〔韓國造景學會志, Vol. 20, No. 3 pp. 1~10 1992年 10月〕

적지분석을 위한 마이크로 컴퓨터 CAD용 소프트웨어의 활용기법에 관한 연구

金 晟 均
서울시립대학교 조경학과

An Application of Microcomputer CAD Software to Suitability Analysis

Kim, Sung-Kyun
Dept. of Landscape Architecture, Seoul City University

ABSTRACT

Land suitability method has become a standard part of planning analysis at many scales. GIS computer packages have been developed for this purpose. But those are still expensive and hard to learn, and also have limits to extend the results to a landscape design. For the relatively simple tasks and CAD-related works, an application of CAD software for the suitability analysis is very useful and easy to handle. For the purpose, this study develops a technique for suitability analysis, using vector based microcomputer CAD softwares.

I. 서 론

적지분석은 도시계획, 조경 등의 토지이용분야에 있어서 중요한 도구의 하나로 이용되어 왔다. 이를 위해 도면중첩방법(overlay method)이 많이 사용되어 왔는데, 도면중첩은 몇해전까지만해도 트레이싱페이프, 슬라이드, 복사기, 투명필름 등을 이용하여 복잡한 수작업을 거쳐 행해졌으며, 매우 번거럽고, 그 정확도에 있어서도 많이 떨어졌었다. 그러나 최근 이러한 작업을 전산화시켜 상당히 효과적으로 처리되어 가고 있다. 특히 GIS기법의 발전과 더불어 자동적인 분석기법이 발전되어가고 있다. 그러나 아직까지 GIS용 소프트웨어는 상당히 가격이 비싸고, 배우기 힘들며, 그래픽처리, 후속 설계과정과 연결에 있어서 한계가 있다. 따라서 그래픽기능이 뛰어나고, 값싸며, 주변에서 쉽게 접할 수 있는 CAD용 소프트웨어의 기능을 적지분석에 적절히 활용하면, 적지분석 결과의 처리뿐만 아니라, 연구과정에서 자료들간의 연관성의 연구, 후속 설계단계와의 효과적 연결 등의 이점이 있다. 본 연구는 별도의 GIS 소프트웨어를 구입하지 않고, 주변에서 많이 사용되고 있는 마이크로 컴퓨터 CAD용 소프트웨어를 적지분석에 활용하는 방법을 찾고자 한다.

Ⅱ. 토지이용계획에 있어서 적지분석

1. 적지분석 이론 및 기법

토지이용계획에 있어서 적지분석은 예측되는 토지이용을 위해 가장 적합한 위치를 찾는 방법이다. 흔히 이얀 맥하그(Ian McHarg)의 생태계획(ecological planning)에서처럼 토지이용계획을 위한 적지분석이 많이 알려져 왔지만, 이 분석의 응용은 훨씬 광범위하다. 지진, 홍수 등과 같은 자연재해의 패턴, 영향 등을 분석하기 위해 사용될 수 있으며, 환경영향평가와 같이 어떠한 행위에 대한 영향의 정도를 예측하기 위해 사용될 수 있다. 본 연구는 주로 토지이용계획, 특히 생태적 토지이용계획에 응용하기 위한 적지분석에 촛점을 맞추고 있으나, 그 외의 분야에서도 일반적으로 같은 분석적 틀을 가지고 있으므로 응용이 가능하다.

토지이용계획을 위한 적지분석을 위한 기법은 여러 사람(McHarg 1969, Jacobs 1971, Rowe 1977, Hopkins 1977, Roberts et al. 1979)들에 의해 여러가지 기법으로 행해져 왔다. 특히 홉킨스(Hopkins 1977)는 이들을 종합하여, 적지분석방법을 총체적 방법(gestalt method), 수치적 조합방법(mathmetical combination), 지역구분법(identification of region), 논리적 조합방법(logical combination) 등으로 구분하고 있다.[1] 이들 중에서 컴퓨터를 활용하기에 편리한 방법은 수치적 조합방법이다. 수치적 조합방식에는 순차적 조합(ordinal combination)방식과 선형조합(linear combination)방식, 비선형조합(nonlinear combination)방식이 있다. 컴퓨터 그래픽 기능이 뛰어난 CAD용 소프트웨어의 활용에 적합한 방식은 순차적 조합과 선형조합방식인데 순차적 조합방식은 각 요소별 스케일과 가중치가 같다는 전제하에서 행해지며, 선형조합방식은 각 요소별 가중치가 부여되어 적합성에 대한 요소별 중요도가 고려될 뿐만 아니라, 각 요소별 평가 스케일을 일정하게 할 수 있다. 그 장단점과 용도는 목적에 따라 다르다고 할 수 있다. 이에 CAD용 그래픽 프로그램을 활용하기 위해서는 선형조합방식의 활용 방법을 알면 순차적조합방식은 더욱 간단히 응용할 수 있으므로, 본 연구에서는 선형조합방식을 채택하기로 한다.

