

국내 방사성핵종 생산 동향

원자력병원 사이클로트론 응용연구실

이 중 두

Radionuclides Production in Korea

Jong Du Lee, M.D.

Cyclotron Application Lab., Korea Cancer Center Hospital, Seoul, Korea

1. 방사성핵종 생산

핵의학에서 필수적으로 이용되는 방사성핵종은 현실적으로 원자로에 의해서 생산되는 핵종과 가속기에 의해서 생산되는 핵종으로 대별할 수 있다. 원자로에 의해서 생산되는 방사성핵종은 일반적으로 중성자 과잉핵종으로 β-, γ 붕괴 핵종이 많으며 원자로가 가동중에는 중성자가 생성되는데 이속에 표적(원소)을 넣으면 방사성핵종이 생성된다.

중성자에 의한 방사능 생성식은 다음과 같다.

$$A = N * \phi * \sigma (1 - e^{-\lambda t})$$

A : 생성 방사능량 (dps)

N : 표적 원자수

φ : 중성자속 (n/cm²sec)

λ : 붕괴상수 (sec⁻¹)

σ : 핵반응 단면적 (barn = 10⁻²⁴ cm²)

t : 조사시간 (sec)

이중 N, σ, λ는 정해진 값이고 중성자속 φ은 원자로의 크기, 형태 또는 원자로내의 조사공 위치에 따라 다르다. 국내 원자로 1호기는 중심 조사공(Central thimble)이 10¹² n/cm²sec이고, 2 MW 원자로는 10¹³ n/cm² sec이며, 30 MW 다목적 연구용 원자로의 방사성핵종 생산용 조사공은 10¹⁴ n/cm²sec로 같은 조건이라도 원자로 형태에 따라서 약 10배씩의(중성자속 배수) 방사성핵종이 많이 생긴다. 방사성 동위원소 생산을 위해서는 원자로 크기보다 중성자속이 큰 것이 유리하다. 어느 방사성핵종이 생산 가능한가는 핵종표(nuclides chart)를¹⁾ 보면 알 수 있다. 안정 핵종의 바로 옆, 즉 중성자가

1개 많은 핵종은 원자로에서 (n, γ) 핵반응으로 쉽게 생성되며 핵반응 형태에 따라 비방사능이 낮은 것, 높은 것, 무운반체급(carrier free)으로 생산된다.

중성자 결핍핵종(양성자 과잉핵종)은 핵종표에서¹⁾ 중성자 과잉핵종의 반대쪽에 있는 핵종으로 양전자 방출 또는 전자포획 등으로 붕괴하며 주로 사이클로트론에 의해서 만들어지며 방사능 생성식은 다음과 같다.

$$A = 6.24 \times 10^{18} \times i \times \frac{n_a \times \rho \times a_i}{M} \times (1 - e^{-\lambda t}) \times \int_{E_i}^{E_e} \frac{\sigma(E)}{S(E)} dE$$

A : 생성 방사능량 (dps)

i : 입자전류

n_a : Avogadro 수 (6 × 10²³/mol)

ρ : 표적물질의 밀도 (g/cm³)

a_i : isotopic abundance

M : 표적물질의 분자량 (g/mol)

λ : 붕괴상수

t : 조사시간

σ(E) : 핵반응 단면적

S(E) : stopping power

E_i : 조사입자의 입사에너지

E_e : 표적물질 통과후 입자에너지

생성핵종은 표적원소, 가속입자의 종류 및 가속입자의 에너지에 따라 다양한 방사성핵종이 생성된다. 또한 하전입자를 조사하므로 표적원자와 원자번호가 다른 핵종이 생성되므로 무운반체급이다.

