

용제형 저기포성 정련제의 제조 및 정련효과

유혁재 · 정동진 · 정충호 · 함현식 · 박홍수[†]

명지대학교 공과대학 화학공학과
(2004년 2월 2일 접수 ; 2004년 5월 3일 채택)

Preparation of Solvent-Type Low Foaming Scouring Agents and Their Scouring Effect

Hyuk-Jae You · Dong-Jin Chung · Choong-Ho Jung
Hyun-Sik Hahm · Hong-Soo Park[†]

Department of Chemical Engineering, Myongji University, Yongin 449-728, Korea

[†] hongsu@mju.ac.kr

(Received February 2, 2004 ; Accepted May 3, 2004)

Abstract : Low foaming scouring agents (LSSA) were prepared by blending of amine salt of dodecylbenzene sulfone, poly (PO-*b*-EO) glycol, Newpol PP-2000, MJU-100, ethylene glycol and organic solvent. As the results of several tests, LSSA-2 showed good scouring effect, penetrating ability and emulsifiability, and showed not much water pollution. The foaming power of LSSA-2 measured by Ross & Miles method was 11mm foam height immediately after foaming. And the foaming power of LSSA-2 measured by Ross & Clark method were less than 310mm foam height at 30°C, 17mm at 80°C. As a result, LSSA-2 was proved as a good foaming scouring agent.

Keywords : solvent type, low foaming scouring agent, foaming power.

1. 서 론

정련제는 섬유제품의 불순물을 제거하여 표백, 염색 및 가공 등을 원활히 해주는 약제를 말한다. 정련제의 원료로는 주로 계면활성제가 많이 사용되는데, 성분상 음이온계, 비이온계, 양성이온계 또는 이들을 블렌드한 제품들이 많으며, 최근에는 비이온성 정련제의 개발에 많은 연구가 진행되고 있으며 문헌 또한 많은 편이다 [1,2].

그러나 최근의 섬유공업은 장치의 고속화 내지는 제직, 제편시의 고속화로 다량의 유제가

사용됨으로써 종래의 정련제로는 충분한 정련이 되지 않아, 염색시의 애로점과 정련시의 많은 기포발생으로 여러가지 문제점들이 생기게 되었다. 따라서 최근에는 정련제의 특징인 세정력, 침투력 및 습윤력 이외에 정련처리시 단독 또는 NaOH나 Na₂CO₃ 등의 알칼리 병용시에 저기포성을 나타내며, 또한 내알칼리성을 지닌 강력한 저기포성 정련제의 개발이 대두되었다.

비교적 최근의 저기포성 정련제의 개발현황을 살펴보면, Feng 등[3]은 silk 직물에 저기포성, 내경수성, 양호한 분산성을 가진 정련제를 처리하여 강염기성 하에서 세정할때의 직물 손상을

피할 수 있었음을 지적하였고, Myagawa 등[4]은 blocked polyoxyethylene glycol alkyl ether를 주성분으로 하는 저기포성 정련제를 제조하여 이를 cotton broad-cloth에 정련처리하고서 기포의 포고축정에 대하여 상세히 발표하였으며, Uchida 등[5]은 lanolin fatty acid ester를 주성분으로 하는 저기포성 정련제를 제조하여 PET jersey에 정련가공을 행하여 그 직물의 물성변화를 밝혔다. 그러나 아직까지 저기포성 정련제에 관한 문헌들이 많지 않고, 더욱이 이들 정련제의 배합조건 및 정련가공후의 정련효과와 관련된 제반 물성 등을 상세히 설명한 예가 거의 알려져 있지 않다.

본 연구에서는 강력한 정련성, 유화력 및 방오성[6]을 겸비한 도데실벤젠술폰산 아민염과 소포성, 침투성 및 분산성을 지닌 프로필렌옥사이드와 에틸렌옥사이드의 블록공중합체 [poly(PO-*b*-EO) glycol]를 직접 합성하고, 이들에 소포성, 윤활성 및 유연성을 지닌 폴리프로필렌옥사이드(PPO)계와 물과 용제를 가하고 흡착가용화제로서 개발된 MJU-100을 블렌딩하여 저기포성 정련제를 제조하였다. 제조된 정련제로서 정련효과와 밀접한 관계가 있는 각종 물성 시험을 실시하여 저기포성 정련제로서의 성능을 알아보았다.

