

## 암반대수층에서 양수조건에 따른 세레늄 농도변화의 현장사례 연구

손주형<sup>1</sup> · 정상용<sup>2</sup> · 강동환<sup>2</sup> · 신현재<sup>1</sup> · 정용제<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국농촌공사 경남본부 환경지질팀

<sup>2</sup>부경대학교 환경지질학과

jhson9@gmail.com

### 요 약 문

인위적인 오염원이 존재하지 않는 농촌지역 지하수공에서 검출빈도가 매우 낮은 세레늄 성분에 대하여 양수조건에 따른 세레늄의 농도변화를 연구하였다. 양수에 따른 세레늄 농도변화의 연구는 현장지하수 수질이 지하수 먹는물 수질기준보다 높은 2개의 지하수공에서 수행되었다. 본 연구를 통해, 세레늄 성분이 먹는물 수질기준을 초과한 지하수공의 지속적인 이용여부를 판단하였다. 또한, 양수시험공 주변의 세레늄 농도를 측정하여 배경농도를 파악하였으며, 시험공 내에서 구간별 채수를 수행하여 세레늄 성분이 산출되는 주대수층 구간을 파악하였다. 양수조건에 따른 세레늄의 농도변화를 연구하기 위한 방법은 하루 8시간을 기준으로 양수하는 단기적인 방법과, 4,950m<sup>3</sup>을 594시간 동안 장기양수하면서 농도변화를 측정하였다. 본 연구를 통해, 지하수 내 세레늄 성분의 농도변화는 장기양수에 의해 변화함을 알 수 있었다.

주요어 : 세레늄, 지하수, 양수, 암반대수층

### 1.서론

세레늄(Selenium, Se)은 1817년 Berzelius에 의해 발견된 유황과 동족인 비금속 원소이다. 천연의 유황광상이나 황화물은 상당량의 세레늄을 함유한다. 지각 중의 세레늄 함유량은 0.1 ppm 정도인 것으로 조사되었다(박석기 외 2인, 1998). 세레늄은 인체에서 미량원소로 체내에서 생성된 과산화수소를 분해하여 세포의 손상을 방지하는 강력한 항산화제로 알려져 있다. 지하수에서 세레늄의 검출빈도가 다른 수질검사항목에 비해 매우 낮기 때문에, 국내에서 지하수 내에 함유된 세레늄 성분에 대한 연구는 거의 이루어 지지 않았다. 경기도보건환경연구원보(손진석 외 5인, 2002)에 따르면 2002년에 조사된 지하수 내 세레늄 성분의 검출빈도는 1.7%에 불과하고, 2004년부터 2005년까지 한국농촌공사 경남본부에서 경남지역의 지하수 관정개발 시 국내생활용수 기준치 0.01mg/ℓ를 초과한 관정은 2개로써 극소수이며, 미국의 수질기준치(국립환경연구원, 2000)인 0.05mg/ℓ를 초과한 관정은 없었다. 지하수를 개발하는 사람들이 지하수에서 세레늄이 먹는물 기준을 초과할 경우 폐공을 하거나, 먹는물이 아닌 생활용수 또는 농업용수로 용도변경을 검토해야하는 실정이다. 본 연구에서는 경상남도 합천군과 창녕군의 지하수 개발현장에서 세레늄 농도가 초과된 2개 관정에 대하여 다양한 방법의 양수시험에 따른 세레늄 농도분석을 수행하였다. 그리고 시험공 주변의 배경농도분석을 수행하여 향후 지하수공의 개발여부를 판단하였다. 세레늄에 대한 연구를 수행하여, 향후 세레늄이 검출되는 관정의 사용여부를 판단할 수 있는 참고자료로 제공하고자 한다.

## 2.본론

본 연구가 수행된 경상남도 합천군 K지구의 지질은 층적층이 주를 이루며, 창녕군 G지구의 지질은 함안층이 주를 이루고 있다. 연구지역의 위치는 Fig. 1에 표기되어 있다. 세레늄이 검출된 2개 관정 모두 순수 연구목적이 아닌 농촌농업·생활용수 사업의 일환으로 개발되고 있는 지하수공이기 때문에, 단기간에 폐공여부를 결정지어야 한다.

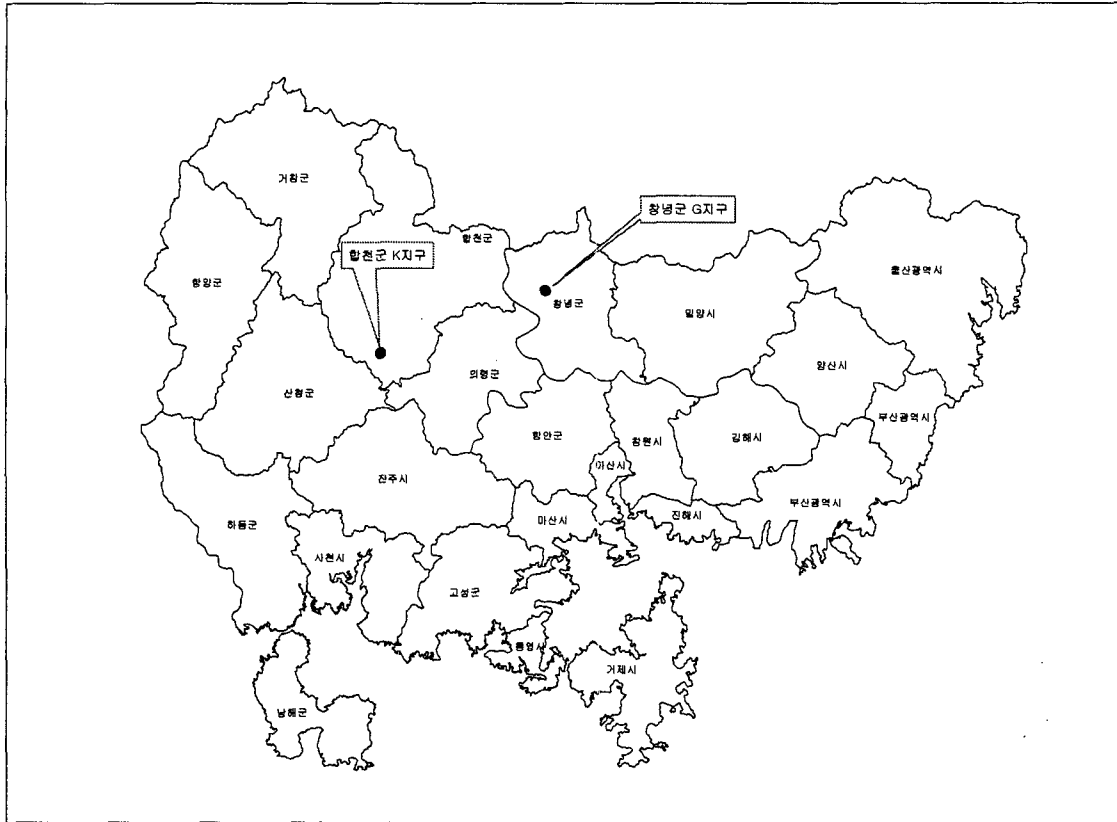


Fig. 1. Location map of test wells for this study.

본 연구지역은 농촌지역으로 세레늄의 오염이 될 수 있는 금속제련소, 금속광산, 세레늄 제조업소 등이 없는 지역으로 인위적인 오염이 아닌 자연계 내에서 나타나는 세레늄이 산출되고 있는 것으로 판단되었다. 합천군 K지구는 세레늄이 검출된 A관정에서 구간분리채수기(Solinst, DIS425)를 이용하여 시험공에서 심도별 세레늄 농도를 측정하였다. 창녕군 G지구의 B관정은 지속적으로 일정량을 양수함으로써 나타나는 누적양수량과 세레늄의 농도변화의 관계를 분석하였다. Table 1에는 2개 시험공의 제원이 정리되어 있다.

