

이) 제주도 곶양으로부터 바나듐(V)의 용출 특성

현익현¹⁾·윤성택¹⁾·김호림¹⁾·이민규²⁾·감상규³⁾

제주특별자치도 보건환경연구원, ¹⁾고려대학교 지구환경과학과 및 KU-KIST 그린스쿨대학원,
²⁾부경대학교 화학공학과, ³⁾제주대학교 환경공학과

1. 서론

다공성 현무암질로 구성된 제주도 지하수는 바나듐(V) 함량이 높을 것으로 기대되어 함 바나듐 수의 기능성 활용에 대한 관심이 증대되고 있으나 제주도 지하수 5,000 여개 중에서 30 µg/L 이상의 고농도를 보이는 지하수 관정은 15개로 소수에 불과한 실정이다. 물환경내에서 V의 용출을 조절하는 주요한 지화학적 요소는 V 함유 광물의 용해 및 침전, 흡착 및 탈착 등이며, 산화환원전위(Eh)와 pH 변화는 V의 상상에 영향을 끼쳐 수 중 V의 용해 또는 침전 및 이동성에 영향을 미친다(Nriagu, 1998). 본 연구에서는 용기 현상에 의해 지표에 노출된 곶양을 이용하여 다양한 환경 조건에서 V의 용출 특성을 살펴보았다.

2. 재료 및 방법

본 연구에 사용된 곶양 시료는 제주도의 지역적 특성으로 용기 현상에 의해 지층으로 드러난 제주시 한경면 고산지역의 곶양을 채취하였다. 곶양으로부터 바나듐의 용출은 회분식 실험 및 연속식 실험을 수행하였다. 회분식 용출실험은 특히 산화-환원전위(Eh) 및 pH 조건을 고려하여 다양하게 수행되었다. 연속식 용출실험에서는 실제 지하 환경에서 바나듐이 수증으로 용탈하는 자연조건을 구현하기 위하여 지하대수층에 잔존할 수 있는 CO₂와 공기로 포기하는 방법을 사용하여 50일동안 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 곶양의 회분식 용출실험

바나듐의 평균 용출 농도(µg/L)는 모든 추출액 농도 조건에서 알칼리 환경(NaOH) >> 산화 환경(H₂O₂) >> 산성 환경(HCl) > 중성 환경(NaHCO₃) > 환원 환경(Na₂S₂O₃)의 순서로 나타났다. 즉, 알칼리 및 산화 환경일 수록 토양의 바나듐 용출이 크게 증가함을 확인하였다.

3.2. 곶양의 연속식 용출실험

반응용기에 이산화탄소를 과포화 상태로 포기한 상태에서 15일 동안 일 단위로 연속 추출한 용출액의 pH는 5.45~5.58을 유지하였으며, 바나듐의 용출 농도는 용출 시간에 관계없이 대략 6~9 µg/L의 일정한 범위를 보여주었다. 한편, 이산화탄소 포기상태의 용출실험 이후(16일째)에는 이산화탄소를 제거한 공기로 포기하면서 연속 용출을 지속하였다. 공기의 포기에 따라 용출액의 pH는 곧바로 8.48~8.62로 크게 상승하였으며, 이때 용출 바나듐의 농도도 9.7~12.2 µg/L로 증가하였다.

4. 결론

제주도 곶양으로부터 바나듐 용출에 미치는 회분식 영향 검토 결과, 바나듐의 용출 농도는 알칼리 용출 조건에서 현저히 높았고, 산화 용출 조건에서도 유의한 용출을 나타내었으며, 산성 용출, 중성 용출 및 환원 용출에서의 바나듐 용출은 미미하였다. 연속식 실험에서 이산화탄소를 제거한 공기로 포기하면서 연속 용출을 지속한 결과, 바나듐 용출 농도는 제주도 지하수에서의 바나듐 평균 농도(11.2 µg/L)와 유사하게 9.7~12.2 µg/L로 증가하였다.

5. 참고문헌

Nriagu, J. O., 1998, History, occurrence, and use of vanadium. In: Nriagu, J. O. (ed.), Vanadium in the Environment, Part 1: Chemistry and Biochemistry, John Wiley & Sons Inc., New York, 1-24.