

덕유산 국립공원 등산로 및 야영장의 환경훼손에 대한 이용영향¹

권태호² · 오구균³ · 이준우⁴

Use Impacts on Environmental Deteriorations of Trail and Campsite in Tökyusan National Park¹

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

요 약

덕유산 국립공원 등산로 및 야영장과 주변환경의 훼손에 대한 이용영향을 파악하기 위하여 4개의 주요 등산로와 덕유대야영장을 대상으로 1993년에 조사를 실시하였다. 등산로폭, 나지노출폭, 최대깊이 및 등산로물매는 이용강도에 따른 차이가 인정되었다. 총 28km, 106개 조사지점에서 관찰된 훼손형태는 암석노출, 종침식, 뿌리노출 등의 비율이 높았고 훼손된 지점의 등산로상태는 건전한 지점과 뚜렷한 차이를 나타내었다. 백련등산로가 가장 훼손이 심화되고 있으며 환경피해도 4등급 이상의 면적이 910m²/km에 이르며 야영장에서도 이용압력과 훼손이 증가하고 있었다. 주변부의 상층 및 하층수관의 우점수종은 백련등산로에서 졸참나무 및 당단풍, 나머지 등산로에서는 모두 신갈나무 및 미역줄나무였으며, 이용강도의 차이가 있는 등산로간의 하층수종을 비교할 때 당단풍, 졸참나무, 개웃나무, 쇠불푸레나무, 조록싸리, 국수나무, 노린재나무 등이 이용영향에 대한 내성이 큰 수종으로 나타났다.

주요어 : 덕유산 국립공원, 이용영향, 등산로 훼손, 야영장, 주변부 식생

ABSTRACT

Use impacts on environmental deteriorations were studied on the four major trails and a campsite of Tökyuksan National Park in 1993. The entire width, bare width, maximum depth and slope of trail as the trail condition were significantly greater on the more heavily used trail. Percentages of rock-exposed, deepening, root-exposed points as the deterioration types of trail which were surveyed at the total of 106 points were higher and trail conditions were significantly different from those of non-deteriorated points. On the Paekryon trail, the damaged area more severe than Class 4 reaches about 910m²/km and the use impact and deterioration on campsites were accelerated. The dominant

1 접수 1월 15일 Received on Jan. 15, 1994.

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

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

4 중부임업시험장 Chungbu Forest Experimental Station, Pochon 487-820, Korea

trees of the the upper and lower layer in trail edge vegetation could be *Quercus serrata* and *Acer pseudo-sieboldianum* for Paekryon trail, *Q. mongolica* and *Tripterigium regelii* for the other trails. *A. pseudo-sieboldianum*, *Q. serrata*, *Rhus trichocarpa*, *Fraxinus sieboldiana*, *Lespedeza maximowiczii*, *Symplocos chinensis* for. *pilosa* were classified for tolerant species to use impacts.

KEY WORDS : TÖKYUSAN NATIONAL PARK, USE IMPACT, TRAIL DETERIORATION, CAMPSITE, EDGE VEGETATION

서 론

덕유산은 국토공간상 소백산으로부터 속리산을 거쳐 지리산에 이르는 소백산맥의 주맥으로 한반도의 중남부 내륙에 위치하고 있는 우리나라 12대 명산의 하나이다. 주봉인 향적봉(덕유산:1,614m)을 중심으로 남서쪽의 동엽령, 무룡산(1,492m), 남덕유산(1,508m)으로 이어지는 약 20km의 주능선이 뻗어있고 북서쪽으로 두문산(1,051m), 단지봉, 적상산(1,034m), 북동쪽의 칠봉(1,305m), 거칠봉(1,178m)으로 형성된 험준한 산세를 지니고 있다. 이들 사이로 주봉으로부터 발원된 유명한 무주 구천동 28km의 계곡이 북동쪽으로 흘러 내리면서 폭포, 담, 소, 여울 및 기암괴석 등이 삼림과 어우러져 빼어난 계곡경관을 형성하고 있다.

덕유산 국립공원의 이용객 수는 1992년 기준 약 100만명 정도로서 6월~8월의 여름철에 연간 이용객의 약 60% 이상이 집중되고 있으며, 피크기간엔 삼공지구에 집중되는 유료이용객만도 1일 2만명을 상회하기도 한다. 특히 덕유산국립공원에는 삼공지구를 기점으로 5개 정도의 주요 등산코스가 이용되고 있으나 이용객의 약 90%가 백련사-향적봉구간을 선택하므로써 이 구간의 이용집중에 따른 주변환경의 훼손이 극심하게 진행되고 있다. 한편 아시아 태평양 캠프리대회를 위해 1977년 4월에 조성하여 1983년에 본격적인 야영장으로 시설된 약 17만평 규모의 덕유대 야영장은 1만명 이상을 동시 수용할 수 있는 곳으로서 현재 각종 단체의 수련장으로 많이 활용되고 있다. 이로 인해 야영장은 물론 인접한 자연환경으로의 이용압력이 확산되고 있을 뿐만 아니라 대규모의 집단화된 등산행위로 인한 이용영향도 적지 않으리라 판단된다.

따라서 본 연구는 덕유산 국립공원의 주요 등산로와 덕유대 야영장지역을 대상으로 이용에 따른 물리적인 훼손상태와 주변 식생환경의 변화를 파악하고 이들 시설의 보수, 복구 및 관리방안의 수립에 도움이 될 기초자료를 제공하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 조사지 선정

덕유산국립공원은 평면적인 분포로 보아 무주방면의 적상산 일대, 설천집단시설지구의 무주리조트 일대, 나제통문에서 삼공리에 이르는 계곡을 포함한 거칠봉 일대, 그리고 향적봉을 중심으로 한 삼공지구 일대와 남덕유산에 이르는 고지 능선부 일대로 구분될 수 있다. 공원구역안으로 국도가 통과하므로써 순수 산악탐방목적의 이용은 삼공지구로 부터 주로 이루어지고 이를 기점으로 한 5개의 등산코스가 이용되고 있다.

