

침구에 부착된 미생물 생존에 미치는 일광조사의 영향

* 성신여자대학교 교수

· 이 논문은 1998년도 성신
여자대학교 학술연구조성비
지원에 의하여 연구되었음.

최인려*

목 차

- I. 서론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 결론 및 고찰
- IV. 결론
- V. 참고문헌
- VI. Abstrac

I. 서론

최근 의생활의 다양화, 기능화됨과 아울러 소비자들은 건강에 대한 관심이 점차 고조되고 있다. 이에 따라 소비자들의 섬유제품에 대한 기능성, 쾌적성 및 청결성에 대한 요구가 증가(1, 2, 3)됨에 따라 향균가공, 방미가공, 방오가공 및 소취가공 등이 섬유류 및 위생용품에 널리 행하여지고 있다.

특히 섬유제품 중 수면중에 사용하고 있는 침구류는 사용시간이 길고, 수면시 인체에서 분비되는 땀, 피지 등의 흡수, 오염물질 및 미생물의 부착이 매우 용이한 데 비하여 세탁이 매우 곤란한 품목이다(4). 이로 인하여 미생물이 증식할 수 있는 영양과 환경이 제공되기 쉽다(5). 미생물은 종류에 따라 악취를 발생하거나 섬유 및 피부를 손상할 수 있다(6, 7, 8). 이에 따라 우리는 옛부터 침구류를 일광에 노출시켜 건조시킨 다음 계속 사용하는 것이 관례이다(9).

본 연구는 침구류를 일정시간 일광에 노출시킨 후 일광에 의한 미생물의 살균효과를 알아보고자 한다. 실험에 이용된 섬유는 3종으로 침구류로 주로 사용되는 cotton, silk와 polyester를 선택하였고, 미생물은 AATCC(10)가 요구하는 3종의 공시균을 이용하였고 MacBeth 광원기를 이용한 인공 U.V.와 Sunlight을 사용하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험포

본 실험에 사용된 직물은 침구류 소재로 사용빈도가 높은 cotton, silk 및 polyester를 선택하였으며 실험포의 특징은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of the sample fabric

sample	fiber content	fineness		density(5cm)		weight (g/m ²)	weave
		warp	weft	warp	weft		
면 (cotton)	cotton 100%	30'S	36'S	141	135	100 ± 5	plain
견 (silk)	silk 100%	21D	21D//2	276	192	25.1-27.2	plain
폴리에스터 (polyester)	PET filament	75D	75D	210	191	70 ± 5	plain

실험포는 균주 접종전 autoclave에 의해 멸균하여 사용하였다.

2) 실험균

본 실험에 사용된 AATCC가 선정한 균주 3종을 선택하여 사용하였으며 균주는 다음과 같다.

- ① Staphylococcus aureus ATCC(11) 6538
- ② Escherichia coli ATCC 25922
- ③ Klebsiella pneumoniae ATCC 4352

2. 실험방법

1) 실험포 제작

2종의 직물을 2.5cm×2.5cm 크기로 제작하였다. 실험포는 균주를 접종하기 전에 autoclave에서 121℃ 15분간 멸균한 뒤, 건조기에서 60분간 건조시킨 뒤 상온에서 냉각시켜 사용하였다.

2) 시험 균액 제조

S. aureus, K. pneumoniae 및 E. coli를 접종한 후 24시간 배양한 뒤 배

양된 균액을 1.0 ~ 5.0×10⁴/ml가 되도록 균주를 희석한다. 이때 희석액은 0.85 % NaCl을 사용한다.

3) 실험편 제작

실험편은 직경 3cm의 petri-dish에 핀셋으로 고정시킨 뒤 cover-glass로 덮는다.

4) 실험 균액 접종

희석된 실험 균액을 micro-pipet으로 0.1ml씩 취하여 제작된 실험편에 골고루 침투되도록 분주하였다. 이때 시험액이 건조되지 않도록 cover-glass로 덮는다.

5) 일광조건 및 실험방법

실험실 조건은 온도 20℃, 상대습도 60%에서 실험하였으며, 인공광원장치 (MacBETH JUDGE II)를 이용하여 3종의 인공광을 5분, 10분, 30분간 조사하였다.

실험포 위치는 인공광원으로부터 50cm 간격을 유지하였으며 감소율을 비교하기 위한 대조편은 암조건에서 상온 상태로 방치하였다.

실험은 각 3회씩 반복 시행하였다. 실험에 이용된 인공광의 특징은 Table 2.와 같다.

