

神奈川歯科大学大学院歯学研究科
2014 年度 博士論文

日本人献体を用いた三次元画像計測法による
上顎洞容積変化に関する研究

A Study on Changes of the Maxillary Sinus Volume in Japanese
Cadavers by the Three Dimensional Morphometry Method

2014 年 3 月 6 日

高橋雄輔

Yusuke Takahashi

神奈川歯科大学人体構造学講座
肉眼解剖学・臨床解剖学分野

論文内容要旨

上顎洞は胎児時期から成人期まで容積拡大（含気化）が続くことが知られている。成長期以後の洞容積計測は、世代差や体格差、歯の欠損、個体差などの因子の影響が大きく、成長期を過ぎてからの容積変化については定説がない。

本研究は高齢者群の全身CT撮影から得られたDICOMデータを用いて、年代、体格、歯の残存状態などの因子を考慮して上顎洞容積について検討した。また、上顎洞容積/大腿骨長（M/F）指数を算出し、個人差の影響を標準化し上顎洞容積の特徴を検討した。

解剖実習に供されたご遺体95症例のうち、手術既往が無く鼻腔・副鼻腔の粘膜肥厚が存在しない、77症例について検索対象とした。容積計測はOSILIXプログラム3Dリージョンング機能を用いた。

各副鼻腔容積の平均は上顎洞 $15.5 \pm 6.7 \text{ cm}^3$ 、蝶形骨洞 $9.6 \pm 5.6 \text{ cm}^3$ 、前頭洞 $7.1 \pm 5.7 \text{ cm}^3$ 、総含気量 $113.3 \pm 30.4 \text{ cm}^3$ であった。洞容積で男女差がみられたのは蝶形骨洞、前頭洞、で、上顎洞では有意な差はみられなかった。上顎洞容積と蝶形骨洞容積の大きさには中程度の正相関がみられ、無歯顎群では相関が低くなった。上顎洞容積およびM/F指数は80歳以降、減少する傾向が観察されたが一元配置分散分析の結果、各世代の平均値には有意な差はみられなかった。また、臼歯欠損群と臼歯残存群における比較では、臼歯欠損群の上顎洞容積が非欠損群に比べ有意に小さかった。

以上のことから、上顎洞容積の縮小は歯の欠損、特に臼歯部の欠損が関与している可能性が示唆された。

論文審査要旨

学位申請論文である「日本人献体を用いた三次元画像計測法による上顎洞容積変化に関する研究」は全身 CT データを利用し上顎洞やその他の副鼻腔の容積を非侵襲的に計測し、上顎洞の加齢変化について示した論文である。

上顎洞は胎児時期から成人期まで容積拡大（含気化）が続くことが知られている。成長期以後の洞容積計測は、世代差や体格差、歯の欠損、個体差などの因子の影響が大きく、成長期を過ぎてからの容積変化については定説がない。申請者は高齢者群の全身 CT DICOM データを用いて、年代、体格、歯の残存状態などの因子を考慮して上顎洞容積について検討した。また、法医学で使用される大腿骨長から身体の高さを推計する手法を用いて上顎洞容積/大腿骨長（M/F）指数を算出し、個人差の影響を標準化し上顎洞容積変化の特徴を検討した点が高く評価される。

本論文で導き出された新事実は、上顎臼歯が欠損している群の上顎洞容積と上顎臼歯が残存している群の上顎洞容積を比較すると、臼歯欠損群では非欠損群に比べ容積及び M/F 指数ともに有意に小さいこと、ならびに上顎洞容積の縮小と加齢については統計的に有意な関係はみられなかったことの2点である。

申請者は、上顎洞容積の縮小は老化現象の結果ではなく、歯の欠損と関連しておこる形態変化であり、特に臼歯部の歯の欠損が容積変化に影響している可能性を示した。このことは老年期にみられる顔貌の変化に歯の欠損が関与している可能性を示しており、老年期における歯の残存が顔面部の骨格の維持、ひいては老人の QOL に重要な意義を持つことを示唆している。

上記の研究報告をもとに、本審査委員会は申請者に本研究の意義、研究結果の解釈、今後の展望について詳細な説明を求めたところ、いずれに対しても的確な回答が得られた。本論文が示した全身 CT データを使用した人体の構造解析手法は、歯科における解剖学研究の新たな可能性を示すものであり、特に上顎洞に関する知見は歯科一般、インプラント臨床などの歯科医療に貢献が期待できるものとの結論にいたった。

本審査委員会は申請者が博士（歯学）の学位に十分値するものと認めた。

2015 年 3 月 6 日

主 査：久保田 英朗

副 査：木本 克彦

副 査：河田 俊嗣

【緒 言】

上顎洞は歯科・耳鼻科の両領域にまたがることから、副鼻腔の中では歯との関係を中心に研究されてきた¹⁻⁵⁾。近年では、上顎臼歯部欠損のインプラント治療が一般歯科臨床で行われるようになり、上顎洞は歯科にとって避けて通れない重要な構造物となり、インプラント治療の予知性を高める視点からも上顎洞の構造解析を行った研究が多く散見される⁶⁻⁸⁾。

上顎洞は副鼻腔の中で最も早く、胎生 10 週齢で出現し^{9,10)}、第三大臼歯の萌出が完了するまで上顎洞の容積拡大（含気化）が続く¹¹⁻¹³⁾。含気化プロセスは上顎洞の内側皮質骨壁下方の類骨層の破骨細胞性骨吸収により起こるとされている¹⁴⁾。

歯の欠損による洞容積への影響は、上村¹⁵⁾（1974）はヒト乾燥頭蓋骨を用いて直接の計測を行い、有歯顎群と無歯顎群の比較で無歯顎の上顎洞において、頬骨下稜部の洞底面の上昇による洞容積の減少傾向を報告している。Iwai¹⁶⁾（1995）らは臨床例のパノラミック X 線画像と C T 画像を用いて、加齢と歯の喪失による洞容積の減少傾向を報告している。また、井出¹⁷⁾（1985）は無歯顎症例において上顎洞底部に海綿骨骨梁の出現と洞前壁の形態変化による洞