2. 실험

2.1. 시약

도데실벤젠술폰산 아민염의 원료로서 hydroxyethylethylenediamine (Tokyo Kasei Kogyo사)과 dodecylbenzene sulfonic acid (Hayashi Pure Chemical사), 프로필렌옥사이드(PO)와 에틸렌옥사이드(EO)의 블록공중합체 원료로서 Konion PP-2000[한국포리올사, poly(PO) glycol, MW 2000, OH value 54~58, AV 0.03이하]과 에틸렌옥사이드(호남석유사)의 1급시약 또는 정제품을 그대로 사용하였다. 기타의 약제로서 Newpol PP-2000 (pp-2000) [Sanyo Kasei사, 폴리프로필렌옥사이드, MW 2000, 비중 (20°/20°) 1.006, 점도 (30°) 240cps], 에틸렌글리콜(EG) (Wako Pure Chemical사), 퍼클로로에틸렌(PCE) (Tokyo Kasei Kogyo사) 및 트리클로로에틸렌(TCE) (Tokyo Kasei Kogyo사)의 1급시약 내지는 특

수정제품을 각각 사용하였다.

2.2. 도데실벤젠술폰산 아민염의 합성

250mL의 4구 플라스크에 hydroxyethylethylenediamine 130.4g (0.40mol)을 넣은후 상온에서 dodecylbenzene sulfonic acid 46.8g (0.45mol)을 서서히 첨가하였는데, 동 반응은 발열반응인 관계로 플라스크 외부를 냉각시키면서 반응시켰다. 반응의 종말은 pH 측정으로 결정하였으며, 중화점에 도달할 때에 반응을 정지시켜 암갈색의 고점도 액상인 도데실벤젠술폰산 아민염(DBSA)을 얻었다. yield 93%, dehydration 7.1mL, pH meter (1% water solution) : 6.9

2.3. Poly(PO-*b*-EO)의 합성

250mL의 4구 플라스크에 Konion PP-2000 50.5g (0.03mol)을 넣고 N₂ 기류하에 온도를 150°로 승온후 촉매인 KOH 0.02g을 가하고, N₂ 가스 투입을 중지하고서 에틸렌옥사이드 49.5g (1.13mol)을 200°에서 4시간 동안 서서히 첨가하여 블록공중합을 시켰다. 다음 다시 N₂ 기류하에 200°에서 80°까지 내용물을 서서히 냉각시켜 담황색 고체상인 블록공중합체 poly(PO-*b*-EO) glycol (PPEG)을 얻었다. yield 91%, MW 3700, cloud point 116°, mp 57°

2.4. 용제형 정련제의 제조

대표적인 제조법은 다음과 같다.

200mL의 3구 플라스크에 DBSA 20g, PP-2000 10g, PPEG 10g, EG 4g을 위의 순서대로 각각 넣고, 60°로 승온하여 혼합교반하면서 물 20mL를 가하여 혼합시킨 후 35°로 냉각시켰다. 다음 PCE 13g, TCE 13g, 메탄올 6g 및 MJU-100 4g을 서서히 가하여 용제형 정련제(LSSA-2)를 제조하였다.

2.5. 정련성시험

시료직물은 폴리에스테르 가공사 생지(grey)를 사용하였으며, 정련시험 조건은 다음과 같다.

액량비 1:50에서 80°의 온수로 15초간 세척한 후에, 정련은 정련제 1.5g/L와 NaOH 4g/L을 취해 액량비 1:50에서 90°에서 15초간 2회 반복처리하였고, 그 후 상온에서 15초간 수세한 다음 건조시켰다.

다음 정련이 끝난 직물을 저온에서 카치온 염

료로서 염색시킬 때의 카치온 염료에 대한 염착성을 조사하였는데, 염색조건은 카치온 염료로서 Diacryl Brill. Red 2G-F(일본 Mitsubishi Chemical사) 0.5g/L와 아세트산 0.1g/L를 취하고 액량비 1:100, 1°C/min의 조건으로 30~70°C에서 초기단계의 염색을 하였는데, 염착률은 다음과 같은 방법으로 계산하였다.

