

GIS와 농업정보망을 이용한 동적 의사결정 지원시스템

정하우* · 김대식** · 이정재* · 최진용*** · 김한중***

* 서울대학교 농공학과

** 서울대학교 대학원 농공학과

*** 서울대학교 농업개발연구소

Dynamic Decision Support System Using GIS and Network

* Chung, Ha-Woo · ** Kim, Dae-Sik · * Lee, Jeong-Jae

*** Choi, Jin-Yong · *** Kim, Han-Jung

* Dept. of Agricultural Eng., Seoul Nat'l Univ.

** Dept. of Agricultural Eng., Graduate School, Seoul Nat'l Univ.

*** Institute of Agricultural Science & Development,
College of Agri. & Life Sciences, Seoul Nat'l Univ.

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a dynamic DSS (Decision Support System) interfaced with GIS (Geographic Information System) and agriculture information network. In this study, DSS was developed to assist services which required tremendous and real time data in national scale. The data transmitted from the local area by the agriculture network were stored in DBMS (Data Base Management System) and analyzed by GIS. GIS and database tools used in this study were ARC/INFO 7.1.1 and INFORMIX 4.0.

ACSAS (Agriculture Calamity Service Asist System) by the system prototype was constructed to solve the problem about the drought counterplan service which was to take the responsibility in the Ministry of Agriculture. It was easy to transfer, process, and analyze the information using the system. Specially, the meteorological, the reservoir storage rate and the drought counterplan information were spatially analyzed by the functions of GIS.

1. 서론

의사를 결정하기 위한 일련의 과정을 체계화하여 전산화 한 것을 의사결정지원 시스템 (Decision Support System,

DSS)이라 한다. DSS는 컴퓨터를 기초로한 관리정보시스템 (Management Information System, MIS)의 특별한 형태이다. 과거의 정보시스템은 효율적인 의사결정을 위하여 관리정보를 제공하도록 설계되었지만, 이러한 접근이 실제 적용에

있어서 대부분 현실화되지 못했다. 이러한 문제를 해결할 수 있도록 구원된 것이 사용자 중심의 DSS (User-Oriented DSS)이다. 이것은 비용감소라는 효율 (efficiency)의 증가보다 반복업무의 감소와 더 좋은 의사결정을 내리게하는 효과 (effectiveness)에 더욱더 중점을 두고 있다.^{7),16)}

이러한 DSS는 현장을 대상으로하는 농업분야에 많이 적용되어왔는데, 이들의 적용에 관한 연구는 크게 DSS의 평가^{15),16),18),19),20)}, 소규모 범위^{10),12),14),21)} 및 대규모 범위^{5),9),16)}에 대한 적용에 관한 것의 3가지로 분류할 수 있다. DSS의 평가에 관한 연구로서 Reitsma (1996)¹⁶⁾는 수자원 시스템의 조 작관리를 지원하기 위한 해석 도구들로서 DSS의 단순한 역할 이상의 것에 관하여 논의한 바 있는데, 의사결정의 정치적, 구조적 및 사회적 차원을 지원할 수 있는 성분들을 포함하는 것이 필요함을 제안하였고, Thompson(1995)¹⁹⁾은 산림계획과 조작을 위하여 현실적으로 유용한 DSS를 평가 하였으며, Roland(1982)¹⁸⁾는 DSS 설계과정의 개념적 모델 개발, 모델 구성을 위한 적절한 소프트웨어의 선정, 다양한 조 직변수와 관리 의사 결정 요구의 상호작용을 설명하기 위 한 지식기반의 개발, 자료의 수집 및 분석을 통하여 상호작 용 (interactive) 컴퓨터 터미널을 사용한 DSS를 개발하였고, Noell(1992)¹⁵⁾은 현재의 DSS연구 개발과 농업에 사용하는 기 본 문제들을 제시하여 DSS를 농업에 적용하는 잠재적 이 점을 제시하였으며, Waksman(1992)²⁰⁾은 프랑스내에서 DSS의 위치를 평가한 바 있다. 소규모 크기의 DSS 적용으 로 Leenhardt(1995)¹⁰⁾는 포장용수량과 위조점을 직접 측정할 수 없을 때 토양 수분을 추정하기 위한 DSS를 개발하였고, Emblemton(1994)¹⁶⁾은 일반 농장관리와 위치 조건이 개인 우 물의 수질에 주는 영향을 분석하기 위하여 원형 DSS를 개 발·적용하여 DSS가 기존의 문서를 기초로한 수작업보다 컴퓨터 프로그램에 의한 것이 보다 정확하고 사용자 편의 를 위해 더욱 좋은 결과를 보였음을 입증하였으며, Wilmes(1994)²¹⁾는 센터피보트시스템에 의한 스프링클러 관 개를 위한 계획자와 관개자에게 많은 설계방법을 분석하기 위한 방법을 제공해주기 위해 DSS를 개발하였고, Huime(1992)¹²⁾은 농장관리 결정을 위한 DSS를 개발한 바 있다. 대규모 크기의 DSS 적용은 대부분 강 유역 크기에 관한 것으로서 Andreu(1996)⁹⁾는 복잡한 하천유역과 관계된 의사결정의 계획단계를 위한 일반적인 DSS를 설계하여 Segura와 Tagus 강 유역에 적용하였으며, 두 강 관리국이 이것을 현재 사용한다는 사실에 의하여 DSS의 가치를 증

