

# 유역 유출 예측 시스템 개발

## Development of Rainfall-Runoff Forecasting System

황만하<sup>1)</sup>, 맹승진<sup>\*\*</sup>, 고익환<sup>\*\*\*</sup>, 류소라<sup>\*\*\*\*</sup>

Man Ha Hwang, Sung Jin Maeng, Ick Hwan Ko, So Ra Ryo

---

### Abstract

The development of a basin-wide runoff analysis model is to analysis monthly and daily hydrologic runoff components including surface runoff, subsurface runoff, return flow, etc. at key operation station in the targeted basin. A short-term water demand forecasting technology will be developed taking into account the patterns of municipal, industrial and agricultural water uses. For the development and utilization of runoff analysis model, relevant basin information including historical precipitation and river water stage data, geophysical basin characteristics, and water intake and consumptions needs to be collected and stored into the hydrologic database of Integrated Real-time Water Information System. The well-known SSARR model was selected for the basis of continuous daily runoff model for forecasting short and long-term natural flows.

*Key words:* Basin-wide runoff analysis model, short-term water demand forecasting technology, Integrated Real-time Water Information System, continuous daily runoff model

---

## 1. 서 론

실시간 물 관리 운영을 위한 유역유출분석기술개발은 유역의 가용수자원 이용 극대화를 위해 대상수계의 주요 지점별 년, 월, 일별 유출량 등을 수문학적 성분으로 분류하고 이를 공간적으로 정보화할 수 있는 유출예측 방안을 수립하며, 이에 필요한 분석기술을 개발하는 것이다. 여기에는 유역의 생공용수, 농업용수 등 각종 용수 수요패턴을 반영함으로써 유역의 가용 수자원을 정량적으로 평가 할 수 있도록 하고자 한다.

유역유출분석을 위해 수문모형을 이용하면 비교적 자료기간이 길고 관측밀도가 높은 강우량으로부터 유출량을 모의하여 산정 할 수 있다. 유출분석은 일단위, 또는 주간, 순간, 월간 및 연단위의 유출을 연속적으로 모의하여야 하며, 이와 같은 목적의 수문모형도 많이 개발되어 왔으나, 국내에서 사용되어 온 모형으로는 미국 공병단의 SSARR, 미국 기상청의 NWSRFS 또는 NWS-PC, 개념적 모델인 TANK, 그리고 DAWAST 모형 등을 대표적으로 들 수 있다. 본 연구의 상위 과제로서 21세기 프론티어 사업의 일환으로 수행중인 ‘실시간 물관리 운영 시스템 구축 기술 개발’ 과제를 통해, KOWACO형 저수유출 기반 모형으로 SSARR 모형을 선정하였다. SSARR 모형에 의한 유입량 예측모형의 내부구조는 금강권역 전역에 해당하는 9,800km<sup>2</sup> 이상의 대유역으로, 실시

---

1) 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 · E-mail : hwangmh@kowaco.or.kr  
\*\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 · E-mail : maeng@kowaco.or.kr  
\*\*\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 연구위원 · E-mail : ihko@kowaco.or.kr  
\*\*\*\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 위촉연구원 · E-mail : sora004@empal.com

간 통합 물관리에 사용될 유입량 분석 모형은 국내·외 유출모형 현황 조사를 통하여 비교 분석하고 최종적으로 SSARR 모형을 근간으로 수정하였으며, 현재 실시간 통합 유역 물 관리 시스템과 Hydro Web Data System에 본 연구에서 개발된 Rainfall Runoff Forecasting System(RRFS)과 결합하는 단계에 와 있다.

## 2. 유역 유출 모의 분석 시스템 구성

유역유출분석기술개발은 기상예보를 활용한 실시간 또는 단기간(10일 이내)의 용수수요와 공급의 예측기술을 개발함으로써 한정된 수자원의 효율적 이용을 도모하기 위한 것이다. 이를 위한 기반기술로써 용수수요량(취수량)과 하천유황을 실시간으로 취득·관리하기 위한 물 정보관리기술을 개발하고, 기상정보와 연계된 장단기 하천유량의 예측을 위한 하천의 연속 유출량 예측기술과 유역의 물 배분 및 공급의 최적화를 위한 실시간 물수지분석 기술을 개발한다.

