

〈研究論文(學術)〉

천연염료를 이용한 염색물의 항균, 소취성에 관한 연구(I)

— 소 목 —

이상락*, 이영희**, 김인희, 남성우

성균관대학교 공과대학 섬유공학과

*한국섬유기술연구소(KOTITI)

**부산대학교 공과대학 섬유공학과

(1995년 10월 20일 접수)

A Study on the Antibacterial and Deodorization of Silk Fabrics Dyed with Natural Dye (II)

— Sappan Wood —

Sang Rag Lee*, Young Hee Lee**, In Hoi Kim, and Sung Woo Nam

Dept. of Textile Eng., SungKyunKwan Univ., Suwon, Korea

**Korea Textile Inspection & Testing Institute, Seoul, Korea*

***Dept. of Textile Eng., Pusan National Univ., Pusan, Korea*

(Received October 20, 1995)

Abstract—Antibacterial and deodorization properties of silk fabrics dyed with Sappan wood are investigated by Halo, Shake flask, Bioassay and Detection column methods.

The results are obtained as follows ;

1. Although K/S values increase with Al mordant and concentrate concentrations, these are decreased in 10% Al mordant concentration in case of 4ml/g dye concentration.
2. Reduction ratios of bacteria increase with K/S values in various tests.
3. When undyed silk fabrics are treated with Al mordant, reduction ratios of bacteria are not varied with Al mordant concentrations.
4. Deodorization property of Al pre-mordanted dyeing silk fabrics is better than one of unmordanted dyeing and raw silk fabrics.
5. Antibacterial properties of Cu and Cr mordanted dyeing fabrics are better than ones of the dyeing fabrics treated with the other mordants.
6. Natural dyes extracted from Sappan wood show the good antibacterial and deodorization properties, and colorant among various components contained in Sappan wood has a excellent antibacterial and deodorization properties.

1. 서 론

항균방취 가공의 역사는 서기 4000년전 이집트 사람이 스팅크스 속에 있는 미이라를 보호하는 포에 약용식물을 사용하는 것에서부터 시작되었다¹⁾. 1900

년경 섬유제품을 미생물의 공격으로부터 보호하기 위해 항균제를 사용하였고, 1935년에 독일의 G. Domark가 제4급 암모늄염을 군복에 처리하여 부상후의 제2차 감염을 방지하였다²⁾. 1947년 미국의 Benson, 1949년 Nagamatsu 등이 기저귀, 포대,

타월에 제4급 암모늄염 화합물을 처리하여 유아의 기저귀에 의한 염증이나 암모니아성 피부질환병을 방지하였다³⁾. 1952년 영국의 Engel, 1955년 Blower와 Wallace가 모포나 매트리스 커버를 Cetyltrimethylamine bromide로 처리하여 향균성이 있음을 보고하였다^{4~7)}.

일본의 향균방취가공의 역사는 미국에서 sanitization가공이 도입되고부터 시작되었으나 크게 발전하지 못하였고 우리나라도 역시 발전하지 못하였다. 한편 옛날 사람들은 약초에 있는 약물성분을 의복에 염색하여 몸에 지니고 다녔다고 한다. 문헌에 의하면 그 이유는 약초에 있는 약물성분이 병원균을 퇴치시켜 인체를 질병이나 고통으로부터 보호하기 때문이라고 보고되어 있다⁸⁾. 근래에 과학기술이 발달하고 생산력이 비약적으로 증가하여 섬유제품이 풍부하게 되었고 또한 현대인은 기능성을 중시한 제품에서 여유와 오락감을 갖는 제품이나 위생적, 건강지향적 제품을 필요로 하여 일상 생활환경에서 청결성, 쾌적성을 추구하게 되었다. 특히 젊은 세대들은 이것을 민감하게 받아들이는 경향이 강해 대다수의 섬유관련 기업이 이러한 점에 착안하여 섬유에 있는 미생물 증식을 억제시켜 악취의 발생을 방지하는 향균방취가공에 관련된 섬유제품의 연구 개발이나 실용화에 주력하고 있다.

현대에 있어서도 대다수의 약초에 있는 약물성분의 향균방취성이 인정되고 있으나 약초를 이용한 약물성분이 섬유에 고착되어 있는지, 고착되어 있다면 고착된 상태에서 약물효과를 나타내고 있는지가 의문점으로 남는다.

이에 본 연구에서는 향균가공에 대한 인식이 고취되고 있는 실정에서 현재 실용화되고 있는 향균가공제가 아닌 인체에 전혀 무해하고 환경공해에도 거의 영향을 끼치지 않는 천연식물인 다색성 매염염료에 속하는 소목액기스를 이용하여 선매염법으로 염색한 견직물의 향균성과 소취성을 검토하여 보았다^{9~13)}.

2. 시료, 시약 및 실험 기구

2.1 시료

(1) 견직물

시판 한복지용 견직물을 0.2% 중성세제로 40°C, 60분간 정련한 후, 증류수로 수세, 건조하여 사용하였으며, 사용한 시료의 특성은 다음 Table 1과 같다.

(2) 소목

시중 약제상에서 구입한 잘게 자른 중국산 건조 심재를 사용하였다.

Table 1. Characteristics of silk fabric

Weave	Counts		Fabric density		Weight (g/m ²)
	Warp	Weft	Warp (thread/5cm)	Weft	
Plain	85D	85D/2	176	114	75±5

2.2 매염제

(1) Al 매염제

일본 Katayama Chemical Co., Ltd. 시약 1급 Aluminium Acetate, Soluble을 사용하였다.

