

팔공산 자연공원에서의 등산로 및 야영장 이용이 자연환경에 미치는 영향

권 태 호

대구대학교 농과대학 임학과 교수

Use Impacts of Trail and Campsite on Natural Environments in Mt. Palgong Natural Park

Kwon Tae Ho

Prof., Dept. of Forestry, College of Agriculture, Taegu Univ.

SUMMARY

Trail and campground deteriorations and their environmental changes of soil and vegetation were studied in Tonghwa-Sa district of Mt. Palgong Natural Park through 1988 into 1989.

The results are summarized as follows :

1. The bare width of trail as one of the trail condition factor was significantly greater on the more heavily used trail. Deterioration types of trail which had higher frequency for a total of 45 observations were rock exposure(42%), trail deepening(40%) and root exposure(18%) in the high order. And also sound type on which the trail was not deteriorated at all amounted to 33% of all observations.

2. Ecological changes of soil and vegetation of trailsides were not found at a uniform tendency except that soil hardness was slightly decreased from trail edge to the forest, but they could be grouped by the type of user's behavior and site conditions. Use impacts on the natural environment of trailside in Mt. Palgong are still far from the severe harmfulness.

3. Worse damages to campground condition were appeared in Bawi gol than Susu gol campsite. Types of mechanically damaged trees were tree with exposed root(63%), scared tree(43%), mutilated tree(30%) and felled tree in highly frequent order. And diameter increments of trees in campsites were oppressed by the campers.

4. Tree damage types and their frequencies could be basic as a means of which grasp the bounds of user's impacts. User's disturbance on campsite extended to the distance of 70~90m from the core of campsite at Pawi-gol and 20~30m at Susu-gol respectively. As the tolerant trees to use impact, *Lespedeza maximowiczii*, *Rhus trichocarpa*, *Acer palmatum*, *Rubus crataegifolius* and *Celastrus orbiculatus* were considered.

* 1989년 10월 26일 접수된 논문임.

* 1988년도 문교부 학술연구조성비에 의한 논문임.

I. 서론

최근의 경제발전에 따른 생활수준의 향상은 국민의 야외 레크레이션수요를 크게 증대시켜 국, 도립 공원을 중심으로 한 자연공원을 찾는 이용자의 수가 급격히 늘어나는 추세를 보이고 있다. 이와 함께 이용행태도 다양화되면서 자연공원의 생태계 및 환경자원의 훼손현상이 매우 심화되고 있다. 자연을 대상으로 한 레크레이션욕구의 충족과정에서 자연자원의 훼손은 필연적이라 할 수 있으나 과도한 이용이 장기간 계속되게 되면 생태계의 자연회복이 거의 불가능해 짐을 생각할 때, 자연자원을 보존하면서 이용자의 만족도를 유지시킬 수 있는 관리기술은 대단히 중요하며, 특히 우리나라의 실정에서는 더욱 절실한 과제로서 적절한 해결방안이 시급히 요청되고 있다.

본 연구의 대상이 되는 팔공산자연공원지역은 비로봉(1,192m)을 중심으로 수려한 경관자원과 많은 문화재 등 사적자원을 보유한 곳이며, 그 면적이 122.08㎞²로서 1980년 5월 13일 도립공원으로 지정되었다가 1981년 7월 1일 대구직할시의 승격에 따라 동서를 잇는 주능선을 경계로 하여 대구직할시의 팔공산자연공원과 경북의 팔공산도립공원으로 분할되었다. 이와 함께 대중교통 수단의 확충 등에 의한 대구 방면으로 부터의 접근성이 개선되면서 대구직할시 이용객이 급증하여 공원이용은 1982년 이후 연평균 약 39%의 급격한 증가추세를 나타냈으며 1985년에는 이용객수가 연간 약 340만명(대구시 280만명)에 이르고 있다. 최근 순환도로의 개설, 진입로 확장 및 위락시설의 조성등에 의한 공원이용 및 편의시설의 확충으로 이용객의 증가가 더욱 두드러질 것으로 예상된다.

따라서 본 연구는 대구직할시에 인접한 팔공산자연공원을 대상지로 하여 이용과 자원간의 상충이 이루어지고 있는 자연공원에서 이용강도의 차이 혹은 이용통제여부에 따른 등산로 및 야영장의 훼손 정도와 그 주변부의 토양 및 식생환경의 변화상태를 구명하고 또한 차후 환경변화에 대한 지속적 연구의 기초자료를 얻고자 실시되었다.

II. 연구방법

1. 조사지선정

팔공산지역은 진입로를 기준으로 대구 경북지역을 포함하여 9개지구로 나뉘어지고 이중 대구시의 팔공산자연공원구역은 동화사, 파계사 및 갖바위의

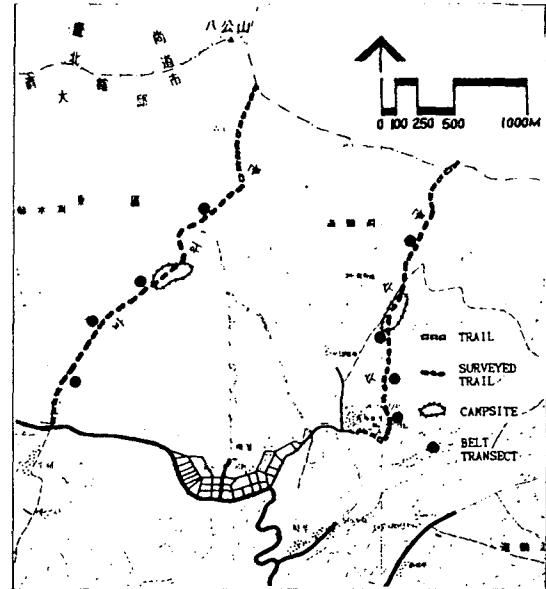


Figure 1. Location map of survey site in Tonghwa-Sa district of Mt. Palgong Natural Park.

3개지구로 크게 구분된다(경상북도 1980, 대구시 1982). 또한 팔공산자연공원 이용객의 약 60% 이상이 동화사지구에 집중되고 있다(경상북도 1986).

따라서 본 조사는 팔공산 자연공원내 3개지구중 이용객이 가장 많은 동화사지구를 대상으로하여 지형, 임상, 방위 등의 입지조건이 유사한, 야영장을 포함하는 2개의 등산로를 선정할 후 이용밀도에 차이를 보이는 바위골 및 수수골지역의 등산로와 야영장을 중심으로 1988~1989년에 걸쳐 실시되었다. 조사가 실시된 등산로 및 야영장의 위치는 그림 1과 같다.

(1) 바위골지역

바위골등산로는 수태골저수지로부터 계곡 우측으로 진입하여 암벽훈련장, 폭포 등을 지나 동봉에 이르는 약 3.2km의 구간으로서 계곡의 수량이 비교적 많고 주변식생의 경관도 양호할 뿐아니라 팔공산 정상으로 가깝게 접근할 수 있기 때문에 이용객이 몰리고 있다. 본 연구에서는 진입부인 저수지 주변의 포장된 일부와 능선부의 일부구간을 제외한 약 2.5km를 '이용밀도가 높은' 등산로의 조사구간으로 하였다. 그리고 바위골등산로 주변에 형성되어 있는 야영장은 계곡부를 따라 분산된 소규모 야영지가 다수 있으나 비교적 집단적인 야영행위가 이루어지는 지역은 진입부로부터 약 1.3km 지점에 위치한 야영장이 1개소 뿐이다. 따라서 이 지역은 '이용밀도가 높은' 야영장조사지로 선정하였다.

