

음/비이온계 혼합계면활성제 용액에서 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산안정성

정선영 · 강인숙

창원대학교 자연과학대학 의류학과

The Dispersion Stability of $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ Particulate Soil in the Anionic/Nonionic Mixed Surfactant Solution

Jung Sun-Young · Kang In-Sook

Dept. of Clothing & Textiles, Changwon National University
(2004. 2. 20. 접수)

Abstract

To estimate dispersion stability of particles in anionic and nonionic surfactant mixed solution, suspending power was examined as functions of duration time of suspension, ionic and nonionic surfactant mixed ratio, surfactant concentration, kinds of electrolyte, ionic strength and mole numbers of oxyethylene additions to nonionic surfactant using $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particle as the model of particulate soil. The suspending power of anionic and nonionic surfactant mixed solution was relatively higher than that of anionic and nonionic surfactant single solution regardless of solution concentration. The suspending power was gradually decreased with increasing duration time of suspension. In the absence of electrolyte, the effect of surfactant concentration on suspending power was small but in solution with electrolyte, suspending power was lowest at 1% surfactant concentration. With 1×10^{-3} ionic strength and polyanionic electrolyte in solution, the suspending power was high but effects of oxyethylene mole number to nonionic surfactant on suspending power was small. Generally the suspending power was gradually increased with decreasing the particle size. Hence the suspending power was inversely related to the particle size.

Key words: $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particle, Anionic and nonionic mixed surfactant, Suspending power, Particle size; $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자, 음/비 혼합계면활성제, 분산력, 입자의 입도

I. 서 론

현재 시판되는 세제는 대부분 계면활성제를 혼합하는데, 이는 계면활성제를 한가지 이상 혼합하여 사용하면 여러 측면에서 상승효과를 기대할 수 있기 때문이다(Cox & Matson, 1995; Scamehorn et al., 1982). 혼합계면활성제에서의 상승효과는 분자 구조적 측면과 계면활성제간의 상호작용에 의한 측면으로 나누어 생각해 볼 수 있는데, 전자는 상대적으로 구조가 유사

본 연구는 한국과학재단 우수여성과학자도약지원연구(R04-2001-000-00132-0)지원으로 수행되었음.

하거나 같은 이온특성을 갖는 계면활성제들이 혼합될 때, 후자는 주로 이온특성이 다른 계면활성제들을 혼합할 때 얻어질 수 있는 효과이다. 음이온계와 비이온계 계면활성제를 혼합하면 계면활성제 상호간의 작용에 의해 순수한 한 종류 계면활성제와는 그 집합구조인 액체표면에 흡착한 단분자층과 미셀구조에 차이가 난다. 미셀은 음이온계면활성제 사이에 비이온계면활성제가 자리하여 음이온계에서 하전을 띠는 친수기가 떨어져 stem층의 전기적 반발을 감소하여 혼합 미셀의 형성이 쉬워 cmc가 낮아진다. polyoxyethylene을 가진 비이온계면활성제는 에테르의 산소원자가

음으로 극성을 가져 양이온과 결합하여 극소수의 oxonium salt를 만들어 실제로는 양의 하전을 띄는 것도 음이온 계면활성제와 미셀형성에 도움에 도움을 주어 미셀의 계면활성제 응집수가 증가하게 되고 이는 가용화를 증진시키는 효과를 주게 된다. 그리고 혼합계면활성제 용액의 표면활성도 단독에 비해 많은 차이를 가지고 있는데, 일반적으로 혼합계면활성제의 표면활성이 단독계면활성제에 비해 낮다(정혜원, 2002).

따라서 계면 전기적요소 및 입체적 안정화 효과에 많은 영향을 받고 있는 입자오구의 분산안정성은 단독계면활성제 용액과는 상당히 다른 특성을 가지게 될 것이다.

고형오구 입자의 분산안정성은 세척과정에서 입자들이 서로 만나는 동안에 형성되는 입자사이의 상호작용에 의하여 결정되는데, 입자회합의 주원인은 입자사이의 반데르발스 인력이고, 회집에 대항하는 힘은 같은 부호로 하전된 전기이중층 사이의 반발작용과 입자와 용매간의 친화성 등에 영향을 받게 된다(강인숙, “제1보”, 2002). 일반적으로 용액속에 들어 있는 고형입자는 이온화, 이온흡착, 이온용해 현상에 의해 표면전하가 생기고, 이와 반대로 하전된 표면사이에 전기이중층이 만들어진다(Shaw, 1970). 이때 입자와 입자간에는 입자들레의 전기이중층 확산부의 중첩으로부터 상호간 반발작용에너지가 형성되지만 용액의 조건에 따라 이중층이 축소되든가 표면전기가 작아 반발력이 감소되면 입자는 쉽게 인력이 우세한 작용권내로 들어가게 되어, 두 입자가 쉽게 응집하게 된다. 또한 고분자물질의 표면흡착에 의한 입체적 안정화에 따른 입자응집의 보호메카니즘은 입자와 입자끼리 서로 가까워짐에 따라 이들 사슬사이의 상호작용으로 엔트로피의 감소와 함께 자유에너지에도 변화가 생겨서 입자가 회합하는 것을 방해하게 된다. 입자들레의 흡착막출현은 입자 사이에 반데르 발스 인력이 지배적으로 작용할 만큼 가까워지기 전에 상당한 자유에너지의 소모를 필요로 하게 한다. 그러므로 입자와 입자간의 전기적 반발력에도 상당한 영향을 줄 수 있다(이근우, 고평호, 1981). 용액에서 고형오구의 계면활성제 표면흡착에 따른 전기적 반발 효과는 고형입자와 입자간의 표면전위에 기인하는 전기이중층에 의한 반발력이 기본이 되고, 입체적 안정화 효과는 용액 속에 존재하는 계면활성제의 표면

