上顎洞後壁部骨欠損の検出に関する実験的研究

— パノラマ X 線撮影と X 線 CT の比較 —

今 泉 哲

九州歯科大学歯科放射線学講座 (指導: 大庭 健教授)

平成 3 年 6 月 25 日受理

Experimental Study on the Detection of Bony Defects in the Posterior Wall of the Maxillary Sinus

— Comparison of Panoramic Radiography and Computed Tomography —

Satoru Imaizumi

Department of Dental Radiology (Director: Prof. Takeshi Ohba)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

An experimental comparison in the detection of bony defects in the maxillary sinus posterior wall and the zygomatico-alveolar region of dry human skulls was made using panoramic radiography and computed tomography (CT). Locations in the posterior wall where the bony defects were experimentally created were in the center, facing the pterygopalatine fossa, above the maxillary tuberosity, and adjacent to the zygomatic process of the posterior wall of the maxillary sinus. Also, defect was created in the zygomatico-alveolar region of the maxilla. In this study, bony defects with diameters of 5 mm, 7 mm, and 10 mm were used to simulate bony destruction. The Frankfort horizontal plane of the dry skull was kept horizontally in panoramic radiography. The 2 mm thick scans were exposed parallel to the Frankfort horizontal plane of the dry skull in CT. The results obtained are as follows:

1. Bony defects, with diameters of 5 mm, 7 mm, and 10 mm in the center of the maxillary sinus posterior wall, were not detected by panoramic radiography. With CT, bony defects with diameters of 5 mm, 7 mm, and 10 mm were detected respectively by 4 slices, 6 slices, and 7 slices of the image.

2. A bony defect with a diameter of 5 mm in the posterior wall, facing the pterygopalatine fossa, was not detected by panoramic radiography and CT. However, bony defects with diameters of 7 mm and 10 mm were detected by both examinations. With CT, bony defects with diameters of 7 mm and 10 mm were detected respectively by 6 slices and 7 slices of the image.

3. A bony defect with a diameter of 5 mm in the posterior wall, above the maxillary tuberosity, was not detected by panoramic radiography. However, bony defects with diameters of 7 mm and 10 mm were detected by panoramic radiography. With CT, bony defects with diameters of 5 mm, 7 mm, and 10 mm were detected respectively by 4 slices, 7 slices, and 8 slices of the image.

4. Bony defects, with diameters of 5 mm, 7 mm, and 10 mm in the posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla, were not detected by panoramic radiography. With CT, bony defects with diameters of 5 mm, 7 mm, and 10 mm were detected respectively by 4 slices, 7 slices, and 8 slices of the image.

5. Bony defects, with diameters of 5 mm, 7 mm, and 10 mm in the zygomatico-alveolar region of the maxilla, were detected by panoramic radiography and CT. With CT, bony defects with diameters of 5 mm, 7 mm, and 10 mm were detected respectively by 3 slices, 5 slices, and 6 slices of the image.

Noting above findings, it is clear that bony defects with a larger diameter than 7 mm in the posterior wall, facing the pterygopalatine fossa and above the maxillary tuberosity and bony defects with a larger diameter than 5 mm in the zygomatico-alveolar region of the maxilla may be better detected using panoramic radiography. However, panoramic radiography has limitations in the ability to diagnose maxillary sinus disease because the anterior and posterior walls of the maxillary sinus are superimposed on the medial wall.

The findings of this study indicate that when CT is used as a follow-up to panoramic radiography in examination of maxillary sinus disease, the results from the panoramic radiography should be consulted.

