

<원저>

## 의료용 우물형 섬광계수기를 이용한 환경 방사선 측정

### - Measurement of Environmental Radiation Using Medical Scintillation Detector in Well Counter System -

신구대학교 방사선과

유광열·박연준·김민정·함은혜·윤지열·김현진·민정환·박훈희

— 국문초록 —

2011년 발생한 후쿠시마 원전 사고 이후, 국민의 방사선에 대한 관심이 급속히 증가하였으며 그에 따른 방사선의 위험성에 대한 우려 또한 증대되고 있다. 따라서 본 연구에서는 일상생활 속에서 접할 수 있는 물질의 방사선 및 환경방사선을 측정하여 그 실태를 알아봄으로써, 국민의 방사선에 대한 올바른 이해를 돕고 더불어 방사선 피폭에 대한 우려를 경감하고자 하였다. 본 연구에서는 'Captus - 3000 갑상샘 섭취율 측정장치'를 이용하여 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 17가지 시료들을 대상으로 방사능을 측정하였으며, 측정에는 우물형 계수기를 이용하였다. 측정한 시료로는 연탄, 표고버섯, 명태, 전지분유, 알카라인 건전지, 단추형 건전지, 표토, 아스팔트, 휘발유, 술잎, 현무암, 흑연(석탄), 고추냉이, 천일염, 담배, 맥주, 참치(캔)으로 선정하였고 각각의 시료에 대하여 토양자원, 수자원, 식품, 기타자원으로 분류하였다. 수자원으로 선정한 맥주는 식품으로 분류하였다. 또한 우물형 계수기의 감도측정을 위하여 기준선원으로 선 선원 형태의 137Cs를 이용하였다.

우물형 계수기로 137Cs 선원의 계수값(cpm)을 측정한 후, 각각의 시료에서 얻은 계수값과 스펙트럼을 분석하였고, 식품의 경우에는 식약처의 방사능 허용기준단위인 Bq/Kg으로 환산하여 그 안전성을 판단하였다.

실험 결과, 측정한 시료들 중 유의할 만한 시료들을 집단 A로 분류하였고, 그 외에 배후 방사능과 큰 차이를 보이지 않은 시료들을 집단 B로 분류하였다. 집단 A의 경우 배후 방사능에 비해 알카라인 건전지가 7.67 %, 단추형 건전지가 4.65 %, 아스팔트가 8.03 %, 표토가 3.76 %, 연탄이 7.46% 높은 값을 보였다. 사용된 시료들 모두에서 측정된 방사능이 생활용품의 일부와, 식품의 경우에는 식약처에서 제시한 방사능 허용기준치 이내에 들어 있음을 확인하였다.

**중심 단어:** Captus - 3000 갑상샘 섭취율 측정장치, 우물형 계수기, 후쿠시마 원전 사고, 환경 방사선, 식약처 방사능 허용기준

## I. 서 론

후쿠시마 원자력 발전소에서 발생한 방사성 물질의 노출 사고 이후 방사선에 대한 국민의 관심이 점차 증가하고 있다. 언론에서는 원전 주변 어린이의 45%가 갑상샘 피폭을 받았다고

보도하였으며, 최근에는 일본뿐만 아니라 국내에서도 “월계동 아스팔트에서 방사능 검출”, “방사능 아파트” 등 실제 피폭 사례가 발생함에 따라 방사선 검출에 대한 보도가 이어지고 있다. 이러한 언론의 보도에 의해 대중의 방사선에 대한 부정적 인식이 늘어나고 있으며 더불어 우리나라의 원자력 발전에 대한 부정적인 인식도 증가하고 있는 추세이다. 뿐만 아니라 현재

교신저자: 유광열 (13174) 경기도 성남시 중원구 광명로 377  
신구대학교 방사선과, Tel: 031-740-1336 / E-mail: uk10@shingu.ac.kr  
접수일(2015년 10월 23일), 심사일(2015년 11월 10일), 확정일(2015년 12월 03일)

방사선업계의 방사선 종사자 외에도 일반 대중들의 방사선피폭에 대한 우려가 날로 증가되고 있다<sup>2)</sup>.

방사선 및 원자력 발전의 위험성에 대한 언론의 보도는 사실적인 내용도 있겠으나, 과장되거나 지나치게 비약적인 내용도 분명 존재할 것이다. 한국 수력원자력에 따르면, 현재 우리나라는 원자력 발전소 23기가 가동 중에 있으며, 울산시와 울진군에 4기를 건설 중에 있다. 또한 추가로 울산시 및 울진군과 영덕군에 6기가 건설 준비 중에 있다. 이러한 방사선에 대한 부정적인 인식이 늘어남에 따라 원전의 폐지, 증강 반대 여론도 들끓고 있다. 그러나 한국 수력원자력에 의하면 현재 우리나라의 원자력 발전에 의한 전력 의존도는 약 30%에 달한다. 원자력 발전이 위험성을 감수해야 하는 것은 분명한 사실이나, 현재 우리나라는 원전 의존도가 높아 전력 부족을 충당할 마땅한 대책이 없는 실정이다<sup>5)</sup>.