容積の減少傾向を報告している。野木¹⁸⁾ (2002) は乾燥頭蓋骨の C T 画像を用いて、上顎無歯群、1 本以上の欠損群、および完全有歯群の 3 つに分類して、有歯顎群と比較した無歯顎群の洞容積の拡大を報告している。内田⁸⁾ (2011) らは解剖体の上顎洞内に印象材を注入して得られた鋳型標本の計測において、洞容積が上顎洞の垂直距離成分との高い相関を指摘しているが、上顎無歯顎群と臼歯部分欠損群の比較で、両者の洞容積について統計学的有意差はなかったと報告している。Emirzeoglu¹⁹⁾ (2007) は臨床症例の各副鼻腔容積を計測し、年齢との相関を調べた結果、加齢と洞容積は弱い負の相関があったと述べている。

また、Sharan²⁰⁾ (2008) はパノラマ X 線写真上の固定基準線を用いた計測から、臼歯抜歯後に洞腔の下方へ容積拡大を確認し、インプラント治療では抜歯前の 3 次元的な骨構造を保持することの重要性を述べている。

以上、洞容積変化に触れた先行研究では、無歯顎群と有歯顎群の容積比較や抜歯後の容積変化に触れてはいるものの、両群の歯の喪失状況や年齢の要因、世代ごとの体格差などを考慮していない横断的研究が主流である。

また、CT 画像を用いた加齢と容積変化との関係に言及した報告は少なく²¹⁻²³⁾、加齢による容積変化については未だ定説がないのが現状である。

保志²⁴⁾ (1998)は過去 90 年に渡る統計調査から日本人の体格が時代によって異なる時代差について指摘している。日本人の身長は第 2 次世界大戦後、10 年に 1 cm 伸びており、上顎洞の形態を検討する場合においても個人差だけでなく生まれた世代の違いによる時代差を考慮することが重要と考える。

以上の視点から上顎洞容積の大きさの個体差を考慮するために、身体の大きさと相関性の高い大腿骨に注目し²⁵⁻²⁸⁾、得られた洞容積と大腿骨長との割合を算出し、個人差の影響を標準化して上顎洞容積の特徴を検討した。

本研究の目的は、日本人献体から得られた全身 CT 画像を用いて、副鼻腔として上顎洞、蝶形骨洞、前頭洞の容積および鼻腔底より上方の含気腔容積を計測し、個々の症例における加齢、残存歯数、大腿骨長の要因を考慮し、洞容積変化の影響を検討し、上顎洞の含気洞としての特徴を明らかにすることである。

【研究対象および方法】

対象は、神奈川歯科大学に 2012 年～2014 年に献体された 95 解剖体を用いた。撮影装置はマルチスライス X 線装置 (Asteion Super 4 Toshiba Medical Systems Co., Tochigi, Japan) を使用した。CT 撮影はホルマリン防腐固定処置前に行った。撮影条件は 120kV、225mAs、スライス幅 1 mm とし、頭部の位置は X 線照射軸がフランクフルト平面に平行となるように設定した。撮影後、副鼻腔手術痕や鼻腔・副鼻腔粘膜に炎症所見のない、歯種鑑別が可能な症例を検索対象としたため、最終的に 77 体 (平均年齢 82.6 ± 10 歳) を研究対象とした。内訳は男性 33 名 (平均年齢 79.3 ± 8.3 歳)、女性 44 名 (平均年齢 85.1 ± 11.7 歳) となった。すべての計測は 2 名の解剖教育者 (歯科医師) と共に行った。本研究の実施にあたり神奈川歯科大学倫理委員会の承認を得た (承認番号第 140 号)。

(表 1)

1. CT 画像の計測法

DICOM データを用いた計測および解析は画像解析ソフト OSIRIX (ver6.0.2.Pixmeo SARL, Genova, Swiss) の 3D リージョングローイング機能を使用した。CT 上で副鼻腔が認められる画像の面積を計測し、各断層を積算することによる 3D Volume Rendering により各副鼻腔の容積を算出した。

2. 洞容積計測の予備実験

副鼻腔容積の計測は前頭断と水平断の 2 方向から計測を行い、平均値を求めた。上顎洞の前頭断と水平断における計測値の差の平均値は 0.0012 cm^3 であった。95% 信頼区間は $-0.0504 \sim 0.025$ の範囲となった。蝶形骨洞の前頭断、水平断における計測値の差の平均値は 0.025 cm^3 であった。95% 信頼区間は $-0.0168 \sim 0.0671$ の範囲となった。前頭洞の前頭断と水平断における容積の差の平均値は 0.04 cm^3 であった。95% 信頼区間は $-0.10 \sim 0.02$ の範囲となった。副鼻腔の一つである篩骨洞（蜂巢）は鼻腔との境界を鑑別することが困難なため鼻腔の含気量に含めた。上顎洞、前頭洞、蝶形骨洞の 3 つの副鼻腔と篩骨洞を含めた鼻腔、及び鼻腔底より上方の気道部を合わせ

た領域を総含気部と定義し、同様に計測を行った。

(図 1)

3. 残存歯数の計測と残存状態の分類

OSIRIX ソフトウェアの 3D Volume Rendering 機能を用いて上下顎の残存歯の同定及び残存歯数の計測を行った (N = 77)。

4. 大腿骨長を用いた副鼻腔容積の指数化

生前の身長を推計する方法として安藤法(1923)、藤井法(1960)、吉野法(1986)などが知られているが²⁵⁾、いずれも長管骨の長さから身長を推計する手法である。佐宗²⁶⁾ら(1998)は実際の身長と大腿骨長は相関係数 0.8 以上の高い相関があるとしている。また、男女差、左右差における計測値に有意差はみられないとしている²⁹⁾。本研究では全身 CT 画像から人体における最長の長管骨である大腿骨 (F) を身体の大きさ(体格)を表す骨として選択し (N=77)、上顎洞容積 (M)、前頭洞容積 (Fro)、蝶形骨洞容積 (Sphe)、および総含気 (Para) の体格の大きさを配慮した M/F 指数、Fro/ F 指数、Sphe /F 指数、および Para/F 指数を算出した。大腿骨の長さは大転

