위성영상을 활용한 국립공원 훼손지 파악
- 북한산국립공원을 대상지로

박경*, 진은진**, 신상희**
국립공원관리공단 정책연구팀* / 청오지앤지**

1. 연구의 배경 및 목적

현재 국립공원 내의 개발행위는 자연공원법에 의해 엄격하게 제한되고 있는 실정이나, 관리의 손길이 미치기 어려운 지역에서 도로 확장, 불법 주택상가 증축, 무단 벌채, 산림 훼손 등의 행위 등이 일부 불법적으로 이루어지고 있는 실정이다.

현재는 각 국립공원 관리사무소의 소수 관리 인력이 방대한 국립공원을 직접 순찰하거나 공단 소유 헬기를 이용하여, 불법 행위를 단속하고 있으나, 방대한 국립공원 내의 소규모 훼손 행위를 관리 요원의 순찰만으로 단속하고 관리하는 것은 현실적으로 매우 어려운 상황이다.

현재 남한의 국립공원은 전체면적 6,743㎢(육지:3,825㎢, 해상:2,649㎢)의 방대한 면적인데 반해, 국립공원관리공단의 전체 직원수는 700명에도 미치지 못하여 사실상 관리 요원 1인당 10㎢이상에 해당하는 면적을 관리하고 있는 실정이다. 더욱이 전체 국립공원 면적의 40%를 차지하는 해안·해상 국립공원의 경우 면적이 넓고 내부에 산재하는 도서들이 많아 관리상의 문제점 파악조차 어려운 실정이다. 더욱이 전체 국리공원의 40%를 차지하는 해안·해상 국립공원의 경우 면적이 넓고 다수의 유인도를 포함한 도서들이 많이 관리상의 문제점 파악이 어려운 실정이다.

따라서 국립공원지역내 차량순찰로는 파악이 어려운 소규모의 훼손지역에 대해 효과적이고 효율적인 실태파악을 위해 위성영상의 활용에 관하여 살펴보고자 한다. 이를 위해 먼저, 다중시기 영상의 변화분석기법을 이용하여 국립공원 훼손의 유형을 파악해보고, 국립공원내 훼손지 파악을 위한 위성영상 자료의 활용방안을 제시한다.

2. 국립공원내 훼손지 파악을 위한 위성영상의 활용상 특성

1) 훼손지 파악방법의 비교

기존에 도입되고 있는 방법과 본 연구에서 활용하고자 하는 위성영상 활용에 대해 몇가지 측면에서 비교해 보았다.

<표 1> 조사방법의 비교

종류 / 기준	항공사진 촬영	공단 헬기	위성영상
조사주기	촬영계획에 따라 (보통 수년)	기관내 계획에 따라	2-3일에 한번씩
접근성	보통	산악지형 근접어려움	뛰어남
비용	고비용	고비용	상대적으로 저렴

기존에 도입된 항공사진과 헬기에 의한 방법은 정보취득이 제한적이고, 처리단계에서는 비용과 인력이 많이 요구된다. 이에 비해 위성영상은 주기적인 촬영 및 처리과정에서 효율적이라 할 수 있다. 따라서 국립공원 지역내 훼손지역을 파악하는데, 보다 효과적이고 경제적인 대안으로서 활용이 가능할 것이다.

2) 훼손지 파악을 위한 위성영상 분석기법

다중시기간 영상의 변화탐지기법의 적용을 통해, 영상에서의 급격한 변화가 나타난 지역을 중심으로 훼손가능지를 추출할 수 있을 것이다. 변화탐지기법에는 분류후 비교 변화탐지, 영상차분법, 식생지수 비교, 주성분 분석을 이용한 변화탐지, 분광 변화벡터를 이용한 변화탐지, 다중시간 조합영상, 변화지역 마스킹을 이용한 변화탐지 기법등이 있다.

3. 위성영상을 활용한 훼손지 분석

북한산 국립공원은 계룡산국립공원과 더불어 도시형공원으로 분류되며, 국립공원으로서 가지는 보존가치가 높은 반면에 일반 시민의 이용 및 개발행위가 다양한 형태로 나타나 그 훼손에 의한 심각성이 매우 크다. 관리주체의 일상적 순찰만으로 훼손 실태를 정량적으로 파악하기 어려운 실정으로 정확한 실태파악을 위한 대안으로서 위성영상의 분석기법을 도입하고자 한다.

