

한라산국립공원의 등산로와 주변의 환경훼손¹

오구균² · 허순호³

Environmental Deterioration of and around Trail in Hallasan National Park¹

Koo-Kyoon Oh², Soon-Ho Heo³

요 약

한라산국립공원에서 이용객에 의한 등산로와 등산로주변의 환경훼손실태조사를 1990년에 실시하였다. 등산로폭과 주변의 나지노출폭은 이용강도와 정(+)의 상관관계를, 주변식생의 수고와 경사도와는 부(-)의 상관관계를 나타냈다. 노면의 깊이는 노폭 및 나지노출폭과 상관관계를 나타냈다. 이용객에 의한 등산로주변의 면적훼손은 아고산지역에서 주로 발생하고 있었으며, 주 훼손지역의 총 면적은 121,000m²로, 그중 생태계보전사업이 시급한 면적은(훼손등급 4급이상) 약 72,000m²로 추정되었다. 등산로와 주변의 훼손유형은 10가지로 밝혀졌으며, 총 침식량은 약 62,000m³로 추정되었다.

ABSTRACT

Visitor's impact on environmental deterioration of and around trail was studied in Hallasan National Park, Korea in 1990. Width of tread and width of bareland beside trail were correlative positively to user's density, negatively to height of vegetation and slope, respectively. Depth of tread was correlative highly to width of tread and width of bareland beside trail. Areal deterioration by visitors almost took place on subalpine zone. Total damaged area was kestimated to be 121,000m² and the damaged area more severe than impact rating class 4 reached about 72,000m², respectively. Ten types of deterioration of and around trail were discovered and total volume of erosion to be recovered was estimated to be about 62,000m³.

서 언

한라산 백록담을 중심으로한 천연보호구역(83.13km²; 1996. 10 지정)을 주 대상구역으로 1970년 한라산국립공원이 지정, 개발되면서 한라산 탐방

객은 1980년 8.9만명에서 1990년 36.2만명으로 지난 11년 동안 연평균 37%의 증가를 나타냈으며(한라산국립공원 관리사무소, 1980~1990), 제주도 종합개발사업의 추진에 따라 한라산 탐방객 수도 급증하리라 예상된다(건설부; 1987).

1 접수 6월 20일 Received on June 20, 1992

2 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Arch., Honam Univ., Kwangju 506-090, Korea

3 서울대학교 환경대학원 졸업 Graduate School of Environmental Studies, Seoul Nat'l. Univ., Seoul 151-742, Korea

한편, 한라산의 연약한 지질 및 토양구조와 지표 토양, 한번 훼손되면 원상회복이 불가능한 아고산 대식생, 공원관리에 산부족과 공원관리체계의 전문성 결여로 한반도의 희귀경관자원이며, 생물다양성의 보고인 백록담과 백록담주위 아고산대식생의 인위적 훼손이 심하고, 주요 등산로의 노면침식과 노퍽확산이 심하게 진행되고 있는 실정이다(제주도 : 1985). 따라서 제주도 지역차원 뿐만 아니라 국가차원의 자연자원관리 측면에서 한라산지역보존계획 수립 및 시행이 시급한 과제이다.

본 연구의 목적은 이용객의 영향으로 발생한 한라산국립공원내 등산로와 등산로주변의 환경훼손 실태와 유형을 밝혀 생태계보전사업 및 관리에 필요한 기초자료를 제공하는데 있다.

조사방법

현지조사는 1990년 8월, 10월 2회에 걸쳐 실시하였다.

탐방객의 94%가 집중하는 어리목, 영실 등산로의 훼손상태를 조사하기 위해서 매 100m 마다 5m 구간의 조사지점을 계통적으로 선정하여(Bayfield, 1973 ; Cole, 1983) 등산로의 종단경사도, 폭, 깊이, 등산로변 나지노출 폭, 주변식생 등을 조사하였다. 그리고 한라산의 주요 5개 등산로의 등산로 훼손실태와 바닥포장재료를 비교하기 위해서 전구간을 도동의(1987) 등산로 훼손기준으로 관찰 조사하였다.

등산로 주변의 훼손실태조사는 Frissell(1978)의 훼손등급기준을 참조한 Table 1의 훼손등급기준을 사용하여 지거측량한 뒤, 그 면적을 산정하였다. 한편, 한라산국립공원 구역내에서 이용객의 영향에 의한 환경훼손을 조사하여 유별하였으며, 주요 훼손지의 토양시료를 채취한 뒤, 전문기관에 의뢰하여 이·화학적 토양특성을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 대상지 개황

한라산은 수직적으로 난대림기후대에서부터 아한대기후의 특성을 나타내고 있다. 연평균 강수량은 1,440mm로서 6~9월에 집중되고 있다(중앙기상대, 1983). 뒷세대피소에서 2년간(1988~1989) 측정된 기상자료에 의하면, 연중 쾌청일 수는 141일이고, 풍향은 여름에는 남서, 남동풍이, 겨울에는 북서, 북동풍이 우세하였다. 4월부터 11월까지 날씨(비오는 날 제외)와 풍속(5.4m/sec 이상 제외)을 고려한 현장작업가능일 수는 6월(22일), 9월(22일), 10월(23일)이 상대적으로 많았으며, 연중 148일 정도로 매우 적게 나타났다.

Table 2는 주요 등산로와 훼손지역 토양의 이·화학적 특성을 나타내고 있다. 토양의 모재는 현무암으로 표토층의 미사함유량이 일반 산림토양보다 현저하게 높아 표토유실 가능성이 높다(제주도, 1965). 만세등산, 뒷세-서북벽부근 아고산지역의 표토의 토양산도는 pH4.3~5.3 범위의 강산정을 띠고 있었으며, 유기질 함유량은 교목림지역보다 매우 높게 나타났다. 대체적으로 치환성 양이온인 calcium, magnesium, sodium이 우리나라 산림 토양 또는 화산회토의 평균치(이수옥, 1985)보다 크게 낮은 것으로 나타났다.

Table 3은 1980년부터 10년간 한라산 탐방객 수 현황(한라산국립공원 관리사무소, 1980~1989년)이다. 한라산탐방객의 35%는 제주도민으로서(제주도, 1985) 1980년도에는 8.9만명이던 탐방객 수가 1989년도에는 35만명으로 3.9배가 증가하였다. 지난 10년간(1980~1989년) 총 탐방객 수는 179만명으로 타 국립공원에 비하여 그 숫자는 적은 편이나 탐방객 수 대부분이 백록담까지 등산형태를 보이고 있어, 아고산지역의 이용압력은 높은 편

Table 1. Human impact rating classes and specification of forest environment.

