

소백산국립공원 등산로의 환경훼손에 대한 이용영향¹

권태호² · 오구균³ · 이준우⁴

Use Impacts on Environmental Deteriorations of Trail in Sobaeksan National Park¹

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

요 약

소백산국립공원 등산로 및 주변환경의 훼손에 대한 이용영향을 파악하기 위하여 3개의 주요 등산로를 대상으로 1992년에 조사를 실시하였다. 등산로폭과 나지노출폭은 능선부, 희방, 비로등산로의 순이었으며 이용강도에 따른 차이가 인정되었다. 등산로의 물매는 다른 국립공원 등산로에 비해 가파른 편이었으나 최대깊이는 그리 크지 않았다. 총 11km 105개 조사지점에서 관찰된 훼손형태는 중침식, 암석노출, 분기 등의 비율이 높았고 훼손된 지점의 등산로상태는 건전한 지점과 뚜렷한 차이를 나타내었다. 약 4.2km구간의 능선부등산로는 훼손이 심화되고 있으며 환경피해도 4등급 이상의 면적이 10,335m²나 발생하고 있었다. 해발고가 높아짐에 따라 주연부의 상층수관의 우점수종은 희방등산로에서 신갈나무, 고로쇠나무 → 신갈나무로, 비로등산로에서 소나무, 신갈나무 → 소나무 → 신갈나무로 바뀌었으며, 이용강도의 차이가 있는 양 등산로의 하층수종을 비교할 때 철쭉꽃, 병꽃나무, 호랑버들, 산딸기나무등이 이용영향에 대한 내성이 크고 복분자딸기, 산앵도나무는 내성이 약한 것으로 파악되었다. 능선부 등산로에서는 철쭉꽃, 병꽃나무, 산딸기나무, 노린재나무 등이 경쟁력이 큰 수종으로 나타났다.

주요어 : 국립공원, 이용영향, 등산로 훼손, 환경피해도, 등산로 주연부 식생

ABSTRACT

Use impacts on environmental deteriorations of trail were studied on the three major trails of Sobaeksan National Park in 1992. The entire width and bare width of trail as the trail condition were significantly greater on the more heavily used trail. Maximum depth of trail was not so great in spite of steeper grade of trail in comparison with the other National Parks. Percentages of deepening, rock-exposed, diverged points as the deterioration types of trail which were surveyed at the total of 105 points were high and trail conditions were significantly different from those of non-deteriorated points. On the

1 접수 12월 20일 Received on Dec. 20, 1992

2 대구대학교 농과대학 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Coll. of Agriculture, Taegu University

3 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam University

4 중부임업시험장 Chungbu Forest Experimental station

Ridge trail, the damaged area more severe than Class 4 reaches about 10,335m² and the deterioration is accelerated. The dominant trees of the the upper layer in trail edge vegetation are changed from *Q. mongolica*, *Acer mono* to *Q. mongolica* for Hübang trail, and from *Pinus densiflora*, *Q. mongolica* to *P. densiflora* and to *Q. mongolica* for Biro trail as altitude increases. *Rhododendron schlippenbachii*, *Weigela subsessilis*, *Salix hulteni*, *Rubus crataegifolius* were classified for tolerant species and *R. coreanus*, *Vaccinium koreanum* for intolerant species to use impacts. Highly competitive species on the Ridge trail were grouped *R. schlippenbachii*, *W. subsessilis*, *Rubus crataegifolius* and *Symplocos chinensis* for. *pilosa*.

Key words : National park, Use impact, Trail deterioration, Impact rating class, Trail edge vegetation.

서 론

소백산은 국토공간상 우리나라의 주맥을 이루는 태백산맥에서 서남쪽으로 분지하여 지리산에 이르는 소백산맥의 주맥으로 한반도의 중동부 내륙에 위치하고 있는 명산이다. 주봉인 비로봉(1,439m)을 중심으로 동북쪽으로 국망봉(1,421m), 신선봉(1,389m), 형제봉(1,177m)이 뻗어있고 서남쪽으로는 제1연화봉(1,394m), 연화봉(천문대 1,383m), 제2연화봉(1,375m), 도솔봉(1,314m)이 솟아있어 제2연화봉에서 형제봉에 이르는 1,000m 이상의 고지능선이 약 22km로서 산세가 웅장함을 보여주며 이 능선이 충청북도와 경상북도의 경계가 되고 있다. 따라서 서북사면은 완만한 경사를 이루면서 긴 계곡을 형성하여 수량이 풍부하며 천동계곡을 비롯하여 많은 계곡 주변의 기암괴석과 폭포, 소 등으로 절경을 이루며 동남사면도 가파르고 험준한 산세와 함께 영남제일이라는 회방폭포를 비롯한 계곡마다 폭포와 기암절벽으로 빼어난 경관을 지닌 곳이 많으나 전체적으로는 섬세하고 부드러운 이미지를 느끼게 한다. 특히 연화봉-비로봉 능선일대의 철쭉 및 각종 야생화, 비로봉 및 국망봉 정상부 일대의 자연초지, 비로봉 정상 부근의 천연기념물 제 244호인 주목군락 그리고 겨울설경 등은 소백산의 특징적인 경관 요소가 되고 있다.

1987년 12월 14일 국립공원 제 18호로 지정된 소백산국립공원의 전체면적은 320.5km²로서 행정구역상으로 경북의 영풍군, 봉화군과 충북의 단양군에 걸쳐 있다. 소백산국립공원의 이용객 수는 1991년 기준 약 30만명 정도로서 그리 많은 것은 아니나 소백산 철쭉제를 전후한 5월~6월 및 휴가철인 8월에 연간 이용객의 약 50%가 집중되고 있으며, 특히 5월말에서 6월초의 피크기간엔 1일 이용객이 3, 4만명에 이르기도 한다. 한편 소백산국립공원에는 3-4개의 주요 등산로가 있으나 이용객의 약 95%가 비로봉 서편지역만을

이용하고 그 중 대부분이 회방사-천문대-비로봉 구간을 선택하므로써 능선부 등산로의 이용이 많은 실정이다.

