

## 세탁의 탈수와 건조과정 중 면직물의 수분전달특성 및 미생물 분석

최해운 · 박명자 · 차옥선  
한양대학교 생활과학대학 의류학과

### Analysis of Microorganisms and Water Transport Properties of the Cotton Fabrics through Dehydration and Drying Process during Washing

Hae-Woon Choi, Myung-Ja Park and Ok-Sun Cha

Department of Clothing and Textiles, Hanyang University

(2002. 8. 28 접수 : 2002. 10. 11 채택)

#### ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the residual water retention and to determine the number and species of microorganisms from the wet cotton fabrics in dehydration and drying process during washing. The drying rates of terrycloth and interlock knit under the rainy seasons were measured according to the dehydration and hanging methods, layers of fabric and pre-treatment agents. Microorganisms were isolated from the dried terrycloth by pure culture, and were identified by Biolog system. The results are as follow: The initial water retention of fabrics after dehydration decreased in the order of dripping>centrifuge>squeezing method, which affected the drying rate. The drying rates were faster by increasing surface area of fabrics. There was no significant difference in drying rate among the fabrics pre-treated with detergent, or fabric softener, or cationic surfactants such as Cetyltrimethylammonium bromide(CTAB) and Benzalkonium chloride(BC). *Pseudomonas aeruginosa* was found in the fabrics treated with a powder-type detergent. On the other side, there was no growth of microorganism in the fabrics treated with a liquid-type detergent (containing antibacterial agent), CTAB and BC.

*Key words:* microorganism(미생물), water retention(함수량), dehydration(탈수), drying(건조), centrifuge(원심탈수).

#### I. 서론

인체의 피부에 존재하는 미생물은 세균을 포함하여 진균, 바이러스 등 다양하며 이들 중 세균은 일시적으로 존재하는 일과성군군(transient flora)과 안정된 상태로 존재하는 상재성군군(resident flora)이 있

다는 것은 이미 널리 알려진 사실이다. 우리 몸에 존재하는 상재성 균으로는 *Corynebacterium acnes*가 가장 많고 다음으로 lipophilic diphtheroid, coagulase negative *Staphylococci*, *Micrococci* 순이며, 일과성 균으로는 *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*를 포함한 그람 음성 간균 등이 있음이 밝혀졌다<sup>1,2)</sup>. 피부에 존재하는 진균으로는

1) 김승동, 원영호, 김영균, "정상 한국인의 피부표면 미생물의 분포에 관한 연구", *대한피부과학회지*, 제25권 2호(1987), pp.187-192.

2) W. E. Kloos and M. S. Musselwhite, "Distribution and Persistence of *Staphylococcus* and *Micrococcus* Species and Other Aerobic Bacteria on Human Skin", *Applied Microbiology* 30(3) (1975), pp.381-395.

*Aspergillus*속, *Hormodendron*속, *Streptomyces*속, *Penicillium*속 등이, 효모는 *Candida*속이 가장 많은 것으로 보고되었다<sup>3)</sup>.

이처럼 인체의 피부 표면이 무균 상태가 아닌 것처럼 의류도 또한 무균상태가 아니다. 간단히 항공 처리를 한 후 포장하여 판매하는 미사용 변포에서도 1g당 약  $10^2 \sim 10^3$ 개의 세균이 부착되어 있는 것으로 보고되었으며 착용 중, 착용 후 방치, 세탁 후 건조 보관 중의 의류에는 일반적으로 세균과 진균(곰팡이, 효모)이 부착되어 있고 이들이 의류 중에서 증식과 사멸을 계속하게 된다고 하였다<sup>4)</sup>. 세균류는 영양과 습도, 온도, pH만 적당하면 20~50분만에 증식하기 때문에 의류 중 특히 내의의 경우 습하고 냄새가 날 경우 1cm<sup>2</sup>당 균수는  $10^8$  이상이 된다는 것이다.

착용한 내의, 스웨터, 바지 및 양말 등의 의류에 부착된 미생물의 종류를 조사한 연구에 의하면 그람 양성균이 4종류, 그람 음성균이 1종류, 그람 양성 간균이 2종류, 그람 음성 간균이 8종류, 진균이 1종류 등 모두 16종의 균이 분리·동정된 것으로 나타났다<sup>5)</sup>. 착용한 의류에서 발견된 미생물들은 인체의 피부 표면에서 발견되는 균과 일치하는 것이 많아 이들 세균이 일부는 인체로부터 의류에 부착된 것이고 일부는 주위 환경으로부터 부착된 것이라 할 수 있다. 이러한 미생물의 오염은 비병원성의 세균을 대상으로 생각한다면 의학적 관점에서는 크게 위험한 정도는 아니라 할 수 있지만 그 결과로 악취가 발생하는 것은 비위생적이며 호감을 주는 상태는 아니라는 것이 일반적인 견해이다.

국내에서 인체나 섬유 제품에 손상을 주는 미생물에 대한 적극적인 대처 방안이 연구된 것은 1980

년대 중반으로 섬유제품의 항공가공에 관한 연구가 활발하게 진행되었고, 이에 따른 항공 제품이 등장하였다. 항공 제품은 미생물의 지속적인 억제 및 살균 효과를 갖는 것으로 속옷에서 크레파스, 도마, 행주, 침대, 장판지에 이르기까지 다양한 상품이 나오고 있다<sup>6)</sup>. 그러나 항공 제품을 많이 사용할 경우 항공 물질에 내성을 갖는 변이균(變異菌)이 생기므로 오히려 세균에 역습을 당하는 원인이 될 수도 있다는 우려의 목소리도 높다<sup>7)</sup>. 그러므로 항공성을 갖는 제품의 개발도 중요하지만 세탁과 건조 과정에서 의류에 부착되어 있는 미생물을 효과적으로 제거할 수 있는 조건을 찾음으로써 간접적인 위생 효과를 얻을 수 있다고 생각된다.

