

낙엽을 이용한 구리폐수의 흡착 특성 연구

서혁, 안삼영¹, 우명우*
순천대학교 화학공학과, ¹ 순천대학교 환경교육과
(mwwoo@sunchon.ac.kr*)

Adsorption characteristics of copper wastewater, using the leaves

Hyeuk SEO, Samyoung Ahn¹, Myung-Wu Woo*
Department of Chemical Engineering, Sunchon National University
¹ Department of Environmental Education, Sunchon National University
(mwwoo@sunchon.ac.kr*)

서론

현재에 식수나 각종 용수의 수질에 대한 관심이 많이 증대되고 있다. 주로 전기기구, 전선, 합금, 가정 일용기구에 쓰이는 구리는 처리 과정, 구리광산, 제련소, 도금공장 등에서 용액 상태로 다량 배출된다. 본 연구에서는 친환경적인 흡착제를 이용해 수질오염을 줄이고자, 낙엽을 이용해서 구리 중금속 폐수 처리에 대한 흡착 실험을 수행하였다. 10ppm의 구리 폐수를 낙엽이 충전된 유리관에서 실험하였다. 실험 온도는 25℃ ~ 32.5℃ 범위에서 흡착 특성을 알아보았다. 구리 폐수의 정량은 발색 단으로 전 처리하여 UV spectrometer로 분석하였다. 실험에서 얻어진 파과 곡선(Breakthrough curve)을 고정층 균일 흡착 층으로 가정한 흡착 층 모델링 결과와 비교 검토하였다.

실험 방법 과 측정 원리

구리이온이 알칼리성에서 디에틸디티오카르바민산나트륨과 반응하여 생성하는 황갈색의 킬레이트 화합물을 초산부틸로 추출하여 흡광도를 측정하는 방법이다.

[디에틸디티오카르바민산법]

1. 측정 파장: 440nm
2. 정량 범위: 0.002~0.03mg Cu
3. 표준 편차: 2~10%

실험 방법

칼럼 A 에 하단에 Glass-Wool 을 1cm 두께로 채우고 500mg 의 낙염을 넣기 쉽게 부스러 뜨린후 10cm 두께로 채운뒤 그위에 Glass-Wool 1cm 를 채운다 칼럼 A 의 밸브를 잠근채로 설치하고, 칼럼 A 에 증류수를 가득 채운다.

칼럼 B 에 주둥이 부분에 Vacuum-Grease 를 고루 바르고 칼럼 A 위에 끼운 뒤 칼럼 B 를 돌려서 Vacuum-Grease 가 잘 묻어서 진공이 되게 하고, 칼럼 B 의 밸브를 잠그고 실험용액을 넣는다. 펌프의 out 라인을 칼럼 A 의 하단부에 연결하고 in 라인을 상단부에 연결하고 펌프와 라인을 확인하고 항온수조를 가동해서 25C 를 유지하게끔 한다(얼음사용) 칼럼 B 의 밸브를 다 열고 칼럼 A 의 밸브를 용액이 극소량 흐르게끔 조절하여 시간에 따라 바이얼에 나온 용액을 0.5ml 씩 받아 구분한다.

흡착 모델링

상과 입자 각 조건들을 수식화하여 나타내면 다음과 같습니다.[4]

$$\text{Bulk Phase: } \frac{\partial C_b}{\partial t} - D_b \frac{\partial^2 C_b}{\partial z^2} + v(t) \frac{\partial C_b}{\partial z} = -\frac{1-\varepsilon_b}{\varepsilon_b} \frac{3k}{R_p} (C_b - C_{p,r=R_p})$$

$$\text{Particle: } \frac{\partial C_p}{\partial t} - D_p \left[\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial C_p}{\partial r} \right) \right] = -\left(\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \right) \frac{\partial \bar{q}_i}{\partial t}$$

$$\text{Initial Condition: } t=0: \begin{cases} C_b = 0 \\ C_p = C_p(0, r, z) \end{cases}$$

$$\text{Boundary Conditions: } \begin{cases} z=0: C_b = 10 \text{ ppm} \\ z=L: \frac{\partial C_b}{\partial z} = 0 \end{cases}, \begin{cases} r=0: \frac{\partial C_p}{\partial r} = 0 \\ r=R_p: \frac{\partial C_p}{\partial r} = \frac{k_f}{\varepsilon D_p} (C_b - C_{p,r=R_p}) \end{cases}$$

$$\text{Langmuir adsorption isotherm: } \frac{q_1^*}{q_{s1}} = \frac{b_1 c_1}{1 + b_1 c_1} \rightarrow \frac{\partial q_1^*}{\partial c_1} = \frac{q_{s1} b_1}{(1 + b_1 c_1)^2}$$

결과 및 고찰

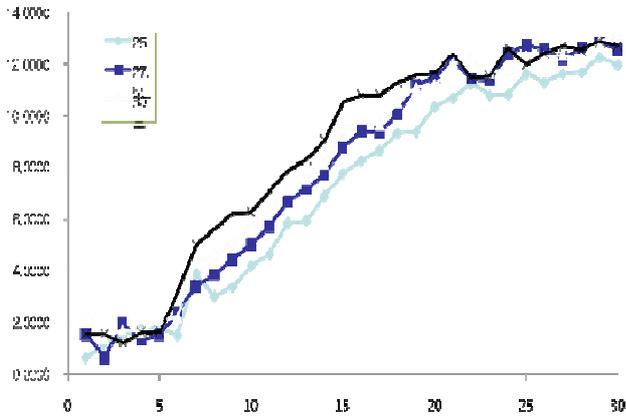


Fig. 1. Breakthrough curve for copper adsorption on crimson foliage.

