

갯벌 퇴적물에서 분리한 금속환원균(*Shewanella* sp.)에 의한 금속환원 및 생광화작용 연구

노열, 박병노, 오종민, 이재현, 이승희, 한지희
 전남대학교 지구환경과학부 지질환경전공(rohy@chonnam.ac.kr)

1. 서론

지구의 다양한 환경에서 서식하는 금속 환원 박테리아(Metal-reducing bacteria)는 Fe(III), Mn(IV), Cr(VI), Co(III)와 U(VI) 이온 등을 환원 시킬 뿐만 아니라, 미생물의 세포 벽 밖에서 자철석(Fe_3O_4), 능철석($FeCO_3$), 방해석($CaCO_3$), 능망간석($MnCO_3$), vivianite[$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$], uraninite(UO_2)등의 광물을 형성한다. 이들 미생물에 의한 금속의 환원과 광물의 형성(Biomineralization)은 자연계에서 철을 포함한 여러 금속의 생지화학적 순환과 탄소의 생지화학적 순환에 영향을 미치며, 또한 미생물에 의한 금속의 환원 및 광물의 형성을 이용한 토양과 지하수의 생지화학적 자연정화는 오염된 지하수와 토양의 정화에 이용가치가 있을 것으로 본다. 최근에 미국과 영국 등의 선진국에서 미생물에 의한 생광화작용(Biomineralization)과 중금속과 방사성 원소로 오염된 토양과 지하수의 생지화학적 정화에 관한 활발한 연구가 진행 중이다. 하지만 국내에서는 생지화학적 및 생광화작용 연구는 초기 단계에 있다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 최근에는 전남 서해안 갯벌 퇴적물에서 분리한 금속환원균(*Shewanella* sp.)과 Microcosm에 의한 생광화작용 및 금속 환원을 알아보려고 한다.

2. 시료채취 및 실험방법

금속의 환원과 생광화작용 연구를 위하여 전남 서해안(해남, 무안 등) 갯벌에서 금속 환원 박테리아를 분리하였다. 주 금속 환원 균은 *Shewanella* sp.로 확인 되었으며, *Shewanella* sp.와 더불어 미 분리된 microcosm을 이용하여 금속의 환원과 생광화작용을 연구하였다. 금속 환원과 생광화작용연구를 위하여 다음과 같은 전자공여체(Electron Donor)와 전자수용체(Electron Acceptor)를 이용하여 혐기성 환경 하에서 실험 하였다.

전자공여체	전자수용체
Lactate Glucose	$FeCl_3$ Fe(III)-Citrate Akaganeite(β - $FeOOH$) Ferrihydrite($Fe_5HO_8 \cdot 4H_2O$) Goethite(α - $FeOOH$) As(V) Se(VI)

3. 연구결과 및 토의

갯벌 퇴적물에서 분리된 *Shewanella* sp.와 미 분리된 microcosm 모두 lactate 또는 glucose

를 전자공여체로 이용하여 전자수용체인 이온상태의 3가철[FeCl₃, Fe(III)-Citrate]과 금속 아
 온[As(III), Se(VI)]를 환원 시켰다. *Shewanella* sp.와 미 분리된 microcosm은 고체상태의 3
 가철 산화물(Akaganeite, Ferrihydrite, Goethite)를 환원 시켰으며, 이들 철산화물을 환원시
 켜 자철석을 포함한 나노미터 크기의 철 광물을 형성함을 보여 주었다(그림 1). As(VI)의
 존재 하에 갯벌 퇴적물에서 분리한 금속 환원균인 *Shewanella* sp.는 Fe(III)-citrate를 환원
 시켜 비소가 공침된 인산염광물(Vivianite)의 형성(그림 2)을 보여주었다.

