

Tritium을 이용한 제주도 동부지역 지하수 염수화에 관한 연구

오윤근, 김지영*

제주대학교 환경공학과

1. 서론

국내 지하수이용량(94~97년)은 70~80년도에 비해 약 14.5배가 증가한 연간 3.6억 m³에 이르며, 2010년경의 전국 지하수 이용량을 추정해 보면 현 이용량의 2배에 해당하는 70억 m³에 이른다. 현재 230여 군·구중에서 전국적으로 실시한 지하수수질검사 결과에 따르면 지하수수질기준이 초과된 지하수는 95년 2.1%, 96년 6.8%, 97년 7.1%로 매년 증가하고 있다. 사용이 부적절하다고 판단되어 폐공된 지하수공의 전국 현황은 96년에 15,724공이었던 것이 97년에 23,457공으로 크게 증가하였고 그 주요원인은 수량부족, 사용중지, 수질악화, 용도변경, 염도증가 등으로 나타나고 있다. 염도증가로 인한 지하수폐공은 96년에 36공에서 97년에 86공으로 증가하였다.

지하수 염분증가 혹은 염수화의 잠재원인에는 7가지 정도가 있으며 이중 제주도 지하수 염수화 원인은 1)암염의 용해(halite solution), 2)자연적인 염지하수(natural saline groundwater), 3)과잉양수로 인한 해수침입(sea-water intrusion)으로 보고되고 있다.

지하수 염수화 원인 조사 방법에는 주요이온간의 상관관계를 이용한 방법 및 동위원소를 이용한 방법등이 있다. 이중 동위원소를 이용한 방법은 매우 신뢰도가 높아 많은 실험에 사용되며, 지하수 염수화에 관련하여서는 ¹⁸O, ²H, ³H, ¹⁴C등이 사용된다.

본 연구에서는 염수화 문제가 오래전부터 심각하게 대두된 제주도 동부지역의 지하수, 해수, 강수에 대한 주요이온성분과 ³H함량을 분석하여 지하수 염수화 원인을 규명하고자 한다.

2. 재료 및 분석방법

현장조사는 제주도 동부지역 지하수 중 염도증가가 확인한 관정 2개소와 이 관정과 해안가로부터 일정 거리에 있는 관정 2개소를 선정하여, 99년 5월부터 8월까지 동부지역 연안해수(1지점) 및 관정주변에서 강수를 함께 채수·분석하였다.

시료의 채수는 고조와 저조시에 폴리에틸렌 용기에 채수기를 사용하여 채수하였으며, 실험실로 운반 후 즉시 분석하였다. 분석 항목중 수온, pH, 전기전도도는 현장에서 측정하였으며, 음이온인 Cl⁻, SO₄⁻², F⁻, NO₃⁻은 Ion chromatography(Dionex- 500, USA)를 사용하여 분석하였고, HCO₃⁻는 중화적정법으로 분석하였다. 양이온인 Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺은 원자흡광광도계(GBC904AA)를 이용하여 분석하였으며, 환경동위원소 ³H은 전처리한 시료를 전기분해장치로 농축한 후 액체섬광계수기(Quantulus Oy wallac, Finland)

를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 주요이온 성분비간의 관계

Fig. 1은 각 관정들의 주요이온의 조성성분비율과 해수의 조성성분비율과의 관계를 나타낸 것으로 각 그림의 오른쪽 상위의 점은 채수지역인 동부지역 성산해수의 조성성분비율을 나타낸 것이며 그외의 점들은 각 관정들의 조성성분비율을 나타낸 것이다. 각 관정들의 주요이온의 조성성분비율은 일반해수의 조성성분비율과 유사하거나 유사하게 되는 추세이므로 조사 지역 지하수 염수화 요인이 해수침입에 의한 영향인 것으로 추정할 수 있다.

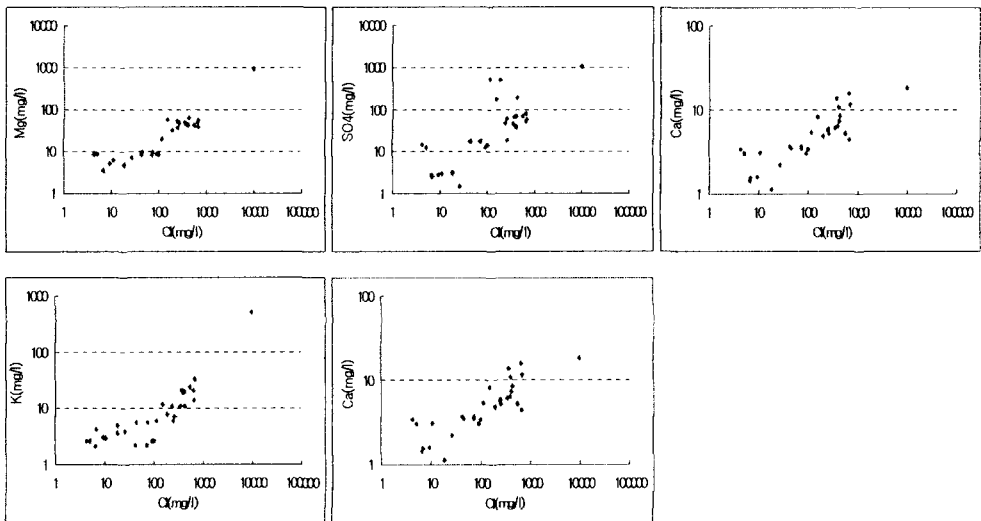


Fig. 1 Bivariate plots of major ions versus chloride for groundwater from eastern area of Chejudo.