원자로에서는 동시에 여러 표적을 중성자 조사 할 수

표 1. 국내 원자로에 의한 방사성핵종 생산(1993년)²⁾

(단위 : mCi)

핵종	수량(수입량)	핵종	수량(수입량)
Tc-99m	225,085	P-32	41 (1,301)
Au-198	1,460	K-42	2
I-131	90,167 (45,280)	Ir-192	797 (42,610,000)
Mo-99	10,714 (1,996, 831)	Rb-86	2
Cr-51	1 (313)	Co-60	98 (210,047,000)

표 2. 국내 싸이클로트론에 의한 방사성핵종 공급량(1993년)

핵종	수량(수입량)	핵종	수량(수입량)
Ga-67	3,550 (3,954)	mIBG (I-123)	3
TI-201	2,108 (9,237)	(In-111)-oxine	8.5 (8)
I-123	580 (63)	Cr-51	8 (313)

있는 반면 싸이클로트론에서는 대개 1개의 표적만 입자 조사할 수 있다. 따라서 생산단가가 높기 때문에 농축 표적을 사용해서 수율을 높이기도 한다. 또한 반감기가 짧고 표적에서 집중열이 생기기 때문에 냉각기술, 표적 제조기술, 신속한 화학처리 기술이 확보되어 있어야만 한다. 외국의 경우 방사성핵종 생산 업체들은 30 MeV 정도의 방사성핵종 생산 전용 싸이클로트론을 고장에 대비하여 2대 이상 구비하고 일상 공급하고 있다.

생산 시설로서는 원자로와 싸이클로트론 외에 Hot-cell, 방사화학적 분리장치, 각종 시험기기, 원격조작 도구 및 용기 등이 필요하고 원료는 부핵반응을 줄이기 위해 고순도의 표적을 사용하며, 화학적 순도를 높게 유지하기 위하여 고순도의 시약을 사용한다.

방사성 동위원소 이용은 방사성핵종이 시간에 따른 붕괴로 사용에 어려움이 있는 만큼 국내 방사성핵종 생산 상황과 생산방식, 생산여건 등을 알아야 이용을 원활히 할 수 있겠다.

2. 국내 방사성 핵종생산

2-1. 연구용 원자로 1호기 이용

국내에서 방사성핵종의 생산은 1960년대 초에 100 KW 연구로 1호기가 설치됨에 따라 시작되었다. 이 연구로의 증성자 조사공은 로심 외축(rotary specimen rack)에 위치하여 증성자 속이 작아(10^{11} n/cm²sec) 불과 수 mCi의 방사성 핵종을 생산하여 무상공급 하였다. 1960년대 후반에 250 KW로 원자로 출력을 높이고

hot-cell 4기를 설치하면서 ¹⁹⁸Au colloid, ¹³¹I, ³²P 등을 일상 생산하기 시작하였고, 곧이어 Mo(n, γ)⁹⁹Mo으로부터 ^{99m}Tc 생산을 시작했다. ¹³¹I의 수요가 늘어감에 따라 원자로의 중심 조사공을 독점 이용하여 ¹³¹I을 대량 생산한 결과 현재의 ¹³¹I 사용시대를 열었다. 연구로 1호기는 2 MW 연구로 가동 후 방사성핵종의 일상생산에는 이용되지 않고 있으며, 2 MW 연구로의 고장 및 점검시에만 방사성핵종 생산에 이용되었다.

2-2. 2 MW 연구로 이용

2 MW 원자로 가동 초기에 국내 방사성핵종 생산은 일대 전기를 맞이 했었으나 방사성핵종 생산은 양산체제로 곧바로 이행되지 않았다. 원자로심이 이동식이어서 노심 위치가 원자로 풀(pool)의 한가운데 있을 때만 동위원소를 생산할 수 있었다(상하 분리식 증성자 조사공으로 로심이 타원꼴의 중앙위치가 아니면 위로 분리하여 놓음). 후에 14개의 부착식 증성자 조사공을 제작 설치하고, 또 국내의 노심 기술수준이 연료봉 배열 계산을 할 수 있게 됨에 따라 증성자속이 높은 노심측에 여러개의 조사공을 설치하여 방사성핵종의 생산량을 늘려왔다. ^{99m}Tc, ¹³¹I, ¹⁹²Ir, ¹⁹⁸Au 등이 주 생산핵종이었고 ³²P, ³⁵S 등과 기타 (n, γ) 핵반응 생성핵종을 생산하여 왔다.

방사성 동위원소 생산을 위하여 원자로를 24시간 가동하는 체제가 아니고 주간 가동체제로서 2 MW까지 출력을 올리지 않아 방사성핵종 생산은 제한적일 수 밖에 없었다. 핵의학용으로 제일 많이 사용되는 ^{99m}Tc은 (n,

fission) 핵반응 생산시설이 없어 무운반체 ^{99}Mo 을 이용하는 chromatographic generator(현재 대부분 병원에 서 사용)의 전면 국산화가 불가능했고, $\text{Mo}(n, \gamma) ^{99}\text{Mo} \rightarrow ^{99m}\text{Tc}$ 핵반응을 이용한 용매추출 generator(비방사능이 낮아도 가능)를 개발하여 이용하여 왔다³⁾. 산업용인 ^{192}Ir 선원은 외환사정이 어려웠던 1970년대에 생산을 많이 하였으나($\phi 3 \times 3 \text{ mm}$, 20 Ci 선원) 비방사능이 떨어져 현재에는 산업용은 30 MW 연구로로 넘겨졌다. ^{131}I 도 TeO_2 표적을 80 g에서 140 g으로 늘리고 중심조사공 설치를 늘려가면서 생산량 공급을 늘려 왔다.

현재는 방사능에 대한 비판적 여론으로 제약이 심해져 생산 공급량과 핵종수는 줄어든 상태이고, 표 1에서도 보이는 바와 같이 ^{131}I 을 제외하고는 국내 생산량은 수입에 비하여 적은 양임을 알 수 있다.

2-3. 50 MeV Cyclotron 이용

1980년대 후반에 원자력병원에 50 MeV의 싸이클로트론이 도입 설치됨에 따라 원자로 핵종만의 시대에서 싸이클로트론 방사성핵종 생산 시대가 열렸다. 현재 진단용으로 좋은 핵적 성질을 가진 ^{67}Ga , ^{201}Tl , ^{123}I , ^{111}In , ^{51}Cr 등을 요구량에 맞추어 생산하고 있으며, 양전자 방출 핵종과 다른 국내 새 방사성핵종의 생산 이용이 기대된다.

한편 50 MeV 싸이클로트론은 동위원소 생산을 위해서는 너무 큰 싸이클로트론이고 고장수리 및 운영에 따른 국내기반이 약하며 지속적인 운영기술 축적이 필요하고 운영비가 많이 요구된다. 50 MeV 싸이클로트론이 방사성 동위원소 생산을 위하여 주로 가동될 전망이고 야간과 주말은 대부분 가동 시간이 비어있는 상태여서 방사성핵종 사용량이 경제적 단위만 되면 생산공급이 활발해 질 것이다. 품질은 방사성핵종 생산이 고순도의 재료 및 약품을 사용하고 연구실 실험장치 수준을 가지고 그대로 화학분리를 하기 때문에 원천적으로 화학적 순도는 좋다고 하겠다.

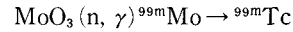
싸이클로트론 방사성핵종의 국내 생산 및 이용량은 일본 등⁴⁾ 선진국에 비하여 대단히 적은 양이어서 핵의학계의 전진이 요구된다.

2-4. 주요 방사성 핵종 국내생산

2-4-1. ^{99m}Tc 생산

고순도의 MoO_3 를 2 MW 원자로심 조사공에 넣고 약 1주일간 중성자 조사한 다음 알칼리에 녹이고 메칠에칠 케톤으로 ^{99m}Tc 를 용매추출하여 이온교환수지관과 알루

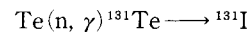
미나관을 통과시켜 정제한다. ^{99m}Tc 의 생성핵반응은 다음과 같다.



