연구 노트

농업 지리정보시스템(GIS)구축과 적지적작 모형 설계

김 충 실*

1. 문제제기
2. 지리정보시스템(GIS)의 정의 및 응용
3. 농업 지리정보시스템(GIS)의 구조와 구축절차
4. GIS를 이용한 적지적작 배치방법
5. 결 론

1. 문제제기

정보와 지식이란 무형자원이 사회발전의 흥망성쇠를 결정하는 이른바 정보사회의 새로운 패러다임이 구축되면서 도형, 영상, 속성 및 위치정보의 종합적이고 체계적인 관리를 위한 지리정보체계의 중요성은 날로 증대되고 있다. 오늘날 컴퓨터 기술의 발달과 더불어 정보처리기술이 급격하게 발전하여 정보의 조작이 용이해지고 있으며, 이는 보다 합리적인 의사결정을 할 수 있는 환경을 제공해 주고 있다. 농업분야에서도 공간정보를 보다 용이하게 수집, 저장, 처리, 분석할 수 있는 도구로서 지리정보시스템(Geographic Information System; GIS)에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 갈수록 복잡해지고 다양한 공간문제를 다루는데 있어 정보를 효율적으로 처리, 분석하는 것은 매우 중요한 일이다. 각종 계획의 입안과 추진에 있어 토지, 자원, 환경 또는 이와 관련된 사회·경제적 상황에 관한 정보가 필요한데 이러한 정보들을 보다 정확하고 시기적절하게 수집·분석하는 것은 의사결정에 매우 중요한 과제이다. 이러한 요구를 만족시켜 줄 수 있는 방법으로 컴퓨터에 의한 자료처리 체계가 시도되어 왔었고, 최근에는 공간정보와 속성정보를 동시에 구비한 지리정보시스템(GIS)이 공간문제와 관련된 의사결정에서 중요한 역할을 하고 있다.

우리는 일상 생활에서 알게 모르게 많은 공간 정보를 접하고 동시에 활용하고 있다. 교통지도, 지하철지도, 기상도, 전기회로도, 전신망도, 상하수도망도, 가스관도 등 뿐만 아니라 공공기관에서 이용되고 있는 국토종합개발계획도, 토지이용계획도, 토양도, 임야도 등을 제반 행정업무에 활용하고 있으며 국민에게 그 현황을 알리고 있다. 민간 기업에서도 각종 공간 정보를 이용하여 시장분석(market analysis), 화물운송차량의 소재지

* 경북대학교 농업경제학과 교수

파악, 동시운송 체계(just-in-time delivery system)의 수립, 신속한 화물운송체계 구축, 신속한 구급차 배치 등 여러 가지 업무의 능률향상을 추구하고 있다. 오늘날 선진 각국에서는 복잡다양한 지상·지하의 각종 정보를 수집, 분석하고 유통하여 서로 정보를 교환함으로써 중복투자를 피하고 예산을 절감하여 엄청난 부가가치를 높이고 있다.

현재 국내의 지리정보시스템(GIS)은 계획분야, 자원관리분야, 교통분야, 환경분야, 국방분야, 사회안전분야, 시설물관리, 지도제작 등 다양한 분야에 응용되고 있다. 그러나 아직까지도 농업분야에서는 지리정보시스템(GIS)을 이용한 연구가 체계적으로 이루어지지 못하고 있다. 물론 농업정보화의 중요성을 강조하는 연구(한국농촌경제연구원, 1997)와 농업정보화사업[1]이 의욕적으로 추진중에 있으나 아직도 농업정보체계의 실용적 유용성 면에서 많은 문제점을 안고 있다. 지리정보시스템(GIS)을 농업에 응용한 선행연구가 있으나(김충실 1997, 한원식외 1996, 농촌진흥청 1996, 충청북도 1993) 광범위한 GIS의 개발을 농업이란 환경 속에 농업정보체계로서 그 이론적 기반을 체계적으로 구축한다는 측면에서는 상당한 한계를 가지고 있다.

필자를 포함하여 GIS를 이용한 농업적 활용연구에 관련해 본 경험을 갖고 있는 분들이 이구동성으로 지적하는 사항은 GIS에 관한 DB구축 및 S/W 운용능력과 농업적 전문지식에 기초한 응용능력을 동시에 갖춘 연구인력의 저변확대가 아쉽다는 점이다. 농업 및 농촌지역이야말로 광범위한 공간을 효율적으로 이용해야 하는 산업이요 지역이다. 따라서 보다 과학적인 공간의 배열·배치와 관리에 관한 정보가 절실히 요구되는 분야임에도 불구하고 이에 관한 정보체계의 활용이 가장 뒤떨어진 분야임을 고려할 때 이에 관한 연구·사업의 활성화는 농업의 국제경쟁력 제고와 농촌지역발전을 위한 주요 수단이 될 것으로 본다. 그러므로 본 연구는 단편적인 GIS기법중 일부의 활용 그 자체에 비중을 두기보다는 필자가 수년간 시행착오을 하면서 GIS의 농업적 응용을 시도해본 연구결과와 보다 실용적인 농업용 GIS 체계구축과 그 응용으로서 지리정보시스템(GIS)을 이용한 적지적작 모형을 설계코자 한다.

지리정보시스템에 사용되는 일부 기법을 국한된 농업분야에 단편적으로 응용하는 것도 중요하지만 보다 중요한 것은 정보화시대를 맞아 농업·농촌 GIS를 신속히 구축하고 농업연구에 응용하는 개념적 모형들을 체계적으로 정립하는 연구가 선행되어야 하기 때문이다. 본 연구를 수행하는데는 최근 국내·외적으로 가장 널리 보급·사용되고 있는 데스크탑용 GIS S/W를 중심으로 농업 GIS 및 적지적작 모형을 설계코자 한다.

---

[1] 중앙부처의 농촌지역 정보화 관련정책 및 사업을 부서별로 살펴보면 다음과 같다
- 농림부 - 농림수산종합정보망 구축, 농림수산 관련 SW 개발, 농어민 정보통신 이용교육, 정보통신기기보급
- 정보통신부 - 지역정보화추진협의회, 농어촌 컴퓨터교실 운영, 농어촌정보화 시범지역 육성, 지역공공 DB 구축(지역정보센터), 우체국단위 지역정보센터 설치·운영, 지역정보 홍보관 운영
- 내무부 - 지방행정전산화 중장기 기본계획, 지역정보센터 설치
- 통신사업부 - 산업기술정보유통 지역정보센터, 지방중소기업 정보화사업
- 과학기술처 - 과학기술정보 유통체제 구축

2. 지리정보시스템(GIS)의 정의 및 응용

2.1. 지리정보시스템(GIS)의 정의

지리정보시스템(GIS)은 1960년대 캐나다 정부가 토지자원을 효과적으로 관리하기 위해 컴퓨터 기술의 지원과 더불어 시작되었다. 이후 계속 기술이 발전해 오면서 GIS에 대한 정의도 다양하게 나타났지만, 공통적인 것은 공간과 관련된 정보를 처리한다는 것과 이것이 공간문제 의사결정을 위한 도구라는 것이다. GIS에 대한 정의는 아래와 같이 학자에 따라 다양하게 전개되어 왔다.

