

등산로의 환경피해도를 활용한 산악형 국립공원의 수용능력 추정(I)¹

-북한산국립공원을 사례로-

권태호² · 최송현³ · 오구균⁴

Estimation of Carrying Capacity on the Mountainous National Park Using the Impact Rating Class of Trail (I)¹ - In the case study of Bukhansan National Park -

Tae-Ho Kwon², Song-Hyun Choi³, Koo-Kyoon Oh⁴

요 약

국립공원에서 가장 보편화된 이용공간이며, 생태적 공간에 대한 이용압력이 일차적으로 작용하는 등산로 주변의 환경피해도를 바탕으로 국립공원의 수용능력을 추정하였다. 북한산국립공원의 22개 법정 등산로에 대한 환경피해도와 통행량 및 통행패턴을 조사하고, 등산로 폭과 통행량 두 변수간의 상관관계 및 회귀분석을 통하여 적정 탐방객 수를 추출하는 모형을 수립하였다. 그리고 유효 입장객 수와 등산로 구간별 평균통행량을 고려하여 수용능력 추정식을 고안하였다. 수용능력 추정식을 적용하여 북한산국립공원의 적정 수용능력을 추정한 결과, 등산로 노폭을 2.2m로 유지하는 관리목표하에서는 연간 최대 적정 수용능력을 300만 명 이하로 유지하는 것이 바람직하며, 보존강도를 높여 등산로 노폭을 2.0m 수준으로 관리하고자 할 경우에는 연간 최대 200만 명 이하를 유지해야 하는 것으로 나타났다.

주요어 : 통행량 및 통행패턴, 수용능력 추정식

ABSTRACT

Trail might be the primary recreational space to appear the use impact by visitors on ecological space in National park. On the basis of this concept, the carrying capacity was estimated on the trail. Impact rating class and pattern of passersby were surveyed on the 22 valid trails in Bukhansan National Park. Using two variables, the width of trail and amount of passersby, the correlation coefficient was analysed and the regression model was derived by raising x to a high-

* 이 논문은 1999년 국립공원관리공단의 공모과제(국립공원별 특성에 따른 공원관리방안)에 선정되어 수행된 연구의 일부임

1 접수 10월 4일 Received on Oct. 4, 2001

2 대구대학교 생명환경학부 Dept. of Forest Resources, Taegu Univ., Kyongsan 712-714, Korea(foren95@taegu.ac.kr)

3 밀양대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Miryang Nat'l Univ., Miryang, 627-702, Korea (songchoi@arang.miryang.ac.kr)

4 호남대학교 도시·조경학부 School of Urban Planning and landscape Architecture, Honam Univ., Kwangju, 506-714, Korea(landeco@honam.honam.ac.kr)

er power. And carrying capacity estimation equation was devised by considering the pay fee visitors and average passersby in a trail section. With carrying capacity estimation equation to apply Bukansan National Park, it is desired that maximum carrying capacity is about 3 million persons a year under conditions of trail width 2.2m when National Park Authority wants to keep the existing management level. If they strengthen the management goal for resource conservation like that they want to keep the trail width 2.0m, the number of visitors might be decreased to about 2 million persons a year.

KEY WORDS : AMOUNT AND PATTERN OF PASSERSBY, CARRYING CAPACITY ESTIMATION EQUATION

서론

국립공원의 관리는 각 공원의 자연환경 및 사회·문화적 특성을 고려하고 이를 반영한 공원 정책방향을 수립함으로써 체계적으로 이루어져야 한다. 그러나 그동안 관리자측은 체계화된 관리체제 구축 및 관리기법 도입을 위한 노력이 다소 미흡하였고, 이용자측에서는 자연생태계의 보전이라는 자원중심적 가치보다는 이용중심적인 공간으로 국립공원을 인식해 온 것이 사실이다.

이러한 인식은 국립공원의 탐방객이 해마다 증가하는 추세 속에서 국립공원에 대한 과잉이용으로 이어지면서 자연생태계는 물론 공원시설 등의 심각한 훼손을 유발하고 있다. 최근 국립공원관리공단은 이에 대한 대응방안으로 '자연생태계를 유지, 보전하기 위해서는 탐방객 규모를 어느 수준까지 허용할 것인가' 하는 문제, 즉 보전과 이용을 적절하게 조화시킬 수 있는 수용력(carrying capacity) 개념의 도입을 검토하게 되었다.

수용력 개념은 본래 일정한 서식환경에서 생물군집이 증가하여 일정한 상한에 도달하면 환경의 저항을 받아 평형상태를 지속한다는 사실이 생태학자들에 의해 발견되면서 비롯된 것이다. 그 후 이 개념은 여러 분야로 확장되었으며, 분야별로 수용력에 대한 정의가 수립되었다(LaPage, 1963; Held *et al.*, 1969; Wager, 1974; 정순오, 1983).

