

〈研究論文(學術)〉

Ferric Oxinate를 標職物質로 사용한 人工汚染布의 洗滌特性

安慶祚 · 金聲連

가톨릭대학교 생활과학대학 의류학과
(1996년 2월 5일 접수)

Characteristics of Artificially Soiled Fabrics Containing Ferric Oxinate as a Tracer

Kyung Cho Ahn and Sung Reon Kim

Dept. of Clothing and Textiles, Catholic Univ., Seoul, Korea
(Received February 5, 1996)

Abstract—Carbon black has been used as a particulate soil to prepare artificial soiled fabrics for detergent study but it has two major defects. The one is the difficulty of quantitative analysis of carbon black for evaluate the detergency, the other is that there is no reliable correlation between the removal of carbon black and oily soil which is the major component of natural soil.

In this study ferric oxinate was used as a particulate soil since it is in black color and can be soiled on fabric by suspension in water or by solution in chloroform and it is easily analysed quantitatively by extracting it from soiled fabric with chloroform to get correct value of soil removal. The characteristics of soil removal of ferric oxinate were compared with that of carbon black and Sudan black, an oil soluble dye, which had been proved that it's detergency correlated with that of oily soil.

The soil removal of ferric oxinate and Sudan black estimated from quantitative analysis and from K/S value were in good agreement whereas the result calculated by simple reflectance was consistently low. The soil removal of ferric oxinate was exceeded from that of carbon black without regard to surfactants, Triton and Las, but the effect of washing conditions such as temperature and washing time on soil removal of both soils with different surfactants showed no considerable difference. Though the soil removal of Sudan black was little effected by the conditions, the soil removal in Triton exceeded considerably that of in Las, which is the characteristic of oily soil. Thus the soil removal of Sudan black was in good agreement with ferric oxinate in Triton, a non-ionic surfactant, and with carbon black in Las, an anionic surfactant. We concluded that ferric oxinate is a more realistic model particulate soil for artificial soiled cotton fabric washed with non-ionic surfactant than carbon black.

1. 緒 論

洗劑와 洗濯機의 性能의 評價에는 天然汚染布를 使用하는 것이 가장 合理的이다. 그리하여 ASTM¹⁾, KS²⁾, JIS³⁾ 등에 天然汚染布에 관하여 규정하고 있다. 그러나 天然汚染布를 사용한 洗滌試驗은

많은 勞力과 시간을 필요로 하여 보다 便利한 人工汚染布에 關한 많은 研究⁴⁻⁶⁾가 되어왔다. 이들 人工汚染布의 大部分이 標職固刑汚垢로 카본 블랙을 使用하고 있는데, 카본블랙은 表面反射率에 의한 洗滌力 評價에는 便利하나 定量分析하기가 어렵고, 다른 汚垢 특히 油性汚垢의 洗滌性과의 상관성이

문제가 될 수 있다. 따라서 人工汚染布의 標識物質로 固形汚垢의 세척성을 대조하면서 油性汚垢의 洗滌力과의 상관성이 높은 것을 사용할 수 있다면 理想的 汚染布를 얻을 수 있으리라 생각된다.

본 실험에 사용된 ferric oxinate⁷⁾는 黑色 粉末임으로 表面反射率에 의한 洗滌性 평가가 가능하고, 클로로포름으로 抽出한 후 分光分析에 의한 정확한 洗滌率의 계산이 가능한 등 利點이 있어 몇몇 학자들에 의해 세척의 연구에 사용된 바 있다^{8) 9)}.

