

## 한국 방사성동위원소 이용의 역사와 전망

박 궁 식

한국과학문화연구원

### The History and Future of Radioisotope Applications in Korea

Keung Shik Park

*Korea Science Service Institute, 67-2,  
Yangje-dong, Seocho-gu, Seoul, 137-889,  
Korea*

#### Abstract

It has been passed more than 110 years since M. Curie discovered radioisotope, and 60 years since nuclear science was introduced in Korea. At this moment, It is meaningful to review the history and future of radioisotope applications in Korea, and to introduce the history of Applied Radiological Science Research Institute, Cheju National University. About 35 years ago, this institute is in Professor Grubricht's debt for the foundation. Korea has 22 nuclear power plants, which supply the more than 40% of total electricity in Korea, but is one of the nations which operate nuclear power plant with the lowest accidents. Industrial applications of radioisotopes have been expended continuously in number of industries and more rapidly in the total activity used during last 30 years. One of the most important radioisotope, technetium-

99m generator has been manufactured in our country several years ago. Several scientists have already known that North Korea have sent many scientists to Russia and invited more than 10 Russian nuclear scientists every year for more than 20 years, and resulted in that North Korea has nuclear bomb. Nuclear science seems to be continuously prosperous in Korea. For the increased need in nuclear science, the most important thing is the education of the student and workers in nuclear science field.

#### 서 론

방사성 동위원소를 발견한지 벌써 110 년이 지났습니다. 그리고 우리나라에서 방사성 동위원소의 연구를 시작한지 60년이 되었었습니다. 이 시점에서 우리나라에서 방사성 동위원소 분야의 과거를 되돌아보고, 앞으로의 전망을 살펴보는 것은 의미 있는 일이라고 생각합니다. 물론 이 글에서 방사성 동위원소 이용 분야 전체를 언급할 수는 없지만 저자의 지식 범위 내에서 나름대로 전반적으로 방사성 동위원소 이용 분야의 역사와 전망을 기술하겠습니다.

#### 본 론

##### 방사성동위원소 이용의 중요성과 제주대학교 방사성동위원소 연구소의 설립 역사

핵분열을 최초로 발견한 사람이 Otto Hahn과 Meitner 입니다. 이 때 사용한 실험 장치는 독일 München 의 과학박물관에 지금도 전시되고 있습니다. 몇 개의 진공관을 사용한 방사능 측정 장치를 이용하여 핵분열을 발견하였습니다. 이로부터 방사성 동위원소의 개념과 중요성이 알려지게 되었습니다. 일본 동경대학교에는 동위원소 학교가 지금도 운영되고 있습니다. 동경대학교 이공학부 학생들은 이 학교의 한 학기 과정을 수료해야만

졸업을 할 수 있습니다. 이렇게 방사성 동위원소의 중요성을 인식하여 지금도 학생들의 필수 과목으로 취급하고 있습니다. 저 개인적인 생각으로는 일본이 10 명이 넘는 노벨상 수상자를 배출할 수 있었던 이유 중의 하나가 방사성 동위원소 이용의 중요성을 인식하여 학부 때부터 교육을 시켰기 때문이라고 생각합니다.

