

# 현대문명의 빛과 그늘 「원자력」

## IV. 방사선의 이용

한국원자력문화재단 제공

한국 표준형원전의 효시이며 단위기 용량으로는 국내 최대인 100만kW급 영광원전 3,4호기의 성공적인 완성으로 우리나라는 모두 11기의 원자력발전소를 보유하게 되었고 지난 해는 3752만kW의 총발전설비 용량 중 27%를 원전 설비가 점유하기에 이르렀다.

이제 원자력은 분명히 우리곁에 와 있고 우리는 그 혜택을 누리면서 문명을 구가하고 있다. 그러나 원자력에 대한 국민적 합의는 여전히 어려운 가운데 사회적인 낭비가 계속되고 있다.

지난해말 한국원자력문화재단에서는 “현대문명의 빛과 그늘 「원자력」 (동아일보 편집위원 이용수 박사 지음)”이라는 제호의 책자를 발간한 바, 원자력에너지의 이용에서부터 안전성 및 방사성폐기물 처리문제, 그리고 원자력이 국제적인 위상에서 차지하는 비중과 원자력에 대한 국민이해에 대한 내용까지 원자력시대에 살고 있는 우리에게 ‘에너지로서의 원자력’ 관한 모든 것을 이야기해 주고 있어 내용을 연재로 게재한다.

〈편집자 주〉

- I 물질과 에너지
- II 원자력시대에 산다
- III 방사선과 인간생활
- IV 방사선 이용**
- V 원자력 사고
- VI 꿈의 핵융합로
- VII 원자력과 국제정치
- VIII 아쉬운 정책지원
- IX 원자력과 국민이해

### 1. 첨단장비에의 감초

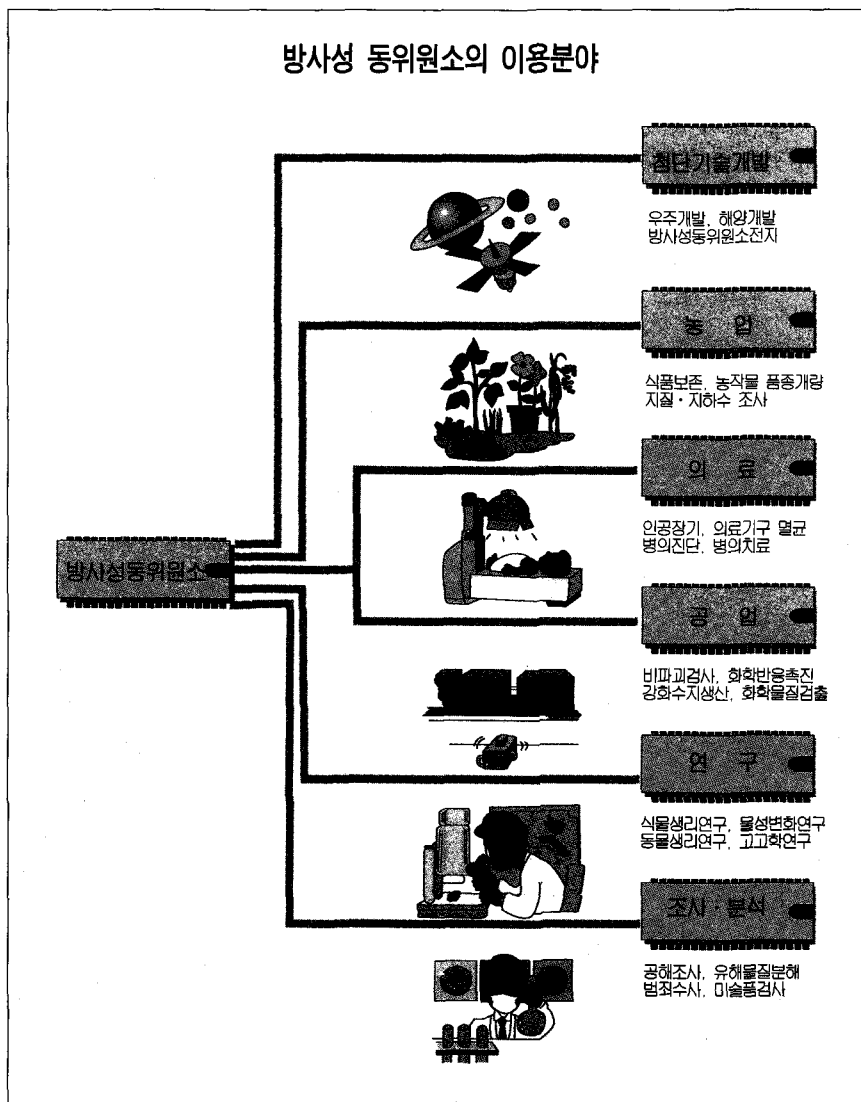
방사선은 인체와 자연 생태계에 해롭게 작용하는 경우도 있으나 의 료 및 산업분야 등에서 유용하게 쓰이는 경우도 많다. 특히 방사선의 특 성이 알려지면서 그 이용분야는 더욱 확대되고 있으며 소위 첨단 의 장비 들 가운데 방사선을 이용하는 경우가 많다.

