

라디오마니아와 라디오포비아, 그 대책은?



조규성

카이스트 원자력및양자공학과 교수

- 서울대학교 원자핵공학 학사, 석사
- UC Berkeley 원자력공학 박사
- LBL 박사후과정 연구원
- LANL 박사후과정 연구원
- KAIST 교수
- 전 한국방사선산업학회 회장

방사선이란?

논어에 과유불급(過猶不及)이라는 말이 있다. ‘지나침은 미치지 못한 것과 같다’는 뜻이다. 이 고사성어는 세상만사를 대할 때 우리가 취할 올바른 태도를 잘 말해 준다. 종교나 이데올로기, 애국심이나 사랑에도 과유불급의 철학이 적용되어야 한다. 과학·기술에 대한 우리의 자세도 마찬가지여야 한다. 과학과 기술을 맹신하거나 무시하는 태도나 의사결정은 현명하지 못한 것이다. 방사선에 대해서도 같은 말을 할 수 있다. 방사선에 대한 지나친 광신이나 남용, 또는 방사선에 대한 지나친 혐오나 원천적인 거부 모두 현명한 태도가 아니다.

방사선이란 ‘공간과 매질을 전파하는 투과력이 강한 파동이나 입자’를 의미한다. 방사선은 이 우주의 시작 때부터 지금까지 우주 어느 곳에도 존재한다. 사실 이 우주는 방사선의 바다이다. 하지

만 인류가 이것을 최초로 인지한 것은 불과 120여 년 전이다. 1895년 11월 8일 독일에서 빌헬름 뢰트겐이 우연히 크룩스 진공관에서 엑스선을 발견하고, 그 직후에 프랑스에서 앙리 베크렐과 마리 및 피에르 퀴리가 우라늄광석에서 방사능과 방사능을 낸다는 뜻의 이름을 가진 원소 라듐을 발견한 이후 세상에 알려지게 되었다. 이후 20세기 초 러더퍼드 등에 의해 알파선, 베타선, 감마선 등이 밝혀졌다. 오늘날 방사선은 전자기파 방사선과 입자 방사선으로 대별된다.

종종 ‘방사선은 눈에 보이지 않는 빛의 일종이다’라고 설명되곤 한다. 방사선은 맛도 냄새도 없으며 공기와 같이 촉감도 없다. 방사선이 아주 강하더라도 피부나 인체 온도 상승을 느끼기는 어렵다(4.2kGy가 되어야 겨우 1도 상승). 그래서 우리는 일상생활에서 이것의 존재를 전혀 감지할 수 없다. 한마디로 방사선은 우리의 오감을 벗어나 있다. 하지만 방사선은 인체 세포나 물질

을 구성하는 분자와 원자를 파괴할 수 있다. 특정 방사선의 단위 입자가 갖는 에너지(운동에너지)가 원자와 충돌할 때 원자로부터 하나 이상의 궤도전자를 떼어 낼 수 있을 정도로 세다면 ($\sim eV$) 이러한 방사선을 ‘전리 방사선(ionizing radiation)’이라 부른다. 대부분의 방사선은 전리 방사선이며 인체를 투과하거나 투과하지 않을 경우 인체를 손상시킨다. 엑스선 가슴사진을 찍기 위해서는 대략 절반은 투과하여야 하고 절반은 투과하지 않아야 하므로 적절한 에너지를 선택하여야 한다.

물질을 투과하는 신비로운 성질을 지닌 엑스선은 발견 직후 즉각 의학적으로 이용되기 시작하였다. 뼈의 골절, 염증에 의해 굳어진 폐조직, 종양, 복수 등의 진단에서 그 의학적 유용성은 놀라운 것이었다. 특히 1차 세계 대전 중 다수의 포탄 파편이 박힌 환자 몸에서 파편을 찾는 데는 이보다 더 좋은 방법이 없었다. 마리 퀴리는 직접 엑스선을 탑재한 차량을 개발하고 이를 이용하여 부상자를 치료하기 위해 전쟁터를 누비고 다녔다.

20세기 초부터 방사선은 악성 피부병 및 암 치료에 적용되었다. 파리의 마리 퀴리 연구소 등을 중심으로 엑스선 외에도 라듐 및 자핵종인 라돈에서 나오는 방사선을 이용한 치료법이 다양하게 개발되었다. 이때 방사성 라듐을 환자에 근접시키는 Ra bomb, Ra bottle, Ra mask 등 다양한 이름과 구조를 지닌 치료용 기구들이 개발되어 사용되었다. ‘기적의 라듐 치료(Miracle Cure by Radium Treatment)’라는 소문이 널리 퍼지게 되었다.