일반 가정의 세탁습관을 조사한 연구 자료에 따르면 우리나라는 저온세탁을 주로 하고 있으며, 본 세탁 전에 예침하는 비율이 높게 나타났다. 세탁빈도는 2~3일에 한번이 가장 많아 규칙적으로 세탁을 하기보다는 세탁물이 어느 정도 모이면 세탁을 하는 것으로 나타났다<sup>8~10)</sup>. 세탁물의 건조방법은 전통적인 자연건조 방법에서 아파트의 증가, 도시미관상의 문제 등으로 인하여 실내 건조가 늘어나고 있는 추세이다<sup>11)</sup>. 이러한 연구 결과들을 종합해 보면 우리 가정에서 이루어지고 있는 세탁방법, 즉 저온세탁, 세탁 전 예침, 장마철 실내건조 등은 미생물이 세탁과 건조 과정에서 완전히 제거되지 않고 의류에 남아있을 수 있다는 것을 나타낸다고 할 수 있다. 특히 세탁 후 건조과정은 의류의 위생적인 세탁이라는 측면에서 매우 중요한 과정이라 할 수 있다. 건조에 대한 연구는 세탁물과 땀에 젖은 의류의 건조 용이성과 관련하여 열·수분 이동의 관점에서 많은 연구가

3) M. E. McBride, W. C. Duncan and J. M. Knox, "The Environment and the Microbial Ecology of Human Skin", *Applied and Environmental Microbiology* 33(3) (1977), pp.603-608.

4) 春田三佐夫, 宇田三俊一, 生活と衛生微生物(南山堂, 1985).

5) 皆川基, "これからの衣料用洗剤", *科學と工業* 68(6) (1994), pp.288-297.

6) 조선일보 1997년 11월 6일자 30면 기사, 「항공제품이 잘 팔린다」

7) 중앙일보 1997년 10월 9일자(목요일) 34면 기사, 「무균사회가 부른 자업자득」

8) 차옥선, 이일심, "일반 가정의 세탁습관 및 반복세탁에 의한 백색 면내의의 잔류오염", *한국의류학회지*, 제18권 4호(1994), pp.549-559.

9) 남상우, "도시 주부의 세탁기 사용 실태에 관한 조사 연구", *중앙대 가정문화논총* 2 (1988), pp.121-134.

10) 김선미, 이기영, "가계의 세탁기 사용방식과 사용정도에 관한 연구", *한국가정관리학회지*, 제7권 2호(1989), pp.95-107.

11) 김선희, "세탁행위를 중점으로 본 소형 다세대 주택의 현장 연구", *중앙대 대학원 석사학위논문*(1994).

12) 佐林シナ子, 平松岡江, "回轉式電氣乾燥機にする綿布の乾燥について", *家政學雜誌*, 26(1) (1975), pp.46-49.

이루어졌다. 회전식전기건조기에 관한 연구<sup>13)</sup>, 향온 건조기내에서 면포의 건조와 온도의 관계<sup>13)</sup>, 포의 건조기구에 관한 연구<sup>14,15)</sup>, 포의 크기와 건조방법이 건조속도에 미치는 영향<sup>16)</sup> 등 주로 건조기의 건조효율, 섬유별 건조특성 등이 연구되어 왔다. 또한 착용 중에 발생하는 각종 냄새에 관한 보고는 다수 있으나, 건조조건에 따른 세탁물에 남아있는 미생물이나 냄새와의 관계를 본 연구는 거의 없었다.

따라서 본 연구는 세탁 후 건조한 세탁물에서 발생하는 냄새의 원인을 밝히기 위한 선행연구로서 첫째, 우리나라 여름의 장마철 기후 조건과 유사한 온·습도에서 면 terrycloth와 interlock knit의 탈수와 건조방법에 따른 함수율과 건조시간, 건조속도를 구하였다. 둘째, 면 terrycloth와 interlock knit를 의류용 분말합성세제, 액체합성세제, 섬유유연제 및 향균제로 처리한 후 탈수 직후와 건조 후에 면직물에 잔존하는 미생물을 분리·동정하고, 미생물의 총 수를 구하였다.

## II. 실험

### 1. 시 료

시료는 면 terrycloth와 interlock knit를 사용하였다. 이는 예비실험에서 면 플라넬, 면 브로드클로스, 양면편 면양말, 면 인터록니트 셔츠, 고무편 면장갑, 면 타월을 세탁한 후 본실험과 동일한 온·습도(28~29℃, R.H. 90%이상)에서 겹침매수를 달리하여 건조한 결과 타월과 인터록니트 셔츠의 건조속도가 다른 시

료에 비해 느리고 냄새가 나는 것으로 평가되어 이를 본 실험의 시료로 선정하여 실험하였다.

본 실험에 사용된 시료의 특성은 <Table 1>과 같다. 시료는 사용전에 상온수에 5분간 침지한 후 알파 아밀라제(0.5% o.w.f.)와 비이온 계면활성제 약 2:1의 비율로 혼합한 용액으로 온도 60℃에서 액비 1:50으로 20분간 처리하여 발효한 후 4회 수세하고 초산으로 중화하였다. 중화가 끝난 시료는 탈수하여 건조하였다.

### 2. 세탁 및 기기

#### 1) 시 약

향균제로 양이온계 계면활성제인 cetyltrimethylammonium bromide(이하 CTAB, Lancaster Co.), benzalconium chloride(이하 BC, Sigma Co.)를 사용하였다. 건조후 시료에 잔존하는 미생물을 분리·동정하기 위해 배지로 Nutrient agar(Difco Co.), Tryptic soy agar(Difco Co.), BUGM agar(Biolog Co.)를 사용하였다.

#### 2) 기 기

- ① Wringer(Asia Testing Machines 2433)
- ② 가정용 전기세탁기(금성사 WF-1620SH)
- ③ Bacterial & Yeast Identification System  
(이하 Biolog System, Biolog Co., Microstation™)

### 3. 세탁액의 준비와 세탁조건

<Table 1> Characteristics of samples

Structure	Fiber content	Yarn count	Thickness (mm)	Bulkness* (cm <sup>3</sup> /g)
Loop pile	Cotton 100%	30's/1	2.9	5.8
Interlock knit	Cotton 100%	CM 40's/1	0.9	4.5

$$* : \text{Bulkness}(\text{cm}^3/\text{g}) = \frac{\text{Thickness}(\text{cm})}{\text{Areal weight}(\text{g}/\text{cm}^2)}$$

13) 佐木シナ子, 平松園江, "恒溫乾燥機内における綿布の乾燥と温度の關係", 家政學雜誌, 36(4) (1985), pp.234-240.

