



## 식품중 방사선, 얼마나 위험할까?



### 진영우

한국원자력연구원  
국가방사선비상진료센터 특임이사  
직업환경의학, 예방의학전문

- 인제대학교 의과대학 학사
- 가톨릭대학교 직업환경의학 석사
- 서울대학교 예방의학 박사
- 前 한국원자력연구원 국가방사선비상진료센터장
- 現 식품의약품안전처 식품위생심의위원회 위원 (방사능 분과)
- 現 원자력안전위원회 규제심사위원회(제5기) 위원 (방사선보호 분야)
- 現 방사선생명과학회 부회장
- 現 한국방사선방어학회 의학이사, 방사선역학분과회장

그 을 시작하기에 앞서 일본오염수에 대해 필자도 방류를 반대하며, 현재 일본은 현재 오염수의 정확한 상황을 보여주어야 하고, 우리나라의 전문가에 의한 현황 파악이 가능하도록 협조해야 한다고 생각한다.

지난 4월 13일 일본 내각은 후쿠시마의 오염수 방류를 결정하였다. 일본산 수산물 등 수입식품에 대한 우려는 물론 국내산 수산물의 방사선 오염에 대한 염려가 확산되고 있다.

지난 2011년 지진에 이은 일본 후쿠시마 발전소의 사고 당시, 국내 수산업계도 큰 타격을 입었던 기억이 있다. 식품의 측면에서 두가지로 나누어 볼 수 있을 것으로 생각한다. 수입수산물과 국내 수산물, 수입의 경우 경로를 차단하는 것이 중요할 것이고, 국내 수산물의 경우, 먼저 오염수가 국내에 들어오느냐 온다면 언제오고 방사성 물질들은 얼마나 오느냐를 체크해야 할 것이다. 이 문제는 다양한 전문적 지식이 필요한 부분이다.

### 전문가 의견과 일반인 인식의 차이

일본의 방류 결정이후 언론에서는 방사선의 영향에 대한 갑론을박이 한창이다. 대체적으로 보면 전문가의 의견과 일반인의 인식에 큰 차이가 있는 것을 알 수 있다. 이런 방사선 이슈가 있을 때 요즘 사람들은 관련내용에 대한 인터넷 검색을 통해 정보를 확인할 것이다. 방사선 영향을 치면 깜짝 놀랄 무서운 사진들을 볼 수 있다. 방사선에 노출되면 당장 큰일 날 것처럼 묘사되어 있다. 그런데 자세히 보면 1000 밀리시버트 이상에서 병원입원을 고려할만한 증상들이 시작되고, 500 밀리시버트에서 100명중 한두명이 일시적인 백혈구 감소가 나타나는 것을 알 수 있다.

일반인은 그림과 사진에 더 초점을 맞추고, 전문가들은 숫자에 기반한 인식과 판단을 한다. 그를 통해 전문가와 일반인의 인식차가 생기는 것

으로 보인다. 필자는 저선량 방사선의 인체 영향에 대해 오랫동안 연구해온 사람이므로 방사선에 대해서 기초적 상식들을 나누고자 한다. 이를 통해 우리 사회가 전문가와 일반인이 더불어 서로를 이해하면 좋겠다.

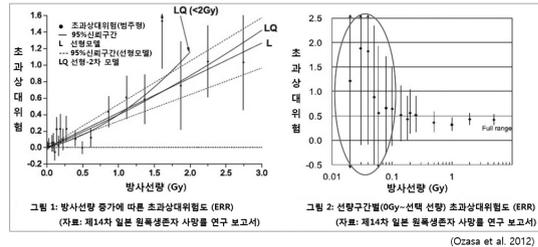
### 방사선과 선량을 개념 및 단위

사회적 불만이 축적되면, 전쟁이나 혁명 등 큰 사회적 충돌이 일어나고, 이후 안정화되는 경향이 있음을 알고 있다. 물질에서도 비슷한 일이 일어난다. 물질을 이루는 원자나 원자핵이 불안정한 상태거나 혹은 들뜬 상태가 되면 에너지를 방출하고 보다 안정된 상태로 돌아가려는 성질이 있는데, 이때 에너지를 가지고 방출되는 입자나 전자기파를 방사선이라고 한다. 한마디로 방사선은 에너지의 흐름이라고 할 수 있다.

