

## 新 · 放射線의 人體에의 影響(2)

### 문8 자연방사선과 인공방사선

자연의 방사선과 인공의 방사선에는 인간의 신체에 대한 영향에 차이가 있는지요?

답: 답은 「아니다」입니다. 문1과 문2의 답에서 말한 바와 같이, 방사선의 실체는 어떤 에너지를 가지고 운동하고 있는 素粒子(또는 그 간단한 결합체)입니다. 그것이 어디서 만들어지든, 어떻게 만들어지든, 인간의 신체에서 볼 때 그 작용임에는 틀림이 없습니다. 같은 종류이고 같은 에너지를 갖는 방사선이라면 인체에 대한 영향은 아주 같습니다.

자연의 방사선과 인공의 방사선에는 그 組成이나 에너지가 다르기 때문에 문5에서 말한 방사선 荷重係數 및 조직 荷重係數라는 것이 어떤 또렷한 원칙하에 도입되어 있다고 하는 점에 비추어 매우 엄밀하게 말하면 같은 양의 선량(筆價선량 내지 실효선량)이라 할지라도 실제로는 약간이나마 다를 경우가 있을 수 있습니다. 하지만 오늘날 방사선 방호실무에서 취급하고 있는 양의 精度나 확실도에서 보면 이것으로도 차이가 없다고 해도 무방합니다.

표 실효선량당량의 추정치

선원 내지 행위	현재의 연간 개인선량(mSv)
	1인당 평균(세계인구)
자연백그라운드	2.4
의료 피폭	0.4~1
직업 피폭	0.002
원자력 발전	0.0002
모든핵폭발실험	0.01

[「UN과학위원회 1988년 보고」에서]

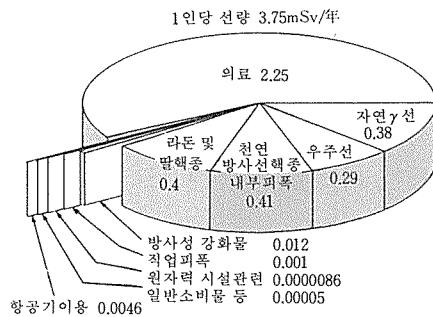
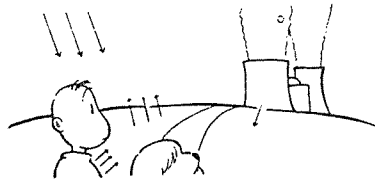


도표 일본인의 환경 방사선 피폭선량  
[「생활환경방사선」 原安協 231, 1992에서]

체르노빌 원자로 사고에 의해 사고후 1년간에 일본인이 입은 실효선량당량은 국민 1인당 0.005mSv, 생애의 합계는 0.006mSv 이하로 평가되고 있습니다.

[「체르노빌의 방사능과 일본」 1989, 「Proceedings of the 8th International Congress of Radiation Research, 1978」에서]

### 문9 라돈에 의한 피폭

최근 옥내의 라돈이 위험하다는 이야기를 듣고 있습니다. 그런데 한편으로 라돈 온천이 몸에 좋다는 말을 듣습니다만, 어떻게 된 것일까요?

답: 통상의 환경중의 라돈은 위험한 양은 아닙니다. 라돈 온천은 온천으로써 즐기는 것이 좋겠습니다.

라돈은 周期律表에서는 86번째 방사성 기체원소입니다마는, 대기중에 존재한다거나 라돈 온천 등에서 잘 알려져 있습니다. 반감기가 3.8일이나 짧기 때문에 곧 없어질 것 같지만, 지각중에 널리 존재하고 있는 우란(우란-238)을 모체로 하는 라듐(라듐-226)에서 태어나 항상 지표면에서 대기중으로 나오기 때문에 공기중에 언제나 존재하고 있습니다. 그 방사능 농도는 옥외 공기 중에 약 5베쿠렐·매 입방 미터 정도(1 입방 미터당  $2.5 \times 10^6$ 개의 라돈 원자가 있는 셈입니다)이지만, 매일의 기상조건이나 장소의 차이로 인해 크게 변동을 일으켜 평균치를 중심으로 하여 양쪽으로 각각 한 자리수가 가까이 흩어져 있습니다.