Table 2. Characteristics of the artificial light

source	lamp type	temp(K)	remarks	weave length(nm)
U.V	U.V		U.V	250
D50	7 phosphor daylight fluorescent	5000	stimulated noon sky daylight	350 ~ 600

6) 균감소율 측정

U.V, D50의 2종 광원을 조사한 후, 실험포에 접종된 균류의 생존수를 측정하였다. 균수측정을 균수측정법에 의해 2종 광원에 의한 살균력을 균 감소율로 환산하였다.

$$\text{Reduction rate (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

A : cell number per 1ml in the non-exposed specimen to the light

B : cell number per 1ml in the sunlight exposed specimen

III. 결과 및 고찰

3종 균류를 3종 실험편에 접종시킨 다음 2종의 인공광원에 5분, 10분, 30분간 조사시킨후 균의 생존수를 측정하였다. 그 결과는 Fig-1과 Table 3과 같다.

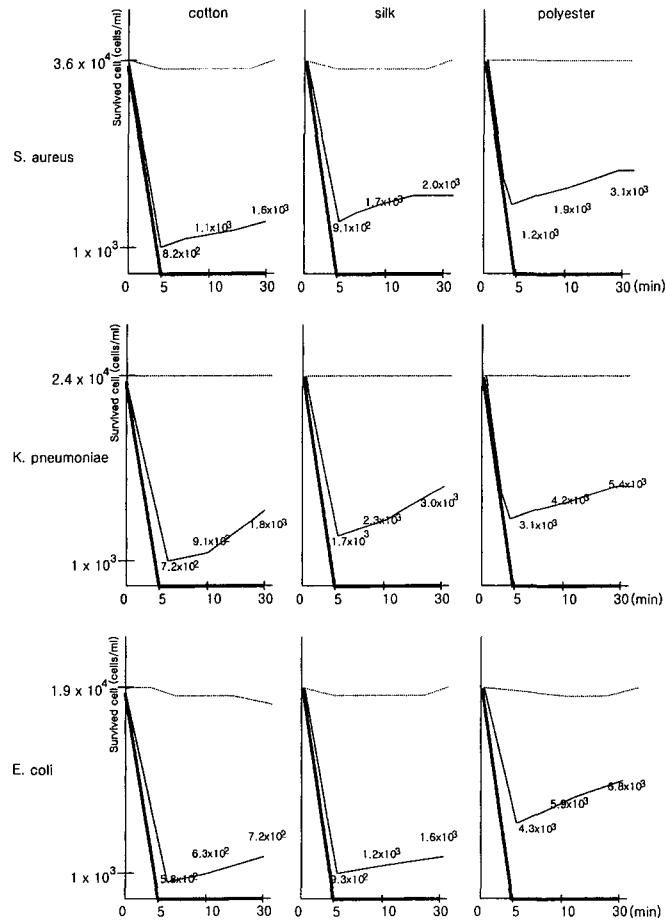


Fig1. The effect of sunlight exposure on the survival of S. aureus, K.pneumoniae, E. coli in the cotaminated cotton, silk and polyester

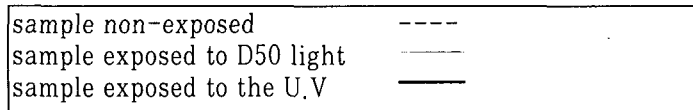


Table 3. The effect of sunlight exposure on the survived cells S.aureus, K.pneumoniae, E. coli in the contaminated cotton, silk and polyester

