

국내 지하수 연구에 있어 환경동위원소 연구자료의 활용사례 고찰 : 문제점과 향후 전망

윤성택, 채기탁, 박성숙

고려대학교 지구환경과학과 (styun@korea.ac.kr)

외국의 경우, 환경동위원소(environmental isotope) 자료는 지하수(-지표수) 계의 수문순환 특성을 체계적으로 이해하기 위한 중요하고도 필수적인 기본 수단(tool)으로서 폭넓게 활용되어 왔다. 실제로, 체계적으로 취득된 환경동위원소 자료를 수리지질 자료 및 수리지구화학 자료와 연계 해석한 연구 결과는 무수히 많다. 산소-수소, 탄소, 황, 질소, 붕소 등 안정동위원소와 삼중수소, 탄소-14 등 방사성동위원소를 통칭하는 환경동위원소 자료는 특히, 지하수 자체와 탄소, 황, 질소 등 주요 용존 물질(오염물질 포함)의 기원 뿐 아니라, 지하수 충전 특성(즉, 언제, 어디서, 얼마나, 그리고 어떠한 환경 조건 하에서의 문제)은 물론, 지하 지질 매체에서의 수리적 환경(즉, 물-암석 반응, 용존 물질의 물리화학적 변화 과정, 다양한 수체의 혼합 등)을 규명하기 위하여 필수적으로 활용되고 있다.

국내에서는, 5-10여년 전부터 일부 대학 및 연구소에 고가의 질량분석기(mass spectrometer)가 도입·운용되면서 환경동위원소 자료를 활용한 지하수 연구 사례를 찾아볼 수 있게 되었다. 그러나, 여전히 관련 전문가의 태부족 및 손쉽게 이용할 수 있는 관련 연구시설(시료 전처리 및 분석 시설)의 미비로 말미암아 관련 연구 성과는 극히 미미한 실정이다. 더군다나, 환경동위원소 자료를 수리지질 및 수리지구화학 자료와 연계 해석한 예는 거의 전무한 것으로 판단된다. 암반 대수층 지하수가 주종을 이루고 있는 우리나라의 지질 특성상 지하수계에 대하여 보다 많은 정보를 얻기 위해서는 앞으로 환경동위원소 연구 자료를 활용한 지하수 연구가 활발히 진행되어야 할 것으로 판단된다.

본 발표에서는 먼저 그동안 국내에서 연구되어진 환경동위원소 활용 사례를 유형별로 나누어 고찰하고자 한다. 예시되는 연구 자료는 대부분 본 연구진에 의한 결과이다. 산소-수소 동위원소를 활용한 사례로서는, 암반 및 충적층 지하수(지열수 포함)의 기원 및 충전/순환(수체간 혼합 등) 특성 해석 사례, 카르스트 지역의 수문곡선분리(hydrograph separation) 사례, 지하굴착에 따른 수리적 교란에 관한 연구 사례 등이다. 상대적으로 연구가 미흡하게 진행된 탄소 및 황 동위원소 연구 사례로서는 용존 황 및 탄소의 기원에 대한 연구와 지하 매질에서의 수리화학 진화(물-암석 반응) 규명 사례를 소개한다. 질소동위원소 연구 사례로서는 충적층 지하수 중 질산성 질소의 기원 및 수체(water body) 간 수리적 혼합 과정 규명 사례를 알아본다. 삼중수소 연구 사례로서는 수리화학 자료와 결부지어 지하수 충전의 상대 연령과 순환 특성을 연구한 결과 및 지하 굴착에 따른 누수(seepage) 문제의 적용 사례를 소개할 것이다. 아울러, 그동안의 국내 환경동위원소 연구에서 미흡되었던 사항들, 즉 문제점을 토의하고, 그 해결 방안을 다음과 같이 제의한다.

첫째, 무엇보다도 환경동위원소 모니터링 자료의 축적이 절대적으로 요구되고 있다. 우선적으로는 지하수(-지표수)의 근원이 되는 강우(rain)의 환경동위원소 조성의 시·공간적 변화에 관한 자료가 체계적이고도 장기적으로 축적되어야 할 것이다. 이를 기준 자료(reference data)로 활용함으로써, 지하수 계의 충전 및 순환 특성에 대한 많은 정보가 새롭게 획득될 수 있을 것이기 때문이다. 따라서, 전국에 걸친 환경동위원소 모니터링 site의 설정과 운용을 위하여 국가 차원의 지원이 시급히 이루어져야 한다. 둘째, 제한적·부분적으로

발표되고 있는 환경동위원소 연구 자료의 QC 관리 및 DB 구축을 위하여 전문인력간의 협조와 노력이 요구된다. 셋째, 지하수 관련 전문가들은 최근 국가 지원에 의하여 비교적 활발히 수행되고 있는 연구 개발 프로젝트(특히, 대형 프로젝트)를 수행함에 있어 연구과제의 개별성과 독립성을 지양하고, 연구의 체계성과 연계성을 유지 확보하려는 노력을 끊임없이 기울여야 한다. 이와 관련하여, 대표적인 site에 위치하는 집수분지(watershed)를 선정하여 수리지질, 수리지구화학, 환경동위원소 전문가가 함께 참여하는 소위 ‘integrated watershed study’를 하루빨리 추진할 필요가 있다.

사사: 본 논문은 과학기술부/기초과학지원연구소의 “특성화장려사업 고가특수연구기기 운영 지원사업”의 지원을 받았음.