기반 모형 선정을 위한 과거 자료 조사 및 확보를 위해 국내·외 관련 문헌 수집을 통한 현재의 기술 수준을 파악함과 동시에 선진국 전문기관의 관리기법을 분석하여 우리나라 상황에 적용 가능한지를 파악하였다. 본 연구에서는 대상수계로 금강을 선정하고 수계내 수리시설물의 동향과 활용성 파악을 통한 유역 유출 분석 체계를 확립하였으며, 유역유출모의를 위한 기반모형으로 SSARR 모형을 선정하였다.

본 연구에서 개발될 River Basin Rainfall Runoff Forecasting System의 개발에 있어서 유역 유출량을 모의하기 위한 가정과 수학적 모형에 의한 유역 물 관리 시스템의 내부구동, 데이터의 수집, 확인 및 유입량 예측 계산에 포함된 실시간 데이터의 처리 등을 도시한 것은 그림 1 및 그림 2와 같다.

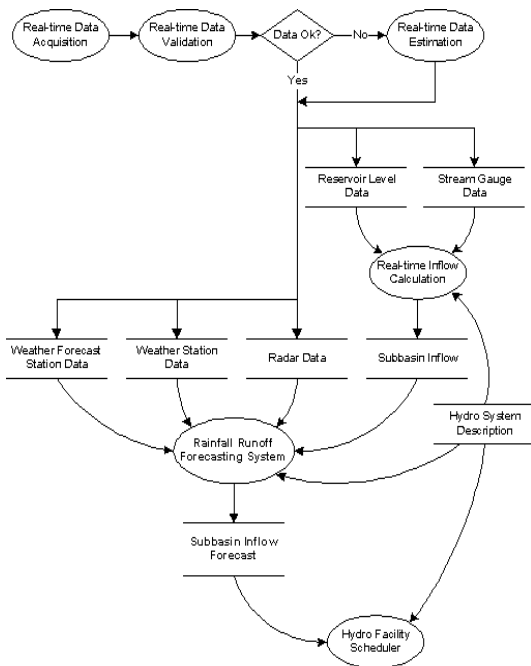


그림 1 HydroWebData의 구조

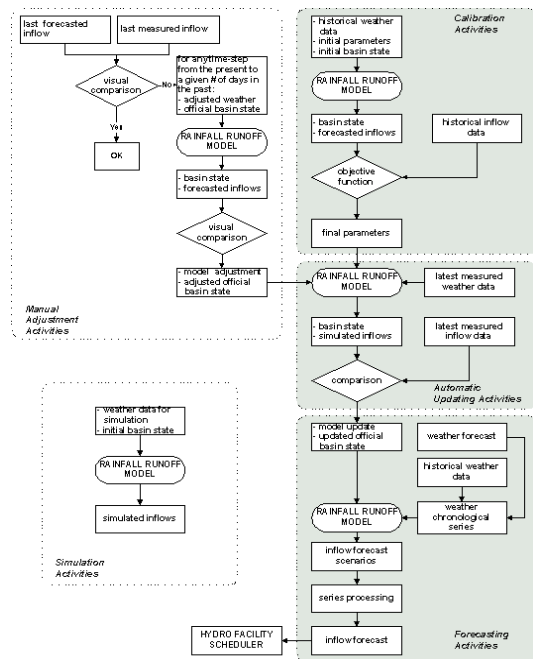


그림 2 RRFS의 흐름도

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 소유역 분할

유역유출분석 모형을 금강수계에 적용하여 주요 유출 제어지점에 대한 유출을 모의하기 위해서는 유역을 여러 개의 소유역으로 분할하는 과정이 선행되어야 한다.