따라서 이러한 동일 구간에 대한 과도한 이용집중과 이용규모의 집산화 및 불리한 지형조건 등으로 인해 주요등산로와 그 주변부의 훼손이 많이 나타나고 있는데, 회방사-천문대, 비로사-비로봉 등산로는 물론 천문대-비로봉을 잇는 능선등산로 상에서 나타나는 자연환경의 파괴, 악화현상이 보다 가속화되고 있으며, 특히 위치적으로 보아 능선부의 등산로 상에서의 각종 훼손은 비교적 쉽게 훼손범위가 확대될 수 있으며 그 훼손대상이 우리나라에서는 흔하지 않은 소백산의 독특한 경관인 고산생태계라는 점에서 각별한 관심을 기울여야 할 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구는 소백산지역을 중심으로 주요등산로에서의 물리적인 훼손상태와 주변 식생환경의 변화를 파악하고 이들 시설의 보수, 복구 및 관리방안의 수립에 도움이 될 기초 자료를 제공하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 조사지 선정

소백산국립공원은 행정구역에 따라 경북지역은 풍기읍 회방사입구의 남부관리사무소, 충북지역은 단양읍 천동계곡입구의 북부관리사무소가 관할하고 있다. 이용객의 접근방식을 고려해 볼 때 회방지구를 포함한 경북지역의 5개지구와 천동지구를 포함한 충북지역의 3개지구로 대강의 이용구역을 구분할 수 있으며 그 중 순수 산악탐방코스로는 주로 회방사-천문대-비로봉구간, 비로사-비로봉구간, 초암사-국망봉-비로봉구간, 천동-비로봉구간, 죽령-천문대-비로봉구간을 들 수 있으나 본 조사에서는 이용객이 많은 서남사면인 경북지역으로 대상지역을 제한하였다. 따라서

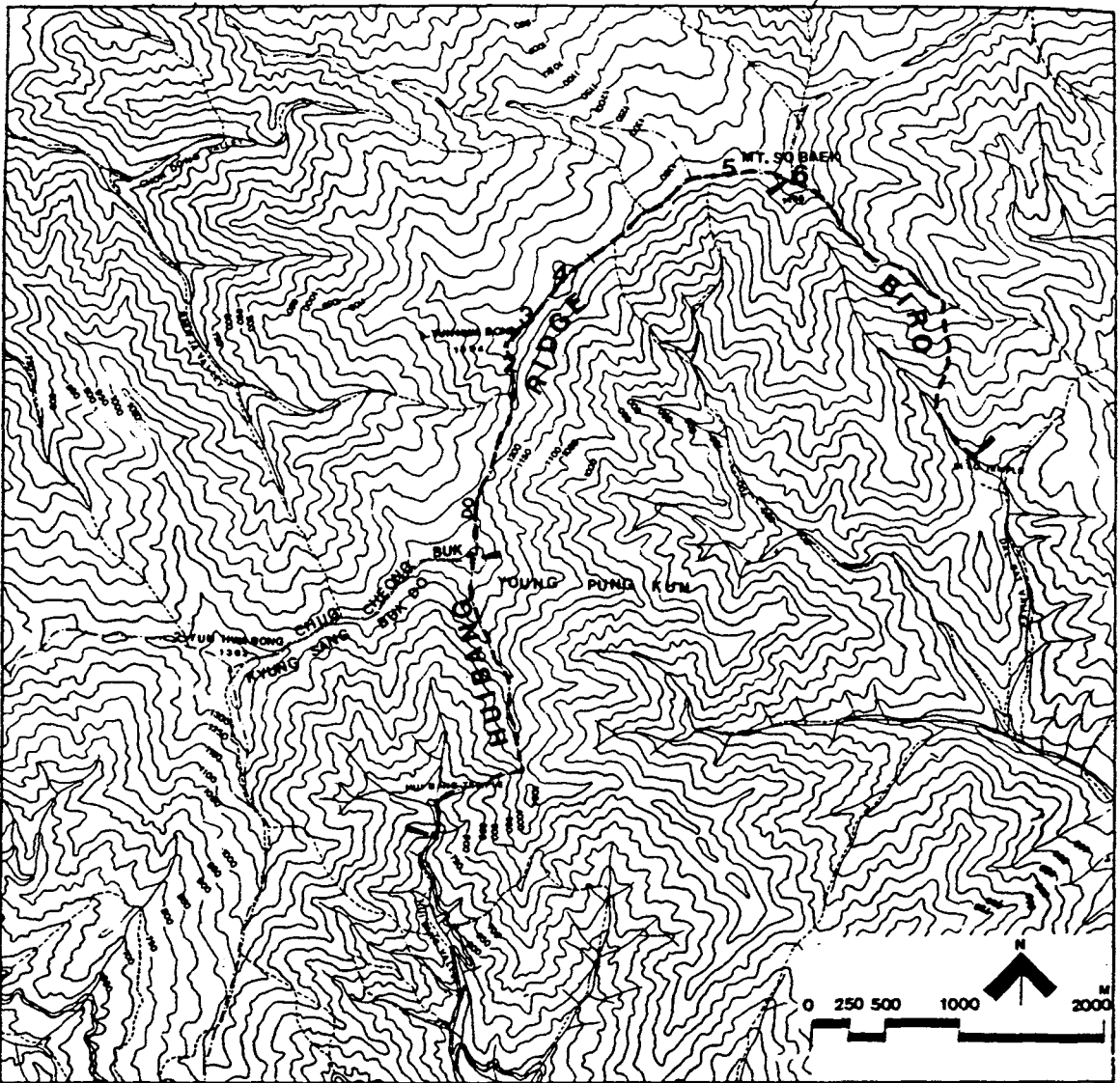


Figure 1. Location of survey trails and sites in Sobaeksan National Park.

등산로 훼손상태조사는 회방사-천문대-비로봉-비로사구간을 대상으로 하였으며 이와 함께 등산로 주변부 식생환경의 변화상태도 조사하였다. 특히 천문대-비로봉의 능선부등산로 상에서 이용영향이 대단히 심각하게 나타나는 몇개 지점에 대해서는 환경피해상태를 구분하여 환경피해도를 측정하였다.

본 조사를 위해 1992년 2월과 6월에 예비답사를 거쳐 8월과 10월의 2차에 걸쳐 본 조사를 실시하였다. 조사가 실시된 구간 및 지점의 개략적 위치는 그림 1에 나타내었다.

2. 조사방법 및 분석

(1) 등산로의 훼손상태 조사

본 연구에서는 이용강도 및 능선부와 계곡부의 차이에 따른 이용영향을 비교하고자 소백산국립공원 탐방객의 대부분이 이용하고 있는 회방폭포-천문대(연화봉) 간의 약 3km(이하 회방 등산로) 및 천문대-제1연화봉-비로봉 간의 약 4km(이하 능선부 중주등산로)는 이용강도가 높은 구간으로, 비로사-비로봉의 약 4km구간(이하 비로 등산로)을 이용강도가 낮은

구간으로 간주하여 등산로의 훼손상태조사를 조사하였다.

