

〈研究論文(學術)〉

## 금속이온흡착 특성에 미치는 키토산 섬유 굵기의 영향

최해욱 · 정영진 · 이명환 · 이순장 · 박수영\* · <sup>1</sup>이신희\*\*

밀양대학교 섬유공학과

\*경북대학교 고분자공학과

\*\*경북대학교 의류학과

(2003. 3. 20. 접수/2003. 6. 4. 채택)

### Effects of Fineness of Chitosan Fiber on the Adsorption Characteristics of Metal Ion

Hae Wook Choi, Young Jin Jung, Myoung Hwan Lee,  
Soon Jang Lee, Soo Young Park\*, and <sup>1</sup>Shin Hee Lee\*\*

Dept. of Textile Engineering, Miryang National University

\*Dept. of Polymer Science & Engineering, Kyungpook National University

\*\*Dept. of Clothing & Textiles, Kyungpook National University

(Received March 20, 2003/Accepted June 4, 2003)

**Abstract**—This article describes the metal ions adsorption of chitosan fibers. The chitosan fibers were manufactured by wet spinning using 2% acetic acid as solvent, 10% aqueous sodium hydroxide as non solvent, and 4%chitosan solution as a solvent. The adsorption characteristics of chitosan fibers towards 100ppm solutions of various metal ions such as Cu(II), Cd(II), Cr(III), Hg(II) were examined at different pH value by ICP-Atomic Emission Spectrometer. The adhesiveness of metallic ions to the chitosan fiber were increased with the increase of pH and the decrease of denier. On the other hand, from pH4, chitosan fiber that is immersed in metal ion aqueous solution of Cu(II) and Cd(II) became homogeneous solution because is dissolved. The adhesiveness of metallic ions to chitosan fiber were found to increased in a sequence of Hg(I) > Cr(III) > Cu(II) > Cd(II). The antimicrobial characteristics of the chitosan fiber by adhered metal ions, virgin chitosan fiber, and cotton fiber were evaluated. The antimicrobial activity of the fibers were increased with the decrease of denier.

**Keywords** : chitosan, fiber, adsorption, metal ion, wet spinning, antimicrobial

## 1. 서 론

최근 바이오 매스 물질로 유명한 천연 생체고분자 키토산, 키토산은 하등동물 중 새우, 게 등의 갑각류 껍질, 갑충의 갑피 등 절지동물의 외골격, 연체동물의 기관, 곰팡이, 효모, 버섯, 등 진균류의

세포벽 등에 포함되어 있다. 그 생 합성되는 양은 연간 수십 억 톤인데, 이것은 셀룰로오스의 생성량 다음으로 많은 것으로, 아미노 다당중에서 가장 많은 양으로 추정된다<sup>1)</sup>. 키토산은 Mucor 속과 Phycomyces 속, 등 일부 곰팡이의 세포벽에 포함되어 있는 것으로 천연물의 하나라고 할 수 있지만, 보통 키토산을 탈 아세틸화하여 만들어진다. 키토산은 N-acetyl-D-glucosamine이  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) 결합한 균일 다당류의 glucosamine기가 5,000이상 결합한 천연고분자

<sup>1</sup>Corresponding author. Tel. : +82-53-950-6221 ; Fax. : +82-53-950-6219 ; e-mail : shinhee@knu.ac.kr

로서 분자량은 100만 정도로 갑각류 껍질의 주성분을 이루고, 건조중량으로 키토산 15~20%, 단백질 25~40%, 탄수화물 40~55%로 구성되어 있다. 키토산은 D-glucosamine이  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) 결합한 직쇄의 다당류로서 분자량은 키토산 보다 약간 낮다<sup>2-4)</sup>.

한편 생활수준이 향상됨에 따라 섬유제품에 요구되는 기능도 다양해지고 있다. 최근 새로이 요구되고 있는 기능에는 항 미생물기능, 자외선 차단기능, 축열 보온기능, 방향기능, 소취기능, 변색기능, 등을 들 수 있다. 이들 가운데 항 미생물기능의 부여는 섬유 제품에 미생물의 서식을 억제함으로써 착용 시 섬유제품을 매개로 한 병원균의 감염을 방지하고 인체에서 배설된 물질을 분해시켜 악취를 발생시키는 것을 억제시킨다는 점에서 중요한 의미를 갖는다. 섬유제품에 항 미생물기능의 부여는 현재 가공에 의한 방법과 인조섬유의 경우 방사과정에서 항 미생물체 첨가 방사하는 방법으로 수행되고 있었으며, 항 미생물의 부여기구는 어느 것이나 controlled release mechanism과 barrier mechanism으로 설명되고 있다<sup>5)</sup>. DMAc/LiCl을 공용매로 사용한 셀룰로오스/키토산 블렌드 섬유는 키토산 함량 2%에서 뛰어난 항미생물성을 나타내었다<sup>6)</sup>.

