

부산지역 일반주택에서의 라돈농도측정

— Radon concentration measurement at general house in Pusan area —

동아대학교의료원 진단방사선과

임 인 철

— 국문요약 —

1980년대 초까지 우리들은 라돈이 우리의 건강을 해친다는 생각을 하지 못하고 살아 왔다. 그러나 과학자들은 오래 전부터 우리가 사는 실내에 라돈 방사능의 위험이 도사리고 있다는 사실을 알게 되었다. 특히 우리나라에서는 라돈에 대한 위해와 인체에 미치는 영향에 대한 관심이 저조하다. 최근 들어 라돈 오염에 대한 의식을 가지고 서울 지하철의 일부 역, 학교 시설의 실내 공기, 주택 내 공기 중 라돈 문제의 중요성과 위험성에 대해 알리고 측정, 관리하는 관심을 가지게 되었다.

일반적으로 건물의 지반에서 방출된 라돈가스가 건물 바닥 갈라진 틈새 등을 통해 실내로 들어오므로써 라돈이나 라돈붕괴종의 실내 공기 중 농도는 증가하게 된다. 따라서, 균열된 건물 바닥의 틈, 지하로부터 실내로 들어오는 상하수 파이프와 지반 사이에 틈새가 많을 수록 실내의 라돈 농도는 높아진다. 이와 같이, 라돈은 지각 뿐만 아니라 건축 자재물 상수, 취사용 천연가스 등을 통해서도 실내로 들어오지만 라돈의 85%이상은 지각으로부터 방출된 것이다. 폐암의 한 원인으로 지목 받는 라돈과 라돈 붕괴종에 의한 건강상의 위해는 토양 중 우라늄의 함량이 높은 지역과 광산의 갱내, 동굴, 주택과 같이 밀폐된 공간에서 특히 높아진다. 라돈 농도의 안전한 준위란 알 수 없으며 크든 작든 간에 항상 위험이 존재한다. 그러므로 중요한 것은 주택 및 건물 내에서 라돈의 농도를 낮춤으로써 폐암의 위험을 감소시키는 것이다.

따라서 일반 주택 라돈 농도 측정이 필요한 것으로 생각되어, 신틸레이터 라돈 모니터를 이용하여 월별로 라돈 농도를 측정하였다. 연구결과는 지상보다는 지하가 1년 내내 높게 나타났으며, 여름보다는 겨울이 높게 나타났다. 특히 미국 환경 보호청이 권고하는 주택 내 4 pCi를 넘는 달은 지하 내에서만 나타났으며, 12개월 중 4개월로 나타나 라돈 피폭 심각성을 알게 되었다. 그러므로 라돈에 관한 기준치의 설정과 규제 및 저감 대책의 마련이 시급하다는 생각이 들며, 라돈 농도 측정된 결과를 알리고자 한다.

I. 서 론

우리는 땅에서 끊임없이 발산하는 라돈 방사능을 포함한 공기를 호흡하며, 지하수에 녹아있는 우라늄, 라듐 그리고 라돈이 든 물을 매일 마시고 있다. 뿐만 아니라 태양으로부터 오는 방사선을 매일 쬐이고 있다¹⁾.

진료 목적에 사용되는 X-선, 우리가 매일 시청하는 텔레비전 등, 우리 생활에 필수적인 여러 기기들로부터 방사선이 배출된다. 그런 자연 방사능들 중에서도 우리의 건강

에 가장 심각하게 영향을 주는 것은 라돈 방사능이다.