Class	Specification
I	Ground vegetation trampled but not permanently injured. Bareland : below 1%
II	Ground vegetation worn out away by trampling. Bareland : 1% ≤ B < 25%
III	Ground vegetation worn out away by trampling and erosion severely. Bareland : 25% ≤ B < 75%
IV	Ground vegetation lost on most of the site. Bareland : over 75%
V	Bare mineral soil widespread and tree roots exposed. Bareland : 100%
VI	No vegetation and soil erosion obvious

Table 2. The characteristics of forest soil near trail in Hallasan National Park.

Location	Vegetation Type	Text.	pH	O.M. (%)	T.N. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C. (me/100g)	Exch. Cati. (me/100g)			
								K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
Witsaedaep'iso											
10~15Cm	Shrub and grass	SL	5.5	11.8	0.53	39.24	15.18	0.19	0.13	0.35	0.09
20~30Cm		SL	5.7	9.9	0.35	27.86	13.86	0.08	0.10	0.28	0.05
40~50Cm		SiL	5.3	8.1	0.73	26.13	18.70	0.08	0.10	0.27	0.06
Mansaedongsan	Sasa and grass	Silt	4.9	23.8	0.90	394.71	21.78	0.64	0.27	0.77	0.43
Witsaeorum	Korean Fir		4.3	3.0		55.00		0.33		0.71	0.71
Witsaeorum	Grass	SiL	5.2	33.3	0.48	50.06	20.68	0.07	0.11	0.28	0.05
Örimok	<i>Carpinus</i> spp		4.87	4.2		28.00		0.24		0.44	0.45
	Red pine		5.05	4.9		35.00		0.19		0.42	0.56
Mean volcanic ash soil			5.9	10.5		42.30	22.60	0.45	0.39	5.39	2.18
Depth											

Table 3. No. of visitors to Hallasan National Park.

Unit : Thousand(%)

Year	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	Total
Total	89	106	123	137	157	185	176	207	256	350	1,789
Örimok	64	74	85	87	99	118	88	126	156	221	1,118(62.6)
Yeongsil	19	28	34	40	53	62	53	67	87	113	556(31.1)
Seongpanak	5	4	4	9	4	3	30	10	8	11	88(4.9)
Kwanumsa				1	1	2	5	4	5	5	23(1.3)

Table 4. Surface material and detrioration of trails in Hallasan National Park.

Unit : %

Trail Course	Tread			Surface Material						
	No damage	Damage	Erosion	Soil	Soil+Stair	Stone	Stone+Stair	Stones	Stair	Gravel
Örimok→ Seopukpyok	40.0	60.0	0	4.0	1.0	62	33	0	0	
Yongsil→ Seopukpyok	22.9	77.1	0	22.9	0	52.1	25.0	0	0	
Seongpanak→ Paekrokdam	90.8	8.7	0.5	20.4	1.4	63.8	12.8	1.2	0.4	
Donnaeko→ Paekrokdam	92.7	0	7.3	0.1	0	60.8	26.6	12.5	0	
Kwanumsa→ Paekrokdam	62.7	13.1	24.2	43.6	0.5	35.3	17	3.6	0	

이다. 한라산 서부를 남북으로 횡단하는 제 2 횡단 도로가 건설 되어 백록담까지의 접근성이 양호해 지면서 1일 등반형의 탐방객의 94% 정도가 어리목(62.6%)과 영실(31.1%)을 통하여 백록담까지 등산하고 있었다.

2. 등산로 훼손

Table 4는 주요 5개 등산로의 훼손과 바닥포장 재료를 나타내고 있다. 훼손된 등산로 비율은 영실코스(77%), 어리목코스(66%), 관음사코스(37.3%), 성판악코스(9.2%) 순으로 나타났고, 침식이 심화되고 있는 등산로의 비율은 관음사코스(24.4%)로서 가장 높았고, 돈네코코스도 7.3% 정도되어 양 등산로의 등산로 보수가 시급한 것으로 나타났다.

등산로의 자연성, 편의성을 나타내는 등산로 바닥포장재료 중 흙포장은 관음사코스(43.6%), 영실코스(22.9%), 성판악코스(20.4%) 순으로 나타났고, 돌바닥포장비율은 어리목코스(95%), 돈테코코스(87.4%), 영실코스(77.1%), 성판악코스(76.7%) 순이었다. 돌바닥포장비율이 타 국립공원에 비하여 높은 편이어서 노면훼손 후 보수관리 노력은 크다고 볼 수 있으나, 보행의 편의성이나, 우·배수체계 등에서 보수공사의 질이 낮아 훼손이 가속화되는 곳이 많았다.

Table 5는 이용객의 94%가 집중되는 어리목(63%), 영실(31%) 코스의 등산로 노면상태를 나타내고 있다. 등산로의 종단경사도 중 10% 이하는 영실-윗세대피소구간이 51.1%로 가장 낮게 나타났고, 최대허용경사도인 20% 이상의(Wenger, 1984) 경사도는 어리목-윗세대피소(48.3%), 영실-윗세대피소(37.8%), 윗세대피소-서북벽(27.3%) 순으로 높았다. 어리목-윗세대피소구간의

평균경사도는 17%, 영실-윗세대피소구간의 평균경사도는 13.9%, 윗세대피소-서북벽구간의 평균경사도는 14.5%, 3개 조사구간 전체의 평균경사도는 15.7%로서 가야산의 19.3%보다는 낮았으나, 치악산(11.5%), 속리산(13.8%), 지리산(11.8%)보다는 높게 나타나 지형적 훼손가능성이 높은 지형적 특성을 가지고 있다.

전구간의 개략조사후 어리목에서 윗세대피소, 영실에서 윗세대피소, 윗세대피소에서 서북벽등반로의 하단부까지 3개 구간의 정밀조사결과, 등산로 폭은 90cm~205cm가 대부분이었다. 어리목-윗세대피소구간에서는 205cm~300cm의 등산로 폭이 35.1%를, 이용압력이 최대로 집중되었던 윗세대피소-서북벽하단부에서는 300cm 이상의 등산로 폭이 24.3%를 나타내 등산로폭의 확산에 이용강도가 영향을 미치는 것으로 나타났다.

등산로폭 확산은 이용객 수와 이용집단의 크기와 상관관계가 높다는 선행연구결과(Bayfield, 1973; Cole, 1983)들을 고려할 때, 윗세대피소-서북벽코스의 높은 이용집중률과 단체탐방객이 노폭확산의 1차적 원인으로 판단된다.

노면침식의 깊이는 세 구간 모두 30cm~50cm가 가장 많았으며, 50cm~100cm 깊이는 윗세대피소-서북벽(18.2%), 어리목-윗세대피소(10.3%), 영실-윗세대피소(8.2%) 순이었고, 100cm이상 깊이로 노면이 침식된 곳은 영실-윗세대피소 구간이 8.1%로서 가장 심하였다. 한라산의 등산로 침식깊이는 경사도가 노면침식에 영향을 미친다는 선행연구(권 등, 1988, 1990, 1991; Cole, 1983)와는 일치하지 않았으며, 치악산(권 등, 1988), 가야산(권 등, 1980), 속리산(권 등, 1990), 지리산(권 등 1991)보다도 심하게 침식된 것으로 나타났다.

