

德裕山 國立公園 登山路의 環境毀損에 對한 利用影響¹

徐丙秀² · 金世泉³ · 朴鍾旻² · 李昌憲² · 李奎完⁴

User's Impacts on Environmental Deteriorations of Trail in Tôkyusan National Park¹

Seo, Byung Soo², Sei Cheon Kim³, Chong Min Park²,
Chang Heon Lee² and Kyu Wan Lee⁴

要 約

本 研究는 德裕山 國立公園에서 가장 많이 이용되고 있는 매표소-백련사-향적봉-동엽령-칠연폭포 코스를 조사 대상으로 선정하여 조사 대상지를 매표소-백련사, 백련사-향적봉, 향적봉-동엽령, 동엽령-칠연폭포 등 4개 구간으로 구분하고 각 구간에서 登山路의 毀損實態와 香績峯 정상일대의 自然環境 毀損實態 등을 調査 分析하였는 바, 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 매표소-백련사, 향적봉-동엽령, 동엽령-칠연폭포 구간은 경사가 완만한 편이나, 백련사-향적봉 구간은 30° 이상의 험준한 地形을 이루고 있다. 利用量에 의한 利用強度는 매표소-백련사 구간은 “매우 强하다”, 백련사-향적봉 구간은 “强하다”, 향적봉-동엽령 구간은 “弱하다”로 구분할 수 있었고 동엽령-칠연폭포 구간은 自然休息年制 실시로 “이용하지 않는” 상태이다.

2. 登山路幅은 전체 평균 4.3m이고 利用強度가 强할수록 넓게 나타났으며, 백련사-향적봉-동엽령 구간에서는 排水不良地, 急傾斜地 등에서 등산로가 分岐되는 현상이 나타났다.

3. 登山路의 평균 최대 浸蝕깊이와 橫斷面積은 백련사-향적봉 구간에서 각각 103.8cm, 42,972.9 cm²로 최대치를 나타내었고, 등산로의 側面 崩壞도 가장 많아 이 구간의 浸蝕이 가장 甚한 상태였다.

4. 백련사-향적봉 구간의 등산로는 바위와 裸出根이 60% 이상을 차지하고 있어서 路面의 상태가 대단히 不良하였다.

5. 土壤의 理化學的 性質 중 土壤硬度, pH, 置換性鹽基이온(Na, K, Ca, Mg) 등은 登山路 土壤에서 높았고 土壤含有率, 有機物含量, 全窒素, 有效磷酸, C.E.C 등은 森林地 土壤에서 높게 나타나 탐방객의 踏壓에 의한 영향이 뚜렷하였다. 또한 이용강도에 따른 변화가 뚜렷한 것은 토양경도, 함수율, 유기물과 전질소 함량으로서 이중 토양경도는 이용강도가 증가할수록 높았고, 나머지 성질들은 이용강도가 증가할수록 작은 값을 나타내었다.

6. 頂上인 香績峯 일대에는 정상부, 헬기장, 야영장을 포함하여 약 2,000m²의 裸地가 形成되어 있으며 土壤條件이 매우 不良한 상태이다.

7. 등산로의 環境毀損을 유발하는 주요인은 利用強度와 지형적 특성(특히 傾斜度)인 것으로 나타났다.

8. 동엽령-칠연폭포 구간에서 自然休息年制 실시의 效果가 부분적으로 인정되었다.

¹ 接受 1994年 2月 7日 Received on February 7, 1994.

² 全北大學校 農科大學 山林資源學科 Dept. of Forest Resources, Chonbuk National Univ.

³ 全北大學校 農科大學 造景學科 Dept. of Landscape Architecture, Chonbuk National Univ.

⁴ 光州直轄市 市政研究團 Municipal Administration Res. Dept., Kwangju City Government

ABSTRACT

The object of this study was to examine the user's impacts on the environmental deteriorations of trail at Ticket Office - Paekryunsa (Temple) Hyangchôkpong - Dongyupryung - Chilyun Fall area in Tôkyusan National Park. Four trails were sampled in the study area according to the amount of users. Then the user's impacts on trail were measured at each trail.

The Ticket Office-Paekryunsa trail was the most used district and followed at Paekryunsa-Hyangchôkpong trail. Hyangchôkpong-Dongyupryung trail in descending order. Dongyupryung-Chilyun Fall trail is not used by people because of rest rotation system. The entire width of trail was greater at the more heavily used trail. Maximum depth, cross-sectional area loss, and surface texture and roughness of trail were the highest at Paekryunsa-Hyangchôkpong trail. Soil hardness, soil acidity, soil moisture content, organic matter content, and exchange cation were influenced by trampling. Soil hardness, soil acidity and exchange cation increased in tramples soil, but content of soil moisture and organic matter decreased therein. Environmental deteriorations of trail were significantly influenced by the amount of users and the slope of trail. Bared lands about 2,000m² were appeared by trampling and camping around Hyangchôkpong. Effects of carrying of rest rotation system for National Park were partly recognized at Dongyupryung-Chilyun Fall trail.

Key words : national park, trail deteriorations, user's impact, recess system

序 論

德裕山은 1969년 1월 21일 정부지정 관광지로 고시되었고, 1971년 12월 1일 전북 도립공원으로 고시되었으며, 1975년 2월 1일 열번째 국립공원으로 지정되었다. 공원면적은 전라북도 무주군과 장수군, 경상남도 함양군에 걸쳐 219.0km²이며, 전 지역의 標高가 최저 400m 이상이고 경사가 급한 험준한 지형지세를 이루고 있다. 덕유산 국립공원은 주봉인 향적봉(1,624m)을 중심으로 1,000 m 이상의 고봉들이 연봉을 이루고 있고, 구천동 33경 등 수려한 계곡과 폭포, 湖沼 등이 조화를 이루어 훌륭한 자연경관을 자랑하고 있다. 또한 나제통문, 적상산성, 호국사지, 안국사, 백련사, 송계사 등 문화유적지가 많아 문화형이 가미된 산악형 국립공원으로서 각광을 받고 있다. 최근에는 스키장을 비롯하여 리조트 등 관광위락 시설이 개발되고, 덕유산국립공원으로 접근할 수 있는 교통체계도 대체로 편리하여 탐방객이 급증하고 있다⁷⁾.

그런데 探訪客의 增加와 이들의 레크리에이션 행위는 森林生態系의 物理的 및 生物學的 性質을 심각하게 變化시키며²⁸⁾, 계속되는 과잉이용은 생태계의 자연적인 再生이나 回復마저 不可能하게

한다¹³⁾. 이러한 이용객의 증가로 인한 自然環境의 毀損 또는 惡化現狀이 가속화되고 있음은 다른 국립공원의 선행 研究 事例에서 많이 보고된 바 있다^{2,3,4,5,9,13)}. 덕유산 국립공원도 과도한 이용 압력에 직면하고 있어 公園資源과 自然環境의 保全管理 문제가 심각하게 대두될 뿐만 아니라, 공원 이용경험의 質을 높일 수 있는 적절한 관리대책이 시급히 요청되는 실정에 있다.