라디오마니아

이처럼 방사선이 진단과 치료라는 두 가지 측면에서 탁월한 용도와 기적적인 효과를 보여주자, 방사성 물질 특히 라듐과 라돈을 만병통치약으로 취급하기 시작하였다. 처음에는 치료 목적으로 사용되었지만 나아가 건강증진, 미용, 생활용품 등으로 확대되었다. 이른바 ‘라디오마니아’라는 비이성적 광풍이 언론의 주목과 기업의 투자에 힘입어 유럽을 중심으로 세계로 퍼져나가기 시작하였다.

사실 오래전부터 동서양을 망라하고 특정의 온천에서 목욕을 하면 피부미용이나 피부질환, 신경통, 류머티스 관절염 등에 효과가 있다고 알려져 있었다. 이러한 오래된 믿음 위에 라듐의 의학적 치료 효과가 언론을 통해 더해지자 유럽에서 라돈 온천 휴양이 흥행하기 시작하였다. 또 우라늄 폐광을 이용하여 방을 만들고 하루 수 시간씩 라돈을 호흡하는 휴양시설도 생겨났다. 더 나아가 병원이나 가정의 욕조에 라듐 입욕제를 풀어서 신경통, 관절염 등을 치료하는 라돈욕 치료가 유행하였다.

라듐을 이용한 화장품으로 얼굴 크림이나 파우더, 매니큐어, 립스틱, 비누, 치약 등이 쏟아져 나왔고, 생활용품으로 타일이나 가구 광택제, 살균·소독제, 야광도료 등이 개발되었다. 주방용품으로는 라듐 냄비, 라듐 주전자, 라듐 식기 세척제 등도 유행하였다. 건강식품으로 라듐 초콜릿, 라듐 우유, 라듐 버터, 라듐 소금 등이 사용되었다. 급기야는 라듐 팬티, 라듐 콘돔 및 어린이용



[그림 1] 1940년대까지 라듐은化粧품을 비롯하여 야광시계 등 일상생활 제품에 많이 사용되었다.

과학 장난감으로 방사성 물질 4종을 세트로 팔기도 하였다. 특히 라돈 생수나 라듐 건강 드링크는 다량의 방사선 피폭을 유발할 수 있는 위험천만한 음료수였다. 라듐 시계는 라듐과 형광 물질을 섞은 도료를 이용한 페인트로 시간을 표시한 시계로서 1차, 2차 세계 대전 때 군용으로 널리 활용되었다.

이처럼 1940년대까지 방사성 물질 특히 라듐과 라돈은 건강에 유익한 것으로 간주되었고, 그 결과 많은 일상생활 제품에 사용되고 식음료로 섭취됨으로써 대중의 피폭을 유발하였다. 그 과정에서 방사선 피부 손상, 혈구 감소, 출혈, 탈모, 궤양, 백내장, 백혈병, 고형암, 그리고 사망까지 이르게 하는 생물학적 영향을 초래했다. 이러한 일들은 세 가지 원인에 기인했다고 할 수 있다. 첫째 기본적으로 방사선 및 그 영향에 대한

인간의 이해가 부족했기 때문에 발생한 결과이다. 둘째 신기하기까지 한 방사선 치료 결과를 근거로 방사선이 건강에도 좋은 영향을 끼칠 거라고 막연히 기대한 결과이기도 하다. 마지막으로 언론을 중심으로 형성되는 군중심리에 의한 부화뇌동의 결과이다.

방사선 인체 영향과 규제

1930년대까지 유럽에서 방사선을 사용한 수많은 의사와 간호사, 환자들에게서 과다한 엑스선 피폭으로 예상 못 한 피해가 발생했다. 많은 경우 손가락을 절단해야 했다. 급기야 1936년 4월 4일, 독일의 함부르크 성 조지병원에 초기 희생자 169명의 추모 기념비가 설치되었다. 라디오포비아의 대표적 피해 사례는 미국 골프선

