

지하초염수로부터 직접 브롬을 추출하기 위한 실험적연구

김룡홍, 현동수

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《전력소비를 줄이고 공해를 없애는 방향에서 화학공업의 기술개건을 다그치며 국내 자원에 의거하는 새로운 화학제품생산기지들을 전망성있게 건설하여야 합니다.》

화학공업의 중요한 원료인 브롬은 지난 시기 주로 바다물이나 소금을 생산하고 나온 서슬로부터 추출하였다. 그러나 원료제한을 받는 서슬이나 브롬함량이 낮은 바다물보다 지하초염수에서 직접 브롬을 추출할수 있다는것이 과학적으로 밝혀지면서 그것에 대한 연구[2]가 활발히 진행되고있다.

론문에서는 지하초염수로부터 직접 브롬을 추출하기 위한 실험적연구결과에 대하여 서술하였다.

실험 방법

지하초염수로부터 직접 브롬을 추출하기 위하여 그것에 필요한 실험장치들을 제작하고 공기탈착법에 의한 브롬추출실험을 진행하였다.

지하초염수로부터 브롬을 추출하기 위한 실험장치는 그림과 같다.

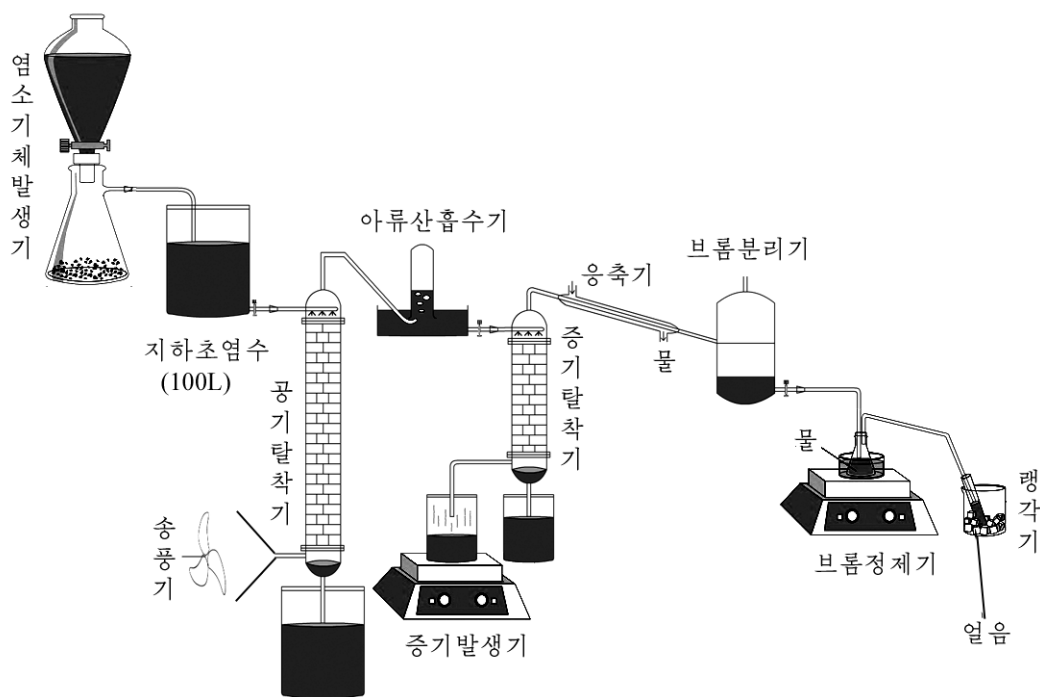


그림. 지하초염수로부터 브롬을 추출하기 위한 실험장치

실험기구로는 염소기체발생기, 공기탈착기, 송풍기, 아류산흡수기, 증기탈착기, 증기발생기, 응축기, 브롬분리기, 브롬정제기, 팽각기를, 시약으로는 류산(60%), 염산(30%), 과망간산칼리움(고체), 아류산용액(5%), 얼음을 리용하였다. 모든 시약의 순도는 분석순이다. 실험에 리용한 지하초염수의 화학조성은 표 1과 같다.

