

하천유지유량 증대를 위한 용수공급계획 모의 시스템 개발

Development of Water Supply Planning Simulation System for Instream Flow Increase

노재경¹⁾
Jaekyoung Noh

요 지

생활수준이 향상되면서 물의 양과 질에 대한 국민의 요구수준은 높아지고 있으나, 우리의 하천유지유량은 일본의 1/3에 불과하며, 평갈수기의 하천유량 증대가 물관리의 주요 관심사로 떠오르고 있다. 댐저수지의 저류와 생공용수의 회귀수에 의해 평갈수기의 하천유량을 크게 개선시킬 수 있는 바, 본 연구에서는 수계별로 그 현황과 향후 개선방안 도출을 위해 무수한 하천지점에서 용수수급 현황을 쉽게 분석, 평가할 수 있는 시스템을 개발하였다.

개발된 시스템은 용수수요 추정 모듈, 일 유출 모의 및 하천 유행분석 모듈, 기존댐 저수량 변화 모의 모듈, 신규 댐 규모 모의 모듈 등으로 구성되어 있다(그림 1). 분석 대상 하천 지점 영역의 논 용수, 생활 용수, 공업 용수의 수요량을 일별로 추정할 수 있으며, 이들의 회귀수를 고려한 하천유량을 일별로 모의하여 유행을 분석할 수 있고, 상류에 기존 댐 및 저수지가 있는 경우 이의 저수량을 모의하여 하류 방류량을 고려한 하천유량을 분석할 수 있고, 하천유행이 목표 값에 미치지 못하는 경우 신규 댐 및 저수지를 계획하여 이로부터 유량을 공급받아 하천유행을 유기적으로 아주 쉽게 분석할 수 있도록 하였다. 또한 저수량 변화 모의의 필수 자료인 저수지 표고별 저수면적, 저수량 자료를 신속하게 수집, 정리할 수 있도록 DEM을 활용하는 모듈을 장착하였다(그림 2). 수계별로 수많은 하천 지점의 유지유량 확보를 위한 다양한 용수공급 시나리오를 신속하게 분석, 평가하는데 편리한 도구로 활용할 수 있을 것이다.

개발된 시스템은 금강 영역의 하천유지유량 확보 방안 수립에 활용하고 있으며, 향후 전 수계에 적용될 수 있도록 보완할 것이다.

