

野營行爲가 植生 및 土壤에 미치는 影響에 관한 研究*

— 智異山國立公園 華嚴寺地區 野營場을 對象으로 —

趙 鉉 吉** · 李 景 宰*** · 吳 求 均****

** 서울大學校 環境大學院 環境造景學科

*** 서울시立大學 造景學科

**** 서울시立大學 造景生態研究室

A Study on Impacts of Camping Recreation on Vegetation and Soil

— The Case of Hwaum-Temple District Campsite in Mt. Jiri National Park —

Jo, Hyun Kil** · Lee, Kyong Jae*** · Oh, Koo Kyoon****

** Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Environmental Studies,
Seoul National University

*** Dept. of Landscape Architecture, Seoul City University

**** Laboratory of Landscape Ecology, Seoul City University

ABSTRACT

The overuse in the outdoor recreation lands has been deteriorating the natural resources and landscapes. So this study was executed to measure the users' impacts on vegetation and soil at Hwaum Temple District Campsite in the Mt. Jiri National Park, the southern part of Korea. Five sites were sampled in the study area according to the extent of impact observed. Then the users' densities and impacts on vegetation and soil were measured at each site.

According to the result of this study, the numbers of species and individuals and the coverage of lower-layer vegetation showed outstanding changes by only light use. The numbers of species and individuals of middle-layer vegetation, species diversity indices, change rate in species composition of lower and middle-layer vegetation, damage rate of trees, contents of clay, soil moisture and organic matters, exchangeable base ions, soil hardness, organic matter depth and bare area of the campsite showed conspicuous changes from the site 4(19.6men 1,000m²). Especially, the self-repair of vegetation was impossible as the result of analysis of soil hardness and the formation of natural vegetation was expected to be difficult as the result of vegetation structure analysis over the users' average density of 19.6men 1,000m². The campsite management of this area shall be proposed as follows to prevent serious deterioration of natural environment.

A limitation of the present use and a conservation on soil and vegetation should be required at the site 4 and 5. Specially, prevention of camping recreation and artificial rehabilitation are necessary at the site 5(24.3 men 1000m²).

* 1986년 10월 13일 접수된 논문임.

序 論

人口의 增加, 餘暇의 增大, 交通의 便利 等과 더불어 屋外行樂地의 利用客은 계속 증가추세를 보이고 있다. 그러므로 行樂地에서의 過剩收容은 불가피하게 야기되고 利用客들의 各種 「레크리에이션」 行爲는 自然生態系의 파괴를 초래하고 있다. 行樂地가 利用客들에게 自然을 對象으로 한 「레크리에이션」 을 제공하려면 어느 정도의 自然毀損을 감수하지 않을 수 없겠으나, 계속되는 과잉이용은 生態系의 自然的인 再生이나 回復마저 不可能하게 한다. 이미 미국 · 일본 등 國外에서는 自然生態系에 미치는 利用影響에 대한 研究를 통해 자연과괴의 심각성을 報告하면서 適正收容力에 기초한 管理方案을 제시하고 있다. 國內에서는 위와 같은 연구실적이 전무하여 그 파괴정도가 보고된 적이 없으나 이제는 이용 一변도의 管理行爲를 지양하고 自然資源의 管理에 한층 관심을 기울여야 할 것이라고 思料된다. 그리하여 本 研究에서는 自然資源의 保護가 특히 要求되는 國立公園中 智異山의 華嚴寺地區 野營場을 對象으로 하여 利用密度에 따른 植生 및 土壤의 영향을 파악 · 比較함으로써 收容力에 기초한 적절한 管理方案을 제시하는데에 그 目的을 두었다.

調查對象 및 方法

1. 調查區의 設置

華嚴寺地區 野營場의 행정구역상의 위치는 全南求禮郡 馬山面 黃田里이며, 화엄사에서 老姑壇(1,507m)에 이르는 登山路에 인접되어 있다.

本 調查는 누적된 過剩利用에 의해 植生의 파괴가 顕著하며 현재 그 影響이 주변지역으로까지 확대되고 있는 野營場에서 실시하였다.

本 研究對象地內에서 利用影響에 의해 외관상 나타난 自然植生의 破壞程度에 따라 Figure 1에 圖示한 바와 같이 總 5個의 調查區를 設置하였다. 本 調查地에는 第1, 2, 3의 세개의 野營場이 華嚴寺로부터 각각 800m, 900m, 1,500m의 거리에 위치하고 있다. 그런데 第1野營場은 第2, 3野營場과는 달리 中 · 下層樹冠에서 이대가 出現하고 있어 調查區間의 植物群集構造分析의 相互比較가 불가능할, 것으로 판단되어 調查區의 설치과정에서 제외하였다. 第

1調查區는 利用影響이 전혀 없는 無被害地로서 對照區로 선정하였으며, 第2野營場과 第3野營場사이에 位置한다. 第2調查區는 野營이 금지되는 구역이나 비공식적인 野營行爲로 인하여 自然植生의 被害가 나타나고 있으며, 第2野營場인근에 위치한다. 第3, 4調查區는 第2野營場內에 위치하며 이들 調查區사이로 老姑壇에 이르는 登山路가 통과하고 있다. 第5調查區는 5個의 調查區中 被害程度가 가장 極甚한 곳으로서 第3野營場內에 설치하였다.

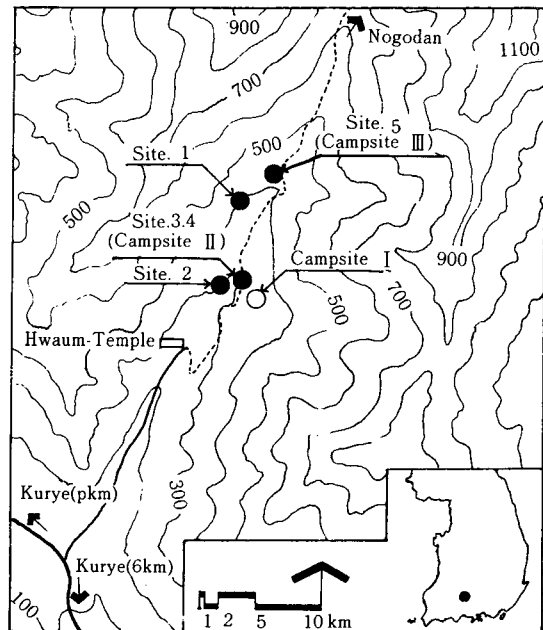


Fig. 1 Location of study site, Hwaum-Temple District Campsite in Mt, Jiri National Park.