2. 기본용어 정의

적지분석을 실행하기 위해서는 사용되는 몇가지 유형의 도면을 정의할 필요가 있다. 적지분석에 사용되는 도면들은 기본도면(base map), 자료도면(source map), 요소도면(factor map), 중첩도면(overlay map), 그리고 복합중첩도면(composite overlay map) 등이다.

기본도면(base map)은 연구대상지의 지표물(landmarks)을 보이는 도면이다. 지표물은 건물, 도로, 강 등과 같이 볼 수 있는 것과 행정구역, 측량지점 등과 같이 볼 수 없는 것이 있다. 이 기본도는 지역에 분석대상지를 위치시키며, 분석대상지에 대한 정보를 지역의 찾기 쉬운 지표에 관련시키기 위해 사용된다.

자료도면(source map)은 토양, 식생, 토지이용 등과 같이 어떠한 조건에 해당되는 지역을 도면에 표시하여, 분석대상지에 대한 자연 및 인문조건에 대한 정보를 얻는데 사용된다. 보통 자료도면에는 대상지에 해당되는 어떠한 요소의 모든 유형들이 표시되며, 기본도와 연관시켜 확인할 수 있도록 흔히 기본도면의 중요 요소들이 포함되기도 한다.

요소도면(factor map)은 자료도면에서 적지분석에 필요한 요소들을 분리시킨 도면이다. 요소도면은 적지의 적합도에 따라 다시 몇가지 유형(type)으로 나누어지고, 적합등급이 부여되며, 이들은 분석과정에서 독립된 변수로 취급된다. 이 요소도면은 요소들간의 관련성 여부를 파악하는데 사용할 수도 있다. 예를 들면, 어떤 토양이 어떠한 지질에 영향을 받았는지 알기 위해서는 토양 요소도면과 지질 요소도면을 일대일로 중첩시켜 그 관련성 여부를 파악할 수 있다.

중첩도면(overlay map)은 위에서 만든 요소도면의 유형(type)들을 중첩시켜 만들어진 도면으로 여러 요소들이 중첩되거나, 전혀 중첩이 되지 않는 지역을 보여준다. 이를 위해서는 한 도면이 다른 도면을 통해 볼 수 있도록 도면은 개념상 반드시 투명해야 하

1) 각 적지분석기법에는 각기 장단점이 있으나, 본 연구의 주제에서 벗어나므로 언급하지 않기로 한다.

며, 기본도면의 일정한 기준점을 기초로하여 정확하게 중첩되어야 한다. 중첩도면이 유용한 의미를 가지는 결과를 얻기 위해서는 목적에 맞도록 사전에 주의깊게 중첩요소들을 선택하여야 한다.

복합중첩도면(composite overlay map):중첩도면을 다시 중첩시켜 만든 도면이다. 예를 들면, 각 토지이용을 위한 적지분석도면을 만든 다음, 이들을 자료도면으로 사용하여 다시 중첩시켜 여러 토지이용의 최적지들 사이의 분포패턴 및 상충성 등을 파악하는 도면을 말한다.

3. 적지분석 과정

본 연구에서 활용하고 있는 생태적 계획을 위한 선형조합방식의 적지분석은 크게 4단계로 나눌 수 있으며, 그 과정은 다음과 같다.

제1단계 : 기본, 자료 및 요소도면 제작

일련의 생태요소들(지질, 경사, 토양, 식생, 토지이용 등)을 도면화시키는 과정이다. 여기에는 도로, 주요건물, 하천, 철로 등이 표시된 기본도면, 자연, 인문적 요소 등에 대한 자료도면, 도면중첩에 사용될 요소도면이 포함된다. 기본 및 자료도면의 작성은 측량자료, 항공사진, 인공위성사진, 발행된 도면 등을 이용할 수 있는데 결과의 정확도는 이 과정에 달려 있다. 요소도면을 만들기 위해서는, 예측되는 토지 이용과 이용자 그룹을 설정하며, 예측되는 토지이용에 대한 필요조건(needs)를 정한다 (예를 들면, 농업지역을 위한 필요조건은 비옥한 토양, 배수, 태양열, 수문, 침식도, 경운기 접근, 시장과의 거리 등을 들 수 있다). 다음, 이러한 필요조건을 만족시키기 위한 구체적인 요소(factors)를 정의 한다 (예를 들면, 어떠한 토양이 비옥한 토양인지를 정한다). 정의된 요소들을 각기 경사단계, 식생종류 등 적지에 영향을 주는 단계별로 몇가지 유형(types)으로 다시 나누고 이에 따라 도면화한다. 〈그림-1〉

