

환경기능성 하이드록시 아파타이트 복합소재

민병길, 이상철, 왕샤오, 김정환, 임현규

금오공과대학교 신소재시스템공학부

Polymer/(Hydroxy Apatite) Composites for Environmental Application

Byung Gil Min, Sang Cheol Lee, Xiao Wang, Junghwan Kim, Hyunkyu Lim

School of Advanced Materials and System Engineering,

Kumoh National Institute of Technology, Gumi, Korea

1. 서론

최근 환경문제가 심각하게 대두됨에 따라 환경을 정화하는 목적의 소재들이 많이 개발되고 있다. 환경을 오염시키는 요인 중에서도 폐광지역이나 도금산업 등에서 나오는 산업폐수로부터 기인하는 중금속이 식수나 농산물, 한약재 등을 오염시키는 것이 문제가 되어 있다. 중금속을 흡착하는 재료로는 키토산, 알긴산, 히드록시 아파타이트(HAp) 등이 알려져 있다. 그 중에서도 HAp는 Pb, Cd, Zn, U, As, Sb 등 중금속에 대한 흡착제거능이 우수하다.

본 연구에서는 분말상태 무기물인 HAp를 고분자와 복합화시켜 효율적으로 이용할 수 있는 다공질 형태로 가공하는 방법과 중금속 흡착성능을 연구하는 것을 목적으로 하고 있다.

2. 실험

2.1. PVA/HAp 복합 Cryogel 제조

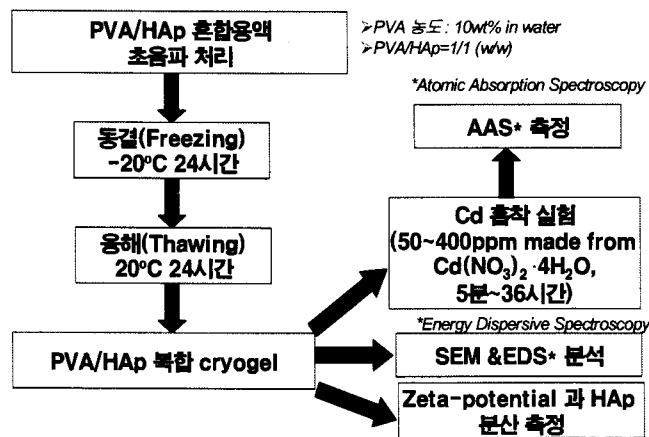


Figure 1. Preparation of PVA/HAp composite cryogel by freeze-thawing method.

2.2. PU/HAp 복합 foam 제조

우레탄 prepolymer인 다우케미칼의 Hypol 3000에 HAp를 혼합시킨 후 물을 발포제로

사용하여 복합 foam을 제조하였다.

2.3. PAN/HAp 복합 섬유 및 bead 제조

HAp 분말을 DMF에 초음파처리로 분산시킨 액에 PAN을 15wt% 농도로 용해시킨 용액을 물속에 직접 습식방사하여 다공성 섬유를 제조하였으며, 비드는 직경 2mm의 노즐로 압출하고 건조한 후 이를 약 2mm길이로 절단하여 제조하였다.

2.4. 중금속 흡착성능 분석

카드뮴(Cd)과 납(Pb) 등 중금속 흡착성능은 복합소재를 일정농도의 중금속염 수용액에 일정시간 침지시킨 후 잔액의 중금속 이온농도를 Atomic Adsorption Spectroscopy로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. PVA/HAp 복합 Cryogel

PVA 수용액으로부터 동결용해(freeze-thawing)법으로 cryogel을 제조할 수 있음은 이미 많이 연구되어 졌다. [1] Hydroxyapatite($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) 즉 HAp는 척추동물의 뼈나 치아의 주성분으로서 인공적으로 합성이 가능한 소재이다. HAp는 생체 친화성이 좋고 뼈에 직접 결합하기 때문에 생체 재료로서 매우 중요한 용도를 가지고 있을 뿐 만 아니라 Pb, Cd 등 다양한 중금속에 대해 우수한 흡착성을 발휘하는 소재로도 알려져 있다.

Figure 1은 PVA/HAp 복합 Cryogel의 내부구조를 보여주는 SEM사진으로서, 다공성 구조가 잘 발달되어 있으며, HAp 분말이 PVA cryogel 속에 잘 고정화되어 있음을 보여준다.