등산로 주변의 훼손폭은 10m~20m가 가장 많았고, 20m~50m 훼손폭은 윗세대피소-서북벽하

Table 5. Deterioration of the major trails in Hallasan National Park.

Unit : %

Survey length (m)	Amount of use	Slope of Trail(%)						Width of Tread(CH)					Depth of Tread(CM)					Width of Trailside(M)					
		0-10	10-15	15-20	20-30	>30	<90	90-205	205-300	>300	0-10	10-20	20-30	30-50	50-100	100-200	0-2	2-5	5-10	10-20	20-50	50-100	
Witsaedaep'iso - Seopukpyeok	1.100	very heavy	18.2	27.2	27.3	9.1	18.2	0	81.8	18.2	0	9.0	9.1	27.3	36.4	18.2	0	18.2	9.0	9.1	36.4	27.2	0
Orimok - Witsaedaep'iso	4.550	Heavy	27.6	13.8	10.3	25.9	22.4	1.7	63.2	35.1	0	29.3	20.7	10.4	29.3	10.3	0	14.0	26.3	31.6	26.3	1.8	0
Yeongsil - Witsaedaep'iso	3.700	Medium	51.4	8.1	2.7	21.6	16.2	0	73.0	2.7	24.3	18.9	16.2	16.3	32.4	8.1	8.1	40.5	5.4	16.2	19.0	10.8	8.1

Table 6. Pearson's correlation coefficients matrix among environmental variables of trail in Hallasan National Park.

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Orimok - Witsaedaep'iso					
X ₂	-.5073**				
X ₃	-.2214	.5209**			
X ₄	.6652**	-.5111**	-.1661		
X ₅	.4628**	-.1459	-.0006	.2099	
X ₆	.3249*	-.0701	.0756	.2557	.3531*
Yeongsil - Witsaedaep'iso					
X ₂	-.020				
X ₃	-.3850	.0237			
X ₄	.5103**	-.3412	-.5017**		
X ₅	.3107	-.1603	.1005	.2208	
X ₆	.3957*	-.3103	-.1762	.5816**	.2966
Witsaedaep'iso - Seopukpyeok					
X ₂	-.3169				
X ₃	.1650	-.2863			
X ₄	-.2431	.2456	-.2412		
X ₅	-.3411	.1230	-.2790	.8013**	
X ₆	.5641	-.2716	-.2811	-.3552	-.3650
Total (Orimok, Yeongsil)					
X ₂	-.1564				
X ₃	-.2406*	.1078			
X ₄	.3961**	-.2440*	-.3354**		
X ₅	.3731**	-.0558	-.0218	.2639*	
X ₆	.2959**	-.2412*	-.0756	.2969*	.1905

1. 1-tailed signif. : * - .01, ** - .001

2. X₁ : Altitude, X₂ : Vegetation Height of Trailside, X₃ : Slope, X₄ : Width of Tread, X₅ : Depth of Tread, X₆ : Width of Bareland beside Trail

단부구간이 27.2%, 50m 이상 훼손폭은 영실-윗세대피소구간이 8.1%로 크게 나타났으며, 기존 보고된 지리산(권 등, 1991), 속리산(권 등, 1990), 치악산(권 등, 1989), 북한산(오 등, 1987)보다 그 훼손폭이 매우 컸으며, 이용강도에 따른 차이가 인정되었다.

Table 6은 등산로의 환경요인과 훼손요인들간의 상관관계를 나타내고 있다.

어리목-윗세대피소구간의 등산로의 경우, 등산로의 노퍽은 등산로변 식생의 수고와는 부(-)의 상관관계를, 해발고와는 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, 등산로의 경사도는 노심(路深), 주변의 나지폭과는 유의한 상관관계를 나타내지 않았다. 등산로의 깊이인 노심은 해발고, 등산로변 나지폭과 통계적으로 유의한 정(+)의 상관관계를 나타

냈으며, 다른 요인들과의 유의성이 인정되지 않았다. 등산로변 훼손된 나지폭도 해발고와 노심과는 정의 상관관계를 나타냈고, 기타 요인들과의 상관관계는 유의성이 인정되지 않았다. 따라서 어리목-윗세대피소구간 등산로변 훼손은 해발고가 높아짐에 따라 낮아지는 경사도 및 수고와 밀접한 상관관계를 나타냈으며, 이는 환경사지인 아고산지대의 키 작은 식생지역으로의 이용객의 출입과 강우 침식에 의한 표토특성 때문으로 보인다.

영실-윗세대피소구간의 등산로에서는 등산로폭과 나지노출폭은 해발고, 등산로폭 그리고 주변 나지노출폭과 정의 상관관계를, 등산로폭과 경사도와는 부의 상관관계를 나타내어 다른 국립공원에서의 연구들과 상이한 결과를 나타냈는데(권 등, 1988, 1990, 1991 ; Cole, 1983), 이는 산록부보다

Table 7. Human impacted area by impact rating class around the trail in Hallasan National Park.

Section or District	Altitude	Length	I. R.		Total	
			2~3	5~6		
M.....	M.....	M ²			
Seopukpyeok → Witsaedep'iso	1700-1750	750		32,700	32,700	
Orimok	Witsaedaep'iso →	1700-1650	920	6,350	17,870	
	Mansaedongsan					
	Mansaedongsan	1500	150	15,070	2,100	17,170
	Sachebidongsan	1300	250	8,960	3,720	12,680
Yeongsil	Witsaedaep'iso → Spring	1700	321	4,990	7,970	12,960
Nambyeok-	Paeknyeonyaksu	1600	55	2,290	610	2,900
sunhwanro	Summit	1800-1950	250		7,500	7,500 ¹⁾
Seongpank	near Paerokdam	1800-1900	550	11,000		7,500 ¹⁾
Total	3,156			121,130		

1) Estimated by on-site observation.

경사도가 낮고, 관목림으로 구성된 아고산지대에서 이용객의 답압으로 인한 식생훼손과 지표 침식 때문으로 판단된다.

윗세대피소-서북벽구간의 등산로에서는 등산로 폭과 노심이 고도의 유의한 상관관계를 나타내어 노면침식이 노목확산을 심화시키는 것으로 판단되었다.

조사된 3개 등산로 전체에 있어서 등산로의 환경인자와 훼손특성과의 상관관계를 고려할 때, 등산로폭, 노심(路深) 그리고 등산로변 나지노출폭은 해발고와는 정의 상관관계, 주변식생의 수고, 경사도와는 부의 상관관계를 나타냈으며, 이러한 결과는 기존 국립공원의 등산로훼손특성(권 등, 1988, 1989, 1990, 1991)과는 상이하였다. 한편, 등산로폭, 깊이 그리고 등산로변 나지노출폭도 정의 상관관계를 나타내어 훼손지의 생태계보전공사가 시급한 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합할 때, 한라산의 등산로와 주변식생의 훼손은 경사도에 따른 지형적 요인보다는 해발고가 높은 아고산지대의 낮은 경사도와 수고와 상관관계가 높았으며, 훼손원인은 첫째, 등산로 주변 낮은 관목림지대를 이용객들이 통행하거나, 사진촬영, 꽃 관찰 등의 이용형태에 있다고 생각되며, 둘째로는 훼손지역의 보수관리공사의 결여로 인한 강우침식으로 생각된다.

