

## 계면활성제를 함유한 산성염료폐수의 응집·탈색에 관한 연구

한태성\* · 윤현희\*\* · 김병식†

\*동국화공주식회사

\*\*경원대학교 화학공학과

동국대학교 화학공학과

(1998년 8월 26일 접수, 1999년 2월 9일 채택)

## A Study on Coagulation and Decolorization of Acid Dye Wastewater Containing Surfactants

Tae-Sung Han\*, Hyon-Hee Yoon\*\* and Byoung-Sik Kim†

\*Dongkook Chemical Co., Ltd., Kumpo 435-030, Korea

\*\*Department of Chemical Engineering, Kyungwon University, Seongnam 161-701, Korea

Department of Chemical Engineering, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

(Received 26 August 1998; accepted 9 February 1999)

### 요 약

염료폐수의 응집탈색 처리에서 폐수에 함유되어 있는 각종 계면활성제가 미치는 영향을 조사하였다. 무기응집제를 사용한 산성염료의 응집탈색 실험에서 비이온계면활성제를 함유한 습윤건련형 산성염료의 응집탈색률이 현저히 감소되었다. 무기응집제와 고분자응집제를 병용한 산성염료의 응집탈색 처리효율은 무기응집제 단독으로 처리한 경우에 비하여 대부분의 염료는 95% 이상으로 응집탈색률이 증진되었다. 무기응집제와 고분자응집제를 병용하여 응집탈색 처리를 할 경우, nonylphenol계 비이온계면활성제와 음이온계면활성제는 산성염료의 응집탈색에 영향을 미치지 않았다. 그러나 alkylamine계 비이온계면활성제는 염료의 응집탈색률을 현저히 감소시켰으며, alkylamine계 계면활성제의 EO부가 높을수록 응집탈색률 감소 현상이 심화되었다.

**Abstract** – The effect of various surfactants used in textile dyeing processes on coagulation treatment of dyeing wastewater was investigated. When alum was used as a coagulant, the color removal rate of milling-type acid dyes was significantly decreased by the presence of nonionic surfactants. The combined use of inorganic and organic coagulants achieved an excellent color removal rate of more than 95% for the most of acid dyes tested in this study. In the combined coagulants treatment, nonylphenol ether nonionic surfactants and anionic surfactants had no significant effect on the color removal efficiency. However, poly(oxyethylene) alkylamine nonionic surfactants decreased remarkably the color removal rate. The decrease of the color removal rate was more severe by the surfactant having smaller number of ethylene oxide group.

Key words : Dyeing Wastewater, Decolorization, Coagulant, Surfactant

### 1. 서 론

염색폐수의 처리방법은 응집법(무기응집제[1], 고분자응집제[2] 등), 흡착법(활성탄[3], 이온교환수지, 실리카겔 등) 및 산화법(염소, 과산화수소[4], 표백제 등) 등이며, 최근에는 전해법[5] 및 오존[6]에 의한 처리기술도 개발되고 있다. 이러한 처리방법들은 염색폐수의 특성에 따라 각각 장단점을 갖고 있으나 일반적으로 응집탈색 처리공정은 비교적 시설비가 적게 소요되고 운전이 용이하기 때문에 소규모 염색 가공업체에서 효과적으로 사용될 수 있다. 특히 산성염료는 염료의 종류에 따라 다소의 차이는 있으나, 대체적으로 응집법에 의하여 효과적으로 처리된다[7, 8]. 그러나 염색가공 공정시 다양한 계면활성제가 사용되는데, 이러한 계면활성제는 염료 및 응집제와의 상호작용에

의하여 응집탈색 효율을 저하 또는 향상시킬 수 있다.

