

개방형 물관리 프로그램을 이용한 관개용 저수지의 장기물수지 분석

Long-term Water Balance Analysis of Irrigation Reservoir using
Open Water Management Program

김 선 주 · 김 필 식*(건국대)

Kim, Sun-Joo · Kim, Phil-Shik

Abstract

In this study, we developed Open Water Management Program (OWMP) with an open architecture to deal with newly arising upgrade problems for a water management automation system. When we executed OWMP with data produced from an experimental field in Korea, the relative errors of this simulation were less than 5%. We developed runoff calculation model and verified it with measured data of 4 basins included in IHP. The relative errors came out less than 5% in all basins, except for one basin. We also applied OWMP to seongju irrigation reservoir to simulate daily runoff from 1998 to 2002, and the day, month, and year relative error between measured and simulated value was 0.25-0.05. Therefore the OWMP can be a tool nicely adapted to the optimal water management of irrigation reservoir

I. 서 론

관개용 저수지는 관개 기관을 위한 이수 관리와 홍수 기의 재해를 최소화하기 위한 치수 관리의 두 가지 목적을 충족시켜야 한다. 관개용 저수지는 수자원 이용 현황 중 가장 큰 비중을 차지하는 농업 용수의 확보가 중요하나 집중호우로 인한 홍수 재해를 최소화하기 위한 과학적인 관리가 필요하다고 판단된다. 본 연구에서는 농촌 유역의 효율적인 물 관리를 위한 물 관리 자동화 시스템의 운영 프로그램으로 Open Water Management Program(OWMP)을 객체지향 기법에 의해 개발 하므로 프로그램의 확장과 수정이 용이하고, 현장에서 쉽게 활용할 수 있도록 하였다. 본 프로그램은 모형 시스템과 자료 관리 시스템으로 구성되어 있고 모형 시스템은 유역 자료와 실시간의 수문 자료를 사용하여 일 단위와 월 단위에 대한 유역의 용수 수요 상태와 공급 상태를 예측할 수 있고, 자료 관리 시스템은 실시간의 자료를 관리 할 뿐만 아니라 기존 자료들의 통계적 분석을 통해 모형 시스템의 결과와 비교가 가능하도록 하였다. 본 연구에서는 대상 지역을 선정 장기 물수지 분석을 실시하여 적합성을 평가하였으며, 홍수 피해를 최소화하기 위한 저수지 관리를 모의하였다.

II. 재료 및 방법

1. Open Water Management Program

OWMP은 물 관리 자동화 시스템 하드웨어에 적합하도록 개방형 프로그램 개발을 원칙으로 일반 사용자를 대상으로 외부 시스템을 수용할 수 있는 환경을 제공하며, 더불어 내부의 기능을 수정, 교체, 추가할 수 있는 개방 기능을 포함한다. 즉, 표준 인터페이스를 사용하고, 기존의 응용 프로그램의 지원이 가능하며, 사용자에 의한 내부의 기능이 추가, 삭제

될 수 있는 가변성이 보장된다.

2. 유입량 산정 모듈

본 연구에서는 3단 TANK, 4개의 유출공을 갖는 것으로 수정 TANK이론을 사용하였으며, 유출량을 모의발생하기 위한 매개변수는 IHP유역 16개소, 기타지역 8개소, 총 24개소의 실측된 유출량자료와 해당 유역의 수문특성 인자로부터 선형 회귀식을 개발하여 산정하였다. 매개변수의 회귀방정식을 산정하는데 있어 6월-9월을 흥수기로 하고, 흥수기를 제외한 기간을 평수기로 하였으며, Rosenbrock법에 의해 최적화시켰고, 유역별 지상인자와 유역별 년단위 최적 매개변수와의 상관관계를 분석하였다.

3. 필요수요량 산정 모듈

본 연구에서는 작물의 생육시기에 따른 필요수량을 산정하기 위해 이양재배기간을 묘대기간, 이양일수, 본답기간으로 분류하여, 각 생육기간별 필요수량을 산정하고, 증발산량 산정은 일단위 잠재증발산량 산정이 가능한 FAO 수정 Penman식을 이용한다.

침투량산정은 한국의 경우 지역적인 편차가 대단히 큰편으로 약 3~7mm/d로 볼 수 있고 전 관개기 동안 약 500~800mm 정도로 볼 수 있다. 본 연구에서는 이(2000)가 사용한 전국의 도별 평균 침투량 현황을 사용하였다.

