

■ 수명 연구

수명 연구는 평생에 걸쳐 원자폭탄 폭발로 인해서 노출된 방사선이 사람들의 건강에 미치는 영향을 조사하기 위한 역학연구 프로그램입니다. 이 프로그램의 주된 목적은 원자폭탄의 방사선이 사람의 죽음과 암의 발생에 관해서 장기적으로 어떠한 영향을 미치는지를 조사하는 것입니다. 1950년 국가 인구 센서스에서 히로시마와 나가사키에 거주했다고 확인된 사람들 중, 선별된 약 94,000명의 피폭자와, 약 27,000명의 비피폭자, 총 약 120,000 명을 군집의 대상으로 하며, 그 이후로 그들의 사망률과 암 발생률을 추적 조사하고 있습니다.

■ 성인 건강 연구

성인 건강 연구는 수명 연구의 부분 군집에 의한 임상조사입니다. 원폭피해자를 대상으로 2년에 1번 건강진단을 실시하여 고령화되고 있는 군집의 건강 상태를 지속적으로 조사하고 있습니다. 또한 장기적인 연구를 위해서 피검자의 동의를 얻은 후에 혈액 샘플을 채취하고 있습니다. 이 조사에서는 암 이외의 질환이 방사선과 관련 여부와 그 위험성 여부에 관한 연구와 고령화 및 방사선과 관련된 생리학적 변화 여부를 연구하고 있습니다. 암 이외 질환과 방사선과의 관련성, 그리고 그 위험성을 더욱 정확하게 파악하기 위해서 원폭피해자의 일생을 통해 지속적인 조사를 실시함으로써 피폭자의 건강관리에 공헌하고 있습니다.

■ 태내 피폭자 연구

태내 피폭자 연구는 원폭 투하 시, 모친의 태내에 있었던 사람들(약 3,600명)의 건강 상태를 일생에 걸쳐 조사합니다. 특히 임신 후 8~15주째에 피폭되면, 방사선량에 따라 소두증과 지능장애의 위험이 증가되는 것으로 알려져 있습니다. 또한 지금까지의 연구결과로는 유아기(0~5세)에 피폭된 사람들과 동일한 정도의 방사선 피폭량에 의해서 암의 발생이 증가하는 경향을 보이고 있습니다. 태내 피폭자 군집에 관련해서는 앞으로도 장기적으로 추적 조사를 지속함으로써 많은 연구결과를 얻을 수 있을 것으로 생각됩니다.

■ 피폭자 자녀연구

부모의 피폭이 유전에 영향을 미쳤는지 여부를 조사하기 위해 피폭자의 자녀를 대상으로 조사를 실시하고 있습니다. 초기에 실시된 출생 시의 장애에 관한 조사에서는 부모의 방사선 피폭이 유전에 영향을 미친 사례는 확인되지 않았습니다. 그 후 피폭자 자녀의 사망률과 암 발생률, 염색체와 혈액단백질의 이상에 관한 조사도 실시되었으나 지금까지 부모의 피폭이 유전에 영향을 미친 사례는 발견되지 않았습니다. 현재는 사망률·암 발생률의 추적 조사를 지속하는 동시에 최근에는 유전자에 관한 조사도 시작하였습니다. 또한 2002년부터는 출생 시에는 발견되지 않지만 중년 이후가 되어 발생하는 생활습관병(고혈압과 당뇨병 등)의 발생에 관한 임상조사가 실시되어 현재도 지속되고 있습니다.

