

농업기상 정보의 활용 전망

이 병 렬

기상청 응용기상국
(2000년 3월 6일 접수)

Prospects on AgroMeteorological Information for Agricultural Applications

Byong-Lyol Lee

Korea Meteorological Administration Seoul 156-720, Korea

(Manuscript received 6 March 2000)

ABSTRACT

This paper is to introduce distinctive trends in Agrometeorological Information(AgMI) these days, as well as newly emerging technologies from advanced sciences that are promising to enhance production and dissemination of AgMI in the future. The basic concept and important characteristics of AgMI were described either in general or in technical terms. Then AgMI was rather arbitrarily classified here into several groups, simply to show the diversity of AgMI resources available and technologies employed. The production, management, dissemination and communication of AgMI are envisaged to some extent together with the introduction of current status of AgMI production in Korea. Finally a couple of personal prospects on AgMI for agricultural applications are listed in terms of applicable subjects in Agricultural activities, current practicing cases in Korea and future perspectives for sustainable agriculture.

Key Words : Agrometeorological Information, Dissemination, Communication

I. 농업기상정보의 개념과 특성

1.1. 일반적 특성

농업기상은 우리의 노력여하에 따라 재해와 자원의 양면성을 지니게 되므로 농업기상정보는 농가 수익증대와 국가 식량안보를 위해 그 활용가치가 높은 중요한 국가자원정보라 할 수 있다. 농업기상정보는 농업생산의 효율화, 안정화 및 농업자원의 합리적인 관리에 유용한 다양한 형태의 정량화된 기상관련정보라 할 수 있다. 여기에는 기상자료는 물론 농업기상 관측, 수집, 가공, 저장, 분배, 평가, 보완에 이르는 여러 가지 방법과 수단, 도구, 기술 등 광의의 기상관련 정보와 기술, 그리고 그 응용산물도 모두 포함된다. 물론 최종수요자의 활용과 대처능력에 따라 그 가치가 크게

달라질 수 있기 때문에 사용자의 농업기상정보의 중요성에 대한 인식정도도 매우 중요하다(Rijks *et al.*, 1999). 농업기상정보의 수요자는 매우 다양하여 농업현장의 농민으로부터 농어민협회 등 기관은 물론 이를 지원하기 위한 연구분야, 현장적용을 이끌어 가는 지도분야와 종합적인 농업정책의 기획, 수립, 집행, 평가를 담당하는 정책결정자로 대별할 수 있다(Baradas and Sutrisno, 1981).

1.2. 기술적 특성

농업기상정보의 어려운 점의 하나는 다른 농업기술에 비해 농업현장 적용을 위한 기술이전이 상당히 어렵다는 점이다. 기상과 농업생산간의 상호작용은 역동적이고 복잡하여 직접 또는 간접적인 영향을 서로 주

고 받는다. 농업기상기술은 끊임없이 변화하는 기상을 농업생산의 자원으로서 영농활동에 접목시키는 기술이라 할 수 있다(윤진일, 1999). 농업기상정보는 농민이 직접 관측, 수집, 생산하기보다는 전문기관의 도움을 받아 생산되는 일기현상 또는 기상예보가 전문가의 가공과정을 거쳐 최종사용자에게 제공되게 된다. 농민의 경우 기상의 직접적인 영향에 관해서는 스스로 의사결정과정을 개발 평가할 수 있으나 기상의 간접적인 효과에 대해서는 외부 전문가의 도움을 필요로 한다. 최근 영농의사결정지원을 위한 전문가시스템이 농업기상정보의 현장활용 방안으로 활발하게 개발되고 있다. 이러한 특징들은 농업기상정보의 활용과 보안을 더욱 어렵게 만드는 요인이 되고 있다.

이를 해결하기 위한 방안으로는 국가기관과 지방자치단체, 연구 및 학술기관 등에 농업기상서비스를 제공하기 위한 전산기술, 시뮬레이션모형, 기상관련지식, 정보네트워크를 망라하는 농업기상센터의 설립을 생각할 수 있다. 일반기상예보는 물론 농업용 특정요소의 예보, 농업기상관측, 국지예보의 적절한 배분을 위한 보다 정교한 기상정보시스템의 필요성이 커지고 있는 것이다.

