

地理情報體系(GIS)를 利用한 Karst 研究의 可能性

吳 宗 祐 (경희대학교 강사)

- | | | | |
|----------------------|---|-------------------|---|
| I. 서 | 론 | II. GIS의 주요분야및 기능 | |
| III. GIS와 관련된 기술체 | | IV. GIS의 처리기능 | |
| V. Karst 연구에 GIS의 적용 | | VI. 결 | 론 |
| VII. 참고 문헌 | | | |

I. 서

론

지리정보체계 (GIS: Geographi Information Systems) 는 컴퓨터를 이용한 지구공간체의 제 사상을 과학적으로 처리하는 고차원적인 공간 기법인 것이다. 연구 목적은 다양한 지표와 지하시스템에 관한 종합적인 연구에 있어서, 자연지물에 대한 삽화와 표 등을 동반한 기술에 의존해온 기존의 방식을 탈피하고, 고도의 3차원적인 묘사방법인 지리정보체계에 관한 기법을 도입적용하여, 지표와 지하 카르스트(Karst)연구의 과학화를 주도하며, 지역사회의 발전에 기여함을 그 목적으로 한다.

연구동향은 현재까지 GIS를 이용한 karst의 연구는 세계적으로 전무한 상황이다. 현재 국제지리협회(IGU)의 소분과 위원회에서 상정된 차기(1996-2000년)의 연

구과제에 관한 주제로 일본의 Karst 교수인 Yoshino에 의해서 제안되고 있는 상황에 있다. GIS는 근대의 최첨단화된 컴퓨터의 발달에 힘입어 원격탐사, 항공사진, 위치확인체계 (GPS: Global Positioning Systems), 지구과학 (천문, 기후, 지형, 토양, 식생, 지질, 수문)에 의한 자료를 수집(표 1), 보완, 출력하며, 이를 계층화 하여 3차원적 영상화, 도화, 계량화를 통하여 종합적으로 일원화 하는 기법이기에 때문에 전세계적으로 Karst지형의 분포가 >12% 가 되는 대상에 대한 GIS를 이용한 karst 연구가 활성화 되리라 기대된다.

표 1. 자료의 제공에 관한 공급근원과 제공인자의 관련 (저자에 의한 자료수집)

자료원, Data sources	제공인자, Data producers
Air photos	Airplanes
Remote sensing	Sattelites
GPS	Sattelites
Geodesy	Ground measurement data
Topographic maps	Landform classification
Soil maps	Soil classification
Geologic maps	Bedrock classification

연구방법은 GIS 기법이 카르스트 연구에 적합화 될 수 있는 각 측면의 양상을 문헌적인 기법의 실례와 적용 가능성이 있는 인접 과학과 그 대상을 우선적으로 발췌하여 제시한다. 초기 Karst에 대한 GIS의 응용에서 Karstology의 각종 대상인 기후 조건, 지형 분류, 토양 분류, 지표 식생 분포, 지질 구성, 기반암 유형, 지표수계, 지하수 체계, 지하 생태계, 동공지형 분류, 광물 분포, 동굴의 관광 자원

관리 및 정책 등의 다양한 연구방법의 적용 가능성을 구분한다 (그림 1).

그림 1. GIS에 의한 Karst 연구에 포함되는 지표지형과 지하지형의 각 계층도(Layer map). 각 계층에 따라서 수치, 영상, 도형 등의 자료기반 (Data base)이 컴퓨터에 입력 구축되므로 이를 수정 보완 하여 출력의 단계에 따라 응용된다 (저자에 의한 자료수집).

기후 (Climate)
지질 (Geology)
지형 (Landforms)
토양 (Soils)
식생 (Plant and animals)
지표수 (Ground water)
지표오염 (Pollution)
지하수 (Underground water)
토지이용 (landuse)
동굴지질 (Cave geology)
동굴미지형 (Cave micro-landforms)
동굴조형물 (Speleothem)
동굴광물 (Cave minerals)
동굴수문 (Cave hydrology)
동굴생태 (Cave ecology)
동굴고고학 (Cave archaeology)
동굴퇴적물 (Cave sediments)
동굴오염 (Cave pollution)
관광자원 (Tourism resources)
동굴보전 (Cave conservation)

