

下顎隆起の人類学

五十嵐 由里子



いがらし ゆりこ

●日本大学松戸歯学部専任講師(解剖学教室) ●博士(理学) ●1987年京都大学理学部卒業、93年京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了、95年日本大学松戸歯学部助手、02年日本大学松戸歯学部専任講師、現在に至る ●1963年生まれ、東京都出身 ●研究分野：形質人類学、考古学(含先史学)、解剖学一般(含組織学・発生学)、口腔解剖学 ●主な研究テーマ：人骨に現れる形態から生前の生活を復元する「生活復元的研究」ほか ●著書：歯科に役立つ人類学-進化からさぐる歯科疾患- (共著)、プロメテウス解剖学アトラス<頭部・神経解剖(共著)><口腔/頭頸部(共著)>、縄文人はどこから来たか? (共著)、ほか

●日歯ホームページメンバーズルーム内「オンデマンド配信サービス」および「Eシステム(会員用研修教材)」に掲載する本論文の写真・図表(の一部)はカラー扱いとなりますのでご参照ください。

要 約

縄文時代、弥生時代、古墳時代、鎌倉時代、室町時代、江戸時代、近代、現代の人々について下顎隆起の出現頻度を調べた結果、下顎隆起の出現頻度は縄文時代と現代で高く、それ以外の時代では低かった。歯数、歯の位置異常の程度、咬耗量、年齢と下顎隆起の発達程度の相関を調べた結果、遺伝因子、咬合圧、年齢が下顎隆起の発達を促進する因子であることが分かった。縄文時代と現代では下顎隆起の成因が異なる可能性があることが分かった。

はじめに

現代の日本人なら半数以上の人に、大きさは様々であるが、下顎隆起が見られる。歯科医師の方々にとっては、下顎隆起は日常的に接することが比較的多い形質だと思われる。

このように現代の日本人にはお馴染みの下顎隆起であるが、他の地域の人々にも見られるものなのだろうか。また、昔の人々も下顎隆起を持っていたのだろうか。そして下顎隆起の原因は何であろうか。

これらの疑問について、筆者は人類学的に調査分析を行った。

人類学(自然人類学)は、生物としてのヒトの進化(時間的変化)と変異(地理的変異)を研究する分野である。下顎隆起について、広く地域分布を眺め、長い時間軸に沿ってその出現状況の変遷を追うことによって、臨床とは少し異なる視点からその成因に迫ったので、その内容を紹介する。

キーワード

下顎隆起/日本列島/成因



図1 40代男性に見られる下顎隆起
左右の切歯部から大白歯部にかけて、球状に発達した隆起が連なっている（中林隆氏提供）。
（出典 五十嵐由里子：下顎隆起とはなにか「歯科に役立つ人類学-進化からさぐる歯科疾患-」わかば出版、東京、2010）

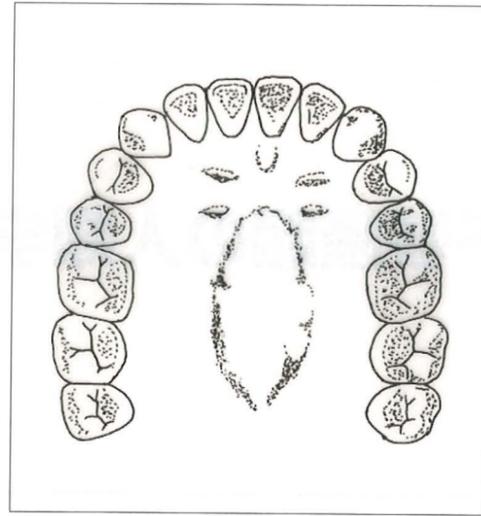


図2 口蓋隆起
（出典 五十嵐由里子：下顎隆起とはなにか「歯科に役立つ人類学-進化からさぐる歯科疾患-」わかば出版、東京、2010）

1. 下顎隆起の実際

下顎隆起は、下顎骨の内面にできる骨隆起である。多くの場合は両側性で、小臼歯部に見られることが多い。左右一個ずつの場合もあれば、両側に数個ずつ見られることもある。指先や舌で触って分かる程度の小さな突起から、パチンコ玉くらいの球状の突起まで、大きさや形も様々である（図1）。下顎隆起の内部は、緻密質であるが、大きいものの場合には、海綿質も含まれる。

下顎隆起と似た骨隆起に、口蓋隆起がある。口蓋隆起は口蓋の正中部にできる（図2）。形は結節状、紡錘形など様々である。大きさは小豆大から、直径2cmほどである。

下顎隆起も口蓋隆起も、10歳代など若い頃には、小型であることが多く、また隆起部は痛いこともないので、その存在に気づかないことが多い。しかし、加齢と共に徐々に大きくなることもある。下顎隆起も口蓋隆起も、日常生活に支障がない場合、多くの人はそのまま放置する。しかしまれに、下顎隆起が大きくなりすぎて、食物や歯ブラシなどが接触して粘膜が傷つい

