

## 시군관리 저수지를 고려한 지능형 통합 물관리정보시스템 원형 개발 및 구현

김대식 · 강석만\* · 김진택\* · 김정대\* · 김현호\*\* · 장진욱\*\*

충남대학교 농업생명과학대학 지역환경토목학과 · \*한국농어촌공사 농어촌연구원 · \*\* (주)한국인프라

### Development and Implementation of Prototype for Intelligent Integrated Agricultural Water Management Information System and Service including Reservoirs managed by City and County

Kim, Dae-Sik · Kang, Seok-Man\* · Kim, Jin-Taek\* · Kim, Jeong-Dae\* · Kim, Hyun-Ho\*\* · Jang, Jin-Uk\*\*

*Dept. of Agri. Eng., College of Agri. & Life Sciences, Chungnam Nat'l Univ.*

*\*Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation*

*\*\*Infra Information Technology Co., Ltd.*

**ABSTRACT** : This study developed the prototype of the system and implemented its main functions, which is the intelligent integrated agricultural water management information system and service (IaWAMISS). The developed system was designed to be able to collect, process and analyze the agricultural water information of spatially dispersed reservoirs in whole country and spatial geographic information distributed in various systems of other organizations. The system, IaWAMISS, is also possible to provide the reproduced information services in each reservoir and space units, such as agricultural water demand and supply analysis and drought prediction, to the people, experts, and policy makers. This study defined the 6 step modules to develop the system, which are to design the components of intelligent integrated information system, to derive the utilization contents of existing systems, to design the new development elements for IaWAMISS, to design the reservoir information system can be used by managers of city and county, to designate the monitoring reservoirs managed by city and county, and finally to prepare the sharing system between organizations with the existing information systems. In order to implement the prototype of the system, this study shows the results for three important functions of the system: spatial integration of reservoirs' information, data link integration between the existing systems, and intelligent analysis program development to assist decision support for agricultural water management. For the spatial integration with the reservoir water information of the Korea Rural Community Corporation, this study get IaWAMISS to receive the real-time reservoir storage information from the measurement facility installed in the municipal management reservoir. The data link integration connecting databases of the existing systems, was implemented by integrating the meteorological information of the Korea Meteorological Administration with IaWAMISS, so that the rainfall forecast data could be derived and used. For the implementation of the intelligent analysis program, this study also showed the results of analysis and prediction of agricultural water demand and supply amount, estimation of Palmer drought index, analysis of flood risk area in typhoon course region, and analysis of the storage status of reservoirs related to each storm. This study confirmed the possibility and efficiency of an useful system development through the prototype design and implementation of IaWAMISS. By solving the preliminary 6 step modules presented in this study, it is possible not only to efficiently manage water by spatial unit, but also to provide the service of information and to enhance the relevant policy and national understanding to the people.

**Key words** : agricultural water supply and demand, drought, flood, intelligent integrated agricultural water management information system

## 1. 서 론

농촌용수에서 가장 중요한 역할을 하는 저수지는 한

국농어촌공사와 시군 지자체에서 관리하는 이원적 체계로 되어 있는데, 지금까지 농촌용수 물관리 정보화는 한 국농어촌공사 관리 저수지에 대해서 이루어져 왔다. 이 제는 시군 지자체가 관리하는 저수지의 정보화를 단계적 으로 이루어 하나의 통합된 정보시스템에서 관리하도록 해야 하며, 나아가 지역단위의 농촌용수 정보가 정책결

Corresponding author : Kim, Dae-Sik

Tel : 042-867-8418

E-mail : drkds19@cnu.ac.kr

정자와 국민들에게 제공되도록 해야 한다. 이로부터 국가차원에서는 통합되고 국민들 입장에서는 단순하게 정리된 정보를 항상 접할 수 있는 간결한 농촌용수 통합물관리 정보시스템이 절실히 요구된다.

시군관리 소규모 저수지는 전체 농업용 저수지 수자원의 약 12% 정도에 이르지만, 개수는 약 14,200개로 전국적인 분포와 소유역 주요 위치에 입지하고 있으므로 장기적으로 농업용 수자원 관리 및 용수추가 확보 측면에서 매우 중요하다. 농촌용수관리를 위해서는 한국농어촌공사 관리 저수지와 시군관리 저수지가 통합적으로 관리되어야 하며, 상시 저수율 파악 및 물관리 업무의 정보화를 위한 체계적 방안이 수립될 필요가 있다. 이와 관련하여 Kim et al.(2016)은 시군관리 저수지를 정보화하기 위한 선결과제에 대하여 체계적인 분석을 실시하였는데, 이를 위하여 저수지 현장에서 중앙 정보시스템에 이르는 6단계의 오브젝트로 구분하였고, 현장조사를 통하여 실태를 분석하고 개선사항을 체계적으로 제시하였다.

농촌용수 물관리를 위한 정보를 하나의 체계로 통합하기 위하여 물리적으로 하나의 시스템 내부에 통합하는 강한 통합 또는 시스템들에 분산되어 있으나 네트워크를 통하여 연결하는 약한 통합 등 다양한 방안을 강구할 수 있다. 그리고 관리조직의 현실화, 시스템 내부의 데이터베이스 통합, 코드 및 데이터의 표준화 등이 이루어져야 하며, 이들은 실제 시스템의 자료를 입력하고 결과를 활용하는 농촌의 현장을 고려할 수 있는 방향으로 구상되어야 한다(MAFRA, 2014).

농촌용수 물관리 정보시스템은 지난 20년 동안 이수와 치수를 포함한 현장의 정보를 취합하여 다양한 형태의 의사결정지원을 위하여 개발이 시도되고 실용화되어 왔다. 1990년대에 시작된 한국농어촌공사의 농촌용수이용합리화계획에 의해 지리정보시스템을 이용한 시설관리와 물관리 기반이 구축되었고, 이후 농업수리시설관리를 위한 농업기반시설관리시스템(<http://rims.ekr.or.kr>)과 물관리를 위한 농촌용수종합정보시스템(<http://rawris.ekr.or.kr>) 등의 시스템들이 실용화되고 있다. 한편 가뭄과 홍수의 재해대책을 지원하기 위해서, 기상청의 기상정보([www.kma.go.kr](http://www.kma.go.kr))와 전국 각지자체의 현장정보를 중앙시스템에 입력받아 다양한 분석과 의사결정을 지원하는 정보시스템의 체계가 농림부 재해대책업무지원시스템 개발연구(MAFRA, 1997)에 의해 구축되었다. 이후 인터넷의 발달과 더불어 웹기반의 수자원관리시스템인 국가수자원종합관리시스템([www.wamis.go.kr](http://www.wamis.go.kr))과 같이 다양한 기관에서 시스템을 운영하고 있다. 이와 같이 물관리를 위해서 다양한 부서에 시스템들이 운영되고 있는데, 기상자료와 전국의 공간자료와 같이 통합 관리와 공유를 통한 효율

