

처분장 재료인 벤토나이트 내 미생물 생존 여부 및 환경적 의미

이지영, 이승엽, 정종태, 최종원

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111

liy7522@kaeri.re.kr

1. 서론

현재 우리나라 방사성폐기물은 지하심부에 최종 처분하는 것으로 계획되어 있으며, 암반층과 처분 용기 사이에 완충재로서 압축 벤토나이트를 사용할 계획이다[1]. 지하심부에는 금속환원미생물이라고 일컫는 혐기성미생물들이 다량 생존하고 있으며, 이들 미생물들은 산소가 희박한 조건에서 중금속 또는 핵종원소들을 환원시켜 핵종들의 지하학적 거동에 크게 영향을 준다. 최근 벤토나이트 내부에도 이러한 금속환원미생물들이 생존하는지에 대한 논란이 있다[2]. 지금까지는 주로 미생물학적 영향의 고려 없이 폐기물 처분장의 완충재로서 벤토나이트를 연구해왔다. 본 연구에서는 우리나라에서 유통되는 상업용 경주벤토나이트를 대상으로 자체 미생물의 존재 및 생존 가능성을 살펴보았다.

2. 본론

2.1 시료

본 연구에 사용된 벤토나이트는 경주 소재 회사로부터 공급받은 것으로 “경주벤토나이트”라 칭한다. 경주벤토나이트는 칼슘벤토나이트로써 주 화학적 조성은 SiO_2 53.2 %, Al_2O_3 22.1 %, F_2O_3 8.4 % 및 소량의 기타 성분으로 구성되어 있다. 경주벤토나이트의 양이온교환능은 71 meq/100g이고 주요 교환가능 양이온은 Ca^{2+} 이다[3].

2.2 실험방법

본 실험에서 경주벤토나이트 내에 철환원박테리아(IRB) 및 황산염환원박테리아(SRB) 생존 여부를 확인할 목적으로 성장배지를 만들었고, 구체적인 기본 성장배지 성분은 오종민 외(2010)의 논문에서 기술되어 있다[4]. 본 연구에서는 벤토나이트 생존 미생물의 활성을 돕기 위해 IRB의 경우 기본 성장배지에 Fe(III)-citrate를 15 mM을 넣어주었고, 전자공여체인 sodium lactate를 25 mM 추가하였다. SRB의 경우에는 기본 성장배지에 전자수용체인 5% Fe(II) ammonium sulfate를 추가로 6 ml 더 넣어주

었다. 벤토나이트-미생물 배양실험 과정은 다음과 같다.

먼저 125 ml serum bottle 내부에 멸균된 3차 증류수 100 ml와 벤토나이트 20 g을 넣고 질소로 purging한 다음, 하루동안 교반시켰다. IRB 및 SRB 성장배지에 이전에 준비한 벤토나이트 수용액을 10 ml씩 채취하여 넣어준 후, 인큐베이터에서 30 °C 조건으로 일주일 이상 배양하였다.

2.3 결과

경주벤토나이트의 철환원박테리아 생존 확인 배양실험 결과, 초기 노란색을 띠는 배양액이 약 2일이 지나자 무색으로 변하였고 벤토나이트 콜로이드가 점차 검은색으로 변하였다(그림 1).

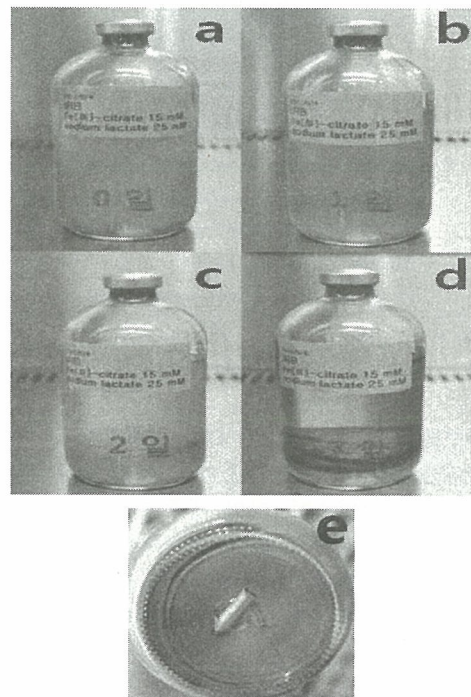


Fig. 1. Serum bottles containing bentonite and iron-reducing bacteria(IRB). (a) Day 0, (b) Day 1, (c) Day 2, and (d) Day 7. (e) Bottom image of the (d) sample. An arrow in (e) image indicates some black colloids.

그리고, 경주벤토나이트의 황산염환원박테리아 생존 여부 실험 결과, 약간 노란색을 띠던 초기 배양액이 점차 무색으로 변하였고, 약 7일 후에는 완전히 검은색으로 변하였다(그림 2).

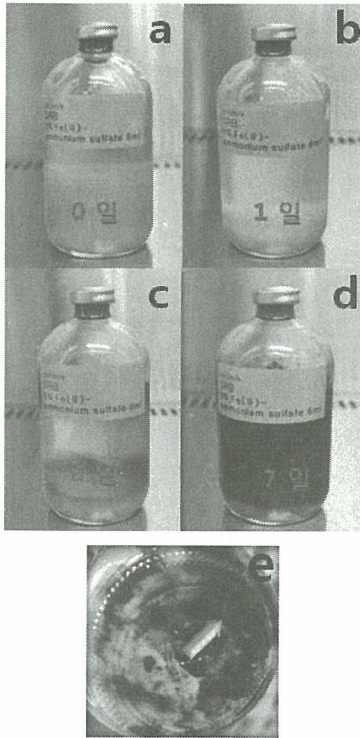


Fig. 2. Serum bottles containing bentonite and sulfate-reducing bacteria(SRB). (a) Day 0, (b) Day 1, (c) Day 6, and (d) Day 7. (e) Bottom image of the (d) sample. An arrow in (e) image indicates some black colloids.

3. 결론

경주벤토나이트에는 다양한 철환원박테리아와 황산염환원박테리아가 생존하고 있음을 국내 처음으로 확인하였으며, 만약 경주벤토나이트가 방사성폐기물 처분장의 완충재로 사용된다면 이들 미생물들에 의한 용기의 부식 및 용존 핵종들의 지화학적 거동이 영향 받을 수 있음을 의미한다.

4. 참고문헌

[1] 백민훈, 박정균, 김승수, 이승엽, 이재광, 김정우, 김성기, 한필수, 최종원, 지성훈, 고용권, 원휘준, 정의창, 2009, 천연방벽을 이용한 핵

종이동 및 지연특성 연구. 한국원자력연구원, KAERI/RR-3114/2009, pp. 593.

- [2] P. Masurat, S. Eriksson, K. Pedersen, 2010, Evidence of indigenous sulphate-reducing bacteria in commercial Wyoming bentonite MX-80. Appl. Clay Sci., 47, pp. 51-57.
- [3] W.J. Cho, J.O. Lee, K.S. Chun, 1999, The temperature effects on hydraulic conductivity of compacted bentonite. Appl. Clay Sci., 14, pp. 47-58.
- [4] 오종민, 이승엽, 백민훈, 노열, 2010, 한국원자력연구원 지하심부 미생물에 의한 용존우라늄 제거 및 광물화 특성. 한국광물학회지, 23, pp. 107-115.