

남강댐유역을 대상으로 GIS기반의 분포형 모형과 집중형 모형의 유출해석 비교

A Study on application of GIS based Distributed Model and Lumped Model by run-off analysis

김종계*, 박진혁**, 윤지현***, 정관수****

Kim Jong Gae, Jin Hyeog Park, Yun Ji Hyun, Jung Kwan Sue

요 지

하천의 유출은 매우 다양하고 복잡한 형태를 나타내므로 홍수조절 등 수자원의 효율적인 활용을 위해서는 강우-유출과정에 대한 정확한 해석과 정도 높은 유출량 산정이 필요하다.

이 연구의 목적은 한국수자원공사에서 다목적댐의 홍수분석에 사용하고 있는 집중형 모형(Kwater 홍수분석모형)과 분포형 모형(KIMSTORM 모형)의 비교분석을 통해 두가지 모형의 문제점과 향후 적용성을 연구하는데 있다.

본 연구의 공간적 범위는 남한에서 산지가 많고 다우지역에 속하는 남강의 상류 지역인 남강다목적댐 유역(2,285km²)를 대상으로 하였으며, 시간적인 범위는 남한에 많은 홍수피해를 발생시킨 주요 태풍(2002년 루사, 2003년의 매미, 2006년 에위니아)을 대상으로 분석하였다.

연구 결과, 분포형 모형이 집중형 모형에 비해 더 정확한 강우-유출 현상 모의가 가능한 것으로 분석되었으며, 향후 분포형 모형의 적용성 확대를 위해서는 다른 유역에 대하여도 연구 검토가 필요가 있는 것으로 판단된다.

핵심용어 : 유출해석, 분포형모형, 집중형모형

1. 서 론

한국수자원공사에서 관리하고 있는 15개 다목적댐의 방류량 결정을 위한 상류 유입량 예측은 집중형 모형인 저류함수모형을 근간으로 개발한 Kwater홍수분석모형을 이용해 오고 있으나, Kwater홍수분석모형은 신속한 홍수분석능력 및 의사결정을 위해 단일 호우사상에 대한 집중형 모형으로 구성되어서 각 분석 단계별로 지속적으로 상황에 맞는 분석정보를 재생산하여야 하는 이유로 비교적 단순하며, 사용자의 매개변수 조정이 최소화된 모형을 채택하고 있으나, 시공간적으로 변화하는 기상과 유역이라는 동적이고 복잡한 시스템을 대상으로 그 물리적 특성을 있는 그대로 반영하여 수문학적인 모의를 수행하는 것이 필요하다.

본 논문에서 연구할 내용은 대규모 다목적댐 유역에 집중형 모형과 분포형 모형의 강우-유출의 상관성과 적정성을 비교분석하는데 있다. 강우-유출 적용모형은 저류함수법을 기본으로 한국수자원공사가 개발하여(2000) 다목적댐 운영에 적용중인 Kwater홍수분석모형과 한국수자원공사가 물

* 정회원 · 한국수자원공사 경남지역본부 차장 · E-mail : kimjg@kwater.or.kr
** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 · E-mail : park5103@kwater.or.kr
*** 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 차장 · E-mail : ykimo@kwater.or.kr
**** 정회원 · 충남대학교 토목공학과 교수 · E-mail : ksjung@cnu.ac.kr

수지 기법에 의한 방법으로 개발한(1997) KIMSTORM (Grid-based KIneMatic wave STOrm Runoff Model)으로 선정하였다.

2. 비교모형의 개요

KIMSTORM(Grid-based KIneMatic wave STOrm Runoff Model) 모형은 김성준(1995)이 개발한 GRISTORM(GRIId-based STOrm Runoff Model)모형을 한국수자원공사(김성준, 1997)가 물수지기법에 의한 방법으로 수정·개발한 모형이다. 본 모형은 대상유역을 일정한 크기의 격자로 구성하고 개개의 격자마다 유출해석을 위한 수문정보를 입력하여 격자별 물수지를 계산하므로써 유역의 전반적인 시간적·공간적 수문량을 파악하도록 하는 모형이다.