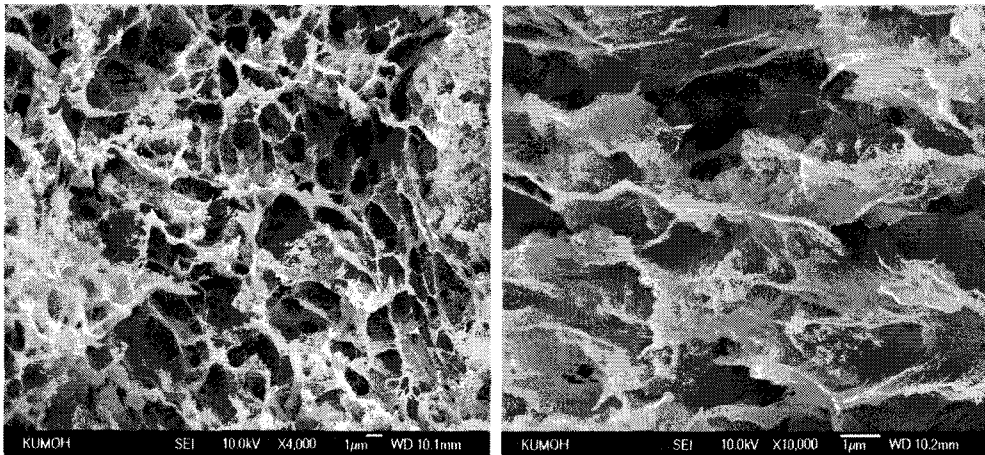


Figure 2. Microporous structure of PVA/HAp composite cryogel, which shows immobilization of HAp powder in PVA matrix.

3.2. PU/HAp 복합 foam

Figure 2는 HAp 함량에 따른 폴리우레탄(PU)/HAp 복합 foam의 내부구조를 관찰한 SEM 사진으로서 거대다공구조가 잘 발달되어 있음을 알 수 있다. 이와 같은 다공성 구조는 중금속 흡착제나 미생물 담체로 사용했을 때 효과적인 구조이다.

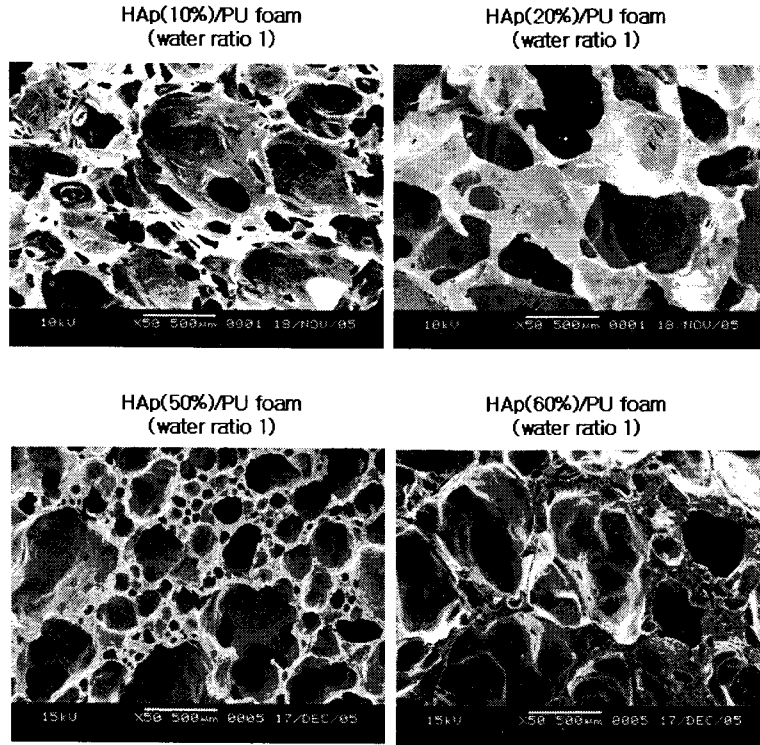


Figure 3. Macroporous structure of PU/HAp composite foam.

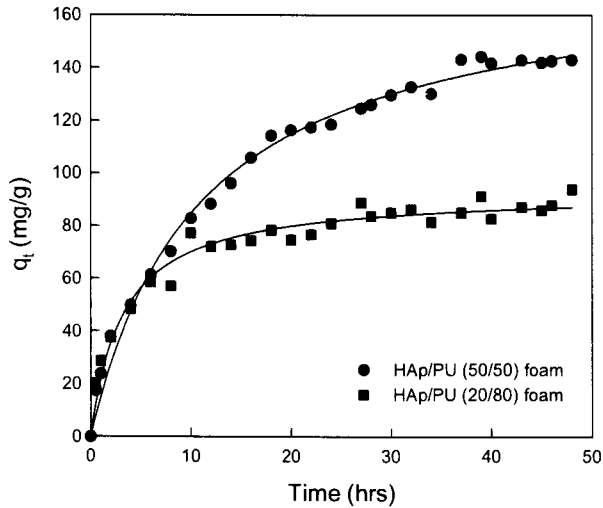


Figure 4. Adsorption amount of Pb^{2+} ion by PU/HAp composite foam.