조사대상으로 선정된 3개 등산로에 대해 Rapid survey technique¹³⁾을 이용하여 약 100-150m의 일정 거리마다 조사지점을 계통적으로 추출하였으며, 각 조사지점에서의 조사사항은 기왕의 국립공원 연구사례^{3,4,5,6)}와 동일하게 측정하였다.

(2) 등산로의 환경피해도 조사

천문대(연화봉)에서 비로봉에 이르는 능선부 등산로 상에서 환경훼손이 심하게 이루어졌다고 판단되는 지점가운데 면적인 훼손규모가 특히 큰 6개지점에 대해서 환경피해도 등급별로 비교적 자세히 측정하여 환경피해도도를 작성하고, 피해등급별 면적을 산정하였다. 또한 나머지 2개의 등산로에 대해서도 훼손규모가 클 경우에는 환경피해도 4 등급이상인 면적을 간략측량하였다. 본 연구에서 적용한 환경피해도 등급은 Frissell¹⁵⁾의 환경피해도 등급을 다소 보완한 권 등³⁾의 6개 등급으로 구분하여 이용하였다.

(3) 등산로 주변부식생 훼손조사

등산활동에 의한 등산로변 주변부식생의 훼손실태와 이용영향을 파악하기 위하여 각 등산로별로 9개소의 조사구를 설정하였으며, 회방등산로와 비로등산로는 매 250m 지점마다, 능선부 중주등산로는 매 500m 지점마다 1개소씩 조사구를 설치하였다. 각 조사구에서는 노폭이 1.8m 이하인 경우는 노변을 따라 폭 2m, 길이 10m의 방형구 5개씩을, 노폭이 1.8m 이상인 경우는 중앙선에서 산림쪽으로 0.9m 지점으로부터 폭 2m, 길이 10m의 방형구를 5개씩 연속적으로 설치한 뒤, 흉고직경이 10cm 이상인 교목층과 흉고직경이 10cm이하로서 수고 2m 이상인 아교목층은 2m×10m의 방형구안의 수목을, 수고 2m 이하의 관목층은 2m×5m의 중첩 방형구안의 수목을 매목조사하였다^{9,10)}. 매목조사자료를 토대로 수관층위별 상대우점치¹¹⁾, 종다양도지수

¹⁶⁾, 유사도지수¹⁷⁾, 하층수관의 피도³⁾ 등을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 등산로의 물리적 훼손

소백산국립공원 탐방객의 대부분이 이용하고 있는 회방사-천문대간의 회방등산로에서 추출된 28개 지점 및 천문대-비로봉간의 능선부 등산로의 40개 지점과 이용강도가 낮은 비로사-비로봉간의 비로등산로에서 추출된 37개 지점 등 총 3개 등산로, 105개 조사지점으로부터 얻어진 등산로의 개황은 표 1과 같다.

소백산 등산로의 평균 노폭은 3.7m, 평균 나지노출폭은 2.8m로 나타났으며 평균 최대깊이와 평균 물매는 각각 23cm, 21.6%이었다. 등산로폭 및 나지노출폭은 속리산⁵⁾의 3.9m, 3.2m에 비해서는 작았으나 치악산¹⁾, 가야산⁶⁾, 지리산³⁾ 등의 국립공원과 비교할 때 다소 큰 값을 보여 소백산국립공원의 규모나 연간 이용객수에 비해 이용압력이 심각한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 등산로의 물매는 타 국립공원에 비해 상당히 가파른 것으로 나타났지만 최대침식깊이는 비교적 크지않아 가야산국립공원⁶⁾과 비슷한 수준이었다.

표 1에 나타난 등산로 인자들의 크기는 각 등산로의 지형특성이나 이용객의 이용행태 및 이용규모 등의 영향이 반영된 결과로서 기왕의 연구사례에서와 같이 등산로폭, 나지노출폭, 등산로물매 등이 이용강도에 따른 유의차가 인정되었다. 이들 3개 등산로는 그림 1에서와 같이 순환형으로 연결되어 있으나 이용객의 이용경향을 볼 때 이용량이 고루 분산되지 못하고 비로등산로를 제외한 회방사-천문대(연화봉)-비로봉간의 2개 등산로에 집중되는 특성이 등산로 상태의 크기에

Table 1. Trail conditions in relation to amount of use.

Trail name	Amount of use	N	Altitude ²	Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth	Trail slope ¹
				m			%
Hüibang	Heavy	28	1,085	3.5 ^b	2.7 ^b	0.27	28.5 ^a
Ridge	Heavy	40	1,351 ^b	5.3 ^b	3.8 ^b	0.24	20.5
Biro	Light	37	1,026	2.2	1.8	0.21	19.5
Total		105	1,164	3.7	2.8	0.23	21:6

^{1,2}: Significant at p=0.5 and .1 respectively, by the analysis of variance between trails.

^{a, b}: Significant at p=0.5 and .1 respectively, by the difference-of-means tests in comparison of heavy-used trails with light-used trail.

서 뚜렷하게 나타나고 있다. 이용강도가 낮은 비로등산로와 비교해 볼 때 능선부등산로는 등산로폭과 나지 노출폭이 대단히 큰 것으로 나타나 과밀 또는 편의적 이용으로 인해 소백산 능선부의 독특한 아고산 경관특성이 점차 훼손되고 있음을 시사한다. 또한 회방등산로의 경우 등산로물매에서도 큰 차이를 보여 이 구간의 지형이 매우 급경사임을 알 수 있으며 유의차는 인정되지 않았으나 최대침식깊이가 큰 값을 갖는 것과도 무관하지 않을 것으로 판단된다. 실제로 회방사에서 안부까지의 약 1.2km 구간은 물매가 워낙 급하여 들

계단 및 통나무계단의 시설로 등산행위의 편의와 함께 흠막이 기능을 제공하고 있으나 구곡침식 등이 심각하게 진행되고 있어 시급한 보수, 복구가 요망되는 실정이다.

등산로의 최대깊이(MD:cm)에 대한 등산로물매(TS:%)의 영향을 회귀분석한 결과 다음과 같은 유의한 관계식을 얻었다.

