

# 지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변 환경훼손에 대한 이용영향<sup>1</sup>

권태호<sup>2</sup> · 오구균<sup>3</sup> · 권순덕<sup>4</sup>

## Use Impact on Environmental Deteriorations of Trail and Campsite in Chirisan National Park<sup>1</sup>

Tae-Ho Kwon<sup>2</sup>, Koo-Kyoon Oh<sup>3</sup>, Soon-Duck Kwon<sup>4</sup>

### 요 약

지리산국립공원의 등산로 및 야영장의 훼손과 등산로 주연부의 식생구조 변화에 대한 이용영향을 파악하기 위해 1991년에 조사를 실시하였다. 등산로폭, 나지노출폭 및 최대 깊이는 이용강도에 따른 차이가 인정되었고 총 32km의 82개 조사지점에서 관찰된 훼손형태는 다양하였으며 훼손된 지점의 등산로상태 중 해발고, 등산로폭 및 최대깊이는 건전한 지점의 상태와 유의한 차이를 보였다. 능선부 등산로에서는 훼손이 심화되고 있었으며 인위적인 복구공법이 필요한 환경피해도 4등급 이상인 면적이 약 34,000m<sup>2</sup>에 달하고, 야영장에서도 이용압력과 훼손현상은 증가되고 있었다. 등산로 주연부의 상층수관에 있어서 우점수종은 해발이 높아짐에 따라 화엄사등산로에서는 개서어나무→줄참나무, 서어나무→신갈나무, 서어나무로, 피아골등산로에서 줄참나무→신갈나무로 바뀌고 있었으며 조록싸리, 노린재나무, 바위말발도리, 병꽃나무가 화엄사등산로에서, 조록싸리, 노린재나무, 국수나무, 철쭉이 피아골등산로에서 높은 상대우점치를 나타내었다.

### ABSTRACT

Use impacts on environmental deteriorations of trail and campsite were studied in Chirisan National Park in 1991. The entire width, bare width and maximum depth of trail as the trail condition were significantly greater on the more heavily used trail. Trail conditions, especially altitude, entire width and maximum depth of deteriorated points which were surveyed at the total of 82 were significantly different from those of non-deteriorated points. On the ridge trail, the damaged area more severe than Class 4 reaches about 34,000m<sup>2</sup> and use impacts on campsite and deterioration were also accelerated. The dominant trees of the upper layer in trail edge vegetation are changed from *Carpinus tschonoskii* to *Quercus serrata*, *Carpinus laxiflora* and to *Quercus mongolica*, *Carpinus laxiflora* at Hwaemoosa trail, and from *Quercus serrata* to *Quercus mongolica* at Piagol trail. Also *Lespedeza maximowiczii*, *Symplocos chinensis*, *Deutzia prunifolia*, *Weigela subsessilis* appear as the dominant lower species at Hwaemoosa trail, *L. maximowiczii*, *S. chinensis*, *Stephanandra incisa*, *Rhododendron schlippenbachii* for Piagol trail.

1 접수 12월 20일 Received on Dec. 20, 1991

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

## 서 론

지리산은 소백산맥의 남단에 위치한 호남의 명산으로 예로부터 금강산, 한라산과 더불어 해동삼신산의 하나로 일컬어져 왔고 방장산이나 두류산과 같은 다른 이름으로도 불리워지고 있으며, 신라시대에는 오악 중의 남악으로 숭앙받던 명산이다. 천왕봉(1,915m), 반야봉(1,752m), 노고단(1,506m)을 삼대 주봉으로 하여 1,500m가 넘는 10여개의 높은 산봉들과 100여개의 크고 작은 산봉우리들로 거대한 산악군을 형성한 장엄하고 웅장한 산세가 여러 수려한 계곡들과 어우러져 장관을 이루고 있다. 또한 역사적으로 오래된 수많은 문화유적들이 산재되어 있으며 천연기념물 및 희귀동식물 등이 다양하여 학술적으로도 대단히 가치있는 곳으로 1967년 12월 29일 우리나라 최초로 국립공원 제 1호로 지정되었다. 지리산국립공원의 전체면적은 485 km<sup>2</sup>로서, 행정구역상으로 전남, 전북, 경남의 3개 도에 걸쳐 5개군 15개면을 포함하는, 우리나라 산악형 국립공원 가운데 가장 넓은 면적을 차지하고 있다.

최근 88고속도로의 개통과 1986년 전북 반선에서 전남의 천은사를 잇는 지리산 관통도로가 생겨남으로써 특히 지리산 서부지역으로의 접근성이 대단히 용이해졌으며 이 지역에서의 이용객 증가는 물론 차량이용의 증가, 이용객 규모의 집단화 경향이 뚜렷하게 나타나고 있다. 따라서 과거부터 많이 이용되고 있던 화엄사-노고단의 등산로는 물론이고 노고단-천왕봉을 잇는 중주등산로 상에서 나타나는 자연환경의 파괴, 약화현상이 보다 가속화되고 있으며, 특히 위치적으로 보아 능선부의 등산로 상에서의 각종 훼손은 비교적 쉽게 훼손범위가 확대될 수 있다는 측면에서 각별한 관심을 기울여야 할 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구는 지리산 서부지역을 중심으로 등산로와 야영장에서의 물리적인 훼손상태와 주변 식생환경의 변화를 파악하고 이들 시설의 보수, 복구 및 관리방안의 수립에 도움이 될 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다.

## 연구 방법

### 1. 조사지 선정

지리산국립공원은 이용객의 접근방식을 고려해 볼 때 현재의 동부, 북부 및 남부의 3개 관리사무소의 관할지역에 준하여 대강의 이용구역을 구분할 수 있으나 본 조사에서는 천은사-성삼재-반선간 관통도로 이용으로 인한 남,북부의 이용구분이 어려우므로 이들

지역을 합친 지리산 서부지역을 대상으로 하였다. 따라서 등산로의 훼손상태조사는 화엄사-노고단구간과 노고단-천왕봉의 능선부 등산로에서, 환경피해도등급의 측정은 능선부등산로 상에서 이용영향이 특히 심각하게 나타나는 몇개 지점과 화엄사 및 뱀사골의 2개 야영장에서 이루어졌으며 등산로 주변부 식생환경의 변화상태는 화엄사 등산로 및 피아밭 등산로를 조사, 비교하였다.

본 조사를 위해 1991년 2월과 4월에 예비답사를 거쳐 8월과 10월 2차례에 걸쳐 본 조사를 실시하였다. 조사가 실시된 구간 및 지점의 개략적 위치는 그림 1에 나타내었다.

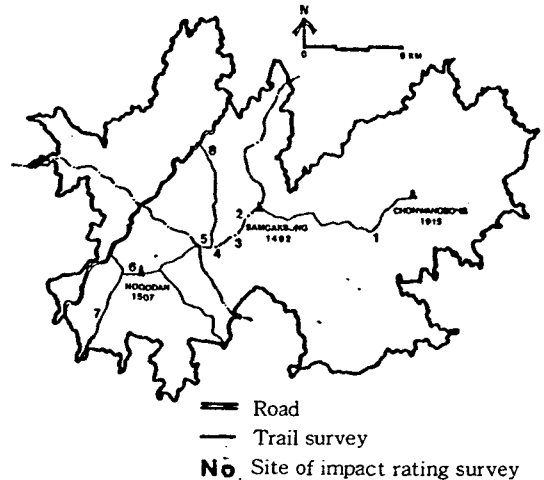


Figure 1. Location of survey trails and sites in Chirisan Mountain National Park.