한편 옥내에서는 마루 밑에서나 틈을 통해 라돈이 실내로 스며들 뿐 아니라, 토벽이나 콘크리트 등의 건축자재에 근소하나마 우란 내지 라듐이 포함되어 있어 거기서 태어난 라돈이 실내로 들어옵니다. 또한 지하실은 주위가 흙으로 에워싸고 있어 환기가 일반적으로 잘 되지 않아 자연히 농도가 높아지는 경우가 많기 때문에 거기서 위의 방으로 라돈이 솟아납니다. 근년에 건물의 氣密性이 향상되고 또한 냉난방의 보급에 의해 환기회수가 감소되어 있는 것도 옥내농도를 높이는 한 요인이 되고 있습니다.

우리나라에서 실시된 지금까지의 측정에 의하면 약간의 예외는 있지만 옥내의 통상 라돈 농도는 옥외의 약 2~3배 정도가 되어 있습니다. 구미 여러나라에서는 지질상 우란·라듐 함량이 많은 지역이 있거나, 또한 우란을 채취한 뒤의 殘土를 이용하거나, 고농도의 라돈을 함유한 천연 가스나 지하수를 이용하는 등, 더욱이 寒冷地에서는 건물의 氣密性이 두드러지게 높은 것 등이 겹쳐, 일부의 지역이나 나라에서는 우리나라 옥외농도의 천배 이상이라는 예가 보고되고

있습니다. 이와 같은 고농도의 주환경에서는 무언가의 대책이 필요하지만, 다행히도 우리나라에서는 이런 고농도의 곳은 알려져 있지 않습니다.

라돈은 단시간에 알파선을 방출하여 잇달아 새로운 원소로 변해가기 때문에 대기중에는 그 딸 핵종의 폴로늄-218, 납-214, 비스무트-214 등의 방사성 금속원소가 라돈과 더불어 부유하고 있습니다. 인체에 대해 영향을 미치는 것은 모체의 라돈이 아니라 오히려 이런 금속원소입니다. 그 이유는 호흡에 의해 이런 원소를 흡입하는 경우, 기체의 라돈은 다시 호흡과 함께 배출되지만 금속원소는 기관·기관지, 肺胞에 沈着하여 거기서 방사선을 방출하기 때문입니다. 이것들에 의한 피폭선량은 UN 과학위원회 1988년 보고에 의하면 실험선량당량으로 1.3 시버트나 추산되며 전자연방사선에 대한 값의 약 54퍼센트에 해당합니다.

라돈 온천이란 온천수 안에 기준이상의 라돈이 함유된 온천을 말합니다만, 최근에는 라듐을 함유한 암석을 사용하는 등 인공적으로 라돈 농도를 높이는 「온천」도 있는 모양입니다. 통상의 목욕으로는 온천에 함유한 라돈에 의해 인체가 특별한 효과를 입는 일은 없습니다. 온천으로서의 효과를 즐겨야 할 것입니다.



문10 生體의 구성

우리 신체의 구성은 방사선의 작용이라는 관점에서 볼 때 어떤 특징이 있는지요?

답: 세포분열을 되풀이하여 점차 새로운 세포가 생기는 조직·장기는 방사선의 영향

을 입기가 쉽고, 세포분열을 거의 하지 않는 조직·장기는 영향을 받기가 어렵다는 특징이 있습니다.

사람의 몸에는 세포, 조직, 장기로 이루어져 있습니다.

세포는 신체를 구성하는 기본단위로, 신체내에는 몇십조나 되는 여러 종류의 세포가 있습니다. 이를테면 신경세포, 근육세포, 지방세포, 뇌세포 등입니다. 적혈구, 백혈구, 精子, 卵子 등도 각각 세포의 하나입니다.