- (1) 전 체 : $MD=13.4+0.467 TS(n=105, R=0.53, F=39.2^{**})$
- (2) 회 방 : $MD=13.0+0.497 TS(n=28, R=0.55,$

Table 2-1. Trail conditions in relation to physical deterioration types of trails. (N=105)

Deterioration types	N	Altitude ²	Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ²	Trail slope ²
	(%)		m			%
Rock-exposed	46(44)	1,200	3.6 ^b	2.8 ^b	0.27 ^b	25.4 ^b
Root-exposed	33(31)	1,178	3.8 ^b	2.9 ^b	0.30 ^b	25.9 ^b
Deepening	54(51)	1,187	4.3 ^b	3.2 ^b	0.31 ^b	26.7 ^b
Widening	28(27)	1,277 ^b	7.6 ^b	5.6 ^b	0.26 ^b	20.6
Diverged	42(40)	1,252 ^a	5.6 ^b	3.9 ^b	0.27 ^b	22.5
Others	7(7)	985	2.6 ^a	2.1 ^b	0.26	27.9
Paved	26(25)	1,189	6.7 ^b	5.0 ^b	0.25 ^b	31.5 ^b
Non-deteriorated	26(25)	1,115	1.8	1.4	0.15	16.6

Table 2-2. (Hüibang trail : N=28)

Deterioration types	N	Altitude ²	Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ²	Trail slope ²
	(%)		m			%
Rock-exposed	15(54)	1,166	3.5	2.7	0.33 ^a	25.4
Root-exposed	15(54)	1,206	4.0 ^a	3.0	0.31 ^a	25.0
Deepening	16(57)	1,146	3.4	2.5	0.34 ^a	32.1
Widening	8(29)	1,217	5.6 ^b	4.0 ^b	0.29	22.9
Diverged	10(36)	1,130	4.8 ^a	3.4 ^a	0.32 ^a	27.7
Others	5(18)	1,025	2.8	2.2	0.30	35.0
Paved	9(32)	956	3.0	2.3	0.23	37.7
Non-deteriorated	5(18)	928	2.5	2.1	0.14	27.2

Table 2-3. (Ridge trail : N=40)

Deterioration types	N	Altitude ²	Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ²	Trail slope ²
	(%)		m			%
Rock-exposed	18(45)	1,346	4.4 ^b	3.4 ^b	0.25 ^a	25.1 ^a
Root-exposed	8(20)	1,339	5.2	3.8	0.28 ^a	28.1 ^a
Deepening	21(53)	1,356	6.5 ^b	4.5 ^b	0.30 ^b	24.0 ^a
Widening	16(40)	1,363	9.9 ^b	7.2 ^b	0.24 ^a	18.3
Diverged	24(60)	1,349	6.8 ^b	4.7 ^b	0.24 ^b	18.6
Others	0(0)	-	-	-	-	-
Paved	14(35)	1,365	10.2 ^b	7.4 ^b	0.27 ^a	26.4 ^a
Non-deteriorated	8(20)	1,337	1.5	1.1	0.16	14.1

Table 2-4. (Biro trail : N=37)

Deterioration types	N	Altitude ²	Trail width ²		Bare width ²	Maximum depth ²	Trail slope ²
				m			
Rock-exposed	13(35)	1,037	2.6 ^b		2.1 ^b	0.24 ^b	25.6 ^a
Root-exposed	10(27)	1,007	2.4 ^a		2.0 ^a	0.29 ^b	25.4 ^a
Deepening	17(46)	1,018	2.5 ^b		2.1 ^c	0.29 ^c	24.8 ^a
Widening	4(11)	1,051	2.8 ^b		2.3 ^a	0.27	25.3
Diverged	8(22)	1,113	2.9 ^b		2.3 ^b	0.30 ^b	27.6 ^a
Others	2(5)	885	2.3		2.0	0.15	10.0
Paved	3(8)	1,070	2.0		1.8	0.24	36.3 ^b
Non-deteriorated	13(35)	1,050	1.7		1.4	0.14	14.1

^{1, 2} : Significant at p=0.5 and .1 respectively, by the analysis of variance between deterioration types.

^{a, b} : Significant at p=0.5 and .1 respectively, by the difference-of-means tests in comparison of various deteriorated points with non-deteriorated points.

F=11.4**

(3) 능선부 : MD=15.5+0.415 TS(n=40, R=0.47,

F=10.8**)

(4) 비로 : MD=12.1+0.463 TS(n=37, R=0.49,

F=11.0**)

각 조사지점에서의 등산로 훼손형태별 발생빈도 및 등산로 상태의 차이를 3개 등산로 전체와 회방, 능선부, 비로등산로로 각각 구분하여 표 2에 나타내었다.

총 11km의 조사구간내 105개 지점에서 훼손형태를 조사(표 2-1)한 바 26개 지점(25%)이 돌갈기, 돌계단 또는 통나무계단 등으로 시설, 보수되어 있었으나 일부는 다시 훼손이 발생되고 있었다. 따라서 훼손되지 않은 건전한 지점은 26개소, 25%에 지나지 않으며 각종 유형의 훼손발생 지점의 평균 등산로폭, 나지노출폭, 최대깊이 등도 건전지점의 것과 유의한 차이를 보여 소백산국립공원의 등산로에서도 보수, 유지관리 등의 대책이 요구되는 지점이 많은 것으로 파악되었다.

발생빈도가 가장 큰 훼손형태는 종침식으로서 54개소(51%)이며 암석노출 46개소(44%), 분기 42개소(40%) 등의 순이었다. 여기서 이용량이 적거나 분산형 등산로에서는 잘 나타나지 않는 분기현상의 비율이 다른 국립공원의 경우^{3,4,5,6)}와는 달리 높게 나타난 점이 관심을 끄는데 소백산국립공원의 등산로가 순환형 내지 분산형으로 분포되어 있음에도 실제의 이용에 있어서는 특정등산로에 집중되고 있다는 것을 의미하며, 노폭확대(28개소, 27%)와 함께 해발고가 높은 곳에서 이러한 훼손유형이 많이 발생하고 있다는 점은 주로 능선부등산로에서의 이용규모가 집단적이고 무분별한 이용행태가 많다는 것을 시사하는 것이라 볼 수 있다. 이러한 고찰의 근거는 이들 전체 조사지점을 회

방(표 2-2), 능선부(표 2-3), 비로(표 2-4) 등산로로 구분해 볼 때 더욱 뚜렷해진다.

접근성의 불편으로 인해 그리 이용이 많지않은 비로 등산로는 시설 및 보수된 지점이 3개소(8%)에 불과하면서도 건전한 지점이 35%의 비교적 높은 비율을 차지하고 있고, 각종 유형의 훼손발생도 등산로물매 등의 지형 조건에 기인한 바가 큰 것으로 보이며 종침식, 암석노출, 뿌리노출의 비율이 높는데 비해 회방 및 능선부 등산로에서는 건전한 개소의 비율이 낮고 훼손 유형간의 등산로상태의 차이도 주로 등산로폭이나 나지노출폭에서 유의하게 나타나고 있다.

