물관리자동화시스템을 위한 개방형 운영 프로그램 개발

Development of Open Water Management Program(OWMP) for Water Management Automation System with Open Architecture

김 선 주 · 김 필 식* · 윤 찬 영(건국대)
Kim, Sun Joo · Kim, Pill Sik · Yoon, Chan Young

Abstract

This study presents an application of object-oriented methodology for Open Water Management Program(OWMP). Accordingly, OWMP provides a high degree of reliability which allows modification of parameters by change of region or time to be possible

OWMP consists of Data Base Management System(DBMS) and Model System. DBMS make it possible to analyze data related with planning water schedule and establishing database. Model System calculates reservoir inflow, reservoir effluent and basin water demand. A operator decides the reservoir operation with results of Model System and DBMS. OWMP could be adapted to the planning and decision for saving water.

Ⅰ. 서 론

우리 나라의 물이용 총량 중 농업용수는 가장 큰 비중을 차지하고 있으나 유역과 연계하여 종합적으로 관리되지 못하고 개별적으로 관리되므로 합리적이고 효율적인 관리가 미흡하여 가뭄과 홍수피해가 빈번히 발생하고 있다.

1980년대 이후 종합적인 물관리 시스템을 위해 「집중물관리」,「물관리자동화시스템」 등에 대한 연구가 많이 이루어져왔다. 그러나, 지금까지 공급된 물관리자동화시스템은 대부분이 폐쇄적인 시스템으로서 범용성에 문제점이 있고, 이러한 문제점을 보완하기 위하여 소프트웨어와 하드웨어사이의 범용성과 호환성을 위한 개방형구조(Open Architecture)의 시스템 개발이 필요하다.

본 연구에서는 개방형제어시스템과 함께 운용될 수 있는 개방형 운영 프로그램(OWMP; Open Water Management Program)을 객체지향기법에 의해 개발하여 프로그램의 확장과 수정이 용이하도록 하였다. 본 프로그램은 모형시스템과 자료관리시스템으로 구성되어 있고 모형시스템은 유역자료와 실시간의 수문, 기상자료를 사용하여 일단위와 월단위에 대한 용수 수요상태와 공급상태를 파악할 수 있도록 하였다. 자료관리시스템은 실시간의 자료를 관리할 뿐만 아니라 기존 자료들의 통계적 분석을 통해 모형시스템의 결과와 비교가 가능하도록 하였다. 본 프로그램은 개방형제어시스템과 함께 효율적인 운영이 되도록 하여 사용자의 수리구조물 조작결정을 지원하는데 목적을 두고 있다.

2001년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2001년 10월 12일)

Ⅱ. 개방형 운영 프로그램(OWMP)의 구성

1. OWMP의 산정 이론

유입량 산정 이론은 3단 TANK, 4개의 유출공을 갖고 유역에 따라 TANK의 수나 유출공의 수는 조정하지 않는 것으로 우리 나라 관개용 저수지의 유역특성에 맞게 수정한 수정 TANK 모형의 이론을 사용하였다. 수정TANK모형 매개변수는 실측 유출량자료를 사용하여 회귀식을 산정하였고, 회귀방정식을 산정하는데 6월-9월을 홍수기로 하고, 홍수기를 제외한 기간을 평수기로 하였다.

필요수량 산정 이론은 작물의 생육시기에 따른 필요수량을 산정하기 위해 이앙재배기간을 묘대기간, 이앙일수, 본답기간으로 분류하고, 관리수량을 고려하여 각 생육기간별 필요수량을 산정하였고, 증발산량산정은 적용성이 국내에서 입증되었으며 일단위 잠재증발산량 산정이 가능한 FAO 수정 Penman식을 이용한다.

방류량 산정 이론은 저수지 수혜지역에 해당하는 관개지구에서 작물의 생육시기를 고려한 일별, 월별 소비수량 즉, 관개지구에서 필요로 하는 필요수량을 필요방류량으로 결정한다. 필요방류량에 따라 조작자는 방류량을 결정하고, 결정된 방류량은 저수지 물수지를 통해 저수량을 산정하도록 한다.

2. OWMP를 사용한 물관리자동화시스템의 구성

OWMP는 자료관리시스템과 모형시스템으로 구성되어 있고, 자료관리시스템에서는 개방형제어시스템을 통해 유역의 실시간 자료를 취득하여 DataBase를 구축하여 통계분석 및 검색이 가능하도록 하였다. 모형시스템은 실시간의 자료를 이용하여 유역의 유입량과 관개지구의 필요수량을 모의하여 저수지 운영 결정에 편의를 제공한다.

