

2020 **3**

Vol.3, No.1

대한방사선방어학회 KARP [☎]e-Letter

www.karp.or.kr

카페레터

· 취임사	제23대 대한방사선방어학회장	04
· 기고문	김종순 선생 2주기(週年)에 붙여	06
· 이슈 & 포커스	라돈 바로 알기	10
	전북119안전체험관 '자연방사선체험장' 개관	18
	'조건우의 방사선방호 이야기' 발간	24
· 국제동향	COVID-19의 영향 : IRPA15 개최일자 연기	26
· 행사관련소식		28
· 방사선기초지식		30



대한방사선방어학회

The Korean Association for Radiation Protection

카페레터

KARPê-Letter

Contents

• 취임사	제23대 대한방사선방어학회장	04
• 기고문	김종순 선생 2주기(週忌)에 붙여	06
• 이슈 & 포커스	라돈 바로 알기	10
	전북119안전체험관 ‘자연방사선체험장’ 개관	18
	‘조건우의 방사선방호 이야기’ 발간	24
• 국제동향	COVID-19의 영향 : IRPA15 개최일자 연기	26
• 행사관련소식		28
• 방사선기초지식		30

Newsletter는 학회 회원님들의 자발적인 참여로 만들어지는 소통의 공간입니다.
회원들과 공유하고 싶은 소식은 아래의 편집국으로 연락바랍니다.

뉴스레터 편집국 : ☎ 02-2297-9775 ✉ newsletter@karp.or.kr



대한방사선방어학회
The Korean Association for Radiation Protection

사업자번호:314-82-01791 / 대표명:김교윤 / 주소:서울시 성동구 왕십리로 222 한양대 HIT 319호
전화:02)2297-9775 / 팩스:02)2297-9776 / 이메일:webmaster@karp.or.kr



방사선안전문화연구소
Institute of Radiation Safety Culture

연구소장:이재기 / 전화:02)2297-0332 / 이메일:Jakilee@hanyang.ac.kr

COPYRIGHT THE KOREAN ASSOCIATION FOR RADIATION PROTECTION ALL RIGHTS RESERVED. MADE BY HICOMP INT.

하계워크샵

2020 대한방사선방어학회
THE KOREAN ASSOCIATION FOR RADIATION PROTECTION



2020 KARP Summer Workshop

2020.08.20^{Thu} ~ 22^{Sat} 포항공과대학교



대한방사선방어학회

The Korean Association for Radiation Protection

취임사

제23대 대한방사선방어학회장

존경하는 회원 여러분께,

우리 학회는 방사선의학과 방사선과학 분야의 협력 소통을 통한 학문 발전을 목적으로 1975년 설립된 이후 우리나라의 방사선 분야를 대표하는 학술 단체로 성장하였으며, 현재는 2000여 명의 방사선 전문가가 참여하고 있습니다. 이는 역대 회장님과 선배 회원님들의 열정과 노고로 이루어진 성과라고 생각합니다.

지난 40여 년 동안 방사선방호, 방사선계측, 방사선환경/방재, 방사선의학, 방사선역학 분야를 아우르는 학술 단체로 우리 학회는 방사선의 인체 영향의 정확한 정보전달과 방사선의 사회적 수용성 향상을 위해 큰 노력을 해왔습니다.



우리 학회는 8년 전 유치한 국제방사선방호연합의 제15차 국제학술대회(IRPA15)를 2020년 5월 서울 코엑스에서 개최합니다. 4년을 주기로 각 대륙을 순회하며 개최되는 IRPA 개최를 위해 우리 학회는 IRPA15 조직위원회를 구성하여 지난 8년간 열심히 준비해 왔고, 이제는 전 세계 방사선 전문가의 축제의 장이 될 2020년 5월을 기다리고 있습니다.

후쿠시마 원전 사고 이후 급등한 방사선 관련 사회적 이슈인 원전과 갑상선암의 상관관계와 삼중수소의 인체 영향에 관한 기술보고서를 2015년과 2016년에 각각 한국원자력학회와 공동으로 발간하였고, 라돈 침대 이슈에 대해 학술적 근거를 바탕으로 정확한 정보를 제시하기 위해 한국원자력학회와 공동으로 2020년 1월 “라돈 바로 알기”를 단행본으로 출간하였습니다. 좋은 정보 보다는 나쁜 정보가 일반 대중에게 민감하게 전달됩니다. 그래서 인터넷에 넘쳐나는 방사선에 관한 나쁜 정보로 대중은 불안해합니다. 학술적 접근 방식으로 전달되는 방사선과 관련된 정보는 이해하기 어려울 수 있습니다. 우리 학회는 한 걸음 더 나아가 올바른 방사선 정보를 국민이 신속하게 쉽게 인지할 수 있도록 새해에도 최선을 다하겠습니다.

삶의 질 향상을 위해 산업과 의료 분야에서 방사선 이용 증가와 더불어 젊은 과학자의 수요도 증가할 것입니다. 젊은 과학자들이 방사선 연구에 매진할 수 있는 연구 환경을 조성하도록 우리 학회의 회장으로 산학연 그리고 정부와 긴밀히 협력하겠습니다.

학술위원회가 동계워크숍을 준비한 상황에서 COVID-19의 감염 위험이 존재하는 상황이라 동계워크숍을 부득이하게 8월로 연기하였습니다. 이는 회원님들의 건강과 안전을 위한 불가피한 결정이었음을 이해해 주시기 바랍니다.

온 국민이 조심하며 COVID-19를 잘 극복하고 있던 차에 최근 감염이 급작스럽게 확산하고 있습니다. COVID-19 위기를 잘 극복하시고 다음 학회 모임에서 건강한 모습으로 뵙기를 기대합니다.

회원 여러분의 행복과 건승을 기원합니다.

2020년 2월 23일

대한방사선방어학회 23대 학회장 **김교운** 배상

김종순 선생 2주기(週忌)에 붙여

정준기

전)서울대학교 의과대학 핵의학과 교수

지금부터 2년 전인 2018년 5월 17일, 김종순 선생이 안타깝게도 불의의 사고로 우리 곁을 떠났다. 우리 사회가 내분비내과와 핵의학뿐 아니라 방사선 인체 영향과 방호 분야를 전공한 우수한 전문가를 잃은 것이다.

김종순 선생과 나는 의과대학 동기동창이다. 우리 두 사람 모두 얌전하고 내성적인 성격으로 학생 때에는 교류가 거의 없었다. 그 당시에는 서울대학교 부속병원이 옛날 시계탑 병원으로 작아서 전공의를 38명만 뽑았다. 160여 명 졸업생 중에서 나머지 학생들은 전국에 있는 수련병원으로 흩어졌다. 나는 서울대학교병원에서, 그는 한일병원(한국전력 부속병원)에서 내과 수련을 받고 전문의 시험을 준비하면서 다시 만났다.

