

수원시 소재의 한 대학 내 환경방사선량 측정 분석

- Analysis of the Environmental Radiation Dose Measured at the University Located in Suwon City-

동남보건대학교 방사선과

이인자·정유진·김청경·김희술·윤현민·박다정·고요한

— 국문초록 —

경기도 수원시에 있는 한 대학의 두 건물(오래된 건물과 새 건물)의 실내외(지하, 옥상)에서 2013년 4월 첫 주부터~ 2014년 3월 말 주 까지 1년간 1주일에 2회씩 환경방사선량을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 두 건물의 환경방사선량은 0.169727 μ Sv/hr이었고, 가장 작게 측정된 값은 0.076 μ Sv/hr이었고, 가장 높게 측정된 값은 0.300 μ Sv/hr이었다.
2. 오래된 건물의 환경방사선량이 0.176374 μ Sv/hr, 새 건물이 0.163053 μ Sv/hr로 오래된 건물에서 더 높게 측정되었다.
3. 1년 중 가장 낮게 환경방사선량이 측정된 달은 11월로 평균 0.152844 μ Sv/hr이고, 가장 높게 측정 된 달은 5월로 평균 0.197222 μ Sv/hr이다.
4. 측정 장소 비교에서 실내의 환경방사선량은 0.164649 μ Sv/hr, 실외는 0.174779 μ Sv/hr로 실외에서 높게 측정되었다.
5. 계절별로 가장 낮게 측정된 환경방사선량은 겨울로 0.157788 μ Sv/hr이고, 가장 높게 측정된 계절은 봄 0.183846 μ Sv/hr이며, 봄, 여름, 가을, 겨울 순으로 적게 측정되었다.

중심 단어: 환경방사선량, 실내, 실외, 계절별

I. 서 론

후쿠시마 원자력 발전소 사고 (2011년 3월 11일)이후 우리나라 국민들도 방사선에 대한 관심이 부쩍 늘었다.

방사선은 크게 인공방사선과 자연 방사선으로 분류되고 있으며, 이중 인공방선의 이용은 의료를 비롯한 산업

에 이용되고 있다. 그러나 국민들의 관심은 인공방사선 뿐 만 아니라 자연방사선에 대한 관심도 높아 졌으며, 건축물을 포함한 공기 등 환경적 요소에 의한 방사선에도 관심이 높아졌다.

자연 방사선원 (Natural Radiation Source)에는 대기 권 외부로부터 입사되는 1차 우주선 및 2차 우주선, 지각 (토양)으로부터의 방사선, 대기 중에 부유하는 라돈과 그 딸 핵종들에 의한 방사선, 우리자신의 체내에 있는 자연 방사성 핵종인 K-40, Rb-87, C-14, H-3, Na-22 등에 의한 체내 방사선들이 해당 된다¹⁾.

특히 일본 원자력 발전소의 사고이후 수산물을 비롯한 바람을 통해 국내로 유입되는 방사선의 영향에 대해서도 관심이 높아져있다. 자연방사선량은 전 세계적으로 조금 씩은 다르겠지만 일반적으로 연간 2.4mSv 정도라고 알려

* 접수일(2014년 7월 28일), 1차 심사일(2014년 8월 12일), 확정일(2014년 9월 13일)

* 본 연구는 동남보건대학 연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

교신저자: 이인자, (440-714) 경기도 수원시 장안구 천천로 74번길 50
동남보건대학 방사선과
TEL : 031-249-6403, FAX : 031-249-6400
E-mail : ijlee@dongnam.ac.kr

저 있다. 그러나 건축자재, 해수면으로부터 고도에 따라 공기 중 방사선량은 달라진다.

다양한 자연 또는 인공방사선으로부터 인간이 받는 연간 평균 유효선량은 지역에 따라 차이가 있으며, 미국의 경우 약 3.6mSv로 평가되고 있으며²⁾ 우리나라의 경우에는 50~300nSv/h이다³⁾.

또한 건축자재로 많이 사용되고 있는 콘크리트 벽체에 존재하는 천연 방사성 핵종에 의한 실내에서의 외부피폭도 무시할 수 없을 것이다. 일부 논문에 의하면 외부공기보다는 실내에서의 위험 즉 라돈에 의한 위험성에 대해서 실험한 논문이나 이를 제거하기 위한 실험한 결과를 보고한 논문도 있다⁴⁾.

