

의료용 동위원소 제조를 위한 DT 중성자 발생장치의 요건 Requirement for DT Neutron Generator to use for Producing Therapeutic Radioisotopes

김석권, 김인중, 최희동
서울대학교, 서울특별시 관악구 신림동 산 56-1

1. Introduction

최근 핵의학의 치료 응용 분야에서 방사성동위원소의 이용 수요가 늘어나고 있으며, 핵의학의 여타 분야로도 이용이 확대되고 있다. 또한 의료용 방사성동위원소의 생산을 위한 연구 개발도 다양하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 ^{89}Sr 생산을 위한 중성자 발생장치의 성능 요구 조건을 살펴보고, 동위원소의 생산 가능성을 확인한다.

2. Methods and Results

DT 중성자 발생장치를 이용한 ^{89}Sr 생산을 위해서 필요한 핵반응 및 생산 방법 개발을 위한 연구를 수행하였다. 본 연구진에 의해서 DD 중성자 발생장치가 개발 중이며 [1], 현재 중성자 발생 실험을 진행 중이다.

^{89}Sr 생산 핵반응은 주로 $^{88}\text{Sr}(n,\gamma)^{89}\text{Sr}$, $^{89}\text{Y}(n,p)^{89}\text{Sr}$ 두 가지 반응을 이용하게 된다. 그러나, (n,γ) 반응의 낮은 비방사능 때문에 상업적인 용도로는 (n,p) 반응을 주로 사용하고 있다 [2]. 그림 1은 ^{89}Y 의 중성자 반응 단면적을 나타낸 것이다. 1 MeV 이상의 에너지 영역에서 (n,p) 반응이 시작된다.

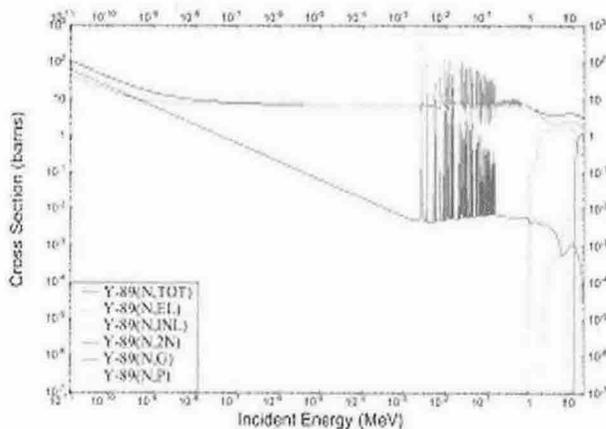


Figure 1. Neutron cross section of ^{89}Y .

$^{89}\text{Y}(n,p)$ 반응을 이용한 ^{89}Sr 생산을 위해서 DT 중성자를 이용하는 표적 구조를 가정하여 수율을 계산하였다. 10^{11} n/s 중성자원을 구의 중심에 점선원으로 가정하고, 선원으로부터 반경 10 cm 부터 40 cm 까지 30 cm의 두께를 가진 표적을

구성하였다. MCNP code [3]를 이용하여 두께에 따른 중성자 반응율을 계산하였다. 그림 2는 위의 표적 구조에서 깊이에 따른 반응율을 나타내었다. 반응율은 표적 두께가 20 cm에서 포화 상태가 되고, 포화반응율의 절반이 되는 두께는 약 4 cm 이고, 이때의 표적의 양은 약 20 kg 정도가 된다.

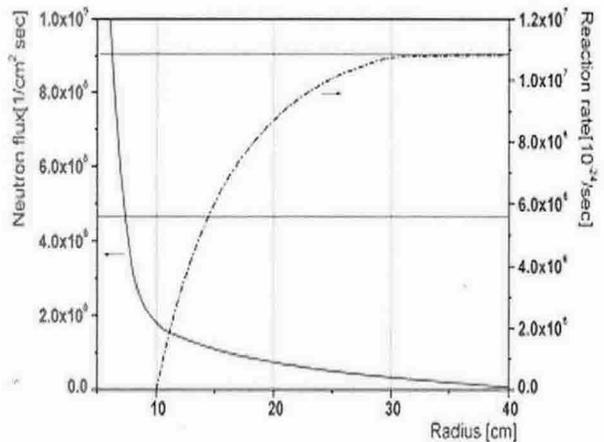


Figure 2. Reaction rate in the Y_2O_3 sphere sample.

표적의 양을 4 cm (20 kg)로 가정했을 때의 ^{89}Sr 수율을 계산해보면, 포화 방사능이 약 70 MBq (^{89}Sr)이 된다. 같은 방식으로 표적 두께를 20 cm로 하면 160 MBq (^{89}Sr)이다.

중성자 발생장치를 이용한 동위원소 생산에서는 발생된 중성자의 수율이 중요한 인자가 된다. 동일한 표적 구조에서 중성자 발생율은 포화 방사능과 비례하게 된다. 달성 가능한 DT 중성자의 수율을 $10^{11} \sim 10^{13}$ n/s 정도로 잡으면, 표적 양이 늘어나는 대신 수율은 원자로를 이용한 생산과 비등한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

3. Conclusion

본 연구를 통해서 중성자 발생장치를 이용한 의료용 핵종 생산의 가능성을 원리적으로 확인하였다. 현실성의 검토에는 보다 상세한 분석이 요구된다.

REFERENCES

- [1] 김인중, 정남석, 최희동, "D-D 중성자 발생장치 시제품 개발", 2004 춘계학술발표회 논문집, 한국원자력학회.
- [2] I. Spahn, H.H. Coenen and S.M. Qaim, *Radiochim. Acta* 92 (2004) 183.
- [3] J.F. Briesmeister, Ed., "MCNP - a general Monte Carlo N-particle transport code, version 4C", LA-13709-M, Los Alamos National Laboratory, 2000.