

平成22年 3 月 31日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2009

課題番号：18570223

研究課題名（和文） 下顎隆起の成因に関する総合的研究

研究課題名（英文） Comprehensive Study of the Causes of Mandibular Tori

研究代表者

五十嵐由里子（IGARASHI YURIKO）

日本大学・松戸歯学部・講師

研究者番号：60277473

研究成果の概要（和文）：下顎隆起は、縄文時代に高頻度で現れたが、弥生時代以降その頻度が低下した。しかし現代に再び高頻度で見られるようになり、さらに球状に発達した下顎隆起は現代に特有であることがわかった。下顎隆起の発現には、遺伝因子と環境因子が関与することがわかった。環境因子としては、咬合圧、そして現代人の場合、下顎骨への長期間におよぶ負荷が示唆された。ただし、これらの因子の影響は全体の30%以下であることもわかった。

研究成果の概要（英文）：88% of Jomon people and 83% of the present-day Japanese had palpable mandibular tori. In Yayoi, Kofun, Kamakura, Muromachi, Edo and modern groups, less than 70% people had palpable tori. 21% of the present-day Japanese had developed tori, and in other groups, less than 10% had developed tori. Mandibular tori had proved to be influenced by genetic factor. Occlusal stress, lasting occlusal stress for long years could be environmental factor to develop tori, even though these factors are less than 30% of all factors.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,000,000	0	1,000,000
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,500,000	750,000	4,250,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：人類学

キーワード：下顎隆起、現代人、古人骨、遺伝因子、環境因子、CT、組織学、生体力学

1. 研究開始当初の背景

下顎隆起の成因に関しては、遺伝因子と環境因子の両方が関与すると予想されており、「閾値仮説」が提唱されている。しかし、下顎隆起の発現を促す環境因子は特定されていない。また、下顎隆起の遺伝率およびその発現を促

す環境因子のレベルに関する定量的研究もほとんどなされていない。

また、下顎隆起の判定基準が統一されていないことから、出現頻度の地域差は正確に求められてはいない。

下顎隆起の出現状況は、現生人についての研

究が多く、近代以前についての研究があまり行われていない。

2. 研究の目的

(1) 現代日本人における下顎隆起の成因を特定する。

①下顎隆起の発達程度と環境因子の相関を求める。

②遺伝因子の関与率を求める。

③下顎隆起の発達に影響する因子の種類と影響の大きさを推定する。

④下顎隆起の内部構築を明らかにする。

(2) 先史日本列島人における下顎隆起の出現状況の時代変化を明らかにする。

①下顎隆起の出現頻度を時代ごとに明らかにする。

②下顎隆起の発達程度と環境因子の相関を求める。

③下顎隆起の発達に影響する因子の種類と影響の大きさを推定する。

(3) (1) (2)の結果を総合して、下顎隆起の成因を考察する。

3. 研究の方法

(1) ①現代日本人歯列石膏模型を肉眼観察し、下顎隆起の有無、発達程度を観察する。同時に、歯数、歯の位置異常の程度、咬耗量も観察する。これらの観察結果を総合して、下顎隆起の発達程度と環境因子の相関を求める。

