

# 일반 가정의 세탁 습관 및 반복 세탁에 의한 백색 면 내의의 잔류 오염

차 옥 선 · 이 일 심

한양대학교 의류학과

## The Laundry Habits and the Residual Soils of White Cotton Undershirts in Repeating Home Laundry

Ok-Seon Cha · Il-Sim Lee

Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang University

(1994. 4. 21 접수)

### Abstract

The purpose of this study was to study accumulated residual soils which may be one of the causes for yellowing of worn cloths. Wear and wash tests of white cotton undershirts were repeated at 30 households selected at random over a period of 60 days. Laundry conditions were similar to home laundry habits in a fact-finding survey, using a powdery heavy duty detergent containing no enzymes or enzymes.

The subjects in this study were survey of laundry actual condition, the undershirts from prior to and after the final washing was measured residual soils,  $L^*a^*b^*$  value and yellowness index of CIE system.

Data were analysed by simple correlation analysis of wear and wash cycle, residual soils, whiteness.

The results obtained were summarized as follows:

1. Using pattern of washing machine, Presoaking was no significant difference in general characteristics of survey respondent. Laundry frequency was significant difference in income level, occupation of housewives whether or not. Use of cold and hot water was significant difference in residence shape.
2. The analyzed consequences of recognition and actual behavior in connection with laundry were found variables each other to have independence or not.
3. Amount of residual sebum soils is using non-enzyme detergent were much more than in using enzyme detergent, increased linearly with increase of the number of wear and wash cycles.
4. Residual protein soils with increase of the number wear and wash cycles less than

increase of residual sebum soils. Protein soils in white cotton undershirts was to be removed in laundering more easy than sebum soils. Since accumulated residual sebum soils were much more than residual protein soils.

5. Increase of residual soils was raised yellowness index and diminished whiteness. yellowness index of residual sebum soils was higher than protein soils. If increase of whiteness will be increased, amount of residual sebum soils will be decreased sebum soils. Because amount of residual sebum soils much more than protein soils, yellowness index of residual sebum soils was more higher than that of protein soils.

## I. 서 론

人體의 피부는 의류에 부착되는 대부분의 汚染의 공급원이 된다. 즉 피부 조각의 蛋白質, 피지선에서 분비되는 脂質, 피부 세포의 노화로 유리된 것 그리고 汗腺에서 나온 땀의 잔류물 등이 그렇다. 圓形 오염은 환경으로부터 비롯되고 그외 식품의 잔류물이나 化粧品 등에서도 부착된다<sup>1)</sup>.

지질 오염은 천연 오염의 약 3/4을 차지하며 또한 지질 오염의 대부분은 피지이고 成分은 탄화수소, 스쿠알렌, 왁스, 콜레스테롤 에스테르, 트리글리세리드, 디, 모노 글리세리드, 유리 지방산 등으로 구성되어 있으며 약 50%가 不飽和 和合物이고 그중 50%만이 세탁시에 제거된다. 특히 트리글리세리드 성분이 제거되기 어려운 물질이다<sup>2)</sup>. 岡田동<sup>3)</sup>은 트리글리세리드는 긴사슬의 불포화화합물로서 쉽게 비누화되지 않아 보통의 세정 조건으로는 충분히 제거하기 어렵고, 잔류 축적되면 산화되어 황변하는 현상이 일어난다고 보고하였다.

단백질 오염은 섬유 위에 건조 固化되어 固着상태가 되므로 부착시에 수용성이어도 時日이 경과하면 固化 변성되어 불용성이 된다. 그래서 지질 오염과 무기오염을 섬유에 결합시키는 바인더 역할을 해서 오염이 떨어지기 어렵게 한다<sup>4)</sup>. Murata동<sup>5)</sup>은 드레스 셔츠 칼라에 부착된 단백질 오염 중 불용성 단백질 오염이 96%이고 수용성 단백질은 4%에 불과하여 수용성 단백질은 가정 세탁에서 완전하게 제거되거나 불용성 단백질은 반정도가 잔류된다고 보고하였다. 그래서 바인더로 된 단백질을 분해시켜 低分子化하여 수용성이 되게 하거나 물에 분산이 용이하게 하여야 한다.

그리고 면 의류의 경우는 섬유내 셀룰로오스 분자의

비결정층이 작용할때 생기는 담과 물세탁에 의해 水和되고 오염이 수화된 셀룰로오스 분자의 비결정층에 부착하게 되면 제거하기가 어렵게 된다<sup>6)</sup>.

一般的으로 의류는 착용, 세탁을 반복하면 완전히 제거되지 않은 오염이 축적되고 잔류물의 酸化로 인해 점차적으로 黃變하는 현상이 일어난다<sup>7)</sup>.

잔류 오염의 대부분은 피지와 질소 화합물로 알려져 있다. 피지의 불포화 화합물인 스쿠알렌, 불포화 지방산과 그 에스테르는 灰色化된 酸化물을 만든다. 셀룰로오스의 산화도 綿布의 황변의 원인이 되기도 한다<sup>8)</sup>.

잔류 축적되는 오염량은 개인차나 섬유의 종류에 따라 다르고, 착용 일수가 길거나 오염이 많이 부착된 부위가 잔류 오염량이 많다. 세탁으로 백색도가 회복되어 황변은 어느 정도 방지되나 장기 보존과 잔류 축적되는 오염으로 연속적인 황변은 증가하고 있다<sup>9)</sup>.

