

시공간 상대수용력을 활용한 수용력 평가모델 연구

National Park Management System for Application of Spatio-Temporal Relative Carrying Capacity Model

손민호 고려대학교 환경생태공학과 박사(제1저자)

이우균 고려대학교 환경생태공학과 교수

이주희 대구대학교 관광학부 교수

주요단어: 국립공원 관리, 시공간, 상대수용력, GIS

목 차

- I. 서론
 1. 배경 및 동향
 2. 연구방법 및 범위
 3. 연구대상지
- II. 시공간 상대수용력 평가 체계
 1. 시공간 상대수용력
 2. 환경생태 수용력
 3. 탐방 유인력
- III. 시공간 상대수용력 적용
 1. 관리지수
 2. 시공간 관리방안
 3. 시공간 상대수용력
 4. 시공간적 관리방안
- IV. 결론

I. 서론

1. 배경 및 동향

국립공원 제도는 국토자원의 합리적 보호와 이용을 추구하려는 데에서 출발하는 것으로 동식물 생태계의 보존과 인류의 생존과 생활의 편의를 위한 자연개발이라는 상충된 문제를 해결해야 한다는 과제를 동시에 안고 있다. 이처럼 이용과 보전이란 양면성의 목적을 가진 국립공원은 최근 여가와 휴양에 대한 수요의 급증으로 인한 탐방객의 과밀이 용으로 보전과 이용의 갈등이 발생하고 생태계 파괴와 이용객 만족저하라는 문제를 나타내고 있다.

탐방객에 의한 과도한 이용은 항상 어디서나 발생하기보다는 시기 또는 공간적으로 집중되는 특징이 있다. 이러한 이용의 집중현상이 특정 시기 및 장소에서 발생함으로써 시설 및 생태계의 부담도 특정시기 및 장소에서 발생한다고 볼 수 있다. 따라서 탐방객의 시공간적 집중현상을 해소할 수 있는 방법을 찾는 것이 곧 국립공원의 이용과 보전이라는 두 가지 목적을 동시에 달성할 수 있는 길이 될 수 있다.

이러한 측면에서 국내 공원관리 문제점을 크게 3가지로 나눌 수 있다. 첫째, 공원관리의 목표 부재와 관리 수단의 부재로 공원구역이 명확하게 구분되지 않아 구역별 적절한 관리 전략을 수행하기 어렵다. 둘째, 시공간적 분산 유도를 위한 수단의 확보와 정보 인프라가 구축되어 있지 않다. 셋째, 수용력 지표 설정의 문제로 수용력 지표 기준설정의 어려움과 관련 자료의 부족으로 인하여 이상적인 수준으로 결정되지 못하는 문제점들이 있다(국립공원관리공단, 2000).

수용력은 자연자원에 적합한 이용규모가 얼마인지 파악하거나 일정 지역의 이용 가능한 적정

인원에 대한 결정을 하기 위한 방법으로 활용되고 있다. 여기에는 이용자수가 증가할수록 자연환경 훼손이 증가하게 된다는 의미를 포함하고 있으며, 이러한 훼손을 최소화하기 위하여 이용자의 규모를 산정해야 한다는 당위성이 내재되어 있다. 이를 위해서 환경생태적, 물리적, 심리적, 법제적 관점의 다양한 수용력을 절대적 수치로 표현하려는 노력이 시도되어 왔으며, 이러한 절대적 수치는 자연자원의 훼손 없이 일정기간 동안 이용할 수 있는 공간의 양을 의미한다.

그러나 최근 수용능력은 단순한 하나의 숫자로 표시될 수 없으며 가치판단에 의하여 결정되어야 한다는 새로운 해석을 시도하고 있다. 즉 기술적으로 판단할 대상이 아니라 수용력을 판단하기 위한 전문가와 관리자 등의 의사결정 도구로 사용해야 할 것이다.

수용력을 국립공원 관리에 활용하고자 하는 국내의 연구에서 국외 유사연구로 수용력을 산정하기 위하여 GIS기반의 환경자료를 통해 수용력 지표를 산출하고 이를 의사결정 도구로 활용한 연구(Khanna et al. 1999)와 수용력 산정모델 연구(Kim et al. 2000)가 진행되었으며, 독일에서는 GIS를 이용하여 국립공원의 관리에 적용하고 이를 인터넷 서비스를 통해 관리에 적용하고 있다(Helmut, 1995). 국내의 경우 탐방로 위주의 시설 수용력산정(국립공원 관리공단, 2000; 환경부, 2000), 설문 조사와 통계 분석을 통한 심리적 수용력산정(국립공원관리공단, 2002) 등을 들 수 있다. 각각의 개별 수용력인 환경생태 수용력, 심리적 수용력, 시설 수용력 등 개별 수용력산정을 통합 분석한 수용력산정(국립공원관리공단, 2005) 연구가 진행되었다. 또한, 국립공원 탐방자의 이용특성과 적정 수용력을 고려한 관리 시스템 개발 분야의 연구도 진행되었다(안성로, 1993). 김남조(2005)는 환경생태 수용력

과 심리적 수용력을 GIS와 연계하여 수용력을 산정하였다. 여기서는 심리적 수용력 산정에 있어 설문 조사를 통하여 얻어진 데이터를 주제도로 활용하여 수용력을 산정하였다. 국립공원관리공단(2005)은 수용력 산정에 있어 각 수용력 유형을 통합한 바 있으며, GIS를 국립공원 관리에 활용한 연구(서창완, 1991) 등이 있다. 또한 유기준(1996) 등은 GIS를 기반으로 국립공원의 관리구역 설정하고 수용력을 산정을 시도한 바 있다.

선행 연구에서 나타난 수용력을 통한 탐방객 관리의 한계들은 다음과 같이 종합할 수 있다. 첫째, 수용력을 절대적으로 평가하려 했다. 절대적 수치에 대한 산정과정의 설득력이 부족하여 이에 대한 회의론이 대두되고 있다. 둘째, 수용력 산정에 필요한 자료에 한계가 있다. 생태적 수용력의 경우 탐방객에 의해 상대적으로 훼손된 기작을 밝히기 위해서는 장기간 조사된 정밀 자료가 필요하다. 또한, 심리적 수용력을 위한 탐방객의 심리측정은 설문조사 등의 간접적 방법을 제외하고는 직접적 측정이 거의 불가능한 형편이다. 물리적 수용력의 경우, 시설에 대한 자료는 대부분 비공간적 자료로 되어 있어 공간적 관리방안에 활용하는 데 한계가 있다. 법제적 수용력은 수용력에 대한 상기의 다양한 자료가 구비되어 있을 때 평가가 가능하다. 셋째, 각각의 수용력을 독립적으로 산정하고 이들을 개별적으로 관리에 적용함으로써 유형별 특성에 국한되어 제시된 수용력은 적절한 관리방안을 제시하지 못하고 있다. 넷째, 시공간적인 구분 없이 전체 단위로 수용력이 산정되어 우리나라 국립공원의 특성인 시기별, 구역별 탐방객의 집중현상에 대한 탐방객 관리에 적용하기 어렵다.

수용력 적용에 따르는 어려움 및 한계와 관련하여 본 연구에서는 수용력을 상대적으로 등급화하여 평가 및 적용을 용이하게 하고, GIS기반의 각종

주제도를 근거로 수용력을 산정함으로써 자료 확보의 한계를 극복하고자 한다. 또한, 국립공원의 탐방특성인 시공간 집중현상을 탐방객 관리에 적용할 수 있도록 수용력을 계절, 구역, 구간별로 산정하였다.

