

RI · 放射線의 利用展望

캐나다, RI 利用에 先驅的의 役割

캐나다는 医学, 工業, 環境 등의 RI · 방사선 이용에서 先進國이다.

실제로 현재 캐나다는 大量의 방사성核種, 방사선治療用機器, 研究用原子爐, 대규모 鈷60 照射플랜트 등에 대해서는 세계 최대의 공급국으로 되어 있다.

캐나다原子力公社는 30년전부터 코발트 60의 생산에 많은 노력을 기울여왔다. CANDU型原子爐에 의한 發電量이 증가하고 동시에 코발트 60에 대한 인식이 높아진것을 契機로 원자로에서 코발트60이 생산되도록 설계하였다. 이로서 1基의 원자로에서 코발트60이 일년에 4MCi 이상 생산할수 있게되어 값싸게 풍부한 코발트 60을 공급할 수 있게 되었다. 1980년에 캐나다原子力公社는 일년동안에 약 13MCi의 코발트 60을 出荷했다. 1990년에 캐나다의 코발트60 생산능력은 60MCi/년을 초과할 것이다.

이 량은 500MCi의 코발트60照射施設에 대해서 서비스를 行할수 있으나 이 時点의 능력은 250MCi 정도로 보여지며 반이상은 새로운 이용분야로 使用될 수 있다.

코발트60의 이용역사를 보면 1950년대부터 연구용의 鈷60이용의 수요가 증가하기 시작했으며 1960년부터 醫療器具에 대한 消毒이 시작되었다.

감마선을 이용한 의료가구소독은 과거 10년 동안에 더욱 伸長한 분야인데, 캐나다는 이 분야에서 중요한 역할을 하였다. 현재 세계 여러곳에 약 90개의 코발트60消毒施設이 있는데 이 중에서 65個施設은 캐나다가 공급한 것이며 이분

야에서의 수요는 앞으로도 계속 늘어날 전망이다.

그러나 앞으로 가장 주목되는 새로운 利用分野는 食品照射와 廢棄物處理에 대한 應用이다.

식품조사의 利點은 세계적인 식량문제의 인식과 함께 중요시되고 있다. 캐나다는 1961년에 세계에서 최초로 移動式코발트60 食品照射장치 개발에 성공했다. 이 장치는 캐나다와 미국에 널리 보급되어 많은 과일과 야채를 照射하였다.

또 캐나다는 대규모식품照射장치를 개발하였는데 이 장치는 한시간에 60톤을 처리할 수 있는 능력을 가지고 있다.

그러나 食品照射는 캐나다보다 開發途上國에서 그 수요가 증가하고 있다.

또, 이밖에 살모넬라菌의 驅除, 種(species)의 照射가 고려되고 있다. species에 대한 이용은 2~3년내에 상업化될 것이다.

한편 都市排水 처리에 대한 응용도 기대되고 있다. 加熱處理의 비용이 증대되고 있어서 鈷線照射에 의한 無菌化에 관심이 높아지기 때문이다. 캐나다의 한 都市는 매일 50톤의 배수찌꺼기를 처리하는 시스템의 導入을 착실하게 검토하고 있다.

또 航空機나 船舶에 의해 외국에서 들어오는 病原菌의 不活性化에 대한 응용도 연구되고 있다.

한편 의료분야에서의 RI이용도 비약적으로 伸長되고 있다. 캐나다에서는 150個所 이상의 병원에 放射線醫學部門이 있는데 특히 technetium 99의 이용이 현저하게 伸長하여 核醫學 利用의

90%를 차지하게 되었다. 또 캐나다原子力公社는 세계최대의 molybden 99생산국이며 1980년에는 25만Ci를出荷하였다.

이 외에, in vivo로 沃素131과 Xenone 133이 잘 사용되고 있다.

또 radioimmunoassay의 이용신장도 현저하여 현재 캐나다의 거의 모든 큰 병원에서는 이 방법을 이용을 하고 있으며, 그 이용은 환자의 25%에 달하고 있다. 이 방법은 복잡한 기술 사용이 곤란한 開發途上國에 적합한 것이다. 線량이 낮기 때문에 1Ci의 요소131로부터 1천만회의 assay를 만들수 있다. 炭素14, 요소131, 요소125 수요의 70%를 캐나다가 공급하고 있다.

소련, 蕭實하게 늘어나는 利用分野

소련은 RI의 생산과 이용에서 높은 수준에 있다.

현재 소련에서는 2,500품目の RI제품이 생산되고 있으며, 1만대 이상의 감마線探傷裝置가 동되고 있다. 또한 600個所이상의 惡性腫瘍治療센터에서 1천대이상의 감마선치료기가 사용되고 있다.

RI의 国内生産体制은 「아이소토프」라는公社가 一括해서 행하고 있다. 이公社는 국내6개소에 支社가 있어 수송수단, 설치설비등을 가지고 있으며 단순히 RI를 공급할 뿐만 아니라 RI이용시설의 보수, 조립, 線源의 교환등을 신속히 행하여 国内수요에 응하고 있다.

한편 RI의 무역에 대해서는 「텍스너브엑스보드」라는公社가 있어서 세계35개국과 거래를 하고 있다.

소련에서는 週期率表의 82元素부터 170품목의 RI가 생산되고 있다. 이 중 50%가 원자로에서 생산되며 나머지 40%는 cyclotron, 10%가 再處理프로세스에서 생산되고 있다. 量으로는 재처리로부터의 RI 생산량이 60%를 차지하고 있다.

그 이용의 실태를 보면 우선 isotope 電池로 사용되고 있다. 특히 strontium90을 기초로 한 isotope 電池는 널리 사용되고 있다.

이 전지는 気象조건이 나쁜 地方의 無人測候所의 에너지源 또 北極海 航路표시의 에너지源으로 사용되고 있다. 또한 소련에서는 달探索船에 polonium210을 利用한 isotope 電池가 효과적으로 사용되었다. 또 pacemaker에 plutonium 238을 에너지源으로 사용하고 있다.

密封RI제품은 악조건하에서 사용할 경우 방사선누설의 위험성이 있으므로, 소련에서는 국제표준화기구(ISO)보다도 더 엄한 기준을 채택하여 이러한 위험성을 未然에 방지하고 있다.

또 소련에서는 種子의 照射도 적극적으로 행하고 있다.

종자에 대한 照射는 수확을 증대시키고 품질을 향상시키기 위한 효과적인 방법인 것이다. 이들 효과는 종자의 개량, 유효성분의 증대, 育成의 加速, 외부영향에 대한 耐性의 증대가 중요한 과제가 되고 있다.

飼料用的 옥수수과 해바라기에 대한 照射에서는 수확이 20% 증대하였다고 한다. 설탕무우 종자에 대한 照射에서는 1ha당 수확이 500kg 늘었고 오이의 경우는 30%증대하였다고 한다.

또 소련에서는 食品照射도 진행되고 있다. 딸기, 복숭아, 토마토등은 코발트60照射에 의해 3~5배정도 保存力이 향상되었고 고기에 대해서는 400~800krem의 線量照射를 하였을 경우 냉장함이 없이 3~5배 보존성이 향상하였다고 한다.

工業用으로는 1×10^{10} neutron/sec의 능력을 갖는 californium線源을 사용하는 장치가 개발되어 鉱物資源의 探查에 효과적으로 사용되고 있다. 즉 1톤의 岩石에 0.3~10g 함유되어 있는 金을 검출할 수 있을 정도의 精度를 가지고 있다.

또 臨床的으로는 生体振動 parameter 調査를 위한 Mössbauer效果를 이용하는 가능성이 연구되고 있다. 한편 表識化合物의 이용도 더욱 발전하여 이미 1,200품목의 유기화합물이 있다. 이들중에는 tritium, 탄소14, 磷32, 33, 硫黃35, 요소125등이 포함된다.

현재 소련에서는 40종류이상의 isotope 에서

100종류의 RI藥濟가 제조되고 있어 130종류의 방사선診斷法과 20종류의 방사선치료법에 도움을 주고 있다.