Burrough에 의하면 "실세계로부터 공간적 데이타를 수집하고, 저장하며, 원하는 것을 추출해내고, 변형시키며, 이러한 결과들을 출력해내는 강력한 수단의 집합"[2]으로 지리정보시스템을 정의하고 있으며, 한편 Carter는 "하나의 제도적 실체로서, 데이타베이스, 전문가, 그리고 항구적인 재정적 지원이 독특한 기술과 함께 어우러진 일종의 조직구조"[3]로 지리정보시스템을 정의하고 있다.

그리고 Cowen과 Star, Tomlinson은 각각 지리정보시스템을 "문제를 해결하기 위하여 공간적으로 참조된 데이타를 통합하여 분석하는 의사결정지원 시스템"[4], "공간적 혹은 지리적 좌표계에 의하여 참조된 자료를 갖고 작업하도록 고안된 정보시스템"[5], "다양한 종류의 지리적 데이타를 분석하고 조작하기 위한 수치적 자료처리 시스템으로 데이타의 입력과 분석된 데이타의 출력에 관계된 장치들"[6]로 정의하고 있다.

이상의 여러 학자들의 제정의를 고려하여 보다 광의의 개념으로 정의한다면, 지리정보시스템(GIS)은 공간, 지리 및 지형정보를 입력, 획득, 갱신, 저장하여 연관된 자연지리정보는 물론 정치, 경제, 사회, 문화 등의 제반 속성 자료와 함께 처리·분석하여 그래픽 형태로 출력하는 컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어, 관련 자료 및 인력의 통합적인 체계이다.

---

[2] "A power set of tools for collecting, storing, retrieving at will, transforming and displaying spatial data from the real world", Burrough, P. A. "Principals of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment", Oxford Science Publications, ISBN, 1986.

[3] "An institutional entity, reflecting an organizational structure that integrates technology with a database, expertise and continuing financial support over time", Carter, James R., "Digital Representations of Topographic Surfaces", PE and RS, no. 11, 1988.

[4] "A decision support system involving the integration of spatially referenced data in problem-solving environment", Cowen, D.J. and Shiley, W.L. Integrayed Planning Information Systems. in Maguire, D.J., Goodchild, M. F. Rhind, D.W.eds, Geographic Information Systems Vol. 2: Applications, Longman, London.

[5] "A GIS is an information system that is designed to work with data referenced by spatial or geographic coordinates", Star, J., and Estes, J., Geographic Information Systems, PrenticeHall, 1990.

[6] "A GIS is a digital system for the analysis and manipulation of a full range of geographic data, with associated systems for inputting such data and for displaying the output of any analyses and manipulations", Tomlinson, Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, PrenticeHall, 1990.

지리정보시스템(GIS)은 정보시스템의 일종이기 때문에 의사결정을 돕는 수단이 된다. 여기에서 지리정보시스템과 관련된 의사결정의 핵심은 공간적 의사결정이 된다. 공간적 의사결정은 공간을 형성하고 있는 사상과 그러한 사상들간의 관계에 관한 의사결정을 말한다. 특정 시설이 입지해야 할 지역의 선택이라든가, 유해물 처리장의 영향을 분석하는 경우 등을 예로 들 수가 있다. 이런 측면을 중시하여 붙여지는 명칭의 경우에는 다른 분야에서 개발되는 의사결정지원시스템들과 연계하여 하나의 커다란 정보시스템을 구성하게 된다(과학기술처, 1993).

2.2. 지리정보시스템(GIS)의 주요 기능과 응용분야

GIS의 응용분야는 거의 모든 분야에서 매우 다양하게 이용되고 있는 실정이다. 지리정보시스템(GIS)은 공간좌표 및 지리좌표 관련 공간 및 속성자료를 수집, 저장, 갱신, 분석하기 위한 정보체계이다. 즉, 지도, 통계자료 등 지리자료, 속성자료의 입력, 정비, 가공, 데이타베이스 구축, 분석, 출력에 관련된 일련의 정보체계를 의미한다. 계획요소의 지리적 분포, 통계분석의 가시적 표시 및 변화추출 등과 각종 특성별 지리정보와 속성을 이용한 다양한 정보제공이 가능하다. 지리정보시스템(GIS)은 다양하고 방대한 자료처리 능력 및 의사결정을 지원하는 도구로서의 기능뿐만 아니라 다음과 같은 특성이 있다.

첫째, 다양한 공간분석기능으로서 단순한 지도제작기능외에 공간자료처리, 적지선정, 영향권설정 등의 기능과 수치분석으로서 하천유역, 경사도·사면 향의 계산 기능이 있다. 또한 네트워크로 유통량 시뮬레이션, 최적경로선정 등이 있다.

둘째, 데이타베이스 기능으로서 지도, 영상 등 그래픽 정보와 그에 따른 속성정보를 저장·관리하여 지도가 갖는 정보 전달의 한계를 보완가능하다.

셋째, 대규모 공간자료 관리기능으로서 GIS와 관련되는 방대한 양의 정보를 효율적으로 관리하는 틀을 구비할 수 있다.

넷째, 사용자 인터페이스 기능을 제공하여 사용빈도가 높은 명령어를 PULL-DOWN이나 TOP-UP SIDEBAR[7]로 선택할 수 있게 하기 위하여 시스템의 운영체계와는 별도로 공통적인 명령절차를 규격화하는 사용자 전용 매크로 언어(MACRO LANGUAGE)를 제공한다. 이를 통해서 전문적인 프로그램에 익숙하지 않은 사용자가 보다 손쉽게 공간과 관련된 정보를 획득·활용가능하게 할 수 있다.

이러한 기본적인 분석기능 및 응용분야와 연관하여 보다 구체적인 GIS의 주요 응용분야를 살펴보면 다음과 같은 10개 분야 또는 내용별 정보체계로 분류해 볼 수 있다.

토지정보체계(Land Information System; LIS)는 지형분석, 토지의 이용, 개발, 행정 다목적 지적 등 토지자원에 관련되는 공간문제를 해결하기 위한 정보체계이다. 이러한 연구

[7] 지리정보시스템 소프트웨어의 명령어를 일반 사용자가 모두 이해하여 프로그램을 이용한다는 것은 상당한 한계가 있다. 따라서 PULL-DOWN 또는 TOP-UP SIDEBAR의 형태로 메뉴바를 형성하여 사용자가 보다 쉽게 공간정보를 검색·질의할 수 있게 한다.

방법론상으로는 3차원 지형모델로 토지구분, 속성값 입력을 통해 효율적인 토지관리가 가능하다.

도시정보체계(Urban Information System; UIS)는 도시계획 및 도시화현상에서 발생하는 인구, 자원 및 교통의 관리 등에 관한 자료를 다루는 체계로 도시현황 파악, 도시계획, 도시행정을 효과적으로 관리·지원할 수 있다. 지역정보체계(Regional Information System; RIS)는 지역소득, 인구, 토지, 자원, 복지, 문화, 교육 등에 관한 기본정보수집 및 조직망을 구성할 수 있다. 또한 계획수립을 위한 지질, 토양 등의 특성자료, 도로망, 철도망 등 수송체계를 구축할 수 있다.