표 1. 실험에 리용한 지하초염수의 화학조성

농도/°Be'	화학조성/(mg·L ⁻¹)						
	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻
8.0	27 131.7	2 302.8	912.0	836.7	47 032.7	3 650.0	180.0

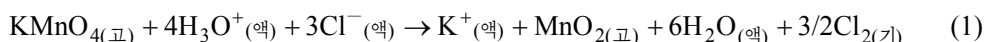
표 1에서 보는바와 같이 8°Be'의 지하초염수용액에는 브롬이 180mg/L 들어있다. 80%의 브롬실수율을 고려할 때 지하초염수용액 100L로부터 14.4g의 브롬을 추출할수 있다.[1] 따라서 실험에서는 시료량을 100L로 정하였다.

실험방법은 다음과 같다.

먼저 100L의 지하초염수(pH 7.25)에 60% 류산 1.8mL를 넣어 pH 3.5인 산성지하초염수를 만든다. 여기에 염소기체발생기를 리용하여 얻은 염소기체를 주입한다.

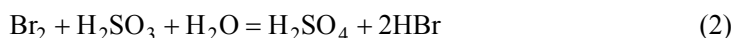
염소기체는 염소기체발생기에서 30%의 염산과 결정성과망간산칼리움을 반응시켜 얻는다.

염소기체발생기에서 일어나는 반응은 다음과 같다.



과망간산칼리움 11.72g에 30%의 염산 22.57mL를 첨가하면 염소기체가 발생한다. 이 염소기체를 100L의 지하초염수에 주입하여 지하초염수에 있는 브롬이온을 브롬기체로 산화시킨다. 조작은 염소기체발생기에서 염소기체가 나오지 않을 때까지 진행한다.

산화된 산성지하초염수를 공기탈착기의 우에서 분사시키면서 아래에서는 송풍기를 리용하여 공기를 불어넣는다. 이때 브롬과 공기가 섞인 혼합기체가 얻어지는데 이것을 5% 아류산용액 105mL속으로 통과시키면 다음과 같은 반응이 일어난다.



반응에서 얻은 혼합산용액 110mL에 염소발생기에서 나오는 염소기체를 주입한다. 산화된 혼합산용액을 증기탈착기의 우에서 분사시키면서 아래에서 증기발생기를 리용하여 증기를 불어넣으면 증기탈착기에서는 브롬기체가 포함된 혼합기체가 생긴다. 브롬기체가 포함된 혼합기체를 응축기로 통과시키면 브롬수가 얻어진다. 브롬수를 브롬분리기에서 물과 브롬으로 분리한 다음 브롬정제기에서 60°C로 가열하면 브롬기체가 얻어진다. 이것을 얼음이 들어있는 팽각기에 넣으면 밤색의 액체브롬이 얻어진다. 얻어진 액체브롬을 평량하고 할로젠원소들의 분리정량법으로 브롬순도를 결정한다.

실험결과 및 고찰

우와 같은 실험방법으로 진행한 브롬추출실험결과를 다음과 같다.

우선 증기발생기에서 일정한 량의 증기가 발생하도록 증류수소비량(증기공급량)을 300mL로 고정하고 송풍기에서의 공기공급량을 1, 1.1, 1.2, 1.3m³/h로 변화시켰을 때 브롬추출량은 표 2와 같다.

표 2. 공기공급량에 따른 브롬추출량

No.	시료량/L	농도/°Be'	증류수소비량/mL	공기공급량/(m ³ ·h ⁻¹)	브롬추출량/g
1	100	8	300	1.0	12.6
2	100	8	300	1.1	13.5
3	100	8	300	1.2	14.2
4	100	8	300	1.3	14.0

표 2에서 보는바와 같이 증기발생기에서 증류수소비량을 300mL로 일정하게 고정하고 송풍기에서의 공기공급량을 1.2m³/h로 하였을 때 브롬추출량은 14.2g으로서 제일 많다. 이것은 공기공급량에 따라 브롬추출량이 달라지므로 공기탈착기에 일정한 량의 공기만을 보장해주어야 한다는것을 보여준다.

