

## GSIS를 이용한 제주도 국토개발에 따른 환경변화에 관한 연구

이 병 걸\* · 강 인 준  
\*제주대학교 해양토목공학과 · 부산대학교 토목공학과  
(1999년 8월 28일 접수)

### A Study on Environment Change According to Land Development Plan of Cheju Island Using GIS Technique

Byung-Gul Lee\* and In-Joon Kang

\*Dept. of Ocean & Civil Engineering, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea  
Dept. of Civil Engineering, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea  
(Manuscript received 28 August, 1999)

The purpose of this paper is to present the environment change of Cheju Island as land development process using GIS(Geo-Spatial Information System) technique. We implemented the process based on the maps of soil color, underground water pollution points, land use, land development planning and land sight seeing supported by Cheju Province Office. To use the maps for GIS data, first we transformed the picture data of the office into raster structured picture data using scanner. Second, the coordinate system was added to raster data using 1/50000 geographic map. Third, we estimated land planning process using GIS technique(overlay and reclass technique). The results showed that land development effected the natural environment(forest, green field, farm land). However, the chemical pollution and land sight seeing was not so much effected by the land development that was found.

Key words : GIS, soil color, underground pollution points, land use, land development plan, land sight seeing, coordinate system, overlay and reclass technique

#### 1. 서 론

과거에는 인간이 땅에 대한 정보를 얻는데 전통적인 수단으로 지도가 이용되어 왔으며 지도는 중요지형, 시설물 등 땅에 대한 정보가 기록되어져 각각 해당분야에 필요한 정보를 제공하는 자료원이었다.<sup>1,2)</sup> 그러나 지도는 수시로 변하는 내용들을 수록하지 못함으로 이용에 한계를 느끼게 되었다.<sup>3)</sup> 이에 컴퓨터를 이용 자료를 수집, 처리, 분석함으로써 효과적인 이용방안을 제시하게 되었으며, 방대하고 다양한 자료를 효율적으로 처리할 수 있는 종합적 공간처리 기술인 지리정보시스템이 발달하기에 이르렀다.<sup>4)</sup> 지리정보시스템은 GIS(Geographic Information System) 혹은 GIS(Geo-Spatial Information System)이라고도 하며, 과거에는 GIS라는 용어를 많이 사용하였지만, 현재는 GIS라고 사용되는 추세에 있다.<sup>5)</sup> 이러한 지리정보시스템(GIS)은 자연 및 사회·경제적 정보를 지리적 공간 위치에 맞추어 입력, 저장해서 여러 목적에 맞게 활용, 분석하는 기술로서 각종 데이터의 수집과 처리작업에 대해 경제성과 능률성을 제공해 주며 디지털 컴퓨터의 이용으로 데이터 저장 및 공간 정보 이용에 획

기적인 계기를 마련해 주었다.<sup>6)</sup>

GIS의 구성요소는 일반적으로 크게 공간자료와 속성자료로 나눌 수 있다.<sup>7)</sup> 여기서 공간자료는 자료의 좌표점을 나타내는 위치를 나타내는 자료이고, 속성자료는 각 위치자료에 각각의 위치마다 속성 즉 특성을 나타내는 자료를 말한다. 여기서 속성 혹은 특성이란 각 위치마다 건물, 도로, 토지, 경관 등에 관련된 정보를 말한다. 이러한 공간자료와 속성자료를 결정짓는 주변인자로는 지도제작시스템, 데이터베이스 시스템, 통계해석시스템, 영상처리프로세스, 지도 디지털라이징 시스템, 지형해석시스템, 지도제작시스템으로 여섯가지 인자로 나눌 수 있다. 여기서 지도제작시스템과 지도디지털라이징 시스템은 컴퓨터 하드웨어의 성격을 많이 가지고 있는 반면 데이터베이스시스템, 통계해석시스템, 영상처리프로세스, 지형해석시스템은 소프트웨어의 성격을 많이 가지고 있다. 이처럼 GIS는 컴퓨터관련 하드웨어와 소프트웨어의 집합체를 의미한다. 그러나 이러한 지리정보시스템이 좋은 기능을 발휘할 수 있기 위해서는 지리정보 데이터베이스, 하드웨어, 소프트웨어 그리고 이를 잘 운영할 수 있

