



방사성동위원소 추적자 이용기술의 국내 연구개발 현황과 전망

진준하, 정성희

한국원자력연구소 방사성동위원소·방사선응용연구팀

1. 머리말

방사성동위원소는 의학, 생물학, 농학, 화학 등 기초분야에서 물질의 이동 및 대사의 연구에 추적자로 폭넓게 활용되어 이들 분야의 발전에 크게 공헌하였다. 근래에 석유, 화학 등 여러 산업이 발달되고, 특히 정유시설과 같은 대규모의 장치산업이 등장함에 따라 선진국에서는 방사성동위원소추적자의 산업적 이용기술이 활발하게 연구되었다. 그 결과 유속 측정기술, 체제시간분포 측정기술, 부피 측정기술, 혼합도 측정기술, 유로 막힘 탐사기술, 누설 탐사기술, 증류탑 검사기술, 마모도 측정기술, 부식 측정기술 등 여러 가지 방사성동위원소 추적자의 공업적 이용기술이 개발되었다. 이 기술들은 화학, 석유산업은 물론 제지, 시멘트, 금속, 에너지, 자동차, 철광 등 거의 모든 산업분야에서 생산시설의 고장 진단 및 최적화를 위해 긴요하게 활용됨으로써 현대의 산업발달에 크게 기여하였다.

선진국들의 경우, 20여년 전부터 각국의 원자력연구소 주축으로 이 분야의 연구가 시작되어 방사성추적자의 산업적 이용기술 발전에 괄목할만한 성과를 이루었고, 이를 기반으로 자국내의 산업체에 추적자기술을 제공하였으며, 현재에는 추적자기술이 용역사업화 된 나라도 많다. 그 외에도 유럽의 여러 나라들과 아시아의 인도, 중국, 인도네시아, 말레이시아, 파키스탄 등도 자국의 원자력연구소 내에 상당수의 전문 인력을 양성하여 추적자기술 확보와 산업계 보급에 힘쓰고 있다.

일찍이 영국에서는 개발된 추적자기술들이 산업에 활발하게 이용됨에 따라 추적자기술 용역업체인 ICI Tracerco사가 발족되어 자국내의 3개 지사는 물론 프랑스, 미국, 캐나다, 호주, 대만 등 여러 나라에도 지사를 설치하여 세계적으로 산업계에 대한 추적자기술 용역을 제공하여 왔으며, 현재는 ICI Syntetix로 사명이 변경되어 활동하고 있다. 또 미국의 Giltch Field Services/NDE사, Trutech사

및 Koh Engineering Corporation사도 자국은 물론 다른 나라에도 추적자 용역사업을 수행하고 있다.

우리 나라에서는 60년대 후반부터 수년간 방사성추적자기술에 관한 연구가 일부 진행되어 기흥 저수지에서 누수탐사, 목호, 삼척, 포항 등 항만에서의 해사이동 탐사, 충주비료 공장 요소 반응탑에서의 원료 혼합도 측정 등과 같은 몇 가지 이용 사례를 남겼다. 그러나 이 당시에는 전문 연구팀이 구성되지 못해 계속적인 활동이 이어지지 못한 관계로 70년대 후반부터는 방사성추적자기술 연구 및 이용이 거의 없었다.

80년대 후반부터 우리 나라가 UNDP/IAEA/RCA 사업에 참여함에 따라 한국원자력연구소에 이 국제협력사업을 수행하기 위한 National Tracer Group이 구성되었다. 이때도 추적자기술 전담인력이 없어 그 활동은 극히 제한적이었으나, 국제협력사업과 소규모 연구과제의 수행을 통해, 시멘트 원료의 pre-calcinator에서의 체제시간 분포 측정, 용접봉 flux 제조용 분체원료의 혼합속도 측정 등과 같은 몇 가지 산업적 이용사례를 남겼다.