Key words : Panoramic radiography / Computed tomography / Maxillary sinus / Maxillary sinus pathosis / Dry skull

緒 言

上顎洞の X 線検査法として、通常、ウォータース法、頭部側方撮影法、オトガイ・頭頂撮影法、およびコールドウェル法が利用される。なかでも、ウォータース法¹⁾は上顎洞の X 線検査法として歯科領域においてもなじみの深い撮影法である。特に歯性上顎洞炎、歯原性嚢胞や歯原性腫瘍の上顎洞内進展の有無、あるいは上顎歯肉悪性新生物の上顎洞内進展の有無などの X 線検査に際してはウォータース法が利用される場合が多い。

上顎洞の基本的な X 線撮影法の 1 つであるウォータース法の価値を十分に認める一方、上顎洞底部および上顎洞後壁に生じた隆起性病変や破壊性病変は、パノラマ X 線撮影によっても十分に診断し得るという研究も多く見られる²⁻¹⁶⁾。しかしながら、最近では、上顎洞病変の検査には Computed Tomography (以下 X 線 CT と称す) が重視されることが多く、パノラマ X 線撮影の価値が低く評価されがちである。上顎洞病変の検出能をパノラマ X 線撮影と X 線 CT により比較した研究も皆無に等しい。パノラマ X 線撮影は歯科ではかなり多用されており、上顎洞病変が偶然所見として発見される

可能性があることも重要である。

そこで、本研究においては、上顎洞後壁に骨欠損を設定した乾燥頭蓋骨を用い、パノラマ X 線撮影と X 線 CT を行い、骨欠損の検出能を両撮影法において比較検討した。

研究方法

乾燥頭蓋骨の上顎洞後壁の各部位に直径 5, 7 および 10 mm の骨欠損を設定し、パノラマ X 線撮影と X 線 CT を行い、骨欠損の検出能を比較検討した。骨欠損の設定部位は、上顎洞後壁の中央部 (Fig. 1), 翼口蓋窩前方部 (Fig. 2), 上顎結節上方部 (Fig. 3), 頬骨突起部 (Fig. 4), および頬骨下稜部 (Fig. 5) の 5 ヶ所である。

パノラマ X 線撮影は Panex-E (モリタ製作所製) で行い、撮影条件は管電圧: 70 kV, 管電流: 2 mA で行った。X 線フィルムは Fuji Normal film を用い、増感紙は Kyokko PS-II を用いた。パノラマ X 線撮影は乾燥頭蓋骨の顔耳平面を水平にして行った。

X 線 CT は TCT-60 A で行い、撮影条件は管電圧: 120 kV, 管電流・撮影時間: 120 mAs で行った。断層

Fig. 1 Photograph of a bony defect in the center of the posterior wall of the right maxillary sinus (arrow).

Fig. 3 Photograph of a bony defect in the right maxillary sinus posterior wall situated above the maxillary tuberosity (arrow).

Fig. 2 Photograph of a bony defect in the right maxillary sinus posterior wall faced to the pterygopalatine fossa (arrow).

Fig. 4 Photograph of a bony defect in the right maxillary sinus posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla (arrow).

部位は、乾燥頭蓋骨の上顎洞上壁から上顎洞底部までを顔耳平面に平行に、2 mm厚で断層撮影した。

得られたパノラマ X 線写真と X 線 CT を 3 人の歯科放射線科医が独自に評価した。2 人以上の一致した評価が得られたものを最終的評価とした。評価方法としては、“明らかに骨欠損が認められるもの”を“+”、“骨欠損が疑われるもの”を“±”、および骨欠損が認められないものを“-”とした。なお、3 人の評価が分れるものはなかった。パノラマ X 線写真と X 線 CT の読影は同一室内で、同一輝度のシャウカステンを使用して行った。

実験成績

I. 上顎洞後壁の中央部における直径 5 mm の骨欠損の検出能

X 線 CT とパノラマ X 線撮影による骨欠損の検出能の比較を Table 1 に示す。X 線 CT は顔耳平面より下方に、2 mm 厚で 9 スライス断層撮影を行った。0.0 は顔耳平面の位置を、マイナス記号は体軸の下方を意味している。上顎洞後壁の中央部における直径 5 mm の骨欠損は、顔耳平面より下方 4 mm から 6 mm の間の X 線 CT 像において、明らかに検出された。顔耳平面より下方 2 mm の所の X 線 CT 像および顔耳平面より下方 8 mm から 16

Fig. 5 Photograph of a bony defect in the zygomatico-alveolar region of the right maxilla (arrow).

