

# 키토산과 콜라겐의 혼합물로 처리한 나일론 직물의 항균성 및 물성

박 수 미 · 송 화 순

숙명여자대학교 가정대학 의류학과

## Antimicrobial Activity and Physical Properties of Nylon Fabric Treated with Mixture of Chitosan & Collagan

Su Mi Park · Wha Soon Song

Dept. of Clothing and Textiles, Sookmyung Women's University  
(1998. 12. 8 접수)

### Abstract

The purpose of this study is to develop multifunctional fabric that was improved antimicrobial activity and reduction rate of gas by treatment of mixture that was blended chito colla and crosslinking material for Nylon.

Antimicrobial activity was proved 99%, reduction rate of gas in case of treated was increased. The surface of treated fiber noted harshness and irregularity. Whiteness of treated on the baking condition was decreased as time and temperature was increased. Air permeability and moisture regain of treated equally was maintained. Water absorption and static voltage of treated were increased. KOSHI and T.H.V. of treated was increased than that of untreated, B/W of treated was improved than that of untreated and 2HB/B, W/T of treated were reduced.

**Key words:** chitosan & collagan, Nylon, Antimicrobial activity; 키토산과 콜라겐, 나일론, 항균성.

### I. 서 론

천연자원으로부터 추출한 키토산은 인체 안전성이 높으며, 생분해성을 가지고 있어 환경에 무해하면서도 키토산 단일 처리로 우수한 항균성 부여와 태의 개선, 대전방지 등의 효과를 나타내어 고기능성 섬유로 발전시킬 수 있는 가공제로 기대되고 있다<sup>1-4)</sup>.

키토산에 대한 연구로 Toshiaki<sup>5)</sup>, Hiroshi<sup>6)</sup>, 김<sup>7)</sup> 등

은 키토산의 응용 방안에 대해 제시하였고, Norio<sup>8)</sup> 등은 탈아세틸화도에 따른 키토산에 대해 보고하였으며, 임<sup>9)</sup>, 신<sup>10, 11)</sup>, 박<sup>12)</sup> 등은 키토산의 항균·소취성능에 대해 연구하였다.

본 연구에서는 천연원료인 키토산과 콜라겐을 복합화한 키토콜라에 가교제를 첨가하여 처리함으로써 셋째, 폐자원의 활용 및 재사용 측면에서 효율성을 극대화하고 둘째, 천연 항균제의 사용으로 종래의 항균가공시 발생되었던 공업폐수 및 환경오염문제를 해결하며 셋째, 항균·소취성능의 부여는 물론,

흡수성, 대전성, 태 등 물성을 향상시켜 나일론의 복합·다가능 섬유로의 개발에 활용하고자 한다.

## II. 실험방법

### II-1. 시료 및 시약

시료는 염색견뢰도 시험용 나일론 6 백코(KS K 0905)를 사용하였고, 가공제로는 일본이화(주)에서 제조된 키토콜라- $\alpha$ 를 제공받아 사용하였다. 키토콜라- $\alpha$ 는 NB-A<sub>1</sub>: 키토산, 콜라겐 폴리펩타이드(이하 '키토콜라'라 한다.), NB-B<sub>1</sub>: 실리콘, 폴리우레탄, NB-B<sub>2</sub>: 메틸화 메틸셀룰로오스, NB-B<sub>3</sub>: 알카놀 아민염 초산, 특수 수용성 고분자로 구성되어 있으며, 탈아세틸화도는 78~85%, 점도는 5~20cps이다.

항균성 시험에 사용된 시약으로는 Nutrient agar (DIFCO Lab., Detroit MI USA 이하 동일), Nutrient broth, Brain heart infusion agar, Tryptone glucose extract agar를 사용하였고, disodium phosphate와 monosodium phosphate, sodium chloride는 모두 1급 시약을 사용하였다. 세제는 KS M 2704를 사용하였다.

### II-2. 키토콜라 처리

키토콜라- $\alpha$ 의 처리는 NB-B<sub>1</sub>: 3.5%, NB-B<sub>2</sub>: 0.5%, NB-B<sub>3</sub>: 1%, NB-A<sub>1</sub>(키토콜라)은 3, 5, 7, 9, 11%로 하였으며, NB-A<sub>1</sub>의 농도에 따라 물을 92, 90, 88, 86, 84%로 하였다. 액비는 1:100으로 1시간 침지시킨 후, pick up율을 110%로 하여, 60°C에서 30분간 건조, 120°C에서 90초간 열처리하였다.

### II-3. 항균·소취성

#### (1) 항균성 측정

항균성 시험<sup>13)</sup>은 첫째, 키토콜라 농도, 세탁횟수, 재사용 횟수변화에 따른 항균성을 측정하였다.