## 2. 조사방법 및 분석

### (1) 등산로의 훼손상태 조사

기왕의 국립공원 연구사례에서와 같이 Rapid survey technique<sup>10)</sup>을 이용하여 화엄사 등산로의 경우 약 200m, 천왕봉-노고단 간의 능선등산로에서는 약 500m의 일정거리마다 조사지점을 계통적으로 추출하고 각 조사지점에서의 등산로폭, 나지노출폭, 최대깊이, 등산로물매, 토양경도 및 기타 지형조건 등을 측정하였다. 또한 각 측정점에서 나타난 여러 훼손형태, 즉 암석노출, 뿌리노출, 종침식, 노폭확대, 분기, 측면붕괴, 진흙탕 등의 여부를 조사하고 시설여부 또는 보수사항을 기록하였다.

본 연구에서는 이용강도의 차이에 따른 이용영향을 비교하고자 예로부터 많이 이용되어 온 화엄사-노고단 간의 약 10km 구간 중 화엄사에서 코재까지의 약 6km를 이용강도가 높은 구간으로, 천왕봉에서 노고단에 이르는 능선등산로 약 28km 중 각 산봉의 정상을 거치지 않고 약 26km 정도를 이용강도가 낮은 구간으로 선정하여 조사하였다.

## (2) 등산로 및 야영장의 환경피해도 조사

천왕봉에서 노고단에 이르는 중주 능선등산로 상에서 나타나는 환경훼손이 심하게 이루어진 곳 17개 지점을 선정(표 3 참고)하여 그 중 11개지점에 대해서는 환경피해도 4 등급 이상인 면적에 한해 간략측량하고, 훼손규모가 특히 큰 나머지 6개 지점에 대해서 각 등급별로 비교적 자세히 측량하고 작도하여 해당면적을 산정하였다. 또한 화엄사의 서어나무 야영장과 뱀사골의 제 2야영장에서의 이용간섭에 의한 환경훼손 정도를 알아보기 위해 같은 방법으로 환경피해도를 rating 하고 면적을 측량하였다. 본 연구에서 적용한 환경피해도 등급은 Frissell<sup>13)</sup>의 Condition rating class를 다소 보완하여 다음과 같이 6 등급까지 구분하여 이용하였다.

- 0 등급 : 인위적 간섭이나 흔적이 전혀 없는 곳
- 1 등급 : 인위적 간섭이나 흔적이 발견되나 식생 피해가 거의 관찰되지 않는 곳
- 2 등급 : 인위적 간섭으로 지피식생의 피해가 있고, 부분적으로 나지발생이 시작되는 곳 (나지 25% 이하)
- 3 등급 : 인위적 간섭으로 부분적으로 나지화가 진행, 발달하고 있는 곳 (나지 25-75%)
- 4 등급 : 임간나지 또는 나지로서 지표침식이나 뿌리노출현상이 발견되지 않는 곳
- 5 등급 : 임간나지 또는 나지로서 지표침식이나 뿌리노출현상이 나타나는 곳
- 6 등급 : 훼손 침식이 극히 심화되고 있는 나지

한편, 야영장에서의 이용간섭이 야영장내 임목생장에 미치는 영향을 파악하고자 이용이 집중되고 있는 화엄사 뒷쪽의 서어나무 야영장 및 부근의 삼림지로부터 각각 7주씩의 서어나무를 임의선정하여 생장추모 목편을 채취한 후 최근 5년간 및 그 이전 5년간의 흉고직경 생장량(PAI)을 각각 측정하여 비교하였다.

## (3) 등산로 주변부 식생구조 조사

등산활동이 주변부 식생구조에 미치는 영향을 파악

하기 위하여 사면방위는 동일하면서 이용강도의 차이가 있는 화엄사 등산로 및 피아골 등산로를 비교 구간으로 선택하였다. 조사구는 화엄사 등산로에서 500m 간격으로 총 11개, 피아골 등산로에서 300m 간격으로 총 7개를 좌우변에서 선정하였는데 각 조사구마다 라인스트립법<sup>15)</sup>으로 폭 2.0m 길이 10m 크기로 삼림 쪽을 향해 5개씩의 방형구를 연속적으로 설치하였다. 따라서 각 조사구의 크기는 2.0m×10m×5개=100m<sup>2</sup>가 되며 3개 수관층위별로 매목조사를 실시하였다. 이때 상층 및 중층 수목은 흉고직경을 하층수목은 수관폭을 측정하였다. 매목조사의 자료를 토대로 하여 기왕의 분석 방법에 의해 각 조사 구간의 수관층위별 상대우점치(I.V), 평균상대우점치, 종다양도(H')<sup>17)</sup>, 유사도 지수<sup>18)</sup>를 분석하여 비교하였다.

또한 조사구의 해발고에 따라 상복부(1,000m이상), 중복부(700-1,000m) 및 산록부(400-700m)로 구분하여 각 위치 별로 조사구의 단위면적을 300m로 동일하게 grouping 하여 지형적 위치에 따른 주변부의 우점수종, 하층수관의 면적, 유사도 지수 등을 비교 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 등산로의 물리적 훼손

노고단 부근의 코재로부터 화엄사에 이르는 이용강도가 높은 구간에서 추출된 30개 지점과 노고단에서 임결령, 세석산장을 거쳐 천왕봉에 이르는 능선등산로, 즉 이용강도가 상대적으로 낮은 구간에서 추출된 52개 지점 등 총 82개 조사 지점으로부터 얻어진 지리산 국립공원의 등산로 개황은 표 1과 같다.

지리산 등산로의 평균 노폭은 3.0m, 평균 나지 노출 폭은 2.2m, 평균 최대 깊이는 26cm 정도로 나타났으며 평균 물매와 토양경도는 각각 11.8%, 11.5kg/cm<sup>3</sup>이었다. 등산로의 물매는 가야산<sup>2)</sup>의 19.3%, 속리산<sup>3)</sup>의 13.8%보다 완만한 것으로 나타났으나 경사의 변화가 그리 크지 않은 능선부 등산로를 포함한 결과임을 고려하여 주등산로인 화엄사 노선을 기준으로 한다면, 속리산, 치악산<sup>1)</sup>보다는 가파른 상태임을 보여주며 특히 해발고와 등산로 물매간에 정의 상관( $r=0.66$ )을 나타내었다. 평균등산로폭, 나지노출폭 및 최대깊이 등을 타 국립공원의 경우와 비교할 때 속리산의 3.9m, 3.2m, 32cm에 비해서는 낮은 값을 보이나 치악산의 2.5m, 2.1m, 15cm, 가야산의 2.9m, 2.1m, 23cm 보다 높았으며, 지리산의 경우 접근성이 다양하여 이용객이

여러 등산로 가운데서 이용 노선을 선택할 수 있을 뿐 아니라 타 국립공원에 비해 등산로의 시설 및 보수 관리가 장기간 이루어져 왔다는 점을 감안한다면 지리산

국립공원의 등산로는 이용 영향과 훼손 정도가 상당히 심한 것으로 판단된다.

