

機関番号：27102

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009 年～2010 年

課題番号：21791913

研究課題名（和文） 咬合による骨隆起形成機序の力学的究明および臨床的予防の検討

研究課題名（英文） Mechanical investigation of the formation mechanism for mandibular-torus by occlusion, and its clinical prevention

研究代表者

中村 恵子 (Keiko NAKAMURA)

九州歯科大学・歯学部・助教

研究者番号：70336957

研究成果の概要（和文）：下顎隆起形成のメカニズムを力学的に解明することを目的に、CT 像に基づく有歯下顎骨の有限要素モデルの構築方法を検討し、下顎小白歯への咬合による負荷歯根尖近傍の下顎骨表面の応力分布を検討した。

研究成果の概要（英文）：For the purpose of solving the mechanism of mandibular-torus formation dynamically, the construction method of the finite element model of the dentulous lower jaw based on CT images was considered, and the stress distribution on the surface of the lower jawbone near the apical of tooth root loaded by the occlusion to mandibular premolars was considered.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010 年度	800,000	0	800,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	510,000	3,010,000

研究分野：歯学

科研費の分科・細目：補綴系歯学

キーワード：

## 1. 研究開始当初の背景

骨隆起は上顎口蓋骨および下顎臼歯部舌側面に観察される骨の過剰発育によって生じる外骨症である。骨隆起の存在は発音や嚥下に影響を及ぼすだけでなく、義歯作製においても床下粘膜の疼痛や安定性の低下を招き、最近では無呼吸症候群の一要因であると言われるなど临床上多面にわたり支障をきたすことが周知されている。この骨隆起は、加齢により出現頻度が高くなり、その形成要因については、栄養障害や歯の残存率などの環境的要因、性別、人種などの遺伝的要因、

咬耗、顎関節などの機能的要因が種々提案されており、これらが関連して発生していると考えられているが、不明な点が多い。

骨隆起生成の機能的要因について、McCoy は歯と同様に、Dental Compression Syndrome が歯槽骨にもストレスを生じて骨隆起を誘発すると提案している 1)。中村らは、下顎隆起と「クレンチング」や「過度の咬合」などの「パラファンクション」が有意に関連していることを確認し、下顎隆起と咬合接触面積、下顎隆起と嗜好物（硬い食品）もそれぞれ有意に関連していることを示した。また、

咬合の側方力の機械的刺激による圧電現象（ピエゾ効果）や舌側歯根尖域での引張と圧縮応力の影響<sup>4</sup>が推測されている。しかしながら、機能的要因の根拠は生体力学点の観点からまだ明らかにされていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、下顎隆起の発生につながる機能的因子を検討する目的で、CT画像より有歯下顎骨の解析モデルを作成し三次元有限要素法により、小臼歯に荷重が加わった時の有歯下顎骨の応力解析を行い、特に下顎隆起の発生する可能性が高いとされる下顎舌側について負荷歯の根尖域近傍の応力分布に着目して検討した。

## 3. 研究の方法

医用CT装置によるヒト有歯下顎のCTイメージデータから下顎の歯列（エナメル質、象牙質、歯髄を区別）および下顎骨の外形形状を抽出し、さらに左右の小臼歯（第一および第二）、第一大臼歯の3歯に対しては歯根膜（厚さ0.2mm）の外形形状をモデル化し、下顎全体の形状を得て、メッシュを作製して有限要素モデルを作成した（図1）。下顎骨の弾性率は、CT値から補正して骨密度を求め、さらに骨密度から弾性率を算出し、下顎骨（緻密骨および海綿骨）の非均一な弾性率を再現した。なお、エナメル質、象牙質、歯髄および歯根膜の弾性率およびポアソン比はそれぞれ一定とした。解析時は左右の間接突起と筋突起を固定とし、荷重100N（約10kg）を左側第二小臼歯頬側咬頭域に荷重した。方向は、舌側ならびに頬側にそれぞれ45度傾斜した側方荷重と歯軸方向に沿った荷重の計3方向とした。解析は三次元有限要素法（Mechanical finder, RCCM）により、下顎骨の頬側および舌側の表面における負荷歯の根尖域近傍において主応力の分布および方向を求めた。

