

## 방사성시료 중 Pu, Am, Cm 동위원소 정량에서 TIMS/IDMS 와 Radiation Counting Methods 상호비교

전영신, 이득신, 이명호, 조기수, 송병철, 김정석, 한선호, 송규석  
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150 번지  
ysieon@kaeri.re.kr

### 1. 서론

방사성 시료 중 Pu, Am 및 Cm 동위원소를 정량하기위해 방해되는 핵종들을 음이온교환수지와 TRU resin으로 분리하고,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  및  $^{244}\text{Cm}$ 을 alpha spectrometry,  $^{241}\text{Pu}$ 는 LSC로 각각 정량 하였다. 그리고  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Pu}$  정량은 질량분석법(TIMs/IDMS)를 사용하였다<sup>1,2</sup>. 두 방법을 사용하여 얻은 결과를 상호비교 하므로 정량결과에 대한 신뢰도를 높이고자 하였다.

### 2. 실험

Fig. 1과 같이 방사성 시료를 산처리 하여 산화수를 조절하고, 음이온교환수지를 이용하여 Pu, Am 및 Cm를 각각 분리하였다. Pu은 Nd와 함께 공침시킨<sup>3</sup> 후 membrane으로 분리하여 양분하고, 한쪽은 LSC를 이용하여  $^{241}\text{Pu}$ 를 측정하고, 다른 한쪽은 TIMS/IDMS를 이용하여  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ 를 각각 측정하였다. Am은 TRU 분리관을 사용하여 우라늄으로부터 분리하고, 다시 음이온 교환 분리관을 이용하여 희토류원소 등으로부터 Am을 순수하게 재 분리하였다. Alpha-spectrometer를 이용하여  $^{239,240}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{244}\text{Cm}$ 의 방사능을 각각 측정하여 각 핵종의 함량을 정량하였다. 동위원소희석질량분석법(IDMS)에서 Spike로 사용한  $^{242}\text{Pu}$ 는 IRMM-044(Pu) 표준물을 사용했으며, TIMS는 Finnigan MAT 262를 사용하였다.

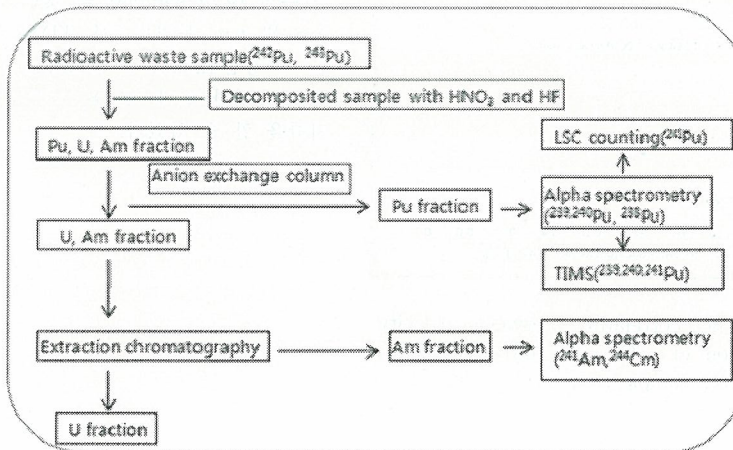


Fig. 1. Separation scheme of the Pu, Am, Cm.

