

설악산 국립공원의 등산로 훼손 및 주변부식생¹

이준우² · 오구균³ · 권태호⁴

Use Impacts on Environmental Deteriorations on and around Trails in Sōraksan National Park¹

Joon-Woo Lee², Koo-Kyoon Oh³, Tae-Ho Kwon⁴

요 약

설악산 국립공원의 8개 주요 등산로에 대해 이용강도에 따른 등산로 및 주변 환경훼손상태를 조사하였다. 총 31.9km, 188개 지점에서 등산로 상태를 조사한 바, 등산로폭, 나지노출폭, 최대침식깊이 및 등산로물매는 이용강도에 따른 차이가 인정되었다. 훼손유형의 출현빈도는 뿌리노출, 노폭확대, 암석노출, 분기 등의 순이었으며, 이들 지점의 등산로상태는 건전한 지점과 뚜렷한 차이를 보였다. 등산로 주변의 환경피해도 4등급 이상인 나지의 면적은 전체 10,864m²이며, 희운각대피소-무너미고개 구간이 4,560m²로서 가장 많이 발생되어 있었다. 주변부 상층식생의 우점종은 신갈나무였고, 하층식생은 계곡부에서 서어나무와 조록싸리, 능선부에서는 서어나무, 털진달래, 미역줄나무가 우점종이었다. 주변부 하층식생의 피도 및 개체수는 특이하게 이용강도가 높은 무너미고개-대청봉 구간에서 가장 높았으며, 등산로간의 하층식생의 종구성은 대체로 이질적이었다.

주요어 : 설악산 국립공원, 이용강도, 등산로훼손, 주변부식생

ABSTRACT

Eight major trails of Sōraksan National Park were selected to investigate the use impacts on environmental deterioration of trail according to the different amount of use. The entire width, bare width, maximum depth and slope of trail as the trail condition surveyed at the total of 188 points were significantly greater on the more heavily-used trail. Major deterioration types of trail were root-exposure, widening, rock-exposure, divergence in order of frequency. And trail conditions of deteriorated points were significantly different from those of non-deteriorated points. The damaged area more severe than Class 4 on trail reached about 10,864m² in total, and especially about 4,560m² in the section between Huiunkak Shelter-Munōmigogae trail. The dominant trees of trail edge vegetation were be *Quercus mongolica* in upper layer, but in lower layer *Carpinus laxiflora*, *Lespedeza maximowiczii* for valley and *Carpinus laxiflora*, *Rhododendron mucronulatum* var. *cilatum*, *Tripterygium regelii* for ridge. Especially coverage and number of individuals was highest on Munōmigogae-Taech'ōngbong trail of the largest use of amount, and each trail was dissimilar in species composition of lower layer of edge vegetation.

1 접수 12월 15일 Received on Dec. 15, 1996

2 충남대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Chungnam Nat'l Univ., Taejon 305-764, Korea

3 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Kwangju 506-090, Korea

4 대구대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Taegu Univ., Kyongsan 712-714, Korea

KEY WORDS : SORAKSAN NATIONAL PARK, AMOUNT OF USE, TRAIL DETERIORATION, EDGE VEGETATION

서 론

설악산 국립공원은 1965년 11월에 천연기념물 제 171호로 천연보호구역으로 지정되었고, 1970년 3월 24일 국립공원 제 5호로 지정되었을 뿐만 아니라 1982년 유네스코에 의해 한국 유일의 생물권 보존지역으로 지정된 세계적인 자연보존지역이다. 국립공원으로 지정된 이래 3회에 걸쳐 국립공원구역을 확장하여 현재 공원 총면적은 373km²에 달하며, 행정구역상으로는 강원도 속초시, 양양군, 인제군, 고성군에 걸쳐 있다. 설악산은 태백산맥의 북쪽에 위치한 설악산맥의 중심지로서 동서로 약 18km, 남북으로 약 14km인 산세가 험준하고 웅장하면서도 그윽한 산악미를 지니고 있으며, 중앙에 위치한 대청봉(1,708m)과 중청봉(1,676m)을 중심으로 동쪽으로 화채봉(1,320m), 서쪽으로 귀뚜기청봉(1,578m), 가리봉(1,519m), 안산(1,430m), 남쪽으로 짐봉산(1,424m), 북쪽으로 황철봉(1,381m)으로 이어지는 험준한 산악지형을 이루고 있다. 그리고 이 지역은 다양하게 분포하고 있는 동·식물과 함께 천불동계곡, 백담계곡을 비롯한 수많은 계곡들과 육담폭포, 대승폭포를 비롯한 28개의 폭포 및 울산바위, 혼돌바위, 비선대 등의 기암들로 인해 빼어난 자연경관자원이 풍부하며, 신흥사와 백담사 등의 사찰을 중심으로 한 각종 문화재 및 사적 등의 역사문화경관 뿐만 아니라 주변의 유명한 온천 및 약수 등의 유인요소로 인해 많은 탐방객이 찾고 있는 대표적인 국립공원이다.

설악산 국립공원의 지질은 화강암과 설악산화강암으로 주로 구성되어 있으며, 토양은 대부분 화강암의 풍화로 형성되었을 뿐만 아니라 지형이 복잡하고 험준하여 토양의 유실도 많아 지역전체가 표토층이 얇고 토질이 척박한 상태를 이루고 있지만 비교적 오지에 위치하고 있고 산림의 보존상태도 좋아 비교적 비옥한 토양상태를 보이고 있는 곳도 적지 않다(건설부, 1988).

설악산 공인지역은 편의상 최고봉인 대청봉을 중심으로 서편 인제쪽을 내설악, 동편 동해를 향한 바깥쪽을 외설악, 그리고 남편 오색과 양양쪽을 남설악으로 구분하고 있으며, 주요 도로로서는 공원의 남쪽 한계령을 횡단하는 44번 국도와 동해쪽의 7번 국도 및 북쪽의 466번, 집단시설지구로 들어오는 462번 지방도가 있다. 설악산 국립공원의 이용객 규

모는 1995년을 기준으로 약 400만명으로서 최근 꾸준한 증가 추세를 보이고 있고, 계절적으로는 설악산을 중심으로 한 많은 관광자원으로 인해 사계절에 걸쳐 많은 이용객이 찾고 있으며, 이용객의 약 80%가 외설악지역을 중심으로, 약 10%가 오색지역을 중심으로 휴양활동을 하고 있다. 특히 가을 단풍철(10월)에는 많은 행락객이 집중하고 있고, 봄철(5월)과 여름 휴가철(7, 8월)에도 이용객이 집중하고 있어 지역적 경관 특성이 계절적 이용특성에 반영되고 있는 것으로 생각되며, 최근 자가용 보급의 확대와 더불어 주변의 스키장 및 온천 등으로 인해 겨울철 관광의 대표적인 지역으로 동해권 관광이 봄을 이루고 있을 뿐만 아니라 인접한 속초, 강릉 등의 거점도시와 비교적 편리한 숙박시설을 감안하면 앞으로의 이용규모와 이용특성에 많은 변화가 있을 것으로 예상된다.