한국원자력연구소에서 1994년부터 시작된 중장기 연구과제인 '방사선가공기술 개발과제'에 포함되어 소규모의 추적자이용 연구가 이어졌으나, 방사성추적자기술이 독립과제가 되어 본격적으로 연구된 것은 1997년 원자력중장기연구과제를 수행하면서부터이다. 이 수년간의 연구를 통해 우리 나라의 방사성추적자기술이 괄목할만하게 발전되었고 할 수 있을 것 같다. 이 기간동안 주요 추적자 실험장비 및 응용기술이 개발되었고, 이를 이용하여 SK(주), 현대자동차(주), (주)KTP, 환경관

리공단 등 우리 나라 대표적 산업계에 방사성추적자기술을 지원하였을 뿐만 아니라, 체제시간분포(RTD) 분석프로그램, 추적자실험용 Flow Rig, 자동화된 증류탑 검사장비 등 몇 가지 기술을 아시아·태평양지역 RCA 회원국에 제공하거나 수출하였고, IAEA 훈련생을 수용하기도 하는 등 아·태지역 방사성추적자기술연구센터로 발전하기 위해 역량을 키워가고 있다.

II. 방사성동위원소 추적자 기술의 국내 이용 사례

그동안 국내의 석유 화학산업 및 자동차 산업, 환경처리시설 등에 방사성추적자기술을 도입 응용하기 위해 Data Acquisition System 및 증류탑 검사장비, 누설탐사용 Detection Pig, Pipe 검사장비 등 추적자실험용 기반 장비와 추적자실험 결과의 분석에 활용되는 체제시간분포분석 프로그램을 개발하였다. 이들 장비 및 software들을 이용하여 석유화학산업을 위한 증류탑 검사기술, 유속 측정기술, 자동차산업을 위한 피스톤 링 회전 운동 추적기술 및 그 응용기술, 표면방사화(Thin Layer Activation)를 이용한 엔진 부품의 마모도 추적기술, 환경산업을 위한 슬러지 소화조 진단기술, 침적형 고정 미생물 반응조 및 혼화조의 체제시간분포 측정기술, 침전조에서의 플럭 및 물의 추적기술 등을 개발하여 산업현장에 적용하는 시범실험을 실시하였다. 이 외에도 산업현장에서 긴급한 지원요구에 부응하여 정유공장 RFCC 진단 및 stripper 내의 이물질 탐사실험, 촉매탑 검사실험, heater pipe 퇴적물 검사실험 등 여러 기술을

산업계를 위해 개발 지원하였다. 그 동안 산업 현장에서 실시된 여러 연구 사례중 대표적인 연구결과는 다음과 같다.

가. 체재시간분포(RTD) 측정 기술

산업시설 및 환경관련시설에는 다양한 형태의 반응기들이 설치되어 있다. 각 반응기는 설치 목적에 따라 반응을 위한 충분한 체재시간을 고려하여 설계되어 있다. 그러나, 장시간의 가동에 따라 반응기의 효율이 저하되어 전체 공정에 영향을 미칠 뿐만 아니라 예기치 않은 고장으로 공정 전체의 가동 중단을 야기해 막대한 경제적 손실을 초래하기도 한다. 가동 중인 시설의 성능을 진단하기 위해서는 공정에 영향을 주지 않으면서 반응기를 통과하는 물질의 거동을 추적할 수 있어야 한다. 감마선 방출 방사성동위원소를 추적자로 이용하면 감마선의 투과력을 이용하여 on-line으로 거동 추적이 가능하여 쉽게 체재시간분포를 측정할 수 있다. 국내에서의 대표적인 RTD 측정 기술 응용사례는 다음과 같다.

• 하수처리시설의 소화조 진단

하수처리시설의 소화조는 혐기성 미생물을 이용하여 유기 슬러지를 분해함으로써 슬러지의 양을 감소시키고 분해과정에서 발생하는 가스를 재활용할 수 있도록 하는 시설이다. 소화조의 성능이 저하될 경우 폐수처리 공정에 미치는 영향과 함께 시설 운영비 차원에서 많은 손실이 발생한다. 소화조의 장기적 운영은 dead volume 및 스크 발생 증가에 따른 교반 효율의 감소와 열 손실 증가를 동반한다. 따라서 소화조의 최적운영을 위해서는 먼저 소화조 효율에 일차적으로 영향을 줄 수 있는

dead volume의 생성여부, 위치 및 크기를 빨리 파악하고 이에 적절히 대응하는 것이 필수적이다. 그러나 소화조 내부를 직접 육안으로 볼 수 없기 때문에 dead volume 생성 여부를 평가는 것은 현실적으로 불가능하며, 일반적인 물리/화학적 추적자도 추적자가 추적대상인 슬러지와 혼합된 후 육안 또는 기기 분석에 의한 측정이 불가능하여 실제 적용은 어렵다. 반면, 방사성동위원소를 추적자로 이용할 경우 방사선의 높은 투과력 및 예민한 검출 능력에 의한 실시간 검출이 가능하다는 점 등 여러 장점이 있어 정확하고 쉽게 시스템을 진단할 수 있다.