생산 방식이³⁾ 간편하여 30 MW 원자로 시설에서도 이용될 것이다. 현 2 MW 원자로에서는 월요일 첫날에 약 10 Ci까지 생산해 왔으며, 30 MW 원자로에서는 요구량 및 생산체제 구축에 따라서는 주당 100 Ci도 생산이 가능하나(국내 ^{99m}Tc -generator 사용량 공급가능) 거리상의 수송과 분배문제가 있다. 그러나 크로마토그래픽 $^{99}\text{Mo} \rightarrow ^{99m}\text{Tc}$ generator를 제조할 수 있는 무운반체급 ^{99}Mo 생산을 위해서는 해당 핵분열물질 처리시설을 해야 하나 장래를 위하여 장소만 설정한 상태로 개발팀의 구성 및 노력에 맡겨졌다고 하겠다. 30 MW 원자로 점검기간에는 현 2 MW 원자로를 가동하거나(현재로는 방사성핵종 생산을 위한 가동여부 결정 없음) generator를 수입하여 사용해야 할 것이다.

2-4-2. ^{131}I 생산

^{131}I 생산은 TeO_2 을 표적으로 하여 다음과 같은 핵반응을 이용한다.



2 MW 원자로심 조사공에서 1~3주간 중성자 조사하고 황산에 녹인 다음 ^{131}I 을 증류하여 회수한다(습식법). 30 MW 다목적 연구로에서는 TeO_2 를 녹이지 않고 고온에서 ^{131}I 만을 승화시켜 회수하는 방법이 될 것 같다(건식법)⁵⁾. ^{131}I 은 무운반체이면서 승화성이 강하므로 분리회수와 오염방지 등 기술축적이 있어야 한다. 2 MW 원자로에서 연간 ~90 Ci을 생산 공급했으며 국내 수요량이 증가함에 따라 생산량을 늘려왔다.

30 MW 다목적 연구로에서는 생산이 본 궤도에 진입하면 국내수요를 충족하고도 남을 것이므로 갑상선 치료를 위한 ^{131}I 의 사용시설 증설이 요구된다.

2-4-3. ^{192}Ir 의 생산

^{192}Ir 은 주로 비파괴검사에 이용하며, 비방사능이 높아야 하므로 30 MW 다목적 연구로에서 생산이 기대되는 핵종이다. ^{192}Ir 은 중성자 흡수 단면적이 대단히 크기 때문에(약 1000 barn) 금속 Ir을 30 MW 원자로에 일정 기간 조사후 인출하여 밀봉하여 사용한다. ^{192}Ir 은 $\text{Ir}(n, \gamma) ^{192}\text{Ir}$ 핵반응을 이용하여 생산한다.

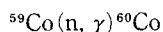
2 MW 연구로에서는 비방사능을 높이는 수단으로 원판($\phi 3 \times 0.1 \text{ mm}$)을 중성자 조사한 후 원주형 밀봉선원을 만들어 산업용으로 사용하였다. 현재는 암치료용으

로 seed 선원 (mCi 단위)을 생산 공급하고 있다.

30 MW 원자로에서 비파괴 검사용 ^{192}Ir 은 동시에 표적 여러개 ($\phi 2 \times 1 \text{ mm}$)를 장진하고 장시간(대략 15일 ~ 100일) 중성자 조사하게 되므로 방사능이 대단히 세고(합이 10,000 Ci 단위 예상) 중성자 조사장치에서 인출 및 새 표적 장전등 완벽한 방사능 취급기술 확보와 실수없는 처리가 요구된다. 원자로 점검기간(약 1개월 예상)에도 ^{192}Ir 의 반감기가 길기 때문에 사용에 지장이 없을 것이며 국내 비파괴 검사업계와 의학계는 수입을 안 해도 될 것이며, 수출할 수 있는 여력이 생길 것이다.

2-4-4. ^{60}Co 생산

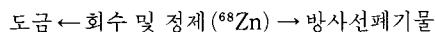
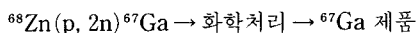
^{60}Co 생산은 Co 금속을 원자로에 넣어 중성자를 조사하여 생산한다.