설악산 국립공원의 등산로는 1996년 현재 개방된 곳의 총 연장이 약 100km에 이르고 있으며, 1996년 말까지 자연휴식년제로 인해 입산이 통제되고 있는 곳은 화채능선, 설악주능, 저항령계곡, 서북주능 등 8개 노선에 이르고 있다. 이용객에 의해 주로 이용되고 있는 등산로는 외설악지역을 중심으로 비선대-울산바위, 비선대-무너미고개(-대청봉), 오색-대청봉 구간이며, 전문 산악인에 의해 일부 등산로가 이용되기도 한다. 따라서 각 등산로 구간별로 이용량의 차이는 비교적 뚜렷한 편이며, 그에 따른 이용영향도 서로 차이가 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 설악산 국립공원에서 이용객이 집중되고 있는 외설악지역과 남설악지역을 중심으로 주요 등산로의 이용에 따른 물리적 훼손상태와 이용영향을 파악하고, 등산로 주변의 식생환경을 조사, 비교함으로써 설악산 국립공원 등산로의 효율적인 관리지침을 마련하는데 필요한 정보를 제공하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 조사지 선정

본 연구의 공간적 범위는 설악산 국립공원의 외설악지구 및 남설악지역이며, 1996년 2월에 예비답

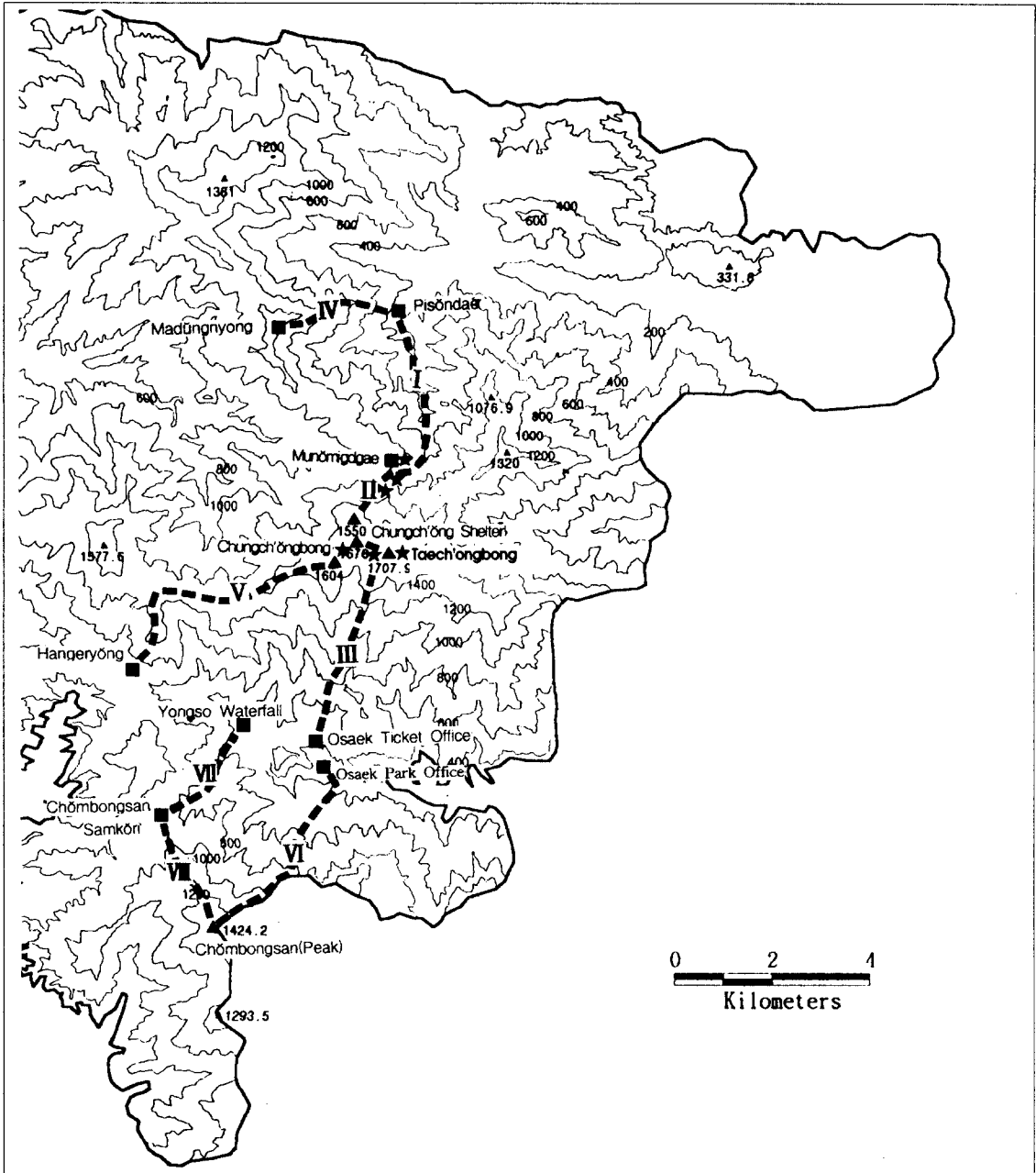


Figure 1. Location of surveyed trails and sites in Soraksan National Park(I ~ VIII : No. of surveyed trail, ★ : Surveyed site for impact rating class)

사, 8월에 본 조사가 실시된 구간의 개략적 위치는 그림 1에 나타내었다.

환경피해도조사는 조사구역의 등산로주변에서 공간적으로 나지가 대면적으로 확산된 대청대피소와

중청대피소 주변 등 6개소를 조사하였다.

등산로의 훼손상태 및 주변부식생조사는 대청봉과 점봉산구역의 8개 등산로구간(31.9km)으로 제한하였다. 조사구간 중 비선대-대청봉, 오색매표소-

Table 1. Trail conditions in relation to amount of use in Soraksan National Park

Trail Section	Amount of use	Altitude (m)	Topography	Length (km)
Pisondae-Munomigogae (I)	Heaviest	360~1,000	Valley/Ridge	5.5
Munomigogae-Taechongbong (II)	Heavy	1,000~1,700	Ridge	2.0
Osaek Ticket Office-Taechongbong (III)	Heavy	440~1,700	Valley/Ridge	5.0
Pisondae-Madungnyong (IV)	Medium	360~1,327	Ridge	3.0
Chungchong Shelter-Hangeryong (V)	Closed	1,004~1,520	Ridge	5.6
Osaek Park Office-Chombongsan (Peak) (VI)	Light	400~1,420	Ridge	5.0
Yongso Waterfall-Chombongsan Samkori (VII)	Light	520~900	Valley	2.9
Chombongsan Samkori-Chombongsan (Peak) (VIII)	Light	900~1,420	Ridge	2.9

대청봉, 비선대-마등령 구간은 비교적 접근성이 용이하여 이용객이 많은 등산로구간이다. 이용객이 가장 많은 비선대-대청봉 구간은 무너미고개를 기준으로 비선대-무너미고개 구간과 무너미고개-대청봉 구간으로 구분하여 조사하였으며, 이용이 적은 등산로구간인 점봉산구역은 오색분소-점봉산정상 구간, 용소폭포-삼거리 구간, 삼거리-점봉산정상 구간으로 나누어 총 3개 구간으로 구분하였다. 또한 이용이 없는 등산로구간으로 자연휴식년제가 실시되고 있는 중청대피소-한계령 구간을 조사하였으며, 한편 현재 상태에서 많은 이용객이 있는 비선대-울산바위 구간은 포장이 되어 있기 때문에 본 조사에서는 제외하였다.

