

# 북한산 정릉계곡의 자연환경훼손에 관한 연구

— 등산로와 휴식처를 중심으로 —

최송현\* · 이경재\*\*

\*서울시립대학교 대학원

\*\*서울시립대학교 문리과대학 조경학과

## A Study on the Injury of Nature Environment in Chǒngnǔng Valley of Mt. Puk'an

— In the Case of Trail and Rest Area —

Choi, Song-Hyun\* · Lee, Kyong-Jae\*\*

\*Graduate School, Seoul City University

\*\*Dept. of Landscape Architecture, Seoul City University

### ABSTRACT

To compare basic information and to inspect impacts situations between 1987 and 1992, this study was executed in Chǒngnǔng valley of Mt. Puk'an. And to provide basic informations through the change of plant species diversity, some methods were applied and analyzed such as the degree of environmental impacts and belt-transect method. The results were summarized as follows;

1. In order to find environmental impacts by visitor, the degree of environmental impacts class that was proposed by Kwon(1991) was implicated. In 4 sites, total area of over impact class 2 is 86,692m<sup>2</sup> and area of impacts class 4-6 that is impossible to recover naturally is 36,856m<sup>2</sup>. Totally, the impacted area was profounded qualitatively and quantitatively against 1987's.
2. In the vegetation change by visitor's impacts, species diversity was rapidly decreased as nearer the campsite and trail. And in the basal area and coverage, lower layer species was sensitively changed. Trampling-resistant species is as following; *Robinia pseudoacacia*, *Lespedeza cyrtobotrya*, *Staphylea bumalda*, *Clerodendron trichotomum*, *Stephanandra incisa*, *Rubus crataegifolius*, *Lespedeza maximowiczii*, *Weigela subsessilis*, *Rosa multiflora*, *Zanthoxylum schinifolium*, *Lindera obtusiloba*, *Callicarpa japonica*, *Sorbus alnifolia*, *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, *Smilax sieboldii*, *Rhododendron mucromulatum*, *Fraxinus rhynchophylla*, *Quercus mongolica* and so on. In the results of soil hardness test, that was decreased as far away

from campsite and trail.

3. In the 4 sites selected in Chõngnũng valley of Puk'ansan Natioal Park, management plans was largely divided 4 category, such as trail improvement, facilities setting, ecotone vegetation establishment, and vegetation rehabilitation. And a suggestion was provided to each site.

## I. 서론

복잡한 현대사회를 살아가는 사람들은 일상의 틀에서 벗어나 재충전의 기회로 자연을 찾으며, 이러한 욕구는 생활수준의 향상과 교통의 발달로 가속화되었고 그에 따른 자연의 파괴가 심각한 문제로 대두되고 있다. 이 같은 자연의 훼손은 등산로의 확장, 산림토양의 유실, 종다양성의 감소 등의 문제를 초래하고 있다.

1960년대 이후 성장위주의 정책으로 국토의 많은 부분이 개발되어 이제 우리 나라에서 자연환경이 보존될 수 있을 만한 곳은 국한되어 있다. 이러한 곳을 보존하고자 국립공원을 비롯한 자연공원 등을 설정하였으나 왜곡된 공원관리나 관리당국의 정책부재로 오히려 훼손을 부추기는 형국이 되었다(이경재, 1991).

1872년 미국에서 처음 시작된 국립공원제도는 위대한 자연유산의 후대에 남겨 올바른 가치관을 갖는 국민을 길러내는 수련장으로 삼자는 것이 그 목적이며 취지였으나 국립공원의 지정 초기에는 인간의 간섭배제를 위한 공원지정개념이었던 것이 오늘날에 와서는 그 가치관도 변하여 이제는 생태계에 위협이 없는 한 자연에 대한 인간의 가치를 극대화하는 쪽으로 변모하였다. 따라서 관심의 초점이 되는 것은 '건전한 생태계'의 범위이다. 우리 나라의 경우에도 국립공원 장기종합개발계획의 개발기준과 이념으로 '국민의 이용을 전제로 한 자연보호'를 설정해 놓고 있다(건설부, 1988).

결국 자연생태계를 최대한 유지하면서 이용을 극대화(Pinchot's principle of 'utilitarian conservation')하는 것(Haber, 1986)은 환경이 지탱 가능하도록 개발(ESSD)하는 것이다. 따라서 건전한 생태계 혹은 지탱가능한 환경이라는 문제가 매우

절실한 국립공원에서는 철저한 자원조사가 이루어진 토대에서 합리적인 수준에서의 이용을 위한 방법으로 해결되어야 할 것이다.

이에 본 연구는 자연공원에서 이용객이 자연에 미치는 영향을 등산로 확장, 휴식처 나지확장, 토양유실, 식물종다양성의 변화 등을 중심으로 정량적으로 파악하고 변화를 살펴서 공원관리의 기초자료로 삼는 데 그 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 대상지 개황

북한산 국립공원은 북위 37°35'~37°43', 동경 126°56'~127°03'에 위치하고 있으며, 1983년 4월 2일에 15번째로 국립공원으로 지정되었다. 행정구역상 서울특별시 도봉구, 성북구, 종로구, 은평구의 4개구와 경기도 고양시, 양주군, 의정부시에 속하며, 우이령을 경계로 남서 측의 북한산지역과 북동 측의 도봉산지역으로 구분되고 총면적은 78.45km<sup>2</sup>이다. 북한산은 주봉인 백운대(836m)를 중심으로 남측으로 만경대, 노적봉, 북측으로 인수봉, 우이암으로 연결되는 주능선을 축으로 동, 서사면으로 크게 나뉜다. 경사도 20% 이상이 전체면적의 약 60%를 차지하고 있으며, 전체면적의 약 70%가 암석지로서 비교적 급경사의 험준한 지형으로 되어있다. 암석의 종류는 중생대 말기에 관입한 화강암과 내연암 등의 화성암 구성되어있다(건설부, 1984).

대상지 인접지역인 서울측후소(해발 87m)의 30년간(1961-1990)의 기상자료에 의하면(기상청, 1991) 연평균기온 11.8°C, 연평균최고기온 23.2°C, 연평균최저기온 1.4°C, 연평균강수량 1369.8mm, 그리고 연평균 총증발량은 1087.2mm이었

다. 산지에서의 해발고 증가에 따른 기온 체감율(0.6°C/100m)을 감안하면, 북한산의 연평균기온은 7~11°C사이로 추정된다. 또한 온량지수(溫量指數) 및 한랭지수(寒冷指數)는 각각 102.2°C, -20.4°C였다. 주요수종으로는 신갈나무, 소나무, 물오리나무, 팔배나무, 당단풍 등이며 냉온대 낙엽활엽수림대에 속한다.

북한산의 연간 이용객증가율은 7.2%로써 1987년에는 전체국립공원탐방객중 32.2%인 1,001만명이 이용하여 전체국립공원중 가장 높은 이용비율을 기록하였으며, 1988년에는 전체국립공원탐방

객중 29.9%인 1,133만명이 이용하였다(환경처, 1991). 1989년 이후로는 다소 이용객수가 감소하는 경향을 보이고 있으나 여전히 우리 나라 전체 국립공원이용객의 20%를 상회하는 분담률을 보이고 있으며 다시 꾸준한 이용객 증가가 예상된다.