제2단계 : 각 요소별 가중치 및 유형별 등급 설정

각 토지이용에 대한 적합도에 따라 각 요소의 가중치를 부여하고, 각 요소의 유형을 등급지우는 과정이다. 효과적으로 등급을 부여하기 위해 기회요소들(opportunities)에 대한 매트릭스(matrix)를 만든다. 이용자 그룹의 가치, 필요를 파악, 정리하며, 그들의 가치를 자연생태계의 능력에 연결시켜, 각 요소별 가중치와 각 유형별 등급을 설정하며, 이들을 매트릭스(matrix)에 표시하고, 각 유형별 등급에 가중치를 가산하여 각 유형별 적지평가치를 구한다. 가중치를 가산하면 요소 상호간에 같은 평가 기준으로 비교가 가능하며, 적지선정을 위한 상대적 중요도가 고려될 수 있다. 가중치를 두는 방식 자체에 대한 여러가지 논란(Lyle et al., 1974, Hopkins 1977))이 있으나 이곳에서는 연구의 범위에 벗어나므로 다루지 않는다.[2)]

기회요소 매트릭스가 완성되면, 제한요소들(constraints)에 대한 매트릭스를 만들고, 이들을 한두 등급으로 나눈다. 여기에서 제한요소는 기회요소가 적다는 개념이 아니라, 개발의 경우 생명에 위협을 가져오거나, 높은 경제적, 생물물리적, 사회적 비용때문에 특정한 토지이용을 하지 말거나, 개발시 이에 대한 대책을 강구해야 한다는 개념으로, 그 내용은 위험지역(inherent hazard), 위험가능지역(induced hazard), 독특한 자원지역(unique resource), 파괴잠재지역(vulnerable resource)[3)] 등이 있다.

제3단계 : 요소별 등급도면화

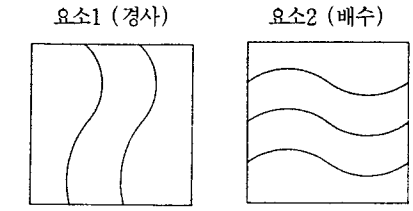
각 토지이용에 대한 각 요소별 가중치가 부여된 기회요소 등급도면과 제한요소 등급도면을 만든다. 이를 위해서 도면의 해당 유형에 적지평가치를 할당하여, 이에 따라 각 요소별 최적지에서 부적지까지 수치 또는 명암의 패턴을 넣는다.

제4단계 : 도면중첩 및 적지분석도면 완성

각 요소별 등급도면을 중첩하여 적지분석도를 만드는 단계이다. 각 토지이용에 대한 기회요소들의 도면을 중첩시키면 기회요소 적지분석도가 되며, 여기에

2) 어떠한 형태이든 가중치를 두는 방식에 대한 동의가 이루어지면 이에 따라 컴퓨터분석기법의 응용은 어렵지 않다.
3) 토지이용이 허가되면 파괴를 피하기 위해 특별한 보호나 관리가 필요한 지역.

제1단계 : 기본 도면을 입력하고, 요소들(factors)을 적지의 단 계별로 유형(types)을 나누어 입력한다.



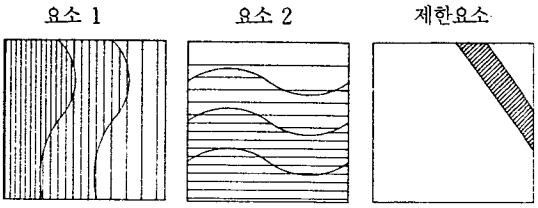
유형 A (0−8%) M (습지)
C (15−25%) N (배수불량)
B (8−15%) O (배수보통)
P (배수양호)

제2단계 : 각 토지이용에 대한 적합도에 따라 각 요소의 가중치를 부여하고, 유형을 등급지우며, 이들을 곱하여 적지평가치를 구한다.

요 소 (factor)	유 형 (type)	토 지			이 용		
			I			II	
		가중치	등급	점수	가중치	등급	점수
가	유형 A	5	3	15	2	3	6
	유형 B		2	10		1	2
	유형 C		1	5		1	2
나	유형 M	3	1	3	4	1	4
	유형 N		2	6		1	4
	유형 O		3	9		2	8
	유형 P		3	9		3	12

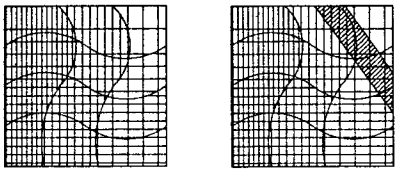
등급 1 : 부적합 2 : 보통 3 : 가장적합

제3단계 : 각 토지이용에 대한 각 요소별 가중치가 부여된 기회요소 등급도면과 제한요소 도면을 만든다.



