

지형정보시스템에 의한 환경영향평가에 관한 연구

A Study on the Environmental Impact Assessment by Geographic Information System

김용일* · 김형태**

Kim, Yong Il · Kim, Hyung Tae

Abstract

EIA(Environmental Impact Assessment) was introduced in 1979 by our government to cope with serious environmental problems.

Recently environmental pollution has been controlled severely than ever because pollution phenomena became more complicated and accordingly the damage more terrible.

For the EIA system to achieve its goal effectively, systematic and scientific approach should be found out. For this reason the techniques such as GIS(Geographic Information System) and RS(Remote Sensing) come to front strongly.

The purpose of this paper is to investigate the application techniques of GIS and RS to the EIA system.

Haw-Won Myen, Hae-Nam Gun, Chun-Nam and its related area, which will be developed to be a sightseeing area, were selected as the study area.

Applications of GIS resulted some important outcome such as earthwork calculations, landuse models, aspect maps, stability of slanting surfaces, elevation models, estimation of real estates, etc.

GIS applied EIA proved to be very useful for the project managers and planners to plan, evaluate, judge the environmental problems.

요 지

날로 심각해지고 있는 환경문제에 대응하기 위하여 정부는 1979년 환경영향평가제도(EIA)를 시행하고 있다. 이에 따라 환경오염은 어느 때보다 엄격히 규제되고 있으나 오염현상은 더욱 복잡해져서 그 피해상황도 여러가지 양상을 띄고 있다.

본 연구에서는 환경영향평가의 효율적인 목적달성을 위해, 체계적이고 과학적인 접근방법을 모색해 보고자 하였다. 즉, 지형정보시스템(GIS)과 원격탐사(RS)기법을 환경영향평가제도에 적용시키고자 하였으며, 그 대상지역으로서 관광단지 개발이 예정된 전남 화원 지역을 선정하여 여러가지 가정에 입각한 평가를 실시해 보았다.

평가내용으로서는 토공량계산, 토지이용모델작성, 사면방위도제작, 사면안정성평가, 가용부지추출 등

* 정회원 · 서울대학교 도시공학과 강사

** 정회원 · 국토개발연구원 위촉연구원

이 연구내용에 포함되었다. 결과적으로 대상지역의 현황을 효율적으로 정확히 파악하고, 환경파괴를 최소한으로 하는 개발계획의 수립을 위한 자료를 제공함에 있어 지형정보시스템의 적용은 필수적이라 하겠다.

1. 서 론

인구의 증가 및 집중화 현상, 그리고 산업의 발달로 말미암아 과다한 토지공간의 확보가 요구되고, 이에 따른 오염량의 증가가 수반되어 자연훼손과 환경파괴가 불가피해지고 있다. 또한, 이러한 현상이 가속화되어감에 따라 지역적으로는 환경용량을 초과하는 결과가 초래되었고 궁극적으로는 자연생태계의 파괴에까지 진전하여 이제는 인류의 생존을 위협하는 실정이다.

정부는 인간활동이 환경변화를 유발할 염려가 있는 경우, 이에 대한 영향을 평가하고 결정하여 환경에 영향을 미칠수 있는 개발사업의 계획을 수립할 뿐만아니라 그 사업이 환경에 미칠 영향을 미리 예측, 평가하여 환경에의 영향을 저감시킬수 있는 방안을 강구하고, 합리적인 모든 대안을 비교 검토하여 환경보전의 관점에서 최선의 안을 선택하고자 하는 환경영향평가제도를 시행하고 있다.

환경영향평가 제도가 효율적인 목적을 달성하기 위해서는 객관성을 가지고 체계적으로 운용될 수 있는 접근방법이 모색되어야 할 것이며, 그 방안으로 지형정보시스템과 원격탐사 기법이 강력히 대두되고 있다.

원격탐사기법은 토지이용, 식생, 환경오염 등의 지형정보를 대량으로 제공해 주며, 지형정보시스템은 지역환경에 대한 모델링과 각종 정보에 대한 데이터베이스구축과 처리가 가능하다.

환경영향평가를 위한 GIS는 그리 멀지 않은 장래에 반드시 갖추어져야 하며 구미 선진 각국에서는 이미 다양한 소프트웨어가 개발되어 여러 분야에 활발히 적용되고 있다.

본 연구에서는 환경영향평가를 위한 GIS 데이터베이스 구축방안을 연구하고, 환경영향평가에 적용하는 기법을 고찰하여 대상지역에 대해 시험적용하였다. 연구대상지역으로는 대규모 관광단지조성사업이 계획된 전남 해남군 화원면 주광리, 화봉리

일대를 선정하였으며, 1:5,000 지도에서 디지털화하여 대상지역의 수치지도를 제작한 후, ERDAS 소프트웨어를 이용하여 표고도, 경사도, 경사방향도를 제작하고, 이를 토대로 개발가능부지, 절성토지를 예측하고 예상토공량을 산정하였으며 법면발생에 따른 사면안정도를 예측하였다.

인공위성데이터를 기하보정하여 지형정보데이터로 활용, 대상지역의 토지이용도와 녹지자연도를 제작하여 대상지역의 현황을 파악하였으며, 행정경계, 도로망, 상수관망도를 중첩처리하여 주변지역과의 관계를 파악하는데 활용하였다.

미래의 지형변화를 모델링하여 그 영향을 예측, 평가하는데 있어서 지리 정보시스템의 적용은 정확하고 효율적인 기회를 제공할 것으로 사료된다.

