한국지하수토양환경학회 추계학술발표회
2003년 9월 26~27일 제 주 대 학 교

지하수와 하천수의 수위변화 비교

조성현 · 하규철* · 조민조*

*충남대학교, *한국지질자원연구원 (sh-cho@hanmail.net)*

<요 약 문>

hillslope에서 하천주위에 수리적으로 연관된 대수층의 지하수 수위와 하천수위는 그 수리경사의 방향에 따라서 이득하천과 손실하천으로 구분되며 이득하천이라도 홍수 시 손실하천으로 역전될 수 있다. 이러한 현상은 hillslope에서 기저유출의 발생여부를 좌우한다. 시간에 따른 하천의 수리경사 변화곡선으로 기저유출의 기여도와 지하수-하천수 수위곡선을 이용하여 그 양상을 비교하였다. 전라남도 곡성군 삼기천 소유역에서 연구기간 중 지하수관측지점에서 기저유출의 기여도는 37.4%이며 지하수-하천 수위곡선의 변화양상은 시계방향이다.

key word: 이득하천, 손실하천, 수리경사, 기저유출, 기저유출 변화곡선, 지하수-하천 수위곡선, 시계방향

1. 서 론

지하수가 지표로 배출되는 기저유출은 지하수 함양량을 추정하는데 이용되며 지하수와 지표수량 연계관리에 있어서 중요하다. 하천으로의 기저유출이 있기 위해서는 하천의 수위보다 지하수 수위가 높아서 주위의 지하수가 하천으로 유입되어야 한다. 이러한 이득하천(gaining stream)은 대수층의 수리경사가 하천을 향하므로 하천의 하류로 갈수록 기저유출량이 증가한다. 이와 반대로 지하수위가 하천수위보다 낮아서 하류로 갈수록 하천의 물이 줄어드는데 이러한 하천을 손실하천(losing stream)이라고 하며 기저유출량은 하류로 갈수록 감소한다(Fetter, 1994). 이득하천이 손실하천이 될 수도 있는데 대표적인 것이 홍수인데 하천의 최대 수위가 지하수위보다 높아져서 수리경사가 역전되기 때문이다.

본 연구는 hillslope에서 하천에 수리적으로 연관된 충적/풍화대 대수층의 지하수 수위와 하천수위를 시간에 따라 수리경사의 변화 곡선과 지하수-하천 수위곡선을 이용하여 기저유출의 기여도와 그 양상을 비교하였다.

2. 본 론

전라남도 곡성군 삼기천의 평장교에서 하천제방의 충적/풍화대 지하수와 하천과의 수위변동을 비교하였다. 그림 1a는 강수를 나타내며, 그림 1b는 지하수와 하천의 수위변화를 시간에 따라 나타낸 것이다.

2.1 수리경사 변화 곡선

두 지점의 수리경사(hydraulic gradient)는 거리에 대한 수두차로 다음 식 1과 같이 표현된다(그림 1c).

$$i = \frac{h_A - h_B}{L} \qquad \text{식 1}$$

여기서, i는 수리경사, h_A-h_B는 A와 B지점의 수두차, L은 A와 B의 거리이다. 그런데 식 1에서 A지점을 지하수의 수두라고 정하여 h_g라 하고 B지점을 하천 수두라고 정하여 h_s라고 표현하면 식 1은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$i = \frac{h_g - h_s}{L_{gs}} \qquad \text{식 2}$$

식 2는 지하수 수두(h_g)가 높으면 +이고 하천 수두가 높으면 -값을 갖는다. 따라서 수리수두(i)가 양수(+)값을 가지면 이득하천이고, 음수(-)값을 가지면 손실하천이 됨을 알 수 있다. 그런데 식 2에서 지하수 수두와 하천 수두의 거리 L_{gs}는 하천 단면이 V모양이므로 고수위일수록 지하수공과 가까워진다. 하천 단면은 하천 수위에 대한 함수이므로 다음과 같이 표현할 수 있다(그림 2).

$$i = \frac{h_g - h_s}{L - xh_s} \qquad \text{식 3}$$

여기서 L은 하천수위 측정지점과 지하수위공과의 거리, x는 하천수위에 따른 비례상수이다. 그림 1c에서 수리경사의 면적을 기저유출의 기여도라고 가정한다면 식 4와 같이 표현하였다. 따라서 연구기간 중 이득하천일 때 어두운 부분에, 손실하천일 때는 밝은 부분에 속하므로 지하수위관측지점에서 기저유출 기여도는 전체면적 중 어두운 부분의 면적에 해당하며 32.4%로 추정된다.

2.2 지하수-하천 수위곡선

지하수와 하천의 시간에 따른 수위변화를 상대적인 변화를 알기 위해서 가로축에 지하수위(h_g) 세로축에 하천수위(h_s)를 놓고 지하수-하천 수위곡선을 작성하였다(그림 1d). 곡선에서 지하수와 하천의 수위의 비는 식 4로 표현할 수 있는데 그 비율(a)이 a<1이면 지하수가 하천의 수두보다 높은 것이므로 이득하천이 되고, a>1이면 그 반대로 손실하천으로 표현된다. a=1이면, 지하수와 하천의 수위가 같음을 의미한다.

$$a = \frac{h_s}{h_g} \qquad \text{식 4}$$

또한, 지하수-하천 수위곡선에서 지하수와 하천의 수위비율(a)이 a>1에서 a<1방향으로 변한다면 시계방향(clockwise)이고, 그 반대로 a<1에서 a>1방향으로 변한다면 반시계방향(anti-clockwise)이 된다. 시계방향은 하천수위의 첨두(peak)가 지하수보다 먼저 온 것이고, 반시계방향은 지하수위 첨두가 하천수위보다 먼저 온 것을 나타낸다.