본 조사에서는 이용빈도를 고려하여 삼공지구의 남쪽지역으로 대상지역을 제한했다. 등산로에 있어서는 노면이 잘 정비되어 차량이 수시로 통행하고 있는 삼공지구-백련사 구간은 제외하고, 연구목적에 따라 몇개 코스로 다시 구분하였다. 따라서 이용빈도가 가장 큰 백련사 뒷편-향적봉의 2.2km구간(이하 백련 등산로), 향적봉-중봉-오수자굴-백련사의 5.5km구간(이하 오수자등산로), 인월담-칠봉-향적봉의 5.2km구간(이하 칠봉등산로), 중봉-동엽령-남덕유산의 15km구간(이하 능선부등산로) 등 4개 등산로에 대하여 훼손상태조사 함께 등산로 주변부 식생환경의 변화상태를 조사하였다. 한편 등산객의 집중과 휴식행위의 영향이 두드러지고 있는 향적봉 정상부의 환경피해도와 대규모로 조성, 현재 이용되고 있는 덕유대 야영장 일대에서 환경피해도 및 주변환경의 변화상태를 조사하였다.

본 연구를 위해 1993년 2월과 6월의 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 차이

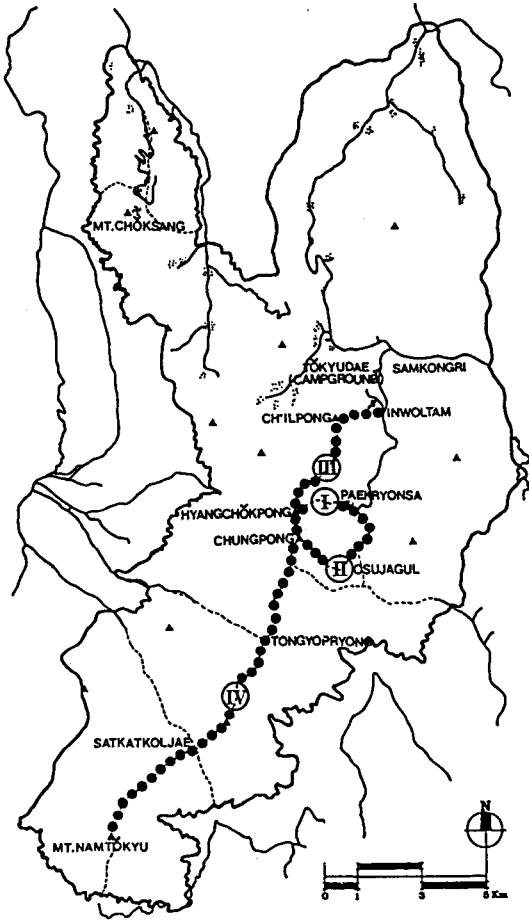


Figure 1. Location of survey trails and campsite in Tokyusan National Park.

에 따른 이용영향을 비교하고자 덕유산국립공원 탐방객의 대부분이 이용하고 있는 백련 등산로를 이용강도가 높은 구간, 능선부등산로를 이용강도가 낮은 구간 그리고 오수자 및 칠봉 등산로는 이용강도가 보통인 구간으로 간주하여 등산로의 훼손상태조사를 조사하였다.

조사대상으로 선정된 4개 등산로에 대해 Rapid survey technique(Cole, 1983)을 이용하여 일정거리(백련 100m, 오수자 및 칠봉 200m, 능선부 500m)마다 조사지점을 계통적으로 추출하였으며, 각 조사지점에서의 조사사항은 기왕의 국립공원 연구사례(권 등, 1988:1989:1990:1991:1993)와 동일하게 측정하였다.

(2) 등산로 및 야영장의 환경피해도 조사

각 등산로별로 환경훼손이 심하게 진행되면서 환경

피해도 4등급 이상의 나지가 발생한 곳에 대해 그 면적을 간략측량하고, 특히 이용객 집중과 휴식행위로 인한 영향이 대단히 심각하게 나타나는 향적봉 정상 일대는 정상의 암봉아래에서부터 동엽령 방향(S35°W)으로 지거측량하면서 환경피해상태를 등급별로 구분, 작도하고 환경피해도별 면적을 dot mesh로 산출하였다. 또한 덕유대 야영장에서의 이용간섭에 의한 환경훼손정도를 파악하기 위해 제1-제6 야영지를 대상으로 같은 방법의 환경피해도 조사를 실시하였다. 이때 측량범위는 원래의 야영지 경계를 기준으로 하되 2-3등급으로 변화된 지역은 포함시켰으며, 제7야영지는 자동차야영장으로 조성하기 위한 공사로 인해 제외하였다. 본 연구에서 적용한 환경피해도 등급은 Frissell(1978)의 condition rating class를 다소 보완한 권 등(1991)의 6개 등급으로 구분하여 이용하였다.

(3) 등산로 주변부식생 훼손조사

등산로변 주변부식생의 이용영향을 파악하기 위하여 상기한 4개 등산로 중 오수자 등산로는 중봉(삼거리)을 경계로 향적봉-중봉의 능선구간과 중봉-오수자굴-백련사 구간으로 나누고 능선부 등산로는 남덕유산-동엽령까지로 하여 모두 5개 등산로 구간의 주변부식생을 조사하였다. 각 등산로별로 6개소의 조사구를 설정하였으며, 백련 등산로는 매 400m, 향적봉-중봉 구간은 매 200m, 중봉-오수자굴-백련사 구간은 500m, 칠봉등산로는 매 900m 그리고 능선부등산로는 1.5km마다 조사구를 설치하였다. 각 조사구에서는 등산로폭이 1.8m 이하인 경우는 등산로 경계부를 따라 폭 2m, 길이 10m의 방형구 5개씩을, 1.8m 이상인 경우는 중앙선에서 삼립쪽으로 0.9m 지점에서부터 폭 2m, 길이 10m의 방형구를 5개씩 연속적으로 설치한 뒤, 흉고직경이 10cm이상인 교목층과 흉고직경이 10cm이하로서 수고 2m 이상인 아교목층은 2m×10m의 방형구 내 수목의 흉고직경을, 수고 2m 이하의 관목층은 2m×5m의 중첩방형구 내 수목의 수관폭을 매목조사하였다(오 등, 1988:1991). 매목조사자료를 토대로 수관층위별 상대우점치(Curtis and McIntoshi, 1951), 종다양도지수(Shannon and Weaver, 1963), 유사도지수(Whittaker, 1975), 하층수관의 피도(권 등, 1991)와 개체수 등을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 등산로의 물리적 훼손