그의 학교생활에 관련된 해프닝이 있다. 대학 졸업 후 20년이 지난 어느 날 처가 집 안에서 엘리베이터를 탔다가 우연히 낯이 익은 남자를 만났다. 위층으로 올라가는 엘리베이터 안에서 서로 확실치 않아 쳐다만 보다가 다니던 학교를 맞추어 보자고 했다. 초등학교, 중학교, 고등학교는 다르고 마침내

같은 의과대학을 같은 해에 졸업했다는 사실을 알게 되었다고.

김종순 선생과 다시 인연이 연결된 것은 내가 전공의와 군의관 생활을 마치고 국립의료원에 있다가 1985년 서울대학교로 자리를 옮기던 때였다. 내과와 핵의학과를 겸직하던 내 자리를 그에게 부탁하여 인계하게 된 것이다. 결과적으로 우리 핵의학은 큰 인재를 한 명 발굴하게 된 셈이었다. 국립의료원에서 그는 핵의학에 재미를 느끼고 정열을 쏟아 짧은 시간에 많은 업적을 내었다. 그 후 한일병원에 핵의학과를 신설하고 과장으로 복귀하였다. 1990년대 초기에 '영광 원자력발전소 무뇌아' 사건으로 고창순 교수님이 책임 맡은 역학 조사에 같이 참여하면서 우리는 형제 같은 우정을 쌓게 되었다. 죽이 맞아 급기야는 서울 근교에 주택지를 같이 구입하여 장래를 설계하기도 하였다.

정부와 국민의 의견에 따라 역학조사가 장기화되었다. 우리는 10여 년 간 벽지에 있는 네 곳의 원자력발전소를 드나들면서 나름대로 보람을 느꼈다. 역

학조사를 탐탁지 않게 여기는 주민과 공기업인 한국전력의 견고한 관료주의가 우리 앞을 가로막기도 하였다. 주민들을 설득하고 공기업의 생태에 적응하면서 일을 성사시키는, 평범한 의사에게는 쉽지 않은 역할을 그는 잘도 수행하였다. 아마도 학창시절 송촌 의료봉사 동아리에서 익힌 경험과 능력 때문이리라. 그의 열정과 비전에 감화된 한국전력 측을 설득하여 산하에 <방사선보건연구원>을 개설하고는 초대 원장이 되었다. 나는 그의 추진력과 탁월한 조직관리 능력에 깊은 감동을 받았다. 이 연구소는 원전 사고에 대비한 비상진료, 방사선 안전 관리, 피폭 예방, 원전 종사자 건강관리뿐 아니라 저용량 방사능의 인체 효과에 관한 수준 높은 연구를 지금도 수행하고 있다.

김 선생은 점차 핵의학과 방사선생물학 분야의 대가로 인정받아 서울의대, 가톨릭의대의 초빙교수가 되고 여러 국내외 학회에서 요직을 맡아 활동하였다. 방어학회에서도 총무이사과 부회장으로 학회 발전에 기여하였다. 마침내 그의 뛰어난 리더십이 인정받아 원자력 병원을 확대 개편한 <한국원자력 의학원>의 초대 원장으로 선출되었다.

우리의 우정은 2005년 초 내가 조기위암으로 수술을 할 때 더욱 깊어갔다. 당시 이명철 선생님이 회장이 되어 세계핵의학회를 2006년에 서울에서 개최할 예정이었다. 세계학회 사무총장인 내가 아프자, 김 선생은 국내 조직위원회 사무총장이 되어 나와 같이 학회를 준비하였다. 정말로 우리 둘은 서로 이해하고 양보하여 큰 소리 한번 내지 않으면서 협





력해 학회를 성공적으로 개최하였다. 그의 원만하고 성숙한 인품 덕이었다. 지금도 무척 고맙게 생각하고 있다.

어릴 때부터 한결같은 꿈은 경희대 김찬삼 교수처럼 세계여행을 하면서 외국 풍물을 익히는 것이었다. 의사가 된 것도 그 꿈을 현실화하기 쉽다고 생각해서였다. 실제로 세계일주를 3번이나 한 김찬삼 교수만큼은 못하였으나 적지 않게 전 세계를 돌아다녔다. 아시아와 유럽은 물론 남미 시골구석까지 여행하였고 최근에는 한일문화유적에 관심이 많아 일본을 자주 들락거렸다. 사고 발생 직전에도 중국 신장 위구르 자치구를 방문하였고 다음에는 알래스카로 떠날 예정이었 단다.

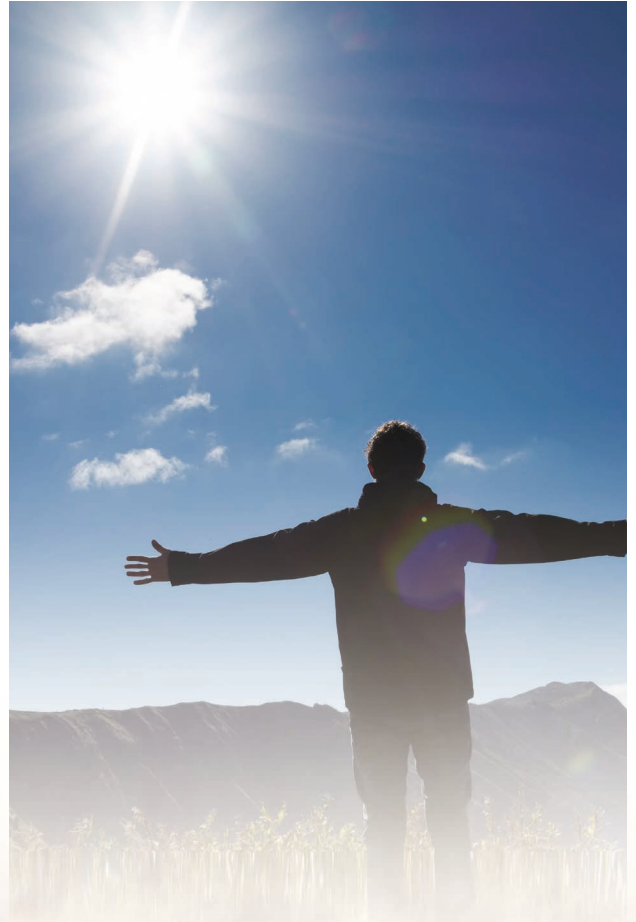
그는 평범한 용모이나 항상 웃음을 띠고 있어 이웃집 아저씨 같은 순박한 인상이다. 여기에 인성도 좋아 어디를 가나 누구에게나 호감을 얻고 쉽게 사귀고 친해지는 타입이다. 그가 존재하고 있었으면, 현정권의 탈원전 정책을 퇴진시키는데 작지 않은 역할을 했을 것이다.

“그는 왜 그토록 여행을 즐기고, 또 하려고 했을까?” 새삼스럽게 그가 떠난 후 나에게 떠오른 질문이다. 내가 평소에 느꼈던 대답은 그의 넓은 포부와 정열을 채우기 위해, 또 우리 것에 대한 애정 때문이라고 생각했다. 외국 여행에서 가능한 많은 풍물을 보고 익혀서 우리 사회에 반영하려고 애쓰는 한편, 우리 과거를 살피고 재조명하여 높은 안목으로 앞날을 제시하는 것이었다.