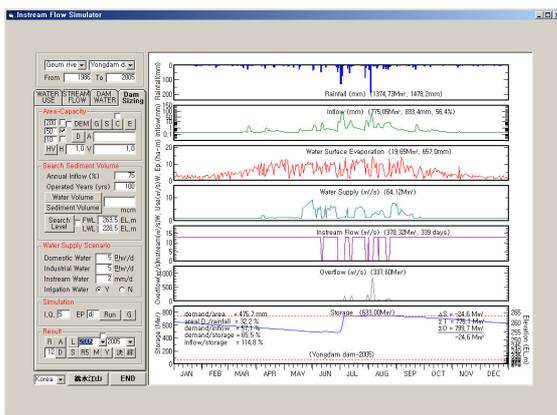


그림 1. 시스템 구성 및 기존댐 저수량 모의 예

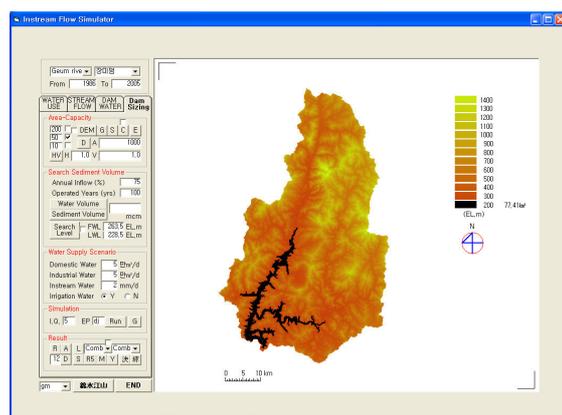


그림 2. DEM 이용 모듈 예

핵심용어 : 유출 모의, 저수량 모의, 유행 분석, 하천유지유량

1) 정회원 · 충남대학교 지역환경토목과 교수 · E-mail : jknoh@cnu.ac.kr

1. 서론

일본의 하천유지유량은 평균하여 $0.69\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$ (건교부·한국수자원공사, 2004)에 이르며, 2006년에 고시한 하천유지유량은 금강수계 11개소에서 $0.2\sim 19.9\text{m}^3/\text{s}$, 한강수계 9개소에서 $23.1\sim 63.0\text{m}^3/\text{s}$ 에 이른다. 대부분 갈수량 기준으로 결정된 값이지만, 유량이 많은지 적은지 쉽게 판단할 수 없다. 객관적 비교, 평가를 위해 단위를 $\text{mm}/\text{d}/\text{km}^2$ 로 환산하면 일본은 0.60, 금강수계는 0.18, 한강수계는 0.23으로 계산돼, 일본 하천유지유량이 우리보다 3배나 많게 관리되고 있다는 것을 쉽게 판단할 수 있다.

하천유지유량 산정 요령(건교부, 2000)에는 하천유지유량은 갈수량을 기준으로 산정하되, 하천수질보전, 하천생태계보호, 하천경관보전, 염수침입방지, 하구막힘방지, 하천시설물 및 취수원보호, 지하수위 유지 등을 위한 필요유량을 감안하여 산정하는 것으로 되어 있다. 여기서 갈수량은 과거 자연상태 하천에서 갈수기에 흘렀던 유량으로서 자연과 사람이 공유할 수 있는 최소한의 유량을 말하며 기준갈수량, 평균갈수량 등을 산정한 후 해당 하천의 규모나 특성 및 유량공급 가능성 등을 고려하여 결정하는 것으로 되어 있다. 즉 우리의 하천유지유량은 과거 자연상태 하천의 유량을 근거, 유량공급 가능성을 고려하여 결정한 값으로 이해할 수 있는데, 이 값이 일본의 1/3에 불과하다는 것이다.

일본의 하천유지유량이 자연상태 하천의 유량으로부터 구한 것인지는 확인해야 되지만 저수지 및 댐에 의한 유량배분과 하수의 재이용 등에 의하지 않고서는 우리보다 3배나 많은 유량으로 관리할 수 없다는 판단이다. 1급, 2급 하천, 소하천 모두 유역의 토지이용이나 수원 및 도시 유무에 상관없이 과거 자연상태의 하천유량에 의해 똑같은 기준으로 관리해야 하는지는 논외로 한다. 우리의 도시하천, 농촌하천의 유량이 평갈수기에 너무 적게 흘러 심한 경우는 악취가 나기도 한다. 향후 생활수준 향상에 따라 국민의 삶의 질 제고를 위해 하천유량의 양과 질에 대한 요구가 더욱 높아질 것으로 쉽게 예상할 수 있다.

여기서는 하천구간별로 주요 지점에서 자연, 사회환경을 고려하여 하천유지유량이 설정된 경우, 유역내에서 기존댐, 신규댐 및 하수재이용의 운영에 의해 설정된 하천유지유량을 만족하도록 용수공급계획을 수립하는데 도움을 주는 모의 시스템을 개발하고자 하였다.

2. 용수공급계획 모의 시스템 개발

2.1 시스템 구성

유역에서 하천유지유량을 확보하는 방안은 빗물저류탱크, 저류지, 저수지 및 댐에 의한 지표수 이용, 지하수 이용, 그리고 하수처리수 재이용 등 다양하다. 이 중에서 저수지 및 댐에 의한 지표수 이용, 하수처리수 재이용에 의한 방안이 유량 증대에 크게 기여할 수 있는 것으로 보았다. 또한 하천유지유량 평가를 위해 유역의 유출량을 모의하고 유황을 분석해야 하며, 상류에 기존 및 신규댐이 있는 경