지리정보체계의 정의에 의하면 콜트(Korte, 1994)는 "GIS는 지리정보체의 과학화된 기는체이다"라고 하였으며, "GIS는 지구체의 공간구조체를 규명 관리하는 학문이다"라고 오종우/오승훈(1994)은 정의하였다. 파렌트 (Phil Parent, 1988)에 의한 지리정보체계(GIS)의 정의는 "어떤 특별한 목적이나 적용을 위한 정보로 전환되고 분석 될 수 있는 공간적으로 관련된 자료를 포함하는 체계이다. GIS의 주요한 요소는 새로운 정보를 생산하기 위한 자료의 분석이다."라고 표현 되어있다. 하니겐 (Francis Hanigan, 1988)에 의한 GIS는 정보관리체계인데 다음과 같은 기능을 포함하고 있다.

- 공간적 장소에 기초한 정보를 수집, 저장, 회복한다.
- 특별한 표준을 접하는 목표의 환경안에서 장소를 지정한다.
- 그 환경 안에 자료의 집합 등의 관계를 탐구한다.
- 그 환경에 대한 결정을 하도록 하는 매개로서 공간적으로 관련된 자료를 분석한다.
- 선택된 환경에서 양자택일의 효과에 접근 할 수 있는 적용과 특수 분석적 대상을 선택하고 자료를 수정한다.
- 분석전이나 후에 도식적으로 또한 숫자적으로 선택된 환경을 배역한다.

II. 지리정보체계의 주요 분야및 기능

지리정보관리기술은 거의 많은 명칭과 약성어로 사용되고 있으며, 하나의 공통된 이름은 GIS 이다. 비록 GIS가 최근 기술학의 일반적 용어로 사용된다 하더라도 GIS라는 용어는 1965년 데이시 (Michael Dacey)와 마블 (Duane Marble, 1965)의

북서부 대학 논집에서 처음으로 활자화 되었다. 이것은 지도제작과 기술도안, 지리적 자료체계에 대한 질문과 관리 또는 더 복잡한 지리적 분석과 설계에 사용되는 체계들이었다. 즉 지리정보체계(GIS)라는 용어는 넓은 의미에서 지도와 지리적 자료의 관리를 위해 주로 사용되는 전 자동화 체계를 설명하기 위해 사용된다. 엔테누치 외(Antenucci, 1991)에 의해 분류 정의된 지리정보관술과 연관된 주요 분야들은 다음과 같다.

- 지도자동화 『AM (Automated Mapping)』
- 컴퓨터 보조도화 『CAM (Computer-Assisted or computer-Aided Mapping)』
- 컴퓨터 보조제도 『CAD (Computer-Aided Drafting)』
- 컴퓨터 보조제도과 도안 『CADD (Computer-Aided Drafting and Design)』
- 지리정보체계 『GIS (Geographic Information System)』
- 자동도화와 시설물 관리 『AM/FM (Automated Mapping/Facilities Management)』
- 지리적 처리와 도로망 분석 (Geoprocessing and Network Analysis)
- 토지정보체계 『LIS (Land Information System)』
- 다목적 지적도 (Multipurpose Cadastre)

① 지도자동화와 컴퓨터 보조도화 (AM/CAM)는 제도과 지도 제작에 사용되는 기술이다. 그것들은 효율적인 제도 자료 과정과 진열을 나타낸다. 일반적으로 이 체계는 그 기능이 제도의 도안 보다 다른 자료를 다루고 저장하는 데 제한되어 있고, 이것들은 지리적 분석 기능은 거의 없는 편이다. CAM이 자주 컴퓨터 보조 지도작성의 의미로 사용되는 반면에 그 용어는 컴퓨터 보조 제작의 약어로 자주 사용된다.

② 컴퓨터 보조제도와 컴퓨터 보조제도및 도안 (CAD와 CADD) 체계는 국가와 상업 다른 기술적 제도에 사용된다. 이 체계는 지도작성이나 GIS체계의 기능과 비슷

한 상호행동의 제도적 기능을 가진다. 그러나 그것들은 다양한 기술적 계산과 분석 기능을 포함한다. CAD체계는 제도적 진열과 제한된 속성-진행 기능을 가진다. CADD는 제도적 관계를 가진 설계들을 합하고 논리적 관계들의 분석을 한다. 또한 CAD체계는 설계 도안 설명과 구조적 계획에 사용되며, CADD체계는 부분적으로 빌딩, 도로, 다리, 상하수도과 같은 기간시설과 편의시설을 도안하는 데 사용된다.