적인 운용의 가능성이 높음에도 불구하고 분산 운용에 따른 비효율적인 요소가 많다(MAFRA, 2014). 또한 4차 산업혁명의 핵심으로 떠오르는 자료의 통합, 시스템 연결, 지능형 분석 등 농촌용수 물관리 정보화를 위한 새로운 패러다임이 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 지능형 통합물관리시스템을 위하여 다양한 시스템들의 하드웨어의 연결과 통합 뿐만 아니라 자료를 공유하고 연결하는 응용프로그램으로 운용될 수 있는 시스템개발을 시도한다. 이를 위한 현재의 문제점들을 도출하고 시스템의 연결 방안과 기능들을 설계하고 실제로 구현할 수 있는 시스템 개발을 시도하고자 한다.

## II. 지능형 통합물관리정보시스템의 구성

한국농어촌공사가 관리하는 저수지와 시군에서 관리하는 저수지의 물관리 정보를 통합하고 기상자료, 토양자료, 수문자료 등 관련된 많은 데이터의 효율적인 연결과 물관리를 위한 합리적이고 지능적인 분석을 제공할 수 있는 지능형 통합물관리정보시스템(Intelligent Integrated Agricultural Water Management Information System and Service, IaWAMISS)은 농촌용수의 수요와 공급에 관련된 시설자원과 실시간 변하는 수자원의 양을 계측하여 적절한 공급량을 결정하고 궁극적으로 농촌수자원을 효율적으로 사용하는 것이 주된 목적이라고 할 수 있다. 따라서 지능형 물관리 통합정보시스템을 구성하기 위하여 필요한 기존 시스템들의 개선사항을 도출하고, 이로부터 IaWAMISS를 위한 설계와 구현 방안을 제시하고자 한다.

### 1. 한국농어촌공사의 기존 시스템 통합 개선사항

한국농어촌공사에서는 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS), 농업기반시설관리시스템(RIMS), 농촌지하수관리시스템, 저수지 치수관리시스템(FCSR), 물관리자동화 통합 운영관리시스템(TIMIS), 농어촌지하수관측망시스템 등 다양한 시스템을 각 부처의 업무에 따라 구축하여 사용하고 있으며 최근에는 이들을 통합하는 시스템 개발을 시도하여 통합수자원정보시스템을 개발하여 홈페이지를 운영 중에 있다(<http://rawris.ekr.or.kr>). 그러나 MAFRA(2014)에 의하면, 한국농어촌공사 내부의 시스템들을 하드웨어로 강한 통합을 하기 위해서는 여러 가지 문제점들이 해결되어야 하는 것으로 제시되었다. 첫째, 시스템 분산문제로서 각 부처에서 사업(재원)별로 유사한 시스템을 분

산하여 개발함으로써 운영관리와 활용에 어려움이 있으며 대외적으로 한국농어촌공사를 대표하여 국민적 공감대를 형성할 수 있는 시스템이 없는 실정이며, 둘째, 자료(DB) 중복문제로서 동일한 자료(데이터)가 여러 시스템에 중복하여 등재되어 있고, 셋째, 계측기/DB 표준화 문제로서 데이터의 정확성과 일관성, 신뢰도가 부족하며, 넷째, 계측기(수위, 유량 등) 설치에 대한 중장기 계획과 표준화가 미흡하고, 다섯째, 응용프로그램에 해당되는 분석기능 미흡하여 실제 활용되어야 할 이수, 치수 분석과 의사결정지원 시스템을 통한 가뭄, 홍수 등 재난사전예방 및 대응에 활용도가 떨어지며, 여섯째, 유지관리를 위한 조직과 예산이 부족하여 시스템의 부서별 분산 유지관리로 관리가 미흡한 실정이며 정보화 체계구축의 중장기 계획 및 컨트롤 타위가 부족하다는 것이다. 또한 동 보고서에 의하면, 외부 기관별로도 각자의 다양한 시스템을 구축하여 다양한 형태의 서비스를 제공하고 있으며, 외부 타부처 시스템간 물관리 정보의 공유를 위해서는 표준체계안 구축이 필요하고, 정보시스템간의 자료연계를 강화할 필요가 있으며, 국가에서 생산되는 지리정보의 활용이 가능토록 관련체계를 마련해야하고, 공개될 수 있는 Open-Api를 통한 자료제공이 강화되어야하며 기관 마다 정보의 수집단위를 통일 또는 표준화해야할 많은 과제들이 있는 것으로 나타났다.

## 2. 시군관리 저수지의 통합 물관리 개선사항

농촌용수 정보시스템은 농촌용수의 수요와 공급에 관련된 시설자원과 실시간 변하는 수자원의 양을 계측하여 적절한 공급량을 결정하고 궁극적으로 농촌수자원을 효율적으로 사용하는 것이 주된 목적이다. 전체 14,200개에 이르는 시군관리 소규모 저수지는 전국적인 분포와 대부분 소유역의 주요 위치에 입지하고 있으므로 시설관리와 물관리를 위해 중요한데, 이것은 공간정보시스템화를 통해서만 가능하다. 이미 시설관리 측면에서는 RIMS에 연계되기 시작하였는데, 물관리 측면에서는 아직 시군관리 저수지의 연계가 부족한 단계이다. 그러나 현재 시군관리 저수지들에 대한 물관리 관련 실태를 연구한 Kim et al.(2016)에 의하면, 시군관리저수지의 저수위(율) 측정은 실제적으로는 잘 이루어지지 않고 눈으로 확인하는 정도에 그치고 있을 뿐만 아니라, 농업용수의 비율이 적기 때문에 대부분 시군에서는 관내 농어촌공사 저수지의 저수율을 그 지역의 저수율로 고려하는 것으로 나타났는데, 향후 이를 개선하기 위해서는 지자체내에 있는 시군관리 저수지 중에서 위험저수지 지정 또는 대표 저수지를 선정하여 수위측정센서 설치 또는 수위측정

을 실제로 시행할 수 있는 방안을 강구할 필요가 있다. 이와 같이 시설관리 및 물관리와 관련한 일련의 업무를 한국농어촌공사와 지자체가 통합관리하기 위해서는 별도의 예산과 관리체계가 수반되어야 하는데, 저수지 개발과 관리의 전문성을 가진 한국농어촌공사가 전국적으로 분포된 저수지들에 대한 상시 저수율 파악 및 물관리 업무를 담당할 수 있도록 저수지 통합물관리정보시스템이 더욱 요구되고 있다.

