

## 양쪽성 계면활성제 시스템의 물성 평가

김지성, 임종주\*  
 동국대학교 공과대학 화학공학과  
 (jongchoo@dongguk.edu\*)

### Characterization of Physical Properties of Zwitterionic Surfactant System

Ji-Sung Kim and Jong-Choo Lim\*  
 Department of Chemical Engineering, Dongguk University  
 (jongchoo@dongguk.edu\*)

#### 1. 서론

많은 산업분야에서 세정력, 유연력, 기포력 등을 조절하기 위하여 다양한 용도로 사용되는 계면활성제는 소비량 측면에서 세제산업에서 가장 많은 양을 사용하고 있기 때문에, 세정, 유연, 대전방지, 저자극성 등의 기능을 동시에 구현하는 복합기능의 신규 계면활성제의 개발에 대한 요구가 증가되고 있다. 세정과 피부 및 섬유의 보호기능의 확보는 매우 중요한데, 세정력을 향상시키기 위해서는 세제의 주원료로 사용되는 계면활성제 또는 계면활성제 보조제의 유효력, 침투력, 기포력 등이 증가되어야 하나, 세정력을 높일 경우 오염뿐만 아니라 피부 또는 섬유의 보호 성분까지 모두 제거가 되어 피부와 섬유의 손상이 일어나게 된다. 따라서 세제에 있어 세정력과 더불어 피부 및 섬유의 보호기능의 확보는 매우 중요하다. 계면활성제의 세정력과 피부 및 섬유의 보호기능에 관한 각각의 연구는 많이 진행되었으나 복합 기능에 관한 연구는 전무하며, 특히 계면활성제의 세정력과 유연력의 상관관계에 관한 체계적인 연구는 수행된 적이 없다. 본 연구에서 사용되는 양쪽성 계면활성제는 등전점보다 pH가 높은 알칼리 영역에서는 비이온성 또는 음이온성으로, pH가 낮은 중성 영역에서는 양이온성으로 기능이 전환되므로 각각의 pH에서 계면활성제 수용액의 zeta potential 측정, titration 실험 등을 통해 계면활성제 특성을 규명하고 세정력과 유연력과의 상관관계에 대하여 알아보고자 한다.

#### 2. 실험

##### 2.1 계면활성제 기본 물성 측정

##### 1) 시료 제조 및 표면장력, CMC(critical micelle concentration) 측정

계면활성제 농도와 수용액의 pH에 따라 표면장력을 측정하였으며, 계면활성제 수용액의 농도는 각각 1, 3, 5 wt%로 하였다. pH는 0.1M HCl과 0.1M NaOH를 각각 사용하여 변화시켜 주었으며, ring & plate method tensiometer (K100, Kruss)와 maximum bubble pressure tensiometer (BP2, Kruss)를 이용하여 측정하였다. CMC값은 물농도 변화에 따른 표면장력을 측정하여 결정하였다.

## 2.2 pH 조건에 따른 계면활성제 특성 파악

### 1) Titration, zeta potential 측정을 통한 등전점 확인

Titration을 이용한 Isoelectric point 측정은 계면활성제 농도 5 wt% 이하의 수용액에 대하여 0.1M HCl과 0.1M NaOH 각각 주입하면서 pH 변화를 관찰하여, pH 변화가 급격하게 이루어지는 변곡점을 기준으로 결정하며, 다음으로 0.01 wt% 이하의 계면활성제 수용액을 pH별로 제조하여 zeta potential (ELS-8000, Otsuka) 측정을 통해서 zeta potential이 0인 점을 기준으로 Isoelectric point을 결정하였다.