국외에서는 국립공원지역에서 야영장의 생태적 수용능력 및 사회·심리적 수용능력 추정에 관한 연구(LaPage, 1967; Dawson *et al.*, 1978; Cole, 1978; 1983; Cole and Schreiner, 1981)가 주로 많이 이루어져 왔으며, 국내에서는 1980년대 야영장을 중심으로 훼손에 따른 생태적 수용력과 심리적 만족도에 근거한 사회적 수용력에 관한 연구(조현길, 1986; 공영호, 1987; 권영선, 1987; 이경재 등, 1987; 안성로, 1991)와 관광지 개발에 따른 탐방객

추정에 관한 연구(이창환, 1991a; 1991b) 등이 수행되었다. 그러나 다수의 수용력 연구가 특정 관심공간을 중심으로 주로 국지적 혹은 점적 대상지에 제한하여 수행되었다는 점에서 볼 때, 생태계 유지 및 보전을 위한 이용영향의 적정수준, 입장객의 최적규모 산정 등 국립공원의 관리목표를 고려하면 보다 광범위하게 분포하는 공간요소의 선정이 필요하다.

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 초과와 징후는 하층식생의 쇠퇴 등을 수반하는 등산로 폭의 확장으로 나타난다는 보고(Cole, 1978; 1983; Leonard *et al.*, 1985; Weaver and Dale, 1978; 권태호 등, 1989; 1991; 1998)에 착안하면 등산로의 통행량과 훼손량 단위간의 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.

재료 및 방법

1. 조사대상지 및 조사구간 설정

북한산국립공원의 적정 수용능력을 추정하기 위하

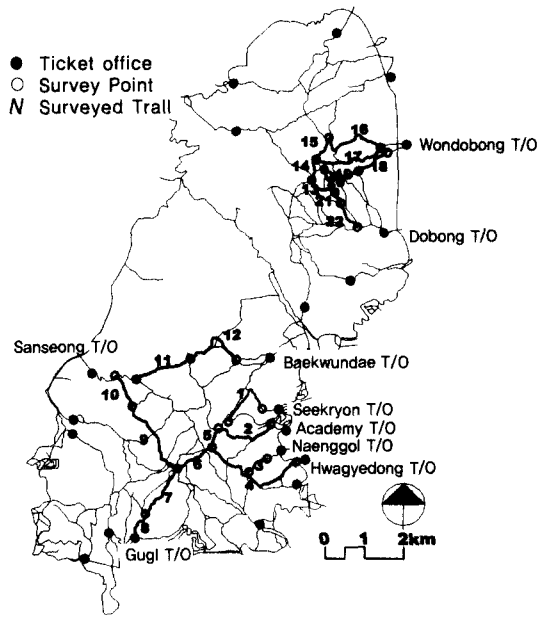


Figure 1. The location of survey sections and points of trail in Bukhansan National Park

여 등산로를 중심으로 주요 구간 및 거점을 선정하였다(Figure 1, Table 1). 북한산국립공원 내의 등산로 연장 126,395m(국립공원관리공단, 1998) 중 통행량이 균일하게 유지되는 결절점 사이를 1개 구간으로 하여 22개 구간, 총 28,665m를 선정하였으며, 각 구간에서 가능한 30개 이상의 측점을 조사하되 구간거리 500m 이하일 경우 15개 이상의 측점을 확보하도록 하였다.

2. 등산로 훼손 및 환경피해도 조사

산악형 국립공원의 수용능력 추정에 적용할 수 있는 등산로의 훼손량 단위로 하층식생의 쇠퇴 및 나지화 단계를 계급화한 환경피해도 등급별 훼손허용 폭을 활용하였다. 북한산국립공원의 법정등산로 중에서 선정된 22개의 주요 거점 등산로 구간에 대해 1999년 9월 9일~12일에 환경피해도 및 등산로 훼손상태를 조사하였다. Frissell(1978)의 방법을 개선한 권태호 등(1991)의 환경피해도(Table 2)를 바탕으로 rapid survey sampling 방법에 따라 일정거리마다 선정된 관측 단면 또는 구간에 대해 환경피해도를 조

Table 1. Survey sections and points of trail in Bukhansan National Park

No.	Survey sections and points	Distance(m)
1	Baekryonsa - The Azalea Ridge - Wungasa junction	1,630
2	The academy ticket office - Daedongmun(gate)	1,510
3	Tomb of Dr. Jo - Kalbawi Ridge	1,000
4	Hwagyesa - Kalbawi Ridge - Sanseong(castle)	3,300
5	Daedongmun - Junction of Kalbawi Ridge and Sanseong(castle)	350
6	Junction of Kalbawi Ridge and Sanseong - Daenamun(gate)	1,300
7	Daenamun - Gugl valley(Seunggasa Samgeori)	1,500
8	Daenamun(Seunggasa Samgeori) - Gugl Ticket Office	550
9	Daenamun(gate) - Uisangbong	2,400
10	Daeseomun(gate) - Uisangbong	720
11	Wimun - Dongwunli	1,700
12	Baekwundong - Wimun	1,500
13	Mount Rescue Center - Jawunbong	1,080
14	Minchosaem Samgeori - Jawunbong	630
15	Ssangryongsa Samgeori - Wonhyosa - Podae Ridge(North)	1,950
16	Podae Ridge(North) - Minchosaem Samgeori	1,305
17	Ssangryongsa - Wondobongsan valley - Podae Ridge	2,250
18	Darak Ridge(Eunseokam Junction) - NPA office	1,050
19	Darak Ridge(Manwolam Junction) - Eunseokam Junction	850
20	Junction of Seokgulam and Manwolam - Manwolam - Podae Ridge	1,070
21	Dobong shelter - Junction of Seokgulam and Manwolam	300
22	Geumgangam - Dobong shelter	720

