

## 강변여과수 취수에 따른 지하수위의 계절적인 변동 특성

정재열<sup>1</sup> · 함세영<sup>1</sup> · 이정환<sup>1</sup> · 김형수<sup>2</sup> · 류상훈<sup>1</sup> · 김태원<sup>1</sup> · 김문수<sup>3</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 지질학과

<sup>2</sup>한국수자원공사 수자원연구소

<sup>3</sup>국립환경과학원 낙동강물환경연구소

e-mail : hsy@pusan.ac.kr

### 요 약 문

Seasonal fluctuation of groundwater level by pumping amount and stream discharge at the riverbank filtrate site adjacent to the Nakdong River in Daesan-Myeon was characterized. Groundwater level fluctuation shows increase in wet season (June, July, August and September) and decrease in dry season (the other months). Seasonal variation of pumping amount shows similar trend to the groundwater fluctuation due to higher consumption of potable water in summer. The relation of specific capacity, Nakdong River and pumping quantity was analyzed. The logarithmic relationship between specific capacity and the stream discharge gives high correlation coefficient, 0.96. This fact indicates that the increase of stream discharge rate reduces the rate of drawdown in the pumping area in wet season.

**key word** : pumping quantity, groundwater level, specific capacity, stream discharge, riverbank filtrate site

### 1. 서론

계절적인 함양량과 배출량의 변화에 따라 지하수위는 변동한다. 이러한 지하수위 변동은 대수층을 이루고 있는 매질의 기하학적 형태, 수리상수 그리고 수리적인 경계조건에 따라 다르게 나타난다. 우리나라 대수층의 경우, 크게 암반대수층과 충적층 대수층으로 나눌 수 있는데, 충적층 대수층의 계절적인 지하수위 변동이 암반대수층보다 비교적 크게 나타난다. 또한, 계절적인 수위의 변화가 큰 하천과 같은 수리적 경계 부근의 충적층 대수층의 지하수위는 하천의 영향을 받아 큰 폭으로 변동한다. 대수층으로부터 지하수를 개발할 때, 이러한 지하수위 변동은 취수량을 결정하는데 중요한 요소가 된다.

하천 주변에 지하수공을 개발하여 취수시 하천수가 하성퇴적층을 통과하여 여과되는데, 이러한 여과를 거쳐 취수된 물을 강변여과수라 한다. 강변여과수 취수방식은 미국과 유럽 등지의 선진국에서는 약 150년 이전부터 이용되어 왔으나, 우리나라에서는 1990년대부터 강변여과수 취수를 위한 조사가 5대강 유역을 중심으로 시작되었다. 현재, 낙동강 하류에 위치하고 있는 창원시에서는 대산면 갈전리와 북면 신촌리 지역에 수질 향상과 정수비용 절약 방안으로 강변여과수 취수방식에 의하여 수도물을 공급하고 있다.

강변여과수의 적정취수량을 결정하기 위해서는 계절적인 하천수 유량에 따른 지하수위의 변동과 취수량의 연관성을 파악할 필요가 있다. 본 연구에서는 창원시 대산면 갈전리 강변여과수 취수지역(Fig. 1)의 취수량과 관측공의 계절적인 지하수위 변동 자료 그리고 하천 유량 자료를 비교, 분석하고자 한다.