키토산을 이용한 필터는 순수 키토산, 키토산을 입상모양, 비즈모양, 섬유모양, 부직포 및 직포 모양으로 하여 다른 필터재료와 혼용하거나 필터의 한 구성요소로 사용하여 담배 필터용, 정수기필터용, 항균필터용, 오피수처리 필터용 등에 사용되고 있다. 키토산의 필터소재로의 연구 및 활용은 일부 키토산섬유를 이용한 연구보고가 있으나 키토산 및 그 유도체 등을 용매에 용해시킨 후 스프레이 혹은 함침에 의한 것이 그 주를 이루고 있으나 키토산 재료의 활용도를 높이기 위해서는 섬유로서의 활용이 더욱 기대되는 실정이다<sup>7)</sup>.

키토산은 염기성 고분자로서 인체에 유해한 중금속 등을 흡착 제거할 수 있는 우수한 흡착능을 가지고 있을 뿐만 아니라 흡착한 후에는 양이온화되어 우수한 항균 및 살균기능을 가질 수 있는 천연재료로서 중금속 등의 흡착성과 항균특성을 동시에 발현할 수 있는 소재이다. 이런 현상은 키토산 성분 중 유리 아미노기에 기인 한 것으로 금속이온을 포함한 양이온과 킬레이트 화합물을 형성하기 때문이다. 키토산을 양이온성 응집제로서 이용하면 각종 폐수에 용존하는 중금속들의 흡착제나 유용한 금속이온의 포집제로 개발되어 공해방지 및 자원 회수이용에 효과적으로 이용된다. 국

내의 경우 Kim<sup>10)</sup> 등의 키토산 유도체계 Chelating polymer의 합성 및 그 금속이온들의 흡착특성에 관한 연구, Kim<sup>11,12)</sup> 등의 키토산과 술폰화 키토산으로 된 고분자 전해질 복합체의 합성과 성질에 관한 연구 및 Template법을 이용하여 특정 금속이온에 대하여 높은 흡착능을 갖는 키토산계 킬레이트 고분자를 합성하여 특히 UO<sub>2</sub>의 흡착능을 향상시킨 연구 등이 있다. 또한 Kim<sup>13)</sup> 등은 키토산의 thiosemicarbazide 유도체를 합성하여 Uranyl(II) 등의 금속이온들과의 흡착특성에 대하여 연구한바 있다. Kurita<sup>8)</sup> 등은 키토산의 탈아세틸화도의 변화에 따른 Hg(II) 및 Cu(II)의 흡착특성에 관하여 연구하였으며, Lee<sup>9)</sup> 등은 키토산 및 키토산에서 중금속이온의 흡착특성에 대하여 연구하였다. 또한 pH를 적당히 조정하여 키토산에 금속이온의 흡착 능력을 향상시킨 연구보고도 있다<sup>14-18)</sup>. 예를 들면, Inoue 등은 pH4.5에서 평형흡착을 용액의 평형농도로 나누는 것으로 정의되는 흡착분포의 급격한 상승을 연구 발표하였다<sup>15)</sup>.

이상에서와 같이 키토산 물질은 활용도가 매우 높은 고분자 화합물이다. 그러나 흡착 및 회수 특성을 논하는 대상 물질이 키토산, 키토산 그리고 키토산 유도체 물질의 입상 물질에 한정되어 있어 회수용 담체, 필터용 재료, 항균용 재료 등의 실질적인 활용에는 많은 문제점을 나타내고 있다. 따라서 본 연구에서는 키토산 관련 재료들의 활용 다양성을 증대시키기 위하여 습식 방사제에서 섬유를 제조하였으며, 이들 섬유의 굵기에 따른 금속이온 흡착특성을 pH변화에 따라 조사하였다. 또한 금속이온이 흡착된 키토산섬유의 필터로의 활용가능성 확인을 위해 키토산섬유의 항균 특성을 연구, 조사하였다.

## 2. 실험재료 및 방법

### 2.1 시료 및 시약

단백질과 무기염을 1차 제거한 게껍질(동보상사(주), 한국)은 분자량이 50만 이상의 플레이크상을 이용하였으며 키토산 및 섬유제조시 사용되는 초산, 수산화나트륨, 메탄올 등은 1급 시약을 정제 없이 그대로 사용하였다. 한편 실험에 사용한 금속이온 수용액은 1급 시약의 표준용액(1,000ppm)을 정제 없이 사용하였으며, 표준용액의 농도는 ICP(ICP-Atomic Emission Spectrometer)분석을 통하여 농도를 확인하였다.