현재의 과제로는 in vitro法의 개발, 실제의 치료용 短壽命RI의 개발과 이용등의 문제가 있다.

소련에서는 RI를 국민경제에 이용함으로써 많은 효과를 올리고 있다고 한다.

인도네시아, 産業의 近代化를 指向

1958년 인도네시아原子力庁이 설립될 때 主 목적의 하나는 医学, 工業, 농업등 광범위한 분야에서 RI · 방사선이용 촉진이었다.

그 후 1965년에 최초의 연구용원자로가 가동하고 부터 RI · 방사선이용의 연구가 시작되었는데 本格的인 연구는 1969년에 최초의 개발 5개년계획에 착수하면서 부터였다.

이 研究炉에서 생산되는 RI의 양과 종류는 해마다 증가하고 있다. technetium 99m, 요소 131, chrom51, molybden 99가 치료와 진단에 사용되고 있다.

의학연구와 진단치료를 위한 精巧한 scanner와 카메라, counter 등은 큰 병원에서 많이 사용되고 있다. 몇몇 臨床연구실에서는 이것들과 radioimmunoassay kit가 함께 사용되고 있다.

방사선을 이용한 의료기구의 살균도 현재 상업화 단계에 있다. 이 분야에는 현재 2개의 코발트照射시설이 있다. 그중 하나는 民間기업의 것으로 初裝荷量은 175kCi이며 또 다른 하나는 原子力庁소유의 多目的시설로서 初裝荷量은 80kCi이며 의료用具의 살균뿐만 아니라 연구활동에도 사용되고 있다.

RI의 공업적이용은 1960년에 도입되었고 1969년에는 RI · 방사선이용에 관한 파사제마 센터의 비파괴검사그룹이 창설되어 공업분야에 대한 비파괴검사이용을 촉진하고 있다. 그 후 인도네시아의 비파괴검사활동은 급속히 성장되었으며 이 비파괴검사활동은 인도네시아 近代産業의 급속한 성장에도 자극이 되었다. 原子力

庁은 1975년에 民間에 대한 radiography認可發行을 시작하였다. 인도네시아 法律에는 허가를 받지 않으면 어떤 기업이나 기관도 radiography 檢査를 할 수 없게 되어 있으며 原子力庁만이 그 許認可를 발행할 수 있다.

原子力庁은 이용의 촉진을 도모하기 위해 1976년부터 radiography 훈련과정을 지도하고 있다. 현재 radiography검사를 하고 있는 企業은 13個社가 있으며 81台的 iridium 192카메라, 13대의 X선장치를 보유하고 있다. 코발트60카메라는 原子力庁에서만 사용하고 있다. cesium 137, radon 226, cobalt 60, strontium 90 등의 RI는 비파괴검사 외에도 檢層이나 gaging에도 사용되고 있다. 현재 檢層의 일을 하고 있는 기업은 4個社가 있고 gaging (level, 密度, 重量, 溫度計등)에 대해서는 13個 기업이 있다.

또 isotope는 水理學分野에서도 널리 사용되고 있다. 즉 댐의 물이 새는 검사에는 chrom 51과 臭素82가 사용되고 있으며 河川의 放出測定에는 臭素82가 사용되고 있다.

中性子放射化分析은 鈷石이나 汚染물질의 분석에 사용되고 있다. 螢光X線技術도 점점 수요가 늘고 있다. 현재 7個機關에서 형광X선기술을 사용해서 활동하고 있다.

또 많은 RI가 농업, 생물학, 家畜學, 방사선 프로세스등의 연구활동에 이용되고 있다. 천연 고무 라텍스의 방사선硬化와 木質 플라스틱合成物, 積물섬유의 개량에 대한 연구가 요청되고 있다. 어류와 향료의 방사선防腐에 관한 기술·경제적연구도 착수되고 있다.

家畜의 生殖 cycle 사이의 荷尔蒙變化를 測定하는 radioassay 기술은 현재 시작되려고 하고 있다. 이외에도 RI · 방사선이 사용되고 있는 분야로는 食物영양, 害虫防除, 돌연변이 등이 있다.

