

RRFS에 의한 금강유역의 유출특성 Runoff Characteristics using RRFs on Geum River Basin

맹승진*, 이현규*, 황만하**, 고익환**
충북대학교*, 한국수자원공사 수자원연구원**

Maeng Seung-Jin*, Lee Hyeon-Gyu*, Hwang Man-Ha**,
Koh Ick-Hwan
Chungbuk National Univ.*,
Korea Water Resources Corporation.**

요약

본 연구는 수계별 한정된 수자원의 효율적 관리를 위한 기존댐의 연계운영과 병행하여 댐 상·하류 유출을 고려한 종합적인 수자원관리방안 수립의 필요성이 대두됨에 따라, 저수기 댐 상·하류의 수계주요지점에 대한 하천 유출상황을 모의할 수 있는 수문모형을 제시하는데 목적이 있다.

강우유출 모형을 모의하기 위해서는 강우량, 유출량, 용수수요자료, 취수량 등을 입력자료로 한다. 여기에 활용되는 입력자료는 실시간 물관리 정보 시스템에 있는 DB의 자료를 사용한다. RRFs의 기반 모형은 미 공병단에서 개발한 SSARR 모형으로 하였으며 일단위 유출량을 산정하여 하천의 장단기 유출 예측을 실시한다.

Abstract

Growing needs for efficient management of water resources urge integrated management of whole basin. As one of the tools for supporting above tasks, this study aims to indicate a hydrologic model that can simulate the streamflow discharges at some control points located both upper and down stream of dams.

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 basis of continuous daily runoff model for forecasting short and long-term national river flows in this paper.

I. 서론

한국수자원공사 물관리센터에서는 용담댐, 대청댐 및 공주지점의 유출상황을 고려하여 물관리를 수행하고 있다. 용담댐과 대청댐은 이치수기 모두에 중점을 두고 물관리를 하고 있으며, 공주지점은 이수기 물관리 보다는 홍수기 물관리를 위한 지점으로 선정하여 사용하고 있는 실정이다. 금강수계의 이치수기 물관리를 위해 한국수자원공사 물관리센터에서는 금강수계의 각 주요지점 및 소유역의 유출상황을 단위 기간별로 산정하여 보다 과학화되고 신뢰성 있는 최적의 물관리를 수행하는 것이 목적이다. 그러나 현재의 상황으로는 치수기의 유출상황을 파악하는 기술은 과거 30여년 동안 많은 성장을 하였으나 상대적으로 이수기 유출상황을 파악하는 기술은 낙후 되었다고 할 수 있다. 한국수자원공사에서 관리하는 다목적댐들의 치수기 물관리는 KOWACO 모형에 의해 이루어지고 있다. KOWACO 모형의 전신은 저류함수모형으로서 이 모형이 GUI 체제로 바뀌며 과거 홍수기 댐운영을 통한 기술

축적으로 인해 KOWACO 모형으로 구축되게 된 것이다. 현재 치수기 물관리를 위한 한국수자원공사의 댐운영 기술은 우리나라의 대표적 성공사례인 산림녹화 사업과 견줄 수 있는 대표적인 것이라고 볼 수 있다. 반면 연중 대부분을 차지하고 있는 이수기 물관리 기술은 2000년대 들어 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 수계를 대상으로 SSARR 모형에 의한 유출체계를 구축하였으나 그나마 GUI 체제로 개발을 거듭하고 한국수자원공사 물관리센터에서 시험운영하고 있는 것은 본 연구의 대상수계인 금강수계가 유일하다. 그러므로 본 연구에서는 이수기 금강수계의 주요지점 및 소유역의 유출상황을 과거의 유출자료에 의해 분석한 결과를 바탕으로 현재의 유출상황을 손쉽게 판단 할 수 있도록 하기 위해 유역유출지표를 다음과 같이 개발하고자 한다.

본 연구에서는 1983년부터 2005년까지 RRFs에 의해 모의된 각 지점 및 소유역의 유출량과 수위-유량 곡선식에 의해 산정된 지점별 유출량에 대한 분석과 소유역별 유출성분분석을 통해 RRFs를 운영하는 현재의 유역유출상황을 지표로 나

타냄으로서 사용자가 RRFs를 통한 유출예측을 원활하게 할 수 있도록 지원하고자 한다.