염색시간 10분 간격으로 잔유(시료)를 떠서 1mL씩 취하고 여기에 증류수 25mL씩 가하여 묽은 용액으로 만든 다음, 분광광도계(일본 Hitachi Seisaku Sho사, spectrophotometer-124형)로서 optical density를 측정하였고, 이 값으로부터 염착률을 계산하였다.

$$\text{염착률(\%)} = 100 - \left(\frac{b}{a} \times 100 \right)$$

단 a : 공시료때의 optical density

b : 시료때의 optical density

2.6. 기포력시험

기포력시험은 Ross & Miles법과 Ross & Clark법으로 측정하였다[7,8].

Ross & Miles법으로는 1wt%의 정련제 수용액 300mL로서 측정온도 30°C에서 직후 및 1분 간격으로 기포력을 측정하였으며, Ross & Clark법은 시험용 수용액 200mL를 내경 5cm, 높이 100cm의 원통에 넣고 세공지름 40~50 μ 의 유리 격막에 의해 공기를 연속적으로 보통 300~600cc/min의 속도로 흡입시킬 때의 그 포고(foam height)를 측정하는 방법인데, 시험조건은 정련제 1wt% 수용액 단독 혹은 정련제 1wt%와 NaOH 등의 알칼리 수용액 2wt%를 병용시켜서 각각 측정하였으며, 공기량은 400cc/min, 측정시간 1~10분 간격 및 측정온도는 30°C와 80°C를 각각 택하였다.

2.7. 침투력시험

Draves법[9]으로서, 정련제 1~10g/L와 정련제 각각에 대하여 NaOH 5g/L로 고정시킨 혼합수용액을 각각 200mL씩 취하고 측정온도 30°C에서 수용액의 표면 위에 1cm×1cm의 면직물을 올려 놓고서 가라앉을 때까지의 침강시간을 측정하였는데 10회 평균값으로 하였다.

2.8. 알칼리 안정성시험

정련제 2g/L와 NaOH 5~60g/L를 각각 혼합시킨 용액을 상온에서 24시간 방치후의 내용물

의 안정성을 조사하였다.

2.9. 유화력시험

정련제 2g/L와 NaOH 2g/L의 혼합수용액을 500mL 취하고 온도를 80°C로 올린 후, 여기에 올리브유 0.5~3g 씩을 각각 적하시켰을 때, 유화한계점의 올리브 유량을 측정해서 유화력을 평가하였다.

2.10. 공해성시험

제조된 정련제의 수질오염에 대한 공해성을 조사하기 위하여 정련제 1,000ppm에 대한 BOD₅와 COD_{Mn}량 측정[10] (JIS K 0101)과 노르말렉산 추출물[11] 함유량을 각각 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 용제형 정련제의 배합조건

용제형 저기포성 정련제인 LSSA 제조에 있어 사용된 원료들의 특성을 열거하면 다음과 같다. DBSA는 강력한 정련성, 유화력 및 방오성을 겸비한 약제이고, PP-2000은 저기포성의 특징을 가진 PPO계로서 피혁유연제, 잉크용제 및 라텍스포움 이형제 등의 용도로 사용된다. PPEG는 소포성, 분산성 및 침투성[12]을, EG는 점도 조정 및 내용물의 안정제로서, 메탄올은 LSSA의 투명성을 고려하여, 또한 MJU-100은 RmC₆H₄O(EO)_nH형의 비이온활성제 (HLB 16.5, 명지대 화공과 교분자연구실 개발품) 성분으로서 흡착가용화제[13] 용도로 사용되었다.

Table 1은 LSSA 제조시의 블랜드 조건과 배합비를 나타낸 것인데, LSSA-1은 정련성과 유화력은 양호했으나 소포효과[14]가 감소하였고, LSSA-2는 정련성, 침투력, 소포력, 유화력 모두가 좋게 나타났으며, LSSA-3은 유화력은 우수하였으나 반면에 침투력은 다소 저하되었다. 이러한 현상은 DBSA의 정련성과 유화력, PP-2000의 소포력, PPEG의 침투력과 관계가 있는 것으로, 이들 사용량의 증감에 따라 위와 같은 성능차이가 생겼다고 해석되었다.

LSSA-4에서 -6은 제품이 분리되었는데, LSSA-4는 LSSA-2와 비교하여 MJU-100을 무첨가한 것인데, 가용화제인 MJU-100이 없으므로 미셀형성능이 부족하여 내용물의 물 혹은 용제중에 미셀 또는 역미셀을 형성[15]키 어려

Table 1. Preparation of Low Foaming Scouring Agents

Products	Blending materials										Blending conditions	
	DBSA ^a (g)	PP-2000 ^b (g)	PPEG ^c (g)	EG ^d (g)	Water (mL)	PCE (g)	TCE (g)	MeOH (g)	MJU-100 ^e (g)	Temp. (°C)	Time (min)	
LSSA-1	25	5	10	4	20	13	13	6	4	40	60	
LSSA-2	20	10	10	4	20	13	13	6	4	40	60	
LSSA-3	25	10	5	4	20	13	13	6	4	40	60	
LSSA-4	20	10	10	4	20	15	15	6	—	40	60	
LSSA-5	14	10	10	4	20	16	16	6	4	40	60	
LSSA-6	20	14	10	4	20	11	11	6	4	40	60	
LSSA-7	20	10	14	4	20	11	11	6	4	40	60	

^aDBSA : Amine salt of dodecylbenzene sulfone^bPP-2000 : Polypropylene oxide^cPPEG : Poly(PO-*b*-EO) glycol^dEG : Ethylene glycol^eMJU-100 : Solubilizing agent

워 가용화되지 못하고 결국 제품이 분리되는 것으로 보여진다. LSSA-5는 DBSA양이 적어서 유화력이 결여되어 분리현상을 가져왔고, LSSA-6은 과량의 PP-2000으로 인하여 상분리가 일어났다고 추측된다. 한편 LSSA-7은 PPEG를 과량 취한 것인데 침투력은 양호했으나 내용물 안정성이 다소 불량하였다.

따라서 제조된 정련제 중 LSSA-2의 배합조건이 가장 적절하였으며, LSSA-1에서 -3은 제품의 용액안정성이 비교적 양호하였다.

3.2. 정련성

앞의 2.5절의 정련성시험에서 시료직물은 폴리에스테르 가공사 생지를 사용하였고, 염착성 시험에서 염료 중 카이온 염료를 선정하였다. 일반적으로 폴리에스테르 섬유 염색사는 분산염료를 택하여 보통 130℃에서 60분간의 조건으로 염색을 행하는데 염착속도가 느리다. 따라서 염착속도가 빠른 카이온 염료를 선정하였으며, 더욱이 Diacryl 염료 중 F형은 염착속도가 가장 빠르기 때문에 Diacryl Brill. Red 2G-F 염료를 택하였다. 여기서 염착속도가 빠른 카이온 염료로서 아크릴 섬유가 아닌 폴리에스테르 섬유에 초기염색을 하는 이유는 정련후의 초기염색시의 오염도 차이를 선명하게 빨리 확인하기 위함이다.

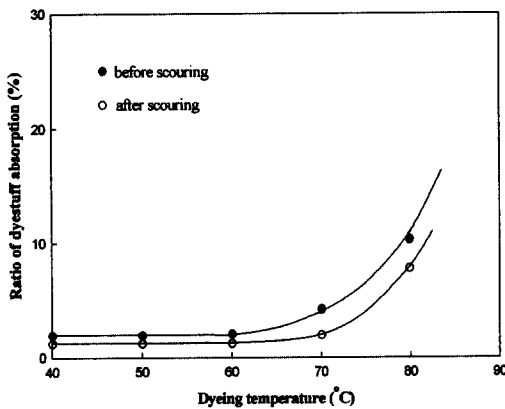


Fig. 1. Relationship between dyeing temperature and ratio of dyestuff absorption of polyester textured yarn grey before and after initial dyeing.

Fig. 1은 염색온도에 따른 염착속도의 변화를

나타낸 것인데, 정련하지 않은 생지인 경우는 70℃에서 3.7%의 염착율을 나타냈는데, LSSA-2로서 정련된 직물은 동 온도에서 2.0%의 낮은 염착율을 보여줌으로써 LSSA-2로서 정련된 직물의 정련성이 아주 양호함을 알 수 있었다.

3.3. 소포성

일반적으로 소포성의 이론에는 파포기구[16]와 역포기구[17]가 있으며, 기포성 시험에는 Ross & Miles법의 소포성능시험과 Ross & Clark법의 역포성능시험의 2종류 시험법이 있다.

