

金烏山地域에서의 레크리에이션行爲가 土壤 및 植生에 미치는 影響¹

李景宰²·安俊洙³

Recreation Effects on Soil and Vegetation in the Kumo Mountain¹

Kyong Jae Lee² · Joon Soo Ahn³

要 約

金烏山道立公園 野營場에서 利用客에 의한 土壤 및 植生에 대한 影響을 밝히기 위하여, 極甚被害地, 中間被害地, 無被害地에 調査區를 설정하고 조사분석하였다. 土壤內的 養料 중 全질소·유효인산·Ca이온 含量은 利用度가 높을수록 크게 減少하였다. 落葉層 및 草本層의 面積은 利用密度가 높을수록 현저하게 減少되어 極甚被害地는 裸地의 面積이 73%에 달하였다. 土壤硬度는 無被害地가 1.76 kg/cm²인 반면 極甚被害地는 38.9 kg/cm²로서 草本類가 회복할 수 없는 水準이었다. 植生調査에서 方形區내의 被度와 密度는 利用密度가 높을수록 減少하였는데, 특히 下層에서 이러한 傾向이 뚜렷하였다. 人間干涉에 의한 踏壓에 대하여 耐性이 높은 수종은 갈참나무, 산초나무, 쉼, 세모래덩굴, 청미래덩굴이었으며, 耐性이 낮은 수종은 단풍나무, 국수나무, 개웃나무, 산딸기, 담쟁이덩굴이었다. 植生構造 分析 결과 利用密度가 높을수록 植生構造가 單純化하여져 種多樣성이 減少되었다. 調査地間의 類似度指數에 의하면 極甚被害地와 無被害地間에는 25.38%의 낮은 水準으로 種構成이 매우 異質인 것으로 나타났다.

ABSTRACT

To study the changes of soil and vegetational composition of *Pinus densiflora* community by campsite impact of its users, located in Kumo Mountain Provincial Park, the South part of Korea, three sites were selected according to the density of users. The heavy-use sites in this study has changed in the following ways. (1) The concentration of total nitrogen, available phosphate and Ca ion have decreased greatly. (2) From 68 to 73 percent of the undergrowth vegetation has been removed from the 2,000m² camp area, leaving a sparse vegetation cover quite dissimilar in composition to nonuse campsite. (3) The soil hardness was 38.9kg/cm² in heavy-use site and 1.76kg/cm² in nonuse site. (4) The tolerant trees to campsite impact is *Acer palmatum*, *Stephanandra incisa*, *Rhus trichocarpa*, *Rubus crataegifolius* and *Parthenocissus tricuspidata*. (5) Species diversity decreased to a degree at the heavy-use site. Similarity index was 25.38% between the heavy-use and nonuse site.

Key words: *Pinus densiflora*; campsite impact; vegetational composition; species diversity.

¹ 接受 6月 16日 Received on 16 June, 1986.

² 서울시立大學 Seoul City University, Seoul, Korea.

³ 嶺南大學校 環境大學院 Graduate School of Environmental Studies, Yeungnam Univ., Daegu, Korea.

緒 論

金烏山은 경북 구미시, 금릉군, 칠곡군의 경계지점에 위치하며, 海拔高가 977 m이고 면적은 37.91 ㎏로서 1970년에 道立公團으로 지정되었다. 현재 우리나라의 國·道立公團 등은 관광시설의 설치 및 확충 등으로 심하게 인간의 간섭을 받고 있는 실정이다. 또한 人爲作用에 의하여 植生の 構造가 變化되어 가고 있고, 이것으로 인하여 토양의 변화가 동반되기 때문에 自然植生破壞의 큰 원인이 되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 自然環境地域에 어느 정도의 探訪客을 입장시킬 것인가를 결정해야 되나, 이러한 일은 매우 어려운 管理의 문제이다.

지금까지 외국에서는 人間干涉에 의한 野營場의 생태적 변화에 대하여 많은 연구결과가 보고되었다. 즉, 植生構造의 變化,^{1,4,12,14)} 上層木의 損傷,^{4,5)} 下層植生の 破壞,^{6,7)} 土壤養料의 變化,^{11,13,14)} 利用密度와 植生の 變化^{10,12)} 등의 연구에 대한 결과가 발표되었으나, 우리나라에서는 이 방면의 연구가 미미한 편으로서 앞으로 이러한 연구가 많이 수행되어, 國·道立公團內的 적정한 탐방객의 수가 밝혀져야 할 것이다.

본 연구의 목적은 金烏山道立公團內的 野營場에서 인간간섭이 土壤 및 植生에 미치는 영향을 분석하여 國·道立公團 등지에서 위락공간의 生態的 保護 및 復元에 대한 기초적인 자료를 제공하는 데에 있다.

