

산분해법에 의한 RI 폐기물 내 방사성요오드 분리

강상훈, 이홍래, 한선호, 손세철, 강남규*, 지광용
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 *(주)엑트, 대전광역시 대덕구 신일동 1688-5
indoor@hanmail.net

최근 진단 및 치료, 연구 및 교육 목적으로 방사성요오드를 사용하는 RI 이용기관의 수가 늘면서 그에 따라 RI 폐기물 내 방사성요오드의 발생량도 꾸준히 증가하고 있다. RI 폐기물의 형태는 대부분 가연성 폐기물이며, 일부 비가연성, 비압축성 폐기물과 폐필터 등이 있다. RI 폐기물 내 방사성요오드의 형태는 주로 ^{125}I 과 ^{131}I 등이며 각각의 반감기는 60.14일과 8.06일로 길지 않기 때문에 중저준위 폐기물의 관점에서 보면, 꾸준한 모니터링과 지속적인 관리를 통해 방사능이 충분히 감쇄되어 기준치보다 훨씬 낮은 RI 폐기물에 대해서는 자체처분 등 경제적인 효과를 기대할 수 있다. 그러기 위해서는 RI 폐기물 내에 존재하는 다양한 핵종들 중에서 방사성요오드를 분리해 내는 기술과 신속·정확하게 분석하는 과정이 필수적이며, 따라서 본 연구에서는 ^{131}I 표준물질을 이용하여 분리 및 분석을 위한 최적의 실험조건과 회수율을 구하고 실제 시료에 적용할 수 있도록 하였다.

- 실험

방사성요오드를 분리·회수하는 방법은 연소법, 산침출법, 산분해법 등이 있는데, 비교적 반응시간이 짧고 회수율이 높으며 다량의 RI 폐기물 시료를 신속, 정확하게 분리해 낼 수 있는 산분해법을 적용하여 다음과 같은 과정을 통해 AgI 침전을 만든 후에 측정하였다.

1) 산분해 과정

후드 내에서 3 batch mantle에 500 ml 둥근 플라스크를 놓고 0.8 N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 80 ml와 9 M H_2SO_4 80 ml를 서서히 첨가하여 반응이 일어나도록 하고 실온까지 방치시켰다. 모의시료인 제염지 5 g을 첨가하고 HANARO에서 제작된 ^{131}I 표준물질을 100배 희석한 후 각 플라스크에 100 μl 씩 첨가하고 30 % H_3PO_3 16 ml를 첨가하여 가열했다. 포집용기에 미리 2M LiOH을 10 ml씩 채우고 증류되어 나오는 유분을 포집하였다.

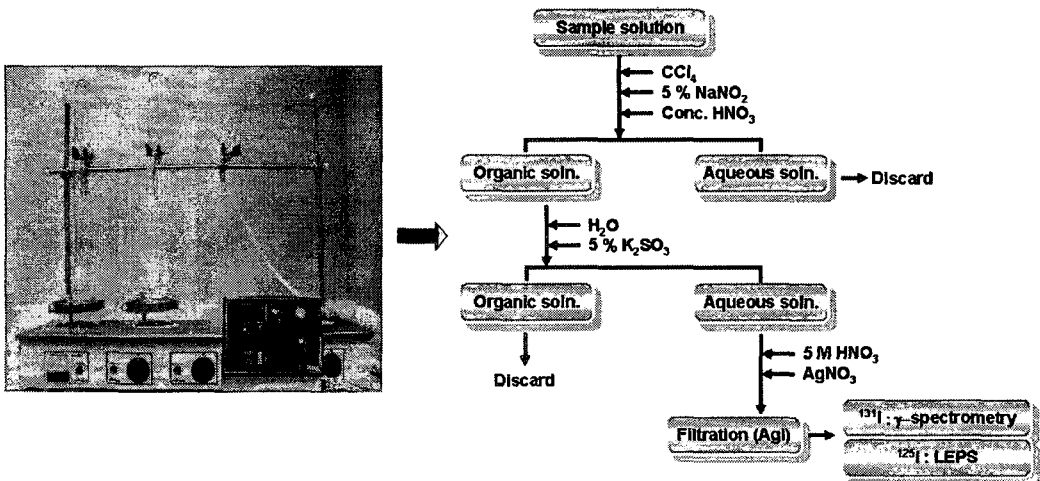


그림 1. 방사성 요오드의 산분해 및 분리과정

2) 분리 및 침전

포집된 용액을 분별깔대기에 옮겨 CCl_4 30 ml, 5% NaNO_2 6 ml, HNO_3 2 ml를 첨가한 후 10분간 교반하여 요오드를 유기층에서 회수한다. 5% K_2SO_3 6 ml와 H_2O 30 ml를 첨가한 후 다시 10분간 교반하여 요오드를 수층으로 이동시킨다. 무색의 상부 수층을 취해 100 ml 비이커에 옮기고, 5 M HNO_3 1 ml와 일정량의 AgNO_3 를 첨가한 후 70 °C로 30분간 교반하고 4시간 방치하면 검은색 AgI 침전이 형성된다. 55 mm 필터가 장착된 여과장치에서 침전물을 여과한 후, 2시간 동안 건조한다.

3) 측정 및 계산

건조된 필터를 밀봉한 후 HPGe gamma-ray spectrometer를 이용해서 측정하는데, ^{131}I 의 감마선을 방출하는 에너지 영역인 364.5 keV를 계수하여 실험 전후의 회수율을 비교하였다.

- 결과 및 향후 계획

^{131}I 표준물질을 이용한 산분해 과정의 회수율은 $95.7 \pm 3.3 \%$, 분리 및 침전과정에 의한 회수율은 $98.9 \pm 0.9 \%$ 로 나타나서 총 회수율은 $94.7 \pm 3.7 \%$ 였다. 침전시에는 70°C의 온도에서 산성상태를 유지하면서 충분히 입자의 핵이 형성되도록 교반하고 방치하였다. 무게법에 의한 계산에서는 AgNO_3 와 K_2SO_3 의 첨가량에 따라 변화가 크게 나타난 것으로 보아 AgI 침전물 이외에 불순물이 형성되기 때문이며, ^{131}I 표준물질을 이용한 실험 전후 364.5 keV에서의 감마 측정에서는 8.06일의 반감기를 고려하여 반드시 방사능 감쇄보정을 한 후에 회수율을 계산해야 한다. 실제시료인 RI 폐기물에서는 모의시료로 사용된 제염지 외에도 다양한 형태의 매질을 갖기 때문에 몇 가지 형태의 모의시료에 대해 추가로 연구를 실시한 후 실제시료 분석에 적용할 계획이며, 산분해 및 분리과정은 같지만 35.5 keV의 저에너지 감마선을 방출하는 ^{125}I 에 대해서는 LEPS(Low Energy Photon Spectrometer)를 이용하여 측정할 계획이다.