

가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 환경에 대한 이용영향¹

권 태호² · 오 구균³ · 정 남훈⁴

Trail and Campground Deteriorations and Use Impact on their Natural Environment in Mt. Kaya National Park¹

Tae-Ho Kwon², Koo-Kyoon Oh³, Nam-Hoon Jeong⁴

요 약

가야산국립공원 등산로 및 야영장의 훼손과 주변 자연환경에 대한 이용영향을 파악하기 위해 1989년에 조사를 실시하였다. 등산로폭, 나지노출폭 및 최대깊이는 이용강도에 따른 차이가 인정되었고, 전체 51개 조사지점에서 관찰된 훼손형태는 매우 다양하였으며, 훼손된 지점의 등산로 상태중 최대깊이와 등산로폭은 건전한 지점의 상태와 유의한 차이를 보였다. 등산로주변 토양 및 식생인자의 변화경향을 이용영향의 형태에 따라 구분하여 파악할 수 있었고 등산로주변부에 미치는 이용영향은 약 15m에 이르는 것으로 생각된다. 야영장의 훼손은 심각하여 피해도 5등급의 비율이 약 36%이었고 3등급이상인 지역도 약 69%에 달하였다. 야영장에서의 이용활동이 수목의 직경생장을 크게 저해하는 것으로 나타났으며, 종구성의 이질화를 극심하게 진행시키고 있었다. 야영장의 이용강도의 차이나 이용영향의 범위를 파악하는데 적합한 토양 및 식생인자들을 확인할 수 있었으며, 이용간섭의 영향범위는 약 50m이었다. 야영행위에 대한 내성수종은 물푸레나무, 개웃나무, 노린재나무, 국수나무 등이었다.

ABSTRACT

Use impacts to trail and campground deteriorations and their changes of natural environment were studied in Mt. Kaya National Park in 1989. The entire width, bare width and maximum depth of trail as the trail condition were significantly greater on the more heavily used trail. Deteriorations of trail which were surveyed at the total of 51 were significantly different from those of non-deteriorated points. The changes of soil and

¹ 접수 11월 30일 Received on Nov. 30, 1989.

² 대구대학교 농과대학 College of Agriculture, Taegu Univ., Kyongsan, Korea.

³ 호남대학 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Kwangju, Korea.

⁴ 서울대학교 대학원 Graduate School, Seoul National Univ., Suwon, Korea.

vegetation of trailsides were not found at a uniform tendency but could be more clearly grouped by the types of user's disturbance, and use impact on trailside had reached 15m inside of forest. Percentage of area for Class 5 in campsite was about 36% and about 69% of campsite area was more severe than Class 3. Recreational activities retarded the diameter growth of trees in campsite and accelerated the different composition of species. Soil and vegetative factors adapted to understand the difference of use amount and the realm of use impact could be sorted. The realm influenced by user's disturbance was about 50m from the core of campsite. *Fraxinus rhynchophylla*, *Rhus trichocarpa*, *Symplocos chinensis* for. *pilosa* and *Stephanandra incisa* were considered as the tolerant species to user's impact.

서 론

가야산 국립공원은 1972년 10월 13일 국립공원으로 지정된 이래, 구역경계가 수차 변경되어 1989년 현재 총면적 57.81km²로서 경남 합천군과 기창군, 경북 성주군과 규릉군에 걸쳐 있다. 소백산맥의 지맥인 대덕산의 줄기가 동으로 뻗어 이룬 가야산(1,430m)은 영남의 명산으로 부근의 두리봉, 남산, 단지봉, 이상봉, 남산제일봉 등 1,000m 이상의 거봉들과 이어져 병풍모양의 장엄한 산세를 이루고 있으며, 그 가운데를 흐르는 가야천의 홍류동계곡의 절경을 비롯한 사철의 수려한 경관은 '조선팔경'의 하나로 이름난 곳이다. 또한 국립공원 중앙부에 위치한 해인사는 해동제일의 법보종찰로서 국보 제 52호인 대장경관고에 보관된 국보 제 32호의 팔만대장경을 비롯 12개의 암자와 많은 문화재 등의 사적자원을 보유하고 있다. 따라서 인접한 대구, 부산, 전주등지는 물론 전국에서 본 지역의 자연자원 및 사적자원을 찾는 관광, 등산 또는 학습목적의 이용객들이 많이 몰리고 있으며, 1984년 88고속도로의 개통으로 접근성이 크게 개선되므로써 이용객수는 장차 꾸준히 증가할 것으로 보인다. 이미 다른 국립공원의 연구사례들^{2,3,14)}에서 이러한 이용압력의 증대로 말미암은 자연환경의 훼손 또는 악화현상이 가속화되고 있음을 보고하고 있는데 본 가야산 국립공원의 경우도 그러한 경향이 다수 관찰되고 있다. 특히, 다른 국립공원과 비교해 볼 때, 공원 중심부인 해인사주변까지 차량을 이용한 입장이 가능할 뿐 아니라 이용객의 규모가 큰 단체이용행태가 상대적으로 많기 때문에 주 등산로인 해인사에서 가야산정상까지의 구간 및 치인지구의 용문폭포서편 야영장 주변의 생태적, 물리적 훼손현상은 매우 심각한 상태에 있다.

따라서 본 연구는 가야산 국립공원 이용객의 대부분을 수용하고 있는 치인지구를 중심으로한 등산로 및 야영장에서의 물리적인 훼손실태와 주변토양 및 식생환경의 변화상태를 규명하고자 하며, 또한 이들 시설의

보수, 복구 및 관리방안의 수립에 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

연구방법

1. 조사지선정

가야산국립공원은 크게 해인사를 중심으로 한 치인지구와 경북지역에 위치한 백운지구로 구분되는데 본 조사는 이용객의 대부분이 집중되고 있는 치인지구로 제한하였으며, 1989년 2월과 6월의 예비답사를 거쳐 8월과 10월에 본 조사를 실시하였다. 조사가 실시된 등산로 및 야영장의 위치를 그림 1에 나타내었다.



Figure 1. Location of survey site in Mt. Kaya National Park.

(1) 등산로

치인지구로부터 이루어지는 등산은 주로 2개노선이 선택되고 있다. 치인집단지설지구에서 남산제일봉(1,010m)을 거쳐 홍류동 또는 청량사쪽으로 하산하는 노선과, 해인사에서 대피소를 지나 가야산주봉(1,430m)에 이르는 노선이 있는데 이들 등산로의 이용자비율은 약 2:8 정도로 추산되고 있다. 본 연구에서는 이용밀도의 차이에 따른 이용영향을 비교하기 위해 집단지설지구-남산제일봉의 약 3.0km 구간 중 가야산관광호텔 신축공사장 후방 약 100m 지점에서부터 남산제일봉에 이르는 약 2.6km를 이용강도가 낮은 구간으로 선정하였으며, 해인사-가야산주봉의 약 4.5km 구간중 용담선원과의 갈림길에서 0.5km 진행한 지점으로부터 정상까지의 약 4.0km 를 이용강도가 높은 구간으로 선정하여 조사하였다.

(2) 야영장

가야산국립공원 치인지구에서 야영장으로 개방하고 있는 지역은 1개소 뿐으로 집단지설지구의 상류측에 있는 용문폭포로부터 삼정교에 이르는 도로를 따라 우측에 위치하고 있다. 도로옆을 흐르는 가야천을 중심으로 양쪽에 대소규모의 야영지들이 집합되어 있는데 그 중 일부지역은 비교적 집단적인 피크닉 또는 야영행위가 과도하게 집중되고 있고 간혹 여러대의 차량들이 진입하여 주차하는 등 야영장의 확산이 계속되고 있다. 본 야영장조사는 용문폭포 상부의 구름다리에서 삼정교까지의 도로 우측에 형성된 야영장 전체를 대상으로 하였다.