최근 몇년동안의 RI · 방사선利用의 成長을 기초로 인도네시아 정부는 세번째 연구용 원자로 건설을 결정했다.

이 炉는 연구활동 뿐만 아니라 isotope生産에

도 사용될 것이다.

日本, RI生産 国産化를 促求

앞으로 일본에서의 RI · 방사선이용 과제 전 망은 우선 機器와 시스템의 기술개발 문제이다. 이중 기기에 대해서는 低線量率中性子測定裝置, 可搬型低에너지 · 低線量率放射線측정장치, 半 導體檢出器의 개발을 추진할 계획이다.

또 방사선응용계획에는 on-line 放射化分析의 개발이 중요하다. 또한 현재까지 방사선滅菌등 에 대해서는 감마선의 실적이 있으나 앞으로는 電子線의 이용도 개발하려고 한다. 또 tracer 에 대해서는 최근 短半減期核種의 工業利用 경 향을 보이고 있으나 다시 activable tracer 의 이용을 도모할 전망이다.

放射化分析서비스의 충실도 필요하다. 이와 같은 서비스를 추진하는 데는 민간기업이 자유 롭게 참가할 수 있는 Open Laboratory의 설치 가 요청되고 있다.

또한 放射線化學은 기초연구, 目的基礎研究, 공업이용등의 단계로 구별되는데, 이중에서 기 초연구는 大學등에서 하는 것이 당연하나 목적기 초연구는 原研이 중심이 되어 全体의 調整을 해 야 할 것이다.

목적기초연구의 대상으로는 여러가지가 고려 되나 그 하나로 自然災害予知가 있다. 특히 지 진予知의 연구가 활발하여 이미 실제로 많은 field station이 설치되어 그 데이터가 computer 解析되고 있다. 이것은 地震前에 地下水中の radon濃度의 變化를 감지하여 予知하려는 것이 다. 실제로 1978년 伊豆大島近海지진때 radon 농도의 변화가 관측되고 있다. 그 원인은 지진 前에 지하의 岩石이 応力을 받아 금이 생기고 이 틈을 통해서 複數의 지하수가 혼합되므로서 變化가 생긴다고 보고 있다.

또 同位元素의 표시化合物에 대해서는 speed-up 과 省力化의 관점에서 isotope 표시 화합물의 자동合成장치를 개발하는 것이 필요하다. 이를 위해서 研究共同組合과 같은 方式이 구상되고

있다.

또 개발기술의 보급면에서는 병원内에서 使用할 수 있는 超小型cyclotron이나 isotope 생 산용小型cyclotron의 이용확대가 예상되고 있 다.

이중에서 baby-cyclotron은 앞으로 10년동안 에 20~30개소에 설치될 전망이다이며 이때 지역적 배치와 지역의 협력체제에 대해서 고려할 필요 가 있다.

RI생산용 cyclotron은 최근 수년동안에 4~ 5대가 설치되었다고 생각된다.

원자로에 의한 molybden 99와 technetium 99 의 국내생산체제 확립도 중요한 과제이다. 일본 에서는 현재 核醫學利用이 급속하게 신장되고 있는데 이 수요에 충족할만큼 국내생산체제 가 되어있지 않다. 1981년 原研에서 1주일에 300 Ci를 생산하도록 되어있으나 이것으로는 부족 하다.

수입에만 의존할 경우 만약 이것이 단절 될때 큰 영향을 받게되므로 정부도 강력한 대응책을 마련할 필요가 있다.

또 加速器의 경우 최근 低LET로부터 高L ET로 焦点이 옮겨지고 있다. 이것은 X선등이 물속을 통과할 때 깊어짐에 따라 減衰되어짐에 대해 π minus 中間子등은 어느 거리에서 peak가 되는점을 着目하기 때문이다.

또 RI폐기물의 문제도 중요하다. 현재 原研 에서 처리를 하고 있으나 폐기물 발생량의 신 장에 처리능력이 따라가지 못하여 저장량이 증 가하고 있다.

