

固型汚染의 洗滌性에 關한 研究

李 惠 善

A Study on the Detergency of Particulate Soil

Hye-sun Lee

Summary

A study was made of the use of nonionic surfactant solution to desorb particulate carbon from cotton fabric. The effects of concentration of the surfactant, wash temperature, the presence of palmitic acid in soil mixture and concentration of NaOH on the removal of particulate carbon were investigated. The per cent soil removal was calculated from reflectance measurements.

Effectiveness of the surfactant increased with concentration, but it was small above 0.05%

The rate of detergency was increased by the presence of alkali and the efficiency was improved with concentration of fatty acid in soil mixture.

The per cent soil removal was improved by the presence of fatty acid in soil mixture.

High temperatures increased the detergency.

緒 言

洗滌은 洗液 - 織物 - 汚染으로 된 洗滌系內에서 preferential wetting, rolling-up, solubilization, mesomorphic phase formation, soap formation, mechanical action 등의 洗滌機構에 의해 汚染이 織物로부터 分離되어 洗液中에 分散되고, 그 分散이 安定化됨으로써 이루어진다. (Stevenson: 1961)

洗滌效果에 影響을 주는 因子로는 洗液의 量, 洗劑의 種類와 濃度, 洗液의 溫度, 洗滌時間, 洗液의 pH, 機械的인 힘등이 있는데 (金: 1978) 汚染의 成分과 組成, 織物의 構造와 性質에 따라 影響을 미치는 程度가 다르게 나타난다. (金 1979, 李 1980, 李 1980)

汚染은 크게 固型汚染과 脂溶性汚染으로 나뉘는데 脂溶性汚染中에는 遊離脂肪酸과 triglyceride가 전체 脂溶性汚染의 반이상을 차지하고 (Scott 1963, Powe and Marpl 1960), 固型汚染은 0.2~1 μ 정도의 clay mineral로 대부분 脂溶性汚染層에 吸着되어 있다 (Powe 1959, Fort 1966, Cutler 1972). 따라서 脂溶性

汚染이 제거됨에 따라 固型汚染도 제거되게 된다.

遊離脂肪酸은 極性物質로 除去가 비교적 容易하여 脂溶性汚染中에 遊離脂肪酸이 混合되면 除去가 容易해진다는 報告가 있으나 (Fort: 1966) 그 組成에 따른 研究는 적다. 金 (1979) 과 李 (1980) 는 脂溶性汚染中의 遊離脂肪酸의 含量을 변화시키며 洗滌溫度, alkali 添加에 따른 洗滌性을 檢討했으나 主로 陰 ion系 界面活性劑인 Na-DBS에 關한 것이었다.

本 研究에서는 界面活性劑로 非 ion系인 polyoxyethylene nonylphenol ether (ethyleneoxide 10 mole 附加物) 를 사용하여 固形汚染과 脂溶性汚染의 混合汚染의 洗滌性을 固型汚染의 除去效果로 檢討하여 보았다. 洗滌變因은 洗劑濃度, 脂溶性汚染中의 遊離脂肪酸의 含量과 alkali의 添加, 洗滌溫度로 하였다.

實 驗

試 料

試驗布

2. 논문

시험布는 市販 cotton lawn 을 Na_2CO_3 10% (o.w. f.) 液比 30:1 로 100℃에서 3시간 精練하여 空氣中에서 乾燥시킨 후 12×12cm 크기로 잘라 soxhlet 抽出器에 넣고 benzene:ethanol 2:1 (重量比) 共沸混合物로 8시간 抽出하여 脂溶性 不純物을 완전히 除去하여 使用하였다. 使用한 織物의 特性은 Table 1 과 같다.

Table 1. Characteristics of fabric

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Material | cotton 100 % |
| Weave construction | plain |
| Yarn number | warp 60'S |
| | weft 60'S |
| Fabric count(ends × picks/inch) | 103 × 88 |
| Thickness (mm) | 0.194 |
| Reflectance (%) | 70.6 |

試藥

Palmitic acid : 試藥用一級 (關東化學株式會社)

Hydrogenated oil : 市販 shortening (三立食品工業株式會社)

Paraffin oil : 試藥用一級 (和光純藥工業株式會社)

Carbon black : 試藥用一級 (林純藥工業株式會社)

Polyoxyethylene nonylphenol ether, ethylenexide 10 mol 附加物 (PONPE) : 工業用 活性分 100% (東南合成工業株式會社)

其他試藥 : 모두 試藥用一級

實驗方法

汚染布의 製作

汚染布는 脂溶性成分으로 palmitic acid, hydrogenated oil, paraffin oil 을 固型汚染으로 carbon black 을 使用하여 다음과 같은 方法으로 製作하였다.