라돈은 천연방사성 핵종이지만 인류가 피폭하는 방사선량 중 50% 이상을 차지한다는 사실은 중요한 방사선 피폭원이라고 생각을 한다. 특히 근래의 암 역학 자료가 말해 주듯이 위암이 감소 경향을 보이는데 반해, 폐암이 증가하고 있다는 사실은 우리로 하여금 공기 중 라돈과 그 자핵종의 농도 문제를 다시 생각하게 만든다. 물론 이러한 폐암의 증가 경향이 라돈에 의한 것이라고는 볼 수 없으나, 라돈도 여러 가지 공기 중 발암인자의 하나이며

흡연하지 않는 것과 관계없이 공중의 방사선 피폭의 표적 장기는 폐인 것도 명백하다²⁾. 그 이유는 주거건물의 에너지 절약이 강조되면서 실내공기의 환기율이 떨어짐에 따라 실내공기 중 라돈 농도가 증가한 점을 들 수 있다. 건물의 지반에서 방출된 라돈 가스가 건물바닥의 갈라진 틈새 등을 통해 실내로 들어옴으로써 실내 공기 중에 라돈이나 라돈 자핵종의 농도가 증가하게 된다^{3,4)}. 그러나 아직 라돈이 무엇인지를 알지 못하는 그룹이 있는가 하면 지나치게 그 위험을 과대평가하고 있는 그룹도 있다고 생각한다. 그러나 수많은 위험요소에 노출되는 현대사회의 구성원으로서 특히 위험요소를 무시하거나 지나치게 과민반응 하는 것은 어느 것도 바람직한 것이 아니며 그 실체를 바르게 이해하는 것이 필요하다.

우리 인간은 하루 일과의 약 80%가 실내공간에서 이루어지고 있다. 사람은 70년을 산다고 가정하면 56년 간을 어떤 형태로든 실내공간에서 생활한다고 할 수 있다. 실내공간은 일반가정이나 사무실 뿐만 아니라, 실내작업장, 공공건물, 병원, 지하시설물, 상가, 자동차 등을 말한다⁵⁾.

특히 겨울철에는 에너지 절약의 일환으로 실외공기의 차단으로 밀폐되고 있어, 실내공기오염의 심각성이 거론되고 있다. 실내공기 오염물질 중 라돈(Radon : Rn-222)에 대하여 세계 각 국에서는 건강에 미치는 영향 등 다각적인 연구가 활발히 진행되고 있으며, 라돈 규제에 관한 논문과 학술발표도 활발하다. 그러나 아직 우리나라에서는 라돈에 대한 위해성과 인체에 미치는 영향에 대한 관심이 저조하며 최근 들어, 라돈오염에 대한 관심을 가지고 서울 지하철의 일부 역사⁶⁾, 학교 시설의 실내 공기, 주택 내 공기 중 라돈문제의 중요성과 위험성에 대해 알리고 측정하는 관심을 가지게 되었다. 지금은 라돈의 기준치를 다른 나라의 기준치를 사용, 인용하고 있지만 지금부터라도 라돈에 관한 기준치의 설정과 규제 및 저감 대책의 마련이 시급하다는 생각이 들며, 라돈농도를 측정 한 결과를 알리고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 부산광역시내에 위치하는 주택 10군데를 선정하여 지상 1층, 지하 1층을 대상으로 하였다.

2. 연구도구

1) 라돈측정기 모델명

① 신틸레이터라돈모니터(SRM-200, Scintillation Radon Monitor-200)로 사용하였다.

2) 라돈측정방법

- ① 먼저 창문과 현관문을 닫고 시험 기간동안 가능한 닫힌 채 둔다(최소 12시간).
- ② 검출기는 주택에서 가능한 낮은 곳, 즉 지하실(자주 사용하는 경우)이나 1층의 거실 또는 침실에 둔다(주방이나 화장실에 설치하는 것은 피하여야 한다).
- ③ 측정기는 공기의 흐름이 많거나 고온, 고습한 곳을 피해 바닥 또는 벽면으로부터 50 cm 이상 떨어진 위치한다.
- ④ 측정기 신틸레이션을 SRM-200에 삽입하고 30초 후 전원을 켜다.
- ⑤ 시료채취 완료시점으로부터 3시간 방치시킨다.
- ⑥ 전환스위치는 Ra에 위치하고, Time 스위치는 60에 위치시킨다.
- ⑦ 3시간이 될 때 start 스위치를 누르면 1시간 측정 후 자동으로 stop이 된다. 측정이 끝난 후 display를 눌러 값을 읽어 기록한다(교정인자는 0.03).

