

## 강변여과수 개발부지 지하수의 수리지화학적 특성 - Preliminary results

현승균, 우남철, 신우식, 함세영\*

연세대학교 지구시스템과학과, \* 부산대학교 지질학과  
e-mail : mailto:mgodo6@hotmail.com

### Abstract

This study is a part of the project to identify water-quality degradation mechanism due to Fe and Mn in the river-bank infiltration system in the Changwon city, Kyungsangnam-Do. Results of hydrogeochemical logging indicated that the matrix of the river bank affects groundwater quality, probably related with the hydraulic conductivities of the different layers of bank deposits. Electric conductivity logging data clearly show various layers of groundwater flows. Further studies are necessary to identify mechanisms of increasing dissolved oxygen contents with depths at some monitoring wells.

**key word** : Fe, Mn, hydrogeochemical logging, dissolved oxygen

### 1. 서 론

이 연구는 경남 창원시에 위치한 강변여과수 개발부지에서 발생하는 지하수 중의 철-망간에 의한 수질 저하 현상을 규명하기 위한 연구의 일부로 수행되었다. 이 연구에서는 조사부지에 기 설치된 관측공에 대하여 지하수질 검층을 실시하여 지하수 수질의 수직적 변화 여부를 조사하고, 이러한 변화의 계절적 변화 가능성에 대한 평가를 수행하였다.

### 2. 연구 방법

조사부지에 설치된 관측공 중, 8개의 관측공을 선정하여 2003년 3월과 8월, 2차에 걸쳐 수질검층을 수행하였다. 관측공은 낙동강에서 내륙쪽으로 중앙부의 DS-2, D-2, DS-8, SJ-1 관측공들과 북서편의 DS-3, DS-6, DS-7, SJ-3 관측공 등을 조사하였다.

1차 조사에서는 심도별 수온, 전기전도도(EC), 용존산소(DO)를 Diver-CTD, OTD 장비로, 2차 조사 시는 Hydrolab Mini-sonde를 사용하여 수온, 전기전도도, pH, ORP를 1m 간격으로 측정하였다. 장비는 필요에 따라 조사 당일에 표준용액을 이용하여 보정하였으며, 각 관측공의 수위는 지표면에서부터의 심도로 관측하였다. 검층 후 bailer를 이용하여 각 관측공에서 지하 10m 심도에서 수질시료를 채취하여 분석하였다.

