

RI/방사선 이용기술 추세 변천과 장래 전망



김재록

한국원자력연구소 위축연구원

X선이 발견된지 이제 100년이 지났지만 방사성동위원소(RI)의 본격적 이용개발 역사는 고작 50년 정도이다. 방사성동위원소는 핵분열 에너지의 부산물로 취급되면서 철저한 안전규제 속에서 그 생산·이용기술이 성장해 왔다.

방사선은 초기에 물리학자들에 의해 기초연구 분야에 이용되었으나 이제는 가속기가 응용과학자들의 손에 넘겨져 질병의 진단과 치료, 재료의 성질개선, 공해물질 분해처리 등에 이용되고 있다. 방사성동위원소가 인공적으로 생산되면서 RI게이지, NDT, 방사선멸균, 식품보존 등 산업적으로 이용되는 한편, 체내투여 진단, 체내투여 치료, 체외시험 진단, 체외조사 치료 등 의료에도 이용됨으로써 인류생활의 질(QOL)향상에 큰 역할을 하고 있다.

보이지 않고, 냄새도 없으며, 소리도 나지 않으면서 우리 생활과 깊은 관계에 있는 방사선, 잘못 사용하면 가공할 위력으로 우리를 해

치기도 하기 때문에 이용안전이 최우선적으로 강조되는 등 상반된 두 얼굴을 가진 것. 일시 대량 피폭에 의한 방사선 급성증상은 가히 공포의 대상이지만 장시간 미량피폭 때의 효과에 대해서는 아직 자세한 내막이 드러나지 않은 상황에서 어쩌면 안전규제가 곧 이용조성이란 말로 달래야할 만큼 논란과 어려움을 겪으면서 이용해 온 역사의 뒀안길이 남겨졌다. 이제 새로운 천년을 맞이하면서 지금까지의 이용추세변동의 연장선에서 앞날을 조명해보는 것도 의미 있는 일이라고 생각되어 산업분야, 의료분야, 研究爐이용분야 등으로 나누어 고찰해 보도록 한다.

1. 산업분야

방사선 조사, 게이지 이용, 비파괴검사, 방사성추적자 등이 대표적인 산업적 이용형태인바, 우리 나라는 다른 중진국들처럼 비록 기술

하부구조가 취약하긴 하지만 비교적 활발해진 편이다.

우리 나라 비파괴검사 분야에서는 연간 약 100 kCi의 Ir-192를 사용하면서 20여개 전문 업체가 활동하고 있고 조선, 철강 등 대형 업체에서는 자체 비파괴검사 팀을 육성 운영하고 있으며 비파괴검사학회의 활동 또한 활발하다.

방사성추적자의 산업적이용기술도 KAERI 방사선응용그룹의 선도적 역할과 기술개발에 힘입어 근래에 분별탑(column)스캔, 자동차 O링의 회전속도측정, 슬릿지 처리조(處理槽)의 성능진단 등 착실히 실적을 쌓아가고 있다.

약 3,000기의 대소형 RI게이지들이 이용되

며 그 중 레벨 게이지와 두께 게이지가 많은 편이다.

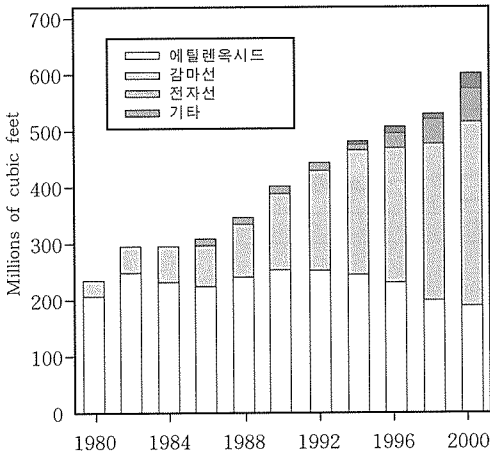
특히 철강산업이나 중화학공업 및 제지산업에서 RI게이지에 의한 원료/에너지 절감과 품질고급화에의 寄與度는 막대하며 앞으로도 우리 나라 산업발전이 기대됨으로 RI게이지 이용량도 꾸준히 늘어날 전망이다. RI게이지의 노후 방사선원 교체/교정기술은 더욱 개발되어야 한다.