②現代日本人双生児の歯列石膏模型を肉眼観察し、下顎隆起の有無、発達程度を観察する。双生児法によって、下顎隆起の発達に関与する遺伝率を求める。

③共分散構造分析を用いて、下顎隆起の発達に影響する因子の種類と影響の大きさを推定する。

④CTを用いて下顎隆起の内部構築を観察する。

(2) ①縄文、弥生、古墳、鎌倉、室町、江戸、近代の人骨資料において、下顎隆起の有無、発達程度を肉眼観察し、各時代における下顎隆起の出現頻度を求める。

②縄文、弥生、鎌倉、近代の人骨資料において、歯数、歯の位置異常の程度、咬耗量を観察する。(2) ①の結果と総合して、下顎隆起の発達程度と環境因子の相関を求める。

③共分散構造分析を用いて、下顎隆起の発達に影響する因子の種類と影響の大きさを推定する。

(3) (1) (2)の結果を総合して、下顎隆起の成因を考察する。

4. 研究成果

(1) 現代および歴史先史時代における下顎隆起の出現状況

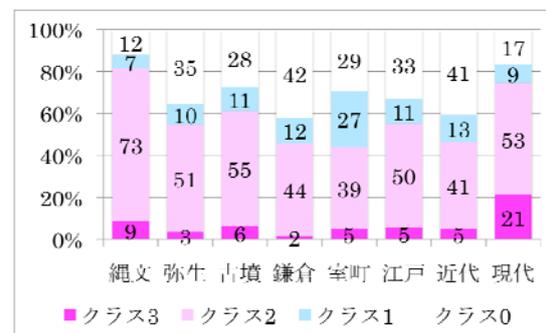
縄文、弥生、古墳、鎌倉、室町、江戸、近代、現代の各時代について、下顎隆起の出現頻度を調べた。資料数は表1に示す通りである。下顎隆起の発達程度の判定基準は、論文③Igarashi et al.による。

その結果、下顎隆起の出現頻度はグラフ1のようになった。

表1 資料数

縄文時代	245
弥生時代	147
古墳時代	98
鎌倉時代	242
室町時代	41
江戸時代	183
近代	140
現代	223
合計	1,319

グラフ1 下顎隆起の出現頻度



(注) クラス0=下顎隆起なし、クラス1=触診でわかる下顎隆起、クラス2=肉眼でわかる下顎隆起、クラス3=発達して、境界のはっきりわかる下顎隆起(多くは球状)。

グラフ1より、下顎隆起は、縄文時代の人に高頻度で現れたが、弥生以降、その頻度が低下した。しかし現代になって、再び高頻度で見られるようになったことがわかった。その上、発達した下顎隆起（クラス3）は現代人で最も高頻度で見られることもわかった。

縄文時代には下顎隆起が高頻度で出現していたが、弥生時代になって頻度が下がったことから、下顎隆起の発現には遺伝因子が関与していることが示唆できる。縄文人は下顎隆起を発現させる遺伝子を持っていたが、弥生時代に日本にやってきた渡来人が遺伝的に下顎隆起の発達しにくい人々であったため、弥生時代に下顎隆起の出現頻度が下がった、と解釈できるからである。

現代人に見られるクラス3の多くは、球状であり、近代以前にはほとんど見られない。球状に発達した下顎隆起は現代に特有であることがわかった。

下顎隆起の発達程度の正確な定義に基づいて、下顎隆起の出現頻度を求めたのは、日本人に関しては初めてである。今回の研究で提示した判定基準は再現性のあるものであり、この判定基準は、今後の下顎隆起の調査研究における共通の基準となりうる。

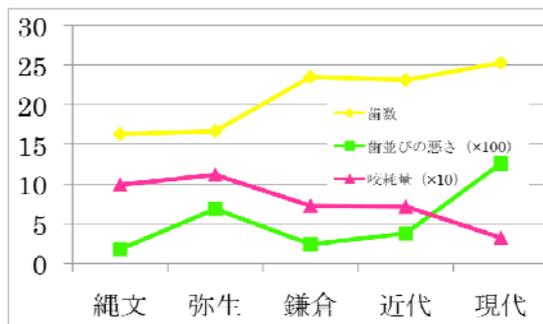
また先史時代における下顎隆起の出現頻度を明らかにし、一地域における下顎隆起の出現頻度の時代変化を明らかにしたことも、新発見である。

(2) 下顎隆起の発達程度と環境因子

従来の研究結果を参考にし、下顎隆起の発達程度に関与する可能性がある環境因子として、「歯数」、「歯の位置異常の程度」、「咬耗量」、「年齢」を取り上げ、縄文、弥生、鎌倉、近代、現代の各時代について、これらの因子を調べた。歯数、歯の位置異常の程度、咬耗量の判定基準は、論文(3) Igarashi et al. による。

