

나노실버가 첨착된 활성탄의 I-131 흡착 성능

김익수, 김선덕, 윤동원, 방홍식, 박경배
한국원자력연구소

niskim@kaeri.re.kr, sdkim1@kaeri.re.kr, dwyoun@kaeri.re.kr, hsbang2@kaeri.re.kr,
kbpark1@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구소에서는 『하나로』 연구용 원자로와 동위원소생산시설(RIPF)을 이용하여 의학, 농학, 공학 및 산업계에서 널리 사용되는 방사성 동위원소를 생산하고 있다. 생산되는 제품 중에서 갑상선 암의 진단 및 치료에 사용되는 NaI-131은 RIPF 내 Bank-3에서 분배작업을 하여 용액과 캡슐의 제품으로 포장되는데, 이때 발생하는 I-131 기체는 차콜 필터로 포집하여 대기 중에 방출되는 것을 방지한다. 차콜(Charcoal)이라 불리는 활성탄은 수 많은 미세한 가는 구멍이 있는 입자로서 기체가 이 세공을 통과할 때 I-131을 흡착하게 된다[1]. 이와 같은 활성탄의 I-131 흡착 성능을 증대시키기 위한 노력의 일환으로 최근 각광을 받고 있는 나노입자를 적용시키는 방법을 고려해 보았다.

입자의 크기가 10~100 nm(1 μm) 크기의 범주에 속하는 나노입자는 적은 양으로도 비표면적이 매우 크고 기존 마이크로 단위의 물질과는 차원이 다른 특이한 열역학적 성질과 기능을 가지게 된다[2]. 특히 은(Ag)은 입자의 크기를 10 nm 이하로 조절이 가능하며 항균, 탈취, 대전 방지 및 전자파를 차단하는 기능이 있기 때문에 나노입자로서 그 용도가 점차 널리 확산되고 있으므로, 나노실버를 활성탄에 첨착시켜 I-131 흡착실험을 통하여 나노입자의 효능을 비교하고자 한다.

2. 실험

2.1 활성탄과 나노실버

실험에 사용된 활성탄은 TEDA (Tri-Ethylene di-Amine)가 첨착된 차콜필터로서 ASTM - D3803의 규격에 따라 (주)카엘에서 제조한 제품으로, 차콜필터 입자의 크기는 8/16 mesh (1~2.4 mm)의 범위이다.

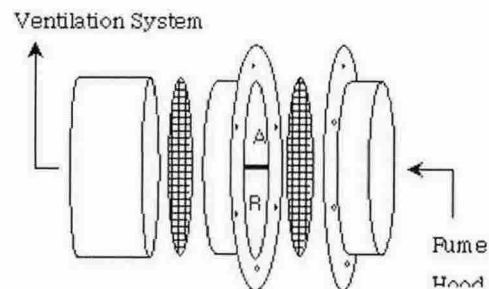
나노실버는 (주)나눅스의 제품인 NanoSilver NTX-302를 사용하였다. 이 제품은 1~3 nm의 금속 나노실버입자를 30 nm 크기의 실리카 입자에 결합시키고, 이것을 수성용매에 분산시킨 액상형태의 나노실버이다.

나노실버가 첨착된 활성탄은 나노실버 용액에 일정량의 활성탄을 넣고 24 시간 동안 침지시킨 후 이를 꺼내어 대기 중에서 자연 건조하는 방법으로 만들었다. 이와 같은 방법으로 만든 나노실버가 첨착된 활성탄은 동일한 부피의 활성탄과 비교할 때 무게가 약 25% 증가하였다.

2.2. 실험방법

활성탄과 나노실버가 첨착된 활성탄의 I-131 흡착성능을 비교하기 위하여 I-131 분배작업을 하는 핫셀 Bank-3 내의 Fume Hood 상단 배기구에 이들이 장착된 필터를 설치하였다. 필터는 Fig. 1과 같이 Fume Hood의 배기관에 직경 18 cm, 두께 2 cm의 활성탄 층을 이루도록 제작되었다. 필터는 두 활성탄 층을 통과하는 I-131 기체의 상대적인 양을 같게 하기 위하여 중앙에 칸막이를 하여 A와 B에 각각 똑같은 부피의 활성탄과 나노실버가 첨착된 활성탄을 넣을 수 있도록 하였다.

필터를 Fume Hood의 상단 배기구에 설치하고 일정기간 동안 분배작업이 행해진 후 I-131 기체를 흡착한 필터를 Fume Hood로부터 분리하여 A와 B 각각에 들어있는 활성탄들에 대한 방사능을 측정하였다. 필터를 분리한 시점의 초반에는 방사능 준위가 높기 때문에 Survey meter를 이용하여 방사능을 측정하였으며, 이후 열흘 이상 경과한 후 방사능 준위가 낮아지게 되면 A와 B 각각에서 일정량의 시료를 채취하고 MCA(ORTEC 모델 GEM10175)를 이용하여 방사능을 측정하고 비교 분석하였다.



