

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 2 日現在

機関番号：33902

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22792075

研究課題名（和文）骨形成因子徐放性を有する矯正用セラミックスミニスクリューインプラントの開発

研究課題名（英文）The development of ceramic miniscrew for orthodontic treatment with osteoconductive factor.

研究代表者 川口 美須津 (KAWAGUCHI MISUZU)

愛知学院大学・歯学部・助教

研究者番号：40532643

研究成果の概要（和文）：矯正治療を行うにあたり重要となる、固定源として用いるアンカースクリューの成功率をさらに高めるため、骨伝導能を有し、生体親和性に優れるセラミックスミニスクリューインプラントを開発することを目的とした。材料にはジルコニアを選定し、ウサギ大腿骨に植立を行った。その結果、ジルコニアは矯正用アンカースクリューとして十分応用の可能性があることが推察された。

研究成果の概要（英文）：The anchor screw is important as anchorage of the orthodontic treatment. Then the purpose of this study is to develop new miniscrew implant materials for increasing the success rate. Thus, we focused on zirconia for miniscrew materials. The cylinder shaped zirconia, titanium or a titanium-vanadium miniscrew were implanted to the rabbit femur bone. The pull-out test was performed titanium as a control. This study, it is suggested that the zirconia implant materials may be possibility for orthodontic miniscrew.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：歯科矯正学

科研費の分科・細目：歯学、矯正・小児系歯学

キーワード：歯学、歯科矯正学、矯正用インプラントアンカー

## 1. 研究開始当初の背景

近年、絶対的な固定源として骨に固定源を求める、スケルタルアンカレッジが用いられるようになってきた。このスケルタルアンカレッジの発展は、治療目標の高度化や治療期間の短縮など、矯正臨床の飛躍的な技術向上につながっている。

現在、外科的侵襲の少なさと植立手術の簡便さからミニスクリータイプが多用されているが、その成功率は我々の臨床研究の結果より約 75～80%であり、Miyawaki らの報告と同様であった。そこで、この成功率をさらに高めるための方法として、骨伝導能を有し、生体親和性に優れるセラミックスミニスクリーインプラントの考案に至った。さらに、このセラミックスミニスクリーインプラントとの骨接触面を増加させ、強固な骨結合が得られるように骨形成因子の複合化も考慮した。

また、現在用いられているミニスクリーはすべて金属製であり、生体内での金属イオン漏出がアレルギーなどの原因になる可能性は否定できない。

そこで、現在用いられている金属性ミニスクリーと発想を異にし、生体親和性が極めて高いセラミックスを用い、かつ BMP を含有して骨形成能を高めたミニスクリーインプラント開発の着想に至った。

## 2. 研究の目的

(1) 近年絶対的な固定源として骨に固定源を求めるスケルタルアンカレッジが用いられるようになっており、治療目標の高度化や治療期間の短縮など矯正治療の飛躍的な向上につながっている。この成功率を更に高めるための方法として、骨伝導能を有し、生体親和性に優れたセラミックスミニスクリーイン

プラントと骨形成因子BMPを複合化させ、骨形成因子徐放性を有する矯正用セラミックスミニスクリーインプラントの開発を目的とした。

(2) 将来ヒト口腔内で用いることを想定し、患者の立場に立った矯正用インプラントアンカーの植立部位や種類、形状について検討することも目的とした。

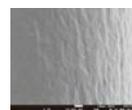
## 3. 研究の方法

(1) 強固な固定源となる力を発揮する材料の選定を行った。インプラント体の材料として、ジルコニア（パイロット社製、東京）、純チタン（ニコラ社製、東京）、チタンバナジウム（プロシー、東京）の3種類を用い、直径 2.0mm、高さ 13.0mm の円柱状に作製した。ジルコニア、チタンバナジウムには、純チタンの表面粗さに近づけるためブラスト処理を行った。（図 1, 2）

