

알기쉬운 방사선 생물학

- 방사선의 생물에 미치는 영향평가의 이해를 위해 도움이 되는 용어적 설명을 중심으로...

김 희 선

한국수력원자력(주), 방사선보건연구원, 수의학박사

우선, 방사선의 생물학적 영향에 대하여 이해를 하기 위해서는 방사선 생물학, 방사선 유전학, 방사선 물리학 그리고 방사선 화학 등에 대한 최소한의 지식의 뒷받침이 있어야 하지만 용어의 전문성이 높아서 용어적 해석만을 위해서도 많은 시간이 소용될 것으로 생각이 된다. 특히, 방사선의 생물에 대한 영향을 평가하기 위해서는 세포유전학적 지식을 바탕으로 하는 방사선의 급·만성 방사선 효과에 대한 설명이 필요할 수 밖에 없기 때문에 앞에서 열거한 분야들이 상호 보완되어야 한다고 생각이 된다. 본 투고에는 우선적으로 방사선 환경에 대하여 열거하면서 방사선 노출 형태들과 생물학적 영향에 대하여 최소한의 용어적 설명을 중심으로 기술하고자 한다.

1. 우리 생활 속에서 밀접하게 활용되고 있는 방사선

방사능·방사선이 본격적으로 이용되기 시작한 것은 1950년대부터지만, 지금은 한국에도 방사선 식품조사, 원트겐 촬영 같은 의료적 적용 그리고 선박의 미세균열 검사와 같은 산업적 응용 등을 포함한 활용성이 급격히 증대되고 있을 뿐만 아니라 이미 인지하지 못하고 있는 동안에 우리의 생활에 밀착되어 있다고 이야기를 해도 과언이 아니다.

방사능·방사선의 이용에 대하여 크게 세가지로 구별하여 설명할 수 있다 (표1). 첫째로, 방사선의 검출감도가 예민하다는 것을 이용하여

추적자로서 활용할 수 있다. 한가지 예로서, 유해한 비소나 수은화합물이 체내 장기에 어느 정도 축적하는지를 알아보는 경우에 일반적으로 무시될 수 있는 양에서도 방사능은 충분히 강하기 때문에 간단히 신체 동역학적 양상을 분석하는 것이 가능하다. 이와 같은 원리를 응용하여 화학반응의 추적이나 유전자 공학연구에 폭넓게 이용되고 있다.

둘째로, 방사선의 투과, 흡수, 전리, 화학작용, 생물작용 등을 이용하는 방법이다. 렌트겐 촬영 등에 의한 진단은 방사선의 투과작용을, 의료용 주사침등의 방사선 멸균은 그의 생물작용을 이용한 것인데 대표적인 예라고 할 수 있다.

최근, 국내에서도 수행되고 있는 감자의 방사선 조사에 의한 발아방지도 대표적인 이용예의 하나이다.

셋째로, 방사성 물질은 불안정한 물질이기 때문에 시간이 경과하면서 붕괴되는데, 그 빠른 정도는 물질의 종류에 의해서 결정된다. 이런 붕괴 정도를 이용하여 방사성 물질을 고고학적 가치를 알아보기 위한 도구로 이용하는 방법도 있다. 즉, 방사성 물질의 물리학적 또는 생물학적 반감기를 이용하는 방법이라고 할 수 있는데 물체의 형태가 만들어질 때 함유된 방사성 물질의 양을 알 수 있다면 현재 남아있는 방사성 물질의 양을 측정하여 연대를 계산하는 일이 가능하다.

이런 이용법들은 우리가 인식을 못하고 있을 뿐이지, 이미 우리 생활에 밀착되어 이용되고 있기 때문에 구별하여 세부적으로 설명하는 것은 어렵다. 그러나 확실한 것은 의료와 산업 분야에서 활용의 예를 보기로 하여 소시지를 포함한 육류식품의 장기적 보관이나 감자 등의 발아방지를 위한 방사선 조사 등 이미 수의학 분야에도 깊숙이 이용되고 있기 때문에, 나름대로의 지식을 가지고 상황별로 대처하려는 자세를 지금이나마 갖지 않으면 안 될 것으로 생각이 된다.