## 2 연구대상지 범위

본 연구의 공간적 범위는 정릉계곡을 중심으로 제 17휴식처 구간까지 이고 1992년 5월에 예비조

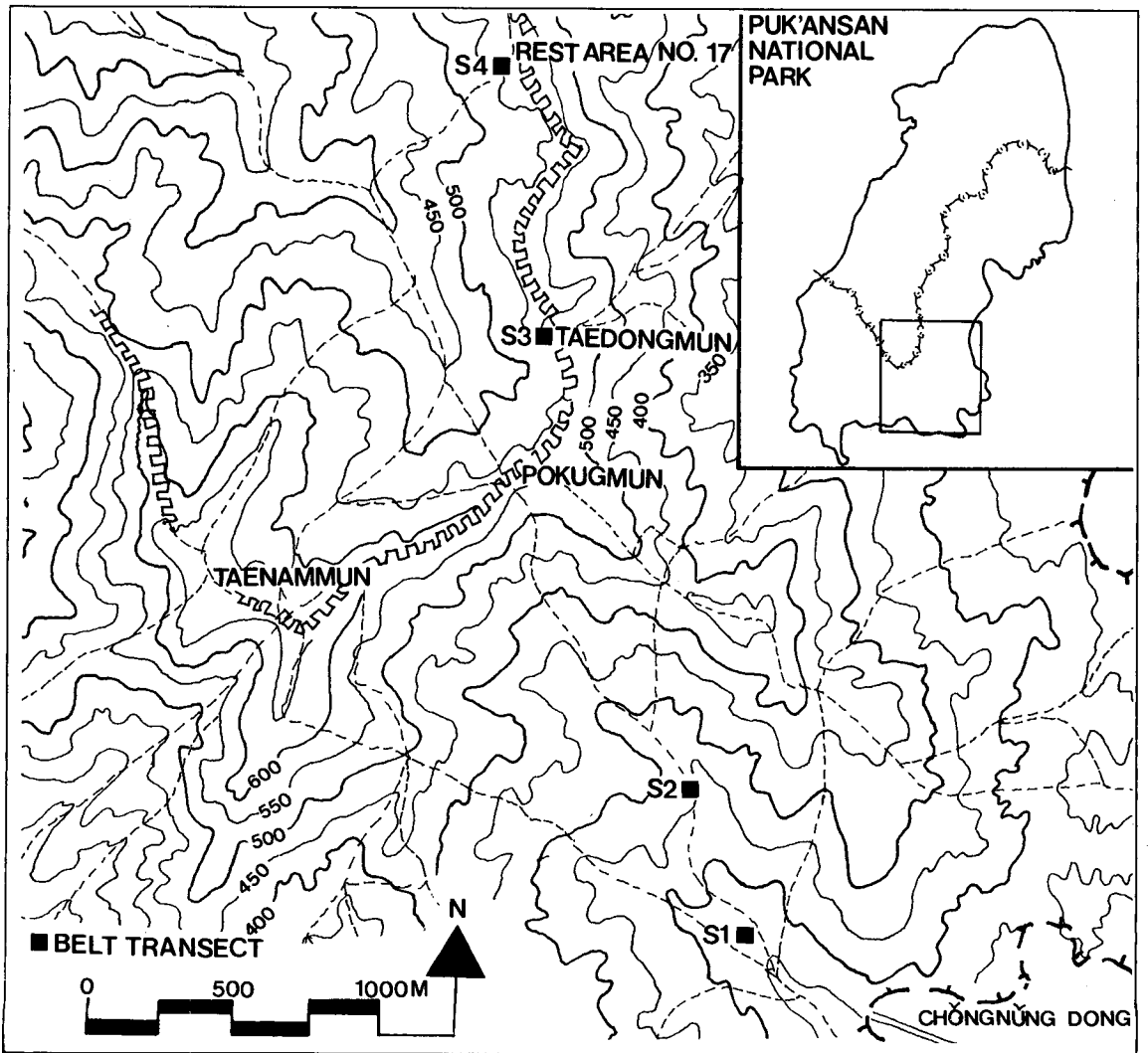


Figure 1. The location map of the survey area in Chongnŭng valley of Puk'ansan National Park.

사를 그리고 같은 해 7-9월에 걸쳐 본 조사를 실시하였다. 환경피해도 및 belt-transect 조사지로는 제 17휴식처 구간까지 크게 훼손된 지역을 두가지 유형으로, 즉 등산로 확장형과 야영장 확산형으로 나누어 각각 2지역씩 4지역을 선정하였다. 환경피해도와 belt-transect 조사를 위해 선정된 조사지 1은 정릉계곡 주등산로 초입부, 조사지 2는 정릉계곡 등산로 중간 휴식지점이고, 본 두 지역은 등산로 확장형으로 훼손이 심화되고 있는 곳이다. 조사지 3과 4는 각각 대동문 근처의 비공식야영장과 제 17휴식처로서 야영장 확산형이며, 5년전의 자료와 비교하기 위해서 오구균 등(1987)의 조사지와 동일하게 하였으며 Figure 1에 대상지를 나타내었다.

### 3. 환경피해도조사

본 연구에서는 권태호 등(1991)이 Frissell (1978)의 방법을 우리 나라의 실정에 맞게 개선한 7단계로 구분된 환경피해도등급에 따라서 선정된 조사구를 구분하고, 각 피해도의 면적을 지거측량(백은기, 1991)을 실시하여 산정하였다. 권태호 등(1991)이 제시한 환경피해도등급은 다음과 같다.

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

### 4. 훼손에 의한 식생구조의 변화

훼손된 야영장 및 등산로에 중심지로부터 belt-transect를 피해가 없거나 측정가능한 거리까지 폭 10m×길이( $\ell$ )m로 설치하였고, 편의상 각 belt-transect에서 10m간격을 1단위로 하여 연속적 변화를 알 수 있도록 하였다. 식생조사는 각 belt-transect의 연속된 조사구에서 고목상·하층과 관목층을 흉고직경 1cm를 기준으로 정밀측정하여 야장에 위치, 흉고직경, 수고, 수관폭 등을 기재하였다.

### 5. 종다양성분석

종구성상태의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 Shannon의 종다양도, Simpson의 종다양도, Hurlbert의 종다양도, 최대종다양도(maximum possible species diversity,  $H'_{max}$ ), 균재도(evenness,  $J'$ ), 우점도(dominance,  $D$ )에 의해 종합 분석하였다. Simpson의 수식은

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2 \text{ and } \frac{1}{\sum_{i=0}^s \left(\frac{n_i}{N}\right)^2}$$

여기서  $D$ =종다양성지수

$S$ =종수

$p_i = n_i/N$ 로서  $i$ 번째에 속하는 종의 확률

$N$ =모든 종의 총개체수

$n_i$ = $i$ 번째 종의 개체수,

Hurlbert의 수식은

$$PIE = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right) \left(\frac{N-n_i}{N-1}\right)$$

여기서  $S$ =종수

$N$ =모든 종의 총개체수

$n_i$ = $i$ 번째 종의 개체수,

Shannon의 수식(Pielou, 1975)은

$$H' = \sum p_i \log p_i$$

$$H'_{max} = \log S$$

$$J' = H'/H'_{max}$$

$$D = 1 - J'$$

여기서  $p_i$ 는 어떤 종의 개체수대 전체종의 총 개체수의 비,  
S는 구성종수,

를 적용하였다.

### 6. 토양경도측정

Belt-transsect 기점부터 10m를 한구간으로 하여 기점에서 종점까지 횡으로 3장소 종으로 3장소를 택하여 각 장소마다 10회씩 토양경도계(soil hardness tester, YAMAHA ; FUJIWARA SEISAKUSHO, LTD)를 가지고 길이방향으로 전진하면서 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 이용객 영향에 의한 환경피해

4개의 조사지에서 발생한 환경피해를 피해등급별로 나누어 면적을 산출한 것이 Table 1이다. 피해등급 2이상의 총면적은 86,692m<sup>2</sup>이었으며, 비율순으로는 피해등급 2가 36.5%, 6이 32.9% 그리고 피해등급 3, 5, 4순으로 각각 21.0, 8.0, 1.6%였다. Frissell의 등급을 다소 보완한 권태호 등(1991)이 제시한 환경피해도 등급기준에서, 피해등급 4-6 지역은 나지상태로서 자연적인 회복을 기대하기 어려운 상태이다. 이러한 지역의 면적이 36,856m<sup>2</sup>로서 피해등급 2이상 면적의 42.5%이었다.

Table 1. General description and area of impact rating for each site

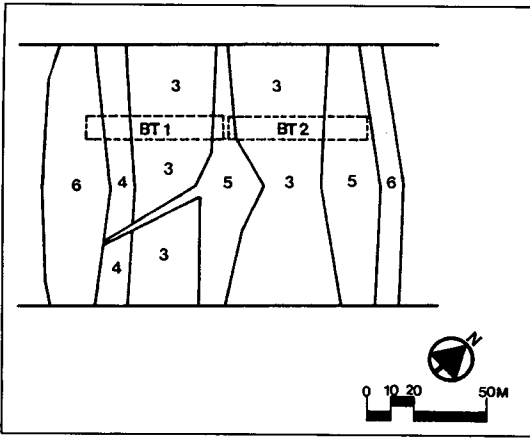
Site	Elev.	Aspect	Community*	Impact class(Unit : m <sup>2</sup> )					Total(m <sup>2</sup> )	Remark
				2	3	4	5	6		
1	180m	SE	Rp and Sa	—	7,776	1,408	4,144	3,920	17,248	Trail width expanded
2	250m	SE	Rp	2,800	3,168	—	—	9,392	15,360	Trail width expanded
3	510m	SW	Mixed forest	10,640	—	—	1,984	4,704	17,328	Trampling expanded
4	550m	SW	Qm	18,216	7,236	—	828	10,476	36,756	Trampling expanded
Total (m <sup>2</sup> )				31,658	18,180	1,408	6,956	28,492	86,692	

\* Rp : *Robinia pseudo-acacia*, Sa : *Sorbus alniifolia*, Qm : *Quercus mongolica*

조사지 1은 정릉계곡 초반 주등산로 주변 훼손 지역으로 이용객의 이용이 가장 많은 곳이다. 아까시나무가 우점종인 삼림군집으로서 Figure 2는 피해등급별 분포상황을 나타낸 것이다. 피해등급 3이 전체훼손면적(17,248m<sup>2</sup>)의 45.1%로서 앞으로 피해면적이 더욱 심화될 우려가 있다. 피해등급 6지역은 경사가 매우 완만한데도 현재 침식깊이가 약 30cm정도이고 복구할 경우 1,176m<sup>3</sup>(=0.3m × 3,920m<sup>2</sup>)이상의 토량이 필요하다. 따라서 조기에 복원공법을 적용하여 정비하는 것이 타당하리

라 여겨진다.

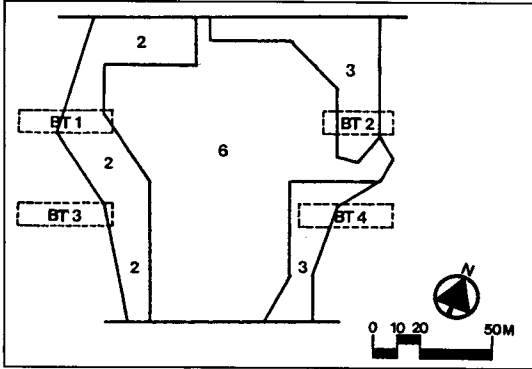
조사지 2는 정릉계곡 주등산로 중간 휴식지점으로 급경사를 막 오른 후 쉬어 가는 장소이며, 아까시나무와 상수리나무가 우점종인 숲으로 Figure 3에 환경피해도 분포를 나타내었다. 환경피해는 피해등급 6이 약 9,392m<sup>2</sup>로서 이 지역 전체피해(15,360m<sup>2</sup>)의 61.1%를 차지하고 있다. 특히, 경사가 심해 침식깊이가 약 80cm에 이른다. 현재 이곳에서 유실된 토량은 약 9,392m<sup>2</sup> 면적에 평균 0.8m의 침식깊이로 약 7,514m<sup>3</sup> 즉, 8톤 트럭



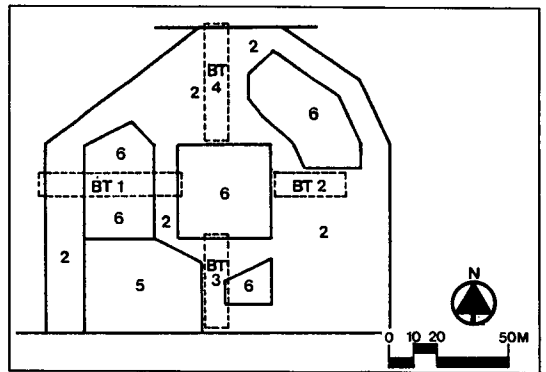
**Figure 2.** Impact rating map and belt-transect courses for the site 1. BT 1 and BT 2 indicate belt-transect number and 3, 4, 5 and 6 indicate impact ratings.

gola는 이해하기 힘든 국립공원 시설물로서 철거되어야 할 것이다.

