

도시화에 따른 갑천유역의 지하 수문 특성 변화 분석

김정곤¹ · 손경호 · 고익환
한국수자원공사 수자원연구원
e-mail: jkkim@kowaco.or.kr

요 약 문

The main purpose of this research was to investigate the effects of urbanization on the groundwater system in the Gap river basin, a sub-basin of the Geum river basin. In this analysis, we constructed a water cycle analysis system using SWAT. Then, changes in soil moisture and recharge rate due to land-use changes were investigated using different land-use data estimated in 1975 and 2000. Simulation results were analyzed for both draught (2001) and flood (2003) years to take into account different hydrologic conditions. It was shown that recharge rate in the most urbanized area (31% change) was reduced by 17% for both periods due to urbanization. The results also indicated that soil moisture decrease due to urbanization was more sensitive in the drought year (2001) than in the flood year (2003). We expect that the results of this research can contribute to providing useful information for managing urban rivers considering river restoration and flood control.

keyword: Urbanization, soil moisture, recharge rate, SWAT

1. 서론

산업화와 도시화로 인한 도시하천의 오염 그리고 생태환경이 급격히 저하되고, 이에 따라, 홍수 피해 증가, 건천화 문제가 대두되면서, 이를 해결하기 위한 친 자연적 도심 생태 하천 조성 및 관리대책 수립에 대한 욕구가 증대하고 있다.

본 연구 대상 지역인 갑천 유역은 과거 1975년부터 현재까지 꾸준히 도시화가 이루어져 왔으며, 최근에 도심하천의 생태복원사업이 활발히 이루어지고 있다. 이 사업의 일환으로 SWAT 모형을 이용한 물순환 시스템 구축 및 도시화 영향 평가가 이루어 졌다(김정곤 외, 2006a, b). 특히 도시화의 영향분석 결과 도시화는 홍수피해의 증가와 갈수기의 유량 감소를 가져왔다고 분석되고 있으며 유역의 유출량의 변화에 대한 원인 분석을 위해서는 토양내의 물의 흐름 변화에 대한 연구가 요구되었다. 예를 들면, 토양수분량 및 얇은 지하수층으로의 침투량 변화를 들 수 있다.

본 연구에서는 도시화에 따른 지하수문의 영향을 평가 내리기 위해서, SWAT을 이용하여 구축된 시스템을 이용하여 (김정곤 외, 2006a) 갑천 유역 내에서 도시화가 현저하게 이루어진 소 유역(31% 변화)을 대상으로 도시화에 의한 변화를 세밀히 검토하였다.

2. 본론

2.1 대상유역 현황

갑천은 유역면적이 648.3km², 유로연장이 73.7km로서 형상계수가 약 0.119인 비교적 장방형 형상을 하고 있으며 대전광역시 시가지 중심부를 관류하는 큰 두 지류(유등천, 대전천)로 구성된 대체로 수지형 특성을 갖고 있다. Fig. 1에는 갑천유역의 도시화 진행 정도를 나타내었다. 갑천유역의 토지 이용은 산림지역이 60% 정도 차지하며, 도시 지역은 10% 정도 차지하고 있다. 상류 지역은 대부분 산림지역을 이루고 있고 하류 지역은 도시화가 많이 진행된 상태이며 하천을 따라 논이 많이 분포되어 있다. Table 1에 1975년과 2000년 토지이용에 대해서 나타내었다.

Table 1. 갑천유역의 1975년과 2000년 토지이용 분포

Year	수역	시가지화	나지	습지	초지	산림	논	밭	합계 (%)
1975	0.2	5.1	2.1	0.6	2.60	68.6	20.8	0.0	100
2000	0.2	10.4	1.2	0.0	4.0	59.8	15.7	8.7	100