Fig. 2는 제조된 정련제 LSSA-1, -2와 저기포성이며 강력한 침투성을 가진 유기용제인 2-에틸헥산을 및 시판용 범용정련제인 Despol 300Conc (일본 Ipposha Oil Ind.사, 비이온계)를 택하여 Ross & Miles법에 의한 정치시간에 따른 기포력을 나타낸 것인데, 조작직후 포고가 Despol 300Conc는 180mm, 2-에틸헥산올은 19mm 인데 반하여, LSSA-1과 -2는 17mm, 11mm의 값을 각각 보여줌으로써 양호한 저기포성을 나타내었다.

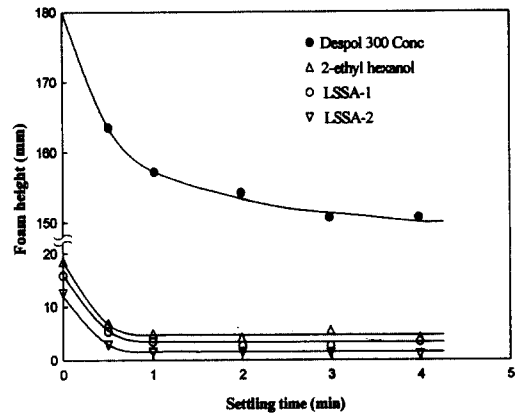


Fig. 2. Relationship between settling time and foaming power by the Ross & Miles method.

Fig. 3~4는 Ross & Clark법에 의한 공기도입시간에 따른 기포력을 각각 나타낸 것이다. Fig. 3은 30℃의 저온에서 2-에틸헥산올과 LSSA-1, -2 단독 또는 NaOH와의 병용처리했을 때의 결과로서, 2-에틸헥산올은 공기도입시

간 3분에서 이미 포고 380mm에 도달하여 소포효과가 적었으나, LSSA-1과 -2는 1~4분까지는 급격한 포고신장을 보였으며, 5분 이후부터는 비교적 완만한 곡선을 나타내었다. 또한 NaOH를 병용시는 단독시 보다 포고가 조금씩 저하되는 경향을 보여주었다. 여기서 정련제를 알칼리와 병용해서 기포력을 측정하는 것은 실제로 정련제를 공업적으로 처리시에 주로 단독보다는 알칼리와 병용처리를 하여 정련효과를 얻기 때문이다.

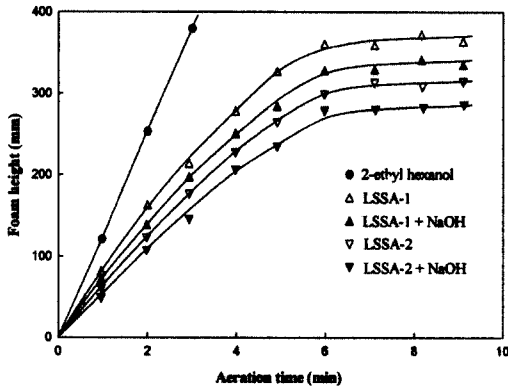


Fig. 3. Relationship between aeration time and foaming power at 30°C.

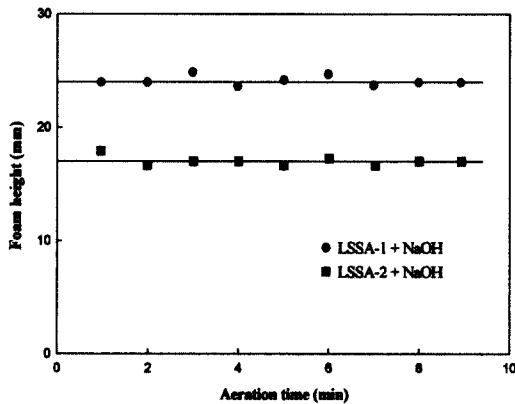


Fig. 4. Relationship between aeration time and foaming power at 80°C.

Fig. 4는 80°C의 고온에서 처리한 것인데, 저온과 고온을 구별해서 처리한 것은 공장 조업조건에서 정련시 상온보다는 80°C 정도의 고온에서 많이 처리하기 때문이며, 고온에서 처리시에

는 대체로 알칼리와 병용처리를 많이 한다. 일찍이 Fineman 등[18]은 비이온성 활성제의 기포력과 온도와의 관계를 설정한 바 있는데, 비이온성 활성제는 구름점(cloud point) 이상부터 급격한 포고저하 현상이 일어남을 입증하였고, 또한 온도가 상승시 기포력이 저하된다고 보고한 바 있다. Fig. 4에서 LSSA-1, -2 모두 NaOH와 병용처리시의 공기도입시간에 따른 포고값은 24mm와 17mm로서, Fineman 등의 이론과 같이 고온에서 포고값이 상당히 저하되었다.

