

설악산국립공원 내설악지구 등산로의 훼손 및 주연부식생*

권태호² · 오구균³ · 김보현⁴

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

Tae-Ho Kwon², Koo-Kyoon Oh³, Bo-Hyun Kim⁴

요 약

설악산국립공원 내설악지구의 6개 주요 등산로에 대해 이용강도에 따른 등산로 및 주변 환경훼손상태를 조사하였다. 총 29.2km, 132개 지점에서 등산로 상태를 조사한 바, 등산로폭, 나지노출폭, 등산로물매 등에서 이용강도에 따른 차이가 인정되었다. 훼손유형의 출현빈도는 암석노출, 뿌리노출, 종침식, 분기 등의 순으로 이들 훼손지점의 등산로상태는 건전한 지점과 뚜렷한 차이를 보였으며, 또한 각 등산로에서의 건전지점들은 훼손지점들에 비해 대체로 표고가 낮은 곳에 나타났다. 전반적으로 등산로 훼손에 미치는 이용영향은 외설악지구 등산로에 비해 훨씬 적었다. 주연부 상층식생의 우점종은 등산로별로 달랐으며, 하층식생은 계곡부에서는 조록싸리, 생강나무, 사면부에서는 철쭉꽃이 우점종이었다. 종다양도 및 주연부 하층식생의 피도는 이용강도가 낮은 오세암등산로에서 가장 높았으며, 등산로간 하층식생의 종구성은 대체로 이질적이었다.

주요어 : 이용강도, 등산로훼손, 훼손유형, 우점종, 종다양도

ABSTARCT

Six trails of Naesōrak(west Sōrak) district 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 and slope of trail as the trail condition surveyed at the total of 132 points were significantly varied with the amount of use. Major deterioration types of trail were rock-exposure, root-exposure, deepening and divergence in order of frequency. Deteriorated points were significantly different in trail conditions from non-deteriorated points, and these latter generally appeared at the lower altitude than the former on each trail. Naesōrak district still seemed to have poorer use-impacts than Oesōrak(East Sōrak) district.

* 이 논문은 1997학년도 대구대학교 학술연구비 일부지원에 의한 논문임

1 접수 1997년 12월 15일 Received on Dec. 15, 1997

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

3 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Kwangju, 506 - 714, Korea

4 서울시립대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

The dominant species in upper layer of trail edge vegetation differed from trail to trail, but in shrub layer *Lespedeza maximowiczii*, *Lindera obtusiloba* for valley trail and *Rhododendron schlipenbachii* for slope trail. The species diversity and coverage of shrub layer in trail edge were the highest on the Ose'am trail and each trail was dissimilar in species composition of shrub layer of edge vegetation.

KEY WORDS : AMOUNT OF USE, TRAIL DETERIORATION, DETERIORATION TYPE, DOMINANT SPECIES, SPECIES DIVERSITY

서 론

1970년 3월 국립공원 제 5호로 지정된 우리나라의 대표적인 국립공원 설악산은 1982년 UNESCO의 '인간과 생물권계획'에 의해 생물권보존지역으로 지정되면서 세계적인 자연보존지역의 하나가 되었다. 그동안 4차례에 걸친 공원구역 변경으로 현재 총면적 373km²에 달하는 설악산국립공원은 빼어난 자연경관 뿐만 아니라 풍부한 역사문화경관을 포함한 다양한 유인요소를 갖추고 있어 전국으로부터 많은 이용객의 방문이 연중 끊이지 않고 있다.

설악산국립공원지역은 대청봉(1,708m)을 중심으로 한 북쪽의 미시령과 남쪽의 점봉산을 잇는 설악산의 주능선을 경계로 동쪽을 외설악, 서쪽을 내설악, 그리고 외설악 남쪽의 오색약수터 일대와 양양쪽을 남설악으로 흔히 구분하는데, 공간적으로 대단히 광범위한 탓에 지난해 외설악과 남설악지구에 대해서만 연구가 한정적으로 수행된 바 있다(이준우 등, 1997). 외설악이 바다와 가깝고 교통 및 숙박시설이 편리하여 일찍부터 알려졌을 뿐 아니라 단시간에 자연을 느낄 수 있는 접근성으로 인해 탐방객이 집중되고 있음에 비해, 내설악지구는 내륙 깊숙이 자리한데다 교통성이 편리하지 않아 그동안 등산객들을 중심으로 한 이용에 제한되어 왔었다.

1995년을 기준으로 한 설악산국립공원의 탐방객 규모는 약 400만명으로 그 중 약 80%가 외설악지구, 약 10%가 오색지구를 중심으로 이용하고 있는데, 넓은 면적에 비해 내설악지구의 탐방객은 아직 전체의 10% 정도에 불과하다는 점에서 각 지역별 이용특성의 차이를 짐작하게 한다. 그러나 한계령을 통과하는 44번 국도 및 미시령 쪽과 연결되는 46번 국도의 교통성이 개선되고 탐방객들의 휴양특성이 변화됨에 따라 내설악지구의 이용객 규모도 점차 커질 것으로 예상된다.

내설악지구의 주요 등산로는 크게 3개 노선을 생각할 수 있다. 하나는 백담사로부터 수렴동대피소 -

봉정암을 경유하여 소청봉에 이르는 구간으로, 여기서 약 1.3km를 더 가면 대청봉 정상에 오르게 된다. 또 하나는 백담사 - 영시암 - 오세암을 거쳐 마등령(1,372m)에 이르거나 가야동계곡을 거쳐 회운각대피소 또는 봉정암으로 연결되는 구간이다. 다른 하나는 장수대로부터 우리나라 3대 폭포 중 하나인 88m 높이의 대승폭포를 지나 대승령(1,210m)에 올라 백담사나 십이선녀탕 쪽으로 하산하는 노선이다. 이들 노선들은 모두 소요시간이 상당히 긴 편이며 주로 등산활동을 중심으로 이용되고 있다.

