

기 지구 지하초염수의 수질특성과 류형에 대한 연구

김룡홍, 현동수

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《지하초염수에 의한 소금생산방법이야말로 소금생산의 집약화를 실현하여 나라의 소금생산을 비약적으로 높일수 있는 혁신적인 생산방법입니다.》

지난 시기 우리 나라의 여러 제염소들에서 자기 지역에 분포하는 지하초염수의 수질 특성에 대한 연구[1]는 적지 않게 진행되었지만 연구지구 지하초염수의 수질특성과 류형에 대한 연구는 진행되지 못하였다.

본문에서는 연구지역에 분포하는 지하초염수의 수질특성자료들을 3각형-등변4각형도 표에 표시하여 지하초염수의 류형을 구분한 결과에 대하여 서술하였다.

1. 지하초염수의 수질특성

연구지역에 분포하는 지하초염수의 수질특성을 해명하기 위하여 지하초염수, 바다물, 지하담수에 대한 시료채취를 진행하였다. 시료채취는 18호추공의 지하초염수와 19호추공의 지하담수, 저장지에 있는 바다물을 각각 1.5L씩 수지병에 넣어 공기가 들어가지 않게 하는 방법으로 진행하였다. 지하초염수의 수질분석은 보건성 중앙위생방역소에서 진행하였다.

일반적으로 물의 수질은 물속에 포함되어있는 주성분원소들의 조성과 함량, pH, 알카리도, 총경도 등 여러가지 지표들에 의하여 결정된다.

지하초염수에서 주성분원소들의 조성과 함량은 수질특성평가의 가장 중요한 지표로 된다.

연구지역 시료들에 대한 몇가지 수질지표들의 분석결과는 표 1과 같다.

표 1. 연구지역 시료들에 대한 몇가지 수질지표분석결과

No.	지표	지하담수	바다물	지하초염수
1	pH	7.1	8.35	7.25
2	농도/°Be'	0.4	2.2	8
3	알카리도/(mg·L ⁻¹)	87.1	103.0	198
4	총경도/(mg·L ⁻¹)	1 520	2 565.0	11 875
5	K ⁺ +Na ⁺ /(mg·L ⁻¹)	1 098.3	7 331.6	27 968.4
6	Ca ²⁺ /(mg·L ⁻¹)	213.8	237.5	912
7	Mg ²⁺ /(mg·L ⁻¹)	236.6	473.1	2 302.8
8	Cl ⁻ /(mg·L ⁻¹)	2 473.6	12 158.8	47 032.7
9	SO ₄ ²⁻ /(mg·L ⁻¹)	224	528.0	3 650
10	Br ⁻ /(mg·L ⁻¹)	—	35	180
11	NH ₄ ⁺ /(mg·L ⁻¹)	—	—	11.6
12	NO ₃ ⁻ /(mg·L ⁻¹)	0.9	1.2	0.85
13	Fe ²⁺ /(mg·L ⁻¹)	—	—	26

표 1에서 보는바와 같이 알카리도는 지하초염수에서 198mg/L, 바다물에서 103mg/L, 지하담수에서 87.1mg/L이다. 지하초염수에서 알카리도가 바다물과 지하담수에 비하여 높은 것은 지하초염수가 탄산가스를 많이 포함하고있기때문이다.

또한 Fe^{2+} 과 NH_4^+ 이 지하초염수에만 있는것은 지하초염수의 농입조건이 환원성조건이 기때문이다. 그리고 지하초염수에서 브롬의 농도는 바다물에 있는 브롬에 비하여 높다.

2. 지하초염수의 류형평가

연구지역 지하초염수의 류형을 평가하기 위하여 3각형-등변4각형도표를 리용하였다.[2, 3]

수질분석자료에 기초하여 연구지역 시료들에서 주성분양이온들인 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 과 주성분음이온들인 Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} 의 상대적함량을 결정하고 그것을 3각형-등변4각형도표에 표시하면 지하초염수의 류형을 알아낼수 있다.

연구지역 시료들에서 주성분이온들의 조성과 함량은 표 2와 같다.

표 2. 연구지역 시료들에서 주성분이온들의 조성과 함량

주성분이온	지하담수		바다물		지하초염수		
	농도/ (mg·L ⁻¹)	이온들가운데서 차지하는 비율/%	농도/ (mg·L ⁻¹)	이온들가운데서 차지하는 비율/%	농도 /(mg·L ⁻¹)	이온들가운데서 차지하는 비율/%	
음이온	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻	87.1	3.4	103	3	198	0.4
	SO ₄ ²⁻	224	6	528	3	3 650	5.4
	Cl ⁻	2 474	90.6	12 159	94	47 033	94.2
	계	2 785.1	100	12 790	100	50 881	100
양이온	Na ⁺ +K ⁺	1 098.3	60.9	7 331.6	86	27 968.4	83
	Ca ²⁺	214	13.8	238	3	912	3.5
	Mg ²⁺	237	25.2	473	11	2 303	13.5
	계	1 549.3	100	8 042.6	100	31 183.4	100

주성분이온들의 상대적함량과 류형을 종합적으로 표시하는 3각형-등변4각형도표에 분석값들을 올리자면 우선 주성분이온들의 농도를 표준화하여야 한다. 그러자면 분석값에 전하수를 곱하고 분자량으로 나누어야 한다. 그러면 이온들가운데서 차지하는 음이온과 양이온의 비율이 얻어진다. 그리고 이 비율값들을 3각형-등변4각형도표에 올리면 주성분이온들의 상대적함량과 지하초염수의 류형을 알아낼수 있다.