A : 활성탄, B : 나노실버가 첨착된 활성탄
Fig. 1. Filter case for experiment.

3. 결과 및 고찰

일정기간동안 분배작업이 수행되는 Fume Hood 에서 I-131 기체를 흡착한 필터를 분리하여 Survey meter 로 표면선량률을 측정 한 결과를 Fig. 2 에 도시하였다. Fig. 2 에서의 방사능은 나노실버가 첨착되지 않은 활성탄이 띠고 있는 방사능을 기준으로 표준화한 값을 도시하였는데, 시간이 지남에 따라 I-131 의 이론적 방사능 붕괴곡선과 대략 일치하는 경향으로 방사능이 감소하고 있음을 볼 수 있다.

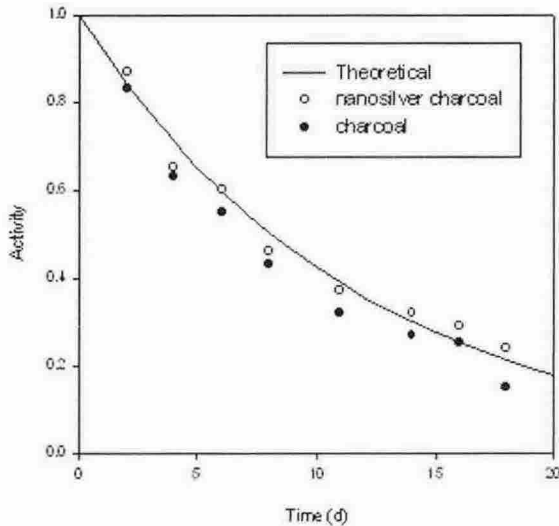


Fig. 2. Radioactive decay of charcoal filters.

취급한 I-131 양은 달랐지만 동일한 형태의 실험이 3 번 반복되었는데, 각각의 실험에서 초기에 Survey meter 로 측정한 결과는 나노실버가 첨착된 활성탄이 첨착되지 않은 것에서보다 대략 10 % 이상 방사능 준위가 높은 것으로 나타났다. 그러나 두 경우에 있어서 모두 초기의 방사능 준위가 아주 높기 때문에 Survey meter 로 측정한 표면선량률로는 명확한 차이를 나타낸다고 볼 수 없기 때문에 실험 후 열흘이 경과한 각각의 활성탄에서 소량의 시료를 채취하여 MCA 로 방사능을 측정하여 보았다. 그 결과 나노실버가 첨착된 활성탄이 첨착되지 않은 활성탄보다 단위무게당 평균 30 % 이상의 높은 방사능을 띠고 있는 것으로 나타났다. 나노실버를 첨착한 활성탄은 동일한 부피의 활성탄에 비하여 무게가 25% 증가하게 되므로 무게증가를 고려한다면 같은 부피를 차지하는 활성탄보다 대략 63% 가량 I-131 의 흡착효능이 좋아진다고 할 수 있다.

이와 같이 동일한 부피를 기준으로 하였을 때 나노실버는 활성탄의 I-131 흡착 성능을 60% 이상 증가시키는 효과를 나타내고 있기는 하다. 그러나 이는 새로운 활성탄을 사용하여 얻은

결과이고, 실용적인 자료를 확보하기 위해서는 사용 기간이 장시간 경과된 활성탄을 사용한 실험을 통하여 나노실버의 효능에 대한 분석이 필요하다.

4. 결론

I-131 기체를 포집하기 위한 차콜필터에 사용되는 활성탄의 효능을 증가시키기 위한 노력의 일환으로 활성탄에 나노실버를 첨착시켜 효능을 비교해 보았다. 활성탄에 나노실버를 첨착시키면 약 25%의 무게가 증가되며, 나노실버가 첨착된 활성탄의 I-131 기체 흡착성능은 나노실버가 첨착되지 않은 활성탄보다 단위무게당 30%, 단위 부피당 63% 높은 것으로 나타났다. 이와 같이 나노실버는 기존의 활성탄에서의 I-131 흡착성능을 30% 이상 증가시키기는 하지만, 경제적인 측면에서 볼 때 나노실버는 활성탄에 비하여 고가이며 첨착된 활성탄을 만들기 위해서는 기타 부대비용이 많이 들기 때문에 실용적이라고 보기에는 어렵다고 판단된다.

REFERENCES

- [1] J.A.Kim, H.S.,Ryu, K.H.Kim, and S.S.Kim, Polymeric Nanospheres, J.Korean Ind.Eng.Chem., Vol,11, No.5, August 2000, 458-465.
- [2] J.B.Morris, H.R.Diffey, B.Nicholls, and H.Rumary, The removal of low concentration of iodine from air on plant scale, Journal of Nuclear Energy, Vol.16, No.9, pp.437-438, 1992.