



의료피폭은 왜 문제가 되고 있을까요?

舘野之男

Yukio Tateno

방사선의학종합연구소 특별연구원

인류의 방사선피폭을 집단선량으로 보았을 때, 그 중에서 매우 큰 비율을 차지하고 있는 것이 의료피폭이다. 그리고 이것을 근거로 「의료피폭은 문제다」라는 선전이 행하여지고 있다. 본 논문은 집단선량이 주목된 역사적 경과를 더듬으며, 그 내용의 변모에 주목하여 「의료피폭 문제」의 문제점과 그 극복에 대해 논하기로 한다.

1. 머리말

의료에서는 어떤 기술을 환자에게 적용시키는데 있어 옛부터 두가지 지침이 적용되어 왔다. 그 첫째가 Primum Non Nocere(해를 주지말라)이다. 그러나 의료에서는 환자의 건강에 해가 있다는 것을 알면서도 일정한 의료행위를 하지 않을 수 없는 경우가 있다. 이런 경우에는 일보 양보한 형태의 둘째 지침이 사용된다. 즉 그 기술을 적용할 경우 그 환자 자신의 건강에 관해 이익이 해를 상회할 가능성이 있는지 어떤지의 판단(적응의 판단)이다.

1896년부터 시작한 방사선의 의학 이용도

그런 테두리 속에서 실시되어 왔다. 이것이 흔들린 것은 1945년의 일이다.

2. 그것은 방사능오염에의 공포에서 비롯되었다

1945년의 廣島, 長崎의 참화는 그때까지 사소한 직업인만의 문제였던 방사선 장해가 누구나 맞이하게 될 가능성이 있는 인류 전체의 문제라는 것을 전세계인들에게 강렬하게 알려 주었다.

이런 와중에서 비롯된 제2차 세계대전 후의 방사선장해 방지대책에 대한 재검토에 크나큰 영향을 준 것은 1927년부터 시작한 Muller 등의 방사선 유발 돌연변이에 관한 연구이다.

3. 방사선 돌연변이

Muller는 1927년 X선으로 초파리에 돌연변이가 유발된다는 것을 확인하여, 그 논문의 끝에서 다음과 같이 말하고 있다.

「결론으로 다음과 같이 말할 수 있겠다. 고전적인 유전학의 노선에 따라 연구하고 있는

사람들은, 유전학적 및 표현 유전학적(Phenogenetic) 현상의 연구에 사용하기 위해, 자신이 선택한 생물에 X선을 이용하여 여러 人工種을 만들어 낼 수 있다는 것에 주목할 것이다. 이 효과가 대부분의 생물에 공통적이라면, 일반론으로 연구자가 선택한 종에 대한 유전자 지도를 만드는데 충분한 돌연변이를 「주문하여」 발생시킬 수 있으며, 또한 유전자 지도를 사용하여 동시에 얻을 수 있는 이상 염색체 현상을 분석하는 것도 가능하게 된다. 마찬가지로 육종의 실무가에게도 언젠가는 이 방법의 유용성이 증명되리라 생각된다. 인간에 관해서는 이러한 가능성을 여기서 논의하는 것은 아직 시기상조이다.」

이상에서 볼 수 있듯이, Muller도 1927년의 시점에서는 방사선 유발 돌연변이의 「이용」에 관심이 있어 그것이 뜻하는 바는 심각하게 생각하지는 않은듯 하다. 그러나 1930년에 Muller 그룹 중의 한 사람인 Oliver가 방사선의 선량과 돌연변이의 발생율과의 상호관계를 조사하여, 초파리의 伴性致死 돌연변이의 발생율과 조사선량 사이에 정비례의 관계가 있다는 것을 제시한 후부터 양상은 일변한다.

Oliver가 실험에 사용한 X선량은 최저의 그룹의 경우 그 2배, 4배, 8배, 16배라고 하는 매우 높은 선량이었지만, 이것은 두가지 점에서 방사선 방호에 사상적인 전환을 일으키는 내용을 담고 있었다.