たり、舌の運動や嚥下が妨げられたり、またその存在に気付いて驚く場合がある。そのような時、人々は歯科医を訪ねる。そして場合によっては、隆起を削り取るという処置が施される。

2. 下顎隆起の研究史

人類学の分野では、19世紀以来、下顎隆起は格好の研究対象となってきた。

これまでの研究によれば、下顎隆起は、現代人のみならず、考古遺跡から発掘される人骨や約300万年あまり前の猿人にも見られる（White and Johanson 1982, Igarashi, et al. 2008）。また現代人の場合、その出現頻度には地域差がある。冷帯以北、たとえば北米大陸やグリーンランド、アイスランドなどに住む人々に下顎隆起は高頻度（50%~100%）で見られるとされている。しかし冷帯以北の地域でも下顎隆起の出現頻度が低い集団もある。一方でタイ、ベトナム、日本など、温帯や熱帯地域であるにもかかわらず、下顎隆起の出現頻度が50%を超える集団もある。確かに、温帯、亜熱帯、熱帯地域、そしてヨーロッパ人やアフリカ人においては下顎隆起の出現頻度が低いという傾向はあ

る。

しかし、これまで下顎隆起の調査が行われてきたのは、主に環太平洋の冷帯地域であり、それ以外の地域については、そもそも調査自体があまり行われてこなかった。したがって、どの地域の人々に下顎隆起が多く出現するのかということについては、まだ明言することはできない。

では下顎隆起の成因として、現在どのような因子が考えられているのだろうか。

一つは、遺伝因子である。親子で下顎隆起の出現頻度を比較したり、性染色体に異常のある人々における下顎隆起の出現頻度を調べた結果、下顎隆起の発現には遺伝因子が働いている、という結論が得られた。また、グリーンランドには、遺伝的背景が異なるエスキモーとノースマン（ノルウェー・ヴァイキングの子孫）が同じ環境下に住んでいるが、エスキモーとノースマンでは下顎隆起の出現頻度が異なる。このことから、遺伝因子の存在が示唆された。

もう一つは環境因子（非遺伝因子）である。たとえばカナダ北東部のエスキモーの場合、遺伝的に同じ集団内で、欧米化された食品を食べる人々に比べて、海獣や魚などの伝統食を食べる人々の方が、下顎隆起を高頻度で持つことが分かった。同様の例が他にもあ

り、これらのことから、下顎隆起の発現には食性が関与しているという仮説が提出された。その他にも、歯ぎしり、顎関節異常、歯数、咬耗量、咬合時の接触面積、歯の位置異常などが下顎隆起に影響を及ぼす因子として挙げられている。

現在では、下顎隆起の発現には複数の遺伝子が関与し、遺伝因子と環境因子の両方が関わっていると考えられる。

ところで、これまで、下顎隆起の出現頻度や成因は、主に現代人について研究されてきた。そこで今回は、日本列島の人々を対象に、縄文時代から現代まで、下顎隆起の出現頻度が時代と共にどのように変化したかを調査し、各々の時代において下顎隆起の発達を促進する因子を分析した。

3. 分析対象と分析方法

対象とした時代は、縄文時代、弥生時代、古墳時代、鎌倉時代、室町時代、江戸時代、近代、現代である（表1）。縄文時代、弥生時代、古墳時代、鎌倉時代、室町時代、江戸時代の資料は、遺跡から出土した骨標本である。近代の資料は、主に1900年前後に東京で死亡した人の骨標本である。現代人の資料は、2004

表1 観察に用いた資料

（出典 五十嵐由里子：下顎隆起とはなにか「歯科に役立つ人類学-進化からさぐる歯科疾患-」わかば出版、東京、2010）

時代	資料数	遺跡の所在地（縄文、弥生、古墳、鎌倉、室町、江戸）、資料採取場所（近代、現代）	資料の所蔵機関
縄文時代	245	岡山県、愛知県、千葉県、福島県、宮城県	東京大学、国立科学博物館
弥生時代	147	山口県、福岡県	九州大学
古墳時代	98	東京都、神奈川県、千葉県、茨城県、福島県、長野県、静岡県、愛知県、大分県	東京大学、国立科学博物館
鎌倉時代	242	神奈川県鎌倉市	東京大学、国立科学博物館
室町時代	41	東京都、神奈川県	東京大学、国立科学博物館
江戸時代	183	東京都台東区	国立科学博物館
近代	140	東京都	東京大学
現代	223	千葉県野田市	日本大学松戸歯学部

