

# 汚染粒子의 附着狀態가 視覺的인 洗淨效果에 미치는 影響

## State of Stain Particle's Adhesion and Its Influence on Visual Consequence of Soil-Removal

國民大學校 造形大學 衣裳學科

專任講師 申 英 仙

Dept. of Fashion design, Kook Min University

Instructor; Yong Son Shin

<目

次>

I. 緒 論

II. 實驗材料

III. 實驗方法

IV. 結果 및 考察

V. 結 論

### <Abstract>

Degree of separation and adhesion of dye and stain particles has been measured usually by the rate of reflection of light. However, it could be proved that the relation between the quantity of stain and the rate of reflection greatly varied with kinds of stain and states of adhesion.

For this study, several pieces of cotton and polyester having different states of stain adhesion were prepared by staining them with two kinds of artificial stain different in color: Ferric Oxide and Ferric Oxynate. Every piece went through soilremoval test which employed two surfactants: Anionic LAS and Cationic M2-100. After the operation, relations between quantity of pre-soilremoval stain and rate of reflection were measured, as well as those between quantity of post-soilremoval stain and rate of reflection.

Rate of reflection and quantity of stain were not proportional in measurement to the pieces stained with Ferric Oxide and Ferric Oxynate. The consequence was also the same with cotton and polyester. That held true of the fat-stained textile. With the same quantity of stain, rate of reflection varied according to the magnitude of stain particles, and the state of adhesion influenced the magnitude of stain particles a great deal.

### I. 緒 論

纖維製品이 더러워진 汚染度를 구별하거나 表面에 附着된 汚染을 보다 효과적으로 脫落 除去 시키기 위한 研究方法으로써 혹은 洗劑, 加工劑, 助

劑, 그리고 섬유와 염료간의 상호 효과를 검토하기 위해서 우선 洗淨前後의 織物에 附着된 오염의 量을 알지 않으면 안될 것이다. 그러나 織物上的 汚染의 量을 定量分析하는데는 實驗過程上的의 어려움과 설비상의 문제등으로 간편하고 반복 측정이 가능한 表面反射率에 의존하여 평가하는 예가 많

았으나 직물에 부착된 오염의 량과 表面反射率의變化는 비교적 농도가 낮거나 농도의 범위가 좁은 영역에서만 비례하며, 오염입자의 크기나 모양 부착상태에 따라서 汚染量이 同一 하더라도 表面反射率의 변화가 다름이 입증되고 있다.<sup>1~4)</sup>

本研究에서는 同一成分 이면서 表面色相이 다름으로 汚染程度에 대한 視覺的인變化를 感知할 수 있는 Ferric Oxynate와 酸化鐵 즉 黑灰色과 저갈색의 두개의 人工汚染을 織物上에 부착시키되 섬유 親水性和 疎水性的 性質이 오염 입자와 汚染液의 媒質과의 상호작용으로 하여금 오염입자의 集結狀態를 변화시킬 것을 고려하여 木綿과 포리에스텔 두 직물과 分散媒와 溶媒를 벤젠과 물을 이용하여 오염포를 작성하고 이들의 洗淨前後의 오염의 부착량과 반사율의 변화를 비교 검토하였다.

## II. 實驗材料

### 1. 시험포

各試驗布의 精練에는 螢光증백제를 사용하지 않았으며 모든 시험원포는 40~50°C의 溫湯에서 약 1시간 浸漬한후 다시 對纖維當 1%의 디아스타제를 가하여 65~70°C의 溫液에 3시간 處理하고 증류수로 3~4회 水洗하여 完全 糊拔精練된 직물을 자연건조시켜 10×10(cm<sup>2</sup>)로 절단하고 이들을 80°C의 眞空乾燥機中에서 3시간 絶乾시켜 데시케타에 보관사용 하였다.

### 2. 汚染粒子

固體汚染 粒子로서 모렐은 酸化鐵과 Ferric-Oxynate<sup>2,5)</sup>(이하 Fe-Ox 로 기입)를 사용하고 오염입

자의 부착시 油脂의 有無에 의한 영향을 알기 위하여 日本油化學協會의 標準人工汚染布 作成法에 準하여 油脂成分으로서 極度硬化牛脂(酸價 2.5, 경화가 196.9., 응점 60.1°C)와 流動, 파라핀을 사용하였다.

