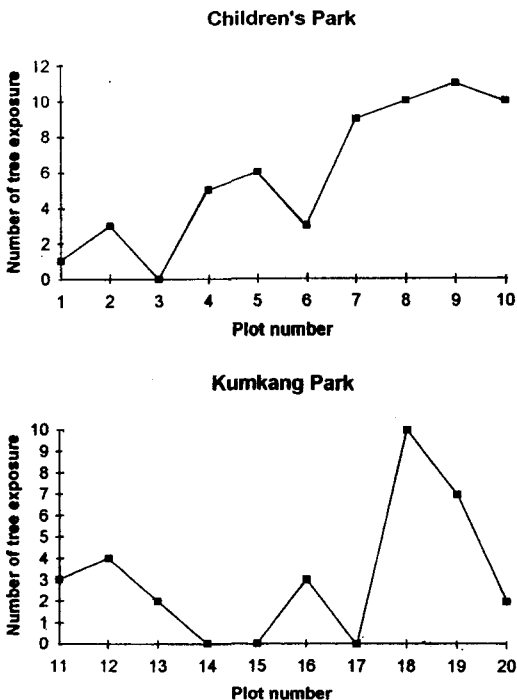


Figure 3. Number of tree root exposure in Children's Park and Kumkang Park.

의 이용통제가 큰 영향을 미치지 못하는 것일 수 있었다. 그리고 수목의 성장에는 이용의 영향 이외에도 수목의 연령과 개체특성이 중요한 요인도 함께 고려되어야 할 것이다.

각 조사구의 뿌리노출목 상태를 나타낸 것은 Figure 3이다. 어린이대공원과 금강공원 모두 이용지역 내의 조사구들이 이용통제지역내의 조사구보다 뿌리노출목의 출현이 많았으며 이와같은 현상은 이용객의 답압에 의한 식생파괴로 토양유실과 침식, 여름철 집중강우에 의한 피해로 판단된다. 오(1991)는 삼림지역에서 이용객들의 답압에 의해 훼손된 임상식생복원의 4년간의 연구에서 삼림식생파괴의 주원인은 답압에 의한 토양경화와 침식으로 판단하였으며 토양침식에 의한 식생파괴의 복구는 토양의 경도를 완화시켜줄과 동시에 토양침식방지 처리가 자생식생활착 및 종자파종 후 치수 발아율을 높인다고 보고한 것과 비교해 보았을 때 본 연구대상지에서도 이용객통제와 아울러 토양침식방지 방안의 강구가 훼손지 식생복원의 주요 관건으로 생각된다.

인용문헌

1. Cole, D. N. and E. G. S. Schreiner. 1981. Impacts of backcountry recreation : Site management and rehabilitation An annotated bibliography. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. Pap. INT-121, 58pp.
2. Cole, D. N. 1982. Wilderness campsite impacts: Effects of amount of use. USDA For. Serv. Res. Pap. INT-284, 34pp.
3. Cole, D. N. 1983. Monitoring the condition of wilderness campsites. USDA For. Serv. Rep. Pap INT-302, 10pp.
4. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.
5. Frissell, S. S. 1978. Judging recreation impacts on wilderness campsites. J. For. 76:481-483.
6. Pielou, E. C. 1977. Mathematical ecology, Jhon Wiley & Sons. N. Y. 385pp.
7. 권태호, 오구균, 권영선. 1988. 치악산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변토양 및 식생 환경의 변화. 응용생태연구 2(1):50-65.
8. 기상청. 1991. 한국기후표. 기상청 (II). 415pp.

9. 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법. 농촌진흥청. 321쪽.
10. 오구균. 1991. 답압으로 훼손된 임간나지의 임상 식생 복원에 관한 연구. - 관악산을 중심으로 -. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 86쪽.
11. 이경재, 안준수. 1986. 금오산지역에서의 레크레이션행위가 토양 및 식생에 미치는 영향. 한국임학회지 74:37-46.
12. 이경재, 오구균, 권영선. 1987. 선정릉의 적정수용력 추정 및 관리방안(Ⅰ). - 토양환경 및 식생분석 -. 한국조경학회지 14(3):33-45.
13. 이수욱. 1981. 한국삼림토양에 관한 연구(Ⅱ). 한국임학회지 54:25-35.
14. 임경빈. 1989. 신고조림학원론. 향문사. 491쪽.