대단위 Co-60을 이용하는 의약품 멸균과 식품보존을 위한 γ 선 조사산업은 우리나라에서 비교적 순조로운 성장을 지속하고 있으며 최근 제2의 대단위 조사시설 설치운영이 논의되고 있다. 최근 미국 등 선진국에서는 에틸

표 1. 우리 나라에서의 전자선가속기 설치 운용 현황

설치 운용 기관/업체	가속전압 kV	전류 mA	대수	주요 용도	설치년도
H 연구소	300	25	1	연구개발	'75
	750	65	1	"	'75
L전선 (주)	1,000	100	1	가교전선 열수축성튜브	'85
	1,500	65	1	"	'85
T전선 (주)	1,500	65	1	"	'88
H테트라팩 (주)	300	300	1	인쇄	'89
K산업 (주)	1,500	65	1	가교전선 열수축성튜브	'90
	1,000	65	1	"	'90
Y전선 (주)	1,000	65	1	"	'90
Y케미칼 (주)	500	100	1	발포플라스틱	'90
T산업 (주)	800	65	1	발포플라스틱	'90
K타이어 (주)	1,000	65	1	타이어 가공	'91
H타이어 (주)	500	65	1	"	'93
S중공업 (연)	1,000	40	1	연구개발	'93
D전선 (주)			1	전선 가공	'96
T염색 공단			1	폐수 처리	'97
Y 화학 (주)			1	발포수지 제조	'98

자료: 원자력연감, 한국원자력산업회의 (1994) 및 동 자료 (1998)



자료: 19th Japan Conference on Radiation and Radioisotopes

그림 1. 공중보건용품의 멸균방법별 현황과 추세

렌옥사이드(EO) 훈증 멸균법이 대기 중 오존 파괴, 발암물질 생성 등의 문제점 때문에 강력한 사용규제에 부딪치고 있어서 방사선멸균법이 급성장하는 추세에 있다.

우리 나라에서는 연간 식품 3000여톤, 의약품 1200여톤을 각각 방사선조사 처리한

다. 방사선멸균은 의약품뿐만 아니라 의약품원료나 약재 등에 대한 멸균수요가 막대하여 이를 위한 연구개발과 실용화를 위한 법제화도 절실한 상황이다. 아울러 조사식품에 대한 국민 대중의 수용(PA)도 절실한 과제인데 이는 조사식품에 대한 올바른 이해 확산에 따라 점차 호전될 것으로 전망된다.

현 단계에 미국에서는 전체 의약품의 50%가 방사선 멸균되고 있으나 2000년대 초에는 70% 이상이 될 것으로 전망되고 있다.

한편, 전자가속기 이용 산업도 국내업체가 참여하면서 급격히 확산되기 시작하였다.

내열성, 내방사선성 가교전선, 타이어 가공, 熱收縮性튜브 생산 등의 연간 생산량은 확실하지 않으나 내수충당은 물론, 많은 양이 수출되고 있다. 우리나라 전자가속기 설치 이용현황을 표 1에 나타내었다.

근래 삼성중공업(주) 중앙연구소에서 전자가속기 생산개발을 시작하였으며 러시아와의 합작으로 급진전을 보고 있다. 삼성중공업 측

표 2. 산업적이용 주요기술 국제적 현황

주요기술	성숙/실용	미성숙/실용초기	요개발
· RI게이지 이용	○		
· 산업 추적자	○		
· NDT	○		
· 이미이지관 NDT			○
· 방사선 조사 산업			
-의약품 멸균	○		
-의약/의약품 멸균	○	○	
-식품보존	○		
-가교전선 생산	○		
-열수축성 튜브 생산	○		
-기능성 재료 생산	○	○	
-공해 처리		○	○
· 이온빔 이용			○