첫째 방사선 방호는 조사를 입은 당사자 뿐만의 문제가 이제는 아니라는 점이다. 방사선피폭은 자손에게, 나아가서는 인류에게 폐를 끼치는 행위이며, 이것은 특히 환자 본인의 이익과 리스크만을 판단근거로 삼는 의료 조사의 운용에 중대한 영향을 주었다.

둘째는 이른바 「정비례의 관계」이다. 정비례의 관계에는 안전 한계치가 없으며, 선량이 아무리 적어도 근소한 것에서 돌연변이 가능성이 남기 때문에, 피조사 개체수가 막대한 수가 되면 단순

한 비례계산에 나타나듯이 상당수의 돌연변이가 발생될 것이라 예상된다. 이것으로 방사선 방호의 문제는 환경보전의 문제가 되었다. 이것에 관해 Muller는 일찌기 1933년 “자연에 존재하는 극미량의 γ 선이나 우주선조차도 돌연변이를 발생시키고 있음에 틀림없다”고 말하고 있다.

4. 유전선량이라는 사고

제2차 세계대전 후 예상된 방사선피폭의 범위가 인류 전체에까지 확대되면, Muller 등이 제시한 유전영향의 직선적 선량 효과관계가 복선이 되어, 방사선 방호의 관심은 직업병 대책에서 「인류의 미래에의 영향」 쪽으로 크게 움직였다. 방사선의 유전영향을 인류의 미래를 위해 방지하고자 하면, 우선 첫째로 인류전체가 자연방사선, 의료방사선 등 여러 선원에서 어느 정도의 피폭이 이루어졌는가의 지식이 필요하다. 또한 인류 전체에게 최대 어느 정도까지의 방사선 피폭이면 허용될 수 있는가의 판단도 하지 않으면 안된다. 또한 이런 지식의 판단 위에 구체적인 방호책을 세우는데는 최대한 허용 가능한 방사선 피폭량 중에 일반인, 직업인 그리고 병자 등의 사람들이 그것을 어떻게 나누어 갖는가 하는 각론적인 판단도 필요하다.

이러한 움직임은 1950년 전쟁을 사이에 두고 13년만에 개최된 제5회 국제방사선방호위원회(ICRP)에서 표면화되었다. 그 결과 이 회의에서는 모든 방사선 효과에 안전한계치 선량이 있다고 하는 가정은 채용할 수 없다고 하여 「내성선량」이라는 용어를 폐지하여 “최대 허용선량(Maximum Permissible Dose)”을 사용하였다. 그러나 문제의 방사선의 유전영향 평가에 관해서 결론을 내는 것에는 이르지 못했다.

여기서 당시의 의논을 잘 이해하기 위해 후년의 ICRP 기술(1958년 권고)를 참고하여 유전선량 등에 대해 복습을 해보고자 한다. 우

선 첫째로 ICRP는 유전적인 영향을 미치는 방사선량을 평가하는데 있어, 돌연변이의 발생율이 방사선조사의 시간적 인자에는 전혀 영향을 받지 않고 오로지 총계의 선량에 의해 정해지는 것으로 가정한다. 다음으로 생식선이 입는 매년 1인당 선량에 피폭 후의 아이의 기대수를 곱하여, 그 값을 집단의 전인구로 평균한 값을 유전 有意 연선량이라 부른다. 또한 이 유전 유의 연선량에 각자가 아이를 가진 평균연령(ICRP에서는 30세라 간주하고 있다)을 곱한 것을 유전선량이라 정의를 내려, 집단에 대한 방사선의 유전적 영향은 이것으로 가장 잘 평가되는 것으로 하였다.

ICRP는 1952년, 방사선의 유전영향의 문제를 새로이 토의하기 위해 Stockholm에서 임시의 회합이 열렸다. 이 회의에서 인류가 허용할 수 있는 방사선의 유전영향의 한도, 즉 유전선량의 최대허용치를 얼마로 할 것인가에 관해 논의가 교환되었다. 제안된 값은 영국의 3R에서 미국의 20R까지 상당한 격차가 있었다. 이 회의에서는 일단 중간치의 10R을 채택하기로 하고, 이 양에는 자연방사선 이외의 방사선 전부(의료용 포함)가 포함된 것으로 비공식적으로 양해가 되었지만, 이 수치에 관해서는 유전학자의 의견이 일치하지 않았기 때문에 공표하기에는 이르지 않았다(Taylor, 1958).

