

## 섬진강 하류 유역 농업기상재해 조기경보 서비스 현업 운영

신용순<sup>1\*</sup>, 박주현<sup>1</sup>, 김성기<sup>1</sup>, 강위수<sup>1</sup>, 심교문<sup>2</sup>, 윤진일<sup>3</sup>, 김대준<sup>3</sup>, 김수옥<sup>4</sup>, 박은우<sup>5</sup>

<sup>1</sup>(주)에피넷, <sup>2</sup>국립농업과학원, <sup>3</sup>경희대학교, <sup>4</sup>국가농림기상센터, <sup>5</sup>서울대학교

### Operation of Agrometeorological Early Warning Service at the Seomjin River Downstream Watersheds

Y. S. Shin<sup>1\*</sup>, J. H. Park<sup>1</sup>, S. K. Kim<sup>1</sup>, W. S. Kang<sup>1</sup>, K. M. Shim<sup>2</sup>, J. I. Yun<sup>3</sup>, D. J. Kim<sup>3</sup>,  
S. O. Kim<sup>4</sup>, and E. W. Park<sup>5</sup>

<sup>1</sup>R&D Center, EPINET Co., Ltd, <sup>2</sup>National Academy of Agricultural Science, <sup>3</sup>Kyung Hee University, <sup>4</sup>National Center for Agro Meteorology, <sup>5</sup>Seoul National University

#### I. 서 언

국지적 기상을 추정하여 미리 알려주고 기상악화에 따른 위험을 선제적으로 대응할 수 있는 기술을 전파하는 것이 농업부문에 특화된 기상재해 조기경보시스템의 핵심이다. 이는 농장 수준의 정밀 기후에 기반하고 농가의 재배 환경에 맞춘 작목별 기상위험의 알림과 이에 대한 회피-경감 방안을 적시에 제공하는 관리방법 등 개별 농가 단위의 농업기상위험 관리 기술을 요구한다. 선행 연구의 성과물로 확보된 ‘농가맞춤형 기상위험 관리기술’의 설계 방향과 핵심 시스템을 기준으로 삼고 기능의 추가와 보완, 운영 환경의 개선점을 도출하여 필요한 자원을 확보하고 재배치하거나 서비스 기능을 고도화하였다. 필지단위 재해발생 가능성을 적절한 대응방안과 함께 재배농가에게 일대일로 전달할 수 있는 ‘농업기상재해 조기경보 시스템’의 실용성과 운영 효율성을 높이기 위하여 현업 서비스 시스템을 국립농업과학원에 구축하여 2014년도 10월부터 2015년 3월까지의 시범 서비스 운영기간 동안 일부 오류에 대한 보완, 서비스 안정화 단계를 거쳤다. 현업 서비스 시스템은 섬진강 하류 유역(행정구역상 광양시 일부, 하동군 일부, 구례군 일부)의 450 자원농가와 850필지를 서비스 대상으로 하였다. 자원농가에게 필지단위 사전경보를 개별 문자로 통보하는 시스템과 해당 지자체가 관내 현황을 시각적으로 파악할 수 있는 분포형 사전 경보시스템(Web GIS 기반) 형식의 두 트랙(Two track) 시스템으로 구성되었다. 1차 연구대상지역인 섬진강 하류에 대하여 현업 수준의 서비스는 2015년 3월 2일부터 개별 문자통보 개시되었으며 온라인 홈페이지는 2015년 4월부터 인터넷 주소(<http://www.agmet.kr>)로 운영을 시작하였다. 현재는 농장 날씨정보, 농장 재해정보, 전국기상위험, 전국기상특보, 문자서비스를 제공하고 있으며 연구가 진행되는 2017년까지 서비스 대상지역 확대, 서비스 콘텐츠 확대, 서비스 품질 개선 등의 연구활동과 함께 지속적으로 유지될 것이다. 자원농가에게 농장의 날씨, 농장 기상재해 등 농작물 피해가 예견되는 위기상황을 현장에 미리 신속히 전파하고 대비할 수

\* Correspondence to : shynys@epinet.kr

있는 농업기상재해 조기경보를 제공함으로써 기상재해로 인한 농가의 피해를 경감하는데 도움이 될 것으로 기대 한다.