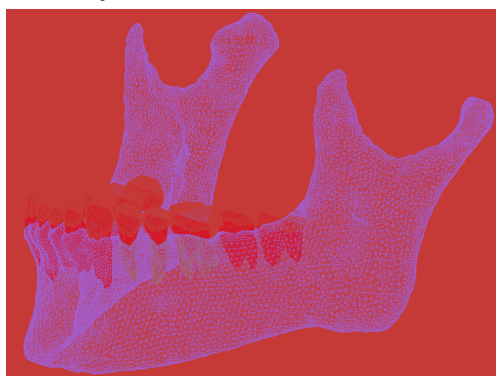


図1 有限要素モデル

## 4. 研究成果

歯軸荷重時の下顎骨の舌側表面舌側面では、下顎底近くに引張応力のみが下顎体の咬

合平面にほぼ平行にみられるだけで、負荷歯の根尖域近傍には最大主応力や最小主応力には大きな変化がほとんど見られなかった。一方、頬側面でも、舌側面と同様に、根尖域近傍にほとんど変化は見られず、負荷歯の根尖域と離れた下顎前方に引張応力や圧縮応力が咬合平面とおおよそ45度の方向にみられた。図2(a)および(b)には歯軸荷重時の下顎骨の舌側および頬側の顎表面での最大および最小主応力の分布ならびに0.5MPa以上の主応力の方向を示した。なお、方向は引張を赤色で、圧縮を青色で表示し、大きさは正規化し均一長さとした。

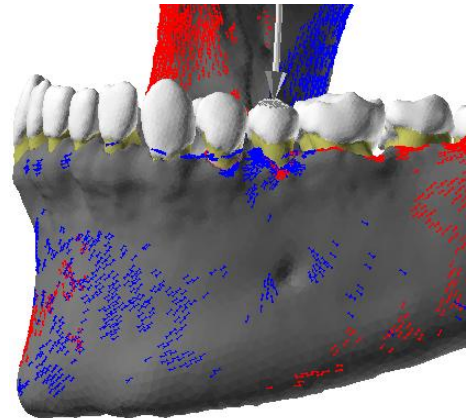


図2(a)

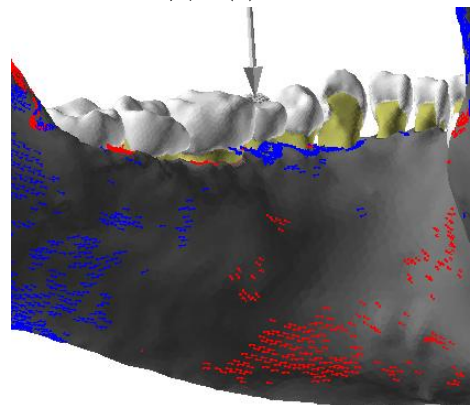


図2(b)

図3(a)および(b)には頬側傾斜荷重時の応力変化を示した。舌側面(図3(a))では、根尖域近傍に歯軸荷重時にみられなかった引張応力がみられ、また圧縮応力もその上方と周りにみられるようになった。舌側面の根尖域近傍の引張応力の方向は咬合平面にほぼ平行であった。一方、頬側面(図3(b))では、大きな引張応力が根尖域近傍に、圧縮応力が根尖域の周りにみられた。頬側面の根尖域近傍の引張応力の方向は咬合平面にほぼ垂直であった。

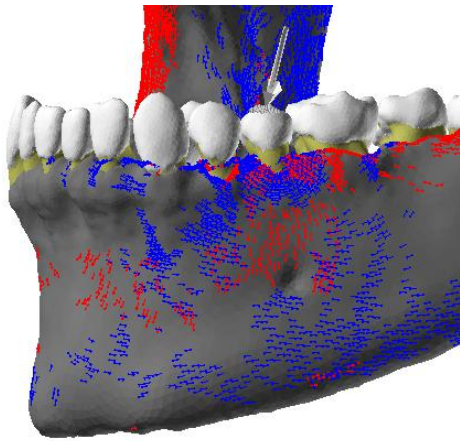


図 3 (a)

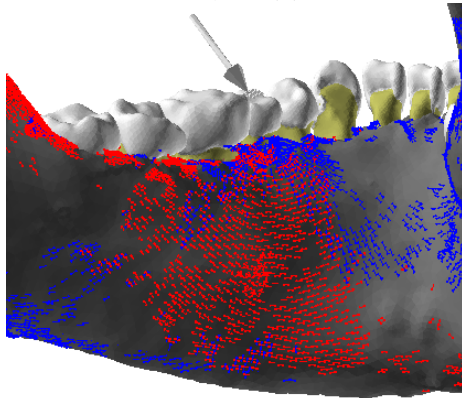


図 3 (b)

図 4 (a) および (b) には舌側傾斜負荷時の応力変化を示した。舌側面 (図 4 (a)) では、根尖域近傍に圧縮応力がみられ、また引張応力が下顎前方にみられるようになった。舌側面の根尖域近傍の圧縮応力の方向は咬合平面にほぼ平行であった。一方、頬側面 (図 4 (b)) では、大きな圧縮応力が根尖域近傍に、引張応力が根尖域の周りにみられた。頬側面の根尖域近傍の圧縮応力の方向は咬合平面にほぼ垂直であった。

