〔報 文〕

Journal of the Korean Society
of Clothing and Textiles
Vol. 19, No. 3 (1995) p. 548~559

드라이클리닝에 의한 미생물 제거효과(제 1 보)

申 貞 淑·車 玉 善

漢陽大學校 衣類學科

Effect of Drycleaning on the Removal of Microorganisms (Part 1)

Jeong Sook Shin · Ok Sun Cha

Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang University

(1995. 4. 2 접수)

Abstract

The purpose of this study was 1) to investigate the effect of drycleaning on the removal of microorganisms according to on the conditions or the kinds of drycleaning solvent about the quantity of microorganism which remains in kinds of the drycleaning solvent and the sludge after drycleaning. 2) to investigate the removal effect of :microorgnisms in useing drycleaning solvent repeatedly. 3) to investigate the kinds of microorganism living in textiles.

The results of this study were as follows;

1) less microorganisms remains in perchloroethylen than in petroleum solvent. The most microorganisms was isolated at the beginning stage during the drycleaning.

2) In fresh drycleaning solvents, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. and *Candida albican* 10529 were killed immediately, while in case of petreum solvents used for 6 months-drycleaning, *Pseudomonas Aeruginosa* ATCC 27853 were survived a lot of still in 17 days.

3) On the kind of bacteria in textile goods, *Pseudomonas acidovorans* and *Erysipelothrix rhusiopathiae* are isolated, a genus *Rhodotorula* is observed through microscope.

On the kind of fungi in textile goods, genus *Penicillium* and genus *Aspergillus* are found through microscope, genus *Cadida* and genus *Trichophyton* are found with shapes.

Ⅰ. 서 론

사람의 피부에는 여러 종류의 무수히 많은 미생물이 부착되어 있고 한선과 모공안에도 많은 미생물이 존재하여 피부를 기타 유해 미생물로부터 보호하며 옷을입으면 즉시 땀과 함께 섬유표면으로 옮겨져 2~3시간 후에는 증식하기 시작하여 벗을때까지 계속 증식한다[1].

섬유는 거칠고 다공성의 표면이기 때문에 미생물 축적과 전도성의 좋은 매개체 역할을 한다.

각종의 섬유소재가 미생물에 의해 침해, 열화를 받지만 그속도오 정도는 섬유의 종류에 따른 분해성의 난이, 미생물의 종류에 따른 효소, 산생성 능력 및 온

도 수분에 의한 생육조건에 의해서 결정된다[2,3].

섬유재료에 기생하는 미생물은 상당히 종류가 많은데 섬유손상, 병원성, 착색오염 미생물로 크게 3종류로 분류할 수 있다. 섬유제품에 번식하거나 매개로하여 질병을 일으킬 수 있는 미생물은 손쉽게 방지하는 가장 일반적인 방법은 물세탁과 드라이클리닝에 의한 방법이 있다.

섬유산업이 발달하고 소득이 증가함에 따라 의류제품이 고급화, 다양화되어 드라이클리닝의 이용율이 증가되고 있다.

그러나 드라이클리닝점은 다양한 환경에서 불특정 다수의 사람들이 착용한 섬유제품을 함께 취급 하므로 섬유제품을 매개로하여 질병을 일으킬 수 도 있고 병원성균 등 여러종류의 미생물이 증식할 수 있기 때문에 드라이클리닝에서의 미생물에 관한 연구의 필요성이 요구된다.

이러한 측면에서의 연구는 드라이클리닝 후 직물과 용기에 잔존하는 세균, 재오염에 관한 보고가 있고[4], 드라이클리닝 용제별로 드라이클리닝액중에 유출된 생균수에 관한 연구[5,6], 착용한 바지를 드라이클리닝과 다림질한후에 세균수 확인[7], 특정 시험균에 의한 드라이클리닝과 다림질에 의한 살균효과[8], 운반 및 점포에 보관하는 동안 세균오염에 관한 보고[9], 퍼클로로에틸렌을 물과 혼합하였을때 살균성에 관한 연구[10], 등이 미국, 일본, 독일 등에서 이루어졌고 국내에서는 드라이클리닝에 관하여 재오염[11], 염료의 용해성[12] 등이 있고 미생물에 관해서는 의류제품에 번식하는 균이 섬유물성에 미치는 영향에 관한 보고[13,14]가 있을뿐, 드라이클리닝과 미생물에 관한 연구는 거의 되어 있지 않다.

따라서 드라이클리닝이 미생물제거에 미치는 전반적인 것을 연구하기 위해서 본연구의 제 1 보에서는 드라이클리닝을 하는 동안 의류에서 분리되어 용제에 생존하는 세균 및 진균수를 드라이클리닝 용제별, 과정별로 고찰하였고 드라이클리닝후 sludge에 생존하는 미생물수를 조사하였으며, 드라이클리닝에서 반복 사용한 드라이클리닝 용제를 채취한 후 시험균주를 사용하여 용제별, 용제의 사용기간별로 미생물 제거효과를 실험하였다. 또한 섬유제품에 증식하는 미생물의 종류에 관하여 분리 동정, 현미경 관찰을하였다. 후속 연구에서는 보료시트를 사용하여 섬유제품에 증식한 미생물이 드라이클리닝에 의해 어느정도 제거되는지를 실험하여 위생적인 의생활을 영위 하는데 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 실험