최근에는 효소와 상승 효과가 있는 제면활성제 사용으로 효소 세제가 많이 개발되었으므로<sup>10)</sup> 축적되는 잔류 오염량이 다소 감소할 것으로 본다. 지질 분해 효소를 세제에 첨가하면 제거하기가 어려운 트리글리세리드가 리파아제에 의해서 분해되어 제거가 용이한데, 모노 글리세리드와 지방산으로 변화되므로 지질 오염의 제거 효과를 크게 향상시킬 수 있다<sup>11)</sup>. 그리고 바인더로 된 단백질을 수용성으로 또는 물에 쉽게 분산되게 하기 위해서, 세제에 저온 활성의 基質에 대해 特異性이 넓은 엔도 펩티다제를 주체로 하는 알카리성 프로테아제가 첨가되고 있다<sup>12)</sup>.

반복 세탁에 의해 의류에 축적되는 잔류 오염을 분석하는 연구는 대부분 人工汚染에 관한 것이었고<sup>13,14)</sup>, 천연 오염을 사용하는 Bundle 테스트(ASTM D2960-1987)<sup>15)</sup>도 短期間 착용 실험<sup>16,17)</sup>과 人爲的 모델 실험의 결과를 다룬 것이며<sup>18,19)</sup> 장기간 착용, 세탁의 반복으로 축적된 잔류오염을 분석하는 것은 거의 연구되지

못하였다.

따라서 本 研究은 설문지를 통하여 주부들의 세탁에 대한 인식과 실제 세탁습관을 조사하고, 白色 內衣와 세제(효소 세제 및 비효소 세제)를 가정에 공급하여 실제 가정에서 行하고 있는 방색대로 장기간 착용, 세탁을 반복케 한 후 回收하여 잔류 오염과 黃變에 관하여 分析하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 세탁 실태 조사

#### 1) 연구 대상 및 자료 수집

본 연구는 서울 거주 주부를 대상으로 설문지로 세탁 실태 조사를 하였으며 고른 표본 추출을 위하여 서초구에 있는 원명국교와 서문여중, 도봉구에 있는 한신국교와 정의여중, 강동구에 있는 묘곡국교와 명일여중을 선정하였으며 연구에 사용된 자료는 1993년 4월 20일부터 5월 12일까지 실시된 총 550부의 설문지 조사중 미비한 자료를 제외한 476부의 설문지 자료이다.

설문지는 세탁기와 세탁방법에 관한 문항, 세탁 조건에 관한 문항, 세제와 수질오염에 관한 문항, 조사대상자의 일반적 특성에 관한 문항등 4부분으로 구성 되어 있다. 문항들은 문헌<sup>20,21)</sup>과 선행연구<sup>22)</sup>를 토대로 작성하였으며 2차의 예비조사를 거쳐 총 35문항을 최종적으로 사용하였다.

#### 2) 분석 방법

설문지 자료는 SPSS PC+ 패키지를 사용하여 통계 처리하였으며 빈도, 백분율, 분산 분석, 교차 분석을 사용하였다.

### 2. 실험

#### 1) 시료

무작위로 추출한 30세대에 남성용 백색 면 내의 2枚와 세제 5 kg을 공급하였다. 단 세제는 15세대는 비효소 세제, 나머지 15세대는 효소 세제이다.

##### (1) 시험포

1993년 5월 15일부터 7월 15일까지 60일간 착용-세탁을 반복하게 하고, 회수시에 마지막 착용한후 세탁한 내의와 세탁하지 않은 내의로 분리하였다. 회수된 내의는 뒷길 20 cm×40 cm범위에서 10 cm×10 cm로

자른 8매를 시험포로 사용하였다. 면내의의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of Undershirts

Material	cotton 100%
Yarn Number (Ne)	combed yarn 40
Thickness (mm)	0.675
Weight (g/100 cm <sup>2</sup> )	1.6
CIE L* a* b*	93.5, 4.45, -16.44
Yellowness Index	-30.95

#### (2) 세제 및 시약

##### ① 비효소 세제

15세대에 공급한 비효소 세제의 성분 조성은 Table 2와 같다.

Table 2. Composition of Detergent

LAS-Na	9.5%
AOS-Na	8.0%
AE	2.0%
Soap	3.0%
Zeolite	20%
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10%
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	34%
Na <sub>2</sub> SiO <sub>2</sub>	10%
Fluorescent Whitening Agent	0.2%
Moisture	5~8%
pH	9.5

##### ② 효소 세제

나머지 15세대에 공급한 효소 세제는 Table 2에 표시된 비효소 세제 성분에 *Bacillus* 屬의 미생물에서 생산된 단백질 분해 효소인 Savinase<sup>23)</sup> 0.6%와, *Aspergillus Oryzae*에 재결합시켜서 생산한 지질 분해 효소인 Lipolase<sup>24)</sup> 0.5%가 포함된 것이다. Savinase와 Lipolase의 특성은 Table 3과 같다.

##### ③ 시약

클로로포름(CHCl<sub>3</sub>), 황산동(CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), 주석산 칼륨 나트륨 {KOOCC(OH)CH(OH)COONa·4H<sub>2</sub>O}, 수산화나트륨(NaOH), 탄산나트륨(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)

Table 3. Characteristics of Enzymes

Enzyme	Product designation	Standard activity	Activity in enzyme preparation and detergent
Alcaline protease	Savinase 4.0 T	4.0 KNPU/g	5.8 AU/g <sup>25)</sup>
Alcaline lipase	Lipolase 100 T	100 KLU/g	1 LU/g <sup>26)</sup>

T=T-granulate

1 LU=1 분당 1  $\mu$  mole의 butyric acid를 유지시키는 Enzyme의 양

등은 시약 1급을 사용하였고 Folin-Ciocalteu reagent는 생화학용(Merck 化學株式會社)을 사용하였다.