수치지도제작 및 지도정보체계(Digital Mapping & Map Information System; DM/MIS)는 위치, 지형, 지물, 기타 속성자료를 종합한 다목적 수치주제도 작성을 통하여 지리정보체계의 공간기준자료를 제공한다. 수치지도 제작방법에는 기존지도 스캐너에 의한 수치지도제작과 지상측량, 항공사진, 인공위성을 통한 수치지도제작방법이 있다.

도면자동화 및 시설물관리(Automated Mapping & Facility Management; AM/FM)는 지형정보를 생성, 수정 및 합성하여 시설물관리를 효과적으로 하기 위한 정보체계이다. 도면자동화는 주로 시설물 관리를 위한 기본도 및 현황도 제작과 대축척 지도제작에 중점을 둔다. 도면자동화는 상수도시설 관리체계, 하수도시설 관리체계, 전화시설 관리체계, 전력시설 관리체계, 가스시설 관리체계, 도로시설관리, 철도시설관리 등을 효율적으로 관리할 수 있다.

교통정보체계(Transportation Information System; TIS)를 이용하여 육상교통관리, 해상교통관리, 항공교통관리, 교통계획 및 교통영향평가를 할 수 있다. 도로도, 철도선로도를 이용한 도로폭과 교통량, 유통의 시간변이 등 각종정보를 이용한 다양한 분석이 가능하다.

환경정보체계(Environmental Information System; EIS)는 대기오염정보, 수질오염정보 등과 관련된 정보체계이다. 이를 활용하여 산업체 입지분포, 풍향, 지형특성 등을 고려한 대기오염 예측 및 분석을 할 수 있으며, 하천 수계별 수질오염분석, 쓰레기 매립장, 환경영향평가 등에 대한 대책수립을 체계적으로 할 수 있다. 분석방법은 관측지점의 입수정보를 이용한 오염정도 측정, 주변에 미치는 영향권 설정을 통한 오염지역 분석이 있다.

자원정보체계(Resource Information System; RIS)는 농수산정보, 산림자원정보, 수자원정보, 에너지 및 광물자원정보 등과 관련된 정보체계이다. 위성영상과 지리정보기법을 활용한 농산물 작황조사, 병충해 피해조사, 수확량 예측, 수목성장도, 수종별분포 등을 고려한 삼림자원경영 및 관리대책 수립과 석탄, 석유 수급현황분포 및 비상시 공급체계 대책 수립이 가능하다.

재해정보체계(Disaster Information System ; DIS)는 홍수방재체제, 지진방재체제, 산불방재대책 수립시 매우 유용하다. 수계특성, 유출특성 추출 및 강우빈도와 강우량을 고려하여 홍수도달시간을 예측할 수 있고, 지진빈발지역의 정기적 탐측에 의한 이상징후 수집체계 구축, 산악지형, 풍향, 토지경사, 주변

지역 급수대책 등을 고려한 적절한 산불방재 대책을 수립할 수 있다.

기상정보체계(Meteorological Information System; MIS)는 인공위성 영상분석에 의한 기상변동추적 및 장기간 일기예보체계 구축, 기후 및 기상관측의 자료전송 조직망 구성, 기상정보의 실시간 처리체계 구축, 위성영상 자료해석과 기상예측 모형의 발전방안을 수립할 수 있다.

국방정보체계(National Defense Information System; NDIS)는 전시 전술전략 수립지원이 있고, 방법론상으로는 3차원 작전지역을 도시하고 가시도분석에 의한 관측소 및 진지의 선정, 지형기복을 이용한 진군로 선정이 있다.

이상과 같은 지리정보시스템의 주요 응용부문들 중에는 일부 내용이 농업과 관련된 것이 있긴 하지만 농업정보시스템으로서 독자적 응용분과가 확립되어 있지 않다. 전술한 바와 같이 가장 광범위한 공간과 이를 이용한 산업과 지역경제활동이 펼쳐지고 있는 농업·농촌분야에서 정보시대에 대응한 확실한 정보체계가 부재하다는 것은 농업 및 농촌지역 경제발전에 상당한 헛점을 드러낸 것으로 볼 수 있다. 따라서 정보시대에 걸맞는 농업·농촌정보시스템의 구축을 위한 적극적인 연구가 강조되어야 할 것이다.

3. 농업 지리정보시스템(GIS)의 구조와 구축절차[8]

3.1. 본 시스템의 구성요소

지리정보시스템(GIS)을 운용하는 핵심 요소는 하드웨어, 소프트웨어, 데이타, 인력으로 나눌 수 있다. 하드웨어는 지리정보시스템이 운용되는 컴퓨터이다. 지리정보시스템의 소프트웨어는 매우 광범위한 하드웨어들에 의해 수행되며, 이들 하드웨어는 서버, 데스크탑 컴퓨터, 단독 또는 네트워크상에서 운용되고 있다. 지리정보시스템의 소프트웨어는 지리 정보를 저장, 분석, 디스플레이하는데 필요한 기능과 틀을 제공한다. 지리정보의 입력, 조작 틀과 데이타베이스관리시스템(DBMS)의 기능이 있고, 공간 질의, 분석, 가시화를 지원하는 틀과 틀에 쉽게 접근할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)기능이 있다. 지리정보시스템의 구성요소중 가장 중요한 요소라고 하면 그것은 데이타(data)일 것이다. 지리정보시스템은 공간 데이타를 다른 데이타 자원과 통합할 것이며, 심지어 DBMS를 사용할 수 있으며, 데이타를 조직, 유지하고, 관리하기 위해 대부분의 조직이 사용될 것이다. 지리정보시스템의 기술은 시스템을 관리

[8] 본 장에서 전개되는 내용은 단순히 이론적 틀의 소개라기보다 농업 GIS 구축에 필요한 투자비용과 그 실용성을 고려하면서 필자가 수년간 수행해온 연구사업의 경험적 결과와 최근의 동향을 참조하여 실용적인 데스크 탑용 시스템을 구축하기 위한 대안의 하나로 보완·정리한 것임.

하고, 그것을 실제 현실적 문제에 적용하기 위한 계획을 개발하는 인적 자원이 없이는 그 한계가 있다. GIS 사용자는 시스템을 설계하고 유지보수하는 기술 전문가에서, 일상적인 업무를 수행하는데 사용하는 사람에 이르기까지 다양하다.

지리정보시스템의 주요 구성요소인 공간자료의 형성방법은 다음과 같다. 공간 지리정보란 X, Y 좌표를 기준으로 특정 공간상의 위치에서 표기될 수 있는 지형, 수계·토양·지질·인구밀도·도시시설물·토지정보 등의 각종 지리적 정보를 망라한다. 지도를 기저로 한 위치개념이 정확해야 하고 분석 결과를 대부분 지도로 구현해야 한다. 그러므로 컴퓨터를 이용해서 제작, 편집하며 정확하면서도 필요에 따라 변경가능한 좌표계를 가진다. 또한 수치형태의 위치정보를 가진 도형요소로 이루어지고 주제도별로 구분된 지형정보의 이용이 가능한 수치지도의 사용은 GIS에서 필수적이라 해도 과언이 아니다.