그러는 동안 절박한 사태가 발생하였다. 1954년 3월 1일, 마셜 군도 비키니 環礁에서 실시된 핵폭발실험으로 부근의 섬들에게, 또한 근해를 향해중인 일본의 어선에게 강한 방사성 강하물(Fallout)이 떨어져, 다수의 일반인을 급성 방사선장해의 참화 속으로 몰아넣었던 것이다.

5. 환경의 방사능오염에 대한 위험감

핵폭발이 인류의 손으로 처음 실시된 것은, 1945년 7월 16일, 미국 뉴멕시코 주의 Alamo-gordo에서였다. 이 이후 같은 해 동안 廣島·長

崎에서 1개씩 모두 3회의 핵폭발이 이루어져, 이듬해인 1946년 7월에는 비키니 환초에서의 핵폭발실험에 2개의 원자폭탄이 사용되었다. 그 후 1948년에는 3개의 폭발기록이 있다.

그후 1949년 9월 23일에는 미국의 핵독점이 무너져 소련의 실험이 시작되고, 다음으로 1952년 10월 3일에는 영국이 여기에 참가하여 프랑스, 중국으로 이어진다. 이러한 각국경쟁의 핵폭발 실험으로 폭발회수는 점차로 증가하였다. 그 수는 당시 확인된 것만으로도 1951년 동안 미국 16, 소련 2, 합계 18. 1952년 동안 미국 10, 영국 1, 합계 11. 1953년 동안 미국 11, 소련 3+ α , 영국 2, 합계 16+ α 가 되어, 이런 와중에서 비키니 사건이 일어났던 것이다.

이러한 상황은 각방면에 예리한 위기감을 유발시켰다.

미국의 원자력위원회는 1955년, National Academy of Sciences(NAS)에 대해 방사성 강하물의 영향, 특히 유전영향에 관한 조사를 의뢰하였다. NAS는 즉시 Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations(BEIR 위원회)를 설치하여 조사를 개시하여, 1956년에 결과를 보고하였다. 그것에 의하면 강하물에 의한 피폭은 아직 염려할만한 수준까지는 이르지 않고 있었다. 그러나 강하물에 의한 전세계인의 피폭 가능성을 고려하고, 또한 한편으로 차츰 증가하는 핵병기산업 종업자를 고려하면 인류전체의 유전선량의 증가에 대해 무책으로 있을 수 없다. 그러므로 다음 세대에의 영향을 생각하면 우리에게 컨트롤 할 수 있는 부분, 즉 직업인의 유전선량의 제한 강화가 필요하다고 하여, 허용선량을 5rem/년으로 끌어내리도록 권고하였다.

강하물의 문제는 또한 UN을 움직여 1955년 12월 3일의 총회결의 「인체와 그 환경에 대한 원자방사선의 영향에 관한 정보의 조정과 보급」에 의해 설치된 UN 과학위원회 UNSCAER은 그 최초의 보고서를 1958년 7

월, 총회에 제출하였다.

이 위원회에 대해 일본 정부대표 都築正男은 이렇게 말하고 있다.

「연이어 실시한 원자핵 병기의 폭발실험시에 면밀한 주의를 기울여 실시하면 실험장 부근의 직접적인 장해적 영향은 상당히 예방될 수 있다고 하여도, 강렬한 폭발력에 의해 성충권 높이 불어올린 방사성의 미진은 분량적인 분포는 다소 다르다 하더라도 지구표면에 수없이 낙하하기 마련인 것이다. 그리고 그러한 방사성물질의 분량은 즉각 인류에 대해 가시적 장해를 주지 않는다 하더라도, 장기간에 걸쳐 작용할 수 있는 것으로 본다면 어떠한 영향이 일어날 수 있다고 생각하는 것이 타당할 것이다.