子の最上点から外側膝関節裂隙までの最大長を大腿骨長として計測した。

5. 統計処理

データ解析は SPSS(ver. 22 IBM, New York, USA)を用いて行った。各副鼻腔容積について一元配置分散分析により加齢による世代ごとの容積の変化を調べた。歯の残存状態の違いによる副鼻腔容積の平均値の差の検定には非対応の t 検定を行った。上顎洞容積と蝶形骨洞容積の大きさの相関性はピアソンの相関係数を求めた。副鼻腔容積の大腿骨長に対する指数は shapiro-wilk 検定により正規分布することを確認し、世代および残存歯状態の違いによる指数の差の検定には非対応の t 検定を行った。全ての有意判定は危険率 5% 未満で行った。

【結 果】

1. 各副鼻腔の容積と男女差

上顎洞容積の平均値は上顎洞 $15.5 \pm 6.7 \text{ cm}^3$ (平均値 \pm 標準偏差、以下同じ) で、男性 $16.5 \pm 6.9 \text{ cm}^3$ (Max 26.4 cm^3 , Min 2.7 cm^3)、女性 $14.5 \pm 6.6 \text{ cm}^3$ (Max 27.8 cm^3 , Min 3.3 cm^3) であった。蝶形骨洞容積の

平均値は $9.6 \pm 5.6 \text{ cm}^3$ で、男性 $10.2 \pm 4.4 \text{ cm}^3$ (Max 22.1 cm^3 , Min 1.1 cm^3)、女性 $8.7 \pm 5.9 \text{ cm}^3$ (Max 22.4 cm^3 , Min 1.0 cm^3) であった。前頭洞容積の平均値は $7.1 \pm 5.7 \text{ cm}^3$ で、男性 $8.9 \pm 6.3 \text{ cm}^3$ (Max 30.1 cm^3 , Min 1.3 cm^3)、女性 $5.2 \pm 3.1 \text{ cm}^3$ (Max 13.5 cm^3 , Min 0.4 cm^3) であった。総含気量の平均値は $113.3 \pm 30.4 \text{ cm}^3$ で、男性 $124.5 \pm 29.0 \text{ cm}^3$ (Max 183.7 cm^3 , Min 69.4 cm^3)、女性 $101.6 \pm 21.0 \text{ cm}^3$ (Max 147.0 cm^3 , Min 59.9 cm^3) であった。男女間における容積は上顎洞では有意な差はみられなかったが、蝶形骨洞、前頭洞、総含気量で有意な差がみられた。

(表 2)

2. 残存歯数および世代別の残存歯数

残存歯数の平均は 9.7 ± 9.5 本 (最多 29 本, 最少 0 本) であった。

世代ごとの残存歯数は、50 歳代 (N = 1) は 28 本であった。60 歳代 (N = 7) は 14.1 ± 6.2 本、70 歳代 (N = 18) は $14.7 \pm 4.$ 本、80 歳代 (N = 34) は 8.7 ± 4.1 本、90 歳代 (N = 11) は 4.7 ± 2.3 本、100 歳以上 (N = 6) は 2.4 ± 1.2 本であった。

(図 2)

3. 大腿骨長の計測値と副鼻腔の大腿骨長に対する指数

1) 大腿骨長

計測した大腿骨長の平均値は 37.4 ± 2.7 cm で、男性は 39.1 ± 2.4 cm (Max45.3 cm, Min34.8 cm)、女性は 36.1 ± 2.04 cm (Max41.1 cm, Min32.9 cm) であった。男女の平均値に有意な差がみられた。

2) 上顎洞容積の大腿骨長に対する指数 (M/F 指数)

M/F 指数は平均 0.41 で、男性は平均 0.42 (Max0.72, Min0.09)、女性は平均 0.4 (Max0.75, Min0.07) であった。男女間において有意な差はみられなかった。

3) 総含気量の大腿骨長に対する指数 (Para/F 指数)

総含気量の大腿骨長に対する指数 (Para/F 指数) は平均 2.97 で、男性は平均 3.1 (Max4.47, Min1.82)、女性は平均 2.8 (Max4.02, Min1.5) であった。男女間に有意な差がみられた。

4) 蝶形骨洞の大腿骨長に対する指数 (Sphe/F 指数)

蝶形骨洞の大腿骨長に対する指数 (Sphe/F 指数) は平均 0.25 で、

男性は平均 0.26 (Max0.54, Min0.03)、女性は平均 0.25 (Max0.64, Min0.04) であった。男女間において有意な差はみられなかった。

5) 前頭洞容積の大腿骨長に対する指数 (Fro/F 指数)

前頭洞容積の大腿骨長に対する指数 (Fro/F 指数) は平均 0.18 であった。男性は平均 0.23 (Max0.73, Min0.03)、女性は平均 0.15 (Max0.39, Min0.02) であった。男女間に有意な差がみられた。

4. 世代ごとの上顎洞容積と M/F 指数

各年代別上顎洞の容積は 50 歳代 (N=1) では 20.49 cm^3 であった。M/F 指数は 0.55 であった。60 歳代 (N=7) では $15.9 \pm 5 \text{ cm}^3$ であった。M/F 指数は 0.40 であった。70 歳代 (N=18) では $16.5 \pm 6.2 \text{ cm}^3$ 、M/F 指数は 0.43 であった。80 歳代 (N=34) では $16.6 \pm 7.0 \text{ cm}^3$ 、M/F 指数は 0.44 であった。90 歳代 (N=11) では $13.2 \pm 6.0 \text{ cm}^3$ 、M/F 指数は 0.4 であった。100 歳以上 (N=6) では $9.6 \pm 5.9 \text{ cm}^3$ であった。M/F 指数は 0.3 であった。上顎洞容積、M/F 指数ともに 80 歳代から 90 歳代にかけて低下傾向がみられたが、50 歳代 (n=1) をのぞ

く各世代の容積と指数を一元配置分散分析にて検討した結果、上顎洞容積の各世代の平均値に有意な差はみられなかった。

(図 3)