II. 누가이동평균에 의한 유출분석

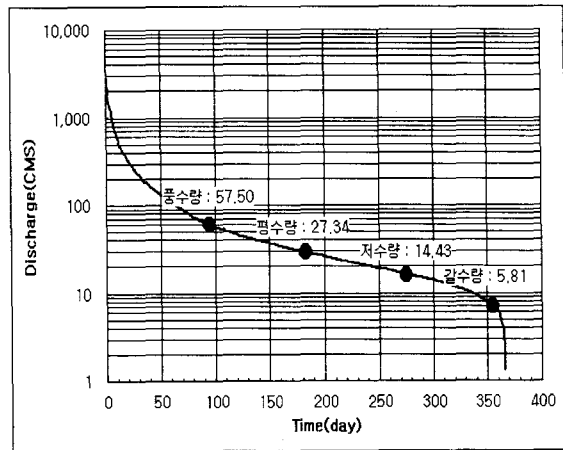
본 절에서는 지점별 유역유출지표를 개발하고자 한다. 금강수계의 주요지점별 유역유출지표는 금강홍수통제소에서 개발된 수위표 지점의 수위-유량곡선식에 의해 환산된 관측유출량과 본 연구의 세부과제에 의해 개발된 RRFs에 의해 모의된 유출량을 대상으로 개발하고자 한다. 분석대상 기간은 용수수요 추정량과 동일한 1983년 1월 1일부터 2005년 12월 31일까지 23년간이며 대상 자료는 지점별 일유출량으로 한다. 관측유출량의 경우에는 대상 지점을 용담댐, 대청댐, 공주 3개 지점으로 한정하고자 한다. 여기에서 용담댐의 경우에는 용담댐이 운영된 시점인 2001년 1월 1일 이후의 자료만을 분석 대상으로 하였다. 금강수계의 타 지점인 천천, 동향, 수통, 호탄, 옥천, 매포, 공주, 규암, 논산, 강경, 하구둑 지점은 과거에 개발된 수위-유량 곡선식의 부재와 개발된 소수의 곡선식으로 수십년간의 수위자료에 적용하여 사용함으로써 발생하는 유량의 불확실성으로 인해 분석 대상에서 제외하기로 하였다. 이들 지점에 대한 수위-유량 곡선식은 본 연구의 1단계 최종 보고서에 언급하였다.

RRFs에 의해 산정된 모의 유출량은 모형의 검보정을 통해 추정된 매개변수에 의해 산정되었으며 모의된 기간은 1983년 1월 1일부터 2005년 12월 31일까지이다. 상기에서 언급한 바와 같이 용담댐, 대청댐, 공주 지점을 제외한 타 지점의 유역유출지표는 RRFs에 의해 모의된 유출량을 사용하여 개발하고자 한다.

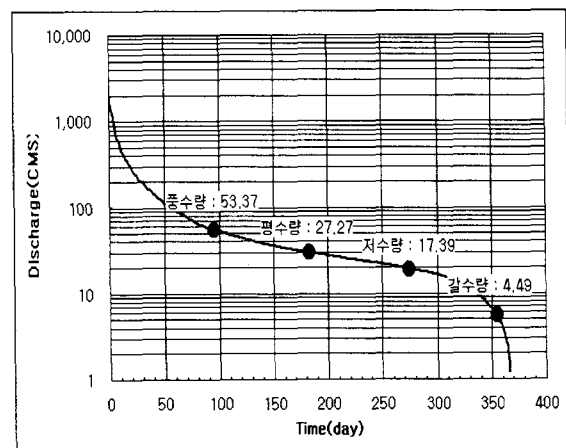
지점별 유역유출지표는 일단위 관측유출량과 모의유출량을 일, 반순, 순, 월, 계절, 연별 누가 이동평균(Moving Average, MA)에 의해 분석하고 그 결과를 유황분석에 의해 산정된 4개의 값인 풍수량, 평수량, 저수량, 갈수량으로 구분하여 이를 지표로 활용하고자 한다. 또한 해당 일에 대한 단위기간별 유출량을 대상으로 갈수 및 홍수빈도분석을 통해 현재의 단위기간별 유출량이 갈수량 또는 홍수량인지를 파악함으로써 해당 지점에서의 유량이 적고 많음을 판정할 수 있는 체계로 개발하였다. 본 분석에 사용된 빈도분석은 현재 한국수자원공사 물관리센터에서 사용하고 있는 확률분포인 Log Pearson Type 3와 빈도계수법에 의한 방법에 의해 실시하였다. 이상의 방법