토지이용 I의 기회요소도면 제한 요소도면

제4단계 : 각 요소별 등급도면을 중첩하여, 각 토지이용에 대한 기회요소의 적지분석도를 만들며, 여기에 제한요소도면을 중첩시키면 각 토지별 최종적지분석도가 완성된다.



토지이용 I의 기회요소 적지분석도 최종적지분석도 (토지이용 I +제한요소)

〈그림-1〉 선형조합방식의 적지분석과정

제한요소도면을 중첩시키면 각 토지이용별 최종적지분석도가 완성된다. 중첩방법으로 격자식 분석을 할 경우, 중첩된 도면들의 적지평가치를 합하고, 이에 따라 명암패턴으로 표시하며, 그래픽(벡터식) 도면중첩의 경우, 요소별 등급도면을 그래픽화한 다음, 이들을 중첩시켜 최종 그래픽 종합적지도면을 만들 수도 있다. 결과, 각 토지이용별로 한장으로 된, 최적지에서 부적지까지 공간적 분포를 보이는 도면이 된다. 이 도면에 의해 특정한 토지이용에 대한 기회요소들(opportunities)이 어디에 가장 많이 분포되어 있는지, 어디에 제한요소들(constraints)이 많이 모여있는지, 그리고, 기회요소와 제한요소들의 상충이 가장 많은 곳과 적은 곳이 어디인가를 판단할 수 있게 된다.

추가로 토지이용별로 도면을 중첩시키면 토지이용간의 상충 또는 부합(agreement)됨을 판단할 수 있는 복합중첩도면(composite overlay map)이 된다.

Ⅲ. CAD용 소프트웨어를 활용한 적지분석

1. 적지분석을 위한 컴퓨터 그래픽 기본기능 및 CAD 소프트웨어의 기본명령어

적지분석방법을 컴퓨터화하기 위해서는 컴퓨터 그래픽의 기능에 따라 여러가지 방법으로 접근할 수 있다. 컴퓨터 그래픽의 접근방식에는 크게 래스터(ras-

ter)방식 또는 벡터(vector)방식으로 나눌 수 있는데, 래스터방식은 도면을 격자로 나누고 각 격자에 수치를 할당하여 도면을 중첩하며, 중첩되는 격자의 수치를 합하면 최종수치가 나오며, 이 수치에 단계별로 패턴을 할당하면 최종 적지분석도면이 된다. 그러나 이러한 방법은 각 유형들이 격자로 표시되어 결과물이 시각적으로 보기 좋지 않으며, 격자마다 일일이 수치를 할당해야 하는 번거러움이 따른다. 벡터방식으로 접근할 경우 요소내의 유형을 폴리곤(polygon)으로 그려서, 그래픽 상태 그대로 중첩시키므로 다루기가 쉽고, CAD용 소프트웨어가 주로 벡터 방식을 사용하고 있으며, 주변에서 쉽게 이용할 수 있으므로, 본 연구에서는 적지분석을 위해 벡터방식을 이용하고자 한다.

적지분석에 벡터방식 그래픽 소프트웨어를 이용하기 위해서는 다음 몇가지의 기능이 필요하다. 이러한 기능은 대부분의 CAD용 프로그램이 기본적으로 가지고 있으므로, 본 연구를 응용하기 위해 대부분의 CAD 프로그램을 활용할 수 있다. 본 연구에서는 세계적으로 많이 사용되고 있는 Intergraph 사의 MicroStation과 Autodesk 사의 AutoCAD의 예를 들고, 적지분석의 사례는 도면중첩기능이 뛰어난 MicroStation을 이용한다. 적지분석을 위한 주요한 기능과 이를 위한 명령어를 보면,

1) 도면 입력과 단계적 패턴(grading pattern) 표현기능

그래픽 적지분석의 성패는 지역을 정확하게 나타내는 능력에 의존한다. 따라서 가장 기본적으로 도면을 정확하게 폐곡선(polygon) 형태로 입력시킬 수 있어야 하며, 만들어진 폐곡선에 색이나 톤으로 적지의 단계적 등급을 표현할 수 있어야 하고, 필요에 따라 출력이 가능해야 한다. 그리고 어떤 요소에 어떤 색이나 톤이 지정되었는지 범례를 통해 쉽게 알아볼 수 있어야 한다.

이를 위해 MicroStation과 AutoCAD에서 디지타이저(digitizer)로 직선(LINE), 연속된 직선(LSTRING or PLINE), 곡선(CURVE or SPLINE), 다각형(SHAPE) 등을 이용해 폴리곤(polygon) 입력을 위한 명령어, 만들어진 폴리곤에 패턴을 넣는 명령어(HATCH), 이러한 패턴을 저장하였다가 다시 사용할 수 있는 명령어(CELL or BLOCK)와 기타 문자(TEXT)를 넣고 출력하는 명령어 등을 이용할 수 있다(〈표-1〉 참조).

