

# 난분해성 유기물을 포함한 방사성액체폐기물 처리에 관한 연구

나경원 · 주광태 · 이대수 · 현일남  
고려공업검사(주) 기술연구소  
E-mail: indoor@hanafos.com

중심어 (keyword) : 난분해성, 방사성폐기물, 방사성폐액

## 서론 (Introduction)

난분해성 유기물 방사성액체 폐기물은 원자력 발전소 및 원자력관련 시설, 의료 기관 등에서, 액체섬광계수기 측정용 용매와 용질, 화학제염제의 사용, 의료용 치료제 등에 의해 대표적으로 발생되어진다. 방사성폐액내의 난분해성 유기물은 방사성폐기물 처리 공정에 사용되는 이온교환수지의 성능을 저하시키고, 금속성 방사성폐기물과 반응하여 처리를 더 어렵게 만든다. 용기에 저장할 경우에는, 난분해성 물질과 산화제가 반응하여 용기 내부의 압력을 증가시키기도 하며, 방사성폐액의 일반적인 처리 방법 중 하나인 증발 농축 방법은 난분해성 유기물질이 포함되어 있을 경우, 다이옥신 등의 환경 호르몬이 배출될 수 있다. 따라서 방사성폐액 내에 포함된 난분해성 유기물을 적절한 방법으로 처분하는 기술이 필요하다.

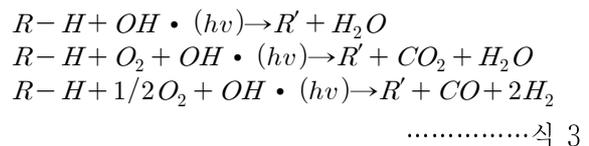
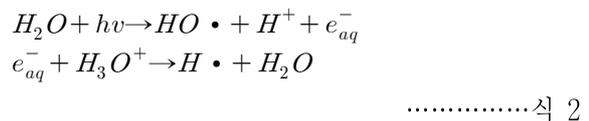
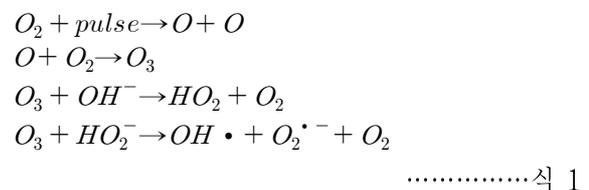
## 이론적 배경 (Theory)

본 연구에서는 고도산화공정을 이용하여, 난분해성 유기물질을 무기화 시키고, 방사성액체 폐기물의 방사성 물질은 동적막을 이용하여 흡착 처리하도록 한다. 고도산화공정은 수산화라디칼(OH·)을 생성하고, 수산화라디칼(OH·)과 광에너지로 난분해성 유기물질을 분해시키는 원리이다.

식 1은 산소로부터, 오존(O<sub>3</sub>)을 형성하고, 오존으로부터 수산화라디칼(OH·)을 생성하는 과정이다.

식 2는 물분자와 광반응에 의한 추가적인 수산화라디칼(OH·)을 생성하는 과정이다.

식 3은 생성된 수산화라디칼(OH·)과 UV의 광전에너지가 난분해성 유기물질의 C-H고리를 분해하여, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO, H<sub>2</sub> 등의 안전한 분자형태로 변환시키는 과정이다.



## 재료 및 방법 (Materials and Methods)

난분해성 유기물질을 포함한 방사성액체 폐기물을 처리하기 위하여, 난분해성 유기물 처리 공정과 방사성 물질 처리 공정으로 나눈다. 난분해성 유기물질 처리공정은 수산화라디칼(OH·)생성장치, 생성된 수산화라디칼(OH·)과 난분해성 유기물질이 반응하는 반응조로 구성되어 있다. 수산화라디칼(OH·)생성장치는 산소(O<sub>2</sub>)와 펄스 발생장치로 구성하며, 난분해성 유기물 반응조는 수산화라디칼(OH·)과 난분해성 유기물질의 반응성을 향상하기 위한 초음파와 다공 분산판, 광에너지원인 UV장치로 구성되어 있다. 본 연구에서의 이용된 장치의 개략도는 그림 1과 같다.