표 1. 우리 생활 환경 중의 방사선과 방사능 물질의 이용

방사선 식품조사	소세지 멸균 및 장기보관 감자 발아 방지 과일살균 및 보관
----------	--

학문적 이용	농작물 육종 및 품질개선 유전자공학 화합물 합성 고분자 중합 연대측정
산업적 이용	비파괴검사 용접검사 조류, 수류 조사 원자력발전 원자력선 핵융합로 해수탈염
의료적 이용	질병진단 및 치료 X선 검사

2. 방사능=방사선이 아니다.

방사능이나 방사선은 우리주위 어디에든 있는 일반적인 것이라고 생각하면 편리할 듯 싶다. 방사능이라고 하는 것은 불안정한 원자핵(양자와 중성자 등의 적은 입자가 조합되어 형성됨)이 방사선을 내면서 붕괴해 별개의 원자핵으로 변화하는 능력을 말하며, 방사능을 갖는 물질을 방사성 물질이라고 한다. 방사선은 공간을 이동하는 에너지의 흐름으로 텔레비전이나 라디오의 전파도 그의 일종이다. 방사성 물질로부터 나오는 방사선에는 알파선, 베타선, 감마선이 있으며, 원자핵이 붕괴할 때 방출되는 중성자도 있다.

3. 방사선의 종류와 성질 그리고 방사선의 영향은 “투과력”과 “전리능력”으로 결정된다.

방사성 물질로부터 나오는 저마다 별개의 에너지를 가지고 있는 방사선들은 “투과력”의

차이를 보인다. 알파선은 무겁고 속도가 늦기 때문에 수 센티미터의 공기층이나 종이 한 장도 투과를 못하는 반면에, 베타선은 전자의 흐름으로 가볍고 속도도 빛의 속도와 비슷한데 얇은 플라스틱판 등을 투과한다. 상대적으로 감마선은 전자파로서 속도도 빛의 속도와 같고 투과력 역시 매우 강하기 때문에 차폐를 위해서 두꺼운 콘크리트나 납판이 필요하며 베타선과 비교하여 보면 에너지가 높은 만큼 강한 투과력을 보인다.

방사선이 물질에 도달하면 이온화(+나 -이온) 되는데 “전리능력”이라고 부른다. 전리능력은 알파선이 제일 강하고 베타선, 감마선의 순으로 약하게 된다. 투과력과 전리능력을 한꺼번에 모아서 생각해 보면, 알파선은 외부 피폭시에 피부를 통과하지 못하고, 베타선은 피부아래 근육층까지 영향을 미치며, 감마선은 인체를 투과할 수 있는 능력을 가지고 있기 때문에. 그러나 방사성물질이 체내에 들어오면, 알파선이 무엇보다도 영향을 크게 주는 물질로 된다.

방사선은 알파선, 베타선, 감마선 외에도 중성자, 양성자선, 전자선, X선 등이 있다. 이것들은 핵분열이나 핵 반응에서 유래되기도 하며 가속기 등을 사용해서 인공적으로 만들 수도 있다. 또한, 원자로 안에서 우라늄의 핵분열에 의해서 발생하는 중성자는, 그 자체의 수명이 있어서 15분의 반감기(수가 반으로 되는 시간)로 양성자와 전자 그리고 중성자로 붕괴되고 만다. X선은 감마선과 같은 에너지 크기의 광선의 일종으로서 렌트겐 검사등에 이용되고 있다. 방사선이 물질에 도달하면 갖가지 작용을

하지만 최종적으로는 열 에너지로 변한다.

4. 방사능의 단위는 벡켈(Bq), 방사선의 단위는 밀리시벨트(mSv)

방사능의 양은 바꾸어서 말하면 방사성 물질의 양이 된다. 방사성 물질도 화학물질이며 일상적으로 받아들이는 양은 매우 미량이어서 표현하기가 어려운 관계로 큐리(Ci)와 Bq과 같은 별개의 단위를 사용한다. 기존에는 Ci단위만이 사용되었지만, 방사선 규제 법률이 변하면서 근래에는 Bq단위로 통일되어 사용되고 있다.

1Ci는 방사성 물질이 1초간에 3.7×10^{10} 개로 괴변(깨져서 별개의 물질로 변하는 것)하는 양으로서 그의 1,000분의 1을 밀리큐리(mCi), mCi의 1,000분의 1을 마이크로큐리(μ) 그리고 μ Ci의 1,000분의 1을 피코큐리(pCi)로 하는 단위가 사용되고 있다. 방사능의 측정치는 보통 1분당 카운트 수로 표현하고 있지만, 반대로 방사성 물질로부터 나오고 있는 방사선을 전부 측정할 수 있는 장치로서 1pCi의 방사능을 측정해 보면 실제로는 1분당 2.22카운트로 된다.