## 2) 실험 방법

### (1) 세탁 조건

세탁 실태 조사 결과 476명의 주부들 중 대부분의 주부들이 세탁기를 사용하고 세탁물을 분류, 예침하며 냉수를 사용하였으므로 실험 대상 가정도 이와 비슷한 세탁 조건으로 세탁하게 하였다. 세탁 온도는  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ , 세제 농도는 표준농도 이상을 많이 사용하고 있으나 세제를 공급하면서 약 1.5g/l를 사용하도록 권장하였다. 세탁 용수의 경도는 약 56 ppm이었다.

### (2) 피지 잔류량 측정

건조한 시험포 2매의 무게 3~4g을 정확히 달아서 원통 거름 종이에 넣고 그 위에 탈지면을 가볍게 덮는다. 무게가 칭량된 둥근 플라스크에 클로로포름을 넣고 속슬렛 추출기에서 9시간 동안 피지를 추출하여 진공 증발기로  $68 \sim 78^\circ\text{C}$ 에서 클로로포름을 증발시킨후, 둥근 플라스크에 남은 피지양에서 원포의 클로로포름 추출물 무게 0.07mg/g을 빼 나머지를 피지양으로 정량하였다<sup>27,28)</sup>.

### (3) 단백질 잔류량 측정

시험포의 단백질은 Folin-Lowry method<sup>29,30)</sup>로 정량하였다. 즉 시험포 2매를 0.1 N NaOH 100 ml에 넣고  $80 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 water bath에서 2시간 동안 열추출한 것을 0.5 ml 취하여 Copper-alkali 용액 2.5 ml를 넣고, 10분후 Folin-Ciocalteu 25 ml를 넣고 30분 방치한 것을 Spectro-photometer를 사용하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량선' Y(흡광도) =  $0.00152167 \times (\text{단백질 양}) + 0.6501111$ 을 이용하여 정량한 단백질 양에 원포의 추출물 0.01 mg/g을 빼 나머지를 단백질 양으로 정하였다.

### (4) CIE 표색계에서 L\* a\* b\* 및 황변지수(Y. I.) 측정

시험포를 spectrophotometer (Coloreye: Macbath社 CE-3000)로 CIE 표색계의 L\* a\* b\* 및 황변 지수 (Yellowness Index)를 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 조사 대상자의 세탁 습관

조사 대상자의 평균 연령은 38.6세이고 평균 가족수는 4.3명이다. 그의 일반적 특성은 Table 4와 같다.

#### 1) 세탁 방법 및 세탁 조건

조사 대상자의 99%가 세탁기를 가지고 있으며 사용

Table 4. General Characteristics of Survey Respondent  
명 (%)

일반적 사항	구분	총 476명
세탁기 보유	있다	471 (99)
주거 형태	단독 주택	140 (29.7)
	공동 주택	323 (68.6)
교육 수준	중졸이하	48 (10.2)
	고 졸	223 (47.3)
	대졸이상	187 (39.7)
소득 수준	40만원이하	6 ( 1.3)
	40~70만원	25 ( 5.3)
	70~100만원	89 (18.9)
	100~150만원	139 (29.5)
	150~200만원	111 (23.6)
주부 취업 여부	없다	299 (63.5)
	있다	163 (34.6)

기타 및 무응답은 제외

하는 세탁기 종류는 와류식 전자동 세탁기 309명 (65%), 반자동 세탁기 109명 (23%), 봉 세탁기 34명 (7%), 드럼식 세탁기 7명 (1.5%)이다.

주부들이 세탁할때 세탁물의 분류는 Fig. 1에서와 같이 옷의 종류나 섬유별 233명, 색깔별 180명, 오염 정도별 22명으로 시행하고 있다.

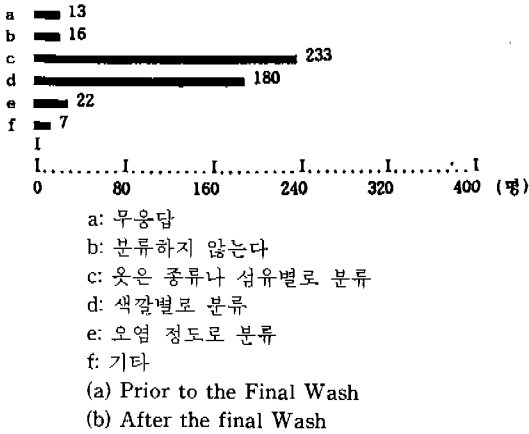


Fig. 1. The Laundry Classification Method

Table 5는 조사 대상자의 일반적 특성과 세탁기의 사용 패턴, 세탁 빈도, 예침, 냉·온수 사용 등의 관계를 분산 분석<sup>32)</sup>한 결과이다.

세탁기 사용 패턴과 예침은 조사 대상자의 일반적 특성과 유의적인 차이가 없다. 세탁기만으로 세탁하는 주부는 139명 (29.5%)이고, 세탁기에만 의존하지 않는 주부는 332명 (67.7%)에 달하였다.

세탁기만으로 세탁하는 주부가 적은 이유는 세탁기 성능에 대체로 만족하지 못하는 결과로 생각되며, 세탁기를 새로 구입하고자 한다면 값싼 세탁기 197명 (41.4%), 공기 방울 세탁기 82명 (17.2%), 대용량 일반 세탁기 58명 (12.2%) 순으로 나타났다. 세탁 빈도는 소득 수준과 주부 취업 여부와 유의적인 차이를 보이고, 교육 수준과 주거 형태와는 유의적인 차이가 없다. Table 6의 세탁 빈도와 소득 수준, 주부 취업 여부와와의 관계를 교차 분석한 결과를 살펴보면 소득이 높을 수록 세탁 빈도도 많아지고, 전업 주부가 취업 주부보다 세탁 빈도가 높다.