(2) Cu 매염제

일본 Junsei Chemical Co., Ltd. 시약 1급 Copper (II) Acetate monohydrate를 사용하였다.

(3) Cr 매염제

일본 Katayama Chemical Co., Ltd. 시약 1급 Chromium Potassium Sulfate · 12H₂O를 사용하였다.

(4) Fe 매염제

일본 Shinyo Pure Chemical Co., Ltd. 시약 1급 Iron(II) Sulfate·7H₂O를 사용하였다.

(5) Sn 매염제

일본 Shinyo Pure Chemical Co., Ltd. 시약 1급 Tin(II) Chloride, dihydrate를 사용하였다.

2.3 초자기구 및 사용기기

(1) Petri dish : φ90mm에 높이 15mm를 제작하여 사용하였다.

(2) 백금선 및 백금 Loop : 백금선은 φ0.5~0.8mm, 길이 5~7cm의 것을 사용하고 백금 loop는 내경 2mm의 고리모양으로 하여 사용하였다.

(3) 무균상자 : 가로 60~80cm, 세로 50~70cm, 높이 50~80cm의 상자로 전면과 양측면을 투명한 유리로 하고 자외선 램프를 부착하여 살균되도록 제작하였다.

(4) pH meter : 각종 배지 및 조제의 pH조절에 사용하였다.

(5) 고압멸균기 : 초자기구, 배지 및 조제의 살균시 사용하였다.

(6) 항온 진탕 수조 : 균의 배양증식에 사용하였다.

(7) Colony Counter : 균수를 측정할 때 사용하였다.

(8) Incubator : 온도를 37℃로 유지하여 균을 배양시켰다.

(9) Spectrophotometer : 흡광도 차를 이용하여 용액속에 있는 균수를 측정 하기 위하여 사용하였다. (Cary 5, Varrian, Australia)

2.4 검지관, 균 및 균 배양액

(1) 검지관 : 600ppm까지 측정 가능한 검지관을 사용하였다.(Gasteck Co., Ltd, JAPAN)

(2) 균 : Staphylococcus aureus라는 포도상구균을 이용하였다.

(3) 세균 배양액

- 가) BHI(Brain Heart Infusion Agar)
- 나) NB(Nutrient Broth)
- 다) TG(Tryptone Glucose)
- 라) NA(Nutrient Agar)

3. 실험

3.1 염색

항균성과 소취성을 측정한 견섬유는 선매염법으로 염색하였으며, 알루미늄매염제를 이용한 염색 조건은 Table 2에, 매염제별 매염조건은 Table 3, 염색 조건은 Table 4와 같다.

3.2 색농도 측정

Spectrophotometer(CARY-5, VARIAN)를 이용

Table 2. Al-mordanting and dyeing conditions of silk fabrics for antibacterial properties

Mordant (%, o.w.f)	Dye (ml/g)	Mordant (%, o.w.f)	Dye (ml/g)
0	0.5	5	0.5
	1		1
	2		2
	4		4
1	0.5	10	0.5
	1		1
	2		2
	4		4

L.R. 1 : 100, Temp. 60℃, Time 30min.

Table 3. Mordanting conditions of raw silk fabric for antibacteria and deodorization property

Mordant	Conc. (%, o.w.f)	L.R.	Temp. (℃)	Time (min)
Al	5	1 : 100	60	30
Fe	3			
Cu	1			
Cr	1			
Sn	1			

Table 4. Dyeing conditions of pre-mordanted silk fabrics dyed with Sappan wood concentrate

	Conc. (%, o.w.f)	L.R.	Temp. (℃)	Time (min)
Al mordanted	5	1 : 100	60	30
Fe mordanted	3			
Cu mordanted	1			
Cr mordanted	1			
Sn mordanted	1			

하여 염색직물의 최대흡수파장에서 표면반사율을 측정하여 Kubelka-Munk식에 따라서 염착농도(K/S)를 산출하였다.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

단, K : 염색포의 흡광계수이며, 농도에 비례하는 값

R : 염색포로부터 단색광의 반사율

S : 산란계수

3.3 소취성 시험(Detection column test)

(1) 암모니아 가스의 소멸 속도가 사람의 몸에서 냄새가 나는 속도와 거의 유사할 것으로 생각하여 암모니아 가스를 그림 1과 같은 순환장치내에서 암모니아 수용액을 측정용기에 직접 떨어뜨리는 방법으로 소취율을 구하였다.

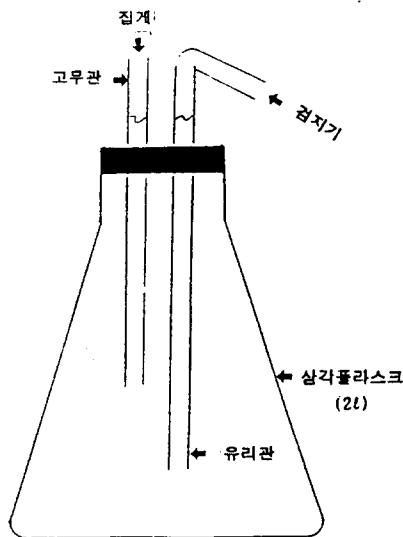


Fig. 1. Schematic diagram of Deodorization Test.

(2) 시료는 10×20cm로 하여 30분, 60분, 90분, 120분으로 나누어 측정하였다.