調査對象地 및 方法

1. 調査對象地の 設定

金烏山道立公團의 利用客數는 '80년에 677,890명, '81년 611,420명, '82년 746,230명, '83년 763,755명, '84년 978,055명으로 계속 증가추세에 있다. 본 道立公團의 면적은 37.91 ㎏이나, 利用客의 行樂行爲가 인정되는 장소는 八角亭에서 靑少年修練場에 이르는 金烏山貯水池의 北·西側에 위치하는 山下端部이다. 利用客의 레크리에이션 行爲가 土壤 및 植生에 미치는 영향을 조사하기 위하여 그림 1에 표시한 바와 같이, 金烏山貯水池 周圍에 極甚被害調査地(I-1, I-2)와 中間被害調査地(II)를, 金烏山觀光호ئل 南側에 無被害調査地(III)를 설정하였다. 極甚被害地의 면적은 4,169.3 ㎡이나 두 곳으로 나누어져 있어, I-1은 2,888.6 ㎡, I-2는 1,280.7 ㎡이었고, '85년 10

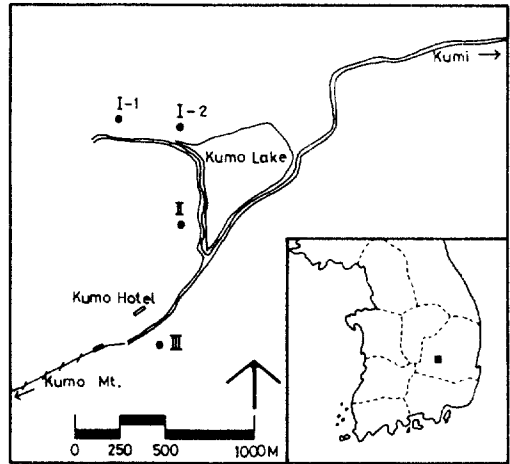


Fig. 1. Location of study site, the Kumo Mt. Provincial Park.

월 20~27일의 1日利用客數는 평균적으로 평일 40명, 토요일 121명, 휴일 1,248명이었다. 中間被害地는 八角亭 인근의 開放地 옆의 出入統制區域으로서 비공식적으로 利用되는 장소인데 면적은 1,050.6 ㎡이다. 이곳은 開放地의 利用客數가 過密할 때 이용되는 곳으로 앞의 기간 중 1日 利用客數는 평균적으로 평일 0명, 토요일 24명, 휴일 64명이었다. 無被害地는 金烏山觀光호ئل 南側에 위치하며 利用客의 出入이 엄격하게 統制된 곳이다. 각 조사지는 소나무 自生地로서 소나무의 上層樹冠의 울체도가 80% 이상인 곳에 설정하였다.

調査는 1985년 10월에 實施되었으며, 標本抽出法은 各 調査地에 5개의 方形區(Quadrat)를 10 m 간격으로 설치하였다. 方形區의 크기는 上·中層의 樹木群은 10×10 m, 下層의 樹木群은 5×5 m로 하였으며, 上·中·下層의 구분은 上層樹冠을 이루고 있는 樹木群을 上層, 胸高直徑 2 cm 이하의 樹木群을 下層, 上層과 下層 사이에 있는 樹木群을 中層으로 하였다.

2. 環境要因調査

調査地別로 方位, 傾斜度, 海拔高, 落葉層의 두께를 調査하였고, 土壤層 A, B層에서 土壤試料 0.5 kg씩을 採取하여 實驗室로 운반, 全窒素含量, 有效磷酸含量, 置換性 陽이온 含量 등의 理化學的 分析을 實施하였다.⁹⁾

3. 植生構造分析

調査地別로 各 樹種에 대한 胸高直徑과 樹高를 측

정하였으나, 下層은 胸高直徑 대신 樹冠投影圖를 작성하였다. 上·中層은 조사지별로 樹種別 및 樹冠層別의 基底面積(Basal Area), 密度, 頻度를, 下層은 樹冠投影圖에 의해 被度, 密度, 頻度를 산정하였다. 이상에서 구한 값으로 相對基底面積(또는 相對被度), 相對密度, 相對頻度を 계산한 후 Curtis⁶⁾의 방법에 의거 相對優占值(Importance Value)를 산정하였다.

上·中·下層의 平均相對優占值는 樹高를 고려하여 上層에 3 점, 中層에 2 점, 下層에 1 점을 취하여 다음과 같은 식으로 구하였다.¹⁷⁾

$$\text{平均相對優占值} = \frac{\text{上層 I.V.} \times 3 + \text{中層 I.V.} \times 2 + \text{下層 I.V.} \times 1}{6}$$

各 調査地의 種多樣性은 Shannon¹⁵⁾의 種多樣度(Species Diversity; H')에 의해 산정하였고, 調査地別의 最大種多樣度(Maximum H')는 $H_{\max}' = \log S$ 의 식에 의거 구하였으며, 여기서 S는 調査地別 樹種數이다.

相對的인 種多樣度를 뜻하는 均在度(Evenness; J')는 $J' = H'/H_{\max}'$ 로, 優占度(Dominance; D)는 $D = 1 - J'$ 로 계산하였다.

各 調査地間 種構成狀態의 유사한 정도는 Whittaker¹⁶⁾의 類似度指數(Similarity Index)를 이용하여 구하였다. 한편, 各 調査地間의 相異度指數(Dissi-

milarity Index)는 $D.I. = 100 - S.I.$ 에 의하여 산출하였다.

結果 및 考察

1. 環境要因調査

本 調査地의 氣象資料(表 1)는 鰐山測候所에서 '72 ~ '85 年(14 年間)에 측정한 것으로 年平均 氣溫은 12.2℃로서 溫帶南部(年平均氣溫 12~13℃)에 속하는 곳이다. 月平均氣溫이 가장 높은 8 월은 25.1℃이었고, 가장 낮은 1 월은 -2.0℃이었다. 溫量指數(Warmth Index) 및 寒冷指數(Cold Index)는 각각 103.6℃, -16.7℃이었다. 年平均降水量은 927.7mm로서 우리 나라 平均值인 1,000~12,000mm 보다 낮은 값으로 他地域에 비해 降水量이 적은 지역이며, 또한 年 降水量 中の 63%인 585.2mm가 6~9 월에 내려 여름철의 集中降雨 特性을 나타낸다.