(2) 수수골지역

수수골등산로는 동화사의 뒷편으로 난 계곡주변을 따라 오르면서 수수골야영장을 지나 능선부에 이르는 구간으로 길이는 약 2.7km가 된다. 수수골야영장까지는 진입부로부터 약 1.4km 떨어져 있으며 야영장 주변에는 산악인들의 추모비가 여럿 세워져 있다. 이 수수골등산로는 과거 이용객이 상당히 많았던 것으로 추정되나 약 15~20년 전부터 동화사 측에서 상수원 확보를 위해 일부구간의 통행을 통제하고 있어 전문산악인을 제외하고는 이용객이 그리 많지 않은 실정이다. 본 연구에서는 수수골지역의 진입부 및 능선부의 일부를 제외한 약 2.0km 구간의 등산로와 수수골야영장을 '이용밀도가 낮은, 또는 이용이 통제된' 조사대상지로 선정하였다.

2. 연구방법

(1) 등산로조사

등산로의 훼손상태를 조사하는 방법에는 여러가지가 있으나 비교적 짧은 조사기간을 통해 개괄적이고도 다양한 등산로 상태에 관한 정보를 수집하는데 적합한 rapid survey technique(Cole 1983a)을 이용하였다. 등산로 전 조사구간에 대해 매 100m마다 조사지점을 계통 추출하고 각 조사지점의 등산로폭, 나지노출폭, 최대침식깊이, 등산로물매, 토양경도 등을 측정하였다. 또한 각 조사지점에서 나타난 훼손의 형태, 즉 분기현상, 종침식, 측면붕괴, 뿌리노출, 암석노출, 암설발생, 노폭확대 등의 여부를 조사하고 시설 또는 보수내용을 기록하였다. 주변토양 및 식생환경의 변화상태를 조사하기 위해 각구간의 기점으로부터 등산로주변의 지형조건 및 이용객의 행태를 고려하여 약 0.5km 간격마다 조사지점을 선정하여 belt transect법으로 조사하였다. 즉 등산로 경계부로부터 임내방향으로 폭 10m, 길이 5m의 소조사구를 6개씩 연속적으로 배치하여 소조사구마다 수관층위별로 매목조사와 함께 토양경도를 측정하고 분석용 토양시료를 10~20cm 깊이에서 약 500g씩 채취하였다.

(2) 야영장조사

임상, 수계 및 등산로 등에 의해 차단 내지 구분되는 야영장의 경계를 따라 콤파스측량을 실시하고 면적을 산출하였다. 야영장의 훼손상태는 Frissell(1978)의 환경피해도등급(condition rating class)을 기준으로 구분하였다. 특히 이용강도가 높은 바위골야영장에 있어서는 상층 임관을 이루고 있는 소나무 60주에 대해 물리적 수목 훼손상태를 가지손상목, 수간상처목, 절단목 및 뿌리노출목으로 구

분하여 각 훼손형태별 피해목수를 조사하였으며, 야영장의 이용이 야영장내 수목생장에 미치는 영향을 알아보기 위해 야영장내 및 부근의 무피해지로부터 각각 8주씩의 소나무를 임의 추출하고 생장추진도 측정 후 매 5년간의 직경생장량을 측정, 비교하였다. 또한, 거리에 따른 이용영향의 연속적인 변화를 조사하기 위하여 야영장의 중앙으로부터 산정방향의 비야영지에 이르는 폭 10m의 belt transect를 90m 길이로 설치하고 각 10m씩의 구간에 대해 등산로조사와 같은 방법으로 식생조사와 상·중층목에 대한 물리적 훼손상태를 조사하였으며, 토양경도측정 및 분석용 토양시료를 채취하였다.

(3) 분석방법

채취된 토양시료는 실험실로 운반하여 일주일 풍건한 후 토양함수량, 유기물함량, 토양산도 등을 분석하였으며, 토양경도는 야마나카식 토양경도계로 측정된 경도지수를 평균하여 단위면적당 저항치로 환산하였다.

식생조사자료는 임관층별 종간의 상대적 우열을 통합적으로 비교하기 위해 수종의 상대피도 및 상대밀도를 계산하고 상대우점치를 산정하였으며, 종구성의 다양한 정도를 분석하기 위해 종다양도, 균재도 및 식물군집간 종구성상 유사성을 비교하기 위해 Whittaker(1970)의 유사도지수 및 Cole(1983b)의 식물상이도계수를 산출하여 이용에 따른 식생환경의 변화를 비교하였다.

수집된 자료들의 분석과 계산은 IBM-PC 및 대구대학교 VAX-11/750 computer로 SPSS 및 MINITAB을 이용하여 처리하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 등산로의 물리적 훼손상태

팔공산자연공원 동화사지구에서 이용강도가 높은(heavy used) 바위골등산로의 25개 지점과 이용강도가 낮은(light-used) 수수골등산로의 20개 지점 등 계통적으로 추출된 총 45개 조사지점으로부터 측정된 등산로상태의 개황을 표 1에 나타내었다.

팔공산자연공원 등산로의 평균노폭은 1.5m, 평균나지폭은 1.0m이고 평균최대깊이는 17cm 정도로 나타났다. 등산로 전체구간의 평균물매 및 토양경도는 각각 17.8%, 69.6kg/cm²이었다. 이러한 인자들은 등산로의 상태를 표현하는데 일반적으로 이용되고 있는 것으로 등산로 주변의 입지적인 특성이나 이용객의 이용행태 및 이용량 등의 영향으로 말미

Table 1. Trail conditions in relation to amount of use

Amount of use	N	Trail width (m)	Bare* width (m)	Maximum depth (m)	Trail slope (%)	Soil hardness (kg/cm ²)
Heavy (Bawi-gol)	25	1.6	1.2	0.18	19.0	84.1
Light (Susu-gol)	20	1.4	0.8	0.16	16.4	51.5
Mean	45	1.5	1.0	0.17	17.8	69.6

NOTE : * means being significant at p=0.05

앞 그 크기에 변화를 보이게 된다(Bratton et al 1979, Dale and Weaver 1974, Helgath 1975, 권 등 1988).

본 연구의 결과를 치악산국립공원 이용객의 대부분이 집중되고 있는 구룡교-비로봉구간에서 조사한 권 등(1988)의 보고와 비교하면, 최대깊이에서는 큰 차이를 보이지 않으나, 치악산의 평균노퍽 및 나지폭 2.5m, 2.1m에 비해 매우 낮은 값을 보이고 있다. 그 이유는 팔공산자연공원의 전체이용객수는 치악산국립공원의 5~6배에 이르지만 자연, 문화, 경관 등 이용객을 위한 유인자원이 다양하여 실제 등산이나 피크닉을 목적으로 한 이용자 비율이 대단히 낮다는 점과, 치악산의 등산로망이 비로봉을 중심으로 한 집중형인데 비해 팔공산의 경우 주능선을 기준으로 동서로 여러개 배치된 분산형인 특성으로 아직은 등산로상의 이용객 과밀현상이 거의 없다는 점에서 찾을 수 있다. 그리고 등산로의 물매, 토양경도에서는 다소 큰 값을 나타내고 있다.

또한 이용강도에 따른 등산로상태는 등산로폭, 최대깊이, 등산로물매, 토양경도 등의 경우 다소 차이는 있으나 유의성을 나타나지 않았으며, 나지노출폭은 이용강도의 영향이 인정되어 이용량이 많은 노선일수록 나지노출이 넓게 이루어짐을 보여주고 있다. Cole(1983a)은 등산로폭 및 나지폭은 이용강도에 따른 유의차가 인정되나 최대깊이에서는 차이가 없었다고 하였고, 등산로폭은 이용량과 높은 상관을 가지나 깊이는 일정한 경향을 갖지 않는다는 Bayfield(1973), Dale and Weaver(1974)의 보고와 권 등(1988)의 결과를 종합할 때 나지노출폭은 등산로 상태의 이용에 따른 변화를 파악하는 가장 기본적인 인자라고 생각된다. 표 2에 등산로의 훼손 형태별 발생빈도 및 등산로 상태를 나타내었다. 등산로 이용으로 말미암아 발생하는 훼손의 종류는 다양한 형태로 나타나는데 바위굴등산로 2.5km 및 수수골등산로 2.0km의 총 4.5km의 조사구간(45개 조

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

Deterioration Type	N (%)	Trail width (m)	Bare* width (m)	Maximum depth (m)	Trail slope (%)	Soil hardness (kg/cm ²)
Root-exposed	8(18)	1.9*	1.3	0.21*	16.1	70.9
Rock-exposed	19(42)	1.6*	1.1*	0.20**	23.0	45.8
Deepening	18(40)	1.8**	1.4**	0.27**	21.6	87.4
Non-deteriorated	15(33)	1.2	0.7	0.10	12.8	60.7

NOTE : Numbers in parenthesis represent the percentages of each type to total of 45 observed points.