수 에벤 바이어스에게서 일어났다. 그는 1927년 의사의 권유로 허리병을 고치려고 3년에 걸쳐 라디톨이라는 라듐 건강음료수를 1,400여 병 마시고 치아가 빠지고 아래턱뼈가 녹는 증세를 보이다가 뇌종양 및 다발성 암으로 1932년 사망하였다. 한편 4천 명이 넘는 가장 대규모 피폭 사례는 1917~1927년까지 미국과 캐나다 등에서 야광시계를 만들면서 라듐 페인트를 섭취한 여성 작업자들이다. 1939년까지 50여 명이 사망하였다. 이처럼 라듐은 흡입하면 칼슘과 비슷하게 뼈와 치아에 축적되어 재생 불량성 빈혈을 일으키는 것으로 밝혀졌다. 앙리 베크렐과 마리 퀴리 역시 이 질병으로 사망하였다.

이처럼 20세기 초 30여 년간 방사선 피폭자들이 발생하면서 우려가 확산하자, 1925년 제1회 ICR(International Congress of Radiology, London)에서 국제 사회 최초로 방사선 위험을 논의하기 시작하였다. 이어서 1928년 국제엑스선라듐방호위원회(IXRPC, 1950년 국제방사선방호위원회(ICRP)로 개명)가 결성되어 방사선 피폭 허용 한도를 논의하기 시작하였다. 작업자와 일반인의 연간허용선량을 1931년 500/50mSv로 결정하였다가 1936년 300/30, 1948년 150/15, 1959년 50/5, 1990년 20/1mSv로 점차 줄이게 된다. 현재의 수치는 히로시마와 나가사키의 원폭생존자 수 만 명의 추적 역학조사 자료에서 밝힌 방사선 기인 발암 유효 발단치 100mSv로부터 작업자는 1/5, 일반인은 1/100로 여유도를 두고 결정되었다. 현재 일

반인 기준은 보수적이라는 평가를 받고 있다.

라디오포비아

1945년 8월 6일 일본 히로시마에, 3일 뒤에 나가사키에 버섯구름으로 상징되는 원폭이 투하되어 합산 20만 명가량이 사망하였다. 이 가공할 신무기는 일본이 무조건 항복함으로써 2차 세계 대전을 끝나게 했지만 인류에게는 새로운 위험을 걱정하는 시대를 가져왔다. 이처럼 원자력에너지는 핵무기라는 형태로 인류에게 첫선을 보이면서 공포심을 심는 계기가 되었다. 이후 미국과 소련을 필두로 세계 강대국은 앞다투어 원폭을 개발하였고 1964년까지 20여 년 동안 거의 2,000건에 달하는 원폭 시험을 진행하였다. 이에 전 세계 많은 시민단체들은 반핵운동을 전개하였다.

1942년 12월 2일 엔리코 페르미가 미국 시카고 대학에서 세계 최초로 원자로를 개발하였다. 이어서 1954년 러시아 오브니스크 원전(5MW)을 선두로 60년대부터 전 세계 여러 국가에서 원자력발전소를 건설하거나 운용하기 시작하였다. 이에 원자력을 군사적 목적으로 이용하는 것을 막고 평화적으로 이용하는 것을 장려하기 위해 1957년 국제원자력기구(IAEA)가 유엔의 독립 전문기구로 창설되었다. 바야흐로 세계는 원자력 전기의 시대에 접어들었다.

하지만 불행히도 1979년 3월 28일 가동한 지 4개월 만에 미국 쓰리마일 아일랜드 원자로에서

냉각 설비 결함으로 인한 사고가 발생했다. 철근 콘크리트 격납건물 덕분에 원자로 건물 밖으로 방사성 물질이 누출되지는 않았지만 미국 및 세계 시민들을 공포로 몰아 넣었다. 이로 인해 미국 및 유럽에서 반핵 시위가 다시 거세게 일어나면서 원폭뿐만 아니라 원자력발전까지 반대하는 국제적인 환경운동으로 전개되기 시작하였다.

1986년 4월 26일 구소련 체르노빌의 8년 가동 원전 4기 중 1기에서 운전 미숙과 흑연로의 구조적 결함으로 인해 노심용융 사고가 발생하였다. 화재가 진압되기까지 10일간 세계 최대 규모의 방사능(수 EBq)이 누출되어 초기 화재 진압에 투입된 1,100명의 작업자 중 30명이 사망하였다. 이 중 2,000mSv 이상 방사선 피폭자 97명 중 28명이 2개월 내 사망하였다. 이 최악의 7단계 원전사고로 전 세계는 다시 한번 방사선 공포에 빠지기 시작하였다. 하지만 체르노빌의 남은 3개 원자로를 전력 생산을 위해 이듬해 재가동을 시작하였다. 발전소 부지 내에 사고 원전을 곁에 둔 채로 제염 작업을 하고 15년간 더 운영한 뒤 2000년에 모두 영구 정지되었다.