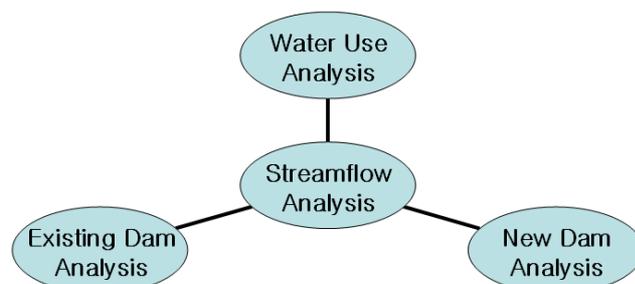


그림 3. 시스템 구성

우 각종 용수를 공급하며 하류하천 방류량을 모의하는 모듈을 갖춰야 한다. 따라서 그림 3과 같이 시스템을 용수수요 추정 모듈, 일 유출 모의 및 하천 유행분석 모듈, 기존댐 저수량 변화 모의 모듈, 신규 댐 규모 모의 모듈 등으로 구성하였다. 분석 대상 하천 지점 유역의 논 용수, 생활 용수, 공업 용수의 수요량을 일별로 추정하고, 이들의 회귀수를 고려한 하천유량을 일별로 모의하여 유행을 분석하고, 상류에 기존 댐 및 저수지가 있는 경우 이의 저수량을 모의하여 하류 방류량을 고려한 하천유량을 분석하고, 하천유행이 목표 값에 미치지 못하는 경우 신규 댐 및 저수지를 계획하여 이로부터 유량을 공급받아 하천유행을 유기적으로 아주 쉽게 분석할 수 있도록 구성하였다.

2.2 시스템 개발

비주얼베이직 6.0을 이용하여 하나의 폼에 4개의 탭을 갖게 설계하고 각 탭에 모듈 하나씩 할당하여 필요한 모든 기능을 발휘하도록 개발하였고, 모듈별 유기성을 극대화하여 수많은 하천의 대상 유역에서 목표로 하는 하천유지유량 공급계획을 원활히 수립할 수 있도록 하였다.

그림 4는 용수수요 추정 모듈로 논용수, 생활용수, 공업용수를 일별로 추정하여 나타낸 것으로 회귀율을 적용하여 유출에 반영할 수 있도록 하였다. 그림 5는 일 유출 모의 및 유행분석 모듈로 유역의 회귀수를 고려한 하천 유출량을 일별로 모의하고 상류 댐 방류량을 반영하여 유행을 분석할 수 있다. 그림 6은 기존댐의 저수량 변화 모의 모듈이다. 그림 7은 신규댐 저수량 변화 모의 모듈로 각종 용수를 기본으로 공급하며 추가로 하천유지유량을 공급하는 경우 저수량 변화를 모의할 수 있다. 이들 모듈을 유기적으로 운영하여 하천유지유량의 목표를 달성하는 용수공급 시나리오를 쉽게 수립할 수 있다.