표 1에서 나타난 각 인자들의 크기는 등산로 주변의

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

| Trail name     | Amount of use | N   | Altitude <sup>2</sup> | Trail width <sup>2</sup> | Bare width <sup>2</sup> | Maximum depth <sup>1</sup> | Trail slope <sup>2</sup> | Soil hardness      |
|----------------|---------------|-----|-----------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|
|                |               | (%) |                       |                          |                         | m                          | %                        | kg/cm <sup>2</sup> |
| Hwaeomsa Ridge | Heavy         | 30  | 652                   | 4.0                      | 3.2                     | 0.30                       | 16.2                     | 11.5               |
|                | Light         | 52  | 1,546                 | 2.4                      | 1.6                     | 0.23                       | 9.2                      | -                  |
| Total          |               | 82  | 1,218                 | 3.0                      | 2.2                     | 0.26                       | 11.8                     | 11.5               |

<sup>1,2</sup>: Significant at p=.05 and .01 respectively, using the difference-of-means tests.

지형 특성이나 이용객의 이용 행태 및 이용량 등의 영향을 반영한 것으로, 본 연구에서도 등산로폭, 나지노출폭, 최대깊이 등은 이용 강도가 높은 화엄사 노선이 이용 강도가 낮은 능선 등산로에 비해 높은 값을 나타냈으며 이용 강도에 따른 유의차가 인정되었다. 이러한 결과는 화엄사 노선의 이용자 규모가 상대적으로 큰 것에도 원인이 있지만 능선 등산로가 순환형 혹은 분산형으로서, 비교적 집중형의 특성을 지닌 화엄사 코스에 비해 이용자 과밀 현상의 발생이 드물기 때문이라 추측된다. 그러나 능선 등산로는 과거 관통도로의 개설 이전만 하더라도 주로 종주를 목적으로 하는 등산인에게 이용되던 코스인데도 등산로 상태를 표현하는 여러 인자치가 비교적 크게 나타나고 있는 점은 지리산 능선부 등산로에서의 훼손이 대단히 빠르게 진행되고 있다는 사실을 짐작하게 하며, 관통도로 개설로 인해 이용자의 이용 패턴에 상당한 변화가 이루어지고 있는 것으로 생각된다.

한편 등산로의 최대 깊이는 등산로 물매와 상관 관계에 있다<sup>10)</sup>는 기존 연구를 바탕으로 회귀 관계를 분석한 바 다음과 같은 유의한 관계식을 얻을 수 있었다.

Maximum depth(cm)=18.3+0.634 slope(%), (R=0.37, F=12.70\*\*) 따라서 최대깊이에 대한 등산로 물매의 영향이 인정되었으나 최대깊이의 변동량의 설명력은 그리 크지 않았다.

등산로의 훼손 형태별 발생 빈도와 등산로 상태의 차이를 전체, 화엄사코스, 능선 등산로로 구분하여 표 2에서 나타내었다. 총 32km의 조사 구간내 82개 조사 지점에서 훼손 형태를 조사한 바 훼손 형태는 매우 다양하였으며 돌갈기나 돌계단 등으로 시설, 보수된 지점을 포함하여 훼손되지 않은 건전한 지점은 16개소,

20%에 지나지 않아 지리산 국립공원의 등산로가 전반적으로 심하게 훼손되어 있으며 등산로의 보수, 유지 관리도 일부 노선에서만 국소적으로 이루어질 뿐 대체로 방치되고 있음을 알 수 있다. 발생 빈도가 가장 많은 훼손 형태는 암석 노출로서 55개소(67%)이며 종침식 44개소(54%), 뿌리 노출 20개소(24%)의 순이었다. 특히 노폭 확대 현상도 18%에 달해 지리산 등산로에서의 이용 패턴이 집중적이고 대규모화하고 있음을 입증하는 것이며 뿌리노출, 종침식 등의 훼손은 건전한 지점에 비해 해발고가 높은 곳에서 많이 발생하고 있다. 이들 전체 조사 지점을 화엄사 코스와 능선 등산로로 구분하여 비교해 볼 때(표 2-2, 2-3) 오랫동안 이용되어 왔던 화엄사 코스에서는 보수 시설이나 유지 관리를 통해 건전한 지점의 비율이 높고 훼손 형태도 측면 붕괴, 보수 시설의 파손 등 기타 훼손이나 노폭 확대 등의 비율이 상대적으로 높는데 비해 능선 등산로의 경우 암석 노출, 종침식, 뿌리 노출 등의 훼손 형태가 주로 출현하고 분기, 보수 시설의 파손 등의 출현 빈도는 대단히 낮으며 건전한 개소의 비율이 높지 않아 등산로의 훼손은 심각하게 진행되고 있으나 이용 규모가 비교적 적고 집중적이지 않음을 나타내고 있다. 그러나 노고단 부근으로의 접근성이 대폭 용이해져 능선부 등산로로 쉽게 진입할 수 있으므로 이 코스의 이용은 계속적으로 증가할 것으로 생각되며, 그렇다면 새로운 훼손 형태를 유발하거나 통행 장애에 의해 의도하지 않은 등산로 확장과 함께 주변 삼림에 이용 영향이 가해질 것이므로 특히 능선부 등산로에 대해서는 현상태에서 더 이상 악화되지 않도록 관심을 기울여야 할 것이고 지리산 등산로 전반에 걸쳐 정기적 순찰과 적절한 보수 개선에 역점을 두어야 할 것이

Table 2-1. Trail conditions in relation to physical deterioration types of trail.

| Deterioration types | N      | Altitude <sup>1</sup> | Trail width <sup>1</sup> | Bare width | Maximum depth <sup>2</sup> | Trail slope | Soil hardness      |
|---------------------|--------|-----------------------|--------------------------|------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                     | (%)    |                       | m                        |            |                            |             | kg/cm <sup>2</sup> |
| Rock-exposed        | 55(67) | 1,262                 | 3.1                      | 2.2        | 0.30 <sup>b</sup>          | 13.3        | 10.3               |
| Root-exposed        | 20(24) | 1,430 <sup>a</sup>    | 2.8                      | 2.0        | 0.26 <sup>b</sup>          | 10.3        | 9.7                |
| Deepening           | 44(54) | 1,345 <sup>a</sup>    | 3.0                      | 2.1        | 0.32 <sup>b</sup>          | 12.5        | 9.8                |
| Widening            | 15(18) | 1,150                 | 5.4 <sup>b</sup>         | 3.8        | 0.30 <sup>b</sup>          | 15.2        | 9.6                |
| Diverged            | 5( 6)  | 1,090                 | 2.9                      | 2.2        | 0.24                       | 10.4        | 9.5                |
| Others              | 11(13) | 938                   | 3.4                      | 2.6        | 0.29 <sup>b</sup>          | 14.9        | 7.9 <sup>a</sup>   |
| Non-deteriorated    | 16(20) | 1,026                 | 3.0                      | 2.3        | 0.12                       | 8.4         | 15.0               |

Table 2-2. (Hwaeomsa trail : N=30)