^{60}Co 은 반감기가 길므로 방사능량을 높이기 위하여 장시간 중성자 조사를 한다. 30 MW 다목적 연구로에서 방사선 암치료용 ^{60}Co 을 1,000 Ci 단위로 생산할 수 있을 것이나 생산용량은 한계가 있다. 그러나 원격삽입 방사선 암치료기에 소요되는 선원과 산업용 소선원은 충분히 생산할 수 있을 것이다. 멸균 등에 이용되는 산업용 대단위 ^{60}Co 선원 생산은 어려울 것으로 예상되나 암치료용 ^{60}Co 폐기선원을 회수 재구성하여 대단위 산업용 선원에 보충 사용할 수는 있을 것이다(고선량 취급용 ^{60}Co water pool 시설 확보). 대단위 ^{60}Co 선원은 방사능이 대단히 세므로 방사능 안전 취급기술의 확보 문제와 긴 중성자 조사시간 때문에 생산이 지연될 가능성이 높다.

2-4-5. ^{67}Ga 생산

^{67}Ga 생산은 고순도 농축표적 ^{68}Zn 을 구리판에 도금하여(약 1~2 g) 양성자(p^+) 빔을 조사하고 생성된 ^{67}Ga 을 분리한다. 사용한 ^{68}Zn 은 회수, 정제하여 재사용한다.

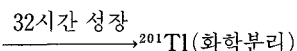
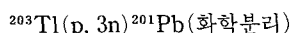


현재는 요구량이 많지 않아 6~7시간 조사하여(금요일) 주당 약 200 mCi를 월요일에 공급한다. ^{67}Ga 의 국내생산은 국내수요를 충분히 충족할 만큼 일상생산 체제를 갖추었고 조사시간, 생산횟수를 늘리면 주당 Ci 단위 생산도 어렵지 않다.

2-4-6. ^{201}Tl 생산

급도급한 구리판에 ^{203}Tl 농축표적을 도금하고 양성자

빔을 조사시킨 다음 hot-cell에서 ^{201}Pb 만을 회수한다. 약 32시간 동안 ^{201}Tl 을 성장시킨 다음 화학분리하고 정제한다.



50 MeV 현 국내 싸이클로트론에서는 8시간 양성자 조사하여(금요일) 약 150 mCi를 생산하고 있다(월요일 공급). ^{201}Tl 의 생산은 위와 같은 핵반응을 이용하므로 ^{201}Tl 의 생산량과 빔조사시간은 ^{201}Pb 의 반감기에 의해 결정된다. 즉 ^{201}Pb 의 반감기가 9.4시간이므로 빔 조사시간이 10시간 이상 초과하면 조사시간 당 생산량이 감소하므로, 10시간 가량 빔조사를 하는 것이 효과적이다. 그러므로 ^{201}Tl 의 주당 생산량을 향상시키기 위하여 현재 사용하고 있는 표적 조사 장치에 표적조사 중 표적의 냉각효율을 개선하기 위하여 빔 경사를 더 크게 하고 전면에서 helium 냉각 장치를 추가 설계 및 설치할 계획이다. 위와 같이 빔 조사장치를 개량하여 현재 사용하는 빔전류량을 25 μA 에서 50 μA 이상으로 증가시킬 수 있다. 또한 싸이클로트론 가동 시간표를 조정하고 ^{203}Tl 표적을 추가 구입하여, 주 2회 이상 생산으로 ^{201}Tl 생산용량을 주당 1 Ci 이상으로 증가시킬 예정이다.