2. 調查內容 및 方法

各 調查區內에서 다음과 같은 方法으로 利用密度, 土壤 및 植生을 調查하여 破壞程度를 상호 比較하였다.

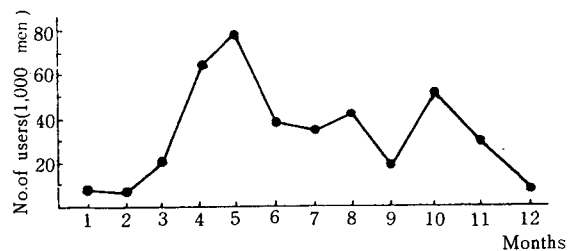


Fig. 2 Monthly Number of users in Hwaum-Temple District ('81-'85)

(1) 利用密度調査

과거의 華嚴寺地區 利用客統計資料²²⁾에 의하여 작성한 Figure 2에서와 같이 利用客數('81~'85년까지의 平均値임)는 年中 5월에 最大인 것으로 나타났다. 그리하여 5월의 連休를 中心으로 하여 '86年 3월~5월까지 總 8회에 걸쳐 野營客數를 계측하여 調査區別 平均野營客數를 구하였다. 또한 各 調査區의 總面積을 측정함으로써 調査區別 平均利用密度를 산정 하였다.

(2) 土壤調査

① 土壤硬度測定

土壤硬度는 휴대용 土壤硬度計(Penetrometer)를 利用하여 各 調査區마다 임의로 100개 지점을 택하여 測定하였다.

② 土壤의 物理·化學的 性質 分析

土壤의 物理·化學的 性質을 分析하기 위해 現地에서 土壤試料를 採取하였다. 土壤試料는 조사구마다 各 3점씩을 地表下 10~15cm에서 採取하였는데, 그 中 2점은 野營地點에서, 다른 1점은 야영지점의 連結路에서 採取하였다.

土壤의 各 成分은 산림청 임업시험장 토양분석실에서 分析되었다. 임도분석은 Hydrometer 측정법, 산도는 PH.meter 측정법, 유기물은 Turin's적정법, 전질소는 Kieldahl Method, 유효인산은 Lancaster 法, 양이온치환용량은 Brown간이법, K⁺은 염광분석법, Ca⁺⁺과 Mg⁺⁺은 EDTA적정법에 의해 各 各 分析되었다.^{12,18)}

(3) 植生調査

本 研究에서는 植生構造를 分析하기 위해 方形區法을 適用하였다. 上·中樹冠層은 10m×10m의 方形區를 5개씩 設置하였고, 下層中 木本은 5m×5m의 方形區를 5개씩, 草木은 1m×1m의 方形區를 10개씩 設置하였다. 上·中·下層의 구분은 上層林冠을 이루고 있는 樹木群을 上層, 胸高直徑 2cm이하의 樹木群을 下層, 上層과 下層사이에 있는 樹木群을 中層으로 하였다.

森林群集의 構造分析을 위하여 各 調査區에서 上·中層은 樹種別로 胸高直徑을 測定하였고, 下層은 樹冠投影圖를 作成하였다. 이에 따라 各 調査區의 樹種別 및 層別 相對基底面積(또는 相對被度),

相對密度, 相對頻度를 計算한 후 Curtis와 McIntosh⁴⁾의 方法에 의거하여 樹種別 優劣의 比率을 나타내는 測度로서 調査區別 重要值(Importance Value, IV)를 算定하였다.

種多樣性은 種多樣度(Species Diversity : H'), 最大種多樣度(Maximum H'), 均在度(Evenness : J'), 優占度(Dominance : D)에 의하여 綜合分析하였다. 調査區別 種多樣度는 Shannon의 指數를 利用하여 산정하였다. 最大種多樣度는 H'max=LogS (단, S는 調査區別 總樹種數)의 式에 의해, 均在度는 J'=H'/H'max의 式에 의해, 그리고 優占度는 D=1-J'의 式에 의해 各 各 算定하였다.^{4,13,16)}

植物群集의 種組成이 人間의 간섭에 의해 어느정도 變化되었는가를 分析하기 위한 種組成의 變化率 測度는 植物相異度係數(Floristic Dissimilarity Coefficient)³⁾에 의해 算定하였다.

$$植物相異度係數(FD) = 0.5 |P_1 - P_2|$$

P₁ : 對照區(Control plot)에서의 特定種의 相對被度

P₂ : 野營場에서의 同一種의 相對被度

結果 및 考察

1. 環境要因調査

本 研究對象地의 氣象資料(Figure 3)는 求禮郡 농촌지도소¹⁷⁾에서 '72~'85年(14년간)에 측정한 것으로 年平均氣溫은 12.6°C로서 溫帶南部의 氣候帶에 속하는 곳이다.

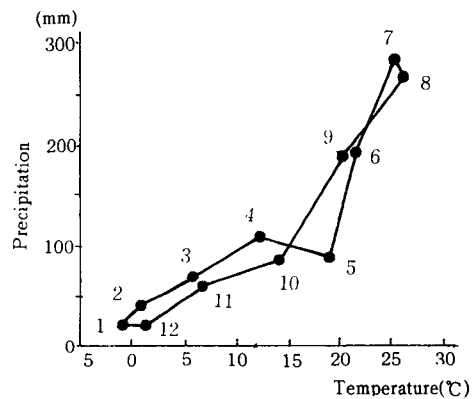


Fig. 3 Mean precipitation and temperature of study area('72 - '85)

月 平均氣溫이 가장 높은 8월은 26.4℃이었고, 가장 낮은 1월은 -0.9℃이었다. 溫量指數(Warmth Index) 및 寒冷指數(Cold Index)는 각각 112.2℃, -11.3℃이었다. 年平均降水量은 1,350mm로서 우리나라의 平均值(1,000~1,200mm)보다 약간 높은 水準이며, 年降水量中의 73.1%인 909.2mm가 6~9월에 내려 여름철의 集中降雨特性을 나타낸다.