3. 현장실태조사

조사대상 주택 내 측정은 1년 간(2003년 1월부터 2003년 12월까지)의 월 2회(지상 1회, 지하 1회) 년 24회를 주택 10군데를 지정하고 월별로 측정하여 그 값을 평균을 내어 조사하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 연구결과

2. 고찰

지하에서는 지상보다 라돈농도가 1년 동안 전부 높게 나타났다. 그 이유는 지하에서는 창문이 거의 없었고 환기시설은 환풍기에 의존할 뿐 아니라, 팬 설치가 되어 있는 곳이 드물었다. 즉 겨울철에서는 추운 날씨로 인하여 지상이나 지하에서는 거의 환기를 하지 않는 편 이어서 라돈농도 차이는 큰 차이 없었으나, 여름철에서는 3배가

Table 1. Monthly radon concentration shame in house (pCi)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Gro.	3.3	3.9	1.8	1.6	1.5	0.9	0.8	0.5	1.2	1.9	2.5	3.0
Und.g.	4.8	4.9	3.8	3.1	2.8	1.7	1.6	1.8	2.3	3.8	4.1	4.6

(참고: 미국 환경보호청 라돈 권고치 4 pCi로 규정)

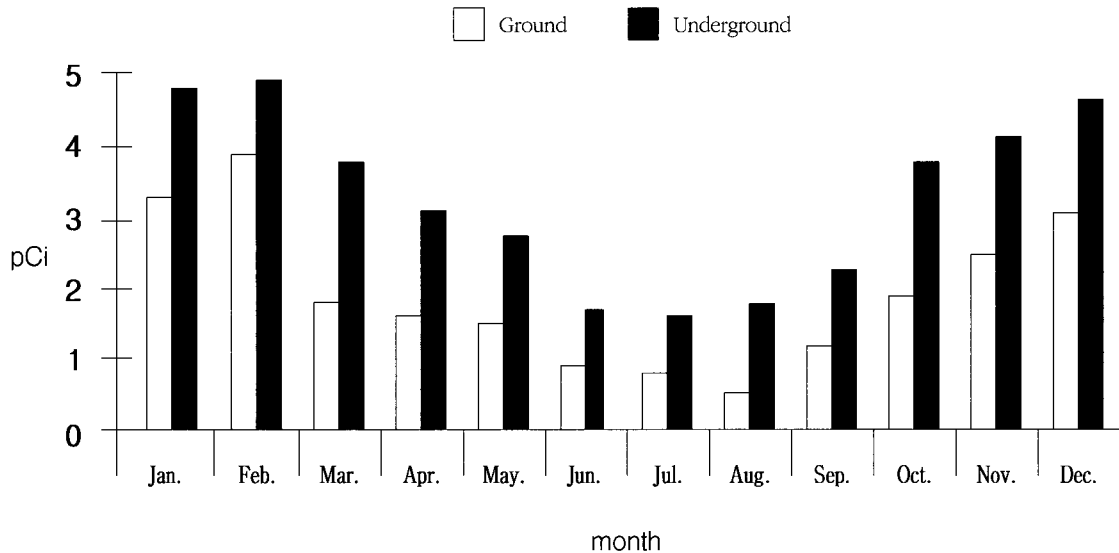


Fig 1. Result of monthly radon concentration shame in house

넘는 큰 차이를 보였다. 그 이유는 지하에서는 지상보다 복사열이 차단되는 이유로 시원함을 느끼게 되어 환기시키는 경우가 드물었기 때문이라고 사료된다. 그러므로 실내의 환기는 오염된 공기를 자주 교체시키는 방법, 특히 지하에서는 팬을 이용한 환기 배설이나 물리적인 방법을 이용한 환기 배설이 요구되며, 환기구는 되도록 높은 위치로 하고 신축 건물에 라돈을 차단하는 설계를 채택하도록 권고하는 방침이나, 라돈가스 배출이 적은 자재를 이용하는 것과 실내의 압력을 실외보다 약간 높게 유지하는 방법, 라돈의 주요 유입 경로 차단, 배수관·지하실벽체·콘크리트 기초 슬래브 밑의 토양층의 배기 방법 등을 이용하여 최대한 라돈가스가 실내에 유입되는 것을 차단하는 것이 시급하다는 결과를 얻었다. 그리고 주택창문의 크기는 규정화 하여 크게 만든 것이 좋으며, 지하에는 주차장으로 활용하여 지반과 떨어진 주택을 만드는 것이 바람직하다고 생각된다. 또한 라돈은 무색, 무미, 무취한 방사성 가스이므로 일반 주택에서 라돈문제가 발생하더라도 그 문제를 발견한다는 것은 상당히 어려운 일이므로 각 개인이 자신의 주택의 라돈농도를 시험 측정해볼 필요가 있다⁷⁾. 그로 인해 본 연구결과 주택 내