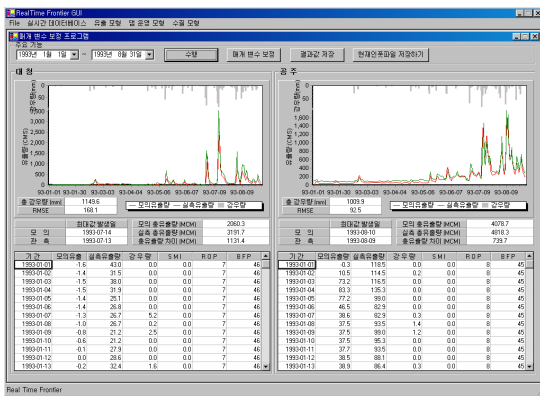
유역면적이 9,810.4km<sup>2</sup>이고 하도길이가 395.9km인 금강유역의 소유역 분할을 위해 장기용수공급 계획 측면과 유역종합개발계획 측면 그리고 방재종합대책 측면을 고려하였다. 그 결과 12개의 소유역으로 분할하였다.

#### 3.2 수문관측현황

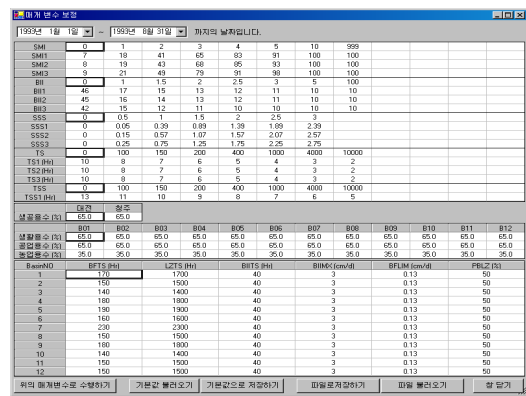
금강유역내에는 건설교통부에서 관할하는 유량 및 수위 관측소와 기상청에서 강우량, 증발량, 온도, 바람, 습도 등의 기상관측을 실시하고 있는 측후소와 관측소가 있다. 또한 한국수자원공사와 농업기반공사 등에서 부분적으로 관측하고 있는 유량 및 수위 관측소가 있는데, 이들을 모두 합하면 금강유역내 기상 및 수문관측소는 1999년 12월 총 140개소가 설치 운용되고 있다. 이 중 건설교통부 관할의 유량 및 수위관측소가 각각 53개소, 37개소로 대부분을 차지한다. 한국수자원공사 유량관측소는 장수, 계북, 진안 등 26개소 모두 대청댐 유역내에 설치되어 있고, 수위관측소는 호탄, 송천, 대청댐 등 8개소가 있다. 한편 농업기반공사는 유량관측소 5개소와 수위관측소 4개소를 설치하여 운영하고 있다. 기상청에서 운영하는 기상관측소는 청주, 대전, 장수, 군산, 보은, 부여, 금산 등 금강 유역 내에 총 7개 관측소가 있다.

#### 3.3 유출모의 시스템

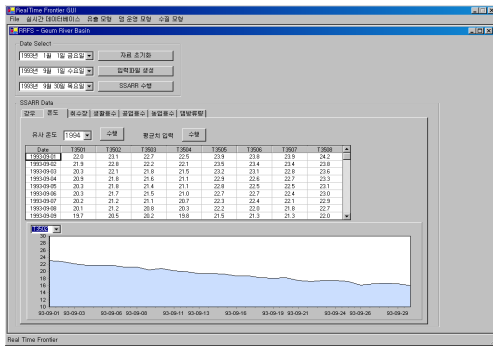
강우, 온도와 같은 기상학적 입력자료외에, 12개 소유역별 생활용수, 공업용수 및 농업용수 수요량 자료를 산정하여 유출 모의를 위한 입력자료로 활용하였다. 이러한 입력자료를 활용하여 유출모형의 매개변수를 보정하였다. 보정이 완료된 매개변수를 이용하여 단기간 강우 예측을 통해 유출 예측이 이루어진다. 이러한 일련의 과정은 Fig. 3과 같다.