* and ** mean being significant at p=0.05 and 0.01, respectively.

사지점)에서 훼손형태를 조사한 바 1~2개소에서만 나타나는 분기, 붕괴현상을 제외할 때 뿌리노출, 암석노출, 중침식의 3가지로서 훼손의 종류는 다양하지 않은 편이었다.

발생빈도가 가장 많은 암석노출은 19개소 41%에 이르며, 뿌리노출은 8개소 18%로서 팔공산자연공원 등산로에서의 지표면침식이 상당히 진행되고 있음을 알 수 있으며, 특히 뿌리노출현상은 수수골에서 가장 많이 나타나 이 구간이 과거에 많이 이용되었던 사실을 짐작할 수 있다. 또한 최대깊이가 20cm 이상 패어진 중침식도 18개소, 40%로 높은 빈도를 보이는데 이러한 형태가 주로 진입부-야영장 사이에서 발생하고 있는 것으로 보아 팔공산자연공원 이용객의 활동이 주로 등산로의 하부 구간(입구에서 약 1.5km)에 집중되는 것으로 판단되며 이용객의 담압정도를 내포하는 토양경도가 다른 훼손형태에서 보다 크다는 점도 이러한 가능성을 지지하고 있다. 반면 훼손이 발생하지 않은 건전한 지점은 15개소, 33%이었다. 그리고 1개소에서 여러형태의 훼손이 함께 나타나고 있는 경우가 많은 것은 동일원인에 의한 동시 발생적인 종류도 있었으나 어떤 훼손이 발생하면 통행성이 불편하게 됨으로써 새로운 형태의 훼손을 초래하기 때문이다. 훼손의 종류와 훼손율을 고려할 때 비록 팔공산의 경우 아직은 전반적인 상태가 우려할 정도는 아니라 하더라도 이용강도와 등산로에서의 훼손빈도 간에는 관련성을 갖지 않으며(Bryan 1977, Helgath 1975), 이용이 적은 등산로에서 훼손이 심각한 문제일 수 있다(Bratton et al 1979, 권 등 1988)는 점을 생각하여 이용강도는 크지 않다 하더라도 일단 발생된 훼손부분에 대한 정기적인 순찰을 통해 변화상태를 점검하고 정비, 보수할 필요가 있을 것이다. 훼손형태별로 등산로상태의 차이를 분산 분석한 결과 토양경도를 제외한 노퍽, 나지폭, 최대깊이 및 등산로물매는 훼손형태에 따라 유의한 차이를 나타내며, 암석노출 및

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

No.	Distance (m)	Elevation (m)	Slope (%)	Aspect	Soil texture	Crown cover(%)			Mean height(m)			Dominant tree	
						Upper	Mid	Lower	Upper	Mid	Lower		
Bawi-gol(heavy used trail)													
B 1	100	500	35	W	SL	70	40	40	6	3	1.5	Pine	
B 2	600	560	30	E	C	80	49	30	10	4	1.5	Pine	
B 3	1,100	610	55	SE	L	90	20	60	12	5	2.0	Pine	
B 4	2,100	820	50	SW	CL	80	60	40	7	3	1.5	Pine	
Susu-gol(light-used trail)													
S 1	300	500	45	S	L	80	30	40	11	3	1.5	Pine	
S 2	800	540	20	W	L	60	60	60	14	4	2.0	Pine	
S 3	1,300	630	35	SE	CL	70	50	60	13	4	2.0	Pine	
S 4	1,900	740	60	SE	L	90	60	30	13	5	2.0	Pine	

종침식의 발생은 그 지점의 노퍽, 나지퍽, 최대깊이, 등산로물매의 크기와 관련이 있으나, 뿌리노출의 발생은 나지퍽 및 등산로물매의 대소와는 무관한 것으로 파악되었다.

2. 등산로 주변의 자연환경 변화

등산로 주변부에서 나타나는 토양 및 식생환경의 변화를 파악하기 위해 바위골 등산로에서 4개(B 1~B 4), 수수골등산로에서 4개(S 1~S 4), 총 8개 지점에 belt transect를 설치하여 조사하였다. 각 조사지점의 입지조건을 표 3에 나타내었다. 표고는 약 500~800m, 경사는 25~60%로 바위골이 다소 높고, 토성은 대체로 양토 내지 식양토이다. 상층수관을 형성하는 우점종은 소나무 및 참나무류로 나타났고 상층부의 수관피복도는 60~90%로 비교적 밀한 상태이다.

조사지 B 1, S 1은 이용객의 휴식이 빈번한 곳이고, B 2 및 S 3는 특징적인 간섭행위없이 통행이 이루어지는 지점이며, B 4는 능선부에 위치하며 경사가 급하고 노퍽이 좁아 이용간섭이 관찰되고 있다. 또 B 3와 S 4는 경사가 급한 지형조건으로, S 2는 경계부에 하층수목이 밀집되어 있어 접근이 다소 곤란하여 이용간섭이 없거나 극히 적다고 판단되는 곳이다.

그림 2와 3은 각 등산로 경계부로부터 임내방향으로의 거리에 따른 토양 및 식생환경의 변화를 각 등산로의 조사지별로 나타낸 것이다.

(1) 토양특성의 변화

토양경도는 8개 조사지 모두 5~6kg/cm² 이하의 낮은 값을 보이고 있다. 진입부에서 멀리 떨어져 있는 B 4 및 S 4 조사지에서는 증감의 변화가 그리 크지 않고 일정하나, 전 조사지에 걸쳐 대체로 약간의

감소경향을 나타내며, B 1에서는 5~10m, 특히 S 1의 경우 20~25m까지 비슷한 값을 보이다 이후 급격한 감소현상을 보여 이 주변에서 등산객의 간섭행위가 다른 조사지점에 비해 비교적 넓게 이루어지고 있음을 보여주고 있다. 또 토양pH도 거리에 따른 변화가 전체적으로 거의 뚜렷하지 않거나 약한 감소경향을 보였으며 토양함수량 및 유기물함량은 변화경향이 서로 유사하였으나 조사지마다 공통된 경향을 찾을 수 없었는데 이는 지형적인 차이에서 비롯된 것으로 추측된다. 이러한 결과로 볼 때 등산로 주변토양에 대한 이용간섭의 영향은 아직 크지 않는 것으로 판단된다.

(2) 식생구조의 변화

사면의 경사가 급한 지형조건으로 임내교란이 거의 없는 조사지 S 4의 경우 임내로 가면서 개체수는 다소 증가하나 종수, 종다양도, 균재도는 거의 변화를 나타내지 않아 S 4가 무피해지로서의 안정된 상태를 나타내었으며, 소나무가 우점하는 조사지 S 2는 등산로 경계부에 하층수목이 밀집되어 있기 때문에 접근이 곤란할 것으로 예상되었으나 15m부근이 소폭의 통행으로 이용되면서 식생이 다소 파괴되어 있고, 주변에 송진을 채취한 흔적이 있어 이를 제외하면 임내로 갈수록 종수, 종다양도, 균재도의 증가 경향을 다소 인정할 수 있다.