Kwater 홍수분석모형은 1985년에 저류함수법을 기본으로 개발을 시초로, 1987년에는 실시간 개념의 홍수관리시스템이 도입되었고, 이후 보완과정을 거치다가 1999~2000년까지 2년간에 걸쳐 한국형 홍수분석모형을 정립하고 개발하였으며 현재 수자원공사의 홍수분석업무에 주력으로 사용되고 있다.

3. 유출해석

3.1 KIMSTROM 모형

본 논문에서는 유역의 객관적인 수문특성인자를 산정하기 위해 ArcView를 이용하여 연구대상 유역인 남강댐유역을 대상으로 DEM을 이용한 하천망으로부터 공간분포형의 입력매개변수를 추출한 결과자료를 입수하여 KIMSTORM모형의 입력인자로 이용하였다.

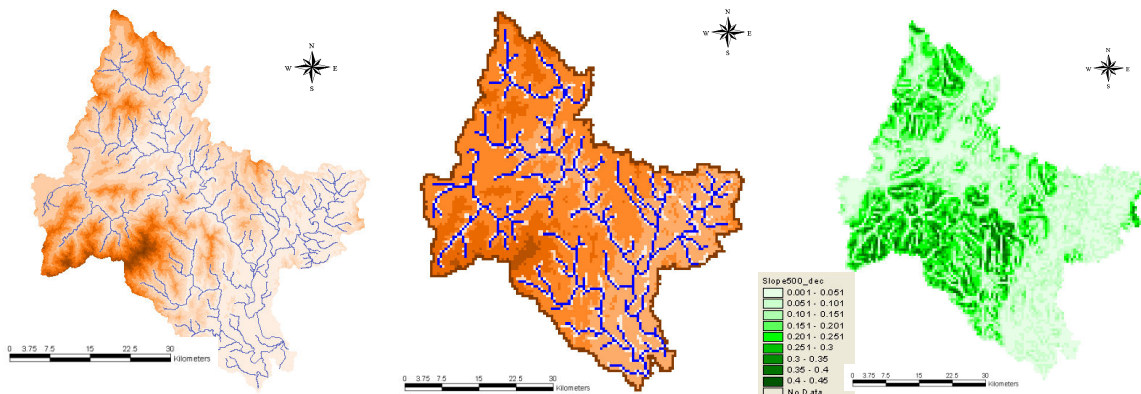


그림 1. 하천망도

그림 2. 흐름방향도

그림 3. 유역경사도 분포

표1. 토지피복에 따른 조도계수 값

CLASS	Land Cover	계수
1	Water area	수역 0.040
2	Urbanization	시가화지역 0.01
3	Eroded Land	나지 0.045
4	Marsh	습지 0.060
5	Grassland	초지 0.140
6	Forest	산림 0.110
7	Paddy Field	논 0.05
8	Cropland	밭 0.045

표2. 토양종류에 따른 유효토심분류

CLASS	Description	토심(cm)
1	Very deep	매우깊음 200
2	Very deep/deep	깊음~매우깊음 175
3	Deep	깊음 150
4	Moderate/deep	보통~깊음 125
5	Moderate	보통 100
6	Shallow/moderate	얕음~보통 75
7	Shallow	얕음 50
8	Very shallow	매우얕음 25
49	Rocky land	암석노출지 10
Nodata	default	기본값 50

3.1.1 KIMSTROM 모형 적용결과

실제의 집중호우사상에 대해서 관측값과 비교를 했을 때 강우 유출량을 높은 정도로 재현하고 있음을 알 수 있다. 또한 토양의 정보에 대한 수정이나 매개변수 조정이 없이 동일한 조건하에서 강우량만 입력 자료로 변화를 시켰을 경우에도 매우 좋은 결과를 보이고 있음을 알 수 있다. 유출량에 대한 부분적인 불일치에 대해서는 현지답사를 통하여 유역의 토양특성 및 지형적 특성을 수정할 필요가 있다.