1. 상용 드라이클리닝 과정의 용제 및 Sludge에 관한 미생물

1-1. 시료의 채취

1993. 7. 19~8. 16까지 서울시내에 소재한 23곳의 드라이클리닝점을 선정하여 검체를 채취하였다. 용제의 채취는 멸균 처리한 cap tube에 pipette을 사용하여 석유계는 본세를 하기전의 용제, 본세를 시작하여 5분, 30분 후의 용제, 탈액한 용제를 채취하였고, 염소계는 본세를 하기전에의 용제, 본세를 시작하여 2분, 10분 후의 용제, 탈액한 용제를 채취하여 드라이클리닝 과정별로 용제에 존재하는 미생물을 조사하였다. 이때에 각각의 과정에서 용제를 채취할때 마다 3회를 채취하여 혼합하였다. 용제를 채취할때 드라이클리닝된 의류제품의 종류는 상의, 바지, 블라우스, 원피스 등이었고 처리온도는 상온이며 sludge는 당일 드라이클리닝하여 나온 것을 1g 채취하였다. 시료를 채취한 곳의 작업조건은 Table 1과 같다.

sludge 시료는 tube에 1g의 sludge를 넣고 9ml의 멸균수를 가해 Cenco-Power Mixer(Cenco Instrumenten B.V. Co.)를 사용하여 1분 동안 교반하여 sludge에 있는 균을 액중으로 분리시킨후 멸균수로 10배 희석계열을 만들어 사용하였다.

1-2. 배양 및 집락수 계산

sludge 내의 미생물은 clean bench 안에서 평판상의 Tryptic soy agar(Difco Co.), MacConkey agar (Difco Co.), Sabouraud dextrose agar(Difco Co.)에 각 희석 계열의 희석액을 0.1ml씩 도말하여 Tryptic soy agar, MacConkey agar는 37℃의 incubator에서 48시간 배양하고 Sabouraud dextrose agar는 28℃의 incubator에서 5일간 배양하였으며 용제내의 미생물은 드라이클리닝 각 과정에서 채취한 용제를 0.1ml씩 sludge와 동일한 방법으로 배양하였다. sludge 및 용제의 총 세균수는 Tryptic soy agar에서, 그람음성균은 MacConkey agar에서, Colony Counter(America Optical Co.)를 사용하여 집락수를

Table 1. General characteristics of drycleaners

Solvent	Drycleaners code	Uksing period of solvent (month)	Volume (Kg)	Cycle used /day	Reference
Petroleum	1	1	12	1	exchange of filter & carbon once four months. machine cleaning once a month.
	2	2	8	3	exchange of filter & carbon once four months. machine cleaning once three months.
	3	6	15	3	exchange of filter & carbon twice a year.
	4	2/3	12	1	
	5	5	12	1	
	6	1/15	12	2	
	7	1/2	15	1	
	8	8	8	2	
	9	2/3	8	2	
	10	1.5	16	2	
	11	1/2	16	2	
	12	8	12	2	
Perchloro -ethylene	1	1/10	16	5-6	distillation of solvent once a month.
	2	1/3	12	3	distillation of solvent once twice months.
	3	2/10	12	4	distillation of solvent once two months.
	4	1/15	12	2	
	5	1/30	12	2	
	6	1/10	12	3	
	7	2/3	12	3	
	8	1/15	16	4	
	9	1/3	12	6	
	10	2/3	12	2	
	11	1/30	12	4	

계산 하였다.

2. 반복 사용한 용제의 성능 평가

2-1. 용제

1) 반복 사용한 용제

석유계 용제는 1개월, 2개월 및 6개월 사용한 드라이클리닝 용제를 각각의 드라이클리닝 기계의 저유 탱크에서 용제의 밑부분, 중간부분, 윗부분을 멸균한 pipette을 사용하여 cap tube에 채취하였다.

염소계 용제는 3일, 6일 및 10일 사용한 드라이클리닝 용제를 각각의 사용 드라이클리닝점의 여과기에서 용제의 밑부분, 중간부분, 윗부분을 위와 동일한 방법으로 채취하였다.

2) 사용하지 않은 용제

석유계 용제의 경우 사용하지 않은 신선한 용제로는 공업용 휘발유 5호(호남정유사)를 이용하였고, 염소계

용제의 경우는 퍼클로로에틸렌 1급 시약(日本藥理化學社)을 사용하였다.

2-2. 용제의 멸균 및 멸균확인

위의 채취해온 석유계, 염소계 및 사용하지 않은 신선한 각각의 용제를 멸균하기 위하여 여과기(Millipore Co.)안에 pore size가 0.2㎛인 nylon 6, 6 membrane filter(Alltech Co.)를 넣고 aspirator (Tokyo Rikakiai Co., A-3S)로 채취해온 용제를 흡입하여 각각의 용제를 멸균상태로 하였고, 무균 시험용 배지인 thioglycollate broth에 위의 멸균한 용제가 완전히 멸균되었는가를 확인하기 위해 0.1ml씩 배양하여 확인하였다.

2-3. 시험균주

반복 사용한 용제의 평가실험은 드라이클리닝점 에서 어떤 섬유제품을 세정 하였는가에 따라 특정균이 검출되기 때문에 반복사용한 용제에 존재하는 미생물을 멸균시킨 다음 섬유제품에서 일반적으로 검출되는 미생물을 멸균한 용제에 인위적으로 가해주었는데 이때 가해준 시험균주는 다음과 같다.

- *Staphylococcus aureus*, ATCC No. 6538로써 공시균이며 그람양성 지정세균이 포도상구균
- *Pseudomonas aeruginosa*. ATCC No. 27853으로써 그람음성 세균인 녹농균
- *Candida albicans* 10259로써 Candida증의 원인균을 사용하였다.

2-4. 시험용 균주의 배양

Shake flask法(日本纖維製品衛生加工協會 採擇試驗方法)[15]에 따라 시험 하였다.

1) 前 배양

Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Candida albicans* 10259 시험균을 전 배양하여 활성화시킨 후 사용하였다. 각 보존균으로부터 백금 루프로 1회 이식하여 37℃에서 24시간 shaking incubator (Vison Scientific Co., VS-8480 SR)에서 배양하였다.

