

サイナスリフトに関するヒト上顎洞隔壁の解剖学的研究

関 芳彦 渡辺孝夫\* 高橋常男

神奈川歯科大学口腔解剖学教室

(指導：高橋和人教授)

\*鶴見大学歯学部口腔外科学第一講座

(指導：瀬戸暁一教授)

An Anatomical Study of the Human Maxillary Sinus Septa  
with Reference to Sinus Lift Surgery

Yoshihiko SEKI, Takao WATANABE\* and Tsuneo TAKAHASHI

Department of Oral Anatomy, Kanagawa Dental College

(Director : Prof. Kazuto Takahashi)

\*The First Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

School of Dental Medicine, Tsurumi University

(Director : Prof. Kanichi Seto)

神 奈 川 歯 学

第 36 卷 第 4 号 別 刷

## サイナスリフトに関するヒト上顎洞隔壁の解剖学的研究

関 芳 彦 渡 辺 孝 夫\* 高 橋 常 男

神奈川歯科大学口腔解剖学教室

(指導: 高橋和人教授)

\*鶴見大学歯学部口腔外科学第一講座

(指導: 瀬戸暁一教授)

(受付: 2001年11月26日)

An Anatomical Study of the Human Maxillary Sinus Septa  
with Reference to Sinus Lift Surgery

Yoshihiko SEKI, Takao WATANABE\* and Tsuneo TAKAHASHI

Department of Oral Anatomy, Kanagawa Dental College

(Director: Prof. Kazuto Takahashi)

\*The First Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

School of Dental Medicine, Tsurumi University

(Director: Prof. Kanichi Seto)

## Abstract

The aim of this study was to investigate anatomical structures of the maxillary sinus septa that cause the sinus membrane to break, using instruments to lift it in sinus lift surgery (maxillary sinus subantral bone augmentation) for implant placement. In this study, 132 hemi-maxillary bone blocks from 75 Japanese cadavers used for student's education (topographical dissection anatomy) in Kanagawa Dental College were investigated.

The size of the sinuses averaged 31.6 mm in anterior-posterior length at the level of the horizontal plane where it was located at a height of 25.0 mm from the crest of the alveolar ridge and 19.3 mm in width on the zygomaticoalveolar crest (jugal ridge) line positioning at the central site of the zygomatic crest.

1. The incidence of sinuses with septa in the bottom of the maxillary sinuses was 45 sinuses (34.1%) in 132 blocks. The total number of septa was 70 and the average was 1.6 for each sinus.

2. Concerning the location of septa, 34 septa in 28 sinuses were observed in front of the zygomaticoalveolar crest line, 34 in 29 sinuses behind and 2 in 2 sinuses on the line.

3. The zone between the zygomaticoalveolar crest line and 10 mm anterior to the lateral wall, had the fewest, 9 septa in 9 sinuses (6.8% of 132 blocks), compared with the anterior area which had 21 sinuses (16.0%) and the posterior area, 29 sinuses (22.0%).

4. Regarding the direction of septa, 49 septa (70% of 70 septa) spread out from the medial wall to the lateral wall. Of them, the septa in front of the zygomaticoalveolar crest line spread out toward the anteriolaterally from the inner wall, and the ones behind it toward the posteriolaterally.

5. The height of septa was 4.2 mm on average ranging from 0.5 mm to 12.0. The maximum height was 25.7 mm.

6. There was no relationship between the number of the missing teeth and the incidence of sinuses with septa.

In conclusion, it was surmised that location, shape, height and direction of septa in this study are very useful findings in helping to make the bone window accessible to the sinus and to manipulate instruments during sinus lift procedures.

## 緒 言

上顎臼歯部は上顎洞の存在によりインプラント植立のための骨量を十分に確保できないことがあり、そのため、インプラント治療の適応範囲が狭められる結果となっている。その解決法として、上顎臼歯部における歯槽骨増大術、骨誘導再生術、上顎洞底骨造成術（以下、サイナスリフトと称する）などがある。サイナスリフトとは上顎骨側壁の骨を開窓、洞底部の粘膜を挙上し、その下の空隙に骨補填材を填塞、インプラント植立のための骨造成を図るもの<sup>1-4)</sup>で、組織学的にも挙上洞粘膜下空隙に新生骨が形成されたとする報告が出されている<sup>5-7)</sup>。本法の特徴は、上下顎間距離を保ちつつ洞底歯槽頂間距離を増加できること<sup>3)</sup>、および洞粘膜を保存することで粘膜機能への影響<sup>8,9)</sup>を極力押さえられる点にある。

挙上洞粘膜下空隙に補填する材料としては、自家骨<sup>10-21)</sup>、吸収性ヒドロキシアパタイト (HA)<sup>8)</sup>、非吸収性 HA<sup>8)</sup>、TCP<sup>8,22)</sup>、吸収性ポリマー<sup>8)</sup>、非吸収性ポリマー<sup>8)</sup>、ウシ焼成骨<sup>4,8,23-25)</sup>、生体活性ガラス<sup>26)</sup>、天然珊瑚顆粒<sup>8,23,27)</sup>、ヒト乾燥凍結脱灰骨<sup>8,23,28,29)</sup>、ガンマー線照射骨<sup>1,8,23)</sup>、軟骨<sup>8,23)</sup>など、種々の材料が単材、あるいは混合<sup>8,21,23,30-32)</sup>して用いられている。

実際のサイナスリフト臨床において遭遇する問題点のひとつとして、上顎洞隔壁の問題がある。上顎洞隔壁は鋸歯状あるいは隆起状を呈し、薄い洞粘膜が強く付着しているため、洞粘膜は剝離する際に裂開をおこしやすい<sup>3,4,23)</sup>。これにより空隙に填塞された補填材が漏出し、感染の一因となる。従って、このような洞粘膜の裂開を避けることは術式上の配慮すべき要点の一つに挙げられている<sup>3,4,8,23,33-35)</sup>。

隔壁の出現頻度は、剖検体を解剖学的に検索した上村<sup>36)</sup>、岡嶋<sup>37)</sup>、三浦<sup>38)</sup>、高橋<sup>39)</sup>、Ulm<sup>40)</sup>ら、臨床例で検索した Krennmair ら<sup>35)</sup>の報告があるが、16.0%~84.3%と幅広い。

今回、われわれは日本人の上顎洞を含む半側上顎骨体について、特にサイナスリフトとかかわりのある洞内隔壁を中心に解剖学的に検索したので報告する。

## 材料および方法

### 1. 材 料

材料は、神奈川歯科大学学生解剖学実習および歯学研究のために献体された 75 剖検体から取り出した上顎洞を含む 132 例の半側上顎骨体（以下、骨体と称する）を用いた。

既にホルマリン固定、エタノール浸漬固定を経たこれらの骨体に存在する軟組織をメスやピンセットなどで可及的に除去した後、煮沸し、既存の固定液を洗い落とした。その後、5~7% 温タンパク分解酵素溶液（プロテアーゼ・リン酸緩衝液、pH 7.8）、一部は 5% パパイン水溶液に 2~3 日間浸漬（60°C）し、残存する軟組織を酵素分解除去した。これを数回繰り返す、その都度、流水で洗浄した。次いで、クロロホルム・メタノール混合溶液（2:1）で脱脂、1% 過酸化水素液で漂白し、完全な乾燥骨体標本とした。

