

2022 **12**

Vol.5, No.4

대한방사선방어학회
KARP^e - Letter
www.karp.or.kr 카페레터

· 기고문	CT 방사선 측정표준	03
· 이슈&포커스	미세먼지 오염원을 추적하기 위한 방사선 기술	10
· 국제동향		20
· 행사관련소식		29
· 학회 뉴스		32
· 특별회원사		44
· 방사선 기초지식		48



대한방사선방어학회
The Korean Association for Radiation Protection

카페레터 KARP^e-Letter

Contents

기 고 문	CT 방사선 측정표준	03
이슈 & 포커스	미세먼지 오염원을 추적하기 위한 방사선 기술	10
국 제 동 향		20
행사관련소식		29
학 회 뉴 스		32
특 별 회 원 사		44
방사선기초지식		48

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

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



대한방사선방어학회
The Korean Association for Radiation Protection

사업자번호:314-82-01791 / 대표명:김찬형 / 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

CT 방사선 측정표준

이철영 책임연구원
(한국표준과학연구원 방사선표준그룹)

CT 진단은 환자의 진단뿐만 아니라 주기적 건강검진에도 이용되고 있으며 우리 생활의 일부로 자리 잡아 가고 있다. 2019년 현재, 국내 방사선 진단 시행 건수는 3.5억 회를 상회하고 있으며 이를 국민 1 인당 검사 건수로 바꾸면 연간 7.2 건에 달하고 이에 따른 국민 1 인당 피폭량도 2.4 mSv로서 유럽에 비해서는 2 배 이상, 미국에 비해서도 20 % 이상 높은 수준이다. 진단 방사선 중에서도 CT 진단에 따른 피폭량은 여타의 진단 방사선 피폭에 비해 대단히 높아서 진단 장기에 따라 1 회 촬영에 10 mGy를 넘는 경우도 있다. 따라서 CT 진단 건수는 전체 방사선 진단 건수의 수 %에 불과하지만 진단방사선에 의한 국민 피폭량에서 차지하는 비중은 40 %에 육박한다 (질병청, 2016년~2019년 진단용 국민의료방사선 건수 및 피폭선량 현황, 2021). 참고로, CT 촬영은 연간 약 1천만 회(2021년 기준, 약 770만명, 출처 : 건강보험심사평가원)의 진단에 활용되고 있다.

의료방사선은 위해에 비해 이득이 크다는 전제로 그 정당성을 인정하며, 의료상 피폭에 대한 제한을 두지 않는다. 의료방사선 피폭에 제한이 없다는 건 방사선의 무분별한 사용을 의미하는 것은 아니며 여전히 ‘위해에 비해 이득이 크다’는 전제를 만족시켜야 한다. 따라서 국제방사선방호위원회(ICRP)는 의료방사선도 방사선 방호의 영역에 포함시켜 논의한다.

의료법에서는 진단방사선을 안전하게 관리하기 위한 요건과 관련 규정을 제시하고 있으며 각 5 개의 검사 기관과 측정기관을 두고 이 법에서 정한 절차에 따라 진단방사선의 안전한 시행을 관리/감독하고 있다. 의료법 체계 내의 행정규칙에는 진단방사선의 관리, 감독에 요구되는 방사선 측정 물리량과 측정기의 종류가 명시되어 있다. 의료법에 규정된 진단방사선 측정 물리량은 엑스선 관전압(단위: kV), 관전류-시간(단위: mA·s), 공기커마-길이 프로덕트(DLP, 단위: Gy·m), 공기커마-면적 프로덕트(단위: Gy·m²), CT 선량지표(CTDI, 단위: Gy), 유선선량(단위: Gy)이다.

CT 진단 환자의 안전을 담보하기 위해서는 환자 선량에 대한 지침(또는진단참조준위)을 고려하여 검사를 진행함으로써 CT 진단 환자의 피폭량을 합리적인 수준으로 유지하는 것과 병원 간 CT 선량 측정/평가의 일관성을 유지하는 것이 중요하다. 여기서는 한국표준과학연구원(KRISS)에서 CTDI 측정을 위해 확립/보급하고 있는 DLP 측정표준과 CTDI 측정에 대하여 논의한다. DLP는 CTDI 측정을 위한 기본 물리량이다.

○ KRISS DLP 측정표준

공기커마-길이 프로덕트(DLP)는 다음과 같이 정의된다.

$$P_{air,l} = \int K_{air}(x) dx \quad (1)$$

여기서 $P_{air,l}$: 공기커마-길이 프로덕트(dose length product, DLP)

$K_{air}(x)$: x -축 상의 변위 x 에서의 공기커마

이다. 이를 KRISS 표준 방사선장에 대해 다시 쓰면 아래와 같다.

$$P_{air,l} = K_{air} \cdot L \cdot k_n \quad (2)$$

여기서 $K_{air} = K_{air}(0)$

L : 빔 창(aperture)에 의해 형성된 표준 빔의 x -축 방향 길이

이고 x -축은 빔 축에 수직한 기준면에서 빔 축과 교차하는 수평축을 의미한다. k_n 은 일반적으로 비균질도 보정인자로 알려져 있다. 빔 창의 명목 너비는 50 mm 이고, 측정 결과 실제 길이 (L) 는 50.021 0 mm였으며 측정의 통계불확도는 0.000 6μm (0.000 12 %)였다.

CT 선량 측정에 이용되는 KRISS 엑스선 표준 빔은 IEC 61267 (Medical diagnostic X-ray equipment - Radiation conditions for use in the determination of characteristics) 규격에서 CT 선량 측정용으로 제시한 RQT 빔과 선량학적으로 동등하다. KRISS CT 빔 중에서 정규화된 KRISS RQT8(100 kV) 빔 프로파일 측정 데이터를 예시로 그림 1에 나타내었다. 균질도 인자 측정에서 기준위치($x=0$)에 대한 공기커마는 KRISS 표준기로 결정한 일차표준이다. 그림에서 붉은 선은 95 % 신뢰수준에서 fit의 불확도이다. 빔 프로파일 데이터를 다항 맞춤식으로 fit하고 이를 위 적분식에 대입하여 k_n 을 산출하였고 표 1에 나타내었다. CT 엑스선 빔을 포함하는 중에너지 엑스선 영역의 KRISS 공기커마 일차표준은 국제단위계(SI)에 소급되며(traceable) 동등도는 최대 5.1 mGy/Gy 이다.

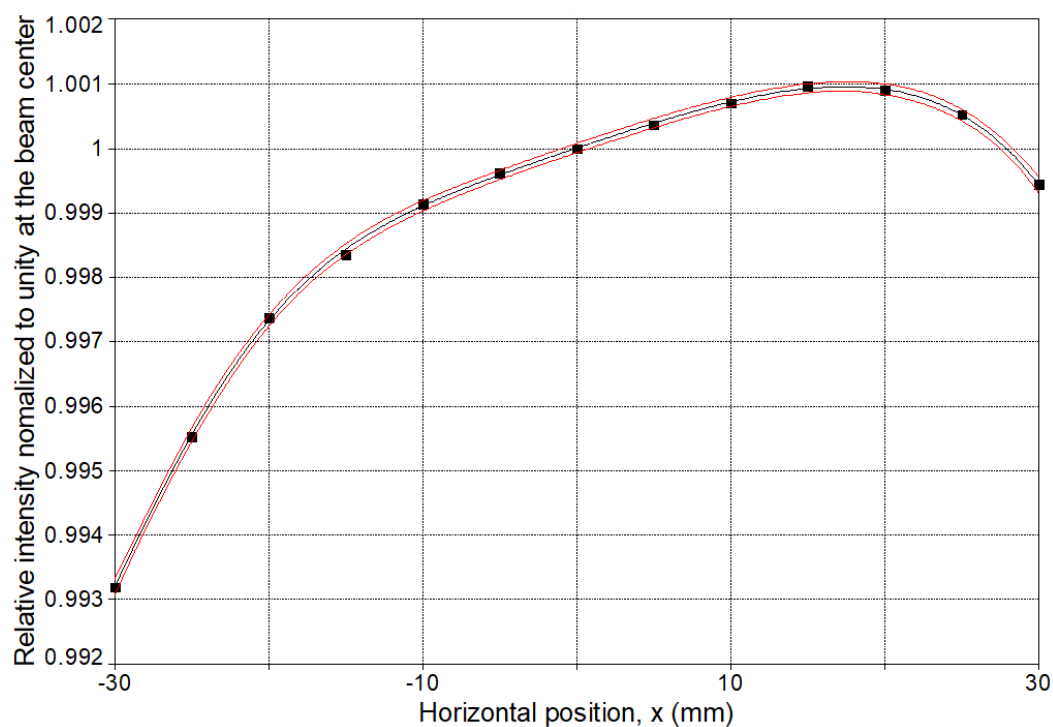


그림 1. KRIS RQT8(100 kV) 빔 프로파일

표 1. KRIS CT 표준빔에 대한 빔 특성 및 비균질도

빔 코드	빔 특성		비균질도(k_n)	
	관전압 (kV)	반가층 (mm Al)	값	상대표준불확도
KRIS IEC RQT8	100	6.9	0.9994	0.06 %
KRIS IEC RQT9	120	8.4	0.9991	0.06 %
KRIS IEC RQT10	150	10.1	0.9988	0.06 %

○ CTDI 측정 전리함에 대한 DLP 교정

CT 빔에 대한 CTDI를 측정/평가하기 위해서는 먼저, CTDI 측정용 전리함을 DLP 측정표준에 대해 교정해야 한다. 측정학에서 측정기의 교정은 측정표준(기준)과 측정기로부터 획득한 지시 값 사이의 관계를 결정하는 행위로 정의되며 측정기의 검정, 시험(특성평가), 검사, 인증과는 다른 개념이다. DLP 측정표준에 대한 교정을 생략하고 측정/평가된 CTDI는 SI 소급성, 불확도 및 신뢰도를 논하기 어렵다. 표 2에 CTDI 측정용 전리함에 대한 DLP 교정에 수반되는 전형적인 불확도 총괄표를 나타내었고 그림 2에 CTDI 측정용 전리함 교정 이미지를 나타내었다.