本 對象地는 노고단쪽에서 화암사로 흘러내리는 溪谷周邊의 標高 290~440m 사이에 分布하고 있는데, 第1, 2, 3, 4, 5調查區의 標高는 각각 390~420m, 290~300m, 300~310m, 420~440m이다. 傾斜 40%인 第1調查區를 제외한 나머지의 調查區는 12% 이하의 완만한 傾斜를 나타냈고, 第1調查區는 南東斜面, 第3調查區는 北西斜面, 그리고 第2, 4, 5調查區는 南西斜面に 位置한다.

各 調查區는 전체적으로 山麓堆積地에 위치하여 土壤은 주로 堆積土이며 암쇄토가 일부 포함되어 있다. 土性은 第1, 3, 5調查區가 양토이고 第2, 4調查區는 사양토이다.

植生은 주로 소나무가 優占種이며, 참나무류과 서어나무의 거목이 散在하고 있고, 특히 利用의 影響이 없는 第1調查區에는 서어나무가 優占種으로서 遷移段階上 極上에 도달하여 安定狀態를 유지하고 있었다.

2. 利用密度調査

調査區別 平均野營客數와 總面積을 調査한 결과, 第2調查區가 각각 12.8名, 2,100m², 第3調查區가 8.0名, 1,225m², 제4調查區가 32.4名, 1,650m², 第5調查區가 93.6名, 3,854m²이었다. 이들 調査資料에 의거하며 調査區別 平均利用密度(人/1,000m²)를 산정한 결과 第2, 3, 4, 5調查區의 값은 각각 6.1, 6.5, 19.6, 24.3人/1,000m²이었다.

利用密度에 따른 調査區別 可視的 피해상황은 Table 1과 같다. 第4調查區는 樹木의 뿌리가 노출되었고, 第5調查區는 土壤浸蝕이 발생되었으며 또한 中層의 樹木이 出現하지 않았다.

Table 1. User density and visible impact of each site

Site	User density (人/1,000 m ²)	Visible impact
1	0	• No impact
2	6.1	• Lower floor-vegetation worn away around camping place or center of activity
3	6.5	• Lower floor-vegetation lost on the site over about 70 percent. • Litter and humus present on most of the site.
4	19.6	• Tree roots exposed. • Litter and humus lost on the most of the site
5	24.3	• Soil erosion obvious • Middle floor-vegetation not present at all

3. 土壤調査

(1) 地表層 및 土壤硬度的 變化

Table 2는 調査區別 地表層 및 土壤硬度的 變化에 대한 調査結果值를 보여준다. 과잉이용이 土壤에 미치는 代表的인 影響은 有機物層의 감소 및 裸地面積의 증가³⁾, 土壤硬度的 증가⁹⁹⁾라고 보고된 바, 本研究에서도 이러한 傾向이 나타났음을 알 수 있었다. 즉, 有機物層의 깊이와 裸地面積은 第1調查區가 각각 0.76cm, 0%, 第2調查區가 0.61cm, 7%, 第3調查區가 0.45cm, 28%, 第4調查區가 0.09cm, 86%, 第

5調查區가 0.08cm, 93%이었다. 土壤硬度 역시 第1, 2, 3, 4, 5調查區가 각각 0.30, 2.21, 1.67, 2.76, 3.46kg/cm²로서 利用密度的 增加와 함께 增加하였다. 踏壓에 의한 被害는 土壤의 硬化를 조장하고, 土壤의 硬貨現象은 土壤浸蝕을 야기시킬 뿐만 아니라 土壤內로의 뿌리의 侵入을 방해한다. 尹²⁰⁾은 보통 土壤硬도가 2.3kg/cm²이상이면 초본류의 뿌리는 토양내로 侵入하기 어려워지고 2.7kg/cm²를 넘으면 뿌리는 토양속으로 侵入할 수 없게 된다고 하였다. Frissell⁶⁾은 대부분의 지역에서 有機質 및 腐蝕

Table 2. Changes of soil surface and soil hardness of each site

Site	Depth of organic matter layer(cm)	Bare area (%)	Soil hardness (kg/cm ²)
1	0.76 ± 0.24	0	0.30 ± 0.15
2	0.61 ± 0.71	7	2.21 ± 0.67
3	0.45 ± 0.71	28	1.67 ± 0.38
4	0.09 ± 0.15	86	2.76 ± 0.57
5	0.08 ± 0.06	93	3.46 ± 0.54

이 유실되고 裸地化된 野營場에서는 利用을 制限하고 土壤 및 植生の 回復을 도모해야 한다고 하였다. 이상과 같은 結果로 보아 第4調査區, 즉 平均利用密度 19.6(人/1,000m²) 이상에서부터는 利用을 制限하고 植生과 土壤을 保全하는 管理가 要求된다. 특히 裸地面積 93%, 土壤硬度 3.46kg/cm²인 第5調査區에서는 野營行爲를 금지시키고 耕耘, 自生種(Native

Species)의 植栽나 播種, 灌水 그리고 施肥 等의 人爲的인 복구작업이 필요하다.

(2) 土壤의 理化學的 性質의 變化

Table 3은 調査區別 土壤의 理化學的 性質의 分析 値를 나타낸 것이다. 野營行爲에 의한 變化의 傾向이 뚜렷한 것은 粘土, 水分, 有機物, 陽「이온」置換

Table 3. Soil conditions of each site.