2) 本 배양

nutrient broth에 위의 前 배양균을 각각 이식하고 37℃에서 20시간 진탕 배양하였다.

3) 시험균 현탁액

위의 本 배양에서 얻은 배양균을 nutrient broth 에서 균수 1ml 당 $1.5\sim3.0\times10^8$이 되도록 Vitek Colorimeter(Hach Co., 41100-71 U.S.A)로 균현탁액을 확인하였다. 각 시험균 현탁액을 인산완충 용액(pH 7±0.2)으로 10배 희석하여 $1.5\sim3.0\times10^7$/ml로 하였다.

2-5. 멸균한 용제에서의 시험균 처리

위의 각 멸균한 용제 12ml에 $1.5\sim3.0\times10^7$/ml의 각 시험균을 0.24ml씩 분주하여 37℃의 shaking incubator에서 진탕 배양하였다. 생존상태를 관찰하기 위하여, 1시간, 3시간, 6시간, 9시간, 1일, 3일, 5일, 7일, 11일, 15일, 17일 까지 처리하여 각 단계마다 0.1ml씩 취하여 생균수를 측정하였다.

2-6. 배양 및 집락수 계산

Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853을 넣은 용제는 MacConkey agar에, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538을 넣은 용제를 Mannitol salt agar에, *Candida albicans* 10259를 넣은 용제는 Sabouraud dextrose agar에 0.1ml씩 배양하여 37℃의 incubator에서 48시간 배양 후 집락계산기로 균수를 계산하였다.

3. 미생물의 분리 동정 및 현미경 관찰

상용드라이클리닝 용제, sludge에서 분리한 균주들의 그람염색 상태 및 외부형태적인 특징을 현미경으로 검경하고 현미경(Nikon Co., Fx-35A Japan)에 부착된 카메라로 촬영하였다. 그 후 균주들의 생화학적 특성을 확인할 수 있는 Vitek System(Mcdonnell Douglas Health System)을 이용하여 균을 동정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 용제 및 Sludge 에서의 미생물

1-1. 드라이클리닝 과정중 의류에서 분리되어 용제에 생존 하는 미생물

상용 드라이클리닝하는 동안 의류에서 분리되어 용제에 생존하는 미생물수를 조사하기 위해서 석유계는 5곳(code 8~12), 염소계는 9곳(code 3~11)에서 드라이클리닝 과정별로 용제를 채취하였다. 석유계는 드라이클리닝을 하기 전의 용제, 본세를 시작하여 5분, 30분 후의 용제, 탈액한 용제를 채취하였고 염소계는 드라이클리닝을 하기전의 용제, 본세 2분, 10분 후의

Table 2. Total count of viable microorganism isolated from clothing & textile goods during dryclening with petroeum solvent (cell/ml)

Condition		Micro-organism \ Sample No.	1	2	3	4	5
Before washing		Bacteria	540	40	10	–	100
		Fungi	20	10	–	40	350
Washing (min.)	5	Bacteria	4,100	100	–	540	1,790
		Fungi	20	20	–	500	4,380
	30	Bacteria	820	240	–	50	1,630
		Fungi	10	10	–	10	380
Extraction		Bacteria	820	10	–	20	20
		Fungi	20	10	–	–	10

– : no isolation

Table 3. Total count of viable microorganism isolated from clothing & textile goods during drycleaning with perchloroethylene (cell/ml)

Condition		Micro-organism \ Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Before washing		Bacteria	50	30	140	20	10	40	–	20	180
		Fungi	–	10	–	–	–	10	–	–	–
		Gram negative bacteria	–	70	40	–	–	50	–	–	–
Washing (min.)	2	Bacteria	130	160	230	80	10	80	10	10	93
		Fungi	10	–	10	–	10	10	–	–	–
		Gram negative bacteria	–	30	30	–	–	–	–	–	–
	10	Bacteria	20	90	–	30	10	60	10	–	–
		Fungi	10	–	–	10	–	10	–	–	–
		Gram negative bacteria	–	–	30	10	20	60	–	–	–
Extracting Solvent		Bacteria	–	–	30	30		20	10		–117
		Fungi	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Gram negative bacteria	–	–	20	–	–	10	–	–	–

용제, 탈액한 용제를 채취하여 드라이클리닝 과정별로 의류의 미생물 제거효과를 조사하였다. 유지 용해력이 약한 석유계는 본세 35분이고, 유지 용해력이 강한 염소계는 본세 12분으로 용제의 용해력에 따라 드라이클리닝점에서의 본세 시간이 각각 다르므로 본세 시작 후의 용제 채취시간에 차이를 두었다.

Table 2는 석유계 용제를 사용하여 드라이클리닝하는 동안 의류에서 분리되어 용제에 생존하는 미생물을 조사한 것이다. 세정을 하기 전의 용제인 5개의 검체 중 4개의 검체에서 세균과 진균이 생존하여 있었고 드라이클리닝 초기에 의류에서 가장 많은 세균이 분리되었으며 30분, 탈액의 과정으로 드라이클리닝이 진행됨에 따라 점차 세균이 감소하는 경향을 나타내었다. 5개의 검체 중 4개의 검체가 유사한 경향을 보였다.

Table 3은 퍼클로로에틸렌을 사용하여 드라이클리닝하는 동안 의류에서 분리되어 용제에 생존하는 미생물을 조사한 것이다. 드라이클리닝을 하기전의 퍼클로로에틸렌 9개의 검체 중 8개의 검체에서 세균이 나타났고, 진균은 2개의 검체에서, 그람음성균은 3개의 검체에서 생존해 있었다. 퍼클로로에틸렌에서도 드라이클리닝 초기에 대체적으로 미생물이 많이 분리되었고, 10분, 탈액의 과정으로 드라이클리닝이 진행됨에 따라 점차 미생물이 감소하였다.