Bq도 방사성 물질의 양을 표시하지만, 이것은 1초당 한 개의 괴변에 해당하는 양이다. 즉, Ci와 비교하면 매우 적은 수치이기 때문에 pCi와 비교하면 다음과 같다.

$$1\text{Bq} = 27\text{pCi}$$

다시 말해서, 새롭게 사용되는 단위의 Bq를 종래의 단위 pCi로 환산하기 위해서는 27배로 계산하면 된다.

방사선의 영향을 생각하는 경우에는 조사선량,

흡수선량 그리고 선량당량이라는 단위를 방사선의 종류에 상관하지 않고 사용하고 있다.

조사선량의 경우는, 공기 1Kg에 1쿨롱의 이온을 만드는 감마선 또는 X선의 양으로서 쿨롱/Kg을 단위로, 흡수선량은 물질 1Kg당 1주울의 에너지 흡수가 있는 경우의 선량으로 그레이(Gy)를 단위로 하고 있다.

선량당량은 흡수선량에 인체장기 각각 흡수선량인 수정계수를 가산한 것이다. 이것은 인간의 경우, 같은 선량을 받았어도 방사선이 선원에 따라서 인체에 미치는 영향을 나타내는 방법이 다르기 때문에 례렘(rem)이라고 하는 단위가 사용되었지만, 새로운 단위로서는 Sv를 사용하고 있다. 여기에 인간에 대한 방사선의 영향(피폭선량)을 생각한 경우에는 rem과 Sv단위를 사용하지 않으면 안 된다. rem과 Sv를 비교하면 다음과 같다.

$$100\text{rem} = 1\text{Sv}$$

그러나 일반환경에서는 이와 같이 큰 선량에 노출되는 경우가 없기 때문에 rem이나 Sv는 사용하기 어려운 관계로 그것의 1,000분의 1 크기의 밀리렘 (mrem)이나 mSv단위가 사용되고 있다.

5. 지구에 쏟아져 내리는 우주선

인류는 우주선이라고 하는 방사선을 항상 받고 있다.

앞에서 방사능과 방사선은 우리들 주위에 존재하는 것이라고 기술하였다. 지구상에는 약 100 종류의 천연 방사선 물질이 폭 넓게 존재하고,

우리 머리위에 항상 우주선이 쏟아져 내리고 있다.

우주선은 단일 방사선이 아니며 많은 방사선이 혼합되어 있다. 우주선의 기원은 은하계의 초신성 폭발이나 태양이라고 생각하고 있다. 양자를 주체로 하는 입자가 우주공간으로 가속되어 지구를 향하여 입사하면 1차 우주선, 그것이 지구 대기중의 원자와 충돌하여 생성하는 2차 우주선이 된다. 우주선은 지구를 향해서 진행해오면서 일부는 지상 수 백 킬로미터 높이의 자장에 포획되고, 반-알렌대라고 불리는 방사선 강도가 높은 층상의 공간을 만든다. 또한, 에너지가 큰 우주선은 지구를 향하지만, 그 수는 1-2개 (1평방센티/1초)의 비율로 된다. 지구를 둘러싸고 있는 대기에 돌입하면 산소나 질소, 알곤 등의 원자에 충돌해서 핵반응을 일으켜서 방사성 물질이라든지, 중성자, 전자 등을 만든다. 또한 중성자는 산소나 질소 등의 원자와 핵반응을 일으켜, 방사성 탄소 등을 만든다. 그러나 대부분의 우주선은 지표면까지 도달하기 전에 흡수되고 말지만, 우주선 가운데 뮤-중간자와 같은 고 에너지 입자는 지하의 심층부위까지 도달하는 것도 있다.

우주선의 강도는 옛날부터 현재까지 거의 일정하지만, 지상으로부터 높이에 비례하여 강하게 된다. 해수면의 강도를 1로 하면 해발 4,500미터에서는 5, 16,500미터에서는 75정도로 강도가 급속하게 높아지게 된다. 이런 이유로, 지구상공을 비행하는 비행사나 승무원 등은 우주방사선에 의한 피폭을 많이 받을 수 밖에 없다.