### 2. 計測基準線の設定

骨体標本は下部上顎洞、歯槽骨、および一部残存歯を含み、上顎洞は内壁、洞底、前外壁および後外壁の 4 面で構成されている。この骨体の頬骨下稜において前後方向の中央点を印記し、左右両側の頬骨下稜中央点を通る骨体上の垂線を頬骨下稜線（以下、下稜線と称する）とし、骨体上に約 1 mm 幅の黒色マーキングテープを接着した（図 1-a, 1-b）。次に下稜線上で、歯槽骨頂から頭頂方向に 25 mm<sup>1)</sup>の位置を印記し、その位置での水平面上に同マーキングテープを接着した。この線を 25 mm 水平線（図 1-a, 1-b）とした。計測に際しては下稜線および 25 mm 水平線を基準とした。

本研究では上顎洞底部の鋸歯状に鋭く尖った 0.5 mm 以上の突起構造物をサイナスリフトに関与する隔壁として調査対象とした。

隔壁は、下稜線を基準として前方、後方および下稜線上の 3 群に分け、それぞれ下稜線に近い方から遠い方へ、a, b, c と順に記号をつけた。即ち、下稜線より前方 1 番目の隔壁を前 a 隔壁とし、前方 2 番目にあるものを前 b 隔壁、そして前方 3 番目にあるものを前

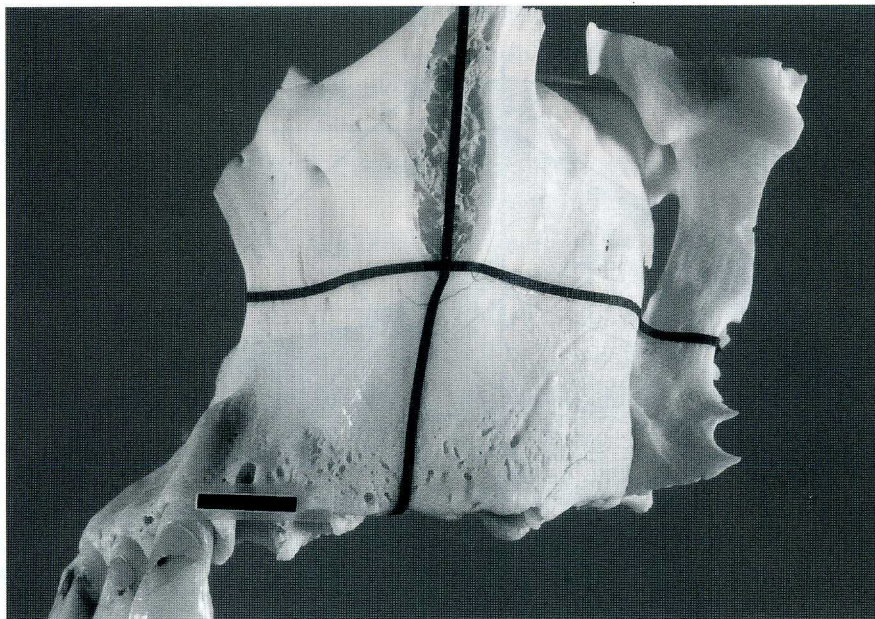


図 1-a 側方よりみた左側上顎骨体標本。骨体標本に黒テープを貼って下稜線および 25 mm 水平線を示す。下稜線は左右頬骨下稜の中央で、前額断面上の線とした。下稜線は上顎第 1 大臼歯部を通過している。25 mm 水平線は下稜線上の歯槽頂より 25 mm 高位の水平面上の線とした。スケール：1 cm

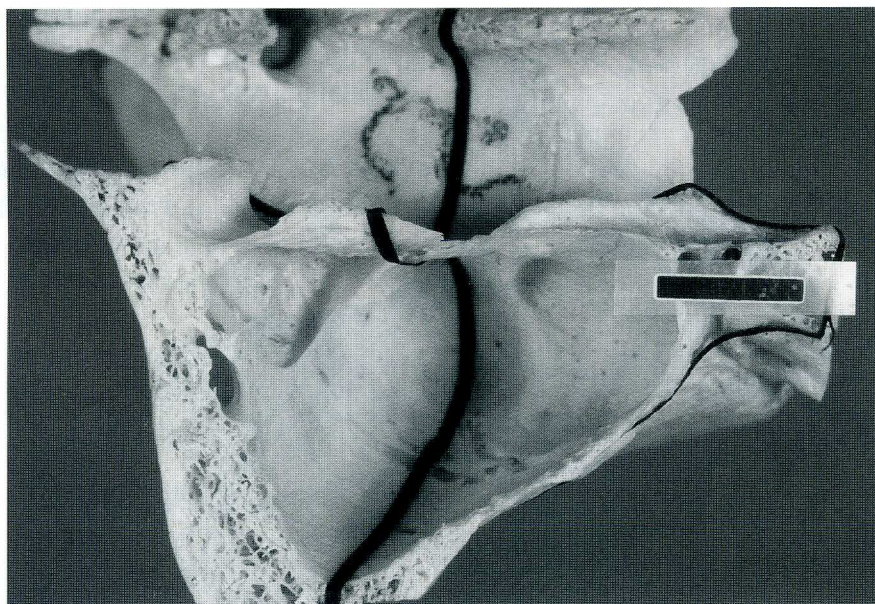


図 1-b 上方（眼窩側）よりみた左側上顎骨体標本。洞底面が観察される。25 mm 水平線と下稜線を示す。スケール：1 cm

c 隔壁とし、同様に下稜線より後方 1 番目にあるものを後 a 隔壁とし、後方 2 番目にあるものを後 b 隔壁、後方 3 番目にあるものを後 c 隔壁、そして後方 4 番目にあるものを後 d 隔壁とした。また隔壁の一部が下稜線上にあるものは下稜線隔壁とし、他と区別した（図 2-a）。

### 3. 計測部位

- 1) 上顎骨体の解剖：上顎骨体を 25 mm 水平線上で計測した。
  - ① 外側前壁径：上顎骨外側面前方外壁の長さ。下稜線より鼻切痕までの距離
  - ② 外側後壁径：上顎骨外側面後方外壁の長さ。下稜線より上顎骨後縁までの距離