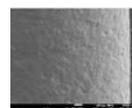


ジルコニア バナジウム 純チタン

図1 実験に用いたインプラント体



a. 純チタン



B. ジルコニア



C. チタンバナジウム

図2 ブラスト処理後の3種試料表面のSEM像

ウサギ大腿骨への移植（図3、図4）

植立対象は 20 羽の 16 週齢雄性日本白色ウサ

ギ(体重 2.9kg~3.1kg)を恒温動物室で1週間予備飼育して用いた。

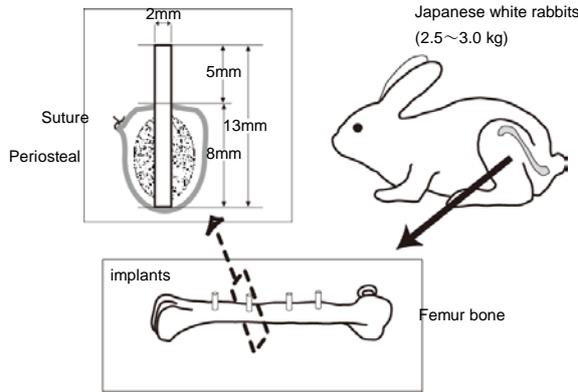


図3 インプラント植立術式の模式図

ウサギ大腿骨に、約 10mm の等間隔に骨髓腔に達する直径 2.0mm、深さ 8.0mm の欠損を作製した。欠損に対して滅菌した3種類のインプラント体の植立およびコントロールとして窩洞のみのものを配列した。植立後1週、3週、6週後に屠殺した群及び、欠損の状態を確認する為に欠損作製直後に屠殺した群の合計4群を設定した。インプラント体ごと、植立期間ごとに各10個の試料を採取した。

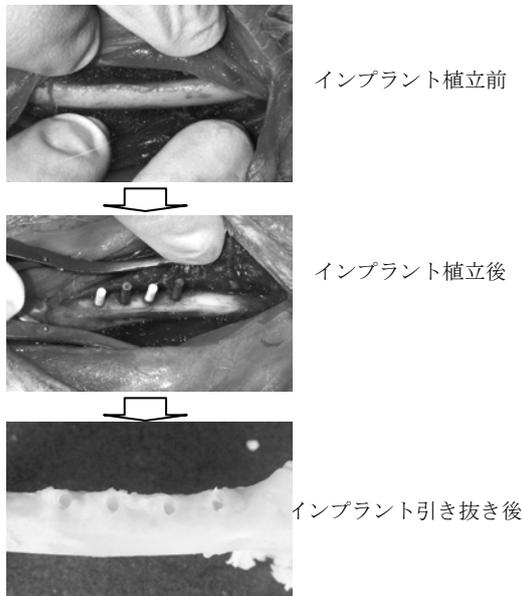


図4 試料採取のながれ

①インプラント体周囲の肉眼的所見  
 摘出したインプラント体の周囲の肉眼的所

見について検討を行った。

②大腿骨とインプラント体の摘出と軟X線写真撮影

各期間経過後、大腿骨および周囲組織と共に植立したインプラント体を含めて摘出後、軟X線写真撮影(OMC-4030HMIC LTD、管電圧 25kv、照射時間 23msec)を行った。

③インプラント体とウサギ大腿骨との結合強さの測定

万能試験器(MODEL 1125 インストロン社製)を使用し、ロードセル 500kg、クロスヘッドスピード 5 mm/min、チャートスピード 20mm/min の条件で、インプラント体の先端から 1.5mm の位置の溝にワイヤーを巻き付け、そのワイヤーをチャックではさんで固定し、インプラント体とウサギ大腿骨との引張り強さを測定した(図5)。

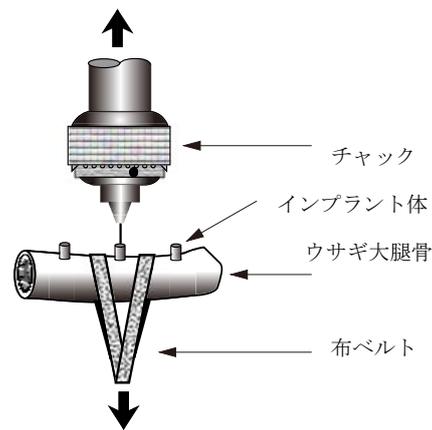


図5 引っ張り試験の模式図

(2) 患者の立場に立った矯正用インプラントアンカーの植立部位や種類についての検討

今後用いる矯正用セラミックスミニスクリューインプラントの植立部位や種類の検討を行うために、現在用いられているプレートタイプとスクリュータイプの2種類に分類されている矯正用インプラントアンカーについてのアンケート調査を行った。アンケー