방사선은 어떤 물체에 닿으면 흡수되거나 산란하는 성질이 있다. 물체 에 대한 방사선의 흡수량은 그 물체의 두께에 비례한다는 사실을 이용하 여 물체의 두께를 정확히 잴 수 있다. 두께에 이용되는 핵종은 탄소14, 크립톤85, 세슘137, 아메리슘241 등 7종이 있으며 이때 잴 수 있는 두 께는 최고 피코 단위까지 얇은 두께의 측정이 가능하다. 또 방사선의 산 란원리를 이용한 지하검층계도 있다. 이것은 암반의 깊이나 단층의 위치 등을 확인할 수 있어 토목공사를 위한 지질조사에 유용하게 쓰이고 있다.

학교나 사무실 혹은 호텔 등의 천장을 보면 조명장치 외에 화재방지를 위한 연기감지장치가 있다. 이 장치도 바로 방사성동위원소를 이용한 것이다. 라듐에 이어 최근 이용되기 시작한 인공원소인 아메리슘은 반감기가 길어 거의 영구적으로 이용이 가능하다. 아메리슘에서 나오는 방사선은 공기중에서 이온으로 작용하여 플러스 단자와 마이너스단자에 전류를 흐르게 한다. 그런데 여

기에 연기가 들어오면 흐르는 전류의 양이 감소되고 이것을 느낀 장치가 경보를 울리게 되어 있다. 연기감지기에 함유되어 있는 방사능은 1개당 10마이크로 큐리 이하이다.

오늘날 방사성동위원소가 산업현장에서 가장 유용하고 폭넓게 쓰이고 있는 분야 중의 하나가 비파괴검사분야이다. 이것은 어떤 물체에 결함이 있는지 여부를 알



려고 할 때 그 물체를 파괴하지 않고도 방사성동위원소를 이용하여 감쪽같이 결합을 알 수 있는 방법이다. 결합 여부를 알고자 하는 물체에 방사선을 통과시키고 통과된 방사선을 사진필름에 감광시켜 보면 방사선이 통과된 물체(주로 금속재료 등)의 결합을 알 수 있다. 즉 검사하려는 물체에 결합이 있는 경우 X선이나 감마선은 결합이 있는 부분으로 통과해 나와 사진 건판에 작용한다. 결합의 크기도 결합 사이를 통과한 방사선의 크기를 계산함으로써 알 수 있다. 오늘날 큰 기계장치의 결합이나 건물을 짓고 배를 만드는 데 방사선을 이용하는 비파괴검사법이 약방의 감초처럼 쓰이고 있다.

방사선이 차폐물에 흡수되면 열이 생긴다. 물론 그 열은 보잘 것 없이 미미한 것이다. 그러나 이 미미한 열을 이용하여 전지를 만든 것이 원자전지이다. 여기에 이용되는 핵종은 플루토늄238과 프로메튬147 스트론튬90 등이다. 플루토늄과 스트론튬 1만 큐리로 약 3와트의 전기를 얻을 수 있다. 현재 달에서 작동하고 있는 월면계도 원자전지에 의해 에너지를 얻고 있으며 심장박동기에도 원자전지가 쓰이고 있다. 이처럼 오랫동안 에너지가 필요한 곳에서는 원자전지의 이용이 필수적이다.