II. 농업기상정보의 구분

2.1. 정보의 구분법

농업기상정보는 가공정도에 따라 직접관측된 1차정보, 이를 가공한 2차정보, 공간내삽추정에 의한 3차정보, 시간외삽 추정에 의한 4차정보로 편의상 구분할 수 있다(Lee, 1999). 1차정보는 종관관측, 또는 농업기상관측 등 지상관측으로부터 직접 생산되는 자료를 가르키며 농업기상정보의 가장 기본이 되는 정보라 할 수 있다. 2차정보는 실제 관측된 1차정보를 농업의 활용분야와 목적에 맞도록 경험 또는 지식을 활용하여 단순지수로 만든 정보로 지금까지 가장 널리 사용되어 오고 있다. 가장 대표적인 예가 적산온도, 온량지수, 한발지수 등으로 대개의 농업기상지수들이 이 범주에 속한다고 할 수 있다.

과거에는 주로 포장을 중심으로 연구와 실험을 수행해 온 관계로 기상관측자료의 지역대표성이 크게 문제되지는 않았으나 지역단위의 농업기상연구가 점차 확산되면 기상관측이 되지 않는 지역에 대한 기상요소의

추정이 필요하게 된다. 이와 같이 관측소가 없는 지점에 대한 공간내삽 추정에 의해 생산된 농업기상정보는 3차정보로 분류할 수 있으며 이는 주로 국지단위 분포도를 작성하는데 효과적으로 활용된다.

한편 공간내삽과는 달리 시간외삽, 즉 통계적인 방법에 의해 과거자료를 토대로 미래의 농업기후정보를 생산하여 활용하기 위한 방법도 널리 이용될 것으로 기대되고 있다. 이와 같이 시간외삽에 의해 생산되는 농업기상정보는 4차정보로 구분할 수 있으며 기상/기후생성프로그램(Weather/Climate Generator)은 그 대표적인 예라 할 수 있다.

가용 산물의 측면에서 본다면 이들은 기본자료, 일차가공자료, 복합유도자료, 예보형자료, 고객지정자료로 구분되기도 한다. 이러한 구분은 임의적인 것이기 때문에 농업기상정보는 자료분석 및 결과물 개발에 필요한 방법, 기술, 소프트웨어, 및 전문성 여하에 따라 다양한 구분을 할 수 있으며 주로 농업현상과 기상조건간의 관계식의 개발, 기술 및 이용에 초점을 맞추어 작성 이용되고 있다(Rijks *et al.*, 1999).

2.2. 기술 발전

90년대 이후 다양한 첨단전산기술들이 농업기상분야에도 활발하게 접목되어 이용되기 시작하였다. 농업생태계 평가를 위한 국지단위 모의모형의 활용, 원격계측정보의 활용 등은 농업분야에서 널리 활용되고 있는 첨단 신기술의 대표적인 사례가 되고 있다. 이러한 신기술들은 또한 농업기상정보를 생산하는 데에 이용될 뿐만 아니라 가장 중요한 환경요소로서 농업기상정보를 필요로 한다(Maracchi *et al.*, 1999).

현재 널리 사용되고 있는 대표적인 작물 성장 및 수량 예측모형에는 CERES-Maize (Jones and Kiniry, 1986), ORYZA1(Kropff *et al.*, 1993), SOYGRO (Jones *et al.*, 1983), 그리고 이들로부터 파생된 변형모형들을 들 수 있다. 작물모형의 다른 종류는 범용모형(generic model)으로 모든 작물에 공통적인 전과정, 광합성, 증발산 등을 하나의 모형으로 모의하되 작물별로 특이한 생리 및 생태학적 특성 등에 관한 특유정보를 적용하는 방법이다(Penning de vries *et al.*, 1989). 한편 회귀형 수량예측모형은 가장 단순한 형태의 모의모형으로 서술형모형의 한 종류라 할 수 있으며, 기후학적 및 관련변량과 수량과를 연관짓는 방법으로 20세기 초반부

터 널리 활용되어 오고 있다.