표 1_ 기존 연구의 한계와 본 연구의 해결 방안

기존 연구의 적용 한계	본 연구의 해결 방안
절대적 수용력 문제점 (절대적 수치의 문제점 대두)	상대적 수용력
자료의 한계 (자연자원의 직접 조사 및 설문조사)	현재 활용되고 있는 GIS 기반의 각종 주제도를 활용
공원 전체를 대상 (구체적인 활용에 한계)	시공간별(구역, 구간, 계절)로 수용력 산정
개별적 적용 (수용력 유형의 개별적용으로 인한 한계)	통합적 적용

2. 연구방법 및 범위

본 연구는 GIS를 기반으로 선행 연구결과에서 나타난 수용력 평가 인자들을 분류하고 이를 통하여 생태적인 수용력 평가와 탐방객 수용력 평가 부분으로 나누고 이를 통합한 관리지수를 산출하여 상대적인 수용력을 산출하고자 한다. 단순한 하나의 숫자로 수용력을 표현하는 것은 시공간적인 변화와 사회적인 허용 범위의 변화 등 영향을 미치는 다양한 인자들을 고려하는 것에 한계가 있으며, 누구나 인정하는 적정수준의 수용력 산정은 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 광범위하고 다양한 자연자원의 정보를 수용력 분석에 적용하기 쉽도록 적용성과 활용성을 중심으로 하여 GIS 도구를 이용한 수용력 산정 모델을 개발하고 이를 통한 관리자 및 실무자들의 의사결정 도구에 도움을 주고자

한다.

수용력 산정 모델에 적용된 평가인자와 기준들은 선행 연구에서 수행된 연구 결과를 바탕으로 본 연구자가 수정/편집하여 적용하였으며, 관련된 연구(국립공원관리공단, 2005) 수행 중 전문가 및 실무자 토론을 통하여 선정된 인자들을 수용력 평가인자로 활용하였다.

3. 연구대상지

본 연구의 연구대상지는 우리나라의 대표적인 산악형 국립공원인 지리산 국립공원으로써 자연환경성이 높고 비교적 다양한 자연환경 자료들이 잘 구축되어 있어 대상지로 선정하였다. 공간적인 범위는 북위 35°13'00"(구례군 토지면)~35°27'00"(남원시 운봉면), 동경 127°27'50"(남원군 주천면)~127°49'50"(함양군 금서면) 사이에 위치하며 동서 34km, 남북 26km에 달한다. 행정구역상으로 동부권의 경상남도 함양군, 산청군, 하동군, 북부권의 전라북도 남원시, 남부권의 전라남도 구례군 등 3개 도, 1개 시, 4개 군, 15개 면에 440.517km² 면적을 포함하고 있다.

II. 시공간 상대수용력 평가 체계

1. 시공간 상대수용력

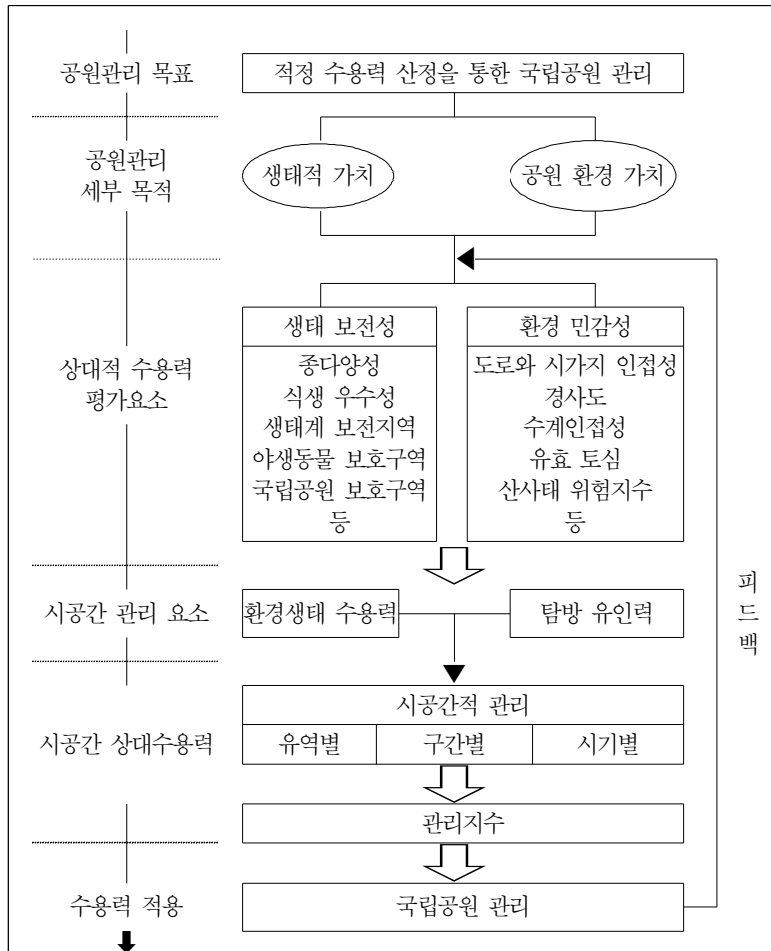
본 연구에서는 탐방객의 시공간 집중현상을 이해할 수 있는 분석방법인 시공간적(계절, 구역, 구간별) 수용력 분석방법과 산정된 개별 수용력을 통합하는 중첩 분석 방법을 이용한다. 수용력 산정에 활용되는 지표들이 최근 국가 NGIS 사업과 국립공원관리공단의 공원정보 제공 등으로 인하여 양질의 분석 자료 생성과 이를 분석할 도구가 기술개발로 개별적인 수용력 분석이 아닌 통합된 분석이 가능하게 되었다. 이를 이용한 방법인 관리지수 개념을 적용하여 공원 관리방안을 제시하고자 한다. 또한, 환경생태적 수용력 산정에 있어 상대적 가치의 수용력을 산정하고 이를 보완하기 위하여 절대적 가치인 시설 수용력 산정을 병행하여 관리방안을 제시하고자 한다. 본 연구에서는 공원관리를 위한 수용력에 시공간 개념을 활용한 시공간 상대수용력을 산정하고자 한다.

우선 절대적 수용력의 문제점을 해결하기 위한 방안으로 수용력을 등급으로 나타내는 상대적 수용력을 도입하였다. 또한, 수용력을 국립공원 전체에 대해 산정하지 않고 구역 및 관리범위로 구획된 구역과 탐방구간별로 구분하여 공간별로 상이하게 산정

표 2_ 본 연구에 적용된 수용력

수용력 유형	기존 연구의 접근	본 연구의 접근
환경생태 수용력	환경생태적 기작 및 조사에 의한 절대적 수용력 산정	생태적 보전성과 환경 민감성을 중첩하여 환경생태 수용력 산정
심리적 수용력	설문조사에 의한 만족도 조사	탐방가능성을 이용한 탐방 유인력 산정
시설 수용력	시설 수용력의 총합	활동 수용력과 체류 수용력을 이용한 초과 수용력 산정

그림 1_ 시공간 상대수용력 산정체계



하였다. 계절별로 자연현상의 민감성에 서로 다른 가중치를 두어 수용력을 계절별로 산정하였다.

본 연구에서는 수용력을 생태적 보전성과 환경적 민감성에 기반을 둔 환경생태 수용력과 탐방매력에 기반을 둔 탐방 유인력, 활동 및 체류시설에 기반을 둔 시설 수용력으로 구분하였다. 이러한 다양한 수용력을 개별적으로 적용하는 것이 아니라 통합하여 관리방안을 마련할 수 있는 적용체계를 제시하였다. <표 2>는 수용력 산정에 있어 기존 연구의 접근 방식과 본 연구의 접근 방식을 비교하였다.