Table 2. Description of impact rating class by Kwon *et al.*(1991) on trail

Class	Description
0	No impact on vegetation
I	Ground vegetation flattened but not permanently injured
II	Ground vegetation partly worn away, but bare ground appeared not more than 25%
III	Ground vegetation lost on most of the site, but bare ground appeared not more than 75%
IV	Bare ground widespread, but surface erosion or root exposure is not founded
V	Bare ground widespread, and surface erosion or root exposure is clearly founded
VI	Severe deterioration with rill or gully erosion is in progress

사하고 각 피해도별 폭과 범위를 야장에 기입하여 환경피해도 등급별 분포범위를 파악하였다.

등산로 훼손조사는 등산로 주변을 따라 선적 혹은 면적으로 발생된 환경피해도 4등급 이상의 나지 면적을 조사하여 구간별로 집계하였으며, 등산로 이용에 따른 훼손만을 대상으로 하였다. 단, 동일구간의 입장 및 퇴장의 통행량의 차이가 큰 경우에는 구간 내 채류행위로 인한 독립된 훼손흔적 여부를 함께 조사하였다.

3. 통행패턴 및 통행량조사

등산로의 탐방객 통행량을 알아보기 위하여 대상 구간의 시점 및 종점 그리고 주요 분기점을 기준으로 구간별, 시간대별 통행량을 조사하였다. 조사는 탐방객 통계자료 및 공원관리자의 경험을 바탕으로 1년 중 이용이 가장 많은 피크일 오전 7시부터 일몰에 걸쳐 1 시간대별로 양방향의 통행객 수를 조사하되, 통행량이 많은 시간대나 장소에서는 10분 간격으로 조사와 휴식을 반복하여 조사된 통행량의 2배를 취하였다. 통행량조사는 북한산국립공원의 최대 이용일인 1999년 10월 30일~31일에 실시되었다.

4. 수용능력 추정식의 도출

수용능력 추정식은 등산로에서 탐방객의 통행량이 증가할수록 이를 수용할 수 있는 등산로 폭은 x의 누승으로 증가한다는 것을 가설로 한다. 이를 바탕으로 등산로의 환경피해도와 통행패턴 및 통행량조사를 통해 두 변수간의 상관관계를 분석하고, 이로써 회귀모형($\hat{Y} = aX^b$)을 수립하였다. 모형에 대해 등산로 노폭의 권장기준을 적용하여 적정 탐방객 수(K)를 해석하고, 주요 대표소별 입장객 수(탐방객 수)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 대표소(입구)에서 관측된 입장객 수($j = 1, 2, \dots, m$)
 O_i = 등산로 구간의 평균 통행량($i=1, 2, \dots, n$)
 K = 적정 이용자 수(상수)
 n = 등산로 구간의 수
 E_j = T_j 값을 관측한 대표소들에서의 적정 이용자 수

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

북한산국립공원의 면적은 78.45km²로서 1983년 4월에 우리나라의 15번째 국립공원으로 지정되었다. 서울에 인접하여 있고, 최근 10년 간(1989~1998)의 연평균 탐방객은 330만 명으로서 1989년에 비해 1998년에는 탐방객이 약 100만 명 증가하였다(국립공원관리공단, 1998). 주 이용행태는 등산이나 산책이며, 계절과 무관하게 연중 이용률이 일정한 편이면서 주말에 피크를 이루는 주말형 및 도시형 국립공원이다.

2. 등산로 환경피해도 및 훼손 분석

북한산국립공원에서 선정된 주요 거점 등산로 22개

Table 3. Trail section summarization of the damaged width by impact rating class and deterioration type in Bukhansan National Park