항균성 시험의 공시균은 병원성 세균인 Staphylococcus aureus<sup>14)</sup>(ATCC 6538)를 사용하였으며, 측정방법은 정량적 방법인 균수측정법과 정성적인 방법인 Halo Test로 하였다.

균수측정법은 UV-spectrometer로 475nm에서 52%T가 될 때까지 희석한 접종균 0.2ml를 미처리와

키토콜라로 처리한 나일론 0.2g에 첨가하여, 18시간 동안 배양한 다음 이를 saline buffer로 희석하여 배지에서 24시간 배양한 후, 균수를 측정하여 균감소율을 계산하였다. Halo Test<sup>15)</sup>는 KS K 0692에 준하여 측정하였다.

세탁에 따른 항균성은 Terg-O-Tometer를 사용하여 상온에서 세제 농도 0.2%, 교반 속도 40 r.p.m., 액비 100:1로 고정시켜 세탁한 후, 항균성을 측정하였다.

#### (2) 소취성 측정

가스검지관법에 의해 6l부피의 용기에 악취물질(암모니아수) 1 $\mu$ l를 주입한 후, 시간 경과에 의한 소취율을 측정하였다.

### II-4. 주사전자 현미경(SEM)에 의한 표면형태 관찰

표면형태는 주사전자 현미경(JOEL Co. 일본)을 사용하여 2000배율로 관찰하였다.

### II-5. 키토콜라 처리에 의한 물성

#### (1) 백도 측정

백도는 키토콜라 5%로 처리시 온도와 시간을 변화시켜 측정하였다.

백도 측정은 색차측정기(UV-VIS Spectrometer Varian Cary05E)를 사용하여 ISO 105-J02 방법으로 측정하였다.

(2) 공기 투과도 측정: KS K 0570에 준하여 Frazier Method로 비교측정하였다.

(3) 수분율 측정: KS K 0220에 준하여 측정하였다.

(4) 흡수성 측정: JIS L-1096에 규정된 측정방법 중 적하법으로 측정하였다.

(5) 마찰대전압 측정: KS K0555에 준하여 Rotary Static Tester Model REP-II (Daiei Kagak Seiki)를 이용하여 측정하였다.

(6) 태 측정: Kawabata Evaluation system for fabrics(KATO, Tech., Co., Ltd, 이하 KES-FB라 함)을 사용하여 역학적 특성치 16개 항목을 측정한 후, 남성용 겨울 드레스 셔츠 용도의 식인 KN 202-DS에 의해서 감각평가치(H, V.) 즉 KOSHI,

FUKURAMI 및 T. H. V.를 구하였고, 역학적 특성 치료부터 의복 착용시 형태와 변형에 관한 기본특성치를 계산하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### III-1. 키토콜라 처리에 의한 항균·소취성

##### III-1-1. 항균성

Fig. 1은 키토콜라의 농도에 따른 항균성을 균수 측정법에 의해 측정된 것으로, 모두 99%의 높은 항균성을 나타내었다. 또한, Fig. 2는 키토콜라의 농도에 따른 항균력을 Halo test에 의한 항균성을 측정 한 결과로 미처리의 무균지대가 0mm인데 비해 농도가 증가할수록 무균지대가 넓게 나타났다. 이는 키토콜라의 농도가 증가할수록 균에 대한 저항력이 더욱 증가하기 때문에, 저농도에서도 좋은 항균력을 입증할 수 있었다. Fig. 3은 키토콜라 5%로 처리한 후 세탁횟수에 따른 항균성을 균수측정법에 의해 측정 한 결과 모두 99%의 우수한 항균력을 나타냈다. 이는 키토콜라 처리시 가교제가 직물과 키토콜라 사이의 결합력을 향상시켰기 때문에 반복세탁에 대한 항균성이 우수하게 나타났다고 생각된다. Fig.

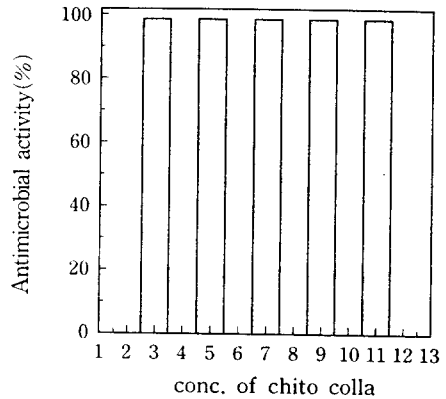


Fig. 1. Effect of antimicroblal activity on the conc. of chito colla (treatment condition : 20°C, 60min curing condition : 60°C, 30min baking condition : 120°C, 90sec)

4는 키토콜라 5% 수용액을 재사용 횟수에 따른 항균성을 나타낸 결과로 모두 99%의 높은 항균성을 나타내었다.

