

오대산 국립공원 이용에 따른 등산로 및 주변환경훼손¹

권태호² · 오구균³ · 이준우⁴

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

Tae-Ho Kwon², Koo-Kyoon Oh³, Joon-Woo Lee⁴

요 약

오대산 국립공원의 5개 주요 등산로에 대해 이용강도에 따른 등산로 및 주변 환경훼손상태를 조사하였다. 총 22km, 120개 지점에서 등산로 상태를 조사한 바 등산로폭, 나지노출폭, 최대침식깊이 및 등산로물때는 이용강도에 따른 차이가 인정되었다. 훼손유형의 출현빈도는 뿌리노출, 암석노출, 종침식, 분기 등의 순이었으며 이들 지점의 등산로상태는 건전한 지점과 뚜렷한 차이를 보였다. 등산로 주변의 환경피해도 4등급 이상인 나지의 면적은 전체 379m²/km이며, 상원사 등산로가 1,196m²/km로서 가장 많이 발생되어 있었다. 주변부 상층식생의 우점종은 신갈나무였고, 하층식생은 사면에서 철쭉꽃, 능선부에서 다래가 우점종이었다. 주변부 하층식생의 피도 및 개체수는 이용강도가 높은 상원사 등산로에서 가장 낮았으며, 등산로간의 하층식생의 종구성은 대체로 이질적이었다.

주요어 : 오대산 국립공원, 이용강도, 이용영향, 등산로훼손, 주변부식생

ABSTRACT

5 major trails of Odaesan 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 120 points were significantly greater on the more heavily-used trail. Major deterioration types of trail were root-exposure, rock-exposure, deepening and 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 379m²/km in total, and especially about 1,196m²/km in the section between Chokmyölbogung and Pirobong of Sangwonsa trail. The dominant trees of trail edge vegetation could be *Quercus mongolica* in upper layer, but in lower layer *Rhododendron schilipenbachii* for slope and *Actinidia arguta* for ridge. Coverage and number of individuals of lower vegetation in trail edge were the lowest on the Sangwonsa trail of the largest use amount, and each trail was dissimilar in species composition of lower layer of edge vegetation.

1 접수 1996년 1월 15일 Received on Jan. 15, 1996

2 대구대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Taegu Univ., Kyongsan 713-714, Korea

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

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

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

서 론

1970년 소금강지구가 문공부에 의해 명승지 제 1호로 지정되었다가 1975년 2월 1일 국립공원 제 11호로 지정된 오대산 국립공원은 지정면적이 298.5km²로서, 강원도 강릉시의 113.7km², 평창군의 140.4km² 및 홍천군의 44.4km²에 걸쳐 있어 면적으로는 산악형국립공원 가운데 지리산, 설악산 국립공원에 이어 3번째로 넓다. 이 지역은 강원도 북동부의 태백산맥과 차령산맥이 교차하는 분기점에 위치한 고산오지이나 주요 산봉을 연결하는 주능선은 비교적 평탄한 지세를 형성하고 있다. 남쪽에 일부의 평탄지가 분포되어 있으나 대체로 6번 국도를 경계로 하여 서쪽으로 호령봉(1,560m), 최고봉인 비로봉(1,563.4m), 상왕봉(1,493m), 두로봉(1,422m), 동대산(1,426m)이 상원사를 중심으로 환형의 축을 이루고 있고, 동쪽은 노인봉(1,338m)-백마봉(1,094m), 황병산(1,407m)-매봉(1,173m)-천마봉(999m)이 서로 평행의 축을 이루므로써 약 8km의 긴 계곡(소금강)을 형성하고 있다. 이러한 산봉과 계곡, 그리고 만물상, 구룡폭포, 십자소 등의 폭포들은 다양하게 분포하고 있는 동식물과 함께 오대산 국립공원의 빼어난 자연경관자원을 형성하고 있을 뿐 아니라 상원사, 월정사 등의 사찰을 중심으로 한 각종 문화재 및 사적 등의 역사문화경관 또한 풍부하여 이곳을 찾는 이용객의 주요한 유인요소가 되고 있다.

오대산 국립공원의 관리지구는 산악 및 역사문화경관을 위주로 한 월정사지구와 폭포와 함께 계곡경관을 위주로 한 소금강지구로 크게 나뉘어 지며 지역적으로 6번 국도의 서쪽과 동쪽에 위치하고 있다. 오대산 국립공원의 이용객 규모는 1994년을 기준 약 93만명 정도로서 최근 5년간 약 9%의 증가추세를 보이고 있으며(국립공원 오대산 관리사무소, 1995), 계절적으로는 겨울을 제외한 3계절형으로 여름 이용객이 가장 많고 지역별로는 월정사지구가 약 73%로 소금강지구의 약 27%보다 이용객이 많으나 소금강지구는 8월과 7월에, 월정사지구는 10월과 5월에 이용이 피크를 이루고 있어(건설부, 1987) 지역별 경관특성이 계절별 이용특성에 뚜렷하게 반영되고 있다. 그러나 최근 자가용 보급의 확대와 함께 동해권 관광이 붐을 이루고 있고 특히 강원도가 겨울관광의 대표적인 지역으로 조망되고 있으며, 강릉, 속초 등의 거점도시와 인접할 뿐 아니라 편리해진 교통여건 등을 감안하면 앞으로의 이용규모나 이용특성에 많은 변화가 있을 것으로 예상된다.

오대산 국립공원의 이용 등산로는 총 56.6km로서 국도 및 지방도(446번)가 공원구역의 중심부를 통과하고 있어, 공원면적에 비해 순수 등산로의 연장이 짧으며 전 구역에 고르게 분포되어 있지 않은 편이다. 그 중 두로봉-동대산의 7km와 비로봉-호령봉의 4km 구간은 1994년 1월 1일부터 1996년 12월 31일까지 2년간 자연휴식년제 구간으로 되어 있으며, 소금강 입구-진고개의 약 11km 구간은 '조국순례 자연보도'로 지정, 이용되고 있다. 따라서 각 등산로 구간별로 이용량의 차이가 비교적 뚜렷한 편이며 그에 따른 이용영향도 서로 다를 것으로 생각된다.

본 연구의 목적은 이들 주요 등산로의 이용에 따른 물리적 훼손상태와 이용영향을 파악하고 등산로 주변 식생환경을 조사, 비교하므로써 오대산 국립공원 등산로의 효율적인 관리지침을 마련하는데 필요한 정보를 제공함에 있다.

재료 및 방법

1. 조사지 선정

본 연구의 공간적 범위는 월정사지구내의 비로봉을 결절점으로 하는 3개 등산로와 소금강지구의 조국순례 자연보도로 이용되는 소금강 입구에서 진고개까지의 등산로로 제한하였다. 소금강 입구-진고개 구간은 연장이 길 뿐만 아니라 6번 국도가 완전히 포장되어 진고개-노인봉 구간으로의 접근성이 크게 개선되므로써 이 구간의 이용패턴에 많은 변화가 있을 것으로 판단하여 노인봉을 기준으로 진고개 방향과 소금강 방향의 2개 소구간으로 다시 구분하였다. 이들 구간에 대한 간이 통행량조사를 통해 이용강도에 대한 개략적인 정보를 얻었다.

따라서 조사가 이루어진 등산로는 총 5개 구간으로 이용강도의 크기에 따라 나열하면, 상원사 뒤-비로봉 간의 주등산로 약 3.6km(이하 상원사 등산로), 노인봉-소금강 입구 간의 약 8km(이하 소금강 등산로), 진고개 산장-노인봉 간의 약 4km(이하 진고개 등산로), 446번 지방도 쪽의 북대사 입구-상왕봉-비로봉 구간의 약 4km(이하 상왕 등산로) 및 현재 자연휴식년 구간으로 통행이 금지된 비로봉-호령봉 간의 약 2.5km(이하 호령 등산로)가 된다(표 1). 본 연구를 위해 1995년 2월의 예비답사를 거쳐 7월과 10월의 2차에 걸쳐 본 조사를 실시하였다. 조사가 실시된 구간의 개략적 위치는

Table 1. General descriptions of surveyed trails in Odaesan National Park

Trail name	Amount of use	Section	Distance (km)	Samplig interval(m)	
				Physical condition	Edge vegetation
SANGWŎNSA	Heaviest	Pirobong-Sangwŏnsa	3.6	100	200
SOGŬMGANG	Heavy	Noinbong-Sogŭmgang	8.0	300	300
CHINGOGAE	Medium	Chingogae-Noinbong	4.0	200	300
SANGWANG	Light	Pukdaesa-Sangwangbong-Pirobong	4.0	200	300
HORYŎNG	Closed	Pirobong-Horyŏngbong	2.5	100	150