3. 등산로 주변 훼손

부록 1은 주요 등산로 주변의 환경영향피해도이다. 이용객의 답압에 의하여 대규모의 면적으로 훼손된 등산로변 훼손지역들은 1300m 이상 아고산지대에서 주로 발생하고 있었다. 이 지역들은 대부분 완경사지이고, 1m 이하의 털진달래, 산철쭉, 눈향나무, 시로미들의 관목과 제주조릿대, 김의털, 엉겅퀴 등 초본이 생육하고 있다. 따라서 대부분 훼손은 이용객들의 답압으로 지표식생이 고사하고, 생태계보전관리체계의 결여에서 강우에 의해 토양침식이 가속화(齊藤-雄, 1981)되는 것으로 판단된다.

Table 7은 한라산 아고산지역에서 조사된 훼손지 현황이다. 훼손등급2 이상의 훼손면적은 약 121,000m²로서 지금까 발표된 어느 국립공원보다도 많이 나타나(권 등, 1988, 1989, 1990, 1991; 이 등, 1987, 1988; 조 등, 1987) 단위 국립공원별로는 전국 최고를 기록하고 있었다. 지점별로는 서북벽하단부-윗세대피소구간이 32,700m²로 가장 많았고, 윗세대피소-만세동산(24,220m²), 만세동산(17,170m²), 윗세대동산-영실쪽 샘(12,960m²), 사제비동산(12,680m²), 성판악코스의 1,800m-1,900m 구간(11,000m²) 순으로 심하게 훼손되어 있었다. 적극적 생태계보전공법을 통한 복원사업의

Table 8. Human impact of deterioration on and around trail in Hallasan National Park.

Trail Name	Section or District	Length of Damage	Width of Damage	Area of Damage		Depth of Damage	Volume of Erosion
				Areal	Linear		
	M.....	M.....	M ²	M.....	M ³
Örimok	Seopukpyeok						
	→Witsaedaep'iso	750	43.6	32,700		0.34	11,118
	Witsaedaep'iso						
	→Mansaedongsan	920	26.3	24,220		0.55	13,321
	Mansaedongsan	150	114.5	17,170		0.49	8,412
	Sachebidongsan	250	50.7	12,680		0.28	3,550
	the others	2,838	1.9		5,392	0.30	1,618
	Subtotal	4,910		86,770	5,392		38,019
Yeongsil	Witsaedaep'iso						
	→Spring	231	56.1	12,960		0.48	6,220
	the others	3,485	1.9		6,621	0.45	2,980
	Subtotal	3,716		12,960	6,621		9,200
Nambyeok sunhwanro	Paeknyeonyaksu	55	52.8	2,900		0.3 ^{a)}	870
	Nambyeok	1,100	10.0 ^{a)}		11,000	0.2 ^{a)}	2,200
	Summit	250 ^{a)}	30.0 ^{a)}	7,500		0.2 ^{a)}	1,500
	the others	2,000	3.0 ^{a)}		6,000	0.2 ^{a)}	1,200
	Subtotal	3,405		16,400	17,000		5,770
		8,500	2.0 ^{a)}		17,000	0.30 ^{a)}	5,100
Kwanūmsa Donnaeko		4,100	1.0 ^{a)}		4,100	0.25 ^{a)}	1,030
Seongpanak	around Paekrokdam	550	20.0 ^{a)}	11,000		0.15 ^{a)}	1,650
	the others	9,300	1.0 ^{a)}		9,300	0.10 ^{a)}	930
	Subtotal	9,850		11,000	9,300		2,580
Total		34,477		121,130	59,413		61,969

a) Estimated by on - site observation.

실시와 이용객관리체계를 수립하지 않는다면 토양과 기상특성으로 한라산국립공원 훼손은 가속화되리라 예상된다(齊藤, 1981; Mount Rainier National Park, 1989).

Table 8는 1990년 말을 기준으로 훼손실태를 주요 장소별로 훼손길이, 평균훼손폭, 평균훼손깊이, 훼손면적, 침식량을 나타내고 있다. 여기에서 훼손폭, 깊이는 평균치이며, 등산로의 선적 훼손길이는 면적 훼손지의 길이를 제외한 등산로 구간이다. 남북순화로, 관음사, 돈네코, 성판악지역은 현지 관찰조사자료와 기존조사결과(제주도, 1986)를 근거로 추정된 훼손실태이다.

면적 훼손지는 어리목에서 서북벽구간이 86,760m²로 가장 컸으며, 남북순환로구간(16,400m²), 영실에서 윗세대피소구간(12,960m²) 순으로 컸고, 총면적은 121,140m²로 나타났다. 등산로 및 주변의 평균훼손폭은 만세동산잉 114.5m²로 가장 컸으며, 윗세대피소에서 영실방향 샘까지 56.1m, 백년약수부근이 52.8m로 크게 나타났다. 한라산국립공원 등산로 및 주변야 표토침식량은 총 62,000m³로 추정되었으며, 어리목에서 서북벽 하단부까지가 38,000m³로 가장 크게 나타났고, 영실에서 윗세대피소구간이 9,200m³, 백록담을 포함한 남북순환로구간이 5,770m³, 관음사구간이 5,100m³로 추정되었다.

부록 2는 한라산국립공원 구여가에서 나타나는 등산로와 등산로주변 환경훼손유형을 분류한 것이다. 10개의 대표적 환경훼손유형은 ① 노면침식이 발생하는 'U'자형 등산로, ② 노면침식이 심화되는 'V'자형 등산로, ③ 주변훼손이 확산되는 분기형(分岐型) 등산로, ④ 반상(班狀)으로 주변식생이 훼손되는 등산로, ⑤ 나지(裸地)가 넓게 확산된 등산로, ⑥ 주변과 함께 풍식(風蝕)되는 등산로, ⑦ 상부 측방사면이 훼손되는 돌바닥 등산로, ⑧ 주변생식이 훼손된 돌바닥 등산로, ⑨ 주변침식이 심화된 '凸'자형 돌바닥 등산로 등으로 나타났다.