표3. 모형의 적용을 위한 강우사상

Case	Name	Time Period
1	Rusa, 2002	01:00 31/08/2002 ~ 23:00 01/09/2002
2	Memi, 2003	00:00 12/09/2003 ~ 23:00 13/09/2003
3	Ewiniar, 2006	18:00 08/07/2006 ~ 12:00 11/07/2006

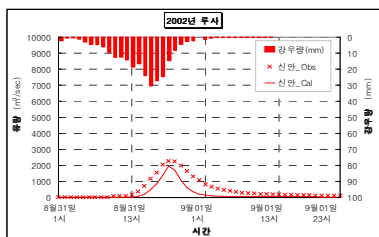


그림 4. 신안관측소(2002)

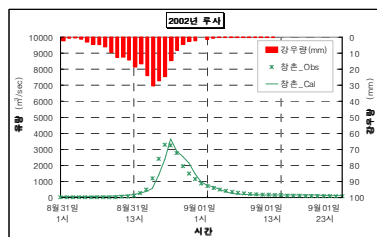


그림 5. 창촌관측소(2002)

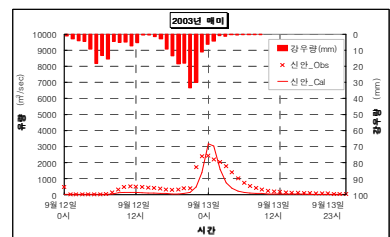


그림 6. 신안관측소(2003)

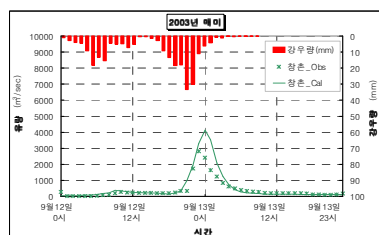


그림 7. 창촌관측소(2003)

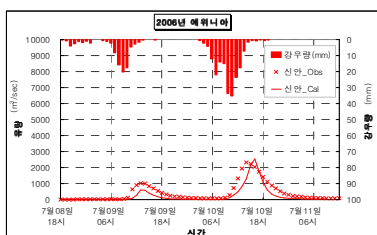


그림 8. 신안관측소(2006)

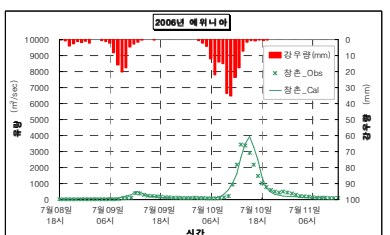
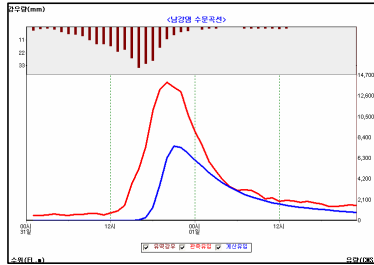


그림 9. 창촌관측소(2006)

3.2 Kwater 홍수분석모형

매개변수를 보정하기 전의 계산 수문곡선은 실제 관측 수문곡선과 피크유량 및 전체 유출량 등에서 많은 차이를 보이고 있으나 기저유량, 유역 및 하도의 저류상수인 K, P, 지체시간 등 매개변수를 시행착오법으로 보정함으로써 실제 관측수문곡선과 유사하게 보정할 수 있었다.



↓(매개변수 보정)

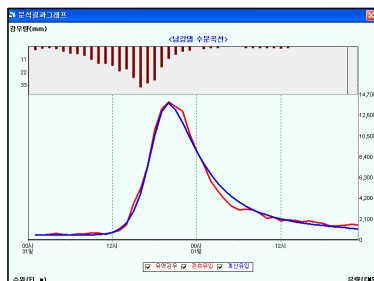
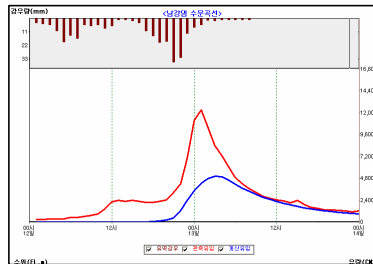


그림 10. Rusa(댐지점)



↓(매개변수 보정)

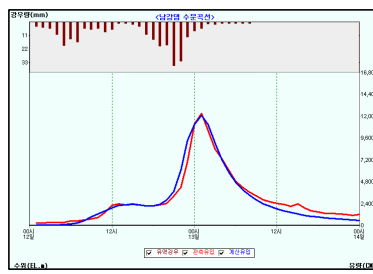
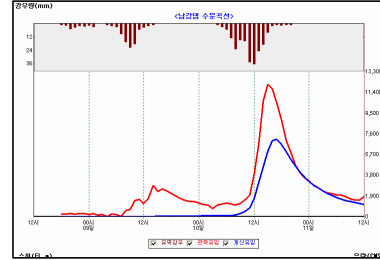