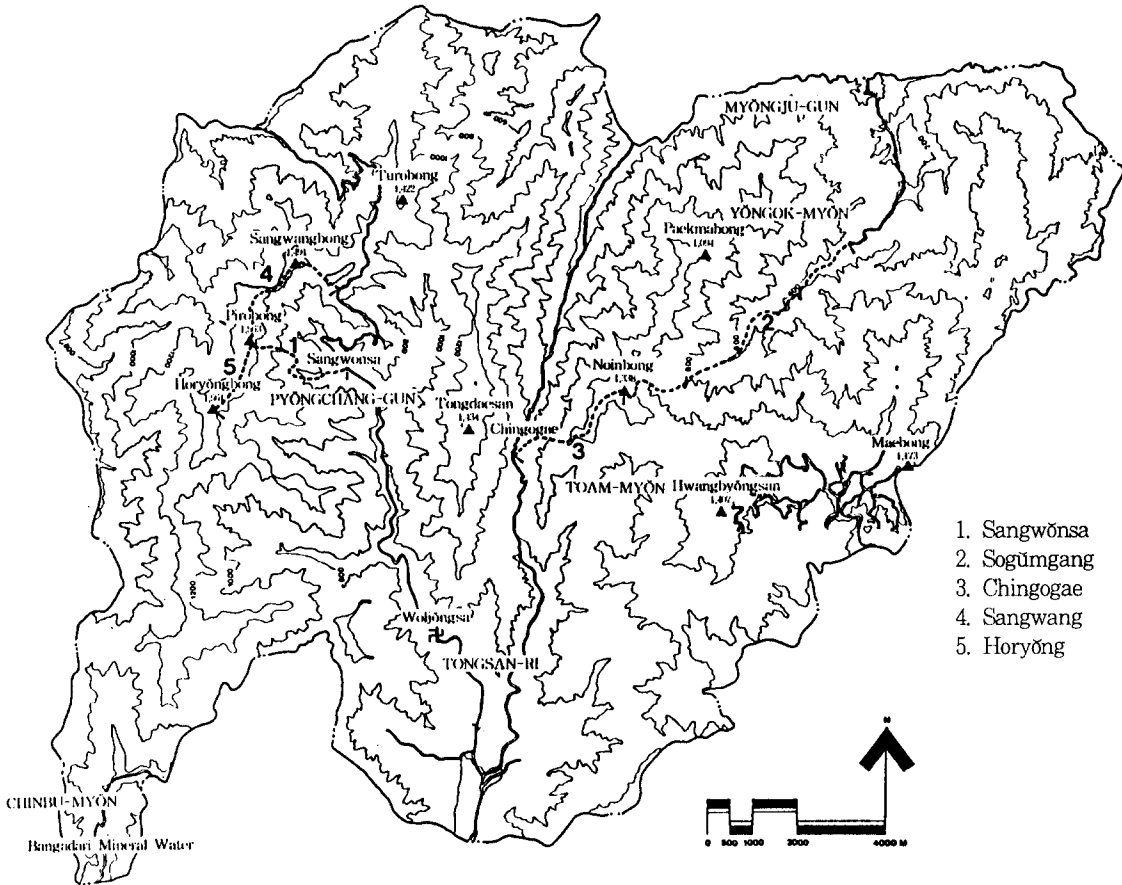


Figure 1. Location map of surveyed trails in Odaesan National Park

그림 1에 나타내었다.

2. 조사방법 및 분석

(1) 등산로의 훼손상태

오대산 국립공원 등산로의 이용강도 차이에 따른 물리적인 이용영향을 비교하고자 먼저 조사구간으로 선정

된 각 등산로의 통행량을 간지로 조사하였다. 이용강도를 개략적으로 파악하기 위한 간지 통행량조사는 이용객이 많이 찾는 7월의 피서철과 10월의 단풍철 피크시즌에 맞추어 평일, 주말 및 휴일의 3일간씩 각각 실시하였다. 통행량조사 결과를 참고로 하여 5개의 조사구간의 이용강도를 표 1과 같이 매우 높음, 높음, 보통, 낮음, 매우 낮음(폐쇄)으로 구분하여 각 등산로의 상태

를 조사하였다.

조사구간으로 선정된 5개 등산로에 대해 Rapid survey technique(Cole, 1983)을 이용하여 노선별로 100~300m의 일정 간격마다 조사지점을 계통적으로 추출하였으며(표 1), 각 조사지점에서의 훼손상태와 관련된 조사사항은 기왕의 국립공원 연구사례(권 등, 1988; 1989; 1990; 1991; 1993; 1994; 1995)와 동일하게 측정하였다. 또한 훼손유형별 등산로상태를 측정하고 건전지점의 등산로상태를 기준으로 측정치에 대한 유의성을 분석하였다.

이와 병행하여 각 등산로 주변에 발생된 환경피해도 4등급 이상의 나치(Frissell, 1978; 권 등, 1991)에 대해 그 면적을 간략측량하였으며, 이용객의 안전과 산행편의를 도모하고자 설치한 시설에 대해서도 종류별로 설치거리를 조사하였다.

(2) 등산로 주변부식생

등산로변 주변부식생의 훼손실태를 구명하기 위하여 이용강도와 지형요인을 고려한 5개의 등산로에 대해 주변부식생을 조사하였다. 등산로를 따라 매 150m~300m마다 라인스트립 조사구(Lindsey, 1955; 오 등, 1988)를 설치하였으며(표 1), 각 등산로마다 총 9개소의 라인스트립 조사구에서 식생조사를 실시하였다. 각 조사구에서는 양방 통행시 등산로 표준폭(Wenger, 1984)인 1.8m를 기준으로 하여 등산로 폭이 1.8m 이하인 경우는 등산로 경계를 따라 길이 10m, 산림방향으로 폭 2m의 방형구 5개씩을, 노폭이 1.8m 이상으로 훼손된 등산로에서는 등산로 경계를 따라 길이 10m, 등산로 중앙선에서 산림방향으로 0.9m지점에서부터 폭 2m의 방형구 5개씩을 연속적으로 설치하였다.

각 방형구에서는 흉고직경 10cm 이상인 교목층과 흉고직경 10cm 이하로서 수고 2m 이상인 아교목층은 2m×10m 크기의 방형구 안에서 수목의 흉고직경을, 수고 2m 이하의 관목층은 2m×5m크기의 중첩방형구 안에서 수목의 수관폭을 조사하였다. 매목조사 자료를 토대로 수관층위별 상대우점치(Curtis & McIntosh, 1951), 종다양도지수(Pielou, 1975), 유사도지수(Whittaker, 1970), 하층 수관층의 피도와 개체수 등을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 등산로의 구간별 이용량

여름과 가을에 각 3일간씩 조사된 자료를 종합하여 각 등산로 구간별 이용자 분포를 그림 2에 나타내었다. 위치적으로 구분되는 2개 지구에서 통행량조사가 독립적으로 이루어져 서로 관련성을 가지기는 어려우나, 월정사지구의 대표소를 통과하는 탐방자수를 기준으로 하여 각 구간별 이용자의 백분율을 나타낸 것이므로 상대적인 이용규모를 파악하는 자료로는 활용될 수 있을 것이다.