No.	Distance (m)	No. of survey point*	Damaged width of trail(m)									Deteriorated area by type(m ²)		Number of Divergence	
			Impact rating class				Subtotal			Linear	Areal	Passing	Rest		
			Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅲ~Ⅵ	Ⅳ~Ⅵ	Ⅴ~Ⅵ						
1	1,630	32(28)	Sum	14.3	2.0	7.4	84.7	108.4	94.1	92.1	232	1,248	123	144	
			Mean	0.5	0.1	0.3	3.0								
2	1,510	25(24)	Sum	16.2	13.2	30.8	26.8	87.0	70.8	57.6	496	2,220	108	71	
			Mean	0.7	0.6	1.3	1.1								
3	1,000	25(21)	Sum	2.3	12.7	35.0	13.0	63.0	60.7	48.0	0	122	48	10	
			Mean	0.1	0.6	1.7	0.6								
4	3,300	67(53)	Sum	21.9	92.3	59.1	6.4	179.7	157.8	65.5	11	444	134	22	
			Mean	0.4	1.7	1.1	0.1								
5	350	18(18)	Sum	9.9	7.7	29.3	33.4	80.3	70.4	62.7	282	223	64	6	
			Mean	0.6	0.4	1.6	1.9								
6	1,300	46(43)	Sum	13.5	81.2	63.8	3.0	161.5	148.0	66.8	0	136	41	1	
			Mean	0.3	1.9	1.5	0.1								
7	1,500	30(30)	Sum	12.2	25.3	41.3	48.0	126.8	114.6	89.3	776	916	57	12	
			Mean	0.4	0.8	1.4	1.6								
8	550	19(16)	Sum	8.2	13.3	20.2	11.5	53.2	45.0	31.7	108	322	15	5	
			Mean	0.5	0.8	1.3	0.7								
9	2,400	60(52)	Sum	15.1	26.7	39.9	77.2	158.9	143.8	117.1	0	770	119	57	
			Mean	0.3	0.5	0.8	1.5								
10	720	17(12)	Sum	14.7	3.7	1.1	13.9	33.4	18.7	15.0	0	55	21	32	
			Mean	1.2	0.3	0.1	1.2								
11	1,700	26(25)	Sum	5.6	22.0	38.4	127.1	193.1	187.5	165.5	1,014	1,422	129	30	
			Mean	0.2	0.9	1.5	5.1								
12	1,500	32(31)	Sum	55.4	41.7	105.6	117.7	320.4	265.0	223.3	1,088	1,848	273	9	
			Mean	1.8	1.3	3.4	3.8								
13	1,080	22(14)	Sum	1.2	41.2	25.6	2.0	70.0	68.8	27.6	911	813	71	14	
			Mean	0.1	2.9	1.8	0.1								
14	630	27(15)	Sum	0.0	26.6	8.9	17.7	53.2	53.2	26.6	0	131	18	4	
			Mean	0.0	1.8	0.6	1.2								
15	1,950	36(33)	Sum	1.5	15.5	39.5	47.6	104.1	102.6	87.1	0	408	92	122	
			Mean	0.0	0.5	1.2	1.4								
16	1,305	25(22)	Sum	6.2	12.7	24.4	17.0	60.3	54.1	41.4	352	301	72	36	
			Mean	0.3	0.6	1.1	0.8								
17	2,250	46(42)	Sum	9.8	39.7	45.7	94.6	189.8	180.0	140.3	533	2,018	72	121	
			Mean	0.2	0.9	1.1	2.3								
18	1,050	22(19)	Sum	16.1	16.7	8.8	10.6	52.2	36.1	19.4	0	206	34	3	
			Mean	0.8	0.9	0.5	0.6								
19	850	27(27)	Sum	14.2	32.6	26.9	20.9	94.6	80.4	47.8	28	263	90	1	
			Mean	0.5	1.2	1.0	0.8								
20	1,070	46(41)	Sum	14.2	54.6	45.9	53.3	168	153.8	99.2	34	262	73	7	
			Mean	0.3	1.3	1.1	1.3								
21	300	15(15)	Sum	1.7	27.1	20.2	29.1	78.1	76.4	49.3	113	435	24	3	
			Mean	0.1	1.8	1.3	1.9								
22	720	24(24)	Sum	12.3	84.6	58.6	56.1	211.6	199.3	114.7	423	797	67	16	
			Mean	0.5	3.5	2.4	2.3								
Sum	28,665		Mean	0.4	1.1	1.3	1.5	4.4	3.9	2.8	-	-	-	-	

* The parentheses indicate that valid number of survey points except the points on rocks and/or facilities

구간, 총 연장 28,665m에 대해 환경피해도 및 등산로 훼손조사 결과를 Table 3에 나타내었다.

국립공원의 대표적인 이용공간으로서의 등산로 특성상 환경피해도도는 대체로 Ⅲ~Ⅶ 등급까지 고루 분포하고 있었으나, 과도한 이용영향이 나타나는 심각한 구간도 많았다. 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 조사되었고, 선형 및 독립훼손의 범위가 큰 것으로 나타났으며, 구간 내 분기수도 높게 나타나 심각하게 훼손되었음을 알 수 있었다. 전체 조사 등산로 구간의 평균적인 훼손 정도를 환경피해도별로 살펴보면 등급 Ⅳ가 1.1m, 등급 Ⅴ가 1.3m, 등급 Ⅵ이 1.5m로서 환경피해도가 높은 등급일수록 훼손폭이 넓은 것으로 나타나 북한산국립공원 등산로의 이용에 따른 훼손이 전반적으로 심화되어 있음을 알 수 있다.

3. 통행패턴 및 통행량

북한산국립공원에서 선정된 22개 유효 등산로에서 최대 피크일(1999. 10. 31)의 평균 통행량 및 통행패턴(7:00~17:00)을 Figure 2에 나타내었다.

일 평균 통행량이 3천 명을 상회하는 구간은 구간 7과 8(대남문~구기매표소), 구간 12(백운동 매표소~

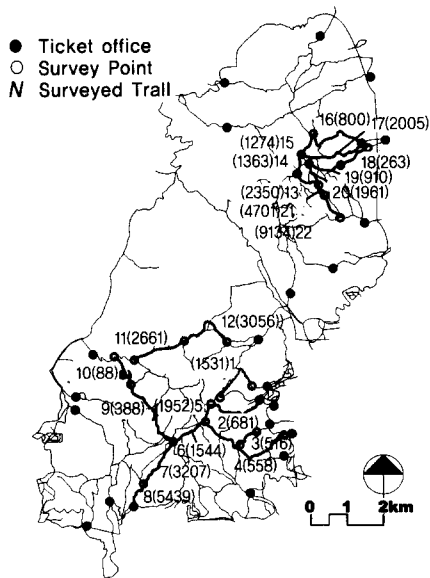


Figure 2. Average amount and passing pattern of passersby in Bukhansan National Park on peak day(1999. 10. 31)

위문), 구간 21(도봉산장~석굴암, 만월암 분기점), 구간 22(금강암~도봉산장) 등이었으며, 그중 통행량이 가장 높게 나타난 구간은 금강암에서 도봉산장 사이로 일 평균 통행량이 9,131명이었다.