또 하나의 새로운 기술로는 지리정보시스템을 들 수 있으며 농업분야에서는 주로 국지단위 환경 및 자원관리 문제 해결을 위해 필요한 의사결정지원시스템(Decision Support System)이나 전문가시스템(Expert System) 개발을 위한 기반기술로 널리 활용되고 있다(Hoogenboom *et al.*, 1999). 이들 역시 모두 기상정보를 가장 필요한 기본적인 입력자료로 이용하거나 기상정보를 추정 생산하는 기술로 매우 유망하기 때문에 앞으로 농업기상분야에서의 적극적인 활용이 기대되고 있다.

이와 같은 신기술과 관련된 농업기상정보는 기존의 표준기상관측자료로부터 파생 또는 유도되는 농업기상정보에 비해 보다 다양하고 복합적인 특성을 지니게 되었다. 따라서 농업기상정보의 개념도 과거의 단순지수개념에서 벗어나 이와 같은 신기술에 적합한 형태의 보다 상세한 시간적, 공간적 해상력은 물론 기존의 종관 및 기후요소와 함께 에너지수지 관련 요소를 이용하는 데까지 확대될 필요성이 있게 되었다. 한편 효율적인 농업기상정보의 수집과 배분을 위한 전산네트워크는 물론 실시간 기상정보 공유기술, 사용자와의 양방향 정보교환을 위한 인터페이스 등도 앞으로 광의의 농업기상정보에서 다루어야 할 것이다(Lee *et al.*, 1998; Doraiswamy *et al.*, 1999).

III. 농업기상정보의 생산

농업기상정보시스템은 일반적으로 다음과 같이 구성된다. ㉠ 관측 : 정규관측, ㉡ 수집 : 실시간(Real-time), 품질검증 (Quality Control), ㉢ 저장 : 데이터베이스 (DataBase)화, ㉣ 가공 : 내외삽추정(inter-, extrapolation), 분석, ㉤ 배분 : 전산네트워크, ㉥ 활용 : 사용자 공유, ㉦ 사용자피드백 등이다.

3.1. 수집 관리

농업기상 연구와 현장활용에 필요한 정보의 생산을 위해서는 다음과 같은 3가지 유형의 자료가 기본적으로 필요하다. 먼저 온도, 습도 등과 같이 대기의 특성을 표시하는 기상요소의 시공간적 분포특성에 관한 자료를 들 수 있으며, 작물, 가축, 병해충 등 생물체가 영향을 받는 외부조건을 특징짓는 기상 외적 환경자료, 그리고 균집밀도, 생리대사, 생육상 등에 관련된 생물

학적 자료가 모두 여기에 해당한다. 또한 이들 자료간의 상호작용 역시 농업기상정보의 가장 기본이 되는 중요한 자료가 되나 본 장에서는 기상자료만을 중심으로 설명하고자 한다.

첨단기술의 사용이 쉬워지고 운영비용이 상대적으로 저렴해지자 많은 국가기상기구들은 운영비용을 절감하기 위해 기상관측망의 자동화에 힘쓰고 있다. 자동관측시스템(Automatic Weather System)은 자료수집의 효율을 높이며, 기상예보와 매일매일의 의사결정을 위해 필요한 자료를 실시간에 활용할 수 있는 길을 열게 되었다. 한편 기상자료의 양이 빠르게 증가함에 따라 자료의 질을 유지하기 위한 정밀도 향상이 요구됨에 따라 기기의 검증과 기상관측소의 효율적인 운영을 위한 노력도 더욱 요구되고 있다(Doraiswamy *et al.*, 1999).

지상종관관측 외에도 별도의 농업기상관측을 수행하는 경우가 있다. 우리 나라의 경우 농업기상관측의 기본요소로는 층위별 기온 및 습도, 지중온도, 토양수분 함유량, 하층대기의 요란, 일사 및 일조, 수분수지 관련요소 등이 있으며, 부가요소로는 기상재해와 병충해 현상, 작물의 생육 등에 관한 정보를 조사하고 있다. WMO규정에 따라 현재 대전기상청 산하 수원기상대를 기본농업기상관서(Principal Agrometeorological Station)로 지정하여 운영하고 있으며 이외에 주요 농업지역을 대표하는 십여 곳에 보조농업기상관측소(Auxiliary Agrometeorological Station)를 운영하고 있다.