저장능력의 확대와 함께 集中處理体制의 確 立도 요청된다.

다음 法規制의 合理化 문제가 있다.

현재의 법규제에는 특히 短半減期에 대해서 농도나 減衰를 고려하지 않고 일단 汚染된것은 永久히 管理하도록 되어 있어 tracer등의 이용 을 저해하는 요인이 되고 있다.

이 조항은 半減期에 따라 일정기간을 정해두 고 이기간이 끝나면 규제로부터 풀어주는 방향

으로 바꾸는 것이 바람직하다.

또 人材의 양성도 중요한 문제로 특히 방사선醫藥品調劑士의 양성등을 도모해야 할 것이다.

國際協力에 대해서는 아시아 여러나라와 더불어 中南美, 東歐와 協力を 추진할 필요가 있다.

RI 實用化의 現況과 展望

共同開發로 新分野를

일본의 경우 isotope 裝備計測器는 1955년을 전후하여 이용되기 시작하여서 그 사용대수가 점점 증가하여 현재 약 1만대가 된다.

그러나 최근 수년동안의 사용대수는 gaschromatography를 제외하면 대체로 현상태를 유지하거나 그중에는 감소되는 것도 있다.

이러한 경향은 광범위한 사용실적에서 그 이용효과의 정도가 판명되어 대상이 集約된 것과 國內에 설치가 충분히 충당되었으며 代替 가능한 非RI機器의 출현으로 isotope장비機器를 사용하지 않게된 경우가 있다는 것과 방사선法을 환영하지 않는 사회적풍조 등이 원인이라고 생각된다.

한편 방사선法을 이용하는 측정대상에 대해서 User의 기대는 점점 강해져서 한층 더 高度의 성능을 요구하고 있다.

electronics기술을 위시한 周辺기술의 진보, 특히 microprocessor 導入으로 熱 영향의 補修演算 등 이전에는 곤란하였던 難點도 극복할 수 있게 되어 몇몇 제품은 성능의 高度化가 급속히 진보되었다.

요구되는 성능이 고도화될수록 그 개발·개발에는 폭넓은 기술과 경험이 필요하다. 이에 대응하기 위해 최근 연구기관, 메이커, user의 공동 개발 事例가 생겼으며 이것은 isotope장비에 대한 앞으로의 개발방향에 대해 하나의 示唆을 주

는 것이라고 할수 있다. 최근의 RI장비기기가 다른 원리의 계측기에 비해 劣等의 면을 가지고 있다면 「放射性物質 使用」에 따르는 安全管理의 문제이다. 즉 이 점을 개선하여 장비기기를 사용하기 좋도록 하면 이용을 촉진하는 하나의 열쇠가 될것이다.

그림 1 裝備機器의 利用分野

業種	機器	두께	해면計	密度計	水分計	스출기	인리축	가르	硫黃計
農業		○	○	○				○	
建設		○	○	○				○	
食料品		○	○	○				○	○
纖維		●	●	●				○	○
펄프·紙		●	●	●				○	○
化學		●	●	●	○		○	●	○
石油·石炭		●	●	●				○	○
고무		○	○	○				○	○
글라스		○	○	○				○	○
鉄鋼		○	○	○	●		○	○	○
非鉄金屬		○	○	○		○		○	○
金屬製品		○	○	○				○	○
機械		○	○	○				○	○
電氣製品		○	○	○				○	○
輸送用機器		○	○	○				○	○
精密機器		○	○	○				○	○
기타製造		○	○	○				○	○
電氣·가스		○	○	○			○	○	○
非破壞檢査		○	○	○				○	○
計測서비스		○	○	○				○	○
其他		○	○	○				○	○

안전의 관점에서 생각하면 앞으로의 목표로 다음 몇가지 事項을 들수 있다.

먼저 사용線源量을 극력 小量化한다. 진단용X선장치에서 被曝量低減化를 위한 노력이 계속되고 있는것과 같이 장비기에서도 線源小量化의 노력이 도모되어야 할 것이다.

그리고 극단적으로 긴 반감기의 RI사용을 피