* 중진국이나 개도국에서는 일부 기술이 한 단계 낮을 수 있음

400Nm³/hr, 0.7MeV, 1Mrad, 10%steam
 NOx=190ppm, Sox=100ppm, HCl=400ppm

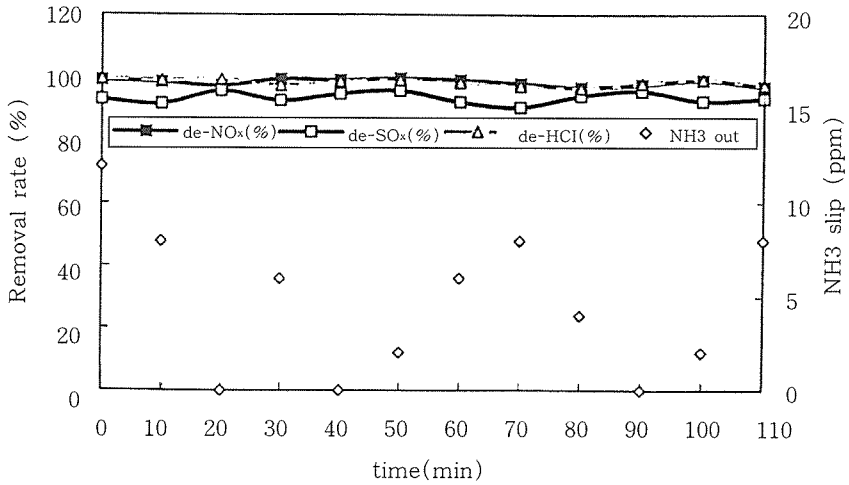


그림 2. 전자선 조사에 의한 배연 중의 SOx NOx 및 염산 분해처리 효과

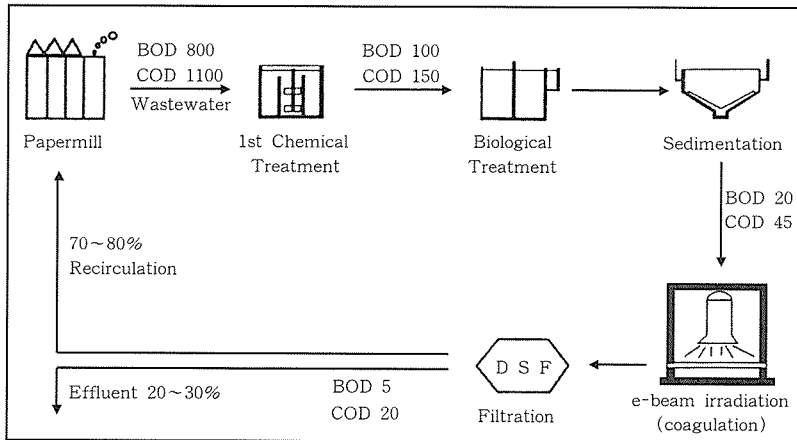


그림 3. 전자가속기에 의한 제지산업폐수 처리 공정 흐름

은 전자가속기 자체뿐만 아니라 전자선 조사에 의한 排煙 중 SOx, NOx, 다이옥신 등의 분해처리나 폐수 등 공해물질 처리 이용기술 개발에도 박차를 가하고 있다.(그림 2, 3). 산업계에서의 RI/방사선 이용기술의 국제적 현황/추세를 표 2에 요약하였다.

한국원자력연구소의 방사선응용연구그룹에서도 방사선조사에 의한 공해물질분해처리연구, 방사선 그래프트 중합법에 의한 기능성고분자 개발, 고분자물질의 耐방사선 성 연구, 방사선식품저장 및 가공처리기술 개발, 방사선 및 방사성추적자의 산업적 이용기술 개발,

방사선육종기술 개발 등 과제들이 원자력 연구개발 중·장기계획에 의거 착실히 추진되고 있다.

일본 JAERI의 TIARA에서는 照射이용과 계측분석의 두 흐름을 합친 새로운 이용형태를 추구하는 방향으로 이온빔 照射연구를 추진하고 있다. 이온빔은 마이크로 프루브적 성격을 만들어 가면서 물리적 가공도 가능케 하는 능력을 갖고 있다는 점에서 이온빔을 전자선이나 γ 선에 이은 차세대 방사선으로 보고 있다. TIARA에서는 현재 방사선 高度利用연구의 틀 안에서 극한조건 하에서의 재료 손상/劣化 등 재료연구가 활발하며 종래의 열화학적 프로세스로는 어려웠던 표면이나 계면의 薄膜 등 나노스케일 분자, 원자의 배열 제어에 이르기까지 이온빔을 이용하면 가능할 것으로 보고 있다. 또한, 이온빔의 생물효과가 매우 크다는 특성을 이용하여 방사선에 의한 DNA손상이나 修復을 해명하는 데에 중요한 역할을 할 것으로 기대하고 있다. 이온빔은 아직 확실히 해명되지 못하고 있는 저선량 방사선 피폭영향의 해명에 기여할 수도 있을 것인 바, 그렇게 되면 그것이 방사선방호관점에서의 중요성은 물론이고 암 발생이나 노화문제의 해결에 이르기까지 여러 가지 문제해결의 열쇠역할과 아울러 식물돌연변이 유발이나 비대칭성 세포융합에까지도 기여할 수 있으리라고 전망된다.

