

放射線과 遺傳

1990년말 일본 총리부에서 실시한 「원자력에 관한 여론조사」에 의하면 원자력에 대해 불안을 느끼는 첫째 이유가 방사선의 영향 때문인 것으로 나타났다. 따라서 여기에서는 방사선의 유전적 영향에 대해 알아보기로 한다.



佐藤千代子

〈(財)放射線 影響研究所
遺傳學部 副部長〉

원폭피해를 입은 사람의 아이들, 즉 피폭 2세들의 유전적인 영향에 관한 조사는 종전 직후인 1946년부터 시작되었다. 그러나 당시에는 아직 유전자나 염색체 수준의 연구는 할 수 없었다.

1920년대에 초파리에 방사선을 쬐이니가 異常이 생겼다고 하는 실험이 있었다. 그후 방사선에 의해 동물의 유전자에 이상이 생기고 유전적인 영향이 나타나는 것으로 밝혀졌다.

인간의 경우에는 유산이나 사산이 늘어날 것으로 추정되었기 때문에 피폭후의 유전적 영향 조사에서 우선 유산이나 사산의 수와 출생후 1주일까지 신생아의 사망률을 조사했다.

1960년대에 들어서자 사람의 염색체를 현미경으로 볼 수 있게 되어 염색체 이상에 관한 조사가 시작되었다. 또 1970년대에는 방사선 영향연구소에서 유전생화학조사도 시작되었다.

유전생화학조사에서는 우선 혈액중의 30종 정도의 단백질과 적혈구의 효소를 조사하고 이것을 만드는 유전자의 변화를 알려고 했던 것이다.

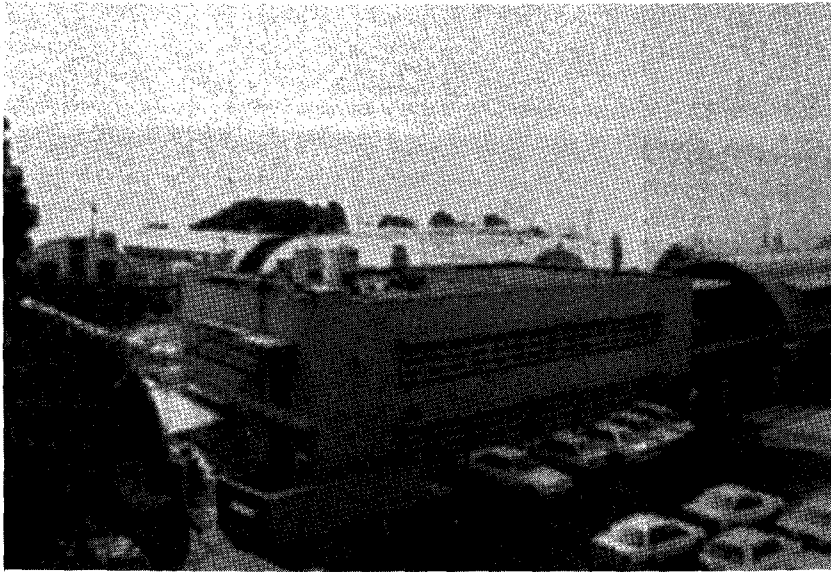
피폭 2세에 유전적인 문제는 없었다

이 조사의 결론부터 말하면 피폭된 사람과 그렇지 않은 사람들을 비교해보아도 신생아의 사망률이나 유산, 사산률에 통계적인 차는 없었다.

그 다음에 실시된 염색체 조사에서도 피폭된 사람의 아이들 그룹과 그렇지 않은 사람의 아이들 그룹에서는 각각 20건 정도의 염색체 이상이 발견되었지만 이것은 각각 약 40만개의 염색체중에서 20건으로 차이가 없었다.

또 단백질 레벨에서는 유전자수로 100만개 정도를 조사했다. 피폭된 사람의 아이들 1만 2,000명의 유전자중 약 60만개와 피폭되지 않은 사람의 아이들의 유전자 약 45만개를 비교해본 결과 피폭된 사람의 아이들 그룹에서 3건, 피폭되지 않은 사람의 아이들 그룹에서 3건의 돌연변이가 있었다. 통계적으로는 차이가 있다고는 할 수 없는 것이었다.

이같이 양그룹간에 차가 나지 않은 원인중의 하나는 유산과 사산률을 조사할 때 5개월 이후



의 임신 밖에 알 수 없는데 인간의 경우에는 다른 동물에 비해 조기유산이 많기 때문이다. 수정한 수에 비해 출산하는 아이의 비율은 동물의 경우 약 80%인데 인간의 경우는 약 20% 밖에 되지 않는다. 그러니까 조금만 이상이 생겨도 유산하고 만다.