<그림 1>은 본 연구의 시공간 상대수용력 산정 체계를 도시하고 있다. 생태적 보전성과 환경적인 민감성을 통하여 환경생태적인 수용력을 개량화하고 심리적, 사회적 수용력을 탐방 유인력으로 개량화하였다. 이를 시공간적인 관리 기법에 적용하여 관리 지수를 산정하고 공원관리에 적용한다. 또한 공원관리에 적용 시 나타나는 불일치성이나 문제점을 피드백하여 수용력 산정에 적용한다.

2. 환경생태 수용력

생태 보전성과 환경 민감성을 근거로 환경생태 수용력을 산정하였다. 즉 생태 보전성 및 환경 민감성이 높을수록 환경생태적 측면이 수용능력이 낮은 것으로 평가하였다.

1) 생태 보전성

생태 보전성은 공원자원의 보호 차원에서 생태적인 분야를 보호하기 위한 개념으로서 식생지수, 반달곰 보호구역, 유전자원 보호지역 등 생태자원의

보호가 필요한 지역을 나타내는 주제도를 중첩하여 상대적 보전가치를 부여하였다.

생태적 보전성은 생태적으로 보전할 가치가 있는 정도를 의미하는 것으로서 종다양성, 임상, 영급, 경급, 밀도, 식생우수성, 식생보전등급, 생태계변화관찰지역, 희귀종 및 멸종위기종 발견지점, 생태계보전지역, 습지보호지역, 야생동식물 보호구역, 산림유전자원보전림, 국립공원관리지구 등 14개 평가지표를 활용하였다.

생태적 보전가치를 평가하는 산정 근거는 선행 연구 자료를 통해 생태 보전성 지표를 선정하였다. 국토환경성(환경부, 2002) 산정에서는 다양성(중

표 3_ 생태 보전성 평가 지표 및 점수

평가인자	평가지표	주제도명	제공기관	평가 점수별 거리 및 등급		
				1점	2점	3점
생태보전성	종다양성	생태자연도	환경부	3등급	2등급	1등급
	임상	임상도	산림과학원	나지	혼효림	침/활엽수림
	영급			≤ 2영급	3영급	4영급 ≤
	경급			치수, 소경목	중경목	대경목
	밀도			소	중	밀
	식생우수성	생태자연도	환경부	3등급	2등급	1등급
	식생보전등급			≤ 2등급	3등급	4등급 ≤
	생태계보전지역	변화관찰대상도	환경부	그외 지역	경계선~1km	생태계보전지역
	희귀종, 멸종위기종 발견지점			그외 지역	500~1,000m	< 500m
	생태계변화 관찰지역			그외 지역	완충지역	핵심지역
	야생동식물보호구역	별도관리지역	환경부	그외 지역	경계선~1km	야생동식물보호구역
	산림유전자원 보전림			그외 지역	경계선~1km	산림유전자원보전림
	국립공원관리 지구	국립공원 지역지구도	국립공원 관리공단	그외 지역	자연환경지구	자연보전지구

다양성등급), 자연성(영급, 녹지자연도, 생태자연도, 식생등급), 풍부도(생태계 변화관찰 대상지역), 희귀성(보호종, 멸종위기종 발견지점), 허약성(도로로부터의 거리, 기 개발지역으로부터의 거리), 안전성(경급, 소밀도) 등을 선정하였고, 국토환경성 보전계획(환경부, 2003)에서는 녹지 보전성, 보호대사식물의 보전성, 동식물상의 우점성, 대기정화 능력성, 고립성, 연결성 등의 생태 관련 지표를 활용하였다.

이들 중 중복되는 지표를 제외하고 GIS로 도면화되어 있거나 가능한 지표를 전문가 및 공원관리자의 논의를 거쳐 생태 보전성 최종지표를 <표 3>과 같이 선정하였다.

생태 보전성 평가를 위해 <표 6>의 각종 지표를 나타내는 생태자연도, 임상도, 변화관찰 대상도, 습지 보호지역도, 별도관리지역, 국립공원관리구역도 등의 주제도를 확보 및 구축하여 활용하였다. 생태보전성은 1~3점으로 평가하였으며 보전성이 높을수록 높은 점수를 부여하였다.

2) 환경 민감성

환경적 민감성은 훼손이나 피해에 대한 민감한 정도를 의미하는 것으로서 도로 및 시가지 지역으로부터의 인접성, 경사도, 수계인접성, 유효토심, 침식상태, 유사지수¹⁾, 산불위험지수, 산사태위험지수 등 8개 평가지표를 활용하였다(<표 4> 참조).

표 5_ 탐방 유인성 지표 평가 점수

평가인자	평가지표	주제도명	제공기관	평가 점수별 거리		
				1점	2점	3점
탐방 유인성	공원관리 사무소	국립공원 안내도	국립공원 관리공단	500m <	250m ~500m	< 250m
	탐방 안내소			500m <	250m ~500m	< 250m
	대피소			500m <	250m ~500m	< 250m
	탐방센터			500m <	250m ~500m	< 250m
	주차장			500m <	250m ~500m	< 250m
	야영장			500m <	250m ~500m	< 250m
	숙박시설			500m <	250m ~500m	< 250m
	탐방로			200m <	100m ~200m	< 100m
	문화재			500m <	250m ~500m	< 250m
	경관 포인트			500m <	250m ~500m	< 250m

국토환경용량 산정모델과 국토환경성 지표 설정(환경부, 2002)에 활용되는 환경 민감성 지표로는 도로, 시가지화, 토지 피복률, 산사태 위험지구, 경사도, 공간 입지성, 표고, 수질, 농업성, 유효토심 등을 들 수 있으며, 국토환경보전계획 수립 연구(환경부, 2003)에서 활용된 지표는 도달거리, 지역적 접근성, 수질, 폐기물 배출, 이용 가능한 토지면적, 토지이용변화율, 침식률, 경사도, 지질 자연경관, 자연의 패치수, 수자원 고갈, 산불 위험지수 등의 지표가 활용된 바 있다.

환경적 민감성은 훼손이나 피해에 대한 민감한

1) 유사지수는 토양의 유출을 나타내는 지표로써 토지피복 및 식생, 토지이용형태에 영향을 받는다. USLE(Universal Soil Loss Equation) 침식모형을 사용하여 자체 제작하였다. 지리산 국립공원별에 유사모델을 구축한 후 지표의 범위를 다른 지표와 동일하게 적용될 수 있도록 유사의 범위를 3등분하여 지표로 사용하였다.

표 4_ 환경적 민감성 평가 지표 및 점수

평가인자	평가지표	주제도명	제공기관	평가 점수별 거리 및 등급		
				1점	2점	3점
환경 민감성	도로·시가지 인접성	수치지형도	국가지리정보원	500m <	100~500m	< 100m
	경사도	경사도	자체제작	< 10°	10~30°	30° <
	수계 인접성	수계망도	자체제작	200m <	100~200m	< 100m
	유효토심	산림입지도	산림과학원	100cm <	50~100cm	<50cm
	침식상태	산림입지도	산림과학원	2	1	0
	산불위험지수1)	유사모델	자체제작	14~20	7~13	1~6
	산사태위험지수2)	산사태위험지수도	자체제작	1~6	7~13	14~20

주: 1) 산불 위험 지수 평가는 가장 안전한 점수를 20, 위험성이 높은 곳을 1로 정의함(과학기술부, 2002, 산불예측 및 감시기술 개발)
 2) 산사태위험지수 평가는 가장 안전한 점수를 1, 위험성이 높은 곳을 20으로 정의함(과학기술부, 2003, 자연재해 예방기술 개발 사업)

정도를 의미하는 8개 평가지표를 근거로 평가하였다. 이를 위해 수치지형도, DEM(Digital Elevation Model), 유역구분도, 입지도, 유사지수도, 산불위험지수도, 산사태위험지수도 등의 주제도를 확보 및 구축하여 활용하였다. 환경적 민감성을 평가할 수 있는 각 평가지표를 3등급으로 구분한 후 1에서 3점을 다음과 같이 부여하였다. 점수가 높을수록 환경적 민감성이 높은 것을 의미한다.