본 연구는 외설악 및 남설악지구에 대한 지난해의 연구에 이어 내설악지구의 등산로 이용에 따른 훼손 상태를 조사하여 등산로 및 그 주변에 가해진 이용 영향을 파악하고, 이를 바탕으로 설악산 국립공원 등산로의 종합적인 관리지침 마련에 필요한 정보를 얻고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 조사지 선정

본 연구는 설악산국립공원의 외설악 및 남설악지구에 대해 수행된 전년도 연구(이준우 등, 1997)에서 제외되었던 내설악지구를 대상으로 하였다. 1997년 2월에 실시된 예비답사와 문헌조사(건설부, 1988; 국립공원관리공단, 1994)를 바탕으로 백담사 지역을 통해 주로 이용되는 등산로군과 대승령을 결절점으로 하는 장수대지역의 등산로군으로 크게 구분하고, 그 중 6개 구간에 대해 1997년 8월 2차에 걸쳐 본조사를 수행하였다. 본 조사가 실시된 등산로 구간의 개략적인 위치는 Figure 1에 나타내었다.

내설악지구는 외설악지구에 비해 이용객의 수나 규모가 그리 크지 않고, 각 등산로의 이용특성도 일부 구간이 사찰방문의 목적으로 이용되는 경우를 제외하고는 순수 등산활동 등으로 비교적 단순하여 이

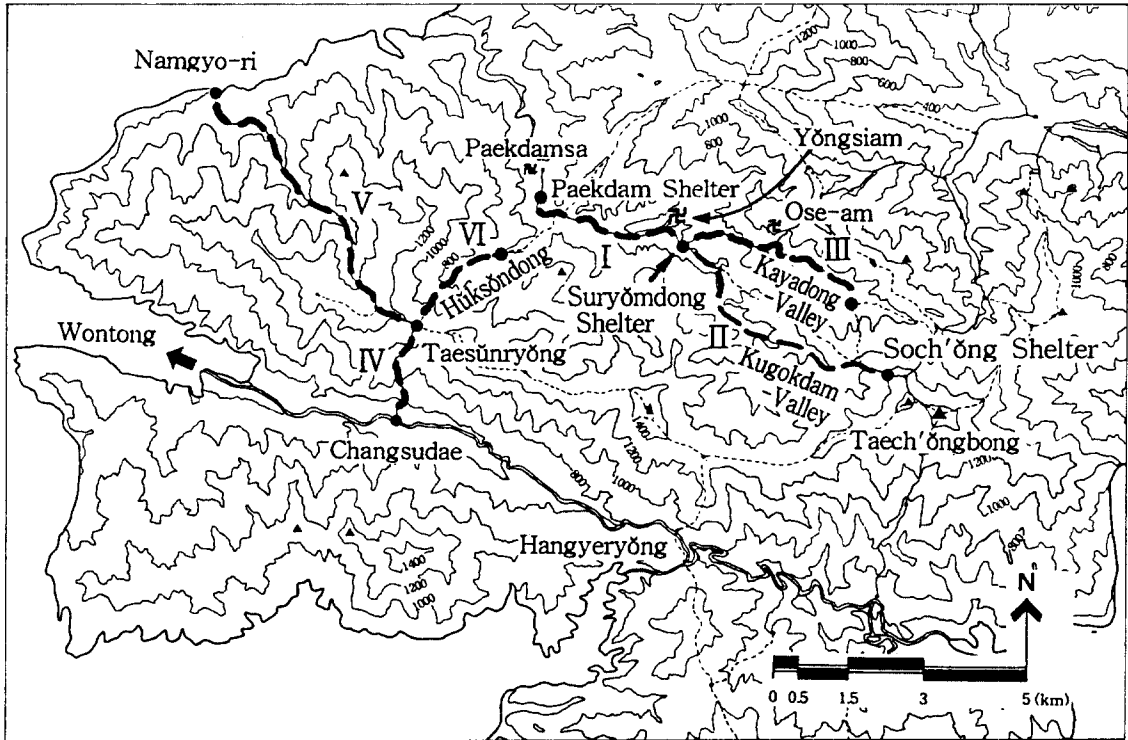


Figure 1. Location map of surveyed trails in Naesorak district of Soraksan National Park

Table 1. General description of surveyed trails in Naesorak district of Soraksan National Park

No.	Trail name	Section	Amount of use	Length (km)	Altitude (m)	Topography	Aspect
I	Paekdam	Paekdam shelter - Suryomdong shelter	Heavy	4.0	500→600	Valley	W
II	Kugokdam	Suryomdong shelter - Socho'ng shelter	Medium	7.0	600→1,400	Valley -slope	NW
III	Ose'am	Yongsiam - Ose'am - Kayadong valley	Light	5.5	600→950	Slope	SW
IV	Taesung	Changsudae - Taesungnyong	Heavy	2.5	500→1,210	Slope	S
V	Sonnyo	Taesungnyong - Namgyori	Medium	8.0	350→1,210	Valley	NW
VI	Huksan	Taesungnyong - Paekdam valley	Light	2.2	600→1,210	Slope	NE

용강도의 우선순위를 가늠하기가 쉽지 않으나, 등산로의 공간적 연계 등의 배치구조를 통해 이용강도의 크기를 구분하였다.

백담사지역의 등산로군의 경우, 주 등산로인 백담산장 - 수렴동대피소 - 구곡담계곡 - 봉정암 - 소청봉 구간 중 수렴동 입구에서 오세암으로 빠지는 결절점을 기준으로 구분하고, 이곳에서 오세암을 거쳐 가야동계곡과 만나는 구간을 포함하여 3개의 등산로

구간을 선정하였다. 따라서 이 지역에서는 백담산장 - 수렴동계곡 입구까지의 약 4km(이하 백담 등산로)를 이용강도가 큰 구간으로, 수렴동계곡 입구 - 봉정암 - 소청산장까지의 약 7km(이하 구곡담 등산로)를 보통인 구간으로, 수렴동계곡 입구 - 오세암 - 가야동계곡까지의 약 5.5km(이하 오세암 등산로)를 이용강도가 낮은 구간으로 하였다.