등산로의 훼손상태 및 주변부식생을 조사한 8개 등산로구간의 개황은 표 1과 같다. 비선대-무너미고개 구간(I)과 오색매표소-대청봉 구간(III)은 계곡과 능선부에, 용소폭포-점봉산삼거리 구간(VII)은 계곡부에, 그리고 나머지 5개 등산로는 능선부에 입지하고 있다.

2. 조사방법 및 분석

(1) 등산로의 훼손상태

설악산 국립공원 등산로의 이용강도 차이에 따른 물리적인 이용영향을 비교하고자 먼저 조사구간으로 선정된 8개 구간의 등산로에 대하여 이용강도를 간이 통행량조사와 관리사무소별 입장객 현황을 참조하여 이용강도를 표 1에서 보는 바와 같이 매우 높음, 높음, 보통, 낮음, 매우 낮음(폐쇄)으로 구분하였다. 각 등산로의 상태는 조사구간으로 선정된 8개 구간에 대하여 Rapid survey technique(Cole, 1983)을 이용하여 노선별로 100~300m의 일정 간격마다 조사지점을 계통적으로 추출하였으며, 각

조사지점에서의 훼손상태와 관련된 조사사항은 기왕의 국립공원 연구사례(권태호 등, 1988; 1989; 1991; 1993; 1994; 1995; 1996)와 동일하게 측정하였다. 또한 훼손 유형별 등산로 상태를 측정하고, 건전지점의 등산로 상태를 기준으로 측정치에 대한 유의성을 분석하였다.

이와 병행하여 등산로주변의 환경피해도 조사는 등산 이용객이 가장 많은 대청봉에서 비선대에 이르는 능선부 등산로상에서 환경훼손이 심하게 이루어졌다고 판단되는 지점 가운데 훼손규모가 특히 큰 6개 지점에 대해서 지거측량법으로 환경피해도 등급을 조사하였으며, 면적을 산출하였다. 본 연구에서 적용한 환경피해도 등급은 Frissell(1978)의 환경피해도 등급을 산악공원에 맞게 보완한 권태호 등(1992)의 6개 등급을 사용하였다.

(2) 등산로 주변부식생 훼손조사

등산활동에 의한 등산로변 주변부식생의 훼손상태와 이용영향을 비교하기 위하여 각 등산로별로 9개소씩의 조사구를 등간격으로 설정하였다. 각 조사구마다 등산로의 노폭이 1.8m이하인 경우는 등산로경계부를 따라 폭 2m, 길이 5m의 방형구를 5m씩 떼어 연속적으로 총 5개소를 설치하였다. 노폭이 1.8m이상인 경우는 중앙선에서 산림쪽으로 0.9m 지점에서부터 5개의 방형구를 앞에서와 같이 연속적으로 설치한 후, 수고 2m이하의 수목의 수관폭을 매목조사하였다.

매목조사자료를 토대로 조사구별, 상대우점치(Curtis & McIntosh, 1951), 종다양도지수(Pielou, 1975), 유사도지수(Whittaker, 1975), 하층수관층의 피도와 개체수 등을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 등산로의 물리적 훼손

이용강도가 가장 높다고 판단되는 비선대-무너미고개 구간에서 추출된 23개 지점, 이용강도가 높은 구간에서 추출된 38개 지점, 이용강도가 보통인 구간에서 추출된 40개 지점, 이용강도가 낮은 등산로 구간에서 추출된 52개 지점, 그리고 폐쇄된 구간에서 추출한 35개 지점 등 총 8개 구간, 188개 지점으로부터 얻어진 설악산국립공원 외설악 및 남설악지역의 등산로 개황은 표 2에서 보는 바와 같다.

설악산국립공원 외설악 및 남설악지역의 등산로의 평균노퍽은 약 2.6m, 평균나지폭은 약 2.1m이었으며, 평균 최대깊이와 평균 물매는 각각 27cm, 27.4%로 나타났다. 등산로가 배치된 지형적 조건을 의미하는 등산로의 물매는 치악산, 가야산, 지리산, 소백산, 덕유산, 주왕산, 오대산 등 대부분의 국립공원에 비해 가파른 것으로 나타나, 설악산 국립공원의 지형이 상당히 험준한 편이며, 이용압력의 증대에 따라 등산로의 훼손 및 침식이 용이할 수 있음을

시사하고 있을 뿐만 아니라 평균 최대깊이의 경우에서도 보듯이 기왕에 조사된 국립공원에 비해 그 크기가 크게 나타났다. 평균노퍽 및 나지노출폭의 경우는 각각 2.6m, 2.1m로 나타나 치악산 국립공원과는 비슷하게 나타났으나 기왕에 조사된 덕유산, 주왕산, 오대산 국립공원(권태호 등, 1994; 1995; 1996)에 비해서는 상대적으로 불량하게, 가야산, 지리산, 소백산 국립공원(권태호 등, 1989; 1991; 1993)에 비해서는 상대적으로 양호하게 나타났다. 따라서 설악산 국립공원 외설악지역의 등산로는 지형적인 조건이 훼손에 취약할 뿐만 아니라 이용압력에 의한 훼손의 정도도 점차 심해질 것으로 생각된다. 특히 이용객의 주등산로인 비선대-무너미고개-대청봉 및 오색매표소-대청봉 구간은 상당한 이용압력이 가해지고 있어 점차 훼손의 정도도 심해질 것으로 생각되며, 상대적으로 이용압력이 적은 중청대피소-한계령 구간과 점봉산의 3개 구간은 노퍽, 나지폭, 최대깊이가 타 구간보다 낮게 나타나 이용압력에 따른 이들 인자들의 차이가 인정된다. 등산로 상태를 나타내는 이러한 인자들의 크기는 각 등산로의 지형적 특성이나 이용자 행태 및 이용규모 등의 영향 정도를 나타내는 것으로서 설악산국립공원 등