표 2. CTDI 전리함 교정계수 측정불확도 총괄표

파라미터	상대불확도	
	Type A	Type B
기준 공기커마율 $\dot{K}$		0.37
빔창에 의해 기준점에 생성된 빔의 수평방향 길이 L		0.061
빔의 수평방향 길이 범위 내 비균질도 k_n		0.06
공기 중 감쇄효과 보정인자	0.02	0.02
공기 중 산란선의 기여분		0.30
CTDI 전리함 전리전류	0.01	0.02
CTDI 전리함 이온재결합 보정인자	0.02	0.01
CTDI 전리함 열팽창 보정인자		0.01
CTDI 전리함 위치재현성 보정인자		0.058
상대합성표준불확도 (%)	0.49	
상대확장불확도 (%) ($k = 2$)	0.98	

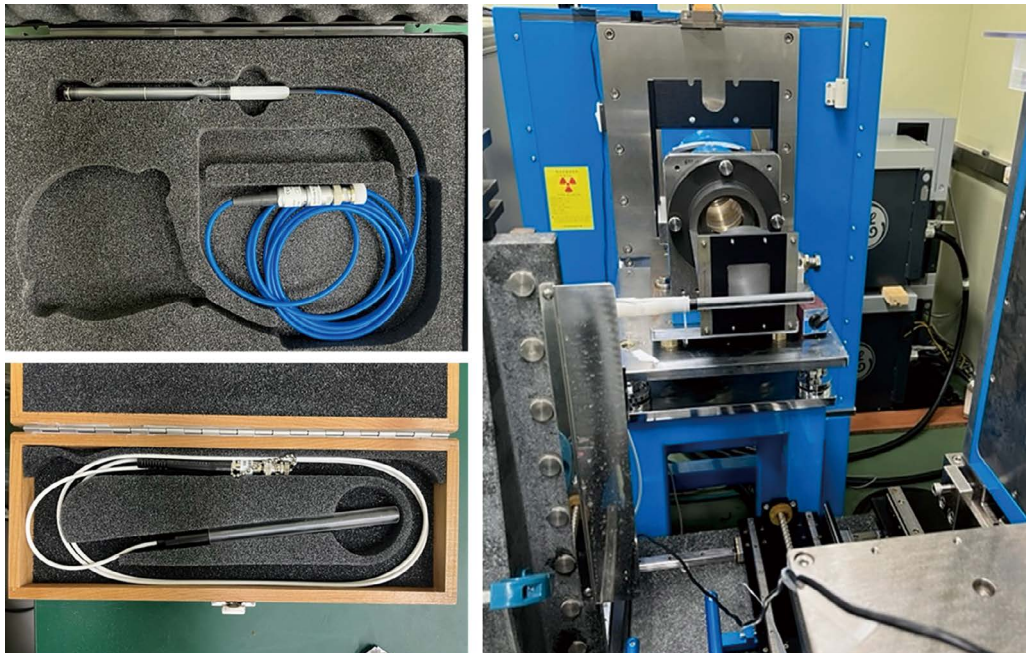


그림2. KRISS CTDI 전리함 2종(좌)와 CTDI 전리함 교정 모습(우)

○ CT 빔에 대한 CTDI 측정

CT 선량지표(CT dose index, CTDI)는 CT 검사를 받는 환자의 선량을 가늠하는 물리량으로 널리 이용된다. 보편적인 진단 엑스선인 흉부 엑스선과 CT 촬영을 포함한 모든 진단방사선 영역에 적용하는 방호량은 유효 선량 또는 등가선량이므로 공기커마를 측정하는 것이 효과적이며 상용 CTDI 측정기의 재질과 규격도 공기커마 측정에 적합하게 설계되어 있다. 마찬가지로 CTDI 측정용 전리함의 교정에 이용되는 물리량인 DLP도 위에서 기술하였듯이 공기커마를 기초로 정의되어 있다.

CTDI는 일정 규격의 팬텀 내에서 측정한다. CTDI 팬텀은 미국 식품의약품안전청(FDA)의 기준에 따라 직경 32 cm, 길이 14 cm인 아크릴 재질의 팬텀을 이용하는 것이 일반적이다. CTDI는 아래와 같이 정의된다.

$$CTDI = \frac{f}{nT} \int_{-\infty}^{\infty} K_{air}(x) dx \quad (3)$$

여기서 f : 공기커마-흡수선량 전환인자 (conversion factor)

n : CT 단층 이미지 슬라이스의 수

T : 단층 이미지 슬라이스의 두께이다.

이 식에서 적분 구간은 CT 엑스선 빔의 산란선 영향을 모두 측정할 수 있는 영역까지의 적분을 의미하며 통상 $\pm 7T$ 사이의 구간 또는 ± 50 mm 사이 구간을 의미한다. T 는 통상 (1 - 2) mm 정도이므로 ± 50 mm 사이 구간은 $\pm 7T$ 사이 구간을 모두 포함하는 보수적인 적분 구간이 된다. 상용 CTDI 측정기는 대부분 ± 50 mm 사이 적분구간에 대응하도록 설계되었으며 따라서 CTDI 측정기 수감영역의 길이는 100 mm 정도가 된다. 이 구간에 대해 측정하는 CTDI를 특별히 CTDI₁₀₀으로 표기한다. 단층 이미지 슬라이스 수 n 과 두께 T 는 CT에 설치된 측정소자의 배열과 단층 이미지 알고리즘에 의존하는 상수로 CT 장비 고유 사양이며 장비 운영자가 단층촬영 전에 촬영 목적에 따라 선택하게 되어 있다.

전리함을 이용하여 CTDI를 측정하는 경우 CTDI 측정식은 식 (3)으로부터 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$CTDI = \frac{1}{nT} N_{kl,air} N_e Q f \quad (4)$$

여기서 $N_{kl,air}$: CTDI 전리함의 공기커마-길이 프로덕트 교정인자

N_e : 전위계(electrometer)의 전하량 교정계수

$$Q = \int_{-l/2}^{l/2} \left(\frac{dQ(x)}{dx} \right) dx$$

$dQ(x)$: CTDI 전리함 수감영역의 위치 x 에서 $x + dx$ 사이에서 수집되는 전하량

l : CTDI 측정 전리함 수감영역의 길이(~ 100 mm)

이다. 이때 공기커마-흡수선량 전환인자는 이론 또는 실험적으로 결정된 값을 적용한다. 공기커마-흡수선량 전환인자는 흡수선량을 평가하는 대상 매질에 따라 달라진다. 측정/평가된 CTDI 값으로부터 CT 스캔이 행해진 조직에 대한 등가선량과 유효선량을 평가할 수도 있다.

한국표준과학연구원(KRISS)은 국가측정표준 대표기관으로 CTDI 측정/평가에 요구되는 DLP 측정표준을 확립하였고 CTDI 측정기에 대한 교정 서비스를 제공하고 있다. KRISS 기관고유 사업을 통하여 CTDI 측정에 요구되는 모든 파라미터를 엄밀하게 평가하였고 이를 적용함으로써 KRISS가 보유하고 있는 CT에 대한 CTDI를 측정할 수 있었다. 이를 바탕으로 국내 의료기관에서 운영하는 CT에 대한 CTDI 정밀측정 서비스 및 교육/훈련을 제공할 수 있다. 이미 확보한 엑스선 관전압(kV) 측정표준/교정기술 및 관전류-시간(mA·s) 측정표준/교정기술과 더불어 DLP 측정표준/교정기술과 CTDI 정밀측정 기술은 CTDI 측정을 포함한 국내 진단방사선 측정의 소급성을 확보하고 이를 통한 진단 방사선 측정의 국민 신뢰도를 구축하는데 기여하고 있다. 우리 연구원은 지속적인 연구를 통해 의료현장에 요구되는 다양한 의료방사선 측정표준을 확립하고 보급하는데 매진하고 있으며 이 일들은 진단 방사선을 포함한 의료방사선의 안전한 이용을 담보하고 나아가 국민 보건에 일조할 것으로 기대한다.

The background features abstract, flowing lines in shades of orange and blue. These lines create a sense of movement and depth, with some areas appearing more densely packed than others. The lines curve and swirl around the central text, framing it in a modern, artistic manner.

**THE KOREAN ASSOCIATION
FOR RADIATION
PROTECTION**

미세먼지 오염원을 추적하기 위한 방사선 기술

김지석 책임연구원

한국원자력연구원 하나로이용부

· 배경

미세먼지가 국민건강을 위협하는 가장 중요한 문제 중 하나로 대두되고 있다. 문제를 해결함에 있어 최우선 사항은 원인 분석이라는 신념을 가지고 다 원소 분석에 가장 효과적인 방사화 분석을 이용해 미세먼지 오염원 평가를 수행하고 있다.