노면침식이 발생한 등산로를 야면석으로 바닥포장하거나 통나무, 야면석 등으로 계단시설 등을 통하여 보수공사를 하였으나, 부실한 공사, 불편한 시설등산로의 보피기피 등으로 보수한 등산로 주변의 훼손이 매우 심하였다. 앞으로 등산로 노면복구공사시에는 상기 등산로 훼손유형별로 훼손실태 조사를 실시한 뒤, 보행편의성, 안정성 등을 고려한 등산로 설계 및 시공과 주변훼손지의 식생복구공사 그리고 등산로 주변 출입을 규제하는 이용자 관리를 동시에 실시하여야 훼손확산을 방지할 수

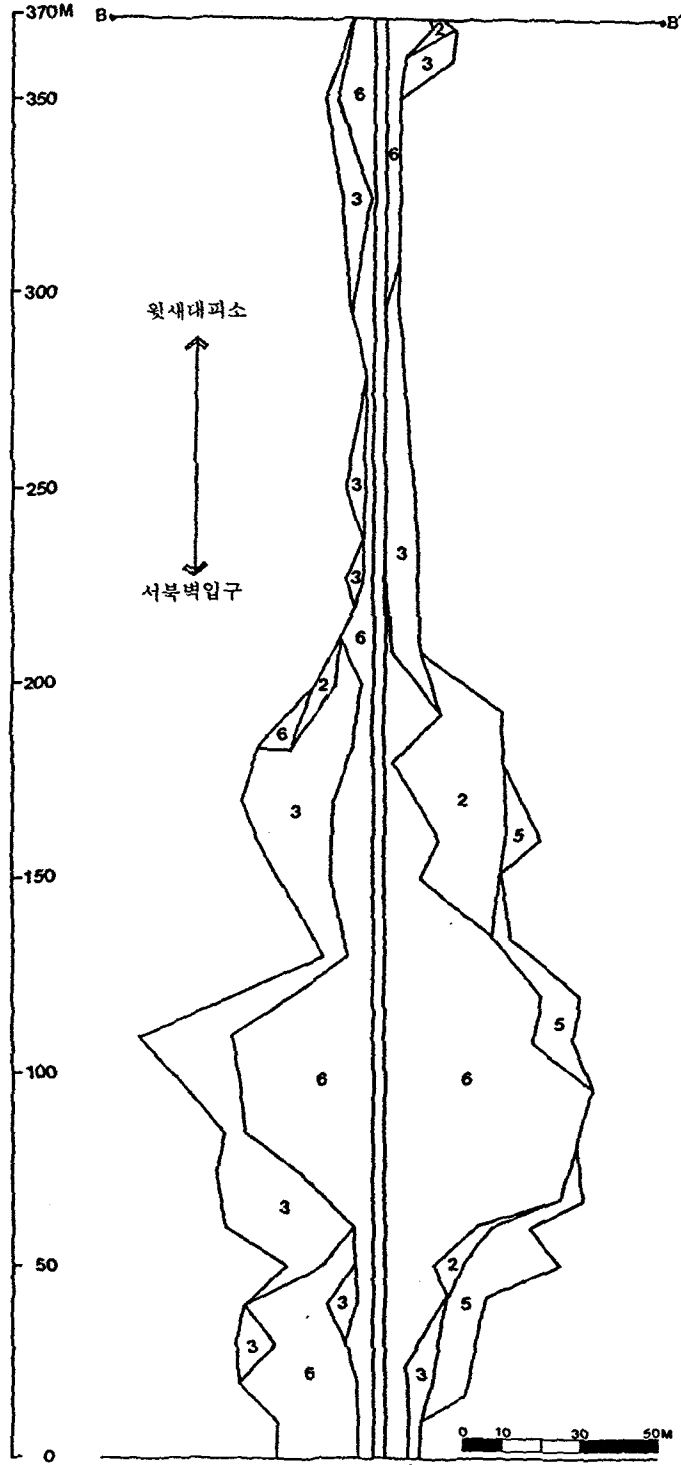
있으리라 본다.

인용문헌

- 건설부. 1987. 한라산국립공원계획. 103쪽.
- 권태호, 오구균, 권순덕. 1991. 지리산국립공원에서 등산로 및 야영장주변 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 5(1) : 91-103.
- 권태호, 오구균, 권영선. 1988. 치악산국립공원의 등산로 및 야영장훼손과 주변토양 및 식생환경의 변화. 응용생태연구 2(1) : 50-65.
- 권태호, 오구균, 이준우. 1990. 속리산국립공원의 등산로 훼손과 주변부식생에 미치는 영향. 응용생태연구 4(1) : 63-68.
- 권태호, 오구균, 정남훈. 1989. 가야산국립공원의 등산로 및 야영장훼손과 주변환경에 대한 이용영향. 응용생태연구 3(1) : 81-94.
- 오구균, 권태호, 전용준. 1987. 북한산국립공원의 등산로훼손과 주변식생변화. 응용생태연구 1(1) : 35-45.
- 이경재, 김준선, 우종서. 1987. 북한산국립공원의 토양 및 식생에 대한 이용영향 및 심리적 수용적 추정. 응용생태연구 1(1) : 46-65.
- 이경재, 오구균, 조재창. 1988. 내장산국립공원의 식물군집 및 이용형태에 관한연구(Ⅱ)-이용객 영향 및 행태-. 한국임학회지 77(4) : 401-413.
- 이수욱. 1981. 한국의 산림토양에 관한 연구(Ⅱ). 한국임학회지 54 : 25-35.
- 제주도. 1985. 한라산 천연보호구역 학술조사 보고서. 525쪽.
- 제주도. 1986. 한라산국립공원 백록담지구 훼손지 복구공법 연구 보고서. 149쪽.
- 조현길, 이경재, 오구균. 1987. 야영행위가 식생 및 토양에 미치는 영향에 관한 연구-지리산국립공원야영장을 대상으로-. 한국조경학회지 27:21-31.
- 중앙기상대. 1983. 한국기후표. 274쪽
- 한라산국립공원 관리사무소. 1980~1990. 공원업무계획.
- 齊藤一雄. 1981. 緑化土木. 森化出版株式會社. 470p.
- Bayfield, N. G. 1973. Use and deterioration of some scottish hill paths. J. Appl. Ecol. 10:653-644.
- Cole, D. N. 1983. Assessing and monitoring

