

# 등산로의 환경피해도를 활용한 산악형국립공원의 수용능력 추정(I)

- 북한산국립공원을 사례로 -

## Estimation of Carrying Capacity on the Mountainous National Park using the Impact Rating Class of Trail (I)

- In the case study of Bukhansan National Park -

대구대학교 생명환경학부\* · 밀양대학교 조경학과\*\* · 호남대학교 도시조경학부\*\*\*  
권태호\* · 최송현\*\* · 오구균\*\*\*

### I. 서론

일반적으로 산악형으로 분류되는 국립공원에서 등산로는 생태계에 일차적으로 이용압력이 가해지는 가장 보편적인 이용공간이며, 공원전체에 비교적 고르게 분포하므로 수용력 산정에 등산로를 고려할 필요가 있다. 그동안 등산로를 대상으로 한 생태적 수용력 추정 연구가 전무한 실정이므로 별도의 방법론이 개발되어야 한다. 이용영향에 민감한 생태적 요소의 추출과 등산로 밀도, 규모, 통행패턴 등에 대한 분석 활용이 요구되는데, 등산로에서의 수용력 초과 징후는 하층식생의 쇠퇴 등을 수반하는 등산로 폭의 확장으로 나타난다는 보고에 착안하면 등산로의 통행량과 훼손량 단위 간의 변화곡선에서 적정 허용수준을 추적함으로써 수용능력을 추정할 수 있다.

본 연구에서는 국립공원 중 등산로 밀도 및 이용밀도가 가장 높은 북한산국립공원을 대상으로 등산로의 환경피해도를 바탕으로 한 수용능력을 추정하고, 추정된 결과를 이용자 관리에 필요한 최적 전략 수립을 위한 자료로 제시하고자 한다.

### II. 재료 및 방법

#### 1. 조사대상지 및 조사구간 설정

북한산국립공원의 등산로 연장 126,395m중 통행량이 균일하게 유지되는 결절점 사이를 1개 구간으로 하여 22개 구간, 총 28,665m을 선정하였다.

#### 2. 등산로 훼손 및 환경피해도 조사

북한산국립공원의 법정등산로 중에서 선정된 22개의 주요 거점 등산로 구간에 대해 1999년 9월 9~12일에 환경피해도 및 등산로 훼손상태를 조사하였다. Frissell(1978)의 방법을 개선한 권태호 등(1991)의 환경피해도를 바탕으로 rapid survey sampling 방법에 따라 일정거리마다 선정된 관측 단면 또는 구간에 대해 환경피해도를 조사하였다.

### 3. 통행패턴 및 통행량조사

등산로의 탐방객 통행량을 알아보기 위하여 대상 구간의 시점 및 종점 그리고 주요 분기점을 기준으로 구간별, 시간대별 통행량을 북한산국립공원의 최대이용일인 1999년 10월 30~31일에 실시하였다.

### 4. 수용능력 추정식의 도출

수용능력 추정식은 등산로에서 탐방객의 통행량이 증가할수록 이를 수용할 수 있는 등산로폭은  $x$ 의 누승으로 증가한다는 것을 가설로 한다. 이를 바탕으로 등산로의 환경피해도와 통행패턴 및 통행량조사를 통해 두 변수간의 상관관계를 분석하고, 회귀모형을 수립( $\hat{Y} = aX^b$ )하였다. 모형에 대해 권장 등산로 노폭기준을 적용하여 적정 탐방객수( $K$ )를 해석하고, 주요 매표소별 입장객수(탐방객수)의 합( $\sum T_j$ )과 전체 조사된 등산로 구간별 평균통행량의 합( $\sum O_i$ )간의 비율을 가중치로 사용하여 대상 등산로 구간 수( $n$ )를 고려하여 수용능력( $\sum E_j$ )을 추정한다.

$$\sum_{j=1}^m E_j = nK \frac{\sum_{j=1}^m T_j}{\sum_{i=1}^n O_i}$$

여기서,  $T_j$  = 등산로 구간과 연결되는 매표소(입구)에서 관측된 입장객수( $j = 1, 2, \dots, m$ )  
 $O_i$  = 등산로 구간의 평균 통행량( $i = 1, 2, \dots, n$ )  
 $K$  = 적정 이용자수(상수)  
 $n$  = 등산로 구간수  
 $E_j$  =  $T_j$  값을 관측한 매표소들에서의 적정 이용자 수

## III. 결과 및 고찰

### 1. 조사지 개황

북한산국립공원의 주 이용행태는 등산이며 산책이며, 연중 이용률이 일정하고 주말에 피크를 이루는 주말형 및 도시형 국립공원이다.