Table 2 와 같은 組成을 가진 脂溶性汚染 10g 과 1g 의 固型汚染을 取해 mortar 에서 잘 混合한 후 주사기로 0.50 ml 씩 取해 roller 에 떨어뜨린 후 平板위에서 均一하게 roller 에 묻혀 試驗布 위에 飽充 (Saturation) 시켜 오염포를 製作하였고 洗滌도중 음이 풀려나가는 것을 防止하기 위해 四方에서 물을 풀어 實際크기가 5×10cm

되게하여 標準狀態 (20±2℃, 65% RH) 에서 1週 間 熟成시킨 후 表裏 各 2군데씩 4군데의 表面反射率 (波長 520 nm) 을 측정하여 그 平均값이 30±2% 인 것을 冷蔵하여 使用하였다.

Table 2. Composition of oily soils (%)

| Code No. of soils Soils | I | II | III | IV |
|----------------------------|------|------|------|------|
| Palmitic acid | none | 10.0 | 20.0 | 40.0 |
| Hydrogenated oil | 40.0 | 30.0 | 20.0 | none |
| Paraffin oil | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 |

洗滌實驗

洗滌은 Standard launder meter (Yasuda Seiki Seisakucho Co. LTD) 를 使用하여 洗滌瓶에 純水로 만든 洗液 100 ml, steel ball 10 개씩을 넣어 豫熱한 후 汚染布를 1매씩 넣어 20℃에서 20分間 洗滌한 후 3분씩 3回 純水로 평균다음 공기중에서 건조시켰다.

洗滌率의 算出方法

洗滌布는 白色 綿布를 덮고 다림질한 후 表裏 各 2군데씩 4군데의 表面反射率을 측정하여 그 平均值를 使用하여 Kubelka - Munk 式에 의해 洗滌率 (D) 을 算出하였다.

$$D = \frac{(1 - R_s)^2 / 2R_s - (1 - R_w)^2 / 2R_w}{(1 - R_s)^2 / 2R_s - (1 - R_o)^2 / 2R_o}$$

위 식에서 R_s , R_w , R_o 는 各各 汚染布, 洗滌布, 原布의 表面反射率에 해당한다.

모든 實驗值는 同一變因을 3回 實驗하여 그 平均值를 使用하였다.

結果 및 考察

界面活性劑의 濃度에 따른 洗滌性

汚染組成 III (20% palmitic acid in oily soil) 의 汚染布를 使用하여 洗滌溫度 40℃에서 非 ion系 界面活性劑인 PONPE 의 濃度를 變化시켜 가면서 洗滌性을 調査한 結果는 Fig 1 과 같다.

이에 의하면 界面活性劑의 濃度가 增加함에 따라 洗

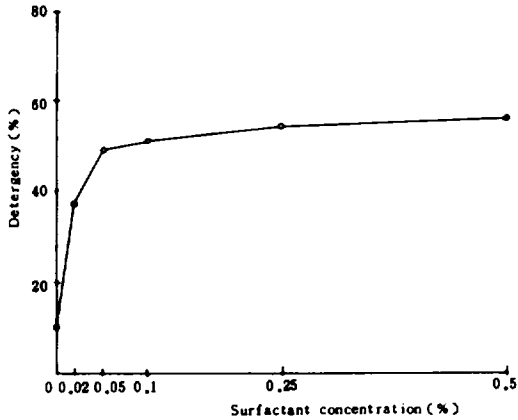


Fig I. Effect of surfactant concentration on detergency

洗滌性이 向上되고 있으나 界面活性劑 濃度 0.05% 에서 거의 限界에 달하고 있다. 따라서 0.05%를 critical washing concentration (CWC) 으로 볼 수 있고, 이는 陰 ion系 界面活性劑인 soap나 Na-DBS와 비교하면 $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10}$ 정도의 濃度가 된다. (Ginn 1961, 金 1981)

汚染中の 遊離脂肪酸의 含量과 alkali 濃度에 따른 洗滌性

Alkali의 存在는 洗滌性에 影響을 미치며 특히 遊離脂肪酸의 除去와 關係가 크다는 여러 報告가 있다 (鄭 1977, 金 1979, 李 1980). 그리하여 遊離脂肪酸의 含量을 달리하여 NaOH 添加時의 洗滌性을 調査