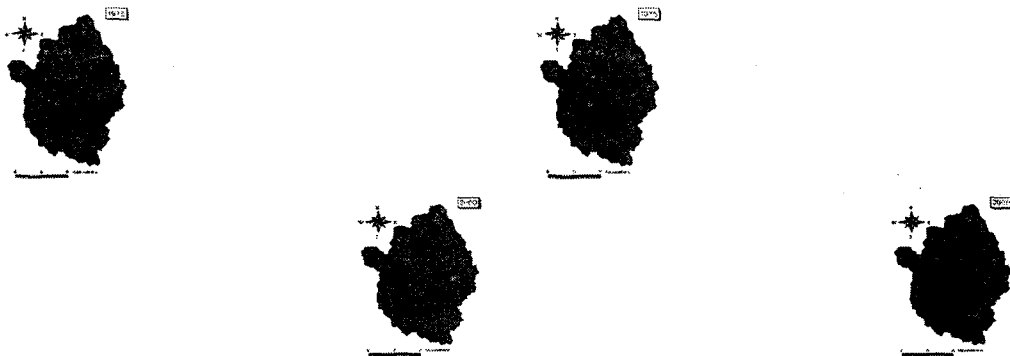


Fig. 1. 갑천유역의 1975년과 2000년도의 도시화 정도 비교

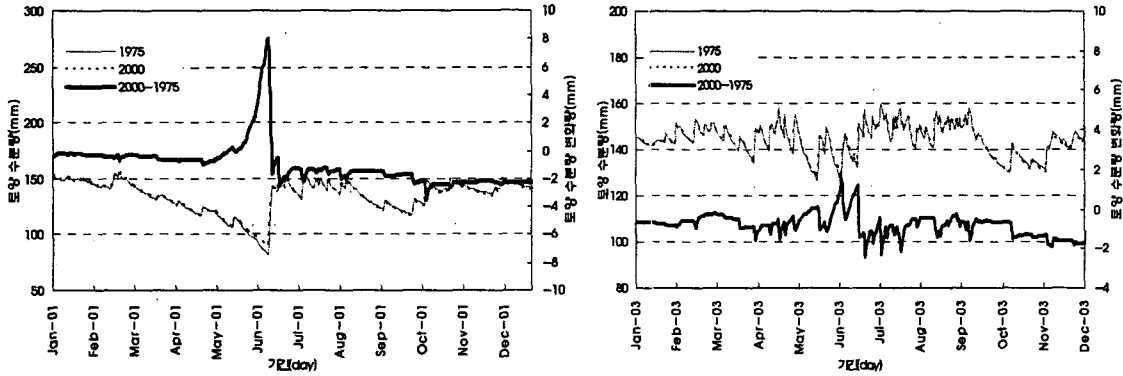
2.1 모델링

본 연구에서는 연속적 준 분포형 모형으로써, 장기간에 걸친 다양한 토양속성과 토지 이용 그리고 관리 상태에 따른 크고 복잡한 유역의 유출량, 유사량 및 농업화학물의 거동을 예측하기 위한 모형인 SWAT(Luzio et al., 2000)을 이용하여 유역유출 모형을 구축하였다. 토지이용 및 토양특성에 따라서 전체 유역을 22 개의 유역으로 분할하였으며, 가용한 자료를 이용하여 모델의 검·보정을 실시하였다. 도시화에 따른 지하수문의 특성 변화를 고찰하기 위해 도시화가 가장 많이 진행된 소유역(31%)에서의 토양수분량 및 지하수 침투량의 변화를 세밀히 분석하였다.

2.3. 결과 및 토의

Fig. 2는 토지 이용 변화에 따른 갈수년과 풍수년의 토양 수분량 변화를 보여주고 있다. 갈수년인 2001년의 경우, 1975년의 토지 피복에 비해 2000년도는 5월과 6월의 건기를 제외한 모든 시기에 낮은 값을 가진다. 이 까닭은 장기 건기로 인한 토양수분량의 부족과 도시화가 덜

진행된 1975년의 경우 더 큰 증발산량을 가지기 때문이다. 풍수년의 경우에는, 비록 갈수년에 비해서 작은 폭의 토양수분량 증가를 보이지만, 건기(6월)에는 갈수년과 같은 양상을 보이고 있다. 갈수년의 토양수분 변화량은 최저 80mm에서 최고 150mm인 반면 풍수년의 경우에는 최저 125mm에서 최고 160mm로, 강우량의 차이에 의해서 최저값의 차이는 크지만 최고값은 큰 차이를 보이지 않고 있다. 이는 토양 특성상 최대 토양수분함량이 제한되어 있기 때문이다. 따라서 도시화가 토양수분함량에 미치는 영향은 갈수년에 더 큰 것을 알 수 있다.