本 研究는 국립공원의 이용에 따른 영향정도를 측정하는 한 방법으로 登山路와 이용간섭이 심한 지역의 毀損實態를 調査分析하고, 덕유산 국립공원의 森林環境保全을 위한 관리방안을 수립하는데 기초자료를 제공할 목적으로 수행하였다.

研究範圍 및 方法

1. 연구 대상지 선정

덕유산 국립공원 이용객의 접근체계는 이용객의 대부분이 국립공원관리공단 덕유산관리소가 위치한 전북 무주군 설천면 삼공지구의 매표소를 통해 입장하고 있으며, 주요 중주 코스는 매표소-백련사-향적봉-동염봉-남덕유산-영각사로 이어지는 약 30km의 등산 코스가 있다. 이 코스를 縱走하지 않는 덕유산 탐방객들이 주로 이용하고

있는 대표적인 등산 코스는 1)매표소-백련사-향적봉-백련사-매표소 코스(20km), 2)매표소-칠봉-향적봉-백련사-매표소 코스(18km), 3)매표소-백련사-향적봉-오수자굴-백련사-매표소 코스(24km), 4)매표소-백련사-향적봉-동업령-칠연폭포-자연학습원 코스(22km) 등이 있다. 이외에도 많은 탐방객들이 매표소-백련사-매표소 코스를 이용하고 있다.

본 연구에서는 연구 대상지를 매표소-백련사-향적봉-동업령-칠연폭포 코스로 선정한 다음,

본 연구에서는 연구 대상지를 매표소-백련사-향적봉-동업령-칠연폭포 코스로 선정한 다음,

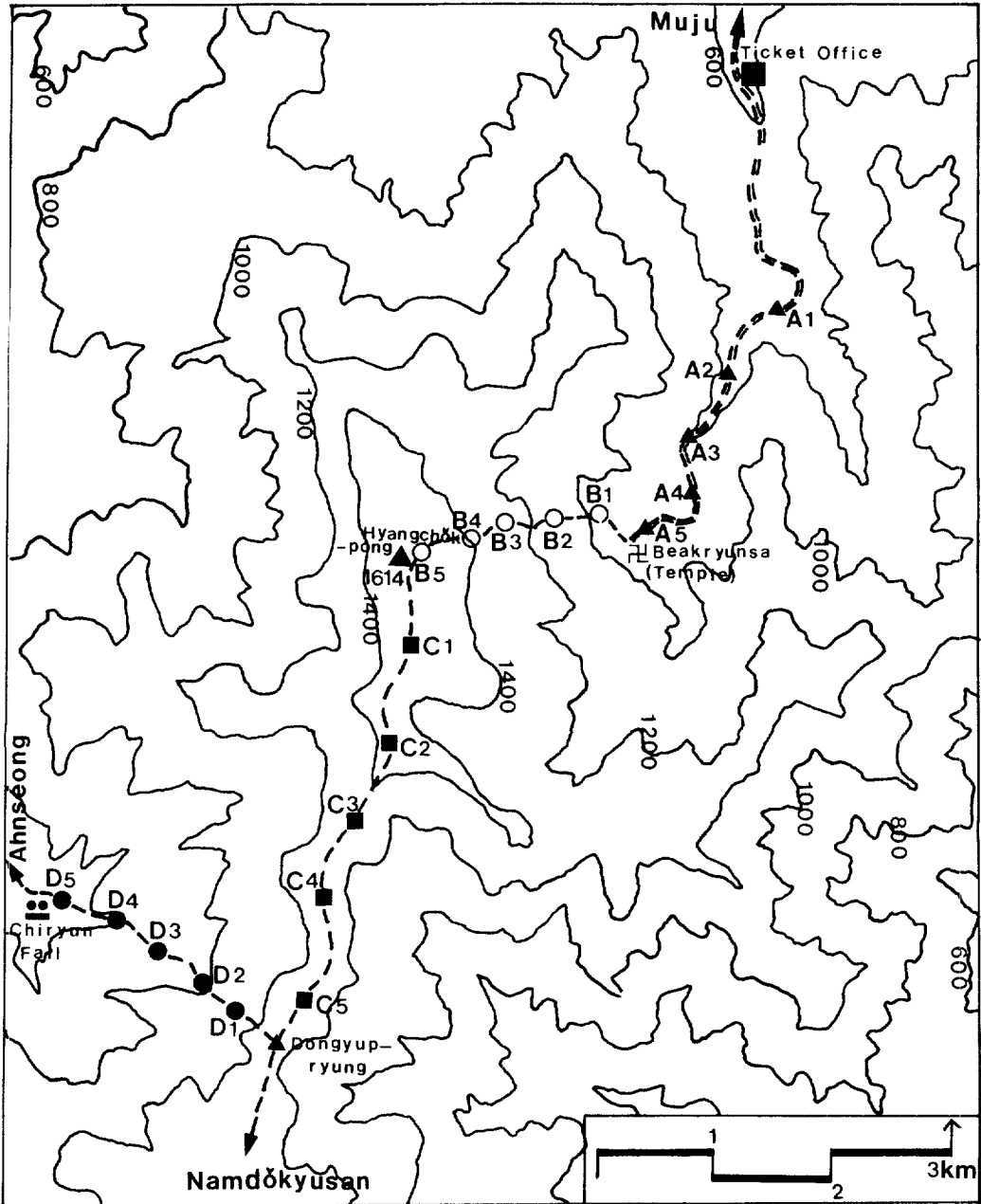


Fig. 1. Location of survey site in Tokyusan National Park.

등산로 이용행태와 利用強度 및 정비보수 등의 차이에 따른 환경훼손 정도를 비교하기 위해 연구 대상지를 다음과 같이 4구간으로 구분하였다.

- (1) 매포소-백련사 구간 ; Trail A
- (2) 백련사-향적봉 구간 ; Trail B
- (3) 향적봉-동엽령 구간 ; Trail C
- (4) 동엽령-칠연폭포 구간 ; Trail D

조사지점은 비교적 단기간의 조사를 통해 등산로 상태에 관한 객관적이고 다양한 정보를 수집하는데 적합하다고 인정된 Rapid Survey Technique²¹⁾을 이용하여 각 조사구간에서 등산로의 보행거리 약 1km마다 1곳씩 추출하여 구간별로 5곳씩을 선정하였다.

본 조사를 위해 1991년 10월, 1992년 3월과 8월에 세 차례의 豫備調査를 거쳐 1992년 9월에 本調査를 실시하였으며, 조사가 실시된 구간 및 지점의 위치는 Fig. 1과 같다.

2. 연구 및 분석 방법

1) 登山路 毀損實態

각 조사지점에서 등산로 20m를 설정하고 조사지점의 해발고, 종단경사 및 횡단경사, 방위 등을 측정하고 등산로와 주변 삼림내에서 각각 토양시료를 채취하였다. 조사지점을 다시 5m 간격으로 구분하고 각 측정에서 등산로폭, 최대침식 깊이, 토양경도 등을 측정하여 평균값을 한 조사지점의 측정치로 사용하였고, 조사지점 내의 등산로 분기, 측면분과, 시설 및 보수실태 등도 조사하였다. 토양경도는 9월 22일과 23일에 조사하였는데, 조사전 10일 동안에 2회에 걸쳐 30.5mm(9월 13일 28.5mm ; 9월 20일 2.0mm)의 강우가 있었다.