3. 탐방 유인력

탐방객의 심리적 또는 정서적으로 방문하고자 하는 가능성이 높은 지역을 수용력이 많을 것이라는 가정하에서 등급화한 개념이다. 공원의 수려한 자연자원과 시설물의 위치 등이 탐방 유인력(성)이 높게(수용력이 높게) 나타나고 비교적 시설물이나 자연환경성이 낮은 지역은 낮게(수용력이 낮게) 나타날 것이다.

탐방유인지수는 탐방객이 방문할 의향 및 가능

성이 높은 정도를 나타내는 탐방 매력가치를 기반으로 산정하였다. 탐방 유인력, 탐방안내소, 야영장, 탐방로, 문화재, 경관 포인트 등 10개의 평가지표를 근거로 평가하였다(<표 5> 참조). 탐방 유인력 평가에는 평가지표가 공간적으로 파악되는 국립공원 안내도를 활용하였다.

탐방객을 유인할 수 있는 탐방 유인력 평가지표별 지점으로부터 일정 거리에 대해 3등급으로 버퍼링을 실시한 후 각 평가지표 지점과 가까운 순으로 높은 점수를 부여하였다. 즉, 탐방 유인력의 각 평가지표는 1에서 3점을 가지며, 점수가 높을수록 탐방객이 방문할 가능성이 높을 것을 의미한다.

III. 시공간 상대수용력 적용

1. 관리지수

탐방객 관리를 위한 관리지수는 국립공원을 보전해야 하는 환경생태 수용력과 국립공원 탐방을 유

도할 수 있는 탐방 유인성 간의 상대적 비교를 통하여 산정된 지수다.

환경생태 수용력과 탐방 유인력을 0~100 사이의 값을 가지도록 정규화하면 값이 클수록 환경생태 수용력과 탐방 유인력이 높은 것을 의미하게 된다. 환경생태 수용력에서 탐방 유인력을 감하여 산정한 관리지수는 이론적으로 -100과 100 사이의 값을 가지게 된다. -값은 탐방 유인력에 비해 환경생태 수용력이 낮은 것을 의미한다. 즉, 방문 가능성이 높은 데 반해 환경생태적 측면에서의 수용력은 낮은 것으로서 방문객을 분산시키는 관리가 필요한 것을 의미한다. +값은 탐방 유인력에 비해 환경생태 수용력이 높은 것을 의미한다. 즉, 방문가능성은 낮은 데 반해 환경생태적 측면의 수용력은 높은 것으로서 관리자는 공원관리에 적절한 운영 계획이 필요한 것을 의미한다. 관리지수값이 ±100에 가까울수록 분산 또는 유도의 필요성이 높은 것

을 의미하며 이를 근거로 구역별 관리목표를 설정할 수 있다. 분산과 유도의 목적은 시공간적인 집중현상을 자연생태적인 환경에서 예측하고 해당지역에 대한 적절한 분산정책 수립(일시적 통행 제한 또는 사전예약제도, 혼잡통행료 등)이 필요하며, 유도지역의 경우 무조건적인 탐방 유도가 아닌 대체 탐방로 개설 등 공원관리정책에 효율적인 반영이 필요한 부분을 의미한다.

2. 시공간 관리방안

1) 구역별

현재의 국립공원 관리는 행정구역 단위의 지구 관리가 중심이었다. 행정적 편의성이 중심이 된 관리 체계라고 볼 수 있다. Steiner(2000)는 유역에 기초한 계획은 환경적으로 민감한 지역에 대한 생태

표 6_ 관리지수의 등급별 관리방안

범위	의미	관리정책 ^{주)}
-100~-60	환경생태 수용력이 탐방 유인력에 비해 매우 낮은 지역으로 탐방객의 적극적 분산이 요구되는 지역으로 일시적 통행 제한, 사전예약제, 혼잡통행료 또는 혼잡구간 알람 서비스 등을 통하여 탐방객의 집중현상을 낮추어야 한다.	적극분산
-60~-20	환경생태 수용력이 탐방 유인력에 비해 다소 낮은 지역으로 탐방객의 분산이 요구되는 지역으로 적극분산 지역과 함께 지속적인 모니터링을 통한 탐방객 집중현상을 낮추어야 한다.	분산
-20~20	환경생태 수용력과 탐방 유인력이 비슷한 지역으로 현상태의 유지가 적용될 수 있는 지역	유지
20~60	환경생태 수용력이 탐방 유인력에 비해 다소 높은 지역	유도
60~100	환경생태 수용력이 탐방 유인력에 비해 매우 높은 지역으로 공원운영에 있어 대체 탐방로 개설 등 효율적인 관리정책을 수행할 수 있는 가능성이 있는 지역을 의미한다.	적극유도

주: 관리정책은 공원별 특성을 고려하여 시공간적인 집중현상을 예측하고 이를 사전예방하기 위한 방안으로 관리자의 정책에 따라 다를 수 있다.

적 계획을 하기에 가장 적합한 방법이라고 정의하고 있다. 특히, 미국 EPA(Environmental Protection, USGS(United States Geological Survey)와 캐나다에서는 생태계 평가단위를 유역에 이용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 자연환경 관리의 중요한 단위로 인식되고 있는 유역을 기반으로 관리구역을 구분하였다(<그림 3> 참조).

2) 구간별

구간별 평가단위의 경우 공원 특성상 지정된 탐방로를 기준으로 탐방객들이 이동한다. 따라서 본 연구에서는 공원 내에 존재하고 있는 탐방로(법정탐방로)를 이용하여 구간을 구분하였다.

지리산 국립공원의 경우 휴식년제, 탐방 통제구간 등을 고려하여 29개 구간 중 25개 구간을 선정하였다. 국립공원관리공단에서 제공한 공원 내의 법정 탐방로를 이용한 구간을 구분하였다. <그림 4>