무엇보다도 그는 진지한 아마추어 인문학자였다. 예사롭게 경치만 구경하는 것이 아니고 역사, 지리, 사회상을 분석해 우리 발전에 연결하고자 하였다. 일본에서 우리 선조의 발자취를 찾아 간 두 차례의 규수 여행기를 그의 블로그에서 보았다. 김 선생이 얼마나 열정을 가지고 준비하고 전문가 못지않게 공부하고 지식을 쌓았는지 놀라게 된다.

무엇보다도 그는 영원한 방랑자였다. 스스로 역마살이 있다고 했다. 사실은 유한한 생명을 가진 인간이면 모두 마찬가지여서 이해할 수 있겠다. 그러나 김 선생, 우리보다 앞서서 저세상까지 그렇게 빨리 가지는 말 것을!

탁월한 의학자이면서 진정한 지성인을 꿈꾸던 사랑하는 우리 벗 김종순 선생! 강 건너 피안에서 다시 만나 우정을 나누기를 기약합니다. 영원한 명복을 빕니다.



Rest In Peace

라돈 바로 알기

이재기

방사선안전문화연구소장

◆ 왜 라돈인가?

2018년, 라돈(구체적으로는 토론) 가스를 방출하는 가공 제품 때문에 홍역을 치렀다. 그 여파로 지역 지질이나 건축 재료 인한 주거공간 공기 중 라돈에 대해서도 국민의 관심과 우려도 커졌다. 이에 우리 학회와 한국원자력학회는 공동으로 시민에게 생활주변에서 라돈 문제에 대한 기본 정보와 그 대책을 알기 쉽게 설명하는 자료를 만들어 보급하



기로 했다. 전문가 작업반을 구성하여 노력한 결과물로 2020년 초에 ‘라돈 바로 알기’를 출간하였다. ‘라돈 바로 알기’ 내용을 설명하고 질문에 답하기 위해 2월 19일 출판기념 토론회를 계획했으나, 우리 사회를 덮친 코로나19 사태로 인해 행사를 취소했다.

이 글을 쓰는 3월 3일 현재, 연일 500명 이상씩 새로운 코로나19 확진자가 증가하고 있어 국민의 우려는 말할 나위도 없고, 국가적으로 국민 보건과 사회경제에 심각한 충격이 되고 있다. 중국에서는 사태가 진정되는 국면으로 접어든 듯하지만, 이탈리아, 일본 등 세계의 많은 국가에서는 감염 확산 조짐이 나타나고 있다. 가히 인류가 코로나19 위협을 직면하고 있다. 이 때문에 우리 학회가 총력을 기울여 4년 전 개최권을 따내 ‘탈원전 시책’이라는 약조조건에서도 5월에 서울에서 개최를 준비해온 국제방사선방호학회연합 총회(IRPA 15)에도 적신호가 켜졌다.

우리나라에서 지난 한 달 정도에 코로나19로 사망자는 22명이다. 이 수준이라면 연간 약 260명이

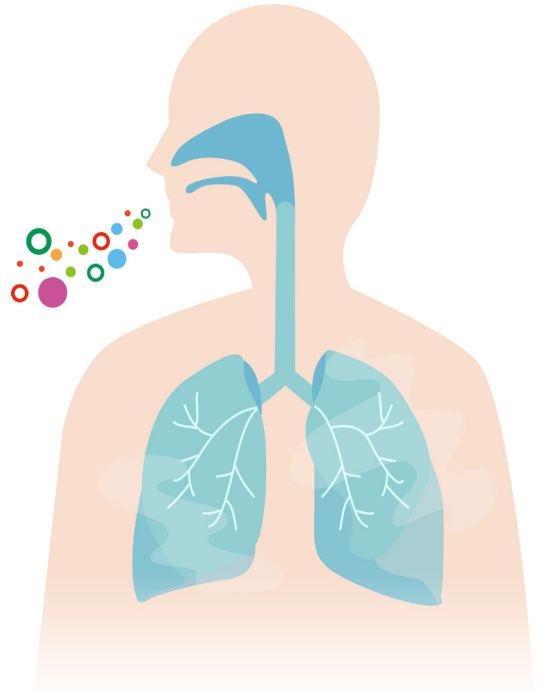
목숨을 잃을 수 있어 상당한 위험으로 느껴진다. 그런데 세계적 통계를 보면 우리나라 인구 규모(5천만 명)에서 연간 라돈으로 인한 폐암 사망자 수는 710명 정도로 나타난다. 우리나라 라돈 수준이 세계 평균보다는 높으므로 우리나라에서 라돈으로 인한 사망자는 연간 800명 수준이 될 것으로 추정된다. 즉, 우리가 지금 두려워하고 있는 코로나19의 위험이 무난히 관리된다면 주거공간 라돈 피폭으로 인한 위험보다 낮을 거란 얘기다. 사람들은 원전 방사선이나 방사성 폐기물을 두려워하지만, 사실은 라돈이 인류의 방사선 피폭량의 절반 이상을 차지하는 주된 피폭원이다. 이것이 우리가 라돈에 대해 더 관심을 가지고 합당한 방호대책을 강구할 당위성을 드러낸다.

라돈을 피폭하는 주된 장소는 가정이기에 라돈 방호에서는 스스로 돌보는 ‘자가 방호’가 중요하다. 시민에게 자가 방호를 위한 정보를 제공하는 것이 ‘라돈 바로 알기’를 발행하는 첫째 목적이다. 아래는 ‘라돈 바로 알기’의 요점이다.

◆ 라돈 샘과 피폭 과정

라돈은 어디서 오나? 지역의 지반(흙이나 암석)에 있는 천연 방사성 핵종인 우라늄과 토륨이 라돈의 조상이다. 어미 방사성 핵종이 붕괴하면 불활성이자 방사능이 있는 라돈(토론 포함)가스가 되고 이것이 실내로 들어온다. 라돈가스 자체는 불활성이어서 우리가 흡입하더라도 폐에서 흡수되지 않고 날숨으로 다시 나온다. 문제는 공기 중에서 라돈가스가 붕괴하여 만드는 방사성 ‘라돈 자손(폴로늄, 비스무트, 납 등)’이다. 라돈가스가 있는 곳엔 필연적으로 이들 자손 핵종도 공존한다. 이들은 고체 입자여서 흡입하면 호흡기 내벽에 흡착되고 거기서 붕괴하여 방사성 독성이 큰 알파입자를 내 주변 조직에 방사선 피폭을 준다.

건축재나 생활용품 중에 라돈 어미 핵종이 있으면 이 역시 라돈 샘이 된다. 그러나 특별히 라듐(우라늄 자손)이나 토륨 함량이 높은 건축재를 사용하지 않는다면 건축재로 인한 영향은 상대적으로 경미하다. 그래서 ‘라돈은 주로 땅에서 오니까 아파트와 같은 고층건물에서는 문제 되지 않는다.’고 생각했다. 그런데 근래 기밀성이 높은 고효율 창호가 사용되면서 실내공기 환기율이 현저히 낮아지자 건축재가 내는 라돈도 무시하지 못할 수준으로 나타난다. 전국 곳곳의 신도시 아파트에서 기준을 넘는 라돈 농도가 종종 발견되는 이유이다.