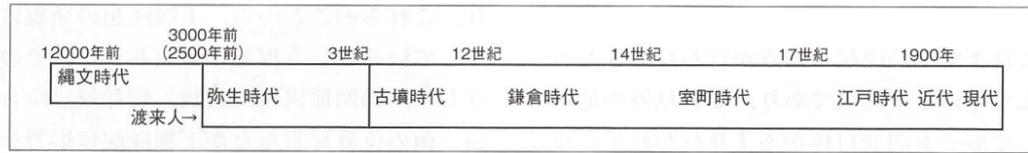


図3 時代区分 (出典 五十嵐由里子:下顎隆起とはなにか「歯科に役立つ人類学-進化からさぐる歯科疾患-」わかば出版, 東京, 2010)

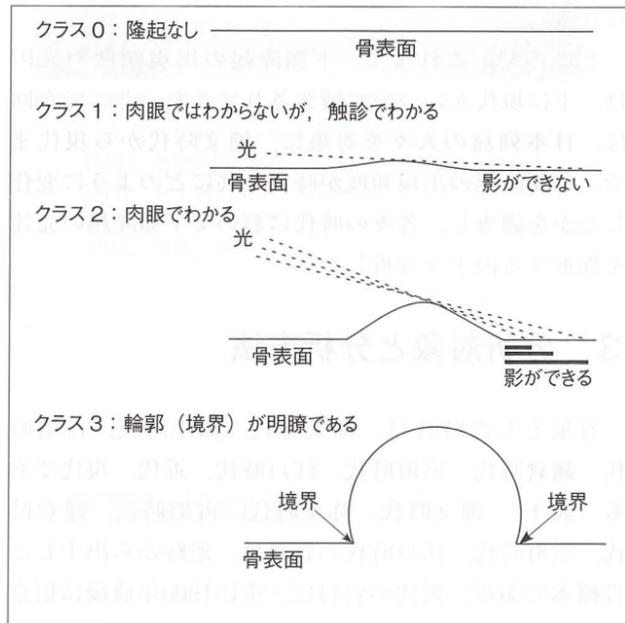


図4 下顎隆起の判定基準

観察に先立ち、下顎隆起の発達程度の判定基準を新たに設定した。クラス0は、下顎隆起が肉眼でも触診でも認められないものである。クラス1は肉眼では認められないが、触診では認められるものである。クラス2は肉眼で認められるものである。光をあらゆる方向から当てて、どこかに影が見られる場合、肉眼で認められる、とする。クラス3は発達したもので、肉眼で認められる下顎隆起で、輪郭が明瞭なものである。(出典 五十嵐由里子:下顎隆起とはなにか「歯科に役立つ人類学-進化からさぐる歯科疾患-」わかば出版, 東京, 2010)

年12月から2005年8月までの間に千葉県野田市の歯科医院に来院した患者の歯列石膏模型である。

ここで各時代の人類学的背景を簡単に説明しておく(図3)。日本列島に約12000年前から住んでいた人々が縄文時代人である。縄文時代人は、主に狩猟、採集、栽培を生業としていた。シカやイノシシ、魚、海

獣などを捕獲し、ドングリを採集したり、雑穀類を栽培したりしていた。縄文土器が出土することからも分かるように、これらの食料を煮炊きして食べていたと考えられている。約3000年前(一説には2500年前)に、朝鮮半島経由で、大陸から稲作を行う人々が日本列島に渡ってきた。これらの渡来人と縄文時代人が混血して、弥生時代以降の日本列島の人々が形成されてきたと考えられている。弥生時代以降、人々は、それまでの食物に米が加わった食生活を送っていたと考えられている。

図4に示す基準に従って下顎隆起の判定を行った結果、次のことが分かった。まず、下顎隆起の現れ方には、左右差や性差が見られなかった。そこで、男女のデータを合わせて、左側のデータを用いて分析を行った。

4. 下顎隆起の出現頻度の時代変化

下顎隆起のクラス別出現頻度を、時代ごとに求めると、図5のようになった。この図から、下顎隆起は、縄文時代人と現代人において高頻度で現れ、弥生時代から近代まではその頻度が低いことが分かる。

縄文時代では、88%の人に触診で分かる下顎隆起(クラス1とクラス2とクラス3)が見られ、81%の人には肉眼で分かる下顎隆起(クラス2とクラス3)が見られる。現代なら治療の対象となるような発達した下顎隆起(クラス3)は10%の人に見られる。弥生時代になると、触診で分かる下顎隆起は64%、肉眼で分かる下顎隆起は54%となり、その後時代が下るにつれて、特に肉眼で分かる下顎隆起の出現頻度が低下し、その傾向は近代まで続く。しかし現代では一転して、83%の人に触診で分かる下顎隆起が見られ、74%の人に肉眼で分かる下顎隆起が見られる。そして21%