5. 歯の喪失状態と上顎洞容積との関係

1) 上顎臼歯における比較

上顎片側の臼歯部に 3 本以上歯が残存するものを臼歯残存群、上顎片側の臼歯部に歯が残存しないものを臼歯欠損群と定義し、上顎洞容積及び M/F 指数を比較した。臼歯残存群 (N=41) の容積は $18.4 \pm 5.5 \text{ cm}^3$ であり、臼歯欠損群 (N=89) の容積は $14.4 \pm 6.8 \text{ cm}^3$ であった。両群の容積には有意差がみられた。また、M/F 指数は臼歯残存群で 0.5、臼歯欠損群で 0.4 となり有意差がみられた。両群の平均年齢は臼歯残存群で 78.3 ± 9.2 歳、臼歯欠損群で 85.3 ± 10 歳であり、両群の平均年齢に有意な差がみられた。

(図 4)

2) 歯の欠損状態と上顎洞容積の左右差の比較

77 症例中、無歯顎である 32 症例を除外した 45 症例について、

歯の残存状態と左右の上顎洞の大きさの違いについて検討した。

残存歯が多い側の平均残存歯数は 4.3 ± 2.2 本で、容積は $18.1 \pm 6.0 \text{ cm}^3$ であった。残存歯が少ない側の平均残存歯数は 2.2 ± 2.0 本で、容積は $16.1 \pm 6.1 \text{ cm}^3$ であった。M/F 指数は残存歯が多い側が 0.5、残存歯が少ない側が 0.4 であった。容積、M/F 指数ともに残存歯数が多い側が大きくなったが、統計的な有意差はみられなかった。

6. 副鼻腔容積の相関性について

上顎洞と蝶形骨洞の容積には中程度の正相関がみられた ($R=0.45$)。上顎洞と前頭洞の容積に低い正相関がみられた ($R=0.19$)。蝶形骨洞と前頭洞の容積に低い正相関 ($R=0.37$) がみられた。総含気量と大腿骨長には比較的高い正相関がみられた ($R=0.68$)。

【考 察】

1. 上顎洞容積及び M/F 指数の加齢による変化

Ariji^{30, 31)} (1994、1996)、Emirzeoglu¹⁹⁾ (2007) らによれば上顎洞の容積は 20 歳以降加齢とともに減少する傾向にあるとしてい

る。本研究においても、上顎洞容積は加齢とともに減少する傾向が観察されたが一元配置分散分析の結果、年齢の増加と上顎洞容積の減少には有意な関係はみられなかった。要因として、Ariji らの研究対象は平均年齢 46.8 歳と歯の欠損による影響が少ない年代が対象であったのに対し、本研究では残存歯数が著しく減少する 80 歳代を対象にしたことに起因すると考えられた。上顎洞容積は壮年期においては年齢との相関性が高く、高齢期においては歯の残存状態が容積に影響を与えるものと思われた。

神田³²⁾ (1992) は C T 画像を使用した上顎洞容積の計測により男性の容積を 17.77 cm³、女性を 15.73 cm³ とし、男性の容積は女性に比べ有意に大きいとした。森口³³⁾ (1989) は頭部疾患の診断目的で行われた平均年齢 42 歳、72 例の C T 検査から上顎洞の容積を男性 17.8 cm³、女性 15.0 cm³ とし有意差を認めた。Kim³⁴⁾ (2010) らは C T 3 次元構築画像を使用した上顎洞容積の計測により男性の容積は女性に比べ有意に大きいとした。Ariji³⁰⁾ (1994) は平均年齢 46.8 歳、115 症例の C T 画像計測で、上顎洞容積を男性 15.40 cm³、女性 13.98 cm³ とし有意差は無いとした。多くの先行研究において、成長期前後から高齢期までの年代層において男女間で上顎洞に有意差

があることが報告されている。

本研究では男女間において上顎洞の容積に有意差はみられなかったが、その要因を計測対象の平均年齢が他の研究に比べ高かったことと想定し、計測対象を 60 歳から 70 歳に限定して上顎洞容積を計測し、男女差を比較した（男性 13 名、女性 13 名）。その結果、60 歳代から 70 歳代の群間では、上顎洞の容積の平均値は男性 $18.42 \pm 5.19 \text{ cm}^3$ 、女性 $15.09 \pm 6.23 \text{ cm}^3$ となり両者の容積には統計的な有意差がみられた。このことは男性が女性に比べて大きな上顎洞をもち、その容積が経時的に減少し、高齢者になると男女間の容積差は壮年期に比べると小さくなることを示唆している。本研究は年齢、性別が明確であり、またスライス厚 1mm で計測しており、より計測精度の高い結果と考える。

2. 上顎洞容積と蝶形骨洞容積の相関について

池田^{35, 36)} (1996, 1997) は鼻腔・副鼻腔に炎症所見がみとめられなかった 102 症例を対象に、上顎洞、前頭洞、蝶形骨洞の容積をスライス厚 5mm にて計測し、上顎洞と蝶形骨洞間で中程度の正相関があるとした ($R=0.44$)。倉林³⁷⁾ (2008) らはヒト乾燥頭蓋骨においてス

ライス幅 2mm の CT 画像の計測から、上顎洞と蝶形骨洞には中程度の正相関を報告している ($R=0.53$)。本研究でも上顎洞と蝶形骨洞間では、中程度の正相関 ($R=0.45$) を呈し同様の結果であった。さらに、無歯顎群 (上下顎完全無歯顎) と有歯顎群 (上下顎に 1 本以上の残存群) に分けて上顎洞と蝶形骨洞の容積の相関を調べた結果、無歯顎群では上顎洞と蝶形骨洞の容積の相関は低くなり ($R=0.20$)、有歯顎群での容積の相関は ($R=0.50$) であった。

一方、上顎洞と前頭洞や前頭洞と蝶形骨洞との間では、容積と残存歯数の関係性はみられなかった。残存歯数が容積に影響を与えるのは上顎洞固有の特徴であり、歯の欠損状態が上顎骨の固有形態に影響を与えていたことが推察された。蝶形骨は上顎洞と同様の含気発育機序を有していると言われているが³⁷⁻⁴¹⁾、歯の欠損状態による咀嚼・咬合力の減弱の要素は、上顎骨と蝶形骨の固有形態、そして含気化に影響を与えていた可能性を示唆していた。

3. 上顎洞容積と残存歯数の関係について

歯の喪失と上顎洞容積の関連について先行研究では歯の喪失により容積が減少する¹⁵⁻¹⁷⁾、または容積が増加する^{18,19)}という相反

した結果が存在する。考えられる理由として、研究対象の性別もしくは年齢が不明であること、比較の対象となる群間における年齢差の要因などがある。本研究では解剖体を対象とすることにより上顎洞と年齢との関係を明確に示した。

また、本研究では上顎洞容積の大きさの個体差を考慮するために、法医学において長管骨の長さから生前の身長を推計する手法を参考にした。すなわち、身長と高い相関性がある大腿骨長を体の大きさを表す指標とし、得られた洞容積 (M) は大腿骨長 (F) との割合を算出し、上顎洞容積/大腿骨長 (M/F) 指数とし、個人差の影響を標準化し上顎洞容積の特徴を検討した。その結果、臼歯残存群と臼歯欠損群では上顎洞の容積に有意な差があっただけではなく、M/F 指数においても両群間に有意差がみられ、臼歯欠損群の容積は臼歯残存群に比べ小さかった。このことは上顎洞容積の減少に残存歯数、特に臼歯の欠損が影響していることを示唆している。

Ohba ら⁴²⁾ (2001) はパノラマ X 線写真を用いて無歯顎と有歯顎について左右の上顎洞底の深さを計測し、左側では無歯顎の上顎洞底は有歯顎の上顎洞底よりも有意に低かったことを報告しているが、左右片側での歯の残存状態と上顎洞底の深さに相関関係は無いと

している。左右で異なる結果が出た要因について、臼歯喪失後の期間や主咀嚼側の差などを挙げている。我々の計測においても上顎骨単位でみた場合、左右両側の残存歯数の違いと左右の上顎洞容積の差に相関性はみられなかった。横断的研究である本研究から上顎洞容積は臼歯の欠損による減少傾向が確認されたが、容積の減少過程において左右差は拡大しないことを示唆していた。しかしながら、歯の喪失後、一定の時間をかけて減少していく縦断的な容積の動態は、症例数の更なる追加による解析が必要と考えている。

【結 論】

全身CT撮影した献体 77 症例の各副鼻腔（上顎洞、蝶形骨洞、前頭洞）、鼻腔底より上方の含気腔容積、残存歯数、大腿骨長を計測し、以下の結果を得た。

1. 各副鼻腔容積の平均は上顎洞 $15.5 \pm 6.7 \text{ cm}^3$ 、蝶形骨洞 $9.6 \pm 5.6 \text{ cm}^3$ 、前頭洞 $7.1 \pm 5.7 \text{ cm}^3$ 、総含気量 $113.3 \pm 30.4 \text{ cm}^3$ であった。洞容積で男女差がみられたのは蝶形骨洞、前頭洞で、上顎洞では有意な差はみられなかった。
2. 上顎洞容積と蝶形骨洞容積の大きさには中程度の正相関がみられ、無歯顎群では相関が低くなった。

3. 上顎洞容積および M/F 指数は 80 歳以降、減少する傾向が観察されたが各世代の平均値には有意な差はみられなかった。

4. 上顎臼歯が欠損している群の上顎洞容積と、上顎臼歯が残存している群の上顎洞容積を比較すると、臼歯欠損群では非欠損群に比べ容積、M/F 指数ともに有意に小さかった。

以上のことから、上顎洞容積の縮小は歯の欠損、特に臼歯部欠損が関与している可能性が示唆された。

【文 献】

1. 佐保田實. 上顎洞底の[レントゲン]線学的研究. 歯科学報 46:
345-452, 1941.
2. 岡嶋速雄. 日本人上顎骨の解剖学的研究 2. 上顎洞. 歯科学報
60:439-449, 1960.
3. 田中正伸. 乳歯列・混合歯列におけるヒト頭蓋骨, 上顎洞に関する
研究. 歯科学報 83:1-36, 1983.
4. Gray CF, Staff RT, Redpath TW, Needham G, Renny NMP.
Assessment of maxillary sinus volume for the sinus lift
operation by three-dimensional magnetic resonance imaging.
Dentomaxillofac Radiol 29:154-158, 2000.
5. 三川信之, 森山浩之, 塩澤佳, 島田和幸, 大塚成人. 印象材による
成人解剖体の上顎洞の容積と形態についての検証. 第 14 回臨床
解剖研究会記録 11:50-51, 2011.
6. 小山和行. CT における上顎洞壁肥厚像の検討. 日耳 91:547-552,
1988.
7. 岡松加恵. CT エックス線画像による上顎洞の形態観察. 日口腔
インプラント誌 17:448-454, 2004.

8. 内田雄基, 重松正仁, 壇上 敦, 野口信宏, 山下佳雄, 後藤昌昭, 倉岡晃夫. 解剖体を用いた上顎洞形態に関する研究 -上顎骨の形態と上顎洞容積の計測-. 日顎顔面インプラント誌 10:225-230, 2011.
9. Schaefer JP. The sinus maxillaris and its relation in the embryo, child, and adult man. Am J Anat 10:313-368,1910.
10. Shea JJ. Morphologic characteristics of the sinuses. Arch Otolaryngol 23:484-487,1936.
11. 久保高幸. 上顎骨の発育に伴う上顎洞の増令的变化. 歯科医学 22:1313-1318, 1959.
12. Thomas A,Raman R. A Comparative study of the pneumatization of the mastoid air cells and the frontal and maxillary sinuses. Am J Neuroradiol 10:88,1989.
13. Ritter FN. The Paranasal Sinuses –Anatomy and Surgical Technique. ed 2. St Louis. Mosby, 6-16,1978.
14. Wehrbein H, Diedrich P. The morphology of pneumatisated basal maxillary sinus –A radiological-histological study in human beings. Fortschr kieferorthop 53:254-262,1992.