는 인적자원 이 네가지 구성요소들이 서로 균형을 이루고 있어야 한다. 특히, 공간분석 및 모델링과 같은 복잡한 분석을 수행할 때 경험적 판단능력을 갖춘 인적요소는 GIS의 중요한 부분이 된다. 따라서 이러한 지리정보시스템은 실제 세계의 모델을 의미하며, 자료는 상호 관련되어 접근, 변화, 관리되기 때문에 환경변화의 분석, 경향분석(analysis of trends) 또는 의사결정과 결과의 예측 등을 실험할 수 있는 모델이다. 이는 컴퓨터 기술과 공간자료(spatial data)를 효율적으로 이용하고자 시작되었는데, 자료수집 방법은 종래의 지도나 보고서, 최근에는 인공 위성이나 항공촬영용 비행기로부터 sensor를 통하여 입수된 HDDT(High Density Digital Tape)의 수집 방법이 중요하게 작용하고 있다.<sup>8)</sup>

이러한 GIS기법의 실제예를 보면 Liu와 Crau<sup>8)</sup>는 농업적 토양분석에 적용하여 토양자원 관리문제에 응용하여 토양의 잠재능력 분류체계를 작성하였으며, 작물이나 수목의 생장, 교통접근성, 침식위험성, 쓰레기처리 등과 같은 문제에도 해결책을 제시하였다. 또한 Glasgow 등<sup>1)</sup>은 생물 종 다양성의 공간적 분포도를 작성하고 이를 토대로 하여 오픈스페이스의 효율적인 평가 및 정책개발의 수단으로 지리정보시스템을 이용하였다.

본 연구의 연구 대상지인 제주도(Fig. 1)는 전체면적이 1,828.3 km<sup>2</sup>로서 해발고도에 따른 다양한 식생 분포를 하고 있으며, 자연환경이 잘 보존된 지역이다. 따라서 제주도의 국토개발이 이루어질 경우 이로 인한 환경파괴가 심각할 것으로 예상된다. 본 연구에서는 이러한 국토개발에 따른 자연훼손의 정도를 파악하고자 GIS기법을 도입하여 제주도 국토개발(Land Development), 토지이용(Land Use), 토색분포(Soil Color), 경관미(Sight Seeing), 토양도의 오염자료(Chemical Pollution)를 분석하였다.

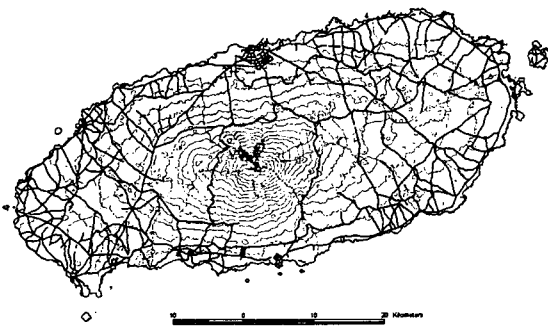


Fig. 1. The Characteristics of Geography of Cheju Island The green line is contour and the black line is road of Cheju Island, respectively.

## 2. 재료 및 방법

본 연구에서는 GIS자료를 구축하기 위하여 제주도의 국토이용계획도, 토지이용현황도, 경관미평가도, 화학적오염위험지수 분포도, 토색유형분포도<sup>8)</sup>의 다섯가지 주제도 자료(Fig. 2, 3, 4, 5, 6)를 scanning하여 격자형 자료(raster data)로 컴퓨터에 입력하였다. 그런데 자료에 나와있는 각

주제도의 크기는 제각각 크기가 다름으로 하나의 같은 크기로 맞추어야 한다. 이를 위하여 우선 입력된 주제도를 Photoshop을 이용하여 제주도 주변의 섬을 제외한 제주도 본도만을 추출한 후 각각의 크기를 우선 맞추었다. 그러나 이렇게 맞추어진 주제도 자료는 scanner를 통하여 자료를 입력하였으므로, 단지 하나의 그림으로 컴퓨터에 입력될 뿐이다. 따라서 이러한 자료들은 실제 GIS의 입력자료로서 사용하기가 어렵다. 왜냐하면, GIS자료로 사용되기 위해서는 자료의 위치를 나타내는 좌표값 즉 수치지도의 성격을 가지고 있어야 하는데, 자료에서 나타나는 위치값은 그림의 각 pixel의 배열에 해당하는 위치값만을 나타낸다. 이러한 값은 실제 좌표값과는 거리가 멀다.