또한 등산로의 路面狀態를 조사하기 위해 조사지점을 사진촬영한 뒤 Mesh분석에 의해 노면의 암반, 자갈, 토양, 裸出根 등의 점유비율을 산정하였다. 등산로의 침식량은 각 측정의 橫斷面積을 산정하여 定量化하였으며, 채취한 토양시료를 사용하여 土性, 함수율 및 화학적 성분을 분석하였다.

2) 정상일대의 환경훼손실태

국립공원 덕유산의 등산객 대부분이 등정하여 휴식과 사진촬영 또는 야영 등으로 이용하고 있는 향적봉 일대의 환경 훼손실태를 파악하기 위하여, 香績峯 정상 的 岩塊 및 케룬(cairn) 부근

을 비롯하여 헬기장과 야영장으로 이용된 장소 등의 나지면적, 토양경도, 토양의 화학적 성분 등을 조사분석하였다.

結果 및 考察

1. 연구 대상지의 地形條件 및 利用行態

연구 대상지로 선정한 삼공지구 매포소로부터 백련사-향적봉-동엽령-칠연폭포에 이르는 등산로를 4개 구간으로 구분하고, 각 구간에서 5개소씩 선정한 각 조사지점의 지형조건과 연구 대상 구간에서의 이용행태는 Table 1에 나타난 바와 같다.

地形的 特性은 조사 대상지 가운데 매포소-백련사 구간과 향적봉-동엽령 구간은 조사지점간 해발고의 변화와 등산로의 傾斜가 緩慢한 편인데 반해, 백련사-향적봉 구간은 해발고의 변화가 심하고 등산로의 경사가 30° 이상으로 험준한 지형을 이루고 있고, 동엽령-칠연폭포 구간은 해발 900m 이상의 지역은 다소 처준한 편이나 그 이하 지역은 완만한 지형을 이루고 있다. 전 조사구간에서 등산로의 橫斷傾斜는 10° 미만으로 완만하였다.

등산로의 方位는 매포소-백련사 구간과 백련사-향적봉 구간은 북동향, 동엽령-칠연폭포 구간은 북서향으로 일정한 방위를 나타내었으나, 향적봉-동엽령 구간은 능선구간으로서 산맥의 흐름에 따라 남동 내지 남서향으로 약간의 변화를 보이고 있다.

덕유산국립공원에서 주요 탐방로로 이용되고 있는 구간은 삼공리 집단시설지구의 매포소-백련사-향적봉-동엽령-남덕유산 또는 칠연폭포 코스이다. 3차례의 豫備調査 때에 매포소에서 입장객들에게 탐방경로를 표시한 설문지를 배포하고 퇴장시에 회수하여 이용행태를 분석하였는데, 이 구간에서의 이용행태는 다음과 같은 3가지 유형으로 구분되었다.

첫째, 매포소에서 백련사까지만 탐방하는 유형으로서 부너자, 노약자, 일정이 짧은 탐방객 등이 이 유형에 속하며, 전체 응답자 1,437명 중 56.2%(807명)를 차지하였다. 특히 여름철에 이 유형에 속하는 탐방객이 많았다.

둘째, 매포소에서 백련사를 거쳐 정상인 향적봉까지 오른 다음 다시 같은 코스로 하산하는 유

형으로서, 전체 응답자의 41.1%(591명)가 이 유형에 속하였다.

셋째, 매표소, 백련사를 지나 향적봉에 오른 다음 동엽령을 거쳐 남덕유산이나 칠연폭포로 하산하는 유형으로서, 전체 응답자의 2.7%(39명)가 이 유형에 속하였다.

따라서 응답자를 기준으로 하면, 매표소를 통해 입장하는 탐방객의 97.3%가 매표소-백련사 구간을 왕복하고, 41.1%는 백련사-향적봉 구간을 왕복하며, 2.7%만이 향적봉-동엽령 구간을 이용하고 있음을 알 수 있다. 또한 매표소-백련사 구간은 주로 보도로 이용되지만 사찰용, 공원 관리용, 기타 업무용 차량들도 통행하고 있어서 이용압력이 더욱 가중되고 있는 상태이다.

이러한 이용행태에 따라 각 조사구간의 利用強度를 구분하면 매표소-백련사 구간은 이용강도가 "매우 높다(very heavy)", 백련사-향적봉 구간은 이용강도가 "높다(heavy)", 향적봉-동엽령 구간은 이용강도가 "낮다(light)"고 할 수 있다. 한편 동엽령-칠연폭포 구간은 인근 주민들과 극소수의 탐방객이 이용하고 있으나, 1991. 1. 1 부터 1993. 12. 31까지 3년 동안 自然休息年制

실시로 등산로가 사실상 폐쇄되어 있기 때문에 "이용하지 않는 상태(none use)"라고 할 수 있다.

2. 등산로의 路幅擴張

등산로의 路幅은 등산로 상태를 표현하고 등산로 주변의 입지적 특성이나 이용행태 및 이용량 등의 영향을 반영하는 가장 일반적인 因子로 인식되고 있다^{18,22)}.

각 조사구간에서 主登山路의 路幅, 分岐登山路의 個所 및 幅 등을 조사한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다.

主登山路의 평균 노폭은 등산로와 차도로 혼용되고 있는 매표소-백련사 구간이 7.7m로 가장 넓고, 다음은 백련사-향적봉 구간(6.2m), 향적봉-동엽령 구간(1.9m), 동엽령-칠연폭포 구간(0.7m)의 순으로서 이용강도가 높은 구간일수록 등산로의 노폭이 넓게 나타났다. 이러한 현상은 지리산, 치악산, 속리산, 가야산, 설악산 등 다른 국립공원에 대한 연구에서 이용강도가 높은 곳일수록 등산로폭이 넓게 나타났다는 보고들²⁻⁶⁾과 같은 경향이였다. 조사구간 전체의 평균 등산

Table 1. Conditions of each survey site and amount of use at each trail.

Trail name	Site No.	Elevation (m)	Aspect	Slope(°)		Amount of Use
				Longitud.	Cross	
A (Ticket Office Paekryunsa)	1	700	NE	5	1	Very Heavy 807* 56.2**
	2	760	NE	7	2	
	3	800	NE	12	2	
	4	870	NE	15	2	
	5	900	NE	15	2	
B (Paekryunsa Hyangchôkpong)	1	970	NE	40	10	Heavy 591* 41.1**
	2	1,100	NE	65	4	
	3	1,300	NE	40	2	
	4	1,460	NE	42	10	
	5	1,600	NE	30	3	
C (Hyangchôkpong Dongyupryung)	1	1,560	SE	30	5	Light 39* 2.7**
	2	1,480	SW	10	5	
	3	1,400	SW	25	10	
	4	1,280	SE	15	5	
	5	1,300	SE	10	3	
D (Dongyupryung Chilyun fall)	1	1,120	NW	45	10	None Use
	2	1,000	NW	30	5	
	3	900	NW	20	5	
	4	840	NW	10	3	
	5	760	NW	5	2	

* number of user surveyed at 3 days ** percentage of users

로폭은 4.3m이고, 보·차도 혼용인 매포소-백련사 구간을 제외한 3구간의 평균 등산로폭은 3.5m로서 속리산(3.9m)⁴⁾보다는 약간 좁지만 지리산(3.0m)²⁾, 치악산(2.5m)³⁾, 가야산(2.9m)⁵⁾보다는 넓은 것으로 나타났다. 또한 自然休息年制 실시로 이용이 거의 없는 동엽령-칠연폭포 구간을 제외하면 덕유산 주등산로인 백련사-향적봉-동엽령 구간의 평균 등산로폭은 4.5m로서 이미 조사된 다른 국립공원들에 비해 등산로폭이 훨씬 넓은 것으로서, 등산로의 넓이에 상응하여 등산로의 環境毀損程度가 다른 국립공원들보다 훨씬 높다는 것을 추정할 수 있다.