Table 1. 시험공의 제원

| 구분    | 굴착깊이<br>(m) | 굴착직경<br>(mm) | 세레늄농도<br>(mg/l) | 양수량<br>(m <sup>3</sup> /Day) | 자연수위<br>(m,EL) | 안정수위<br>(m,EL) |
|-------|-------------|--------------|-----------------|------------------------------|----------------|----------------|
| A(합천) | 100         | 250          | 0.015           | 150                          | 15.24          | 17.89          |
| B(창녕) | 120         | 250          | 0.024           | 180                          | 12.85          | 27.98          |

Table 2에는 A, B 관정 주변지하수에 대한 세레늄농도 측정값이 정리되어 있다. A 관정 주변에서는 5개 지점 중 4개 지점이 불검출이며, B 관정 주변에서는 7개 지점 중 5개 지점에서

불검출 되었다. 세레늄이 검출된 지점의 농도는 0.005 mg/L로서 매우 미량임을 알 수 있었다. Fig. 2에는 A 관정 내 30~100 m 구간에서 10 m 간격으로 채수하여 세레늄 농도를 측정된 경우와 30분간의 양수 후에 측정된 경우의 그래프이다. 지표면하 50 m까지는 세레늄이 검출되지 않았으며, 지표면하 60 m 지점에서 0.026 mg/L의 높은 값이 검출되었다. 지표면하 70~90 m 구간에서 세레늄농도는 0.006~0.007 mg/L 정도이다. 30분간의 양수 후에 30~70 m 구간에서 채수하여 측정된 세레늄농도는 0.010~0.015 mg/L 정도이다. 이러한 결과는 양수에 의한 지하수의 혼합으로 인해 가장 높은 지점의 세레늄농도는 감소하였으나, 낮은 지점들에서는 세레늄농도가 증가하였다.

Table 2. 시험공 주변 관정의 세레늄 농도 (mg/L)

| 주변관정번호 | A관정 주변 | B관정 주변 |
|--------|--------|--------|
| No.1   | 불검출    | 불검출    |
| No.2   | 불검출    | 0.005  |
| No.3   | 불검출    | 불검출    |
| No.4   | 불검출    | 불검출    |
| No.5   | 0.005  | 불검출    |
| No.6   | -      | 불검출    |
| No.7   | -      | 0.005  |

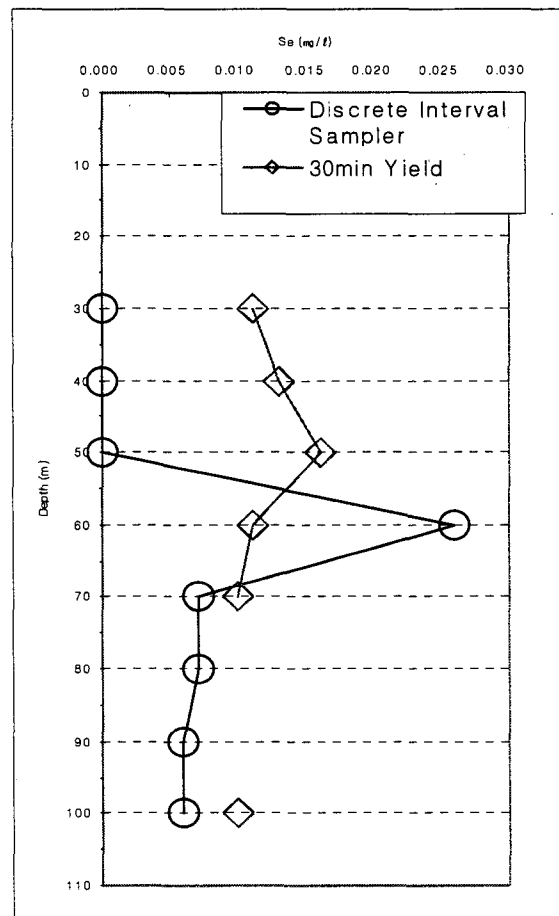


Fig. 2. 합천군 K지구 A관정 내 채수심도별 세레늄농도 그래프.

창녕군 G지구의 B 관정에서는 매일 150m<sup>3</sup>의 지속적인 양수를 실시하였다. 이러한 양수시험의 결과를 Fig. 3에 누적양수량에 대한 세레늄농도의 변화그래프로 나타내었다. 지속적인 양수로 인해 세레늄농도의 감소는 나타나고 있으며, 양수시작 6일 동안은 상당한 감소율을 보였으나 이후에는 완만한 감소추세를 보였다.