HAp 함량에 따른 HAp/폴리우레탄 복합 폼의 중금속 제거특성.

◊ 중금속 제거 사이트인 HAp 함량이 많은 HAp(50%)/폴리우레탄 복합 폼의 Pb^{2+} 이온 제거량은 약 140mg/g 으로 제거량이 80mg/g인 HAp(20%)/폴리우레탄 복합 폼 보다 흡착용량이 우수. (그림 1-8.)

HAp(50%)/폴리우레탄 복합 폼의 Pb^{2+} 이온의 농도와 시간에 따른 제거특성.(그림 1-9.)

3.3. PAN/HAp 복합 섬유 및 bead

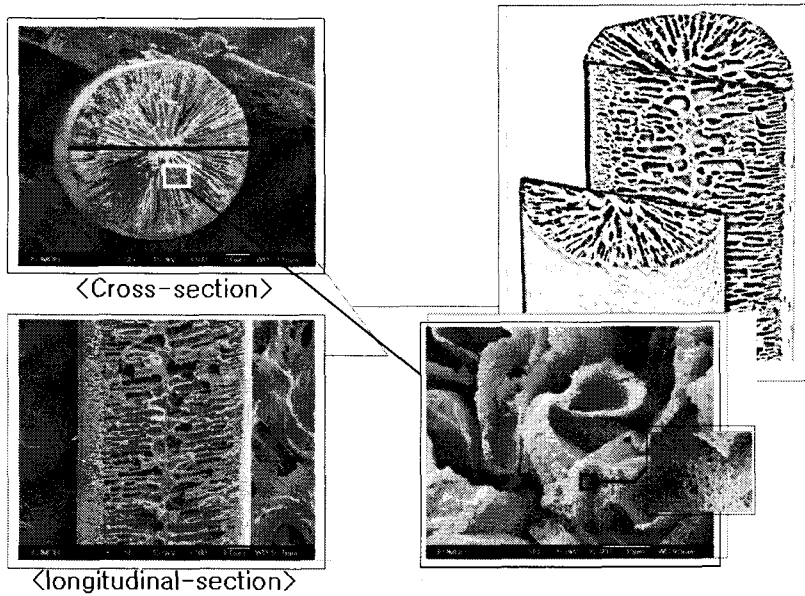


Figure 5. Microporous structure of PAN/HAp composite fiber.

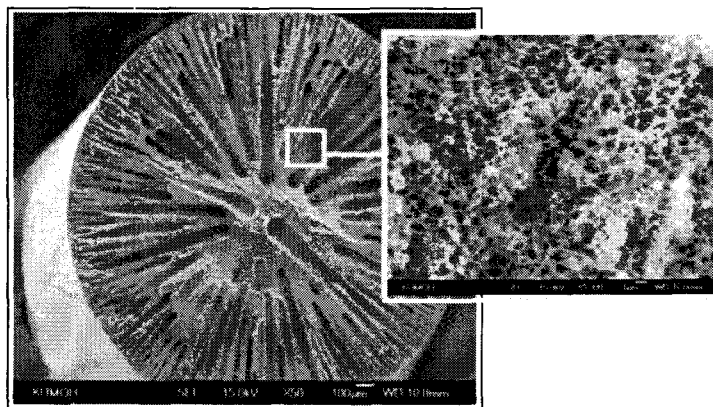


Figure 6. Microporous structure of PAN/HAp composite bead.

4. 결론

HAp 분말을 PVA, PU, PAN 등의 고분자 매트릭스에 각각 cryogel, foam, 습식방사법을 이용하여 성공적으로 고정화시킬 수 있었다. 이들 복합재료들은 모두 다공성이 잘 발달된 구조를 가지고 있어 물속의 중금속을 흡착제거하는 소재로서 유리한 형태를 지니고 있었으며 실제 카드뮴과 납에 대하여 우수한 흡착성을 나타내었다.

5. 감사의 글

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-04) 지원으로 수행되었음.