조사지 3은 대동문 근처로서 야영장이나 휴식처로 지정되지는 않았으나 등산로의 합류점으로서 이용빈도가 매우 높고 활엽수 혼효림으로서 평지가 많아 훼손이 심한 곳으로 Figure 4에 조사지의 피해등급분포를 나타내었다. 이경재 등(1987)은 같은 지역에서 Frissell(1978)의 피해등급에 따라 피해면적을 산출하여 14,245m<sup>2</sup>가 훼손되었다고 보고하였는데, 본 조사에서는 권태호 등(1991)의 피해등급으로 조사한 결과 훼손지가 17,328m<sup>2</sup>로 3,073m<sup>2</sup>나 증가하였다. 게다가 당시 심피해지(Frissell피해등급 4-5)의 면적이 2,910m<sup>2</sup>였으나, 본 조사의 심피해지(권태호 등(1991)의 피해등급 5-6)면적은 3,073m<sup>2</sup>로서 양적, 질적으로 훼손이 가중되어 현재와 같이 이용만하고 관리를 하지 않을 경우 피해상태는 더욱 악화될 것이다.



**Figure 3.** Impact rating map and belt-transect courses for the site 2. BT 1, BT 2, BT 3, and BT 4 indicate belt-transect number and 2, 3, and 6 indicate impact ratings.



**Figure 4.** Impact rating map and belt-transect courses for the site 3. BT 1, BT 2, BT 3, and BT 4 indicate belt-transect number and 2, 5, and 6 indicate impact ratings.

250여대 분이다. 상수리나무와 아까시나무가 주를 이루고 있으나 고사하거나 부러져 죽는 나무들이 계속 발생하고 있다. 1사1산 가꾸기 운동 식목행사의 일환으로 수고 0.5-1m의 잣나무를 식재하였으나 잣나무는 북한산 자생수종이 아니므로(이경재 등, 1987) 정상적으로 성장할 경우 북한산 자연경관을 훼손할 것이며, 사후관리가 되지 않아 대부분 고사하고 있다. 또한 산중의 per-

조사지 4는 과거 17야영장으로 4개 조사지중 가장 피해범위가 넓었다(Figure 5).

권태호 등(1991)의 피해등급 5-6의 면적이 11,304m<sup>2</sup>로서 5년전 Frissell(1978)의 피해등급 4-5의 면적(5,875m<sup>2</sup>)보다 약 2배정도 나지가 확장되었다. 이 지역은 과거 운동장까지 설치한 곳으로 휴식을 취하는 이용객이 집중되는 곳이나,

5년간 나지를 복구하기 위한 관리가 전혀 이루어지지 않아 피해상태가 더욱 심화된 것으로 빠른 복구대책이 요구된다.

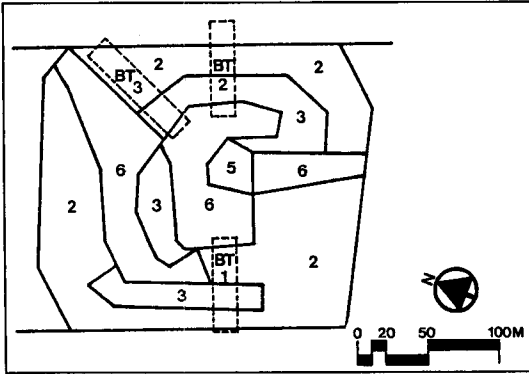


Figure 5. Impact rating map and belt-transect courses for the site 4. BT 1, BT 2, and BT 3 indicate belt-transect number and 2, 3, 5, and 6 indicate impact ratings.

## 2 훼손에 의한 식생구조의 변화

### 1) 조사지 1(정릉계곡 입구)

조사지 1은 아까시나무군집이며 2개의 transect를 동서방향으로 설치하였다. 그 중 Belt-transect 1을 대상으로 Figure 6은 belt-transect의 측면도(bisect)와 평면도(stem projection)를, Figure 7은 거리별 종다양성지수(species diversity index), 기저면적(basal area), 상대우점치(importance value)를 나타낸 것이다. Transect 1의 평면도와 측면도 분석결과 교목상층은 아까시나무가 우점종이나 교목하층과 관목층은 팔배나무와 졸참나무를 비롯한 활엽수가 우점종이었다. 따라서 Transect 1은 팔배나무와 졸참나무군집으로 천이가 진행될 것으로 예상된다.

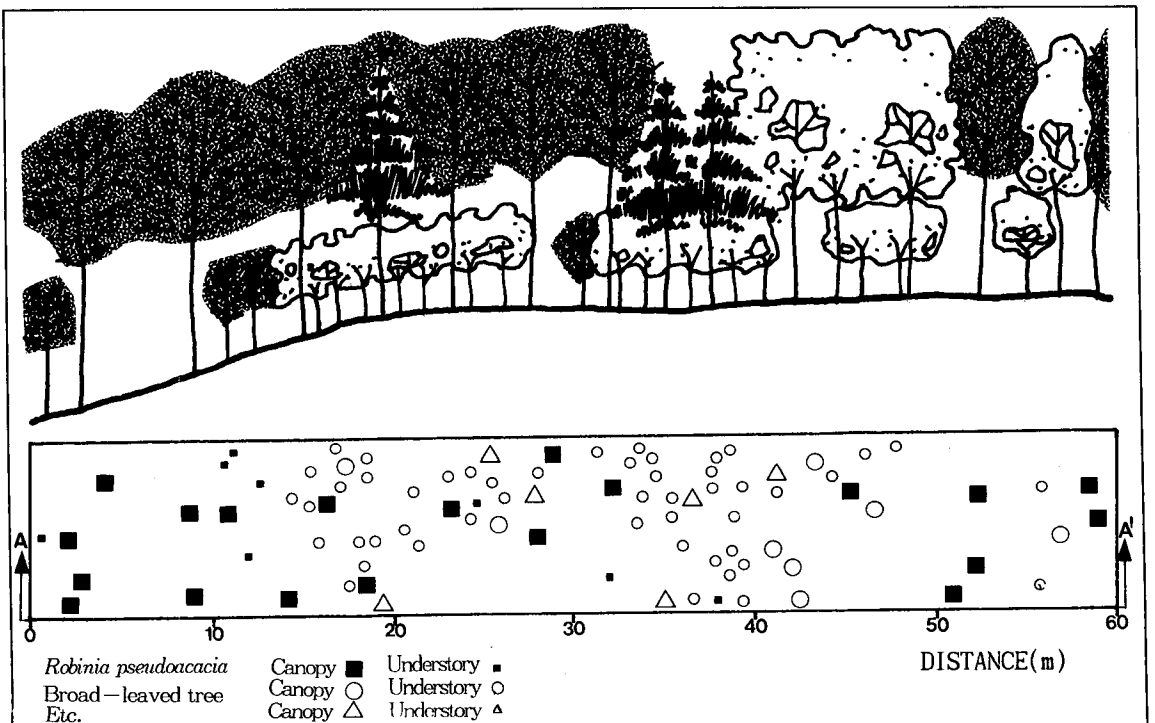


Figure 6. Projection, bisect of belt-transect number 1 in the site 1.

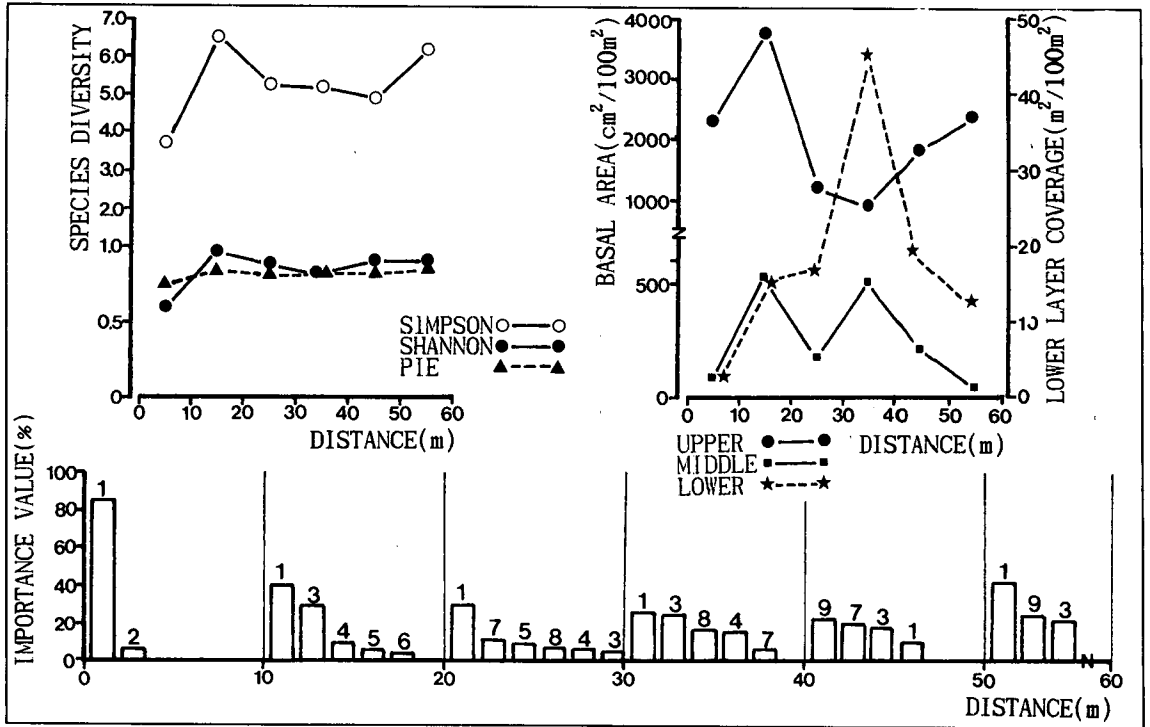


Figure 7. The change of diversity, basal area and coverage and importance value by the distance of belt-transect number 1 in the site 1.