14) 中島利誠, 進藤線, "布の乾燥機構", 纖維學會誌, 37(9) (1981), pp.41-47.

15) 山田晶子, "布の乾燥速度について", 纖維學會誌, 41(6) (1985), pp.54-60.

16) 佐林シナ子, 平松園江, "布の大きさ・干し方の乾燥速度への影響", 家政學雜誌, 27(2) (1976), pp.33-37.

세탁시 사용되는 약제의 특성이 면 terrycloth와 interlock knit를 세탁하고 탈수, 건조한 후의 미생물 생육과 냄새에 미치는 영향을 보기 위해 사용한 약제의 특성과 사용농도는 <Table 2>와 같다. 소비자들이 가정에서 사용하는 의류용 합성세제와 섬유유연제 등을 조사하여 이 중 가장 선호도가 높았던 B세제와 향균제를 포함한 유아의류전용 액체합성세제 M을, 섬유유연제로는 P제품을 사용하였다. 또한 양이온계 계면활성제 중 살균성<sup>17,18)</sup>이 있는 CTAB(cetyltrimethylammonium bromide)와 BC(benzalkonium chloride)를 사용하였다. 분말합성세제 B와 액체합성세제 M, 섬유유연제 P는 세탁기의 최소수위(36 l)에 표준사용농도에 해당하는 양을 넣었고, CTAB와 BC는 시판 섬유유연제에 포함되어 있는 양이온계 계면활성제의 양(8%)을 참고로 하여 8%의 저장액을 만든 후 시판 섬유유연제의 표준사용농도와 동일한 농도를 사용하였다.

세탁조건은 <Table 3>과 같다. 분말합성세제 B와 액체합성세제 M은 가정용 전기세탁기의 표준코스로서 세탁한 것으로 15분 세탁하고 5분간 탈수한 후, 2분 행균과 5분 탈수를 2회 하였다. 섬유유연제 P와 향균성을 갖는 양이온계 계면활성제 CTAB와 BC는 3분 행균처리한 후 5분 탈수하였다.

<Table 2> Characteristics of the treatment agent

Agent	Components	Concentration (%)	Classification
B	- Fatty alcohol series, AO(non-ionic) - LAS, Fatty acid(anionic) series - Enzyme	0.07*	Powder-type detergent
M	- Fatty acid(anionic) series - Fatty alcohol(non-ionic) series - Antibacterial agent	0.1*	Liquid-type detergent
P	- Cationic surfactant	0.07*	Fabric softener
CTAB	- Cetyltrimethylammonium bromide	0.07	Cationic surfactant
BC	- Benzalkonium chloride	0.07	

\* : Amount specified by the respective companies

17) P. F. D. Arcy, et al., "Quaternary Ammonium Compounds in Medical Chemistry", *J. Pharm. Pharmacol*, 14 (1962), pp.193-195.

18) 吉田時行 外 三人, 界面活性劑 핸드ブック(工學圖書株式會社, 1992).

<Table 3> Washing conditions

Agent	Pre-treatments
B	15min washing → 5min centrifuge → 2min rinsing → 5min centrifuge → 2min rinsing → 5min centrifuge
M	15min washing → 5min centrifuge → 2min rinsing → 5min centrifuge → 2min rinsing → 5min centrifuge
P	3min rinsing → 5min centrifuge
CTAB	3min rinsing → 5min centrifuge
BC	3min rinsing → 5min centrifuge

4. 탈수방법과 함수율

탈수방법에 따른 면직물의 함수율은 면 terrycloth와 interlock knit를 이용하여 흡수성 시험방법 AATCC 70-1994, ASTM D1117, ASTM D2402의 방법에 준하여 탈수한 후 자연건조(28~29°C, R.H. 90% 이상)한 시료의 무게에 대한 함수량의 백분율로 구하였다. AATCC 70-1994는 링저에 의한 탈수이고, ASTM D1117은 와이어스크린 위에 젖은 시료를 얹어 놓고 자연낙수 시키는 탈수법이다. 원심탈수법은 ASTM D2402에 준하여 가정용 전기세탁기(탈수조의

반경: 46cm, 회전속도: 750~800rpm)를 이용하여 실험하였다.

### 5. 건조방법

건조실험은 우리나라 여름 장마철의 온·습도와 유사한 R.H. 90% 이상, 온도 28~29℃에서 자연건조법을 이용하여 실시되었다. 자연건조의 경우 세탁물의 건조속도는 기온과 상대습도 뿐만 아니라 공기의 흐름에 영향을 받으므로, 건조속도에 주는 영향을 배제하기 위하여 실험실의 창문을 모두 닫고 건조하였다. 건조실험은 항온·항습기를 사용하는 실험실 조건에서의 실험방법도 있으나 항온·항습기를 사용할 경우 건조공간이 제한되어 있고, 대기중의 미생물 분포와 다르기 때문에 일반 가정에서 건조하는 조건과 차이가 있으므로 실제 가정에서 행해지는 건조방법을 고려하여 실시되었다.

링거로 탈수한 시료와 원심탈수한 시료는 0.5cm 굵기의 건조봉으로 된 건조대에 널어서 건조하였다. 건조봉 사이의 거리는 5cm였다. 와이어스크린에 의한 건조는 젖은 천을 와이어스크린 위에 올려놓고 수직으로 세운 뒤 10분간 자연낙수로 탈수시킨 후 다시 와이어스크린을 수평 상태로 장치시킨 후 자연 건조하였다.

건조속도에 영향을 미치는 요인으로 시료의 겹침 배수와 건조대에 너는 방법을 다르게 하였다. 겹침 배수는 1매~4매까지 배수를 달리하였고, 건조대에 너는 방법은 겹친 시료의 상단을 「J」 모양의 금속고리에 끼워 건조대에 걸어서 너는 방법과 겹친 시료를 반으로 접어 건조봉에 걸쳐서 너는 두 가지 방법을 사용하였다.

### 6. 미생물의 분리·동정

세제와 섬유유연제, 양이온계 계면활성제로 처리한 후 자연건조한 시료에 존재하는 미생물의 순수배양과 동정과정을 거쳤다.