##### III-1-2. 소취성

Table 1은 소취성능을 검지관법에 의해 측정 한 결과로 시간이 증가함에 따라 소취성이 향상되는

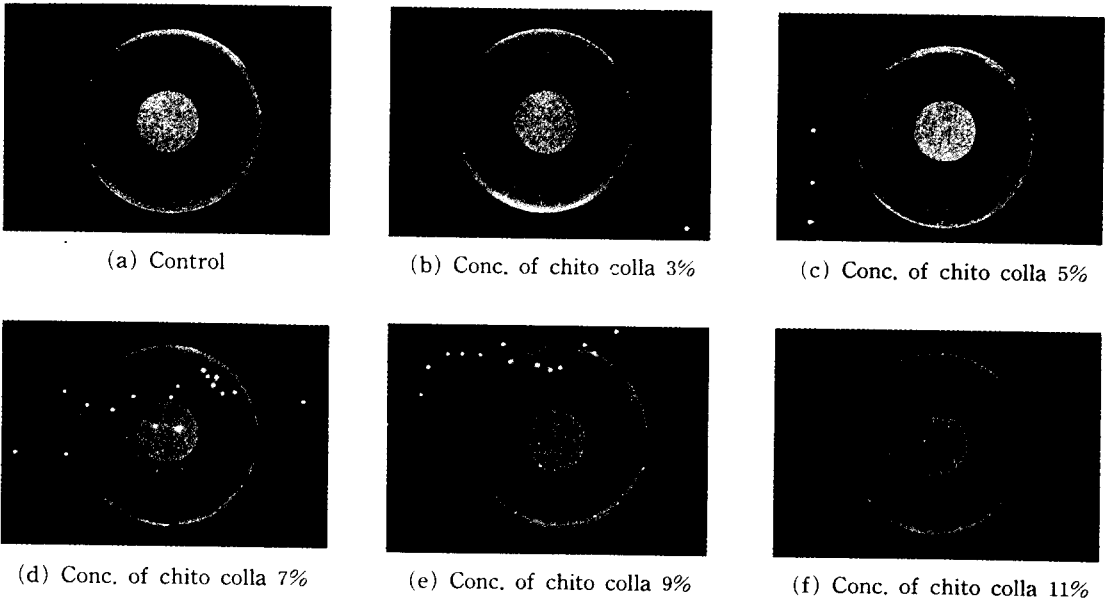


Fig. 2. Variation of halo from on the conc of chito colla

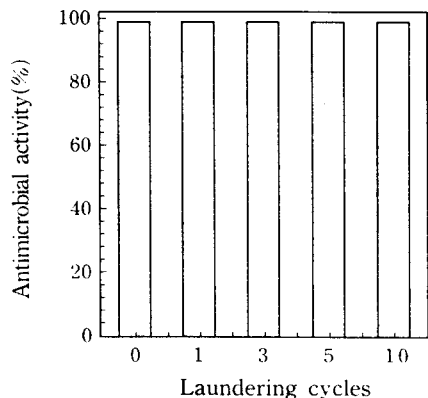


Fig. 3. Effect of antimicrobial activity on the laundering cycles (5% chito colla) (treatment condition : 20°C, 60min curing condition : 60°C, 30min baking condition : 120°C, 90sec)

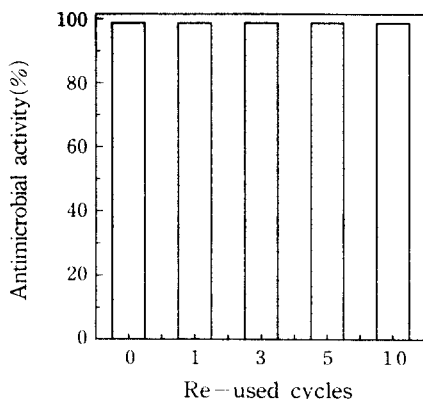


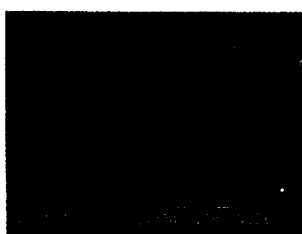
Fig. 4. Effect of antimicrobial activity on the laundering cycles (5% chito colla) (treatment condition : 20°C, 60min curing condition : 60°C, 30min baking condition : 120°C, 90sec)