개방형제어시스템은 RTU를 통해 OWMP에 수집된 자료를 전송하고, 수리구조물의 제어를 실행한다. OWMP를 사용한 물관리자동화시스템의 구성은 Fig. 1 과 같다.

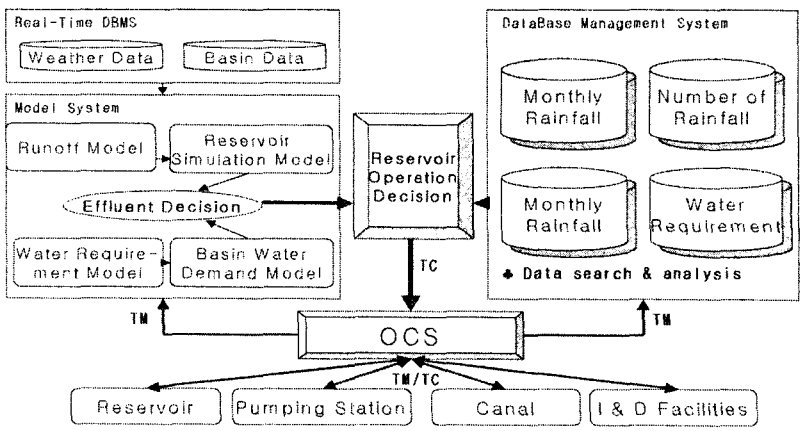

Fig. 1. 물관리자동화시스템과 OWMP의 연결 구조

Ⅲ. OWMP의 적용

1. OWMP의 조작

OWMP의 초기화면은 모형시스템, 저수지조작, DBMS, 도움말로 구성되어 있고, 저수지 조작을 위해선 우선 초기화면에서 모형시스템을 실행하여 유입량 산정과 필요수량을 산정하여야 한다. 유입량 산정에서는 지역의 변화나 특성에 맞게 매개변수의 수정이 가능하도록 하였다.

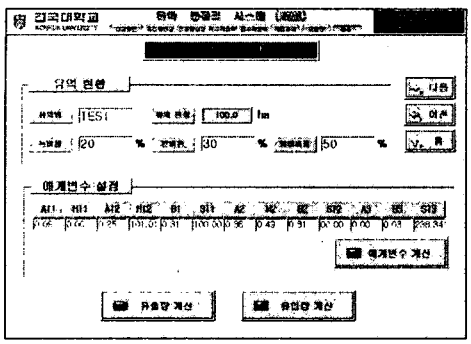

Fig. 2. 유입량 산정 화면

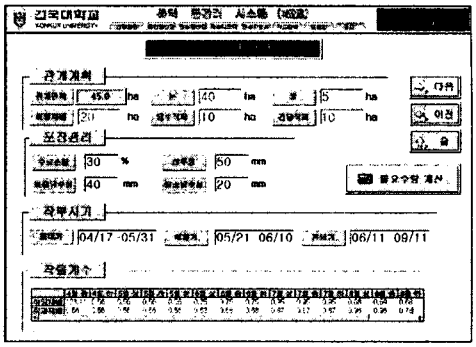

Fig. 3. 필요수량 산정 화면

2. OWMP의 적용

OWMP의 적용은 개방형제어시스템이 모두 구축되어 있는 대상지구에서 직접 운영을 통해 수정, 보완 및 프로그램의 확장작업이 이루어지도록 한다. OWMP의 적용 대상지구는 경상북도 서단에 위치한 성주지구로 주수원공은 성주댐으로 유역면적이 14,960ha에 이른다. 현재 하드웨어 구축작업이 완료되지 못한 관계로 모형의 적용은 필요수량 산정 모형과 유역 유입량 산정 모형부분에 대해 각각 실시하였다.

가. 유입량 산정모형 적용

성주지구 농업용수개발사업을 위해 대구지방 강우량을 이용하여 DAWAST모형, 가지야마식으로 성주댐의 1980-1989년까지 유입량을 산정하였다.[8] OWMP의 대상지구에 대한 적용성을 검토하기 위해 DAWAST모형, 가지야마식으로 계산한 유입량과 비교를 실시하였다.