수치지도(Digital Map)를 작성하기 위해서는 측량시스템에 의한 지형·지물의 위치데이타를 채취하는 방법과 기존 도면에서 지형·지물의 위치 데이타를 채취하는 방법이 있다. 측량 시스템에 의한 수치지도의 제작은 지상측량 시스템을 사용한 방법과 항공사진 측량 시스템을 사용하는 방법으로 나누어진다. 기존 지형도에 의한 수치지도의 제작방법으로는 지도 데이타 작성시스템, 디지타이저 입력 시스템, 자동입력 시스템, 대화형(반자동) 입력 시스템으로 나누어진다.

구체적으로 여러 가지 수치지도작성 방법 중에서 하나를 살펴보면 다음과 같다. 도면 입력은 도면 데이타를 스캐너를 통해 스캐닝하여 이진 영상 데이타로 만든다. 입력된 데이타는 전처리 과정을 수행하게 되는데, 전처리 과정에는 부분도면의 결합, 변형된 화상의 보정, 잡음제거, 절단선의 보정, 세선화 및 연결 도형의 검출과정이 포함된다. 문자와 도형 분리는 영역 레이블링 방법을 이용하여 문자와 도면을 분리한다. 그 다음 과정으로서 분리된 도면에 대한 세선화 과정을 수행하게 되고, 세선화된 영상에 대하여 선분 벡터화 방법을 이용하여 도면을 인식하게 된다. 마지막으로 인식된 데이타들에 대해 가장 일반적인 데이타 형태를 갖는 CAD 데이타화를 수행하게 된다.

지리정보시스템(GIS)에서 다양한 자료를 수집·분석하고 체계적으로 관리하는 기술은 매우 중요한 것이다. DB(Data Base)방식을 통한 자료처리시스템은 방대한 자료와 이를 관리해 주는 DBMS, 그리고 전문인력으로 구성된다. DBMS는 DB관리를 위한 시스템으로 DB의 생성과 유지·관리에 핵심적인 기능을 담당한다. 데이타베이스는 중복 데이타의 최소화를 통해 원칙적으로 같은 자료가 중복되지 않아야 하고, 기계가 읽을 수 있는 형태로 저장되어 있어야 한다. 또한, 데이타는 프로그램과는 독립적으로 이용될 수 있어야 하고, 공용 데이타로서 데이타의 공동의 사용과 개인적 데이타의 철저한 보호가 되어야 하며, 검색을 원하는 요구가 발생하면 즉각적인 응답이 가능해야 하고 지속적인 삽입·삭제를 통해 최신의 데이타를 보유하고 있어야 한다.

세밀한 사전계획의 수립이 요구되는 DB방식은 단순하면서도 계획적, 효율적으로 구성

되어 있으며, 자료가 변경되어 수정이 요구될 시 한 번의 갱신으로 작업을 마무리 할 수 있어야 유지·보수 비용을 절약할 수 있다.

데이타베이스관리시스템(DataBase Management System: DBMS)은 처음에는 통계나 집계를 목적으로 생겨나게 되었으나 컴퓨터의 활용이 정보시스템으로 발전함에 따라 분석용 틀로서 성격이 강화되었다. 즉, 단순한 수치데이타를 관리하는 것이 아니라 다차원적인 관리가 가능한 DBMS가 관심을 받게 되었다. 이는 지리정보시스템(GIS) 구축이 본격화함에 따라 DBMS에 대한 관심이 높아지고 있기 때문이다.

DBMS는 파일처리방식의 문제점 중 하나인 다양한 자료의 조합에 의한 특수한 자료의 산출이 불가능한 점을 보완하여 DB의 자료내용과 자료관계를 기술한 자료사전(Data dictionary)을 가지고 있다. 자료사전은 사용자의 질의 응답에 반응하여 특수한 자료의 도출을 가능하게 함으로써 최종 사용자들에게는 대단히 유용하다. 이때 이용되는 질의언어로는 구조적 질의언어(SQL: Structured Query Language)와 예제에 의한 질의(QBL: Query By Example)가 있다. SQL은 SELECT(검색을 원하는 자료), FROM(자료가 있는 장소), WHERE(제약조건)을 통해 질의를 수행하는 반면, QBL은 각각의 자료에 대해 BOX를 보여줌으로써 질의에 응답하게 되며 결과는 거의 같다. DBMS의 종류는 대형컴퓨터의 경우 DB2, Ingres, Oracle 등이 주로 이용되며, 마이크로컴퓨터의 경우 dBASE Ⅲ+, dBASE Ⅳ, Clipper, Foxpro 등이 사용된다.

이상의 제요건들이 고려될 때 「입력은 보다 적게 출력은 보다 많게」라는 DBMS의 기본준칙이 구현될 것이며 정보체계의 효율성은 제고되고 실용가치가 있는 정보체계가 구축될 것이다.

3.2. 공간자료 및 DB 구축방안

정보의 주요 특성은 시간의 차원을 가지고 있기 때문에 미래에 유용하게 이용가능하고, 복사 및 공유가 가능하기 때문에 대량생산이 가능하다는 것이다. 또한 정보이용자는 이를 이용하여 새로운 분야에서 정보의 생산자가 될 수 있으며, 정보는 아무리 분배를 해도 줄어들지 않고 오히려 새로운 가치가 발생한다. 이러한 정보의 가치는 시기적절성, 적용되는 내용, 정보의 수집, 저장, 조작과 표현에 소요되는 비용 수준에 달려 있다.

의사결정에 필요한 정보를 산출하기 위해서는 실세계에 대한 공간정보를 단순화하여 체계적으로 수집해야 한다. GIS에서 사용되는 지도는 대부분이 주제별로 분류되어 있는 주제도이다. 이것은 자연적, 인문·사회적 제현상을 조사한 지도로서 특정현상의 분포를 파악하기 위해서 사용된다.

주제도는 각 주제별(토지이용, 도로, 상하수도 등)로 이에 속하는 집합의 표현이라 할 수 있다. 이렇게 실세계에 대한 정보를 체계적으로 수집, 저장, 관리하며, 궁극적으로 이러한 정보를 처리, 분석하여 필요한 정보를 산출하게 되는데, 이러한 모든 과정과 관련된 자원을 통틀어 GIS라 정의하기도 할 만큼 주제도별 정보체계가 중요시 된다(과학기술처, 1993).

일반적으로 GIS분석에 이용되는 자료는

공간자료와 속성자료로 나누어진다. 공간과 관련된 의사결정문제에서 GIS분석은 다음과 같은 과정을 갖는다. 가장 먼저 업무분석을 하는 단계이다. 이는 GIS분석의 시작으로서 업무흐름을 파악하고 다른 업무와의 연계 및 과업에 어떤 요구가 있는지에 대한 분석을 하여야 한다. 무엇을 위해 GIS를 적용하는 것인가를 알아야하며 그것을 어떤 식으로 구현할 것인가를 결정해야 한다.