현재까지 발표된 염료와 계면활성제의 상호작용에 관한 연구는 계면활성제가 염료의 염색성을 향상시키는 현상에 관한 것이며, 계면활성제가 염료의 종류에 따라 응집에 미치는 영향에 관한 연구결과는 발표된 바 없다. 염색공정에서 사용되는 각종 계면활성제는 염료와 복합물[9-11]을 형성하여 염료의 물리적 성질을 변화시키고 결과적으로 염료의 염색성 변화와 더불어 응집제에 의한 염료의 응집효과를 변화시키게 된다. 따라서 폐수 중에 함유된 계면활성제와 염료의 종류에 따라 응집처리 효과가 다르기 때문에, 주어진 염료의 응집효과에 각 계면활성제가 미치는 영향을 조사하여 이를 근거로 염색과정에서 계면활성제를 선별적으로 사용한다면 염색폐수의 응집처리효과를 향상시킬 수 있을 것이다.

계면활성제를 포함하는 산성염료폐수 처리에서 염료물성에 따른 응집 탈색효율을 조사하였으며[7], 본 연구에서는 염색가공 공정에서 사

†E-mail : bskim@cakra.dongguk.ac.kr

용되고 있는 각종 계면활성제가 다양한 염료폐수의 응집탈색에 미치는 영향을 체계적으로 조사하였다. 본 실험에 사용된 염료는 특성별로 구분하여, 양쪽성 균염형 산성염료, 음이온성 균염형 산성염료, 양쪽성 습윤견뢰형 산성염료, 음이온성 습윤견뢰형 산성염료 및 금속착염 산성염료로 구분하여 12가지 염료를 선정하였다. 계면활성제는 염색가공 공정 중 전처리, 염색, 후처리 공정에 흔히 사용되고 있는 nonylphenol계 및 alkylamine계 비이온계면활성제와 음이온계면활성제 등을 사용하였다. 이와 같은 계면활성제를 함유한 각각의 염료폐수에 대하여 무기응집제와 고분자응집제를 사용한 응집탈색실험을 통하여 계면활성제의 영향을 조사하였다.

## 2. 실험 및 방법

### 2-1. 실험재료

본 실험에서 사용된 산성염료는 음이온성을 띠고 있는 Clariant사의 나일론용(Nylosan)과 양모용(Sandolan) 그리고 금속착염 염료(Lanasyn)이다. Table 1에 각 염료의 염료명, 색상번호, 염료구조, sulfone기 수, 이온특성 그리고 유형을 나타내었다. 적용염료의 폐수농도는 100 ppm으로 하였으나, color matching computer로 흡광도 측정시 고농도에서 흡광도가 높아 검량선이 직선을 나타내지 않는 C.I. Acid Red 52와 Blue 7은 50 ppm으로 하였다.

계면활성제는 Table 2에 표시된 바와 같이 nonylphenol계 및 alkylamine계 비이온계면활성제와 음이온계면활성제 등으로 구분되는 9개의 상용 계면활성제를 사용하였다.

무기응집제는 시약1급 aluminium sulphate[ $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ] 1% 용액을 원액으로 사용하였고, 고분자응집제(Senka)는 dicyandiamide계 통의 양이온으로 일본제품을 1%로 희석하여 원액으로 사용하였으며, 고분자응집제(송우고분자)는 평균분자량이  $1.5 \times 10^7$ 인 국산제품으로 0.1%로 희석하여 원액으로 사용하였다. 또한 용수는 Millipore사의

Milli-RO 15로 처리한 물을 사용하였다.

### 2-2. 응집탈색 실험

각 염료 용액을 50 또는 100 ppm으로 제조하여 500 ml씩 준비하고 각각에 계면활성제를 50 ppm 첨가한 후 jar tester에 정치하였다. 120 rpm으로 교반하면서 무기응집제 100 ppm을 투입한 후 1분간 교반하고, 다시 고분자응집제를 5 ppm 투입한 후 1분간 교반하였다. 30분간 정치 후 Whatman 여과지 No. 4를 사용하여 여과한 여액의 색상을 color matching computer로 흡광도를 측정하였다. 탈색 처리한 여액의 흡광도를 측정하여 다음과 같은 식에 의하여 탈색률을 구하였다.