저가 IAEA 장학금을 받아서 Austria Vienna의 IAEA 연구소에서 연구하고 있을 때 동료였던 독일의 대학교수인 Grubricht 박사가 IAEA에 한국에 동위원소연구소를 설립하자는 건의를 하였습니다. IAEA가 Grubricht 교수의 건의를 받아 들여서 한국에 동위원소연구소를 설립하게 되었습니다. 특히 Grubricht 교수는 한국에서도 제주도를 특히 사랑하여 제주대학교에 이 연구를 설립하자고 한국정부에 건의 하였습니다. 마침 저는 한국과학기술처에서 원자력위원으로 근무하고 있을 때여서, Grubricht 교수는 IAEA와의 일을, 저는 한국정부의 일을 분담하여, IAEA는 기초적인 장비를 지원하고, 한국정부는 그 외의 경비를 지원하여 현재의 방사성동위원소이용연구소를 설립하게 되었습니다. 초기에는 주로 농학 분야에의 이용을 주목적으로 하여 설립하였습니다. 여담이지만, Grubricht 교수의 제주도 사랑은 특별하여 독일에서 은퇴하면 노후를 제주도에 보내겠다면서 소형 자가용을 구입하여 제주도에 남겨두고 귀국할 정도였습니다. 지금 와서 연구소를 둘러보니 감회가 새롭고, 설립 당시에 비해서 많이 발전한 모습을 보니 더욱 기쁩니다. 관련 교수님과 직원들의 이 연구소에 대한 사랑과 노력을 느낄 수 있었습니다.

#### 우리나라의 원자력발전소의 현황과 중요성

방사성 동위원소는 농학 분야에의 이용은 일부이며, 공학, 의학, 자연과학, 산업 등 많은 분야에 이용되고 있습니다. 특히 에너지에의 이용은 매우 지대합니다. 원자력 발전소에 의한 전력생산은 우리나라의 발전에 크게 기여하고 있습니다. 화석연료를 사용하는 발전소에서는 탄산가스 등을 방출하기 때문에 지구의 대기를 오염시키게 됩니다. 그러나 원자력 발전은 관리만 잘 하면 더 깨끗한 전력원인 것입니다. 사용 후 핵연료를 지하에 보

관하여 약 100 년만 잘 보관하면 방사능이 붕괴하여 크게 위험하지 않습니다. 그래서 원자력 발전에 중점을 두었던 것입니다. 현재 22 개의 원자력 발전소를 보유하고 있고, 우리나라 전력의 약 50%를 원자력으로 생산할 때도 있었습니다. 그 후 화석 연료를 사용하는 발전소의 수가 증가하였지만 아직도 약 40%의 전력을 원자력으로 생산하고 있습니다. 그러나 원자력 발전소의 사고가 전 세계에서 가장 적은 나라입니다. 즉 원자력 분야에서 선진국 대열에 올라가게 된 것입니다.

몇 년 전에 미국 뉴욕에서 정전 사고가 발생하였습니다. 대혼란이 일어났습니다. 모든 시설을 포함하여 일상생활이 전기에 의존하고 있는 사회, 특히 뉴욕을 상상해 보십시오. 음식을 해먹을 수도 없고, 화장실도 사용 못하고, 승강기도 정지되고, 지하철도 운행하지 못하고, ... 뉴욕시민들이 거의 거지와 다름없는 상황이 연출 된 것입니다. 이런 상황을 지켜본 미국의 전력국장은 “한국에서 배우자. 한국은 원자력발전 기술을 우리한테 배웠는데 어찌하여 원자력발전소를 큰 사고 없이 잘 운영하고 있느냐. 또한 원자력 발전소를 미국보다 훨씬 더 싸게 건설할 수 있느냐? 한국으로부터 know-how를 배워야한다.”고 말하였다고 합니다. 미국 원자력국장의 말로부터 알 수 있듯이 한국의 방사성 동위원소 기술은 선진국에서도 인정받게 되었습니다. 미국이 과거 수십 년 동안 원자력 발전소를 건설하지 않았는데, 이 사고 후 원자력 발전소 20기를 추가로 건설하기로 결정하였습니다. 이 원자력발전소를 건설할 후보 국가로서 우리나라와 일본이 거론되고 있습니다. 이러한 여러 정황으로 보아서 한국이 방사성 동위원소 이용 기술을 미국에 되팔 수 있는 기회가 올 수도 있을 것입니다.

