

KURT 황산염박테리아에 의한 우라늄 환원 및 중금속 원소들의 영향

오종민, 이승엽, 백민훈

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045

ohim@kaeri.re.kr

1. 서론

혐기성 환경 하에서 지구미생물들은 산소 대신에 철, 망간, 우라늄, 크롬 등의 여러 무기이온들을 전자수용체로 이용하여 신진대사작용을 진행한다. 이러한 미생물들은 중금속이나 핵종원소들을 환원시켜 황화광물 및 기타 금속광물형태로 광물화시킬 수 있다는 연구들이 보고되고 있다.

본 실험에서는 황산염환원박테리아(SRB)에 의한 황화광물 생성시 우라늄의 제거 및 망간, 니켈, 구리, 코발트와 같은 금속원소들의 영향을 알아보려고 하였다.

2. 본론

실험에 사용된 미생물은 KURT 지하 약 80 m 깊이에서 생존하는 미생물로, 표 1의 배양액에 5% Fe(II)의 ammonium을 주입한 배양액을 이용하여 증식시켰다. 인큐베이터를 이용하여 30°C를 유지하여 주었으며, 미생물의 활동에 의해 생긴 mackinawite라는 황화광물을 관찰하였다.

Table 1. Media components

Component I	Component II	Component III
증류수 400 ml	증류수 200 ml	증류수 400 ml
MgSO ₄ 2.0 g	K ₂ HPO ₄ 0.5 g	Sodium lactate 3.5 g
Sodium citrate 5.0 g		Yeast extract 1.0 g
CaSO ₄ 1.0 g		
NH ₄ Cl 1.0 g		

KURT SRB의 우라늄의 환원 작용에 중금속이 미치는 영향을 알아보기 위하여 ATCC 7757 배양액과 우라늄(UO₂(NO₃)₂ · 6H₂O, 5x10⁻⁵ M)이 존재하는 시료에 각각 망간(MnCl₂), 구리(CuCl₂ · 2H₂O), 니켈(NiCl₂), 코발트(CoCl₂ · 6H₂O)를 0.2 mM씩 넣어주고 2주간 배양하였다. 시간이 지남에 따라 mackinawite가 생성되었으며 미생물의

동정을 위해 16S rRNA PCR-DGGE 분석, 우라늄, 망간, 구리, 니켈, 코발트의 농도변화를 알아보기 위하여 ICP 분석을 실시하였다.

16S rRNA PCR-DGGE 분석 결과 KURT 지하수에서 배양된 미생물은 황산염환원박테리아인 *Desulfomicrobium baculatum*으로 밝혀졌다(그림 1).

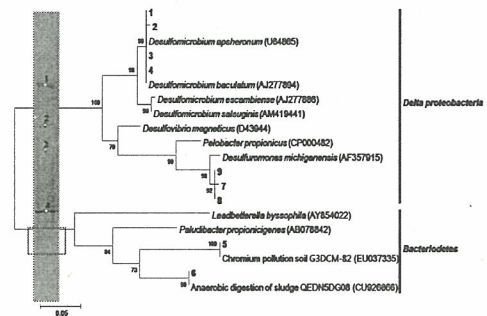


Fig. 1. 16S rRNA PCR-DGGE result of SRB enriched at KURT water

ICP 분석 결과 박테리아를 넣어 주지 않은 시료와 불순물로 구리를 넣어준 시료를 제외하고는 용존 우라늄이 거의 다 제거되었다. 불순물로 구리가 존재할 때는 박테리아의 활동이 제한되지만 망간, 니켈, 코발트는 박테리아가 우라늄을 환원하는 활동에 영향을 주지 않음을 알 수 있다(그림 2).

망간과 니켈, 코발트의 용존 농도를 살펴보면 망간은 거의 변화가 없지만 니켈과 코발트는 용존 농도가 거의 0까지 떨어짐을 알 수 있다. 이는 박테리아의 활동에 의해 mackinawite 생성시 우라늄과 함께 포획되었거나 박테리아나 광물에 흡착되었음을 시사한다(그림 3).

또한 2주간의 실험동안 변화가 없었던 구리 시료가 한달 뒤에 mackinawite 생성과 더불어 용존 우라늄이 거의 다 제거된 것으로 관찰되었다. 이는 초기에는 구리가 있는 환경이 박테리아의 활동을 제한시켰지만 박테리아가 환경에 적응하고

나서는 다른 원소가 있을 때와 마찬가지로 우라늄을 제거할 수 있음을 나타낸다.

가능성을 보여주었다.

4. 참고문헌

- [1] 한국광물학회지, 한국원자력연구원 지하심부 미생물에 의한 용존우라늄 제거 및 광물화 특성, Vol.23, pp. 107-115, 2010.
- [2] 지질학회지, 지하심부 금속환원미생물과 용존 우라늄과의 반응 및 철함유 광물의 영향, Vol.46, pp. 357-366, 2010.

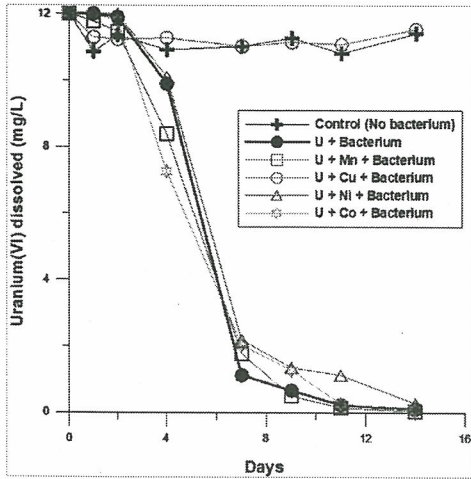


Fig. 2. ICP analyses for Uranium variation by microbial activity

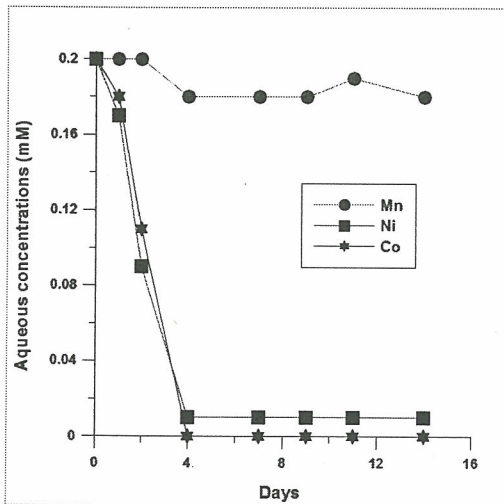


Fig. 3. ICP analyses for Mn, Ni, Cu variation by microbial activity

3. 결론

본 연구결과로부터 KURT 지하수의 황산염 환원박테리아인 *Desulfomicrobium baculatum*은 망간, 니켈, 코발트와 같은 중금속의 존재하에서도 생광물화 작용을 통해 우라늄 농도를 저감시킬 수 있는 가능성을 보여주었다. 또한 처분용기의 재료로 고려되는 구리 성분의 존재하에서도 반응이 느리기는 하지만 박테리아들의 우라늄 제거