

격자기반 분포형모형을 활용한 농업용 저수지유역의 홍수유출모의

Rainfall Runoff Simulation Using Grid-Based Distributed Model for a Small Agricultural Reservoir Watershed

정인균*.박종윤**.김성준***

In Kyun Jung, Jong Yoon Park, Seong Joon Kim

요 지

본 연구는 농업용저수지유역을 대상으로 분포형 강우-유출모형을 적용해 봄으로서 차후 본 연구대상유역의 분포형 강우유출모형을 이용한 설계홍수량 산정에 활용해 보기 위한 사전연구이다. 농업용저수지유역을 대상으로 모의하기 위하여 자동수위계를 통하여 저수지 수위자료가 주기적으로 기록되고 있는 계룡저수지 유역(15.4km²)을 선정하였으며, 주요 공간매개변수는 30m 격자해상도로 구축하였다. 관측유량자료는 수위-내용적-방류량 관계곡선에 의하여 수위변화에 따른 내용적 변화량을 유입량으로 가정하여 환산토록 하였으며, 곡선의 진동이 다소 작고 상태가 양호한 3개 강우사상을 대상으로 분석하였다. 대상유역의 2개 강우관측소(복룡, 반포)의 강우량을 IDW 방법에 의해 공간분포시켜 적용하였으며, 모형의 분석결과, 결정계수(R^2)는 평균 0.88, 용적보존지수(VCI)는 평균 0.14, 첨두유량의 상대오차 (EQ_p)는 평균 0.11m³/s로 분석되었다.

Key words : 분포형강우유출모형, 홍수유출, 지리정보시스템

1. 서 론

강우-유출모형에는 과정을 묘사하는 방법에 따라 집중형과 분포형모형으로 구분할 수 있으며, 최근 수자원계획 및 설계에 필요한 홍수량 산정과 관련하여, 유역을 일정한 크기의 격자로 분할하고 격자마다의 물리적인 매개변수를 적용함으로써 유역의 유출과정을 시·공간적으로 해석할 수 있는 분포형 강우-유출모형에 많은 관심을 보이고 있다. 2006년 이후 분포형 강우-유출모형의 주요 적용은 김성준 등(2006), 박진혁 등(2006, 2008a, 2008b, 2009), 홍준범 등(2006), 강부식 등(2007), 김문모 등(2007), 김병식 등(2008), 오경두 등(2008), 정인균 등(2008)의 논문을 통해 알 수 있다. 이것은 최근 컴퓨터 성능의 향상뿐만 아니라 국가차원의 GIS 구축 및 정보시스템 운영, GIS 자료의 정확도 향상, 다양한 자료원으로 부터의 GIS 자료 확보가능성, GIS 소프트웨어의 기능향상이 분포형모형에 필요한 처리능력을 충족시키는 한편 더욱 정밀한 공간자료를 더욱 쉽게 구축할 수 있게된 것도 그 이유중 하나라고 할 수 있다(정인균 등, 2008). 본 연구에서는 농업용 저수지유역의 설계홍수량 산정에 분포형 강우유출모형을 적용하기 위한 사전 연구단계로, 격자기

* 정회원-건국대학교 사회환경시스템공학과 박사수료-E-mail : nemoik@konkuk.ac.kr

** 정회원-건국대학교 사회환경시스템공학과 박사과정-E-mail : bellyon@konkuk.ac.kr

** 정회원-건국대학교 사회환경시스템공학과 교수-E-mail : kimsj@konkuk.ac.kr

반 분포형 강우-유출모형인 KIMSTORM을 2007년 및 2008년 강우사상을 이용하여 연구대상유역에 대한 모형 적용성을 평가해보고자 하였다.