### 3. 결과 및 토의

방사성 시료들로부터 분리된 Pu, Am 및 Cm 동위원소 측정결과는 시료 종류에 따라 다양한 분포를 보였다.  $^{239,240}\text{Pu}$ 의 경우 TIMS로 측정된 결과와 alpha spectrometry로 측정된 결과에 대한 상관관계 ( $R=0.916$ )가 높게 나타났으며(Fig. 2 a),  $^{238}\text{Pu}$ 에 대해서 LSC로 측정된  $^{241}\text{Pu}$ 와 TIMS로 측정된  $^{241}\text{Pu}$ 를 비교했을 때 좋은 상관관계( $R=0.953$ )를 보였다(Fig. 2. b). 또한  $^{238}\text{Pu}$ 에 대하여 alpha spectrometer로 측정된  $^{239,240}\text{Pu}$ 의 결과와 TIMS로 측정된 결과를 비교했을 때 높은 상관관계( $R=0.957$ )를 보였다(Fig. 3. a).  $^{241}\text{Pu}$ 를 LSC와 TIMS를 각각 사용하여 측정된 결과에서도 높은 상관관계( $R=0.984$ )를 보였다(Fig. 3. b). 그리고  $^{241}\text{Am}$ 과  $^{244}\text{Cm}$ 의 측정결과에 대해서는 아주 높은 상관관계( $R=0.994$ )를 보였는데(Fig. 4.),

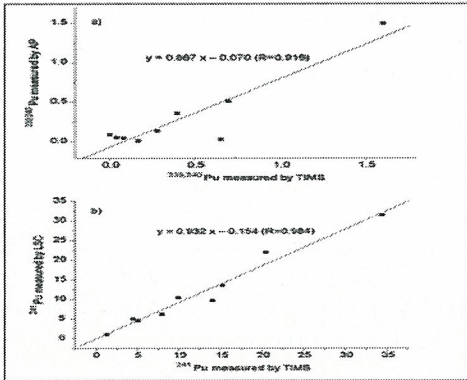


Fig. 2. The correlation between the activity concentration of  $^{239,240}\text{Pu}$  and those of  $^{238}\text{Pu}$ (a), and the activity concentrations of  $^{241}\text{Pu}$  and those of  $^{238}\text{Pu}$ (b) in the radioactive samples.

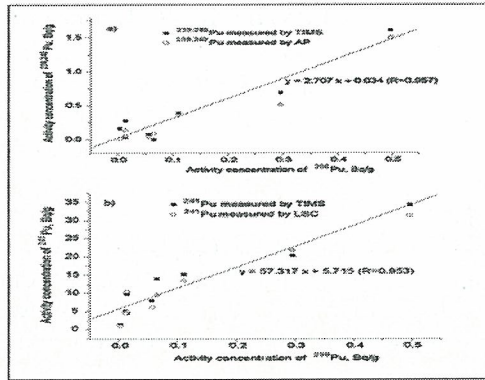


Fig. 3. The correlation between the  $^{239,240}\text{Pu}$  activity concentration measured by the AP and those by TIMS(a), and  $^{241}\text{Pu}$  activity concentration measured by the LSC and those by the TIMS(b) in the radioactive samples.

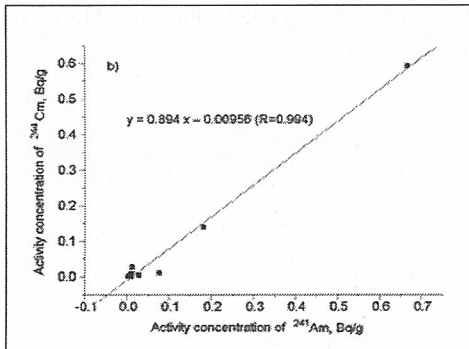


Fig. 4. The correlation between activity concentration of  $^{244}\text{Cm}$  and those of  $^{241}\text{Am}$  in radioactive samples.

이것은 Am과 Cm이 화학적으로 매우 유사한 거동을 보이기 때문이다. 따라서 미량의 방사능(수집 Bq/g-sample)을 갖는 시료에서 Pu, Am 및 Cm 동위원소를 TIMS 방법과 방사능 측정법(radiation counting method)으로 각각 측정된 결과 2~8% 범위 내에 잘 일치함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. J. D. Fassett, P. J. Paulsen, Anal. Chem., 61(1989) 643A.
2. Y. S. Jeon, S. C. Son, J. S. Kim, Anal. Sci. Tech.(Korean), 16(2003) 191.
3. F. D. Hindman, Anal. Chem., 58(1986) 1238.