

방사선이용의 국제적 동향과 일본의 현황

1. 머리말

방사성동위원소와 방사선의 이용은 개발도상국에서 순조롭게 진행되고 있다. 이것은 IAEA의 기술협력, 아시아 제국에 대한 일본의 연구협력, 인력훈련의 성과가 결실하고 있음을 나타내고 있다.

말레이시아에서의 전자빔의 공업이용, 중국에서의 ^{60}Co 조사 장치에 의한 연간 10만톤의 식품조사, 베트남에서의 ^{60}Co 조사장치 신설과 식품조사등 방사선이용이 각국의 산업에 공헌하고 있다.

방사선이용에는, 주로 [공업], [의료], [농업·식량], [환경]의 분야가 있다. 이들에 대하여 국제적인 상황과 일본의 현황을 보고한다.

2. 농업·식량

(1) 식품조사 : 식품의 안전

일본은 세계에서 선구적으로 [감자]의 상업 규모적인 조사를 실시하였다. 현재도 연간 약 8,000톤의 감자가 발아방지를 위하여 조사되고 있다. 그러나 다른 품목에 대해서는 조사 식품에

대한 국민의 이해가 저조하다는 이유로, 이용이 진행되고 있지 않다. 그 동안, 국제적으로 식품조사의 이용은 수 많은 품목에 대하여 착실하게 진행되고 있다. 현재, 식품조사를 허가하고 있는 나라는 52개국, 이용하고 있는 나라는 30개국 이상이다.

1980년 WHO, IAEA, FAO는 10kGy이하의 선량조사에서는 식품의 안전성에 문제가 없다고 보고하고 있으며, 조사식품은 CODEX(국제식품규격)에서도 인정하고 있다.

또 WHO, IAEA, FAO는 공동으로 국제 식품조사 자문그룹(ICGFI)을 설립하여 46개국이 참가하고 있으며, 식품조사에 관한 정보교환 및 의견을 정리하여 정책 검토를 하고 있는데, 주요 선진국에서는 일본정부만이 참가하지 않고 있다.

1) 향신료류

조사향신료는 미국을 중심으로 해마다 증가하고 있다(그림 1). 세계전체로서는 연간 약 9만톤이 조사되고 있다. 목적은 살균이며 소비자를 식중독으로부터 지키는데 있다. 일본에서는 수증기



로 열처리를 하고 있지만, 가장 중요한 향신료의 향기가 소멸되고 있다. 일본인은 시시한 향신료로 남아있는 꼴이다. 2년전에, 일본 향신료 협회는 후생노동성에 조사 향신료의 인가를 신청하였지만, 아직 심사는 하고 있지 않다. 주요 선진국에서 조사 향신료를 인정하고 있지 않는 나라는 일본뿐이다.

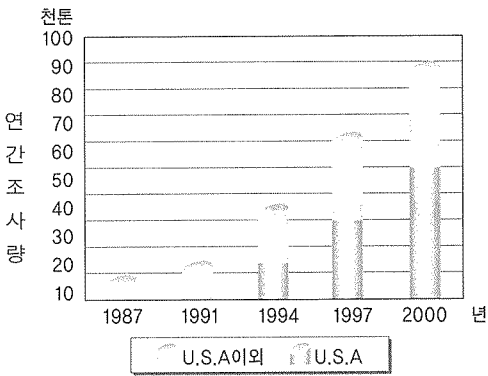


그림 1. 세계의 조사 향신료 생산량



그림 2. 조사중인 향신료들

2) 고기·생선류

미국에서는, 식중독으로 죽는 사람이 연간 5,000명에 달하여 사회문제로 되었다. 대책으로는 조사살균법이 주목되어 매스미디어, 국민에게

지지를 받았다. 2000년부터 조사된 햄버거용 저민고기의 판매가 시작되어(그림 3), 현재는 약 5,000개소의 슈퍼마켓에서 팔리고 있다. 프랑스에서는, 13년전부터 소시지용 닭고기의 살모넬라균을 살균하기 위하여 조사하고 있다.