## 3. 지능형 통합물관리정보시스템의 구성

### 가. 시스템의 개념과 기능 정의

본 연구에서는 지금까지 분석한 내용을 바탕으로 지능형 통합물관리정보시스템(IaWAMISS)의 개념과 기능에 대하여 다음과 같이 정의하였다. 첫째, 공간적 자료 통합을 위하여, 공간적으로 산재되어 있고 관리주체가 한국농어촌공사와 지자체로 이원화되어 있는 저수지들의 물 관련 정보들을 통합하여 분석하며, 둘째, 시스템간 자료의 연결을 위하여, 기상청, 농촌진흥청 등 여러 기관의 시스템들에 분산되어 있는 문자와 공간정보들을 통합 수집하고 가공, 분석하고, 셋째, 농업용수 수요공급현황 분석과 가뭄예측 등의 재생산된 정보결과들을 국민, 전문가, 정책담당자들에게 시설별 및 공간단위별(행정구역, 용수구역 등)로 다양하게 제공할 수 있는 기능을 제공하는 일련의 통합된 정보시스템으로 정의하였다.

본 연구에서는 IaWAMISS를 개발하기 위하여 Figure 1과 같이 차별성을 가지는 주요기능들의 개념을 나타내었다. 여러 가지 시스템을 단순 통합하는 기존의 개념과 차별화를 가진 본 연구의 시스템은 Figure 1에서 보는 바와 같이 세가지 특징을 가지는데, 첫째, 저수지 정보의 공간통합, 둘째 시스템들의 자료연결통합, 셋째, 의사결정지원을 위한 지능형 응용프로그램이 이에 해당된다. 공간통합은 시군관리 저수지의 자료들의 통합관리를 의미하고, 자료연결통합은 하드웨어 통합이 아니라 분산연계형 DB연결의 개념을 적용하여 기존의 다양한 시스템들에 분산되어 있는 자료와 기능을 통합하는 것을 의미하며, 지능형 응용프로그램은 통합분석과 다양한 예측 응용프로그램들을 의미한다. 이를 위해서는 지능형 통합 물관리정보시스템에 필요한 정적자료 구축과 실시간 또는 주기적 계측자료(동적자료) 구축 방안 필요하고, 1차, 2차계산을 포함하여 3차 계산이 가능한 의사결정지원을 위한 지능형 알고리즘 개발이 필요하다. 예를 들면, 1차 계산은 저수위 자료로 저수량 계산을 계산하는 단순한 계산을 의미하며, 2차 계산은 저수량, 필요수량, 기상자

료로 수문모델을 이용하여 방류량 계산하는 단계로 정의되고, 3차 계산은 1차, 2차 계산을 포함하여 저수지 방류량, 공급시기, 공급기간 등의 시나리오를 도출할 수 있는 지능형 모델로 정의될 수 있다.

**나. 시스템의 구성**

본 연구에서는 Figure 1에서 제시한 시스템의 개념과

구성을 구체적으로 구현하기 위하여 Figure 2와 같이 구체화된 지능형 통합물관리정보시스템의 원형을 설계하였으며, 구성인자들의 개념과 각 기능의 위치를 나타내었다. 지능형 통합물관리정보시스템은 기존의 단일 시스템들과 다른 위치에서 관련 시스템들과 기능적으로 연결되어 지능형 응용프로그램이 실질적으로 구현되도록 만들어져야 한다. 본 연구에서는 이를 위해서 해결해야 할 과

