

2021 **3**

Vol.4, No.1

대한방사선방어학회 KARP ^e - Letter

www.karp.or.kr

카페레터

· 기고문	IRPA15 행사를 마치고 ...	03
· 이슈&포커스	후쿠시마 사고 교훈: 방사능재난 대응	06
	환경 중의 삼중수소 발생 현황	12
· 국제동향	IRPA15 국제학술대회 성료	18
	KARP/JHPS 특별심포지움 개최	19
	IRPA (International Radiation Protection Association)	20
	ICRP (International Commission on Radiological Protection)	21
· 행사관련소식		22
· 학회 뉴스		24
· 방사선 기초지식		30



대한방사선방어학회

The Korean Association for Radiation Protection

Contents

카페레터

KARPê-Letter

· 기고문	IRPA15 행사를 마치고 ...	03
· 이슈&포커스	후쿠시마 사고 교훈 : 방사능재난 대응	06
	환경 중의 삼중수소 발생 현황	12
· 국제동향	IRPA15 국제학술대회 성료	18
	KARP/JHPS 특별심포지움 개최	19
	IRPA (International Radiation Protection Association)	20
	ICRP (International Commission on Radiological Protection)	21
· 행사관련소식		22
· 학회 뉴스		24
· 방사선 기초지식		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 H11 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

IRPA15 행사를 마치고 ...

여러 차례 KARPeletter를 통해 소개되었던 IRPA15는 국제방사선방호연합 (International Radiation Protection Association)이 매 4년마다 개최하는 국제학술대회로서 우리 대한방사선방어학회는 2012년 13차 대회(Glasgow)에서 유치대상학회로 선정되고, 14차 대회(CapeTown)에서 개최학회로 확정된 15차 대회였다. 당초 계획은 2020년 5월에 서울 코엑스에서 개최하기로 되어 있었으나 COVID-19라는 세계적인 돌발변수로 인해 연기와 개최 방법 전환의 혼란이 있었다.

2021년 1월 18일부터 2월 5일까지 3주간의 100% 온라인 학술대회로 최종 확정되었던 IRPA15는 참석자들에게 참여 기회를 더 제공하기 위해서 1주일을 연장했고 2월 12일에서야 대회를 최종 마감하였다. 전 세계 62개국에서 총 764명이 등록, 참가하였고, 지역별로는 아시아에서 406명, 유럽에서 224명이 참가하였다. 아시아와 유럽의 참가자가 전체 참여자의 약 80%에 해당하여 두 대륙에 편중되었다.(그림 1)

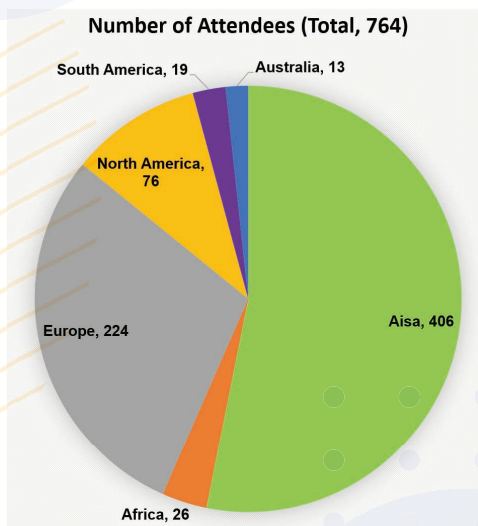


그림 1. 각 대륙별 IRPA15 참가자수.

국가별 등록자 수를 살펴보면 한국이 가장 많은 285명이었고, 일본이 82명으로 그 뒤를 이었다.(그림 2)

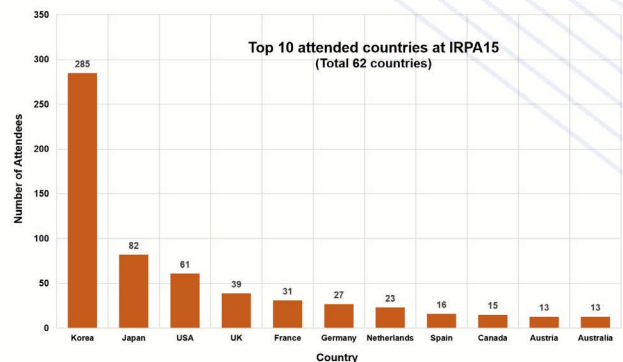


그림 2. IRPA15 참가국중에서 참가자 수가 상위 10위에 해당하는 국가들.

한국과 일본을 제외한 아시아 국가의 참석율은 상대적으로 매우 저조했는데 이들 국가에는 방사선방어 학회가 설립되어 있지 못하거나 설립되어 있다 해도 활성화되지 못한 것이 원인으로 보인다. 당초 많은 참가자를 예상했던 중국의 경우에는 국가의 정책변화로 인해 11명이 참석하는데 그쳤고, IRPA15의 스트리밍 서비스가 유튜브를 기반으로 하는데 알려진 바와 같이 중국에서는 유튜브를 접속할 수 없다는 점 때문에 등록자가 더욱 적을 수밖에 없었다.

이번 IRPA15 대회의 가장 중요한 특징은 100% 온라인방식으로 대회가 진행되었다는 것으로 IRPA의 56년 역사에서 첫 온라인 행사였다.(그림 3)



그림 3. 온라인으로 생중계된 IRPA15 폐회식 화면속의 주요 인사들 (김종경 IRPA15 조직위원장, Bernard le Guen 신임 IRPA 위원장, Roger Coates 전임 IRPA 위원장, Wolfgang Weiss ICPC 위원장, Hiroko Yoshida YWA심의위원장)

그럼에도 불구하고 통상의 대면으로 진행된 대회의 50% 수준으로 참석율이 저조했던 것은 전 세계의 서로 다른 시간대에 있는 참석자들이 특정한 시간대에 접속을 해야 한다는 제약이 주요한 원인이었으며, 온라인 전환에 따라 등록비를 감액했지만 그럼에도 불구하고 등록비가 적지 않은 부담이었던 것으로 추정된다. 만약에 대면 행사로 계획되었던 지난해 5월에 온라인 대회로 전환해서 진행을 했으면 더 많은 참석자 수를 예상할 수 있었을 것이다. 실제 8개월의 연기로 인해 투고된 논문의 이탈이 많이 발생한 것으로 파악된다.

IRPA15 기간 중에 발표된 논문수는 84개의 세션에서 총 544편이었다. 연기된 일정이었지만 COVID-19의 끝이 보이지 않은 상황에서 ‘Plan B’로 온라인 행사를 대비하여 모든 논문 발표자들에게 발표 자료를 동영상으로 녹화하도록 요청을 하였으나 정해진 기한까지 약 50% 만이 발표 동영상을 제출하였고, 대회 개최 바로 전에야 제출이 완료될 수 있었다. 본 학회의 하계 워크숍과 같이 100% 온라인 행사의 경험이 있었으나 참가자 수가 700명이 넘는 국제 행사는 처음이라 약간의 부담이 되었다. 특히 2020년 11월과 12월에 각각 IAEA와 ICRP에 의해 개최된 RP2020과 ICRP Fukushima Conference에서 발생했던 것과 같은 몇가지 기술적 문제가 발생하지 않도록 조직위원회에서는 최선의 노력을 다하였고 다행히 IRPA15

는 이러한 문제를 극복할 수 있었다. 그러나 전 세계에 걸친 서로 다른 시간대로 인해 예상되는 어려움을 해소하고자 노력을 하였지만, 유럽의 오후, 아시아의 늦은 저녁/밤의 특정한 시간대를 제외하고 생중계로 진행된 학술 세션에는 참석자 수가 많지 않았다. 아마도 참가자들이 관계된 특정 세션에만 참석을 한 것으로 판단된다.

Sievert Lecture (수상자: 스페인 Eliseo Vano 박사)를 포함해서 16개의 세션이 생중계 온라인으로 진행되었고, 개회식과 폐회식도 별도 생중계 온라인으로 진행되었다. 특별히 IAEA, ICRP, ICRU, WHO, UNSCEAR, WiN과 같은 국제기구가 적극적으로 참여하여 공동으로 또는 독립으로 주요 세션을 개설하여 발표와 패널 토론을 이끌었다. IRPA15의 모토인 “Widening Public Empathy”를 주제로 한 세션은 많은 참가자들의 관심과 참여를 유도할 수 있었다. 한편으로 기대를 모았던 “Bonn Call for Action Update”, “Tolerability and Reasonableness”, “Developing Practical RP culture in Society” 세션은 참석자가 저조했다. “Ethics and RP Culture”, “Communication and Public Understanding”, “The Future of Our RP Profession”과 같이 주요 주제별로 그룹핑을 해서 운영했던 Thematic Session을 대회의 끝부분에 배치하였는데 각 주제들에 대한 연구결과들을 정리하는데 큰 도움이 되었다. 또한 23개의 Refresher Course가 Beginner와 Expert 과정으로 나누어 개설되었고 Beginner 과정은 무료로 운영되어 많은 참여자들의 접속이 있었으며, 유료인 Expert 과정도 126명 이상이 등록을 하였다.

