

## 몇 가지 알코올-수용액에서 Cetylpyridinium Bromide의 미셀화의 열역학적 성질

鄭在\* · 李相旭 · 崔鐵豪  
경북대학교 자연과학대학 화학과  
(1992. 7. 23 접수)

### Thermodynamics of the Micellization of Cetylpyridinium Bromide in Some Aqueous Alcohol Solutions

Jong-Jae Chung\*, Sang-Wook Lee, and Joon-Ho Choi  
Department of Chemistry, College of Natural Sciences, Kyungpook National University,  
Taegu 702-701, Korea  
(Received July 23, 1992)

**요 약.** 몇 가지 알코올-수용액에서 cetylpyridinium bromide(CPB)의 임계미셀농도(critical micelle concentration : CMC) 변화를 8~45°C의 온도범위에서 UV-Vis. 분광광도법으로 측정하였다. CPB용액에 메탄올을 첨가시켰을 경우에는 메탄올이 미셀의 palisade 층으로 거의 가용화되지 않고 물과의 혼합용매 능력을 강화하여 CPB의 CMC를 증가시켰으며, 에탄올과 프로판올을 첨가시켰을 경우에는 미셀내로의 가용화 현상에 의하여 CMC가 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 알코올-수용액에서 약 25°C 이하의 낮은 온도범위에서는 온도가 증가함에 따라 CPB의 CMC가 감소하였으며, 약 25°C의 온도 이상에서는 온도가 증가함에 따라 CMC가 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 한편, 계면활성제의 미셀화에 따른 열역학적 파라미터들 중에 미셀화표준자유에너지( $\Delta G_M^\circ$ )는 전온도 범위에서 음의 부호를 나타내었고, 미셀화표준엔트로피( $\Delta S_M^\circ$ )는 양의 부호를 나타내었으며, 미셀화표준엔탈피( $\Delta H_M^\circ$ )는 대략 25°C를 전후하여 양의 값에서 음의 값으로 변하였다.

**ABSTRACT.** The effects of added alcohols on the critical micelle concentration(CMC) of cetylpyridinium bromide(CPB) were investigated by the UV-Vis spectrophotometer at the temperature range of 8~45°C. The CMC of CPB was increased with the addition of methanol in the whole temperature region studied, while decreased with the addition of ethanol and propanol. The increase of CMC with the addition of methanol may be attributable to the increasing solvent power of the methanol-water mixture, because methanol was scarcely solubilized into the palisade layer of the micelle of CPB. The decrease of CMC with the inclusion of ethanol and propanol may be derived from the solubilization of alcohols into the micelles. On the other hand, the CMC was decreased with the temperature rise in the low-temperature region below about 25°C, and the CMC was increased in the high-temperature region above that. The thermodynamic parameters ( $\Delta G_M^\circ$ ,  $\Delta H_M^\circ$ , and  $\Delta S_M^\circ$ ) of the micellization of CPB were obtained in some aqueous alcohol solutions. In the whole temperature region (8~45°C), the values of  $\Delta G_M^\circ$  were negative, while those of  $\Delta S_M^\circ$  were positive. And in the temperature region below about 25°C the  $\Delta H_M^\circ$  values were positive, while in the temperature region above that the values were negative.

#### 서 론

형성 과정과 CMC에 미치는 전해질과 유기첨가제의  
최근에 비이온성 및 음이온성 계면활성제의 미셀  
영향에 관한 많은 연구가 이루어져 왔다<sup>1-8</sup>. 무기

전해질에 의한 CMC 감소효과는 첨가된 반대이온에 의한 미셀표면의 전하 밀도의 감소로 설명할 수 있고, 소수성기를 가지고 있는 유기첨가제에 의한 CMC 감소효과는 혼합물의 자유에너지 감소와 유기첨가제의 가용화 현상으로 설명할 수 있다<sup>9-11</sup>. 가용화 현상에 대한 연구의 일 예로 Shirahama 등은 음이온 계면활성제인 sodium dodecylsulfate(SDS)의 미셀화에 대한 알코올(1-alkanol: C<sub>4</sub>~C<sub>7</sub>)의 영향에 대하여 연구한 바 있는데, 알코올을 첨가함에 따라 CMC가 감소하였다. 그는 이런 현상을 미셀화 과정에서 알코올이 미셀내로 가용화하여 혼합미셀을 형성하면서 나타나는 엔트로피의 감소에 의한 것으로 설명하였다<sup>12</sup>.