表 2는 各 調査地 土壤中 A, B 層의 理化學的 分析值를 나타낸 것이다. 행락행위에 의하여 土壤養料의 변화가 민감하게 나타나는 것은 A 層의 全질소, 有效인산, Ca^{++} 의 함량이었다(그림 2). 즉, A 層에서 全질소함량은 I 지역(極甚被害地)이 0.07%, II 지역(中間被害地)이 0.11%, III 지역(無被害地)이 0.29%로서 植生の 被害가 심할수록 全질소 함량은 감소되었다. B 層은 A 層만큼 뚜렷하지는 않았으나

Table 1. Climatic data of Gumi area during the period 1972-1985

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
Avg. temp.(°C)	-2.0	0.1	5.3	12.2	18.7	21.7	24.7	25.1	19.7	13.6	7.6	0.2	12.2
Avg. max. temp.(°C)	3.6	5.4	11.4	18.9	25.6	27.7	29.5	30.3	26.2	20.7	12.8	5.8	18.2
Avg. min. temp.(°C)	-6.9	-4.9	0.3	5.4	9.1	16.4	20.1	20.9	14.7	7.7	1.7	-4.6	6.7
Precipitation(mm)	16.1	26.9	46.6	87.9	64.4	109.3	196.4	170.5	109.0	45.7	37.7	17.2	927.7*
Warmth index(°C)													103.6
Cold index(°C)													-16.7

* indicates total

Table 2. Soil condition on campsites.

Camp site	Soil layer	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Total N (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable bases (m.e./100 g)		
							K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
I	A	71.5	24.7	3.8	0.07	9.46	0.32	2.17	2.83
	B	55.9	31.9	12.2	0.03	4.53	0.11	1.22	2.16
II	A	62.9	32.9	4.2	0.11	12.59	0.44	4.41	4.40
	B	60.7	31.3	8.0	0.04	5.10	0.22	2.08	3.34
III	A	68.2	27.6	4.2	0.29	43.34	0.41	4.87	1.20
	B	71.6	23.4	5.0	0.10	31.90	0.30	2.82	1.63

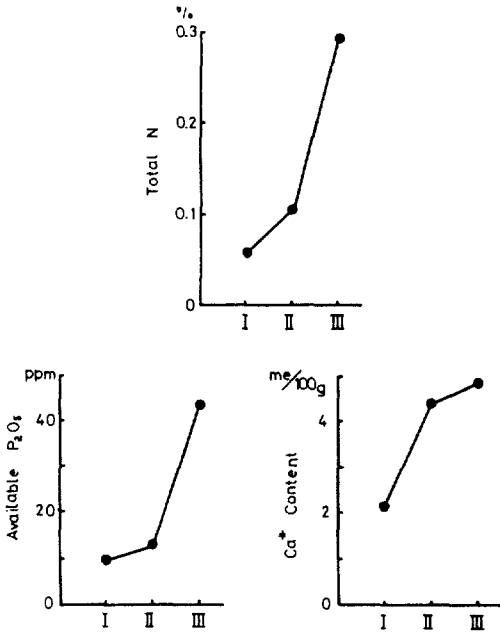


Fig. 2. Loss of content of soil nutrient in relation to amount of use of the campsite.

이러한 경향이 인정되었다. 유효인산함량은 A層에서 I지역이 9.46 ppm, II지역이 12.59 ppm, III지역이 43.34 ppm으로서 I지역은 III지역에 대하여 22%의 水準이었다. 陽이온인 Ca⁺ 함량은 I, II, III지역이 각각 2.17, 4.41, 4.87 me./100 g으로서 植生の 被害가 심할수록 Ca⁺ 함량이 감소되었다. 이러한 경향은 B層에서도 나타났다. 그러나 K⁺와 Mg⁺⁺ 함량은 植生被害程度와 일정한 傾向을 보이지 않았다. 이러한 현상은 土壤內的 各養料의 結合能力에 따른 소실의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. Cole⁴⁾에 의하면 野營場의 利用密度에 따라 Mg, Ca, Na가 변

화함을, Young과 Gilmore는 Ca, K, P, Na, N가 변화함을, Rutherford와 Scott¹³⁾는 NO₃, Cl, PO₄, Mg, K, SO₄ 등의 함량변화가 나타난다고 報告한 바, 지역에 따라 養料의 種類는 다르더라도 함량변화의 傾向은 뚜렷하였다.

調査地別 一般의 概況을 表3에 나타냈다. 利用客에 의한 극심파괴지인 裸地의 면적은 I-1지역이 전체 野營場의 73.1%인 2,112.1 m², I-2지역이 68.1%인 872.5 m², II지역이 43.2%인 454.0 m²이었고, I-1지역 野營場의 면적이 2,888.6 m²로 제일 넓었다. 北斜面인 III지역을 제외하고는 모두 南斜面이었고, 전 지역 모두 傾斜度 10°를 갖는 완만한 곳이다. 全調査地는 소나무가 優占種이며, 樹高는 6.5~8.5 m이었다. 利用客에 의한 樹木의 被害는 I지역이 가장 크게 나타나, 뿌리노출목 12.1%, 상처입은 나무 7.6%, 잘려진 나무 3.2%이었고, II지역은 각각 0, 4.3, 3.8%이었다. III지역도 상처목과 잘려진 나무가 모두 1.2%인데, 이는 架空線이 本 調査地를 통과하고 있는 것에 기인한다.