③ 지리정보체계와 자동도화/시설물관리 (GIS와 AM/FM) 체계는 도안과 비도안 자료 兩者를 진행한다. GIS와 AM/FM체계는 Automated Mapping체계와 비슷한 방법으로 도안자료를 다루지만 또한 비도안 속성이나 지리적으로 언급된 자료를 저장하고 그것들을 지도 제작을 포함한 정보 진행 범위와 배열 작동들이 수행될 수 있도록 하는 도안 지도 요소들과 연결하는 정교한 기능이 있다. 이 체계에서 속성들은 공통된 어떤 확인자(실행자)를 통한 지도 또는 기술도안 요소와 연결된다. 예를 들어 각각 한 부분 숫자로 명시된 부분들을 묘사한 지도는 소유주 자료, 토지이용, 그리고 각 부분의 가치있는 정보를 포함하고 있는 하나의 속성자료 파일(file)과 연결 될지도 모른다. 핵심은 단순한 배열이 아닌 지리적 분석이다.

GIS와 AM/FM체계는 각 요소들의 합성을 고르게 하고 합성된 결과로 생기는 상태를 기록하고 전산망의 방향이나 다른 특성을 분석하고 세분화된 표준의 관점에서 구역을 결정하는 것을 포함한 지리적 분석을 실행하는데 사용된다. 비록 GIS와 AM/FM체계가 비슷한 기능을 가졌다 해도 GIS는 전통적으로 지리적 분석과 설계를 강조하고, 반면 AM/FM체계는 지리학적 분포시설의 관리를 강조한다. 지금까지 GIS라는 용어는 대개 정부 대행기관에서 발전된 체계를 묘사하곤 했었고, AM/FM이라는 용어는 실용적인 조합에 의해 사용되었다.

④ 지리적 처리와 도로망 분석체계 (Geoprocessing and Network analysis system)는 주로 지리적 분석에 사용되는 컴퓨터 체계이다. 즉 그것들은 지리적

확인자들 또는 지리암호에 의존한다. 지리암호는 지리적 색인인 보기와 좌표인데, 그것들은 독특한 점, 선, 면을 명시한다. 가장 공통적 적용은 계획의 할당, 인구조사, 통계적 지역확인자들을 제공된 화일 (DIME, TIGER)이나 지세학적 화일과 같은 지리적으로도 관련된 화일을 사용하면서 지번(address)을 포함한 자료기록에 이용하는 것이다. DIME 화일은 1970년과 1980년 인구조사를 위해 지리학을 정의한 미국 인구조사 기관에 의해 전개되었으며, TIGER 화일은 1990년 인구조사에서 개발되었다.

전형적으로 Geoprocessing체계는 지도제작에서 기인하지 않았고, 지도제작 기능을 포함하는 것이다. 그것들은 또한 전산망을 실행하고 집합체를 나누거나 지리암호 자료이용을 분석하는 기능이 있다. 실용적 순회 전산망 및 응급 수송기를 위한 기준 거리 전산망과 같은 다양한 직선의 요소의 연결체에 의존하는 체계는 독립적으로 전개되었다. 이런 체계는 초기 Geoprocessing 체계와 비슷한 특징을 지닌다.

⑤ 토지정보체계 (LIS)는 넓은 범위의 형식과 내용을 포함한 자료체계를 가지고 있고 물리적, 법적, 토지지역의 특성을 묘사한다. 때때로 토지기록 체계(LRS: Land Record Systems)로 말해지기도 하는데, 토지정보체계의 가장 공통된 형태는 자산 소유자, 토지가치, 세금부과, 자산경계 등을 묘사하는 것이다. 그것들은 전형적으로 미국의 지방 정부에 의해 다루어지고 일반적으로 지방이나 중앙정부기관에 의해 유지된다. LIS는 또한 부동산과 자연자원 및 토지의 환경적 요소를 속이는 대규모의 대지를 소유한 회사의 자산 분류에 이용된다. 전통적으로 이러한 종류의 자료는 지도나 표의 형태로 존재해 왔다. 지리정보체계의 출현은 LIS의 자동화에 중요한 영향력을 끼친다.