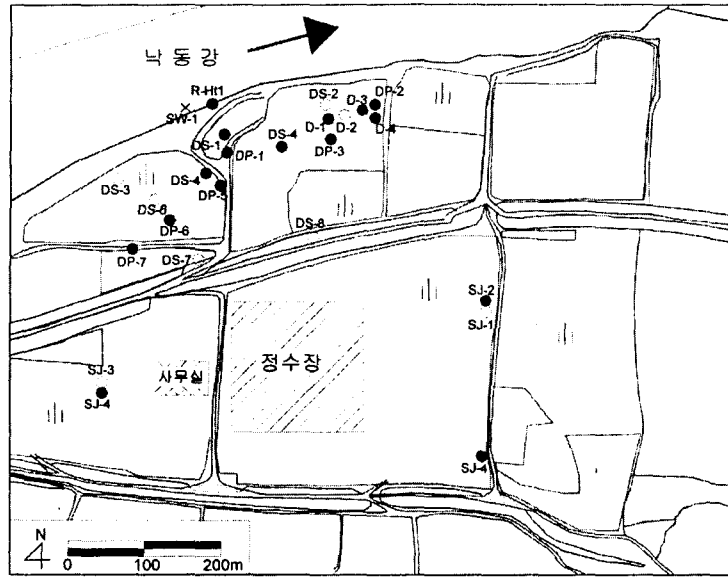


그림 1. 조사부지의 관측공(D, DS, SJ series) 및 양수정(DP series) 분포

### 3. 결과 및 토의

#### 1) 지하수의 심도별 수온변화 자료 (2003년 3월)

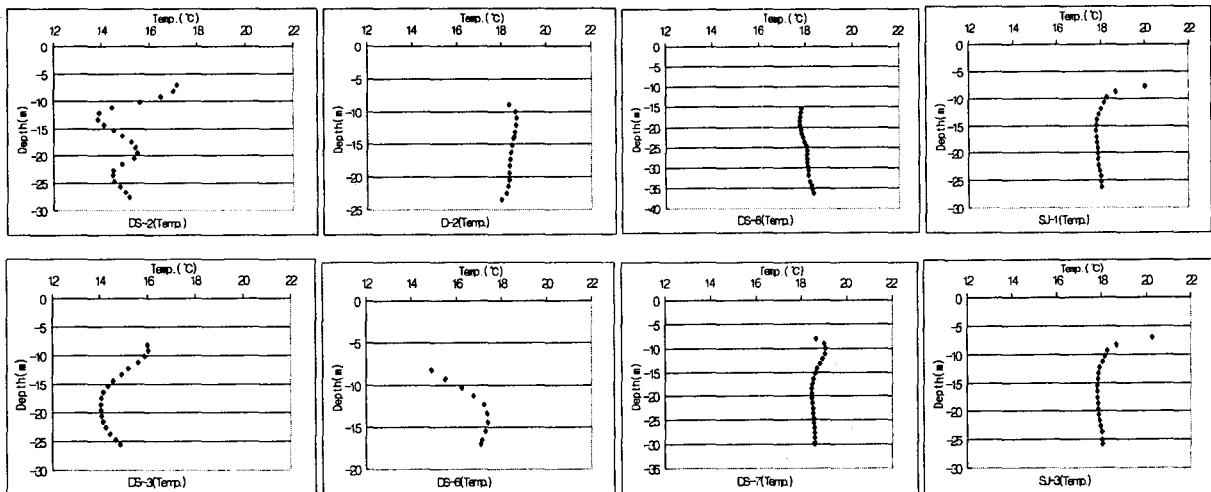


그림 2. 관측공에서 지하수의 심도별 수온 변화

수온변화는 그림 2에 보이는 3개(DS-2, DS-3, DS-6) 관측공에서 수직적인 변화가 심하게 나타났으며, 다른 관측공들에서는 비교적 일정하게 나타났다. 인접한 낙동강수의 수온이 검층 당시 12.87°C이고, 수직적인 수온변화가 급격하게 나타나지 않는 다른 관측공들에서의 지하수 수온이 약 17.5~18.5°C 범위 인 것을 고려할 때, 수온의 급격한 변화에서 지하수온이 낮아지는 부분은 지표수(낙동강수)의 유입에 의한 영향으로 판단된다. 또한 수직적인 수온의 변화는 낙동강수의 유입이 하천제방층(river bank deposit)을 통해 균질하게 나타나지 않으며, 이는 제방층의 매질구성의 차이에 기인하는 것으로 판단된다.