Site	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	PH	Soil moisture (%)	Organic matter (%)	Total N (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C (me/100g)	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
2	64.1	29.4	6.5	4.90	22.8	5.33	0.21	26.57	11.22	0.20	0.66	0.34
3	47.2	40.8	12.0	5.00	26.0	3.89	0.20	32.85	11.11	0.15	0.70	0.25
4	57.0	34.7	8.3	5.43	31.7	2.59	0.14	10.40	9.90	0.15	1.20	0.59
5	41.4	39.6	19.0	5.06	32.9	3.69	0.21	22.49	14.59	0.15	0.85	0.49

Exchangeable bases(me/100g)

容量, 置換性鹽基「이온」 등이었다. 粘土와 水分含量은 利用密度的 增加와 함께 대체로 增加하는 傾向을 보이는데 이것은 심한 踏壓에 의한 影響을 반영하는 것으로서 粘土와 水分含量의 增加는 相對的으로 土壤環境을 불량하게 만든다. 한편 有機物含量과 置換性鹽基「이온」中的 k⁺은 利用密度가 增加함에 따라서 대체로 減少하였으며, 陽「이온」置換容量과 Ca⁺⁺ 및 Mg⁺⁺은 利用密度가 增加함에 따라서 감소하다가 다시 增加하는 傾向을 보였다(Figure 4). Young과 Gilmore²⁾는 利用이 增加함에 따라서 K, Ca, Na 等의 置換量이 增加하나 이러한 變化는 단지 가벼운 程度의 利用에 의해서 發生되는 것이며 利用水準이 34日/季節을 넘는 경우에는 Ca만이 附加的으로 增加했다고 보고한 바 本 研究結果도 이와 유사한 양상을 보인다. 지표층의 有機物層이 유실된 第4調査區에서 Ca⁺⁺ 및 Mg⁺⁺함량이 크게 增加한

것은 광물질토양내의 양분함량이 작용한 것으로 생각된다. 酸性土에서는 Ca, Mg, K, Na 等 植物에 필요한 염기「이온」이 水素「이온」과 置換되어 流失되는 일이 많으므로 토양산도는 중성에 가까울수록, 또한 直換酸도는 그 數値가 작을수록 植生の 生育에 알맞다.¹⁹⁾

그러므로 PH 5 내외의 산성토인 本 研究對象地의 경우, 第4, 5調査區에서와 같이 과잉이용이 계속된다면 위의 「이온」들이 水素「이온」과 치환·유실되는 양은 더욱 增加하여 土壤의 酸性化를 가속시키게 된다. 토양이 산성화될 경우 闊葉樹의 生育은 어려워지고, 針葉樹의 勢力이 增加될 것이다. 이렇게 되면 현재 上層林冠層에 優勢하게 나타나는 서어나무의 세력이 감퇴되는 退行遷移가 일어나게 될 것으로 思料된다. 이에 대처하기 위해서는 利用客의 制限 및 有機物質 施用 等의 土壤改良의 官理行爲가 요구

된다.

4. 植生調査

(1) 樹木의 損傷率

野營客에 의해 切斷되거나 傷處입은 個體數를 調査한 結果, Figure 5와 같이 第2調査區 7.64%, 第3調査區 11.81%, 第4調査區 68.97%, 第5調査區 87.88%로서 利用密度의 증가와 함께 損傷率은 증가하였으며, 특히 第4調査區에서부터는 현저한 증가율을 보였다. 樹木의 損傷은 野營客의 非行(Vandalism)에 의한 것이므로 감시나 순찰의 強化를 통해 캠프파이어를 규제하거나 野營場의 大木들에는 보호망을 설치하는 등 直接的인 管理技法⁷⁾을 도입해야 할 것이다.

(2) 植生構造의 分析

Table 4는 調査區別 層別 被度를 調査結果를 나타낸 것이다. 上層에서는 利用密度의 증가에 따른 影

Table 4. Basal area and coverage of each site by the crown story.

Site	Unit: m ² /500m ²		
	Upper* layer	Middle* layer	Lower** layer
1	1.25	0.21	551.07
2	1.07	0.17	59.71
3	1.03	0.18	46.07
4	1.08	0.05	24.70
5	1.42	-	12.40

* Basal area ** Coverage

響의 差異가 심하지 않으나 中層과 下層에서는 현저한 差異를 보였다. 즉 中層의 경우 平均利用密度 24.3(人/1,000m²)인 第5調査區에서는 出現個體가 없었다. 下層의 경우에는 그 變化가 더욱 심하여 第1調査區에 비해 平均利用密度 6.1(人/1,000m²)인 第2調査區에서 약 93%의 減少를 보였다. 利用에 敏感하게 反應하는 草木層의 被度는 第1, 2, 3, 4, 5 調査區가 각각 60.83%, 14.00%, 7.14%, 4.70%, 3.40%로서 역시 利用密度의 증가와 더불어 현저한 減少를 보였다(Figure 6). 下層의 被度가 第1調査區에 비해 第2調査區에서부터 크게 減少하기 시작한 것은 그 만큼 地被植生이 踏壓의 影響으로 消失되어 버렸음을 나타내 주는 것이다. 이러한 結果는 하루 5회의 踏壓만으로도 地被植生의 全被度의 59%가 減

少하였다는 Bell과 Bliss¹⁾의 研究結果에 의해서도 입증된다.

Table 5는 調査區別, 層別, 樹種別 重要值(IV)를 算定한 것이다. 上·中層의 경우 重要值가 15%이상

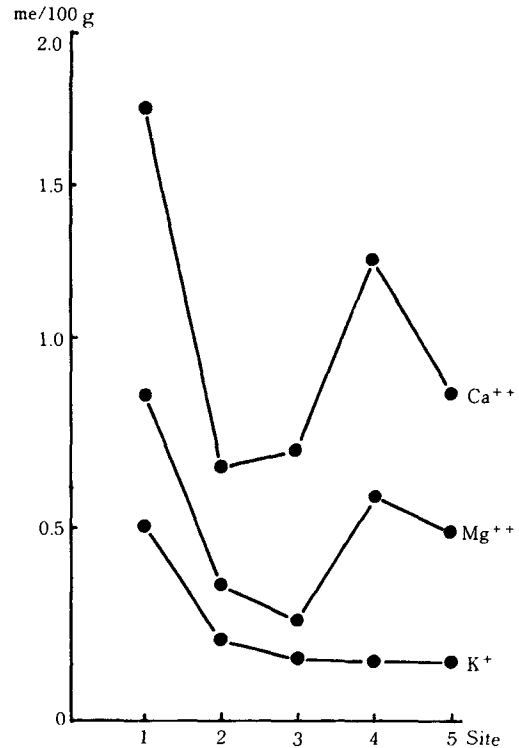


Fig. 4 Contents of exchangeable base ions in Soil by the Site.