Table 2. Trail conditions in relation to amount of use

Trail name	Amount of use	N	Altitude ²	Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ²	Trail slope ¹ (%)
				m			
Pisõndae - Munõmigogae (I)	Heaviest	22	547 ^b	2.65 ^b	2.16 ^a	0.27 ^b	21.8
Munõmigogae - Taech'õngbong (II)	Heavy	12	1362 ^b	5.13	3.94	0.21 ^b	25.4
Osaek Ticket Office - Taech'õngbong (III)	Heavy	26	977 ^b	4.79	3.51	0.37 ^a	31.2
Pisõndae - Madũngnyong (IV)	Medium	40	853	3.13	2.87	0.44	30.5
Chungch'õng Shelter - Hangeryõng (V)	Closed	35	1321 ^b	1.07 ^b	0.75 ^b	0.15 ^b	21.9
Osaek Park Office - Chõmbongsan (Peak) (VI)	Light	23	855	1.77 ^b	1.70 ^b	0.18 ^b	28.4
Yongso Waterfall - Chõmbongsan Samkõri (VII)	Light	15	720	1.69 ^b	1.31 ^b	0.17 ^b	21.3
Chõmbongsan Samkõri - Chõmbongsan (Peak) (VIII)	Light	14	1105 ^b	0.98 ^b	0.69 ^b	0.11 ^b	24.3
Total		188	959	2.60	2.10	0.27	27.4

1, 2 : Significant at p=.05 and .01 respectively, by the analysis of variance between trails

a, b : Significant at p=.05 and .01 respectively, by the difference-of-means tests in comparison of each trail with medium-used(Pisõndae - Madũngnyong) trail

산로간에는 이용강도에 따른 차이가 인정되어 각 등산로별로 이용영향의 정도가 다름을 알 수 있다.

이용강도가 보통인 것으로 분류된 비선대-마등령 구간을 기준으로 볼 때, 이용강도가 아주 높거나 높게 분류된 3개 구간의 등산로는 지형조건은 취약하지만 뚜렷한 차이는 보이지 않고 있으나, 폐쇄된 구간인 중청대피소-한계령 구간과 이용강도가 낮은 것으로 분류된 점봉산의 3개 구간은 이용강도의 차이가 뚜렷이 나타나 서로 구별됨을 보여주고 있다. 또한 현재 자연휴식년제 구간인 중청대피소-한계령 구간의 경우를 볼 때 등산로폭 및 나지노출폭이 상대적으로 좁은 것으로 보아 자연휴식의 효과가 있는 것으로 볼 수 있으며, 실제로 초본을 중심으로 한 등산로의 피복도가 증가하면서 회복현상이 뚜렷이 나타나고 있었다. 단지 이러한 자연휴식년제는 권태호 등(1996)이 지적한 바와 같이 양호한 등산로보다는 실제로 이용객이 밀집되고 있는 등산로에서 나지확산과 훼손이 진행되고 있는 구간을 대상으로 장기간 적용하는 것이 본래의 효과를 증대시킬 수 있을 것으로 생각된다.

한편, 등산로의 최대깊이(D; cm)에 대한 등산로 물매(S; %)의 영향을 회귀분석한 결과, 유의하게 나타난 관계식은 다음과 같다.

(1) 전체

$$D = 0.64X + 9.10 (n = 185, R = 0.52, F = 67.1^{**})$$

(2) 비선대 - 무너미고개

$$D = 0.54X + 15.37 (n = 21, R = 0.52, F = 7.0^{**})$$

(3) 오색매표소 - 대청봉

$$D = 0.50X + 21.65 (n = 25, R = 0.47, F = 4.8^*)$$

(4) 비선대 - 마등령

$$D = 0.80X + 15.60 (n = 40, R = 0.56, F = 17.2^{**})$$

(5) 중청대피소 - 한계령

$$D = 0.33X + 7.95 (n = 35, R = 0.60, F = 18.7^{**})$$

(6) 오색분소 - 점봉산 정상

$$D = 0.37X + 7.65 (n = 22, R = 0.53, F = 8.0^{**})$$

그리고 각 등산로에서의 훼손형태별 발생빈도와 등산로 상태의 차이를 8개 등산로 구간 전체 및 각 구간별로 구분하여 표 3에 나타내었다. 8개 등산로 구간 총 31.9km의 조사구간으로부터 추출된 188개 지점에서 훼손형태를 조사한 바, 훼손유형은 다양하게 출현하였으며, 표에서 보는 바와 같이 각종 훼손 유형별로 등산로폭, 나지노출폭, 최대침식깊이, 물매 등의 등산로 상태간에 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 훼손되지 않은 건전한 지점은 49개소, 26%로 대체로 표고가 높은 곳에서 출현하였

고, 등산로 물매는 약 20%로서 훼손이 발생한 지점에 비하여 비교적 완만한 편이었다. 발생빈도가 가장 높은 유형은 뿌리노출 94개소(50%)로 나타났고, 노폭확대 82개소(44%), 암석노출 79개소(42%), 분기 36개소(20%) 등의 순으로 나타났으며, 특히 기왕에 조사된 다른 국립공원의 훼손유형에 비해 노폭확대가 매우 많이 나타나 외설악지역의 등산로가 전반적으로 급경사를 이루고 있고 대규모의 이용객이 집중되고 있음에 반해 등산로 시설의 설치나 정비에 무관심함으로써 극심한 토양침식의 진행과 함께 이용객의 답압에 의한 추가적인 훼손이 많이 발생하고 있는 것으로 판단된다.

각종 훼손지점에서의 등산로 상태의 크기는 건전지점과 비교할 때 고도의 유의성이 인정되어 건전지점과 훼손지점 간에는 등산로 상태에서 뚜렷한 구별이 있음을 알 수 있다.

이들 전체 조사지점을 각 등산로별로 구분하여 표 4에서 표 11까지 나타내었다. 출현하는 훼손현상의 종류와 빈도 및 등산로 상태 등은 대체로 이용강도가 클수록 심해지는 경향을 보이고 있는데, 특히 이용강도가 클수록 건전지점이 없거나 그 비율이 매우 낮게 나타났으며, 대부분의 훼손유형이 복합적으로 나타나는 높은 경향을 보였다.

조사된 구간별로 보면, 이용압력이 높은 비선대-무너미고개 구간, 무너미고개-대청봉 구간, 오색매표소-대청봉 구간은 전 구간에 걸쳐 건전지점이 거의 없고 타 구간에 비해 노폭확대나 분기등의 비율이 높게 나타나 적절한 이용통제대책이 필요할 것으로 생각된다. 또한 이용강도가 보통으로 분류된 비선대-마등령 구간은 전반적으로 경사가 급해 이용압력이 상대적으로 적음에도 불구하고 등산로면이 돌계단 또는 암반의 출현이 많고, 이용객의 편의에 의한 노폭확대와 암설 및 돌계단 훼손 등의 유형이 나타나 등산로의 관리가 정비의 측면에서 이루어져야 할 것으로 생각된다. 그리고 오색분소-점봉산정상 구간은 이용강도가 낮아 훼손이 심하게 진행되고 있지는 않지만 부분적으로 급경사에 따른 토양침식이 능선부를 따라 면적으로 확대되는 지점이 많아 유지관리에 각별한 관심이 필요한 곳이라고 생각된다. 이에 반해 자연휴식년제로 인해 폐쇄된 중청대피소-한계령 구간은 건전지점의 비율이 상대적으로 높게 나타났고 등산로 상태도 비교적 양호하게 나타났지만 등산로면의 피복도 증가에 따른 회복현상이 진행중에 있으므로 자연휴식년제의 연장실시를 적극적으로 고려해야 할 것으로 판단된다.

