

질량작용법칙과 표면착화모델을 이용한 이온교환 모델링

이인형, 안현경, 김상대

순천향대학교 신소재화학공학부

Ion Exchange Modeling with Mass Action Law and Surface Complexation Models

In Hyoung Rhee · Hyun Kyoung Ahn · Sang Dae Kim

Department of Materials and Chemical Engineerings, Soonchunhyang University

요 약

이온교환은 액체상에 존재하는 이온과 고체상에 존재하는 이온이 양량적으로 치환되는 것으로 정의하며, 치환되는 정도는 일반적으로 전하의 크기와 이온의 수화반경에 따라 달라진다. 지금까지의 이온교환 반응에 대한 모델링 연구는 실험식, 질량작용식, 열역학식, 전기이중층이론, 표면착화모델 등을 이용하여 2 성분에 대하여 다양한 시도를 하였다. 본 연구에서는 2, 3, 4성분에 대해 질량작용법칙과 전기이중층이론을 조합한 표면착화모델과 질량작용법칙을 이용한 모델을 수행하였다. 그 결과 표면착화모델이 질량작용법칙을 이용한 것보다 실험치와 일치함을 알 수 있었다.

1. 서 론

이온교환은 액체상 이온과 고체상 이온이 수지의 전하자리에 대한 정전기력 인력 및 선택적 화학반응을 통해 위치를 서로 교환하는 단위공정이다. 이온교환은 이온교환체의 전하분포가 균일하지 않고, 수반되는 물리화학적 공정이 복잡

하기 때문에 잘 이해되지 않고 있고 이온교환 모델링에서 명확하게 고려되지 않은 복잡한 현상이 수반된다. 따라서 다양한 조건에서 이온교환을 해석하고 예측할 수 있는 일반적인 모델은 현재 존재하지 않는다.

본 연구는 다양한 조건에서 이온교환을 해석하고 예측할 수 있는 일반적인 모델 수립을 위해 2, 3, 4성분에 대해 질량작용법칙과 전기이중층

이론을 조합한 표면착화모델과 질량작용법칙을 이용한 모델을 수행하는데 있다.

같은 결과를 볼 수 있다.

2. 실험

2.1 이온교환 평형실험

이온교환 평형실험은 R-H형태의 양이온 교환수지(IRN-77)를 사용하였고, 총 양이온 농도가 0.05N인 전해질 용액을 제조하여 사용하였다. 전해질로는 Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Zn^{2+} 등의 이온(바탕 음이온이 Cl^- , SO_4^{2-} 인 경우)을 사용하여 2, 3, 4, 5성분 이온교환평형실험을 하였다. 100ml 밀봉 용기에 0.05N 전해질 용액과 R-H형태의 수지를 넣고 완전평형에 도달하도록 12시간 정치한 후 상등수를 채취하여 AAS(Atomic Absorption Spectrometer)로 분석하여 이온교환 정도를 측정하였다.

2.2 이온교환 칼럼실험

이온교환 칼럼실험은 총 양이온 농도가 0.05N인 전해질 용액을 R-H형태의 양이온 교환수지(IRN-77)로 충전된 칼럼에 통과시킨 후 칼럼 하단에서 이온교환이 이루어진 용액을 채취하여 AAS(Atomic Absorption Spectrometer)로 이온 농도를 분석하였다. 2, 3, 4, 5성분 이온교환 칼럼실험의 전해질로는 Na^+ , Mg^{2+} , NH_4^+ , Li^+ 등(바탕 음이온이 Cl^- , SO_4^{2-} 인 경우)을 사용하였다.