2. 모형의 적용

2.1 모형의 개요

KIMSTORM은 격자물수지법을 적용한 격자기반 운동과 강우유출 모형으로 보다 자세한 이론적인 내용은 “격자기반의 운동과 강우유출모형 개발(I)-이론 및 모형”(김성준, 1998)과 “격자기반 운동과 강우유출모형 KIMSTORM의 개선(1) -이론 및 모형”(정인균 등, 2008)을 참고할 수 있다. KIMSTORM은 최근모형의 이론 및 기능적인 측면에서 개선을 위한 연구를 진행하고 있으며, 특히 “차세대홍수방어기술개발사업”(2008-2013)을 통해 “유역수리·수문통합모델링”관련 실용화를 목표로 개발이 진행되고 있다. 본 연구에서는 KIMSTORM의 기본 침투방법인 Huggins & Monke(1966) 방법을 적용하였다.

2.2. 적용대상유역 및 입력자료 구축

본 연구의 적용을 위하여 충청남도 공주시소재 계룡저수지 유역(15.4km²)을 대상으로 모형의 입력자료를 구축하였다. 계룡저수지는 한국농어촌공사에서 실시간 수위현황을 파악할 수 있도록 저수지 자동수위계를 설치하여 운영중인 농업용저수지이다. 모형의 입력자료로는 DEM, 유역도, 격자하천망도, 흐름방향도, 유효토심도, 토양종류도를 동일한 크기의 격자판으로 작성하여 입력하며, 강우관측소 및 산정지점에 대한 좌표값, 토양 및 지표관련 매개변수, 그리고 강우자료가 구축되어야 한다. DEM은 1:5,000 수치지형도의 등고 및 표고관련 레이어를 추출하여 공간해상도 30m로 구축하였으며, DEM으로부터 실제하천의 흐름형태가 반영된 흐름방향도를 구축하기 위하여 WAMIS(국가수자원관리종합정보시스템)으로부터 하천차수도를 다운로드 하여 3차이상의 하천망을 격자자료로 변환하고, DEM 표면을 가공하는 방법을 적용하였다. 유역도는 저수지 여수로 위치를 출구점으로 설정하여 흐름방향도를 이용하여 추출하였다. 토지피복도 및 토양관련 격자자료 또한 WAMIS의 자료를 다운로드하여 DEM과 동일한 격자해상도로 구축하였다. 본 연구에서는 모형의 매개변수 검보정하기 위하여 필요한 저수지 유입량 자료구축은 자동수위계의 수위자료와 수위-내용적-방류량 관계식을 이용하여 산출된 내용적 변화량을 저수지 유입량으로 환산하는 방법을 적용하여 구축하였다. 모형에 필요한 주요매개변수인 조도계수, 유효토심, 및 토양종류별 유효공극률, 포장용수량, 영구위조점, 포화투수계수, 침투능 등은 Rawls 등(1982), Chow 등(1988), Vieux(2004)의 문헌을 참고하였다. 모형의 매개변수 보정을 간단히 하기 위하여 축척계수를 대상 유역전체에 적용하여 매개변수를 조절할 수 있는 방법을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

계룡저수지유역에대한 분포형 강우-유출모형 적용결과는 표1 및 그림2와 같다. 초기토양수분 조건은 설정은 실측된 결과가 전무하므로 선행강우량의 상태에 따라 임의로 설정하였으며, 초기토양수분 및 유효토심을 조절하여 VCI가 최소가 되는 방향으로 조정한 후 침투유량의 오차가 최소가 되도록 보정하는 과정으로 매개변수를 조정하였다. 모의결과 R^2 은 각각 0.804, 0.935, 0.905로 양호한 결과를 나타내고 있으며, EQ_b 의 경우 0.164, 0.131, 0.025로 실측된 침투유량을 잘 반