농업기상자료는 영농관리지원, 식량안보해결 및 기술개발 등 다양한 목적을 위해 활용된다. 따라서 사용목적에 따라 요구되는 농업기상자료도 크게 달라지게 된다. 활용가능한 자료의 폭도 기존의 기상관측자료와 같은 기후자료는 물론 다양한 통계분석자료, 실시간 기상자료, 예보자료 등으로 그 범위가 크게 확대되고 있다. 이와 같이 과거에 비해 훨씬 많은 양의 정보를 보다 손쉽게 이용하기 위해서는 일정표준을 정해 자료를 보다 체계적으로 관리해야 할 필요성이 커지고 있다. 체계적인 자료관리는 자료의 튼튼한 기초에 바탕을 둔 고도의 분석을 수행하는데 결정적인 역할을 하게 되며, 양질의 자료와 분석과정이 결정적인 농업기상정보를 창출할 수 있을 것이며 또한 농업현장에 유용한 정보를 제공할 수 있게 될 것이다.

3.2. 공유 배분

기상정보의 효과적인 활용을 위해서는 기상현황, 기상예보, 기타 기상관련정보 등의 시의적절한 배분이 필수적이다. 이는 의사결정자에게 기상정보를 효율적으로 제공하기 위한 기상정보시스템을 국가기구가 지원해야 한다는 전제하에 가능하다. 맵스컴을 이용하여 기상에 민감한 농업활동을 지원하기 위한 배분방법은 앞으로 그 중요성이 커질 것으로 기대되고 있다. 그러나 맵스컴을 통해 배분할 수 있는 기상정보의 양과 종류에는 한계가 있으며, 지금까지의 기상정보시스템은 국가기상기구로부터 최종사용자에게 의사결정지원 시스템의 운영과 검증에 필요한 기상관측, 생물관측 및 기타 정보를 사용자에 의한 현장에서의 평가없이 일방적으로 전달하고 있다. 미래지향적인 기상정보시스템은 설계와 운영에 있어 이러한 점을 충분히 배려하여야 할 것이다.

Crowther(1983)은 일찍이 농업기상정보시스템에 대해 포괄적인 견해를 다음과 같이 제시한 바 있다.

1) 제공정보는 질적인 면에서 적절성(relevance), 다른 자료원과의 중복성(redundancy), 시의성(timelessness), 주기성(periodicity), 정규성(regularity), 소멸성(perishability), 수량성(quantity), 자료의 압축성(compression) 및 정확성(accuracy)을 지녀야 한다. 2) 시스템구축의 목적은 최종사용자를 영농관리의 효율성 제고에 필요한 정보와 연계하는 것으로 활용미흡, 특정기술의 조기도입, 사용자 요구사항 또는 기관의 여건에 맞지 않는 정보, 부적절한 지원시스템, 경제적 비효율성 등에 대한 고려가 충분치 못할 경우에는 문제가 되며, 3) 모든 사용자의 여건을 충족하기 위한 목적으로 통합기상정보시스템을 개발하고자 하는 경우에는 과욕과 고비용 등으로 활용이 극히 부진한 시스템이 될 수 있고, 4) 정보지원시스템은 서비스제공에 적절해야 하며 이를 지원하기 위한 기능으로 자료수집, 농업기상 관측망의 확충과 유지보수, 자료관리, 품질관리, 자료분석, 의사지원소프트웨어의 운영 및 활용산물의 개발을 들고 있으며, 5) 기상정보시스템 보완의 최대 걸림돌로는 인적자원의 부족을 들고 있다.

기술, 지식 그리고 역량은 보유하고 있으나 분야간 유기적인 연계성이 부족하여 분산되어 있는 것도 커다란 문제점인 것으로 지적하고 있다. 따라서 최종사용

자가 시스템개발에 적극 참여하여 전문가에게 부족하기 쉬운 영농관리 현장지식을 보완할 필요성이 있음을 지적하였다.