### 2) E-QCM(quartz crystal microbalance)을 활용한 등전점 및 표면 흡착량 확인

계면활성제 수용액을 pH별로 제조하여 quartz crystal 표면에 흘려주었을 때 frequency 변화량을 측정(Q-sense E4, Q-sense)한 후 진동수 변화를 무게 변화로 환산하여 등전점 및 표면 흡착량을 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

Table 1과 Figure 1의 결과는 양쪽성 계면활성제 시스템의 pH 조건에 따른 표면장력 측정의 결과로 pH 변화에 대하여 표면장력 값은 큰 변화를 보이지 않았다. Figure.2는 CMC 측정값으로 약  $10^{-4}$  mol/L 농도에서 CMC값을 갖는 것을 확인할 수 있다.

Figure.3는 Titration에 의한 Isoelectric point 측정값으로 pH 7 부근에서 급격한 변화를 보이는 것으로 보아 등전점이라고 여겨진다. 또한 Figure 4은 zeta potential 측정을 통해 Isoelectric point 값을 측정한 것으로 pH 7.2 정도의 값에서 Isoelectric point 값이 0을 갖는다. Titration과 zeta potential 측정을 통해서 pH 7 부근에 등전점이 존재할 것이라 여겨진다.

Table.1 Surface tension

| SFT | pH4   | pH6   | pH8   | pH10  |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 1%  | 44.53 | 44.51 | 44.28 | 43.85 |
| 3%  | 43.41 | 43.28 | 43.19 | 42.98 |
| 5%  | 42.87 | 42.68 | 42.56 | 42.22 |

