

SWAT과 HSPF의 유출특성 비교

A Comparative Study on the Runoff Characteristics from Watershed Using SWAT and HSPF

황 하선* · 윤 춘경(건국대)

Hwang, Ha Sun* · Yoon, Chun Gyeng

Abstract

Development and application of nonpoint pollutant source model need pertinent runoff simulation for expecting good simulation result of yield of nonpoint pollutant and its move. this study purpose was compare to runoff height among Observed of Regression, HSPF and SWAT in hukchun basis located Gyeonggi province yangpeong-gun in two years(1998~1999). Result, runoff height were Regression, SWAT, HSPF is 2578.96, 2526.44, 2547.21mm respectively, Nash-Schutcliff' simulation efficiency, compare to observed, was 70.22, 73.71% respectively so two simulation run off height was pertinent. If Regression method use excess observed arrange, it include error. so it's importance using pertinent arrange of observed runoff height.

I. 서론

지금까지의 하천 및 호소의 수질관리는 인간의 활동이나 가축의 사육 등에 의해 발생하는 오염물질을 환경기초시설에서 처리하여 배출시키는 처리장 중심의 정책 위주로 이루어져 왔다. 하지만, 여름의 짧은 기간에 집중되는 큰 강우의 발생시, 전 유역의 비점오염원으로부터 발생하여 하천으로 쏟아져 들어오는 엄청난 양의 오염물질 또한 간과 할 수 없다. 따라서 하천이나 호소의 성공적인 수질관리를 위해서는 이러한 잠재적인 오염원에 대한 정량화가 이루어져야 하며, 그에 따른 합리적인 유역관리가 필요하다. 현재 미국에서는 하천의 생태계화 상수원 보호를 위해 WPA(Watershed Protection Approach) 전략을 바탕으로 직접적인 하천관리보다는 유역관리에 중점을 두고 있으며 Clean Water Act는 미국의 모든 주별로 TMDL(Total Maximum Daily Loading)는 개별 오염물질 부하량의 최대치를 계산하여 삭감량을 산정한 후 유역별로 재분배하는 것으로 점오염원과 비점오염원의 영향이 함께 고려된다.

최근 컴퓨터의 급속한 발전으로 인하여 공간자료와 속성자료를 연결시키는 GIS(Geological Information System)가 개발되어 환경분야에서 있어서도 GIS를 기반으로 하여 유역이라는 공간적인 특성과 유역내의 여러 가지 정보들을 연결시켜주는 프로그램들을 사용하는 것이 현재의 추세이다.

대부분의 비점원오염모형은 방법의 차이는 있지만 유출수량의 추정과 같은 기본적인 수문학적 계산을 포함하고 있다. 결국 비점원 오염모형의 개발 또는 적용에 있어서 비점원오염물질의 발생 및 이동현상에 대한 좋은 예측결과를 기대하려면 적절한 수문현상의 예측이 전제되어야 한다.

따라서 본 연구는 경기도 양평군에 위치한 흑천 유역을 대상으로 1998-1999년 2년간 Rating Curve

에 의한 실측유량과 BASINS(Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Source)내의 수질모형인 HSPF와 SWAT에 의한 모의 유량을 비교하고자 한다.

II. 재료 및 방법

2.1 연구지역 개요

모형의 적용을 위한 유역은 경기도 양평군에 위치한 흑천 유역이며, 유역면적은 303.3km², 수로 연장 37.7km로서 지천을 중심으로 17개의 소유역으로 구분하였다. 연구 유역은 특성은 전형적인 비도시지역으로, 주거지역면적이 8.7km² (3%), 농지가 56.3km² (19%), 산지가 229.2km² (76%), 하천이 6km² (2%)으로 산지가 대부분을 차지한다. 연 평균 강우량은 1,034mm이며, 년 평균 온도와 상대습도는 각각 11.6°C, 67%이다. (Korea Meteorological Administration, 2002) 수위 및 유량 측정 지점은 흑천 하류지점으로 연구지역의 개요와 측정지점은 Fig 1.과 같다.(Water Resources Management Information System, 2002)