또 목재로 된 유물의 연대를 측정하는데 사용되는 방사성동위원소(탄소14)는 가장 정확한 증거를 제공함으로써 연대측정에 크게 기여하고 있다. 이것은 방사능시계라고 할 수 있다.

또 방사성추적자는 물이 새는 것을 정확하게 감지하는데 유용하게 쓰인다. 방사성동위원소를 시험하고자 하는 기계장치 내부에 넣고 밖에서 방사능을 측정해 보면 물이 새는 것을 알 수 있다. 이 현상을 이용하면 수도물이나 댐의 누수까지 눈에 보이지 않는 누수도 정확히 측정할 수 있다. 눈으로 볼 수 없었던 미지의 세계를 인간은 방사성물질을 이용하여 그 현상을 확인할 수 있는 것이다.

농업분야에서는 방사선이 식물의 품종개량에 널리 이

용된다. 식물에 방사선을 쬐어 돌연변이 또는 염색체 이상을 일으켜 품종 개량을 다반사로 하고 있다. 이렇게 개량된 신품종 가운데 수확이 많은 품종이나 병에 잘 견디는 등의 장점이 있는 품종을 골라 신품종으로 고정시키는 것이다. 보통 신품종을 개량하려면 오랜 시간이 걸리지만 방사선을 이용할 경우 품종개량 시간을 단축할 수 있다는 큰 장점이 있다.

이미 세계적으로 많은 품종이 이 방법으로 개량되었는데 국내에서는 방사6호(보리), 밀양10호(벼), 방사콩(콩나물 콩) 등이 방사성 동위원소에 의해 개발된 신품종들로 농림부 종자심의위원회에서 장려품종으로 지정되었다.

식물에 이용되는 비료의 효율 성능을 조사하기 위해 방사성동위원소를 표지(標識)화합물로 만들어 비료와 함께 농작물에 주면 비료의 어떤 성분이 식물의 어느 부분에 어떻게 작용하는가를 알 수 있다. 여기에 주로 이용되는 방사성동위원소는 인32, 탄소14, 유황35 등이다.

해충구제에 방사선이 이용되는 방법은 기본적으로 생식능력을 제거시키는 것이다. 즉 인공부화된 해충의 수컷에 방사선을 쬐어 교미능력만 남기고 생식능력은 제거하여 자연계의 해충집단에 정기적으로 방산시키면 암컷이 건전한 수컷과 교미하는 기회가 적어서 수정난이 감소하기 때문에 결국 해충들이 멸종된다. 미국에서는 목축업에 큰 피해를 주었던 플로리다 파리를 이런 방법으로 퇴치했다. 또 일본 규슈와 대만 사이에 있는 류큐 제도에서는 오이와 수박에 피해를 주던 파리의 번데기에 방사선을 쬐어 불임화된 성충을 야외에 풀어 놓아 결국 파리를 제거하는데 성공했다.

농산물의 효과적인 보관방법으로 원자력이 이용되고 있다. 이것은 방사선을 이용하여 각종 미생물에 의한 변질이나 침해를 막을 수 있어 세계 여러 나라에서는 방사선을 식품저장에 널리 응용하고 있다.

한때 국내에서 고추가 파잉생산되어 이를 제대로 판리하는데 애를 먹은 적이 있다. 농수산부는 농민들의

항의에 굴복하여 과잉생산된 고추 가운데 수만t을 억지로 수매해 그 중 일부를 농협창고 등에 보관했다. 그런데 보관방법의 미숙 등으로 상당량이 곰팡이나 미생물에 의해 변질된 적이 있다. 아무런 조치를 취하지 않은 채 비만 가린 창고에 보관했기 때문이다.

국내 각종 보관창고에서 변질되고 있는 농산물은 비단 고추뿐만이 아니고 기타 야채류나 양곡의 경우도 마찬가지이다. 오늘날 생산한 농산물을 효과적으로 보관하는 것은 직접 생산 못지 않게 중요한 농산물의 간접 증산방법이 되고 있다.