가용화(solubilization)는 물에 잘 녹지 않는 유용성 물질이 계면활성제 용액의 미셀의 존재로 말미암아 미셀속에 녹아 들어가는 것을 말하는데, 이 용어는 McBain에 의하여 처음으로 사용되었다<sup>13</sup>. 최근에는 미셀촉매반응(micellar catalysis)과 같은 반응속도론과 생화학 분야에서도 많은 연구자들이 가용화 현상에 대하여 관심을 가져왔다<sup>14-17</sup>.

미셀용액에 대한 관심의 대상은 주로 미셀의 가용화 능력, 미셀내에서의 가용화 위치, 미셀의 크기 및 구조에 미치는 가용화질의 영향 등에 관한 것이다. 그래서 계면활성제의 미셀화에 미치는 알코올의 영향을 조사하여 미셀의 가용화 능력을 파악하는 것도 흥미있는 연구가 될 것으로 생각된다. 또한 계면활성제의 미셀화에 미치는 온도의 영향에 대한 연구도 미셀형성 과정에 대한 중요한 열역학적 정보를 제공해 줄 뿐만 아니라 용매-용질간의 상호작용에 대한 정보도 제공해줄 수 있을 것이라 생각된다.

본 연구에서는 양이온 계면활성제인 cetylpyridinium bromide(CPB)의 미셀화에 미치는 알코올 및 온도의 영향을 알아보기 위하여, 여러 온도(8~45°C)에서 메탄올, 에탄올 및 프로판올을 CPB 용액에 첨가시켜 UV-Vis 분광광도법으로 CPB의 CMC 변화를 조사하였다. 또한 CPB의 CMC, 미셀표면에 결합한(binding) 반대이온(counterion: Br<sup>-</sup>)의 분율( $\beta$ ), 및 CMC의 온도 의존성을 이용하여 CPB의 미셀화에 따른 열역학적 파라미터들도 계산하였다.

## 실 험

**시약 및 기기.** 양이온 계면활성제인 cetylpyridinium bromide(CPB)는 Merck계 특급시약을 정제하지 않고 그대로 사용하였다. 첨가제로 사용된 알코올(메탄올, 에탄올 및 프로판올)과 KBr은 Fluka계 특급시약을 사용하였으며, 물은 비전도도 값이 10<sup>-7</sup> ohm<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup> 이하인 3차 증류수를 사용하였다. 분광광도계는 Shimadzu model 265 UV-Vis spectrophotometer를 사용하였으며, UV 셀은 두께가 1 cm인 석영셀을 사용하였다.

**CMC 결정.** 각 온도에서 분광광도계의 파장을 270 nm에 고정시키고, CPB의 농도변화에 따른 흡광도를 측정하여 임계미셀농도를 결정하였다. CMC 이전에서 CPB의 농도증가에 따른 흡광도 변화를 나타내는 직선과 CMC 이후에서 나타내는 직선의 교차점으로 CMC를 결정하였다.

## 결과 및 고찰

**알코올의 영향.** 수용액과 몇 가지 알코올-수용액에서 8~45°C의 온도 범위에서 CPB의 흡광도를 측정하여 Fig. 1과 같은 방법으로 CMC값을 결정하여 Table 1에 나타내었고, 이것을 온도와 CMC값을 도시하여 Fig. 2에 나타내었다.

Fig. 1에서 보면 CMC보다 낮은 농도 범위에서 CPB의 농도가 증가함에 따라 흡광도가 크게 변하지

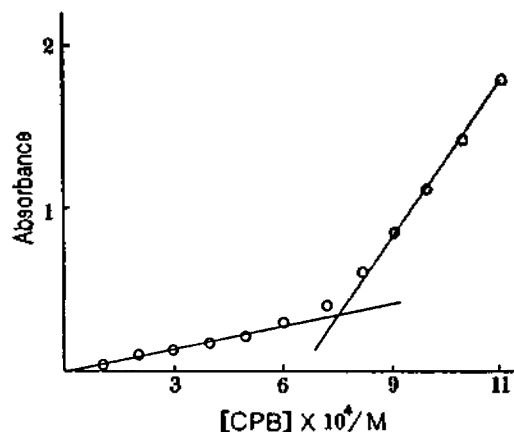


Fig. 1. CMC determination of CPB in water at 25°C as determined by UV-Vis spectrophotometer.