미세먼지 원인을 분석하기 위해서는 크게 두 가지 오염원에 대한 평가가 필요하다. 첫째는 국가(권역, regional) 간 이동성 미세먼지이고, 둘째는 국내 발생 미세먼지 이다. 국외 미세먼지 유입분과 국내 발생 분을 구분·평가하는 방법으로 주로 대기 모델링 기법을 활용하는데 미세먼지 내 존재하는 수 십가지 성분에 대한 데이터가 지역별 시간대 별로 분석되어 있어야만 비로소 평가가 가능하다. 그러나 그림 1과 같이 미세먼지처럼 매우 미량의 물질 안에 존재하는 수 십가지 원소를 분석하는 것은 매우 어려운 일이다.

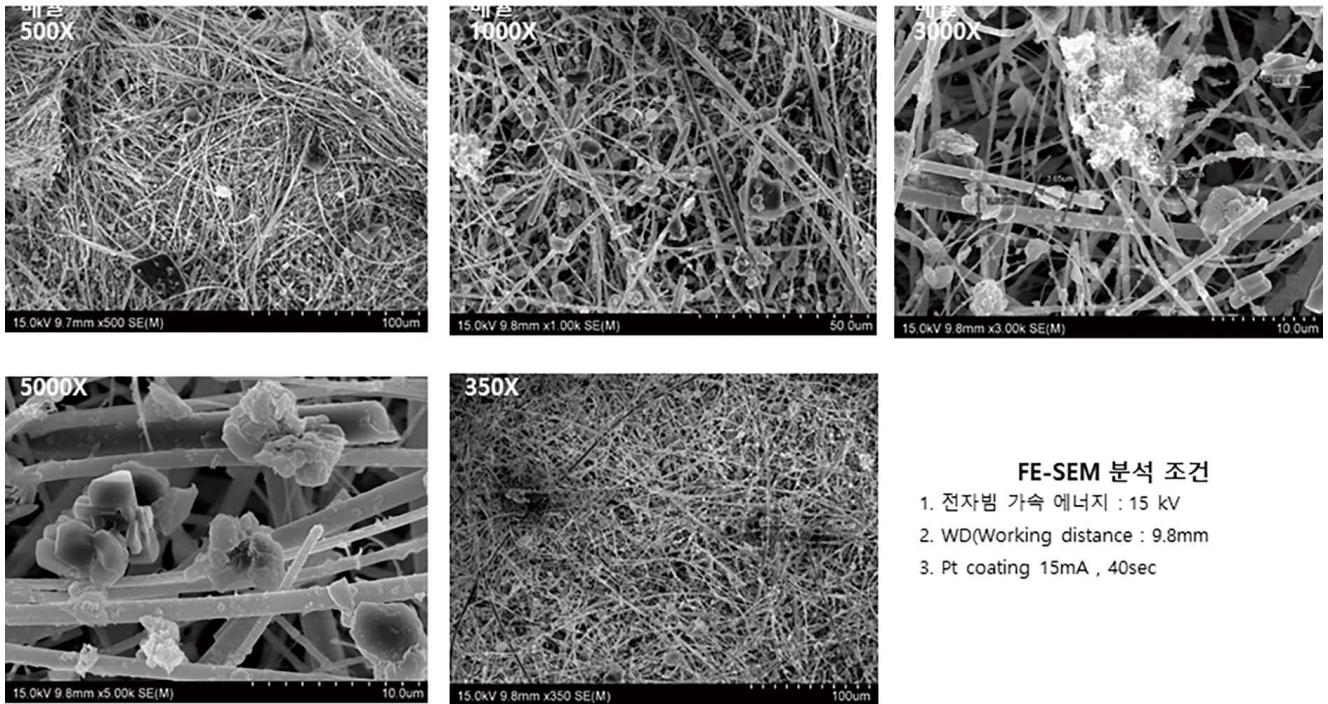


그림 1. 전자 현미경을 활용한 미세먼지 형상 분석 결과

• 방법

(1) 분석기술

중성자 방사화 분석기술은 1936년에 방사선 및 동위원소의 존재와 이용방법이 알려지면서 도입된 원소분석 기술이며, 일반적인 분석법과는 달리 절대법에 의한 측정이 가능하고 작은 양으로 다 원소 분석이 가능하여 미세먼지 분석에 매우 유리한 분석 기법이다.

중성자 방사화 분석 설명 자료

- 중성자 방사화 분석기술은 1936년에 방사선 및 동위원소의 존재와 이용방법이 알려지면서 도입된 원소분석 기술이며, 화학분석법과는 달리 절대법에 의한 측정이 가능하여 국제 도량 협회 내에서 ‘최상위 측정법’지위를 가지고 있다.
- 중성자 방사화 분석법은 핵 분석기술의 대표적인 방법으로서 미지시료에 [그림1]과 같이 원자로의 중성자를 조사하면 방사성 핵이 생성되며 붕괴과정에서 감마선을 방출한다. 중성자를 조사하

는 동안 여기상태의 복합 핵에서 방출되는 즉발감마선, 또는 조사가 종료된 후 생성된 방사성 핵의 붕괴과정에서 방출되는 지발 감마선을 측정하여 성분원소를 정량하며 전자를 PGAA(Prompt Gamma Activation Analysis), 후자를 INAA(Instrumental Neutron Activation Analysis)라고 부른다.

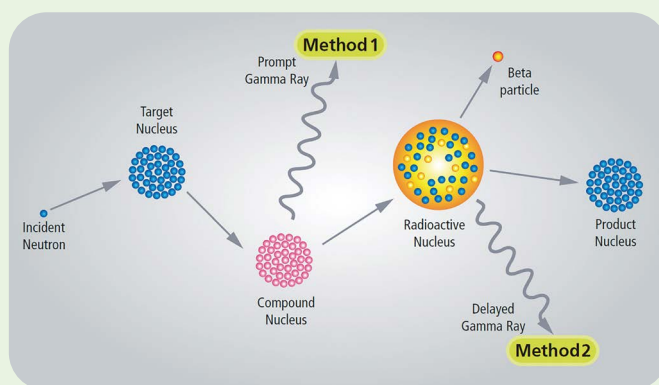


그림1. 중성자 방사화 분석 개념도

- 핵 반응에 의해 생성된 목적 핵종으로부터 방출되는 단위시간당 특정 에너지를 갖는 감마선의 수는 시료중의 안정 핵종의 함량및 중성자 속과 비례하므로 정해진 분석조건으로부터 [수식1]을 이용해 미지시료중의 원소함량을 구할 수 있다.

$$W = A \cdot M / \{N_A \cdot \theta \cdot \sigma \cdot \Phi \cdot S \cdot D \cdot C\}$$

W : 측정원소의 양	θ : 동위원소 존재비	S : 포화인자
A : 방사능	σ : 중성자속	D : 붕괴인자
N_A : 아보가드로 수	Φ : 반응단면적	C : 계측인자

수식1. 중성자 방사화 분석 수식

- 대부분의 화학분석법은 시료의 용해, 교정선의 검증, 매질효과의 규명 등과 같은 불확실성과 어려움이 있어 일반적으로 표준물질에 의한 비교 과정을 거치지만, 중성자 방사화 분석법은 주로 표준 물질을 만드는데 이용되는 매우 정밀한 분석법이다.

(2) 미세먼지 포집

방사화 분석을 이용해 서울과 대전의 미세먼지 성분을 밝히고 오염원을 추적하기 위해 서울과 대전에 미세먼지 측정소를 구축하였다. 포집기는 다양한 분석이 가능한 대용량 미세먼지 포집기(HiVol-3000, Ecotech)를 설치하였다. 설치된 2대의 포집기는 각각 PM10 및 PM2.5의 미세먼지 샘플을 포집하기 위한 임팩터(impactor)가 상부에 위치한다. 그림 2는 대전 유성구에 위치한 한국원자력연구원의 동위원소동 건물 옥상(2층 옥상)에 설치된 측정소의 모습을 보여준다. 대용량 포집기는 흡입 유량이 크기 때문에 측정 시 두 장치가 서로 간섭을 일으킬 수 있기 때문에 두 포집기의 거리를 충분히 떨어뜨려 놓았으며, 여름철 태풍 등에 의해 포집장치의 전도를 방지하기 위해 알루미늄 봉을 이용한 고정 스테이션을 설치해 주었다.



그림2. 대전 유성구의 한국원자력연구원 동위원소동에 설치된 미세먼지 측정소 모습

주중(월요일- 목요일)에는 일일단위 포집을 수행하였으며, 주말(금요일-일요일)에는 일일단위의 시료 교환이 어렵기 때문에 누적하여 측정하는 방식을 사용하였다. 포집시간은 아침 10:00부터 다음날 아침 9:30로 설정하였으며, 측정 기록 자료에는 해당 날짜에 포집기를 통해 포집된 유량 정보, 동작 시간 정보, 미세먼지 일 평균 농도 및 표준 편차 값, 강수량 및 운전 특이사항이 정리되어 있다. 특이 사항에는 정전에 의한 장치 정지 시간, 장치 정비에 의한 측정 정지 시간, 주변 작업 정보 등을 기록하였다. 기록된 정보는 향후 다양한 분석 정보 생산 및 해석에 활용되었다.