## 2.2 키토산 제조

계껍질에서 단백질 및 무기염을 제거한 뒤 추출한 키토인 프레이크를 수산화나트륨 50% 수용액, 반응 온도  $110 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 2시간 질소가스를  $80 \sim 100\text{ml/min}$ 의 속도로 투입하며, 키토인 대 수산화나트륨 수용액이 1:10을 유지하며 균일하게 교반 반응 후, 중성이 될 때까지 수세, 건조하여 키토산을 제조하였다.

## 2.3 키토산섬유 제조

앞서 제조한 키토산을 2% 초산에 4%(w/w) 녹여 키토산 dope를 제조하여 여과·탈포한 뒤 정량펌프를 사용하여  $\phi 0.1\text{mm} \times 314 \text{ holes}$ 의 노즐을 통해 습식 방사하였다. 10%수산화나트륨으로 이루어진 1차 응고욕에서 중화, 고화시킨 후,  $98 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 열 수조에서 25% 연신, 수세 후, 건조하여 키토산섬유를 제조하였다(Fig. 1).

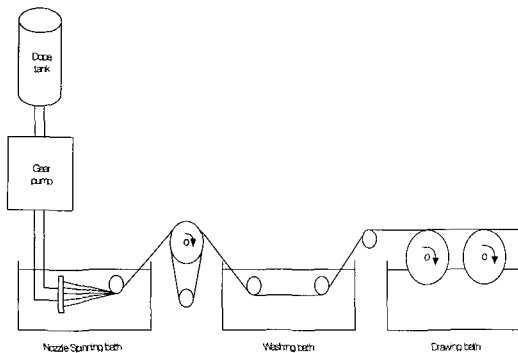


Fig. 1. Schematic diagram of wet-spinning apparatus.

## 2.4 금속이온 흡착실험

금속이온 흡착실험은 농도 100ppm의 Cu(II), Cd(II), Cr(III), Hg(II) 이온 용액에 질산을 가하여 pH를 조절한 후 이들 용액 100ml에 섬유의 굵기를 달리한 키토산섬유를 0.6g씩을 각각 가하고 흔들며 주면서  $25^\circ\text{C}$  실온에서 방치하여 금속이온들을 흡착시킨 후 여과하여 여액 중에 잔존하는 금속이온의 농도를 ICP로 측정하여 흡착된 금속이온의 양을 결정하였다.

## 2.5 측정 및 분석

### 2.5.1 키토산의 탈 아세틸화도 측정

키토산의 탈 아세틸화도 및 구조는 적외선 분광

광도계(Jasco, 모델명 FTS-65)를 이용한 base-line법에 의한 측정법으로 측정하였다. 적외선 분광광도계에 의한 측정은 FT-IR spectra로 부터  $1,655\text{cm}^{-1}$ 에서 아마이드 I 피크,  $2,867\text{cm}^{-1}$ 에서 CH신축진동에 의한 피크변화가 탈 아세틸화도가 높더라도 변화가 적은 점을 고려하여 base line을 만든 후 흡광도의 비(Optical Density Ratio : ODR) 즉  $1655\text{cm}^{-1}$ 에서 흡광도에 대한  $2867\text{cm}^{-1}$ 에서 흡광도의 비가 탈 아세틸화도와 직선관계에 있다는 것을 이용하여 측정하였다<sup>19)</sup>.

### 2.5.2 점도측정 및 분자량

Ostwald형 점도계를 이용, 희박 키토산 용액의 유동시간을 측정하여 고유점도 $[\eta]$ 를 계산하였으며, 점도 평균 분자량(Mv)은 Mark-Houwink Sakurada식  $[\eta]=k \cdot Mv^a$ 에 의해 평가하였다. 본 연구에서는 Lee등이 연구, 산출한  $k=8.93 \times 10^{-4}$  및  $a=0.71$ 를 사용하여 점도 평균분자량을 계산하였다<sup>19)</sup>.

### 2.5.3 섬도 및 인장시험

인장성질은 Fategraph(RTM-25, CRE type)을 사용하여 측정하였다.

### 2.5.4 항미생물 시험

항균성 시험은 정량적인 방법인 셰이크 플라스크 법(Shake Flask method, C.T.M 0923)에 의하여 공시균으로 황색포도구균(Staphylococcus aureus ATCC 6538)을 사용하였고 균감소율(bacteria reduction rate)은 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{bacteria reduction rate}(\%) = [(A-B)/A] \times 100$$

이때 A,B는 각각 실험시료 투입 전후의 시험균액 1ml당 균수이다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 키토산섬유의 탈 아세틸화도와 분자량