그림 2_유역 구분에 의한 관리구역 설정 과정

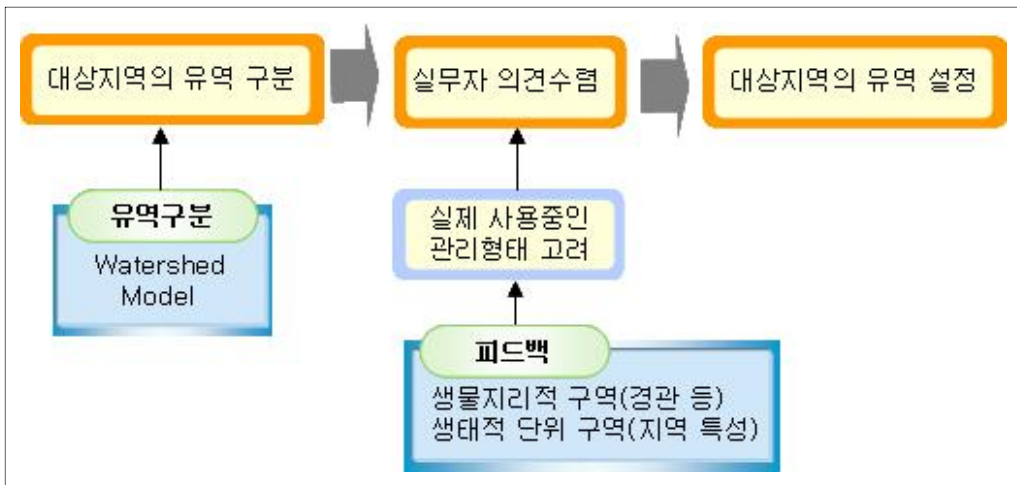


그림 3_유역 단위의 관리구역

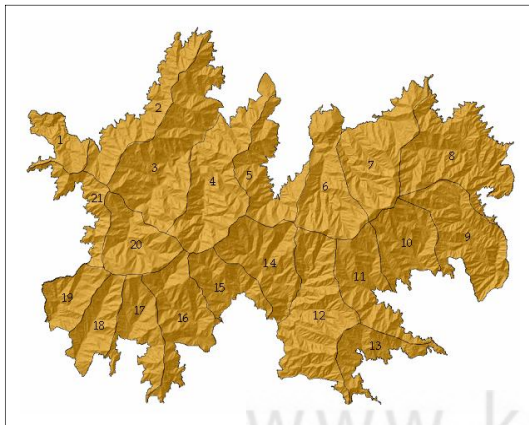


그림 4_탐방로를 이용한 구간 구분

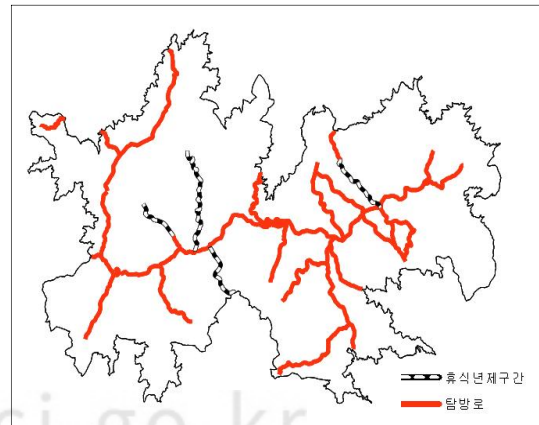


그림 5_ 생태 보전성

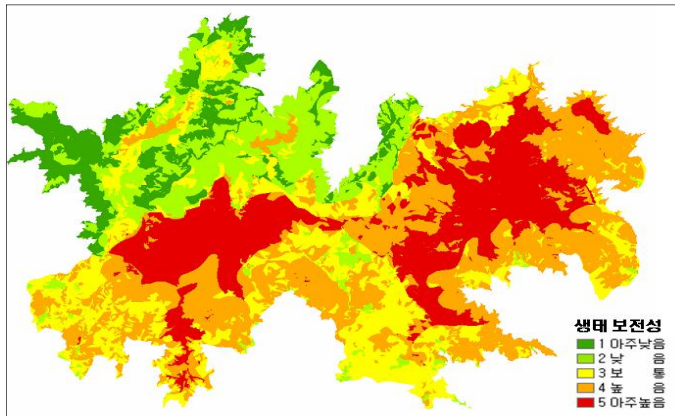


그림 6_ 환경 민감성

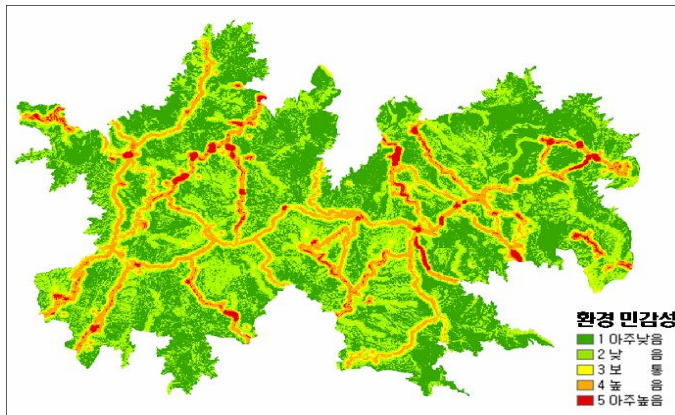


그림 7_ 환경생태 수용력

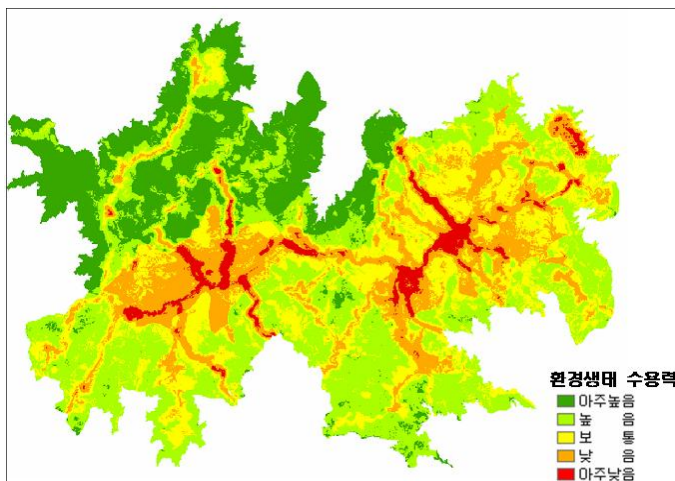


표 8_ 환경생태 수용력 분석 결과

구분		계	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
생태보전성	km ²	471.75	43.9	74.5	101.1	150.3	107.6
	%	100	9.2	15.6	21.17	31.47	22.53
환경민감성	km ²	471.75	247.5	133.7	45.1	41.8	9.2
	%	100	51.84	28.01	9.44	8.76	1.93

는 국립공원관리공단에서 지정(2007년 기준)한 탐방제한 지역에 대한 현장관리자의 의견 수렴을 통하여 실제 탐방 가능한 법정 탐방로를 나타내고 있다.

3) 시기별

계절성은 탐방변수의 특징적인 현상으로 알려져 있다. 보다 정확한 계절성의 파악은 탐방대상지역의 탐방시설과 인프라의 효과적인 공급과 운영방안을 제시해 줄 수 있으며 연중 발생할 수 있는 과도한 시설투자를 방지할 수 있기 때문이다(Butler, 1994). 계절성이 월별 또는 계절의 변화에 따라 안정적인지, 확산되고 있는지 아니면 수렴되고 있는지를 규명할 때, 보다 효과적인 관리정책을 수립할 수 있다.

일반적으로 계절성은 자연적인 현상과 제도적인 현상의 두 가지 유형으로 구분될 수 있다. 자연적인 계절성은 기후와 시기적인 이유 때문에 반복적으로 되풀이되는 일시적인 수량의 변화를 의미하며, 제도적인 현상은 종교적, 문화적, 사회적 이유 등으로 야기되는 수량의 변화를 뜻한다. 계절변동은 1년 이하의 기간 내에서 반복적으로 발생하는 변화이며 국립공원 탐방객의 계절변동은 1년 중 상대적으로 단기간에 집중되는 탐방객의 유량이라 정의할 수 있다(Allcock, 1989).