2. 地表層 變化 및 소나무의 生長狀態

表 4는 調査地別로 地表層의 狀態, 上層本木인 소나무의 生長狀態 및 인간에 의한 간섭의 程度를 보이고 있다. 파괴의 정도에 따라 변화의 傾向이 뚜렷하게 나타나는 것을 그림 3, 4에 圖示하였다. 野營場에 대한 과도한 利用에 의하여 발생되는 大規模적인 현상은 地表層의 落葉 및 有機物質의 流失이라고 보고된 바,⁴⁾ 본 연구에서도 이러한 傾向은 두드러지게 나타났다. 즉, 落葉이 덮고 있는 면적은 각 方形區內에서 I지역이 52.5%, II지역이 80.8%이고, 無被害地인 III지역은 100.0%이었다. 또한, 草木類의 파괴는 利用客과 밀접한 관계가 있는 것으로 I지역이 1.2%로서 II, III지역이 55.0, 92.2%에 비하면 거

Table 3. General characteristics of the campsite.

Camp site	Camp area (m ²)	Bare area (m ²)	Aspect	Slope (°)	Altitude (m)	Tree height (m)	Trees with exposed roots (%)	Scarred trees (%)	Cutted trees (%)
Heavy-use site(I-1)	2888.6	2112.1	S	5	100	6.8	10.4	6.8	3.2
Heavy-use site(II-2)	1280.7	872.5	S	5	100	7.0	13.7	8.4	3.1
Light-use site(III)	1050.6	454.0	SE	5	100	6.5	0	4.3	3.8
Nonuse site(III)	-	-	N	5-10	130	8.5	0	1.2	1.2

Table 4. Relationship between the absolute amount of change which has occurred on a campsite.

	I-1	I-2	II	III
Stone cover area(%)	16.0	19.0	3.2	1.8
Litter cover area(%)	57.0	48.0	80.0	100.0
Litter and humus depth(cm)	0.49	0.59	1.69	2.85
Herb cover area of sample plot(%)	1.2	1.2	55.0	92.2
Soil hardness(kg/cm ²)	37.01	38.69	6.16	1.76
Branch length of pine(cm)				
1-year-old	3.02	4.85	9.81	11.92
2-year-old	4.09	6.77	10.69	11.29
Leaf fall ratio of pine(%)				
1-year-old branch	50	50	10	10
2-year-old branch	100	100	40	40
3-year-old branch	100	100	100	80
Mean annual ring width(cm)	2.55	2.53	2.67	2.73
Impact rating	3.6	3.6	2.0	0

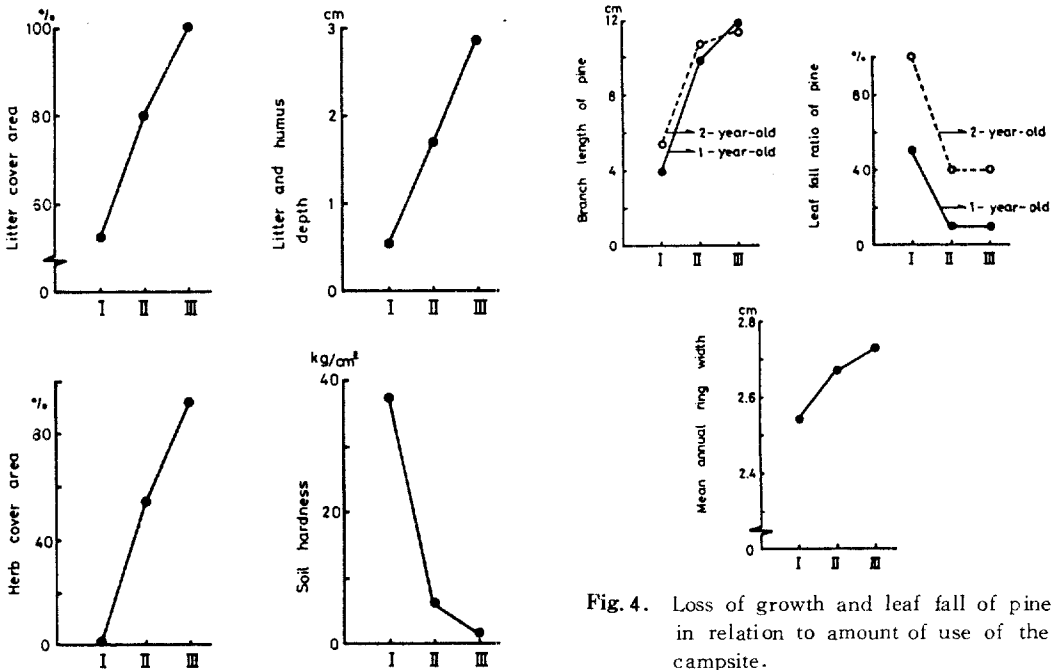


Fig. 3. Loss of litter and herb conditions in relation to amount of use of the campsite.

Fig. 4. Loss of growth and leaf fall of pine in relation to amount of use of the campsite.

의 존재하지 않는다고 볼 수 있겠다. 落葉層 및 腐植層의 두께에도 같은 傾向을 보여 I지역이 0.54cm 인 반면에 III지역은 2.85cm이었다. 野營場에 대한 過度利用으로 뚜렷하게 나타나는 것은 踏壓에 의해 土壤硬度的 값이 增加하는 것이다. 土壤硬도는 日本의 山中式土壤硬度計를 使用하여 측정하였는데, I

지역이 37.85 kg/cm², II지역이 6.16 kg/cm², III지역이 1.76 kg/cm²로서 I지역이 III지역에 비해 매우 硬化되어 있음을 알 수 있다. 土壤硬도는 토양의 力學的 性質로서 토양내로의 뿌리의 伸長과 그 關聯性을 갖고 있는 바, 대체로 27~30 kg/cm²의 값이 되면 草本類의 뿌리의 生長이 매우 어려워져 裸地化되는 경우가 많다.¹⁸⁾ 그러므로 I地域은 계속 利用될 경우 土壤硬도가 더 높아져 自然的인 草本類의 발생은 기대하기가 어려워져 裸地의 면적이 더욱 增加할 것

이다.