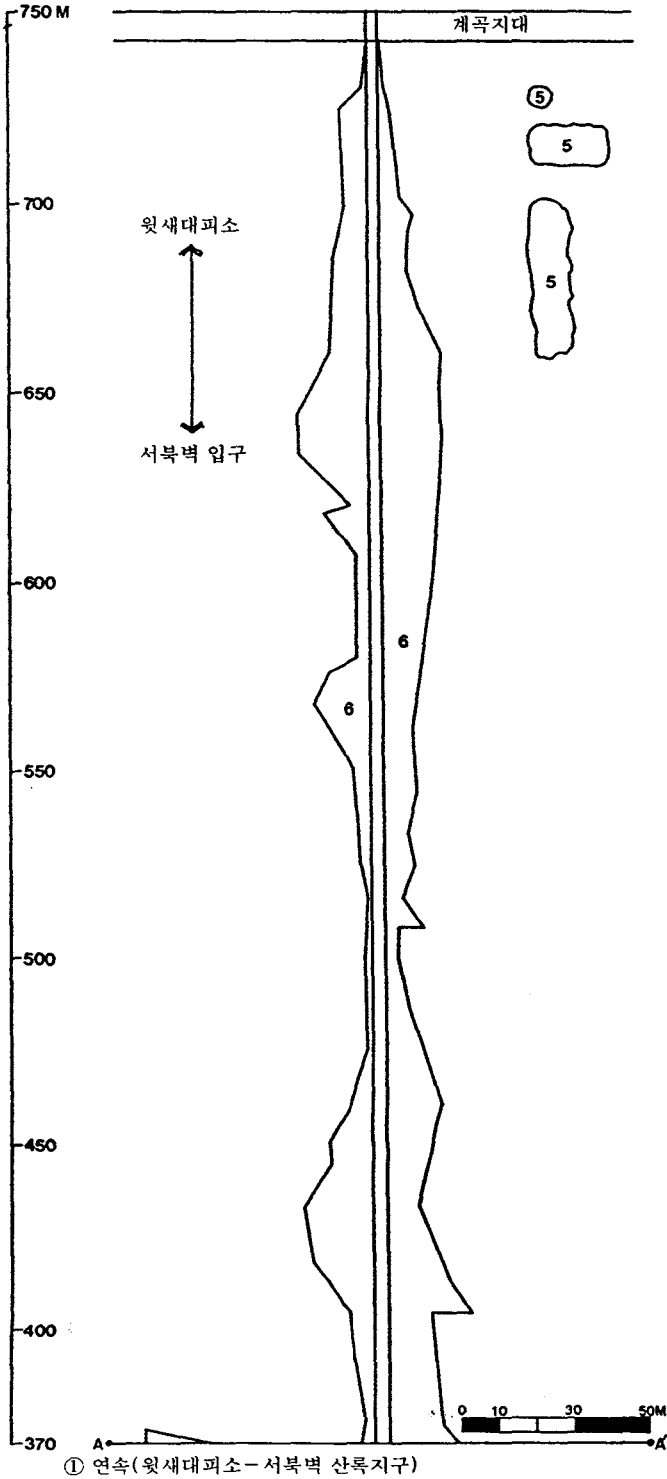
- backcountry trail conditions. USDA For. Ser. Res. Pap. INT-303. 10p.
- Frissell, S. S. 1978. Judgig recreation impacts on . wilderness campsite. J. of For. 76:481-483.
- Mount Rainier National Park. 1989. Paradise Plan. 42p.
- Wenger, K. F. 1984. Forestry handbook(2nded.). 1335p.

부록1. 한라산국립공원내 극심피해지의 환경피해도

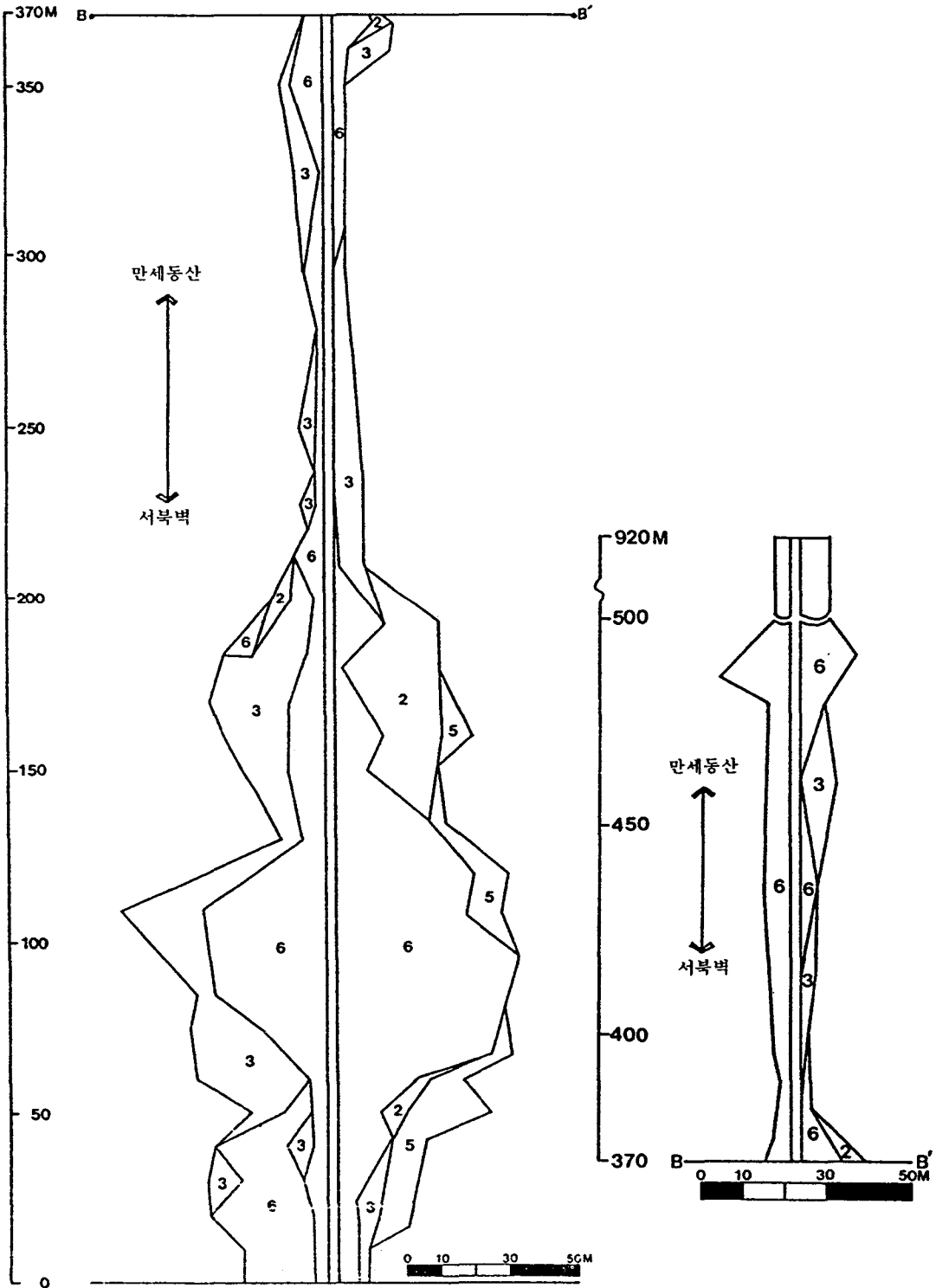


① 윗새대피소-서북벽 산록지구

(부록1. 계속)