1) 영상선정

먼저, 영상의 종류별 특성에 따른 결과를 비교해보기 위해, 30m 해상도의 Landsat TM영상과 10m 해상도의 SPOT-PAN 그리고 5m 해상도의 IRS-1C영상을 시기별로 선정하였다. 그 시기선정에 있어서는, 본 연구의 목적상 일정시기나 훼손이 크게 일어난 시기를 근거로 영상을 선정해야 하지만, 여건상 제한적인 범위에서 Landsat TM의 경우, '90년 4월 26일과 '96년 9월 1일, 그리고 SPOT-PAN 영상은 '94년 11월 4일과 '99년 6월 5일, IRS-1C 영상은 '96년 11월 16일, '99년 5월 12일 영상을 선정하였다.

2) 영상보정 · 변화분석

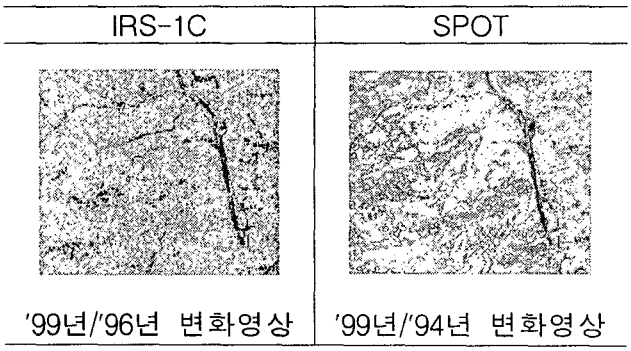
북한산 지역을 포함하는 1:5,000 수치지도를 편집하여 주요 지점상에 GCP를 선정하여, 기하보정 과정을 수행하였다. 그리고 한 시기 영상의 히스토그램을 기준으로 그 DN값의 분포를 조정해주는 Match Cumulative Frequency명령을 수행하여 영상시기의 차이로 인한 오차를 최소화하고자 하였다. 다중시기간 변화를 분석하기 위해서는 가장 단순한 방법으로 영상차분법을 이용하여 변화지역을 파악하였다.

3) 국립공원내 훼손유형 파악

①도로 및 비법정 등산로

북한산 국립공원 북측 의정부시 호원동 지역에 '96년에 일부 건설 중이었던 도로가 '99년에는 확장준공되어 국립공원 경계부에 큰 변화가 일어남을 알 수 있다. 또한 산지 내부로

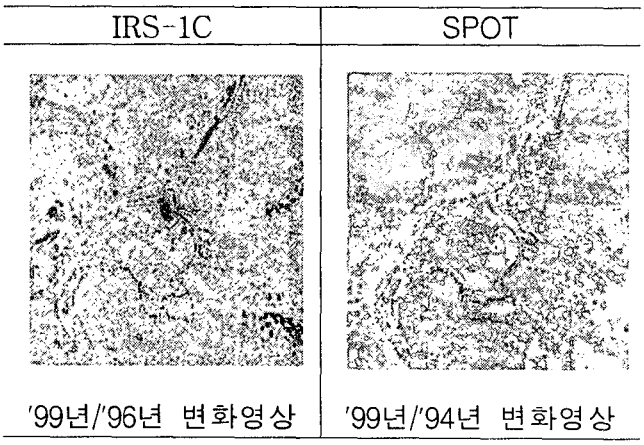
등산로가 생겨났음을 알 수 있다. 이러한 변화는 시각적으로도 확인이 가능하지만, 이러한 분석과정을 통하여 보다 계량적이고 객관적인 분석이 가능할 것이다.



<그림 1> 도로 및 비법정 등산로

②집단시설지구내의 개발

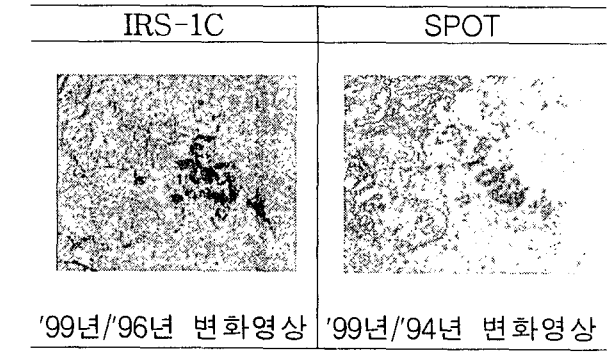
그림은 북한산성 집단시설지구내 변화를 보여준다. 변화분석영상에서 노란색으로 나타난 지역으로 '96년 영상과 비교했을 때, '99년에는 시설물 개발로 인하여 토지피복의 변화가 있었음을 알 수 있다.