(1 : *Robinia pseudoacacia*, 2 : *Rubus crataegifolius*, 3 : *Sorbus alniifolia*, 4 : *Pinus densiflora*, 5 : *Callicarpa japonica*, 6 : *Stephanandra incisa*, 7 : *Quercus serrata*, 8 : *P. rigida*, 9 : *Prunus sargentii* )

종다양성분석결과 주 등산로에서 멀어질 수록 대체로 종다양성이 증가하는 경향을 보였다. 10-20m구간에 종다양성곡선이 급격히 부상하는 것은 인간간섭에 의해 경미하게 훼손된 지역에 답압에 내성이 강한 종이 침입한 것으로, 오히려 경미한 피해지에서 식물종수가 높게 나타난다는 Coombs(1976)의 보고와 일치하였다. 경미한 피해지가 계속적으로 훼손영향을 받아 심피해지가 되면 종다양성은 급격히 감소할 것이다. 한편, Simpson지수는 종의 변화에 매우 민감하게 반응하였다.

교목상·하층의 기저면적과 관목층의 피도 변화에서는 답압에 의해 훼손된 관목층의 피도가 등산로에서 거리가 멀어질 수록 면적이 증가하는 경향을 보였으나 셋길 등산로에 의해서 구간중간에서는 피도 면적이 급격히 감소하였다. 상층에

서는 20m구간 이후 기저면적이 점차 증가하는 경향을 보였는데, 초반 20m구간은 답압에 의한 피해로 아까시나무와 경쟁할 다른 수종이 들어가지 못하기 때문이다.

상대우점치 분석에서는 심피해지에서 아까시나무가 높은 상대우점치를 나타내었으나 등산로에서 멀어질 수록 팔배나무와 졸참나무 등과 경쟁하여 점차 상대우점치가 감소하였다. 답압에 강한 수종으로는 국수나무, 산딸기, 조록싸리, 아까시나무, 작살나무, 팔배나무, 참싸리나무, 청가시덩굴, 고추나무, 누리장나무, 산초나무 등이 출현하였다.

Figure 8는 토양경도의 거리별 변화를 나타낸 것으로서 Belt-transect 30-40m부근까지 감소하다가 내부의 등산로의 영향에 의해 다시 토양경도가 증가하는 경향을 보이고 있다. 등산로에서



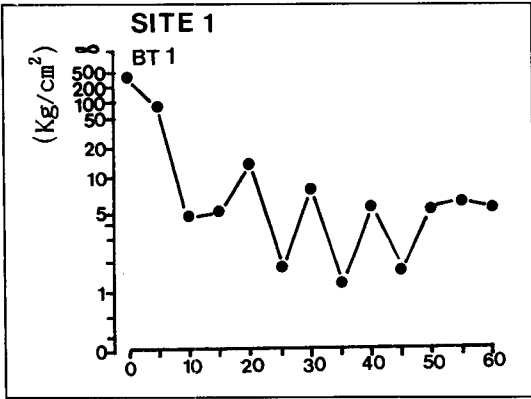


Figure 8. The soil hardness by the distance of belt-transsect number 1 in the site 1.

의 토양 경도는 약 200kg/cm<sup>2</sup>로서 매우 높았으며, 등산로에서 멀어질 수록 감소하여 30m 구간에서 약 1.2kg/cm<sup>2</sup>까지 감소하였고, 중간의 훼손된 나지에서 약 4.5kg/cm<sup>2</sup>를 보였다. 이는 등산객의 영향이 삼림의 30m 근처까지 미치고 있음을 나타내는 것으로서 삼림을 보호하고 회복시키기

위해서는 등산로와 접한 삼림에는 자연스러운 울타리나 수벽처리를 하여주고 10m구간 내에 토양 경도를 완화시켜주어야 한다.

2) 조사지 2(등산로 중간 휴식지점)

조사지 2는 경사가 급하여 침식이 심하게 발생하는 곳으로 아까시나무-산벚나무군집이다. 답압에 의한 등산로의 훼손이 심하고 노폭도 매우 넓게 확장되었으며 주연부식생은 밀깎기(下刈)작업을 하거나 심하게 훼손되었다. 북동쪽과 남서쪽방향으로 각 2개씩 4개의 transect를 설치하였으며, 그 중 1개를 Figure 9, 10에 나타내었다.

Belt-transsect 평면도와 측면도 분석결과 교목상층에서는 아까시나무 우점종이었으나 교목하층 및 관목층에서는 팔배나무, 산벚나무 등이 우점종이었다. Transect 1은 밀깎기작업의 영향으로 10-20m구간의 종다양성이 급격히 감소하였다. 따라서 뚜렷한 이유없이 밀깎기(下刈)작업을 하는 것은 종다양성의 급격한 감소를 초래하고 침식을 유발함을 알 수 있었다.

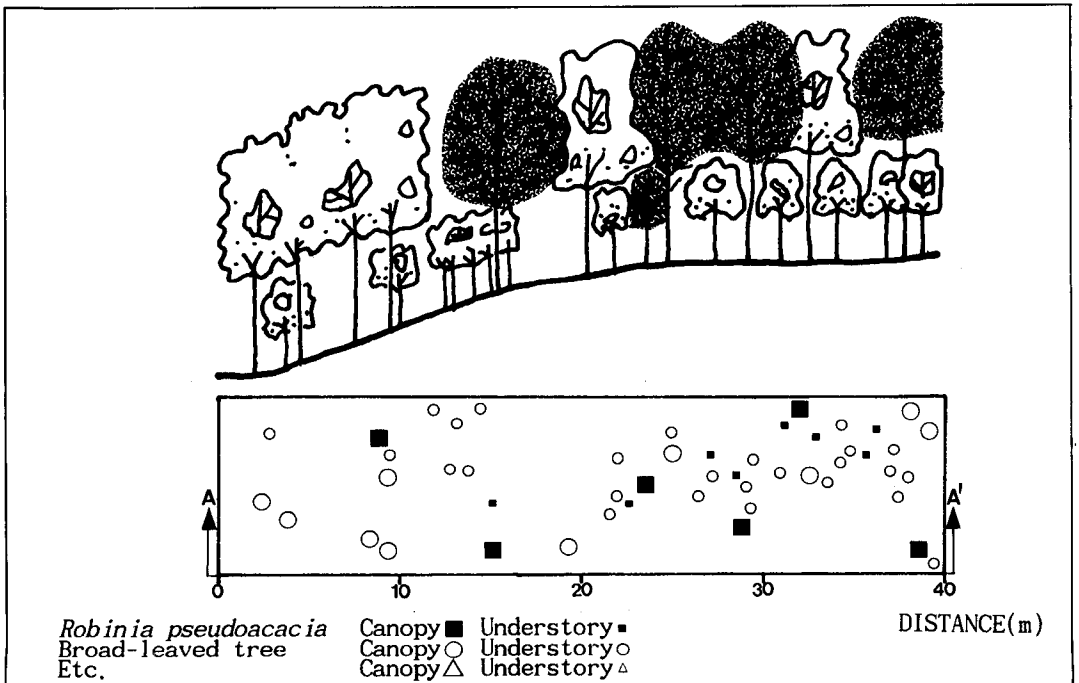


Figure 9. Projection, bisect of belt-transsect number 1 of the site 2

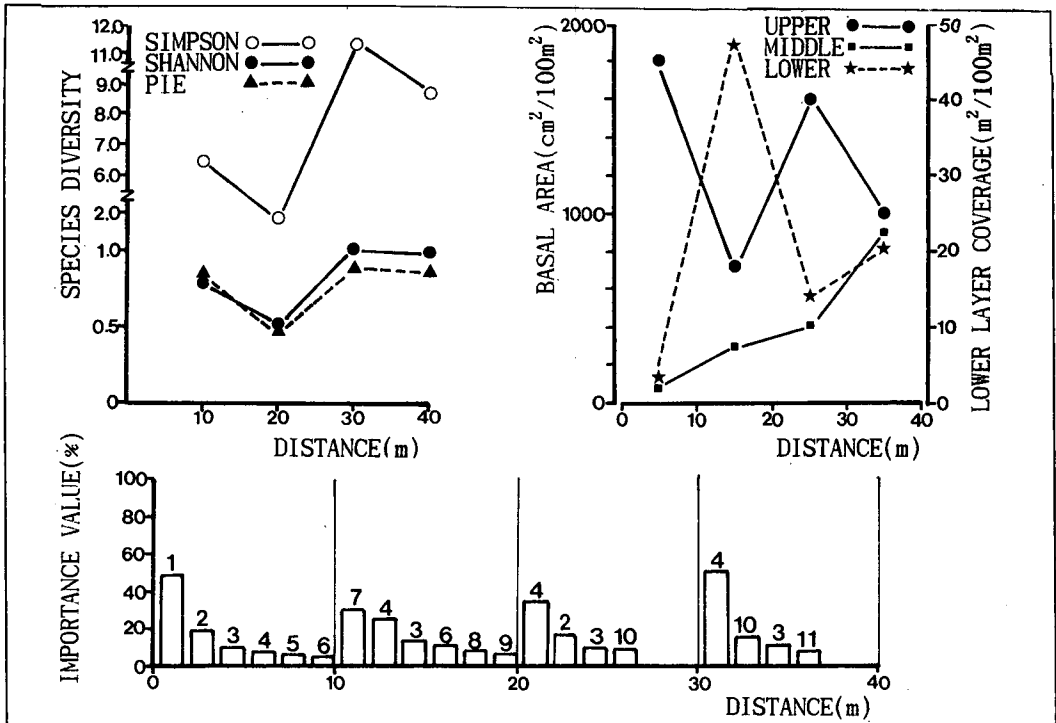


Figure 10. The change of diversity, basal area and coverage, and importance value by the distance of belt-transect number 1 of the site 2.