の人に発達した下顎隆起が見られる。発達した下顎隆起の出現頻度は、他のどの時代よりも高く、近代での値(3%)から急激に増加している。

つまり、下顎隆起、中でも現代の歯科医院で治療の対象になるクラス3レベルの下顎隆起は、ここ100年ほどの間に急速に広まったものであることが分かる。

5. 下顎隆起の年齢変化

近・現代人については、年齢が分かっているので、下顎隆起の出現頻度の年齢変化を調べた(図6、図

7)。これらの図から分かるように、下顎隆起は、主に12歳以降で発現し、年齢とともに発達する。さらに出現頻度は20歳代まで増加し、その後、肉眼で見える下顎隆起(クラス2, 3の合計)全体の出現頻度は増加しないが、発達した下顎隆起(クラス3)の出現頻度が、50歳代まで増加する。つまり50歳代くらいまでは、年を取れば取るほど下顎隆起は発達するのである。

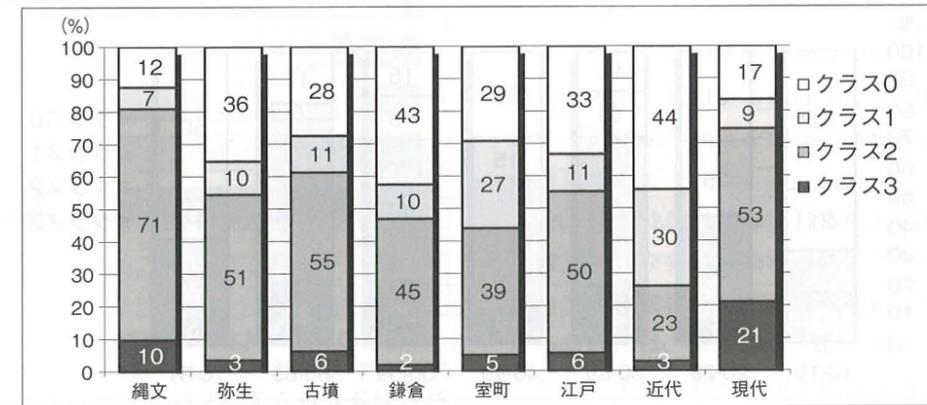


図5 下顎隆起のクラス別出現頻度

縦軸の値は、各集団で、おのおののクラスの下顎隆起をもつ人が、全体の何パーセントを占めるかを示している。(出典 五十嵐由里子:下顎隆起とはなにか「歯科に役立つ人類学-進化からさぐる歯科疾患-」わかば出版, 東京, 2010)

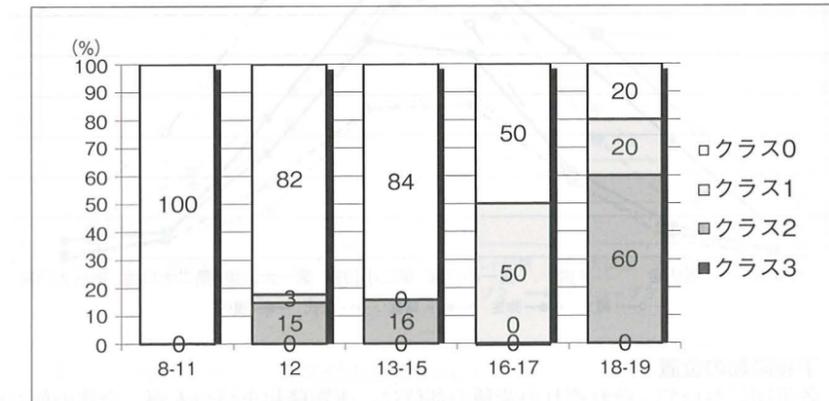


図6 下顎隆起の出現頻度の年齢変化(10歳代)

6. 下顎隆起の位置

図8は、各々の集団の中で、中切歯から第三大白歯までの各々の歯種部に、下顎隆起を持つ人がどのくらいの割合でいるかを、示している。縄文時代、弥生時代では、下顎隆起を持つ個体が最も高頻度で見られるのは、第二小臼歯部である。鎌倉時代、近代、現代では、下顎隆起を持つ個体が最も高頻度であるのは第一小臼歯部である。つまり、縄文時代人と弥生時代人の下顎隆起は、鎌倉時代人、近代人、現代人の下顎隆起

に比べて、歯列弓の後方に寄っている傾向がある。

ところで、各集団において第三大白歯を4本持つ個体の割合は、図9のようになる。縄文時代では、全体の55%の人が第三大白歯を4本持つ。一方現代では、第三大白歯を4本持つ人は3%に過ぎない。そこで、第三大白歯を4本持つ人の方がそうでない人よりも、下顎隆起の位置が後方にずれるのではないかという予想ができる。