6. 지구의 역사는 방사성 물질의 역사이다

지구상의 생명은 대량의 방사성물질에 둘러싸여서 진화되어 왔다. 방사성 물질이 어떻게 해서 자연에 존재하고 있을까라는 것을 생각해 보면, 자동적으로 원소의 탄생, 천체의 탄생과 같은 문제로 파고 들어가게 된다. 상식적으로 우주는 아주 옛날부터 존재하였기 때문에 앞으로 영원히 변하지 않을 것이라고 생각할 수 있지만, 실은 우주에 무수히 존재하는 별들도 동식물과 같이 탄생해서 성장하고 결국은 노쇠해 간다. 장시간에 걸쳐서.....

그러면, 천체는 도대체 어떻게 해서 생겨났단 말인가? 거기에 대해서는 일반적으로 다음과 같이 생각되고 있다. 다시 말해서, 수소를 주체로 하여 우주에 떠다니는 물질이 자기 자신의 무게를 수축시켜서 별을 만들기 시작하고, 이런 가스가 수축하면 이 에너지는 열로 변성되어 고온으로 된다. 고온으로 되면 수소나 헬륨 연소라고 불리는 핵융합반응이 일어나 점차로 무거운 원소를 만들고 이 무거운 원소는 순차적으로 보다 무거운 원소를 만들어낸다. 이 반응이 60억년 정도 계속되어 탄생된 것이 2억년정도 걸려서 굳어진 다음 순차적으로 태양계와 같은 별의 그룹을 만들어졌고, 과정의 결과로 지구가 탄생되었다고 생각하고 있다.

지구가 탄생해서 약 46억년 경과되었다고 추정하고 있지만, 이와 같이 지구는 많은 핵반응에 의해서 생성된 먼지로부터 생겨났기 때문에 지금도 지구에는 많은 종류의 방사성원소가 존재한다는 것이다. 우라늄과 토륨은 지구 탄생

순간부터 다량으로 존재하고 있던 원소이지만, 네뮬니움등과 같은 원소는 지구탄생 때에는 다량으로 존재하고 있었다고 생각이 되지만 불안정하고 수명이 짧아 대부분 소멸해 버린 방사성 원소도 있다. 또한 지구상에 생명이 탄생한 30억년 전에는 지금보다 방사능의 수준이 상당히 높았을 것이라고 생각할 수 있지만, 지구상에 인류가 나타난 200만년전과 현재는 지구역사로부터 본다면 극히 짧은 시간밖에 경과되지 않은 것으로 되기 때문에 방사능의 수준도 큰 차이가 없다고 할 수 있다. 이런 방식으로 추론을 하려 보면, 우리 인간을 포함해 지구상의 생물은 이와 같이 대량의 방사성물질에 포위되어 진화발전을 해 왔다고 할 수 있다. 지구의 지각내에 포함되어 있는 방사성 물질의 총량은 1억 큐리의 1,000만배 정도로 추정되고 있지만 지구상의 한 장소에 집중하는 일이 없이 비교적 균일하게 분포해 있기 때문에 우리 인간에 피해주는 일이 없이 지열로서 지구 열의 유지에 역할을 톡톡히 담당하고 있다.

7. 방사성 낙하물이라는 것은 무엇인가?

방사성 낙하물이라고 하는 용어에 대해여 들어 본 적이 있을 것이라고 생각하지만, 이것은 하늘에서 떨어지고 있는 방사성 물질에 대한 용어적 정의이다. 다시 말해서, 방사성 낙하물은 미세한 방사성 물질의 먼지로서 일기가 좋을 때도 중력에 의해서 차제로 떨어지지만, 비가 내리는 경우에도 빗물과 같이 내린다. 방사성 낙하물의 측정은 실외에 설치한 포집 필터나 대량의 빗물을 받아서 그 가운데의 먼지를 모아서 수행한다.

방사성 낙하물의 양이 매우 높았던 때는 1960년대로서, 미국과 구 소련이 대형 핵 실험을 빈번히 수행하였던 무렵이다. 대형의 핵 폭발이 일어나면, 그 주위에 방사성 낙하물이 떨어지는 것은 물론이고, 폭발의 위력이 큰 경우에는 그 연기는 쉽게 성층권까지 쉽게 도달하게 된다. 그리고 방사성의 먼지는 대류권을 넘어 수 천 킬로미터까지 날아 올라가서 성층권에 도달하고, 성층권의 먼지는 바람과 함께 지구를 돌면서 수년간도 걸쳐서 아주 서서히 지구에 떨어져 내리면서 전 세계적인 오염을 일으킨다. 핵 병기라고 하는 것의 개발을 위해서 공포스러운 방사선 환경오염까지 일으키기 때문에, 많은 나라가 핵 폭발실험에 강하게 반대를 하고 있다고 여겨지며 당연한 일이라고 생각한다.