명하였고, Dunn(1996)⁹⁾은 농촌 토지이용 변화의 증가가 주 는 경제적, 환경적 영향을 양적으로 평가하기 위해 NELUP DSS를 개발하였으며, Reitsma (1996)¹⁶⁾는 콜로라도 강의 수 자원 배분에 대한 사례 연구를 통하여 DSS의 효율성을 입 증하였다. 기타 관개조직의 물관리, 홍수예보 등을 위한 DSS의 개발 및 적용도 많이 연구된 바 있다.¹³⁾ 이들을 적용 범위에 대하여 분석해보면, 농업의 현장을 관리 또는 유지 하기 위한 DSS의 적용은 소규모에 많이 치우쳐져 있으며, 대규모 범위를 대상으로 적용된 예에서도 강 유역 크기에 한정되어 있다. 또한 자료와 분석 결과도 문자자료에 한정 되어 있기때문에 많은 문자자료와 공간자료를 필요로하는 국가차원의 농업을 관리하기위해서는 새로운 형태의 DSS 가 요구된다.

중앙정부가 관할하는 가물과 수해와 같은 농업재해 예 방업무에 대한 효율적인 시스템을 구축하기 위해서는 첫째, 전국단위의 공간정보와 속성정보를 관리할 수 있는 데이터 베이스, 둘째, 이들을 관리·운영할 수 있는 정보체계, 셋째, 전국을 시스템화할 수 있는 정보망, 넷째, 시스템의 효율적 운용을 위한 소프트웨어 등을 필수적으로 갖추어야한다.⁹⁾ 그러므로 대상업무가 많은 자료를 요구하고 자료와 정보를 공간적·시간적으로 분석할 필요가 있을때 공간데이터베 이스인 GIS (Geographic Information System)의 도입은 반드시 필요하며, 이 시스템이 신속한 자료와 정보의 전달을 요구 하고 의사 결정자에게 신속한 해답을 주어야 할 때 전산망 의 이용은 필수적이다. 따라서 전국을 대상으로 하는 광범 위한 시스템을 구축하기위해서는 GIS와 전산망을 결합한 DSS의 구축이 필요하다.

본 연구는 GIS와 전산망을 결합하여 전국을 대상으로하 는 의사결정지원 시스템을 구축하고, 농림부의 현행 재해예 방 업무를 분석하여 재해업무 지원 시스템 (Agriculture Calamity Service Assist System, ACSAS)을 개발하는 데 그 목적이 있다.

Ⅱ. 기본 이론

1. 의사결정지원 시스템

가. 의사결정지원 시스템의 정의

DSS는 개인, 단체를 막론하고 조직의 모든 수준에서 사

용되고 있는데, 이에관하여 Genity (1971)¹¹⁾는 "DSS는 복잡한 문제들을 풀기 위하여 밀접하게 상호작용하는 인간 지능의 효율적인 혼합, 정보기술 및 소프트웨어이다."라고 정의하였고, Desanctis et al(1985)⁸⁾에 의하면 "DSS는 비구조적인 문제의 해결을 촉진하는 상호작용 컴퓨터 기반 시스템이다."라고 정의된 바 있다. 여기서 촉진 (facilitation)의 의미는 DSS는 의사결정을 내리는 것이 아니라 의사결정 과정을 촉진시킨다는 것이다. DSS가 문제를 해결하는 것이 아니라 사람이 하는 것으로서 DSS는 문제를 해결하도록 지원해주는 것이다. 즉 DSS는 인간이 내리는 의사결정의 생산성과 질을 개선시키는데 사용되는 편의도구이다.