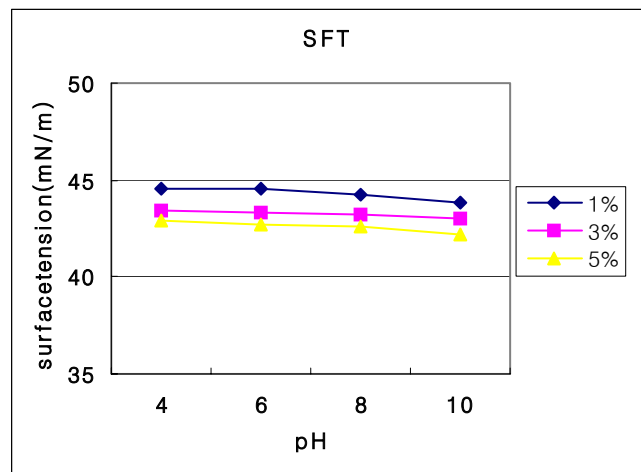


Figure 1. Surface tension of Surfactant solution

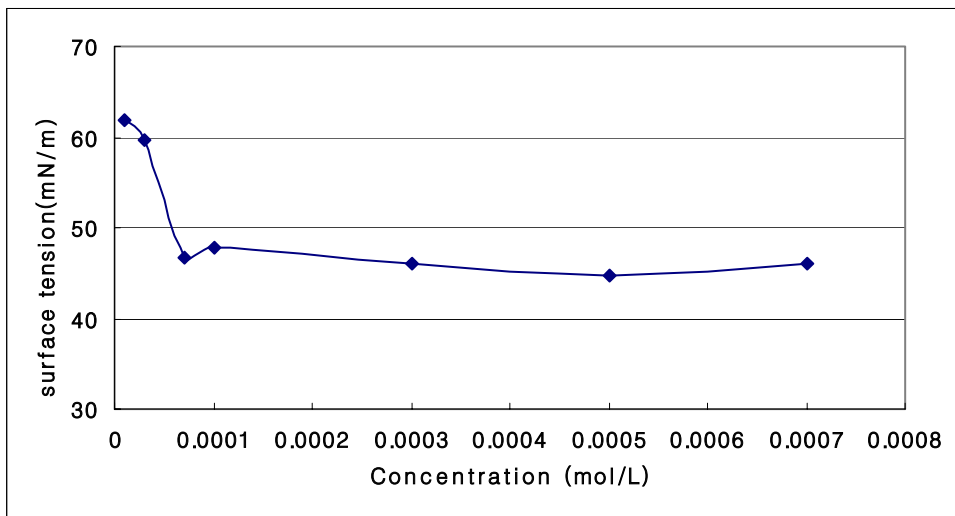


Figure 2. CMC of Surfactant Solution

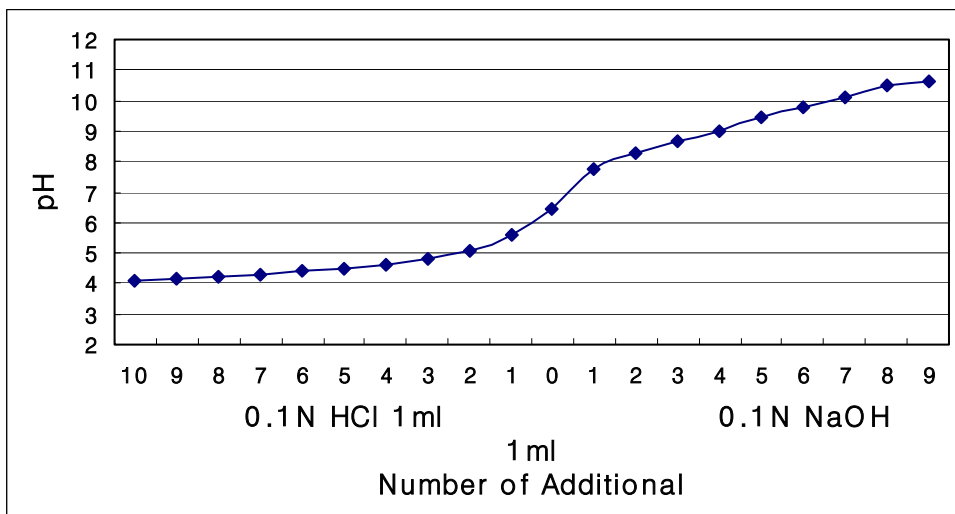


Figure 3. Isoelectric Point of Surfactant Solution

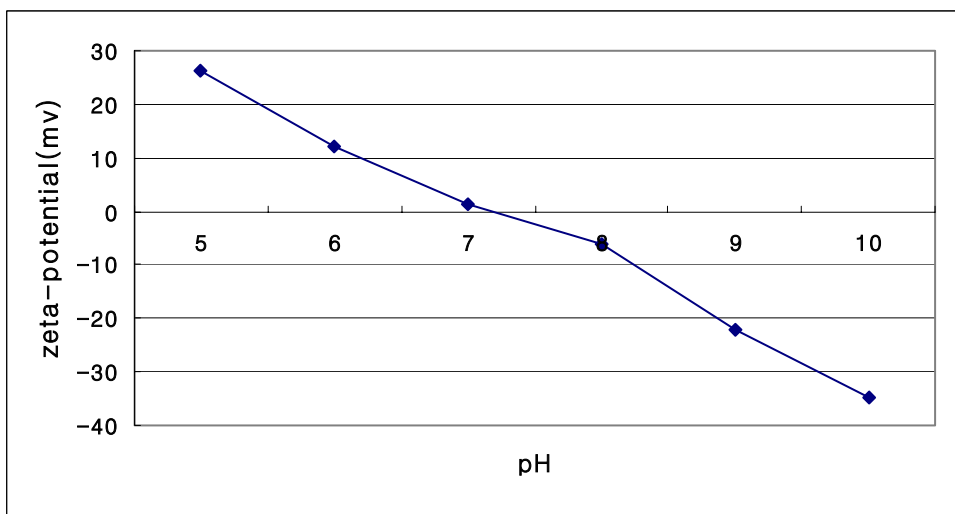


Figure 4. Zeta Potential of Surfactant Solution with pH

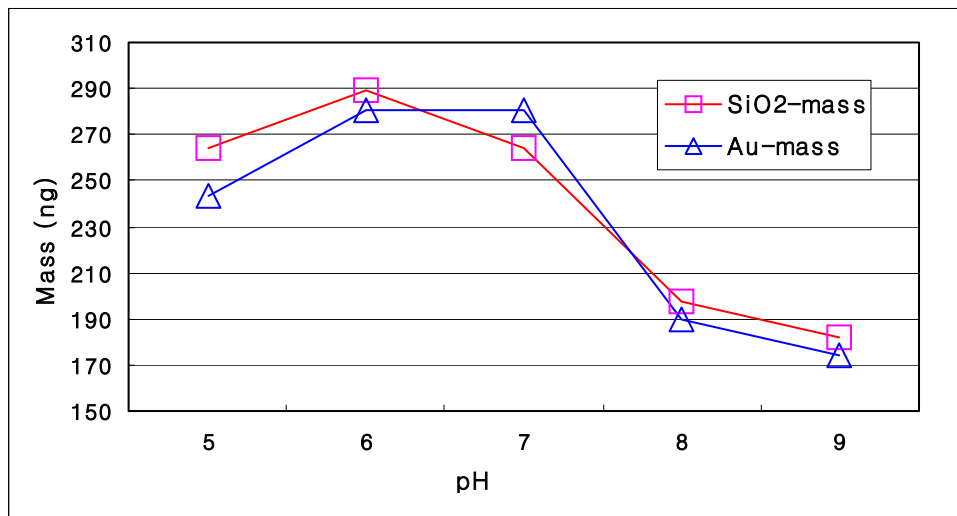


Figure 5. Adsorbed Amounts of Surfactant Solution with pH

Figure 5는 QCM 실험결과로 crystal 표면에 흡착되는 계면활성제 양에 따라 감소되는 진동수를 무게 값으로 환산하여 얻은 값이다. Crystal 표면은 수용액상에서 (-)전하를 띄고 있는데 pH 변화에 따라 음이온성 혹은 양이온성으로 변하는 양쪽성 계면활성제의 특성으로 인하여 등전점 이하의 pH 영역에서는 양이온성 계면활성제로 작용하여 crystal 표면에 흡착되는 양이 많았으나 등전점 이상인 pH 영역에서는 음이온성 혹은 비이온성 계면활성제로 전환되어 crystal 표면에 흡착되는 양이 현저하게 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 결론

