

방사성동위원소 생산에 따른 발생 폐기물 관리방안

심호섭, 김완태, 구본철, 김우란
 한국원자력안전기술원, 대전시 유성구 과학로 34
 k038shs@kins.re.kr

1. 서론

사이크로트론은 1986년 원자력의학원에 연구 목적으로 우리나라에 처음으로 사용된 이후 2004년부터는 의료용 방사성동위원소 생산을 위하여 널리 사용되어 현재는 35대가 설치 운영되고 있다. 국내에서 사용되어지는 사이크로트론은 대부분의 의료기관에서 환자진단을 위해서 사용되어지는 F-18 핵종을 생산하는 것으로, $^{18}\text{O}(p,n)^{18}\text{F}$ 핵반응을 이용한다.

F-18 핵종은 110분의 비교적 짧은 반감기를 가지는 핵종으로 1일 경과 후에는 약 13만감기가 지나므로 F-18 핵종의 취급으로 인하여 발생하는 방사성폐기물은 『방사성폐기물의 자체처분에 관한 규정 고시』에 따라 일정기간 지난 후 자체처분이 가능하다. 원자력법 관련 규정에 따르면 물리적 상태가 고체상으로서 허용기준 및 핵종별 농도 이상인 경우에는 폐기시설 등의 건설·운영 허가를 받은 자에게 위탁폐기를 하여야 하며, 허용기준 및 핵종별 농도 미만의 방사성폐기물의 경우에는 방사성폐기물의 자체처분 절차 및 방법에 따라 처분해야 한다.

F-18 핵종을 진단용으로 사용하는 의료기관에서는 발생하는 방사성폐기물에 대하여 자체처분의 방법을 이용하고 있으나, F-18 핵종을 생산하는 사이크로트론 시설을 보유한 기관에서는 현재까지 자체처분을 통한 방사성폐기물 처리가 쉽지 않은 상황이다. 이는 사이크로트론 가동으로 인하여 생산하고자 하는 핵종인 F-18 외에 불순물로 간주되는 방사성핵종이 만들어지기 때문이다.

2. 본론

2.1 시료 채취

F-18 핵종을 생산하는 15곳의 사이크로트론에 대하여 (p,n) 반응 후 생성되는 조사생성물질, F-18 핵종을 흡착하는 흡착물질(음이온교환수지 칼럼), 그리고 음이온교환수지칼럼 통과 후 나오는 회수물질에 대하여 시료를 채취하여 핵종 및

방사능분석을 한국원자력연구원에 의뢰하였다.

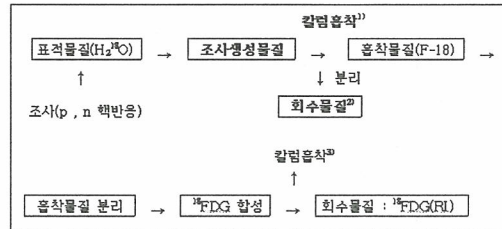


Fig. 1. F-18 Production Process

2.2 측정결과 및 분석

액체 및 고체 시료 측정 결과 생산을 목적으로 한 F-18 핵종 외 $^{18}\text{O}(p,n)^{18}\text{F}$ 핵반응으로 생성된 중성자에 의해 방사화된 바나듐은 티타늄 표적박막에서 크롬, 망간, 코발트, 아연 등은 HAVAR 표적박막에서 테크네튬은 빔 집속장치 주변 일부 스테인레스 스틸 성분 중 몰리브덴 성분이 방사화에 기인하여 생성하며 트리튬 경우 표적물질인 물이 $^{18}\text{O}(p,^3\text{H})^{16}\text{O}$ 핵반응에 의해 만들어 지는 것으로 판단된다.

시료측정 결과 액체 방사성폐기물로 발생하는 H-3의 경우 최대 방사능은 $3.3\text{E}+11$ Bq/m³로서 배출관리기준인 $4\text{E}+7$ Bq/m³을 초과하고, Co-58의 경우 최대 방사능은 $7.78\text{E}+9$ Bq/m³로서 배출관리기준인 $7\text{E}+5$ Bq/m³을 초과한다.

고체 방사성폐기물로 발생하는 V-48의 경우 최대 방사능은 $7.43\text{E}+4$ Bq/g로서 153일 이상 보관 후 자체처분이 가능하며 Co-56의 경우 최대 방사능은 $2\text{E}+3$ Bq/g로서 333일 이상 보관 후 자체처분이 가능한 것으로 판단된다.

3. 결론

액체 및 고체 시료 측정 결과 사이크로트론에서는 생산하고자 하는 F-18 핵종 외에 V-48, Cr-51, Mn-52, Mn-54, Co-56, Co-57, Co-58, Co-60, Zn-65, Tc-96, W-178, Re-182, Re-183, Re-184, Re-186, H-3 핵종이 부수적으로 검출되

었다. 생산되는 F-18 핵종은 짧은 반감기로 인하여 이로 인한 방사성폐기물은 쉽게 자체처분이 가능하나, 음이온교환수지와 이를 통과한 액체는 반감기가 긴 핵종을 포함하여 고체상 및 액체상 폐기물로 간주되어 처분될 것이므로 처분과 관련한 기준을 만족할 수 있도록 방사성폐기물 관리 방안이 반드시 수립되어야 한다.

시료 채취 및 측정 분석 대상으로 11개의 '표적용기-표적박막' 재질 조합 유형이 모두 포함될 수 있도록 시료 채취 기관을 선정하는 것이 바람직하였으나 'Ag/Ni-Co Alloy', 'Ti/Havar Alloy', 'Ni/Ti', 'Nb/Ti-Havar Alloy' 조합 유형에 대해서는 해당 기관의 사정으로 시료채취가 여의치 않아 측정 결과 비교 및 향후 자료 활용에 제한이 있다.

4. 참고문헌

- [1] 연구용 Cyclotron 개발 및 운영, KIRAMS/RR-014/2009.
- [2] 고에너지 양성자 빔을 이용한 방사성동위원소 핵종개발, KIRAMS/RR-002/2008