

금속이온 치환된 Hydroxyapatite를 이용한 면직물의 기능성 가공

김수봉, 정용식, 박병기, 이근완*

전북대학교 섬유공학과, *한국 기술 표준원

Functional Finishing of Cotton Fabrics with Metal ions Substituted Hydroxyapatite Treatment

Su-Bong Kim, Yung-Sic Chung, Pyong-Ki Pak, Gun-Wan Lee*

Department of Textile Engineering, Chonbuk University, Chonju, Korea *Polymer & Textile Division, Agency for Technology & Standards, MOCIE, Kyunggi, Korea

1. 서론

산업의 발달과 생활수준의 향상으로 생활환경을 쾌적하게 하여 보다 나은 생활환경을 만들어 내는데 관심이 집중되고 있으며, 이와 관련된 의류용 섬유 분야에서는 미생물에 대한 저항성이나 악취, 땀냄새 등을 제거하는 섬유에 대한 관심이 높다. Calcium Hydroxyapatite($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, HAp)는 칼슘 포스페이트계 세라믹으로 우수한 생체친화력과 단백질 흡착능력을 지니고 있어, 골 대체용 재료나 단백질을 분리하는 크레마토그래피, 유전자 담체 등에 이용된다.[1] 특히 HAp의 Ca^{2+} 는 금속이온과의 양이온 교환으로 빠르게 치환될 수 있어, HAp의 특성과 Ag의 항균성, Mg의 소취성 등 금속이온의 특성을 함께 발현할 수 있다. 폴리우레탄(Polyurethane, PU)은 경화도, 유연성, 내마모성 등의 표면 특성을 제어하기 쉬워 고분자 코팅제로서 주목받고 있으며, 특히 수용성 폴리우레탄은 환경오염과 열 안정성, 방오성 등을 장점을 지니고 있다.[2] 따라서 본 실험은 항미생물성, 소취성 등을 지닌 금속이온으로 치환된 HAp 세라믹을 수용성 폴리우레탄 코팅제를 이용하여 면섬유에 처리함으로써 면섬유에 다양한 기능성을 부여하고 물리적 특성을 향상시키고자 한다.

2. 실험

2.1. Hydroxyapatite 합성과 치환

0.5 M의 수산화칼슘을 물과 혼합하여 현탁액을 만들고 기계적 교반기를 이용하여 교반하면서 0.3 M의 인산용액을 수산화칼슘 현탁액에 3.2 ml/min의 속도로 적하시켜, 24시간동안 숙성하여 HAp를 제조하였다. 제조된 HAp 현탁액에 AgNO_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 을 첨가하여, 4시간동안 교반하여 양이온 치환하였다. 합성과 치환에 사용된 모든 시약은 시판 1급을 별도의 정제 없이 사용하였다.

2.2. Polyurethane 계 가공제를 이용한 면직물 처리

가공약제는 (주)프로텍스코리아의 비이온 수용성 우레탄 수지(PROTESET NPUR)을 사용하여, 금속이온으로 치환된 HAp(MHAp)를 다양한 농도로 첨가하여 준비하였다. 직물시료는 KS K 0905 표준 면백포를 사용하였다. 가공약제에 면직물을 침지한 후 패딩(80 % wet-pickup), 예비건조(80 °C/90sec), 큐어링(170 °C/60sec)하여 가공하였다.

2.3. 분석

합성된 HAp를 건조하여 결정구조 및 특성을 XRD(PW1700, Philips, X-ray diffractometer)와 FTIR(FTS 165, BIO RED Co.)을 이용하여 분석하였으며, Ca/P 몰비와 치환율을 EDS(energy

dispersive spectroscopy)가 부착된 SEM(scanning electron microscope, JSM-6300, JEOL)을 이용하여 관찰하였다. Particle analyser(Electrophoretic Light Scattering, ELS-8000, OTSUK ELECTRONECS)를 이용하여 입자 사이즈 분포를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

