

## 원자력발전소에서 발생한 농축폐액분말중 $^3\text{H}$ , $^{14}\text{C}$ 분석

서승욱, 이홍래, 박순달, 한선호, 지광용  
 한국원자력연구원 대전시 유성구 대덕대로 1045번지  
[kswsuh@hanmail.net](mailto:kswsuh@hanmail.net)

### 1. 서론

1982년에 미국 원자력규제위원회 (NRC)는 방사성폐기물 육지처분관련 인허가요건 (10CFR61)을 통하여 방사성폐기물을 규제하여왔다. 이 중에서 휘발성원소인  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ , 그리고  $^{129}\text{I}$ 는 측정하기 까다로운 핵종 (difficult-to-determine, DTM)으로 분류하였다. 이 원소들은 확립된 방법을 고안하여 측정해야 할 필요성이 있다. 방사성폐기물은 발생원에 따라서 잡고체, 농축폐액, 폐필터, 폐수지로 분류된다. 농축폐액 분말 폐기물은 농축폐액건조설비(CWDS)에서 발생되며 고농도의 붕산을 함유하고 있다. 붕산이 다량 함유된 폐기물 시료에 직접 산화제를 첨가한다면  $^{14}\text{C}$ 이  $^{14}\text{CO}_2$ 으로 휘발되어서 회수율이 낮아질 수 있다. 그래서 25 w/v%-KOH 3 mL를 첨가하여 붕산을 중화시킨 후에 산화제를 첨가한다. 본 연구에서는 방사성 폐기물 중 농축폐액 분말의  $^{14}\text{C}$ 와  $^3\text{H}$ 에 대한 방사능을 측정하였다.

### 2. 실험 및 결과

방사성 폐기물을 분석하기 전에 실험장치의 분리 능력을 검사하기 위해서 모의 농축폐액 분말 시료를 제조하여  $^{14}\text{C}$  및  $^3\text{H}$ 의 회수율을 측정하였다. 모의 붕산분말 시료의 회수율 측정시  $\text{H}_3\text{BO}_3$  1.0 g, 산화제  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  5 g 및 보조산화제  $\text{AgNO}_3$  0.5 g를 각각 가한 후 증류장치를 잘 결합하였다. 그리고  $^{14}\text{C}$  및  $^3\text{H}$  표준용액 각각 714 dpm, 631 dpm을 25 w/v%-KOH 3 mL와 혼합하여 가한 후 16w/v%- $\text{H}_2\text{SO}_4$  17 mL를 5초당 1 방울의 주입속도로 서서히 적가하였다. 가열과 교반을 하면서  $^{14}\text{C}$ 를  $^{14}\text{CO}_2$ 로 휘발시켜 포집하였다.  $^{14}\text{C}$ 를 약 3시간 정도 포집한 후  $^{14}\text{C}$  포집관을 제거하고 히팅맨틀의 온도를 약  $96^\circ\text{C}$ 로 올려  $^3\text{H}$ 를 HTO로 증류, 수집하였다.  $^{14}\text{C}$  포집액은 20 mL 바이알에 옮긴 후 LSC로 측정하였다.  $^3\text{H}$ 는 HTO 증류 수집액 5 mL를 Ultimagold 14 mL와 혼합한 후 20 mL 바이알에 옮겨  $^{14}\text{C}$ 와 마찬가지로 방법으로 LSC 측정하였다.  $^{14}\text{C}$  표준용액을 pH 조절 없이  $\text{H}_3\text{BO}_3$  분말에 적가하면  $^{14}\text{C}$ 이  $^{14}\text{CO}_2$ 으로 휘발될 수 있으므로 25 w/v%-KOH 3 mL로 알칼리성으로 한 후 가하였다. 모의 시료의 회수율 측정결과 표 1에서 보는 바와 같이  $^{14}\text{C}$  및  $^3\text{H}$ 의 평균 회수율이 각각  $93\pm 5\%$ ,  $99\pm 2\%$ 로 회수율이 높고 재현성이 좋았다.

농축폐액 분말시료는 주로 회색의 분말형태이다. 농축폐액 분말 시료 일정량을 취하여 모의 농축폐액 분말 시료와 동일한 방법으로 분리하여  $^{14}\text{C}$  및  $^3\text{H}$ 를 측정하였다.

Table 1. Recovery test results of  $^{14}\text{C}$  and  $^3\text{H}$  for simulated boric acid powder samples

Nuclide	Added(dpm)	Found(dpm)	Recovery(%)	Mean of recovery(%)
$^{14}\text{C}$	714	674	94	93±5
		621	87	
		691	97	
		691	97	

		688	96	
		621	87	
$^3\text{H}$	631	618	98	99±2
		638	101	
		638	101	
		610	97	
		625	99	
		610	97	

### 3. 결론

모의 농축폐액 분말시료중  $^{14}\text{C}$  및  $^3\text{H}$ 의 회수율 측정결과 각각 93%±5%, 99%±2%로 회수율이 높고 재현성이 좋았다. 11개 농축폐액 분말 시료의  $^{14}\text{C}$  및  $^3\text{H}$ 은 검출한계값(MDA) 이상의 값이 검출되었다. 본 연구에서 현재 까지 측정된 농축폐액 분말 시료의  $^{14}\text{C}$  및  $^3\text{H}$ 의 방사능 농도는 각각 181 Bq/g - 4272 Bq/g 및 302 Bq/g- 2702 Bq/g의 분포를 갖는 것으로 나타났다.