

강우-유출 모형을 이용한 CAPPI의 적정 격자크기 추정

Estimation of optimal CAPPI grid size using rainfall-runoff model

이원근*, 김수영**, 정영훈***, 허준행****

Wongun Lee, Sooyoung Kim, Younghun Jung, Jun-Haeng Heo

요 지

본 연구는 강우-유출모형을 이용하여 레이더 반사도(CAPPI)의 격자 크기에 따른 유출량 오차를 추정하여 적절한 레이더 격자망 크기를 알아보고자 한다. 현재 레이더 격자 크기의 선정 기준은 명확하게 결정되어 있지 않지만, 통상적으로 바람의 영향을 고려하여 격자크기를 $4\text{km} \times 4\text{km}$ 를 선정하고 있다. 이런 격자 크기의 결정방법은 바람의 영향만을 고려하였기 때문에 수문학적 적용에 있어 한계점을 가지고 있다. 따라서 강우-유출모형인 SWAT을 이용하여 레이더 격자의 크기를 변화에 따른 유출량의 영향을 파악하고자 한다.

핵심용어 : RADAR, SWAT, 인공신경망 모형

1. 서론

본 연구는 강우-유출모형인 SWAT 이용하여 레이더의 격자 크기에 따른 유출량을 산정하여 적절한 CAPPI 격자망 크기를 알아보고자 한다. 강우는 시·공간적으로 매우 큰 변동성을 가지고 있으며, 이런 특성을 파악하기 위해 조밀한 지상관측소 설치가 요구된다. 우리나라는 산악지형이 많아 강우의 시·공간적 변동성이 매우 크다. 그러나 현실적으로 산악지형의 경우 관측소 밀도는 더욱 낮아지며, 이런 문제를 극복하는데 레이더를 통한 강우량 추정은 현실적인 대안이 될 수 있다고 판단하였으며, 레이더 격자크기에 따라 유출량에 미치는 영향을 파악하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상지역 및 기본자료 수집

본 연구의 대상지역으로 소양강댐 유역을 결정하였으며, 소양강댐 유역 위치는 Fig. 1과 같다. 레이더 격자 크기에 따른 유출영향을 알아보기 위해 강우-유출모형인 SWAT을 채택하였다. SWAT은 준분포형 모형으로 물리적 이론에 근거한다. 이러한 물리적 특성을 적용하기 위해 소양강댐유역 $30\text{m} \times 30\text{m}$ dem를 사용하였으며, 토지피복도와 정밀토양도를 이용하여 HRU를 생성하였다. 수문입력자료 중 강우자료는 인제(기상청), 명개, 부평, 백담사관측소(이상 국토해양부) 지점의 2006년 1월 1일 ~ 2008년 12월 31일까지 일별 강우자료를 수집하였으며, 인제관측소(기상청)지점에서 제공되는 일별 최소·대 기온, 일별 상대습도, 일별 풍속 자료를 수집하여 모형에 적용하였다. 레이더 CAPPI는 2007년 홍수기(6월 21일 ~ 9월 20일)자료를 수집하여 격자크기별 강우량을 생성 후 SWAT모형에 적용하였다.