4. 적정 수용능력의 추정

(1) 적정 수용능력의 추정

북한산국립공원에서 선정된 22개 주요 등산로 구간에 대한 환경피해도 및 통행패턴의 분석 결과를 활용하여 등산로에서의 적정 수용능력을 추정하고자 하였다. 등산로에서의 적정한 이용의 허용수준이란 표준공간 개념을 바탕으로 하여 탐방행위가 이루어지는 적정

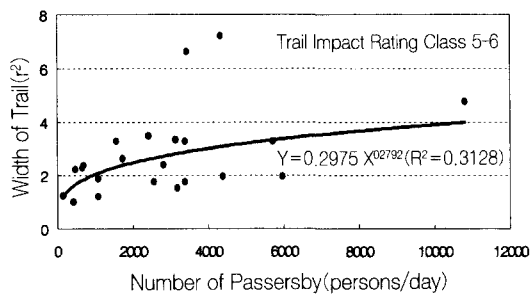
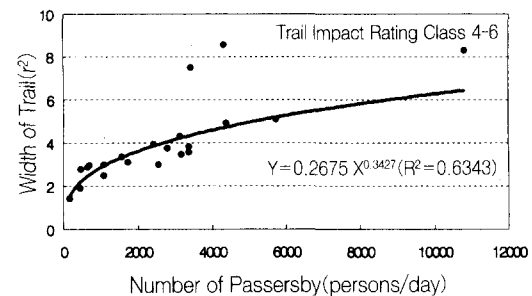
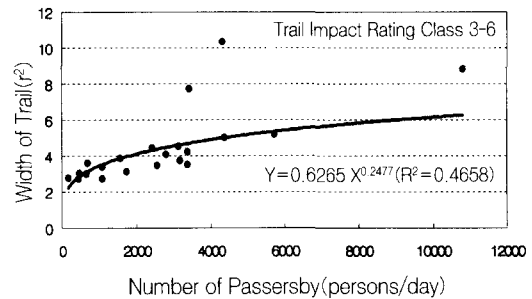


Figure 3. Regression analyses of trail width by impact rating class and number of passersby on peak day of visit

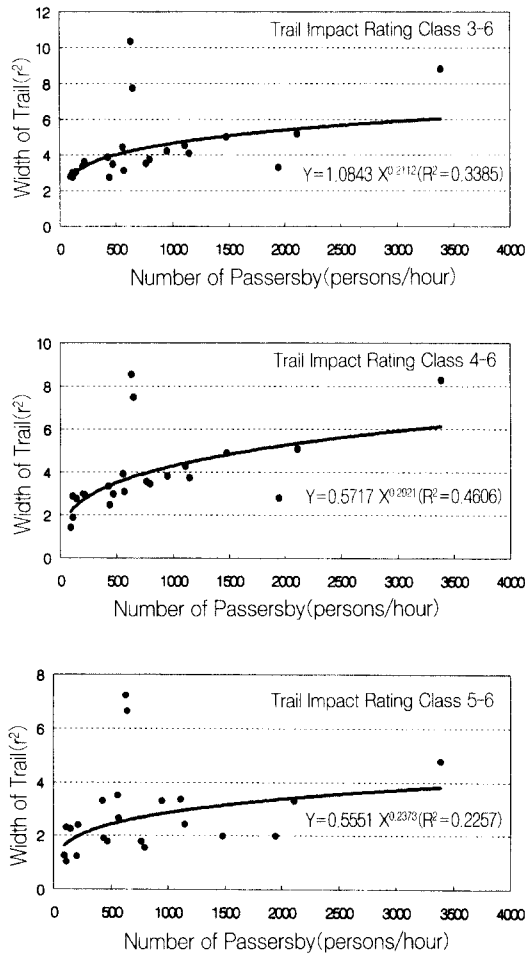


Figure 4. Regression analyses of trail width by impact rating class and number of passersby on peak time of visit

폭을 의미하는 것으로 다음의 2가지 선택적 측면을 전제로 하고 있다. 하나는 탐방객의 통행에 의한 등산로 훼손을 어느 수준까지 허용할 것인가의 문제이고, 또 하나는 등산로의 적정 폭을 얼마로 볼 것인가의 문제인데, 이들은 공원관리의 목표 또는 질적 수준과 관련하여 고려되는 것이다.

본 연구에서는 먼저 등산로 훼손의 허용수준을 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 도출하여 추세선으로 Figure 3과 4에 나타내었다.

이상 6개의 모형의 설명력(R^2)과 각 모형간의 비교를 고려하여, $\hat{Y} = aX^b$ 유형으로 정리한 것이 Table 4이다. 두 변수간의 설명력(R^2)은 이용피크일(日)의 구간 최대 통행량을 적용하였을 때 환경피해도 범위 Ⅳ~Ⅵ에서 가장 높은 63.4%였고, 이용피크시(時)의 구간 최대 통행량을 적용하였을 때 환경피해도 범위 Ⅴ~Ⅵ에서 가장 낮은 22.6%였으나, 대체로 30~40%로 비교적 신뢰성을 인정할 수 있었다.

