

마이크로에멀전을 이용한 방사성오염의복의 제염

유재룡*, 성진현*, 박광현*, 김홍두*, 김학원*, 임상학, 윤원섭

*경희대학교, 경기도 용인시 기흥구

울진원자력발전소, 경북 울진군 북면 부구리

naiad_79@khu.ac.kr

청정에너지인 원자력발전은 에너지의 밀도가 높으며, 발생되는 폐기물의 양도 상대적으로 작다. 그러나 원자력산업의 폐기물은 방사성을 띄고 있어 이들 방사성 오염물의 제거가 매우 중요하다. 방사성 제염대상물은 방사성 물질을 취급하는 모든 곳에서 발생할 가능성이 있는데, 발생량이 압도적으로 많은 곳은 원자력발전소와 핵연료주기에 관련된 시설물이다. 이들 제염대상물을 대략 생성원인별로 구분하면 초우라늄핵종(TRANS-Uranium Nuclides, 약칭 TRU), 핵분열생성물(Fission Products), 그리고 방사화 부식생성물(Radioactive Corrosion Products)로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 오염된 방사성의복의 제염을 수행하였다. 2차폐기물을 발생시키지 않으며, 독성이 없는 이산화탄소를 용매로 이용하였다. 그러나 이산화탄소는 비극성이므로 극성인 방사성오염물을 제거하기 위해 이산화탄소내에서 마이크로에멀전을 형성시켜서 방사성오염의복을 제염하였다. 마이크로에멀전은 이산화탄소분위기 하에서 계면활성제가 물방울을 감싸고 있는 형태이며, 열역학적으로 안정한 형태이다. 마이크로에멀전 형성을 위해 사용된 계면활성제는 F-AOT이며, 마이크로에멀전의 형성조건을 확인하기 위한 실험을 수행하였다(그림 1). 마이크로에멀전 형성조건을 바탕으로 액체이산화탄소를 사용하였으며, 계면활성제는 146mg을 넣어서 실험을 수행하였다. 마이크로에멀전의 형성시간이 30분이기 때문에 방사성오염의복 제염을 위해서는 30분간 동적추출 과정을 거쳤다. 방사성오염의복제염을 위한 실험장치는 그림 1. 에 나타내었으며, 고압반응용기의 용량은 125mL이며 200bar, 200℃까지 견딜 수 있도록 설계되어 있다(그림 1). 실험장치의 전체적인 온도를 유지하기 위해 온도조절기를 설치하였으며, 제염실험수행시 반응용기내 오염시편이 교반막대에 의한 영향을 막기 위해 거치대를 설치하였다. 방사성오염의복의 제염을 수행하기 위해 먼저 방사성핵종을 함유한 모의시편을 제작하여 실험을 수행하였다.

모의실험수행결과에 따라 가장 효율이 좋은 조건을 설정하여 방사성오염시편 제염에 적용하였다. 정적추출시간을 30분(마이크로에멀전 형성시간), 동적추출시간은 90분으로 유지하고, 질산의 농도가 1M일때 가장 제염효율이 좋은 것으로 나타났다. 또한 동일한 시편을 반복 제염할 경우 각 단계별로 70%정도의 제염효율을 나타내었으며, 3회반복제염할 경우 약98%이상의 제거효과를 가질 수 있다(표 1).

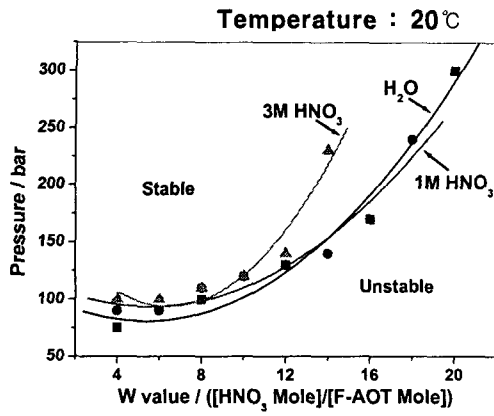


그림 1. F-AOT와 질산농도에 따른 액체 이산화탄소내 마이크로에멀전 형성실험

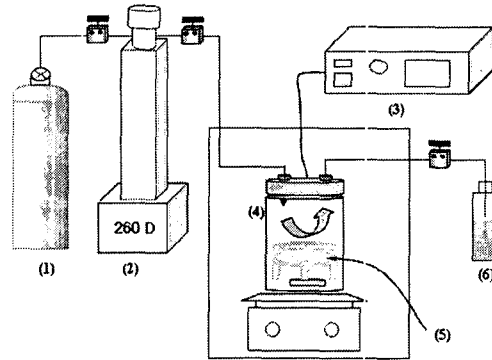


그림 2. 액체 및 초임계 이산화탄소내 마이크로에멀전을 이용한 제염장치 (1)이산화탄소 공급용기 (2)이산화탄소 정량가압 펌프 (3)온도조절기

표 1. 마이크로에멀전을 이용한 방사성의복의 제염효율

핵종	질산농도 [몰]	동적추출시간 [분]	추출횟수 [회]	제거효율 [%]
Co-60	1	30	1	41
Cs-137				32
Co-60	6	90	1	59
Cs-137				66
Co-60	1	90	1	71
Cs-137				88
Co-60	1	90	2	92
Cs-137				100
Co-60	1	90	3	98
Cs-137				100