흡착에 따른 엔트로피적 안정화에 기인한 것이다. 그런데 이러한 효과들은 용액의 계면 화학적 특성에 따라 아주 달라질 수 있기 때문에 계면활성제의 혼합에 따라 변화된 계면특성으로 말미암아 혼합계면활성제 용액에 있어 입자오구의 분산안정성은 단독계면활성제 용액의 분산안정성과 차이가 있으리라 생각된다.

그리하여 이 연구에선 입자의 분산안정성에의 전기적 반발효과와 입체적 안정화효과를 동시에 검토하기 위하여 이러한 효과에 영향을 주게되는 용액조건으로 계면활성제 농도, 이온강도, 전해질의 종류, 비이온계 계면활성제의 부가몰수에 변화를 주어 음이온과 비이온 계면활성제의 혼합비를 달리하여 고행오구 입자의 분산안정성을 단독계면활성제 용액에서의 입자 분산안정성과 비교하였다.

II. 실험

1. 시약

sodium dodecylbenzene sulfonate(DBS)와 nonylphenol polyoxyethylene ether, EO10(NPE)를 사용하였고 그 외 시약은 1급 이상을 사용하였고, 실험에 사용된 물은 증류수를 이온교환수지로 탈이온화하여 사용하였다.

실험에 사용된 혼합계면활성제 용액의 음/비이온 계면활성제 혼합비는 다음과 같다.

| | | | | |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| DBS 100% | DBS 75% NPE 25% | DBS 50% NPE 50% | DBS 25% NPE 75% | NPE 100% |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|

2. 실험방법

1) α -Fe₂O₃ 입자의 제조(Matijevic & Scheinet, 1978)
 $5 \times 10^{-3} \text{ mol/l HCl}$ 을 함유한 $3.15 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ 의 FeCl₃ 용액(pH 3)을 밀폐하여 100°C 항온수조에서 14일간 숙성시켜, α -Fe₂O₃ 입자를 제조했으며 원심분리 후 윗물을 버리고 다시 증류수로 분산액을 만들어 원심분리하는 수세과정을 10회 반복하여 과잉의 Fe³⁺와 Cl⁻를 제거하였다. 원심분리한 침전물을 80°C에서 12시간 건조한 후, 다시 300°C에서 1시간 열처리하였다.

2) X-선 회절분석

α -Fe₂O₃ 입자의 확인을 위하여 X-ray diffractometer

(Cu, $\lambda=1.5406\text{\AA}$ Monochromator, MPD X'PERT PW2540, Philips CO.)를 사용하여 2θ 는 $20\sim 90^\circ$ 까지 scanning 하여 얻은 X선 회절곡선을 확인하였다.

3) SEM에 의한 형태 관찰

주사형 전자현미경(JSM-5800 Joel.)을 사용하여 Au로 ionspatter, 180sec, 2500배 확대하여 PET적물에 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자 부착형태를 관찰하였다.

4) $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 정량

6N HCl 용액으로 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 를 용해하여, hydroxylamine hydrochloride로 환원, o-phenanthroline으로 발색시켜, UV-Vis spectrometer(Hewlett-Packard 8452 Diode Array Spectrophotometer)로 510nm에서 흡광도를 측정하여 미리 작성한 검량선에 의하여 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 양을 산출하였다.

5) 분산력

0.05% $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자를 함유한 20ml의 계면활성제 용액을 25ml 시험관에 넣고 5분간 초음파를 켜어 일정하게 분산시킨 액(A)를 1시간 정지한 다음 액의 중간높이에서 5ml의 분산액(B)을 취한다. 이 용액을 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 정량법에 따라 정량하여 다음식으로 분산력을 구하였다.

$$\text{분산력} = \frac{\text{B용액의 } \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3 \text{ 량}}{\text{A용액의 } \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3 \text{ 량}} \times 100(\%)$$

6) 입도 측정

혼합계면활성제 용액에 0.05% $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자를 넣은 용액을 5분간 초음파를 켜어 일정하게 분산시킨 후 입도분석장치(Mastersizer X, Malvern Instrument Ltd.)에 넣고 20분 동안 순환시킨 후 분산액의 입도분포를 측정하여, 체적평균으로 표시하였다.