Table 1 Visualization of a bony defect with a diameter of 5mm in the center of the maxillary sinus posterior wall

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	0.0※	—
	-2.0	—
	-4.0	+
	-6.0	+
	-8.0	—
	-10.0	—
	-12.0	—
	-14.0	—
	-16.0	—
Panoramic radiography		—

※ 0.0=Frankfort horizontal plane
 +=Positive
 ±=Questionable
 -=Negative

mmの間のX線CT像においては骨欠損は認められなかった。そこで、上顎洞後壁の中央部における直径5mmの骨欠損を2mm厚で顔耳平面に平行に断層撮影する場合、顔耳平面より下方2mmから8mmの間を撮影することにより、十分に骨欠損を検出することができることが判明した。パノラマX線撮影については上顎洞後壁の中央部の骨欠損は検出されなかった。

Fig. 6 CT at the 4 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect is seen clearly in the center of the posterior wall of the right maxillary sinus (arrow).

Fig. 7 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 5 mm in the center of the posterior wall of the right maxillary sinus. A bony defect is not seen in the right maxillary sinus.

顔耳平面より下方4mmの所のX線CT像をFig. 6に示す。右側上顎洞後壁の中央部に明らかに骨欠損が認められる(矢印)。Fig. 7に示したパノラマX線写真では、右側上顎洞後壁には骨欠損によるX線透過像は認められない。

II. 上顎洞後壁の翼口蓋窩前方部における直径5mmの骨欠損の検出能

X線CTとパノラマX線撮影による骨欠損の検出能の比較をTable 2に示す。X線CTは顔耳平面より下方に、2mm厚で9スライス断層撮影を行ったところ、顔耳平面と顔耳平面より下方2mmの所のX線CT像にお

Table 2 Visualization of a bony defect with a diameter of 5mm in the maxillary posterior wall faced to the pterygopalatine fossa

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	0.0※	±
	-2.0	±
	-4.0	-
	-6.0	-
	-8.0	-
	-10.0	-
	-12.0	-
	-14.0	-
	-16.0	-
Panoramic radiography		-

※ 0.0=Frankfort horizontal plane
 +=Positive
 ±=Questionable
 -=Negative

Fig. 8 CT at the 2 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect is suspected in the right posterior wall faced to the pterygopalatine fossa (arrow).

いて骨欠損が疑われた。パノラマ X 線撮影においては翼口蓋窩前方部の骨欠損は検出されなかった。

顔耳平面より下方 2 mm の所の X 線 CT 像を Fig. 8 に示す。右側上顎洞後壁の翼口蓋窩に面した部位に骨欠損が疑われる (矢印)。Fig. 9 のパノラマ X 線写真では、右側上顎洞後壁には骨欠損による X 線透過像は認めら

Fig. 9 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 5 mm in the posterior wall of the right maxillary sinus posterior wall faced to the pterygopalatine fossa. Bony defect is not seen in the right maxillary sinus.

Table 3 Visualization of a bony defect with a diameter of 5mm in the maxillary sinus posterior wall situated above the maxillary tuberosity

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	0.0※	-
	-2.0	-
	-4.0	-
	-6.0	-
	-8.0	-
	-10.0	-
	-12.0	±
	-14.0	+
	-16.0	-
Panoramic radiography		±

※ 0.0=Frankfort horizontal plane
 +=Positive
 ±=Questionable
 -=Negative

れない。

Ⅲ. 上顎洞後壁の上顎結節上方部における直径 5 mm の骨欠損の検出能

X 線 CT とパノラマ X 線撮影による骨欠損の検出能

Fig. 10 CT at the 14 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect is seen clearly in the medial region of the posterior wall of the right maxillary sinus (arrow).

Fig. 11 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 5 mm in the right maxillary sinus posterior wall situated above the maxillary tuberosity. A bony defect is suspected in the right maxillary sinus posterior wall situated above the maxillary tuberosity (arrow).