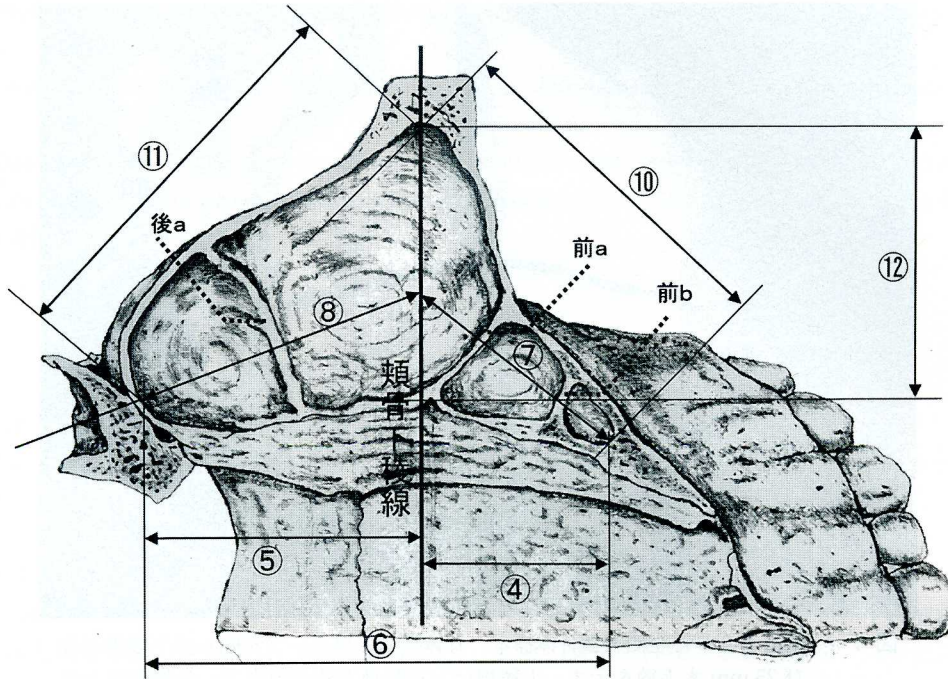


図 2-a 25 mm 水平線で切断した上面観概略図 (左側) 計測項目 ④ から ⑫ を示す。

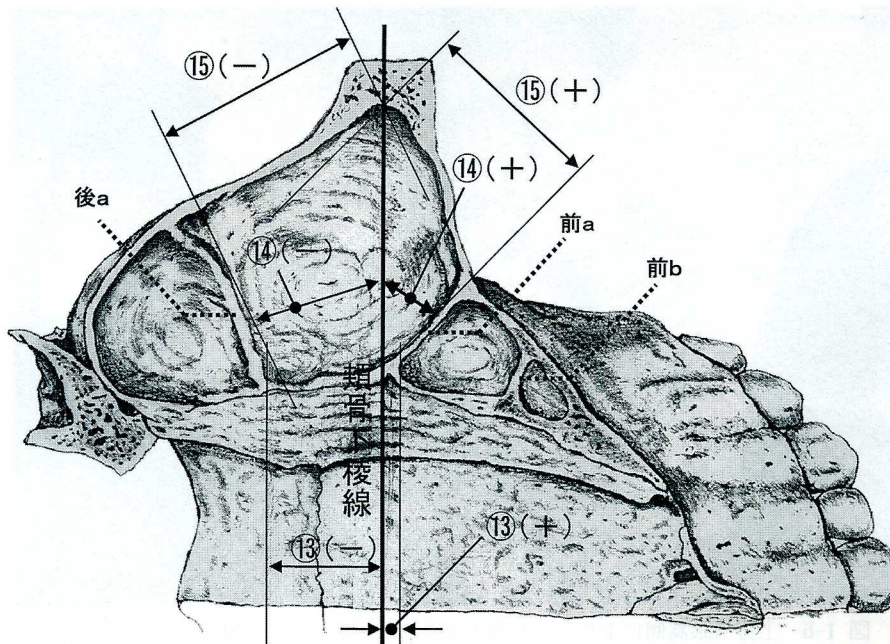


図 2-b 25 mm 水平線で切断した上面観概略図 (左側) 計測項目 ⑬ から ⑮ を示す。  
(+) は下稜線より前方, (-) は後方の計測値を示す。

- ③ 内側 (鼻腔側) 壁径: 鼻切痕より上顎骨後縁までの距離
- 2) 上顎洞の解剖: 上顎洞内面を 25 mm 水平線上で計測した (図 2-a)。
- ④ 洞内壁下稜線前方径: 洞内面, 内壁における下

- 稜線より洞前縁までの距離
- ⑤ 洞内壁下稜線後方径: 洞内面, 内壁における下稜線より洞後縁までの距離
- ⑥ 洞内壁全長: 洞内壁下稜線前方径④と洞内壁下稜線後方径⑤を合わせた距離

⑦ 洞底線下稜線前方径：洞底線上の下稜線より洞前縁までの距離

⑧ 洞底線下稜線後方径：洞底線上の下稜線より洞後縁までの距離

⑨ 洞底線全長：洞底線下稜線前方径⑦と洞底線下稜線後方径⑧を合わせた距離

⑩ 洞前外壁径：洞内面，前外壁における下稜線より洞前縁までの距離

⑪ 洞後外壁径：洞内面，後外壁における下稜線より洞後縁までの距離

⑫ 洞幅径：下稜線上の洞内壁と洞外壁間の距離，洞の幅径

3) 隔壁の計測 (図2-b)

前a隔壁，前b隔壁，前c隔壁，下稜線隔壁および後a隔壁，後b隔壁，後c隔壁，後d隔壁のそれぞれの隔壁について，内壁距離(⑬)，洞底線距離(⑭)，外壁距離(⑮)および高径(⑯)の4項目を計測した。図2-bは前a隔壁，前b隔壁，後a隔壁を例とした計測点を示す。

⑬ 内壁距離：内壁上の下稜線より隔壁までの距離。下稜線を0とし，それより前方にあるものを(+)，後方にあるものを(-)とした。

⑭ 洞底線距離：洞底線上の下稜線より隔壁までの距離。下稜線を0とし，それより前方にあるものを(+)，後方にあるものを(-)とした。

⑮ 外壁距離：上顎洞内面外壁における下稜線より隔壁までの距離。下稜線を0とし，それより前方にあるものを(+)，後方にあるものを(-)とした。

⑯ 高径：洞底壁からの最大高径

4. 計測方法

計測は0.1mmまで測定可能なノギスと定規を使用し，照明下で行った。これらの計測結果をもとに，

隔壁の数，頻度，分布，走行および高さを算出し，また歯の欠損状態と隔壁の頻度についても比較した。

結 果

75検体の性別は男性41例，女性34例，年齢は67～85歳(平均76歳)であった。上顎骨体外表面の25mm水平線における前外壁径は平均 $32.7 \pm 4.1$ mm，後外壁径は平均 $29.9 \pm 5.5$ mm，および鼻腔側壁は平均 $41.4 \pm 3.8$ mmであった。上顎洞内面内壁全長は平均 $37.0 \pm 5.9$ mm，洞底線全長は平均 $37.6 \pm 8.5$ mm，洞前外壁径は平均 $25.0 \pm 5.4$ mm，洞後外壁径は平均 $27.7 \pm 5.7$ mm，下稜線上での内壁から外壁までの幅径は平均 $21.8 \pm 5.2$ mmであった(表1)。隔壁は45洞に70個(34.1%)で，1洞あたりの個数は最大6個，平均1.6個であった(表2)。隔壁の分布について，下稜線上に隔壁のある上顎洞は2洞(1.5%)，隔壁数2個，下稜線より前方に隔壁のあるものは28洞(21.2%)，34個，後方に隔壁のあるものは29洞(22.0%)，34個であった(表3)。洞外壁で，下稜線と下稜線前方10mmの間(下稜線前方10mm帯)に隔壁のある上顎洞は9洞(6.8%)，その

表2 1洞あたりの隔壁個数

隔壁の個数/洞	洞数	隔壁個数
0	87	0
1	28	28
2	13	26
3	2	6
4	1	4
5	0	0
6	1	6
計	45	70

表1 上顎洞の計測

	洞内壁			洞底線		
	下稜線前方	下稜線後方	全長	下稜線前方	下稜線後方	全長
	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
洞数	119	119	123	122	122	122
平均値 (mm)	$15.9 \pm 3.7$	$18.7 \pm 4.1$	$37.0 \pm 5.9$	$17.0 \pm 3.8$	$19.7 \pm 3.3$	$37.6 \pm 8.5$
	洞外壁		幅径			
	前外壁	後外壁				
	⑩	⑪	⑫			
洞数	109	109	111			
平均値 (mm)	$25.0 \pm 5.4$	$27.7 \pm 5.7$	$21.8 \pm 5.2$			