에 의해 수행된 결과를 표본 예인 대청댐 지점의 5월에서 관측유출량과 RRFs에 의한 모의유출량을 대상으로 산정한 일, 반순, 순, 월, 계절 및 연별 누가이동평균 유출량, 유출량 판정 지표인 유황분석 및 빈도분석 결과는 다음과 같다.

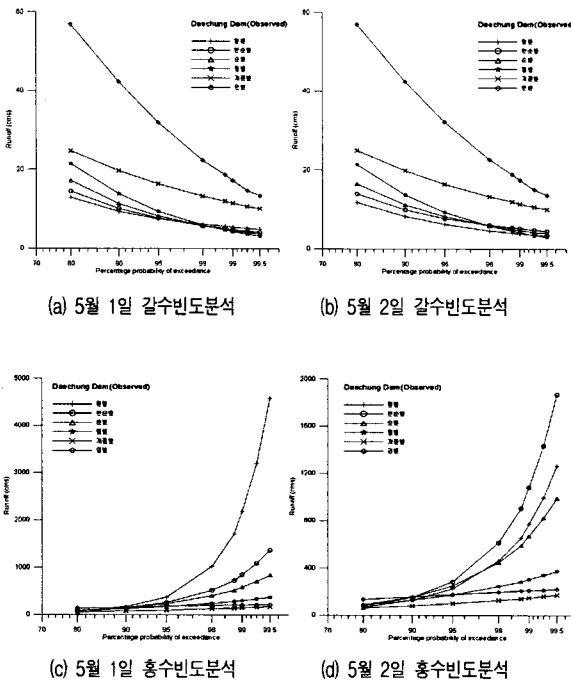
지점별 관측유출량 및 모의유출량의 분석은 대청댐의 경우 대청댐 유역에 의해 발생된 유출량만을 사용하여 분석하였다. 다시 정리하면 1983년부터 2000년까지는 금강 발원지부터 대청댐까지의 유출량을 분석대상으로 하고 2001년 이후로는 용담댐에서 유입되는 유입량을 제외한 대청댐으로 유입되는 유출량만을 사용하여 분석을 실시하였다. 이러한 이유는 유출분석 시 유역 상류의 인위적인 구조물의 조작에 의한 유출량 변동을 제거함으로써 순수 해당유역에서의 유출상황을 판단해야 할 것으로 사료되었기 때문이다.