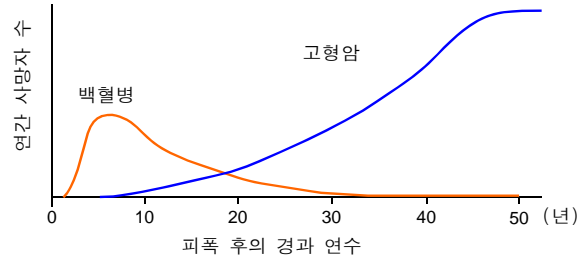
조사 내용	대상수	조사 기간
①출생 시의 신체 이상	77,000명	1948~1954년
②염색체 이상	16,000명	1967~1985년
③혈액단백질 이상	24,000명	1975~1985년
④사망률과 암 발생률	77,000명	1946~지속 중
⑤생활습관병에관한 건강검진	12,000명	2002~지속 중

방사선 피폭후 영향

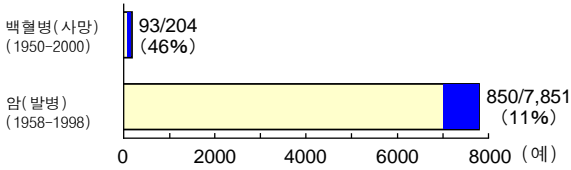
■ 원폭피해자의 암 발생률과 사망률

원폭피해자는 피폭되지 않은 사람보다 암의 발생률과 사망률이 상대적으로 높다고 알려져 있습니다(오른쪽 그림). 방사선 피폭으로 인해서 발생률이 가장 크게 증가하는 암은 백혈병입니다. 백혈병은 피폭 후 2~3년 사이에 증세가 나타나기 시작하고, 5~10년 사이에 그 발생률이 최고점에 도달한 후 그 이후부터 감소하지만 지금도 백혈병은 피폭되지 않은 사람들보다는 약간 더 높은 비율로 피폭자들에게 발병합니다. 한편 고형암(백혈병 이외의 모든 암)은 피폭 후 약 10년 후부터 사망률이 증가하는 추세가 나타나기 시작하고 지금도 꾸준히 증가하는 추세입니다.

방사선 피폭으로 인해 백혈병과 암에 의한 사망자 수 증가정도 (모식도)



수명 연구 군집 중에서 백혈병으로 인한 사망자 수와 암 발병자 수

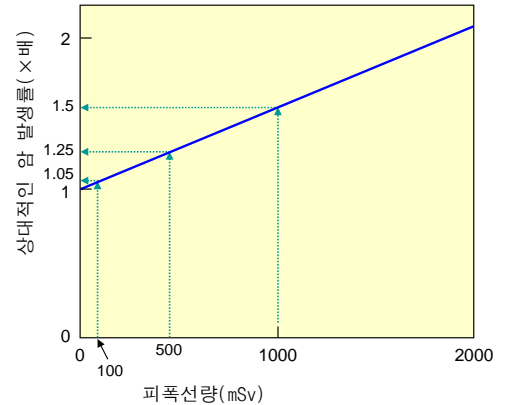


수명 연구 군집 중에서 피폭자(0.005Sv[5mSv] 이상)들의 백혈병으로 인한 사망자 수 및 암 발병자 수는 왼쪽 그림과 같습니다. 파란색 부분(백혈병 사망자 수의 약 절반, 암 발병자 수의 약 10%)이 방사선 피폭으로 인해 증가되었다고 추정되는 부분입니다.

■ 방사선 위험성(70세의 경우)

방사선 영향 연구소가 실시한 원폭피해자의 역학 연구에 의하면, 30세에 1Sv(1,000mSv)의 방사선에 피폭되면, 70세에 고형암에 걸려 사망할 확률이 평균적으로 남녀 상관없이 약 1.5배 증가하는 것으로 밝혀졌습니다. 이 암 발생률은 100~200mSv 이상에서는 방사선의 피폭선량에 비례해서 증가하는데, 그것보다 낮은 선량에서는 비례해서 증가하는지 아직 명확하지 않습니다. 만일 암 발생률이 피폭선량에 비례해서 증가하고, 또 '역치' (그 이상의 피폭에는 영향을 받고, 그 이하의 피폭에는 영향을 받지 않는 피폭선량의 경계)가 없다고 가정한다면, 피폭받지 않는 사람들에 비해서, 피폭량이 100mSv에서는 약 1.05배, 10mSv에서는 약 1.005배, 피폭자들이 암 발생 가능성이 높을 것으로 예상됩니다.