(注) 計測可能な個数は計測部位で異なる。

表 3 下稜線に対する隔壁の分布

分布	洞数	隔壁個数
下稜線前方	28	34
下稜線上	2	2
下稜線後方	29	34
計	45	70

(注) 下稜線の前後に一つずつ隔壁を持つ場合は 2 洞となるので、見かけ上、洞数は異なる。

表 4 外壁での下稜線前方 10 mm 帯に対する隔壁の分布

分布	洞数	隔壁個数
前方	21	27
10 mm 帯	9	9
後方	29	34
計	45	70

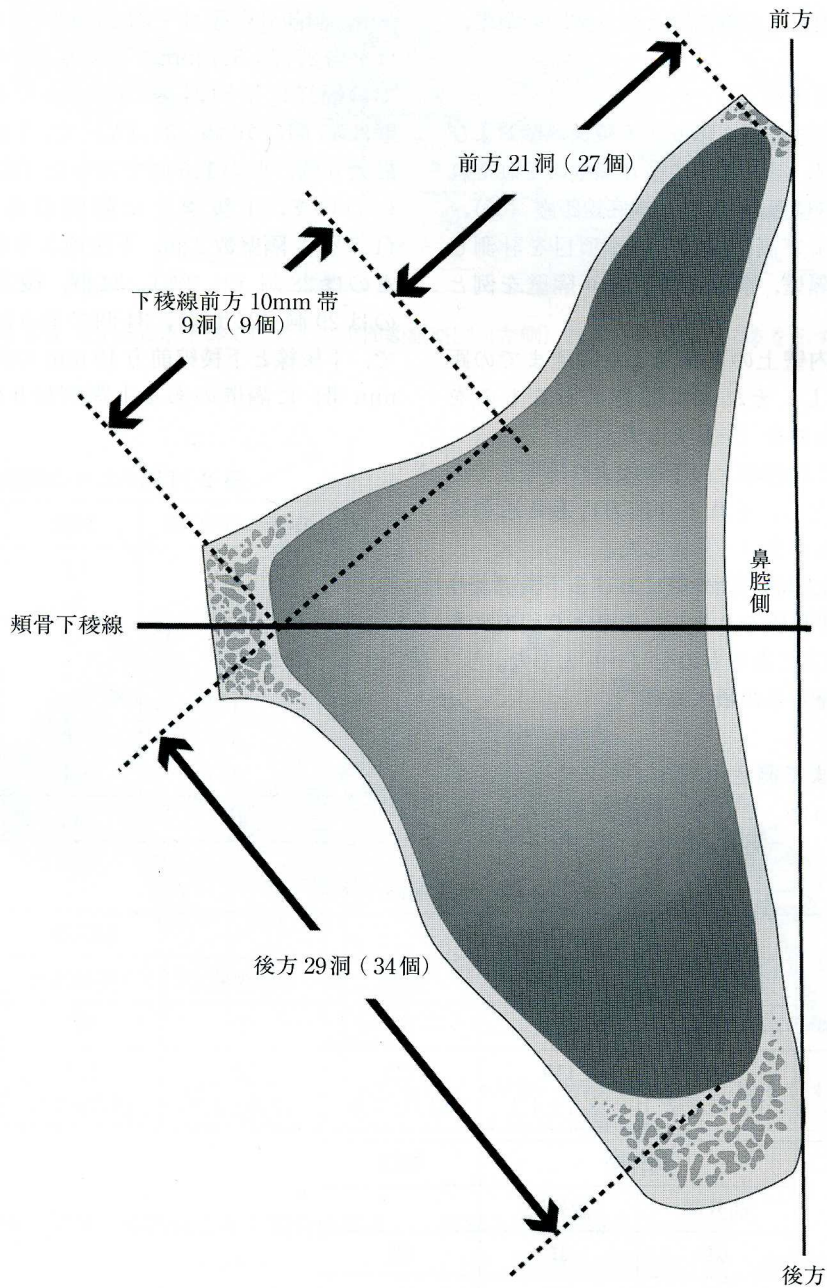


図 3 25 mm 水平線で切断した上面観概略図で外壁における隔壁の分布状態を示す。下稜線前方 10 mm 帯には 9 洞 9 個の隔壁がみられた。隔壁の出現頻度は 6.8% で、その前後に比較して小さかった。

表5 隔壁の位置

隔壁名	内壁における下稜線からの平均距離±標準偏差(隔壁個数)	洞底線における下稜線からの平均距離±標準偏差(隔壁個数)	外壁における下稜線からの平均距離±標準偏差(隔壁個数)	総隔壁個数
前c 隔壁	+9.8 (1)	+13.5 (1)	+12.0 (1)	1
前b 隔壁	+8.2±4.7 (5)	+12.5±3.4 (4*)	+15.4±6.1 (4*)	5
前a 隔壁	+5.6±4.0 (26*)	+7.9±4.0 (28)	+11.1±5.5 (27*)	28
下稜線隔壁	-5.6 (2)	-1.3 (2)	+8.7 (2)	2
後a 隔壁	-6.0±3.1 (29*)	-8.7±3.7 (29*)	-8.5±5.9 (29*)	30
後b 隔壁	-9.1 (1*)	-12.7 (2)	-13.6 (2)	2
後c 隔壁	-14.1 (1)	-15.2 (1)	-14.6 (1)	1
後d 隔壁	-15.2 (1)	-20.4 (1)	-18.2 (1)	1

単位=mm, +:下稜線前方, -:下稜線後方

\*隔壁個数は計測可能な隔壁数をあげた(個数が一致しないことがある)。

表6 放射状に走行する隔壁

隔壁名	計測隔壁個数	内壁から外壁へ放射状に走行する隔壁個数	(%)
前c 隔壁	1	1	100
前b 隔壁	5	4	80
前a 隔壁	28	25	89
下稜線隔壁	2	...	...
後a 隔壁	30	15	50
後b 隔壁	2	2	100
後c 隔壁	1	1	100
後d 隔壁	1	1	100
計	70	49	70

前方に隔壁があるものは21洞(16.0%),後方は29洞(22.0%)であった(表4,図3)。

隔壁の走行を内壁,洞底線および外壁における下稜線からの距離で表した(表5)。前a隔壁は,内壁,洞底線および外壁において,下稜線より前方にそれぞれ平均5.6±4.0mm,同7.9±4.0mm,同11.1±5.5mmで,内壁より外前方に走行していた。前b隔壁は同じく平均8.2±4.7mm,同12.5±3.4mm,同15.4±6.1mmで,外前方に走行していた。前c隔壁は同じく平均9.8mm,同13.5mm,同12.0mmで,洞底でやや外側に膨らみながら外前方に走行していた。一方,後a隔壁は内壁,洞底線および外壁において,下稜線より後方にそれぞれ平均6.0±3.1mm,8.7±3.7mm,8.5±5.9mmで,洞底でやや外側に膨らみながら外後方に走行していた。後b隔壁は同じく,下稜線より後方にそれぞれ平均9.1mm,12.7mm,13.6mmで,内壁より外後方に走行していた。各隔壁の走行をみると,下稜線より前方にある隔壁で内壁より外前方に走行するものが30個,後方にある隔壁で外後方に走行するものは19個みられた(表6,図4)。これらは内壁より外前方あるいは

外後方に放射状に走行する隔壁で,総隔壁数70個のうち49個で70.0%であった。

隔壁の高さは,最大25.7mm,最小0.5mm,平均4.2±3.9mmであった(表7)。

臼歯部欠損歯状態と隔壁の出現頻度の関係について,臼歯がすべて欠損した上顎洞,61洞のうち,隔壁のみみられたものは26洞(42.6%)であった。同様に臼歯の一部が欠損した上顎洞,35洞のうち,隔壁のみみられたものは6洞(17.1%),および臼歯に欠損の無いもの,36洞のうち,隔壁のみみられたものは13洞(36.1%)であった(表8)。

## 考 察

従来の歯科領域における上顎洞の解剖学的研究は歯性上顎洞炎などの歯性疾患を念頭に置いた研究<sup>36,41)</sup>,また歯の位置を基準に計測した研究<sup>40,42)</sup>が多かった。しかし,本研究ではサイナスリフトに関与する隔壁を調査対象にしたものである。無歯顎に施術するサイナスリフトでは歯を基準とする計測は困難である。解剖学的な計測にあたり,その基準となる計測点は頬骨下稜(頬骨歯槽稜)とした。これはサイナスリフトの