Table 1. Variation of reduction rate of ammonia gas for chito colla 5% & 11%

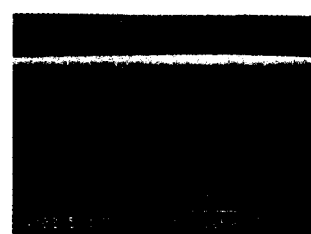
Exposure time(min)	Blank conc. (ppm)	Reduction rate of gas(%)		
		Untreated	5	11
Initial	88	—	—	—
30	76	2	29	32
90	73	3	35	46
120	70	5	31	48



(a) Control



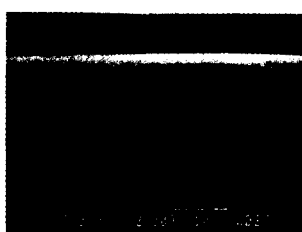
(b) Conc. of chito colla 3%



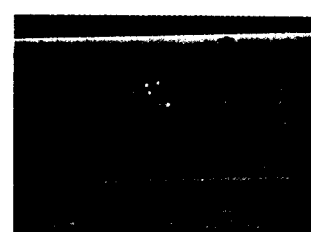
(c) Conc. of chito colla 5%



(d) Conc. of chito colla 7%



(e) Conc. of chito colla 9%



(f) Conc. of chito colla 11%

Fig. 5. Variation of halo from on the conc of chito colla

것으로 나타났다. 분자직경이 4~8Å 정도인 악취물 질은 다공성 구조와 접하였을 때 반데르발스 인력으로 소취성이 부여된다는 최<sup>16)</sup> 등의 보고와 일치하는 결과로 키토산의 다공성 구조<sup>17)</sup>에 의해 소취성이 부여된 것으로 생각된다.

III-2. 주사전자 현미경(SEM)에 의한 표면형태

Fig. 5는 키토콜라 처리한 나일론 섬유의 측면형태를 관찰한 사진이다. 키토콜라 3, 5%에서는 키토콜라가 균일하게 흡착한 반면, 농도가 증가함에 따라 키토콜라의 불균일한 흡착이 계속 일어나, 11%에서는 과잉 흡착으로 인하여 거칠고 불규칙한 형태를 보이고 있다.

이 결과로부터, 키토콜라의 농도가 증가할수록 과잉 흡착되므로, 균일하게 흡착시키기 위해서는 키토콜라의 처리농도는 5% 이하로 하는 것이 바람직하다고 생각된다.

III-3. 키토콜라 처리시 나일론 직물의 물성

III-3-1. 백도

Fig. 6, 7은 키토콜라 5%로 처리 후 시간, 온도의 열처리 조건 변화에 따른 나일론 직물의 백도를 관찰한 결과로 열처리에 의해 백도가 다소 떨어지는 경향을 보이고 있다. 키토콜라를 고착시키는 열처리

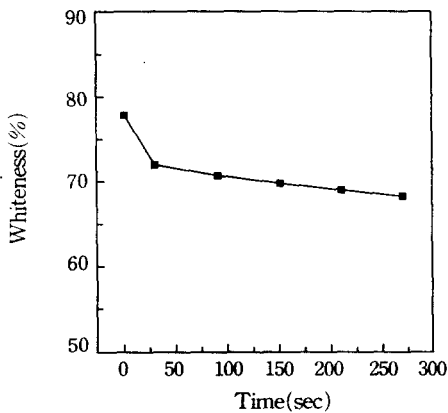


Fig. 6. Variation of whiteness on the backing time (treatment condition : 20°C, 60min curing condition : 60°C, 30min baking condition : 120°C)

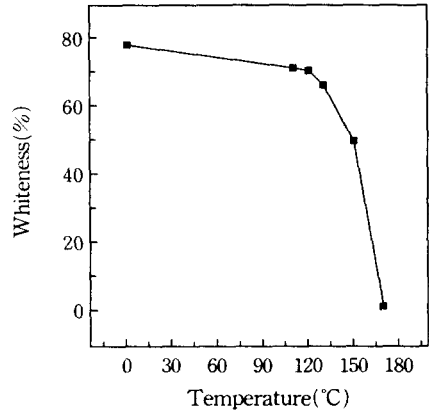


Fig. 7. Variation of whiteness on the backing time (treatment condition : 20°C, 60min curing condition : 60°C, 30min baking condition : 90sec)

조건은 백도 및 기타 물성에 미치는 영향을 고려하여 110~120°C에서 90~150초를 초과하지 않는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

III-3-2. 공기투과도

Fig. 8은 키토콜라 처리시 나일론 직물의 공기 투과도를 측정된 결과로 4~6%에서 다소 향상 되기는 했지만, 대체적으로 미처리와 비슷한 수준으로 나타났다