2. 조사방법 및 분석

(1) 등산로조사

등산로의 훼손상태조사는 비교적 단기간의 조사를 통해 등산로 상태에 관한 개괄적이고 다양한 정보를 수집하는데 적합한 Rapid survey technique⁵⁾을 이용하여 100m 또는 150m의 일정거리마다 조사지점을 계통적으로 추출하고 각 조사지점의 등산로폭, 나지노출폭, 최대깊이, 등산로물매, 토양경도 및 지형조건 등을 측정하였다. 또한 각 지점에서 나타난 훼손형태, 즉 분기현상, 종침식, 뿌리노출, 암석노출, 노퍽 확대, 측면 붕괴 등의 여부를 조사하고 시설 또는 보수사항을 기록하였다. 주변토양 및 식생환경의 변화상태를 조사하기 위해 각 조사구간의 기점으로부터 약 0.5~1km마다

belt transect를 설치하되 등산로주변의 지형조건 및 이용자의 행태 등을 고려하였으며 belt는 등산로경계부로부터 임내방향으로 폭 10m, 길이 5m의 소조사구를 6개씩 배치하였다. 각 소조사구마다 수관층별로 매목조사를 실시하고 야마나카식 토양경도계와 soil pH meter로 토양경도지수 및 토양산도를 측정하였으며 지표하 10~20 cm 부근의 토양시료를 약 300g씩 채취하였다.

(2) 야영장조사

야영장의 훼손상태를 조사하기위해 먼저 평판측량을 통해 야영장의 경계를 확인하고 Frissell²⁰⁾의 Condition rating class를 기준으로 구분하였다. 야영장의 이용행위가 야영장내 임목생장에 미치는 영향을 파악하고자 이용이 집중되고 있는 야영지역 및 부근의 무피해지로부터 각각 10주씩의 소나무를 임의선정하여 생장추로 목편을 채취한 후 최근 5년간 및 이전 5년간의 직경생장량(PAI)을 각각 측정, 비교하였다. 또한 거리에 따른 이용영향의 연속적인 변화를 조사하기 위해 이용밀도가 비교적 높은 2개의 야영지역에 대해 주황동구역으로부터 산정방향의 임내에 이르는 폭 10m의 belt transect를 100m길이로 설치하고 각 10m씩의 구간에 대해 등산로조사와 같은 방법으로 식생조사와 토양경도 및 토양산도를 측정하고 분석용 토양시료를 채취하였다.

(3) 분석

채취한 토양시료는 실험실로 가져와 Dry oven에서 건조시켜 토양함수량을 계산하였고 토양경도는 측정된 경도지수를 평균하여 단위면적당 저항치로 환산하였다. 식생조사자료는 수관층별 종간의 상대적 우열을 통합 비교하기 위해 각 수종의 흉고단면적 또는 수관점유면적을 이용한 상대피도 및 상대밀도를 계산하고 상대우점치(importance value)를 산정하였으며, 종구성의 다양한 정도를 분석하기 위한 종다양도(species diversity), 균재도(evenness)와 식물군집간 종구성상 유사성을 비교하기 위한 유사도지수(similarity index) 및 식물상이도계수(florigenic dissimilarity coefficient)¹⁶⁾를 산출하여 이용에 따른 식생환경의 변화를 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 등산로의 물리적 훼손

치인집단지설지구에서 남산제일봉까지의 이용강도가 낮은 구간에서 추출된 26개 지점과 해인사에서 가야산

정상까지의 이용강도가 높은 구간에서 추출된 25개 지점 등 가야산국립공원 등산로의 총 51개 조사지점에

대해 등산로상태를 조사한 결과, 그 개황은 표 1과 같다.

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

Trail name	Amount of use	N	Trail width ¹	Bare width ¹	Maximum depth ¹	Trail slope	Soil hardness
		 m			%	kg/cm ²
1(Namsan)	Light	26	2.2	1.4	0.18	17.7	54.1
2(Haein)	Heavy	25	3.6	2.9	0.28	20.9	52.6
	Total	51	2.9	2.1	0.23	19.3	53.4

1 : Significant at p=0.01, using the difference-of-means test.

가야산 국립공원 등산로의 평균노퍽은 2.9m, 평균나지폭은 2.1m이고 평균최대깊이는 23cm정도로 나타났으며, 평균물매 및 토양경도는 각각 19.3%, 53.4kg/cm²이었다. 이 결과를 치악산국립공원²⁾의 경우와 비교할때 등산로물매는 치악산의 11.5%보다 높은 값을 보여 가야산의 등산로가 전반적으로 가파른 것으로 나타났으나 평균노퍽과 나지폭은 치악산의 2.5m, 2.1m와 비슷한 상태를 보인다. 그러나 대구시의 팔공산자연공원에서 권¹⁾이 조사한 등산로폭 1.5m, 나지폭 1.0m와는 큰 차이를 보여 가야산 및 치악산등의 국립공원에서의 이용형태가 보다 과도하게 영향을 미치는 것으로 추측된다. 표 1에 나타난 이들 인자들의 크기는 등산로 주변의 입지적 특성이나 이용자의 이용행태 및 이용량 등의 영향을 표현하는 것으로^{10,18,22)} 본 연구에서도 등산로폭, 나지노출폭 및 최대깊이 등은 이용강도에 따른 차이가 인정되어 이용강도가 높은 해인사-가야산구간(해인노선)이 이용강도가 낮은 치인집단지구-남산제일봉구간(남산노선)보다 훨씬 큰 값을 보이고 있다. 이는

해인노선에 있어 이용량이나 일시이용자의 규모가 남산노선에 비해 큰 것이 주원인이겠으나 권¹⁾이 지적한 바와 같이 해인노선이 가야산을 중심으로 등·하산이 거의 함께 이루어지는 집중형임에 비해 남산노선이 남산제일봉을 정점으로 홍류동 또는 청량사쪽과 연결되어 등·하산중 하나가 선택되는 경우가 많은 소위 순환형 또는 분산형의 특성을 지녀 등산로의 이용자 과밀현상이 감소됨에도 기인하는 바가 클 것으로 판단되며, 향후 자연공원 등산로망의 신설 또는 확충계획의 수립에 참고가 될 수 있으리라 생각된다. 한편 등산로의 최대깊이는 등산로물매의 영향이 상당히 작용한다는 보고^{2,15)}를 바탕으로 회귀식을 추정한 결과, 특히 해인노선에서 다음과 같은 유의한 관계를 확인하였다.

$$\text{Maximum depth(cm)} = 13.7 + 0.703 \text{ slope}(\%), (R^2 = 0.35, F = 12.18^{**})$$

즉, 등산로물매가 최대깊이의 변동량의 35%정도 설명할 수 있는 것으로 나타나 최대깊이에 대한 등산로물매의 영향이 인정되었다.

Table 2. Trail conditions in relation to physical deterioration types of trail.