다음으로 송풍기에서의 공기공급량을 1.2m³/h로 고정하고 증기발생기에서의 증류수소비량을 280, 290, 300, 310mL로 변화시켰을 때 브롬추출량은 표 3과 같다.

표 3. 증류수소비량에 따른 브롬추출량

No.	시료량/L	농도/°Be'	공기공급량/(m ³ ·h ⁻¹)	증류수소비량/mL	브롬추출량/g
1	100	8	1.2	280	12.6
2	100	8	1.2	290	13.5
3	100	8	1.2	300	14.0
4	100	8	1.2	310	14.0

표 3에서 보는바와 같이 송풍기에서의 공기공급량을 1.2m³/h로 고정하고 증기발생기에서의 증류수소비량을 300mL로 보장한 경우 브롬추출량은 최대로 된다. 이것은 증기공급량에 따라서도 브롬추출량이 달라지므로 증기탈착기에 일정한 량의 증기를 보장해주어야 한다는것을 보여준다. 이로부터 공기공급량이 1.2m³/h, 증류수소비량이 300mL일 때 브롬추출량은 14.0g으로서 가장 많이 추출된다는것을 알수 있다.

공기탈착법과 증기탈착법에 의한 브롬추출량을 비교한 결과는 표 4와 같다.

표 4. 공기탈착법과 증기탈착법에 의한 브롬추출량의 비교

방법	원료	농도/°Be'	시료량/L	공기공급량/(m ³ ·h ⁻¹)	증류수소비량/mL	브롬추출량/g
공기탈착법	지하초염수	8.0	100	1.2	300	14.0
증기탈착법	서슬	28.8	4.27	—	828	12.8

표에서 28.8°Be'의 서슬에서 진행한 브롬추출량은 8°Be'로 환산한 값이다.

표 4에서 보는바와 같이 지하초염수에서 브롬을 추출하면 서슬에서 브롬을 추출할 때보다 브롬추출량이 많고 증기소비량이 적다.

지하초염수에서 브롬을 추출하면 브롬추출량이 많고 서슬에서 브롬을 추출하면 브롬추출량이 적은것은 지하초염수에서는 소금생산공정을 거치지 않고 직접 브롬을 추출하기때문이며 서슬에서는 바다물이 증발농축되는 과정에 소금을 비롯한 염광물들이 석출되어 결정성염광물속에 브롬이 염소를 대신하여 류질동상혼입물로 들어가 손실되기때문이다.

또한 증기소비량이 적은것은 지하초염수에서 얻어지는 브롬산과 류산으로 이루어진 혼합산용액이 이온들의 호상작용에 의한 영향을 적게 받고 서슬은 염광물들이 용해된

높은 농도의 용액으로서 이온들의 호상작용에 의한 영향을 심히 받아 브롬의 증기탈착과정을 방해하기때문이다.

따라서 지하초염수에서 브롬을 추출하는것은 서슬에서 추출하는것보다 더 경제적이다.

맺 는 말

공기탈착효과를 리용하여 지하초염수에서 직접 브롬을 추출하는것은 증기탈착효과를 리용하여 서슬에서 브롬을 추출할 때보다 브롬추출량이 많고 증기소비량이 적다.

참 고 문 헌

[1] 현동수 등; 화학과 화학공학, 2, 4, 주체108(2019).

[2] P. Harben; Mining Engineering, 55, 6, 18, 2003.

주체109(2020)년 4월 5일 원고접수

The Experimental Study to Extract Directly the Bromine from the Underground Brine

Kim Ryong Hung, Hyon Tong Su

To extract directly the bromine from the underground brine by using extractive effect of air is more economical as compared with to extract the bromine from the bittern using extractive effect of vapor.

Keywords: underground brine, bromine