3.3. 국내 현황

우리 나라 기상청의 농업기상을 포함한 기상정보의 활용단계를 요약하면 다음과 같다(기상청, 1999). 기상예보업무를 효율적으로 수행하기 위해 기상청은 '96년부터 기존 기상통신시스템을 대신하여 "종합기상정보시스템"을 구축하여 운영하고 있다. 이 시스템은 산하기관에서 매시간 관측한 기상자료와 일본 및 북경기상청을 통하여 3시간, 12시간 간격으로 전세계 기상관측자료를 수신하여 분석시스템에 전달하여 분석된 결과를 다시 산하기관과 유관기관에 분배하는 시스템이다. "종합기상정보시스템"의 분석영역은 동북아시아를 주된 분석영역으로 설정하고, 분석대상은 공간규모가 수백km이상, 시간규모 1-3시간 이상의 기상현상인 종관규모기상을 대상으로 한다. 그러나 우리 나라의 주요 기상재해인 집중호우 등은 소규모의 기상현상으로 공간규모가 수수십km, 시간규모가 수십분-수시간으로 종관기상 분석시스템으로는 감시 및 추적이 어려우며 예측하기는 더욱 어렵다. 우리 나라의 경우 약 70여개소의 기상청 종관관측망(기상청-기상대 관측소)은 관측지점간 평균거리가 약 60 km, 관측시간간격이 1시간(방재기상 외 3시간)으로 국지악기상을 관측하기에는 부적절하다.

이러한 악기상을 효율적으로 감시/추적 및 예측하기 위해서는 조밀한 관측망의 구성, 자료수집주기의 단축 및 예측기술 개발이 필요하다. 따라서 기상청에서는 '90년부터 '95년까지 전국에 약 400여대의 무인자동 기상관측소(AWS:Automated Weather Station)를 설치하여 관측망밀도를 평균 20 km 이하로 조밀화하고, '96년 "국지기상 연속감시 시스템 구축 사업"으로 기상청 네트워크를 초고속망을 사용한 라우터(Router) 전산망으로 교체하였다. 그리고 이러한 자료를 분석하기 위한 전용서버의 설치, 분석 및 표출프로그램의 개발을 통하여 수집/분석주기를 1시간에서 1분으로 단축함으로써 실질적인 실시간 악기상감시가 가능하게 하였다.

국지기상 연속감시시스템은 전국 400개소에 설치된 AWS자료를 실시간(매분)으로 수집, 분석, 배분, 표출

하여 악기상을 감시 추적하는 시스템이다. 주요 분석 대상은 한반도를 중심으로 공간규모 100 km이하, 시간 규모 10분에서 12시간 정도의 악기상, 특히 집중호우를 감시하고 있다. 이 시스템은 AWS, 국지수집장치, 주전산기, 표출용 W/S, 초고속 네트워크로 구성되어 있다. 현재 방재용 무인자동기상관측장비는 매초 0.1C 단위위 기온, 0.25초마다 풍향/풍속, 매분 강수량과 강우감지를 관측한다. 강수감지는 전기전도도 방식으로 강수유무만을 감지하며, 강수량은 0.5 mm전도식 우량계로 측정한다.

국지수집장치(LAU: Local Acquisition Unit)는 모뎀을 통하여 수신된 AWS자료를 라우터통신망을 이용하여 TCP방식으로 주전산기에 전달하는 중계역할을 하는 장비이다. 단 10초이내에 모두 수신하여 주전산기로 전송할 수 있다. 또한 네트워크 단절에 대비하여 최근 4시간분의 매분자료를 보관하고 있다. 주전산기(NR4636)는 중형컴퓨터로 전국의 AWS자료를 매분 15초까지 수집하여 품질검사, 저장, 분석 후 결과를 매분 40초 이내에 지방의 각 표출용 워크스테이션(W/S)으로 네트워크를 통하여 전송하며 또한 인터넷 웹(Internet Web)을 통한 자료검색 및 표출기능을 제공하고 있다.

한편 기상청은 국가 농업기상업무 개선을 위해 1998년부터 농림부 산하 한국농림수산정보센터 (AFFIS, 1999) 및 경희대 농업기후연구실과 공동으로 인터넷과 PC통신을 통한 농업기상정보 서비스를 제공하기 시작하였다. 농촌진흥청 또한 PC통신과 인터넷을 이용한 농업기상정보와 기상재해관련 정보 및 재해경감대책에 대한 대농민 서비스를 실시하고 있다. 앞으로 국가 농업정보 서비스 전문기관인 AFFIS, 농촌진흥청의 대농민 지원을 위한 농업기상정보 제공역할에 거는 기대가 크다.