Deterioration type	N	Trail width	Bare width	Maximum depth ¹	Trail slope ¹	Soil hardness
	(%) m			%	kg/cm ²
Rock-exposed	30(59)*	3.22	2.40	0.27 ³	22.5 ³	44.8
Deepning	22(43)	3.16	2.37	0.32 ³	27.0 ³	42.2
Root-exposed	19(37)	2.97	2.25	0.24 ³	24.4 ³	52.4
Widening	10(20)	4.26 ²	3.18 ²	0.26 ³	20.6 ³	47.3
Diverged	9(18)	3.81	2.93	0.26 ³	26.0 ³	37.5
Non-deteriorated	9(18)	2.44	1.80	0.12	6.8	59.3

* Percentages of each type to total of 51 observed points.

1 Significant at p=0.01, using the analysis of variance.

2, 3 Significant at p=0.05 and 0.01, respectively, using the difference-of-means test.

표 2에 등산로 훼손형태별 발생빈도 및 등산로상태의 차이를 나타내었다. 총 6.6km의 조사구간내 51개 조사지점의 훼손형태를 조사한 바, 3개소에서 나타난 측면봉괴를 포함하여 훼손형태는 매우 다양하였으며, 훼손되지 않은 건전한 지점은 9개소, 18%에 지나지 않아 가야산국립공원의 등산로가 전반적으로 심각하게 훼손되어 있고 등산로의 유지관리면에서 거의 방치되어 있음을 알 수 있다. 발생빈도가 가장 많은 훼손형태는 암석노출로서 30개소, 59%이며, 깊게 패어진 종침식이 22개소, 43%, 뿌리노출이 19개소, 37%의 순으로 많이 나타나, 등산로의 노면침식이 상당히 진행되었음을 시사하고 있다. 특히 이용량이 적거나 분산형인 등산로에서는 잘 나타나지 않는 노폭확대와 분기현상도 각각 20%, 18%로 나타나, 가야산 등산로에서의 이용행태가 보다 집중적이고, 등산로의 상태도 통행에 불편을 주는 훼손구간이 많다는 사실을 입증하고 있다. 따라서 일단 심각한 훼손형태가 발생되면 새로운 훼손을 유발하거나 통행장애를 초래하며 의도하지 않은 등산로 확장으로 말미암아 주변삼림에 피해를 주게 되며 이용강도와 훼손빈도간에도 일정한 경향을 갖는것은 아니란 점을 감안하여 정기적인 등산로순찰과 기록을 통해 조속하고 적절한 보수와 개선이 이뤄지도록 해야할 것이다.

훼손형태별 등산로상태도 건전한 지점의 상태와 차이

를 보이는데, 노폭확대의 경우 노폭, 나지폭, 최대깊이, 등산로물매 등에서 차이가 인정되었고, 다른 훼손형태에서도 최대깊이와 등산로물매가 건전한 상태와 유의한 차이를 보여 등산로의 노면침식이 훼손의 표징이 되고 있고 이에 등산로물매의 영향도 다소 작용하는 것으로 판단되는데 훼손형태간의 등산로상태의 차이를 분산분석한 결과도 같은 경향을 보이고 있다.

2. 등산로 주변부의 자연환경의 변화

등산로 주변의 자연환경에 대한 이용영향을 파악하기 위해 이용강도가 낮은 남산노선에서 4개, 이용강도가 높은 해인노선에서 4개, 총 8개지점에 belt transect를 설치하여 조사하였으며 각 조사지점의 입지개황은 표 3과 같다. 일반적으로 등산로주변에서의 환경변화는 이용영향을 직접 받게되나 지형조건, 등산로상태 및 주변식생형에 따라 변화정도나 경향이 다르게 나타나는데,^{3,13)} 이러한 변화경향을 보다 뚜렷이 파악하기 위해 권²⁾은 이용객의 행태와 영향이 삼림에 가해지는 형태에 따라 점감형, 집중형, 분산형, 무피해형으로 구분하여 조사하는 방법을 제안하였다.

남산 1 및 3은 무피해형으로 등산로상태가 양호하고

Table 3. Site conditions of belt transects along the trail.

Belt no.	Distance	Elevation	Aspect	Slope	Crown cover			Mean height			Dominant tree
					Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	
Namsan	m	m		% % %			
1	0	580	SE	32	70	80	50	9.0	5.5	1.2	Pine
2	800	650	E	35	60	70	40	9.0	4.5	1.0	Oak
3	1,200	780	W	60	70	80	90	12.0	5.0	1.0	Oak
4	1,430	860	NW	20	80	70	50	10.0	4.0	0.7	Pine
Haerin											
1	250	650	SE	27	60	80	40	16.0	6.0	0.9	Oak
2	700	720	SE	17	80	40	50	16.0	4.5	0.8	Pine
3	1,800	940	S	43	40	50	60	18.0	8.0	1.2	Pine
4	3,120	1,100	SE	4	30	70	80	6.0	3.5	1.0	Oak

인접사면의 경사가 급하거나 조릿대등의 하층수목이 번성해 출입이 곤란하여 이용영향을 거의 받지 않은 곳이고, 남산 2는 임내 집중형으로 15~20m에 텐트설치 흔적이 나타나며, 해인 3은 등산로가 가파른곳으로 경계 부 집중형으로 짐작된다. 남산 4 및 해인 1, 2는 점감형으로 사면경사가 완만하여 임내로의 진입이 용이하고

주변에 휴식이 빈번히 이루어진 흔적이 발견되는 곳이며, 해인 4는 분산형으로 사면경사도 완만한 뿐아니라 상층임관도 소한 편이며 정상 가까이 위치한 곳으로 불편한 등산로를 피해 통행하는 이용자들에 의해 분기 현상이 2~3개 나타나 있다. 각 조사지점에서의 등산로 경계부로부터 임내방향으로의 토양 및 식생환경인자의

