

## 일본 환경시료중의 전베타 및 알파핵종 분석

박상규, 김연화, 박진호, 신상화, 이재민

TÜV라인란드코리아, 서울시 구로구 구로동 197-28

[SangGyu.Park@kor.tuv.com](mailto:SangGyu.Park@kor.tuv.com)

### 1. 서론

2011년 3월에 발생한 후쿠시마 원전사고로 환경영향평가에 대한 많은 관심이 요구되고 있으며, 현재 국내의 관련기관에서 환경방사능에 대한 지속적인 측정 및 모니터링을 수행하고 있다.

이와 관련하여 일본 문부과학성(文部科學省)에서 발간한 일본 방사능 측정 시리즈중 전베타 방사능 측정법(Series#1), 플루토늄 분석법(Series#12), 우라늄 분석법(Series#14)의 실험절차에 따라 일본내 환경시료중의 농작물에 대한 전베타 및 알파핵종에 대하여 방사능 핵종 분석을 수행하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 전베타

전베타는 일본 방사능 측정법 Series#1 실험절차에 따라 환경 시료를 분석하였다.

##### 2.1.1 분석방법

회화시킬 시료(농작물)를 분쇄하고 그 일정량을 증발접시에 넣어 전기로에서 500℃로 회화한다. 회화한 시료는 전회분 중량을 측정하여 회화율을 계산하고 회분 중에서 500mg을 플란켓(planchette)에 넣고 증류수 또는 아세톤으로 시료를 균일하게 만든다. 직외선 램프 아래에서 서서히 건조하여 측정 시료로 한다. 계측시간은 저준위 알파/베타 계수기로 60분간 측정한다.

##### 2.1.2 분석결과

국내 환경시료중 배추, 쪽, 숲잎등의 생체시료에 대한 회화율은 평균 1.5% 정도이며, 일본 환경시료중의 건조 농작물의 회화율은 평균 20%정도를 나타내었다. 국내 환경시료의 전베타 방사능 농도는 평균 9.41 Bq/g-ash, 일본 농작물은 8.08 Bq/g-ash로 계측되었다. 여기에 건분을 및 회화율을 고려하여 비교할 경우 한일 양국간 전베타 방사능 농도는 거의 비슷한 측정값을 나타내었다.

Table 1. Gross beta of environmental samples in Japan.

Sample	Net (cpm)	Activity	
		(Bq/g -ash)	(Bq/g -dry)
B1	121.22	9.30	42.04
B2	103.92	7.95	32.67
B3	134.27	10.31	46.03
B4	62.51	4.77	26.39

Table 2. Gross beta of environmental samples in Korea.

Sample	Net (cpm)	Activity	
		(Bq/g -ash)	(Bq/g -fresh)
Cabbage	135.09	10.35	676.19
Mugwort	108.29	8.28	563.11
Pine eedle	125.59	9.61	586.14

#### 2.2 플루토늄

플루토늄은 일본 방사능 측정법 Series#12 실험절차에 의하여 전처리 후 이온교환법을 이용하여 시료를 분석하였다.

분석절차는 Fig.1.에 나타내었다.

##### 2.2.1 분석방법

시료는 450℃로 회화시킨 후 일정량을 취하여 정확한 양의 플루토늄-242 추적자(Tracer)를 넣는다. 질산을 서서히 추가하고 가열 건조한다. 건조물에 과산화수소를 서서히 추가하고 유기물을 분해한다. 증발 건조 직전에 질산을 추가하여 증발 건조한다. 시료가 흰색으로 될 때까지 과산화수소와 질산을 추가하여 증발건조를 반복한다. 건조물에 질산(3+2)을 첨가하고 가열용해하여 여과한다.

여과액은 전처리가 수행된 Dowex 1-X8 음이온교환수지에 통과시켜 플루토늄을 흡착시킨후 질산(3+2)와 염산(5+1)을 통과시켜 칼럼 세척 및 칼럼에 흡착된 다른 핵종들을 제거한다. 요오드화암모늄-염산혼합용액을 흘려 플루토늄을 수지에서 분리시킨 후 용액을 증발건고하여 전착용 시료로 한다.