방사선 피폭으로 인한 암 발생률



■ 방사선 위험성(전 생애를 대상)

위의 데이터에 근거해서, 30세에 한 사람이 약 100mSv 피폭되었을 경우, 평생동안에 암에 걸려서 사망할 확률은 방사선에 피폭되지 않은 사람의 경우(20%) 보다 평균적으로 남녀에 상관없이 1% 높은 21%로 추정됩니다. 한편 환경오염 등에 의해 장기간에 걸쳐 만성적으로 피폭된 사람은 원폭으로 인해 한 번에 피폭된 사람과 비교할 때, 방사선의 총량이 같아도 그 영향은 1/2 또는 1/1.5 정도 낮은 것으로 추정됩니다. 이 결과에 의해서, 약 100mSv가 만성적으로 피폭된 경우에는 암 발생률이 피폭되지 않은 사람들과 비교해서 상대적으로 0.5%-0.7% 정도가 높을 것으로 예상됩니다. 또한 원폭피해자 연구에서, 아래의 표에 나타난 것처럼 피폭 시, 연령이 어린 사람들이 암 발생률이 상대적으로 더 높다는 것을 알 수 있습니다.

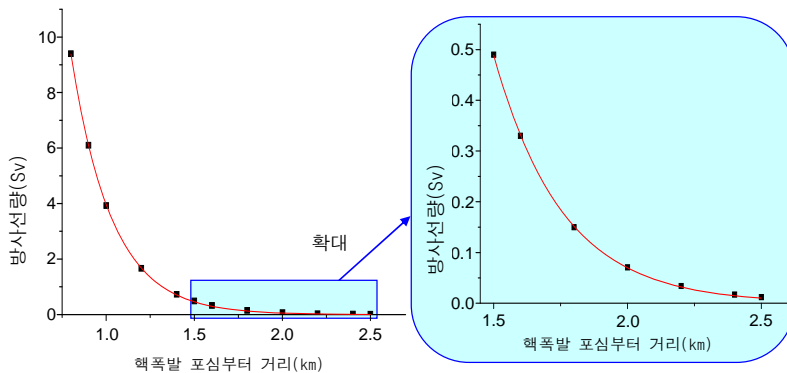
100mSv가 한 번에 피폭되었을 경우의 암 발생률

피폭시 연령	성별	상대적인 암 발생 증가율(%)	피폭되지 않은 사람의 평생에 걸친 암 발생률(%)
10세	남성	2.1%	30%
	여성	2.2%	20%
30세	남성	0.9%	25%
	여성	1.1%	19%
50세	남성	0.3%	20%
	여성	0.4%	16%

피폭선량 추정

■ 물리적인 피폭선량 추정

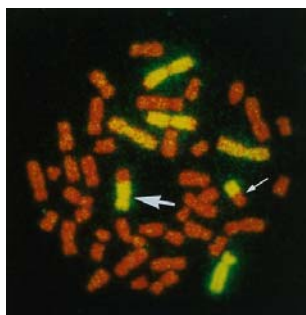
원자폭탄의 방사선 피폭선량 측정시스템은 피폭자 개개인의 피폭 시의 위치와 차폐 상황에 관한 정보에 근거하여 피폭자들의 피폭선량값을 추정합니다. 현재의 선량추정 방식은 2002년에 도입된 것으로 DS02입니다. 이 시스템은 최신의 핵물리학 이론에 근거하여 확립된 것으로, 벽돌과 기와 등 피폭 샘플을 수집하여 측정 한 후 얻은 실험 결과와 일치합니다.



핵폭발 포심으로 부터 거리 및 공기중 선량(차폐되지 않은 상태)과의 관계(DS02시스템에 따름)를 나타냅니다. 일반적인 일본 가옥 내에서 피폭되었을 경우, 방사선량은 여기에 표시된 값의 대략 절반으로 감소합니다.

