

[시약]

a) 초산나트륨, 염산완충액(0.2M, PH<sub>5</sub>) : CH<sub>3</sub>COONa 3H<sub>2</sub>O 1.36 g 을 약 40m ℓ 물에 녹여 HCL(IN)로 pH5.0(37°C) 으로 조정하고 물로 50m ℓ 를 만든다.

b) 효소액 : β-글루쿠로니다제(H-2 Type,

시그마製, 글루쿠로니다제 : 130000 units/m ℓ, 설파타제 : 4000units/m ℓ 함유)를 위의 초산나트륨, 염산완충액(0.2M, pH5)으로 1/5로 희석한다

c) 내부표준액 : 1-부로모-2-클로르에탄올 25 μ g / m ℓ 이 되도록 메탄올로 희석한다.

**특수유해요인 측정법**      최근에 문제되는 있는 인자를 중심으로

# 전리방사선의 측정

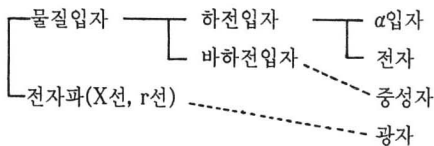
가톨릭의대 예방의학교실  
이 광 목

## 1. 머리말

측정방법 설명에 앞서 방사선에 관한 설명을 붙이고자 한다.

### a. 방사선

방사선은 마이크로 입자의 흐름이다. 이 마이크로 입자는 α입자(본래는 4He의 원자핵), 전자(β선등, 방사성 붕괴에 수반되어 물질의 원자핵으로부터 방출되는 전자선을 β선이라 부르는데 이 에너지는 연속 스펙트럼이다). 중성자, 광자(전자파, 구체적으로는 X선, r선 등이 있는데, 에너지가 전자파의 형태로 방출될때 이것이 원자핵의 여기상태(勵起)에 유래하는 것이면 r선, 원자핵외의 현상의 결과이면 x선이라 한다)를 들수 있다.



### b. 전리방사선

α입자나 전자와 같은 하전입자(荷電粒子)는 그 입자 에너지가 크면 물질에 입사되었을때 상대의 물질을 전리한다. 이와 같이 전리능력을 가진 방사선을 전리방사선이라 한다.

광자의 경우는 그 에너지가 크면 물질과의 상호작용【광전효과, 콤프톤효과, 전자대(電子對) 생성】의 결과 전리능력을 가진 전자를 생성한다. 여기에서 광전효과란 물질이 광을 흡수해서 자유롭게 움직일수 있는 전자, 즉 광전자를 방출하는 현상을 말하며, 콤프톤효과는 투사된 X선 보다 파장이 긴 X선으로 산란되는 현상이다.

중성자는 광자와는 달리 원자의 핵외전자계와의 작용은 없으나 입자에너지의 크기에 관계없이 원자핵과의 상호작용에 의해서 큰 에너지를 가진 하전입자나 광자를 방출한다. 그래서 X선, r선이나 중성자는 간접 전리방사선이라고 한다.

### c. 방사선의 선원(線源)

방사선의 선원은 우주선이나 유도핵 반응에 수반되어 방출되는 것을 제외하고는 ① 기계(X

선 발생장치, 각종 가속기)와 ② 방사성물질이라고 생각하면 된다. ①과 ②의 차이점은 ①은 인위적인 조건하에서 방사선을 발생시킬 뿐인 반면, 후자는 인위적 방사선의 발생을 억제할 수 없다.

방사능의 양은 방사성핵이 원자핵의 단위시간에 붕괴되는 수, 괴변율【단위 : Bq(배구렐, Becquerel)=dps(disintegrations per second). Ci=3.7x10<sup>10</sup> Bq로 표시된다】

방사능의 양의 측정은 원자핵이 붕괴될 때 방출되는 방사선을 측정하여 얻는다. 방사능을 B Bq1, 방사선 입자수의 계측치를 C cps(계수율 counts per second)라 하면

$$C = \eta B \text{【}\eta \text{는 검출계수(계수효율)이다.】}$$

d. 방사선의 측정이라는 것

방사선을 마이크로 입자의 흐름이라고 설명해도 머리에 쉽게 떠오르지 않는다. 이것을 물방울의 흐름인 비를 가지고 설명하여 본다. 방사선의 측정은 첫째는 비방울의 수를 세는 것과 같다(제1의 측정). 둘째는 비방울의 크기의 분포(제2의 측정)를 조사하는데 이것이 입자에너지 스펙트럼의 측정이다.

이때 비의 영향, 즉 비때문에 얼마나 젖었는

가 또는 홍수가 일어나지는 않을까 등을 생각할 때 입자의 수나 크기의 분포만 가지고 그 영향을 설명하기에는 부족하다. 그래서 실제로는 우량이 이용된다. 방사선의 경우도 피폭의 영향을 고찰할 때 입자수나 입자에너지를 생각하지 않고 방사선이 물질에 끼치는 효과의 크기를 잡아서 방사선량이라 부르는 것이다. 선량의 측정을 dosimetry라 한다.