전착은 스테인레스 강판과 백금 전극을 이용하

어 1A의 전류로 2hr 동안 전착한다. 전착된 시편의 α 선 스펙트럼을 측정하여 플루토늄의 농도를 측정한다.

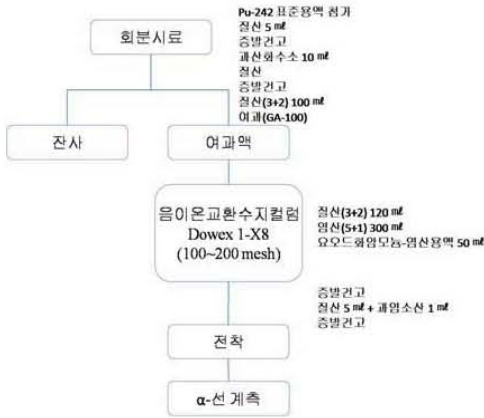


Fig.1. Plutonium analysis scheme.

2.2.2 분석 결과

일본 환경시료중의 플루토늄 환경준위는 2~4 mBq/kg-fresh 로 제시하고 있으나, α 선 스펙트럼 측정 결과 플루토늄 동위원소는 최소검출하한치(MDA) 이하의 값을 나타내었다.

2.3 우라늄

우라늄 동위원소는 일본 방사능 측정법 Series#14 실험절차의 여러 가지 분석방법중 ICP 질량분석법을 이용하여 정량하였다. 실험절차는 Fig.2.에 나타내었다.

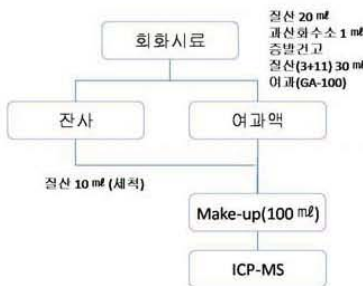


Fig.2. Uranium analysis scheme.

2.3.1 분석방법

식물시료를 105℃에서 건조후, 전기로에서 500℃로 회화한다. 회화시료 5g을 취하여 질산 20 ml, 과산화수소 1ml를 첨가한후 증발 건조한다. 이때 유기물을 완전히 분해하기 위해서 시료의 색이 흰색이 될 때까지 증발건고 작업을 반복한다. 최종 건고물은 질산(3+11)로 용해 후 여과하

여 ICP 측정 용액으로 사용한다.

2.3.2 분석 결과

ICP로 우라늄 동위원소를 농도를 측정한 후, ICRC 38에서 제시된 핵종별 반감기 정보를 이용하여 방사능 단위로 환산하였다. 일본 방사능 측정법에 따르면 환경시료는 농작물 시료중 우라늄은 10μg/kg-생 분석목표 준위를 제시하고 있다.

우라늄-235는 모든 시료에서 검출기 하한(MDL)이하의 값을 나타내었고, 우라늄-238은 검출기 하한이거나 일부 시료에서 미량 검출되었다.

Table 3. Uranium analysis of environmental samples in Japan.

No.	Nuclide	Concentration (μg/kg-dry)	Activity (Bq/g-dry)
B1	U-238	19.86±7.86	1.11E-03
	U-235	<MDL	-
B3	U-238	16.14±7.45	8.94E-04
	U-235	<MDL	-
B5	U-238	9.95±7.18	8.31E-04
	U-235	<MDL	-
B7	U-238	26.82±7.63	2.67E-03
	U-235	<MDL	-

3. 결론

전베타 및 알파핵종분석을 일본 방사능 측정법 절차에 따라 000지역의 000내 환경시료중의 방사성핵종에 대하여 분석하였다. 전베타는 국내 환경시료와 유사한 결과를 나타내었고, 플루토늄 동위원소는 MDA 이하의 값을 나타내었으며, 우라늄 동위원소는 MDL이하 또는 미량 검출되었다.

따라서 일본 000지역의 000내 환경시료(농작물)의 환경 준위에는 주목할 만한 변화가 없는 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

[1] 文部科學省, “放射能測定法シリーズ1 - 全ベータ放射能測定法”.

[2] 文部科學省, “放射能測定法シリーズ12 - プルトニウム分析法”.

[2] 文部科學省, “放射能測定法シリーズ14 - プルトニウム分析法”.