

## 일본의 방사선이용기술 현황

최근, RI·방사선의 이용이 증가하고 있는 동시에 그 이용기술의 향상, 특히 안전성에 대한 방어를 포함한 이용기술의 연구가 활발하다. 현재, 방사선의 이용방법을 크게 나누면, 물질의 거동을 추적하는 트레이서(Tracer)이용과, 방사선의 물리적·화학적 작용을 이용하는 선원이용의 두가지 종류가 있으며, 농림수산업, 공업, 의료 등 많은 분야에서 이용되고 있다. 특히, 가장 진전이 두드러진 것은 의학분야에 대한 이용이며, 그 중에서 생화학적인 검사에 RI트레이서이용으로 사용되는 인비트로(in vitro)검사(시험관내검사, 예 RIA : radioimmunoassay) 및 핵의학적인 이미징(Imaging)장치인 각종 CT(Computer Tomography)장치의 보급·발전에는 괄목할 만한 것이 있다.

한편, 일본에서의 RI는 외국에서 수입하고 있는 이외에, 日本原子力研究所, 放射線醫學綜合研究所 및 민간기업에서 제조하고 있다. 또, 방사선발생장치는 1990년 3월말 현재로서 약 800대에 달하고 있다. 오늘날, 방사선 이용은 과학연구 및 산업의 각 분야, 특히 의학분야에서는 아주 중요하다고 말할 수 있다. 여기에, 일본에서의 방사선이용에 대한 현황을 소개한다.(科學新聞, 1991. 1. 25)

### 1. 방사선의 이용

RI에서 방출되는 방사선, 또는 방사선발생장치에서 인공적으로 발생시키는 방사선을 이용하는 방법으로는, 물질의 거동을 추적하는 트레이서이용과, 물리적·화학적 작용을 이용하는 선원이용의 두가지가 있으며, 그 응용분야는 농림수산업, 공업, 의료 등 많은 분야에서 이용되고 있다.

#### 1) 농림수산업분야

농림수산업으로의 이용에는 식품조사, 해충방제, 품질개량 등을 들 수 있다.

식품조사는 방사선을 이용하여 살균, 살충, 발아를 방지시켜 식품보존기간의% 연장, 식

품유통의 안정화 및 식생활의 개선에 크게 기여할 것으로 기대되고 있다.

일본에서 식품조사에 대한 연구개발은, 1967년에 原子力委員會가 책정한 「식품조사연구개발기본계획」을 토대로 관련 국립시험연구기관, 日本原子力研究所 등에서 추진되어 왔다. 그 결과, 감자에 대해서는 1972년에 인가되어 그 2년 후에는 실용조사가 실시되고 있다. 또, 양파, 쌀, 밀, 비엔나소시지, 어묵 및 감귤에 대해서도 연구결과가 보고되어 있다.

해충방제에 대해서는 불임충사육법이 실시되고 있다. 이것은  $^{60}\text{Co}$ 의  $\gamma$ 선조사에 의하여 불임화된 벌레를 방사하여, 산란억제와 차세대 개체수를 감소시켜 해충을 근절하는 것이다.

예를 들면, 1978년에 沖久 2久섭의 잎벌레에 대하여 1985년에 小笠原제도의 감귤벌레에 대하여, 각각 그 근절에 성공하였다. 현재도 八重山제도에서 잎벌레의 불임충방사가 실시되고 있다.

품질개량에서는  $^{60}\text{Co}$ 의 방사선을 이용한 품질개량의 연구가 진행되고 있다. 그리고 배의 흑반병저항성 품종의 육성, 벼나 보리의 농작물에 대한 내도복성·다수성·병충해저항성의 개량, 또한 삼나무, 배나무에 대해서도 연구가 진행되고 있다.

#### 2) 공업분야

공업으로의 이용에는 제품제조공정에서 각종 측정·분석, 고분자재료의 합성·개질, 의료용구의 살균 등이 있다.

먼저, 측정·분석에서는 RI가 트레이서로서 엔진이나 기계부품의 마모측정에 이용되고 있다. 또, 공정관리를 위한 두께계, 밀도계, 레벨계, 및 환경오염물질의 분석을 위한 이온분석, 라디오크로마토그래피(radiochromatography)장치에 선원으로 RI가 이용되고 있다. 더우기, 철강, 기계, 조선, 항공기제조 등의 업종에서 내부의 결함을 비파괴검사하는데 이용되고 있다.