방사선에 의한 식품저장연구는 1885년 뢰트겐이 X선을 발견한 이듬해에 밍크라는 과학자가 세균에 미치는 X선의 효과에 대한 연구를 하면서 시작되었다. 그러나 현재처럼 세계적으로 방사선을 식품저장에 이용하려는 본격적인 연구와 함께 실질적으로 생활에 이용하기 시작한 것은 코발트60 등 대형의 방사선 조사선원(照射線源)이 개발된 1950년대부터였다.

## 2. 방사선식품 · 의약품

방사성동위원소를 이용하여 질병을 간단하게 치료하는 방사선의학이라는 새로운 영역이 발돋움하고 있다. 인체 구석구석에 어떤 질병들이 있는지를 찾아 낸다는 것은 그리 쉬운 일이 아니다. 그러나 현대의학의 첨단 기술과 장비를 이용하여 과거에는 상상도 하지 못했던 인체 구석구석의 질병을 찾아 내고 이들 질병들은 치료하고 있다. 오늘날 의료분야에서 가장 많이 이용되고 있는 것 중의 하나가 바로 원자력을 이용한 질병의 진단과 치료다.

인체의 질병 진단에 가장 먼저 이용되기 시작한 방사선이 X선이다. 1896년에 뢰트겐에 의해 발견된 X선은 인체를 투과할 경우 장기 또는 조직의 밀도에 따라 흡수 또는 흩어지는 정도가 다르기 때문에 이 성질을 이

용하여 인체내의 여러 가지 질병의 증상을 알아 낸다.

최근에는 X선으로 허파나 뼈의 사진촬영만이 아니라 조영제(造影劑)를 체내에 넣은 다음 여기에 방사선을 투과시켜 체내의 생리현상을 직접 눈으로 확인하기도 한다. 또 인체내 생체조직의 단면을 조각조각 내어 볼 수 있는 X선 컴퓨터 단층촬영기도 이용되고 있다.

방사성동위원소를 체내에 투여하고 난 후 여기서 나오는 방사선을 인체표면에서 잡아 이것을 분석함으로써 체내의 이상유무를 진단하기도 한다. 여기에 많이 이용되는 방사성동위원소는 테크네슘 99이다. 이 원소는 간장, 신장, 폐, 담낭, 뼈 등에 주로 많이 모여 감마선을 낸다. 이것을 감마선 카메라로 잡아 병증을 진단한다.

또 갑상선의 이상 여부를 진단하는 데는 요드124이나 131이 이용되고 심장마비를 가져오는 심장의 근육 이상 여부를 알기 위해 탈륨201이 이용된다. 암을 진단하려면 제논133이나 크립톤이 사용된다. 이들 방사성동위원소들은 반감기가 6시간부터 길게는 3일 정도로서 인체의 각종 검사용으로 많이 사용되지만 곧 없어지기 때문에 인체에는 영향을 주지 않는다.

방사성동위원소를 투여한 인체로부터 채취한 혈액 기타 분비물 등을 직접 조사하여 질병을 진단하는 경우도 있다. 가령 신생아의 혈액에 함유된 갑상선 자극 호르몬의 양을 요드124를 이용해 크레아틴증을 발견해 낼 수 있으며 그 외 인슐린, 성장호르몬, 부신피질호르몬, 황체호르몬의 이상여부도 조사할 수 있다.

또 간암에서 나오는 알파페토탄단백질이나 대장암에서 나오는 분비물 등을 조사하여 암을 미리 진단해 내기도 한다. 이처럼 암의 조기진단에 원자력이 이용되고 있는 것이 현대 진단의학의 큰 특징이 되고 있다. 현재 국내에서 질병 진단에 이용되고 있는 방사성동위원소는 12가지에 이르고 있다.

방사성동위원소는 질병의 진단만이 아니라 질병의 치료에도 널리 이용되고 있는데 암의 방사선치료는 그 대

표적인 예다. 이 방법은 강력한 방사선을 이용하여 암 세포를 파괴시켜 암을 치료하는 것이다. 이 방법은 급격히 증식하는 세포를 죽이는데 효과가 크다.