Young Generation Network (YGN)은 2019년에 IPRA내에 처음으로 구축되었고, 첫 번째 YGN 행사를 2019년 12월 일본에서 거행된 JHPS-JSRM 공동

연차대회 기간 중에 JHPS, SRP, KARP의 공동 워크숍으로 개최한 바 있다. IRPA15 기간중에는 “Innovation in Radiation Protection”이라는 주제로 YG를 위한 독립 세션을 운영하였다. 또한 IRPA의 각국 회원 학회에서 추천한 22명의 젊은 연구자들이 각자의 연구결과를 발표하고 경쟁하는 YSA (Young Scientists & Professionals Awards) 프로그램을 운영하였다. 총 22명이 경쟁하여 1등 1명, 2등 2명, 3등 1명의 수상자를 정하였는데 영예로운 1등상은 이탈리아 방사선방어학회 L'Associazione Italiana di Radioprotezione, AIRP) 대표로 출전한 Chiara Magni 박사에게 수여되었고, 우리 대한방사선방어학회의 대표이었던 한양대 원자력공학과 최찬수 학생이 3등상을 수상하였다. (그림 4)



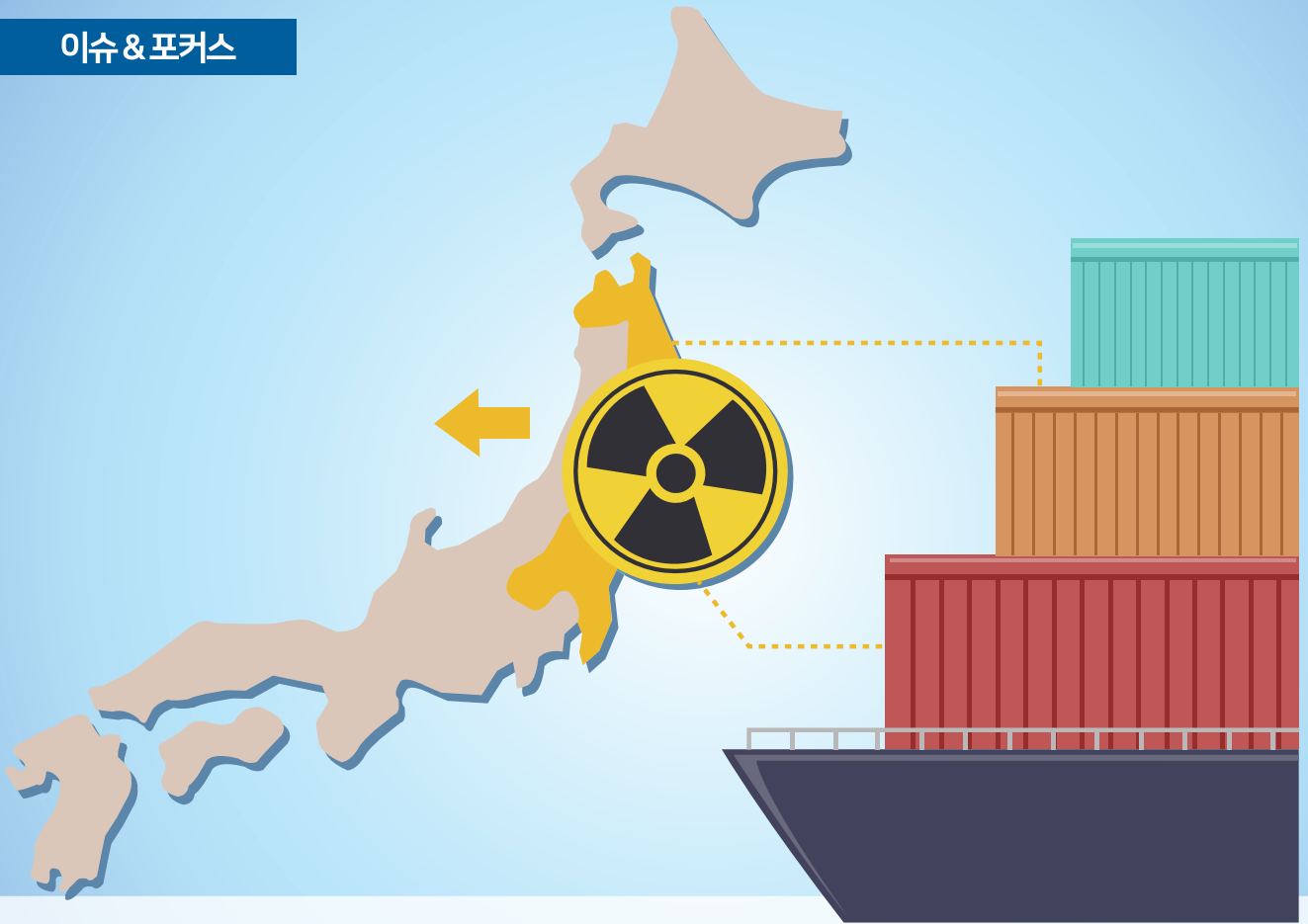
그림 4. IRPA15 웹에서 온라인으로 진행된 YSA 시상 장면.

IRPA 출판그룹에서는 IRPA15에 발표된 논문들 중에서 훌륭한 학문적 내용을 담고 있는 우수한 논문들을 Journal of Radiological Protection (JRP)의 특별호에 게재하기로 계획을 하였고, 각 세션의 의장 등이 추천한 논문들 중에서 ICPC Core Group의 위원들이 심사하여 JRP에 제출할 논문을 선정하였다. 현재 약 60여편의 논문 목록이 JRP측에 전달되었고 순차적으로 peer-review가 진행될 예정이다. 또한 추가로 약 40편의 논문이 KARP의 공식 저널인 Journal of Radiation Protection and Research (JRPR)에 신릴 예정이며 그 외의 논문들이 IRPA Proceedings으

로 편집되어 IRPA.net 웹사이트를 통해 공개될 것이다. IRPA15가 온라인으로 운영되면서 접수된 각 논문의 발표 동영상과 생중계 세션의 녹화영상을 어떻게 활용할 것인가에 대한 논의가 계속되고 있으며 최종적으로 IRPA.net를 통해 누구나 언제, 어디서든지 해당 동영상을 확인할 수 있도록 할 예정이다. 동영상을 포함한 발표 자료들은 각 발표자들로부터 저작권 동의를 얻은 뒤에 하반기 정도에 공개될 수 있을 것으로 예상된다.

IRPA15는 향후 IRPA역사에서 다시 있기 어려운 온라인 대회였다는 점에서 시사하는 바가 크다. 활용 가능한 상당량의 동영상 자료들이 만들어졌다는 점에서 기존의 일회성에 그치던 대면 방식의 대회와 다른 장점은 있었지만 IRPA 대회가 가지는 중요한 장점인 인적교류의 잇점을 취하지 못한다는 것은 중요한 손실이 아닐 수 없다. 또한 특정 국가나 지역의 학술대회와 달리 전 세계의 서로 다른 시간대에 있는 연구자들이 특정한 시간에 접속을 해서 학술대회를 충분히 누리기에는 큰 제약이 있는 것이 분명했다. 아시아, 유럽/아프리카, 북남미가 공유할 수 있는 시간대를 선택했지만 현실적인 어려움이었다. 예를 들어 아시아권에서 거의 일주일동안 낮에 각자의 업무를 보고, 밤에는 IRPA15에 참석한다는 것이 쉽지 않은 문제였다. 아직 끝나지 않은 COVID-19의 시대가 또다시 온다면 남은 숙제가 될 것이다. 끝으로 IRPA15 대회를 성공적으로 마칠 수 있도록 수고해주신 ICOC, ICPC, ICSC의 위원들, 모든 참가자들, 그리고 지지를 보내준 각국의 방어학회에게 감사드린다. 특히 적극적으로 참여를 해주신 우리 대한방사선방어학회 회원 여러분께 전체 조직위를 대신해서 진심으로 감사의 마음을 전합니다.

IRPA15 ICOC 사무총장 이희석



후쿠시마 사고 교훈 : 방사능재난 대응

대한방사선방어학회 방사선안전문화연구소장 이재기

2011년 3월 11일 발생한 동일본 대지진 여파로 초강력 쓰나미가 후쿠시마 제1원전을 덮쳐 전원을 마비시킴으로써, 제1,2,3호기 노심이 용융하여 대량의 방사능을 환경으로 방출했다. 대응의 성패에 대해 견해는 다양하지만, 초유의 복합재난으로 사회 인프라가 와해된 상황에서 이루어진 대응임을 감안할 필요는 있다.

종합적으로 말하면 3개 호기가 동시에 중대사고를

일으킨 상황에서도 방사선피폭으로 인한 직접적 인명피해가 없었고 경제사회적 피해도 감내할 수 있는 범위에 머무른 데는 다음과 같은 이유가 있다.

- 사고가 비교적 완만하게 진행되어 주민을 성공적으로 소개할 시간이 있었다.
- 방사능 방출 초기에 서풍이 불어 많은 방사능이 태평양을 향했다.
- 풍향이 바뀌어 방사능에 오염된 지역 대부분 산지여서 인구와 산업 밀도가 낮았다.

이렇게 보면 일본으로서는 후쿠시마 사고가 ‘불행 중 다행’일 수도 있다.

후쿠시마 사고와 1979년 발생한 미국 TMI 2호기 사고 경험에도 불구하고 원전을 운영하는 것은 그러한 사고는 ‘일어나지 않을 것’이라는 판단에 따른 것이다. 사고가 일어나지 않는다는 것은 본질적으로 사고 발생이 불가능하다거나 발생확률이 영(0)이라는 것이 아니다. 확률이 극히 낮아 통념적으로 그러한 사고는 ‘기대되지 않는다’는 의미이다. 발생하면 피해가 막중한 원전 중대사고가 보편적으로 ‘예상’된다면 원전을 운영할 수 없다. 역으로 말하면 확률이 낮지만 사고는 일어날 수 있고 그래서 재난 대응체계가 필요하다.

원전 방사능 재난대응은 TMI 사고로 예상하지 않은 중대사고가 실제로 일어날 수 있음이 확인된 때부터 체계화되고, 체르노빌 사고 경험을 반영하여 강화되었다. 그러나 ‘희귀한’ 사태이기에 지식과 상상력의 한계가 있다. 당연히 후쿠시마 사고 경험도 우리의 재난대응체계를 발전시킬 소중한 입력이다. 이미 후쿠시마 교훈을 반영하여 우리 원전의 비상계획구역(EPZ) 범위를 기존의 8~10km로부터 20~30km로 확대한 바 있다. 이 글은 후쿠시마 경험을 타산지석으로 우리의 방사능 재난대응체계의 강화할 방향을 제안한다. 그러나 원전 중대사고의 상황이 복잡하고, 그 대응도 광범하므로 재난대응의 모든 것을 다룰 수는 없어 몇몇 핵심사항만 논의한다.

현행 방사능재난 대응체계

현재 우리의 방사능방재계획에서 구성하고 있는 대응조직체계는 그림1과 같다. 요점은 부문별 대응개

념에 따라 원자력안전위원회(원안위)가 설치하는 ‘중앙방사능방재대책본부(중대본)’를 중심으로 현장에 ‘현장방사능방재지휘센터(지휘센터)’를 설치하여 해당 원자력사업자의 ‘비상대책본부(EOF)’와 ‘시군구 지역방사능방재대책본부’, 그리고 소방과 구조를 전문으로 하는 ‘지역긴급구조통제단’을 통합 지휘한다는 개념이다.

그러나 이 대응체계는 여러 문제점을 내포한다. 첫째, 부문별 대응 개념은 재난 특성 때문에 전문성이 있는 부처를 중심으로 대응한다는 것인데 현재 추세는 종합대응을 강조한다. 사태가 복합재난일 수 있기도 하고, 또 가령 도심에 폭발이 있을 때 그것이 단순 폭발물인지, 화생방 폭발인지 알 수 없기도 하다. 무엇보다 재난대응 활동의 많은 부분은 주민 대피, 소개, 구호, 민심안정 등 공통적인 업무이다. 방사선의 기술적 문제를 다루는 것은 전체 대응에서 작은 부분일 뿐이다.

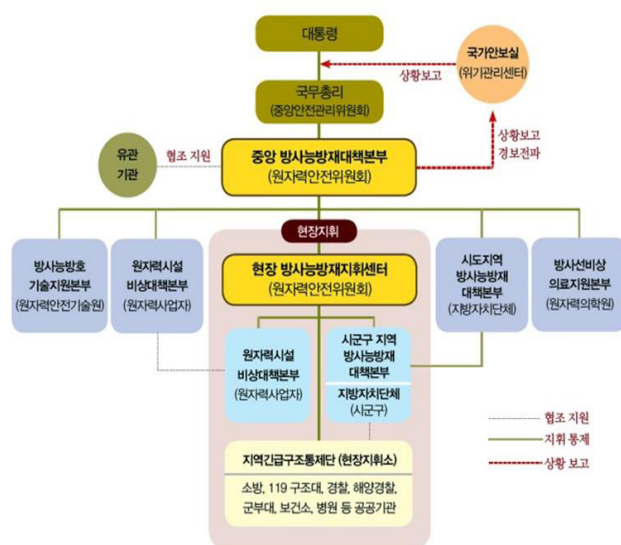


그림 1. 현행 방사능방재 대응 조직체계 (그림 : 원안위 홈페이지)

둘째로, 그림에서 보듯이 지휘/보고선이 복잡하다. 상황이 급박하고 위중한 재난대응에서 이처럼 중복된 지휘/보고 체계는 부적절하다. 특히 총리나 대통령이 지휘계선에 있는 것은 마땅하지 않다. 상위자이지만 대통령이나 총리가 재난대응에 전문가는 아니다.

셋째로, 그림의 조직체계는 준비와 대응을 혼동하고 있다. 국무총리가 위원장인 ‘중앙안전관리위원회’는 재난대책을 계획하고 준비태세를 갖추는 일에는 최상위 의결기구이지만 이는 평소에 준비하는 일이다. 긴박한 대응에 ‘위원회’가 할 일은 없다.

넷째, 이 대응조직 체계는 중앙 권위적 생각의 틀에 갇혀있다. 상위 행정단위라서 지휘계선의 상위에 있어야 하는 것이 아니다. 재난대응은 ‘현장’의 문제이므로 현장중심 체계가 되어야 한다. 더욱이 의사결정 속도를 고려하면 합의를 행정기관인 원안위가 중대본 역할을 담당하는 것은 어렵다.

다섯째, 원안위 사무처장이 현장대응 중심체인 지휘센터의 장이 된다는 개념은 전혀 부적절하다. 현장 작전에서 방사선에 관한 기술적 대응(측정 등)과 판단은 일부일 뿐이고, 큰 부분은 주민을 소개하고 구호하며 지역사회를 안정시키는 일인데, 이런 일은 원안위 고유업무와는 거리가 멀다. 무엇보다 도지사가 본부장인 지역대책본부(지대본)가 있는데 현장제휘센터가 대응을 지휘한다는 것은 행정작용 관점에서도 부적절하다. 도민 보호책임이 있는 도지사가 이를 지휘센터장에게 위임할 근거도 없고 그럴 일도 없어 보인다.



보호조치 기준

방사능재난 상황에서 주민보호를 위한 대피나 소개, 식품통제와 같은 개입을 고려할 방아쇠가 보호조치 기준이다. 방사능방재대책법(방재법) 시행규칙은 주민에 대한 긴급 보호조치를 고려할 결정기준(국제권고로는 ‘참조준위’)으로 표1과 같은 선량값을 제시한다. 예를 들면 전망선량이 50mSv를 초과하면 소개를 고려한다. 음식물의 방사능 오염에 대해서는 ‘아이들도 먹는다.’는 우려 때문에 더욱 민감하게 반응한다. 방재법 시행규칙에 제시한 음식물 섭취제한 기준은 표2와 같다. 이 기준은 우리 국토가 널리 오염되어 생산되는 식품도 오염된 경우에 유통을 제한하고자 할 때 적용하는 것이다. 따라서 표2에서 어류의 Cs-137 방사능 기준이 2000Bq/kg으로 비교적 높다. 이 기준을 후쿠시마 사고로 오염된 일본에서 수입하는 생선에 적용하는 기준 100Bq/kg과 혼동하면 안 된다. 국토가 오염된 경우는 피하기 어려운 기준피폭 상황임에 비해, 일본산 수입은 우리가 선택하는 것이므로 의도적인 계획 피폭이기 때문이다.

표1. 주민 보호조치 참조준위(방재법 시행규칙)

긴급 주민보호조치	결정기준
(옥내)대피 (2일 이내)	10 mSv
소개(1주 이내)	50 mSv
갑상선 방호약품 배포	100 mSv(갑상선 등가선량)
일시 이주	30 mSv/첫달, 10 mSv/둘째 달
영구 이주	1000 mSv/생애

표2. 비상시 식품 섭취제한 기준(Bq/kg,L)

핵종군	육류,어류,곡물	야채,과일	물,우유	유아식품
Cs-134, 137, Ru-103,106, Sr-89	2000	1000	200	100
I-131, Sr-90	1000	500	100	10
U-235,238	100	100	20	10
Am-241, Pu-238,239,240,242	10	10	10	1
H-3	10만			

후쿠시마 교훈

복합재난인 후쿠시마 사고는 다시 방사능재난 대응에 여러 문제를 노출시켰다. 이에 따라 국제방사선 방호위원회(ICRP)도 기존의 권고 ICRP 109(비상 피폭상황에서 방호)와 ICRP 111(장기 오염지역 거주민의 방호)를 갱신하여 ICRP 146(대형 원자력사고에서 방사선방호)으로 발행했다. 과거 권고와 비교할 때 다음 사항을 강조하고 있다.

- 무리한 대응은 부작용이 심각할 수 있으므로 약자에 대한 고려가 필요하다.
- 주민의 이해를 증진하기 위해 대화와 상호전문화(co-expertise)과정이 효과적이다.
- 주민 개인선량 측정, 주민의 오염측정 동참, 측정 결과의 공유가 이해증진에 효율적이다.
- 중장기적으로는 피해 주민이 이해를 바탕으로 동참하고, 자가방호에 노력함이 필요하다.
- 개인이나 사회적 심리안정을 위해 열린 자세와 상호신뢰에 바탕을 둔 소통이 필요하다.
- 낙인 피해를 줄이기 위해서는 산물(농수산물 포함)의 신속한 무오염 증명체계가 중요하다.
- 소개할 때는 가축과 반려동물 대책도 고려할 필요가 있다.

여기서 강조하는 상호전문화 과정은 주민과 전문가 그룹이 경험과 지식을 공유하기 위한 대화마당을 개

설하고, 당사자의 측정 참여, 측정결과의 공유를 통해 자율 방호를 조장하는 과정으로 이해할 수 있다. 이때 상호 열린 자세와 존중으로 불신을 예방하는 것이 중요하다.

대응 참조준위도 부분적으로 수정해 권고했는데 표 3과 같다. 그런데 이 참조준위는 총 선량으로 주어지 특히 일반인의 경우 개별 대응조치 실행 여부를 판단하는 데는 이용이 어렵다. ICRP 입장은 개별 방호조치가 아니라 종합적인 방호전략의 결과 잔여 선량이 가령 100mSv를 초과하지 않도록 한다고 권고하지만, 재난상황의 가변성과 시급성을 감안하면 그 실용성에 의문을 제기할 수밖에 없다. 또 다른 문제는 표3에서 보듯이 대응자의 참조준위로 20mSv/y 이하 값들이 제시되는데 이 수준 피폭은 계획피폭상황에서 직무피폭으로 다룰 수 있는 범위이다. 또한, 초기 및 중기의 모든 피폭을 ‘비상피폭 상황’으로 간주하는 것도 의문이다. 긴급작업에 투입되는 소수 작업자의 피폭은 비상피폭이겠지만 많은 작업자는 여전히 계획피폭으로 다룰 수 있는 범위에 있다. 후쿠시마 경험에서도 첫 3년 동안 연간 50mSv 이상을 피폭한 작업자는 전체의 5% 미만으로 나타난다. 주민의 피폭은 비상피폭이라기보다 기존피폭에 가깝다.

표3. ICRP 146에서 권고하는 비상대응 참조준위

단계	초기	중기	장기
소내 대응자	100mSv 이하 ^a 특수상황 예외 ^b	100mSv 이하 ^a 상황에 따라 변화 ^{abc}	20mSv/y 이하
소외 대응자	100mSv 이하 ^a 특수상황 예외 ^b	20mSv 이하 ^c 상황에 따라 변화 ^{abc}	- 일반에게 개방하지 않은 구역에서 20mSv/y 이하 - 기타 구역에서는 1~20mSv/y 밴드의 하반 ^e
일반인	전 기간 총 100mSv 이하 ^d		1~20mSv/y 밴드의 하반으로 하되 궁극적으로 1mSv/y이하 추구 ^e

- a. 이전권고는 20~100mSv 밴드이나 때로는 그 미만도 가능
b. 참사예방, 인명구조 등에서는 수백 mSv 인정
c. 초기부터 중기까지 참여할 경우는 전 기간에 100mSv 이하
d. 이전 권고는 20~100mSv 밴드이나 때로는 20mSv 미만이 적절할 수 있음
e. 이전 권고에서 '낮은 부분'을 구체화.

참조준위에 대한 보다 실용적인 지침은 후쿠시마 사고 이전부터 시리즈로 발행되고 있는 IAEA의 ERP(비상대응 및 준비) 간행물이다. 특히 2013년에 발행된 ERP-NPP는 선량 참조준위로부터 도출된 운영 개입준위(OIL)을 이해하기 쉽게 그래픽으로 정리하여 제시한다. OIL은 선량률이나 방사능 농도 등 측정하는 값으로 표현되므로 감시결과를 직접 비교하여 신속하게 의사결정에 반영할 수 있다. 예를 들면 Cs-137에 대한 OIL 7(식품방사능)은 오염식품 비율(10%, 50%, 100%)에 따라 안전, 주의, 위험을 그림과 색깔 코드로 알기쉽게 보이는데, 50% 오염일 때는 400Bq/kg(L)까지 임신여성이나 유아를 포함한 누구에게나 안전함을 알려준다. 재난대응 매뉴얼에는 이런 정보가 소중하다.

방사능재난 대응태세 개선

후쿠시마 사고 경험은 원전사고가 일반인이 두려워하는 것처럼 많은 인명피해를 내지 않음을 보여준다. 체르노빌 사고에서는 적어도 50여 명이 방사선 상해로 사망했고 장기적으로 추가 암 사망자가 수천 명 이상일 것으로 추산하지만 이 사고는 원자로심이 폭발하여 완전히 개방된 상태에서 흑연화재까지 겹

쳐 극히 많은 방사능이 방출되었기 때문이다. 신형 원전이나 현재 운영 중인 원전에서는 이러한 사고는 발생하지 않는다. 후쿠시마에서는 원자로 3기가 동시에 중대사고를 일으켰지만 방사능 방출량은 체르노빌 1기의 1/7 수준으로 평가한다. 그래서 원전사고가 나더라도 방사선피폭으로 인한 직접적 인명피해는 없거나 소수일 것으로 예상된다.

이에 반해 후쿠시마에서도 과잉대응 부작용으로 상당한 인명피해가 발생했다. 나아가 개인이나 사회 전체에 방사선 공포심으로 인해 불안이 가중되고, '오염지역'이라는 낙인 효과로 인한 경제사회적 파급피해가 막중해질 수 있음이 드러난다. 체르노빌이나 후쿠시마에서 보듯이 반감기가 긴 핵종(특히 Cs-137)으로 인한 오염은 지금까지도 해소되지 않으므로 낙인피해는 광역화, 장기화될 수 있다. 원전 사고를 예방하는 것이 우선이지만, 사고가 발생한 경우에도 Cs 방사능의 대량방출을 막는 것이 무엇보다 중요한 이유이다. 요컨대 방사능재난 대책에서 방사선피폭 감축 못지않게 사회안정과 경제사회적 파급피해 감축도 중요함을 의미한다. 특히 파급피해는 방사선 작용에 의한 것이 아니라, 그 위험을

오해하여 ‘자초하는’ 피해임을 주목할 필요가 있다. 이런 맥락에서 방사능재난 대응을 개선할 몇 가지는 다음과 같다.

첫째, 현장 수습체계는 그림2처럼 광역자치단체 중심으로 개편하는 것이 좋다. 중앙정부는 후방지원과 광역 사회안정, 낙인으로 인한 파급피해 감축을 담당한다. 지원업무에는 긴급예산의 편성, 특별법의 제정 등도 포함된다.

둘째로, 피해지역 사회안정을 위해 ICRP가 권고하는 상호전문화 과정과 같은 효과적 소통전략은 물

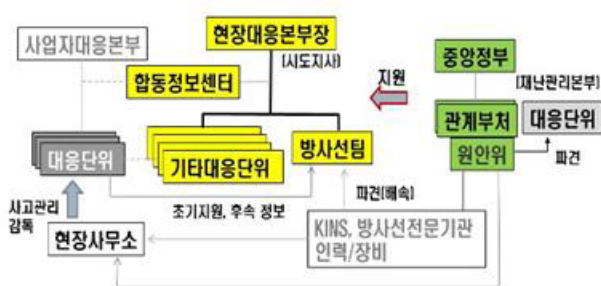


그림 2. 바람직한 방사능재난 대응조직 체계. 현지 대응은 현장대응본부 중심으로 수행한다. 중앙정부는 후방지원과 국가적 민심안정, 낙인피해 예방 등을 담당한다. 사태 초기 현장대응본부의 방사선팀이 활동을 개시하기 전까지는 사업자 대응조직이 일부 지원할 수 있다. 중앙정부는 후방지원을 담당하며, 원안위는 KINS와 기타 전문기관 인력과 장비를 파견하여 지원한다. 중앙정부의 다른 임무로 국가적 사회안정, 낙인피해 감축 활동이 있다. 원안위에게는 사고관리 감독이라는 중요한 업무도 있다.

론, 지역 산물(농축수산물, 공산품, 광물) 비오염 증명체계의 신속한 운영 등 지역 낙인피해 예방대책이 강구되어야 한다. 사회안정 대책에는 방사선 공포심에 기인한 가성 장애증상이나 이에 따른 불안, 상실감, 분노를 완화하기 위한 의학적, 심리학적 상담채널도 포함된다.

셋째로, 상황 파악과 주민보호, 낙인피해 감축을 위해서는 대량의 주민용 개인선량계와 오염 측정기(휴대형 측정기, 프로세스형 오염감시기, 전신/갑상선 계수기) 수요가 발생하므로, 그 조기확보를 위한 국제 네트워크 구축을 고려할 필요가 있다. 인접국은 동시에 수요가 발생하므로 세계적으로 원전 밀집지역인 극동, 북미, 유럽의 3개 권역별 비축체계나 IAEA 주도로 글로벌 준비체계 구축을 제안할 수 있겠다.

넷째로, 파급피해의 주원인은 방사선 위험에 대한 오해이므로 방사선 위험에 대한 사회적 이해기반을 개선하는 일이 긴요하다. 사태가 벌어진 상황에서는 분노가 앞서 들으려 하지 않으므로 이러한 이해증진 노력은 평소에 이루어져야 한다. 위험하다는 말은 쉽게 관심을 끌지만 위험하지 않다는 설명은 몇 배 더 어렵다. 원전 밀집지역 중앙에 있는 우리의 지리적 현실을 감안하면 이해증진은 탈원전 정책과 무관하게 국책사업으로 추진할 당위성이 있다.

- 1) ICRP, 2020, Radiological Protection of People and the Environment in the Event of a Large Nuclear Accident, Publication 146, Ann. ICRP, 49(4).
- 2) IAEA, 2013, Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, ERP-NPP.
- 3) 동아시아 지역에서 가동원전이 이미 109기이고 2030년 경에는 중국만 100기에 이를 전망이다.

환경 중의 삼중수소 발생 현황

| 김희령 교수



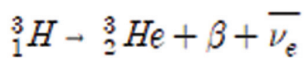
우리는 최근 월성의 원자력발전소 (이하 원전)에서 검출된 삼중수소에 대하여 사회적으로 많은 논란이 야기된 바 있음을 언론 보도를 통하여 알고 있다. 때 마침 대한방사선방어학회를 포함한 유관 학술기관에서는 전문가들을 모아 놓고 삼중수소가 도대체 어떤 것인지 정말 위험한지 토의를 하기도 하였다. 차 제에 원전뿐만 아니라 우리 주변의 환경에서 자연 적으로 존재하는 삼중수소가 무엇인지, 어느 정도 나 되는지 그에 의한 방사선적 영향은 또 어떠한지

실제로 측정되는 삼중수소의 농도를 가지고 살펴보 고자 한다.

삼중수소

삼중수소는 양성자가 1 개이고 중성자가 2 개인 원 소로서 흔히 말하는 수소 (H)보다 3 배 무거운 수소 의 동위원소 (동위원소 : 양성자수는 같고 중성자수 가 다른 원소)이다. 삼중수소의 표기는 ^3H 또는 T 와 같이 나타낸다. 주로 물 (HTO; tritiated water)

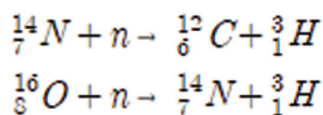
의 형태로 존재하며, T₂O, 기체 (HT; tritiated hydrogen gas) 및 유기결합삼중수소 (OBT; 산소, 황, 질소, 인과 결합한 치환 OBT, 탄소와 결합한 고정 OBT) 등과 같은 형태로 존재한다. 삼중수소는 방사성동위원소로서 12.3 년의 반감기를 가지고 다음과 같이 헬륨으로 붕괴하면서 최대 에너지 18.6 keV의 베타선을 방출을 한다.



삼중수소는 감마선을 방출하지 않고 베타선만 방출하는 순베타 방출핵종에 속하며 공기 중에서의 비정 이 약 6 mm이며 물에서는 최대 약 6.0 μm 정도의 값을 가진다. 산소와 결합한 삼중수 (HTO)가 인체에 흡수되어 내부 피폭을 야기하며 일반적인 물과 물리적 화학적 성질이 같아 분리하기 어려운 특성을 지니고 있다.

삼중수소 발생

자연적으로 삼중수소는 다음과 같이 대기의 질소 (N) 또는 산소 (O)와 같은 원소가 중성자 (n)와 같은 우주방사선과 반응하여 생성된다.

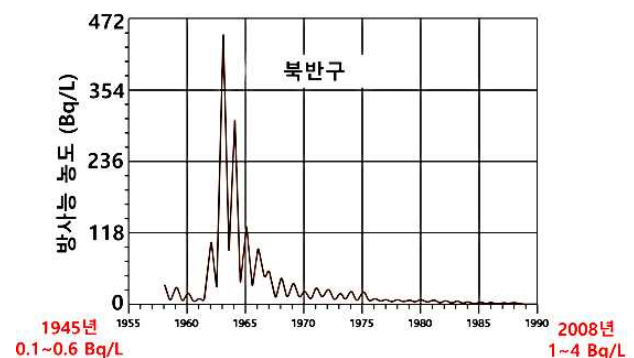


대기 중에서 자연적으로 매년 150 ~ 200 g 정도 생성되며 이를 방사능의 단위로 나타내면 50,000 ~ 70,000 조 Bq (베크렐)에 해당한다. 현재 지구상에 존재하는 삼중수소의 양은 3.5 kg 정도로 평가되고

있는 가운데 자연의 물속에서 $\frac{3}{1000\text{조}} \sim \frac{1}{100\text{조}}$ g/L (약 1 ~ 4 Bq/L) 정도 존재한다. 또한 우리가 마시는 우유 1 kg에는 $\frac{6}{1000\text{조}}$ g (약 2.1 Bq/kg)의 삼중수소가 포함되어 있다.

인공적으로는 1945 ~ 1963 년 사이에 대기권 핵 실험으로 650 kg (북반구 : 520 kg, 남반구 : 130 kg 만큼 이동)이 만들어졌으며 2021년 현재 대략 20 kg 정도가 남아 있을 것으로 추정되고 있다. 이중 90%가 해양에, 10% 가량이 내륙수에, 1% 정도가 대기에 남아 있는 것으로 평가된다. 대기권 핵 실험이 심하였던 1963년에는 빗물에서 약 $\frac{1}{1\text{조}}$ g/L (약 470 Bq/L)의 삼중수소가 검출되기도 하였다 (그림 1).

그림 1. 북반구에서 빗물의 삼중수소 방사능 농도



원전에서 발생하는 삼중수소의 양은 900 MW급 경수로와 중수로의 경우 각각 연간 0.03 g 및 1.9 g 정도이며 700 MW급 월성원자력발전소에서는 약 1.4 g이 매년 발생한다.

삼중수소 관리 기준

원전에서 발생하는 삼중수소는 배출관리기준 (원자력안전위원회 고시 제2019-10호)에 따라 관

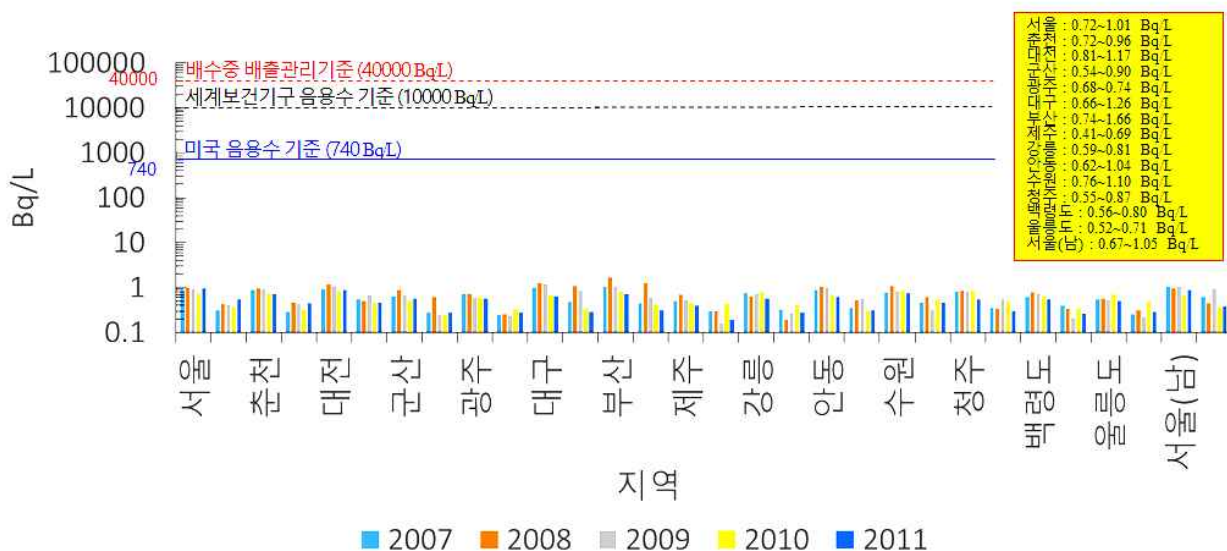
리되며 액체 상태의 경우 배수중 배출관리기준은 40,000 Bq/L이고 기체 상태의 경우 배기중 배출관리기준은 3,000 Bq/m³이다. 한편, 음용수 중의 삼중수소 관리 기준을 살펴보면 미국은 740 Bq/L, 캐나다는 7,000 Bq/L, 세계보건기구에서는 10,000 Bq/L의 기준을 가지고 있다. 특히, 러시아에는 삼중수소 기체에 대하여 일반인 흡입 기준을 명시하고 있는데 그 기준은 1,900 Bq/m³로서 우리나라 배기중 배출관리기준의 약 63 %이다.

환경 중의 삼중수소 분포

서울을 비롯한 도심 지역과 백령도와 같은 도서 지

역 등 우리나라 국토 환경에서 발생하는 빗물 중의 삼중수소 농도를 살펴 보았다 (그림 2). 삼중수소의 방사능 농도는 울릉도가 0.52 ~ 0.71 Bq/L로 가장 낮고 부산이 0.74 ~ 1.66 Bq/L로 가장 높게 나타난 가운데 우리나라 도심 및 섬 지역간에 차이는 최대 약 1 Bq/L 수준으로서 배수중 배출관리 기준이나 세계보건기구 음용수 기준에 비추어 볼 때 매우 작은 값을 보이고 있다. 삼중수소가 포함된 빗물을 정수 과정 없이 그대로 다 마신다고 할 경우 전국 빗물 중의 삼중수소 농도 실측 값을 바탕으로 방사선학적 측면에서의 영향을 계산해 보면 일반인 선량한도 (1 mSv/y)의 약 0.00045 ~ 0.0010% 수준이다.

그림 2. 전국 빗물의 삼중수소 방사능



고리, 월성, 한빛, 한울 원전과 같은 원자력시설 주변의 지하수, 해수 및 빗물 시료에 대한 삼중수소 방사능 농도를 살펴보았다 (그림 3 ~ 그림 5). 먼저 원전 주변의 지하수의 삼중수소 방사능 농도는 고리 원전이 상대적으로 높은 가운데 4개 원전 간에 비슷한 수준으로 나타났다 (그림 3). 원전 시설의 배수구에서 측정한 해수 중 삼중수소 농도는 월성 원전이 높게 나타나는 가운데 고리, 한빛, 한울 원전에서는 서로 비슷한 수준을 나타내고 있다 (그림 4). 한편, 각 원전의 기상관측소에서 측정한 빗물의 삼중수소 농

도는 월성 원전이 고리, 한빛, 한울 원전 보다 약 7 ~ 25 배 높게 나타나고 있다. 월성 원전 빗물의 삼중수소 농도는 최대 약 67 Bq/L로서 동일한 노형인 중수로가 있는 캐나다 Gentilly-2 원전 주변 및 Pickering 원전 비교 지점의 삼중수소 농도인 910 Bq/L 및 240 Bq/L과 비교할 때 약 1/14 ~ 1/3 정도로 낮다. 각 원전 주변의 지하수, 해수 및 빗물의 삼중수소에 의한 방사선량은 일반인 선량한도의 약 0.00041 ~ 0.00079%, 0.00082 ~ 0.042% 및 0.0053 ~ 0.14% 수준이다.

그림 3. 원전주변 지하수의 삼중수소 방사능

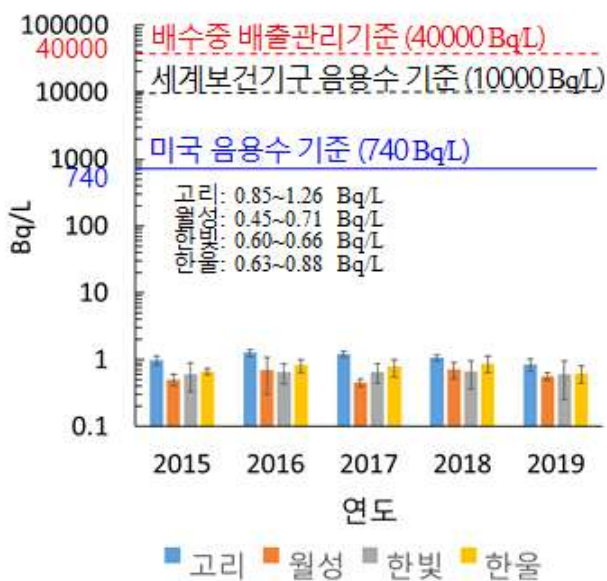


그림 4. 원전주변 해수의 삼중수소 방사능

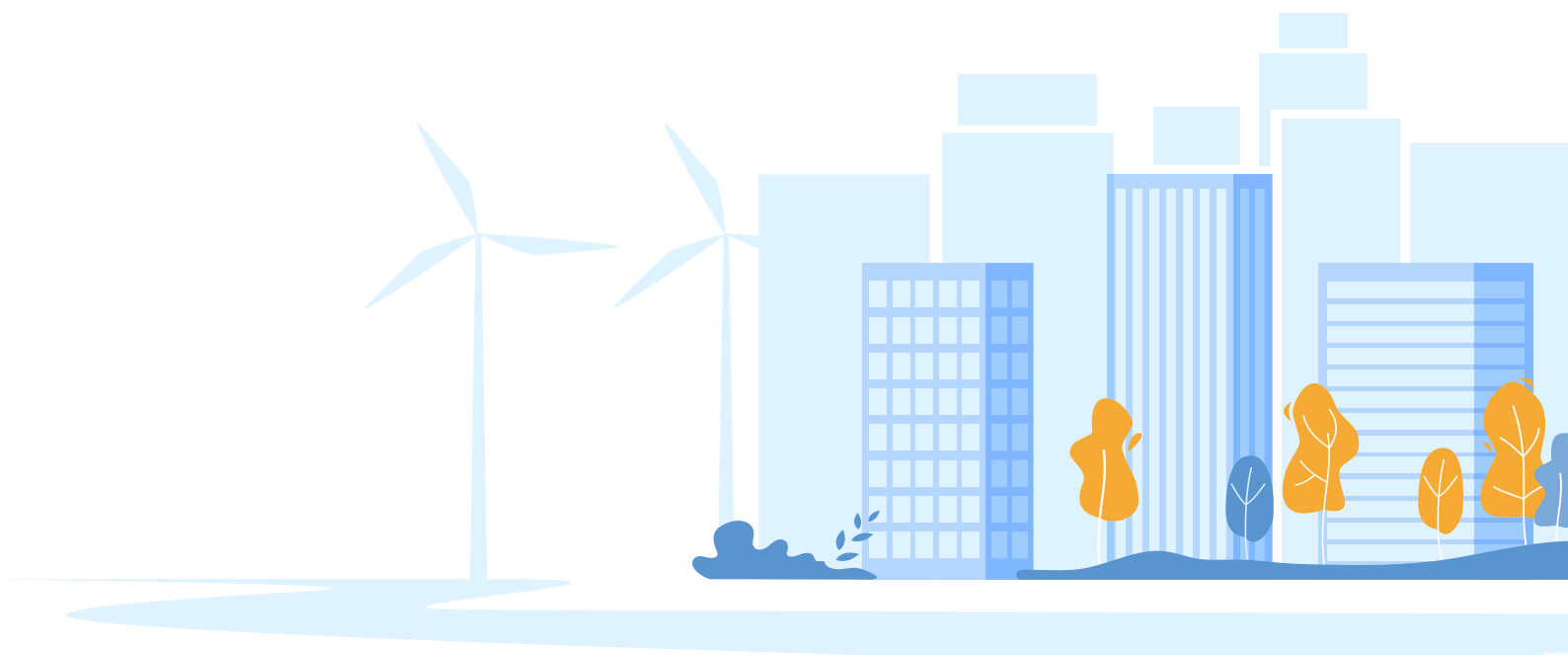
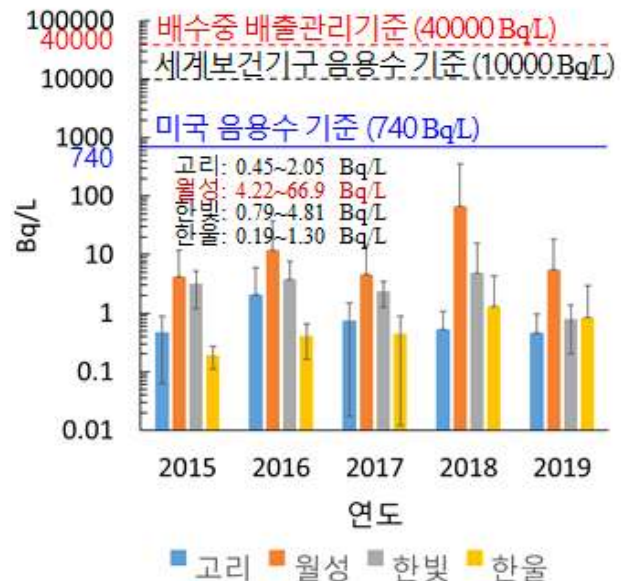
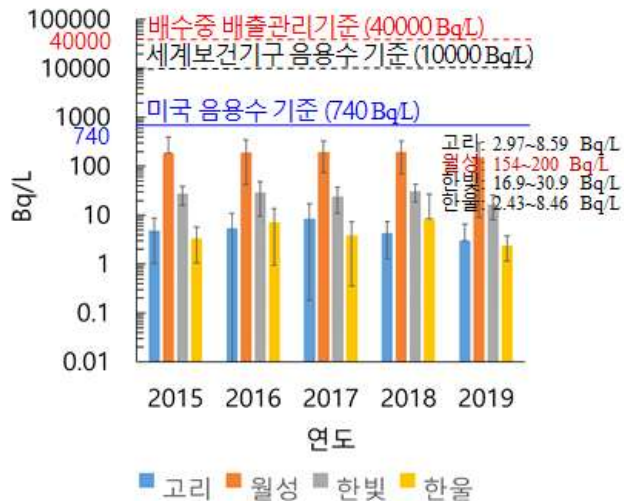