특히 능선부등산로의 경우 훼손유형별 등산로상태는 건전지점과 상당한 차이를 보이며, 분기, 노폭확대 등의 비율이 상대적으로 높은 것으로 나타나 능선부등산로에서의 등산활동에 적절한 통제수단이 강구될 필요가 있다고 판단된다. 더욱이 비로봉을 중심으로 한 아고산대의 독특한 경관자원이 소백산국립공원의 특징일 뿐 아니라 훼손확대가 용이하고 일단 파괴되면 회복이 상당히 어려운 특이한 생태계란 점을 감안할 때 각별한 관심을 가져야 할 것이며 등산로의 무분별한 확장을 막을 수 있는 적절한 유도시설과 함께 홍보, 계몽이 필요할 것으로 생각된다. 회방등산로의 경우는 시설, 보수지점이 상대적으로 많았음에도 불구하고 등산로가 전반적으로 급경사를 이루는데다 이용이 집중되므로써 추가적인 훼손이 많이 발생됨을 볼 수 있고 이러한 통행장애요소에 의해 등산로가 확대되는 경향도 나타나고 있다. 이 구간 역시 정기적 점검을 통한 보수, 개선과 함께 현 상태에서 더 이상 악화되지 않도록 새로운 시설대책이 마련되어야 할 것이다.

근본적으로는 비로사 방향의 접근성을 개선하여 비로봉을 중심으로 한 순환형의 기능을 최대한 발휘하게

하지만, 휴식년제를 통해 훼손이 심한 회방등산로에 대해 일정기간 출입을 통제하고 기존의 죽령, 천동계곡 등의 방향으로 이용객을 분산시키는 방법 등도 이미 발생된 훼손의 진행을 최소화 시키는 방안이 될 수 있으리라고 보며 현재의 소백산 등산로의 분포상태를 볼 때 그리 어려운 일이 아니라고 판단된다.

2. 등산로상의 면적인 환경피해도

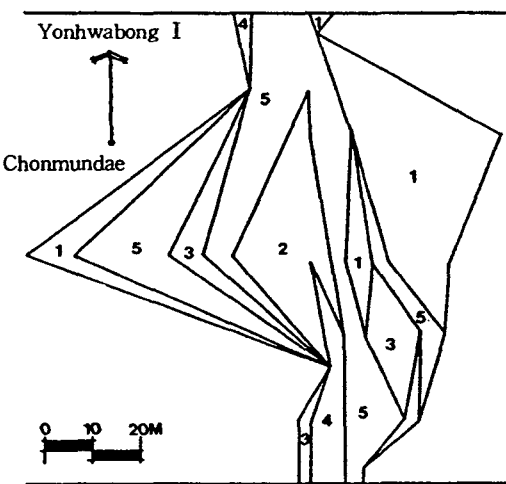
우리나라의 산악형 국립공원지역에서 산록에서 정상부에 이르는 등산로는 대부분 급경사지로서 노면침식이 심하게 발생^{3,4,6,11)}하고 있는 반면, 정상부의 연봉들을 따라 이어지는 능선부 종주등산로는 조망지점이나 결절지점 또는 아고산지대에서 면적인 나지가 확산되는 현상^{3,11)}이 발견되고 있다. 소백산 국립공원도 동서로 발달된 연봉을 따라 조성된 능선부 종주등산로상에서 면적훼손의 심화현상이 발견되고 있었다.

천문대(연화봉)에서부터 제 1연화봉을 거쳐 비로봉까지의 능선부 종주등산로상에서 면적훼손과 침식이 비교적 심하게 발생하고 있다고 판단되는 6개 지점의 환경피해도도는 그림 2와 같으며, 등급별 훼손량은 표 3과 같다.

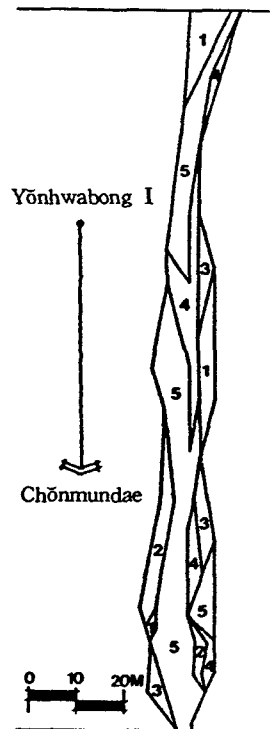
환경피해도 3등급은 나지화가 진행되는 곳으로 나지면적비율이 25~75% 이고, 자연적인 식생회복은 가능하나 시간이 많이 소요된다. 그리고 환경피해도

4~6등급 지역은 나지비율이 75% 이상의 지역으로 자연적인 식생회복이 어렵고⁷⁾, 인위적인 복원공사를 하지 않을 경우 훼손이 심화되어 간다. 본 조사에서 4등급 이상의 훼손등급지역은 천연기념물 제 244호인 주목군락주변 대피소에서 비로봉간 등산로 구간의 훼손면적이 3,724m²로 가장 크게 나타났으며, 비로봉에서 국망봉으로의 내리막길인 6지역의 875m²를 합칠 경우, 시급히 복구해야할 비로봉 주변의 훼손면적은 4,599m²로 나타났다. 한편, 훼손등급 4 이상의 면적은 천문대 방향에서 제 1연화봉으로의 오르막 구간이 1,337m², 제1 연화봉에서 비로봉 방향으로의 내리막 구간이 956m², 제 1연화봉과 비로봉 중간지점인 1,382m 고지 주변이 1,427m²로서 제 1연화봉 주변의 훼손등급 4이상의 면적은 총 3,720m²로 나타났으며, 천문대(연화봉) 주변의 4등급 이상은 약 2,016m²로 나타났다.