가속기는 이제 재료공학과 생명공학자에게 맡겨졌으며 원자료의 이공학적이용도 오히려 점차 가속기 이용 쪽에 무게를 실어갈 것으로 전망된다. 그만큼 가속기나 이온빔 이용이 활발해지고 그로부터 얻어질 연구개발 결과의 실용성이 기대되고 있는 것이다.

2. 의료분야

우리 나라에서는 1950년대 말 갑상선질환 진단에 I-131을 처음으로 사용한 이후 RI 종류, 이용형태, 핵의학분야 종사자 수, 이용 의료기관 수, 진료환자 수 등에서 놀라운 증가를 보였으며 장비의 현대화, 핵의학분야 인프라 구축, 연구개발 활성화까지 고려하면 실로 단기간 내에 이룩한 대단한 발전이라고 본다.

의료분야 RI/방사선 이용기술 발전단계는 핵의학장비의 발전단계와 때를 같이 한다. 신티스캐너, 신티카메라, SPECT, PET등으로 의료장비가 발전되면서 RI체내투여진단기술의 고도화와 함께 이용 RI종류도 바뀌어가며 診斷信賴度 향상이 뒤따랐다. 단순 走査방식에 의한 영상으로부터 단층촬영영상으로, 또 PET의 등장에 의해 기능적 동적 영상까지도 얻어 질 수 있게 되어 진단에서부터 예후 추적에 이르기까지 진단기술의 진일보를 가져오게 되었다. 국내에는 180여대의 신티카메라(그 중 상당수는 SPECT), 3기(소형 2기 포함)의 싸이클로트론, 3기의 PET 등이 이용되고 있어 선진국에 비하면 적은 수이지만 나름대로 이들을 이용하면서 착실히 성장하고 있다. 1995년도의 통계에 의하면 우리나라에서의 연간 RI/방사선의 의료적 이용 건수는 체내투여 영상검사 약 31만 8천건, 체외검사 약 657만건, 방사선치료 약 3천 7백건 등 도합 약 689만건에 이른다. 그 동안 작은 연구로에서 소량씩 생산되던 국산 RI도 1995년 가동되기 시작한 30 MW급 중형 研究爐「하나로」를 이용해 증산·공급할 수 있게된 것도 국내 의료용 RI수급에 큰 도움이 될 것이어서 간과할 수 없는 진전이라고 생각된다.

표 3. 핵의학분야 RI/방사선 이용 주요 요소기술별 추세 변천 경향 요약 *

	추 세 변 천 경 향	특기사항
· 체내투여 진단	· 원자로이용 생산RI→가속기이용 생산RI (Tc-99m, I-131 → PET RI)	논란 중
· RI이용	· 원자로이용 생산RI; 치료용 · 가속기이용 생산 RI; 진단용	
· 방사성의약품	· 진단용; 다양→고도화 · 치료용; 단순→다양화	
· 체외시험 진단	· RIA(I-125)→RIA + EIA	
· 방사선조사 치료	· teletherapy, brachy therapy→지속적 개량 · 내부 방사선조사 치료→활성화	
· brachy therapy RI	· Ra-226→Co-60, Cs-137 RALS→Ir-192, Co-60, Cs-137 RALS	
· 내부 방사선조사 치료용 RI	· 원자로이용 생산 RI; Sr-89, Re-188, Y-90, P-32 Ho-166, Sm-153 등	
· 체외 조사 치료기술	· 중성자조사→양성자/중입자 조사 (전망) · 단순 teletherapy→ γ - knife (병행발전) →BNCT	

* 일부 세부기술에 대해서는 단순 변천만을 뜻하지 않고 병행 발전을 의미함.