III. 결과 및 고찰

<Fig. 1>은 제조된 입자의 X선 회절곡선으로서, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 전형적인 X선 회절곡선을 보여 주어 제조된 입자는 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자임을 확인하였다. <Fig. 2>는 제조된 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자를 3000배 확대시킨 SEM사진인데, 이를 보면 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 형태는 거의 구형에 가깝고 입자크기는 $0.5\mu\text{m}$ 정도로 균일하였다.

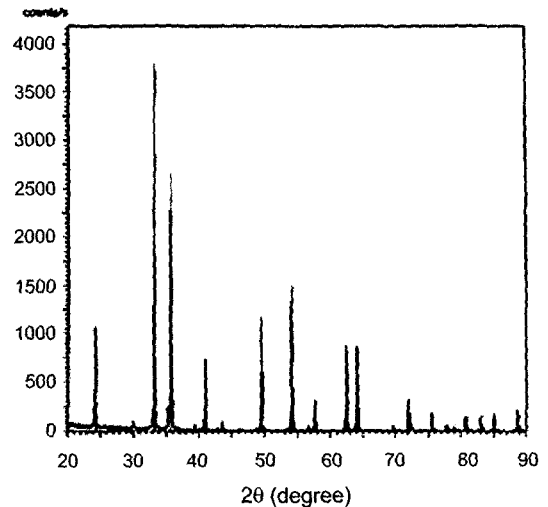


Fig. 1. X-ray diffraction diagram of $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particles.

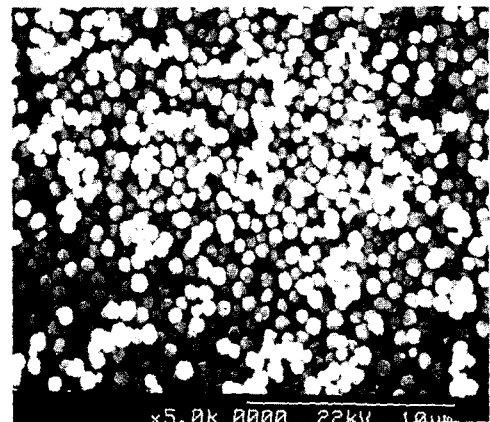


Fig. 2. Scanning electron micrograph of $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particles.

1) 분산력

입자의 분산안정성은 분산된 용액의 분산력으로 직접 추정이 가능하지만, 입자의 입도도 입자의 분산안정성을 간접적으로 예측할 수 있게 하므로 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산안정성을 알아보기 위하여 입자의 분산력과 입자의 입도를 함께 측정하였고, 양자간의 상호관련성을 알아보았다.

분산력에 영향을 줄 수 있는 용액조건으로 입자분산 용액의 방치시간, 계면활성제 농도, 전해질 첨가유무, 이온강도, 전해질의 종류, 그리고 비이온계 계면활성제의 친수성에 영향을 주는 oxyethylene ether의 부가몰수에 변화를 주어 각 용액에서 입자의 분산력

을 검토하였다.

계면활성제 용액에 분산된 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산안정성을 분산액의 방치시간에 따라 검토한 결과는 <Fig. 3>과 같다. 계면활성제용액의 종류와 계면활성제의 단독 및 혼합여부에 관계없이 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산력은 분산액의 방치시간이 증가할수록 저해된다. 일반적으로 방치시간에 따라 약간의 차이는 있지만 음이온계 계면활성제인 DBS와 비이온계 계면활성제

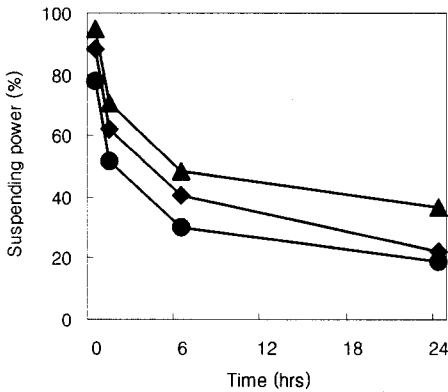


Fig. 3. Suspensing power of anionic-nonionic mixed surfactant solution with $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particles as a function of time.