の比較を Table 3 に示す。X 線 CT では顔耳平面より下方 14 mm の所に明らかに骨欠損が検出された。顔耳平面より下方 12 mm の所の X 線 CT 像においては骨欠損が疑われたが、明確には検出されなかった。パノラマ X 線撮影においては、上顎結節上方部の骨欠損は検出されなかった。

顔耳平面より下方 14 mm の所の X 線 CT 像を Fig. 10 に示す。右側上顎洞後壁の内側部に明らかに骨欠損像が認められる (矢印)。Fig. 11 のパノラマ X 線写真では、

Table 4 Visualization of a bony defect with a diameter of 5 mm in the maxillary sinus posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla

C T	Level of the transverse plane (mm)	Defect
	0.0※	—
	—2.0	—
	—4.0	—
	—6.0	±
	—8.0	+
	—10.0	—
	—12.0	—
	—14.0	—
	—16.0	—
Panoramic radiography		—

※ 0.0=Frankfort horizontal plane

+ = Positive

± = Questionable

— = Negative

右側上顎結節上方部に骨欠損によると思われる X 線透過像が認められるが、明確ではない (矢印)。

IV. 上顎洞後壁の頬骨突起部における直径 5 mm の骨欠損の検出能

X 線 CT とパノラマ X 線撮影による骨欠損の検出能の比較を Table 4 に示す。顔耳平面より下方 8 mm の所の X 線 CT 像において骨欠損が検出された。顔耳平面より下方 6 mm の所の X 線 CT 像においては骨欠損が疑われたが、明確には検出されなかった。パノラマ X 線撮影においては、頬骨突起部の骨欠損は検出されなかった。

顔耳平面より下方 8 mm の所の X 線 CT 像を Fig. 12 に示す。右側上顎洞後壁の頬骨突起部に明らかに骨欠損が認められる (矢印)。Fig. 13 のパノラマ X 線写真においては、右側上顎洞後壁には骨欠損による X 線透過像は認められない。

V. 頬骨下稜部における直径 5 mm の骨欠損の検出能

X 線 CT とパノラマ X 線撮影による骨欠損の検出能の比較を Table 5 に示す。X 線 CT では、顔耳平面より下方 26 mm の所に明らかに骨欠損が検出された。パノラマ X 線撮影においても、頬骨下稜部の骨欠損は明ら

Fig. 12 CT at the 8 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect is seen in the right maxillary sinus posterior wall adjacent to zygomatic process of the maxilla (arrow).

Fig. 13 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 5 mm in the right maxillary sinus posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla. A bony defect is not seen in the right maxillary sinus.

かに検出された。

顔耳平面より下方 26 mm の所の X 線 CT 像を Fig. 14 に示す。右側上顎洞底部の外側部に球形の骨欠損像が認められる (矢印)。Fig. 15 のパノラマ X 線写真においても、右側上顎洞底部の中央部に、骨欠損による楕円形の X 線透過像が認められる (矢印)。

VI. 上顎洞後壁の中央部における直径 7 mm の骨欠損の検出能

X 線 CT とパノラマ X 線撮影による骨欠損の検出能

Table 5 Visualization of a bony defect with a diameter of 5 mm in the zygomatico-alveolar region

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	-18.0※	-
	-20.0	-
	-22.0	-
	-24.0	-
	-26.0	+
	-28.0	-
	-30.0	-
	-32.0	-
	-34.0	-
Panoramic radiography		+

※-18.0=18mm lower place from the Frankfort horizontal plane

+ = Positive

± = Questionable

- = Negative

Fig. 14 CT at the 26 mm inferior region from the Frankfort plane. A spherical bony defect is seen in the lateral region of the floor of the right maxillary sinus (arrow).

の比較を Table 6 に示す。X 線 CT においては、顔耳平面より下方 4 mm から 6 mm の間の X 線 CT 像において明らかに骨欠損が検出された。顔耳平面より下方 2 mm と 8 mm の所の X 線 CT 像においては骨欠損が疑われたが、明確には検出されなかった。パノラマ X 線撮影におい

Fig. 15 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 5 mm in the zygomatico-alveolar region of the right maxilla. Oval shaped radiolucency is seen in the middle region of the floor of the right maxillary sinus (arrow).