fiber type			cotton			silk			polyester		
time of exposure(min)			5	10	30	5	10	30	5	10	30
kind of microorganism	cells when applying the microorganisms	light source									
S.aureus	3.6 × 10 ⁴	no light	3.1 × 10 ⁴	3.1 × 10 ⁴	3.5 × 10 ⁴	3.5 × 10 ⁴	3.0 × 10 ⁴	3.1 × 10 ⁴	3.3 × 10 ⁴	3.5 × 10 ⁴	3.3 × 10 ⁴
		U.V	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		D50	8.2 × 10 ²	1.1 × 10 ³	1.6 × 10 ³	9.1 × 10 ²	1.7 × 10 ³	2.0 × 10 ³	1.2 × 10 ³	1.9 × 10 ³	3.1 × 10 ³
K. pneumoniae	2.4 × 10 ⁴	no light	2.4 × 10 ⁴	2.6 × 10 ⁴	2.6 × 10 ⁴	2.4 × 10 ⁴	2.3 × 10 ⁴	2.0 × 10 ⁴	2.4 × 10 ⁴	2.5 × 10 ⁴	2.4 × 10 ⁴
		U.V	23	20	0	19	16	0	45	29	5
		D50	7.2 × 10 ²	9.1 × 10 ²	1.8 × 10 ³	1.7 × 10 ³	23 × 10 ²	3.0 × 10 ³	3.1 × 10 ³	4.2 × 10 ³	5.4 × 10 ³
E.coil	1.9 × 10 ⁴	no light	1.6 × 10 ⁴	1.8 × 10 ⁴	1.3 × 10 ⁴	1.8 × 10 ⁴	1.7 × 10 ⁴	1.8 × 10 ⁴	1.6 × 10 ⁴	1.4 × 10 ⁴	1.8 × 10 ⁴
		U.V	45	41	13	40	35	12	67	56	54
		D50	5.8 × 10 ²	6.3 × 10 ²	7.2 × 10 ²	9.3 × 10 ²	1.2 × 10 ³	1.6 × 10 ³	4.3 × 10 ²	5.9 × 10 ²	6.8 × 10 ²

1) 일광 조건에 따른 균 감소를

본 실험에 사용된 일광은 인공 UV와 인공 daylight 이었고 인공 UV의 파장은 250nm이하이며 daylight의 파장은 350 ~ 600 nm이었다.

UV 조사 및 D50 조사에 의한 균감소율을 보면 실험에 사용된 3종의 균에 매우 우수한 결과를 나타내었다. 특히, UV는 5분간 조사후에도 99% 이상의 균감소율을 나타내었다.

UV는 짧은 파장을 갖고 살균력을 갖고 있는 빛(12)으로 물 또는 용기소독 및 멸균에 이용되고 있다. 본 연구의 결과에 의하면 UV 조사는 짧은 조사시간에도 섬유에 대한 매우 우수한 살균력을 나타내었다.

특히, S. aureus 와 E. Coli는 UV와 D50에서도 96%이상의 높은 감소율을 나타내었다. K. pneumoniae의 경우 D50 인공광 조사후 76%의 균감소율을 나타내었다. 넓은 파장 영역을 갖는 D50의 살균력이 UV에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 많이 사용하는 침구, 침대 mattress 및 sofa 등의 소독에 UV 조사는 매우 경제적이고 손쉬운 방법이 될것으로 사려된다.

UV 조사에 의해 섬유 물성 및 색등이 퇴색 또는 취화하기도 하나 (15,16,17) 살균

력을 얻는 장점이 있다.

2) 섬유 종류에 따른 균감소율

3종의 균류와 UV, D50의 sunlight을 조사한 후 섬유종류별 균 감소율(살균력)을 비교한 결과 cotton과 silk는 매우 높은 균감소율을 나타내었다.

polyester의 경우 3종류의 균에 대한 감소율이 cotton, silk에 비해 낮은 결과를 나타내었다. 특히, E. coli의 경우 D50 일광에서 30분간 조사한 후의 균감소율이 62%로 나타났다. 이는 합성섬유가 bacteria나 fungi를 cotton보다 쉽게 보유한다고한 연구(13,14)와 일치된다.

K. pneumoriae의 경우도 polyester는 cotton, silk와 비교할 때 낮은 균감소율을 나타내었다.

같은 합성섬유는 S. aureus와 같은 균을 보유하기 쉬워 악취발생의 원인이 된다(18). 이에 침구류와 같이 세탁이 용이하지 않은 섬유제품 제작시 사용을 고려하여야 한다. 과거부터 사용되어진 면, 견 소재의 침구류는 UV나 D50에 의한 살균력이 우수한 것으로 나타났다.

IV 결론

일광조사가 갖는 침구류에 부착된 미생물 감소효과를 규명하기 위해 실험을 실행하였다. 본 실험에서 사용된 3종 균류는 S. aureus, K. pneumoriae와 E. coli이고, 침구류 소재로는 cotton, silk와 polyester를 선택하여 인공UV와 D50을 5분, 10분, 30분간 조사한 후 3종 균류의 감소율을 측정하였다.