Ferric oxinate는 클로로포름에 可溶인 親油性 물질로서 세척실험에서 標識固形汚垢로 널리 쓰이는 카본블랙이나 酸化鐵 보다 油性汚垢의 세척성과 높은 상관성을 가지리라 期待된다. 그리하여 본 연구에서는 ferric oxinate와 人工汚染布의 標識物質로 가장 많이 쓰이는 카본블랙의 세척거동을 비교하고 이들의 세척성과 油性汚垢의 세척성과의 상관관계를 비교 검토하였다. 면섬유에서 유성오구의 세척성을 잘 대표한다고 보고된¹⁰⁾ 脂溶性 染料인 Sudan black을 유성오구에 첨가하여 작성한 오염포의 세척율을 表面 反射率에 의한 방법과 오염포를 클로로포름으로 抽出후 Sudan black의 양을 정량하는 방법을 사용하였고, ferric oxinate의 洗滌性도 表面 反射率의 측정과 오염포를 클로로포름으로 抽出한 후 Ferric oxinate의 양을 分光分析에 의한 定量分析하는 두 가지 評價方法을 비교 검토하였다.

2. 實 驗

2.1 試料와 試藥

2.1.1 試料布: 汚染布 제작에 사용된 白綿布는 한국의류시험검사소에서 제작한 염색건뢰도 시험용 백면포(KS K 0905)를 탄산나트륨(3%, 비이온계면활성제 0.2%)으로 精練, 차아염소산나트륨(유효염소농도 1%, pH 10)으로 표백, 티오황산나트륨(0.3%)으로 탈염소후, 클로로포름으로 4시간 Soxhlet추출기로 추출한 후 사용하였으며 그 직물의 특징은 Table 1과 같다.

2.1.2 試藥:

카본블랙: 日本 洗濯科學協會 規格品

Table 1. The Characteristics of the cotton fabric

Material	cotton(100%)	
weave	plain	
Yarn numbers(Ne)	warp	30
	weft	38
Fabric count(ends & picks/5cm)	141×135	
Thickness(mm)	0.305	
Weight (g/m ²)	100	

Sudan black : Fluka Chemie AG級

Ferric oxinate : 藤情동⁸⁾의 제조방법을 약간 수정하여 다음과 같이 제조하였다. 염화제이철(AC-ROS AG級) 24.3g을 증류수 100mL에 용해한 것과, 8-Hydroxy quinoline(片山化學 特級) 65.25g을 빙초산 100mL에 용해한 것을 혼합한 혼합액을 수산화나트륨 용액(6 N)으로 중화하여 생기는 흑갈색 침전을 여과한 후, 침전을 증류수로 충분히 세척한 후 진공건조하여 데시케이터 속에 보존하였다.

계면활성제 : 陰이온계-Na-n-dodecylbenzene sulfonate(LAS) (Janssen CP 98%)

비이온계-Octylphenol polyoxyethylene(10)(Triton)(片山化學 CP 100%)

其他 試藥은 시약 일급을 그대로 사용하였다.

2.2 實驗方法

2.2.1 汚染布 製作: 오염포는 油性성분의 조성을 일정하게 하고 여기에 카본블랙, ferric oxinate, Sudan black을 각각 소량씩 가하여 얻어진 오염포의 表面反射率이 32±1% 되도록 하였다. 3가지 汚垢液의 조성 and 얻어진 오염포의 표면반사율은 다음 Table 2와 같다.

上記 汚垢液에 백면포(크기 10×20cm)를 뒤집 으면서 1분간 침지후 여분의 오구액을 여지로 吸收 際液하여 픽업이 105±5%가 되도록 하고 공기 건조하였다.

2.2.2 洗滌: Launder Ometer를 사용하여 한 세척병에 Table 3과 같은 조성의 세액 300mL, 鋼球 10개와 함께 汚染布(5×10cm) 3枚를 넣고 규정 온도, 규정시간 세척하고, 같은 온도의 물 300mL로

Table 2. Composition of soils

Component	Soil I	Soil II	Soil III
Carbon black(g)	0.15		
Ferric oxinate(g)		0.85	
Sudan black(g)			0.20
Tripalmitin(g)	1	1	
Palmitic acid(g)	1	1	1
Triolein(g)	1	1	1
Oleic acid(g)	1	1	1
Liquid paraffin	1	1	1
Chloroform to make 500ml	balance	balance	balance
Reflectance of soiled fabric(%)	32	33	31

2번 행구었다.