소화효율이 상당히 낮게 운영되고 있는 계란형태 소화조(그림 1 좌측)를 대상으로 방사성동위원소인 Sc-46을 추적자로 사용하여 소화조 내부 dead volume 형성 여부 및 소화조 내부에서의 슬러지의 평균소화시간, 혼합특성 등을 측정하였다. 그림 1의 우측 그림은 방사성추적자를 이용한 소화조 진단 실험을 개략적으로 나타낸 그림이다. 소화조의 입구와 출구, 소화조 벽면 등에 방사선계측기를 설치하고 소화조에 추적자를 투입한 후 각 위치에서의 시간에 따른 방사선계측기 변화를 측정함으로써 소화조에서의 슬러지의 실제 체재시간, 혼합특성, dead volume 등을 측정하여 소화조의 설계치와 비교하였다.

• 염색폐수처리시설의 미생물 반응조 진단

여러 개의 단(compartment)으로 구성된 침적형 고정상 미생물 반응조는 대부분 유량이나 폭기 또는 고정상 미생물의 증식 및 탈리 정도에 따라 반응조 내부에 dead volume 또는 bypass flow가 형성되어 처리효율을 감소시킬 수 있다. 이와 같은 이상현상의 진단은

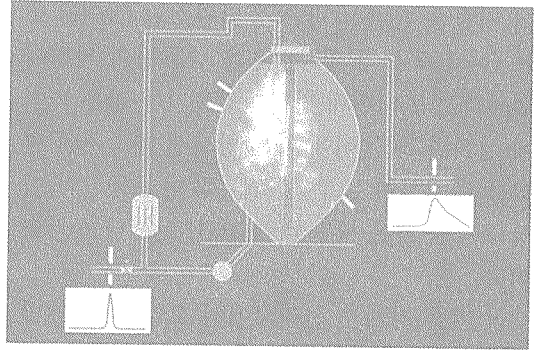
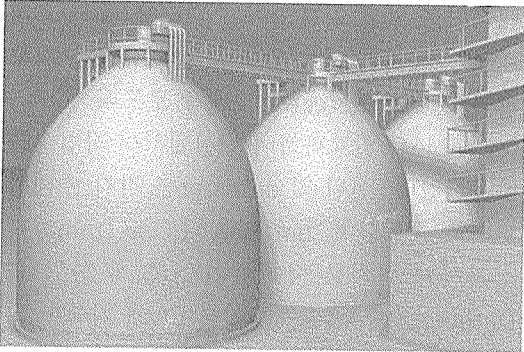


그림 1. 계란형 슬러지 소화조 및 방사성추적자를 이용한 소화조 성능 진단 개념도.

시설이 운전중일 때 실시되어야만 원하는 진단결과를 얻을 수 있다.

염색공단으로부터 배출되는 고농도 염색폐수를 전자선가속기로 방사선을 조사시킨 다음 활성슬러지 처리조에서 처리하기 앞서 전 처리조로 활용되는 6개의 탱크로 구성된 침적형 고정상 미생물 반응조를 대상으로 dead volume 또는 bypass flow의 형성 여부 및 그 정도를 진단하기 위하여 I-131을 추적자로 사용하여 실험을 실시하였다. 또 측정된 각 단별 체재시간분포로부터 전자선가속기의 가동조건 변경후 각 단별 적정 시료체취시간을 결정하여 연구에 활용하도록 하였다.

• 정유시설의 반응탑

정유공장의 High Temperature Shift(HTS) 반응탑에는 공정 중간 생성물 중에 포함된 CO를 CO₂로 변환시키기 위한 고체 촉매가 충전되어 있다. 이 반응탑의 압력(ΔP)과 온도 분포가 비정상적인 상태를 보이고 있어, 단순한 기계적 결함이나 촉매를 통과하는 기체의 channeling 현상 때문인 것으로 의심되었다. 이를 확인하기 위해서 일반적인 검사방법을

사용하는 경우, 약 10일 간 공정 가동 중단이 필요해 막대한 손실이 예상되었다. 그럼에도 정확한 원인을 찾아낼 가능성은 그다지 높지 않다.