이상의 실험결과 석유계 용제, 염소계 용제 모두 드라이클리닝하기전의 용제에 미생물이 생존해 있었다.

드라이클리닝의 초기에 의류에서 가장 많은 미생물이 분리 되었으며 드라이클리닝이 진행됨에 따라 점차 미생물의 수가 감소 하였다.

西出[16]도 석유계 용제로 드라이클리닝하는 동안 1분~20분 까지 드라이클리닝액 중의 생균수를 추적한 결과 드라이클리닝 개시후 1분 혹은 3분 후에 최대치가 되었고 드라이클리닝이 6분, 10분, 15분, 20분으로 진행됨에 따라 점차 감소하였으며 20분 후에서는 드라이클리닝 초기 보다 현저히 감소하였다고 보고하였다. 따라서 본 연구와 유사한 경향을 나타냈다. 이와 같이 드라이클리닝이 진행됨에 따라 의류에서 균의 유출이 점차 감소되는 이유는 washer에서 여과장치로 용제가 순환하는 과정에서 일부 불순물과 함께 미생물이 제거된 결과로 추정된다.

1-2. 드라이클리닝 후 Sludge에 생존하는 미생물

다양한 환경에서 생활하는 불특정 다수의 사람들이 사용한 섬유제품을 취급하는 드라이클리닝점에서 드라이클리닝 도중 의류에서 분리된 미생물이 sludge중에 축적되어 있을것으로 추측되어 드라이클리닝점에서 일반적으로 많이 사용하는 석유계 용제, 염소계 용제인 퍼클로로에틸렌을 대상으로 세정한 후 당일 나온 sludge를 채취하여 실험하였다.

Table 4. Total count of viable bacteria & fungi in sludge after drycleaning with petroleum solvent (cell/g)

Sample No.	Total bacteria	G(−)	Fungi	
			Yeast	Mold
1	2.3×10^{7}	5.8×10^{6}	9.9×10^{5}	2.2×10^{4}
2	3.0×10^{5}	−	1.0×10^{4}	0.1×10^{4}
3	1.5×10^{7}	1.6×10^{5}	1.2×10^{5}	7.0×10^{4}
4	2.4×10^{6}	2.0×10^{4}	1.9×10^{4}	4.0×10^{3}
5	9.8×10^{5}	2.0×10^{3}	1.0×10^{4}	4.0×10^{3}
6	1.4×10^{6}	1.4×10^{4}	−	2.0×10^{4}
7	4.9×10^{5}	−	7.5×10^{4}	cfl*
8	1.5×10^{6}	4.1×10^{6}	4.3×10^{5}	2.0×10^{4}
9	3.1×10^{6}	−	2.0×10^{5}	2.9×10^{4}
10	1.0×10^{5}	−	1.4×10^{6}	1.0×10^{4}

Cfl : confluent
G(−) : gram negative bacteria
− : no isolation

Table 5. Total count of viable bacteria & fungi in sludge after drycleaning with perchloroethylene (cell/g)

Sample NO.	Total bacteria	G(−)	Fungi	
			Yeast	Mold
1	8.0×10^{4}	−	1.0×10^{4}	1.0×10^{4}
2	1.6×10^{6}	2.0×10^{5}	−	1.0×10^{5}
3	3.7×10^{4}	6.0×10^{3}	−	3.0×10^{3}
4	9.0×10^{4}	4.0×10^{5}	−	2.0
10^{4}				
5	3.0×10^{4}	−	−	2.0×10^{4}
6	1.0×10^{4}	−	1.0×10^{3}	1.0×10^{5}

G(−) : gram negative bacteria
− : no isolation

석유계는 Table 1에서 드라이클리닝점 10곳(code 1~10)에서 10개의 검체를 채취하였고 염소계는 6곳(code 1~6)에서 6개의 검체를 채취한 후 배양하여 생균수를 조사하여 본 결과는 Table 4, 5와 같다.

Table 4에서 석유계 용제 sludge 중 검체 1의 경우 일반 세균수는 2.3×10^{7}/g, 그람음성균은 5.8×10^{6}/g, 효모는 9.9×10^{5}/g, 사상균은 2.2×10^{4}/g의 집락수로 나타났다. 10개의 모든 검체에 세균과 진균이 유사하게 생존하여 있었다. 일반 세균수의 경우 평균 4.7×

10^6/g이 생존해 있었고 진균의 경우 효모는 3.3×10^5/g, 사상균은 평균 2.0×10^4/g이 생존해 있었다. Table 5는 퍼클로로에틸렌 sludge에서는 일반 세균의 경우 6개의 모든 검체에서 나타났고 평균 3.1×10^5/g이 생존해 있었고, 진균의 경우 사상균도 모든 검체에서 나타났으며 평균 4.2×10^3/g의 집락수가 생존해있었다.

이상의 실험결과 석유계 용제를 사용한 드라이클리닝의 sludge중 세균수 보다 퍼클로로에틸렌 용제를 사용한 드라이클리닝의 sludge에서 미생물이 더 적게 생존하는 것을 볼 수 있다. 이것으로 미루어 볼때 석유계 용제보다 염소계 용제가 미생물 생존에 부적합한 것으로 생각된다.

이와 같은 결과는 용제의 독성 허용농도인 TLV (threshold limit value)가 석유계 용제일 경우 500 ppm, 퍼클로로에틸렌의 경우 50 ppm으로 석유계 용제보다 퍼클로로에틸렌이 독성이 강하기 때문에[17,18] 내성이 없는 미생물은 사멸되어 퍼클로로에틸렌을 사용한 드라이클리닝에서 나온 sludge에 더 적은 수의 세균 및 진균이 생존한다고 사려된다.

2. 반복 사용한 드라이클리닝 용제의 미생물

2-1. 드라이클리닝 용제의 사용기간에 따른 미생물

23곳의 드라이클리닝 점에서 용제 사용기간을 Table 1에서와 같이 조사하여 본 결과 석유계 용제를 사용하는 12곳의 용제 사용기간이 2일~8개월 까지였고 염소계 용제를 사용하는 11곳의 용제 사용기간이 1일~20일 까지 다양하였다. 사용기간이 짧은 용제와 사용기간이 긴 용제에는 차이가 있을 것으로 추측되어 드라이클리닝점에서 일정 기간 사용한 용제를 채취하여 사용기간에 따라 어느 정도 균수가 검출되는지를 실험한 결과는 Table 6, 7과 같다.

Table 6은 드라이클리닝점에서 석유계 용제의 반복 사용기간에 따라 용제에 어느정도 미생물이 생존하여 있는가를 실험한 것으로 Table 1의 드라이클리닝점 (code 1, 3~10, 12)에서 10개의 검체 중에는 2일 사용한 것부터 8개월 사용한 것까지 있고 10개의 검체에서 모두 세균과 진균이 나타났다. 사용기간에 따른 미생물수는 큰 차이는 보이지 않았지만 사용기간이 오래된 것일수록 미생물수가 약간은 증가된 경향을 볼 수 있었다. 앞에서 본 Table 2에서도 세정전의 석유계 용제, 5개의 검체중 4개의 검체에서 세균, 진균이 생존해 있었다. 이상의 결과를 볼 때 세정을 하기전의 용제에 이미 미생물이 생존하여 있는 것을 알 수 있다.

Table 6. Total count of viable bacteria and fungi after using petroleum solvent repeatedly in drcleaning (cell/ml)

Sample NO.	Period used (day)	Bacteria	Fungi	
			Yeast	Mold
1	2	10	–	20
2	15	10	10	–
3	20	30	20	–
4	20	30	10	10
5	30	20	–	10
6	45	40	10	10
7	150	160	1590	–
8	180	540	10	490
9	210	1280	10	10
10	240	180	10	90

– : no isolation

Table 7. Total count of viable bacteria & fungi after using perchloroethylene repeatedly in drcleaning (cell/ml)

Sample NO.	Period used (day)	Bacteria	Fungi	
			Yeast	Mold
1	1	140	–	–
2	1	40	–	10
3	2	20	–	–
4	3	20	–	–
5	6	–	–	–
6	10	80	10	–
7	10	50	–	–
8	20	10	–	–

– : no isolation

퍼클로로에틸렌의 반복 사용기간에 따른 미생물수를 실험한 결과는 Table 7과 같다. Table 1의 드라이클리닝점(code 1~7, 11)에서 채취하여 1~20일까지 사용한 8개의 검체중 세균은 7개의 검체에서 나타났고 진균은 2개의 검체에서 나타났다. 사용기간에 따른 미생물수를 보았을때 큰 변화는 없었지만 사용기간이 오

Table 8. Removal effect of microorganisms with repeatedly used petroleum solvent (cells/ml)

Period (month) / Micro / Organism / Period / Cultured (hr)	0			1			2			6		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	−	−	1.0×10^4	4.3×10^4	3.0×10^2	1.1×10^4	4.3×10^4	1.2×10^2	1.5×10^4	4.3×10^5	1.2×10^2	3.0×10^3
3	−	−	1.0×10^4	1.0×10^4	−	1.0×10^3	7.1×10^5	5.0×10^2	−	2.7×10^6	4.0×10^4	8.6×10^3
6	−	−	−	6.8×10^3	4.0×10^3	−	8.0×10^4	8.0×10^2	−	4.5×10^4	1.3×10^4	−
9	−	−	−	4.8×10^4	−	−	1.1×10^4	4.7×10^2	−	1.6×10^3	7.0×10^4	−
1	−	−	−	cfl*	−	2.0×10^2	cfl	4.2×10^4	3.6×10^5	cfl	5.0×10^4	cfl*
3	−	−	−	cfl	2.0×10^3	−	cfl	1.1×10^4	2.4×10^5	cfl	2.4×10^4	5.0×10^5
5	−	−	−	cfl	−	1.0×10^2	cfl	1.5×10^3	4.3×10^3	cfl	4.3×10^3	cfl
7	−	−	−	9.2×10^5	−	−	6.0×10^4	−	4.3×10^3	cfl	−	8.4×10^3
11	−	−	−	9.2×10^5	−	−	6.0×10^4	−	−	cfl	−	1.3×10^4
15	−	−	−	2.0×10^5	−	−	−	−	−	cfl	−	−
17	−	−	−	−	−	−	−	−	−	3.8×10^5	−	−

P : *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 * : confluent
S : *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 − : no isolation
C : *Candida albicans* 10259

래된 것일수록 좀더 많이 생존해 있는 경향이 나타났다. 앞에서 본 Table 3에서도 9개의 검체중 8개의 검체에서 세균이 나타났고 2개의 검체에서 진균이 생존해 있었다. 이상의 결과를 볼때 퍼클로로에틸렌에서도 세정전의 용제에 미생물이 생존해 있는 것을 알 수 있다.

석유계 용제와 퍼클로로에틸렌을 비교해 볼때 석유계 용제의 사용기간이 더 길었고 미생물이 더 많이 생존하여 있는 것을 볼 수 있었다. 일정한 용제관리의 기준이 없는 상태이기 때문에 석유계 용제에서는 filter와 활성탄으로만 용제관리를 하고, 몇개월에 한번씩 용제통 바닥에 쌓인 불순물을 제거하는 정도로 용제관리를 하고 있기 때문에 퍼클로로에틸렌에 비해 용제 관리가 허술하고 용제 자체의 세정력이 약하기 때문이라고 사려된다.

퍼클로로에틸렌은 드라이클리닝 기계내에 증류장치가 있어서 증류하여 사용하기 때문에 비교적 사용기간이 짧았고 용제관리가 잘 되고 있다고 볼 수 있다.