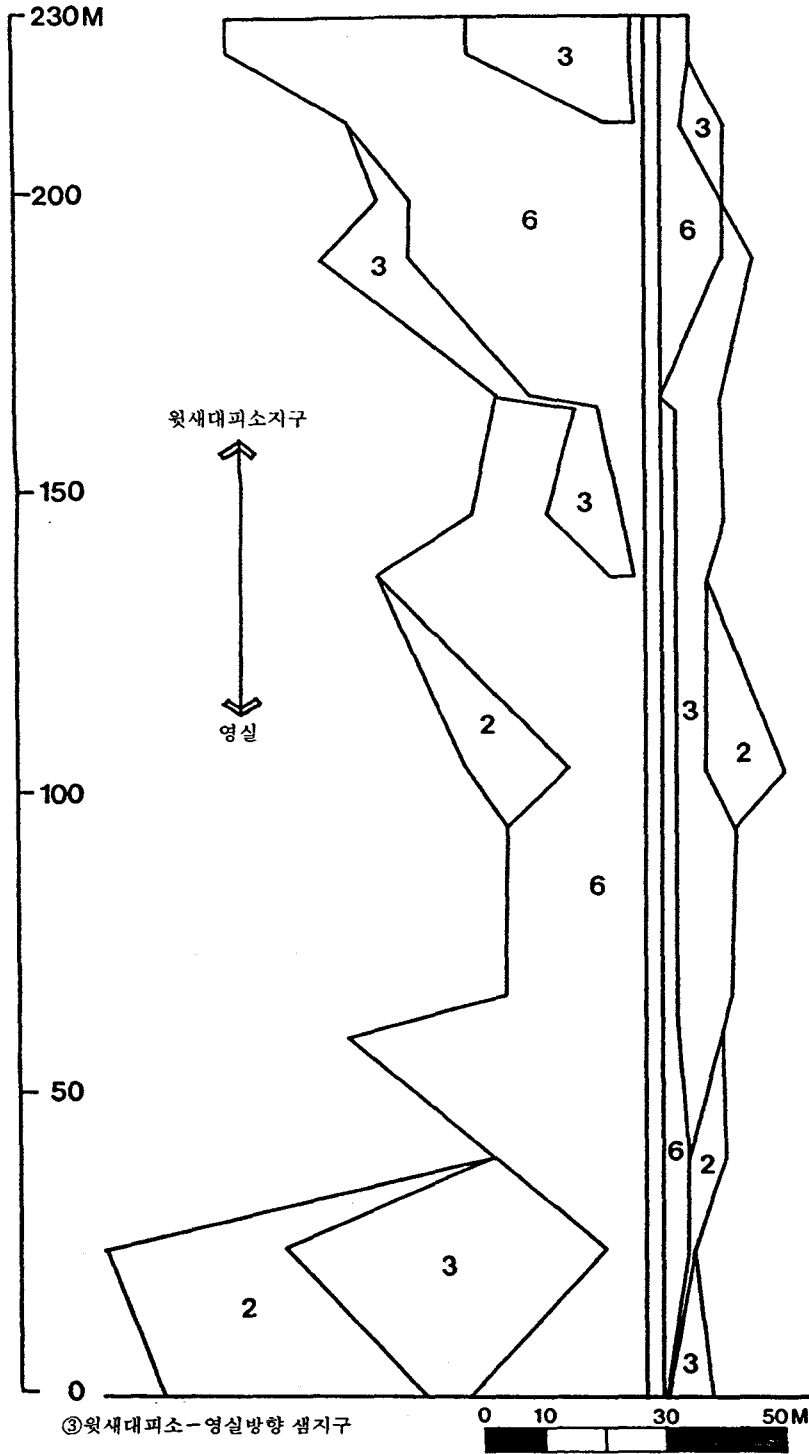


(부록1. 계속)

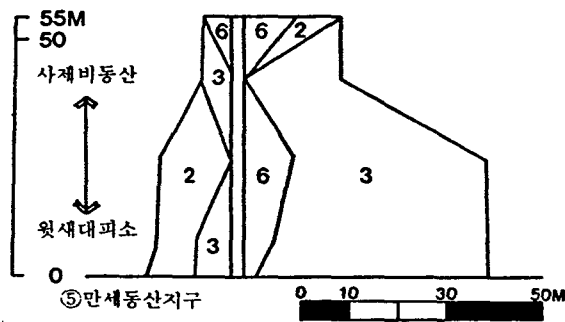
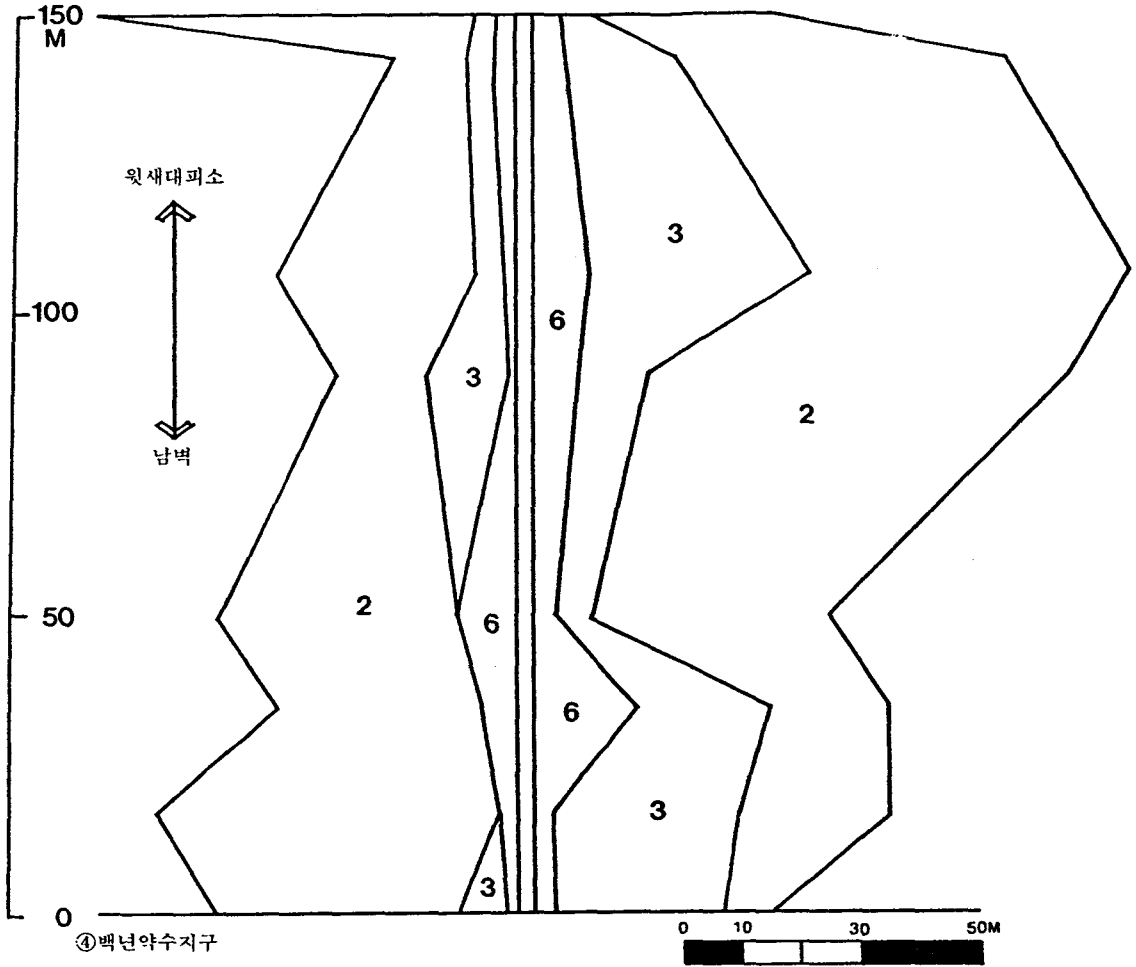