원자력 발전 및 방사선에 대한 부정적 인식변화는 원전 사고 이후 방출된 방사능 물질에 대한 공포심에서 비롯된 것이므로, 본 연구에서는 이러한 방사능이 포함될 수 있는 물질을 시료로 측정하여 언론보도에 의해 자리 잡은 방사선에 대한 부정적 인식을 개선해보고자 하였다.

시료로는 일상생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 물질의 방사선 및 환경방사선으로 선정하여 그 실태를 알아보고자 하였으며 국민의 방사선에 대한 불안 해소를 도모하고자 하였다. 또한 방사선 피폭에 대한 대중의 이해를 돕는 것에도 그 의의가 있다.

## II. 방법 및 절차

### 1. 측정 대상

방사선의 피폭 경로는 크게 두 가지 유형으로 나누어 체

외피폭과 체내피폭으로 구분할 수 있다. 체외피폭은 환경방사선과 인공방사선의 선원으로부터 방출된 방사선에 의해 인체의 외부가 노출되는 경우를 말한다. 체내피폭은 방사선을 방출하는 방사성물질 또는 방사성핵종이 호흡기나 소화기 등을 통해 체내로 섭취 되었을 때, 인체 내에 있는 방사선 선원으로부터 피폭하는 경우를 말한다. 흡입, 경구 섭취, 피부를 통한 흡수의 3가지 경로가 있다<sup>6)</sup>.

본 연구에서는 체내피폭이나 체외피폭을 유발시킬 수 있는 식품 및 생활용품을 대상으로 측정하였다. 방사선이 검출될 것으로 추정되는 물질 또는 안전하다고 간과했던 물질들을 피폭 경로별로 분류하고 이를 다시 토양자원, 수자원, 식품, 기타 생활용품 등으로 세분류하였다. 그 중에서 우리의 일상에서 쉽게 접하는 물질을 대상으로 하였다.

토양자원 분류에는 표토(성남시), 연탄(국내산), 솔잎(서울시), 현무암(제주시)이 있고, 식품 분류에는 천일염(국내산), 전지분유(국내산), 표고버섯(중국산), 명태(러시아산), 참치 캔(월양산), 고추냉이(일본산)가 있다. 수자원에 속하는 암반수로 만들어진 맥주(국내산)는 식품으로 분류하였다. 기타 대상으로는 알카라인 건전지(type AA, LR6), 단추형 건전지(type LR44), 아스팔트(성남시), 담배(국내산), 흑연(일본산), 휘발유(국내산) 등을 이용하여 총 17가지의 시료를 대상으로 하였다(Table 1).

### 2. 실험 장비

시료의 방사선을 검출하기 위해 우물형 섬광계수기(NaI(Tl) well type counter; Captus 3000, Capintec, U.S.A)를 사용하였다(Figure 1).

우물형 섬광계수기의 제원으로 섬광체와 PM Tube의 크기는 각각  $5.1 \times 5.1 \text{ cm}$ 이며 우물의 직경은  $1.6 \text{ cm}$ , 깊이는  $4 \text{ cm}$ 이다.

**Table 1** Samples and weight of samples for radioactivity measurement

Sample	Weight(g)	Sample	Weight(g)
Topsoil (Seongnam)	6.3	Asphalt (Seongnam)	5.8
Briquette (Domestic)	13.3	Bay salt (Domestic)	3.2
Pine (Seoul)	3.8	Shiitake (Chinese)	5.8
Basalt (Jeju)	15	Wasabi (Japanese)	6.7
Cigar (Domestic)	1.8	Pollack (Russian)	10.7
Black lead (Japanese)	10.1	Tuna Can (Pacific)	5
Gasoline (Domestic)	7	Milk Powder (Domestic)	4.8
Alkaline Battery (type AA, LR6)	23.7 (1ea.)	Beer (Domestic)	9.3
Button type Battery (type LR44)	12 (4ea.)		

검출기의 차폐체 두께는 2.5 cm, 높이는 32.5 cm, 직경은 11.4 cm, 무게는 27.9 kg이다<sup>7)</sup>.

실험한 시료들의 정확한 중량을 측정하기 위하여 전기식 지시저울을 사용하였다.



**Figure 1** NaI(Tl) well type counter; Captus 3000, Capintec, U.S.A was used for this study

### 3. 실험 방법

우물형 섬광계수기의 정도관리를 위해 실험 전 자동 교정(auto calibration)과 재현성(constancy)을 수행하였다<sup>1)</sup>. 사용한 시료들 모두 60 min씩 계수하였으며 시료 용기(plain tube) 내에 시료들을 가득 채워 측정하였다.

