

**수문모형의 최적 운영을 위한**  
**수문자료 연산 프로그램(HydroDB Solution) 개발**  
**Hydrology data operation program(HydroDB Souldtion) development**  
**for Optimum condition of hydrology model**

**김유진\*, 윤원진\*\*, 김남일\*\*\*, 고익환\*\*\*\***  
**Yu Jin Kim, Won Jin Yun, Nam il Kim, Ik Hwan Ko**

.....  
**요 지**

본 연구는 일반적인 수문모형 및 수자원 관련 모형들의 초기세팅시 모형별로 사용되는 각기 다른 형태의 입력자료 대한 활용성을 용이하게 하고 실제 시스템에 적용하여 모형의 활용성을 높이고자 하는데 있다. 특히 현재 한국수자원공사 데이터베이스의 수문자료는 각종 수문모형 및 수자원 관련 시스템에 직접 사용하기에는 모형의 입력 포맷 형태가 너무나 다양하기 때문에 그 한계가 있다. 자료의 형태 대부분이 Raw data의 형식으로 이루어져 있어 모형 입력을 위한 선행 자료처리가 불가피하며, 이로 인해 실질적인 유출해석의 정확성을 높이는 연구 또는 수문학적 분석을 위한 연구등의 학술적인 측면에 초점이 맞추어지기보다 오히려 입력자료 구축에 많은 시간이 투입되는 것이 사실이다. 그 예로 실시간 물관리 운영 시스템(IRWMS)에서 유역유출 모형으로 사용 중인 SSARR모형의 강우 입력자료로는 유역평균강우량(MAP)이 사용된다. 한편 데이터베이스에는 지점 강우자료가 저장되어 있으며, 이를 사용하기 위해서는 다시 티센법(Thiessen Method), 유역평균법 등을 이용하여 지점강우에서 MAP로 환산 후 활용해야한다. 또한 이러한 선행 작업들은 모형 수행자마다 반복적으로 이루어지는 작업이므로 변환 프로그램에 의해 자동으로 계산하여 DB 등에 저장하고 사용하면 수문자료 분석에 소모되는 시간과 비용을 절감할 수 있을 것이다. 현재 데이터베이스 내부에는 이러한 자료변환 알고리즘이 포함되어 있지 않으며 원시자료인 지점 강우자료가 데이터베이스에 저장되어 활용하고 있다.

따라서 수자원 전문가들에게 분석하고자 하는 유역별 모형별로 입력자료의 형태가 변환되어 자료를 실시간으로 제공하고, 또한 전산전문가가 아닌 수자원 전문가에 의해 관리 될 수 있는 데이터베이스 관리프로그램이 필요하다. 이러한 데이터베이스 관리프로그램의 역할가운데 주요사항으로 수문 자료를 활용한 수자원 관련 프로그램에 해당 실무 차원에서 작성, 검토, 사용을 위한 수자원 공사의 Raw Data 가공이 사용자의 요구에 따라 이루어져야 한다. 사용자의 요구에 따라 가공된 데이터는 다시 데이터베이스에 저장되어 다른 모형에서 해당 자료를 필요로 하게 될 경우 사용자들은 데이터를 손쉽게 받아 사용할 수 있다. 저장된 자료들은 검·보정 기능을 포함하여 신뢰성을 확보하고 유출모형의 입력자료를 동일한 수준으로 유지하게 된다.

특히 IRWMS(Integrated Real-time Water Manage System)를 물관리 센터에서 실질적으로 운영하기 위해서는 신뢰성 있는 수문자료의 확보가 반드시 필요하다. 초기 입력자료의 신뢰성에 따라 시스템 전체에 미치는 영향이 상당히 크기 때문이다. 따라서 이러한 수문자료 연산 프로그램(HydroDB Solution)은 수문자료의 신뢰도를 분석할 수 있을뿐만 아니라 IRWMS 내부의 여러 모형과 연동이 가능하도록 개발하였고 수자원 전문가에 의해 데이터베이스관리가 손쉽게 이루어지도록 구성하였다.