피폭된 임신부들에 대한 조사는 임신 5개월 이후부터 하게 되니까 그 이전에 유산해서 이상이 있었던 정자, 난자의 수정란이 배제되어 태어나지 않았을 가능성도 많다고 할 수 있다.

인간의 유전자는 5만~10만 종류가 되는 것으로 알려져 있지만 그중에서 건강진단때 검사하는 30종 정도의 단백질을 조사해본 결과 피폭 2세들이 유전적으로 아무런 문제가 없었다는 것을 알 수 있었다.

앞서 임신초기에 유산될 가능성이 많다고 했는데 인간 세포가 스스로를 고칠 수 있는 기능이 있는 것인지 의문이 생길 것이다.

체(體)세포의 복원기능에는 결함이 있기 때문에 자외선의 영향으로 피부암이 되었다고 하는 유전적인 병이 있다. 그러나 이것은 체세포의 이야기로 생식세포의 복원기능에 대해서는 발생시기에 따라 차가 나기 때문에 아직 확실하다고는 할 수 없다.

초파리나 쥐에 방사능을 많이 쏘이면 유전적인 장애가 일어나 후손에게도 나쁜 영향을 미치는데 이것이 인간에게도 해당되는지를 알아보기 위해 근거리 또는 원거리에서 피폭된 사

람의 아이들 2만 3,000명을 조사했다. 한집에 아이들이 2~3명 있는 집도 있기 때문에 부모의 수는 약 1만 5,000명이 되는데 이러한 부모 중에서 근거리에서 피폭된 부모의 피폭선량 합계의 평균치가 0.5gray였다. 이에 비해 실험동물에서는 10배 이상인 5~10gray의 방사선을 쏘이고 있는 것이다. 피폭된 양친의 피폭선량은 이에 비하면 훨씬 낮은 수준이다.

인간은 이상을 배제하는 힘이 큰 것 같다

원자폭탄이 투하되고 나서 45년이 지난 지금까지 피폭 2세들에게서 유전적인 영향은 찾아볼 수 없었다.

초파리에 방사선에 쏘이면 이상이 생기는데 인간의 경우에는 이상한 것을 배제하는 힘이 다른 동물에 비해 큰 것 같다. 특별히 이상한 경험을 하지 않아도 돌연변이는 일어난다.

이러한 정상상태에서의 돌연변이율을 2배로 하는 방사선량을 배가선량이라고 한다. 이 배가선량을 피폭 2세들의 염색체나 단백질에 관한 데이터와 여기에 유산·사산률, 아이들의 사망률 등을 모두 감안해 계산해보면 인간의 경우 배가선량은 다른 동물의 4~5배 정도가 된다.

그리고 또한가지는 이상한 것을 배제하는 힘이 매우 크기 때문에 장애아가 태어나지 않는



것이다. 즉 대체적으로 말해 영향이 없는 것 같다. 조금이라도 영향을 미치는 것은 모두 배제했기 때문에 태어난 아이들에게서 그 영향이 나타나지 않을 가능성도 있다.

우리는 히로시마와 나가사키에 떨어진 원자폭탄 때문에 방사선에 대해 상당히 무서운 인상을 받고 있는데 한편으로는 건강진단을 위해 X선에 쬐이고 있다.

그러나 극소량의 방사선은 오히려 세포를 활성화시킨다는 설도 있다. 그러나 그러한 극소량의 방사선은 별도로 하더라도 어느 정도의 양이 되면 역시 돌연변이를 일으키기 때문에 방사선에는 될수록 쬐이지 않는 쪽이 낫다고 생각한다.

건강진단도 최근에는 낮은 선량이 되었지만 옛날에는 상당히 높아 이때문에 염색체에 이상이 생긴 일도 실제로 있었다.

의료관계로 대량의 방사선을 받는 것은 위암을 진단하는 경우인데 일반적인 건강진단에서 받는 X선량이라면 지금은 상당히 적어졌기 때문에 문제가 되지 않는다고 본다.

연구소에서는 어떠한 조사연구를 하고 있는가

방사선영향연구소에서는 유전적인 영향 외에 성인 건강조사를 하고 있다. 이것은 피폭된 사람들의 건강진단을 주로 하는 것이다.

피폭후 45년이나 지났으니까 지금은 진단하는 사람수도 상당히 줄어들었지만 초기에는 폭격중심지로 부터 2,000m 이내에서 피폭된 사람과 3,000m 이상되는 먼 곳에서 피폭된 사람을 모두 합쳐 2만명을 조사했다. 히로시마와 나가사키의 비율이 2대1 꼴이었다. 이 사람들을 모두 2년에 한번씩 계속적으로 검사하고 있다. 일반적인 건강진단에서 하고 있는 것과 같은 것을 모두 하고 이외에 특수한 검사도 하고 있다.