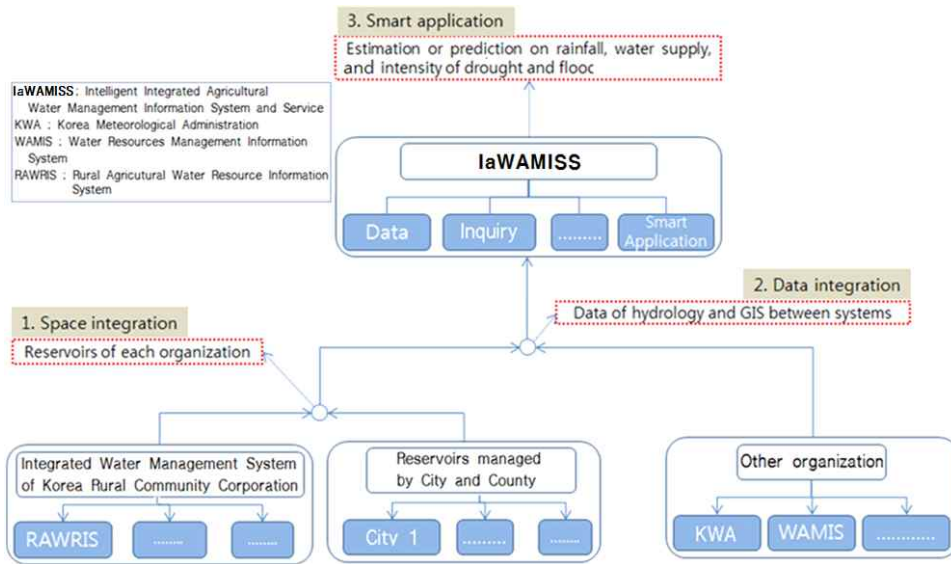


Figure 1. Conceptual diagram of IaWAMISS

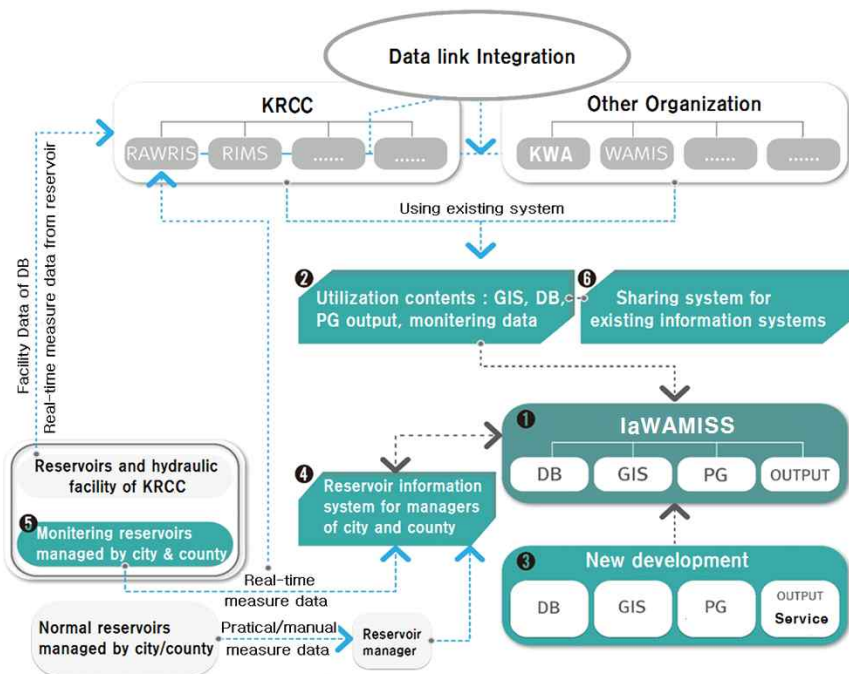


Figure 2. Component framework of system prototype for IaWAMISS

Table 1. The 6 step module for development of IaWAMISS

Seps and items		Contents
1 step	Main components of IaWAMISS	·Output : design for the people, experts, and policy makers(ex: drought index map, flood prediction map) ·PG : development of intelligent model for output ·GIS data : definition of map layers for models ·DB : DB inventory and skima design for models
2 step	Utilization contents of existing systems	·Extraction of GIS layer, DB inventory, and model output from the existing systems in various organizations
3 step	New development elements	·Design of new development for GIS layer, DB inventory, and application program, which the existing systems do not have.
4 step	Intelligent reservoir information system for managers of city and county	·Design of system for official managers of city and county ·Function of input and output for reservoir information
5 step	monitoring reservoirs of city and county	·Selection of standard monitoring reservoirs in city and county ·development of management manual for monitoring reservoirs
6 step	Sharing system of existing information systems	·Set guidelines to share data and information with other organizations ·Definition and system preparation of data contents, sharing period, methodology for data link integration

제들을 6가지 모듈로 정의하고 각각의 내용들을 정리하였는데, Figure 2에서 보는 바와 같이, ① 지능형 통합물관리정보시스템 구성요소설계, ② 기존 시스템 활용 내용 도출, ③ 신규개발 요소 설계, ④ 지능형 시군저수지 정보시스템 설계, ⑤ 시군 위험저수지 지정 및 정보화 방안, ⑥ 기존시스템 연결 자료/정보공유 체계 및 제도 마련 등이 그것이다. 자세한 내용은 Table 1의 6단계의 설명과 같다.

또한 동 시스템은 기존 시스템들에서 필요한 것을 받아 독립적으로 존재하며, 시군담당자가 접속하여 사용할 수 있으며, 시스템의 결과는 대국민, 정책담당자 등이 다양하게 쉽게 볼 수 있도록 제시되어야 한다. 그리고 향후 새로운 응용프로그램이 추가되어 계속 업그레이드 될 수 있도록 개발되어야 한다.

### III. 지능형 통합물관리정보시스템의 개발

#### 1. 시스템의 메뉴 구성

##### 가. 메뉴의 구성

본 연구에서 설계한 IaWAMISS의 주화면과 메뉴의 구성은 Figure 3과 같이 나타내었다. 기상청으로부터 제공 받은 기상정보를 분석 예측하고, 이로부터 공간단위별로 가뭄과 홍수현황 등을 검색하고 예측할 수 있도록 하였으며, 지능형 분석 응용프로그램에서는 위험시설물판단, 수요량대비공급량판단, 가뭄전망 및 대책, 그리고 홍수전망 및 대책 등에 대한 분석결과와 시나리오에 대한 예측을 할 수 있도록 하였다.

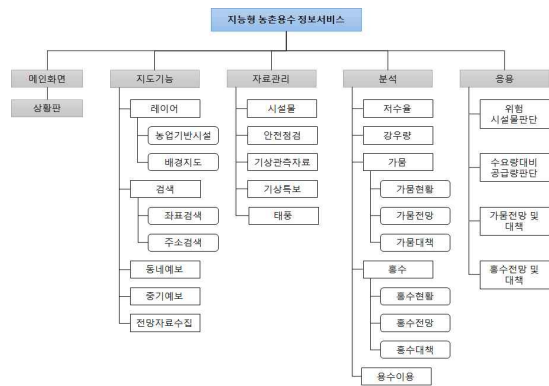


Figure 3. Main screen and menu of IaWAMISS

**나. 자료 연결 및 통합**

본 연구에서는 Figure 1에 나타난 IaWAMISS의 세가지 주요 기능은 자료의 공간 통합(space integration), 시스템간 자료의 연결(data integration), 그리고 지능형 응용프로그램(smart application)을 구체적으로 구현하여 Table 2에 예시로 나타내었다. Table 2에서 보는 바와 같이 자료의 공간 통합에서는 한국농어촌공사가 관리하는 저수지와 시군 지자체가 관리하는 저수지의 위치자료와 저수지의 저수위를 RIMS, RAWRIS를 연계하고 본 연구에서 개발된 시스템에서 추가로 구축하여 통합적으로 연계하도록 구성하였다. 시스템간 자료의 연결에서는 브이월드(map.vworld.kr), RIMS(rims.ekr.or.kr), RAWRIS(rawris.ekr.or.kr), 그리고 기상청 기상정보시스템(kma.go.kr)들과 시군 지자체를 위해서 본 연구에서 추가로 구축한 기능을 연계하여 기본도, 농업수리시설, 유역경계, 농업용공급량 분석, 기상자료분석 등을 통합적으로 할 수 있게 구성하였다. 이와 같이 자료의 통합과 시스템간 연결을 통하여 확보된 자료를 이용하여 용수공급량분석, 가뭄, 그리고 홍수에 대한 응용분석을 하여, 현장에서 계측된 자료에서부터 최종 결과의 도출을 하나의 체계에서 이루어지도록 하였다.

**2. 시스템의 주요기능 구현**

본 연구에서는 동 시스템의 기능 중에서 Figure 1에서 제시한 IaWAMISS의 세가지 특징과 장점인 공간통합, 자료연계통합, 그리고 지능형 응용프로그램에 대한 시스템의 구현 결과를 각각 예시적으로 다음과 같이 나타내었다.