(3) 1 stroke시 100ml를 흡입하도록 조정하였다.

(4) 계산

$$\text{소취율}(\%) = \frac{\text{Blank gas의 농도} - \text{시험편 gas의 농도}}{\text{Blank gas의 농도}} \times 100$$

3.4 항균성시험(Halo Test)

(1) Nutrient Broth(육즙배지) : 8g/ℓ을 충분히 용해시킨 후 pH 7.0~7.2로 조정된 후 고압멸균기에서 15psi로 20분간 멸균한 후 냉각하였다.

(2) (1)의 용액 15ml를 삼각플라스크에 넣은 후 백금 loop로 균을 넣었다.

(3) 37℃에서 18~24시간 균을 배양하기 위해서 shaking 하였다.

(4) shaking이 끝난 균을 1cc 채취하여 petri dish에 넣은 후 Nutrient Agar 23g/ℓ용액 15cc를 넣었다.

(5) 천을 직경 2.8cm로 만들어 (4)번의 petri dish에 놓고, 37℃의 Incubator에서 24시간 동안 배양하였다.

(6) 그림 2와 같이 Halo가 생겼는지 관찰하고 계산하였다.

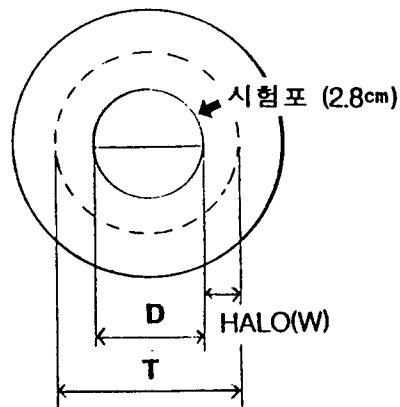


Fig. 2. Schematic diagram of Halo Test.

(7) 계산식

$$W = \frac{T-D}{2}$$

단, W : 저지대의 폭(mm)

T : 시험포와 저지대의 전체 직경(mm)

D : 시험포의 직경

시험결과는 mm로 하였고, 2개의 시험포 평균치를 계산하였다.

3.5 항균성시험(Shake Flask Test)

(1) Nutrient Broth(N.B 용액)에 백금 loop로 균을 이식하고, 37°C에서 18 시간 진탕 배양하였다.

(2) Blank시험 : N.B용액 3ml를 시험관에 넣고 475nm에서 투과율 100%로 조정하였다.

(3) (2)의 시험관에 균을 0.5~2μl 넣어 투과율 52%로 조정하였다. 이때의 균수가 1.5~3×10⁸개/ml이므로 1.5~3×10⁵개/ml를 맞추기 위해서 인산 완충용액을 이용하여 그림 3과 같이 1,000배 희석하였다.

(4) 시료 1.5g을 측정하여 각각 2개씩 준비하였다.

· Test-Time : 1.5g + 70ml 완충액 + 균 5ml

· 0-Time : 70ml 완충액 + 균 5ml

· 0-1 Time : 70ml 완충액 + 균 5ml

(5) 진탕전의 균수

0-Time, 0-1 Time, Test Time의 균수를 100~300 개로 하기 위해서 그림 4와 같이 100배 희석하여 계측하였다.

(6) 진탕후의 균수

Test-Time과 0-1 Time(Blank 시험)의 flask를 1시간 shaking한 후, 100배 희석하여 그림 5와 같이 계측하였다.

(7) 균 감소율의 계산

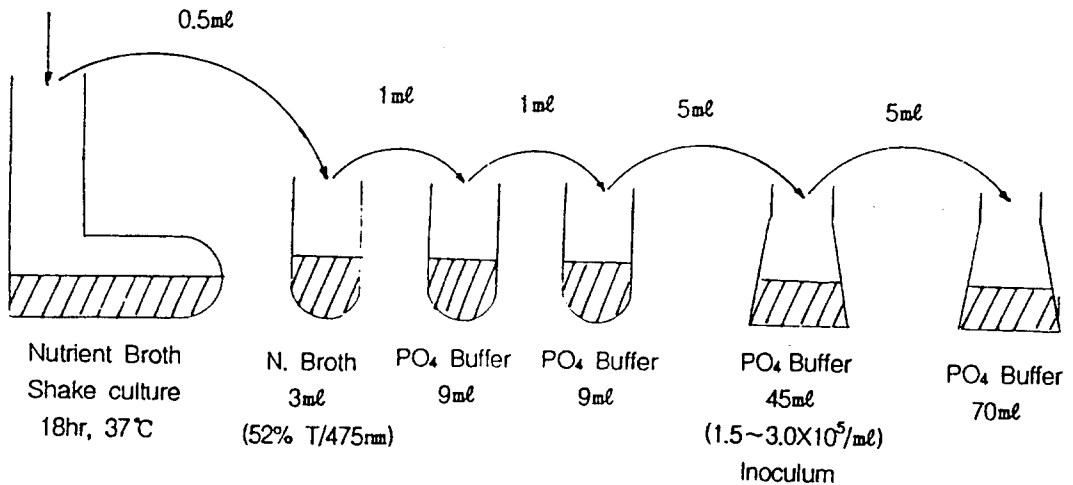


Fig. 3. Dilution method of inoculation bacteria.