2. 환경영향평가에의 GIS 적용방안

2.1 자연환경

2.1.1 지형, 지질

지형, 지질의 환경영향평가를 위해서는 우선 지형의 형상, 지질상황, 토질성상에 대한 조사가 필요하며 이 조사된 자료를 GIS로 처리하기 위해서는 지형, 지질, 토질의 데이터베이스구축이 선행되어야 한다.

지형형상의 데이터가 입력되면 이를 이용하여 수치표고모델을 구축한다. 수치표고모델이란, 연속적인 기복의 변화를 수치적으로 표현하는 방법으로서 이는 환경영향평가를 위한 기본적인 자료로 활용된다.

수치표고모델은 개발사업을 계획하는 단계에서 계획가에게 많은 정보를 제공한다. 지형의 고도와 경사도에 대한 제한이 주어지면 개발가능 지역의 위치와 정확한 면적을 계산할 수 있으며, 이를 바탕으로 개발용도에 맞는 부지정지작업을 예측하여 개발후의 지형변화를 3차원 조감도를 통해 시뮬레이션 할 수 있고 그에 따른 토공량도 계산할 수 있다. 이는 계획가에게 개발계획의 여러가지 대안에 대한 타당성 및 경제성을 신속, 정확하게 분석할 수 있는

기회를 제공한다.⁽⁴⁾

수치표고모델은 지질도, 토질도등의 레이어와 결합하여 여러가지의 적당한 요소(강수량, 토질에 따른 안식각, 절성토, 사면, 표준경사 등)와 연산처리되어 사업시행후의 지반변형, 사면안정성, 토사의 유출, 수계의 변화, 표사, 퇴사 등의 토지의 안정성에 대한 정보를 얻는 데도 사용된다.⁽²⁾

본 연구에서는 지형, 지질의 영향평가 중 사업시행 전후의 지형변화 시뮬레이션과 토공량 계산 및 사면의 안정성에 대하여 검토해 보았다.

개발시행후의 지형 변화를 예측하기 위해서 부지 정지 계획에서 얻은 지반고를 입력,처리하여 수치 표고모델을 구축, 3차원 조감도를 생성하였고 이를 시행전의 수치표고모델과 비교, 연산처리하여 토공량을 산정하였다.

사면의 안정성을 검토하기 위하여는 일반적으로 사용하는 각 흙의 안식각을 적용하여 수치표고모델에서 구한 경사도 레이어와 중첩하여 위험사면을 추출하였다.

2.1.2 생태계 모델링

생태계에 관한 정보가 GIS 데이터베이스로 구축이 되면 이를 통한 생태계의 모델링을 할 수 있다. 생태계는 정지된 상태가 아니라 항상 변화하고 있는 것이므로 이에 대한 주기적인 현황조사와 감시가 필요하다. 특히 개발사업과 같이 생태계의 급격한 변화를 초래할 수있는 경우, 정확한 미래에 대한 예측이 필수적이다.⁽⁴⁾

갱신된 자료를 GIS에 입력하여 변화된 생태계를 모델링함으로써 생태계의 정량적 변화를 파악하고 GIS의 다른 레이어로부터 생태계변화의 원인을 추적할 수 있다.

한편 환경영향평가에 있어서 개발계획내용과 유사한 사례를 참조하여 생태계의 변화를 예측하고 그 원인을 분석하여 저감방안을 강구할 수 있으며 생태계의 피도, 밀도, 빈도, 녹지자연도 등의 특성을 정량화할 수 있다.

대부분의 생태계에 관한 정보는 직접 현황조사를 하여야 하나 육상식물의 정보는 항공사진이나 원격탐사 데이터로부터 얻을 수 있으며 특히 원격탐사 데이터는 주기적인 데이터 취득이 가능하므로 생태계의 변화를 저렴하고 신속하게 파악할 수 있다.⁽¹⁾

본 연구에서는 LANDSAT 2호의 MSS 데이터(81/7/30, 124-36)를 처리하여 대상지역 및 주변지역의 녹지자연도를 작성하였으며 이를 이용하여 대상지역의 순생산량을 구하였다.

한편 토지이용도를 이용하여 사업시행후 대상지역의 녹지의 변화를 예측하였으며 순생산량의 감소도 계산하였다.

2.2 생활 환경

2.2.1 토지이용

토지이용은 환경에 큰 영향을 미치며 사업시행후의 토지이용변화에 따른 환경변화를 예측할 수 있다.

여러 연구 결과에 따르면 원격탐사에 의한 토지이용 현황 파악이 가장 효과적이며, 이 기법으로 사업이 완료된 후의 대상지역의 토지이용변화를 주기적, 경제적으로 얻을 수 있다.⁽⁵⁾

또한, 개발시행후의 토지이용 예측을 위해서는 GIS기법이 매우 효율적이며, 개발시행후의 토지이용의 면적과 위치에 대한 수치적 파악도 가능하다.

GIS로 추출된 토지이용에 대한 정확한 정량적, 정성적 정보는 사업시행후의 오염예측, 생태계변화, 지형변화 등의 환경변화를 예측하는 기본자료가 되며 이를 통해 저감방안을 강구하고 사업시행 후 필요한 사회경제적으로 쾌적하고 안락한 환경조성을 위한 기반시설들의 수요를 예측할 수 있다.⁽²⁾ 즉 토지이용과 그 면적에 대한 자료는 경험적인 통계 자료에서 얻은 요소와 연산되어 인구, 대기오염, 소음, 교통량, 폐기물 발생량 등을 예측할 수 있으며, 이를 기반으로 단지내에 필요한 상하수도관망, 도로망, 위생 및 공중보건시설, 교육시설, 기타 공공시설 등의 용량을 결정하고 평가할 수 있다.

