

## Web-GIS 기반 농촌홍수관리시스템의 개발



정 인 균  
건국대학교 사회환경시스템공학과  
박사후연구원  
nemoik@konkuk.ac.kr



박 중 연  
건국대학교 사회환경시스템공학과 박사과정  
bellyon@konkuk.ac.kr



신 형 진  
건국대학교 사회환경시스템공학과  
박사후연구원  
shjin@konkuk.ac.kr



고 광 돈  
한국농어촌공사 사업계획실 정책개발팀 차장  
kwangton@paran.com



이 금 준  
한국농어촌공사 사업계획실 정책개발팀 계장  
ham519@ekr.or.kr



김 성 준  
건국대학교 사회환경시스템공학과 교수  
kimsj@konkuk.ac.kr

### I. 연구개발배경

농업용저수지는 농업용수의 공급, 가뭄 및 홍수대비 등 이치수기능을 수행하는 중요한 기반시설물로 한국농어촌공사 및 시군관리 농업용저수지는 전국적으로 1천8백여개가 산재해있다. 그러나 다수의 농업용 저수지가 노후 되어 있고, 홍수조절의 기능이 있는 다목적댐과는 달리 대부분이 농업용저수지가 자연 월류식 물넘이 구조로 되어 있어 홍수조절 기능 및 홍수조절용량을 확보

하는데 어려움이 있으며, 홍수시 수위조절이 가능한 농업용저수지는 전체의 0.2%인 44개소에 불과한 실정(차한우, 2003)이다. 대다수의 저수지가 유역면적이 작고 호우발생시 급격한 유입량이 증가하는 형태이며, 급격한 수위상승은 저수지의 비상상황발생 및 갑작스런 방류에 따른 하류지역의 홍수위험을 증가시키게 된다.

한국농어촌공사에서는 농업용수 및 농촌 생활·환경용수 등 지역의 다양한 용수수요 증가와 홍수, 가뭄 등 농촌지역의 재해에 대비하기 위한 농촌용수관련 정책

수립지원에 다양한 정보를 제공할 수 있도록 농촌용수물관리 정보화사업을 추진해 오고 있으며, 2002년부터 전국 주요저수지에 대한 자동수위계 설치를 추진하여 자동수위측정 결과를 “농촌용수종합정보시스템 (RAWRIS)”을 통하여 제공하고 있다. 농업용 저수지의 자동수위측정 자료는 농업용수공급 및 계획에의 활용과 더불어 최근의 기상이변에 따라 빈도 및 강도가 증가추세에 있는 집중호우에 대응할 수 있는 중요한 기초자료로 활용될 수 있다. 2002년부터는 농촌용수물관리 정보화사업의 일환으로 자동수위계를 설치해 왔으며, 2010년 현재 전국 1,000여개 저수지에 수위계가 설치되어 있다(고광돈, 2010). 이와 같은 상황에서 물관리유통시스템을 통해 공유되는 실시간강우자료 및 농업용 저수지 자동수위 측정자료를 연계활용하여 호우발생시 저수지의 홍수유입량과 방류량을 자동으로 분석하여 파악하거나 기상예보 및 특보로부터 예상되는 강우량을 직접 입력하여 홍수량을 분석함으로써 홍수기 농업용저수지 운영의 의사결정 참고자료 및 홍수에 대응할 수 있는 정보를 제공할 수 있도록 “농촌홍수관리시스템” 개발연구가 지난 2008년 7월부터 추진되어왔으며 기본적인 시스템 구축을 완료하였으며 다음과 같이 소개하고자 한다.

## II. 농촌홍수관리시스템의 구성

### 2.1 시스템의 기본구성

시스템은 농촌용수종합정보시스템에 탑재할 수 있도록 웹프로그램을 C#과 ASP.net 으로 구현하였으며, 서버에 설정된 예약작업 스케줄에 따라 Fortran 기반의

홍수분석모듈이 수신된 자료를 기반으로 실시간 홍수분석을 수행하도록 되어있다. 저수지의 유입량분석은 NRCS-CN법을 이용한 유효우량의 산정과 Clark 단위도법을, 저수지로부터의 방류량은 수위-내용적-방류량표를 활용하여 수정 Puls법을 적용하고 있다. 시스템은 그림 1과 같이 실시간운영 부문과 사용자 부문으로 구분되어있다. 실시간운영에서는 수신된 일강우량을 이용하여 AMC조건을 판별하고, 시강우자료를 이용하여 이벤트 개시 및 종료점을 파악한 후 시스템 D/B에 내장된 저수지 유역매개변수 및 관리수위자료와 실시간 강우 및 저수위자료를 이용하여 내장된 모든 저수지를 대상으로 자동으로 분석한 후 홍수를 5단계로 등급화하여 웹GIS에 출력하는 기능을 수행한다. 사용자 부문에서는 관심저수지 유역에 예상되는 강우량을 직접입력함으로써 예상유입량 및 방류량을 개략적으로 파악할 수 있는 기능을 수행하는데 초기저수위 및 AMC조건은 실시간 운영자료로부터 기본값이 입력되므로 실제로는 예상강우량만을 입력하여 분석이 가능하다.