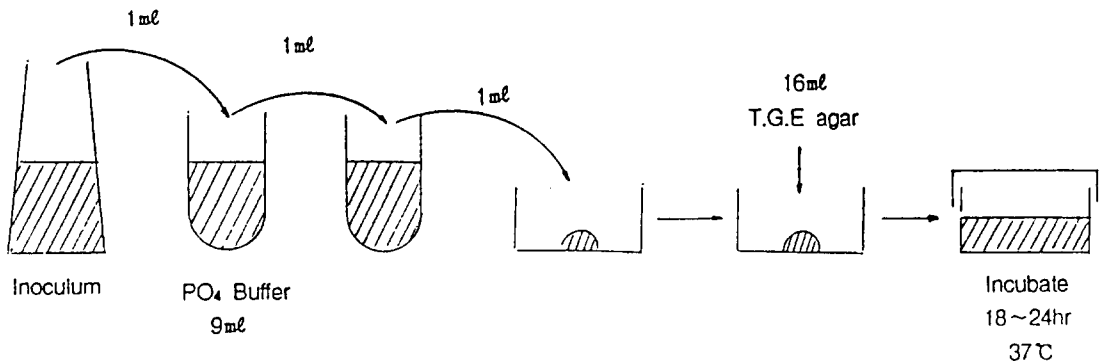


Fig. 4. Calculation method of bacteria number before shaking.

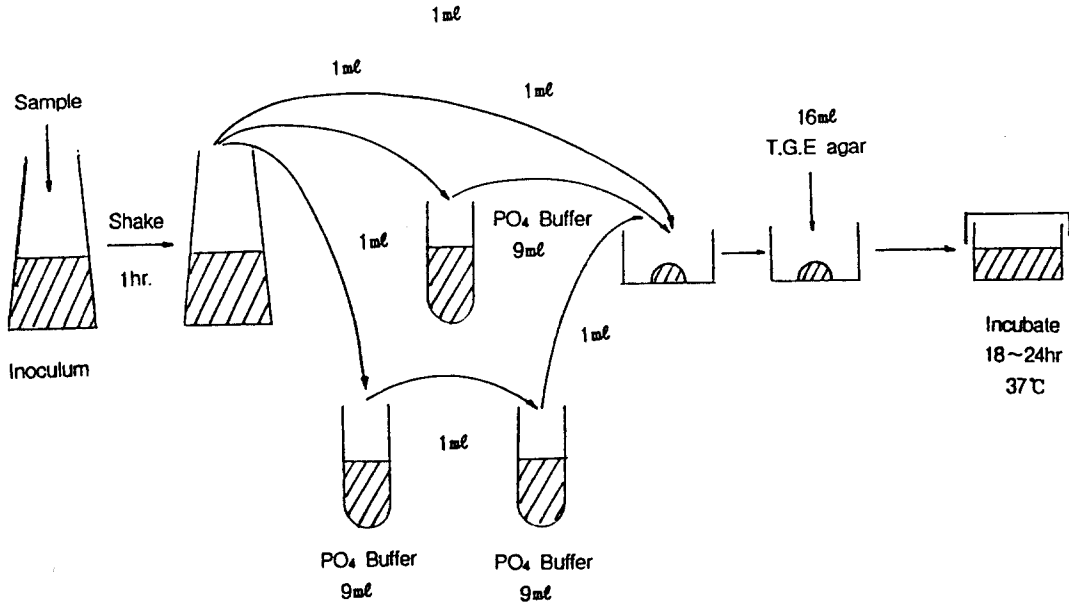


Fig. 5. Calculation method of bacteria number after shaking.

$$\text{균 감소율(\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

단, A : 진탕전 삼각플라스크내의 1ml당 균수(0-Time)

B : 진탕후 삼각플라스크내의 1ml당 균수(Test-Time)

(8) 활성상태의 확인 Blank 2개의 균감소율 평균을 X라 하고 시료의 평균감소율을 Y라 할 때

X < Y임을 확인하여 세균의 생육이 억제되고 있다고 사료되고, $-10 < X < 10$ 이므로 시험이 유효하다고 판단하였다.

3.6 항균성시험(Bioassay Test)

(1) 접종원으로 쓰이는 균수가 $10^5 \sim 2 \times 10^6$ 개/ml 되도록 적당히 희석하여 1ml를 접종원으로 사용하였다(그림 6).

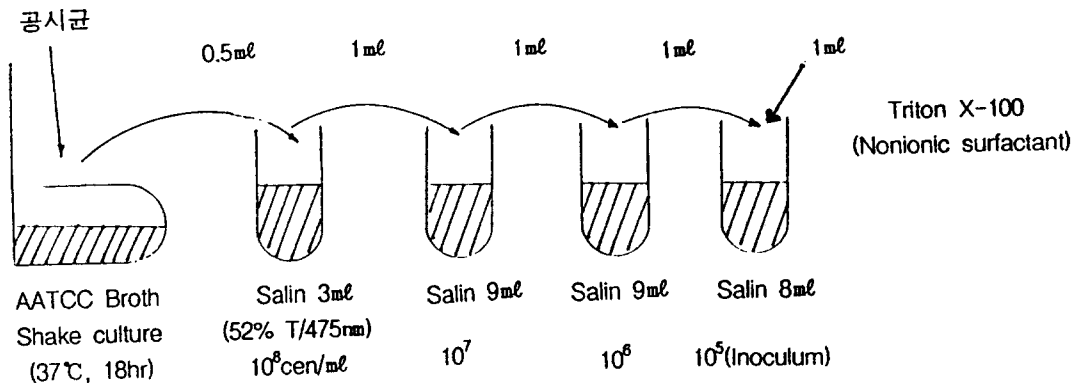


Fig. 6. Dilution method of actual inoculation bacteria.