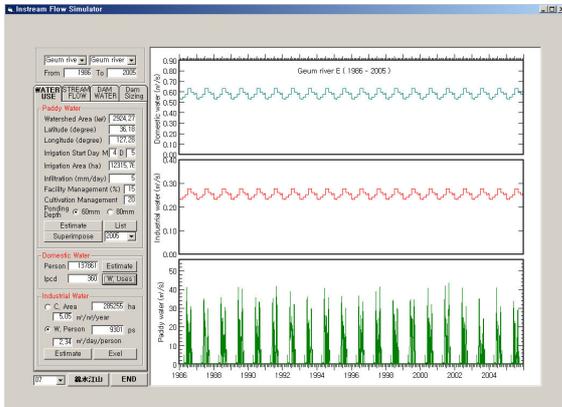


그림 4. 용수 수요 추정 모듈

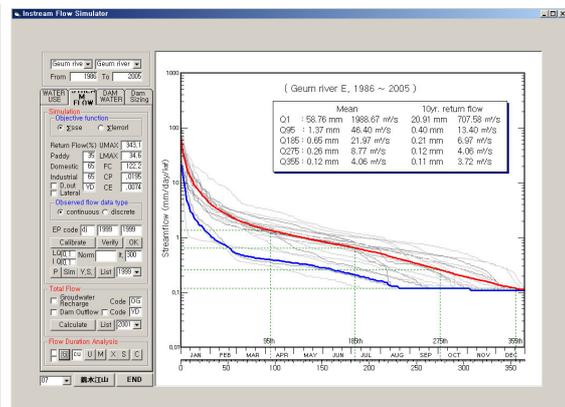


그림 5. 일 유출 모의 및 유행분석 모듈

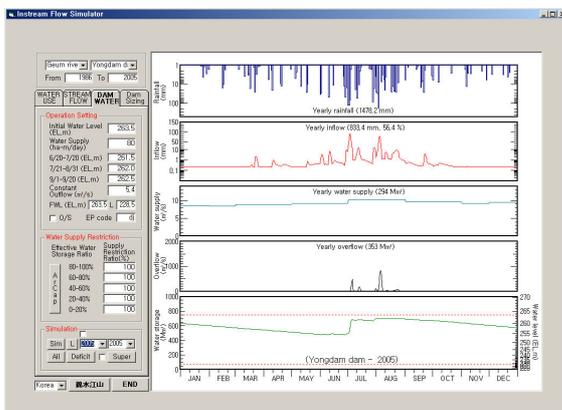


그림 6. 기존댐 저수량 변화 모의 모듈

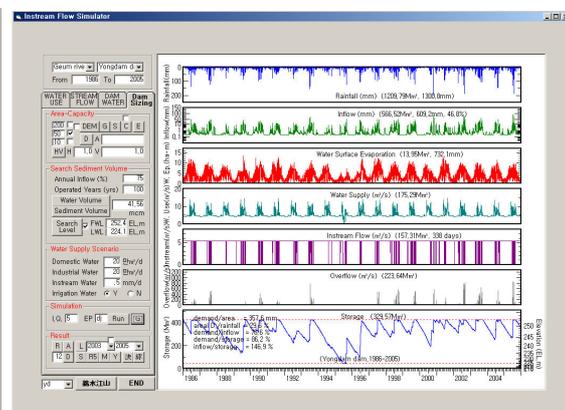


그림 7. 신규댐 저수량 변화 모의 모듈

3. 용수공급계획 모의 시스템 적용

3.1 적용하천유역 및 적용 방법

금강 수계의 부강 지점과 옥천 지점 등 2개 지점을 선정하여 개발된 시스템을 적용하였다. 부강 지점의 상류에는 대청댐과 대전시가 위치하여 댐방류수와 하수재이용수가 조합돼 유출이 나타나는 지점이고, 옥천 지점은 상류에 용담댐이 위치하여 유역외의 전주권으로 용수공급하고 하류방류로 유출이 나타나는 지점이다.

농용수, 생활용수, 공업용수를 일별로 추정하여 각각 35%, 65%, 65%의 회귀율을 반영하고 유출 모의를 실시하여 댐 방류량을 더한 값을 하천유출량으로 보았다. 모의 유출량을 관측 유출량과 비교, 검증 후 연도 별로 유행분석을 하고 평균 갈수량을 구해 목표 하천유지유량과 비교한다. 여기서 목표 하천유지유량은 단순화를 위해 0.40mm/d/km^2 로 하며, 이 값은 현재의 2배 정도, 일본의 2/3 정도 수준이다. 목표 하천유지유량을 미치지 못하면, 수원을 확보하는 공급계획을 수립한다.

시스템 운영 시나리오로 첫째, 부강 지점에서 댐방류와 하수재이용이 있는 경우 둘째, 댐방류와 하수재이용이 없는 경우 셋째, 옥천 지점에서 용담댐의 현재 운영의 경우 넷째, 옥천 지점에서 목표를 달성하기 위한 용담댐 운영의 경우로 구분하여 분석한다.