덕유산국립공원 탐방객의 대부분이 이용하고 있는

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

Trail name*	Amount of use	N	Altitude	Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ²	Trail slope ²
					m		%
I. Paekryon	Heavy	22	1,264	4.1 ^b	3.6 ^b	0.36 ^b	35.0
II. Osuja	Medium	28	1,265	1.4	1.2 ^a	0.17	15.3 ^a
III. Chilpong	Medium	27	1,186 ^a	1.6	1.2 ^a	0.21	23.6
IV. Ridge	Light	29	1,330	1.4	0.8	0.19	25.3
Total		106	1,263	2.0	1.6	0.22	24.2

* I. Paekryon : Paekryonsa - Hyangchökpung,

II. Osuja : Hyangchökpung - Chungpong - Osujagul - Paekryonsa,

III. Chilpong : Hyangchökpung - Chilpong - Inwoltam,

IV. Ridge : Namtokyusan - Satkatkoljae - Tongyopryong - Chungpong.

^{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 heavy-used trails with light-used trail.

백련등산로에서 추출된 22개 지점, 오수자등산로의 28개 지점 및 칠봉등산로의 27개 지점과 이용강도가 낮은 능선부등산로에서 추출된 29개 지점 등 총 4개 등산로, 106개 조사지점으로부터 얻어진 등산로의 개황은 표 1과 같다.

덕유산 등산로의 평균 노폭은 2.0m, 평균 나지노출폭은 1.6m로 나타났으며 평균 최대깊이와 평균 물매는 각각 22cm, 24.2%이었다. 등산로의 평균물매는 치악산, 가야산, 속리산, 지리산은 물론 소백산(권 등, 1988:1989:1990:1991:1993)의 21.6%보다도 가파른 것으로 나타나 덕유산의 지형이 상당히 험준하며 등산로 훼손이 용이할 수 있음을 시사한다. 그러나 최대침식깊이는 비교적 크지 않아 타 국립공원과 비슷한 수준이었으며, 등산로폭 및 나지노출폭도 가야산, 지리산, 소백산, 속리산은 물론, 치악산의 2.5m, 2.1m 등 다른 국립공원과 비교할 때 대단히 작은 값을 보였다. 그러나 백련등산로만은 모든 등산로상태 인자들이 타 국립공원의 평균치를 훨씬 넘는 것으로 나타나 덕유산의 경우, 이 구간의 이용압력이 유난히 큰 것을 알 수 있다.

표 1에 나타난 등산로 인자들의 크기는 각 등산로의 지형특성이나 이용객의 이용행태 및 이용규모 등의 영향이 반영된 결과로서 기왕의 연구사례에서와 같이 등산로폭, 나지노출폭, 최대침식깊이 및 등산로물매 등이 이용강도에 따른 유의차가 인정되었다. 이들 4개 등산로는 그림 1에서와 같이 분산형 또는 순환형으로 연결되어 있으나 이용객의 이용경향을 볼 때 이용량이 고루 분산되지 못하고 백련사-향적봉간의 백련등산로에 집중되는 특성이 등산로 상태의 크기에서 뚜렷하게 나타나고 있다. 이 구간은 실제로 시급한 보수, 복구가 요망되는 구곡침식, 붕괴 등 심각한 훼손이 곳곳

에서 진행되고 있다. 나머지 3개 등산로간의 차이는 거의 없으나 나지노출폭은 능선부등산로가 유의하게 적은 것으로 나타나 이 구간의 이용량이 크지않음을 보여준다. 이는 남덕유산까지의 당일 종주가 여건상 쉽지않고 능선부와 접속되는 여러 방향의 등산코스조차 접근성이 떨어져 잘 활용되지 않기때문으로 생각된다.

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

(1) 전 체 : $MD=8.6+0.561TS(n=106, R=0.59, F=55.3^{**})$

(2) 백 련 : $MD=12.1+0.671TS(n=22, R=0.50, F=6.7^*)$

(3) 오수자 : $MD=6.3+0.695TS(n=28, R=0.73, F=28.8^{**})$

(4) 칠 봉 : $MD=9.9+0.451TS(n=27, R=0.57, F=12.0^{**})$

(5) 능선부 : $MD=11.0+0.306TS(n=29, R=0.50, F=8.8^{**})$

각 조사지점에서의 등산로 훼손형태별 발생빈도 및 등산로 상태의 차이를 4개 등산로 전체 및 각 등산로 별로 구분하여 표 2에 나타내었다.

총 28km의 조사구간내 106개 지점에서 훼손형태를 조사(표 2-1)한 바 훼손유형은 다양하게 나타나고 있다. 훼손되지 않은 건전한 지점은 21개소, 20%에 지나지 않으며 주로 표고가 높은 곳에서 출현하고 있었고 등산로의 물매는 평균 10%정도로 완만하였다. 발생빈도가 가장 큰 훼손형태는 암석노출로서 63개소(59%)이며 종침식 43개소(41%), 뿌리노출 40개소(38%) 등의 순으로 각종 훼손유형이 비교적 고르게 발생되고 있었고, 표고가 낮은 지점에서 대체로 뿌리노출, 노폭확대 등이 많이 발생하고 있었다. 이용량이 적거나 분산형 등산로망에서는 출현비율이 높지 않은 분기 및 노폭확대유형이 각각 23%, 20%로 다소 높게 나타나는 것은 덕유산국립공원의 등산로가 순환형 내지 분산형으로 배치되어 있음에도 실제의 이용에 있

Table 2-1. Trail conditions in relation to physical deterioration types of trails. (Total : N=106)

Deterioration types	N(%)	Altitude	----- m -----			Trail slope ² %
			Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ²	
Rock-exposed	63(59)	1,252	2.5 ^b	2.0 ^b	0.28 ^b	30.9 ^b
Root-exposed	40(38)	1,204 ^b	2.9 ^b	2.4 ^b	0.30 ^b	33.0 ^b
Deepening	43(41)	1,241	2.9 ^b	2.3 ^b	0.35 ^b	36.8 ^b
Widening	21(20)	1,206	4.4 ^b	3.7 ^b	0.39 ^b	39.1 ^b
Diverged	24(23)	1,261	3.9 ^b	3.3 ^b	0.33 ^b	36.3 ^b
Others	25(24)	1,234	2.6 ^a	2.1 ^a	0.26 ^a	21.7 ^a
Non-deteriorated	21(20)	1,340	0.9	0.7	0.10	10.0