불필요한 피폭량 감축 등 안전이용이 강조되면서 체내투여 진단목적의 RI는 원자로 이용 생산 RI에서 싸이클로트론 이용 생산 RI에 그 주된 수요가 바뀌는 추세(Tc-99m → 싸이클로트론 RI)가 선진국에서 일부 나타나고 있으나 이것은 일시적 추세일 뿐, 단정하기는 어렵다. Tc-99m은 진단용으로 계속 이용될 것이고 β -방출체인 원자로 이용 생산 RI는 오히려 치료목적으로 많이 이용될 전망이다. 핵의학분야 이용추세 변천경향을 표 3에 나타내었다.

체내투여 진단용으로는 단연 Tc-99m이 주종이었으며 앞으로도 사실상 장기간 그 이용이 지속될 전망이다. Tc-99m의 물리화학적 특성 즉 방사선에너지, 붕괴반감기 등이 적합한데다 여러 가지 종류의 착 화합물 제조가 용

이하다는 점 이외에도 핵분열생성 Mo-99로부터 대량 분리하여 쓰기에 편리한 Tc-99m 발생기를 만들 수 있고, 그것이 세계시장에서 유통될 수 있기 때문이다. 그러나 Tc-99m표지 방사성의약품의 대부분은 킬레이트 화합물이며 동물실험을 통해 그 체내 동태를 조사하여 얻어진 데이터가 좋으면 그것을 진단에 이용할 수 있다는 간단한 논리로 개발·이용하는 물리적 트레이서들이다. 때문에 그 화합물들은 생체에 의해 異物로 인식되는 경우가 많으며 신장배설, 담도배설, 뼈로의 이행 등이 주요 체내 동태로 알려져 있다. 그런데 PET가 출현하여 여기에 커다란 영향을 미치게 되었는데, PET용 방사성의약품은 Tc-99m의 경우와는 전혀 다른 의약품적 발상에서 비롯된 것이다. 즉, PET방사성의약품은 순수한 화학적 트레

이서의 응용이어서 C, N, O, F 등의 생체성분 RI 표지화합물을 이용한다는 것이다. 싸이클로트론과 함께 자동합성장치에 의한 의약품 제조라는 새롭고 빠른 제조공정들이 개발되어 실용되고 있다. 이에 따라 Tc-99m으로도 PET방사성의약품에 필적하도록 대응키 위한 새로운 방사성의약품으로의 기능이 요구되어 Tc-99m의약품에 대한 새로운 연구개발을 수행한 결과로 HMPAO-^{99m}Tc(뇌혈류 진단용) 및 Tetrofosmin-^{99m}Tc(심장질환 진단용) 등이 사용되고 있다.

한편, 이 의약품들은 PET의약품의 가격이 높아 제조경비 (cost effectiveness)를 고려하여 원자로 이용생산 RI로 대체하기 위해 개발한 것으로 풀이되기도 한다. 즉, 아직 제조경비면에서는 원자로 이용생산 RI의약품이 저렴한 편이다.

그러나 PET용 방사성의약품의 개발·이용이 점차 확대되면서 그 품목의 다양화가 이루어졌으며 동적, 기능적 진단에도 상당한 초점을 맞추어 나가게 되자 원자로이용 생산 RI는 핵분열 생성물을 포함 모두 핵내 중성자 과다로 인한 β -방출핵종이어서 치료목적으로 이용하기 위해 병소에 투입, β 선 照射로 치료하려는 이른바 “체내 방사선 조사치료(internal radiation therapy)” 연구가 활발해졌다. 근래 KAERI 표지화합물연구팀이 개발한 ¹⁶⁶Ho-CHICO도 그 대표적 예이며 서울대 핵의학과에서 개발한 ¹⁸⁸Re화합물도 그 좋은 예이다.

즉, 싸이클로트론 이용생산 양전자방출 RI는 진단목적에, 원자로이용생산 음전자방출 RI는 치료목적에 각각 맞추어 개발·이용하려는 추세의 반영이라고 볼 수 있다.

Co-60 γ 선의 조사초점을 病巢에 맞춰 치료 효과를 높이는 γ -knife는 한발 앞선 체외조사 치료 장비이며 우리 나라에서도 이용된다. 근접조사치료(brachy therapy)에는 Co-60, Cs-137 등의 선원이용이 많았으나 근래 Ir-192 선원이용이 활발해졌다.

