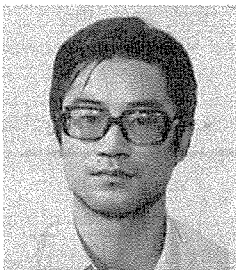


— 地球情報시스템에의 応用 —

“土地資源 利用극대화”



金 義 弘

〈한국과학기술원 시스템공학센터 · 工博〉

종래에는 72년 미국NASA에서 「Landsat」를 출범시킨 것을 시작으로 한 인공위성 영상자료의 분석과 地文學的(physiographic) 실측자료를 위주로 하는 분석기법이 제각기 독자적으로 발전해 왔다.

여기에서 위성 영상자료는 주로 복수계절(multi-date)분석의 기법을 사용하였고, 지문자료는 주로 복수주제(multi-file)분석의 기법을 사용하여 왔다. 그러나 현재는 대형컴퓨터, 그래픽스 장치등의 하드웨어 발달과 더불어 위성자료나 항공자료같은 리모트센싱자료와 지상의 자료(기존 발간 지도, 통계 따위)들의 분석을 통합시키는 소위 지리정보 시스템(GIS:Geographic Information System)과 같은 보다 실용적인 시스템의 확립을 지향하고 있다. 왜냐하면 리모트센싱자료의 기법은 경제적이긴 하나 실용화단계에서 보완될 측면들이 많이 강조되었기 때문이다.

지상정보 처리쪽은 1965년 하바드대학에 설립된 Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis에서 개발한 소프트웨어 패키지 “SYMAP”을 효시로 하여 70년대에 미국의 많은 대학이 중심이 되어 연구를 진행 발전시켜 왔고, 일본의 경우는 1983년 국제협력 사업단이 Indonesia국을 대상으로 하여 “농업개발 적지 선정을 위한 토지 종합평가” 모델을 제안한 바가 있다.

현재는 민간부문에서도 GIS분야의 연구가 활발하여 국제시장에는 이 분야에 관련된 전용 처리장치(dedicated processor) 및 상업용 소프트웨어 패키지들이 많이 나와 있다.

地理정보시스템이란 <도-1>의 景觀(Landscape) 모델구성에서 보여주는 바와 같이 인공위성(미국의 Landsat, 프랑스의 SPOT, 일본의 LOS 등), 항공기 탑재 M. S. S.(Multi Spectral Scanner)나 카메라 영상따위의 리모트 센싱 자료와 지문(physiographic)자료, 수자원(hydrographic)자료, 교통, 사회경제(Socio-economic)자료 등을 중첩시켜 주어진 목적에 적합한 분석 종합처리를 한 결과를 얻어내

는 것을 말한다.

시스템공학 센터는 이러한 기법을 실제로 한반도에 적용시킬 수 있는가를 판단하기 위하여 우선 제주도 지역을 대상으로 하여 東京대학 생산기술연구소와 상호 방문에 의해 실험 연구를 수행한 바 있다.

그리하여 본고는 제주도의 토지능력(land capability) 평가에 실질적으로 적용시키기 위한 GIS의 실제 및 분석과정을 설명하면서 그 원리 및 문제점들을 기술코자 한다.

◇ 토지능력분석 모델의 개념 및 그 실제

토지능력분석모델은 전형적인 지리정보시스템(Geo-Information System)의 일종으로 본 연구에서는 제주도지역에 대해서 자연적·사회적 요인의 데이터베이스를 구축, 분석용 모델을 개발함으로써 계획입지론적인 입장에서 그 모