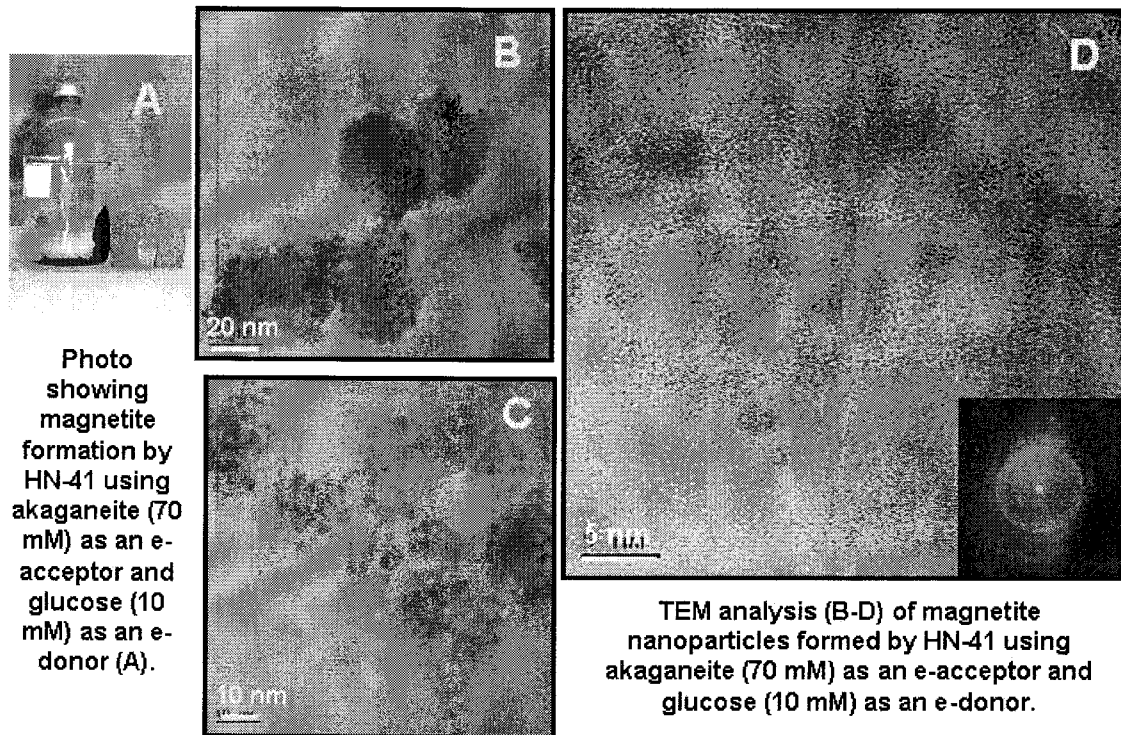


그림 1. 갯벌에서 분리한 금속 환원 박테리아에 의한 자철석 형성

또한 갯벌 퇴적물에서 분리된 *Shewanella* sp.와 미 분리된 microcosm 모두 lactate 또는 glucose를 전자공여체로 이용하여 전자수용체인 Se(V)를 환원시켜 나노미터 크기의 Se(0)를 침전시켰다. 이들 미생물에 의한 금속의 환원과 광물의 형성(Biomineralization)은 자연계에서 철을 포함한 여러 금속과 유기탄소의 생지화학적 순환에 영향을 미치며, 또한 미생물에 의한 금속의 환원 및 광물의 형성을 이용한 토양과 지하수의 생지화학적 자연정화 및 물질 합성은 미래에 오염된 자연환경의 정화 및 합성된 나노물질은 산업적으로 많은 이용가치가 있을 것으로 본다.

그림 2. 갯벌에서 분리한 금속 환원 박테리아에 의한 인산염광물(Vivianite) 형성

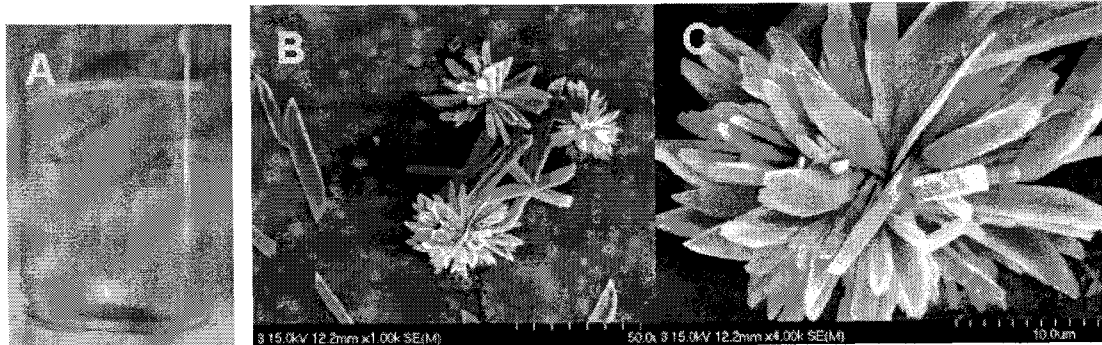
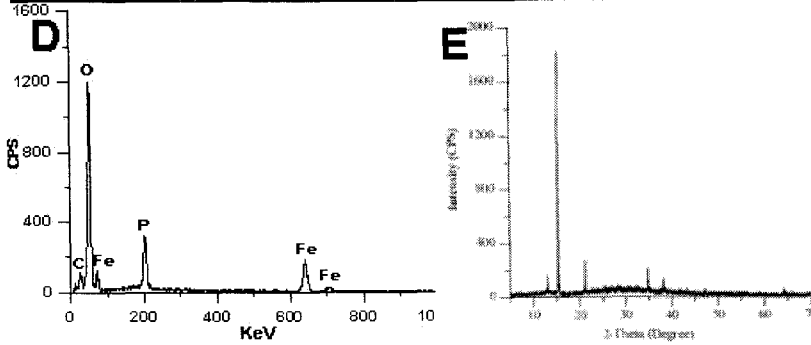


Photo (A) showing vivianite formation by HN-41 using Fe(III)-citrate (10 mM) as an e-acceptor and glucose (10 mM) as an e-donor in phosphate buffered media.



SEM (B,C), EDX (D), and XRD (E) analysis of Fe-phosphate formed by HN-41 using Fe(III)-citrate (10 mM) as an e-acceptor and glucose (10 mM) as an e-donor in phosphate buffered media.