Mixed surfactant ratio : ◆ DBS 100%,
▲ DBS 50% /NPE 50%, ● NPE 100%
Mixed surfactant conc. : 0.1%
Ionic strength : 1×10^{-3}

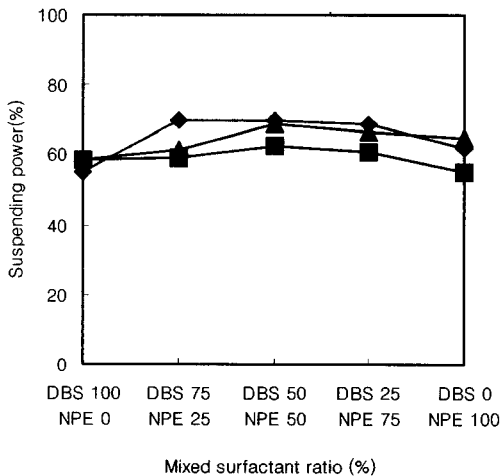


Fig. 4. Effect of surfactant concentration on suspensing power of anionic-nonionic surfactant mixed solution with $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particles.

Surfactant conc. : ◆ 0.01%, ■ 0.1%, ▲ 1%
Eleetrolyte : none

인 NPE의 단독계면활성제 보다는 음이온계 계면활성제와 비이온계 계면활성제의 혼합 계면활성제 용액에서 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산력이 좋았다. 단독 계면활성제 용액에서는 음이온계인 DBS가 비이온계인 NPE 보다 입자의 분산력이 좋은데 이는 강인숙("제1보", 2002)의 연구와 일치하는 결과이지만 분산액의 방치시간에 따른 분산력 저하속도는 NPE단독과 DBS와 NPE가 혼합된 계면활성제 용액에 비하여 높았다.

<Fig. 4>와 <Fig. 5>는 혼합계면활성제 농도를 0.01%, 0.1%, 1%로 달리하여 계면활성제의 농도에 따른 음/비이온계 계면활성제의 혼합비 효과를 전해질의 유,무에 따라 알아본 결과이다.

이에 따르면 계면활성제의 농도, 전해질의 첨가 유무에 관계없이 단독 계면활성제 용액보다 혼합계면활성제 용액에서 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산력은 좋았다. 그러나 전해질의 첨가 유무에 따른 혼합계면활성제의 농도효과는 달랐다. <Fig. 4>는 전해질이 첨가되지 않았을 때, 계면활성제의 농도에 따른 분산력을 측정 한 결과이다. 이에 의하면 계면활성제의 농도가 희박하거나 농후한 경우에 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산력이 좋다. 이는 DBS 단독 계면활성제 용액을 사용한 기존 보고(강인숙, 김병주, 2002)와 일치한다. 전해질을 첨가하여 같은 조건에서 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산력을 측정 한 <Fig. 5>에 의하면 계면활성제의 농도가 농후

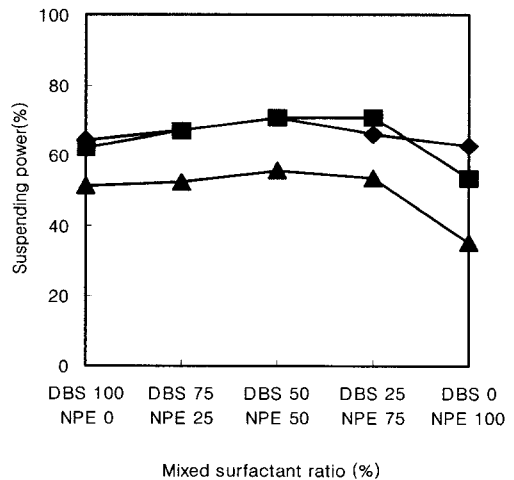


Fig. 5. Effect of surfactant concentration on suspensing power of anionic-nonionic surfactant mixed solution with $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particles.

Ionic strength : 1×10^{-3} , Electrolyte : NaCl
Mixed surfactant con. : ◆ 0.01%, ■ 0.1%, ▲ 1%

할수록 분산력은 저하한다. 혼합계면활성제의 농도가 증가할수록 전해질의 첨가효과는 크게 나타났다. 계면활성제의 농도가 1%인 경우 전해질이 첨가되면 분산력은 저하하지만 반대로 계면활성제의 농도가 낮으면 전해질을 첨가하는 것이 그 반대 경우보다 오히려 분산력은 좋아진다. 전해질 첨가는 고체표면에 계면활성제의 흡착을 도와주는 것으로 되어 있는데 (강인숙, “제3보”, 2002), 1%의 고농도 계면활성제 용액에서는 전해질의 도움 없이 최대 계면활성제의 흡착량에 도달될 수 있기 때문에 전해질 첨가에 따른 분산력의 향상은 없고 오히려 이온강도가 높을수록 분산력이 저하되는 것은 계면흡착에 있어 전해질과 계면활성제가 서로 경쟁적 관계에 있기 때문인 것으로 생각된다.