업무에 대한 분석이 끝나면 다음은 자료수집단계이다. 자료의 수집에 있어서는 자료의 정확도와 신뢰성을 고려하여 분석목적에 적합한 자료를 입수하여야 한다. 자료는 크게 공간자료와 속성자료로 나누어진다. 공간자료는 여러 가지 방법으로 수집가능하나 가장 보편적인 것은 국립지리원에서 발행하는 지형도이다. 여기에는 80여 종류의 정보가 수록되어 있기 때문에 분석에 필요한 자료를 추출하여 각각의 주제도를 만드는 작업이 필요하다. 자료수집이 끝나면 공간자료를 입력해야 한다. 자료입력 과정에는 수동방식 또는 자동방식을 통해 입력하여 수치화시킨다. 점, 선, 면 또는 다각형 등에 포함된 공간적 자료를 부호화하는 데에는 격자방식(raster)와 선추적방식(vector)의 두가지가 사용된다.

지형도, 지질도, 토양도 등 흔히 우리가 접하는 지도는 모두 경·위도의 좌표로 되어 있다. 경위도 좌표를 절대좌표로 변경하는 것이 좌표투영(Projection)이다. 좌표투영의 과정을 거치면 경위도 좌표가 우리나라에서 사용하고 있는 TM(Transverse Mercator)좌표로 변경된다.

각 주제도별로 공간자료가 구축되고 나면 분석에 필요한 인문·자연적인 요인을 속성값으로 입력한다. 속성값은 공간자료와 결합되어 각 공간의 특성을 나타내는 수치로 이용되고 최종적인 공간분석(Spatial Analysis)에 중요한 지표가 된다. 여기에서 중요한 것은 자료입력의 정확성이다. GIS분석에서 공간자료는 점(point), 선(line), 면(polygon)의 3가지 형태로 저장된다.

속성자료가 입력되고 나면 분석목적에 적합한 최종지도를 형성해야 하는데 그 방법으로 각 주제도를 하나의 지도로 통합하는 것이다. 동일한 경·위도상의 다른 상이한 주제도를 하나의 지도로 통합하는 방법으로는 중첩(Overlay)이 있는데, 이는 상이한 주제도를 동일한 경위도상에 나타냄으로써 하나의 통합된 지도를 만들어 준다.

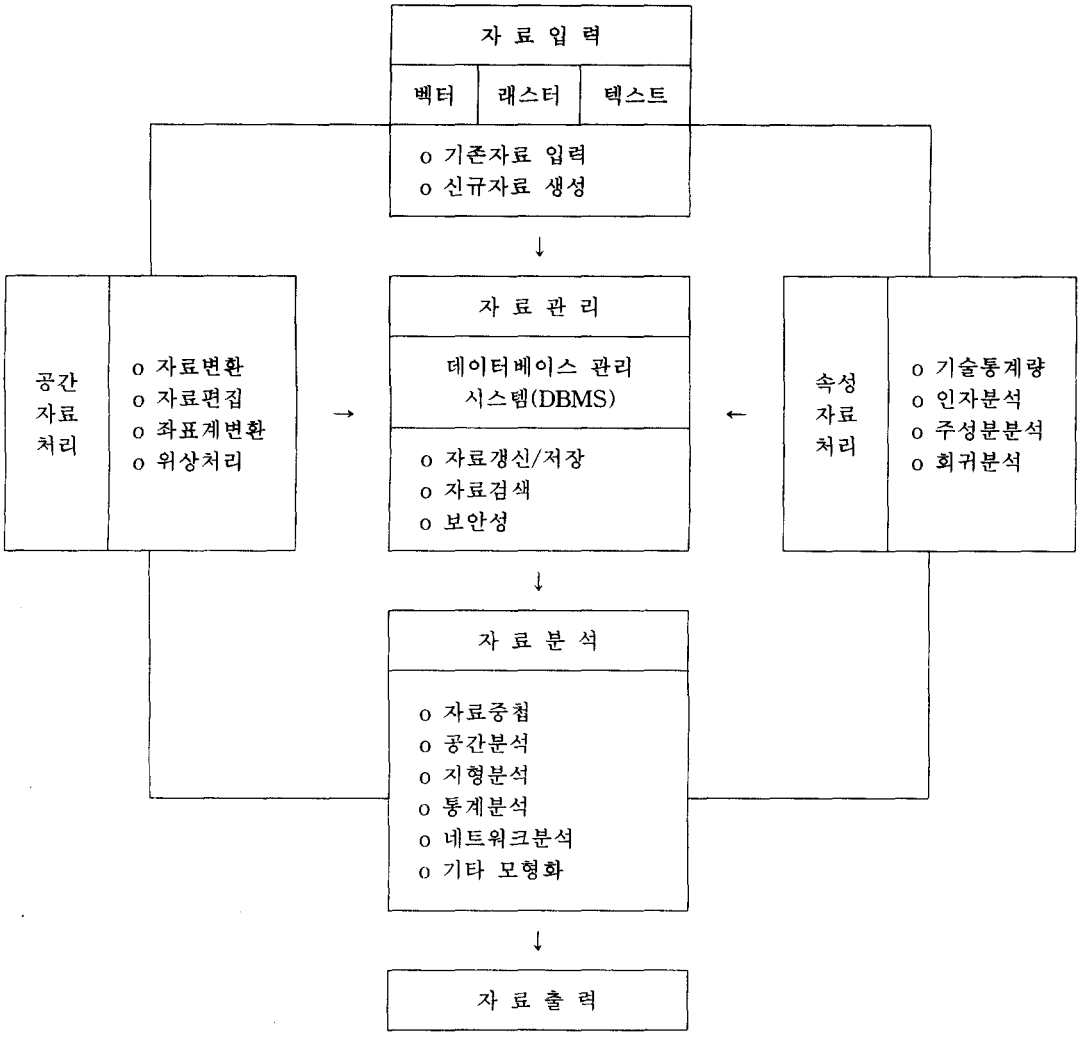
일반도를 각 주제도별로 추출·입력·수정하고 속성자료를 입력한 다음에 여러 개의 상이한 주제도를 하나의 지도로 통합하여 분석대상이 되는 최종적인 지도를 형성한다. 최종적인 지도를 이용하여 의사결정자가 분석목적에 맞는 기준을 설정하여 공간분석(Spatial Analysis)을 행한다. 이상과 같은 GIS구축을 위한 기본적인 제반과정을 체계화하면 다음과 같이 정리해 볼 수 있다(그림 1).

3.3. GIS 분석 기능

GIS는 공간자료의 위상학적 구조와 속성자료를 동시에 구비한 자료구조로서 지도제작, 질의·분석, 중첩분석, 근린분석, 3차원 분석기능, 네트워크 분석 기능 등이 있다.