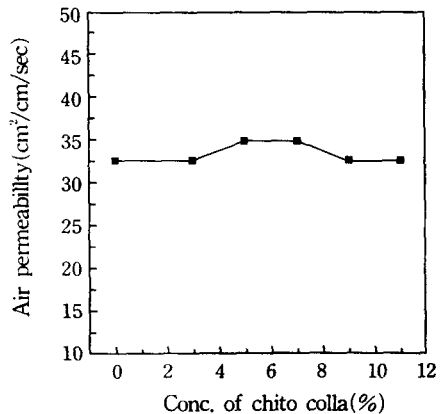


Fig. 8. Variation of air permeability on the conc of chito colla (treatment condition : 20°C, 60min curing condition : 60°C, 30min baking condition : 120°C, 90sec)

다. 이는 일반적으로 직물가공에 코팅방법이 도입되는 경우 공기투과도가 저하 될 것이라는 예상과는 다른 결과로 이미 김<sup>18)</sup> 등의 보고에서 언급된 바와 같이 키토콜라가 갖는 고유의 특성 때문으로 생각된다.

III-3-3. 수분율

Fig. 9는 키토콜라 처리시 나일론 직물의 수분율을 측정 한 결과로 수분율의 변화가 거의 나타나지 않았다.

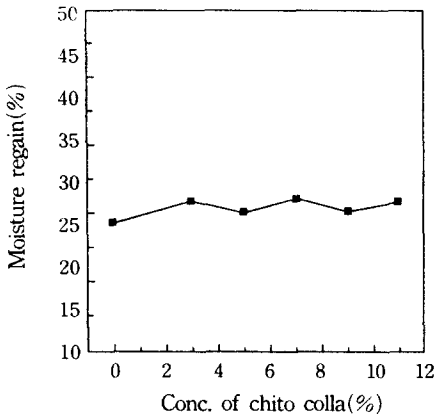


Fig. 9. Variation of moisture regain on the conc of chito colla  
(treatment condition : 20°C, 60min  
curing condition : 60°C, 30min  
baking condition : 120°C, 90sec)

이 결과로부터 키토콜라 처리가 수분율의 증가에 큰 영향을 주지는 못하나, 가교제 첨가시 수분율이 저하된다는 보고<sup>19)</sup>와 비교하여 볼 때, 키토산과 콜라겐의 혼합처리가 가교제에 의한 수분율의 저하를 보완해 주었으리라 생각된다.

III-3-4. 흡수성

Fig. 10은 키토콜라 처리시 나일론 직물의 흡수속도를 적하법으로 측정 한 결과로 키토콜라 처리시 미처리 보다 흡수속도가 급격히 빨라지는 것으로 나타났다.

이는 키토콜라 처리시 흡수성이 매우 낮은 나일론 직물표면에 키토콜라가 부착되면서 물과 접촉할 수 있는 미세한 다공이 잘 발달되어 흡수속도가 빨라진 것으로 생각된다.

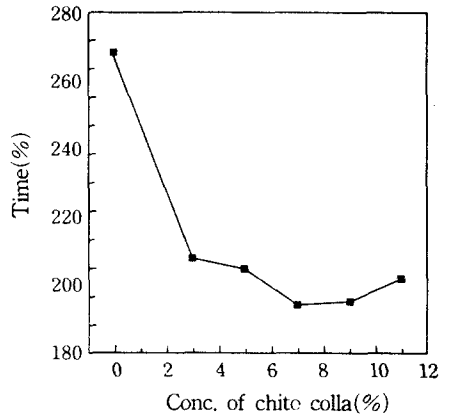


Fig. 10. Variation of absorption on the conc of chito colla  
(treatment condition : 20°C, 60min  
curing condition : 60°C, 30min  
baking condition : 90sec)

III-3-5. 마찰대전압

Fig. 11은 키토콜라 처리시 마찰대전압을 측정 한 결과로 미처리에 비해 현저하게 감소하였으며, 농도의 증가에 따른 차이가 나타나지 않았다. 따라서, 저농도의 키토콜라 사용으로도 충분한 대전방지 효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 이는 키토콜라의

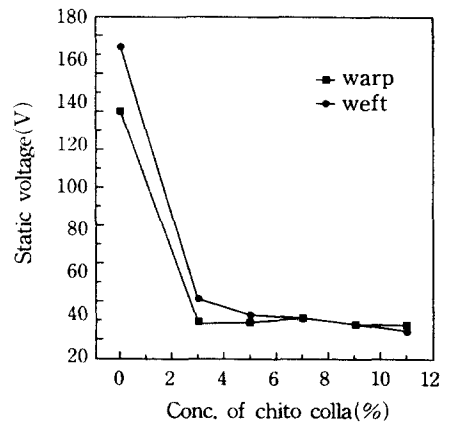


Fig. 11. Variation of static on the conc of chito colla  
(treatment condition : 20°C, 60min  
curing condition : 60°C, 30min  
baking condition : 120°C, 90sec)

특성에 의해 직물이 외부물체와 접촉되었을때 서로 유연하게 달라붙는 현상을 방지시키고, 표피층에 셀(cell)을 형성시킴으로써 마찰대전압을 감소시킨 것으로 생각된다.