①歯数、歯の位置異常の程度、咬耗量の時代変化をグラフ2に示す。

グラフ2 歯数、歯の位置異常の程度、咬耗量の時代変化



歯数は、縄文時代から現代にかけて、増加した。歯並びの悪さは、縄文時代でもっとも低く、次いで鎌倉時代、近代で低く、弥生時代で比較的高いが、やはり現代で最も高くなった。つまり、縄文時代のひとは歯並びが良く、現代人は最も歯並びが悪い、ということが示されている。

咬耗量は、弥生時代でもっとも高く、縄文時代がほぼ同じ値をとり、時代とともに値が低くなり、現代で最も低くなった。

②下顎隆起の発達程度と環境因子の相関

弥生時代と鎌倉時代においては、下顎隆起の発達程度と相関する環境因子は無かった。縄文時代においては、歯数と咬耗量が下顎隆起のサイズと正に相関した。近代においては、歯数がサイズと正に相関し、年齢がクラスと正に相関した。現代では、歯数、咬耗量、年齢がサイズとクラスと正に相関し、歯並びの悪さがサイズと負に相関した。

表2 下顎隆起の発達程度と環境因子の相関

	歯数	歯並びの悪さ	咬耗量	年齢
縄文時代	*		*	-
弥生時代				-
鎌倉時代				-
近代	*			*
現代	**	-*	*	*
	**		*	*

* 下顎隆起のサイズとの間に正の相関がある ($p < 0.05$)

-* 下顎隆起のサイズとの間に負の相関がある ($p < 0.05$)

** 下顎隆起のサイズとの間に正の相関がある ($p < 0.01$)

* 下顎隆起のクラスとの間に正の相関がある ($p < 0.05$)

** 下顎隆起のクラスとの間に正の相関がある ($p < 0.01$)

クラス=一個体の中で最も高いクラスをその個体のクラス、とする。

サイズ=クラス×長さ

縄文、弥生、鎌倉時代に関しては、年齢は不明である。

縄文、近代、現代において、咬耗量と下顎隆起の発達程度に正の相関が見られることから、下顎隆起は咬合圧によって発達する可能性が考えられる。

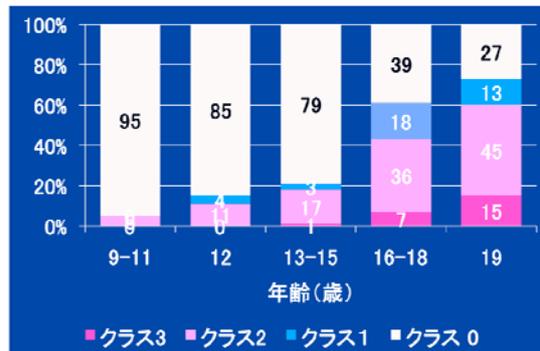
ところで現代人はどの時代よりも柔らかい物を食べていることは明らかであり、それは現代人の咬耗量が少ない(グラフ2)こと

からもうかがえる。つまり、現代人はどの時代の人よりも咬合圧が低いと考えられる。それにもかかわらず、現代人における下顎隆起の出現頻度は縄文人に次いで高く、発達した球状の隆起（クラス3）の頻度は、どの時代よりも高い。このことから、現代人においては、下顎隆起の発達を促す因子は他の時代とは異なっている可能性が考えられる。

③下顎隆起の出現頻度の年齢変化

現代における下顎隆起の出現頻度の年齢変化をグラフ3、グラフ4に示す。

グラフ3



グラフ4

グラフ3より、下顎隆起は、主に16歳以降で発現し、年齢とともに発達することがわかった。グラフ4より、下顎隆起は20歳代まで増加し、その後、肉眼で見える下顎隆起全体の出現頻度は増加しないが、クラス3という発達した下顎隆起の頻度が、50歳代まで増加することがわかった。