2) 중첩(overlay) 또는 상호 비교기능

그래픽에 의한 적지분석은 표시된 모든 지역이 투명하여 도면을 중첩시켰을 때 한 요소를 다른 요소들과 겹쳐서 볼 수 있어야 하며, 요소들이 많이 겹치게 될수록 더욱 짙게 되는 "가법"의 효과가 필요하다. 지금까지 이를 위해 흔히 마커로 색칠한 트레이싱 종이, 감광된 필름 등을 사용하여 왔다. 컴퓨터 그래픽에 의해 이를 시뮬레이션하기 위해서는 이러한 투명지 중첩을 가상하기 위한 중첩(overlay)기능이 필요하며, 중첩되었을 때, 이 가법의 효과가 유지되어야 한다. 또한 효과적 비교분석을 위해 서로 다른 뷰(view)를 병행시켜 서로 비교할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 가법의 효과를 위해, 폴리곤 내부에 칼라링 대신에 빗금에 의한 패턴을 사용하고 있다. 빗금을 사용할 경우, 각기 다른 각도의 빗금과 색으로 표시된 요소들이 중첩되어 많이 중첩될수록 선의 밀도가 조밀해지며, 따라서 색이 짙어지게 된다. 중첩후 선의 각도, 밀도와 색에 의해 각 요소들의 구분이 가능하게 된다.

이를 위한 CAD의 기능으로, AutoCAD에서는 거의 무한대의 층을 한 화면에 중첩시킬 수 있으며, MicroStation에서는 하나의 화면에 네개의 뷰(view)를 나누어 최대 8개의 뷰를 통해 볼 수 있으며, 각 뷰마다 64개의 다른 층을 중첩시킬 수 있다. 그리고 다른 화일에 만들어진 도면들을 중첩 또는 다

[표-1] 적지분석을 위한 CAD의 주요 명령어

소프트웨어	중첩	중첩/비교	패턴	패턴저장	경계선(폴리곤)		
MicroStation	LEVEL	REFERENCE	HATCH	CELL	LSTRING	PLA LINE	CURVE
AutoCAD	LAYER	WBLOCK	HATCH	BLOCK	PLINE	LINE	SPLINE

른 화면에 불러들일 수 있는 기능이 있다(REFERENCE or WBLOCK). MicroStation의 경우 두개의 그래픽 화면을 이용할 수 있는데, 토양과 지하수면의 깊이, 토양과 식생 등과 같이 관련되는 요소들을 나란히 두거나, 중첩하여 서로 비교할 수 있다.

3) 가중치(weighting) 표현기능

끝으로, 선형조합방식의 적지분석을 위해서는 요소들간의 상대적 비중을 표현하기 위한 가중치를 도형적으로 표현할 수 있어야 한다. 즉, 요소내의 등급에 따라 정해진 색이나 패턴을 다시 가중치에 따라 변화시킬 수 있어야 한다. 예를 들면, 같은 패턴이나 색내에서도 다시 밀도에 의해서 토지이용의 적지에 더욱 중요한 것과 덜 중요한 것을 구분할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 사선패턴의 각도와 색에 추가로 사선의 간격의 조절을 통하여 가중치를 부여하고 있다.

2. 컴퓨터 그래픽 적지분석과정

CAD를 활용한 적지분석은 일반적 적지분석의 과정에 따라 4단계로 나눌 수 있다. 각 단계별 실행되는 세부적 방식은 사용되는 CAD 프로그램의 종류에 달려 있으나, 기본적 과정은 같다고 할 수 있다. 적지단계에 따른 전산화 과정을 보면,

제 1 단계:기본, 자료 및 요소도면 제작

1) 사용할 모든 기본도면과 자료도면을 모은 다음, 분석되어야 할 요소들을 설정하여, 이들을 화일의 각기 다른 층(layer)에 분리하여 할당하고, 층마다 명칭을 부여한다(〈표-2〉 참조).

〔표-2〕 화일구성표의 예(Micro Station을 사용할 경우)

화일구성표

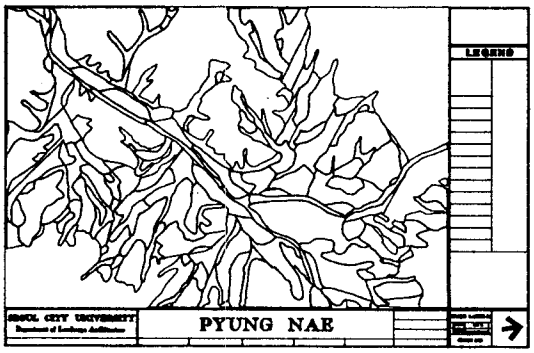
프로젝트명 : 미금시 평내 적지분석 작성자명 : 김 성 균

화 일 명 : PHY.DGN 작성일자 : 1992. 5. 1

WORKING UNITS : GRID UNIT (GU=) : CELL LIBRARY :
SUBUNITS : GRID REF (GR=) : COLOR TABLE :
POSITIONAL (UOR) :

층	내 용	선			패 턴			문자와 CELL		
		CO	WT	LC	PA	PD	AP	TX	FT	AC
1	지질자료도면									
2	경사자료도면									
3	고저자료도면									
4	수문자료도면									
5										
6	호상흑운모 화강암	3	0	0	5					
7	섬록암	39	0	0	10					
8	충적층	40	0	0	15					
9	8% 이하	40	0	0	15					
10	8−15%	2	0	0	25					
11	15−25%	6	0	0	30					
12	25% 이상	34	0	0	35					

2) 각 자료도면별로 화일을 구성하거나, 컴퓨터 저장 용량이 큰 경우 분석을 효과적으로 하기 위해 물리적 요소(physical factors : 지질, 수문, 경사, 지형, 향 등), 생물적 요소(biological factors : 토양, 식생, 야생동물 등)와 사회적 요소(social factors : 토지 이용, 지가 등)와 같이 그룹지어 크게 3화일을 구성한다.



[그림-2] 폴리곤(polygon)을 입력한 자료도면의 예

3) 화일구성표에 따라 각 도면을 폴리곤(polygon)으로 입력(digitizing)시킨다 (〈그림-2〉).

제 2 단계 : 각 요소별 가중치설정, 유형분류 및 등급 설정

1) 일반적 적지분석과정에 따라 요소별 가중치를 정하고, 요소별 유형을 나눈 다음, 등급을 설정한다.

2) 유형, 가중치, 사선의 각도, 간격, 점수 등을 기입할 수 있는 기회요소 매트릭스(opportunities ma-

[표-3] 컴퓨터 그래픽용 기회요소 매트릭스의 예

기회요소 화일구성표

프로젝트명 : 미금시 평내 적지분석
토지 이용 : 농업지
화 일 명 : PHY.DGN

작성자명 : 김 성 균
작성일자 : 1992. 5. 5

요소		유형	층	패턴						필요조건/등급								
				색	각도	간격	점수	가중치	양호한배수	높은태양열	낮은침식	비옥한토양	경운기접근리	시장과의거				
물리적요소	배수	유형 A	11	1	5	30	15	5	3									
		유형 B	12	1	10	20	10	5	2									
		유형 C	13	1	15	10	5	5	1									
	태양	유형 D	13	1	20	16	8	4		2								
		유형 E	15	1	25	24	12	4		3								
생물적요소	토양	유형 K	20	3	50	30	15	5				3						
		유형 L	21	3	55	20	10	5				2						
		유형 M	22	3	60	20	10	5				2						
		유형 N	23	3	65	10	5	5				1						
사회적요소	접근성	유형 P	24	5	70	18	9	3					3					
		유형 R	25	5	75	6	3	3					1					
		유형 Q	26	5	80	12	6	3					2					

trix)를 만든다(〈표-3〉 참조).

3) 기회요소 매트릭스에 해당되는 내용을 채운다. 이때 사선의 각도 및 간격의 설정은 다음과 같이 할 수 있다.

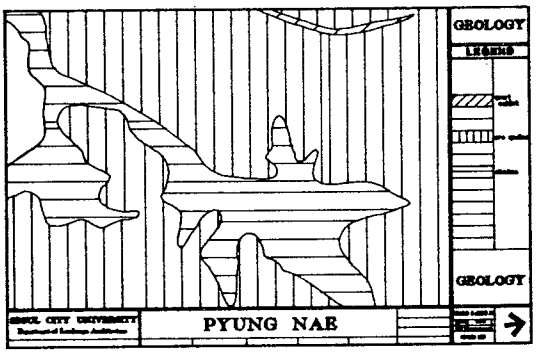
a) 사선의 각도 : 우선, 분석할 모든 유형들의 합을 구한다. 예를 들어, 1도에서 100도는 기회요소, 101에서 180까지는 제한요소를 할당할 경우, 이들 유형의 합으로 100도를 나누어, 반올림하여 나온 수가 빗금의 기본각도가 된다. 첫 유형으로부터 이 기본 각도를 차례로 더하여 각 유형에 해당되는 각도를 설정한다. 이때 화일내에서 또는 중첩될 다른 화일에서 어떠한 유형도 각도가 같아서는 안된다.

b) 사선의 간격:먼저 사선의 최소간격을 정한다. (최적지가 가장 옅은 색으로 표시하기 위해, 최적지가 가장 짙은 색으로 표시하기 위해서는 최대간격을 정하면 된다. 본 연구의 예에서는 간격이 넓을수록 최적지가 되도록 표현되었다(〈그림-5〉). 최소간격의 계산은 다음과 같이 할 수 있다.

최소간격=(폴리곤의 크기의 대략적인 평균)/(필요조건의 수x 최고 가중치 점수))다음, 가중치를 가산한 점수를 기준으로 각 요소의 간격을 정한다. 중첩도면에서 가장 옅은 색이 최적지로 표현할 경우, 사선간격은 다음과 같다.

(사선간격=[점수+1]x최소간격)

4) 기회요소 매트릭스와 유사하게 제한요소(constraints)에 대한 컴퓨터용 매트릭스표를 만들며(〈표-4〉 참조), 여기에 사선의 각도 및 간격을 설정하여 매트릭스표에 기입한다. 예를 들어, 101도에서 180도까지 제한요소를 할당할 경우, 80도를 4등분하여, 위험지역 165도, 독특한 자원지역 150도, 위험가능지역 135도, 파괴잠재지역 120도로 할당하면 된다. 사선의 간격은 제한조건의 정도에 따라 한두 등급으로 나눈다(예를 들면, 위험지역과 독특한 자원지역은 위에서 설정한 최소간격을 할당하며, 위험정도가 약한 위험가능지역과 파괴잠재지역은 이 간격의 4배로 한다).



〔그림-3〕 폴리곤에 패턴을 넣은 자료도면의 예

제3단계 : 요소별 등급도면화

1) 기회요소의 등급도면화 : 매트릭스의 사선의 간격, 각도에 따라 각 폴리곤에 실선사선의 패턴을 넣는다(〈그림-4〉). 물리적, 생물적, 사회적 요소별로 다른 층에 입력시키며, 층마다 다른 색을 설정하면 나중에 중첩도면의 이해에 효과적이다.

2) 제한요소의 등급도면화 : 매트릭스의 사선의 간격, 각도에 따라 폴리곤에 점선사선의 패턴을 넣고, 제한요소들을 모두 중첩시켜 제한요소 도면을 만든다. 기회요소와 마찬가지로 중첩도면의 이해를 돕기 위해, 위에서 나눈 제한요소의 등급별로 색을 달리 지정하는 것이 좋다.

제 4 단계 : 도면중첩 및 적지분석도면 완성

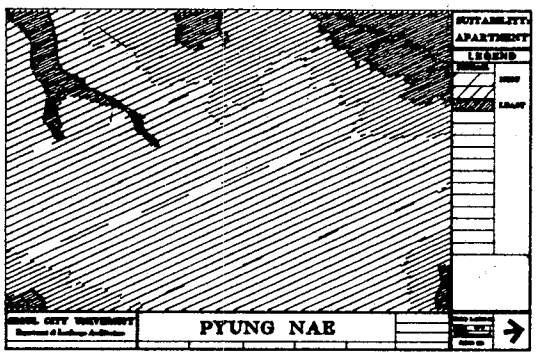
1) 각 요소별 등급도면을 중첩하여, 각 토지이용에 대한 적지분석도면(overlay maps)을 만들며, 이에 따른 패턴을 해석하고 결과를 출력한다. 위에서 만든 토지이용별 화일에서 물리, 생물, 사회적 기회요소의 3층(level)만 열면 기회요소 적지분석도가 되며, 제한요소에서 4층만 열면 제한요소도면이 출력된다. 이 7층을 동시에 열면 최종적인 적지분석도면이 출력된다(〈그림-5〉).

〔표-4〕 컴퓨터 그래픽용 제한요소 매트릭스의 예

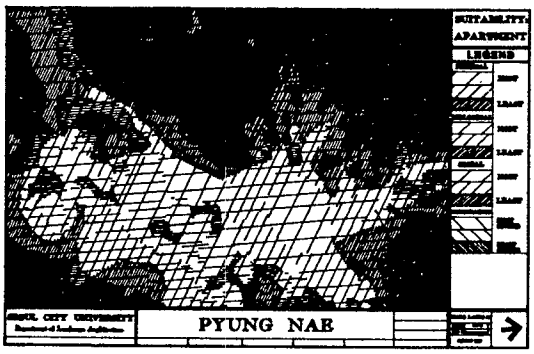
제한요소 매트릭스

프로젝트명 : 미금시 평내 적지분석 작성자명 : 김성균
화 일 명 : CONS.DGN 작성일자 : 1992. 5. 6

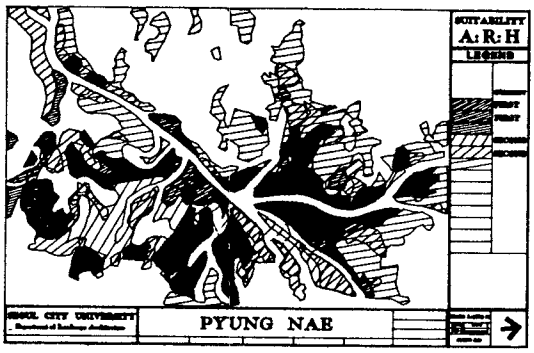
층	제 한 요 소	패턴		
		각 도	간 격	색
61	위험지역	165	2	7
62	독특한 자원지역	150	2	7
63	위험가능지역	135	8	13
64	파괴 잠재지역	120	8	13



〔그림-4〕 요소별 등급도면도



〔그림-5〕 적지분석도의 예



〔그림-6〕 적지분석을 단순화하여 다른 토지이용적지를중첩한 복합중첩도면

2) 다른 토지이용의 적지분석과의 상충성 등을 비교하기 위해서는 토지이용별 적지분석도를 서로 중첩하면 된다. 도면을 읽기 쉽고 후속되는 작업을 간편하게 하기 위해 적지분석도에서 나온 결과를 중첩된 사선의 밀도에 따라 2-3 등급으로 다시 구분하여 새로운 층에 저장하고, 같은 방법으로 패턴을 넣어 중첩한다.
3) 모든 토지이용에 대한 종합 적지분석도를 위해 필요한 층을 열고 출력시킨다(〈그림-6〉).
4) 최종적인 도면은 플로터 또는 사진촬영을 하여 얻을 수 있다.

Ⅵ. 결 론

지금까지 생태적 토지이용계획을 위한 선형조합방식 적지분석의 일반적 이론과 절차, 이의 전산화를 위한 CAD용 소프트웨어의 기능, 이 기능을 이용한 적지분석기법 및 절차에 대해 연구하였다. 본 연구에서 개발한 CAD소프트웨어를 활용한 적지분석기법의 한계점은 도면중첩시 생성된 새로운 폴리곤에 대한 속성데이터가 자동적으로 처리되지 않는데 있다. 그러나 이러한 기능을 가진 GIS용 소프트웨어가 아직까지 가격이 상당히 비싸므로[4] 작은 규모의 회사나 교육기관에서는 활용이 쉽지 않다. 그리고 이러한 기능이 있더라도 아직까지 그래픽의 처리에 있어서 한계가 있으므로, 아주 복잡한 자료가 집중적으로 처리해야 되는 경우가 아닌 일반적 적지분석이나, 교육적 목적으로는 CAD용 소프트웨어를 활용한 기법이 매우 유용하다. 본 연구의 제약점인 속성자료의 자동처리는 CAD용 소프트웨어의 기능 중 데이터베이스 프로그램과 연결하는 기능[5]을 활용하여 후속 연구가 가능하다. 특히 CAD용 소프트웨어의 우수한 그래픽 기능을 충분히 활용하며, 뛰어난 결과물의 출력, 3차원 그래픽과의 연계, 후속 설계와의 연계의 측면에서 그 활용의 잠재력이 크다고 하겠다.

4) 최근 IDRISI, Map-Info 등과 같이 가격이 비교적 저렴한 GIS용 소프트웨어가 나오고 있어, 적지분석자체의 기능은 대체할 수 있으나, 후속 설계와의 연결을 위한 그래픽의 기능은 여전히 미숙하다.
5) 예를 들면, MicroStation은 dBase Ⅲ Plus나 자체에서 개발된 데이터베이스와 연결하여 그래픽에 속성값의 연결이 가능하다.

참 고 문 헌

1. Brandes, C. 1973. Methods of Synthesis for Ecological Planning. Master's thesis. Dept. of Landscape Architecture and Regional Planning. Univ. of Penn.
2. Hopkins, L. D. 1977. "Methods for Generating Land Suitablity Maps : A Comparative Evaluation." JAIP. 43 : 386−400.
3. Jacobs, P. 1971. "Landscape Development in the Urban Fringe : A Case Study of the Site Planning Process." Town Planning Review. 42 : 342−360.
4. Lyle, J. and M. von Wodtke. 1974. "An Information System for Environmental Planning." JAIP. 40, 6 : 394−413.
5. McHarg, I. 1969. Design with Nature. Doubleday/The Natural History Press, Garden City, NY.
6. Rowe, J. E. 1977. "A Suitability Matrix for Selecting Land Use Alternatives for Reclaimed Strip Mined Areas." Landscape Planning. 4 : 257−271.
7. Roberts, J. C., J. C. Randolph, and J. R. Chiesa. 1979. "A Land Suitablility Model for the Evaluation of Land-use Change." Environmental Management. 3 : 339−359.
8. Steinitz, C., P. Parker, and L. Jordan. 1976. "Hand-drawn Overlays, Their History and Prospective Uses." Landscape Architecture. 66 : 444−455.