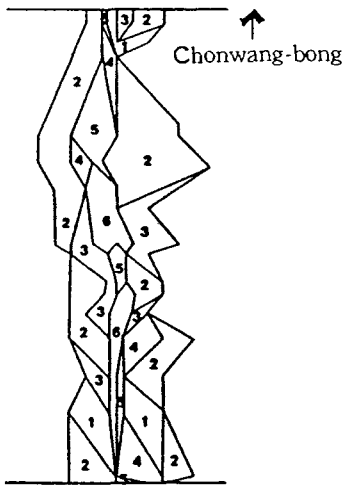
| Deterioration types | N      | Altitude <sup>1</sup> | Trail width <sup>1</sup> | Bare width       | Maximum depth <sup>2</sup> | Trail slope | Soil hardness      |
|---------------------|--------|-----------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                     | (%)    |                       | m                        |                  |                            | %           | kg/cm <sup>2</sup> |
| Rock-exposed        | 18(60) | 638                   | 4.2                      | 3.4              | 0.35 <sup>b</sup>          | 16.9        | 10.3               |
| Root-exposed        | 3(10)  | 860                   | 2.3 <sup>a</sup>         | 2.0 <sup>a</sup> | 0.42 <sup>b</sup>          | 15.3        | 9.7                |
| Deepening           | 9(30)  | 591                   | 4.2                      | 3.3              | 0.41 <sup>b</sup>          | 18.8        | 9.8                |
| Widening            | 6(20)  | 615                   | 5.7 <sup>b</sup>         | 4.3              | 0.37 <sup>b</sup>          | 19.8        | 9.6                |
| Diverged            | 2( 7)  | 430                   | 5.0                      | 4.3              | 0.30                       | 15.0        | 9.5                |
| Others              | 8(27)  | 759                   | 4.1                      | 3.1              | 0.37 <sup>b</sup>          | 19.8        | 7.9 <sup>a</sup>   |
| Non-deteriorated    | 9(30)  | 642                   | 3.8                      | 3.1              | 0.18                       | 13.2        | 15.0               |

Table 2-3. (Ridge trail : N=52)

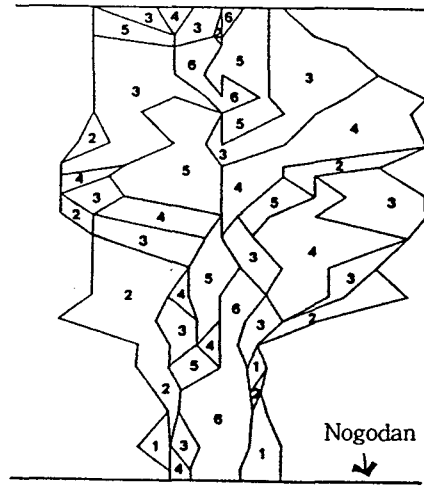
| Deterioration types | N      | Altitude <sup>1</sup> | Trail width <sup>1</sup> | Bare width | Maximum depth <sup>2</sup> | Trail slope       | Soil hardness      |
|---------------------|--------|-----------------------|--------------------------|------------|----------------------------|-------------------|--------------------|
|                     | (%)    |                       | m                        |            |                            | %                 | kg/cm <sup>2</sup> |
| Rock-exposed        | 37(71) | 1,565                 | 2.5                      | 1.6        | 0.28 <sup>b</sup>          | 11.5 <sup>b</sup> | —                  |
| Root-exposed        | 17(33) | 1,531                 | 2.8                      | 2.0        | 0.23 <sup>b</sup>          | 9.4 <sup>b</sup>  | —                  |
| Deepening           | 35(67) | 1,539                 | 2.6                      | 1.8        | 0.30 <sup>b</sup>          | 10.8 <sup>b</sup> | —                  |
| Widening            | 9(17)  | 1,507                 | 5.3 <sup>a</sup>         | 3.5        | 0.26 <sup>b</sup>          | 12.1 <sup>b</sup> | —                  |
| Diverged            | 3( 6)  | 1,530                 | 1.5                      | 0.8        | 0.20                       | 7.3               | —                  |
| Others              | 3( 6)  | 1,414 <sup>a</sup>    | 1.8                      | 1.2        | 0.07                       | 2.0               | —                  |
| Non-deteriorated    | 7(13)  | 1,520                 | 2.0                      | 1.3        | 0.05                       | 2.3               | —                  |

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

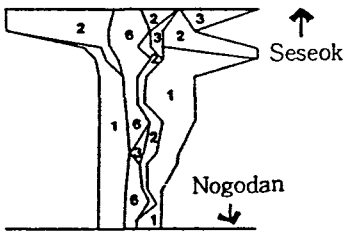
<sup>a, b</sup> : Significant at p=.05 and .1 respectively, by the difference-of-means tests in comparison of various deteriorated points with non-deteriorated points.



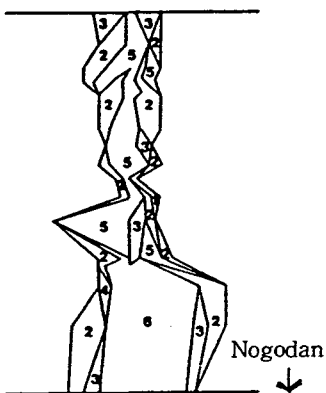
1. Seseok plains



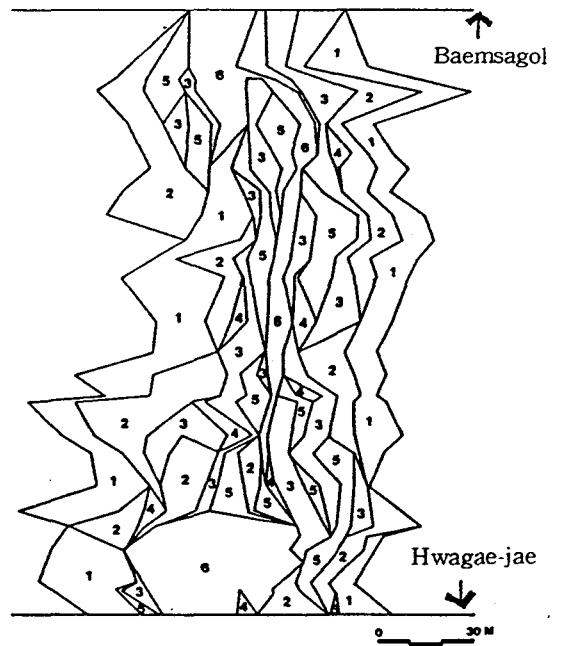
4. Hwagae-jae



2. Yonhacheon retreat



3. Tokki-bong



5. Baemsagol retreat

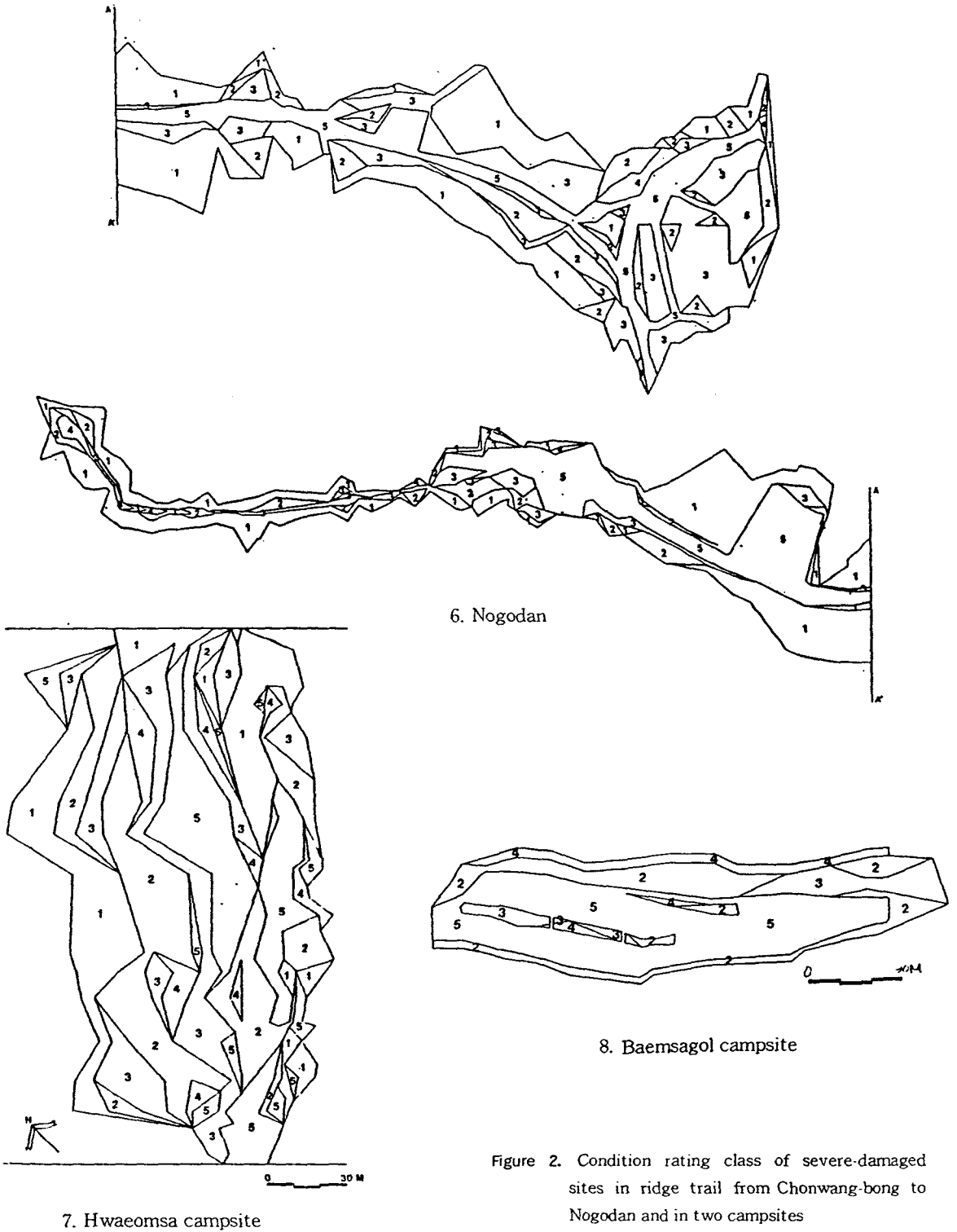


Figure 2. Condition rating class of severe-damaged sites in ridge trail from Chonwang-bong to Nogodan and in two campsites

다. 훼손형태간에 유의차를 보이는 등산로 상태 인자는 해발고, 등산로폭, 최대깊이 등이며 특히 능선 등산로에서는 최대깊이와 등산로 물매에서 훼손 형태간의 차이가 인정되었다. 또한 건전한 지점을 기준으로 비교한 각 훼손 형태별 등산로 상태에서도 차이를 나타내는데 노폭확대의 경우, 노폭, 나지폭, 최대깊이, 그밖에 다른 훼손 형태에서는 대체로 최대깊이만에서 차이가 인정되었다. 특히 능선 등산로에서는 최대깊이와 물매가 건전한 상태와 유의한 차이를 보여 등산로의 노면침식이 훼손의 표징이 되고 있으며 능선부에서는 등산로 물매의 영향도 작용하는 것으로 판단된다.

## 2. 능선부 종주등산로 및 야영장의 환경 피해도

최근 천왕봉으로부터 능선부를 따라 노고단에 이르는 등산로상에서 자연 환경의 파괴, 악화 현상이 가속화되고 있는 지점이 다수 발견되고 있는 바 이들의 훼손 정도와 규모 및 회복 가능성을 파악하고자 이 구간을 종주하면서 등산로 주변으로 훼손이 심하게 확대되고 있는 지점에 대해 환경 피해도를 조사하였다. 그 중 훼손 규모가 특히 크다고 판단되는 6개 지점에 대해서는 각 등급별로 자세히 측량, 2.1-2.6과 같이 구분하

Table 3. Areas and their percentages by impact rating class of severe-damaged sites in ridge trail from Chonwang-bong to Nogodan and in two campsites.

| Site no.* | Location                                    | Altitude<br>m | Class          |                |                |                |                |             | Sum of Class 4-6 |
|-----------|---|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|------------------|
|           |   |               | 1              | 2              | 3              | 4              | 5              | 6           |                  |
|           | Chonwang-bong                               | 1,915         |                |                |                |                |                |             | 50               |
|           | Tongchon-mun                                | 1,830         |                |                |                |                |                |             | 60               |
|           | Jangteomok retreat                          | 1,710         |                |                |                |                |                |             | 1500             |
|           | Chottae-bong                                | 1,700         |                |                |                |                |                |             | 1600             |
| 1         | Seseok plains                               | 1,620         | 530            | 2622           | 746            | 629            | 483            | 539         | 1651             |
|           | Seonbi-saem                                 | 1,520         |                |                |                |                |                |             | 900              |
|           | Byokso-ryung A                              | 1,426         |                |                |                |                |                |             | 300              |
|           | Byokso-ryung B                              | 1,426         |                |                |                |                |                |             | 1600             |
| 2         | Yonhacheon retreat                          | 1,460         | 416            | 1632           | 3902           | 2504           | 2221           | 1264        | 5989             |
|           | Chonggak-saem                               | 1,550         |                |                |                |                |                |             | 300              |
| 3         | Tokki-bong                                  | 1,520         | 1176           | 851            | 184            | -              | 340            | 469         | 809              |
| 4         | Hwagae-jae                                  | 1,400         | 46             | 1192           | 397            | 56             | 859            | 1165        | 2082             |
| 5         | Baemsagol retreat                           | 1,380         | 4307           | 4292           | 3159           | 470            | 2551           | 2661        | 5682             |
|           | Imgol-ryung                                 | 1,400         |                |                |                |                |                |             | 2500             |
|           | Unnamed                                     | 1,424         |                |                |                |                |                |             | 800              |
|           | Duejy-ryung                                 | 1,420         |                |                |                |                |                |             | 1200             |
| 6         | Nogodan                                     | 1,500         | 12886          | 4186           | 10034          | 581            | 6501           | -           | 7082             |
|           | Total                                       |               |                |                |                |                |                |             | 34105            |
| 7         | Hwaeomsa campsite<br>a=18,112m <sup>2</sup> | (%)           | 4136<br>(22.8) | 4908<br>(27.1) | 3656<br>(20.2) | 1284<br>(7.1)  | 4128<br>(22.8) | -<br>(29.9) | 5412             |
| 8         | Baemsagol campsite<br>a=5,299m <sup>2</sup> | (%)           | 1505<br>(28.4) | 644<br>(12.2)  | 522<br>(9.9)   | 2628<br>(49.6) | -<br>(59.4)    | 3150        |                  |
|           | Total                                       |               | 4136           | 6413           | 4300           | 1806           | 6756           | -           | 8562             |

\* Site no. is shown in the location map (Figure 1). The damaged areas of class 4-6 were approximately surveyed in the unnumbered sites.



였고 나머지 11개 지점에서는 환경 피해도 4등급 이상인 면적에 한해서만 간략 측량을 실시하여 총 17개 17개 지점의 훼손 정도를 표 3에 나타내었다.

환경 피해도 4-6등급 지역은 노고단 일대가 약 7,000m<sup>2</sup>로 가장 많고 연하천 산장 부근(약 6,000m<sup>2</sup>), 뱀사골 산장 주변(약 5,700m<sup>2</sup>), 임결령(약 2,500m<sup>2</sup>), 화개재(약 2,000m<sup>2</sup>) 등의 순으로 주로 등산로가 분기되는 결절점에서 많이 나타나고 있었다. Frissell<sup>13)</sup>의 condition rating class 를 기준으로 할 때 대체로 피해도 3등급인 지역은 지피식생이 드물게 존재하므로 자연적인 식생 회복은 가능하나 어려움이 많으며 특히 피해도 4, 5등급의 경우, 이미 표면 침식이 진행되고 있고 뿌리 노출이나 수목의 고사가 나타나는 곳으로 인위적인 복구 대책 없이는 자연 회복이 불가능한 것으로 알려져 있다. Frissell 의 기준을 다소 보완한 본 연구의 환경피해도 등급 기준에 의한 4등급-6등급 지역도 나지 상태로서 자연적인 회복을 기대하기 어려운 상태라 할 수 있다.