많은 사람들이 방사선 단위에 혼란을 느끼고 있다. 간략히 정리하면 다음과 같다. 우리가 흔히 베크렐이라고 불리는 방사능량은 초당 원자의 붕괴횟수를 말한다. 이 붕괴를 통해 방사선이 날아가는 양을 조사선량이라고 하는데, 렌트겐이라는 단위를 쓴다. 이 방사선이 물체, 동물, 인체 등에 흡수되는 양을 그레이라고 하며, 그것이 방사선 종류의 특성, 인체 장기의 민감성 등이 고려되어 인체에 미치는 영향을 고려한 값이 시버트이다. 우리가 흔히 듣게 되는 시버트가 이것이다. 참고로 역학연구에서는 각 장기별 선량을 이용해서 위험도의 크기를 계산하므로 주로 그

레이를 이용한다.

### 원폭 생존자를 대상으로 한 역학 연구 (II)



저선량 (100 mGy 이하) 구간의 방사선 위험도는 여전히 불확실함

한국원자력의학원

[그림 1] 원폭 생존자를 대상으로 한 역학 연구

방사선의 인체영향에 관심이 있는 분이라면 저선량방사선의 양으로 100 밀리시버트라는 숫자가 떠오를 것이다. 그 이유는 우리가 저선량방사선이 암을 일으킨다는 것을 대규모 역학연구를 통해 알려준 원폭 생존자 연구 결과에 있다. 이 연구에서 100 밀리시버트 이상의 집단에서 통계적으로 의미있는 결과가 나왔기 때문이다. 이 이후에 많은 연구들이 진행되었고, 그 이하에서도 유의한 결과들도 제시되었지만, 전체적인 일관성 측면에서 일반적으로 이 숫자를 기준으로 암발생을 확실히 보여준다는 표현을 많이 쓴다. 하지만 역학연구를 하는 전문가들 중 이에 동의하지 않는 사람들도 많으며, 대상수를 늘리면 충분히 통계적으로 유의한 결과를 도출할 수 있다는 견해도 있다.

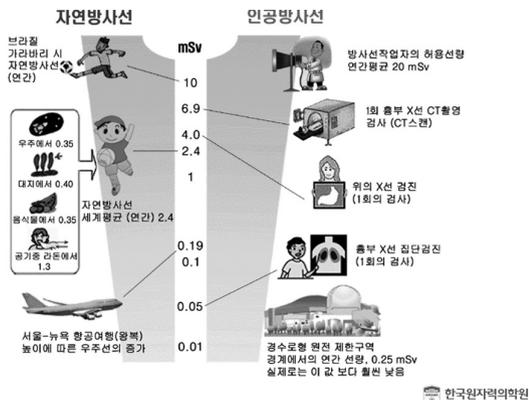
한편 선량률이란 개념이 있다. 같은 선량이라도 1초에 노출될 수도 있고, 1년에 걸쳐서 노출될 수도 있다는 얘기다. 앞서 그림에서 500 밀

리시버트에서 백혈구 감소가 가능하다고 했다. 그렇다면 하루에 1씩 500일에 걸쳐 방사선에 노출될 경우에는 어떨까? 백혈구 감소는 일어나지 않는다. 우스개 소리로 비유를 하자면 우리가 타이슨의 주먹을 한번에 맞으면 기절하겠지만 강도를 1000배 낮추어 1000일동안 맞는다면 큰 타격을 받지 않을 것과 같은 이치이다. 그러나 현재까지의 연구 결과 암발생과 같은 확률적으로 생기는 영향은 그렇지 않다는 아쉬움이 있다.

0.35, 땅으로부터 0.4, 음식물의 칼륨-40 등으로부터 0.35, 공기중 라돈으로부터 1.3 등이다. 우리나라는 화강암 지대로 구성되어 있어 우리나라 사람들의 평균 노출은 약 3-4 밀리시버트 정도다. 제주도는 화산지대로서 현무암으로 구성되어 약 1 밀리시버트가 낮다.

인공방사선의 대표적인 경우가 의료방사선이다. 의료방사선의 경우 선량에 제한이 없다. 당장 진단을 하고 치료를 하기 위해서 반드시 필요하기 때문이다. 질병관리청에서는 반드시 찍어야 되는 경우를 제안하기위한 연구를 활발하게 하고 있다. 어린 아이가 넘어져서 응급실에 왔는데, 뇌의 이상을 체크하기 위해 CT를 찍어야 하는데, 부모들이 난감해하여 진료가 지연되었다는 얘기를 들은 적이 있다. 가능성이 매우 낮은 미래의 질병을 염려하여 당장에 생명에 지장을 줄 수도 있는 판단은 하지 않았으면 한다.