나. 의사결정지원 시스템의 구성요소

DSS가 갖추어야 할 중요한 요건들은 접근성 (accessibility), 유연성 (flexibility), 편의성 (facilitation), 학습 (learning), 상호작용성 (interaction) 및 사용성 (ease of use)의 6가지이다. 이것을 만족하기 위한 구성요소는 하드웨어, 프로그램, 자료, 인간 및 절차의 5가지로서, 이들 각각의 하부 구성요소들은 Table-1과 같다.⁹⁾

다. 의사결정지원 시스템의 특성

사용자지원 DSS의 특성은 크게 문제의 발견 및 해결, 상호작용 처리, 포괄적인 시스템의 접근의 3가지 중요한 특성으로 분류되며, 이들은 각각 Table-2와 같이 구체적으로 특성화 된다.¹⁷⁾

Table-1 Components of DSS

component	sub-components
hardware	- processing hardware - communications hardware - special-output hardware
programs	- dialogue management - model management - data management - systems programs - horizontal market DSS programs - vertical market DSS programs - in-house developed DSS programs
data	- DSS data compatibility - multiple versions of data
people	- personnel in a DSS department - where in the DSS department in the organization? - personnel in the Absence of a DSS department
procedures	- maintain procedures - use procedures

Table-2 Characteristics of user-oriented decision support system

characteristics	contents
Problem Finding and Problem Solving	- A broad approach to support decision making with an accent on "management by perception." - User-machine interface, which permits the user to retain control throughout the problem-finding and problem-solving processes. - User support in solving well-structured, semistructured, and unstructured problems. - Use of quantitative models. - Use of financial planning languages and statistical packages.
Interactive Processing Mode	- Query capabilities to obtain information by request. - Use of management work stations. - Convenient and easy to use approach. - Adaptive system over time
Comprehensive Systems Approach	- Integrated systems of functional areas. - Enlarged database, with integration of external and internal data elements. - Output directed to organization personnel at all levels.

라. DSS의 구조

Anav (1985)⁹⁾는 DSS의 기본적인 구조를 Fig.1과 같이 모델관리, 대화관리 및 자료관리의 관리부분, 모델기반, DSS DB, 외부자료 및 사용자의 5가지부분으로 분류하여 정의하였다. 또한 Desantis (1985)⁸⁾는 의사결정자가 그룹을 형성할 때 이를 GDSS (Group DSS)라 하였는데, 이로부터 본 연구에서는 Fig.1과 같이 외부자료를 농업전산망을 이용하도록 하였으며, 시스템의 관리부분을 GIS와 DB로 운용하도록 하여 상호작용의 기능을 가진 동적 의사결정지원 시스템을 개발하였다.

2 지리정보시스템

가. GIS의 개념

GIS는 지도를 컴퓨터에 입력하여 컴퓨터가 처리할 수 있도록 수치화하고 이로부터 공간해석이 가능하도록 데이터베이스화한 것이다. 인간이 살고 있는 지리공간을 도형인 점, 선, 면으로 심볼화하고 이에 관련된 문자자료를 연결, 저장한 후에 총체적으로 관리하는 자료, 하드웨어, 소프트웨어 및 인적자원이 결합된 시스템을 말한다. 즉, 컴퓨터를 이용한 지리공간자료를 처리하는 시스템을 통상적으로 GIS라고 한다. 여기에는 지리학, 측량학, 컴퓨터 공학, 컴퓨터 그래픽스, 데이터베이스, 위상수학 및 지도학 등의 다양한 개념들이 포함되어 있다. GIS는 자료의 입력 및 갱신, 자료의 관리 및 저장, 자료의 검색 및 분석 그리고 자료의 표시 및 출력 등의 기능들을 가진다.²⁾⁴⁾