이 시설이 고온(370~430℃) 고압(24Kg/cm²)에서 고속으로 가동되고 있으며, 시설의 규모가 매우 크기 때문에 방사성추적자기술 외에는 가동 중인 시설의 내부 상태에 대한 정확한 정보 및 이상현상의 원인을 규명할 수 있는 적당한 진단기술이 없다. 기체원료의 거동을 추적하기 위해서 방사성동위원소인 Kr-79를 추적자로 사용하여 실험하였다. 이 HTS 반응탑 외부에 네 방향으로 각각 2개씩의 방사선검출기를 일정간격으로 설치하여 방향에 따른 유체의 분포와 유속을 측정하였고, 또 반응탑 전후에 몇 개의 방사선검출기를 배치하여 유속 및 체재시간 분포도 측정하였다.

나. 증류탑 검사 장비 개발

방사성동위원소를 이용한 증류탑 검사기술은 여러 산업적 추적자 이용기술 중에서도 가장 현장에서 많이 사용되고 있으며, 석유화학 플랜트의 효율적 운영에 큰 역할을 하고 있다.

이 기술은 감마선 방출 동위원소인 Co-60 또는 Cs-137 등의 밀봉선원을 증류탑의 외벽에 설치하고 반대편에 방사선검출기를 같은 높이에 설치한 후 높이에 따른 방사선 계측치의 변화를 측정하여 내부 구조물 및 유동물질의 이상 유무를 짧은 시간 내에 진단할 수 있는 기술이다.

이 기술 자체는 선진국에서 오래 전에 개발되어 현재에도 활용되고 있다. 그러나 기존의 증류탑 검사장비는 줄자나 원치를 사용하는 수동형으로 인력이 많이 소요되며, 측정에 오차가 발생할 소지가 많다. 이러한 단점을 개선하기 위하여 한국원자력연구소에서는 방사선 원 및 검출기가 컴퓨터로 자동 구동되고, 계측

데이터도 자동 기록되어 모니터에 즉시 그래프로 나타내는 자동 증류탑 검사장비를 제작하였다. 또한 detector 고정용 로프와 detector cable을 일체화하여 현장에서의 작업성을 향상시켰다. 선원 및 detector는 각각 스테핑 모터로 구동되며, notebook PC로 1mm까지 정확하게 위치를 제어할 수 있도록 하였다. Detector로부터의 계측치는 PC에 기록이 되며 즉시 density map이 그래프로 나타나 현장에서 바로 증류탑의 상태를 관찰할 수 있다. 이를 이용하여 그림2에서 보인 예와 같이 석유화학공장의 각종 증류탑을 검사하는 시범실험들을 여러 차례 실시하였고, IAEA의 구매요청에 의해 태국에 1기를 수출하기도 하였다.

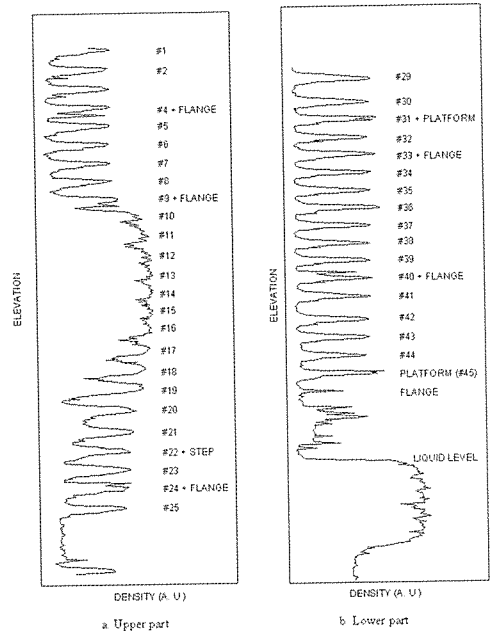
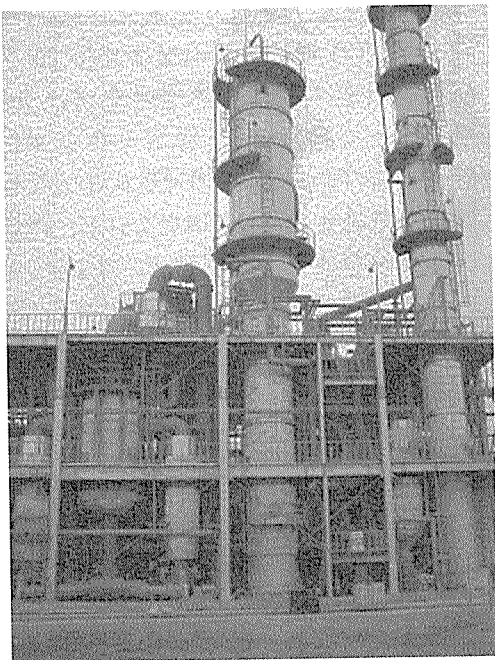


