

## 부산광역시 주거·상업지역의 지하수 오염 특성

함세영<sup>1</sup>·김광성<sup>2\*</sup>·이병대<sup>3</sup>·정재열<sup>2</sup>·류상민<sup>2</sup>  
(부산대학교 자연과학대학 지질환경과학전공<sup>1</sup>·부산대학교 대학원 지질학과<sup>2</sup>·  
한국지질자원연구원 환경지질연구부<sup>3</sup>)

부산광역시 중에서 주거·상업지역으로서 금정구 부곡동, 장전동, 동래구 온천동을 선정하여, 이들 지역에 분포하는 지하수공 중에서 16개공(KD5, 6, 7, 9, 76, 77, 79, 80, 94, 96, 97, 112, 117, 125, 128, 135)에 대해 현장 수질분석과 실내분석용 시료를 채취하였다. 지하수 조사는 2001년 10월 25일부터 11월 7일까지 실시하였다. 지하수의 시료 번호는 금정구의 머리글자 KD와 일련번호로서 기재하였다. 주거지역과 상업지역을 따로 구분하지 않은 이유는 이들 지역이 대부분 공존하고 있으며, 배출되는 오염물질도 큰 차이가 없다고 판단하였기 때문이다.

양이온( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Si^{2+}$ ), 음이온( $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ), TCE, PCE. 1.1.1-TCA는 실험실에서 분석하였다. 양이온과 음이온은 기초과학연구소 부산분소에서 그리고 TCE, PCE. 1.1.1-TCA는 부산광역시 보건환경연구원에 의뢰하여 분석하였다. 실내 수질분석 결과, KD6와 KD94는 전기적인 중성도 10%를 벗어나므로 제외하고 나머지 14개 시료를 이용하여 통계분석을 실시하였다. pH의 범위는 5.05~6.50(평균 5.89)로서 KD5, KD79, KD125, KD128에서 먹는물 수질기준 (pH 5.8~8.5)보다 낮게 나타나며, 이 지역의 지하수가 상당히 산성화되어 있음을 지시한다. EC의 범위는 114~716 $\mu$ S/cm(평균 210 $\mu$ S/cm)로서 비교적 지하수 오염도가 높다는 것을 간접적으로 지시하고 있다.

$Ca^{2+}$ 이온함량은 7.42~66.20mg/l(평균 40.99mg/l)로서 물-광물 반응과 인위적인 오염을 암시한다.  $Mg^{2+}$ 이온의 함량은 1.12~18.01mg/l(평균 9.72mg/l)이다.  $Na^+$ 이온의 농도는 12.54~46.70mg/l(평균 24.60mg/l)이다.  $K^+$ 이온의 농도는 0.92~3.13mg/l(평균 1.86mg/l)로 다른 주요 양이온보다 낮다.

$HCO_3^-$  농도는 60.71~162.0mg/l(평균 110.1mg/l)이다.  $Cl^-$ 의 농도는 5.83~76.7mg/l(평균 47.22mg/l)의 범위를 보이고 있으며, 먹는물 기준치(150mg/l)와 비교할 때  $Cl^-$ 이온의 인위적인 오염은 크지 않은 것으로 추정된다.  $SO_4^{2-}$ 이온은 지질학적으로 황화광물(황철석, 황동석)의 산화작용 및 용해에 의해서 또는 대기중의  $SO_4^{2-}$ 로부터도 유래한다.  $SO_4^{2-}$ 이온 농도는 1.5~115.5mg/l(평균 41.26mg/l)이며, 모든 시료가 먹는물 기준치(200mg/l) 이내에 있다.  $F^-$ 의 농도는 0.01~0.86mg/l(평균값 0.20mg/l)으로서 모든 시료가 먹는물 기준치(1.5mg/l이하)이내에 있다.

인위적인 오염의 지시자로 널리 쓰이는  $NO_3^-$ 의 농도 범위는 2.5~94.83mg/l(평균 29.62mg/l)로서 4군데(KD5, 9, 97, 112)에서 먹는물 기준치(44.26mg/l이하, 질산성 질소

는 10mg/ℓ이하)를 초과하여 검출되었다. 일반적으로  $\text{NO}_3^-$ 는 지질학적 환경(물-암석반응)에 의해서 보다는 산업폐기물, 생활하수, 동물 배설물, 축산 폐수, 비료 등에서 유래된다. 이 지역은 주거·상업지역이므로 주로 생활하수로부터  $\text{NO}_3^-$ 가 유래하는 것으로 판단된다.

$\text{Fe}^{2+}$ 은 어떤 시료에서도 검출되지 않았으며,  $\text{Zn}^{2+}$ 의 농도범위는 0.009~0.621mg/ℓ(평균 0.110mg/ℓ),  $\text{Cu}^{2+}$ 의 농도범위는 0~0.013mg/ℓ(평균 0.006mg/ℓ)로서 모든 시료가 먹는물 기준치(1mg/ℓ이하)이내에 있다.

성분에 따라 양의 왜도 또는 음의 왜도를 보이고 있으나, 양의 왜도를 보이는 성분이 더 많다. 첨도는 거의 대부분의 성분이 음의 값을 보인다. 음의 첨도는 정규분포보다 완만함을 나타낸다. 따라서, 금정구 주거·상업지역 시료의 성분은 정규분포와는 다른 분포 양상을 보인다.

TCE, PCE, 1,1,1-TCA는 모든 시료에서 불검출되었다. 이는 이 지역이 현재까지는 유기오염물질에 의해서 거의 오염되지 않았음을 지시한다.

사 사

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호: R02-2001-00249)지원으로 수행되었으며, 연구를 지원해주신 한국과학재단에 감사드린다.