

지하수위와 하천수위의 변동양상

하규철, 고동찬, 조민조, 조성현, 김태희, 김구영

한국지질자원연구원 (e-mail : hasife@kigam.re.kr)

<요약문>

하천과 지하수위의 변동양상을 알아보기 위하여 갑천변에 깊이별로 관정을 설치하여 지하수위와 하천수위를 비교하여 본 결과, 하천과 지하수위는 서로 손실과 이득을 반복하면서 상호작용을 하며, 지하수위는 강수에 비하여, 하천의 수위와 보다 밀접한 상관성이 나타나는 것으로 나타났다. 대상지에서의 하천은 평상시에 이득하천이었다가 홍수위 때 순간적으로 손실하천으로 변한다. 따라서 지하수가 하천으로 지속적으로 유출되기 보다는 하천과 지하수위의 변동에 의하여 그 공급원 역할이 수시로 변화하며, 제방저류지의 발달에 따른 하천의 홍수위가 어느 정도 조절되게 된다.

Key word : 지하수-하천 상호작용, 상관성, 제방저류, 이득하천, 손실하천

1. 서론

Sophoclesous (1991)는 지하수위는 강수에 의하여 상승이 발생하지만 하천의 수위상승에 대한 압력전달에 의해서도 발생하고 있음을 현장수위 측정과 수치모델링을 통하여 확인하였다. Moore (1992)와 Hannula 등(2003)은 하천유량과 지하수위 변동양상을 통하여 지하수 하천 유출량을 산정하기도 하였다. 그러나, 우리나라의 경우 이러한 지하수와 하천의 상호작용에 대한 연구가 심도 있게 진행되지 못했고, 최근 들어서야 비로소 강변여과, 지하댐 등, 대규모 댐에 대한 대안으로서 지하수를 이용하고자 하는 시도를 하게 되면서부터 이러한 문제가 중요한 연구주제로 되기에 이르렀다.

2. 현장 및 관정설계

지하수위와 하천수위를 동시에 관측하기 위하여, 대전시 유성구 문지동 갑천변에 그림1과 같이 갑천과 수직인 방향으로 지하수 관정을 배치하고, 그림2와 같이 깊이별로 5미터에서 60미터 까지 5개 관정을 설치하였다. K6관정은 지표하 20내지 25미터 지점에서 풍화대와 암반의 경계부가 관찰되어 이를 구분 짓기 위해 케이싱을 설치하였고, K1은 갑천의 수위 측정지점이고, K2와 K3는 해당 깊이에서의 충적층, K4는 풍화대, K5는 충적 풍화대의 지하수를 관찰할 수 있도록 하였다. 충적층은 실트질 모래로 이루어져 있고, 암반은 거정질의 맥암이 많은 화강암으로 구성되어 있다. 수위는 van Essen Instruments사에서 제작한 10미터용 다이버를 사용하였고, 측정간격은 5분으로 하였다.

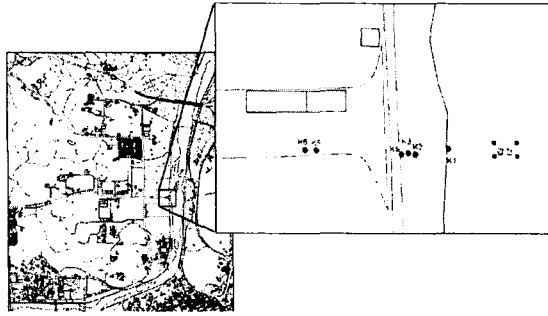


그림 1

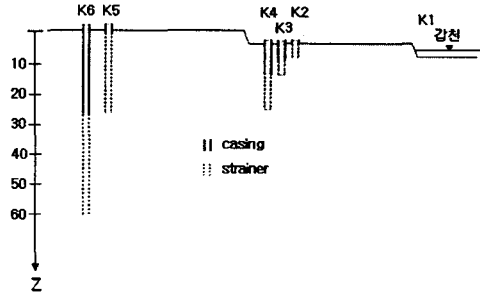


그림 2

3. 수위 변동 및 상관성

그림3을 보면, 대부분의 기간동안 하천의 수위가 지하수위보다 아래에 위치하고 있다. 따라서, 갑천은 조사지역에서만은 지하수로부터 하천으로 지하수가 유입되는 이득하천이라고 말할 수 있다. 하지만, 시간별 최대 강수량이 42mm까지 기록되었던 7월23일과, 7월 9일과 7월 10일 130mm이상의 집중호우가 발생되었던 때는 오히려 하천의 수위가 지하수위를 넘어서는 양상을 보이고 있는데, 이때에는 손실 하천으로 변했다고 할 수 있다(그림4).

지하수위와 하천은 거의 동시에 상승했다가 하강하며, 형태가 매우 흡사하게 나타났다. 특히 하천과 가까운 K2와 K3관정은 관정의 깊이가 다름에도 불구하고 거의 일치되었다. 하천이 이득하천이라고 가정하면, 같은 자유면 대수층에 분포하는 관정의 경우 강에서 멀어질수록 수위가 높게 나타나야 한다. 하지만 강과 가까운 K2, K3보다 K4가 수위가 높고, K5가 K6보다 높은 것은 K4와 K6가 상부 충적층의 격리에 의하여 천층 지하수의 유입이 방해를 받은 것이 아닌가 생각된다.

