

금오산 도립공원의 지형분석과 관광안내를 위한  
GSIS와 고해상도 위성영상의 활용  
Utilizing GSIS and High Resolution Satellite Imagery  
for Landform Analysis and Sight-Seeing Guidance

이진덕\* · 최영근 · 이호찬  
Lee, Jin-Duk · Choi, Young-Geun · Lee, Ho-Chan

\*금오공과대학교 토목·환경 및 건축공학부 교수  
구미시 금오산 도립공원 관리사무소  
금오공과대학교 대학원 석사과정

경북 구미시 신평동 188번지 (730-701)  
Tel. (054) 467-4246, 467-4440 (E-mail : jdlee@kumoh.ac.kr)

要 旨

자연공원의 체계적인 관리를 위해서는 효율적인 자료수집과 처리, 그리고 합리적인 분석과정이 필요하며, 이러한 관점에서 지형공간정보체계와 위성원격탐사를 이용하는 공원관리 및 관광안내시스템의 개발이 요구되는 시점이다.

본 연구에서는 금오산 도립공원구역을 사례연구지역으로 GSIS(Geo-Spatial Information System)기법을 도입하여 수치지형도, 주제도, 위성영상 등으로부터 도형자료 및 비도형자료를 수집·처리하였다. DEM 생성을 통하여 얻어진 경사도, 사면방향, 지형단면, 지질 분석 등 주제별 지형분석을 행하였다. Landsat TM 위성자료로부터 토지피복분류와 NDVI 식생활력도를 추출하였고, 이 자료들로부터 GSIS 데이터베이스를 구축하였다.

또한 대상지역을 포함하는 1m 해상도의 IKONOS 위성자료를 처리하여 영상지도를 작성하고 DEM과 중첩하여 3D 시각화를 구현하였다. 위성영상지도 및 3차원 경관도상에 주요 등산로 벡터자료를 중첩하여 표현하고, 5개 루트의 주요 등산로를 따라 3D 경관 및 문화재, 관리시설 등을 포함하는 동영상 파일을 제작하였다. 본 연구의 결과는 개발과 보존의 중도를 취하는 자연공원의 적정 토지이용을 위한 사전평가 자료 및 Web 기반 관광안내시스템을 구축하기 위한 기본데이터로 활용될 수 있을 것이다.

1. 서 론

자연환경 보전과 인류생활의 편의를 위한 개발이라는 두 과제가 상충하게 되면서 국립공원을 비롯한 자연공원의 중요성

을 재인식하게 되고 산업화와 도시화와 더불어 자연 속의 시민생활의 성향을 촉진하게 되면서 공원관리에 새로운 시각이 요구되고 있다.

체계적인 공원관리를 위해서는 효율적

인 자료수집과 처리, 합리적인 분석과정이 필요하게 되고 이러한 정보를 바탕으로 적절한 공원관리를 유도할 수 있어야 하며, 이러한 관점에서 공간정보 관리시스템으로서 GIS의 도입이 절실히 요구된다 하겠다.

한편, 1999년 9월 최초 상업위성인 IKONOS위성이 발사되어 1m 해상도의 영상자료를 얻을 수 있게 되었고, 이러한 고해상도 위성자료는 최대 1/2400 축척의 지도를 제작할 수 있는 것으로 알려져 있으며, 정사영상지도나 벡터지도는 물론 3차원 지형정보 취득에 있어서도 정확도 향상에 기여하는 등 그 효용가치가 클 것으로 기대되고 있다.

본 연구의 공간적 범위인 금오산 도립공원은 구미시 중심부와 거의 맞붙어 있는 거대한 도시공원으로서의 역할을 해주고 있으며, GIS기법을 도입하여 수치지형도, 주제도, 위성영상 등으로부터 자료를 수집, 처리하고 데이터베이스를 구축하였다. 이로부터 연구지역에 대한 지형분석 및 공원관리상 유용한 공간정보를 추출하고자 하였다.

또한 IKONOS위성영상을 처리하여 영상지도를 제작하고 DEM 자료와 중합하여 3차원 시각화 영상 등을 제작함으로써 GIS의 베이스맵으로의 활용 및 금오산의 자연경관의 시각적인 관리를 도모하고자 하였다. 또한 주요 등산로를 따라서 경관 및 문화재, 시설물 등을 포함하는 동영상 파일을 제작하는 등 Web기반의 금오산 도립공원의 관리 및 관광안내시스템 개발을 위한 자료로 활용하고자 하였다.

