

自然放射線으로부터 被曝線量値에 대한混亂

인류가 받는 방사선중에서 자연방사선으로부터의 피폭선량이 집단으로서 가장 크다. 또 인류가 지구상에 출현하였을 때 부터 끊임없이 자연방사선을 받으면서 오늘에 이르고 있으며, 앞으로도 변함이 없을 것이다. 따라서 방사선이 인류에 미치는 영향을 논할 때, 자연방사선으로부터의 피폭선량이 하나의 “기준”으로 되고 있다. 그래서 일반인에게 주는 원자력, 방사선의 해설이나 팜플렛 등에는 반드시라고 말해도 좋을 정도로 이 자연방사선으로부터의 피폭선량이 소개되어 있다. 대부분의 경우, 이 자연방사선으로부터의 피폭선량은 연간 100밀리렘으로 되어 있고, 그 출처는 “원자방사선의 영향에 관한 UN과학위원회(UNSCEAR)보고서”로 되어 있다.

이것은 분명히 틀린 것이다. UNSCEAR 보고서는 지금까지 10권 발간되었지만, 그 어디에도 자연방사선의 피폭선량 100밀리렘의 값은 나오지 않는다.

UNSCEAR보고서는 방사선영향, 방사선방어전문분야의 연구자에게는 잘 알려져 있고, 이 분야의 대표적인 학술보고서의 하나이다. 이 보고서는 지구상에 존재하는 모든 방사선원을 대상으로 하여 그 방사선/능 준위와 분포, 그것으로 부터의 피폭선량을 추정하고, 또한 사람에게 대한 방사선영향, 생물학적영향을 그 당시 세계 각국의 최신자료를 기초로 평가하여 정리한 것이다. 최근의 보고서는 1988년 보고서이다. 이들 보고서내에 자연방사선/능에 관

한 상세한 기술과 자료가 수록되어 있다.

UNSCEAR 1912년 보고서와 1977년 보고서에는 자연방사선으로부터의 피폭선량이 정리되어 있으며, 그 값은 100밀리래드이다. 이 내역을 표 1에 나타낸다. 오해가 없도록 1977년 보고서의 원문을 그대로 게재한다. 표에서 알 수 있는 바와 같이, 선량단위는 래드, 즉 생체조직으로의 흡수선량(신단위는 그레이, Gy)이다. 그리고 피폭은 체내피폭, 체외피폭, 모두 포함하고 있고, 그 속에는 중성자선, α선에 의한 것도 포함되어 있다. 추측하건데, 아마 이 100밀리래드를 100밀리렘으로 사용되지 않았는가 생각된다. 그러나 피폭선량을 래드, 즉 흡수선량으로 나타내는 것과, 렘, 즉 선량당량(신단위는 시버트, Sv)으로 나타내는 것과는 그 내용과 뜻은 전혀 다르다.

래드(rad)와 렘(rem)

지금까지의 단위인 흡수선량 래드는 다음과 같이 정의되고 있다.

$$1\text{rad} = 100\text{erg/g(질량)}$$

즉, 물질의 단위질량당에 흡수된 에너지량이다. 신단위는 그레이(Gy)이며, $1\text{Gy} = 100\text{rad}$ 이다.

방사선이 신체에 미치는 영향은 이 흡수선량에 따라 좌우된다. 그러나 방사선의 종류, 에너지에 따라 같은 정도의 영향을 주는 흡수선량은 달라진다. 따라서 방사선방어의 관점에서 신체적영향을 동일척도로서 추정할

표 1. ESTIMATED ANNUAL TISSUE ABSORBED DOSE FROM NATURAL SOURCES IN "NORMAL" AREAS

Compared with the estimates of the 1972 report (in parentheses)