### 인공방사선과 자연방사선의 차이



[그림 2] 자연방사선과 인공방사선

일반인에 대한 방사선 영향 강의를 준비하면서 흔히 받게 되는 질문중의 하나는 인공방사선은 자연방사선과 달라 훨씬 위험하지 않냐는 것이다. 사실은 결국 일반인들이 알고 있는 시버트 값이 같으면 그 영향도 같다. 말 나온 김에 자연 방사선량을 한번 알아보자. 자연방사선의 세계 평균은 연간 2.4 밀리시버트다. 우주에서

### 방사선 인체 영향의 주요 기여 요인, 누적선량과 선형에너지전달

자 이제 방사선 인체 영향의 주요 기여 요인에 대해 알아보자. 무엇보다 중요한 것은 누적선량이다. 모든 영향은 선량에 따라 결정된다. 또 중요한 것은 선량률이다. 앞서 설명한 바와 같다. 민감도도 중요하다. 장기별로 민감도는 다르다. 골수, 대장, 소장 등 분화가 활발한 장기가 훨씬 민감하다. 사람마다 술 마시는 능력이 다르듯 방사선에도 예민한 사람이 있을 수도



있을 것이지만 현재까지 생활에 활용할 수 있을 정도로 알고 있지는 않다. 그런 이유로 호메시스 등 방사선에 유익효과를 제시하는 연구들이 있어도 정확한 기전을 모르기 때문에 방사선방호에 적용하고 있지 않다.

또 중요한 기여 요인은 선형에너지전달이라는 것인데, 방사선이 전달되는 거리를 분모로, 전달되는 에너지량을 분자로하는 값으로, 피폭되는 방사선의 종류라고 보면 된다. 이 값이 엑스선, 감마선을 기준으로 알파입자는 20배 크다. 라돈은 붕괴시 나오는 알파입자가 문제가 된다. 엄청 무섭게 느껴지겠지만, 알고보면 알파입자는 에너지를 전달하는 거리가 너무 짧아서 일상생활에서 우리에게 아무 영향을 주지 않는다. 문제는 이것이 우리 몸에 들어왔을 때이다. 라돈 흡입이 그래서 문제가 되는 것이다. 우리 몸 밖에 있을 때는 피부조차도 뚫지 못한다. 감마선과 엑스선 같은 경우에는 우리 몸을 뚫고 지나가면서 에너지를 전달하기 때문에 많은 안전 방호 전략을 세운다.

### 에너지 크기에 따른 삼중수소 영향 차이

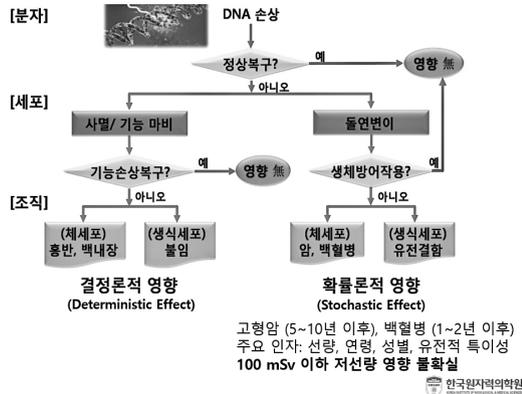
최근 삼중수소에 대한 논란이 많다. 바나나에는 앞서 말한 칼륨-40이 상대적으로 많이 들어가 있는데, 한 전문가가 이를 이용해서 다른 노출량과 비교하여, 온라인에서 한동안 시끄러웠던 적이 있었다. 보통 150 그램 바나나 하나에 들어있는 칼륨-40은 0.1 마이크로시버트 정

도의 영향을 줄수 있다. 이는 1 시간 동안 자연에서 받는 방사선과 맞먹는 양이다. 우리가 먹는 음식물에는 칼륨이 포함되어 있고, 여러 가지 칼륨 중 0.01%는 칼륨-40이다. 그래서 우리 몸은 칼륨-40이 평형을 이루고 일정하게 존재한다. 70 킬로그램 성인은 약 4000 베크렐의 칼륨-40을 가지고 있다. 이 칼륨으로 인해 하룻밤 같이 자는 옆사람으로부터 0.05 마이크로시버트의 방사선에 맞게된다.

삼중수소는 에너지의 크기가 칼륨-40과 비교해 100배 정도 작고, 다른 영향까지 고려하면 인체에 미치는 영향은 약 400 배 정도로 작다. 중수로 원자력발전소에 근무하는 종사자들중 일부는 많은 양의 삼중수소에 노출이 된다. 소변에 리터당 5만 베크렐이 나오는 경우도 간혹 있으며, 이런 상태로 1년간 노출이 되는 경우에도 종사자의 방사선영향은 연간 1 밀리시버트가 넘지 않는데, 이는 위와 같이 에너지의 크기에 따라 그 영향이 달라지기 때문이다.