(2) 방사화 분석 결과 및 정확도 평가

표 1에는 공 필터 면적 약 31.22 cm인 4개의 공 필터를 분석한 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었으며 총 68개의 분석결과를 제시하기에는 무리가 있어 표 2에는 실제 서울에서 채집한 PM10 시료의 분석결과

의 예를 나타내었다. 실제 미세먼지의 함량 결정을 위해서는 채집 시료에서 분석된 원소함량에서 공 필터의 원소 함량 값을 제한 후 순수한 미세먼지중의 원소별 함량 값을 최종적으로 결정하여야 한다. 표 3에는 SRM 2709a의 분석결과를 요약하였다. 보증 값 및 추천 값과의 비교를 통해 정확도를 평가하였으며 몇 개의 원소를 제외하면 50% 이내의 정확도를 보여주고 있다.

표 1. 공 필터에 대한 방사화 분석 결과

Element	Mean Weight(mg)	Std(mg)
Al	6.643E-01	1.869E-02
Ba	2.238E-03	3.140E-04
Br	8.813E-06	1.150E-05
Ce	1.118E-04	4.827E-05
Co	1.394E-05	5.102E-06
Cr	6.590E-04	1.424E-04
Dy	6.729E-05	4.046E-06
Eu	4.629E-06	9.558E-07
Fe	1.045E-02	3.535E-03
Hf	6.787E-05	1.051E-05
K	3.023E-02	1.349E-02
La	5.490E-05	6.878E-06
Mg	5.768E-02	4.820E-03
Mn	4.885E-04	2.034E-05
Mo	1.084E-02	1.244E-03
Na	7.729E-02	1.233E-03
Sb	8.226E-06	1.288E-06
Sc	3.814E-06	9.897E-07
Sm	3.822E-05	2.342E-06
Tb	1.120E-05	3.538E-06
Th	6.950E-05	1.604E-05
U	1.355E-04	1.084E-05
Yb	1.856E-05	3.766E-06
Zn	1.069E-03	5.312E-04

표 2. 서울 PM10 시료에 대한 방사화 분석 결과

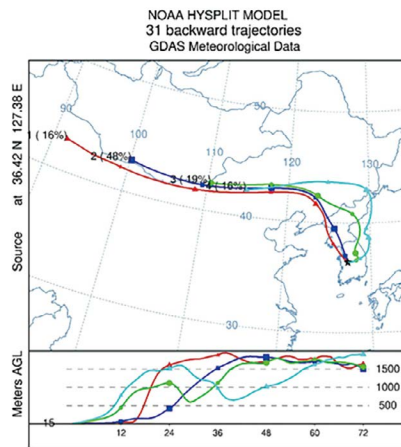
Element	Weight(mg)	Error(%)
Al	7.63E-01	2.48
As	2.06E-04	3.57
Au	8.36E-07	8.61
Ba	1.70E-02	11.58
Br	9.17E-04	1.71
Ce	3.36E-04	11.36
Cl	3.80E-02	2.45
Co	4.37E-05	23.44
Cr	1.46E-03	5.51
Dy	9.13E-05	3.61
Eu	4.46E-06	85.71
Fe	1.76E-01	4.7
Hf	1.60E-04	4.57
I	6.67E-04	5.26
In	1.88E-06	24.23
K	4.08E-02	23
La	1.40E-04	2.83
Mg	1.16E-01	11.15
Mn	3.22E-03	1.48
Mo	1.17E-02	8.14
Na	5.63E-02	0.72
Sb	9.89E-04	4.32
Sc	2.09E-05	4.46
Se	1.52E-04	32.26
Tb	1.31E-05	33.33
Th	1.22E-04	5.33
U	1.30E-04	15.66
V	3.39E-04	18.7
W	8.26E-05	28.28
Yb	1.20E-04	15.66
Zn	1.16E-02	4.79

표 3. NIST SRM 2709a의 방사화 분석 결과

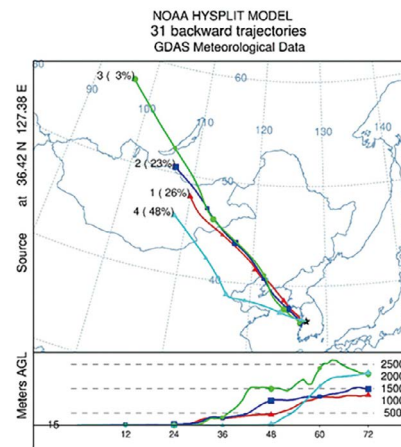
Element	This work (ppm)	Certi-Value (ppm)	Unc. (2s, ppm)	Rel. Err(%)
Al	74790	73700	1600	-1.5
As	12.4	10.5	0.3	-17.7
Ba	943	979	28	3.7
Ce	39.5	42	1	6.0
Co	12.9	12.8	0.2	-1.0
Cr	108	130	9	16.8
Cs	4.73	5.0	0.1	5.3
Dy	3.1	3.0		-3.2
Eu	0.67	0.83	0.02	19.0
Fe	34120	33600	700	-1.5
Hf	3.25	4		18.7
K	20610	21100	600	2.3
La	21.2	21.7	0.4	2.2
Mn	511	529	18	3.5
Na	12655	12200	300	-3.7
Rb	125	99	3	-26.5
Sb	2.09	1.55	0.06	-34.6
Sc	11.4	11.1	0.1	-2.3
Sm	3.83	4		4.3
Th	9.86	10.9	0.2	9.6
U	3.41	3.15	0.05	-8.4
V	115	110	11	-4.2
Yb	1.68	2		15.8
Zn	122	103	4	-18.2

방사화 분석을 이용하여 대기 중 미세먼지 내 30여개 원소별 농도를 산출하는데 성공하였고, 일간 분석을 목표로 서울과 대전 측정소 2곳을 운영하고 있다. 성분 분석 결과로 Fe, Ca, K, Na 등과 같은 대기 중 농도가 높은 원소들은 토양에 기인하는 원소들로 판단 할 수 있으며 As, Cr, Sb과 같은 독성원소들은 10 ng/m³ 정도의 농도 수준이며 기타 희토류 원소들은 상대적으로 매우 낮은 농도 값을 보이는 점을 확인하고 있다.

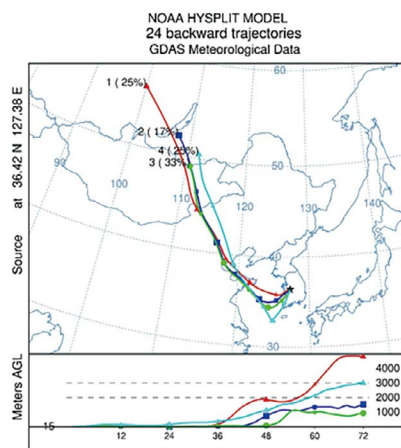
(3) 결론 (오염원 추적 결과)