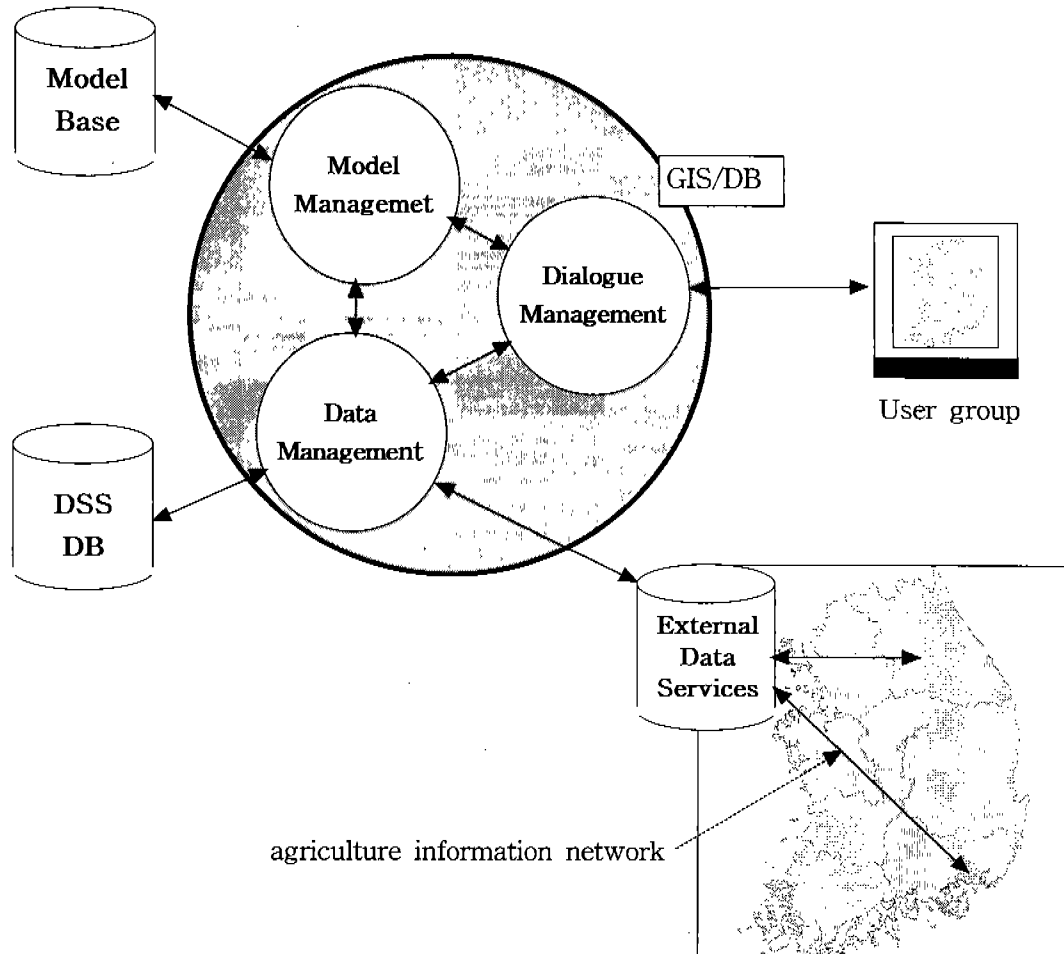


Fig.1 Dynamic decision support system.

나. GIS 소프트웨어

정보화 사회의 도래와 함께 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어의 진보, 데이터베이스 기술의 발전, 수치지도의 제작, 공간분석 기법의 발전에 따라 GIS의 응용분야도 다양해졌으며 그 규모도 대형화되어 왔다. 현재 사용되고 있는 소프트웨어는 매우 다양하다. 가장 많이 사용되고 있는 것은 ARC/INFO로서 도형자료와 속성자료를 결합한 대표적인 상업용 GIS 툴이다. Workstation의 UNIX OS와 PC의 DOS OS에서도 구동되는데, 이의 자료구조는 ARC에 해당되는 커버리지 (Coverage)와 이에 연계되는 속성자료는 INFO라는 자체 데이터베이스에서 관리된다. 그러나 INFO는 데이터베이스로서 어느 한계를 가지고 있기 때문에 일반적으로 INFORMIX, ORACLE 등의 DBMS를 연계하여 사용한다.¹⁾²⁾ 본 연구에서는 ARC/INFO 7.1.1과 RDBMS인 INFORMIX 4.0을 이용하여 Fig2와 같은 개념적인 시스템의 흐름도를 구성하였다.

3. 농업 정보망

현재 시군 통계사무소와 농림부 전산실간에 구축되어 있는 농업 정보망을 이용할 수 있다. 그러나 컴퓨터와 전산망의 발달과 전화망 또는 INTERNET 등의 지속적인 발전으로 앞으로 보다 더 효율적인 정보망으로 대체하는 것이 언제든지 가능하리라 본다. 그러므로 본 연구에서는 현재

운영중인 시군 통계사무소와 농림부간 농업정보망을 대상으로 구축하였다.

Ⅲ. 의사결정지원 시스템의 구축

1. 적용대상 업무

본 연구에서는 시스템 구축 대상을 농림부 재해대책업무로 하였다. 일반적으로 재해라고하면 많은 종류가 있으나 농업에서 가장 대표적인 것은 가뭄과 수해이다. 현재 농림부 재해예방 업무는 기상 및 지형의 지역적 특성에 따라 지역별로 계획이 수립되고 중앙 정부에서 이를 총괄하는 행정조직의 계층적 구조에 의해 수행된다. 이러한 재해예방 업무는 기상 자료와 각 지역의 지형 자료로부터 재해의 정도를 얼마나 신속히 분석 또는 예측하여 이에 대처하느냐에 따라 그 성패가 좌우된다. 또한 이 업무는 중앙과 지방에서 서로 대화를 할 수 있도록 시스템화되어야 한다.