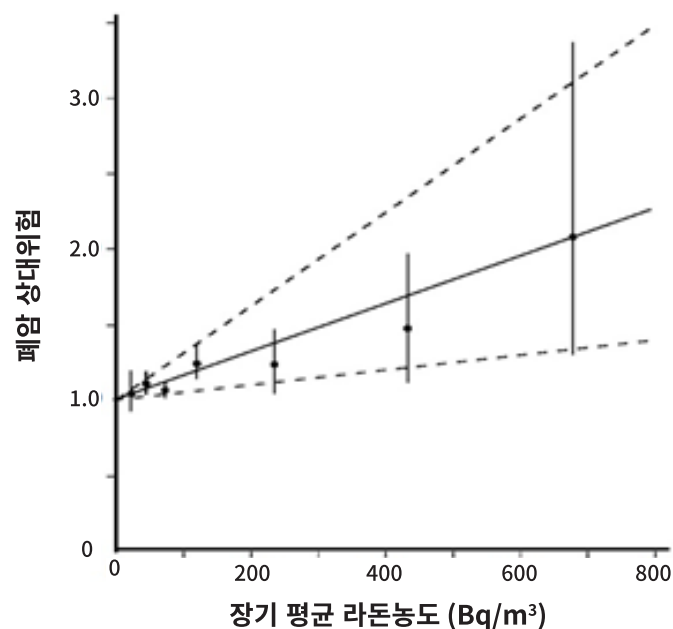


◆ 라돈피폭으로 인한 보건영향

라돈 자손 흡입으로 인해 피폭하는 인체조직은 주로 호흡기 내벽 세포이다. 그래서 관심 보건 영향은 호흡기계통의 암(주로 폐암) 위험 증가이다. 백혈병이나 뇌종양 등 다른 조직의 영향에 대한 논문이 소수 발표되었지만 불확도가 크며 인과관계 논거도 부족하여 현재로서는 폐암에만 초점을 맞춘다. 다른 조직에 미미한 위험이 수반된다고 가정하더라도 폐암 위험에 비해 상대적으로 매우 낮으므로 위험관리 관점에서 의미는 없다.

수십 년 이상 장기적으로 라돈을 피폭하는 경우, 라돈 농도 100Bq/m^3 당 생애 폐암 상대위험(기저 위험에 대한 비율) 증가는 평균 16%로 평가하고 있다. 현재 우리 국민의 폐암 기저 위험은 약 5%이므로 100Bq/m^3 당 절대 위험으로는 0.8% 증가가 예상된다.

라돈 피폭에도 불구하고 압도적인 폐암 위험인자는 흡연이다. 생애 비흡연자와 상당 기간 흡연 이력자의 폐암 위험은 25배나 차이 난다. 라돈 피폭으로 인한 폐암 위험은 대개 기저 위험에 비례하므로 흡연자가 라돈에 노출되면 그만큼 더 폐암 위험이 커진다. 지금 사회적으로 벌이는 금연 캠페인에 순응할 일이다.



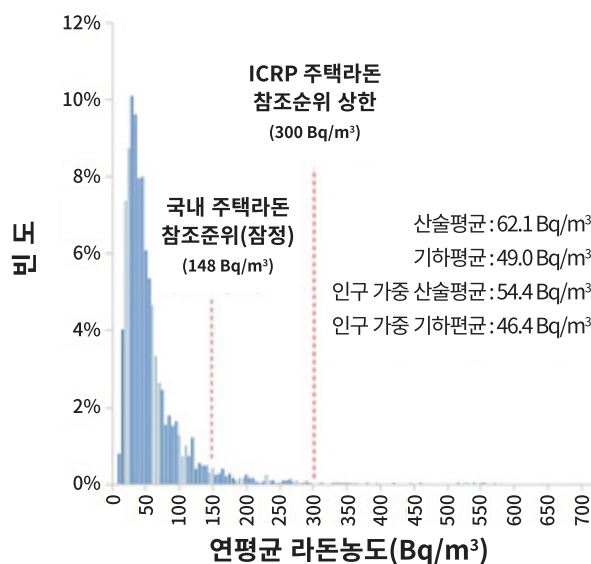
주택에서 수십 년 이상 라돈을 피폭할 때 폐암 상대위험 증가.
 라돈 100Bq/m^3 당 상대위험이 약 16%(95% 신뢰구간: 5~31%) 증가할 것으로 평가한다.

◆ 우리나라 라돈 실태

지난 20여 년 동안 한국원자력안전기술원을 중심으로 전국 가옥 표본에 대해 조사한 라돈 농도 분포를 보면, 인구가중 기하평균이 46.4Bq/m³이고 그 기하 편차는 1.8 정도이다. UN 자료에 따르면 세계 평균은 31Bq/m³이므로 우리나라 라돈은 평균 이상이지만 라돈이 특히 높은 유고슬라비아 등 동유럽 국가(100Bq/m³ 안팎)에 비해서는 절반 수준이다. 시도별 분포를 보면 화강암이 많은 강원, 충북 등이 퇴적암이 주류인 울산이나 부산보다 상대적으로 높다. 방사선량으로 환산하면 시도 평균으로 연간 1.6~3.3mSv를 피폭하는 것으로 나타난다. 주택에서 라돈 연평균 농도를 연간 선량으로 환산하는 계수는 100Bq/m³ 당 1.34mSv이다.

한국원자력안전기술원이 조사한 우리나라 가옥의 라돈 농도 분포. 인구가중 기하평균은 46.4Bq/m³이고 기하 편차는 1.8이다. ICRP 참조 준위 상한을 넘는 가옥이 약 0.8%로 나타난다.

전국 실내공기 중 라돈 농도 잠재도(자료: 한국원자력안전기술원). 제천, 충주, 평창, 울진 등 일부 지역에서 잠재적 라돈 관심 지역으로 나타난다. 그러나 이들 지역에서도 개별 가옥 라돈 농도는 큰 차이가 있다. 지하철과 같은 지하공간에서 라돈 피폭이 특별한 관심 대상이긴 하지만 조사 결과는 주택보다 낮은 경향이다. 환기율이 높기 때문으로 해석된다.



한국원자력안전기술원이 조사한 우리나라 가옥의 라돈농도 분포. 인구가중 기하평균은 46.4Bq/m³이고 기하편차는 1.8이다. ICRP 참조준위 상한을 넘는 가옥이 약 0.8%로 나타난다.

◆ 라돈 방호대책

지질의 영향으로 국지적으로 현저히 라돈이 높은 지역을 ‘라돈 관심 지역’이라 한다. 충주, 울진, 제천, 평창 등 일부 지역이 잠재적 라돈 관심 지역으로 나타난다. 조사 결과를 보면 이런 지역의 특정 가옥에서 라돈 농도가 수백~수천 Bq/m³ 범위에 있는 경우도 있다. 라돈 연평균 농도가 1000Bq/m³이면 연간 선량은 13mSv나 된다.

라돈 관심 지역이라도 가옥의 상태에 따라 실내 라돈 수준은 큰 차이가 있다. 전술한 것처럼 라돈 관심 지역이 아니어도 실내 환기율이 낮으면 건축재로 인해 라돈 농도가 높아질 수도 있다. 따라서 가장 중요한 일은 관심 주거공간에 대해 라돈을 측정하고 그 결과에 따라 대책을 고려하는 것이다. 그렇다고 전국의 모든 가옥의 각 방을 모두 측정하라는 의미는 아니다. 라돈 관심 지역 가옥, 기타 지역이라면 시스템 창호를 시공해 환기율이 낮은 가옥, 그리고 지하 공간 등이 기본적으로 측정 대상이 된다.

라돈은 어디나 있으므로 보편적 수준의 라돈까지 관리 대상으로 생각하지는 않는다. 보편적 수준의 명확한 정의는 없지만 평균+표준편차까지로 보면 무난하다. 우리나라의 경우 기하평균이 46Bq/m³이고 기하 편차가 1.8이므로 연평균 라돈 농도가 $46 \times 1.880 \text{ Bq/m}^3$ 이하면 ‘보편적’으로 볼 수 있다. 즉, 연평균 농도가 이보다 낮으면 관심을 두지 않아도 무방하다. 가정과 직장에서도 라돈 관리 지침 준위도. 여기서 보인 준위 값은 이 보고서 집필진의 제안일 뿐 책임관청이 결정할 대상이다. 관심을 집중

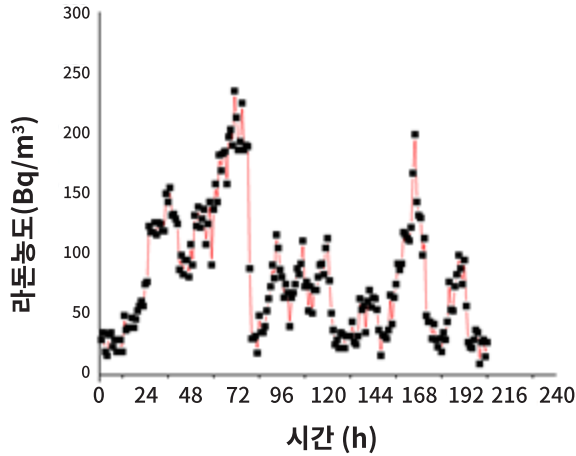


해야 할 대상은 평균적 수준이 아니라 라돈이 현저히 높은 가옥이다.

주택이든 직장이든 의사결정자가 판단에 참조할 수 있도록 정부가 ‘참조 준위’나 ‘제약치’에 대해 안내할 필요가 있다. 현재 환경부는 동계 측정을 기준으로 주택에 대해서는 200Bq/m³를, 다중이용시설에서는 148Bq/m³를 참조 준위로 권고하고 있다.

우리나라 라돈 실태를 고려할 때 주택 참조 준위 200Bq/m³는 무방하나 라돈 농도가 상대적으로 높은 동계를 기준으로 하기보다는 연평균 농도를 기준으로 하는 것이 적절하다. 다중이용시설은 일반인이 체류하는 시간이 주택보다 적으므로 더 낮은 참조 준위를 적용할 이유는 없다. 다중이용시설에 근무하는 종사자가 적절히 보호된다면 그 시설 이용자도 충분히 보호될 것이다. 따라서 다중이용시설에 대한 참조 준위는 그 종사자에 대한 규제 면제 준위로 볼 수 있는 230Bq/m³ 정도면 무난할 것으로 본다.

어떤 주택에서 측정된 연평균 농도가 200Bq/m³를 약간 초과했다고 해서 놀라거나 무리해서 라돈 감축 조치를 취해야 하는 것은 아니다. 국제권고를 참



필자가 사는 고층 아파트에서 라돈아이로
측정한 라돈농도 변화
예. 환기하면 실내 라돈농도가 급격히 감소한다.
간헐적 환기로 평균 농도를 100~150Bq/m³ 수준으로
유지할 수 있음을 보인다.
오랫동안 환기하지 않은 때에는 300Bq/m³를 초과했다.

조하면 300Bq/m³ 미만이고 감축 조치가 용이하지 않다면 감내할만한 수준이다. 어쨌든 의사결정은 주거자의 판단이다.

아직 직장 라돈에 대해서는 어느 관청도 적극적으로 개입하지 않고 있다. 원전이나 병원 종사자가 받는 일반 방사선 피폭이든 다른 직장 종사자가 받는 라돈 피폭이든 같은 방호 대상이므로 이에 대한 국가정책을 수립해야 한다. 다만, 라돈의 보편성과 대상의 광범성을 감안하여 고용주에게 의무를 부과하는 규제의 강도는 ‘차등’ 개념을 적용해 합리적으로 조정해야 한다.

실내 라돈을 감축하는 조치는 여러 가지가 있지만, 손쉬운 방법은 환기율을 높이는 것이다. 대신, 잦은 환기는 냉난방 비용의 증가와 미세먼지 유입과 같은 부작용을 수반한다. 주택의 경우 한 번 환기하면 4~5 시간은 효력이 유지되므로, 가령 가족이 모두 모이고 실내 체류시간의 큰 부분을 차지하는 저녁

에 환기하면 효과를 볼 수 있다. 그밖에 특정 감축 기법을 시도할 때 그 비용과 효과가 어떠할지는 라돈 수준과 가옥 여건에 따라 달라지므로 전문가의 도움이 필요하다.

참고로 국내에서 라돈 측정에 흔히 사용하는 ‘라돈아이’는 선량 기여가 다른 라돈과 토론을 구분하지 않고 합해 측정하므로 그 측정치를 라돈 관리 기준과 직접 비교하는 것은 적절하지 않을 수 있다. 그러나 관심 공간의 라돈 준위가 어느 정도인지 초기 판단을 위한 정보를 얻는 데는 무난하다. 또, 작동원리가 검출기 안으로 스며 들어간 라돈 가스가 붕괴하여 생성되는 라돈 자손을 측정하여 10분마다 시간 이동평균으로 결과를 지시하므로, 높은 라돈 농도에 노출된 후에는 환기를 하더라도 지시치가 떨어질 때까지 시간이 걸리는 특성을 이해할 필요가 있다.

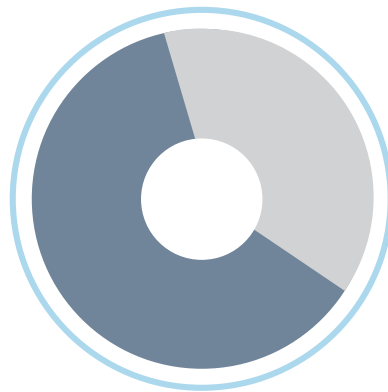
◆ 맺음

생활공간에서 라돈이 주요 방사선 피폭원이며, 라돈으로 인한 폐암 위험의 증가가 국민 보건 차원에서 주목할 대상임은 분명하지만 우리가 접하는 다양한 위험에 비해 중대한 수준은 아니므로 ‘방사선’이라는 이유로 공포심을 앞세울 일은 아니다. 비근한 예로 5천만 명 인구에서 연간 기인 사망자는 라돈이 800명 수준일 때 흡연은 45,000명, 미세먼지는 23,000명이나 된다.

