

# 母岳山道立公園 登山路의 環境毀損 實態 및 利用影響에 관한 調查研究

金世泉\* · 朴鍾旻\*\*

\*全北大學校 農科大學 造景學科  
\*\*全北大學校 農科大學 山林科學部

## Study on Environmental Deteriorations of Trail and Use Impacts in Moaksan Provincial Park

Kim, Sei-Cheon\* · Park, Chong-Min\*\*

\*Dept. of Landscape Architecture, Chonbuk National Univ.

\*\*Faculty of Forest Science, Chonbuk National Univ.

### ABSTRACT

The object of this study was to examine and analyze the environmental deterioration of three major trails (6.6km) and around peak area of Moaksan Provincial Park in 1996.

Trails are mostly made up at ridgeline and the slope of them is gentle. Mean trail width is 3.6m, and total length of branch trails is 982m in survey area. The environmental deterioration is derived from trail extension. Maximum eroded depth and cross-section area loss are 89cm and 14,050cm<sup>2</sup> respectively, and gully erosion type appears at many sites. The environmental deterioration of trails is very heavy at the sections from Khui to Moaksan peak and from Moakchong to ascent part around the peak. The entire width, branch trail, maximum depth, cross-sectional area loss and surface roughness, as the indexes of trail conditions, are significantly greater at the more heavily used trails. Amount of erosion is influenced by eroded depth, longitudinal slope, runoff influence and entire width in descending order as well as the amount of use. Safety and protection facilities on the trail such as stone and soil stairs, rope handrail, stone channel and soil ditch work are built, but they are very deficient. Bared lands about 4,900m<sup>2</sup> and fill slopes are caused and formed by recreation activities and constructions around

peak area.

It is required to carry the recess system and to conserve and rehabilitate the destroyed trail sites and bare fill slopes as soon as possible, before the environmental deterioration becomes critical because of increased use amount in consequence of construction of recreation parks.

## I. 序論

母岳山은 전라북도의 중앙부에 위치한 단일 봉으로 형성된 명산으로서 우리나라에서 道立公園이 지정되기 시작한 초기인 1971년 12월 2일에 전라북도에서 최초로 도립공원으로 지정되었다. 모악산도립공원은 全州市 중인동 (3.13km<sup>2</sup>), 金堤市 金山面 (28.22km<sup>2</sup>), 完州郡 龜耳面 (10.87km<sup>2</sup>) 등 3개 시·군의 경계에 위치하고 있으며, 공원구역의 총면적은 42.22km<sup>2</sup>에 이른다. 공원구역 내의 주요 觀光·休養資源으로는 장군봉(794m)을 비롯하여 늘연계곡, 금동계곡, 선녀폭포 등의 自然景觀地와 金山寺, 대원사, 水王寺, 國信寺, 靑龍寺, 龍華寺 등의 佛敎寺刹과 오리알터의 증산교 본부 등의 文化景觀資源이 있다. 공원구역 내의 주요 文化財로는 국보 1점(금산사 미륵전), 보물 11점(금산사 경내 10점, 국신사 경내 1점)이 소장되어 있다(김세천 등, 1995).

이와 같이 모악산도립공원은 佛敎信仰의 중심지일 뿐만 아니라, 전주시와 김제시에서 근 거리에 위치하고 있고 접근이 용이하기 때문에 평일이나 주말을 막론하고 연중 탐방객이 끊이지 않고 있으며, 탐방객 수는 계속 증가하고 있는 실정이다. 더구나 김제시에서 주관하는 금산사 방면의 <모악랜드 조성사업>이 이미 착공되었으며, 완주군 구이 방면에도 <모악산 관광단지 조성사업>이 용역설계를 마치고 구체적인 시행계획이 추진되고 있는 실정이어서, 이 관광개발 사업들이 완성된 후에는 모악산도립공원의 탐방객이 대폭 증가할 전망이다.

그런데, 탐방객의 증가와 이들의 레크레이션 행위는 森林生態系의 물리적 및 생물학적 성질을 심각하게 변화시키며(James 등, 1979),

계속되는 과잉이용은 생태계의 자연적인 再生이나 回復마저 不可能하게 하고(조현길 등, 1987), 이용만족도를 저하시키는 요인이 되기도 한다. 이러한 자연환경의 훼손과 악화현상은 국내에서도 이미 다른 자연공원들의 경우에서 많이 보고된 바 있다(권태호 등, 1988, 1989, 1990, 1991; 서병수 등, 1994; 오구균 등, 1987; 조현길 등, 1987). 모악산도립공원도 과도한 이용압력에 직면하고 있어 공원 자원과 자연환경의 보전관리 문제가 심각하게 대두될 뿐만 아니라, 공원 이용경험의 質을 높힐 수 있는 적절한 관리 및 개선대책이 시급히 요청되는 실정에 있다.

본 研究는 母岳山道立公園의 효율적인 이용 개발과 보전관리 및 개선방안을 도출하기 위한 일련의 연구 중 한 과제로서, 공원 이용의 현 맥이라 할 수 있는 주요 登山路의 毀損實態를 조사 분석하여, 모악산도립공원의 등산로 補修整備 및 復舊計劃은 물론 전반적인 自然環境保全을 위한 管理方案을 수립하는 데 기초자료를 제공할 목적으로 수행하였다.

## II. 研究範圍 및 方法

### 1. 調査 對象地 選定

모악산도립공원 이용객의 접근체계는 이용객의 대부분이 김제시 금산면의 금산사, 완주군 구이면 상학리 입산통제소, 전주시 중인동 등 3개 지역을 통해 입산하고 있으며, 공원구역내 등산로는 5개 코스로서 총연장은 35.1km가 개설되어 있다.

본 연구에서는 3개 입산 장소를 통해 정상



Fig. 1. Location of survey site and plots in Moaksan Provincial Park.

에 오르는 3개의 주요 등산코스를 대상으로 다음과 같이 조사구간을 선정하였다.