Table 6 Visualization of a bony defect with a diameter of 7 mm in the center of the maxillary sinus posterior wall

C T	Level of the transverse plane (mm)	Defect
	0.0※	—
	—2.0	±
	—4.0	+
	—6.0	+
	—8.0	±
	—10.0	—
	—12.0	—
	—14.0	—
	—16.0	—
Panoramic radiography		—

※ 0.0=Frankfort horizontal plane
 +=Positive
 ±=Questionable
 —=Negative

ては、上顎洞後壁の中央部における骨欠損は検出されなかった。

顔耳平面より下方 4 mm の所の X 線 CT 像を Fig. 16 に示す。右側上顎洞後壁の中央部に明らかに骨欠損が認め

Fig. 16 CT at the 4 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect is seen clearly in the medial region of the posterior wall of the right maxillary sinus (arrow).

Fig. 17 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 7 mm in the center of the posterior wall of the right maxillary sinus. A bony defect is not seen in the right maxillary sinus.

られる。Fig. 17 に示したパノラマ X 線写真では、右側上顎洞後壁には骨欠損による X 線透過像は認められない。

Ⅶ. 上顎洞後壁の翼口蓋窩前方部における直径 7 mm の骨欠損の検出能

X 線 CT とパノラマ X 線撮影による骨欠損の検出能の比較を Table 7 に示す。X 線 CT においては、顔耳平面より上方 2 mm と顔耳平面に一致した部位の X 線 CT 像において明らかに骨欠損が検出された。パノラマ X 線撮影においても、翼口蓋窩前方部の骨欠損は明らかに検出された。

Table 7 Visualization of a bony defect with a diameter of 7mm in the maxillary posterior wall faced to the pterygopalatine fossa

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	+6.0※	—
	+4.0	±
	+2.0	+
	0.0	+
	-2.0	±
	-4.0	—
	-6.0	—
	-8.0	—
	-10.0	—
Panoramic radiography		+

※+6.0=6mm higher place from the Frankfort horizontal plane

+ = Positive

± = Questionable

- = Negative

Fig. 18 CT at the Frankfort plane. A bony defect is seen clearly in the right maxillary sinus posterior wall faced to the pterygopalatine fossa (arrow).

顔耳平面に一致した部位の X 線 CT 像を Fig. 18 に示す。右側上顎洞後壁の翼口蓋窩に面した部位に明らかに骨欠損像が認められる (矢印)。Fig. 19 のパノラマ X 線写真においても、右側上顎洞後壁の翼口蓋窩に面した部位に骨欠損による X 線透過像が明らかに認められる

Fig. 19 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 7mm in the right maxillary sinus posterior wall faced to the pterygopalatine fossa. A bony defect is seen in the right posterior wall faced to the pterygopalatine fossa (arrow).

Table 8 Visualization of a bony defect with a diameter of 7mm in the maxillary sinus posterior wall situated above the maxillary tuberosity

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	0.0※	—
	-2.0	—
	-4.0	—
	-6.0	—
	-8.0	±
	-10.0	+
	-12.0	+
	-14.0	+
	-16.0	±
Panoramic radiography		+

※ 0.0=Frankfort horizontal plane

+ = Positive

± = Questionable

- = Negative

(矢印)。

VIII. 上顎洞後壁の上顎結節上方部における直径 7 mm の

Fig. 20 CT at the 12 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect is seen clearly in the middle region of the posterior wall of the right maxillary sinus (arrow).

Fig. 21 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 7 mm in the right maxillary sinus posterior wall situated above the maxillary tuberosity. A bony defect is seen in the right posterior wall situated above the maxillary tuberosity (arrow).

骨欠損の検出能

X線CTとパノラマX線撮影による骨欠損の検出能の比較をTable 8に示す。X線CTにおいては、顔耳平面より下方10 mmから14 mmの間のX線CT像において明らかに骨欠損が検出された。顔耳平面より下方8 mmと16 mmの所のX線CT像においては骨欠損が疑われたが、明確には検出されなかった。パノラマX線撮影においても、上顎洞後壁の上顎結節上方部の骨欠損は明らかに検出された。

Table 9 Visualization of a bony defect with a diameter of 7 mm in the maxillary sinus posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	0.0※	—
	-2.0	—
	-4.0	—
	-6.0	±
	-8.0	+
	-10.0	+
	-12.0	±
	-14.0	—
	-16.0	—
	Panoramic radiography	—