측정물질은 방사선의 피폭경로에 따라 우리 생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 물질들을 대상으로 하여 매년 두 종류별 총 17가지 시료를 대상으로 약 한 달간 측정하였으며 이 시료들을 측정하기에 앞서 같은 조건으로 검사실 내의 환경방사선을 측정하였다. 검사실의 환경방사선은 측정 시마다 약간의 측정값 변화가 있었으나 모두 오차 허용 범위 내에 들었다. 방사선 계측은 포아송 분포를 따르는데 계수 값이 클 때는 종 모양을 이루는 정규분포에 근접한다. 측정의 신뢰성을 확보하기 위하여 1σ(68 %) 신뢰구간을 설정하였다<sup>8)</sup>.

측정 결과 검출된 방사능을 공기 중의 환경방사선과 비교하였다. 이들 중 환경방사선보다 높은 값을 보였던 시료들을 대상으로 그 요인을 분석하였다. 이를 위해 다중채널 분

석기(MCA: Multi Channel Analyser)의 스펙트럼의 피크 에너지를 이용하여 관련 핵종의 에너지를 찾아내었다. 또한 핵종의 에너지와 γfactor, 계수치를 통하여 유의성이 있는 결과인지 알아보았으며, 식품의 경우에는 안전성 여부를 위해 식약처의 허용 기준치와 비교하였다.

식품에서의 방사선 허용기준은 식약처에서 정하는 허용 기준을 따랐으며 기준치는 국가마다 다르기 때문에, 본 연구에서는 그 기준을 우리나라 식약처의 허용기준치로 정하여 진행하였다.

식약처에서의 식품 방사능 기준치는 방사능 오염에 대표적인 핵종인 세슘(<sup>134</sup>Cs+<sup>137</sup>Cs) 및 요오드(<sup>131</sup>I) 두 가지 항목이며 성분에 따라 기준이 다르다. 요오드(<sup>131</sup>I)의 경우, 영유아용 식품, 유제품 및 유가공품의 기준치는 100 Bq/kg(Bq/L)이며 그 이외의 기타 식품의 기준치는 300 Bq/kg(Bq/L)이다. 세슘(<sup>134</sup>Cs+<sup>137</sup>Cs)의 경우에는 모든 식품에서 동일하게 370 Bq/kg(Bq/L)로 규정하고 있다(Table 2).

**Table 2** Food & Drug Administration limits<sup>12)</sup>

Nuclide	Subject	Threshold (Bq/kg,L)
<sup>131</sup> I	Food for Kids	100
	Dairy Products	100
	Other Food	300
<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs	All Food	370

석약처에서의 허용기준 단위인 Bq/kg과 단위를 통일하기 위해 측정된 계수 값(cpm)을 Bq로 환산하였다.

조사 대상 시료들의 방사능을 환산하기 위해서는 통일된 단위로 변환하였다. 이를 위해 표준 선원으로 <sup>137</sup>Cs(500nCi)를 이용하여 동일한 조건에서 60분 동안 측정하였다.

본 연구에 사용된 선원의 경우 2014. 5. 1. 생산되었으며 반감기(30Y)를 고려하여 계산한 결과, 현재(2015. 7. 1) 잔여 방사능 변환 상수는 18014.73 Bq로 확인되었다<sup>10)</sup>.

이 선원을 60 min 간 계수하였을 때 측정된 계수치는 430.2 kcpm이며 이는 23.88 cpm/Bq 또는 0.0418 Bq/cpm으로 환산할 수 있다.

각각의 측정된 시료들의 무게를 전기식 지시저울로 측정하였으며 Bq/kg으로 단위를 통일하여 방사능 기준치와 비교하였다.

또한 우물형 섬광계수기의 신뢰도 평가를 위하여 각 시료들의 계수 값과 환경방사선 값의 표준편차를 구하여 상대오차를 구하였다.

이를 토대로 각 시료들과 환경방사선의 cpm값을 비교하여 방사능이 많이 검출되는 시료들에 포함된 방사성 핵종을 판정하였다. 또한 시료의 스펙트럼과 환경방사선의 스펙트럼을 비교하여 특이한 에너지 값을 보이는 구간을 조사하여 환경방사선과의 계수의 차이를 알아보았다. 그리고 계수 값이 높게 측정되거나 특이한 값을 갖는 시료들의 그 원인을 분석하였다.

### III. 결 과

각 시료의 방사능 및 배후 방사능을 측정하여 그 스펙트럼을 비교하였다. 또한 시료마다 최고치를 보이는 채널에

해당하는 에너지를 이용하여 물질이 포함하고 있는 천연방사성핵종을 분석하였다.

측정 기간 중 환경방사선은 최소  $643 \pm 3.27$  cpm부터 최대  $665 \pm 3.32$  cpm의 근소한 차이를 보였다. 시료들의 방사능 측정 결과 값은 표로 나타내었다(Table 3).