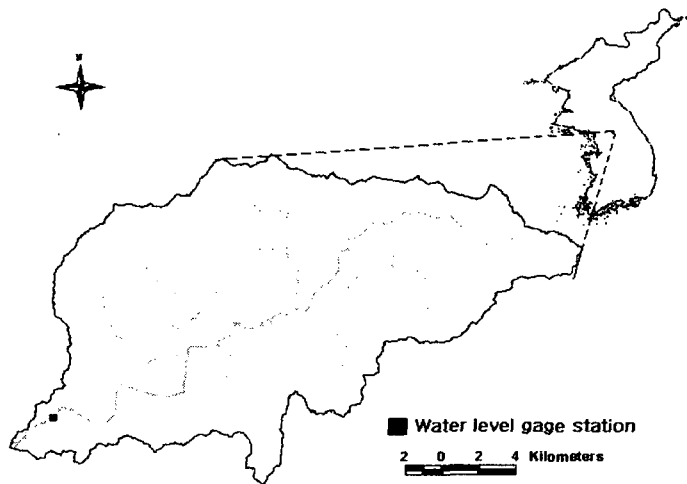


Fig. 1. Location of study area and water level gage station.

2.2 입력자료의 구성

모형의 적용을 위한 입력자료는 DEM은 1: 25,000 축척의 digital map로부터 GIS program인 ArcView 3.2a로부터 구하였으며, 유역 delineation과 하천도는 BASINS-Delineation tool로부터 구하였으며, 토지이용도는 M.O.E (Ministry of Environment)에서 제공하는 것을 사용하였으며, 토양도는 개략토양도를 적용하였고, 기상자료는 시, 일단위 기상자료를 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 실측자료

실측 유량 자료는 한강홍수통제소에서 제공하는 수위, 유량자료를 사용하였다.

2. 보정 및 검증

수문모형의 보정기법에는 최적화 기법과 단순시행착오법이 있는데,(Kim, 1998) 본 연구에서는 간편하고 많이 사용되고 있는 단순 시행착오법을 이용하였으며 그 결과는 Fig. 2과 같다. 두 모형의 보정과 검증은 흑천교 지점에서 1998-1999년 2년간 실측자료를 이용하였으며, 보정에는 실측치와 계산치의 회귀분석을 통해 절대적인 오차의 정도를 나타내는 RMSE와 모형의 효율성을 나타내는 Nash-Schutcliff의 모형(Nash and Schutcliff, 1970)의 효율(E^2)값을 이용하였다.

SWAT 모형에서 유출량은 소유역 내에서 토양과 토지이용조건에 의해 결정되는 HRU(Hydrologic Response Unit)단위로 SCS의 CN법을 이용하여 지표유출량을 계산하고, 중간유출과 지하수 흐름을 고려하여 하천 유출량이 계산되며, HSPF 모형은 침투방정식은 Philips를 사용하며, Chezy-Manning equation에 의해 지표유출을 모의한다. 모형의 보정을 위해서는 입력계수의 적절한 선택이 필요한데 본 연구에서는 SWAT의 경우는CANMX(Maximum Canopy Strage), Gw-Delay(Groundwater Delay), SHALLST(Initial depth of water in the shallow aquifer), HSPF의 경우는 INFILT(mean soil infiltration rate), AGWRC(Groundwater recession rate), UZSN(Nominal upper zone soil moisture storage)을 중심으로 보정하였고, 증발산량은 Penman-Monteith법을 이용하였다.