그러나 등하산시 등산로 주변에서 여러형태의 휴식이 흔히 이루어지는 조사지 B 1에서 10~15m, S 1에서는 15~20m 구간까지 약간 감소하다가 이후 크게 증가하는 모습을 나타내고 있다. 이러한 결과는 토양경도의 변화형태와 유사한데, 토양경도, 종수 및 개체수 등의 변화 간에는 상호 관련성이 크며, 이들의 종합적인 해석을 통해 등산객의 이용간섭에 의한 영향범위를 파악하는데 유의한 것임을

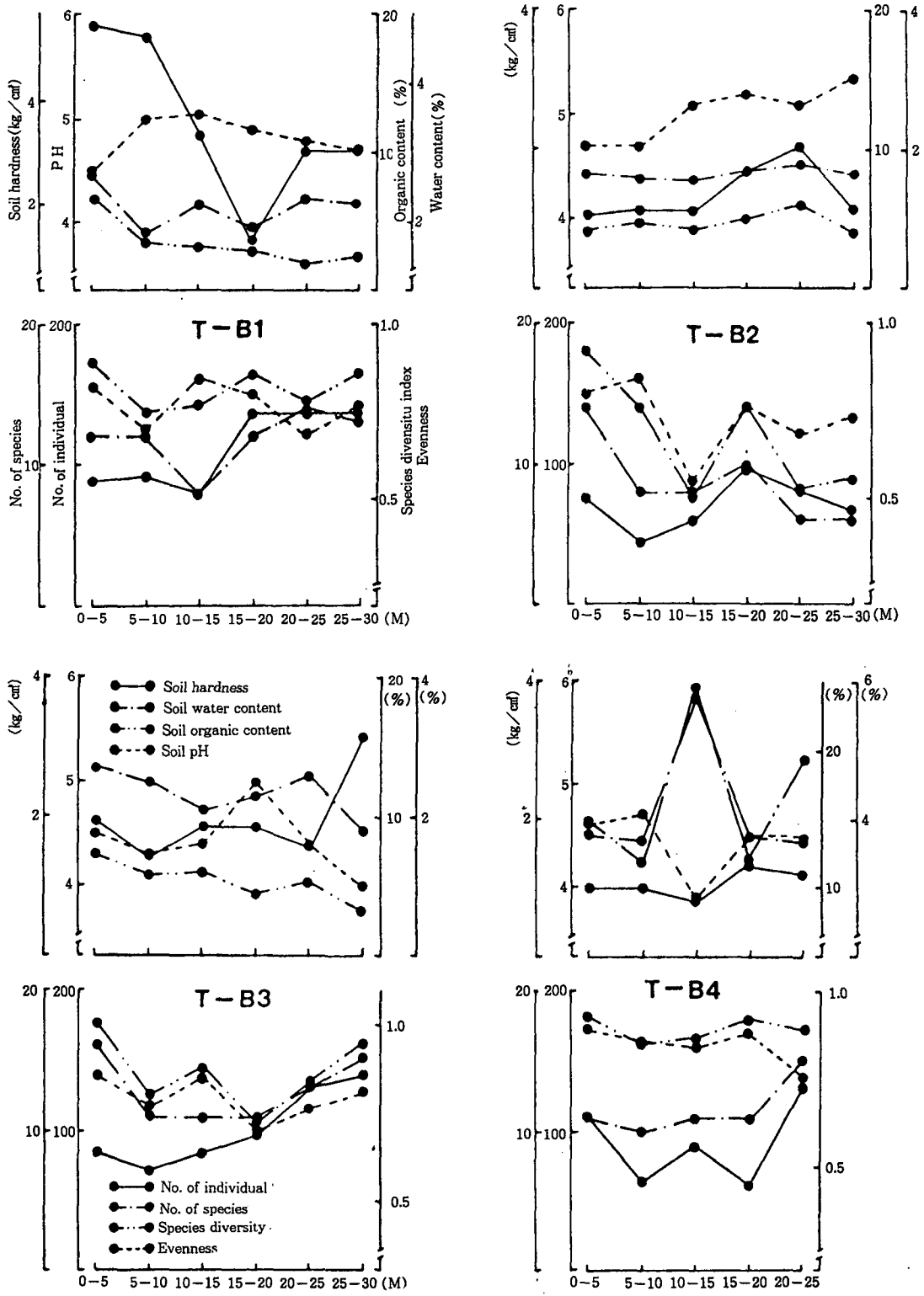


Figure 2. Changes of soil properties and ecological diversities from trail edge to forest in Bawi-gol.

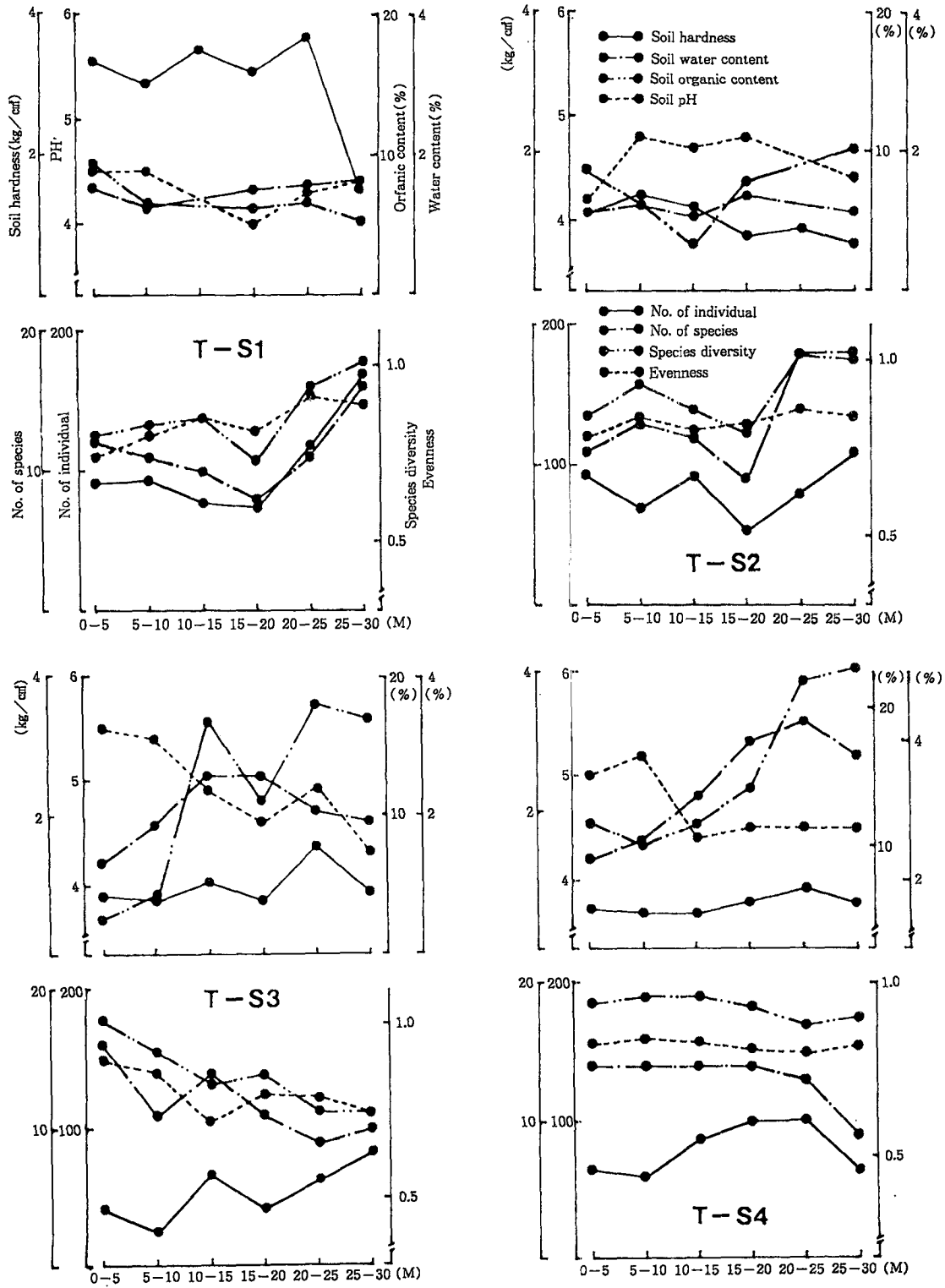


Figure 3. Changes of soil properties and ecological diversities from trail edge to forest in Susu-gol.