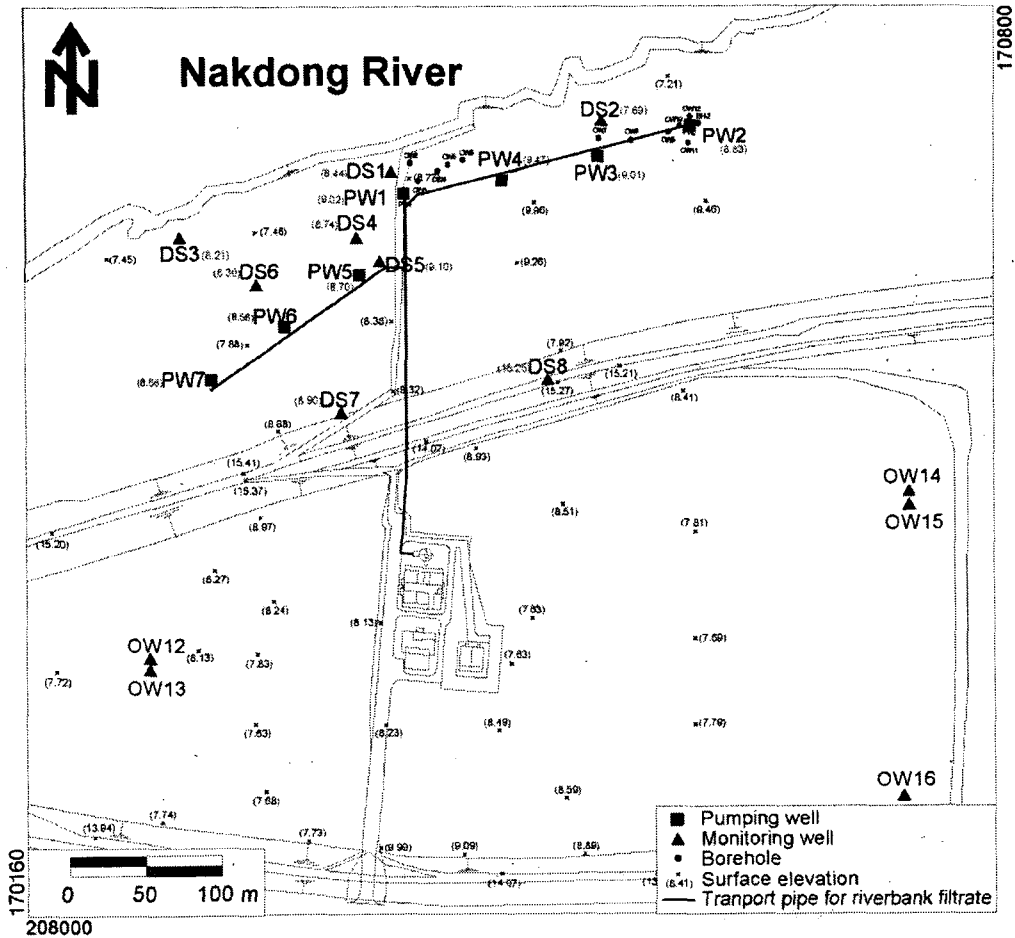


Fig. 1. Location of the study area.

## 2. 취수량과 지하수위의 계절적인 변동 특성

강변여과수 취수량에 따른 지하수위의 계절적인 변동 특성을 파악하고자 일일취수량과 지하수위의 변동을 도시하였다(Fig. 2). 2002년 1월 1일부터 2005년 10월 31일까지 창원시 대산면 정수장의 7개 취수공(PW1~PW7)에 대한 취수량자료를 분석하였다. 그리고 대산면 강변여과수 취수장 지역의 11개 관측공(DS1 ~ DS8, OW11, OW13, OW16)에 설치된 자동수위 측정용 압력센서(Solint 사의 Level logger(측정범위 30m)와 Eijkelkamp사의 Diver(측정범위 10m)로 측정된 2003년 1월 21일부터 2005년 10월 3일까지 지하수위 자료를 분석하였다. 지하수위는 대기압 측정 센서(네덜란드 Eijkelkamp사의 모델 DI250)를 사용하여 대기압의 변화의 영향을 제거하였으며, 해발고도를 기준으로 표시하였다.

취수량은 0~8,639m<sup>3</sup>/day의 큰 폭을 가지며, 운행 중지 시간을 제외하고는 최대 취수량과 최소 취수량은 대체로 2,000m<sup>3</sup>/day의 차이를 가진다. 취수량은 상수도 공급 확대에 따라 전반적으로는 증가되는 경향이 보이며, 지하수위가 상승하는 풍수기(6, 7, 8월)에 특히 취수량이 증가한다. 이는 이 시기에 상수도 사용량이 증가하기 때문이다.

지하수위는 -0.41 ~ 10.81m이며 지하수위 변동폭은 10.99m에 이른다. 지하수위는 계절적인 변동과 일일 변동을 보인다. 이러한 변동은 낙동강과 인접해 있으므로 하천수위의 상승과 하강의 영향을 받고 있기 때문이며, 또한 강변여과수 취수에 따른 지하수위 하강과도 연관된다. 특히 DS4의 최저수위(-41.1cm)와 DS5의 최저수위(-28.9cm)는 지하수위와 하천수위가 낮은 갈수기때 인접 취수정인 PW2, PW3, PW4, PW5의 취수에 의한 영향으로 판단된다.