천왕봉-노고단의 능선부 등산로 주변에서 나타난 이러한 자연회복 곤란 지역의 총 면적은 약 34,000m<sup>2</sup>으로 대단히 넓은 것으로 집계되었고 이를 총연장 28km 에 대한 단위 거리당 면적으로 환산하면 1,218m<sup>2</sup>/km로서 1km 구간에 약 1,200m<sup>2</sup> 정도의 면적이 적극적인 복원 공법을 적용하지 않으면 회복이 불가능한 지역으로 파악되었으며, 자연적인 식생 회복이 어려운 피해도 3등급 지역까지를 감안한다면 규모는 더욱 커지게 될 것이다. 더우기 이들 17개의 훼손 확대 지점들의 상당수가 국립공원 자연 보존지구 또는 환경처의 자연생태계 보존구역으로 지정된 지역내에서 발생되고 있다는 점을 생각할 때 국립공원의 자연 관리 측면에서 적절한 대책을 시급히 강구하지 않으면 안될 것이다. 다행히 노고단 지역은 1991년 1월 부터 뒤늦게나마 자연 휴식년제 구간으로 고시하여 이용객의 출입을 금지하고 있으나 특별한 복구 대책 없이 출입 통제만으로는 훼손 방지의 효과는 있을 것이나 역시 완전한 회복을 기대하기 어렵다고 생각된다.

한편, 화엄사 지구 서나무 야영장 및 뱀사골 제 2 야영장에도 환경 피해도 등급을 조사하였다(그림 2-7, 2-8, 표 3). 화엄사 서나무 야영장은 면적이 18,112m<sup>2</sup>로 규모가 매우 큰 편이었으나 야영장 경계 구분이 없을 뿐아니라 이용객이 집중되는 여름철에는 일반 야영 구역을 벗어나 부근 삼림내로까지 야영장이 확대되는 곳으로 야영장 면적 측량이 다소 곤란한 상태인데 비해 뱀사골 제 2 야영장의 면적은 5,299m<sup>2</sup>로서 경계가 비교적 분명하였다. 뱀사골 야영장에서 조사된 환경 피해도는 2-5등급으로 면적 비율은 각각 28.4%, 12.

2%, 9.9%, 49.6% 로 5등급지가 가장 넓었으며 주활동 구역을 중심으로 분포되어 있었다. 피해도 4등급 이상인 지역은 59.4%, 3,150m<sup>2</sup>이었으나 기왕의 보고들과 같이 3등급도 포함시킨 자연 회복이 어려운 지역은 약 72% 에 이르러 치악산 구룡사 지구 야영장<sup>11)</sup>의 85% 보다는 낮았으나 북한산의 전체 평균 73%, 가야산<sup>2)</sup>의 69%에 유사한 수준이었으며, 5등급지의 비율이 다른 지역에 비해 상당히 높다는 점에서 훼손 상태가 심한 것으로 판단되었다. 화엄사 야영장은 4등급 이상 지역이 약 30%, 5,412m<sup>2</sup>이고 3등급을 포함시킨다면 약 50%, 9,068m<sup>2</sup>로서 자연 회복 곤란 지역의 비율이 낮은 편이지만 실제 면적은 대단히 넓은 것으로 나타났는데 가시적인 피해 정도나 야영 구역 경계의 불명확함을 고려할 때 이 지역 역시 훼손의 심각성이 충분히 인식 되어져야 할 대상으로 판단 된다.

야영장에서의 이러한 이용 압력이 수목의 성장에도 영향을 미칠 것이라고 보아 화엄사 야영장의 주활동구역과 부근 삼림 내에서 생육하는 서어나무를 각 7주씩 선정하여 흉고 직경 성장량을 비교한 결과를 표 4에 나타내었다. 성장량으로는 1987년 이전 및 이후의 2개의 5년간 정기 평균 성장량 (PAI)를 사용하였다. 조사목의 평균흉고직경은 야영장내 서어나무가 19.3cm로서 삼림 내의 19.4cm와 비슷하였다. 1987년 이전 5년간의 성장량은 양 지역이 거의 비슷하고 최근 5년간의 성장량은 야영장이 삼림지역보다 적으나 유의성은 인정되지 않았다. 그러나 1987년 전후의 성장량을 비교하면 최근 5년간의 성장량보다 적게 나타났으며 야영장

Table 4. Comparison of DBH increment(PAI) for *Carpinus laxiflora* between campsite and forest in Hwaeomsa district.

|                    | Campsite | Forest |        |
|--------------------|----------|--------|--------|
| No. of sample tree | 7        | 7      |        |
| Mean DBH (cm)      | 19.3     | 19.4   | p= .94 |
| PAI (cm/year)      |          |        |        |
| 1987-1991          | 0.51     | 0.57   | p= .17 |
| 1982-1986          | 0.62     | 0.61   | p= .61 |
|                    | p= .00** | p= .12 |        |

지역에서는 0.51cm/년 및 0.62cm/년로서 유의한 차이를 보였다. 따라서 최근 5년 전후부터 야영장 내의 이용 활동이 집중되고 있고 그로 인해 수목의 직경생장이 크게 저해 받고 있음을 추측할 수 있으며, 본 화엄사 지구의 입장객이 1981-1987년 까지는 45-50만

명 수준이던 것이 1988년 부터 100-120만명 수준으로 급증한 추세를 보였다는 사실이 이를 입증하고 있다.

### 3. 등산로 주변부 식생 구조의 변화

이용 강도가 높은 화엄사 등산로와 비교 구간인 피아골 등산로는 모두 남사면에 위치하고 있으며 상층 수관의 우점수종은 화엄사 코스에서는 서어나무, 졸참나무, 신갈나무 등이고 피아골 코스에서는 신갈나무, 졸참나무, 개서어나무의 순이었다. 또한 하층수관에 있어서는 화엄사에서 조록싸리, 개서어나무, 바위말발도리, 병꽃나무 등이고 피아골에서는 조록싸리, 국수나무, 노린재나무, 철쭉나무 등의 순으로 나타나 일반적으로 답압에 내성이 강하다는 국수나무 노린재나무 등이 피아골 등산로에서 높은 상대 우점치를 보이고 있다. 그러나 이용객의 답압에 내성이 크면서 하층 수관의 치수 발달을 억제하고<sup>16)</sup> 주변부 식생과 경쟁 관계에 있는 조릿대의 피도를 조사한 바 화엄사 코스에서 24.8%, 피아골 코스에서 34.8% 로 나타나 피아골 등산로가 이용강도는 낮으나 이용 간섭에 의한 등산로 주변부의 교란이 클 것으로 추측 되었다. 또한 조사구 단위 면적당 하층의 수관 점유 면적을 계산한 바 화엄사에서는 61.9m<sup>2</sup>/100m<sup>2</sup>, 피아골에서는 20.6m<sup>2</sup>/100m<sup>2</sup>로 피아골 등산로의 하층 수관면적이 화엄사 등산로 보다 훨씬 작아 교란 행위 등에 의한 하층 식생의 발달이 방해 받고 있을 것으로 판단 되었다. 이러한 결과는 화엄사 코스가 이용 강도는 높으나 등산로의 경계부가 비교적 뚜렷한데 비해 피아골 코스는 그렇지 못한데도 원인이 있겠지만 지형 조건의 차이나 천이 계열의 영향도 작용하리라 생각된다.