■ 생물학적 피폭선량 추정

방사선 피폭선량 추정 방식(DS02) 이외에도, 1960년대부터 이용되고 있는 방식은 염색체를 조사하는 방법입니다. 혈액 1cc 중에는 수백만개의 림프구(백혈구의 일종)가 포함되어 있는데 그것을 2일간 배양하면 세포분열을 일으킵니다. 이때, 우리는 염색체를 관찰할 수 있는데, 그 곳에 생긴 이상(전좌)을 현미경으로 조사하면, 대략의 피폭선량을 알 수 있습니다(오른쪽 사진 참조). 또한 뺨힌 치아가 있으면, 치아의 에나멜질에 전자스핀공명법(ESR)을 이용하여 방사선량을 측정할 수도 있습니다.

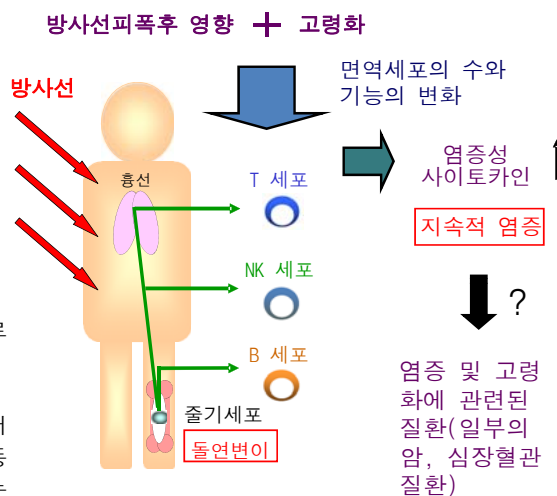


사진은 이상(화살표)을 가진 세포 분열을 보여 주며, 이상 염색체는 빨간색과 노란색의 두 가지 색을 띠니다(화살표). 이는 서로 다른 두 염색체가 서로의 단편을 교환하여 생성되었다는 것을 의미합니다(전좌).

방사선이 인체에 미치는 영향에 관한 메커니즘 연구

■ 면역학 연구

피폭자들에게는 고령화 및 피폭선량과 관련된 면역체계의 변화가 발견되고 있습니다. 여러 종류의 면역세포의 수와 기능의 변화를 분석함으로써, 방사선에 의해서 촉진되었다고 추정되는, 면역체계의 노화가 피폭자들의 심장혈관 질환과 일부의 암 발생 등과 같은 몇가지 고령화 질환의 발병률의 증가와 관련여부에 관한 연구를 진행하고 있습니다 (오른쪽의 그림에 표시).



■ 게놈 연구

방사선으로 인해 발병하는 병은 사람마다 그 정도가 다르다고 알려졌습니다. 그 이유 중 하나는 사람마다 유전자 구조가 미묘하게 다르기 때문이라고 추정되고 있으며, 세계 곳곳에서는 각종 질환의 발생률과 게놈(모든 유전 정보)의 연관성을 연구하고 있습니다. 그 목적은 관련 약의 개발 뿐만 아니라, 질병을 예방하는데 사용하기 위해서입니다. 방사선 영향 연구소에서는 임상조사에 참가한 대상자들의 동의를 얻어 혈액의 일부를 채취한 후, 방사선으로 인한 병이 발생하는 메커니즘을 연구하는 동시에 장기적으로 방사선 관련 질환의 예방과 치료방법의 개발과 발전을 목적으로 그 혈액을 게놈 연구에 사용하고 있습니다.

■ 방사선 관련 발암 연구

방사선 영향 연구소는 방사선에 피폭되어 발생된 암을 분자단위로 연구하고 있습니다. 정상 세포는 여러 유전자들의 이상이 축적된 결과로 암세포가 됩니다. 대부분의 암은 관련 유전자와 그 유전자들의 이상에 관련된 몇가지 패턴을 가지고 있습니다. 갑상선암과 대장암에 관한 방사선 영향 연구소의 연구에 의하면 방사선의 영향이 있는 암에서는 특이한 패턴(특정 유전자에서 특이한 현상 반복)이 빈번하게 발견됩니다.