#### 1) 미생물의 채취(Extraction of Microorganisms from Samples)

시료를 분말합성세제와 액체합성세제, 섬유유연제 및 양이온계 계면활성제로 처리하여 탈수한 직후와 건조 후에 5cm×5cm로 잘랐다. 자른 시료는 50ml

의 0.85% saline용액이 담긴 삼각플라스크에 넣고 5분간 진탕하여 미생물 채취를 위한 표본수로 하였다. 실험자의 손에서 미생물을 채취하기 위하여 finger imprinting 방법<sup>27)</sup>을 사용하였다. 즉 실험자의 엄지손가락을 Nutrient agar 배지 표면에 올려놓고 수분간 눌러 주었다. 이 플레이트를 실험자의 손의 마생물 채취용으로 사용하였다. 공기중의 미생물은 Nutrient agar 배지의 뚜껑을 열어놓고 낙하된 것을 받았다.

#### 2) 세균수 측정(Bacterial Population Count of Samples)

처리시료가 세균에 오염되어 있는가를 알아보기 위해 정량평판법(Quantitative Plating Method)을 사용하였다. 표본수에서 멸균피펫으로 1ml을 취하여 9ml의 멸균된 0.85% saline이 들어있는 시험관에 넣고 진탕한 후, 이 시험관에서 다시 1ml을 취하여 9ml의 멸균된 0.85% saline이 들어있는 시험관에 넣고 진탕한 후 동일한 방법으로 2회 희석하고, 각 희석단계별로 시험관에서 0.1ml을 취하여 Nutrient agar에 도말하였다. 도말이 끝난 시료는 37℃가 유지되는 항온기에 넣어 24시간 배양시켰다. 배양이 끝난 시료는 콜로니 카운터로 콜로니수를 계수하였다.

#### 3) 미생물의 분리(Isolation of Microorganisms)

도말평판법으로 24시간 배양한 고체배지의 표면에서 특징적인 각각의 콜로니를 따서 Nutrient agar 평판 배지에 3분원 도말 방법으로 도말하여 계대배양(subculture)하였다.

#### 4) 순수배양(Pure Culture)

37℃에서 계대배양을 한 후에 배양세균을 따서 다시 Nutrient agar평판 배지에 3분원 도말방법으로 도말하였다. 이때 순수한 단일종의 세균이 되도록 4회 반복하여 계대배양하였다.

#### 5) 그람염색(Gram-Staining)

도말 슬라이드 위에 Crystal Violet용액을 떨어뜨리고 20초 동안 기다렸다. 20초 후에 즉시 세척병으로 염료를 제거하고(약 2~3초 동안) 곧이어 요오드 혼합액을 적하하여 60초 동안 기다렸다. 요오드 혼합액(KI-I2)을 흘려 보내면서 95% 에틸알코올로서

15~20초 동안 탈색시킨 후 세척병으로 2~3초 동안 물로 세척하였다. 그 다음 Safranin 용액을 떨어뜨리고 20초 동안 기다린 후 다시 세척병으로 조심스럽게 세척한 후 흡지료써 불기를 제거하여 실온에서 말렸다. 처리가 완료된 슬라이드를 유침하여 현미경으로 즉시 검경하였다. 시료가 자주색으로 염색되어 있으면 그람양성, 분홍색으로 염색되는 것은 그람음성으로 판정하였다. 또한 Biolog사에서 추천하는 방법으로 3%의 KOH용액 1~2방울을 slide glass위에 떨어뜨리고 순수배양한 균을 loop에 묻힌 후 slide glass위의 KOH용액과 혼합한 후 loop를 들어 실의 형성유무를 관찰하여 실이 형성되면 그람음성균으로, 실이 형성되지 않으면 그람양성균으로 판정하였다. 이 두 방법에 의해 그람양성과 음성균을 판정하므로써 실험오차를 줄였다.

#### 6) 바이오로그 시스템에 의한 미생물의 동정

(Identification of Microorganisms by Biolog System)

그람양성균으로 판정된 균은 BUGM(Biolog Universal Glucose Medium)배지에 도말하고, 그람 음성균은 Triplic soy agar에 도말하여 37°C의 배양기에서 24시간 배양하였다. 배양된 균주를 따서 멸균된 20ml의 saline이 들어있는 시험관에 넣고 잘 섞은 후 turbidometer로 시험관의 탁도(turbidity)가 standard low/high 범위 안에 위치하도록 집중하였다. 시료를 멸균된 페트리접시에 쏟아 부은 후에 멸티피켓으로 따서 microplate에 150  $\mu$ l씩 집중하였다. 집중이 끝난 microplate는 30~37°C 배양기에 넣고 24시간 배양한 후 Biolog system detector로 분석하였다. 동정된 균의 특성은 버기씨 매뉴얼(Bergey's Manual)을 참고로 하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 탈수와 건조 후 면직물 중의 잔류수분 분석

##### 1) 탈수 조건이 함수율에 미치는 영향

탈수는 세탁물의 빠른 건조를 위하여 필요하며 다양한 탈수방법이 이용되고 있다. 본 실험에서는 탈수방법과 면직물의 종류가 함수율에 미치는 영향

을 알아보기 위하여 탈수방법으로는 로올러탈수법, 자연낙수법, 원심탈수법을 사용하였고, 면직물로는 terrycloth와 interlock knit를 이용하여 함수율을 측정하였다.

탈수방법에 따른 초기함수율은 <Table 4>에서 보는 바와 같이 로올러 탈수 방법에 의한 면직물의 평균 함수율은 terrycloth 46.8%, interlock knit가 31.1%이었다. 자연낙수법에 의한 함수율은 terrycloth 439.1%, interlock knit 314.2%였으며, 원심탈수법(8분)에 의한 함수율은 terrycloth 67.0%, interlock knit 65.4%였다.

