

부산광역시 농업지역의 지하수 오염 특성

함세영¹ · 김광성^{2*} · 이병대³ · 정재열² · 류상민²
(부산대학교 자연과학대학 지질환경과학전공¹ · 부산대학교 대학원 지질학과² ·
한국지질자원연구원 환경지질연구부³)

부산광역시의 농업지역은 낙동강 좌측의 강서구와 북부에 위치하는 기장군 지역이다. 본 연구에서는 기장군 일광면 칠암리, 문중리, 문동리 일대의 경작지에 관개용으로 개발된 지하수공 중에서 18개공(GJ1~GJ18)에 대하여 현장조사를 실시하였다. 현장 수질 측정항목은 수온, pH, EC(전기전도도), TDS(총고용물질), 염분농도, Eh(산화-환원전위), DO(용존산소), 알칼리도였다. 그리고 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-TCA와 농약 성분인 파라티온, 말라티온, 다이아지논, 페니트로치온은 실험실에서 분석하였다. 양이온과 음이온은 기초과학연구소 부산분소에서 그리고 TCE, PCE, 1.1.1-TCA와 농약성분은 부산광역시 보건환경연구원에 의뢰하여 분석하였다. 지하수 조사기간은 2001년 8월 28일부터 9월 1일까지이다.

실내 수질분석 결과, GJ1, GJ12, GJ13은 전기적 중성도 5%를 벗어나므로 제외하고 나머지 15개 시료를 이용하여 통계분석을 실시하였다. pH의 범위는 5.7~6.82(평균값 6.25)이다. 먹는 물 수질기준 (pH 5.8~8.5)과 비교하면, GJ16만이 5.7로서 기준치보다 낮게 나타난다. EC의 범위는 240~1059 μ S/cm(평균 712 μ S/cm)로서 비교적 지하수 오염도가 높다는 것을 간접적으로 지시하고 있다.

Ca^{2+} 이온의 농도는 27.14~132.6mg/l(평균 77.54mg/l)로서 상당량의 Ca^{2+} 이온이 비료에서 유래함을 암시한다. Mg^{2+} 이온의 농도는 5.4~24.05mg/l(평균 15.94mg/l)로서 역시 비료에 의한 오염을 암시한다. Na^+ 이온의 농도는 13.79~66.23mg/l(평균 35.35mg/l)로서 비료 등에 의한 오염의 영향을 받았음을 암시한다. K^+ 이온의 농도는 0.61~3.84mg/l(평균 1.74mg/l)로 다른 주요 양이온보다 낮다.

HCO_3^- 농도는 43.32~234.9mg/l(평균 102.5mg/l)로서 공업지역인 사상구보다 낮다. Cl^- 의 농도는 15.2~132.1mg/l(평균 45.63mg/l)의 범위를 보이고 있으며, 이 지역이 바다에서 불과 150~200m 정도밖에 떨어져 있지 않으나 해수의 영향을 받고 있지 않는 것으로 판단된다. 농업지역에서 Cl^- 이온의 인위적인 오염원은 생활하수, 축산폐수, 동물의 배설물 등이므로 만약 Cl^- 이온이 오염원으로부터 유래한다면 이들로부터 유래할 것이다. SO_4^{2-} 이온은 황화광물(황철석, 황동석)의 산화작용 및 용해에 의해서 또는 대기중의 SO_4^{2-} 로부터도 유래한다. SO_4^{2-} 이온 함량은 6.55~56.7mg/l(평균 29.51mg/l)이며, 모든 시료가 먹는물 기준치(200mg/l) 이내에 있다. F^- 의 농도는 0.03~0.31mg/l(평균값 0.10mg/l)로서 모든 시료가 먹는물 기준치(1.5mg/l이하) 이내에 있다.

인위적인 오염의 지시자로 널리 쓰이는 NO_3^- 의 농도 범위는 9.03~360.9mg/l(평균

178.2mg/l)로서 대부분의 지점에서 먹는물 기준치(44.26mg/l이하, 질산성 질소는 10mg/l이하)를 초과하여 검출되었다. 일반적으로 NO_3^- 는 지질학적 환경(물-암석반응)에 의해서 보다는 산업폐기물, 생활하수, 동물 배설물, 축산 폐수, 비료 등에서 유래된다. 이 지역은 농촌지역이므로 생활하수, 동물 배설물, 축산 폐수, 비료 등으로부터 NO_3^- 가 유래하는 것으로 판단된다.

Fe^{2+} , Zn^{2+} 은 어떤 시료에서도 검출되지 않았으며, Cu^{2+} 의 농도범위는 0~0.035mg/l(평균 0.004mg/l)로서 모든시료가 먹는물 기준치(1mg/l이하)이내에 있다.

성분에 따라 양의 왜도와 음의 왜도를 보이고, 첨도는 과반수 이상의 성분이 음의 값을 보인다. 음의 첨도는 정규분포보다 완만함을 나타낸다. 성분들 중에서 비교적 정규분포에 가까운 것은 Na^+ 이다. 따라서, 기장군 농업지역 시료의 성분은 대체로 정규분포와는 다른 분포 양상을 보인다.

본 농업지역에서는 TCE, PCE, 1,1,1-TCA 이외에 먹는물 수질 항목에 명시되어 있는 농약성분인 다이아지논, 파라티온, 말라티온, 페니트로치온을 포함시켜 분석하였으나, 한 군데에서도 검출되지 않았다. TCE와 PCE는 GJ14에서만 각각 0.006mg/l와 0.002mg/l가 검출되었고 나머지 시료에서는 전혀 검출되지 않았다.

사 사

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