

소수성 실관막을 이용한 Cd(II)의 액-액 추출의 연구

최대웅, 박승현, 박동원*
동의대학교 공과대학 화학공학과
*동아대학교 공과대학 화학공학과

A Study on Liquid-Liquid Extraction of Cd(II) by Hydrophobic Hollow Fiber Membrane

D. W. Choi, S. H. Park, D. W. Park*

Department of Chem. Eng. of Dongeui University
*Department of Chem. Eng. of Dong-A University

서론

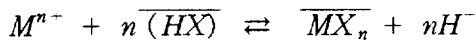
소수성 실관막, Hydrophobic Hollow Fiber supported liquid Membrane 을 이용한 중금속 분리연구는 기존의 장치들에 비하여 분리계수, 선택도가 높고 적은 자본과 운용비로 농축, 분리조작을 수행할수 있으며 고가의 추출제를 재활용할 수 있는 장점을 가지고 있고 유화액막법에 비하여 물리 화학적으로 안정하며 막의 내구성, 분리효율이 우수하다는 평가를 받고 있다. 또한 유체의 흐름이 막에 대하여 독립적이므로 안정한 emulsion 의 형성과 channeling, loading, flooding 등의 부작용을 억제하고 기존의 장치들에 비하여 단위부피당의 표면적의 증가로 물질전달이 신속하게 이루어지며 물질전달속도 또한 기체흡수, 액-액 추출에서 보다 10~100배 가량 크다고 보고되고 있다.

본 연구에서는 수용상에 존재하는 극소량의 Cd(II)를 추출제 D2EHPA를 이용하여 분리를 행하고, D2EHPA에 대한 각 조건에서의 Cd(II)의 최적분리조건을 조사 검토하였다.

이론

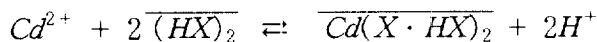
1. 인산계 산성 추출제 D2EHPA의 금속 추출 메카니즘.

산성추출제의 경우 추출반응은



으로 구동력으로는 pH에 의해 좌우 된다.

따라서 Cd²⁺에 대한 추출반응은



여기서 (HX)₂는 D2EHPA로 유기상에서 이량체로 존재한다.

2. 총괄물질전달계수

총괄물질전달계수 K_w 는 시간에 따른 농도의 변화로써 계산하고

$$j = K_w (C_w - C_s/m) \text{으로 정의된다.}$$

여기서 j 는 용질의 flux이고, C_w 는 수용상의 용질농도, C_s 는 유기상의 용질농도이다.

m 은 평형상태에 있어서의 분배계수로

$$m = \frac{\text{상계면에서의 유기상의 용질농도}}{\text{상계면에서의 수용상의 용질농도}} \text{로 정의 된다.}$$

병류흐름에 있어서의 기본식으로

$$\ln \frac{\Delta c}{\Delta c_0} = -t \left[\frac{\frac{1}{V_i} + \frac{1}{mV_o}}{\frac{1}{Q_i} + \frac{1}{mQ_o}} \right] [1 - e^{-4Kwt / dv_i(1 + Q_i/mQ_o)}] \quad (1)$$

여기서

$$\ln \frac{\Delta c}{\Delta c_0} = \ln \left[\frac{C_i \left(1 + \frac{V_i}{mV_o}\right) - \frac{C_i^0 V_i}{mV_o} - \frac{C_o^0}{m}}{C_i^0 - \frac{C_o^0}{m}} \right] \quad (2)$$

실험

1. 시약

본 실험에서는 추출물로 $CdCl_2 \cdot H_2O$ (Junsei Chem. Co., Japan)를 사용하고 추출제로 인산계 산성추출제로 D2EHPA (di(2-ethylhexyl)ester phosphoric acid, 동경화성공업주식회사, Japan)를 사용하였으며 유기용매로는 o-xylene (Junsei Chem. Co., Japan)를 사용하였다.