15. 上村次郎. 無歯顎と有歯顎の上顎骨の形態学的研究. 歯科学報
74:1860-1887, 1974.
16. Iwai K, Hashimoto K, Kawabe Y, Shinoda K, Kudo I.
Age-related morphological change of the maxillary sinus. -A
radiological study-. 老年医学 10:31-39, 1995.
17. 井出吉信, 上松博子. 歯の喪失に伴う顎骨の形態学的変化. 日歯
基礎誌 39:79-90, 1997.
18. 野木隆久. CT 画像による上顎洞の形態計測 -洞底と上顎歯根と
の関係および加齢変化について-. 日大口腔科学 28:7-18, 2002.
19. Emirzeoglu M , Sahin B, Bilgic S , Celebi , Uzun A.
Volumetric evaluation of the paranasal sinuses in normal
subjects using computer tomography images: A stereological
study. Auris Nasus Larynx 34:191-195, 2007.
20. Sharan A, Madjar D. Maxillary Sinus Pneumatization
Following Extractions -A Radiographic Study-. The Int. J. of
Oral and Maxillofac Implants 23:148-56, 2008.
21. 井上信行, 多田美和子, 大和里枝子. 上顎洞における成長発育—
C T 像による解析—. 明海大歯誌 31:35-45, 2002.

22. 花輪小百合, 井上信代, 小澤智宣, 安田麗来, 奥村泰彦. 副鼻腔最大面積および容積の CT 像による検討. 歯放線 10:33, 2006.
23. 黒木敬士, 有地栄一郎, 神田重信. 副鼻腔の C T 診断 その 2 . 上顎洞の形態と容積について. 歯放線 25:151, 1985.
24. 保志宏. ヒトの成長と老化 ; 第 1 版, てらぺいあ, 東京, 232, 1988.
25. 長谷川巖, 佐藤文子, 大澤資樹. 四肢骨を用いた身長推計式の比較検討. 科警研報告 61:23-29, 2010.
26. 佐宗亜衣子, 埴原恒彦. 日本人女性の新しい身長推定式. 人類誌 106:55-66, 1998.
27. 長岡朋人, 平田和明, 大平里沙, 松浦秀治. 鎌倉由比ヶ浜南遺跡から出土した中世人骨の身長推定. Anthropol.Sci 116:25-34, 2008.
28. 平本嘉助. 縄文時代から現代に至る関東地方人身長の時代的变化. Anthropol.Sci 80:221-236, 1972.
29. Nishio H. Stature estimation based on the lengths of the long bones of the extremities according to post-mortem computed tomography. Res.Pract.Forens.Med 56:223-235, 2013.
30. Arijima Y, Kuroki T, Moriguchi S , Arijima E, Kanda S. Age changes

in the volume of the human maxillary sinus. A study using
computed tomography. Dentomaxillofac Radiol 23:163-168,
1994.

31. Ariji Y, Ariji E, Yoshiura K, Kanda S. Computed tomographic
indices for maxillary sinus size in comparison with the sinus
volume. Dentomaxillofac Radiol 25:19-24,1996.

32. 神田重信. 顎顔面組織のCTによる定量分析. 口科誌 41 : 793－
794, 1992.

33. 森口信二, 黒木敬士, 神田重信. X線CTによる正常上顎洞容積
の計測. 口科誌 38:1322, 1989.

34. Kim J, Wha Song S, Cho JH, Chang Ki-H, Jun BC.

Comparative study of the pneumatization of the mastoid air
cells and paranasal sinuses using three-dimensional
reconstruction of computed tomography scans. Surg Radiol
Anat 32:593-599,2010.

35. 池田敦子. CT画像による上顎洞体積測定-正常例, 慢性副鼻腔炎
例の検討-. 日耳鼻 99:1336-1143, 1996.

36. 池田敦子, 池田元久, 小松崎 篤. CT画像による副鼻腔体積の検討

- 上顎洞，前頭洞，蝶形骨洞の比較 - . 耳鼻臨
90:1235-1239, 1997.
37. 倉林宏考, 井上信行, 沼田真美, 小宅麗来, 權宅成, 奥村泰彦. CT 画像による副鼻腔發育に関する研究. 日口診誌 21 : 174-185, 2008.
38. 栃木照子. 蝶形骨洞の發育に関する X 線学的研究とくに断層撮影による觀察. 日耳鼻 71:1895-1924, 1967.
39. 渡辺真寿美, 米津康一, 中村卓. 蝶形骨洞の發育に関する研究 - ヘリカル C T による定量的分析 -. 齒放線 39:77, 1999.
40. Hajinis K. Capacity of the Sphenoidal sinus. Anat Anz 167: 23-28, 1988.
41. 後藤敏郎. 副鼻腔疾患 解剖と生理. 耳鼻咽喉科学. 医学書院, 東京. 1020-1062, 1972.
42. Ohba T, Langlais RP, Morimoto Y, Tanaka T, Hashimoto K. Maxillary sinus floor in edentulous and dentate patients. Indian J Dental Res 12:121-125. 2001.

【付図説明】

表 1 : 計測対象となったのは男性33名 (平均年齢 79.3 ± 8.3 歳)、女性42名 (平均年齢 85.1 ± 11.7 歳)、合計77名 (平均年齢 82.6 ± 10 歳) であった。

表 2 : 蝶形骨洞、前頭洞の容積及び総含気量において男女間に有意差がみられた。

図 1 : 副鼻腔と共に鼻腔と鼻腔底を基準とした気道を計測し顔面部の総含気量を計測した。

図 2 : 残存歯数は世代を経るに従い減少した。

図 3 : 上顎洞容積、M/F 指数ともに世代を経るに従い減少する傾向がみられたが、59 歳以下を除く一元配置分散分析の結果、上顎洞容積、M/F 指数ともに世代間に有意差はみられなかった。

図 4 : 上顎片側に臼歯が 3 本以上残存している群と上顎片側に臼歯が残存していない群の比較。容積、M/F 指数ともに臼歯欠損群が有意に小さかった。

表 1 計測対象

	男性	女性	合計
59 歳以下	0	1	1
60 歳代	5	2	7
70 歳代	7	11	18
80 歳代	20	14	34
90 歳代	1	10	11
100 歳以上	0	6	6
合計(人)	33	44	77

(N=77)