- (1) 완주군 구이면 상학리 입산통제소--정상 구간(구이구간) : Trail A (2.7km)
- (2) 전주시 중인동 금곡사--정상 구간(중인동구간) : Trail B (2.2km)
- (3) 김제시 금산면 금산리 모악정--고개 구간(모악정구간) : Trail C (1.7km)

조사대상으로 선정된 3개 등산로에 대해 Rapid survey technique(Cole 등, 1981)을 이용하여 각 조사 대상 등산로에서 步行距離 약 300m마다 1곳씩 조사지점을 추출하여 Trail A에서 9개, Trail B에서 9개, Trail C에서 7개 지점등 모두 25개 지점을 선정하였다.

본 조사를 위해 1996년 8월과 9월에 세 차례의 豫備調查를 거쳐 1996년 10월 중에 本調查를 실시하였으며, 정상 일대의 環境훼손실태는 1997년 7월에 보완조사를 실시하였다. 조사가 실시된 구간 및 지점의 위치는 Fig. 1과 같다.

## 2. 調查內容 및 分析方法

### 1) 登山路 毀損實態

각 조사 지점에서 基準點을 중심으로 상하 각 10m씩 등산로 20m를 설정하여 조사 지점의 해발고, 종단 및 횡단경사, 방위, 지형적 위치 등을 측정하였다. 조사지점을 다시 5m

간격으로 구분하여 각 측정에서 登山路幅, 最大浸蝕깊이, 土壤硬度, 路面流出特性 등을 측정하였다. 노면유출특성은 조사 지점 상부 및 주변의 표면유출수가 등산로 내부로 유입되거나 집수됨으로써 침식에 영향을 미치는지를 조사하기 위해 주변 지형과 등산로의 위치 및 상태 등을 고려하여 다음과 같이 3등급의 流水影響強度로 구분하여 판정하였다. 즉, 표면유출수가 등산로 내부로 거의 유입되지 않는 경우(1등급), 표면유출수가 등산로 내부로 유입되지만 횡경사 방향으로 배수되는 경우(2등급), 표면유출수가 등산로 내부로 유입되어 등산로가 유로의 기능을 하는 경우(3등급)로 구분하였다. 또한, 등산로 路面의 質感을 조사하기 위해 조사 지점을 사진촬영한 뒤 Mesh분석에 의해 노면의 암반, 자갈, 토양, 裸出根 등의 점유 비율을 산정하였다. 등산로의 침식형태는 각 측정의 縱斷面의 모양을 도식화하였고, 각 측정의 縱斷面積을 산정하여 침식량으로 定量化하였으며, 등산로와 주변 삼림내에서 각각 토양시료를 채취하여 土性, 含水率 및 化學的成分을 분석하였다. 또한, 각 조사구간별로 分岐登山路의 개소, 길이, 노폭, 발생지점의 지형적 특성 등을 측정하여 전구간에 대한 등산로 분기현황도 조사하였다.

### 2) 登山路 安全·保護施設 및 기타 毀損地 發生實態

각 조사 대상 등산로의 전 구간에 걸쳐 노면 또는 주변에 설치되어 있는 보행안전 시설과 등산로 침식 방지를 위한 보호시설들의 종류와 수량 등을 조사하였다. 또한, 탐방객들이 휴식과 레크리에이션 등으로 이용하고 있는 정상 일대의 裸地와 각종 建設工事로 인해 발생한 毀損地의 실태에 대해서도 조사분석하였다.

### 3) 登山路 利用行態 및 利用強度

3차례의 豫備調査 때에 탐방객들의 등산로 이용행태와 조사 대상 등산로별 이용강도를 측정하였다. 이용행태는 3개 등산로의 調査始點에서 탐방객들에게 간단한 설문지를 배포하고

下山時에 회수하여 분석하였고, 이용강도는 각 調査始點에서 度數計를 이용하여 입산자와 하산자의 수를 측정하였다. 측정은 평일, 토요일, 일요일을 각 1회씩 포함하여 3개 조사 지점에서 동시에 실시하였으며, 측정 시간은 3회 모두 오전 9시부터 오후 7시까지로 하였다.

## Ⅲ. 結果 및 考察

### 1. 연구 대상지의 地形條件 및 利用行態

조사 대상 등산로별 각 조사지점의 지형조건과 각 구간에서의 이용행태는 Table 1에 나타난 바와 같다.

지형조건 중에서 등산로의 方位를 보면, 구이 구간은 해발 약 400m 지역을 경계로 그 이하는 남동 방향이나 그 이상은 북동 방향으로 地形地勢에 따라 크게 변하였고, 중인리구간은 북동과 북서 방향으로 불규칙하게 등산로가 형성되어 있으며, 모악정구간은 정상부 고개에서 금산사 방향으로 뻗어 내리는 큰 산줄기를 따라 남서 방향으로 일정하게 등산로가 형성되어 있다.

傾斜는 구이구간이 구간 평균 종단경사(25.8°) 및 횡단경사(13.0°) 모두 다른 두 구간보다 급한 편이며, 특히 조사 지점 A3에서 A6 사이의 구간(해발고 약 150~400m)은 종단경사가 30° 이상으로서 험준한 지형을 이루고 있다. 중인동구간과 모악정구간은 종단경사(약 20°)와 횡단경사(10° 미만) 모두 비교적 완만한 편이다.

등산로가 형성된 位置는 구이구간의 경우 標高 300m 이하에서는 山腹部를 통과하다가 그 이상에서는 稜線部에 형성되어 있고, 중인동구간은 溪谷部, 山腹部 및 稜線部에 불규칙하게 형성되어 있으며, 모악정구간은 주로 稜線部에 등산로가 형성되어 있다.

모악산 탐방객들의 등산코스 利用行態는 다음과 같은 2가지 유형으로 구분되었다.