(2) 시료는 직경 4.8cm 원형으로 하고, 1ml의 접종원을 완전히 흡수할 수 있는 시료 4장을 쌓아 놓았다.

(3) CONTACT TIME "0"에서의 Sampling :
 접종후 빠른 시간내에 접종된 대조포나 접종하지 않은 시험포가 있는 플라스크에도 100ml의 완충액을 넣어 그림 7과 같이 희석하여 Trypton Glucose Extract Agar로 평판배지를 만들어 배양하였다.

(4) 일정시간 접촉 배양

접종된 대조포와 시험포가 있는 플라스크를 37℃에서 18~24시간 배양한 후, 그림 8과 같이 희석하여 평판배지를 만들어 배양하였다.

(5) 정량적 평가

처리포에 의한 균감소율(%)

$$= \frac{B \text{ or } C \text{ or } \frac{B+C}{2} - A}{B \text{ or } C \text{ or } \frac{B+C}{2}} \times 100$$

단, A : 일정시간 접촉한 시험포에서 얻어진 세균수

B : 접촉시간 "0"의 시험포에서 얻어진 세균수

C : 접촉시간 "0"의 미가공 대조포에서 얻어진 세균수

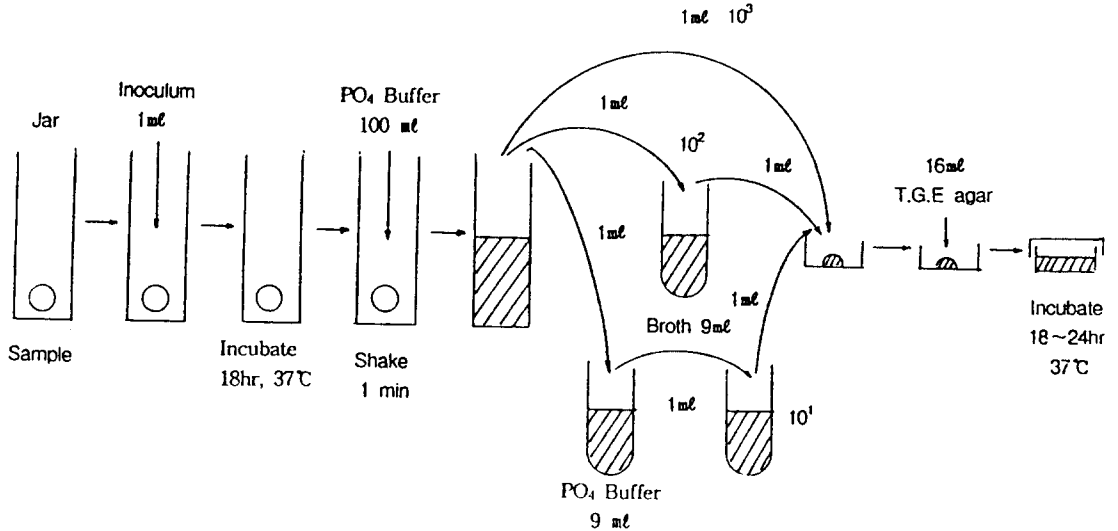


Fig. 7. "0" Contact Time Procedure.

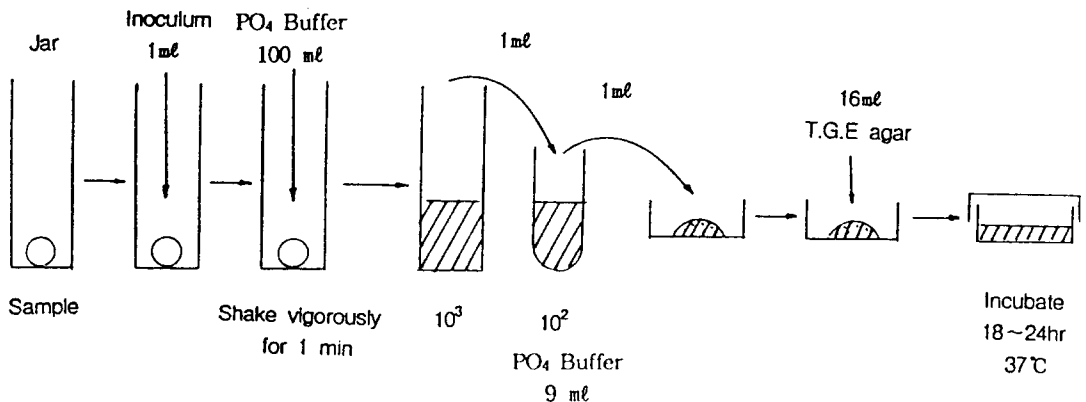


Fig. 8. Cultivation procedure of plain plate culture.

유효한 시험이 되기 위해서는 균을 접종하지 않은 세균포의 세균수는 "0"이 되어야 하며, 접종시간 "0"에서 접종된 미가공포의 균수보다 24시간 배양된 미가공포에서 얻어진 세균수가 많이 증가하여야 한다. 시험결과는 0.1% 단위로 2개의 시험포 평균치로 나타내었다.