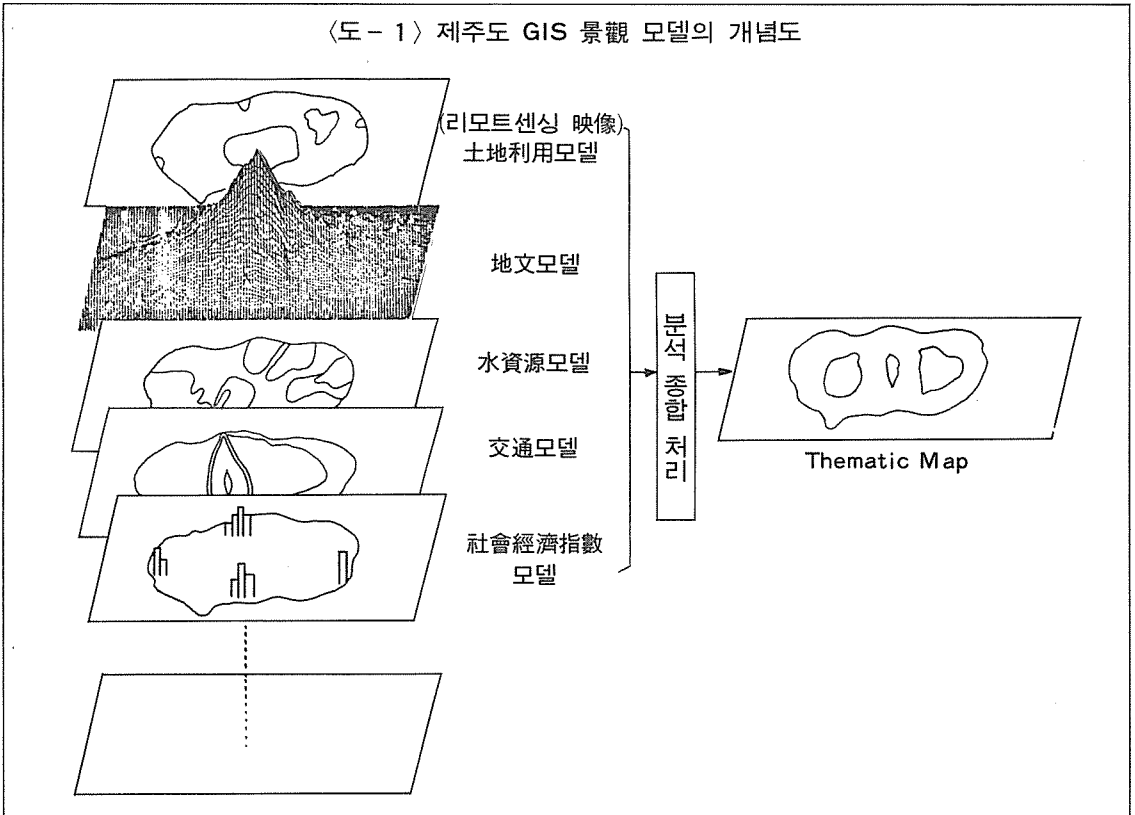
델을 실제 적용하였다. 특히 본 모델은 공간능지를 위한 적지선정에 관하여 복수주제/복수계층의 자료분석을 행하는 경우의 제반 문제점을 설명하고 있으므로 최근 정부에서 제주도에 대해 그 자연환경을 보존시키면서 국제적인 종합관광지로 개발하려는 계획을 갖고 그 사전조사를 서두르고 있는 시점에 맞추어 그 실용성을 입증하고 조정/단지계획 과정에 크게 기여할 수 있으리라 기대된다.

토지능력분석은 토지이용을 지원, 유지, 수용할 수 있는 능력의 측면에서 제반 환경의 물적요인을 종합적으로 평가하는 방법이라고 정의될 수 있는데, 이 정의에 의거하여 본 모델의 특징은 다음과 같이 크게 두가지로 설명된다.

○토지자원에 관한 정보관리작업을 컴퓨터에게 의뢰시키는 일

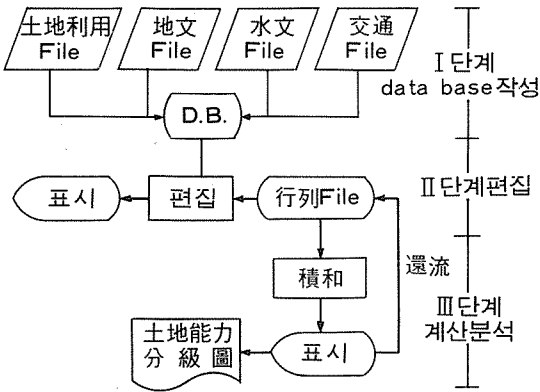
○어느 정책목표가 주어지면 토지자원정보를

〈도-1〉 제주도 GIS 景觀 모델의 개념도



분석, 분급하여 적합한 주제도를 산출시키는 일
본 모델의 구성은 <도-2>와 같이 I.데이
타베이스 구축, II.데이터파일 편집, III.계산
분석의 3 단계로 나누어진다.