한편, 핵 폭발실험 뿐만 아니라 천연 방사성 물질로부터 유래하는 방사성 낙하물도 환경 중에 나타난다. 예를 들어, 지상의 토양이나 암석층의 라듐으로부터 생성된 라돈은 기체이기 때문에 공중에 올라가서 괴변해서 납-210이라고 하는 방사성의 고체 미립자로 되어 먼지와 함께 지표면에 떨어지는데 방사능 물질이면서 자연 방사성 낙하물이다.

납-210의 근원인 토양이나 암석층의 라듐 함유량은 대부분 일정하기 때문에 라돈의 발생량도 일정하므로 여기에서 생성되는 납-210낙하량도 일정하게 된다. 이와 같이 낙하한 납-210은, 호수, 댐 등에 침전되고 뭉쳐지는데 시간의 경과와 더불어 침전두께가 다르게 나타나고, 반감기 역시 다르게 나타나기 때문에 오염정도를 검사하는 방법론으로 이용하기도 한다.

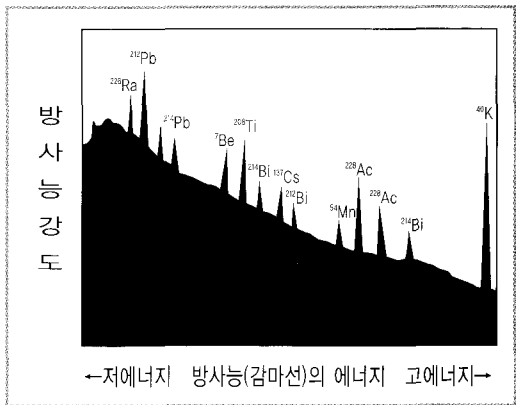
핵 폭발에 의해서 환경으로 출현된 세슘-137도 같은 경향을 보이는데 호수등에 침전된 농도를 층별로 조사함으로써 시대의 흐름에 따른 오염도를 판단하기도 한다. 이것은 지상에 낙하하는 세슘-137의 양이 세대에 따라서 크게 변했다는 사실에 의해서 가능하게 되었다.

8. 환경중에 존재하는 방사성 물질

보통의 흙에도 방사능이 가득하다.

지구상에 존재하는 방사성 물질에는, 지구가 생겨난 순간부터 계속해서 포함되어 있는 것, 우주선과 대기의 반응으로서 생겨난 것, 핵 폭발실험으로 생겨난 것 등이 있다는 것을 이미 기술하였지만, 여기에서는 구체적으로 일상적으로 환경 중에 보이는 방사성 물질의 예를 들어가면서 기술해 보고자 한다.

그림 1. 토양 중에는 감마선을 내는 갖가지 방사성물질이 포함되어 있다.



인간은 대지와 호흡을 같이 하면서 살고 있기 때문에 우선적으로 토양에 대하여 살펴보자. 그림 1에 나타난 감마선 양상처럼 다종다양한 방사성 물질이 포함되어 있다.

이것은 약 1Kg의 토양을 폴리에틸렌 용기에 넣어서 게르마늄 반도체 검출기라고 부르는 고성능 측정기로서 측정한 것이다. 이것은 다양한 종류의 방사성물질이 섞여져 있다고 해도 그것들 각각으로부터 나오는 감마선 에너지가 다르기 때문에 가능한 모든 방사성 물질을 동시에 측정할 수가 있다. 그러나 유감스럽게도 알파선과 베타선은 이 장치로 검출하거나 측정을 할 수 없다.

그림1의 횡축은 에너지관계이며, 우측에 가까울수록 높은 에너지의 방사선을 표현한다.