그림 2. 석유화학시설의 증류탑 및 검사결과

다. 엔진 피스톤 링의 회전운동 추적 기술
자동차산업의 기술 및 부품개발을 위하여 camshaft, cylinder liner, valve seat, piston ring 등의 마모도 측정, 엔진오일 소모량 측정, cavitation 측정, 피스톤 링의 회전운동 측정 등에 방사성동위원소를 이용한 추적자 기술이 매우 유용하게 이용될 수 있다. 자동차 엔진에 장착되는 피스톤 링은 회전운동이 없으면 심한 탄소 배출을 일으키고 과도한 회전운동은 링의 면을 마모시키게 된다. 적당한 링의 회전운동은 부분적인 마모와 오일의 과도한 소모를 방지하기 위해 중요한 것으로서, 이의 거동 추적은 엔진의 문제점 파악이나 새로운 엔진을 개발에 있어서도 중요하다.

산·연협력으로 1500cc, 4기통, DOHC 엔진을 이용하여 운전중인 엔진내부에서 피스톤 링의 회전운동을 추적하기 위한 실험을 수행하였다. 원자력병원의 cyclotron을 이용하여 실험대상 top ring의 한쪽 끝을 가속 양성자로 조사하여 방사화시켰다. 이 링을 엔진에 장착하고 엔진을 가동하면서 외부에 설치된 2개의 NaI detector로 방사화된 부위의 위치를 추적하여 링의 회전운동 여부, 방향, 속도, 주기 등을 관찰 하였다.

또, 방사성동위원소 추적자를 이용하여 자동차 엔진 가동 중에 한 실린더 내에 들어 있는 피스톤 링 두 개의 회전운동을 동시 측정하였다. 각각의 피스톤 링의 움직임을 구분하여 측정하기 위하여 각 피스톤 링의 안쪽 면에 미세한 구멍을 내어 Co-60과 Ir-192를 각각 삽입한 후 용접 밀봉하여 표지하였다. 엔진 주변에 설치한 세 개의 방사선계측기로 두 개의 다른 동위원소를 구분하여 계측할 수 있도록 방사

선 계측기를 설정하였다. 이 기술을 이용하여 엔진오일의 소모량과 실린더의 온도변화가 두 개의 피스톤 링의 상대적 위치와 밀접한 관계가 있음을 규명하였다.

라. 정유시설의 RFCC 진단

정유공장의 RFCC (Residue Fluidized Catalyst Cracker)는 수입 원유의 활용도 측면에서 정유시설에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있을 뿐만 아니라 경제적으로도 고부가가치를 창출하며, 고도의 기술력을 필요로 하는 고가의 공정이다. 이러한 시설의 공정에 문제가 발생되면, 효율 저하에 따른 경제적 손실을 야기할 뿐 아니라, 진단이나 보수를 위한 가동 정지가 필요한 경우 막대한 생산 손실을 가져온다. 따라서 가동 중에 이상의 원인을 파악하여 대처하거나 보수계획을 사전에 수립하여 가동중단기간을 최소화하여야 한다.

추적자로 방사성동위원소를 가동중인 시스템에 투입한 후 시스템의 각 영역별 유체의 이동 속도, 분포형태 등을 파악함으로써 시스템 이상원인 파악하고, 가동 특성 등을 모니터링하여 운전에 활용 할 수 있다. 고체 촉매의 추적에는 La-140을, 기체상 원료물질의 추적에는 Kr-79를 추적자로 사용하여 각각의 이동 속도, 단면 및 cyclone에서의 분포 등을 측정 하였다.