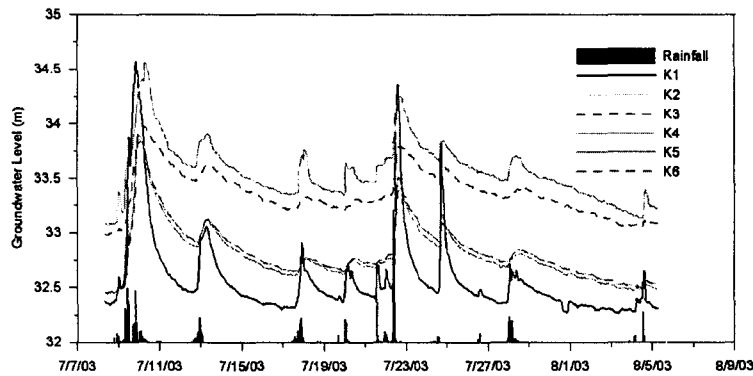


그림 3

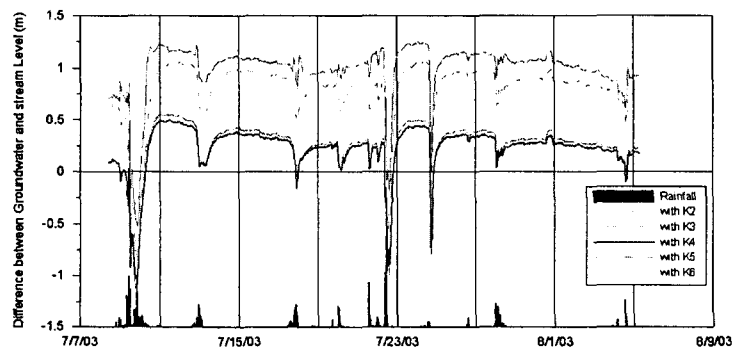


그림 4

표1에서와 같이 강수량과 지하수위, 하천수위와의 상관성을 보면, 강수량은 하천수위와 가장 높은 상관성을 갖지만, 오히려 지하수위는 강수량보다는 하천수위와 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났다. 그리고 K2, K3, K4는 99%이상의 높은 상관성을 갖는다.

표1. 강수량과 지하수위, 하천수위와의 상관도

전체	강수량	K1	K2	K3	K4	K5	K6
강수량	1						
K1	0.2742	1					
K2	0.0426	0.7823	1				
K3	0.0291	0.7521	0.9983	1			
K4	0.0798	0.8196	0.9968	0.9935	1		
K5	0.1077	0.7524	0.9571	0.9591	0.9604	1	
K6	0.0096	0.6541	0.9683	0.9772	0.9590	0.9562	1

하천은 주변 지하수위가 높고 낮음에 따라, 지하수로부터 물을 공급받느냐, 공급하느냐에 따라서 이득 하천 손실하천으로 구분되게 된다. 하천과 지하수위는 상호작용을 하면서 한쪽에서 일방적으로 흐르는 양상은 보이지 않고, 어떠한 강수사건에 대해서는 하천이 대수층에 대하여 이득과 손실을 번갈아 교대하는 양상을 보이기도 한다. Fetter(1988)에 따르면, 이득과 손실이 번갈아 되는 하천의 경우 제방저류(bank storage)로 인해서 홍수위가 어느 정도 저감된다고 하였는데, Gapcheon의 대수층이 바로 이러한 역할을 하는 것으로 생각된다. 그림5를 보면 이러한 저수위 때와 홍수위 때의 수위 차에 대한 제방저류의 변화양상을 볼 수 있다.

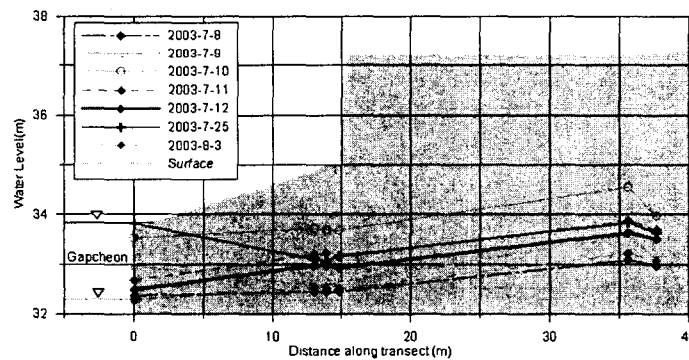


그림 5

4. 결론

지하수위는 강수에 대하여 하천보다 수위변화가 적은 반면, 하천은 수위의 급격한 상승 및 하강이 반복이 된다. 그에 따라 평상시에 이득하천이었던 하천이 홍수위 때, 순간적으로 손실하천으로 변하게 된다. 지하수가 하천으로 유출되는 양은 하천과 지하수위의 변동에 의하여 수시로 변화하며, 대수층의 제방저류에 의하여 하천의 홍수위가 조절된다.

향후 양수시험을 통하여 수리지질변수의 도출과 지하수 수질분석에 의하여 상관성을 더욱 확인하고,

손실 및 이득 하천의 교대를 일으킬 수 있는 강수량과 지하수 함양량과 하천수의 압력전파과정 등의 복합적인 작업을 수행할 예정이다.

5. 참고문헌

- Fetter, C.W., 1988, Applied Hydrogeology, 2nd Edition, Merrill, Columbus, OH, 592p.
- Hannula, S.R., K.J. Esposito, J.A. Chermak, D.D. Runnells, D.C. Keith, and L.E. Hall, 2003, Estimating Groundwater Discharge by Hydrograph Separation, Ground Water, Vol. 41, No. 3, 368-375.
- Moore, J.K., 1992, Hydrograph Analysis in a Fractured Rock Terrane, Vol. 30, No. 3, 390-395.
- Sophocleous, M.A., 1991, Stream floodwave propagation through the great bend alluvial aquifer, KANSAS: Field measurements and numerical simulations, Journal of Hydrology, 124, 207-228.

사 사

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제 번호:3-1-1)에 의해 수행되었습니다.