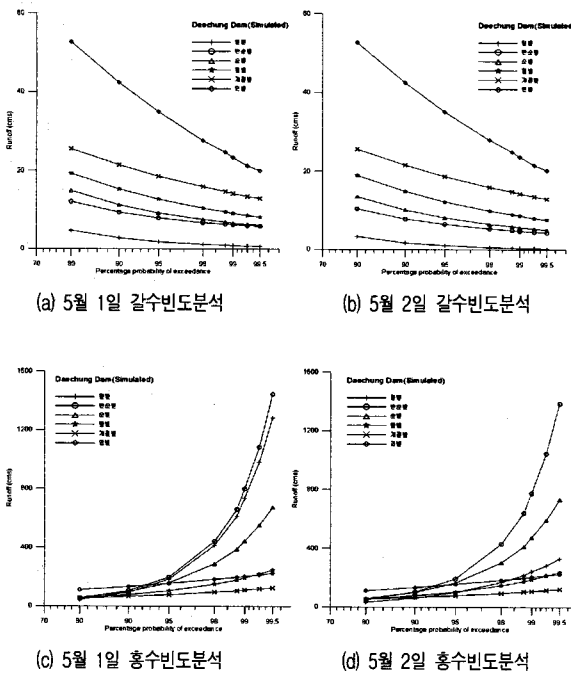
▶▶ 그림 1. 관측유출량에 의한 유황분석



▶▶ 그림 2. 모의유출량에 의한 유황분석



▶▶ 그림 3. 관측유출량에 의한 빈도분석



▶▶ 그림 4. 모의유출량에 의한 빈도분석

그림 1과 2에는 대청댐 지점에서 관측유출량과 모의유출량에 대한 유황분석을 실시한 결과로서 각각에 대한 풍수량, 평수량, 저수량 및 갈수량으로 구분하여 유출지표로 활용하고자 하였다. 관측유출량에 의한 풍수량은 57.5m³/s이며 모의유출량에 의한 풍수량은 53.37m³/s로서 관측유출량 대비 7.2%의 차이를 나타내고 있으며 평수량, 저수량 및 갈수량은 각각 0.3%, 20.5% 및 22.7%로 나타났다. 즉 풍수량과 평수량은 관

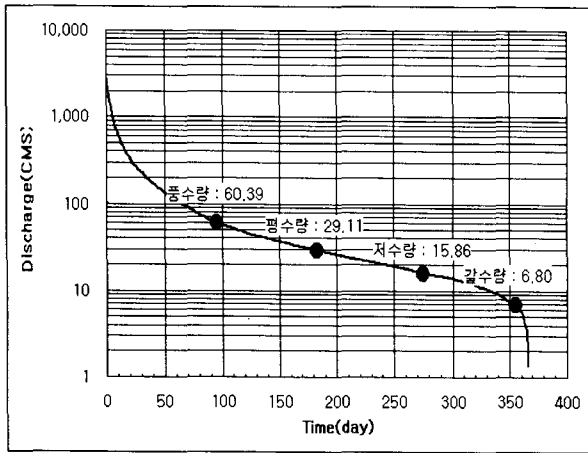
측유출량과 모의유출량의 차가 크지 않으나 저수량과 갈수량은 관측유출량과 모의유출량의 차가 큰 것으로 나타났다. 이는 모의유출량이 저수기에 관측유출량보다 작게 모의되었음을 알게 하는 것이다. 이러한 원인의 하나로서 RRFS을 모의 운영시 홍수기의 유출은 관측유출량의 값으로 모의할 수 있으나 이수기의 모의유출량은 인위적인 조작 등과 같은 미지의 변수로 인해 관측유출량과의 차이가 많이 발생하는 경향이 있다. 그림 1과 2는 유출지표로 활용하는 것으로서 일단위 5월 1일 유출량을 68.5m³/s로 가정할 때 그림 1에서 풍수량에 해당되고 5월 2일 유출량을 49.04m³/s로 가정할 때 평수량에 해당되기 때문에 평상시 물관리 체제로 시행하면 된다. 모의유출량의 일단위 5월 1일 유출량을 41.5m³/s로 가정할 때 그림 2에서 평수량에 해당되고 5월 2일 유출량을 24.07m³/s로 가정할 때 저수량에 해당되기 때문에 물관리 기관에서는 저수기 물관리 체제로 시행하면 된다. 또한 이러한 유황분석에 의한 유출지표가 가뭄에 해당하는 유출량인지 또는 홍수에 해당하는 유출량인지와 과연 가뭄이면 몇 년 빈도이며 홍수라면 몇 년 빈도인지를 파악하기 위해 상기의 방법에 의해 빈도분석을 실시한 결과는 그림 3 및 4와 같다. 관측유출량에 의한 가뭄빈도분석의 경우에는 빈도년이 커질수록 월단위 이하의 일유출량은 역전 현상이 발생하였다. 이것은 관측유출량의 편차가 심하기 때문인 것으로 판단된다. 모의유출량에 의한 가뭄빈도분석의 경우에는 빈도년이 커지고 시간단위가 커질수록 일정하게 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 모의유출량의 변동이 크지 않기 때문인 것으로 판단된다. 이러한 현상은 홍수빈도분석에서도 동일하게 나타났다. 전술한 바와 같이 관측유출량에 의한 일단위 5월 1일 유출량 68.5m³/s과 5월2일 49.04m³/s는 가뭄도 홍수도 아니며 모의유출량에 의한 일단위 5월 1일 유출량 41.5m³/s과 5월2일 24.07m³/s 역시 가뭄도 홍수도 아닌 상황이다.