#### (1) 탈수방법에 의한 영향

탈수방법은 면직물의 초기 함수율에 큰 영향을 주었다. 탈수방법에 따른 함수율은 로올러탈수법 < 원심탈수법 < 자연낙수법의 순으로 크게 나타났다. 특히 자연낙수법에서는 로올러탈수법과 원심탈수법에 비하여 5~10배 정도의 큰 함수율을 보였다. 원심탈수법에서는 두 시료 모두 탈수시간이 길어질수록 함수율이 감소하는 경향을 보였다. 따라서 본 실험 조건에서는 로올러탈수방법이 면직물의 함수율을 감소시키는 가장 효과적인 탈수방법으로 나타났다. 그러나 로올러탈수방법의 경우 의류의 변형과 단추 등의 부속품이 손상될 우려가 있으므로 로올러 사이의 압력을 고려해야 한다.

#### (2) 면직물의 종류에 의한 영향

면직물의 종류에 따른 함수율은 로올러탈수법이 나 자연낙수법에서는 terrycloth의 흡수성이 interlock knit보다 다소 크게 나타났고, 원심탈수법에서는 두 시료 간의 함수율에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 원심탈수법의 경우 시료간의 함수율에 큰 차이가 없는 것은 시료의 기공에 있는 물이 원심탈수에 의하여 탈락되었기 때문에 시료의 조직 구성에 영향을 받지 않은 것으로 생각된다. 그러나 자연낙수법에서는 시료가 물을 시료의 섬유와 섬유사이, 실과 실 사이에 보유하므로 시료의 구성에 크게 영향을 받아 벌키성이 큰 terrycloth(5.8cm<sup>3</sup>/g)의 함수율이 interlock knit(4.5cm<sup>3</sup>/g) 보다 큰 것으로 생각된다. 따라서 건조시간에 영향을 주는 함수율을 줄이기 위해서는 먼 섬유의 경우 벌키성이 작은 직물을 사용하는 것이 효과적이다.

<Table 4> Initial water retention(%) of the cotton fabrics by dehydration method

Dehydration method Sample	Squeezing	Dripping	Centrifuge			
			2min	4min	6min	8min
Terrycloth	46.8	439.1	116.9	106.8	88.1	67.0
Interlock knit	31.1	314.2	112.7	108.4	87.0	65.4

2) 건조조건이 건조속도에 미치는 영향

면직물의 탈수방법과 건조조건이 건조속도에 미치는 영향을 검토하기 위하여 terrycloth와 interlock knit를 사용하였다. 탈수방법에 의한 영향은 로울러탈수법, 자연낙수법, 원심탈수법에 의한 초기함수율로부터 건조하였다. 건조방법은 세탁물을 평행하게 걸쳐서 수직으로 너는 것과, 반으로 접어서 걸쳐 너는 방법이 이용되었으며, 겹침매수는 1, 2, 3, 4매로 달리 하였다. 세제와 섬유유연제로 처리된 면직물도 함께 검토되었다. 이때 시료는 건조에 의해서 시료의 무게가 변하지 않는 시간(완전건조)까지 건조되었다.

탈수한 시료의 겹침 매수와 건조대에 너는 방법

<Table 5> Drying rate(half-drying time) of the cotton fabrics by dehydration method and layers of fabric

Dehydration method Sample code*	Half-drying time(hr)					
	Squeezing	Dripping	Centrifuge(min)			
			2	4	6	8
TP1	2	15	2	2.5	2.5	0.5
TP2	4	25	4	5	3	0.8
TP3	4	-	7	7	4.5	3
TP4	5.5	-	8	5.5	5.5	4
TR2	2	-	3	2	2.5	0.5
TR4	4	-	5.5	4.5	4	2
IP1	0.8	5	0.5	1	0.5	0.5
IP2	1.5	8	0.5	0.5	1	0.5
IP3	2	-	1.5	1.5	1.5	0.8
IP4	2	-	2	2	1.5	1
IR2	0.8	-	0.5	0.5	0.5	0.5
IR4	1.5	-	1	1.5	0.7	0.5

\* T: Terrycloth  
I: Interlock knit  
P: Fabric is hung by a side(Parallel)  
R: Fabric is held on drying pole(Round)  
Number(1, 2, 3, 4): Layers of fabric

과 처리제를 달리하여 건조한 결과 건조시간에 따른 함수율은 <Table 5>부터 <Table 8>과 같다.

(1) 탈수방법에 의한 영향

탈수방법과 건조속도와의 관계는 <Table 5>, <Table 6>과 같다. <Table 5>는 탈수방법에 따른 건조속도를 반감시간을 통해서 본 것으로 반감시간이 짧을수록 건조속도가 빠르다는 것을 의미한다. <Table 6>은 탈수방법에 따른 건조속도를 5시간 건조 후의 함수율로 본 것으로 함수율이 작을수록 건조속도가 빠르다는 것을 의미한다. <Table 5>와 <Table 6>에서 보는 것과 같이 원심탈수한 terrycloth의 경우 탈수 시간이 길어

<Table 6> Water retention(%) after 5-hour-drying of the cotton fabrics by dehydration method and layers of fabric

Dehydration method Sample code*	Water retention(%)					
	Squeezing	Dripping	Centrifuge(min)			
			2	4	6	8
TP1	0.2	356	1.2	8.2	2.8	0.0
TP2	12.9	384	42.8	40.2	22.1	6.4
TP3	18.5	-	78.9	60	42.3	24.2
TP4	27.3	-	71.0	44.3	48.2	33.9
TR2	2.4	-	10.6	6.0	9.8	0.3
TR4	18.9	-	81.6	42.2	27.4	10.3
IP1	1.1	159.3	0.0	0.0	0.0	0.0
IP2	1.1	214.0	0.0	3.0	0.0	0.0
IP3	1.5	-	6.1	9.4	5.3	0.5
IP4	3.3	-	16.4	25.4	18.6	0.8
IR2	2.2	-	0.0	0.0	0.0	0.0
IR4	1.2	-	3.0	3.0	1.9	0.0

\* T: Terrycloth  
I: Interlock knit  
P: Fabric is hung by a side(Parallel)  
R: Fabric is held on drying pole(Round)  
Number(1, 2, 3, 4): Layers of fabric

질수록 건조속도는 빠르게 나타났는데, 이는 초기함수율이 건조속도에 영향을 미쳐 초기함수율이 적을수록 건조속도가 빠른 것으로 생각된다.