기상청과 농진청은 1999년부터 농업기상분야의 공동 협력을 통하여 최근에 빈발하고 있는 이상기상에 대응할 수 있는 기술적 대책을 마련하여 농축산물의 안정적 생산을 도모하고자 농업기상 협력을 위한 위원회를 상시 운영하고 있으며, 앞으로 이를 상설조직화 하는 방안을 검토하기로 하였다. 농업기상관측, 농업기상연구 및 농업기상정보서비스 분야로 구분하여 실질적인 협력관계를 발전시켜 상대적으로 낙후된 우리나라의 농업기상발전을 위해 힘을 쏟고 있다.

IV. 농업기상정보 활용 및 전망

4.1. 활용 가능 분야

농업기상정보는 국가 식량안보의 해결, 농가경제수단, 국가자원관리 및 환경보전 등의 목적으로 활용된다. 단순지수화하여 직접 농업현장에서 활용하는 방법과 농업관련 시뮬레이션모형의 초기입력자료, 농업분야의 사결정지원시스템의 매개변수, 전문가시스템의 환경변수, 영형평가시스템의 기초자료로 활용될 수 있다. 농민의 경우 합리적 영농관리를 통해 농업 생산성과 안정성의 제고시키기 위한 적정 작부체계의 선정, 품종 및 재배시기의 선택과 병해충, 잡초방제, 관배수 관리 및 수확건조 계획 등 영농계획의 수립에 크게 활용될 수 있다.

농업기상정보는 초기 관측값은 물론 그 밖에 합계, 누계, 요소간 복합변수, 극값, 시공간 분포도, 특정변수 발생지점 등을 기본자료로 이용할 수 있으며, 분석/상당자료와 원격탐사 등으로부터의 비기상학적 가공자료를 여러 분야에서 활용하고 있다(Rijks *et al.*, 1999).

4.2. 국내 활용 분야

4.2.1. 농작물생육추정

생장모의에 의해 전국의 농작물 작황을 신속하게 진단하고자 농촌진흥청 작물시험장, 각 대학의 농업기상 관련연구실 등에서는 농업기상정보를 활용하여 주요 작물별 생육 및 수량을 예측하고 있다. 특히 농업과학기술원 농업기상실에서 경희대학교 생명과학부의 농업기상실과 공동으로 운영 중인 “작황예보센터”는 전국 주요 농경지의 국지기상을 감시하고 이를 토대로 벼, 감자, 콩 등 식량작물의 생육상황을 손쉽게 진단하는 기술을 실용화하는데 많은 노력을 기울이고 있으며 인터넷상에서 서비스를 제공하고 있다.

이러한 기술들이 완성되면 전국의 재배농가에서 생육상황에 따른 합리적인 농작물 관리계획을 세울 수 있을 뿐 아니라 정부의 식량수급계획 수립에 큰 도움을 주게 될 것이다. 나아가 채소, 과일 등으로 이 기술의 적용이 확대되면 만성적인 국내 원예작물 수급 불안정을 해소하고 합리적인 시장정책을 꾸미는 데도 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 기상정보만으로 농작물의 생육과 최종수확량까지 예측할 수 있기 때문에 쉽게 접근할 수 없는 북한지방의 식량사정도 이 기술

을 응용한다면 보다 정확한 분석이 가능할 것이다.

4.2.2. 병해충예찰

작물의 병과 해충의 발생과 피해정도는 경지의 기상 환경과 밀접한 상관관계를 보이고 있어 병해충의 효과적인 방제를 위해 기상정보를 이용한 병해충 발생 예측모형이 널리 사용되어 오고 있다. 기상청과 농촌진흥청의 농업과학기술원, 서울대 농업생명과학대학 및 각 농과대학에서는 시뮬레이션모형을 이용하여 농작물 병해충에 대한 발생예측기술의 실용화를 위해 많은 노력을 기울여 와 상당한 성과를 거두고 있다. 한편 농촌진흥청에서는 전국 각지역에 병해충예찰포를 운영하고 있으며 예찰정보와 시뮬레이션모형의 결과를 바탕으로 농업과 환경을 조화시키는 병해충 방제를 실천하여 병해충으로 인한 피해를 최소한으로 줄이면서 농산물을 안정적으로 생산하기 위하여 관계 전문가로 구성된 병해충 예찰회의를 개최하여 병해충 발생상황을 정밀분석, 검토하여 예보, 주의보, 경보로 구분된 병해충 발생정보를 발표하고 있다.