음/비이온계 혼합계면활성제 용액에서 음이온계, 비이온계 단독 계면활성제 용액에 비해 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산력이 우수하였다. 이를 보다 구체적으로 파악하기 위하여 첨가비율을 달리한 단독 계면활성제의 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산력을 측정된 결과는 <Fig. 6>과 같다.

이에 의하면 DBS의 경우 혼합비에 상관없이 분산력이 거의 유사한 반면 NPE의 경우 혼합비율이 클수록 분산력은 오히려 감소하였다. 따라서 계면활성

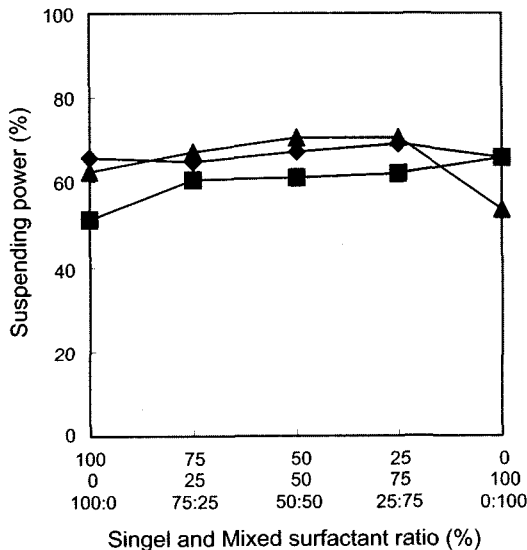


Fig. 6. Effects of single surfactant on suspending power of surfactant solution with $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particles.
 Ionic strength : 1×10^{-3} , Surfactant conc. : 0.1%
 Electrolyte : NaCl
 Surfactant : ◆ DBS, ■ NPE, ▲ Reference (DBS+NPE)

제의 농도는 분산력의 상승효과에 영향이 미미하거나 오히려 분산력을 감소시킴에도 불구하고 혼합계면활성제 용액에서 분산력이 상승하는 것은 음이온계와 비이온계 계면활성제가 혼합되면 상호보완적인 효과를 내기 때문이라고 생각된다.

혼합계면활성제 용액에서 전해질종류에 따른 분산 안정성을 알아보기 위하여 혼합계면활성제의 농도를 0.1%, 전해질의 이온강도를 1×10^{-3} 으로 일정하게 하여 전해질 종류별 분산력을 측정된 결과 <Fig. 7>과 같다.

이에 의하면 전해질을 첨가하지 않았을 때보다 전해질을 첨가하였을 때 분산력이 급격히 증가하였다. 또한 첨가되는 전해질의 종류에 따라 분산력은 많은 차이가 있고, DBS/NPE 혼합비에 따른 분산력의 효과도 달랐다. 첨가하는 전해질이 알칼리성일 때가 중성염일 때보다 분산력이 우수하였고, 음이온과 비이온계 계면활성제의 혼합비에 따른 효과도 적었다. 반면에 전해질이 중성염인 경우 음이온과 비이온계 계면활성제의 혼합비에 따른 분산력의 차이는 컸다. 알칼리 전해질 중에서 다가 음이온을 내고 있는 이온하전수가 높은 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ 인 경우 pH가 높은 Na_2CO_3 에 비해 분산력이 보다 우수한데 이는 분산력이 pH에 직접적 영향을 받기보다는 첨가되는 전해질의 이

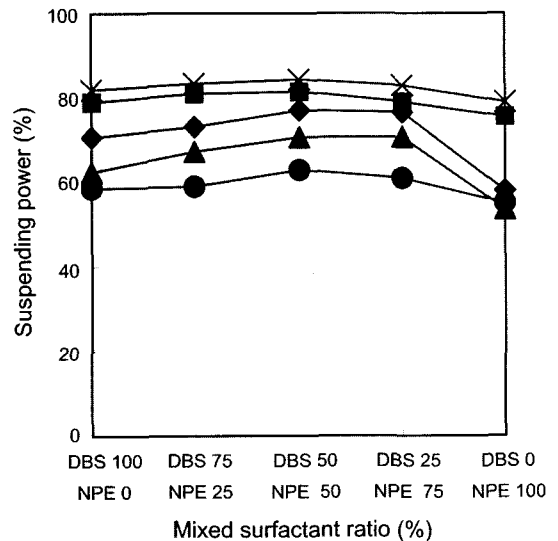


Fig. 7. Effect of electrolytes in the mixed surfactant solution with $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particles.
 Electrolyte : ◆ Na_2SO_4 , ■ Na_2CO_3 , ▲ NaCl, × $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, ● none
 Mixed Surfactant conc. : 0.1%
 Ionic strength : 1×10^{-3}

온하전수에 더욱 영향을 받는 것으로 생각된다. 이는 강인숙, 김병주(2002)의 연구 DBS, NPE 각각의 단독 계면활성제의 전해질종류에 따른 분산력의 결과와 일치한다. 특히 DBS-NPE 의 혼합비가 25 : 75인 경우 이러한 경향이 두드러졌다. 이온강도에 변화를 주었을 때 혼합계면활성제의 혼합비에 따른 분산안정성을 검토하기 위하여 혼합계면활성제 농도 0.1%에서 전해질의 이온강도에 변화를 주어 분산력을 측정 한 결과는 <Fig. 8>과 같다.