Figure 3과 4에서 왼쪽 상단에 두드러져 위치한 두 점은 구간 11과 12로써 각각 위문~동운각, 백운대매표소~백운대~위문 등산로 구간을 나타내는데, 백운대매표소의 탐방객 분담률이 북한산국립공원 동부지역에서 8%, 북한산성매표소의 탐방객 분담률이 북한산국립공원에서 52%를 차지하고 있는 것으로 미루어, 조사당일의 기상악화로 통행량이 과소치로 측정된 것으로 판단된다. 따라서 북한산국립공원의 구간 11과 12를 배제할 경우보다 높은 설명력(R^2)을 얻을 수 있을 것이다.

전술한 바와 같이 등산로의 적정한 허용수준을 검토할 때 추가로 고려되어야 할 사항이 등산로의 적정 폭이다. 본 연구에서는 등산로 노폭을 1.5, 1.8, 2.0,

Table 4. Estimation model for the optimum number of visitors

Type	Impact rating class (level)	Estimation Model ($\hat{Y} = aX^b$)	R^2
Max. amount of daily passersby by section	Ⅲ ~ Ⅵ	$\hat{Y} = 0.6265 X^{0.2477}$	0.4658
	Ⅳ ~ Ⅵ	$\hat{Y} = 0.2675 X^{0.3427}$	0.6343
	Ⅴ ~ Ⅵ	$\hat{Y} = 0.2975 X^{0.2792}$	0.3128
Max. amount of hourly passersby by section	Ⅲ ~ Ⅵ	$\hat{Y} = 1.0843 X^{0.2112}$	0.3385
	Ⅳ ~ Ⅵ	$\hat{Y} = 0.5717 X^{0.2921}$	0.4606
	Ⅴ ~ Ⅵ	$\hat{Y} = 0.5551 X^{0.2373}$	0.2257

Table 5. Estimated optimum number of visitors(K) by the level of impact rating class

Type	Impact rating class (allowable level)	X= Optimum number of visitors(K)				
		$\hat{Y} = 1.5m$	$\hat{Y} = 1.8m$	$\hat{Y} = 2.0m$	$\hat{Y} = 2.2m$	$\hat{Y} = 2.5m$
Max. amount of daily passersby by section	Ⅲ ~ Ⅵ	34	71	108	159	267
	Ⅵ ~ Ⅵ	153	261	354	468	680
	Ⅴ ~ Ⅵ	328	631	920	1,295	2,047
Max. amount of hourly passersby by section	Ⅲ ~ Ⅵ	5	11	18	29	52
	Ⅳ ~ Ⅵ	27	51	73	101	156
	Ⅴ ~ Ⅵ	66	142	222	331	568

Table 6. Estimation of carrying capacity using 9 ticket offices' entry data

Type	Impact rating class	Width of trail				
		1.5m	1.8m	2.0m	2.2m	2.5m
Max. amount of daily passersby by section	Ⅲ ~ Ⅵ	824	1,721	2,633	3,869	6,482
	Ⅳ ~ Ⅵ	3,717	6,328	8,606	11,365	16,504
	Ⅴ ~ Ⅵ	7,977	15,326	22,351	31,446	49,705
Max. amount of hourly passersby by section	Ⅲ ~ Ⅵ	113	268	441	692	1,268
	Ⅳ ~ Ⅵ	660	1,232	1,767	2,449	3,793
	Ⅴ ~ Ⅵ	1,602	3,454	5,384	8,046	13,788

2.2, 2.5m의 5개 수준으로 가정하였는데, Table 4의 적정 이용자수 추정모형을 이용하여 환경피해도 등급 범위에 따라 등산로 노폭의 수준별로 1일 구간 최대 통행량과 1시간 구간 최대 통행량을 적용한 적정 이용자수(K)를 계산한 것이 Table 5이다. Table 5의 결과를 해석해 보면, 등산로의 상태를 환경피해도 등급 Ⅴ~Ⅵ 수준으로 허용할 경우, 등산로 폭 1.8m를 적용하면 등산로 구간별 1일 적정 탐방객 수는 631명, 1시간 적정 탐방객 수는 142명이 되며, 등산로 폭 2.5m에서는 등산로 구간별 1일 적정 탐방객 수는 2,047명, 1시간 적정 탐방객 수는 268명이 된다.

추정된 적정 이용자수(K)와 수용능력 추정식을 이용하여 북한산국립공원의 1일 구간 최대 통행량과 1시간 구간 최대 통행량을 기준으로 적정 수용능력을 추정한 것이 Table 6이다. 여기서 추정된 적정 수용능력은 추정모형 개발에 사용된 9개 대표소의 입장인원을 기준으로 한 것이다.

적정 수용능력의 분석 결과에서 나타난 9개 대표소를 기준으로 한 적정 수용력은 등산로의 상태를 환경피해도 등급 Ⅴ~Ⅵ 수준으로 허용할 경우, 등산로 노폭 1.8m를 적용하면 1시간 최대 3,454명이었고, 1

일 최대 15,326명이었으며, 등산로 노폭 2.5m의 경우 1시간 최대 13,788명, 1일 최대 49,705명이었다.