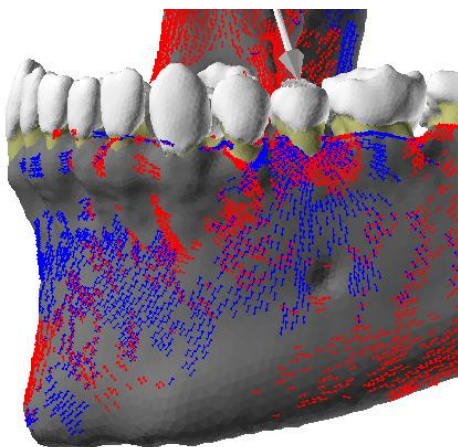


図 4 (a)

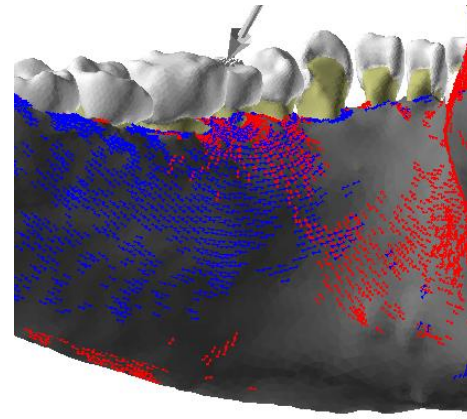


図 4 (b)

以上の結果を要約すると、

1) 有歯下顎の第 2 小臼歯の頬側咬頭に側方負荷が加わると、下顎骨頬側および舌側表面の負荷歯の根尖域には、歯軸負荷時にはみられなかった引張や圧縮の主応力が大きく発生した。

2) 根尖域にみられた主応力は下顎の頬側と舌側のいずれの側面にも、頬側負荷時には引張応力が、舌側負荷時には圧縮応力がみられた。

3) この時の主応力の方向は、舌側面では咬合平面にほぼ平行、頬側面ではほぼ垂直となっていた。

以上の生体力学的な視点から、下顎隆起の成因には側方力の咬合接触が大きく関わり、下顎隆起は、下顎の舌側面根尖域に咬合によって誘発された下顎骨の長軸方向に沿った応力に起因していると考えられる。

## 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)

〔雑誌論文〕 (計 1 件)

① 田島清司、中村恵子、陳 克恭、永松有紀、柿川 宏、田中達朗、森本泰宏、鱒見進一：有歯下顎の CT ボクセルに基づいた三次元有限要素法解析モデルの構築、北九州医工学会 20 (20)、1-4、2010.

〔学会発表〕 (計 7 件)

① 中村恵子、田島清司、陳 克恭、田中達朗、森本泰宏、鱒見進一：下顎隆起の形成に関する力学的解析 第 2 報 CT 画像からボクセル法を用いたモデルの構築、第 69 回九州歯科学会総会、北九州、2009 年 5 月 30、31 日.

② 中村恵子、田島清司、陳 克恭、小林 繁、鱒見進一：下顎隆起の形成に関する力学的解析 第 1 報 マイクロ CT 画像によるモデルの構築、68 回九州歯科学会.

③ 田島清司、中村恵子、陳 克恭、安元和雄、

永松有紀、陳 克恭、柿川 宏：有齒下顎のCTボクセルに基づいた三次元有限要素法解析モデルの構築、第54回日本歯科理工学会学術講演会。

④K. NAKAMURA, K. TAJIMA, K.-K. CHEN, Y. NAGAMATSU, and S. MASUMI: Biomechanics of Mandibular Torus Development in Response to Lateral Loading, 58<sup>th</sup> JADR, Kitakyushu, Japan, November 21, 2010.

⑤K.-K. CHEN, K. TAJIMA, K. NAKAMURA, Y. NAGAMATSU, and S. MASUMI: Effect of PDL Elastic Modulus on Biomechanical Behavior of Mandible, 58<sup>th</sup> JADR, Kitakyushu, Japan, November 21, 2010.

⑥中村恵子、田島清司、陳 克恭、鱒見進一：下顎隆起の形成に関する力学的解析 第3報 荷重方向による顎表面応力分布の変化、第70回九州歯科学会総会。

⑦中村恵子、田島清司、陳 克恭、永松有紀、安元和雄、鱒見進一：咬合による力学的観点からの下顎隆起形成機序の検討、福岡県歯科医師学会。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中村恵子 (Keiko NAKAMURA)  
九州歯科大学顎歯学部口腔欠損再構築学分野・助教  
研究者番号：70336957

### (2) 連携研究者

田島清司 (Kiyoshi TAJIMA)  
九州歯科大学顎歯学部生体材料学分野・講師  
研究者番号：60155075

陳 克恭 (Ker-Kong CHEN)  
高雄医学大学口腔医学院・準教(元九州歯科大学顎歯学部生体材料学分野・講師)  
研究者番号：20207327