**Fe-Ox의 合成**: Fe-Ox는 Fe<sup>+++</sup>에 대하여 3개의 옥신이 결합된 것이다. 옥신(C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>NOH) 20g을 100ml의 氷酢酸에 溶解하여 加溫하면서 完全히 용해 되었을때 이것을 증류수로서 1ℓ로 채운다. 옥신의 초산 수용액에 암모니아수를 滴下하여 少量의 白色沈澱物이 가라앉을 정도로 中和한후 다시 加溫하면서 침전물을 용해시킨다. 옥신의 肱酸水溶液 500ml에 대하여 鹽化第二鐵(FeCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O)의 無水物 換算量 약 3.7g을 溶解한 液과 교반하면서 혼합하면 곧 흑회색의 침전물의 Fe-Ox가 생성된다. 약 1주간 침전을 成熟시켜 上澄液을 滌아 버리고 증류수로 잘 수세하여 吸引濾過한후 자연 건조시켜 乳鉢에다 갈아서 粉末로 만들어 80°C에서 3시간 眞空乾燥하고 데시케타에 保存 사용하였다.

溶媒 및 分散劑로서 Fe-Ox의 附着用 또는 定量分析을 위해서 클로로포름과 벤젠을 日和光純藥一級을 증류하여 사용 하였다.

**酸化鐵 粒子的 合成**: 鹽化第二鐵을 熱加水分解하여 水酸化第二鐵 sol 액을 만들어서 셀로판 튜브에 넣고 流水中에서 약 50分間 熱透析하고 遊離鹽酸과 鹽素를 除去한 후에 汚染液으로 사용 하였다.

### 3. 界面活性劑

洗淨試驗用 洗劑로서 陰이온계直鎖上的 알킬벤젠술포산 나트륨(LAS)과 陽이온계 알킬디메틸벤질암모늄 크로라이드(M<sub>2</sub>-100) 등을 사용 하였으

<表 1>

界面活性劑의 成分

界面活性劑의 種類	化 學 名	分 子 式	分 子 量	純 度	商 品 名
陰이온계 (anionic)	알킬벤젠술포산염	CH <sub>3</sub> (CH) <sub>11</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> Na	348.49	100%	LAS
陽이온계 (cationic)	알킬디메틸벤질암모늄 크로라이드	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{C}_{14}\text{H}_{29}-\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]^+ \text{Cl}^-$	367.45	88.6%	M <sub>2</sub> -100

며 이들의 성분은 다음 표 1과 같다.

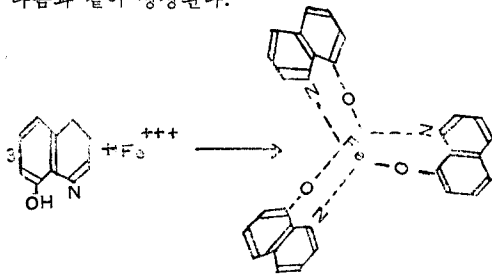
그의 오늘날의 합성세제에 가장 많이 사용되어 온 洗液의 pH 유지 및 금속이온 봉쇄제로서 트리포리인산나트륨( $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$ )에 1회 洗淨試驗하였다.

### Ⅲ. 實驗方法

#### 1. 汚染布의 製作法

Fe-Ox의 汚染布는 물은 溶媒로 하는 二浴法과 溶劑를 分散媒로한 分散法등 두가지 방법을 사용하여 汚染布를 작성함으로써 附着狀態가 다르게 하였다.

① 二浴法: 두개의 液體를 거침으로써, 織物上에서 Fe-Ox 粒子를 化學的인 결합으로 인한 직접 生成 附着시킬 수 있는 방법이다. 즉 鹽化第二鐵 水溶液을 第一浴으로 하고 여기에 織物을 10分間浸漬하여 망글기로 均一하게 짜서 第二浴인 옥신의 초산용액에 처리하면 이때 Fe-Ox의 粒子는 다음과 같이 생성된다.<sup>6)</sup>



그후 미반응의 옥신을 제거하기 위하여 증류수로 2회 水洗하여 自然乾燥시킨후 사용 하였다.

② 分散法: Fe-Ox 0.5g (對木綿) 0.2g (對포리에스텔, 비등한 반사율의 오염포를 만들기 위해서)을 乳鉢에다 갈아서 벤젠 3108에 混合하고 振盪機에 30分間 처리하여 충분히 분산시킨 다음 오염 용액으로 사용하고 室溫에서 15초마다 1회씩 뒤집어 주면서 60초간 1枚씩 오염시켰다.