첫째, 위 3개 입산 장소 중 1곳으로 입산하여 모악산 정상에 오른 후 혹은 중간에서 다시 같은

곳으로 되돌아 오는 경우로서, 전체 응답자 (1,675명)의 64.7%를 차지하였는데, 자가용 이용자와 노약자들이 대부분 이 유형에 속하였다.

둘째, 입산하여 정상을 경유해 다른 2곳 중 1곳으로 내려가 모악산을 縱走하는 경우로서, 전체 응답자의 35.3%를 차지하였는데, 주로 관광버스나 시내버스 등의 대중교통수단을 이용하는 탐방객들이 이 유형에 속하였다.

등산로별 利用者數는 구이구간이 입산자와 하산자 모두 가장 많았으며 전체 이용자수도 측정된 탐방자 수의 절반 정도(50.5%)를 차지하였고, 다음으로는 모악정구간(33.1%), 중인동구간(16.4%)의 順으로 이용자가 적었다. 이러한 이용자 수의 차이는 진입부의 주차 공간, 휴식시설, 음식점 등의 편의시설의 量과 등산코스 자체의 매력 및 공원 입장료 징수 등

Table 1. Topographical conditions of each survey plot and amount of use at each trail in Moaksan Provincial Park

Trail name*	Plot No.	Altitude (m)	Aspect	Trail slope(°)		Location of plot	Amount of use**			
				Longitudinal	Cross		Entrance (%)	Leaving (%)	Total (%)	Useintensity
A	1	75	S80° E	11	6	Hillside				
	2	120	S62° E	13	6	Hillside				
	3	155	S60° E	33	16	Hillside				
	4	290	S83° E	38	18	Ridge				
	5	340	S54° E	37	22	Ridge				
	6	405	N83° E	35	18	Ridge				
	7	495	N42° E	18	12	Ridge				
	8	555	N22° E	28	8	Ridge				
	9	640	N40° E	19	11	Ridge	1,054	1,280	2,334	Very heavy
Mean				25.8±10.03	13.0±5.46		(49.8)	(51.1)	(50.5)	
B	1	180	N15° E	20	3	Hillside				
	2	215	N5° E	23	5	Valley				
	3	265	N25° E	28	6	Ridge				
	4	300	N30° W	25	32	Valley				
	5	345	N19° E	21	10	Ridge				
	6	425	N51° E	13	4	Ridge				
	7	525	N45° E	23	8	Hillside				
	8	580	N25° W	18	7	Ridge				
	9	610	N20° W	16	6	Ridge	407	350	757	Light
Mean				20.8±4.36	9.0±8.37		(19.2)	(14.0)	(16.4)	
C	1	320	S55° W	23	4	Ridge				
	2	350	S45° W	18	4	Ridge				
	3	395	S40° W	12	6	Ridge				
	4	425	S62° W	15	8	Ridge				
	5	475	S62° W	21	15	Ridge				
	6	540	S20° W	32	6	Ridge				
	7	600	S45° W	18	12	Ridge	655	874	1,529	Heavy
Mean				5.2±1.86	7.6±3.87		(31.0)	(34.9)	(33.1)	
Total				3.6±1.72	10.1±6.71		2,116 (100)	2,504 (100)	4,620 (100)	

\* Trail name A, B, C

A(Khui course) : Khuimyun shanghakri -- Moaksan peak

B(Chunginri course) : Chonjusi Chungindong -- Moaksan peak

C(Moakchong course) : Kimjesi Kuemsanmyun Moakchong -- Ascent around the peak

\*\* Total number of user surveyed at 3 days

의 요인이 복합적으로 작용한 결과로 분석된다. 즉 편의시설이 비교적 많고 입장료를 징수하지 않으며, 정상에 이르는 중간에는 약수터가 있는 대원사와 수왕사가 자리하고 있는 구이구간에 이용자가 집중되는 현상을 보이고 있다. 반면에 모악정구간은 진입부에 집단시설지구가 조성되어 있어 편의시설이 가장 충분하고 중간에 금산사를 경유하지만, 공원입장료와 주차비 및 문화재관람료를 징수하기 때문에 모악산을 등산 목적으로 자주 찾는 사람들은 이 구간을 기피하는 것으로 추정된다. 그리고 중인동구간은 主利用圈인 전주시에서의 도달거리가 가장 짧고 입장료를 징수하지 않으나, 편의시설과 등산코스 자체의 매력면에서 다른 구간들에 비해 뒤떨어지기 때문에 이용자가 가장 적은 것으로 분석된다.

한편, 구이와 모악정구간에서는 입산자보다 하산자 수가 약간 증가한 반면에 중인동구간에서는 반대로 입산자보다 하산자수가 상당히 감소한 특징을 보였다. 이러한 현상은 중인동코스 입장자가 정상을 거쳐 다른 두 구간으로 하산한다는 것을 의미하며, 측정치에서 입산자보다 하산자의 수가 많이 집계된 것은 측정개시 시간 이전에 입산하였거나 다른 등산로로 입산한 탐방객들이 하산시에 더해졌기 때문인 것으로 판단된다.

이러한 이용행태에 따라 각 조사 대상 등산로의 利用強度를 구분하면 구이구간은 이용강도가 “매우 높다(very heavy)”, 중인동구간은 이용강도가 “낮다(light)”, 모악정구간은 이용강도가 “높다(heavy)”고 할 수 있다.

## 2. 主登山路의 路幅과 分岐登山路 現況

등산로의 路幅은 등산로 상태를 표현하고 등산로 주변의 입지적 특성이나 이용행태 및 이용량 등의 영향을 반영하는 가장 일반적인 인자로 인식되고 있다.