냉·온수 사용은 주거 형태와 유의적인 차이를 나타내고 교육 수준, 소득 수준, 주부 취업 여부와는 유의

Table 5. Laundry Method and Condition by General Characteristics of Survey Respondent

세탁 방법 및 세탁 조건 명(%)		주거 형태	교육 수준	소득 수준	주부 취업 여부
세탁기 사용 패턴	부분 세탁 후 세탁기 사용 248 (52.7) 행금과 탈수만 세탁기 사용 51 (10.8) 탈수만 세탁기 사용 20 (4.2) 세탁기만으로 139 (29.5) 기타 13 (2.8)	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
세탁 빈도	1주일에 한번 45 (9.6) 5일마다 30 (6.4) 3일마다 154 (32.7) 2일마다 136 (28.9) 매일 105 (22.3)	N. S.	N. S.	*	*
냉·온수 사용	항상 냉수 사용 144 (30.6) 가끔 온수 사용 85 (18) 겨울에만 온수 사용 160 (34) 항상 온수 섞어 사용 82 (17.4)	*	N. S.	N. S.	N. S.
예침	예침하지 않는다 52 (11) 가끔 예침한다 165 (35) 예침한다 254 (54)	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

N.S. : Not Significant at 0.05 level

\* : Significant difference (p<0.05)

**Table 6. Laundry Frequency by Income Level, Occupation of Housewives**

명 (%)

소득수준 및 주부취업여부		세탁 빈도			行 계	유의도
		가끔	보통	자주		
소득 수준	저소득층	9 ( 2.0)	10 ( 2.2)	11 ( 2.4)	30 ( 6.6)	x <sup>2</sup> =10.54 DF=4 P<0.05
	중소득층	40 ( 8.8)	79 (17.4)	109 (24.0)	228 ( 50.2)	
	고소득층	23 ( 5.1)	59 (13.0)	114 (25.1)	234 ( 51.5)	
	계	72 (15.9)	148 (32.6)	234 (51.5)	454 (100.0)	
주부취 업여부	없 다	41 ( 8.9)	97 (21.0)	162 (35.1)	300 ( 64.9)	x <sup>2</sup> =3.52 DF=2 P<0.25
	있 다	32 ( 6.9)	54 (11.7)	76 (16.5)	162 ( 35.1)	
	계	73 (15.8)	151 (32.7)	238 (51.5)	462 (100.0)	

무응답 제외

**Table 7. Use of Cold and Hot Water by Residence Shape**

명 (%)

주거 형태	냉수 사용	온수 사용	行 계	유의도
단독 주택	60 (13.0)	79 (17.1)	139 ( 30.1)	x <sup>2</sup> =14.72 DF=1 P<0.0001
공동 주택	80 (17.3)	243 (52.6)	323 ( 69.9)	
계	140 (30.3)	322 (69.7)	462 (100.0)	

무응답 제외

**Table 8. Recognition for Washing Effect, Actual Using Amount of Detergent**

명 (%)

세탁 효과에 대한 인지도	실제 세제 사용량			行 계
	표준 농도보다 많이 사용	표준 농도로 사용	표준 농도보다 적게 사용	
세제를 많이 사용할수록 세탁 효과는 커진다	109 (23.1)	43 (9.1)	6 (1.3)	158 (33.5)
세제를 많이 사용할수록 세탁 효과는 커지지 않는다	157 (33.3)	117 (24.8)	39 (8.3)	313 (66.5)
계	266 (56.5)	160 (34.0)	45 (9.6)	471 (100.0)

X<sup>2</sup>=18.03 DF=2 P<0.001

적인 차이가 없다. Table 7의 냉·온수 사용과 주거 형태의 교차 분석 결과를 보면 단독 주택에 비해 공동 주택에 사는 조사 대상자들이 온수를 더 많이 사용하였다. 실험 기간인 5월에서 7월까지의 64.6% 이상이 냉수를 사용하고 54% 이상이 예침한후 세탁하였다.

**2) 세탁 효과 및 수질 오염에 대한 인지도**

세제 사용량에 따라 세탁 효과가 어떻게 달라지는가에 대한 주부들의 인지도와 실제 사용하는 세제량과의 관계를 x<sup>2</sup> 독립 검정<sup>39)</sup>한 결과는 Table 8과 같다.

X<sup>2</sup>=18.03 > X<sup>2</sup>(2, 0.001)=13.8이므로 실제 세제

Table 9. the Quality Water Pollution, Standard of Detergent Selection

명 (%)

수질 오염에 대한 인지도	세제 선택 결정 기준					행 제
	세척성	섬유별 용도	가격	거품	수질 오염도	
모든 세제가 수질오염에 영향을 미치지 않는다	64 (13.6)	8 (1.7)	10 (2.1)	2 (0.4)	15 (3.2)	99 (21)
세탁 비누가 합성 세제보다 더 영향을 미친다	4 (0.8)	1 (0.2)	1 (0.2)	0	4 (0.8)	10 (2.1)
합성 세제가 세탁 비누보다 더 영향을 미친다	249 (52.9)	29 (6.2)	16 (3.4)	8 (1.7)	60 (12.7)	362 (76.9)
계	317 (67.3)	38 (8.1)	27 (5.7)	10 (2.1)	79 (16.8)	471 (100.0)

