

자연계의 광물질을 촉매로 이용한 유독한 방향족 화합물의 환원적 분해반응에 관한 연구

김성국^{*}, 한동석, 이광우¹, 홍대일², 박상원

계명대학교 환경과학과

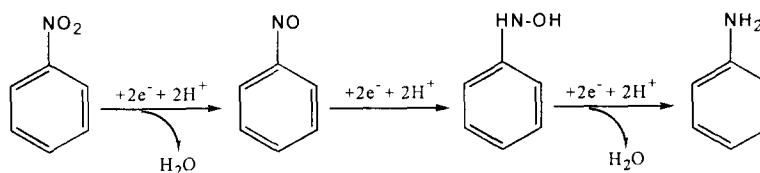
¹대구과학대학 환경공학과

²계명대학교 화학과

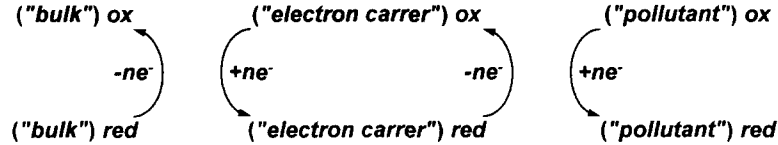
1. 서론

염소계, 니트로계 치환체를 가진 방향족 화합물에 의한 수질 및 토양오염의 정도는 이미 선진국에서는 심각함을 알고 대책 프로젝트로 이 오염물을 제거하는데 막대한 예산과 더불어 수많은 연구가 진행 중이다. 선진국에서는 Chlorophenols, nitrobenzene, Azobenzene 등을 특정 산업폐기물로 지정하였다. 이들 독성 유기화합물은 제약, 화학, 안료, 살충제, 목재의 방부제 등 산업분야 전반에서 광범위하게 사용되고 있으며, 그 유독성은 이미 잘 알려져 있다. 특히 여러 치환기를 가진 폐놀계 화합물은 신경계에 치명적인 영향을 주는 독성을 가지고 있을 뿐만 아니라 발암성 물질을 포함하고 있다. 그리고 독성 치환기를 가진 방향족 화합물이 지하수나 토양에 유입되었을 경우 이들 화합물이 자연계에서 분해되는데 수년에서 수십년이 걸린다. 일반적으로 이들 오염물질을 제거하는 기술로는 역삼투압법, 활성탄 흡착법, 전기산화법, 활성 오니법 등이 있으나 이들 공정은 처리비용이 많이 들고, 시간이 많이 걸리는 단점이 있으며 특히 지하수나 토양에 오염 되었을 경우 이들 오염물을 제거하는데에는 많은 기술적 제약을 받는다.

니트로계 치환체를 가진 방향족 화합물은 여러 화학적 반응 경로를 통해 화학적 변환을 한다. 일반적으로 알려진 반응은 다음과 같다.



이와같은 반응은 다음과같은 경로로 반응이 일어난다.



즉 환원하는 환경(토양, 퇴적물, 대수층등)에서 유기오염물의 화학적 환원반응(abiotic reduction)으로 일어난다. 자연계의 광물질에는 iron, 황화수소(HS-) 같은 물질이 존재하며 이들은 유기오염물에 전자주개(bulk electron donor)로 작용한다. 그러나 일반적으로 자연계에서의 반응은 너무나 느리기 때문에 화학적 변환이 일어나는 반감기(half-live)는 수년이 걸린다. 자연계에서 빠른 화학적 변환이 일어나게 하기 위해서는 촉매역할을 하는 전자 이동 매개물(electron transfer mediator)이 필요하다. 즉 iron, HS-, Humic acid등은 electron carrier 로 작용하며, 혐기성토양(anaerobic solis), 침전물(sediments), 하수슬러지(sewage siudge)의 천연 유기물질(natural organic material)의 구성 성분으로 존재한다.

2. 실험방법

모든 실험은 산소가 없는 환경에서 실험을 해야하기 때문에 glove box에서 행하였으며 용액 속에 산소를 제거하기 위해서 N₂/H₂가스를 주입하여 산소를 제거한다.

nitrobenzene용액 30ml를 50 ml vial에 주입하고 FeS FeS₂, iron(Fe)를 0.2g에서 0.8g을 넣는다. 그리고 빛의 투과를 차단하기 위해서 aluminum foil로 덮고 24시간 이상 water bath에 약30℃의온도를 유지하면서 반응시킨다. 각 시간별로 시료를 추출하여 분석한다. 시료의 추출은syringe를 이용해서 5ml vial에 주입하고 Ethyl acetate로 추출하였다. HPLC분석을 위해 RP-18 reversed-phase column(stainless steel cartridge LiChrocart 125×4mm, 5μm spheres; Merck,Darmstadt, Germany), UV/visible detector를 사용하였다. Aniline과 nitrobenzene은 230nm에서 측정하였다. 이동상(mobile phase)용매로는 0.01M hydroxylamine hydrochloride buffer(pH6.0) methanol/water(6:4(V/V))를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

화학공업의 발달에 따른 유독 오염물인 염소계, 니트로 치환체를 가진 방향

족 화합물들의 환원적 분해반응 연구를 통해 이미 이들 오염물로 오염이 된 토양이나 지하수에서 어떻게 자연적 분해가 이루어지는가에 대한 이해와 예측을 제시 할 수 있다. 그리고 어떻게 자연적 분해가 이루어지는가에 대한 이해와 예측을 제시 할 수 있다. 그리고 이들 방향족 화합물이 지하수나, 토양으로 영입 되는 과정에서 물리/화학적 분해과정을 통해 지하수 오염정도를 예측할 수 있다.

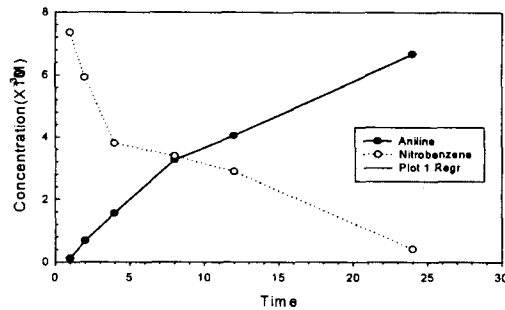


Fig. 1 Reduction of nitrobenzene in containing iron sulfide. Disappearance of nitrobenzene and appearance of major aniline product. (experimental condition ; initial concentration of nitrobenzene $8.53 \times 10^{-3} M$, 0.2g FeS/30mL, pH 7.40, 30°C)

4. 참고문헌

- Schwarzenbach, R. P.; Stierli, R.; Lanz, K.; Zeyer, J. *Environ. Sci. Technol.* 1990, 24, 1566
- Walton-Day, K.; Macalady, D.L.; Brooks, M.H.; Tate, V.T. *Ground Water Monit. Rev.* 1990, 10, 81
- Ebersohn, I. *Electron transfer Reactions in Organic Chemistry*; Springer-Verlag: Berlin, 1987
- Schwarzenbach, R.P.; Gschwend, P. In *Aquatic chemical Kinetics*; Stumm, W. Ed.; Wiley & Sons, Inc: New York, 1990; Chapter 7, p 19.
- Schwarzenbach, R. P ; Stierli, R. ; Lanz, K ; Zeyer, J. *Environ. Sci. Technol.* 1990, 24, 1566-1574
- Dunnivant, F .M. ; Schwarzenbach, R. P.; Macalady, D. L. *Environ. Sci. Technol.* 1992, 26, 2133-2141.