Fig. 2는 2.2항의 반응조건에서 제조한 키토산을 2.3항의 방사조건으로 방사하였을 때 얻어진 키토산섬유의 FT-IR spectra이다.  $3,450\text{cm}^{-1}$ 에서 OH신축진동에 의한 넓은 피크와  $2,867\text{cm}^{-1}$ 부근에서 메틸렌기(methylene group)의 CH신축진동에 의한 흡수대를 보이고 있다.  $1,655\text{cm}^{-1}$ 에서는 탈 아세틸화가 이루어지지 않는 아세틸아미드기의 C=O신축진동에 의한 흡수대이며  $1,590\text{cm}^{-1}$ 는 탈 아세틸화에 의해 생성된  $\text{NH}_2$ 에 의한 흡수대이다. 키토산의 탈 아세틸화도가 증가할수록 키토산의 아세틸아미드기

아민기로 변하기 때문에 1,655cm<sup>-1</sup>의 아미드 I과 1,550~1,560cm<sup>-1</sup>의 아미드 II의 밴드의 세기는 점점 감소하며, 1,590cm<sup>-1</sup>에서 NH<sub>2</sub>변형에 의한 제1차 아민의 피크가 점점 증가하게 된다. ODR(optical density ratio method)법에 의하여 탈 아세틸화를 계산한 결과 키토산섬유의 탈아세틸화도는 85%였으며<sup>19)</sup>, 이들을 적정법에 의하여 분석한 결과 98%를 나타내었다. 한편 2.5.2항에 의거하여 측정된 키토산섬유의 점도 평균분자량은 약 153,000이었다.

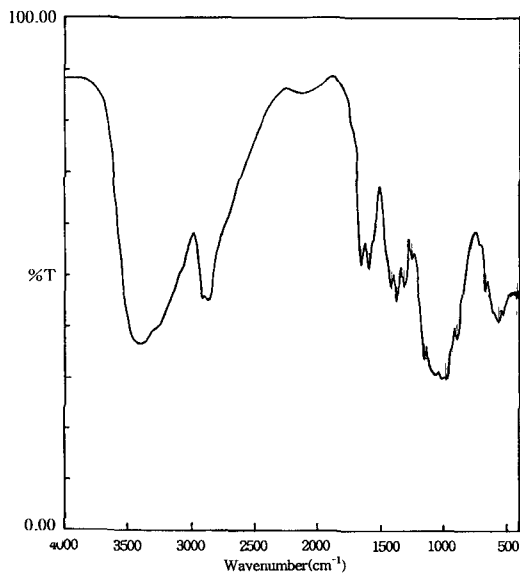


Fig. 2. FT-IR spectra of chitosan fiber.

3.2 키토산섬유의 인장특성

Table 1은 2.3항에 의해서 방사하여 제조한 키토산섬유의 인장특성을 나타낸 것이다. 섬유의 굵기는 각각 1.0, 2.1, 2.9denier로 정량펌프(gear pump)에 의한 방사원액(방사도프)의 토출량과 최종 권취속도(본 연구에서는 연신속의 출구속도)등에 의해 계산되는, 본 연구에서 계획한 1.0, 2.0, 3.0 denier와 유사한 denier의 섬유를 제조할 수 있었다. 동일한 방사속도로 섬유를 제조하였음에도 불구하고 키토산섬유의 denier가 가늘수록 신도는 유사하지만 강도는 증가하고 있다. 또한 섬유의 탄성도를 나타내는 초기 탄성률도 강도의 거동과 유사하게 섬유의 denier가 감소할수록 증가하고 있다. 강도와 초기 탄성률의 증가는 섬유의 denier가 작을수록 배향 결정화 등에 기인한 구조의 치밀화 때문일 것으로 판단된다. 섬유의 표면적이 동일하

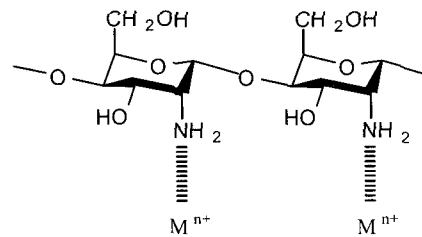
다면, 이상의 결과에 기인하여 섬유의 denier가 작을수록 키토산섬유에 대한 금속이온 흡착성은 감소할 것으로 생각된다.

Table 1. Tensile properties of chitosan fibers

Fineness (denier)	Tenacity (gf/denier)	Elongation (%)	Initial Modulus (gf/denier)
1.0	1.8	13.2	72.3
2.1	1.5	12.4	63.8
2.9	1.4	12.0	57.3

3.3 금속이온의 흡착

섬유 굵기를 달리한 키토산섬유의 Hg(II), Cr(III), Cu(II), Cd(II) 등의 금속이온에 대한 흡착 특성을 pH에 따라 검토하였다. Scheme 1은 킬레이트에 의한 금속이온(M<sup>n+</sup>)의 흡착 특성을 나타낸 것이다. Scheme에서와 같이 키토산 분자는 2번 탄소에 1급 아민기를 가지고 있으며, 이 아민기의 질소원자는 비공유전자쌍을 가지고 있어 금속이온을 포함한 양이온 등과 착화합물을 형성할 수 있다<sup>20)</sup>.