장수대쪽에서 접근할 수 있는 등산로군에 대해서

는 대승령을 걸절점으로 하여 만나는 3개의 등산로 구간을 선정하였다. 즉 가장 많은 탐방객이 이용하는 장수대 - 대승폭포 - 대승령의 약 2.5km(이하 대승 등산로)를 이용강도가 큰 구간으로, 대승령 - 십이선녀탕계곡 - 남교리에 이르는 약 8km(이하 선녀 등산로)를 보통의 구간, 대승령에서 흑선동계곡을 따라 백담계곡 방향으로의 약 2.2km(이하 흑선 등산로)를 이용강도가 낮은 구간으로 간주하였다.

등산로의 훼손 및 주변부식생 조사가 수행된 양 지역의 6개 등산로 구간(총 29.2km)의 개황은 Table 1과 같다. 백담(I) 및 선녀(V) 등산로는 계곡부에, 오세암(III), 대승(IV) 및 흑선(VI) 등산로는 사면부에 입지하고 있으며, 구곡담 등산로(II)의 경우는 계곡을 따라 진행되다가 사면을 따라 급격히 상승하는 지형조건을 갖추고 있다.

2. 조사방법 및 분석

(1) 등산로의 훼손상태 조사

설악산국립공원 내설악지구의 등산로에 대하여 이용강도에 따른 물리적 영향을 비교하기 위해 각 지역별로 3개씩 선정된 6개의 등산로 구간에 대해 Table 1과 같이 이용강도를 강, 중, 약으로 구분하였다. 원래 등산로의 이용강도를 파악하기 위해서는 통행량 조사를 개략적으로나마 실시하는 것이 좋으나 공간적인 범위가 워낙 넓어 통행량 조사는 생략하고, 등산로의 공간배치형태 등을 참고하였다.

먼저 선정된 각 등산로별로 전체구간의 길이를 고려하여 100~400m의 일정 간격마다 조사지점을 계통적으로 추출하고 등산로의 상태 및 훼손정도를 각각 측정하였으며, 훼손유형별로 등산로 상태를 구분한 뒤 건전지점의 등산로 상태를 기준으로 각각의 측정치에 대한 유의성을 분석하였다. 각 조사지점에서의 훼손상태 및 훼손유형에 관련된 조사사항은 기왕의 연구사례(권태호 등, 1988; 1989; 1991; 1993; 1994; 1995; 1996)의 경우와 동일하게 측정하였다.

특히 백담사 등산로군의 3개 등산로에 대해서는 각 등산로 주변에 발생된 환경피해도 4등급 이상의 나지에 대해 그 면적을 간략 측량하였으며, 이용객의 산행시 안전과 편의를 도모하기 위해 설치한 시설들에 대해서도 종류별로 설치거리를 조사하였다.

(2) 등산로 주변부식생 훼손 조사

등산활동에 따른 등산로변 주변부식생의 훼손실태와 이용영향을 비교하기 위하여 각 등산로 별로

조사구를 9개소씩 등간격으로 설정하였다. 양방통행시의 등산로 표준폭을 1.8m(Wenger, 1984)로 보아 각 조사구마다 등산로의 노폭이 1.8m 이하인 경우는 등산로 경계부를 따라 폭 2m, 길이 5m의 방형구를 5m씩 떼어 연속적으로 총 5개소를 설치하였다. 노폭이 1.8m 이상인 경우는 중앙선에서 산림쪽으로 0.9m 지점에서부터 5개의 방형구를 앞에서도 같이 연속적으로 설치한 후, 수고 0.5m 이하인 수목은 지피층으로, 0.5~2m 인 수종은 관목층으로 구분하여 수관폭을 매목조사하였다.

매목조사 자료를 토대로 단위면적(900m²)에 따른 조사구별 상대우점치(Curtis & McIntosh, 1951), 종다양도 지수(Pielou, 1975), 유사도지수(Whittaker, 1975), 하층수관층의 피도와 개체수 등을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 내설악지구 등산로의 물리적 훼손

백담사지역 등산로군 중 백담 등산로에서 추출된 21개 지점, 구곡담 등산로의 23개 지점, 오세암 등산로의 21개 지점 등의 65개 지점과 장수대지역 등산로군 중 이용강도가 가장 큰 대승 등산로의 24개 지점, 선녀 등산로의 22개 지점 및 흑선 등산로의 21개 지점 등의 67개 지점을 포함한 총 6개 등산로 132개 지점으로부터 얻어진 설악산국립공원 내설악지구의 등산로 상태는 Table 2와 같다.

내설악지구 등산로의 평균노폭은 1.9m, 평균나지노출폭은 1.3m였으며, 평균 최대깊이 및 평균 물매는 각각 17cm, 20.2%인 것으로 나타나 이용량이 많은 외설악지구의 2.6m, 2.1m, 27cm, 27.4%(이준우 등, 1997)와 비교할 때 많은 차이를 보였다. 평균노폭 및 나지노출폭, 최대깊이는 주왕산국립공원의 1.7m, 1.5m, 15cm 및 오대산국립공원의 1.9m, 1.5m, 21cm 등과 비슷하나 다른 국립공원에 비해 물리적 상태가 상대적으로 양호한 것으로 나타났다. 반면에 등산로가 배치되어 있는 지형적 조건을 의미하는 등산로의 물매는, 내설악의 경우 오대산국립공원과 비슷한 수준이나 치악산, 가야산, 속리산, 지리산국립공원에 비해 가파른 것으로 나타나 지형이 상당히 험준한 편임을 알 수 있다(권태호 등, 1988; 1989; 1990; 1991; 1993; 1994; 1995; 1996). 이를 종합하면 내설악지구의 등산로들은 지형적인 조건이 훼손에 취약할 수 있는