우리나라의 국립공원의 탐방 유형은 8월과 10

월에 집중되며 가장 낮은 것은 2월과 12월로 겨울에 낮은 탐방 활동이 나타나는 것으로 분석된다(이돈재, 2003). 특히, 지리산의 경우 12개월 탐방객 수를 보면 8월과 10월이 높고 2월과 12월이 낮게 나타나 지리산국립공원의 경우 우리나라 국립공원 탐방 유형의 전형적인 모습을 보이고 있다. 지리산 국립공원의 경우 여름과 가을에 계절 지수가 높게 나타나고 있다.

3. 시공간 상대수용력

1) 환경생태 수용력

생태보전성은 4등급 지역이 31.47%로 가장 많은 면적을 차지하고 있으며, 환경민감성은 1등급 지역이 51.84%로 가장 많고, 2등급 지역이 28.01%로 그 다음으로 많은 면적을 차지하고 있는 것을 알 수 있다(<표 8> 참조). <그림 7>은 환경생태 수용력의 결과를 나타내고 있다. 주요 탐방로 지역이 환경생태적으로 수용력이 아주 낮음을 보이고 있으며, 지리산 북부 지역이 대부분 환경생태적으로 수용력이 아주 높음을 보이고 있다.

2) 탐방 유인력

탐방 유인력은 대부분의 지역에서 낮게 나타났고 시설물 및 문화재 주변으로 높게 나타났다(<그림 8> 참조). 면적별로 살펴보면, 이용객들을 유도할 수 있는 4, 5등급은 10%인 43km²로 나타났고, 상대적으로 주변에 탐방로, 시설물, 관광지가 적은 1, 2등급 지역은 전체면적의 73%를 차지하는 400km²에 이르고 있다(<표 9> 참조).

3) 관리지수

관리지수는 <그림 7>의 환경생태 수용력과 <그림 8>의 탐방 유인력과의 차이로 계산한다. 관리지수 분석 결과는 <그림 9>와 같다. 관리지수는 1~5등급까지로 구분되며 1등급으로 갈수록 탐방객의 분산이 필요하고, 5등급으로 갈수록 탐방객의 유도가 필요한 지역임을 의미한다. 즉, <표 10>에서와 같이 탐방객의 분산이 필요한 1, 2등급 지역은 지리산국립공원 전체 면적의 37%를 차지하고 있으며, 유도가

필요한 4, 5등급 지역은 25%로 나타났다.

4. 시공간적 관리방안

지리산국립공원은 지속적으로 탐방 수요가 증가하고 있다. 월별 특성으로 여름과 가을철에 많은

그림 8_ 탐방 유인력

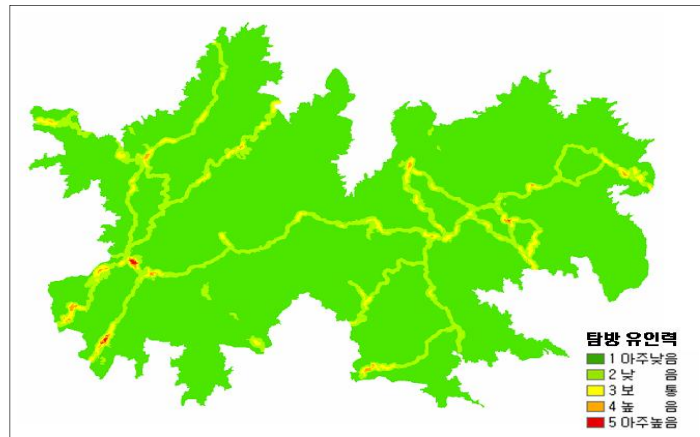


그림 9_ 관리지수

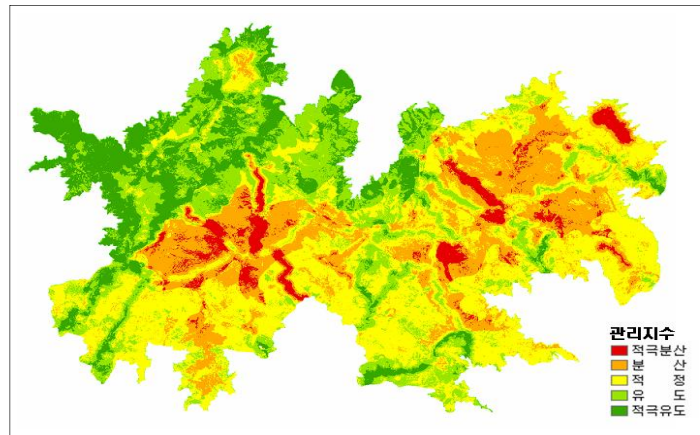


표 9_ 탐방 유인력 산정 결과

구분		계	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
탐방 유인력	km ²	471.75	333.1	67.07	35.6	32.8	9.9
	%	100	69.59	14.01	7.45	6.85	2.07

표 10_ 관리지수 산정 결과

구분		계	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
관리지수	km ²	471.75	72.9	105.4	174.9	100.5	23.2
	%	100	15.2	22.09	36.6	21.0	4.8
탐방객 관리방안			분산필요 ← → 유도필요				

분포를 보이고 있으며, 봄과 겨울순으로 탐방객의 분포가 낮게 나타난다. 따라서, 시기별 관리 분석에서 여름과 가을철을 고려한 가중치의 활용이 필요할 것으로 판단된다. 특히, 여름철과 가을철 사회심리적인 영향이 클 것으로 판단되다.

<그림 10>은 관리지수를 통한 관리방안 중 분산이 필요한 구역을 나타내고 있다. 1~5번 지역의 경우 관리지수에 의해 분산이 필요한 지역으로 나타났다. 실무자의 인터뷰를 통하여 해당지역이 실제 탐방객의 수용가 많은 지역으로 나타났고 분산이 필요한 지역으로 구분되었다. 그러나 6번 지역의 경우 집단시설지구로서 분산지역으로 분석되어 분석 시 시설지구에 대하여 고려해야 할 것이다.

<그림 11>은 관리지수를 이용하여 휴식년제 구간과 구역에 대하여 비교 분석한 결과를 나타내고 있다. 분석된 관리지수와 휴식년제 구간인 1, 2, 3,

4번 지역에 대하여 일치하고 있음을 보이고 있으며, 1, 2, 3, 4, 5번 구역에 대하여 휴식년제 구역과 동일한 지역을 보이고 있어 분석의 신뢰성이 높음을 알 수 있다.

<표 11>은 구역별 환경생태 수용력과 관리지수를 나타내고 있다. 환경생태 수용력과 관리지수를 비교하여 공원관리 목표에 따라 관리 정책을 수립한다. 환경생태적인 관리목표가 우선일 경우 환경생태적 수용등급에 따라 분산/유도를 수행하고, 관리적 목표가 우선일 경우 관리지수에 따라 분산/유도를 수행한다. 관리지수를 통하여 탐방객의 시공간 집중현상을 관리할 경우 화염사, 피아골, 반야봉, 뱀사골, 내원리, 유평 지역에 대한 분산정책이 필요한 것으로 분석되었으며, 실제 지리산국립공원 지역의 집중현상이 자주 발생하는 지역과 동일함을 알 수 있다.