2. 업무의 시스템 분석

재해업무는 행정조직에 의해 중앙-도·광역시·시·군·면의 계층적 구조로 관계기관과 상호 연계되어 운영된다. 시스템 분석 과정에 따라서 현행업무의 체계로부터 재해대책 지원 시스템의 설계에 이르기까지 구조적 분석에 의해 Fig3과 같이 모형화할 수 있다. Fig6에서 처럼 현행업무를

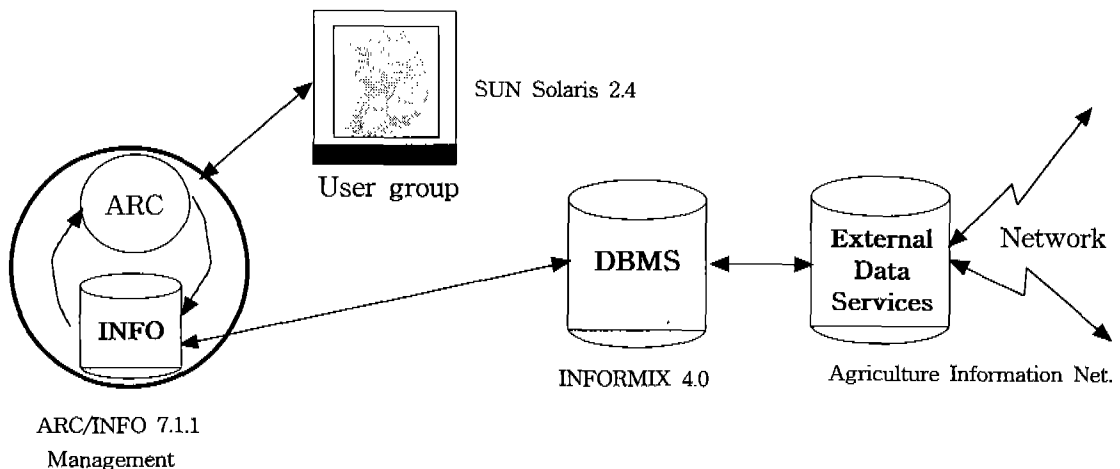


Fig.2 Schematic diagram of the agriculture information system.

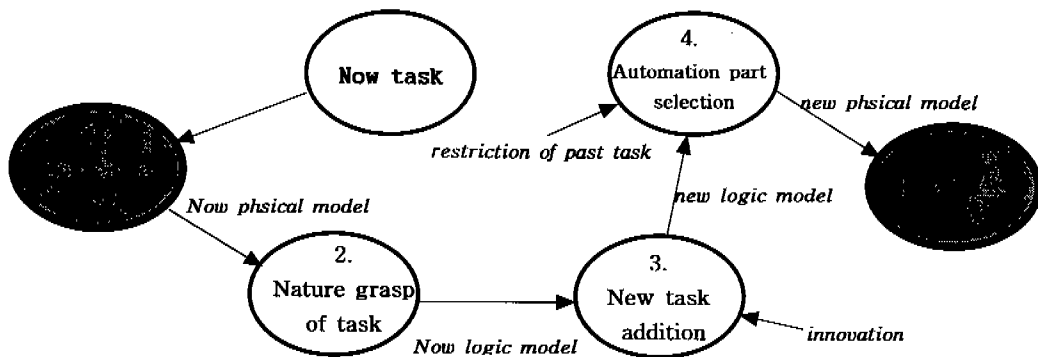


Fig.3 The procedure of system structure analysis in the agriculture calamity service.

모형화하고 정책의 기저를 파악·수립하여 현행논리모형을 구성하며, 새로운 요구사항을 추가한 후 새로운 논리 모형을 설정한 뒤에 구체적 재해예방 업무지원 시스템을 설계하게 된다.