사망자 합계 68,800명 기준으로 작성



라돈으로 인한 사망자
800명



흡연으로 인한 사망자
45,000명



미세먼지로 인한 사망자
23,000명



전북119안전체험관 ‘자연방사선체험장’ 개관



공하정

한국수력원자력 방사선보건원 부장

2020년 1월, 한수원 방사선보건원(원장 이레나)은 전라북도 임실에 위치한 전북119안전체험관에 ‘자연방사선체험장(이하 체험장)’을 준공 완료했다. 자연방사선체험장은 “3.0mSv의 비밀을 찾아라”라는 주제로, 일상생활 속 라돈, 우주방사선, 지각방사선, 몸 속 방사선의 존재에 대해 다양한 방법으로 직접 체험하고 확인하기 위한 목적으로, 2019년 약 1년간의 준비 끝에 완료된 것이다.



그림1. 전북119안전체험관 전경(자연방사선체험장은 재난종합 체험동 1층에 위치)

자연방사선체험장은 한수원이 발주해 전시 전문기관이 시공했으며, 체험장이 위치한 전북119안전체험관에서 운영을 맡을 계획이다. 전북119안전체험관은 연간 16만 명 이상이 방문하는 전라북도의 대표 명소이다. 이 체험관의 특징은 방문객이 혼자 관람하는 것이 아니라, 소방본부 소속 교관들이 직접 설명하며 체험을 진행하고 있어서, 매우 체계적이고 교육 효과와 만족도가 높은 기관으로 알려져 있다.

새롭게 개관한 자연방사선체험장은 10세 이상의 초·중등 학생들이 주요 대상이며, 1명의 교관이 12명 정도를 인솔하며 설명하도록 하고 있다. 체험객이 전시에 몰입할 수 있도록 가능한 인터랙티브 체험 중심으로 구성하고자 하였다. 전시기획에서 중요한 요소 중의 하나는 관람자로 하여금 몰입의 경험을 느낄 수 있도록 구성하는 것이며, 몰입을 하도

록 하는 요소는 명확한 목표, 즉각적인 피드백, 행위와 인식의 통합, 과제의 집중 등을 들 수 있다 (임승희, 2009).

주요 콘텐츠로는 자연방사선을 몸으로 즐기며 알아보는 360 VR-simulator(자연방사선의 세계), 라돈 등 방사선의 궤적을 직접 눈으로 확인하는 안개상자, 몸속 K-40을 측정하는 전신 계측기, 생활 주변 방사능을 실측하는 계측기(라돈, 지각), 국내 실시간 방사선량률 확인 등 총 26개의 콘텐츠로 구성되어 있다.

360 영상으로 제작되어 재미있고 스펙타클하게 자연방사선을 배울 수 있는 VR-Simulator 영상과 경사진 미끄럼틀을 올라가며 목표물을 터치하는 게임 형태의 ‘고도가 높을수록 높아지는 우주방사선량’ 콘텐츠는 주로 학생 체험객들의 재미와 지식 습

특이라는 두 마리 토끼를 모두 잡은 우수 콘텐츠로 평가되고 있다.

반면, 대학생이나 성인들은 알파.베타.뮤온을 실체 눈으로 확인하는 안개상자 체험이나, 체내 K-40을 측정하는 전신 계측기 체험에 더욱 관심을 나타내는 것으로 보인다. 안개상자는 뜨거운 상판과 차가운 바닥판의 온도차로 과포화 된 에탄올 기체층에 방사선이 통과하면 주변 이온들이 에탄올 분자를 응축해서 안개를 만들며 방사선 비적을 만들어 내는 원리를 이용한 것으로 노벨물리학 상을 수상한 영국의 물리학자 T.R.Wilson이 1911년 발명한 것이다.

체험 시작 전과 후에는 KIOSK의 간단한 설문을 통해 체험 전후 방사선에 대한 기초지식과 방사선에 대한 평소 인지 정도의 변화를 평가할 수 있도록 하고 있으며, 체험이 모두 종료 후에는 본인이 1년간 약 3.0mSv의 자연방사선 피폭을 받았음을 직접 출력해 확인할 수 있도록 하고 있다.

실제 사례가 없었던 자연방사선 체험장을 기획하고 진행하며, 과제 책임자인 이병일 실장과 함께 무엇보다 어려웠던 사항 중 하나는 실제 “팩트”와 관람객의 “재미” 사이의 gap을 줄이기가 쉽지 않았던 사항이다. 하나하나의 콘텐츠에 심혈을 기울였지만, 무엇보다 가장 많은 노력을 기울인 콘텐츠는 대표 콘텐츠인 ‘VR Simulator’ 영상 제작이었다. VR 영상 제작 시 방보원은 교육 효과를 위해 4가지 자연방사선이 모두 영상 속에서 재미있게 설명돼야 한다는 욕심을, 전시기획업체는 우리의 목표를 채우면 너무 평면적이라 VR Simulator 특징에 맞지

않다는 것을 제안하며, 재미와 역동성이 중심이 된 ‘빙하기-매머드와의 싸움-우주선 탈출’ 등 자연방사선과는 다른 측면의 우주에서의 모험을 강조해 쉽게 시나리오를 구성하지 못한 기억이 있다.

이러한 재미와 지식의 갭을 줄이고 최적의 콘텐츠 도출을 위해 전문 전시기획업체인 비즈마컴, 체험관 운영을 담당할 전북119안전체험관 교관들, 그리고 우리 방보원 연구진들이 일 년간 부지런히 서울과 전북 임실을 오가며 다양한 아이디어를 내고 수정해나갔다. 시공 완료 후 시운전 기간 동안에도 여러 가지 시행착오가 있었으며, 우주방사선을 불꽃을 통해 확인할 수 있는 방전함(spark chamber) 같은 경우에는 자체 제작 및 관리의 어려움 등을 이유로 홀로그램 형식의 모형물로 대체되기도 했다.



