

기 지구 지하염수의 수질특성과 조성변화에 대한 지구화학적모의

현동수, 김경철

지난 시기 기 지구에서는 지하염수에 대한 탐사를 진행하여 9개의 생산추공을 뚫고 소금을 생산하였다.[1] 그러나 지하염수에 대한 수질분석은 진행하지 못하였으며 지하염수를 증발시킬 때 주성분원소들의 조성과 염광물들이 어떻게 변화되는가에 대한 연구는 진행되지 못하였다.

론문에서는 수질분석자료에 기초하여 지하염수를 증발시킬 때 주성분원소들과 염광물들이 어떻게 변화되는가를 지구화학적모의프로그램을 리용하여 밝혔다.

1. 지하염수의 수질특성

기 지구는 서해갯문입구에 위치하고있어 대동강의 영향을 심하게 받으므로 바다물의 순환이 다른 수역들에 비하여 활발하지 못하다.

시료채취는 만입구(기 제염소 1직장구역)와 만의 제일 안쪽(기 제염소 6직장구역)에서 진행하였다. 지하염수의 시료채취깊이는 지표로부터 약 15m이다.

기 지구에서 지하염수와 바다물의 수질분석결과는 표와 같다.

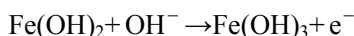
표. 지하염수와 바다물의 수질분석결과

No.	지 표	단 위	1구역		6구역	
			바다물	지하염수	바다물	지하염수
1	pH		7.45	6.63	7.04	6.76
2	알카리 도	mg/L	267.4	324.7	324.7	515.7
3	Cl ⁻	mg/L	18 000	19 500	12 500	14 000
4	SO ₄ ²⁻	mg/L	1 550	1 550	1 100	650
5	NH ₄ ⁺	mg/L	—	—	—	—
6	NO ₂ ⁻	mg/L	—	—	—	—
7	NO ₃ ⁻	mg/L	0.089	0.059	0.04	0.055
8	Fe	mg/L	0.02	0.78	0.02	0.38
9	F	mg/L	4.4	6.0	2.2	6.0
10	Ca ²⁺	mg/L	308	308	308	528
11	Mg ²⁺	mg/L	924	924	1 003.2	1 029.6
12	Na ⁺ + K ⁺	mg/L	11 312.9	11 342.9	7 065.98	7 658.1
13	CO ₂	mg/L	17.5	26.26	28.01	40.27
14	HCO ₃ ⁻	mg/L	326.2	396.1	396.1	629.15
15	Pb	mg/L	0.05이하	0.05이하	0.05이하	0.05이하
16	As	mg/L	0.05이하	0.05이하	0.05이하	0.05이하

표계속

No.	지표	단위	1구역		6구역	
			바다물	지하염수	바다물	지하염수
17	Hg	mg/L	0.005이하	0.005이하	0.005이하	0.005이하
18	Cu	mg/L	—	—	—	—
19	Cr	mg/L	—	—	—	—
20	Zn	mg/L	0.18	0.76	0.18	0.28
21	NaCl	mg/L	29 700	29 700	20 625	23 100

표에서 보는바와 같이 지하염수의 pH는 6.63~6.76이고 바다물의 pH는 7.04~7.45이다. 그리고 지하염수의 알카리도는 515.7mg/L, CO₂의 함량은 40.27mg/L, HCO₃⁻의 함량은 629.15mg/L로서 바다물에 비하여 높다. 지하염수는 약한 산성을 띠며 바다물은 약한 알카리성을 띤다. pH값은 물속의 탄산기(CO₃²⁻, HCO₃⁻, CO₂)의 함량에 관계된다. 일반적으로 CO₂의 함량이 많을수록 pH값은 작다. 지하염수의 색깔은 취수할 당시에는 맑은 무색을 나타내지만 일정한 기간 대기중에 놓아두면 연황색 또는 진황색을 띤다. 이것은 지하염수 안에 들어있는 환원성철이 대기조건에서 산화되어 수산화물로 넘어가기때문이다. 즉 다음과 같은 반응에 따라 철이 산화되어 수산화물이 형성된다.



반응에서 침전되는 Fe(OH)₃은 콜로이드상의 Fe(OH)₃·nH₂O로 넘어간다. 수산화철콜로이드는 다시 응결되어 앙금을 형성한다.