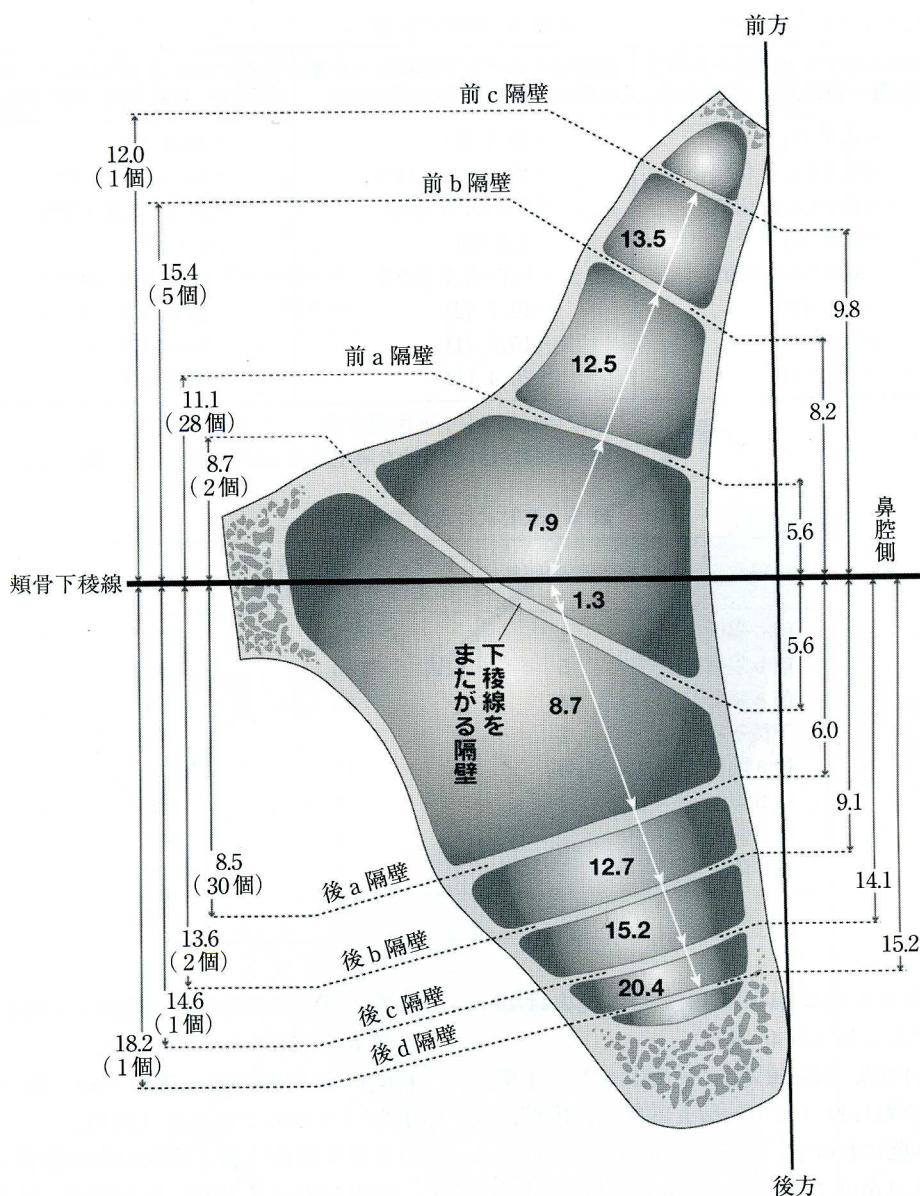


図4 25 mm 水平線で切断した上面観概略図で隔壁の走行を示す。下稜線をまたがる隔壁は2個にみられた。それより前方では前a, 前b, 前c 隔壁が, 後方では後a, 後b, 後c, 後d 隔壁がみられた。各隔壁の走行をみるため, 洞内壁, 洞底線および洞外壁上に下稜線からの平均距離を図示した。(単位: mm)

際, 必ず術野に現れる解剖学的な構造物であり, 上顎第1大臼歯の位置にほぼ一致する。このことから両側頬骨下稜の近遠心の中点を通る前額断面を下稜線(図1-a, 1-b)とし計測基準の1つとした。今回は, 対象試料を臼歯部の有歯顎, 部分無歯顎および完全無歯顎とし, 下稜線を基準とした新しい計測法で調査したものである。

Tatum<sup>1)</sup>はインプラント植立に必要な骨量として20 mm から25 mm を目安とした。この目安を基にすると, サイナスリフトにおける上顎骨側壁の露出高径

は歯槽頂より最大で25 mm となる。下稜線部の歯槽頂もサイナスリフトの術野に入れることは容易である。下稜線上の歯槽頂より25 mm 高位で咬合平面に平行な線を25 mm 水平線(図1-a, 1-b)とし, 同じく計測基準にした。今回の研究は25 mm 水平線より下方の洞底にある隔壁を検索対象とした。

個々の隔壁の名称は下稜線を基準とした。すなわち, 下稜線を一部でも横切っているものは下稜線隔壁とし, 下稜線を境に前方にあるものは, 下稜線より1番目の隔壁を前a 隔壁, 同様に2番目にあるものは前

表7 隔壁の高さ

隔壁名	計測隔壁個数	最大値 (mm)	最小値 (mm)
前c 隔壁	1	*	*
前b 隔壁	5	12.0	1.3
前a 隔壁	28	8.0	0.9
下稜線隔壁	2	15.2	13.1
後a 隔壁	29	25.7	0.5
後b 隔壁	2	5.3	3.1
後c 隔壁	1	*	*
後d 隔壁	1	*	*
計	69	25.7	0.5

表8 臼歯部欠損歯状態と隔壁のみられた洞の割合

臼歯部欠損歯状態	洞数	隔壁のみられた洞数	(%)
完全欠損	61	26	42.6
部分欠損	35	6	17.1
欠損なし	36	13	36.1
計	132	45	34.1

b 隔壁と追加していった (図2 a)。同じく後方にあるものは、後方1番目の隔壁を後a 隔壁、2番目は後b 隔壁として追加していった。この結果、今回の調査では前a 隔壁、前b 隔壁、前c 隔壁、下稜線隔壁、後a 隔壁、後b 隔壁、後c 隔壁および後d 隔壁の8種類が確認された。

上顎洞の大きさについて、Smiler<sup>34)</sup>は前後径30.0 mm、幅径25.0 mmと報告した。上村<sup>35)</sup>は前後径34.0 mm、幅径24.0 mm、三浦<sup>38)</sup>は前後径平均31.0 mm、幅径22.0 mmで、一般的には前後径が長く、幅径が短い傾向にあったと報告されている。本研究では、25 mm 水平線という独自の計測基準を用いたが、前後径に相当する洞内壁は平均 $37.0 \pm 5.9$  mm、洞幅径は平均 $21.8 \pm 5.2$  mmであった (表1)。

洞内の棘状、鋸歯状の鋭い隔壁は、それに付着する洞粘膜を剝離する際に洞粘膜の裂開を起こす原因のひとつとなっている<sup>27,43)</sup>。裂開を避ける対処法としては、隔壁の両側の外側壁を骨開窓、隔壁の両基底部で両方より徐々に洞粘膜を剝離、隔壁の頂点まで進めていく方法<sup>27)</sup>、あるいは洞粘膜基部の洞粘膜を剝離した段階でチゼルを用いて洞粘膜とともに隔壁そのものを遊離する<sup>2)</sup>などの方法が報告されている。しかし、いずれも術式は煩雑である。現在のところ、著者らは鋭い隔壁部での洞粘膜剝離挙上を避けることが最善と考えている。