소나무 枝長의 측정은 4 방향(한 방향당 20 개의 가지 측정)으로 실시하여 평균한 값이다. 1年生 枝長은 I 지역 3.94 cm, II 지역 9.81 cm, III 지역 11.92 cm로서 I 지역은 III 지역에 비해 33%의水準이었다. 이것은 土壤의 養料 및 硬度 등의 환경이 불리하여진 것 등의 결과일 것이다. 2年生 枝長은 I, II, III 지역이 각각 5.43, 10.69, 11.29 cm로서 1年生 枝長과 동일한 경향을 나타냈다. 소나무의 落葉率은 1年生 枝에서는 I 지역이 50%, II, III 지역은 10%로 I 지역에서의 落葉率이 매우 높았으며, 특히 2年生 枝에서는 더욱 심하여 針葉이 붙어 있지 않았다.

上層의 소나무를 各 調査地別로 20 주씩 선정하여 生長錐로 木片을 抽出하여 길이를 측정, 최근 5년간의 年平均 生長量을 산정하였다. I 지역이 2.54 cm, II 지역이 2.67 cm, III 지역이 2.73 cm로, 幹의 肥大生長에 利用客의 密度가 어느 정도 영향을 주고 있음을 暗示한다.

Frissell²⁾은 野營場에 대한 파괴 정도(impact rating)를 5 단계로 구분하였는데 그 내용은 다음과 같다.

1 단계: 地被植生이 쓰러지고 불피우던 곳 이외는 物理的 變化가 없음.

2 단계: 主活動地帶의 地被植生이 없음.

3 단계: 대부분의 地被植生이 없고, 腐植層은 존재함.

4 단계: 土壤이 노출되어 裸地가 발생하고 뿌리가 노출된 樹木이 출현함.

5 단계: 土壤侵蝕이 발생하고, 죽은 나무가 많이 나타남.

위와 같은 방법으로 각 조사지에 대하여 구분한 바 I 지역이 3.6, II 지역이 2.0이었고, III 지역은 0으로서 無被害地라 할 수 있겠다.

3. 植生調査

表 5는 調査地別, 層位別의 密度와 被度를 나타낸 것이다. 上·中層의 密度와 基底面積은 調査地에 따른 일정한 增減의 傾向을 나타내지 않는다. 반면에 下層에서는 密度와 被度에서 利用密度가 높을수록 被害程度가 높았다. 즉, 100 m²당 下層密度는 I, II, III 지역이 각각 58, 139, 182 株로서 I 지역은 II 지역 값의 32%水準이었다. 또한, 100 m²당 下層被度는 I, II, III 지역이 각각 1.27, 6.02, 12.39 m²로서 I 지역은 III 지역 값의 10%水準으로 파괴 정도

Table 5. Dimension summary of the campsite plot forest strata.

	I	II	III
Upper layer			
Density(trees/100 m ²)	27	28	19
Basal area(m ² /100 m ²)	0.2459	0.2626	0.3075
Middle layer			
Density(trees/100 m ²)	14	18	16
Basal area(m ² /100 m ²)	0.0299	0.0460	0.0375
Lower layer			
Density(trees/100 m ²)	58	139	182
Coverage(m ² /100 m ²)	1.2679	6.0234	12.3919

가 매우 심함을 알 수 있다. Cole,⁴⁾ Frissell 등²⁾에 의하면 野營場에 대한 利用密度가 增加할수록 稚樹와 灌木의 피해가 增加된다고 보고한 바, 이러한 내용과 본 조사의 결과는 같은 傾向을 나타냈다.

表 6은 調査地別, 層別, 樹種別의 相對優占值(Importance Value: I.V.)를 계산한 것이다. 모든 조사지의 上層은 소나무가 70% 이상의 I.V.를 나타내 소나무優占種의 群集이었다. 平均相對優占值가 5%인 主要樹種은 I-1 지역에서는 소나무, 물오리나무, 굴참나무, 갈참나무이었고, I-2 지역은 소나무, 물오리나무, 굴참나무, 갈참나무, III 지역은 소나무, 물오리나무, 단풍나무로서 대체로 I.V.가 5% 이상인 共通樹種은 일치하였다. 上層의 出現樹種數는 I, II, III 지역이 각각 5, 4, 3種, 中層은 4, 4, 9種, 下層은 25, 29, 39種으로서 利用客에 의한 영향은 下層에 특히 심함을 알 수 있다. 단풍나무가 I, II 지역에서는 出現하지 않다가 III 지역의 中層에서는 I.V.가 17.62%인 것은 특이한 현상으로 利用客에 의한 영향에 민감하게 훼손되는 指標種으로 본 수종을 생각할 수 있겠다.