1. UV의 살균력은 3종균류에서 매우 우수하게 나타났다. S. aureus는 UV 조사에 의한 감소율이 3종 섬유에서 100%로 나타났다.

2. D50 인공 sunlight은 UV에 비해 낮은 감소율을 보이나 우수한 결과를 나타내었다. cotton과 silk의 경우 3종 균류에서 모두 90%이상의 높은 균감소율을 나타내었다.

특히, 면과 silk에서는 99% 이상의 감소율을 보였다. polyester의 경우 균감소율은 균종류에 따라 다르나, cotton, silk에 비해 낮은 결과를 나타내었다. E. coli의 경우 62~73% 균감소율을 나타내었고, K. pneumoriae의 경우 77 ~ 88%의 균감소율을 나타내었다.

3. S. aureus는 UV 조사시 균감소율이 가장 높게 나타났고, 반면 E. coli는 균이 갖는 복귀기작에 의해 균감소율이 비교적 느리게 진행됨을 알 수 있다.

4. cotton, silk, polyester의 3종 섬유에서 균 감소율 차이는 현저하게 나타나지 않았다.

본 연구는 실험실내에서 인공 UV와 인공 sunlight에 의해 제한적으로 행하여졌으나, 자연광 아래에서의 UV 조사에 의한 균감소율은 차이가 있을것으로 생각되어진다. 또한 시료 섬유에 수분율, 표면조건, 습도 및 온도 조건에 따른 균감소율은 차이가 있을 것으로 생각되어진다.

참고문헌

1. 高麗寬紀 : 加工技術, 28, 210 (1993)
2. 高麗寬紀, 佐藤利夫, 内輪進一, 武市一孝 : 防菌防微 6, 109(1978)
3. McBride, M.E., Duncan, W.C., and Knox, J.M. *Appl. and Environ. Microbiol.*, 33, 603(1977)
4. 司光, 中島清子, 花田紀喜代子: 家政學雜誌, 11, 519 (1960)
5. Vigo, T.L.: Protection of textiles from Biological attack, Handbook of Fiber science and Technology. Marcel Dekker, Newyork (1984)
6. Vigo, T.L.: Protective Clothing System & Materials, Marcel Dekker, NewYork (1994)
7. Dixon, G.j., Sidwell, R.W. and McNeil, E. : *Appl. Microbiol.*, 14, 183 (1966)
8. Kloos, W.E. and Mussel white, M.S : *Appl. Microbiol.*, 30, 381(1975)
9. 中橋美智子 : 衣服學會雜誌, 19, 5~11(1976)
10. An American National Standard : AATCC Method 100 (1981)
11. ATCC ; American Type Culture Collection
12. Vigo, T.L.: Protective Clothing Effective Against Biohazard, 236, Marcel Dekker, NewYork (1994)
13. Wilkhoff, L.J., Westbrook, L and Dixon, J.: *Appl. Microbiol.*, 17, 268 (1969)
14. Dixon, G.J., Sidwell, R.W., and McNeil, E.: *Appl. Microbiol.*, 14, 183 (1966)
15. 岡本獎 : 高分子, 8, 671~676 (1959)
16. Fels, M.: *J. Textile Inst.*, 51, 648~ 656(1960)
17. 藤原康雄, 小林才子, 安田武 : 纖維學誌, 30, 434 ~ 438 (1974)
18. Gagliardi, D.D., *Am. Dyest. Repr.* 51(2) : 49 (1961)

Abstract

The Effect of Sunlight Exposure on the Survival of Microorganism
Contaminated Bedding Materials

Choi, In - Ryu*

* Dept. of Textiles and
Clothing, SungShin Women's
Univ., Professor

The effect of Sunlight exposure on reducing the microorganism counts in the bedding materials was experimented by using 3 kinds of microorganisms (S. aureus, K. pneumoniae and E. coli) and 3 kinds of fabrics (cotton, silk and polyester).

Counts of the microorganisms were examined before and after sunlight exposure. The sunlights were controlled U.V and Daylight D50 using MacBeth artificial light source. The specimens were exposed for 5 min, 10 min and 30 minutes under the 20 °C and 60% R.H, distance is 50cm from the light source.

Results were as follows,

1. The reduction rate of the 3 kinds of microorganisms was remarkably great under the U.V exposure. The U.V. exposure was very effective way to sterilize the bedding materials in the house care.

2. S. aureus was the most susceptible to U.V. exposure and the sunlight exposure. E. coli was the most resistant to the U.V and the sunlight exposure.

3. The reduction rate of the 3 kinds of fabrics was not significantly different.

The polyester is more resistant than the silk and the cotton. Those were shown good reduction rate if all kinds of microorganism under the U.V and daylight.