(1 : *Quercus acutissima*, 2 : *Q. serrata*, 3 : *Prunus sargentii*, 4 : *Robinia pseudoacacia*, 5 : *Pinus koraiensis*, 6 : *Stephanandra incisa*, 7 : *Q. mongolica*, 8 : *Rhododendron schlippenbachii*, 9 : *Rh. mucromulatum*, 10 : *Sorbus alnifolia*, 11 : *Alnus hirsuta*.)

기저면적과 피도분석에서 Transect 1은 관목층의 피도가 10-20m구간에서 급격히 증가하였는데 이것도 역시 밀깎기 작업으로 관목을 베어냄에 따라 국수나무와 같은 단일종이 우점종이 되어 그 지역을 모두 덮어버려 생기는 현상이다. 중층은 등산로에서 멀어질 수록 basal area가 점차 증가하였다.

토양경도 분석결과(Figure 11) 심피해지에서의 토양경도는 최고 약 35kg/cm<sup>2</sup> 정도였고, 경미한 피해지에서는 최소 약 0.5kg/cm<sup>2</sup>까지 감소하였으며, 중피해지에서는 장소에 따라 약 1.5-7kg/cm<sup>2</sup> 범위값을 나타내었다. 토양경도는 등산로에서 약 20-30m구간까지 피해영향이 미쳤으며, 따라서 조사지 2도 10m구간내에 주변부식생을 조성하여야 할 것이다. Table 4에 나타난 식생과의 관계에서도 부의 상관성을 보였다.

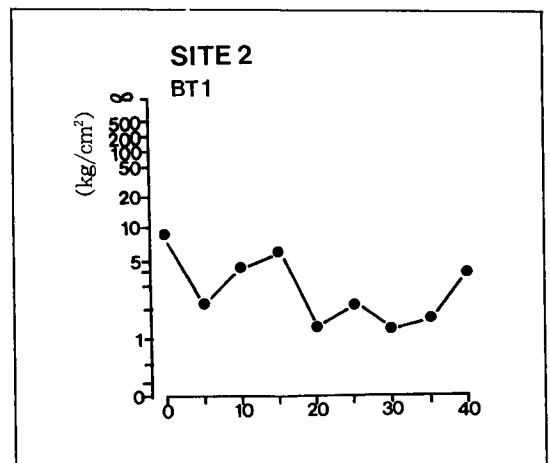


Figure 11. The soil hardness by the distance of belt-transect number 1 in the site 2.

3) 조사지 3(대동문 근처)

조사지 3은 경사가 완만하여 숲속으로 행락객들이 몰려들어 군데군데 심피해지 발생이 많은 곳이다. 이 지역의 우점종은 팔배나무, 신갈나무, 굴참나무, 소나무, 산벚나무 등이며, 전체적으로 참나무류로의 천이가 진행중이고 교목하층 및 관목층에는 팔배나무와 상수리나무가 우점종을 이

루고 있다. Transect는 동서남북 사방에 4개를 설치하였으며 서쪽의 transect 1의 분석 결과를 Figure 12, 13에 나타내었다. Transect 1의 평면도 및 측면도 분석결과 중간에 심피해지의 흔적이 나타나고 있으며, 따라서 종다양성의 변화도 일정한 경향이 없었다.

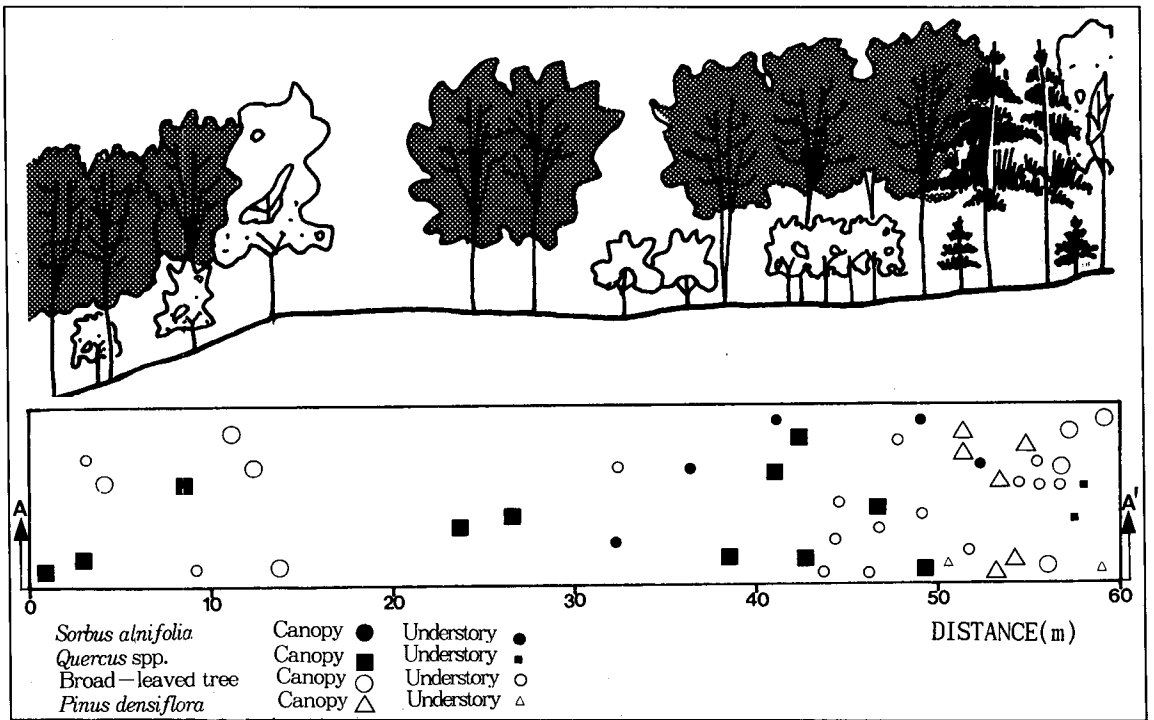


Figure 12. Projection, bisect of belt-transect number 1 of the site 3

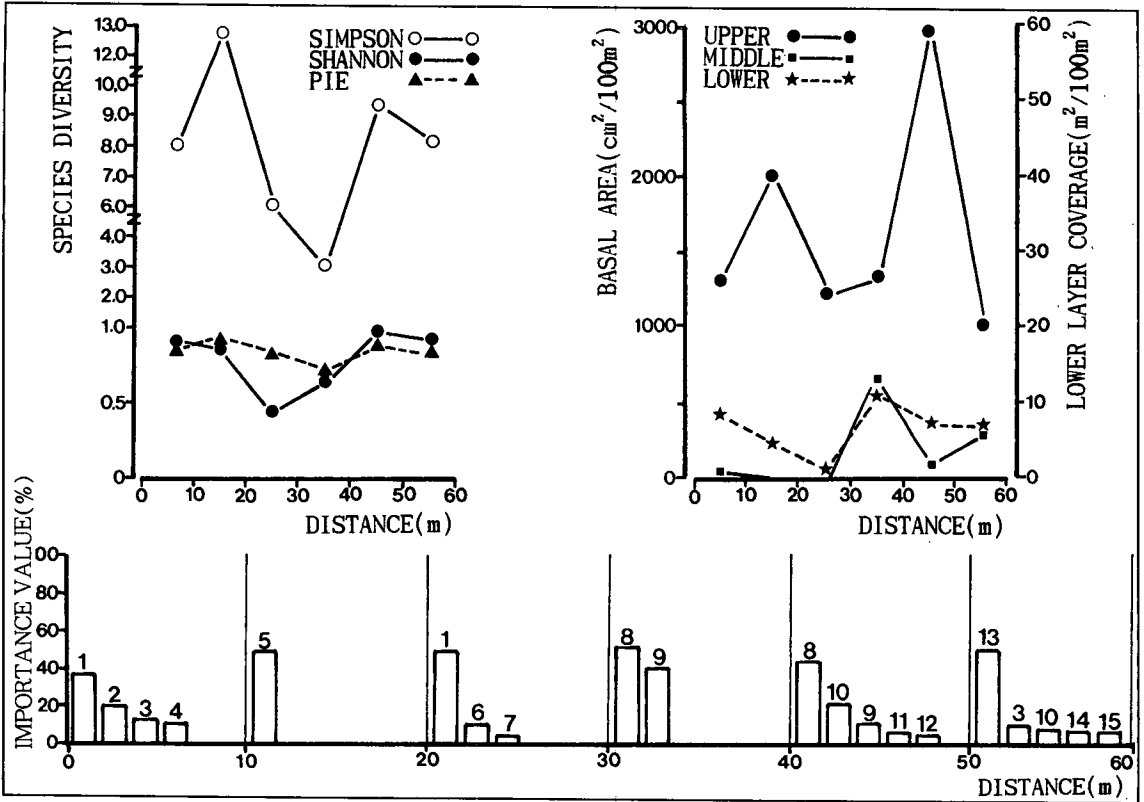
특히, 기저면적과 피도분석에서는 구간 별로 교목하층식생의 출현이 전무하거나 관목층의 피도가 극히 낮았다.

