

## 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 24 年 5 月 10 日現在

機関番号：10101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22870025

研究課題名（和文） 下顎骨と歯牙の形態学的関連性とその機能的・進化的意義

研究課題名（英文） Morphological relationship between the mandible and teeth: its functional and evolutionary significance

研究代表者

深瀬 均 (FUKASE Hitoshi)

北海道大学・大学院医学研究科・特任講師

研究者番号：00582115

研究成果の概要（和文）：

下顎体前方部の成長には、切歯や犬歯などの歯牙を形成・収容・支持するという空間的な要因も関与していることが示唆されてきた。そこで、①現代日本人と縄文人の下顎骨の集団差における歯牙形成の関連性、②マントヒヒの犬歯の性差と下顎骨形態との関連性、③ヒト、チンパンジー、ニホンザル、マントヒヒの下顎骨結合部の形状と歯胚の配置の種間差、という3つの具体的な比較研究を通して、成長における下顎骨と歯牙の形態学的関連性を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

To examine when, how, and to what extent the developing dentition within the mandible is interrelated with external mandibular growth, a series of three comparative studies were undertaken. First, an interpopulation comparison was made between prehistoric Jomon and modern Japanese. Second, sex comparisons were conducted in two cercopithecine primates (hamadryas baboon and Japanese monkey). Finally, interspecies comparisons were carried out among four primate species including modern humans. Through the above studies, some suggestions were made: 1) the relatively large size of the anterior teeth is indicated as the common source of the high anterior corpi of the modern Japanese and the male baboons relative to the Jomon and the female baboons, respectively. 2) both interpopulation and interspecies differences in the placement patterns of the incisor and canine crypts within the developing mandible can be accounted for by the size balance between the developing teeth and mandibular available space. 3) species-specific characteristics of the mandibular symphysis, including the inclination, are largely independent of the adult canine size, and its interspecies differences are consistently maintained throughout growth. The results thus indicate the importance of understanding the spatial conditions of the developing teeth in interpreting mandibular morphology.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,260,000	378,000	1,638,000
2011年度	1,160,000	348,000	1,508,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,420,000	726,000	3,146,000

研究分野：自然人類学

科研費の分科・細目：自然人類学

キーワード：下顎骨、人類進化、形態、成長

## 1. 研究開始当初の背景

人類進化において、初期人類からホモサピエンス(ヒト)まで下顎骨を含めた咀嚼器は食性の変化に伴い退縮してきたことが知られている。また小進化的な視点からは先史時代人である縄文人の下顎骨は現代日本人に比べ全体的に大きく頑丈と報告されており、これも咀嚼器への力学的負荷の減少が原因と考えられてきた。このように、下顎骨形態の研究は自然人類学において、主に骨構造と咀嚼環境との機能的な関連性を調べるために重要視されてきた。しかしながら一方で、下顎骨の形態変異は必ずしも咀嚼環境から予想されるものと一致しないことが申請者らの研究を含め多くの先行研究から指摘されており、その他の要因の関与が示唆されている。

下顎骨には歯の形成・収容・支持という空間的な機能もあるため、下顎骨の個人・集団・種ごとの特徴は歯牙形態の一部起因すると考えられてきた。しかしながら、先行研究のほとんどは成体の下顎骨と歯冠の外面的な観察に基づくものであった。それゆえ下顎骨と歯牙が具体的にいつ、どのように相互作用しながら成体で見られる特徴を形成するのか、未だにほとんどわかっていない。下顎骨が歯の発生の場であることを考えると、やはり成体だけではなく個体発生過程を通じた調査が重要である。さらに内部構造の観察も必要であるが、非破壊的な調査法に限られることもあり、これまで体系的な調査はなされてこなかった。それゆえ申請者は、マイクロCT機器を用いながら、下顎骨の進化的・機能的意義に関する研究を進めてきた。

## 2. 研究の目的

- (1) 第一の目的は人類集団間の下顎体の高さの集団差に、歯牙形態がどの程度関与しているのか調査することであった。
- (2) 続いて、霊長類においてみられる歯牙サイズの性的二型と下顎骨形態との関連性を調べることを目的とした。
- (3) 最後に、ヒトを含めた霊長類において、下顎結合部の断面形状の種間差の機能的意義を調べることを目的とした。

## 3. 研究の方法

- (1) 比較対象として、縄文時代人と現代日本人の成長過程を通じた下顎骨標本を用いた。それぞれのCT画像を撮影し、これらのCTデータから、下顎骨内の下顎管の高さ、歯胚の配置パターン、そして歯根の長さを計測し、それらと下顎体高の成長パターンとの関係性を調べた(図1参照)。