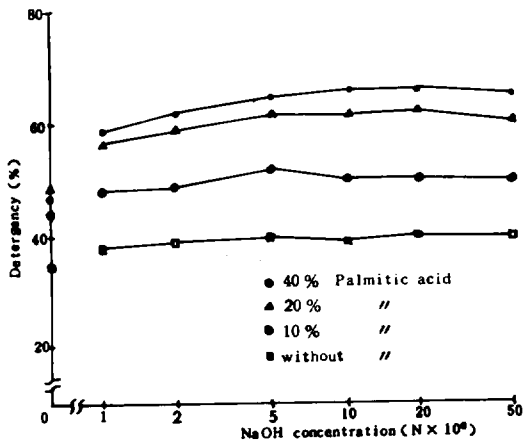


Fig II. Effect of NaOH concentration in surfactant solution on detergency according to palmitic acid content

해본 결과는 Fig II와 같다. 이때의 洗劑濃度는 0.05%, 洗滌溫度는 40℃로 하였다.

이에 의하면 alkali를 添加하였을 때 洗滌性은 向上되며 그 程度는 混合汚染中の 遊離脂肪酸의 含量이 많을수록 크게 나타나고 있다. 또한 alkali 濃度の增加가 洗滌性을 向上시키는 것은 alkali 濃度 20×10^{-4} N에서 한계에 다다르고 그 이상에서는 도리어 減少하는 경향을 보이고 있다.

이것은 界面活性劑 溶液에 alkali를 添加하면 界面張力을 낮추고 膨潤을 증진하여 洗滌力을 向上시킨다는 金 (1979), 李 (1980) 등의 報告와 일치하며 alkali를 添加할 경우 固形汚染의 再沈着이 감소한다는 襄 (1981)의 報告와도 關聯이 있는 것으로 생각된다. 그러나 過量의 NaOH는 洗滌性을 오히려 감소 시키는데 Vincent (1927), Rhodes (1931), 李 (1980) 등의 報告에서도 비슷한 경향을 볼 수가 있다.

汚染中の 遊離脂肪酸 含量이 클수록 alkali 添加에 따른 洗滌性의 向上이 크게 나타난 것은 soap formation이 主要 洗滌機構로 作用했기 때문에 나타난 結果라고 생각된다. (Scott 1963)

한편 汚染中에 遊離脂肪酸이 存在할 경우 alkali 添加에 상관없이 洗滌性이 向上되었다. 이는 遊離脂肪酸이 存在하게 되면 汚染이 極性을 띄우게 되어 界面活性劑가 汚染內部로 침투해 들어가 mesomorphic phase를 형성하여 汚染 除去를 쉽게한다는 Scott (1963)의 현미경 調査 結果와 關係가 깊은 것 같다.

洗滌溫度에 따른 洗滌性

汚染組成 III (20% palmitic acid in oily soil)의 汚染布를 使用하여 界面活性劑 濃度 0.05%에서 洗滌溫度 변화에 따른 洗滌性을 調査한 結果는 Fig III과 같다.

이에 의하면 洗滌溫度가 높아짐에 따라 洗滌性은 계속해서 증가하고 있어 李 (1980), 朴 (1981) 등이 報告한 陰 ion系 界面活性劑와는 차이점을 보여주고 있다.

溫度가 상승함에 따라 界面活性劑의 확산속도가 빨라지고, 固形汚染의 binder로 作用한 脂溶性汚染이 solid 상태에서 liquid 상태로 바뀔 때 따라 rolling-up, mesomorphic phase formation 등이 촉진되기 때문에 나타난 결과라고 보여진다.

한편 溫度의 상승은 汚染 除去를 촉진시키는 반면 汚

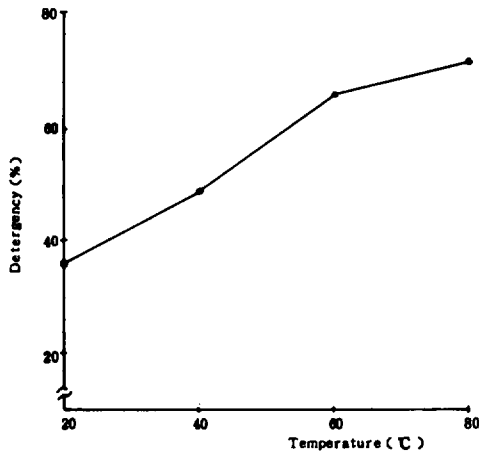


Fig 3. Effect of temperature on detergency

染의 洗滌液에서의 分散의 安定性を 감소시켜 固型汚染의 redeposition도 촉진시킬 것으로 생각된다 (Cutler : 1972). 固型汚染의 再沈着에 관한 衰 (1981)의 報告를 보면 陽 ion系인 CTAB와 陰 ion系인 NaDBS에서는 溫度가 상승함에 따라 固型汚染의 redeposition이 증가했으나 非 ion系인 PONPE에서는 감