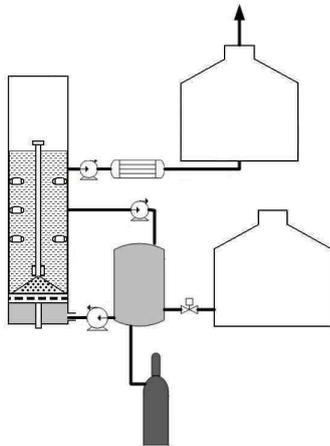


그림 1. 처리 장치의 구성과 공정 개략도

본 공정의 처리 효율을 알아보기 위하여, 벤젠(Benzene)을 10mg/l 농도, 10 l 에 코발트(Cobalt), 세슘(Cesium)을 각각 10ppm 넣어 난분해성 유기물질을 포함한 모의 방사성폐액을 제조하였다.

실험방법은 수산화라디칼(OH·) 개별 사용에 따른 시간별 난분해성 유기물질 처리효율, 수산화라디칼(OH·)에 다공판의 사용, 광에너지(UV)와 초음파, 동적막 공정을 추가하여 시간별 난분해성 유기물질 각각의 처리효율과 모의 방사성폐액의 제거효율을 알아보았다. 공정 운전 시간은 2분, 5분, 10분, 30분으로 변화를 주었고, 난분해성 유기물질의 분석은 GC/MS를 이용, 코발트(Cobalt)와 세슘(Cesium)의 제거효율은 ICP/MS을 이용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰 (Results and Discussion)

수산화라디칼(OH·) 단독 공정에 의한 처리효율은 2분에서 25%, 5분에서 42%, 10분에서 56%, 30분에서 58%의 처리효율을 나타냈다. 공정 시간이 길어질수록 처리효율은 증가하는 경향을 보이지만, 10분과 30분에서 처리효율의 변화가 적었다. 수산화라디칼(OH·) 공정에 다공판을 이용하였을 경우에는 2분에서 30%, 5분에서 49%, 10분에서 60%, 30분에서 67%으로 처리효율을 나타냈다. 수산화라디칼(OH·) 공정과 다공판, 광에너지(UV) 공정을 포함하였을 경우의 처리효율은 2분에서 40%, 5분에서 55%, 10분에서 68%, 30분에서

70%의 처리효율을 나타냈다. 수산화라디칼(OH·) 다공판, 광에너지(UV), 초음파 공정을 포함하였을 경우에는 2분에서 57%, 5분에서 69%, 10분에서 81%, 30분에서 88%의 제거효율을 나타냈다. 동적막에서의 코발트(Cobal)와 세슘(Cesium)의 제거율은 95%, 90%의 제거율을 나타냈다.

표 1. 각 공정에 따른 난분해성 유기물질 제거율(%)

	2min	5min	10min	30min
Only OH·	25	42	56	58
+ Plate	30	49	60	67
+ UV	45	60	72	80
+ Ultrasonic	63	76	85	91

공정을 추가할수록 Sample의 제거효율은 증가하는 추세를 나타냈다. 다공판과 초음파는 수산화라디칼(OH·)이 난분해성 유기물질과 반응하는 표면적을 높여주는 영향이며, 광에너지(UV)는 수산화라디칼(OH·)의 증가와, 수산화라디칼(OH·)과 광에너지의 분해 작용에 의한 제거율 증가를 나타내는 것을 알 수 있다.

## 결 론 (Conclusion)

본 연구에서 사용된 공정은 타 고도산화공정에서 일반적으로 사용하는 과산화수소, 펜톤시약(Fenton), 광촉매를 사용하지 않고, 다공판, 초음파 등을 사용하여 반응 접촉면의 증가에 의한 처리 효율을 높인 공정이다. 본 공정의 사용으로 촉매제 사용을 최소화 할 수 있으므로, 촉매제에 의한 2차 오염을 최소화 하는 것이 가능하게 되었다.

장기적인 운전과, 처리량의 변화, 방사성 물질의 다양화, 실질적인 현장 적용 실험을 거치게 된다면, 난분해성 유기물질을 포함한 방사성폐액의 처리에 크게 기여할 것으로 보인다.

## 참 고 문 헌 (REFERENCES)

1. Christian peterier, J of Phys. Chem 98. (1994)
2. 강준원, 대한환경공학회지, 19(2), (1997).
3. Pei Xu, Water Research, 36 (2002)