

포항지역 지열수의 수리지구화학적 특성

고동찬, 염병우, 하규철, 송윤호*

*한국지질자원연구원 (dckoh@kigam.re.kr)

<요약문>

Hydrogeochemical and isotopic characteristics were investigated for groundwater of Tertiary basin in southeastern part of Korea where deep drilling is in progress for geothermal investigation. According to geology, aquifer was distinguished as alluvial, tertiary sedimentary bedrock (bedrock groundwater), and fractured volcanic rock (deep groundwater). Groundwater of each aquifer is distinctively separated in Eh-pH conditions and concentrations of Cl, F, B and HCO₃. Deep groundwater has very low level ³H and ¹⁴C whereas alluvial groundwater has those of recent precipitation level. However one of deep groundwater show mixed characteristics in terms of hydrochemistry which indicates effect of pumping. Deep groundwater have temperature of 38 to 43°C whereas bedrock and alluvial groundwater have temperature less than 20°C. Fractured basement rock aquifer has different hydrogeological setting from bedrock and alluvial aquifer considering hydrogeochemical and isotopic characteristics, and temperature.

Keywords: Tertiary aquifer, redox condition, tritium, C-14, stable isotopes

1. 서론

포항 분지 지역에서 저온 지열자원의 가능성에 대해 조사가 현재 진행되고 있다. 시추의 1단계가 신생대 암석이 분포하는 흥해읍 근처에서 완료되었다. 최종 굴착 심도는 2km이다. 신생대 암석은 남한에서 가장 높은 지열 구배를 가지고 있다 (김형찬 외, 2002). 시추 조사 지역 부근에서 충적층, 제3기층 대수층의 지하수에 대해 수직적인 지하수 유동 특성과 지열수의 근원을 평가하기 위해 수리지구화학 및 동위원소 조성 특성 조사를 실시하였다. K1 시료는 지열조사와 관련하여 시추한 1km 시험공에서 채수되었다.

2. 본론

조사 지역은 백악기 셰일과 사암이 기반암을 이루고 에오세의 응회암과 화강암이 관입하고 있다. 해성기원의 반고결상태의 사암과 이암으로 구성된 마이오세의 연일층이 분지를 채우고 있다. 연일층은 시

범 시추 지역에서 약 400m의 두께를 보이고 있으며 곳에 따라 1000m를 넘는다. 충전층이 제3기 퇴적암들을 덮고 있다.

지하수는 온도와 수리지구화학적 특성에 따라 충전, 암반, 심부 지하수로 크게 구분할 수 있다. 암반 지하수는 제3기 퇴적암에 설치된 관정에서 채수되었다. 심부 지하수는 조사 지역 부근에서 온천으로 이용되는 500m 심도의 관정과 1 km 시범 시추공에서 채취되었다. 충전층은 대체로 심도 20m 이내의 우물에서 채취되었다. 현장에서 H_2S , Fe^{2+} , B 등을 휴대용 분광광도계를 이용하여 측정하였다. 3H 과 ^{14}C 는 Institute of Geological and Nuclear Sciences (뉴질랜드)에서 측정되었으며, 지하수의 안정동위원소는 기초과학연구원에서 측정되었다. 주요성분들은 한국지질자원연구원에서 측정되었다.

암반과 심부지하수는 낮은 용존산소량과 측정가능한 H_2S 를 가지고 있으며, 측정된 Eh는 산화환경에서 환원환경까지 분포하고 있다. 충전지하수는 Ca- SO_4 형이고, 암반지하수는 Na- $HCO_3(SO_4)$ 형, 심부 지하수는 Na- HCO_3 형이다. NO_3 는 천부지하수에서 높게 나타나는데, 이 지역의 농경지 분포와 관련이 있을 것으로 보인다. 반면 심부 지하수는 NO_3 가 검출되지 않는다. 심부 지하수의 높은 F는 기반암의 화성암에서 유래된 것으로 보인다. 지하수와 강수의 안정동위원소 조성 (이광식, 정재일, 1997) 을 비교해 보면 대부분의 지하수는 강수 기원임을 알 수 있다. 심부 지하수의 상대적으로 가벼운 동위원소 조성은 암반과 충전 지하수보다 함양지역의 고도가 높음을 지시한다. 3H 과 ^{14}C 는 심부지하수와 암반지하수가 충전지하수와 명확하게 구분됨을 보여준다. 충전지하수는 6 TU정도의 3H 과 80 pmc이상의 ^{14}C 를 가지는데 비해 심부지하수는 0.2 TU이하의 3H 과 2 pmc이하의 ^{14}C 를 가진다. 암반 지하수는 이들의 중간에 위치하고 있다.

심부지하수는 35°C 이상의 수온을 보이며, B, Cl, F, HCO_3 등의 농도도 암반이나 충전지하수보다 높게 나타나고 있다. 이러한 특성은 심부 지하수가 연일층 하부의 화산암내의 균열대 분포와 연관이 있음을 시사한다고 할 수 있다. 심부지하수에서 검출되는 Br으로부터 해수의 영향이 있음을 알 수 있다.

3. 결론

지열자원 개발을 위한 시범 시추 지역인 포항시의 흥해읍 지역에서 수직적인 지하수 유동 특성 파악을 위해 수리지구화학 및 동위원소 조성 조사를 실시하였다. 조사 지역의 지하수는 크게 충전, 암반, 심부 지하수로 구분할 수 있었다. 3H 과 ^{14}C 농도 면에서 충전지하수는 암반과 심부지하수와 뚜렷이 구분되었으며, 주요 화학성분들에서는 심부지하수와 암반 및 충전지하수가 구별되었다. 조사 지역 지하수는 모두 강수 기원으로 보이며, 심부 지하수의 함양지역 고도가 상대적으로 높다.

4. 참고문헌

- 이광식, 정재일, 1997. 포항 강수의 안정 동위원소 조성 변화, 자원환경지질, 30, 321-325.
김형찬, 이사로, 송무영, 2002. 남한지역의 암상 및 지질시대별 지온경사율 관계 분석, 자원환경지질, 35, 163-170.