K : 有色粉體의 흡광계수

S : 有色粉體의 산란계수

Table 3. Composition of detergent solution (%)

Surfactant(LAS or Triton)	0.05
Sodium silicate	0.03
Sodium carbonate	0.05

다음 (3)식에 따라 세척율을 계산하였다.

$$\text{洗滌率} = \frac{(K/S)_s - (K/S)_w}{(K/S)_s - (K/S)_0} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

2.2.3 洗滌率의 計算 : ① 표면반사율 측정 - 카본블랙, ferric oxinate, Sudan black이 각각 첨가된 汚染布의 洗滌 前後와 원백포의 표면반사율을 色差計(東京電氣 TC 3600)로 측정하여 다음 (1)식에 따라 단순 표면반사율에 의한 세척율을 계산하였다.

$$\text{洗滌率} = \frac{R_w - R_s}{R_0 - R_s} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

여기서 ; R₀ : 원백포의 표면반사율
 R_s : 오염포의 표면반사율
 R_w : 세척포의 표면반사율

표면반사율로부터 Kubelka-Munk식¹¹⁾(2)에 따라 K/S값을 구하고

$$K/S = \frac{(1 - R)^2}{2R} \dots\dots\dots(2)$$

여기서 ; R : 표면반사율

여기서 ; (K/S)₀ : 백포의 K/S값

(K/S)_s : 세척전 오염포의 K/S값

(K/S)_w : 세척후 오염포 K/S값

② Ferric oxinate와 Sudan black의 抽出 定量-ferric oxinate와 Sudan black이 첨가된 오염포는 1- × 5cm 크기로 절단된 것을 3매를 Soxhlet 추출기를 이용하여 클로로포름으로 4시간 추출하여 얻은 추출액의 흡광도를 측정하여 다음 (4)식에 따라 세척율을 계산하였다.

$$\text{洗滌率} = \frac{S_s - S_w}{S_s} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

여기서 ; S_s : 오염포 추출액의 흡광도

S_w : 세척후 오염포 추출액의 흡광도

吸光度는 分光光度計(島津 UN-160)을 사용하여 ferric oxinate는 465nm에서, Sudan black은 574 nm에서 측정하였다.

3. 結果 및 考察

3.1 洗滌率 評價方法의 妥當性

洗滌率을 계산함에 있어 단순 表面反射率에 의한 값과, 표면반사율로부터 계산한 K/S값으로부터 계산한 세척율이 정량분석에 의한 값과 어느 정도 있는가를 알아보기 위하여 soil I (ferric oxinate)와 soil II (Sudan black) 오염포를 비이온계 세제로, 세척시간에 따른 세척율을 식 (1), (2), 그리고 (3) 식으로 계산한 결과를 각각 Fig. 1과 Fig. 2에 제시하였다.

이에 앞서 ferric oxinate 또는 Sudan black에 유성오구가 첨가되었을 때 오구량과 흡광도가 비례하는가를 확인하기 위하여 혼합오구의 검량선을 그려보았는데 그 결과는 Fig. 3과 Fig. 4와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 ferric oxinate 또는 Sudan

black이 배합된 오구의 흡광도가 순수한 ferric oxinate 또는 Sudan black의 흡광도보다 작지만 오구량과 흡광도가 정확히 비례하고 있다. 따라서 오염포의 클로로포름 추출액의 흡광도로부터 오염포의 세척율을 계산하여도 정확한 결과를 얻을 수 있음을 보여주고 있다.

Fig. 1과 Fig. 2를 보면 ferric oxinate와 Sudan black 배합 유성오구 모두 오염포상의 부착량의 정량분석에 의한 세척율과 K/S 값으로 표시하여도 정확한 오구량으로부터 계산한 세척율과 같은 결과를 얻을 수 있음을 나타내고 있다. 그러나 단순 표면반사율로부터 얻은 세척율은 실제 오염량과는 상당한 차이가 있음을 알 수 있다.