* 정희원 · 연세대학교 대학원 토목공학과 석사과정 · E-mail: ninano21c@yonsei.ac.kr

** 정희원 · 연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정 · E-mail: sykim79@yonsei.ac.kr

*** 정희원 · 연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정 · E-mail: yhjung2000@yonsei.ac.kr

**** 정희원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 토목환경공학과 교수 · E-mail: jheo@yonsei.ac.kr

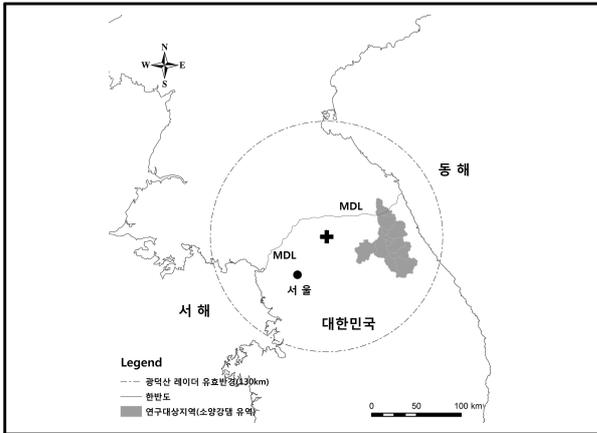


그림 1. 연구대상지역 위치도

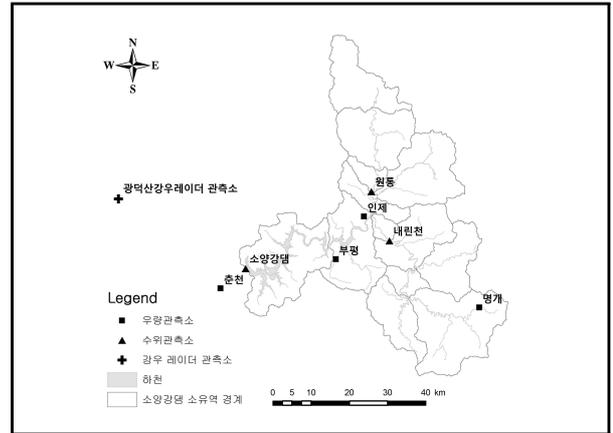
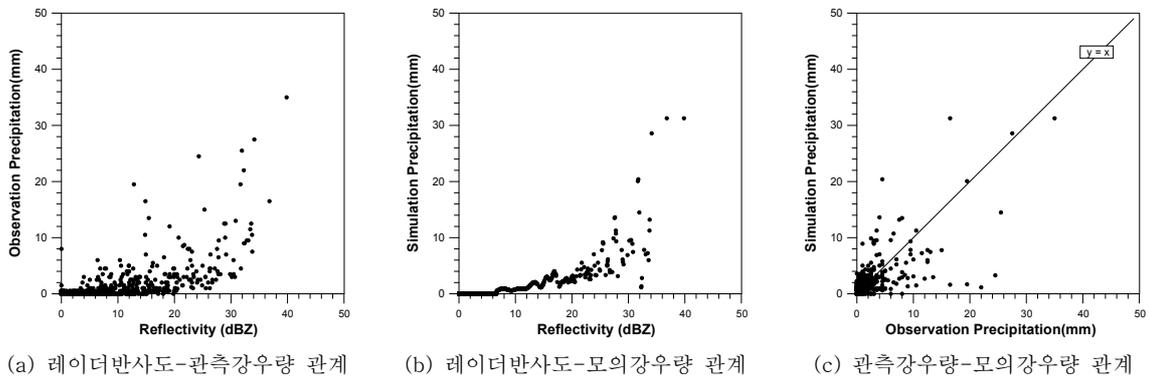


그림 2. 수문관측소현황

2.2 인공신경망을 이용한 강우량 생성

SWAT 모형의 입력자료인 강우량은 레이더 반사도(CAPPI)를 입력값으로 인공신경망 모형을 통해서 생성하였다. 또한 인공신경망모형은 입력층 1개, 은닉층 1개, 출력층 1개로 구성하였다. 학습의 목표값은 부평, 명개, 인제관측소의 관측 시우량을 이용하였으며, 학습의 입력값은 관측소가 속한 격자의 반사도만 사용하였다. 구축된 인공신경망모형은 춘천관측소 강우자료를 이용하여 검증하였으며, 그 결과는 Fig. 3과 같다.



(a) 레이더반사도-관측강우량 관계 (b) 레이더반사도-모의강우량 관계 (c) 관측강우량-모의강우량 관계

그림 3. 춘천관측소 인공신경망 모형 모의결과

또한, 춘천관측소의 관측·모의 일강우량의 비교는 Fig. 4와 같으며, 소양강댐유역의 모의강우의 공간적 분포는 Fig. 5와 같다.

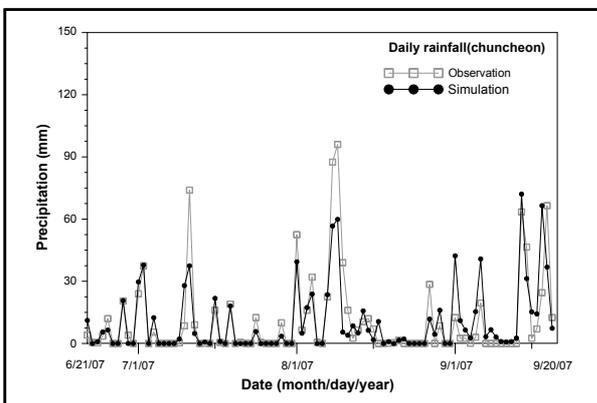


그림 4. 춘천관측소 일강우량 비교

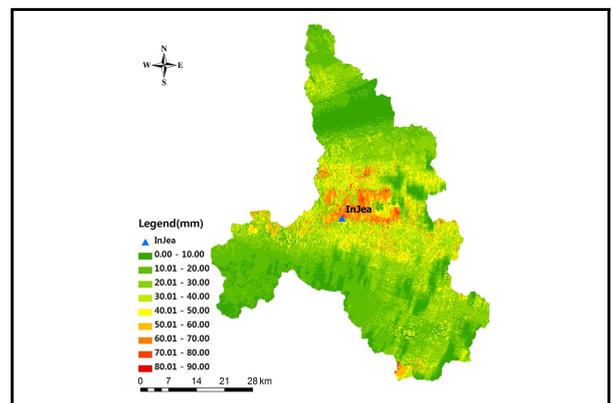


그림 5. 모의강우의 공간분포(2007/08/27)