Table 3. Trail conditions in relation to physical deterioration types of trail(Total : N=188)

Deterioration type	N (%)	Altitude ²	Trail width ²	m		Trail slope ² (%)
				Bare width ²	Maximum depth ²	
Rock-exposed	79(42.0)	952 ^b	3.43 ^b	2.77 ^b	0.37 ^b	33.0 ^a
Root-exposed	94(50.0)	869 ^b	3.40 ^b	2.83 ^b	0.34 ^b	21.5 ^a
Deepening	21(11.2)	924 ^b	4.39 ^b	3.98 ^b	0.48 ^b	39.8 ^b
Widening	82(43.6)	966 ^b	3.34 ^b	2.42 ^b	0.30 ^b	27.5 ^a
Diverged	36(19.1)	888 ^b	4.29 ^b	3.60 ^b	0.41 ^b	36.1 ^b
Others	24(12.8)	859 ^b	2.98 ^b	2.63 ^b	0.42 ^b	39.1 ^b
Non-deteriorated	49(26.1)	1067	1.13	0.85	0.14	20.1

*1.2.a.b : Refer to Table 2

Table 4. (Pisōndae-Munōmigogae trail : N=23)

Deterioration type	N (%)	Altitude ²	Trail width ²	m		Trail slope ² (%)
				Bare width ²	Maximum depth ²	
Rock-exposed	10(43.5)	558	2.96	2.35	0.36	23.4
Root-exposed	13(56.5)	475	2.72	2.26	0.28	22.1
Deepening	4(17.4)	723	1.95	1.70	0.15	26.7
Widening	13(56.5)	677	2.92	2.10	0.27	23.7
Diverged	7(30.4)	766	2.65	1.93	0.27	23.3
Others	0(0)	-	-	-	-	-
Non-deteriorated	0(0)	-	-	-	-	-

*1.2.a.b : Refer to Table 2

Table 5. (Munōmigogae-Taech'ōngbong trail : N=12)

Deterioration type	N (%)	Altitude ²	Trail width ²	m		Trail slope ² (%)
				Bare width ²	Maximum depth ²	
Rock-exposed	6(50.0)	1439	3.95	3.22	0.24	34.0
Root-exposed	6(50.0)	1238	4.70	4.60	0.20	19.2
Deepening	3(25.0)	1363	2.63	2.40	0.29	14.3
Widening	10(83.3)	1388	4.49	2.84	0.22	27.0
Diverged	3(25.0)	1343	3.70	3.55	0.29	23.3
Others	0(0)	-	-	-	-	-
Non-deteriorated	0(0)	-	-	-	-	-

*1.2.a.b : Refer to Table 2

Table 6. (Osaek Ticket Office-Teach'ongbong trail : N=26)

Deterioration type	N (%)	Altitude ²	m			Trail slope ¹ (%)
			Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ¹	
Rock-exposed	22(84.6)	1066	4.67	3.29	0.39	31.6
Root-exposed	19(73.1)	939	5.49	3.87	0.40	31.4
Deepening	6(23.1)	1141	5.72	4.75	0.45	43.3
Widening	22(84.6)	973	4.99	3.55	0.38	30.4
Diverged	10(38.5)	970	5.90	4.51	0.42	34.1
Others	1(3.8)	845	5.90	2.90	0.48	22.0
Non-deteriorated	1(3.8)	440	4.70	3.80	0.27	12.0

*1.2.a.b : Refer to Table 2

Table 7. (Pisondae-Madungnyong trail : N=40)

Deterioration type	N (%)	Altitude ¹	m			Trail slope ¹ (%)
			Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ²	
Rock-exposed	25(62.5)	749 ^a	3.72	3.47	0.51 ^a	39.6
Root-exposed	28(70.0)	806 ^a	3.52	3.27	0.48 ^a	38.6
Deepening	5(12.5)	513 ^a	7.04	6.74	0.93 ^a	52.0
Widening	17(42.5)	919	2.66 ^b	2.19 ^a	0.40	28.9
Diverged	9(22.5)	637 ^a	5.64	5.41	0.70 ^a	51.7
Others	22(55.0)	879	2.88 ^b	2.64	0.42	40.6
Non-deteriorated	5(12.5)	943	1.73	1.36	0.29	26.6

*1.2.a.b : Refer to Table 2

Table 8. (Chungch'ong Shelter-Hangeryong trail : N=35)

Deterioration type	N (%)	Altitude ²	m			Trail slope ¹ (%)
			Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ²	
Rock-exposed	9(25.7)	1,274 ^a	1.33	0.97 ^b	0.19 ^b	33.0 ^b
Root-exposed	11(31.4)	1,269 ^a	1.28	0.93 ^b	0.18 ^b	30.2 ^b
Deepening	2(5.7)	1,308 ^a	1.80 ^b	0.12 ^b	0.20 ^b	53.5 ^b
Widening	8(22.9)	1,291 ^a	1.58	0.11 ^b	0.20 ^b	30.0 ^b
Diverged	2(5.7)	1,335	2.45 ^b	0.16 ^b	0.28 ^b	39.5 ^b
Others	0(0)	-	-	-	-	-
Non-deteriorated	19(54.3)	1,335	0.90	0.62	0.13	17.1

*1.2.a.b : Refer to Table 2

Table 9. (Osaek Park Office-Chombongsan(Peak) trail : N=23)

Deterioration type	N (%)	Altitude	Trail width ¹	Bare width		Maximum depth ¹	Trail slope ² (%)
				m			
Rock-exposed	3(13.0)	1,105	1.43 ^a	1.07 ^a		0.20 ^a	24.7 ^a
Root-exposed	13(56.5)	783 ^b	2.49 ^b	2.29 ^b		0.24 ^a	35.9 ^a
Deepening	1(4.3)	380	3.30 ^b	3.30		0.55	45.0
Widening	3(13.0)	690 ^b	2.30	1.42 ^a		0.17 ^a	34.0 ^a
Diverged	3(13.0)	930	2.40 ^a	2.03 ^b		0.25 ^a	33.3 ^a
Others	1(4.3)	450	2.20	2.20		0.18	24.0
Non-deteriorated	7(30.4)	832	0.70	0.70		0.07	17.7

*1.2.a.b : Refer to Table 2

Table 10. (Yongso Waterfall-Chombongsan Samkōri trail : N=15)