計測対象となったのは男性 33 名（平均年齢 79.3 ± 8.3 歳）、女性 42 名（平均年齢 85.1 ± 11.7 歳）、合計 77 名（平均年齢 82.6 ± 10 歳）であった。

表 2 副鼻腔（洞の種類）の容積

	単位cm ³		
	男性(N=33)	女性(N=44)	全体(N=77)
上顎洞	16.5 (±6.9) Max 26.4, Min2.7	14.5± (6.6) Max27.8 , Min3.3	16.5 (±6.9)
蝶形骨洞	10.2 (±4.4) * Max22.1 ,Min1.1	8.7 (±5.9) Max22.4 ,Min1.0	9.6 (±5.6)
前頭洞	8.9 (±6.3) * Max30.1 ,Min1.3	5.2 (±3.1) Max13.5 ,Min0.4	7.1 (±5.7)
総含気	124.5 (±29.0) * Max183.7 ,Min69.4	101.6 (±21.0) Max147 ,Min59.9	113.3 (±30.4)

*P<0.05

蝶形骨洞、前頭洞、の容積及び総含気量において男女間に有意差がみられた。

図1 計測した各副鼻腔の含気部と鼻腔及び気道を示す

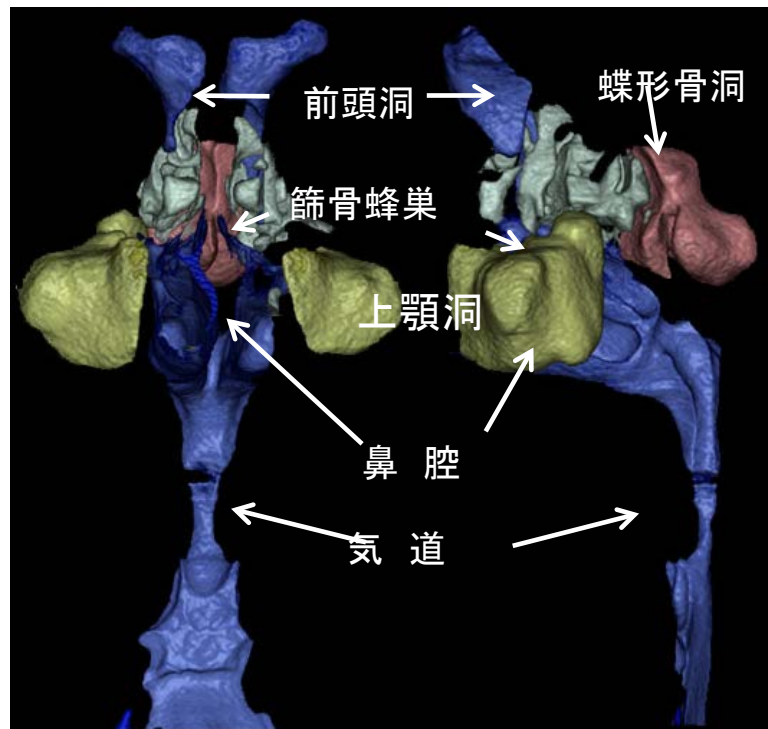
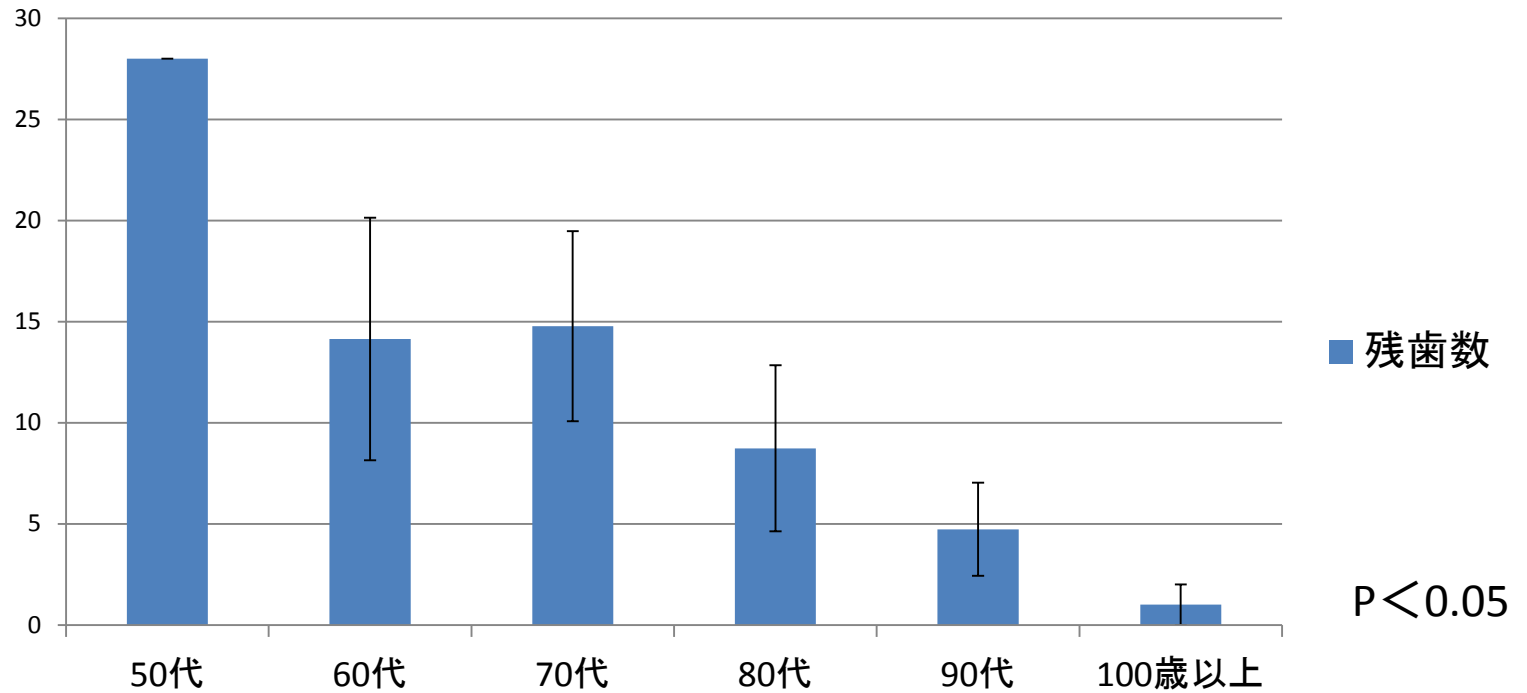