#### 2) 지하수의 심도별 전기전도도 변화 (2003년 3월)

지하수 전기전도도의 수직변화는 전반적으로 특정한 구간에서 일정한 값을 보이며, 서로 다른 값을

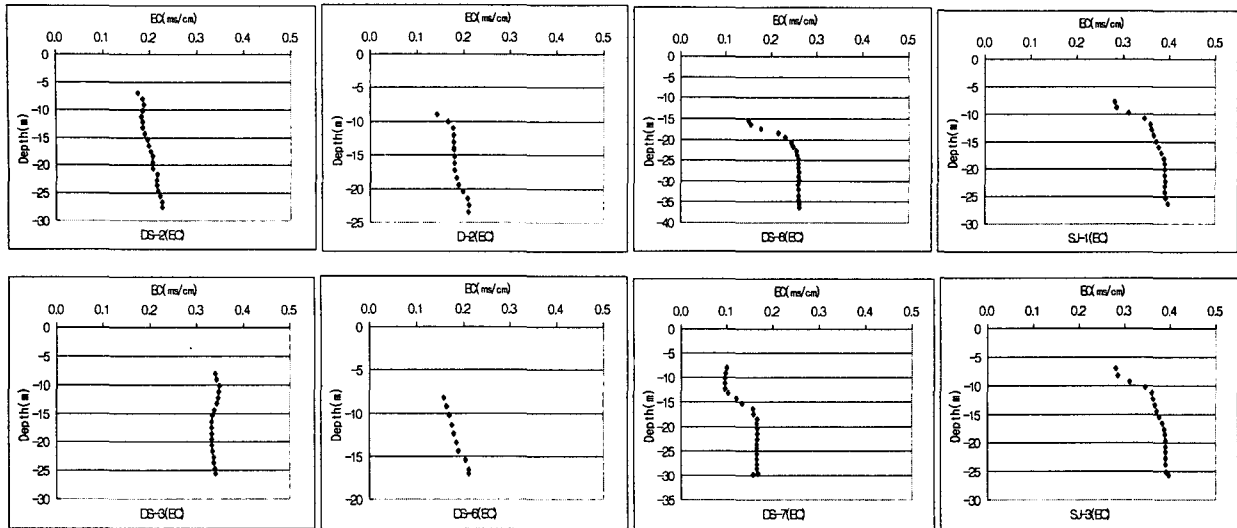


그림 3. 관측공에서 지하수의 심도별 전기전도도 변화

보이는 구간들 사이에서는 점이적인 변화를 보인다. DS-2 공에서 보이는 점이적인 변화는 인접한 D-2 공에서는 보다 명확하게 구간의 변화를 보인다. 즉, D-2 공에서는 심도 10-21m, 22m-이하 등으로 미세 하지만 분명한 차이가 있음을 볼 수 있다. 이러한 구간의 차이는 DS-8, SJ-1, DS-7, SJ-3 등에서는 보다 명확하게 나타난다. 이와 같은 구간분리 현상은 서로 다른 수질의 지하수가 존재하며 하천제방층을 통과하여 각기 독립적으로 유동하고 있음을 의미한다.

또한, 검층 당시 낙동강수의 전기전도도는 0.24 mS/cm 였는데, 하천에 인접한 DS-3에서 지하수의 전기전도도는 낙동강수 뿐 아니라 내륙 쪽에 설치된 관측공 DS-6, DS-7 보다도 높은 0.32~0.35 mS/cm 범위를 보이고 있다. 따라서, 이러한 높은 값은 관측공이 위치한 지점에서 점오염원이 존재하여 오염물질이 유입될 가능성을 지시하고 있다. 실제로 현장에서 이 지점은 비닐하우스를 이용한 딸기재배가 이루어지고 있었다.

조사지역과 같이 심도에 따른 지하수 수질변화가 심한 지역에서 수질특성을 논하기 위해서는 특정한 심도에서 채취한 시료를 분석한 결과에 근거하여 수질특성의 변화에 대한 체계적인 논의가 필요하다. 이번 조사에서는 특정심도에 대한 시료채취는 수행하지 못하였으나, 일괄적으로 약 15m 심도에서 bailer를 이용하여 시료를 채취하여 분석하였다. 분석결과는 다음의 표와 같이, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 성분이 DS-3 공에서 다른 공의 2-3배 이상의 높은 농도가 검출되었다. 이것은 전술한 바와 같이, DS-3 공 주변에서 nitrate 오염물질이 유입되고 있음을 지시하며, 이로 인해 지하수의 전기전도도가 다른 공보다 높게 나타나고 있음을 입증한다.

표 1. 관측공 지하수 중의 NO<sub>3</sub> 농도 분포

시료번호	하천수	D-2	DS-2	DS-3	DS-6	DS-7	DS-8	SJ-1	SJ-3
NO <sub>3</sub> (mg/L)	10.23	0.01	BDL	88.81	34.41	25.65	49.65	19.17	23.52

※ BDL denotes below detection limit.