Particle analyser를 이용한 입자 사이즈 분포를 측정한 결과, HAp 입자의 평균 직경은 385 nm로 나타났다. EDS를 이용하여 합성된 HAp의 Ca/P 몰비는 화학양론적비인 1.67 보다 큰 1.88이 나왔다. 이는 합성 중 인산용액이 손실되어 나타난 결과로 생각되며, 그에 따라 초과된 수산화칼슘이 CaO의 형태로 존재하게 된다.[3] HAp와 금속이온의 치환율은 마그네슘이 가장 낮고, 아연이 가장 큰 값을 나타냈는데, 원자의 전기음성도가 치환률에 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있다. Fig. 1은 HAp와 MHAp의 XRD 결정피크를 나타낸 것으로, HAp는 800°C에서 2시간동안 소결시켜 미반응물을 제거하여 사용하였다. MHAp는 순수한 HAp의 특성 피크를 모두 나타내고 있어, 칼슘이온이 금속이온으로 치환되어도 HAp의 결정구조를 유지하고 있음을 알 수 있다. Fig. 2는 FTIR 스펙트럼을 나타낸 것으로 MHAp의 스펙트럼이 순수한 HAp의 스펙트럼과 유사함을 알 수 있다. 스펙트럼에서 1635 cm⁻¹에서 나타나는 작은 피크와 3000-3600 cm⁻¹에서 넓게 나타나는 피크는 HAp 결정들이 수분 또는 히드록시기와 연결되어 바운드된 것을 나타내는데, HAp의 히드록시기에 높은 농도의 칼슘이온과 포스페이트이온을 함유하고 있어 수용액 안에서 유사한 이온들과 이온교환을 할 수 있음을 알 수 있다.[4]

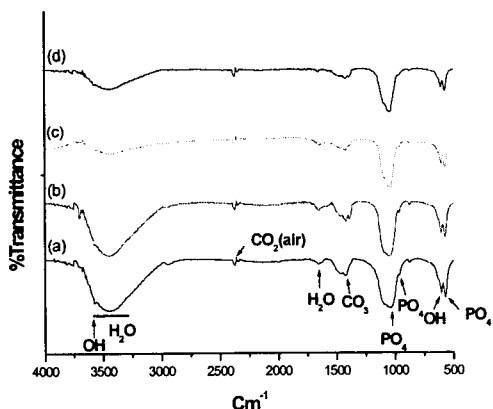


Fig. 1. FTIR spectra of the pure HAp(a), Mg(b), Ag(c), Zn(d) substituted HAp

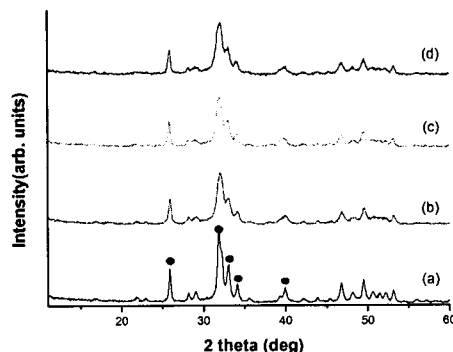


Fig. 2. XRD patterns of the pure HAp(a), Mg(b), Ag(c), Zn(d) substituted HAp

4. 결론

본 실험을 통하여 우수한 생체 친화력과 단백질 흡착 특성을 지니는 Hydroxyapatite의 칼슘이온을 다양한 금속이온으로의 치환을 할 수 있음을 알 수 있고, 또한 치환 후에도 아파타이트와 유사한 결정 특성을 가짐을 알 수 있다. 따라서 수용성 우레탄 수지를 이용하여 면직물에 HAp를 부착시키면, HAp 본래의 특성과 함께 금속이온의 항균성, 소취성 등을 이용한 다양한 기능성 가공을 할 수 있다.

5. 참고 문헌

1. Marina J. Gorbunoff, *Analytical Biochem.* **136**, 425-432 (1984)
2. Szycher, M., "Handbook of Polyurethanes," CRC Press, Boca Raton, (1999)
3. D.M. Liu, H.M. Chou, J.D. Wu, *J. Mater. Sci. Mater. Med.* **5**, 147 (1994)
4. M. Shirkhazaded, M. Azadegan, G.Q. Liu, *Mater. Letters.* **24**, 7-12 (1995)