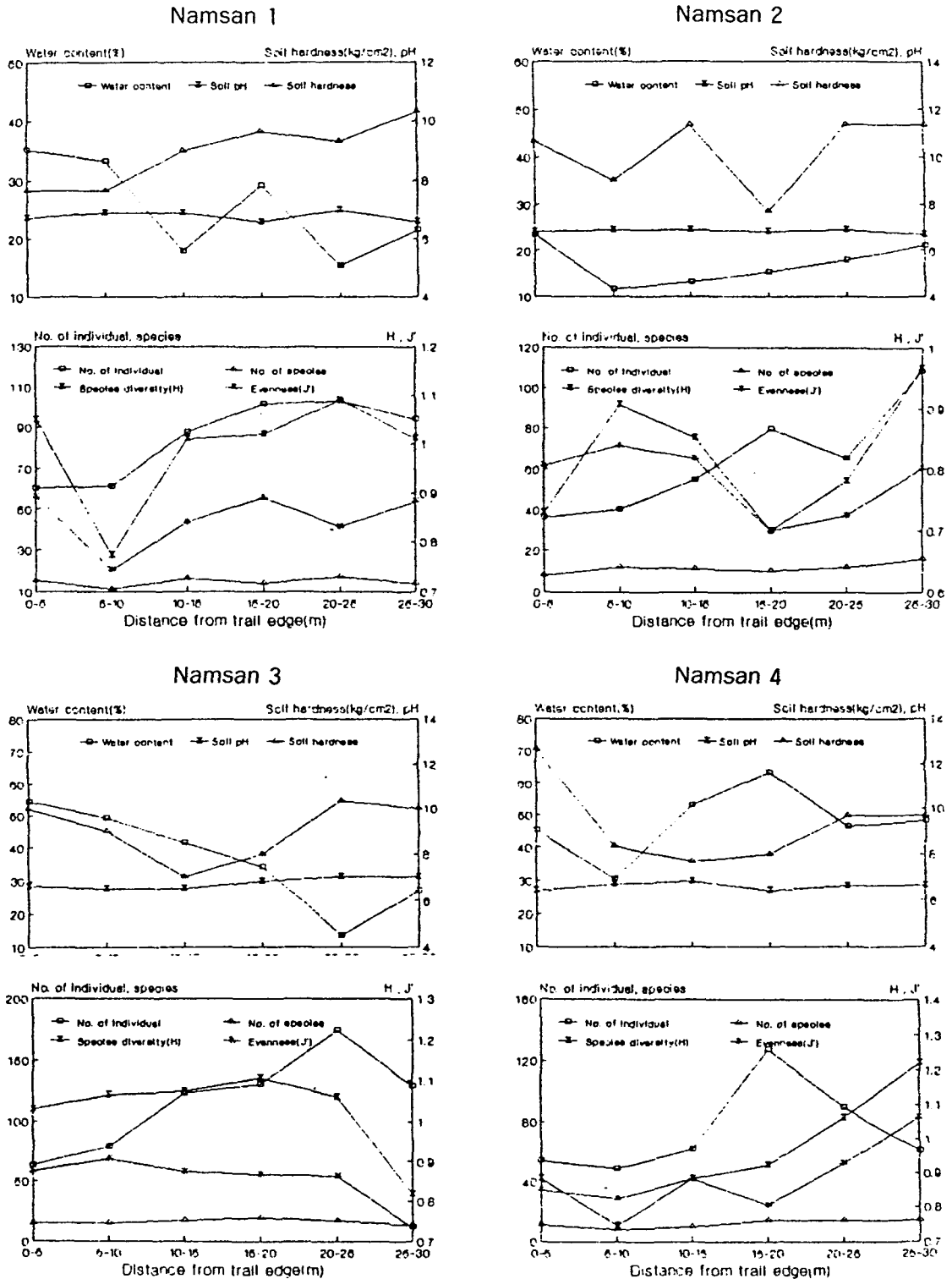
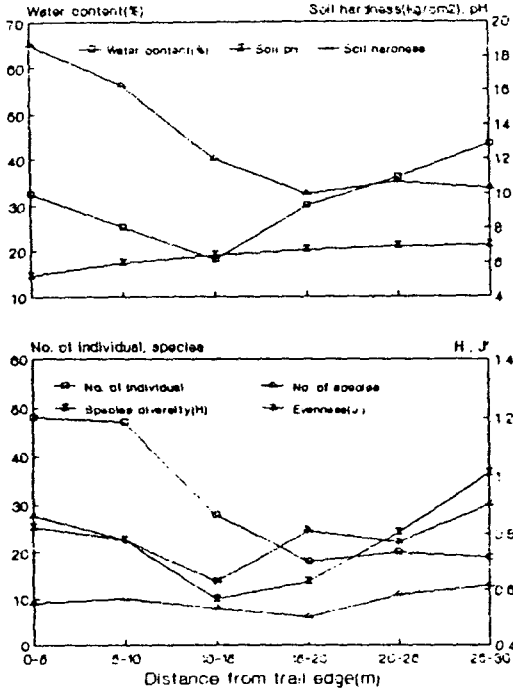
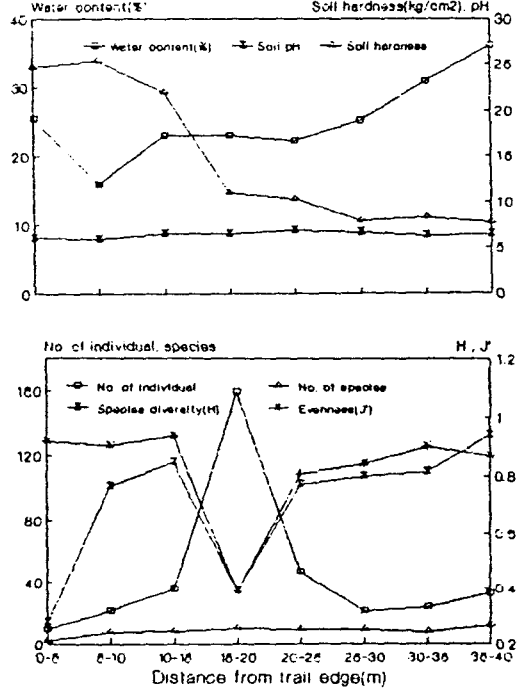


Figure 2. Change of soil properties and ecological diversity from trail edge to forest.

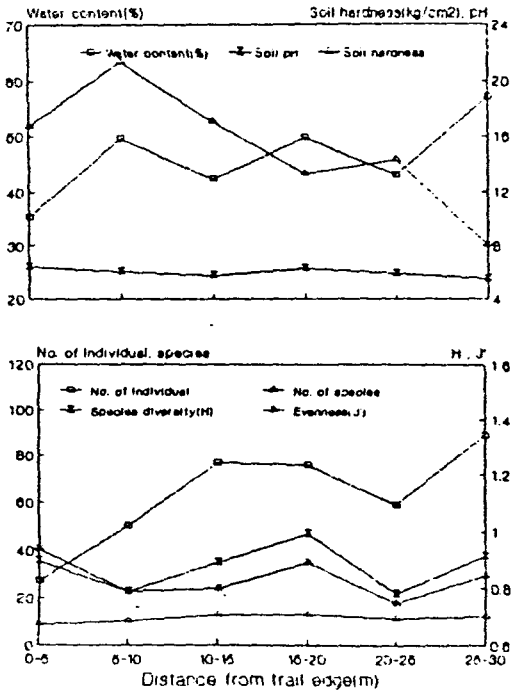
Haein 1



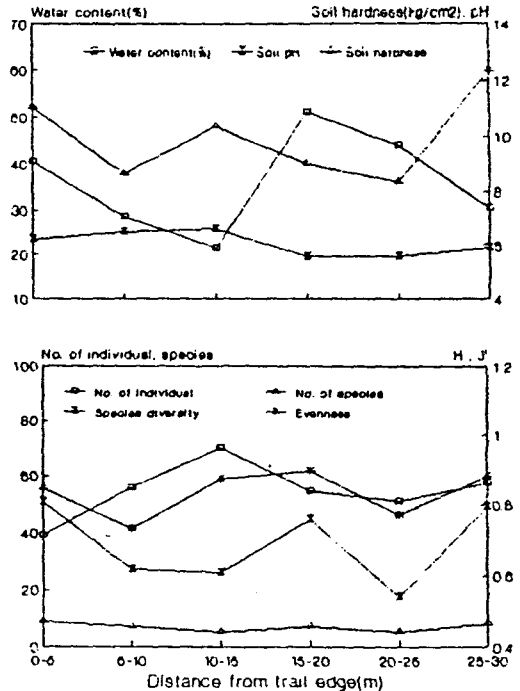
Haein 2



Haein 4



Haein 6



(Figure 2. Continued.)

변화를 그림 2에 나타내었다.