그림 1d는 강우사상에 대해 수위의 증수부를 ●로 감수부를 +로 나타낸 것이다. 모두 수위비율(a)이 a>1에서 a<1방향으로 변하는 시계방향이다.

3. 결 론

hillslope에서 하천주위에 수리적으로 연관된 대수층의 지하수 수위와 하천수위는 그 수리경사의 방향에 따라서 이득하천과 손실하천으로 구분되며 연구지역에서는 이득하천이라도 홍수 시 손실하천으로 역전되었다. 수리경사 변화곡선을 볼 때 지하수 관측지점에서의 기저유출은 연구기간 중 32.4%이다. 지하수-하천 수위곡선의 분석 결과 강우에 대하여 지하수위보다 하천수위가 변동이 더 빠른 시계방향의 양상을 보였다.

5. 참고문헌

한국지질자원여구원, 2001, 곡성지역 지하수 기초조사 보고서, 236 p.
윤태훈, 1997, 응용수문학. 청문각, 924 p.
Fetter, C.W., 1994, Applied hydrogeology. Prentice hall, 691 p.

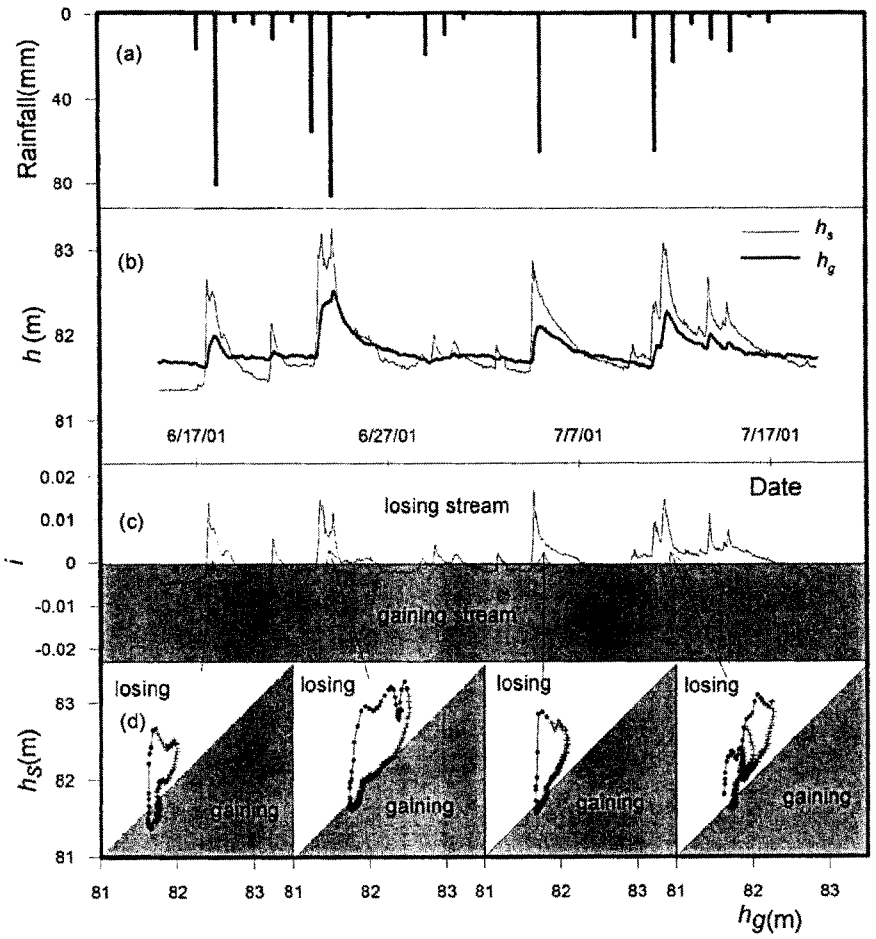
Rainfall(mm)
(a)
h (m)
(b)
h_s
h_g
6/17/01
6/27/01
7/7/01
7/17/01
Date
i
(c)
losing stream
gaining stream
losing
gaining
(d)
h_S(m)
h_g(m)

그림 1

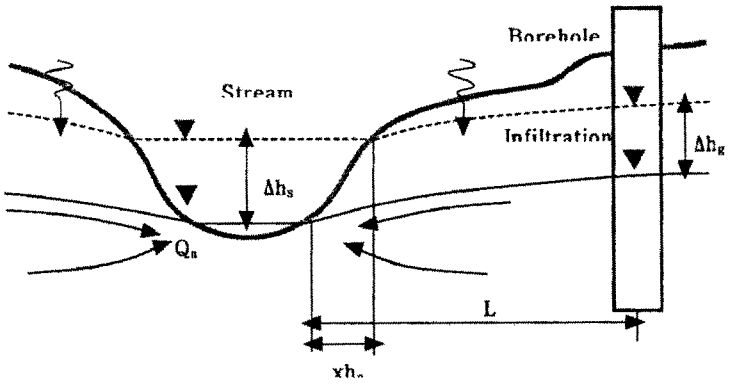
Borehole
Stream
Infiltration
Δh_s
Δh_g
Q_n
L
xh_n

그림 2