집작할 수 있다.

조사지 B2, B3 및 S3에서는 임내로 갈수록 개체수는 증가하고 있으나, 종수, 종다양도, 균재도 등은 5~10m까지 감소하다 대체로 안정되는 경향을 나타내고 있다. 산림주연부는 임내보다 종수, 개체수, 종다양성, 물질생산량 등이 많거나 높은 특성을 간다는 임(1978)의 보고를 참고할때 이용량의 과다 또는 적극적인 훼손 행위는 거의 없더라도 등산로 이용객의 간섭을 수반한 주연부 식생으로서의 특징을 나타내는 것이라 생각된다.

조사지 B4는 등하산시 수목에 의지하거나 임내 출입 등의 간섭이 관찰되나 지피식생 및 낙엽층이 잘 발달되어 있고 이용량도 많지 않아 경계부에서의 개체수의 감소경향만 뚜렷하게 나타나고 있다.

3. 야영장 훼손상태

(1) 야영장 훼손

조사가 수행된 바위골 및 수수골 야영장의 면적은 각각 2,520㎡ 및 1,530㎡이었는데(표 4, 그림 4), 바위골지역은 소나무가 상층임관을 이루고 있고 평균수고는 13m에 이르며 중층 및 하층식생은 거의 없는 나지가 넓게 드러나 있다. 수수골지역은 소나무, 신갈나무, 졸참나무가 혼효되어 상층임관을 구성하며 평균수고는 11m 정도이고 주활동구역에는 수목이 전혀 존재하지않는 나지와 그 주변으로 초본류가 산생하고 있다.

야영객의 이용에 따른 야영장 파괴 정도를 Frissell의 환경피해도 등급에 따라 구분한 결과, 야영장 전체면적에 대한 피해도 등급별 비율을 보면 이용강도가 높은 바위골 야영장에서 피해도 1등급 지역은 없었고 피해도 2~5등급지가 각각 8.2%, 16.1%, 63.4%

4% 및 12.3% 이었으며, 수수골야영장에서는 피해도 1등급 지역이 4.7%로 나타나며, 피해도 2~5등급지는 각각 21.2%, 11.8%, 21.6% 및 11.1%로 나타나 바위골야영장의 파괴정도가 훨씬 심함을 알 수 있다. 피해도 4, 5등급인 경우 이미 토양침식이 진행되고 있어 인위적인 복구대책이 없으면 자연회복이 불가능하며, 피해도 3등급도 대부분 지피식생이 없고 부식층은 드물게 존재하지만 역시 자연적인 회복은 기대하기 어렵다는 점을 감안하면 자연적인 회복이 곤란한 지역이 바위골야영장 전체면적의 91.8%, 2,313㎡, 수수골야영장이 44.5%, 681㎡에 이르며, 특히 바위골야영장의 경우 야영장자체가 심각하게 훼손되어 있음을 뜻한다. 이러한 결과는 북한산국립공원중 피해가 가장 극심한 인수산장지역의 84.7%(이 등 1987), 치악산국립공원 구룡사지구 야영장의 85.1%(권 등 1988) 등에 비해 훨씬 높으며, 현재의 피해규모는 작다고 하더라도 이용객의 증가

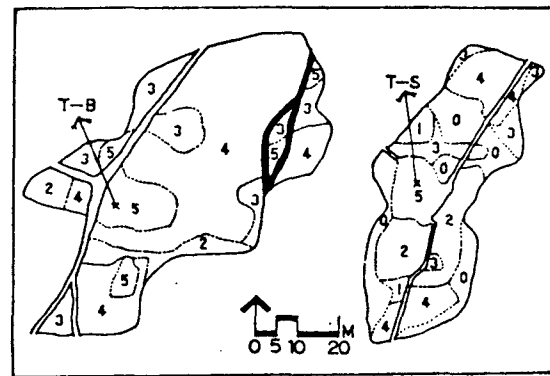


Figure 4. Condition rating classes of Bawi-gol(left) and Susu-gol(right) campsites in Mt. Palgong Natural Park.

Table 4. Percentages of campsite condition rating classes in Mt. Palgong Natural park.

Condition class	Criteria	Bawi-gol campsite		Susu-gol campsite	
		Area	Percent	Area	Percent
		㎡	%	㎡	%
0	No impact	-	-	453	29.6
1	Ground vegetation flattened but not permanently injured	-	-	72	4.7
2	Ground vegetation worn away around fireplace or center of activity.	207	8.2	324	21.2
3	Ground vegetation lost on most of the site, but humus and litter still present in all but a few areas.	405	16.1	181	11.8
4	Bare mineral soil widespread. Tree roots exposed on the surface	1,597	63.4	330	21.6
5	Soil erosion obvious. Trees reduced in vigor or dead.	311	12.3	170	11.1
	Total	2,520		1,530	

추세와 함께, 여름철 야영객 집중시기에 야영장의 수용규모가 작기 때문에 주변삼림으로의 무분별한 야영장 확산현상이 빈번히 관찰되고 있는 현실에 비추어 볼 때 적절한 관리대책이 요망된다. 이러한 요청은 통행이 일부 통제되므로서 오랜기간 이용이 적었던 수수골 야영장이 이용강도가 크게 감소되면서 과거의 과밀이용으로 인한 훼손결과가 회복되는 과정에 있다고 간주할 수 있으리라 보는데, 약 20년의 회복기간에도 불구하고 약 45%의 회복곤란지역이 남아있다는 사실에서 더욱 강조되리라 본다.

(2) 야영장내 수목의 물리적 훼손

야영장훼손이 심한 바위골야영장내의 수목을 대상으로 물리적 훼손상태를 조사한 결과를 표 5에 나타내었다. 이 지역의 우점종은 소나무로 평균수고는 약 13m이었으며, 중층 및 하층식생은 거의 없는 나지가 넓게 드러나 있다. 훼손목조사는 이중 약 400㎡의 면적에 생육하는 60주에 대해 이루어졌다.

Table 5. Types and frequencies of mechanical damage to trees in Bawi gol campsite

Species	Individuals (per 400㎡)	Mutilated trees (%)	Scared trees (%)	Felled trees (%)	Trees with exposed roots (%)
<i>Pinus densiflora</i>	60	18(3)	26(43)	2(3)	38(63)

야영강도가 증가함에 따라 수목의 뿌리노출 면적, 상처목, 절단목 등의 물리적 손상이 증가하는데 (James et al 1979, Cole 1982) 본 야영장에서도 뿌리노출목이 63%로 가장 많았고 수간상처목 43%, 가지손상목 30%로 나타나 야영장내 수목이 심하게 훼손되어 있었다. 뿌리노출은 야영객의 지속적인 과도한 답압으로 발생되며 수목의 다른 훼손원인으로는 캠프파이어를 위한 땀감채취, 임내활동편의를 위한 장애목의 제거, 그네설치 및 이용, 텐트설치 장소의 확장, 텐트설치도구로의 대용 등을 들 수 있

Table 6. Mechanical damages of upper- and mid-layered trees around the campsite

Distance (m)	Individuals		Mutilated trees		Scared trees		Felled trees		Trees with exposed roots	
	Upper	Mid	Upper	Mid	Upper	Mid	Upper	Mid	Upper	Mid
0~10	25	0	7	-	17	-	1	-	15	-
10~20	15	6	2	-	3	1	1	-	1	-
20~30	21	29	5	-	1	-	-	-	-	-
30~40	24	20	4	-	1	-	1	2	-	-
40~50	31	12	2	-	2	-	-	1	-	-
50~60	26	24	4	-	-	-	-	1	-	-
Total			24	3	24	1	3	4	16	0

으며(권 등 1988), 경우에 따라서는 야영장 밖의 삼림에까지 수목훼손행위가 가해지기도 한다.