표 5 는 2개 등산로간 주변부 식생의 다양성 지수를 나타내고 있다. 출현 종수는 화엄사 코스가 74종으로 피아골의 42종보다 더 많이 출현하고 있으며 종다양도

와 균재도도 1.4359, 0.7682로 피아골의 0.9574, 0.5898 보다 높게 나타났으나 조사구 수의 차이로 인해 단위 면적이 서로 상이하므로 직접적인 비교는 곤란하리라 생각된다.

따라서 해발고에 따라 각 등산로의 조사구들을 상복, 중복 및 상복부로 구분하고 각 조사 지역의 단위 면적을 동일하게 하여 다시 분석하였는데 그림 3 은 지형적 위치별로 구분한 5개 지역의 주요 출현 수종의 수관 층위별 상대우점치를 나타낸 것이다. 해발고가 높아짐에 따라 화엄사 코스에서는 상층 수관의 우점수종이 개서어나무→졸참나무, 서어나무→신갈나무, 서어나무로 바뀌고 피아골 코스에서는 졸참나무→신갈나무로 바뀌었다.

중층 수관의 주변부 수종은 화엄사 코스의 경우, 산록부에서는 개서어나무(24.6%), 때죽나무(14.7%), 소나무(7.6%), 졸참나무(6.1%)의 순으로 우세하였으며, 중복부에서 서어나무(13.4%), 비목나무(9.5%), 나도밤나무(9.3%), 졸참나무(9.0%), 때죽나무(8.4%)순으로, 상복부에서는 신갈나무(17.7%), 까치박달나무(13.9%), 쇠물푸레나무(12.9%), 노린재나무(9.5%)의 순으로 우세하게 나타났다. 또한 피아골 코스의 중복부에서 개서어나무(19.1%), 졸참나무(15.9%), 철쭉(15.2%), 털진달래(9.3%), 당단풍(9.3%)의 순이었고 상복부에서 신갈나무(47.5%)가 우세하였으며 당단풍(13.4%), 철쭉(8.6%), 노린재나무(5.8%)의 순이었다.

한편 하층 수관에서의 주변부 수종은 화엄사 코스의 경우, 산록부에서 개서어나무(16.5%), 조록싸리(10.1%), 때죽나무(6.4%), 병꽃나무(6.2%), 산수국(6.1%)의 순으로 우세하였으며, 중복부에서 조록싸리(19.0%), 바위말발도리(12.2%), 병꽃나무(10.6%), 비목나무(7.7%), 생강나무(5.0%)의 순으로, 상복부에서는 산수국(14.8%), 노린재나무(11.0%), 바위말발도리(7.8%), 산딸기(7.7%), 잣살나무(6.7%), 고광나무(6.1%)의 순으로 우세하게 나타났다. 또 피아골 코스의 중복부에서는 조록싸리(33.2%)가 우점하였고 서어나무(9.2%), 철쭉(6.8%), 참싸리(6.5%), 생강나무(6.3%)의 순이었고 상복부에서는 국수나무(19.5%), 조록싸리(18.8%), 노린재나무(13.0%), 철쭉(9.2%), 생강나무(8.5%), 싸리(7.0%)의 순으로 상대우점치가 높게 나타났다.

이러한 수관 층위별 주변부수종의 상대우점치의 차이는 지형, 기존 식생, 천이계열 및 인위적 간섭 등에 영향을 받았으리라 생각된다. 이 결과를 통해 파악된 주변부수종의 특징은 조록싸리가 화엄사 코스의 상복부를 제외한 전지역에서 높은 상대우점치를 보이며 노

Table 5. Diversity indices of edge vegetation in the Hwaeomsa and Piagol trails.

| Trail name* | Lower coverage m <sup>2</sup> /100m <sup>2</sup> | No. of species | H'     | J'     | D      |
|-------------|--|----------------|--------|--------|--------|
| Hwaeomsa    | 61.93  | 74             | 1.4359 | 0.7682 | 0.2318 |
| Piagol      | 20.59  | 42             | 0.9574 | 0.5898 | 0.4102 |

\* 11 plots were surveyed in Hwaeomsa and 7 plots in Piagol trail.

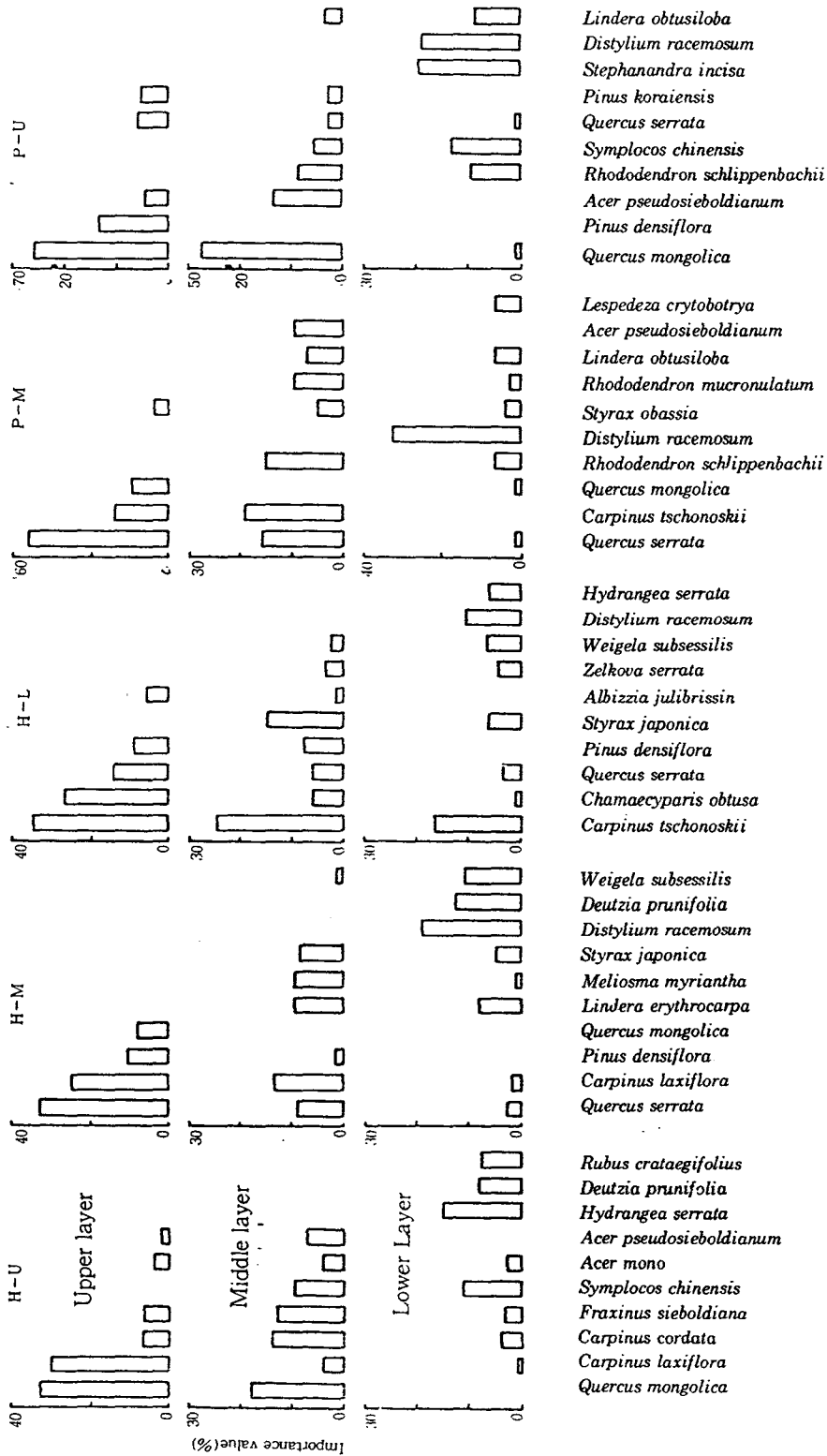


Figure 3. Relative importance values of edge species by crown layer in five positions of slope at Hwaecomsa and Piagol trails.