### 3) 지하수의 심도별 용존산소(DO)함량 변화 (2003년 3월)

천층 지하수에서 용존산소의 함량은 유기물의 분해와 더불어 소모되므로 일정한 심도 이하에서는 거의 존재하지 않게 된다. 그림 4의 DS-2, D-2, SJ-1, DS-3, SJ-3 등의 심도에 따른 용존산소량의 감소가 일반적인 패턴이다. 그러나 DS-7 에서는 비록 심도에 따라 용존산소량의 감소가 보이거나 심도 30m 지

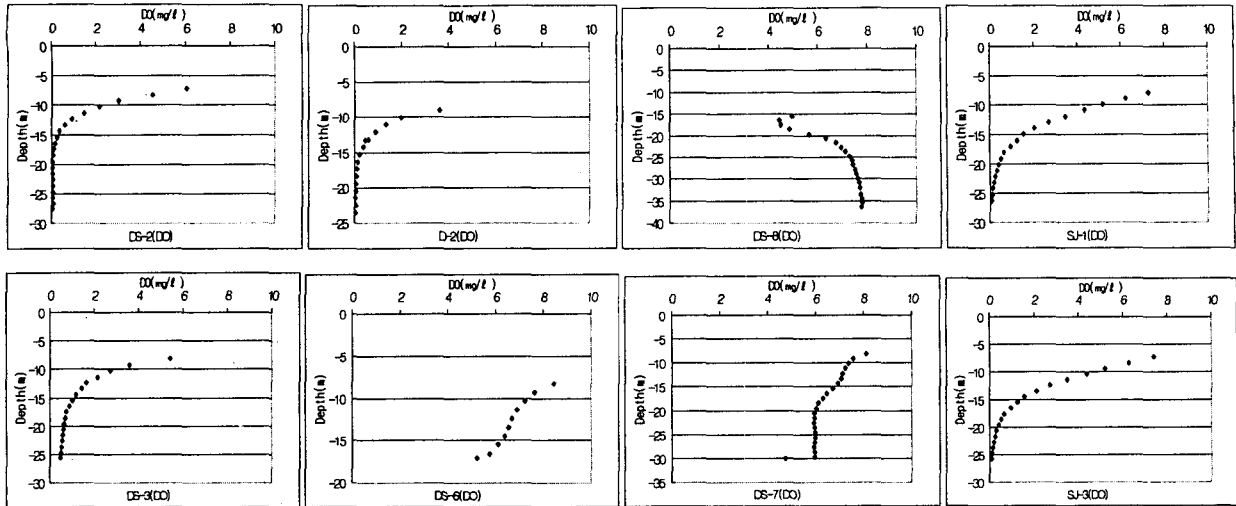


그림 4. 관측공에서 지하수의 심도별 용존산소함량 변화

점에서도 아직 완전히 소모되지 않은 상태이며, 더욱이 DS-8에서는 지하수면에서 심부로 내려가면서 오히려 용존산소 함량이 증가하고 있다. 이와 같은 비정상적인 분포는, 동일한 시기, 장비, 조사자에 의해 취득된 자료임을 고려할 때 기계적인 오류로 볼 수 없으며, 현재 상태에서는 알 수 없는 특이한 기작이 DS-8 공의 지하에서 일어나고 있음을 예상하게 된다.

#### 4. 결론

창원시 강변여과수에서 발생하는 Fe, Mn에 의한 수질문제를 수리지화학적으로 규명하기 위한 조사단계에서 수행한 관측공에서의 수질검층 자료를 분석한 결과, 다음과 같은 중요한 사항들을 도출할 수 있었다:

- ① 하천수가 여과되는 하천제방층(river bank deposit)의 매질 구성이 수질변화에 영향을 미친다.
- ② 전기전도도의 수직분포와 구간분리 현상은 서로 다른 수질의 지하수가 존재하며 하천제방층을 통과하여 각기 독립적으로 유동하고 있다.
- ③ DS-7, DS-8 지점의 지하수에서는 용존산소가 상당한 심도까지 존재하거나 오히려 증가하는 현상이 나타난다. 이에 대한 반응기작 연구가 필요하다.
- ④ 무엇보다, 지하수의 수질검층은 일반적으로 단일 대수층으로 고려하는 하천제방층의 수직적 수질변화를 보여줄 수 있는 좋은 도구이며, 각 분리구간에서의 수리지학적 기작연구를 위해서는 특정구간 시료채취법(discrete interval sampling)에 의해 채취된 시료의 분석결과가 필수적임을 지시한다.