마. 기타 추적자기술 개발

위에서 소개된 내용 외에도 data acquisition system, RTD 분석 프로그램 등 추적자 기반기술과 박막방사화기술(TLA)을 이용한 엔진부품의 운전중 마모량 측정, 중성자 후방산란을 이용한 유류 경계면 측정, 밀봉 감마선

원을 이용한 유류 이송관 내부 진단 등을 수행하였으며, tracer injection system, neutron backscattering gauge 등 많은 장치들이 개발되었다. 대표적인 개발 내용은 다음과 같다.

• Data Acquisition System

추적자 거동을 정확히 파악하기 위하여 다수의 방사선검출기가 실험에 사용된다. 각각의 검출기로부터 측정되는 데이터를 효율적으로 관리하고, 데이터를 synchronize하여 측정오차를 최소화하기 위한 data acquisition system을 제작하였다. 최대 24개의 방사선검출기로부터 나오는 규정과화된 시그널을 계측하여 연결된 notebook computer에 저장할 수 있도록 하였으며 산업현장에서 용이하게 사용할 수 있도록 소형 경량화 하였다. 이 장치는 PC에서 원하는 counting time을 지정할 수 있는데, 최소 counting time은 0.01초이다. 즉, 0.01초마다 24개의 방사선검출기로부터 나오는 시그널을 계수하여 기록할 수 있으므로 매우 빠른 물질의 움직임도 추적할 수 있다. 또 24개중 실험에 중요한 4개의 방사선검출기로부터 나오는 데이터를 실험 중 모니터에 그래프로 나타낼 수 있어 실험진행 상황이나 실험 대상의 문제점을 즉시 파악할 수 있다.

• RTD 분석 프로그램

방사성추적자실험에서 얻은 데이터를 분석하는데 사용되는 체제시간분포 분석프로그램을 MS-windows 95/98에서 사용할 수 있도록 MS-Visualbasic을 이용하여 프로그램을 작성하였다. 많은 양의 데이터를 요구하는 다양한 추적자실험의 결과를 용이하게 분석할

수 있으며, MS-windows의 GUI(Graphic User Interface) 기능을 사용하여 어려운 절차 없이 RTD 분석에 필요한 만큼의 데이터만을 별도로 저장하거나 데이터 일부의 오류를 간편하게 수정할 수 있을 뿐만 아니라 분석도중에라도 필요한 정보를 수시로 얻을 수 있고 실험의 결과를 분석 전에 간단히 검토해 볼 수 있다. 추적자 실험에 자주 사용되는 방사성동위원소의 반감기를 database화하였고, RTD 분석에 이용되는 Tank in Series Model 및 Axial Dispersion Model을 이용하여 최소오차법으로 최적의 파라미터들을 구할 수 있도록 하였다.

바. 산업체 지원 및 국제협력

인적, 물적 기술기반이 거의 없다시피 하였던 우리나라의 추적자기술이 수년간의 방사성추적자 이용기술개발의 결과로 주요 추적자 실험장비 및 응용기술이 개발되었고, 이를 이용하여 SK(주), 현대자동차(주), (주)KTP, 환경관리공단 등 우리나라 대표적 산업체와 외국기업인 ICI Syntex와 대학 등에 표 1에 정리된 바와 같은 기술을 지원 할 수 있었을 뿐만 아니라, 표 2에 정리된 바와 같이 Flow Rig나 자동 증류탑 검사장비를 수출하는 정도까지 추적자기술이 괄목 할만하게 발전되었다.