토양의 물리적성질의 변화에 있어서 토양함수량은 무피해형인 남산 1 및 3에서 임내로 갈수록 대체로 감소하고 있으나 점감형에서는 5~15m 지점까지 감소하다 약간 증가 경향을 보이며 다른 조사지에서는 증감을 반복하면서 그 경향이 뚜렷하지 않았다. 토양pH는 감소경향을 나타내는 경계부 집중형인 해인 3을 제외하고 변화가 크지 않았으며 남산노선이 해인노선보다 변화정도가 작았다. 토양경도는 일정거리까지 감소하다 안정 또는 약간의 증가경향을 보이는데 점감형의 경우 이러한 경향이 더욱 뚜렷하며 대개 15~20m전후까지 크게 감소하는 것으로 나타나 이용영향의 범위를 대체로 파악할 수 있었다. 경계부 집중형인 해인 3의 경우는 5~10m까지 다소 높은 값을 보이다가 계속 감소하여 주변부가 이용영향을 많이 받고 있음을 보여준다. 한편 이용강도가 높은 해인노선이 남산노선보다 토양경도가 전체적으로 크게 나타나 이용강도의 영향이 인정된다.

식생환경의 변화에 있어서는 무피해형의 경우 개체수는 20~25m까지 증가한 후 감소하고 종다양도 및 균재도는 20~25m까지 비교적 안정된 모습을 보이다가 이후 감소하고 있는데, 남산 1에서 5~10m에서 급격한 감소현상이 나타난 것은 이곳에 과거에 파둔 배수도랑이 지나고 있기 때문으로 생각된다. 집중형인 남산 2 및 해인 3에서는 개체수는 대체로 증가하고 있고 종다양도와 균재도는 다소 기복을 보이나 이용영향이 집중되는 남산 2의 15~20m, 해인 3의 5~10m지점을 제외하면 대체로 안정된 경향을 나타내었다. 점감형에서는 각 조사지점마다 다소 다른 경향들이 나타나는데 이는 조사지의 식생형이나 입지조건 변화등이 상이한 데서 기인하는 것 같다. 남산 4의 경우 15~20m까지 완만하던 사면경사가 이후 급하게 변화하기 때문에 이 지점의

개체수가 많이 나타났으나 종다양도와 균재도는 점차 증가하고 있으며 15~20m에서부터 증가경향이 급격해지고 있다. 해인 1의 경우는 개체수가 10m이후 감소하여 15~20m에서 안정되는 경향을 보이는데 이는 임내의 일부에 과거 낙엽송이 조림되어 있었고 하층식생도 대단히 미약하게 발달되어 있기 때문이라 생각되며 종다양도 및 균재도는 이용간섭에 의해 감소하다가 20m전후에서 회복되는 증가경향을 나타내었다. 해인 2는 등산로에 5m이상의 노폭확대가 발생하고 등·하산시의 휴식이 빈번히 이루어지고 있는데 15~25m지점에 미역줄나무가 번성하고 있는 사실을 제외하면 대체로 큰 변화가 없었다. 해인 4의 경우 임내로 약 10m, 20m 거리에 통행은 적으나 경사가 완만하여 분기된 등산로가 확인되는 곳으로 개체수, 종다양도, 균재도는 증감의 기복이 심하여 이용간섭이 임내에 분산되고 있음을 보여주고 있다. 이상을 종합해 볼 때, 등산로의 이용간섭이 주변토양 및 식생에 미치는 영향정도는 일정하지 않으나 경계부 집중형이나 점감형을 기준으로 할 때 영향범위는 대체로 15m전후에 이르는 것으로 판단된다.

3. 야영장 훼손 및 수목생장에 미치는 영향

치인지구의 야영장은 용문폭포 상류부의 구름다리 부근이 주로 이용되었으나 최근 북서쪽 상류의 삼정교 부근까지 계곡을 따라 이용면적이 확대되고 있다(그림 3). 본 연구에서는 이 지역에 산재된 야영지를 모두 포함하여 조사대상으로 하였다. 야영지역을 경계측량한 결과 표 4에서와 같이 총면적 21,420m²에서 하처저으며

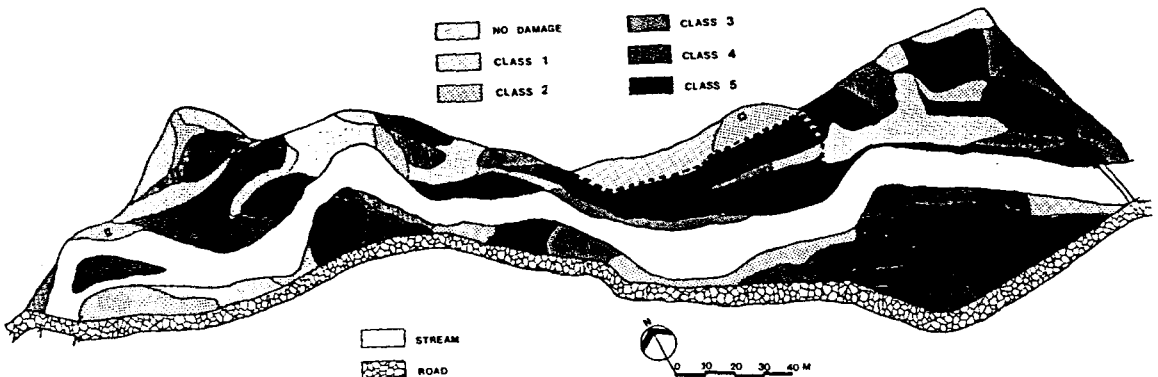


Figure 3. Condition rating classes of campsite in Chiin district of Mt. Kaya National Park.

적을 제외한 야영장면적은 15,790m²로 규모가 매우 큰 편이었으며 대부분 소나무 또는 소나무와 참나무류가 혼효되어 상층임관을 이루고 있다. Frissell²⁰⁾의 환경피해도 등급을 기준으로 야영객의 이용에 따른 야영장 파괴정도를 그림 3과 같이 구분한 결과를 표 4에 나타내었다. 야영장 면적에 대한 피해도 등급별 비율을 보면 1-5등급지가 각각 15.8%, 12.6%, 13.1%, 20.3%, 35.5%로서 5등급지가 가장 높았고 주활동구역을 중심으로 분포되어 있었다. 피해도 4,5등급의 경우, 표면침

Table 4. Areas and their percentages by condition rating class of campsite.

	Area (m ²)	Percentage (%)
Campsite	15,790	
No-damage	422	2.7
Class 1	2,496	15.8
Class 2	1,989	12.6
Class 3	2,671	13.1
Class 4	3,212	20.3
Class 5	5,600	35.5
Stream	5,630	
Total	21,420	

식이 이미 진행되고 있고 근계노출이나 수목고사현상이 나타나는 곳으로 인위적인 복구없이 자연회복이 불가능하고, 피해도 3등급도 부식층은 드물게 존재하나 대부분 지피식생이 없어 자연적인 식생회복이 곤란하다는 점을 감안하면 자연회복이 어려운 지역은 야영장면적의 약 69%, 10,883m²에 이르고 있다. 이러한 결과는 북한산국립공원내 전체야영장 평균인 73.0%⁶⁾, 치악산국립공원 구룡사지구 야영장의 85.1%²⁰⁾에 비해 다소 낮은 값을 가지나, 본 조사가 최근 이용되고 있는 상류부를 포함시켰고 다른 지역의 결과와 비교할 때 5등급지의 비율이 대단히 높다는 점에서 훼손상태가 심각한 것으로 판단된다. 팔공산자연공원의 수수골야영장의 경우 나지화된 후 약 20년의 회복기간에도 불구하고 약 45%의 회복곤란지역이 잔존하고 있다는 권¹⁾의 보고와 관련시켜 볼 때 적절한 대책이 요망되며, 또한 공휴일이나 여름철의 이용객 집중현상이 심화되는 추세로 미루어 최근 확장되고 있는 야영지의 훼손강도가 추가적인 야영면적의 확산이 더욱 가속화될 전망임을 고려한다면 대단히 시급한 문제로 인식되어야 할 것이다.