**가. 공간통합 구현 : 지자체와 한국농어촌공사관리 저수지들의 통합 연계**

한국농어촌공사가 관리하는 저수지들에 대해서는 RAWRIS에 저수위 계측자료가 관리되고 검색과 분석에 사용되고 있지만, 지자체가 관리하는 대부분의 저수지는 관행적으로 관리자의 육안에 의해 저수량을 파악하고 있다. 따라서 본 연구에서 개발하고자하는 시스템은 지역 단위의 공간적 통합물관리정보화를 위해서 한국농어촌공사관리 저수지의 계측자료를 기본적으로 이용한다. 그리고 시군관리저수지의 저수위 자료는 시군별로 주요 표본 저수지들에 계측시설을 설치하여 자동으로 저수량을 계측하는 방안을 강구하였다.

Table 2. Prototype implementation with data and system integration for IaWAMISS

Functions <sup>1)</sup>	Data layer	Data source	Link type	Other tools (program)	Remark
Space integration for reservoirs	Reservoir position	rims.ekr.or.kr	down/upload <sup>4)</sup>	SQL*Loader	Shp <sup>7)</sup> file
	Reservoir water level - of KRCC <sup>2)</sup>	rawris.ekr.or.kr	down/upload	SQL*Loader	text file
	- of city and county	NDP <sup>3)</sup>	sensor or manual	-	-
Data integration between systems	Base map	map.vworld.kr	real time(online)	-	
	Satellite image	map.vworld.kr	real time(online)	-	
	Agricultural facility - of KRCC	rims.ekr.or.kr	down/upload	ArcMAP	Shp file
	- of city and county	NDP	-	-	
	Watershed boundary	rawris.ekr.or.kr	down/upload	ArcMAP	Shp file
	Water supply & demand - for watershed area	rawris.ekr.or.kr	down/upload	-	
	- for administration area	NDP	-	TOAD5)	Excel file
	Weather data				
- weather image	kma.go.kr	down/upload	CMI process <sup>6)</sup>	bin file	
- special report	kma.go.kr	down/upload	SQL*Loader	text file	
- observation data	kma.go.kr	down/upload	SQL*Loader	text file	
- typhoon image & path	kma.go.kr	down/upload	SQL*Loader	text file	
Smart application	Drought index	NDP			
	Flood risk area	NDP			

1) Main tree functions of IaWAMISS in Figure 1

2) Korea Rural Community corporation

3) New developed or processed in this study

4) Upload to oracle DB. It should be processed by manual down and upload without data share system between public organizations

5) Oracle database management program(www.toadworld.com)

6) It was developed in this study

7) Shp : shape file format of ArcGIS(www.esri.com)

1) 시군관리 저수지 저수를 계측 체계 구축

시군관리저수지의 저수를 조사에 관한 연구로서, Kim et al.(2016)에 의하면 김제시와 정읍시는 각각 104개와 196개의 저수지에 대하여 저수율을 파악하고 있는데, 수위계측기가 설치된 곳은 없으며, 저수지 관리인과 담당자들이 육안으로 관행적인 방법으로 추산하고 있는 것으로 파악하였으며, 정기적 또는 부정기적으로 파악한 자료는 문서화(엑셀자료)되어 전라북도를 거쳐 농림축산식품부로 보고되는 것으로 나타났다. 이와 같이 관행적인 계측자료들은 시스템에 어느 정도 활용할 수 있으나 자료의 주기성과 신뢰성이 부족하다. 그러므로 본 연구에서는 시스템 개발 및 구현을 위하여 시험적으로 김제시가 관리하는 저수지 중에서 대표 저수지에 Figure 4와 같이 계측시설을 설치하여 모니터링 체계를 구축하였다.

2) 시군관리 저수지 저수를 계측 정보 구현

기존의 관행적인 방법인 목측으로 입력된 저수율 자료로도 개략적인 저수율을 추정하여 사용할 수 있지만,

Figure 4와 같이 설치된 계측기로부터 자동으로 입력된 저수위로부터 저수량과 저수율을 계산하여 사용할 수 있으며, Figure 5와 같이 시스템의 화면에서 저수지별로 저수율 정보를 검색할 수 있다. 이렇게 입력된 저수위 자료는 저수지 위치를 나타내는 GIS 자료와 기상청의 기상정보와 연계하여 저수지의 저수율 예측에서 사용될 수 있다. 해당 저수지의 내용적 곡선이 아직 없으므로, 저수위 계측은 센서로 하였으나, 이로부터 계산된 저수율은 김제시의 관행적인 방법에 따라 추정하여 예시적으로 나타내었다. 장기적으로 시군관리 저수지들의 수위내용적곡선의 조사를 통하여 시스템의 효과를 높일 수 있도록 해야 한다. 탭들의 DB 통합 연계

본 연구에서 개발하는 IaWAMISS는 기존의 타 시스템과 자료를 연동하여 시스템에 활용하는 자료연계통합을 주요 기능으로 한다. 여기서는 통합물관리정보시스템에서 가장 중요한 기상정보의 연계기술과 기상정보를 이용한 강우량 분석에 대한 시스템의 구현 결과를 다음과 나타내었다.



a) location of reservoir  
b) installment of facility  
Figure 4. Installment of measurement facility in a reservoir of Gimje-city



a) Information of reservoir  
b) real-time detail storage data  
Figure 5. Data receiving from monitoring reservoir with measurement facility

1) 기존 시스템 연계 기술

Table 2에서 설명한 바와 같이, 시스템간 자료 연결을 위한 프로토타입의 예시로서, 기상청의 기상정보와 IaWAMISS의 연계기술은 Figure 6에 나타난 바와 같다. jQuery모듈의 load함수를 사용하여 기상청 웹페이지 자료를 로딩한 후, 분석하고 원하는 값을 추출하여 오라클의 데이터베이스에 업로드 하고 시스템의 페이지에 적용하는 절차를 거친다.