몇 종류의 세포가 다수로 모여 조직·장기가 구성됩니다. 이를테면 간장은 간세포, 胆管의 세포, 혈관의 세포, 지방세포, 線維 세포 등 복수의 세포 종류가 다수 모여 만들어진 것입니다.

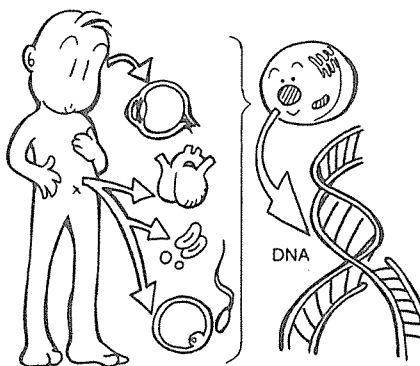
조직·장기에는 방사선의 영향을 받기 쉬운 것과 비교적 영향을 받기 어려운 것이 있습니다. 영향을 받기 쉬움을 放射線 感受性이라 하고 영향을 잘 받는 것을 방사선 감수성이 높다고 합니다. 일반적으로 세포가 둘로 나누어져 차차 새로운 세포가 생기는(세포분열이라 합니다) 장기, 이를테면 혈액을 만드는 장기(조혈장기), 정자나 난자를 만드는 장기(생식선: 精巢 내지 卵巢)나 小腸(소화관 연막)은 방사선 감수성이 높은, 다시말해 영향을 받기 쉽다고 말합니다. 이에 반해 간장, 근육, 뇌 등과 같이 세포분열을 거의 하지 않는 조직·장기는 방사선의 영향을 좀처럼 받지 않아 방사선 감수성이 낮다고 간주합니다.

방사선 감수성이 높은 조직·장기는 낮은 조직·장기에 비해 적은 선량의 방사선으로 영향을 나타나게 됩니다.

하나 하나의 세포 속에는 세포핵이 있어 그 속에서 유전정보를 가진 DNA(디옥시리보 核酸)이 함유되어 있습니다. 세포 속의 DNA나 그 밖의 부분에 방사선 에너지가 주어진다면 여러가지 변화가 일어나지만, 이 변화가 수많은 세포에 일어난 경우에 영향이 나타나게 됩니다.

### DNA

세포분열에 의해 원래의 세포와 똑같은 새로운 세포가 생기는 작용 때문입니다. 이 경우의 유전정보는 고분자의 디옥시리보 核酸(deoxyribonucleic acid: DNA) 안에 존재합니다.



### 문11 방사선 장애의 발생기구

방사선을 입으면 신체 안에 어떤 일이 일어나는가요?

답: 방사선이 인체를 통과하는 동안에 세포를 파괴하거나, 세포가 올바르게 작동하기 위한 여러가지 구조에 손상을 입힙니다. 신체에 갖추어진 수복능력·회복능력에 의해서도 그 손상이 치유되지 않는 경우 이른바 방사선장해가 일어납니다.

인체는 여러가지 수의 세포로 이루어지며, 어떤 세포는 어른이 되었어도 세포분열을 되풀이합니다.

방사선에는 물질을 電離시키거나 勵起시키는 성질이 있어, 그 때문에 방사선을 입은 조직·장기의 세포에 세포사가 일어나거나 세포분열의 지체가 발생하거나 합니다. 방사선에 의해 사망하는 세포의 수가 적을 경우, 즉 입은 선량이 적을 경우 가까이에 있는 정상적인 세포가 분열하여 세포사를 일으킨 세포와 대체되어 원래대로의 조직·

장기로 돌아서기 때문에 특별히 증상은 나타나지 않습니다. 그러나 대량의 방사선을 입으면 세포사가 다수 발생하여 정상세포의 회복력이 거기에 미치지 못한 나머지 조직·장기의 장애가 일어나게 됩니다.