모악산도립공원의 경우 Table 2에 나타난 바와 같이 主登山路의 平均路幅은 구이구간이 3.7m, 중인동구간이 2.1m, 모악정구간이

5.2m로서 모악정구간의 등산로폭이 가장 넓은 것으로 나타났다. 주등산로의 노폭은 이용강도가 높은 곳에서 넓게 나타나는 것이 일반적인 경향인데(권태호 등, 1988, 1989, 1990, 1991; 서병수 등, 1994), 본 조사결과는 약간 다른 경향을 보였다. 즉, 이용강도가 가장 높은 구이구간보다 이용강도가 그보다 낮은 모악정구간의 노폭이 훨씬 넓게 나타났는데, 이것은 전체적인 이용량은 구이구간이 많지만 모악정구간은 團體山行 등 일시적으로 탐방자가 集中되는 사례가 상대적으로 빈번한 이용행태와 관련이 있는 것으로 추정된다(김세천 등, 1996). 그러나, 이용량이 가장 적은 중인동구간의 등산로폭이 가장 좁은 것은 다른 조사 보고들과 같은 경향이었다. 또한, 등산로폭과 傾斜와의 사이에는 뚜렷한 상관관계가 나타나지 않은 것으로 보아 등산로폭은 이용량 및 이용행태와 밀접한 관계가 있는 것으로 분석된다.

조사구간 전체의 평균 등산로폭은 3.6m로서 속리산국립공원 3.9m(권태호 등, 1990)보다는 약간 좁지만 덕유산 3.5m(서병수 등, 1994), 지리산 3.0m(권태호 등, 1991), 치악산 2.5m(권태호 등, 1988), 가야산 2.9m(권태호 등, 1989) 등의 국립공원보다는 넓은 것으로 나타났다. 이것은 등산로의 넓이에 상응하여 등산로의 環境毀損程度가 다른 국립공원들보다 심하다는 것을 나타내는 지표가 되고 있다고 할 수 있다. 등산로의 노폭에 관한 일반적인 기준은 아직 제정되어 있지 않지만, 우리나라 국립공원의 등산로 정비시에 대부분 1.6~1.8m로 개설하는 것과 비교하면 모악산의 등산로폭은 매우 넓은 편이며, 특히 등산로폭이 5.2m에 달하는 모악정구간은 등산로 훼손이 매우 심한 상태이다.

조사대상 3개 등산로 전 구간에서의 분기등산로 발생실태를 조사한 결과 이용량이 가장 많고 등산로의 경사가 가장 급한 구이구간에서 13개소에 걸쳐서 493m로 가장 많이 형성되어 있고 그 평균노폭도 1.6m로 가장 넓었으며, 중인동구간은 8개소에 94m이고 평균노폭은 1.0m, 모악정구간은 15개소에 395m이고 평

균노폭은 1.3m로서, 분기등산로는 利用量과 등산로의 傾斜에 영향을 받는 것으로 나타났다. 또한, 동일 조사구간 내에서는 3개 등산로 모두 경사가 급하고 침식이 심하여 보행이 불편한 장소에서 분기등산로가 많이 형성되는 경향을 보였다. 전체 조사구간을 합하면 모두 36개소에 982m의 분기등산로가 형성되어 있는데, 이것은 조사대상 등산로 전체 길이 6.6km의 15%에 해당한다. 따라서, 주등산로 이외에 길이로 약 1km, 平面積으로 약 1,300m<sup>2</sup>의 裸地가 추가로 발생한 것인데, 이러한 등산로 분기에 따른 나지면적의 확대는 곧 森林環境의 毀損을 가중시키는 중요한 요인이 될 수 있음을 시사하고 있다.

Table 2. Width of main trail and conditions of branch trail in Moaksan Provincial Park

Trail name	Main trail width(m)		Branch trail		
			No.	Length(m)	Width(m)
A	3.7	0.99	13	493	1.6±0.65
B	2.1	0.66	8	94	1.0±0.33
C	5.2	1.86	15	395	1.2±0.46
Mean/Total	3.6	1.72	36	982	1.3±0.58

### 3. 登山路 浸蝕現況

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

구간별 등산로의 최대 침식깊이와 평균 최대 침식깊이는 구이구간에서 각각 192cm와 89cm, 중인동구간에서 각각 97cm와 55cm, 모악정구간에서 각각 120cm와 73cm로 조사되었다. 침식깊이가 70cm 이상인 조사지가 11개 소로서 전체의 44%를 차지하고 있으며, 특히 구이와 모악정구간의 등산로 훼손이 심한 것으로 나타났으며, 전반적으로 이용강도가 높은 구간일수록 침식깊이가 크게 나타났다. 최고 침식깊이의 조사구간 전체 평균값은 73cm로서 치악산 15cm(권태호 등, 1988), 가야산 23cm(권태호 등, 1989), 지리산 26cm(권태

호 등, 1991), 속리산 32cm(권태호 등, 1990), 덕유산 51cm(서병수 등, 1994) 등과 비교하면 모악산은 등산로의 洗掘과 毀損 정도가 매우 심한 상태임을 알 수 있다.

이러한 등산로 침식깊이의 차이를 유발하는 원인으로서는 利用量이나 利用強度의 영향도 있지만 등산로 傾斜의 영향이 상당히 크게 작용하는 것으로 보고되고 있다(권태호 등, 1988; 서병수 등, 1994; Cole 등, 1981; Dale 등, 1974). 이들의 보고와 관련시켜 볼 때 본 연구에서 구이구간의 등산로 깊이가 가장 깊은 것은, 이 구간의 높은 이용밀도의 영향도 있지만 경사가 가장 급한 구간으로서 이러한 지형 조건과도 밀접한 관계가 있는 것으로 추정되어, 등산로 傾斜度를 변수로 하여 回歸式을 추정된 결과 다음과 같은 관계를 확인하였다.

$$\text{最大浸蝕깊이 (cm)} = -6.98 + 3.57 S(^{\circ})$$

$$(r = 0.68, S ; \text{slope})$$

즉, 등산로 물매가 최대 침식깊이의 변동량을 68% 정도 설명할 수 있는 것으로 나타나 최대 침식깊이에 대한 등산로 물매의 영향이 인정되었다. 또한, 表面流出水의 영향강도와 최대침식깊이와의 관계를 보면

$$\text{最大浸蝕깊이 (cm)} = 9.9 + 31.39 R$$

$$(r = 0.65, R ; \text{runoff influence})$$

로서 등산로 주변이나 상부의 유출수가 등산로 내부로 유입되어 흘러내리는 정도가 심할수록 등산로의 침식깊이가 커짐을 알 수 있다.