전체 북한산국립공원의 적정 수용력을 추정하기 위하여, 북한산국립공원의 각 대표소의 이용자 분담률을 사용하여 전체 북한산국립공원의 연중 최대 이용일의 수용능력과 연간 수용능력을 1일 구간 최대 통행량과 1시간 구간 최대 통행량을 기준으로 산출한 것이 Table 7이다.

수용능력 추정결과 등산로 노폭을 1.8m 기준으로 할 경우, 1일 구간 최대 통행량을 이용하면 환경피해도 등급 Ⅴ~Ⅵ의 범위에서 추정된 최대 수용능력은 1일 24,139명, 1년 1,481,411명이고, 1시간 구간 최대 통행량을 이용하면, 환경피해도 등급 Ⅴ~Ⅵ의 범위에서 추정된 최대 수용능력은 1일 5,440명, 1년 326,359명이었다.

등산로 노폭을 2.0m 기준으로 할 경우, 1일 구간 최대통행량을 이용하면 환경피해도 등급 Ⅴ~Ⅵ의 범위에서 추정된 최대 수용능력은 1일 35,205명, 1년 2,112,024명이고, 1시간 구간 최대 통행량을 이용하면, 환경피해도 등급 Ⅴ~Ⅵ의 범위에서 추정된 최대

Table 7. Estimation of maximum carrying capacity in a day and a year

Type	Width (m) IRC*	1.5m		1.8m		2.0m		2.2m		2.5m	
		Day	Year	Day	Year	Day	Year	Day	Year	Day	Year
Max. amount of daily passersby by section	Ⅲ~Ⅵ	1,298	77,890	2,710	162,611	4,147	248,816	6,094	365,584	10,210	612,517
	Ⅵ~Ⅶ	5,855	351,258	9,967	597,967	13,555	813,201	17,901	1,073,944	25,995	1,559,486
	Ⅴ~Ⅶ	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 hourly passersby by section	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~Ⅶ	2,523	151,363	5,440	326,359	8,480	508,770	12,672	760,244	21,717	1,302,889

* Impact rating class

수용능력은 1일 8,480명, 1년 508,770명이었다. 등산로 노폭을 2.2m 기준으로 할 경우, 1일 구간 최대통행량을 이용하면 환경피해도 등급 Ⅴ~Ⅶ의 범위에서 추정된 최대 수용능력은 1일 49,528명, 1년 2,971,347명이고, 1시간 구간 최대통행량을 이용하면, 환경피해도 등급 Ⅴ~Ⅶ의 범위에서 추정된 최대 수용능력은 1일 12,672명, 1년 760,244명이었다.

(2) 이용현황과 적정 수용능력의 비교

1997년 현재 북한산국립공원의 연간 탐방객은 약 437만 9천 명으로 집계(국립공원관리공단, 1998)되고 있다. 이상에서 추정된 결과를 이용현황과 비교해보면, 국립공원 지역의 적정 등산로 노폭을 1.8m로 간주할 경우 추정된 북한산국립공원의 연간 적정 수용인원은 환경피해도 범위 Ⅴ~Ⅶ에서 1,448,141명으로 1997년도 탐방객 수의 약 33.1%에 해당되고, 환경피해도를 Ⅳ~Ⅶ의 범위로 낮추어 훼손 허용수준을 강화할 경우에는 적정 수용인원이 597,967명으로 1997년 탐방객 수의 약 13.7%에 지나지 않고 있다.

또한 등산로 노폭을 2.0m 기준으로 허용할 경우 적정 수용인원은 환경피해도 Ⅴ~Ⅶ에서 2,112,024명, Ⅳ~Ⅶ에서는 813,201명으로 각각 1997년 대비 48.2%, 18.6%로 상승하나 현실적인 이용현황과는 큰 차이를 보이고 있다. 그러나 등산로 노폭 2.5m를 기준으로 적용할 경우 환경피해도 등급 Ⅴ~Ⅶ에서 추정된 북한산국립공원의 연간 적정 수용인원은 4,696,753명으로 현재의 이용량을 상회하게 된다.

따라서 현재 북한산국립공원의 등산로는 거점공간을 지표로 볼 때, 환경피해도 Ⅴ~Ⅶ, 노폭 2.2~2.5m의 상태를 유지하고 있는 것으로 판단되었다.

이상의 북한산국립공원의 환경피해도, 통행패턴 및 통행량, 수용능력 추정결과 등을 종합해 볼 때, 현재의 북한산국립공원의 자연자원을 유지하고, 나아가 등산

로를 복구하면서 생태계를 회복시켜 나가기 위해서는 우선 등산로 노폭을 2.2m로 유지하는 관리목표로 정할 경우 최대 적정 수용능력을 300만 명 이하로 유지해야 할 것이다. 나아가 보존 강도를 높여 등산로 노폭을 2.0m로 유지하거나 등산로의 질을 환경피해도 Ⅳ 등급을 포함하는 수준으로 관리목표를 설정할 시는 최대 200만 명 이하를 유지하는 관리정책이 도입되어야 할 것이다. 또한 등산로 훼손을 억제하기 위한 관리인력과 예산을 현재 수준보다 적절히 상향시킬 경우 적정 수용인원도 탄력적으로 증가할 수 있을 것으로 판단된다.