3각형-등변4각형도표에 의한 시료들의 류형은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 구분되는 Ca- SO_4 형수는 석고물질을 배태하고있는 얇은 깊이의 지하담수, Ca- HCO_3 형수는 점토물질을 배태하고있는 얇은 깊이에 있는 지하담수, Na-Cl형수는 주로 바다물 또는 지하초염수, Na- HCO_3 형수는 주로 이온교환작용을 받은 깊은 깊이의 지하수이다.

연구지역 시료들에서 주성분이온들의 상대적함량분포는 그림 2와 같다.

3각형-등변4각형도표는 양이온과 음이온으로 된 2개의 3각형도표와 이온들의 결합으로 이루어진 등변4각형도표로 구성되어있다.

3각형에서 시료점들은 서로 교차되면서 등변4각형우에 놓이게 된다.

그림 2에서 보는바와 같이 연구지역의 지하초염수는 Na와 Cl의 함량이 높은 바다물 류형의 구역에 놓인다.

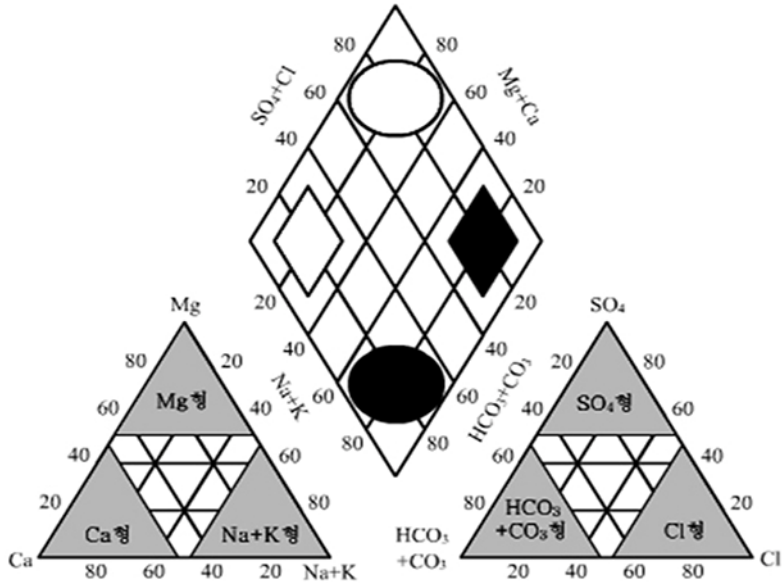


그림 1. 3각형-등변4각형도표에 의한 시료들의 류형 (수값들의 단위는 %)

○ Ca- SO_4 형수, ● Na- HCO_3 형수, ◇ Ca- HCO_3 형수, ◆ Na-Cl형수

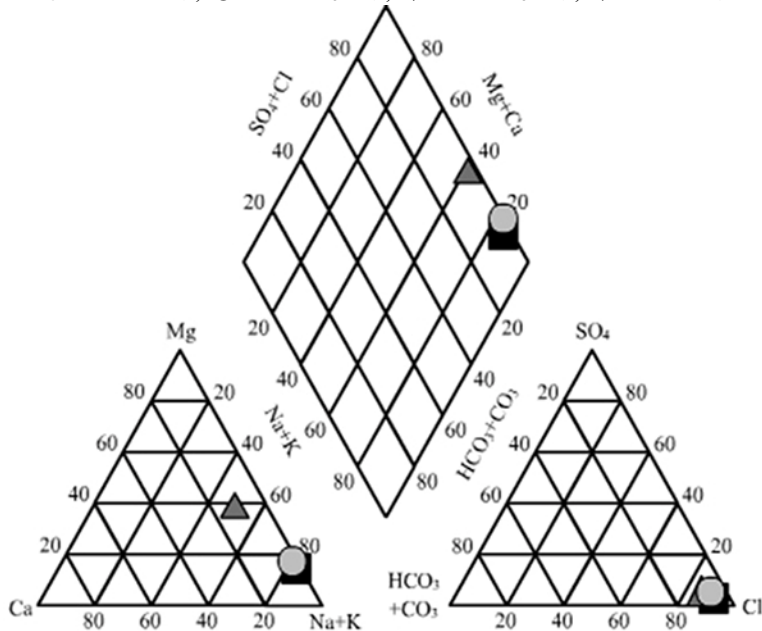


그림 2. 연구지역 시료들에서 주성분이온들의 상대적함량분포 (수값들의 단위는 %)

○ 지하초염수, ■ 바다물, △ 담수

따라서 연구지역의 지하초염수는 바다물로부터 기원하였다는것을 알수 있다.

맺 는 말

연구지역의 지하초염수는 수질 특성으로부터 환원성조건에 놓이며 류형은 Na-Cl형의 지하초염수이다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 58, 11, 160, 주체101(2012).
- [2] H. D. Schulz et al.; Marine Geochemistry, Springer, 140~215, 2006.
- [3] 苏乔 等; 海洋科学进展, 29, 2, 163, 2011.

주체110(2021)년 4월 5일 원고접수

Study on Water Quality Character and Type of Underground Brine in the 7 Region

Kim Ryong Hung, Hyon Tong Su

Underground brine in research site is at reduction condition and the underground brine of Na-Cl type.

Keywords: underground brine, type