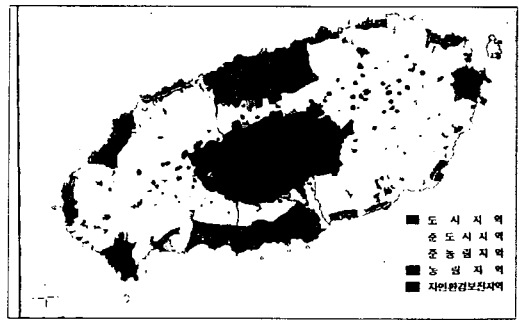


Fig. 2. Land Development Plan of Cheju Island.<sup>9)</sup>

이러한 좌표상의 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 TM(Transverse Mercator)좌표가 부여된 1/50,000 축척 지형도로부터 입력된 주제도의 위치와 일치되는 점을 추출하여, 주제도의 위치를 결정하였다. 추출된 좌표를 affine변환을 이용하여 TM좌표로 변환되었다. 이렇게 변환된 좌표값을 이용할 경우 지도상에서의 실제 거리를 계산할 수 있고, 원하는 지역의 면적도 구할 수 있게 된다.

이렇게 변환된 각각의 자료는 다음과 같이 색상에 따른 CODE번호파악 및 분류(reclass)와 중첩(overlay)기법 및 면적(area)산출기법을 도입하여 제주도 토지개발에 따른 환경훼손과 이로 인해 야기될 수 있는 토양오염(지하수오염), 산림훼손, 경관미 파괴 등에 관한 특성을 분석할 수 있게 된다.

지형정보공간에 격자형 자료 해석에서 가장 기본적인 방법으로 분류기법(reclass)과 중첩기법(overlay)을 들 수 있다. 분류기법의 경우 주어진 격자형 자료에서 관심을 있는 대상지역의 값만을 도출하여 원하는 지역의 특성을 파악하는 기법이다. 이 방법은 특히 두 개 혹은 그 이상의 격자형 자료를 중첩하는 전 단계에 꼭 필요한 작업이다. 국토이용계획도의 경우 국토 개발시 자연훼손이 가장 크게 나타나는 도시지역과 준도시 지역을 분류에 우선적으로 선택하였으며, 토지이용현황도에서는 도시와 준도시 개발에 따른 환경훼손을 보기 위하여 산림과 초지부분에 중점을 두었고, 화학적오염 위험지수 분포도에서는 화학적 오염이 쉽게 발생할 수 있는 매우 높음과 높음에 중점을 두고, 경관미 평가도에서는 경관미가 매

우높음과 높음에 중점을 두어서 분류하였다.

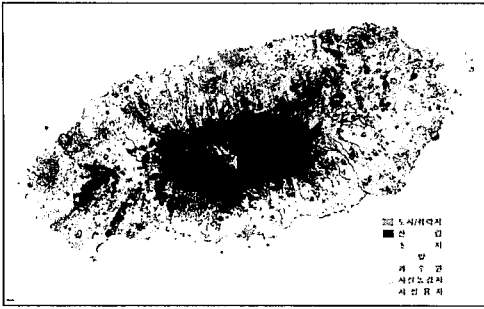


Fig. 3. Land Use Information of Cheju Island.<sup>9)</sup>

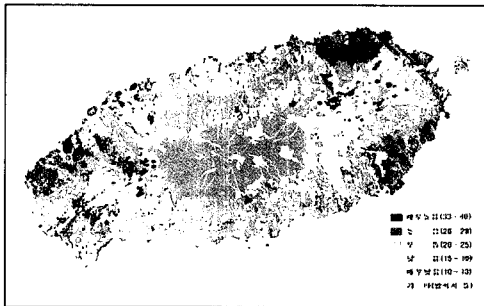


Fig. 4. Chemical Pollution Points Distribution of Under-ground Water.<sup>9)</sup>