이러한 관계에서 방사능의 생물학적 영향여하의 문제는 점차 전세계인들의 관심의 대상이 되어왔으므로, 설사 결론적으로는 해결할 수 없다고 하더라도, 현재의 단계에 있어서의 진상만이라도 밝힐 수 있지 않을까 하는 생각에서 UN 과학위원회의 성립을 보게 되었다고 생각해도 좋을 것이다」.

6. 유전선량의 제어

인류에 대한 방사선의 유전영향을 방지하는 데는 대다수를 차지하는 일반인의 방호가 필요하다. 그것에 대해서는 인류 전체의 유전선량의 큰 테두리에서 생각하는 경향이 있었다.

1952년의 Stockholm 회의에서는 인류전체가 허용할 수 있는 유전선량의 전체를(자연방사선+인공방사선)이라 파악하여, 인공방사선은 10rem 이하로 한다. 또한 인공방사선에 대해서는 ICRP가 제어할 것(5rem 이하의 최대 허용선량)과 제어하지 않는 것(의료용 방사선)으로 나누어 생각하고 있었다. 그리고 그 5rem 이하의 최대 허용선량 중의 상당부분은 직업적 방사선 취급자에 의해 소비된다는 입

장에서 일반인 집단의 분량으로는 2.0rem 이하를 기대하고 있었다.

1953년 이후 Muller도 위원에 가입하여 논의를 거듭한 ICRP는 1958년 다음과 같은 취지에 따른 권고를 하였다. 이 권고에서는 직업인에 대한 최대 허용선량을 평균 5rem/년(상세히는 $D=5(N-18)$ rem, N는 연령)으로 하여, 일반인에 대해서는 그 10분의 1인 0.5rem/년을 권고하였다. 그밖에 직업인은 아니지만 원자력 시설에 밀접하게 관계한 특수 그룹이라는 카테고리를 설정하여, 이에 대해서는 1.5rem/년으로 하였다.

그리고 이러한 그룹간의 유전선량의 배분을 예시하여, 다음과 같은 숫자를 들고 있다.

(A) 직업인	1.0rem
(B) 특수그룹	0.5rem
(C) 일반인	2.0rem
예비	1.5rem

이 중에서 직업인의 유전선량 1.0rem에 대해서는, 「전인구의 1.7%가 직업인이며, 그 사람들이 18세에서 30세까지의 12년간에 매년 최대 허용선량($5 \times 12 = 60$)을 입었을 경우에도 달하는 양이다」고 하여, 직업인의 수의 테두리나 최대 허용선량에도 충분한 여유가 있다고 하고 있다.

이것에 대해 일반인의 유전선량 2.0rem의 설명에는 당시의 방사능에 의한 환경오염에의 위기감이 강하게 나타나 있다. 「일반인이 이용하는 공기와 물이 직업인에 대한 허용농도의 100분의 1의 농도로 오염되었다고 한다면, 일반인의 유전선량은 내부피폭만으로도 1.5rem(즉, $0.05\text{rem}/\text{년} \times 30\text{년} = 1.5\text{rem}$)이 된다. 그럴 경우 2.0rem을 초과하지 않도록 하기 위해서는 외부피폭의 분량을 0.5rem 이하로 억제할 필요가 있다」.

이 문장에는 「일반인의 피폭 제한치가 지나치게 낙관적이다」라는(1958년 권고) 집필자의 사고가 스며있는 것 같이 느껴진다. 왜냐

하면 일반인의 허용선량을 직업인의 몇분의 1로 할 것인가라는 논의에서 100분의 1로 해야한다는 강한 주장이 미국원자력위원회에 강요되었다고 하는 경위가 있기 때문이다.

7. 유전선량의 억제—의료이용에의 요청

이러한 위기적인 상황에 있다고 생각하는 일반인의 유전선량은 그 보상을 어디서 찾아야만 할 것인가? 기대할 수 있는 것은 오직 의료분야 뿐이다. 그래서 이 위원회는 스스로는 컨트롤을 대상으로 하지 않는다고 선언한 의료피폭에 대해서도, 가능한 한 낮게 억제할 필요가 있다는 것을 강조하지 않을 수 없게 되었다.