2-4-7. ^{123}I 생산

^{123}I 은 $^{124}\text{TeO}_2$ 농축표적을 백금용기에 용융하고(약 500 mg) 양성자 빔을 조사한 다음 전기로에서 건조 증류법으로 ^{123}I 을 생산한다(수요일 공급). 생산 소요시간은 양성자 조사 2~3시간, 분리시간 1시간이면 가능하고 1회당 200 mCi 이상 생산이 가능하다. ^{123}I 은 반감기(13시간)와 수송을 고려할 때 정해진 아침시각에 빔 조사를 끝내야 사용이 가능하다. 외국의 경우 1주에 3일 공급체제를 구축하고 있으나 국내는 기본 사용량의 미달과 싸이클로트론 정지 가동지연 등으로 원활한 생산 및 이용체계 구축이 지연되고 있다. 국내에서도 ^{131}I 을 사용한 진단 대신 핵적성질이 우수한 ^{123}I 사용시대로 넘어가야 할 것이고 ^{124}Xe 표적을 사용한 고순도 ^{123}I 생산 이용시대를 열어가야 할 것이다.

2-4-8. PET 핵종

근간에 국내에서도 PET 이용시대가 열릴 것이고 양전자 방출 방사성핵종들의 생산 및 이용개발 여지가 많다. ^{18}F , ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O 등이 싸이클로트론에서 생산될 수 있고, 이 외 많은 양전자 방출 핵종이 50 MeV 싸이

클로트론에서 생산이 가능하다. 핵종¹¹를 보면 사이클로트론 구비없이 PET만 설치하고 구입 사용할 수 있는 긴 반감기의 양전자 방출 핵종이 대단히 많음을 주시해야 할 것이다. ¹²⁴I, ⁵⁵Co 등은 국내 PET 도입과 동시에 이용 가능할 것이다. 원자로에서도 ⁶⁴Cu, ⁶⁵Zn, ⁵⁸Co 등 생산 가능한 핵종들이 있다.

3. 이후 국내 방사성 핵종 생산

핵의학에서 방사성핵종의 이용은 필수적이며 반감기에 의한 수입사용의 어려움을 감안할 때 방사성핵종의 국내생산은 핵의학 발전과 직결된다고 하겠다. 그러나 지난 20여년간 원자력 발전 우선 정책으로 국내 방사성핵종 생산은 균형발전을 못한 셈이고, 국내 핵의학 발전에도 일정한 한도의 기여에 그쳤다. 다행히 30 MW 다목적 연구로가 가동될 예정이어서 생산이용의 희망적 변화를 예고하고 있고, 사이클로트론 방사성핵종도 국내 생산의 문을 연 상태이다. 30 MW 원자로에서 방사성핵종 생산이 본격적으로 시작되면 비방사능이 월등히 높은 주요 방사성핵종을 충분히 사용할 수 있을 것이며, 기타 핵종들도 사용이 용이할 것이다.

이후 사이클로트론 핵종 생산도 기술발전을 계속하여 풍족히 사용할 수 있게 될 것이고 PET 핵종도 하나하나 개발생산 될 것이다. 30 MW 다목적 연구로에서 방사성핵종을 생산 이용하자면 시설과 함께 기술이 확보되어 있어야 한다. 시설은 준비될 것이나 방사성핵종 생산은 국내 기술진이 30 MW 원자로에서는 처음 시도하는 관계로 많은 기술 개발과 노력이 요청되며 방사성핵종에 따라서는 생산이 지연될 수도 있다. 핵분열(fission)에 의한 방사성핵종 제조시설이 늦춰져서 무운반체급 ⁹⁹Mo, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Y, ¹⁴⁰Ba 등의 국내 생산은 당분간 어려울 것이다. 이때까지 직접 공급받아 사용하던 ^{99m}Tc의 공급도 서울시설의 계속 이용이 과제로 남는다. 일정지역에 ^{99m}Tc 추출 분리시설을 해 놓고 공동 이용하는 방법도 고려해 보직하다. Fission ⁹⁹Mo를 수입하여 ⁹⁹Mo → ^{99m}Tc generator를 제조 사용하는 체제구축도 고려해야 한다. 내부주입 암치료용 β-선원의 생산 및 이용 개발도 해야 할 과제다. 원격조작 삽입 ¹⁹²Ir 밀봉선원(Ci 단위)의 생산 및 이용도 개발할 품목이다. 국산 방사성핵종의 산업적 이용도 대체적으로 미개발 상태이다. 사이클로트론에 의하여 핵적 성질이 우수하고 무운반체급인 삽입 암치료용 미세선원의 개발도 필요하게 될