조혈장기, 소화관연막, 피부의 表皮는 방사선 장애를 입기 쉬운 조직·장기이지만, 그것은 그런 조직·장기에 분열을 일삼는 세포가 많고, 분열을 일삼는 세포는 방사선의 영향을 입기 쉬운 뿐 아니라 세포사, 분열의 지체 등을 일으키기 쉬운 성질을 갖고 있기 때문입니다.

오늘날 방사선 안전확보의 방책으로 나라가 정하고 있는 피폭의 관리기준은 이렇게 일어나는 조직·장기의 장애가 절대로 일어나지 않도록 정하고 있습니다(문32 참조).

방사선에 의해 세포 안의 핵에 존재하는 DNA를 중심으로 하는 유전물질이 손상을 입으면, 세포재생산 과정의 어딘가에 어떤 좋지 않는 일이 발생하게 됩니다. 이런 불편한 일이 개체유지에 필요한 세포(體細胞)에 일어나, 세포가 무제한, 무질서, 무차별하게 세포분열을 되풀이하게 되는 것이 앞입니다. 또한 자손을 유지하는데 필요한 세포(생식세포)에 불편한 일이 일어났을 경우에는 유전적 영향으로 나타나게 됩니다.

방사선이 신체에 入射했다고 하여 반드시 DNA에 손상이 간다고는 할 수 없습니다. 또한 DNA에 손상이 갔다 하더라도 그 손상을 치유하고자 하는 生體측의 수복능력이 작동하여 많은 DNA의 상처가 원상회복이 된다는 것도 생체의 크나큰 특징입니다. 그러나 그런 경우에도 入射하는 방사선의 양이 증가하면, DNA에 수복할 수 없는 상처가 생기는 확률이 그만큼 많아진다고 생각되고 있습니다.

그러므로 방사선을 입은 선량에 따라 암이나 유전적 영향이 발생하는 확률이 많아지지만, 방사선 방호의 기준을 지키는 한 그 증가분은 근소하며 개인 레벨로서는 근심할 정도는 아닙니다.

그리고 최근에는(자연방사선 정도의) 低레벨의 방사선에 의해 피폭되었을 경우, 이것은 해가 되지 않고 오히려 이익, 즉 신체에 좋은 효과를 미치는 것이 아닌가(호르미시스 효과라 합니다)하는 것에도 관심이 모아지고 있습니다. 호르미시스 효과가 있다고 하는 논문은 옛날부터 많이 나와 있습니다만, 현시점으로는 유익하다고 확실히 단정지을 수 있는 과학적 증거가 아직 충분치 않다고 많은 전문가가 생각하고 있습니다. 따라서 방사선관리의 입장에서는 안전우위를 목표로 삼아 아무리 적은 선량이라도 거기에 따른 적은 해가 있다는 생각을 지니고 있습니다.



문12 내부피폭과 외부피폭

신체 밖에서 방사선을 입었을 경우와 신체 안에 있는 방사성 물질에서 방사선을 입었을 경우와는, 인체에 대한 영향은 다른가요?

답: 신체 밖에서 방사선을 입었을 경우이거나 신체 안에 있는 방사성 물질에서 방사선을 입었을 경우이거나를 막론하고 전신 또는 어떤 조직이나 장기가 입는 방사선의 양이 동일하면, 그것에 의한 영향에는 차이가 없습니다.

신체 밖에서 방사선을 입는 경우를 외부 피폭(體外피폭)이라 하며, 신체 안에 있는 방사성 물질에서 방사선을 입는 경우를 내부 피폭(體內피폭)이라 합니다. 외부피폭과 내부피폭은 입은 선량이 동일하면 그 영향도 동일함에도 불구하고 이렇게 구별하는 이유는 방사선 관리의 방법이나 피폭선량의 평가방법에 차이가 있기 때문입니다.

외부피폭의 경우, 방사선을 입지 않게 하거나 입는 선량을 적게 하는 것은 간단하게 할 수 있습니다. 예컨대 엑스선의 경우 발생장치의 스위치를 끄면 엑스선은 완전히 없어집니다. 또한 방사선원에서 떨어지거나 선원과의 사이에 납이나 철을 놓아 차단함으로써 입는 선량을 감소시킬 수 있습니다.