그림 2에서 월정사 입구 대표소를 통과한 이용자 규모의 약 86%가 상원사를 방문하고 있고, 그 중 약 20%만이 비로봉 정상에 찾은 것으로 나타났다. 또한 소금강지구의 이용자 규모는 월정사지구의 약 52% 정도이나 노인봉을 넘어 산행에 참여하는 이용량은 많지 않았다. 5월 등 봄철에 월정사지구가 제 2의 이용피크에 이르는데 비해 본 통행량조사는 여름과 가을에 국한된 점을 감안하면 소금강지구의 이용비율은 상대적으로 더 낮아질 것으로 생각된다.

2. 등산로의 물리적 훼손

이용자가 가장 집중되고 있는 상원사 등산로에서 추출된 30개 지점, 소금강 등산로의 25개 지점, 진고개 등산로의 21개 지점 및 상왕 등산로의 22개 지점, 그리고 현재 자연휴식년제로 이용이 통제되고 있는 호령 등산로에서 추출된 22개 지점 등 총 5개 등산로의 120개 지점으로부터 얻어진 오대산 국립공원의 등산로 개황은 표 2와 같다.

오대산 국립공원 등산로의 평균노폭은 1.9m, 평균 나치노출폭은 1.5m이었으며, 평균 최대깊이와 평균 물매는 각각 21cm, 20.8%로 나타났다. 등산로가 배치된 지형적 조건을 의미하는 등산로물매는 치악산, 가야산, 속리산, 지리산 국립공원에 비해 가파른 것으로 나타나, 오대산 국립공원의 지형이 상당히 험준한 편이며 이용압력이 증가하면 등산로 훼손이 용이할 수 있음을

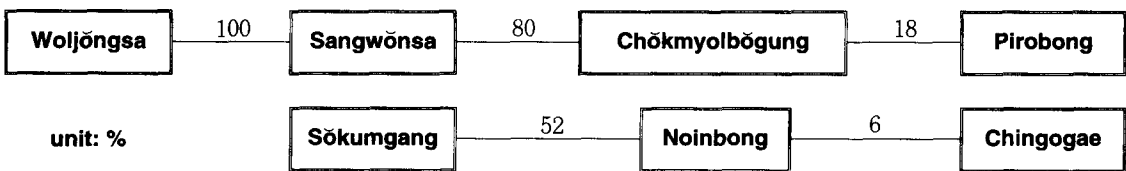


Figure 2. User's distribution on each section of trails in Odaesan National Park(Each number means the relative ratio of passer-by on the basis of the attendance into Woljongsang district)

Table 2. Trail conditions in relation to amount of use

Trail name	Amount of use	N	Altitude ²	Trail width ²	Bare width ² m	Maximum depth ²	Trail slope ¹ %
SANGWŌNSA	Heaviest	30	1,200 ^b	3.75 ^b	2.98 ^b	0.34 ^a	26.1 ^b
SOGŪMGANG	Heavy	25	802 ^b	1.65	1.32	0.29 ^a	24.2 ^a
CHINGOGAE	Medium	21	1,181	1.79	1.43	0.20	12.6
SANGWANG	Light	22	1,427 ^b	1.29	0.92	0.16	22.4 ^a
HORYŌNG	Closed	22	1,523 ^b	0.51 ^b	0.23 ^b	0.08 ^b	15.8
Total		120	1,235	1.92	1.48	0.21	20.8

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(CHINGOGAE) trail

시사하고 있다. 평균노퍽 및 나지노출퍽, 최대침식깊이의 경우는 주왕산 국립공원의 1.7m, 1.5m, 15cm 및 덕유산 국립공원의 2.0m, 1.6m, 22cm 등과 비슷하나 기왕에 조사된 여타 국립공원(권 등, 1988; 1989; 1990; 1991; 1993; 1994; 1995)에 비해 상대적으로 양호한 상태인 것으로 나타났다. 이는 곧 지형적인 조건은 훼손에 취약하나 타 국립공원보다 이용압력은 아직 심하지 않은 상태임을 뜻한다. 그러나 주등산로인 상원사 등산로는 다른 국립공원의 평균치를 넘고 있어 상당한 이용압력이 가해지고 있는 것으로 판단된다. 등산로 상태를 나타내는 이러한 인자들의 크기는 각 등산로의 지형적 특성이나 이용자행태 및 이용규모 등의 영향정도를 나타낸 것으로, 오대산 국립공원 등산로간에는 이용강도에 따른 차이가 인정되어 각 등산로별로 이용영향의 정도가 다를 수 있다.