고분자재료의 합성·개질에서는 원료인 모노머(monomer, 단체)의 방사선조사로 의한

중합반응을 이용하여 목제플라스틱을 제조, 도장도막을 경화시키고 있다. 또 개질에서는 방사선조사에 의한 고분자의 가교반응을 이용하여 전선피복재의 내열성·절연성의 향상, 발포폴리에틸렌의 가공, 열수축필름튜브의 제조, 타이어의 가황산 등이 실시되고 있다.

의료용구의 멸균에서는  $^{60}\text{Co}$ 의  $\gamma$ 선으로 인공신장, 주사바늘, 주사통, 수술용장갑, 수술용칼, 봉합사 등의 의료용구를 멸균시키고 있다. 이것은 유해잔유물에 대한 염려가 없고, 최종포장형태로 처리할 수 있다는 이점으로 착실히 보급되고 있다.

### 3) 의료분야

의료에 대해서는 진단 및 치료의 양면에서 방사선이 널리 이용되고 있으며, 놀라운 진전이 있었다.

먼저, 방사선을 이용한 진단에서는 RI ( $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{123}\text{I}$  등)를 트레이서로서 대상으로한 인체의 부위(각종 장기, 뼈)의 기능, 병소의 유무 및 X선진단 등이 있다. 또, RI의 트레이서이용은 단수명핵종의 개발이용, 방사선계측기술 등의 진전으로, 이 수년 동안에 급격히 발전하고 있다.

그리고, X선진단은 임상의 모든 영역에 걸쳐서 널리 이용되고 있으며, 가장 중요한 검사법의 하나이다. 특히, X선장치와 컴퓨터를 결합시킨 X선컴퓨터단층촬영장치(X선 CT)는 널리 이용되어 있다는 것, 의료분야에 크게 이바지하고 있다는 것을 들 수 있다.

한편, 치료에서는 악성종양이 주요 치료대상이며, 현재 X선,  $\gamma$ 선 및 전자선에 의한 시료가 실용화되고 있다.

이 방사선치료에 사용되고 있는 선원 및 발생장치는  $^{192}\text{Ir}$ 의 밀봉소선원,  $^{60}\text{Co}$ 을 이용한  $^{60}\text{Co}$  원격조사치료장치 및 직선형가속기, 베타트론, 사이클로트론이다.

## 2. 방사선이용기술의 개발

방사선이용의 연구개발은 농림수산업분야

에서는 農林水産省의 시험연구기관에서, 공업분야에서는 日本原子力研究所 高崎研究所에서, 의료분야에서는 放射線醫學綜合研究所가 중심으로 되어, 각각의 연구과제를 수행하고 있다.

### 1) 농림수산업분야

RI를 트레이서로 생리생태연구, 시비법·농약사용법의 개선, 농업용수의 흐름 해석에 이용하여, 큰 성과를 올리고 있다. 또, 액티브블(activable) 트레이서법(안정동위원소를 시험체에 트레이서로서 투입시켜, 그 이동 등을 방사화분석으로 해명하는 방법)으로 바다속 영양염류의 해양생태계내에서의 분포와 이동을 밝히는 연구가 진행되고 있다. 그리고, 방사선에 의한 품질개량이 農業生物資源研究所 放射線育種場에서 실시되고 있다.

### 2) 공업분야

방사선조사이용에 대해서는 日本原子力研究所 高崎研究高를 중심으로 하여, 東京都아 이소톱綜合研究所 등 국공립시험연구기관에서 방사선의 고도이용에 관한 연구, 기능성 고분자재료의 개발, 배연·배수처리 등의 자원유효이용·환경보전에 관한 방사선이용기술 등의 연구개발을 하고 있다.

또, 國立環境研究所에서는 RI를 이용하여 오염물질이 생물에 미치는 영향에 관하여 연구하고 있다. 그 이외에, 日本原子力研究所에서는 의료용 방사선원으로 사용할  $^{67}\text{Ga}$  RI제조기술,  $^{252}\text{Cf}$ 를 이용한 온라인분석, 더우기 중성자라디오그래피에 의한 비파괴검사기술에 대한 시험연구를 하고 있다.