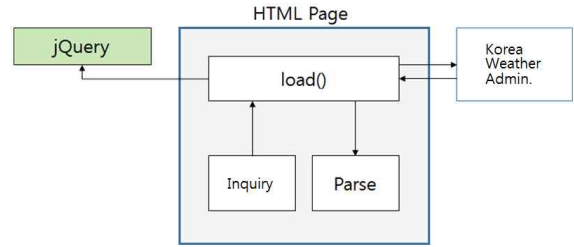


Figure 6. Conceptual diagram integrating process with system of Korea Meteorological Administration

2) 강수량 현황 분석

기상청 시스템과 연계하여 추출한 기상정보의 기초자료는 기상관측자료 (AWS), 기상예보 (동네예보, 중기에

보(10일), 1개월 전망, 3개월 전망), 기상특보 (태풍, 호우) 등이 있으며, 여기에 행정구역 GIS 자료를 이용하여,

년도 2015년 검색

94건 검색	시도	시군	AWS	자점	연강수량 (mm)
(산간)강원도	태백시	216	태백	4,988	
(산간)강원도	평창군	100	대관령	6,154	
강원도	강릉시	105	강릉	4,914	
강원도	강릉시	104	북강릉	4,399	
강원도	고성군	90	속초	5,056	
강원도	동해시	106	동해	4,325	
강원도	영월군	121	영월	3,736	

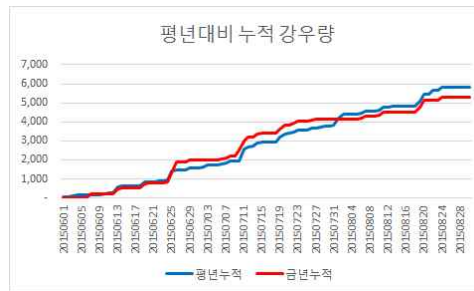
a) inquiry of annual rainfall



b) map of selected weather station

일시	현재일기	날씨		기온(°C)		강수		바람		기압(hPa)	
		시간	분량	현재	최저	일강수	습도	방향	속속	현재	변화
28.10H		7.0		25.3	19.4	14	70	북	1.6	1011.2	
28.09H		6.0		23.9	18.6	72	73	북	1.8	1010.9	
28.08H		4.2		21.5	18.9	70	85	북북동	1.7	1010.6	
28.07H		4.2		20.2	18.3	68	89	동남	0.4	1010.6	
28.06H		3.9		18.9	17.4	85	90	동남동	1.4	1010.9	
28.05H		4.0		18.9	17.7	66	93	동남동	1.6	1010.6	
28.04H		3.1		18.1	18.1	86	94	동남동	1.0	1010.6	
28.03H		3.1		19.4	18.4	87	94	동북동	0.5	1010.7	
28.02H		3.8		20.0	18.6	88	90	동남	0.2	1010.8	
28.01H		4.0		19.9	18.2	87	91	남동	1.3	1010.9	
28.00H		3.6		19.9	18.6	87	1.0	93	남동	1.4	1010.7
27.23H		2.8		20.0	18.9	88	1.0	94	북북동	0.9	1010.9
27.22H		5.0		20.9	19.0	89	1.0	89	동남동	0.6	1011.0
27.21H		6.0		21.0	18.5	89	1.0	86	남남동	0.8	1010.5

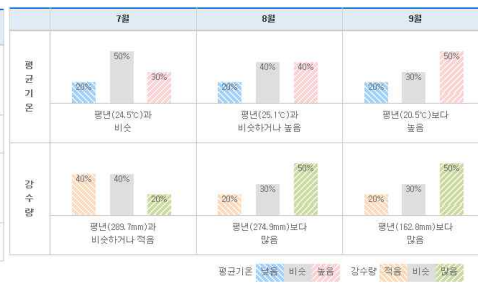
c) data of selected weather station



d) inquiry of accumulated rainfall



e) prediction after 1 month



f) prediction after 3 month

전라북도 평년 비수 범위 1주, 2주, 3주, 4주에 나뉘어서 평균기온, 강수량을 보여주는 표입니다.

	1주	2주	3주	4주
평균기온	±0.7°C	±0.7°C	±0.7°C	±0.6°C
강수량	±45%	±40%	±35%	±45%

전국 평년 비수 범위

	7월	8월	9월
평균기온	±0.6°C	±0.5°C	±0.4°C
강수량	±5%	±10%	±25%

Figure 7. Example of rainfall analysis in selected area



가공된 기상정보들을 행정구역 GIS 자료에 기상예보와 기상특보 자료를 매핑하여 나타내도록 하였다. Figure 7 은 이와 같은 결과의 일부 예시들을 각각 나타낸다.

**다. 지능형 응용프로그램 구현**

본 연구에서 개발하고자하는 지능형 응용프로그램은 통합연계된 공간단위(행정구역, 용수구역 등)에서 한국농촌공사관리 저수지와 시군관리 저수지들의 저수량 자료들을 공간적으로 연계하는 것을 토대로 한다. 이어서 본 연구에서는 기상정보로부터 예측된 강우량을 이용하여 저수지별 또는 공간단위별 용수수급을 분석하고, 나아가 가뭄지수의 분석 및 예측, 그리고 기상특보(태풍)에 따른 홍수위험지역의 저수지 현황분석을 위해 지능형 응용프로그램을 개발하고, 구현 결과의 일부를 다음과 같이 나타내었다.

**1) 용수이용 현황 분석 및 용수 과부족 판단**

용수 공급량 및 수요량 분석 자료들을 연계하여 GIS 자료에 공간단위별로 용수 수급량 현황과 용수의 과부족에 대한 수치 분석결과를 Figure 8과 같이 나타내었다.

**2) 가뭄지수 예측**

가뭄지수 계산과 예측을 위하여 저수량, 토양수분, 저

수지 및 용수구역 GIS 자료, 기상 자료, 시군 행정구역, 농촌용수구역 GIS 자료 등을 입력자료로 구성하였으며, 이로부터 계산된 가뭄지수계산은 WADI(Water supply Drought Index), SPI(Standardized Precipitation Index), PDSI(Palmer Drought Severity Index) 등으로 하였으며, 기상청의 예보자료를 이용하여 행정구역 및 용수구역별 통합농업가뭄지수(IADA)를 예측하여 지도로 나타내었고, 강수 시나리오/저수율 시나리오별 RDI, SMI, PDSI, SPI, SWSI 지수 예측 결과도 나타내도록 하였다(Guttman, 1998, Kwon et al., 2007, Lee, 2013, Nam et al., 2013, Yoon et al., 1999, Yoon, 2005). 이와 같이 구현된 결과의 예시를 Figure 9에 김제시와 정읍시를 대상으로 나타내었다.