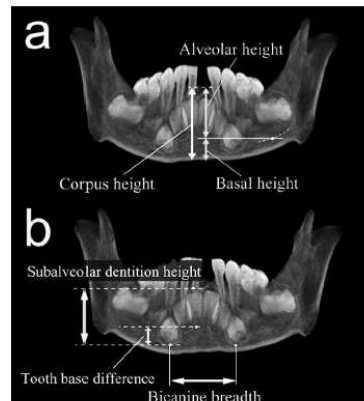


図1. 永久歯萌出途上のヒト下顎骨のCT画像分析。(Fukase & Suwa, 2010)

- (2) 犬歯サイズの性差が真猿類でも大きいマントヒヒを用いて、雌雄間比較を行った。  
①まず、成体の下顎骨形状を比較した。  
②さらに成長過程を通して比較した。

(図2参照)

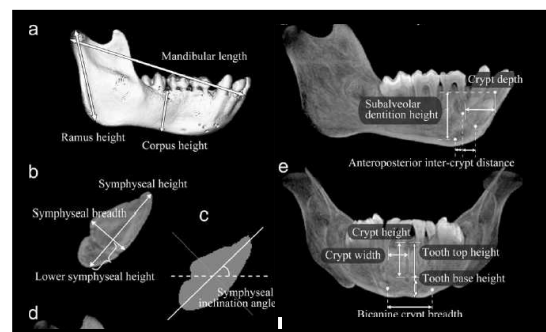


図2. マントヒヒのコドモの下顎骨のCT画像の分析(Fukase, 2011)

- (3) 種間差の比較対象としてヒト、チンパンジー、ニホンザル、そしてマントヒヒを用い、未萌出歯牙の空間的配置パターンの種間比較を行った(図2参照)。

#### 4. 研究成果

- (1) 結果として、切歯は現代日本人の方が、逆に大白歯は縄文人の方が下顎体内の高い位置で形成されることが示された(図3参照)。歯根長に関しても小白歯より前方の歯では現代日本人の方が長く、M3では縄文人の方が長いという結果を得た。これらの結果は、思春期以降の現代日本人に特徴的にみられる前方で高い下顎体プロポーションには歯牙形成の影響が含まれることを示唆するものであった。

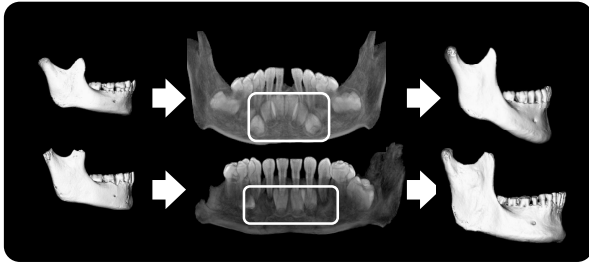


図3. 下顎骨形態の集団差の成長における発現パターン. 上段が現代日本人、下段が縄文人. 成人での下顎骨の差は歯牙形成と関与か. (Fukase & Suwa, 2010)

- (2) マントヒヒの成体の下顎骨形状を雌雄間比較した結果、オスではメスよりも前方部の下顎体高が相対的に高いという特徴が観察された。さらに成長過程を通して比較した結果、この性差は歯牙年齢3-4歳までは見られず、それ以後の成長過程において出現することが示された。またオスの犬歯の歯胚はメスよりも長期間下顎骨内で拡大し続けることも示され、このことが相対的に前方の下顎体が高くなることに関与している可能性が示唆された。また、下顎骨正中部の断面形状(高さとの比、主軸の傾き等)は成長を通してほとんど雌雄差は見られなかった。

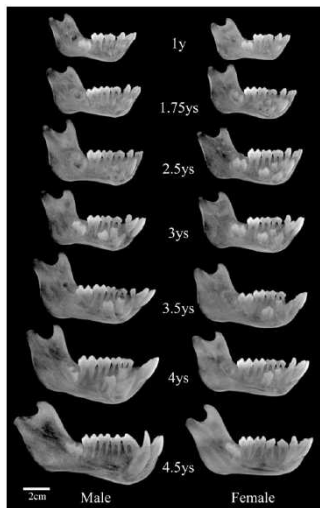


図4. マントヒヒの下顎骨の成長パターン. 左の列がオス、右の列がメス. 雌雄差の出現は犬歯の成長と密接に関与.

