

A-13

オクタカルシウムリン酸塩/アパタイト複合結晶-コラーゲン複合体の 結晶含有率と機械的性質

○飯島まゆみ, 若松宣一, 亀水秀男, 駒田裕子, 足立正徳, 土井 豊 (朝日大・歯・理工)

Mechanical property of octacalcium phosphate (OCP)/apatite-type I collagen composite with various mineral content / Iijima M, Wakamatsu N, Kamemizu H, Komada Y, Adachi M, Doi Y (Asahi Univ.): We have been developing an osteoconductive composite with high strength and toughness, using octacalcium phosphate (OCP)/apatite crystal and type I collagen. In this study, OCP/apatite-type collagen composite with various crystal content was consolidated using a warm isostatic pressing (WIP) under dry and wet conditions. Flexural behavior of the consolidated blocks was studied by 3-point bending tests. It was found that strength and toughness decreased, while, Young's modulus increased with an increase in the crystal content.

[緒言] 高い靱性と強度を有する骨代替材の開発を目指して、アスペクト比の大きいオクタカルシウムリン酸塩(OCP)/アパタイト複合結晶と再線維化コラーゲンから成る複合体を作製している。これまで、4つの成形条件(乾燥条件と湿潤条件, Warm Isostatic Pressing (WIP)と Cold Isostatic Pressing(CIP)の組み合わせ)で加圧成形した複合体の3点曲げ試験を行ってきた。その結果、曲げ強さと靱性は、湿潤条件でWIP成形(湿潤WIP)することにより増加し、Young率は、乾燥条件でWIP成形(乾燥WIP)することにより向上することが明らかになった。これまでの複合体の結晶含有率は37%であった。今回は、結晶含有率の異なる複合体を作製し、結晶含有率と加圧成形体の機械的性質の関係を調べた。

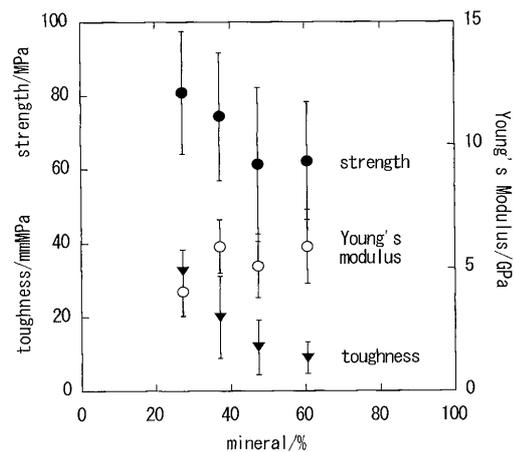
[材料および方法]

材料：既報¹⁾に示した方法により、OCP/アパタイト複合結晶混合率30~70%でコラーゲンの再線維化・架橋を行なって複合体を作製した。成形体の作製：乾燥WIP法および湿潤WIP法で成形体を作製した。即ち、凍結乾燥した複合体約10mgを2x10mmの金型に充填し、乾燥条件ではそのまま、湿潤条件では蒸留水により湿潤化して予備成形後、40℃、200MPaで30分間WIP成形した。曲げ試験：3点曲げ試験(EZ graph, 島津製作所)を、クロスヘッドスピード0.5mm/min, スパン5mm, 大気中で行なった。評価方法：成形体の曲げ挙動を荷重(N)より算出した応力(MPa)-変位(mm)曲線で表し、その最大荷重から曲げ強さを求めた。成形体は、応力による変形の初期に弾性的な挙動を示し、その後、最大応力に達するまで非線形的な変位を続ける。その後も破断せず、下部支点到に支えられた状態で変位が続くため、破断点を示さない。そこで、靱性の指標として、変位0mmから最大応力に達した時点の変位(mm)までの応力-変位曲線の面積(mmMPa)を用いた。Young率は、初期の線形領域の勾配を用いて計算した。曲げ試験後の成形体の結晶含有率を熱重量分析法(TG8120, リガク)により求め、結晶含有率と成形体の曲げ強さ、靱性、Young率の関係を調べた。

[結果および考察]

結晶含有率27%~60%の複合体の乾燥WIP成形体の曲げ強さ、靱性およびYoung率を下図に示す。結晶含有率が27%から60%まで増えると、強さは約3/4、靱性は約1/3となったが、Young率は約1.5倍になった。結晶含有率増加による強度の低下は、湿潤WIP成形体において顕著であった。即ち、結晶含有率27%では108±15MPa、60%では57±15MPaであった。靱性は結晶含有率27%では33±15mmMPa、60%では25±6mmMPa、Young率は27%では2.2±0.4GPa、60%では2.8±0.4GPaとなり、大きな変化は見られなかった。このように、強度と靱性を向上するには、結晶含有率を下げる事が有効であった。

結晶含有率増加に伴う強度の減少は、本複合体で用いた結晶の形態とサイズに関連すると考えられた。即ち、OCP/アパタイト複合結晶は約2×30μmのリボン状であることから、結晶含有率が大きいと、結晶がコラーゲンマトリックスの一体化を阻害するため、成形体が脆弱となるが、少ない結晶量でもコラーゲンマトリックスの強さと靱性の向上に有効に働くかと推察された。



[文献]

1) M.Iijima, N.Wakamatsu, H.Kamemizu, M.Adachi, Y.Doi, J Ceramic Soc Jpn, 2008; 116: 316-319; Arch BioCeramic Res, 2009; 9: 339-342