表 6에서 보이듯이 훼손 정도가 심한 層位는 下層인 바, 下層의 主要樹種의 調査地別 I.V.를 나타낸 것이 그림 5이다. 그림에서 보면 갈참나무의 I.V.의 변화가 심하게 나타났다. 이것은 갈참나무가 인간의 간섭에 의한 耐性이 강하여 다른 樹種보다 많이 殘存하여 相對的으로 I 지역에서의 I.V.가 크게 나타났으나, II, III 지역으로 갈수록 다른 樹種들이 많이 出現하게 되어 상대적으로 갈참나무의 I.V.가 낮아진 것에 기인한다. 이러한 경향은 산소나무, 뽕, 세모래덩굴, 청미래덩굴에서 나타나는데, 본 수종들은 인간의 踏壓에 대한 耐性이 강한 樹種이라 할 수 있겠다. 진달래는 I 지역에서 1.10%, II 지역

Table 6. Importance Values of Woody Species of Study Site

Unit(%)

	I												II				III			
	1				2															
	U	M	L	Mean	U	M	L	Mean	U	M	L	Mean	U	M	L	Mean				
<i>Pinus densiflora</i>	71.00	74.47		60.36	88.86	93.89		75.73	76.39	79.19		64.58	77.40	48.82	0.43	55.08				
<i>Abies hirsuta</i>	18.01	4.68	0.99	10.74					10.99	4.42	2.81	7.43	18.63	5.15		11.05				
<i>Populus albaglandulosa</i>	5.40		9.31	4.25																
<i>Quercus variabilis</i>	2.84	11.77	6.48	6.42		0.76	0.13	6.41		13.93	5.52				0.76	0.13				
<i>Quercus aliena</i>	2.67	9.08	30.24	9.40		6.11	29.77	7.00	6.21	3.89	13.97	6.72			4.38	0.73				
<i>Quercus mongolica</i>			1.05	0.18							0.61	0.10	3.97		0.76	2.12				
<i>Zanthoxylum schiniifolium</i>			5.91	0.99			5.26	0.88			3.60	0.60		2.23	3.17	1.28				
<i>Styrax japonica</i>			1.85	0.31			1.23	0.21			2.15	0.36			1.72	0.29				
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>			0.86	0.14			0.84	0.14			0.62	0.10			0.35	0.06				
<i>Rubinia pseudoacacia</i>			2.86	0.48	3.61		3.94	3.46		4.05	1.98	1.68		12.34	3.34	4.57				
<i>Pueraria thunbergiana</i>			7.81	1.30			2.54	0.42			2.23	0.37			0.35	0.86				
<i>Menispermum dauricum</i>			5.58	0.93			9.02	1.50			4.52	0.75			0.82	0.14				
<i>Smilax china</i>			13.12	2.18			9.68	1.61			6.19	1.03			4.11	0.69				
<i>Smilax sieboldii</i>			1.82	0.30											0.69	0.12				
<i>Lonicera japonica</i>			2.04	0.34			1.21	0.20			0.99	0.17								
<i>Corylus sieboldiana</i>			0.99	0.17																
<i>Elaeagnus umbellata</i>			1.80	0.30											0.35	0.06				
<i>Lespedeza maximowiczii</i>			0.97	0.16			4.58	0.76			9.79	1.63			1.75	0.29				
<i>Lespedeza robusta</i>			1.46	0.24			2.77	0.46							3.40	0.57				
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>			1.78	0.30			2.91	0.49			1.74	0.29			0.81	0.14				
<i>Lespedeza juncea</i> var. <i>inschanica</i>			0.86	0.14			4.32	0.72							0.46	0.08				
<i>Rhododendron mucronulatum</i>			1.36	0.23			0.84	0.14			17.25	2.88			4.71	0.79				
<i>Juniiperus rigida</i>			0.86	0.14			1.10	0.18			1.05	0.18								
<i>Quercus acutissima</i>					5.53		1.01	2.93		3.92		1.31			0.85	0.14				
<i>Lespedeza pilosa</i>							1.01	0.17			1.01	0.17								
<i>Quercus serrata</i>							7.55	1.26			4.07	0.68								
<i>Vitis coignetii</i>							2.30	0.38			1.58	0.26			1.49	0.25				
<i>Stephanandra incisa</i>							1.85	0.31							25.45	4.24				
<i>Rhus trichocarpa</i>							2.00	0.33						4.40	15.95	4.13				
<i>Lespedeza japonica</i> var. <i>intermedia</i>							1.21	0.20			1.72	0.29			0.52	0.09				
<i>Diospyros lotus</i>							1.01	0.17							0.35	0.06				
<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>pubescens</i>							1.29	0.22			0.51	0.09			0.35	0.06				
<i>Rubus crataegifolius</i>											2.09	0.35			2.88	0.48				
<i>Albizia julibrissin</i>										4.53		1.51								
<i>Clerodendron nicholomum</i>											1.05	0.18								
<i>Rosa multiflora</i>											0.57	0.10			0.40	0.07				
<i>Celtis aurantiaca</i>											1.11	0.19								
<i>Lindera obtusiloba</i>											0.98	0.16			1.78	0.30				
<i>Lindera erythrocarpa</i>											0.70	0.12								
<i>Quercus dentata</i>											0.67	0.11								
<i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i>											0.51	0.09								
<i>Ainus firma</i>														2.66		0.89				
<i>Acer palmatum</i>														17.62	1.74	6.16				
<i>Cornus controversa</i>														4.40	0.44	1.54				
<i>Castanea crenata</i>														2.38		0.79				
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>															3.24	0.45				
<i>Celtis chosensiana</i>															1.91	0.32				
<i>Weigela subsessilis</i>															1.16	0.19				
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>															3.24	0.54				
<i>Actinidia arguta</i>															0.35	0.06				
<i>Spiraea prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i>															1.40	0.23				
<i>Prunus sargentii</i>															0.73	0.12				
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>															1.81	0.30				
<i>Ligustrum obtusifolium</i>															0.87	0.15				
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				