つまり、現代人においては、1回の咀嚼時にかかる咬合圧は弱い¹⁾が、他の時代に比べて寿命が延びたことにより、長期間、咬合圧が下顎骨にかかり続けるために、下顎隆起が発達したと考えられる。

(3) 下顎隆起の遺伝規定性

現代日本人双子資料（合計238組）において、下顎隆起の観察を行った。

表3 双子資料の卵性

	一卵性	二卵性
男男	75	33
女女	68	32
男女		30
合計	143	95

表4 年齢別資料数

8歳	1
9歳	5
10歳	6
11歳	15
12歳	173
13歳	17
14歳	13
15歳	5

これらの資料において下顎隆起の観察を行い、双生児法を用いて、下顎隆起に遺伝因子が関与しているかどうかを分析した。しかし、この分析からは遺伝因子が関与しているとは言えなかった。その原因の一つとして、資料の年齢が低すぎ、ほとんどの個体で下顎隆起がまだ出現していなかったことが考えられる。下顎隆起の発現が閾値モデルに従うとすると、グラフ3、4からわかるように、下顎隆起の発現を促す遺伝因子を持つ個体全てが下顎隆起を発現するのは、30歳代以上であると考えられる。下顎隆起の遺伝因子の関与率を推定するには、30歳代以上の双子資料で分析する必要があることがわかった。

(4) CTによる下顎隆起の内部構築の観察

CTを用いて下顎隆起の内部構築を観察した結果、①下顎隆起の内部が全て緻密質のもの、②隆起内に海綿質があるが、下顎骨表面の緻密質によって、下顎骨体の海綿質と隔てられているもの③隆起内に海綿質があり、その海綿質と下顎骨体の海綿質がつながっているもの、が見られた。

これらの内部構築の違いが、下顎隆起の形態、成因と関係しているかどうかについて、現在分析を行っている。

(5) 共分散構造分析による分析

共分散構造分析の mimic モデルを用いて、下顎隆起の発達程度にはどの因子がどの程度影響するかを求めた。

いくつかのパス図を作り(図1、図2など)、下顎隆起の発達程度と環境因子の間に相関が見られた、縄文、近代、現代について、分



析を行った。

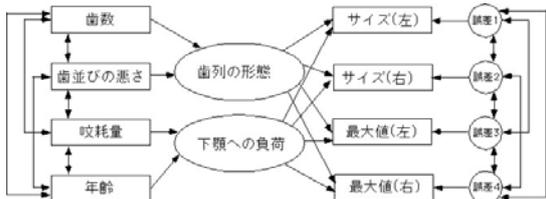
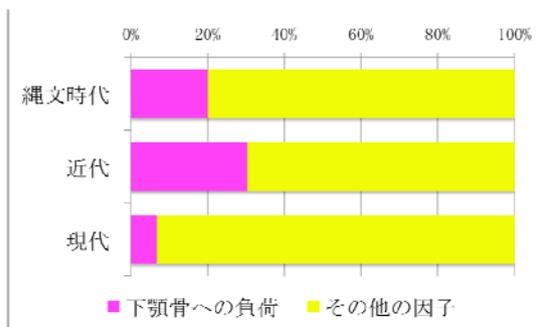


図1 mimic モデル1

図2 mimic モデル2

いずれの場合も、「下顎骨への負荷」や「歯列の形態」の影響は、「誤差」(その他の因子)の影響より小さかった。グラフ5に、図1のパス係数を示す。

グラフ5 mimic モデル1 のパス係数



このように、今回設定した「下顎骨への負荷」の影響以外にも、下顎隆起の発達を促す因子があることがわかった。その他の因子として、一つには遺伝因子が考えられる。

現代人においては、特に「その他の因子」の影響が大きい。従来の研究では、加齢、ブラキシズム、顎関節異常、咬合様式、骨密度などが下顎隆起の発達を促すことが示唆されている。今後は、これらの因子を含めた共分散構造分析を行ったり、骨質自体の分析を行って、下顎隆起の成因を解明したいと考えている。