그림1의 종축은 방사선 강도, 다시 말해서 방사성 물질의 양에 따라서 표현되고 있다. 첫번째 우측의 높은 피크는 칼륨-40에 의한 것으로서 토양 가운데 무엇보다도 다량으로 존재하는 방사성 물질의 하나이다. 그 외에 납 (Pb), 비스무스(Bi), 악치늄(Ac) 등의 방사성 물질의 피크들이 보이지만 이것은 천연 우라늄(U)이나 나트륨이 붕괴해서 생성된 방사성 물질이다.

또한, 세슘-137(¹³⁷Cs)과 망간-54(⁵⁴Mn)의 적은 피크도 보이고 있는데 이 두개는 핵 폭발실험에서 유래된 방사성 물질이다. 우주선과 대기의 반응으로 생겨난 방사성 물질로 베리륨-7(⁷Be)이 관찰된다.

토양 중에 존재하는 이런 방사성 물질들은 식물의 영양분으로 흡수되어 먹이사슬 고리를 거쳐서 야채나 과실을 통해서 동물을 포함하여 인체내로 흡수된다. 토양 중에는 이런 물질 이외에도 감마선을 내지않기 때문에 측정장치에 검출되지는 않지만, 우라늄, 토륨, 스트론튬-90(⁹⁰Sr), 방사성탄소(¹⁴C) 등 많은 방사성 물질을

포함되어 있다.

한편, 우리들을 싸고 있는 대기중에는 기체상태의 방사성 물질인 라돈, 방사성탄소, 트리튬(³H), 푸류토늄-85(⁸⁵Kr) 등의 방사성 물질이 부착된 미세한 먼지가 포함 되어있다. 만약 비가 내리게 되면 이런 방사성 물질들이 비와 함께 지상에 하강하게 되기 때문에 지표면 가까운 공간에서 방사선량이 현저하게 높게 된다.

9. 건조한 버섯 1kg당 670Bq의 천연 방사능이!

우리들이 매일 먹고있는 물이나 음식물 가운데 방사성 물질이 포함되어 있으나, 우리주위에 천연과 인공 방사성 물질이 많이 있다는 것을 상기하여보면 이상하게 생각하거나 오해 할 것 하나도 없다.

천연수라고 이야기 하는 하천수, 호숫물, 빗물 등에는 라돈이나 트리튬 등의 방사성 물질이 포함되어 있다. 라돈의 함유량은 표면수 보다 지하수에 높게 나타나는데 이것은 라돈이 지하의 암석으로부터 지하수로 녹아 들어오기 때문이다. 트리튬은 상층대기로부터 지표면에 하강해 오는 방사성 물질로서 지하수에서는 깊이에 비례하여 농도가 낮게 나타난다. 트리튬이 200-300미터 깊이의 지하수까지 도달하는 데는 시간이 많이 걸리게 되고 과정 중에 괴변되면서 사라지고 말기 때문에 농도는 특별한 장소를 제외하고 0으로 된다.

한편, 우리가 일상 섭취하고 있는 식품도 우리의 생활환경권에서 물을 섭취해 가면서 생육한 것이기 때문에 여러 가지 방사성 물질을

포함할 수 밖에 없는데 가장 많은 것이 칼륨-40이다. 칼륨은 생체 내에서 중요한 역할을 하고 있기 때문에 사람은 식품을 통하여 섭취할 필요가 있고, 인체내 칼륨의 0.012%는 방사선을 방출하는 칼륨-40이라고 하는 천연 방사성 물질이다. 식품에는 칼륨-40외에도 방사성탄소, 트리튬, 납-210, 폴로늄, 라지움 등 여러 가지 방사성 물질이 포함되어 있다. 과거에, 핵 폭발 실험이나 체르노빌 원자력발전소 사고로 환경에 방출된 세슘-137이 식품에서 상당히 검출된 적이 있지만, 천연의 방사성 물질의 양에 비교해 보면 극히 적은 것이다.

10. 인체 중에 포함되어 있는 방사성 물질 체내의 방사성 물질은 무한히 축적하는 물질이 아니다.

천연이나 인공 방사성 물질을 포함한 물이나 식품에 의존하여 생활을 하고 있는 우리의 체내에는 당연히 방사성 물질이 포함되어 있다. 칼륨-40이 대표적이라고 할 수 있으며, 이 외에도 수 종류의 천연 또는 인공 방사성 물질이 포함되어 있지만 중요한 것을 방사성 단위로 표현해 보면 표2와 같다.