洞内へアプローチする方法として、上顎骨側壁を骨開窓して、洞粘膜を操作する側壁アプローチ法とイン

プラント移植床を形成後、その移植床を通して洞粘膜を挙上する床アプローチ法<sup>44~46)</sup> (ソケットリフト) の2つが考えられている。いずれも骨開窓する際、その位置に隔壁が存在した場合は粘膜の裂開をおこす可能性が高い。このようなことから、隔壁の位置、走行は骨開窓部位、開窓形態の重要な決定要因であると考えられる。

隔壁の頻度について、上村<sup>35)</sup>は成人頭蓋57体を調査し、鋭い隔壁と隆起状のものを合わせた隔壁の出現頻度は61.8%で、このうち鋭い隔壁の出現頻度は31.8%であったと報告した。岡嶋<sup>37)</sup>は無歯顎51剖検体について検索し、隔壁は43洞、84.3%にみられ、このうち、鋭い隔壁の出現頻度は20.0% (10洞/51洞)と報告した。三浦<sup>38)</sup>は有歯顎を含めた剖検体37洞のうち、9洞、24.3%に隔壁を認めたとしている。これらの報告はサイナスリフトが一般化する以前の解剖学的計測結果である。一方、サイナスリフトに影響する隔壁は、Ulm<sup>40)</sup>は無歯顎剖検体41洞のうち13洞 (31.7%)に、Krennmair<sup>35)</sup>はサイナスリフトを行った65洞のうち18洞 (27.7%)に、術前CT検査を行った200洞のうち32洞 (16.0%)に、岩野<sup>47)</sup>は術前CT写真による調査で、33洞のうち12洞 (36.4%)にみられたと報告した。これら研究者による隔壁出現頻度の差は、調査対象が有歯顎あるいは無歯顎か、あるいは対象とした隔壁の定義の違い<sup>36)</sup>などが影響したものと考えられた。すなわち、隆起状の隔壁は、洞粘膜剝離が容易で、施術に大きな影響は与え

ないことから臨床的意義は薄い。今回の調査では、実際のサイナスリフトで洞粘膜の剝離を困難とするような鋭い隔壁を検索対象として、隔壁は 45 洞に 70 個 (34.1%) みられた (表 2)。これは Krennmair<sup>35)</sup> の 27.7%, Ulm<sup>40)</sup> の 31.7%, 岩野<sup>47)</sup> の 36.4% など、サイナスリフトを念頭に置いた結果と類似していた。これらのことから、サイナスリフトに影響を与える可能性ある隔壁の出現頻度は 30% 前後あるものと考えられた。

隔壁の分布について、上村<sup>39)</sup>は上顎洞を梨状口外側縁、眼窩下孔、頬骨下稜、後面中央部とそれらの間隙で 7 部位に分けて集計した。その結果、隔壁は頬骨下稜より前方に 47.1%, 下稜部に 15.7%, 頬骨下稜より後方に 37.3% という分布で出現し、下稜部が最も少なく、前後にはほぼ均等に分布していた。岡嶋<sup>37)</sup>は第一大臼歯の位置を基準として隔壁を集計し、その出現頻度は、第一大臼歯部が 11.9%, それより前方 33.3%, 後方 54.8% で、隔壁は後方に多く分布し、第一大臼歯部は最も少なかった。Ulm<sup>40)</sup> は同じく 20.0%, 前方 73.3%, 後方 6.7% とし、ここでは前方が最も多かった。頬骨下稜部と第一大臼歯部は解剖学的に近似した部分であり、これらの部位での隔壁出現頻度は 10~20% で、比較的少なかった。しかし、その前後での隔壁の頻度は報告により差がみられ、一定した見解はない。本調査における隔壁は内壁から外壁に向かい、前方あるいは後方へと複雑に走行している。従って、内壁、洞底線、外壁のどの位置で隔壁を分類するかによって集計結果に誤差が生じる可能性も考えられる。本研究では、隔壁の一部でも下稜線上にある隔壁を下稜線隔壁と定義し、それより前方部と後方部の 2 つに分けた。その結果、前方部は 28 洞、34 個、後方は 29 洞、34 個と隔壁は下稜線を基準に前後にほぼ均等に分布していた。

サイナスリフト、側壁アプローチ法の場合、頬骨下稜より前方の外壁に骨開窓部位を置くことが多い。従って、この部分の洞内隔壁は骨開窓の障害、洞粘膜の裂開を起こす要因の一つになる<sup>27,43,48)</sup>。岩野<sup>47)</sup>は、頬骨下稜線より前方 10 mm 以内の範囲は最も開窓部位になる頻度が高いとして、この範囲を頬骨下稜前方 10 mm 帯とし隔壁の出現頻度を術前 X 線 CT 写真で調査した。その結果、頬骨下稜前方 10 mm 帯には隔壁が全くみられなかったと報告した。今回の調査について、岩野<sup>47)</sup>と同じく頬骨下稜線より前方 10 mm 内の部分を下稜線前方 10 mm 帯としてみると (表 4)、そこにみられた隔壁は 132 洞中、9 洞 (6.8%) で、下稜線前方 10 mm 帯より前方の 21 洞 (16.0%)、後方の 29 洞 (22.0%) に比較し、最も少なかった。ま

た、洞前外壁における前 a 隔壁基部の位置は下稜線より前方、平均 11.1 mm の距離であった (表 5)。サイナスリフトで上顎洞の開窓の位置は隔壁の出現頻度の少ない場所が適当である。この点、頬骨下稜線より前方 10 mm の範囲は、隔壁の出現頻度が少なく、骨開窓の位置として適当であると考えられた。

隔壁の走行は骨開窓後、洞底部洞粘膜剝離する器具の操作方向を考える上で重要である。Chanavaz<sup>23)</sup> の調査では隔壁は洞内側から外側に伸びているとし、三浦<sup>38)</sup>も同じく鼻腔側壁中央から外方、または斜め後外方に走行していると報告した。本研究では隔壁の走行を内壁、洞底線および外壁における下稜線からの平均距離で表現することを試みた (表 5)。この方法では内壁から洞底線、外壁と、値が大きくなるほど、走行が外前方あるいは後外方に向かっているのが分かる。この方法でみると、前 a 隔壁において内壁の平均距離は  $5.6 \pm 4.0$  mm、洞底線は  $7.9 \pm 4.0$  mm、外壁は  $11.1 \pm 5.5$  mm と内壁から外側向かう程大きい値を示し、前 a 隔壁が外前方に走行している状態が数値で表現された。前 b 隔壁は同じく内壁より外前方に、後 b 隔壁は後外方に走行していた。しかし、後 a 隔壁は内壁で下稜線後方  $6.0 \pm 3.1$  mm、洞底線で同  $8.7 \pm 3.7$  mm、外壁で同  $8.5 \pm 5.9$  mm と洞底線でやや外方に膨らんでいた。このように洞底線で前方または後方に弯曲した隔壁は、前 c 隔壁、後 c 隔壁および後 d 隔壁にもみられた。次に、内壁より前外方および後外方に放射状に走行する隔壁の個数を集計してみた (表 6)。放射状に走行する隔壁は 49 個で、隔壁総数 70 個のうち 70.0% と大半を占め、大部分の隔壁が内壁から前外方に、あるいは後外方に走行しているのが示された。実際の臨床では、洞粘膜を剝離する器具の操作方向は洞の前方外壁から内後方、斜めに進めることが多い。このように術中の器具操作方向を考える上で、今回の調査で示された複雑な隔壁の走行は重要な参考資料となるものと考えられる。