본 연구에서는 대상지역의 예상 토지이용도로부터 녹지도를 계산하였으며, 예상된 토지이용도로부터 계획된 주차장 면적과 기본계획으로부터 추정된 예상주차장용량을 비교평가하였다.

또한 토지이용의 용도별로 단위오수발생량을 고려하여 대상지역의 총 오수 발생량을 예측하였다.

또한 시행 전후의 토지이용도를 비교하여 산림의 훼손지역을 추출하여 환경보전을 위한 식재계획의 기본 자료를 제시하였다.

2.2.2 대기질

개발대상지역 및 주변 인접지역에 위치하여 대기 오염 및 소음에 영향을 미칠 것으로 판단되는 공장, 밀집주거지, 사업장, 도로등 주요한 오염 발생원의 위치를 예측하여 연료종류, 연료 사용량, 배출시설 및 방지시설 설치상황, 기상, 지형, 기존의 발생원 등의 데이터를 고려하여 오염분포 상황을 예측할 수 있다.

개발사업으로 인한 영향을 예측하기 위해서 사업의 특성, 배출되는 오염 물질의 종류, 특성, 발생량 등을 고려하여 확산식을 적용하여 대기질 모델을 설정하며, 주변의 토지 이용 상황과 예측된 결과를 종합하여 대기질 오염농도를 TM좌표를 이용한 격자농도분포표나 등농도곡선으로 영향의 크기와 지리적 범위를 그래픽처리한다.

2.3 사회경제환경

사회경제환경은 개발사업으로 인한 사회적 공공 수요의 증가 예측과 그 충족도를 평가하는 한편 개발로 인해 상실되는 요소들을 평가하는 것으로 토지이용도를 이용하여 인구밀도, 인구증가의 예측이 가능하며 토지이용도 및 인구수를 바탕으로 상·하수도, 폐기물처리, 학교, 경찰서, 주차장 등의 공공시설에 대한 기본적인 수요를 예측할 수 있으며 주변 지역과의 관계에 대해서도 파악할 수 있다.

본 연구에서는 GIS 기법과 예측된 인구수를 이용하여 사업시행에 따른 오수발생, 폐기물 발생, 대기오염 발생 등의 오염발생을 예측하였고 충족된 위락환경을 위한 상·하수도 관망, 도로망, 주차장의 용량을 산정하여 평가하였다.

한편 원격탐사 데이터와 100 m grid로 읽은 수치표고모델 데이터를 이용하여 주변지역에 대한 3차원 조감도를 작성하였으며 주변지역과의 행정망 체계, 도로망체계, 상수관망체계에 대한 데이터를 원격탐사 데이터 위에 중첩 함으로써 주변지역과의 관계를 파악하기 위한 자료로 제시하였다.

3. GIS 데이터베이스 구축방안

환경영향평가에 GIS를 적용하기 위해서는 먼저 GIS 데이터베이스를 구축해야 하며 이를 위해서는 다음의 단계를 거친다.

먼저 데이터 수집 과정으로서, 이는 GIS 데이터

베이스 구축을 위해서 가장 먼저 행해져야 하며 지도, 항공사진, 위성사진 등의 원 데이터를 각종의 측량기법을 통하여 수집한다.⁽⁸⁾ 다음으로 실위치 편집과정으로 수집된 원데이터의 오차와 자료변환과정에서의 오차를 제거하며, 속성 데이터 각각이 표시하는 지상의 정확한 위치를 부여한다. 편집된 속성 데이터를 규격에 맞추어 순서를 정하고 설명을 덧붙여 보조기억 대체에 기억시킨다.

마지막 과정은 구조화 편집과정으로 각 정보의 체계적 관리와 정보내용의 데이터관리를 위해 실위치 편집 데이터와 좌도용 데이터를 구조화하여 관리한다. 이 과정에서 GIS용 데이터를 편집해 내기도 한다.

이상의 과정에서 GIS 데이터베이스의 정확도와 제작 비용을 가장 많이 좌우하는 과정이 데이터 수집과정이다. 데이터 수집 방법은 크게 기존지도를 이용하는 방법과 신규 측량자료를 취득하는 방법이 있다.

기존 지도를 사용하는 방법에는 수동식 디지털 입력 방식과 자동식/반자동식 스캐닝 입력 방식이 있으며, 각 방법의 장단점은 표 3-1과 같다.^(19,10)

신규 측량 자료를 취득하는 방법에는 항공사진측량, 지상측량, 원격탐사, GPS 등이 있으며, 그 각각의 장단점은 표 3-2와 같다. 본 연구에서는 데이터수집을 위하여 소규모의 대상지역을 1:5,000도엽에서 디지털이징하였으며, LANDSAT MSS 데이터를 이용하여 대상지역 주변의 광범위한 지역에 대한 데이터베이스 구축 및 그 활용에 대해서도 검토하였다.

3.1 디지털이징에 의한 데이터베이스 구축

본 연구에서는 대상지역에 대한 데이터 베이스를 다음의 세가지 과정을 통하여 구축하였다.