이상의 내용을 종합적으로 판단해 보면 5월 1일과 2일의 일유출량은 평상시의 유출로서 물관리 측면에서 매우 안정적인 상황으로 판정할 수 있다.

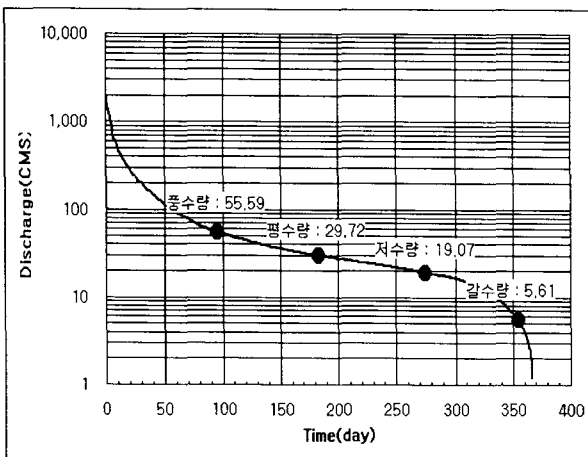
III. 정상기간에 의한 유출분석

전술한 방법은 누가이동평균에 의한 일유출량을 대상으로 분석한 결과이다. 물관리 운영 실무자들은 이러한 자료 이외에 강우와 유출을 나타내는 관계를 분석하여 현재, 금월 또는 금년의 유출을 파악하여 의사결정 자료로 활용하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 전술한 금강수계의 주요지점에 대한 강우량과 관측유출량 및 강우량과 모의유출량과의 분석을 월단위로 실시하였다. 또한 분석된 유출량을 전술한 바와 같은 방법에 의해 가뭄 및 홍수빈도분석을 실시하여 해당 기간의 유

출 상태를 파악하고자 하였다.

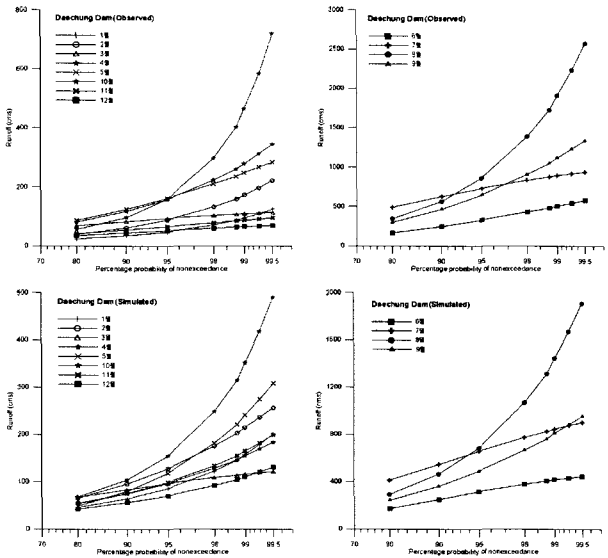
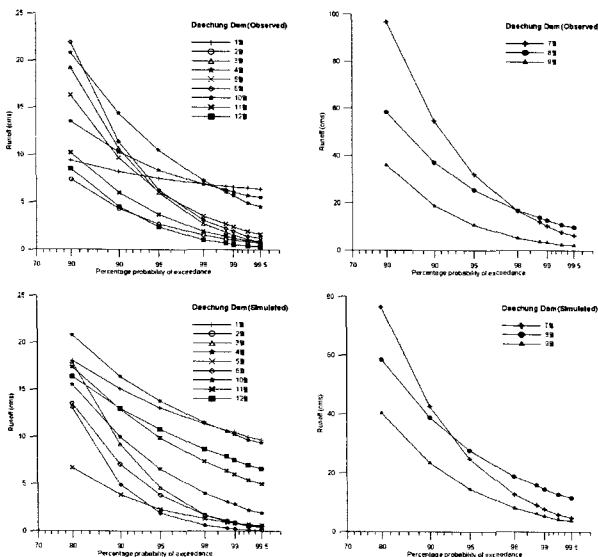