칼럼을 이용한 실험에서 얻은 값을 각 25C, 27.5C, 30C, 32.5C 온도에서 시간(X축)에 따른 Cu 농도 변화 (Y축)으로 나타낸 그래프입니다. 온도가 높아짐에 따라 낙옆에 흡착되는 축적량이 많아짐을 보입니다.

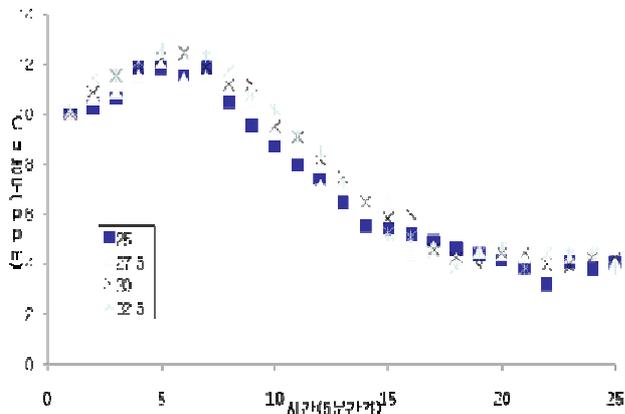


Fig. 2. Concentration profile as a function of adsorption time.

이 그래프는 반응기에서 실험한 값을 각 25C, 27.5C, 30C, 32.5C 온도에서 시간(X축)에 따른 Cu 농도 변화 (Y축)으로 나타낸 그래프입니다. 시간이 지남에 따라 낙옆에 흡착되는 정도가 적어짐을 보입니다.

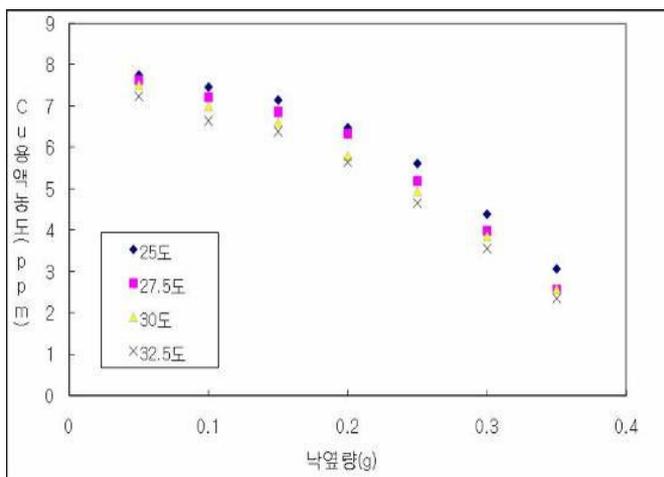


Fig. 3. Final concentration with different quantity of crimson foliage.

이 그래프는 반응기에서 실험한 값을 각 25C, 27.5C, 30C, 32.5C 온도에서 낙옆량 (X축)에 따른 Cu 농도 변화(Y축)으로 나타낸 그래프입니다. 시간이 지남에 따라 낙옆에 흡착량이 감소됨을 보입니다. 이 결과로부터 Langmuir 흡착 등온 식을 결정하였다.

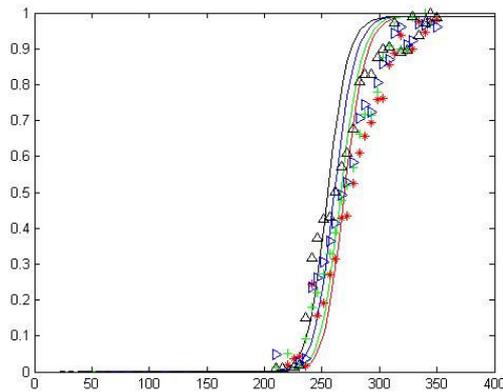


Fig. 4. Breakthrough curve for the Cu adsorption experiment.

이 그래프는 앞서 구한 흡착 등온식을 사용하여 흡착 모델링 식에 대입하여 모델링한 결과이다. 모델링 식은 유한 요소법에 근거한 사용 프로그램인 COMSOL Multiphysics를 사용하였다. 실험 결과와 유사하게 얻어짐을 보여주고 있다.

결론

단풍잎에 의한 구리폐수 흡착 실험을 행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 구리 폐수의 단풍잎에서의 Langmuir 흡착등온 식을 따른다는 것을 알 수 있었다.
2. 구리 폐수의 단풍잎에서의 실험에서 얻은 파과 곡선과 모델링에 의한 결과가 잘 일치함을 알 수 있었다.
3. 실험 결과 기존의 상용 흡착제에 비하여 성능이 약하지만, 친 환경적인 재료가 사용되므로, 의미 있다고 생각된다.

참고문헌

1. 최주환, 박용성 편저, UV-Vis 및 원자흡수 분광분석법, 서울: 우용 출판사, 1998
2. 장준영, 장철현 공저, (과년도) 수질환경기사, 파주: 성안당.com, 2008
3. 주한신, 흡착력향상을 위한 활성탄의 표면 수식에 관한 연구 (A Study on Surface Modification for Improving the Adsorption Ability of Activated Carbon.), 순천: 順天大學校, 大學院: 화학공학과, 2000. 학위논문(석사) 順天大學校
4. Do, [Adsorption Analysis: Equilibria and Kinetics](#), Imperial College Press, 1998
5. 국회 도서관, <http://www.nanet.go.kr/main/index.jsp>, 2008