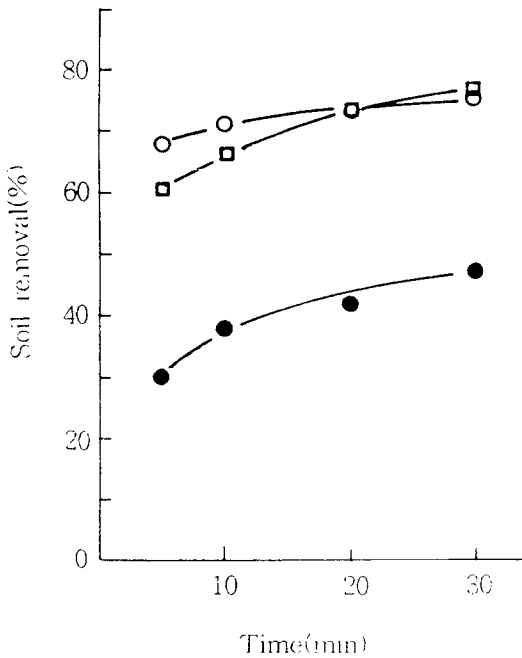


Fig. 1. Detergencies of ferric oxinate containing oily soil calculated from chemical analysis(-□-), K/S value(-○-) and simple reflectance(-●-)VS washing time.

Detergent : Triton, washing temperature : 40°C

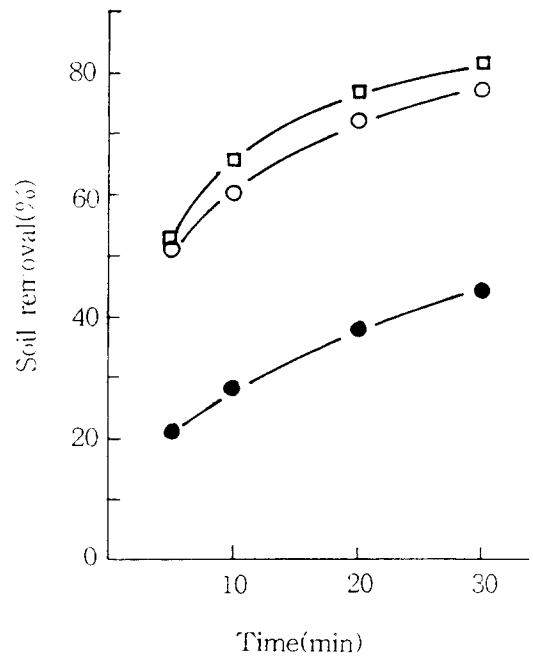


Fig. 2. Detergencies of Sudan black containing oily soil calculated from chemical analysis(-□-), K/S value(-○-) and simple reflectance(-●-)VS washing time.

Detergent : Triton, washing temperature : 40°C

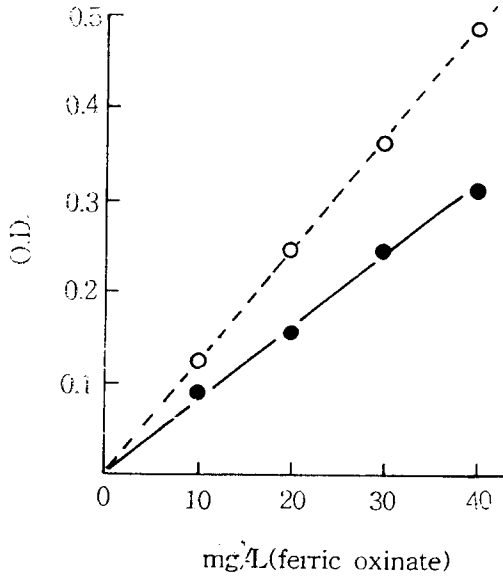


Fig. 3. Calibration curve for ferric oxinate containing oily soil(-●-) and pure ferric oxinate(-○-).