隔壁の高さについて、Ulm<sup>40)</sup> は、41 洞のうち 13 洞にみられた隔壁の最大高径は 17.0 mm、平均 7.9 mm であったと報告した。Krennmair<sup>35)</sup> は 1 例に高さ 12.0 mm、長さ 20.0 mm の完全隔壁 (Complete septum) を観察した。他の 21 個は不完全隔壁 (Incomplete septa) で、平均高径は 9.2 mm だったと報告した。本調査では、最大 25.7 mm、最小 0.5 mm、平均  $4.2 \pm 3.9$  mm、であった (表 7)。最大高径では Ulm<sup>40)</sup>、Krennmair<sup>35)</sup> より高かったが、平均値では低かった。Ulm、Krennmair の検体は軟組織付き試料で、2.5 mm 以上の突起を隔壁と定義し集計していた。それに対し、本研究では軟組織を除去した

骨体を直接観察し、洞粘膜剝離挙上を困難にする骨性突起を隔壁と判断した。従って、計測基準や、対象とする隔壁の高径の違いが両者の平均値の差となったものと考えられる。今回の隔壁高径の平均値はUlm, Krennmair より低かったが、臨床的には本研究のように軟組織のない骨を直接観察した方がより実体に近いと考えられる。隔壁が極端に高く、上顎洞を完全に分け、多洞性上顎洞を示すことがある<sup>43)</sup>。この場合、骨開窓や洞粘膜挙上方法に特別な工夫が必要になる<sup>48)</sup>。今回はこのような多洞性上顎洞はみられなかった。

隔壁の意義について、先天的に形成される一次隔壁(primary septa)は洞底部や前方壁にみられ、中顔面の成長に関わるとされる<sup>23,35)</sup>。一方、歯が欠損し、上顎歯槽突起が吸収したあとに生じる隔壁は二次隔壁(secondary septa)といわれ、洞底に広く分布し、高さは比較的低いとされる<sup>23,35,49)</sup>。また、隔壁には完全隔壁(complete septum)と不完全隔壁(incomplete septum)がある<sup>23,35)</sup>。完全隔壁(complete septum)とは、上顎洞を完全に多洞にするもので、高い隔壁をもつ。不完全隔壁(incomplete septum)とは高さの低い隔壁で本来ある隔壁(complete septum)とは別に形成される。このような隔壁の成立には、咀嚼圧などの力学的要因の関与が示唆されている<sup>36,50)</sup>。

隔壁と歯の喪失との関係については、臼歯部欠損歯状態と隔壁のみられた上顎洞の割合を比較してみた(表8)。臼歯の完全欠損した半側上顎骨体は61洞だったが、このうち隔壁のある上顎洞は26洞(42.6%)であった。同様に臼歯部分欠損歯の骨体35洞のうち、6洞(17.1%)、臼歯が残存する骨体36洞中13洞(36.1%)であった。この3群間の結果からは臼歯の欠損歯状態と隔壁の有無の間に関係を示す所見はみられなかった。

最後に、今回の調査は、サイナスリフト临床上必要な25 mm 水平線以下の上顎洞底を対象に、施術の際、必ず術野に現れる頬骨下稜を基準として検索したものである。骨開窓の位置、大きさ、形、洞粘膜剝離方向などの術前の参考資料として、術後の予知性を高めるためにも有用と考えられる。

## 結 語

神奈川歯科大学学生解剖学実習および歯学研究のために献体された75剖検体、上顎洞を含む半側上顎骨体132例を用いて、サイナスリフトにおいてその施術に影響を及ぼしうるとされる鋭い突起構造を示す隔壁について、下稜線および25 mm 水平線を基準とした計測法による解剖学的調査を行った。以下のような

結果を得た。

1. 25 mm 水平線以下の上顎洞底にみられる隔壁は45洞、34.1%にみられた。隔壁の総数は70個で、1洞あたり1.6個であった。
2. 下稜線上にある隔壁は2洞2個にみられた。下稜線より前方にあるものは同じく28洞34個に、および後方にあるものは29洞34個にみられた。
3. 外側壁位置が下稜線前方10 mm 帯にある隔壁は9洞9個(6.8%)にみられた。その前方および後方に比較し、下稜線前方10 mm 帯に隔壁が存在する割合は最も小さかった。
4. 下稜線より前方にある隔壁が内壁より前外方へ、後方にあるものが後外方へと放射状に走行していたものは49個70%と大半を占めた。
5. 隔壁の高径は平均4.2 mm ± 3.9, 最大25.7 mm であった。
6. 臼歯部完全欠損の半側上顎骨体で隔壁のみられる上顎洞の割合は42.6%、臼歯部部分欠損の骨体では17.1%、および臼歯部欠損のないものでは36.1%と、臼歯部の欠損歯状態と隔壁の出現頻度との間に関連を示す所見はみられなかった。

以上、今回の調査結果はサイナスリフトの際、骨開窓の位置、大きさ、形、洞粘膜剝離方向、あるいはその限界を考える上で有用な参考資料となるものと考えられた。

## 謝 辞

原稿を終えるに臨み、終始御懇切なるご指導とご校閲を賜りました神奈川歯科大学口腔解剖学教室 高橋和人教授に深く感謝申し上げます。また、論文の作成にあたりご校閲とご教示を戴きました口腔外科学第一講座 新藤潤一教授、歯科補綴学教室 豊田 實教授に深く感謝の意を表します。最後に、本研究の遂行に対しご理解・ご協力を戴きました口腔解剖学教室の諸先生方に感謝致します。

本論文の要旨は第33回神奈川歯科大学学会総会(1998.12.5.横須賀)、第18回日本口腔インプラント学会関東甲信越支部総会(1999.9.23.東京)、第4回日本顎顔面インプラント学会総会(2000.10.3.横浜)、第106回神奈川歯科大学学会総会(2001.10.11.横須賀)において発表された。

## 文 献

1. Tatum OH, Lebowitz MS, Tatum CA, Borgner RA. Sinus augmentation. *New York State Dent J* 5: 43-48, 1993.
2. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 38: 613-616, 1980.