## II. 재료 및 방법

### 2.1. 선행 연구결과 활용

2013년도에 연구된 “농가 맞춤형 기상위험 관리기술”은 기상 정보(실황, 예보)를 필지 수준으로 상세화하고, 필지별 재배작물이 상세화된 기상정보에 의해 어떤 피해가 예견되는지 농업기상학적 위험지수로 표현하였다. 이들 정보는 휴대폰을 통해 해당농가에게 개별적으로 전달되거나, 인터넷을 통해 적절한 위험회피 및 경감 방안을 관리대책으로 전달할 수 있도록 설계되었다. 설계된 기술과 데이터베이스를 유기적으로 연결하여 실제 영농현장에 활용할 수 있는 형태의 서비스 시스템으로 구현하였으며 경남 하동군 악양면 (총 면적 52.7km<sup>2</sup>)을 대상지역으로 시범 서비스를 제공하였다.

Table 1. 선행 연구기술의 서비스 운영 기반

구분	규격
Server Hosting	AWS EC2 m1.medium x1
Operating System	Ubuntu Linux 13.04
Server Script	Python 2.7.4
FrameWork	Django 1.6
Web App. Server	Tomcat 7.0.35
GIS Server	GeoServer 2.4.2
GIS Library	GDAL 1.10.1

Table 2. 선행 연구기술의 서비스 내용

구분	기상위험요소	예보선행기간
악양의 날씨	아침기온	+9일
	한낮기온	+9일
	강수량	-1시간~실황
	일사량	-1시간~실황
악양의 재해	가뭄해(배,감,벼)	실황
	일소(배,감)	실황
	고온해(벼)	실황
	냉해(벼)	실황
	동상해(배,감,매실,녹차,보리)	실황
서비스	SMS	

현업수준의 서비스 시스템을 구축하고 운영하기 위해서 선행연구의 성과물로 확보된 ‘농가맞춤형 기상위험 관리기술’의 설계 방향과 핵심 시스템을 기준으로 삼고 실용성을 높이기 위하여 서비스 안정화와 확장성을 고려한 아키텍처 구성, 농업기상위험 컨텐츠 확대와 필지 재배 작목

의 생육단계를 반영한 기상위험정보 제공, 기상위험 예보 선행기간 연장, 사용자의 이용 편의성 고려한 정보 전달방법 개선과 사용자 눈높이에서의 맞춤정보 제공을 중점 개선 항목으로 고려하였다.

## 2.2. 시스템 아키텍처 설계

하드웨어는 연구 대상지역 확장시 대규모의 자료 처리 및 온라인 성능과 하드웨어별 확장성, 운영관리의 효율성을 고려하여 아래와 같이 다중 Tier 아키텍처로 구성하였다.

Table 3. 농업기상재해 조기경보 서비스 시스템 구성

시스템 명칭	규격	시스템 구성	용도
웹서버	2.6GHz x 6 cores 32GB Memory	Nginx, Django	사용자 웹 접속 처리
GIS서버	2.6GHz x 8 cores 64GB Memory	Tomcat, Geoserver, Radx	GIS 데이터 관리
계산서버	2.6GHz x 8 cores 64GB Memory	Django, GDAL, Python Script	날씨 및 재해 분포 예측, 사용자 알림 기능
스토리지	MD3600F	Multipath driver	데이터 저장 및 백업

## 2.3. 농장 날씨 신규 서비스 및 예보 선행기간 확보

실황으로 제공되던 강수 및 풍속 자료를 동네예보를 활용하여 +2일 예보가 가능하도록 자료를 생성하였으며 풍속의 경우 미규모 모델인 MUKLIMO (Microscale Urban Climate Model) 을 활용하여 풍속을 예측 하였다.

작목의 주요 생육단계 도달일자는 기준온도별로 누적된 기준달력값의 범위에 따라 판단할 수 있다. 배(신고), 감(부유), 매실, 녹차, 벼(중만생종), 보리(겉보리)에 대하여 각각의 생육단계별 GDD(생육적산온도, Growth Degree Day)의 범위에 기준달력값이 진입하였을 때 해당 단계를 작목의 생육단계로 지정하였다.