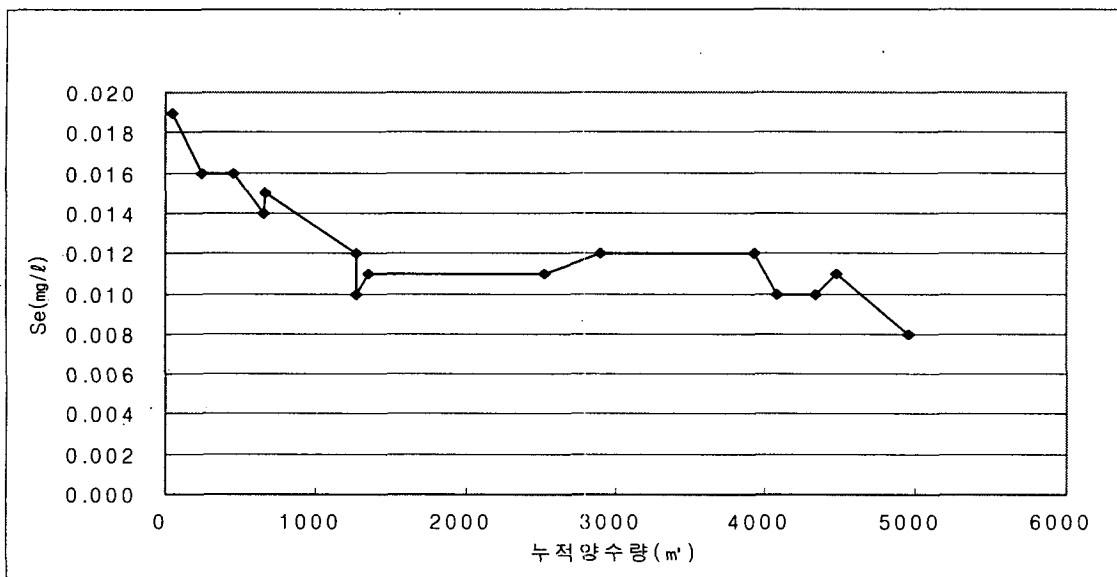


Fig. 3. 누적양수량에 대한 세레늄농도 변화그래프.

### 3. 결론

시험공 주변지역의 세레늄농도는 A 관정 주변에서는 5개 지점 중 4개 지점이 불검출이며, B 관정 주변에서는 7개 지점 중 5개 지점에서 불검출 되었다. 세레늄이 검출된 지점의 농도는 0.005 mg/L로서 매우 미량이었다.

합천군 A 관정 내에서 30분간의 양수 후에 30~70 m 구간에서 지하수를 채수하여 측정된 세레늄농도는 0.010~0.015 mg/L 정도이다. 이러한 결과는 양수에 의한 지하수의 혼합으로 인해 가장 높은 지점의 세레늄농도는 감소하였으나, 낮은 지점들에서는 세레늄농도가 증가하였음을 보여준다.

창녕군 B 관정에서는 매일 150m<sup>3</sup>의 지속적인 양수를 수행하여 누적양수량에 대한 세레늄농도의 변화그래프를 분석한 결과, 세레늄농도의 감소는 양수시작 6일 동안은 상당한 감소율을 보였으나 이후에는 완만한 감소추세를 보였다.

### 4. 참고문헌

- 1) 국립환경연구원, 2000, 정책결정자를 위한 수질관련기준 비교분석, (행정간행물 등록번호 38010-67730-37-0010), p.114.
- 2) 농업기반공사 경상남도본부, 2005, 합천군 농촌농업생활용수 기초영향조사 및 지하수 개발사업 준공보고서, p.8-48.
- 3) 농업기반공사 경상남도본부, 2005, 창녕군 농촌농업생활용수 기초영향조사 및 지하수 개발사업 준공보고서, p.6-21.
- 4) 박석기, 안승구, 엄석원, 1998, 먹는물의 수질관리, 동화기술.
- 5) 손진석, 오조교, 배용수, 정은희, 박진호, 황선민, 2002, 경기북부지역 지하수의 지역별 미량무기물질 함유실태 조사연구, 경기도보건환경연구원보, 제15권.
- 6) Olle Selinus, Brian Alloway, Jose A. Centeno, Robert B. Finkelman, Ron Fuge, Ulf Lindh, Pauline Smedly, Essentials of Medical Geology, 2005, Elvier Academic Press, p.373-415.