②윗세대피소지구

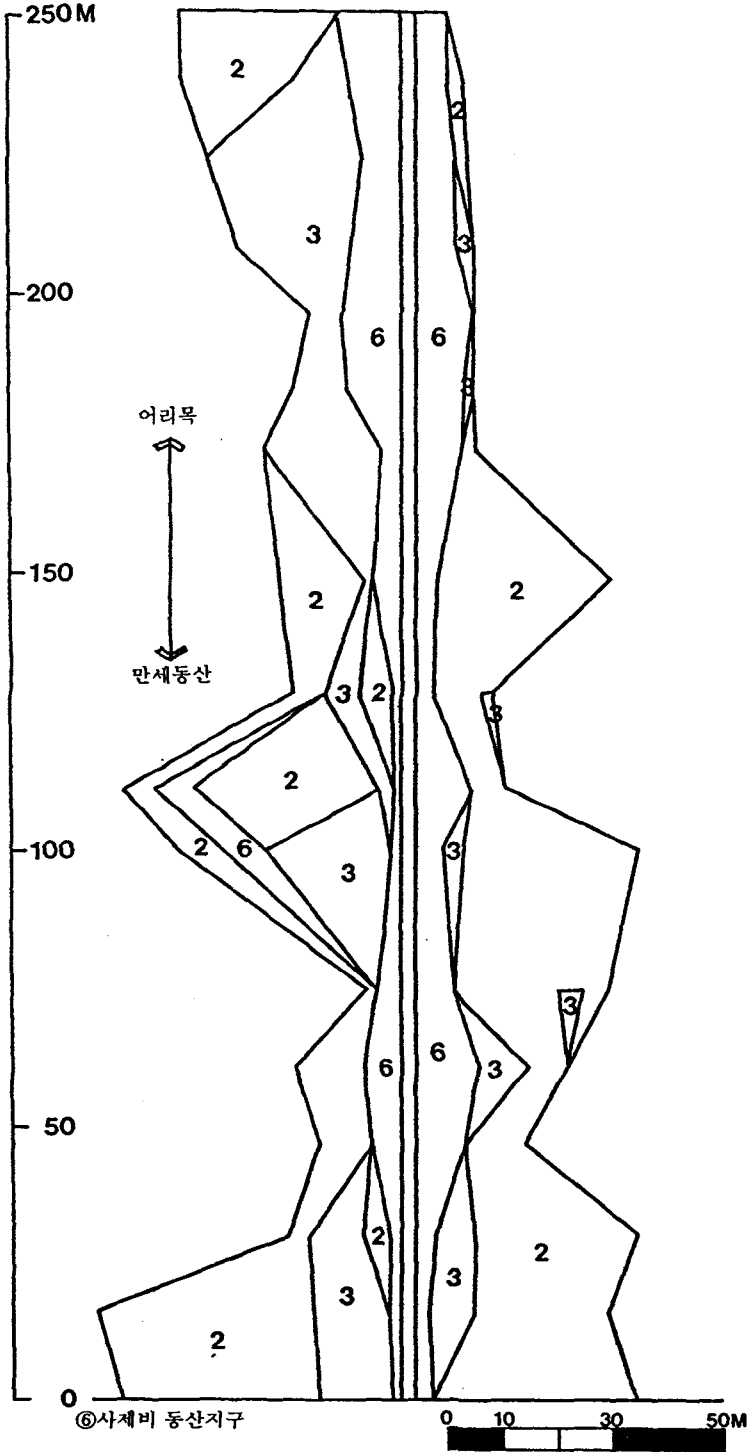
(부록1. 계속)



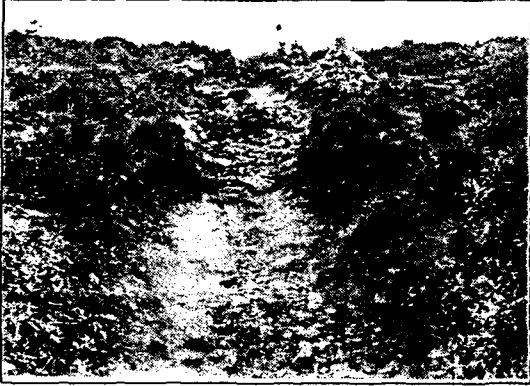
(부록1. 계속)



(부록1. 계속)



부록2. 한라산국립공원내 등산로와 주변식생 훼손유형



등산로 훼손유형 I : 노면침식이 가속화되는 'U' 자형 등산로



등산로 훼손유형 II : 노면침식이 심화되는 'V' 자형 등산로



등산로 훼손유형 III : 주변훼손이 확산되는 분기형(分枝型) 등산로



등산로 훼손유형 IV : 반상(斑狀)으로 주변식생이 훼손된 등산로



등산로 훼손유형 V : 나지(裸地)가 넓게 확산된 등산로

(부록2. 계속)



등산로 훼손유형Ⅵ : 주변과 함께 풍식(風蝕)되는 등산로



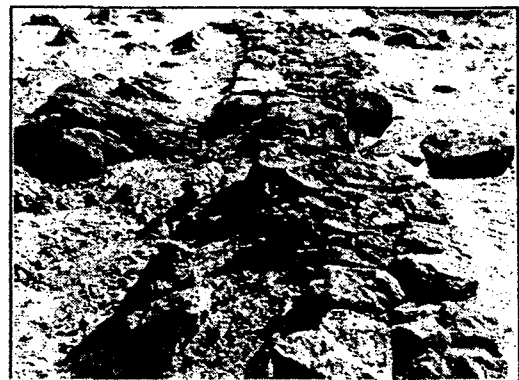
등산로 훼손유형Ⅶ : 상부 측방사면이 훼손되는 돌바닥 등산로



등산로 훼손유형Ⅷ : 주변식생이 훼손된 돌바닥 등산로



등산로 훼손유형Ⅸ : 주변침식이 심화된 'U'자형 돌바닥 등산로



등산로 훼손유형Ⅹ : 주변침식이 심화된 '△'형 돌바닥 등산로