이용강도가 보통인 것으로 분류된 진고개 등산로를 기준으로 볼 때, 소금강 등산로 및 상왕 등산로는 등산로물매의 지형조건이 취약하지만 이용영향의 차이는 뚜렷하지 않다고 볼 수 있으나, 상원사 등산로와 호령 등산로는 이용강도의 차이가 뚜렷이 반영되어 서로 구별됨을 보여주고 있다. 현재 자연휴식구간인 능선부의 호령 등산로는 노퍽에 비해 나지노출퍽이 대단히 좁은데, 원래 이용량이 적어 노퍽이 좁은 상태로 유지되어 왔지만 자연휴식의 효과가 있는 것으로 볼 수 있으며, 실제로 초본을 중심으로 등산로면의 피복도가 증가하면서 회복현상이 뚜렷하게 나타나고 있었다. 그러나 자연휴식년은 이러한 양호한 등산로보다는 나지확산 및 훼손이 심하게 진행되고 있는 상원사 등산로와 같은 구간을 대상으로 적용하여야 할 것이다. 상원사 등산로는 비로봉을 중심으로 연결되는 상왕 등산로 및 호령 등산로와 함께 순환형 혹은 분산형의 노망을 가지나, 상원사 입구가 대중교통수단의 종점일 뿐 아니라 상왕 등산로의 기점인 북대사까지의 교통성이 불량하고 위치적으로 멀

리 떨어져 있어 집중형의 이용특성을 보인다. 비로봉을 정점으로 등·하산이 거의 함께 이루어져 이 구간의 이용압력이 크고 집중되는 편이며 따라서 다른 구간은 상대적으로 이용량이 적은 실정이다.

등산로의 최대깊이(D; cm)에 대한 등산로 물매(S;%)의 영향을 회귀분석한 결과 유의한 관계식은 다음과 같았다.

- (1) 전 체: $D=11.4+0.47 S$
(n=108, R=0.52, F=38.4**)
- (2) 상원사: $D= 9.8+0.83 S$
(n=18, R=0.69, F=14.9**)
- (3) 소금강: $D=22.6+0.28 S$
(n=25, R=0.48, F= 6.8*)
- (4) 상왕봉: $D= 8.7+0.30 S$
(n=22, R=0.53, F= 7.7*)

각 등산로에서의 훼손형태별 발생빈도와 등산로 상태의 차이를 5개 등산로 전체 및 각 등산로별로 구분하여 표 3에 나타내었다.

5개 등산로 총 22.1km의 조사구간으로부터 추출된 120개 지점에서 훼손형태를 조사한 바, 훼손유형은 다양하게 출현하였으며 각종 훼손유형별로 등산로폭, 나지노출퍽, 최대침식깊이, 물매 등의 등산로상태간에 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(표 3-1). 훼손되지 않은 건전한 지점은 33개소, 28%로 대체로 표고가 높은 곳에서 출현하였고 등산로 물매는 약 15%로서 훼손발생지점에 비해 지형조건이 완만한 편이었다. 발생빈도가 가장 높은 훼손유형은 뿌리노출 63개소(53%), 암석노출 60개소(50%)이고 그 외 종침식(23%), 분기(21%)의 순으로 특히 분기현상은 표고가 높은 지점에서 발생하고 있었다. 이용객이 많지 않거나 순환형 내지 분산형의 등산로망에서는 발생빈도가 낮은 분기현상이 다소 높은 빈도를 보이는 것은 특정등산로

에 이용이 집중되고 있을 가능성을 시사하는 것으로 볼 수 있다. 각종 훼손지점에서의 등산로상태의 크기는 건전지점과 비교할 때 고도의 유의성이 인정되어 건전지점과 훼손지점간에는 등산로상태에서 뚜렷이 구별됨을 보였다.

이들 전체 조사지점을 각 등산로별로 구분하여 표 3-2에서 3~6까지 각각 나타내었다. 출현하는 훼손현상의 종류와 빈도 및 등산로상태 등은 이용강도가 클수록 심해지는 경향을 보이는데 특히 이용강도가 클수록 건

전지점의 비율이 낮으며, 노폭확대나 분기현상의 비율이 높은 경향이 뚜렷하였다.

상원사 등산로는 전구간에 걸쳐 건전지점이 하나도 없으며, 타 등산로에 비해 분기현상과 노폭확대 등의 출현빈도가 높아 적절한 이용통제대책이 필요할 것으로 생각된다. 등산로가 급하고 이용자가 가장 집중되어 훼손이 극심하며, 특히 상부의 적멸보궁-비로봉 구간에서는 더욱 심해 계단 등의 시설에도 불구하고 토양침식이 가속화되고 있으므로 복원을 전제로 한 자연휴식년제

Table 3-1. Trail conditions in relation to physical deterioration types of trails(Total : N=120)

Deterioration types	N (%)	Altitude	Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ²	Trail slope ²
			m			%
Rock-exposed	60(50)	1,179	2.47 ^b	1.95 ^b	0.26 ^b	23.6 ^a
Root-exposed	63(53)	1,226	2.47 ^b	1.98 ^b	0.26 ^b	26.5 ^b
Deepening	27(23)	1,266	3.18 ^b	2.69 ^b	0.34 ^b	36.3 ^b
Widening	14(12)	1,109	5.00 ^b	4.55 ^b	0.40 ^b	35.9 ^b
Diverged	25(21)	1,310	3.17 ^b	2.64 ^b	0.33 ^b	30.9 ^b
Others	12(10)	1,050 ^a	3.02 ^b	2.53 ^b	0.43 ^b	28.6
Non-deteriorated	33(28)	1,282	0.96	0.66	0.12	15.0

Table 3-2. (SANGWŌNSA trail : N=30)

Deterioration types	N (%)	Altitude	Trail width	Bare width	Maximum depth	Trail slope
			m			%
Rock-exposed	21(70)	1,322	4.07	3.32	0.35	26.1
Root-exposed	22(73)	1,278	3.97	3.27	0.33	30.6
Deepening	9(30)	1,338	5.49	4.89	0.41	39.9
Widening	8(27)	1,304	6.41	5.85	0.38	36.3
Diverged	12(40)	1,411	4.51	3.93	0.44	36.2
Others	4(13)	1,278	5.08	4.23	0.56	34.8
Non-deteriorated	0(0)	-	-	-	-	-

Table 3-3. (SOGŬMGANG trail : N=25)

Deterioration types	N (%)	Altitude	Trail width	Bare width	Maximum depth ¹	Trail slope
			m			%
Rock-exposed	18(72)	845	1.64	1.29	0.31	26.6
Root-exposed	14(56)	946	1.69	1.38	0.32 ^a	25.8
Deepening	6(24)	1,104 ^a	2.02	1.72	0.39 ^b	40.8
Widening	5(20)	807	2.30	2.00	0.46 ^b	35.8
Diverged	4(16)	1,136	1.83	1.48	0.32	23.8
Others	5(20)	837	1.88	1.38	0.38 ^b	29.2
Non-deteriorated	5(20)	669	1.60	1.32	0.21	24.8

Table 3-4. (CHINGOGAE trail : N=21)

Deterioration types	N (%)	Altitude	Trail width m	Bare width	Maximum depth ¹	Trail slope ² %
Rock-exposed	8(38)	1,226	2.33	1.84	0.24 ^a	20.9 ^a
Root-exposed	11(52)	1,227	1.92	1.55	0.22 ^a	19.5 ^b
Deepening	6(29)	1,204	2.31	1.79	0.27 ^a	27.8 ^b
Widening	1(5)	1,055	7.20	6.90	0.18	33.0
Diverged	5(24)	1,210	1.58	1.19	0.26	21.4
Others	2(10)	1,133	2.40 ^a	2.50 ^a	0.44	4.5
Non-deteriorated	8(38)	1,129	1.49	1.13	0.13	5.1

Table 3-5. (SANGWANG trail : N=22)

Deterioration types	N (%)	Altitude	Trail width m	Bare width	Maximum depth	Trail slope %
Rock-exposed	7(32)	1,438	1.66	1.13	0.17	26.4
Root-exposed	13(59)	1,396	1.65 ^a	1.18 ^a	0.19 ^a	27.3 ^a
Deepening	6(27)	1,381	1.75 ^b	1.28 ^a	0.25 ^a	35.0 ^b
Widening	0(0)	-	-	-	-	-
Diverged	4(18)	1,355 ^a	2.48	1.74	0.14	34.3 ^a
Others	1(5)	1,270	1.75	1.50	0.25	49.0
Non-deteriorated	7(32)	1,456	0.75	0.54	0.10	12.4

Table 3-6. (HORYÖNG trail : N=22)

Deterioration types	N (%)	Altitude	Trail width m	Bare width	Maximum depth ²	Trail slope ¹ %
Rock-exposed	6(27)	1,526	0.48	0.24	0.07	6.3 ^b
Root-exposed	3(14)	1,538	0.57	0.38 ^b	0.14 ^b	21.7
Deepening	0(0)	-	-	-	-	-
Widening	0(0)	-	-	-	-	-
Diverged	0(0)	-	-	-	-	-
Others	0(0)	-	-	-	-	-
Non-deteriorated	13(59)	1,519	0.51	0.18	0.08	18.8

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

a, b : Significant at p=.05 and .01 respectively, by the difference-of-means tests in comparison of various deteriorated points with non-deteriorated points

적용 등 적극적인 조치를 강구해야 할 것이다.

소금강 등산로에서는 타 등산로와는 달리 계곡등산로의 특징인 암석노출의 출현빈도가 가장 많았으며, 건전지점은 표고가 낮은 구간에서 출현하는데 비해 종침식과 분기현상은 표고가 높은 상부구간에서 출현하고 있어 대조를 이룬다. 노인봉으로부터 계곡부로 연결되

는 지점 부근의 긴 대규모 나지는 급한 등산로물매로 인해 지표침식의 단계를 이미 넘어섰을 뿐 아니라 숲쪽으로 확대되고 있으므로 복구와 함께 보조시설을 배치하는 등의 정비가 요망된다.

이에 비해 호령 등산로의 경우 암석노출과 뿌리노출을 제외한 다른 유형의 훼손발생이 전혀 없고 그 출현

빈도도 각각 27%, 14%로 대단히 낮았으며, 건전지침은 59%로 높은 비율을 차지하였다.

앞으로 유지관리에 각별한 관심을 기울여야 할 곳인 상왕 등산로라고 생각된다. 전술한 이유로 인해 현재의 이용량은 많지 않은데 이는 등산로물매가 다소 급한 편임에도 불구하고 최대침식깊이는 크지 않음에서도 알 수 있다. 이 구간은 등산로 주변에 아름답리 주목이 군락을 이루고 있는 등 주변환경이 크게 훼손되지 않은 상태로써 자연보전지구에 속해있다. 현재 검토되고 있는 상왕사를 거쳐 북대사 입구를 지나는 446번 지방도의 포장계획이 추진된다면 북대사방면의 접근이 용이해져 상왕 등산로의 이용량이 증가할 것이며, 그로 인해 등산로 침식을 비롯한 주변환경의 훼손이 용이해질 수 있다. 뿐만 아니라 상왕사 등산로 중 적멸보궁-비로봉 구간의 훼손가속화가 심각하므로 이의 복원 또는 자연휴식년제 적용 등으로 폐쇄될 경우 상왕 등산로가 이용대안으로 제시될 수 있기 때문에 이 곳의 이용패턴 및 등산로상태의 주기적인 파악을 위한 모니터링 시스템 및 적절한 관리대책을 미리 마련할 수 있도록 관심을 기울여야 할 것이다.