본 연구에서는 일부지역이기는 하지만 우리가 가장 많이 머물고 있는 대학 내의 환경방사선량이 얼마나 되나 또는 오래된 건축물과 신건축에서 발생하는 환경방사선량은 차이가 있을지, 실내 및 실외 환경방사선량이 얼마나 되는지에 대한 궁금증이 생겼다. 따라서 수원에 있는 한 대학에서 1년간 주 2회씩 측정된 환경방사선량을 분석하여 그 결과를 보고하고자 한다.

II. 조사 대상 및 방법

수원시에 소재하고 있는 한 대학 내 환경방사선량에 대한 경향을 파악하기 위해 2013년 4월 첫 주부터~2014년 3월 말 주 까지 1년간 1주일에 2회씩 선량을 측정 하였다. 측정 장소는 오래된 건축물과 신 건축물에 대한 차이를 알기위해 준공된 지 17년 된 A건물과, 준공된 지 1년 된 B건물에서 측정하였으며, 동일 건물시 건물 내부와 외부의 차이를 보기위해A, B건물의 지하 1층(실내)과 옥상(실외)에서 약 5분간 측정하여, 최고값과 최저값, 평균값을 기록하였다. 환경방사선 측정기는 $\mu\text{Sv/hr}$ 까지 측정 가능한 GM Survey meter (ASM 990, Model

489-110D)를 사용하였다(그림 1참조).



Fig. 1 GM Survey meter (ASM 990)

III. 실험 결과

1. 건물에 따른 환경방사선량

건축연한에 따른 1년 간 환경방사선량을 측정한 결과 표 1과 같다. 오래된 건물의 최저선량은 지하1층(실내)이 $0.076 \mu\text{Sv/hr}$ 이고, 최대선량은 옥상(실외)이 $0.300 \mu\text{Sv/hr}$ 이며, 평균측정값은 $0.176374 \mu\text{Sv/hr}$ 이었다. 새 건물의 경우 최저선량은 지하1층(실내)이 $0.080 \mu\text{Sv/hr}$ 이고, 최대선량은 옥상(실외)이 $0.280 \mu\text{Sv/hr}$ 이며, 평균선량은 $0.163053 \mu\text{Sv/hr}$ 였다. 건물에 따라 최저선량은 큰 차이가 없으나, 최대선량은 오래된 건물이 약간 크게 측정되었으며, 평균치 또한 오래된 건물이 약간 높게 측정되었다. 또한 측정값에 대한 편차도 오래된 건물이 크게 측정되었으나 크게 차이는 나지 않았다.

이상의 결과로 보면 새 건물에 비해 오래된 건물에서 특히 옥상(실외)에서 환경방사선량이 약간 많이 측정되었음을 알 수 있었다.

오래된 건물은 실내($0.161308 \mu\text{Sv/hr}$)에 비해 실외

Table 1 Characteristics of environmental radiation dose according to building old and new in the year (unit: $\mu\text{Sv/hr}$)

Building	Old		New	
	Indoor	Outdoor	Indoor	Indoor
Dose _{min}	0,076	0,120	0,080	0,090
Dose _{max}	0,290	0,300	0,250	0,280
Mean	0,161308	0,1914428	0,1679908	0,1581158
Mean		0,176374		0,1630529
S D	0,401631	0,437541	0,409866	0,397637

(0.191442 $\mu\text{Sv/hr}$)에서의 측정값이 높았으며, 실내외의 차이가 크게 나타났다. 그러나 새 건물인 경우 실내(0.167990 $\mu\text{Sv/hr}$)와 실외(0.158115 $\mu\text{Sv/hr}$)간의 측정값은 비슷하며 차이도 크지 않았다(그림 2참조).