92년 8월 기준으로 조사한 소백산국립공원구역의 천문대에서 비로봉까지의 등산로 주변의 훼손등급 4 이상은 총 10,335m², 자연회복이 어려운 3등급을 포함할 경우 11,828m²로서 한라산국립공원¹¹⁾, 지리산국립공원³⁾보다는 적게 나타났다. 그러나 지리산국립공

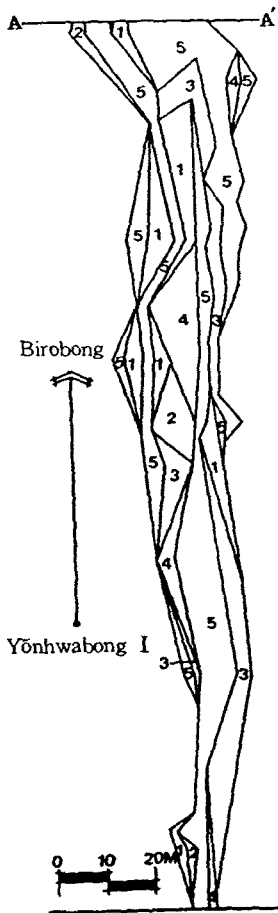


1. Chönmundae (Yönhwabong)

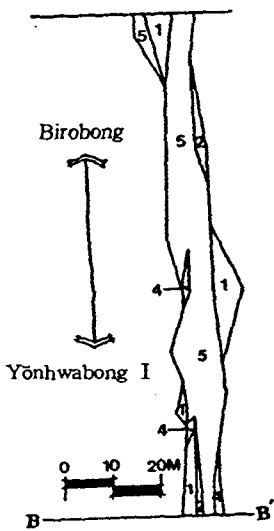


2. Yönhwabong I (S-slope)

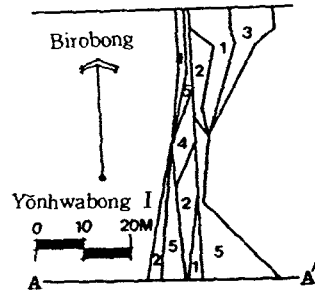
Figure 2. Impact rating class of severe-damaged sites on Ridge trail from Chönmundae to Birobong in Sobaeksan National Park.



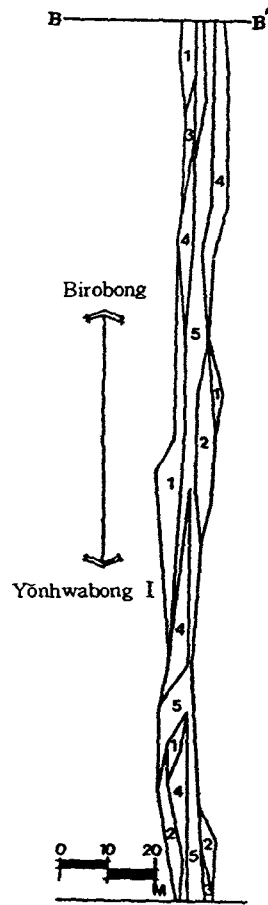
3. Yönhwabong I (NE-slope)



4. Continued



3. Continued



4. Yönhwabong I ↔ Birobong

Figure 2. (Continued)

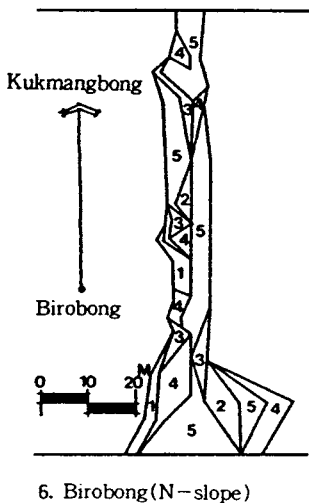
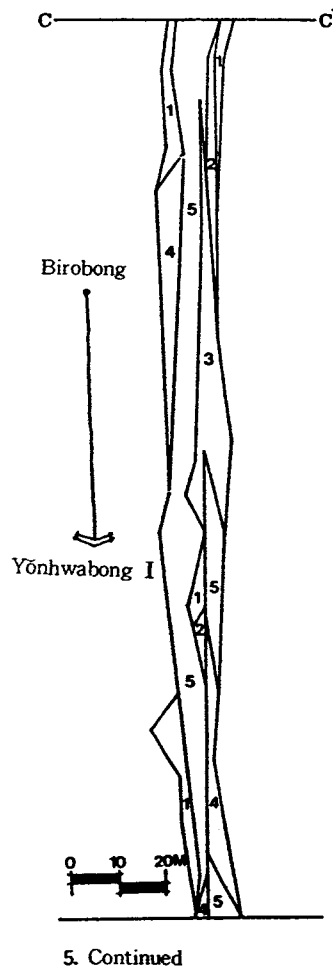
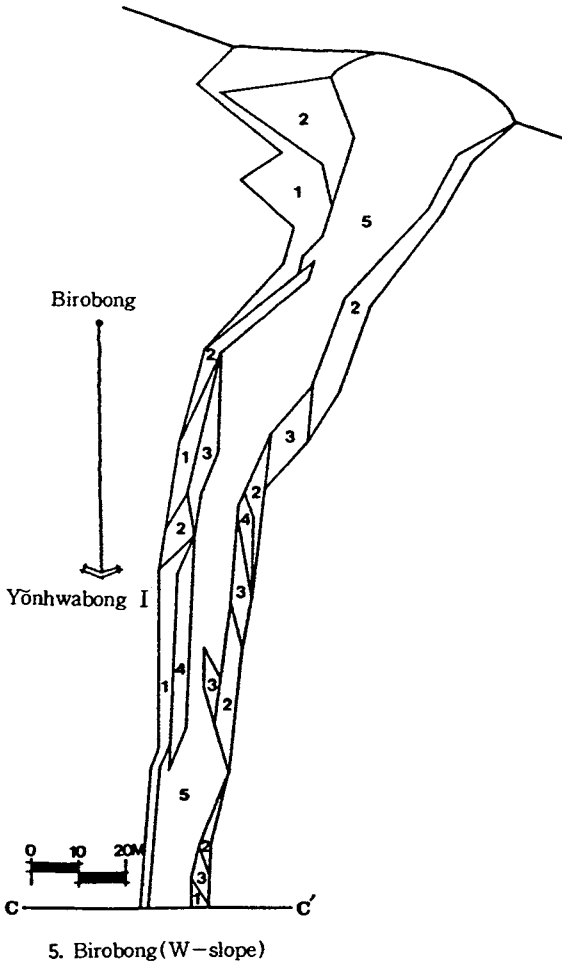


Figure 2. (Continued)

원의 4등급 이상인 면적 약 34,000m²는 소백산 능선 부등산로 길이의 약 6배되는 26km구간에서 조사된 것이므로 등산로의 단위거리당 훼손면적(m²/km)으로 환산해 보면 소백산 능선부에서의 훼손면적은 지리산의 약 2배에 해당되는 큰 규모이며, 또한 비로봉과 재 1연화봉지역은 경사도가 30% 이상으로 급하고, 주변이 초원지역으로 이용객의 접근이 용이하여 훼손복원공사와 함께 이용자 관리가 시급히 이루어지지 않으면 훼손이 더욱 심화될 것으로 예상된다. 특히, 공원당국에서 자연보존지구인 재 1연화봉과 비로봉 주변의 훼손지에 통나무계단으로 등산로를 보수하고, 비탈면 안정공사를 실시한 점은 긍정적으로 평가되나, 통행패턴을 고려하지 않은 통나무계단 설치, 불량한 비탈면 복구공사, 통행제한과 시설보수 등의 사후관리 부재로 그 실효성은 매우 낮은 것으로 판단된다. 따라서 이용

Table 3. Areas by impact rating class of severe-damaged sites on and around ridge trail from Chōmundae to Birobong and other two trails in Sobaeksan National Park.

