

Fenton 반응 및 TiO₂/UV에 의한 난분해성 유기물 분해 공정 개발

원휘준, 정철진, 김진원*, 문재권, 정종현, 김위수**

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150

* (주)전영 기술연구소, 충남 당진군 합덕읍 도곡리 106-22

** 일진방사선엔지니어링, 서울시 구로구 구로5동 일진빌딩 104-3

nhiwon@kaeri.re.kr

유해 유기물질을 분해 처리하는 공정은 매우 다양하며, 이들 공정의 최종 목표는 유기물질을 무해한 기체 및 액체로 전환시키는 것으로, 유기물질이 포함된 방사성 폐액은 적절한 분해 처리공정을 적용시킴에 의해 비교적 소량의 안정한 무기 방사성 폐액으로 전환 될 수 있다. 유해한 유기성 폐기물의 분해에 여러 가지 고온 공정 중에서 전통적으로 소각이 적용되어 왔으나, 장치의 부식 및 이차 배기처리장치가 요구되는 문제가 있다. 산 침지 (acid digestion)법은 약 250℃의 질산 및 황산 혼합 용액이 사용되므로 매우 부식성이 강한 공정조건을 가지며, 따라서 내부식성의 재질로 장치를 제작해야하고 공정상 발생하는 유해가스(SO₂ 및 NO₂) 처리장치가 요구되는 등 투자비가 비싼 단점이 있다. 광화학적 분해법은 고농도의 유기폐기물 분해에는 일반적으로 그다지 효율적이지는 못하다고 알려져 있다. 따라서 현재 대부분의 연구는 전이금속 촉매 또는 과산화수소수 또는 오존을 함께 사용함에 의한 상승효과 또는 세 가지 모두 (UV광, 과산화수소수 또는 오존, 금속 촉매)의 연속적인 사용에 의해 분해효율을 증진시키는 고도 산화처리 공정 개발에 목표를 두고 연구가 진행되고 있다. 이 외에도 생물학적 처리에 의한 분해법이 있으나 이 방법은 분해 속도가 느린 단점이 있다. 이들 공정들의 대체 공정으로써 과산화수소수를 사용하는 습식산화공정은 난분해성 유기 폐기물의 처리 시간을 감축하고 폐기물 내 유기물의 감소를 통해 방사성폐기물의 직접적인 안정화 및 포장이 가능하다는 장점이 있다.

본 연구에서는 난분해성 유기물의 고농도로 존재하는 유기폐액을 모사하여 EDTA, 옥살산, 아스콜빈산의 혼합용액에 대하여 습식 산화 분해 공정 조건을 확립하기 위한 연구를 수행 하였다. 각각의 모의 유기 폐액에 대하여 Fenton 반응을 이용한 분해실험을 수행하였으며 분석방법으로 EDTA의 경우 황산구리와 PAN지시약을 이용한 EDTA 역적정법을 이용하였다. 옥살산과 아스콜빈산은 COD를 분광광도법으로 측정하여 분해율을 계산하였다. 세 가지 유기혼합물의 경우 TOC를 통하여 총 탄소함유량을 계산함으로써 완전 분해율을 알아냈다. Fenton 반응을 이용하여 분해

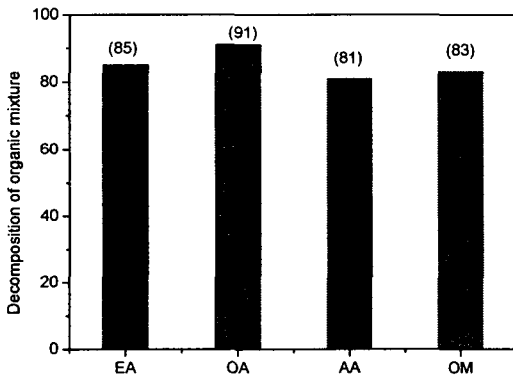


Figure 1. Decomposition percentage of organic compound by hydrogen peroxide at 90℃(separated addition) (EA-EDTA, OA-Oxalic acid, AA- Ascorbic acid, OM -Organic mixture)

한 결과 EDTA, 옥살산, 아스콜빈산에 대하여 각각 96%, 86%, 97% 분해가 가능하였다 (COD측정결과). Fe²⁺이온 촉매는 0.1mM 2~4ml의 적정 사용량을 나타냈으며 촉매사용으로 분해율은 30%이상 증가하였다. 또한 상온보다는 고온에서 보다 높은 효율을 보였으며 90℃에서 모든 혼합물 분해실험을 실행했을 때 최적의 조건을 확립할 수 있었다. 실험한 난분해성 유기물들 분해의 최적 조건으로 혼합물 분해 실험을 하였다. EDTA 0.1%, 아스콜빈산 0.1%, 옥살산 0.1%를 제조하여 각각 50ml씩 사용하였고, 30% 과산화수소 3ml를 3회에 나누어 분할첨가 하였다. Fe²⁺ 이온은 0.1mM로 제조하여 4ml를 첨가하였다 pH는 3.5로 고정하였고 90℃에서 120분간 분해시킨 뒤 TOC 측정으로 분해율을 계산하였다. 그 결과를 아래 Figure 1에 나타내었다.

현재는 UV/TiO₂ 광촉매를 이용한 유기물 분해 공정에 관한 연구가 진행 중이다.