**핵심용어 : 실시간 물관리 운영 시스템, IRWMS, 수문자료 연산 프로그램, HydroDB Solution**

---

\* 정회원 · (주)웹솔루스 수자원부 과장 · E-mail : icepc@websolus.co.kr  
\*\* 정회원 · (주)웹솔루스 수자원부 대리 · E-mail : ywj@websolus.co.kr  
\*\*\* 정회원 · (주)웹솔루스 수자원부 대표이사 · E-mail : utopia@websolus.co.kr  
\*\*\*\* 정회원 · 한국수자원공사 시스템연구소장 · E-mail : ihko@kowaco.or.kr

## 1. 서론

현재 한국수자원공사 데이터베이스의 수문자료는 각종 수문모형 및 수자원 관련 시스템에 직접 활용하기에 적당하지 않은 형태로 구성되어 있다. 모형별 입력조건과 입력자료의 포맷에 따라 입력형식이 다르기 때문에 수문모형에 입력되는 내용이 일반적이라 하더라도 특정 모형에 적용하는데 한계가 있다.

특히 한국수자원공사, 건설교통부 등에서 웹(Web) 또는 책자형태로 발간하고 있는 각종 수문데이터는 수자원관련 분야에서 널리 사용하고 있는 데이터임에도 불구하고 이를 직접관리하고 있기 때문에 특정한 모형에 적합한 형태의 자료를 제공할 수 없다. 더욱이 측정된 자료가 임의의 방법에 의해 가공되어 저장되는 것을 방지하기 위해 대부분 Raw data형식으로 구축되어 있다. 예를 들어 '실시간 물관리 운영 시스템'에서 유역유출 모형으로 사용되고 있는 SSARR모형의 입력자료 중 강우 자료의 입력형태는 유역 평균강우량이 사용된다. 한편 입력데이터가 저장되어 있는 수자원공사 데이터베이스에는 각 우량 관측소의 지점 강우량만이 저장되어 있다. 따라서 강우-유출모형을 모의할 경우 모형 수행자는 선정된 우량 관측소를 대상으로 티센망을 구축하여 각 우량 관측소의 지배면적을 산정하고 전체 유역면적으로 나누어 가중치(티센계수)를 계산한 후 가중치와 지점 강우를 곱하고 이를 합산함으로써 유역 평균 강우를 산정해야 한다.

이처럼 지점 강우를 유역평균 강우로 변환하는 과정은 강우-유출 모의시 모형 수행자마다 반복적으로 이루어지는 작업이므로 유역면적과 티센계수 등이 결정되면 변환 프로그램에 의해 자동으로 계산하여 DB 등에 저장하고 이를 통해 사용자들이 해당 자료를 공유하게 된다면 모형 수행 및 수문자료 분석에 들어가는 비용과 시간을 절약할 수 있다.

현재 수문자료 관리 데이터베이스에는 이러한 자료변환을 위한 알고리즘이나 유역 평균강우 자료등과 같이 사용자에 따른 데이터변환 기법은 DB에 포함되어 있지 않으며 원시자료인 지점 강우만 데이터베이스를 통해 사용되고 있다.

특히 "실시간 물관리 운영 시스템"(IRWMS)을 물관리 센터에서 실질적으로 운영하고 성공적인 성과를 내기 위해서는 이의 밑바탕이 되는 신뢰성 있는 수문자료의 확보가 절대적이므로 수문자료의 신뢰도와 IRWMS 내부의 여러 모형의 모델링을 위한 지원을 위해서는 수문자료 연산 프로그램(HydroDB solution)의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 전산전문가 측면에서 고려되는 효율적인 데이터베이스 구축이 아니라 수자원 전문가가 기 구축되어 있는 데이터베이스를 활용하여 각 연구목적에 부합되는 형태로 입력자료를 효과적으로 생산하고 이를 체계적으로 구성하여 실무에서 용이한 형태로 자료를 공유할 수 있도록 하는데 목적이 있다.

## 2. 수문 데이터베이스 체계

수문자료를 관리하는 데이터베이스는 크게 실시간자료 데이터베이스, 수문관측자료 데이터베이스, 해석모형 데이터베이스로 구분할 수 있다. 실시간자료 데이터베이스는 그림1. 예서와 같이 지자체, 홍수통제소, 수자원공사와 같이 관측망을 가지고 자료를 축적하고 있는 단체의 서버와 연결하여 실시간 자료를 저장하는 데이터베이스 창고로서 결측 및 이상치가 포함되어 있는 원시 자료를 저장하는 곳이다. 수문관측자료 데이터베이스는 실시간자료 데이터베이스에 저장되어있는 자료의 신뢰성을 검정한 후 신뢰도에 문제가 없는 자료로 전환하여 저장하는 데이터베이스로써 한번 저장된 수문자료는 변경이 불가능하다. 마지막으로 해석모형 데이터베이스는 수문관측자료 데이터베이스에 존재하는 수문자료를 이용하여 각종 모형을 수행하여 얻어진 유출량, 댐방류량, ESP 예측값 등을 저장하는 데이터베이스 창고이다. 이러한 데이터베이스의 연동으로 임의의 모형을 수행할 때 다른 모형의 결과를 용이하게 이용할 수 있으며 모형을 수행하는데 있어서 반복적인 작업량이 줄어들게 된다.

데이터베이스를 구축하여 수문분석을 실시할 경우 자동화에 따른 편리함과 체계적인 판단의 근거를 마련할 수 있고 자료의 공유, 사용, 유지, 보완 등을 합리적으로 구축할 수 있다. 이러한 데이터베이스는 MS-SQL2000 이나 Oracle과 같은 데이터베이스 전용 프로그래밍 기법을 사용하여 구축할 수 있으며, 본 연구에서는 Oracle 9i를 사용한 데이터베이스 운영체계를 사용하였다. 특히 Oracle은 데이터베이스내에 프로시

저 로직을 저장하고 실행하는 기능을 가지고 있다. 이러한 프로세서를 활용하여 데이터를 분석할 수 있으며 자동화 처리가 가능하다.

## 2.1 입력 및 출력자료의 데이터베이스 구성

수문모형 가운데 본 연구에서 사용된 SSARR모형은 강우-유출 모형으로 주요 입력자료로는 모의기간에 해당되는 강우자료, 온도자료, 댐방류량자료가 필요하다. 대상유역에 대한 매개변수의 확정을 위해 과거기간을 모의하는 경우에는 강우, 온도, 댐방류량을 모두 기존 데이터베이스에서 가져와 모형을 수행할 수 있으며 예측을 하는 경우에는 사용자가 강우, 온도, 댐방류량에 대한 예측값을 입력시켜야 한다. 이때 데이터베이스 연계는 과거모의시 표 1.에서 나타난 것과 같이 수문관측 데이터베이스에 존재하는 rain\_past, temp\_past, damflow\_past의 테이블에서 사용자가 원하는 기간 동안의 강우, 온도, 댐 방류량자료를 가져와서 강우-유출모형의 입력파일에 기록하게 되고 예측모의시에는 표 2.의 자료들을 사용자가 UI상에 입력하여 예측자료에 대한 해석모형 데이터베이스로 각각 테이블 형식으로 저장하면 시스템내부에서 이 테이블로부터 자료를 가져와 강우-유출모형의 입력파일에 기록하게 된다. 매개변수의 경우 사용자가 매개변수를 보장하는 경우 그 결과를 해석모형 데이터베이스의 parameter 테이블에 그 값을 저장해두었다가 모형의 수행시 자료를 가져와서 모형의 입력자료를 구성하게 된다.

한편 강우-유출모형의 출력자료는 수문관측 데이터베이스와 해석모형 데이터베이스상에 존재하는 강우, 온도, 댐방류량 및 매개변수를 UI로 사용자가 원하는 기간에 대해 모형을 수행하면 모형의 수행결과로 지정된 지점에서의 유출량을 얻을 수 있다. 얻어진 유출량은 해석모형 데이터베이스에 표 3.과 같이 과거모의 유출량과 예측모의 유출량의 형식으로 보관된다.