상대우점치 분석에서도 우점치가 상층의 상수리나무와 굴참나무 등에 치중되어 있어 오히려 등산로의 확산에 따른 피해보다 그 정도가 심함을 알 수 있었다. 답압에 강한 수종으로는 국수나무, 팔배나무, 산딸기, 노린재나무, 물푸레나무, 청가시덩굴, 신갈나무, 진달래, 병꽃나무, 생강나무, 질레나무 등이 출현하였다.

토양경도(Figure 14)는 답압에 비례하여 심피

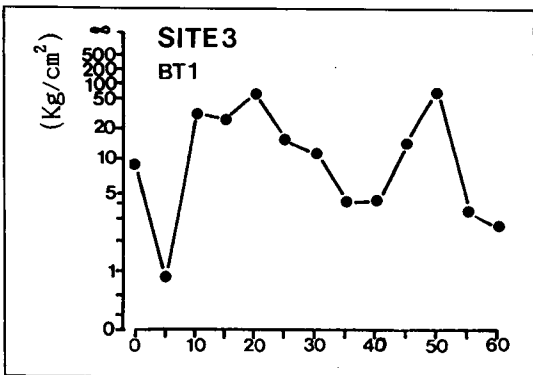
해지와 경미한 피해지에서 각각 50kg/cm<sup>2</sup>와 0.5kg/cm<sup>2</sup>값을 나타냈으며, 중피해지는 1-6kg/cm<sup>2</sup> 범위의 값을 보였다. 관목층의 피도가 증가할수록 토양경도가 감소하는 경향을 보인 구간은 30m지점이었다.

대동문 지역은 등산로의 결절점이고 경사가 완만하여 앞으로도 많은 훼손이 예상되므로 일부 심피해지를 적극적 공간으로 개발하여 주고 그외 지역은 출입통제를 유도하여 장기적 관리로 식생 복구를 실시하여야 할 것이다.



**Figure 13.** The change of diversity, basal area and coverage, and importance value by the distance of belt-transect number 1 of the site 3.

(1 : *Quercus variabilis*, 2 : *Sorbus alnifolia*, 3 : *Prunus sargentii*, 4 : *Fraxinus rhynchophylla*, 5 : *Q. acutissima*, 6 : *Euonymus alatus* for. *striatus*, 7 : *Elaeagnus unbellata*, 8 : *Q. mongolica*, 9 : *Rhododendron mucronulatum*, 10 : *Q. serrata*, 11 : *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, 12 : *Pinus densiflora*, 13 : *Rhus trichocarpa*, 14 : *Zanthoxylum schinifolium*)



**Figure 14.** The soil hardness by the distance of belt-transect number 1 in the site 3

4) 조사지 4(제 17 휴식처)

조사지 4는 제 17휴식처로서 오래 전부터 야영장으로 이용되어 오던 곳이다. 800m<sup>2</sup> 크기의 운동장을 중심으로 주변에 심피해지가 산재해 있다. 신갈나무림이 우점종이며 동쪽과 서쪽에 그리고 북동쪽에 3개의 transect를 설치하였다. Figure 15와 16은 서쪽 transect분석결과를 나타낸 것이다. 중간에 등산로가 위치하므로 평면도의 20m 지점에 식생출현이 거의 없었다. 종다양성 분석결과 20-30m구간에서 다소 종다양성지수가 떨어졌으나 식생구성이 양호하여 점차 증가경향을 보였다.

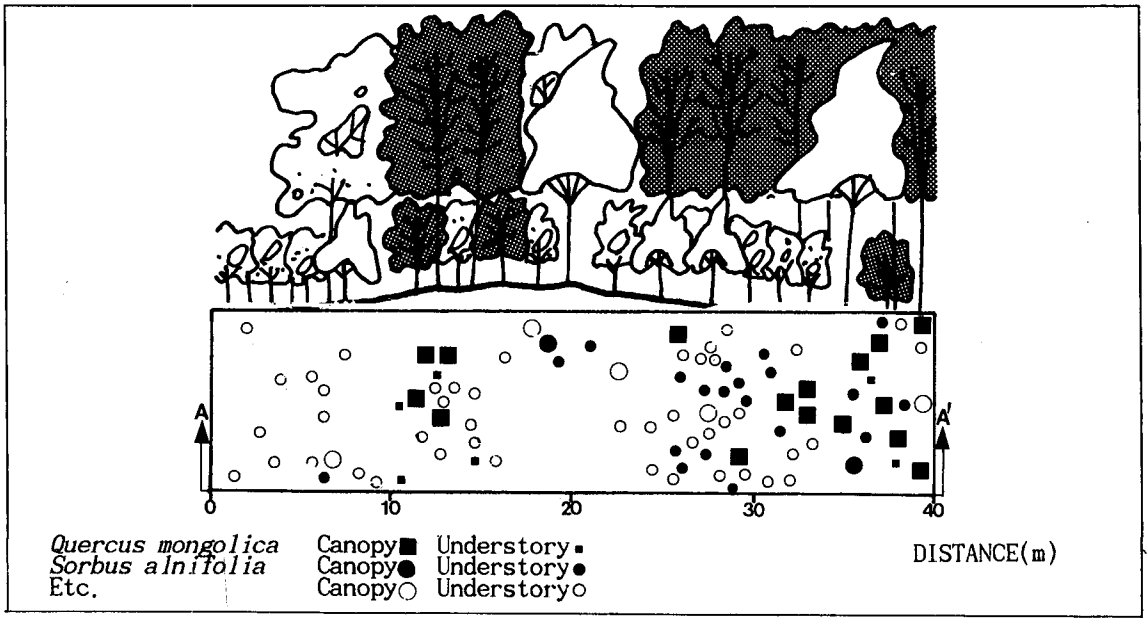


Figure 15. Projection, bisect of belt-transect number 1 in the site 4

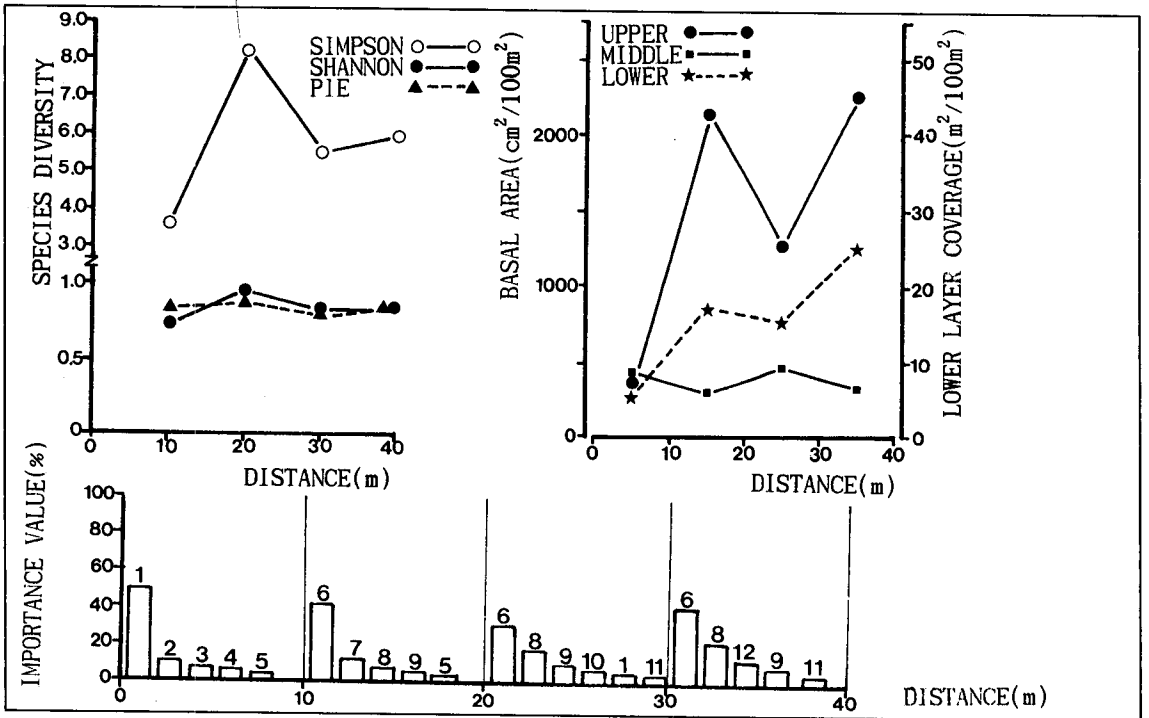


Figure 16. The change of diversity, basal area and coverage, and importance value by the distance of belt-transect number 1 in the site 4.

- (1 : *Fraxinus rhynchophylla*, 2 : *Malus baccata*, 3 : *Lespedeza maximowiczii*, 4 : *Crataegus Pinnatifida*, 5 : *Pinus koraiensis*, 6 : *Quercus mongolica*, 7 : *Prunus sargentii*, 8 : *Sorbus alnifolia*, 9 : *Rhododendron mucromuratum*, 10 : *Q serrata*, 11 : *Rh. schlippenbachii*, 12 : *Acer pseudosieboldianum*)

토양경도(Figure 17)는 심피해지에서 약 100kg/cm<sup>2</sup>, 중피해지에서 약 2-5kg/cm<sup>2</sup>범위, 경미한 피해지에서 약 2kg/cm<sup>2</sup>이었다. 이용객의 영향은 40m구간까지 미치고 있으므로 10m구간에 주연부식생을 조성하여 토양경도와 식생을 회복시켜야 할 것이다.