(2) 건조대에 너는 방법에 의한 영향

건조대에 너는 방법에 의한 영향은 <Table 5>부터 <Table 7>에서 보는 바와 같이 평행하게 겹쳐서 상단을

금속고리에 끼어서 너는 경우(TP1, TP2, IP1, IP2)와 시료를 반으로 접어서 건조대에 걸쳐 너는 것(TR2, TR4, IR2, IR4)을 TP1-TR2, TP2-TR4, IP1-IR2, IP2-IR4로 너는 방법에 따라 상호 비교해 보았다. 평행하게 겹쳐서 너는 방법이 반으로 접어서 너는 방법 보다 건조속도가 빠르게 나타났는데, 이 결과는 Sasaki와 Hiramatsu<sup>19)</sup>의 연구와 일치하였다. 이는 세탁물

<Table 7> Water retention(%) of the cotton fabrics by dehydration method, the ways of dry and drying time

Dehydration method	Sample code*	Drying time(hr)					
		0	5	10	15	20	
Squeezing	TP2	42.4	21.5	1.2	0.1	-	
	TR4	50.5	23.9	6.1	1.1	-	
	IP2	30.4	1.1	-	-	-	
	IR4	38.2	1.8	-	-	-	
Dripping	TP2	439.1	394.1	349.4	312.2	275.8	
	IP2	314.2	233.0	143.3	65.1	1.8	
Centrifuge (min.)	2	TP2	118.3	54.3	9.7	0.6	-
		TR4	136.8	81.6	32.2	6.9	1.1
		IP2	100.0	3.0	-	-	-
		IR4	93.9	3.0	-	-	-
	4	TP2	106.9	50.6	8.0	1.1	-
		TR4	95.6	51.1	15.6	1.1	-
		IP2	106.1	3.0	-	-	-
		IR4	93.9	3.0	-	-	-
	6	TP2	83.8	30.1	1.6	-	-
		TR4	72.5	33.0	7.1	0.3	-
		IP2	77.6	1.4	-	-	-
		IR4	82.3	1.9	-	-	-
	8	TP2	66.5	13.8	0.3	-	-
		TR4	63.0	20.3	2.7	-	-
		IP2	77.6	1.4	-	-	-
		IR4	48.2	0.8	-	-	-

\* T: Terrycloth  
 I: Interlock knit  
 P: Fabric is hung by a side(Parallel)  
 R: Fabric is held on drying pole(Round)  
 Number(2,4): Layers of fabric



중의 수분이 직물의 표면으로부터 증발되므로, 상단을 금속고리에 끼어서 너는 경우 포의 양면으로부터 자유롭게 수분이 증발하는데 비해서 반으로 접어서 널 경우 2매의 직물의 간격이 접근해 있기 때문에 직물 표면의 습도가 높아져서 그 이상 수증기가 증발되기 어려운 상태로 되기 때문이다.

### (3) 면직물의 종류에 의한 영향

면직물의 종류에 따른 건조속도는 <Table 5>부터 <Table 7>에서 보는 바와 같이 terrycloth와 interlock knit를 비교하였다. <Table 5>와 <Table 6>에서 interlock knit는 terrycloth에 비해 건조속도가 현저히 빠르게 나타났다. 또한 <Table 7>에서 보면 terrycloth의 경우에는 5시간 건조 후에 로울러탈수나 원심탈수에 있어서 30% 내외의 함수율을 나타내었다. 반면에 interlock knit는 자연낙수에 의한 건조를 제외하고 로울러탈수와 원심탈수에서는 대체로 5시간에서 2% 내외의 함수율을 나타내어 거의 건조되는 경향을 보였다. 이는 interlock knit가 terrycloth에 비해 단위 무게당 표면적이 크므로 수분증발이 용이하게 되기 때문이다. 따라서 3절의 실험에서 미생물의 성장이 5~6시간을 기준으로 급격하게 증가함을 고려한다면 건조시 5~6시간 후에 세탁물에 포함된 수분의 양이 많은 직물의 경우 미생물이 성장할 수 있는 조건이 될 수 있다. 그러므로 우리나라의 여름 장마철과 같이 건조시간이 긴 계절에는 표면적이 큰 얇은

섬유제품을 사용해서 세탁물 표면에서 증발하는 수분량을 증가시킴으로써 건조속도를 빠르게 해주는 것이 세탁의 건조시 발생하는 미생물의 번식을 줄일 수 있다.

### (4) 겹침매수에 의한 영향

겹침매수에 따른 건조속도는 <Table 5>와 <Table 6>에 나타나 있다. <Table 5>와 <Table 6>에서 보는 바와 같이 terrycloth의 겹침매수(TP1~TP4, TR2~TR4)와 interlock knit의 겹침매수(IP1~IP4, IR2~IR4)가 증가할수록 반감시간은 길어져 건조속도가 느릴 것 같았다. 이는 겹침에 따라 직물 사이에는 증발된 수분 때문에 공기의 습도가 높아져서 그 이상 수분이 증발될 수 없는 포화상태가 되어 있기 때문이다.

### (5) 세제와 섬유유연제 처리에 의한 영향

시판 분말합성세제(B)와 액체합성세제(M), 섬유유연제(P) 그리고 향균성을 갖는 양이온계 계면활성제 CTAB와 BC로 처리한 후 6분간 원심탈수하여 건조속도(반감시간)는 <Table 8>에 표시되었다. 세제와 섬유유연제 처리에 의한 면직물의 건조속도(반감시간)에는 유의한 차이가 발견되지 않았다.

## 2. 건조 후 면직물 중의 미생물 분석

### 1) 건조된 면직물 중의 미생물의 수

<Table 8> Drying rate(half-drying time) of cotton fabrics treated with detergents and fabric softeners (unit: hr)

Sample code*	Before treatment	After treatment				
		B powder detergent	M liquid detergent	P fabric softener	CTAB cationic surfactant	BC cationic surfactant
TP2	3.0	2.0	2.2	2.6	3.2	2.0
TP4	5.5	4.0	5.5	5.4	5.0	4.0
IP2	1.0	1.2	1.0	1.7	1.0	1.8
IP4	1.5	1.8	1.5	1.7	2.7	2.3

\* T : Terrycloth

I : Interlock knit

P : Fabric is hung by a side(Parallel)

R : Fabric is held on drying pole(Round)

Number(2,4) : Layers of fabric

19) 佐林シナ子, 平松園江, "布の大きさ・干し方の乾燥速度への影響", 家政學雜誌, 27(2) (1976), pp.33-37.