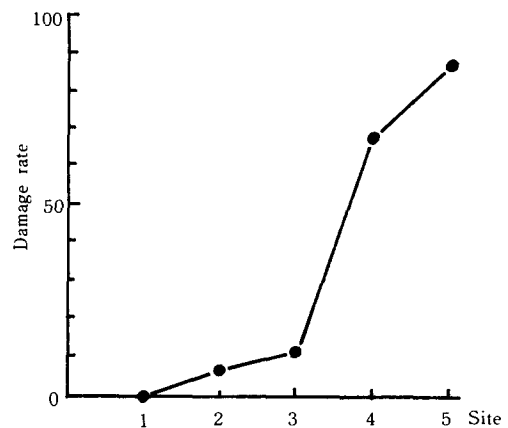


Fig. 5 Damage rate of trees in the middle and upper layer of crown story by the site.

Table 5. Importance values of woody species by study site

	Unit - %														
	Upper					Middle					Lower				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Pinus densiflora</i>	20.74	50.76	35.07	15.29	42.63	15.71	20.59	3.59	7.48						
<i>Quercus donarium</i>	24.43	2.51	14.83	6.61	28.63	4.12	10.01	8.68	7.41		3.85	0.68		5.06	4.35
<i>Carpinus laxiflora</i>	23.72	2.56	10.63	4.01	22.72	26.30	5.66	10.65	22.71		49.88	6.52	18.34	8.09	6.50
<i>Pinus rigida</i>				36.10											
<i>Quercus variabilis</i>	10.20	26.24		4.18	6.02	8.16	9.53				4.18	4.00	1.11		5.43
<i>Castanea crenata</i>	4.05	6.67	19.79	7.59		5.55	8.57	21.57							
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	3.68	2.67	2.40	16.44			5.37	4.36	26.52			0.78			
<i>Prunus padus</i>			4.21												
<i>Prunus sargentii</i>		5.78	2.62	5.11		3.14	2.74	2.60	6.88		1.00	1.56	0.68		
<i>Larix leptolepis</i>	5.45														
<i>Albizia julibrissin</i>	7.73		3.54			7.64	2.65	1.03							
<i>Celtis aurantiaca</i>				2.46				1.05							
<i>Zelkova serrata</i>				2.24				6.49							
<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>pubescens</i>		2.80				1.89									
<i>Acer mono</i>			2.58								0.71				
<i>Fraxinus thynchophylla</i>			4.32				1.02				3.12	0.57			
<i>Styrax japonica</i>						5.77	9.51	8.30	6.87		3.01	1.25	2.74		5.96
<i>Meliosma myriantha</i>						1.45		1.90	6.23		1.54		1.71		
<i>Malus sieboldii</i>									8.15						
<i>Morus bombycis</i>									7.75						
<i>Pueraria thunbergii</i>							1.19	4.70				0.70			
<i>Meliosma oldhami</i>						3.10									
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>						2.42	3.56	2.86			6.95	3.90	10.26	3.84	10.31
<i>Viburnum erasum</i>							2.58					1.27	3.91	3.84	
<i>Ligustrum obtusifolium</i>								4.55			3.14	1.45	10.12	20.29	
<i>Pseudotsuga japonica</i>							3.96				7.35	4.10		4.28	
<i>Lespedeza bicolor</i>						1.25	0.72				0.76				12.43
<i>Cephalotaxus koreana</i>								1.48				0.83	4.22		
<i>Rhododendron mucronulatum</i>							0.88				3.21	2.65			17.92
<i>Lindera obtusiloba</i>						1.19	0.72	1.02			1.94	2.68	0.69		5.16
<i>Smilax china</i>							0.72	1.03			2.61	2.78	4.79	3.71	11.90
<i>Fraxinus mandshurica</i>							0.73					1.32	2.14		
<i>Wigela subsessilis</i>											0.83	1.06	2.65		
<i>Smilax sieboldii</i>											1.45	1.10	2.94		
<i>Lespedeza cyrobotrya</i>												4.24	1.40		
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>												12.57			
<i>Ficus nipponica</i>												8.92	5.88		
<i>Quercus aliena</i>												12.59	7.75		
<i>Acer palmatum</i>												1.32		5.06	
<i>Stephanandra incisa</i>													5.12		8.65
<i>Akebia quinata</i>														12.80	
<i>Rosa multiflora</i>											1.42	0.57	2.28	22.61	
Others						12.31	9.29	4.14			3.05	21.16	11.31	10.42	11.39
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—	100	100	100	100	100

인 主要樹種들은 第1調查區에서는 소나무, 속소리, 서어나무, 第2調查區에서는 소나무, 굴참나무, 第3調查區에서는 소나무, 밤나무, 第4調查區에서는 소나무, 리기다소나무, 편백, 서어나무로서, 各調查區의 樹種들은 대체로 공통적이다. 利用客의 영향이 없는 第1調查區는 上層에서 서어나무와 속소리나무가 소나무보다 높은 重要值를 보였지만, 他調查區들은 소나무가 단연 높은 값을 보였다. 이것은 第1調查區에 비해 他調查區들에서 遷移速度가 지연되고 있음을 나타내주는 것이다. 第1調查區는 中層과 下層에서 서어나무의 重要值가 他樹種들보다 훨씬 높으므로 장래에는 현재보다 더욱 安定된 서어나무極上林(Climax)을 이룰 것으로 기대된다. 第4調查區의 경우 上層에서는 리기다소나무가, 中層에서는 편백이 가장 높은 重要值를 나타내면서 주변의 自然的인 植生景觀과는 不調和를 이루고 있다.