2-2. 시험균주를 사용한 용제의 성능평가

반복 사용한 용제의 사용기간에 따른 미생물의 제거효과를 조사하기 위해서 드라이클리닝점에서 일정기간 사용한 용제를 채취해 멸균을 한후 섬유제품에 많이 증식하는 미생물중 단백질 섬유를 녹색으로 변색 시키는 녹농균인 *Psudomonas aeruginosa* ATCC 27853, 피부상재균인 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, 캔디다증의 원인균인 *Candida albicans* 10259를 시험균주로하여 $1.5\sim3.0\times10^7$/ml의 균현탁액을 위의 멸균한 용제에 넣어 반복 사용한 드라이클리닝 용제의 시간 경과에 따른 세균, 진균 제거효과를 살펴보았다. 석유계 용제는 사용하지 않은 용제, 1개월, 2개월 및 6개월 사용한 용제, 퍼클로로에틸렌은 사용하지 않은 용제, 3일, 6일 및 10일 사용한 용제로 멸균한 후 시험균을 넣어서 1시간에서 17일까지 균 제거효과를 본 결과는 Table 8과 같다.

Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853을 멸균한 용제에 배양한 것으로 시간이 경과할수록 균의 증식현상을 보이다가 점참 감소하였고 사용기간에 따라서 한번도 사용하지 않은 용제에서는 초기에 사멸한 것을 볼 수 있고 1개월, 2개월, 6개월 동안 용제의 사용기간이 길어질수록 약간은 더 많은 증식효과가 나타났다고 볼 수 있으며 17일 후에는 1개월, 2개월 사용한 용제에서는 세균이 모두 사멸하였으나 6개월 사용한 용제에서는 여전히 많은 수의 세균이 나타났다.

Staphylococcus aureus ATCC 6583은 석유계 용제에서는 한번도 사용하지 않은 신선한 용제에서 초기에 사멸하였고 1개월 사용한 용제에서는 세균의 거의나타

나지 않았으며 2개월 및 6개월 사용한 용제에서는배양 후 7일부터 사멸되었다.

Candida albicans 10259는 석유계 용제에서 시험균을 넣은 초기에 균이 나타났다가 6시간과 9시간에서는 모두 나타나지 않았다. 그러나 1~7일까지는 균이 증식효과를 보이다가 1개월, 2개월 사용한 용제에서는 11일부터 사멸되었고 6개월 사용한 용제에서는 15일 후에 사멸되었다.

위 세종류의 시험균은 퍼클로로에틸렌의 경우, 사용하지 않은것, 3일, 6일 및 10일 사용한 용제 모두에서 초기에 완전히 사멸되었다. 신선한 석유계 용제, 퍼클로로에틸렌에서는 초기부터 균이 생존하지 못하였다.

석유계 용제는 사용하지 않은 용제와 사용기간이 긴 용제사이에 미생물의 생존에 큰 차이를 나타내어 용제의 반복 사용한 기간이 길수록 시험균이 생존해 있었고 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 < *Candida albicans* 10259 < *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853의 순으로 생존기간이 길었다.

퍼클로로에틸렌 용제는 사용한 것과 사용하지 않은 것 사이에 별차이 없이 미생물의 생존이 어려웠다.

석유계 용제와 퍼클로로에틸렌을 비교하여 볼때 퍼클로로에틸렌에서 미생물 생존이 어려움을 알 수 있다. 西出[19]등 의 보고에 의하면 멸균한 각각의 석유계 용제 50 ml에서 *Pseudomonas aeruginosa* IAM 1007, *Staphylococcus aureus* IAM 1011, *Bacillus subtilis* IAM 1069(아포 포함)를 현탁시켜 1시간 후에 조사한 결과 *Pseudomonas* 이외에는 생존하지 않았고, *Pseudomonas*도 1시간 후에는 증식을 보이지 않았다고 하였으며, 드라이클리닝 용제가 어떤 종류의 세균에는 초기에 영향을 미친다고 하였다. 본 실험은 신선한 용제를 사용하여 실험한 결과와 유사한 경향을 보였다.

또한 西出[20]등은 석유계 용제를 40회 정도 반복사용하여도 용제의 생균수는 그다지 증가하지 않는다고 보고하였다. 그러나 석유계 용제에서 *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Candida albicans* 10259의 경우 西出의 결과와는 다른 증식현상을 보인것은 본시험에 사용한 용제는 2개월, 6개월 사용한 것으로 사용기간이 길어짐에 따라 반복사용회수가 훨씬 많고 용제속에 들어있는 시험균의 수의 多少에도 영향이 있을 것으로 생각된다.

사용기간이 긴 용제에서 *Pseudomonas aeruginosa* 같은 특정균이 증식 효과를 보이는 것은 드라이클리닝 점에서 의류제품을 드라이클리닝하는 동안 미생물에 의한 재부착이 일어날수도 있을것이다. 따라서 석유계 용제를 사용하는 드라이몰리닝기의 경우 보다 철저히 용제 관리를 할 필요성이 있다고 본다.

3. 섬유제품에 증식하는 미생물의 종류

드라이클리닝한 용제, sludge에서 분리되어 나온 세균 및 진균을 평판배지에 분리 배양하여 관찰하였을때 평판상에서 가장 많이 나타나는 것을 선택하여 그람염색을 하고 현미경으로 관찰한 후 분리 동정 하였다. 섬유제품에 증식하는 세균의 종류를 보면, Fig. 1은 석유계 용제의 sludge를 MacConkey agar에 배양하여 균집락을 나타낸 것이고, Fig. 2는 위의 균을 그람염색한 후에 400×의 현미경으로 관찰하였을 때 탈색이되어 붉은색으로 나타난 것으로 그람음성균이다. 바이텍 시스템에 의하여 균종을 확인한 결과 *Pseudomonas acidovorans*으로 분리 동정되었고 널리 퍼져 있는 균종으로 때로는 기회감염을 일으킨다. 또한 바이텍 시스템에 의해 *Erysipelothrix rhusiopathiae*가 분리동정 되었고, 이것은 돼지단독의 병원균이며 감염된고기 동물에 접촉하면 사람에게 감염되어 손에 홍반모양의 부종을 일으킨다[21].