소한 것으로 나타났다. 여기서 溫度가 상승함에 따라 洗滌性이 계속 증가된 것은 非 ion系界面活性劑의 特性和 관련된 것으로 보여진다.

摘 要

固型汚染의 洗滌性を 非 ion系界面活性劑의 濃度, 混合汚染中の 遊離脂肪酸의 濃度和 洗滌液中の alkali 濃度, 洗滌溫度를 變化시켜 가면서 檢討하여 보았다.

洗滌率은 表面反射率을 測定하여 Kubelka-Munk 式에 의해 算出하였고 實驗結果는 다음과 같다.

1. 界面活性劑의 濃度 증가에 따른 洗滌性은 0.05%까지는 크게 증가하였으나 그 이상에서는 界面活性劑의 濃度增加가 洗滌性에 큰 영향을 미치지 못하였다.
2. 洗滌液中에 alkali를 添加할 경우 洗滌性은 向上되었고 汚染中에 遊離脂肪酸의 含量이 많을수록 向上의 程度가 컸다.
3. 混合汚染中에 遊離脂肪酸이 存在하게 되면 洗滌性이 向上되었다.
4. 洗滌溫度가 상승함에 따라 洗滌性은 계속해서 증가하였다.

引 用 文 獻

- 金聲連, 李順媛 (1981) : 被服管理學, 150
- 金殷玉 (1979) : 脂溶性汚染中の 遊離脂肪酸이 固型汚染의 洗滌性에 미치는 影響, 서울대학교 대학원 衣類學科 碩士學位 論文
- 朴桂賢 (1981) : 洗滌溫度가 洗滌性에 미치는 影響. — Soap의 特性을 中心으로 —, 서울대학교 대학원 衣類學科 碩士學位 論文
- 裴玄淑 (1981) : 固型汚染의 再沈着에 관한 研究, 서울대학교 대학원 衣類學科 碩士學位 論文.
- 李美植 (1980) : Radiotracer를 利用한 triglyceride의 洗滌性에 관한 研究, 서울대학교 대학원 衣類學科 碩士學位 論文
- 李惠善 (1980) : 纖維의 特性和 脂溶性汚染의 組成이 固型汚染의 洗滌性에 미치는 影響, 서울대학교 대학원 衣類學科 碩士學位 論文
- 鄭惠源, 金聲連 (1977) : 汚染中の 遊離脂肪酸이 洗滌性에 미치는 影響, 韓國衣類學會誌 Vol.1, No.1, 31
- Cutler W. G. and Davis R. C. (1972) : Surfactant Series, Volume 5, Detergency Theory and Test Method, Marcel Dekker Inc., 154
- Fort T, Billica H. R. and Grindstaff T. H. (1966) : Studies of Soiling and Detergency, Part II : Detergency Experiments with Model Fatty Soil, *Textile Res. J.*, 36, 99
- Fort T, Billica H. R. and Grindstaff T. H. (1966) : Studies of Soiling and Detergency, Part I : Observation of Naturally Soiled Textile Fibers, *ibid*, 36, 7
- Ginn M. E. and Harris J. C. (1961) : Correlation between Critical Micelle Concentration, Fatty Soil Removal and Solubilization,

- J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 38, 605
- Powe W.C. (1959) : The Nature of Tenaciouly Bound Soil on Cotton, *Textile Res. J.*, 29, 11
- Powe W.C. and Marple, W.L. (1960) : The Fatty Acid•composition of Clothes Soil, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 37, 136
- Rhodes F.H. and Bascom C.H. (1931) : Effect of PH upon the Detergent of Soap, *Ind, Chem* 23, 778
- Scott B.A. (1963) : Mechanism of Fatty Soil Removal, *J. Appl. Chem.*, 13, 133
- Stevenson D.G. (1961) : Mechanism of Detergency *J. Society of Cosmetic Chemists*, 7, 353
- Vincent G.P. (1927) : Detergent Action of Soaps II, *J. Phys. Chem.*, 31, 1281