Site No.	Location	Altitude	Impact rating class					Sum of class 4-5
			1	2	3	4	5	
		m				m ²		
1	Around Chōnmundae	1,350	1,259	430	427	238	1,778	2,016
2	Yōnhwabong I (S-slope)	1,350	382	238	165	405	932	1,337
3	Yōnhwabong I (NE-slope)	1,330	120	140	136	206	750	956
4	Yōnhwabong I ↔ Birobong	1,360	151	236	40	262	1,165	1,427
5	Birobong (W-slope)	1,400	1,035	1,135	591	419	3,305	3,724
6	Birobong (N-slope)	1,420	65	90	89	262	613	875
	Subtotal		3,376	2,269	1,493	1,792	8,543	10,335
	Hūibang trail							1,215
	Biro trail							374

* Site No. is shown in the location map(Figure 1.)

영향에 민감하고, 식생활착이 어려운 대상지의 기후적, 지형적 특성을 고려할 때, 학계의 자문을 통하여 등산로와 주변나지의 복구공사설계를 다시 하고, 사후관리를 철저히 하는 자원 및 시설관리가 필요하다.

3. 등산로 주변부식생 훼손

이용강도가 큰 회방등산로와 비교적 적은 비로등산로는 남사면에 위치하고 있으며 사면의 우점수종은 신갈나무, 꼭간부에는 낙엽활엽수종이 생육하고 있었다. 천문대에서 비로봉에 이르는 능선부 등산로는 강한 바람의 영향으로 철쭉꽃 등 관목류와 고산초본류가 생육^{9,11)}하고 있었다. 회방 및 비로 등산로에서 해발고도에 따라 구분한 각각 3개 지역과 그리고 천문대-비로봉간 능선부 종주등산로의 수관층위별 상대우점치를 분석한 결과, 해발고가 높아짐에 따라 상층수관의 우점수종은, 회방등산로의 경우 신갈나무-고로쇠나무→신갈나무로, 비로등산로의 경우 소나무-신갈나무→소나무→신갈나무로 바뀌었으며, 능선부 등산로는 신갈나무와 철쭉꽃이 우점수종이었다.

한편, 이용영향에 민감하게 반응하는 등산로 주변부의 하층수관층에 출현하는 수종중에서 상대우점치가 5% 이상되는 수종을 나타낸 것이 표 4이다.

이용영향이 큰 회방등산로와 상대적으로 이용영향이 적은 비로등산로 주변부의 하층수관에 출현한 수종들의 상대우점치를 비교할 때, 회방등산로에서만 출현한 호랑버들, 참싸리, 산딸기나무, 다래 등과 양 등산로에서 높은 상대우점치를 나타낸 철쭉꽃, 조록싸리, 쇠물푸레나무, 그리고 회방등산로에서 보다 높은 상대우점치를 나타낸 병꽃나무는 이용객의 영향에 대한 내

성이 큰 것으로 판단된다. 그러나 이용영향이 상대적으로 적은 비로등산로에서 상대적으로 높은 상대우점치를 나타낸 복분자딸기, 산앵도나무는 이용객에 의한 영향에 약한 것으로 판단되며, 이러한 결과는 이용영향에 대한 기 보고^{2,12)}와는 약간 상이함을 나타냈다. 바람이 강한 능선부 등산로 주변부에서는 철쭉꽃, 병꽃나무, 산딸기나무, 노린재나무, 미역줄나무, 다래 등이 경쟁력이 큰 것으로 나타났으며, 고광나무, 고추나무, 산딸기나무, 다래, 작살나무, 피나무, 산수국 등은 이용영향이 큰 계류변 주변부에서 경쟁력이 큰 것으로 나타나 기 보고들^{3,6,8,9)}과 대체적으로 일치하고 있다.

3개 주요 등산로 주변부식생의 종수, 개체수, 종다양성지수 그리고 하층 수관층의 수관피도는 표 5와 같다. 이용량에 있어서는 회방, 능선부, 비로 등산로 순으로 크다. 하층수관 피도와 종수는 능선부 등산로가 37.2%, 36종, 회방 등산로가 32.0%, 43종, 비로 등산로가 27.7%, 34종으로 나타나 이용량보다는 상층수관의 피도와 입지적 특성에 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러나 출현 개체수는 비로등산로가 1,740주/900m², 회방등산로는 1,352주/900m²로서 이용량과 부의 상관관계를 나타냈으며, 능선부 등산로는 이용영향에 의한 면적인 나지확산과 초본식물과의 경쟁으로 개체수는 568주/900m²로서 가장 적게 나타났다. 종다양도와 균재도는 능선부 등산로가 각각 1.2834, 0.8246으로 가장 높게 나타났고, 이용영향이 상대적으로 적은 비로 등산로가 각각 0.9667, 0.6312로 가장 낮게 나타났다. 한편, 종구성의 유사성을 나타내는 유사도지수는 회방등산로와 비로등산로 간이 63.5%로 비교적 높았으며, 능선부와 비로 등산로 간

Table 4. Importance values of lower layer species at three major trails in Sobaeksan National Park.

Species Name	Lower slope		Middle slope		Upper slope		Ridge
	HB	BR	HB	BR	HB	BR	RG
<i>Salix hullenii</i>	5.1	-	10.1	-	2.1	-	-
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	1.9	16.0	9.3	9.7	7.1	8.4	-
<i>Quercus mongolica</i>	0.8	7.5	10.0	1.5	4.6	-	1.1
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	4.3	24.6	15.0	23.6	6.6	32.8	-
<i>Lespedeza cytobotrya</i>	-	-	10.5	-	4.9	-	-
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	4.4	34.3	22.9	21.8	26.0	6.9	21.1
<i>Philadelphus schrenckii</i>	17.5	-	-	-	-	-	0.5
<i>Rubus crataegifolius</i>	9.5	-	2.7	-	7.0	-	10.1
<i>Staphylea bumalda</i>	14.1	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia amurensis</i>	6.5	-	-	0	-	2.1	-
<i>Actinidia arguta</i>	7.8	-	-	-	6.6	-	5.1
<i>Callicarpa japonica</i>	7.1	-	-	-	-	-	-
<i>Hydrangea serrata</i>	5.2	-	-	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i>	-	-	-	0.8	6.7	-	6.3
<i>Weigela subsessilis</i>	2.2	0.8	0.8	-	14.1	3.7	17.8
<i>Tripterygium regelii</i>	2.2	-	0.8	1.1	-	11.7	5.5
<i>Rubus corchorifolius</i>	-	0.8	0.9	2.8	2.8	-	5.3
<i>Rhododendron yeodoense</i>	-	2.7	2.2	12.2	1.1	-	0.6
<i>Rubus coreanus</i>	-	-	-	4.1	-	19.4	-
<i>Vaccinium koreanum</i>	-	2.9	-	11.0	-	7.4	-

* HB, BR and RG represent Huibang, Biro and Ridge trail.

Table 5. Diversity indices of edge vegetation of the three major trails in Sobaeksan National Park.

Trail name	Lower coverage(%)	Number of species	Number of individual	H'	J'	D	H' max
Huibang	32.0	43	1,352	1.2718	0.7786	0.2214	1.6335
Ridge	37.2	36	568	1.2834	0.8246	0.1754	1.5563
Biro	27.7	34	1,740	0.9667	0.6312	0.3688	1.5315

* Unit area is 900m².

Table 6. Diversity indices of edge vegetation by the location of slope in Huibang, Biro and Ridge Trails.

Location of slope ¹	Lower layer			H'	J'	D	H' max
	Crown cover(%)	Number of species	Number of individual				
HB-U	27.3	17	332	1.0549	0.7747	0.2253	1.3617
HB-M	33.4	19	338	0.9835	0.7326	0.2674	1.3424
HB-L	35.4	19	298	1.2477	0.8767	0.1283	1.4314
HR-U	9.6	12	280	0.9223	0.7220	0.2780	1.2788
HR-M	29.3	15	514	0.9226	0.7030	0.2970	1.3222
HR-L	44.4	16	410	0.8345	0.6648	0.3352	1.2553
RG	37.2	20	136	1.0656	0.8366	0.1634	1.310

* Unit area is 300m².

¹ HB, BR and RG represent Huibang, Biro and Ridge trails, and U, M and L represent upper, middle and lower parts of slopes respectively.

51.0%로 가장 낮게 나타났다.

회방 및 비로 등산로의 주변부식생의 해발고에 따른

식생구조변화를 나타낸 것이 표 6이다.

하층수관층의 피도와 종 수는 양 등산로 모두 해발

고가 올라갈 수록 낮아지고, 반대로 개체수는 커지는 경향을 나타내어 개체수와 수관피도가 함께 증가한다는 가야산에서의 주연부식생구조³⁾, 개체수가 감소하는 지리산의 식생구조³⁹⁾와는 다소 상이하였다. 한편, 능선부는 개체수가 가장 적은 반면, 수관피도와 종수는 상대적으로 높게 나타나 지리산국립공원³⁾에 비하여 종 수는 높게 나타났고, 수관피도는 비슷하였다.

이상과 같은 등산로변의 주연부 식생구조 변화에 의하면, 소백산국립공원의 지정과 공원계획확정이 각각 1987년과 1989년으로서 비교적 이용 및 개발기간이 짧고, 연간 이용객이 약 30만명으로 타 국립공원보다 적어서 이용영향에 의한 등산로 주변식생의 차이는 크게 나타나지 않은 것으로 판단된다. 그러나 진입로 개발, 정비 등으로 접근성이 양호해지면서 탐방객이 증가하고, 회방사에서 천문대로의 급경사구간 등의 노면 침식과 노퍽확산이 심해질 경우, 등산로 주변식생의 훼손이 심화될 것으로 예상된다.

감사의 글 : 본 조사연구에 참여해 준 호남대학교 청솔회원들과 대구대학교 삼림공학연구실원들, 자료정리를 도와준 김정환, 지용기군에게 감사드린다.

인 용 문 헌

1. 건설부. 1987. 소백산국립공원 후보지조사 및 공원계획. 421쪽.
2. 권영선, 이경재. 1987. 치악산국립공원에서의 야영행위가 자연환경에 미치는 영향. 한국조경학회지 15(2) : 67-78.
3. 권태호, 오구균, 권순덕. 1991. 지리산국립공원의 등산로 및 야영장주변 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 5(1) : 91-103.
4. 권태호, 오구균, 권영선. 1988. 치악산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변토양 및 식생환경의 변화. 응용생태연구 2(1) : 50-65.
5. 권태호, 오구균, 이준우. 1990. 속리산국립공원의 등산로 훼손과 주연부식생에 미치는 영향. 응용생태연구 4(1) : 63-68.
6. 권태호, 오구균, 정남훈. 1989. 가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 환경에 대한 영향. 응용생태연구 3(1) : 81-94.
7. 오구균. 1991. 답압으로 훼손된 임간나지의 임상식생복원에 관한 연구-관악산 중심으로-. 서울대학교 박사학위논문. 85쪽.
8. 오구균, 권태호, 양민영. 1989. 가야산국립공원의 주연부식생구조. 응용생태연구 3(1) : 51-69.
9. 오구균, 권태호, 이규완. 1991. 지리산국립공원의 주연부식생구조. 응용생태연구 5(1) : 68-78.
10. 오구균, 권태호, 조일웅. 1988. 치악산국립공원의 주연부식생구조. 응용생태연구 2(1) : 19-36.
11. 오구균, 허순호. 1992. 한라산국립공원의 등산로와 주변의 환경훼손. 응용생태연구 6(1) : 55-71.
12. 조현길, 이경재, 오구균. 1987. 야영행위가 식생 및 토양에 미치는 영향에 관한 연구-지리산국립공원 화엄사지구 야영장을 대상으로-. 한국조경학회지 14(3) : 21-32.
13. Cole, D. N. 1983. Assessing and monitoring backcountry trail conditions. USDA For. Serv. Res. INT-303, 10p.
14. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32 : 476-496.
15. Frissell, S. S. 1978. Judging recreation impacts on wilderness campsites. J. For. 76 : 481-483.
16. Shannon, C. E. and E. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 117p.
17. Whittaker, R. H. 1975. Communities and ecosystems. The Macmillan Publishing Co. Ltd., 385p.