섬유제품에 번식하는 진균의 종류를 보면, Fig. 3은 8개월 동안 반복 사용한 석유계 용제를 Sabouraud dextrose agar에 배양하여 평판상에 나타난 집락으로 중심에 노랑 반점-녹색의 타원형-흰색의 테두리를 형성하였다. Fig. 4는 이균을 그람염색하여 400×의 현미경으로 관찰한 결과 *Penicillum*속으로 밝혀졌다. 사상균으로 청록색으로 피복을 오염시킨다. 또한 섬유제품을 흑갈색으로 오염시키는 착색오염 진균인 *Aspergillus*속이 현미경의로 관찰되었다.

Fig. 5는 석유계 용제로 상용 드라이클리닝 하는동안 용제를 채취하여 평판배지에 배양한 것으로 *Candida*속은 관찰되었다[22]. *Candida* 속은 보통 피부, 구강내, 장관, 질의 정상균총의 일부이지만 칸디다증, 백선, 질염, 아구창 등을 포함하여 각종 인체 감염증의 원인이 된다.

Fig. 6도 석유계 용제로 상용 드라이클리닝 하는동안 용제를 채취하여 평판배지에 배양한 결과 *Trichophyton* 속으로 관찰되었다[23]. *Trichophyton* 속

Fig. 1. *Pseudomonas acidovorans* cultured on the plate after isolation from sludge of drycleaning with petroleum solvent.

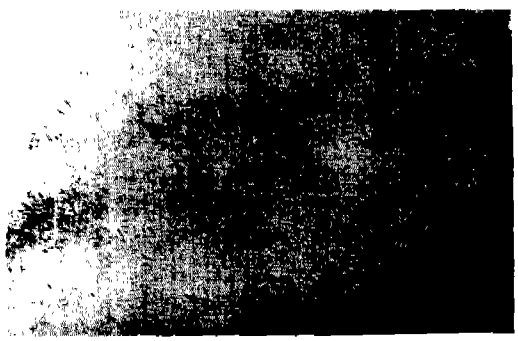

Fig. 2. Photomicrograph of *Pseudomonas acidovorans* (400×).

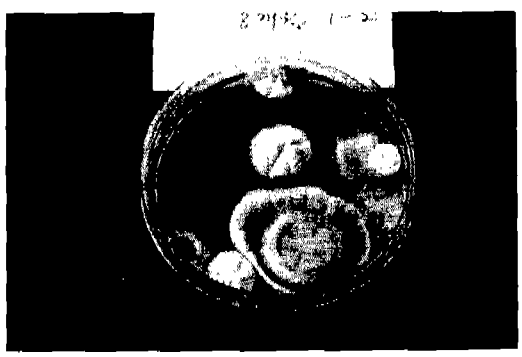

Fig. 3. Genus *Penicillium* cultered on the plate after isolation from petroleum solvent used repeatedly for eight months in drycleaning.

Fig. 4. Photomicrograph of genus *Penicillium* (400×).

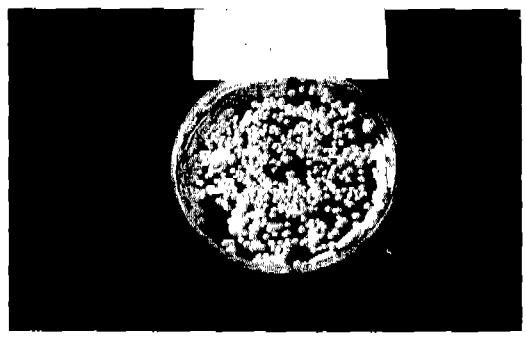

Fig. 5. Genus *Candida* cultured on the plate after isolation from petroleum solvent in drycleaning.

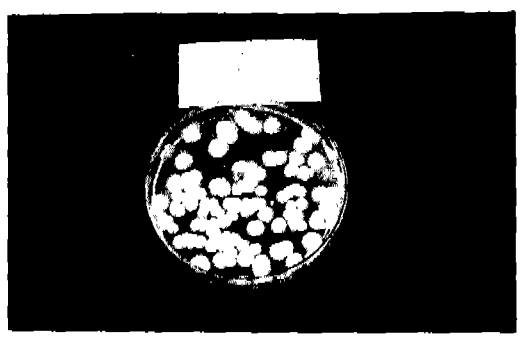

Fig. 6. Genus *Thrichopyton* cultured on the plate isolation from petroleum solvent in drycleaning.

은 비교적 서서히 자라며 편편하고 分枝된 균사와 여러형의 포자가 생긴다. 인체 친화성 진균으로 세계적으로 광범위하게 분포하고 있으며 우리나라에서는 족부백선, 완선, 체부백선 및 조갑백선을 일으키며 드물게는 두부백선도 일으킨다.

여기에서 분리 동정한 세균, 현미경으로 관찰한 세균 및 진균은 섬유제품에 증식하는 미생물 중 극히 한

정된 것이라고 본다. 앞으로 계속 섬유제품에 증식하는 미생물의 종류를 조사하여 섬유제품으로 인하여 일어날 수 있는 질병을 미연에 방지하고 더 나아가 인체에 해를 주지 않으면서 의류에서 증식하는 미생물을 사멸시킬 수 있는 약제 개발에도 관심을 가져야 할 필요성이 있다고 본다.

