

AMP-PAN을 이용한 방사성 핵종의 제거

이남경, 신원식, 최상준

경북대학교, 대구광역시 북구 산격동 1370번지

Inkyung@knu.ac.kr

1. 서론

원자력 산업에서는 ^{60}Co , ^{90}Sr 및 ^{137}Cs 등이 포함된 저준위 방사성 액체폐기물이 다량으로 배출된다. 이들 중·장반감기 핵종들을 선택적으로 분리함으로써 처리수를 직접 방류할 수 있고, 폐기물의 감량을 증가시킬 수 있는 방법이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 원자력 산업 폐수의 오염으로서의 방사성 핵종(Co , Sr , Cs)을 처리할 수 있는 최적의 충진 물질을 선정하고, 개발된 충진 물질을 이용하여 현장 모사실험을 통하여 방사성 핵종으로 오염된 폐수 처리 기술을 개발하는 것으로 목표를 하였다.

2. 실험방법 및 결과

2.1. 등은 흡착 실험

본 연구에서는 AMP-PAN을 이용하여 등은 흡착실험을 수행 하였다. 적용된 AMP-PAN (Ammonium molybdophosphate-Polyacrylonitrile)은 Moon(2000)의 결과를 바탕으로 제조 하였으며 $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (Ammonium molybdophosphate, Wako pure chemical industries, Ltd., <98%, Japan)와 Tween-80(Fluka, USA), $(\text{C}_3\text{H}_5\text{N})_n$ (Polyacrylonitrile, Aldrich Chemical Co., USA), Dimethylsulfoxide(Junsei Chemical Co., Japan)를 이용하여 합성 하였다[1]. 방사성 핵종 용액은 pH 5로 고정하기 위해 0.05M MES buffer(2-[morpholino]ethanesulfonic acid)를 혼합하여 제조하였다. AMP-PAN 0.1g 에 1~30mM로 제조된 방사성핵종 용액을 15mL centrifuge tube에 가득 채운 후 shaker incubator에 24시간 동안 흡착 시켰다. 흡착이 완료된 시료는 0.2 μm membrane filter(Watman, Cellulose Nitrate Membrane Filter, $\phi=0.25\text{mm}$)를 이용하여 여과 한 후 ICP-OES(PerkinElmer Co. Optima 2100DV, USA)를 이용하여 방사성 핵종 농도를 분석하였다. AMP-PAN에 대한 코발트, 스트론튬, 세슘의 등은 흡착결과와 Langmuir 모델로 curve fitting한 결과와 모델 변수를 나타내었다.

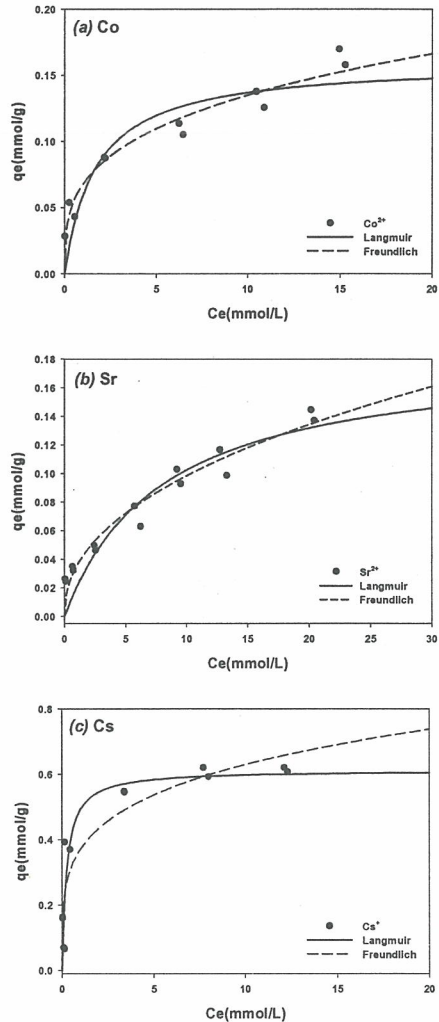


Fig. 1. Adsorption isotherm of (a) Co, (b) Sr, (c) Cs on AMP-PAN

Table 1. Single-solute isotherm model parameters of (a) Co, (b) Sr, (c) Cs adsorption onto AMP-PAN