Table 2. Trail conditions in relation to amount of use

No.	Trail name	Amount of use	N	Altitude ²	Trail width ² (m)	Bare width ² (m)	Maximum depth (m)	Trail slope ² (%)
I	Paekdam	Heavy	21	545 ^a	1.94	1.34	0.13	8.1
II	Kugokdam	Medium	23	916	1.65	1.06	0.18	16.3
III	Ose'am	Light	21	795 ^a	1.44	0.91	0.20	22.9
	Subtotal		65	7,571	1.68	1.10	0.17	15.82
IV	Taesŭng	Heavy	24	838	2.97 ^a	2.13 ^b	0.24 ^a	32.1 ^b
V	Sŏnnyŏ	Medium	22	867	1.41	0.83	0.15	14.5
VI	Hŭksŏn	Light	21	873	2.03	1.49 ^a	0.13	26.5 ^b
	Subtotal		67	8,591	2.16	1.50	0.18	24.52
	Total		132	809	1.92	1.31	0.17	20.2

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

^{a,b} : Significant at p=.05 and .1 respectively, by the difference-of-means tests in comparison of each trail with medium-used trails

Table 3. Regression equations, $D=a+b \cdot S$, between maximum depth(D: cm) and slope(S: %) for surveyed trails in Naesŏrak district of Sŏraksan National Park

Trail Group / Name	N	a	b	R	F-value
Naesŏrak (Total)	132	7.8	0.48	0.56	61.2**
Paekdamsa group	65	8.1	0.58	0.59	35.5**
Paekdam	21	7.3	0.72	0.66	16.4**
Kugokdam	23	7.8	0.65	0.59	12.8**
Ose'am	21	9.3	0.48	0.46	6.4*
Changsudae group	67	6.6	0.45	0.56	31.2**
Taesŭng	24	3.8	0.63	0.64	16.8**
Sŏnnyŏ	22	7.4	0.54	0.67	18.2**
Hŭksŏn	21	9.0	0.14	0.14	1.4 ^{ns}

** , * : Significant at p=.05 and .01 respectively

^{ns} : Not significant at p=.05

며, 이용압력은 다른 국립공원에 비해 덜 심한 상태라고 볼 수 있으나 이용압력이 증가하게 되면 등산로의 훼손이 용이할 수 있다는 점을 시사하고 있다. 이러한 가능성은 대승령을 중심으로 한 장수대지역의 등산로군에서 나타나고 있으며, 특히 대승 등산로(IV)에서 뚜렷한 경향을 볼 수 있다.

등산로 상태를 나타내는 인자들의 크기는 각 등산로의 지형적 특성이나 이용행태 및 규모 등의 영향 정도가 반영된 것으로, 분산분석의 결과 최대깊이를 제외하고는 내설악지구의 등산로들간에 이용강도에 따른 차이가 인정되어 각 등산로별로 이용영향의 정도가 다른 것을 알 수 있다. 그러나 양대 지역 등산

로군간의 차이는 해발고와 등산로 물매에서 뚜렷하게 나타났다. 각 등산로군에서 이용강도가 보통인 등산로를 기준으로 비교해 볼 때, 백담사지역 등산로에서는 이용영향의 차이가 그다지 뚜렷하지 않으나 장수대지역 등산로에서는 이용강도의 차이가 뚜렷이 반영되어 구별됨을 보여주고 있다. 특히 대승 등산로(IV)는 대승령을 결절점으로 하여 선녀 등산로(V) 및 흑선 등산로(VI)와 연결되는 분산형 노망을 형성하고 있으나, 이들 등산로의 구간이 길고 많은 시간이 소요되는데 비해 2.5km 내외의 비교적 단거리이고 대승폭포와 같은 특별한 유인요소가 있어 급경사의 힘든 구간임에도 이용압력이 크고 집중

되는 편이다. 따라서 대승령을 정점으로 등·하산이 함께 이루어지는 집중형의 이용특성을 다소 보이는 관계로 훼손이 많이 진행되고 있어 등산로의 관리에 많은 관심을 기울일 필요가 있는 곳이다.

등산로의 물매가 등산로의 최대깊이에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, 설악산국립공원 내설악지구의 등산로에 있어서 최대깊이(D: cm)에 대한 등산로 물매(S: %)의 영향을 회귀분석한 결과 Table 3에서와 같이 흑선 등산로를 제외하고 유의한 관계식을 얻을 수 있었다.

각 등산로에서 나타나는 훼손형태별 발생빈도와 등산로 상태의 차이를 6개 등산로 전체 및 각 구간으로 구분하여 Table 4에 나타내었다.

6개 등산로 총 29.2km의 조사구간으로부터 추출된 132개 지점에서 훼손형태를 조사한 결과 다양한 훼손유형이 나타났으며, 훼손유형별로 등산로폭, 나지노출폭, 최대깊이, 물매 등의 등산로 상태 인자간에 유의한 차이가 모두 인정되었다(Table 4-1). 훼손이 전혀 없는 건전한 지점은 36개소, 27%로 표고가 다소 낮은 곳에서 출현하고 있었고, 등산로의 물매는 약 9%로 훼손발생지점에 비해 지형조건이 현저히 완만하였다. 발생빈도가 가장 높은 훼손유형은 암석노출 75개소(57%)였고 뿌리노출 49개소(37%), 종침식(21%), 분기(13%)의 순이었다. 외설악지구의 뿌리노출(50%), 노폭확대(44%), 암석노출(42%), 분기(20%)의 발생빈도와 비교할 때 내설악지구의 이용영향의 정도가 외설악지구와는 많은 차이가 있음을 알 수 있다.