또한, 고분자응집제는 응집탈색 예비실험시 pH 6-8에서는 응집탈색 효율에 영향이 없었으며, 실험에 적용한 염료용액의 pH가 6-8 범위를 벗어나지 않았기 때문에 추가적인 pH 조절은 하지 않았다.

$$\text{탈색률}(\%) = \frac{A_o - A_i}{A_o} \times 100$$

여기서  $A_o$ ,  $A_i$ 는 각각 원액농도, 여과액 농도를 나타낸다.

무기응집제와 고분자응집제를 병용한 탈색실험에서는 위와 동일한 실험으로 무기응집제 투입시 고분자응집제 100 ppm을 동시에 투입하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3-1. Nonylphenol 계 비이온계면활성제의 영향

본 실험에 사용한 nonylphenol계 비이온계면활성제는 ethylene oxide(EO)부가 몰수에 따라 구분되는 NP-6, NP-8, NP-10 등 세 종류를 사용하였다. 각 산성염료 수용액에 이러한 계면활성제 50 ppm을 첨가하고 무기응집제로 응집탈색 실험을 수행하였다. 각 폐수시료의 응집탈색률을 Fig. 1에 나타내었다. 계면활성제를 함유하지 않은 산성

Table 1. Physical properties of acid dyes used

Dyestuffs name	C.I. Number	Structure formula	Sulfone group no.	Ionic character	Type
Sandolan Rhodamine E-B	Red 52	Xanthane	1	Amphoteric	Levelling
Sandolan Turquoise E-AS	Blue 7	Triarylmethane	4	Amphoteric	Levelling
Nylosan Red E-BL	Red 57	Monoazo	1	Anionic	Levelling
Nylosan Blue E-2GL	Blue 40	Anthraquinone	1	Anionic	Levelling
Sandolan Cyanine N-G	Blue 90	Triarylmethane	2	Amphoteric	Milling
Sandolan Cyanine N-6B	Blue 83	Triarylmethane	2	Amphoteric	Milling
Nylosan Blue N-GL	Blue 230	Anthraquinone	1	Anionic	Milling
Nylosan Red F-RS	Red 114	Disazo	2	Anionic	Milling
Nylosan Navy N-RBL	Blue 113	Disazo	2	Anionic	Milling
Nylosan Orange N-RL	Orange 127	Disazo	1	Anionic	Milling
Lanasyn Navy S-DNL	Blue 193	1 : 2 Metal complex	2	Anionic	Metal
Lanasyn Yellow 2GLN	Yellow 59	1 : 2 Metal complex	0	Anionic	Metal

Table 2. Physical properties of surfactants used

Structure name	Structure formula	EO no.*	Ionic character	Maker
NP-6	poly(oxyethylene) nonylphenol ether	6	Nonionic	Il Chil
NP-8	poly(oxyethylene) nonylphenol ether	8	Nonionic	Il Chil
NP-10	poly(oxyethylene) nonylphenol ether	10	Nonionic	Il Chil
SM-15	poly(oxyethylene) stearylamine	15	Nonionic	Il Chil
SM-30	poly(oxyethylene) stearylamine	30	Nonionic	Il Chil
SM-60	poly(oxyethylene) stearylamine	60	Nonionic	Il Chil
PO	phenol sulfonated formaldehyde condensate sodium salt	-	Anionic	Hodgson
DBS 60 %	dodecylbenzene sulfonate sodium salt	-	Anionic	Mi Won
SLS	laurylsulphate sodium salt	-	Anionic	Yakuri

\*Ethylene oxide group no.

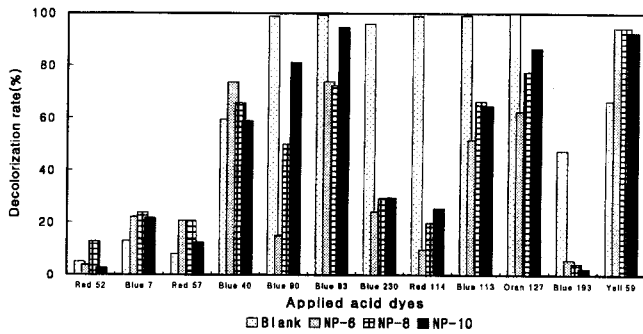


Fig. 1. Effect of nonylphenol nonionic surfactants on decolorization of various acid dyes by inorganic coagulant.