⑥ 다목적 지적 시스템 (Multipurpose Cadastre)은 1980년의 「Need for a Multipurpose Cadastre」라는 제목의 보고서에서 National Research Council's

Comittee on Geodesy에 후원한 등록부에 의해 대중화된 용어이다. 이 용어는 일반적인 토지 소유주 정보의 실용성을 언급하고 법적(예: 재산 소유권, 또는 토지대장), 물리적(지세학, 인위적 요소), 그리고 문화적(토지사용, 인구통계학)으로 공통되고 정확한 틀안에서의 상황의 특성들을 논리적으로 통합하는 것을 포함한다. 이런 참고용의 틀은 전형적으로 엄격한 일반기하학과 표준을 통제한 측량을 통해 체계화 되었다.

III. 지리정보체계와 관련된 기술체

많은 GIS 분야들과 관련된 기술학들인 전산학, 정보관리, 지도제작, 측지학, 사진측량, 자료통신은 지리정보기술에 영향력을 형성하여 준다. 이런 분야들과 그 기술이 진보됨에 따라, 발전된 형태로서의 그것들은 지리정보기술과 통합된다. 자료체계관리 소프트웨어(Software)가 더 진보함에 따라 그것의 이익은 GIS에 부가되며, 컴퓨터 실행의 가속화와 가격의 저렴화, 성능의 양질화 등으로 GIS기술은 더욱 유용하고 접근이 용이해 지고 있는 실정이다. 많은 관련된 분야에서 중요한 기술적 향상은 점증적으로 지리정보기술을 더 실용적으로 만들게 되었다. 엔테누치 외(Antenucci, 1991)에 의해 분류된 지리적 체계와 관련된 他분야와 기술학에 있어서 지리정보기술과의 관계는 다음과 같다.

① 전산학 (Computer science) : 이는 자료포착, 조작, 저장, 출력 등을 제공한다. 전산학은 하드웨어(Hardware), 기계 작동기능, 소프트웨어의 발전, 컴퓨터 프로그램 언어 등을 포함한다. 지난 몇년간 기술학은 GIS의 특별한 요구에 비례하여 적용이 가속화 되었고 기능 및 비용의 저렴화, 도안장치기능 등의 지속적인 향

상이 거듭되고 있다. 또한 고도의 빠른 기능적 저장매체, 더 높은 수준의 문제와 프로그램언어, 그리고 체제와 자료통신 (data communication)을 작동하는데 있어서의 기준의 통합같은 향상에 기인한다. 하드웨어와 소프트웨어의 발전은 지리정보체계의 이용과 발전에 직접적인 영향을 계속해서 가증시켜 줄 것이다.

② 정보관리 (Information Management) : 자료를 다루고 연합하는데 사용되는 실행들을 지배하는 논리적이고 수학적인 관계를 연결키 위해 정보과학이 그것 자체의 기능내에서 실행되기 때문에 GIS 소프트웨어 개발자들은 그런 진보된 것들을 통합하고 있다. 현재 조직체들은 부분적으로 큰 자료 체계를 유지할 수 있다. 왜냐하면 도식적, 비도식적 자료체계에 대한 설계들은 더 정교하기 때문이고, 그것들은 커다란 자료들에 더 쉽고, 더 빠르고 저렴한 가격의 접근을 가능하게 했기 때문이다. GIS 개발자들은 비도식적 자료를 다루는데 있어서 특별한 구조를 채택해 왔다. 거대한 크기의 자료체계에 부응하기 위하여 컴퓨터 학자들은 자료를 더 효과적으로 색인하고 저장하는 4개의 도식구조와 같은 자료조직에 접근함을 발전시켜 왔다. 전산망과 관련된 자료 체계와 같은 다른 구조들은 자료들 사이의 관계와 연속성을 보유하고 세우는 자료의 커다란 배열을 다룬다. 게다가 자료 저장 가격은 급격히 떨어졌다. 선택적 디스크 기술의 원숙으로 저장면에서 크기의 순서에 의해 비용이 덜 들게 될 것이다. 비용의 저렴화 추세로 인한 정밀한 설계를 저장하는 비연산적 디지털(digital) 기록체제는 GIS자료를 기록하고 다룬다. 이들은 곧 영상및 디지털 자료 뿐 아니라 음성적 기록까지도 가능케 할 전망이다.