4. 저수지 조작 모듈

저수지 수혜지역에 해당하는 관개지구에서 작물의 생육시기를 고려한 일별, 월별 소비수량 즉, 관개지구에서 필요로 하는 필요수량을 필요방류량으로 결정한다. 필요방류량과 저수량을 고려하여 조작자는 방류량을 결정하고, 결정된 방류량은 저수지 물수지를 통해 다음날의 저수량을 산정하도록 한다.

5. 대상지구

경상북도 서쪽에 위치한 성주지구를 대상지구로 선정하고 OWMP를 적용하였다. 주수원공은 성주댐으로 총저수량은 38,240 천m³, 유역면적 14,960ha, 관개면적 3,160ha의 관개용 저수지로 물관리자동화시스템이 설비된 지역이다.

III. 결과 및 고찰

1. OWMP의 검증

필요수량 산정 모형은 경기진흥원 포장용수량 시험포장에서 실측한 관개수량, 담수심 및 유효우량 관측치를 비교하여 검증하였고(1997), 유입량 산정 모형은 대표 지역별 IHP 유역 4개소에 대하여 검증을 실시하였다. 4개의 유역에 적용해 본 결과 도척유역을 제외하고 5%이내의 상대오차를 나타내고 있다.(Table 1)

Table 1. Comparison of observed and simulated runoff(Unit : mm/day)

Watershed	Bosung(1980)	Dochuck(1987)	Sanganmi(1991)	Gidae(1986)
Precipitation	1879.4	1726.6	1476.6	1253.8
Observed	1225.9	1260.8	993.4	601.6
Simulated	1227.1	1192.4	1003.2	615.5
Relative error(%)	0.1	5.4	0.9	2.3

Table 2. Comparison of water requirement in irrigation area

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

필수수량 적용결과는 이양재배를 기준으로 886.3mm, 강우량 840.1mm에 대한 유효우량은 566.0mm이고, 유효우량을 제외한 관개량은 313.7mm로 나타났다.(Table 2) 실측결과와 비교하면 12.9mm~14.0mm의 차이로 상대오차는 모두 5%미만으로 나타났다.

2. 성주지구 적용

OWMP의 적용은 1998년부터 2002년까지의 자료를 사용하여 유입량에 대하여 적용하였다. 실측 유입량 자료는 저수위 변화 자료를 통해 얻었고, 홍수기에 다소 오차가 발생하였으나 장기유출의 경향이 비슷하게 나타났다.(Fig. 1) 상대오차의 경우 일별 평균은 0.25월별, 년별 평균은 0.13, 0.05로 각각 나타났다.(Table 3) 일별 평균이 큰 이유는 저수위 자료를 사용하므로 방류시점에 따라 유입시기의 차이가 발생한 것으로 판단된다.

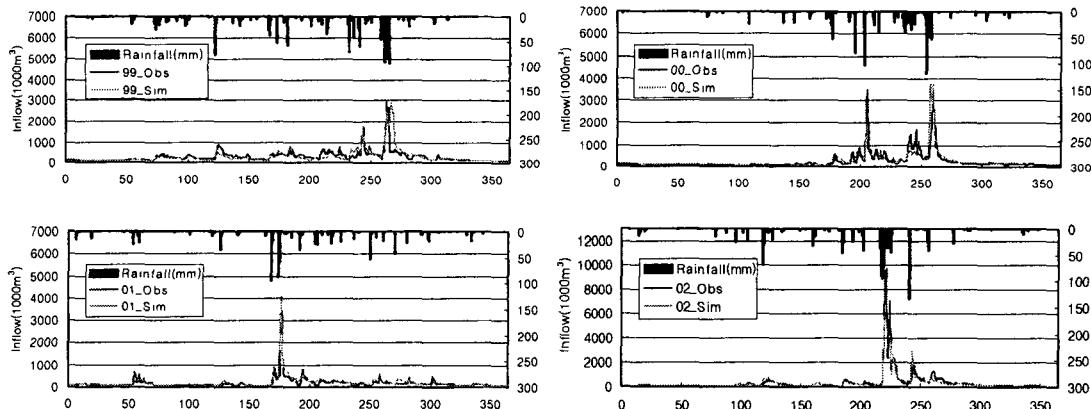


Fig. 1. Comparison of simulated and observed runoff in seongju irrigation(1998-2002)