そこで、第三大白歯の本数と、下顎隆起の位置の関係を調べてみると(図10)、第三大白歯を4本持つ人(グループ3)では、第二小臼歯部で下顎隆起が最も

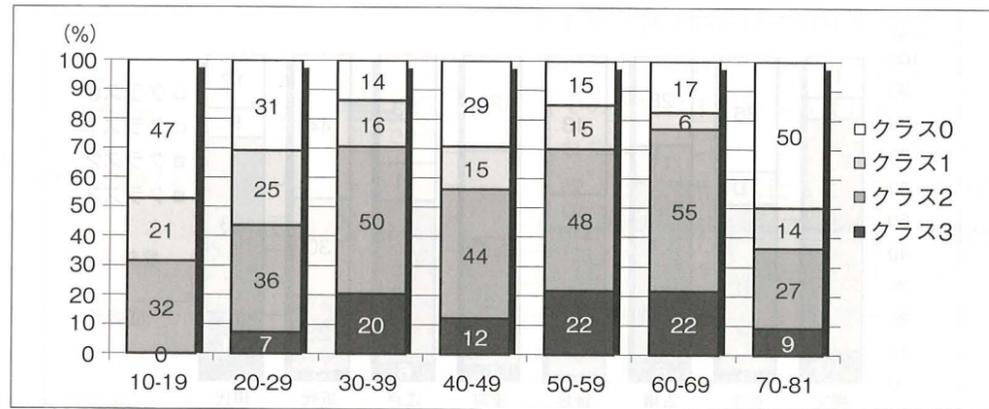


図7 下顎隆起の出現頻度の年齢変化 (各世代)

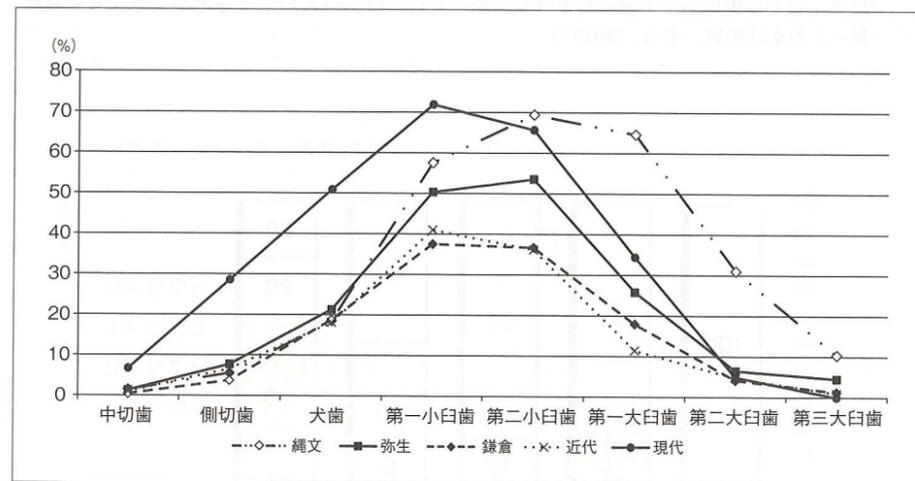


図8 下顎隆起の位置

各集団において、それぞれの歯種の部位に、下顎隆起を持つ人が、全体の何パーセントを占めるかを示している。

高頻度で見られるが、第三大白歯が3本以下の人(グループ1, 2)では、下顎隆起が最も高頻度で見られるのは第一小臼歯部であった。つまり、第三大白歯を4本とも持つ人は、下顎隆起の位置が後方にずれる傾向があることが分かった。

以上の結果から、下顎隆起の成因についてどのようなことが分かるだろうか。

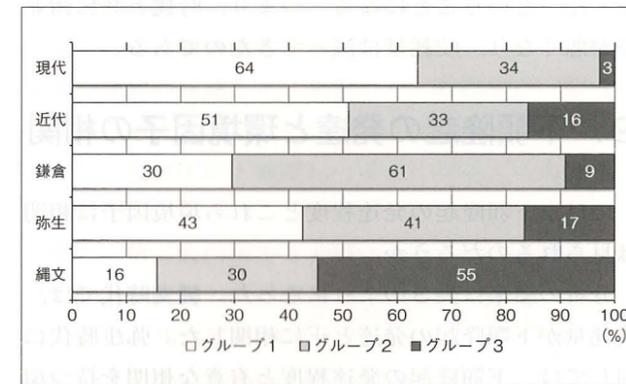


図9 各集団における第三大白歯を4本持つ個体の割合
グループ1 (第三大白歯を持たない個体), グループ2 (第三大白歯を1本または2本または3本持つ個体), グループ3 (第三大白歯を4本持つ個体)の割合。