국제적인 기술교류에도 적극적으로 참여하여 추적자 기술 연구의 방향과 추세 등에 대한 정보를 수집하고 있으며, IAEA/RCA 훈련과정과 workshop 등을 한국원자력연구소 내에서 개최하고 IAEA의 요청으로 fellowship training, scientific visit 등을 수요하고 있으며 expert를 파견하여 국내 기술과 개발된 장비들을 RCA 회원국에 소개하고 전파하기

표 1. 국내 산업체를 위한 추적자기술 지원

지원기술내용	업 체 명	방 법	기 간	RI
피스톤 링 회전운동 측정기술	현대자동차(주) 중앙연구소	현장지원실험	1997-1998	Co-60, Ir-192
방사성동위원소 이용 증류탑 검사	SK(주) 울산정유공장	현장지원실험	1998	Co-60
지하수 유동량 및 방향 측정	환경관리공단	현장지원실험	1998	I-131
수처리시설 최적화를 위한 성능검사	수자원연구소	수탁과제	1996-1997	Tc-99m
하수처리장 소화조 성능검사	대전시 환경시설공단	현장지원실험	1998-2000	Sc-46
방사성동위원소 이용 증류탑 검사	SK(주) 울산정유공장	국제협력(IAEA)	1999	Co-60
염색폐수시설 미생물 반응조 성능검사	대구 염색공단	현장지원실험	1999	I-131
추적자 이용 중질유 분해공정 진단	SK(주) 울산정유공장	현장지원용역 (Syntex와 공동)	2000	Kr-79, La-140
방사성동위원소 이용 증류탑 검사	KTP(주)	현장지원실험	2000	Co-60
축매탑내 원료물질 RTD 측정	S-oil(주),	현장지원용역 (Syntex와 공동)	2001	Kr-79
반응탑내 반응물 잔류량 검사	삼성정밀화학(주)	현장지원용역 (Syntex와 공동)	2001	Co-60
하수처리장 소화조 성능검사	부산시 환경시설공단 (수영, 장립)	현장지원실험	2001	Sc-46

표 2. 추적자기술 관련 장비 수출 현황

지 원 내 용	국 가 명	방 법	기 간
Flow rig (추적자실험장치) 제작 설치	스리랑카, 미얀마, 몽고, 방글라데시, 인도네시아	IAEA 전문가 파견	1997-1998
Column scanner 수출	태국	IAEA 지원금	2001
Data acquisition system	파키스탄	IAEA 지원금	추진중

도 하였다.

III. 향후 기술개발 전망

방사성동위원소 사용에 대한 산업계의 막연한 거부감과 추적자기술에 대한 정보부족 등에 연유하여 국내 산업계의 추적자기술 활용도가 선진국에 비해 매우 미약한 수준이나, 우리나라 산업의 구조와 그 규모, 수준 등을 볼 때 방사성추적자기술에 대한 잠재적 수요는 대단히 큰 것으로 보인다. 따라서, 추적자연구팀은 앞으로도 산업현장에서 긴급히 요구하는 추적자기술을 적극적으로 개발하여 국내 산업현장에 적용 실험을 꾸준히 진행함으로써 방사성동위원소 추적자 기술에 대한 산업계의 이해를 넓히고 기술의 적용범위를 확대해야 할 것이다.

수처리시설 최적화를 위한 추적자기술은 다른 소화조 외의 다른 처리시설에도 적용하여 하수처리시설의 효율향상에 기여하고 시설의 정기적 진단방법으로 발전될 수 있도록 추진할 것이다. 또 IAEA 협력연구과제(CRP)에 참여하여 전산유체역학(CFD)을 추적자기술에 활용하고, CFD 모델을 검증하는 방법으로 추적자기술을 활용하는 방안을 연구할 것이다. 마모 및 부식 측정기술 등 새로운 추적자 응용기술을 계속적으로 개발하여 국내 산업계에 전파할 것이다.

또한, 환경보존과 관련하여 하천, 연안 해안 등에서의 오염물질의 확산 경로를 추적하고 해안 모래의 유실 방지 구조물 건설, 연안 항만에서의 준설작업 등에 대비한 환경영향평가는 대부분 모형이나 수치모델링으로 이루어지고 있는데 그 결과를 검증하는 방법으로 가장 적합한 방사성동위원소 추적자 기술의 활용이

확대 될 것이다. 우리나라는 아직 이를 위한 기술기반이 아직 미비한 상태이므로, 앞으로 관련 장비의 개발, 적용 가능한 방사성동위원소 제조, 측정 결과의 해석 등 기반기술 개발에 우선적으로 보다 많은 연구와 투자가 이루어져야 할 것이다.

