

대유역에 대한 VIC 모델 적용성 평가

Assessment of VIC model Application on the Large Scale Basin

손경환*, 이종대**, 변동현***, 배덕효****

Kyung Hwan Son, Jong Dae Lee, Dong Hyun Byun, Deg Hyo Bae

요 지

기후변화가 국지적이 아닌 전지구적인 형태로 발생한다고 할 때, 기후변화로 인한 국내 수자원의 영향을 분석하기 위해서는 인접한 국가들과의 연계 분석을 수행하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 미 접근지역의 수문자료 및 지형자료구축이 가능해야 하며 자료의 시공간적 해상도에 적합한 모형 선정이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 유출 해석을 위해 전구 규모의 유출해석이 가능한 VIC 모델을 선정하였으며, 대유역의 적용성을 평가하기 위해 1/8°로 격자크기를 구성하여 한반도에 적용하였다. 유출해석을 위해 필요한 입력자료는 전 지구에 대해 제공하고 있는 자료를 이용하였다. 연 평균 유출량 분석을 통해 모의결과의 정확도를 분석하였으며 이상의 결과를 통해 향후 동아시아와 같은 미 접근지역에 대한 적용성을 간접적으로 확인하였다.

핵심용어 : 기후변화, VIC, 충주댐 상류유역

1. 서 론

최근 정부간 기후변화패널(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)의 3차 기후변화에 대한 평가를 살펴보면 지난 세기동안 전지구 평균기온은 약 0.6°C 상승하였으며, 이와 같은 기온증가 중 20세기 후반에 나타난 변화는 인위적인 온실가스 증가의 영향이 큰 것으로 보고되었다. 특히 우리나라의 경우 1.5°C 상승과 더불어 강수량 및 집중호우의 증가 추세가 나타나 기후변화가 전지구적인 경향을 상회하고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 기후변화가 국지적이 아닌 전지구적인 형태로 발생한다고 할 때, 기후변화로 인한 국내 수자원 영향 평가를 하기 위해서는 인접한 국가들과의 연계 분석을 수행하는 것이 필요하다.

이에 본 연구에서는 전 세계 수자원 영향을 분석하기 위해 전지구를 대상으로 유출해석이 가능한 VIC 모델을 활용하여, 대유역의 적용성을 평가하기 위해 한반도를 대상으로 1/8°격자크기로 물수지를 분석하였다. 유출해석을 위한 입력 자료로는 전 세계를 대상으로 제공하고 있는 자료를 활용하였으며, 연 평균 유출량 분석을 통해 모의결과의 정확도를 평가하여 차후 수행할 전지구에 대한 적용 가능성을 평가하고자 한다.

2. 한반도 유역에 대한 VIC MODEL 구축

2.1 VIC MODEL

VIC(Variable Infiltration Capacity)모형은 대기와 식생 그리고 토양의 상호작용 등의 수문과정을 기반으로 물의 동적인 변화와 에너지 플럭스(energy flux)를 모의하는 지면모형이다. 모델의 특징은 전지구를 대상으로 모의를 수행해야 하는 만큼 격자별 간격을 1/8~2°의 범위로 크게 고려하고 있다. VIC Model은 이러한 이유로 한 격자 안에서도 여러 경계를 구분하여 강수의 공간적인 이질성과 토양 침투량의 공간적인 변화를 분석하게 된다.

토양층은 수직으로 최상부토층(일반적으로 지표로부터 100mm 깊이), 상부토층 하부토층 등 3개의 토양층으로 구성된다. 최상부토층에서는 황무지에서 여름철 소강우사상에 대해 증발이 빠르게 일어나며, 상부토층에서는 강수에 따른 유출량과 토양수분의 동적인 변화를 나타낸다. 또한 하부토층에서는 주로 토양수분의 변화와 지하수유출이 일어난다.