IV. 결 론

본 연구는 다양한 환경에서 생활하는 불특정 다수가 착용한 섬유제품을 함께 처리하는 드라이클리닝에서 섬유제품을 매개로 하여 질병을 일으킬 수도 있고 병원성균 등 여러종류의 미생물이 증식할수 있기 때문에 드라이클리닝이 미생물 제거에 미치는 영향을 조사할 목적으로 실험하였다. 이를 위하여 제1보 에서는 드라이클리닝점에서 사용하는 용제의 종류 및 드라이클리닝 조건에 의한 미생물 제거효과, 드라이클리닝 후 sludge에 생존하는 미생물 수, 미생물을 시험균주로하여 반복 사용한 드라이클리닝 용제의 균 제거효과, 섬유제품에 증식하는 미생물 종류에 관하여 분리 동정, 현미경 관찰을 하였다.

제1보에서는 실험 결과를 토대로하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 의류제품에서 분리되어 용제에 생존하는 미생물은 드라이클리닝 초기에 가장 많은 수의 미생물이 분리되었고 드라이클리닝이 진행됨에 따라 미생물의 수가 점차 감소하였다. 석유계 용제 sludge 보다 퍼클로로에틸렌 sludge에서 더 적은 수의 일반세균, 사상균이 생존하였다.

2) 반복 사용한 드라이클리닝 용제에서 시험 균주의 생존상태를 조사한 결과 석유계 용제에서는 신선한 용제의 경우 *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538은 1시간 이내에 사멸하였고 *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853의 경우는 6개월 사용한 용제에서 17일 후에도 여전히 많은 수가 생존하였다. 퍼클로로에틸렌의 경우 3종류의 균주가 신선한 용제, 3일, 6일, 10일 사용한 용제에서 초기에 모두 사멸되었다.

3) 섬유제품에 번식하는 세균은 *Pseudomonas acidovorans*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*가 분리 동정되었고 진균종류로는 *Penicillium*속, *Aspergillus*속이 현미경으로 관찰되었고 *Candida*속, *Trichophyton* 속이 분리 관찰되었다.

참 고 문 헌

1) 高麗實紀, 人間生活と微生物とのかカわり, 抗菌防臭, 繊維社, 東京, pp. 23~26, 44~47(1990).
2) Kimio Suzuki, Application of Antibacterial and Antifungi Agents to Textile goods, Dyeing Industry, Vol. 41, No. 4, p. 185(1993).
3) Danna, G.F., Vigo, T.L., and Welch C.M., Permox-A Hydrogen Peroxide-Zinc Acetate Antibacterial Finish for Cotton, Textile Res. J. Vol. 48, No. 3, p. 173(1978).
4) Banville, R. R. and McNeil, E., Microbiology of Drycleaning, Appl. Microbiol. Vol. 14, No. 1, pp. 1~7(1966).
5) 西出伸子, 横山鹿之亮, ドライクリーニングと衣服の細菌(第1報), 繊消誌, Vol. 14, No. 11, pp. 439-444 (1973).
6) 西出伸子, 金子友子, 横山鹿之亮, ドライクリーニングと衣服の細菌(第2報), 繊消誌, Vol. 15, No. 3, pp. 88-92(1974).
7) 西出伸子, 金子友子, 横山鹿之亮, ドライクリーニングと衣服の細菌(第3報), 繊消誌, Vol. 15, No. 7, pp. 318-321(1974).
8) 村田馬司, 西出伸子, 足立ふみ子, ドライクリーニングと衣服の細菌(第4報), 繊消誌, Vol. 15, No. 11, pp. 470-473(1974).
9) 西出伸子, 足立ふみ子, 横山鹿之亮, ドライクリーニングと衣服の細菌(第5報), 繊消誌, Vol. 16, No. 1, pp. 11-16(1975).
10) Joachimoglu, G., Vergleichende Untersuchungen Über die Antiseptische Sirkung einiger Chlorderivate des Methans, Athans und Äthylens, Biochem. Z. Vol. 124, pp. 130-136s(1921).
11) 차옥선, 강인숙, 드라이클리닝시 재오염에 관한 연구, 한국의류학회지, Vol. 12, No. 3, pp. 387-390 (1983).
12) 차옥선, 신정숙, 드라이클리닝 용제에 대한 염료의 용해성, 한국 염색가공 학회지, Vol. 2, No. 3, pp. 43-50(1990).
13) 홍정민, *Aspergillus niger*와 *A. fumigatus*에 의한 綿繊維의 劣化, 대한가정학회지, 제25권 4호, pp. 1-8(1987).
14) 남윤자, 被服과 皮膚絲狀菌과의 關係에 관한 硏究(第1報), 대한가정학회지, pp. 21-28(1975).

15) 弓消治監修, 抗菌防臭, 纖維社, 東京, pp. 182-184 (1989).
16) 西出伸子, 横山鹿之亮, 失木修身, 第1報, 전게서.
17) 한국세탁업협회 부설기술교육원, 드라이클리닝, 한국세탁업협회 p. 17(1988).
18) 有機合成化學協會, 溶劑 Pocket Book, 日本纖維新聞社, 東京, (1984).
19) 西出伸子, 横山鹿之亮, 失木修身, 第1報, 전게서.
20) 西出伸子, 横山鹿之亮, 失木修身, 第1報, 상게서.
21) 李宇柱, 의학대사전, 아카데미서적, 서울, pp. 75, 351, 1779, 1889, 2278, (1990).
22) Campbel, I. and Duffus, J. H., Culture, Storage, Isolation and Identification of Yeast, Yeast(A Practical Approach), IRL press, Oxford & Washington DC, pp. 1-8(1988).
23) Kwon Chung, K. J., Bennett, J. E., Medical Mycology, Lea Febiger, U.S.A., pp. 771-778, 280 (1992).