이와는 별도로 오대산 국립공원의 등산로상에서 훼손과 침식이 심하게 발생한 지점, 즉 환경피해도 4등급 이상인 나지의 면적과 함께, 훼손을 막고 안전을 도모하기 위한 등산로 보안 및 유도시설의 종류와 설치거리를 측정하고 각 등산로별로 집계하여 표 4에 나타내었다.

환경피해도 4등급 이상인 지역은 나지비율이 75% 이상으로 자연회복이 어렵고 인위적으로 복원하지 않을 경우 훼손이 더욱 심화되어 간다(권 등, 1994). 5개 등산로상의 훼손등급 4 이상인 지역은 총 7,608m²로 단위거리당 약 379m²/km인 것으로 계산되었다. 이는 덕유산의 209m²/km보다 넓었으나 지리산, 소백산 국립공원의 능선부등산로에서 조사된 면적 훼손량보다는 적

었다. 특히 주등산로인 상왕사 등산로의 적멸보궁-비로봉 구간에서는 약 1,196m²/km에 달해, 훼손이 극심하여 등산로의 전면통제 및 복원을 검토 중인 덕유산 국립공원 백련등산로의 910m²/km보다도 넓은 뿐 아니라 지리산 국립공원의 종주등산로상의 단위훼손면적과 비슷한 수준을 나타내어 이 구간에 대한 시급한 정비, 복원의 당위성을 설명해 준다.

훼손의 진행을 막고 이용자의 안전을 도모하고자 설치된 오대산 국립공원의 등산로시설은 계단, 가드레일, 다리 및 데크 등으로, 이들 시설은 상왕사 및 소금강 등산로에만 국한되어 있었다. 상왕사 등산로에는 나무 및 돌을 이용한 계단과 철제 가드레일이, 소금강 등산로에는 돌계단과 철제로 된 가드레일과 다리 및 데크가 주로 설치된 것으로 조사되었다. 이들 시설에도 불구하고 훼손이 더욱 진행되거나 시설이 설치되지 않은 대규모 훼손지가 다수 있다는 것은 이용자의 심리나 이용행태를 충분히 고려하지 않았거나, 주기적인 현지순찰을 통한 훼손 취약지의 모니터링 체계의 미흡 또는 훼손확산의 메카니즘에 대한 이해 부족 등의 이유 때문으로 생각되며, 더욱 아쉬운 것은 훼손확산이나 피해발생 이전에 미리 대책을 강구할 수 있는 공원관리의 적극적인 시각과 자세의 확립이라 생각한다.

3. 등산로 주변부식생 훼손

조사한 5개 등산로 구간의 주변부 식생구조는 표 5와 같다. 상왕사 등산로는 사면에, 소금강-노인봉구간의 소금강 등산로는 능선과 꼭간부에 그리고 나머지 3개 등산로 구간은 능선부에 입지하고 있다. 등산로 주변부의 상층수관층에서는 모두 신갈나무가 우점종으로 나타났으며, 하층수관층에서는 등산로의 입지 환경요인에 따라 우점종이 달랐다. 등산로 주변부에서 하층 식

Table 4. Areas by impact rating class of severe-damaged sites and construction distance of various facilities on trails in Odaesan National Park

Trail name	Area of impact rating		Trail facilities (m)					
	class 4 - 6 (m ²)		Steps				Railings	Bridge/deck
	Sum	Per km	Steel	Log	Stone	Log+Stone	Steel	Steel
SANGWŎNSA	1,914 ^a	1,196	-	887	295	345	517	-
SOGŬMANG	3,545	443	70	-	378	-	593	874
CHINGOGAE	5,419 ^b	(355)	-	-	-	-	-	-
SANGWANG	478	120	-	-	-	-	-	-
HORYŎNG	252	101	-	-	-	-	-	-
Total	7,608	379	70	887	673	345	1,110	874

^a: Sum of severe-damaged area (above class 4) in the section of 1.6km from Pirobong

^b: The value includes the 4,000m² of landslid area crossing the trail at the point of 3.3km from Chingogae entrance. This landslid area is excluded from calculating the unit area in parentheses

Table 5. Crown coverage and Shannon's diversity indices of edge vegetation by the trail in Odaesan National Park

Trail name	Topography	Dominant tree	H'	Shrub Layer				
				Dominant species	Coverage (%)	No. of individual	No. of species	H'
SANGWŎNSA	Slope	<i>Quercus mongolica</i>	1.18	<i>Rhododendron schilipenbachii</i>	25.5	1,174	34	1.14
SOGŬMGANG	Ridge/Valley	<i>Quercus mongolica</i>	1.41	Ditto	40.9	1,742	46	1.32
CHINGOGAE	Ridge	<i>Quercus mongolica</i>	1.11	-	44.7	3,226	34	1.06
SANGWANG	Ridge	<i>Quercus mongolica</i>	1.24	<i>Actinidia arguta</i>	84.7	2,170	33	1.16
HORYŎNG	Ridge	<i>Quercus mongolica</i>	1.19	Ditto	74.9	1,822	34	1.11