이곳이 國立公園이라는 차원에서 不調和의 景觀構成要素인 이러한 樹種들은 自生的인 樹木으로 대체해야 할 것이다. 한편 위의 두 수종은 上·中層의 重要值가 높게 나타나, 下層에서는 出現하지 않아 遷移上으로도 도태될 種들이다. 下層의 경우 利用密度가 높은 第4, 5調查區에서 萌芽力이 강한 樹種들인 노린재나무, 쥐똥나무, 싸리 진달래, 짚레나무,

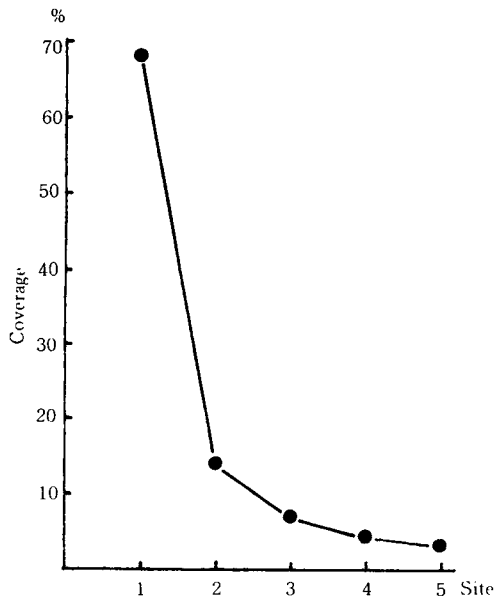


Fig. 6 Coverage of lower-layer vegetation(herbaceous)

청미래덩굴, 으름덩굴 등이 모두 重要值 10% 이상을 나타냄으로써, 利用에 耐性이 강한 종들만이 優勢的인 位置를 차지하고 있었다. 下層의 樹種中 重要值의 變化가 특징적으로 나타나는 수종들의 값을 Figure 7에 圖示하였다. 서어나무의 重要值는 利用密度의 증가에 따라 큰 폭으로 감소하였다. 굴참나무, 노린재나무, 청미래덩굴은 利用密度의 증가에 따라 오히려 이들의 重要值가 증가하여 踏壓에 대한 耐性이 강함을 나타내 준다. 쥐똥나무와 짚레나무는 利用密度의 증가에 따라 重要值가 증가하여 第4調查區에서 최대값을 나타내다가 第5調查區에서는 出現하지 않는 바, 第4調查區의 平均利用密度(19.6人/1,000m²) 水準에서는 踏壓에 대한 耐性樹種임을 알 수 있다. 李와 安²¹⁾은 本 研究와 유사한 연구결과를 통해 산초나무, 갈참나무, 칩, 세모래덩굴, 청미래덩굴 등은 人間의 踏壓에 대한 指標種(Indicator Plant)으로 볼 수 있다고 보고한 바 있다.

本 研究結果에서 踏壓에 대한 耐性이 강한 것으로 나타난 前記 樹種들 역시 指標種으로 간주할 수 있다. 계속되는 과잉이용에 의해 이러한 樹種들만이 계속 우세하게 殘存한다면 生態的인 發達過程에 의한 自然的인 植生群集의 形成을 어렵게 할 것으로 예상된다. 그러므로 第4, 5調查區에서는 利用의 制限이나 폐쇄 등의 적절한 管理方案이 要求된다.

(3) 種多樣性

Table 6은 調查區別 層別 出現種數와 出現個體數를 나타낼 것이다. 上層에서는 利用密度의 增加에 따른 變化의 傾向이 뚜렷하지 않으나, 中·下層에서는 利用密度가 增加함에 따라서 出現種數와 出現個體數가 뚜렷이 감소하고 있었다. 즉 中層의 경우 第1調查區의 出現種數와 出現個體數가 각각 19種, 136株인데 비해 第5調查區에서는 전혀 出現하지 않았고 下層의 경우 第1調查區에 비해 第5調查區의 出現種數는 10種, 出現個體數는 2,236株(木本)나 감소하였다. 無被害地인 第1調查區의 出現種이 第2調查區보다 적게 나타난 것은 遷移段階上 極上에 도달하여 種數가 약간 減少하면서 安定되었기 때문인 것으로 생각된다. Frissell과 Duncan⁵⁾은 가벼운 利用(30日以上の 利用/季節)만으로도 地被植生의 80%以上이 減少하였다고 보고하였으며, Cole³⁾은 利用이 증가함에 따라 幼苗(Seedling)의 數가 감소하였고 野營場의 將來條件을 가장 악화시킬 影響은 幼苗의 손실로서 이러한 현상은 森林의 파괴를 초래할 可能性이

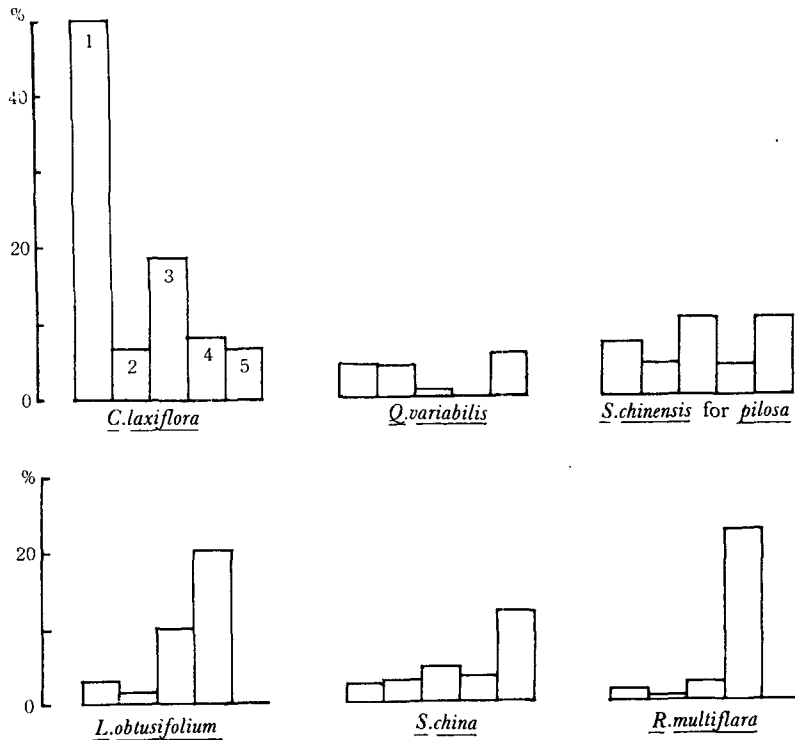


Fig. 7 Changes of importance values of lower layer of woody species in relation to amount use of site.