(1) 준비과정

데이터 입력을 위하여 좌표독취기 설치, 기준좌표 설정, 지도부착 등의 하드웨어적인 준비와, 레이어 및 속성설정, 좌표독취 대상물의 설정, 지도의 제원에 대한 입력 등의 소프트웨어적인 준비를 하였다.

(2) 좌표 독취 과정

직선, 원호, 자유곡선, 특수선 생성 등 지도 데이터 작성에 필요한 CAD기능을 이용하여, 앞에서 준비된 레이어에 따라 좌표독취기의 커서를 지도의 대상물 위로 움직여 대상물의 좌표값을 한점씩 컴퓨터에

표 3-1. 기존지도를 이용한 데이터구축 방법의 비교

시스템의 종류	장 점	단 점
수동입력 방식	<ul style="list-style-type: none"> · 다소 더러운 도면이라도 입력 가능 · 불필요한 속성, 주기는 입력 되지 않는다. · Layer뭉치 나뉘어 입력된다. · 값이 저렴하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 단순속성(등고선, 도로등)의 입력이 비능률 · 입력 누수가 일어난다. · 입력정도±0.3 mm
자동입력 방식	<ul style="list-style-type: none"> · 고능률 · 속성인식(등고선, 도로) · 속성image의 삭제, 수정 · 입력정도 0.1 mm 	<ul style="list-style-type: none"> · 오염된 지면은 입력 불가 · 벡터화가 불완전한 부분들의 인식누수의 체크 필요 · 속성인식대상 이외의 속성은 layer뭉치를 나눌수 없다 · 고가
반자동입력 방식	<ul style="list-style-type: none"> · 고능률 · 원도와 입력결과의 조합이 동시에 이루어진다. · 속성인식(등고선,도로)-예정 layer는 나누어 입력 된다. · 입력정도 ±0.1 mm 	<ul style="list-style-type: none"> · 오염된 도면은 입력불가 · 중정도의 가격

표 3-2. 측량에 의한 데이터베이스 구축 방법의 비교

측량방법	장 점	단 점
항공사진	<ul style="list-style-type: none"> · 중축척 이상 DB제작에 유리 · 균일한 정확도 보장 · 임의 시점에 데이터 수집가능 · 비교적 적은 비용 	<ul style="list-style-type: none"> · 숙달된 기술자 필요 · 대축척 DB 제작시 비용 증가, 정확도 감소
지상측량	<ul style="list-style-type: none"> · 대축척 DB제작에 유리 · 고도의 정밀 측량 가능 · 추후 현지 조사 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 일기에 영향을 많이 받음 · 높은 데이터 취득 비용
GPS 위성	<ul style="list-style-type: none"> · 낮은 비용 · 높은 정확도 · 벡터데이터 취득 용이 	<ul style="list-style-type: none"> · 현장작업이 많이 필요 · 난청지역에서 관측 곤란
위성사진	<ul style="list-style-type: none"> · 낮은 비용 · 데이터 취득 용이 · 구조화 데이터파일 작성 용이 · 접근불가지역의 데이터 취득 · 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 대축척 DB 제작 곤란 · 대상 지형지물의 현장 확인 필요

표 3-3. 입력된 레이어와 속성

레이어	속 성
표고분석도	1-10 m 11-20 m 21-30 m 31-40 m 41-50 m 51-60 m 61-70 m 71-80 m 81-90 m 91-100 m 100 m 이상
경사도	평지 1-5 6-10 11-15 16-20 21-25 26-48
경사방향도	동 서 남 북 북동 북서 남동 남서
토지이용(전)	녹지 논 밭 주거지
토지이용(후)	녹지 주차장 운동시설 숙박시설 상가지구 휴양지 마리나 골프장 기타
토양도	경작지 2급지 3급지 4급지
지질도	KIV Ha(P) Pxso(ggn)
토지이용변화 (전→후)	녹지→녹지, 녹지→상가지구, 녹지→주차장, 녹지→숙박시설, 녹지→휴양지
안정성분석	안정지역 진흙 모래 암석I 암석II
식생도I	녹지 경작지 뺨 천해 심해
식생도II	녹지 경작지 만조시뺨 간조시뺨 천해 심해
화원반도화상	화상 고속도로 국도 지방도 상수관망
상수관망	D700-D300 D250-D80

입력하였다.⁽⁷⁾

(3) 편집 과정

이 과정에서는 앞 과정에서 발생한 오차를 제거하고 취득된 데이터를 데이터 베이스로 전송하며 추후의 출력을 준비하였다.

오차제거를 위한 편집과정이 끝난 후에도 오차가 너무 클 경우에는 좌표독취과정으로 환류하였다.⁽⁸⁾ 본 연구에서는 등고선, 토지이용도, 지질도, 토양도, 상수도관망, 행정구역, 교통망 등의 레이어를 구축하였으며 그 각각의 속성은 다음 표3-3과 같다.⁽⁴⁾

3.2 원격탐사에 의한 데이터 베이스 구축

사진측량을 이용한 지도제작기법은 현대에 이르러 인공위성에 의해 취득된 데이터를 분석하는데까지 그 영역이 확대되었다.