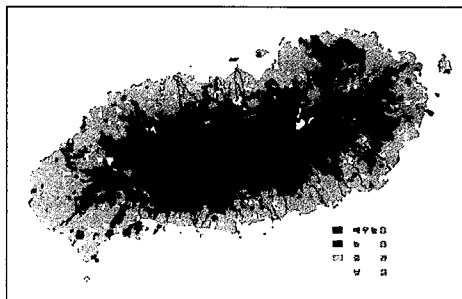


Fig. 5. Sight Seeing Information of Cheju Island.<sup>9)</sup>

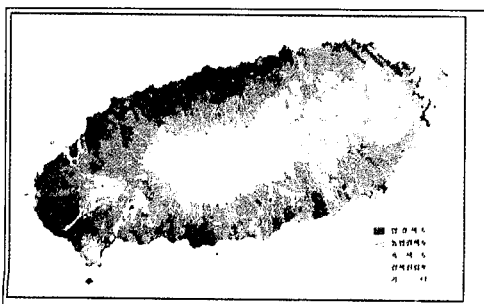


Fig. 6. Soil Color Distribution of Cheju Island.<sup>9)</sup>

### 2.1. 분류기법(reclass)

이러한 자료들을 분류할 때 우리의 주관심사가 되는 부분은 모든 색상code자료는 1로 처리하였고, 나머지는 0으로 처리하였다. 이러한 기법을 그림으로 나타내어 설명하면 Fig. 7과 같다. Fig. 7의 경우는 code에 대한 분류로는 번호 4는 1로 두고 나머지 번호는 0으로 두었을 때의 분류결과를 나타낸 것이다.



Fig. 7. Example of Reclass of Raster Data. Reclass of Code 4 to 1 and the others to 0.

### 2.2. 중첩기법(overlay)

격자형자료를 Fig 7의 기법을 도입하여 중첩을 하게 되면, 원하는 정보를 얻을 수 있다. 일반적으로 중첩기법에는 사칙연산의 법칙(+, ×, /, -)에서 일반적으로 덧셈과 곱셈을 많이 이용한다. 이 방법에 대한 모식도를 나타내면 Fig. 8과 같다.

이 경우 덧셈의 형태를 취하게 되면, 두 개의 격자형 자료에서 합집합의 형태로 결과가 나타나는 반면 곱셈의 형태를 취하게 되면, 두 개의 격자형자료에서 공통집합의 형태가 나타난다. 본 연구에서는 국토개발에 따른 제주도 자연 환경변동을 살펴보기 위하여 곱셈 형태의 중첩기능을 사용하여 계산하였다.

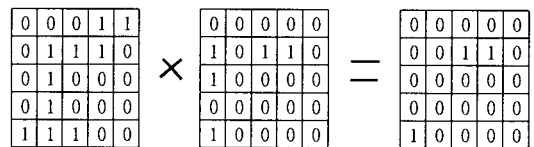


Fig. 8. Example of Overlay of Raster Data of Cross Products.

## 3. 결 과

### 3.1. 자료의 code 해석

우선 본 제주도 GIS에서 제공되는 국토이용계획도(Fig. 2)에 분류기법을 도입하기 위하여, 제주지역을 두 개의 색토로 분류하였다. 한 색토는 도시지역과 준도시지역으로 정하고, 다른 색토는 준농림지역, 농림지역, 자연환경보전지역으로 정하였다. 우선 각 지역에 따른 색상부호를 파악하여 자료를 CODE화하였다.

국토이용계획도의 색토에 따른 색상CODE를 살펴보면, 12에서 186까지 변화하는 값을 보여주는 것으로 나타났다(Table 1).

토지이용현황도의 경우 13에서 214의 범위로 나타났으며, 시설농경지 및 시설용지는 뚜렷한 하나의 색상값 정하기 어려워서 도시, 산림, 초지, 밭, 과수원을 제외한 지역은 시설농경지 및 시설용지시설로 고려하려 값을 처

리하였다. 왜냐하면, 본 연구의 목적은 국토이용에 따른 산림, 초지등 녹지공간의 훼손정도를 파악하는 것이기 때문이다(Table 2).

Table 1. Color Codes of Land Developemnt Plan in Fig. 2

Characteristics	Urban	Rural - Urbar	Rural	Farm	Forest
color code	186	198	214	18	12

Table 2. Color Codes of Land Use Information in Fig. 3

Characteristics	Urban	Forest	Green Field	Farm	Tree	Rural	etc
color code	121	13	97	206	214	DUMMY	

화학적 오염위험지수 분포도의 경우 10에서 214의 범위로 나타났다. 이러한 분포는 Table 1과 Table 2의 값과 비슷한 분포양상을 보여주고 있다. 여기서 우리의 주 관심대상인 매우 높음과 높음은 면적의 4.6%를 차지하는 것으로 나타났다.