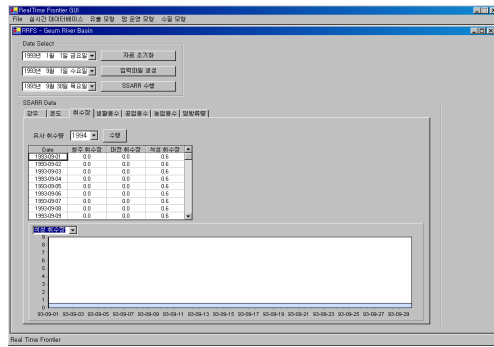
(a) 매개변수 보정을 위한 유출곡선



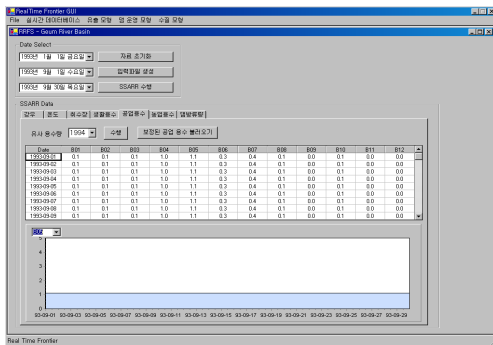
(b) 매개변수 보정 입력창



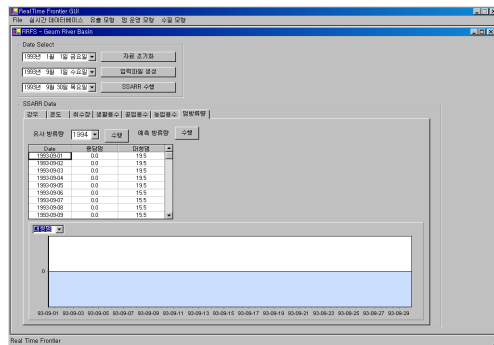
(c) 온도자료 입력



(d) 취수장 자료 입력

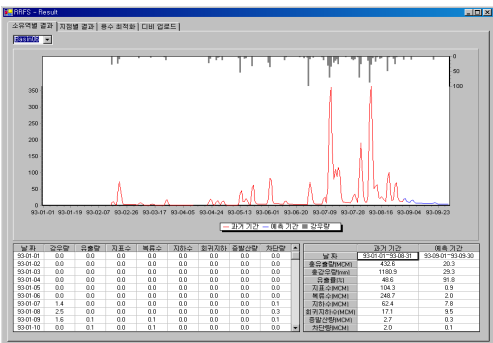


(e) 농업용수 수요량 입력

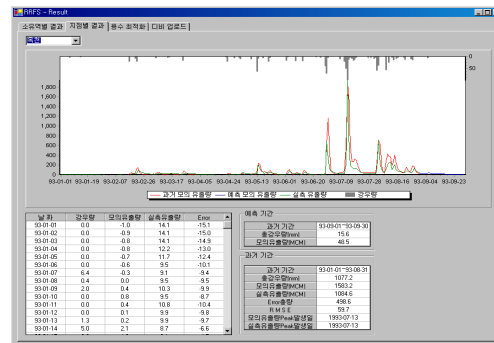


(f) 댐 방류량 입력

nnnnnnnnnnnnnnnn



(g) 소유역별 유출 예측 모의



(h) 주요지점별 유출 예측 모의

그림 3. RRF의 모의 과정

#### 4. 결론

유역유출 모의 모형의 기반 모형은 실용성 및 적용성 등을 고려하여 SSARR 모형을 선정하였다. 유역유출모의를 위해 금강 수계내 강우관측소, 수위관측소를 통한 수문자료를 획득하여 본 연구에서 개발된 시스템의 DB에 저장하였다. SSARR 모형의 매개변수를 관측 유출과 비교하여 최적의 매개변수를 선정하였다. 이상의 일련의 과정을 수행 할 수 있는 RRF를 개발하였고 개발 시스템은 실용화 과정을 거쳐 실무에 적용될 예정이다.

#### 감사의 글

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