Source of irradiation	Annual tissue absorbed dose (mrad)						
	Conads		Bone lining Lung cells		Red bone marrow		
External irradiation							
Cosmic rays :							
Ionizing component	28	(28)	28	28	(28)	28	(28)
Neutron component	0.35	(0.35)	0.35	0.35	(0.35)	0.35	(0.35)
Terrestrial radiation: (T)	32	(44)	32	32	(44)	32	(44)
Internal irradiation							
Cosmogenic radionuclide							
³ H (β)	0.001	(0.001)	0.01	0.001	(0.001)	0.001	(0.001)
⁷ Be (γ)	-	-	0.002	-	-	-	-
¹⁴ C (β)	0.5	(0.7)	0.6	2.0	(0.8)	2.2	(0.7)
²² Na (β+γ)	0.02	-	0.02	0.02	-	0.02	-
Primordial radionuclide							
⁴⁰ K (β+γ)	15	(19)	17	15	(15)	27	(15)
⁸⁷ Rb (β)	0.8	(0.3)	0.4	0.9	(0.6)	0.4	(0.6)
²³⁸ U- ²³⁴ U (α)	0.04	(0.03)	0.04	0.3	(0.3)	0.07	(0.06)
²³⁰ Th (α)	0.004	-	0.04	0.8	-	0.05	-
²²⁶ Ra- ²¹⁴ Po (α)	0.03	(0.02)	0.03	0.7	(0.6)	0.1	(0.1)
²¹⁰ Pb- ²¹⁰ Po (β+α)	0.6	(0.6)	0.3	3.4	(1.6)	0.9	(0.3)
²²² Rn- ²¹⁴ Po (α) inhalatio	0.2	(0.07)	30	0.3	(0.08)	0.3	(0.08)
²³² Th (α)	0.004	-	0.04	0.7	-	0.04	-
²²⁸ Ra- ²²⁸ Tl (α)	0.06	(0.03)	0.06	1.1	(0.3)	0.2	(0.06)
²²⁰ Rn- ²²⁸ Tl (α) inhalatio	0.008	(0.003)	4	0.1	(0.05)	0.1	(0.05)
Total (rounded)	78	(93)	110	86		92	1.2
Fraction of absorbed doses delivered by alpha particles or neutrons (%)							
	1.2	(1.3)	31	8.5	(4.1)	2.1	

필요가 있다. 그것은 흡수선량에 방사선의 종류에 따라 다른 계수를 곱해 주므로써 동일 척도로 만들수 있다. 그 계수로서 1962년에 국제방사선방어위원회(ICRP)는 생물학적효과와 관계가 있고, 물리적으로도 명확히 정의할 수 있는 수중충돌저지능(방사선이 통과할 수 증 1μm당 물에 흡수되는 에너지(keV/μm)를 채용하여 그 함수로서 선질계수 Q를 각 방사선에 적용시켰다. 그 값을 표 2에 나타낸다.

이 선질계수를 흡수선량에 곱하여 얻은 선량을 선량당량(단위:렘)으로 정의하여 방사선방어분야에서 사용하게 되었다. 즉:

$$H(\text{선량당량 : rem}) = Q(\text{선질계수}) \times D(\text{흡수선량 : rad, Gy}) \times N(\text{수정계수, = 1})$$

표 2. ICRP가 권고한 방사선의 선질계수

방사선의 종류	수중의 충돌 저지능(keV/μm)	선질 계수
X선, γ선, 전자	3.5 이하	1
알파중성자		2.3
에너지불명의 중성자*, 양자, 정지질량이 1amu 보다 큰 전자 1의 입자	53	10
에너지불명의 입자와 다중 전하의 입자 (및 전하 불명의 입자)	175 이상	20

* 에너지불명의 중성자는 1985년 파리성명에 따라 20으로 됨.

신단위는 시버트(Sv)이며, 1Sv=100rem이다. 이상과 같이 흡수선량(래드)과 선량당량

(렘)과의 사이에는, 특히 방사선의 종류에 따라서는 그 값은 크게 변한다. 표 1에 나타난 자연방사선의 성분에는 중성자와 α 선이 포함되며, 특히 α 이 차지하는 비율이 30%를 넘고 있다. 따라서 100밀리라드=100밀리렘으로 되지 않는다.

UNSCEAR에서는 1977년 보고서까지는 일관하여 흡수선량만을 사용해 왔다. 그것은 방사선으로 의한 신체적영향을 평가하는데 있어서 흡수선량이 그 기초가 되기 때문이다. 이것은 위원회의 기본이념의 하나였다.