기왕에 보고된 사례들을 종합할 때 이용압력이 심할수록 훼손발생에 있어 몇가지 두드러진 특징이 나타나는데, 첫째 암석노출보다 뿌리노출이 가장 많이 나타나고, 둘째 이용강도가 높지 않은 곳에서는 잘 나타나지 않는 노폭확대나 분기현상의 발생빈도가 두드러지며, 셋째 다양한 훼손유형이 복합적으로 발생하게 되므로써 비슷한 수준의 발생빈도를 갖는 유형이 많아진다는 점이다. 바꾸어 말하면 하나의 훼손유형이 특별히 높은 발생빈도를 갖는 경우는 이용압력의 영향보다는 지형적 조건이나 주변 환경에 의한 영향이 더 크다고 볼 수 있다. 이와 같은 기준으로 보면 내설악지구의 등산로에서 나타나는 이용영향은 다른 국립공원의 경우에 비해 아직 상대적으로 적은 편이라고 생각되며, 암석노출의 발생빈도가 가장 높게 나타난 것에 대해서도 이 지역에 계곡등산로가 많다는 점을 감안하여 이용영향의 정도를 판단할 수 있을 것이다. 그러나 훼손 지점에서의 등산로 상태의 크기는 건전한 지점과 비교할 때 고도의 유

의성이 인정되어 건전 지점과 훼손 지점간에는 등산로 상태에서 뚜렷이 구별됨을 보였다.

이들 전체 조사지점을 각 등산로별로 구분하여 Table 4-2에서 Table 4-7까지 각각 나타내었다.

사면부에 위치한 오세암, 대승 및 흑선 등산로에서는 각 훼손유형별로 등산로 상태에 차이가 있음이 대체로 인정되었으나, 계곡부에 주로 위치한 나머지 3개 등산로에서는 유의성이 인정되지 않았다. 훼손이 발생되지 않은 건전 지점의 비율은 대체로 이용압력이 클수록 낮으며, 이러한 경향은 장수대지역의 등산로군에서 더욱 뚜렷하였다. 특히 각 등산로마다 훼손발생지점에 비해 주로 표고가 낮은 곳에서 건전한 지점이 나타나는 경향이 뚜렷한데, 이는 이용객이 집중되는 타 국립공원의 경우와 달리 이용압력이 아직 그리 크지 않으며 따라서 등산로상의 훼손도 이용영향보다 지형적 조건의 영향이 상대적으로 크게 작용하고 있는 것이 아닌가 생각된다.

한편, 내설악지구의 등산로 중 백담사지역의 3개 등산로를 따라 훼손 및 침식이 심하게 발생한 지점, 즉 환경피해도 4등급 이상인 나지의 면적과 함께, 훼손 확대를 막고 통행의 안전을 도모하기 위해 설치된 등산로 보완 및 유도시설의 종류와 설치거리를 측정된 결과를 Table 5에 나타내었다.

환경피해도 4등급 이상인 지역은 자연적인 회복이 어려울 뿐 아니라 인위적인 복원이 뒤따르지 않을 경우 훼손이 더욱 심화될 가능성이 큰 곳(권태호 등, 1994)으로, 내설악지구의 3개 등산로 주변의 훼손 등급 4 이상인 지역은 총 3,842m²로 단위거리당 약 233m²/km인 것으로 계산되었다. 이는 외설악지구의 비산대 - 무너미고개 - 대청봉 구간의 약 1,449m²/km 보다는 훨씬 적었으며, 소백산 및 지리산 국립공원의 능선부 등산로에서 조사된 면적훼손량보다도 적은 값이었다. 대체로 면적훼손규모는 능선부등산로에 이용이 집중되는 지역에서 특히 크게 나타나는데 비해, 내설악지구 3개 등산로의 경우는 주로 계곡 또는 사면부에 발달한 등산로인 까닭에 그 규모가 크지 않은 것으로 생각할 수 있지만, 오대산국립공원의 5개 등산로 전체에서 조사된 약 379m²/km 보다는 적은 값이어서 전반적으로 외설악지구는 물론 타 국립공원에 비해 이용압력이 크지 않음을 시사하고 있다.

그러나 구곡담 등산로 중 봉정암 주변 일대의 훼손은 대단히 심각한 상태로서 등산로 상부사면에 깊이 50cm 이상의 구곡 또는 봉락의 발생이나 배수로화의 흔적이 많이 있을 뿐 아니라 등산로 주변에도 과도한 뿌리노출과 분기현상 및 그로 인한 수목의

Table 4-1. Trail conditions in relation to physical deterioration types of trails(Total : N=132)

Deterioration types	N (%)	Altitude (m)	Trail width ² (m)	Bare width ² (m)	Maximum depth ² (m)	Trail slope ² (%)
Rock-exposed	75(57)	829 ^a	2.17 ^b	1.48 ^b	0.22 ^b	24.6 ^b
Root-exposed	49(37)	868 ^b	2.43 ^b	1.77 ^b	0.23 ^b	28.1 ^b
Deepening	28(21)	893 ^b	2.74 ^b	1.95 ^b	0.36 ^b	36.8 ^b
Widening	10(8)	784	5.61 ^b	4.01 ^b	0.39 ^b	35.8 ^b
Diverged	17(13)	828	4.11 ^b	3.05 ^b	0.34 ^b	36.4 ^b
Others	9(7)	838	2.71	2.11	0.26	28.0 ^a
Non-deteriorated	36(27)	729	1.32	0.89	0.09	9.2

Table 4-2. (Paekdam trail : N=21)