Table 1. CMC values of CPB in 1M alcohol aqueous solutions at various temperatures

[Alcohol]	CMC( $10^{-4} M$ )				
	8°C	15°C	25°C	35°C	45°C
0.00	7.61	7.35	7.09	7.68	9.35
MeOH	8.62	8.13	7.81	8.75	10.02
EtOH	7.38	7.25	6.99	7.41	9.02
PrOH	7.31	7.22	6.95	7.33	8.90

않았는데, 그 이유는 계면활성제의 양이온(cetylpyridinium cation) 부분과 반대이온( $Br^-$ )이 수용액에서 각각 수화된 상태로 느슨하게 이온쌍(ion pair)<sup>18</sup>을 형성하여 charge transfer interaction이 약하게 일어나기 때문이라 생각한다. 반면에 CMC보다 높은 농도 범위에서는 CPB의 농도가 증가함에 따라 흡광도가 급속히 변하는 것은 계면활성제가 CMC 이후 농도에서 미셀을 형성하면 반대이온이 미셀표면에 달라 붙어(binding) 미셀내에서 양이온과 반대이온이 단단한(intimate) 이온쌍을 형성하여 charge transfer interaction이 더욱 강화되기 때문이라 생각된다.

Fig. 2에서 알 수 있듯이 실험한 온도 범위내에서 메탄올이 첨가되었을 경우에는 CPB의 CMC는 증가하였으나, 에탄올과 프로판올이 첨가되었을 경우에는 도리어 감소하였다. 일반적으로 알코올이 물에 첨가되면, 알코올 분자에 의하여 물분자들간의 수소결합이 파괴되고, 물분자와 알코올 분자사이에 새로운 수소결합이 형성될 것으로 예상할 수 있다. 용매인 물분자와 비슷한 구조를 지닌 메탄올을 CPB 용액에 첨가시키면, 메탄올의 가용화(solubilization) 현상이 거의 일어나지 않고, 메탄올-물간의 혼합용매(cosolvent) 능력이 강화되어 계면활성제의 소수성 부분과 물과의 계면에너지를 감소시켜서 더욱 더 많은 양의 단량체를 녹이게 되고, 또한 메탄올은 미셀표면에 존재하는 물과 수소결합을 형성하여 미셀표면의 말단기간의 정전기적 반발력을 증가시키게 된다. 따라서 메탄올이 CPB 용액에 첨가되면 CMC가 증가하는 것으로 생각된다. 반면에 소수성기(hydrophobic groups)를 포함하고 있는 첨가제들은 대체로 소수성 인력의 강화로 인하여 계면활성제의 CMC를 감소시키는 것으로 알려져 있다<sup>19</sup>. 에탄올과

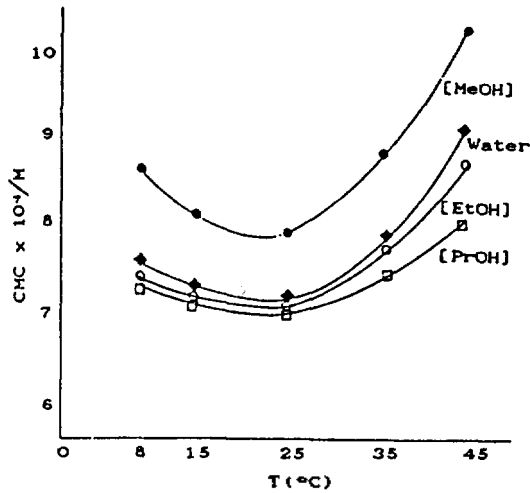


Fig. 2. The effect of temperature on the CMC of CPB in 1M aqueous alcohol solutions.