Table 3. Color Codes of Chemical Pollution Points in Fig. 4

Characteristics	Very High	High	Middle	Low	Very Low	etc
color code	10	78	156	199	173	214

Table 4는 경관미평가도의 색서에 따른 색상 code를 나타낸 것으로 이것은 경관미가 뛰어난 지역은 주로 오름, 자연림, 인공림, 초지등은 대부분 높음으로 나타났고, 경자지, 취락지, 시가지는 낮음으로 분류하였다.

Table 4. Color Codes of Sight Seeing Information in Fig. 5

Characteristics	Very High	High	Middle	Low
color code	2	9	22	173

Table 5는 토색유형분포도의 색서에 따른 색상CODE를 보여주고 있다. 토색은 비화산회토와 화산회토로 구분될 수 있는데, 비화산회토는 암갈색 비화산회토, 화산회토는 농암갈색토, 흑색토, 갈색삼립토로 나눌 수 있다.<sup>9)</sup> 여기서 농암갈색토가 제주도 전체의 41.1%정도 차지하는 것으로 나타났다.

Table 5. Color Codes of Soil Color Distributions in Fig. 6

Characteristics	Dark Brown	Brown	Yellow Brown	Yellow	etc
color code	78	156	200	214	173

이러한 각 지역에서의 토색분포도에 대한 조사가 이루어지면, 이 code 번호에 따른 정보를 추출하여 원하는 부분의 면적이나 혹은 두 그림의 reclass, overlap 등을 시도하여 우리가 원하는 새로운 정보를 얻을 수 있다.

### 3.2. GIS에 의한 계산결과

앞에서 설명한 분류와 중첩기능중에서 분류기능을 이용하여, 국토개발영역중에서 도시와 준도시지역만을 추출하여 면적을 구한 결과 420.761 km<sup>2</sup>이 나왔으며, 토지이용도에서 숲과 초지면적을 구한 결과 899.6 km<sup>2</sup>으로 나타났다. 그리고 도시와 준도시지역에 의한 토지이용도의 삼림과 초지의 훼손정도를 파악하기 위하여 이 두 면적을 중첩을 하여 계산한 결과, 공동면적이 147.761 km<sup>2</sup>가 되었다(Fig. 9). 이 결과는 제주도 국토 개발 계획에서 도시와 준도시개발에 의하여 산림과 초지가 약 147.761 km<sup>2</sup>정도가 훼손됨을 의미한다. 이 값은 전체 산림과 초지중에서 약 16.4 %정도가 훼손됨을 의미한다.

그리고 국토개발의 도시와 준도시화에 따른 제주도 경관미의 훼손정도를 살펴본 결과 경관미가 좋은 전체면적 961.4 km<sup>2</sup>중에서 약 3.47%가 나빠질 것으로 나타났다(Fig. 10). 이러한 결과를 볼 때 현재의 상황에서 도시화가 진전되어도 경관이 나빠지는 면적은 매우 작을 것으로 사료된다.

또한 국토개발의 도시와 준도시화로 인한 토양오염 및 지하수 오염과 직접적으로 연관이 되어 있는 화학적 오염도가 높은 지역은 현황은 제주도에서 약 101.40 km<sup>2</sup> 정도에 지나지 않는다(Fig. 11). 그러나 도시화에 따른 이 부분의 면적을 중첩해본 결과 27.1 km<sup>2</sup>로 나타나 오염전체면적에 대하여 약 27%정도가 도시화에 의하여 영향을 받을 것으로 사료된다.

국토개발의 도시화 및 준도시화와 제주도의 토색분포에 대한 중첩을 실시한 결과 도시 및 준도시화 지역의 암갈색토와 농암갈색토부분에 166.6 km<sup>2</sup>(9.1%)와 130.5 km<sup>2</sup>(7.1%)을 각각 차지하였다(Fig. 12). 암갈색토가 주로 농경지로 이용되고 농암갈색토는 경작지, 과수원 및 초지로 이용되는 경향을 미루어 볼 때 초지외에 농경지와 경작지, 과수원 등도 도시화에 의하여 상당한 영향을 받을 것으로 사료된다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 GIS(Geo-Spatial Information System)을 이용하여 제주도 국토개발계획에 따른 산림 및 초지, 토양오염, 지하수오염, 경관변화 등에 대한 영향을 조사하였다. 그 결과 다음과 같은 결론이 도출되었다.