또한 등산로의 노폭에 대한 일반적인 기준은 아직 제정되어 있지 않지만, 미국에서 등산로폭을 80cm로 조성하고 있는 것¹⁸⁾과 비교하면, 우리나라의 국립공원 등산로폭은 매우 넓은 편이며, 덕유산의 주등산로인 백련사-향적봉-동엽령 구간은 환경조건이 매우 열악한 상태임을 알 수 있다.

등산로의 分岐現狀은 백련사-향적봉 구간과 향적봉-동엽령 구간에서 각각 3개소씩으로 전체 평균노폭이 4.2m에 이른 것으로 나타났는데, 백련사-향적봉 구간은 모두 등산로의 경사가 급하고 침식이 심하여 路面 상태가 不良한 곳에서 나타났고, 향적봉-동엽령 구간은 급경사지 1곳과 排水 不良地 2곳에서 나타났다. 특히 백련사-향적봉 구간은 분기등산로의 폭이 평균 6.8m로서 주등산로보다 裸地面積이 넓게 확대되어, 이용에 따른 森林環境의 毀損이 대단히 甚한 수준임을 보여주고 있다. 등산로의 분기현상은 주로 이용량이 많고 이용자가 집중되는 곳, 급경사지, 늪지 또는 배수 불량지, 암설지 등 통행이 불편한 조

건에서 발생하는데, 이러한 등산로 분기에 의한 나지면적의 확대는 곧 삼림환경의 훼손을 가중시키는 중요한 요인이 될 수 있다.

3. 등산로의 浸蝕

연구 대상지에 대한 등산로의 最大 浸蝕깊이, 浸蝕形態, 浸蝕量 등을 조사한 결과는 Table 3. 에 나타난 바와 같다.

구간별 등산로의 최대 침식깊이는 매포소-백련사 구간 14.8cm, 백련사-향적봉 구간 103.8cm, 향적봉-동엽령 구간 35.4cm, 동엽령-칠연폭포 구간 20.1cm로서 백련사-향적봉 구간의 등산로 훼손이 특히 심한 것으로 나타났다. 이용강도가 가장 높은 매포소-백련사 구간에서 등산로의 최대 침식깊이가 가장 낮은 것은 등산로의 정비 보수가 잘 이루어지고 등산로의 물매가 완만하기 때문인 것으로 분석되며, 나머지 3구간에서는 이용강도가 높은 구간일수록 침식깊이가 크게 나타났다. 최대 침식깊이의 조사구간 전체 평균값은 51.0cm로서 치악산 15cm³⁾, 가야산 23cm⁵⁾, 지리산 26cm²⁾, 속리산 32cm⁴⁾ 등과 비교하면 덕유산은 등산로의 새굴과 훼손 정도가 매우 심한 상태임을 알 수 있다.

덕유산의 등산로 浸蝕狀態를 Bratton 등의 5단계 침식정도 등급¹⁸⁾과 비교 고찰하면, 덕유산의 백련사-향적봉-동엽령 구간은 5단계로 "매우 심한 상태"이고, 자연휴식년제가 실시되고 있는 동엽령-칠연폭포 구간도 4단계로 "심한 상태"이며, 정비 보수가 이루어지는 매포소-백련사 구간은 3단계인 "중간 상태"를 나타내고 있다.

이러한 등산로 침식깊이의 차이를 유발하는 원인으로 이용량이나 이용강도의 영향도 있지만 등산로 물매의 영향이 상당히 크게 작용하는 것으로 보고되고 있다^{3,16,20,22)}. 이들의 보고와 관련시켜 볼 때 본 연구에서 백련사-향적봉 구간의 등산로 깊이가 가장 깊은 것은, 이 구간의 높은 이용밀도의 영향도 있지만 경사가 가장 급한 구간으로서 이러한 지형조건과도 밀접한 관계가 있는 것으로 추정되어, 등산로 경사도를 변수로 하여 회귀식을 추정한 결과 다음과 같은 관계를 확인하였다.

$$\text{최대 침식깊이 (cm)} = -2.83 + 1.94 \text{ slope} (^{\circ})$$

$$(R=0.78)$$

즉 등산로 물매가 최대깊이의 변동량을 78%

Table 2. Width of each trail.

Trail name	Main trail width(m)	Branch trail	
		Number	Width(m)
A	7.7±5.54	-	-
B	6.2±1.23	3	6.8±2.62
C	1.9±1.05	3	1.5±0.86
D	0.7±0.19	-	-
Mean	4.3±3.81	6	4.2±3.31
	(3.5±2.47)*		
	(4.5±2.13)**		

* Legends of A-D are referred to Tab. 1.

* : Mean excepting trail A.

** : Mean of trail B and C.

Table 3. Erosion conditions of each trail.

Trail name	Maximum depth(cm)	Cross-sectional type of trail	Cross-sectional area loss(cm ²)	Frequency of side-wall slippages(%)
A	14.8±6.51	I	5,868.2±2,730.5	13.3
B	103.8±35.24	IV, V, VI, VII	42,972.9±1,662.5	32.7
C	35.4±20.73	II	6,927.2±4,161.9	7.2
D	20.1±11.02	III	1,165.5±671.1	-
Mean	51.0±44.81		17,578.3±18,265.7	13.3

*Legends of A-D are referred to Tab. 1.

**Cross-sectional types of trail are referred to Fig. 2.

정도 설명할 수 있는 것으로 나타나 최대 침식깊이에 대한 등산로 물매의 영향이 큰 것으로 인정되었다.

등산로의 浸蝕樣相을 분석하기 위해 등산로의 橫斷面 形態를 조사한 결과 Fig. 2에 나타난 바와 같이 6가지 형태로 구분할 수 있다. 조사 구간별로는 매표소-백련사 구간은 I, 향적봉-동엽령은 II, 동엽령-칠연폭포 구간은 III의 단순한 횡단면상을 보임으로써 面狀浸蝕(sheet erosion)의 형태를 나타내었다. 반면에 등산로의 폭이 넓고 침식깊이가 가장 깊은 백련사-향적봉 구간에서는 IV, V, VI, VII 등 다양한 橫斷面像을 보여주고 있는데, 이러한 횡단면상은 주로 溝谷浸蝕(gully erosion)에서 볼 수 있는 형태들이다.