有機溶媒를 分散媒로한 分散溶中の 粒子는 上記의 二浴法에 의한 오염 입자보다는 크고 分散法에서 Fe-Ox의 粒子의 크기는 약  $0.4 \sim 1.0\mu$  정도이다.<sup>2~7)</sup>

酸化鐵 汚染布는 열투석한 水酸化第二鐵 sol액

에 試驗白布를 室溫에서 15초마다 1회씩 뒤집어 주면서 1分間 浸漬하여 汚염시키고 심한 얼룩을 피하기 위하여 증류수에 적셔 망글기로 짜낸 두장의 여과지에 끼워서 다시 망글기에 처리하여 자연 건조시켰다.

油脂를 함유한 酸化鐵 汚染布는 우선 上記와 같은 방법으로 酸化鐵을 오염시켜 건조된 것에 다시 牛脂와 流動 마린핀을 四鹽化炭素에 溶解시켜 여기에 1分間 담가서 건조시켰다.

油脂를 含有한 Fe-Ox 오염포 역시 이미 合成된 Fe-Ox와 牛脂와 流動 파라핀을 벤젠에 분산시킨 분산법에 의해 사용하였다.

#### 2. 反射率의 測定

織物의 表面反射率은 칼라스라디오(干涉필드 부착 光電比色反射率計 日本電色工業 K.K)에 의해 汚染粒子的 極大吸收를 나타내는 波長을 사용하여 마그네시아 표준 白板의 表面反射率을 100%로 맞추어 各各의 오염포 表裏 2개소를 측정하고 평균치로서 산출하였다.

#### 3. 洗淨方法

界面活性劑 0.2% 水溶液 1l에  $10 \times 10\text{cm}^2$ 의 오염포 5枚씩 Targot-O-meter(上島製作所)에 의해 洗淨溫度  $40^\circ\text{C}$ , 20分間, 100 s.p.m.으로서 攪拌洗淨하고 1l의 증류수에 같은 條件下에서 3分間 2회 행구기를 한후 自然乾燥 시켰다.

#### 4. 洗淨率의 算出法

① 反射率에 의한 洗淨率( $D_R$ )의 測定은 洗淨前後의 織物의 反射率을 Kubelka-Munk의 K/S值로 환산하여 式(1)에 의해 산출 하였다.

$$D_R = 100 \times \frac{(1 - S_S)^2 / 2R_S - (1 - R_W)^2 / 2R_W}{(1 - R_S) / 2R_S - (1 - R_0)^2 / 2R} \rightarrow (1) \text{式}$$

위의 식에서  $R_S$ ,  $R_W$ ,  $R_0$ 는 각각 汚染布, 洗淨布, 白布에 관한 반사율이다.

#### ② 附着量에 의한 洗淨率( $D_m$ )

洗淨前後의 織物上에, 附着되어 있는 Fe-Oz와 酸化鐵의 量을 比色定量하여 다음 式(2)에 의해

산출하였다.

$$D_m = 100 \times (A - B) / A \quad (2) \text{式}$$

위의 (2)式에서 A, B는 洗淨前後的 오염의 附着量에 해당한다 (mg/g) 洗淨前의 汚染布의 抽出量을 알기 위해 酸化鐵과 Fe-Ox의 檢量線을 作成하고 여기에 準하여 計算하였다.

鐵의 定量分析은 酸化鐵을 鹽酸에 溶出하여 바소페난솔린(Bathophenanthroline) (分子式:  $C_{12}H_{16}N_2$  分子量 332.4) 試藥(日本同仁化學, 研究所製作)에 의해 比色定量 하였다.

Fe-Ox의 定量分析은 클로로포름에 溶解한후 溶液의 色이 溶質의 量에 비례하므로 비크만형의 分光光度計(島津製作所)에 의해 測定 하였다.

#### IV. 結果 및 考察

##### 1. 汚染粒子的 檢討

鹽化第二鐵을 熱加水分解하여 水酸化第二鐵 sol 液을 만들어 여기에 함유된 유리염산과 염소의 제거 방법으로 流水中에서 50分間 熱透析한후 염산의 제거여부를 검토하기 위해 透析 前後의 水酸化第二鐵 sol 液의 PH를 測定한 結果 表 2와 같다.

