

# XAFS を用いた機能性元素添加アパタイトの構造評価

## Structural evaluation of functional element additive apatite by XAFS

西尾祐規<sup>1</sup>、佐藤充孝<sup>2</sup>、村田秀信<sup>3</sup>、松永克志<sup>3</sup>、中平敦<sup>1,2</sup>

1 阪府大、2 東北大金研大阪、3 京大

### [緒言]

ハイドロキシアパタイト(HAp;  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ )は、骨や歯の無機成分化合物であり、優れた生体親和性を有し、生体材料として臨床応用されている。また、イオン交換能を有することから生体材料に限らず、触媒やタンパク質吸着剤等に応用されている。しかし、現在扱われている HAp は溶解性が乏しく、生体内に残存するといった問題点があり、これまで様々なイオン添加の研究が報告されてきた。そこで骨代謝に重要な役割を果たす Mg に着目し添加を試みた。Mg 添加 HAp の合成法として共沈法や水熱法が挙げられるが、短時間で合成可能であるマイクロ波水熱法に着目した。本研究では HAp への Mg 添加を試み、その局所構造について XAFS 等を用いて評価を行った。

### [実験]

出発原料は Ca 源として  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 、P 源として  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 、Mg 源として  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  を用いた。Mg 添加量は 0.5, 10, 15 mol% とし、共沈法により HAp 前駆体を合成後、出力 600 W、 $150^\circ\text{C}$  の条件下で 10 分間マイクロ波水熱処理を施した。水熱処理後、1 時間放冷し、得られた生成物をろ過、乾燥させ試料とした。得られた試料は、XRD、ICP、XAFS 等を用いて評価した。

### [結果]

XRD 測定結果から、すべての Mg 添加量において HAp 単一相であり、Mg 添加量増加に伴って結晶性の低下が確認された。また格子定数を算出した結果、Mg 添加量増加に伴い、c 軸が減少していることが確認された。これは  $\text{Ca}^{2+}$  (0.99 Å) と  $\text{Mg}^{2+}$  (0.65 Å) のイオン半径差が原因であると考えられる。ICP の元素分析の結果、Ca/P 比の低下、Mg 存在量の増加が確認された。これらの結果から Mg が HAp 構造中に固溶したことが示唆された。次に、得られた試料について Ca-K 殻の XAFS 測定を行った結果、標準試料として測定した市販の HAp と比較して、XANES スペクトルに変化は見られず、価数等の変化は生じていないことが明らかとなった。また、EXAFS スペクトルから Ca-O 結合距離を算出した結果、Mg 添加により Ca-O 結合距離が変化していることが確認され、Ca 原子近傍の局所構造に影響を及ぼしたと考えられる。

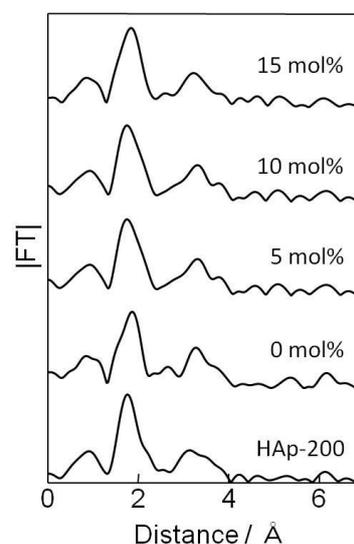


Fig. Ca-K edge FT-EXAFS ( $k^3\chi(k)$ ) spectra of HAp/Mg (0, 5, 10, 15 mol%) powders and commercial HAp.