각 조사지점의 平均 橫斷面積으로 定量化하여 구간별 등산로의 침식상태를 조사한 결과 이용강도가 높고 등산로의 縱斷傾斜가 가장 급한 백련사-향적봉 구간이 42,972.9cm²로 침식이 가장 심하게 나타났고, 다음은 이용강도는 낮은 편이나 경사가 급한 향적봉-동엽령 구간(6,927.2cm²), 이용강도는 가장 높으나 경사가 완만한 매표소-백련사 구간(5,868.2cm²), 자연휴식년제가 실시중인 동엽령-칠연폭포 구간(1,165.5cm²)으로 나타났다. 이용강도가 가장 높고 등산로폭이 가장 넓은 매표소-백련사 구간의 등산로 침식이 비교적 적은 것은 침식깊이에서 밝힌 바와 같이 등산로의 정비 보수가 잘 이루어지고 경사가 완만하기 때문인 것으로 분석되며, 나머지 구간에서는 이용강도, 등산로폭 및 침식깊이 등에 비례하여 침식상태에 차이가 나타났다.

한편 등산로의 횡단면적과 縱斷傾斜와의 相關關係를 분석한 결과

$$\text{橫斷面積 (cm}^2\text{)} = -3,112.8 + 746.07 \text{ slope} (^\circ)$$

$$(R=0.66)$$

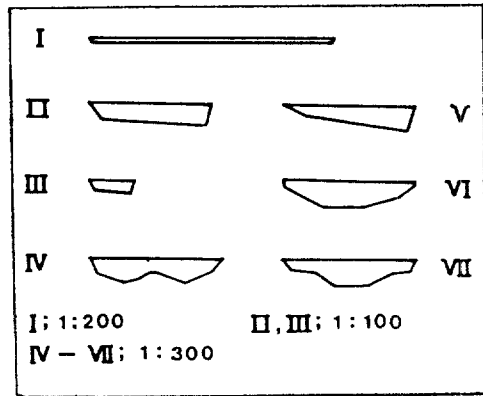


Fig. 2. Cross-sectional type of trail.

로서 유의성을 보여 주고 있어 종단경사가 등산로의 최대깊이는 물론 횡단면적에 있어서도 중요한 영향요인인 것으로 나타났다.

조사구간 전체 평균횡단면적은 17,578.3cm²로서 설악산¹⁾에서 이용강도가 높은 외설악 코스(9,192.5cm²)의 2배 정도로서 덕유산의 등산로 훼손이 대단히 심각하고 환경조건이 매우 열악한 수준임을 알 수 있다.

또한 전 조사지점 중 등산로 側面의 崩壞型 침식현상이 발생한 조사지점의 비율이 백련사-향적봉 구간에서 32.7%에 이르는 반면 동엽령-칠연폭포 구간에서는 한 곳도 없었다.

위와 같은 등산로의 침식상황으로 볼 때 덕유산 국립공원의 등산로는 다른 국립공원에 비해 登山路가 전반적으로 대단히 甚하게 毀損되어 있고, 그 중에서도 특히 백련사-향적봉 구간의 훼손이 가장 심하며, 등산로의 維持 管理面에서는 거의 방치되어 있음을 알 수 있다.

등산로는 일단 심각한 훼손 상태에 도달하면 정도가 深化되고 새로운 形態의 毀損을 유발하거

나, 通行障碍를 초래하여 의도하지 않은 登山路의 擴張으로 말미암아 주변 森林에 대한 被害가 加重되는 경향이 있다⁴⁾. 따라서 덕유산 국립공원의 森林環境을 保全하고 利用被害를 減少시키며 이용자들에게 通行의 便利함과 利用滿足度 提高를 위해서는, 登山로의 毀損實態를 정기적으로 점검하여 조속하고 적절한 補修와 改善이 이루어 지도록 해야 할 것이다.

4. 登山路의 路面狀態

각 조사지점에 있어서 登山路의 노면상태를 조사한 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다.

매포소-백련사 구간(A)은 전체적으로 토양 54%, 자갈 28%, 박힌돌 8%, 노출된 바위 10%로 구성되어 있고 登山로 내부에 뿌리 노출은 없었다. 낙엽이나 草類 등의 被覆物도 없으나 登山로가 비교적 잘 整備되어 있어서 凹凸이 없고 路面狀態가 4개 조사 구간 중 가장 良好한 것으로

평가된다. 백련사-향적봉 구간(B)은 토양 24%, 자갈 6%, 박힌돌 6%, 바위 52%, 裸出根 12%로 구성되어 있다. 이 구간은 登山로의 침식이 가장 심한 곳으로서 토양 하층부의 바위와 뿌리가 많이 노출된 상태이며, 특히 2,3,4번 조사지점에서는 바위와 나출근의 구성비율이 70-80%를 차지하고 있다. 또한 표면의 屈曲도 심한 상태로 노면상태가 가장 不良한 구간으로 평가된다.

향적봉-동엽령 구간(C)은 토양 32%, 자갈 34%, 박힌돌 12%, 바위 18%로 구성되어 있고 登山로 내부에 草本類에 의한 被覆도 4%를 차지하고 있다. 나출근은 없었으나 4개 조사 구간 중에서 구르는 자갈의 구성비율이 가장 많은 특징을 나타내어 노면상태는 대체로 不良한 것으로 평가된다. 동엽령-철연폭포 구간(D)은 토양 26%, 자갈 10%, 박힌돌 4%, 낙엽 40%, 초류 피복 10%로 구성되어 있다. 이 구간은 自然休息 年制가 실시되고 있어서 登山로가 낙엽으로 많이

Table 4. Surface texture and roughness of each trail.

Trail name	Site No.	Surface texture(%)							Rough. class
		Soil	Gravel	Embedded stone	Rock	Root	Litter	Grass	
A	1	60	30	10	-	-	-	-	1
	2	50	30	10	10	-	-	-	2
	3	40	30	10	20	-	-	-	3
	4	60	20	10	10	-	-	-	2
	5	60	30	-	10	-	-	-	2
	Mean	54	28	8	10	-	-	-	2
B	1	30	10	20	30	10	-	-	4
	2	20	10	-	60	10	-	-	5
	3	30	-	-	60	10	-	-	5
	4	20	-	-	60	20	-	-	5
	5	20	10	10	50	10	-	-	5
	Mean	24	6	6	52	12	-	-	5
C	1	20	20	20	30	-	-	10	4
	2	70	10	-	20	-	-	-	2
	3	20	20	20	30	-	-	10	4
	4	20	60	10	10	-	-	-	4
	5	30	60	10	-	-	-	-	4
	Mean	32	34	12	18	-	-	4	4
D	1	40	20	-	-	-	40	-	2
	2	20	-	-	20	-	40	20	2
	3	10	10	-	10	-	50	20	2
	4	30	10	10	-	-	40	10	2
	5	30	10	10	20	-	30	-	2
	Mean	26	10	4	10	-	40	10	2

*Legends of A-D are referred to Tab. 1.

*Roughness class : 1-smooth, 2-slightly irregular, 3-lumpy, 4-rough, 5-very rough

덜혀 있고, 등산로 내부에 초본류가 다시 생장하기 시작하여 登山路의 浸蝕이 抑制되고 있다고 할 수 있겠다. 또한 표면의 요철이 완만하고 낙엽피복으로 인해 노면의 상태와 步行 觸感이 대체로 良好한 상태로 평가된다.