2.3 SWAT 모형 구성 및 매개변수 보정

SWAT 모형의 유출량을 확인하기 위해 소양강댐 유역의 수위관측소를 조사하였으며, 그 중 양호한 자료를 보유하고 있는 내린천, 원통, 소양강댐 지점을 선정하였다. 2006년 1월 1일 ~ 2006년 12월 31일 자료는 SWAT 모형을 구성하기 위해 지점관측소 자료를 이용하였으며, 2007년 1월 1일 ~ 2007년 12월 31일은 SWAT 모형의 매개변수 보정을 위해 사용하였다. 레이더 자료 수집에 대한 제한성으로 인해 2006년 1월 1일 ~ 2007년 6월 20일까지 강우량자료는 지점관측소의 강우자료를 이용하여 SWAT모형에 적용하였으며, 2007년 6월 21일 ~ 2007년 9월 20일은 레이더를 통해 생성된 격자별 강우자료를 모형에 적용하였다.

소양강댐 유역의 최종출구지점은 소양강댐지점으로 정하였고, 소유역은 수자원단위지도 소유역도의 출구점과 매개변수 보정을 위해 수위관측소지점을 소유역 출구지점으로 결정하여 총 13개로 구분하였다. SWAT을 통해 구성된 유역의 적절성을 판단하기 위해 수자원단위지도 중권역도인 인북천유역 총면적, 소양강댐유역 총면적을 비교한 결과 매우 높은 정확성을 가진다는 것을 Table 1.에서 확인할 수 있다.

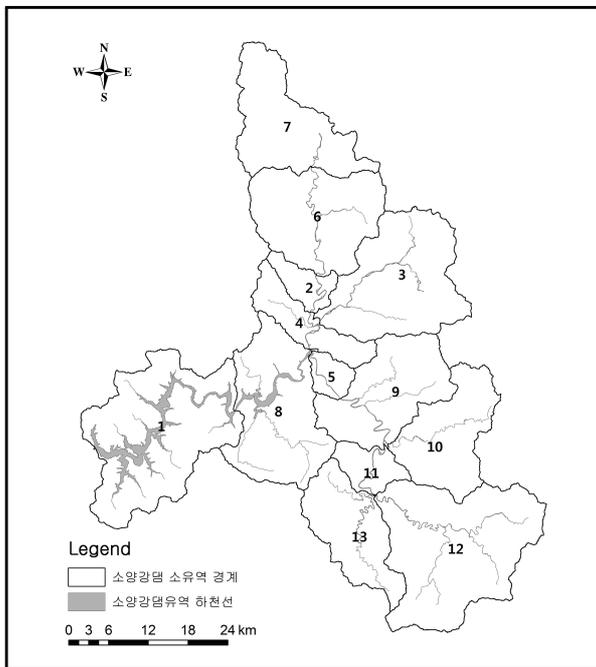


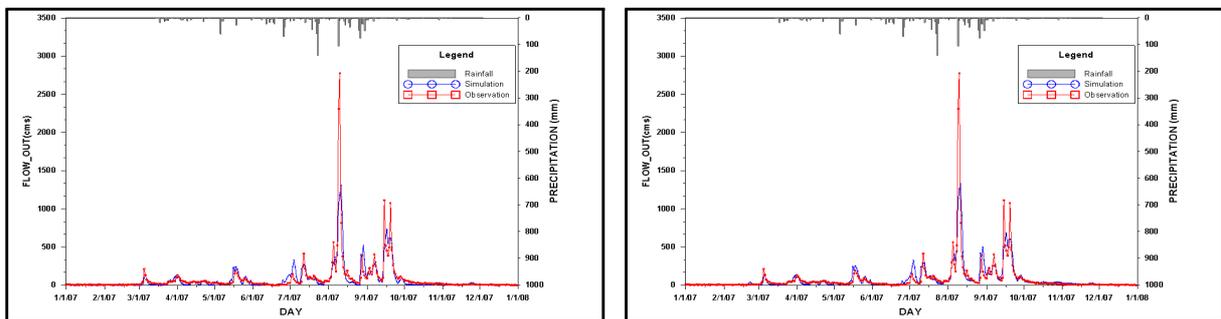
그림 6. 소유역구분도

표 1. 소유역별 면적

소유역명	누가면적(km ²)	소유역면적(km ²)
1	2,691.0	399.0
2	529.8	47.9
3	303.2	303.2
4	929.6	96.6
5	1,084.0	35.0
6	481.9	258.1
7	223.8	223.8
8	2,292.0	278.4
9	1,049.0	220.9
10	193.3	193.3
11	634.8	58.0
12	403.1	403.1
13	173.7	173.7
총면적	2,691.0	2,691.0