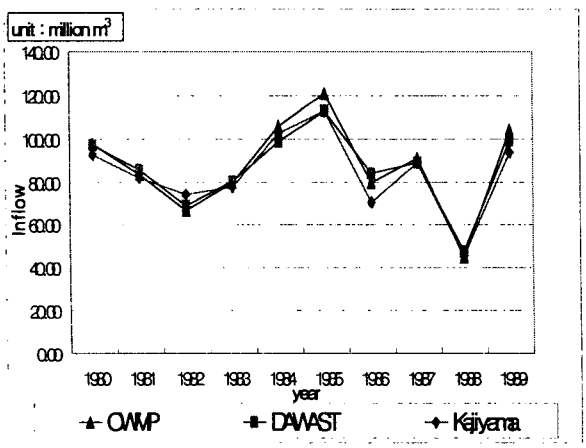

Fig. 4. 성주댐의 유입량 산정 결과 (year)

Table 1. 성주댐의 유입량 산정 결과

(unit : million m³)

years / model	1980	1981	1982	1983	1984
OWMP	97.77	83.65	66.58	79.59	105.65
DAWAST	97.39	85.64	68.73	80.50	98.95
Kajiyama	92.57	81.89	74.25	77.75	102.79
years / model	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**
OWMP	121.04	80.00	90.96	45.20	104.18
DAWAST	113.11	84.21	88.82	47.93	99.50
Kajiyama	112.78	70.48	88.91	45.75	93.92

Table 1 과 같이 OWMP의 경우는 연평균유입량이 87.46백만톤으로 나타났고, DAWAST모형의 경우는 86.48백만톤, 가지야마식은 84.11백만톤으로 나타났다. 상대오차는 DAWAST모형의 경우는 1.11%, 가지야마식의 경우는 3.83%로 나타났다.

나. 필요수량 산정 모형모의 적용

OWMP의 필요수량 산정 모형은 영농방식 변화에 따른 필요수량 산정연구[5](농어촌진흥공사, 1997)에서 적용한 경기진흥원의 포장용수량 시험포장에서 실측한 관개수량, 담수심 및 유효우량 관측치를 비교하였다. Fig. 5, 6 은 유역물관리 시스템의 산정결과와 실측치를 비교한 것으로 담수심 변화를 고찰하면 실측치와 모의발생치의 그래프가 유사한 경향임을 알 수 있으며 유효우량의 발생 경향도 차이가 거의 없는 것으로 분석된다.

모의 발생결과와 실측치를 비교한 Table 2 에서 보는 바와 같이 OWMP를 이용한 소비수량 산정결과는 이앙재배를 기준으로 886.3mm, 강우량 840.1mm에 대한 유효우량은 566.0mm이고, 유효우량을 제외한 관개해야 할 수량은 313.7mm로 나타났다. 실측치와 비교하면 12.9mm~14.0mm 의 차이가 발생하였고 상대오차는 모두 5%미만으로 유의성이 입증되었으며 그래프를 통한 비교에서도 유효우량과 담수심의 변화 양상이 일치하는 등 모형의 합리성을 입증할 수 있었다.