세탁 또는 섬유유연제 처리 후 세탁물에 남아있는 미생물의 잔존을 알아보기 위해 의류용 분말합성세제 B와 향균제가 포함된 액체합성세제 M, 섬유유연제 P, 양이온계 계면활성제 CTAB, BC를 선택하여 terrycloth를 전처리 하였다. 세제의 경우 terrycloth를 일반가정 세탁조건인 15분 세탁→5분 원심탈수→2분 헹굼→5분 원심탈수→2분 헹굼→5분 원심탈수로 처리하였다. 섬유유연제의 경우 terrycloth를 일반가정에서 행하는 조건에 준하여 3분 헹굼→5분 원심탈수로 처리하였다. 처리한 한 시료를 온도 28~29°C, 상대습도 90% 이상에서 24시간 동안 자연건조하였다. 처리하여 탈수한 직후와 건조 후에 시료의 크기를 5cm×5cm로 잘라 0.85% saline 용액에 넣고 5분간 진탕한 후 희석하여 배양한 결과 총 미생물 수는 <Table 9>와 같다.

분말합성세제 B로 세탁한 terrycloth의 경우 사용했던 것은 세탁직후에  $0.8 \times 10^3$ 개의 미생물이 발견되었고, 사용하지 않았던 것은  $1.6 \times 10^3$ 개의 미생물이 발견되었다. 이것을 24시간 건조했을 때 두 시료 모두 미생물이 셀 수 없게 증식하였다. 나머지 액체

합성세제 M과 섬유유연제 P, 양이온계 계면활성제 CTAB, BC로 처리한 시료에서는 세탁이나 건조 후에 미생물이 발견되지 않았다. 시료 M은 3절의 액체합성세제 시료 중 하나로 액체배지희석법에 의해 세탁 중에는 미생물 제거에 대한 영향이 있는 것으로 나타난 시료였으며 탈수 또는 건조 후에도 미생물에 대한 영향이 있는 것으로 나타났다. 또한 CTAB와 BC는 모두 제 4급 암모늄 향균제로서 미생물 제거에 대한 영향을 확인할 수 있었다. 처리제 P의 경우 액체배지희석법을 이용한 세탁 중의 미생물 살균효과 실험에서는 미생물에 대한 영향이 없는 것으로 나타났으나 건조실험에서는 미생물이 발견되지 않았다. 이것은 실험조건의 차이 즉, 처리액에 미생물의 영양원이 어느 정도 포함되어 있는가에 따라 영향을 받은 것으로 사료된다. 그러므로 세제의 경우는 세탁 중에 영양원(세탁물로부터 탈락한 오구)의 유무와 관계없이 미생물 제거에 대한 영향이 없었으나 섬유유연제의 경우에는 영양원(오구)이 없는 헹굼액에 처리했을 경우 살균효과가 있는 것으로 나타났다.

<Table 9> Total count of microorganism in terrycloth treated with detergents, fabric softener and cationic surfactants

Agent	Pre-treatment	After centrifuge		After 24hr-drying	
		terrycloth	total count (CFU)	terrycloth	total count (CFU)
B Powder detergent	15min washing→5min centrifuge →2min rinsing→5min centrifuge →2min rinsing→5min centrifuge	Non-Use	$1.6 \times 10^3$	Non-Use	ND*
		Use	$0.8 \times 10^3$	Use	ND*
M Liquid detergent	15min washing→5min centrifuge →2min rinsing→5min centrifuge →2min rinsing→5min centrifuge	-	-	-	-
P Fabric softener	3min rinsing→5min centrifuge	-	-	-	-
CTAB Cationic detergent	3min rinsing→5min centrifuge	-	-	-	-
BC Cationic detergent	3min rinsing→5min centrifuge	-	-	-	-

\* : ND(Not Determined). - : Non-Growth.

## 2) 건조된 면직물로부터 분리된 미생물의 종류

(Table 4)~(Table 9)에서 보여진 탈수 및 건조 후 면직물의 총 미생물 수 측정 실험에서 분말합성세제 B로 처리한 terrycloth에서 미생물이 발견되었기 때문에, 이 미생물들을 분리하고 동정하였다. terrycloth는 일반인이 1주일 사용한 것과 사용하지 않은 것을 호발, 정련하여 사용하였다. 분말합성세제 B로 세탁, 행굼, 탈수한 후 24시간 동안 자연건조한 terrycloth를 5cm×5cm로 잘라 0.85% saline에 넣고 5분간 진탕한 후 회석하여 영양한천배지에 배양하였다. 증식된 콜로니를 따서 다시 계대하는 과정을 4번 반복하여 순수 분리하였다. 순수분리한 콜로니들을 그람염색하여 그람양성균인지 그람 음성균인지를 검사하고 Biolog System으로 동정하였다. 또한 탈수한 terrycloth를 건조대에 낸 실험자의 손과 건조대 주변의 공기 중의 미생물의 분리, 동정도 함께 실시하였다. 각각에서 분리·동정된 미생물의 종류는 (Table 10)과 같다.

분말합성세제 B로 세탁한 terrycloth는 일반인이 일주일 사용한 것과 사용하지 않은 것 두가지 모두 *Pseudomonas aeruginosa*가 동정되었다. 나머지 세제나 섬유유연제, 양이온계 계면활성제로 처리한 경우 모두 미생물이 발견되지 않았다. 또한 건조할 당시의 공기 중에 있는 미생물은 *Bacillus pasteurii*, *Bacillus brevis*, *Acinetobacter calcoacet*, *Acinetobacter genospecies*가 동정되었다. 건조시료를 세탁기에서 꺼내어 건조대에 널은 실험자의 손에서는 그람 양성균인 *Bacillus pasteurii*가 동정되었다.