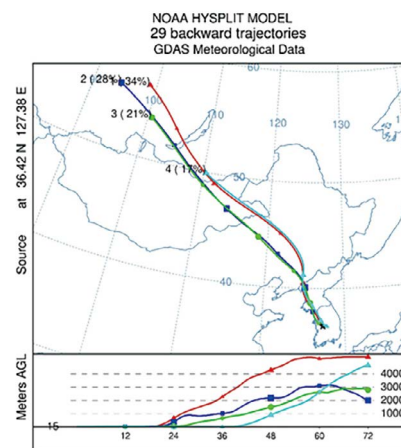
<19.11.25>



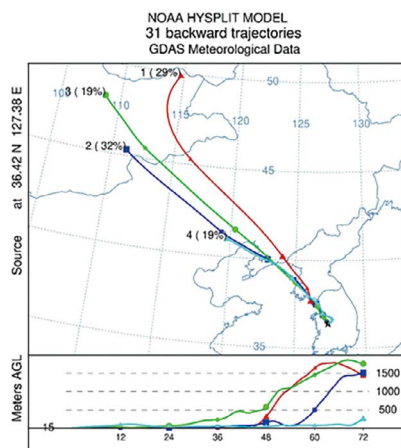
<19.12.03>



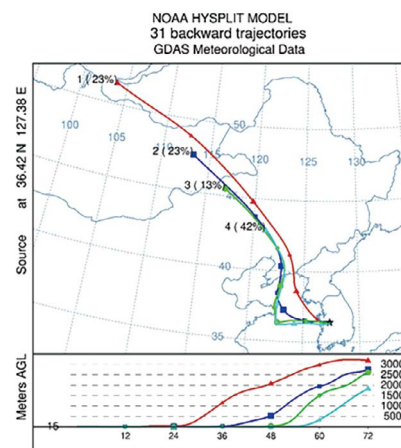
<20.03.20>



<20.03.28>



<19.11.20>



<20.03.23>

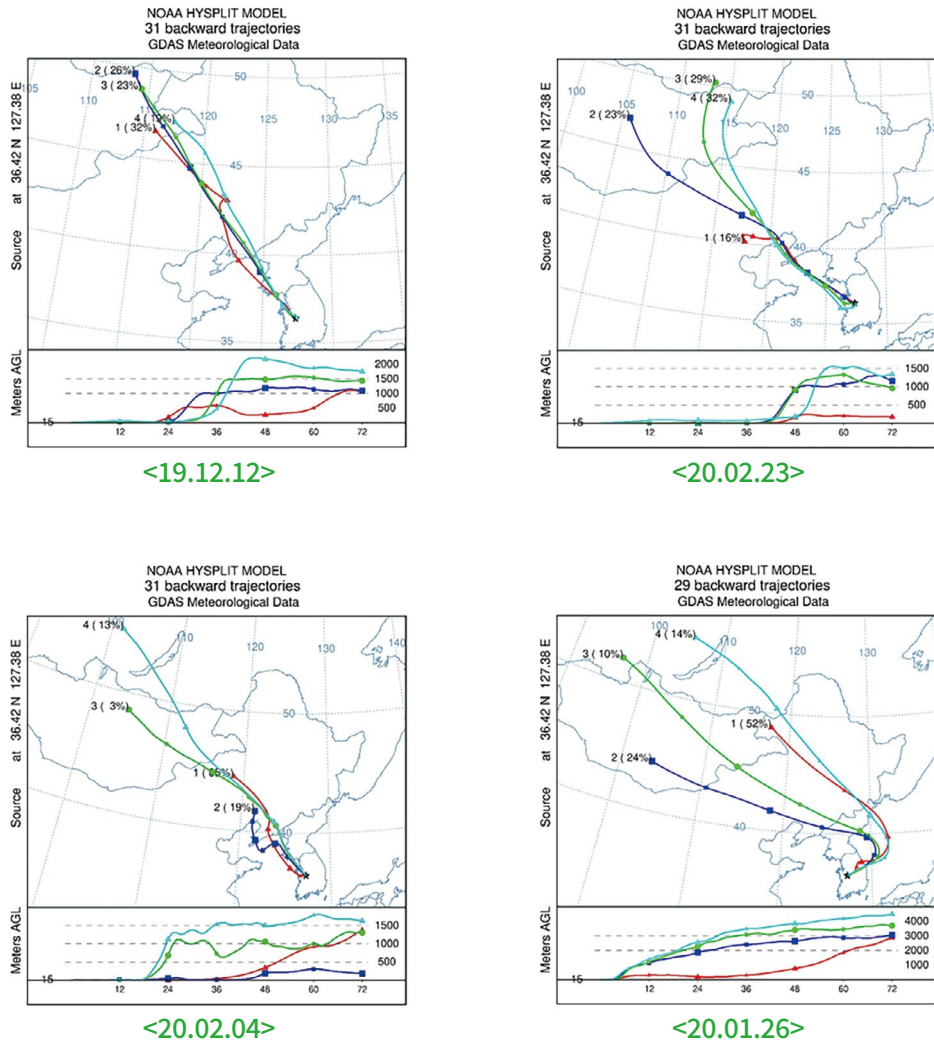


그림 3. 특정 성분의 미세먼지 입자가 포집될 때의 미세먼지 이동경로

특정 성분을 포집한 날짜에 대해 backward trajectory를 수행한 결과인 그림 3을 살펴봤을 때 공통적인 역 추적 경로는 중국의 내몽골 사막을 지나오는 것을 확인할 수 있다. 하지만, 이와 같은 데이터로 중국에서부터 미세먼지가 불어와 국내에 영향을 주고 있다는 증거 자료로 제시하기엔 취약한 부분이 있다. 따라서, 향후 국내 대기의 미세먼지 농도가 높거나 황사가 심한 날에 국외의 어떤 경로로 국내로 대기가 유입이 되었는지 더 많은 데이터를 확보할 필요가 있다. 이를 바탕으로 대기 경로와 국내 대기질의 상관관계를 분석하여 미세먼지의 오염원을 추적하는 연구에 사용한다면 더욱 정확한 미세먼지 오염원 추적 연구 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.



25

0



KARP

ICRP Workshop - Radiological Protection of the Patient in Radiation Oncology: Current Challenges and the Future 2022.12.13.-15 Abu Dhabi

이 워크숍은 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP) 및 Cleveland Clinic Abu Dhabi와 공동으로 연방 원자력 규제청(Federal Authority of Nuclear Regulation)이 조직했습니다. 행사 기간 동안 국제 ICRP 전문가와 UAE 및 GCC 전문가의 방사선 방호와 방사선 종양학의 모범 사례에 대해 논의했습니다.

관심 있으신 분은 아래 홈페이지를 참고하시기를 바랍니다.

<https://www.icrp.org/page.asp?id=573>

Flash Radiotherapy Particle Therapy, 11.30-12.02, 2022, Barcelona

최근 방사선치료에서는 Flash라는 새로운 치료 방법이 크게 관심을 끌고 있습니다. 초고선량의 방사선을 활용해서 암치료를 하여 종양에는 고선량을 정상장기에는 저선량을 전달할 수 있다는 결과를 바탕으로 양성자치료, 전자선 치료, 중입자치료의 입자치료에 먼저 적용이 되고 있으며 그 영역을 점점 넓혀가고 있습니다. 이러한 논의를 지난 2022년 12월에 바로셀로나에서 논의했습니다.

관심 있으신 분은 아래 홈페이지를 참고하시길 바랍니다

<https://frpt-conference.org/>



PTCOG-AO (Particle Therapy Co-Operative Group – Asia-Oceania), 12.02-03, Jeju

세계적으로 양성자치료와 중입자치료 등의 입자방사선치료가 활발하게 이루어지고 있으며, 다른 어떤 국가보다도 한국의 의료진들이 관련 분야를 선도하고 있다. 2019년 일본에서 처음으로 개최된 아시아-오세아니아 PTCOG 학회가 2022년 12월 제주에서 개최되었다.



2019년 개최 이후 매년 하기로 했었으나, 코로나로 인해 3년만에 처음으로 개최된 대면 국제행사로 24개국에서 80명, 국내에서 261명 총 341명이 참가하여 성황리에 마치게 되었다. 내년 2023년은 대만에서 개최하기로 하였고, 다양한 많은 사람들의 참석이 기대된다.

관심 있으신 분은 아래 홈페이지를 참고하시길 바랍니다

<http://ptcog-ao2022.org/>



ICRP 145 소개 세미나

2007년 권고된 간행물 103 이후 ICRP에서는 간행물 110 (2009) 및 간행물 143 (202) 에서 복셀형 참조 전산 팬텀(VRCP) 제품군 시리즈를 출시했었습니다. 선량계수 계산용. 실제 사람의 CT 영상에 기반한 VRCP는 2007년 권고 이전에 선량계수 계산에 사용되었던 구식 수학(또는 양식화된) 팬텀에 비해 해부학과 선량계측을 모두 개선합니다.

ICRP 위원회는 VRCP의 한계와 동시에 메쉬포맷 기반의 첨단 팬텀 기술의 등장을 인식하고 한계를 극복할 수 있는 새로운 메쉬형 기준전산팬텀(MRCP) 개발을 위해 작업그룹 103을 신설하였고, 작업 그룹의 첫 번째 보고서는 2019년 5월에 승인되어 간행물 145로 발표되었습니다. 효과적인 선량 계산을 위해 소화관 및 호흡기 기관, 피부 및 방광의 마이크로미터 두께 소스 및 대상 영역까지도 보조 기관별 양식화된 모델을 동화합니다. MRCP는 선량 계산을 위해 범용 몬테카를로 입자 수송 코드로 직접(복셀화 없이) 구현되어 복셀 형상에 대한 메시 형상의 이점을 완전히 유지합니다.

이번 웨비나는 간행물 145에 대한 개요를 제공합니다. (1) 성인 VRCP와 비교하여 해부학적 및 선량계측 개선을 통해 성인 MRCP의 일반적인 특성을 이해하는 데 도움이 되며 (2) 다운로드 및 사용 방법에 대한 기본 지침을 제공합니다. (3) 세 가지 범용 몬테카를로 코드(예: Geant4, MCNP6 및 PHITS)로 MRCP를 구현하는 데모를 포함한 팬텀을 어떻게 사용하는지에 대한 발표도 포함됩니다.

관심 있으신 분은 아래 홈페이지를 참고하시길 바랍니다.

<https://www.icrp.org/page.asp?id=575>

WEBINAR | 17 JANUARY 2023 | 13:00-15:10 (GMT)

**INTRODUCING ICRP PUBLICATION 145:
ADULT MESH-TYPE REFERENCE COMPUTATIONAL PHANTOM**



CHAN
HYEONG KIM



YEON
SOO YEOM



CHANSOO
CHOI



The 6th Asian and Oceanic Congress for Radiation Protection (AOCRP6) 개최 (2023.02.07.-11, 인도 뭄바이)

제6차 아시아/오세아니아 방사선 방호 회의(AOCRP6)가 2023년 2월 7일부터 11일까지 인도 뭄바이에서 개최됩니다. 인도 방사선 방호 협회(IARP)는 본 회의를 주관하며, 국제 및 인도 국내 방사선 방호 전문가를 포함하여 500명 이상의 전문가들이 회의에 참석할 것으로 예상됩니다. 본 회의의 주제는 “원자력, 의료, 산업 시설 및 환경의 방사선 방호 및 감시”입니다.

본 회의에서 다루는 주요 분야는 다음과 같습니다.

- 방사선 방호 철학 및 위험 평가에 대한 기초 주제
- 원자력, 의료 및 산업 시설의 방사선 안전 및 방호
- 방사선량 측정
- 원자력 계측 및 시스템 개발
- 환경 모니터링 및 평가
- 기존 피폭
- 방사선 비상 대응 및 대비
- 규제체계: 방호, 표준 및 규제

본 회의는 원자력 및 방사선 시설의 방사선 및 환경 안전과 관련된 다양한 이슈를 연구자들과 정책 입안자들을 포함한 모든 이해관계자들이 논의하는 장이 될 것으로 예상됩니다.

관심 있으신 분은 아래 홈페이지를 참고하시길 바랍니다.

<https://www.aocrp6.com/>



11th International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology (ISORD-11)



ISORD 심포지엄은 2001년 한양대학교(한국), 도호쿠대학교(일본), 중국방사선방호연구소(중국)가 공동으로 창안하여 참가자들이 방사선 안전 및 정보를 교환하고 정보를 교환할 수 있는 국제적 플랫폼을 제공하는 것을 목표로 합니다. 탐지 기술과 방사선 보호의 일반적인 문제도 해결합니다. 서울에서 처음 개최된 이래 한국, 일본, 중국에서 9회, 말레이시아에서 1회 성공적으로 개최되었습니다.