그림 10_ 관리지수를 통한 분산/유도 방안

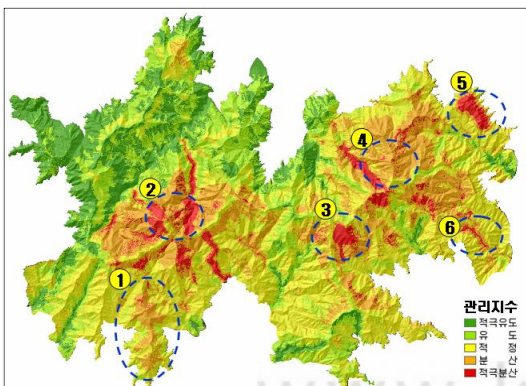


그림 11_ 관리지수 분석

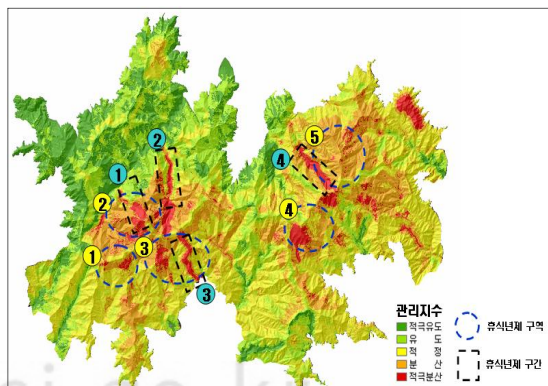


표 11_ 구역별 환경생태 수용력과 관리지수

구역명			환경생태 수용력 등급					관리지수 등급					관리 정책
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
바래봉	km ²	16.95	14.58	2.37	-	-	-	-	-	-	0.09	16.86	-
	%	100	86.21	13.78	0.01	-	-	-	-	-	0.53	99.47	
유선대	km ²	28.48	25.67	2.71	0.10	-	-	-	-	0.01	0.93	27.54	-
	%	100	90.21	9.43	0.36	-	-	-	-	0.02	3.24	96.74	
성삼대	km ²	45.62	16.62	15.94	8.70	4.23	0.13	-	-	2.75	16.35	26.52	-
	%	100	36.83	34.72	18.95	9.21	0.28	-	-	6.00	35.61	58.39	
화엄사	km ²	26.85	8.36	12.01	4.52	1.91	0.05	0.03	0.29	1.67	9.67	15.19	-
	%	100	30.84	45.28	16.65	7.05	0.17	0.12	1.05	6.17	35.65	57.01	
피아골	km ²	48.93	16.41	20.49	8.39	3.63	0.01	-	0.09	1.65	17.38	29.81	-
	%	100	33.45	42.01	17.12	7.40	0.02	-	0.18	3.37	35.44	61.01	
대성리	km ²	29.03	7.62	17.29	3.80	0.32	-	-	-	0.12	11.17	17.74	-
	%	100	25.90	60.08	12.91	1.10	-	-	-	0.41	37.99	61.60	
반야봉	km ²	14.86	0.90	9.75	4.01	0.20	-	-	0.02	0.36	8.43	6.05	-
	%	100	5.92	64.83	27.92	1.33	-	-	0.11	2.33	57.92	39.64	
형제봉	km ²	18.84	7.15	9.38	2.18	0.13	-	-	-	0.10	5.40	13.34	-
	%	100	38.23	49.73	11.36	0.68	-	-	-	0.54	28.12	71.34	
뱀사골	km ²	32.52	17.53	12.91	1.85	0.23	-	-	0.03	0.29	6.07	26.13	-
	%	100	54.34	39.34	5.62	0.70	-	-	0.09	0.88	18.49	80.55	
쑥밭재	km ²	14.04	11.00	3.01	0.03	-	-	-	-	-	0.35	13.69	-
	%	100	78.56	21.21	0.23	-	-	-	-	-	2.44	97.56	
천왕봉	km ²	18.60	3.72	7.59	6.42	0.87	-	-	-	0.72	10.47	7.41	-
	%	100	19.61	41.98	33.83	4.59	-	-	-	3.78	55.23	40.99	
백무동	km ²	23.53	8.39	12.14	2.97	0.03	-	-	-	0.22	8.52	14.79	-
	%	100	35.12	52.33	12.43	0.13	-	-	-	0.91	35.65	63.44	
덕평봉	km ²	13.04	2.78	8.01	2.23	0.02	-	-	-	0.02	5.81	7.21	-
	%	100	20.85	62.39	16.60	0.16	-	-	-	0.14	43.15	56.71	
쌍계사	km ²	42.53	29.28	12.83	0.42	-	-	-	-	0.04	2.77	39.72	-
	%	100	68.93	30.09	0.99	-	-	-	-	0.10	6.50	93.40	
세석	km ²	17.42	8.62	7.99	0.81	-	-	-	-	-	3.35	14.07	-
	%	100	50.55	44.91	4.54	-	-	-	-	-	20.05	79.95	
중산리	km ²	18.19	4.24	10.01	3.65	0.29	-	-	-	0.42	8.08	9.69	-
	%	100	24.48	54.29	19.67	1.56	-	-	-	2.27	43.59	54.14	
내원리	km ²	28.03	13.16	14.22	0.64	0.01	-	-	0.01	0.29	3.38	24.35	-
	%	100	46.44	51.28	2.24	0.05	-	-	0.05	1.02	11.94	86.99	
유평	km ²	34.32	15.57	16.35	1.97	0.43	-	0.04	0.22	0.65	6.59	26.82	-
	%	100	45.07	47.98	5.70	1.25	-	0.12	0.65	1.89	19.07	78.27	
합계	km ²	471.78	211.6	195	52.69	12.3	0.19	0.07	0.66	9.31	124.81	336.93	-

IV. 결론

국립공원은 자연생태계를 보호하고 국민의 여가 활동에 도움을 주는 데 목적으로 운영되면서 국민의 여가선용 장소로 많이 애용되고 있다. 최근 주5일제가 보편화되고 특히, 국립공원의 입장료 폐지 등으로 인하여 공원 이용은 더욱 증가되었다. 또한, 우리나라의 국립공원의 이용 특성은 시공간적인 집중현상을 보이고 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 적절한 이용의 한계를 정해야 하고 이를 시공간적으로 관리할 수 있는 방법론이 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 시공간적인 상대수용력 개념을 도입하여 국립공원의 탐방객 관리에 유용한 모형을 제시, 적용하고자 한다. 이를 위하여 구체적으로 첫째, 공원보호 목적을 유지하기 위해 고려해야 할 부분으로 생태적 보전성과 환경적 민감성을 통하여 환경생태 수용력을 산정하였고, 둘째, 사회심리적인 요소로 탐방객의 탐방 유인성을 고려하여 탐방 유인력을 산정하였으며, 셋째, 시공간적 집중현상을 고려하여 계절별, 구역별, 구간별 수용력을 구분하였다. 넷째, 생태계 특성을 고려한 관리 구역을 설정하기 위하여 유역기반의 관리 구역을 설정하였다. 다섯째, 이와 같은 개별 수용력 요소에 대한 수용력 평가방법을 통합하여 수용력 모형을 수립하고 수용력을 평가하여 탐방객 관리를 할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 제시한 시공간 상대수용력의 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 절대적 수용력 산정의 문제점을 보완하기 위하여 상대적인 수용력을 제시하여 수용력의 절대적 평가를 보완하고 이를 통해 의사결정 자료의 활용성을 높였다. 둘째, 자료의 한계로 기존의 직접적인 자료 조사와 설문 의 한계를 GIS기반의 NGIS 사업에 의하여 구축된 다양한 환경생태 주제도와 RS를 활용하여 자료의

한계를 극복하였다. 셋째, 수용력 산정과 적용에 있어 공원이용의 특성인 시공간적인 집중현상에 구체적으로 활용하는 데에 한계가 있었으나 계절별, 구역, 구간을 고려하여 구체적인 탐방객 관리 방안 수립에 있어 의사결정 도구로 활용할 수 있다. 넷째, 기존 수용력 연구에서는 개별적(유형별)인 수용력 산정으로 인하여 대상지에 대하여 단편적인 수용력을 이해하였고 현실적인 수용력 적용에는 한계가 있었으나 이를 보완하기 위하여 개별적인 수용력을 통합·적용한 모델을 개발하여 관리 방안을 제시하였다. 이를 통하여 국립공원의 탐방객 관리안을 마련하고 실무자 검토를 통하여 산정된 수용력과 관리방안이 유용함을 볼 수 있었다.