4. 결과 및 고찰

4.1 소목엑기스의 농도와 매염제의 농도가 염착성에 미치는 영향

Fig. 9는 Table 2에 따라 선매염법으로 염색한 견직물의 염착성을 나타낸 것이다. 그림에서 보면 매염제의 농도와 엑기스의 농도가 증가하면 증가할수록 K/S 값은 증가하였으나, 엑기스 농도 4ml/g의 경우에 매염제의 농도가 5%일 때 K/S 값이 가장 높았다. 또한 매염제 농도 10% (o.w.f)일 때, 염료농도 2%인 경우에는 K/S 값이 11.2이며, 염료농도 4%인 경우에는 K/S 값이 11.5임을 보였다. 즉 염료농도는 2배로 증가하였으나 K/S 값은 거의 차이가 없음을 나타낸다. 이것은 매염제의 농도 10% (o.w.f), 염료농도 2ml/g 이상에서는 매염제가 염착농도에 영향을 미치지 못하기 때문이라고 생각된다.

4.2 소목엑기스의 농도와 매염제의 농도가 항균성(Halo Test, Shake flask Test, Bioassay Test)에 미치는 영향

Fig. 10~12에 소목엑기스의 농도와 매염제의 농도가 항균성에 미치는 영향을 나타내었다. 그림에서 보면 매염제의 농도와 소목엑기스의 농도가 증가하면 항균성이 높아지지만 소목엑기스의 농도 4ml/g에서는 매염제 농도 10% (o.w.f)가 5% (o.w.f)보다도 항균성이 낮다는 것을 알 수 있다. 이 원인은 Fig. 9에서 검토한 K/S 값, 즉 염착농도와 항균성이 비례하는 것으로 보아 소목의 심재에 있는 여러 성분중에서 색소 성분이 균의 증식을 억제하기 때문이라고 추측된다.

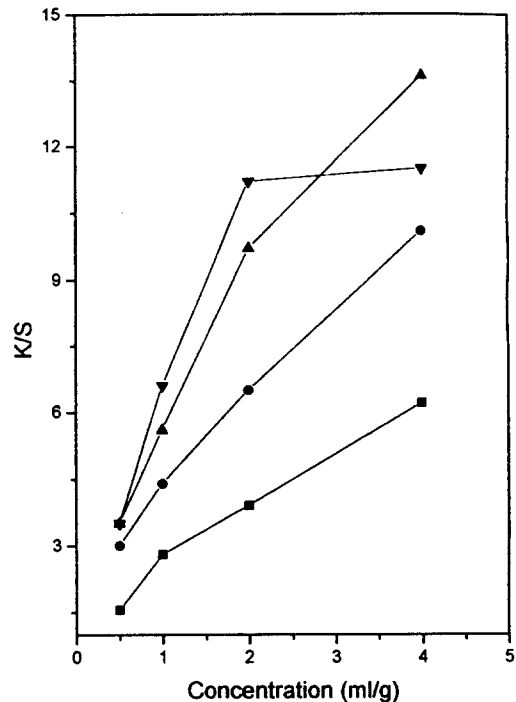


Fig. 9. Relationship between concentration of Sappan wood concentrate and K/S values of Al pre-mordanted silk fabrics dyed with Sappan wood concentrate :

- ; non-mordanted silk
- ; mordanted silk(1%, o.w.f)
- ▲ ; mordanted silk(5%, o.w.f)
- ▼ ; mordanted silk(10%, o.w.f)

4.3 매염제의 농도가 항균성에 미치는 영향

Fig. 13은 알루미늄 매염제의 농도가 항균성에 미치는 영향을 검토한 결과이다. 알루미늄 선매염 염색견은 매염제의 농도가 증가함에 따라 상당히 항균성이 높아졌으나 미염색견은 매염제의 농도가 증가함에 따라 Halo Value, Shake flask Value 및 Bioassay Value가 거의 변화가 없으므로 알루미늄 매염제가 균의 억제에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

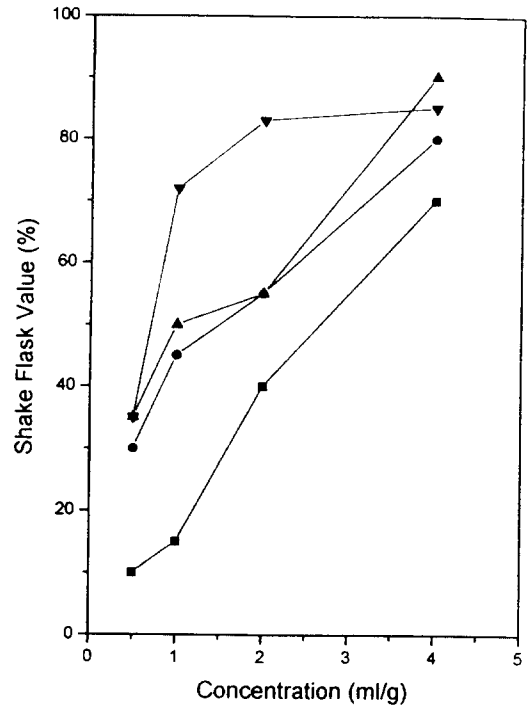
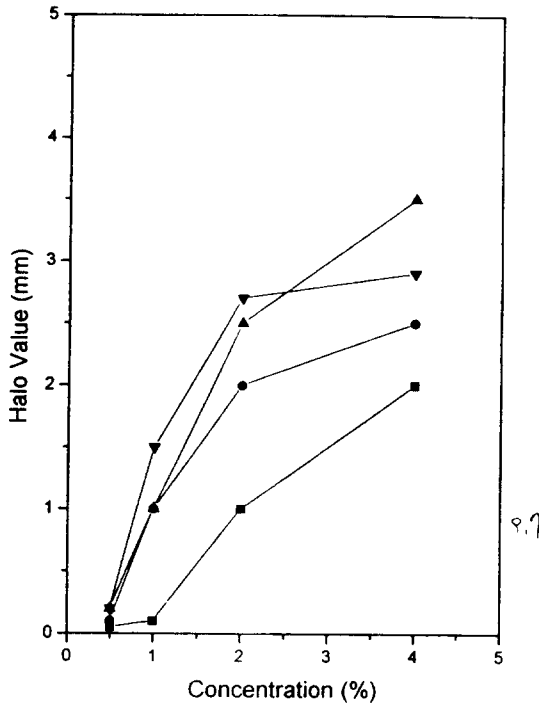