프로판올의 경우에도 알코올 분자 자체의 소수성기가 작기는 하지만 계면활성제의 소수성 부분과 소수성 인력으로 작용하여 미셀내로 가용화되기 때문에 계면활성제의 CMC를 감소시키는 것으로 생각된다.

미셀표면의 Stern 층에서 계면활성제 분자의 탄소 사슬의 두번째 또는 세번째까지의 부분을 palisade 층이라고 하는데<sup>20</sup>, 에탄올과 프로판올은 각각 탄소 사슬의 수가 2와 3이므로 미셀내에서 이들의 가용화 위치는 palisade 층일 것으로 짐작된다. 이와 같이 미셀내에서 에탄올과 프로판올의 가용화 위치가 palisade 층이라면 이들 알코올이 첨가됨에 따라 계면활성제의 CMC가 감소하는 것은 다음 두 가지 요인에 의한 것이라 생각할 수 있다. 즉 가용화된 알코올 분자들의 입체효과와 palisade 층의 유전상수의 감소에 의한 것이라고 볼 수 있다. 미셀내의 palisade 층에 끼어 들어간 알코올 분자들의 입체효과로 인해서 이온성을 띠고 있는 계면활성제 분자의 말단기간의 평균 거리가 증가하게 될 것이다. 이로 인하여 미셀표면의 전하 밀도가 감소되고, 말단기간의 정전기적 반발력이 감소하여 CMC가 낮아지는 것으로 생각된다. 한편 palisade 층은 용매인 물, 계면활성제의 말단기 부분, 및 약간의 반대이온을 포함하고 있는 것으로 알려져 있는데<sup>20</sup>, 미셀용액에 알코올이 첨가되면 palisade 층의 물분자들이

알코올로 치환되어 palisade 층의 유전상수를 감소시키게 된다. 이로 말미암아 계면활성제의 말단기간의 정전기적 반발력이 더욱 증가하게 된다. 반발력의 증가로 인하여 미셀의 안정도가 약해져서 미셀내의 많은 계면활성제 이온들이 해리하게 되는데, 여기서 해리된 약간의 계면활성제 이온들을 대신하여 알코올 분자들이 침투하여 혼합미셀을 형성하면서 말단기간의 정전기적 반발력이 다시 감소할 것으로 예상된다. 따라서 계면활성제의 미셀화는 알코올(에탄올 및 프로판올)이 첨가되면 첨가되지 않았을 때보다 더욱 낮은 농도에서 일어나는 것으로 생각된다. 또한 Fig. 2에서 알 수 있듯이 CPB 용액에 프로판올을 첨가시켰을 경우가 에탄올을 첨가시켰을 때보다 CMC가 약간 더 감소하였다. 이는 프로판올이 에탄올보다 소수성기가 길기 때문에 계면활성제 분자의 소수성기와 소수결합을 형성하는 것이 더욱 용이하게 작용하기 때문이라 생각된다.

**β의 결정.** β는 계면활성제가 미셀을 형성했을 때에 미셀표면에 반대 이온이 결합된 정도를 나타내는 파라미터인데, (1)식과 같은 염 효과에 대한 Shinoda 식<sup>21</sup>을 이용하여 구할 수 있다. 즉  $\log\text{CMC}$ 와  $\log(\text{CMC} + [\text{KBr}])$ 를 도시하여 그 기울기로부터 β를 구할 수 있다. 여기서 [KBr]는 첨가된 반대이온( $\text{Br}^-$ )의 농도이며,  $(\text{CMC} + [\text{KBr}])$ 은 CMC 근처에서의 반대이온 전체농도를 의미한다. 25°C의 CPB 수용액에서 β값은 0.8076 이었으며, 이 값을 이용하여 열역학적 파라미터를 구하였다.

$$\log\text{CMC} = A - \beta \log(\text{CMC} + [\text{KBr}]) \quad (1)$$

25°C에서 KBr의 농도 증가에 따른 CPB의 CMC 변화를 UV-Vis 분광광도법으로 구하여, 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 2에서 보듯이 첨가된 KBr의 농도가 증가함에 따라 CPB의 CMC는 감소하는 경향을 보이고 있는데, 이는 KBr이 첨가됨에 따라 계면활성제의 반대이온(counterion:  $\text{Br}^-$ )의 양이 증가하게 되어 미셀의 표면당 전하밀도가 감소하여 계면활성제의 말단기간의 정전기적 반발력이 줄어들기 때문인 것으로 생각된다.