실험에 의하면 1m³의 시험탱크에 방치해둔 지하염수는 10일간 지나서는 침전물이 생기면서 황갈색으로 변하고 30일간 지나서는 어두운 갈색을 나타낸다. 이것은 환원성철과 망간이 대기조건에서 산화되어 수산화물, 산화물로 넘어가기때문이다. 일반적으로 해안조석평원의 퇴적물에는 니질물질과 유기물질 그리고 미생물들이 많이 포함되어있다. 바다물이 조석평원으로 들어와 증발작용과 함께 물리화학적작용, 생물학적작용을 받아 지하염수가 형성된다. 높은 압력작용과 산소고갈로 하여 배태암안의 유기물질들은 분해되어 풀려나오고 철과 망간을 비롯한 중금속들은 용해되어 지하염수안에 포함된다.

2. 지하염수의 조성변화에 대한 지구화학적모의

지하염수의 조성변화에 대하여 알자면 지하염수의 증발농축에 대한 지구화학적모의를 진행하여야 한다. 이러한 모의를 실현하자면 지구화학적역모형화를 리용하여야 한다.[2,3]

지하염수의 조성변화(그림)를 고찰하기 위하여 지하염수의 분석자료를 지구화학적모의프로그램에 입력하고 실행시킨다.

연구지역에서 지하염수가 증발될 때 방해석침전은 일어나지 않는다. 이것은 땅속에서 이미 방해석이 침전되었다는것을 보여준다. 그리고 지하염수에서 암염이 형성될 때 염소이온은 변하지 않지만 나트륨이온은 감소된다. 또한 석고와 경석고가 형성될 때 칼슘이온은 증가하지만 류산이온은 감소한다. 또한 지하염수의 약 15%가 증발될 때 암염이 형성되며 약 60%가 증발될 때 경석고가 형성된다. 바다물의 조성변화는 지하염수의 조성변화와 거의 같다. 다만 나트륨의 농도가 지하염수에 비해 높은것이 특징이다.

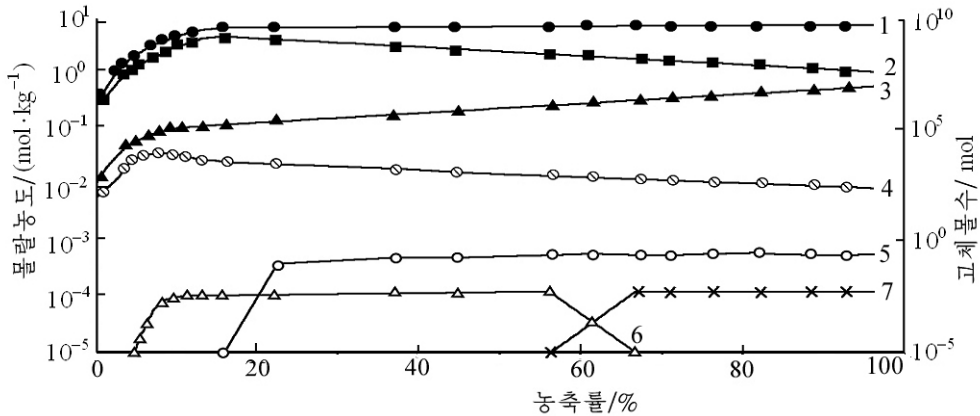


그림. 지하염수의 조성변화

1-Cl, 2-Na, 3-Ca, 4-SO₄, 5-경석고, 6-석고, 7-암염

농축률에 따라 지하염수와 표준바다물을 비교하면 석고와 경석고가 침전되는 시작점과 끝점이 서로 차이난다는 것을 알 수 있다. 지하염수의 주성분원소들의 조성변화가 표준바다물의 조성변화와 비슷하다는 것은 지하염수가 땅속에서 큰 변화를 받지 않았다는 것을 보여준다. 지하염수 1kg을 증발시킬 때 없어지는 물의 총량은 $1\,000 - 583.18 = 416.82\text{g}$ 이다. 즉 약 50% 정도의 물을 증발시킬 때의 변화를 고찰하였다.

맺는 말

지하염수는 바다물로부터 기원하였으며 오랜 기간 땅속에 매장되어 있으면서 주변물질 속에 있는 유기물들의 분해작용, 철과 망간을 비롯한 중금속들의 용해작용을 받았다는 것을 알 수 있다. 지구화학적모의결과에 의하면 증발과정에서 지하염수의 조성변화는 주변바다물의 조성변화와 비슷하다는 것을 알 수 있다.

참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 63, 5, 90, 주체106(2017).
- [2] H. D. Schulz et al.; Marine Geochemistry, Springer, 140~215, 2006.
- [3] 王少青 等; 海洋地质与第四纪地质, 1, 23, 2003.

주체107(2018)년 1월 5일 원고접수

Geochemical Simulation about Water Equality Property and Composition Variation of Underground Brine in “기” Region

Hyon Tong Su, Kim Kyong Chol

According to the result of geochemical simulation, composition variation of underground brine in evaporation process is similar to the composition variation of surrounding seawater.

Key words: underground brine, geochemical simulation