

국외 유역통합 물관리 시스템 분석을 통한 IRWMS 활용방안

Application Strategies for IRWMS through internal and external water management systems analysis

김유진*, 오정환**, 김남일***, 고익환****

Eugene Kim, Chung Whan Oh, Nami Il Kim, Ick Hwan Koh

요 지

IRWMS(Integrated Real time Water Management System)은 우리나라의 수자원 운영환경에 부합하도록 하천유역에 수자원 통합관리 개념을 도입한 실시간 물관리 의사결정지원 시스템이다. 국내 기술로 개발하여 실무에 적용함으로써 수자원 이용 효율을 극대화하고 선진국 수준의 수자원 관리기술을 확보하기 위한 방안으로 개발되어졌다. 이러한 물관리 시스템 구축을 위해서는 통합 유역에 적합한 모형의 선택과 이수, 치수, 수질 관리 모형의 통합 방안, 해당 유역 특성을 반영한 시스템 구성 방법, 각각의 모형의 입,출력 자료의 관리 및 실무에 적용하기 용이한 GUI 구성 등을 고려하여야 한다.

물관리 시스템은 GIS 기반의 해석모형과 웹기반의 정보, 지식 전달 시스템, 수문자료 관리를 위한 DB시스템 등으로 구성되어 있으며 SOBEK, RIBASIM, MIKE BASIN, WEAP 등 다양한 물관리 시스템들은 각각의 개발 시기나 쓰임에 따라 해석모형과 DB의 사용유무 등 여러 기능들을 차별화하여 구성하고 있다. RIBASIM(RIver BASin SIMulation)의 경우 다양한 해석모형들을 각각의 과정에 따라 사용하고 있으며 CMT(Case Management tool), CAT(Case Analysis Tool)라 불리는 기능들을 통하여 각각의 과정을 순차적으로 진행하고 분석하고 있으며 자사의 수문DB관리 프로그램, 수질, GIS도구 등과 연동하여 사용되고 있다. MIKE BASIN의 경우 ArcGIS의 EXTENSION으로 강력한 GIS기능과 비주얼한 화면 구성을 그 특징으로 가지고 있다.

IRWMS는 강우유출모형과 댐군 저수지 연계 운영모형, 수질모형으로 구성되어 있으며 DB와의 연동을 통하여 실시간으로 의사결정자들이 의사결정을 지원하며 실무진 중심의 GUI구성을 통하여 실용성을 중심에 두었다. IRWMS는 금강, 낙동강의 구축사례에서 보듯이 실시간 운영으로 수자원 관리 실무진의 사용에 그 주안점을 두었지만 차후 범용화와 상기에서 언급한 여러 국내의 시스템들의 장점을 받아들인다면 각각의 유역특성에 맞는 다양한 활용으로 수자원기술의 선진화에 크게 기여를 할 것이다.

핵심용어 : IRWMS, 통합유역관리, 의사결정지원시스템

* 정회원 · (주)웹솔루스 시스템사업부 부장 · E-mail : icepc@websolus.co.kr
** 정회원 · (주)웹솔루스 시스템사업부 사원 · E-mail : jhoh@websolus.co.kr
*** 정회원 · (주)웹솔루스 대표이사 · E-mail : utopia@websolus.co.kr
**** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원, 연구위원 · E-mail : ihko@kwater.or.kr

1. 서론

전세계적인 이상기후, 도시화 등의 자연·사회적인 특성은 국내의 기후, 지형, 지리학적 측면과 맞물려 홍수기에는 홍수, 태풍, 산사태 등의 피해를 야기하고 이수기는 물부족 문제들을 심화시킨다. 특히 홍수기에 집중된 강우를 저수하여 이수기의 용수 공급을 대비하여야 하는 국내의 실정상 하천개수, 댐, 천변저류지, 제방 설치 등의 구조적 대책과 더불어 비구조적 대책으로써의 각종 제도적 대책뿐만 아니라 합리적이고 체계적인 물관리 시스템의 도입은 절실한 실정이다.