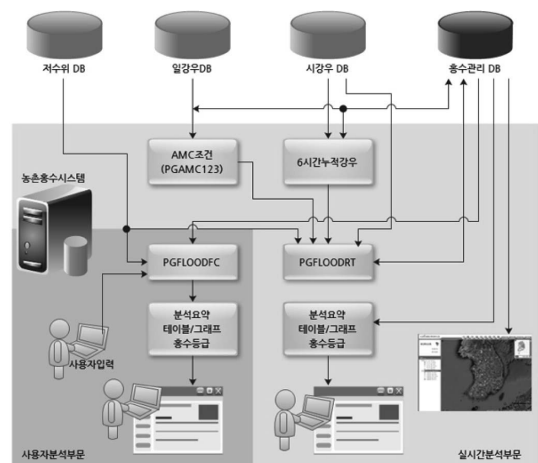


그림 1. 농촌홍수관리시스템의 구성

시스템 구성을 요약하면 다음과 같다.

- 농촌용수종합정보시스템의 부분메뉴로 웹GIS시스템과 연동
- 검색된 저수지는 홍수분석 팝업창을 통해 홍수분석, 예측, 대책, 도움말의 정보제공
- 홍수계산모듈 : AMC 조건분석, NRCS-CN법에 의한 유효강우분석, 강우빈도 추정, Clark 단위도를 이용한 저수지 홍수유입량분석, 수위-내용적-방류량곡선 및 수정 Puls법에 의한 저수지 방류량 분석
- 매개변수의 구축
  - GIS 기법의 활용 : 저수지유역면적, NRCS-CN, 도달시간, 저류상수
  - 문헌자료활용 : 저수지 시설제원, 관리수위, 하류 홍수량
- 분석항목별 필요매개변수
  - 저수지유입량계산 : 유역면적, 도달시간, 저류상수, NRCS-CN
  - 저수지수위등급 및 방류량 : 초기수위, 관리수위, 계획수위, 수위-내용적-방류량곡선
  - 저수지하류 계획홍수량 : 하천정비 및 소하천정비기본계획의 계획홍수량

## 2.2 홍수분석모듈

본 연구에서 개발된 시스템은 강우시 다수의 농업용 저수지를 대상으로 개략적인 홍수량의 증가, 방류, 저수율 상태에 대한 분석결과를 제공하는 것을 목적으로 하고 있으며, 홍수분석 프로그램의 개발에서 이와 같은 계산적인 특성을 고려하여 저수지 유역의 규모에 상관없이 단일유역으로 설정하여 시스템에 탑재된 매개변수와

실시간 자료를 이용하여 홍수분석을 수행할 수 있도록 설계하였다. 본 시스템의 홍수량 분석에 핵심이 되는 홍수분석모듈(KEHYF90L; KUEIEL's HYdro Fortan 90 Library)은 저수지추적이 가능한 집중형 강우-유출 모형으로 농촌용수종합정보시스템의 서브메뉴로 탑재된 본 시스템의 웹 개발언어와 연동이 가능하도록 DLL(Dynamic Link Library)로 개발함으로써 분석모듈의 수정보완이 발생하는 경우 업데이트가 쉽도록 구축하였다. 따라서 두가지 언어를 연동하는 Mixed Language Programming (MLP) 방식으로 개발되었다. 홍수분석모듈에는 13개 기본함수와 분석을 위한 4개의 서브루틴이 탑재되어 있으며 그림 2와 같다.