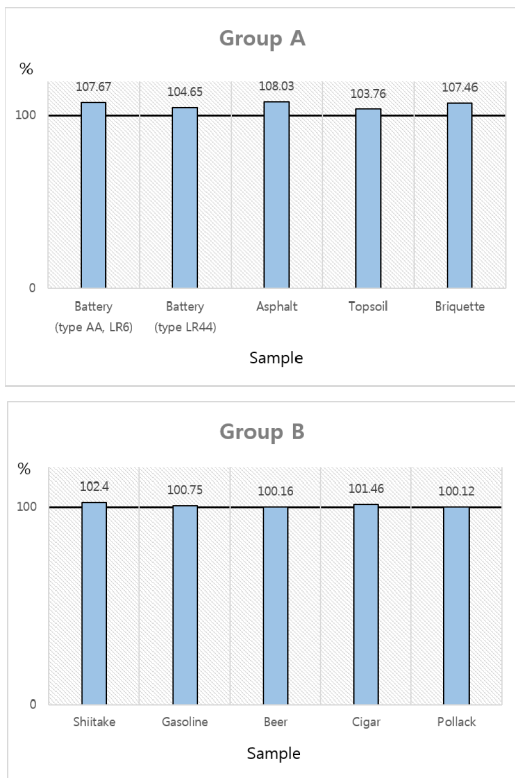
배후 방사선보다 현저하게 높게 측정되었거나 배후방사선의 스펙트럼과 일치하지 않은 에너지 분포를 보이는 등의 유의한 결과 값을 보인 것을 집단 A로 하였고, 여기에는 알카라인 건전지, 단추형 건전지, 아스팔트, 연탄, 표토가 해당된다(Table 4). 집단 A와 그 이외에 배후 방사선에 비해 큰 차이를 보이지 않았던 시료들을 집단 B로 분류하여 그래프로 나타내었다(Figure 2).

**Table 3** Results of radioactivity measurement of samples by Captus 3000.

Sample	Counter Value(cpm)	Environmental Radiation(cpm)
Topsoil (Seongnam)	690 ± 3.39	665 ± 3.32
Briquette (Domestic)	690.9 ± 3.39	643 ± 3.27
Pine (Seoul)	636.6 ± 3.25	643 ± 3.27
Basalt (Jeju)	648.9 ± 3.28	643 ± 3.27
Cigar (Domestic)	664.7 ± 3.32	659.7 ± 3.31
Black lead (Japanese)	659.6 ± 3.31	655.1 ± 3.30
Gasoline (Domestic)	670 ± 3.34	665 ± 3.32
Alkaline Battery (type AA, LR6)	707.5 ± 3.43	657.1 ± 3.30
Button type Battery (type LR44)	695.9 ± 3.40	665 ± 3.32
Asphalt (Seongnam)	718.4 ± 3.46	665 ± 3.32
Bay salt (Domestic)	629.1 ± 3.23	643 ± 3.27
Shiitake (Chinese)	672.9 ± 3.34	657.1 ± 3.30
Wasabi (Japanese)	664.4 ± 3.32	655.1 ± 3.30
Pollack (Russian)	655.9 ± 3.30	659.7 ± 3.31
Tuna Can (Pacific)	671.6 ± 3.34	665 ± 3.32
Milk Powder (Domestic)	630.2 ± 3.24	643 ± 3.27
Beer (Domestic)	656.2 ± 3.30	659.7 ± 3.31

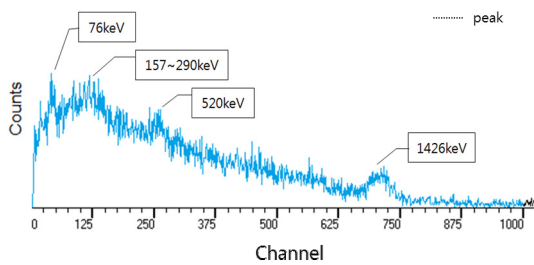
**Table 4** Results of radioactivity measurement of samples showed the out of background ranges significantly.

Sample	Counter Value(cpm)
Asphalt (Seongnam)	53.4 ± 4.80
Briquette (Domestic)	47.9 ± 4.71
Alkaline Battery (type AA, LR6)	50.4 ± 4.76
Button type Battery (type LR44)	30.9 ± 4.76
Topsoil (Seongnam)	25 ± 4.75



**Figure 2** Samples of group A showed higher radioactivity than background, Radioactivity of group B showed within the background level ranges

환경 방사선의 에너지 스펙트럼의 특징은 주로 저에너지 부분에서 높은 분포를 보이며 1400 keV 부근의 고에너지에서도 높은 분포를 보이는 특성을 가지고 있다. 특히 76 keV 부근, 157~290 keV 부근, 520 keV 부근에 집중되어 있고 고에너지 부분에서는 1426 keV 부근에서 높은 분포를 보인다(Figure 3).

