

테크네슘 (^{99m}Tc) 발생기의 화학

한국에너지연구소 동위원소실장 김재록

테크네슘(^{99m}Tc) 분리를 위해서는 크로마토그래피, 승화, 추출 등의 방법이 쓰인다. 이들 방법에 관한 상세한 내용은 Boyd¹⁾²⁾에 의해 보고되었다.

핵분열생성물에서 분리한 ^{99}Mo 를 이용하는 크로마토그래피형 발생기가 아마도 가장 인기있는 것이라고 생각된다. 그 이유는 조작성이 간편하고 휴대성이 좋고 용출효율이 높고 진한 ^{99m}Tc 농도 용액을 얻을 수 있기 때문이다. 크로마토그래피형 ^{99m}Tc 발생기의 성능은 연속용출할 경우의 용출효율에 의해 크게 좌우된다.

일반적으로 ^{99m}Tc (VII)가 발생기대롱에 잔존하는 물의 방사선분해에 의해 더 낮은 산화상태(^{99m}Tc (IV), ^{99m}Tc (III) 등)로 될 경우에는 용출효율이 떨어지게 된다.

따라서 수화전자 스캐벤저(즉 수화된 전자를 청소해 없애주는 물질...산화제)를 용리액(eluent)에 가하거나 잔존식염수용액을 공기로 대체함으로써 용출효율 저하를 막을 수 있음으로(표 1) 용출효율저하원인이 사실상 물의 방사선분해에 기인하는 현상임이 입증된 셈이다.

한편, Cl⁻도 용출율저하현상에 관여한다. 즉, 식염수로 1차 용출한 다음 발생기대롱안에 남아있는 식염수용리액을 증류수로 대체할 경우에는 용출율이 향상된다(표 2). 그리고 식염수를 황산나트륨(Na_2SO_4) 용액이나 과염소산나트륨(NaClO_4) 용액으로 대체하면 용출효율이 더욱 향상된다.

이와 같은 결과들은 물의 단순한 방사선분해만이 문제가 아니라 염소이온이 용출율저하에 결정적역할을 하고 있음을 뜻한다. 그 밖에도 용리액에 녹아있는 미량의 유기불순물도 용출율에 악영향을 줄 수 있다.⁵⁾ (사실상 가소성 PVC에는 중합체가 아닌 안정제, 가소제, 촉매 등이 무게로 30%까지도 함유될 수 있다는 점을 고려하면 이것은 전혀 놀라운 일이 아니다.) 실제로 불순해진 용리액을 활성탄으로 정제하면 용출율이 향상된다(표 3). 발생기 재질이 가열멸균에 의해 유기오염물이 상당량 생길 수 있는 것으로 되어 있다면 그 ^{99m}Tc 발생기는 성능열화가 필연적이어서 무용지물이 될 것이다. 그 때에는 활성탄으로 정제된 용리액을 통과시킨다 하더라도 대롱안에 오염된 유기물에는 아무런 도움을 줄 수 없기 때문이다.

표 1. 용출효율 안정화 기술

발생기형	연속용출효율(%)	관련문헌
Alumina / saline(Control)	99 58 18 19 19	—
Alumina / saline+10 ⁻⁷ M NaNO ₃	80 100 93 97 93	3)
Alumina / saline+50ppm N ₂ O	97 97 98 97 97	—
Alumina+Cr VI / saline	82 85 84 97 81	4)
Alumina / saline / Air ^a	82 84 84 81 79	—

a. 발생기 대롱안에 잔존하는 식염수를 공기로대체한경우

표 2. 염소이온의 용출율저하영향 극복 기술

발생기형	연속용출효율(%)
Alumina / saline / water ^a	84 84 82 80 80
Alumina / 0.05M Na ₂ SO ₄	100 99 98 96 93
Alumina / 0.15M NaClO ₄	100 100 97 99 97

a. 발생기 대롱안에 잔존하는 식염수를 물로 대체한 경우

표 3. 식염수용리액을 활성탄으로 정제한 경우의 용출율 향상

용리횟수	연속용출	
	정제한 용리액	정제안한 용리액
1	96.8±2.2	98.9±1.8
2	89.6±0.7	92.1±2.0
3	88.0±0.6	63.5±4.6
4	90.5±0.5	30.2±6.2
5	87.6±0.9	20.7±6.7
6	88.7±0.6	16.3±6.1
7	89.0±0.6	20.3±5.8
8	88.6±0.5	23.8±5.7
9	87.8±0.8	50.3±4.0
10	88.0±0.8	70.6±3.1
11	87.7±0.7	78.8±3.1
12	86.1±1.0	84.5±2.3

a. 여섯개의 발생기에 대한 평균치

- 1) BOYD, R. E., Int. J. Appl. Radiat. Isot. 33, 801(1982)
- 2) BOYD, R. E., Radiochim. Acta 30, 123. (1982)
- 3) CHARLTON, J. C., LYONS, D., Australian Pat. 464043 B (1975)
- 4) BENJAMINS, H. A. et al., U.S. Pat. No. 3,859,990 (1974)
- 5) MOLINSKI, V. J., Int. J. Appl. Radiat. Isot. 33, 811 (1982)