Table 3. Comparison of simulated and observed runoff in seongju irrigation

Division	1998	1999	2000	2001	2002
Rainfall(mm)	1281.8	1377.4	1087.3	878.3	1341.5
Total Runoff($10^3 m^3$)	Obs.	113695.2	115934.6	89807.3	67092.6
	Sim.	115608.4	112661.9	92086.9	74083.6
Relative Error	Day	0.21	0.26	0.31	0.26
	Month	0.11	0.13	0.20	0.13
	Year			0.05	0.12
Irrigation Requirement($10^3 m^3$)	28062.5	27364.7	23541.5	33297.7	30663.3

관개용 저수지의 홍수조절 기능 부족으로 잦은 홍수피해를 분석하기 위해 성주댐의 홍수조절 수위를 연체 Crest 수위인 EL.182.4m라 가정하고, 2001년 성주 통계연보를 바탕으

로 관개면적은 500ha가 증가된 3560ha, 인구는 감소하였음에도 불구하고 설계당시의 8.8천 m³/day, 수로손실의 설계당시보다 15%증가, 하천유지용수는 0.54m³/sec를 적용하였다.(Table 4) 5년 연속 Simulation 결과 최저수위는 전국적인 가뭄이 발생한 2001년에 7,967.9로 나타났으나 사수량인 3,730천m³에 이르는 경우나 용수부족은 발생하지 않았고, 2002년 태풍 루사 발생시에도 언제 Crest의 수위를 유지하는 것으로 나타났다.

Table 4. Comparison of observed simulated reservoir storage using scenario

Division		1998	1999	2000	2001	2002
Sim. Storage (10 ³ m ³)	Max	33,343.4	27,838.4	27,838.4	25,867.1	27,838.4
	Min	20,940.3	18,211.6	13,668.8	7,967.9	16,463.4
	Average	25,778.9	24,324.1	21,141.5	20,343.2	22,418.4
Obs. Storage (10 ³ m ³)	Max	35,069.1	37,868.9	32,565.8	30,887.3	32,188.9
	Min	25,280.2	25,280.2	14,724.84	16,688.62	19,940.23
	Average	30,124.7	29,776.7	24,085.8	23,650.9	26,241.3

V. 결 론

OWMP는 물관리자동화시스템의 소프트웨어분야를 담당하며, 하드웨어의 조작 및 실측 자료의 취득 범위를 고려하여 현장에서 실시간 운영이 가능하도록 하였고, 하드웨어의 확장이나 변경에 능동적으로 대처가 가능하도록 객체지향기법을 사용하여 개발하였다.

경기진흥원의 시험포장 자료를 사용하여 검증한 결과 소비수량은 886.3mm, 강우량 840.1mm에 대한 유효우량은 566.0mm, 관개수량은 313.7mm로 실측치와 비교하여 모두 5%미만의 상대오차를 나타내었고, 유입량 산정 모형은 4개의 IHP유역 실측자료를 통해 검증 결과 도척유역을 제외한 나머지 유역에서 모두 5%이내의 상대오차를 나타내는 양호한 결과 값을 얻었다.

이상의 결과에 따라 경상북도 성주유역을 선정하여 1998~2002년에 적용해 본 결과 유입량의 경우 일, 월, 년에 대해 0.25, 0.13, 0.05의 상대오차를 나타냈다. 홍수조절기능이 부족한 관개용 저수지로서 홍수조절이 가능한 언제 Crest 표고를 만수위로 사용하고, 평야 지구의 용수수요 상황을 증가시켜 적용해본 결과 용수부족 상황이 발생하지 않는 것으로 나타났다. OWMP는 실시간 자료를 취득 분석하므로 관개용 저수지의 저수위 관리를 효율적으로 운영 하는데 목적이 있다. 현장에서의 적용에는 아직 미비한 점이 존재하지만 이상의 적용 결과를 분석할 경우 관개용 저수지의 최적관리를 위한 지원이 가능하다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. Kim, S. J., and P. S. Kim, 2001, Water Management Program for Water Management Automation System with Open Architecture, *Journal of the Korea Society of Agricultural Engineers*, 45(3):83-92.
2. Lee Kwang Ya, 2000, Development of Estimation System for Agricultural Water Demand, Konkuk University.
3. FAO, 1998, Crop evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage Paper 56.