표 6에 야영장으로부터 주변삼림내부를 향해 설치된 belt transect내에서 상층층 수목의 물리적 훼손형태의 거리에 따른 변화를 나타내었다. 뿌리노출목은 20m까지 출현하고 있어 주활동구역의 범위를 비교적 뚜렷이 해주고 있다. 훼손목수가 가장 많은 형태는 가지손상으로, 조사된 60m거리까지 비교적 고르게 발생하고 있어 피해범위가 상당히 넓은 것으로 생각되며 수간상처와 함께 주로 상층목에서 나타나고 있다. 수간상처목도 대부분 20m까지 집중적으로 출현하고 있으며, 뿌리노출현상과 함께, 주로 주활동구역에서 이루어지는 훼손형태인 것으로 판단된다.

Table 7. Comparison of DBH increment(PAI) for *Pinus densiflora* in campsite and non used forest.

PAI (Period)	Campsite (cm/year)	Forest	
1979~1983	0.331	0.281	p=0.29
1984~1988	0.235	0.285	p=0.02*
	p=0.004**	p=0.93	

한편 야영장의 이용압력으로 수목의 성장에도 영향을 미치게 된다. 본 지역과 비야영지에서의 소나무의 흉고직경성장량을 비교한 것이 표 7이다. 야영장과 인접한 삼림지역에서 각각 8주씩을 임의로 선정된 후 성장추로 목편을 추출, 1984년을 전후한 2개의 5년간 정기평균성장량(PAI; Periodic Annual Increment)을 측정, 계산하였다. 현재 야영장소나무의 최근 5년간 직경성장량은 0.235cm/년으로 비야영장의 0.285cm/년과 유의한 차이를 보여 야영행위가 야영장내 소나무의 직경생장을 저해하고 있으며, 1984년 이전 5년간의 야영장내 소나무의 직경 성장량 0.331cm/년과도 고도의 유의차가 인정되어 과거보다 이용압박이 점차 증가하고 있는 것으로 추측된다.

4. 야영장주변의 자연환경의 변화

레크리에이션행위에 의한 야영장 주변환경의 변화는 이용기간, 이용자수 및 이용형태에 따라 변화정도나 범위가 달라지는데(Echelberger 1971, Bratton 1977), 이용강도에 차이를 보이는 바위골야영장(T-B)과 수수골야영장(T-S)에 각각 설치한 belt transect(그림 4)를 이용하여 토양의 물리적 특성 및 식생구조의 변화를 조사하고 그 결과를 각각 그림 5 및 6에 나타내었다.

(1) 토양특성의 변화

야영장의 과밀이용으로 가장 뚜렷하게 나타나는 현상은 야영객의 답압에 의해 토양경도가 증가하는 것인데 그림 5에서 토양경도는 주활동구역에서는 나지인 수수골지역의 토양경도가 훨씬 큰 값을 나타내었으나 이후 급격히 감소하여 임내로 진행하면서 점차 일정한 수준에 이르고 있고 바위골지역보다 다소 낮은 값을 보였다. 이는 과거 수수골야영장이 과도하게 이용되었음과 함께 바위골에서 과밀이용으로 인한 이용압력이 조금씩 확산되고 있음을 의미한다. 권(1987)의 보고에서 토양경도가 2.3kg/cm를 넘게되면 뿌리의 토양 침입이 불가능하다는 인용을 기준으로 볼때, 이용강도가 더욱 가중된다면 바위골야영장에서 40cm, 수수골에서 20cm 지점까지는 자연적인 초분류침입은 기대할 수 없으며 또한 이러한 면적이 더욱 증가될 것이라 생각된다.

거리에 따라 토양함수량은 대체로 증가하고 있으며 유기물함량은 일정한 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 토양pH의 경우, 수수골야영장에서는 대체로 일정한 경향을 보이거나 바위골에서는 주활동구역의 pH가 5.4로 높은 값을 보이다가 점차 낮아지고 있는데 야영장의 이용형태가 부단히 집중적이고 음식물찌꺼기나 대소변의 영향에서 비롯된다(Cole 1982, 권 1987)는 점에서 이용이 많이 이루어지는 야영장에서 공통적으로 나타나는 것 같다(권 등 1988).

(2) 식생구조의 변화

야영장으로부터 임내로 진행하면서 생태적 인자들이 변화되는 상태를 그림 6에 나타내었다.

수수골야영장에 비해 바위골에서는 다소 부정형의 변화를 나타내는 인자가 많았으며 수수골야영장의 경우, 개체수는 야영장으로부터 멀어짐에 따라 서서히 증가하여 50~60m에서 안정된 경향을 보임에 비해 출현종수, 종다양도, 최대종다양도는 10m 이후 증가가 급격히 이루어지는데 균재도의 변화를 고려할때 삼림과의 경계부(10~30m)에서 과거 인위적 간섭이 심했음을 추측할 수 있으며 이러한 경향은 하층수관의 피복도의 변화에서도 나타나고 있다.

바위골지역에서도 종수, 개체수, 종다양도 및 균재도가 임내로 갈수록 대체로 증가하고 있으나 이들의 변화상태를 볼때, 식생환경에 대해 직접적으로는 30m, 잠재적으로 70m까지 이용영향이 작용하고 있는 것으로 판단된다. 상, 중층수목의 흉고단면적의 변화는 다소 부정형이나 하층수관의 피복율의 변화에서도 대체로 이러한 경향이 확인되고 있다. 표 8 및 9는 바위골 및 수수골야영장의 belt transect 내 조사구간의 유사도지수 및 식물상이도 계수를 나타낸 것이다. 두 군집간 구성종의 유사한 정도를 나타내는 유사도지수(similarity index)는 바위골에서 11.65~82.68%, 수수골에서 0~85.46%로 조사구

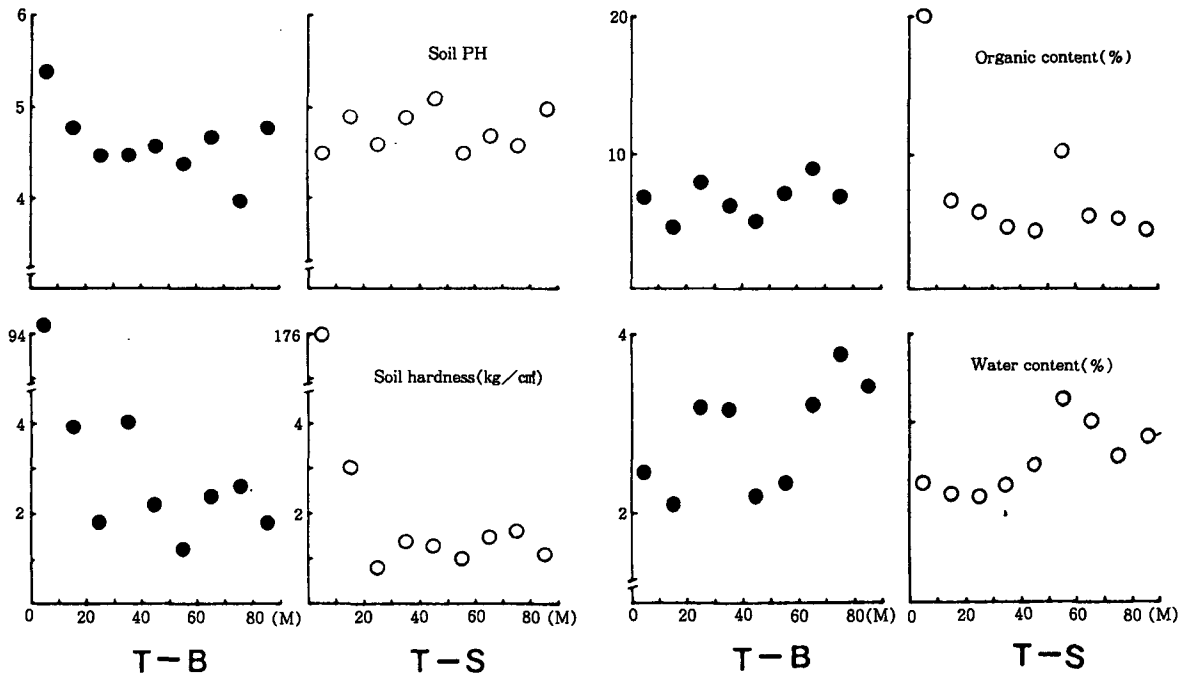


Figure 5. Changes of soil properties from campsite to forest for Bawi-gol(T-B) and Susu-gol(T-S).