이에 의하면 계면활성제의 혼합비의 효과에 영향을 주는 이온강도의 효과는 유사하지만 이온강도가 증가할수록 혼합비에 따른 분산력의 차이는 많았다. 그리고 전해질의 이온강도가 1×10^{-3} 인 경우 혼합비에 관계없이 가장 분산력이 우수하였고, 이온강도 1×10^{-1} 인 경우가 계면활성제의 혼합비에 관계없이 분산력이 가장 저조하였다.

이는 DBS 와 NPE를 단독으로 사용한 계면활성제 용액의 분산력에 관한 강인숙, 김병주(2002)의 연구 경향과 유사하였다. 이온강도가 높은 경우 분산력이 떨어지는 것은 전기이중층을 크게 압축하여 반발에너지를 작음범위를 축소하여 입자응집이 보다 용이

해지기 때문이다.(강인숙, “제1보”, 2002)

이와 같은 계면전기적 효과를 구체적으로 파악하기 위하여 계면활성제의 농도에 따른 분산력에 영향을 주는 이온강도 효과를 검토하였고, 그 결과는 Fig. 9와 같다.

<Fig. 9>에 의하면 계면활성제의 농도, 전해질의 농도에 관계없이 음이온계와 비이온계 계면활성제를 혼합할 때, 단독 계면활성제를 사용하는 것보다 분산력이 좋았고, 혼합비에 따른 효과도 거의 비슷하게 나타났다. 계면활성제의 농도에 관계없이 전해질의 농도가 아주 높은 경우 분산력은 낮았다. 특히 계면활성제의 농도가 낮은 경우, 이온강도가 높게 되면 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 입자의 분산력의 저하현상은 두드러진다. 이는 계면활성제의 농도가 낮은 경우 음이온의 계면흡착량이 줄어들고, 그에 따라 (-)표면전위가 낮아지면서 전기적 반발력이 약한 상태에서 고농도의 전해질에 의한 전기이중층의 압축현상이 두드러질 수 있기 때문으로 생각된다. 고농도 전해질 용액에서 나타나는 입자응집현상이 가속화되고 또한 입자표면의 전해질에 의한 다리놓기 현상이 두드러지기 때문(Bohuslav, 1993)으로 생각된다. 전해질의 존재는 혼합계면활성제의 용

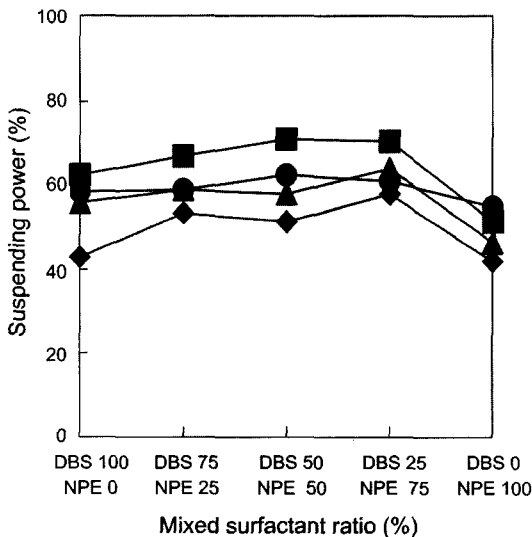


Fig. 8. Effect of ionic strength on suspending power of anionic-nonionic surfactant mixed solution with $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particles.
 Electrolytes : NaCl
 Mixed surfactant conc. : 0.1%
 Ionic strength : ● 0, ▲ 1×10^{-5} , ■ 1×10^{-3} , ◆ 1×10^{-1}

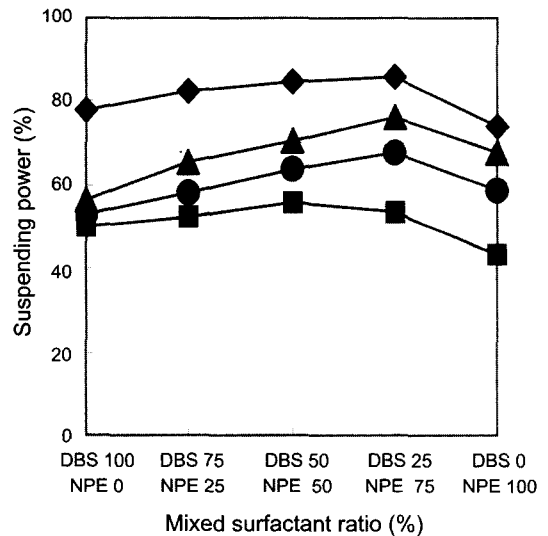


Fig. 9. Effect of ionic strength and surfactant concentration on suspending power of anionic-nonionic surfactant mixed solution with $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ particles.
 Electrolytes : NaCl
 Mixed surfactant conc., Ionic strength :
 ◆ 0.01%/ 1×10^{-5} , ■ 0.01%/ 1×10^{-1} , ▲ 1%/ 1×10^{-5} , ● 1%/ 1×10^{-1}