Fig. 3~4의 결과로부터 LSSA-1, -2는 저온 및 고온용 저기포성 정련제로서 사용가능함을 확인하였으며, 특히 LSSA-2는 상당한 수준의 저기포성을 보유함을 알았다.

3.4. 침투성

정련제는 반드시 습윤침투력을 보유해야 정련효과가 뛰어나게 되는데, 계면활성제 중 음이온성과 비이온성 계면활성제가 주로 강한 침투력을 갖고 있다[19,20].

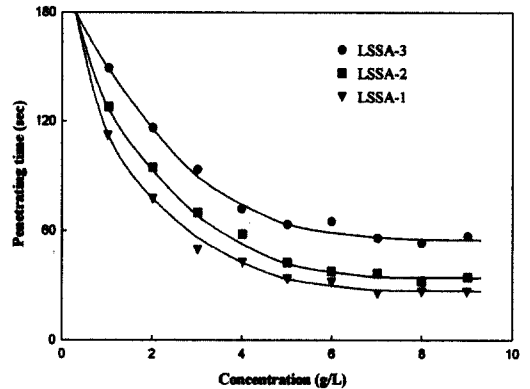


Fig. 5. Relationship between concentration of scouring agents and penetrating time. Concentration of NaOH was fixed at 5 g/L for all experiments.

Fig. 5는 NaOH를 5g/L로 고정시키고 정련제 농도에 따른 침투력의 변화를 나타낸 것인데, 정련제의 침투력 세기는 LSSA-1 > LSSA-2 > LSSA-3의 순서로 나타났다. 이러한 현상은 정련제 제조시의 배합비에 관련된 것으로서, LSSA-3의 침투력이 가장 저하된 것은 소포성, 분산성 및 강력한 침투성을 보유한 PEG 양을 적게 취했기 때문이고, LSSA-1은 유화력 및

강력한 정련성을 가진 약제인 DBSA 양을 많이 가했기 때문에 침투효과가 가장 좋게 나타난 것으로 해석되었다.

일반적으로 정련제의 사용량은 2g/L 정도이고 처리시에 정련제와 NaOH 5g/L 정도를 병용 처리 함으로, 이 조건하의 LSSA-1, -2의 침투력은 80초와 96초로 각각 나타나 침투성이 양호함을 알 수 있었다.

3.5. 내알칼리성과 유화성

제조된 정련제들의 알칼리에 대한 안정성을 Table 2에, 유화안정성을 Table 3에 각각 표시하였다.

Table 2에서 LSSA-1, -2, -3 모두 NaOH 농도 50g/L 까지는 안정하여 양호한 내알칼리성을 나타내었고, Table 3에서의 유화안정성 시험 결과, LSSA-2의 결과가 LSSA-1 및 -3보다 나쁘게 나타났다. 이는 Table 1에서와 같이 LSSA-2의 경우 정련성과 유화력을 나타내는 DBSA 양이 LSSA-1 또는 -2보다 줄어든 현상 때문인 것으로 생각되었다.

3.6. 공해성

LSSA-2의 수질오염에 관한 공해성을 측정한

결과 BOD₅는 117ppm, COD_{Mn}은 420ppm, 노르말핵산 추출물은 56ppm의 수치를 각각 얻어, 앞으로 LSSA-2를 상품화 할때에 수질오염에 관한 문제점은 거의 없는 것으로 나타났다.