(a) 대청댐 관측유출량



(b) 대청댐 모의유출량

▶▶ 그림 5. 대청댐 지점 유황분석



▶▶ 그림 6. 주요지점 관측 및 모의 유출량에 대한 월별 빈도분석

수집된 일자료로부터 년도별 강우량과 관측/모의 유입량 및 각 정상월별 강우량에 대한 관측/모의유출량에 대한 유출율(누가유입량/누가강우량)을 산정한 결과 대청댐의 유출율은 관측유출량의 경우 2001년도에 27%, 모의유출량인 경우 2001년도에 38%를 제외하고는 50%내외를 유지하여 1983년부터 2005년까지의 평균 유출율은 50% 정도로 산정되었다. 연강수량과 유출율의 변화는 어느 정도 선형적인 관계를 나타내고 있었으며, 그 관계를 나타내기 위해 회귀분석을 실시한 결과 관측유출량의 경우 $y = 0.0391x + 7.9547$ (결정계수: 0.7475), 모의유출량의 경우 $y = 0.0222x + 21.795$ (결정계수: 0.7053)로서 연강수량의 크기가 증가 할수록 유출율도 증가하는 것으로 나타났다. 23년 동안의 강우량과 유출량과의 관계를 좀 더 자세히 살펴보기 위해 유출율과의 관계를 도시한 결과 100mm 이상의 강우에서는 강우와 유출율의 증가현상을 뚜렷이 살펴볼 수 있고, 분기별 유출율의 변화를 살펴봐도 강우가 많은 3/4분기에 비슷한 경향을 보임을 알 수 있었다. 이러한 경향은 대청댐 지점의 모의유출량의 결과에서도 동일하게 나타났다. 따라서 각 월의 누가강우량과 누가유입량은 강우량이 크지 않을 경우에는 일정한 관계를 갖지 않는 것으로 나타났으며, 기술적으로 용이하지 않음을 알 수 있었다.

그림 5는 그림 1 및 2와는 달리 용담댐 방류량을 포함하여 분석한 유황분석이다. 그래서 그림 5의 관측 및 모의 유출량에 의한 유황분석의 결과보다 풍수량, 평수량, 저수량, 갈수량이 각각 크게 산정되었다. 그림 6에 의한 결과는 대청댐 지점의 유출량 산정시 그림 1 및 2와는 달리 대청댐 지점의 유황 상태를 신속하게 결정하는데 도움을 주고자 하였다.

또한 그림 6과 같이 월별 갈수 및 홍수빈도분석을 통해 현재의 유출상황이 갈수 또는 홍수로 어느 정도 빈도의 유출량인

지를 판단함으로써 물관리를 위한 의사결정 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다. 본 절에서 분석된 단위기간별 일유출량의 갈수 및 홍수빈도분석은 자료의 방대함으로 인해 사용자가 직접 프로그램을 구동하여 산출할 수 있는 체계로 개발하고자 한다. 또한 향후에는 확률가중모멘트법이나 보다 더 선진화된 빈도분석을 할 수 있는 시스템을 개발하여 실무에 적용하는 방안을 모색하여야 할 것이다.

IV. 결 론

본 연구에서는 이수기 금강수계의 주요지점 및 소유역의 유출상황을 과거의 유출자료에 의해 분석한 결과를 바탕으로 현재의 유출상황을 손쉽게 판단할 수 있도록 하기 위해 유역유출지표를 개발하였다.

본 연구에서는 1983년부터 2005년까지 RRFs에 의해 모의된 각 지점의 유출량과 수위-유량 곡선식에 의해 산정된 지점별 유출량에 대한 분석을 통해 RRFs를 운영하는 현재의 유역유출상황을 지표로 나타냄으로서 사용자가 RRFs를 통한 유출예측을 원활하게 할 수 있도록 하였다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 1-6-2)에 의해 수행되었습니다.