3.2 汚垢의 標識物質로 카본블랙, ferric oxinate, Sudan black을 사용한 汚染布의 세척성 비교

인공오염포 제작에서 油性汚垢와 함께 表面反射率을 측정하기 위한 標識物質로 ferric oxinate, Sudan black 그리고 인공오염포 製作에 가장 많이 쓰이는 카본블랙을 사용하였을 때의 K/S 값으로 계산한 洗滌率의 特徵과 이들 사이에 어느 정도의 類似性이 있으며 특히 油性汚垢의 제거를 대표할 수 있는가를 알아보기 위하여 다음과 같은 실험을 하였다.

3.2.1 洗滌時間의 影響

3가지 標識物質을 사용한 汚染布를 사용하여 세척시간에 따른 洗滌性을 음이온계면활성제 LAS와 비이온계면활성제 Triton으로 된 두 가지 세제로 세척한 결과를 각각 Fig. 5의 (a)와 (b)에 나타내었다.

Fig. 5를 보면 음이온 세제와 비이온 세제를 통하여 carbon black의 세척율이 가장 나쁘고, ferric oxinate가 현저히 좋다. Sudan black은 음이온

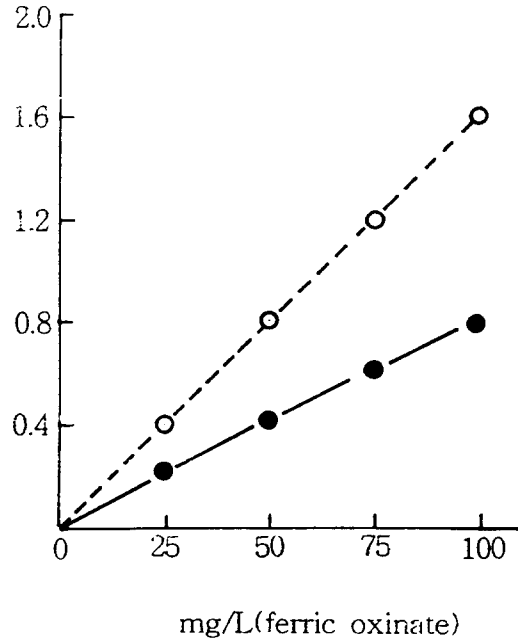


Fig. 4. Calibration curve for Sudan black containing oily soil(-●-) and pure ferric oxinate(-○-).

세제보다 비이온세제에서 세척성이 현저히 향상되고 있다. 이것은 유성오구의세척 거동과 같은 것으로¹²⁾ Sudan black이 유성오구와 세척거동을 같이하고 있다¹¹⁾는 것을 확인하고 있다. 그리하여 Sudan black은 음이온세제에서는 carbon black과 비슷한 세척성을 보이고 비이온세제에서는 ferric oxinate와 비슷한 세척성을 보이고 있다. 또 한가지 주목되는 것은 Sudan black의 세척성이 10분 이후에는 시간이 길어져도 세척성이 크게 향상되지 않는다는 것이다. 이것은 유성오구의 대부분이 세척의 초기에 제거되는 것과^{13,14)} 맥을 같이하고 있다. 여기 비하면 carbon black과 ferric oxinate는 세척시간이 길어지면 세척성이 향상되고 있어 세척에서 유성오구보다는 固形粒子汚垢와 같이 거동하고 있음을 나타내고 있다. 그러나 비이온계 세제에 있어서는 ferric oxinate가 Sudan black의 세척성과 접근하고 있으며 특히 20분, 30분으로 시간이 길어지면 Sudan black의 세척성과 거의 일치하고 있다.