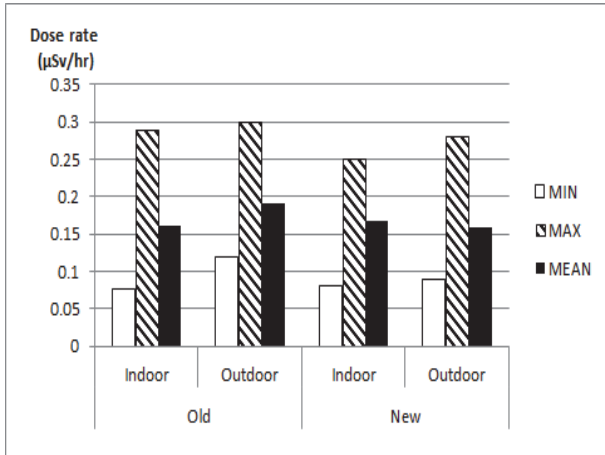


Fig. 2 Characteristics of environmental radiation dose according to building old and new in the year

2. 월별 환경방사선량

월별 건물과 실내외에 따른 환경방사선량의 측정결과는 표 2와 같다.

건축연한과 실내외의 평균치로 월 중 작은 양의 환경

방사선량이 측정 된 달은 11월로 그 측정값이 0.152844 $\mu\text{Sv/hr}$, 12월이 0.153889 $\mu\text{Sv/hr}$ 였으며, 5월 달이 0.197222 $\mu\text{Sv/hr}$, 4월이 0.193612 $\mu\text{Sv/hr}$ 로 많이 측정되었다.

1년간 건물과 장소에 관계없이 평균 환경방사선량은 0.169727 $\mu\text{Sv/hr}$ 로 측정되었다.

건물이나 측정 장소에서 가장 차이가 큰 달은 3월이며, 측정선량의 차이가 가장 작은 달은 6월이었다(그림 3참조).

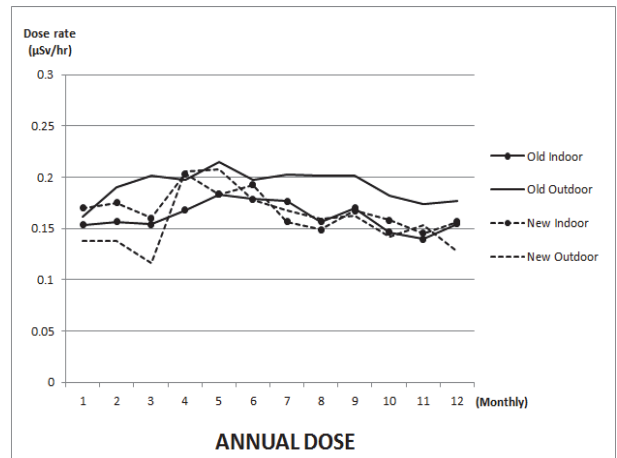


Fig. 3 Monthly environmental radiation dose according to building

Table 2 Monthly environmental radiation dose according to building and indoor, outdoor

(unit: $\mu\text{Sv/hr}$)

Building	Old		New		Mean
	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	
Month 1	0.153333	0.161111	0.170000	0.137778	0.155556
Month 2	0.156250	0.190000	0.175000	0.137500	0.164688
Month 3	0.153750	0.201250	0.160000	0.116250	0.157813
Month 4	0.167778	0.197778	0.203333	0.205560	0.193612
Month 5	0.183333	0.214444	0.183333	0.207778	0.197222
Month 6	0.178750	0.197500	0.192500	0.177500	0.186563
Month 7	0.176667	0.202222	0.156667	0.167778	0.175834
Month 8	0.156667	0.201111	0.148889	0.158889	0.166389
Month 9	0.170000	0.201250	0.167500	0.162500	0.175313
Month 10	0.146000	0.182000	0.158000	0.142000	0.157000
Month 11	0.139500	0.173750	0.145125	0.153000	0.152844
Month 12	0.154444	0.176667	0.156667	0.127778	0.153889
Mean	0.161373	0.191590	0.168085	0.157859	0.169727

Table 3 Environmental radiation dose according to season

(unit: $\mu\text{Sv/hr}$)

	Building	Spring	Summer	Fall	Winter	Mean	Mean
Indoor	Old	0.168846	0.170385	0.151385	0.154615	0.161308	0.164649
	New	0.183077	0.165000	0.156962	0.166923	0.167990	
Outdoor	Old	0.204615	0.200385	0.185385	0.175385	0.191442	0.174779
	New	0.178846	0.167692	0.151692	0.134231	0.158115	
	Mean	0.183846	0.175865	0.161356	0.157788	0.169727	