Bayfield가 제시한 5등급¹⁰⁾을 적용하면 각 조사구간 등산로의 路面狀態를 매표소-백련사 구간과 동엽령-칠연폭포 구간은 2등급인 “약간 불규칙한 상태(slightly irregular)”, 백련사-향적봉 구간은 5등급인 “매우 거칠은 상태(very rough)”, 향적봉-동엽령 구간은 4등급인 “불규칙한 상태(rough)”라고 표현할 수 있다.

권 등은 등산로에서 뿌리노출과 암석노출 현상의 발생은 등산로 물매로부터 기인하는 바가 크다고 하였는데³⁾, 본 연구에서도 이상의 결과를 종합해 보면 등산로의 노면상태의 차이는 이용강도의 영향만으로 설명하기는 곤란하고 이용강도와 함께 그 지역의 土壤層의 깊이, 土質條件, 地形條件, 補修管理 등의 복합적 요인에 의한 결과로 보아야 할 것으로 판단된다. 그러나 노면상태가 不良할 경우에는 登山路幅의 擴大 또는 迂迴 登山路의 발생을 유발하고, 그 結果로 地被植生の 破壞와 土壤浸蝕을 가중시키게 될 것이다. 따라서 이용자의 步行 不滿足으로 인한 등산로 環境毀損을 防止하기 위해서는 步行 滿足도를 높일 수 있도록 등산로의 노면상태를 개선하는 대책이 강구되어야 할 것으로 판단된다.

5. 土壤의 理化學的 性質

1) 토양의 物理的 性質

각 조사구간의 登山路 및 周邊 森林地 토양의 물리적 특성을 조사한 결과는 Table 5에 나타난 바와 같다.

土性は 향적봉-동엽령 구간이 埴壤土, 동엽령-칠연폭포 구간이 砂壤土로서 등산로와 삼림지 사이에 토성의 차이가 없으나 등산로 토양에서 모래함량이 약간 많았다. 매표소-백련사 구간과 백련사-향적봉 구간은 주변 삼림지는 모두 埴壤土인데, 등산로는 각각 모래함량이 많은 砂壤土와 壤土로 구성되어 있다. 이와 같이 등산로가 주변 삼림지에 비해 土壤中の 모래함량이 많은 것은 등산로의 浸蝕으로 粘土가 流失되었기 때문인 것으로 분석된다. 그러나 경사가 완만한 매표소-백련사 구간에서 등산로 토양의 모래함량이

주변 삼림지와 다른 구간의 등산로에 비해 월등히 많은 것은, 整備時에 砂礫을 계속 사용해왔기 때문인 것으로 분석된다.

山中式 土壤硬度器로 측정한 土壤硬度는 登山路에서 평균 4.79kg/cm²로 주변 森林地(0.37kg/cm²)와 비교할 때 이용에 따른 路壓의 影響이 뚜렷하게 나타났다. 등산로의 구간별 차이를 보면 매표소-백련사 구간을 제외한 나머지 구간에서는 이용강도가 높을수록 큰 값을 나타냈다. 이용강도가 가장 높은 매표소-백련사 구간의 토양경도가 백련사-향적봉-동엽령 구간보다 작은 값을 나타낸 것은 이 구간의 토양이 다른 구간에 비해 모래성분이 월등히 많은 砂壤土인 것과 관계가 있는 것으로 추정된다.

James et al.²⁸⁾과 Lapage²⁹⁾ 등은 過剩利用이 토양에 미치는 대표적인 영향으로 土壤硬度의 增加를 지적하였고, 권 등³⁾은 치악산에서, 신과 이⁸⁾는 무등산에서 각각 등산로의 토양경도는 삼림지 토양에 비해 뚜렷하게 높았다고 보고한 바 있으며, 조 등¹³⁾은 지리산 야영장에서 이용밀도의 증가에 따라 토양경도가 증가했다고 하였는데, 본 연구에서도 같은 경향을 나타내었으며 踏壓에 의한 土壤環境의 變化를 입증하고 있다.

이와 같이 답압에 의해 토양경도가 증가하면 土壤密度도 增加하나 공극용적, 容氣量, 透水性 등은 減少하게 되며, 이러한 토양의 물리적 성질의 惡化는 결국 林木生長의 沮害要因으로 작용하게 된다²⁴⁾. 또한 尹¹⁰⁾은 보통 토양경도가 2.3kg/cm² 이상이 되면 초본류의 뿌리는 토양내로 침입하기 어려워지고 2.7kg/cm²를 넘으면 뿌리는 토양 속으로 침입할 수 없게 된다고 하였고, 日本材料學會¹⁴⁾에서는 토양경도지수 27-30mm(절대경도 5.82-14.42kg/cm²)에서는 뿌리의 생장이 곤란하고 30mm를 넘는 경우에는 뿌리의 침입이 불가능하다고 하였다. 이러한 기준에 의하면 덕유산국립공원의 백련사-향적봉-동엽령 구간 등산로는 自然狀態로는 植物의 侵入과 生長이 대단히 困難한 條件임을 알 수 있다.

土壤의 含水率에 있어서 등산로와 주변 삼림지를 비교하면 전체 登山路의 평균함수율이 24.58%로서 周邊森林地 토양의 평균함수율 37.63%보다 훨씬 낮은 값을 나타내었다. 한편 조사구간들 사이의 차이를 비교하면 삼림지에서는 조사구간간에 차이가 없었으나, 등산로에서는 매표소

Table 5. Soil physical characteristics of trail and forests.

Area	Trail name	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil Textural Class(USDA)	Soil Hardn. (kg/cm ²)	Soil Water Content(%)
Trail	A	80.8	8.2	11.0	Sandy loam	2.21	22.37
	B	37.3	35.1	27.6	Clay loam	10.71	23.86
	C	37.3	33.0	29.7	Clay loam	4.48	24.14
	D	73.8	11.8	14.4	Sandy loam	1.77	28.17
	Mean					4.79	24.58
Forest	A	44.8	24.9	30.3	Sandy loam	0.37	37.52
	B	31.9	30.4	37.7	Loam	0.26	38.16
	C	36.3	27.9	35.8	Clay loam	0.38	38.98
	D	69.4	14.5	16.1	Sandy loam	0.45	36.43
	Mean					0.37	37.63

*Legends of A-D are referred to Tab. 1.

Table 6. Soil chemical characteristics of trail and forests.

Area	Trail name	pH (1:5)	O.M. (%)	T-N (%)	Na	K	Ca	Mg	C.E.C.	P ₂ O ₅ (ppm)
					(me/100g)					
Trail	A	5.02	0.70	0.45	0.04	0.10	0.28	0.08	18.16	19.96
	B	4.93	1.17	0.16	0.04	0.12	0.26	0.07	20.70	28.55
	C	4.90	1.36	1.01	0.05	0.10	0.22	0.07	20.45	29.14
	D	5.20	3.05	1.47	0.03	0.08	0.20	0.05	22.46	40.71
	Mean	5.01	1.57	0.77	0.04	0.10	0.24	0.07	20.44	29.59
Forests	A	4.77	8.52	2.48	0.03	0.08	0.18	0.05	38.10	42.18
	B	4.65	7.36	2.80	0.02	0.08	0.16	0.05	34.14	45.89
	C	4.66	6.26	2.76	0.01	0.06	0.17	0.03	30.15	44.73
	D	5.08	7.85	2.61	0.02	0.07	0.18	0.04	25.84	45.11
	Mean	4.79	7.50	2.41	0.02	0.07	0.17	0.04	32.06	44.48

*Legends of A-D are referred to Tab. 1.