첫째 우선 본 연구에서는 이미 보고서에서 도출된 그림을 격자형 자료로 바꾸고자 할 때 스캐너와 포토샵기능만을 이용하여도 가능하였다.

둘째 1/50,000지형도의 좌표값을 추출하여 격자형자료의 좌표변환을 실시하여도 기본적인 GIS자료를 구축하는데 어려움이 없었다.

셋째 본 연구에서 얻어진 자료를 이용하여 GIS의 분류(Reclass)와 중첩(overlay)기능으로 다음의 결과를 얻

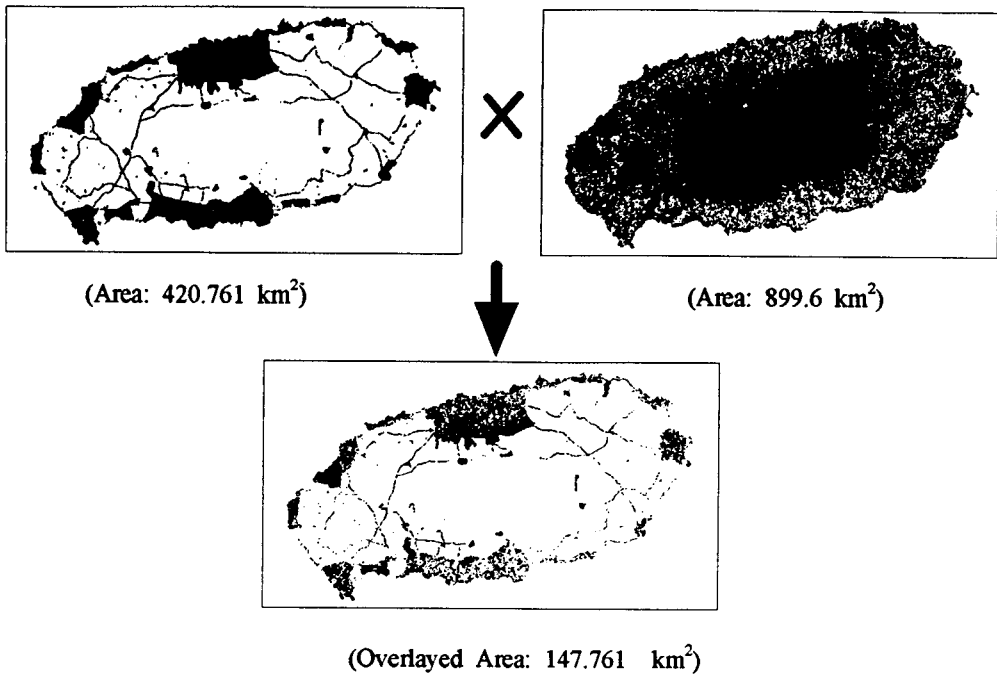


Fig. 9. Calculated Results of Land Development Plan and Land Use Plan Using Reclass and Overlay of GSIS.