그림 11. Memi(댐지점)



↓(매개변수 보정)

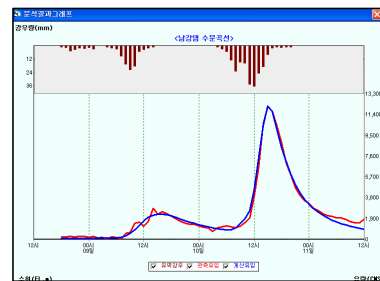


그림 12. Ewiniar(댐지점)

3.3 KIMSTROM모형과 Kwater홍수분석모형의 비교검토

모형 수행 결과, 모형 보정은 물리적기반의 분포형모형이 집중형모형인 Kwater모형에 비하여 GIS를 이용하여 지형공간 자료와 토양, 토지피복과 같은 물리적 특성을 사용한 모형의 초기 설정을 향상시킴에 따라 평균적으로 침투유량에서 ± 254 cms, 유출량에서 ± 14 mm, 침투도달 시간차에서 ± 15 분 이내의 정확도 향상을 가져왔다.

집중형 수문모형인 Kwater모형의 경우 물리적기반의 분포형 모형에 비해 매개변수가 개념적 그리고 경험적 의미가 크기 때문에 수문모형의 구축시 초기매개변수에 의한 모의 정확도가 상당히 떨어지며 이를 위해 시행착오 또는 최적화기법을 통해 매개변수를 보정하지만 수학적으로 효율성만을 높일 뿐이지 유역의 물리적 현상과는 상이한 결과를 보일 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 수자원공사 현업에서 사용 중인 집중형 유출모형인 Kwater모형과 분포형 유출모형인 KIMSTORM모형을 남강댐 유역에 대해 적용성 및 수문곡선변화를 통해 양 모형의 장단점을 비교분석해 보았다.

첫 째 KIMSTORM 모형의 경우 실측치와 계산치의 비교결과 침투유량, 총유출고에 있어서는 계산치가 다소 차이가 있는 곳도 있었지만 대체적으로 일치함을 알 수 있었다.

둘 째 Kwater홍수분석 모형의 경우 초기 매개변수에 의한 모의 정확도가 떨어지며, 최적화 기법을 통해 매개변수를 보정하지만 유역의 물리적 현상과는 상이한 결과를 보일 수 있음을 알 수 있었다.

두 모형을 비교분석한 결과 우리나라와 같이 지형성과 계절성이 강한 우기에는 호우의 임의성이 강하기 때문에 현재의 실정에서는 홍수유출 예측을 위해서는 분포형 모형을 이용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김성준, “격자기반의 운동과 강우유출모형 개발“, 한국수자원학회지, 제31권 제3호, pp303 ~ 315, 1998
2. 김성준, “분포형 수문수질 모델링의 최근 동향과 활용방안“, 한국수자원학회지, 제 36권, 제 6호, pp.33-45, 2001.
3. 김성준, 조홍제, 조인률, “분포형 유출모형을 이용한 홍수유출해석“, 한국수자원학회지, 제31권 제2호, pp199 ~ 208, 1998
4. 박진혁, 강부식, “댐유역홍수예측을 위한 GIS기반의 분포형 모형과 집중형 모형의 유출해석 비교” 한국지리정보학회지, 제 9권, 제 3호, pp. 171-182, 2006.
5. 박진혁, 강부식, 이근상, 이을래 레이더강우와 Vflo모형을 이용한 남강댐유역 홍수유출해석, 한국지리정보학회지, 학술발표논문, 2007.
6. 박진혁, 이근상, GIS기반 분포형 모형의 구축과 유역특성 비교기법의 개발, 한국지리정보학회지, 학술발표논문, 2006.
7. 한국수자원공사, “레이더 강수를 이용한 단기강수 및 유출예측시스템 개발(2차년도)”, 수자원연구원 보고서, 2006.