이상의 문맥에서 알 수 있듯이 의료피폭의 저감이라 하여도 그 알맹이는 유전선량이다. 따라서 문제가 된 것은 환자 개인에서 보면 불합리한 것은 피폭선량이 많은 방사선 치료가 아니라 환자 개인의 선량이 적은 진단이용이었다. 이용자수가 적은 치료는 인류(또는 국민) 전체의 유전선량으로서는 적으며, 반대로 진단은 이용자수가 많은 것이 효과를 보아 유전선량이 크게 평가되었기 때문이다.

이 현상은 방사선 의료를 받는 환자에게 크나큰 혼란을 불러 일으켰다. 환자로서는 자신이 받는 의료의 판단은, 환자 자신의 건강상 이익을 중심으로 생각하고 있다고 기대하는 것은 당연한 일이기 때문에, 그 판단에 본인이 알지도 못하는 미래인의 리스크가 논의되고 있다는 것은 믿기지 않을 것이다. 그 결과 치료시의 대량의 방사선보다는 진단시의 미량의 방사선을 두려워한다는 기묘한 일이 속출하였다.

또한 일반인의 피폭 제한치를 직업인의 10%로 하는 것에 대해서, ICRP는 1954년 권고에 채택하고 있으며, 미국의 NCRP도 1957년에는 일반인 개인에 대해서 직업인의 한도의 10분의 1에 해당하는 5mSv/년을 권고하고 있다.

8. 유전선량의 실추

의료이용에 부가된 유전선량에서의 압력은 그 후 두가지 이유로 힘을 잃었다. 그 하나는 실무적인 요인으로, 미국, 영국, 소련이 부분적 핵실험정지 조약을 성립시킴으로써 방사능오염의 공포는 급격히 줄어들었다는 점이다. 사실 이 조약이 조인된 1963년 8월 5일 이후, 환경의 방사능오염은 느끼기는 하지만 저하하였다. 이를테면千葉에 사는 일반인의 체내 방사능(세슘 -137) 오염은 1963년에는 1000 나노큐리까지 이르고 있었지만, 그후 차츰 감소하여 1985년 무렵에는 20 나노큐리까지 감소하였다. 덧붙여 말하자면, 1986년의 체르노빌 사고에서 그것이 30 나노큐리 정도까지 증가하여, 그후 다시 감소하고 있는 경과를 거치고 있다.

다른 하나는 방사선 방호의 기반에 관한 보다 결정적인 것이다. ICRP 자신이 하필이면 그토록 중요시했던 「유전장해의 방지」를 방사선 방호의 주목적에서 벗어나게 하였던 것이다. 1977년 권고에 따른 현상이다. 대신 주역으로 내세운 것은 「발암의 억제」이다. 이것에는 다음과 같은 사정이 있다.

종래에 원폭 피폭자의 피폭선량 추정량은 오랫동안 기준이 되는 것은 없었지만, 1965년에 이르러 어떻게든 전 세계가 인정하는 것의 탄생을 보았다. 이것이 T65D라 불리우는 것이다. 1977년 권고는 이 T65D를 바탕으로 하여 정리된 피폭자의 방사선 영향을 주된 근거로 작성되었다. 그 결과 어떻게 되었던가? 방사선 장해로 걱정이 된 것은 유전보다 발암이다 라는 것이 되고 말았던 것이다.

공평을 기하기 위해 이 점에 대해서는 좀더 원문에 충실히 소개해 본다. 1977년 권고는 다음과 같이 말하고 있다.

1) 원폭 피폭자의 역학조사에서 미루어 암사망의 리스크 계수를 $10^{-2}/\text{Sv}$ 로 한다.

2) 국부, 또는 특정의 조직, 기관에 대한 선량

효과에 대해서는 원폭 피폭자의 역학조사 등을 감안하여 전신조사의 경우를 1로 하는 하중계수를 도입하였다. 또한 내부피폭과 외부피폭을 실효선량당량으로 가산할 수 있도록 하였다.

