The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	骨無機質内の非晶質及びアパタイト結晶に関するX線結晶学的研究
Author(s)	青葉, 孝昭
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/32361
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【1】

氏名・(本籍)	青葉孝昭
学位の種類	歯学博士
学位記番号	第 4342 号
学位授与の日付	昭和53年6月19日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	**骨無機質内の非晶質及びアパタイト結晶に関するX線結晶学的研究** **Ⅰ．非晶質リン酸カルシウムからアパタイト結晶への転化過程** **Ⅱ．非晶質成分の定量に及ぼすアパタイトの結晶格子の乱れの影響** **Ⅲ．骨アパタイトの結晶格子の乱れとその原因**
論文審査委員	(主査) 教授 八木 俊雄 (副査) 教授 赤井三千男 教授 祖父江鎮雄 助教授 中川 皓文 助教授 森脇 豊

論文内容の要旨

骨の組成に関する従来の研究では，骨無機質はアパタイト結晶（ＣＡと略す）以外に30～40％（重量比）もの非晶質リン酸カルシウム（ＡＣＰと略す）を含んでいると考えられてきた。また，in vitroの実験ではＡＣＰがＣＡに転化することが知られており，骨アパタイトの形成過程についてもこの転化の現象によって説明されてきた。しかしながら，溶液中では極めて不安定な存在であるＡＣＰが骨組織内で長期間安定に存在し得るとは考えられないことを理由として，骨無機質内でのＡＣＰの存在に否定的な見解も報告されている。

本研究では骨無機質内でのＡＣＰの存在について考察を進める目的で，in vitroでのACPからCAへの転化過程（以下転化過程と記す）及び骨無機質の性状について，主にＸ線回折法を用いて結晶学的な検討を加えた。まず，転化過程でみられるpeak area（回折線強度）及び表面積の変化を調べた実験から，転化過程ではＡＣＰはいったん溶解し，ＣＡの核形成が新たに生じていることが明らかにされた。その際，ＡＣＰはＣＡの核形成に必要なCa^{2+}とPO_4^{3-}の供給源の役割を果していると考えられた。また，転化過程で得られたＣＡの結晶性について，その（００２）回折線プロファイルをフーリエ及びバリアンス解析することにより，結晶子の大きさと格子の乱れを区別して評価した。その結果，ＡＣＰから転化したＣＡは微細な結晶で，大きな格子の乱れをもつことが確められた。また，反応時間とともに結晶子は大きくなり，格子の乱れは減少することも明らかにされた。この格子の乱れの原因としては，ＣＡ格子内のCa^{2+}の欠落や，水分子やHPO_4^{2-}などの置換による原子配置の乱れが考えられた。つぎに，F^-，CO_3^{2-}，Sr^{2+}，Mg^{2+} の各イオンを合成時の溶液に添加した実験から，CO_3^{2-}，Sr^{2+}，Mg^{2+}はＡＣＰを安定化させる作用をもつことが確められた。ただし，本実験条件下で

ＡＣＰが安定に存在しえた期間は最も長い場合でも約30時間であった。なお，Ca^{2+}よりイオン半径の大きいSr^{2+}や，PO_4^{3-}と構造の異なるCO_3^{2-}がＣＡ格子内のCa^{2+}，PO_4^{3-}と各々置換することにより，ＣＡの原子配置の乱れを一層大きくすることも確められた。

以上の実験結果に基づき，従来用いられてきた骨無機質内のＡＣＰの定量方法の問題点について検討を加えた。これまでの定量方法は骨アパタイトからのＸ線散乱がＸ線回折像のpeak areaに寄与し，ＡＣＰからのＸ線散乱がバックグランドに寄与するという考え方に基づいている。しかしながら，転化過程でみられたpeak areaとＣＡの格子の乱れの変化を比較した結果から，peak areaの大きさは試料内のＣＡとＡＣＰとの比率のみに依存するものではなく，ＣＡの格子の乱れにも依存していることが確められた。さらに，ＣＡの格子の乱れが大きくなるとＸ線回折像のバックグランドレベルは高くなり，両者の間には直線関係が認められた。これらの結果から，格子の乱れをもつＣＡからのＸ線散乱はその一部が散漫な散乱となり，ＡＣＰからの散乱とともにバックグランドに寄与していることが明らかにされた。

最後に，ヒト顎骨及びラット脛骨を試料として，骨アパタイトの結晶性を評価し，格子の乱れの原因について検討を加えた。その結果，骨アパタイトは微細なうえに大きな格子の乱れをもつことが確められた。さらに，増齢に伴って結晶子は大きくなり，格子の乱れは減少することも確められた。なお，骨試料を電子顕微鏡により観察した結果では，球状もしくは板状のアパタイト結晶は認められたが，ＡＣＰ粒子については認められなかった。また，in vitroの実験において，溶液中のCO_3^{2-}濃度が高いほど得られたＣＡは結晶性及び電子顕微鏡像のうえで骨アパタイトに類似した特徴を示し，その結晶格子内に置換したCO_3^{2-}量は多く，格子の乱れも大きくなることが確められた。

本研究結果から，ヒト顎骨及びラット脛骨アパタイトは微細なうえに大きな格子の乱れをもち，この格子の乱れの原因としてはCO_3^{2-}が重要な役割を果していると考えられる。さらに，従来報告されている骨無機質内の非晶質成分量は，骨アパタイトの格子の乱れの影響を含んだ過剰に見積られた値であり，非晶質成分が無機質内に存在する可能性は少ないと考えられる。

論文の審査結果の要旨

本研究はＸ線回折法を用いて，骨無機質の性状に関して結晶学的検討を加えたものである。

その結果，骨アパタイトは微細で，大きな結晶格子の乱れをもつことを証明した。さらに本研究では，アパタイト結晶の格子の乱れが従来用いられてきた非晶質成分の定量方法に影響を及ぼしており，骨無機質内に非晶質成分が存在する可能性は少ないことを明らかにした。

以上の如く，本研究は骨の性状ならびに石灰化機構を解明するうえで重要な知見を得たものとして，価値ある業績であると認める。

よって，本研究者は歯学博士の学位を得る資格があると認める。