라돈가스농도를 저감할 수 있는 방법과 대책^{8~10)}을 제시하고자 한다.

1) 저감방법

- ① 실내 공기를 자주 환기시켜 오염된 공기를 교체시키는 방법
- ② 실내의 압력을 실외보다 약간 높게 유지하는 방법
- ③ 라돈의 주요 유입통로 차단, 라돈이 스며들 틈새를 메우는 방법
- ④ 배수관, 지하수 벽체, 콘크리트 기초 슬래브 밑의 토양층의 배기 방법
- ⑤ 신축건물에 라돈을 차단하는 설계를 채택하도록 권고(스웨덴, 영국 등)
- ⑥ 기초 콘크리트 밑에 고인 라돈가스를 팬을 통해 밖으로 배출하는 장치설치(미국, 유럽 등)
- ⑦ 라돈측정기구 구입하여 수시 측정(외국의 경우 건물 내 라돈농도 측정은 일반적이어서 소매점 및 슈퍼마켓 등에서 저렴하고 혼자서 수행할 수 있도록 간단한 라돈측정도구를 쉽게 구입할 수 있다¹¹⁾)

2) 라돈제어대책

- ① 라돈방출율이 적은 건축자재를 사용한다.
- ② 건축물 바닥과 토양사이에 간격을 두어 토양에서 방출된 라돈이 건물내부로 들어가지 못하도록 한다.
- ③ 실내의 환기량을 증가시켜 라돈의 농도를 낮게 한다.

IV. 결 론

주택 내 라돈농도 현장측정조사를 통하여 결과는 다음과 같다.

1. 주택 내 라돈농도는 지하에서 2월(4.9 pCi)이 제일 높게 나타났으며, 제일 작게 나타난 달은 지상에서 8월(0.5 pCi)로 나타났다.
2. 주택 내 라돈농도 비율은 1년 중 지하에서 전부 높게 나타났으며, 차이가 가장 큰 달은 8월(3.6배)이며, 차이가 가장 적게 나타난 달은 3월(1.3배)로 나타났다.
3. 월별 지상과 지하의 라돈농도 비율은 8월(3.6배), 3월(2.1배), 7월(2.0배), 10월(2.0배), 9월(1.9배), 6월(1.9배), 5월(1.9배), 4월(1.9배), 11월(1.6배), 12월(1.5배), 1월(1.5배), 2월(1.3배) 순으로 나타났다.
4. 지상과 지하의 농도 차가 2배가 넘는 달은 8월(3.6배), 3월(2.1배), 7월(2.0배), 10월(2.0배)로 겨울보다는 오히려 여름, 봄에 격차가 심한 것으로 나타났다.
5. 미국 환경보호청이 권고하는 주택 내 4 pCi를 넘는 달은 지하 내에서만 나타났으며, 2월(4.9 pCi), 1월(4.8 pCi), 12월(4.6 pCi), 11월(4.1 pCi)로 나타났다.
6. 지상과 지하의 라돈농도를 계절별로 보면 여름보다는 겨울이 높게 나타났고, 봄과 가을은 거의 비슷하게 나타났다.