주로 이용하는 핵종은 코발트60으로 여기서 나오는 감마방사선을 가느다란 다발로 만들어 암조직에 집중적으로 쬐인다. 또 세슘137이나 이리듐192, 라듐226 등은 혀암, 인두암, 자궁경부암 등의 치료에 이용되기도 한다. 또 요드가 갑상선에 잘 모이는 성질을 이용하여 대량의 요드131을 복용하면 갑상선에 모인 요드에서 나오는 방사선으로 갑상선암이나 기타 갑상선질환을 치료할 수 있다.

최근에는 선형가속기나 사이크로트론 등 강력한 방사선을 내는 장치가 개발되어 여기서 나오는 중성자선, 양성자선 등의 방사선을 직접 암조직에 쬐여 암세포를 죽이는 방법이 이용되기도 한다. 선형가속기나 사이크로트론은 중성자, 양성자, 전자를 가속시켜 굉장히 높은 에너지를 갖게 한 다음 이를 암조직 등에 쬐여 암세포를 태워버리는 것이다. 그러나 이 기술은 강력한 방사선의 제조 못지 않게 이용방법이 까다로워 자칫 잘못하다가는 정상적인 생체세포에 치명적인 손상을 줄 위험이 있다.

현재 국내에서 사용하고 있는 방사성동위원소는 트리튬, 테크네슘90, 이리듐192 등 46종이다. 방사성동위원소를 전문으로 만들어 내는 원자로가 따로 있다. “하나로”는 바로 연구목적용 겸한 방사성동위 원소를 만들어 내는 원자로다.

'95년 말 현재 수입되는 방사성동위원소는 45종류에 27만 9천여 큐리인데 비해 국산은 8종에 406큐리에 머물고 있다. 하나로가 본격적인 가동을 하면 국산 방사성동위원소는 훨씬 늘어날 전망이다.

식품조사는 방사선을 식품에 쬐으로써 일찍 썩어 나오는 것을 막고 빨리 익는 것을 늦추며 살균 및 살충을 하여 식품을 위생적으로 유통시키거나 저장기간을 연장하

는 방법이다. 식품조사에 이용되는 방사선은 코발트60과 세슘137에서 방출되는 감마선이 주로 이용되며 그의 특별한 장치에서 만들어지는 전자선이 이용되기도 한다.

감마선은 그 근원이 햇빛과 같은 파동으로 이 파동의 물리적인 작용에 의해 살균효과를 나타내거나 생체조직의 일부 효소를 파괴함으로써 식품의 저장효과를 나타낸다. 이 방사선은 강력한 투과력이 있기 때문에 식품의 종류나 크기에 관계없이 웬만한 포장지로 잘 포장된 상태에서 내부의 미생물이나 곤충을 살균 살충할 수 있다.

방사선으로 완전히 멸균할 때 소요되는 에너지는 가열에 의한 멸균의 5분의 1밖에 들지 않아 적은 에너지로 높은 멸균효과를 낼 수 있는 장점이 있다. 특히 최근에는 종전에 사용되어 오던 식품보존제나 훈증제가 잠재적인 독성이 있는 것으로 판단되고 있어 일부 국가에서는 이의 사용이 금지되면서 방사선을 이용한 식품보존법이 인기를 얻고 있다.

방사선을 쬐인 식품의 유해성 여부에 대한 논쟁이 아직 일부 국가에서 일고 있으나 미국식품위생국(FDA), 국제원자력기구(IAEA), 세계식량농업기구(FAO) 등에 의해 그 안전성이 인정되고 있어서 방사선 조사에 의한 식품의 유해성 논쟁은 거의 사라지고 있다. 현재 세계 32개국에서 방사선을 이용한 식품보존법이 이용되고 있다.

국내에서는 지난 1970년대 후반부터 한국원자력연구소에서 식품에 방사선을 쬐여 식품의 변질이나 유해성 여부, 저장의 효과와 식품에 따라 쬐여야 할 방사선의 양 등을 연구하여 기본적인 기술을 확립했다. 1987년에는 코발트60, 세슘137을 이용하여 양파, 마늘, 감자, 향신료 등 6개 품목을 방사선조사식품으로 정해 식품에 대한 방사선을 조사해 오다가 1985년 5월부터는 건초채소류, 인삼제품류 및 멸균이 필요한 환자식 등 거의 모든 식품에 방사선을 조사하여 멸균과 식품의 장기보존방법으로 이용하고 있다. ■