※ 0.0=Frankfort horizontal plane

+ = Positive

± = Questionable

— = Negative

顔耳平面より下方12 mmの所のX線CT像をFig. 20に示す。右側上顎洞後壁の内側部に明らかに骨欠損像が認められる(矢印)。Fig. 21のパノラマX線写真においても、右側上顎結節上方部に骨欠損によるX線透過像が認められる(矢印)。

IX. 上顎洞後壁の頬骨突起部における直径7 mmの骨欠損の検出能

X線CTとパノラマX線撮影による骨欠損の検出能の比較をTable 9に示す。X線CTにおいては、顔耳平面より下方8 mmから10 mmの間のX線CT像において明らかに骨欠損が検出された。顔耳平面より下方6 mmと12 mmの所のX線CT像においては骨欠損が疑われたが、明確には検出されなかった。パノラマX線撮影においては、上顎洞後壁の頬骨突起部の骨欠損は検出されなかった。

顔耳平面より下方8 mmの所のX線CT像をFig. 22に示す。右側上顎洞後壁の頬骨突起部に明らかに骨欠損像が認められる(矢印)。Fig. 23のパノラマX線写真においては、右側上顎洞後壁には骨欠損によるX線透過像は認められない。

X. 頬骨下稜部における直径7 mmの骨欠損の検出能

Fig. 22 CT at the 8 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect is seen clearly in the maxillary sinus posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla (arrow).

Fig. 23 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 7 mm in the right maxillary sinus posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla. A bony defect is not seen in the posterior wall of the right maxillary sinus.

X線CTとパノラマX線撮影による骨欠損の検出能の比較をTable 10に示す。X線CTにおいては、顔耳平面より下方24 mmから26 mmの間のX線CT像において明らかに骨欠損が検出された。顔耳平面より下方28 mmの所のX線CT像においては骨欠損が疑われたが、明確には検出されなかった。パノラマX線撮影においても、頬骨下稜部の骨欠損は明らかに検出された。

顔耳平面より下方24 mmの所のX線CT像をFig. 24に示す。右側上顎洞底部の外側部に球形の骨欠損像が認められる(矢印)。Fig. 25のパノラマX線写真におい

Table 10 Visualization of a bony defect with a diameter of 7 mm in the zygomatico-alveolar region

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	-18.0※	-
	-20.0	-
	-22.0	-
	-24.0	+
	-26.0	+
	-28.0	±
	-30.0	-
	-32.0	-
	-34.0	-
Panoramic radiography		+

※-18.0=18mm lower place from the Frankfort horizontal plane

+ = Positive

± = Questionable

- = Negative

Fig. 24 . CT at the 24 mm inferior region from the Frankfort plane. A globular bony defect is seen in the lateral region of the floor of the right maxillary sinus (arrow).

ても、右側上顎洞底の中央部に、骨欠損による楕円形のX線透過像が認められる(矢印)。

XI. 上顎洞後壁の中央部における直径10 mmの骨欠損の検出能

X線CTとパノラマX線撮影による骨欠損の検出能の比較をTable 11に示す。X線CTにおいては、顔耳

Fig. 25 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 7 mm in the zygomatico-alveolar region of the right maxilla. Oval shaped radiolucency is seen in the middle region of the right maxillary sinus floor (arrow).

Table 11 Visualization of a bony defect with a diameter of 10mm in the center of the maxillary sinuses posterior wall

C T	Level of the transverse plane (mm)	Defect
	0.0※	±
	-2.0	+
	-4.0	+
	-6.0	+
	-8.0	±
	-10.0	-
	-12.0	-
	-14.0	-
	-16.0	-
Panoramic radiography		-

※ 0.0=Frankfort horizontal plane
 +=Positive
 ±=Questionable
 -=Negative

平面より下方 2 mm から 6 mm の間の X 線 CT 像において明らかに骨欠損が検出された。顔耳平面に一致した部位の X 線 CT 像と、顔耳平面より下方 8 mm の所の X 線 CT 像においては、骨欠損が疑われたが明確には検出さ

Fig. 26 CT at the 6 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect, which occupies a third of the posterior wall, is seen clearly in the right maxillary sinus (arrow).

