

A-18

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、成形条件と機械的性質

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

Mechanical property of octacalcium phosphate (OCP)/apatite-type I collagen composite with various mineral content - influence of pressing condition / Iijima M, Wakamatsu N, Kamemizu H, Komada Y, Doi Y (Asahi Univ.): We have been studying mechanical property of octacalcium phosphate (OCP)/apatite crystal and type I collagen composite. In this study, OCP/apatite-type collagen composite with various crystal content was consolidated using a warm isostatic pressing (WIP) under wet conditions. Flexural behavior of the consolidated blocks was studied by 3-point bending tests. It was found that strength and toughness decreased with an increase in the crystal content. While, Young's modulus increased up to about 40% crystal and then decreased.

[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の機械的性質と加圧成形条件の関連を調べている。今回は、湿潤条件でWIP成形(湿潤WIP)を行い、加圧成形体の機械的性質と結晶含有率の関係を調べた。さらに、乾燥WIPの場合と比較した。

[材料および方法]

既報¹⁾に示した方法により、OCP/アパタイト複合結晶の混合率15~60%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。凍結乾燥した複合体約10mgを2x10mmの金型に充填し、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。成形体を大気中で自然乾燥した後、3点曲げ試験を、クロスヘッドスピード0.5mm/min、スパン5mmで行なった。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、明瞭な破断点を示さない。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。

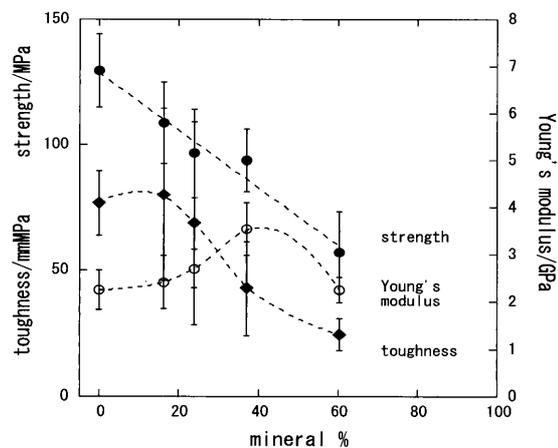
[結果および考察]

コラーゲン単体と結晶含有率15%~60%の複合体の湿潤WIP成形体の曲げ強さ、靱性およびYoung率を図に示す。成形体の曲げ強さと靱性は、コラーゲン単体では、それぞれ、129.6±15MPaおよび77±13mmMPaであったが、曲げ強さと靱性は、結晶含有率増加と共に減少した。結晶含有率60%では強度と靱性はそれ

ぞれ、57±16MPaおよび25±6mmMPaとなった。Young率は、結晶含有率40%までは結晶添加により増加し、それ以上増えると低下した。即ち、コラーゲン単体では2.2±0.4GPa、結晶含有率40%では3.5±0.5GPa、60%では2.2±0.3GPaとなった。

一方、乾燥WIP成形体の曲げ強さと靱性は、結晶含有率30%までは増加し、それ以上では減少した。Young率は、結晶含有率40%までは結晶添加により増加し、それ以上増えても変わらなかった。結晶によるYoung率向上は、乾燥条件において顕著であった。

湿潤条件では、コラーゲン単体および結晶含有率が小さい複合体のWIP成形体の強さと靱性は、乾燥WIP成形体の5倍および2~3倍であった。これらの事と成形体の組織観察から、湿潤条件ではコラーゲンマトリックスの一体化が良好なため強いが、結晶の凝集塊が破壊の起点となったため、結晶含有率増加に伴って強度と靱性が低下した；乾燥条件では、本来コラーゲンマトリックスの一体化が悪いが、結晶含有率が小さい領域では、結晶が成形体の強化材として働いたため、強度と靱性が向上したと考えられた。



[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