Deterioration types	N (%)	Altitude (m)	Trail width (m)	Bare width (m)	Maximum depth ¹ (m)	Trail slope (%)
Rock-exposed	9(43)	548	1.84	1.32	0.18	15.4 ^a
Root-exposed	9(43)	551	1.68	1.21	0.13 ^a	11.2 ^a
Deepening	3(14)	568	2.00	1.43	0.30	22.3
Widening	1(5)	520	5.90	2.60	0.05	0.0
Diverged	4(19)	591	2.62	1.53	0.11	9.8
Others	1(5)	550	1.60	1.20	0.12	15.0
Non-deteriorated	8(38)	546	1.88	1.43	0.09	2.6

Table 4-3. (Kugokdam trail : N=23)

Deterioration types	N (%)	Altitude (m)	Trail width (m)	Bare width (m)	Maximum depth (m)	Trail slope (%)
Rock-exposed	17(74)	946 ^a	1.65	1.04	0.22 ^a	17.3 ^b
Root-exposed	11(48)	993 ^a	1.89	1.25	0.24	21.6 ^b
Deepening	5(22)	1,209 ^b	2.16	1.50	0.41	36.0 ^a
Widening	1(4)	1,295	4.70	4.10	0.84	52.0
Diverged	2(9)	1,265 ^a	3.00	2.40	0.69	41.0
Others	4(17)	1,045	2.22	1.77	0.33	28.8
Non-deteriorated	3(13)	755	1.47	1.00	0.07	2.3

Table 4-4. (Ose'am trail : N=21)

Deterioration types	N (%)	Altitude (m)	Trail width ² (m)	Bare width ¹ (m)	Maximum depth (m)	Trail slope ² (%)
Rock-exposed	8(38)	810	1.65	1.06	0.26	29.0 ^a
Root-exposed	9(43)	823	1.83 ^a	1.20 ^a	0.29 ^a	37.2 ^b
Deepening	9(43)	818	1.74 ^a	1.16 ^b	0.32 ^b	35.1 ^b
Widening	3(14)	848 ^a	2.47 ^b	1.50	0.38	39.3 ^b
Diverged	3(14)	855 ^a	2.43 ^b	1.70 ^b	0.37	47.3 ^a
Others	1(5)	840	2.20	1.90	0.22	42.0
Non-deteriorated	8(38)	747	1.09	0.61	0.10	9.0

Table 4-5. (Taesŭng trail : N=24)

Deterioration types	N (%)	Altitude (m)	Trail width ¹ (m)	Bare width ¹ (m)	Maximum depth ¹ (m)	Trail slope ¹ (%)
Rock-exposed	17(71)	821	3.44 ^b	2.45 ^b	0.27 ^a	35.6 ^b
Root-exposed	11(46)	893	3.77 ^a	2.80 ^a	0.29 ^a	41.9 ^b
Deepening	7(29)	863	5.11 ^a	3.74 ^a	0.42 ^b	46.3 ^b
Widening	3(13)	580	9.17	6.57	0.55 ^b	56.7
Diverged	4(17)	703	7.95 ^a	5.95 ^a	0.49 ^a	54.0 ^a
Others	2(8)	755	5.30	4.10	0.29	36.0
Non-deteriorated	3(13)	700	0.90	0.63	0.09	6.7

Table 4-6. (Sŏnnyŏ trail : N=22)

Deterioration types	N (%)	Altitude (m)	Trail width (m)	Bare width (m)	Maximum depth ¹ (m)	Trail slope (%)
Rock-exposed	13(59)	855	1.54	0.88	0.19 ^b	19.0 ^b
Root-exposed	2(9)	1,280 ^a	1.25	0.75	0.11	14.0
Deepening	2(9)	860	1.55	0.90	0.28	24.5
Diverged	1(5)	780	2.50	1.80	0.20	43.0
Others	1(5)	460	1.10	0.60	0.13	8.0
Non-deteriorated	6(27)	823	1.22	0.78	0.08	5.8

Table 4-7. (Hŭksŏn trail : N=21)

Deterioration types	N (%)	Altitude (m)	Trail width ² (m)	Bare width ² (m)	Maximum depth (m)	Trail slope (%)
Rock-exposed	11(52)	872	2.44 ^a	1.80 ^b	0.16	30.1
Root-exposed	7(33)	980	3.27 ^a	2.73 ^a	0.18	30.7
Deepening	2(10)	1,065	2.60	2.25	0.34	47.5
Widening	2(10)	870	5.30 ^a	4.60 ^b	0.12	9.0 ^a
Diverged	3(14)	1,090 ^a	3.90 ^a	3.40 ^a	0.23	32.3
Non-deteriorated	8(38)	826	1.18	0.75	0.09	21.9

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

^{a, b} : Significant at p = .05 and .1 respectively, by the difference-of-means tests in comparison of each trail with medium-used trails

도복 등 침식이 매우 심하게 진행되고 있고, 또한 쌍 폭 - 봉정암 간의 약 300m 구간에서도 55~60%의 급경사로 이루어진 암설봉락 및 퇴적지가 불안정한 상태로 위치하고 있어 추가적인 붕괴가능성이 잠재되어 있다. 이들 지역에 대해서는 이용객의 정확한 안내와 안전을 위한 시설을 투입해야 함은 물론 큰

심하게 진행되고 있는 훼손을 방지하기 위한 공사를 조속히 시행하여야 할 것으로 판단된다.

3개 등산로에 설치된 등산로시설은 철제의 계단, 가드레일, 다리 및 데크로서 백담 등산로의 철제다리가 일부 설치되었을 뿐 대체로 구곡담 등산로에 집중되고 있었으며, 종류와 기능도 주로 계곡부나

계천의 통과를 목적으로 한 것으로 훼손 취약지 또는 발생지에 대한 산행 유도 및 편의 시설은 거의 설치되어 있지 않음을 알 수 있다. 앞으로는 이용자의 심리나 이용행태, 훼손 확산의 메카니즘 등에 대한 충분한 이해와 현지순찰을 바탕으로 한 훼손 취약지 또는 발생지의 모니터링을 통해 등산로 시설의 계획 및 관리 대책이 강구되어져야 할 것으로 생각된다.