결론 및 제언

산악형 국립공원의 적정 수용능력을 추정하기 위해 주요 거점 및 이용공간에 대한 지표로서 등산로 훼손 특성과 탐방객 이용특성을 설정하였다. 주요 지표인자로는 등산로의 환경피해도, 훼손면적, 구간별 탐방객의 통행패턴과 통행량을 조사하였으며, 이를 바탕으로 적정 수용능력 산정식($\sum E_i = nK\sum T_j / \sum O_i$)을 개발하여 북한산국립공원의 수용능력을 추정하였다. 수용능력은 국립공원의 시간 및 일 단위의 최대 이용특성을 고려하여 최대 적정 수용능력을 추정하였다. 본 연구에서의 최대 적정 수용능력은 등산로에서의 적정한 이용의 허용수준이란 표준공간 개념을 바탕으로 하여 탐방행위가 이루어지는 질적 및 양적 측면을 고려한 적정 폭을 근거로 하고 있다. 즉 등산로의 이용범위(등산로의 적정 폭)와 환경피해도(등산로의 훼손 허용수준)를 지표로 삼고 있는 것이므로, 현재 과도한 이용으로 훼손 등의 부작용이 나타나고 있는 국립공원의 효율적인 관리를 위해 적정 수용능력을 적용할 경우에는 현실적으로 과도한 이용현황을 감안하여 국립

공원 관리의 질적, 양적 목표를 단계적으로 변화시키면서 이에 따른 상기 두 가지 지표의 적정수준을 탄력적으로 반영해 나갈 필요가 있다.

인용문헌

- 공영호(1987) 계룡산국립공원의 이용특성, 이용자 태도 및 사회심리적 수용능력에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.
- 국립공원관리공단(1998) 국립공원 30년사(1967~1997). 899쪽.
- 권영선(1987) 국립공원 야영장의 자연환경 변화 및 이용자 심리의 분석에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문. 102쪽.
- 권태호, 오구균, 정남훈(1989) 가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변환경에 대한 영향. 응용생태연구 3(1): 89-94.
- 권태호, 오구균, 권순덕(1991) 지리산국립공원의 등산로 및 야영장 주변 환경훼손에 대한 이용영향. 응용생태연구 5(1):91-103.
- 권태호, 오구균, 김보현(1998) 설악산국립공원 내설악지구 등산로의 훼손 및 주변부 식생. 환경생태학회지 11(4): 523-534.
- 안성로(1991) 국립공원의 수용력과 관리. 한국조경학회지 19(3): 149-155.
- 이경재, 오구균, 조재창(1987) 선정릉의 적정 수용능력 추정 및 관리방안(Ⅱ): 한국조경학회지 15(2):79-90.
- 이창환(1991a) 관광지 개발에 있어 이용객 추정을 위한 적정규모의 산정(1). 환경과 조경 42: 124-129.
- 이창환(1991b) 관광지 개발에 있어 이용객 추정을 위한 적정규모의 산정(2). 환경과 조경 43: 140-145.
- 정순오(1983) 환경계획이론으로서의 수용능력의 개념과 응용방법. 한국조경학회지 11(2): 193-210.
- 조현길(1986) 산악형 국립공원 야영장의 수용능력 추정에 관한 연구. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문. 153쪽.
- Cole, D.N.(1978) Reducing the impact of hikers on vegetation an application of analytical research methods. *Recreational Impact on Wildland Conf. Proc.* Oct. 27-29: 71-78.
- Cole, D.N.(1983) Monitoring the condition of wilderness campsites. USDA. Forest Service, Res. Pap. INT-302. 10pp.
- Cole, D.N. and E.G. Schreiner(1981) Impacts of Backcountry Recreation: Site Management and Rehabilitation - An Annotated bibliography. USDA Forest Service, General Technical Report INT-121. 58pp.
- Dawson, J.D., D.W. Countryman and R.R. Fiftin(1978) Soil and Vegetation patterns in North-eastern Iowa campgrounds. *J. Soil and Water Cons.* 33: 39-41.
- Frissell, S.S.(1978) Judging recreation impacts on wilderness campsite. *J. of For.* 76: 481-483.
- Held, T.B., S. Brickler and A.T. Wilcox(1969) A study to develop practical techniques for determining the carrying capacity of natural areas in the national park system. National Park Service Contract Report No. 14-10-9-990-40. Fort Collins, Colorado.
- LaPage, W.F.(1963) Some sociological aspects of forest recreation. *J. of For.* 61(1): 32-36.
- LaPage, W.F.(1967) Some observation on campground trampling and ground cover response. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-68.
- Leonard, R.E., J.L. McMahon and K.M. Kehoe(1985) Hiker trampling impacts on Eastern forests. USDA. Forest Service, Res. Pap. NE-555. 5pp.
- Wager, J.A.(1974) Recreational carrying capacity reconsidered. *J. of For.* 72: 274-278.
- Weaver, T. and D. Dale(1978) Trampling effects of hikers, motorcycles and horses in meadows and forests. *J. of Applied Ecology* 15: 451-457.