다가오는 ISORD-11에는 방사선 안전 및 탐지 분야의 국제 전문가, 업계 임원, 전 세계 정부 관리자를 포함하여 약 300명의 참가자가 모일 것으로 예상됩니다. ISORD-11은 국내에서 네 번째로 열리는 심포지엄으로 기조연설, 연구발표회, 교육세션 등 수준 높은 기술활동을 제공한다. ISORD-11의 승인된 전체 논문은 한국, 일본, 호주 방사선 방호 학회에서 운영하는 SCOPUS 색인 저널인 Journal of Radiation Protection and Research(JRPR)에 게재하도록 권장됩니다.

관심 있으신 분은 아래 홈페이지를 참고하시길 바랍니다.

<http://isord11.or.kr/>

2023 대한방사선방어학회 동계워크숍

2023. 02. 23-24 | 강릉 세인트존스



대한방사선방어학회
The Korean Association for Radiation Protection

[Day 1] 02. 23 (목)

동계워크숍 I - 국내 방사성폐기물 분석 및 안전관리

시간	발표제목	발표자(소속)
13:00 ~ 14:00	사전등록 확인 및 현장등록	
14:00 ~ 14:10	개회사	김성환 (대한방사선방어학회장)
	축사	강문자 (한국방사성폐기물학회장)
좌 장 : 김희령 (한국방사성폐기물학회), 이철우 (대한방사선방어학회)		
14:10 ~ 14:35	방사성폐기물 안전규제 현황	이관희 (한국원자력안전기술원)
14:35 ~ 15:00	한국원자력연구원 방사성폐기물 핵종분석 현황 및 계획	유정보 (한국원자력연구원)
15:00 ~ 15:25	MC50(50 MeV) & C30(30 MeV) cyclotron 시설 방사선폐기물 분석	오세영 (한국원자력의학원)
15:25 ~ 15:50	원전해체 대비 국내 민간 방사능 분석기관 현황 및 발전 방향	오정석 ((사)한국방사능분석협회 회장)
15:50 ~ 16:10	사진촬영 및 Coffee Break	
16:10 ~ 16:35	중저준위 방폐물 관리시설 장기보관 방폐물에 대한 향후 처리, 처분 추진방안	이성복 (한국원자력환경공단)
16:35 ~ 17:00	원전 방사성폐기물 관리 및 기술 개발 현황	박상준 (한국수력원자력주)
17:00 ~ 17:25	대형가속기 시설 방사화 부품 규제 및 안전관리 현황	정남석 (포항가속기연구소)
17:25 ~ 18:00	패널 토의	

[Day 2] 02. 24 (금)

동계워크숍 II - 사고대응 관리를 위한 방사선 피폭선량 평가 기술

시간	발표제목	발표자(소속)
08:30 ~ 09:00	사전등록 확인 및 현장등록	
09:00 ~ 09:05	개회사 / 인사말	김성환 (대한방사선방어학회장)
좌 장 : 유재룡 (한국원자력의학원)		
09:05 ~ 09:25	사고대응 관리를 위한 방사선 피폭선량 평가 기술 개발 개요	배진형 (한국전력기술(주))
09:25 ~ 09:40	방사선 피폭 사고 시 인체선량평가를 위한 전산모사기술 현황	김형택 (한국원자력연구원)
09:40 ~ 09:55	원전 비상 시 방사선작업자 최소피폭 경로 평가 알고리즘 개발	이철우 (한국원자력연구원)
09:55 ~ 10:10	IMU 센서를 활용한 기계학습 기반 작업자 측위 알고리즘 개발	김항남 (고려대학교)
10:10 ~ 10:25	3D 모델링 기반 작업자 방사선량 예측평가 방법론 및 프로그램 분석	김광표 (경희대학교)
10:25 ~ 10:40	핵종/위치 분석 기반 개인전자선량계 개발 현황	김용권 ((주)뉴케어)
10:40 ~ 11:00	사진촬영 및 Coffee Break	
11:00 ~ 11:15	중대사고 평가·분석을 통한 대표사고 시나리오 선정	김병조 (한국전력기술(주))
11:15 ~ 11:30	작업자 피폭 예측진단 통합시스템 개발을 위한 가동원전 방사선원향 평가방법 연구	차길용 ((주)래드코어)
11:30 ~ 11:45	ALARA 의사결정 플랫폼 구축을 위한 개발 방법	서원기 ((주)넥스트코어테크놀로지)
11:45 ~ 12:00	SLAM 기반 실시간 3차원 공간정보 스캔 플랫폼 개발	유보현 (고등기술연구원)
12:00 ~ 12:15	실시간 방사선 피폭 시뮬레이션 절차와 기능	박상혁 (시버리솔루션스(주))



ISORD-11

The 11th International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology

(4-7 July 2023, Hanyang University, Seoul, Korea)



We are honored to announce that the 11th International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology (ISORD-11) will be held at Hanyang University in Seoul, Korea on 4-7 July 2023.

Organizer



Innovative Technology Center
for Radiation Safety
(iTRS)



KARP

Korean Association for Radiation Protection

Korean Association
for Radiation Protection
(KARP)

Topics

- Radiation transport and shielding
- Radiation dosimetry
- Radiation detection and sensor technology
- Environmental radiation measurement and assessment
- Radiological risk management
- Education, training and policy in radiation safety
- Radiological emergency planning and preparedness
- Radioactive waste and current radiological issues

Key Dates

30 April 2023	Deadline for abstract submission
15 May 2023	Deadline for early registration
15 July 2023	Deadline for optional full paper* submission

* The submitted papers will be published in Journal of Radiation Protection and Research (JRPR) through a formal peer-review process.

Registration Fee

	Early	On-site
Regular	USD 350 / KRW 420,000	USD 400 / KRW 480,000
Student	USD 200 / KRW 240,000	USD 250 / KRW 300,000
Accompanying Person	USD 100 / KRW 120,000	USD 100 / KRW 120,000

Contact Information

Symposium Website: <http://isord11.or.kr> | Email: isord11@itrs.hanyang.ac.kr | Tel: +82-2-2220-4678



행사관련소식

Other Event

대한방사선방어학회 및 관련기관

News of Event

대한방사선방어학회 행사

◆ 대한방사선방어학회 2023년 동계 워크숍

 웹사이트 바로가기

- 일시 : 2023년 2월 23일(목) ~ 2월 24일(금)
- 장소 : 강릉 세인트존스
- 사전등록 신청기간 : ~ 10월 21일(금), 사무국 이메일 신청(등록비 무료)



◆ 대한방사선방어학회 2023년 춘계 학술대회

- 일시 : 2023년 4월 26일(수) ~ 4월 28일(금)
- 장소 : 부산 한화리조트 해운대



◆ ISORD-11 국제학술대회

 웹사이트 바로가기

- 일시 : 2023년 7월 4일(화) ~ 7월 7일(금)
- 장소 : 한양대학교 HIT
- 초록제출기한 : ~ 2023년 3월 31일(금)까지

유관학회 및 국제행사

◆ 대한핵의학회 2023년 제61차 춘계학술대회

- 일시 : 2023년 4월 22일(토)
- 장소 : 부산항국제전시컨벤션센터(BPEX)



◆ 대한방사선종양학회 2023년 춘계학술대회

- 일시 : 2023년 5월 12일(금)
- 장소 : 부산 파라다이스호텔



◆ 제6회 아시아.오세아니아 방사선방호 학술대회(AOCP6)

- 일시 : 2023년 02월 07일 ~ 02월 11일
- 장소 : 인도 뭄바이

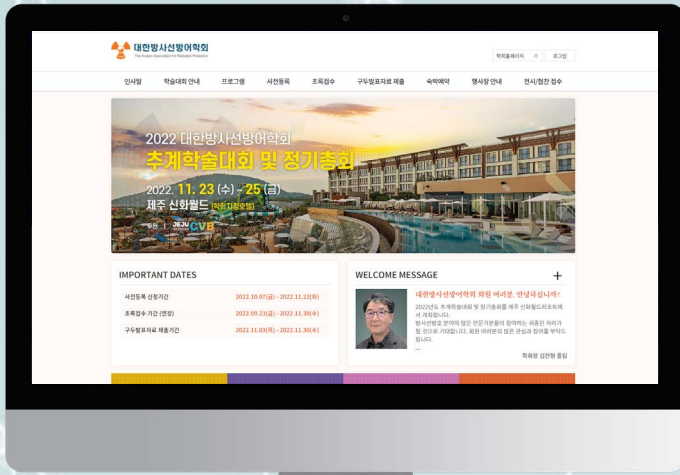
2022년 추계학술대회 및 제 46회 정기총회 개최

2022.11.23 ~ 25 / 제주 신화월드

• 대한방사선방어학회(학회장 김찬형)는 제주 신화월드에서 2022년 11월 23일부터 25일까지 "2022년도 추계학술대회 및 정기총회"를 개최하였다. 첫날에는 다양한 주제에 대해 심도있는 논의의 장을 마련하기 위해 워크숍들을 개최하였으며, 둘째날부터는 구두발표를 시작으로 심포지엄(주제: 방사선 안전을 위한 방호, 규제, 연구의 역할과 방향)과 제46차 정기총회를 개최하였다. 이와함께 다양한 방사선 관련 기업에서 최신 기술현황을 소개하는 '원자력 방사선관리 기술발표회'를 양일간에 걸쳐 개최하였다. 특히 이번 추계학술대회는 역대 학술대회 중 최대 인원이 등록함으로써 성황리에 개최되었다.