**열역학적 성질.** Fig. 2에서 볼 수 있듯이 각 알코올 수용액에서 낮은 온도 영역에서는 온도가 증

Table 2. CMC values of CPB in various KBr aqueous solutions at 25°C

[KBr](M)	CMC( $10^{-4}$ M)
0.00	7.09
0.002	2.65
0.004	1.93
0.006	1.33
0.008	0.94
0.010	0.82

가함에 따라 CPB의 CMC가 감소하다가 어떤 온도 이상에서는 CMC가 다시 증가하는 경향을 보였으며, 약 25°C에서 최소값을 나타내었다.

계면활성제의 CMC, 미셀의 β값, 및 CMC의 온도의존성을 이용한다면, 미셀화에 따른 열역학적 파라미터인 미셀화표준자유에너지( $\Delta G_M^\circ$ ), 미셀화표준엔탈피( $\Delta H_M^\circ$ ), 및 미셀화표준엔트로피( $\Delta S_M^\circ$ )를 계산할 수 있다. 만약 계면활성제 분자의 단순분산과 미셀화된 계면활성제 분자가 가역평형이라고 가정한다면, 일정한 온도와 압력에서  $\Delta G_M^\circ$ 와 CMC 사이에는 식 (2)와 같은 관계가 있다<sup>22-23</sup>.

$$\Delta G_M^\circ = (1 + \beta)RT \ln\text{CMC} \quad (2)$$

이 식에서  $R$ 은 기체상수이고,  $T$ 는 절대온도이다. 미셀을 하나의 상으로 간주한다면,  $\Delta H_M^\circ$ 는 식 (3)과 Clausius-Clapeyron 형태의 방정식을 이용하여 계산할 수 있다.

$$\Delta H_M^\circ = -(1 + \beta)RT^2 \left( \frac{d \ln\text{CMC}}{dT} \right) \quad (3)$$

이 식에서  $\ln\text{CMC}$ 를 온도  $T$ 의 이차함수로 가정하면 (4)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln\text{CMC} = A + BT + CT^2 \quad (4)$$

여기서  $A$ ,  $B$  및  $C$ 는 상수를 나타낸다. (4)식을 일정 압력에서 온도에 대해 미분하여 (5)식을 얻고, (3)식과 (5)식으로부터 (6)식을 얻는다.

$$(\partial \ln\text{CMC} / \partial T)_p = B + 2CT \quad (5)$$

$$\Delta H_M^\circ = (1 + \beta)RT^2(B + 2CT) \quad (6)$$

(4)식을 이차 최소자승법으로 처리하여 상수  $A$ ,

Table 3. Thermodynamics of micellization of CPB in water

Temp. (°C)	CMC ( $10^{-4} M$ )	$\Delta G_M^\circ$ (kcal/mol)	$\Delta H_M^\circ$ (kcal/mol)	$\Delta S_M^\circ$ (eu/mol)
8	7.61	-7.25	1.16	29.91
15	7.35	-7.47	0.22	26.69
25	7.09	-7.76	-4.41	11.26
35	7.68	-7.94	-4.71	10.48
45	9.35	-7.97	-5.02	9.27

Table 4. Thermodynamics of micellization of CPB in 1M methanol solutions

Temp. (°C)	CMC ( $10^{-4} M$ )	$\Delta G_M^\circ$ (kcal/mol)	$\Delta H_M^\circ$ (kcal/mol)	$\Delta S_M^\circ$ (eu/mol)
8	8.62	-7.29	1.66	31.83
15	8.13	-7.54	0.74	28.74
25	7.81	-7.84	-4.38	11.60
35	8.75	-7.98	-4.68	10.71
45	10.02	-8.05	-4.99	9.62

B 및 C를 구하여 (6)식에 대입하여  $\Delta H_M^\circ$ 를 계산하였다. 또한  $\Delta S_M^\circ$ 는 식 (7)으로부터  $\Delta H_M^\circ$ 과  $\Delta G_M^\circ$ 의 값들을 이용하여 계산하였다.

$$\Delta S_M^\circ = \frac{\Delta H_M^\circ - \Delta G_M^\circ}{T} \quad (7)$$

이와 같이 처리하여 얻은 계면활성제의 미셀화에 따른 열역학적 파라미터들을 Table 3~6에 나타내었다.