### III-3-6. 태

#### (1) 역학적 특성치

Table 2는 키토콜라 처리시 나일론 직물의 역학적 특성치 변화를 측정 한 것이다.

인장특성의 변화에서 LT는 미처리에 비해 증가하는 경향을 나타냈고, WT는 동일하게 나타났다. RT는 키토콜라 처리에 의해 나일론 직물의 신장률이 낮아져 이로 인해 미처리보다 작게 나타났다. 따라서, 키토콜라 처리한 나일론 직물이 미처리에 비해 신장성이 낮으므로 형태 안정성을 향상시킬 수 있으리라 생각된다.

전단특성의 변화에서 G, 2HG, 2HG5는 모두 미처리에 비해 증가한 것으로 나타났다. 이는 키토콜라 처리 및 가교제의 첨가로 인해 회복시 에너지 손실이 커져 회복특성이 나빠졌기 때문이다.

굽힘특성은 B, 2HB 모두 대체로 미처리보다 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 반발 탄력성이 떨어져 굽힘회복이 어려워졌기 때문으로 생각된다.

압축특성의 변화에서 키토콜라와 가교제가 나일론 표면에 도포되어 견고해짐에 따라, LC이 감소하여 직물을 압축하는데 필요한 WC와 RC가 증가한 것으로 생각된다.

표면특성의 변화에서 MIU와 SMD는 미처리보다 대체적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 표면형태 사진에 나타난 바와 같이 키토콜라의 농도가 증가할수록 과잉 흡착으로 인한 직물표면이 불균일해져서 거칠어졌기 때문이다.

두께와 무게의 변화에서 농도가 증가함에 따라 점차적으로 증가되었다. 이는 키토콜라의 농도가 증가할수록 키토콜라의 흡착량이 많아졌기 때문에 키토콜라의 농도를 증가시킬 경우, 일정량만이 직물 표면에 도포되고 나머지는 탈락되는 것이 아니라 계속해서 흡착되는 것을 알 수 있다.

#### (2) 감각 평가치

Fig. 12의 KOSHI(stiffness)는 키토콜라 처리시 약 50%의 증가를 나타내었다. 이는 키토콜라와 가교제의 특성에 의해 직물에 탄력성을 가진 뻣뻣함이 부여됨으로써 B의 증가에 따른 영향으로 인해 향상된 것으로 생각된다.

Fig. 13는 FUKURAMI를 나타낸 것으로 키토콜

Table 2. Variation of mechanical characteristic values on the conc. of chito colla

Properties	Parameter	Concentration(%)					
		control	3	5	7	9	11
Tensile	LT	0.5100	0.8990	0.7800	0.9030	0.9730	1.0040
	WT	0.1400	0.1400	0.1900	0.1800	0.1400	0.1700
	RT	65.700	50.000	51.100	56.100	52.400	54.200
Sharing	G	0.4600	1.0500	0.8000	0.8200	1.0300	0.8200
	2HG	0.4000	1.7900	0.8100	0.7500	1.6900	1.0500
	2HG5	1.8500	4.6000	3.1700	2.9200	4.4700	3.3900
Bending	B	0.0671	0.1174	0.1314	0.1377	0.1408	0.1328
	2HB	0.0368	0.0623	0.0602	0.0632	0.0647	0.0627
Compression	LC	0.5630	0.5630	0.4930	0.4230	0.4140	0.4230
	WC	0.0050	0.0080	0.0090	0.0090	0.0180	0.0130
	RC	77.800	73.700	80.600	83.300	79.200	83.900
Surface	MIU	0.1030	0.1150	0.1370	0.1610	0.1640	0.1590
	MMD	0.0358	0.0336	0.0477	0.0317	0.0303	0.0496
	SMD	2.6340	3.3710	3.4590	3.6460	3.3610	3.3980
Thickness & Weight	T	0.2590	0.2660	0.2730	0.2880	0.2890	0.2950
	W	5.5750	5.8500	5.9000	5.9250	5.9750	6.0000