③ 지도학 (Cartography) : 어떤 고대의 기술로서 지도제작은 지도제품을 생산하는데 사용되는 일반적 협정에 공헌해 왔다. 이런 일반적 기준들은 정확도와 정밀함을 포함한다. 지도고안과 관련된 설계, 상징, 선, 주석 등을 통한 도식적 지도의 이해와 같은 그런 범주의 협정은 그것들이 시간이 지날수록 발전해 왔듯이 GIS자료 체계안에서 도식적 자료의 요소를 구성하는데 더 계속해서 도움을 주고 있다.

Data base(두 단어)와 database(한 단어)를 구별해야 한다. Data base는 자료의 커다란 하나의 집합체이고 자료 그룹의 부속품을 하나의 data base라고 한다. GIS 기술에 접근하는 정보지식을 위한 지도학자들은 크게 확장된 기능을 효과적으로 지리적 목표와 이상을 알아 볼 수 있는 지도를 생산하는데서 보람을 찾는다. 지도학자의 협정 역할은 GIS지도제품을 발전시키는 것을 무시할 수 없으며, 각각의 지도는 기술의 작품이 아닌 유용하고 이해 가능한 것이어야 한다. 즉 지도학의 일반원리를 고수해야한다는 것이다.

④ 측지학, 사진학, 원격탐사 (Geodesy, Photogrammetry and Remote Sensing) : 측지학과 사진측량제도법은 흔히 다른 공간적 자료를 위한 기본 지도들을 설정하기 위해 지리정보관리기술에서 사용한다.

가. 측지학 (Geodesy): 지구의 크기, 모양 또는 표면의 넓은 부분을 측정 관찰하고 표면의 정확한 지점을 결정하는 응용수학의 갈래이다. 사진측량은 측량과 지도제작중 사진 (보통 항공)을 이용한 믿음만한 측정단위를 만드는 과학이다. 커다란 범위의 자료를 위한 틀을 제공하며, 관련분야로서 측량은 작고 큰 면적의 자료 체계에서 토지 요소의 범위를 결정하는데 이용된다.

측량은 지구 표면의 지점 경계선의 길이와 방향 표면의 윤곽 그리고 종이위의 정확한 설계를 결정하는데 기술을 제공하는 응용과학의 한 부분이다. 지난 20년 동안 지구표면에 대한 지식은 공간문제의 결과와 지구 위성의 발달로서 향상되었다. 해군과 8군의 항해를 도와주는 군사위성인 NAUSTAR와 같은 프로그램은 민간의 측지측량에 본질적으로 공헌해 왔다.

위치확인체계 (GPS: Global Positioning Systems)이라고 알려진 민간의 적용은 일련의 또는 잘 알려진 위성들의 성군과 지구에 기지를 둔 위성감지 장치 또는 수신수 장치를 이용한다. 여러개의 감지장치가 있는 여러 위성의 위치를 동시에 기록함으로써 컴퓨터의 계산은 각각의 감지장치에 대한 매우 정확한 (5cm안) 국부적 정보를 생산할 수 있다. 한 지역에 감지장치들을 설치, 움직임으로서 지리적 연

합 전산망은 측지학, 측량 그리고 사진측량 지도제작을 도와 줄 수 있다.

나. 사진측량제도법 (Photogrammetry): 측량통제에 기초한 높은 수준의 정확성을 생산할 수 있다. 기본지도를 생산하는데 필요한 본래의 자료를 모으는데 사용된다. 항공사진은 사진측량 과학에서의 주요부분이 되며, 이는 카메라, 필름모양, 렌즈의 향상 및 감광들의 더 높은 비행을 허락 및 저가격으로 더 좋은 선명도와 정확도를 가진 사진을 생산 가능케 했다.

다. 원격탐사 (Remote Sensing): 사진측량제도법에서 발전한 단계로 그 대상과 직접적 접촉없이 기술을 통해 모아진 영상(image)의 분석과 해석이다. 지구자원의 원격 감지는 항공 또는 공중사진, 전자주사장치, 그리고 지구표면이나 내부에 대한 자료를 모으는 다른 장치들을 사용한다.