염료 폐수의 응집탈색 결과를 비교하였다.

양쪽성 균염형 산성염료인 Acid Red 52와 Blue 7은 친수성이 강한 염료로 응집탈색률이 15 % 이하로 대단히 낮았으며 비이온계면활성제를 함유한 경우에 응집탈색률의 변화가 크지 않았다. 일반적으로 균염형 산성염료의 응집탈색률 실험시 비이온계면활성제는 응집탈색률에 영향을 크게 미치지 않았다. 염료-계면활성제의 복합물 형성 및 마이셀 형성시 극성이 강한 염료일수록 소수성 상호작용이 약하며[12], 극성이 큰 산성염료는 마이셀의 크기가 증가하나 극성이 작은 산성염료는 마이셀의 크기가 감소한다[11]. 따라서 친수성이 큰 균염형 산성염료와 소수성이 큰 비이온계면활성제 혼합용액에서는 단분자상의 균염형 산성염료와 비이온계면활성제 단독마이셀이 공존하게 된다. 그러므로 균염형 산성염료 수용액에서 비이온계면활성제가 단독마이셀을 형성하여 친수성이 강한 균염형 산성염료와의 상호작용이 미미하기 때문[11]에 응집탈색률에 영향이 크지 않은 것으로 판단된다.

습윤견뢰형 산성염료(양쪽성: Blue 83, Blue 90, 음이온성: Blue 230, Blue 113, Red 114, Orange 127)는 비이온계면활성제를 함유하지 않은 경우에 응집탈색률이 95 % 이상으로 대단히 양호하였으나, 비이온계면활성제를 함유한 경우 응집탈색률이 현저하게 감소하였다. 수용액 중에서 습윤견뢰형 산성염료의 소수성 부분과 비이온계면활성제의 소수성 부분사이에 소수성 결합이 일어나 염료-계면활성제의 소수성 회합체를 이룬다[11, 12]. 이러한 소수성 회합체는 습윤견뢰형 산성염료 단독 회합체에 비하여 친수성이 상대적으로 크기 때문에 응집탈색률이 감소하게 된다. 응집탈색률 감소현상은 계면활성제의 종류에 따라 차이를 나타내었으며 응집탈색률 감소정도는 NP-6 > NP-8 > NP-10의 순서였다. 이러한 현상은, 비이온계면활성제의 친수성 부분인 EO 부가 몰수가 증가할수록 비이온계면활성제의 친수성이 증가하여 염료와의 마이셀 형성이 어려워지기 때문이다.

금속착염 산성염료 Acid Blue 193의 응집탈색률은 비이온계면활성제에 의하여 응집탈색률이 급격히 감소하였으며, Yellow 59는 응집탈색률이 오히려 증가되었다. 금속착염산성염료는 중심에 배위수 6인 3가의 중심원자( $\text{Cr}^{III}$ ,  $\text{Co}^{III}$ ,  $\text{Fe}^{III}$  등)와 1:1 또는 1:2 착염을 형성한다. 본 실험에서 사용한 금속착염 산성염료는 1:2 형태로 입체구조는 중심금속에 대하여 azo구조가 서로 수직으로 부착된 금속원자를 중심으로 8면체 형태를 이루고 있기 때문에 일반 산성염료와 상이한 거동을 할 것을 예상할 수 있다. 가용화기인 sulfone기가 2개인 Acid Blue 193은 용해성이 양호한 염료이며, sulfone기가 없는 Yellow 59는 용해성이 떨어지는 반면 분산성이 양호한 염료이다. 따라서 염료의 용해성 및 분산성에 영향을 미치는 계면활성제의 영향에 따라 응집탈색률이 변하는 것으로 판단된다.