3.2 적용 결과 및 고찰

부강, 옥천 지점 유역의 농 용수, 생활용수, 공업용수를 일별로 추정하고 회귀율을 적용하고 각각 대청댐 용담댐의 방류량을 고려하여 일별 유출 모의한 결과는 각각 그림 8, 9와 같으며 관측값과 잘 일치하여 나타났다. 부강 지점에서 대청댐 방류량과 대전의 하수재이용이 있는 경우는 그림 10과 같이 하천유지유량이 0.42mm/d/km^2 로 목표값을 달성하는 것으로 나타났고, 대전 하수재이용이 없는 경우는 그림 11과 같이 0.29mm/d/km^2 로 목표값 0.40에 미치지 못하는 것으로 나타났다.

옥천 지점에서 용담댐의 방류량을 $5.4\text{m}^3/\text{s}$, 전주권 용수공급량 $70\text{만m}^3/\text{d}$ 로 한 경우 유행 분석한 결과는 그림 12와 같으며 하천유지유량은 0.27mm/d/km^2 에 불과하여 목표값 0.40에 미치지 못하였으며, 목표값 0.40을 달성하기 위해서는 용담댐의 하류방류량을 $10\text{m}^3/\text{s}$ 로 한 경우로 이 때 용담댐의 저수량은 그림 13과 같이 모의되는 결과를 보여주어 신규 수원확보가 필요한 것으로 나타났다.

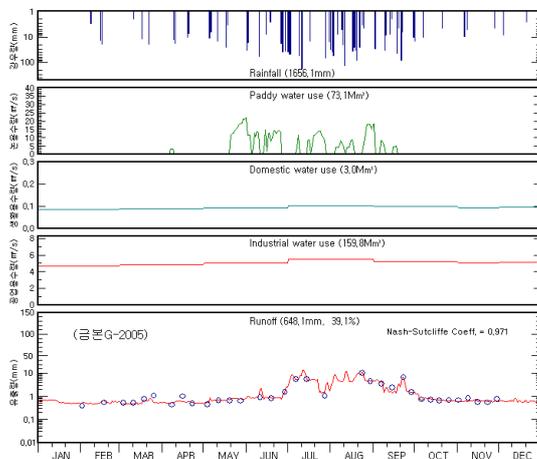


그림 8 부강 지점 일 유출 모의 검증

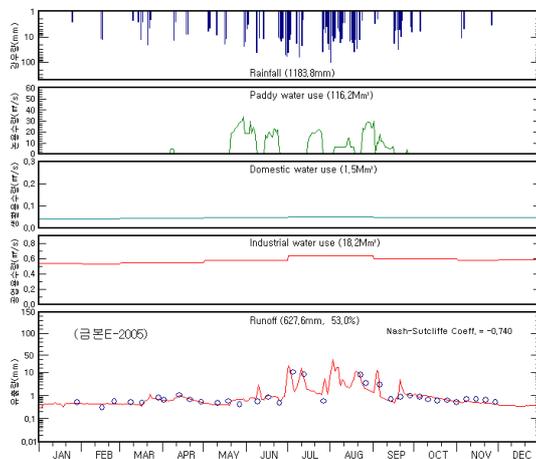


그림 9 옥천 지점 일 유출 모의 검증

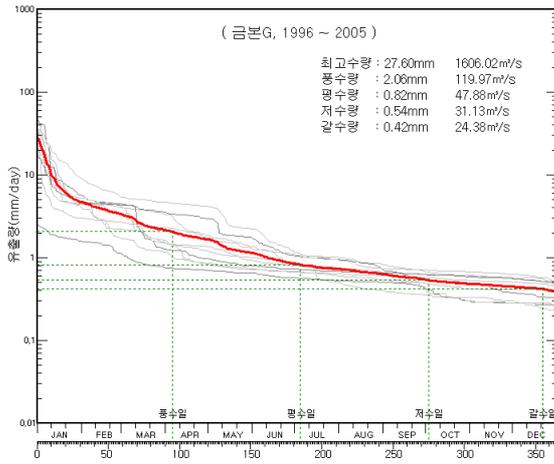


그림 10 부강 지점 유황분석
(대청댐 방류+대전 하수재이용 경우)