**3) 홍수예방 및 시설관리**

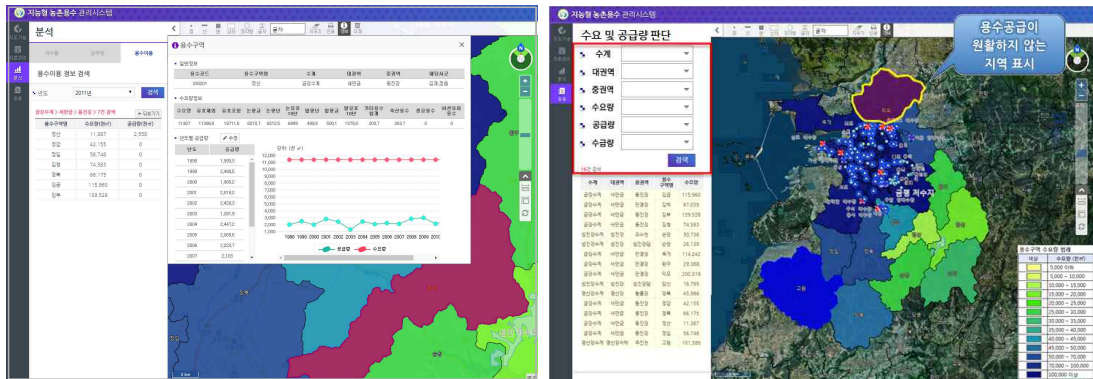
기상청의 레이다 영상으로부터 강수량이 많은 지역을 그리드로 표현하여 홍수위험지역을 분석하고, Figure 10에서 보는 바와 같이 위험지역에 있는 저수지들을 도출한 후, 해당 저수지들에 대하여 저수율현황, 가뭄 및 홍수현황 자료들을 검색하고 예방 대책을 효율적으로 수립할 수 있도록 하였다. 이를 위하여 입력자료로는 저수지 위치 GIS, 위험시설물, 수요량 대비 공급량, 가뭄 현황

수계	수요량(천㎥)	공급량(천㎥)
영산강수계	73,686	0
한강수계	0	0
낙동강수계	0	0
섬진강수계	24,557	0
금강수계	83,409	0
제주도수계	0	0

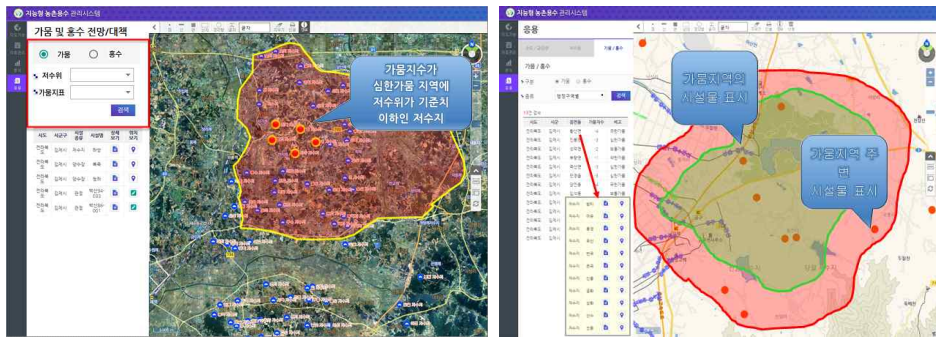
금강수계 >			금강수계 > 새만금 >		
대면역	수요량(천㎥)	공급량(천㎥)	중면역	수요량(천㎥)	공급량(천㎥)
금강	0	0	동진강	72,362	0
금강서해	0	0	만경강	102,741	0
살고천	0	0	새만금방조계	0	0
새만금	83,409	0			

a) in river watershed

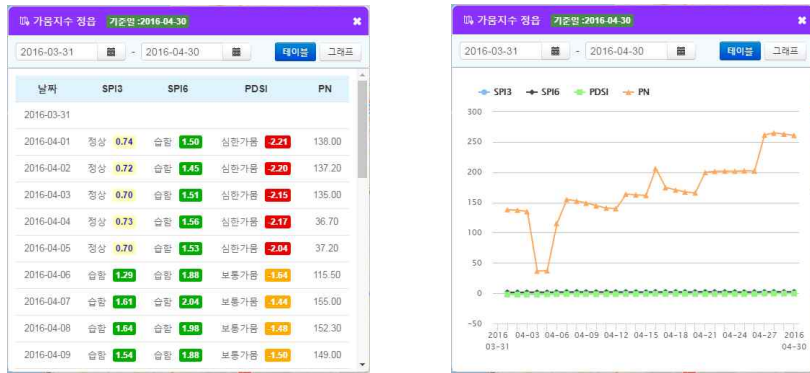


b) in agricultural water area c) analysis of water balance  
 Figure 8. Analysis and inquiry of agricultural water supply and demand in space units

및 전망, 홍수 현황 및 전망, 기상특보 등의 자료들을 분석을 위한 입력자료로 구성하였다.