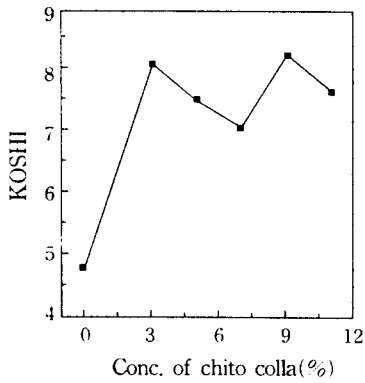


Fig. 12. Variation of KOSHI on the conc. of chito colla

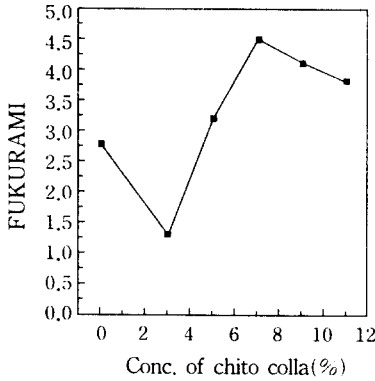


Fig. 13. Variation of FUKURAMI on the conc. of chito colla

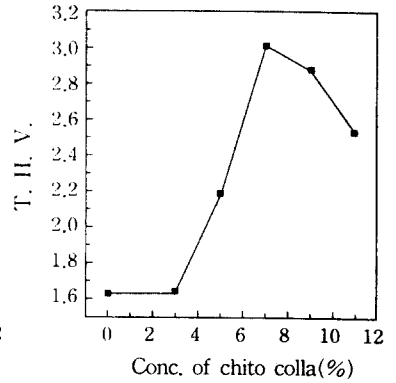


Fig. 14. Variation of T. H. V. on the conc. of chito colla

라와 가교제 비율 때문에 키토콜라의 농도 3%에서는 키토콜라에 비해 가교제의 비율이 크므로, 가교제의 영향으로 인해 FUKURAMI가 감소한 반면, 키토콜라 5% 이상에서는 가교제에 비해 키토콜라의 비율이 커짐에 따라 FUKURAMI가 증가한 것으로 생각된다. 9, 11%에서의 FUKURAMI의 감소는 지나친 키토콜라의 흡착으로 인한 SMD의 증가에 기인한 것으로 생각된다.

Fig. 14는 T. H. V.값을 나타낸 것으로 키토콜라 처리에 의한 태 개선 효과를 기대하려면, 키토콜라의 농도 5%이상에서 처리하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

(3) 의복착용시의 형태와 변형에 관한 기본 특성치 Table 3는 의복착용시 형태와 변형에 관련된 기

본특성치를 구한 것이다.

B/W는 미처리 보다 증가하였는데 이는 드레이프성의 저하를 나타내는 것으로, 나일론 직물이 늘어질 때의 형태안정성 향상시킬수 있을 것으로 기대된다.

2HB/B는 미처리 보다 감소하였는데 이는 2HB, B 모두 증가하였으나, 2HB의 증가폭이 B의 증가폭에 비해 작기 때문으로 구김회복성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 따라서, 나일론의 구김회복성을 향상시키기 위해서는 키토콜라의 농도를 5%이하로 처리하는 것이 효율적이라 생각된다.

W/T는 키토콜라의 농도 3%에서는 미처리 보다 증가하였고, 농도가 증가함에 따라 점차적으로 감소하여, 7%부터는 미처리보다 감소하였다. 이는 키토콜라 3%에서는 가교제의 영향으로 미처리보다 공기

Table 3. Variation of basic characteristic values of clothing wearing on the conc. of chito colla

Properties	Concentration(%)					
	control	3	5	7	9	11
B/W	0.0120	0.0201	0.0223	0.0232	0.0236	0.0221
2HB/W	0.0120	0.0107	0.0102	0.0107	0.0109	0.0100
2HB/B	1.0000	0.5313	0.4583	0.4591	0.4629	0.4533
2HG/G	0.8791	1.7000	1.0000	0.9207	1.6408	1.2945
MMD/SMD	0.0025	0.0100	0.0138	1.4575	0.0090	0.0186
WC/W	0.0009	0.0014	0.0015	0.0015	0.0030	0.0022
WC/T	0.0193	0.0301	0.0330	0.0312	0.0623	0.0441
W/T	21.6117	21.9925	21.6117	20.5729	20.6747	20.3390
$\sqrt{B/W-\bar{x}}$	0.2292	0.2717	0.2813	0.2853	0.2867	0.2808
$\sqrt{2HB/W-\bar{x}}$	0.1097	0.1032	0.1010	0.1033	0.1044	0.1004



함유량 및 볼륨감은 감소하였지만, 키토콜라의 농도가 증가함에 따라 가교제 보다는 키토콜라의 농도가 증가하여 점차적으로 공기함유량 및 볼륨감이 증가하여 미처리보다 공기함유량 및 볼륨감이 향상된 것으로 생각된다.