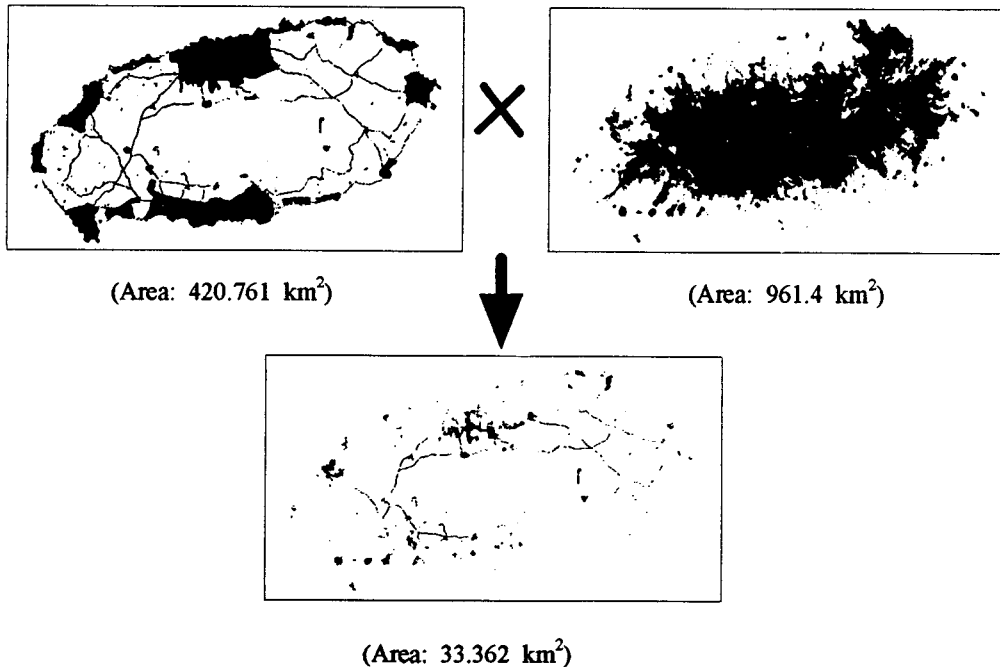


Fig. 10. Calculated Results of Land Development Plan and Sight Seeing Information Using Reclass and Overlay of GSIS.

을 수 있었다.

1) 도시와 준도시개발에 의하여 산림과 초지중 약 147.761 km<sup>2</sup>정도가 훼손되었으며, 이것은 전체 산림과 초지중에 약 16.4 %정도를 차지하고 있었다.

2) 도시와 준도시화에 따른 제주도 경관미의 훼손정도를 살펴본 결과 경관미가 좋은 전체면적 961.4 km<sup>2</sup>중에서 약 3.47%가 나빠질 것으로 나타났다. 이러한 결과는 도시화가 진전되어도 경관이 나빠지는 면적은 매우 적음을

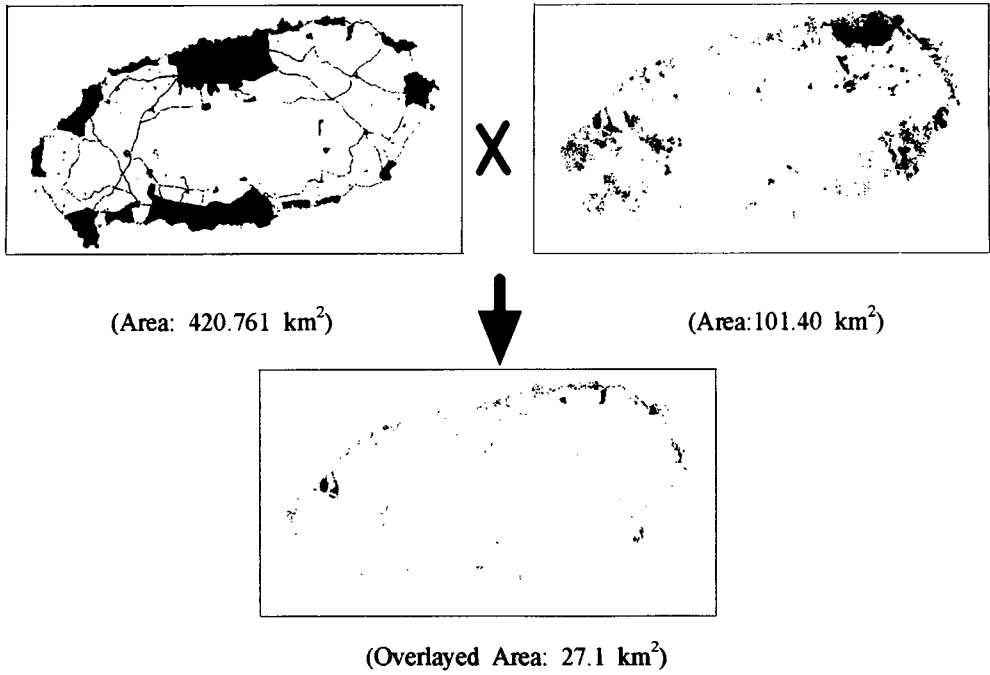


Fig. 11. Calculated Results of The Land Development Plan and The Chemical Pollution Points Using Reclass and Overlay of GIS.