Deterioration type	N (%)	Altitude ²	Trail width ²	Bare width ²		Maximum depth ²	Trail slope ² (%)
				m			
Rock-exposed	2(13.3)	884	1.95	1.75		0.14	28.0 ^a
Root-exposed	4(26.7)	788	1.73	1.35 ^a		0.13	18.3 ^a
Deepening	0(0)	-	-	-		-	-
Widening	7(46.7)	735 ^a	1.89 ^a	1.56 ^b		0.17	18.6 ^a
Diverged	2(13.3)	835	1.40	1.25		0.18	42.0
Others	0(0)	-	-	-		-	-
Non-deteriorated	6(40.0)	672	1.55	1.17		0.18	24.2

*1.2.a.b : Refer to Table 2

Table 11. (Chōmbongsan Samkōri-Chōmbongsan(Peak) trail : N=14)

Deterioration type	N (%)	Altitude ²	Trail width ²	Bare width ²		Maximum depth ²	Trail slope ² (%)
				m			
Rock-exposed	2(14.3)	1176 ^b	0.85	0.65		0.11	27.5 ^b
Root-exposed	0(0)	-	-	-		-	-
Deepening	0(0)	-	-	-		-	-
Widening	1(7.1)	950	1.20	1.10		0.22	40.0
Diverged	0(0)	-	-	-		-	-
Others	0(0)	-	-	-		-	-
Non-deteriorated	11(78.6)	1107	0.98	0.66		0.10	22.3

*1.2.a.b : Refer to Table 2

2. 등산로의 환경피해도

산악형 국립공원지역에서 산록에서 정상부에 이르는 등산로는 대부분 급경사지로서 노면침식이 심하게 발생하고 있다(권태호 등, 1988; 1991; 1993; 박봉우 등, 1989). 반면 정상부의 연봉들을 따라 이어지는 능선부 중주 등산로는 조망지점이나 결절지점 또는 아고산지대에서 면적인 나지가 확산되는 현상이 발견되고 있다(권태호 등, 1991; 1993; 1994; 오구균과 허순호, 1992). 설악산국립공원의 경우 대청봉에서 비선대 사이 등산로상에서 심한 면적훼손이 발견되고 있었다. 대청봉에서부터 중청대피소까지의 능선부와 과거 야영활동이 이루어졌던 회운각대피소 주변에서 비교적 심하게 면적훼손과 침식이 발생하고 있었다. 조사된 6개 지점

의 환경피해도도는 그림 2와 같으며, 등급별 훼손량은 표 12와 같다.

환경피해도 3등급은 나지화가 진행되는 곳으로 나지면적비율이 25~75%이고, 자연적인 식생회복은 가능하나 시간이 많이 소요된다. 그리고 환경피해도 4~6등급 지역은 나지비율이 75% 이상의 지역으로 자연적인 식생회복이 어렵고, 인위적인 복원공사를 하지 않을 경우 침식이 가속화된다. 환경피해도 4~6등급의 면적은 회운각대피소의 부근(회운각대피소-무너미고개)에서 훼손면적이 4,560m²로 가장 넓게 나타났고, 대청봉주위(대청봉→중청대피소)는 2,528m², 대청봉-중청대피소간 등산로구간에서 960m², 중청대피소 주변(중청대피소→한계령)은 688m², 소청봉구간이 매점주위에서 672m², 그리고 무너미고개에서 양폭대피소방향의 급경사지에서 1,456m²로 나타났으며, 환경피해도 4~6등급의 총면적은 10,864m²로 나타났다. 설악산국립공원 양폭대피소에서 대청봉사이 등산로 주변에서 발생하고 있는 4~6등급의 환경피해상태는 한

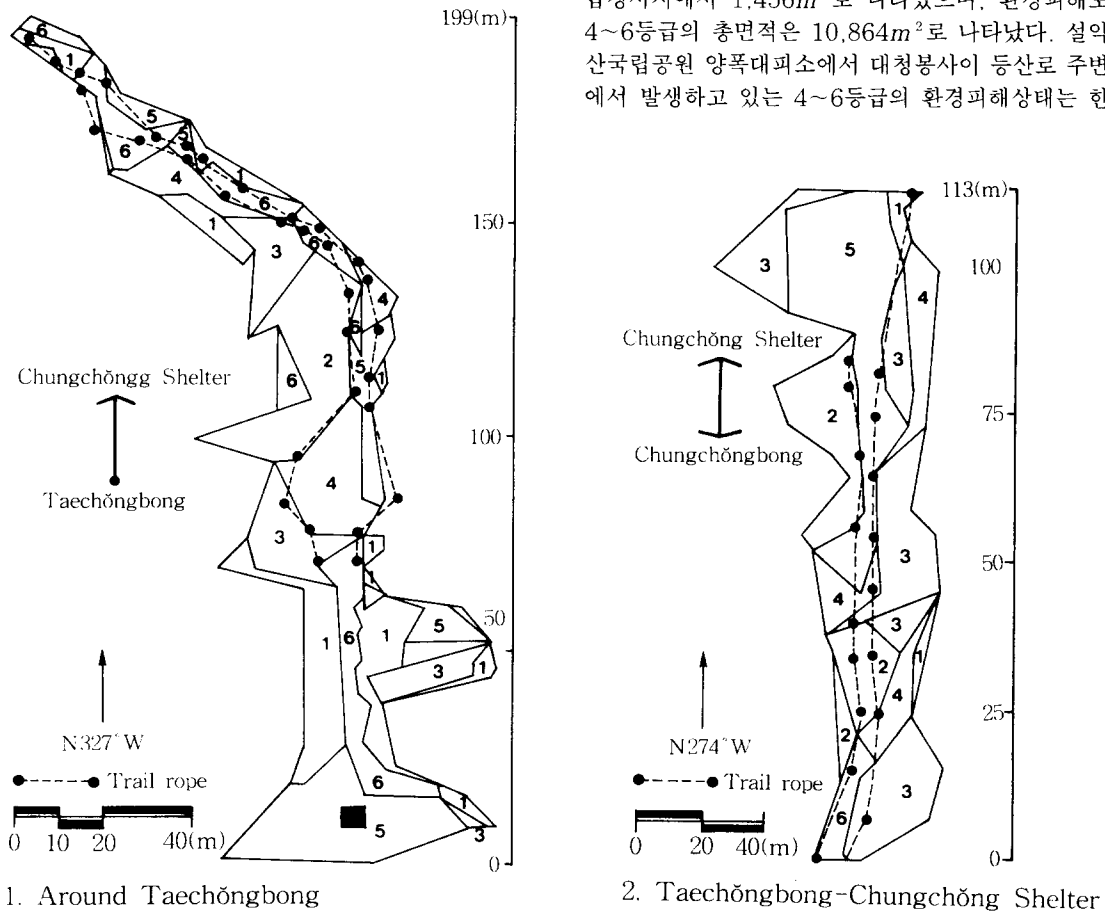
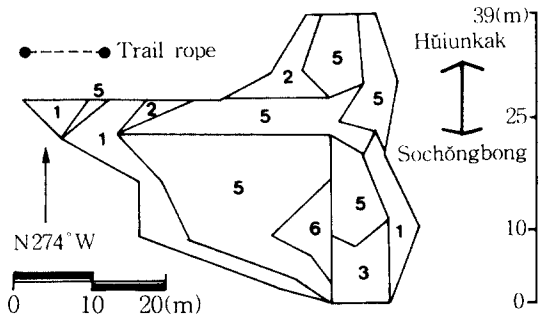
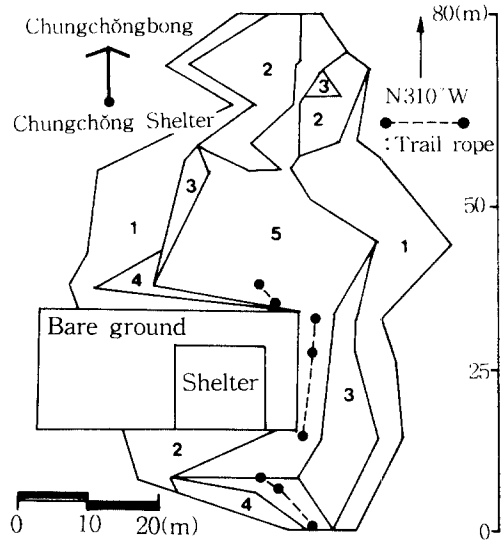