Fig. 10. Relationship between concentration of Sappan wood concentrate and Halo values of Al pre-mordanted silk fabrics dyed with Sappan wood concentrate :

- : non-mordanted silk
- : mordanted silk(1%, o.w.f)
- ▲ : mordanted silk(5%, o.w.f)
- ▼ : mordanted silk(10%, o.w.f)

Fig. 11. Relationship between concentration of Sappan wood concentrate and Shake flask values of Al pre-mordanted silk fabrics dyed with Sappan wood concentrate :

- : non-mordanted silk
- : mordanted silk(1%, o.w.f)
- ▲ : mordanted silk(5%, o.w.f)
- ▼ : mordanted silk(10%, o.w.f)

Table 5. Deodorization ratios of raw silk fabric

	Blank(ppm)	Deodorization	
		ppm	%
30 min	530	131	75.3
60 min	525	109	79.2
90 min	483	83	82.8
120 min	456	70	84.6

Table 6. Deodorization ratios of silk fabric dyed with Sappan wood concentrate

	Blank(ppm)	Deodorization	
		ppm	%
30 min	530	88	83.4
60 min	525	66	87.4
90 min	483	34	93.0
120 min	456	28	93.9

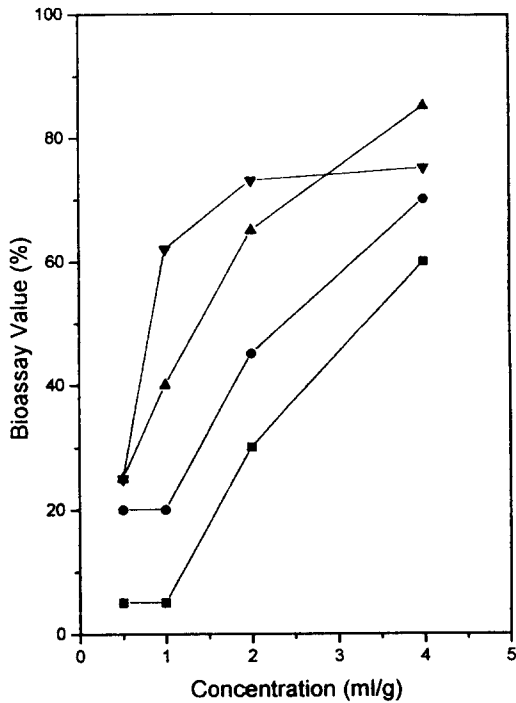


Fig. 12. Relationship between concentration of Sappan wood concentrate and Bioassay values of Al pre-mordanted silk fabrics dyed with Sappan wood concentrate :

- ; non-mordanted silk
- ; mordanted silk(1%, o.w.f)
- ▲ ; mordanted silk(5%, o.w.f)
- ▼ ; mordanted silk(10%, o.w.f)

4.4 미염색견, 염색견 및 알루미늄 선매염 염색견의 소취율

Table 5~7은 Table 3과 Table 4의 조건으로 처리한 미염색견의 소취율, 염색견의 소취율, 알루미늄 선매염 염색견의 소취율을 각각 나타내었다. 미염색견은 30분에서 소취율이 75.3%이지만 염색견은 30분에서의 소취율이 83.4%, 알루미늄 선매염 염색견은 30분에서 91.8%의 높은 소취율을 나타내었다. 즉 알루미늄 선매염 염색견의 30분에서의 소취율이 염색견의 소취율 90분 일때의 소취율과 비슷한 결과를 얻었다.

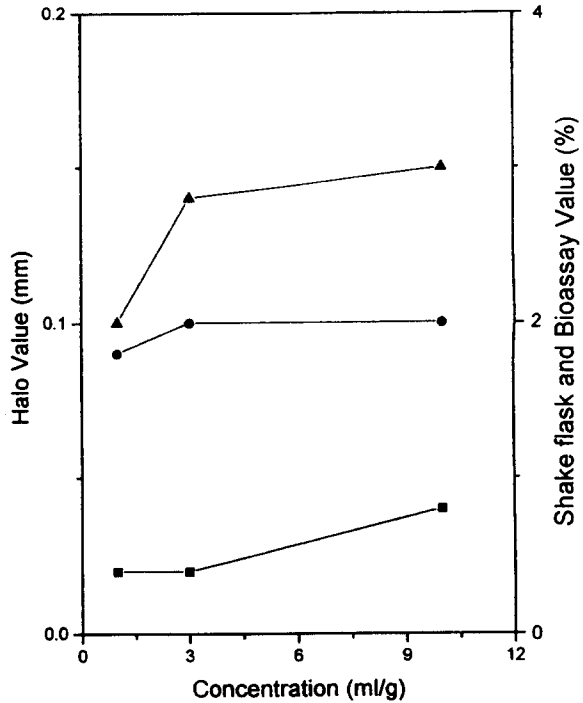


Fig. 13. Relationship between concentration of Al-mordant and Halo, Shake flask, Bioassay values of raw-silk fabric :