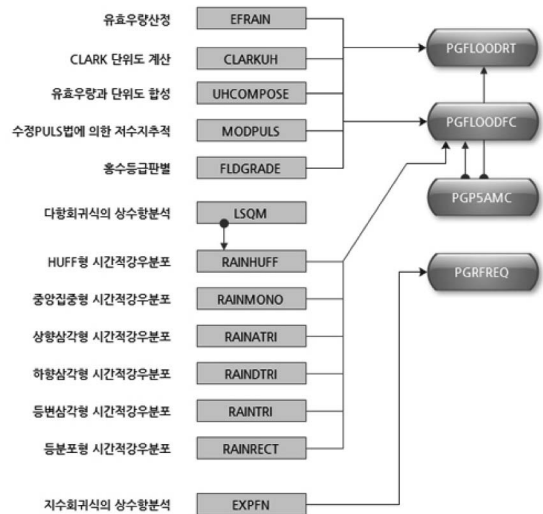


그림 2. 홍수분석모듈 프로그램의 구성

특히 유역의 홍수량을 분석결과를 등급화하고 가시화 하기 위한 기준으로 저수지수위, 저수지방류량과 하류 하천 계획홍수량을 활용하였다. 그림 3은 저수지 유입량과 방류량에 대한 홍수등급의 판별기준을 도시한 것이며 내용은 다음 표와 같다.

### 2.3 시스템운영

실시간 운영과 사용자분석을 위한 홍수분석 초기값 중 AMC조건을 판별하기 위하여 매일1회 입력된 저수지를 대상으로 5일선행강우량을 조회하고 P5AMC123 모듈을 이용, 성수기 비수기 조건에 따라 AMC조건을 판별해 농촌홍수관리시스템 DB에 저장한다. 실시간 홍

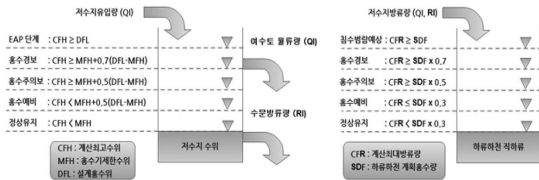


그림 3. 분석결과의 등급화를 위한 기준

저수지 및 하류하천의 5단계 등급분류 기준

저수지수위		방류량과 하류하천	
홍수등급	내용	홍수등급	내용
EAP단계	계산 최고수위가 설계홍수위를 초과	침수범람예상	저수지 최대방류량이 하류하천 계획홍수량을 초과하여 범람 또는 침수우려
홍수경보	계산 최고수위가 설계홍수위에 도달	홍수경보	저수지 최대방류량이 하류하천 계획홍수량의 70% 이상
홍수주의보	계산 최고수위가 홍수기 제한수위를 초과하고 설계홍수위의 70%도달	홍수주의보	저수지 최대방류량이 하류하천 계획홍수량의 50% 이상
홍수예비	계산 최고수위가 홍수기 제한수위를 초과하고 설계홍수위의 50%도달	홍수예비	저수지 최대방류량이 하류하천 계획홍수량의 30% 이상
정상유지	계산 최고수위가 홍수기제한수위 이하	정상유지	저수지 최대방류량이 하류하천 계획홍수량의 30% 이내

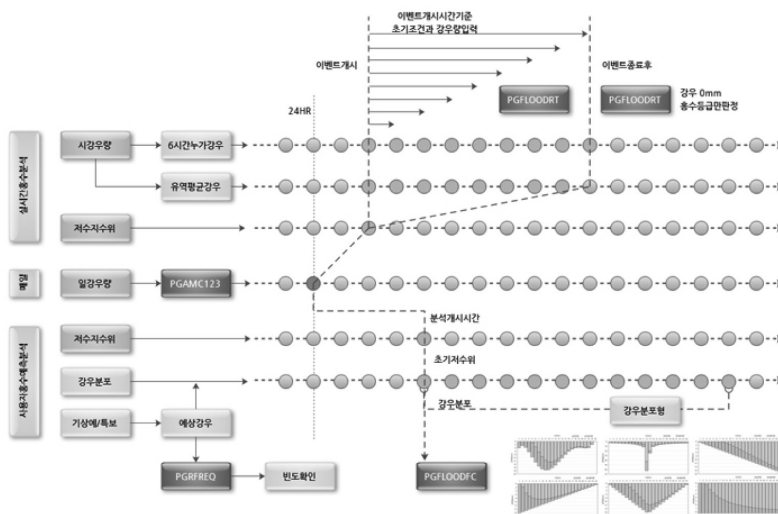


그림 4. 시스템 운영조건

수분석시 계산대상 이벤트의 시작과 종료를 구분하기 위하여 매시간 모든 저수지를 대상으로 현재시간을 포함한 6시간 누적 총강우량을 계산한다. 해당저수지의 6시간누적 총강우량이 0mm 초과 되는 시간을 이벤트개시 시간으로 설정하게 되며, 다시 0mm 가 탐지되면 이벤트를 종료하고 초기수위조건 만을 PGFLOODRT모듈에 입력하여 방류에 의한 저수지 추적과 홍수등급에 관한 사항만을 계산하여 결과 테이블에 기록하게 된다. 그림 4는 홍수분석을 위한 운영조건과 초기값에 대한 개념을 실시간 및 사용자 부문으로 구분하여 나타낸 것이다.