3. 계절별 환경방사선량

1년간 환경방사선량을 계절별로 분류해 봄은 3-5월, 여름은 6-8월, 가을은 9-11월, 겨울은 12-2월로 하여 표 3에 나타내었다. 측정 장소가 실내일 경우, 오래된 건물과 새 건물의 평균 환경방사선량은 $0.164649 \mu\text{Sv/hr}$ 와 $0.174779 \mu\text{Sv/hr}$ 로 거의 비슷한 값을 보였다. 그러나 실외의 경우 오래된 건물($0.191442 \mu\text{Sv/hr}$)이 새 건물($0.158115 \mu\text{Sv/hr}$)의 측정값보다 많이 높음을 알 수 있었다. 환경방사선량이 가장 적게 측정된 계절은 겨울이 $0.157788 \mu\text{Sv/hr}$ 였으며, 가장 크게 측정된 계절은 모두 봄으로 $0.183846 \mu\text{Sv/hr}$ 로 가장 크게 측정되었다. 또한 1년 중 가장 많은 양의 환경방사선량이 측정된 곳은 오래된 건물의 실외($0.191442 \mu\text{Sv/hr}$)이었고 가장 적게 측정된 곳은 새 건물의 실외($0.158115 \mu\text{Sv/hr}$)로 나타났다. 특히 겨울에는 측정값간의 차이가 가장 컸으며, 새 건물은 봄부터 가을까지는 차이가 적었으나 겨울은 차이가 크게 측정되었다(그림 4 참조). 그림 4에서 볼 수 있듯이 환경방사선량이 봄, 여름, 가을, 겨울의 순으로 적어짐을 알 수 있었다.

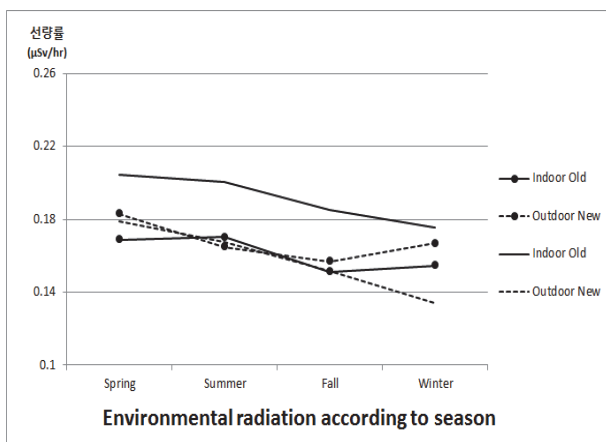


Fig. 4 Environmental radiation dose according to season

IV. 고찰

우리나라의 중간 정도에 위치하는 경기도 수원지역의 한 대학에서 환경방사선량을 1년간 측정한 결과 평균 $0.1697 \mu\text{Sv/hr}$ 정도 받는 것으로 나타났다. 이는 우리나라 국가 환경방사선 자동감시망(IERNNet)에서 제시하고 있는 기준치인 $50\sim 300 \text{ nSv/h}$ 에 포함 된다³⁾. 다양한 자연 또는 인공방사선으로 인간이 받는 연간 평균 유효선량은 지역에 따라 차이가 있으며, 미국의 경우 약 3.6 mSv 로 평가되고 있고²⁾, 전 세계적으로는 일반적으로 2.4 mSv/y 인데 비해 본 연구의 측정값이 약간 적게 받는 것으로 나타났다. 또한 한국 원자력 안전기술원의 조사에 의한 2000년도 서울지역(측정위치: 한양대학교 내: $N37^\circ, 33'$, $E127^\circ, 15'$)의 평균 $12.10 \mu\text{R/hr}$ 와 비교하면 본 연구의 결과가 훨씬 적게 측정이 되었다⁵⁾.

방사선에 의한 피폭 중에서 우주선에 의한 피폭은 약 8% 정도이고 해수면으로부터 고도가 높은 곳에 위치할수록 즉 해수면에서 고도가 2 Km 증가함에 따라 피폭량은 약 2배로 증가한다고 알려져 있다⁶⁾.