### 3-2. Alkylamine 계 비이온계면활성제의 영향

Alkylamine 계 비이온계면활성제인 poly(oxyethylene) alkylamine

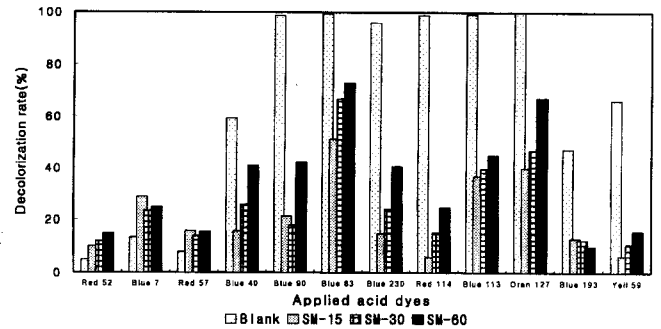


Fig. 2. Effect of alkylamine nonionic surfactants on decolorization of various acid dyes by inorganic coagulant.

(AmEO)을 함유한 산성염료 수용액의 무기응집제에 의한 응집탈색률을 Fig. 2에 나타내었다.

AmEO 비이온계면활성제는 유기계면활성제에서는 비이온으로 분류하고 있으나, 조제계면활성제에서는 양이온으로 분류되는 제품으로 산성 수용액상태에서 양이온으로 거동한다. 따라서 산성염료의 가용화기인 sulfone산 염기와 AmEO 비이온계면활성제의 아민기와 이온결합에 의하여 복합물을 형성한다. 이러한 복합물은 염료와 계면활성제의 친수성 부분끼리 결합하기 때문에, 소수성이 증가하게 된다[10]. 따라서 수용액 중에서 단분자 형태로 존재하는 균염형 산성염료는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 AmEO 비이온계면활성제에 의하여 응집탈색효율이 다소 증진된다고 여겨진다.

양쪽성 습윤견뢰형 산성염료인 C.I. Acid Blue 90과 Blue 83 및 음이온성 습윤견뢰형 산성염료인 C.I. Acid Blue 230, Red 114, Blue 113과 Orange 127은 AmEO 비이온계면활성제에 의하여 응집탈색률이 급격히 감소하였으며, AmEO 비이온계면활성제의 EO부가 몰수가 낮을수록 응집탈색률 감소현상이 증가하였다. 수용액에서 균염형 산성염료는 단분자로 형태로 존재하나, 습윤견뢰형 산성염료는 회합체를 형성한다. 이러한 균염형 산성염료 수용액에 AmEO 비이온계면활성제가 존재할 경우 염료 회합체는 분리되어 AmEO 비이온계면활성제와 이온결합을 하게 된다. 따라서 염료-계면활성제 복합체는 산성염료 회합체에 비하여 친수성이 증가하는 동시에 표면전하가 중화되어 양이온 무기응집제에 의한 응집탈색효율이 급격히 저하된다. AmEO 비이온계면활성제의 EO부가 몰수가 증가하면 계면활성제의 양이온성이 감소하기 때문에 비이온계면활성제의 특성과 유사[13]하게 되며, 염료와의 상호작용이 감소하여 염료의 응집탈색률에 미치는 영향이 감소하는 것으로 여겨진다. C.I. Acid Blue 40은 균염형과 습윤견뢰형 산성염료의 중간에 위치하는 염료로 실험결과 습윤견뢰형 산성염료와 유사한 응집탈색 거동을 나타내었다.

또한 금속착염 산성염료인 C.I. Acid Blue 193과 Yellow 59도 AmEO 비이온계면활성제에 의하여 응집탈색률이 급격히 저하되었다. 금속착염 산성염료도 일반 산성염료와 마찬가지로 음이온성을 띠고 있기 때문에 일반 산성염료와 유사하게 AmEO 비이온계면활성제와 이온결합을 하여 이온중화 및 친수성의 증가에 의하여 양이온성 무기응집제에 의한 응집탈색률이 감소된 것으로 판단된다.