3. 시스템의 설계 및 구성

우리나라의 농업 재해대책 업무체제를 Fig4와 같이 각 지역의 현황자료와 기상 자료를 중앙 상황실에서 수집, 분석하고 관계기관과의 상호 공조를 통하여 최적 대책 수립을 지원하도록 모형화할 수 있다. Fig4는 ACSAS의 개념적 모델을 나타낸다. 이것은 크게 기상청의 기상자료와 시·군·면의 재해관련자료를 전산망으로 전송받아 자료처리를 통해 DB에 저장되며, 최종적으로 GIS 기능에 의해 분석되도록 구성되었다. 이 시스템을 바탕으로하여 ACSAS의 하부시스템은 한해, 수해, 저수율, 기상, 통계 및 빈도분석 시

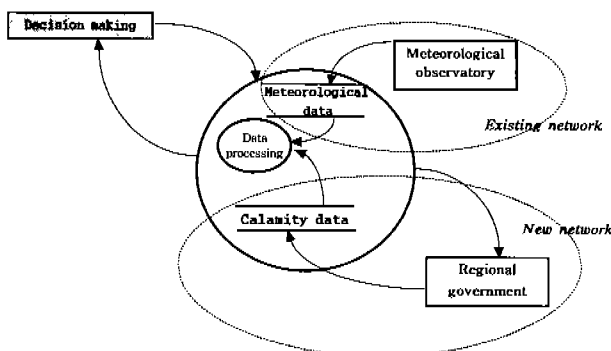


Fig. 4 Conceptual model of agriculture calamity service.

스템으로 구성되고, 이들의 운용을 위한 문자자료 운용 시스템, 자료관리 시스템, 타기관 정보호환 시스템, 보고서 작성 및 출력시스템의 8가지로 구성된다.

IV. ACSAS의 구축 및 적용

1. ACSAS의 구축

ACSAS는 전체 8개의 하부시스템으로 구성된다. 그러나 본 연구에서는 이 시스템의 8개 하부 시스템 중에서 Fig5의 기상, Fig6의 한해대책 현황의 2가지를 나타내었다. Fig5는 전국 평년 평균 등우선, 연도별 평균 그래프, 순별, 측후소별, 누가강우의 부족량, Fig6은 전국/경북/경주/안강읍 순으로 모내기 대책계획 현황의 공간적 검색 현황을 나타내고 있다. Fig5는 기상청의 자료를 DBMS에 저장한 후에 측후소, 행정구역 및 전국 단위로 순별, 년별로 통계처리하는 프로그램을 구성하였으며, 이의 결과들을 ARC/INFO의 ARC와 GRID모듈에서 등우선과 그래프로 나타내는 AML을 구성하였다. Fig6은 시·군·읍·면 자료를 DBMS에 저장하고, 이들을 응용프로그램에 의해 보고서와 ARC/INFO와 연결을 위한 자료로 처리하여 최종적으로 GRID 모듈에서 각 지역단위로 관련자료별로 분석하도록 하였다. 이들 화면 표시와 그래프 도시를 위한 프로그램들은 각 메뉴를 선택하므로써 실행되며, 측후소와 각 행정구역에 관한 정보들은 측후소 커버리지와 도, 군, 면의 각각에 해당하는 커버리지들로부터 대상 지역을 마우스로 화면상에서 선택하므로써 검색되도록 하였다.

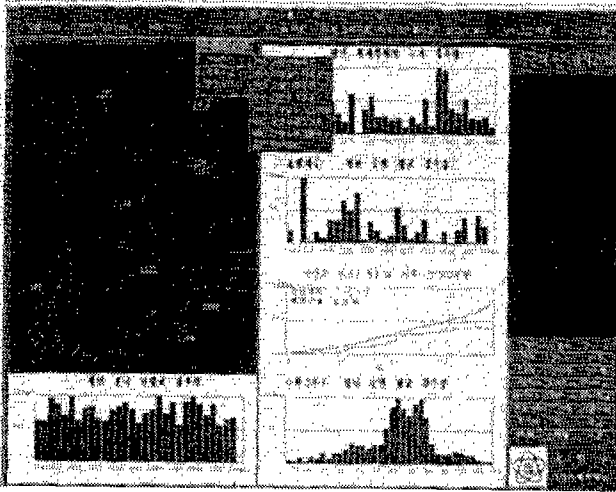


Fig.5 Meteorological analysis system of ACSAS.