것이다. 생산자와 이용자가 협력하면 많은 국내 새 핵종과 국내 새 치료진단 방법을 개발할 수 있을 것으로 본다. 방사성핵종의 이용을 다변화 할 방사성 표지화합물의 발전도 추진해야 하겠다. 그러나 국내에서 하나만 가동하는 원자로, 하나만인 사이클로트론으로는 점점이나 고장시 생산을 중단 할 수 밖에 없고, 방사성핵종 이용에 지장을 주게 된다. 또 방사성핵종 생산은 제품이 반감기에 의해서 줄어들기 때문에 기본적으로 주문생산 공급체계를 앞으로도 유지할 수 밖에 없고 따라서 사용시간과 생산 시점에 시간여유가 없기 때문에 생산 실패는 생산자와 이용자, 환자를 당황하게 한다. 경제적 측면에서 보면 국내 방사성이용은 초기부터 무관세 수입자유화와 수입가에 맞춘 저가 국산 공급 체계 유지로 비교적 이용이 활발했으며 보험수가에도 그대로 반영되었다. 그러나 장기간에 걸친 이러한 체제는 생산, 판매, 이용계통에 경제적 취약점으로 작용하여 원자력법, 약사법에 대한 대처능력을 약화시켰으며, 앞으로 해결해야 할 과제로 남아 있고, 방사성핵종 이용에 역작용 할 가능성도 있다. 특별법인 원자력법과 규제강화법인 약사법은 방사능에 대한 부정적 사회여론을 타고 방사성 이용분야에 제약을 가하고 있다. 방사능이 갖고 있는 긍정적인 특수성을 고려하지 않고 부정적 시각으로만 만들어 놓은 법들이 개정되어야 하고 또한 과잉 집행되지 않아야만 방사능 취급 종사자들이 원활한 활동을 할 수 있고 따라서 국민이 혜택을 받을 것이다. 방사능에 대한 사회의 부정적 시각이 지배하고 있는 이상 방사성핵종의 생산과 이용의 앞길에는 험로가 가로놓여 있는 셈이고 국민은 후진 진료를 받을 수 밖에 없다.

사회가 방사능에 대한 잘못된 인식으로 과잉 반응할 때 방사능에 대한 풍부한 경험과 정확한 인식을 가지고 있는 생산자와 핵의학계가 정확한 답을 주어야 할 것이다. 앞으로 국내 방사성핵종의 생산 및 이용은 희망적 전망과 함께 해결해야 할 많은 과제를 안고 있다. 모두가 함께 협력하여 일민국민의 방사능에 대한 부정적 시각을 바로 잡고, 방사성핵종의 생산 및 이용분야가 긴밀히 협조하여 핵의학계의 활로가 활짝 열리기를 기대한다.

REFERENCES

- 1) W Seelmann-Zggebert, G Ptenia, H Munzel, H Klewe-Nebenius, *Karlsruher Nuklidkarte: Gersbach, Sohnverlag, Isidenstr., 38, D-8000 Munchen 40, German*)
- 2) 과학기술처 방사선 이용통계: pp 4-10, 1993
- 3) 이종두, 이병현: $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 의 메틸-에틸 케톤 간편 추출법, 방사선 방어학회지, 9, 103-111, 1984
- 4) 일본 과학기술청 원자력 안전국 방사선 이용통계, 일본 *Isotope* 협회, p 13, 1993
- 5) 서용섭, 양승대, 전권수, 이종두, 한현수: MC-50 싸이클로트론을 이용한 ^{123}I 제법연구, 대한핵의학회지, 25, 286-293, 1991