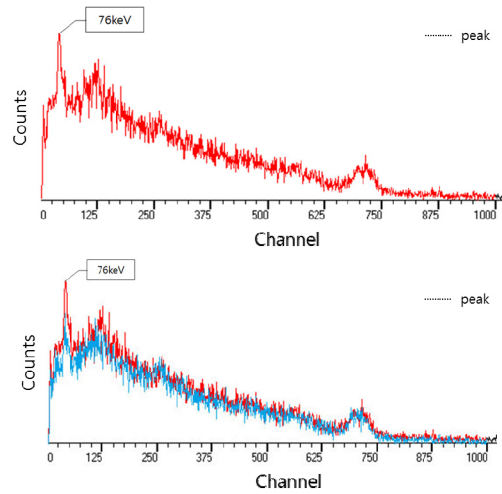


**Figure 3** The spectrum of background in Lab showed 4 peaks significantly through 76 keV to 1,426 keV

집단 A의 시료 중 아스팔트는  $718.4 \pm 3.46$  cpm으로 측정되었으며 환경방사선과 비교하였을 때  $53.4 \pm 4.80$  cpm 높게 나타났다. 이는 환경방사선을 100 %으로 기준하였을 때 8.03 %를 초과하였음을 의미하는 것이다.

스펙트럼을 분석한 결과 약 76 keV의 에너지에서 최고치

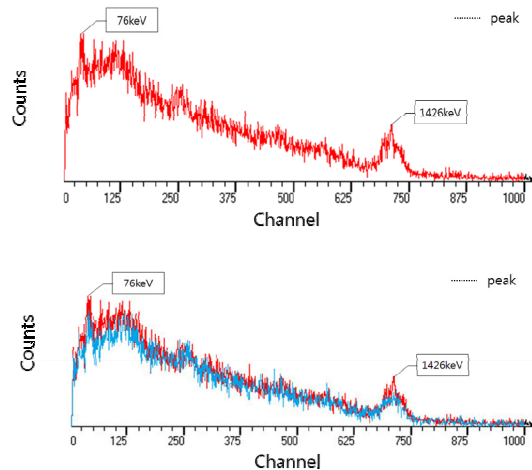
를 보였다. 이는 아스팔트 재료에 천연방사성핵종인  $^{232}\text{Th}$  이 다량 포함된 것으로 추정된다(Figure 4).



**Figure 4** The spectrums of Asphalt(red) showed significant difference compared to background (blue) in 76keV

알카라인 건전지는  $707.5 \pm 3.43$  cpm으로 측정되었으며 환경방사선과 비교하였을 때  $50.4 \pm 4.76$  cpm 높게 나타났다. 이는 환경방사선을 100%으로 기준하였을 때 7.67%를 초과하였음을 의미하는 것이다.

스펙트럼을 분석한 결과 약 76 keV, 1426 keV의 에너지에서 최고치를 보였다. 이는 알카라인 건전지의 재료에 천연방사성 핵종인  $^{40}\text{K}$ 이 다량 포함된 것으로 추정된다(Figure 5).

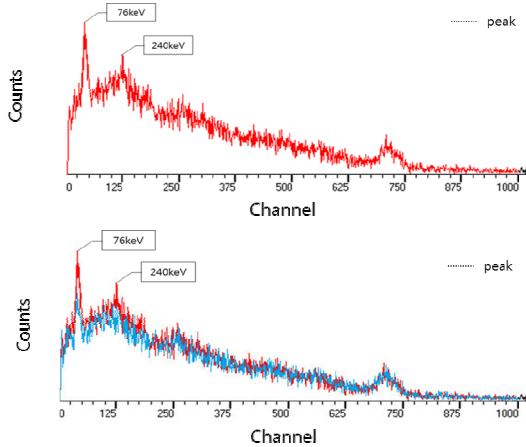


**Figure 5** The spectrums of Alkaline battery(red) showed significant differences compared to background (blue) in 76keV and 1426keV

연탄은  $690.9 \pm 3.39$  cpm으로 측정되었으며 환경방사선과 비교

하였을 때  $47.9 \pm 4.71$  cpm 높게 나타났다. 이는 환경방사선을 100%로 기준하였을 때 7.46%를 초과하였음을 의미하는 것이다.

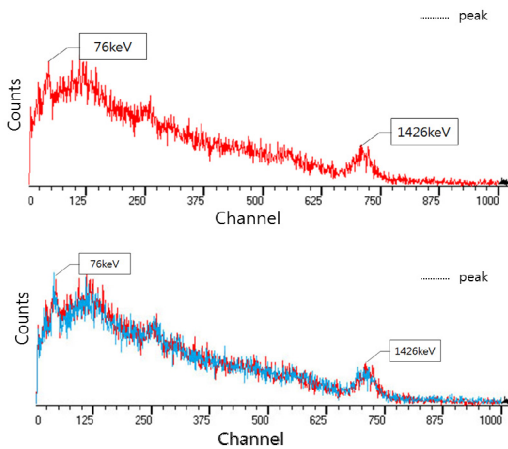
스펙트럼을 분석한 결과 약 76keV, 240keV의 에너지에서 최고치를 보였다. 이는 연탄 재료에 천연방사성핵종인  $^{232}\text{Th}$ 이 다량 포함된 것으로 추정된다(Figure 6).