성인 건강조사를 통해 알 수 있는 것은 나이든 사람이 피폭되는 경우에는 백혈병에 걸리는 확률이 그다지 높지 않지만 10세 미만때 피폭된 사람이 백혈병에 걸리는 확률은 상당히 높다는 것과 점차 암에 걸릴 확률이 높은 연령이 됨에 따라 피폭된 사람들의 그룹에 위암, 갑상선암에 걸리는 일이 많다는 것 등이다.

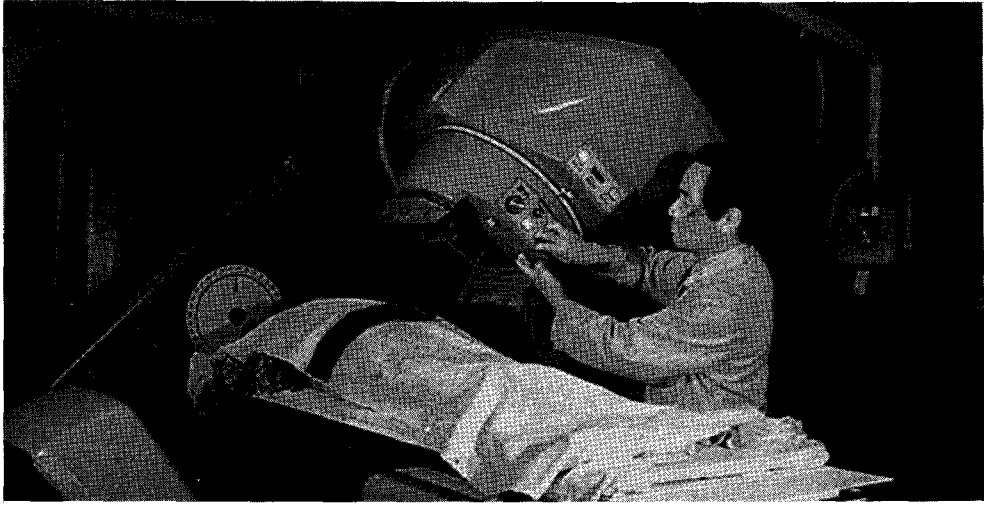
최근에는 폐암과 위암도 피폭된 사람과 그렇지 않은 사람과는 조금 차가 나기 시작했다. 즉 보통의 경우도 암에 걸리는 확률이 높은 연령이 되면 피폭된 사람들의 암발생확률이 조금 높아진다는 것이다.

이외에 방사선생물학이라는 분야도 있다. 세포에 방사선을 쬐이면 어떤 일이 일어난다던가, 복원기능이나 몸세포의 돌연변이 같은 것을 조사하는 것이다. 몸세포의 돌연변이를 유전자가 만들어내는 단백질을 기준해 조사하는 것이다.

또 염색체연구실에서는 피폭된 사람의 염색체를 조사해서 체세포에 나타나는 영향을 조사하는 일과, 유전생화학과 같이 피폭 2세의 혈액을 조사하는 일을 하고 있다.

유전생화학조사에서도 염색체조사에서도 부모의 생식세포에 변화가 일어났을 경우에는 아이들의 체세포가 전부 변화하기 때문에 아이들을 조사하면 부모의 생식세포 변화를 알 수 있다. 다만 체세포 레벨에서의 돌연변이와 생식세포 레벨과의 관계까지는 지금은 알 수 없다.

앞으로도 유전적 영향에 관한 연구는 계속되겠지만 연구할 당시에 적용할 수 있는 가장 좋은 방법으로 조사해 나가는 것이 유전학 조사



방식이어서 피폭직후에는 통계적으로, 그후에는 염색체, 그 다음에는 단백질을 조사한 시절을 거쳐 지금도 직접 유전자를 구성하는 DNA(데오키시리 핵산), RNA(리보 핵산)를 조사할 수 있게 되었다. 지금부터 겨우 DNA, RNA 레벨에서의 조사를 시작하려고 하고 있는 것이다.

우리 연구소에서는 피폭자 가족(아버지/어머니/아이의 3인 1조) 약 1,000조의 사람들로 부터 혈액을 받아서 그중의 임파球로부터 세포株를 만들어 보관하고 있다. 이 세포주로부터 DNA, RNA를 끄집어내면 반영구적으로 연구할 수 있게 된다. 그러면 다음 세대 사람들이 또 새로운 방법을 발견해 더 깊은 데까지 조사할 수 있게 된다.

우리 연구소는 지금까지 17년이 되었지만 그간에 조사결과를 발표하는데 제약을 받아본 일이 없다.

우리는 조사결과를 인류유전학회에 발표하고 있고 그외에 방사선영향학회에도 발표하고 있다. 또 염색체를 연구하는 사람들은 염색체에 관한 학회에 발표하고 있다. 이것은 국내에서도 국외에서도 마찬가지다. IAEA(국제원자력기구), ICRP(국제방사선방호위원회) 등의 국제기구도 우리 연구소의 조사결과에 주목하고 있다.

