

제주도 지하수의 강수량 변화에 따른 수질특성

이용두 · 강병남

제주대학교 환경공학과

I. 서론

제주 본도의 주 구성암석인 화산암은 투수성이 매우 커서 다우 지역임에도 불구하고 지표수의 유출이 제한되어 있다. 그리고 토양은 토양층의 깊이가 얇고 공극률이 매우 커서 강수의 많은 부분이 쉽게 토양층을 통과하여 지하로 유입될 수 있는 조건을 갖고 있다. 이는 토양을 통과한 대부분의 물이 제주지역 지하수 충전에 직접적으로 영향을 주기도 하지만 다른 측면으로서 지하수의 오염 취약성을 나타내기도 한다. 제주지역 토양이 투수성이 양호하여 타지역보다 강수량과 지하수의 함량과의 관계가 높게 나타나고 있음을 볼 때 강수량의 변화에 따른 지하수의 수질변화 형태를 살펴볼 필요가 있다.

본 연구에서는 제주도 전역에 산재되어 있는 지하수 관정중에서 지역적으로 그리고 표고별로 대표성을 지니는 지하수 150개 관정을 선정하여 강수량 변화에 따른 즉 갈수기와 풍수기에서의 수질특성을 살펴보았다.

II. 시료채취 및 분석방법

제주도 전역의 지하수 4,176관정(98년 12월 현재)중에서 지역과 표고별로 적당한 지하수공 150개를 선정하였으며, 강수량 변화에 따른 수질변화를 살펴보기 위하여 1998년 11월 하순 및 12월 초순(갈수기)과 1999년 7월 중순(풍수기)의 2회에 걸쳐 시료채취를 수행하였다.

시료채취시에는 우선 각 관정내에 고여있는 물의 4~5배를 퍼낸 다음, 물의 수온, pH 및 전기전도도 등의 지하수의 물리적 성분을 현장에서 채수 즉시 측정을 하였다. 알칼리도 측정은 현장에서 지시약을 이용하여 산중화 적정한 후 계산에 의해 HCO_3^- 함량을 얻었다.

주요 용존성분의 화학분석은 제주대학교 공동실험실습관에서 분석을 하였고, 주요 양이온 (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) 및 음이온 (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-)의 정량분석은 Shimadzu사의 원자흡광분광광도계(모델 AA-6701)와 Dionex사의 Ion Chromatograph(모델 DX-100)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 지하수의 물리·화학적 특성

지하수의 pH를 보면 갈수기에는 평균 7.59, 풍수기에는 평균 7.55로 나타났으며 약알칼리성에서 중성의 범위를 보이고 있다. 전기전도도는 갈수기와 풍수기에서 값이 유사한 경향을 보이면서도 풍수기에서 대부분의 관정에서 조금씩 높게 나타났고, 표고가 낮아짐에 따라 전기전도도 값이 증가하는 경향을 보이고 있다. 양이온(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})은 갈수기와 풍수기에서 비슷한 농도의 함량분포를 보이고 있으며, 음이온(HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-)은 HCO_3^- 을 제외한 SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- 이온들은 풍수기에서 높은 농도를 보이고 있다.

2. 지하수의 수질유형

Piper diagram에 의한 수질유형을 살펴보면 우선 갈수기에서는 제주도 동부지역의 경우는 Na^+ - Cl^- 유형을 나타내며, 이는 해수에 의해 영향을 받는 형태로 나타났다. 나머지 서부와 남부, 그리고 북부지역에서는 Na^+ - HCO_3^- 유형을 보이고 있으며 일부는 Na^+ - Cl^- 유형을 보이고 있다. 풍수기에서는 제주도 대부분의 지역에서 Na^+ - Cl^- 유형이 나타나며, 일부지역에서는 중간형태의 수질유형이 나타나고 있다. 그리고 TDS농도가 풍수기에서가 더 높게 나타나고 있다.

3. 지하수의 통계적 특성

지하수 성분간의 관계를 구체적으로 알아보기 위하여 통계분석 기법을 이용한 지역별 수질특성을 알아보면 동부지역은 모든 용존이온과 0.7이상의 높은 상관관계를 나타내며 요인1으로서는 TDS의 함량으로 볼 수가 있다. 서부지역은 3개의 요인이 추출되었으며 요인1에는 전기전도도, 나트륨, 칼륨, 칼슘, 황산, 염소, 질산이온이 함량으로, 요인2에는 중탄산, 요인3에는 마그네슘이온의 함량으로 대표되어진다. 남부지역은 3개의 요인이 추출되었고, 요인1에는 TDS 함량으로, 요인2에는 암석의 용해와 인위적 오염원, 요인3에는 칼륨의 함량으로 나타내어 질 수 있다. 북부지역은 전기전도도에 대한 상관성은 칼륨과 중탄산이온을 제외한 나머지 용존이온들이 0.8이상으로 높은 상관성을 보이고 있으며, 요인2개가 추출되었다. 요인1은 전기전도도, 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 황산, 염소, 질산이온이 함량으로, 요인2에는 칼륨, 중탄산이온의 함량으로 대표되어진다.

4. 수질 등농도선도

수질 등농도선도를 이용한 수질특성에서는 갈수기에서보다 풍수기에서가 전반적으로 높은 수질농도를 나타냈으며 특히 염소이온과 질산이온 농도가 높게 나타났다. 동부지역에서는 해안지역에서 멀리 떨어진 지역까지 가파른 농도 구배를 보이고 있으며, 서부지역은 한경지역과 대정지역에서 용존이온들이 높게 나타나고 있다. 그리고 남부지역에서는 서귀포 남부 해안가에서 농도가 높으며, 북부지역에서는 제주시와 조천의 해안근처 지역에서 용존이온의 높은 농도를 보이고 있다.

IV. 참고문헌

고기원, 1997. 제주도 지하수 부존특성과 서귀포층의 수문지질학적 관련성, 부산대학교 박사학위논문 pp.15~17.

이용두, 중-동 제주 수역의 지하수 개발로 인한 해수침투, 지하수환경, 4(1), pp. 5~13
한정상, 1998, 지하수환경과 오염, 박영사, pp. 512~538.

Freeze, R.A. and Cherry, J.A., Groundwater.