3. 결과

3.1 이온교환 평형실험

그림1은 0.05N H-Zn 2성분 일 때 (a)는 질량작용법칙, (b)는 표면착화모델을 적용하여 모델을 수행한 결과로 질량작용법칙을 적용한 경우보다 표면착화모델을 적용한 경우 실험치와 일치하는 것을 볼 수 있다. 그림 2는 0.05N H-Na-NH₄-Zn 4성분 일 때 (a)는 질량작용법칙, (b)는 표면착화모델을 적용하여 모델을 수행한 결과로 그림1과

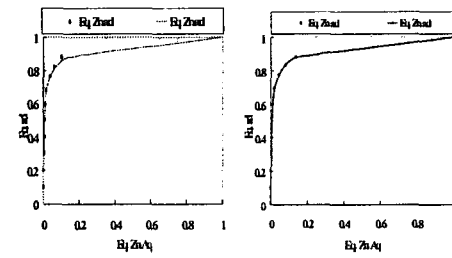


그림 1 0.05N H-Zn 2성분 양이온 평형흡착

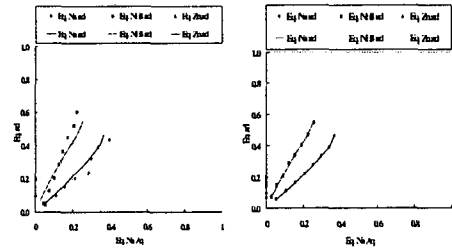
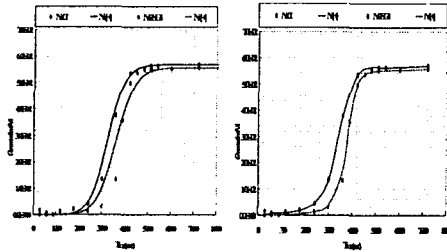


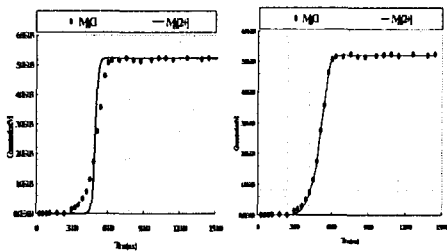
그림 2 0.05N H-Na-NH₄-Zn 4성분 양이온 평형흡착

3.2 이온교환 칼럼실험

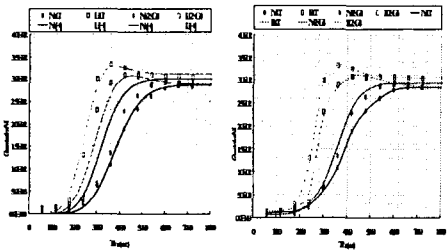
그림3은 0.05N H-Na 2성분 일 때 (a)는 질량작용법칙, (b)는 표면착화모델을 적용하여 모델을 수행한 결과로 질량작용법칙을 적용한 경우보다 표면착화모델을 적용한 경우가 실험치와 일치함을 볼 수 있다. 그림 4는 0.05N H-Mg 2성분, 그림 5는 0.05N H-Na-Ni 3성분 일 때 (a)는 질량작용법칙, (b)는 표면착화모델을 적용하여 모델을 수행한 결과로 그림3과 같은 결과를 볼 수 있다.



(a)질량작용법칙 (b)표면착화모델
 그림 3 0.05N H-Na 2성분 양이온 칼럼흡착



(a)질량작용법칙 (b)표면착화모델
 그림 4 0.05N H-Mg 2성분 양이온 칼럼흡착



(a)질량작용법칙 (b)표면착화모델
 그림 5 0.05N H-Na-Ni 3성분 양이온 칼럼흡착

있다. 일반적인 모델 수립을 위해 표면착화모델과 질량작용법칙에 2, 3, 4, 5 성분을 적용하여 모델을 수행한 결과는 다음과 같다.

첫째, 양이온 흡착과 교환은 바탕음이온의 종류에 영향을 받는다.

둘째, 전기이중층이론과 질량작용법칙을 조합한 표면착화모델은 질량작용법칙을 이용하여 모델을 수행한 결과보다 실험치와 일치함을 볼 수 있다. 표면착화모델은 전기이중층이론과 질량작용법칙만 적용했을 때에 고려되지 않았던 확산층에서의 흡착까지 고려하므로 실제 실험치와 일치하는 값이 나오는 것으로 예측된다.

참고문헌

1. Stumm, W., and Morgan, J. J. (1981), *Aquatic Chemistry*, 2nd ed., Wiley, New York.
2. I. H. R-hee, *J. of KSEE*, 4(3), 195, 1999.

4. 요약 및 결론

본 연구는 다양한 조건에서 이온교환을 해석하고 예측할 수 있는 일반적인 모델을 수립하는데