2. 실험방법

원료액으로는 수용상은 pH 1~6까지의 50ppm Cd 용액을 조제하고, 유기상으로는 0.02~0.1mol/l로 하여 D2EHPA를 o-xylene에 희석하여 1:1의 부피비로 염산으로 포화시켜 조제하였다. module은 미세공 실관 200가닥을 경질 유리용기에 넣어 포팅하고 이송관으로는 실리콘 튜브를 사용하였으며, 실관막 내부로는 미량정량펌프 (MP-3 pump, EYELA, Japan)를 사용하여 수용상을 이송하고, 외부로는 metering 펌프 (QG-20 pump, FMI LAB, U.S.A.)를 사용하여 유기상을 병류흐름으로 이송, 순환시켜 회분식으로 금속이온을 추출하여 수용상 저장액으로부터 1시간간격으로 1ml 씩 채취하여 원자흡광광도계(AA-6501F, SHIMADZU, Japan)로 분석하였다.

결과 및 토의

1. 수용상 초기 pH의 영향

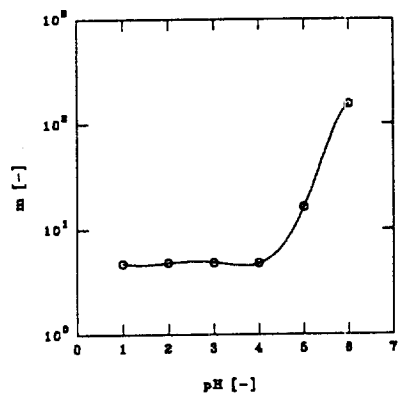


Fig.1. Effect of initial pH in aqueous

2. 수용상 유속의 영향

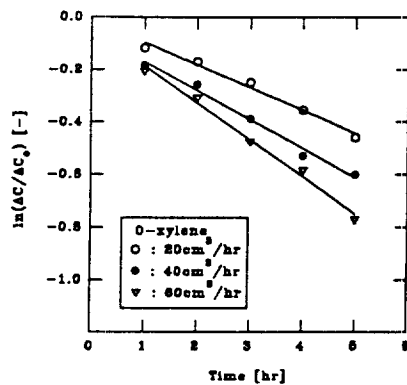


Fig.4. $\ln(\Delta C/\Delta C_0)$ vs. Time with Flow rate variations

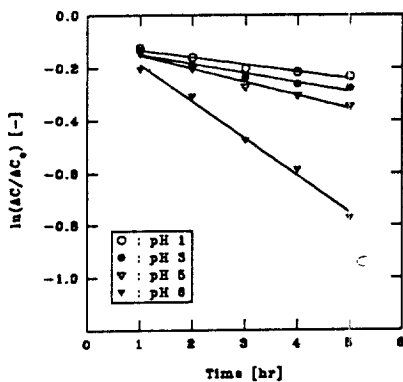


Fig.2. $\ln(\Delta C/\Delta C_0)$ vs. Time with pH variations

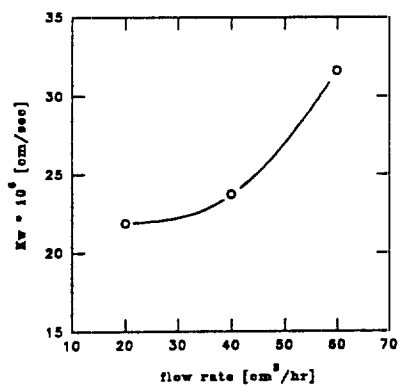


Fig.5. K_w vs. Flow rate of aqueous

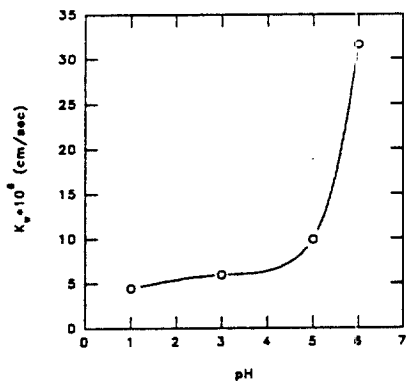


Fig.3. K_w vs. pH of aqueous

3. 추출제 농도의 영향

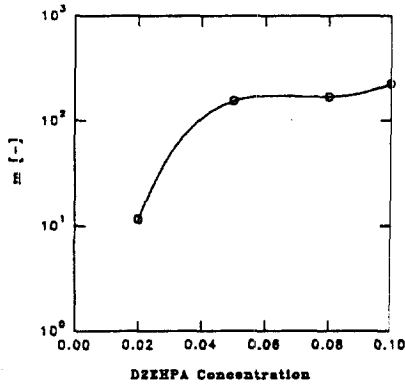


Fig. 6. Effect of C_{D2EHPA} variations in organic

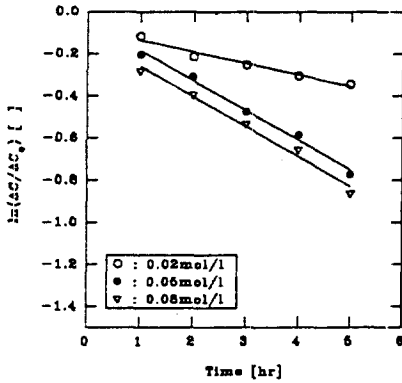