은 17.25%, III지역에서 4.71%로 II지역에서 크게 증가하였다가 III地域에서 減少하였다. 이것은 진달래가 踏壓에 의한 被害가 경미한 II지역에서 타수종에 비해 많이 殘存하다가 無被害地인 III지역에서는 여러 樹種이 出現하게 되자 진달래의 세력이 弱화된 것에 원인이 있겠다. 이러한 경향은 싸리나무류에서

도 나타났다. 국수나무는 I, II지역에서는 그 존재가 거의 微微하다가 III지역에서는 I. V.가 25.45%로서 그 세력이 매우 높아진 바, 이러한 수종은 踏壓에 대한 指標種(indicator plant)이라 할 수 있겠다. 이러한 樹種은 국수나무 이외에도 개웃나무, 산딸기, 담쟁이덩굴이 있었다.

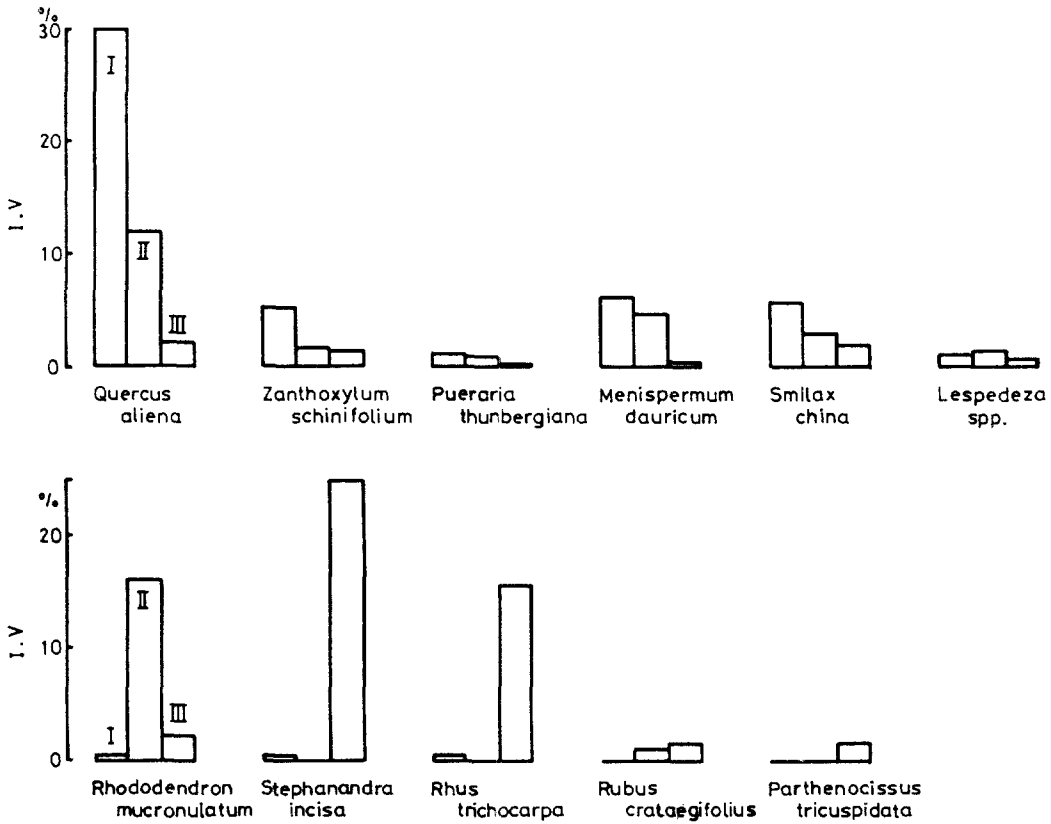


Fig. 5. Changes of importance values of lower layer of woody species in relation to amount of use of the campsite.

4. 植生構造分析

(1) 種多樣性

調査地別の 樹種數, 個體數, 種多樣度, 最大種多樣度, 均在度, 優占度を 그림 6 에 나타냈다. 樹種數에서는 I 지역 24 종, II 지역 32 종, III 지역 42 종으로 利用客의 踏壓에 의하여 8 種이 소멸되었음을 보여 준다. 出現個體數는 I 지역 493 주, II 지역 925 주, III 지역이 1,084 주로서 踏壓에 의한 稚樹의 훼손이 큰 影響을 미쳤을 것이다. 種多樣度는 I 지역 0.9124, II 지역 1.0179, III 지역 1.1974 로서 피해가 커짐에 따라 植生의 多樣性이 減少되었다. $H_{max}' = \log S$ 의 식을 볼 때 最大種多樣度는 種數와 밀접한 關係가 있어 III 지역이 1.6232 로 가장 높게 나타났다. 均在度는 1.0 에 가까울수록 種別 個體數가 均一한 狀態로서 III 지역이 0.7377 로 가장 높은 값이었다. 優占度는 I, II, III 지역이 각각 0.3389, 0.3237, 0.2633 으로서 植生의 파괴가 심한 I 지역에서 높게 나타났는데,

이는 多樣하였던 植生構造가 人間에 의한 干涉으로 單純化되면서 몇 種으로 優占도가 集中되었기 때문이다.