Fig. 27 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 10 mm in the center of the posterior wall of the right maxillary sinus. A bony defect is not still seen clearly in the right maxillary sinus.

れなかった。パノラマ X 線撮影においては、上顎洞後壁の中央部の骨欠損は検出されなかった。

顔耳平面より下方 6 mm の所の X 線 CT 像を Fig. 26 に示す。右側上顎洞後壁に、上顎洞後壁の約 1/3 を占める骨欠損像が明らかに認められる (矢印)。Fig. 27 に示したパノラマ X 線写真では、右側上顎洞後壁には骨欠損による X 線透過像は認められない。

XII. 上顎洞後壁の翼口蓋窩前方部における直径 10 mm の骨欠損の検出能

X 線 CT とパノラマ X 線撮影による骨欠損の検出能の比較を Table 12 に示す。X 線 CT においては、顔耳

Table 12 Visualization of a bony defect with a diameter of 10mm in the maxillary posterior wall faced to the pterygopalatine fossa

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	+6.0※	—
	+4.0	±
	+2.0	+
	0.0	+
	-2.0	+
	-4.0	±
	-6.0	—
	-8.0	—
	-10.0	—
Panoramic radiography		+

※+6.0=6mm higher place from the Frankfort horizontal plane

+ = Positive

± = Questionable

— = Negative

Fig. 28 CT at the Frankfort plane. A bony defect is seen clearly in the right maxillary sinus posterior wall faced to the pterygopalatine fossa (arrow).

Fig. 29 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 10mm in the right maxillary sinus posterior wall faced to the pterygopalatine fossa. A bony defect is seen in the right posterior wall faced to the pterygopalatine fossa (arrow).

Table 13 Visualization of a bony defect with a diameter of 10mm in the maxillary sinus posterior wall situated above the maxillary tuberosity

	Level of the transverse plane (mm)	Defect
C T	0.0※	—
	-2.0	—
	-4.0	—
	-6.0	±
	-8.0	+
	-10.0	+
	-12.0	+
	-14.0	+
	-16.0	±
Panoramic radiography		+

※ 0.0=Frankfort horizontal plane

+ = Positive

± = Questionable

— = Negative

平面より上方2mmから下方2mmの間のX線CT像において明らかに骨欠損が検出された。顔耳平面より上方4mmの所のX線CT像と、下方4mmの所のX線CT像においては骨欠損が疑われたが、明確には検出されなかった。パノラマX線撮影においても、上顎洞後壁の翼口

蓋窩前方部における骨欠損は明らかに検出された。

顔耳平面に一致した部位のX線CT像をFig. 28に示

Fig. 30 CT at the 12 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect, which occupies about two-fifths of the posterior wall, is seen in the right maxillary sinus (arrow).

Fig. 31 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 10 mm in the right maxillary sinus posterior wall situated above the maxillary tuberosity. Radio-lucency due to a bony defect is seen in the right posterior wall situated above the maxillary tuberosity (arrow).

す。右側上顎洞後壁の翼口蓋窩に面した部位に明らかに骨欠損像が認められる(矢印)。Fig. 29のパノラマX線写真においても、右側上顎洞後壁の翼口蓋窩に面した部位に骨欠損によるX線透過像が明らかに認められる(矢印)。

XIII. 上顎洞後壁の上顎結節上方部における直径10 mmの骨欠損の検出能

X線CTとパノラマX線撮影による骨欠損の検出能の比較をTable 13に示す。X線CTにおいては、顔耳

Table 14 Visualization of a bony defect with a diameter of 10 mm in the maxillary sinus posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla

C T	Level of the transverse plane (mm)	Defect
	0.0※	—
	−2.0	±
	−4.0	+
	−6.0	+
	−8.0	+
	−10.0	+
	−12.0	±
	−14.0	—
	−16.0	—
Panoramic radiography		—

※ 0.0=Frankfort horizontal plane
 +=Positive
 ±=Questionable
 −=Negative

Fig. 32 CT at the 8 mm inferior region from the Frankfort plane. A bony defect is seen clearly in the right maxillary sinus posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla (arrow).