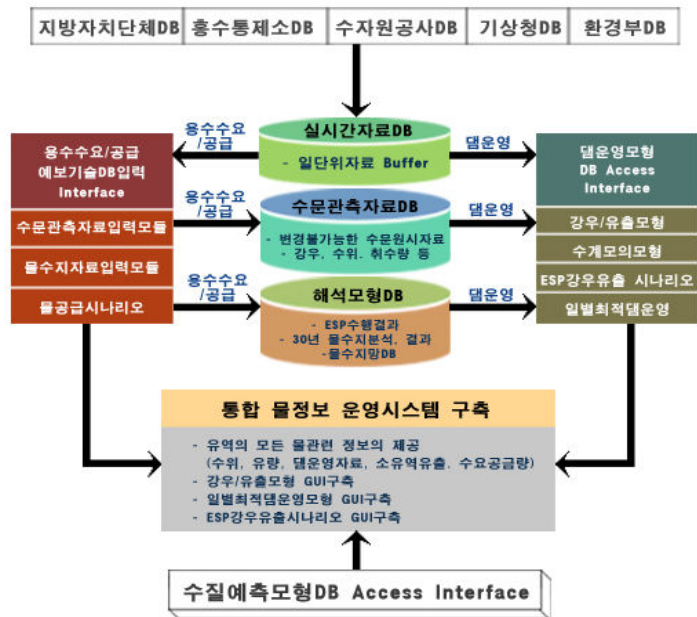


그림 1. 수문 데이터베이스 구성

표 2. 예측 모의시 입력자료의 데이터베이스연계

관련 데이터베이스	항목	테이블이름(가칭)	특성
해석모형 데이터베이스	강우	rain_future	일자료, 정수
해석모형 데이터베이스	온도	temp_future	일자료, 정수
해석모형 데이터베이스	댐방류량	damoutflow_future	일자료, 정수
해석모형 데이터베이스	매개변수	parameter	소수점 1자리까지

표 1. 과거 모의시 입력자료의 데이터베이스연계

관련 데이터베이스	항목	테이블이름(가칭)	특성
수문관측 데이터베이스	강우	rain_past	일자료, 정수
수문관측 데이터베이스	온도	temp_past	일자료, 정수
수문관측 데이터베이스	댐방류량	damoutflow_past	일자료, 정수
해석모형 데이터베이스	매개변수	parameter	소수점 1자리까지

표 3. 출력자료의 데이터베이스 연계

관련 데이터베이스	항목	테이블이름(가칭)	특성
해석모형 데이터베이스	과거모의유출량	outflow_past	일자료, 소수점 1자리까지
해석모형 데이터베이스	예측모의유출량	outflow_future	일자료, 소수점 1자리까지

### 3. 수문자료 연산 프로그램(Hydro DB Solution)

본 연구에서 개발한 수문자료 연산 프로그램은 Hydro DB Solution이라 명하였다. 1차적으로 금강유역을 대상으로 IRWMS에 적용을 위해 prototype형식으로 프로그램을 개발하였다. Hydro DB Solution은 데이터베이스 시스템을 한 단계 업그레이드(upgrade) 한 데이터 관리 시스템으로 기존의 데이터베이스 체계가 전산전문가에 의한 시스템이라면 본 시스템은 수자원 전문가를 위한 데이터관리 시스템이라 할 수 있다. 기존의 데이터베이스가 데이터를 체계적으로 구축하여 시스템화 한 단계였다면 본 시스템은 체계화된 데이터를 수문학적 분석 방식을 도입하여 수문모형에 적합한 형태로 입력 자료를 변환하거나 로우데이터의 품질성을 검토할 수 있다.

이러한 수문연산 프로그램은 수자원 전문사용자들의 요구분석을 통해 GUI를 구성하였다. 이러한 데이터 관리 시스템은 첫 번째 수문모형 적용을 위해 변환 가능한 수문자료의 현황을 파악하였고 수자원 연구원 및 물관리센터 등에서 사용하는