먼저 중첩(Overlay)분석은 다수개의 지도를 하나로 통합하여 새로운 지도를 만드는

그림 1 **지리정보시스템(GIS) 분석 절차**



방법으로 각각의 지도 특성을 갖는 새로운 지도가 생성된다. 이러한 지도로부터 사용자의 요구조건을 만족시키는 새로운 자료의 추출·분류가 가능하다. 다각형과 다각형 중첩은 원래의 지도와 중첩될 다각형 지도의 교차에 의해서 형성되는 새로운 다각형 집합을 형성하기 위한 방법이다. 점과 다각형 중첩은 특정한 다각형 내에 위치하는 점이 어느 것인지를 결정하기 위해서 사용하는 방법이다.

다음으로 근린분석은 공간자료의 세가지 유형인 점, 선, 면으로부터의 특정한 거리, 또는 특별한 기준으로 사용자의 요구조건을 만족시키는 새로운 면을 형성하는 기능이다. 근린분석 후의 자료는 이전의 자료가 점, 선이냐에 관계없이 모두 면적의 자료로 나타나는 특성이 있다.

GIS의 분석기능으로서 공간분석기능은 중심점 설정, 수치적 분석으로 면적 또는 길이

산출 등이 있다. 이는 폴리곤(Polygon)의 면적계산이 가능하고, 폴리곤을 둘러싸고 있는 길이를 산출할 수 있다.

지표 또는 지형분석기능은 투시(조감도), 기복, 가시구역, 경사도, 사면방향, 단면 등의 분석이 있다. 가시구역분석은 산불감시망초소 입지분석과 같은 연구에서 이용가능하다.

네트워크(Network)분석은 도로 또는 수로와 같은 선형 네트워크로 결합된 곳의 자원흐름을 분석하는 기능이다. 이는 최적 경로선택과 시설물 위치 및 지역범위 선정 등에 이용된다. 최단거리분석은 가중치가 고려된 개념으로 시간이 가장 짧은 거리라는 개념이 포함된 것이다.

이상의 GIS 분석기능의 활용가치는 지금까지 수치정보의 산출에 그쳤던 농·림·수산부문의 생산과 유통에 관한 정보의 유용성을 농림수산부문의 광범위한 공간정보와 연계시킴으로써 확실히 새로운 차원으로 끌어올리기에 충분할 것으로 본다.

4. GIS를 이용한 적지적작 배치방법

4.1. 적지적작분석의 개념

도시화의 지속과 가용토지의 부족, 부적절한 토지이용으로 인한 환경문제 등은 공간문제에 있어 보다 과학적이고 합리적인 의사결정을 요구하고 있다. 특히 토지이용에 있어 적지분석은 그 토지가 지니고 있는 수용력에 대한 활동을 배치하는 의사결정 과정이다. 그러나 적지적작분석 과정에서 데이타베이스의 불확실성뿐만 아니라 의사결정기준의 불확실성이 내포되어 있으므로, 토지이용에 대한 의사결정이 적절하게 이루어지지 못하고 있다.

토지이용계획에 있어서 적지분석은 한정된 토지를 안정적이고 효율적으로 이용함을 목표로 하기 때문에 매우 중요하다. 특히 Ian McHarg에 의해 주장된 생태적 접근방법은 종래의 사회경제적 인자만을 고려하던 것에서 생태적 인자까지 고려한다는 점에서 개발과 보전의 조화를 추구하는 방법론이라고 말할 수 있다.

적지분석이란 용어는 1960년대 Ian McHarg가 일종의 토지이용계획기법으로써 사용한 도면중첩에 의한 결과물을 적지분석도(Suitability Analysis Maps)라고 지칭한데서 유래한다.[9] 이 방법은 기존의 경제적 측면뿐만 아니라 환경을 각각 분리된 독립체의 집합이 아닌 종합적 연관체로 파악하는 자연생태계와의 조화를 중시하는 체계적 접근방법에 의한 환경분석이 그 특징이라 할 수 있다.

따라서 적지분석이라 함은 사회적 가치에 근거하여 토지가 지니고 있는 본래의 잠재력을 분석하고 적합한 토지이용을 찾아내는 방법 중의 하나이다. 모든 토지는 일정한 토지이용에 대하여 본래부터 가지고 있는 적합도가 있다고 여겨지며 이러한 적합도는 그 토지의 기회요인과 제한요인에 의하여 판단되어진다(임승빈, 1986).

이 방법의 특성은 과학적이며, 일반적이고 일원론적이며, 분석적이라는 것이다. 특히 분석방법에 있어서는 정량적인데, 부울논리와

---

[9] Steinitz C., Hand-Drawn Overlays: Their History and prospects, Landscape Architecture, Vol.9, 1976, p.448

일맥상통한다. 결과적으로는 부분들(Factors)의 합으로 최종결과를 나타낸다. 하지만 McHarg의 중첩기법은 계획에 영향을 미치는 주요 요소들을 각각 기본도에 옮긴 다음 이들을 중첩시켜 적지를 분석하는 과정에서 공간정보의 불확실성에 대한 고려를 하지 못하고 있는 한계점이 없진 않다.

4.2. GIS를 이용한 적지적작분석의 개념적 모형

GIS의 제기능 즉 지도제작, 질의·분석, 중첩(Overlay)기능, 근린분석기능, 공간분석기능, 지형분석기능, 네트워크(Network)분석 등을 종합적으로 발휘시켜 다음과 같이 적지적작분석을 위한 개념적 모형을 설정할 수 있다(그림 2).

농업 생산 적지적작분석을 위해 생산적지에 영향을 미칠 수 있는 요인들이 분석모형에서 고려되어져야 하는데, 크게 나누어 공간자료와 속성자료로 나누어진다. 속성자료는 다시 자연적인 요인과 인문적인 요인으로 분류될 수 있다. 공간자료는 등고데이타로부터 추출할 수 있는 사면의 향, 고도, 경사가 있으며, 지형도에서 도출되는 도로, 수계 등의 자료가 포함된다.

자연적인 요인으로는 토양의 물리적 성분인 토심, 배수, 토성과 토양의 화학적 성분인 pH, 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 인산, 유기물 등이 있다. 또한 기상적인 요인도 적지적작분석에 있어 고려되어야 할 주요한 요인이므로 기온, 강수량, 습도, 일조시간, 풍속 등을 포함한다.

인문적인 요인으로는 분석 단위별 특화계수 산출을 위해 작목별 생산량 및 식부면적이 이용되고, 농가별 특성변수로서 농가소득, 노동력, 학력, 농기계보유 등이 포함된다(표 1).