<表 2> 熱透析前後의 PH의 變化

鹽化第二鐵의 加水分解濃度 (%)	0.5	1	1.5	2	3
水酸化第二鐵 sol의 濃度 (%)	0.219	0.465	0.663	0.886	1.328
透析前의 PH	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1
透析後의 PH	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8

<表 3>

水酸化第二鐵의 附着量에 의한 反射率과 K/S值와의 關係

水酸化第二鐵 sol의 濃度 (%)	木		綿	포 리 에 스 텔		
	反 射 率	(K/S)值	附 着 量 mg/g	反 射 率	(K/S)值	附 着 量 mg/g
0.219	47.1	0.2971	6.7	57.2	0.1601	2.1
0.465	42.6	0.3867	8.9	53.6	0.2008	2.8
0.663	42.7	0.3845	10.7	51.0	0.2339	3.8
0.886	39.8	0.4553	13.4	51.2	0.2325	4.1
1.328	37.8	0.5118	18.1	49.6	0.2560	4.8

표 2에 의하면 鹽化第二鐵을 열가수분해 할때의 濃도와 이를 熱透析한후 10ml의 液을 측정하여 1週間 건조기에 넣어 絕乾시킨 다음 殘存한 酸化鐵의 重量에 의해 水酸化第二鐵의 濃度を 測定한 바 처음의 鹽化第二鐵의 濃도에 비해 현저히 낮아졌으며 鹽化第二鐵 1分子에 포함된 결정수를 제외하고도 유리 염산과 염소가 충분히 제거된 결과라고 볼 수 있으며 또한 투석 전후의 pH의 變化로도 염산의 제거를 입증 할 수 있다.

##### 2. 附着量과 反射率과의 關係

Fe-Ox와 酸化鐵 汚染布의 反射率과 附着量과의 關係는 그림 1과 2에 그리고 表 3에 나타난 바와 같다.

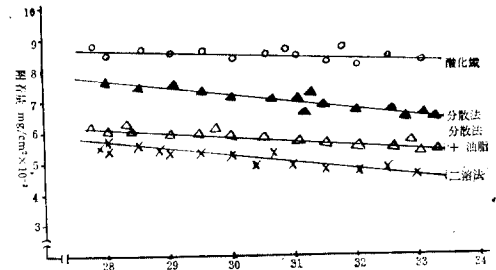


그림 1. 反射率(木綿)

汚染의 附着量과 表面反射率과의 관계

표 3에 의하면 水酸化第二鐵의 sol액이 농도 차이에 따라서 織物에 부착된 汚染의 量과 反射率이 변화 되지만 濃도와 附着量이 一定비례율을 나타내지 않고 또한 反射率과 附着量과의 關係도 不規則인 變化를 나타내고 있다.

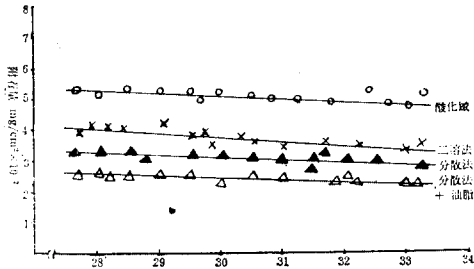


그림 2. 反射率(포리에스텔)  
汚染의 附着量과 表面反射率과의 관계

그림 1에 나타난 바와 같이 酸化鐵은 시험한 反射率의 범위 내에서는 木綿과 포리에스텔 모두가 Fe-Ox 汚染布에 비하여 附着量이 많음을 보여 주고 있다.

이것은 汚染粒子的의 大小가 反射率의 變化에 기여하는 作用이 크며 그리고 같은 Fe-Ox 오염 포일이라도 附着方法에 의해 纖維의 表面에 結착되는 狀態의 變化가 따르고 分散 또는 溶解된 溶媒의 性質에 의해 섬유 내부에 까지 충분히 흡착된 오염의 일부로 하여금 附着量과 反射率은 비례하지 않음을 나타내고 있다고 하겠다.

또한 汚染의 大小와 모양(棒狀 球狀등)이 變化됨에 따라 各各의 粒子的의 光吸收와 光散亂 角度가 다르고 더우기 水酸化第二鐵 sol은 금속물의 着色 colloid로서 粒子的의 크기가 0.1 $\mu$ 이하 이며 입자간의 충격으로 結합되어 다시 큰입자의 형성등 전체 오염물의 表面積은 減小하고 色은 減退되기 때문이다.<sup>8)</sup>

油脂가 함유되었을 때는 동일한 방법의 오염 포일이라도 反射率에 비하여 附着量이 감소되는 경향을 보이고 있다.