<그림 2> 집단시설지구내의 개발지

③인접지역의 대규모 택지개발

북한산 국립공원외곽의 동남측 미아1동에서 택지재개발로 보이는 대규모 개발이 있었음을 알 수 있다. 이러한 인접지의 개발로 인하여 국립공원을 근린공원으로 인식하는 주민의 증가와 그에 따른 훼손 가능성을 고려할 수 있다.



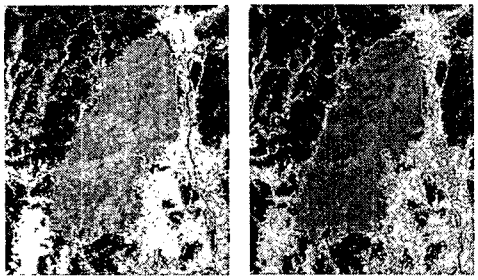
<그림 3> 인접지역의 대규모 택지개발

④비식생지의 증가

Landsat-TM '90년 4월, '96년 9월 영상에서 북한산국립공원 내부지역에 대해 식생지와 비식생지로 분류하여 변화행렬표를 구성하였다. 국립공원 주변지역의 토지 피복 또는 토지이용 분류도 함께 이루어져야 하나, 국립공원 내부지역에 한하여 식생지와 비식생지로 나누어 분류결과를 비교하였다.

다음 <표2>은 두 시기간의 변화를 행렬표로 작성한 것이다. 북한산국립공원 내부지역에 대해 식생의 유무로써 훼손이 일어난 정도를 파악하고자 하였다.

'90년에 식생지에서 '96년에 비식생지로 변화한 지역은 ①에서 보는 것과 같이 4,717화소에 걸쳐 나타났고, ②의 경우 식생지에서 비식생지로 변화는 두 연도에서 월별 차이로 인한 오차로 볼 수 있다. 이와같은 방법을 통해, 국립공원지역내 개발로 인한 피복변화상을 계량적으로 비교할 수 있다.



<그림4> '90년 4월 26일 영상분류결과(좌)
'96년 9월 1일 영상분류결과(우)

<표 2 > 변화 행렬표(change metrix)

		'96년 영상분류 결과		
		식생지	비식생지	단위: 화소
'90년 영상분류결과	식생지	12,275	①4,717	16,992
	비식생지	②2,460	5,440	7,900
		14,735	10,157	

4. 결론 및 제안

영상분석을 통해, 국립공원지역의 대규모 개발지에서부터, 시설지내의 변화, 도로 및 등산로의 확장등의 훼손지가 파악되었다. 그 결과를 해상도에 따라 그 정도의 차이를 확인할 수 있었다.

아울러 최근 고해상도 위성영상의 활발한 보급을 생각해볼 때, 소규모적으로 발생하는 훼손지까지 파악가능할 것으로 보여진다. 다음은 앞에서 파악된 훼손의 유형에 따라, 활용가능한 영상의 종류별로 특성 및 파악수준, 비용 측면을 함께 비교한 것이다.
실태파악이 시급한 국립공원내 불법적으로 증·개설되는 건축물 및 소로등의 파악을 위해서는 2m 이상의 고해상도 영상이 유용할 것으로 생각된다.

<표 3> 영상종류별 특성·비용 비교

	공간해상력	분광특성	훼손파악수준	비용(1scene 단위)
Landsat-TM	30m	다중분광	대규모개발지/식생활력도/토지피복변화	$4,400(185×185㎞)
SPOT-XS	20m	다중분광	〃	F17,000(60×60㎞)
SPOT-PAN	10m	단일밴드	소규모개발지/도로 및 소로	F17,000(60×60㎞)
IRS-1C	5m	〃	소규모개발지/도로 및 소로	$2,500(70×70㎞)
KVR-1000	2m	〃	소규모개발지/도로 및 소로/지형지물식별	$400(20×20㎞)

그리고 실제 훼손지 추출을 위하여 위성영상분석을 통해 훼손가능지로 추출된 지역에 대해, 용도지구·이용자의 접근성 등을 종합한 보완적인 분석과정과 현장조사를 통하여 훼손지로서 복원계획수립 및 시행이 이루어져야할 것이다. 앞으로 이를 위해서 위성영상에서 훼손파악 정도를 정량적으로 측정하고, 구체적인 훼손지 파악방법을 도출하여 실제 적용하고자 한다.