Fig. 7. $\ln(\Delta C/\Delta C_0)$ vs. Time with C_{D2EHPA} variations

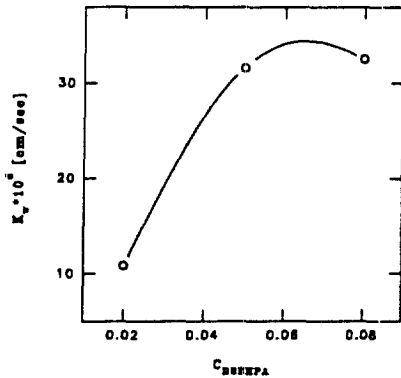


Fig. 8. K_w vs. C_{D2EHPA} variations in organic

Fig.1은 수용상 초기 pH변화에 따른 분배계수의 변화를 보인 것이며, Fig.6은 이 때의 K_w 를 나타내었다. Fig.1과 Fig.6에서 Cd(II) 50ppm 추출의 최적pH로써 pH6임을 확인 하였다.

Fig.4는 유기상 유속을 60cm/hr로 일정히 유지하고 수용상 유속을 변화 시킬 경우의 농도 감쇄비이며 Fig.5은 이때의 K_w 로 수용상의 유속이 증가함에 따라서 K_w 가 증가함을 확인하였다.

Fig.6은 추출제 농도를 변화 시킬 경우의 분배계수 변화를 보인 것으로 추출제 농도 0.05mol/l 이상에서는 Cd 50ppm에 대하여 분배계수가 거의 일정하게 유지됨을 보이고 있다. Fig.8은 추출제 농도 변화시의 K_w 변화로 Fig.6과 비슷한 결과를 보인다. 따라서 Fig.6과 Fig.8로부터 Cd 50ppm 추출에 있어서 추출제 D2EHPA의 최적농도로 0.05mol/l 임을 확인 하였다.

참고문헌

1. Ming-Chim Yang, E. L. Cussler :AIChE J., 32, 11, 1910(1986)
2. Lise Dahuron, E. L. Cussler : AIChE J., 34, 1, 130(1988)
3. A. Sengupta, R. Basu, R. Prasad & K. K. Sirkar : Sep. Sci. & Tech., 23, 1735(1988)
4. A. Kiani, R. R. Bhawe & K. K. Sirkar : J. Memb. Sci., 20, 125(1984)
5. Zhang QI and E. L. Cussler : J. Memb. Sci., 23, 321(1985)
6. Nancy A. D'ella, Lise Dahuron & E. L. Cussler : J. Memb. Sci., 29, 309(1986)
7. Paul R. Alexander and Robert W. Callahan : J. Memb. Sci., 35, 57(1987)