포리에스텔 섬유는 疎水性섬유 이므로 물을 溶媒로 하는 二浴法이나 酸化鐵등의 오염시에 吸收되지 않은 水溶液滴의 狀態가 纖維表面에 누적되어 있다가 水分의 증발과 함께 粒子的의 형태가 불규칙적으로 集結 表面反射率의 저하에 影響을 미치지 못하게 됨을 고려할 수 있다.

### 3. 附着量과 反射率에 의한 洗淨率

附着狀態를 다르게 作成했던 Fe-Ox 汚染布를 anion 界面活性劑 LAS(0.2%)에 洗淨한 結果 그림 3과 같다.

反射率이 30 $\pm$ 2% 범위내의 汚染布를 같은 條件下에서 洗淨하였으나 分散法에 의한 오염포 보다 二浴法에 의한 汚染은 훨씬 除去되기 어려운 점을 알 수 있다. 이는 오염이 纖維의 表面에 附着될 때 막연한 外部의 機械的인 힘에 의한 附着狀態와 (分散法) 分子間의 化學的인 結合狀態(二浴法)를 시도해 보았고 또한 이들은 同一한 成分이지만 附着된 汚染의 粒子的의 크기가 다르므로 洗淨前의 附着量이나 反射率이 다르고 더우기 洗淨實驗中 洗劑와의 作用等과 교반운동에서 粒子的의 미세 분리화 등으로 섬유 내부 構造속으로 침투 되어 반사율에 기여하는 작용이 실제 부착량과는 비례 관계를 유지 하지 못하는 것으로 사려 된다.

一般的으로 소수성섬유인 포리에스텔은 親水性의 木綿섬유 보다는 洗淨前의 附着量이 적었음에도 불구하고 洗淨率이 낮음을 알 수 있다. 더우기 油脂가 含有 되었을 때의 포리에스텔섬유는 木綿에 비하여 汚染이 除去되기 어려운 점은 合成纖維가 油脂汚染과의 結合性이 강한 점과 충격이나 時間이 경과 함에 따라 油脂汚染은 除去하기 어려울을 다시 새롭게 환기할 수 있다. 附着量과 反射率은 油脂의 有無에 관계 없이 비례 되지 않았다.

또한 그림 4에 나타난 바와 같이 酸化鐵 汚染布를 anion LAS와 Cation M<sub>2</sub>-100 그밖에 오늘

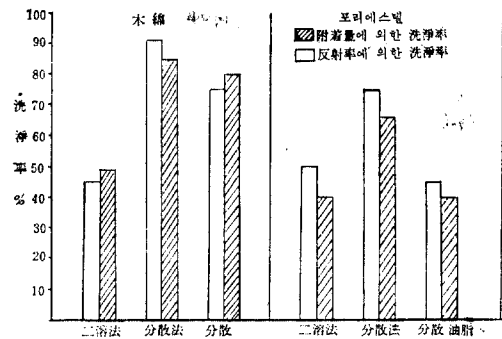


그림 3. Fe-Ox 汚染布의 洗淨率

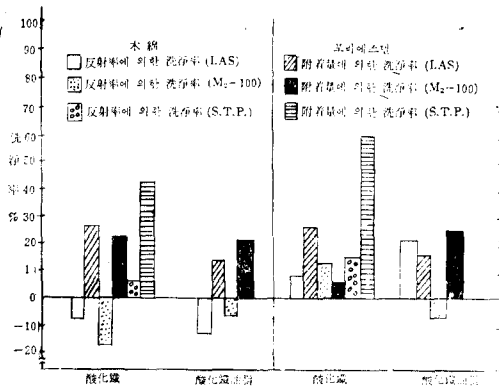


그림 4. 酸化鐵汚染布의 洗淨率

날 合成洗劑에 함유된 조제중에 洗液의 pH 유지와 多價金屬 이온 봉쇄제로서 많이 사용되어온 트리폴리인산 나트륨(S.T.P)에 洗淨한 결과 木綿과 포리에스텔 섬유가 모두 반사율 보다는 實際汚染의 附着量에 의한 洗淨率의 높음을 알 수 있다. 이러한 현상은 水酸化第二鐵 sol은 電解質에 의해 용이하게 응결되고 酸化鐵이 溶液의 PH에 의해 색의 變化가 심해질 수 있는 결과로 고려된다. 즉 다시 말해서 흔히 옷에 묻은 철분이 除去되지 않으며 같은 빛깔로만 보이나 洗濯을 거듭 할수록 그 실제량은 현저히 적어 졌어도 空氣中の 酸素와 끊임없이 酸化되어 그 색은 一定하게 或은 더욱 짙게 感知할 수 밖에 없는 것과 비슷한 결과라고도 고려 된다.