Scheme 1. Adsorption of metal ion.

Hg(II)의 경우 Fig. 3의 (a)에서 알 수 있는바와 같이 pH증가와 함께 증가하며, 특히 pH3부터는 급격히 증가하여 pH5 이상에서는 Hg(II)이온 흡착율이 거의 95% 이상에 도달하여 포화치를 이루는 것을 알 수 있다. 이 결과로부터 키토산섬유의 Hg(II)이온에 대한 우수한 흡착능을 확인할 수 있다. pH가 낮을 때는 수소이온이 아민기의 질소와 배위 결합을 형성하므로 금속이온의 흡착율이 낮으며, pH가 증가함에 따라 아민기의 질소는 1급 아민 상태로 존재하므로 낮은 pH에서의 수소이온 대신에 금속이온이 흡착하므로 금속이온의 흡착율이 증가한 것으로 생각된다. 한편 pH가 5이상으로 높은 경우, 즉 Hg(II)이온의 흡착율이 포화치에 도달한 후에는 섬유의 denier에 관계없이 섬유에 대한 흡착율은 유사하나, pH가 낮은 경우, 즉 금속

이온의 낮은 흡착율에서는 섬유의 denier가 작을수록 높은 흡착특성을 보이는데 이것은 흡착율이 낮은 경우에는 키토산섬유의 표면적특성에 기인하여 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 표면적 특성에 기인한 해석을 위해 섬유의 denier와 섬유표면적의 관계를 고려하면 다음과 같다.

섬유 모양이 원통이라고 가정하는 경우 섬유의 표면적은( $2 \times$ 섬유의 단면적 $+\pi \times$ 섬유의 직경 $\times$ 섬유의 길이)로 나타낼 수 있으며, 섬유의 단면적이 섬유의 측면에 의한 면적보다 훨씬 적으므로 섬유의 표면적은( $\pi \times$ 섬유의 직경 $\times$ 섬유의 길이)로 표시할 수 있다. 한 편 섬유의 직경은 denier의 0.5승에 비례하며, 섬유의 길이는 denier에 반비례한다. 따라서 섬유의 표면적은 이들의 곱, 즉 denier의 0.5승에 반비례하게 된다. Fig. 3의 (b)는 낮은 pH에서, 즉 낮은 흡착율에서 Hg(II)의 흡착거동을 (a)로부터 확대하여 나타내 것이며, 파선과 일점 쇄선은 앞서 설명한 표면적 특성만을 고려한 섬유의 굵기 1 denier에 대한 계산 값을 나타낸 것이다. pH3이하인 낮은 흡착율에서는 2 및 3denier의 실제 Hg(II) 흡착율이 표면적을 고려한 계산 흡착율

보다 높은 값을 나타내고 있는데, 이것은 Hg(II)의 키토산섬유에 대한 강한 흡착 특성과 3.2절의 인장 특성으로부터 예상되어 지는 키토산섬유의 구조적인 특성에 기인한 것으로 판단된다.

Fig. 4의 (a)와 (b)는 denier가 다른 키토산섬유에 있어 Cr(III) 이온흡착에 대한 pH의존성을 나타낸 것이다. Hg(II)가 pH2부터 5사이에서 거의 일정하게 흡착율이 증가하여 pH5이상에서 포화치 값을 나타내는데 반하여, Cr(III)의 경우 pH3이하에서는 섬유의 denier에 무관하게 낮은 이온 흡착특성을 나타내지만 pH3과 4사이에서 강한 흡착특성을 보여 pH4이후부터는 거의 포화치 값에 도달함을 알 수 있다. 전체적인 흡착특성은 pH에 무관하게 섬유의 denier가 작을수록 Cr(III)이온의 흡착율이 많으며, 포화치 값 또한 높은 값을 나타내었다. Fig. 4의 (b)는 흡착율이 낮은 즉 pH3이하에서 흡착특성과 표면적을 고려, 계산한 흡착 특성을 나타낸 것이다. Cr(III)의 흡착특성의 경우 pH3이하에서 흡착특성은 섬유 굵기 2, 3denier의 실제 흡착율과 1denier로부터 계산한 2, 3denier의 흡착율이 거의 유사한 것으로부터 낮은 농도에서는 Cr(III)의 키