또한 우리나라가 IMF 사태를 당했을 때도 방사성 동위원소를 이용한 원자력 발전소가 있었기 때문에 IMF 사태를 세계적으로 유래가 없는 단기간에 극복할 수 있었던 것입니다. 그 당시에는 원유를 살 수 있는 외화가 없었습니다. 그러나 원자력 발전소는 한번 연료를 장전하면 10년 이상 큰 경비 없이 전력 생산을 할 수 있습니다. 그래서 IMF 사태 때도 전력 생산을 계속할 수 있었던 것입니다. 그래서 대도시의 생활에 아무런 불편을 주지 않을 수 있었습니다. 산업체의 공장도 전력

때문에 생산을 중단하지 않았습니다. 우리나라의 원유 수입가가 약 400 억불입니다. 그런데 삼성전자가 수출한 금액이 연간 약 190 억불이고 현대자동차가 자동차를 수출하여 벌어들인 돈이 약 180 억불 정도입니다. 이 두 기업이 벌어들인 외화를 모두 합해도 원유 수입가를 못 미치고 있습니다. 두 기업에서 벌어들인 외화에 더 보태야 필요한 원유를 수입할 수 있는 것입니다. 일반 국민들은 이러한 사실을 잘 모르고 있지만 안정적인 원자력 발전에 힘입어 IMF 사태를 빨리 극복할 수 있었던 것입니다. 즉 동위원소 이용에 대한 연구가 활발히 진행되었기 때문에 안정적인 전력 공급이 가능했고, 국가 위기 사태를 쉽게 극복하였던 것입니다.

### 방사성동위원소의 산업적 이용

1913년 Hevesy와 Paneth가 납의 방사성동위원소를 이용하여 납 화합물의 용해도를 측정하는 것이 방사성 동위원소의 이용의 효시입니다. 그 후 2차 세계대전 후 실험용 원자로가 출현하여 인공적으로 방사성 동위원소를 생산할 수 있게 되면서 방사성 동위원소가 화학, 물리, 산업, 의학 분야 등 많은 분야에서 널리 이용되고 있습니다.

화학반응을 조사하는 경우에 방사성 동위원소를 추적자로 이용하면서 과거에는 규명할 수 없었던 반응속도, 평형상수 등을 쉽게 알아 낼 수 있게 되었습니다. 그러나 가장 획기적인 이용은 중성자 방사화분석법입니다. 이 분석법으로 일반 분석 방법으로는 불가능한 10억 분의 일 단위까지의 극미량을 분석할 수 있습니다. 이 분석법의 대표적인 이용 예가 미국 달 탐사선 Apollo 우주선이 채취한 달 표면의 시료의 미량성분 분석일 것입니다. 미국이 달 표면 시료를 여러 나라에 보내서 성분 분석을 의뢰하였습니다. 물론 우리나라의 원자력연구소에서도 이 분석에 참여하였습니다. 그 당시에 원자력연구소에는 TRIGA Mark II 원자로를 이용한 중성자 방사화분석을 수행하고 있었습니다. 다행히도 분석결과는 선진국의 분석결과와 잘 일치하였습니다. 현재도 극미량 분석에는 중성자 방사화분석법이 가장 정확한 방법입니다. 매우 순수한 반도체 웨이퍼 중의 극미량 불순물 분석에는 이 분석법이 이용되고 있습니다.

산업계에서도 방사성 동위원소는 널리 이용되고 있습니다. 현재 미국의 대기업의 50% 이상이 제조과정에서 방사성 동위원소를 이용하고 있습니다. 금속, 화학약품, 플라스틱, 의약품, 종이 고무, 유리 등의 제조에 이용됩니다. 우리나라도 비슷합니다. 몇 가지 예를 들면, 제지공장에서 생산되는 종이 두께의 균일성을 방사성 동위원소를 이용하여 측정합니다. 제조공정에서 방사성 동위원소를 이용하여 종이의 두께를 연속적으로 측정하여 일정 범위를 벗어나게 되면 공정이 자동적으로 중단되게 되어 있습니다. 유리 제조공정에서는 용융된 유리 용액에 방사성 동위원소를 첨가하여 녹아 있는 유리의 균일성을 조사합니다. 그 외에도 다양한 공장에서 셀 수 없을 정도로 방사성 동위원소가 이용되고 있습니다.