7. 下顎隆起の遺伝因子

ここで、下顎隆起の頻度が縄文時代人で高く弥生時代人で低い(図5)という点に注目する。遺伝的に見ると、弥生時代人は、縄文時代人の遺伝子と渡来人の遺伝子の両方を持った人々である(図3)。したがって、弥生時代に下顎隆起の頻度が低下したのは、渡来人が遺伝的に下顎隆起を発現しにくい人々^注であったからだ、と解釈することができる。つまり、下顎隆起の発現に遺伝因子が関与していることが示唆されているのである(注:たとえば、下顎隆起を発現させる遺伝子の頻度が低い、または下顎隆起の発現しにくい遺伝子を持つ、など)。

ちなみに、この仮説を検証するためには、渡来人の故郷と考えられている朝鮮半島や中国大陸の人々において下顎隆起の頻度を調べる必要がある。これは今後の課題である。

一方弥生時代以降は、日本列島に住む人々の遺伝子には大規模な変動はなかったと考えられている。したがって、現代になって下顎隆起の出現頻度が再び高くなった理由は、遺伝的要因からは説明できない。

では、下顎隆起の発現を促すもう一つの要因、環境因子はどうであろうか。

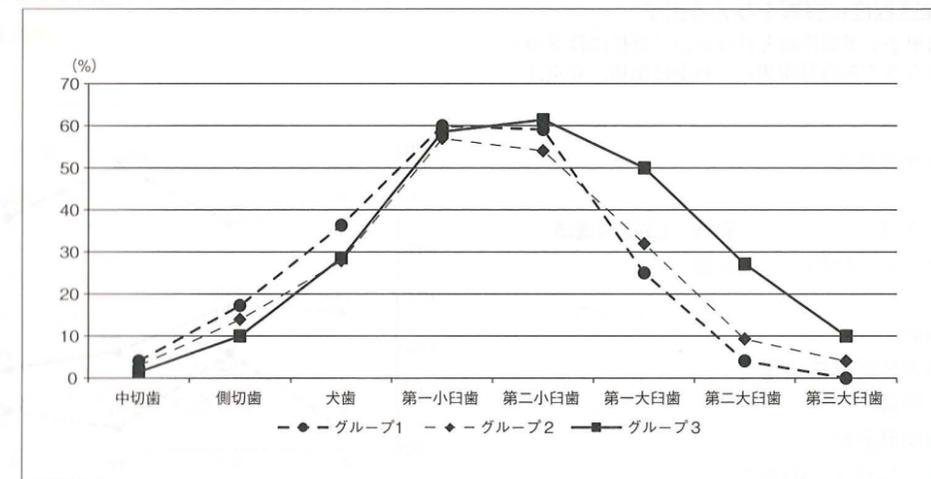


図10 第三大白歯の本数と下顎隆起の位置の関係

各グループにおいて、それぞれの歯種の部位に、下顎隆起を持つ人が、全体の何パーセントを占めるかを示している。

8. 下顎隆起に関わる環境因子

これまでの研究から、下顎隆起に影響を及ぼす環境因子としては、下顎骨にかかる負荷、および下顎骨自体の骨質が考えられている(表2)。

下顎骨にかかる負荷は、咬合圧の大きさや、咬合圧が働く期間に影響される。言いかえると、食性や口腔内環境(歯や顎骨の形態やその動き方)、年齢に左右されると考えられる。そして下顎骨にかかる負荷を示すパラメータとしては、歯数(歯の本数)、歯の位置異常の程度、咬耗量、顎関節異常、歯ぎしりの習慣などが考えられる。そこで、人骨や歯列模型で調べられるパラメータ、すなわち歯数(歯の本数)、歯の位置異常の程度、咬耗量の三つを環境因子として取り上げ、下顎隆起の発達程度との相関を調べた。

まず、これらの環境因子のパラメータは実際にどのような値を取るのだろうか。縄文時代、弥生時代、鎌倉時代、近代、現代について見てみる(図11)。

歯数については、古人骨資料の場合、上下顎骨が破損しているものが多く、歯数を正確に求められる個体が少なかったため、資料数が少なく、この値が当時の人たちの歯数を正確に表しているかどうかは不明であるが、参考として見ておく。歯数は、鎌倉時代、現

表2 下顎隆起の発達程度に影響を与える因子

(出典 五十嵐由里子:下顎隆起とはなにか「歯科に役立つ人類学-進化からさぐる歯科疾患-」わかば出版、東京、2010)

