

모듈식 자동 방사성핵종 스트론튬-90 분리기 운영 프로그램 개발

권용대 · 정근호 · 최상도 · 박효국 · 조영현 · 이창우 · 이완로 · 김희령 · 최근식 · 강문자
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

E-mail: kyddragon@kaeri.re.kr

중심어 (keyword) : MARS Sr-90, Sr-89, Sr-90, LSC, LabVIEW.

서론

Sr-90은 Chernobyl 핵시설 사건이후로 가장 해로운 오염물질로 분류되어 환경감시 지표핵종중 하나가 되었다. Sr-90은 physical half-life : 28.15y, biological half life : $\approx 7y$ 이며, 높은 에너지를 가진 β 입자이다. ($E_{\beta} = 546keV$) Ca와 Sr의 화학적, 생체학적 유사성 때문에 뼈나 치아에 쉽게 누적될 수 있으며, 긴 반감기를 고려하면 인체에 많은 손상을 줄 수 있다. [1]

스트론튬-90의 방사능은 기체 비례 알파/베타 계수기(gas proportional α/β counter; GPC)나 액체섬광 계수기(liquid scintillation counter; LSC)를 이용하여 분석한다. GPC나 LSC를 이용하여 스트론튬-90을 분석하기 위해서는 반드시 분석에 방해가 되는 핵종을 제거하여야 한다. 고전적으로 사용되는 전처리 방법은 발연질산처리에 의해서 방해 핵종을 제거하고 있으나, 발연질산 취급의 위험성 및 발연질산 사용시 발생하는 유해한 이산화질소 배출 등의 단점을 지니고 있다. 현재 많이 사용되는 방해 핵종 제거 방법은 이온교환 수지를 사용하여 스트론튬을 순수분리 하는 것이다. 현재 대부분의 실험실에서 사용되는 이온교환수지법은 중력흐름(gravimetric flow)에 의한 칼럼분리 방식을 적용하고 있으나, 이 방법은 노동 집약적이며 단순 작업의 반복을 요구하는 단점이 있다.

본 연구에서는 화학적 분리단계를 신속하고 편리하게 자동화하기 위한 컴퓨터 프로그램인 MARS

Sr-90 system software 개발하였다. MARS Sr-90 system software는 본 연구실에서 개발한 “모듈식 자동 방사성핵종 스트론튬-90 분리기(MARS Sr-90)”를 운영하기 위한 컴퓨터 프로그램이다. 이 프로그램은 기존에 개발한 MARS Tc-99 system software를 개선하여 개발되었다. [2, 3].

결과 및 고찰

모듈식 자동 방사성핵종 스트론튬-90 분리기를 운영하는 시스템 프로그램은 LabView 8.6 소프트웨어를 이용하여 개발되었다.(National Instrument co.)한 화면에서 사용자가 모든 파라미터를 입력하여 장치를 자동으로 제어할 수 있는 특징이 있다. 프로그램 구성은 테스트 창 [그림 1], 펌프 calibration 창 [그림 3], 실행 창으로 [그림 4] 구성되었다. 테스트 창에서는 각각의 밸브와 유량펌프의 작동상태를 점검할 수 있게 설계 되었으며, 장치의 실제 구성도가 화면에 표시되어 있어 눈으로도 쉽게 각각의 밸브상태와 유량 흐름을 파악할 수 있는 특징이 있다. 펌프 Calibration 창은 실시간 유량을 단계별로 측정하여 각 파라미터에 입력하면 자동으로 분당 펌프유량(ml/min)이 최소 자승법에 의해 계산되며 실행창(Execution)으로 그 값이 연계된다. 실행창의 구성은 Conditioning, Loading, Rinsing1, Rinsing2, Rinsing3, Elution, Cleaning으로 구성되어 있으며, 각 스텝에서 각각의 부피와 유량을 독립적으로 입력할 수 있다. 그리고 각

스텝별 시작시간, 진행시간, 퍼센트 진행률이 실시간으로 표시되어, 작업이 끝날 때까지 남은 시간을 확인할 수 있는 사용자 편리 프로그램이다. 모든 자동밸브의 실시간 동작상태가 LED로 나타나고 펌프 작동상태는 회전하고 있는 것으로 표시되며, 펌프의 분당회전 속도가 실행창에 있는 RPM으로 표시된다.