표 2. 인체내의 방사성 물질 농도

방사성 물질	인체 내에 포함된 양 (70Kg 기준, Bq)
칼륨-40	4667
탄소-14	2852
루비듐-87	596
납-210 또는 폴로늄-210	5.2-104

사람은 이런 방사성 물질에 의해서 체내(내부 피폭)와 체외(외부 피폭)에서 방사선을 받고

있다. 방사성 물질을 포함한 식품을 계속해서 먹게 되면 결국에는 체내에 축적되어 방사능 인간으로 될 것으로 생각하는 사람도 있지만, 체외배출 역시 동시에 이루어지기 때문에 일정한 시간이 지나게 되면 체내에서 방사능 수준이 그 이상 증가하는 일은 없다. 칼륨-40은 식품으로서 매일 먹을 수 밖에 없지만 체내 칼륨-40은 항상 일정량으로 유지되는 것이 하나의 예가 될 수 있다.

또한, 방사성 물질은 물리학적 및 생물학적 반감기로서 표현되는 수명이 있어서 체내에서 매일 조금씩 감소해 가기 때문에 반감기가 약 1주간인 요오드-131같은 것은 빠르게 소멸되고 만다. 한편, 반감기가 약 30년인 세슘-37등의 경우는, 체내에서 30년 이상 축적되어 있을 것으로 생각할 수 있지만, 30년이라고 하는 것은 세슘-137이 본질적으로 가지고 있는 물리적 반감기이며 실제로는 약 100일의 반감기(생물학적 반감기)로서 체외로 배출 된다. 이상과 같은 이유로서, 천연 방사성 물질을 매일 식품을 통하여 먹고 있는 우리체내 방사능 수준은 일상 동안 일정하게 유지된다.

11. 방사선은 어떻게 측정할 수 있나? 목적에 맞추어 갖가지 측정기(장치)가 있다.

방사선은 눈에 보이지 않지만, 무엇보다도 정밀하게 측정할 수 있다. 측정시에는 방사선이 물질에 부딪쳐 이온화 한다든지, 빛을 낸다든지 하는 현상을 이용한다.

그러나 한마디로 방사선측정을 이야기하고자 해도, 방사선의 종류, 에너지, 선량 등에 의해서 갖가지 적당한 방법을 적용하여야 하기 때문에

굉장히 복잡해서 한 마디로 요약해서 설명하기는 곤란하다. 여기에서는 자주 사용하고 있는 두 세계의 측정장치에 대해서만 예를 들어가면서 이야기하기로 한다.

방사선 측정에는 크게 구별하면 방사선을 한 개씩 계산해서 1분간당 카운트 수로서 측정하는 계산법과 다수의 방사선 덩어리가 물질에 조사되는 양 또는 물질에 흡수되는 양을 측정하는 선량측정법이 있다.

계산결과로서 카운트 수가 나오지만, 이것은 방사성 물질의 양을 표현하는 것 아니며, 측정기(카운터)를 물질에 가깝게 하면 카운트 수가 높게 되기도 하고, 떨어지면 적게 된다. 측정장치로서 방사선 연구 초기 무렵부터 자주 GM 카운터가 사용되고 있는데 이것은 유리관 가운데 들어있는 아르곤가스에 방사선이 부딪친다든지, 이온화 되어 나온 전자를 전류로 변화시켜 방사선량을 계산하는 것이다.

그러나, 방사성 물질로부터 튀어나오는 방사선을 전부 계산하는 것은 어려워져 통상 10%에서 20%정도밖에 계산할 수 밖에 없다. 또한 방사성 물질이 없어도 1분간당 10-20카운트 수 정도가 측정되는데, 이것은 환경중의 천연 방사선에 의한 것으로서 이것을 백그라운드라고 한다. 환경중의 인공 방사성 물질을 측정하는 경우엔 종종 1분간당 2-3카운트 수를 문제로 삼는 경우가 있다. 즉, 적은 카운트 수가 백그라운드의 변동폭 가운데 들어가서 측정치를 교란시키기 때문에 카운터 주위를 납으로 차단하여 자연 방사선을 제거하고 측정하는 특수한 방법등이 이용되고 있다.

개인의 피폭량을 측정하는 경우에는 필름뱃지나 열형광선량계(TLD)가 사용되고 있다. 필름뱃지는 방사선의 사진작용을 이용한 것으로서 방사선이 부딪치면 필름이 검게 되는 현상을 이용한 것이다. 그러나 이 방법으로는 0.1mSv 이하나 15mSv이상의 선량범위를 측정할 수 없다.