## 2. 금오산 도립공원의 지형·공간 분석

금오산 도립공원(면적 37.91km<sup>2</sup>)은 1970

년 6월 1일 우리나라 최초의 도립공원으로 지정되어 관광시설이 갖추어졌고, 경상북도의 금강산이라고 불리울 정도로 웅장한 산세와 기암절벽, 설경 등이 특징이며 자연경관이 빼어나다.

### 2.1 자료수집·처리 및 DB구축

GIS의 여러 가지 공간분석 기능 중에서 수치지형모형 해석 기능을 이용하여 3차원 지형자료에서 불규칙 삼각망(TIN), 격자망 모형(GRID)을 생성할 수 있으며 고도, 경사도, 사면방향, 지형단면분석 등 주제별로 지형분석을 할 수 있다. 1:5000 축척의 수치지도의 지형레이어에서 5m 간격의 등고선자료 및 고도점 자료로부터 TIN과 GRID 수치고도모형을 생성하였다.

수치고도모형으로 표고분석, 경사도분석, 사면방향 분석, 지형단면분석을 행하고 DB를 구축하였다. 도로망, 수계망은 지형도로부터 추출하였고, 또한 연구지역의 한국자원연구소 발행 지질도(1/25,000) 등을 수치화하여 공간데이터베이스를 구축하였다. 주제도에서 지질에 관한 자료는 1:25000의 지질도를 디지털핑을 행하였다. 수치고도모형과 도로망, 수계 등의 벡터데이터와의 중첩 분석을 행하고 3차원 영상 등을 작성하였다. 1998년에 관측된 Landsat TM 영상(공간해상도 30m×30m)에 대한 영상처리를 행하여 연구지역의 토지피복분류도와 표준식생지수(NDVI) 분포도를 작성하여 GIS 데이터베이스에 포함시켰다.

### 2.2 지형 분석

그림 1의 면적분포에 의하면 100m, 600m, 700m에서 고도급변점이 나타나고 전체적으로는 고도가 높아질수록 급한 고도분포를 보여주고 있다. 연구지역의 고도

를 전체 면적과 대비해 보면, 고도 400m 이하가 총면적의 약 67%, 600m이하가 87%이상을 차지하고, 700m 이상의 고지역도 7.2%를 나타낸다.(그림 1)

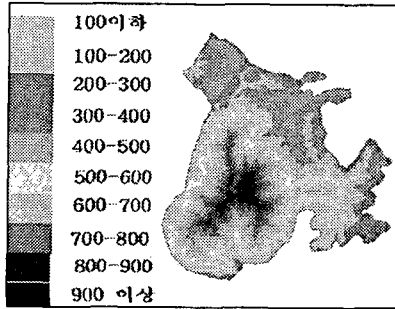


그림 1. 고도 분석도

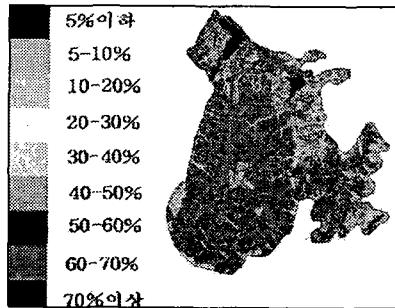


그림 2. 경사도 분석도

GIS 프로그램 MGE에서 GRID 구조는 TIN을 일정한 간격으로 구분하여 그 격자 셀의 고도값을 취하는 래스터 데이터구조를 갖는다. 분석된 경사도 분포의 특징은 그림 2와 같이 60%와 70%에서 급변점을 형성하고 경사 10%이하의 평탄지가 약 5%, 경사 30%이하의 완경사지가 약 16%에 불과하며 50%이상의 고경사지가 약 60%를 점유하는 특성을 나타내고 있다.

사면방향 분석을 위하여 경사면 방향을 45° 간격으로 8 방향으로 구분하였다. 사면방향은 동향이 상대적으로 우세하고, 그 다음이 북향, 남동향, 북서향과 북동향 순으로 비교적 고르게 분포하고 있으며, 무경사지는 3.1%에 불과하다.(그림 3) 각

사면방향의 분포면적은 해당하는 셀의 수에 의해 계산되었으며, 각 셀의 크기는 약 0.01km<sup>2</sup> 즉, 10×10m이다.

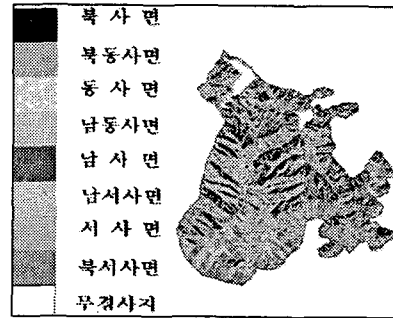


그림 3. 사면방향 분석도

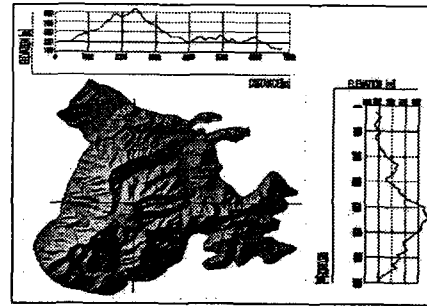


그림 4. 음영기복도와 지형단면도

단면분석법은 지형의 특성, 사면의 변화성을 분석하기 위해 유용한 방법으로서 대상지역의 최고봉인 현월봉을 지나서 동서 횡단면도와 남북 종단면도를 도출하였다.(그림 4)

### 2.3 3차원 경관모형 작성 및 지질분석

수치지형모형은 지형특성의 공간적 분포를 수치적으로 표현한 것으로서 컴퓨터를 통한 다양한 응용처리가 가능하여 도로 등의 건설계획, 택지 및 단지조성, 방재계획 등 많은 분야에 활용될 수 있다. 그림 5는 수치고도모형을 이용하여 금오산 도립공원구역에 대한 3차원 시각화를 나타낸 것이다.

금오산 일대는 침식이 강한 화산암류가

63%로 넓게 분포되어 있고 동부와 북부에 화강암질 편마암이 22.6% 그리고 금오산 저수지와 대성지 주위를 충적층과 낙동층이 각각 3.9%, 4.7%로 에워싸고 있다.

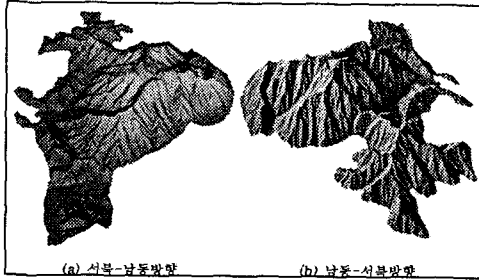


그림 5. 3차원 시각화

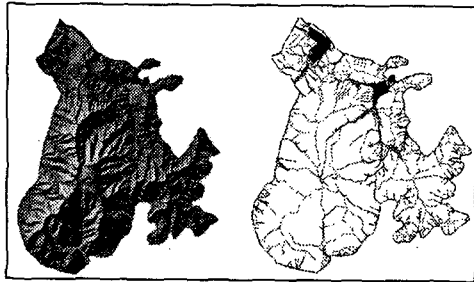


그림 6. 도로망과 수계 중첩 표현

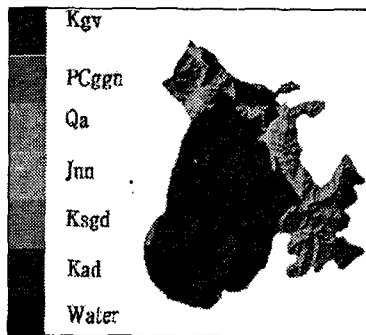


그림 7. 지질분석도

## 2.4 LANDSAT TM 위성자료 처리

토지피복 분류를 위하여 영상 대 수치지도(image to vector)의 방법에 의해 위성영상의 기하학적 보정을 행하고 열적외선 밴드 6를 제외한 나머지 6개의 밴드영상을 가지고 감독분류 방법으로 처리하여

토지피복 현황도를 추출하였다. (그림 8) 산림지가 대부분을 점유하고, 금오산저



그림 8. 토지피복 분류도

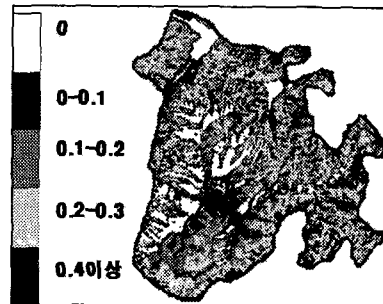


그림 9. NDVI 분포도

수지와 대성지 수역, 그리고 그 주변으로 주차장, 숙박시설, 금오랜드, 자연학습원, 대성지주변, 도로주변등 개발된 지역이 나타나 있다. Landsat TM 영상을 이용한 식생활력도 분석을 위하여 밴드 3과 밴드 4의 연산을 적용하여 표준식생지수(NDVI)를 도출하였다. (그림 9) 여기서 0.1이하의 개발지역, 암석지역, 나대지, 수역 등이 해당되고, 0.1~0.4는 농경지, 초지 등 저·중간밀도의 식생지역, 0.4이상은 고밀도 식생지역인 산림지역에 해당된다.

## 3. IKONOS 위성영상으로부터 영상지도 작성

### 3.1 IKONOS 위성자료

본 연구에 사용된 IKONOS는 고해상도

의 민간용 상업위성(Space Imaging, Inc.)으로서 기존의 8bits에서 11bits로 자료를 수집함으로써 256단계에서 2048단계로 contrast를 향상시킬 수 있게 되었다.

Pushbroom 방식으로 11km의 주사폭으로 하여 자료를 수집하는 IKONOS위성은 1m 공간해상도의 전정색 영상과 4m 공간해상도의 다중분광영상을 제공한다. 분광해상도는 흑백영상에서는 0.45~0.52  $\mu\text{m}$ , 다중분광 영상에서는 4개의 밴드, #1 blue(0.45~0.52  $\mu\text{m}$ ), #2 green(0.52~0.60  $\mu\text{m}$ ), #3 red(0.63~0.69  $\mu\text{m}$ ), #4 Near IR(0.76~0.90  $\mu\text{m}$ )로 구성된다. 본 연구에서는 방사보정과 센서내부 원인으로 인한 기하보정 단계를 거친 Level 2영상(2001.3.24 관측)을 원 영상으로 사용하였다.

### 3.2 영상지도의 제작 공정

Level 2의 IKONOS영상으로부터 영상지도의 제작을 위하여 지상기준점(GCP) 선정을 통한 기하학적 보정단계와 수치지도로부터 수치고도모형(DEM) 추출 단계, 그리고 지형보정을 통한 편위수정영상 및 3차원 경관모형 작성의 단계로 진행하였다. 1m 해상도의 전정색 데이터와 4m 해상도의 다중분광 데이터의 영상융합(Image Fusion) 과정을 통하여 얻어진 Pan-Sharpned 영상을 바탕으로 영상지도를 작성하였다.

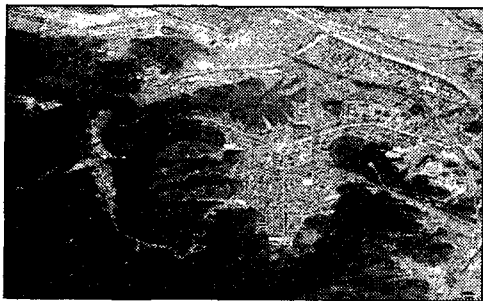


그림 10. Pan-Sharpned 영상

그림 11은 영상의 전체 피복범위에 대하여 1:5000 수치지도에서 취득한 지상기준점을 이용한 기하보정 및 지형보정 과정을 통하여 얻은 영상지도를 주요 등산로(5개 코스)의 벡터자료와 중첩하여 나타낸 것이다.



그림 11. 등산로를 중첩한 영상지도

### 3.3 수치표고모형(DEM) 및 3차원 경관도 생성

본 연구에서는 일반적으로 용이하게 DEM을 얻을 수 있는 수치지도 이용방식을 채택하여 1:5,000 수치지도의 지형등고선 레이어를 이용하여 TIN을 생성하고 GRID로 변환하여 작성하였으며 격자간격은 20m로 설정하였다. 영상의 시각화(visualization)는 원 영상에 수치표고모형을 중첩시킴으로서 이루어진다.(그림 12)

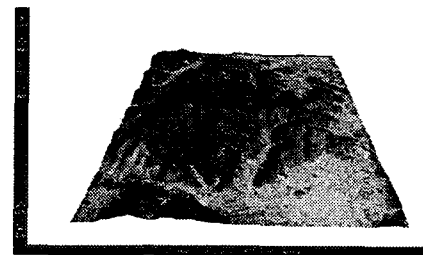


그림 12. 3차원 시각화

3차원 시각화 영상은 다양한 시점, 방향, 각도로 지형경관을 현장감 있게 조절하여 볼 수 있으며, FLY 기능의 비행경로

및 속도를 설정하여 실제 그 지역의 상공을 내려다보는 효과를 구현할 수 있다.

그림 13은 5개 등산로를 중첩하여 3차원 경관을 나타낸 것이다.

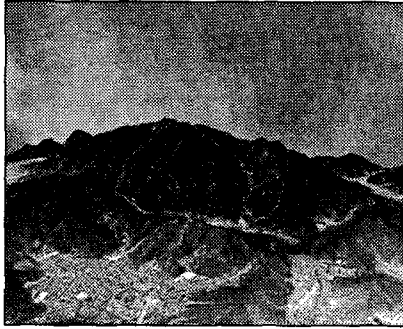


그림 13. 등산로를 중첩한 3차원 경관도

### 3.4 동영상 제작

동영상은 금오산의 5개 주요 등산로 코스를 따라 주요자연경관 3D 위성영상과 문화재, 폭포, 시설물 등을 담은 무비파일로 제작하였다.

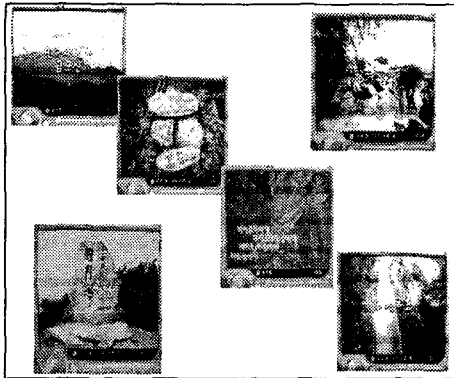


그림 14. 등산로에 따라서 제작된 동영상 화면

AVI 파일로 제작된 동영상은 파일의 용량이 상당히 커지게 되어 웹상에서 구현하기가 어려운 면이 있으므로 이를 실시간으로 버퍼링해서 볼 수 있는 WMV 파일로 변환해 주었다.

## 4. 결론

1. GIS를 이용하여 여러가지 지형분석을 행하고, 원격탐사를 이용하여 토지피복분류도, 표준식생지수 분포도를 작성하여 데이터베이스를 구축하였다. 추후 GIS의 도면중첩기능을 활용함으로써 대상지역의 토지용도별 적지분석, 환경영향평가, 토지이용의 시간적 변화 추출 등이 가능할 것이다.

2. GIS를 접목한 지형분석에 있어서 DEM을 작성하여 지형의 통계적 분석과 경관 분석 및 조경설계 등에 활용할 수 있을 것이다.

3. 고해상도 위성영상으로부터 생성된 영상지도는 이미지 형태이면서 지도와 같은 정사투영의 상태이므로 실제적이고 시각적인 정보를 취득할 수 있으며, DEM과 결합하여 표현된 3차원 시각화는 다양한 시점에서 용이하게 인식할 수 있으므로 공원관리 측면에서 개발과 보존의 중도를 취하는 올바른 토지이용을 위한 사전평가 도구로 활용될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

1. William Foichi, "Satellite Ortho-imagery Mapping the Furture Today - The Space Imaging Approach", ACSM - ASPRS Annual convention, 1998
2. Guoqing Zhou and Ron Li, "Accuracy Evaluation of Ground Points from IKONO S High-Satellite Imagiry" Journal of the American Society for Photogram-metry and Remote Sensing, Vol. 66, No.7, 2000.
3. 서창완, 국립공원관리를 위한 GIS의 활용방안에 관한 연구 -한라산 국립공원을 대상으로-, 서울대 환경대학원 석사논문, 1991.