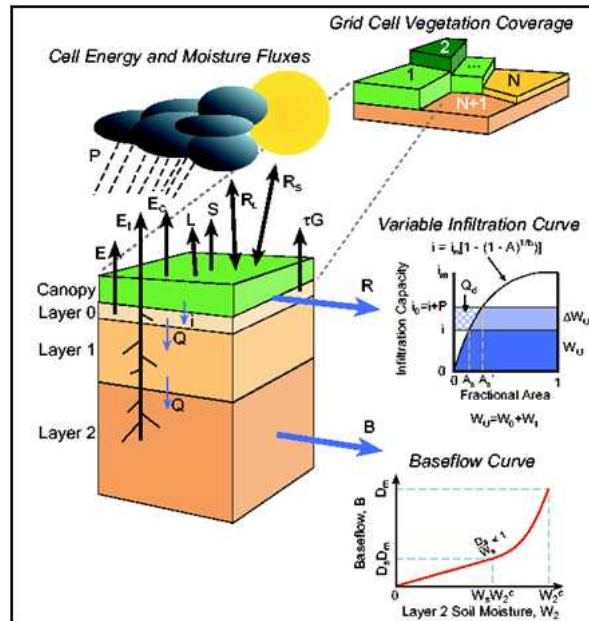


그림 1. Schematic of the Variable Infiltration Capacity(VIC)

2.2 입력자료 구축

본 연구의 목적은 전구를 대상으로 수자원영향성 분석을 하고자 전 세계적으로 상용되는 입력자료를 활용하여 한반도를 대상으로 적용 가능성을 평가하는 데에 있다. 따라서 입력자료 구축은 기존의 국내에서 제공하는 자료 대신에 전 세계를 대상으로 제공하는 자료를 수집하였다. VIC model의 입력자료 종류는 크게 유역도, 토양, 식생 및 기상자료 등으로 구분되며 각각의 자료들은 분할된 격자 전체에 적용된다. 토양자료는 Faosol에서 제공한 각 토양층별 토양특성 자료를 활용하였으며, 기상자료의 경우 NCDC(National Climate Data Center)에서 제공하는 기상관측소별 일 단위 기상자료를 활용하였다. 또한 결측된 값에 대해서는 내삽을 통해 보정 한 후 MAP로 환산하였다. 그림 2와 3은 USGS에서 제공하는 전지구 DEM(Digital Elevation Model)자료를 토대로 기

존 30" 간격과 금회 채택한 1/8°간격의 한반도 Boundary를 나타낸 것이다.