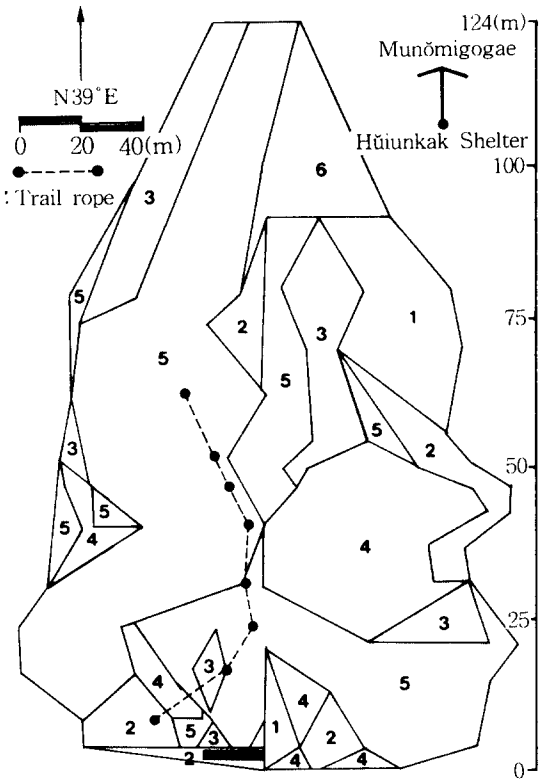
Figure 2. Impact rating class of severely-damaged sites on ridge trail from Taechŏngbong to Yangp'ŏk shelter



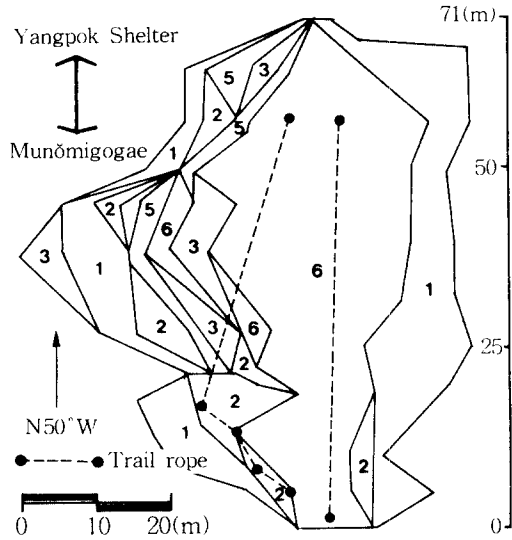
4. Sochöngbong-Hüiunkak



3. Around Chungchöng Shelter



5. Around Hüiunkak Shelter



6. Munömigogae-Yangpok Shelter

Figure 2. (Continued)

라산국립공원의 $62,000m^2$ (오구균과 허순호, 1992), 지리산국립공원의 $34,000m^2$ (권태호 등, 1991) 보다는 적었으며, 소백산국립공원의 $10,000m^2$ (권태호 등, 1993) 과는 규모가 비슷하였

다. 과거 야영활동으로 인한 회운각대피소 주변의 환경훼손지역은 경사도가 완만하여 식생복구가 용이할 것으로 생각된다. 그러나 눈잣나무, 눈측백등 회귀고산식물이 자라고 있는 대청봉일대는 생태적 복

Table 12. Area by impact rating class of Soraksan National Park

(Unit : m²)

Site No.	Location	Altitude (m)	Impact Rating Class					Sum of	
			1	2	3	4	5	6 class 4-6	
1	Around Teach-ŏngbong	1,710	1056	720	720	624	1,120	784	2,528
2	Teach-ŏngbong-Chungch-ŏng Shelter	1,580	144	400	528	336	544	80	960
3	Around Chungch-ŏng Shelter	1,580	720	464	208	32	656	.	688
4	Soch-ŏbong-Hŭiunkak	1,460	160	64	160	.	608	64	672
5	Around Hŭiunkak Shelter	1,060	368	576	800	944	3,248	368	4,560
6	Munŏmigogae-Yangp'ok Shelter	920	720	176	240	16	144	1,296	1,456
Total			3,168	2,400	2,656	1,952	6,320	2,592	10,864

원이 매우 어려운 고산대임을 고려하여 신중한 생태학적 식생복원대책을 수립하여 단계적으로 시행할 필요가 있다(오구균과 허순호, 1992; 신익순, 1994).

3. 등산로 주변부식생 및 훼손

조사한 8개 등산로 구간의 주변부 식생구조는 표 13과 같다. 조사한 등산로 주변부의 상층수관층에서는 신갈나무가 우점종이거나 낙엽활엽수림을 이루고 있었으며, 하층수관층에서는 등산로의 입지 환경요인에 따라 우점종이 다르게 나타났다.

주변부의 하층식생은 점봉산구역 능선부의 등산로에서는 미역줄나무, 계곡부에서는 물참대가 우점하고 있으며, 그외 등산로 주변부식생은 능선부에서는 서어나무, 철쭉나무, 털진달래, 미역줄나무, 계곡부에서는 서어나무가 우점하고 있었다. 설악산국립공원 등산로 주변부에서의 우점종은 대체적으로 능선부에서는 서어나무, 털진달래, 미역줄나무가, 계곡부에서는 서어나무, 조록싸리 등으로 나타났으며, 오대산국립공원(권태호 등, 1996), 치악산국립공원(오구균 등, 1988)의 등산로 주변부식생과 매우 유사하였다.