<도-2> 土地能力分析 시스템의 개념적인 틀



I 단계에서는 우선 각종의 지도형식, 축척, 변
수의 성격 등에 따라 지도정보로부터 데이터를
추출하면서 그 지리적인 위치와 변량을 수치화
한다. 그리고 그 수치화된 데이터를 각 변수의
특성에 알맞는 변량으로서 내삽하면서 일정 거
리간격의 grid체계로 변환시킨다. 이때 지구자
원탐사위성(Landsat) 영상도 幾何補整시켜 기
본데이터 중의 하나로 입력된다.

II 단계에서는 분석의 주제에 관련된 요인의
변수를 선정하여, 그것들을 중첩한다든가, 각
변수별로 데이터를 검사하여 표시하는 등의 데
이터파일 편집작업을 행한다. 이 단계에서는
주제별 file의 재구성과 조정을 위한 기본적인
tool로서 다수의 기초적 기능들이 마련 되어야
했다.

III 단계가 본 모델의 주된 소프트웨어로서 사
용자 고유의 계산법(algorithm)이 수시로 입력
될 수 있도록 설계되었다. 본 토지분석은 대상
지역의 어느 지점으로 부터 산출되는 복수 file
의 효용치에 대응하는 가중치를 곱하는 선형모
델을 채용하였는바, 그 값의 적화는 다음의 수
식으로 표현된다.

$$S = \sum_{i=1}^n W_i \cdot U_{\alpha}(i)$$

여기서 S: 토지능력의 평가치, n: 변수의 수
W_i: i변수에 대응하는 가중치, U_α(i): i변수의
α카테고리 수준에 대응하는 효용치.

◇ 변수선정과 가중치 결정

공간녹지의 보전(conservation)의 정의는 현
실적으로 불가능하나, 다만 정책결정자의 개발
보전계획과 집행방안이 수립되면 그것을 구체
화 시키는 조작적 정의(operational definition)
는 가능케 된다.

본 연구의 토지능력분석에서는 그 조작적 정
의에 따라서 공간녹지의 기반 구조를 건설하는
개발측면과 자연경관을 육성하는 보전측면으로
나누었다.

토지능력의 종합평가방법에는 등급식평가법
과 점수식평가법의 두가지가 있겠으나 본 연구
에서는 각 평가요인별 분석결과나 등급 분급의
결과를 점수로서 나타내는 점수식 평가법을 사
용하였다. 사용된 변수는 여러가지 여건상 <표
-1>과 같이 8가지였다.

<표-1> 토지능력 분석의 요인

	비시계열	시 계 열
속성		1) (81) 토지이용
변수	2) 표고	6) (81) 지하수원 개발량
	3) 경사각도	7) (79) 도로에의 최단거리
	4) 사면방위	8) (80) 도시에의 최단거리
	5) 평지면적	

이상의 8개 변수로서 데이터 종류가 충분치
는 않으나 본 실험적 연구에서는 출력결과 보
다는 결과도를 산출하는 방법론의 제시에 보다
의미가 주어졌다.

◇ 변수 file의 중첩

중첩이란 물리적으로는 각 요인별 지도를 중
첩(overlay)시키는 일이겠으나, 논리적으로는

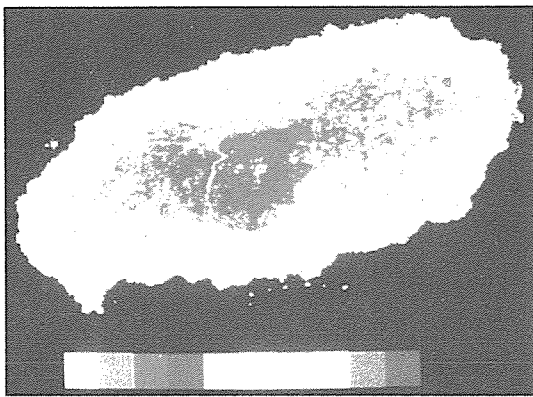
각 변수에 효용치 및 가중치를 주어 적화하는 작업이다. 본 연구에서는 $\sum W_i \cdot U_a(i)$ 의 선형모델로 각 변수의 복수주제 처리작업을 행하였다.