Table 4. 농장날씨 서비스 고도화

서비스요소	예보기간	개선 및 추가 기능
최고기온	+9일	[유지]기존 유지
최저기온	+9일	[유지]기존 유지
강수	+2일	[개선]기상청 동네예보 활용 선행 예보
바람(풍속)	+2일	[개선]기상청 동네예보 활용 선행 예보
기준달력 및 영농달력(감, 매실, 벼, 보리, 녹차, 배)	실황	[신규]작목별 생육단계 분포와 필지별 생육단계 표출

#### 2.4. 필지의 재배작목 생육단계와 연계된 필지별 농장재해 편집

기상재해를 유발하는 기상요소에 대하여 표5와 같은 작목별 생육단계별 위험기준(경보와 주의보) 설정값이 준비되어 있으므로 농장날씨에서 계산된 작목별 생육단계와 기상재해별 관련 기상요소를 입력받아 필지의 재배작목별 기상재해 위험지수를 계산한다. 배(신고), 감(부유), 매실, 녹차, 벼(중만생종), 보리(겉보리)에 대하여 가뭄해, 동해, 상해, 냉해, 고온해에 대한 위험도를 필지별로 편집할 수 있다.

Table 5. 배 생육단계별 고온해 기준 예시(최고 기온 활용)

배	자발휴면 타파	발아기	개화기	신초 신장기	화아 분화기	과실 비대기	성숙기
주의보	33℃	33	28	33	31	31	31
경보	35	35	30	35	33	33	33

Table 6. 농장재해 서비스 요소

서비스요소	예보기간	적용작목
가뭄	실황	배, 감(단감), 매실, 벼, 녹차, 보리
일소	실황	
고온	+9일	
냉해	+9일	
동해	+9일	배, 감(단감), 매실, 녹차, 보리
상해	+9일	배, 감(단감), 매실, 녹차, 보리
지발성위험(가뭄)	실황(주단위)	작목 공통
지발성위험(냉해)	실황(주단위)	작목 공통
지발성위험(일조부족)	실황(주단위)	작목 공통

작목의 생육적산온도에 따라 계산된 생육단계를 필지별로 추출하여 필지의 영농달력 분포가 제작되고(Fig. 1) 작목별 기상위험 지수와 필지 재배작목의 영농달력(생육단계)을 연결하여 최종적으로 필지별 기상위험 지수를 DB로 저장하게 된다(Fig. 2).

#### 2.5. 사용 편의성을 고려한 인터페이스 개선

웹에서 제공하는 농장날씨나 농장재해는 메뉴별로 조회하고자 하는 날씨나 기상재해를 선택 하면 기본적으로 오늘 날짜의 정보를 보여준다. 특정일의 분포를 보고자 하면 날짜를 변경하여 조회할 수 있다. 표출된 분포도 상에 영농속성으로 조사되어 시스템에 등록된 각 필지가 도형

으로 표시되며 개별 필지를 클릭하게 되면 최근 8일간(과거 6일~미래 2일)의 필지의 날씨 및 재해 상황을 선형 그래프로 조회할 수 있다. 사용자의 정보 조회 편의성을 위하여 대분류 메뉴(농장 날씨, 농장재해 등)별 세부 메뉴를 펼쳐 놓아 클릭 수를 줄이도록 유도하였고 메뉴별로 정보 내용에 대한 안내를 제공하였다. 메뉴에서 각 기상재해 선택시마다 직전 분포지도에서 보았던 화면에 선택된 기상재해 분포도만 바뀌도록 개선하였으며 오늘 날짜 분포도 바로가기 기능으로 과거,미래 날씨 조회 후 오늘로 쉽게 이동할 수 있도록 하였다. 사용자가 자신의 필지를 쉽게 찾게 주소 검색으로 원하는 위치에 지도 중심을 이동시킬 수 있으며 지도 확대시 필지 도형에 농장명을 표시하여 농장명으로도 필지 위치를 쉽게 찾을 수 있도록 개선하였다. 날짜별 날씨와 기상재해 분포 지도상의 임의 지점 클릭시에 항상 화면 상단에 해당 지점의 조회 날짜의 기상값(기온, 강수량, 풍속 등)이 표시되도록 하여 기상재해 유발 기상을 확인할 수 있도록 개선하였다.