그림 3. 미국에서 팔리고 있는 조사된 햄버거용 저민고기의 상자

(2) 방사선 불임충 방사법(SIT) : 환경보호

SIT(Sterile insect technique)는, 살충제의 사용량을 대폭적으로 감소시킨다는 것, 목적으로 한 해충만을 없애고 익충에는 영향이 없다는 점에서 환경에 온순한 방법으로써 주목되었다. 세계적으로 살펴보면, 지중해 있는 파리의 일종인 해충을 박멸하거나 제어하는데 가장 널리 이용되고 있다. 캘리포니아주, 멕시코, 구아테말라, 칠레, 아르헨티나의 일부, 이스라엘과 요르단 국경의 산골짜기, 마테이라섬 등지에서 성공하고 있다. 일본에서는 오키나와의 오이해충파리의 박멸에 성공하고 있다. 아시아 태평양지역에서는 필리핀, 타이, 호주에서 oriental fruit fly의 제어에 이용하고 있다. 타이에서는 대규모적인 불임

충생산과 방사를 계획하고 있지만, 예산은 확보되어 있지 않다.

IAEA · FAO 공동의 프로젝트로서, 잔지바르섬의 체체파리박멸(그림 4), 리비아에서의 나선 오이해충파리에 대한 박멸의 성공이 높게 평가되고 있다. 체체파리에 대해서는 현재 이디오피아에서 박멸작전이 진행중이다. 말라리아 모기에 대한 SIT의 응용 연구개발이 IAEA의 연구소에서 실시되고 있다. 일본으로부터는 오키나와의 경험을 활용하여, SIT기술에 대하여 개발도상국협력을 추진해야 한다.



그림 4. 잔지바르섬에서 체체파리박멸에 사용하고 있는 소형 비행기

(3) 품질개량 : 방사선 육종

세계적으로 보면, 약 1,800종이 방사선육종법으로 개발되어 있으며(그림 5), 그중에서도 중국과 인도가 좋은 성과를 올리고 있다. 일본은 12년 전에 내병성의 [20세기배]를 개발하여, 농약을 줄이므로써 환경오염방지에 성과를 거두고 있다.

일본이 처음으로 시도한 중이온에 의한 돌연변이의 이용은, 카네이션, 국화에서 성공하였다. 앞으로는 더 많은 종류의 식물에 대한 이용이 기대된다. 중이온은 LET가 높고 DNA에 대한 작용이 γ 선과는 다르므로 새로운 타입의 변이가 가능하다.



그림 5. 방사선육종으로 개량된 페루고리의 보리

3. 공업이용

(1) 방사선조사 이용

1) 고분자 재료 : 재료의 고도화

전자선 가속기를 이용한 고분자의 고품질화에 대해서는, 미국, 일본, 독일에서 그 이용이 확대되고 있다. 자동차용 라디얼타이어, 내열전선, 열수축재료가 중심인데, 독일에서는 급탕, 급수, 마루난방용 배관에 가교폴리에틸렌의 이용이 보급중에 있다. 방사선가교에 의하여 내열성 뿐만 아니라 내균열성, 내약품성에도 향상되는 점에 주목하고 있다. 또 최근에, 유해가스를 발생하는 할로젠 화합물을 함유하지 않고 난연성재료가 무기첨가물과 조사의 조합으로 생산되고 있다(일본, 독일).

새로운 분야로서는 천연고분자(해초, 갑각류의 등딱지, 전분)의 부가가치를 높이기 위하여, 조사에 의한 저분자량화가 연구되어 베트남, 타이에서 식물의 성장 촉진제로서 이용중에 있다(그림 6). 의료에 이용되는 새로운 재료인 하이드로겔도 수개국에서 실용화가 진행되고 있다(그림 7).

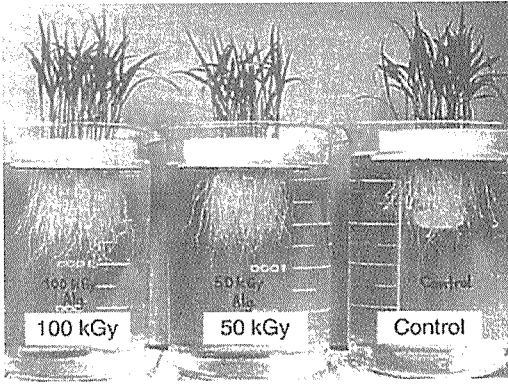


그림 6. 해초로부터의 추출물을 조사시켜 제조하여 식물성장 촉진제를 투여한 벼 (왼쪽의 두 개, 뿌리의 성장속도가 다름)