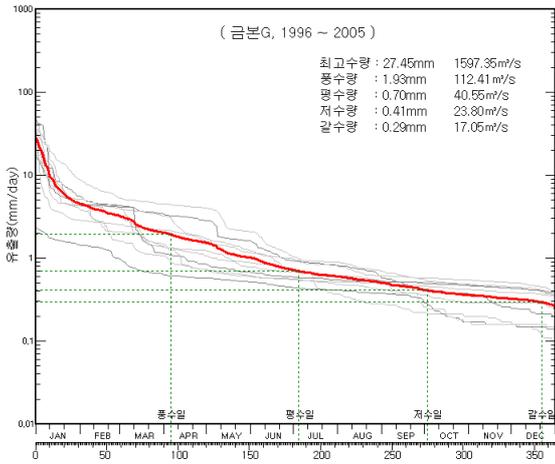


그림 11 부강 지점 유황분석
(대청댐 방류 경우)

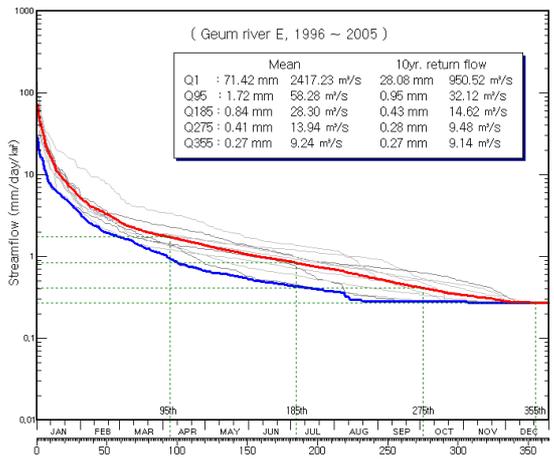


그림 12 옥천 지점 유황분석
(5.4m³/s용담댐 하류 방류인 경우)

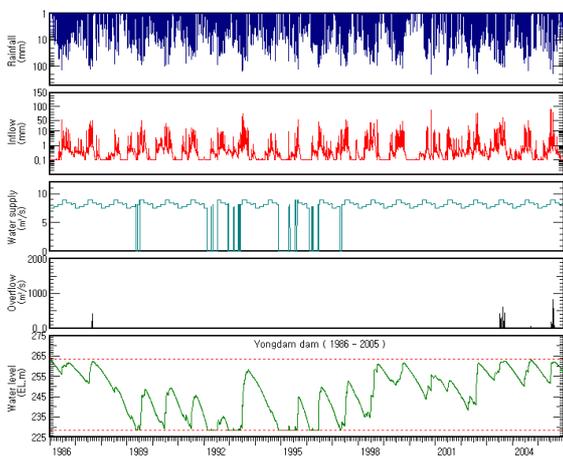


그림 13 용담댐 저수량 모의 결과
(10m³/s 하류방류인 경우)

4. 결 론

개발된 시스템을 이용하여 일 용수 수요량을 추정하고, 기존댐 및 신규댐의 저수량 변화를 모의하여 하류 방류량과 하수 재이용수를 고려한 하천 유출량을 모의하고 유황분석을 실시하여, 목표 하천유지유량을 달성 하는 용수공급계획을 수립하는 도구로의 활용 가능성을 살펴보았다. 향후 계속 보완하여 전국 수계의 활용 도구로 발전시킬 것이다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부(2000). 하천유지유량 산정 요령.
2. 건설교통부-한국수자원공사(2004). 한강유역조사, 낙동강유역조사 제4권 이수조사.
3. 금강홍수통제소장(2006). 금강홍수통제소 고시 제2006-9호.
4. 한강홍수통제소장(2006). 한강홍수통제소 고시 제2006-20호.