(Fukase, 2011)

- (3) 未萌出歯牙の空間的配置パターンの種間比較を行った結果、さまざまな種間差が存在することが示された(図5参照)。ニホンザルとマントヒヒでは犬歯の歯胚間幅が極めて狭く、それゆえ側切歯が中切歯の後方、犬歯の上側に配置されていることが明らかになった。対照的に、ヒトでは犬歯間スペースが広く、かつ前歯も小さいことから、側切歯がちょうど中切歯と犬歯の間の空間に収まるような位置で成長することが観察された。チンパンジーに関しては、犬歯間幅は広いものの、切歯サイズが大きいため、中切歯と側切歯は前後に重なるようにして成長していた。

また、ヒト以外の霊長類において、側切歯の歯胚の位置と形状が、下顎結合部舌側にみられる superior transverse torus のそれに一致していることが明らかになった。このように、下顎結合部の断面形状には、従来考えられてきた生体力学的要求以外にも、歯牙の形成のための空間的必要性が関与していると考えられる。しかしながら、下顎結合部の傾き角度の種間差は個体発生の過程で一貫して観察されたことから、これを歯牙と下顎骨との局所的な関係で解釈することは困難である。これらの結果から、種特異的な下顎結合部の断面形状の一部は形成中の前歯の配置パターンに起因することが示唆された。

これらの結果は、下顎骨形態の解釈において、内部で起こる歯牙形成過程を把握することの重要性、および下顎骨の空間的機能性の重要性を再認識させるものであった。

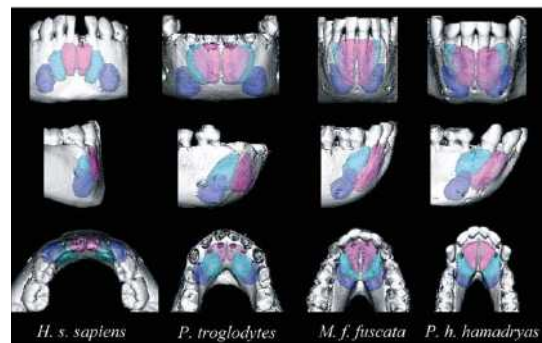


図5. 歯胚の配置パターンの種差. 左の列から、ヒト、チンパンジー、ニホンザル、マントヒヒ. 歯胚形成のための下顎骨スペースと実際に形成される歯牙のサイズのバランスにより、配置パターンが決定される可能性が示唆された。

(Fukase, 2012)

## 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 5 件)

- ① Fukase H., Wakebe T., Tsurumoto T., Saiki K., Fujita M., Ishida H. Facial characteristics of the prehistoric and early-modern inhabitants of the Okinawa islands in comparison to the contemporary people of Honshu. *Anthropological Science*. 査読有, 120:23-32 (2012)  
DOI: 10.1537/ase.110411
- ② Fukase H. Interspecies Difference in Placement of Developing Teeth and Its Relationship With Cross-Sectional Geometry of the Mandibular Symphysis in Four Primate Species Including Modern Humans. *American Journal of Physical Anthropology*. 査読有, 147:217-226 (2012)  
DOI 10.1002/ajpa.21640
- ③ Suwa G., Fukase H., Kono T.R., Kubo D., Fujita M. Mandibular tooth root size in modern Japanese, prehistoric Jomon, and Late Pleistocene Minatogawa human fossils. *Anthropological Science*. 査読有, 119:159-171 (2011)  
DOI: 10.1537/ase.110617
- ④ Fukase H. Relationship Between Canine Dimorphism and Mandibular Morphology in the Hamadryas Baboon and the Japanese Monkey. *American Journal of Physical Anthropology*. 査読有, 144:607-616 (2011)  
DOI 10.1002/ajpa.21449
- ⑤ Fukase H. and Suwa G. Influence of size and placement of developing teeth in determining anterior corpus height in prehistoric Jomon and modern Japanese mandibles. *Anthropological Science*. 査読有, 118: 75-86 (2010)  
DOI: 10.1537/ase.090513

[学会発表] (計 3 件)

- ① 深瀬 均、分部 哲秋、弦本 敏行、佐伯 和信、藤田 祐樹、石田 肇. 先史時代と近代における沖縄諸島の人々の顔面骨形態の特徴～それぞれの時代の本州の人々との比較～. 第 65 回日本人類学会大会. 2011.11.4. 沖縄県立博物館・美術館
- ② 深瀬 均. 個体発生過程における下顎骨と歯牙の形態学的関連性. 第 65 回日本人類学会大会. 2011.11.5. 沖縄県立博物館・美術館
- ③ 深瀬 均. 個体発生過程における下顎骨正中断面形状と歯胚の配置との関連性: ヒトを含めた 4 種の霊長類を用いた比較研究. 第 64 回日本人類学会大会. 2010.10.1. 北海道だて歴史の杜カルチャーセンター

[その他]

ホームページ等

<http://researchmap.jp/read0151960/?lang=japanese>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

深瀬 均 (FUKASE Hitoshi)

北海道大学・大学院医学研究科・特任講師

研究者番号: 00582115

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: