

2021 **6**

Vol.4, No.2

대한방사선방어학회 KARPê-Letter

www.karp.or.kr

카페레터

· 기고문	방사선, 법률 속에 길을 묻다.	03
· 이슈&포커스	日 오염수 관련 궁금증 풀이.....	06
	방사선 치료와 물 흡수선량 표준	15
· 국제동향	ICRP 신규 의장 임명	22
	ICRP 148 발간	23
	ICRP Annual Report 발간	24
	2021 ICRP 기조연설 소개.....	25
· 행사관련소식		26
· 학회 뉴스		28
· 방사선 기초지식		32



대한방사선방어학회

The Korean Association for Radiation Protection

카페레터 KARPê-Letter

· 기고문	방사선, 법률 속에 길을 묻다.	03
· 이슈&포커스	日 오염수 관련 공금증 풀이	06
	방사선 치료와 물 흡수선량 표준	15
· 국제동향	ICRP 신규 의장 임명	22
	ICRP 148 발간	23
	ICRP Annual Report 발간	24
	2021 ICRP 기조연설 소개	25
· 행사관련소식		26
· 학회 뉴스		28
· 방사선 기초지식		32

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 H1T 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

방사선, 법률 속에 길을 묻다.

함철훈

전) 한양대 특임교수 / 전) 가톨릭대 교수

우리나라의 현행 원자력관련법은 1958년 3월 11일 법률 제483호로 제정된 <원자력법>이 그 효시이다. 그러나 2011년 3월 11일 일본의 후쿠시마 원전사고 이후 원전의 안전성에 대한 국민적 관심이 높아짐에 따른 원자력행정체계의 개편이 이루어짐으로써 이를 뒷받침하기 위한 <원자력법>의 발전적 해체가 이루어졌다.

한편 우리나라의 원자력 기술자립이 이루어지고 2009년 말 UAE에 한국형 원전 4기가 수출됨과 동시에 국내의 원자력 산업은 비약적 발전을 거듭하며 원자력의 이용범위가 확대되면서 이에 따른 법률적 수요도 증가되었다. 2020년 말 현재 우리나라에서 시행되고 있는 원자력 관련 법률은 아래 표에서 보듯 3개 부처에서 관리하는 총 14개의 법률이다.

<우리나라 행정 각 부처 소관 원자력 관련 법률>

부처명	법률명	
원자력 안 전 위원회	원자력안전법	원자력손해배상보상계약에 관한 법률
	원자력시설등의 방호 및 방사능방재법	원자력안전위원회의 설치 및 운영에 관한 법률
	생활주변방사선안전관리법	원자력안전기술원법
	원자력손해배상법	
과학기술 정 보 통 신 부	원자력진흥법	
	방사선 및 방사성동위원소이용진흥법	
	핵융합에너지 개발진흥법	
산업통상 자 원 부	방사성폐기물관리법	
	중 저준위방사성폐기물 처분시설의 유치지역지원에 관한 특별법	
	발전소 주변지역 지원에 관한 법률	
	원전비리 방지를 위한 원자력발전사업자 등의 관리 감독에 관한 법률	

위의 모든 법률 제1조에서는 각 법률의 입법목적
을 명시하고 있으며 전체적으로 매우 다양한 내용
들이 규정되어 있으며, 이와 같은 법률을 관통하는
보편적 공통개념이 있는데 그것이 다른 아닌 “방사
선(Radiation)”이다. 이하에서 원자력 관련 법률의
제1조(목적)에 규정된 내용을 살펴본다.

○ 원자력안전법

제1조(목적) 이 법은 원자력의 연구·개발·생
산·이용 등에 따른 안전관리에 관한 사항을 규정
하여 방사선에 의한 재해의 방지와 공공의 안전을
도모함을 목적으로 한다.

○ 원자력시설등의 방호 및 방사능방재법

제1조(목적) 이 법은 핵물질과 원자력시설을 안전
하게 관리·운영하기 위하여 물리적 방호체제 및
방사능재난 예방체제를 수립하고, 국내외에서 방
사능재난이 발생한 경우 효율적으로 대응하기 위한
관리체계를 확립함으로써 국민의 생명과 재산을 보
호함을 목적으로 한다.

○ 생활주변방사선안전관리법

제1조(목적) 이 법은 생활주변에서 접할 수 있는 방
사선의 안전관리에 관한 사항을 규정함으로써 국민
의 건강과 환경을 보호하여 삶의 질을 향상시키고
공공의 안전에 이바지함을 목적으로 한다.

○ 원자력안전위원회의 설치 및 운영에 관한 법률

제1조(목적) 이 법은 원자력안전위원회를 설치하
여 원자력의 생산과 이용에 따른 방사선재해로부터
국민을 보호하고, 공공의 안전과 환경보전에 이바
지함을 목적으로 한다.

○ 원자력안전기술원법

제1조(목적) 이 법은 원자력 안전규제 전문기관으
로서 한국원자력안전기술원을 설립하여 원자력의
생산과 이용에 따른 방사선재해로부터 국민을 보호
하고, 공공의 안전과 환경보전에 이바지함을 목적
으로 한다.

○ 방사선 및 방사성동위원소이용진흥법

제1조(목적) 이 법은 방사선 및 방사성동위원소의
연구·개발 및 이용을 증진하고 관련 산업의 육성
을 위한 기반을 조성함으로써 국가경제의 발전과
국민의 삶의 질 향상에 이바지함을 목적으로 한다.

이와 같이 원자력 관련 주요 법률에서는 방사선이
핵심적 개념으로 규정되어 있고 다른 법률에서도
방사선의 용어가 명시되지는 않았지만 간접적으로
관련되어 있다.

다시 말해 방사선의 개념은 원자력의 모든 과정(
개발 이용, 핵물질 규제 원자력 인 허가, 핵연료주



기, 방사성폐기물 처리 처분)에서 원자력의 특성을 보여주고 있다.

원자력의 평화적 이용과정에서 가장 중요한 것은 방사선 피폭을 일정 수준에서 차폐하는 것이 핵심 과제이다. 원자력 이용의 대표적 중심적 사례인 원전의 건설 및 운영에 있어서 제기되는 안전성 확보의 문제는 결국 방사선으로부터 생명과 재산을 보호하는 것이다.

이를 위하여 원자력안전을 위한 기본법인 <원자력안전법>에는 방사선 안전을 위한 각종 안전규제제도가 마련되어 있다. 그렇다면 원자력에 있어서 “안전(Safety)”이란 무엇인가? 일반적으로 안전은 위험(Risk)을 전제로 하기 때문에 위험과 안전은 동전의 양면이라 할 수 있다.

오늘날 우리는 첨단과학기술의 발달로 사회적으로 많은 위험이 내재된 사회에 살아가고 있다. 위험이 증대될수록 안전에 대한 사회적 요청은 증대되며 원자력이 그 대표적 사례라 할 수 있다.

원자력을 포함하여 일반적으로 현대산업사회에서는 안전을 위협하는 2가지 측면의 위험원이 있다. 하나는 인간의 과실에 의한 위험과 또 하나는 의도적 위험이라 할 수 있다. 전자가 안전(Safety)의 차원이라면, 후자는 보안(Security)의 문제라 할 수 있다.

안전과 보안의 차이를 예로 든다면, 우리들이 비행기로 해외여행을 하는 경우를 들 수 있겠다. 우리가



해외여행을 위해 공항 입국장에 들어서면 우선 보안체크를 받게 된다. 즉 보안당국은 모든 짐 검사와 신체검사를 통해 여행자가 위험한 물건(폭발물 및 무기 등)을 소지하고 있어 사고를 의도적으로 야기할 가능성을 미리 차단한다. 이것이 보안(Security)의 문제이다.

이와는 별도로 항공사의 안전관리팀에서는 비행기의 안전운항을 위한 각종 기기의 점검, 위험회피를 위한 사전예방조치를 취하는 바 이것은 바로 안전(Safety)의 문제라 할 수 있다. 결국 안전에는 Security와 Safety의 문제가 결합되어 있고 <원자력안전법>에서도 이러한 두 가지의 문제에 대응하고 있는 것이다.

결론적으로 원자력은 방사선 위험으로부터 안전확보가 필수적이며, 이를 담보하기 위한 법적 수단이 <원자력안전법>을 비롯한 다수의 법률로서 이들은 원자력 안전을 위한 길을 만들고 보수하고 있는 셈이다.

日 오염수 관련 궁금증 풀이

김교운 (대한방사선방어학회장)

이 글은 원래 대한민국 정책브리핑(korea.kr)의 컬럼 청탁을 받고 작성한 글로,
1부 방사선 상식 부분은 정책브리핑에 게재되었다가 철회되었고,
2부는 “일본 정부에 유리한 입장을 뒷받침하는 논리로 활용될 위험”이 있다고 게재가 보류되었음을 알려드립니다.



① 방사선·방사능 차이부터 인체에 미치는 영향은

지난 4월 13일 일본 정부가 후쿠시마 원전 오염수를 해양에 방류하겠다고 발표했다. 이후 모든 국내 언론 매체가 계속해서 관련 뉴스를 다루고 있다. 어떤 사안에 대해 보통은 매체의 성향에 따라 긍정적이기도 하고 부정적이기도 한데 후쿠시마 원전 오염수에 관한 기사는 매체의 성향과 상관없이 거의 부정적이다.

그렇다면 후쿠시마 오염수의 태평양 방류는 우리 국민에게 어떤 영향을 미칠까? 이 질문에 답하기 위해선 우선 방사선과 방사능이 무엇인지 정확하게 알아 둘 필요가 있겠다.

방사선이란?

우리가 생활하는 공간이나 매질에서 발생하는 모든 에너지의 흐름을 방사선이라고 한다. 과학적의 미로는 불안정한 원자핵이 안정한 원자핵으로 변환 될 때 나오는 에너지를 방사선이라고 하는데 입자 혹은 파동 형태로 나타난다. 방사선은 에너지의 흐름이기 때문에 에너지만 전달하고 물질을 전달하는 것은 아니다.

1896년 프랑스 물리학자 앙리 베크렐은 우라늄 염으로 형광 실험을 하다가 우연히 방사선을 ‘발견’했다. 1898년 마리 퀴리는 이들 물질이 가진 성질을 최초로 ‘방사능’이라고 불렀으며 방사능을 가진 물질에서 나오는 것을 ‘방사선’이라고 부르도록 하였다. 방사선은 우주의 기원부터 존재하였으며 지구상의 모든 생명체는 방사선의 세계에서 적응하며 살아왔다.

방사선의 종류는?

전리 능력에 따라 전리방사선과 비전리방사선으로 나눈다. 우리가 한 번쯤 들어 본 알파·베타·중성자·X선·감마선이 전리방사선이고, 적외선·가시광선·자외선·마이크로웨이브·라디오파 같은 것이 비전리방사선이다. 형태나 힘의 차이가 다르다.

전리 방사선	직접전리 방사선	α입자(4He핵), β입자, 전자(e), 양성자(p), 중이온 등
	간접전리 방사선	광자(감마선, X선), 중성자(n), 중성미자
비전리 방사선		라디오파, 마이크로웨이브, 적외선, 가시광선, 자외선

표1. 전리 및 비전리 방사선의 종류

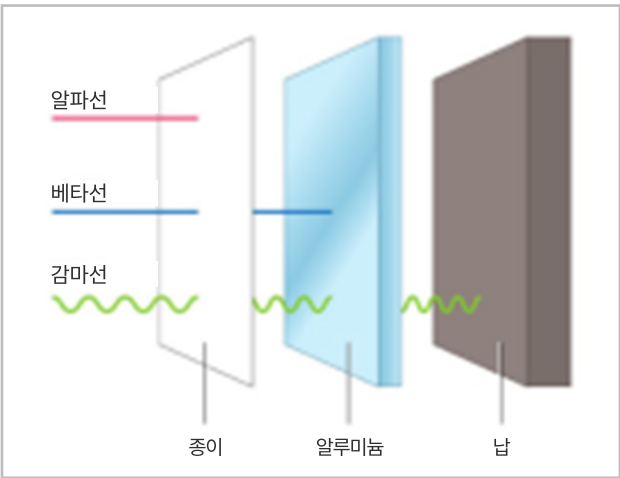


그림1. 방사선의 투과력

그림에서 보듯이 알파선과 베타선은 투과력이 낮아 비교적 차단이 쉽지만 감마선은 투과력이 커 인체에도 영향을 줄 수 있으나 납과 같이 밀도가 큰 물질로 차단할 수 있다. 의료분야에서 진단 및 치료에 유용하게 사용하는 X선이나 양성자 등이 모두 방사선이다.

방사능이란?

방사성물질이 방사선을 내는 강도를 방사능이라 한다. 방사성물질이 방사선을 방출하는 능력이나 방사선을 방출하는 성질을 방사능이라고 한다. 방사능(radioactivity)은 불안정한 원소의 핵이 스스로 붕괴하면서 내부로부터 방사선을 방출하는 현상을 나타내는 말로 방사성물질 내부에서 단위 시간당 일어나는 핵변환의 수로 정의된다.

단위	단위 설명
베크렐 (Bq)	1초 동안 하나의 방사선이 나오는 세기

표2. 방사능 단위

방사선의 단위는?

X선 또는 감마선에 의해 공기의 단위 질량당 생성된 전하량을 조사선량이라고 하는데 공간상에서 방사선의 세기를 나타내는 양이다. 조사선량의 기본 단위로는 룬트겐(R)을 사용한다.

모든 방사선은 물질을 지나며 에너지를 잃어버리게 되고 이런 잃어버린 에너지를 물질이 흡수하게 되는데, 해당 물질의 질량당 흡수한 에너지를 흡수선량이라고 하며 기본 단위로 그레이(Gy)를 사용한다.

방사선에 따라 인체에 주는 영향이 다르므로 흡수선량을 생물학적 효과와 인체의 장기 및 조직의 방사선 민감도를 고려하여 보정하여 사용하는데 이런 방사선량을 유효선량이라고 하고 기본단위로는 시버트(Sv)를 사용한다.

종류	단위	단위 설명	비고
조사선량	룬트겐(R)	X선에 의해 공기중에 생성된 공기 질량에 대한 전하량	공간에서의 방사선의 세기
흡수선량	그레이(Gy)	방사선이 투과하며 물질에 흡수되는 에너지 단위	생물학적 영향을 고려하지 않은 에너지 총량
유효선량	시버트(Sv)	물질에 흡수된 에너지가 주는 생물학적 영향을 고려한 단위	인체 피폭 선량을 의미

표3. 방사능 선량 단위

방사능과 방사선량의 크기는 매우 큰 수 혹은 매우 적은 수를 사용하게 되는 경우가 많은데 접두어를 기본 단위에 붙여 사용한다. 가령 1밀리시버트(1mSv)는 1시버트(1Sv)의 1/1000 크기이고 1마이크로시버트는(1μSv)는 1밀리시버트(1mSv)의 1/1000 크기이다.

방사선(방사능)이 증식하는가?

방사선의 에너지는 물질의 두께 혹은 거리에 따라 투과하며 항상 감소하게 된다. 방사선의 종류에 따라 감소 효율이 좋은 물질을 방사선 차폐재로 사용한다. 가령 납이 X선 차폐에 사용되는 것이 그 좋은 예이다. 방사성물질은 지속해서 붕괴하기 때문에 방사능의 총량은 시간이 지남에 따라 감소한다.



RADIOACTIVE RAYS

방사선이나 방사능은 기하급수적으로 증식된다고 주장하기도 하는데 절대 있을 수 없는 일이다.

핵분열성 물질인 우라늄이 핵분열하면 중성자의 수가 기하급수적으로 증가하는데, 원자로에서는 중성자의 수를 적절하게 제어하여 안전하게 전기를 생산한다.

핵분열을 제어하지 않는 것이 핵폭탄이다. 방사성붕괴를 통해 방사성물질의 방사능이 감소하는데 우라늄의 핵분열로 중성자수가 증가하는 것과 혼동해서는 안된다.

자연방사선과 인공방사선, 인체에 미치는 차이는?

한국인이 1년간 생활하며 받는 방사선은 평균 3밀리시버트(3mSv) 정도이다. 위의 그림은 2016년 유엔 환경계획(UNEP) 보고서에서 밝힌 인류의 평균적 방사선 피폭 분포이다. 그림에서 보는 것처럼, 방사선은 우주로부터 혹은 땅으로부터 와서 어디에든 존재하기 때문에 우리가 호흡하는 공기와 음식물에도 자연적으로 존재한다.

또 병원에서의 건강 진단과 치료 목적으로도 방사선에 피폭된다. 자연 방사선과 인공 방사선은 발생원을 구별하기 위한 용어에 지나지 않으므로 인체에 미치는 방사선 영향에 차이가 있을 수 없다. 단지 에너지의 총량이 얼마인가가 중요할 뿐이다.

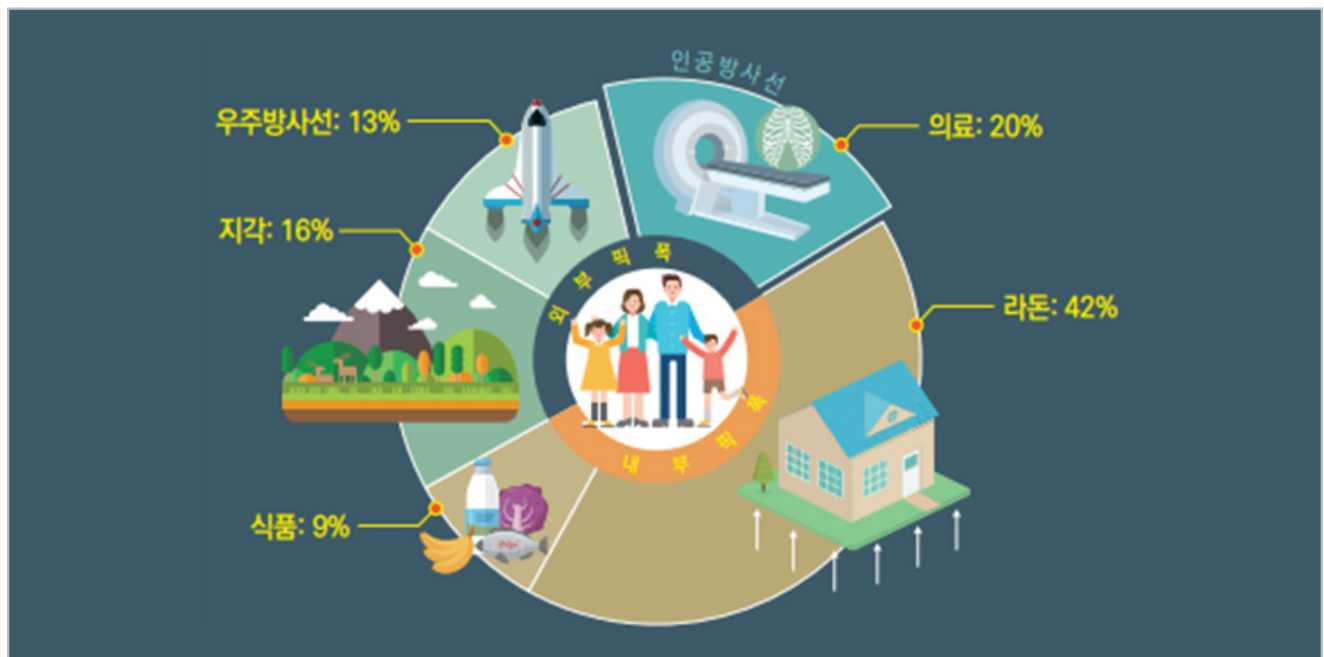


그림2. 인류의 평균적 방사선 피폭 분포

참조:라돈바로알기. KARP, 35쪽(2020)

② 후쿠시마 삼중수소수 방류 이슈

삼중수소는 무엇인가?

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. 삼중수소는 베타 붕괴를 통해 안정된 헬륨(He) 원소로 바뀌게 된다.

삼중수소는 다양한 물질들이 중성자와 반응하여 생성될 수 있으며 태양에서 직접 날아오기도 한다. 태양으로부터 날아오는 우주선인 고에너지의 중성자가 대기층의 질소와 반응하여 삼중수소가 생성된다. 연간 대기 중에서 생성되는 삼중수소의 생성량은 약 148,000 TBq (테라베크렐)이며 지구 전체적으로 현재 2,590,000 TBq의 삼중수소가 존재하는 것으로 알려져 있다. 삼중수소는 주로 산소와 반응하여 물과 수증기 형태인 HTO 형태로 존재한다. 자연적 과정 외에 중수형 원자로에서 삼중수소가 생성되어 환경으로 방출되기도 한다.

삼중수소의 인체영향

수명(반감기)뿐만 아니라 매 붕괴에서 방출하는 방사선의 종류와 수, 그 에너지가 방사성핵종마다 다르고, 인체에 섭취되는 거동도 다르다. 이런 차이로 인해 인체에 미치는 영향이 방사성핵종마다 다르게 나타난다. 표4에 나타난 수치는 국제방사선방호위원회(ICRP)의 보고서 ICRP119에서 제시한 주요 방사성핵종의 선량계수를 발췌한 것이다. 또한 삼중수소 대비 칼륨, 요오드, 세슘, 폴로늄의 상대 위해도를 표시하였다.

삼중수소가 방출하는 베타선의 평균에너지는 5.7 keV의 낮은 에너지로 인해 공기 중 비경은 약 6 mm로 피부의 각질층을 통과할 수 없으므로 외부 피폭은 문제가 되지 않을 뿐 아니라 체내에서도 여타의 방사성원소에 비해서 붕괴 당 방사선 피폭량이 매우 낮다. 삼중수소는 체내 대사율이 빨라(반감기 10일) 다른 핵종에 비해 유난히 선량계수가 작다. 따라서 다른 핵종의 삼중수소 대비 상대 위해도가 수백에서 수만까지로 나타난다. 우리가 평소 즐겨 먹는 바나나에 방사성 칼륨인 K-40이 존재하는데, 인체에서의 K-40의 방사선 영향은 삼중수소의

(선량계수 자료: ICRP 119)

핵종	삼중수소 (H-3)	칼륨 (K-40)	요오드 (I-131)	세슘 (Cs-137)	폴로늄 (Po-210)
성인 취식 선량계수 (mSv/Bq)	1.8×10^{-8}	6.2×10^{-6}	2.2×10^{-5}	1.3×10^{-5}	1.2×10^{-3}
상대 위해도	1	340	1200	720	66000

표4. 방사성핵종의 성인 섭취 선량계수와 삼중수소 대비 상대 위해도

방사선 영향보다 340배나 크다. 삼중수소는 화학적 특성이 물과 같아서 호흡과 피부를 통해 섭취와 흡수가 이루어지며 섭취 후 수 시간이 지나면 전신의 체액에 골고루 분포하며 주로 소변으로 배출된다. 현재까지 삼중수소가 인체의 암을 유발하였다는 보고는 없다. 역학연구 결과를 종합적으로 분석한 결과에서도 기형출산, 암발생 또는 사망률 증가 등의 증거는 확인되지 않았다.

우리가 먹고 마시고 호흡하는 과정에서 자연스럽게 삼중수소는 우리 몸에 유입된다. 그런데 삼중수소가 포함된 물을 섭취하면 유전적 변이를 일으킨다는 주장이 있어 국민에게 혼란을 주고 있다. 이런 주장대로라면 바나나를 즐겨 먹는 우리는 매일 유전적 변이에 시달려야 한다. 삼중수소뿐만 아니라 세상의 모든 물질은 인체에 대한 위험 한계량이 존재한다. 그래서 안전관리가 존재한다. 원전에서도 삼중수소가 생성되는데 방사선 과학자는 삼중수소의 생성 매커니즘을 이미 알고 있기에 안전하게 관리할 수 있고 수십 년 동안 안전하게 운영하였다.

삼중수소의 음용수 기준

세계 주요 나라의 먹는 물에 포함된 삼중수소 농도에 대한 기준은 나라마다 다양하여 최대 100배 차이가 난다(표 5). 이는 각국의 기준 대상이 다르기 때문이다. 일반적으로 삼중수소가 함유된 물을 매일 계속해서 마실 경우, 소변의 삼중수소 농도 또한 섭취한 물의 농도와 비슷한 농도가 될 수 있을 것으로 예상할 수 있으며 오히려 방광에서의 농축 현상에 의해 섭취 시 물의 농도보다 약간 높게 측정될 수도 있다. 우리가 즐겨 마시는 모닝커피 한잔에는 칼

륨-40이 대략 14.5 Bq이 포함되어 있다. 이는 삼중수소 4900 Bq에 해당한다.(그림 3)

국가	수중 삼중수소 농도 (Bq/L)	기준 대상
한국(원안위)	40,000	배수구/부지경계
미국(US NRC)	40,000	배수구
미국(환경부)	740	음용수
호주 (ARPANSA)	9,000	정수장 원수
캐나다 (CNSC)	7,000	음용수
일본	60,000	배수구
WHO	10,000	음용수

표5. 물속의 삼중수소의 기준



그림3. 커피 한잔의 방사능

삼중수소의 이용

삼중수소의 붕괴 과정에서 방출되는 베타선이 형광 물질을 자극하여 발광하는 원리이다. 전기 없이 발광할 수 있어서 정전 시에 사고 위험이 있는 곳에서 유용하게 사용된다. 공항 활주로의 비상 유도등이나 군대의 야간 나침반, 야광 시계, 출구 표시 비상등(그림 4)이 삼중수소를 이용한 발광체의 예이다. 인공적으로 태양에서 일어나는 핵융합 반응을 만들어 미래의 에너지원으로 활용할 수 있는 핵융합발전소의 개발이 진행되고 있는데, 중수소와 삼중수소가 핵융합할 때 발생하는 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 것이 핵융합발전소의 기본 원리이다(그림 5). 삼중수소는 핵융합의 필수 원료로 이용된다.



그림4. 삼중수소를 이용 비상등

후쿠시마 원전 사고로 발생한 삼중수소

후쿠시마 원전의 오염수에 존재하는 세슘137이나 스트론튬90을 포함한 대부분의 핵종은 다핵종 제거 설비인 ALPS 등을 사용하여 제거되는 것으로 알려져 있다. 그러나 삼중수소는 ALPS에 의해 제거되지 않아 HTO(삼중수소수) 물 분자 형태의 처리수로 모아 따로 보관하고 있다. 후쿠시마 원전 사고로 발생한 삼중수소 방사능은 총 3400조 Bq정도이고, 오염수 탱크에 보관된 삼중수소는 860조 Bq정도이다. 삼중수소 1그램의 방사능이 360조 Bq이므로 오염수 탱크에 보관된 삼중수소의 질량은 약 2.4그램이다.

일본 정부는 오염수 탱크의 삼중수소를 배출기준인 60,000 Bq/L의 1/40에 해당하는 1,500 Bq/L로 희석하여 방류한다고 한다. 이는 WHO 음용수 기준(10,000 Bq/L)의 1/7에 해당하는 값이다.

독일 Kiel 대학이 2011년 후쿠시마 원전 사고 당시를 대상으로 한 확산 모의 평가 결과에 의하면 후쿠시마 앞바다의 농도는 백만분의 1로 희석되며, 북태평양을 돌아 230일 후 한국 해안에 도달하면 1조분의 1 이상으로 희석되는 것으로 추정하고 있다.

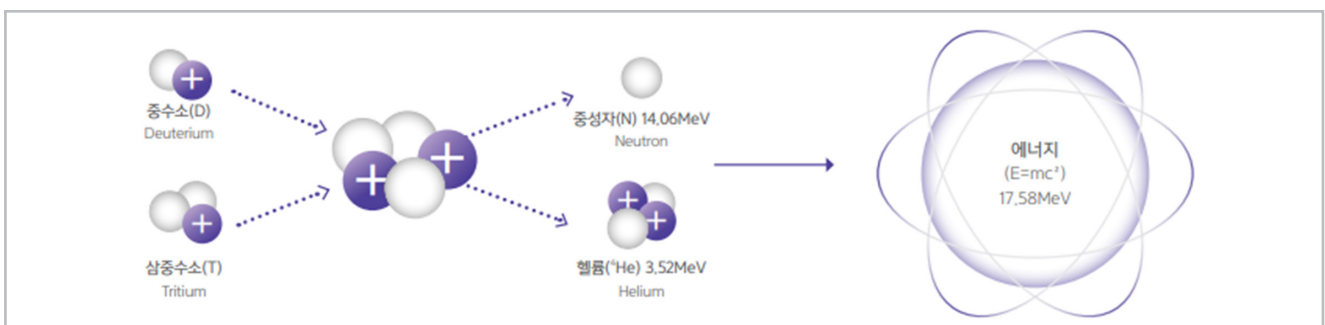


그림5. 핵융합의 원리(www.kfe.re.kr)

유형	삼중수소 방사능 단위[TBq]
사고 당시	100~500
오염수 탱크	860
건물 공간	100
사고후 방출	100~500
원자로격납용기	1,440 ~ 2,040
총발생량	3,400

표6. 후쿠시마 원전의 삼중수소*

[1 TBq=10¹²Bq=1조 Bq]

* Katsumi Shozugawa등 “Landside tritium leakage over through years from Fukushima Dai-ichi nuclear plant and relationship between countermeasures and contaminated water”
<https://www.nature.com/articles/s41598-020-76964-9.pdf>

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 가정한 연구 결과에 의하면, 해양 방출일 경우 한국인이 받을 방사선 선량은 연간 0.000014 마이크로시버트(μSv)로 평가됐다. 피폭 선량 수준은 일반인의 연간 선량 한도인 1000 마이크로시버트(μSv)의 7100만분의 1정도로 낮아져 우리 국민에게 미치는 방사선 영향은 거의 없을 것으로 판단하고 있다.

미국원자력학회는 최근의 한 성명에서, 매뉴얼에 따른 오염수의 희석 방출로 인한 일반인의 방사선 피폭은 자연 방사선의 피폭보다 훨씬 낮을 것이라고 확인한 바 있다.

결론

삼중수소는 약한 베타입자를 방출하는 방사성동위원소로 체외에서는 에너지가 피부를 뚫을 수 없어 안전하며 체내에 흡입되었을 때 내부 피폭을 일으키지만, 붕괴당 방사선 피폭량이 매우 낮다. 자연계에서는 대부분 물 형태로 존재하며 체내로 들어오면 전신에 분포하다가 주로 소변으로 배설된다. 동물에 관한 연구에 따르면 500 밀리시버트(mSv) 이상의 높은 선량에서는 생쥐에서 암을 유발한다는 보고가 있었지만, 삼중수소에 의해 유발된 인체 암 보고는 없었다.

연간 동해에 내리는 빗물에 포함된 삼중수소는 3그램(g) 정도인데 현재 후쿠시마 원전 오염수 탱크에 저장된 삼중수소가 3그램(g) 미만인 점과 강물에 포함된 삼중수소의 농도가 1Bq/L 정도인데 후쿠시마 방류지점으로부터 수십 km 거리에서의 삼중수소 농도가 1Bq/L 이하로 낮아진다는 점을 고려하면 후쿠시마 원전 오염수의 방류를 걱정할 필요가 없다. 단, 한국 전문가를 포함한 국제 조사단이 후쿠시마 원전 오염수의 방류 과정을 세심하게 모니터링하여 규정을 준수하여 방류하는지 검증할 필요는 있다.

방사선에 대한 지나친 공포는 대중에게 더 큰 위험을 초래케 한다. 개인에게는 더 많은 죽음을 불러왔고 사회적으로는 오히려 환경 파괴를 가속화하였다. 체르노빌의 공포로 인한 유럽 임신부의 자발적 인공 낙태와 후쿠시마 사고 직후 노약자의 강제 대피로 인한 사망자 속출 사례에서 보듯이 방사선 자체가 아닌 공포증(phobia)과 과잉반응으로 인해 인

명 손실과 매우 큰 경제 사회적 피해를 경험했다. 후쿠시마 원전 사고 후 방사선에 의한 죽음은 단 한 명도 보고된 바 없다. 방사선 위험을 제로(0)로 해야 한다는 환상에서 나온 미필적 고의에 의한 살해 행위와 다르지 않다. 과학을 근거로 한 이성적 판단에서 벗어난 감정적인 안심 추구가 얼마나 위험한지를 깨달아야 한다.

방사능

TRITIUM





방사선 치료와 물 흡수선량 표준

김인중 (한국표준과학연구원)

- 방사선 치료

방사선 치료 기술은 빠른 발전을 계속하고 있다. 암의 종류 및 위치에 따라 다양한 모달리티(modality)가 개발되어 치료에 이용되고 있다. 종양 부위만을 선택적으로 조사하기 위한 세기변조방사선치료(intensity-modulated radiation therapy) 또는 부피변조방사선치료(volumetric modulated arc therapy, VMAT), 호흡에 따른 장기와 종양 위치 변화를 보정하기 위한 호흡동조방사선 치료(respi-

ratory-gated radiation therapy, RGRT), CT 또는 MRI 영상과의 연동을 통한 영상 유도 방사선 치료(image-guided radiation therapy, IGRT), 중하전입자 방사선이 특정 깊이에서만 대부분의 에너지를 전달하는 특성을 이용한 양성자치료 또는 중하전입자 치료 등을 그 예로 들 수 있다. 최근에는 아주 높은 선량률의 방사선을 아주 짧은 시간동안 환부에 조사하는 초고선량률치료(FLASH-RT)까지 등장해 많은 기대가 모아지고 있다.

이러한 다양한 첨단 방사선 치료는 공통된 지향점을 갖는다. 종양부위에만 정확한 처방선량을 선택적으로 전달하고 주변 정상 조직과 손상위험장기(organ at risk)에 미치는 영향을 최소화하는 것이다. 이를 위해 방사선 조사야를 종양 부위로 국한시키고, 치료 시 종양 주변 장기의 움직임까지 고려하여 종양 부위에만 방사선을 최대한 선택적으로 정밀하게 조사할 수 있게 하는 것이다.

그렇다면 종양부위가 받은 방사선의 양은 어떻게 잴까?

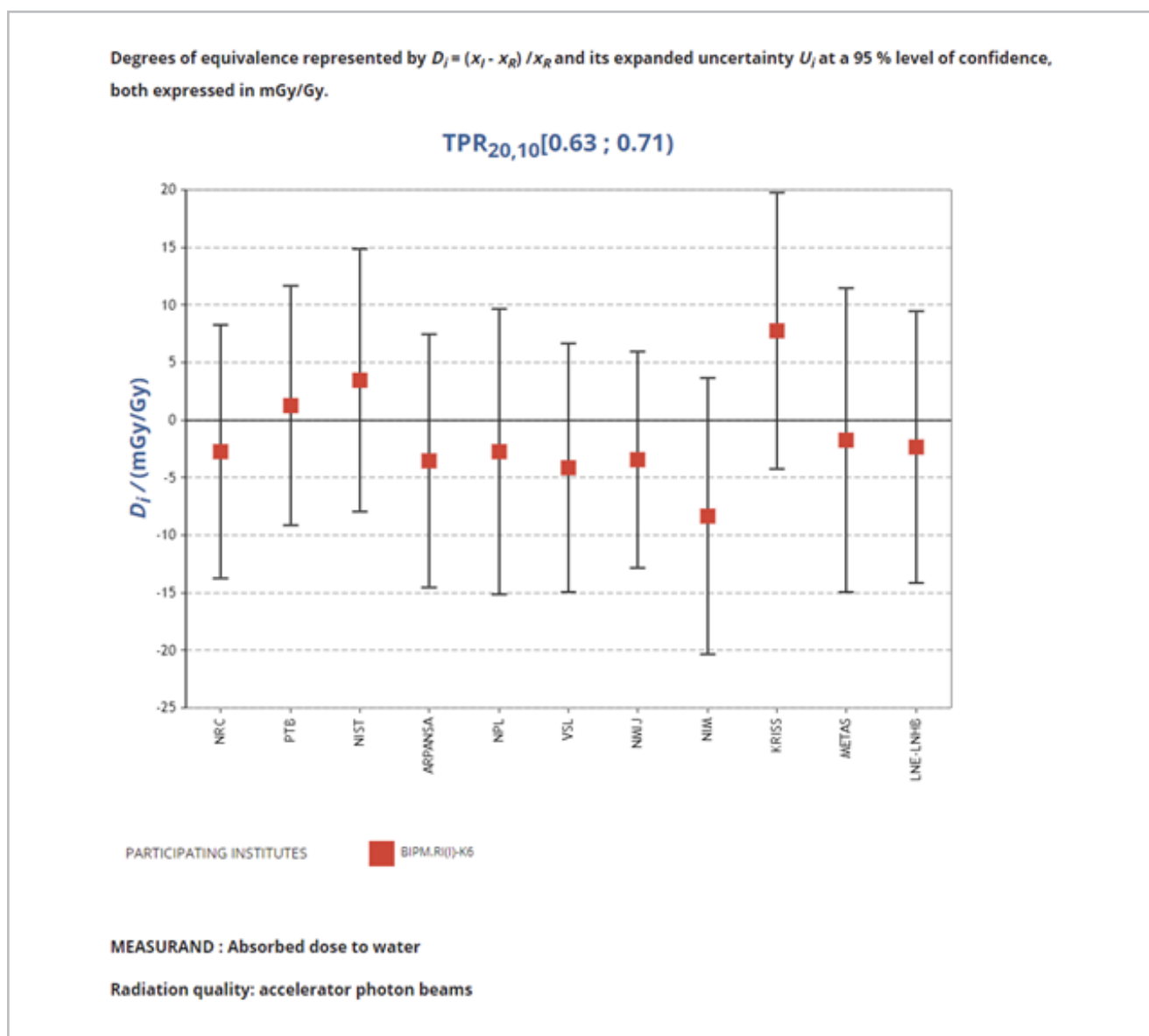


그림 1. 6 MV 고에너지 엑스선에 대한 BIPM.(RI)-K6 비교연구 결과 그래프 [5].
(가로축: 참가국 표준기관, 세로축: degree of equivalence)

- 물 흡수선량(Absorbed dose to water)

방사선 치료에서는 종양부위가 받은 방사선의 양을 물 흡수선량(absorbed dose to water, unit: Gy)으로 측정한다. 물 흡수선량은 피조사체의 매질을 물로 했을 때 단위 질량의 물에 흡수된 방사선의 에너지(J/kg)로 정의되는 선량이다. 인체 내부 개별 조직이 받은 흡수선량을 직접 측정할 수 있다면 가장 좋겠지만 이는 사실상 불가능하기 때문에 인체와 가장 유사한 물을 매질로 하는 물 흡수선량을 정의해 사용하는 것이다.

의료 현장에서 물 흡수선량 측정은 환자를 대신해 물 팬텀(water phantom)을 두고 그 속에 전리함(ionization chamber)을 넣은 다음 여기에 방사선을 조사시킬 때 전리함에서 발생하는 전리전류를 수집하는 방식으로 진행된다. 그리고 실제 환자의 종양이 받는 선량은 물 팬텀에서 측정한 물 흡수선량에 환자의 CT 영상으로부터 얻어진 해부학적 실측자료를 반영하는 방식으로 방사선치료계획시스템(treatment planning system, TPS)에서 3차원 선량 분포로 계산돼 최종 결정된다.

물 흡수선량을 정확하게 측정을 하기 위해서는, 먼저 물 흡수선량에 대해 적절히 교정 받은 전리함을 사용해야 한다. 그리고 측정에 사용하는 물 팬텀의 크기, 선원-팬텀 표면 간 거리, 조사야 크기, 전리함을 위치시키는 물의 깊이 등 면밀히 규정된 측정조건과 절차를 따라야 측정을 수행해야 한다. 만약, 전리함의 교정에 사용한 방사선의 선질과 측정하고자 하는 방사선의 선질이 다르다면 이로 인한 영향에 대한 보정도 필요하다. 국제 방사선 단위 측정 위원

회(The International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU)에서는 이상의 것들을 포함한 모든 인자를 고려하여 환자가 받는 선량의 불확도를 5 % 이내가 되게 하도록 권고하고 있다[1]. 그리고 이를 위해서는 표준이 필요하다.

- 방사선 치료와 표준

측정에 표준이 필요한 것은 누가, 언제, 어디서 측정하더라도 같은 결과(불확도 범위 내에서 일치하는 결과)를 얻기 위함이다. 이를 위해서는 누구나 동일한 측정표준에 대해 교정을 받고, 동일한 측정조건, 절차 및 방법에 따라 측정을 수행하고, 측정에 필요한 상수 등 과학적 data는 신뢰도가 입증된 공인된 자료를 적용하는 것이 필요하다. 그리고 이러한 것을 각각 측정표준(measurement standards), 성문표준(documentary standards), 참조표준(reference standards) 이라고 한다.

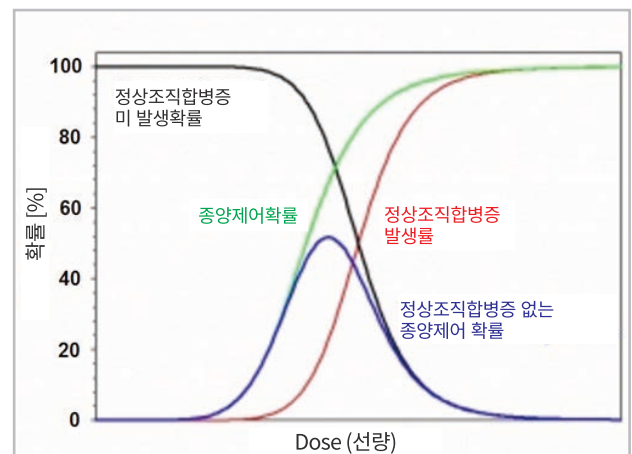


그림 2. 선량에 따른 종양제어 확률 및 정상조직합병증 발생률. 정상조직합병증 없는 종양제어확률이 최대가 되는 선량의 위치를 치료범위(therapeutic window)라고 한다.

https://www.dkfz.de/en/medphys/appl_med_rad_physics/Biological_models.html

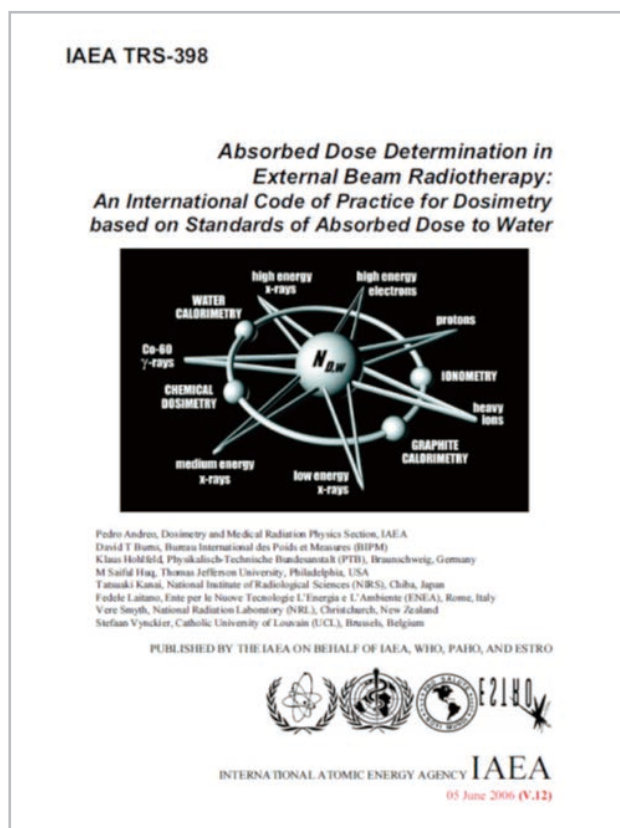


그림 3. 국제원자력기구에서 출판한 TRS-398은 외부방사선 치료에서의 물 흡수선량 측정 방법을 규정한다.

상기 세 가지의 표준에 대해 좀 더 상술하면 다음과 같다. (1) 측정표준은 국제단위계(International System of Units, SI)에서 정의하고 있는 m, kg 과 같은 기본단위나 Bq, Gy 같은 유도단위를 현시하기 위한 표준기 또는 표준물질 등으로 정의되며, 교정에서 비교의 기준이 된다. 국내에서는 한국표준과학연구원(Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS)에서 열량계와 표준 전리함으로 물 흡수선량 측정표준을 확립해 보급하고 있다. (2) 참조표준은 진공 중 빛의 속도와 같이 모두가 믿고 사용할 수 있는 공인된 자료를 말한다. 물 흡수선량 분야의 경우에는 $(W/e)_{air}$ 값(공기 중 한 개의 이온쌍을 만드는 데 필요한 평균 에너지)

이나 방사선의 선질 또는 빔의 크기 등에 대한 영향을 보정하기 위한 보정인자를 그 예로 들 수 있다. (3) 성문표준은 일반적으로 문서화된 규정을 의미한다. 국제원자력기구에서 출판한 TRS-398[2], TRS-483[3] 이나 미국의학물리학회에서 출판한 TG-51[4]을 그 예로 들 수 있다. 이들 표준문서에서는 측정에 사용하는 팬텀의 크기, 선원-팬텀 표면 간 거리 등 측정조건, 방법 및 절차, 요구조건을 명확히 기술한다. 참고로, 이들 표준문서는 code of practice, protocol 등의 이름으로 불리며, 해당 문서의 절차에 적합한 방사선 선질 보정인자 등의 참조표준 자료를 제공한다.

- $N_{D,w}$ based formalism

현재 치료방사선의 물 흡수선량의 측정에 사용하는 방법론을 $N_{D,w}$ based formalism이라고 한다. 물 흡수선량 D_w 는 다음과 같이 주어진다.

$$D_{W,Q} = M_Q N_{D,W,Q} \quad (1)$$

여기서 아래첨자 Q는 방사선의 선질, M은 전리함의 지시값, $N_{D,w,Q}$ 는 선질이 Q인 방사선에서 해당 전리함의 물 흡수선량 교정계수이다.

그러나 방사선 치료에 사용하는 빔의 선질이 다양하고 교정을 받을 수 있는 방사선의 선질은 제한되기 때문에 실질적으로는 다음과 같이 확장된 형태의 식이 주로 사용된다.

$$D_{W,Q} = M_Q N_{D,W,\infty} k_{Q,\infty} \quad (2)$$



여기서 아래첨자 Q_0 는 물 흡수선량에 대해 전리함 교정을 수행한 방사선의 선질, k_{Q,Q_0} 는 기준 선질 Q_0 와 실제 치료방사선 선질 Q 의 차이로 인해 전리함이 겪는 영향을 보정해 주기 위한 선질 보정인자이다.

그동안은 Co-60 감마선이 주로 기준 선질 Q_0 로 사용돼 왔다. 실제 치료에 이용하는 방사선들과는 선질의 차이가 있지만 선원의 가격이 전자선형가속기에 비해 상대적으로 저렴하고 방사선이 매우 안정되기 때문이다. 그러나 최근에는 전자선형가속기의 보급이 확대됨으로써 치료에 사용되는 방사선과 동일한 고에너지 엑스선이나 전자빔에서 직접 교정해주는 사례가 늘고 있다.

참고로, 이러한 방법을 $N_{D,w}$ based formalism이라고 부르는 이유는 과거에는 오랫동안 전리함을 공기 커마에 대해 교정하는 방법을 사용했기 때문이다. 이 경우 사용자가 공기 커마로부터 최종으로 물 흡수선량을 획득해야 했기 때문에 절차도 복잡하고 불확도가 커질 수밖에 없었다. $N_{D,w}$ based formalism은 선진국들과 국제적으로 물 흡수선량 표준이 확립되면서 2000년대 초에야 사용이 가능해 졌다.

- 물 흡수선량 측정표준

흡수선량(absorbed dose)는 방사선이 조사된 어떤 매질에 흡수된 단위질량 당 에너지(J/kg)로 정의된다. 흡수선량의 SI 단위는 그레이(Gy)이다. 물 흡수선량은 매질이 물인 경우에 해당한다.

물 흡수선량 정의를 실제로 구현(realization)하는데에는 다음과 같은 세 가지 (1) 열량계법, (2) 전리함법, (3) 화학선량계법이 있다. 이 중 열량계법이 물 흡수선량 정의를 가장 직접적으로 구현할 수 있는 방법이다. 매질에 흡수된 방사선 에너지가 최종적으로 열에너지 형태로 변환되는 것을 이용한 방법으로서, 매질의 미소한 온도증가 측정을 통해 직접적으로 흡수선량을 구할 수 있다.

열량계법을 이용한 최초의 물 흡수선량 표준은 미국의 National Bureau of Standards (현 National Institute of Standards and Technology, NIST)에서 1980 년대에 흑연(graphite) 매질을 이용해 처음으로 확립됐다. 그 후 영국, 독일 등 선진국을 중심으로 기술개발이 이루어져 2000년대 $N_{D,w}$ based formalism 도입에 이바지 했다. 참고로, 물을 매질로 하는 열량계법은 1990년대 말에 확립되었다.

우리나라에서는 현재 한국표준과학연구원에서 흑연을 매질로 하는 흑연 열량계를 자체 개발하여 치료방사선에 대한 물 흡수선량 표준을 확립해 보급하고 있다. 참고로, 과거 한때, 식약처에서 국제원자력기구로부터 교정 받은 전리함을 이용해 표준을 보급하던 때도 있었다.

현재 한국표준과학연구원에서 확립한 표준은 2010년과 2017년도에 각각 국제비교연구 APMP.RI(I)-K4, BIPM.(RI)-K6를 통해 각각 Co-60 감마선 및 전자선형가속기 고에너지 엑스선 물 흡수선량에 대해 미국, 영국, 프랑스, 독일과 같은 다른 선진국의 표준과 동일함을 확인했다. 참고로, 그림 1은 6 MV 고에너지 엑스선에 대한 BIPM.(RI)-K6 비교연구 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 그림에서 세로축의 값 0이 비교연구의 기준값에 해당하며, 타 10개 참가국과 마찬가지로 KRISS의 결과 역시 선언한 불확도 범위내에서 기준값과 잘 일치하는 것을 확인할 수 있다.

참고로, 한국표준과학연구원에서는 현재 캐나다로부터 물 열량계를 이용한 새로운 기술을 도입하여 고에너지 전자빔과 치료용 양성자빔에 대한 표준개발을 진행하고 있다.

- 결론

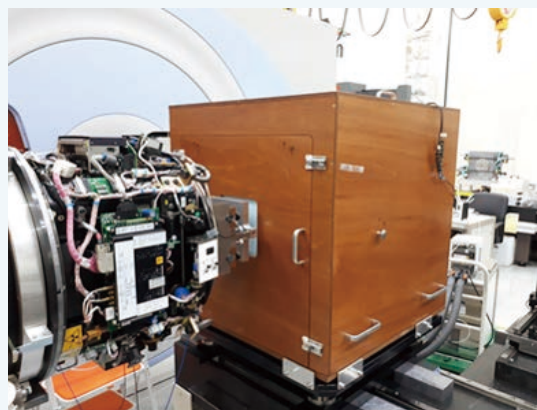
국내 암환자의 약 30 %가 방사선 치료를 받고 있다. 2018년도 신규 암 환자 발생이 대략 24만 명인 것을 감안하면 2018년도 한해에만 약 8만4천명 정도가 방사선 치료를 받았다고 어림할 수 있다. 그러나 꾸준한 암 발생률 증가와 새로운 방사선 치료기술들의 개발로 방사선 치료의 중요성은 앞으로 더 커질 것으로 기대된다. 그리고 그만큼 표준의 중요성도 더욱 커질 것으로 기대된다.

다음 화에서는 변화하고 있는 물 흡수선량 표준에 대해 알아보기로 하자.



한국표준과학연구원의 흑연 열량계

사진 가운데 위치한 연구원이 흑연 열량계를 위치시키고 있다. 사진 좌측의 장치는 의료용전자선형가속기의 헤드이다.



한국표준과학연구원의 물 열량계

사진 중심부의 갈색 나무 상자 내부에 물 열량계가 위치한다.



한국표준과학연구원 연구원들이 전자선형가속기와 물 열량계를 정렬하고 있다.



한국표준과학연구원에서 Co-60 감마선 조사기를 이용한 전리함의 물 흡수선량 교정 사진. 전리함이 교정을 위해 물 팬텀 내 5 cm 물 깊이에서 정렬되어 있다.

참고문헌

- [1] ICRU Report 24, Determination of absorbed dose in a patient irradiated by beams of x or gamma rays in radiotherapy procedure, Int Comm Radiat Units Measure, 1976
- [2] IAEA TRS-398, Absorbed dose determination in external beam radiotherapy: an international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water, International Atomic Energy Agency, 2006
- [3] IAEA TRS-483, Dosimetry of small static fields used in external beam radiotherapy – an international code of practice for reference and relative dose determination, International Atomic Energy Agency, 2017
- [4] P.R. Almond, et al., AAPM's TG-51 protocol for clinical reference dosimetry of high-energy photon and electron beams, Med. Phys. 26 (1999) 1847
- [5] Available online at <https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=1237>

ICRP 신규 의장 임명

2021 년 7 월 초에 국제 방사선 방호위원회 (ICRP)는 2009 년 이후 처음으로 새로운 의장을 임명 할 예정이며, Claire Cousins (영국)는 위원장으로 3 선을 역임하면서 ICRP에서 은퇴합니다. 그녀의 지도 아래 ICRP는 투명성, 책임 성 및 지속 가능성을 크게 개선했으며 방사선 방호 시스템에 대한 주요 검토 및 개정을 시작했습니다.

Werner Rühm (독일)은 2021 년 7 월 1 일 새 임기시작시 ICRP의 의장이 될 것이며, 1928 년 ICRP가 시작된 이래 13 대 의장이 될 것입니다.

Kimberly Applegate (미국)는 계속해서 위원회 3 (의학) 의장으로 활동할 것입니다. 위원회 1 (효과)은 Dominique Laurier (프랑스), 위원회 2 는 Francois Bochud (스위스), 위원회 4 는 Thierry Schneider (프랑스)가 처음으로 위원장으로 합류했습니다.

Simon Bouffler (영국), Cho Kunwoo (한국), Michiaki Kai (일본), Senlin Liu (중국), Sergey Romanov (러시아 연방)가 본위원회 위원으로 계속 활동할 예정입니다. 이번에 처음으로 선출 된 것은 Gillian Hirth (호주)와 Andrzej Wojcik (스웨덴)입니다.

또한 ICRP는 2021 년 7 월 1 일에 시작되는 2021-2025 임기 동안 ICRP의 4 개 상임위원회에서 봉사 할 개인의 이름을 발표하였습니다. 위원회 위원은 다음 임기에 필요한 기술과 경험, 성별 균형, 지리적 다양성, 경험이있는 회원과 신입 회원의 건전한 조합 등 여러 요소를 고려하여 투표 과정을 통해 본위원회에서 결정합니다.



수년 동안 ICRP는 성 평등과 회원의 지리적 다양성을 개선하기 위해 진전을 이루었습니다. 2021 ~ 2025 년 기간 동안 본위원회와 위원회의 성 평등은 여성 31 %, 남성 69 %로 약간 개선되었으며, 2017 ~ 2021 년 기간에는 여성 27 %, 남성 73 %로 모든 위원회에서 완전한 진전이 있었습니다. 현재 기간의 22 개 회원에 비해 25 개국에서 온 회원으로 지리적 다양성이 크게 증가했습니다.

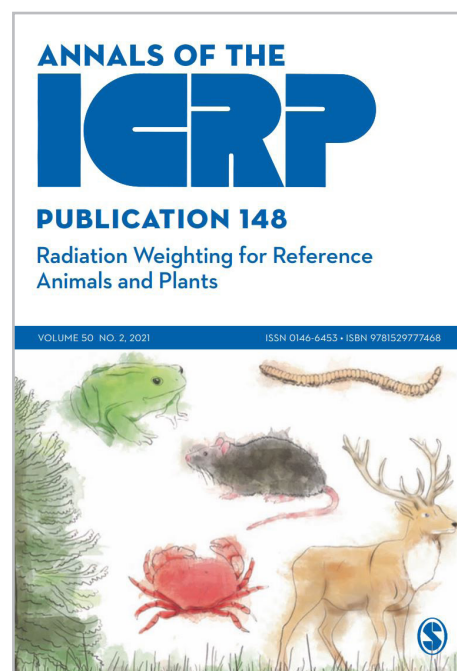
자세한 위원들은 아래의 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

<https://www.icrp.org/page.asp?id=501>

ICRP 148 발간

Radiation weighting for Reference Animals and Plants. ICRP Publication

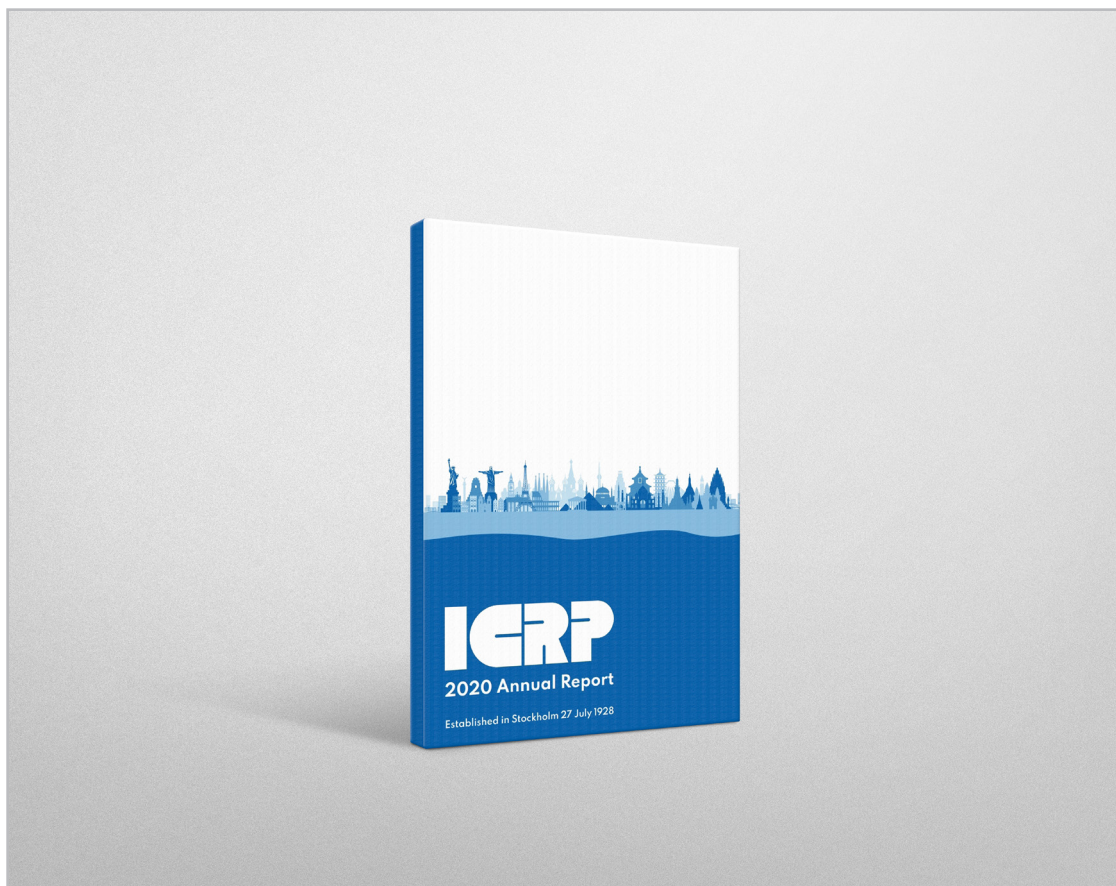
이온화 방사선의 주어진 흡수 선량이 유기체에 미치는 생물학적 영향의 정도는 관련된 방사선의 유형에 따라 달라질 수 있다는 사실은 오랫동안 인식되어 왔습니다. 이 차이는 실험적으로 정량화되었으며 특정 방사선 유형의 상대적 생물학적 효과 (RBE)로 보고되었습니다. RBE 값은 인간 및 동물 세포주를 포함하는 시험 관내 실험 뿐만 아니라 동물을 사용한 생체 내 실험에서 다양한 종말점에 대해 측정되었습니다. 이러한 연구에 따르면 생물학적 효과의 크기는 선량과 선량을 전달하는 방사선의 유형 및 에너지뿐만 아니라 선량이 전달되는 속도와 가장 중요한 연구 대상 종점에 따라 달라집니다. 이 지식을 인간의 방사선 방호에 적용해야 할 필요성은 '방사선 가중치'를 제공하기 위한 RBE 데이터의 집계 및 분석으로 이어졌고, 이번 ICRP 148에서 관련된 내용을 정리했습니다.



ICRP Annual Report 발간

이번 2021년 6월 새로운 운영진을 소개하는 자료와 함께 2020년의 활동을 정리하는 2020 Annual report를 발간했다. 각 Committee의 사진들과 간단한 활동자료들을 기록해두었으며 각종 Task Group의 내용과 2020년에 수행한 다양한 보고서와 활동에 대한 정리가 잘 되어있다.

<https://www.icrp.org/admin/ICRP%20Annual%20Report%202020-202161133238.pdf>



2021 ICRP 기조연설 소개

ICRP 2021 조직위원회는 루미나 벨시와 스테파니 스미스가 2021 년 11 월 1 일부터 4 일 까지 브리티시 컬럼비아 주 밴쿠버에서 열리는 제 6 차 방사선 방호 시스템에 관한 국제 심포 지엄의 기조 연설자로 초청을 수락했다고 발표하게되어 기쁘게 생각합니다. Rumina Velshi 는 2018 년 8 월 캐나다 원자력 안전위원회 (CNSC)의 사장 겸 CEO로 임명되었고, 2011 년부터 사장 겸 CEO로 임명 될 때까지 위원회 위원으로 CNSC와 오랜 관계를 유지해 왔습니 다. 또한 2020 년 2 월, Velshi는 4 년 임기 동안 국제 원자력기구 (IAEA)가 설립 한 안전 표 준위원회 (CSS) 의장으로 임명되었습니다. Stephanie Smith는 2020 년에 CANDU Own- ers Group (COG) 사장 겸 CEO의 역할을 맡았습니다. COG에 합류하기 전에 Stephanie 는 Ontario Power Generation (OPG) Darlington 원자력 발전소에서 부사장을 역임했습 니다. Stephanie는 원자력 산업에서 30 년의 경력을 가지고 있으며 고위 경영진은 물론 발 전소 운영 및 관리 역할도 포함합니다. 그녀는 Electricity Human Resources Canada에서 2020 년 올해의 리더로 선정되었습니다. Stephanie는 2019 년 OPG에서 부 SVP로 임명 되기 전에 이전에 세계 원자력 사업자 협회 (WANO) 및 원자력 운영 연구소 (INPO)의 역할 을 맡았습니다. 두 명의 keynote 스피커로 ICRP 2021은 더 볼거리가 많은 학회가 될 것으 로 예상됩니다.

<https://www.icrp.org/page.asp?id=494>





행사관련소식

대한방사선방어학회 및 관련기관

News of Event

대한방사선방어학회 국내외 행사

● 2021년 대한방사선방어학회 하계 워크숍

🌐 웹사이트 바로가기

- 일시 : 2021.08.26 - 27
- 장소 : 충남 덕산 스플라스 리솜
- 방역 상황에 따라 장소 및 개최형식은 변경 될 수 있습니다.



출처 : <https://www.resom.co.kr/spa/main/main.asp>

● 2021년 대한방사선방어학회 추계학술대회 및 정기총회

🌐 웹사이트 바로가기

- 일시 : 2021.11.24 ~ 26
- 장소 : 제주 휘닉스아일랜드



출처 : https://www.visitjeju.net/kr/detail/view?contentsid=CONT_000000000501144

● 2021년 원자력협의회 심포지엄

🌐 웹사이트 바로가기

- 주제 : 탄소중립과 원자력의 역할
- 일시 : 2021.07.08 - 09
- 장소 : 전남 여수 디오션호텔 그랜드볼룸
- 주최 / 주관 : 원자력협의회 / 한국방사선산업학회

출처 : <https://hansolgolf.co.kr/1441>

● 학회 홈페이지 리뉴얼 오픈 <http://www.karp.or.kr>

학술행사 부분 등의 기능 개선으로 편의성 향상과 보안 등을 강화하고, 반응형 모바일 버전으로도 이용 가능 함.



● JHPS 기획심포지움 국제세션 참가 (6/21-22, Zoom)

- Current status of Fukushima Daiichi decommissioning project, treated water, and future collaboration among RP experts : JHPS 및 KARP
- 패널 : 김교운 학회장, 이희석 국제협력위원장
- 한국측 연사 : KAIST 정용훈
(강연제목 - Korean public's understanding and perception to this issue)

● 학술지(JRPR) SCOPUS 논문색인 완료

<https://www.scopus.com> (크롬 및 Edge에서 확인)

학회 공식 학술지인 Journal of Radiation Protection and Research(JRPR, <http://jrpr.org>)는 2020년 10월에 SCOPUS 등재지로 선정되었고, 최근 비로소 SCOPUS 등재지 색인이 완료되어 국제저널 SCOPUS 등재지 리스트에서 조회 및 검색이 가능하게 되었음을 안내 드립니다. 참고로 2020년 1월에 게재된 논문부터 SCOPUS 등재로 소급 적용됩니다.



2021 원자력협의회 심포지엄에 여러분을 초대합니다

탄소중립과 원자력의 역할

원자력 및 방사선에 대한 국민 수용성 증진을 위해
매년 개최되는 원자력협의회 심포지엄이 올해는
낭만의 도시 여수에서 개최됩니다.

이번 심포지엄에서는 ‘탄소중립과 원자력의 역할’의 주제 강연과
‘국민에 다가가는 원자력에너지와 방사선’ 특별 강연,
여수 문화에 대한 역사 특강이 준비되어 있습니다.
많은 관심과 참여를 바랍니다.

7. 8. (목) - 7. 9. (금)
전남 여수 디오션호텔 그랜드볼룸

주최 주관 : 원자력협의회 / 한국방사선산업학회

참가대상 : 원자력협의회 회원기관 및 원자력 유관기관/기업

참가비 : 1인 15만 원 (동반가족 무료, 포함사항: 7.8.(목) 만찬, 7.9.(금) 오찬)

사전등록 : 2021년 6월 30일(수)까지 (현장 결제 가능)

참가를 희망하시는 분께서는 아래로 연락 주시기 바랍니다.

한국방사선산업학회 T. 063-570-3080 / E-mail ksri@ksri.kr

한국원자력산업협회 T. 02-6257-2583 / E-mail kwony@kaif.or.kr

* 본 심포지엄은 정부 방역지침을 준수하여 철저히 시행될 예정입니다.

원자력협의회 회원기관

대한방사선방어학회, 대한방사선종양학회, 대한핵의학회, 방사선생명과학회, 한국방사선진흥협회, 한국방사선산업학회, 한국방사성폐기물학회,
한국여성원자력전문인협회, 한국원자력산업협회, 한국원자력학회, 한국원자력협력재단, 한국의학물리학회, 한국핵물질관리학회



대한방사선방어학회 2021년 춘계학술대회 개최

04.28~04.30 / 스카이베이호텔 경포, On/Off 병행

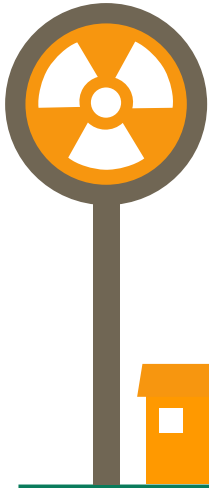
이번 강릉 스카이베이호텔 경포에서 개최된 2021년 춘계학술대회는 각 지역 및 기관의 거리두기방침등 코로나19 상황을 고려하여 온라인 웨비나 사이트를 구축하여 현장과 온라인으로 병행하여 진행하였다.

계속되는 코로나의 상황에도 불구하고 현장참석은 총 385명중 281명이 현장에 참석하였고, 방역지침을 준수하여 3일간 개최되었다. 28일(수)에 진행된 워크숍1 ‘삼중수소 영향 이해하기’를 시작으로 29일(목)에는 방사선방호/의생명/계측 3개 분과의 구두 논문발표가 진행되었으며, 방사선방호 분과의 초청발표로 임성팔(한국원자력연구원) 박사님께서 ‘삼중수소수증기를 함유하는 공기 중 물의 삼중수소농도’의 연제로 강연하였다. 4차 산업혁명위원회 윤성로 위원장님의 “4차 산업혁명시대의 대응전략”의 특별 화상 강연을 시작으로 『4차 산업혁명과 방사선방어』라는 주제의 심포지엄 또한 개최되었다.

학술대회의 마지막 날인 30(금)에는 방사선 환경 및 방재/방사선역학 구두 논문발표와 환경.방재분과의 초청발표 김송현(한국전력국제원자력대학원대학교)교수의 ‘방사선 분야에 활용 가능한 인공지능 및 로봇 융합 기술 소개’, 역학분과의 초청발표 김현정(고려대학교) 교수의 ‘방사선 역학연구를 대상으로 한 체계적 고찰’의 강연이 진행되었으며, 워크숍2 ‘몬테칼로 차폐코드 국내 개발 현황(McCARD 사용자 모임)’이 개최되었다. 기존의 포스터 논문발표는 코로나 방역 지침을 감안하여 현장 전시가 아닌 개최 기간동안 온라인 웨비나 사이트에서 이루어졌다.

KOREAN ASSOCIATION FOR RADIATION PROTECTION





방사선 기초지식 (IX)

Basics of ionizing radiation

0.1밀리시버트도 위험할 수 있다고 하지 않는가?

“0.1밀리시버트도 위험할 수 있다.”는 말이 과학적으로 틀린 것은 아니다. 그러나 이 말에는 다음과 같은 이론적 전제가 깔려 있음을 이해해야 한다.

방사선 피폭에 따른 위험의 증가는 100밀리시버트 이상에서만 확인된다. 그러나 방사선 방호를 위한 모델로 100밀리시버트 미만에서도 그 선량에 비례하는 만큼 위험이 수반될 것으로 가정한다.

· 방호를 위한 이 모델은 “가정”이며, 실제 위험이 있는지는 현재, 그리고 앞으로도 정확히 알기 어려운데, 이가정에 따른 결과가 검증하기 어려울 정도로 작기 때문이다. 그러나 이가정을 받아들이더라도 “아무리 작은 방사선량도 위험할 수 있다”고 주장하는 것은 합리적이지 않은데, 이는 확률의 문제를 도외시한 것이기 때문이다.

· 우리나라민은 평균적으로 매년 약 3밀리시버트 이상의 자연방사선을 피폭하며 살고있다. 0.1밀리시버트도 위험하다면 우리가 사는 세상 자체가 그보다 30배나 더 위험한 곳인 셈인데 그러한 주장을 하는 사람은 없다.

이와 같은 극단적 주장의 언어 표현에도 주목할 필요가 있다.

· “위험”이나 “안전”은 주관적 가치판단이 강하게 반영되는 어휘이다. 같은 사안의 위험확률을 두고 어떤 사람은 위험하다고 보고 어떤 사람은 안전하다고 생각한다.

· 작은 위험을 강조하여 경각심 더 나아가 공포심을 가지게 하는 것은 쉽지만 합리적이지 않다. 숨 쉬는 공기 중에 폐암을 유발하는 라돈이 함유되어 있다고 해서 “한 번 숨 쉬는 것도 위험하다.”고 말한다면 옳지 않을 것이다.

- 특히 이러한 주장은 대개 작은 방사선량도 “위험할 수 있다.”고 표현하지 “위험하다.”라고 표현하지는 않는다. 위험할 수 있다는 것은 위험한지 모른다는 의미와 같으나, 이 말은 일반인들에게는 “위험하다.”와 같이 들린다. 그래서 0.1밀리시버트도 위험할 수 있다고 함으로써, 학문적 근거와 상관 없이 일반인이 소량 방사선도 위험한 것으로 생각하게 만드는 결과를 낳고 있다. 어쩌면 그것이 그런 주장을 하는 이들의 실제 잘못된 인식이거나 의도일 수도 있을 것이다.

우리나라 지각방사선량을 분포를 보면 수원, 문산, 속초 등 지역은 상대적으로 높아 주민에게 연간 약 1.44밀리시버트를 준다. 이에 비해 여수, 제주 등은 상대적으로 낮아 연각 약 0.73밀리시버트를 준다. 즉, 수원시민은 여수시민에 비해 지각방사선을 매년 약 0.7밀리시버트 더 받는 셈이다. 그렇다면 0.1밀리시버트도 위험할 수 있다는 사람은 수원시민에게 위험할 수 있는 지역에 살고 있다고 말하고 대책을 촉구해야 하지 않겠는가.

- 방사선 의학에 관한 전문 지식을 모두 갖추지 않은 경우 의사의 발표라고 모두 사실은 아니다.

1만 분의 1 위험이라도 내가 해당되면 100% 위험 아닌가?

맞는 말 같지만 맞지 않다. “위험”이란 어떤 나쁜 일이 일어나기 전에 그것이 일어날 가능성을 사전에 논의할 때 사용하는 말이다. 이미 발생했다면 사고나 사건이지 위험은 아니다.

- 우리나라의 교통사고 사망 위험이 연간 1만 명당 1.4명이라고는 말할 수 있지만, 오늘 아침에 교통사고로 사망한 사람을 놓고 사망위험이 100%라고 말하지는 않는다.

드물게 일어나는 우발적 사건에 대해 사건이 일어날 가능성(확률)은 제쳐두고 일어났을 때 결과가 실제 피해라고 보는 것은 부적절하다.

요약

0.1밀리시버트의 방사선량도 위험할 수 있다는 주장은 합당하지 않은 말의 유희이다. 어떤 목적을 위해 방사선 위험을 부풀리려는 의도에서 비롯한다. 병원에서 오히려 감염이 될 수 있다는 위험은 알려진 사실이지만 “병원을 방문하는 것은 위험할 수 있다.”고 주장하는 사람은 왜 없는지 생각할 필요가 없다.

- 로또 복권 1장의 1등 당첨 확률이 수백만 분의 1이라는 확률(이때는 위험이 아니라 행운)은 고려하지 않고 당첨되었을 때 당첨금 10억 원을 그 복권의 가치로 보지 않는다. 돼지꿈 꾸고 샀다는 복권이라고 1장에 1억 원을 주고 되살 사람이 있을까?
 - 방사선을 2밀리시버트 피폭하면 생애 암 사망 위험이 1만 분의 1 증가한다는 말은 그런 사람이 1만 명 있다면 그중 한 사람이 방사선유발암으로 사망할 수 있다는 의미일 뿐이다.
- 1만분의 1도 위험이다. 그러나 우리의 모든 행위는 위험을 수반한다. 운동하면 심장마비 위험이 있고 가만히 있으면 비만 위험이 있다. 행위에 따르는 위험만 본다면 할 행위가 없다. 실제 우리는 위험만 보지 않고 행위가 내는 편익과 비교하여 판단하고 선택한다.
- 비행기 추락 위험은 1만 명-탑승횟수당 사망자 1.16명으로 비행기 한 번 탑승은 방사선 2밀리시버트 피폭과 맞먹는 위험을 수반한다. 그래도 우리는 비행기를 이용한다. 항공승무원은 매년 수 백 회 비행기를 탄다.

요약



우발적으로 발생하는 희귀한 사건에 대해 발생확률은 고려하지 않고 발생할때 결과만 놓고 과민하게 반응하는 것은 옳지 않다. 1만 명 중 한 사람 위험을 놓고 그 한 사람을 “나”라고 가정하는 것은 복권 한 장 사 놓고 1등 당첨자가 “나”라고 보는 것처럼 허망한 것이다.

2021 하계워크숍

2021년 8월 26일(목) - 27일(금)

스플라스 리솜 (충남 덕산)

—— 방역 상황에 따라 장소 및 개최형식은 변경 될 수 있습니다.





대한방사선방어학회
The Korean Association for Radiation Protection