본 실험에 사용된 양쪽성 계면활성제는 pH변화에 따라 표면장력, 점도, 접촉각 등의 물성에 큰 변화를 보이지는 않았지만, Titration, Zeta potential, QCM측정의 실험에서 pH 변화에 따라 양이온성에서 음이온성 혹은 비이온성으로 기능이 전환됨을 확인할 수 있었다. 또한 양이온성 계면활성제로 작용함으로써 유연력을 나타내며, 음이온성 혹은 비이온성으로 작용함으로써 세정력을 나타내 하나의 분자로 세정력과 유연력을 동시에 구현하는 복합기능 계면활성제임을 확인할 수 있었다.

#### 5. 참고문헌

- (1) K. H. Raney, W. J. Benton, and C. A. Miller, J. Colloid Interface Sci. 110, 363(1986).
- (2) F. Mori, J. C. Lim and C. A. Miller, Progress in Colloid and Polymer Science 82, 114-121(1990).
- (3) K. H. Raney, W. J. Benton, and C. A. Miller, "Macro-and Microemulsion", D.O Shah Ed., ACS Symp. Ser. #272, American Chemical Society, Washington D.C., 1985.
- (4) Susanna Falt, Lars Wagberg, and Eva-lotta Vesterlind, Langmuir 19, 7895-7903(2003).
- (5) S. Falt, S. Wagberg, E.-L. Vesterlind and P.T. Larsson, Cellulose 11: 151-162(2004).
- (6) Shawn D. Carrigan, George scott, Maryam Tabrizian, Biomaterials 26, 7514-7526(2005).