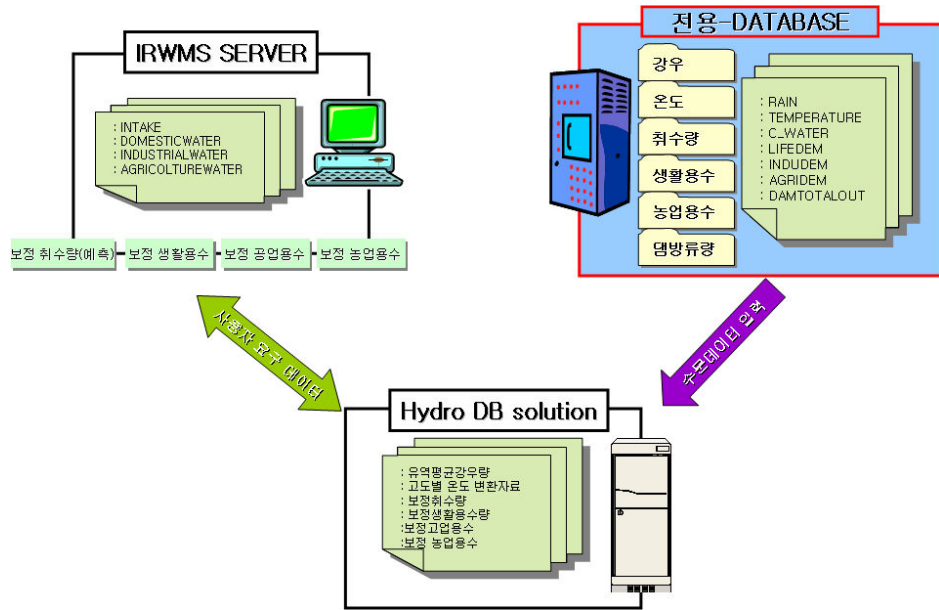


그림 2. Hydro DB Solution 과 시스템 연계도

각각의 모델 및 시스템의 데이터 입력 형태를 분석하였다. 본 연구에서는 1차적으로 IRWMS를 대상으로 수행하였다. 자료 가공 및 변환이 필요한 raw data를 분류하였고 데이터 가공 및 변환을 위한 연산 알고리즘을 분석하였다. 그림 2.는 실제 IRWMS에 연계한 시스템 구성도로써 Hydro DB Solution이 중앙 데이터베이스와 시스템간에 중계역할을 담당하고 있다.

특히 Hydro DB Solution에는 강우를 변환하는 기능이 있는데 이는 지점강우를 유역평균강우로 변환해주는 역할을 하는 모듈이다. 또한 추가되어 있는 기능으로써는 유역내 강우 관측소 현황 파악을 파악하여 자료 구축시 소멸되거나 생성된 강우 관측소의 파악이 용이하도록 구성하였다. 또한 유역평균 강우 자료의 형태로 실시간 변환되어 모형에 입력자료로 사용될수 있도록 하였으며 추가적으로 유역이 변경되거나 관측소가 변경되었을 경우 재 산정되도록 구축하였다. 따라

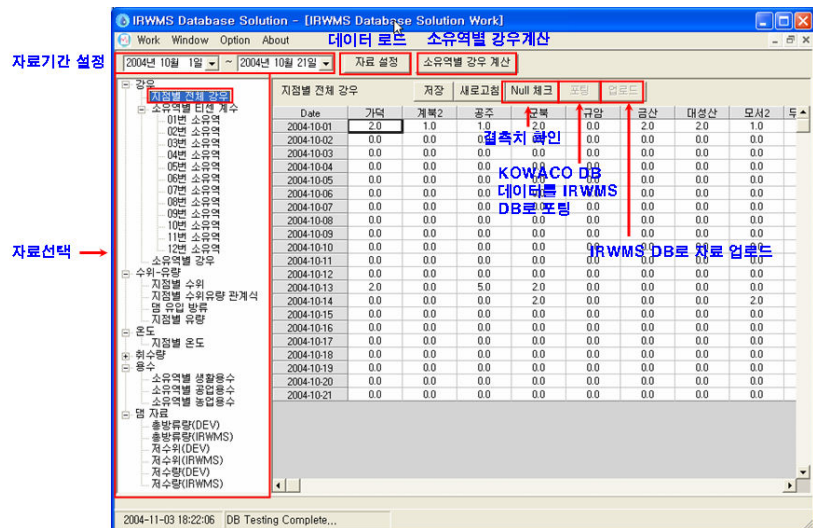


그림 3 Hydro DB Solution 사용자 인터페이스

서 Hydro DB Solution에는 강우관측소의 변경, 추가, 삭제 기능이 있으며, 기간별, 소유역별 지점 및 유역평균 강우량 조회, 저장 기능이 추가되어 있다. 그림 3은 실제 Hydro DB Solution의 인터페이스를 나타낸 것으로써 상위 데이터베이스 즉, 수자원공사의 KOWACO DB와 같은 곳으로부터 자료를 다운받을 수 있으며, 기 설정된 티센계수나 유역분할 정보에 따라 계산된다. 또한 이렇게 계산된 경우의 유역정보는 따로 관리된다.