본 연구의 결과로 얻어지는 성과는 최근 환경에 대한 관심이 높아감에 따라 이러한 일반주택 내의 라돈농도

측정법이 일반화 될 것으로 판단되며, 또한 월별로 지상과 지하의 라돈농도 차이를 도표(Table 1 참조)로 제시한 결과에 따라 일반 가정 내에서의 환기횟수가 늘어날 것으로 생각되며, 주택의 기밀성과 라돈오염에 대한 유의성과 라돈피폭에 대한 관심이 높아질 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 주승환, 제원목 : 라돈 방사능과 생활환경, 계축문화사, 1995.
2. 이상석, 박용선, 김홍태, 고성진 : 의료방사선생물학, 정문각, 593, 1999.
3. 고성진, 김승국, 노경석, 안봉선 : 방사선계측학, 251, 2001.
4. http://www.dicer.org/webzine/html/os_main5_body.htm
5. 옥치상 : 환경. 보건. 안전위생학. 흥, 141, 501, 2001.
6. 김동술, 김윤신, 김신도, 신용배, 김성천, 유성석 : 서울시 지하철역내의 라돈 농도분포 및 저감대책 Concentration Distributions and A Reduction Strategy of Airborne Radon in Seoul Metropolitan Subway Stations, 1993.
7. <http://ppmcompany.com/files/air-3.htm>
8. 이재기 : 국제방사선방호위원회 간행물 65, 가정과 직장에서의 라돈-222에 대한 방호(Projection Against Radon-222 at Home and at Work), 10, 1998.
9. http://www.dicer.org/Webzine/html/05_main5_body.htm
10. 제현국 : 지질환경 및 실내환경에서의 라돈방사능에 관한 기초연구, 석사학위 논문, 서울대학교, 1998.
11. http://www.llitrs.i-dream.ac.kr/rad_pro/Rn/measure_home.htm

• Abstract

Radon concentration measurement at general house in Pusan area

In Cheol Im

Dept. of Diagnostic Radiology, Dong-A University Medical Center

Until early 1980s we have lived without thinking that radon ruins our health. But, scientists knew truth that radon radioactive danger is bedeviling on indoor that we live for a long time. Specially, interest about effect that get in danger and injury for Radon and human body is inactive in our country. Recently, with awareness for Radon contamination, We inform about importance and danger of Radon in some station of the Seoul subway, indoor air of school facilities and We had interest with measure and manages.

Usually, Radon gas emitted in base of building enters into indoor through building floor split windage back among radon or indoor air of radon daughter nucleus contamination is increased. Therefore, indoor radon concentration rises as there are a lot of windages between number pipe of top and bottom and base that enter crack from estrangement of the done building floor, underground to indoor. Thus, Radon enters into indoor through architecture resources water as well as, kitchen natural gas for choice etc., but more than about 85% from earth's crust emit. Danger and injury of health by Radon and Radon daughter nucleus that is indicated for cause of lung cancer incerases content of uranium of soil rises specially from inside pit of High area and a mine, cave, hermetical space with house. Safe sub-officer of radon concentration can not know and danger always exists large or small during. So, Important thing reduces danger of lung cancer by lowering concentration of Radon within house and building.

Therefore, is thought that need general house Radon concentration measurement, measured Radon concentration monthly using Sintillator radon monitor. Study finding appeared high all underground market 1 year than the ground, and the winter appeared high than the summer. Specially, month that pass over 4pCi in house that United States Environmental Protection Agency advises appeared in underground, and appeared and know Radon exposure gravity by 4 months during 12 months. Therefore, Thinking that establishment and regulation of norm and preparation of reduction countermeasure about Radon are pressing feels, and inform result that measure Radon concentration.

Key words : Radon, Daughter nuclide