

大学院口腔科学教育部研究奨励賞研究成果報告書

口腔科学教育部口腔科学専攻 4年
生体材料工学分野 (氏名) 邊見 蓉子

研究課題名 三次元多孔性チタン織物の開発

1. 研究目的と成果内容

【研究目的】 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 μm 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。

【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。

2. 自己評価

変形能および骨伝導能を有した骨欠損部へ充填可能なチタン多孔体の新規材料の開発にあたり、本研究では材料特性および骨伝導能の評価を実施した。結果より、全ての気孔率において、骨に近似した弾性率と大きな変形能を有することが明らかとなった。本研究の結果を指標に、変形能および骨伝導能に適した気孔率を考慮した更なる材料設計について今後検討したい。

3. 学会発表

国内学会

「三次元多孔性チタン織物の機械的特性と骨伝導能」

第4回日本バイオマテリアル学会中四国シンポジウム, 徳島大学蔵本キャンパス(徳島市), 2月16日, 2016年, 口頭発表

邊見蓉子, 内藤禎人, 神保良, 神野洋平, 関根一光, 浜田賢一

「骨欠損部に充填する三次元多孔性チタン織物の開発」

第67回日本歯科理工学会学術講演会, 九州大学(福岡市), 4月17日, 2016年, ポスター発表

邊見蓉子, 内藤禎人, 関根一光, 浜田賢一

「高い変形能を示す多孔性チタン織物の骨伝導能」

第159回日本金属学会秋季講演大会, 大阪大学豊中キャンパス, 9月22日, 2016年, 口頭発表

邊見蓉子, 関根一光, 神野洋平, 神保良, 内藤禎人, 友竹偉則, 浜田賢一

「家兔の骨欠損部に充填した3次元多孔性チタン織物の骨再生能」

第43回日本臨床バイオメカニクス学会, 北海道立道民活動センターかでの2・7(札幌市), 10月8日, 2016年, 口頭発表

邊見蓉子, 内藤禎人, 神保良, 関根一光, 浜田賢一

「3次元多孔性チタン織物の変形能と in vivo における骨伝導能」

日本バイオマテリアル学会シンポジウム2016, 福岡国際会議場(福岡市), 11月21日, 2016年, ポスター発表

邊見蓉子, 内藤禎人, 神保良, 神野洋平, 関根一光, 浜田賢一

国際学会

International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials 2016
(Thermec' 2016), Graz, Austria, June 1, 2016, ポスター発表

"Development of three-dimensional porous titanium web for bone defect filling"

Yoko Henmi

4. 論文

"Bone Ingrowth to Ti Fibre Knit Block with High Deformability"

Yoko Henmi, Yoshihito Naito, Ryo Jimbo, Yohei Jinno, Kazumitsu Sekine, Kenichi
Hamada

Journal of Oral & Maxillofacial Research 2016;7(4):e2