

# XAFS による Fe 添加 HAp の局所構造評価

(東北大学・金研大阪センター) 佐藤 充孝、  
(東北大学・金研大阪センター、大阪府立大学) 中平 敦

## 緒言

ハイドロキシアパタイト( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , HAp)は、人間の骨や歯などの無機成分と同じであることから、HAp は非毒性であり、さらにイオン交換能にも優れた物質でもある。これら HAp が持つ優れた特性を生かし、これまでに Mn, Zn, Fe, Si, などの様々なイオンを添加した HAp が作製され、硬組織代替材料としてのみでなく、薬物輸送材料(Drug Delivery System, DDS)および重金属除去を目的とした環境材料としての応用展開が進められてきている。

DDS 材料には、安全性はもちろんのこと、病変部位等の目的とする場所に効率よく、正確に運ぶことが要求される。そのため、本研究では HAp に強磁性元素を添加し、外部磁場により生体内での行動の制御が可能な新規 DDS 材料の開発を試みた。

## 実験方法

出発原料として硝酸カルシウム四水和物( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )、リン酸水素二アンモニウム( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ )および塩化鉄(III)六水和物( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )を用い、0.1 mol/l の水溶液とした。溶液の pH を調整後に湿式法、水熱法、マイクロ波水熱法を用いて合成した。溶液を吸引濾過し、323 K にて 24 時間乾燥後、粉碎することにより試料を得た。Ca/P 比( $R_{\text{Ca/P}}$ )を 0.5 ~ 1.67、Fe 添加量( $R_{\text{Fe}}$ )を Ca 水溶液量に対して  $R_{\text{Fe}} = 0 \sim 50 \text{ mol}\%$ となるように調節した。また、得られた粉末に対して 873 ~ 1473 K で 2 時間の熱処理を行った。得られた試料に対し、粉末 X 線回折(XRD)による相同定、走査電子顕微鏡(SEM)による組織観察、振動試料型磁力計(VSM)による磁気特性、XAFS による局所構造をそれぞれ評価した。

## 結果

湿式法により合成した、Fe 添加リン酸カルシウム粉末の Ca-K 殻および Fe-K 殻の XAFS 測定を行ったところ、 $R_{\text{Fe}} = 0 \sim 50 \text{ mol}\%$ の添加量において、標準試料として測定した市販の HAp のスペクトルと比較して、Ca-K の吸収スペクトルに変化は得られなかったことから、Fe 添加による Ca 原子近傍の局所構造に変化は生じていないことが明らかになった。一方、Fe-K 殻の吸収スペクトルでは、 $R_{\text{Fe}} = 1$  および 5 mol%の添加において、得られたスペクトルから Fe 原子近傍の局所構造はアモルファス構造であることが明らかとなった。