한편 야영장에서의 이용압력은 수목의 성장에도 영향을 미치는데 본 야영장의 주활동구역과 부근 삼림내에

생육하는 소나무 각 10주씩을 선정하여 흉고직경 성장량을 비교한 결과를 표 5에 나타내었다. 성장량은

Table 5. Comparison of DBH increment(PAI) for *Pinus densiflora* between campsite and forest.

	Campsite	Forest	
No. of sample tree	10	10	
Mean DBH(cm)	38.7	29.4	
PAI(cm / year)			
1980-1984	0.097	0.260	p=0.00**
1985-1989	0.090	0.227	p=0.00**
	p=0.55	p=0.53	

1985년을 전후한 2개의 5년간 정기평균성장량(PAI)을 이용하였다. 조사목의 평균흉고직경은 야영지 소나무가 38.7cm로서 삼림내의 29.4cm보다 크게 나타났다. 동일지역내의 1985년을 전후한 5년간 성장량을 비교해 보면 양 지역 모두 최근 5년간의 성장량이 과거 5년간보다 다소 적으나 유의성은 인정되지 않았다. 반면에 야영행위의 유무에 따라 양 지역간을 비교할 때 야영장소나무의 최근 5년간의 직경 성장량은 0.09 cm/년으로 이용영향을 받지 않은 삼림내의 소나무 0.227 cm/년과는 고도의 유의차를 보여 야영장내 소나무의 직경 성장에 대한 야영행위의 영향이 인정되며, 1985년 이전 5년간의 직경성장량도 야영장에서 0.097cm/년으로 삼림내의 0.26cm/년과 큰 차이를 보여 최소한 10년 전부터 이미 야영장의 주활동구역에서 생육하는 소나무들이 야영장내의 이용활동으로 직경생장이 크게 저해되고 있었음을 추측할 수 있다.

4. 야영장 주변부의 자연환경의 변화

야영장 이용행위에 의한 야영장 주변환경의 변화정도나 영향범위는 이용기간, 이용자수 및 이용행태 등에 따라 달라지는데^{10,19)} 야영장에서 활동이 주로 이루어지는 2개의 구역에서 임내방향으로 각각의 belt transect를 설치하여 토양특성 및 식생구조의 변화를 조사한 결과를 그림 4에 나타내었다. 야영지 1은 야영지 2의 서편, 즉 야영장의 중앙부에 위치하고 있고, transect의 기점으로부터 25~30m지점에 임내로의 출입을 통제하기 위한 철책이 설치되어 있으며 부근에 간이 화장실이 세워져 있다. 상층임관은 줄참나무를 비롯한 활엽수로 구성되어 있다. 야영지 2는 도로에서 구름다리를

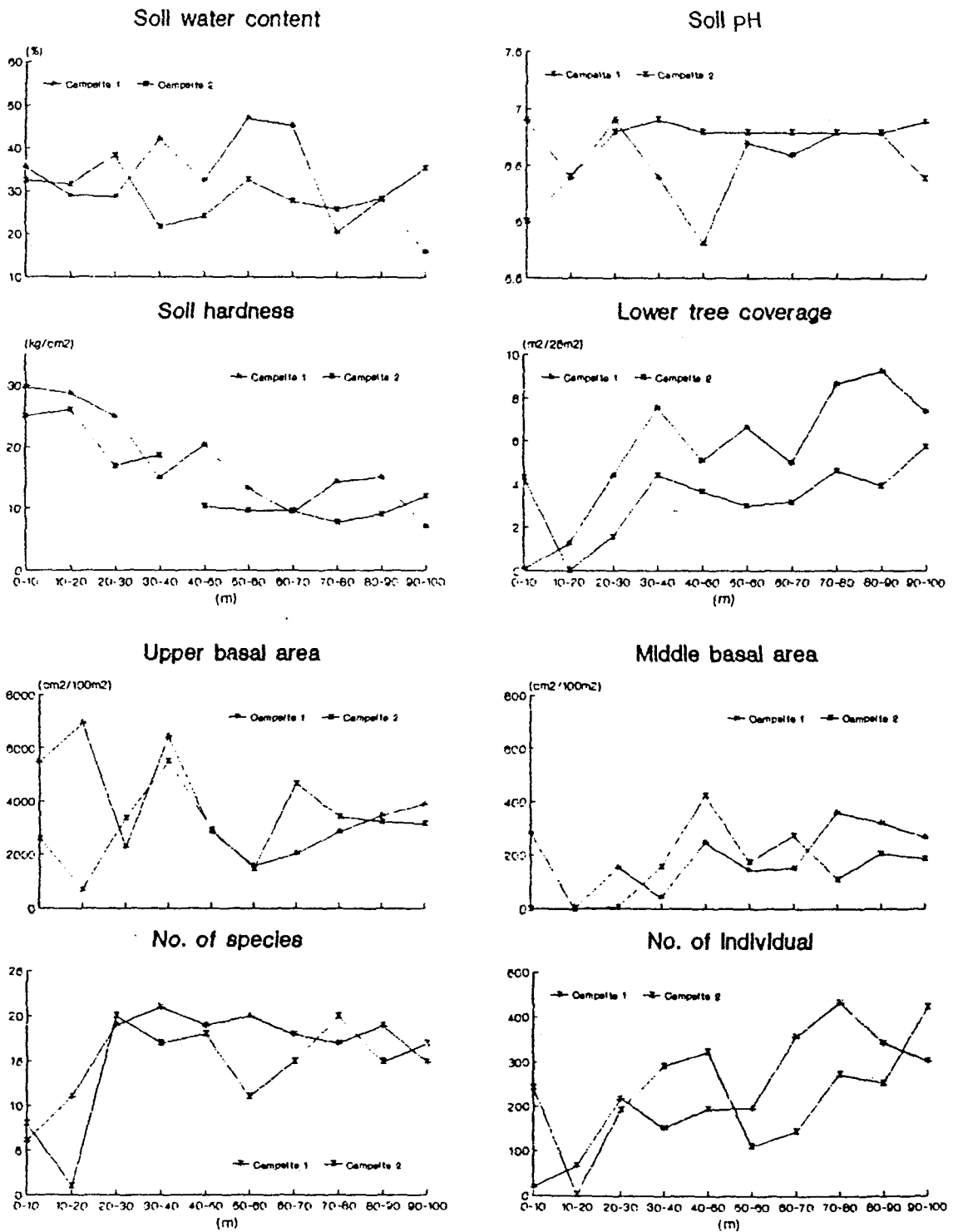
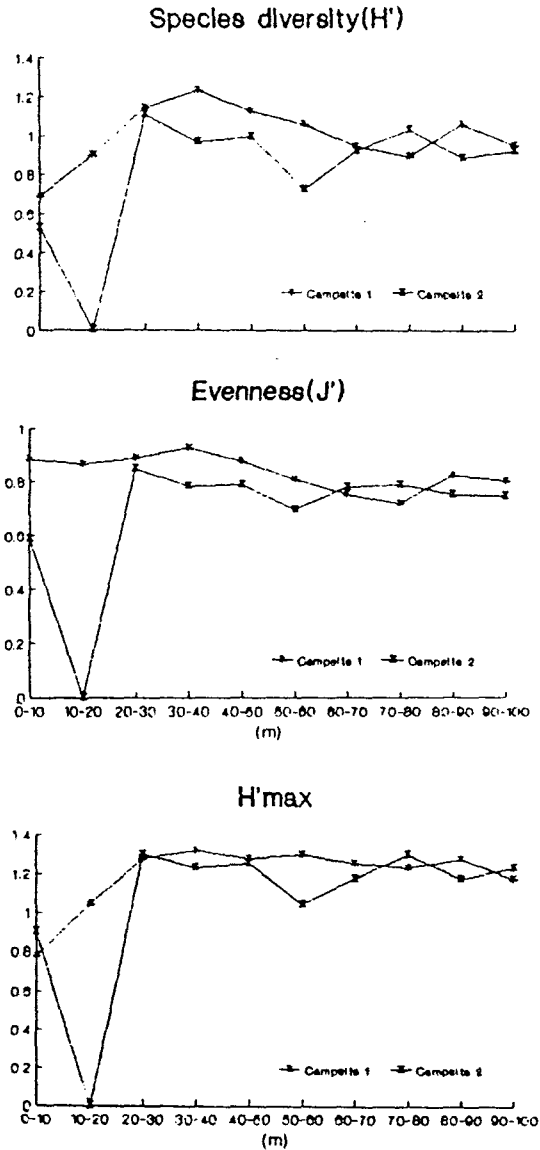