단량체(monomer) 상태의 계면활성제 분자의 수소성 탄화수소 사슬끼리 회합하게 되면, 계(system)의 자유에너지가 감소하는데, Table 3~6에 나타낸  $\Delta G_M^\circ$ 의 값들이 이 사실을 잘 말해주고 있다. 이는 계면활성제의 미셀화가 열역학적으로 자발적임을 의미한다. 그리고 긴 탄화수소 사슬을 지니고 있는 단량체 상태의 계면활성제 분자는 탄화수소 사슬 주위에 더욱 더 질서 정연한 단단한 물의 iceberg 구조를 형성하여 계의 엔트로피를 감소시킨다. 여기에 계면활성제가 더욱 첨가되면 계면활성제는 수소성 부분인 탄화수소 사슬이 안쪽으로 배열하면서 서로 회합하여 미셀을 형성하게 된다. 계면활성제가 미셀을 형성하려면 단량체 주위의 물의 iceberg 구

Table 5. Thermodynamics of micellization of CPB in 1M ethanol solutions

Temp. (°C)	CMC ( $10^{-4} M$ )	$\Delta G_M^\circ$ (kcal/mol)	$\Delta H_M^\circ$ (kcal/mol)	$\Delta S_M^\circ$ (eu/mol)
8	7.38	-7.24	0.92	28.99
15	7.25	-7.40	0.95	28.97
25	6.99	-7.73	-4.03	12.41
35	7.41	-7.92	-4.30	11.75
45	9.02	-7.95	-4.59	10.56

Table 6. Thermodynamics of micellization of CPB in 1M propanol solutions

Temp. (°C)	CMC ( $10^{-4} M$ )	$\Delta G_M^\circ$ (kcal/mol)	$\Delta H_M^\circ$ (kcal/mol)	$\Delta S_M^\circ$ (eu/mol)
8	7.31	-7.23	1.88	32.40
15	7.22	-7.42	0.89	28.84
25	6.95	-7.71	-3.89	28.84
35	7.33	-7.91	-4.16	12.17
45	8.90	-7.95	-4.43	11.06

조가 파괴되어 계의 엔트로피가 증가하게 되므로, Table 3~6에서 보듯이 모든 온도범위에서  $\Delta S_M^\circ$ 는 양의 값을 가지게 된다. 한편 온도가 증가하면 단량체 주위에 형성된 물의 iceberg 구조가 느슨해지고 무질서도가 증가하므로 미셀형성에 따른 엔트로피 변화는 온도가 증가함에 따라 감소하는 것으로 생각된다.

Table 3~6에서 보듯이 저온에서는  $\Delta H_M^\circ$ 가 양의 값을 가지지만 약 25°C 이상의 높은 온도에서는 음의 값을 나타내고 있다. 이는 단량체 상태의 계면활성제 주위의 물 구조와 미셀 주위의 물분자들의 구조적 재배열로 설명할 수 있을 것으로 생각된다. 미셀 형성은 엔트로피와 엔탈피의 증가로 인하여 물의 iceberg 구조를 파괴시키게 되는데, 낮은 온도에서는 CMC 이상의 농도에서 미셀 상태의 계면활성제의 엔탈피는 같은 양의 단량체 상태의 계면활성제의 엔탈피보다 큰 것으로 알려져 있다<sup>2</sup>. 그러므로 낮은 온도에서의 전체 미셀화엔탈피가 양의 값으로 나타나는 것으로 생각된다. 반면에, 높은 온도(약 25°C 이상) 범위에서는 물의 iceberg 구조가 느슨해져서 미셀상태의 엔탈피 증가가 단량체 상태의 계면활성제의 엔탈피 증가보다 작은 것으로 알

려져 있다<sup>25</sup>. 그러므로 전체 온도 범위에서 온도가 증가함에 따라 어떤 온도 범위에서  $\Delta H_M^\circ$ 가 양의 값에서 음의 값으로 변하는 것으로 생각된다.