4. 결 론

강력한 정련성, 유화력, 방오성을 겸비한 도데실벤젠술폰산 아민염과 소포성, 침투성, 분산성을 지닌 poly(PO-*b*-EO) glycol을 직접 합성하고, 이들에 소포성, 윤향성, 유연성을 지닌 폴리프로필렌옥사이드계와 물과 용제를 가하고 흡착가용화제인 MJU-100을 블렌딩하여 저기포성 정련제를 제조하였다. 제조된 정련제로서 각종 물성시험을 행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 제조된 정련제 LSSA류 중 LSSA-1, -2, -3은 비교적 용액안정성이 양호하였고, LSSA-2는 정련성, 침투성 및 수질오염에 관한 공해성 등이 모두 양호한 판정을 받았다. 또한 소포성 측정에서 LSSA-2는 Ross & Miles법에 의한 거품생성 직후 기포력이 포고 11mm로 나타났고, Ross & Clark법에 의한 기포력이 상온에서는 포고 310mm 이하로, 80℃의 고온에서는 17mm를

Table 2. Stability of Scouring Agents for NaOH Solutions

Scouring agents	NaOH concentration (g/L)						
	5	10	20	30	40	50	60
LSSA-1	○	○	○	○	○	○	×
LSSA-2	○	○	○	○	○	○	×
LSSA-3	○	○	○	○	○	○	×

○ : stable × : unstable

Table 3. Emulsifying Stability of Scouring Agents

Scouring agents	Amount of Olive oil (g)					
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
LSSA-1	○	○	○	○	○	×
LSSA-2	○	○	○	○	×	×
LSSA-3	○	○	○	○	○	×

○ : emulsified × : separated

각각 나타냄으로써 비교적 양호한 저기포성 용제형 정련제임이 밝혀졌다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 지정 경기도 후원의 명지대학교 천연신기능성소재연구센터(RRC)의 지원사업과 관련된 연구의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. A. Hebeish, M. H. El-Rafie, A. Higazy, and N. Y. Abou-Zeid, Rapid Bleaching of Linen Fabrics, *Cellulose Chemistry and Technology*, **28**(5), 563 (1994).
2. M. Hokoyama, S. Yamamoto, T. Tsunekawa, and R. Ito, Jpn. Patent 08060532A2 (1996).
3. Y. Feng, Y. Sheng, W. Lu, L. Wang, W. Guo, and H. Liu, Technique for Application of Fast Scouring Agent for Silk, *Zhejiang Sichou Gongxueyuan Xuebao*, **14**, 159 (1997).
4. R. Myagawa and A. Tominaga, Jpn. Patent 07310277A2 (1995).
5. T. Uchida and H. Fukuda, Jpn. Patent 03199464A2 (1991).
6. H. Shen, Preparation of Water-Based Corrosion Protective Coatings System, *Tuliao Gongye*, **31**(6), 6 (2001).
7. U. Yamatani, T. Koinuma, Y. Hiratsuka, C. Endo, T. Saito, and M. Nakata, Jpn. Patent 313059A2 (2003).
8. X. Domingo, Foaming Power of Lauryl Alcohol Ethoxylates Determined by the Beh-James Method, *Tenside, Surfactants, Detergents*, **32**(4), 310 (1995).
9. C. Moriguchi, Jpn. Patent 07292569A2 (1995).
10. D. Kosaku, Present Situation of Enzyme Applications in Textile Processing, *Senshoku Kogyo*, **48**(2), 74 (2000).
11. H. S. Park, Surfactants and Air Pollution, *J. Kor. Fiber Soc.*, **15**(4), 32 (1978).
12. Jpn. Oil and Fats Co., "Surfactant Handbook", pp. 216-225, Kogaku Tosho Co., Tokyo (1987).
13. J. Deng, C. Chen, and T. Zhang, China Patent 1072712A (1993).
14. F. Han, G. Zhang, and J. Wang, Organosilicon Defoaming Agent, *Riyong Huaxue Gongye*, **31**(4), 39 (2001).
15. Z. Wang, F. Zhao, X. Hao, D. Chen, and D. Li, Microbial Transformation of Hydrophobic Compound in Cloud Point System, *J. Molecular Catalysis B : Enzymatic*, **27**(4-6), 147 (2004).
16. G. Hoffarth, Eur. Patent 681865A2 (1995).
17. H. Kaminaga and A. Washiyama, Jpn. Patent 03263477A2 (1991).
18. M. N. Fineman, G. L. Brown, and R. J. Myers, Foaming on Non-Ionic Surface Active Agents, *J. Phys. Chemistry*, **56**, 963 (1952).
19. M. Lorenz and A. Zastrow, Ger. Offen., 19927981A1 (2001).
20. P. Przytula and J. Glinkowska, New Polish Auxiliary Agents for Leather Finishing, *Przegląd Skorzany*, **41**(1), 9 (1986).