그림 5. 원전주변 빗물의 삼중수소 방사능

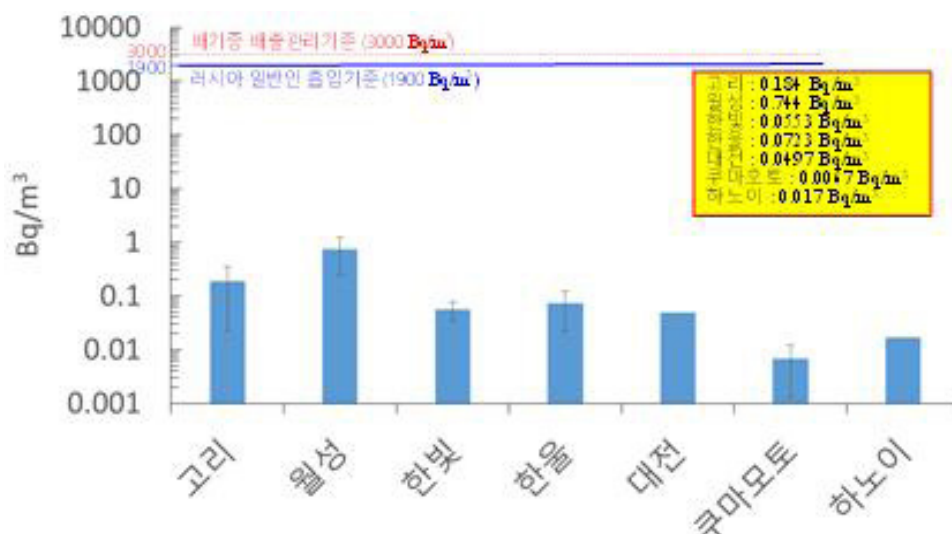


고리, 월성, 한빛, 한울 원전 등 원자력시설 주변과 그렇지 않은 지역에서 대기 중의 삼중수소 농도를 살펴보면 하노이와 같이 상업용 원전이 없는 곳의 경우 0.017 Bq/m³, 월성 원전의 경우 0.744 Bq/m³로서 약 40 배 이상의 차이를 보이는 가운데 배기중 배출관리기준의 약 0.00057% 및 0.025%로 나타났다 (그림 6). 이를 방사선량 측면에서 살펴보면 일반인 선량한도의 약 0.00000004 ~ 0.000005% 수준이다.

요약 정리

삼중수소는 빗물, 해수, 지하수, 대기와 같은 환경 중에서 자연적으로 그리고 원전과 같은 원자력시설 운영 등 인위적인 활동에 의하여 존재하며 원전주변과 그렇지 않은 지역에 걸쳐서 전국적으로 골고루 분포함을 알 수가 있다. 물의 삼중수소 방사능 농도는 세계보건기구 음용수 기준의 약 1%, 대기중 삼중수소는 배기중 배출관리 기준의 약 0.025% 수준으로 나타났다. 결과적으로 방사선학적 영향 측면에서 우리나라 환경중의 삼중수소에 의한 방사선량은 일반인 선량한도 기준보다 물의 경우 최대 약 0.14%, 대기의 경우 최대 약 0.000005% 수준으로서 방사선적으로 인체에 미치는 영향은 미미한 것으로 평가된다.

그림 6. 대기 중 삼중수소 방사능



2021 대한방사선방어학회 춘계학술대회

2021.04.28-30 (On/Off 병행)

스카이베이호텔 경포



대한방사선방어학회

The Korean Association for Radiation Protection

IRPA15 국제학술대회 성료



우리 학회가 유치한 IRPA15 국제학술대회(<https://www.irpa2020.org>)를 많은 분들의 도움으로 성공적으로 개최하였습니다. IRPA 국제학술대회 역사상 처음으로 온라인으로 개최된 이번 학술대회는 다양한 Refresher Course를 비롯하여 Live Session, 동영상 발표 등 다채롭게 진행되었습니다. 코로나19의 영향에도 불구하고 총 등록자 수는 750명이 넘었고, 발표 논문수는 650편 정도였습니다. 대면 행사를 진행하지 못한 점이 아쉬웠지만 온라인으로 참가한 국내외 연구자들의 호응도 및 만족도는 매우 높았습니다. 4년마다 개최되는 방사선방호 분야 세계 최고 권위의 국제학술대회를 우리 학회에서 성공적으로 개최함으로써 우리나라의 위상을 더욱 견고히 하였고, 신진연구자들에게는 새로운 기회와 국제 네트워크를 제공할 수 있었습니다. 우리 학회 회원을 비롯하여 본 학술대회의 성공적인 개최를 위해 애정어린 관심과 적극적인 지원을 해주신 모든 분들에게 다시 한번 감사의 인사를 드립니다.



KARP/JHPS 특별심포지움 개최

후쿠시마 원전사고는 올해로 10년이 되었습니다. 후쿠시마 사고의 교훈을 다시 한번 살펴보고 방사선 영향에 대한 현황을 점검하기 위해 대한방사선방어학회(KARP)와 일본보건물리학회(JHPS)에서는 공동으로 특별심포지움을 개최하였습니다. 심포지움은 사고 후 정확히 10년째 되는 날인 21년 3월 11일에 Zoom 화상회의를 통해 온라인으로 개최되었습니다. 심포지움에 참석하신 우리 학회 회원분들에게 감사의 인사를 드립니다. 심포지움 관련 자료는 우리 학회 홈페이지를 통해 확인하실 수 있습니다.

- 주제 : 후쿠시마 10년, 그 교훈과 방사선 환경영향
- 일시 : 2021년 3월 11일(목) 14:00~18:35
- 장소 : Zoom 화상회의
- 연자 : 이재기 교수, 강건욱 교수, Satoshi Mikami 박사(JAEA), Masahiro Hosoda 박사(Hirosaki 대학), Yasuyuki Taira 박사(Nagasaki 대학)

대한방사선방어학회-일본보건물리학회 공동 심포지움

후쿠시마 10년, 그 교훈과 방사선 환경영향
(Fukushima 10 years: Lessons Learned and Radiological Environmental Impact)

2021년 3월 11일(목) 14:00-18:35
 ZOOM을 통한 **한일 동시통역** 온라인 실시간 진행
ZOOM 화상회의 링크 (클릭 및 하단 참조)
 회의 ID / PW : 추후 등록자 개별 안내



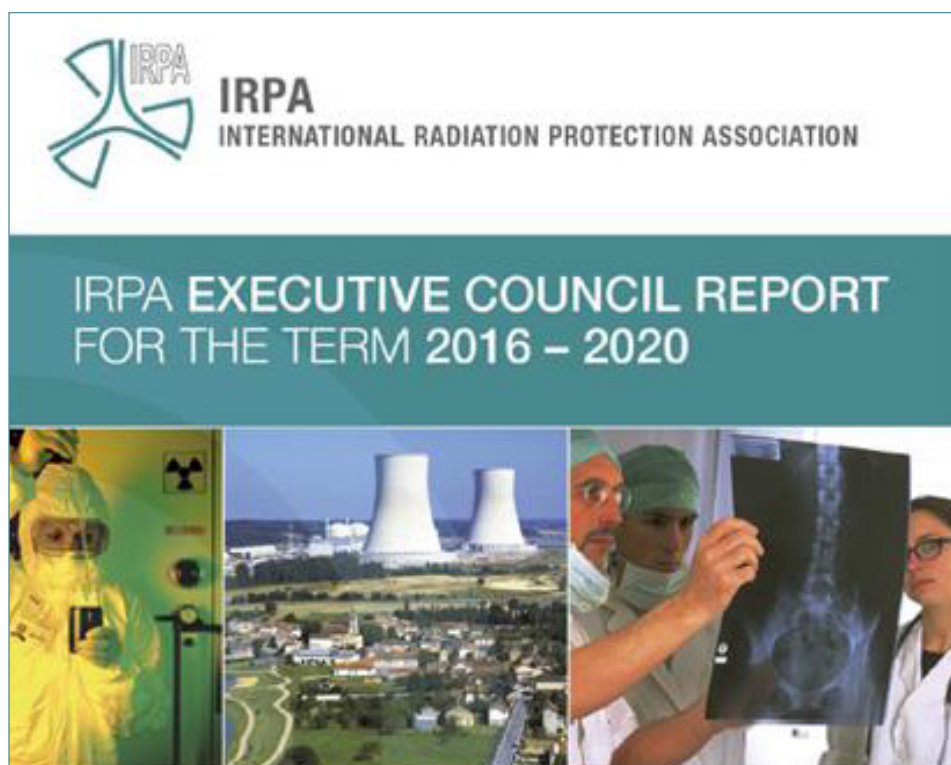
KARP
Korean Association for Radiation Protection



IRPA (International Radiation Protection Association)

▶ 'IRPA Executive Council Report for the Term 2016-2020' 발간

IRPA 집행 이사회에서는 지난 '16년도에서 '20년도 기간 동안의 IRPA 활동에 대한 보고서를 발간하였습니다. 본 보고서에서는 국제기구(IAEA, ICRP, ICRU, NEA 등)와의 협력 활동, 새로운 53번째 회원 학회(칠레 SOCHIPRA)의 가입, 각종 방사선 방호 관련 Task Group의 활동, 각종 학술행사 개최 현황을 소개하고 있습니다. 또한 다음 국제학술대회인 IRPA16은 2024년 미국(플로리다 올랜도)에서 개최될 예정임을 알리고 있습니다. 자세한 내용은 IRPA 홈페이지(https://irpa.net/news_bulletin.asp)를 통해 확인하실 수 있습니다.