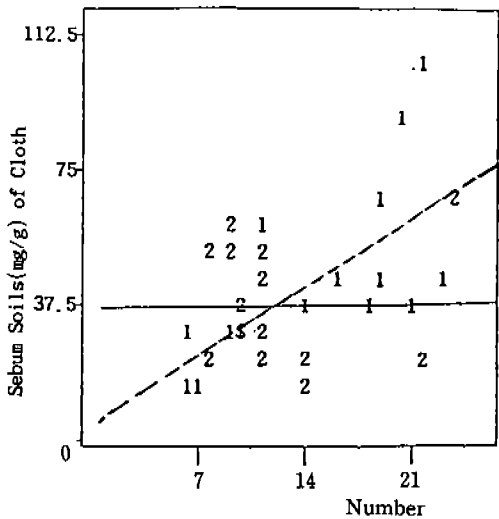
$X^2=9.689$      $DF=8$      $P<0.01$

사용량과 세탁 효과에 대한 인지도는 서로 관계가 있다. 즉 세탁 효과에 대한 인지도가 실제 세제 사용량에 영향을 미치며 인지도와 실제 세탁 행동은 같은 것으로 나타났다.

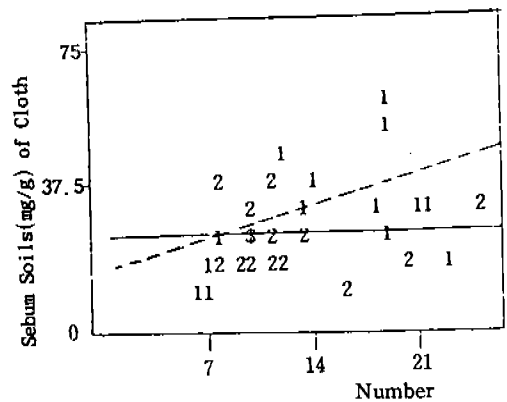
Table 9는 주부들의 수질 오염에 대한 인지도와 실제 세제를 선택할 때의 결정 기준간의 관계를  $\chi^2$  독립

검정한 결과를 나타낸 것이다.

Table 9에서 살펴 보면  $X^2=9.689 < X^2(8, 0.01) = 20.1$ 이므로 수질 오염에 대한 인지도와 세제 선택 결정 기준과는 서로 관계가 없으며, 세제가 수질 오염에 미치는 영향에 대해서 76.9%의 주부들이 합성 세제가 세탁 비누보다 수질 오염에 더 많은 영향을 미친다고 응답하였는데 실제로 세제를 선택할 때는 수질 오염도를 고려하는 주부들은 적은 것으로 나타났다.



(a) Prior to the Final Wash



(b) After the Final Wash

Fig. 2. Overlay Plot of Residual Sebum Soils (S) with the Number of Wear and Wash Cycle (N).  
 ..... 1 Regression Line (Non-enzyme Detergent)  
 ——— 2 Regression Line (Enzyme Detergent)

Table 10. Regression Equation and Correlation Coefficient

	Regression equation		Correlation coefficient	
	(a)	(b)	(a)	(b)
.....	$S = 3.04 + 2.92 N$	$S = 11.44 + 1.23 N$	$r = 0.676$	$r = 0.479$
——	$S = 35.59 + 0.17 N$	$S = 22.82 - 0.05 N$	$r = 0.051$	$r = -0.029$

2. 반복 착용 및 세탁에 의해 축적된 잔류 오염

1) 피지 잔류량

실험 기간 동안 평균 13.1회 반복 착용, 세탁한 후 회수한 시험포를 사용하여 피지 잔류량을 측정하였다. 피지 잔류량과 반복 세탁 횟수와의 관계는 단순 상관 분석을 사용하고, 마지막 세탁 전, 후 시험포의 상관성 비교는 복수 산포도를 사용하여<sup>34)</sup> Fig. 2 (a), (b)에 표시하였다.

Fig. 2 (a)와 (b)의 복수 산포도에 표시된 회귀선들의 회귀식과 상관 계수를 Table 10에 나타내었다.

Table 10에서 비효소 세제를 사용한 시험포는 (a)는  $r = 0.676$ , (b)는  $r = 0.479$ 이므로 반복 착용, 세탁 회

수와 피지 잔류량이 서로 상관이 높으며, 반복 착용, 세탁 횟수가 증가함에 따라 피지 잔류량도 선상으로 증가하였다. 또한 (a)에서 세탁전 시험포의 피지 잔류량은 평균 46 mg/g이고 세탁후 시험포의 피지 잔류량은 평균 29.3 mg/g이며, 한번의 세탁으로 제거되는 피지 오염은 36.3%로서 제거율이 낮은 편이다. 그러므로 착용, 세탁을 반복하면 피지의 축적이 계속되어서 피지 잔류량이 증가한다.

지질 분해 효소인 리파아제를 포함시킨 효소 세제를 사용한 시험포는 (a)는  $r = 0.051$ , (b)는  $r = -0.029$ 로서 반복 세탁 횟수와 피지 잔류량의 상관이 적으며, 반복 세탁 횟수가 증가해도 축적되는 피지 오염량이 반드시 증가하지는 않음을 알 수 있다. 세탁전 시험포의 피지 잔류량은 평균 37.6 mg/g이고 세탁후의 것은 22.2 mg/g이며, 한번의 세탁으로 제거되는 피지 오염은 41%로서 비효소 세제의 경우보다 피지 오염 제거