従来の研究では、一つの因子だけを取り上げて、下顎隆起の発現との関連を見ていた。

本研究では、複数の因子を同時に扱うことによって、下顎隆起の発現を促す環境因子をより具体的に推察することができた。さらに共分散構造分析によって、環境因子の影響の大きさまで推定したことが画期的である。

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)

〔雑誌論文〕(計4件)

- ① 国府田良樹, 鈴木久仁博, 長谷川善和, 安藤寿男, 飯泉克典「茨城県常陸大宮市から産出した長鼻類切歯化石」茨城県自然博物館研究報告 12 (2009)
- ② Kondo S, Naitoh M, Futagami C, Hanamura H, Goto K, Ariji E, Takai M: Observation of lateral mandibular protuberance in Taiwan macaque (*Macaca cyclopis*) using computed tomography imaging. *Front Oral Biol* Vol. 13:60-64, 2009.
- ③ Yuriko Igarashi, Saori Ohzeki, Kagumi Uesu, Takashi Nakabayashi, Eisaku Kanazawa. Frequency of mandibular tori in the present-day Japanese. *Anthropological Science* 116(1):17-32, 2008
http://www.jstage.jst.go.jp/article/ase/116/1/116_17/_html
- ④ 大関紗織 五十嵐由里子. 近代以前の日本人における下顎隆起の出現頻度について. *Anthropological Science (Japanese Series)* 115(2):97-107, 2007
http://www.jstage.jst.go.jp/browse/asj/115/2/_contents/-char/ja/

〔学会発表〕(計8件)

- ① 五十嵐由里子 下顎隆起の出現状況の時代変化と成因 (日本解剖学会 2010. 3. 29 口頭発表) 盛岡
- ② 五十嵐由里子 下顎隆起の出現状況の時代変化と成因 (日本人類学会 2009. 10. 3 口頭発表) 東京
- ③ 五十嵐由里子 日本人における下顎隆起の出現頻度 (日本解剖学会 2009. 3. 28 口頭発表) 岡山
- ④ 五十嵐由里子 下顎隆起の遺伝規定性 (日本人類学会 2008. 11. 1 口頭発表) 名古屋

- ⑤ 五十嵐由里子 現代日本人における下顎隆起の出現状況-10歳代での観察-(日本解剖学会 2008.3.29 口頭発表) 大分
- ⑥ 五十嵐由里子 現代日本人における下顎隆起の出現状況について-10歳代における観察-(日本人類学会 2007.10.7 口頭発表) 新潟
- ⑦ 五十嵐由里子 現代日本人における下顎隆起の出現頻度の増加(日本解剖学会 2007.3.29 口頭発表) 大阪
- ⑧ 五十嵐由里子 下顎隆起の出現状況の時代差とその要因(日本解剖学会 2006.11.4 口頭発表) 高知

[図書] (計1件)

- ① 五十嵐由里子 「下顎隆起とはなにか」
歯科に役立つ人類学 わかば出版
(発行中)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

五十嵐 由里子 (IGARASHI YURIKO)
日本大学・松戸歯学部・講師
研究者番号：60277473

(2) 研究分担者

金澤 英作 (KANAZAWA EISAKU)
日本大学・松戸歯学部・教授
研究者番号：70050648

鈴木 久仁博 (SUZUKI KUNIHIRO)
日本大学・松戸歯学部・准教授
研究者番号：30256903

(3) 連携研究者

網干 博文 (ABOSHI HIROFUMI)
日本大学・松戸歯学部・講師
研究者番号：60212560

近藤 信太郎 (KONDO SHINTARO)
愛知学院大学・歯学部・准教授
研究者番号：60186848

山下 真幸 (YAMASHITA MASAKI)
獨協医科大学・医学部・助教
研究者番号：80255009