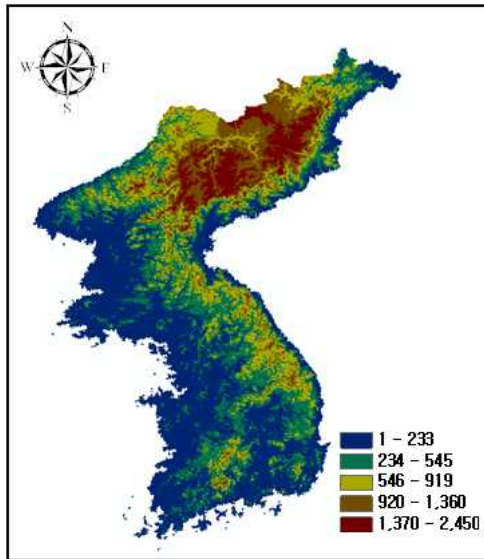


그림 2. 30" 간격의 한반도 DEM

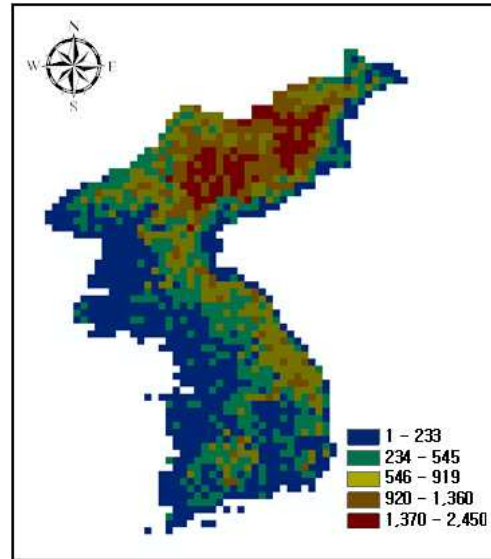


그림 3. 1/8°간격의 한반도 DEM

3. 정확도 평가

대상지역에 관한 정확도 평가를 수행하기 위해서는 모형 내에서 제시하는 각각의 매개변수를 조절하여 양질의 관측유량 대비 모의치에 대한 비교 분석이 이루어져야 한다. 그러나 북한지역에 대한 수위 및 유량 자료를 제공하는 기관이 전무한 실정이어서 한반도 전역에 대한 정확도 평가는 힘든 상황이다. 이에 본 연구에서는 모의기간에 대한 관측유량값의 유무와 1/8°격자를 만족시킬 수 있는 충주댐 유역을 추출하여 한반도 전역에 산정된 결과의 신뢰성을 평가하였다. 평가기간은 1996~2005년으로, 총 10년간 한반도 전역에 산정된 물수지 결과 중 충주댐 유역에 해당 연 평균 증발산 및 유출량을 분석하였다. 그림 4.는 모의기간의 일 관측유량과 모의유량을 도시한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 2001년을 제외한 각 연도별 고수부분과 저수부분에서 모의유량이 관측유량과 유사한 거동을 보이는 것을 알 수 있다. 또한 표 1.에서 비교한 결과값의 통계적 오차를 살펴보면 증발산의 경우 2004년에 29.31%, 유출고는 2001년에 20.50%를 나타낸 것을 제외하고 평균 10%이내의 오차를 나타낸 것을 알 수 있다. 이상의 결과를 종합해볼 때 모의치가 관측값에 대해 대체로 일치하는 것을 알 수 있다.