단위면적당(450m²) 등산로 주변부에 출현한 종수는 31종~55종, 종다양성은 0.80~1.32로 비교적 높게 나타났다. 이용강도가 큰 무너미고개-대청봉 구간에서 종다양도가 1.32로 가장 높게 나타나 특이하였으며, 능선, 곡간부 등 입지환경이 다양한 오색분소-점봉산정상 구간(Ⅶ)의 종다양도가 1.30으로 매우 높게 나타났고, 이용객이 적은 점봉산구역의 등산로 주변부에서 종다양성이 1.2이상으로 비교적 높게 나타났다. 한편 자연휴식년제구간인 중청대피소에서 한계령간의 등산로 주변부의 종다양도가

1.1로 낮게 나타난 것은 능선부의 강풍 등 기후적 제한요인으로 생각된다(오구균 등, 1991).

등산로 이용객 수와 정의 상관관계를 나타내는 주변부 하층식생의 피도는 자연휴식년제가 실시되는 있는 중청대피소-한계령 구간이 65%로 가장 높게 나타났고, 점봉산삼거리-점봉산정상 구간과 비선대-무너미고개 구간이 64%로 높게 나타났다. 이용밀도가 가장 높은 것으로 추정되는 비선대-무너미고개 구간에서 주변부식생피도가 높게 나타난 것은 급경사의 계곡부에 철제다리로 등산로를 개설된 곳이 많아 무너미고개 부근을 제외하고는 이용확산이 없었기 때문으로 판단된다. 등산로 주변부 식생피도는 용소폭포-점봉산삼거리 구간이 23%, 비선대-마등령 구간이 24%로 매우 낮게 나타났고, 오색약수터-대청봉 구간이 36%로서 무너미고개-대청봉 구간의 47%보다 낮게 나타났다. 대체적으로 설악산 국립공원 외설악지구의 등산로 주변부 식생훼손은 이용강도와 상관관계를 나타내지 않았으며, 경사도나 노면 구성재료에 보다 많은 영향을 받는 것으로 생각된다.

단위면적당(450m²) 주변부 하층식생의 출현개체수는 이용강도가 비교적 낮은 점봉산삼거리-정상 구간(Ⅷ)이 424주로 가장 적었으며, 이용강도가 큰 비선대-무너미고개 구간(Ⅰ)에서 1,718주로 가장 높게 나타나서 이용강도와 유의한 상관관계를 나타내지는 않았다. 단위면적당 종다양도나 개체수, 종수 역시 이용강도와 유의한 상관관계를 나타내지 않았다.

표 14는 8개 등산로 구간의 주변부 하층식생간의 유사도지수이다. 등산로구간간 유사도지수는 19.74~70.92%의 범위로서 조사된 등산로 주변부식생간의 종구성은 대체적으로 이질적으로 나타났다. 능선부와 계곡부에 위치한 오색매표소-대청봉 구간(Ⅲ)

Table 13. Shannon's diversity indices of edge vegetation by the trail route in Sōraksan National Park

Trail Section**	Dominant Species of Canopy Layer	Shrub Layer*				
		Dominant species	Coverage (%)	No. of individual	No. of species	H'
I	Mixed Forest	<i>Carpinus laxiflora</i>	64	1,718	55	0.80
II	Mixed Forest	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>cilatum</i>	47	590	37	1.32
III	Mixed Forest	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	36	1,204	39	1.14
IV	<i>Quercus mongolica</i>	<i>Carpinus laxiflora</i>	24	1,282	39	1.11
V	<i>Quercus mongolica</i>	<i>Tripterygium regelii</i>	65	623	31	1.10
VI	<i>Quercus mongolica</i>	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	39	1,090	49	1.30
VII	Mixed Forest	<i>Deutzia glabrata</i>	23	263	34	1.26
VIII	<i>Quercus mongolica</i>	<i>Tripterygium regelii</i>	64	424	41	1.22

* Unit area is 450m²

** Trail section of I ~ VIII referred to Table 1

Table 14. Similarity indices of edge vegetation of shrub layer between the trail route in Sōraksan National Park

Trail Section*	I	II	III	IV	V	VI	VII
II	24.72						
III	40.02	26.58					
IV	58.68	25.32	49.50				
V	25.80	51.60	35.16	34.56			
VI	36.12	26.94	70.92	54.24	34.74		
VII	34.86	20.16	37.86	27.12	19.74	35.34	
VIII	28.38	29.04	46.26	26.64	51.24	44.16	43.80

* Trail section of I ~ VIII referred to Table 1

과 능선부에 위치한 오색분소-점봉산정상 구간(VI)의 주변부식생이 방위가 정반대임에도 불구하고 70.92%의 가장 높은 유사성을 나타냈으며, 다른 등산로 구간간에는 50%미만의 유사성을 나타냈다.

인용문헌

- 건설부(1988) 설악산 국립공원 계획. 374쪽.
- 권태호, 오구균, 권순덕(1991) 지리산 국립공원의 등산로 및 야영장주변 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 5(1): 91-103.
- 권태호, 오구균, 권영선(1988) 치악산 국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변토양 및 식생환경의 변화. 응용생태연구 2(1): 50-65.
- 권태호, 오구균, 이준우(1993) 소백산 국립공원 등산로의 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 6(2): 168-179.
- 권태호, 오구균, 이준우(1994) 덕유산 국립공원 등산로 및 야영장의 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 7(2): 241-251.
- 권태호, 오구균, 이준우(1995) 주왕산 국립공원 등산로의 이용패턴 및 주변환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 8(2): 167-176.
- 권태호, 오구균, 이준우(1996) 오대산 국립공원 이용에 따른 등산로 및 주변환경훼손. 환경생태학회지 9(2): 211-220.
- 권태호, 오구균, 정남훈(1989) 가야산 국립공원의 등

- 산로 및 야영장 훼손과 주변환경에 대한 이용영향. 응용생태연구 3(1): 81-94.
- 박봉우, 이기의, 윤영환, 박완근(1989) 설악산 국립공원 등반로의 훼손상태와 주변식생에 관한 연구. 한국조경학회지 17(1): 69-79.
- 신익순(1994) 지리산 국립공원 아고산대(세석, 노고단 지구) 환경훼손과 복원설계에 관한 연구. 호남대학교논문집 15: 201-210.
- 오구균, 권태호, 이규완(1991) 지리산 국립공원의 주변부식생구조. 응용생태연구 5(1): 68-78.
- 오구균, 권태호, 조일웅(1988) 치악산 국립공원의 주변부식생구조. 응용생태연구 2(1): 19-36.
- 오구균, 허순호(1992) 한라산 국립공원의 등산로와 주변의 환경훼손. 응용생태연구 6(1): 55-71.
- Cole, D.N.(1983) Assessing and monitoring backcountry trail condition. USDA For. Serv. Res. INT-303, 10pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Frissell, S.S.(1978) Judging recreation impacts on wilderness campsites. J. For. 76: 481-483.
- Pielou, E.C.(1975) Ecological Diversity. John Wiley and Sone, New York, 165pp.
- Whittaker, R.H.(1975) Communities and ecosystems. The Macmillan Publishing Co. Ltd., 385pp.