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. 같은 조사구간 내에서도 여러 가지 형태를 나타내고 있어서 구간별로 특징지을 수 없으며, 전반적으로 Ⅲ.Ⅳ.Ⅴ.Ⅵ型 등 주로 溝谷浸蝕이 심하게 진행된 형태를 이루고 있다.

각 조사지점의 평균 橫斷面積으로 정량화하여 구간별 등산로의 浸蝕量를 조사한 결과, 구이구간(14,050cm<sup>2</sup>)과 모악정구간(13,296cm<sup>2</sup>)이 비슷한 수준으로 심각한 침식상태를 보이고 있는 반면에, 중인동구간(5,032m<sup>2</sup>)은 이들 두 구간보다 훨씬 적은 침식량을 나타내고 있다. 각

구간 사이의 차이는 이용량이 많은 등산로 순으로 침식이 심하였으며, 이러한 경향은 다른 연구 결과와 비슷하였다(서병수 등, 1994).

이용강도 이외에 횡단면적(침식량)에 대한 등산로의 종경사, 등산로폭, 침식깊이 및 표면 유출수의 영향강도 등의 상관관계를 분석한 결과 각각 다음과 같은 유의한 회귀식으로 나타낼 수 있었다.

- 1) 등산로의 縱斷傾斜와 횡단면적과의 關係  

$$\text{橫斷面積}(\text{cm}^2) = -7,590 + 814.6 S(^{\circ})$$
 $(r = 0.70, S ; \text{slope})$
- 2) 등산로폭과 횡단면적과의 關係  

$$\text{橫斷面積}(\text{cm}^2) = 192.5 + 2,924.7 W$$
 $(r = 0.56, W ; \text{width of trail})$
- 3) 등산로의 浸蝕깊이와 횡단면적과의 關係  

$$\text{橫斷面積}(\text{cm}^2) = -3,549 + 194.6 D$$
 $(r = 0.88, D ; \text{depth of trail})$
- 4) 表面流出水の 영향강도와 횡단면적과의 關係  

$$\text{橫斷面積}(\text{cm}^2) = -1,569.7 + 6,086.6 R$$
 $(r = 0.57, R ; \text{runoff enfluence})$

즉, 위의 4가지 요인들이 등산로의 침식에 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있으며, 그 중에서도 특히 등산로의 縱斷傾斜와 浸蝕깊이가 70% 이상의 설명력을 가짐으로써 등산로의 침식에 크게 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

전 구간의 평균 횡단면적은 10,593 $\text{cm}^2$ 로서 설악산국립공원(박봉우 등, 1989)에서 이용강도가 높은 외설악코스의 평균침식량 9,192.5 $\text{cm}^2$ 과 비슷한 수준을 보이고 있다.

한편, 등산로에 대한 流水影響強度를 조사한 결과 상부 또는 주변의 표면유출수가 등산로 내부로 유입되어 아래로 흘러가는 곳 즉, 등산로가 流路의 기능을 하는 곳(3등급)이 25개 조사지점 가운데 9개소나 나타났다. 이들 유수 영향강도가 높은 곳은 전반적으로 침식 정도가 심한 곳과 일치하고 있으며, 그로 인해 등산로의 침식 정도도 심해지고 있다는 것은 위의 회귀식에 의해 증명되고 있다. 따라서, 유수 영향강도와 침식정도는 높은 상관관계를 가지는 것으로 판단할 수 있다.

등산로는 일단 심각한 훼손 상태에 도달하면 갈수록 그 정도가 深化되고, 通行障路를 초래하여 의도하지 않은 登山路의 擴張으로 말미암아 새로운 形態의 毀損을 유발하거나 주변 森林에 대한 被害가 加重되는 경향이 있다. 따라서, 모악산 도립공원의 森林環境을 保全하고 利用被害를 減少시키며 이용자들의 通行便利와 利用滿足度를 높이기 위해서는, 등산로의 毀損實態를 정기적으로 점검하여 조속하고 적절한 補修와 改善이 이루어지도록 해야 할 것이다.

Table 3. Erosion conditions of each trail in Moaksan Provincial Park

Trail name	Maximum depth(cm)	Cross-sectional type of trail	Cross-sectional area (cm <sup>2</sup> )	Runoff influence class
A	89±52.4	Ⅱ, Ⅳ, Ⅴ	14,050±12,231.7	1.9
B	55±22.8	Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ	5,032±3,230.6	2.1
C	73±31.3	Ⅰ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅵ	13,296±7,156.2	2.0
Mean	73±40.4		10,593±8,999.6	

\* Run-off enfluence class

- 1 : Run-off do not flow into the trail.
- 2 : Run-off flow into the trail, but drain through cross-sectional slope direction.
- 3 : Run-off flow into the trail and drain through longitudinal slope direction.

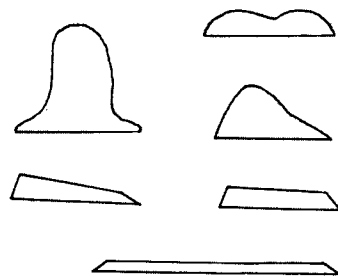


Fig. 2. Cross-section type of trail in Moaksan Provincial Park.

#### 4. 登山路의 路面狀態

각 조사지점에 있어서 登山路의 路面狀態를 조사한 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다.