-백련사 구간을 제외하고는 利用强度가 높고 土壤硬度가 높은 구간일수록 土壤含水量이 적은 경향을 나타내었다. 신과 이¹⁾는 무등산에서 등산로의 토양함수량이 삼림지에 비해 적고 토양경도가 높아짐에 따라 토양함수량이 적은 경향을 나타냈다고 하였고, Tryon와 True³⁶⁾는 답압에 의한 토양물리적 성질의 변화로 토양함수량이 감소된다고 하였는데, 本 研究에서도 같은 경향을 나타내었다. 단지 이용강도가 가장 높지만 다른 구간에 비해 토양경도는 비교적 낮은 편인 매표소-백련사 구간 등산로의 토양함수율이 가장 적은 이유는 토양의 粒徑造成과 등산로 표면에서의 蒸發散에 基因한 것으로 추정된다. 즉 이 구간의 토양은 다른 구간에 비해 모래 함량이 80.8%를 차지하고 있고 등산로폭이 평균 7.7m로 가장 넓고 등산로 내부에 식생도 거의 없는 상태로서, 토양의 保水力은 상대적으로 낮는데 함유 수분의 증

발산량은 높기 때문인 것으로 추정된다.

2) 토양의 化學的 性質

각 조사구간의 登山路 및 周邊 森林地 토양의 化學的 性質을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

등산로와 주변 삼림지 토양을 비교하면 토양의 pH(登山路 5.01, 森林地 4.79)와 置換性鹽基이온(Na, K, Ca, Mg)의 농도는 登山路 土壤이 삼림지 토양보다 약간 높은 값을 나타냈다. 이것은 이용량이 많아 土壤硬度가 높은 토양에서는 鹽基의 濃度가 높기 때문에 토양 pH와 K, Ca, Na 등의 置換性鹽基가 增加한다고 한 Young과 Gilmore³⁷⁾의 주장, 무등산에서 답압된 등산로 지역이 삼림지에 비해 토양 pH 및 치환성염기이온의 농도가 높았다는 신과 이¹⁾의 결과와 일치하지만, 치악산에서 토양 pH는 등산로에서 삼림 내부로 들어갈수록 증가했다는 권 등³⁾의 연구결과와는 상반된다.

반면에 有機物含量, 全窒素, 有效磷酸, 陽이온 置換容量(C.E.C.) 등은 森林地 土壤에서 높은 값을 나타내어 登山路에서 土壤養料가 溶脫되었음을 입증하고 있다. 有機物含量의 경우 등산로에서 삼림 내부로 들어갈수록 유기물함량이 증가하여 토양성질에 대한 이용간섭의 영향이 인정되었다는 권 등³⁾ 및 신과 이⁸⁾의 보고와 일치하나, 답압이 심한 野營地에서는 토양 유기물질의 산화정도가 감소하여 야영장 토양이 비야영지 토양보다 유기물함량이 많았다는 Luts³⁰⁾, Dotzenko et al.²³⁾, Hartesveldt²⁵⁾ 등의 보고와는 상반된다. 이것은 본 研究에서는 조사지가 傾斜진 登山路 지역이기 때문에, 야영장과는 달리 土壤浸蝕에 의한 有機物 損失이 많아 삼림지역보다 등산로 지역의 유기물 함량이 낮게 나타난 것으로 분석된다. 有效磷酸의 경우 신과 이⁸⁾는 무등산에서 上層 林冠이 소나무林인 지역에서는 답압이 심한 등산로지역이 삼림지역보다 함량이 높았으나 참나무林에서는 반대로 등산로지역이 낮게 나타났다고 보고한 바 있는데, 본 연구 대상지인 덕유산 국립공원은 주로 참나무類를 비롯한 闊葉樹林 지역으로서 등산로 토양에서 유효인산의 함량이 낮은 것은 위의 보고와 일치하는 경향이다.

등산로 토양에서 조사구간들 사이에 화학적 성질의 차이를 보면 有機物과 有效磷酸의 함량만이 이용강도가 높은 구간일수록 낮은 값을 나타내었고, 나머지 성질들은 이용강도에 따른 구간간의 차이를 나타내지 않았다. 삼림지 토양에서는 모든 성질에서 조사구간들 사이에 차이가 없었다.

6. 頂上一帶의 環境毀損 실태

덕유산 국립공원의 主峰인 香績峯 일대의 環境 毀損 실태를 조사한 결과는 Table 7과 같다.

裸地面積은 정상의 岩塊와 케이른(cairn)을 중심으로 그 주변이 약 920m², 2개소의 헬기장이 860m², 곳곳에 산재한 야영장으로 이용된 裸地

가 210m²로 모두 1,990m²에 이르고 있다. 이 중 頂上部의 裸地는 순전히 利用客들에 의한 계속적인 踏壓의 영향으로 地被植生이 소실된 結果로 발생한 경우로서 앞으로 그 面積은 더욱 擴大될 전망이다. 헬기장은 인위적으로 地形을 변경하고 植生을 파괴하여 일정 목적을 위해 조성된 다음에는 본래의 목적 이외에 이용객들의 여러 가지 편의목적으로도 이용되고 있어서 植生回復이 방해되고 있는 경우이다. 또한 야영을 위해 토양을 파헤치고 지피식생을 제거하여 발생한 나지는 계속 캠프장으로 이용되고 있기 때문에 답압이 가중되고 植生회복이 방해되어 계속 나지로 남아있게 되는 경우이다.

裸地의 土壤硬度는 정상부 裸地에서 10.71kg/cm²로 가장 높았고 나지 전체평균은 7.84kg/cm²로서 주변 森林地 토양(1.45kg/cm²)에 비해 월등히 높고, 자연상태로는 식물의 侵入 生長이 거의 不可能한 條件을 나타내고 있다^{10,14)}. 土壤 含水率은 裸地 전체 평균 24.47%로 주변 森林地 토양 34.72%보다 월등히 적었고, 土性에 있어서도 정상부와 헬기장은 微砂와 粘土가 流失된 것으로 나타나 土壤의 物理的 毀損이 심한 상태임을 입증하고 있다.

토양의 pH는 토양경도가 높은 곳일수록 높았고 전체적으로 裸地(평균 5.01)에서 森林地(4.76)보다 약간 높게 나타났으나, 有機物含量은 주변 삼림지에 비해 매우 낮게 나타났다. 이와 같은 토양조건에서는 植生의 回復이 거의 不可能하며 이대로 방치한다면 土壤條件이 더욱 惡化되고 裸地面積이 계속 擴大되어 정상 일대의 環境毀損이 深化될 것이므로, 頂上一帶에 대한 裸地擴散防止와 植生復元을 위한 대책이 강구되어야 할 상황이라고 판단된다.

그런데 일단 植生이 파괴되고 토양층이 硬化된 裸地에서 이용객 出入禁止를 통한 毀損地의 森林生態系의 自然回復을 도모할 때에는 長期間이 소

Table 7. Environmental deterioration around Hyangchökpung.