선택저수지에 대하여 최근의 분석된 결과와 상단 부메뉴들이 나타난다.



그림 6. 저수지별 분석결과 조회화면

### 2.4 시스템 화면구성

시스템의 메인화면은 그림 5와 같다. 좌측에는 시스템소개 및 홍수등급관련 사항이, 우측상단에는 지도제어 도구와 저수위상태 및 기상상황을 파악할 수 있는 링크메뉴가 배치되어 있으며 계산된 홍수분석등급을 위성영상에 표시한 화면이 나타난다. 저수지를 검색하여 클릭하거나 화면의 심볼을 클릭하면 분석결과를 조회할 수 있는 팝업화면이 그림 6과 같이 새 창으로 나타나며,

다음 그림 7은 사용자 홍수예측분석화면으로 ①~⑩으로 표시된 부분의 매개변수 및 초기조건을 설정하고 해당저수지의 분석을 직접 수행할 수 있다. 사용자는 기상정보와 저수위 정보를 확인하여 예상되는 강우량과 지속시간, 초기저수위에 대하여 얼마만큼의 유입량이나 방류량이 발생할 것인지에 대한 정보를 얻을 수 있다.



그림 5. 시스템메인화면

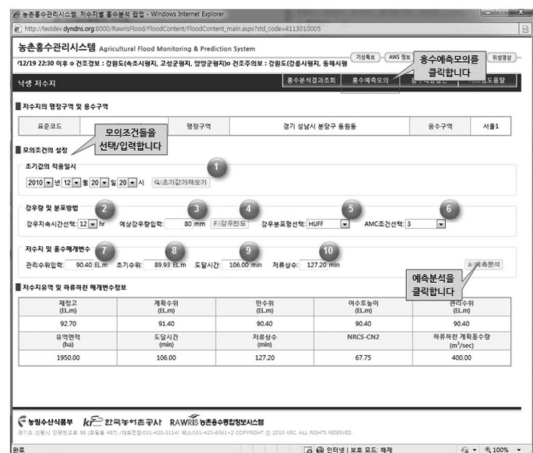


그림 7. 홍수예측분석화면

10개 조건에서 강우지속시간과 예상강우량은 사용자가 반드시 선택해야할 사항이나, 기타의 값은 접속시간을 기준으로 실시간 자료 또는 기본값이 설정되므로 특별히 조정할 필요는 없다.

### III. 향후개발방향

본 연구를 위한 현장자료 조사시 농어촌공사지사의 저수지관리업무를 담당하는 직원 중 다수가 비전공자이며, 일부분의 직원들이 홍수분석에 관심을 가지고 엑셀 등을 이용하여 자신만의 분석방법과 결과를 정리하고 있는 모습을 찾아볼 수 있었다. 본 연구가 수집된 홍수 관련 정보를 활용하는 측면에서도 중요하지만 쉽게 홍수량을 파악할 수 있는 정보를 제공하는 것이 가장 큰 목표라고 할 수 있다. 지금까지는 실시간 자료를 연계한 홍수분석의 가능성을 중점적으로 고려하였기 때문에 시스템구성에서 비전공자를 위한 배려가 낮고 본격적으로 홍수기에 적용을 실시하지 못하였으므로 안정성에 대한

평가가 이루어져야 한다. 또한 현재 GIS기법을 이용하여 입력된 매개변수들은 실제의 현장의 조건들을 고려한 것들이 아니므로 매개변수 검보정에 대한 노력이 필요하다. 이에 마지막년도 연구에서는 주요 저수지에 대한 매개변수 검보정, 홍수기 운영결과 분석, 비전공자도 활용가능한 시각적인 시스템화면구성, 추가 저수지의 반영을 통해 시스템을 보완·확장하고자 한다. 본 시스템개발 연구종료 후에도 매개변수보완과 같은 지속적인 시스템운영 및 시스템 활용도를 증대할 수 있는 지속적인 관심이 필요하다고 생각된다.

### 참고문헌

- 한국농어촌공사 농어촌연구원, 2010, 고광둔, 농촌용수 정보화 시스템 현황과 발전방향, 농어촌과환경 No.109
- 차한우, 2003, 재해를 대비한 수리시설물 보강계획, 농어촌과환경 통권78호, pp. 16-24.

기획 : 장만원 편집간사(mwjang@gnu.ac.kr)