ICRP (International Commission on Radiological Protection)

▶ ICRP 간행물 146 발간(Radiological Protection of People and the Environment in the Event of a Large Nuclear Accident)

ICRP에서는 대형 원자력사고에서 사람과 환경을 보호하기 위한 새로운 간행물을 발간하였습니다. 본 간행물은 사고상황에 대한 과거 간행물인 ICRP 109 ('09) 및 ICRP 111 ('09)의 최신판입니다. 20년 12월에 발간된 최신 간행물인 ICRP 146에서는 사고 초기 및 중기에서의 비상피폭상황과 장기적 관점에서의 기존피폭상황에 대해 다루고 있습니다. 또한 부록을 통해 체르노빌 사고와 후쿠시마 사고에 대한 개요를 제공하고 있습니다. 자세한 내용은 ICRP 홈페이지(<https://icrp.org/page.asp?id=492>)를 통해 확인하실 수 있습니다.





행사관련소식

대한방사선방어학회 및 관련기관

News of Event

대한방사선방어학회 국내외 행사

○ 2021 대한방사선방어학회 춘계학술대회

- 일시 : 2021.04.28. - 30.
- 장소 : 스카이베이호텔 경포, On/Off 병행

🌐 웹사이트 바로가기



대한방사선방어학회
The Korean Association for Radiation Protection

○ 2021 한국원자력학회 춘계학술대회

- 일시 : 2021.05.12. - 14.
- 장소 : 제주 국제컨벤션센터

🌐 웹사이트 바로가기



한국원자력학회

○ DECON 2021 (International Conference on Nuclear Decommissioning and Waste Management)

- 일시 : 2021.06.14. - 17.
- 장소 : 온라인 행사 (decon.expo-ip.com)
- 추진체계
 - 주최: 대한방사선방어학회(KARP)
 - 주관: (한국) 한국전력기술(주) (독일) actimondo eG

🌐 웹사이트 바로가기



대한방사선방어학회
The Korean Association for Radiation Protection

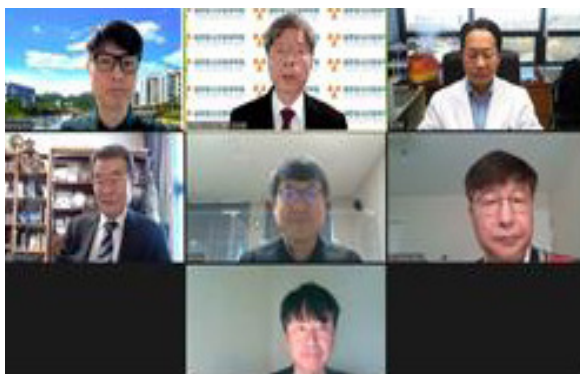
※ 상세내용 KARP 홈페이지
http://www.karp.or.kr/korean/index.php?hCode=BOARD&page=view&idx=8838&bo_idx=10&hCode=BOARD&bo_idx=10&sfl=&stx=

● 방사능 과다으로부터 국민 안전을 과학으로 지키기 위한 호소문

- 붙임 1. 및 학회 홈페이지 참조

● 방사선이슈, 정말 위험한가? 기자간담회

- 일시 : 2020.01.18.
- 장소 : ZOOM 온라인
- 기자간담회 사진, 간담회 브로셔 참조



● 2021년 후쿠시마 10주년 특별 워크숍(자료 학회사무국 협조)

- 기간 : 2021. 03. 11.
- 장소 : ZOOM 온라인



방사능 괴담으로부터 국민 안전을 과학으로 지키기 위한 호소문

방사능 괴담으로 병들어 가는 대한민국을 선동가들로부터 지켜주세요.

방사선은 질병 치료와 산업 발전에 꼭 필요한 요소로서 그동안 국민의 삶의 질을 높이는데 기여해왔습니다. 하지만 최근 일부 선동가들이 인체에 위협적이지 않은 자연계의 방사선(능)과 전문적인 위험관리가 필요한 방사선을 교묘하게 섞어, 방사선의 위험성을 확대·과장하는 방식으로 여론을 호도하며 지역주민과 사회에 피해를 주고 있습니다.

2천명의 과학자가 소속된 대한방사선방어학회는 국내 최고의 방사선 전문가 단체입니다. 회원들은 방사선 의생명, 방사선 방호, 방사선 계측, 방사선 환경/방재, 방사선 역학 등 거의 모든 산업·의료분야에서 활동하며 국민 보건과 안전을 지키며, 경제 발전에 힘써왔습니다.

이에 방사선 전문가 단체인 우리 학회가 국민 여러분께 호소드리고자 합니다.

첫째, 엄밀하게 검증된 과학적 사실을 바탕으로 판단해 주십시오.

과장된 위험에 의한 낙인 효과는 지역주민에게 큰 위해가 됩니다.

둘째, 과학적 사실을 바탕으로 소신껏 발언하는 전문가를 인신공격하는 행위가 발생하고 있는데, 이는 즉각 중단돼야 합니다.

셋째, 방사선 안전에 관해서는 저희 전문가들을 신뢰해 주십시오. 지금껏 그래왔던 것처럼 국민 여러분의 안전은 전문가들이 지키겠습니다.

2021. 02. 10.

대한방사선방어학회 회원일동



후쿠시마원전 오염처리수 어떻게 볼 것인가? (2020.12.02. 시사위크)

일본 정부가 후쿠시마 원전에 보관 중인 오염 처리수의 방류를 결정한다는 뉴스가 주요 언론에 의해 보도되고, 여야 정치권과 일부 지방자치단체가 나서서 해상에 방류하지 말라고 일본 정부에 경고를 보내고 있다.

그런데 언론 보도와 정치권의 반응에는 후쿠시마 원전 처리수가 해양 방류돼 한국 해안에 도달하면 우리나라의 수산업이 전폐 되고 우리 국민의 건강이 크게 나빠질 것이라는 전제가 깔려 있다. 일본 수산물과 관련해 WTO(세계무역기구) 제소로 반일 감정이 채 가라앉지 않은 상황에서 후쿠시마 오염 처리수를 방류할 것이라는 일본 정부의 행태에 반감을 보이는 것은 너무나 당연할지도 모른다.

이런 상황으로 인해 일본의 후쿠시마 원전 오염 처리수에 대해 언급한다는 것이 쉽지 않은 여론 환경이기도 하다. 그런데 정치권과 언론에서 간과하는 몇 가지 과학적 사실을 인지할 필요가 있다.

첫째, 삼중수소는 수소의 방사성 동위원소로 빗물·해수·수돗물 등에서 자연계에 존재하며, 공기흡입과 음식물 섭취를 통해 우리 인체 내에도 존재한다. 또한, 정상적으로 운영되는 원전에서 발생하기도 한다. 삼중수소의 반감기는 12.3년이지만, 인체 내로 들어온 방사성 핵종의 양이 반으로 줄어드는 시간인 생물학적 반감기는 10일 정도로 짧은 편이다. 우리가 평소 즐겨 먹는 바나나에 방사성 칼륨인 K-40이 존재하는데, 인체에서의 K-40의 방사선 영향은 삼중수소의 방사선 영향보다 340배나 크다.

둘째, 후쿠시마 원전의 오염수에 존재하는 세슘137이나 스트론튬90을 포함한 대부분의 핵종은 다핵종 제거 설비인 ALPS 등을 사용하여 제거되는 것으로 알려져 있다. 그러나 삼중수소는 ALPS에 의해 제거가 되지 않아 HTO(트리튬수) 물 분자 형태의 처리수로 모아 따로 보관하고 있다.

셋째, 최근 원자력학회지 Nuclear Engineering and Technology에 후쿠시마 원전의 오염 처리수의 방류로 인한 방사선 환경 영향 연구 결과가 발표됐다. 이 연구는 UNSCEAR (방사선 영향에 관한 UN 과학위원회)가 권고하는 방법론을 준용하고 후쿠시마 원전 오염 처리수 저장 탱크에 보관된 모든 방사성 핵종이 추가 정화 없이 1년간 지속해서 해양으로 방출하는 것을 가정했다.



연구 결과, 해양 방출일 경우 일본과 한국의 일반인이 받을 방사선 선량은 각각 연간 $0.85\mu\text{Sv}$ 와 연간 $0.000014\mu\text{Sv}$ 로 평가됐다. 피폭 선량 수준은 일반인의 연간 선량 한도인 $1\text{mSv}(1000\mu\text{Sv})$ 보다 훨씬 낮아서 우리 국민에게 미치는 방사선 영향은 거의 없을 것으로 판단하고 있다.

후쿠시마 원전 오염 처리수의 해양 방류 방안이 환경 배출 기준을 만족한다는 과학적 평가 결과에도 불구하고, 일본 정부는 최신 기술을 활용해 처리수의 방사능 농도를 최대한 줄이기 위한 노력이 필요하며, 처분 과정이 한국 등 주변국의 국제적 전문가의 참여하에 주기적으로 투명하게 공개되어야 그 신뢰성을 확보할 수 있다.