구이구간은 평균 토양 50%, 자갈 8%, 박힌 돌 36%, 바위 4%, 裸出根 2%로 구성되어 있



다. 특히 A3 지점은 박힌돌과 바위 및 나출근이 90%를 차지하고 있어 모든 조사지점 가운데 표면의 屈曲이 가장 심한 상태였고, A3~A6 지점에서 자갈과 박힌돌 및 바위의 구성비율이 많아 노면의 요철이 심하였다. 이 구간은 등산로의 침식이 가장 심한 곳으로서 전반적으로 토양 하층부의 박힌돌과 자갈이 비교적 많이 노출된 상태로서 3개 조사구간 중에서 노면의 상태가 가장 不良하지만 “약간 不良하거나 거칠은 (slightly irregular or lumpy)” 상태로 평가할 수 있다. 중인리구간은 평균 토양 76%, 자갈 2%, 박힌돌 10%, 바위 9%, 裸出根 3%로 구성되어 있고, 모악정구간은 토양 69%, 자갈 6%, 박힌돌 10%, 바위 10%, 裸出根 5%로 구성되어 있어서, 이들 두 구간의 노면상태는 “비교적 良好하거나 약간 不良한 (Smooth or slightly irregular)” 상태로 평가할 수 있다.

일반적으로 등산로의 노면상태가 불량할 경우에 路幅擴大나 迂廻登山路의 발생을 유발하고, 그 결과로 地被植生の 破壞와 土壤浸蝕을 가중시키게 된다. 그러나, 모악산도립공원의 경우는 등산로의 노면상태가 전반적으로 나쁜 편이 아니지만, 등산로가 심하게 침식되어 있기 때문에 보행이 불편해지면서 分岐登山路의 발생이 가속화되고 있는 것으로 분석된다. 따라서, 모악산도립공원의 環境毀損을 防止하기 위해서는 심하게 침식된 登山路의 構造를 改善하는 대책이 시급히 강구되어야 할 것으로 판단된다.

Table 4. Surface texture and roughness of each trail in Moaksan Provincial Park

Trail name	Surface texture(%)					Roughness
	Soil	Gravel	Embedded stone	Exposed rock	Exposed root	
A	50	8	36	4	2	Slightly irregular or lumpy
B	76	2	10	9	3	Smooth or slightly irregular
C	69	6	10	10	5	Smooth or slightly irregular

5. 등산로 安全 및 保護施設 設置現況

모악산도립공원내 등산로에 설치된 步行安

全施設 및 등산로 保護施設 현황은 Table 5에 나타난 바와 같다.

보행안전시설의 설치현황은 돌계단 26개소 627m, 노면계단파기 3개소 17m, 보조 로-프 13개소 300m 등이고, 등산로 보호시설로는 표면유출수의 횡단배수 유도시설로서 노면돌박기 3개소, 배수도랑파기 8개소 등이 설치되어 있다.

조사구간별로는 구이구간에 돌계단 13개소 277m, 보조 로-프 6개소 190m, 노면돌박기 3개소, 배수도랑파기 7개소가 설치되어 있고, 모악정구간에 돌계단 13개소 350m, 노면계단파기 3개소 17m, 로-프시설 7개소 110m, 배수도랑파기 1개소가 설치되어 있다. 중인동구간에는 안전 및 보호시설이 전혀 설치되어 있지 않은데, 2~3개 지점에는 보행안전 시설의 설치가 요구되고 있는 실정이다. 그리고, 전반적으로 등산로의 침식이 심한 상태로 방치되고 있어 등산로의 유지관리에 상당히 소홀한 면을 보여주고 있는데, 침식이 극심한 장소에 대한 復舊工事を 포함하여 등산로의 維持管理에 적극적인 對策이 요구된다.

Table 5. Safety and protection facilities on the trail in Moaksan Provincial Park

Trail name	Stone stair		Soil stair		Rope handrail		Cross drainage (No.)	
	No.	Length(m)	No.	Length(m)	No.	Length(m)	Stone channel	Soil ditch
A	13	277	-	-	6	190	3	7
B	-	-	-	-	-	-	-	-
C	13	350	3	17	7	110	-	1
Total	26	627	3	17	13	300	3	8

6. 頂上 一帶의 環境毀損 實態

모악산도립공원의 頂上 일대의 環境毀損實態를 조사한 결과는 Table 6과 같다.

정상 부근의 능선에는 전망대 및 위락장이 2곳 있는데, 이들 장소는 모두 裸地化되어 있으며 그 면적은 약 400㎡에 이른다. 그리고, 정상 바로 아래 북동쪽 계곡부에는 1987년 KBS 송신소와 송신탑 건설공사시에 발생한

60° 이상의 급경사 흙쌓기비탈면이 현재까지 방치되고 있다. 이 비탈면은 면적이 약 1,000m<sup>2</sup>에 이르는 대규모 비탈면으로서, 집중호우시에는 계속 토석이 아래로 이동하여 수목에 피해를 입히고 경관을 저해하는 요인이 되고 있다.

또한, 모악산 주봉 735m~765m 지점에서 아래쪽으로 남서 방향 2곳의 계곡에는 1997년 4월부터 시작한 전주방송(JTV) 송신소 및 송신탑 신축공사의 터파기 공정에서 생산된 토사와 암석을 폐기하여 퇴적된 대규모의 비탈면이 형성되어 있다. 이 비탈면의 斜面積은 약 3,500m<sup>2</sup>에 이르고, 경사는 하단부를 제외하고 대부분 30~50°로 급하며, 직경 30~150cm의 암석과 토사가 최소 30cm에서 최대 3m 두께로 불규칙하게 쌓여 있는 상태이다. 퇴적된 토사는 6~7월 중의 집중호우로 인해 대부분 유실되었는데 앞으로도 계속 유실될 전망이다. 크고 작은 암석들도 고정되지 않아 유동성을 가지고 있다.

이들 나지와 비탈면 이외에도, 정상 아래 표고 730m 지점의 능선에는 폭 1.5m의 등산로가 계곡쪽으로 등산로폭 1m, 세로폭 2m 정도로 깊이 붕괴되어 급경사를 이루고 있어서 계속적인 침식·붕괴와 안전사고의 위험성을 가지고 있다.