ト調査には Visual analog scale を用いた。調査には臨床的に使用頻度の高い以下の3群に分類した。上顎頬側ミニプレート群(以下A群) 19人 38本、上顎頬側ミニスクリュー群(以下B群) 14人 27本、上顎正中口蓋側ミニスクリュー群(以下C群) 31人 49本とした。3群間における違いを以下の項目について検討を行った。

- ① 植立術後の痛みの程度
- ② 植立術後に鎮痛薬を服用した有無
- ③ 植立術後の不快感の程度

#### 4. 研究成果

##### (1) インプラント体について

##### ① インプラント体周囲の肉眼的所見 (図6)

植立1週後では、インプラント体引き抜き部位に新生骨様の硬組織の形成は認められなかった。植立3週後、6週後では3種類すべてにインプラント体周囲に新生骨様の硬組織の形成が認められた。植立期間の経過に伴い、新生骨様の硬組織の増加傾向を示したが、同一期間の各インプラント体において、インプラント体周囲の肉眼的所見に差異は認められなかった。

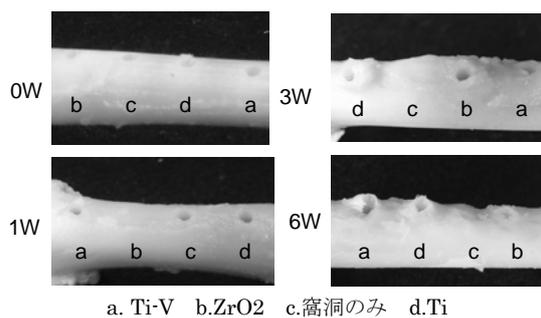


図6 肉眼的所見

##### ② インプラント体周囲のX線写真所見 (図7)

植立1週後では、インプラント体周囲に新生骨の増生は認められなかった。6週後では、薄い新生骨の増生を認めるようになった。ただし、各材料間における経時的な違いは認め

られなかった。

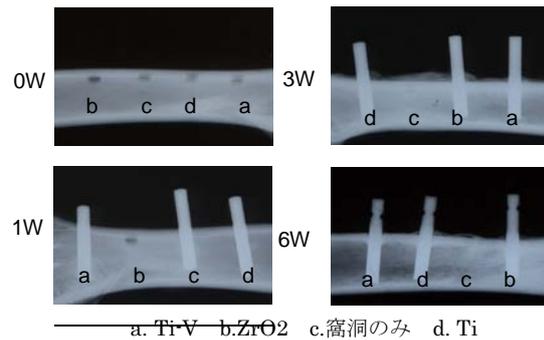


図7 X線写真所見

##### ③ インプラント体の引張り強さについて (図8, 図9)

3種類のインプラント体において、引張り強さは植立期間の経過に伴い、増加が認められた。ジルコニアと純チタンにおいては植立1週後と比較して、3週後は有意に大きい値を示した。全てのインプラント体において1週後と比較して、6週後は有意に大きい値を認めた(P<0.001)。また3週後と比較しても、6週後は有意に大きい値を認めた。チタンバナジウム植立群で、1週後でジルコニアより有意に大きい値を示したが、純チタンとでは差を認めなかった。また、3週後、6週後においては3種類に有意差は認めないもののジルコニアが小さい傾向を認めていた。植立6週後においては3種類とも約10.0kgf以上の引張り強さが認められた。

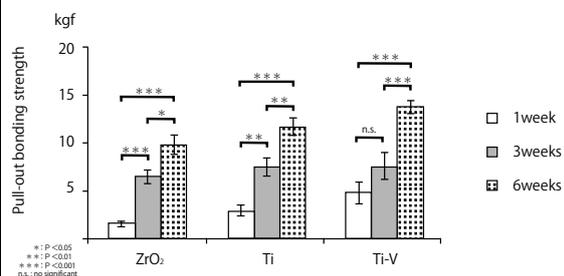


図8 引張り試験結果(各週での比較)

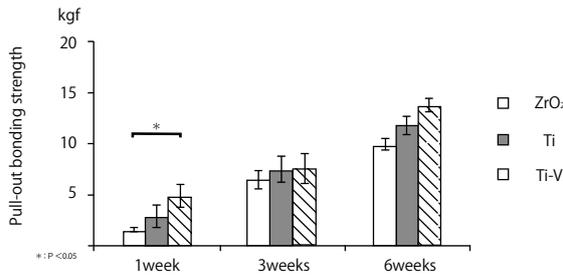


図9 引張り試験結果 (各材料での比較)