2. 내설악지구 등산로의 주변부식생 훼손

(1) 구간별 주변부 식생

조사한 6개 등산로 구간의 주변부 식생구조는 Table 6과 같다. 등산로 주변부의 상층수관층의 식생구조는 조사구간별로 달랐으며 조사구간 I (백담 등산로)에서는 소나무, 조사구간 III, VI(오세암 및 대승 등산로)에서는 신갈나무가 우점하고 있었다.

하층수관층에서도 등산로의 입지환경에 따라 우점종이 각각 다르게 나타났다. 주변부의 하층식생은 계곡부에서는 조록싸리, 생강나무가 우점하였으며, 사면부에서는 철쭉꽃이 우점하여 설악산국립공원 외설악지구(이준우 등, 1997), 소백산국립공원(권태호 등, 1993), 치악산국립공원(오구균 등, 1988)의 등산로 주변부 식생과 유사하였다.

단위면적당(900m²) 등산로 주변부에 출현한 종수는 23~50종, 종다양성은 1.0749~1.3293로 비교적 높게 나타났다. 이용강도가 낮은 오세암 등산로(III) 구간의 종다양도(1.3293)가 가장 높았으며, 계곡과 사면을 포함하고 있는 등산로의 종다양도가 상대적으로 높게 나타났다. 이용강도는 높지만 넓은 계곡의 주변을 따라 위치한 백담 등산로(I) 구간의 종수가 가장 높게 나타났다. 반면 이용강도가 낮은 흑선 등산로(VI) 구간의 종수와 종다양도가 상대적

Table 5. Areas of severe-damaged sites by impact rating class and facilitated distances for passersby along the trails in Naesorak district of Soraksan National Park

Trail name	Area of impact rating class 4~6(m ²)		Trail facilities*(m)		
	Sum	m ² /km	Steps	Railings	Bridge/deck
Paekdam	1,583	396	-	-	115
Kugokdam	1,683	240	197	219	564
Ose'am	576	105	-	-	-
Total	3,842	233	197	219	679

* : All facilities here are made of steel

Table 6. Vegetation structure of edge by the trail section at Naesorak district, Soraksan National Park (Unit area : 900m²)

Trail section	Dominant species		Coverage(%)		No. of individual	No. of species	Species diversity (H')
	Canopy layer	Shurb layer	Shrub layer	Ground cover			
I	<i>Pinus densiflora</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	33.4	3.4	1,602	50	1.3078
II	Mixed forest	<i>Lindera obtusiloba</i>	25.9	2.0	872	46	1.2931
III	<i>Quercus mongolica</i>	<i>Lindera obtusiloba</i>	58.5	1.3	1,082	45	1.3293
IV	Mixed forest	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	49.4	9.7	834	41	1.3277
V	Deciduous broad-leaved forest	<i>Lindera obtusiloba</i>	23.9	4.7	522	35	1.3014
VI	<i>Quercus mongolica</i>	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	33.5	3.1	830	23	1.0749

* Trail section of I ~ VI referred to Table 1

으로 낮게 나타났는데 이는 등산로 폭이 좁은 주연부에서 상층 수관층의 울폐도가 높기 때문으로 판단된다.

등산로 이용객 수와 정의 상관관계를 나타내는 주연부 하층식생의 피도는 이용강도가 낮은 오세암 등산로(Ⅲ) 구간이 58.5%로 가장 높게 나타났고, 대승 등산로(Ⅳ) 구간이 49%로 높게 나타났다. 이용강도가 보통인 선녀 등산로(Ⅴ) 구간의 식생피도가 23.9%로 가장 낮게 나타났는데 이는 십이선녀탕계곡의 등산객이 많아서가 아니라 주로 암반으로 이루어진 등산로에서 식생발달이 미약하기 때문으로 생각된다. 대체로 설악산국립공원의 내설악지구의 등산로 주연부 식생훼손은 이용강도와 상관성을 나타내어 설악산국립공원 외설악지구(이준우 등, 1997)와는 다르게 나타났다. 지피층의 피도는 하층의 피도가 가장 높은 오세암 등산로(Ⅲ) 구간이 1.3%로 가장 낮게 나타났고, 하층의 피도가 가장 낮은 선녀 등산로(Ⅴ) 구간이 4.7%로 비교적 높게 나타나 하층의 피도와는 부의 상관관계를 나타냈다.

단위면적당(900m²) 개체수는 이용강도가 큰 백담 등산로(Ⅰ) 구간이 1,602주로 가장 높게 나타났고, 선녀 등산로(Ⅴ) 구간이 522주로 가장 적었으며, 이용강도가 낮은 흑선 등산로(Ⅶ) 구간이 830주로 낮게 나타났다. 따라서 본 연구 대상지의 주연부 식생의 개체수는 이용강도보다는 상층수관층의 식생 구조와 피도, 토양환경 등에 영향을 받는 것으로 판단된다.

Table 7은 6개 등산로 구간의 주연부 하층식생간의 유사도지수이다. 각 등산로 구간 간의 유사도지수는 22.6~51.7%의 범위로서 조사된 등산로구간간 주연부식생의 종구성은 이질적으로 나타났다. 이중 해발고의 차이가 심한 백담 등산로(Ⅰ) 구간과 흑선 등산로(Ⅶ) 구간이 22.6%로 가장 이질적이었으며, 구곡담 등산로(Ⅱ) 구간, 오세암 등산로(Ⅲ) 구간, 대승 등산로(Ⅳ) 구간의 유사도지수가 50%

이상으로 종구성의 유사성이 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

(2) 사면위치별 주연부 식생

Table 8은 평탄한 곡간부에 위치한 백담 등산로(Ⅰ) 구간을 제외한 5개 조사 등산로구간을 다시 사면상부, 중복부, 사면하부의 3개 구역으로 나누어 주연부식생 피복도와 우점 또는 우세종을 나타낸 것이다.