* Unit area is 900m²

* Shannon's diversity index(H') uses logarithms to base 10

Table 6. Similarity indices of edge vegetations of shrub layer between the trails in Odaesan National Park

Trail	Similarity index(%)			
	SANGWŎNSA	SOGŬMGANG	CHINGOGAE	SANGWANG
SOGŬMGANG	45.00			
CHINGOGAE	37.95	54.34		
SANGWANG	41.89	40.35	40.66	
HORYŎNG	33.43	37.07	36.78	63.56

생의 우점종은 상원사-비로봉 구간에서는 산록부와 중부 사면에서는 철쭉꽃이, 상부 사면에서는 다래였으며, 소금강-노인봉 구간에서는 산록부에서는 개쉬땅나무, 중북부와 상부 사면에서는 철쭉꽃이었다. 진고개-노인봉 구간, 북대사-비로봉구간, 비로봉-호령봉 구간에서는 다래가 하층식생의 우점종으로서 인접한 치악산 국립공원(오 등, 1988), 소백산 국립공원(권 등, 1993)의 등산로 주변부식생과는 상이하게 나타났다.

단위면적당(900m²) 출현종 수는 41~59종, 종다양성은 1.11~1.41로 비교적 높게 나타났고, 특히 능선, 곡간부 등 입지환경이 다양한 소금강-노인봉구간의 종다양도가 1.41로 가장 높게 나타났다. 이용객의 답압과 노면침식에 의하여 훼손받고 있는 하층식생의 우점종은 사면에서는 철쭉꽃이, 능선부에서는 다래, 철쭉꽃, 참조팝나무 등으로 나타났다. 등산로 주변부 하층식생의 피도는 상원사-비로봉구간이 25.5%로 가장 낮아 식생피해도가 가장 컸으며, 소금강-노인봉구간이 40.9%, 진고개-노인봉구간이 44.7%로 나타나 이용강도와 역의 상관관계를 나타냈다. 단위면적당(900m²) 하층식생의 출현개체수는 이용강도가 가장 높은 상원사-비로봉구간이 1,174주로 가장 적었으며, 그외의 구간은 1,700~3,200 여주로 이용강도와 유의한 상관관계를 나타내지는 않았다. 단위면적당 종다양도나 종 수는 이용강도와 유의한 상관관계는 없었으며, 입지환경이 능선부,

사면, 곡간부로 다양하게 구성된 소금강-노인봉구간에서 가장 높게 나타났다. 한편 해발고도와 등산로 주변부식생구조와의 유의한 상관관계는 없었다.

표 6은 5개 등산로 구간의 주변부 하층식생간의 유사도지수이다. 유사도지수는 33.4~63.6%의 범위로 조사된 등산로 주변부식생간의 종구성은 대체적으로 이질적으로 나타났다. 자연휴식년제 구간이자 능선부에 위치한 비로봉-호령봉 구간과 역시 능선부에 위치한 북대사-비로봉구간의 주변부식생은 63.6%의 유사성을 나타냈으며, 다른 등산로 구간과는 40% 미만의 유사성을 나타내 종구성이 매우 이질적으로 나타났다. 오대산 국립공원에서 능선부와 사면 또는 곡간부에 위치한 등산로간의 주변부식생의 상이한 식생구조는 선행 연구와(오 등, 1988, 권 등, 1993; 1994; 1995) 일치하고 있다. 따라서 등산로 정비나 주변부 식생의 복구시에는 해발고도, 능선부나 곡간부 등 지형적 위치에 따른 주변부 우점종을 고려하여 녹화사업을 시행하는 것이 필요하다.

감사의 글: 본 조사에 참여해 준 호남대학교 청솔회원들과 대구대학교 삼림공학실원 및 청파란 회원들에게 감사드립니다.

인 용 문 헌

- 건설부(1987) 오대산국립공원계획. 253쪽.
- 공영호, 이명우, 최진호(1989) 가야산 국립공원의 이용특성 및 만족도에 관한 연구(I)-이용자 성격 및 이용패턴. *응용생태연구* 3(1): 95-106.
- 국립공원관리공단 오대산 관리사무소(1995) 업무보고 (자료). 9쪽.
- 권태호, 오구균, 권순덕(1991) 지리산 국립공원의 등산로 및 야영장 주변환경훼손에 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(1990) 속리산 국립공원의 등산로 훼손과 주변부식생에 미치는 영향. *응용생태연구* 4(1): 63-68.
- 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, 정남훈(1989) 가야산 국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변환경에 대한 영향. *응용생태연구* 3(1): 81-94.
- 오구균, 권태호, 조일웅(1988) 치악산 국립공원의 주변부식생구조. *응용생태연구* 2(1): 19-36.
- 조재창, 오구균(1991) 지리산 국립공원의 이용행태 및 인식에 관한 연구. *응용생태연구* 5(1): 104-113.
- Cole, D.N.(1983) Assessing and monitoring backcountry trail conditions. *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 campsite. *J. For.* 76: 481-483.
- Lindsey, A.A.(1955) Testing the line-stirp method against Full Tallies in diverse forest types. *Ecology* 36(3): 485-495.
- 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, 1335pp.
- Whittaker, R.H.(1970) *Communities and ecosystems*(2nd ed.). Macmillan Publishing Co. Inc., New York, 385pp.