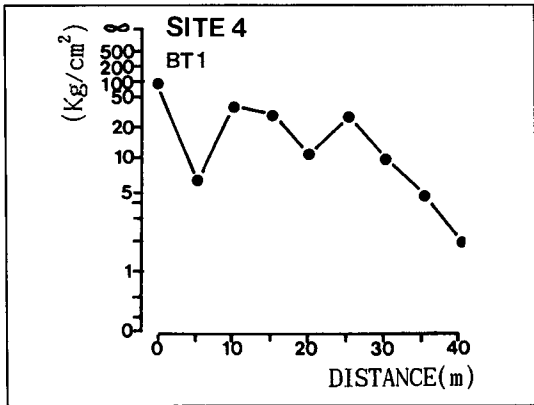


Figure 17. The soil hardness by the distance of belt-transect number 1 in the site 4

이 지역은 1990년 11월 이래로 야영장이 폐쇄되어 그 기능이 상실되었으므로 약수터 주변에 휴식공간을 마련하여주고 옛 야영장과 운동장을 폐쇄하는 등의 진화된 관리가 필요한 곳이다.

#### IV. 결 론

본 연구는 과중한 이용압력에 의해 날로 훼손되어 가는 북한산 국립공원을 대상으로 기왕에 조사된 기초자료(박인협 등, 1987)와 비교하여 훼손실태를 조사하고, 그에 따른 자연환경의 변화를 파악하여, 공원관리의 기초자료로 삼기 위해 환경피해도조사와 belt-transect를 실시하였다.

북한산국립공원 정릉계곡에서 제 17 휴식처 구간사이의 훼손된 등산로와 야영장 중 4곳을 설정하여 belt-transect조사를 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 이용객의 영향에 의한 환경피해를 측정하기 위해 권태호 등(1991)이 제시한 환경피해도 등급을 적용하였다. 4개 조사지의 피해등급 2이상의

총면적은 86,692m<sup>2</sup>이었고 자연적인 회복이 거의 불가능한 피해등급 4-6지역은 36,856m<sup>2</sup>로서 매우 넓게 나타났으며, 1987년도보다 양적, 질적으로 피해범위가 확산되었다.

2. 이용객의 영향에 의한 식생변화에서 등산로 및 야영장에 가까워질 수록 종다양성이 급격히 감소하였고, 기저면적과 피도 변화에서는 하층에서 민감하게 변화하였다. 답압에 내성이 강한 수종으로는 아까시나무, 고추나무, 참싸리나무, 누리장나무, 국수나무, 산딸기, 조록싸리, 병꽃나무, 쫄레나무, 산초나무, 생강나무, 작살나무, 팔배나무, 노린재, 청가시덩굴, 진달래, 물푸레, 신갈나무 등이었다. 토양경도 측정결과 등산로 및 야영장에서 멀어질 수록 토양경도가 낮았다.

3. 북한산국립공원 정릉계곡을 중심으로 선정된 4개의 조사지에 대한 관리방안은 크게 4가지 범주 즉, 등산로정비, 편의시설의 설치, 주연부식생의 도입, 식생회복으로 구분되었다. 아울러 각 조사지마다 필요한 제언을 첨가하였다.

#### V. 관리방안 및 제언

북한산 국립공원 정릉계곡의 현장조사와 연구결과를 토대로 야영장 및 등산로, 편의시설, 식생복원을 근간으로 하여 북한산의 자연성을 회복하고 달라진 등산문화에 맞는 국립공원 개선 및 관리방안을 다음과 같이 연구대상지를 중심으로 제시 하여보면 다음과 같다.

첫번째, 정릉계곡 등산로 초반부에 위치한 조사지 1의 개선 및 관리방안을 Figure 18에 나타내었다. A지역은 등산로의 경계가 뚜렷하지 못하고, 편의시설이 일관성 없이 설치되어 있으므로 Beardsley et al.(1974)의 제안을 보완하여 등산로의 경계를 명확하게 정비하고 불필요하게 훼손이 확대되고 있는 지역은 토양과 식생을 공급한다. 등산로의 경계는 자연공원에 맞는 경계시설이나 밀식이 가능한 주연부식생으로 조성한다. 등산로에 경사면은 주연부식생과 관목을 이입하여 토사유출과 등산객의 침입을 막는다. B지역은 등산로와 삼림부의 높이차가 있어 경계에는 문제가 없으나, 밀짚기작업, 변소설치 등으로 훼손이 확

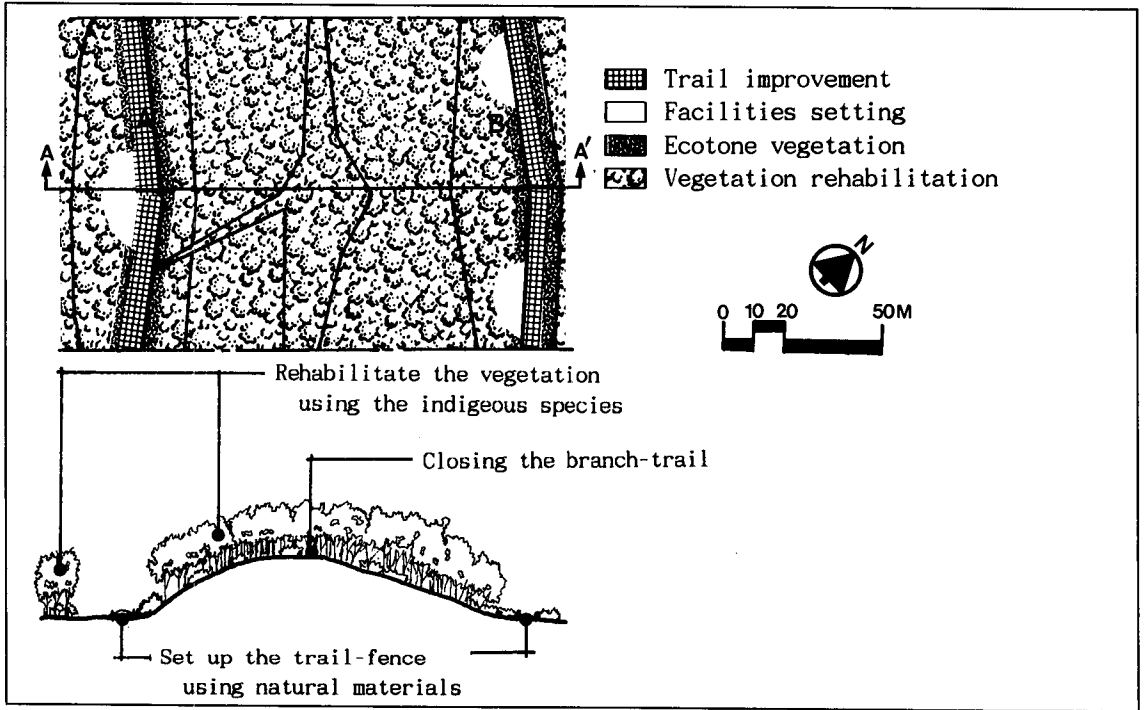


Figure 18. The improved alternative administration planning of the site 1

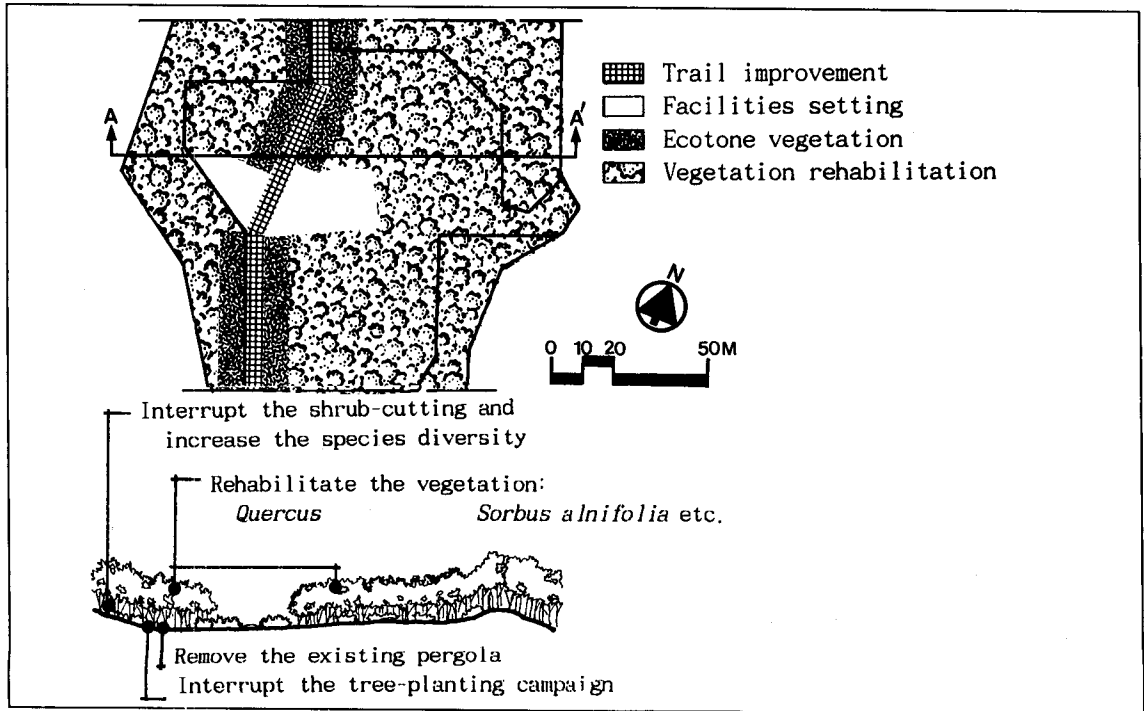


Figure 19. The improved alternative administration planning of the site 2

산되고 있으므로 주변부식생을 도입하여 변소접근로를 유도한다. 전체적으로 등산로변에 설 수 있는 장소를 마련하고, 삼림부에 무분별하게 나 있는 셋길 등산로는 홍보를 통해 폐쇄하며, 식생회복은 북한산 자생수종을 심거나 파종하되, 등산로로부터 가까운 거리에 집중적으로 관리를 실시하여 식물종다양성을 증진시킨다. 북한산 자생수종인 졸참나무, 신갈나무, 팔배나무, 물푸레, 작살나무, 생강나무, 노린재나무, 조록싸리, 국수나무, 진달래, 병꽃나무, 산초나무 등을 식재한다.