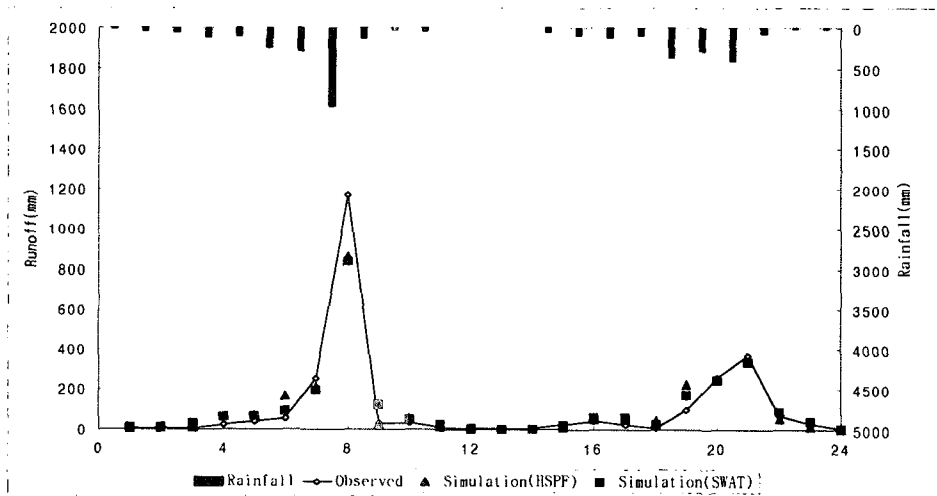


Fig. 2 Compared with runoff height observed and simulation(SWAT and HSPF)

3. 실측자료와 모의 유출 유량 비교

2년간(1998-1999년)의 유출모의 결과 실측자료와 비교한 결과는 Table 1과 같다. 실측자료와 비교시 Nash-Schutcliff의 모형(Nash and Schutcliff, 1970)의 효율(E^2)과 RMSE가 SWAT의 경우 70.22%, 153.74mm이며, HSPF의 경우 73.71%, 135.75mm로 나타났다. 모의발생기간동안 총 유출량은 실측치와 비슷한 값을 나타내었으며, E^2 가 두 모형다 70%이상으로 두 모형다 유역의 유출현상을 비교적 적절히 모의 발생함을 알 수 있다.

Table 1. A comparative character of result of observed and simulation in 2years

Rainfall (mm)	Runoff						
	Observed (mm)	SWAT			HSPF		
		Simulated (mm)	E ² (%)	RMSE (mm)	Simulated (mm)	E ² (%)	RMSE (mm)
3471	2578.96	2526.44	70.22	153.74	2547.21	73.71	135.75

강우량이 가장 많았던 1998년 8월에는 두 모형 다 실측치 보다 작은 값을 나타내는데, 특히 큰 강우가 발생한 8월 8일의 유출량이 대부분을 차지하였으며 이때의 강우량과 회귀법, 모형에 의한 유출고는 Table 2와 같다. 1998년 8월 8일 강우량보다 회귀법에 의해 산정된 유출고가 매우 높게 나타났으며, 회귀법에 사용된 실측자료를 일평균 유출고로 환산할 경우 548.48mm로써 모형에 의해 산정된 실측유출고 보다 크게 벗어난 것으로 보아 외삽에 의한 오차에 의해 과대평가 된 것으로 생각된다.

Table 2. A comparative result of observed and simulation in one day(1998, 8, 8)

	Regression*	SWAT	HSPF	Rainfall
Runoff (mm)	548.48	308.90	292.85	346

* Range of observed discharge is 2.21~457.61m³/s

IV. 결론

경기도 양평군에 위치한 흑천 유역을 대상으로 1998-1999년 2년간 회귀법과 HSPF와 SWAT에 의한 모의 유량을 비교하였으며 그결과는 다음과 같다.

1. 회귀법 SWAT, HSPF에 의해 산정된 유출고는 2578.96, 2526.44, 2547.21와 같았으며 회귀법을 기준으로 모델 효율은 각각 70.22%, 73.71%로 나타나 유역의 유출현상을 비교적 적절히 모의한 것으로 판단된다.
2. 회귀법은 회귀법에 사용된 실측치의 범위를 벗어날 경우 외삽에 의한 오차를 포함하는 것으로 나타났으며, 우리나라와 같이 연간유출이 하루 이틀사이의 집중강우에 의해 대부분이 발생하는 것을 고려해볼 때, 침투유출에 대한 실측자료를 포함하여야만 회귀법에 의한 유출량을 합리적으로 산정할 수 있을 것으로 판단된다.

V. 참고문헌

1. Kim, Ji Hun, Hong, Seong Gu, Kwun, Soon Kuk, 1998, Application of the SWAT Model Using a GIS, *Journal of the KSAE* 40(4): 67~76
2. Nash, J. E. and Sutcliffe, J. V. (1970). River flow forecasting through conceptual models 1. A discussion of principles. *Journal of Hydrology*, Vol. 10, pp. 282-290.