또한 실내에 해당되는 지하에서의 환경방사선의 양은 본 연구에서 $0.164649 \mu\text{Sv/hr}$ 정도 측정되었고, 실외에 해당되는 옥상의 측정값은 $0.174779 \mu\text{Sv/hr}$ 로 측정되어 실외의 측정값이 다소 높게 측정되었다. 이는 아마도 실내보다는 실외가 공기의 이동이 많기 때문인 것으로 사료된다.

특히 오래된 건물에서 실외의 측정값이 높은 것은 건물의 방향이 남향으로 봄철 바람의 방향이 많을 것으로 사료되며, 다음의 연구 시에는 바람의 방향도 조사대상이 되어야 할 것으로 사료된다.

우리나라도 지질구조가 화강암으로 ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K 농도가 높은 지질구조를 가지고 있어 천연방사성핵종의 농도가 높을 것이라는 보고도 있다⁸⁾.

또한 건축물의 재료에 의해서도 실내의 외부피폭 방사

선량이 달라진다는 연구도 있다⁷⁾. 조 윤해 외의 논문에 의하면 '실제 국내에서 주로 사용되는 콘크리트내의 자연 방사성핵종의 농도 및 한국인의 생활양식 등을 토대로 한국의 실내공간에서의 외부피폭 방사선량을 및 연간 유효 선량을 평가 하였는데, 공기 중 흡수선량률은 104nGy/hr 이었으며, 연간 유효선량은 0.59mSv로 평가되었다. 이는 유엔방사선영향과학위원회에게 제시한 세계 평균값과 비슷한 수준이다.' 라고 하였다⁷⁾.

위의 결과와 비교하여 우리가 측정한 값이 약간 높게 측정 되었다. 이는 본 연구의 값은 실측값으로 측정기에 대한 오차나 외부의 영향이 있을 것으로 사료 되며, 조⁷⁾의 논문의 값은 실내처럼 공간을 만들어 놓고 측정 한 것으로 외부의 요인을 덜 받았기 때문에 다소 차이가 있는 것으로 사료된다.

또한 본 연구의 월별 측정값에서 알 수 있듯이 봄의 측정값이 0.183846 μ Sv/hr로 높고, 겨울이 0.157788 μ Sv/hr로 낮게 측정된 것도 바람의 방향에 대한 외적인 요인 때문인 것으로 사료된다. 특히 겨울의 측정값은 그림 4와 같이 장소에 따라 차이가 크게 남을 알 수 있었다.

실내에 존재하는 천연 방사선물질 중 외부피폭에 가장 영향을 많이 주는 물질은 콘크리트 내의 토륨(Th)계열이며, 다음이 우라늄(U)계열이고, 실내 면적의 변화에 상관없이 거의 일정한 값을 보인다고 밝힌 논문도 있다⁷⁾.

또한 실내 방사선 피폭을 줄일 수 있는 방법으로는 실내오염의 주원인인 라돈량을 줄여야하며, 활성탄(숯)이 방사성기체인 라돈을 제거하는데 사용이 가능하다는 보고도 있다⁸⁾. 라돈을 줄일 수 있는 방법으로 김⁴⁾은 창을 열어 환기를 시키는 방법으로 약 64%까지 줄어들며, 주변에서 흔히 구할 수 있는 활성탄(숯)도 효과가 있다고 보고 하였다. 본 연구와 연계해서 보면 봄철 특히 실내보다는 실외활동 시 특히 주의를 해야 하며, 봄철 환경방사선량이 많이 측정되므로 환기에도 신경을 써야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

경기도 수원시에 있는 한 대학의 두 건물(오래된 건물과 새 건물)의 실내외(지하, 옥상)에서 2013년 4월 첫 주부터~ 2014년 3월 말 주 까지 1년간 1주일에 2회씩 환경방사선량을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 두 건물의 연평균 환경방사선량은 0.169727 μ Sv/hr

이었고, 가장 작게 측정된 값은 0.076 μ Sv/hr이었고, 가장 높게 측정된 값은 0.300 μ Sv/hr이었다.