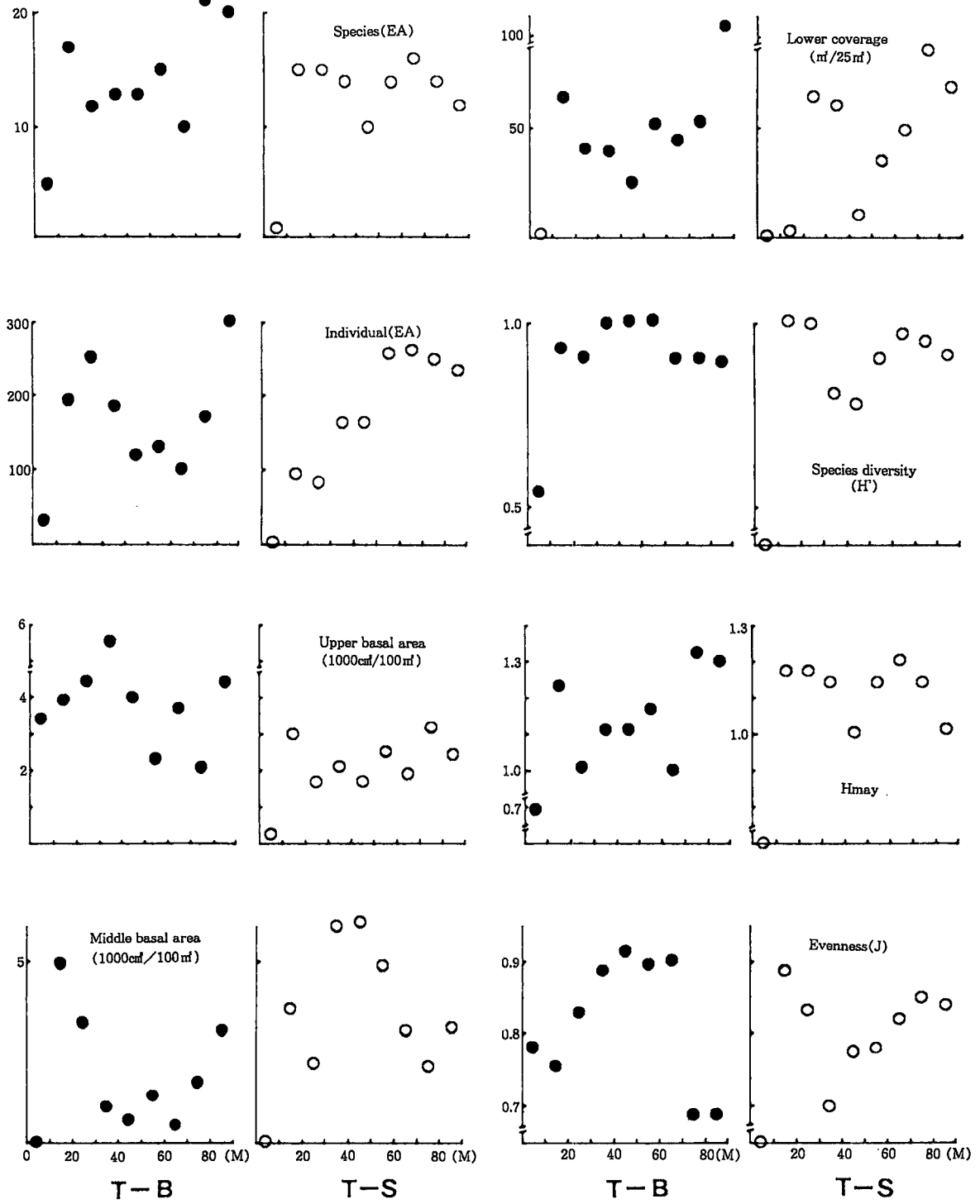


Figure 6. Changes of ecological diversities from campsite to forest for Bawi-gol(T-B) and Susu-gol(T-S).

간에 큰 차이를 보이고 있다. 두 집단간의 유사도 지수가 20%미만일때는 완전히 이질적(Whittaker 1970)이며, 연속된 동일 군집에서는 80%이상(Cox, 1972)임을 고려할 때 야영장쪽과 삼림내부간에 수종구성상태가 대단히 이질적이며 삼림내부구간의 종구성도 상당히 이질적으로 초기 식생발달단계로 판단된다. 야영행위에 의한 간섭이 종조성에 많은 영향을 가하고 있음을 알 수 있다.

Table 8. Similarity indices and floristic dissimilarity coefficients between each plot on Bawi-gol campsite.

Similarity index(%)	Floristic dissimilarity coefficient(%)									
	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	
0~10	92.91	91.95	47.50	89.88	61.90	74.95	95.10	85.89		
10~20	47.99	77.95	73.99	83.16	85.83	90.98	75.06	66.14		
20~30	70.37	55.23	76.83	74.38	85.37	92.85	77.56	70.12		
30~40	75.31	53.89	77.85	82.38	46.42	73.20	85.04	84.56		
40~50	62.50	60.48	66.62	69.91	73.76	91.91	70.30	52.39		
50~60	72.56	60.89	79.18	82.68	78.43	74.98	88.92	85.04		
60~70	50.91	52.53	59.16	51.25	67.05	60.99	93.70	95.06		
70~80	11.65	17.88	22.07	23.65	35.91	27.82	27.72	85.16		
80~90	40.18	46.31	52.07	51.31	53.38	47.04	47.50	37.78		
	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	
	Distance(m)									

식물상이도계수(floristic dissimilarity coefficient)는 하층수관의 상대피도에 의해 하층수목의 종구성차이를 나타내는 것으로 하층식생이 인위적 간섭행위에 민감하게 반응하는 수관층위임을 감안할 때 이용영향의 범위를 파악하는 적합한 수단이 될 것으로 생각된다. 바위골야영장의 각 조사구간의 식물상이도계수는 46.42~95.10%이고 수수골에서는 28.87~100%의 범위를 보이고 있다. 식물상이도계수가 0%이면 종구성에 변화가 전혀 없는 것이고 100%이면 완전히 이질적인 것이며(Cole 1983b), 25%를 초과하면 이용행위에 의한 식생파괴로 인해 이

Table 9. Similarity indices and floristic dissimilarity coefficients between each plot on Susu-gol campsite.

Similarity index(%)	Floristic dissimilarity coefficient(%)									
	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	
0~10	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	
10~20	0	59.06	69.26	83.34	85.26	100.00	77.83	97.88		
20~30	5.27	47.44		61.48	76.30	60.55	74.07	65.65	65.73	
30~40	18.45	51.83	71.14		43.97	44.57	59.32	72.69	75.32	
40~50	11.39	48.14	69.99	80.13		54.87	48.42	73.05	74.50	
50~60	8.13	54.13	75.10	77.79	85.46		28.87	65.65	68.50	
60~70	0	38.16	45.43	46.74	56.23	69.47		69.66	66.26	
70~80	0	33.16	43.92	47.05	52.20	66.61	74.32		70.47	
80~90	16.62	25.85	56.09	65.61	61.77	64.43	53.77	57.88		
	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	
	Distance(m)									

질화가 진행되는 것(Cole 1982)이라는 보고를 근거로 할 때 이들 야영장주변은 이용간섭의 영향이 전체적으로 가해지고 있으며 하층의 종조성이 이로 인해 심하게 교란되고 있음을 보여주고 있다. 이들 유사도지수 및 식물상이도계수를 근거로 하여 종합해 볼 때 본 조사지에서 나타난 야영객의 인위적 간섭의 영향은 바위골야영장에서 70~90m, 수수골야영장에서 20~30m의 범위까지 나타나고 있는 것으로 추정된다. 몇몇 하층수종의 상대우점치를 기준으로 이용영향에 따른 이들의 변화상태를 표10 및 11에 나타내었다. 각 수종에 대해 상대우점치의 크기와 거리에 따른 변화정도를 종합하여 이용영향 즉, 답압에 대한 내성을 구분해 본 결과, 답압에 내성이 강한 수종은 조록싸리, 개웃나무, 산딸기, 노박덩굴, 단풍나무 등이었고, 약한 수종으로는 생강나무, 노린재, 철쭉, 쇠물푸레 등이었다. 이러한 구분은 다른 연구결과(조 등 1987, 이 및 안 1986, 권 1987, 권 등 1988)와 비교할 때 몇 수종은 일치하나 각 조사지역의 기후 및 입지조건 등의 차이로 인해 동일수종의 내성정도가 반드시 일치하지는 않을 수도

Table 10. Changes of importance value for lower layer of woody species from Bawi-gol campsite to forest.

