

論 文 内 容 要 旨

題 目

Bone Ingrowth to Ti Fibre Knit Block with High Deformability

(高い変形能を示すチタン繊維編物内部への骨成長)

著 者

邊見 蓉子

内容要旨

【緒言】 チタンを骨欠損部充填材とするには、弾性率を低下させ、変形能を向上させる必要がある。チタン粉体焼結多孔体は低弾性率だが、変形能の向上が必要である。本研究では、プレス成形により高い変形能を示す3次元多孔性チタン編物を開発した。本論文では、3種類の気孔率を示すチタン編物の圧縮変形挙動と、家兔の骨欠損部に埋植した際の骨伝導能を評価した。

【方法】 直径約150  $\mu\text{m}$ のチタン線を筒状に製編後、直径3 mm/高さ3 mmにプレス成形し、気孔率A:88%, B:69%, C:50%の3種類のチタン編物を作製した。軸方向に50 Nの圧縮荷重を加えて弾性率と変形挙動を評価した。骨伝導能評価のため、家兔の脛骨に欠損を設置し、試料を埋植後、4週および12週で犠死させ、レジン包埋した試料をマイクロX線CTで撮影し、欠損部体積に対する新生骨の体積率を求めた。また、組織切片を染色後観察し、新生骨の面積率を算出した。

【結果】 気孔率の高い試料ほど軸方向に大きな変形能を示した。A, B試料では座屈を認め、特にA試料で顕著だったが、C試料では認められなかった。弾性率は気孔率の影響を受けず約1 GPaであった。CT画像解析より、埋植4週後では気孔率が小さいほど新生骨が増加し、C試料では骨欠損部をほぼ充填していた。12週後では、B試料のみ新生骨が増加を示し、C試料と同等となったが、欠損部を充填しきれてはいなかった。切片を解析した結果、4週ではC試料が有意に高い新生骨量を、12週ではBとCで同等の骨形成量を示し、CT画像解析結果と同じ傾向を認めたが、新生骨量はCT画像解析結果より小さかった。

【考察】 プレスによる編物の圧縮が大きくなるほど、軸と平行に配向する繊維の割合は減少する。主にこの平行な繊維が負荷時に変形を示すことから、平行な繊維の数が同等であれば気孔率と無関係に同等の弾性率を示すと考えられた。気孔率によって新生骨形成に違いが生じた原因は、高気孔率試料の気孔サイズが、周囲からの骨の成長に適切なサイズより大きかったのに対し、低気孔率試料では適切なサイズであったためと考えられた。新生骨の体積率と面積率に差があった1つの理由として、新生骨が試料表面から内部に成長するため、試料中心部では新生骨形成が遅れることが挙げられる。そのため、切片の切断位置によって試料表面近傍領域と試料中心部近傍領域の比率が変化し、新生骨の面積率が変化する。CTを用いた3次元解析はこの変動を回避できる点で定量性に優れていると考えられた。

【結論】 本研究で作製したチタン編物は、骨よりも低い弾性率を示し、気孔率によって骨伝導能と変形能を制御できた。高い変形能を示す高気孔率試料を骨欠損部へ充填することで、気孔率が減少し、高い骨伝導能を示す可能性が示された。