### 3-3. 음이온계면활성제의 영향

음이온계면활성제인 phenol sulfonated formaldehyde condensate sodium salt(PO), dodecylbenzene sulfonate sodium salt(DBS), laurylsulphate sodium salt(SLS) 등을 함유한 산성염료 수용액의 무기응집제에 의한 응집탈색률을 Fig. 3에 나타내었다.

Fig. 3에 나타난 바와 같이 본 실험에 사용한 음이온계면활성제는 대부분의 산성염료의 응집탈색률에 큰 영향을 미치지 않았으며 일부

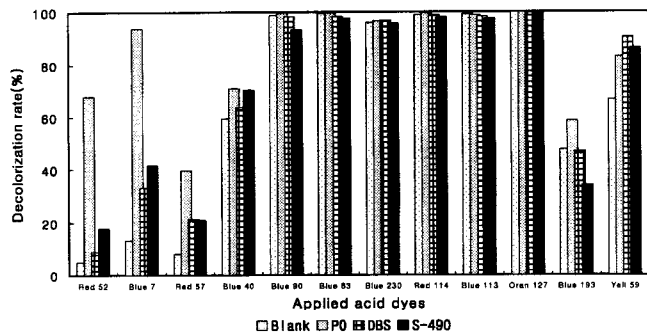


Fig. 3. Effect of anionic surfactants on decolorization of various acid dyes by inorganic coagulant.

균염형 염료의 응집탈색률을 증진시켰다. 특히 산성염료의 견뢰도를 증진시키기 위하여 고착제로 사용되는 고분자형 음이온계면활성제인 PO는 양쪽성 균염형 염료인 C.I. Acid Red 52와 Blue 7의 응집탈색률을 각각 70 %와 90 %까지 증진시켰다.

음이온계면활성제는 수용액에서 음이온을 띠는 산성염료와 동일한 이온성을 가지기 때문에 염료와 계면활성제 사이의 상호작용이 적은 것으로 보고되고 있다[8]. 그러나 이러한 실험에 사용된 산성염료는 대부분 습윤견뢰형 산성염료로 염료 단독의 회합체를 형성하기 때문에 동일 이온의 음이온계면활성제와 상호작용이 없는 것으로 보고된 것으로 보이며, 본 연구에서도 음이온계면활성제가 습윤견뢰형 산성염료의 응집탈색률에 미치는 영향이 적은 것으로 나타났다. 반면에, 균염형 산성염료는 염료 단독의 회합체를 형성하지 않고, 단분자 상태로 존재하기 때문에 음이온계면활성제와 소수성 결합을 하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 특히 친화력이 강한 고분자형 음이온계면활성제의 응집탈색을 증진효과는 탁월하였으며, 소수성 음이온계면활성제인 DBS에 비하여 친수성 음이온계면활성제인 SLS의 응집탈색을 증진효과가 다소 양호하였다. 이는 소수성 계면활성제인 DBS는 단독 마이셀 형성이 가능성이 크기 때문에 균염형 산성염료와 소수성 상호작용이 적은 것으로 판단된다.

금속착염 산성염료는 구조상 염료자체의 회합체 형성은 어렵기 때문에, 가용화기인 sulfone기를 가지고 있지 않아 소수성을 띠고 있는 C.I. Acid Yellow 59의 경우 소수성 음이온계면활성제인 DBS와 소수성 회합체를 형성하여 응집탈색률이 향상된 것으로 여겨진다. 반면, 가용화기가 2개인 disulfone형인 C.I. Acid Blue 193은 음이온계면활성제와 회합체 형성이 어렵기 때문에 친수성 음이온계면활성제인 SLS와 이온반발력에 의한 분산효과로 응집탈색률이 감소된 것으로 판단된다.