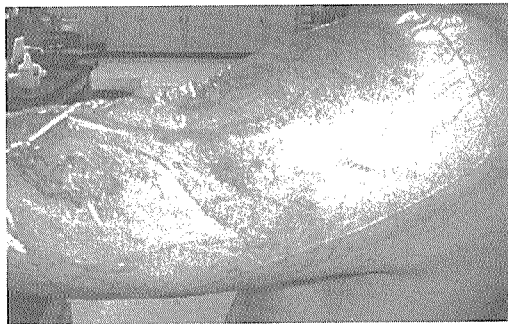


그림 7. 방사선법으로 제조한 하이드로젤 창상 피복재를 상처에 붙인 모양

상업에 이용되고 있는 전자가속기의 수는 세계에서 약 1,500대에 달하고있으며, 계속 확대되고 있다. 그 중에서 일본은 약 200대를 보유하고 있다.

2) 의료용구의 멸균 : 감염증 방지

방사선법은 살균의 신뢰성, 안전성 측면에서 산화에질렌법 보다 우수하며, 개발도상국을 포함하여 세계에서 널리 보급 중에 있다. 일본에서는 약 60%의 일회용 의료기구가 방사선법으로 살균되고 있다.

4. 방사성동위원소(RI)의 제조와 보급

RI는 공업과 의료분야에 널리 이용되어, 불가결한 것으로 되고 있다. 세계에서는 약 70기의 원자로에서 장수명 RI, 240대의 가속기에서 단수명 RI가 생산되고 있는데 일본은 사이클로트론으로 생산되는 단수명 RI 이외의 것은, 거의 수입에 의존하고 있다. 국산은 암치료용 이리듐(Ir) 소선원에 한정되어 있다.

Nordion사(社)는 2년전 RI제조용 원자로 2기를 설치하여, 안정공급을 도모하고 있으며, 세계 ^{60}Co 시장의 대부분, ^{99}Mo 의 90% 이상을 점유하고 있다. ^{60}Co 에 대해서는 러시아, 헝가리, 인도가 생산하고 있지만 그 비율은 낮다. ^{99}Mo 에 대해서는 남아프리카, 호주, 인도네시아가 소량 생산하고 있다.

이와 같이 한 회사에 의한 시장독점 상황은 가격교섭에 있어서 불리하다. 특히 핵의학용 ^{99}Mo 는 단수명이기 때문에, 안정공급이 불가결하다. Mordion사(社)의 파업이나 2001년 9월 11일의 테러등으로 캐나다로부터의 공급이 중단되어, 병원에 지장을 준 일이 있다.

일본과 유사한 상황에 있는 한국은 ^{99}Mo 의 자국생산을 계획하고 있으며, 러시아로부터 액체연료를 사용한 기술의 도입을 검토중에 있다.

5. 환경보전

(1) 배가스 정화

전자선을 이용한 배가스 정화기술은, 중국에서 10만kW가 석탄화력발전소의 배가스에 이용되고 있으며, 2기대가 시운전중에 있다. 폴란드에서는 8만kW의 석탄화력에 설치한 플랜트가 2년

간 운전되고 있다(그림 8). 큰 이점은 ① SO_x와 NO_x의 동시제거, ② 부생성물을 비료로서 이용 가능, ③ 전식 등이 있다. 400만kW급 대형가속기의 장기 운전이 필요하며, 그 신뢰성 향상에 한층 노력이 필요하다.

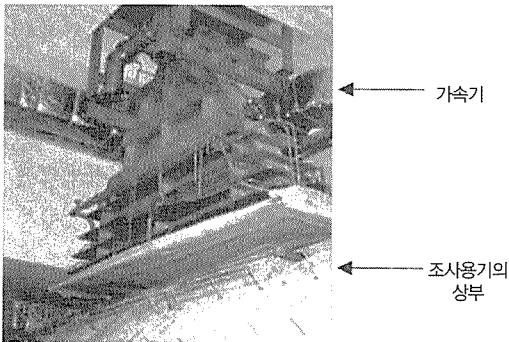


그림 8. 폴란드의 전자선법에 의한 배가스 정화 장치

(2) 공업폐수정화

각국에서 연구하여 왔고, 경제성에 곤란한 점이 있고 실용화가 어려웠지만, 한국에서 염색폐액의 정화를 생물분해와의 조합으로 실용화할 것을 최근 결정하였다(그림 9). 대구시의 염색공업단지내에서 실시하는데, 규모는 10,000m³/일이다. IAEA 및 한국정부의 지원을 받아서 염색공업단지 기업의 연합체와 EBTech사가 건설한다.