IV. 맺음말

방사성추적자이용기술은 산업공정 분석능력의 고급화로 장치산업의 설계, 건설 및 운영기술을 향상시키고 환경모델의 실증으로 환경영향평가기술의 신뢰성을 향상시킬 수 있으며, 더불어 설비산업의 기술력 향상을 기대할 수 있다. 경제, 산업적 측면에서는 산업공정의 최적화에 따른 원가절감, 품질향상 및 공해발생 억제, 정확한 환경영향평가를 통한 환경관리비용 낭비요인 제거, 외국 추적자기술 용역의 국내 대체에 의한 외화 절약, 국가산업기술 발전과 환경보존의 효과, 수입에 의존하고 있는 방사선계측기 및 추적자 장비의 국산화를 통해 국가 공업기술 자립과 외화절약을 기대할 수 있다. 그리고 원자력기술을 원자력산업뿐 아니라 일반산업에서도 폭넓게 활용하게 하여, 산업기술력 향상과 국민의 삶의 질 향상에 기여하게 함으로서 원자력기술의 유익성에 대한 홍보 및 국민의 인식 향상을 도모할 수 있다.

중장기과제 수행을 통해 개발된, 증류탑 검사기술, 체제시간분포 측정 및 분석기술 등 몇 가지 산업적 이용 추적자기술은 세계적 수준에 접근하였으나, 극소수의 연구인력으로 시작된 초기단계의 연구이었으므로 지금까지 확보된 기술보다 아직 연구개발 중이거나 착수되지 않은 기술이 더 많다. 산업현장에서의 시

범실험을 통해 기술을 산업계에 홍보 전파하고 있으나, 우리 나라 산업계의 이 기술에 대한 인지도가 아직 낮은 상태이며, 연구인력도 부족하여 산업계로의 기술 전파 속도가 느리고, 산업계의 기술지원 요구를 적시에 충족시키지 못하고 있다.

국제경쟁시대에서 공업분야의 제품 고급화, 원가 절감, 에너지 절약 등 공업기술 발전에

기여하고, 환경공해 심화와 자원고갈에 대비한 환경보존 기술개발을 위해서 뿐만 아니라, 낙후된 방사선/동위원소이용기술의 발전을 통한 원자력기술의 저변확대를 위해서도 방사선 및 방사성동위원소 이용 추적자 기술의 연구개발 활성화가 매우 중요하고 시급하다고 할 수 있다. **KRIA**

원고모집안내

「동위원소회보」誌는 국내·외 방사성동위원소/방사선 기술 지식정보 인프라에 대한 분야별 전문적인 의견과 논문, 그리고 최신동향 등에 관한 유용한 지식정보를 널리 확산 보급함으로써 우리 나라 방사성동위원소/방사선 이용조성에 기여함을 목적으로 년4회(봄, 여름, 가을, 겨울) 발간되는 계간지입니다. 본 「동위원소회보」誌가 우리 나라 방사성동위원소/방사선 이용사업의 선도 및 기술·정보 전문지로서의 소임을 다할 수 있도록 여러분의 적극적인 관심과 투고를 부탁드립니다. 게재된 논문에 대해서는 소정의 원고료를 지급하여 드립니다.

- 모집분야 : 1. 방사성동위원소/방사선 관련 국·내외 기술정보 등
2. 수필
3. 기타
- 원고제목 : 관련 분야별로 자유로이 선택
- 원고분량 : 4~6매 (A4용지)
- 모집시기 : 수시
- 보내실곳 : E-mail : osu@kria.ri.or.kr
주 소 : 서울특별시 강남구 개포동 14-5 (도시개발공사 8층)
- 문 의 : 한국방사성동위원소협회 정보관리팀 (담당:오상욱)
TEL : (02)3411-6494~6, FAX : (02)445-1014

- 작성요령
- 1. 제목 아래에 필자의 성명, 소속기관 및 직위, E-mail Address를 표기해 주십시오.
- 2. 필자의 주민등록번호, 은행명 및 계좌번호, 현거주지 주소를 기재하여 주시고 반명함판 사진1매를 동봉하여 주십시오.
- 3. 내용 설명에 필요한 표나 그림을 첨부해 주시면 이해에 도움이 됩니다.
- 4. 절의 구분
 - I. 서론 (왼쪽정렬)
 - 1. 일절 (왼쪽정렬)
 - 가. 일항(왼쪽정렬)
 - 1) 다음 소제목 (왼쪽정렬)