그러나 UNSCEAR 1982년 보고서부터는 신체적장해(리스크)를 고려한 새로운 선량개념을 도입하여, 이것을 실효선량당량으로서 정의하였다. 이 실효선량당량은 ICRP의 것과도 기본개념은 같다. 단위는 선량당량과 같은 시버트이다.

UNSCEAR 1982년 보고서와 1988년 보고서에는 자연방사선으로 부터의 피폭선량을 실효선량당량으로 평가하고 있으며, 그 값은

연간 약 2밀리시버트(200밀리렘)로 되어있다. 표 3에 1988년 보고서의 표를 나타낸다. 표에서도 알 수 있는 바와 같이 합계선량은 2.4밀리시버트(240밀리렘)이며, 1982년 보고서의 2.0밀리시버트 보다 큰 값을 나타내고 있다.

이 차이는 세계의 거주인구분포대에서 우주선중성자성분이 고도에 따라 다른것을 보정한 것과, 가장 큰 차이는, 최근 세계각국의 라돈에 의한 피폭선량의 조사결과에서 수정증가한 것이다.

이 값은 세계의 1인당 평균치이지만, 북반구 중위도지대를 대표로 한 값이기 때문에, 우리나라의 자연방사선에 의한 선량도 이 값에 매우 가깝다고 볼 수 있다.

한편, UNSCEAR 1977년 보고서의 100밀리라드를 실효선량당량으로 평가하면 약2밀리시버트(200밀리렘)로 되기 때문에, 선량으로서는 전혀 모순이 없다.

이상 기술한 것이 UNSCEAR 보고서에 나와 있는 자연방사선에 의한 피폭선량의 값이다.

표 3. 자연방사선원으로 부터의 1인당 평균 실효선량당량의 추정치

방사선원	실효선량당량 (mSv)		
	외부선량	내부선량	합 계
우주선			
전리성 성분	0.30	-	0.30
중성자 성분	0.055 (0.021)	-	0.055 (0.021)
우주선생성 핵종 중 원시 방사성 핵종		0.015	0.015
⁴⁰ K	0.15	0.18	0.33
⁸⁷ Rb	-	0.006	0.006
²³⁸ U 계열:	0.1	1.24	1.34 (1.04)
²³⁸ U- ²³⁴ U		0.005	
²³⁰ Th		0.007	
²²⁶ Ra		0.007	
²²² Rn- ²¹⁴ Po		1.1(0.8)	
²¹⁰ Pb- ²¹⁰ Po		0.12	
²³² Th 계열	0.16	0.18	0.34
²³² Th		0.003	
²²⁸ Ra- ²²⁴ Ra		0.013	
²²⁰ Rn- ²⁰⁸ Tl		0.16	
합 계	0.8 (0.65)	1.6 (1.3)	2.4 (2.0)

* ()내는 1982년 보고서의 값

마음에 걸리는 일

최근의 소문에, 매우 마음에 걸리는 것은, 현재 여러 곳에서 사용되고 있는 자연방사선량 100밀리렘에 대하여, 전술한 최근의 UNSCEAR보고서에 있는 2밀리시버트(200밀리렘)와의 차이에 대한 설명으로, 라돈의 흡입에 의한 선량이, 별도로 100밀리렘을 가산한 결과 200밀리렘으로 된다는 것이다. 어떻게 해서 그렇게 되는지는 이해할 수 없다. 즉, 어느 UNSCEAR보고서를 봐도 라돈의 흡입에 의한 선량은 모두 자연방사선 피폭선량에 포함되어 있기 때문이다. 라돈만을 별도로 취급한다는 것은 우스운 일이며, 설명하기 어려운 일이다.

만약, 별도 100밀리렘에 대한 정당한 과학적 근거가 있으면 그것을 명확히 나타낼 필요가 있다. 과학적 근거에 의한 정확한 것을 이해하여 올바르게 전달하는 것이 여러가지로 신뢰를 얻을 수 있는 기본이 아닌가라고 생각한다.