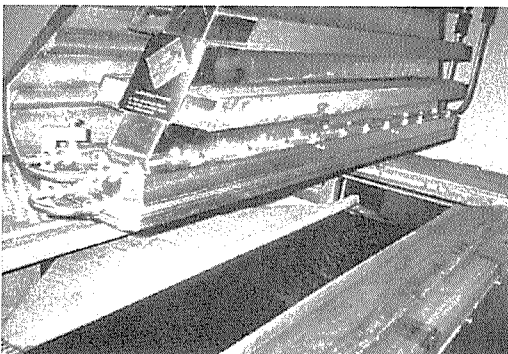


그림 9. 한국의 염색폐액 정화 파일럿 장치

6. 의 료

(1) 핵의학

[암]의 조기진단 등에 위력이 있는 PET(양전자 방출 단층촬영법)의 이용이 확대되고 있다(그림 10). 미국에서는 약 700대가 설치되어 있으며, 일본의 90대에 비하면 8배나 많다. 개발도상국에서의 설치도 진행중에 있으며, 아시아에서는 인도, 중국, 필리핀, 한국이 보유하고 있고, 말레이시아가 2년안에 설치할 계획에 있으며, 타이도 설치의 움직임이 있다. 그러나 동위원소 제조를 위해서는 사이클로트론이 필요하고, 총 10억엔에 가까운 비용이 있어야 하기 때문에, 개발도상국에서는 어려운 일이다.

감마카메라는 PET보다 싸기 때문에, 개발도상국에서도 보급중에 있는데, 평균적으로 보면 도상국은 100만명에 0.8대가, 선진국은 20대라는 큰 차이가 있다. 따라서 개발도상국에서는 핵의학 의사가 선진국으로 유출하고 있다.

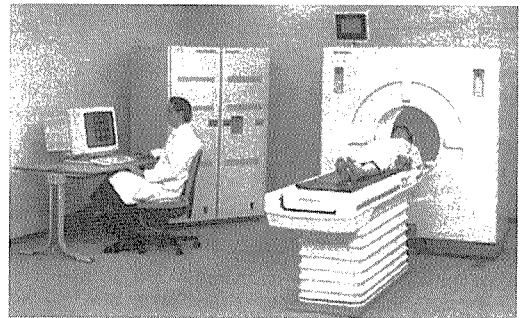


그림 10. PET장치의 일례

일본에서는 PET에 필요한 RI(주로¹⁸F)는 이용 시설에 병설된 소형 사이클로트론에서 제조되고, 곧바로 표지하여 환자에 투여되는 방식이다. 이런 방식은 각 병원에 사이클로트론이 있어야 하고 코스트가 증가한다.

미국에서는 2시간정도 안에 병원으로 배송 가



능한 장소에 PET-NET(민간회사)가 사이클로 트론을 설치하여 ^{18}F 을 표지한 방사성의약품을 제조하는 회사를 설치, 병원으로 배송하는 시스템을 취하고 있다. 일본에서는 방사성의약품 메이커가 약사법에 따라 제조승인을 얻어, 가까운 시일에 공급을 개시할 것으로 예측하고 있으며, 이것으로 각 병원에 사이클로트론을 설치할 필요가 없어지고 PET의 보급이 급속히 진행될 것이라고 생각된다.

(2) 암치료

사이버나이프, 중이온 조사치료등 방사선치료는 해마다 진보하고 있다. 한편, 국제적으로 보면 개발도상국과 선진국의 격차는 매우 크다(그림 11). 도상국에서의 보급에는 치료장치의 코스트

저감, 전문의의 육성등이 필요하며, 그것을 위한 선진국의 지원이 요구되고 있다. **KRIA**

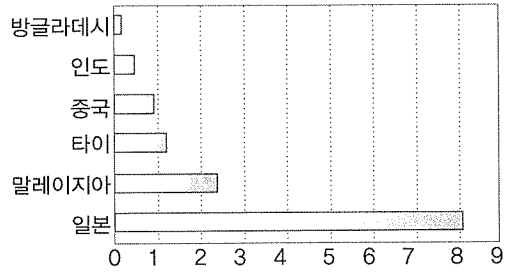


그림 11. 아시아 제국의 인구 100만명당의 암 치료기기(대수)

〈일본 원자력산업회의, 町末男 : Isotope News, 2003년 11월호〉