방사선 효과로서 ① 방사선의 광자(X선, r선)인 경우 그 입사(入射)에 의해서 단위질량의 공기중에 생성되는 모든 전리의 크기(음, 양의 어느쪽의 이온에 의해서 운반되는 전기량)단위로는 Coulomb/kg air, 또는(렌트겐)=2.58x10<sup>-4</sup>C/kg air (제3의 측정), ② 임의의 물질의 단위질량에 대해서 임의의 방사선이 주는 에너지의 크기 단위로서 줄(joule)/kg=Gr(gray)(그레이), rad=1/100 Gy(제4의 측정)등 두가지가 쓰인다. 영향을 생각할 때의 기초량으로서는 후자가 합리적이다. 그러나 측정이 까다로워 X선이나 r선의 경우 조사량(照射量)을 측정하며 흡수량은 조사선량의 값으로부터 계산에 의하여 구한다.

$$D = 0.87 \frac{\mu^* m / \rho m.}{\mu^* a / \rho a} \cdot X$$

표1. 물질에 입사되었을 때의 방사선의 성질

	$\alpha$	$\beta$	X, r	n
상호작용의 메카니즘	전리·여기	전리·여기, 제동방사, 양전자 소멸	광전효과, 콤프톤 효과, 전자대 생성	핵과의 상호작용뿐
비적(飛跡)	직선	비직선	광자간은 직진	속중성자-핵과 상호작용할 때까지는 직진 열중성자-빠들게
비정(飛程) 투과력	小*	中*	大**	
비(比)전리 물질의 저지능	또는 大	小		

\*수 MeV의  $\alpha$ 입자는 종이 한장으로 차단,  $\beta$ 선을 수 mm의 프라스틱이나 알루미늄판으로 차단

\*\* 광자의 비정은 이론적으로 정의되지 않는다.

D=흡수선량(Rad)

X=조사선량(r)

$\mu^m, \mu^a$ 는 물질 m과 공기 a에 대한 질량 에너지흡수계수( $\rho$ 는 밀도)이다.

시간당 조사선량이 1r인 경우 공기의 흡수선량은 0.87 rad/h이고 물은 0.98 rad/h(1 rad/h)이다. 생체의 연(軟)조직은 물과 근사하다. 따라서 생체의 흡수선량 값은 조사량과 거의 같다(1r~1rad). 따라서 X선과 r선은 인체 영향을 생각할 때 r, rad, rem의 어떠한 값도 거의 같다고 본다. 그래서 방사선관리의 목적에는 이 흡수선량은 【선질계수(線質係數, 수중에서의 충돌저지능에 의존하는 계수), X선은 20,  $\beta$ , X, r선은 1, 고속 중성자는 20, 열중성자는 2.3이라는 근사치가 쓰인다.】를 곱한값, 선량당량을 사용한다.

이에 의해서 흡수에너지(흡수선량)가 같더라도 방사선의 종류나 입자에너지(선질이라 칭함)가 다른데에서 생기는 영향의 차이를 고려하는 것이다. 단위를 흡수선량과 같은 J/kg인데 이것이 선량당량을 나타낼때는 Gy가 아닌 Sv(시벨트)로 표시한다. 또 rad에 대응하는 선량당량의 단위는 rem으로 rem(1/100) SV이다.

요즘에는 조직별 확률적 영향을 고려한 위험도(위험계수)의 가중평균값, 즉 실효선량당량을 쓰기도 한다.

### e. 방사능 측정의 어려움

방사능은 물질에 입사되었을때 선종에 따라 그 영향이 다르다. 또 같은 선종에서도 이것이 갖는 입자에너지(선질)에 따라 성질(투과력등)

이 다르다. 따라서 이들의 측정에 사용되는 측정기능 한가지만으로 부족하여 여러가지가 개발 사용되고 있다. 그래서 어떤 방사선의 장(場)을 측정하고자 할때, 선종, 선질에 따라 어떤 측정기를 사용할것인지가 우선 문제된다. 잘못 선택하면 측정치가 다를수 있고 때로는 측정자체가 안되는 수도 있다.

### f. 측정내용

산업위생상 필요한 측정은 다음과 같이 구분하여 생각하는 것이 좋다.

- ① 조사선량의 측정
  - 공간선량율의 측정
  - 개인 피폭선량의 측정
- ② 방사능의 측정
  - 공기오염
  - 물의오염
  - 표면오염

그리고 실제로 측정에 임했을때는 일반적 기본적인 의미를 파악하고 사용측기를 충분히 검토한 후 선택한다. 그리고 될수 있으면 전문가의 의견을 듣는것이 좋다. 초보자들은 다른 측정과 달리 쉽게 측정되는 것이 아니라는 것을 명심하여야 한다.

실제 측정기의 종류는 전리상(電離箱) (ion-chamber형)식(x, r선 측정용), Geiger-Mueller 검출기 (재래형은  $\beta$ , X, r선용) 반도체 검출기, scintillation 검출기, Thermo Luminescence Dosimeter, 사진유제 등 다양한데 자세한 측정기의 설명과 측정방법은 다음호로 미룬다.