1. 下顎骨にかかる負荷	
咬合圧の大きさ	食性・口腔内環境
咬合圧がはたらく期間	年齢
<ul style="list-style-type: none"> ・ 歯数 ・ 歯の位置異常の程度 ・ 咬耗量 ・ 顎関節異常 ・ 歯ぎしりなどの習慣 	
2. 下顎骨の骨質	

代、縄文時代で比較的多く、近代、弥生時代で比較的小さい。歯の位置異常の程度は、縄文時代でもっとも低く、次いで鎌倉時代、近代で低い。弥生時代で、値が比較的高いのが少々目を引くが、最も高い値を取るの現代である。咬耗量は、弥生時代で最も値が高く、次に高い値を取るのが縄文時代である。鎌倉時代、近代では値がぐっと低くなり、現代で最も低い値となる。

これらのパラメータの時代変化を大ざっぱに言うと、縄文時代の人には歯並びが良く、咬耗量も多かったが、現代人は最も歯並びが悪く、咬耗量が最も少なくなった、ということになる。つまり、時代と共に歯並びが悪くなり、咬耗量は減ってきたのである。

9. 下顎隆起の発達と環境因子の相関

では、下顎隆起の発達程度とこれら環境因子に相関は見られるのだろうか。

分析の結果は表3のようになった。縄文時代では、咬耗量が下顎隆起の発達と正に相関した。弥生時代に関しては、下顎隆起の発達程度と有意な相関を持つ環境因子はなかった。鎌倉時代では、咬耗量が下顎隆起の発達と正に相関し、歯数が下顎隆起の発達と負に相関した。近代と現代では、歯数と咬耗量と年齢が下顎隆起の発達程度と正に相関した。

これらの結果はどのように解釈できるだろうか。

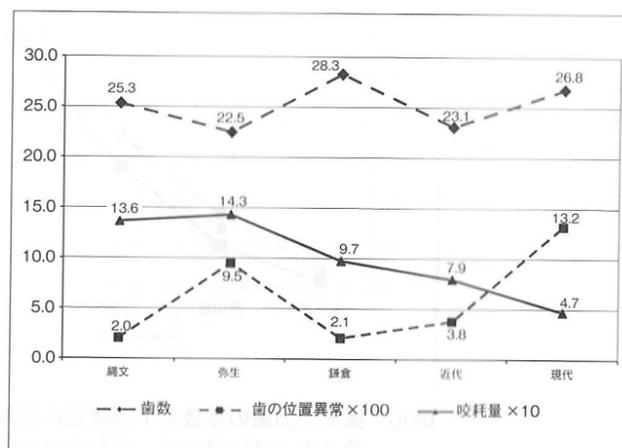


図11 歯数、歯の位置異常の程度、咬耗量の時代変化

表3 下顎隆起の発達程度と環境因子の相関

時代	歯数	歯の位置異常の程度	咬耗量	年齢
縄文時代			正の相関	
弥生時代				
鎌倉時代	負の相関		正の相関	
近代	正の相関		正の相関	正の相関
現代	正の相関		正の相関	正の相関

1) 咬耗量

縄文時代、鎌倉時代、近代、現代において、咬耗量が下顎隆起の発達と正に相関した。咬耗量は、咬合圧の指標と考えられる。したがって、これらの時代においては、咬合圧が下顎隆起の発達を促進した可能性が示された。

また、第三大臼歯を4本持つ人はそうでない人に比べて、下顎隆起の位置が後方にずれる(図10)が、このことは、すべての第三大臼歯部が噛み合う人の方が、そうでない人に比べて下顎隆起の位置が後方にずれるということであり、このことも、咬合圧が下顎隆起を発達させることを示唆していると考えられる。

2) 歯数

近代と現代においては、歯数と下顎隆起の発達が正に相関した。鎌倉時代では、歯数と下顎隆起の発達が負に相関した。

歯数が多いと、顎骨に加わる咬合力の総量が多くなると考えられる。逆に歯数が少ないと、咬合時に顎骨に加わる力が顎骨の狭い部位に集中すると考えられる。

つまり、咬合圧が下顎隆起の発達を促進すると仮定した場合、近代と現代においては、咬合力の総量が下顎隆起の発達を促し、鎌倉時代では、狭い箇所に集中した咬合力が下顎隆起の発達を促進したと考えられる。

このように、咬合圧が下顎隆起の発達に影響を及ぼしており、咬合力の総量が大きいのか、または咬合力が

偏って集中することによって、下顎隆起が発達すると考えられる。

10. 現代人の下顎隆起

注目すべきことは、現代人において、下顎隆起が高頻度で現れ、特に、発達した下顎隆起がどの時代よりも高頻度で現れることである。

これまでの分析によって、下顎隆起を発達させる因子として、遺伝因子と咬合圧が考えられることが分かった。

現代人と近代人の間には、縄文時代人と弥生時代人のような遺伝的差異はない。したがって、現代人になって下顎隆起が増加した理由として遺伝因子を挙げることは難しい。また、現代人は縄文時代人よりも柔らかいものを食べていたことは、咬耗量からも、また食事内容からも、明らかである。したがって、現代人が縄文時代人と肩を並べるほど高頻度で下顎隆起を持つ理由として、咬合力だけを持ち出すことにも無理がある。

