

P-32

オクタカルシウムリン酸塩(OCP)/アパタイト複合結晶とコラーゲン複合体の曲げ挙動
-温水等方圧プレスの効果-

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

Flexural behavior of octacalcium phosphate (OCP)/apatite-type I collagen composite consolidated by warm isostatic pressing / Iijima M, Wakamatu N, Kamemizu H, Adachi M, Doi Y. (Asahi Univ.): We have been developing an osteoconductive composite, using octacalcium phosphate (OCP)/apatite crystal and collagen. Our previous study has demonstrated that crystals with large aspect ratio and consolidation under wet condition were critical to improve the load-bearing properties of the composite. In this study, OCP/apatite-type I collagen composite was consolidated using a warm isostatic pressing (WIP) instrument and the flexural behavior of the consolidated blocks were studied by 3-point bending tests. It was found that the consolidation temperature and wetness were critical to increase the strength and toughness.

[緒言]

高い靱性と強度を有する骨代替材の開発を目的として、オクタカルシウムリン酸塩(OCP)/アパタイト複合結晶と再繊維化コラーゲンから成る複合体を作製している^{1, 2)}。結晶成分にアスペクト比の大きい結晶を用いることにより、コラーゲン単体よりも曲げ強さが大きく、且つ、コラーゲン単体同様の靱性を持つ複合体が得られた²⁾。複合体の曲げ挙動とそれらのSEM観察から、コラーゲン基質を構成する繊維の配列状態や緻密さが曲げ挙動を支配する因子の1つと考えられた。水で湿潤した架橋高分子ゲルには、熱エネルギーを機械エネルギーに変換する機能があるため、応力をかけると可塑性を示すことが知られている³⁾。このことから、湿潤状態にあるコラーゲン基質を加温下で加圧するとコラーゲン繊維のパッキングが緻密になり、機械的性質の向上に繋がると予想された。そこで、本研究では、温水等方圧プレス warm isostatic pressing (WIP)により加圧成形した複合体の機械的性質を3点曲げ試験により評価し、冷間静水等方圧プレス cold isostatic pressing (CIP)で成形した場合の曲げ挙動との相違およびWIP成形の効果を検討した。

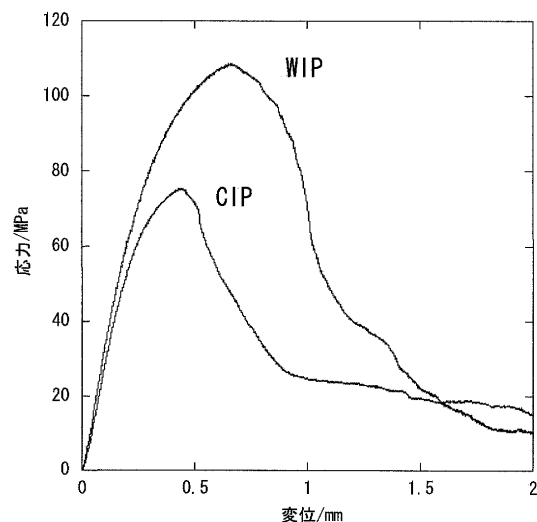
[材料および方法]

材料：既報¹⁾に示した方法により作製したOCP/アパタイト複合結晶とコラーゲンの複合体(コラーゲン含有率約60%)およびコラーゲン単体試料として、ウシのアキレス腱を用いた。成形体の作製：凍結乾燥した複合体およびアキレス腱切片約10mgを2x10mmの金型に充填し、蒸留水で湿潤化させた。予備成形後、40℃、200MPaで30分間WIP成形した。比較として、同一条件で作製した試料を室温約20℃にてCIP成形した。曲げ試験：3点曲げ試験(EZ graph, 島津製作所)は、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。曲げ挙動の評価は、成形体の曲げ強さ、靱性、Young率を用いて行った。

[結果および考察]

下図にWIPおよびCIPで加圧成形した複合体の曲げ挙動の一例を示す。WIPで加圧成形する事により、強さは約1.4倍、靱性は約2倍、Young率は約1.3倍になった。ウシのアキレス腱においても、WIPで加圧成形することにより強さ、靱性、Young率共に増加した。このように、加温湿潤条件で加圧することは、複合体の機械的性質の向上に一定の効果があることがわかった。これは、コラーゲン繊維同士の一体化が促進され、コラーゲン基質がより緻密となったためと考えられる。



[文献]

- 1) Iijima M, Wakamatsu N, Kamemizu H, Adachi M, Doi Y, J Ceramic Soc Jpn, 2008; 116: 316-319
- 2) Iijima M, Wakamatsu N, Kamemizu H, Adachi M, Doi Y, Arch BioCeramic Res, 2009; 9: 339-342
- 3) 普及版ゲルハンドブック. NTS; 2003. p142-151.