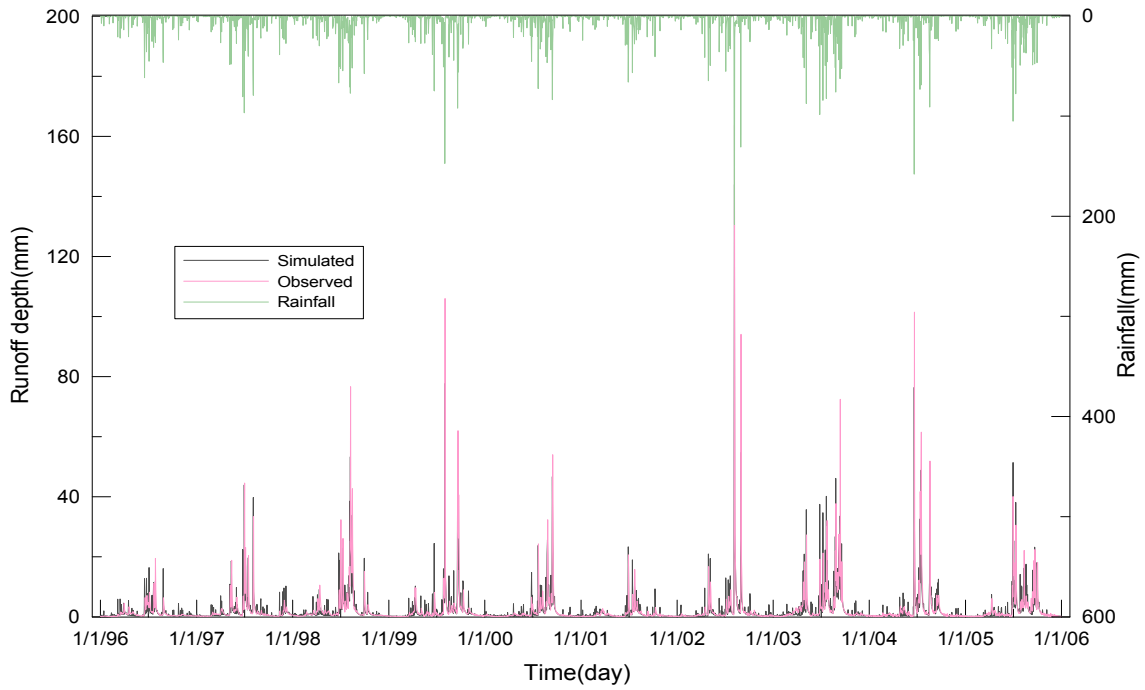


그림 4. 충주댐유역 유출분석 결과

표 1. 충주댐유역 물수지결과에 대한 통계분석 결과

Year	강우 (mm)	Evaptranspitaion (mm)			Runoff (mm)		
		Computed	PCP-Qobs	Error %	Computed	Obseved	Error %
1996	960.69	513.53	548.50	6.38	435.29	412.19	5.60
1997	1344.11	543.95	621.84	12.53	758.59	722.27	5.03
1998	1497.98	556.03	433.85	28.16	953.83	1064.13	10.36
1999	1445.21	554.52	541.78	2.35	878.52	903.43	2.76
2000	1213.79	545.02	543.68	0.25	673.31	670.11	0.48
2001	855.87	484.43	522.25	7.24	402.00	333.61	20.50
2002	1451.31	531.26	474.68	11.92	880.78	976.63	9.81
2003	1780.66	545.74	536.12	1.80	1240.84	1244.55	0.30
2004	1434.43	539.18	416.95	29.31	909.46	1017.47	10.62
2005	1340.04	544.86	507.87	7.28	791.42	832.16	4.90
Average	1332.41	535.85	514.75	10.72	792.40	817.65	7.04
%	100.00	40.22	38.63		59.47	61.37	

4. 결론 및 향후계획

본 연구에서는 전지구의 유출해석이 가능한 VIC Model의 적용성 여부를 검토하기 위해 1/8°격자 및 전지구 입력자료를 사용하여 한반도에 대한 물수지 분석을 수행하였다. 모의결과의 정확도 평가를 위해 충주댐 유역을 추출하여 관측값 대비 모의치에 대한 유출용적오차를 분석하였다. 분석결과 전반적으로 10%이내의 오차가 나타났으며, 이를 통해 한반도 전역에 대한 물수지 결과의 신뢰성을 간접적으로 확인하였다. 따라서 차후 다른 대상유역을 추가적으로 구축하여 체계적인 정량적·정성적 분석과 함께 다양한 수문학적 정확도 분석 및 평가에 대한 검증이 이루어진다면 동남아시아와 같은 미계측 유역에 대한 적용이 가능할 것으로 사료된다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(1-9-3)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. Haddeland, I., Lettenmaier, D.P., Skaugen, T., Effects of irrigation on the water and energy balances of the Colorado and Mekong river basins. *Journal of Hydrology* 324 (2006) 210-223
2. Ling, X., Lettenmaier, D.P., Wood E.F., Burges, S.J., A simple hydrologically based model of land surface water and energy fluxes for general circulation models. *J Geophys Res* 1994;99(D7):14415-28
3. Liang, X., A Two-Layer Variable Infiltration Capacity Land Surface Representation for General Circulation Models[j]. *Water Resour. Series* 1994, TR140, Univ.of Washington, Seattle, 208
4. Liang, X., Wood, E.F., Lettenmaier, D.P., 1996. Surface soil moisture parameterization of the VIC_2L model: evaluation and modification. *Glob. planet. Change* 13(1-4), 195-206
5. Rawls, W.J., Ahuja, L.R., Brakensiek, D.L. and Shimohammedi, A. 1994. Infiltration and soil water movement. In: *Handbook of hydrology*[M], chapter 5, D.R Maidment (ed.). McGraw Hill.