따라서 이러한 데이터베이스 관리 프로그램이 없다면 시스템을 구축하기위해 모형 수행자는 매번 KOWACO DB의 강우 자료 데이터에 대한 명세 및 테이블의 구조 분석을 실시해야 하고, 강우 자료 변화에 필요한 DB 테이블을 설계해야한다.

#### 4. 결론

데이터베이스를 사용하여 수문모형의 입력자료를 구축하였다더라도 실제 모형에 활용하기 위해서는 선행작업이 이루어져야 가능했다. 본 연구에서 개발한 Hydro DB Solution은 그러한 pre-process 단계를 정형화하여 수문모형 적용을 위해 개별 사용자들이 별도의 자료 변환 과정을 거치지 않고도 DB에 가공/변환되어 저장된 수문자료를 곧바로 사용함으로써 시간과 노력을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 수자원 전문가가 데이터를 직접 관리 할 수 있도록 하여 논리에 맞는 자료를 사용할 수 있도록 하였다. 또한 개별 사용자들은 공통적으로 중앙의 DB에 저장된 수문자료를 사용하게 되므로 자료의 무결성이 확보되고 자료 공유가 보다 원활히 이루어지게 되며, 각종 수문모형 수행을 위한 신뢰성 있는 데이터를 DB화함으로써 자료 확보 및 접근성이 높아지고 자료의 조회/변환/저장을 위한 GUI 환경을 제공함으로써 실무자의 편의성이 증대될 것으로 판단된다.

이러한 데이터베이스 관리 시스템의 실용화를 위해 1차적으로 HydroDB solution이라는 소프트웨어를 개발하여 금강유역의 데이터 변환을 수행함으로써 “실시간 물관리 운영 시스템(IRWMS)”을 물관리 센터에서 실제 운영할 수 있도록 지원하였고, 현재 금강유역을 대상으로 프로그램을 시범적용하고 문제점을 보완하여 향후 한강, 낙동강 등 타 수계로 확장할 예정이다.

따라서 수자원 전문가들에 의해 관리되는 수문데이터는 기존의 수문학법칙에 어긋나는 경우를 지양하고 수행하고자 하는 모형의 자료형태로 변환해 주기 때문에 수문 자료를 활용한 수자원 관련 프로그램을 실무 차원에서 Raw Data 가공이 사용자의 요구에 따라 탄력적으로 이루어질 수 있다. 예를 들어 지점 강우를 유역 평균 강우로 변환하는데 있어 선정된 강우 관측소를 변경해야 할 경우 사용자는 GUI상에서 변경된 강우 관측소를 추가하고 티센 가중치를 조정함으로써 자료의 변환을 쉽고 빠르게 할 수 있다. 이는 사용자가 스스로 데이터를 가공할 수 있는 방법을 프로그램에 알려 줄 수 있음을 의미하는 것으로 전문화된 프로그래밍 기술과 기획이 요구된다. 이렇게 사용자의 요구에 따라 가공된 데이터는 다시 DB화 되므로 다른 모형에서 해당 자료를 필요로 하게 될 경우에도 사용자는 신뢰할 수 있는 데이터를 DB로부터 받아 사용할 수 있게 되고 이 자료들의 신뢰성을 보장하기 위해서 프로그램은 사용자가 확인 가능한 신뢰성 검토 모듈을 제공하게 된다.

향후 각 시스템별 또는 모형에 따른 입력자료의 형태를 분석하여 pre-process를 간편하게 하고 낙동강 유역 및 한강유역을 비롯한 한반도 5대강 수계에 적용할 수 있는 데이터관리 프로그램으로 개발되어야 할 것이다.

#### 감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호1-6-1)에 의해 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.