### 2. 등산로 환경피해도 및 훼손 분석

국립공원의 대표적인 이용공간인 등산로 특성상 환경피해도는 대체로 III~VI 등급까지 고루 분포하고 있었으나, 특히 구간 11(위문-동운각)과 12(백운대매표소-백운대-위문)는 등산로의 환경피해도 등급 IV, V 그리고 VI이 다른 구간에 비해 넓게 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 환경피해도를 등급별로 평균적으로 살펴보면, 전체 조사 등산로 구간의 환경피해도는 등급 IV가 1.1m, 등급 V가 1.3m, 등급 VI이 1.5m로 환경피해도 등급이 높을수록 등산로 이용에 따른 훼손폭이 넓게 나타났다.

### 3. 통행패턴 및 통행량

일 평균 통행량이 3천명으로 넘는 구간은 구간 7과 8(대남문~구기매표소), 구간 12(백

운동 대표소~위문), 구간 21(도봉산장~석굴암, 민월암 분기점), 구간 22(금강암~도봉산장) 등이었으며, 그 중 통행량이 가장 높게 나타난 구간은 금강암에서 도봉산장사이로 일 평균 통행량이 9,131명이었다.

#### 4. 적정수용능력의 추정

북한산국립공원에서 선정된 22개 주요 등산로 구간의 환경피해도를 분석하여, 이를 환경피해도 범위별로 III~VI, IV~VI, V~VI의 3개 그룹으로 분류하고, 같은 등산로 구간의 통행패턴 및 통행량 자료를 바탕으로 두 변수간의 상관성을 산점도를 이용하여 분석하고, 적정 이용자수(탐방객 수)를 추정하기 위한 회귀식 모형을 도출하였다.

환경피해도 등급 범위에 따라 등산로 노폭을 1.5, 1.8, 2.0, 2.2, 2.5m로 가정하였을 때, 1일 구간 최대통행량과 1시간 구간 최대통행량을 적용한 적정 이용자수(K)를 계산하였다. 추정된 적정 이용자 수(K)와 수용능력 추정식을 이용하여 북한산국립공원의 1일 구간 최대통행량과 1시간 구간 최대통행량을 기준으로 적정 수용능력을 추정하였다. 여기서 추정된 적정 수용능력은 추정모형 개발에 사용된 9개 대표소의 입장인원을 기준으로 한 것이다.

적정 수용능력의 분석결과, 환경피해도 범위 V~VI과 등산로 노폭 1.8m를 적용하면, 9개 대표소를 기준으로 한 적정 수용력은 1시간 최대 3,454명이었고, 1일 최대 15,326명이었으며, 등산로 노폭 2.5m의 경우 최대 피크시 13,788명, 최대 피크일 49,705명이었다. 전체 북한산국립공원의 적정 수용력을 추정하기 위하여, 북한산국립공원의 각 대표소의 이용자 분담율을 사용하여 전체 북한산국립공원의 연중 최대 이용일 수용능력과 연간 수용능력을 1일 구간 최대통행량과 1시간 구간 최대 통행량을 기준으로 산출한 것이 Table 1이다.

Table 1. Estimation of maximum carrying capacity in a day and a year

Type	Width (m) IRC*	Estimation of Maximum Carrying Capacity									
		1.5m		1.8m		2.0m		2.2m		2.5m	
		Day	Year	Day	Year	Day	Year	Day	Year	Day	Year
Max. amount of passersby by section in a day	III~VI	1,298	77,890	2,710	162,611	4,147	248,816	6,094	365,584	10,210	612,517
	VI~VI	5,855	351,258	9,967	597,967	13,555	813,201	17,901	1,073,944	25,995	1,559,486
	V~VI	12,563	753,721	24,139	1,448,141	35,205	2,112,024	49,528	2,971,347	78,288	4,696,753
Max. amount of passersby by section in an hour	III~VI	178	10,667	422	25,291	694	41,651	1,090	65,405	1,997	119,806
	IV~VI	1,039	62,359	1,940	116,405	2,783	166,964	3,857	231,382	5,974	358,420
	V~VI	2,523	151,363	5,440	326,359	8,480	508,770	12,672	760,244	21,717	1,302,889

\* Impact rating class

#### IV. 결론 및 제언

최대 적정수용능력은 등산로의 범위(등산로의 적정폭)와 환경피해도(등산로의 훼손 허용수준)가 지표이므로 국립공원의 효율적인 관리를 위하여 두 가지 지표의 적정수준을 관리목표로 점차 반영하여 탄력적으로 적용할 수 있어야 할 것이다.