최근 3년 동안의 지하수위의 변화를 살펴보면, 강우량이 많았던 2003년도 6월~8월 사이에 관측지 점이 범람되며, 최고치를 보였다. 2004년도와 2005년도에는 강우량이 2003년보다 줄어들었기 때문에 지하수위의 최고치는 낮아지고 있으나, 지속적인 강변여과수 개발에도 불구하고 전체적으로는 지하수위가 동적 평형상태를 유지하고 있는 것으로 판단된다.

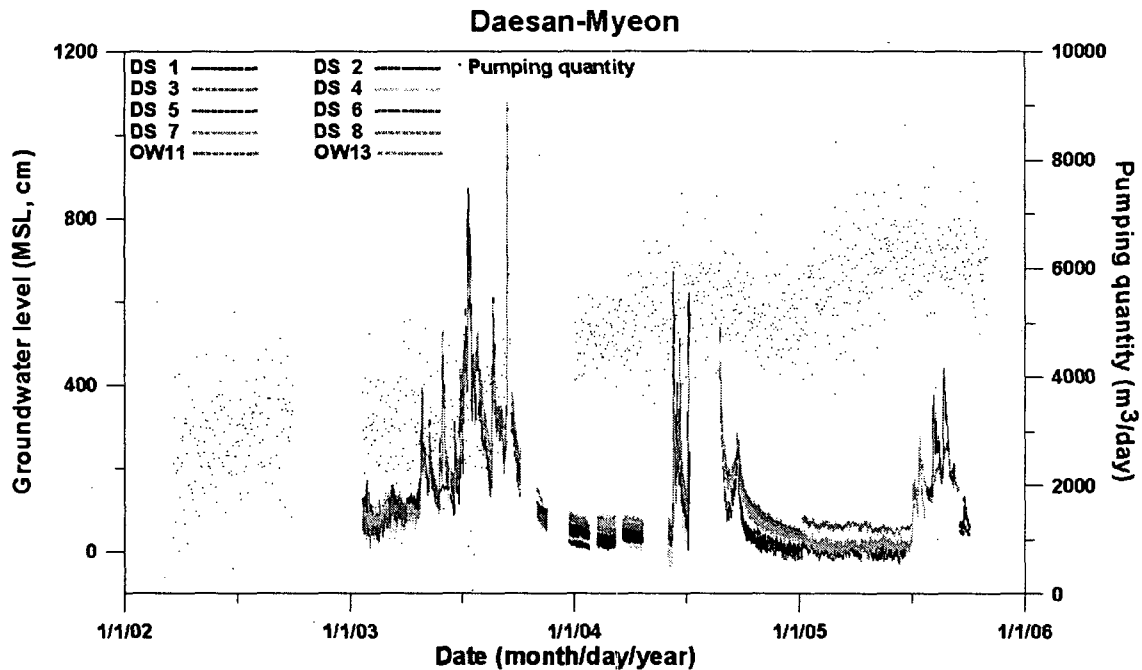


Fig. 2. Groundwater level fluctuation at the monitoring wells and pumping amount at the pumping wells.

### 3. 비양수량과 하천유출량의 연관성

취수량에 따른 지하수위의 변동 특성을 파악하기 위한 한 방법으로 비양수량과 하천유출량을 비교 분석하였다. 비양수량은 양수량과 지하수위 강하값의 비로서 2003년 1월부터 2003년 9월까지의 취수량자료와 지하수위 자료를 이용하였다. 자연 상태의 지하수위로부터의 수위강하를 고려하기 위해서 7개 모든 취수점이 3시간 이상 가동 중지되고 이후의 지하수위를 자연수위로 보았다. 취수시의 지하수위 강하값 중에서 자연적인 일일 지하수위 변동을 고려하여 수위강하가 15cm이하인 자료들은 제외하였다. 또한 취수시 초기 가동 시간의 차이에 의해 발생할 수 있는 간섭 효과를 최소화하기 위해 되도록 동시 취수 시작 자료를 이용하였으며, 같은 시기의 하천유량 자료를 비교하였다. 하천유량 자료는 낙동강 홍수통제소의 창원시 대산면 신수산교 자료이다.