• 김찬형 학회장은 "지난 한 해 동안 특별회원사 모집, 학술지 국제화, 젊은 연구자 지원 등의 사업을 중점적으로 추진하였으며, 모든 회원들의 노력으로 우리 학회의 위상이 국내외적으로 한층 높아졌다"고 말했다. 정기총회에서는 수석부회장 선출을 위해 실시된 전자투표 결과를 소개하였고(당선인: 포항가속기연구소 이희석 박사), 학술지 우수논문상, iTRS방사선계측기술상, 젊은 연구자상 등 학회 발전에 기여한 회원들에 대해 시상하였다.

• 한편 1975년 창립된 대한방사선방어학회는 유해한 방사선 피폭으로부터 사람을 보호하는 방사선방호분야 전문 학회로 현재 약 2,000여명의 회원이 활동하고 있다. 또한, 대한방사선방어학회의 학술지인 JRPR은 SCOPUS에 등재된 국제학술지로 현재 SCIE 진입을 추진하고 있다.



KOREAN ASSOCIATION FOR RADIATION PROTECTION AUTUMN CONFERENCE



“제12회 원자력안전 및 진흥의 날” 훈장 및 국무총리표창, 장관표창 수상

원자력안전위원회, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부가 공동으로 개최한 “제12회 원자력안전 및 진흥의 날” 행사가 지난 12월 27일 서울 코엑스에서 개최되었다. 이번 행사를 맞아 우리 학회에서는 뛰어난 공적을 바탕으로 방사선 분야의 성장에 크게 기여한 회원들을 추천하였고, 총 3명의 회원이 훈장 및 표창 수상자로 선정되었다.

과학기술훈장 웅비장을 수상한 김교운 자문위원(제23대 학회장, 한국원자력연구원 책임연구원)은 스마트원자로 표준설계인가 취득과 해양원자로사업을 발굴하고 성공적으로 추진하여 원자로 설계 및 방사선 안전 분야에서 최고의 SMR 기술을 확보하는 데에 기여한 공로를 인정받았다.

이희석 부회장(제25대 수석부회장, 포항가속기연구소 수석연구원)은 대형방사선시설을 합리적으로 규제하기 위한 법률 개정을 주도하였으며, 후쿠시마 오염처리수에 대한 국민적인 우려를 해소하고 월성원전 주변의 안전성을 확보하여 방사선안전역량의 국제적 위상정립에 기여한 공로를 인정받아 국무총리 표창을 받았다.

김재현 청년위원(대우조선해양 책임연구원)은 국내 상황에 최적화된 최신 방사선방호 원천기술 도입으로 방사선 이용을 증진시키고, 방사선분야 전문성과 지도력으로 실무중심의 세계적인 전문인력을 양성하는 데에 기여한 공로를 인정받아 장관표창을 수상하였다.





2023년 수석부회장(26대 회장) 및 감사 2인 선출

수석부회장 (임기 2023.01.01~2023.12.31)

이희석 (포항공대 포항가속기연구소 수석연구원)

감사 2인 (임기 2023.01.01~2023.12.31)

감성천 전 KINS 국제원자력안전학교장

김영광 법률사무소 변호사

김성환 교수 제25대 대한방사선방어학회 회장 취임

임기 2023년 1월 1일 ~ 2023년 12월 31일

한중일호주 공동 특별 워크숍 개최

주 제 Current status and issues on the radioactive waste disposal

일 정 2022년 11월 25일(금) 09:00 ~ 10:45

장 소 제주 신화월드(중·일·호주 발표자, 참석자는 온라인 참여)



대한방사선방어학회 연구회 추가 신설

방폐물방호 연구회

 웹사이트 바로가기

- 회원으로 하여금 국내 방사성폐기물(중·저준위 및 고준위)로부터 사람과 환경을 안전하게 보호하기 위해 학술활동과 전문성을 함양하고 방사성폐기물 발생, 처리, 포장, 운반, 처분 등 관리과정의 방사선 안전관리를 위한 학문적, 기술적, 사회적 이슈를 발굴하고 방안과 해법을 제시한다.
- 초록(논문) 접수 모집 분야 : 중저준위 방사성폐기물, 사용후핵연료 관리 연구 포함

연구회 구성

연구회장 한국원자력환경공단 이성복

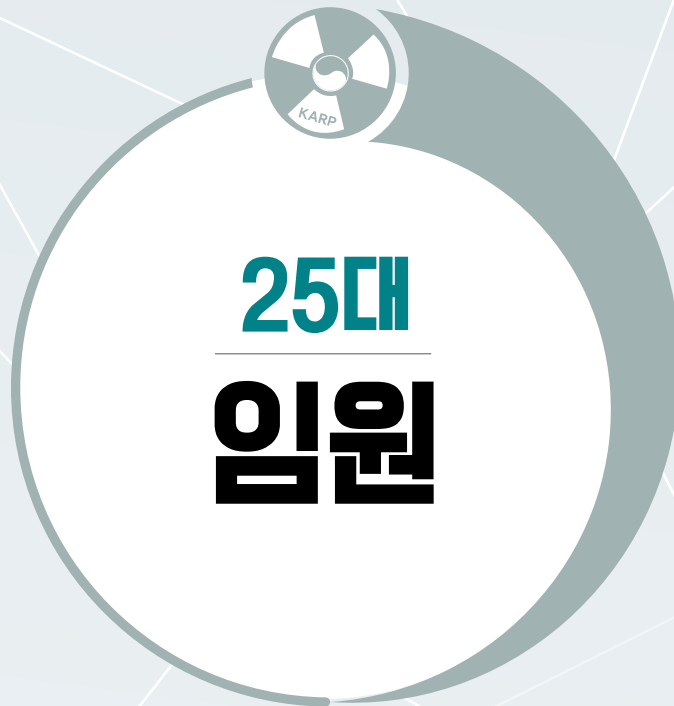
학술위원 위덕대학교 김희근

학술위원 한양대학교 김상태

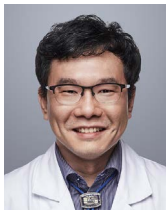
학술위원 세종대학교 박창제

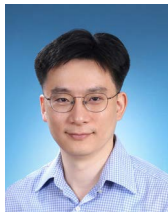
학술위원 한국원자력환경공단 김범인

학술위원 한국원자력연구원 박태홍



	직책	성명	현 소속	이메일
	회장	김성환	가톨릭대학교 성빈센트병원	kimandre@catholic.ac.kr
	감사	김성천	한국원자력안전기술원	kam@kins.re.kr
	감사	김영광	김영광 법률사무소	gloryup@naver.com
	수석부회장	이희석	포항공대가속기연구소	lee@postech.ac.kr
	부회장	정승영	한국원자력안전기술원	k504jsy@kins.re.kr
	부회장	김광표	경희대학교	kpkim@khu.ac.kr

	직책	성명	현 소속	이메일
	부회장	지익규	서울대학교 / 서울대학교병원	ekchie93@snu.ac.kr
	부회장	김희령	UNIST	kimhr@unist.ac.kr
	부회장	이진우	한국원자력연구원	jinwoo@kaeri.re.kr
	총무이사	서 희	전북대학교	hseo@jbnu.ac.kr
	총무이사	이주환	가톨릭대학교 성빈센트병원	rainonly@catholic.ac.kr
	재무이사	오영석	한국수력원자력(주)	khnpmroh@khnp.co.kr

	직책	성명	현 소속	이메일
	재무이사	서규석	한국원자력안전기술원	k648sks@kins.re.kr
	편집이사	민철희	연세대학교	chmin@yonsei.ac.kr
	편집이사	김기현	서울대학교	gk.rs@snu.ac.kr
	편집이사	성원모	가톨릭대학교	wsung@catholic.ac.kr
	학술이사	이원호	고려대학교	wonhol@korea.ac.kr
	학술이사	박지성	한국원자력연구원	jspark13@kaeri.re.kr

	직 책	성 명	현 소속	이메일
	국제협력이사	공태영	조선대학교	tykong@chosun.ac.kr
	국제협력이사	팽진철	서울대학교/ 서울대학교병원	paengjc@snu.ac.kr
	미래기획이사	신창호	한양대학교	gemini@itrs.hanyang.ac.kr
	미래기획이사	정윤선	한양대학교	ychung@hanyang.ac.kr
	의학이사	강건욱	서울대학교/ 서울대학교병원	kangkw@snu.ac.kr
	의학이사	김준원	강남세브란스병원	junwon@yuhs.ac

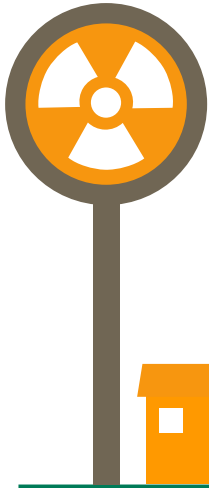
	직책	성명	현 소속	이메일
	대외협력이사	박태진	한국방사선진흥협회	tjpark@ri.or.kr
	대외협력이사	김정인	한국수력원자력(주) 방사선보건원	kim.jeongin@khnp.co.kr
	청년이사	장인수	한국원자력연구원	ichang@kaeri.re.krr