3.2.2 洗滌溫度의 影響

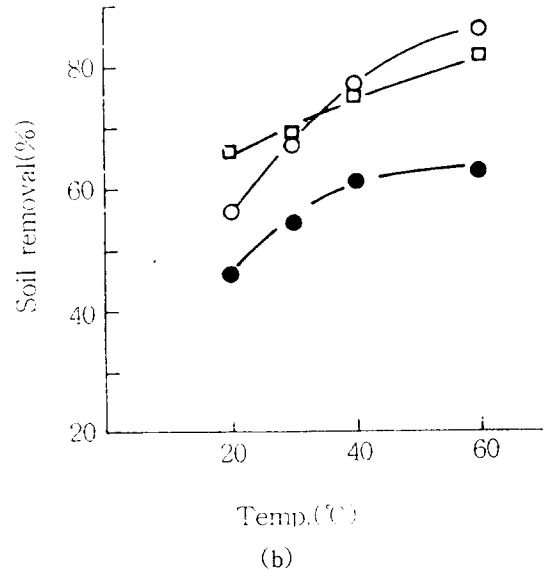
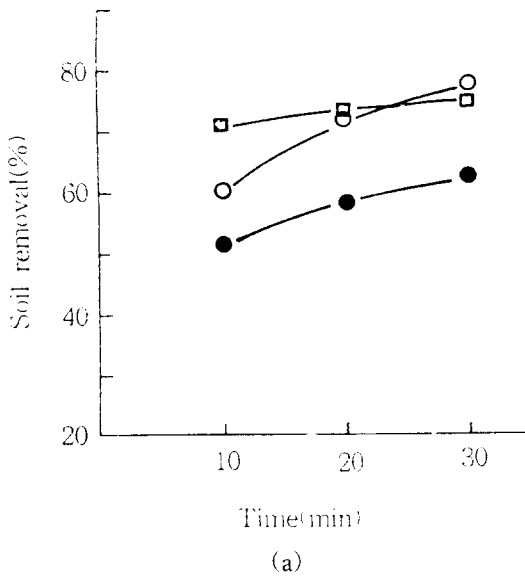
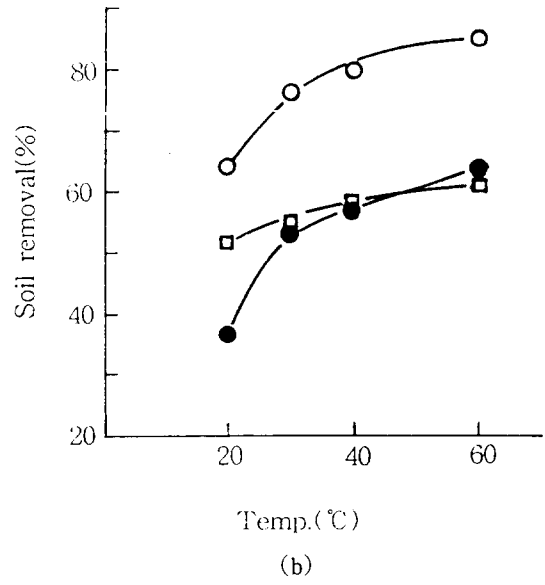
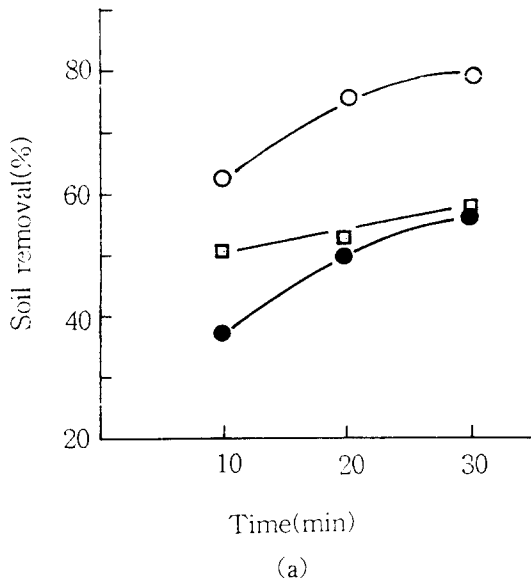


Fig. 5. Effect of washing time on the detergency of three soiled fabrics at 40°C. (-●- : carbon black, -○- : ferric oxinate, -□- : Sudan black-) Detergents - (a) : Las, (b) : triton.