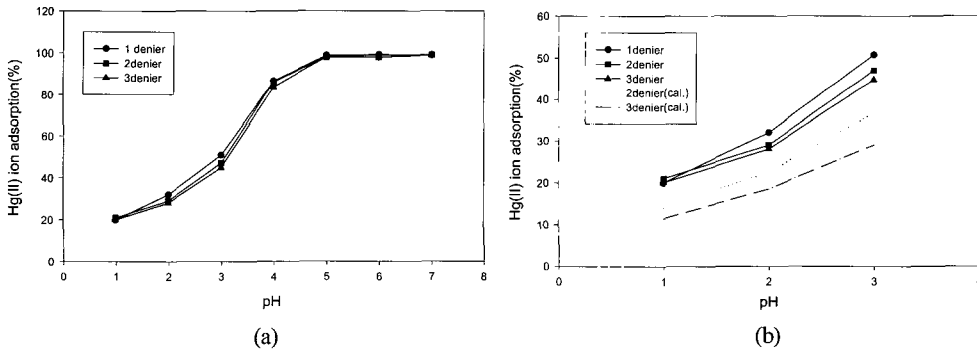


Fig. 3. Correlation between solution pH and adsorption of Hg(II) ion.

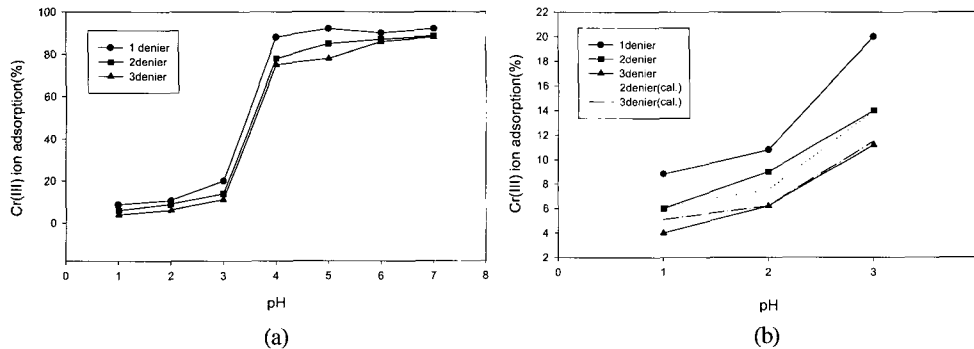


Fig. 4. Correlation between solution pH and adsorption of Cr(III) ion.

토산섬유에 대한 흡착 특성은 섬유의 표면적에 의존함을 알 수 있다.

Fig. 5, 6의 (a), (b)는 pH변화에 따른 Cu(II)와 Cd(II)의 흡착특성을 나타낸 것이다. Cu(II)와 Cd(II)의 흡착특성에 있어 pH3이하까지의 흡착 특성을 나타낸 것은 pH4이상부터는 이들 이온이 첨가된 수용액에 있어 흡착을 위해 침지된 키토산섬유는 섬유의 denier에 관계없이 모두 용해되어 균일한 용액으로 되어 흡착특성을 측정할 수 없었다. Cu(II)이온 흡착의 경우 pH1에서는 흡착율이 거의 없으며 pH2에서도 약간 증가하는 정도이다. pH가 3으로 증가하는 경우 그 증가율은 증가하나 Fig. 3과 4의 Hg(II), Cr(III)보다는 낮은 흡착특성을 나타내고 있다. Cd(II)의 경우는 이 pH영역에서는 제일 낮은 흡착특성을 나타내고 있다. Fig. 5와 6의 (b)에서도 알 수 있듯이 낮은 흡착율을 나타내는 pH3 이하에서는 Fig. 3, 4와 마찬가지로 흡착율은 키토산섬유의 denier 감소와 함께 증가했으며, 표면적을 고려한 2, 3 denier의 계산 흡착율과 실제 흡착율은 거의 유사하게 나타났다. 이 결과로부터 흡착율이 적을 때는 이들 이온의 흡착특성은 키토산

섬유의 표면적에 의존할 것으로 판단된다. Fig. 3, 4, 5, 6으로부터 알 수 있는 바와 같이 키토산섬유의 중금속 이온에 대한 우수한 흡착특성을 확인할 수 있었으며 특히 Hg(II)의 경우 우수한 흡착특성을 나타냄을 알 수 있었다. 본 연구에서의 키토산섬유에 대한 Hg(II), Cr(III)포화 흡착율 98, 85%이상으로 동일조건<sup>9)</sup>의 키틴/키토산상태에서 Hg(II), Cr(III), Cu(II), Cd(II)의 포화 흡착율이 각각 60/90, 35/75, 20/77, 18/45에서보다 높다. 본 연구의 키토산섬유 쪽이 높은 이유는 면과 레이온에서와 마찬가지로 섬유제조를 위해 키토산을 용해하여 재생하는 과정에서 결정화도의 감소에 기인된 것으로 판단된다.