이러한 맥락에서 개발된 IRWMS(Integrated Real time Water Management System)은 우리나라의 수자원 운영환경에 부합하도록 하천유역에 수자원 통합관리 개념을 도입한 실시간 물관리의사결정지원 시스템이다. 국내 기술로 개발하여 실무에 적용함으로써 수자원 이용 효율을 극대화하고 선진국 수준의 수자원 관리기술을 확보하기 위한 방안으로 개발되어졌다. 이러한 물관리 시스템 구축을 위해서는 통합 유역에 적합한 모형의 선택과 이수, 치수, 수질 관리 모형의 통합 방안, 해당 유역 특성을 반영한 시스템 구성 방법, 각각의 모형의 입, 출력 자료의 관리 및 실무에 적용하기 용이한 GUI 구성 등을 고려하여야 한다. 본 고에서는 국외에서 개발된 물관리 시스템을 분석함으로써 시스템 개발을 위하여 기능적으로 고려할 사항을 살펴보고 시스템 적용을 통한 활용방안을 소개하고자 한다.

2. 국외의 물관리 시스템과 IRWMS

2.1. 물관리 시스템의 구성

하천의 수환경은 수량과 수질로 이원화된 관리정책에 의해 갈수기 수량부족 및 수질악화, 유해물질에 의한 오염가능성 상존, 비점오염원 문제 등이 지속적으로 발생하고 있다. 이러한 물문제를 해결하기 위해 물 낭비를 막고 재이용 시스템을 구축하거나 댐을 신설하는 등의 구조적인 노력도 필요하지만 그와 동시에 그러한 구조적 시설들을 유기적으로 통합 관리할 수 있는 물 관리 시스템의 역할 또한 중요시 되어 지고 있다. 물관리 시스템은 유역을 통합 관리하기 위한 모델링과 정보 시스템, 의사결정지원 시스템 등으로 구성되어지며 수자원 모형 및 관련 프로그램의 유기적인 조합에 의해 구성된다. 국외 관련 수자원 프로그램들의 기능에 따른 분류 및 적용 분야는 아래의 그림 1.과 같다.

그림 1.에서 보는 바와 같이 수자원 프로그램들은 기능적인 측면에서 크게 GIS를 기반으로 수리 수문 자료를 관리 하고 클라이언트와의 의사소통을 지원하기 위한 도구들과 물리 기반의 모의 모형, 데이터 구동형 모형, CI(Computational intelligence) 도구, 시스템 분석 및 의사결정, 최적화 도구들로 분류할 수 있다. 수자원프로그램들은 일반적인 유역 관리 모의, 홍수 관리·예측 등 이·치수 분야에 쓰이며 적용지역에 따라 도시형, 해안형 시스템 등으로 구분되어지기도 한다. 물관리 시스템은 기본적으로 적용 분야 및 대상 지역, 사용 용도에 따라 이러한 수자원 프로그램 단독 또는 조합으로 시스템을 구현하게 된다.

IRWMS의 경우에는 이러한 일련의 구성을 데이터베이스 연결을 위한 DBsolution, GIS기반의 GUI환경, 해석 모형인 강우유출모형(RRFS), 의사결정지원 모형인 월별 최적 저수지군 연계 운영 모형(SSDP), 일별 최적 저수지군 연계운영 모형(CoMOM), 모의 모형인 일별 저수지군 모의운영 모형(K-ModSIM), 수질모형(QUAL2E) 등으로 구성되어져 있으며 최종적으로는 일별 실시간 저수지 운영 계획을 도출하는 것을 그 목적으로 한다.

