

PC2) 활성탄 지지체에 붙인 나노철의 질산염 환원반응에 대한 연구

안삼영*, 조미선
순천대학교 환경교육과

1. 서 론

질산성질소는 소아청색증을 유발하고 위암의 전구물질로서 건강에 해를 미칠 뿐 아니라 정체된 수역에서는 부영양화로 인한 녹조, 적조를 유발한다. 질산성질소의 제거를 위해 생물학적이고도처리, 이온교환법, 전기분해법, 역삼투압법 등이 적용될 수 있으며 어떤 방법을 적용할 것인가는 질산성질소의 발생원, 공존하는 다른 오염물질, 비용 등을 고려하여 각각의 오염발생 특성에 맞는 방법을 적용해야할 것이다. 최근 오염물질의 화학적 처리로서 금속철을 환원제로 이용하는 방법이 관심을 모으고 있다. 질산성질소는 철에 의해 암모니아로 환원되는 것으로 알려져 있는데 외국의 경우 지하수에 존재하는 고농도의 질산성질소를 제거하기 위해 이 방법이 시도된 예가 보고 되었다.

본 연구에서는 철입자의 표면적을 증가시켜 질산염 환원 반응성을 높이기 위해 나노크기의 철을 적용하였으며, 나노입자를 보다 입자가 큰 지지체에 부착시켰을 때 나노입자의 안정성이나 질산염 환원 반응성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

2. 재료 및 실험 방법

2.1. 철/활성탄의 합성

모든 실험은 무산소 상태에서 진행되었으며, 활성탄지지체에 부착된 나노철을 합성하기 위한 초순수는 사용 전 약 2시간 동안 질소기체를 통과시켜 용존산소를 제거하였다. 활성탄 지지체와 철의 무게비는 1:4, 1:1, 5:1 이었다. 나노철/활성탄은 활성탄에 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 를 담지 시킨 후 KBH_4 수용액을 가하여 합성하였다. 합성된 철의 산화상태와 표면분포는 XRD, SEM-EDS 로 측정하였으며 철의 함량은 ICP-AE 로 확인하였다. 또한 철/활성탄 BET 비표면적은 Surface Area Analyzer (ASAP-2010, micromeritics) 로 측정하였다.

2.2. 질산성질소와의 반응

일반적인 질산염 환원을 위한 실험방법으로 철 0.5g(지지체를 제외한 무게)을 50ppm 질산성질소 1L 에 넣고 일정 간격으로 약 10mL의 시료를 채취하여 질산성질소의 농도를 측정하였다. 암모니아농도 측정을 위해서 약 10mL의 시료를 채취하여 묽은 염산을 한 두방울 가한 후 측정시까지 냉장 보관하였다. 질산성질소의 농도는 이온크로마토그래프로, 암모니아는 수질오염공정법상의 인도페놀법으로 정량하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 철/활성탄의 합성

활성탄입자표면에 철의 분포를 보여주는 SEM 사진을 그림 1에 나타내었다.

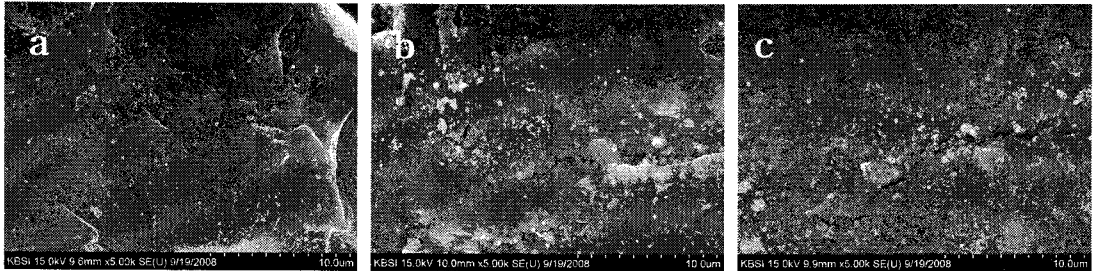


그림 1. 활성탄 표면의 철의 분포;(a) 활성탄, (b)활성탄:철=5:1, (c)활성탄:철=1:1

그림 1(a)는 활성탄만의 사진이고, (b)는 활성탄과 철의 비율이 5:1인 경우 (c)는 활성탄과 철의 비율이 1:1인 경우이다. 사진(b)와 (c)를 보면 철이 활성탄 표면에 균일하게 도포되어 있는 것을 알 수 있다. 따라서 활성탄 표면에 도포된 철 입자의 크기는 지지체를 사용하지 않은 경우의 철 입자보다 더욱 작을 것으로 추정된다.

3.2. 질산성질소와의 반응

활성탄 지지체에 붙인 철의 질산성질소 환원반응은 지지체를 사용하지 않은 철을 사용할 때 보다 반응성이 떨어지는 것으로 나타났다. 철:활성탄의 비율이 4:1인 경우는 철만 사용한 경우보다 약 50%의 반응성 감소를 나타내었고, 철:활성탄의 비율이 1:5인 경우 환원반응이 거의 일어나지 않았다. 철/활성탄 표면에 대한 EDS 분석과 XRD 분석결과 철:활성탄의 비율이 1:5인 경우 철이 이미 합성단계에서 대부분 산화된 것을 알 수 있었고 이 때문에 질산성질소의 환원이 일어나지 않은 것이다. 이는 활성탄 표면에 부착된 철 입자의 크기가 활성탄을 사용하지 않은 경우 합성되는 나노철 입자(약 50~150nm)보다 더 작기 때문에 산화가 더 잘 되는 것으로 추정된다. 지지체의 사용은 부착되는 입자의 크기를 줄여 분산시킴으로서 반응성의 증가를 기대할 수 있는 반면 철의 경우처럼 공기접촉에 의한 산화가능성도 동시에 높아지는 부정적 요인이 될 수도 있다.

참 고 문 헌

- Sohn K., Kang S. W., Ahn S., Woo M., Yang S.-K., 2006, Fe(0) nanoparticles for nitrate reduction: stability, reactivity and transformation, Environ. Sci. Technol., 40, 5514-5519.
- Cho M., Kim E., Lee, K., Ahn S., 2008, Supported iron nanoparticles on activated carbon, polyethylene, and silica for nitrate reduction, 한국환경과학회지, 17(6), 711-717.