기존의 수용력과 관련된 선행 연구에서 가지고 있던 한계와 마찬가지로 본 연구에서도 자료의 한계를 가지고 있다. 본 논문의 가장 중요한 부분으로 평가인자의 선정에 있어 한계를 가지고 있으나 평가인자 선정부분은 본 연구의 연구범위를 벗어나는 부분으로 본 연구의 실질적인 검증을 위해서는 평가인자 연구의 피드백이 반드시 필요하다. 또한 다양한 수용력 유형을 통합하는 부분의 세부적인 연구가 필요하다. 본 연구를 통하여 수용력 산정 방법이 관련된 연구자들에 의하여 회자되고 다양한 문제점과 가설들을 통하여 발전되기를 바란다.

참고문헌

과학기술부. 2002. 산불예측 및 감시기술 개발.
 과학기술부. 2003. 자연재해 예방기술 개발 사업.
 국립공원관리공단. 2005. 국립공원 특성에 따른 공원관리방안 연구 III.
 국립공원관리공단. 2007. <http://main.knps.or.kr/Information/> (2007.06.10).
 김남조. 2005. “지리정보시스템을 이용한 관광지 수용력 적용모형 개발”. *관광학연구* 제29권 제2호, pp13-32.
 김선희. 2005. “관광지의 적정 수용력 산정과 관리 방안 연구”. *대한지리학회지* 제40권 제3호, pp321-334.
 목영규. 2003. “국립공원 자연보전지구의 제설정에 관한 연구”. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
 문석기 외. 2005. *환경계획학*. 서울: 보문당.
 문태훈. 1996. “지속가능한 성장을 위한 환경용량의 산정과 환경지표 개발에 관한 연구”. *한국정책학회지* 제7권 제1호, pp123-148.
 박봉우. 1984. “산악형 국립공원의 수용력과 관리에 관한 연구”. 고려대학교 박사학위 논문, pp40-48.
 산림청. 2002. *산림휴양종합대책 수립 연구보고서*.
 서경주. 1996. “식생지수를 이용한 설악산 국립공원 내 인간활동이 식생에 미치는 영향 분석”. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
 서창완. 1991. “국립공원 관리를 위한 GIS의 활용 방안에 관한 연구- 한라산 국립공원을 대상으로”. 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문.
 안성로. 1993. *국립공원의 이용과 관리*. 기획 논설.
 오규균 · 정순준 · 임윤희. 2000. “지리산국립공원 동부지역 등산로 주연부식생구조”. *한국생태학회지* 제13권 제4호, pp309-315.
 윤병국. 1998. “국립공원 관리를 위한 수용력에 관한 연구”. 경희대학교 박사학위 논문.
 이돈재. 2003. “국립공원 탐방객의 월별 계절변동 분석”. *관광학연구* 제27권 제2호, pp155-175.
 정효순. 2004. “국립공원의 사회적 수용력에 영향을 미치는 인자에 관한 연구”. 서울대학교 석사학위 논문.
 최영국. 1999. “환경용량의 허와 실”. *국토 통권210호*, pp71-81.
 최정임. 2001. “오대산 국립공원의 효과적인 관리와 수용력에 관한 연구”. 강원대학교 석사학위 논문.
 환경부. 2002. *국토환경성 평가지도 작성 지침*.
 환경부. 2003. “국토환경보전계획 수립 연구”. *한국환경정책·평가연구원*.
 Bioshop, A. B. et. al. 1974. *Carrying capacity in regional environmental management: office of research and development*. U.S.

Environmental protection agency.
 Hams, Tony, Michael Jacob et. al. 1994. *Greening Your Local Authority*. England: Longman Group Ltd.
 Helmut P. Franz. 1995. “Das Geographische Informationssystem der Nationalpark verwaltung Berchtesgaden Entwicklung”. <http://www.sbg.ac.at/geo/agit>.
 Khanna, P. Ram Babu, P. Suju George, M. 1999. “Carrying-capacity as a basis for sustainable development A case study of National Capital Region in India”. *Progressin Planning* vol.52. pp101-163.
 Kim, N. J. Graefe, A. 2000. “GIS Application of Outdoor Recreation Management: Social and Physical Variables of Carrying Capacity”. *International Journal of Tourism Sciences* vol.1, no.1. pp1-18.
 O'Reilly, A. and Wall, G. 1982. “Tourism Carrying Capacity”. *Tourism Management*. Dec.
 Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of ecology*. W. B. Saunders Co.: Philadelphia.
 Orr, H. R. 1971. “Designed and Layout of recreation facilities”. *The forest recreation symposium proceedings*. USDA Forest Service. Northeastern Forest Experiment Station. pp23-27.
 Outdoor Recreation Research Register. 1973. “Bureau of Outdoor Recreation”. *U.S. Journal of Travel Research 1974* vol.13. pp28-29.
 Penfold, J. W., Cain, S. A. Estep, R. A. Evans, B. Nash, R. Schwartz, D. and Young, P. 1972. *Preservation of national park value*. Washington. DC: National Conservation Foundation.
 Shelby, B. and Heberlein, T. A., 1984. “A Conceptual Framework for Carrying Capacity Determination”. *Leisure Sciences* vol.6, no.4. p445.
 Stankey, G. H., 1973. Visitor Perception of Wilderness Recreation Carrying Capacity. *USDA Forest Service Research Paper INT-142*.

- 논문 접수일: 2007.10.26
- 심사 시작일: 2007.10.30
- 심사 완료일: 2007.11.12

ABSTRACT

**National Park Management System for Application of Spatio-Temporal
Relative Carrying Capacity Model**

Son Min-Ho Ph. D. Candidate, Dept. of Environ. & Ecol. Engin., Korea Univ.
(Primary Author)

Lee Woo-Kyun Professor, Dept. of Environ. & Ecol. Engin., Korea Univ.

Lee Ju-Hee Professor, Division of Tourism, Deagu Univ.

※ Keywords: National Park Management, Spatio-Temporal, Relative Carrying Capacity, GIS

This study approach focused on the dual purpose: Ecological stability and Experience quality. And this study incorporate two values incorporates with two values, which are protection value for protection value for ecological stability and attraction value for experience quality. Protection value for ecological stability can be evaluated by information on ecological preservation value and environmental sensitivity. Attraction value for experience quality can be evaluated by information on facilities and attractive sites etc.

This study tried to find ways to solve the conflict through comparing both values and to suggest site based visitor management strategies. As indicators for carrying capacity and site-based management plan, protection value and attraction value were employed. Protection value was evaluated and graded using GIS-based analysis with factors of biological and physical sensitivity. Attraction value was evaluated and graded using GIS-based analysis with factors of facilities and attractive sites. Site based visitor management guide was derived through comparing protection grade with attraction grade.

The assessment method of carrying capacities in this study has its significance in overcoming many constraints which various preceding studies had faced, and further more, proposing a more concrete and scientific approach method. Also, the assessment system, which applies such concepts including management index, and environmental and ecological carrying capacity, and visiting attraction, has never been attempted domestically and internationally for visitor management in national park. it will take a large role in establishing a concrete management guide.

This study approach for relative spatio-temporal carrying capacity can be helpful in making policies for decentralizing visitors and keeping the park environmentally stable.