서울대 농업생명과학대학의 역학연구실은 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 식물병 예찰에 대한 연구를 오래 전부터 꾸준히 수행해오고 있는 연구실로 이미 전국에 독자적인 도열별 예찰모형의 검증을 위한 시험포장을 도농업과학기술원과 공동으로 운영하고 있다. 지금까지 벼도열병, 포도만부병, 포도노균병에 대한 예찰 연구를 수행해 왔으며 최근에는 병해충 관리 시스템 개발에 초점을 맞추고 다른 분야의 연구자들과 긴밀한 공동연구를 수행하고 있다. 식물병 예찰 시스템은 식물병의 발생에 대한 경보, 병 발생 실태의 추적, 및 병 발생에 대한 장기 예보로 이루어지고 있는데 향후 작물 관리시스템에 통합된 병 예찰시스템 구축을 목표로 삼고 있다.

4.2.3. 상세농업기상정보 생산

한국농림수산정보센터는 기상청에서 실시간으로 제공되는 기상정보를 토대로 경희대학교 생명과학부 농업기상실, 농업과학기술원 농업기상실과 공동으로 전국 1500개 읍면단위에 대한 상세 농업기상정보를 생산 제공하고 있다.

4.2.4. 기상재해대비 영농관리

농촌진흥청에서는 강풍, 한파, 폭설, 저온, 집중호우 등 이상기온에 대비한 주요 농작물 관리 요령을 제공함으로써 기상재해에 신속히 대비하여 농작물의 피해

를 최소화하고자 기상재해대비 농작물관리 정보를 제공하고 있다. 발표시기는 기상예보를 기준으로 호우주의보, 경보, 태풍주의보, 경보 등이 발표되면 당면한 농작물관리요령 및 가축사양관리요령을 인터넷은 물론 KBS1방송 등 보도기관과 지방농촌진흥기관을 통해 제공하고 있다.

4.2.5. 순·월 농업기상정보

우리 나라의 기본농업기상관서인 수원기상대에서는 인터넷을 통해 전국농업기상정보 순별 및 월별로 제공하고 있으며 이에 초상최저기온, 일조시수, 일조율, 일사량, 깊이별 지온과 수온 및 고도별 기온 등 농업 활동에 중요한 기상요소들이 포함되어 있다. 한편 기상청 산업기상과에서 인터넷을 통해 제공하고 있는 주월간 산업기상정보에도 농업과 관련된 내용이 포함되어 있으며 여기에는 주로 주요 농작업활동에 영향을 미치는 기상현상에 대한 분석과 전망을 다루고 있다.

3. 향후 활용 전망

농업기상의 목적(WMO, 1997)은 앞으로 지속적으로 경제성 높은 농업시스템의 개발을 지원하기 위한 생산성과 품질 향상, 손실과 위험 경감, 비용 축소, 물, 노동, 에너지의 효율적 이용, 자연자원의 보존, 사막화와 가뭄 방지, 환경열악화 유발 농용화학물질에 의한 오염 경감 등에 중점을 두게 되므로 농업기상정보의 새로운 경향도 이를 효율적으로 달성하기 위해서는 농업과 연관산업 및 사회경제구조의 변화에 따른 활동분야별 세분화, 신기술의 출현에 의한 관련기술의 전문화, 수요자 요구의 다양화, 농업특성에 따른 지역특화, 농업문제의 세계화에 따른 광역화 등에 적극 대처할 수 있어야 할 것이다.

농업기상정보는 농업생산과 직결된 다양한 자연자원인 토양자원, 식생자원, 수자원, 미생물자원, 기반시설, 환경보전, 환경재해경감 등 자원관리에의 적용은 물론 작물생육, 수분수지, 병해충, 잡초방제 등 여러 분야에서 모의모형(Simulation Models)을 이용한 경시적 분석평가에 필수정보로 활용되고 있으며, 최근에는 원격탐사정보와 지리정보시스템(GIS)을 도입한 중첩 통합 분석, 광역 공간분석 등에 근간자료로 그 활용이 확대되고 있다.