Table 6. Numbers of occurrence species and individuals of each site by the crown story.

Site	Upper		Middle		Lower			Total	
	Spe.	Indiv.	Spe.	Indiv.	Woody		Herb	Spe.	Indiv.
					Spe.	Indiv.	Indiv.		
1	8	28	19	136	22	2,316	200	34	2,682
2	8	69	25	206	41	2,000	27	49	2,302
3	10	38	24	89	29	656	16	44	799
4	10	71	9	16	13	120	12	25	219
5	4	33	0	0	12	80	9	13	126

크다고 보고하였다. 本 研究에서도 下層의 出現個體數가 平均利用密度 6.5(人/1,000m²)인 第3調査區에서부터 현저한 감소를 보여 他研究者들의 보고와 일치한다. 이와 같은 結果로 보아 利用客에 의한 지속적인 植生の 파괴를 더 이상 확대시키지 않기 위해 적절한 管理方案이 요구되는 것이다.

本 研究對象地가 利用密度가 높은 野營場임을 감안하여 第3調査區에서는 현재의 利用密度水準을 유

지하되 장래의 惡影響을 방지하는 方向으로 하고, 出現種數 및 出現個體數가 특히 현저하게 減少한 第4, 5調査區에서 利用地의 순환이나 利用의 制限 등의 适当的인 管理方案을 모색하는 것이 바람직할 것이다.

Figure 8은 調査區別 種多樣性을 分析한 結果値와 利用密度의 증가에 따른 變化 傾向을 나타낼 것이다.

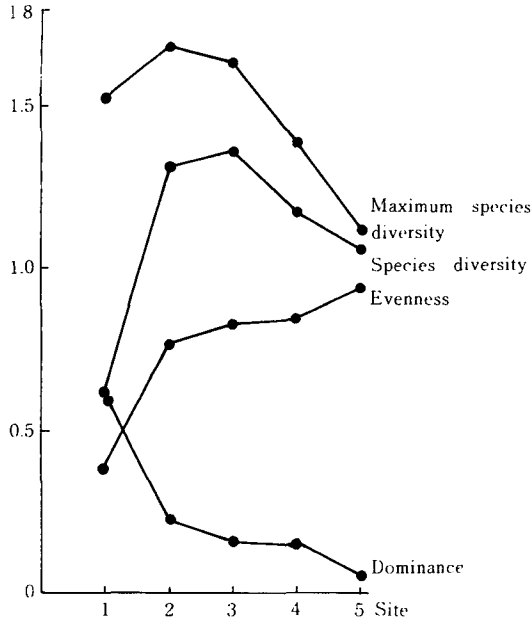


Fig. 8 Changes of various diversity values

利用密度가 증가함에 따라 種多樣性은 감소하였다는 기존의 研究結果^{8,10)}와 마찬가지로 각 研究에서도 種多樣度(H'), 最大種多樣度(H'max), 優占度(D)가 감소하였으며, 種構成間의 個體數 分配程度를 나타내는 均在度(J')는 증가하였다. 種多樣度가 無被害地인 第1調查區에서 他調查區에 비해 작게 나타난 것은 第1調查區은 極上에 도달해 있으나, 他調查區은 人間の 간섭으로 極上에서 退行된 것으로 판단된다. 利用密度가 증가할 수록 優占度는 감소한 반면, 均在度가 증가한 이유는, 本 調查地의 森林은 서어나무가 優占種으로서 安定된 群集을 이루어 優占度가 0.6116(第1調查區)이던 것이 人間の 干涉에 대한 耐性이 약한 서어나무림의 構造가 變化되고 소나무, 참나무류들의 優占值가 증가되어 결국 파괴가 극심한 第5調查區에서의 優占度는 0.0512로서 각 樹種의 勢力이 均一化되었고, J(均在度)=1-D(優占度)의 관계인 均在度는 0.9488로 높은 水準을 나타내게 된 데에 있다.

(4) 相異度指數

Figure 9는 調查區別 層別 相異度指數를 算定한 값이다. 그림에 나타난 바와 같이 相異度指數의 값이 上層에서 第2~4調查區는 66.23~77.06%이던

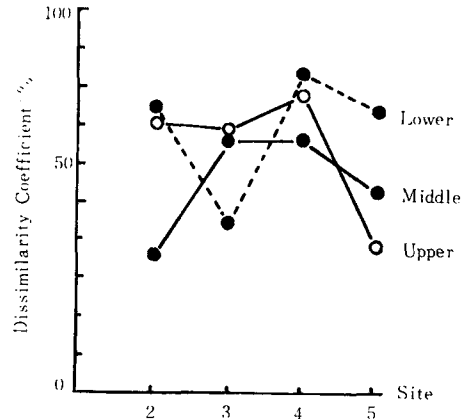


Fig. 9 Floristic dissimilarity coefficient between sites included in an ordination analysis.

것이 第5調查區에서는 39.38%로 나타나 第1調查區와 第5調查區사이의 植生構造는 同質의임을 나타내 준다. 下層에서는 第2, 4, 5調查區에서의 값이 74~84%의 값으로서 無被害地인 第1調查區와는 매우 異質의인 植生構造를 보여 주어 人間干涉에 의해 植生의 파괴가 크게 나타났음을 暗示하여 준다. 단, 第3調查區에서의 값이 44.80%로서 無被害地와의 植生構造가 異質的이라고 판단하기는 어렵는데, 이는 第3調查區에서 서어나무, 노린재나무, 쥐똥나무, 청미래덩굴 등의 重要值가 비슷한 것에 기인하는 것으로서 다른 의미에서는 이들 수종의 踏壓에 대한 耐性의 범위가 第3調查區의 平均利用密度인 6.5(人/1,000m²)이내임을 알 수 있다.