◇분급 분석

공간녹지설정을 위한 후보지의 등급분석에는 개발측면과 보존측면에 따라 선정된 변수도 다르며 각 변수의 가중치와 효용치도 다르다. 이 분석결과 최종평가지 S는 개발측면에서 각 지점별로 23점-196점으로 분포되었고, 보존측면에서는 3 점-59점으로 분포되었다.

단 여기서 S값은 최소값과 최대값 사이의 상대값이다. 최소값과 최대값의 사이를 10등급으로 나누어 칼라CRT터미널화면에 표시한 결과 각각 <도-3>과 <도-4>의 분급도로 산출됐다.

<도-3> 開發地域 設定을 위한 分級圖



色汎例 : 평점저 ← → 평점고

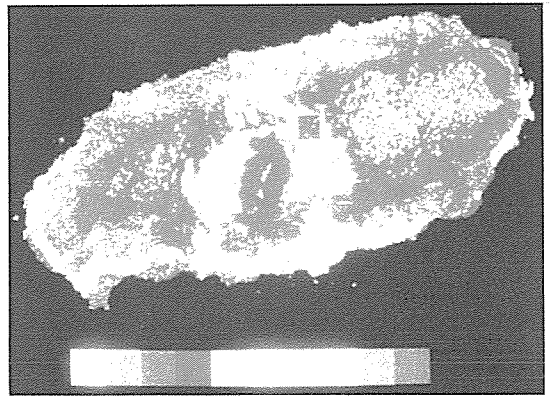
◇결 언

제주도 지역과 같이 토지능력이 비교적 자연환경의 요인에 많은 영향을 받고 있는 대상지역에 관해서는 지문(physiographic), 수문(hydrographic) 등의 변수만으로서도 본 모델이 유효한 것으로 사료된다.

그러나 지역적 특성에 따라 변수중에 사회-경제적 요인을 추가하는 경우에는 평점을 구하기 위한 가중치와 효용치는 평가주체에 따라 일반적으로 다르게 된다.

그렇기 때문에 이 가중치를 구하는 방법으로는 평가주체(이 경우는 정부의 녹지개발 담당 관계자들)의 brain storming으로 각 가중치를 조정하여 시행하는 방법과 그 외에도 전문가의 협력으로 恒常法의 일종으로서 「사스톤 비교 판단의 법칙」과 「多屬性 효용함수에 의한 방법」등이 있을 수 있다.

<도-4> 保存地域 設定을 위한 分級圖



色汎例 : 평점저 ← → 평점고

잠깐 생각해 봅시다

[문제 1] <제한시간 15분>

아버지와 아들이 바둑이를 데리고 산책에 나섰다. 우선 아들과 바둑이가 먼저 출발한 뒤 10초를 두고 아버지가 출발했다. 아버지가 집을 나선 순간 바둑이는 아버지쪽을 향해

달려오다가 아버지를 만나면 이번에는 아들쪽으로 달려가고 아들과 만나면 다시 아버지쪽으로 달려오는 식으로 흡사 흔들이 운동을 시작했다. 바둑이의 스피드를 매초 5m, 아버지는 매초 2m, 아들은 매초 1m의 속도로 걷는다면 아버지가 아들을 뒤쫓을 때까지 바둑이는 얼마나 달릴 수 있을까?

[문제 1의 해답] 이것을 시간문제로 전환하여 생각하면 간단하게 풀린다. 아버지가 아들을 뒤쫓을 때까지의 시간동안 바둑이는 계속 일정한 속도로 달렸다. 아버지와 아들의 거리는 10m, 매초 1m씩 거리가 줄어들고 뒤쫓을 때까지 10초 걸린다. 바둑이의 초속은 5m 이므로 답은 50m가 된다.