Area	Area of bare land	Soil hardn. (kg/cm ²)	Soil water content (%)	Soil Textural class(USDA)	pH (1:5)	O.M. (%)
Surr. of Cairn	920m ²	10.71	21.84	Sandy loam	5.16	0.43
Heliports	860m ²	8.32	22.06	Sandy loam	5.02	0.67
Campgrounds	210m ²	4.48	29.51	Clay loam	4.84	2.17
Total	1,990m ²	7.84	24.47		5.01	1.09
Forest land		1.45	34.72	Clay loam	4.76	5.72

요된다. 즉 表土層과 深土層의 토양경화 회복에는 각각 6년과 15-23년이 소요되고^{34,35)}, 지피식생 회복에는 16년이 소요되었다는 보고³²⁾가 있다. 또한 高山地域에서 출입금지 후 지피식생의 활착은 3-13년 후에 시작했고, 草本 植生은 21년 후에 안정되었으며 주변 極相樹種이 하층식생의 優占種이 되어 植物社會가 안정되기까지는 약 40년이 소요되었다는 보고도 있다³¹⁾. 이들의 보고에 따르면 현재 우리나라에서 시행하고 있는 3-5년의 짧은 自然休息年制로는 毀損地의 완전한 自然回復을 기대하기는 不可能한 실정이다.

引用文獻

1. 국립공원관리공단 덕유산관리소. 1990. 업무보고서.
2. 권태호·오구균·권순덕. 1991. 지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 5(1) : 91-103.
3. 권태호·오구균·권영선. 1988. 치악산 국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 토양 및 식생환경의 변화. 응용생태연구 2(1) : 50-65.
4. 권태호·오구균·이준우. 1990. 속리산국립공원의 등산로 훼손과 주변부 식생에 미치는 영향. 응용생태연구 4(1) : 63-68.
5. 권태호·오구균·정남훈. 1989. 가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변환경에 대한 이용영향. 응용생태연구 3(1) : 81-94.
6. 박봉우·이기선·윤영환·박완근. 1989. 설악산 국립공원 등반로의 훼손상태와 주변 식생에 관한 연구. 한국조경학회지 17(1) : 69-79.
7. 서병수·김세천·이창현·박종민·이규완. 1992. 덕유산국립공원에 대한 기초연구 -자연 및 인문환경을 중심으로-. 전북대학교 농대논문집 23 : 105-117.
8. 신창호·이정석. 1993. 탐방객에 의한 답압이 수목생장 및 토양, 식생에 미치는 영향에 대하여 -무등산 도립공원을 중심으로-. 전남대 농대 연습림연구보고 14 : 37-77.
9. 오구균·권태호·전용준. 1987. 북한산 국립공원의 등산로 훼손 및 주변 식생변화. 응용

- 생태연구 1(1) : 35-45.
10. 尹國炳. 1983. 造景配植學. 일조각. 서울. 319pp.
11. 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 : 37-46.
12. 전라북도. 1975. 덕유산국립공원기본계획.
13. 趙鉉吉·李景宰·吳求均. 1987. 야영행위가 식생 및 토양에 미치는 영향에 관한 연구 -지리산국립공원 화엄사지구 야영장을 대상으로-. 한국조경학회지 14(3) : 21-31.
14. 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. 146-147pp.
15. Bayfield, N.G. 1970. A simple method for detecting variations in walker pressure laterally across paths. Thin wire tramplometers. pp.533-535.
16. Bayfield, N.G. 1973. Use and deterioration of some scottish hillpaths. Ecology of hill pathways. J. Appl. Eco., 10 : 635-644.
17. Beardsley, W.G. and J.A. Wagar. 1971. Vegetation management on a forested recreation site. Journal of Forestry, October pp. 728-731.
18. Bratton, S.P., M.G. Hickler and J.H. Graves. 1977. Trail and campground erosion survey for Great Smoky Mountains National Park. Manage. Rep. 16. National Park Serv., Southeast Reg., 661p.
19. Cole, D.N. 1982. Wilderness campsite impacts : Effect of amount of use. USDA For. Serv. Res. Pap. INT-284. 34pp.
20. Cole, D.N. 1983. Assessing and monitoring backcountry trail conditions. USDA For. Serv. Res. Pap. INT-302. 10pp.
21. 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.
22. Dale, D. and T. Weaver. 1974. Trampling effects on vegetation of the trail corridors of north rocky mountain forests. J. Appl. Ecol. 11 : 767-772.

23. Dotzenko, A.D., N.T. Papamichos, and D.S. Romine. 1967. Effect of recreational use on soil and moisture condition in Rocky Mountain Park. *J. of Soil Water Conserv.* 22(5) : 196-197.
24. Duggeli, M. 1937. Wie wirkt das Ofters Betreten des wald bodens ant einzelne physikalische und biologische Eigenschaften. *Schweiz. F. Forestwesen.* 88 : 151-165.
25. Hartesveldt, R.J. 1964. An investigation of the effect of direct human impact and of advanced plant succession on Sequoia and Kings Canyon National Parks. San Francisco CA : National Park Service, U.S. Department of the Interior. 829pp.
26. Helgath, S.F. 1975. Trail deterioration in the Selway-Bitterroot Wilderness. *USDA For. Serv. Res. Note INT-193.* 15pp.
27. Hendee, J.C., G.H. Stankey and R.C. Lucas. 1978. Widerness management. *USDA For. Serv. Miscellaneous Pub. No. 1365.* 381pp.
28. James, T.D., 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 North-western Ontario Park. *Forest Science.* 25(2) : 333-349.
29. Lapage, W.F. 1962. Recreation and the forest site. *J. For.* 60 : 319-321.
30. Luts. H.J. 1945. Soil conditions of picnic grounds in public forest parks. *J. For.* 43(2) : 121-127.
31. Pandey, A.N. and J.S. Singh. 1984/1985. Mechanism of ecosystem recovery : A case study from Kumaun Himalaya. *Reclam. Revage. Res.* 3 : 271-292.
32. Ranz, B. 1979. Closing wilderness campsites : visitor use problems and ecological recovery in the Selway-Bitterroot Wilderness, Montana. M.S. thesis. Univ. Mont. 125p.
33. Settergren, C.D. and D.M. Cole. 1970. Recreation effects on soil and vegetation in the Missouri Ozarks. *Journal of Forestry,* 68(4) : 231-233.
34. Thompson, P.A., R.D. Smith, J.B. Dickie, R.H. Sanderson, and R.J. Probert. 1981. Collection and regeneration of populations of wild plants from seed. *Biol. Conserv.* 20 : 229-245.
35. Thorud, D.B. and S.S. Frissell. 1976. Time changes in soil density following compaction under an oak forest. *Minn. For. Res. Note 257.* 4p.
36. Tryon, E.H. and R.P. True. 1958. Recent reductions in annual radial increments in dying scarlet oaks related to rainfall deficiencies. *Forest Sci.* 4 : 219-230.
37. Young, R.A. and A.R. Gilmore. 1976. Effects of various camping intensities on soil properties in Illinois Campgrounds. *Soi. Sci. Soc. Amer. J.* 40 : 908-911.