Table 2-2. (Paekryon trail : N=22)

Deterioration types	N(%)	Altitude	----- m -----			Trail slope %
			Trail width	Bare width	Maximum depth	
Rock-exposed	17(77)	1,290	4.6	4.0	0.42	40.1
Root-exposed	16(73)	1,180	4.4	3.8	0.37	32.3
Deepening	14(64)	1,252	5.0	4.4	0.46	41.9
Widening	10(45)	1,244	5.9	5.2	0.49	45.3
Diverged	13(59)	1,284	5.2	4.6	0.42	44.2
Others	4(18)	1,198	8.0	6.9	0.51	50.5
Non-deteriorated	1(5)	1,520	2.5	2.3	0.26	31.0

Table 2-3. (Osuja trail : N=28)

Deterioration types	N(%)	Altitude	----- m -----			Trail slope ² %
			Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth ¹	
Rock-exposed	21(75)	1,250	1.6 ^b	1.4 ^b	0.20 ^b	17.5 ^b
Root-exposed	7(25)	1,231	1.7 ^a	1.5 ^a	0.28 ^a	30.3 ^b
Deepening	8(29)	1,326	1.8 ^b	1.5 ^b	0.34 ^b	33.1 ^b
Widening	4(14)	1,308	2.6 ^b	2.3 ^b	0.35	30.0
Diverged	4(14)	1,280	2.0	1.7	0.28	38.3 ^a
Others	11(39)	1,243	1.8 ^b	1.5 ^b	0.19 ^b	13.2
Non-deteriorated	6(21)	1,278	0.6	0.5	0.06	5.8

Table 2-4. (Ch'ilpong trail : N=27)

Deterioration types	N(%)	Altitude	----- m -----			Trail slope %
			Trail width ¹	Bare width ¹	Maximum depth	
Rock-exposed	14(52)	1,153 ^a	1.8 ^b	1.3 ^b	0.26 ^b	31.3 ^b
Root-exposed	11(41)	1,146 ^a	1.9 ^a	1.4 ^a	0.25 ^b	34.4 ^b
Deepening	15(56)	1,168 ^a	2.0 ^b	1.5 ^b	0.27 ^b	35.6 ^b
Widening	5(19)	1,000	3.4 ^b	2.5 ^a	0.27	33.2
Diverged	4(15)	1,076	2.8	2.2	0.21 ^a	23.3
Others	5(19)	1,130	1.8	1.2	0.12 ^a	19.0
Non-deteriorated	6(22)	1,383	0.8	0.6	0.08	10.7

Table 2-5. (Ridge trail : N=29)

Deterioration types	N(%)	Altitude	Trail width ²	Bare width ²	Maximum depth	Trail slope ²
Rock-exposed	11(38)	1,323	1.8 ^b	1.1 ^b	0.23 ^a	41.6 ^b
Root-exposed	6(21)	1,345	2.0	1.2	0.20	35.5 ^a
Deepening	6(21)	1,288	1.3 ^a	0.8 ^b	0.32 ^a	32.8 ^b
Widening	2(7)	1,325	2.9	1.9	0.27	41.5
Diverged	3(10)	1,378	2.3 ^b	1.4 ^a	0.13	16.7
Others	5(17)	1,346	0.9	0.6	0.22	20.0
Non-deteriorated	8(28)	1,332	1.1	0.5	0.13	9.9

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

^{a, b} : Significant at p=.05 and .1 respectively, by the difference-of-means tests in comparison of various deteriorated points with non-deteriorated points.

어서는 특정 등산로에 집중되고 있음을 시사하는 것이라 볼 수 있다.

각종 유형의 훼손발생 지점의 평균 등산로폭, 나지 노출폭, 최대깊이 등도 건전지점의 것과 유의한 차이를 보여 덕유산국립공원의 등산로에서도 보수, 유지관리 등의 대책이 요구되는 지점이 많은 것으로 파악되었다. 그러나 등산로 전구간을 살펴볼 때, 백련사 후편의 통나무계단 및 칠봉약수 주변의 철계단이 일부 시설되어 있지만 조사지점 가운데서는 백련등산로의 돌갈기 1개소를 제외하면 시설 또는 보수된 지점이 거의 없는 것으로 나타나 덕유산국립공원의 경우, 등산로의 유지관리에 상당히 소홀한 면을 보여주고 있다.

이들 전체 조사지점을 백련(표 2-2), 오수자(표 2-3), 칠봉(표 2-4) 및 능선부(표 2-5) 등산로로 구분하여 나타내었다.

당일 종주가 불가능하므로써 이용이 그리 많지 않은 능선부 종주등산로는 건전한 지점이 28%로 다른 구간에 비해 비교적 높은 비율을 차지하고 있고, 각종 유형의 훼손발생도 많지 않았다. 칠봉등산로에 있어서도 건전지점은 해발고가 높은 상부구간에서 출현하는데 비해 각종 훼손유형은 해발고가 낮은 하부구간에서 거의 출현하고 있어 뚜렷한 대비를 보이며 종침식, 암석노출, 뿌리노출 등의 비율이 높아 이용압력은 하부구간에 집중되고 있음을 알 수 있다.

백련등산로의 경우 전 구간에 걸쳐 건전한 지점이 거의 나타나지 않고 훼손유형별 등산로상태도 건전지점과 상당한 차이를 보이며, 분기, 노폭확대 등의 비율이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 특히 등산로가 전반적으로 급경사를 이루는데다 대규모의 이용이 집중되고 있는데도 등산로시설 설치에 무관심하므로써 우심한 토양침식의 진행과 함께 추가적인 훼손이 많이

발생됨을 볼 수 있고 이러한 통행장애요소에 의해 등산로가 확대되는 경향도 나타나고 있다. 가속화되고 있는 침식지역의 복구와 함께 현 상태에서 더 이상 악화되지 않도록 무분별한 확산을 막을 수 있는 이용통제, 적절한 시설 등의 대책이 마련되어야 할 것이다.