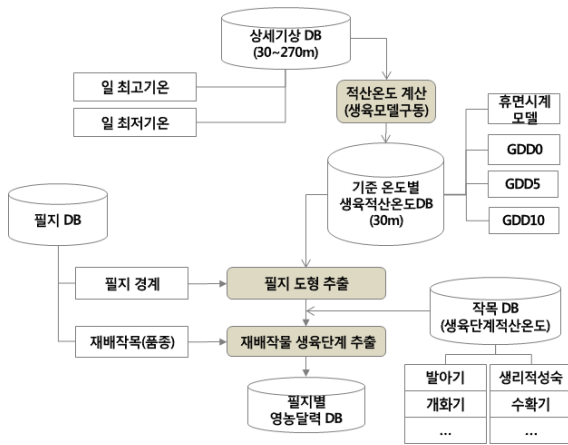


Fig. 1. 필지 작목 생육단계 추정 흐름.

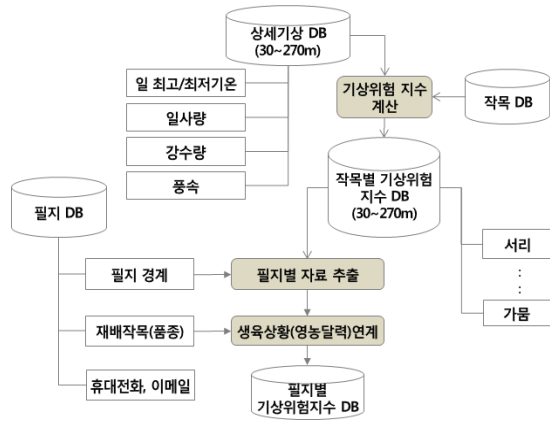


Fig. 2. 필지별 기상재해 편집 흐름.

### III. 결 과

#### 3.1. 섬진강 하류 농업기상재해 조기경보 서비스 개시

현업 서비스 시스템은 섬진강 하류 유역(행정구역상 광양시 일부, 하동군 일부, 구례군 일부)의 450 자원농가와 850필지를 서비스 대상으로 하였으며 2015년 3월부터 웹 서비스와 문자서비스를 개시하였다. 전산시스템은 국립농업과학원 기후변화생태과 내에 위치하고 있으며 통신망(Fig. 3-①)은 LGU+ 인터넷 망을 활용하였다. 서버(Fig. 3-②)는 웹 서버, GIS 서버, 어플리케이션 서버, 스토리지, 개발용 서버로 구성하였다.

연구대상지역 자원농가에 대하여 재해위험을 필지별로 산출하여 전달하는 농업기상위험 관리 기술의 현업으로의 적용은 서비스 안정성, 고도화, 사용자 편의성 등을 고려하여 아래와 같은 주요 개선사항 위주로 연구가 진행되었다.



Fig. 3. 하드웨어설치.

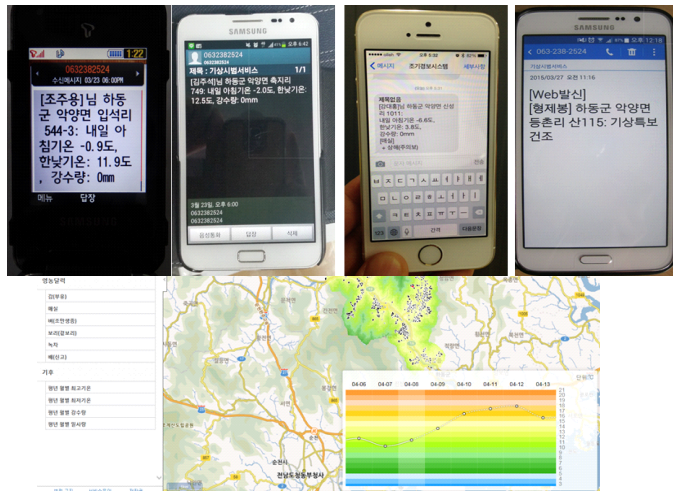


Fig. 4. 현업서비스 개시.