초기의 위성사진측량에 의한 지도제작은 인공위성에서 촬영한 사진을 이용하여 주로 달, 화성, 금성 등의 천체에 대하여 이루어져 왔다. 이후 위성에

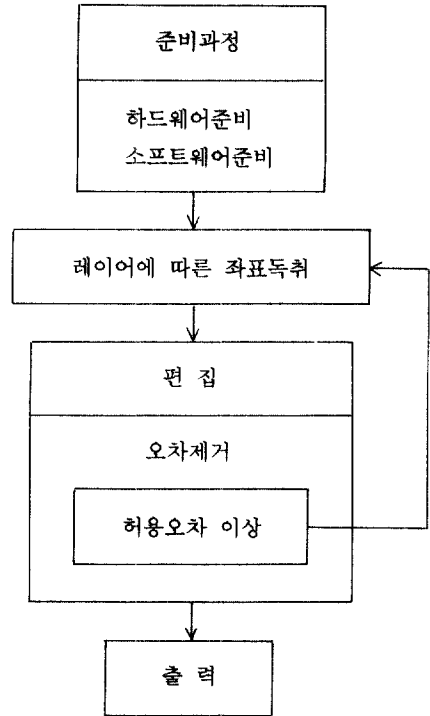


그림 3-1. 좌표독취기에 의한 데이터 제작 과정

전자기와 탐측기와 레이더 등을 탑재하여 래스터 수치데이터를 취득하게 되었으며, 전자기술과 컴퓨터 기술의 발전에 맞추어 그 이용분야도 크게 확대되어 왔다.

이 방법은 센서의 해상력이 제한되어 있기 때문에, 높은 경제성과 접근성에도 불구하고 대축척 지도의 제작에 이용하는 것은 곤란하지만 환경분야와 같이 광범위한 지역에 대한 접근에는 매우 효율적이다.

본 연구에서는 LANDSAT MSS 데이터를 이용하여 대상지역 및 그 주변지역의 토지이용을 분류하고 녹지도에 대해서도 평가하였다.

4. 실제 적용

환경영향평가에 GIS를 적용하기 위해서 본 연구에서는 관광단지 개발이 계획된 전남 해남군 화원면을 대상지역으로 선정하였다.

이 지역은 총면적이 5,120,680 m²으로 육지면적 4,026,400 m², 매립면적 766,769 m², 수상면적 327,

520 m²이며, 대부분이 50 m 이하의 표고를 가진 완만한 구릉지역이다.

대상지역의 상세한 지형정보를 취득하기 위해 본 연구에서는 주로 디지털지도를 이용하였다. 즉, 1:5,000 지형도로부터 등고선과 토지이용도를, 산림청 간이산림토양도로부터 토양도를, 그리고 실제 조사에 의한 지질 분석도를 각각 입력하였으며, 이를 토대로 사업시행 후 예상되는 토지이용도와 상수관망도 또한 입력하였다.

또한, 주변지역과의 관계를 파악하기 위하여 Landsat MSS 데이터를 기하보정하여 GIS 데이터로 활용하였으며 그 위에 디지털지대로 입력된 데이터를 중첩시켰다. 최종적으로 Landsat MSS 데이터를 분류처리하여 GIS 데이터로 입력시켜 사업대상지역 및 주변지역의 녹지 자연도를 추출하였다.

4.1. 수치표고모델 구축 및 수치표고모델을 활용한 지형 변화예측

계획된 대상지역의 지형을 파악하기 위하여, 등고선 데이터를 AutoCAD 로 입력한 후, DCA 소프트웨어를 사용하여 TIN을 형성하여 수치표고모델을 구축하였다. 또한 이를 Erdas 소프트웨어로 처리하여 표고분석도(사진1), 경사분석도(사진2), 경사방향도(사진3), 음영기복도(사진4)를 제작하였으며 이로부터 각 속성값의 위치와 면적을 계산하였고, 대상지역의 북서, 서, 남서 방향에서 바라본 3차원 조감도를 작성하였다.

구해진 표고분석도와 경사분석도를 중첩하여 표고 60 m이하, 경사 20° 이하의 임계치를 주어 가용부지를 추출하였으며, 그 면적은 3.02 km²으로 (사진 5)에 노란색으로 나타난 지역이다.

사업시행후의 지형변화를 파악하기 위해서 부지정지작업후의 지역에 적당한 표고를 가정하여 다시 DCA로 처리, 새로운 수치표고모델을 구축하였고 이를 이용하여 변화된 지형의 표고분석도, 경사분석도, 경사방향도, 3차원조감도 등을 작성하였다.

사업시행을 위한 절,성토지역을 예측하고 토공량을 산정하기 위하여, 시행전과 시행후의 수치표고모델의 Z(높이) 값을 비교하여, 그 결과로 대상지역을 성토, 절토, 보존지역으로 각각 식별하는 프로그램을 작성하였다. 또한, 변화된 지형의 수치표고모델을 구축할 때 TIN을 형성하여 내삽하는 과정

표 4-1. 절,성토 면적 및 부피

Banking Area	972,500 m ²
Banking Work	6,022,100 m ³
Cutting Area	1,649,200 m ²
Cutting Work	- 15,561,100 m ³

에서 발생하는 오차를 고려하여 5m의 안전도를 주어 오차를 제거한 후, ERDAS 소프트웨어에서 절 성토지역을 구분하였다.(사진6)

총 절, 성토량은 계산된 격자의 수에 단위면적(10 × 10 m²)을 곱하여 얻어낼 수 있었으며 그 결과 절 성토 면적 및 부피는 표4-1과 같고 보존지역은 총 1,404,700 m²이다.

한편 절토량에서 성토량을 뺀 잔토는 9,539,000 m³으로 이는 본 대상지역에 계획된 해안매립을 위한 매립토로서 적절히 활용될 것이다.