Figure 4. Changes of soil properties and ecological diversity from the campsite to forest.



(Figure 4. Continued.)

건너 북쪽에 위치하며 이용객의 활동이 임내 곳곳에 분산되어 이루어지던 것이 점차 확대되면서 생겨난 곳으로 면적은 넓으나 하층관목림이 산재되어 있으며 비교적 정리가 덜 된 상태로 야영장 경계부와의 구분도 뚜렷하지 않은 편이다.

토양함수량은 거리에 따른 증감이 심하여 그 변화 경향이 뚜렷하지 않았다. 토양pH는 야영지 2의 경우 약 30m까지 증가한 후 거의 안정된 상태를 보임에 비해, 야영지 1은 야영활동이 이루어지는 범위에서는 기복

이 있으나 50m이후부터 거의 안정되고 있다. 토양경도는 야영객의 답압에 의해 증가를 보이는 것으로 야영장의 이용강도나 이용범위를 잘 나타내는 인자이다. 야영장으로부터 멀어짐에 따라 감소하는 경향이 뚜렷하며 야영지 1의 토양경도가 야영지 2에 비해 전체적으로 다소 높은 것으로 나타나 이용강도가 더 큼을 알 수 있다. 하층수관의 피복면적도 거리에 따른 증가현상이 뚜렷이 나타나는데 30~40m를 전후하여 증가경향이 다소 둔화되고 있으며 야영지 1이 야영지 2보다 높은 값을 보였다. 이러한 토양경도나 하층수관의 피복면적 등은 치악산 국립공원²⁾에서도 나타난 바와 같이 이용강도의 차이를 잘 나타내는 인자로 생각된다. 종수, 종다양도, 최대 종다양도, 균제도의 경우 변화경향이 유사한데 대체로 30~40m 까지 급격하게 증가하다가 이후 안정 내지 약간의 감소경향을 보이고 있다. 야영지 2의 경우 50~60m 지점에서 나타나는 일시적인 감소현상은 이 지역에서의 야영행위에 따라 집중적인 이용간섭이 있음을 보여 준다. 이러한 현상은 개체수의 변화에 있어서도 나타나고 있다. 이러한 종수, 개체수, 종다양도, 균제도 등은 야영장에서의 이용영향의 범위를 파악하는 수단이 될 것으로 생각된다. 이상의 결과를 종합할 때, 가야산국립공원 야영장에서의 자연환경의 변화는 철책 등으로 이용을 통제된 야영지 1의 경우에 주황동구역으로부터 약 30~40m(철책으로부터 10~15m), 야영지 2의 경우 50~60m까지 이용영향을 받고 있는 것으로 판단된다. 이용간섭의 영향범위에 관한 이러한 결과는 지리산 화엄사지구 야영장³⁾의 100m, 내장산 피크닉장소⁴⁾의 70m 및 북한산국립공원⁵⁾의 100m 등에 비해 낮은 값이나 치악산 구룡사지구 야영장²⁾의 40~50m보다 다소 높은 것으로 야영장의 형태와 규모 및 이용밀도 등의 조건에 따라 달라질 것으로 생각된다.

야영지 1 및 2 지역의 belt transect내 조사구간의 유사도지수 및 식물상이도계수를 그림 5와 6에 나타내었다. 유사도지수는 야영지 1에서 2.3~75.2%의 큰 차이를 보이고 있는데 비해 야영지 2는 35.8~81.2% 정도로 조사구간의 차이가 비교적 적었다. 연속된 동일군집에서의 유사도지수는 80%이상⁶⁾이고 20%미만일 때는 완전히 이질적⁶⁾임을 고려하면 야영장과 삼림내부간의 종구성 상태가 대단히 이질적이며 야영행위에 따른 인위적 간섭이 수종분포에 많은 교란을 가하고 있는 것으로 판단된다. 한편, 식물상이도계수는 답압 등의 인위적 간섭행위에 민감한 하층수목의 종구성차이를 나타낸 것인데 야영지 1에서 40.1~100%이었고 야영지 2에서는 31.6~98.6%로 나타났다. 식물상이도계수가 0%이면 종구성에 변화가 전혀 없고, 100%일때는 완전히 이질적⁶⁾이며 25%를 초과하면 식생파괴로 인해 이질

(m)										
0~10		67.1	74.1	94.0	52.9	73.8	65.3	89.1	99.7	100.0
10~20	14.7		66.7	89.8	58.5	66.4	66.5	85.8	76.1	98.7
20~30	9.8	61.3		80.8	50.2	44.3	61.5	79.6	80.6	91.4
30~40	44.9	15.8	22.3		64.8	71.0	76.6	67.0	86.6	72.1
40~50	58.1	14.4	23.0	69.0		57.3	40.1	61.5	77.2	76.5
50~60	54.1	25.7	34.2	70.9	75.2		61.8	58.9	83.6	75.8
60~70	30.5	46.3	52.2	32.5	42.6	53.9		44.5	57.5	83.7
70~80	43.2	35.1	43.2	46.5	54.6	66.2	74.0		63.7	71.8
80~90	54.1	12.5	19.5	63.2	72.6	70.5	45.6	56.1		86.3
90~100	35.2	2.3	10.0	52.7	54.4	54.2	15.1	30.8	58.5	
	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100(m)

Figure 5. Similarity indices and floristic dissimilarity coefficients between each plot on campsite 1.

(m)										
0~10		50.0	75.9	80.2	57.1	94.0	99.8	93.7	99.1	98.6
10~20	75.0		50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
20~30	49.9	44.6		85.8	77.4	85.7	94.2	83.8	93.4	93.4
30~40	43.2	35.8	49.6		68.6	91.7	89.6	88.4	86.8	83.8
40~50	57.0	47.3	55.6	77.0		82.7	86.6	80.3	88.3	83.3
50~60	37.1	36.0	42.4	53.3	54.8		37.1	41.2	33.8	43.0
60~70	41.9	41.3	55.4	60.0	64.9	70.9		46.2	38.0	47.1
70~80	43.9	42.7	54.0	59.6	67.6	63.2	74.5		31.6	44.8
80~90	48.4	46.2	53.7	62.4	71.8	64.0	76.4	81.2		38.5
90~100	50.9	50.0	50.6	56.4	65.9	63.0	68.8	74.9	79.6	
	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100(m)

Figure 6. Similarity indices and floristic dissimilarity coefficients between each plot on campsite 2.