비양수량은 1.052~257.51m<sup>3</sup>/hr로써, 갈수기에 해당하는 1, 2월에 낮게 나타나며 풍수기의 8월23일에 최고치를 보였다. 전체적으로 볼 때 1월부터 점차 증가하다 8월 말을 기점으로 감소한다. 이는 풍수기에 취수량이 증가하지만 반면 수위강하는 적게 일어난다는 것을 의미한다.

비양수량과 동 시기의 하천유량은 61~4244m<sup>3</sup>/sec이다. 하천 유량은 1월부터 3월 초까지는 거의 일정하게 낮게 나타난다. 그리고 3월 중순부터 서서히 증가하다가 7월초, 7월말, 8월말 경에는 강우에 의해 급격하게 증가하는 양상을 보인다. 비양수량과 하천유출량과의 관계를 대수 방안지에 도시하면(Fig. 3), 하천유량이 증가할수록 비양수량이 증가하며 상관계수는 0.96으로서 매우 높다.

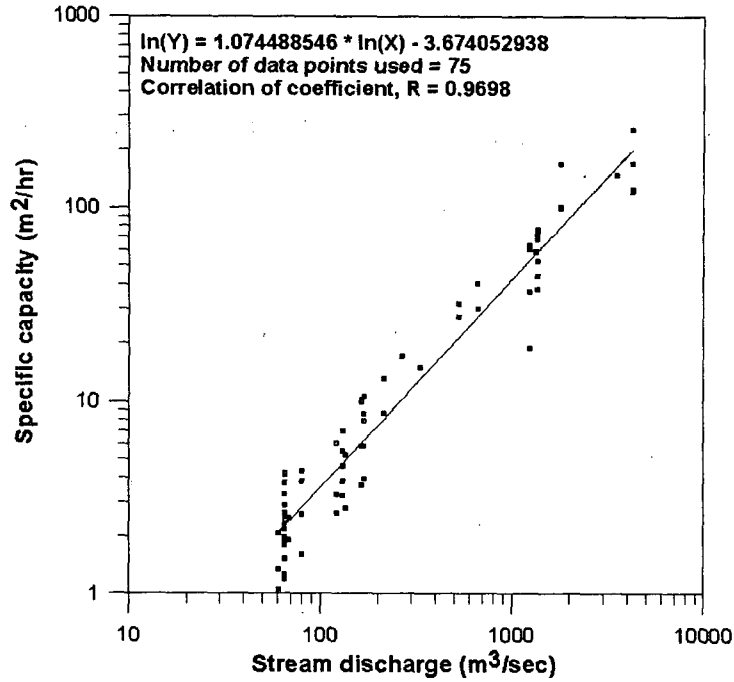


Fig. 3. Log-log plot of specific capacity at pumping wells vs. Nakdong River discharge.

#### 4. 결론

취수량에 따른 지하수위의 계절적인 변동 특성을 파악하기 위해 취수량의 변화와 지하수위 변동을 분석한 결과, 지하수위는 계절적으로 강우의 영향에 따라 연간 최대 10.9m를 변동하며 일일 취수량에 따라 수위의 변동이 나타난다. 취수량은 주로 물 사용량이 많아지는 여름에 증가하고 있다.

비양수량과 하천유출량과의 상관성 분석 결과, 상관계수가 0.96으로 높게 나타나는데, 이는 여름에 증가하는 취수량과 하천유출량의 증가에 따른 수위강하의 감소를 의미한다. 즉, 취수량에 따른 지하수위의 계절 변동은 하천 수위의 영향을 받고 있으며 이러한 영향으로 하천 수위가 높아지는 풍수기에 취수시에 보다 쉽게 수량을 확보할 수 있다.

#### 5. 사사

본 연구는 21세기 프런티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 3-4-1)에 의해 수행되었다. 아울러서 현장 조사와 자료 제공에 협조해주신 창원시 대신면 갈전리 강변여수 취수장의 창원시 현장사업소 관계자께 감사드린다.