지난 20년 동안 정치적으로 공간적 자료를 수집하고 진행하는데 디지털 기술을 사용했다. 이는 GIS에 중요한 자료입력을 제공한다. 큰 발전은 원거리 위성으로부터 얻은 감각적 자료를 이용하는데서 이루어졌다. 1970년대 초반 NASA에서 시작된 Landsat 프로그램은 지구자원의 평가를 위해 유용한 영상을 제공했다. 초기 Landsat 정거장 (ERTS 또는 지구 자원 기술위성)은 지역적 분석을 도와주었던 영상을 생산했다. 하지만 감지장치들이 가장 세분화된 지도제작이나 분석을 요구하는 해결이 부족했다.

증가하는 인공위성 감지장치의 공간적 분광적 분석은 1970년대와 1980년대에 만들어진 그것들의 영상 유용성을 확대해 왔다. 특히 Landsat 4와 5호의 주제도 (Thematic Mapper) 감지장치는 예전의 Landsat 감지장치의 79m에서 28m로 토지분석을 늘렸다. 1986년 이후로 Landsat은 지구관찰 위성회사(EOSAT)에 의해 조작되고 소유되어 왔다. Landsat 6은 1992년에 발사되었다.

유럽항공 대행기관과 연합체인 프랑스 정부는 SPOT 위성을 발전시켜서 현재 20m를 초과하여 분석된 정밀조사에 의해 수집된 SPOT 영상 자료를 판매하고 있다. 소련, 일본, 인도를 포함한 다른 나라들 또한 열성적으로 국내 원격 감지 위성 프로그램을 시작하고 있다.

⑤ 자료 통신 (Data communication) : 이는 출력과 자료의 더 많은 분배를 향한 중심적이고 주요들을 가진 구성에서 멀어지려는 움직임 때문에 컴퓨터 기술의 유연성을 확장시키고 있다. 하드웨어의 진보는 엄격한 환경통제에 의존하고 크기를 줄이는 컴퓨터의 실행을 늘리고 있으며 소프트웨어의 발전은 대규모 정보량을 전달할 수 있는 정교한 통신규약을 사용하고, 또한 오류회복과 컴퓨터 전산망이 요구하는 안전성을 제공하는 복잡한 전산망 체제를 일으켰다.

자료통신 (data communication)의 계속된 진보는 전산망의 원거리화 및 고속의 지방전산망, 진보된 원격 통신기술 등 합리적 가격의 전산망 선택기회를 제공했다. 자료통신매체의 지속적인 진보는 전산망구성에 더 큰 유연성을 허락한다. 높은 속도의 지방전산망과 진보된 원격 통신기술 즉 디지털 전화체계들, 초음파, 그리고 위성통신 등은 많은 합리적인 가격의 전산망 선택기회를 제공한다. 아마도 1980년대 초에 시작된 가장 중요한 흐름은 많은 사람들로 부터 전산망 장치를 편리하게 하는 통신기준의 성장일 것이다.

IV. 지리정보체계의 처리능력

지리적 정보기술의 이용은 매우 다양하다. 스타와 에스츠 (Star and Estes, 1990)에 의하여 예시된 GIS의 처리능력에 관한 기술적 측면에서의 주요 기능인 지도의 제작기능, 자료의 관리기능, 분석적인 기능은 다음과 같다.

① 지도의 제작기능은 정확한 기술적 도안이 능률적으로 가능하게 한다. 이 기능은 아날로그제품을 디지털형태로 전환하는 계수형 도안의 배열 발생, 내부적 도안의 제작 (보기: 첨가, 삭제, 수정, 창구의 생산), 구획정리 등을 포함한다.

② 자료의 관리기능은 도형과 비도형을 포함하여 지리자료의 효과적 저장과 조작을 가능하게 한다. 도안과 관련된 비도안의 저장과 검색은 때때로 속성처리(Attribute processing)라고 불리워 진다. 이는 자료선택 및 도안생산, 속성가치에 기초한 보고서를 생산할 수 도 있다.

③ 분석적인 기능은 지리자료에서 정교한 과정과 해석을 가능케 하며 분석적 기능의 예는 다음과 같다.