이와는 반대로 내부피폭의 경우, 신체 안에 있는 방사성 물질을 통상 인위적으로 제거할 수 없으므로, 방사성 물질이 減衰하여 없어지거나 몸 밖으로 배출되기까지 인간의 신체는 방사선을 계속 입게 됩니다. 그러기 때문에 신체 안으로 방사성 물질이 들어가지 않도록 주의하지 않으면 안됩니다.

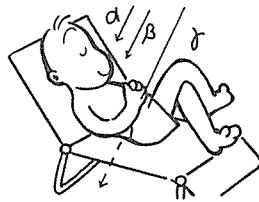
다음으로 방사선에는 알파선, 베타선, 감마선 등의 종류가 있습니다만, 제각기 공기중이나 신체 안을 뚫고 나가는 힘이 다릅니다. 알파선이나 베타선이 공기중을 관통하는 거리는 각각 수 센치와 수 미터 정도입니다. 따라서 선원에서 조금만 떨어져도 알파선이나 베타선은 인간의 신체까지 미치지 못하는 것이 되어 방사선은 입지 않을 수 있습니다. 또한 비록 선원에 접근했다 하더라도 이런 방사선은 의복이나 피부의 표면에서 흡수되기 때문에 몸 안으로까지는 그다지 미치지 못합니다. 그러므로 피부나 눈의 수정체와 같은 신체의 표면조직에만 신경을 쓰면 됩니다. 이것에서 외부피폭의 경우에는 엑스선, 감마선 및 중성자와 같은 透過力이 강한 방사선만이 문제가 되는 것을 알 수 있습니다.

이에 반해 내부피폭의 경우, 방사성 물질이 세포 안으로 들어와 세포에 부착하기 때문에 모든 방사선이 문제가 됩니다. 특히 알파선은 감마선이나 엑스선과는 달리 사람의 몸 표면에서 0.1밀리미터 이상의 깊이까지는 미치지 못하지만, 몸 안으로 들어온 경우에는 좁은 범위의 조직이나 세포에 막대한 선량을 주기 때문에 내부피폭의 경우만이 문제가 된다고 할 수 있습니다. 감마선에 있어서는 내부피폭의 경우와 외부피폭

의 경우와는 차이가 없습니다.

결론적으로 말해 피폭이 인체에 끼치는 영향을 고려함에 있어, 어떤 방사선이 어디서 오는가에 관계없이 입은 선량(실효선량·등가선량)이 같으면 영향에는 차이가 없다는 것에 유의하지 않으면 안됩니다.

외부피폭



내부피폭



### 문13 전신피폭과 부분피폭

방사선을 넓은 범위의 신체에 입었을 경우와 신체의 일부분에게만 입었을 경우와는, 영향의 정도가 다른가요?

답: 다릅니다. 같은 선량을 입었다면 부분피폭보다도 전신피폭 쪽이 영향의 정도가 크게 됩니다.

방사선의 영향은 방사선을 입은 신체부위 밖에는 나타나지 않습니다. 따라서 부분피폭의 경우에는 영향이 나타날 가능성이 있는 것은 방사선을 입은 부위(조직·장기) 뿐입니다만, 전신피폭의 경우에는 모든 조직·장기가 방사선을 입었기 때문에 선량에도 관계가 있습니다만 모든 조직·장기에 방사선의 영향이 나타날 가능성이 있습니다.

신체의 조직·장기에 따라 방사선의 영향에 대한 감수성은 달라집니다. 적색골수나 소화관연막처럼 항상 활발하게 세포분열을 되풀이하는 조직·장기는 감수성이 높고, 신경과 근육처럼 거의 세포분열을 일으키지 않는 조직·장기는 감수성이 낮습니다. 전신에 방사선을 입었을 경우에는 입은 선량에 따라 감수성이 높은 조직·장기의 영향부터 나타나게 됩니다. 입은 선량이 낮은 경우에는 감수성이 높은 조직·장기의 영향

외에는 나타나지 않습니다만, 선량이 높아질수록 감수성이 낮은 조직·장기의 영향도 나타나게 됩니다.