바람이 많은 사면 상부의 등산로 주연부에서는 철쭉꽃과 미역줄나무가 우점종으로 나타났고, 참뽕나무, 참회나무, 산앵도나무, 말발도리, 잣나무, 털진달래, 국수나무, 개회나무, 시닥나무 등이 우세하게 출현했다. 중복부의 등산로 주연부에서는 철쭉꽃, 생강나무, 미역줄나무가 우점종으로 나타났으며 참조팝나무, 조록싸리, 물참대, 참회나무, 개회나무 등이 우세하게 분포하고 있었다. 사면하부 등산로 주연부에서는 생강나무, 고추나무, 젓나무가 우점종으로 출현했으며, 조록싸리, 철쭉꽃, 개울나무, 서어나무, 당단풍, 오미자, 물푸레나무, 피나무, 시닥나무 등이 우세하게 분포하고 있었다. 이상의 사면상 위치에 따른 등산로 주연부 식생구조에 의하면 온대북부 및 한대기후대에 속하는 설악산국립공원의 주연부 수종은 치악산국립공원(오구균 등, 1988), 오대산국립공원(오구균 등, 1996), 설악산 외설악지구(이준우 등, 1997)의 주연부 수종과 유사하게 나타났다. 한편 등산로 주연부의 식생피복도는 사면상 위치에 따라 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으며, 고도가 높아질수록 훼손이 적어지는 소백산국립공원(권태호 등, 1993)의 급경사 등산로와는 차이를 나타내었다.

▶ 감사의 글

본 조사에 참여하여 준 호남대학교 청솔회원들과 대구대학교 삼림공학실원들에 대해 감사드린다.

Table 7. Similarity indices(%) of edge vegetation by the trails in Naesorak district of Sorsaksan National Park

Trail section	I	II	III	IV	V
II	46.75				
III	35.19	51.70			
IV	38.25	50.70	51.28		
V	48.20	40.27	35.97	40.14	
VI	22.60	34.89	40.52	41.59	34.01

* Trail section of I ~ VI referred to Table 1

Table 8. Coverage and major species of shrub layer of edge vegetation by the trails in Naesŏrak district of Sŏraksan Naional Park

Trail section	Coverage (%)	Dominant species and subdominant species		
U	25.4	<i>Tripterygium regelii</i>	<i>Euonymus sieboldiana</i>	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>
Ⅱ	M	<i>Lindera obtusiloba</i>	<i>Spiraea fritschiana</i>	<i>Tripterygium regelii</i>
	L	<i>Lindera obtusiloba</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>
U	55.7	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	<i>Acer tschonoskii</i>
Ⅲ	M	<i>Lindera obtusiloba</i>	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	<i>Euonymus oxyphyllus</i>
	L	<i>Staphylea bumalda</i>	<i>Schizandra chinensis</i>	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>
U	36.6	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	<i>Pinus koraiensis</i>	<i>Stephanandra incisa</i>
Ⅳ	M	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	<i>Lindera obtusiloba</i>
	L	<i>Lindera obtusiloba</i>	<i>Rhus verniciflua</i>	<i>Lespedeza maximowiczii</i>
U	27.7	<i>Tripterygium regelii</i>	<i>Deutzia parvifolia</i>	<i>Syringa reticulata</i>
Ⅴ	M	<i>Tripterygium regelii</i>	<i>Lindera obtusiloba</i>	<i>Deutzia parvifolia</i>
	L	<i>Lindera obtusiloba</i>	<i>Carpinus laxiflora</i>	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>
U	60.6	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	<i>Vaccinium koreanum</i>	<i>Tripterygium regelii</i>
Ⅵ	M	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	<i>Spiraea fritschiana</i>	<i>Syringa reticulata</i>
	L	<i>Abies hollophylla</i>	<i>Tilia amurensis</i>	<i>Acer tschonoskii</i>

* Trail section of Ⅱ ~ Ⅵ referred to Figure 1 and Table 1

** U : upper part, M : mid-slope, L : lower part

인용문헌

건설부(1988) 설악산국립공원계획. 374쪽.
 국립공원관리공단 설악산관리사무소(1994) 업무보고 (자료). 28쪽.
 권태호, 오구균, 권순덕(1991) 지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 5(1): 91-103.
 권태호, 오구균, 이준우(1993) 소백산국립공원 등산로의 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 6(2): 168-179.
 권태호, 오구균, 이준우(1994) 덕유산국립공원 등산로 및 야영장의 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 7(2): 241-251.
 권태호, 오구균, 이준우(1995) 주왕산국립공원 등산로의 이용패턴 및 주변환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 8(2): 167-176.
 권태호, 오구균, 이준우(1996) 오대산국립공원 이용에 따른 등산로 및 주변환경훼손. 환경생태학회지 9(2): 211-220.
 권태호, 오구균, 정남훈(1989) 가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변환경에 대한 영향. 응용생태연구 3(1): 81-94.
 이준우, 오구균, 권태호(1997) 설악산국립공원의 등산로 훼손 및 주변부식생. 환경생태학회지 10(2): 191-204.
 오구균, 권태호, 조일웅(1988) 치악산국립공원의 주변부 식생구조. 응용생태연구 2(1): 19-36.
 오구균, 권태호(1996) 오대산국립공원 주변부 식생구조. 환경생태학회지 9(2): 202-210.
 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 Sons, New York, 165pp.
- Wenger, K. F.(1984) *Forestry handbook*(2nd ed.) John Wiley & Sons, New York, 133pp.
- Whittaker, R. H(1975) *Communities and ecosystems*. The Macmillan Publishing Co. Ltd., 385pp.