액에서 계면활성제 농도가 희박할 때는 고체표면에 계면활성제의 흡착을 도와주어 분산력에 긍정적인 측면도 있지만, 일반적으로 입자응집을 가속화시키는 부정적인 요소가 더 강하게 작용한다.

<Fig. 10>은 비이온계 계면활성제의 oxyethylene ether의 부가몰수에 변화를 주어 용액의 친수성에 따른 α -Fe₂O₃ 입자의 전해질농도 1×10^{-3} 에 혼합계면활성제 농도를 0.1%로 하여 분산력을 측정 한 결과이다.

이에 의하면 음/비이온계 계면활성제 용액에서 음, 비이온계 계면활성제의 혼합비에 관계없이 비이온계 계면활성제의 친수성이 입자의 분산력에 주는 영향은 적었다. 그러나 비이온계 단독계면활성제 용액에서는 부가되는 oxyethylene ether의 몰수가 많을수록 분산력은 좋았다. 이는 수용액상의 소수성물질의 분산안정성은 표면에 흡착되는 물질의 친액성에 따라 좋아지기 때문으로 생각된다.

2) 입자의 입도

α -Fe₂O₃ 입자의 분산안정성을 예측하기 위하여 혼합비를 달리한 음/비이온계의 혼합계면활성제 용액에서 혼합계면활성제 농도에 변화를 주어 입자의 입

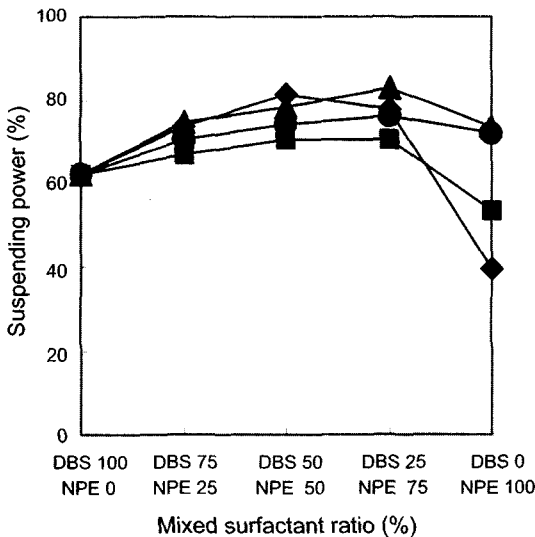


Fig. 10. Suspending power of mixed surfactant solution as a function of mole numbers of oxyethylene (OE) adduct.
 Mole numbers of OE adduct : ◆ n=7.5, ■ n=10, ▲ n=15, ● n=18
 Mixed surfactant conc. : 0.1%
 Ionic strength : 1×10^{-3}

도를 측정하였다.

<Fig. 11>은 이온강도를 1×10^{-3} 로 하여 혼합계면활성제 농도를 0.01%, 0.1%, 1%로 변화를 주어 혼합계면활성제 농도별 입자의 입도를 측정 한 결과이다. 일반적으로 단독 계면활성제 용액보다 혼합계면활성제 용액에서 α -Fe₂O₃ 입자의 입도는 감소하였다. 혼합계면활성제 농도가 높을수록 입자의 입도는 크게 나타났다. 혼합계면활성제 농도 1%에서는 NPE가 첨가되면 입자의 입도는 급격히 감소한 후, NPE의 첨가 비율이 증가할수록 입자의 입도도 증가하였다.

3) 분산력과 입자의 입도

분산된 입자는 일반적으로 분산매의 밀도와는 어느 정도 다른 밀도를 가지고 있으므로 중력의 영향으로 밀표면에 축적되는 경향이 있는데, 입자크기가 아주 미세한 경우 확산과 대류에 의한 유동성으로 침강에 영향을 받지 않지만 입자가 큰 경우 침강속도가 촉진되는 분산력은 대체로 입자의 입도크기에 영향을 받게된다. 따라서 분산력과 입자의 입도는 아주 밀접한 상관성이 있을 것으로 예측되며, 또한 이는 DBS 및 NPE 단독 계면활성제 용액에서의 선행연구 결과(강인숙, 김병주, 2002; 강인숙, “제3보”, 2002)에서도 확인된 바 있다.