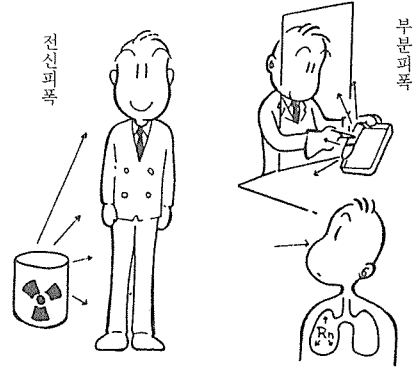
조직·장기의 감수성 정도는 確定的 影響에 대해서는 무장애 한도선량으로, 確律的 影響에 대해서는 組織 荷重係數로 나타낼 수 있습니다. 무장애 한도선량이 값이 낮은 조직·장기일수록 확정적 영향에 대한 감수성이 높고, 조직 하중계수가 큰 조직·장기일수록 확률적 영향에 대한 감수성이 높게 됩니다.

실제로 방사선을 입은 상황을 생각해보면, 어떤 경우에는 전신피폭이거나 어떤 경우에는 부분피폭이기도 합니다. 내부피폭의 경우에는, 트리튬이나 세슘-137 등 단지 일부의 방사성 핵종을 제외하고는 신체의 어느 일부의 장기 밖에는 피폭되지 아니한 부분피폭이고, 외부피폭의 경우에는 상황에 따라 전신피폭과 부분피폭이 있습니다. 그러기에 전신피폭인가 부분피폭인가를 구별함이 없이 확률적 영향의 정도를 동일하게 나타낼 수 있는 선량이 필요하게 되어, 방사선 방호상으로는 實效線量(當量)이라는 선량을 사용토록 하고 있습니다(문5 참조). 실효선량(당량)을 사용하면 피폭의 형식이 전신피폭이나 부분피폭이나에 관계없이 확률적 영향의 정도를 평가할 수 있습니다.

피부는 몸 전체의 표면을 덮고 있어 외부피폭의 경우에는 틀림없이 방사선을 입습니다. 같은 양의 방사선의 경우 넓은 범위의 피부가 방사선을 입은 경우가 좁은 범위의 방사선을 입은 경우에 비해 영향의 정도가 심하게 됩니다. 이것은 피부의 회복능력 때문입니다.

하나의 조직·장기에 주목하여 미시적으로 보면 조직·장기의 일부분만 방사선을 입었을 경우와 조직·장기 전체가 거의 균일하게 방사선을 입었을 경우가 있습니다만, 방사선 방호상의 조직·장기 레벨로서는 하나의 조직·장기 전체가 균일하게 방사선을 입었다는 전제하에 조직·장기의 평

균선량을 고려하기로 하고 있습니다.



문14 선량을 효과

같은 양의 방사선을 짧은 시간에 입었을 경우와 긴 시간에 걸쳐 계속 입었을 경우 사이에는 영향의 차이가 있는지요?

답: 차이가 있습니다. 같은 선량을 입었을 경우를 고려해보면, 짧은 시간에 입는 쪽이 장시간에 걸쳐 입는 경우에 비해 영향의 정도가 큰 것이 일반적인 현상입니다. 이것은 線量率 效果라 불리우지며, 인체가 傷害에 대해 갖추고 있는 회복능력 때문에 일어나는 현상입니다.

방사선 영향에 관한 선량을 효과는 알코올을 「단숨에 마시기」와 「차분히 마시기」의 예를 들어 설명하는 것이 이해가 쉬우리라 생각합니다.