비파괴 검사 분야에서의 방사성 동위원소의 이용도 매우 활발합니다. 동위원소 기술 없이는 비행기가 운행될 수 없을 정도로 항공기 산업에서는 매우 중요한 역할을 하고 있습니다. 방사성 동위원소를 이용하여 항공기 엔진, 날개 등 중요한 부분을 비파괴검사로 정기 검사를 하고 있습니다. 그 외에 원자력 발전소의 격납용기의 조사, 증기 발생기의 미세 구멍의 조사, 교량 혹은 건축물의 시멘트의 결합 등에 사용되고 있습니다. 비파괴 검사 분야는 이제 매우 다양하고 혼란 일어서, 이 분야만의 학회와 협회가 수 십 년 전부터만 들어져 있습니다.

방사성 동위원소의 이용이 가장 활발한 분야가 생명과학 분야입니다. 이 분야에서 사용되는 방사성 동위원소의 종류도 매우 다양합니다. 인체의 모든 장기를 방사성 동위원소를 이용하여 질병 유무를 검사한다고 볼 수 있습니다. 질병검사 뿐만 아니라 치료에도 널리 사용되고 있습니다. 그 중에서도 방사성 동위원소  $^{99m}\text{Tc}$  이 가장 많이 이용되고 있습니다. 현재 생명과학 분야에서 이용되는 방사성 동위원소의 90%가 이 방사성 동위원소입니다. 이 방사성 동위원소는 반감기 (6 시간)와 방출되는 감마선의 에너지 (약 140 keV)가 진단용으로 가장 적당하고, 또한 다양한 화합물로 만들 수 있기 때문에 가장 널리 이용되고 있습니다. 이 방사성동위원소는 원자로내의 방사화학 실험실에서 순수  $^{99m}\text{Tc}$  을 제조하여 병원에 공급하거나, 모 핵종인  $^{99}\text{Mo}$  을 원자로에서 생산한 후

Tc generator로 만들어 병원 현장에서 제조하여 사용하고 있습니다. 현재는 후자가 주류를 이루고 있습니다. 과거에는 이 Tc generator를 전량 외국에서 수입하여 사용하였지만, 현재는 국내에서 제조하여 병원에 공급하는 단계까지 발전하였습니다.

인간의 수명이 1960년대에는 60년을 넘지 않았는데, 지금은 80년 까지 늘었습니다. 이는 생활 수준이 증가 때문이기도 하지만, 만약 방사성 동위원소를 이용한 진단 및 치료 기술이 발달하지 못했다면, 지금처럼 늘어나지는 않았을 것입니다. 즉 인간의 수명의 증가도 역시 방사성동위원소의 덕택이라고 하여도 과언은 아닐 것입니다.

### 북한의 방사성 동위원소 이용의 역사

1991년에 러시아의 드브나에 있는 원자력연구소를 방문하여 알게 되었습니다만, 북한의 경우에도 한국전쟁이 정전된 후 이듬해인 1954년에 원자력 협력협정을 맺어서 매년 10-30명 정도의 북한 과학자들을 파견하여 방사성 동위원소의 이용과 분리 기술을 훈련시켰습니다. 이 훈련은 최근까지 계속하였습니다. 그러므로, 북한은 훈련받은 방사성 동위원소 전문가를 수 백 명 보유하고 있는 것입니다. 이들이 북한의 영변 원자로 부근에 방사화학 실험실에 건설하였습니다. 이 실험실에는 방사성원소를 원격 분리할 수 있는 거대한 실험장치인 핫셸 (hot shell)을 설치하였던 것입니다. 이 실험실에서 러시아에서 훈련받은 전문가들이 사용 후 핵연료 중의 방사성 동위원소의 분리 실험을 계속하였던 것입니다. 그 결과로서 원자폭탄이 제조된 것입니다. 이제 북한의 핵무기가 전 세계적인 문제 중의 하나가 되었습니다. 그래서 많은 나라들이 북한의 원자력 무기 관련 시설을 불능화 시키기 위한 조치를 강구하기 위해 노력하고 있는 것입니다. 이 예가 방사성 동위원소를 나쁜 쪽으로 이용한 사례가 될 것입니다. 북한은 초기부터 방사성 동위원소의 평화적 이용보다 핵무기 제조에 목적을 두고 방사성 동위원소의 이용 분야를 연구하였던 것입니다. 북한에서 방사성 동위원소 분야의 연구를 시작한 비슷한 시기에 우리나라도 미국과 IAEA의 지원 하에 방사성 동위원소의 훈련을 위해 젊은 과학자들을 선진국

