

초임계유체를 이용한 방사성폐유 제염

유재룡*, 성진현*, 박광현*, 김홍두*, 김학원*, 임태운

*경희대학교, 경기도 용인시 기흥구

한국석유품질관리원, 경기도 성남시 분당구

naiad_79@khu.ac.kr

현재 국내 상용원전에서 발생하는 방사성 폐유에 존재하는 오염물질은 방사성 중금속이나 유기 금속형태이며, 이러한 방사성 폐유는 일반산업체에서 처리되는 폐유와 유사한 점도를 가진다. 이러한 폐유를 정제하기 위한 방법으로는 백토법, 진공증발, 화학약품을 첨가하여 침강시키는 방법, 열분해 등이 있는데 이러한 방법은 2차폐기물의 발생을 유발하기도 한다. 2차폐기물의 발생량을 줄이기 위한 방법으로는 초임계유체를 이용하여 폐유의 점도를 낮추어서 막분리를 하는 방법이 있다. 이러한 막을 이용한 정제법은 방사성 폐유에 존재하는 오염물이 입자형태일 경우 완전 분리가 가능하나, 방사성 폐유에 존재하는 오염물질은 입자형태뿐만 아니라 폐유에 용해되어 있는 수용성 불순물의 형태로도 존재하기 때문에, 초임계 유체를 사용하여 순수기름성분을 추출하는 방법이 필요하다. 초임계유체를 이용하여 방사성 폐유를 구성하는 순수기름성분을 추출하기 위해서는 방사성 폐유에 대한 초임계유체의 용매비(단위질량의 기름을 추출하기 위해 필요한 용매량)가 낮아야 하며, 이를 확인하기 위한 기초실험으로 초임계 유체에 대한 방사성 폐유의 용해도를 확인하였다 (그림 1). 방사성 폐유에 대한 초임계 이산화탄소와 R22(Chlorodifluoromethane)의 용매비를 비교를 하였는데, 동일한 실험 조건(동일압력/동일온도)하에서 R22가 더 낮은 용매비를 나타내었다. 이 실험을 근거로 하여 초임계 R22를 이용한 방사성 폐유의 정제실험을 수행하였다. 방사성 폐유를 정제하기 위한 장치는 그림 2. 와 같으며, 기존에 사용하고 있는 냉매인 R22를 사용하였다. R22의 임계온도와 임계압력은 각각 96.1℃, 49.9bar이며, 방사성 폐유정제를 하기 위한 실험조건은 100 ~ 110℃의 온도와 60 ~ 70bar의 압력으로 설정하여 실험을 수행하였다. 추출용기의 용량은 150ml 이며 200℃, 200bar까지 견디도록 설계되었다(HANWOUL ENGINEERING CO.).

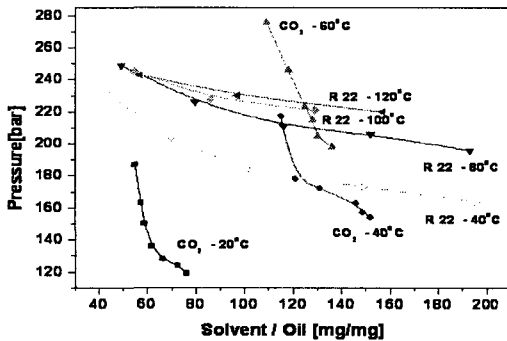


그림 1. 초임계유체에 대한 방사성폐유의 용해도 (초임계이산화탄소 / R22)

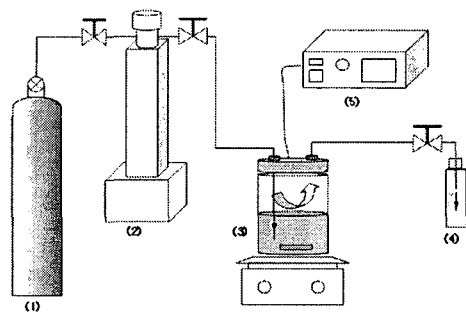


그림 2. 방사성폐유 정제장치 (1) R22 저장탱크 (2) 가압펌프 (3) 추출용기 (4) 포집용기 (5) 온도조절장치

방사성 폐유의 밀도(0.84g/ml)는 초임계 R22(0.65~0.75g/ml)의 밀도보다 크기 때문에, 추출시 폐유내 순수한 오일은 초임계 R22에 용해되어 추출용기의 상부에 존재하게 되므로, 용해되어 있는 순수한 기름만을 추출 할 수 있다. 추출하기 전의 방사성폐유와 추출후 오일의 탁도가 다르게 나타났는데, 비교적 용매비가 높은 70bar, 110℃에서 정제한 폐유의 경우 더 밝은 색을 나타냈다 (그림 3).

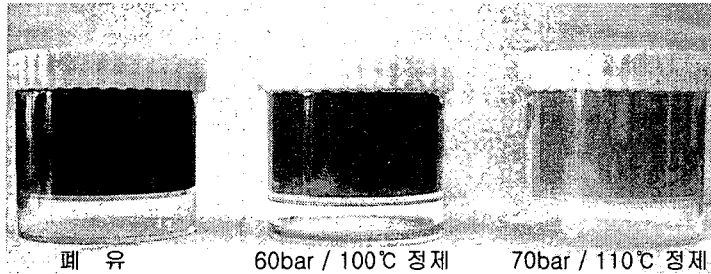


그림 3. 방사성 폐유의 정제

HPGe 감마측정기를 이용하여 정제실험 전·후 방사성폐유의 방사능을 측정하였다. 코발트-60의 경우 실험 전에는 88mBq/55ml의 값이 측정되었으나, 실험 후에는 최소측정치(MDA : Minimum Detectable Activity) 이하로 낮아졌다.