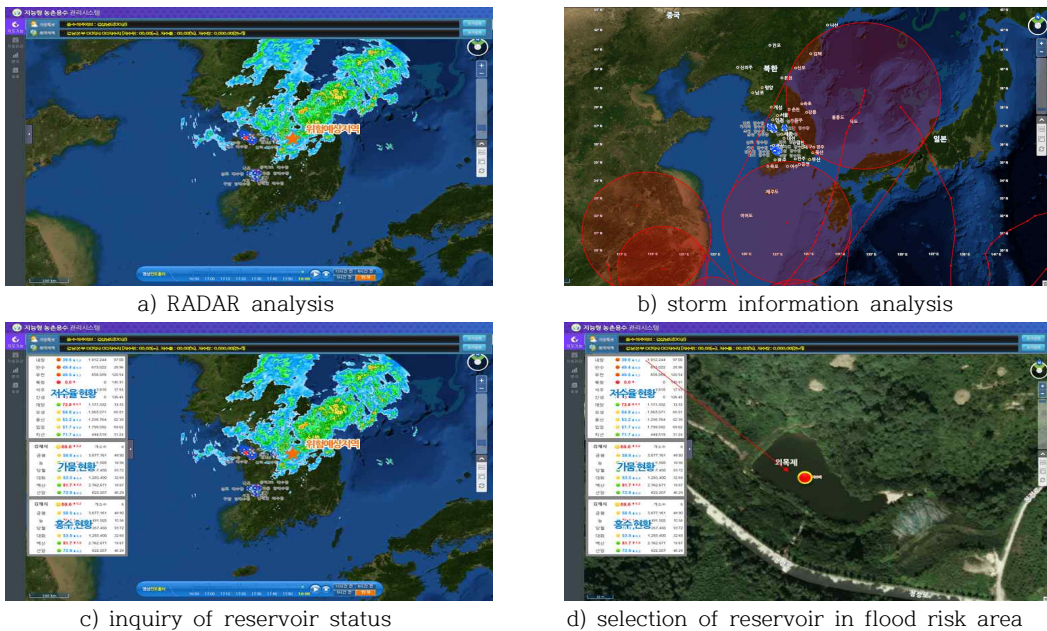


a) search of reservoirs with high drought index value in Gimje-city area



b) prediction results of drought index and stage in Jeongeup-city

Figure 9. Example of drought index prediction in reservoirs and space units



a) RADAR analysis

b) storm information analysis

c) inquiry of reservoir status

d) selection of reservoir in flood risk area

Figure 10. Prediction and analysis of flood status considering storm

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 공간적으로 산재되어 있고 관리주체가 이원화되어 있는 저수지들의 물 관련 정보들과 여러 기관의 시스템들에 분산되어 있는 문자와 공간정보들을 통합 수집하고 가공분석하여, 농업용수 수요공급현황 분석과 가뭄예측 등의 재생산된 정보결과들을 국민, 전문가, 정책담당자들에게 시설별 및 공간단위별(행정구역, 용수구역 등)로 다양하게 제공할 수 있는 일련의 통합된 시스템 원형을 개발하였다. 본 연구의 내용을 구체적으로 요약하면 다음과 같다.

한국농어촌공사와 시군에서 관리하는 저수지들의 농업용수 관련 정보를 공간적으로 통합연계하고, 기상청 기상정보와 같이 타 기관의 기존 시스템들과 자료 연계를 하며, 통합연계한 다양한 공간단위에서 시나리오를 고려한 가뭄예측 등 응용분석을 할 수 있는 지능형 통합 물관리정보시스템(Intelligent Integrated Agricultural Water Management Information System and Service, IaWAMISS)의 원형을 구체적으로 설계하고 주요기능들에 대한 실제 구현을 시도하였다.

시스템의 개발을 위한 선결과제들에 대하여 체계적 분석을 실시하여 6단계의 모듈로 체계화하여 제시하였는데, 지능형 통합정보시스템 구성요소 설계, 기존 시스템 활용 내용 도출, 신규개발 요소 설계, 지능형 시군저수지 정보시스템 설계, 시군 위험저수지 지정 및 정보화 방안이며, 마지막으로 기존시스템 연결 자료/정보공유 체계 및 제도 마련 등이다.

개발된 시스템의 원형을 구현하여, 공간통합, 자료연계통합, 지능형 분석프로그램개발에 대한 시스템의 결과들을 예시로 나타내었다. 공간통합은 한국농어촌공사와 시군관리 저수지 정보를 통합하는 것으로서, 본 연구에서 시범으로 설치한 계측시설을 통하여 실시간 저수위 정보를 수집하여 가공 분석할 수 있게 하였고, 자료연계통합은 기존 시스템들의 DB를 통합 연계하는 것으로서, 기상청의 기상정보를 IaWAMISS에 연계하여 강우량 예측자료를 도출하여 사용할 수 있도록 구현하였으며, 지능형 분석프로그램의 구현을 위해서는 저수지별, 공간단위별로 농업용수 수요와 공급량 분석, 팔머 가뭄지수 등의 분석과 예측, 태풍지도를 연계한 홍수위험지역 분석과 관련 저수지의 현황 분석 등을 시도하였다.

이와 같이 IaWAMISS의 원형 설계와 구현을 통하여 시스템 개발의 가능성과 효율성을 확인하였다. 본 연구에서 제시하는 선결과제들을 해결한다면, 전국에 산재되어 있는 저수지들의 정보들과 여러 기관들에 분산되어

있는 시스템 정보들을 연계하여 공간단위별로 효율적으로 물관리가 가능할 뿐만 아니라, 관련 정보들의 서비스 제공을 통하여 관련 정책의 당위성과 국민적 이해를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품 기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(과제번호: 313004-4)

#### References

1. Guttman, N. B., 1998, Comparing the Palmer Drought Index and the Standardized Precipitation Index, Journal of the American Water Resources Association, 34(1) : 113
2. Kim, Dae-Sik, Kim, Jin-Taek, Kim, Jeong-Dae, Koo, Hee-Dong, Lim, Hye-Ji, 2016, System Analysis for Water Management Information Strategy of Agricultural Reservoir managed by City and County, Journal of the Korean Society of Rural Planning, 22(2), 165-173
3. Korea Rural Community Corporation, 1997, study on the water requirement variation with the farming conditions in the paddy field, Korea Rural Community Corporation.
4. Korea Rural Community Corporation, 2011, Information project of water management for rural water, RAWRIS
5. Kwon., H. J., Lim., H. J., and Kim., S. J., 2007, Drought Assessment of Agricultural District using Modified SWSI, Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, 10(1) : 22-34.
6. Lee, E. Y., 2013, Spatial Characteristics of Drought in South Korea by Standard Precipitation Index, Master's Thesis, Graduate School, Konkuk University.
7. Nam, W. H., Choi., J. Y., Jang., M. W., and Hong E. M., 2013, Agricultural Drought Risk Assessment using Reservoir Drought Index, Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, 55(3) : 41-49.
8. MAFRA, 2014, A Study on Development of Smart Information System for Agricultural Water

- Management and Service, On-going project report of IPET.
9. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA), 1997, Development of calamity preventing and restoration affairs supporting system of the ministry of agriculture and forest.
  10. Yoon., Y. N., 2005, Engineering hydrology, Cheongmoongak.
  11. Yoon., Y. N., Park., M. K., and Lee., D. R., 1999, An Application of Drought Frequency Formula for the Determination of Reservoir Capacity and the Evaluation of Water Supply Capability, Korea Water Resources Association Convention.
  12. <http://map.vworld.kr>
  13. <http://rawris.ekr.or.kr>
  14. <http://rims.ekr.or.kr>
  15. [www.esri.com](http://www.esri.com)
  16. [www.toadworld.com](http://www.toadworld.com)
  17. [www.kma.go.kr](http://www.kma.go.kr)
  18. [www.wamis.go.kr](http://www.wamis.go.kr)
- 
- Received 13 April 2017
  - First Revised 22 May 2017
  - Finally Revised 24 July 2017
  - Accepted 24 July 2017