(Table 10) Identification of microorganism isolated from terrycloth treated with powder detergent(B) and drying atmosphere

Sample	Gram positive	Gram negative
Terrycloth treated with powder detergent	-	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Hand of test person	<i>Bacillus pasteurii</i>	-
Indoor air	<i>Bacillus pasteurii</i> <i>Bacillus brevis</i>	<i>Acinetobacter calcoacet</i> <i>Acinetobacter genospecies</i>

- : Not found.

실제로 일반적으로 사용되는 타월에는 여러 가지의 미생물이 존재하고 경우에 따라서는 증식을 하게 되는데, 본 실험에서는 세탁 후에 한 종류의 균이 발견되었기 때문에 세탁과정에서 대부분의 균들이 제거된 것으로 생각된다. 또한 실내 공기나 실험자의 손에서 채취된 균과 처리한 시료에서 발견된 균 사이에는 유사성이 없었기 때문에 세탁물의 균종에는 영향을 미치지 않았다는 것을 알 수 있었다.

본 실험에서는 세탁액과 행굼액, 그리고 후처리한 후의 액에서 균을 채취하여 분리·동정하지 않았으므로, 세탁물의 건조 후에 동정된 균이 어느 과정에서 유래한 것인지 그 정확한 원인을 밝히지 못했다.

## IV. 결 론

세탁시 탈수와 건조 조건에 따른 면직물의 잔류 수분과 미생물을 분석하기 위하여 시료로는 terrycloth와 interlock knit를 선택하여 탈수와 건조 후, 탈수조건이 함수율에 미치는 영향과 건조조건이 건조 속도에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 의류용합성세제와 섬유유연제 및 양이온계계면활성제로 처리한 뒤 건조된 면직물 중의 미생물의 수, 건조된 세탁물로부터 분리된 미생물의 종류를 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- 탈수방법이 함수율에 영향을 미쳐 초기함수율은 로울러탈수법 < 원심탈수법 < 자연낙수법의 순으로 크게 나타났다. 면직물의 종류에 따른 함수율은 로울러탈수법이나 자연낙수법에서는 terrycloth의 함수율이 interlock knit보다 다소 크게 나타났고, 원심탈수법에서는 두 직물시료 간의 함수율에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.
- 탈수방법에 따른 세탁물의 건조속도는 로울러탈수와 원심탈수가 자연낙수에 의한 탈수보다 빠르게 나타나 초기함수율이 적을수록 건조속도가 빨랐다. 건조대에 세탁물을 너는 방법은 평행하게 겹쳐서 너는 방법이 반으로 접어서 너는 방법보다 건조속도가 빠르게 나타났다. 면직물의 종류에 따른 건조속도는 interlock knit는 terrycloth에 비해 건조속도가 현저히 빠르게 나타났다. 겹침매수에 따른 건조속도는 면직물의 겹침매수가 증가할수록 건조반감시간은 길어져 건조속도가

느림을 알 수 있었다. 시료로 사용된 분말합성세제 B와 액체합성세제 M, 섬유유연제 P, 그리고 항균성을 갖는 양이온계 계면활성제 CTAB와 BC로 처리한 후 6분간 원심탈수하여 건조한 결과 이들 처리제에 의한 면직물의 건조속도(반감 시간)에는 유의한 차이가 발견되지 않았다.

3. 건조된 세탁물 중의 미생물의 수는 분말합성세제 B로 세탁한 terrycloth의 경우 실험 전 사용 여부에 관계없이 세탁직후에 미생물이 발견되었고, 이를 24시간 건조했을 때에는 두 시료 모두 미생물이 셀 수 없게 증식하였다. 나머지 액체합성세제 M과 섬유유연제 P, 양이온계 계면활성제 CTAB, BC로 처리한 terrycloth에서는 세탁이나 건조 후에 미생물이 발견되지 않았다. 그러나 분말합성세제 B로 세탁한 terrycloth는 사용한 것과 사용하지 않은 것 모두에서 *Pseudomonas aeruginosa*가 동정되었다.

### 참고문헌

- 김선미, 이기영 (1989). 가계의 세탁기 사용방식과 사용 정도에 관한 연구. *한국가정관리학회지*, 7(2).
- 김신희 (1994). 세탁행위를 중점으로 본 소형 다세대 주택의 현장 연구. 중앙대 대학원 석사학위논문.
- 김승동, 원영호, 김영균 (1987). 정상 한국인의 피부 표면 미생물의 분포에 관한 연구. *대한피부과학회지*, 25(2).
- 남상우 (1988). 도시 주부의 세탁기 사용 실태에 관한 조사 연구. 중앙대 가정문화논총 2.
- 조선일보 1997년 11월 6일자 30면 기사, 「항균제품이 잘 팔린다」.
- 중앙일보 1997년 10월 9일자(목요일) 34면 기사, 「무균사회가 부른 자업자득」.
- 차옥선, 이일심 (1994). 일반 가정의 세탁습관 및 반복세탁에 의한 백색 면내의 잔류오염. *한국의류학회지*, 제18권 4호.
- 吉田時行 外 三人 (1992). *界面活性劑 핸드ブック*, 工學圖書株式會社.
- 春田三佐夫, 宇田三俊一 (1985). *生活と衛生微生物*, 南山堂.
- 皆川基 (1994). *これからの衣料用洗劑*, 科學と工業 68(6).
- 佐林シナ子, 平松園江 (1975). 回轉式電氣乾燥機にする綿布の乾燥について, *家政學雜誌* 26(1).
- 中島利誠, 進藤綠 (1981). 布の乾燥機構. *纖維學會誌* 37(9).
- 山田晶子 (1985). 布の乾燥速度について, *纖維學會誌* 41(6).
- 佐林シナ子, 平松園江 (1976). 布の大きさ・干し方の乾燥速度への影響, *家政學雜誌* 27(2).
- Arcy, P. F. D. et al. (1962). Quaternary Ammonium Compounds in Medical Chemistry. *J. Pharm. Pharmacol.*, 14.
- Kloos, W. E. and Musselwhite, M. S. (1975). Distribution and Persistence of *Staphylococcus* and *Micrococcus* Species and Other Aerobic Bacteria on Human Skin. *Applied Microbiology*, 30(3).
- Mcbride, M. E., Duncan, W. C., and Knox, J. M. (1977). The Environment and the Microbial Ecology of Human Skin, *Applied and Environmental Microbiology*, 33(3).