한편, 비 밀봉 RI (Sr-89, P-32, Y-90, Ho-166, Re-188, Sm-153 등)를 쓰는 체내조사 치료법도 등장하였다. 종양의 크기에 따라 적절한 에너지의 β 방출 핵종 표지화합물을 선정, 투입함에 있어서 치료기간 중 그 화합물이 다른 기관이나 장기로의 누설이 없고 무독하며 일정조사치료기간 이후에는 대사에 의해 분해, 배출되는 것이어야 이상적이라 할 수 있다.

방사선조사치료에 있어서 증상완화조사와 근치조사의 비율을 볼 때, 불행하게도 증상완화조사 쪽이 높은 것(일본에서는 7:3 정도)이 현실이지만 앞으로는 더욱 효과적인 조사치료기술의 개발이용과 조기치료, 선별치료 등으로 그 비율이 역전될 수 있기를 기대해 본다.

⁹Be(p,n)⁹B반응으로 중성자를 발생시켜 이용하는 중성자 조사치료에서 중성자가 인체 조직 10 cm 까지 최대 60%가 도달된다고 하나 일반적으로 35 ~ 40%만 도달되기 때문에 앞으로 더 발전적인 다른 치료법이 등장할 경우에도 중성자 조사치료법이 경쟁력을 유지할지는 의문이다. 치료효과가 더 높다고 알려진 것은 양성자 조사치료법이며 이미 러시아나 미국에서 뇌하수체 종양 등 頭蓋 밑이나 뇌의 작은 종양에 대해 약 20년의 치료역사를 가지고 있다. 일본 쓰꾸바대학 에서도 1983년 이래 250MeV의 양성자를 간, 자궁, 폐 등 심부

암에 조사하여 비교적 높은 치료효과를 얻은 바 있다. 양성자 조사에서는 환부에 대한 집중도가 높아 흡수선량도 90 Gy까지 높일 수 있기 때문에 치료효과가 좋다고 한다. 현재 세계적으로 17여기의 치료기가 있으나 앞으로는 더욱 늘어날 전망이다.

한편, 양성자 조사치료효과보다도 중입자 조사치료효과가 어느 정도 더 좋을런지에 대해서도 관심거리이다. 지금까지 일본 호이겐(放醫研)에서 100여 예의 치료실적이 있는데 치료 예를 더 축적하여 양성자 조사치료효과와 비교검토할 계획이어서 그 결과가 주목된다.

$^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ 반응으로 α 입자를 방출시켜 치료효과를 높이는 붕소중성자포획요법(BNCT)은 지금까지 미국, 일본, 유럽에서 연구되었으며 치료효과가 매우 고무적인 것으로 평가되어 우리 나라에서도 하나爐에 BNCT시설을 갖추기 위한 연구가 진행되고 있다.

최근의 의료는 기능과 형태를 보존하고 환자의 사회적 인간적 존재를 확보토록 하는 이른바 삶의 질(QOL)을 중시하는 방향으로 나아가고 있다. 따라서, 다종다양한 가치관, 인생관을 가진 환자 각자의 요구도 고려하면서 전문적 의학지식을 가진 의료종사자가 가장 적절한 치료법을 선택해 시행하는 것이 무엇보다도 중요하게 되었다. 원자력이나 방사선과 직결되는 핵의학 진료는 기본적으로 非 侵襲的이어서 미국 등 선진국에서는 첨단 의료기술로 우대하고있는데 반해 원폭 피해국민 일본에서는 의료수가가 낮고 많은 환자가 핵의학 진료를 회피하려는 경향이라고 한다. 그러나 비 침습적이어서 기능과 형태를 보전할

수 있으면서도 치료효과 면에서 대등한 핵의학 치료법은 국민 의식수준 향상과 방사선에 대한 올바른 이해를 통하여 점차 杞憂, 嫌惡, 不當한 認識 등에서 탈피, 본래의 자리를 찾아감으로써 핵의학은 여러 주변과학의 힘과 핵의학자들의 노력이 어우러지면서 더욱 크게 발전할 것으로 전망된다.