근본적으로는 계곡에 연해 있는 오수자등산로의 하부구간에 적절한 유도, 통제시설과 함께 오수자굴 바로 위의 급경사 구간에 시설보완을 하고, 칠봉등산로 역시 칠봉약수 하부구간에도 적절한 시설배치로써 정비한다면 향적봉을 중심으로 한 순환형의 기능을 최대한 발휘할 수 있게 되며, 훼손이 심한 백련등산로에 대해 자연휴식년제를 실시하여 이용객을 분산시키는 방법이 가능하리라 본다.

2. 등산로 및 야영장의 면적인 환경피해도

대부분 급경사지를 통과하게 되는 산악형 국립공원의 주등산로는 이용객의 집중과 함께 노면침식이 심하게 발생하고 있는 경우가 많으며, 정상부의 연봉들과 연결되는 능선부 종주등산로는 주봉을 중심으로 한 조망지점이나 결정지점 또는 아고산지대에서 면적인 나지가 확산되는 현상이 흔히 발견되고 있다(권 등, 1989, 1991, 1993; 오 와 허, 1992). 따라서 덕유산국립공원에서도 면적훼손의 심화현상이 나타나고 있는 주봉인 향적봉 일대로부터 남덕유산까지의 남북으로 발달된 능선부 종주등산로를 비롯하여 모든 등산로상에서 훼손과 침식이 심하게 발생하는 지점들에 대해 환경피해도를 조사하였다. 그 중 훼손규모가 가장 큰 향적봉 정상 일대는 그림 2와 같이 각 등급별로 구분하였고, 나머지 구간에서는 환경피해도 4등급 이상인 면적으로서 표 3에 훼손정도를 나타내었다.

환경피해도 4-6등급 지역은 나지비율이 75% 이상

Table 3. Areas by impact rating class of severe-damaged sites on and around trails and Tökyudae campground in Tökyusan National Park.

Location	Impact rating class					Sum of class 4-6
	1	2	3	4	5	
	m ²					
Paekryon trail			(4 sites)			2,000
Ch'ilpong trail			(10 sites)			955
Ridge trail			(16 sites)			1,736
Hyangchökpong peak	2,098	768	408	1,054	164	1,218
Subtotal						5,909
Tökyudae campground						
Campsite 1	5,725	10,250	2,475	775	10,750	11,525
Campsite 2	—	4,950	4,975	5,775	18,050	23,825
Campsite 3	—	7,925	—	5,350	25,500	30,850
Campsite 4	5,350	4,125	3,125	1,775	17,600	19,375
Campsite 5	825	6,800	1,225	600	25,150	25,750
Campsite 6	975	7,500	1,400	—	9,750	9,750
Campsite 7			Not surveyed			
Subtotal	12,875	41,550	13,200	14,275	106,800	121,075

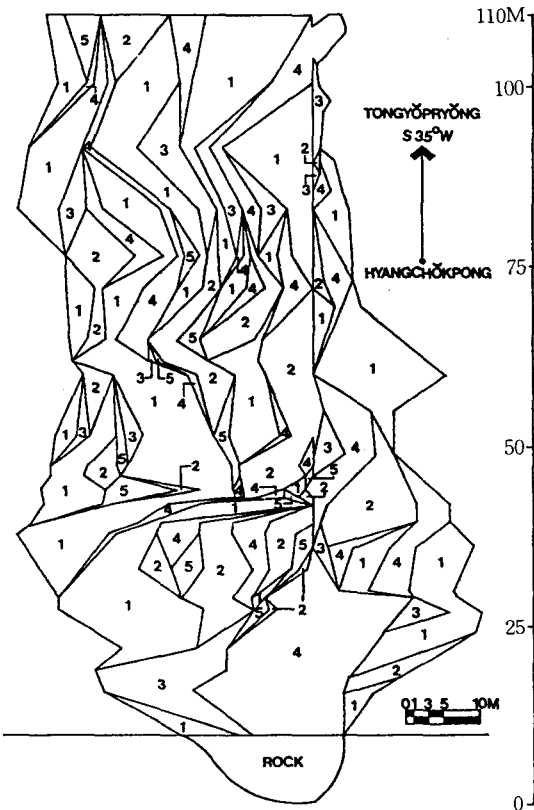


Figure 2. Condition rating class of severe-damaged area on Hyangchökpong Peak.

의 지역으로 자연적인 식생회복이 어렵고(오, 1991), 인위적인 복원공사를 하지 않을 경우 훼손이 심화되어 간다. 덕유산국립공원의 이용객이 가장 많이 집중되고 조망과 휴식을 위해 머무르는 지점인 향적봉 정상 일대의 4등급 이상의 훼손등급 면적은 1,218m²로 나타났다. 그러나 타 국립공원의 사례와는 달리 남덕유산에서 삼거리(중봉)에 이르는 약 15km 구간의 능선부 중중등산로 상의 훼손등급 4 이상인 지역은 16개소의 총 1,736m²로서 약 116m²/km에 불과해 한라산 국립공원(오 와 허, 1992)이나 소백산국립공원의 약 2,584m²/km(권 등, 1993), 지리산국립공원의 1,218m²/km(권 등, 1991) 등과 비교할 때 훼손정도가 대단히 적었다. 오수자등산로나 칠봉등산로에서는 나지확산, 침식 등의 환경피해정도나 규모가 극히 미약한 반면, 백련등산로의 경우는 구간은 짧은데 비해 환경피해도 4등급 이상인 지점이 4개소의 약 2,000m²에 달해 훼손지점당 평균 500m², 단위거리당 훼손면적은 약 910m²/km정도로 클 뿐만 아니라 침식깊이가 1m가 넘어 상층수목이 도복할 정도의 우심한 토양침식이 급속히 확산되고 있다. 이들 지점들은 등산로 물매가 급한데다 시설의 보수가 거의 이루어지지 않았으며, 이 구간의 이용객 규모도 크고 집중되는 특성을 지니고 있어 방치될 경우 훼손의 가속화가 예상된다.