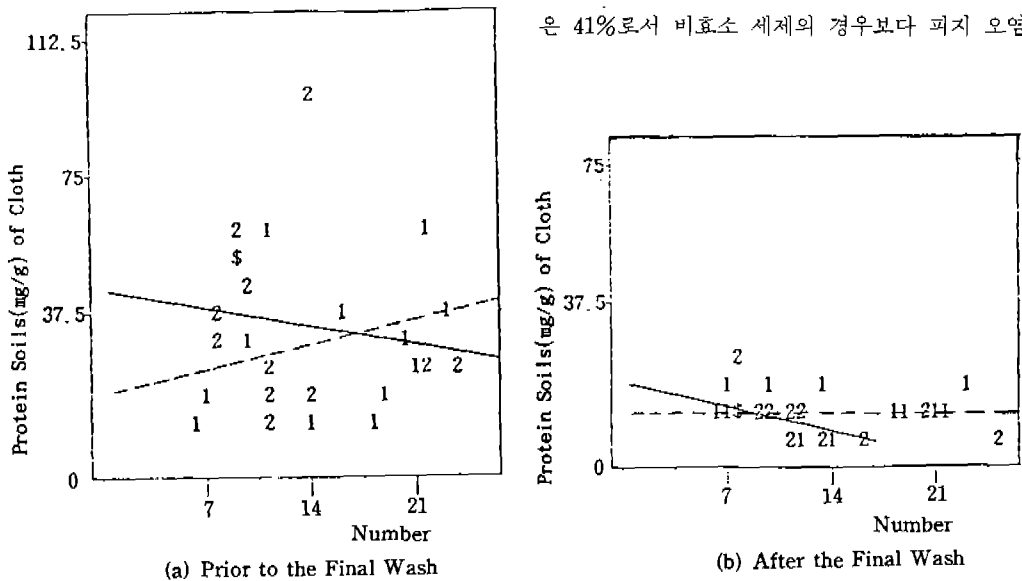


Fig. 3. Overlay Plot of residual Protein Soils (P) with the Number of Wear and Wash Cycle (N).  
 ..... 1 Regression Line (Non enzyme Detergent)  
 —— 2 Regression Line (Enzyme Detergent)



Table 11. Regression equation and correlation coefficient

	Regression equation		Correlation coefficient	
	(a)	(b)	(a)	(b)
-----	P=16.67+0.67 N	P= 6.41+0.04 N	r= 0.230	r= 0.064
—————	P=45.28-0.88 N	P=12.04-0.5 N	r=-0.185	r=-0.442

율이 높다. 따라서 지질 분해 효소 함유의 세제를 사용하면 피지 오염이 잔류 축적되는 것을 어느 정도 감소시킬 수 있다.

2) 단백질 잔류량

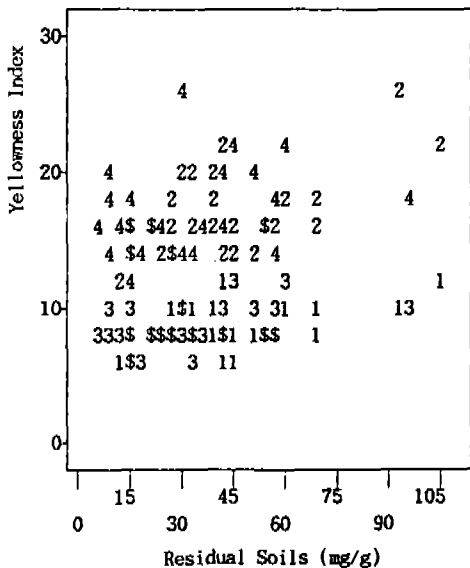
측정한 단백질 잔류량과 반복 세탁 횟수와와 관계를 단순 상관 분석을 사용하여 복수 산포도로 표시한 것이 Fig. 3 (a), (b)이다.

Fig. 3 (a)와 (b)의 복수 산포도에 표시된 회귀선들의 회귀식과 상관계수를 Table 11에 나타내었다.

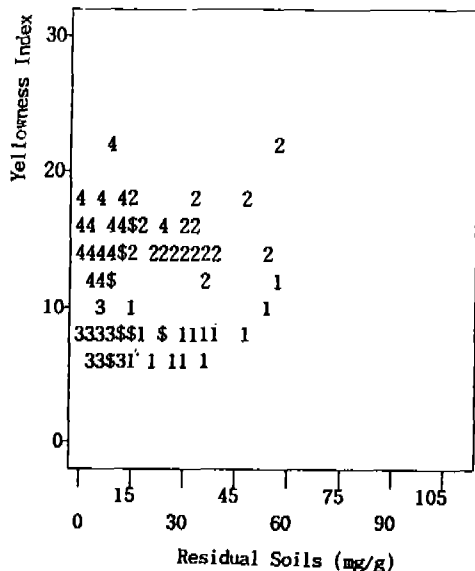
Table 11에서 비효소 세제를 사용한 경우 (a)는 r=0.230이며 (b)는 r=0.064이므로 반복 세탁 횟수와 단백질 잔류량은 서로 상관이 낮으며 반복 세탁횟수에

따른 단백질 잔류량의 증가는 피지 잔류량의 증가에 비해 낮은 편이다. 세탁전 시험포의 단백질 잔류량은 평균 26.5 mg/g이고, 세탁후의 것은 평균 7.1 mg/g 이므로 한번의 세탁으로 제거되는 단백질 오염은 73.2%로서 피지 오염보다 제거율이 훨씬 높다. 비효소 세제를 사용한 세탁전 시험포의 피지 잔류량과 단백질 잔류량의 평균 비는 1.7/1이고, 세탁 후의 평균 비는 4.1/1이다. 시험포에 부착한 피지 오염량이 단백질 오염량보다 많으며 또한 제거도 더 어려움을 보여 준다. 즉 피지 오염이 단백질 오염보다 더 많이 잔류 축적된다고 볼 수 있다.