### 3-4. 고분자응결제에 의한 응집탈색 효과

무기응집제 단독으로 염료폐수의 처리가 어려운 경우 흔히 고분자응결제를 병용하여 사용한다[7]. 본 실험에서는 이와 같이 무기응집제와 고분자응결제를 병용하여 염료폐수를 처리할 경우 염료폐수 중의 계면활성제가 응집탈색률에 미치는 영향을 조사하였다.

Fig. 4는 각 산성염료폐수의 응집탈색실험에서 고분자응결제의 효과를 보여주는 것으로, 무기응집제와 고분자응결제를 병용함으로써 무기응집제 단독으로 처리한 경우에 비하여 균염형 산성염료인 C.I. Acid Red 52는 5.0 %에서 20 %로, Acid Blue 7은 13 %에서 81 %로, 그 외의 모든 염료는 95 % 이상으로 응집탈색률이 증진되었다.

무기응집제와 고분자응결제를 병용하여 응집탈색 처리를 할 경우 폐수 중에 함유된 계면활성제의 영향은 계면활성제의 종류에 따라 다르게 나타났다. Fig. 5에 나타난 바와 같이, nonylphenol계 비이온계면활성제는 산성염료의 응집탈색에 영향을 미치지 않았다. 또한 자료로서 제시하지 않았으나 음이온계면활성제의 영향도 미미한 것으로

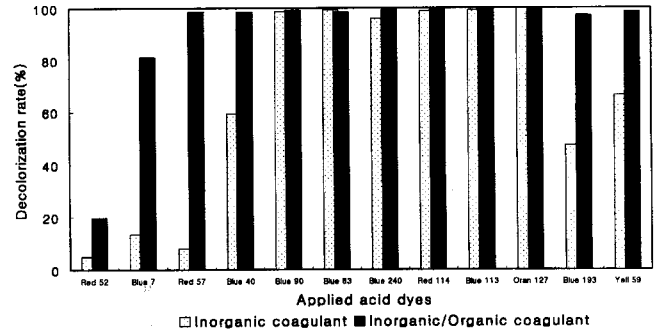


Fig. 4. Effect of polymeric coagulant on decolorization of various acid dyes.

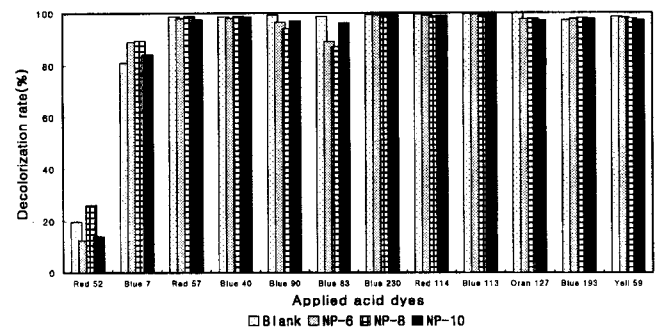


Fig. 5. Effect of nonylphenol nonionic surfactants on decolorization of various acid dyes by inorganic coagulant and polymeric coagulant.

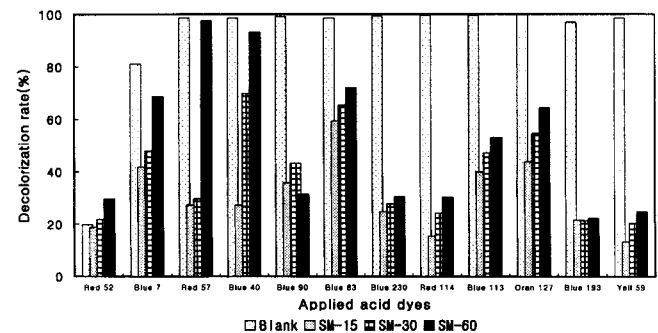


Fig. 6. Effect of alkylamine nonionic surfactants on decolorization of various acid dyes by inorganic coagulant and polymeric coagulant.

관찰되었다. 그러나 AmEO계 비이온계면활성제는 염료의 응집탈색률을 현저히 감소시켰다. Fig. 6에서 보여주듯이, AmEO 계면활성제의 EO부가 몰수가 작을수록 응집탈색을 감소현상이 심화되었다. 따라서, 염료폐수의 효과적인 처리를 위하여, 염색공정에서 AmEO계 비이온계면활성제를 사용하지 않는 것이 바람직하며, 사용할 경우에는 AmEO 계면활성제의 EO부가 몰수가 큰 제품을 선정하여야 할 것이다.

## 4. 결 론

염색공공 공정에서 사용되는 각종 계면활성제를 함유한 산성염료 폐수의 응집탈색 실험에서 계면활성제가 미치는 영향을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 염색공정에서 사용되는 계면활성제의 종류에 따라 염료폐수의

응집탈색 효율이 크게 변화하였다.

(2) 무기응집제를 사용한 산성염료의 응집탈색 실험에서 비이온계 면활성제를 함유한 경우 균염형 산성염료의 응집탈색률은 크게 변화하지 않았으나, 습윤견뢰형 산성염료는 응집탈색률이 감소하였으며, 비이온계면활성제의 EO부가 물수가 낮을수록 응집탈색률 감소현상이 심화되었다. 그러나 음이온계면활성제는 응집탈색률을 감소시키지 않았다.

(3) 무기응집제와 고분자응결제를 병용한 산성염료의 응집탈색 처리효율은 무기응집제 단독으로 처리한 경우에 비하여 균염형 산성염료인 C.I. Acid Red 52는 5.0 %에서 20 %로, Acid Blue 7은 13 %에서 81 %로, 그 외의 모든 염료는 95 % 이상으로 응집탈색률이 증진되었다.

(4) 무기응집제와 고분자응결제를 병용하여 응집탈색 처리를 할 경우, nonylphenol계 비이온계면활성제와 음이온계면활성제는 산성염료의 응집탈색에 영향을 미치지 않았다. 그러나 AmEO계 비이온계면활성제는 염료의 응집탈색률을 현저히 감소시켰으며, AmEO 계면활성제의 EO부가 물수가 작을수록 응집탈색률 감소현상이 심화되었다. 따라서, 염색폐수의 효과적인 처리를 위하여, 염색공정에서 AmEO계 비이온계면활성제를 사용하지 않는 것이 바람직하며, 사용할 경우에는 AmEO 계면활성제의 EO부가 물수가 큰 제품을 선정하여야 할 것이다.

## 참고문헌

1. Tasuie, M., Hiroya, M., Jiro, N., Yuji, T. and Nariteru, J.: *PPM*, **15**, 14(1984).
2. Kim, W. S. and Hong, S. O. : *Bull. Inst. Indust. & Soc. Devel. KNU.*, **6**, 25(1978).
3. Abe, I.: *Kagaku To Kogyo*, **67**, 66(1993).
4. Lin, S. H. and Peng, C. F. : *J. Environ. Sci. Health*, **30**, 89(1995).
5. Yosiaki, H. and Naotaka, U.: *Water*, **34**, 4(1992).
6. Nobuyuki, T., Toshihoro, N. and Yoshio, S.: *PPM*, **26**, 21(1995).
7. Han, T. S., Yoon, H. H. and Kim, B. S.: *HWAHAK KONGHAK*, **34**, 20(1998).
8. Cooper, P.: *J. Soc. Dyers Colors*, **109**, 97(1993).
9. Craven, B. R. and Datyner, A.: *J. Soc. Dyers Colors*, **83**, 41(1967).
10. Nemoto, Y. and Funahashi, H.: *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.*, **19**, 136(1980).
11. Datyner, A.: *Rev. Prog. Coloration*, **23**, 40(1993).
12. Nemoto, Y. and Funahashi, H.: *Hyomen*, **15**, 625(1977).
13. Schick, M. J.: "Nonionic Surfactants", Marcer Dekker Inc., New York, NY(1966).
14. Katuo, M.: *Sensyoku*, **9**, 16(1991).