 한국수력원자력(주)	 한국원자력안전기술원 KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY	 한국원자력환경공단 KOREA RADIOACTIVE WASTE AGENCY
한국수력원자력(주)	한국원자력안전기술원 (KINS)	한국원자력환경공단
 한국원자력연구원 Korea Atomic Energy Research Institute		 한전원자력연료 KEPCO NUCLEAR FUEL
한국원자력연구원	방사선안전기술연구소	한전원자력연료(주)
 한국원자력의학원	 KINAC KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR MONITORING AND CONTROL	 (주)네오시스코리아
한국원자력의학원	한국원자력통제기술원	네오시스코리아
 SAMYOUNG UNITECH CO.,LTD.	 1주램텍 REMTECH	 (주)알엠텍 RADIATION TOTAL SOLUTION
삼영유니텍(주)	램텍(주)	(주)알엠텍
 ILJINRAD Your Radiation Partner	 (주)삼영검사엔지니어링 INSPECTION & ENGINEERING CO., LTD.	 RAD CORE
(주)일진라드	(주)삼영검사엔지니어링	(주)레드코어
	 Sunkwang T&S 선광티앤에스	 NET 엔이티 주식회사
주식회사 에스알에스테크놀	선광티앤에스(주)	엔이티(주)

		
엠이피(주)	영인에스티(주)	지앤지래드콘(주)
		
한국원자로감시기술(주)	핵광산업(주)	뉴클리어엔지니어링(주)
		
파프리카랩	(주)제브	에스아이디텍션(주)
		
한일원자력(주)	(주)위슨테크놀로지	고도기술(주)
		
(주)오르비텍	알디씨시스템(주)	에스에프테크놀로지(주)
		
(주)코라솔	씨지텍	세안에너텍(주)

 Saebit (주)새빛이엔이	 SCI www.scint.co.kr SANG CHUNG INTERNATIONAL Co.,Ltd.	 SHIN JIN MEDICS INC.
(주) 새빛이엔이	상정인터내셔널(주)	신진메딕스(주)
 NAWOO	 대한검사기술 (주) Korea Inspection & Engineering Co.,Ltd.	 Betagen
나우(주)	대한검사기술(주)	베타젠(주)
 새한산업주식회사 NEW KOREA INDUSTRIAL CO.,LTD. SINCE 1967	 (주)부경 에스.엠 BOO KYUNG S·M Co.,Ltd.	 W 광원 교역
새한산업(주)	(주)부경에스.엠	광원교역(주)
 Elekta	 (주)한진이엔아이 HANJIN ENI CO., LTD.	 동양검사기술(주)
(주)엘렉타코리아	한진이엔아이(주)	동양검사기술(주)
 PSK TECHNOLOGY	 LAONURI SENSE MEASURE & ANALYSIS	 Argus
(주)피에스케이테크놀로지	주식회사 라온우리	(주)아거스
 사립법인 한국원자력안전아카데미 KANS KOREA ACADEMY OF NUCLEAR SAFETY	 HOIL B · I · O · M · E · D	 하나원자력기술주식회사 HANA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.
(사)한국원자력안전아카데미	(주)호일바이오메드	하나원자력기술(주)

		
(주)오리온이엔씨	뉴케어(주)	(주)지스컴
		
엘에스이엔씨(주)	(주)베리안 메디컬 시스템즈 코리아	(주)에이블



방사선 기초지식

Basics of ionizing radiation

아동은 성인보다 몇 배나 더 위험하지 않은가?

아동이 성인보다 방사선에 민감하다는 데는 두 가지 이유가 있다. 첫째는 분열하는 세포가 방사선에 민감하다는 사실과 아동세포는 많이 분열한다는 사실이다. 둘째는 아동은 잔여 수명이 길기 때문에 방사선 피폭 후 암이 발생할 기회가 더 많다는 사실이다.

- 그 결과 <그림 1>처럼 남녀에 따라 차이는 있지만 영아는 평균적 개인에 비해 2.5~5배 정도 높은 위험이 있다.
- 그러나 <그림 1>에서 보듯이 소아만 더 높은 위험에 처하는 것이 아니라 여성도 남성보다 위험이 30% 이상 높다. 뿐만 아니라 개인적으로 보면 유전적으로 암에 취약한 사람은 다른 사람보다 위험이 몇 배 더 높을 수도 있다. 예를 들어 라돈 방사능에 노출될 때 흡연자는 비흡연자보다 폐암 위험이 20배 이상 높은 것으로 평가한다. 그럼에도 이러한 개인차 모두를 고려하여 서로 다르게 방호기준을 설정하면 복잡하여 운용이 매우 어렵기 때문에 ‘평균적 개인’을 기준으로 방호기준을 설정한다.

의도된 행위로 인한 일반인 방호기준은 매년 그 수준으로 일생동안 방사선을 피폭하는 것을 가정하여 설정된다. 이에 비해 민감한 아동기는 10년 정도이므로 그 기간에 방호기준 이하로 피폭한 것이 생애 총 위험을 과도하게 높이 증가시키는 것은 아니다.

중요한 사실은 아동도 예외 없이 자연방사선을 피폭한다는 점이다. 자연방사선 피폭량은 주거 환경에 따라 매년 2밀리시버트부터 10밀리시버트 이상까지 분포한다. 즉, 주거환경에 따라 매년 5밀리시버트 이상 차이날 수 있다. 이에 비해 일반인의 피폭 이슈는 대부분 비교적 단기간(몇 년 정도)에 연간 1밀리시버트보다도 작은 사건이다. 후쿠시마 사고로 우리 국민이 피폭하는 선량도, 도로의 방사는 오염사건에서도 그렇다. 다시 말해서 1밀리시버트도 되지 않는 피폭을 두고 아동의 민감성을 논의하는 것 자체가 무의미하다.

비교적 높은 선량을 피폭하는 경우라면 아동의 상대적 민감성을 고려해야 함은 당연하다.

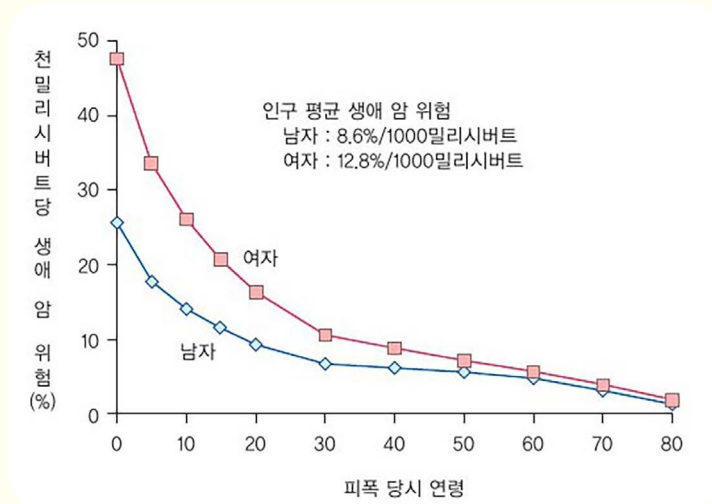
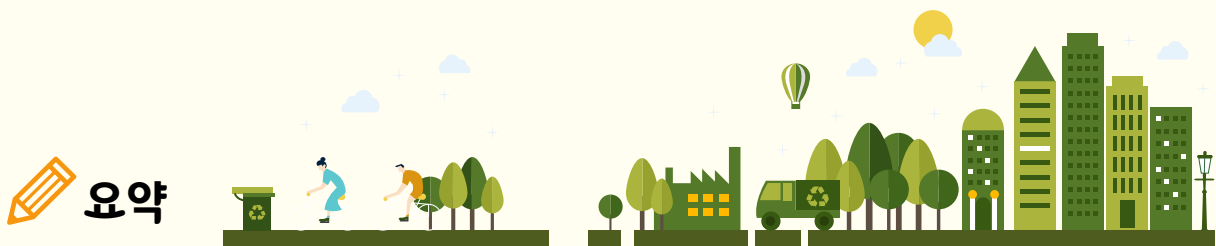


그림 1. 연령별 방사선유발암 위험 변화 추이; 아동의 나이를 몇 세로 보느냐에 따라 다르지만 성인에 비해 아동의 위험이 3~5배 높음.

후쿠시마 인근 오염지역에 주민 복귀 기준으로 연간 20밀리시버트를 설정한데 대해 아동의 민감성을 들어 반론이 제기되는 이유이기도 하다. 아동이 매년 20밀리시버트를 다년간 계속 받는다면 아동의 민감성을 고려할 때 과도하게 높다고 볼 수도 있다. 그러나 20밀리시버트 기준은 첫 1년간에 적용되는 것이며, 이후 제염이나 자연 감소에 의해 피폭여건이 개선됨에 따라 2년차는 5밀리시버트, 다음 해는 1밀리시버트 등으로 조정될 것이다. 즉, 방사선 피폭준위가 충분히 낮아질 때까지 몇 년을 기다림으로써 장기간 생활터전을 잃는 고통을 감수할 것인지 다소간 피폭을 감수하며 조기에 일상을 되찾을 것인지는 이해당사자들의 선택문제로 보아야 한다.



영아나 아동의 방사선 감수성이 성인에 비해 높은 것은 분명하다. 그러나 아동의 피폭이 문제되는 대부분 사건에서 피폭선량은 연간 1밀리시버트도 되지 않은 낮다. 자연방사선 피폭(평균적으로 연간 3밀리시버트)보다 충분히 낮다면 그 위험을 논의하는 것 자체가 무의미하다.



대한방사선방어학회
The Korean Association for Radiation Protection