3.4 키토산섬유의 항미생물 특성

Table 2는 건·습식방사한 키토산섬유와 표면섬유의 항미생물 특성을 나타낸 것이다. 키토산의 항미생물 메카니즘은 양이온으로 대전된 키토산의 아민기가 미생물의 세포벽을 구성하는 시알산이나 인지질 등의 음이온 전하와 서로 흡인하여 생물저지를 일으키는 것으로 알려져 있다<sup>5)</sup>. 본 연

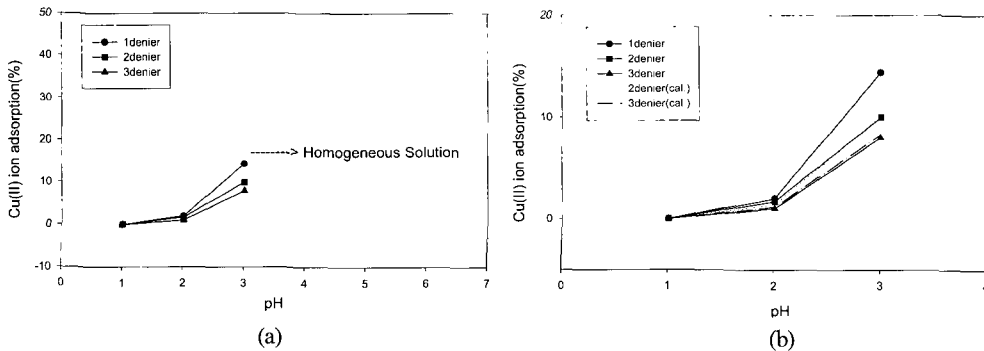


Fig. 5. Correlation between solution pH and adsorption of Cu(II) ion.

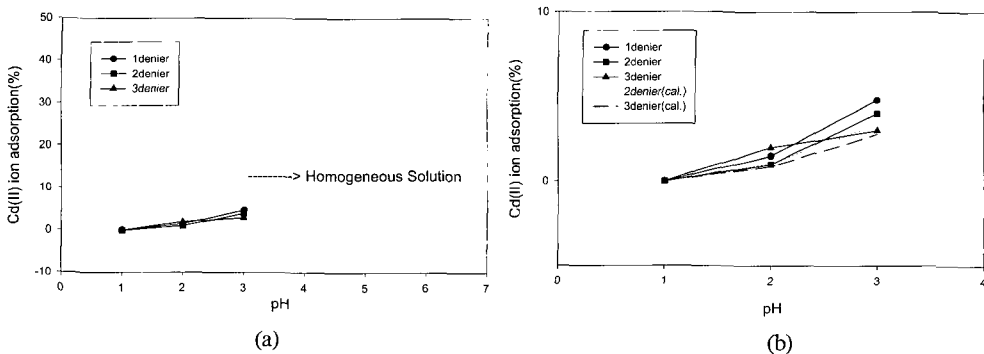


Fig. 6. Correlation between solution pH and adsorption of Cd(II) ion.

구에서도 Hg(II) 및 Cr(III)이온이 흡착된 키토산섬유에서는 모두 균 감소율이 100%로, 키토산섬유의 균감소율 약 95%보다 그리고 16.32%의 면섬유보다 우수한 항균 특성을 나타내고 있으며 이것은 키토산섬유의 금속이온 흡착에 의한 양이온화에 기인한 것으로 생각된다. 이상에서와 같이 키토산섬유는 중금속 이온의 우수한 흡착특성을 가질 뿐만 아니라 이들 중금속 이온을 흡착한 키토산섬유는 우수한 항균 특성을 가지고 있어 일반 항균용 소재로서 활용은 물론 필터 충전제로서의 역할도 기대된다.

#### 4. 결 론

습식 방사하여 얻은 섬유의 굵기(denier)를 달리 한 키토산섬유의 Hg(II), Cr(III), Cu(II), 및 Cd(II) 금속이온에 대한 흡착 특성을 pH변화에 따라 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 키토산섬유의 denier가 작을수록 섬유의 인장 강도와 초기 탄성율이 증가하였다.
2. 키토산섬유의 denier가 작을수록 네 가지 금속이온 모두 pH증가에 따라 흡착율이 증가하였다. 특히 농도가 낮은 pH3이하에서는 Hg를 제외한 나머지 금속이온에 있어서는 섬유의 denier가 나타내는 1denier를 근거로 표면적 특성을 고려한 계산 흡착율과 2, 3 denier 키토산섬유의 실제 흡착율은 잘 일치했다.
3. 키토산섬유에 대한 pH 증가에 따른 포화 흡착율은 Hg(II), Cr(III)에서 98%, 85%로 우수하며 특히 Hg의 경우 매우 우수한 흡착능을 나타내었다.
4. Hg(II) 및 Cr(III)이온 등이 흡착된 키토산섬유에서는 모두 균 감소율이 100%로, 키토산섬유의 균감소율 약 95%보다 그리고 16.32%의 면섬유보다 우수한 항균 특성을 나타내었다. 이상에서와 같이 키토산섬유는 중금속 이온의 우수한 흡착특성을 가질 뿐만 아니라 이들 중금속 이온을 흡착한 키토산섬유는 우수한 항균 특성을 가지고 있어 일반 항균용 소재로서 활용은 물론 필터 충전제로서의 역할도 기대된다.