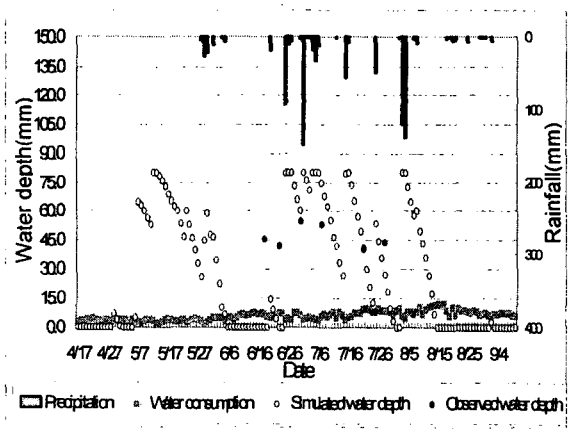

Fig. 5. 담수심 산정 결과

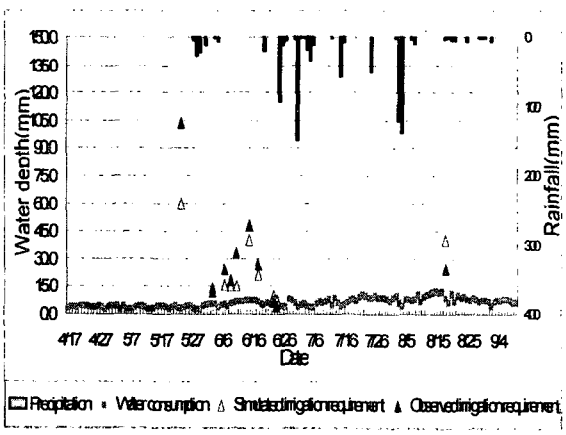

Fig. 6. 필요수량 산정 결과

Table 2. 필요수량 산정 결과

Division	Water consumption	Irrigation requirement	Effective rainfall
Observed(mm)	900.3	300.8	579.6
OWMP(mm)	886.3	313.7	566.0
Relative error(%)	1.5	4.2	2.3

V. 결 론

물관리자동화시스템은 최근 우리나라의 물부족에 대한 관심의 증가로 더욱 대두되는 부분이다. 하드웨어와 소프트웨어의 폐쇄적인 구조로 인한 호환성과 범용성의 문제를 해결하기 위

해 개방형제어시스템의 도입이 필요하고, 이에 적합한 개방형 소프트웨어를 개발하고자 객체지향기법을 이용하여 개방형 운영 프로그램(OWMP)를 개발하였다.

OWMP는 물관리자동화시스템의 소프트웨어분야를 담당하며, 하드웨어의 조작 및 실측자료의 취득 범위를 고려하여 현장에서 실시간 운영이 가능하도록 하였고, 하드웨어의 확장이나 변경에 능동적으로 대처가 가능하도록 개발하였다. 객체지향기법에 의해 유역과 관개지구의 물관리구조를 모듈화하여 설계하였으므로 프로그램들의 개별적인 운용뿐만 아니라 확장과 이식성이 용이하다.

OWMP의 유입량 산정 모듈의 매개변수와 유역 수문특성인자들간의 회귀식을 평수기와 홍수기로 구분하여 개발하므로 홍수시 유출량 산정의 약점을 보완하였다. 개발된 OWMP를 경기진흥원의 시험포장에 적용해본 결과 소비수량은 886.3mm, 강우량 840.1mm에 대한 유효우량은 566.0mm, 관개수량은 313.7mm로 실측치와 비교하여 모두 5%미만의 상대오차를 나타내는 등 양호한 결과를 나타내므로 관개지구 소비수량의 효율적인 관리에 도움이 될 것으로 판단된다.

유입량산정 모형은 대상지구인 성주지구의 농업용수개발사업을 위한 DAWAST모형과 가지야마식에 의한 유입량 산정결과와 비교하여 각각 1.11%와 3.83%의 차이를 내고 있다.

OWMP는 초기 단계로 프로그램의 구성에 미비한 점이 존재하지만 현장에서 실시간으로 운용을 통해 실측 데이터의 취득과 운용, 모형시스템 운용의 지속적인 보완을 하며 현장에 효율적인 프로그램으로 개발한다면 앞으로 수자원의 절약에 도움을 줄 수 있을 것이다.

본 논문은 농림부 농림기술개발사업 "물관리 생력화 기술의 실용화" 연구중 "물관리 운용프로그램 개발 및 생육영향시험" 연구 결과의 일부임

참 고 문 헌

1. 김선주 외 6인, 1999, 관개배수공학, 동명사.
2. 김성준, 1987, 수원지방 답의 유효우량산정을 위한 전산모형개발 및 이용성 검토, 서울대학교 석사학위논문
3. 김현영, 1988, 관개용 저수지의 일별 유입량과 방류량의 모의 발생, 서울대학교 박사학위 논문
4. 농림부, 농어촌진흥공사, 1998, 농업생산기반정비사업계획설계기준, 관개편.
5. 농어촌진흥공사, 1997, 영농방식 변화에 따른 필요수량 변화 연구
6. 이광야, 2000, 농업용수 수요량 산정 시스템 개발, 건국대학교 박사학위 논문
7. 여운식, 1999, 물관리자동화시스템의 발전방향, 한국농공학회 학술발표회논문 pp. 99~104
8. 농어촌진흥공사, 성주농지개량조합, 1996, 성주지구 집중용수관리시스템 사업계획서
9. Allen, R.G., Pruitt, W.O., 1986, Rational use of the Blaney - Criddle formula, J. of Irri. & Drain. Div., ASCE, Vol.2 NO.2, pp139-155
10. FAO, 1998, Crop evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage Paper 56