

## 금속 철을 이용한 TNT의 환원시의 동역학 산정 Kinetics of 2,4,6-Trinitrotoluene reduction by zero valent iron

배 범한

경원대학교 공과대학 토목환경공학과

### ABSTRACT

Reduction 2,4,6-Trinitrotoluene by zero valent iron was studied in a batch reactor under anoxic conditions. Results showed that the removal of TNT was a pseudo-first order and the rate was dependent on the available metal surface area. Final product, presumably triaminotoluene, accumulated in the solution as well as on the metal surface. However, little amounts of aminodinitrotoluenes were detected. Therefore, it is postulated that the reduction of nitro group occurs simultaneously in all three position.

#### 1. 서론

2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)는 화약 및 탄환류의 추진제(propellents)등에 사용되는 고성능 폭발물질로, 대표적인 니트로 방향족화합물로 환경으로 방출되어 지하수 및 하천을 오염시켜 자연 생태계를 파괴하고 있다. TNT는 독성이 강하여 TNT 혹은 중간분해산물이 소량 존재하여도, 하천이나 호소의 수생태계에 큰 악영향을 미친다.<sup>(1)</sup> 또한, TNT는 난분해성이며 용해도가 122.6 mg/l로 매우 낮아 자연환경으로 방출될 경우에 토양 및 저니에 흡착되어 오래 잔류하며 생태계에 악영향을 미친다.<sup>(2)</sup> 본 연구에서는 TNT로 오염된 지하수 및 토양을 금속 철(zero valent iron, Fe<sup>0</sup>)에 의한 환원처리의 동역학을 연구하여 반응벽체 등과 같은 토양환경 복원공법의 설계시에 필요한 기초자료로 활용하고자 한다.

#### 2. 실험방법 및 결과

금속 철 (Fisher, Electrolytic 100mesh)은 1N 황산을 사용하여 표면의 산화물을 제거하였고, 50mL 회분식 반응조에 TNT(60mg/L) 및 적량의 산세척 Fe<sup>0</sup>를 첨가하여 시간대 별로 TNT의 농도와 환원물질을 HPLC로 측정하였다. 또한, 최종 반응 후 (24hours) Fe<sup>0</sup>를 acetonitrile 5mL로 추출하여 표면에 흡착된 물질을 정량하였다. 그

결과, TNT의 환원은 그림 1과 같이 유사 1차 반응으로 급격히 감소하였고, 반응계수는 첨가된 Fe<sup>0</sup>의 양(표면적)에 비례하였다. 그림 2에는 같이 TNT의 최종환원산물은 Triaminotoluene으로 추정되는 극성의 물질로 표면에 흡착되지 않고 용액 내에 다량 존재하였다. 또한, TNT의 환원물질인 aminodinitrotoluenes이 거의 검출되지 않는 점으로 보아, NO<sub>2</sub>기의 NH<sub>2</sub>기로의 환원이 3개의 니트로기에 대하여 동시에 발생하는 것으로 사료된다.

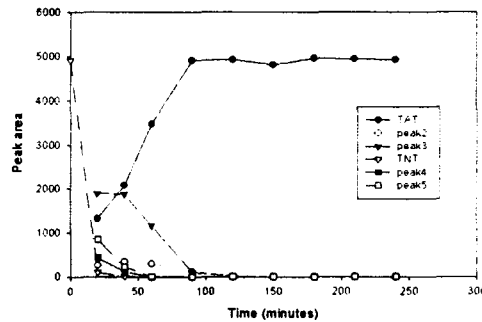
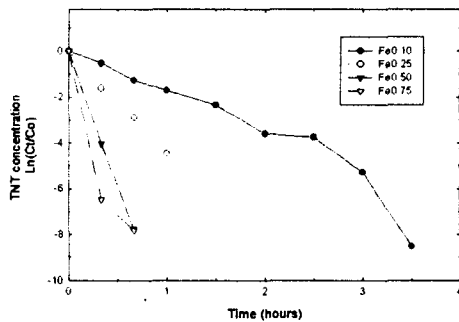


그림 1. 반응조내 Fe<sup>0</sup>첨가량에 따른 TNT 제거율의 변화      그림 2. TNT 환원시의 중간산물의 변화

반응 경과 24시간후, Fe<sup>0</sup> 표면에 흡착된 물질을 5mL Acetonitrile과 5mL buffered water(pH=7.0)으로 순차적으로 추출한 결과, TNT는 거의 검출되지 않았다. 이는, 표면에서의 환원반응속도가 매우 빠르기 때문인 것으로 사료된다.

참고문헌

- (1) Roberts, W.C., "Data Summary for Trinitrotoluene", US Army Medical Bioengineering Research and Development Laboratory, Technical Report 8611, 1986.
- (2) Smock, L.A., Stoneburner, D.L., and Clark, J.R., "The toxic effects of trinitrotoluene (TNT) and its primary degradation products on two Species of algae and the fathead minnow", *Water Research*, Vol.10, pp. 537-543.