화가 진행되는 것¹⁰⁾으로 볼 때 하층수종의 종조성 역시 이용간섭에 의해 교란이 심하게 이루어지고 있으며 야영장경계내부는 80%이상의 극단적인 이질화가 진행되었음을 알 수 있다. 이들 유사도지수 및 식물상이도계수를 근거로한 야영장의 이용영향범위도 야영지 1에서 대체로 40m, 야영지 2에서 50m정도에 이르는 것으로 나타났다.

표 6 및 7 은 몇몇 하층수종의 상대우점치의 거리에 따른 변화를 나타낸 것이다. 이 상대우점치의 변화를 기준으로 답압등 야영객의 이용행위에 대한 내성수종을 구분한 바, 대체로 내성이 강한 수종은 물푸레나무,

개울나무, 노린재나무, 국수나무 등이었고 약한 수종은 개암나무, 생강나무, 쇠물푸레나무, 철쭉 등이었으며 조록싸리, 쪽동백 등은 주변부수종으로 판단된다.

인용문헌

1. 권태호, 1989. 팔공산지역에서의 등산로 및 야영장 이용이 자연환경에 미치는 영향. 한국조경학회지 17(3):(투고중).
2. 권태호, 오구균, 권영선. 1988. 치악산국립공원의

Table 6. Changes of importance value of lower layer of woody species from campsite to forest on campsite 1.

Species	1-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100m
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	38.10		3.26	2.29	3.90	3.22				
<i>Rhus trichocarpa</i>		5.75	9.19	2.29	10.64					1.57
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		20.92	8.19	6.72	3.32	6.77		1.05	4.28	1.50
<i>Quercus serrata</i>			1.64	10.39	7.79	21.65	13.20	19.01	7.02	14.00
<i>Styrax obassia</i>			3.03	16.48	2.92	4.66	5.44	8.06	0.84	3.81
<i>Fraxinus sieboldiana</i>			13.09	2.08	6.02		3.65		7.39	5.80
<i>Lindera obtusiloba</i>			1.64				4.46	1.45	11.34	
<i>Lespedeza maximowiczii</i>			9.13		13.00		28.49	44.56	25.91	
<i>Rhododendron mucronulatum</i>				9.69	7.69			4.53		19.33
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>				2.49	3.32	10.67	2.36	2.90		

Table 7. Changes of importance value of lower layer of woody species from campsite to forest on campsite 2.

Species	1-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100m
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	41.44			4.61	24.06				1.11	4.75
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	12.07		14.26		5.78	6.66	3.51	7.07		
<i>Stephanandra incisa</i>	1.19		1.44							
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	3.13		1.77							
<i>Quercus serrata</i>			2.42	4.12	9.84	10.60		6.03	11.79	10.60
<i>Styrax obassia</i>			8.80	4.82	19.33	6.15	5.08	1.67		3.33
<i>Rhus trichocarpa</i>			1.44	6.54	0.93			4.84		
<i>Staphylea bumalda</i>			1.44	21.66						
<i>Fraxinus sieboldiana</i>				4.10	4.01		11.15	4.42	13.85	17.17
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>						76.89	81.59	44.37	51.47	37.95

등산로 및 야영장 훼손과 주변토양 및 식생환경의 변화. 응용생태연구 2(1):50-65.

3. 오구균, 권태호, 전용준. 1987. 북한산국립공원의 등산로 훼손과 주변식생변화. 응용생태연구 1(1): 35-45.
4. 이경재. 1987. 내장산국립공원 내장산지구의 자연보전관리대책에 관한 연구. 서울시립대학교 조경학과. 120쪽.
5. 이경재, 안준수. 1986. 금오산지역에서의 레크레이션 행위가 토양 및 식생에 미치는 영향. 한국임학회지 74:37-46.
6. 이경재, 김준선, 우종서. 1987. 북한산국립공원의 토양 및 식생에 대한 이용영향 및 심리적 수용력의 추정. 응용생태연구 1(1):46-65.
7. 임양재. 1978. 식물군락의 주변효과에 관한 연구. 중대논문집 22집:73-82.
8. 조현길, 이경재, 오구균. 1987. 야영행위가 식생

및 토양에 미치는 영향에 관한 연구. 지리산국립공원 화엄사지구 야영장을 대상으로. 한국조경학회지 27:21-31.

9. Bayfield, N.G. 1973. Use and deterioration of some scottish hill paths. J. Appl. Ecol. 10:635-644.
10. Bratton, S.P., M.G. Hickler and J.H. Graves. 1977. Trail and campground erosion survey for Great Smoky Mountains National Park. Manage. Rep. 16. Nat'l Park Serv., Southeast Reg., 661 p.
11. Bratton, S.P., M.G. Hickler and J.H. Graves. 1979. Trail erosion patterns in Great Smoky Mountains National Park. Environ. Manage. 3:431-445.
12. Bryan, R.B. 1977. The influence of soil properties on degradation of mountain hiking trails at

- Grovelsjon. Geograf. Ann. 59A(1-2):49-65.
13. Cole, D.N. 1978. Estimating the susceptibility of wildland vegetation to trailside alteration. *J. Appl. Ecol.* 15:281-286.
 14. Cole, D.N. 1982. Wilderness campsite impacts : effect of amount of use. USDA For. Serv. INT-284, 34p.
 15. Cole, D.N. 1983a. Assessing and monitoring backcountry trail conditions. USDA For. Serv. Res. INT-303, 10p.
 16. Cole, D.N. 1983b. Campsite conditions in the Bob Marshall Wilderness, Montana. USDA For. Serv. Res. Pap. INT-312, 18p.
 17. Cox, G.W. 1972. *Laboratory manual of general ecology*. Wm. C. Brown Co. Publ., Iowa, 232p.
 18. Dale, D. and T. Weaver. 1974. Trampling effects on vegetation of the trail corridors of north Rocky Mountain Forests. *J. Appl. Ecol.* 11:767-772.
 19. Echelberger, H.E. 1971. Vegetative changes at Adirondack campgrounds. 1964 to 1969. USDA For. Serv. Res. Note NE-142, 8p.
 20. Frissell, S.S. 1978. Judging recreation impacts on wilderness campsites. *J. For.* 76:481-483.
 21. Frissell, S.S. and D.P. Duncan. 1965. Campsite Preference and deterioration in the Quetico-Superior Canoe Country. *J. For.* 63:256-260.
 22. Helgath, S.F. 1975. Trail deterioration in the Selway-Bitterroot Wilderness. USDA For. Serv. Res. Note INT-193, 15p.
 23. James, T.D.W., D.W. Smith, E.E. Mackintosh, M.K. Hoffman and P. Monti. 1979. Effects of camping recreation on soil, jack pine, and understory vegetation in a northwestern Ontario park. *Forest Science* 25(2):333-349.
 24. Liddle, M.J. and P. Greig-Smith. 1975. A survey of tracks and paths in a sand dune ecosystem. I. Soils. *J. Appl. Ecol.* 12:893-907.
 25. Whittaker, R.H. 1970. *Communities and ecosystems*. The Macmillan Co., Collier-Macmillan Ltd., London, 162p.