또한 1975년 발효한 런던협약은 폐기물 등의 방출에 의한 해양오염방지 협약으로 선박, 항공기, 또는 해양 시설로부터 폐기물 해양투기를 금지하고 있다. 후쿠시마 원전 오염 처리수를 해양 방출하려는 일본 정부는 선박 등 해양시설이 아닌 후쿠시마 원전의 처리수 방출이 런던협약의 위반이 아니라고 해석하는 것 같아 국제법적 논쟁의 소지가 있어 이 또한 한국을 포함한 국제기구와의 논의가 필요하다.

해양 방류에 관한 과학적 사실에도 불구하고 후쿠시마 원전의 오염 처리수의 해양 방류가 위험하다는 인식이 한국과 일본 등에서 팽배한 여론의 상황을 고려하면, 시간이 걸리더라도 일본 정부는 양국 과학자의 소통을 통해 주변국의 이해를 구하는 노력이 필요하고, 우리도 과학적 사실에 근거해 접근해야 할 것이다.

출처 : 시사위크(<http://www.sisaweek.com>)



대한방사선방어학회 회장 **김 교 윤**

학회장 동정

● 회장님 IRPA15 참석

- 일시 : 2020.01.18.
- 장소 : 온라인
- 화상 개회식 축사

● 회장님 기고

- 후쿠시마원전 오염처리수 어떻게 볼 것인가? (2020.12.02. 시사위크)
- 붙임 1. 참조 및 시사위크 기고 참조

공지사항

● 수석부회장 선출

(학회 공고문 참조, 수석부회장(2021.02.15.~2021.12.31.) 선거 결과 안내)

대한방사선방어학회 선거관리 규정 제11조(당선자의 결정)에 의거 하여 단일 후보인 김찬형 회원이 제24대 회장으로 취임할 수석부회장(임기:2021.02.03.~2021.12.31.)으로 당선되었음을 알려드립니다.

- 선거일 : 2021년 02월 03일(수), 오전 9시~오후 6시
- 선거방법 : 전자투표 메일 발송으로 찬·반 투표 시행
- 당선자 : 김찬형 회원(한양대학교)

방사선이슈, 정말 위험한가?

- 기자가 묻고 전문가가 답하다 -

2021년 2월 8일(월) 오전 9:30 – 10:30

Zoom을 통한 온라인 실시간 진행

ZOOM 화상회의 링크 (클릭 및 하단 참조)

회의 ID:: 998 6374 8482

회의 PW: 695634



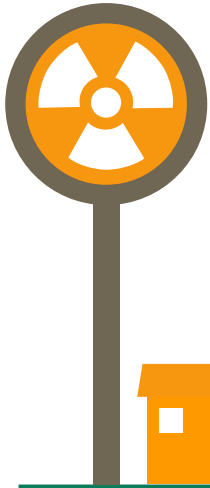
대한방사선방어학회는 사회적으로 논란을 빚고 있는 방사능공포와 방사선의 인체영향에 대한 ‘주요 방사선 이슈’와 관련, 과학적 사실에 기반한 정확한 팩트(fact) 체크를 위해 기자간담회를 개최합니다. 많은 참여 부탁드립니다.

시 간	내 용
9:30~9:35	[개회] 김교윤 학회장 (대한방사선방어학회)
9:35~9:55	[발제] 1. 국내 삼중수소발생 현황과 관리기준 - 김희령 교수 (UNIST 원자력공학과) 2. 국내 라돈 실태와 관리기준 - 이재기 소장 (방사선안전문화연구소) 3. 요오드와 갑상선암의 사실관계 – 김교윤 회장 (대한방사선방어학회) 4. 방사선과 인체 영향 - 강건욱 교수 (서울대학교 의과대학 핵의학교실)
9:55~10:30	[질의응답 및 토론] 김방현 기자 (중앙일보), 김진두 기자 (YTN), 조동찬 기자 (SBS) (가나다순)

[문 의] 대한방사선방어학회 사무국(webmaster@karp.or.kr, 02-2297-9775)

[주 최] 대한방사선방어학회

링크 <https://zoom.us/j/99863748482?pwd=MEd2bUVzN2hMRGozRVZKL3NXZENZdz09>



방사선 기초지식 (Ⅷ)

Basics of ionizing radiation

암 위험이 선량에 비례한다면 선량이 작아도 그만큼은 위험이 있다는 것 아닌가? 그렇다면 적은 양 방사선도 피폭하지 않는 것이 좋지 않은가?

100밀리시버트 미만의 낮은 선량에서 실제로 암이 증가하는지는 과학적 증거가 부족하지만 방사선방호 목적으로는 선량이 낮아도 그 선량에 비례하는 만큼 위험이 있는 것으로 가정하는 것이 사실이다.

· 이 가정에 따르면 위험에만 관심을 맞추면 아무리 선량이 작아도 피폭하지 않는 것이 좋다고 말할 수 있을 것이다.

그러나 어떤 행위에 위험이 있다고 우리가 무조건 그 행위를 회피하지는 않는다. 암의 주된 원인 중 하나가 음식물에 포함된 발암물질이지만 이러한 음식을 부단히 먹고 있으며, 교통사고로 우리나라에서만 매년 7천 명 정도가 사망하지만 차량을 없애지 않는다. 감수하는 위험의 반대급부로 위험을 상회하는 중요한 이득이 있기 때문이다.

· 예컨대, 자전거 타기는 개인의 사고 위험을 분명히 증가시킨다. 그러나 에너지 절약이나 공해 감축, 개인 건강을 위해 자전거 타기를 권장하며 자전거 길 건설에 많은 돈을 쓰고 있다.

· 방사선 위험이 있음을 알면서도 원자력이나 X선을

사용하는 이유도 위험을 상회하는 중요한 이득(전력생산, 질병진료 등)이 있기 때문이다. 이러한 행위는 얻는 이득이 수반되는 위험보다 크지 않으면 정당화되지 않으며 시행하지 못한다. 즉, 필요 없는 방사선 위험을 감수하지는 않는다.

· 술은 개인적, 사회적으로 여러 위험을 증가시키지만 술이 주는 “긍정적 효과” 때문에 술을 금지하지 않는다. 심지어 담배는 폐암이나 심혈관질환의 주범이고 이득도 별로 없어 정당화하기 어려운 행위이지만 금지하지는 못하고 있다.

정당화된 행위에 대해서도 위험관리의 원칙은 관리로 얻는 위험 감축 크기와 이에 필요한 비용을 저울질하여 순이득이 극대화되도록 노력한다. 방사선방호에서는 이러한 노력을 “합리적인 피폭 최소화” 또는 “방호 최적화”라 부른다.

· 어떤 이유 때문에 방사선을 이용해야만 할 때 피폭을 영(0)으로 줄이는 것이 최선은 아니다. 비용의 효용은 투자가 증가할수록 점점 감소하기 때문에 방사선을 이용하면서 피폭을 영(0)으로 만들기 위

해서는 비용이 천문학적으로 늘어난다(교통사고 사망자가 없는 운수시스템을 만들 수 있는지 생각해보라). 결국 들이는 사회적 비용과 얻는 사회적 효용 사이의 최적 지점을 위험관리의 목표로 한다.

원자력이나 방사선 이용을 포기하지 않는 이유에는 반대급부인 이득이 크다는 것 외에도 그 이용이 사회의 포괄적 위험을 감소시킨다는 점도 있다.

- CT촬영이 통상적 X-선 촬영보다 환자선량이 100 배 이상 높고 국민 방사선량을 괄목하게 증가시키지만 CT를 포기하면 질병을 정확히 진단하지 못해 환자가 사망할 위험이 높아진다. 즉, CT가 방사선량을 증가시키는 위험보다 CT를 통해 질병 사망 위험을 감소시키는 효과가 훨씬 크기 때문에 CT를 사용한다.
- 현재의 조건에서는 다른 에너지 부존자원이 없는 우리나라와 같은 국가가 원자력의 위험 때문에 원자력을 포기할 경우 전력부족 또는 고가의 전기료

로 인해 경제가 타격을 입을 수 있다. 경제가 침체된 사회에는 온갖 위험이 증가한다. 즉, 원자력발전도 더 큰 위험을 피하기 위해 방사선 위험을 감수하는 것으로 이해할 수 있다.

전력생산도 방사선 의료도 필요하지만 내 문제가 아니니 내 주변에 방사성물질이나 방사선시설이 있어 내가 피폭하는 것은 감수할 수 없다는 생각은 지나친 이기심의 발로이다. 사회가 건강하지 못하면 개인이 건강할 수 없다.

- 방사성의약품을 투여받은 환자(예: 감상선암 치료 환자)를 왜 격리하지 않아 사람들이 피폭할 수 있게 하느냐는 항의가 있다. 그러나 주변 사람에게 자연방사선에 비해 매우 작은 방사선을 주는 환자를 몸에 인공방사능이 있다는 이유만으로 고립된 격리병실에 장기간 입원(특히 입원비를 지불하면서)하게 할 수는 없다. 내가 환자 입장일 때를 생각해 야 한다.

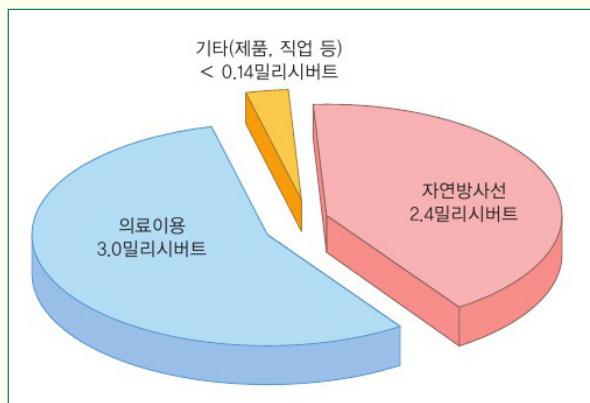


그림3. 의료영역의 방사선 이용 확대. 2006년 미국의 1인당 방사선 노출에서 의료 이용이 차지하는 비율이 크게 늘어났다.



요약

방사선이 수반하는 위험에만 관심을 두면 아무리 작은 방사선도 피폭하지 않음이 좋다. 그러나 위험은 반대급부에 견주어 판단해야 하며, 위험도가 낮거나 불확실한 적은 양의 방사선량을 허용하는 것이 사회적으로 명백한 수준의 큰 이익을 창출할 수 있는 경우에는 이에 대해 열린 생각이 필요하다.



대한방사선방어학회

The Korean Association for Radiation Protection