효소 세제를 사용한 경우 (a)는 r=-0.185, (b)는 r



(a) Prior to the Final Wash



(b) After the Final Wash

Fig. 4. Overlay Plot of Yellowness Index (Y.I.) with Residual Soils.

- 1: b value with Sebum Soils
- 2: Y. I. with Sebum Soils
- 3: b value with Protein Soils
- 4: Y. I. with Protein Soils
- \$: Multiple Occurrence
- 2 Regression Line
- 4 Regression Line

$= -0.442$ 이며 반복 세탁 횟수에 따라 단백질 잔류량은 증가하지 않는다. 세탁전 시험포의 평균 단백질 오염량은  $34.6 \text{ mg/g}$ 이고 세탁후의 것은  $5.8 \text{ mg/g}$ 이며 한번의 세탁으로 제거되는 단백질 오염은 83.2%로서 비효소 세제를 사용한 시험포의 제거율 73.2%보다 높게 나타났다. 이것은 단백질 분해 효소인 *savinase*가 섬유에 부착된 단백질 오염의 분자량을 저하시켜 바인더 역할을 없애고 계면활성제 작용으로 분산 가용화되었기 때문이다. 세탁전 시험포의 피지 잔류량과 단백질 잔류량의 평균 비는 1.1/1이고 세탁후의 것은 3.8/1이다.

### 3. 잔류 오염과 b value 및 황변 지수(Y.I.) 비교

백색 물질에 어떤 불순물이 함유되어 제거되지 않고 잔류하게 되면 백색도에 영향을 미친다. 이와같이 본래의 백색에 대해 변색된 정도를 황변 지수(Yellowness Index)로서 나타내며, 이 지수 값이 작을수록 황색계의 착색이 적고 백색도가 높아지는 것이다.

시험포의 b 값 및 황변 지수가 피지 잔류량, 단백질 잔류량과 어느 정도 관계가 있는지를 단순 상관 분석으로 살펴 보았다.

Fig. 4 (a)와 (b)에서 피지 잔류량과 황변 지수의 상관 계수는 각각 0.532, 0.275이고, 회귀식은  $Y. I. = 13.6 + 0.07S$ ,  $Y. I. = 15.5 + 0.04S$ 이며 피지 잔류량이 증가할수록 b 값이 증가하고 황변 지수가 높아진다.

단백질 잔류량과 황변 지수의 상관 계수가 (a)에서는 0.362, (b)에서는 0.162이며 회귀식은  $Y. I. = 13.4 + 0.06P$ ,  $Y. I. = 14.4 + 0.07P$ 로서 단백질 잔류량이 증가할수록 b 값 및 황변 지수가 증가한다. 잔류 축적되는 오염으로 연속적인 황변이 일어나는데<sup>9)</sup> 단백질 오염에 비해 제거율이 낮은 피지 오염이 잔류 축적되는 양이 많다. 그러므로 피지 잔류량이 단백질 잔류량보다 백색도에 더 영향을 미치는 오염이라고 할 수 있다. 백색도를 향상시키려면 잔류 축적되는 피지 오염을 효과적인 방안으로 감소시켜야 할 것이다.

## IV. 결 론

장기간 착용과 세탁을 반복하여 의류에 축적되는 잔류 오염과 백색도의 변화를 조사하기 위하여, 무작위로 추출한 30세대에 백색 면 內衣와 세제(효소 및 비

효소 세제)를 공급하였다. 그리고 2개월간 착용케 한 후 회수시에 마지막 착용후 세탁한 것과 세탁하지 않은 것으로 分離 수거하였다. 효소 및 비효소 세제별로 각 시료의 축적 잔류되는 지질 및 단백질 오염량과 한번의 세탁으로 제거되는 오염량을 분석하고 황변 지수도 조사하였다. 그리고 서울시에 거주하는 주부를 대상으로 설문지를 통해 세탁 습관을 조사하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1.  $P < 0.05$  수준에서 세탁기 사용, 페턴과 예침은 조사 대상자의 일반적 특성과는 유의적인 차이가 없었다. 세탁 빈도는 소득 수준, 주부 취업 여부와 유의하며 냉·온수 사용은 주거 형태와 유의적인 차이를 보였.

2. 주부들의 세탁 효과에 대한 인지도와 실제 세제 사용량은 서로 관계가 있으며, 수질 오염에 대한 인지도와 세제 선택 결정 기준에서는 인지도와 실제 세탁 행동은 다른 것으로 나타났다.

3. 효소 세제보다 비효소 세제를 사용했을 때 축적되는 피지 오염량이 더 많으며 비효소 세제는 반복 착용, 세탁 횟수와 피지 잔류량이 서로 상당한 상관 관계가 있어 횟수가 많을수록 피지 잔류량은 증가한다. 그러나 효소 세제는 상관 계수가 0.51,  $-0.029$ 로서 횟수와 피지 잔류량의 상관이 적으며 반복 세탁 횟수가 증가해도 축적되는 피지 잔류량이 반드시 증가하지는 않는다.

4. 반복 세탁 횟수에 따른 단백질 잔류량의 증가는 피지 잔류량의 증가에 비해 낮으며 효소 세제를 사용했을 때는 횟수에 따라 단백질 잔류량은 증가하지 않는다. 시험포에 부착된 오염량은 피지 오염이 단백질 오염보다 많으며 세탁하면 단백질 오염이 피지 오염보다 제거가 잘 된다. 그러므로 잔류 축적되는 오염량은 단백질 오염량보다 피지 오염량이 더 많다고 할 수 있다.