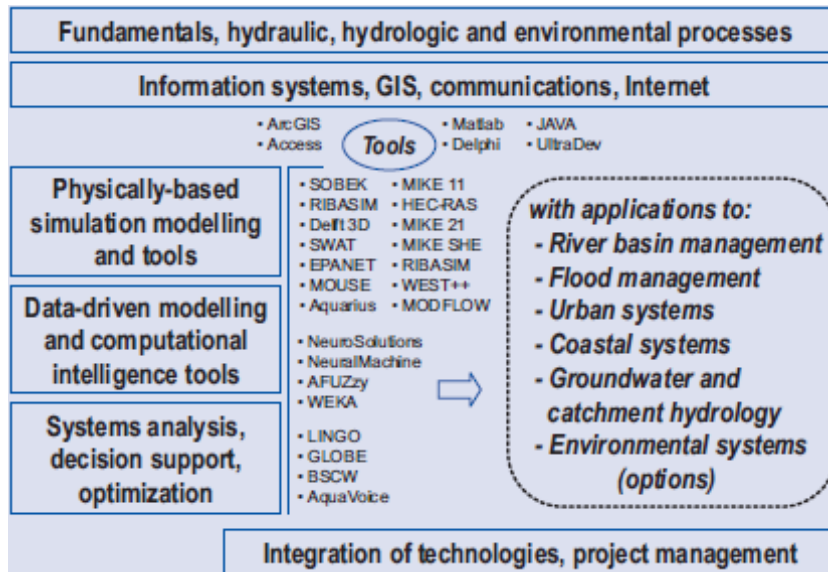


그림 1. 수자원 프로그램 기능 및 적용

2.2. 국외 물관리 시스템 비교

물관리 시스템은 GIS 기반의 해석모형과 웹기반의 정보, 지식 전달 시스템, 수문자료 관리를 위한 DB시스템 등으로 구성되어 있으며 WARSMP, RIBASIM, MIKE BASIN, CWMS 등 다양한 물관리 시스템들은 각각의 개발 시기나 쓰임에 따라 해석모형과 DB의 사용유무 등 여러 기능들을 차별화하여 개발되어졌으며 국외의 주요 물관리 시스템의 기능 및 해석모형을 비교하여 보면 아래의 표 1과 같다.

표 1 국외 물관리 시스템 비교

구분	IRWMS	WARSMP	CWMS	IQQM	RIBASIM	MIKE BASIN
개발국가	한국	미국(USBR)	미국(USACE)	호주	네덜란드	덴마크
데이터	DB & File	DB & File	DB	File	DB & File	DB & File
DB 연계	DB Solution	DMI	직접연계	-	Hymos	-
GIS 연계	연계	연계	비연계	비연계	연계	연계
범용성	진행중	범용	준범용	범용	범용	범용
유역유출 모형	RRFS	MMS(PRMS)	HEC-HMS	Sacramento	Samo Ribasim	NAM, SMAP, UHM
하천,저수지 모형	SSDP, CoMOM KModSim	Riverware	HEC-RAS HEC-ResSim	River System Model	Ribasim	내부모형
수질모형	QUAL2E	-	-	QUAL2E	Wlm, Delwaq	내부모형
기타모형	RTMMS	-	HEC-FIA	MODFLOW	Wadis,Stratif	-
수치예보	○	○	○	×	×	×
적용사례	◦ 금강 ◦ 낙동강	◦ Gunnison ◦ Yakima ◦ Rio Grande	◦ 미공병단	◦ Border ◦ Clarence ◦ Mekong	◦ 20개국이상 ◦ 세계물관리 기구	◦ Idaho ◦ Gold Coast ◦ Electroper

특히 RIBASIM(River BASin SIMulation)의 경우는 1985년 이후 세계 20여개국에서 적용되어져 왔으며 다양한 해석모형들을 각각의 과정에 따라 사용하고 있으며 CMT(Case Management tool), CAT(Case Analysis Tool)라 불리는 기능들을 통하여 각각의 과정을 순차적으로 진행하고 분석하고 있으며 자사의 수문자료관리 프로그램, 수질 GIS툴 등과 연동하여 사용되고 있다. MIKE BASIN의 경우 ArcGIS의 Extension으로 강력한 GIS기능과 비주얼한 화면 구성을 그 특징으로 가지고 있다.

2.3. IRWMS의 활용방안

IRWMS(Integrated Real time Water Management System)는 강우-유출 모형과 댐군 연계 운영모형, 수질모형으로 구성되어져 있으며 DB와의 연동을 통하여 실시간으로 의사결정을 지원하며 실무진 중심의 GUI구성을 통하여 실용성을 중심에 두었다. 국외 시스템의 경우 기능적인 면에서 주로 범용화에 중심을 두고 GIS 지원프로그램 또는 기존의 GIS 툴의 활용을 통해 GIS기반 시스템을 지원하고 있지만 실상 저수지를 운영할 실무진들을 위한 배려는 부족한 현실이며 실시간 의사결정지원이라는 측면보다는 케이스별 모의 기능이 더 강한편이라고 할 수 있다. 국외의 물관리 시스템과 비교하여 IRWMS의 경우 직관적인 인터페이스 및 사용의 편의성 측면에서 강점을 가지고 있지만 범용화를 위한 GIS기능 및 실시간 연계를 위한 데이터베이스 연계부분에서는 미진한 부분이 있다.