소유역명	SWAT 총면적(km ²)	WAMIS 총면적(km ²)	차 (km ²)
소양강댐	2,691.0	2,703.0	12.0
인북천	929.6	931	4.4

2007년 소양강댐 수위관측소의 경우 SWAT 수행 후 보정전·후의 홍수수문곡선은 Fig.7과 같다. 보정전 홍수수문곡선을 보면 침투홍수량은 다소 과대 산정되어 있으나, 기저유출량은 과소 산정되어 있는 특징을 보인다. 그러나 매개변수 보정 후의 홍수수문곡선은 침투홍수량은 과소추정되고 있으나, 기저유출량은 증가된 것을 확인할 수 있다.



(a) 보정 전

(b) 보정 후

그림 7. 소양강댐 보정 결과

2.3 레이더 강우량 적용 후 유출량 산정

레이더 반사도 격자 간격을 1km×1km, 4km×4km, 8km×8km으로 증가시키면서 가상의 강우량 관측지점을 발생시켰으며, 이런 지점을 통해 각 소유역별 면적평균강우량을 산정하였다. 또한 면적평균강우량을 SWAT 모형에 적용하기 위해 소유역 도심에 가상의 강우관측소가 존재하는 것으로 가정하여 SWAT 강우입력자료를 구성하였다. 계산된 유출량을 소양강댐 지점의 실측유량자료와 비교검토한 결과는 Fig.8과 같다. 본 연구에 적용된 격자망이 유출에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.

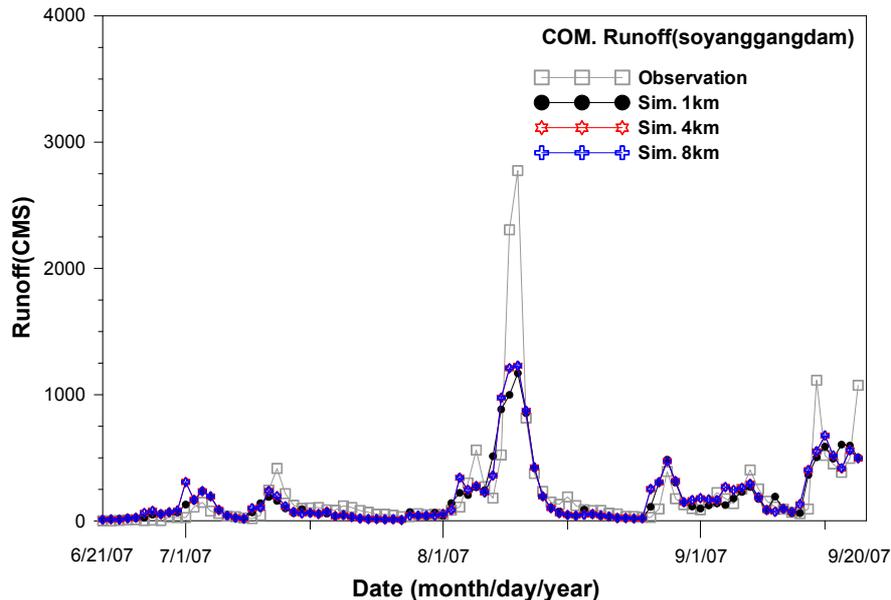


그림 8. 격자망에 따른 유출량 산정 결과

3. 결론

레이더 격자크기에 따라 유출량에 미치는 영향을 강우-유출모형인 SWAT을 통해 산정하였다. 본 연구 결과 적용된 격자 간격이 유출량에 미치는 영향은 미미한 것으로 나타났다. 본 연구의 보완으로 격자 간격을 세분화 하고, 보다 많은 레이더 자료의 수집을 통해 격자의 간격에 따른 유출의 영향을 고려할 필요가 있다.

감 사 의 글

연구는 국토해양부 한국건설교통기술평가원의 2009 건설기술혁신사업인 ‘기후변화에 의한 수문 영향분석과 전망’과제에 의해 지원되었습니다.

참 고 문 헌

1. S. L. NEITSCH, J.G. ARNOLD, J.R. KINIRY, J.R. WILLIAMS (2001). SOIL AND WATER ASSESMENT TOOL USER'S MANUAL VERSION 2000.
2. M. DILUZIO, R. SRINIVASAN, J. ARNOLD (2001) ARCVIEW INTERFACE FOR SWAT2000.
3. Kang-Ho Jung, Seok-Jae Jung, Yeon-Kyu Sonn, Seok-Young Hong (2006). 유출곡선지수법의 활용을 위한 수문학적 토양군 분류, 2006 시험연구보고서-농업환경부, 농촌진흥청 농업과학기술원.