(2) 類似度指數

그림 7 은 調査地間 類似度指數 및 相異度指數를 보여 준다. I-1 과 I-2 지역간은 類似度指數가 66.50%로 가장 높은 값을 보이는 반면, I-1 과 III 지역간은 25.38%로 가장 낮은 값을 나타냈다. Buell 등²⁾은 遷移過程 중 極相에 달한 群集間의 類似度指數는 20% 이하이거나 80% 이상인데, 그 이유는 種構成狀態가 單純化하는 데 있다고 보고하였다. 이러한 견해로 볼 때 I-1 과 III 지역간은 種構成狀態가 매우 異質的임을 알 수 있는데, I-1 지역은 소나무優占種群集으로서 利用客의 干涉이 있기 전에는 III 지역과 비슷하였으나, 干涉 이후에는 種構成이 單純化하여 매우 異質的인 狀態로 變化되었다고 생각된다. Cole³⁾은 收容할 수 있는 利用客의 수를 본래

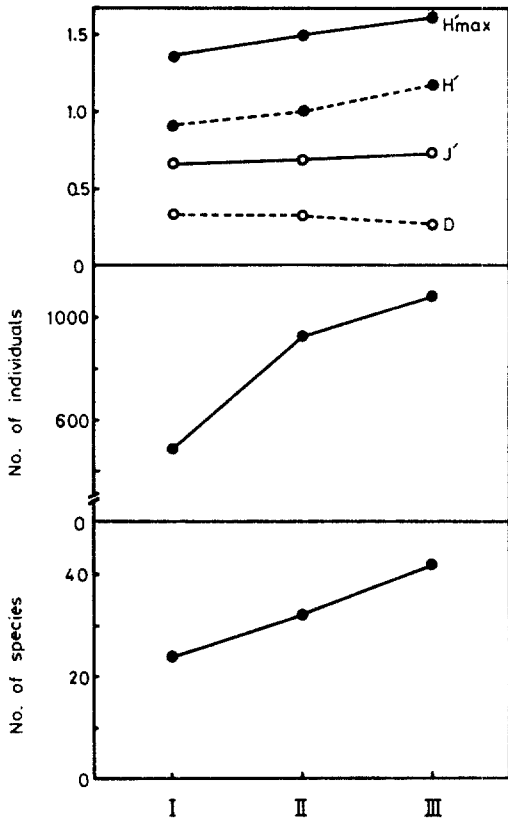


Fig. 6. Changes of various diversity values.

		Dissimilarity index (%)				
		I-2	II	III		
Similarity index (%)	III		33.50	51.04	74.62	I-1
	II	31.35		47.32	67.45	I-2
	II-2	32.55	52.68		68.65	II
	I-1	25.38	48.96	66.50		
		III	II	I-2		

Fig. 7. Similarity and dissimilarity index of lower layer between plots included in an ordination analysis.

植生の 特性을 유지할 수 있는 범위내에서 이루어져야 하는데, 그 범위는 類似度指數를 구하여 同質的인 것의 내에서 제한되어야 한다고 발표하였다. 그러나 이러한 植生管理는 앞으로 植生構造分析에 대한 研究가 계속 遂行되어 많은 結果가 축적될 때 비로써 결론지을 수 있는 어려운 問題인 것이다.

引用文獻

1. Beardsley, W. G. and J. A. Wager. 1971. Vegetation management on a forested recreation site. *J. For.* 69: 728-731.
2. Buell, M. F., A. N. Langford, D. W. Davidson, and L. F. Ohmann. 1966. The upland forest continuum in northern New Jersey. *Ecology*. 47(3): 416-432.
3. Cole, D. N. 1978. Reducing the impact of hikers on vegetation an application of analytical research methods. *Recreation Impact on Wildlands Conf. Proc.* Oct. 27-29: 71-78.
4. _____ 1982. Wilderness campsite impacts: effect of amount use. *USDA For. Serv. Res. Paper INT-284*, 34pp.
5. _____ 1983. Monitoring the condition of wilderness campsites. *USDA For. Serv. Res. Paper INT-302*, 10pp.
6. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32:476-496.
7. Frissell, S. S. and D. P. Duncan. 1965. Campsite preference and deterioration in the Quetico-Superior Canoe Country. *J. For.* 63: 256-260.
8. _____ 1978. Judging recreation impacts on wilderness campsites. *J. For.* 76:481-483.
9. 作物分析法委員會. 1983. 栽培植物分析測定法, 養賢堂. 63-69p.
10. Lapage, W. F. 1967. Some observation on campground trampling and ground cover response. *USDA For. Serv. Res. Pap. NE-68*. 11pp.
11. Lutz, H. J. 1945. Soil conditions of picnic grounds in public forest parks. *J. For.* 43(2): 121-127.
12. Merriam, L. C., Jr., C. K. Smith, D. E. Miller and others. 1973. Newley developed campsites in the Bounday Waters Canoe Area-a study of five years' use. *Univ. Minn., St. Paul. Agric. Exp. Stn. Bull.* 511, 27pp.
13. Rutherford, G. K. and D. C. Scott. 1979.

- The impact of recreational land use on chemistry in a provincial park. *Park News* 15:22-25.
14. Settergrem, C. D. and D. M. Cole. 1970. Recreation effects on soil and vegetation in the Missouri Ozarks. *J. For.* 68 (4): 231-233.
15. Shannon, C. E. and W. Weaver. 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana. 117pp.
16. Whittaker, R. H. 1956. *Vegetation of the Great Smoky Mountain*. *Ecol. Monogr.* 26: 1-80.
17. 任慶彬, 朴仁諤, 李景宰. 1980. 京畿道地方赤松林의 植物社會學的 研究. *韓國林學會誌* 50: 56-71.
18. 尹國炳. 1982. *造景樹木學*. 一潮閣. 389pp.