최근의 물관리 시스템 분야의 경향은 크게 실시간 연계, 범용, 기상예보 활용이라는 3가지 측면으로 요약할 수 있다. IRWMS의 경우도 실시간 연계를 위하여 각 국가 또는 유관기관의 데이터베이스에 손쉽게 접근하고 저수지 운영을 위한 실무진의 공통 DB 사용을 위하여 미들웨어 형식의 데이터베이스 연계 솔루션을 필요로 하며 그 필요에 따라 DBsolution의 기능 개선이 이루어지고 있다. 차후 데이터베이스 연계 부분에서 특히 고려해야 할 부분들은 계측기로부터의 측정된 실시간 수문 자료의 연계·활용 및 시간 또는 일별로 생성되는 기상예보자료의 데이터베이스 구축 및 연계 부분이라 할 수 있다. 또한 범용 물관리 시스템 구축을 위해서 GIS기능은 필수적인 부분이다. 단 수계를 구성하면 그 구성요소(지점, 댐, 취수점)들이 쉽게 변하지 않는 물관리 시스템의 특성상 GIS기능은 Arcview, Mapinfo와 같은 잘 알려진 GIS툴에 의해 편집 생성된 파일 포맷이나 위성·항공사진을 받아들이고 해석모형의 입력 자료로 연계할 수 있는 기본적인 모식도 생성 기능만을 수행할 수 있도록 구성하는 것이 합리적이다.

국내의 낙동강·금강 유역을 대상으로 구축중인 물관리 시스템(IRWMS)의 경우 국내 유역에 맞춤형으로 설계되어 있어 국외의 시스템들에 비해 현재로써는 그 다양성 및 적용성이 다소 떨어지는 편이다. 국외 시스템의 경우 지역적 특성에 따라 양식업의 용수 수요를 따로 산정하거나 모의 운영결과에 따른 농작물의 생산량 및 생산비용을 산정하는 등 개발 지역의 특성을 일정 부분 반영하고 있다. IRWMS가 국내 뿐 아니라 국외에서도 활용할 수 있으려면 국내외 다양한 지역의 수리적, 지형적, 사회적 특성을 반영하기 위한 연구 및 모듈 개발 또한 필수적이라 할 수 있다.

적용분야의 측면에서 국외의 대표적인 물관리 시스템 중 하나인 RIBASIM의 경우에는 기상예측시스템과의 조합으로 그 쓰임이나 지역적 특성에 따라 FEWS(Flood Early Warning System), DEWS(Drought Early Warning System), FFS(Flow forecasting system)등으로 불리고 있으며 물관리 뿐만 아니라 재해 예보를 겸한 방재시스템으로 구축되어지고 있다. 과거의 물관리 시스템들이 주로 물수지 분석 및 모의에 그 초점을 맞추고 있었다면 근래에는 예측을 통한 실시간 운영 및 예경보에 더 주안점을 두고 있다.

3. 결 론

최근의 물관리 시스템의 활용은 비단 과거의 수문자료를 바탕으로 한 시나리오의 모의 분석이나 운영을 위한 의사결정 지원에 머무르지 않고 실시간 계측기 자료 및 일별·시간별 기상예보 자료를 활용한 홍수 및 가뭄의 조기 경보 시스템으로 그 활용영역을 넓혀 가고 있다. 또한 해당 지역의 산업적, 지형적, 기후적 측면을 반영한 다양한 해석모형들을 갖추어 가고 있는 추세이다. 국외 물관리 시스템과 비교하였을 때 현재 국내의 유역통합 물관리 시스템(IRWMS)은 데이터베이스 연계를 위한 미들웨어 모듈과 GIS 모식도 구축 모듈의 기능적인 개선을 필요로 한다. 또한 국외 지역에 활용하기 위해서는 그 지역의 특성을 고려한 모형에 대한 연구와 개발이 진행되어야 하고 이를 시스템에 손쉽게 적용하기 위해서는 각 모형 및 알고리즘을 모듈화하여 구성하여야만 한다. 이러한 보완 및 개선 작업이 완료 된다면 IRWMS는 국내 뿐 아닌 국외 지역에서의 수량 및 수질 예측, 저수지 운영 의사지원 및 홍수나 가뭄의 조기 예경보 시스템 등 다양한 분야에 활용 될 수 있을 것이다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호:1-6-3)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 고익환, 정세웅(2002). 통합수자원관리 기반기술 구축방안(I)-선진국의 하천유역 통합물관리 기술개발동향. 한국수자원학회지, 제35권, 제6호, pp. 61-70.
2. 고익환(2004), “호주 유역통합물관리 기술개발 동향과 전망-2004 호주 Catchment Modelling School”, 한국수자원학회지, 제37권, 제2호, pp. 98-103
3. 한국수자원공사(2005). 낙동강 수계 실시간 물관리 운영 시스템 구축 보고서
4. Global Water Partnership(2000). Integrated Water Resources Management, TAC Background Papers No.4, Stockholm, Sweden.
5. McKinney, D. C. (2004). International Survey of Decision Support Systems for Integrated Water Management.