**Figure 6** The spectrums of briquette(red) showed significant differences compared to background (blue) in 76keV and 240keV.

단추형 건전지는  $695.9 \pm 3.40$  cpm으로 측정되었으며 환경방사선과 비교하였을 때  $30.9 \pm 4.76$  cpm 높게 나타났다. 이는 환경방사선을 100%로 기준하였을 때 4.65%를 초과하였음을 의미하는 것이다.

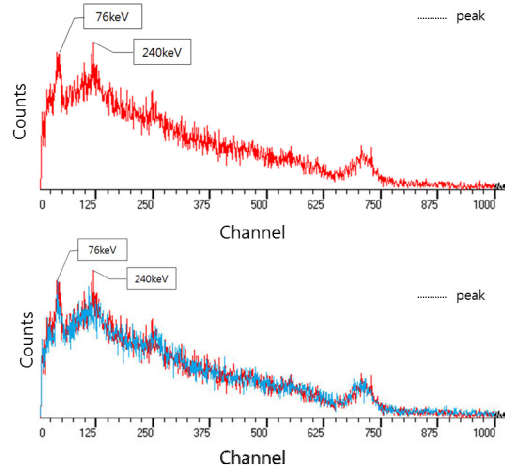
스펙트럼을 분석한 결과 약 76 keV, 1426 keV의 에너지에서 최고치를 보였다. 이는 일반 알카라인 건전지와 동일하게 단추형 건전지 내에서도 천연방사성핵종  $^{40}\text{K}$ 의 성분이 다량 포함된 것으로 추정된다(Figure 7).



**Figure 7** The spectrums of button type battery(red) showed significant differences compared to background (blue) in 76keV and 1426keV.

표토는  $690 \pm 3.39$  cpm으로 측정되었으며 환경방사선과 비교하였을 때  $25 \pm 4.75$  cpm 높게 나타났다. 이는 환경방사선을 100%로 기준하였을 때 3.76%를 초과하였음을 의미하는 것이다.

스펙트럼을 분석한 결과 약 76 keV, 240 keV의 에너지에서 최고치를 보였다. 이는 표토 재료에 천연방사성핵종인  $^{232}\text{Th}$ 이 다량 포함된 것으로 추정된다(Figure 8).



**Figure 8** The spectrums of topsoil(red) showed significant differences compared to background (blue) in 76keV and 240keV.

에너지 창(energy window)은 peak energy에 대한 상대적인 값으로 설정해 주어야 한다. 본 연구에서는 환경방사선과 각 시료들의 상대오차를 평균과 표준편차로 나타내었다.

식품의 경우 식약처 기준치의 단위인 Bq/kg으로 환산하기 위하여 전기식 지시저울을 이용하여 실험에 사용된 시료들의 중량(g)을 측정하였다.

식약처 기준인  $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$ 에 해당하는 energy window 범위에서 계수된 각 시료와 환경방사선을 Bq/kg으로 나타내어 비교한 결과 높게는 명태가 1.96%, 소금이 0.1%로 나타났으나 이는 식약처 방사선 허용기준치의 오차범위에 들었다.

나머지 식품에서는 허용기준치보다 낮은 수준을 보였다.

#### IV. 결론 및 고찰

본 연구에서는 방사선의 피폭경로와 함께 우리 생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 물질들을 대상으로 하여 방사능을 측정해봄으로써 대중의 불안을 해소하고 이해를 돕고자 하였다.



환경방사선에 비하여 높은 값이 측정됨과 동시에 눈에 띄게 높은 피크 에너지를 가진 것으로 확인된 시료들의 성분 분석을 통해 시료 안에 포함된 핵종을 유추하고자 하였다.

각 시료들을 환경방사선과 비교하였을 때 아스팔트의 방사능은 8.03 % (53.4±4.80 cpm) 높은 값을 보였으며, 이는 아스팔트가 석유를 구성하고 있는 성분 중에서 경질유분이 제거되고 남은 높은 원자번호의 물질로서 석유를 추출한 석탄의 구성성분인 thorium의 영향을 받은 것으로 사료된다. 알카라인 건전지는 7.67 % (50.4±4.76 cpm) 높은 값을 보이며 이는 건전지의 구성 성분 중 potassium hydroxide가 함유되어 이러한 결과가 나타난 것으로 보인다. 연탄의 경우 7.46 % (47.9±4.71 cpm) 높은 값을 보였으며 이는 아스팔트와 같이 석탄으로 만들어져 thorium의 영향을 받은 것으로 보인다. 단추형 건전지는 4.65 % (30.9±4.76 cpm) 높게 나타났으며 이는 알카라인 건전지와 같이 구성 성분에 potassium hydroxide가 함유되어 있으므로 이러한 결과 값을 보인 것으로 사료된다. 표토는 3.76 % (25±4.75 cpm) 높은 값을 보였으며 이는 표토의 구성 성분 중 thorium의 영향을 받은 것으로 보인다.