열형광선량계는, 유산칼슘등의 무기결정에 방사선이 부딪치면 방사선의 에너지가 결정의 가운데 축적되고, 결정을 400도 정도로 가열하면 형광으로서 튀어나오는 현상을 이용하는 것이다. 형광은 방사선량에 대응한 강도로 발생하기 때문에 0.002mSv부터 100Sv(10만mSV) 정도의 넓은 선량범위를 정확하게 측정할 수 있기 때문에 원자력발전소 주변의 방사선감시에도 사용되고 있다.

원자력발전소의 주변감시에는 이외에도 저선량용으로 요오드화 나트륨 신틸레이션 카운터, 고선량용으로는 아르곤이 봉입된 가압형 전리상자 등이 사용되고 있으며, 시시각각으로 변하는 방사선량 데이터를 원거리 통신망을 통하여 중앙 통제실로 보내는 시스템이 병용되고 있다.

이와 같은 모니터링장치는 방사선을 다발의 개념으로 보고 있기 때문에, 방사선을 내고 있는 방사성 물질이 무슨 종류일까를 결정하는 것은 불가능하다. 여기에서 방사성 물질의 종류를 밝히기 위해서는, 공기중의 먼지나 토양 등의 시료를 모아서 다른 형태의 방사선측정기로서 측정할 필요가 있다. 그 하나로서 게르마늄 반도체검출기에 파고분석기나 컴퓨터를 조합

함으로써, 에너지의 차를 보이는 다수 방사선을 별개로 측정하여 방사선을 내고있는 방사성 물질이 무엇인가를 결정하는 것이 가능하다. 그러나 이것도 만능은 아니어서 감마선은 측정하지만 베타선과 알파선은 감지하지 못한다.

이렇게 범위를 크게 하여 간단히 설명하였던 것처럼, 방사선 측정법은 종류도 많고 복잡하며 아직 전기적 잡음, 기상조건과 같은 환경요건, 장치의 조건설정 등 고려하여야 할 갖가지 문제가 있다. 따라서 방사선의 측정과 그 데이터 평가는 충분한 훈련을 받은 자가 아니면 정확하게 수행 할 수가 없다.

금번에는 용어적 설명에 중점을 두어 기술한 관계로 방사선 유전학과 생물학적 영향 평가법에 대한 설명이 미비하였지만 다음 번 투고 시에는 기술할 것을 약속 드린다. 아울러, 아직까지는 어쩔 수 없이 관심 밖이었던 수의학내의

방사선 관련 연구는 시대의 흐름과 병행하여 증가될 수 밖에 없다고 사료되기 때문에, 관련하여 연구에 흥미를 갖고 계신 분들과 열성적인 학문적 토의를 함으로써 부족한 부분을 보충하고 발전을 도모하고 자 하오니 뜻 있는 분들의 연락을 바란다.

참고사이트 및 문헌

1. <http://www.nirs.go.jp>
2. <http://www.rerf.re.jp>
3. <http://hsp.org/newadevents>
4. <http://mext.go.jp>
5. <http://www.lowdose.com>
6. 渡り一夫, 稻葉次郎, 西村義一. 放射線と人体, ぐらしい中の放射線. 研成社 2000°
7. Nakano, I., Medical Care of Radiation Accidents. Soft Science.

안전하고 확실한 소동물 전용 귀새장제

에피오텍

Virbac

1. 특징점.

자극성이 없어 안심하고 사용 할 수 있습니다.

특수 처방으로 귓속을 항상 건조하게 유지시켜 줍니다.

Lactic acid, Salicylic acid가 함유 되어 있어서 광범위한 항균 작용 및 귀지 제거에 뛰어난 효과를 발휘 합니다.

2. 효능 및 효과.

외이염 예방 및 귀지, 이물제거, 귓속의 청결 유지

외이염 치료 시 귓속의 청결 유지 및 귀지제거로 치료 효과 증진

3. 사용법.

이도내에 제품을 몇 방울 떨어뜨리고 부드러운 솜으로 이도를 막은 후 귀를 부드럽게 마사지 합니다.

증상이 없어 질 때까지 1일 2~3회 반복 합니다.

외이염 치료 약제 주입 전 본제를 사용 하여 세정 후 치료 약제를 주입합니다.