기타 농업기상 관련분야에서 중요성이 높은 분야로는 농업기상정보의 배분을 위한 방법과 과정 및 기술

력의 향상, 기후변동과 변화에 대한 농업기상학적 적응전략의 개발, 기후변화 저감대책의 수립, 생태, 수량 예측 모형의 보다 적극적인 응용, 현장활용 중심의 기술적 활용기술의 적극적인 개선 및 농업기상학에 대한 이해의 증진을 꾀하고 있다(Sivakumar *et al.*, 1999).

그리고 모든 정보는 그 유용성과 효용성의 제고를 위한 사용자 평가단계가 필요하며(Rijks *et al.*, 1999), 농업기상정보도 예외일 수 없으므로 사용자평가를 위한 농업기상 정보이용자의 파악, 요구정보의 본질, 제공 가능한 정보의 종류, 정보 전달수단과 방법, 및 사용자에게 의한 활용가치에 대한 평가가 수행되어야 하며 파악된 문제점에 대해서는 개선을 위한 적극적인 노력을 기울여야 할 것이다.

V. 참고문헌

- 윤진일, 1999: 농업기상학, 대우학술총서 443, 논저, 아르케발행
- Baradas M. W. and M. Sutrisno, 1981: Forecasting monthly area harvested for wetland paddy in Java. Working paper 20, GOI/UNDP/WMO project INS/78/042. BMG, Jakarta
- Crowther, W. 1983: Models and the classification and delivery systems of agroclimatic information. In: Agroclimatic Information for Development: Reviving the Green Revolution. Cusack, D.F.(ed.), Westview Press, Boulder, Colo., pp301-312
- Doraiswamy P. C., P. A. Pasteris, K. C. Jones, R. P. Motha and P. Nejedlik, 1999: Techniques for methods of collection, database management and distribution of Agrometeorological data, Session 5, paper no. 8, In CAgM report 77, International Workshop "Agrometeorology in the 21st Century, Needs and Perspectives", held in Accra, Feb., 1999: WMO, Geneva.
- Hoogenboom G. and G. Hammer, 1999: Contribution of Agrometeorology to the simulation of Crop production and its applications. Session 4, paper no. 12, In CAgM report 77, International Workshop "Agrometeorology in the 21st Century, Needs and Perspectives", held in Accra, Feb., 1999. WMO, Geneva.
- Jones, C. A., and J. R. Kiniry, 1986: (eds) CERES-Maize: A simulation Model of Maize Growth and Development. Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Jones, J. W., K. J. Boote, G. Hoogenboom, S. S. Jagtap, and G. G. Wilkerson, 1989: SOYGRO : User's Guide. Florida Agricultural Experiment Station Journal No. 8304
- Kropff, M. J., H. H. van Laar, and R. B. Matthews(eds), 1994: ORYZA1 : An Ecophysiological Model for Irrigated Rice Production, IRRI, Los Banos, Philippines.
- Lee, Byong-Lyol, Young-Chan Kim and Jin-II Yun, 1998: Web interface for GIS in Agriculture, The proceedings of the 1st AFITA, Feb. 1998, Wakayama, Japan.
- Lee, Byong-Lyol, 1999: The content and scope of derived data/products needed for applications to Agriculture, In: WMO Report on "Agrometeorological Data Management", World Meteorological Organization, Geneva (in print).
- Maracchi G., v. Perarnaud and A. D. Kleschenko, 1999: Applications of Geographical Information Systems and Remote sensing in Agrometeorology, Session 5, paper no. 11, In CAgM report 77, International Workshop "Agrometeorology in the 21st Century, Needs and Perspectives", held in Accra, Feb., 1999. WMO, Geneva.
- Penning de Vries, F. W. T., Jansen, D. M., ten Berge, H. F. M., and Bakema, A. 1989: "Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops", Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Rijks, D. and M. W. Baradas, 1999: The Clients for Agrometeorological information, Session 2, paper no. 2, In CAgM report 77, International Workshop "Agrometeorology in the 21st Century, Needs and Perspectives", held in Accra, Feb., 1999. WMO, Geneva.
- Sivakumar, M. V. K., R. Gomme and W. Baier, 1999: Agrometeorology and Sustainable Agriculture, Session 2, paper no.1 p13-20, In CAgM report 77, International Workshop "Agrometeorology in the 21st Century, Needs and Perspectives", held in Accra, Feb., 1999. WMO, Geneva.
- WMO, 1997: Report of the CAgM Advisory Working Group, Nov. 1997. World Meteorological Organization, Geneva