#### IV. 결론

연구 결과는 다음과 같다.

1. 측면형태는 키토콜라 3, 5%에서 키토콜라가 균일하게 흡착한 반면, 농도가 증가함에 따라 불균일한 흡착으로 인하여 거칠고 불규칙하게 나타났다.
2. 키토콜라의 농도변화 및 재사용 횟수에 따른 항균성은 균수측정법으로 측정한 결과, 모두 99%의 우수한 항균성을 보였고, Halo test에 의한 무균지대(Clear zone)는 키토콜라의 농도가 증가할수록 점차 넓어지는 것으로 나타났다.
3. 키토콜라 처리 후 소취성은 미처리에 비해 향상되었다.
4. 백도는 시간과 온도가 증가할수록 저하됨으로 110~120°C에서 90~150초 동안 열처리하는 것이 효과적이다.
5. 공기투과도와 수분율은 미처리와 거의 동일하게 유지되었고, 흡수성은 향상되었으며, 마찰대전압은 미처리에 비해 키토콜라 처리시 감소되었다.
6. 태 키토콜라 처리시 KOSHI는 향상되었고, FUKURAMI는 대부분 증가하였고, T. H. V.는 키토콜라 농도 5%이상에서 증가하는 경향을 나타내었다. 키토콜라 처리시 B/W는 증가하였고, 2BH/B. W/T는 감소하여 형태안정성, 공기함유량, 볼륨감 및 구김회복성은 향상되었다.

#### 참 고 문 헌

1. 森彬子, 纖維素材의 抗菌防臭加工技術について, 31(5), pp. 239-277, 1996.
2. キチン, キトサン 研究会, キチン, キトサンの應用, 技報堂出版.
3. キチン, キトサン 研究会, チン, キトサンの實驗マニュアル, 技報堂出版.
4. ヘルス・ライブラリ編輯部, チン, キトサンの健康法, 史輝出版.
5. Toshiaki shioya, キトサンのカプセル化への應用, sen-1 gakkaiishi (纖維と工業), 46(12), pp. 576-579, 1990.
6. Hiroshi seo, キチン・キトサンの成形加工とその利用, sen-1 gakkaiishi(纖維と工業), 46(12), pp. 564-569, 1990.
7. 김중준·전동원·홍주석, 섬유가공 및 관련분야에서 Chitosan응용성에 대한 제안, 한국섬유학회지, 32(8), pp. 705-712, 1995.
8. Norio Nishi, Junzo Noguchi, Seiichi Tokura, Hiroyuki Shiota, Studies on chitin I. Acetylation of chitin, 11(1), pp. 27-32, 1979.
9. 임현호·남창우·고석원, 셀룰로오스-키토산 블렌드 섬유의 제조와 물성, 한국섬유공학학회지, 34(7), pp. 444-450, 1997.
10. 신운숙·민경혜, 키토산을 이용한 부직포의 항균가공, advances in chitin and chitosan, pp. 771-778
11. 신운숙·민경혜, 키토산을 이용한 면직물의 항균가공 (I) -탈아세틸화도에 따른 항균효과, 한국섬유공학학회지, 33(6), pp. 487-491, 1996.
12. 박원호, 이근형, 최진현, 하완식, 장보현, 키토산으로 처리한 양모직물의 특성분석(I)- 항미생물 및 소취 특성, 한국섬유공학학회지, 33(10), pp. 855-860, 1996.
13. 中島 照夫, 抗菌防臭加工の基礎知識.加工技術, 31(2), pp. 132-140, 1996
14. 한영숙, 포도상구균에 대한 키토산의 항균성, 이화여자 대학교 의류직물학과 대학원, 박사학위논문, 1997.
15. 홍영근, 항균방취 셀룰로오스섬유 제조에 관한 연구, 한국염색가공학회지, 10(1), pp. 38-42, 1998.
16. 최창남·홍성화, 소취기능의 원리와 섬유에의 응용, 한국섬유공학학회지, 33(12), pp. 1164-1171, 1996.
17. キチン, キトサン 研究会, 最後のバイオマス, チン, キトサン, 技報堂出版.
18. 김중준·전동원·권영금, 키토산으로 처리한 직물의 태의 변화에 관한 연구(III)-키토산 처리조건 변화에 따른 면직물의 태변화, 한국섬유공학학회지, 34(10), pp. 689-700, 1997.
19. S. N. Pandey and C. R. Raje, Migration of Crosslinking Reagrnts in Cotton Fabric During Resin-Finishing Treatments, Textile Research Journal, 50(9), pp 525-530, 1980.