3. 연구로 및 중성자 조사기술 분야

연구로는 양질의 풍부한 중성자원이며 중성자 실용의 원천시설이다. 실제로 다목적 연구로는 중성자 회절에 의한 물질구조연구, 중성자 라디오그래피, 중성자 방사화 분석, 방사성 동위원소 생산, 각종 첨단재료 조사시험 등에 이용되며 이러한 연구개발 성과를 실용활동으로 연계시킬 수도 있다. 즉발 γ 선에 의한 방사화 분석은 감도나 정밀도면에서 개량의 여지가 있으며 앞으로 새로운 분석범위와 감도향상이 이루어지리라 본다. 또한 중성자 라디오그래피는 자동차, 선박, 항공기 등의 주요부품, 우주개발재료 및 그 부품의 검사에 일상적으로 이용될 수 있다. 14 MeV 중성자 발생기나 Cf-252로부터의 중성자는 개량을 거듭해 실용화 폭을 넓힐 수 있을 것이다.

하나爐에도 냉 중성자원(cold neutron source)을 마련하기 위한 연구가 진행되고 있으므로 그 실현을 볼 경우 중성자 회절연구의 활성화가 기대된다.

연구로 및 중성자조사 이용분야의 국제적 현황을 표 4에 요약하였다. 원자로 이용생산 RI의 치료적 이용이나 산업적 이용과 함께 Tc-99m은 진단용 RI의 위상을 견지해 갈 것으로 보며 그 생산도 계속될 전망이다. 지금껏

표 4. 연구용 원자로 이용 주요 세부기술분야별 국제적 현황 *

주요 세부기술분야	성숙/실용	실용초기	요 개발
· 일반 RI 생산 · FP로부터의 유용 RI분리	○ ○	○	
· 중성자 방사화 분석 · 즉발 γ 선 방사화 분석	○	○	
· 중성자회절 물성연구 · 냉중성자원이용 물성연구 · 중성자 라디오그래피	○	○	○
· 각종 침단체료 조사시험		○	○

* 중진국이나 개도국에서는 일부 기술이 한 단계씩 낮을 수 있음

캐나다의 Nordion사가 세계시장수요를 거의 독점 생산해 왔고, 현재 피션몰리(Mo-99) 전용 생산 원자로 2기를 건설 중이지만 이렇듯 세계적 수요를 가진 단일 방사성 핵종의 생산 공급이 1개 업체에 의해 이루어진다는 데 대한 수요자 측의 불안감이 고조됨에 따라 새 세기에는 생산자의 분산이 이루어질 전망이다. 즉, 남아공, 네델란드, 러시아, 미국 등이 이미 생산하고 있거나 증산계획 또는 생산계획을 추진 중이다. KAERI도 피션몰리 생산 타당성 조사를 거쳐 시설 확보방안을 마련 중이다.

Co-60도 Nordion사가 세계수요의 80% 이상을 CANDU발전로를 이용해 생산공급해 왔으나 관련 원자로의 수명이나 운영상 문제로 자국내 생산감소를 우려하여 CANDU爐가 많은 우리나라와의 합작 생산을 고려하고 있는 등 원자로 이용생산 RI의 수급양상이 다가오는 21세기에는 사뭇 달라질 전망이다. 또한 연구용 원자로의 실용성이 부각되어 그동안 연구개발 대상기술이었던 상당부분이 산·학·연 협력 강화와 함께 실용화될 전망

이다.

KAERI는 하나爐를 이용한 RI개발·증산 계획을 세워 추진 중이며, 이미 I-131캡슐 제제와 악성질환 치료용 ^{166}Ho -CHICO를 개발, 생산하며 곧 비파괴검사용 고 비방사능 Ir-192도 양산될 전망이다. 각종 방사선원과 Re-188, Sr-89, Yb-169 및 각종 치료용 방사성표지화합물 개발을 추진 중이다. 연간 국내 RI수요량(약 300 kCi)의 40%선까지 국산화율이 높아질 전망이다.

4. 결론

우리 나라 RI/방사선 이용기술은 선진 외국에 비해 전반적으로 뒤져있는 감이 없지 않으나 나름대로 착실한 발전을 거듭하여 이제는 기술의 도약기에 접어들었다고 본다. 특히, 핵의학에서의 체내 방사선조사치료 분야, 산업적 비파괴검사분야, 전자가속기에 의한 내 방사선성, 기능성 재료의 생산, 공해물질처리 연구, 방사선멸균과 방사선 식품조사 등에서 두드러진 성과를 이루었다고 본다.