위에서 언급하였던 <sup>40</sup>K와 <sup>232</sup>Th는 반감기가 수십억 년인 환경 방사선에 해당 된다<sup>4)</sup>. 아스팔트, 연탄, 표토 등에서는 환경방사선과 계수치를 비교하였을 때 큰 차이를 보였음에 틀림이 없으나, 74~240 keV로 낮은 에너지의 범위를 갖기 때문에 피폭선량으로 따져 보았을 경우 낮은 정도의 수준이므로 안전하다고 판단된다. 그러나 건전지의 경우에는 환경 방사선에 비하여 계수치도 높으며, 에너지 또한 1426 keV로 높으므로 조사선량률(γfactor) 또한 높다. 고에너지에서는 RBE가 높으므로 안전하다고만 볼 수는 없으며 추후 연구해 보아야 할 것으로 판단된다(Table 5).

아스팔트로 구성된 많은 건축물, 자재, 고속도로 등의 이용 및 사용에 있어서도 주목할 만한 가치가 있음을 알 수 있었다. 뉴스보도에 따르면 고속도로의 건설에 사용되는 아스팔트의 경우 더 많은 양의 방사선이 검출됨을 알 수 있다.

**Table 5** The main physical properties of the species<sup>9)</sup>

Nuclide	atomic Number	Type of Decay	Half-life	Energy (keV)
<sup>131</sup> I	53	$\beta$	8.04d	364
<sup>137</sup> Cs	55	$\beta^-$	30yr	662
<sup>40</sup> K	19	$\beta^-$ , EC	1.27×10 <sup>9</sup> yr	1461
<sup>232</sup> Th	90	$\alpha$ , EC	1.39×10 <sup>10</sup> yr	63, 141

본 연구에서는 환경 방사능의 측정과 더불어 식품의 방사

능을 측정하였다. 식품은 주로 방사능이 많이 나올 것으로 예상되었던 러시아산 명태, 일본산 고추냉이와 참치 통조림 등 7가지 시료로 선정하였으며, 측정 결과 모든 시료에서 식약처 허용 기준치 이하로 확인되었다. 따라서 식품에 대한 많은 우려가 있으나 적어도 본 연구에서 주요 관심의 대상이 되었던 식품에 대해서는 우려하지 않고 섭취해도 무방할 것으로 보인다.

그 외의 시료들은 환경방사선과 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 본 연구를 통해 나온 결과 값들을 추론해볼 때 환경방사선에 비해 높은 값을 가지는 시료들은 있었지만 방사능 허용기준치에는 미치지 못한 값이라는 것을 알 수 있었으며 대중들의 불안감을 해소하고 방사능에 대한 인식을 개선할 수 있다.

본 연구에서 사용된 시료들 모두에서 측정된 방사능이 생활용품의 일부에서는 높게 나타났으나 안전하다고 판단되었으며, 식품의 경우에도 식약처에서 제시한 방사능 허용기준치 이내에 들어 있음을 확인하였다.

그러므로 실험 대상의 물질의 경우 방사능에 대한 국민의 우려가 실제로는 그리 크게 걱정하지 않아도 될 것이라 사료된다. 모든 물질에 대해서 일반화하기에 무리가 있는 것은 사실이나, 적어도 측정된 시료들에 한해서는 비교적 안심하고 섭취 또는 사용해도 될 것이다.

언론에서는 사실적인 내용만을 가지고 보도하는 경우도 있겠으나, 방사능에 대한 공포 및 불안 심리는 언론의 과장 보도에 대한 맹신에서 비롯되었을 가능성이 높다.

본 연구를 통하여 후쿠시마 원전 사고 이후 가중된 국민의 방사능에 대한 불안한 심리가 경감되고, 방사능에 대한 이해를 조금이나마 도울 수 있을 것이라 기대된다.