3) 원폭 피폭자의 데이타나 메가·마이스의 실험에서 유전 리스크는 신체 리스크의 25% 정도로 평가하였다.

이어서 읽어나가면, ICRP는 「집단에 대한 유전영향」에 대한 문장을 권고에서 삭제한 사실을 알게 된다. 또한 신체적 영향, 유전적 영향이라는 분류도 없어졌다. 대신에 나타난 것이 확률적 영향이라고 하는 새로운 개념이다. 이 내용은 발암이 중심이며, 유전적 영향은 그 일부에 포함되어 오직 25%를 차지하는 것에 지나지 아니하였다.

「방사선 장애로 걱정인 것은 유전보다 발암이다」라는 의견은, 그후의 1990년 권고에도 한층 강화되며 이어지고 있다.

9. 의료원칙의 부활

방사선 방호의 중심과제가 「유전」에서 「발암」으로 바뀌어진 것은 의료피폭의 취급에 크나큰 변화를 초래하였다.

유전영향의 역제가 중심과제였기 때문에 의료피폭이라 할지라도 조사를 입는 당사자만의 문제가 아니라, 자손과 인류전체에 폐를 끼치는 행위라 간주된 것이며, 나아가서는 전반적인 의료피폭 저감이 지상명령이 된 것이다. 그러기에 환자선량이 많은 방사선치료가 아닌, 선량은 적지만 환자수가 많은 방사선 진단이 문제가 된 것이다.

그러나 발암 역제로 중심과제가 옮겨지고 보니, 의료피폭으로는 피폭의 해나 조사의 이익도 그 환자만으로 완결하는 것이 된다. 따라서 의료목적으로 방사선을 조사할 때 중요한 것은, 그 환자 자신의 건강에 관하여 해가 이익을 상회하는 가망이 있는지 어떤지의 판

단뿐이라는 것이 된다. 이것은 제1장에서 말한 바와 같이 의료에 있어서는 옛부터 원칙으로 내려온 것이다.

이 관점에서 보면, 1977년 권고의 캐치프레이즈로 등장한 「정당화, 최적화 및 선량한도」도 역시 중요하다. 따라서 순번으로 보면, 방사선 방호에 가장 중요한 것은 정당화이며, 다음이 최적화로 되어 있는 것이다. 이것으로 방사선 방호는 리스크의 취급방법이 의료의 경우와 원칙적으로 같은 구조의 것이 된 것이다. 그 이유는 여러번 말한 바와 같이 의료에서는 옛부터 일정한 의료행위를 할 것인가의 판단에 환자 본인의 건강에 관한 이익과 리스크의 평가를 첫째로 중요시해 왔기 때문이다.

그러나 1977년 권고에서 말하는 「정당화」와 의료에서 말하는 「적응의 판단」과는 결정적으로 다른 점이 있다. 그것은 「적응의 판단」에서는 리스크와 이익도 모두 같은 한 사람의 환자에 대해 생각하는 것에 반해, 「정당화」에서는 손해를 보는 사람과 이익을 보는 사람이 반드시 같은 사람이 아니라는 점이다.

「의료피폭은 문제가 있다」라고 흔히 듣는 이 선전에는, 집단선량으로서의 의료피폭의 크기를 그 이유로 삼는다. 그리고 그 집단선량의 내용인 「확률적 영향」이라는 언어의 마술 때문인지, 방사선 조사의 이익을 누리는 사람과 그것으로 인하여 발생하는 피폭의 리스크를 부담하는 사람의 구별에 관해 전혀 의식하는 일이 없다.

10. 맺는 말

의료피폭의 옳고 그름은, 집단선량에서가 아니라 방사선 치료를 받는 환자 각자에 대한 리스크와 이익의 분석에서 판단해야 할 것이다. 그것은 말하자면 옛부터의 「적응의 판단」으로 되돌아 가는 것이다. 그리고 그것에는 방사선 방호관계자가 ICRP 1958년 권고를 한시라도 빨리 극복하는 것이 요망된다.