4.2. 인공위성 화상을 이용한 녹지자연도 생성 및 매립지 예측

LANDSAT MSS 화상을 대상지역 및 주변지역 10.45 km × 12.54 km로 절출하여 대상지역을 수계, 녹지, 논, 밭으로 구분5)하여 각 속성의 면적을 계산한 후, 단위 면적당 현존량과 순생산량 계수를 곱하여 대상지역의 총현존량과 총순생산량을 계산하였다.⁽⁶⁾

MSS의 해상도가 낮을 뿐아니라 대상지역이 협소하고 시가지형성이 미미하므로, 본 연구에서는 시가지를 분류해 내지 못하여 녹지자연도 요소를 3 가지 밖에 구분하지 못하였으나 TM이나 SPOT 같은 해상력이 더 좋은 데이터를 이용할 경우 보다 상세한 분류가 가능하며, 항공사진 데이터를 이용할 경우 녹지자연도에 필요한 모든 분류가 가능하다.⁽¹¹⁾

그러나, 환경영향평가 지침사항에서 요구하는 녹지자연도가 100 m × 100 m 격자의 정확도이고 MSS의 해상력이 79m × 79m 격자임을 감안하면 MSS데이터의 활용도 충분히 효과적이라고 볼 수 있다.

본 연구에서는 위성 데이터 구입의 어려움으로 인해 사업시행 후의 녹지자연도 변화예측을 수행하지 못하였으나, 주기적인 취득이 가능한 위성 데이터로서 녹지자연도 및 그 변화상황 파악이 능률적으로 수행될 수 있다.

