

다양한 탈착제를 이용한 커피찌꺼기에 흡착된 은 이온의 탈착 및 재생 특성

Desorption and Regeneration Characteristics of Silver Ions Adsorbed onto Coffee Grounds Using Various Desorbing Agents

김승규¹⁾ · 전 충²⁾

Kim, Sung-Kyu · Jeon, Choong

여러 가지 공정 중에서 물리, 화학적 흡착공정은 적절한 흡착제를 이용할 경우, 산업폐수내의 여러 가지 금속들을 선택적이고 효율적으로 흡착할 수 있게 해주며 또한, 적절한 탈착제를 이용하면 흡착제의 표면에 존재하는 금속들을 쉽게 탈착할 수 있게 함으로써 전체적으로 경제적인 공정 설계를 하는데 매우 유용한 정보를 제공한다. 최근에는 여러 가지 귀금속이나 희귀금속의 선택적인 회수에 대한 관심이 증가하면서 흡착뿐만 아니라 효율적인 탈착 및 회수 기술에 대한 연구의 필요성이 증가하고 있으며 Yan & Zheming(2016)은 waste printed circuit boards로부터 희귀금속을 회수하는 연구를 수행하였다. 일반적으로 양이온 금속이온의 탈착기작은 염산, 황산, 질산용액과 같은 강산용액의 수소이온에 의한 이온교환에 의해서 이루어지고, 또한, ethylene diamine triacetic acid(EDTA), nitrilotriacetic acid(NTA)와 같은 킬레이팅제들에 의해서 수행되어지기도 하며 NaOH와 CaCl₂ 용액내의 Na⁺나 Ca²⁺와 같은 양이온들의 이온교환에 의해서 이루어지기도 한다. 최적의 탈착제는 사용되어진 흡착제와 흡착된 금속의 물성이나 특성에 의해서 정해져야 하며 흡착제의 물성이나 구조의 변화 없이 흡착제의 표면에 존재하는 금속이온을 완전히 탈착시킬 수 있어야 하며 탈착 후 농축된 금속이온들은 다양한 회수방법에 의해서 쉽게 회수 될 수 있어야 한다.

사용되어진 흡착제의 재생은 회분식이나 연속공정에서 경제성을 고려할 때 반드시 필요하며 특히, 금이나 은과 같은 귀금속이나 인듐, 팔라듐과 같은 희귀금속에 대해서 선택성이 높은 흡착제가 사용되어졌을 때는 반드시 필요하다. 우수한 재생특성을 가지는 흡착제는 여러 번의 흡/탈착 공정 후에도 흡착제의 흡착능 손실이 적어야 하며 탈착제에 대한 흡착제의 물성변화도 적어야 한다.

본 연구진은 커피찌꺼기를 이용하여 산업폐수 내에 포함되어 있는 은 이온을 효율적으로 흡착할 수 있음을 보고하였다. 그러나 커피찌꺼기에 흡착된 은 이온을 효율적으로 탈착시켜 회수하는 연구는 거의 없다. 그래서 본 연구에서는 다양한 탈착제들을 이용하여 커피찌꺼기에 흡착된 은 이온을 효율적이고 경제적으로 회수할 수 있는 최적의 탈착제를 선정 한 후, 최적의 탈착조건 및 그에 따른 은 이온의 탈착특성을 조사하고자 한다.

커피찌꺼기에 흡착된 은 이온에 대한 최적의 탈착제를 선정하기 위하여 질산, ethylene diamine tetraacetic acid(EDTA), nitrilo triacetic acid(NTA) 등이 이용되어졌으며 모든 탈착제의 농도는 1.0M로 동일하게 하고 S/L(Ratio of Solid and Liquid) 비는 1.0으로 하였다. Fig. 1에 나타난 것처럼, 질산용액을 사용하였을 때 은 이온에 대한 탈착율이 약 97.8%로서 NTA와 EDTA를 이용하였을 때의 각각의 탈착율인 83.1과 82.4%와 비교하여 상대적으로 높은 탈착율을 보여주었다. Yurtsever & Sengil(2012)은 valonia tannin resin에 흡착된 은 이온을 1.0M의 질산용액을 이용하여 약 99.6% 탈착시킬 수 있음을 보고하였다.