#### 감사의 글

본 논문은 2001년 산업과학기술연구소 학술연구비의 지원을 받아 작성된 것임.

#### 참고문헌

1. R. W. Coughlin, M. R. Deshaies, and E. M. Davis, Chitosan in Crab Shell Wastes Purifies Electroplating Wastewater, *Environ. Prog.*, **9**, 35~39(1990).
2. S. W. Ko and Y. W. Cho, Chitin(or Chitosan) Blends and Their Application, *Polymer Science And Technology*, **8**, 538~545(1997).
3. G. A. F. Roberts, "Chitin Chemistry", Macmillan Press Ltd., p.6(1992).
4. R. A. A. Muzzarelli, "Chitin" Pergamon Press, p.30(1957).
5. Y. S. Shin and K. G. Min, Chitin/Chitosan : Antimicrobial Properties and Applications, *Polymer Science And Technology*, **8**, 591~595(1997).
6. H. H. Lim, C. W. Nam, and S. W. Ko, Spinning and Properties of Cellulose/Chitosan Blend Fiber, *J. Korean Fiber Soc.*, **34**, 444~450(1997).
7. キチン,キトサン ハンドブック編輯委員會, "キチン,キトサン ハンドブック", 技報堂出版, 日本, pp.459~504(1995).
8. K.Kurida, T. Sannan, and Y. Iwakura, Studies of Chitin, IV, Binding of Metal Cation, *J. Appl. Polym. Sci.*, **23**, 511~518(1979).
9. S. H. Lee, "Chitin and Chitosan ; Its Preparation and Metal Ion Adsorption Characteristics" Kongju National University, Thesis of Master(1988).
10. Y. M. Kim and K.S. Choi, Chitosan-Based Chelating Polymer ; There Synthesis and Metal Ion Adsorption Characteristics, *Polymer(Korea)*, **9**, 417~434(1985).
11. Y. M. Kim, T. S. Jung, and K. S. Choi, Chelating Polymers of Chitosan-Based Sulfur Derivatives ; The Synthesis and Metal Ion Adsorption Characteristics, *Polymer(Korea)*, **12**, 86~98(1988).
12. K. Y. Kim, D. S. Min, and H. S. Jung, Chitosan based Skin Substitute ; Synthesis and Properties of Polyelectrolyte Complex Consisting of Sulfonated Chitin and Chitosan, *Polymer(Korea)*, **12**, 234~240(1988).
13. K. H. Kim, K. S. Choi, T. S. Jung, and Y. M.

- Kim, *The Autumn Annual Meeting of the Polymer(Korea)*, p.119(1988).
14. E. Guibal, I. Saucedo, J. Roussy, and P. L. Cloirec, Uptake of Uranyl Ions by New Sorbing Polymers : Discussion of Adsorption Isotherms and pH effect, *React. Polym.*, **23**, 147~156 (1994).
  15. K. Inoue, Y. Baby, and K. Yoshizuka, Adsorption of Metals on Chitosan and Crosslinked Copper-Complexed Chitosan, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **66**, 2915~2921(1993).
  16. M. J. Charrier, E. Guibal, J. Roussy, B. Delanghe, and P. L. Cloirec, Vanadium(IV) Sorption by Chitosan : Kinetics and Equilibrium, *Water Res.*, **30**, 465~475(1996).
  17. I. N. Jha and L. Iyengar, Removal of Cadmium Using Chitosan, *J. Environ. Eng. ASCE.*, **144**, 962~974(1988).
  18. I. Saucedo, E. Guibal, C. Roulph, and P. L. Cloirec, Sorption of Uranyl Ions by a Modified Chitosan : Kinetics and Equilibrium Studies, *Environ. Technol.*, **13**, 1101~1115(1992).
  19. 키친,키토산 핸드북편집위원회, “키친,키토산 핸드북”, 技報堂出版, 日本, pp.254~282(1995).
  20. 키친,키토산 핸드북편집위원회, “키친,키토산 핸드북”, 技報堂出版, 日本, pp.246~248(1995).