- ; Halo value
- ; Bioassay value
- ▲ ; Shake flask value

Table 7. Deodorization ratios of Al pre-mordanted silk fabric dyed with Sappan wood concentrate

	Blank(ppm)	Deodorization	
		ppm	%
30 min	530	44	91.8
60 min	525	29	94.5
90 min	483	13	97.4
120 min	456	0	100

4.5 매염제의 농도에 따른 항균성(Halo Test, Shake flask Test, Bioassay Test)

Table 8~10은 Table 3과 4에 따라 처리한 Halo,

Table 8. Reduction property of bacteria by Halo Test in various mordants

	T	D	W-1	W-2	W
Non-mordanted	28	28	0	0	0
	28	28			
Al mordanted	30	28	2	2	2
	30	28			
Fe mordanted	30	28	2	2	2
	30	28			
Cu mordanted	30	26	4	4	4
	30	26			
Cr mordanted	30	26	4	4	4
	30	26			
Sn mordanted	30	26	4	4	4
	30	26			

Table 9. Reduction ratio of bacteria by Shake flask Test in various mordants

Mordanted	0-Time	0-1 Time	1-Hour		0-Time	Reduction rate (%)
			Shake Time	1-Hour		
-	240	200	132	138	236	41.5
	232	198	144			
Al	240	200	40	36	236	84.8
	232	198	32			
Fe	240	200	42	39	236	83.5
	232	198	36			
Cu	240	200	20	30	236	91.5
	232	198	20			
Cr	240	200	20	21	236	91.1
	232	198	22			
Sn	240	200	38	39	236	83.5
	232	198	40			

Table 10. Reduction ratios of bacteria by Bioassay Test in various mordants

Sample	Contact time	Contact time	Constant contact time 1-hour shake time	X		Reduction ratio (%)
	0-Time no. of bacteria	0-1 Time no. of bacteria		A	B	
Non-mordanted	156	160	36	47	160	70.6
	155	167	38			
Al mordanted	154	160	34	31	160	80.6
	157	167	28			
Fe mordanted	154	160	34	31	159	80.5
	155	167	28			
Cu mordanted	148	160	30	22	156	85.9
	150	167	15			
Cr mordanted	155	160	18	22	159	86.2
	154	167	26			
Sn mordanted	155	160	18	22	159	86.2
	154	167	26			

Shake flask 및 Bioassay Test의 결과를 각각 나타낸 것이다. 염색견보다는 매염처리 염색견이 높은 균감소율을 보이고, 매염처리견중에서는 크롬과 구리 매염처리견이 높은 균감소율을 나타낸다. 이 원인은 크롬과 구리는 매염제 자체가 균의 증식을 억제하는 효과가 있기 때문이라고 사료된다.

5. 결 론

인체에 전혀 무해하고, 환경공해에도 거의 영향을 끼치지 않는 천연식물인 소목에서 추출한 염료를 엑기스화하여 염색한 견직물의 염착농도와 매염제의 농도에 따른 소취성과 항균성을 각각 Detection column method와 Halo Test, Shake flask Test 및 Bioassay Test로 실험한 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 매염제의 농도와 엑기스의 농도가 증가하면 K/S 값은 증가하나 염료농도를 4mlg으로 하였을 때는 10% 매염제의 경우가 5% 매염제에 비하여 오히려 K/S 값은 감소하였다.
2. K/S 값이 증가하면 증가할수록 높은 균감소율을 나타내었다.

3. 미염색견은 알루미늄 매염제로 처리하였을 때, 농도와 관계없이 균의 증식을 억제하는데 어떠한 효과도 나타내지 않았다.

4. 알루미늄 선매염한 염색견직물이 매염제 미처리 미염색 견직물과 매염제 미처리 염색견직물보다 소취성이 현저하게 향상되었다.

5. Cu, Cr 매염제로 염색한 염색견직물이 다른 매염제로 처리한 염색견직물보다 우수한 항균성을 나타내었다.

6. 소목에서 추출한 천연염료는 우수한 항균성 및 소취성을 나타내고 염착농도에 비례하여 우수한 항균성을 나타내므로 소목의 심재에 있는 여러 성분중에서 특히 색소성분이 균의 증식을 억제하는 효과가 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. 弓削 台, まこと, 大阪防疫協會, 43, 2(1983).
2. G. Domagk. *Dent Med. Wochenschr*, 61, 829 (1935).
3. 桑島定雄, 纖維科學, 7, 52(1965).

4. 弓削 台, *防菌防微*, 7, 572(1979).
5. 神野節子, *防菌防微*, 3, 426(1975).
6. 中島照夫, *染色工業*, 37, 224(1989).
7. 中島照夫, *防菌防微*, 16, 249(1988).
8. 小紫辰幸, “草木染の 藥用效果”, p33(1994).
9. 岩田, *抗菌防臭*, 155(1965).
10. J.A Salabury *Modern Textile Mag.* 38, 82 (1952).
11. 弓削 台, *改訂版 メリヤスンドブック*.
12. 日本防菌防微學會, “*防菌防微*”, p979(1986).