그림2. VR Simulator 영상관- 자연방사선 소개

표. 자연방사선체험장 주요 콘텐츠 구성

그래픽 패널		내용	연출방법
1. 체험준비		• 방사선 지식.인식 설문조사	키오스크
		• 자연방사선 소개	영상
2. 방사선 원리찾기		• 방사선 기초지식	그래픽 패널
		• 자연방사선의 세계-VR	HMD, VR 시뮬레이터
3. 방사선 비밀찾기	1) 라돈	• 라돈 소개	그래픽 패널
		• 눈으로 확인하는 라돈	안개상자
		• 라돈 실측	계측기
	2) 지각방사선	• 지각방사선 소개	그래픽 패널
		• 나라마다 방사선이 달라요	프로젝터
		• 우리나라 지역별 방사선량	터치모니터
		• 지각방사선 실측	계측기
	3) 우주방사선	• 우주가 주는 비밀	그래픽 패널
		• 눈으로 확인하는 우주방사선	방전함(모형)
		• 고도가 높을수록 높아지는 방사선량-게임	미끄럼틀 게임
	4) 몸 속 방사선	• 몸 속 방사선 소개	그래픽 패널
		• 몸 속 K-40 실측	전신계측기(WBC)
		• 몸 속 방사선량 시뮬레이션 : 섭취한 음식의 방사선량 시뮬레이션	터치모니터
4. 방사선 어드벤처		• 산업체 방사선 활용 소개	그래픽 패널
		• 방사선 슷팅게임 [암세포 치료]	게임: 암세포 총쏘기
5. 체험종료		• 방사선 지식.인식 설문조사	키오스크
		• 나의 연간방사선량은? - 출력물	키오스크



그림3. 라돈체험 - 안개상자

일반인들의 기술 수용과정에서 고려해야 할 사항은 객관적 추론 과정뿐만 아니라 감정 요인으로, 대상 과학기술과 관련된 정보를 얻는 상황에서 어떤 감정이 주로 유발되었는지가 중요한 요소가 된다. 방사선은 실제 활용도의 광범위성에 비해 그 위험이 과대평가되어 있어서, 실제 객관적 위험과 주관적 위험의 불일치로 사회적 수용성이 낮은 대표 기술이다. 특히 방사선 하면 떠오르는 체르노빌과 같은 대규모 재난의 기억으로 자신의 일상 공간과는 거리가 먼 잠재적 위험요소로 오인하고 있는 경우가 많으며(양용석, 2007), 이러한 방사선에 대한 부정적 인식은 원자력발전의 수용성이 낮은 것에 크게 기여하는 것으로 평가된다.

저선량방사선이 인체에 미치는 영향은 방사선에 대해 논할 때 항상 이슈가 되는 문제이다. 이번에 준공한 체험장은 저선량의 방사선 피폭이 인체에 무해하다는 것을 알리고자 한 것이 아니다. 다만, 우리 주변에는 지구 탄생과 함께 방사선이 존재하고 있으며, 우리 주변에 늘 존재하는 친숙한 존재임을 알리는 것에 있다. 이러한 기획의도에 주안점을 두고 운영소방교관들에게 여러 번의 교육을 진행했으며, 전북119안전체험관 또한 충분히 기획의도에 동의한 상황에서 체험장을 운영하고 있다.

전북119안전체험관 ‘자연방사선체험장’ 개관

2020년 2월 말 현재, 전 세계를 강타한 코로나-19로 체험관 운영이 정지된 상황이며, 아직까지는 작년 11월부터 진행된 시운전 실적뿐이 없지만, 시운전 기간 동안 체험객들이 기대 이상으로 높은 관심과 만족도를 나타내주고 있다.

국내 1호 자연방사선체험장 운영 교훈을 바탕으로 앞으로도 더욱 풍성한 방사선 관련 콘텐츠가 개발되어, 대중이 방사선에 좀 더 친숙해지길 바라며, 이러한 노력들이 원자력에 대한 사회적 수용성을 높이는데 조금이라도 기여할 수 있으리라 기대해본다.





국제방사선방호위원회 상임위원이 이해하기 쉽게 전하는 ‘조건우의 방사선방호 이야기’ 발간

“후쿠시마 방사능 안전한가요?”

“일본으로 여행가도 되나요?”

“라돈 방사능, 폐암을 일으키나요?”

“임산부인데요. 뱃속의 내 아기는 괜찮을까요?”

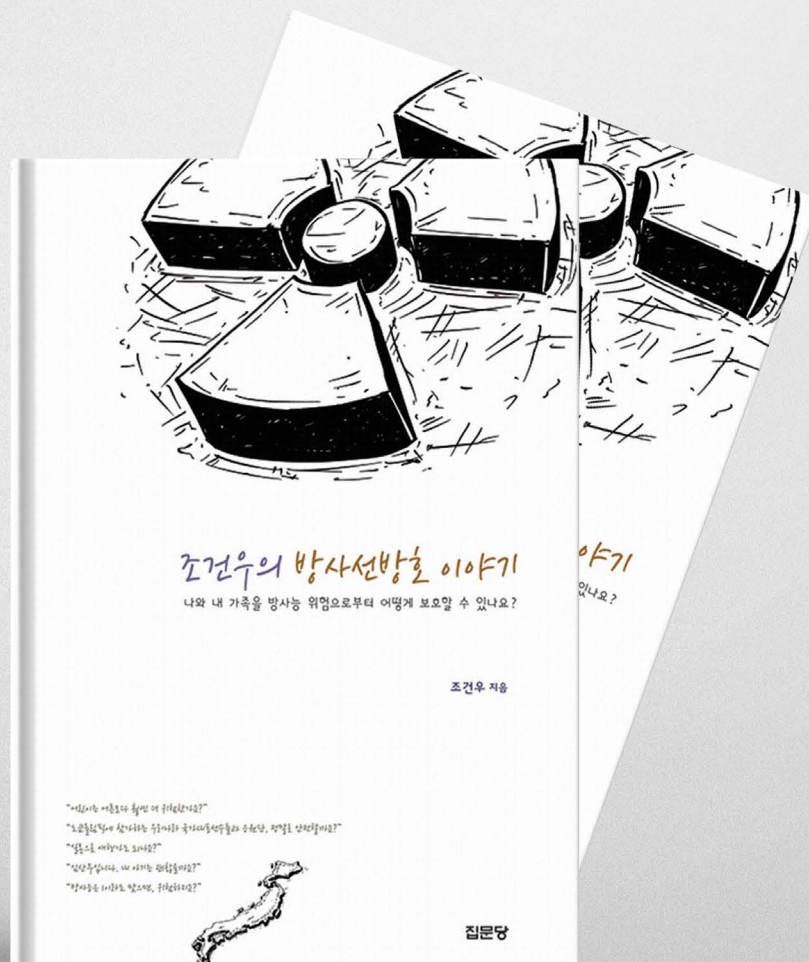
“어린이는 어른보다 훨씬 더 위험한가요?”

“내부피폭은 몸에 쌓이므로, 외부피폭보다 더 위험한가요?”

“방사능은 1이라도 맞으면, 위험한가요?”

우리들은 누구나 일상생활을 하면서 한 번쯤은 이와 같은 문제들을 불안한 마음으로 고민하고 있다. 저자는 지난 30여 년 동안 방사선과 그 영향에 대해서 연구하며 쌓아온 지식과 방사선안전을 확보하기 위한 실무 경험을 바탕으로 방사능이 무엇인지 그리고 우리가 방사능을 맞으면 우리 몸에 어떤 해로운 건강 영향이 어떻게 생길 수 있는지 등에 대한 해답을 최대한 쉽고 자세하게 풀어냈다.

이 책에는 방사능과 그 위험성의 실체를 꾸준히 그리고 정확하게 파악해서 궁극적으로 우리나라 모든 사람들이 막연한 불안감을 떨쳐 버리고 나와 내 가족을 방사능 피해로부터 안전하게 잘 지킬 수 있게 되기를 바라는 저자의 간절한 마음이 담겨 있다. 방사능 위험의 실체를 잘 파악해서 그로부터 안전하게 벗어나기를 희망하는 분들에게 꼭 권하고 싶은 책이다.