Species	1~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90(m)
<i>Rhus trichocarpa</i>	45.00	3.17	7.70	34.82	5.91	28.67	19.62	5.21	2.29
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	18.34		1.26	4.43	4.93		2.91	1.86	5.10
<i>Celastrus orbiculatus</i>	14.17	2.66	2.77	4.11	2.56	4.39		1.85	
<i>Quercus serrata</i>		3.07	26.04	11.64	2.40	2.47			1.73
<i>Lindera obtusiloba</i>		8.36	16.31	8.91	28.40	13.02	10.35	53.77	10.31
<i>Lespedeza bicolor</i>		7.90	31.51	8.65	5.12	3.86		4.14	38.04
<i>Rubus crataegifolius</i>		37.58					8.73	3.72	1.79
<i>Rhododendron mucronulatum</i>			10.95	1.88	11.80	4.51	2.55		
<i>Pueraria thunbergiana</i>		2.47	1.16			3.40		5.21	
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		3.17		1.73	13.80	5.87			
<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>					24.47	5.87			17.17
<i>Corylus heterophylla</i>				6.86	2.40	12.95			

Table 11. Changes of importance value for lower layer of woody species from Susu gol campsite to forest

Species	1~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90(m)
<i>Acer palmatum</i>		27.32	24.74	10.35		9.05		18.66	
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		20.84	15.69	31.50	31.64	2.69			3.15
<i>Stephanandra incisa</i>		35.65							
<i>Quercus serrata</i>			21.92	31.81	44.00	24.77	36.55	13.52	31.81
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>			11.19			10.40	2.05		5.05
<i>Fraxinus sieboldiana</i>					24.37		16.39	22.34	6.96
<i>Lindera obtusiloba</i>						10.29	11.89	5.22	2.12
<i>Lespedeza bicolor</i>						8.46	7.57	6.15	2.44

있을 것이며 많은 조사결과가 종합되면 이용형태별 내성수종이 보다 뚜렷하게 파악되어 자연공원 등의 답압피해지 회복에 효과적으로 이용되리라 생각된다.

IV. 적 요

팔공산자연공원 동화사지구의 등산로 및 야영장의 훼손상태와 그 주변토양 및 식생환경의 변화를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 등산로폭, 나지노출폭, 최대깊이, 등산로물매 및 노면의 토양경도는 이용강도가 높은 바위골등산로가 수수골보다 컸으나 나지노출폭에서만 이용강도의 영향이 인정되었다.

2. 등산로의 훼손형태는 암석노출 42%, 종침식 20% 및 뿌리노출 18% 등의 순으로 토양침식이 상당히 진행되고 있었으며, 건전한 지점은 33%이었다.

3. 등산로경계부에서 임내로 갈수록 토양경도는 대체로 감소하는 경향을 나타냈으나 토양 pH, 토양함수량 및 유기물함량 등은 변화경향이 일정하지 않았다. 팔공산 자연공원의 등산로주변 토양환경에 대한 이용영향이 아직 심각한 정도는 아니었다.

4. 등산로 주변의 식생구조의 변화는 다양하게 나타났으나 이용형태에 따라 경향을 구분할 수 있었으나, 인위적 간섭이 뚜렷한 조사지에서 종수, 개체수 및 종다양도 등은 영향범위의 파악에 유의한 인자였다. 특히 이용이 통제된 수수골에서는 식생구조가 회복되는 곳도 있었다.

5. 바위골야영장이 수수골야영장보다 파괴정도가 심했고 피해도 3등급 이상의 비율도 각각 91.8%, 44.5%였다. 야영장내 수목훼손형태는 뿌리노출 63%, 수간상처 43% 및 가지손상 30%의 순이었고 훼손목의 거리별 출현빈도는 이용객의 영향범위 파악에 유의한 기준이었다.

6. 성장량비교조사에서 야영장내 수목생장은 바위골야영장에 비해 적었고 5년전에 비해서도 현재의 생

장이 떨어지고 있었다.

7. 야영장주변에서 식생환경에 대한 이용간섭의 범위가 토양환경에 비해 넓었고 이용에 따른 종구성의 이질화가 매우 심하였다. 야영장으로부터 잠재적 영향을 포함한 이용간섭의 영향범위는 바위골야영장에서 70~90m, 수수골야영장에서 20~30m 이었다.

8. 야영장주변에서의 인위적 간섭에 대한 내성수종은 조록싸리, 개웃나무, 산딸기, 노박덩굴, 단풍나무 등으로 파악되었다.

인용문헌

1. 경상북도(1980) 팔공산도립공원개발기본계획, 경상북도.
2. 경상북도(1986) 팔공지구 전문문화유적지 보존개발계획: 526.
3. 권영선(1987) 국립공원 야영장의 자연환경변화 및 이용자 심리의 분석에 관한 연구, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문: 102.
4. 권태호, 오구균, 권영선(1988) 치악산국립공원의 등산로 및 야영장훼손 및 주변식생변화. 응용생태연구 2(1): 50~65.
5. 대구직할시(1982) 팔공산자연공원개발기본계획. 대구직할시.
6. 오구균, 권태호, 전용준(1987) 북한산국립공원의 등산로 훼손 및 주변식생변화. 응용생태연구 1(1): 35~45.
7. 이경재, 안준수(1986) 금오산지역에서의 레크리에이션 행위가 토양 및 식생에 미치는 영향. 한국임학회지 74: 37~46.
8. 이경재, 김준선, 우중서(1987) 북한산국립공원의 토양 및 식생에 대한 이용영향 및 심리적 수용력의 추정. 응용생태연구 1(1): 46~65.
9. 임양재(1978) 식물군락의 주변효과에 관한 연구. 중대논문집 22집: 73~82.

10. 조현길, 이경재, 오구균(1987) 야영 행위가 식생 및 토양에 미치는 영향에 관한 연구 - 지리산 국립공원 화엄사지구 야영장을 대상으로 -. 한국조경학회지(27) : 21~31.
11. Bayfield, N.G.(1973) "Use and deterioration of some scottish hill paths." *J. Appl. Ecol.*(10) : 635-644.
12. Bratton, S.P., M.G. Hickler and J.H. Graves (1979) "Trail erosion patterns in Great Smoky Mountains National Park." *Environ. Manag.* (3) : 431-445.
13. Bryan, R. B.(1977) The influence of soil properties on degradation of mountain hiking trails at Grövelsjön." *Geogr. Ann.* 59A(1-2) : 49-65.
14. Cole, D.N.(1982) "Wilderness campsite impacts : effect of amount of use." USDA For. Serv. Res. INT: 284, 34.
15. Cole, D.N.(1983a) "Assessing and monitoring backcountry trail conditions." USDA For. Serv. Res. Pap. 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 : 232.
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. Helgath, S.F.(1975) "Trail deterioration in the Selway-Bitterroot Wilderness." USDA For. Serv. Res. Note INT-193, 15p.
22. 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
23. Whittaker, R.H.(1970) *Communities and ecosystems*, The Macmillan Co., Collier-Macmillan Ltd., London : 162.