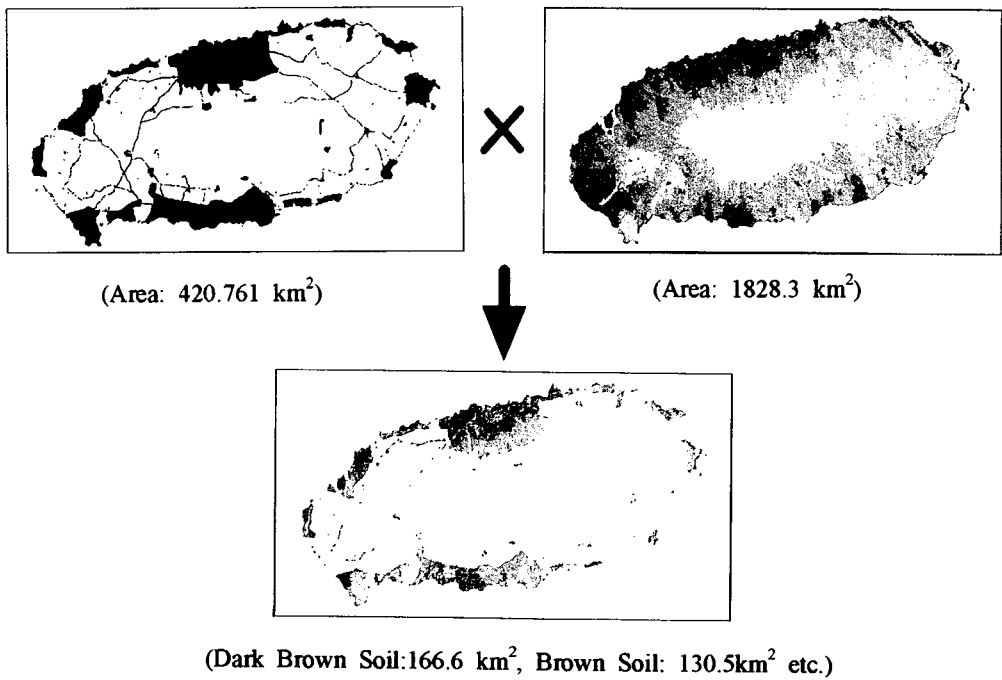


Fig. 12. Calculated Results of The Land Development Plan and Soil Color Distribution Using Reclass and Overlay of GIS.

시사한다.

3) 화학적오염도가 높은 지역은 현황은 제주도에서 약

101.40 km<sup>2</sup>정도에 지나지 않는다. 그러나 도시화에 따른 이 부분의 면적을 중첩해본 결과 27.1 km<sup>2</sup>로 나타나 오

염전채면적에 대하여 약 27%정도가 도시화에 의하여 영향을 받을 것으로 사료된다.

4) 국토개발의 도시화 및 준도시화와 제주도의 토색분포와 증첩을 실시한 결과 도시 및 준도시화 지역의 암갈색토와 농암갈색토부분에 166.6 km<sup>2</sup>(9.1%)와 130.5 km<sup>2</sup>(7.1%)을 각각 차지하여, 농경지와 경작지, 과수원등도 도시화에 의하여 영향을 상당히 받을 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합적으로 살펴 볼 때 현재의 국토이용계획도는 대체적으로 산림지역과 경관미지역, 그리고 화확적오염지수가 비교적 낮은 곳에 도시 및 취락지를 형성하고 있음이 밝혀졌다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Glasgow, K. C., J. Frankin, and R. Wright, 1992, Use of GIS data analysis in mapping biological diversity for preservation by local open space policies, ASPRS-ACSM, 109~110.
- 2) 유근배, 1993, 지리정보론, 상조사, p.330.
- 3) 조용현, 1993, 광역조경 계획에서의 컴퓨터이용, 환경과 조경, p.210.
- 4) Aronoff, S., 1989, Geographic Information System: A Management Perspective, WDL publications, p.229.
- 5) 유복모, 1986, 측량공학, 도서출판 박영사, P.821.
- 6) Eastman, J. R. 1989, IDRISI, A grid-based geographic analysis system, Clark Univ, p.410.
- 7) 연상호, 이상석, 1994, GIS개론 및 실습, 도서출판 한울, p.220.
- 8) Liu, R. and P. J. Craul, 1991, A GIS based soil capability classification for agriculture in Yuisu country, CHINA, ASPRS-ACSM, 220~231.
- 9) 제주도, 1997, 제주도 중산간지역 종합조사, 제주도, p.344.