조선대학교 영광원전 환경 안전 감시 센터의 '영광원전 부지 내, 외부의 환경방사능 분석에 대한 평가 및 고찰'에서 사용된 환경방사능을 측정하는 전문적인 알파, 베타 계수기이다<sup>3)</sup>. 환경방사선 측정을 위해서는 고가의 고감도 검출기를 사용해야 충분한 계수를 얻어낼 수 있으나 본 연구의 성과로 미루어 볼 때, 소규모의 기관에서 보유하고 있는 의료용 우물형 섬광계수기를 이용하여서도 환경방사선을 검출하는데 유용성이 있음을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. Kwang-Yeul Lyu: Research for QC program Formulations of Nuclear Medicine Equipment, 3(1), 51-59, 1998
2. Hoon-Hee Park, Chun Goo Kang, Ki Beak Oh:

- Medical Radiation Exposure Dose of Workers in the Private Study of the Job Function, *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 15(2), 3-12, 2011
3. Sang-Jun Han, Seung-Jin Lee, Goung-Jin Lee, Na-Young Lee, Hee-Gang Kim, Ji-Yeon Mun: Evaluation and Consideration on Environmental Radiation Analysis of Yeong-Gwang Nuclear Power Plant Site Inside&Outside, *Journal of Radiation Protection and Research*, 36(2), 71-78, 2011
  4. Seung Hwan Choo: Issues on Indoor Radon Activities, 29(5), 32-40, 1996
  5. Ji Sun Ku: The Study on the Safety Management of Radioactive Rays around Living Environment, *Research of Environmental Law*, 36(3) 1-32, 2014
  6. Sang tae Lee: Radiation Protection and Safety, Chungu Munhwasa, 195-201, 2014
  7. Capintec, Inc: Captus 3000 Thyroid uptake system powner's manual, Capintec, Inc, 2-8, 2001
  8. Hyun ki Kim, Jae kwon Jang, Korea Radioisotope Association: Radiation Theory and Practice, 450-457, 470, 2013
  9. Myeong chul Lee: Radioactive Isotope Dictionary, Korea Radioisotope Association, 4, 8, 9, 15, 29, 66, 70, 97, 2010
  10. Gui soon Shin: Radiation Physics, Shinkwang publishing company, 171-175, 311-312
  11. Gopal B. saha: Physics and radiobiology of nuclear medicine, SpringerVerlag, 89, 2007
  12. Ministry of Food and Drug Safety: [http://fse.foodnara.go.kr/residue/rdg/jsp/frm\\_b\\_01\\_01.jsp](http://fse.foodnara.go.kr/residue/rdg/jsp/frm_b_01_01.jsp), 2015



•Abstract

## Measurement of Environmental Radiation Using Medical Scintillation Detector in Well Counter System

Kwang Yeul Lyu·Yeon-joon Park·Min-jeong Kim·Eun-hye Ham·Ji-yeol Yoon  
Hyun-jin Kim·Jung Hwan Min·Hoon-Hee Park

*Department of Radiological Technology, Shingu College*

After the Fukushima nuclear accident in 2011, concerns about radiation by people are increasing rapidly. If people could know how much they will be exposed by radiation, it may help them avoiding it and understand what exactly radiation is. By doing this, we were helping to reduce the anxiety of radiation contamination. In this study, we have researched figures of radioactivity with 'Captus-3000 thyroid uptake measurement systems' in well counter detector system. The materials were measured with Briquette, Shiitake, Pollock, Button type battery, Alkaline battery, Topsoil, Asphalt, Gasoline, Milk powder, Pine, Basalt stone, Pencil lead, Wasabi, Coarse salt, Tuna(can) Cigar, Beer, and then we categorized those samples into Land resources, Water resources, Foodstuff and Etc (Beer classified as a water resources has been categorized into Foodstuff). Also, we selected the standard radiation source linear  $^{137}\text{Cs}$  to measure the sensitivity of well counter detector. After that, we took cpm(counter per minute) for the well counter detector of thyroid uptake system's sensitivity. Then we compared the results of each material's cpm and converted those results to Bq/kg unit. There were a little limitation with the measurement equipment because it has less sensitivity than other professional equipment like 'High purity germanium radiation detector'. Moreover, We didn't have many choices to decide the materials.

As a result, there are macroscopic differences among the rates of material's spectrum. Therefore, it had meaningful results that showed how much each material had emitted radiation. To compare the material's cpm with BKG, we've compounded their spectrums. By doing that, we were able to detect some differences among the spectrums at specific peak section.

Lastly, Button type battery, Alkaline Battery, Briquette, Asphalt and Topsoil showed high value. There were classified emitting high radiation Group A and emitted lower radiation Group B. The Group A, alkaline battery showed higher rate of radiation by 7.67 %, and Button type battery was yield 4.65 % higher rate than BKG. Additionally, Asphalt (8.03 %), Topsoil (3.76 %), Briquette (7.46 %) were yield for higher values. Several samples of the daily supplies were yield little higher, but it seems safe to use in daily lives.

In the case of the 'Foodstuff', all of the samples were safe and they were under the radiation limits of the Ministry of Food and Drug Safety for Food; thus, we highly recommend this study to you as a reference of common daily routine.

**Key Words :** Captus - 3000 Thyroid uptake system, Well counter detector, Fukushima nuclear accident, Environmental radiation, The radiation limits of the Ministry of Food and Drug Safety for Food