두번째, 조사지 2(Figure 19)는 등산로의 경계가 있고 돌로 만들어져 있으나 보행이 불편하여 등산객이 등산로주변을 이용하기 때문에 등산로변이 확산되어 훼손된 유형이므로 돌계단과 나무계단 등을 적당히 배치하여 등산로를 벗어나지 않도록 정비할 필요가 있다. 등산로 주변의 훼손지는 침식의 영향이 가장 크므로 관목 및 지피를

이용하여 토양을 고정시키고 이 지역의 우점종인 상수리나무, 팔배나무의 묘목이나 종자를 심거나 파종한다. 이지역은 지형상 경사가 급하므로 올라와서 설 수 있도록 편의시설을 투입하고 기존의 퍼골라는 철거한다. 1사1산 가꾸기의 일환인 식목행사는 자문을 통한 수목식재를 지향하고, 밑거름작업을 중단하며 종다양성을 증진시킨다.

세번째, 조사지 3은 대동문 근처의 비공식야영장으로 개선안을 Figure 20에 나타내었다. 이곳은 등산로가 합류되어 휴일에 일시에 등산객이 많이 몰리고 있으므로 기존의 피해등급 6지역을 편의시설 등의 이용구역으로 개발하여 위락공간을 조성한다. 이 지역의 종다양성은 삼림속에 군데군데 심피해지가 많아 종다양성의 일관성이 상실되었는데, 이는 삼림의 훼손이 더욱 가속화될 우려가 있으므로 훼손된 지역은 식생을 회복시킨다

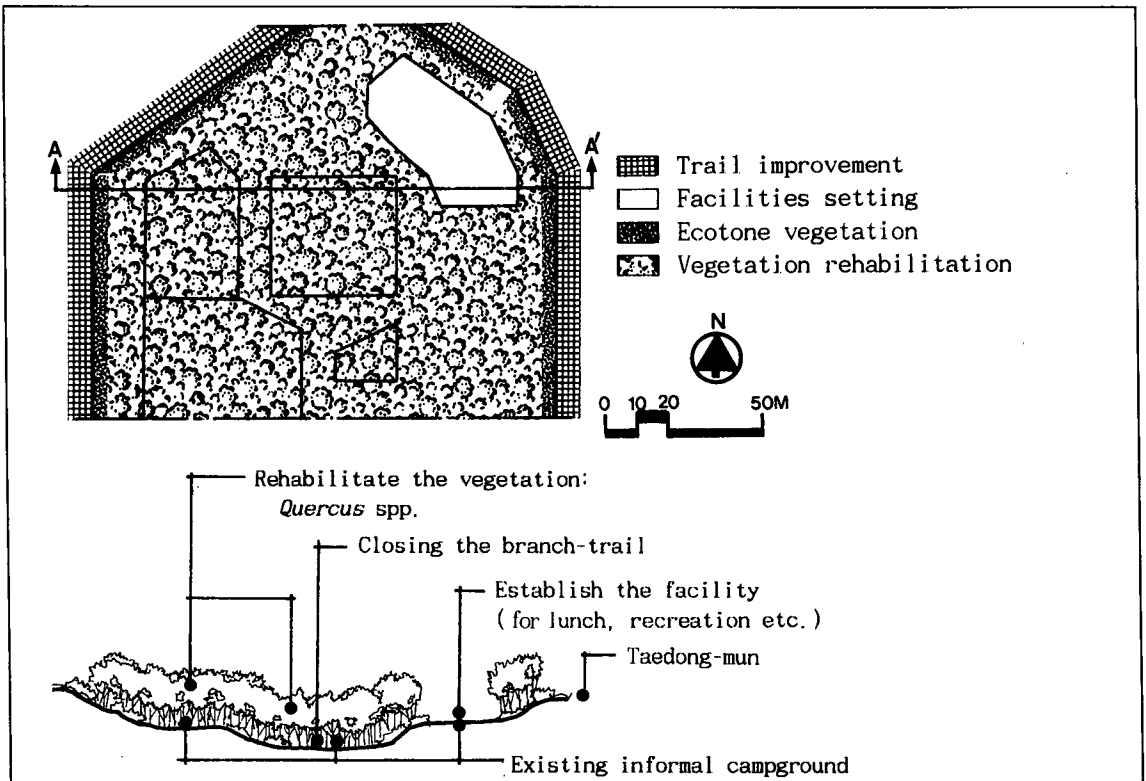


Figure 20. The improved alternative administration planning of the site 3.



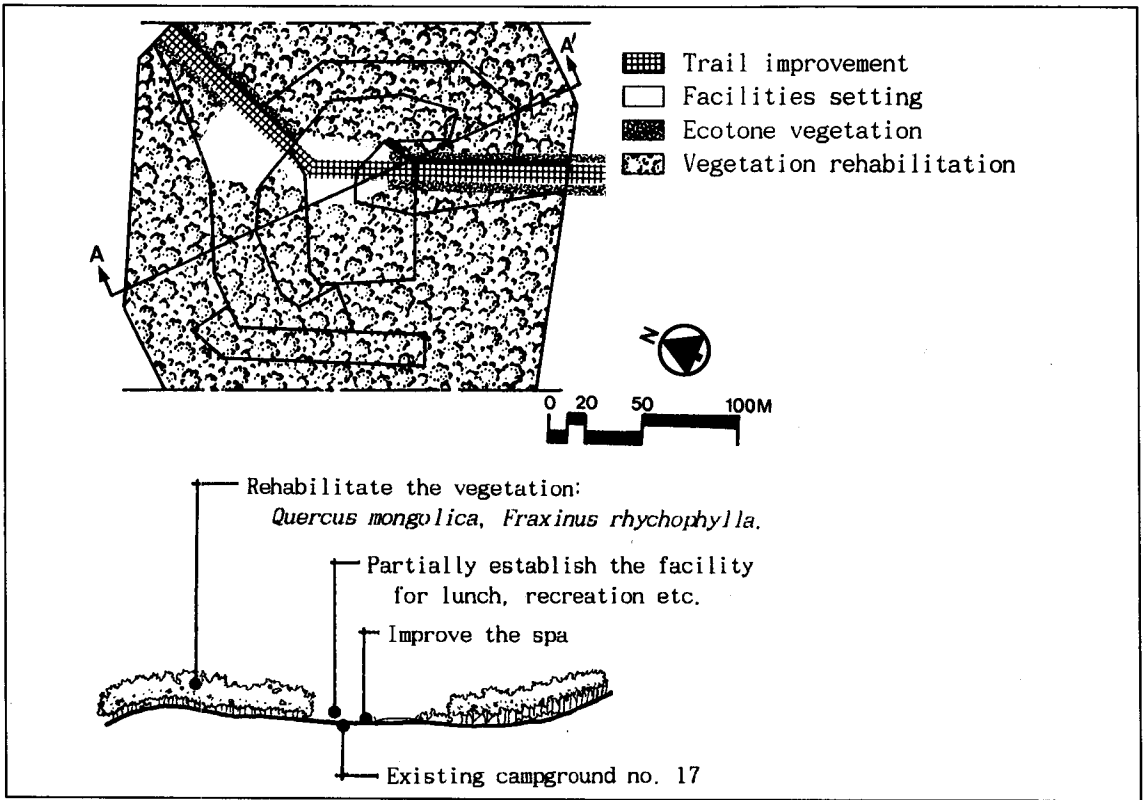


Figure 21. The improved alternative administration planning of the site 4.

인용문헌

1. 건설부(1984) 「북한산국립공원계획」, 553.
2. 건설부(1988) 「국립공원 장기종합개발계획」, 15-62.
3. 권태호, 오구균, 권순덕(1991) “치리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변 환경훼손에 대한 이용 영향”, 「응용생태연구」, 5(1):91-103.
4. 기상청(1991) 「한국기후표 제 II 권 - 월별평년값-(1961-1990)」, 418쪽.
5. 박인협, 이경재, 조재창(1987) “북한산 지역의 삼림군집구조에 관한 연구”, 「응용생태연구」, 1(1):1-23.
6. 백은기(1991) 「측량학 - 기초 및 응용-」, 청문각, 163-164쪽.
7. 오구균, 권태호, 전용준(1987) “북한산국립공원의 등산로 훼손 및 주변식생 변화”, 「응용생태연구」, 1(1) 35-45.
8. 이경재, 김준선, 우종서(1987) “북한산국립공원의 토양 및 식생에 대한 이용영향 및 심리적 수용력의

- 추정”, 「응용생태연구」, 1(1):46-65.
9. 이경재(1991) “자연공원의 생태계 파괴현황과 방지 대책”, 대구대학교부설 농업과학 연구소, 「농업기술정보지」 5:31-44.
10. Coombs, E.A.K.(1976) *The impacts of camping on vegetation in the Bighorn Crag, Idaho Primitive Area*. M. S. thesis. Univ. Kdaho, Moscow. 63 p.
11. Frissell, S.S. (1978) “Judging recreation impacts on wilderness campsites”, *J. of For.* vol. 76:481-483.
12. Haber, W. (1986) *National Parks*, 341-353 pp. Bradshaw, A.D., D.A. Goode and E. Thorp. “Ecology and design in landscape”, Blackwell Scientific Publications, London.
13. Beardsley, W.G., R.B. Herrington, and J.A. Wagar. (1974), *Recreation site management: how to rehabilitate a heavily used campground without stopping visitor use*, *J. For.* 72:279-281(Cited by Cole D.N. and E.G.S. Schreiner. 1981).