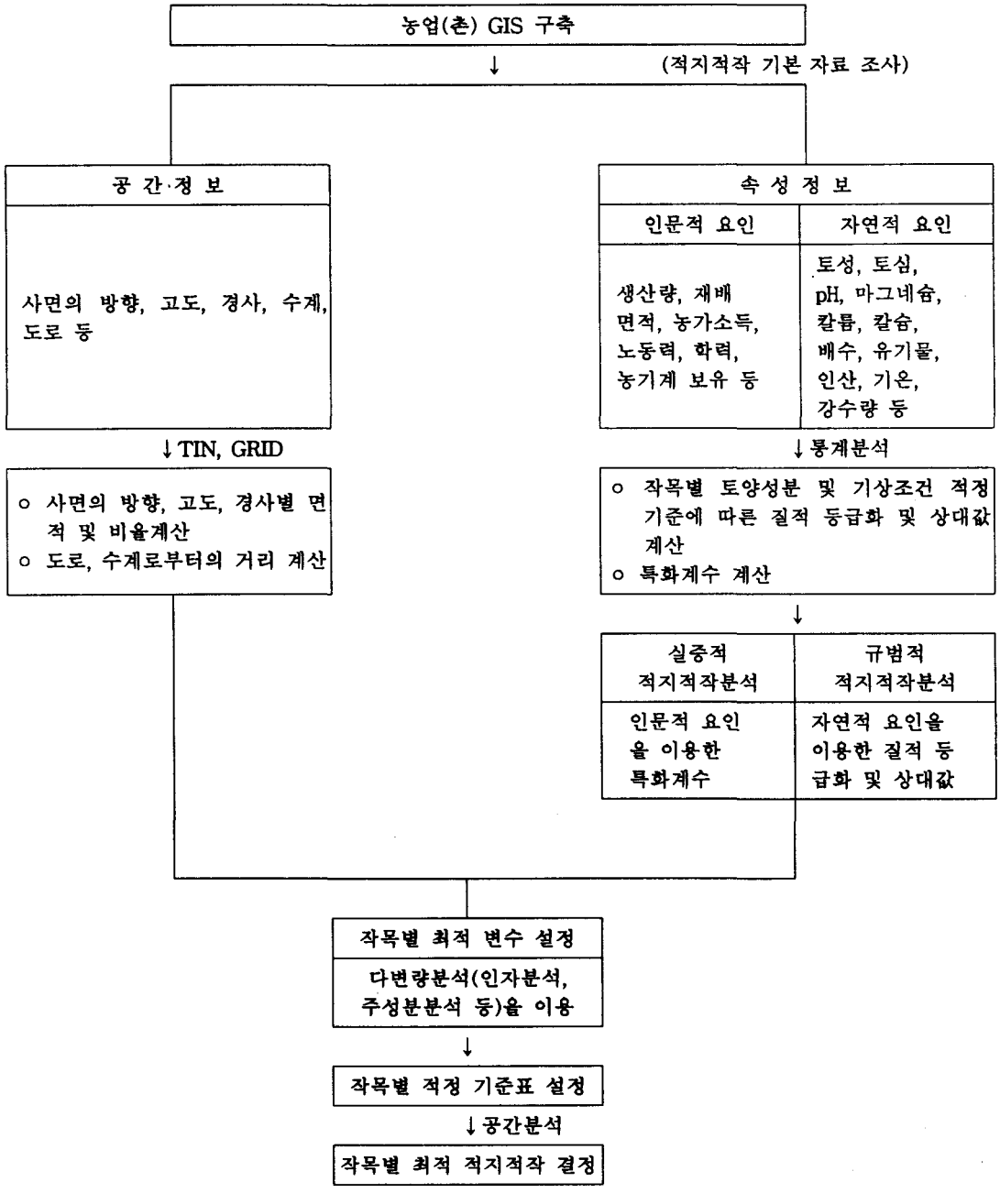
표 1 적지적작 분석자료

요 인			1차 자료원	2차 분석 자료
공간자료		사면의 향	등고선도	사면의 향별 면적 및 비율 계산
		고 도	등고선도	고도별 면적 및 비율 계산
		경 사	등고선도	경사도별 면적 및 비율 계산
		하천 접근도	수계망도	수계로부터의 거리 계산
		도로 접근도	도로망도	도로로부터의 거리 계산
속성자료	자연요인	토성, 토심, 배수 등	직접설문조사	작목별 적정치에 따른 질적 등급화
		pH, 마그네슘, 칼륨, 칼슘, 인산, 유기물 등	직접설문조사	작목별 적정치에 따른 상대값 계산
		기온, 강수량, 습도, 풍속, 일조시간 등	통계자료	작목별 기상조건에 따른 상대값 또는 질적 등급화
	인문요인	생 산 량	통계자료	작목별 생산량 특화계수 산출
		식부면적	통계자료	작목별 식부면적 특화계수 산출
		농가소득, 노동력, 학력, 농기계보유 등	통계자료	농가별 특성변수로 이용

지리정보시스템(GIS)을 이용하여 농업생산 적지적작 분석과정을 살펴보면 다음과 같다. 공간자료는 지리정보시스템의 분석방법중 공간분석(Spatial Analysis)기법, 속성자료는 통계분석방법중 다변량분석기법을 이용하여 분석한다.

첫번째, 사면의 향, 경사, 고도에 관한 자료를 얻기 위한 방법으로 등고선 커버리지를

그림 2 **적지적작 분석 체계도**



TIN으로 생성한 후 다시 LATTICE로 변환하여 그리드 분석의 기본자료를 마련한다. 고도자료는 변환된 LATTICE로부터 직접 추출해낼 수 있고, 사면의 향과 경사분포는 그리드 함수를 이용하여 산출할 수 있다. 이러한 방법을 통해서 고도의 간격과 경사도의 간격, 그리고 사면의 향을 분류하여 면적 및 면적비율을 계산한다.

두번째, 하천 및 도로로부터의 거리에 대한 자료는 그리드로 변환한 후 각 셀에 대한 하천 및 도로로부터의 거리를 계산하는데, 이때 이용될 수 있는 거리 산출식은 유클리드 거리(Euclidean distance)계산식이 있다.

세번째, 자연적인 요인중에서 토양의 물리적 성분인 토심, 배수, 토성 등은 범주형 자료이므로 작목별 적정치를 기준으로 하여 질적 등급을 계산한다. 이를 통해 범주형 자료인 토양의 물리적 성분을 작목별 적정치가 고려된 질적 등급값으로 재분류할 수 있다.

네번째, 자연적인 요인중에서 토양의 화학적 성분인 pH, 마그네슘, 칼륨, 칼슘, 인산, 유기물 등은 수량적 자료이므로 작목별 적정치를 기준으로 하여 상대값을 계산한다. 또한 토양의 화학적 성분 각각의 적정치가 고려된 상대값을 통해 적지적작을 분석할 수도 있고, 상대값 통합치를 이용하여 적지분석을 할 수 있다.

다섯번째, 기상요인도 작물의 생육에 주요한 영향을 미치는 요인이므로 적지적작분석에 있어 주요한 지표가 된다. 기상요인으로는 기온, 강수량, 습도, 풍속, 일조시간 등이 고려될 수 있는데, 범주형 자료와 수량적 자료에 따라서 작목별 적정치가 고려된 질적 등급값과 상대값으로 재분류할 수 있다.

여섯번째, 분석목적에 따라 작목별 생산량 또는 생산성, 혹은 식부면적을 이용하여 분석단위별 특화계수를 산출하는 것이다.

이러한 특화계수를 산출하여 마을단위 지역에서 실증적으로 어떤 지역이 특화지대인지 또는 취약지대인지를 파악할 수 있다. 특화계수를 통한 마을단위 지역의 특화지대와 취약지대를 작목별 최적 생육조건에 따른 적지적작분석과 상호비교하여 실증적 특화지대와 규범적 특화지대간의 유사성과 차이점을 비교·검토한다.

일곱번째, 농가 특성별 자료인 농가소득, 노동력, 학력, 농기계보유 등을 이용하여 실증적 특화지대 및 취약지대와의 관계를 분석한다.

여덟번째, GIS의 분석기능 중 핵심적인 것이 바로 중첩기능이다. 이는 각 주제도를 중첩시켜 일정논리에 따라 특정기준을 만족하는 적지적작을 찾아내는 공간탐색(Spatial search)기법이다. 주제도는 어떤 문제해결에 있어 각각 하나의 조건이 되며, 따라서 이들을 중첩시켜 여러 조건에 맞는 해결책을 찾아낸다.

아홉번째, 자연적인 요인에 의한 규범적 적지적작분석과 인문적인 요인에 의한 실증적 적지적작분석을 상호 비교하여 실증적 특화지대와 취약지대 등이 토양성분 및 기상요인에 의한 규범적 조건에 어느정도 일치하는지를 분석한다. 이러한 분석결과를 보다 쉽게 파악하고 시각화하기 위하여 GIS분석기법을 이용하여 코로플레스 수치지도를 작성한다.

5. 결 론

지리정보시스템(GIS)은 공간, 지리 및 지형정보를 입력, 획득, 갱신, 저장하여 연관된 자연지리정보는 물론 정치, 경제, 사회, 문화 등의 제반 속성 자료와 함께 처리·분석하여 그래픽 형태로 출력하는 컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어, 관련 자료 및 인력의 통합적인 체계이다. 의사결정에 있어 공간정보의 중요성이 날로 증대됨에 따라 지리정보시스템의 이용가치는 증대되고 있는 실정이다. 농업 및 농촌지역은 여타 산업 및 지역보다 훨씬 광범위한 공간문제를 다루고 있기 때문에, 공간과 관련된 의사결정을 지원하는 체계로 농업 지리정보시스템의 중요성은 강조할 만한 충분한 가치가 있다. 그러나 지금까지 GIS의 일부기능을 이용한 부분적 응용 연구사례가 있을뿐 아직 농림부문에서는 실용적인 농업 정보체계로서 GIS에 관한 체계적 접근이 되지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 GIS를 농업정보체계로 접목시키기 위한 시도로서 이에 관한 기본체계와 이를 통한 농업적 응용시도로서 적지적작 분석모형을 설계해 보았다. GIS에 관한 기존의 연구들이 막대한 투자비에 비해 실용성이 문제시되고 있거나 실용적인 GIS구축을 위해 재투자가 요구되고 있는 일부 사업결과를 유의하지 않을 수 없다. 농업 GIS구축에 있어서 이와 같은 현상과 제반 시행착오를 고려하여 본다면, 아직 초기단계에 있는 농업정보의 생산 및 이용수준에서는 데스크탑용 GIS S/W를 중심으로 농업 GIS를 활성화시켜 나가는 것이 바람직한 대안이 될 것으로 본다. 이와 같은 입장에서 전개해본 농업 GIS의 기본체계는 크게 자료입력, DBMS, 자료분석, 자료출력으로 구분정리될 수 있으며, 특히 DBMS의 공간자료와 속성자료의 연계 처리 및 관리기능과 더불어 GIS 분석기능으로 자료중첩, 공간분석, 지형분석, 네트워크분석 등의 효율적 활용은 「입력은 극소화, 출력은 극대화」라는 정보체계의 효율성 기준을 구현하게 될 것이다. 아울러 이러한 농업 GIS에 의해 설계해 본 적지적작분석모형은 사면방향, 고도, 경사, 도로, 하천 등의 공간자료와 토양성분과 기상요인인 자연요인, 작목별 생산량 또는 생산성, 식부면적과 농가별 특성자료인 인문요인을 종합적으로 고려하여 분석된 수치정보와 지리적 공간을 체계화하는 모형이다. 따라서 본 모형에 의해 얻어질 수 있는 결과는 공간자료의 종합적 분석과 토양의 이화학 성분과 기상요인, 작목별 생산량 또는 생산성, 식부면적과 농가특성자료가 동시에 분석된 정보가 통합된 것이 되므로 지금까지의 단편적인 분석결과와는 차이가 기대된다.

따라서 이 글을 마무리하면서 강조하고자 하는 것은 정보화시대를 맞아 국내 농업을 육성하는 제수단중에 가장 시급한 것 중의 하나가 농업(촌)용 GIS를 구축·이용할 수 있는 환경을 조성하는 것이다. 단, 농업(촌)용 GIS를 구축할 경우 중앙단위의 시스템과 지방 또는 자치단체단위의 시스템을 구비하여 어떤 농업·농촌·농민문제를 개선·해결하기 위해 어떤 유형과 규모의 GIS를 구축할

것인가를 명백히 하고 그 목표를 달성하기 위한 수단으로 치밀한 사전계획하에 경제적으로 저렴하면서 실용적 가치를 갖는 GIS구축의 대안을 가지고 임해야 할 것이다.

참 고 문 헌

과학기술처. 1993. 「지리정보시스템 활용기법」.

김충실. 1997. 2.「경북 농업 지리정보시스템 개발에 의한 적작지대구분과 농업잠재력 평가」, 경상북도 농촌진흥원 제1차년도 보고서,

김윤정. 1996. "산불 예측 모델에 관한 연구 - 북한산 국립공원을 중심으로-," 이화여대 대학원 석사학위.

김대종. 1995. "퍼지집합을 이용한 적지분석 의사결정에 관한 연구 - 부울논리와 퍼지논리에 의한 적지분석 과정의 비교분석-," 서울대 환경대학원 석사학위.

류복모. 1995.「지형공간정보론」, 동명사.

유근배. 1993.「지리정보론」, 상조사.

이동필 외. 1997.「농촌지역의 정보화 실태와 발전방향」, 한국농촌경제연구원.

임승빈. 1978. "조경계획에 있어서 적지분석에 관한 연구," 「농학연구」, 제3권, 2호, p.54

충청북도. 1993.「지리정보시스템 중기발전방안」.

한원식 외. 1996.「농업지대구분을 위한 농업지역정보 시스템과 농업입지평가 전산모형 개발」, 농촌진흥청.

한원식 외. 1996. "농업환경정보 시스템의 구축방안," 농촌경제 19(3), 한국농촌경제연구원.

Berry J.K., 1993. *Beyond Mapping: Concepts, Algorithms, and Issues in GIS*, GIS World.

Burrough, P. A. 1996. "Principals of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment," Oxford Science Publications, ISBN.

Carter, James R., 1988. "Digital Representation s of Topographic Surfaces," PE and RS, no. 11.

Cowen, D.J. and Shiley, W.L. Integrated Planning Information Systems. in Maguire, D.J., Goodchild, M.F. Rhind, D.W.eds, Geographic Information Systems Vol. 2: Applications, Longman, London.

Star, J., and Estes, J., 1990. Geographic Information Systems, PrenticeHall.

Steinitz C., 1976. Hand-Drawn Overlays: Their History and prospects, Landscape Architecture, Vol.9, p.448.

Tomlinson. 1990. Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, PrenticeHall.