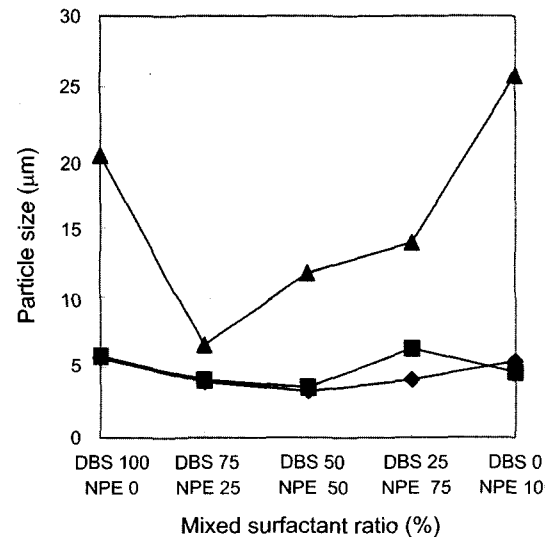


Fig. 11. Effect of surfactant concentration on particle size of α -Fe₂O₃ in dispersion solution.
 Surfactant conc. : ◆ 0.01%, ■ 0.1%, ▲ 1%
 Ionic strength : 1×10^{-3}
 Electrolyte : NaCl

혼합계면활성제 용액에서 용액의 조건에 따라 약간의 차이는 있지만 대체적으로 입자의 분산력이 클수록 입자의 입도가 낮게 나타나, 입자오구의 분산력과 입도와의 상관성이 있었지만 DBS 및 NPE 단독계면활성제 용액에서의 선행연구결과(강인숙, 김병주, 2002; 강인숙, “제3보”, 2002)에 비하여 분산력과 입자의 입도와의 상관성 보다 낮았다. 이는 단독계면활성제용액에 비하여 혼합계면활성제용액에 있어 입자의 분산안정성에 영향을 주는 요인은 입자의 입도 외에 미셀의 형태, 수용액의 친액성 등과 같은 요인이 복잡하게 상관성을 하고 있기 때문으로 생각된다.

IV. 결 론

음이온/비이온계 혼합계면활성제 용액에서 용액의 조건에 변화를 주어 고형오구의 분산안정성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 계면활성제 용액에 분산된 고형입자의 분산안정성은 분산액의 방치시간에 따라 감소하는데 혼합계면활성제 용액에 비하여 단독계면활성제에서 감소율이 높았고, 용액조건에 관계없이 혼합계면활성제용액에서 단독계면활성제용액에서 보다 분산안정성을 좋았다.

2. 전해질이 첨가되면 입자의 분산안정성에 영향을 주는 계면활성제 농도와 계면활성제의 혼합비의 영향력이 증가하였고, 전해질의 종류에 따른 입자의 분산안정성은 중성염보다 염기성염이 좋았다.

일반적으로 이온강도가 높을수록 입자의 분산안정성은 감소하는 데, 이러한 경향성은 계면활성제의

농도가 큰 용액에서 두드러지게 나타났다.

3. 용액의 조건에 따라 차이가 있지만 혼합계면활성제용액에서 입자의 분산력이 클수록 입자의 입도는 낮아서, 입자의 분산력과 입자의 입도와의 상관성이 있었지만 단독계면활성제용액에 비하여 상관성이 낮았다.

참고문헌

- 강인숙. (2002). 입자의 분산안정성이 고형오구의 세척성에 미치는 영향 (제1보). *한국의류산업학회지*, 4(1), 86
- 강인숙, 김병주. (2002). 계면활성제 용액내에서 고형오구의 직물예의 부착에 영향을 주는 전해질 효과. *한국의류학회지*, 25(8), 101
- 강인숙. (2002). 입자의 분산안정성이 고형오구의 세척성에 미치는 영향 (제3보). *한국섬유공학회지*, 39(4), 485
- 이근우, 고광호. (1981). *콜로이드 및 계면과학*. 서울: 탐구당, 174
- 정혜원. (1996). 혼합계면활성제 용액의 표면장력 성분. *한국의류학회지*, 20(3), 690-696
- Bohuslav, D. (1993). *Coagulation and Flocculation*. New York: Marcel Dekker Inc., 241-243
- Cox, M. F., & Matson, T. P. (1995). Worldwide Studies of Mixed Active Laundry Detergency. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61, 325
- Matijevic, E., & Scheiner, P. (1978). Ferric Hydrated Oxide Sols. *J. Colloid Interface Sci.*, 63(3), 509
- Scamehorn, J. F., Schecheter, R., & Wade, W. H. (1982). Adsorption of Surfactant on Mineral Oxide Surfaces from Aqueous Solutions. *J. Colloid Interface Sci.*, 85, 463
- Shaw, D. J. (1970). *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*. Butterworths, 133.