영하고 있는 것으로 검토되었다. VCI의 경우 2007년8월31일 강우사상에서 두 번째 첨두가 나타나는 지점을 잘 모의하지 못하여 0.260으로 큰 용적편차를 나타내고 있으나, 나머지 두 개 강우사상은 용적의 편차도 비교적 양호하게 분석되었다. 그러나, 이들 결과를 비교평가하기 위하여 사용된 실측값은 저수위자료를 수위-내용적-방류량곡선을 적용하여 추정된 값으로, 불확실한 측면이 있다. 확률강우량을 적용하기 위한 매개변수 또한 이3가지 강우사상이외에 보다 많은 강우사상을 대상으로 모형을 적용하여 구축하여야 하나, 계측자료의 기간이 충분하지 않고, 관측된 저수지 수위값이 일정치 않은 관계로 해당구역의 매개변수를 구축할 수 있는 유량곡선을 확보가 어려운 실정이므로, 대상 유역에 적합한 공간 매개변수를 어느 정도 결정하기 위해서는 자료축적을 위한 기간이 필요할 것으로 생각된다.

표 1. 모형의 적용결과

강우사상	유역평균강우량			첨두유량(m ³ /s)		모형 평가		
	총강우(mm)	지속시간(hr)	최대강도(mm/hr)	관측	모의	R ²	VCI	EQ _p
2007-08-31	163.09	55	17.76	18.052	18.216	0.804	0.260	0.164
2007-09-16	98.90	22	9.25	11.017	11.148	0.935	0.107	0.131
2008-08-15	78.41	14	27.17	14.054	14.029	0.905	0.055	0.025

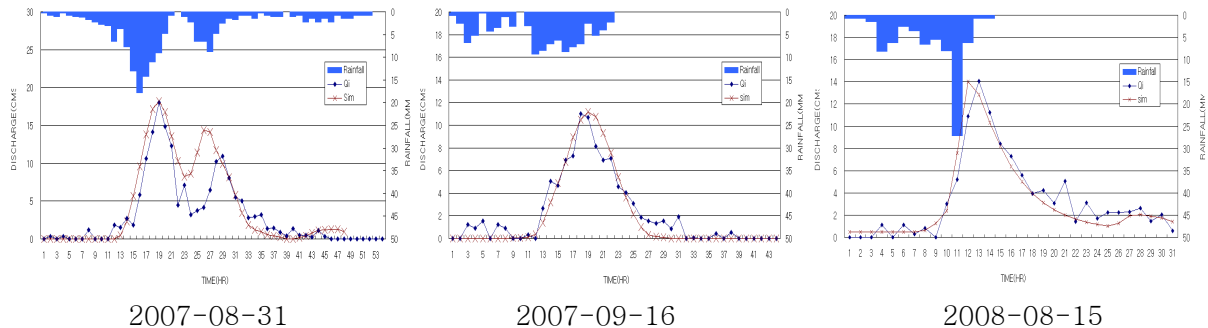


그림2. 모형의 적용 결과

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원(75%)과 한국농어촌공사의 농촌홍수관리시스템개발 연구용역의 연구비 지원(25%)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 김성준(1998). 격자기반의 운동과 강우유출모형 개발(I)-이론 및 모형, 한국수자원학회논문집, 제31권 제3호, pp. 303-308.

2. 정인균, 이미선, 박종윤, 김성준 (2008) 격자기반 운동과 강우유출모형 KIMSTORM의 개선 (1) -이론 및 모형, 대한토목학회 논문집, 제28권, 제6B호, pp.697-707.
3. 국토해양부, 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS), <http://www.wamis.go.kr>
4. 한국농어촌공사, 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS), <http://rawris.ekr.or.kr>
5. Chow, V. T., D. R. Maidment, and L. W. Mays. (1988), *Applied Hydrology*. New York.: McGrawHill.
6. Rawls, W.J., Brakensiek D.L. and Saxton K.E. (1982) Estimation of soil water properties. Transactions American Society of Agriculture Engineers, Vol. 25, No. 5, pp. 1316-1320, 1328.
7. Vieux, B. E. (2004) *Distributed Hydrologic Modeling Using GIS*. 2nd ed. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.