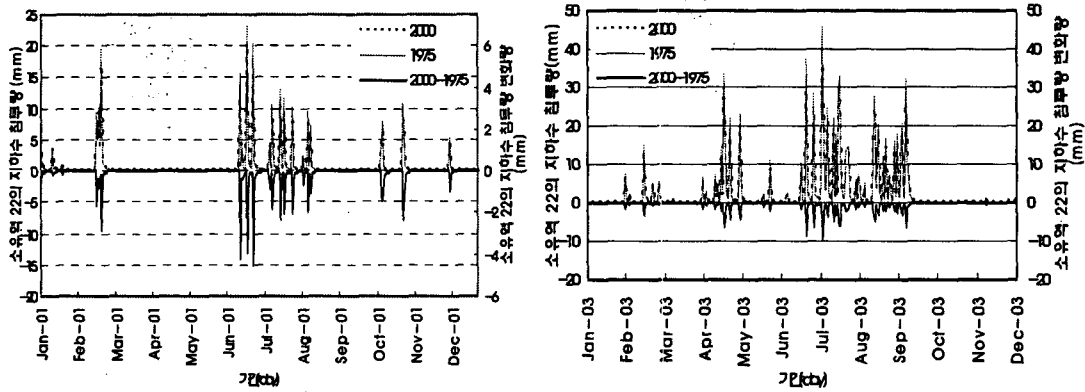


(a) 갈수년(2001)

(b) 풍수년(2003)

Fig. 2. 토지 이용변화에 따른 토양 수분의 변화

Fig. 3은 토지 이용 변화에 따른 갈수년과 풍수년의 지하수 함양량 변화를 보여주고 있다. 갈수년과 풍수년 모두 도시화로 인한 약 17%의 지하수함양량 감소를 보이고 있다. 강우량이 780mm 인 2001년의 경우, 1975년에 해당하는 토지이용의 경우 지하수 함양량이 281mm인 반면 2000년의 토지이용의 경우에는 232mm로 감소하였다. 풍수년인 2003년에도, 토지이용 변화에 의해 지하수 침투 량이 844mm에서 699mm로 감소하였다.



(a) 갈수년(2001)

(b) 풍수년(2003)

Fig. 3. 도시화에 따른 소유역 22번의 지하수 침투량

4. 결론

본 연구는 도시화에 따른 지하 수분의 변화 고찰을 위해 토양수분량의 변화 및 침투량의 변화에 알아보았다. 분석 결과 토양 수분량의 경우는 갈수년의 토지 피복도의 변화에 따라 전체적으로 도시화가 더 많이 진행된 2000년에 낮은 값의 토양수분량을 가지나, 5월,6월의 건기동안에는 상대적으로 1975년에 더 낮은 토양수분의 양을 가졌다. 이는 1975년의 토지피복을 이용할 경우에 더 높은 증발산량을 가지기 때문이다. 이는 풍수년도 같은 양상을 보였다. 대신

토지피복도의 영향은 갈수년에 더 큰 변화가 관찰되었다. 그리고 토양 수분량의 변화폭의 경우는 갈수년과 풍수년에 따라 강우량의 차이에 의해서 최저값의 차이는 크지만, 최고값은 큰 차이를 보이지 않고 있다. 이는 토양 특성상 토양이 함유 할 수는 양이 제한되어 있기 때문이다. 지하수 함수량의 경우는 갈수년과 풍수년 모두 도시화로 인한 약 17%의 지하수함양량 감소를 보이고 있다.

본 연구에서 다룬 토양수분량과 침투량의 정확한 이해는 갈수기의 하천 유량확보 문제와 홍수기의 침투유량 문제에 대한 기초정보를 제공할 수 있을 것이다

참고문헌

김정곤, 손경호, 노준우, 장창래, 고익환 2006a, "SWAT 모델을 이용한 갑천유역에 대한 물순환 분석시스템 구축 : I. 모델구축 및 검보정," 한국수자원학회 논문집, 심사 중.

김정곤, 손경호, 노준우, 장창래, 고익환 2006b, "SWAT 모델을 이용한 갑천유역에 대한 물순환 분석시스템 구축 : II. 물순환 시스템 구축 및 도시화 영향 평가," 한국수자원학회 논문집, 심사 중

Luzio, MD, Srinivasan, R., Arnold, J. G., and Neitsch. S. L. (2000), "ArcView Interface for SWAT2000 Users' Guide."