가. 기술적 기능: 계획, 도안, 설계, 도로, 빌딩, 다리, 수로등의 관리.

나. 계산조작 기능: 한 요소의 점과 길이 사이의 거리 측정, 지역의 크기나 부피결정

다. 기술과 인구통계학적 분석을 위한 복잡한 연산방식과 설계에 의존하고 측정, 전력의 균형 및 컴퓨터보조 대량평가(Computer-aided Mass Appraisal)로 재산가치를 측정하는데 사용되는 기능.

라. 학급, 선거, 판매, 서비스 지역과 같은 많은 종류의 구역결정과 측정, 어떤 체계들은 단순히 컴퓨터의 내부기능을 통해 잠재적인 구역의 도안을 변화함으로써, 구역들의 생성을 유도한다. 다른체계들은 자동적으로 속성자료 (예, 학생등록수)와 통제요소 (예, 최대여행시간)에서 구역들을 발생시킨다.

마. 지역표와 구획정리: 밀도의 생산 또는 경비, 유지행동 또는 행정구역이나 선거구역에 의한 요소들을 보여주는 주제형 지도를 가능하게 한다. 지역표와 구획정리는 한 체계의 지도제작, 자료관리, 그리고 분석적 기능에 따라 작성한다.

바. 다각형의 과정 : 하나의 자료주제를 나타내는 다각형의 무리인 모양의 유형 또 다른 부분들에 놓이게 되는 것이다. 이 기능은 단순히 다른 자료무리에서 다각형들이 놓이게 되는 것 이상이다. 즉 실제로 통합된 자료에서 새로운 다각형을 생성하고 새로운 자료를 발생시키는데 이것은 더욱 심화하여 실행가능하다 (예, 통합된 속성의 지역).

총체적으로 이들 기능들은 관리자들이 자료를 좀더 효율적으로 사용하고 다룰 수 있도록 강화된 기능들이다. 도식설명은 특히 정보전달에 유용하다. 적당한 크기에 선택된 지리적 지역을 위한 형태의 특별한 조화를 보여주는 지도와 기술적 제도를 제작하는 능력은 기술체의 가장 가치있는 요소 중의 하나로 된다.

V. karst 연구에 GIS의 적용

karst에 관한 GIS의 응용은 지표 karst 지형에 속하는 Karren, dolines, poljes, uvala springs, natural bridges, hum, residuum, lithology, tufa dams, cave enternences, vertical shafts, mogotes, cockpits, karst windows, landuse 과 지하 Karst 지형에 속하는 cave geology, cave landforms, speleothems, cave channels, cave ecology, cave sediments, cave minerals, archaeology , pollution, and tourism potentials 등 그 종류와 형상은 매우 다양하다 (표 2 참조).

偽種 karst (pseudokarst)를 제외한 순수 석회암 karst (holokarst) 만을 선정하여 보았을때 그 다양성은 상기에 나열 되었듯이 여타 지구과학의 어느분야 보다도 탁월하다. 이렇게 복잡하고 다양한 유형의 자연, 인문적인 차원에서의 자료를 일목요연하게 제한된 도면이나 글로서 묘사하기란 그리 쉽지가 않다. 이러한 단점을 해결하는 수단으로서 GIS는 더없이 적절한 Karstology의 적용기법으로서 지상은 물론 지하 Karst 시스템에 관한 과학화를 체계화 하는데 기여 할 것이다.

지표면의 정보는 항공사진, 원격탐사, 측량학적 기법, GPS, 그리고 지형도 등에 의해 계층화되고 도식화하여 지표 Karst 정보를 구축되는 것이다. 지하 karst에 관한 정보는 항공사진과 원격탐사가 직접적인 정보추출의 수단으로서는 제외 되지

표 2. 동굴 미지형의 형성구조에 따른 분류 (오중우, 1994)