회분식과 연속공정에서 귀금속이나 희귀금속을 흡착/회수하기 위한 기술은 경제성을 고려하여 흡착제의 재생 흡착능력에 대한 가능성이 반드시 고려되어야 한다. 본 연구에서도 동일한 커피찌꺼기를 이용하여 은 이온에 대한 4번의 재생 흡착능력을 실험하였으며 그 결과는 Table 1에 나타내었다. 재생 전의 커피찌꺼기

1) 강릉원주대학교 생명화학공학과 학부생(rlatmdrb14@naver.com)

2) 강릉원주대학교 생명화학공학과 교수(metaljeon@gwnu.ac.kr)

를 이용하였을 때의 은 이온에 대한 흡착능은 앞선 연구에서 제시하였듯이 약 45.9mg/g이었으며 2번의 흡착 및 탈착을 반복한 후 다시 재사용된 커피찌꺼기의 은 이온에 대한 흡착능은 43.9mg/g로서 재생전의 흡착능에 비해서 감소율이 4.4%로 비교적 낮아 여전히 높은 흡착능을 유지하였다. 그러나 3번의 흡착 및 탈착을 반복한 후의 커피찌꺼기를 사용한 경우에는 은 이온에 대한 흡착능이 34.2 mg/g으로서 약 25.5%의 큰 감소율을 보여주었다. 그 이유는 3번째 재생에 사용되어진 커피찌꺼기의 은 이온에 대한 탈착율이 감소와 여러 번의 탈착제 사용으로 인한 커피찌꺼기의 물성이나 구조가 손상되거나 변형되었기 때문인 것으로 판단된다. 실험결과로부터 폐기물인 커피찌꺼기를 흡착제로 사용하여 은 이온을 흡착/회수 할 때, 원료 자체만으로도 다른 흡착제에 비해서 경제성면에서 우수한 장점을 가질 뿐만 아니라 우수한 재생 능력까지 있어 향후 은 이온 함유 산업폐수에서 은 이온만을 선택적으로 회수할 수 있는 흡착제로서 충분히 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

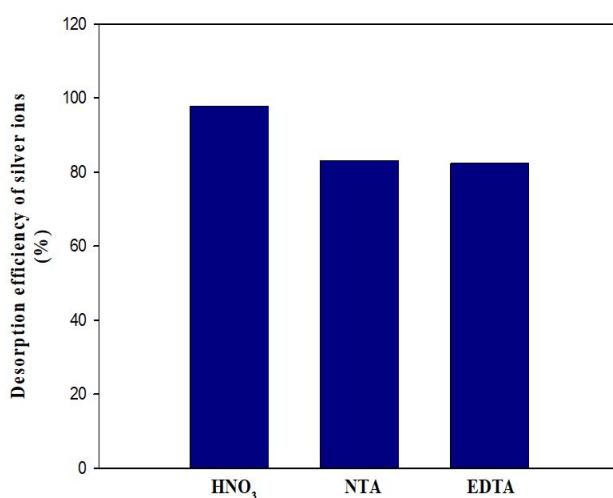


Fig.1 Desorption efficiency for silver ions of various desorbing agent (Volume : 100mL, S/L ratio : 1.0 mg/mL, Concentration of desorbing agents : 1.0 M, Amounts of Ag⁺ adsorbed : 45.89mg/g)

Table 1. Regeneration on silver ions for waste coffee grounds

Cycle No.	Adsorption capacity (mg/g)	Reduction ratio for adsorption capacity (%)
1	45.3	1.3
2	43.9	4.4
3	34.2	25.5
4	22.4	51.2

참고문헌

1. Yan, L. and Zheming, X. (2016), Precious metals recovery from waste printed circuit boards: A review for current status and perspective, Reso. Conserv. Recycl., 113, pp. 28~39.
2. Yurtsever, M. and Sengil, A. (2012), Adsorption and desorption behavior of silver ions onto valonia tannin resin, Trans. Nonferrous Met. Soc. China, 22, pp. 2846~2854.