3.2 Tritium 함량분석

대기기원물질인 ^3H 은 강수로 대수층에 유입되고 유입농도는 계절별, 연도별로 변하며, 물의 구성동위원소로서 지하수 중에 용존하고 있는 화학성분처럼 주위의 물질과 반응해 변화하지 않고 물 자체로 이동하는 특성을 가지 있어 지하수 연대측정, 오염원 추적 및 지하수-해수 혼합에 대한 연구 등 지하수 연구에 매우 유효하다.

일반적으로 해수에는 낮고 지하수 및 용천수등에는 비교적 높은 편이며, 자연 중의 ^3H 함량은 4~25TU정도이므로 지표수에는 얼마간의 ^3H 이 존재하지만 체류시간이 긴 심해수는 거의 0TU에 가깝기 때문에 해수와 지표수가 혼합되면 ^3H 함량은 낮아질 수밖에 없다(Custodio, 1987).

일반적으로 ^3H 이 강수에 의해 자연수에 혼입되므로 해수에서는 낮고, 지하수에서는 비교적 높은 편이었다. 즉, 각각의 시료의 평균 ^3H 함량은 강수는 12.34TU, 해수는

3.70TU, d-28은 9.70TU, d-124는 13.10TU, susan3은 14.35TU, 그리고 d-282는 15.35TU로 해안에서 육상으로 멀어지는 지하수 관정일수록 ^3H 함량이 높게 측정되는데, 해안에서 가까운 지하수 관정인 d-28와 d-124에서 ^3H 함량이 낮게 측정되었으므로 해수침입의 영향을 받은 것으로 사료된다.

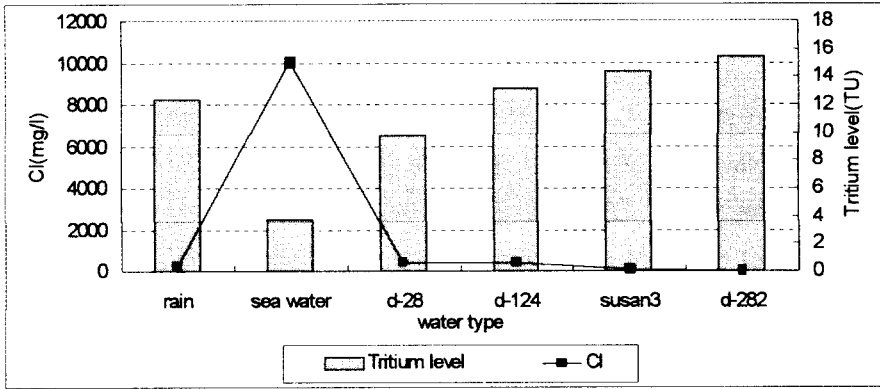


Fig. 2 Variation of tritium level and Chloride concentration on the each well and water type.

4. 요약

제주도 동부지역 지하수 염수화 원인을 규명하고자 주요이온성분분석과 환경동위원소 ^3H 함량분석을 하였다.

제주도 동부지역 지하수에 대한 각 주요이온들과 염소이온과의 상관관계를 보면 지하수의 조성성분비율이 이 지역 연안해수의 것과 유사한 경향을 나타내고 있어 이들 지하수가 해수에 의해 염수화되고 있는 것으로 사료된다.

또한, ^3H 함량이 연안과의 거리가 먼 관정일수록 높게 나타났고, 가까운 관정은 해수 침입의 영향을 받아 다른 관정보다 ^3H 함량이 낮고, 염소이온농도는 높게 나타난 것으로 보아 이 지역 지하수 염수화는 자연 염지하수나 암염등의 용해의 영향인 것으로 사료된다.

참고문헌

Bernd C. Richter and Charles W. Bledsoe, 1993, Geochemical Techniques for Identifying sources of ground-water salinization

허소림 외 2인, 1997, 제주시 자연수중의 Tritium 함량과 수질특성과의 관계, Cheju App. Rad. Res. Inst. Ann. Report Vol.11, 36-38p.

한정상, 1994, 국내지하수의 문제점과 현행 지하수법 개정의 당위성

김경훈, 1998, 제주도 동부지역의 지하수 염수화에 대한 이화학적 특성, 석사학위논문

안종성 외 2인, 1995, Sea water interaction into coastal aquifer in Cheju Island by Isotope Analysis, Journal of korean groundwater association, Vol. 4 · 5, 35-59p.