2008년 UNSCEAR 보고서에 따르면 오염지역 거주자 640만 명의 20년 누적 선량은 9mSv로 평가되었으며 초기 대피자 11만 명을 포함하여 총 33만 명의 대피자 20년 누적 선량은 50mSv 이하로 평가되었다. 중요한 통계는 이사고로 인한 방사선 피폭 암 사망자 예측치이다. 2006년 세계보건기구(WHO)는 총 피폭자 500여 만 명 중 20년간 자연암 사망자 130여 만 명의 3%인 4

천 명이 방사선 기인 암으로 사망할 것으로 추정하였다. 한편 같은 해에 유럽 녹색당이 위임해 만든 토치보고서에서는 3만~6만 명으로 평가하고 있다. 또한 국제 환경단체인 그린피스도 20만 명에 이른다고 2004년에 보고했지만 신뢰성이 없다고 평가받고 있다. 어찌 되었건 WHO 보고서조차 선형비발단치 모델에 기초해 평가한 값이어서 ICRP의 권고사항인 선형비발단치 모델의 방호적 용도를 사고 결말 평가에 오용하고 있다.

WHO에 따르면 이 사고의 가장 비극적인 결과는 체르노빌 방사성 낙진을 우려한 독일, 영국, 이탈리아, 그리스 등 유럽의 여러 국가에서 총 10만~20만 명의 산모가 낙태수술을 단행한 일이었다. 이들 국가의 20년 누적 선량은 0.3mSv 이하로 연간 자연선량 2.4mSv × 20년에 비해 정도로 무시할 만한 수준이었다. 이 비극적인 일들은 방사선의 선량에 따른 영향에 대해 무지한 산부인과 의사들과 산모들에 의해 결정된 것으로 ‘라디오포비아’의 대표적인 사례로 꼽힌다. 하지만 1987년은 히로시마 원폭이 있었던 1945년으로부터 32년 뒤이기 때문에 아직 원폭생존자 역학조사 보고서가 채 완성되기 전이라는 점에서 중간 결과 보고가 있었더라도 널리 알려지기 어려웠을 것으로 보인다.

체르노빌 사고를 계기로 전 세계적인 반핵운동이 활발하게 일어났다. 미국, 독일 등 원자력 선진 국가에서 원자력발전은 기피 사업이 되었으며 전 세계의 원자력 발전량은 1990년대를 시점으로 30여 년간 정체를 맞게 된다. 그러던



[그림 2] 1979년 10월 14일 독일 본에서 벌어진 반핵 데모가 일어났다.

중 2011년 3월 11일 40년간 가동한 일본 후쿠시마 원전에서 진도 9.0의 지진에 의한 쓰나미로 인해 보조발전기와 전력망이 훼손되면서 3개 원자로에서 노심용융이 일어나게 되었다. 이어서 수소폭발로 원자로 건물에 구멍이 뚫리고 5일간 방사성 물질이 누출되었다.

후쿠시마의 원자로 역시 체르노빌 원자로처럼 철근콘크리트 격납건물이 없는 60년대에 설계된 원자로이었기 때문에 방사성 물질 누출을 막을 수 없었다. 후쿠시마 사고 이후 환경단체와 언론에 의해 온갖 루머와 유언비어가 난무하면서 탈핵 운동이 전개된다. 기형 동물, 일본 열도 전체 오염, 일본인 사망자 급증, 갑상선암 환자 급증 등 수많은 소문이 퍼졌으나 실제 증거들은 제시되지 못하였다. 일본은 거의 200조 원을 들여서 후쿠시마현의 오염토를 수거하여 쌓아 놓

고 있으며, 지하수를 이용하여 용융된 원자로를 냉각한 후 회수하여 저장하고 있다.

후쿠시마 사고를 계기로 전 세계는 다시 한번 원자력과 방사선의 공포에 휩쓸리게 된다. 일본은 모든 원자로를 정지하였으며 독일, 스위스, 벨기에, 대만 등이 탈원전을 추진하기로 하였다.