Fig. 6. Effect of washing temperature on the detergency of three soiled fabrics washed for 30 min. (-●- : carbon black, -○- : ferric oxinate, -□- : Sudan black-) Detergents - A : Las, B : Triton.

3가지 標識物質을 사용한 汚染布를 사용하여 세척온도에 따른 洗滌性을 음이온계면활성제

LAS와 비이온계면활성제 Triton을 활성분으로 한 두 가지 세제로 세척한 결과를 Fig. 6의 a와 b에

각각 나타내었다.

Fig. 6을 보면 Fig. 5에서와 같이 세제의 종류에 관계없이 ferric oxinate의 세척성이 가장 좋고 Las세제에서는 ferric oxinate에 비해 carbon black과 Sudan black은 비슷하게 세척력이 뒤지고 있다. 여기 대해서 Triton세제에서는 Sudan black의 세척성이 향상되어 ferric oxinate와 같아지고 있다. 이것을 일반적으로 유성오구의 세척성이 음이온계 세제보다 비이온계에서 향상되는 것과 맥을 같이 하고 있다. 또 온도 상승에 따라 ferric oxinate와 carbon black은 세척성이 향상되고 있으나 Sudan black은 온도의 영향을 덜 받고 있다.

4. 結 論

Ferric oxinate와 Sudan black을 標識물질로 사용한 오염포의 세척율을 K/S값으로 평가한 것과 화학분석에 의한 값이 잘 일치하고 있으나 단순 표면반사율로 평가한 세척율은 화학분석에 의한 값보다 현저히 낮았다. Ferric oxinate와 carbon black은 계면활성제의 종류에 관계없이 세척온도와 세척시간의 변화에 따른 세척율의 변화가 비슷한 경향을 보였으나, ferric oxinate의 세척율이 carbon black보다 좋았다. Sudan black은 Las계 세제보다 비이온계 세제에서 현저히 좋은 세척성을 보여, 일반 유성오구와 같은 세척거동을 보였으며, Las계에서는 carbon black과, 비이온계에서는 ferric oxinate와 세척율이 비슷하였다. 이상의 결과로 세척시험용 오염포의 표지물질로, Sudan black의 세척성이 油性汚垢의 세척성과 일치한다는 전제하에서, Las계 세제에서는 carbon black이, 비이온계세제에서는

ferric oxinate가 油性汚垢의 대표할 수 있다고 보여진다.

감사의 글

본 연구는 대학자체공동특별연구비에 의해 수행된 것으로 이에 감사의 뜻을 표합니다.

引用文獻

- 1) ASTM-D 2960.
- 2) KS M 2725.
- 3) JIS K 3371.
- 4) 失部 章彦, 油化學, 6, 461(1954).
- 5) H. L. Sanders and J. M. Lambert, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 27, 153(1950).
- 6) 奥村 統, 徳山 清孝, 阪谷 武信, 鶴田 康生, 油化學, 30, 432(1981).
- 7) R. G. W. Holingshead, "Oxine and its Derivatives" Vol. IV, p. 1112, Butterworths(1956).
- 8) W. H. Rees, *J. Textile Inst.*, 53, T230(1962).
- 9) 藤井富美子, 小谷利子, 奥山春彦, 織消誌, 15, 344(1974).
- 10) 朴貞姬, 미발표.
- 11) P. Kubelka and F. Munk, *Z. Tech. Phys.*, 12, 593(1931)
- 12) 李美植, 미발표.
- 13) T. Fort, Jr., H. R. Billica and T. H. Grindstaff, *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 45, m354(1968).
- 14) T. H. Grindstaff, H. T. Patterson and H. R. Billica, *Textile Res. J.*, 40, 35(1970).