2. 오래된 건물의 환경방사선량이 0.176374 μ Sv/hr, 새 건물이 0.163053 μ Sv/hr로 오래된 건물에서 더 높게 측정되었다.

3. 1년 중 가장 낮게 환경방사선량이 측정된 달은 11월로 평균 0.152844 μ Sv/hr이고, 가장 높게 측정된 달은 5월로 평균 0.197222 μ Sv/hr이다.

4. 측정 장소 비교에서 실내의 환경방사선량은 0.164649 μ Sv/hr, 실외는 0.174779 μ Sv/hr로 실외에서 높게 측정되었다.

5. 계절별로 가장 낮게 측정된 환경방사선량은 겨울로 0.157788 μ Sv/hr이고, 가장 높게 측정된 계절은 봄 0.183846 μ Sv/hr이며, 봄, 여름, 가을, 겨울 순으로 적게 측정되었다.

참고문헌

1. Marry Alice : Radiation Protection in Medical Radiography, Mosby 1~15, 1993
2. National Council on Radiation Protection and Measurements: NCRP Report No.93, 1998
3. <http://iernet.kins.re.kr/>
4. Chang-kyun Kim · Jong-Hak Choi · Jeong-Ho Kang : A Study on the Reduction of Indoor Radon Contamination, Journal of Radiological Science and Technology, 29(2), 53~56, 2006
5. <http://iernet.kims.re.kr/gich/gich.html#g>
6. Environmental Protection Agency: EPA Document 402-K92-001 September, 1992
7. Yoon Hae Cho · Chang Jong Kim · Ju Yong Yun · Dae Hyung Cho · Kwang Pyo Kim: External Exposure Due to National Radionuclides in Building Materials in Korean Dwellings, Journal of Radiation Protection, 37(4), 181~190, 2012
8. Jung-Hoon Kim · Ah-Reum Kim · Seong-Jin Ko · Joo-Ho Whang: Evaluation of Radiation Exposure to Residents by Naturally Residing Radionuclides in the Soil of Korea, Journal of Radiological Science and Technology, 32(2), 219~224, 2009

• Abstract

Analysis of the Environmental Radiation Dose Measured at the University Located in Suwon City

In-Ja Lee · Yu-Jin Jeong · Chung-kyung Kim · Hee-Sol Kim · Hyeo-Min Yoon ·
Da-Jeong Park · Yo-Han Ko

Department of Radiological Technology, Dongnam Health university

The amount of environmental radiation was measured in the indoor(basement) and outdoor(rooftop) of the two buildings of the University (the old building and the new building) in Suwon City, Gyeonggi Province. Measuring the environmental radiation dose from the first week of April 2013 to last week of March 2014, Twice a week, one year. The measured results were as follows.

1. The average annual environmental radiation of the two buildings were $0.169727\mu\text{Sv/hr}$. The lowest value was $0.0760\mu\text{Sv/hr}$ whereas the highest value was $0.3000\mu\text{Sv/hr}$.
2. The amount of environmental radiation dose was $0.176373999\mu\text{Sv/hr}$ in the old building and the amount of environmental radiation dose was $0.163052885\mu\text{Sv/hr}$ in the new building. The old building environmental radiation dose was higher than the new building.
3. The month of the lowest amount of environmental radiation dose in a year was November resulting in $0.152844\mu\text{Sv/hr}$ whereas May was found the month of the highest amount of environmental radiation dose showing with $0.197222\mu\text{Sv/hr}$.
4. The amount of environmental radiation dose in the indoor(basement) was $0.164649\mu\text{Sv/hr}$ and the amount of environmental radiation dose of the outdoor(rooftop) was $0.174779\mu\text{Sv/hr}$. And the outdoor(rooftop) was higher than the indoor(basement).
5. Depending on seasonal, the lowest amount of environmental radiation dose was in winter with $0.1632\mu\text{Sv/hr}$ while spring was the season with the highest amount of environmental radiation dose with $0.183846\mu\text{Sv/hr}$. The measured amount was high in the order of spring, summer, autumn, and winter.

Key Words : Environmental radiation dose, Indoor(basement), Outdoor(rooftop), depending on seasonal