향적봉 정상부는 현재 많은 국립공원의 주봉들에서 나타나는 식생파괴와 나지화 현상을 거울삼아 지금이라도 복구대책이 수립되어야 할 것이며 아고산대의 식

생활착이 쉽지 않은 점을 감안하여 장단기계획을 충분히 검토할 필요가 있다. 또한 백련등산로에 있어서는 휴식년제 등 이 구간의 이용을 피하는 어떤 대안이 마련된다 하더라도 우심한 훼손지점들에 대한 복원공사는 빨리 이루어져야 하며, 학계의 자문을 바탕으로 집단화 특성의 이용자 관리와 함께 이용객 분산대책의 검토, 정착이 시급한 것으로 본다.

삼공리 집단시설지구에 인접하여 칠봉아래 자리한 덕유대야영장은 우리나라 최대의 상설야영장으로 그림 3에서와 같이 약 55만m² 규모에 7개의 야영지로 구분되어 있다. 1만명 이상을 동시 수용할 수 있는 곳으로서 원래 공원계획상으로는 자연학습원으로 되어 있으나(내무부, 1992) 현재 각종 단체의 수련장으로 주로 활용되고 있다. 국립공원관리공단 덕유산관리사무소의 공원현황(1992)을 보면 최근 6년간의 야영장 이용인원은 연간 3만-6만명 정도로, 본격적인 시설이 배치되어 있고, 대규모인데 비해 이용자수는 그리 많지 않지만 대부분이 여름 휴가철에 집중되고 있다. 이로 인해 겨울철 등 비수기에 관리가 어려워 시설보수요인이 다수 발생하며 여름철 대규모 이용자의 관리

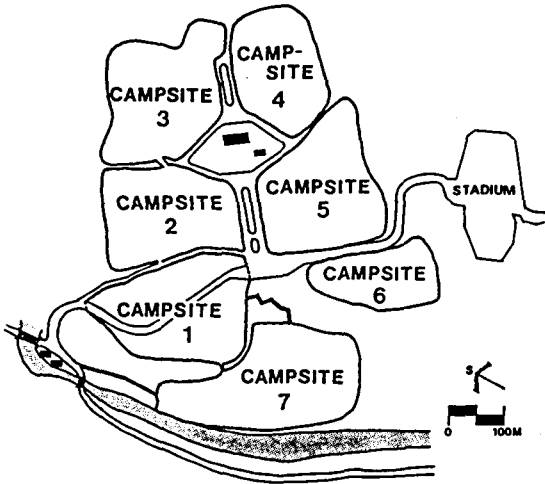


Figure 3. Campsite distribution at Tökkyudae in Tökkyusan National Park.

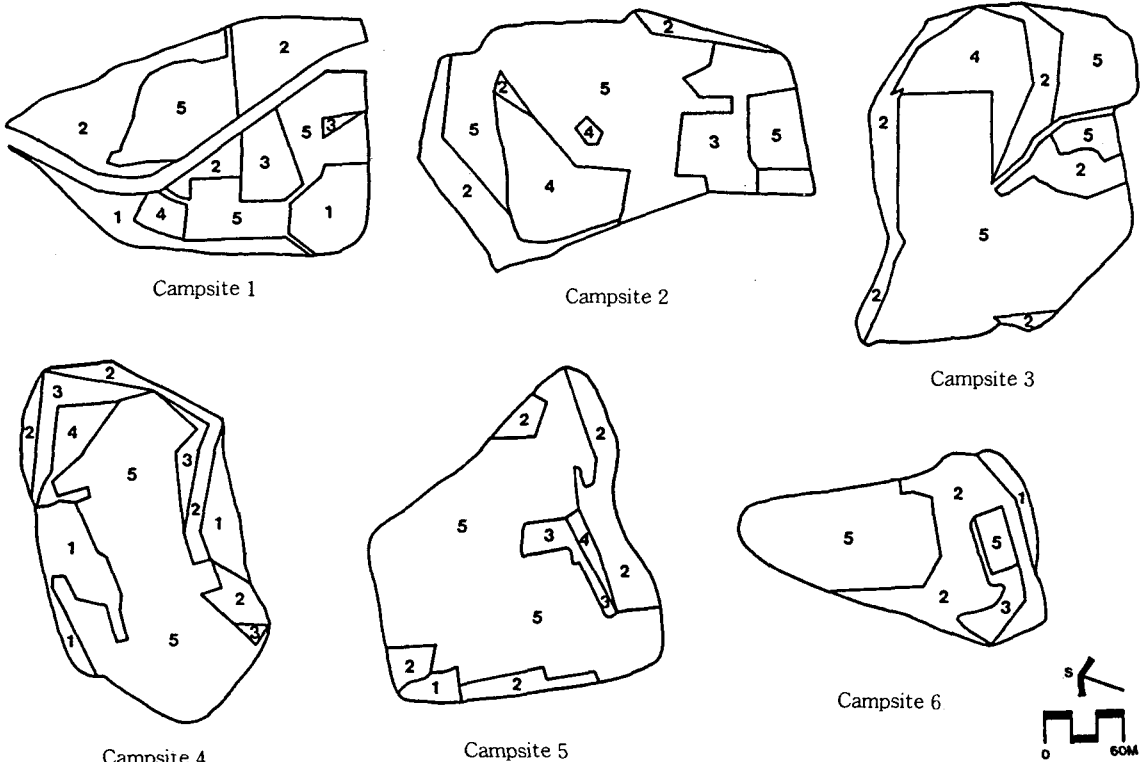


Figure 4. Condition rating class of each campsite at Tökkyudae in Tökkyusan National Park.

Table 4. Crown coverages and Shannon's diversity indices of edge vegetation of the five trails in Tökyusan National Park.

Trail name ¹	Dominant tree species	H'	Shrub layer			
			Dominant species	Coverage (%)	No. of individual	No. of species
BR	<i>Quercus serrata</i>	1.2094	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	23.5	226	32
OS-S	<i>Quercus mongolica</i>	1.0503	<i>Tripterygium regelii</i>	57.5	310	24
OS-R	<i>Quercus mongolica</i>	1.1790	<i>Tripterygium regelii</i>	61.6	300	34
CB	<i>Quercus mongolica</i>	0.9753	<i>Tripterygium regelii</i>	82.9	1,356	50
RG	<i>Quercus mongolica</i>	1.1413	<i>Tripterygium regelii</i>	51.0	512	30

* Unit area is 600m².

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

¹ BR, OS, CB and RG represent Paekryon, Osuja, Chilpong and Ridge trails, and-S and-R represent the slope and ridge parts of Osuja trail with Chungpong as the division point respectively. Especially RG, here, means Ridge trail between Namtokyusan and Tongyopyryong.