한편 第4調查區에서의 값의 높은 것은 이곳에 리기다소나무, 편백 등의 人工식재에 의하여 自然植生과의 構造가 다른 것이기 때문이다. Cole⁹⁾은 利用密度가 증가함에 따라 相異度指數는 증가했다고 보고한 바, 本 研究에서도 이와 유사한 傾向을 나타냈으며, 第5調查區에서 相異度地數가 오히려 減少한 것은 利用의 影響이 심하여 상층수종이 無被害地와 동일하게 서어나무가 優占種이기 때문인 것으로 판단된다. 相異度指數가 증가했다는 것은 人間の 간섭이 없었다라면 他調查區들도 無被害地인 第1調查區와 유사한 種組成을 보였을 것이나, 人間の 影響으로 본래의 植生들이 파괴되어 소멸되었고, 耐性이 강한 일부종들의 유입 내지는 세력이 확장되었음을 의미한다. 실제 James 等⁸⁾, Liddle¹⁰⁾은 利用이 增加함

에 따라 踏壓에 耐性이 강한 外部種의 侵入을 볼 수 있었다고 하였다. 이와 같은 結果에 비추어 本來 植生の 種組成을 유지할 수 있는 限界내에서 適正利用客을 收容할 수 있는 管理가 필요할 것이다.

結 論

本 研究은 野外行樂地에서 과잉이용에 의한 自然生態系의 파괴가 점차 惡化되어 가고 있음을 인식하고, 自然資源의 保護가 특히 요구되는 山岳型國立公園의 華嚴寺地區野營場을 對象으로 野營行爲가 植生 및 土壤에 미치는 影響을 중심으로 살펴 보았다.

本 研究結果에 의하면, 下層의 出現種數 및 個體數, 下層의 被度 등은 약간의 利用만으로도 심한 變化를 나타냄으로써 踏壓의 影響에 매우 민감하다는 것을 보여 주었다. 그리고, 中層의 出現種數 및 個體數, 種多樣性, 中層과 下層의 相異度指數, 樹木의 損傷比率, 粘土, 水分 및 有機物含量, 置換性鹽基「이온」, 土壤硬度, 有機物層의 깊이, 裸地面積 등 本 研究對象地에 설치되었던 第4調査區 즉 平均利用密度 19.6(人/1,000m²)以上에서부터 현저한 變化를 나타내었고 植生の 自己回復도 불가능하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 第4, 5調査區에서는 利用의 制限과 함께 土壤 및 植生の 保護가 요구되며, 경우에 따라 第5調査區에서는 野營行爲의 금지 및 人爲的인 복구작업이 필요하다고 판단되었다.

앞으로도 本 研究와 같은 利用影響分析이나 收容力에 관한 研究의 축적을 통해 실제 실천에 옮기는 管理를 行함으로서 후손에게 대대로 물려 줄 貴중한 自然資源 및 自然景觀의 保護에 힘써 노력해야 할 것이다.

引 用 文 獻

- 1) Bell, K. C. and L. C. Bliss. 1973. Alpine disturbance studies:Olympic National Park. USA Biol. Conserv. 5 : 25-32.
- 2) 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. Int-121. 58pp.
- 3) Cole, D. N. 1982. Wilderness campsite impacts:Effect of amount of use. USDA For.Serv.Res.Pap. INT-284. 34pp.
- 4) Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. Ecology 72 : 476-496.
- 5) Frissell, S. S. and D. P. Duncan. 1965. Campsite preference and deterioration, J.For. 63 : 256-260.
- 6) Frissell, S. S. 1978. Judging recreation impacts on wilderness campsites. J. For. 76 : 483.
- 7) Hendee, J. C., G.H. Stankey and R. C. Lucas. 1978. Wilderness management. USDA For.Serv.Miscellaneous Pub. No.1365. 381pp.
- 8) James, T. D. W., D. W. Smith, E. E. Mackintosh, M. K. Hoffman and P. Monti, 1979. Effects of camping recreation on soil, jack pine and understory vegetation in a northwestern Ontario Park. For.Sci.25(2) : 333-347.
- 9) Lapage, W.F. 1962. Recreation and the forest site. J.For. 60 : 319-321.
- 10) Liddle, M. J. 1975. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. Biol. Conserv. 7 : 17-34.
- 11) Orr, H. R. 1971. Design and layout of recreation facilities. The forest recreation symposium proceedings.USDA For.Serv.Northeastern For.Exp.Station. pp. 23-27.
- 12) Page, A. L. ed. 1982. Methods of soil analysis. ASA and SSSA. pp. 225-262.
- 13) Pielou, E. C. 1977. Mathematical ecology, John Wiley & Sons. N. Y. 385pp.
- 14) Settergren, C.D. and D. M. Cole. 1970. Recreation effects on soil and vegetation in the Missouri Ozarks. J. For. 68(4) : 231-233.
- 15) Wagar, J. A. 1964. The carrying capacity of wild lands for recreation, For. Sci. Monogr. 7. 23pp.
- 16) Wittaker, R. H. and W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication, Univ. Illinois Press, Urbana, 113pp.
- 17) 구례군 농촌지도소. 1986. 기상대장.
- 18) 農業技術研究所. 1978. 土壤化學分析法. 農業振興廳. pp. 27-160.
- 19) 尹國炳. 1982. 造景樹木學. 일조각. 서울. 389pp.
- 20) 尹國炳. 1983. 造景配植學. 일조각. 서울. 319pp.
- 21) 李景宰, 安俊洙. 1986. 金烏山地域에서의 레크리에이션행위가 土壤 및 植生에 미치는 영향. 韓國林學會誌 74號 : 1-10.
- 22) 지리산국립공원 전남관리사무소. 1986. 업무자료.
- 23) 崔基哲. 1981. 基礎生態學. 향문사. 서울. pp. 99-102.