Table 7. 현업서비스를 위한 주요 개선내용

구분	주요 개선사항	고려사항 및 기대효과
아키텍처 구성	다중 Tier 아키텍처로 구성(웹, GIS, 어플리케이션, 스토리지)	연구 대상지역 확장시 대규모의 자료 처리 성능, 확장성, 운영관리 효율성
기상위험 콘텐츠 확대	신규 날씨 추가, 예보선행기간 연장, 작목 생육단계별 기상재해	기상위험에 대한 선제적 대응 기간을 확보할 수 있음.
사용자 인터페이스 개선	서비스화면 구조 통일, 메뉴 펼침과 설명, 주소 검색, 필지 날씨 표시, 필지 일괄 경보 안내	정보를 쉽게 이해할 수 있고 농업기상재해 관련 원하는 정보를 최소한의 메뉴 접근으로 조회할 수 있도록 구성

Table 8. 조기경보 현업 서비스 제공 현황

항목	구분	서비스 내용	서비스 규모
농장 날씨	날씨 (실황/예보)	아침기온, 한낮기온, 강수량, 일사량, 평균풍속, 최고풍속, 일조시간	필지별 (섬진강 하류)
	기준달력 (적산온도)	평년편차 - 기준온도별(0°C, 5°C, 10°C)	필지별 (섬진강 하류)
	영농달력 (생육단계)	감(부유), 매실, 벼(중만생종), 보리(겉보리), 녹차, 배(신고)	필지별 (섬진강 하류)
	기후(평년)	평년 월별 (최고기온, 최저기온, 강수량, 일사량)	필지별 (섬진강 하류)
농장 재해	유형별 재해	배(가뭄해, 일소해, 동해, 상해), 감(가뭄해, 일소해, 동해, 상해), 벼(가뭄해, 고온해, 냉해) 매실(동해, 상해), 녹차(동해, 상해), 보리(동해)	필지별 (섬진강 하류)
	지발성 위험	냉해(기준온도 0°C, 10°C별 28일, 56일 적산), 일조부족 (28일 적산, 56일 적산)	필지별 (섬진강 하류)
전국기상특보		강풍, 호우, 한파, 건조, 태풍, 대설, 황사, 폭염	전국 유역별
전국기상위험(주단위)		일조부족, 냉해, 가뭄해	전국 유역별
필지별 경보 통보		날씨, 재해, 특보 상황시 SMS 알림	필지별

조기경보 서비스는 Table 8와 같은 서비스 메뉴 체계를 가지고 있으며 섬진강 하류와 전국을 대상으로 하는 체계로 나누어져 서비스가 제공되고 있다.

지금은 행정구역상 시군 일부를 연구대상지역으로 하고 있어 섬진강 하류를 서비스 도메인으로 하고 있으나 연구대상지역 확대에 따라 시군 전체가 포함되게 되면 시군 단위농업기상재해 조기경보 현업 운영이 가능한 형태인 시군용 도메인을 구성할 계획이다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 ‘기상이변 대응 농업기상재해 조기경보서비스 체계 구축’ 공동 연구사업(과제번호: PJ01000706)의 지원에 의해 수행되었음.

## 인용문헌

- Arnulf, C., 2006: Introduction to Spatial DataManagement with PostGIS, Proc. of 2006 GeoWeb.
- Im, W. H., W. Y. Lee, and Y. C. Seo, 2010: Development of a Web-based Geovisualization System using Google Earth and Spatial DBMS. *Journal of Korea spatial information society* **18**, 141-149.
- Kim, D. J., and J. I. Yun, 2013: Improving usage of the Korea Meteorological Administration's digital forecasts in agriculture: 2. Refining the distribution of precipitation amount. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **15**(3), 171-177.
- Kim, S. O., D. J. Kim, J. H. Kim, and J. I. Yun, 2013: Improving Usage of the Korea Meteorological Administration's Digital Forecasts in Agriculture I. Correction for Local Temperature under the Inversion Condition. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **15**(2), 61-71. (In Korean with English abstract)
- Kim, S. O., J. H. Kim, U. R. Chung, S. H. Kim, G. H. Park, and J. I. Yun, 2009: Quantification of Temperature Effects on Flowering Date Determination in Niitaka Pear. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **11**, 61-71. (In Korean with English abstract)
- Lopes, A. M. G., 2003: WindStation - a software for the simulation of atmospheric flows over complex topography. *Environmental Modelling & Software* **18**, 81-96.
- Yun, J. I., 2010: Agroclimatic Maps Augmented by a GIS Technology. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **12**(1), 171-177.
- Yun, J. I., S. O. Kim, J. H. Kim, and D. J. Kim, 2013: User-specific Agrometeorological Service to Local Farming Community: A Case Study. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **15**, 320-331. (In Korean with English abstract)
2014. 이상기후보고서 (발간등록번호 11-1360000-000705-01)  
<http://www.geoserver.org>(2015.7.10.)