	Freundlich			
	K_F	N	R^2	SSE
Co^{2+}	0.0677±0.0046	0.2998±0.0299	0.9917	0.0105
Sr^{2+}	0.0352±0.0040	0.4469±0.0453	0.9875	0.0102
Cs^+	0.3707±0.0326	0.2295±0.0414	0.9646	0.0929
	Langmuir			
	b	Q^0	R^2	SSE
Co^{2+}	0.5926±0.2641	0.1601±0.0164	0.9684	0.0206
Sr^{2+}	0.1250±0.0482	0.1845±0.0301	0.9723	0.0152
Cs^+	4.1162±1.5204	0.6118±0.0420	0.9659	0.0911

AMP-PAN의 단일 성분 흡착 실험 결과 최대 흡착량 (Q^0)은 세슘, 스트론튬, 코발트의 순으로 나타났다. AMP-PAN은 세슘에 대한 제거효율이 높게 나타났지만 코발트와 스트론튬에 대한 흡착량은 상대적으로 낮게 나타났다. Langmuir model과 Freundlich model을 이용하여 curve fitting 한 결과 코발트와 스트론튬의 경우 Freundlich model의 R^2 값이 높게 나타났으며, 세슘의 경우 Langmuir model의 R^2 값이 높게 나타났다.

2.2. 칼럼 실험

연속식 조건에서 AMP-PAN을 칼럼을 채운 후 실험을 진행하였다. 칼럼에 주입한 각 방사성 핵종 용액 Co, Sr, Cs의 농도는 1mM 로 제조하였다. 제조된 유입수는 일정한 유량(1ml/min)으로 정량 펌프를 이용하여 상향(upflow)으로 주입하였고, 배출된 유출수는 0.2 μ m membrane filter(Watman, Cellulose Nitrate Membrane Filter, ϕ =0.25mm)를 이용하여 여과 한 후 ICP-OES(PerkinElmer Co. Optima 2100DV, USA)를 이용하여 분석하였다.

각 단일성분 방사성 핵종에 대한 AMP-PAN 충전 칼럼 실험(Fig. 2)에서 코발트, 스트론튬과 세슘의 통과 시간($C_{(t)}/C_0=0.05$)은 각 6시간, 5시간, 2시간으로 나타났다. 각 방사성 핵종의 50% 제거($C_{(t)}/C_0=0.5$)는 코발트, 스트론튬, 세슘 각 17시간, 11시간, 76시간으로 나타났다.

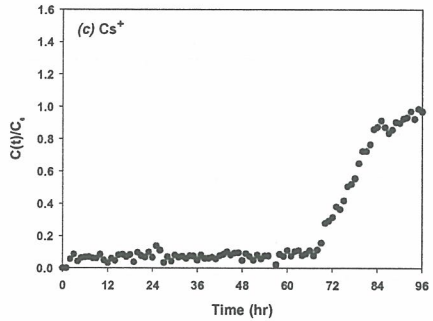
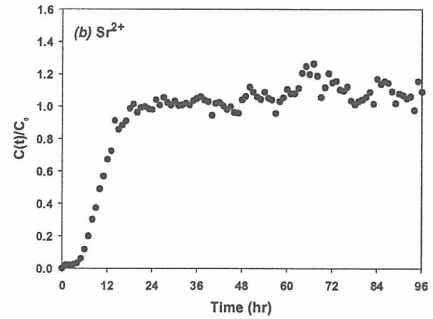
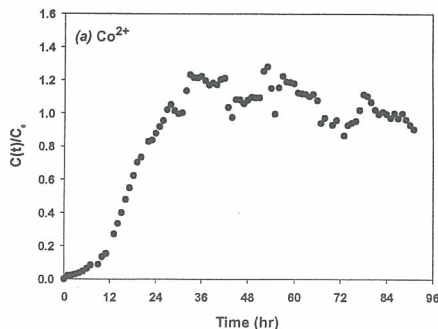


Fig. 2. Breakthrough curves of single-solute adsorption on AMP-PAN column (a) cobalt, (b) strontium, (c) cesium

3. 결론

단일 성분 흡착 실험에서 세슘에 대한 제거효율이 높게 나타났지만 코발트와 스트론튬에 대한 흡착량은 상대적으로 낮게 나타났다. 단일 성분 방사성 핵종 제거 칼럼 실험에서는 스트론튬, 코발트, 세슘 순으로 포화되었다. 따라서 본 연구를 통해 방사성 액체 폐기물 처리에 있어서 AMP-PAN을 적용하는 것이 적합하다고 판단된다.

4. 참고문헌

- [1] J. K. Moon, K. w. Kim, C. H. Jung, Y. G. Shul, E. H. Lee, Preparation of organic-inorganic composite adsorbent beads for removal of radionuclides and heavy metal ions, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 246, 299-307, 2000.

5. 감사의 글

본 연구는 한국연구재단(교육과학기술부)의 우너자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다(과제번호: M20706000036-07M0600-03610).