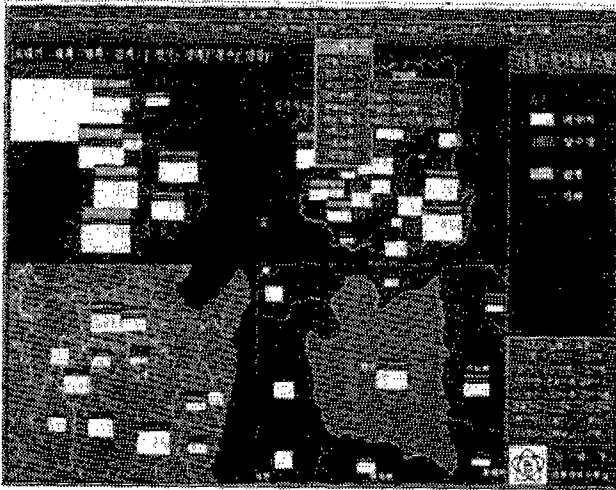


Fig.6 Drought counterplan system of ACSAS.

2. ACSAS의 의사결정 지원 예

ACSAS의 가뭄대책업무에 대한 의사결정지원 기능은 기본적으로 강수와 저수율 현황을 분석할 수 있도록하여 Fig.6에서처럼 전국, 도, 시·군, 면단위의 모내기 대책, 현재 시설의 월별 및 강수 상황별 급수능력, 급수 부족에 대한 대안, 예비 및 비상계획과 가뭄대책 사업 추진 실적 등에 관한 자료를 분석 및 검색할 수 있도록 하는 것이다. 이로부터 Fig.7과 같이 가뭄대책사업을 업무 담당자에게 월별·강수상황별로 종합적으로 분석토록하므로써 계획지원 유무와 지원 정도를 파악할 수 있게 할 수 있다. Fig.7은 경상남

도 밀양군 상남면의 경우에 강수와 저수율 상황과 5월말의 평년, 평년 70%, 평년 50%의 강수시에 가뭄대책 계획과 사업 종류와 규모를 나타낸다.

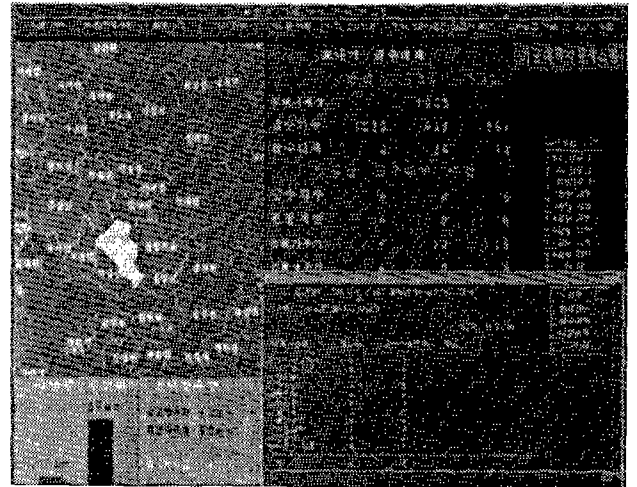


Fig.7 Information for decision making in ACSAS.

V. 요약 및 결론

본 연구에서는 GIS와 전산망을 이용하여 전국을 대상으로 하는 농업정보체계를 구성하여 이로부터 상호작용하는 동적 의사결정지원 시스템을 구축하였다. 구축된 시스템의 적용을 위하여 농업 재해인 가뭄과 수해에 관한 대책 업무를 모델화하였으며, 이를 전산 시스템으로 구성하여 ACSAS를 개발하였다. ACSAS는 ARC/INFO의 기능을 이용하여 사용자편의시스템으로 개발되었다. 외부자료는 전산망을 이용하도록 하였으며, 이들의 분석과 운용은 관계형 데이터베이스 INFORMIX를 사용하였다. 기존의 일반적인 DSS와 비교해보면 ACSAS는 DSS의 장점인 전형적인 효율(Efficiency)과 효과(Effectiveness)의 증가와 공간데이터베이스인 GIS의 결합으로 탁월한 분석기능 갖추었다고 사료된다. 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 시스템의 사용자자료는 기상청 기상자료, 시·군 저수율자료, 시·군·면단위의 가뭄대책 자료로서, 농업전산망을 이용하여 상호작용하도록 구성하여 업무 담당자들이 전화와 팩스 등의 종이 문서에 의한 단순 반복작업을 효율적으로 전산화하도록 하였다.

2) 농업 전산망은 시군통계사무소와 농림부 전산실의 전산망을 이용하도록 하였다. 그러나 전산망은 앞으로 많은 개선과 발전을 가져올 것이므로 추후에 다른 망을 이용하는 것이 가능하도록 하였다.

3) 관계형 데이터베이스 INFORMIX를 이용하여 기상 및 저수율자료와 약 1400여개에 달하는 면단위 가뭄대책 자료 등의 모든 자료를 효과적으로 관리·운용하도록하였다.