린재나무는 상복부에 우점하는 수종이었다. 또 때죽나무와 병꽃나무는 화염사 코스의 산록 및 중복부에서, 바위말밭도리는 상복부와 중복부에서 각각 우점하는 주연부수종으로 나타났으며 피아골 코스에서는 국수나무가 상복부에서, 철쭉, 생강나무, 당단풍이 상복 및 중복부에서 우점하는 수종이었다.

5개 지역에서 나타난 주연부식생의 다양성 지수는 표 6 과 같다. 피아골 노선이 화염사 노선에 비해 출현

Table 6. Diversity indices of edge vegetation by the position of slope in the Hwaeomsa and Piagol trails.

| Position of slope* | Lower coverage m <sup>2</sup> /100m <sup>2</sup> | No. of species | H'     | J'     | D      |
|--------------------|--|----------------|--------|--------|--------|
| H-U                | 60.46  | 35             | 1.1370 | 0.7364 | 0.2636 |
| H-M                | 75.56  | 50             | 1.1962 | 0.7041 | 0.2959 |
| H-L                | 56.75  | 41             | 1.2167 | 0.7544 | 0.2456 |
| P-U                | 27.69  | 27             | 0.9624 | 0.6723 | 0.3277 |
| P-M                | 11.63  | 31             | 0.9511 | 0.6377 | 0.3623 |

\*H and P represent Hwaeomsa and Piagol trails, and U, M and L for upper, mid and lower slopes.

종수, 종다양도, 균재도가 낮게 나타나 종다양성이 낮은 것을 알 수 있으며 또한 주연부식생의 환경 조건이 더 나쁜 상태임을 시사한다. 화염사 노선의 경우, 출현 종수는 중복부에서 가장 많으나 종다양도와 균재도는 산록부에서 각각 1.2167, 0.7544로 가장 높았으며, 해발고가 높아질 수록 종다양도가 낮아져 종다양성이 감소하는 경향을 보였다. 그러나 피아골 노선의 경우는 변화 경향이 뚜렷하지 않았다. 한편 하층수종의 수관 면적도 2개 노선 간에 큰 차이를 보이며, 피아골 노선의 주연부의 하층식생 발달이 상당히 방해받고 있음을 알 수 있다.

표 7에 각 등산로의 사면상 위치별로 구분한 5개 지역간의 주연부 하층수종의 유사도 지수를 나타내었다. 유사도 지수는 22.0-49.3%의 범위를 보여 전반적으로 중구성의 유사성이 높지 않았다. 피아골의 상복부와 중복부 간에 49.3%로 가장 높았으며 화염사의 산록부와 중복부간, 화염사의 중복부와 피아골의 중복부간이 44-45% 정도인 반면에 화염사의 상복부와 피아골의 중복부간이 22.0%로 가장 낮아 중구성이 가장 이질적임을 나타내었고, 화염사의 상복부와 산록부간, 피아골 상복부와 화염사 산록부간이 약 24-25%로 낮

Table 7. Similarity indices between edge vegetations of lower layer by the position of slope in Hwaeomsa and Piagol trails(\*H and P) represent Hwaeomsa and Piagol trails, and U,M and L for upper, mid and lower slopes).

| Position* | H-U   | H-M   | H-L   | P-U   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| H-M       | 31.86 |       |       |       |
| H-L       | 24.12 | 44.94 |       |       |
| P-U       | 30.66 | 35.76 | 25.32 |       |
| P-M       | 22.02 | 44.10 | 31.26 | 49.26 |

아 주연부를 구성하는 수종이 매우 이질적임을 알 수 있다. 이상의 하층 식생의 수관 점유 면적, 출현 종수, 종다양도, 균재도 및 유사도 지수를 고려할 때 등산로의 주연부 식생 구조에 미치는 이용 영향은 해발고, 방위 등 주연부의 환경 요인 보다는 부차적인 것으로 판단되나, 이용영향에 있어서는 이용강도와 같은 양적인 자 보다도 이용행태 등의 질적인자가 더욱 문제가 되는 것이라 생각되므로 등산로의 경계부를 뚜렷이 인식할 수 있도록 유도하는 방안이 요구된다 하겠다.

### 인용 문헌

1. 권태호, 오구균, 권영선. 1988. 치악산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변토양 및 식생환경의 변화. 응용생태연구 2(1) : 50-65.
2. 권태호, 오구균, 정남훈. 1989. 가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변 환경에 대한 영향. 응용생태연구 3(1) : 81-94.
3. 권태호, 오구균, 이준우. 1990. 속리산국립공원의 등산로 훼손과 주연부식생에 미치는 영향. 응용생태연구 4(1) : 63-68.
4. 오구균, 권태호, 전용준. 1987. 북한산국립공원의 등산로 훼손과 주변식생변화. 응용생태연구 1(1) : 35-45.
5. 이경재. 1987. 내장산국립공원 내장산지구의 자연보존 관리대책에 관한 연구. 서울시립대학교 조경학과. 120쪽
6. 임양재. 1978. 식물군락의 주변효과에 관한 연구. 중대논문집 22 : 73-82.
7. 조현길, 이경재, 오구균, 1987. 야영행위가 식생 및 토양에 미치는 영향에 관한 연구. 지리산국립공원 화염사지구 야영장을 대상으로. 한국조경학회지

- 27 : 21-31.
8. 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., 661p.
  9. Cole, D.N. 1982. Wilderness campsite impacts : effect of amount of use. USDA For. Serv. INT-284, 34p.
  10. Cole, D. N. 1983. Assessing and monitoring backcountry trail conditions. USDA For. Serv. Res. INT-303, 10p.
  11. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32 : 476-496.
  12. Dale, D. and T. Weaver. 1974. Trampling effects on vegetation of north Rocky Mountain Forests. J. Appl. Ecol. 11 : 767-772.
  13. Frissell, S. S. 1978. Judging recreation impacts on wilderness campsites. J. For. 76 : 481-483.
  14. Helgath, S. T. 1975. Trail deterioration in the Selway-Bitterroot Wilderness. USDA For. Serv. Res. Note INT-193, 15p.
  15. Lindsey, A. A. 1955. Testing the line-strip method against full Tallies in diverse forest types. Ecology. 36(3) : 485-495.
  16. Nakashizuka, T. and M. Numata. 1982. Regeneration process of climax beech forests. Structure of a beech forest with the undergrowth of Sasa. Jap. J. Ecol. 34 : 75-85.
  17. Shannon, C. E. and E. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 117p.
  18. Whittaker, R. H. 1970. Communities and ecosystems. The Macmillan Co., Collier-Macmillan Ltd., London. 162p.