Table 5. Similarity indices of edge vegetations of lower layer between trails in Tökyusan National Park.

Similarity index(%)				
	BR	OS-S	OS-R	CB
OS-S		23.13		
OS-R		22.88	57.17	
CB		23.17	52.20	66.52
RG		21.09	52.76	65.10
				64.66

소홀로 야영장은 물론 인접한 산림으로(40~70m) 이용압력이 확산되고 있었다. 더구나 최근 제 7야영지는 1993년 12월 완공을 목표로 자동차야영지로 정비하고 있어 자연환경의 훼손이 우려된다.

덕유대야영장의 각 야영지별로 환경피해도 등급별 면적을 구분하여 그림 4 및 표 3에 나타내었다. 조사가 이루어진 야영장의 총면적은 188,700m²이며 그 중 환경피해도 4등급 이상의 면적은 약 64.2%인 121,075m²로서 타 국립공원의 야영장들에 비해 비율이 높았다. 4등급 이상의 면적은 제 3야영지에서 30,850m²로 가장 크고 제 6야영지에서 9,750m²로 가장 작았다. 특히 제 2, 3, 4, 5 야영지에서 4등급 이상이 컸는데 이들 야영지는 경계가 뚜렷하고 블럭화되어 있음에도 야영구역의 벗어나 주변 산림내로까지 야영행위가 무분별하게 확산되고 있어 야영객 관리가 제대로 되지 않음을 보여준다.

야영행위에 의해 주변삼림으로 확산된 훼손지역을 복구하고 기존 야영구역을 보다 적합하게 조성하는 한편 야영장 이용시에는 국립공원 및 자연환경의 중요성

에 대한 교육프로그램을 의무적으로 제공받도록 하는 방안을 적극적으로 검토할 필요가 있다. 그리고 궁극적으로는 과도하게 조성된 대규모의 야영공간을 소규모화하여 늘어나는 야영수요를 수용하면서 동시에 본격적인 이용자 관리프로그램을 시험적으로 도입하여 자연학습 또는 교육의 장으로 활용하는 방법도 생각해 볼 일이다.

3. 등산로 주변부식생 훼손

이용강도가 큰 백련등산로와 비교적 이용강도가 보통인 것으로 보이는 오수자 및 칠봉 등산로 그리고 이용이 극히 적은 남덕유산에서 동영령까지의 능선중주 등산로 등 4개 등산로를 대상으로 하되, 능선구간이 다소 긴 오수자등산로를 능선부와 사면 계곡부구간으로 구분한 총 5개 구간에 대해 수관층위별 상대우점치를 분석한 결과, 상-중-하층의 우점수종은 백련등산로에서 졸참나무-당단풍·졸참나무-당단풍으로 각각 나타났으나 나머지 4개 구간에서는 모두 신갈나무-신갈나무-미역줄나무로 각각 나타나 식생구조의 차이를 보였다(표 4). 한편 등산로 주변부의 하층 식생이 이용영향을 많이 받게 된다는 점에서 각 등산로 주변부의 하층에 출현한 수종들의 상대우점치를 비교할 때, 이용강도가 큰 백련등산로에서만 출현하거나 다른 등산로에서 보다 높은 상대우점치를 나타낸 당단풍, 졸참나무, 개웃나무, 쇠물푸레나무 및 여러 등산로에서 모두 높은 상대우점치를 나타낸 조록싸리, 국수나무, 노린재나무 등은 이용객의 영향에 대한 내성이 클 것으로 판단된다. 그리고 능선부 구간에서는 병꽃

Table 6. Crown coverages and Shannon's diversity indices of edge vegetation by the location of trail on the slope in Tökkyusan National Park.

Trail name ¹	Dominant tree species	H'	Shrub layer				
			Dominant species	Coverage (%)	No. of individual	No. of species	H'
BR-L	<i>Quercus serrata</i>	1.1608	<i>Lepedeza maximowiczii</i>	28.9	114	25	1.1313
BR-U	<i>Quercus serrata</i>	1.0649	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	18.1	112	21	1.0514
OS-L	<i>Quercus mongolica</i>	1.2333	<i>Stephanandra incisa</i>	38.3	152	28	1.1140
OS-U	<i>Quercus mongolica</i>	0.8295	<i>Tripterygium regelii</i>	85.0	148	18	0.6563
OS-R	<i>Quercus mongolica</i>	0.9908	<i>Rhododendron yedoense</i> var.	33.1	96	13	0.9505
CB-L	<i>Fraxinus mandshurica</i>	1.3835	<i>Stephanandra incisa</i>	52.3	464	46	1.3044
CB-U	<i>Quercus mongolica</i>	0.6760	<i>Tripterygium regelii</i>	100.0	740	23	0.5672
RG	<i>Quercus mongolica</i>	1.1179	<i>Weigela subsessilis</i>	40.7	308	23	1.0415

* Unit area is 300m².

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

¹ BR, OS, CB and RG represent Paekryon, Osuja, Chilpong and Ridge trails, and L, U and R represent lower, upper and ridge parts of slopes respectively. Especially RG, here, means Ridge trail between Namtokyusan and Tongyopyong.

Table 7. Similarity indices of edge vegetations of lower layer between the location of trails on the slope in Tökkyusan National Park.

Similarity index(%)						
BR-L	BR-U	OS-L	OS-U	OS-R	CB-L	CB-U
BR-U	38.65					
OS-L	22.84	25.09				
OS-U	21.83	24.63	19.22			
OS-R	22.02	35.75	12.74	30.40		
CB-L	49.64	40.66	37.93	23.68	16.66	
CB-U	15.66	26.65	24.04	69.62	33.14	25.75
RG	29.61	36.76	24.80	30.52	39.59	32.41 35.33

나무, 참싸리, 작살나무가 경쟁력이 큰 것으로 나타났고 특히 미역줄나무, 노린재나무 및 철쭉꽃 등은 상부 구간에서 상대우점치가 높은 것으로 나타나(표 6) 기왕의 여러 보고들(권 등, 1989, 1990, 1991, 1993; 오 등, 1989, 1991)과 대체로 일치하고 있다.