RI는 방사성동위원소만을 뜻하지 않고 방사선과 동위원소를 뜻하는 것이 아니냐는 이야기가 나올 만큼 방사선 이용이 활발해져서 다양한 기능성 재료의 제조, 생명과학 연구, 공해처리 등에서 지속적인 성과가 기대된다. “원자로서대에서 가속기시대”라는 말이 나올 만큼 가속기에 의한 연구개발성과의 실용화가 나타날 것으로 기대한다. 한편으로 방사성의약품의 개발영역을 넓혀가면서 싸이클로트론이나 원자로로부터 생산된 RI가 두루 활발히 이용될 것으로 본다. Tc-99m과 Co-60의 생산·유통은 기존 유통질서의 변화를 가져오고 생산자는 다원화될 것이다.

다만, 이러한 전망이 낙관적이기 위해서는 아래와 같은 몇 가지 중요한 사항을 도외시해서는 안 되며, 그 해결을 위한 적극적이고 저돌적인 노력이 필요하다.

1) 국내 RI 수급 시스템의 적절한 확보, 2) 이 분야 기술에 대한 국민 수용성 증진 및 국민적 지원기반 확충, 3) 인력양성/훈련, 4) 전문가집단의 컨설팅 활동, 5) 미량 RI사용에 대한 별도 규제체제 적용과 각종 표준 메뉴얼의 작성/적용, 6) 방사성동위원소 폐기물의 최종처리처분방안 개발/정비 등.

우리 나라는 이미 원자력연구개발 중·장기 계획을 세우고 RI/방사선분야기술 수준도 원

자력 발전분야와 대등한 기술수준으로 끌어 올리려는 확고한 국가적의지가 반영되어 동 계획에 의거한 개발이 순조로이 추진되고 있어 불원간 많은 성과가 나타날 것으로 기대한다. 특히 근래에 정부가 RI/방사선 이용 진흥 종합계획을 마련하고 중·장기 연구개발과제를 거국적으로 공모하는 등 정부의 의지를 보인 점은 매우 고무적인 것이었다. 또한 국내에서 RI를 증산·이용하려는 취지에서 우리 협회에서 발족시킨 RI국산화 추진위원회의 활동을 위시해서 현 단계에서 우리 협회가 추진하는 교육훈련 프로그램, 방사성폐기물 수거 운반사업, 방사선 피폭관리사업, 기술정보 전달매체운영 등 갖가지 사업도 밝은 전망을 기대하게 하는 요인들이다.

20세기가 RI/방사선이용의 기반구축 시대였다면 다가오는 21세기는 그 동안 성숙된 기술의 실용확산 시대가 될 것이다.

RI분야에 대한 방사선 안전규제는 이용조성과 반대의 개념이 아닌 다른 형태의 이용조성개념으로 점차 승화될 수도 있을 것이다.

과거의 단순, 일률적 규제에서 복잡적, 합리적 규제방식으로 전환되며 자율규제가 강조됨으로써 이용자의 재량과 책임은 커지고 이용안전문화가 고차원적으로 자리잡으면서 그만큼 이용도 활성화 될 것으로 전망된다. **KRIA**

참고 문헌

- 1) 방사선 이용의 장래 전망, Isotope News, 2월(중간)호, 일본아이소토프협회, (1996) p.16~52
- 2) 방사선 이용, 암의 방사선 치료, 원자력 동향, 1월호, KAERI (1995) p.104~111
- 3) 방사선 이용, 일본 원연 관서연구소 본격가동, 원자력 동향, 4월호, KAERI (1996) p.92
- 4) 방사선 이용의 새로운 전개, 원자력자료, 9 (No. 271) (1993) p.1~23
- 5) 방사선 방호, 방사선 방호관점에서 본 방사선 영향, 원자력 동향, 10월호, KAERI (1995) p.102~109
- 6) 방사선 이용, 일본의 방사선조사이용, 원자력 동향, 3월호, KAERI (1996) p.60~80
- 7) 원자력 연감, 한국원자력산업회의 (1995~1998)
- 8) B.S. Han, D.K. Kim: Application of Electron Beam to Industrial Waste Water Treatment, Proceedings of KAIF/KNS Annual Nuclear Conference, Seoul, 14~16 April (1998) p.223~238