

표면수식에 의한 실리카겔의 생체활성조절
(Control of Bioactivity for Silica Gel by Surface Modification)

이태현, 조성백*, 황연, 김상배*, 조건준*, 김윤종*
서울산업대학교 재료공학과, *한국지질자원연구원

지금까지 뼈와 결합하는 것으로 알려진 CaO와 SiO₂를 주성분으로 하는 유리 및 결정화유리들은, 생체 내에서 그 표면에 아파타이트 층을 형성하여 이것을 통해 뼈와 결합하는 것으로 알려져 있다. 이러한 결과로부터 적어도 CaO와 SiO₂를 함유하는 무기질 유리 및, 결정화 유리에 관한 한 이들의 물질이 생체활성을 나타내는 필수조건은, 생체 내에서 그 표면에 뼈와 유사한 조성과 구조를 가지는 아파타이트 층을 형성하는 것이라고 알려져 있다.

본 연구에서는 새로운 표면 생체활성 재료를 설계하기 위한 지침을 얻고자 졸겔법을 사용하여 순수한 실리카 겔을 합성하고 그 표면을 여러 가지 농도의 칼슘용액으로 수식하여 생체활성을 조절하고자 하였다.

TEOS의 가수분해 및 중축합 반응을 이용하여 실리카 겔을 합성하였다. 습윤 겔의 표면부근에 칼슘이온이 농축되도록 하기 위하여 칼슘용액에 습윤 겔을 4시간 동안 침적시킨 후 칼슘용액을 제거하고, 건조 및 열처리를 행하였다. 이처럼 칼슘이온으로 표면수식한 실리카 겔을 세 포나 단백질을 포함하지 않는 의사체액 중에 침적하여 그 표면의 변화를 XRD, SEM, FT-IR 등으로 조사하였다.

순수한 실리카겔인 경우 의사체액에 2주정도 침적하였을 때 아파타이트 층을 형성하는 데 반해, 칼슘으로 표면을 수식한 실리카겔의 경우는 아파타이트 형성속도가 빨라져 5일 이내에 표면 전체를 아파타이트가 피복하며, 칼슘용액의 농도가 짙을수록 아파타이트 형성속도도 빨라짐을 알 수 있었다. 순수한 실리카 겔인 경우는 특정한 구조를 가지는 수화실리케이트 이온이 그 표면에 형성될 때까지 시간이 필요하여 아파타이트 핵형성 기간이 길어지나, 칼슘으로 표면을 수식한 실리카 겔은 겔로부터 용출한 칼슘이온이 주위체액의 아파타이트에 대한 과포화도를 높이고, 표면에 형성된 수화 실리케이트이온이 아파타이트에 대해서 특별히 작은 계면에너지를 제공함으로써 재료표면에서의 아파타이트의 불균일 핵생성이 유리되는 것으로 사료되었다. 또한 순수한 전자에 비해 후자의 경우가 용출된 칼슘이온에 의한 과포화도 증가의 효과가 커짐으로써 아파타이트 형성속도가 빨라진 것으로 사료되었다. 이러한 사실로부터 주위 체액의 아파타이트에 대한 과포화도를 높이기 위해 재료로부터 Ca이온이 용출되고, 표면에 수화 실리케이트 이온과 같은 관능기(functional groups)가 존재하여 아파타이트에 대해서 특별히 작은 계면에너지를 제공할 수 있도록 재료가 설계된다면 그 재료는 생체활성을 나타낼 수 있다는 것을 알 수 있었다.