5. 잔류 오염과 황변 지수의 상관관계는 피지 잔류량과 황변 지수의 상관계수가 세탁전, 후 각각 0.532, 0.275이고, 단백질의 경우는 0.362, 0.162이다. 잔류 오염량은 피지 오염량이 단백질 오염보다 많으며 세탁시의 오염의 제거는 단백질 오염이 보다 용이하다. 그러므로 피지 잔류량이 단백질 잔류량 보다 백색도에 더 많은 영향을 미치는 잔류 오염이라고 할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- 1) Powe, W.C., in Detergency Theory and Test Methods, Part 1, Marcel Dekker Inc, 32 (1972).
- 2) Hayashi N. and Inoue S., Analysis of Natural Soils 1., *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 18 (4), 176-183 (1969).
- 3) Nakako O., Tomiko F. and Haruhiko O., Removal of Oily Soils (part 1), *J. Home Economics Jpn.*, 25 (3), 216-223 (1974).
- 4) Okumura O. and Mukaiyama T., Enzymes for Washing, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 36 (10), 754-760 (1987).
- 5) Murata, M., Hoshino, E. and Suzuki, A., Some Facts on Residual Soils on Home-Laundered Dress Shirt Collars-From a Home Laundry Test in Japan, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 42(1), 2-9 (1993).
- 6) Murata, M., Hoshino, E. and Yokosuka, M. and Suzuki, A., New Detergent Mechanism with Use of Novel Alkaline Cellulase. *JAOCS*, 68(7), 553-558 (1991).
- 7) Murata, M., Hoshino, E. and Suzuki, A., Importance of the Removal of Sebum Soil from Cotton Undershirts in Japanese Home Laundry, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 41(6), 472-479 (1992).
- 8) Kissa, E., in Detergency Theory and Technology, *Marcel Dekker*, 26 (1987).
- 9) Shigehiro F. and Tsuruoka H., Studies on Whiteness Retention in Home Laundering (Part 3), *Jap. Res. Assn. Text., End-Uses (SENSHOSHI)*, 21(2), 29-34 (1980).
- 10) Sato M., Yoshikawa K., Kitamura N. and Minagawa M., Studies on the Detergency of Phosphate-Free Detergents for Home-Use (part 8), *Jap. Res. Assn. Text., End-Uses (SENSHOSHI)*, 29(4), 155-161 (1988).
- 11) Okumura O., Umehara K. and Nakagawa R., Development and Application of Alkaline Lipase for Laundry Powder Detergents, *J. Fragrance*, No. 91, 78-85 (1988).
- 12) Nielsen, M.H., Jepsen, S.J. and Outtrup, H., Enzymes for Low Temperature Washing, *JAOCS*, 644-649 (1981).
- 13) Kondo K., Fujii T., Nishida A. and Suzuki M., Washing Test by Natural Soil. 1., *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 17(1), 31-35 (1968).
- 14) Gilman, W.S., Terg-O-Tometer Testing, *JAOCS*, 66 (1), 6-7 (1989)
- 15) Brummer, J.R., Bundle Test Evaluates Detergency, *JAOCS*, 66(1), 24-33 (1989).
- 16) Kashiwa i., Kuwamura H., Kawasaki Y., Inamori M., Nishizawa H. and Tsunoda T., Study of Detergency (part 14), *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 19(12), 1095-1101 (1970).
- 17) Tsunoda T. and Oba Y., Study on detergency (part 7), *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 18(1), 41-46 (1969).
- 18) Ando Y. and Hayashi m., Detergency Evaluation of Laundry Detergents by Multicycle JIS-test, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 31(6), 372-376 (1982).
- 19) Komeda Y., Mino J. and Yoshizaki K., Studies of Detergency (Part 6), *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 19(3), 163-169 (1970).
- 20) de Vaus D.A., Surveys in Social Research-2nd, Unwin Hyman Inc., 3-117 (1986).
- 21) Miller Delbert C., Handbook of Research Design and Social Measurement, David Mckay Company Inc., 151-207 (1964).
- 22) 남상우, 도시 주부의 세탁기 사용 실태에 관한 조사 연구, 중앙대 가정문화논총, 2, 121-134 (1988).
- 23) Novo Information, B 259b-GB 2000 (1984).
- 24) Novo Information, B 435-GB 250 (December 1987).
- 25) Novo Analytical Method: Manual Procedure for Determination of Proteolytic Activiity in Enzyme Preparations and Detergents (1984).
- 26) Novo Analytical Method: Lipase/Esterase-pH-stat Method on a Tributyrin Substrate (1983).
- 27) KS K 0250, 면제품의 비섬유질 측정 방법 : 효소법 (1977).  
KS K 0251, 섬유 제품의 비섬유질 측정 방법 (1982).
- 28) 신효선, 식품 분석(이론과 실험), 신태출판사, 77-79 (1992).
- 29) Harris E.L.V. and Angal, S., Protein Purification Method, IRL Press, 12-13 (1989).
- 30) Goodwin Jesse F and Choi Siu-Ying, Quantification of Protein Solutions with Trinitrobenzenesulfonic Acid, *CLINICAL CHEMISTRY*, 16(1), 24-31 (1970).
- 31) Billmeyer, W., Principles of Color Technology, John Wiley & Sons, 59-66 (1981).
- 32) Wonnacott R.J., Wonnacott T.H., Statistics Discovering Its Power, John Wiley & Sons, 253-257 (1982).
- 33) 이봉수, 박지원, 응용 통계학, 진명문화사, 459-479 (1992).
- 34) 전 용진, SPSS/PC+, 크라운출판사, 95-112 (1990).