5개 주요 등산로 구간별 주연부식생의 우점종, 종 다양도 및 하층 수관의 우점종, 피도, 개체수, 종수를 표 4에 나타내었다. 종 다양도는 백련등산로에서 1.2094로 가장 높게 나타났고 칠봉등산로에서 0.9753으로 가장 낮게 나타난 데 비해, 하층 수관의 피도 및 개체수에서는 백련등산로가 각각 23.5%, 226주/600m²로 가장 낮은 값을 보였고 칠봉등산로가 각각 82.9%, 1,356주/600m²로 가장 높아 하층 수관층의 출현개체수가 이용량과 대체로 부의 상관을 나타낸다는 결과

(권 등, 1993)와 비슷한 경향을 보였다. 하층의 출현 종수도 칠봉등산로가 50종/600m²으로 가장 많았으나 오수자등산로의 사면구간이 24종/600m²으로 가장 적었다. 한편 이들 5개 구간의 주연부 하층 식생에 있어서 종구성의 유사성을 나타내는 유사도지수를 표 5에 나타내었는데 오수자등산로의 능선부구간과 칠봉 및 능선중주등산로 간에는 약 65%정도로 비교적 유사성이 높았으나 백련등산로와 나머지 구간들 간에는 약 21~23%의 범위에 있어 종구성이 상당히 이질적임을 보여주고 있다.

이상의 결과로 미루어 볼 때, 덕유산 국립공원의 등산로 가운데 이용압력이 가장 집중되고 있는 백련등산로의 주연부식생이 가장 이질적인 구조를 보이면서 이용영향을 많이 받고 있고, 그 나머지 구간들은 이용영향이 그리 크지 않으며 어느정도 유사한 식생구조를 갖는 것으로 추측된다. 특히 칠봉등산로의 하층 식생이 다양하면서도 비교적 안정된 결과를 보여주고 있으며, 칠봉에서 향적봉까지의 상부구간의 하층식생은 훨씬 더 안정되고 교란을 크게 받지않은 상태로 판단된다. 이는 각 등산로를 사면상 위치별로 좀더 세분한 8개 구간의 주연부식생구조를 나타낸 표 6 및 7을 살펴볼 때 뚜렷해진다.

표 6에 나타낸 하층수관의 피도는 백련등산로의 상부, 하부구간에서 모두 낮은 값을 보여 이용압력에 상당히 노출되어 있는데 비해 칠봉등산로의 상부나 오수자등산로의 상부구간에서는 각각 100%, 85%로 높게 나타나 이 구간의 이용이 크지않음을 알 수 있다. 아고산대의 환경적 특성을 가지면서 이용영향에 민감한 중

주능선등산로의 경우, 주연부 하층수관의 피도는 40.7%, 출현 종수 및 개체수는 각각 23종/300m², 308주/300m²로서 소백산 국립공원(권 등, 1993)의 37.2%, 20종/300m², 136주/300m²에 비해 다소 높았으나 덕유산 국립공원의 이용패턴을 소백산 국립공원과 비교할 때 그리 바람직한 상태는 아닌 것으로 생각된다.

표 7에서 보여주는 8개 구간 간의 주연부 하층수종의 유사도지수는 대체로 약 13~50%의 범위를 보여 종구성의 유사성이 높지 않으나 오수자등산로 상부와 칠봉등산로 상부 구간간은 약 70%로 유사성이 비교적 높았으며 칠봉등산로의 하부는 백련등산로의 하부 구간과의 유사성이 가장 컸었다.

등산로의 주연부식생 구조에 미치는 이용영향은 해발고, 방위 등 주연부 환경요인에 비해 부차적이며 이용영향에 있어서도 이용강도와 같은 양적인자보다 이용형태 등의 질적인자가 더욱 크나(권 등, 1991), 이용강도가 어느 한계이상으로 집중되면 주연부식생구조에 뚜렷한 변화를 초래하게된다. 덕유산 국립공원에서는 백련등산로의 주연부식생의 훼손이 대단히 심각하게 진행되고 있는 반면 칠봉에서 향적봉에 이르는 구간과 오수자굴 상부에서 종주등산로와 만나는 삼거리까지의 구간이 주연부식생의 훼손이 가장 적게 나타나고 있다고 할 수 있다.

□ 감사의 글 : 본 조사연구에 참여해 준 호남대학교 녹지생태연구실원, 청솔회원들과 대구대학교 삼림공학연구실원들에게 감사드립니다.

인 용 문 헌

- 국립공원관리공단 덕유산관리사무소 (1992) 1992년도 공원현황(자료). 32쪽.
- 권태호, 오구균, 권순덕 (1991) 지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변환경 훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 5(1):91-103.
- 권태호, 오구균, 권영선 (1988) 치악산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변토양 및 식생환경의 변화. 응용생태연구 2(1):50-65.
- 권태호, 오구균, 이준우 (1990) 속리산국립공원의 등산로 훼손과 주연부식생에 미치는 영향. 응용생태연구 4(1):63-68.
- 권태호, 오구균, 이준우 (1993) 소백산국립공원 등산로의 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 6(2):168-179.
- 권태호, 오구균, 정남훈 (1989) 가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 환경에 대한 영향. 응용생태연구 3(1):81-94.
- 내무부 (1992) 국립공원 자연휴식년제 조사 - 등산로, 취사 야영장 -. 112쪽.
- 오구균 (1991) 답압으로 훼손된 임간나지의 임상식생 회복에 관한 연구 - 관악산을 중심으로 -. 서울대학교 박사학위논문. 85쪽.
- 오구균, 권태호, 양민영 (1989) 가야산국립공원의 주연부식생구조. 응용생태연구 3(1):51-69.
- 오구균, 권태호, 이규환 (1991) 지리산국립공원의 주연부식생구조. 응용생태연구 5(1):68-78.
- 오구균, 허순호 (1992) 한라산국립공원의 등산로와 주변의 환경훼손. 응용생태연구 6(1):55-71.
- 전라북도 (1976) 덕유산(구천동) 국립공원 개발계획. 32쪽.
- 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 campsites. J. For. 76:481-483.
- Shannon, C. E. and E. Weaver (1963) The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 117pp.
- Whittaker, R. H. (1970) Communities and ecosystems. The Macmillan Co., Collier-Macmillan Ltd., London. 162pp.