에 파견하기 시작하였습니다. 그러나 우리나라는 평화를 사랑하고 국제적인 신의를 존중하는 나라이기 때문에, 방사성 동위원소의 평화적 이용에 중점을 두었습니다. 핵무기 생산보다 원자력의 평화적 이용이 어떻게 보면 더 어려운 일일 것입니다. 핵무기는 우라늄을 일시에 분열시키는 것이지만, 평화적 이용을 위해서는 핵연료를 통제 하에서 천천히 제한적으로 원하는 양만큼만 큼만 분열시켜야 합니다. 그렇기 때문에 원자력의 평화적 이용을 위해서는 더 많은 기술과 관련 분야의 기술이 뒷받침 되어야만 합니다.

### 전망 및 결론

이렇게 방사성 동위원소의 이용 분야는 원자력 발전소뿐만 아니라 산업, 의학, 과학 분야에서 매우 다양하고 활발히 이용되고 있습니다. 원자력발전 분야는 한국형 원자력 발전소를 개발할 정도로 많은 발전을 거듭하여 발전이 약간 정체되는 단계에 들어갔다고 볼 수 있습니다. 반면 산업, 의학계에서의 이용은 비록 더디지만 꾸준히 발전하고 있습니다. 중소기업에서도 방사성 동위원소의 이용이 늘어나고 있습니다. 그리고 무한히 발전할 가능성이 크다고 할 수 있습니다.

이렇게 중요한 방사성동위원소의 이용에 대한 교육은 상대적으로 등한시하고 있습니다. 앞에서 언급한 것과 같이 일본의 동경대학교에서는 동위원소학교를 부설로 두어서 이공계학생들은 의무적으로 그 과정을 수료하게 하였기 때문에 지금에 와서 방사성 동위원소 분야에서 최첨단 국가가 될 수 있었습니다. 이와 같이 우리나라에서도 비록 늦었지만 여러 대학교에서 방사성 동위원소에 대한 교육을 강화하여야 할 것입니다. 다행히도 제주대학교에 방사성 동위원소 이용 연구소가 있다는 것은 불행 중 다행이라 생각됩니다. 이런 면에서 보면, 독일의 Grubricht 교수의 안목이 존경스럽게 생각됩니다. 국내 유일의 방사성 동위원소 이용 연구소는 더욱 발전하도록 관계자 여러분의 노력하여, 이 분야의 요람이 되고, 많은 분야의 사람들의 이용이 늘어나도록 하여야 하겠습니다.

### 참고문헌

1. M. Curie, Radioactivite, Herrmann, Paris, 1935.
2. O. Hahn, Applied Radiochemistry, Cornell University press, 1936.
3. Hevesy W.D. Ehmann and D.E. Vance, Radiochemistry and Nuclear Method of Analysis, John Wiley & Sons Inc., New York, USA 1991.
4. G. Choppin, J.O. Lijenzin and J. Rudburg, Radiochemistry and Nuclear Chemistry (3rd edition), Butterworth-heienmann, 2002.
5. Private Communications
6. Private Experiences.