図12の下顎隆起は、クラス2と判定される。高さはあるが、裾野が広がっていて、境界がはっきりしない。縄文時代人にはこのタイプの下顎隆起が多く見られる。一方、図1はクラス3である。このような境界のはっきりした球状の下顎隆起は縄文時代人にはほとんど見られない。ほぼ現代人に特有と言ってよい。

これらのことから、現代人において下顎隆起の頻度が高く、また現代人に特有の下顎隆起が見られる理由として、現代人に特有の因子があるという可能性が考

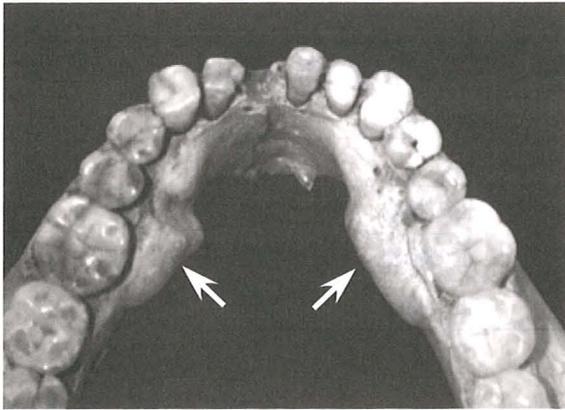


図12 下顎隆起
縄文時代人，クラス2。

えられる。

現代人に特有の因子としてまず考えられるものは年齢である。現代人と近代人において、下顎隆起の発達程度と年齢の間には正の相関が見られた。そして下顎隆起は、12歳以降で発現し、出現頻度は20歳代まで増加し、その後、肉眼で見える下顎隆起（クラス2、3の合計）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（図6、図7）。

先史時代人の寿命は正確には分からないが、現代人がどの時代の人よりも長寿であることは間違いない。つまり現代人は、今までにない長い年月にわたり咀嚼活動を続けるのである。これはとりもなおさず、現代人の下顎骨には、今までにない長い期間、負荷がかかり続けるということである。つまり現代人の場合、咬合圧は小さいが、長い期間にわたって下顎骨に負荷が与えられる。その結果、下顎隆起が発達し、特に高齢で発達するクラス3の頻度が増えた、という可能性が考えられる。

さらに、骨密度が下顎隆起の発達に影響しているという研究結果もある（Jonasson, et al. 1999, Jonasson 2002）。このことから、現代人の骨そのものに、組織学的、または生体力学的な変化が起こっており、その結果下顎隆起が劇的に発達したという可能性も考えられる。

下顎隆起の成因を解明するためには、下顎骨自体の組織学的構造、生体力学的構造など、今回扱わなかった因子についても分析を行う必要がある。

11. おわりに

現代人と昔の人々の下顎隆起を調べて分かったことは、過去1万年間の人々には見られなかった新しいタイプの下顎隆起が、今、現代人の間に出現しているということである。

その原因は、一つには現代人の寿命が延びたことに求められるだろう。しかし別の要因の可能性もあり、もしかしたら、下顎隆起は現代人の下顎骨そのものに起こりつつある何らかの変化の兆候なのかもしれない。

<本稿の図1、図2、図3、図4、図5、表1、表2については、五十嵐由里子：下顎隆起とはなにか「歯科に役立つ人類学－進化からさぐる歯科疾患－」わかば出版、東京、2010. より引用、一部改編>

文献

- 1) Igarashi, Y., Ohzeki, S., Uesu, K., Nakabayashi, T., Kanazawa, E.: Frequency of mandibular tori in Present Japanese People. *Anthropological Science*, 116(1) : 17~32, 2008.
- 2) Jonasson, G.: Prediction of osteoporosis using simple oral variables. *iadr.confex.com*, 2002.
- 3) Jonasson, G. J., Kiliaridis, S., Gunnarsson, R.: Cervical thickness of the mandibular alveolar process and skeletal bone mineral density. *Acta Odontologica Scandinavica*, 57 : 155~161, 1999.
- 4) White, T. D., Johanson, D. C.: Pliocene hominid mandibles from the Hadar formation, Ethiopia : 1974-1977 collections. *American Journal of Physical Anthropology*, 57 : 501~544, 1982.
- 5) ノエル・T・ボアズ, ラッセル・L・ショホーン著, 長野 敬, 林 大 訳 : 北京原人物語, 青土社, 2005.