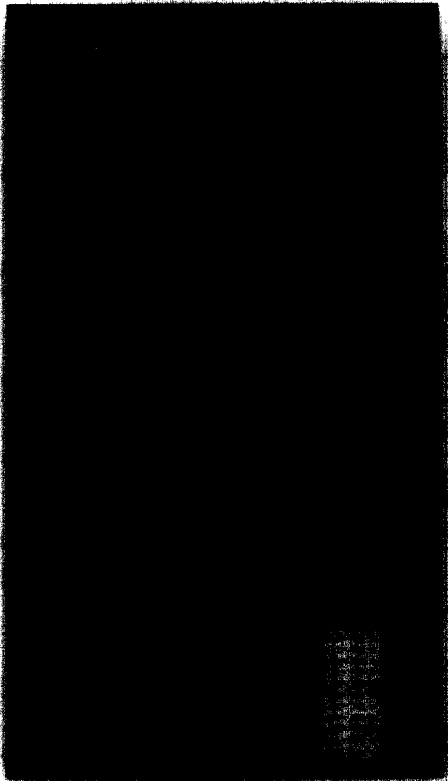


사진 1. 경주방서도

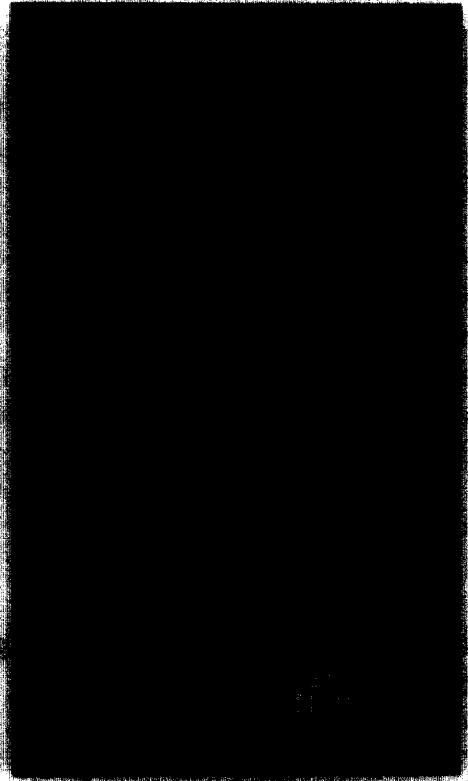


사진 2. 경주방서도

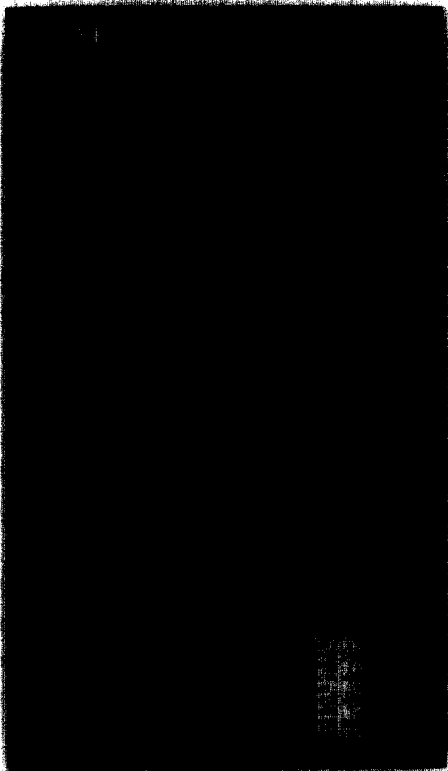


사진 3. 경사방형도

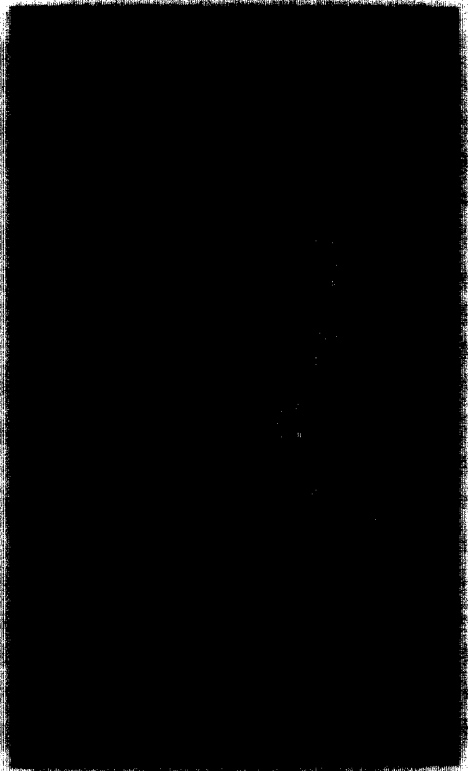


사진 4. 함흥기역도

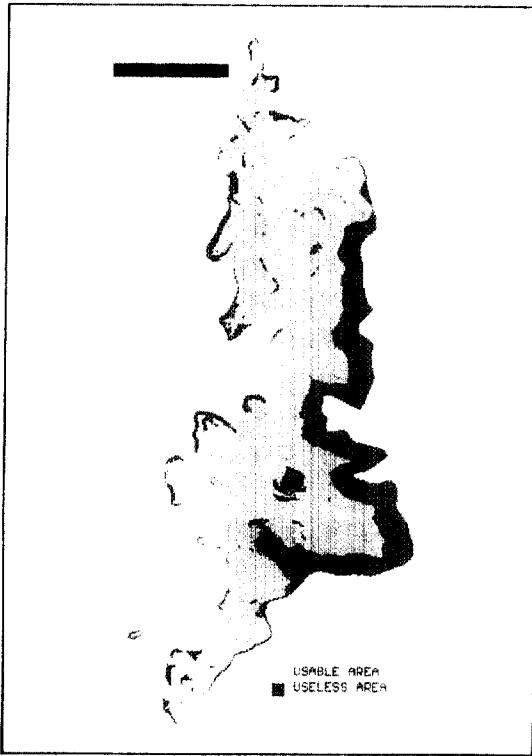


사진 5. 가용부지추출도



사진 6. 질·성토지역추출도

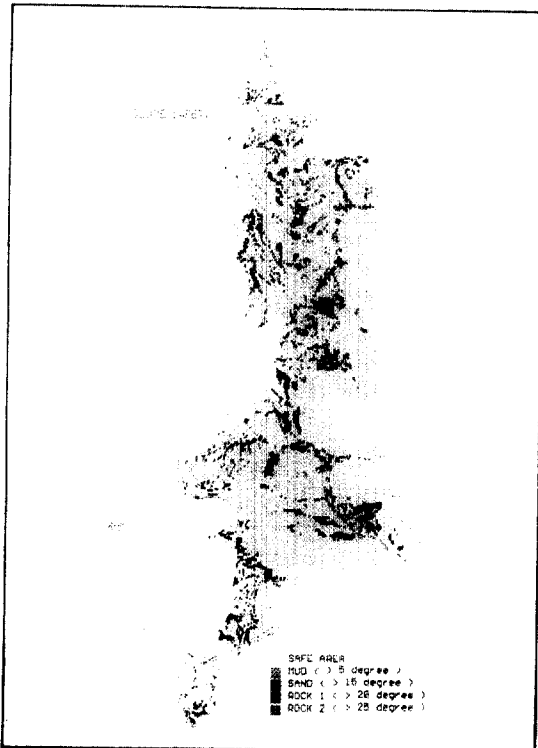


사진 7. 사면안정도



사진 8. 토지이용변화추출도

4.3 사면의 안정도 추출

사면의 안정도 추출을 위해서는 사업시행후의 정확한 지형변화와 부지정지작업을 위한 성, 절토의 토질 데이터, 기존의 토질데이터등의 레이어를 이용해야 하며 본 연구에서는 수치표고모델에서 구한 경사도 레이어와 임의로 가정한 토질도 레이어를 통합하여 각 토질도마다 임의로 구한 안식각 계수를 가정하여 위험사면을 추출하였다.

실제 작업을 위하여 토양도를 진흙, 모래, 암석 암석 로 그 안식각을 각각 5°, 15°, 20°, 25°로 가정하여 토양도 레이어와 경사도 레이어를 중첩하여 안정지역을 구하였다.(사진7)

4.4. 벡터 데이터와 래스터 데이터 결합을 통한 주변지역과의 관계예측³⁾

주변지역과의 관계를 예측하기 위하여 Landsat MSS 데이터를 이용하여 path 124 row 36의 subscene으로부터 화원반도를 중심으로 대상지역을 절출하여 이 데이터가 GIS 레이어로 사용될 수 있도록 9개의 점을 GCP로 선정하여 기하보정을 실시하였다.

기하보정을 위해 선택된 GCP로부터 이미지와

지도의 좌표를 결정한 후 affine변환을 실시하였으며 Bilinear Interpolation 법으로 재배열을 실시하였다.

도로망과 균격계를 1 : 50,000도에서 디지털화하여 보정된 화상위에 중첩하였다.⁽⁴⁾

대상지역이 관광지로 교통유입력이 큼을 감안할 때 대상지역까지의 접근도가 좋지 않음을 알 수 있으며, 본 지역이 관광단지로서, 대상지역의 북쪽에 위치한 목포지역의 관광객을 유치하기 위해서는 목포지역과 본 관광단지와 연결되는 다리의 건설이 요구됨을 판단할 수 있다.