따라서, 기존의 북동쪽 비탈면, 새로 형성된 남서쪽 비탈면, 붕괴된 등산로에 대해서는 모두 特殊砂防工法을 도입하여 安定綠化工事를 조속히 시행함으로써, 災害를 防止하고 모악산도립공원의 수려한 自然景觀을 復元해할 것이다.

Table 6. Environmental deterioration around peak of Moaksan

Area	No.	Bared area (m <sup>2</sup> )	Soil hardness (kg/cm <sup>2</sup> )	Soil texture (USDA)	Water content (%)	pH (1:5)	Organic matter (%)
Recr. area	2	400	6.1	SL	23.57	5.0	0.76
Slope	2	4,500	2.6	CL	26.31	5.2	1.36
Total	4	4,900	-	-	-	-	-
Forest land			2.4	SL	38.42	5.0	4.83

### 7. 土壤의 物理·化學的 特性變化

각 조사구간의 登山路와 정상부의 裸地 및 주변 森林地 土壤의 土性, 硬度, 含水率, pH 및 有機物 含量 등을 조사한 결과는 Table 6과 7에 나타난 바와 같다.

土性は 구이와 모악정구간의 등산로와 위락장은 砂壤土이고 중인리구간 등산로와 정상부 주변 비탈면은 埴壤土로서 등산로와 나지 및 삼림지 사이에 토성의 차이가 없으나 등산로 토양에서 모래함량이 약간 많았다. 등산로가 주변 삼림지에 비해 土壤中の 모래함량이 많은 것은 등산로의 浸蝕으로 粘土가 流失되었기 때문인 것으로 분석된다.

山中式 土壤硬度器로 측정한 土壤硬度는 登山路와 위락장에서 평균 5.8~6.1kg/cm<sup>2</sup>로 주변 森林地 0.38~2.4kg/cm<sup>2</sup>와 비교할 때 이용에 따른 踏壓과 침식에 따른 심토층 노출의 影響이 뚜렷하게 나타났다. 등산로의 구간별 차이를 보면 이용강도가 높은 구이와 모악정 구간에서 토양 중의 모래 함량이 훨씬 많은 사양토임에도 불구하고, 식양토로 구성된 중인리구간보다 경도가 큰 값을 나타내었는데, 이것은 이용강도에 따른 踏壓의 影響이라고 할 수 있다.

James등(1979)과 Lapage등(1962)은 過剩利用이 토양에 미치는 대표적인 영향으로 土壤硬度的 增加를 지적하였고, 권태호 등(1988)은 치악산에서, 신창호 등(1993)은 무등산에서, 서병수 등(1994)은 덕유산에서 각각 등산로의 토양경도는 삼림지 토양에 비해 뚜렷하게 높았다고 보고한 바 있으며, 조현길 등(1987)은 지리산 야영장에서 그리고 서병수 등(1994)은 덕유산 등산로에서 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.

土壤의 含水率에 있어서 등산로와 주변 삼림지를 비교하면 전체 登山路의 평균함수율이 26.16%로서 周邊森林地 토양의 평균함수율

37.97%보다 훨씬 낮은 값을 나타내었다. 한편, 조사구간들 사이의 차이를 비교하면 삼림지에서는 조사구간간에 차이가 없었으나, 등산로에서는 利用強度가 높고 土壤硬度가 높은 구간일수록 土壤含水量이 적은 경향을 나타내었다. 신창호 등(1993)과 서병수 등(1994)은 등산로의 토양함수량이 삼림지에 비해 적고 토양경도가 높아짐에 따라 토양함수량이 적은 경향을 나타냈다고 하였고, Tryon 등(1958)은 답압에 의한 토양 물리적 성질의 변화로 토양함수량이 감소한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 같은 경향을 나타내었다.

토양 pH는 등산로와 주변 삼림지 토양을 비교하면 登山路(5.0)에서 森林地(4.8)보다 약간 높은 값을 나타냈다. 이것은 이용량이 많아 土壤硬度가 높은 토양에서는 鹽基의 濃度가 높기 때문에 토양 pH가 높아진다고 한 Young 등(1976)의 주장, 답압된 등산로 지역이 삼림지에 비해 토양 pH가 높았다는 신창호 등(1993)과 서병수 등(1994)의 결과와 일치하였다.

반면에 有機物含量은 森林地 土壤에서 월등히 높은 값을 나타내었다. 이것은 등산로에서 삼림 내부로 들어갈수록 有機物含量이 증가하여 토양성질에 대한 利用干涉의 影響이 인정되었다는 보고들(권태호 등, 1988; 서병수 등, 1994; 신창호 등, 1993)과 일치하여, 登山路에서 土壤養料가 溶脫되었음을 입증하고 있다.

Table 7. Soil physical and chemical characteristics of trail and forests in Moaksan Provincial Park

Area	Trail name	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil text. class (USDA)	Soil hardness (kg/cm <sup>2</sup> )	Water content (%)	pH (1:5)	Organic matter (%)
Trail	A	68.2	12.6	19.2	SL	6.62	23.27	5.2	0.83
	B	38.1	34.7	27.2	CL	4.76	28.46	4.8	0.74
	C	71.8	11.4	16.8	SL	6.04	26.74	5.0	0.45
	Mean					5.81	26.16	5.0	0.67
Forest	A	46.5	23.1	30.4	SL	0.33	36.41	4.7	6.42
	B	32.4	34.1	33.5	CL	0.45	38.64	5.0	5.22
	C	54.8	20.7	24.5	SL	0.36	38.86	4.8	7.81
	Mean					0.38	37.97	4.8	6.48

#### IV. 要約 및 結論

본 研究은 母岳山道立公園에서 주로 이용되고 있는 구이구간(Trail A), 중인동구간(Trail B), 모악정구간(Trail C) 등 3개 登山路(6.6km)의 毀損實態와 모악산 頂上 일대의 自然環境 毀損實態 등을 조사 분석하였는 바, 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 등산로의 傾斜는 구이구간이 가장 급하지만 전반적으로 완만하고, 등산로는 대부분 능선부에 형성되어 있다. 利用量에 의한 利用強度는 구이구간은 “매우 높다”, 중인동구간은 “낮다”, 모악정구간은 “높다”로 구분할 수 있다.