### 결정적 영향 및 확률적 영향

방사선이 인체에 미치는 영향은 크게 두가지로 나누어진다. 특정 선량이상에서부터 이상증상이 나타나는 결정적 영향이 있다. 앞서 말한 것처럼 500 밀리시버트를 한꺼번에 맞아야 백명중 한두명이 백혈구수 감소를 보인다. 이런 이 때 이 기준양을 역치하며, 역치 이하에서는 증상이 나타나지 않는 것이 특징이다.



[그림 3] 결정론적 영향과 확률론적 영향

이와 달리 확률적 영향은 우리 몸의 DNA 이상이 생긴 세포 하나도 장시간을 지나면 건강 이상을 가져올 수 있다는 뜻으로 발암, 유전적 이상이 그 예다. 방사선에 대한 오랜 연구 끝에 유전적 이상이 생각보다 크게 문제가 되지 않자, 국제적으로 그 위험도 추정치를 줄이고 있다. 암은 여전히 중요한 위험으로 인식되고 있으며, 관련 연구가 진행되고 있다. 유전적 이상에 대해서는 한가지 집고 넘어가야 할 것이 있다. 선천성 기형에 관한 것이다. 세계보건기구, 국제원자력기구 등의 자료에 의하면 100 밀리시버트 이하에서는 기형이 유발되지 않는다고 한다. 체르노빌 사고후 방사선피폭 논란 속에서 유럽 지역에서 매우 많은 인공 유산이 이루어진 것으로 보고하는 연구 결과가 많다. 이것은 방사선에 대한 과도한 불안에서 비롯된 것임은 두말할 나위가 없다. 전혀 의미없는 희생이었던 것이다. 100 밀리시버트를 다시 한 번 기억해두었으면 한다.

### 오염된 생선 섭취에 따른 방사선량과 암 발생 가능성

필자의 주요 연구분야가 역학이고, 이 글이 식품 관련 영향을 살펴보고자 함이 주요 목적이니, 방사성 물질에 오염된 생선을 먹는 경우 우리 몸이 받게될 방사선량과 그 결과 암 발생 가능성에 대해서 한번 보도록 하자.

킬로그램당 세슘 100 벵크렐 생선을 매주 1킬로그램씩 먹는다고 가정해보자. 이때의 인체 노출량은 0.0013 밀리시버트가 된다. 1년은 52주이므로 이를 환산하면 연간 0.0676 밀리시버트를 맞게된다. 연간 1 밀리시버트에 못미치는 수치다. 이를 암 발생과 연관하여 보자. 국제방사선방호기구는 1000 밀리시버트 노출시 암 발생위험도가 약 5% 상승할 수 있다고 제시하고 있다. 100 밀리시버트 이하의 가능성은 논란이 있지만 암발생은 확률적 영향이므로 1 밀리시버트 노출시 암발생위험성은 약 0.005% 높아질 것이다. 우리나라의 암발생률이 대략 38%, 사망률은 그 반인 18%, 그러면 1 밀리시버트 노출된 사람의 암발생 위험은 18.005% 정도가 된다. 물론 이것은 이론적 수치다. 문제는 우리 개인이 이런 위험성에 대해 불안을 느끼고, 심지어 좋은 단백질원인 생선을 피한다는 사실이다.

실제로 2011년 이후 한 때 국내 수산물 소비가 엄청나게 줄어들었던 때가 있었다. 개인으로 보면 매우 낮은 위험도지만 우리나라 국민은 5천만이 되므로 국가는 국민을 보호하기위한 다양한 조치를 마땅히 취해야 한다. 하지만 개인



이 이런 위험에 지나치게 위축되는 것은 바람직하지 않다고 본다. 병원에서 의사들이 잘못될 확률이 10%라고 말하는 것은 대개 그럴 가능성이 거의 없다는 뜻으로 해석할 수 있다. 여기서는 위험할 확률이 0.005%라고 말하고 있음을 상기하자.

### 글을 맺으며

이번 글을 통해 방사선과 식품에 대한 일반인과 전문가의 시각차에 대해 알아보려고 하였다. 대개 일반인들은 직관적으로 받아들이는 반면,

전문가들은 수치를 보고 판단하는 경향이 있다. 결국 같은 내용에 대한 시각차가 존재함은 어쩔 수 없는 부분이기도 하다. 하지만 다시 한번 말 씀드리고 싶다. 결국은 양이 문제다. 대개는 크게 걱정하지 않아도 된다는 것이다. 우리나라의 관련 정부 활동을 옆에서 볼 기회가 있었던 필자는 국민을 보호하기 위한 활동을 열심히 하고 있음을 알고 있다. 그러나 일반 국민이 느끼기에는 뭔가 부족한 부분이 있을 수 있다. 계속적 활동과 소통을 통해서 모두가 먹는 즐거움을 마음껏 누릴 수 있는 세상이 빨리 왔으면 한다. **KIIF**