ジルコニア製インプラント体周囲では植立3週後までに骨が新生してくる可能性が考えられた。さらに、新生骨様の形成は3週から6週の間継続していると推察された。最も低いジルコニアでも6週後に9.8kgf以上の引張り強さを計測しており、牽引方向を検討する必要はあるものの、ジルコニアは矯正用アンカースクリューとして十分応用できるのではないかと推察された。

(2) アンケート調査

① 歯科矯正用アンカースクリュー植立による痛みの程度について

歯科矯正用スケルタルアンカレッジ植立による痛みについては、3群のうち術後の痛みのscoreに対して最も値が高いのはA群であった。A群の痛みの程度は他の2群と比較して、術直後から14日後までのすべての期間で有意に高い値を示していた。また、A群は植立14日後においても他の2群と比較して10倍近く高い値を示していた。B群とC群ではすべての期間において、有意差が認められなかった。(図10)

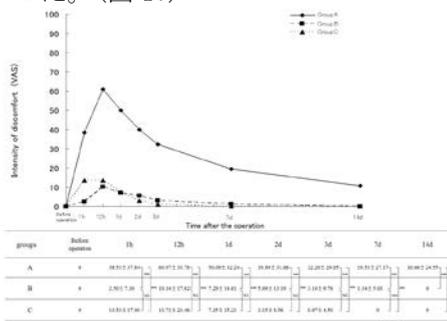


図10 術後における痛みの程度

② 歯科矯正用アンカースクリュー植立手術後の鎮痛薬の服用頻度について

鎮痛薬服用の割合に関しては、A群は植立12時間後において、95.0%が服用と有意に高い値を示していたが、C群は26.7%、B群は50.0%と低く、A群は他の2群と比較して有意の差をもって、高い値を示していた。A群では植立3日後においても35%以上の人が鎮痛薬を服用していたが、C群は0%、B群は7.1%と、A群に対して有意に低い値を示していた。(図11)

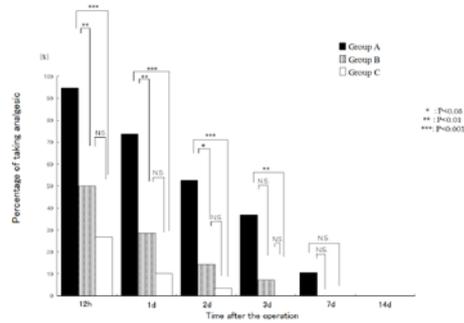


図11 術後における鎮痛薬服用の割合

③ 歯科矯正用アンカースクリュー植立による不快感について

歯科矯正用スケルタルアンカレッジ植立後の不快感については、A群がすべての期間において有意に高い値を示していた。また、14日後においても他の2群と比べ、依然として有意に高い値を示していた。一方、ミニスクリューに関しては、B群とC群の不快感について有意差を認めなかったが、口蓋側の方が高い値を示していた。(図13)

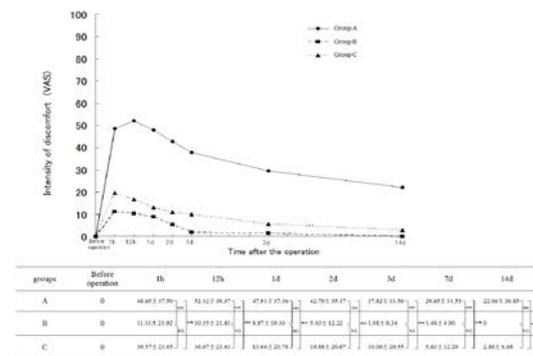


図13 術後における不快感の程度

これらの結果より、矯正用インプラントアンカーの選択に関しては、患者の痛み・不快感に対する反応を含めて考えると、第一選択として、ミニスクリューの形状を用い、歯根や神経損傷の可能性が少ない口蓋を用いる方がよいのではないかと示唆された。

現在これら2つの結果をまとめ論文投稿中である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

川口 美須津 (KAWAGUCHI MISUZU)

愛知学院大学・歯学部・助教

研究者番号：40532643