선량은 1분, 1시간, 1년간 등의 시간단(단위시간) 선량으로 표시합니다. 단위시간당 선량이 높은 경우를 高선량을, 낮은 경우를 低선량이라 부릅니다. 알코올을 단숨에 마시면 고선량을, 차분히 마시면 저선량에 해당됩니다. 방사선 방호상으로는 흡수 선량을 0.1 그레이/時 이하인 경우를 저선량이라 부르게 되어 있습니다.

저선량 피폭의 경우는 고선량 피폭에 비해 영향의 출현빈도 내지 영향의 정도(重症度)가 적습니다. 예컨대 1시버트의 방사선

을 1분간(선량율 : 1시버트/분) 전신에 입었을 경우에는 일부 사람들은 구역질 같은 급성 방사성증의 대표적 증상이 나타납니다. 그러나 이 선량을 50년간에 걸쳐 조금씩 받는다고 치면, 선량율은 20미리 시버트/년이 되고 영향은 그다지 문제가 되지 않습니다. 전자는 고선량을 피폭, 후자는 저선량을 피폭입니다.

저선량을 피폭이 고선량을 피폭에 비해 영향이 적은 것은 인체의 회복능력과 관계가 있기 때문입니다. 인체의 회복능력은 세포의 핵 속에 있는 DNA의 상처를 치유하는 분자 레벨의 회복에서부터 세포, 조직, 개체 레벨에 의한 회복에 이르기까지 다양합니다. 저선량율의 경우에는, 일정한 시간 내에 방사선에 의해 상해를 입은 DNA 내지 세포의 수가 고선량율에 비해 적고, DNA, 세포, 조직, 내지 개체 레벨에서의 회복이 일어나기 쉽고, 臨牀적으로 알 수 있는 영향·장해까지는 이르지 않게 됩니다.

선량율 효과가 어느 정도인가는 영향의 종류에 따라 다릅니다.

방사선 방호상, 암의 선량율 효과는 2, 유전적 영향의 선량율 효과는 3이라 간주되고 있습니다. 즉 저선량율 피폭의 경우는 같은 선량이 고선량율로 피폭된 경우에 비해 암의 경우는 발생율이 2분의 1이 되며, 유전적 영향의 경우는 3분의 1이 됩니다.

확정적 영향에 있어서도 확률적 영향과 마찬가지로 선량율 효과가 존재하여, 저선량율에 의한 피폭의 경우가 고선량율에 의한 피폭보다는 영향이 두드러지게 적습니다. 그러나 선량한도 이하의 선량의 경우,

이것을 1회에 입거나 1년간에 걸쳐 입거나 영향은 나타나지 않습니다. 저선량율과 고선량율에 있어 그 영향의 차이는 표와 같습니다.

표 저선량율과 고선량율의 영향의 차이

	저선량율	고선량율
암 발생율	1	2배
유전성 질환 발생율	1	3배
일시적 불임의 한계선량(남성)	0.4Gy/4년*	0.15Gy
백내장의 한계선량	>0.15Gy/4년*	5Gy

\* 이 선량을 여러 해에 걸쳐 줄곧 입었을 경우

#### 선량·선량율 효과계수(DDREF)

低LET 방사선의 경우, 저선량·저선량율로 피폭되었을 경우가 고선량·고선량율로 피폭되었을 경우에 비해 방사선의 영향이 적다는 것이 밝혀져 있습니다. 통상의 피폭은 저선량·저선량율 피폭입니다. 이에 반해 사람의 疫學데이터 같은 것은 고선량·고선량율의 경우가 대부분입니다. 따라서 고선량·고선량율에 의해 얻어진 사람의 데이터에서 저선량·저선량율의 방사선 영향을 산정하기 위해 선량·선량율 효과계수를 사용하고 있습니다. 선량·선량율 효과 계수는 疫學데이터나 실험 등에 의해 구해지고 있습니다. 선량·선량율 효과계수는 흡수선량이 0.2Gy이하 내지 선량율이 0.1Gy/時 이하의 보다 높은 선량에 적용됩니다.