우리 연구소에서 하고 있는 일은 10년 정도의 시간이 걸리지 않으면 끝나지 않는 장기적인 일로, 또 모든 것이 끝날 때까지는 진짜 결과를 알 수 없기 때문에 어려운 점도 많다. 지금은 이해가 가고 있지만 염색체 레벨의 조사가 시작되었을 때에는 피폭 2세들의 데모가 있는 등 대단했던 것 같다.

나가사키에도 같은 종류의 연구소가 있어서 서로 협력하고 있다. 나가사키의 피폭 2세들은 나가사키연구소로 오도록 부탁받아 그 곳에서 혈액이 채취돼 히로시마연구소로 보내지고 있다. 염색체 조사는 히로시마, 나가사키 양쪽에서 하고 있다.

방사선은 위험이 없도록 이용하면 된다.

일반사람들은 방사선이라고 하면 불안감이나 공포심을 갖는 것 같은데 우리들은 방사성 동위원소나 방사선을 사용해서 여러가지 연구를 하고 있지만 철저한 관리를 하고 있다.

그러나 여성 연구원들은 임신하면 동위원소를 사용할 수 없게 되어있다. 방사선은 의료나 조사·연구 등에 필요하므로 위험이 없도록 잘 이용하면 된다고 본다.

생물이 진화하는 과정에서 오랜 세월을 걸쳐



방사선이나 여러가지 요인에 의해 일어난 돌연변이가 큰 역할을 하고 있는 것이다. 이런 의미에서 돌연변이가 모두 좋지 않다고 말할 수는 없는 것이다. 돌연변이가 일어나고 그러한 환경속에서 살아가는데 적합한 생물만이 살아 남아 진화해왔다고 볼 수 있다. 원래 돌연변이가 전혀 없다면 진화는 없는 것이다.

방사선이 생물의 진화과정에서 매우 중요했다는 것은 확실하며 연구나 의료면에서 도움이 되고 있지만 방사선이 일으키는 장해를 잘 생각해서 방사선을 다루어야 한다는 것을 강조하고 싶다.

인간이 대량의 방사선을 받으면 몸세포의 유전자 염색체에 이상이 생기겠지만 이상이 생겼다고 해서 이것이 곧 장애로 발전하는 것은 아니다. 염색체는 보통의 광학현미경으로 볼 수 있는 크기지만 그 하나하나는 거대한 DNA로 이루어져 있다. 그중에서 정말 인간의 몸에 필요한 것을 만들고 있는 유전자 부분은 5% 정도 밖에 되지 않는다. 그 나머지는 지금 현재로는 그렇게 도움이 되지 않는 것으로 여겨지고 있다.

이같은 부분이라면 잘려도 문제가 없는 것이다. 인간의 몸에 필요한 부분이 손상을 입지 않는다면 또 잘린 부분이 다른 염색체에 붙어 세포내에 남아있다 해도 세포분열때 지장이 없다면 아무 일도 일어나지 않는다. 반대로 손상을 입은 부분이 유전자의 가장 중요한 부분이라면 문제가 되는 것이다.

그러나 염색체의 크기로 보아 가장 중요한

부분에 방사선 장애가 일어날 확률은 상당히 낮은 것이다.

이 연구소에서 조사된 결과는 인류를 방사선으로 부터 어떻게 지킬 것인가 하는 ICRP의 기준 등에 상당히 반영되고 있다. 성·연령을 감안하면서 피폭선량에 따라 선정한 이같은 큰 고정집단을 이만큼 오랫동안 계속 조사하고 있는 연구기관은 다른 데는 없기 때문이다.

체르노빌 조사시에도 자료제공

체르노빌사고후 소련의 의사연구팀이 우리 연구소를 찾아왔었다. 어떤 조사를 어떤 방법으로 할 것이냐에 관한 Know-how를 제공했는데 이들 자료를 가지고 간 것 같다. 소련에도 그후 우리와 같은 연구소가 생겼는데 이 연구소 사람들이 연수하러 오는 일이 있다. 소련연구소의 “쑤베트코바”라고 하는 여성 부장이 이 연구소에 수개월 머무르면서 어떻게 조사할 것인가에 관해 각부문에 걸쳐 배우고 돌아갔다. 또 체르노빌사고시 피폭된 사람이 와서 어떤 상황이었느냐고 물어본 일도 있었다.

결혼문제로 피폭 2세들이 상대방 부모가 반대한다고 상담해온 일이 몇번 있었다. 이럴 때에는 「유전적 영향은 없다」고 자신있게 말해주고 있다.

이 연구소에서는 편견이나 한쪽으로 치우치는 일이 없도록 검사를 하고 있기 때문에 우리들이 조사한 범위내에서는 그런 문제가 없다고 본다.