2. 登山路幅은 전체 평균 3.6m이고, 전 구간에 걸쳐 모두 36개소에 982m의 分岐登山路가 형성되어 있다. 분기등산로는 이용강도가 높고 침식이 심한 급경사 지점에 주로 형성되어 있으며, 등산로 확장에 의한 환경훼손이 인정되었다.

3. 등산로의 평균 최대 침식깊이와 橫斷面積은 구이구간에서 각각 89cm, 14,050cm<sup>2</sup>로서 최대치를 나타내었고, 많은 조사지점에서 溝谷浸蝕의 유형이 나타났다. 등산로의 浸蝕量은 이용량 이외에 침식깊이, 종단경사, 표면유출수의 영향강도, 등산로폭의 순서로 영향을 받은 것으로 분석되었다.

4. 등산로의 침식이 심한데 비해 路面 자체의 質感은 전반적으로 “비교적 良好하거나 약간 不良”한 상태이다.

5. 돌계단·노면계단파기·rope handrail 등의 보행안전 시설과 횡단 배수를 위한 돌박기, 배수도랑파기 등의 노면보호 시설이 설치되어 있으나, 전반적으로 부족한 실정이다.

6. 모악산 頂上 일대에는 위락장 2곳과 건설공사로 인한 2곳의 대규모 토석쌓기 비탈면 등 약 4,900m<sup>2</sup>의 裸地가 형성되어 있으며, 토양침식과 경관저해 요인이 되고 있다.

7. 母岳山道立公園의 주요 등산로 중에서 구이와 모악정에서 정상에 이르는 등산로에는 훼손이 대단히 심한 곳이 많으며, 등산로의 환경훼손을 유발하는 主要因은 利用強度와 傾斜

인 것으로 분석되었다. 따라서, 주변의 觀光團地 개발로 인해 이용량이 더욱 많아짐으로써 環境毀損이 가속화되기 전에, 自然休息年制 실시와 함께 침식과 훼손이 심한 장소 및 裸地 비탈면에 대한 적절한 補修整備 및 復舊對策이 시급히 요청된다.

### 參 考 文 獻

- 권태호, 오구균, 권순덕(1991), "지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변 환경훼손에 대한 이용영향", 『응용생태연구』, 5(1):91-103.
- 권태호, 오구균, 권영선(1988), "치악산 국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 토양 및 식생환경의 변화", 『응용생태연구』, 2(1):50-65.
- 권태호, 오구균, 이준우(1990), "속리산국립공원의 등산로 훼손과 주변부 식생에 미치는 영향", 『응용생태연구』, 4(1):63-68.
- 권태호, 오구균, 정남훈(1989), "가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변환경에 대한 이용영향", 『응용생태연구』, 3(1):81-94.
- 김세천, 이창현, 박종민, 박봉주(1995), "모악산도립공원 이용개발 및 보전관리 개선을 위한 기초연구", 『전북대는 문집(자연과학편)』40:161-174.
- 김세천, 허 준, 박봉주(1995), "모악산도립공원 이용실태 분석에 관한 연구", 『한국조경학회지』, 59:167-176.
- 김세천, 허 준, 노재현, 강철기(1996), "모악산도립공원 관리방안에 관한 기초연구", 『한국조경학회지』, 60:28-39.
- 김세천 외(1996), 『모악산도립공원 조경계획』, 김제시:55-58.
- 박봉우, 이기선, 윤영환, 박완근(1989), "설악산 국립공원 등반로의 훼손상태와 주변식생에 관한 연구", 『한국조경학회지』, 17(1):69-79.
- 서병수, 김세천, 박종민, 이창현, 이규완(1994), "덕유산 국립공원 등산로의 환경훼손에 대한 이용영향", 『한국임학회지』, 83(3):286-298.
- 신창호, 이정석(1993), "담방객에 의한 답압이 수목생장 및 토양, 식생에 미치는 영향에 대하여 -무등산 도립공원을 중심으로-", 『전남대 농대 연습연구보고』, 14:37-77.
- 오구균, 권태호, 전용준(1987), "북한산 국립공원의 등산로 훼손 및 주변 식생변화", 『응용생태연구』, 1(1):35-45.
- 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.
- 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.
- Bayfield, N. G. (1970), "A simple method for detecting variations in walker pressure laterally across paths", *Thin wire tramplemeters*, pp.533-535.
- Beardsley, W. G. and J. A. Wagar(1971), "Vegetation management on a forested recreation site", *Journal of Forestry*, October pp.728-731.
- Cole, D. N. (1983), "Assessing and monitoring backcountry trail conditions", *USDA For. Serv. Res. Pap. INT-302*, 10pp.
- 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.
- 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.
- Helgath, S. F. (1975), "Trail deterioration in the Selway-Bitterroot Wilderness", *USDA For. Serv. Res. Note INT-193*, 15pp.
- Hendee, J. C., G. H. Stankey and R. C. Lucas(1978), "Wilderness management", *USDA For. Serv. Miscellaneous Pub. No. 1365*:381pp.
- 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 Northwestern Ontario Park", *Forest Science*, 25(2):333-349.
- Lapage, W. F. (1962), "Recreation and the forest site", *Journal of Forestry*, 60:319-321.
- 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.
- 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.
- Tryon, E. H. and R. P. True(1958), "Recent reductions in annual radial increments in dying scarlet oaks related to rainfall deficiencies", *Forest Science*, 4:219-230.
- Young, R. A. and A. R. Gilmore(1976), "Effects of various camping intensities on soil properties in Illinois Campgrounds", *Soil Science Society America Journal*, 40:908-911.