COVID-19의 영향 : IRPA15 개최일자 연기

국제협력위원장 이희석, 포항공대 포항가속기연구소



저희 학회 회원을 포함한 전 국민을 어렵게 하고 전 세계가 일시 정지한 듯한 상황에서 국제 방사선방호협회 15차 국제회의 (IRPA15)의 조직위원회에서는 IRPA15의 개최일자를 2021년 1월 18-22일로 연기하는 결정을 하였습니다. 국내외 모든 학술 행사가 취소되거나 연기되는 혼란 속에서 조직위원회에서는 혼란을 최소화하기 위해서 개최 장소를 동일하게 COEX로 정하였습니다.

개최가 연기된 만큼 더 준비하고, 더 많은 논문의 접수를 통해 연구자들의 연구 결과와 정보를 풍성하게 공유할 수 있는 기회가 되도록 조직위원회에서는 노력을 할 것입니다. 학회 회원 여러분의 지속적인 관심과 참여를 부탁드립니다.

구두 발표의 초록은 심사까지 마무리되어 제출자들에게 공지되었고, 포스터 발표의 논문 초록 접수는 8월 말까지 연장됩니다.

자세한 일정은 아래와 같으며 홈페이지를 참고바랍니다.

· IRPA15 개최 날짜 및 장소

날 짜	장 소
2021년 1월 18일 - 22일 (5일간)	COEX (서울 삼성동)

· IRPA15 Homepage : www.irpa2020.org

Facebook : www.facebook.com/IRPA15/

Twitter : twitter.com/IRPA2020Seoul

· 논문 초록 접수 일정

포스터발표 논문초록 접수연장	2020년 8월 31일
포스터발표 논문초록 승인통보	2020년 9월 30일
저널발간용 논문 제출마감	2020년 11월 31일

· 등록 일정

조기접수 마감	2020년 10월 16일
사전접수 마감	2020년 12월 31일 (이후는 현장 등록)

· 후원/전시 모집 연장

후원/전시 신청 마감	2020년 10월 31일
-------------	---------------

※ IRPA15의 개최 연기로 인해 취소되었던 한국원자력학회 춘계학술대회(7월로 연기됨)의 방사선방호연구부회는 정상적으로 세션을 운영합니다.



행사관련소식

대한방사선방어학회 및 관련기관

News of Event

대한방사선방어학회 국내외 행사

2020년 대한방사선방어학회 하계워크샵

 웹사이트 바로가기

- 일시 : 2020.08.20(목) ~ 22(토)
- 장소 : 포항가속기연구소

2020년 대한방사선방어학회 추계학술대회

 웹사이트 바로가기

- 일시 : 2020.11.25.(수) ~ 27(금)
- 장소 : 제주 휘닉스

출처 : phoenixnr.co.kr/page/main/jeju

제15차 국제방사선방호연합 국제학술대회 (IRPA15)



- 일시 : 2021.01.18.(월) ~ 22(금)
- 장소 : 서울 코엑스

2020 한국원자력학회 춘계학술발표회



한국원자력학회

- 일시 : 2020.07
- 장소 : 제주 국제컨벤션센터

출처 : iccjeju.co.kr/



방사선은 아무리 고용량이라도 오감으로 감지 불가, 지선량 노출 시 증상 없음

방사선은 연간 제한선량 1밀리시버트보다 1,000배 이상으로 피폭될 경우 약 10%에서 식욕부진, 피로감, 오심 등의 증상이 나타날 수 있으며 4,000 - 5,000배 이상 피폭되면 2-4주 뒤 골수기능 저하로 감염 등 심각한 문제가 발생하기도 한다. 하지만 일반적으로 발생할 수 없는 매우 높은 방사선량에 노출 될 경우에 나타나는 증상이며 낮은 선량에 노출될 경우에는 거의 증상이 나타나지 않는다. 브라질의 고이아니아에서 방사선 세슘으로 지역이 오염된 사고가 있었는데, 이때 방사선 노출이 되지도 않은 많은 사람들에게서 식욕부진, 피로감, 오심 등 비특이적 증상이 나타났다.

하지만, 이들은 모두 심리적인 불안으로 인한 현상으로 밝혀진 적도 있어 오히려 과도한 불안이 문제를 일으킬 수도 있다.

요약

방사선에 노출되었다 하더라도 대부분 증상이 없으며 1,000밀리시버트 이상의 매우 고용량을 받았을 때 식욕부진, 피로감, 오심 등 비특이적인 증상이 나타날 수 있다.

방사선량이란?

사람이 방사선으로부터 받는 에너지의 초량을 말한다.

사람이 받은 방사선량을 알아내는 방법은 다양하다

먼저, 물리적 선량측정 방법으로는 필름벤티지 또는 열형광선량계를 상의 주머니에 착용하여 누적되는 방사선량 값을 측정하기도 하는데, 만일 선량계가 없다면 피폭상황을 재구성하거나, 치아, 머리카락, 설타, 필름 등 방사선량을 가늠해 볼 수 있는 대체 물질을 분석하는 방법을 사용한다.

또한, 백혈구 수의 변화를 통한 임상증상으로 선량을 유추해 볼 수도 있다.

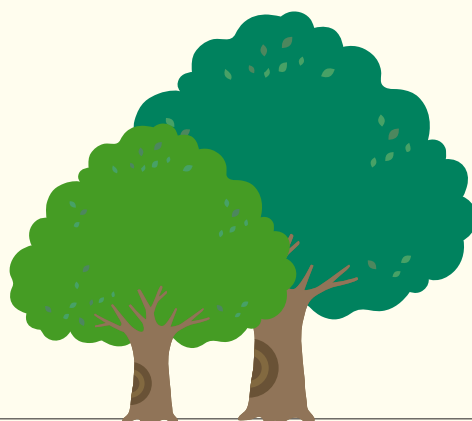
마지막으로 낮은 선량의 방사선 영역에 노출될 경우 생물학적 선량 평가를 사용하는데, 백혈구를 이용해 교환이 일어난 염색체들의 숫자를 헤아리는 안정형 염색체 이상 분석법과, 여염색체의 중심체가 2개 이상인 경우나 원형의 염색체가 만들어진 것을 헤아리는 불안정 염색체 이상 분석법이 있다. 불안정 염색체 이상 분석법은 현재까지 나와 있는 가장 민감한 검사 방법이라고 할 수 있다.

최근 일반인들이 들고 다니기도 하는 방사선측정기는 특정 지점, 특정 시점의 공간 방사선량을 측정해 인체 방사선량으로 환산해 주는 것이다. 실제 사람이 받는 방사선량은 피폭 시간 등의 다른 주요 요인을 고려하여 평가해야 하며, 이 장비는 사람의 방사선량을 직접 측정하는 것은 아니다.



요약

사람이 받는 방사선량을 알아내는 방법으로는 물리적 선량측정방법과 임상적 및 생물학적 선량평가법이 모두 이용될 수 있다.





대한방사선방어학회

The Korean Association for Radiation Protection