3. Tatum OH. Maxillary and sinus implant reconstruction. *Dent Clin North America* **30** : 207-229, 1986.
4. Misch CE. Maxillary sinus augmentation for endosteal implants : Organized alternative treatment plans. *Int J Oral Implantol* **4** : 49-58, 1987.
5. Hurzeler MB, Quinones CR, Kirsch A, Schubach P, Krauser A, Strub JR, Caffesse RG. Maxillary sinus augmentation using different grafting materials and dental implants in monkeys. Part III. Evaluation of autogenous bone combined with porous hydroxyapatite. *Clin Oral Implant Res* **8** : 401-411, 1997.
6. Quinones CR, Hurzeler MB, Schubach P, Arnold DR, Strub JR, Caffesse RG. Maxillary sinus augmentation using different grafting materials and dental implants in monkeys. Part IV. Evaluation of hydroxyapatite-coated implants. *Clin Oral Implant Res* **8** : 497-505, 1997.
7. 清水治彦, 高橋常男, 渡辺孝夫. サイナスリフトの術式と臨床. *インプラントジャーナル* **7** : 29-48, 2001.
8. Chanavaz M. Sinus grafting related to implantology. Statistical analysis of 15 years of surgical experience (1979-1994). *J Oral Implant* **22** : 119-130, 1996.
9. Hurzeler MB, Kirsch A, Ackermann KL, Quinones CR. Reconstruction of the severely resorbed maxilla with dental implants in the augmented maxillary sinus : a 5-year clinical investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* **11** : 466-475, 1996.
10. Wood RM, Moore DL. Grafting of the maxillary sinus with intraorally harvested autogenous bone prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* **3** : 209-214, 1988.
11. Adell R, Lekholm U, Grondahl K, Branemark PI, Lindstrom J, Jacobsson M. Reconstruction of severely edentulous maxillae using osseointegrated fixtures in immediate autogenous bone grafts. *Int J Oral Maxillofac Implants* **25** : 33-246, 1990.
12. Kirker-Head CA, Nevins M, Palmer R, Nevins ML, Schellin SH. A new animal model for maxillary sinus floor augmentation, evaluation parameters. *Int J Oral Maxillofac Implants* **12** : 403-411, 1997.
13. Jensen J, Simonsen EK, Sindet-Pedersen S. Reconstruction of the severely resorbed maxilla with bone grafting and osseointegrated implants : a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* **48** : 27-32, 1990.
14. Garg AK. Augmentation grafting of the maxillary sinus for placement of dental implants ; anatomy, physiology and procedures. *Implant Dent* **8** : 36-46, 1999.
15. Misch CM, Misch CE, Resnik RR, Ismail YH. Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants : a preliminary procedural report. *Int J Oral Maxillofac Implants* **7** : 360-366, 1992.
16. Isaksson P, Alberius P, Klinge B. Influence of three alloplastic materials on calvarial bone healing. An experimental evaluation of HTR-polymer, lactomer beads, and a carrier gel. *Int J Oral Maxillofac Surg* **22** : 375-381, 1993.
17. Rosenlicht JL. Sinus lift procedure-subantral augmentation-Implants. *Clin Rev in Dent* **1** : 1-8, 1992.
18. Raghoobar GM. Augmentation of the maxillary sinus floor with autogenous bone for the placement of endosseous implants, a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* **51** : 1198-1203, 1993.
19. Lind M. Growth factors : Possible new clinical tools. *Acta Orthop Scan* **67** : 407-417, 1996.
20. Issakson S. Evaluation of the bone grafting techniques for severely resorbed maxillae in conjunction with immediate endosseous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* **9** : 679-688, 1994.
21. Wallace SS, Froum SJ, Tarnow DP. Histologic evaluation of the sinus elevation procedure. A clinical report. *Int J Periodont Rest Dent* **16** : 47-51, 1996.
22. 日高豊彦, 渡辺孝夫. サイナスリフトに使用する骨移植材について. *インプラントジャーナル* **7** : 65-80, 2001.
23. Chanavaz M. Maxillary sinus : anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology-eleven years of surgical experience (1979-1990). *J Oral Implantol* **16** : 199-209, 1990.
24. 小長井洋一, 佐藤 光, 又賀 泉, 片桐正隆. 上顎洞底挙上術に関する臨床病理組織学的研究. *歯学* **86** : 131-149, 1998.
25. Hurzeler MB, Quinones CR, Kirsch, Gloker C, Schubach P, Strub JR, Caffesse RG. : Maxillary sinus augmentation using different grafting materials and dental implants in monkeys. Part I. Evaluation of anorganic bovine-derived bone matrix. *Clin Oral Implant Res* **8** : 476-486, 1997.
26. 水沼一昭, 清水義信, 古澤利武, 高橋常男, 高橋和人. 骨補填材としての吸収性生体活性ガラスの有効性について. *日口腔インプラント誌* **12** : 29-35, 1999.
27. Smiler DG, Holmes RE. Sinus lift procedure using porous hydroxyapatite. A preliminary clinical report. *J Oral Implantol* **23** : 239-253, 1987.
28. Scher EL, Day RB and Speight PM. New bone formation after a sinus lift procedure using demineralized freeze-dried bone and tricalcium phosphate. *Implant Dent* **8** : 49-53, 1999.
29. 池田哲哉, 渡辺孝夫, 浅井澄人, 清水治彦, 岩野清

- 史, 日高豊彦. サイナスリフトの動物実験においてヒト凍結乾燥脱灰骨に異物反応をおこした実験動物の1例. 日歯先技研誌 **5**: 134-140, 1999.
30. Fugazzotto PA. Guided bone regeneration and sinus augmentation in the absence of autogenous bone grafting. *Implant Dent* **10**: 158-160, 2001.
31. Whitman DH, Berr RL, Green DM. Platelet gel: An autologous alternative to fibrin glue with applications in oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* **55**: 1294-1299, 1997.
32. Misch CE. Maxillary sinus lift and elevation with subantral augmentation. In: Misch C. E. (ed). *Contemporary Implant Dentistry*. 2nd. ST. Louis: Mosby, 489-493, 1999.
33. Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair-Report of a technique for large perforations. *Implant Dent* **8**: 29-34, 1999.
34. Smiler DG, Johnson PW, Lozda JL, Misch C, Rosenlicht JL, Tatum OH, Wagner JR. Sinus lift grafts and endosseous implants treatment of the atrophic posterior maxilla. *Dent Clin North Amer* **36**: 51-188, 1999.
35. Krennmair G, Ulm C, Lugmayr H. Maxillary sinus septa: incidence, morphology and clinical implications. *J Cranio Maxillofac Surg* **25**: 261-265, 1997.
36. 上村次郎. 無歯顎と有歯顎の上顎骨の形態学的研究 1. 上顎洞について. 歯科学報 **74**: 1860-1889, 1974.
37. 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.
38. 三浦真一, 矢野 武. 上顎洞, 特に上顎洞底の形態との関係に関する知見補遺. 日本耳鼻科会報 **56**: 633-644, 1953.
39. 高橋常男, 渡辺孝夫, 清水治彦, 日高豊彦, 佐藤淳一, 池田哲哉, 岩野清史, 浅井澄人. 上顎洞隔壁の解剖学的研究. 一第一報一. 日歯先技研誌 **6**: 134-140, 2000.
40. Ulm CW, Solar P, Krennmair G, Mateka M, Watzek G. Incidence and suggested surgical management of septa in sinus-lift procedures. *Int J Oral Maxillofac Implants* **10**: 462-465, 1995.
41. Underwood AS. An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. *J Anat Physiol* **44**: 354-369, 1910.
42. 城山剛彦. 歯牙と上顎洞との関係について. 歯科医学 **18**: 417-460, 1956.
43. Belcher HE, Zammit-Maepel I, Rose JD: A sinus within a sinus. *Am J Roentgenol* **162**: 237, 1994.
44. Branemark PI, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lindstrom J, Rockler B. An experimental and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity and maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* **42**: 497-505, 1984.
45. Linkow LI, Kohen PA. Benefits and risks of the endosteal blade implant (Harvard Conference, June 1978). *J Oral Implantol* **9**: 9-44, 1980.
46. 清水治彦, 日高豊彦, 渡辺孝夫, 岩野清史, 中尾泉, 瀬戸皖一. 骨補填材なしに上顎洞底骨造成術を行った1例. 日口腔インプラント誌 **7**: 32-38, 1994.
47. 岩野清史, 渡辺孝夫, 池田哲哉, 浅井澄人, 日高豊彦, 清水治彦. サイナスリフト, CT画像における術前, 術後の洞内構造. 日歯先技研誌 **6**: 62-68, 2000.
48. Betts NJ, Miloro M. Modification of the sinus lift procedure for septa in the maxillary antrum. *J Oral Maxillofac Surg* **52**: 332-333, 1994.
49. Vlassis JM, Hurzeler MB, Quinones CR. Sinus lift augmentation to facilitate placement of nonsubmerged implants. -A clinical and histological report-. *Pract Periodont & Aesthetic Dent* **5**: 15-23, 1993.
50. 高橋常男, 渡辺孝夫. 臨床のための上顎洞と口腔の解剖学. *インプラントジャーナル* **7**: 9-28, 2001.