4) GIS의 공간분석 기능에 의해 분석자료의 공간적 (지역적) 분석이 신속히 이루어졌으며, 이로부터 지역간 대책

현황의 파악이 용이하였다.

전국을 대상으로하는 하나의 체계를 구성할 때 자료와 정보의 방대함과 지역적 거리에 의해 많은 어려움을 가진다. 특히, 전국토의 대부분을 차지하는 농촌공간을 그 대상으로할 때 많은 자료는 물론이고 복잡한 지형공간자료도 요구하는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서 개발한 ACSAS의 정보체계는 이들로부터 효율적인 의사결정 시스템 구축에 관한 기준 사례가 될 것이라 사료되며, 농업과 농촌공간에 대한 많은 응용성이 있을 것이라 판단된다.

參 考 文 獻

1. 고재균 외, 1990~1991, 간척자원자료 D/B 구축(Ⅲ)~(Ⅳ), 농림수산부, 농어촌진흥공사.
2. 고재균, 정하우, 1991~1993, 농어촌용수 이용 합리화 계획 자료정보 D/B 구축연구(Ⅰ)~(Ⅲ), 농림수산부, 농어촌진흥공사.
3. 김한중, 정하우, 이정재, 최진용, 김대식, 1995, GIS/DB를 이용한 농업정보체계의 구축, 한국농공학회 학술발표회 논문집.
4. 유근배, 1990, 지리정보론, 상조사.
5. Andreu, J., Capilla, J. and Sanchis, E., 1996, AQUATOOL, A generalized decision support system for water-resources planning and operational management., J. of hydrol., v. 177 (3/4) p. 269-291.
6. Ariav, Gad and Michael J. Ginzberg, 1985, DSS Design: A systemic view of decision support., Communications of the ACM, Vol.28, No.10
7. David K., 1989, Management information systems, McGraw-Hill Book Co.
8. Desantis, G. and R. B. Gallupe, 1985, Group decision support systems, a new frontier., Data Base, Vol.16, No.2
9. Dunn, S. M., MacKay, R., Adams, R. and Oglethorpe, D.R., 1996, The hydrological component of the NELUP decision-support system: an appraisal., J. of hydrol., v. 177 (3/4) p. 213-235.
10. Embleton, K. M., Engel, B. A. and Jones, D. D., 1994, Evaluation of a farmstead drinking water quality decision support system., Appl-eng-agric. St. Joseph, MI : American Society of Agricultural Engineers, v. 10 (6) p. 863-869.
11. Gerrity, T. P., 1971, Design of man-machine decision systems, An application to Portfolio management, Sloan Management Review, Vol.59
12. Huirne, R. B. M., and Dijkhuizen, A. A., 1992, Application of decision support and expert systems in farm management., Schiefer,-G. (ed.) (Bonn Univ. (Germany). Inst. fuer landwirtschaftliche Betriebslehre). Integrated systems in agricultural informatics, Bonn (Germany). ILB., p. 165-176.
13. Labadie, J. W., Brazil, L. E., Corbu, I., and Johnson, L. E., 1988, Computerized decision support systems for water managers., ASCE.
14. Leenhardt, D., 1995, Errors in the estimation of soil water properties and their propagation through a hydrological model., Soil-use-manage. Oxford : CAB International., v. 11 (1) p. 15-21.
15. Noell, C. A. W., 1992, Can we put Decision Support Systems into practice? Strategic principles of DSS implementation and integration in agriculture., Schiefer,-G. (ed.) (Bonn Univ. (Germany). Inst. fuer landwirtschaftliche Betriebslehre). Integrated systems in agricultural informatics, Bonn (Germany). ILB. p. 137-147.
16. Reitsma, R. F., 1996, Structure and support of water-resources management and decision making., J. of hydrol., v. 177 (3/4) p. 253-268.
17. Robert J. T., 1988, User-oriented decision support systems, Prentice-Hall International Editions.

18. Roland, R. J., 1982, A decision support system model for technology transfer., J. of Technol-Transfer, Indianapolis, Ind. : Technology Transfer Society., v. 7 (1) p. 73-93.
19. Thompson, W. A., and Weetman, G. F., 1995, Decision support systems for silviculture planning in Canada., For-chron, Ottawa : Canadian Institute of Forestry., v. 71 (3) p. 291-298.
20. Waksman, G., 1992, Agro informatics and decision support systems in France., Quarterly-Bulletin-of-IAALD (IAALD)., v. 37(1-2) p. 112-119.
21. Wilmes, G. J., Martin, D. L. and Supalla, R. J., 1994, Decision support system for design of center pivots., Trans. of ASAE, v. 37 (1) p. 159-164.