2017년 6월 19일 우리나라도 대통령이 공약을 거론하며 갑작스럽게 탈원전을 선언하였다. 우리나라의 탈원전 선언은 2016년 진도 5.9 경주지진에 대한 대중의 공포심이 큰 영향을 끼쳤다고 할 수 있다. 하지만 이보다 더 직접적인 이유는 후쿠시마 원전사고 이후 ‘라디오포비아’ 즉 ‘방사선 공포증’을 대중에게 끊임없이 조직적으로 홍보해온 한국 반핵단체의 지난한 노력의 결과라고 할 수 있다. ‘방사능 비 휴교령’ 및 ‘동해안 어류 오염 문제’, ‘영광 3족우 사건’, ‘갑상선 암환

자 가족 소송사건', '영화 판도라', '월성발전소 삼중수소 누출 문제', '한국원자력연구원 방사능 누출', '후쿠시마 수산물 수입 반대 사건', '라돈 침대 사건', '방사능 아스팔트', '방사능 책꽂이', '폐기물 10만 년 독성', '파이로프로세스 이슈', '핵융합 이슈' 등 방사선과 관련된 거의 모든 사안에 대해 시위를 벌인다. 최근 들어서는 '후쿠시마 오염처리수 방류 반대' 및 '동경 올림픽 보이콧' 등 역사 속의 반일 감정을 이용하기도 한다.

그 대책은?

'라디오마니아와 라디오포비아'란 말은 알버트 솔랜드 교수가 1903년 로스앤젤레스의 한 학회에 발표한 논문의 제목이다. 이 두 가지 모두 대중의 심리를 일컫는 말로서 부정적인 의미를 내포하고 있다. 역사적으로 20세기 초 '라디오마니아'가 유럽을 중심으로 널리 유행한 대중심리였다면 '라디오포비아'는 21세기 초 현재 일부 북유럽 국가와 한국에서 유행하는 대중심리이다.

라디오마니아는 핵물리학과 방사선의학의 발전에 지나치게 열광한 풍조이며, 라디오포비아는 체르노빌과 후쿠시마 원전 사고에 지나치게 집착하는 풍조이다. 이 두 가지 모두 비이성적인 심리이다. 과유불급이다. 이 두 잘못된 심리 사이에 50년 이상의 '히로시마 원폭생존자 역학조사'가 있다. 또한 최근 50년간의 '방사선 암치료 경험 자료'가 존재한다. 방사선 인체 영향은 최소 100mSv 이상을 일시적으로 받을 때 문제

가 된다. 그 이상의 피폭을 받지 않도록 해야 하는 것이며 그 이하의 피폭을 받으면 전혀 걱정할 필요가 없는 것이다.

라디오마니아와 라디오포비아에 대한 대책은 두 가지이다. 하나는 ICRP와 대한민국 원자력안전위원회의 방호 기준을 재정립하려는 노력이 필요하다. 현 기준치인 연간 1mSv는 지나치게 낮다. 영국 옥스퍼드 대학의 웨이드 엘리스 교수는 월 100mSv를 제안한다. 그 근거로 방사선 암 치료 경험을 얘기한다. 하지만 이 정도까지 단숨에 올리는 것은 거의 불가능하고 바람직하지도 않을 수 있다. 그러나 상향 조정할 필요는 있다. 일회성 피폭의 경우 100mSv라는 원폭생존자 역학조사 결과를 최대한 활용하여야 한다. 우선 1단계로 일반인에게도 작업자와 동일하게 연 20mSv로 책정하는 것도 좋을 듯하다.

두 번째로, 원자력과 방사선에 대한 대중의 올바른 이해를 위해서는 반핵단체가 노력하는 것 이상으로 노력해야 한다. 많은 인력과 시간 투자가 필요하다. 기후 재앙을 막기 위해 탄소 중립을 실현하는 유일한 방법은 원자력의 전 세계적 확대에 있다고 확신한다면, 우리의 후손을 위해 이 글을 읽는 모든 이가 노력할 가치와 의무가 있다고 생각한다. 방사선과 원자력에 대한 정확한 지식을 다양한 사람들에게 다각도로 시급히 전달해야 한다. 그리고 정확한 지식을 습득한 후 그들이 스스로 판단을 내리게 해야 한다. 민주국가에서는 대중의 여론만이 국가의 정책으로 이어질 수 있기 때문이다. **KIIF**