## 결 론

양이온 계면활성제인 cetylpyridinium bromide (CPB)의 미셀화 과정에 미치는 몇 가지 알코올의 영향 및 온도의 영향에 대해 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 메탄올은 cetylpyridinium bromide(CPB)의 임계미셀농도(CMC)를 증가시켰으며, 반면에 에탄올과 프로판올은 CMC를 감소시켰다. 이와 같은 사실은 이미 보고된 다른 논문의 경향과 같은 현상임을 알았다.

2. CPB의 CMC는 낮은 온도에서는 온도가 증가함에 따라 감소하다가 약 25°C 이상의 높은 온도 범위에서는 온도가 증가함에 따라 다시 증가하는 경향을 보였다.

3. 실험된 전체 온도범위에서  $\Delta G_M^\circ$ 는 음의 값을 나타내었고,  $\Delta S^\circ$ 는 양의 값을 나타내었다. 한편  $\Delta H_M^\circ$ 는 약 25°C를 전후하여 양의 값에서 음의 값으로 변하였다.

## 인 용 문 헌

1. R. J. McGreeve and R. S. Schechter, *J. Colloid Interface Sci.*, **127**, 209 (1989).
2. M. Nakaguki and S. Yokoyama, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **58**, 753 (1985).
3. M. Manabe and M. Koda, *ibid.*, **51**, 1599 (1978).
4. N. Nishikido, Y. Moroi, H. Uehara, and R. Matuura, *ibid.*, **47**, 2634 (1974).
5. H. Hoiland, E. Ljosland, and S. Backlund, *J. Colloid Interface Sci.*, **101**, 467 (1984).
6. H. N. Singh and S. Swarup, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **51**, 1534 (1978).
7. A. M. Blokhuis, H. Hoiland, E. Gilje, and S. Backlund, *J. Colloid Interface Sci.*, **124**, 125 (1988).
8. K. Hayase and S. Hayano, *ibid.*, **63**, 446 (1978).
9. H. Hoiland, A. M. Blokhuis, O. J. Kvammen, and S. Backlund, *ibid.*, **107**, 576 (1985).
10. A. M. Blokhuis, H. Hoiland, and S. Backlund, *ibid.*, **114**, 9 (1986).
11. R. Zana, C. Picot, and R. Duplessix, *ibid.*, **93**, 43 (1983).
12. M. Manabe, M. Koda, and K. Shirahama, *J. Colloid Interface Sci.*, **77**, 189 (1980).
13. P. Mukerjee, "Solution Chemistry of Surfactants (K. L. Mittal ed.)" Vol. 1, p. 393, Plenum Press, New York, 1979.
14. C. J. O'conner, E. J. Fendler, and J. H. Fendler, *J. Am. Chem. Soc.*, **95**, 600 (1973).
15. T. C. Bruice, J. Katzhendler, and L. R. Feder, *ibid.*, **90**, 1333 (1968).
16. D. Piszkiwics, *ibid.*, **98**, 3053 (1976).
17. K. Martinek, A. P. Osipov, and I. V. Berezin, *Tetrahedron*, **31**, 709 (1975).
18. M. D. Vijlder, *J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1*, **81**, 1369 (1985).
19. K. L. Mittal, Ed., "Micellization, Solubilization and Microemulsions", Vol. 1 and 2, Plenum Press, New York, 1977.
20. R. Zana, S. Yiv, C. Strazielle, and P. Lianos, *J. Colloid Interface Sci.*, **80**, 208 (1981).
21. K. Shinoda, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **26**, 101 (1953).
22. E. Jungermann, "Cationic Surfactants", Marcel Dekker, New York, N. Y. 1969.
23. J. J. Chung, S. W. Lee, B. G. Roh, and J. H. Choi, *J. Kor. Chem. Soc.*, **36**, 28 (1992).
24. J. Clifford and B. A. Pethica, *Trans. Faraday Soc.*, **60**, 216 (1964).
25. M. Tanaka, S. Kaneshina, T. Tomida, K. Noda, and K. Aoki, *J. Colloid Interface Sci.*, **44**, 525 (1973).