

[신진학술상]

영가금속을 이용한 수중 오염물질의 환원분해

최정학

부산가톨릭대학교 환경공학과

1. 서론

염소계 유기화합물은 다양한 산업공정 및 인간 활동에서 광범위하게 사용되어 왔으며, 환경으로 배출된 유기염소계 화합물은 지표수와 토양/지하수를 심각하게 오염시키고 있다. 특히 벤젠고리를 포함하는 방향족 유기염소계 화합물은 높은 독성과 난분해성, 환경 내 잔류성 등으로 인해 유출시 인체 및 생태계에 미치는 영향이 크고, 처리와 복원에도 상당한 시간이 필요하다. 일반적으로 염소에 의해 산화된 유기염소계 화합물의 경우, 환원처리가 분해 또는 독성 저감에 유리할 수 있으며, 영가금속(Zero-Valent Metals, ZVMs)이 가지는 높은 환원력을 이용하여 비교적 쉽게 산화-환원 반응을 유도할 수 있다. 영가금속을 이용한 환원처리는 독성이 높은 염소계 유기화합물과 Cr(VI), nitrate 등의 무기오염물질을 환원하여 독성을 저감시키는 결과를 보이고 있으며, 지하수 및 토양오염 복원을 위한 반응벽체(Permeable Reactive Barriers, PRBs) 공법에도 적용되고 있다. 또한, 염색폐수에 포함된 염료의 경우에도 영가금속에 의한 환원처리로 색도 제거가 가능한 것으로 알려져 있다. 이에 본 연구에서는 영가철(Zero-Valent Iron, ZVI) 및 개질 영가철(Modified ZVI)을 이용하여 방향족 유기염소계 화합물인 2,4,6-trichlorophenol (2,4,6-TCP)와 triclosan의 탈염소화 및 환원분해 반응을 유도하고, 다양한 반응 조건에서의 환원분해 양상을 살펴보았다. 또한 분해과정 중 나타나는 중간생성물의 생성과 분해를 규명하고, kinetic 분석을 통해 각 조건별 반응속도상수를 도출하였다.

2. 재료 및 방법

환원제로 사용된 영가철(zero-valent iron, Fe⁰)은 Aldrich사에서 구입한 영가철 분말(iron powder(fine), 99%)을 전처리 없이 사용하였으며, 이와 함께 표면의 산화피막을 제거하기 위해 산세척 과정을 거친 acid-washed Fe (Aw/Fe)와 palladium (Pd) 촉매를 코팅한 Pd/Fe를 제조하여 2,4,6-TCP와 triclosan의 환원처리에 적용하였다. 환원처리 후 반응물의 정량 및 정성 분석은 GC-MS (Agilent 6890N, Agilent 5973 MS Detector)를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

2,4,6-TCP와 triclosan의 환원 분해에 있어서 Pd/Fe의 탈염소화 및 분해능이 월등히 우수한 것으로 나타났으며, 이는 용액 내 H⁺가 환원되어 2,4,6-TCP와 triclosan의 Cl을 치환하는데 유리하도록 유도하는 Pd 촉매의 역할(intercalation)에 기인한 것으로 판단된다. 또한 환원 분해가 진행됨에 따른 분해생성물을 확인한 결과, 연속적 탈염소반응이 일어났음을 알 수 있었다.