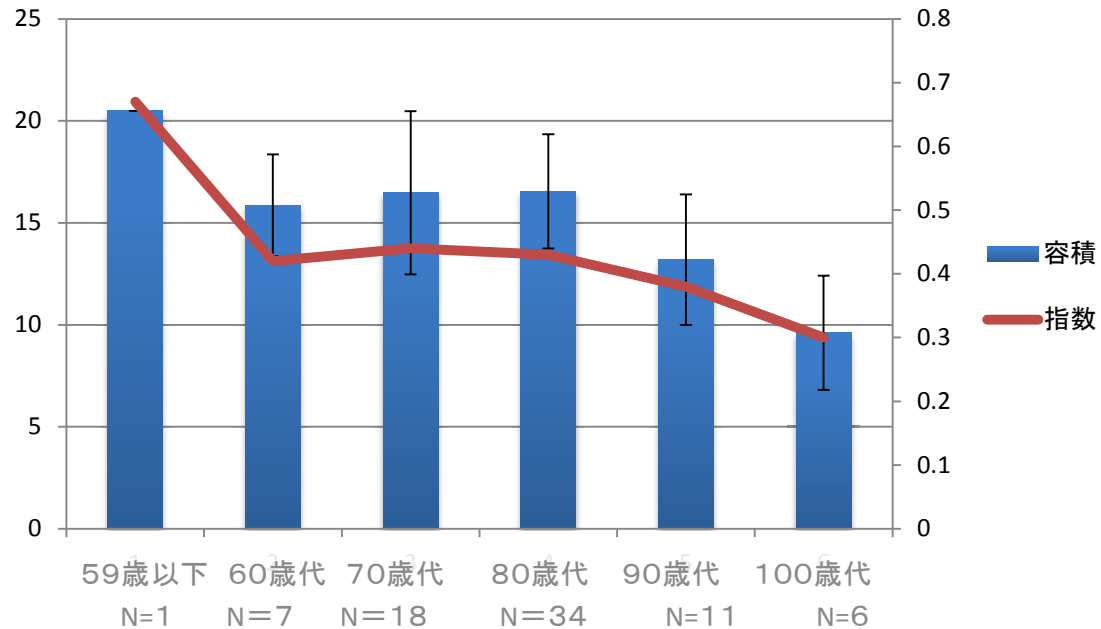
図2 世代別の残存歯数

単位本



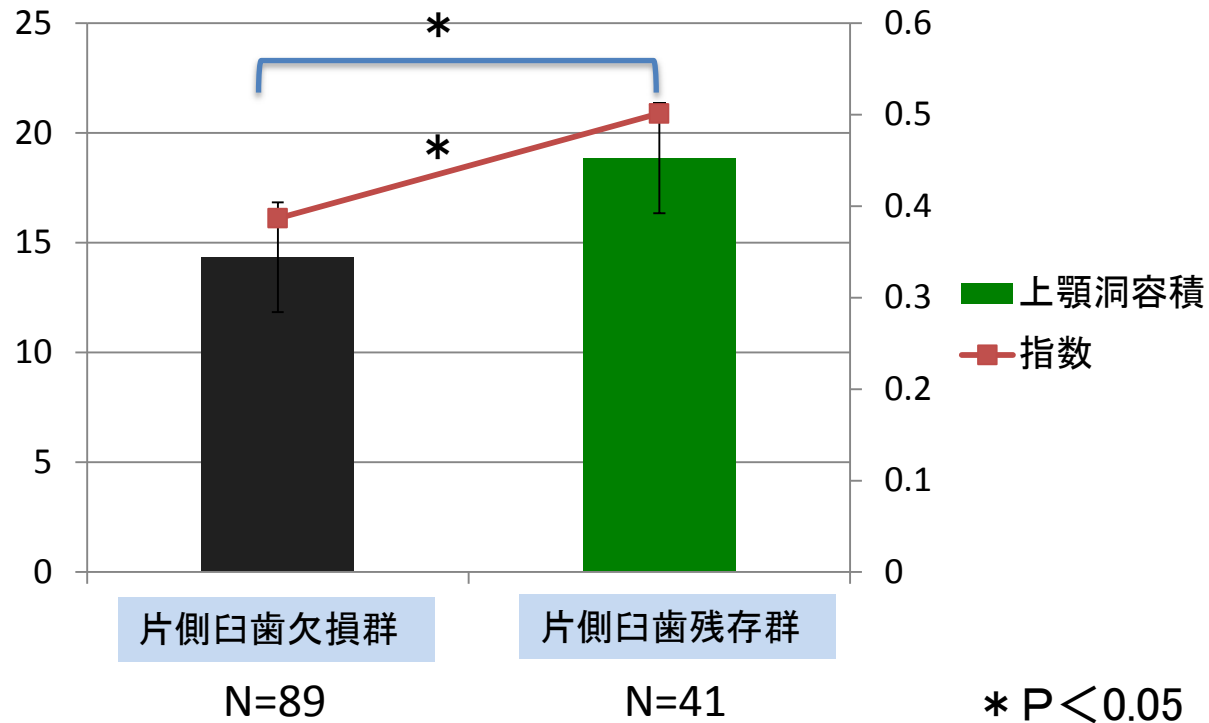
残存歯数は世代を経るに従い減少した。

図3 上顎洞容積の年代別変化



上顎洞容積、M/F指数ともに世代を経るに従い減少する傾向がみられたが59歳以下を除く一元配置分散分析の結果、上顎洞容積、M/F指数ともに世代間に有意差はみられなかった。

図4 臼歯部欠損状態による上顎洞容積の違い



上顎片側に臼歯が3本以上残存している群と上顎片側に臼歯が残存していない群の比較。容積、M/F指数ともに臼歯欠損群が有意に小さかった。