유형\형성구분	지질구조	허천구조	용식구조	침적구조	기 타
미지형의 종류	배사구조 anticline	수하동공 phreatic tubes/hore	천정용식구 ceiling channels	종류석 stalactites	동굴진입로형상 cave entrances
	향사구조 syncline	2단동공 bilevel caves	수직조흔 vertical groovings	석순 stalagmites	광창 chambers
	단층구조 faults	수직동공 vertical shafts	스카합 anastomoses	석주 columes	함몰 입층상 dropped layers
	습곡구조 folds	종혈 bell holes/ pockets	반전동공 vadose tubes	유석 flowstone	카르스트 창 karst windows
	절리면 joints	암석단구 notch/niche	소공 sponge work	석회화면/단구 liastone	
	층리면 layers	선반 canopies	용식관 solutional tubes	다층/terraces 석회화 못 limpools	
		연못 pools		종류관 straw/tubular	
		굴천 5cave channels		stalactites	
		퇴적물 cave sediments		커어린종류 drapery/ curtain-like	
		천정용식공 cavities		stalactite	
		수성 들출부 phreatic pendants		베이컨실 bacon-like sheet	
		반수성 들출부 vadose pendants		격자면구조 boxwork	
		암반지주 rock span		이순종류 suddy stalagmites	
		곡류도랑 meander trench		동굴산호 cave corals	
		지하수면흔 water table marks		동굴진주 cave pearls	
		류흔 scallops		난석 oolites	
				두석 pisolites	
				부유석판 floating	calcite
				plates	
				학수공 splash cup	
				석판점서 conulites	
				산유석 mountain milk	
				아라고나이트 곡석 aragonite helictites	
				-eccentric stalactites	
				방패 shields	
				구형종류 spherical	
				stalactites	
				동굴목화 cave cotton	
				동굴꽃 anthodites/ cave/gypsum flower	
				동굴물집 cave blisters	
				동굴밧줄 cave rope	
				동굴밧목 cave raft	
				동굴거품 cave bubble	

만 간접적인 자료수집의 수단으로서 lithology, pedology, ecology, hydrology 등에 관한 정보를 제공해주는 중요한 매체가 될 수 있다. 그러나 지하동굴 시스템에 관련된 동공지형과 지하수문 체계, speleothem에 관한 정보의 추출은 지상측량기에 의한 실측과 수문학적 동굴지형 및 지질학적인 전문가에 의한 실측자료가 요구되기 때문에 실로 이는 반자동적인 자료의 구축방법에 의해야만 될 것이다.

GIS는 상기에 제기된 지표와 지하 Karst지형에 관한 통합적인 Data system이 구축되어 필요시 유효적절하게 자료를 수정 보완 출력 할 수 있도록 karst 지역의 과학화와 지역 Karst의 관리 보존에 영구성을 유지하는 귀중한 수단으로서 적합성을 제공하고있다.

VI. 결 론

Computer의 발전속도에 비례한 GIS의 기법은 실로 지구공간에 관한 전반적인 학문 및 응용분야에 널리 적용되고 있는 것이 현실이다. "정보는 자원이다" (오종우, 1994)라 하였듯이 정보시대의 장이 본격화되고 있는 현실적인 과학세계에서 Karstology에 관한 연구가 이젠 체계적인 과학화를 GIS의 적용으로 이룩 되어야만 할 것이다. 특히 Karst는 지표와 지하지형이라는 두 단위의 독립적인 정보체계를 동시에 포함하는 특수분야인 만큼 GIS의 적용에 의한 Karst연구가 활성화 되어져야 된다. GIS의 적용을 통하여 종합적인 karst data base를 구축 할 수 있기 때문에 최첨단의 공간연구 기법인 GIS를 실용화는 학문적인 과학화와 자원의 보존적인 측면에서도 적용할 만한 중요성을 가지고 있다.

VII. 참고 문헌

오종우/오승훈, 1994, 지구정보학 원론, 원탑문화사 561p.

오종우, 1993a, 지리정보체계를 이용한 시카고권역 흑인의 생활환경 분석, 지역 개발논문집 18, pp. 43-52.

오종우, 1993b, 시카고 부분지역의 사회경제적 특성에 대한 지형공간정보체계의 이용, 지형공간정보 1(1), pp. 223-235.

오종우외, 1994, 고수동굴의 환경보전및 안전진단 학술조사 연구보고서, (주) 유신 169p.

Antenucci et. al, 1991, Geographic Information Systems: A Guide To the Technology, Van Nostrand Reinhold.

Star/Estes, 1990, Geographic Information Systems: An Introduction, Prentice-Hall.