그리고 트리폴리인산염의 용액에서 洗淨率이 높은 것은 S.T.P는 液中の 금속이온 봉쇄제로서 鐵 같은 多價 금속이온이 섬유와의 결합을 방해하며 機械的인 힘에 의해 脫落된 汚染이 다시 再結合할 수 있는 기회를 봉쇄하기 때문으로 간주 된다.

Fe-Ox 오염포에서 보다 酸化鐵 汚染布의 洗淨率은 훨씬 낮으며 이는 酸化鐵이 纖維와 강한 電氣的인 結合이 이루어 짐으로서 脫落이 어려운 것으로 생각되며 더우기 反射率에 의한 洗淨效果가 洗淨前 보다 더 낮은 경향을 나타내고 있으며 疎水性의 포리에스텔 섬유가 木綿에서의 洗淨率과 비슷하게 보이고 있음은 Fe-Ox 오염도의 경우와는 다른 점이라고 하겠다.

지금까지의 많은 세정시험에서 알려져 온바 그 실제 량과 반사율과는 가장 잘 일치하는 것으로 인정된 것은 carbon black 이며 그의 다른 성분들의 오염입자의 경우 오염의 농도차가 심한 경우 오염포의 반사율 만으로 세정효과를 판정하는 것은 고려할 점이 많다고 생각되는 바이다.

以上과 같이 Fe-Ox 와 酸化鐵등의 오염이 親水性和 疎水性의 纖維에서의 脫着됨에 따라 視覺的으로 느낄 수 있는 반사율과 附着量과는 그 變化가 一致하지 않는 것을 알 수 있다.

## V. 結 論

1) 纖維의 친수성과 소수성의 성질은 오염액의 흡착정도와 乾燥過程에 영향을 미치게 되며 따라서 오염입자의 集結狀態를 변화 시키게 된다고 생각 된다.

2) 同一한 섬유에서도 오염액의 分散媒와 溶媒의 性質에 의해 오염입자의 附着狀態와 입자의 크기, 모양등을 변화시킬 수 있고 따라서 같은 량이 부착 되었다고 하더라도 반사율이 증감될 수 있다고 하겠다.

3) 上記와 같은 1) 2)의 결과는 오염중에 유제가 함유 되었을때도 같은 경향을 나타내며 油脂가 含有되지 않았을 때보다 같은 조건하에서도 附着量이 적어짐을 알 수 있다.

4) 疎水性의 纖維는 親水性의 纖維보다 같은 시간내에 오염된 량은 적으나 부착된 오염의 洗淨性은 낮다. 油脂가 含有 되었을 때는 더욱 심한 경향을 나타내고 있다.

5) Fe-Ox 와 酸化鐵의 固體汚染 粒子는 Utermohlen 式과 Kubelka-Munk 式에서 정해진 농도의 범위 가운데 용액체의 상태에서는 一致하나 汚染이 織物에 附着되었을 때는 附着狀態와 粒子의 大小等에 의해 反射率과 附着量은 다르며 이러한 현상은 洗劑의 水溶液中에 洗淨한 후에도 不規則的인 變化 關係를 나타냄을 알 수 있다.

## 參 考 文 獻

1. 奥山春彦, 藤井富美子, 布の反射率と汚れ粒子

- の附着. 纖維製品消費科學會誌, Vol.8, No.4, (1967)
- 2) 藤井富美子, 小谷利子, 奥山春彦, 粒子よごれの附着狀態とその洗淨性(第1報), (第2報), 纖維製品消費科學會誌, Vol.15, No.8(1974).
3. 奥山春彦, 洗淨における二, 三の問題. 日本油化學協會關西支部, 第27回界面化學部會發表要旨(1973).
4. W.G. Cutler, R.C. Davis ed: Detergency Theory and Test Methods. Marcel Dekker, Inc. New York. p.208(1972).
5. “第6回 洗淨に関するシンポジウム” 日本油化學協會主催 p.105(1974).
- 6) D.B. Judd: Color in Business, Science and Industry, New York, Wiley & Sons. p.314 (1952).
7. 奥山春彦外, 日本大阪市立大學 家政大學紀要 12, 29, (1964).
8. B. Jirgensons 外一名著 玉虫文一譯 “colloid 化學” p.261, 117 培風館.