한편 대상지역의 화상과 100 m grid로 읽은 수치표고모델을 합성하여 3차원 조감도를 제작하였다.

4.5 토지이용도로부터의 예측

개발시행 전후의 토지이용도를 중첩하여 토지이용의 변화를 추출하였다.

(사진8)은 녹지지역이 상업시설, 주차시설, 숙박시설, 휴양시설로 바뀌었음을 보여주며, 각 면적을 계산한 결과 원래 녹지지역은 총 1,898,930 m²으로, 그 중 785,270 m²은 녹지지역으로 보전되었으나 나머지 1,113,660 m²은 다른 용도로 변경되었음을 보여주며 시행후의 녹지면적이 1,115,650 m² 임을 감

표 4-2. 녹지자연도를 이용한 생산량 추출

속성	등급	면적 km ²	구성비 %	단위현존량 t/km ²	현존량 t	단위순생산량 t/km ²	순생산량 t
수계	0	83	63	0	0	0	0
이차림	7	30	23	6,070	182,100	570	17,100
논·밭	2	18	14	1,680	30,240	920	16,560
합 계		131	100	-	212,340	-	33,660

표 4-3. 토지이용도를 이용한 오수발생량 예측

시설 계획		적용 기준		산출	
시설명	면적(M ²)	기준(l/m ² 일)	BOD(ppm)	오수량(m ³ /일)	BOD(ppm)
숙박시설	438,350	30	200	2,630.1	526.02
상가지구	307,900	30	250	2,309.25	577.31
골프장	1,158,570	10	100	1,158.57	115.88
운동시설	740,600	15	100	1,110.9	111.09
휴양지	705,530	30	100	2,116.59	211.66
주차장	276,550	30	100	829.65	82.97
합 계	-	-	-	10,155.06	1,624.93

안할 때, 총 380,410 m²의 식재가 있을 것이며 총 733,280 m²의 녹지가 소멸될 것임을 예측할 수 있다.

한편 사업시행후의 주차장의 총 면적은 276,550 m²로 인구 및 관광지 특성등을 고려하여 계산한 교통유입에 따른 주차장 용량과 비교할수 있으며, 교통전문가가 예측한 용량이 대형 270대 소형 3200대를 동시에 주차할 수 있는 150,500 m² 임을 고려할 때 계획된 주차시설이 충분하다고 평가할 수 있다.

또한 토지이용의 용도에 따른 면적당의 오수발생량을 고려해 총 오수발생 양을 예측하였으며 결과는 표 4-3과 같다.

5. 결 론

본 연구에서는 관광지 개발이 예정된 전남 해남군 화원면 일대의 환경영향평가를 위하여 GIS 기법을 적용하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, GIS기법을 이용하여 미래의 변화된 지형을 예측하였으며, 사업시행에 따른 절,성토지역을 예측하여 토공량을 산정하였고, 사면의 안정성을 평가하였다.

둘째, 사업시행전과 시행후의 토지이용도를 중첩하여 토지이용의 변화상황을 예측하였다.

셋째, 경사분석도와 표고분석도를 중첩하여 가용부지를 추출하였으며 이는 계획가가 단지계획을 수립함에 있어 기본자료로 활용할 수 있다.

넷째, 래스터데이터인 인공위성화상 위에 벡터데이터인 도로망, 행정망을 중첩하였으며, 이를 이용하여 주변지역과의 관계를 효과적으로 파악할 수 있었다.

본 연구로부터 계획가가 계획된 여러가지 대안으로부터 미래의 변화상황을 정확하게 예측하여 최선

의 안을 선택하는데 있어, GIS기법의 적용은 매우 효율적임을 알 수 있었다.

參 考 文 獻

1. 安哲浩, 연상호, 1987, "地圖製作을 위한 Digital Mapping System Design 技法에 關한 研究", 韓國測地學會誌, 제5권, 제2호, pp.65-73
2. 柳根培, 1990, 地理情報論, 尚潮社, pp.19-29
3. 연상호, 1990, "리모트센싱과 GIS의 統合 및 適用 技法에 關한 研究", 서울대학교 工學博士 學位論文, pp.26-31
4. 環境部, 1991, 環境影響評價 指針書, pp.13-28
5. 金勇日, 1991, "人工衛星데이터의 分析正確度 向上에 關한 研究", 서울대학교 工學博士 學位論文, pp. 8-16
6. National Census of Vegetation Office of Environment, 1876, Japan, pp.7-36.
7. Michael E. Hodgson, Ann L. Barrett, *Cartographic Data Capture Using CAD*, AutoCarto 9, 1989, pp. 357-366
8. David D. Selden, *Automated Cartographic Data Editing : A Method for Testing and Education*, 1986 ACSM-ASPRS Annual Convention Technical Papers Vol.1, 1986, pp.5-14
9. George M. Callahan and Randle W. Olson, *Development of an Advanced Digital Cartographic System At the U.S. Geological Survey : 1986-2000*, 1986 ACSM-ASPRS Annual Convention Technical Papers Vol.1, 1986, pp.208-217
10. Timothy Nyerges, *A Digital Cartographic Data Standards Workshop*, 1988 ACSM-ASPRS Annual Convention Technical Papers Vol.2, 1988, pp.211-217
11. Tucker,C.J., 1978, "A Comparison of Satellite Sensor Bands for Vegetation Monitoring", *PE & RS*, Vol.44, No.11, pp.1369-1380.

(接受 : 1992. 6. 23)