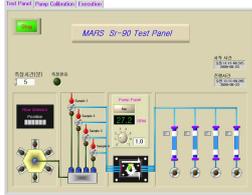


그림 1 시스템 점검 및 펌프유량 Test Panel

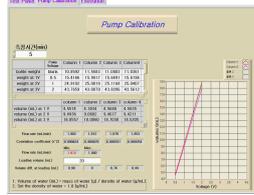


그림 2 펌프유량 Calibration Panel

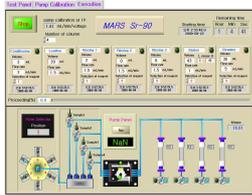


그림 3 분리실행 Execution Panel

MARS Sr-90의 장치는 4개의 독립된 칼럼으로 구성되어 있어 칼럼 내 Resin의 충전 상태와 시약이 흐르는 라인의 조건에 따라 미세한 차이가 나타날 수 있다. 칼럼마다 유량의 정확도를 높이기 위해 펌프의 작동시간을 5분으로 고정한 뒤 3번의 유량을 측정하도록 되어있다. 펌프의 전압을 1V로 하여 각각의 칼럼을 통해 나오는 유량은 Pump calibration창에 입력된다. Pump Calibration 창의 오른쪽 그래프는 입력된 단위전압 당 유량의 선형계수를 나타낸다.

$$\text{Flow rate(ml/min/voltage, 산출계수)} = \text{slop of pump calibration curve}$$

이렇게 Calibration된 Flow rate 값은 실행창의 맨 앞에 그 값이 연계되어 나타난다. 실행 창은 5개의 구간으로 나누어져 있어 특정한 시약을 원하는 유속으로 (flow rate, 입력항) 원하는 유량만큼 흘려 줄 수 있

다. (Flow rate : Calibration 창에서 산출값, flow rate : 실행 창에서 구간유속 설정값)

$$\text{구간별 동작시간 Time} = \text{Volumn/flow rate}$$

$$\text{구간별 유량(ml)} = \text{Flow rate(산출값)} \times \text{Time(산출값)}$$

$$\text{구간별 펌프 동작 Voltage} = \text{flow rate(입력값)/Flow rate(slop of pump calibration curve)}$$

펌프 Calibration창에서 유량을 측정하였을 때 최대 유량과 최저 유량의 차이가 발생할 수 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 Pump calibration창에 각 칼럼마다 발생하는 유량의 차이를 보완하도록 프로그램되었다. 한 예로 loading할 샘플의 양이 20ml일 경우 첫 번째 샘플은 20ml로 2번째 칼럼은 21.13ml, 3번째 칼럼은 21.48ml, 4번째 칼럼은 22.05ml 하여 칼럼마다 유량차이를 줄일 수 있도록 하였다. 실행 창에서는 샘플의 수에 따라 이용할 수 있는 칼럼의 개수를 1~4까지 조절할 수 있으며, Elution구간 용출액 값의 구간설정 기능을 두어 최소부피로 추출할 수 있게 하였다.

본 연구에서 개발된 프로그램은 “모듈식 자동 방사성핵종 분리기”를 효과적으로 운영할 수 있다. 또한 분석 초보자도 쉽게 이용할 수 있어 원자력시설 주변 환경감시 활동에 점진적으로 적용될 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

[1] S. Brun, S. Bessac, D. Uridat, B. Boursier, J. Radioanal. Nucl. Chem., 253, No. 2, pp. 191-197, (2002).
 [2] 정근호, 최상도, 권용대, 강문자, 이완로, 김희령, 최근식, 이창우, 2008 한국방사성폐기물학회지, pp. 419-420
 [3] 권용대, 정근호, 최상도, 강문자, 이완로, 김희령, 최근식, 이창우, 2008 한국방사성폐기물학회지, pp. 381-382