### 3) 의료분야

의료분야의 진단에서는 포지트론(positron, 양전자)CT가 실용단계에 있다. 이것은 환자에게 투여한 단수명RI 부위의 방사선을 검출함으로써, 인체내부의 단층상을 얻는 것이다. 종래의 X선CT가 장기의 형태를 찍는데 대하여, 뇌나 심장의 대사 및 기능의 화상진단을 가능케 한다.

포지트론CT, 고해상력, 고감도포지트론CT

및 3차원 포지트론이미징의 성능향상에 관한 연구 등이 放射線醫學綜合研究所에서 진행되고 있다.

또, 진단에 사용할 단수명RI에 대해서는 放射線醫學綜合研究所를 비롯하여 東北大學에서는 의료용 사이클로트론에 의한 단수명 핵종의 생산, 단수명RI표지화합물의 제조기술 등에 관한 연구개발이 추진되고 있다. 또한 國立療養所 中野病院, 東京大學, 群馬大學, 九州大學, 秋田県立腦血管研究센터 등에서도 소형사이클로트론을 이용하여 같은 연구를 진행하고 있다.

방사선치료에 대해서는 X선,  $\gamma$ 선 및 전자선에 의한 치료는 이미 실용화되어 있지만, 더욱 더 치료효과가 높은 고속중성자선, 선량집중성이 우수한 양성자선에 의한 치료에 대해서도 연구개발이 진행되고 있으며, 작년에도 고속중성자선에 의한 치료증례가 약 2,300건에 달하고 있다. 또, 放射線醫學綜合研究所에서는 중입자선 암치료장치의 건설이 추진되고 있다.

앞으로의 악성종양치료에는 수술, 화학요법, 온열요법 등과 방사선치료와의 병용, 면역요법과의 병용이 치료기술에 관한 연구를 크게 향상시킬 것으로 전망되어, 이들 연구의 발전이 기대되고 있다.

### 소량선량계 개발

일본의 松下電機産業과 松下産業機器는 이번에 개인피폭선량당량계로서 다섯가지 기능을 갖는 Si검출기방식의 Panadose 141(ZP-141P)의 판매를 개시하였다.

Panadose의 다섯가지 기능은 1) 피폭선량을 상시 표시, 2) 선량률계로서도 사용가능, 3) 환경선량을 상시 소리로 모니터, 관리구역 출입에도 간단히 대응할 수 있다, 5) 알람(alarm)기능이 있기 때문에 마음놓고 작업할 수 있다 등이다.

시방은 표시는 LCD표시 4자리, 적산선량당량표시 0~999.9mSv, 선량당량률표시 0~

999.9mSv/h, 검출기와 검출범위는 Si반도체 검출기, 60keV~60MeV(X선 및  $\gamma$ 선), 크기는 폭 50mm, 높이 113mm, 두께 17mm이며, 표준가격은 48,000엔이다.

### 방사선방어기준의 개정

- 공중피폭, 0.1rem/년 -

미국 원자력규제위원회(NRC)는, 1990년 12월 23일에 방사선방어기준(10CFR Part20)의 개정을 승인하였다. 국제방사선방어위원회(ICRP)가 1977년에 제시한 기본권고(Pub. 26)에 따라 작업한 것으로서, 1985년 8월의 기준안공표로부터 5년간 소요되었다. 이 신기준은 관련 Part 19와 같고, 관보에 게재한 후, 30일에 발효된다.

이번 개정에서 큰 변경점은 체내에 들어간 방사성물질이 가장 많이 모여서 피폭선량이 가장 높아지는 “결정장기”라는 종래의 개념을, 피폭으로 생기는 다른 장기의 영향도 고려한 실효적인 전신선량의 개념을 도입한 점이며, ICRP의 권고를 수용한 것이다.

구체적으로는 일반공중의 피폭한도에 대하여, 지금까지는 간접적으로 0.5rem/년으로 규정하고 있었지만, 신기준에서는 0.1rem/년으로 낮추었다.

어떤 특정한 상황하에서 연간최대 12rem으로 정하고 있었던 작업자의 피폭한도는 내부와 외부피폭을 합해서 5rem/년으로 제한하기로 하였다.

이번에 처음으로 설정된 태아에 대한 선량한도에 대해서는, 취업중의 작업자가 임신하고 있음을 고용주에 자발적으로 알린 임신의 전기간에 대해서 0.5rem으로 되었다.

대기중, 수중에 방출되는 특정한 방사성핵종의 농도한도에도 최신의 지견을 채용하여 갱신하고 있다.