平面より下方8 mmから14 mmの間のX線CT像において明らかに骨欠損が検出された。顔耳平面より下方6 mmの所のX線CT像と、下方16 mmの所のX線CT像においては骨欠損が疑われたが、明確には検出されなかった。パノラマX線撮影においても、上顎結節上方部にお

Fig. 33 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 10 mm in the right maxillary sinus posterior wall adjacent to the zygomatic process of the maxilla. Radiolucency due to a bony defect is not seen in the posterior wall of the right maxillary sinus.

Fig. 34 CT at the 24 mm inferior region from the Frankfort plane. A globular bony defect is seen in the lateral region of the right maxillary sinus floor (arrow).

Table 15 Visualization of a bony defect with a diameter of 10 mm in the zygomatico-alveolar region

C T	Level of the transverse plane (mm)	Defect
	-18.0※	-
	-20.0	-
	-22.0	±
	-24.0	+
	-26.0	+
	-28.0	±
	-30.0	-
	-32.0	-
	-34.0	-
Panoramic radiography		+

※-18.0=18mm lower place from the Frankfort horizontal plane

+ = Positive

± = Questionable

- = Negative

Fig. 35 Panoramic radiograph of a bony defect with a diameter of 10 mm in the zygomatico-alveolar region of the right maxilla. Spherical radiolucency is seen in the middle region of the right maxillary sinus floor (arrow).

を占める骨欠損像が認められる (矢印). Fig. 31 のパノラマ X 線写真においても, 右側上顎結節上方部に骨欠損による X 線透過像が認められる (矢印).

IV. 上顎洞後壁の頬骨突起部における直径 10 mm の骨欠損の検出能

X 線 CT とパノラマ X 線撮影による骨欠損の検出能の比較を Table 14 に示す. 顔耳平面より下方 4 mm から 10 mm の間の X 線 CT 像において明らかに骨欠損が検出された. 顔耳平面より下方 2 mm の所の X 線 CT 像と, 下方 12 mm の所の X 線 CT 像においては骨欠損が疑われたが, 明確には検出されなかった. パノラマ X 線撮影

る骨欠損は明らかに検出された.

顔耳平面より下方 12 mm の所の X 線 CT 像を Fig. 30 に示す. 右側上顎洞後壁の内側部に, 上顎洞後壁の約%

においては、頬骨突起部の骨欠損は検出されなかった。

顔耳平面より下方 8 mm の所の X 線 CT 像を Fig. 32 に示す。右側上顎洞後壁の頬骨突起部に明らかに骨欠損像が認められる (矢印)。Fig. 33 のパノラマ X 線写真においては、右側上顎洞後壁には骨欠損による X 線透過像は認められない。

XV. 頬骨下稜部における直径 10 mm の骨欠損の検出能

X 線 CT とパノラマ X 線撮影による骨欠損の検出能の比較を Table 15 に示す。顔耳平面より下方 24 mm から 26 mm の間の X 線 CT 像において明らかに骨欠損が認められた。顔耳平面より下方 22 mm の所の X 線 CT 像と、下方 28 mm の所の X 線 CT 像においては骨欠損が疑われたが、明確には検出されなかった。パノラマ X 線撮影においても、頬骨下稜部の骨欠損は検出された。

顔耳平面より下方 24 mm の所の X 線 CT 像を Fig. 34 に示す。右側上顎洞底部の外側部に球形の骨欠損像が認められる (矢印)。Fig. 35 のパノラマ X 線写真においても、右側上顎洞底部の中央部に骨欠損による類円形の X 線透過像が認められる (矢印)。

考 察

副鼻腔の基本的な X 線検査法として、通常、ウォータース法が利用される場合が多い。ウォータース法¹⁾は、1915 年に耳鼻科医である Waters と歯科医である Waldron の 2 人により考案された上顎洞の X 線撮影法である。歯科領域においても、上顎洞病変の X 線検査にはウォータース法が利用される場合が多い。

上顎洞病変の X 線検査法としてのウォータース法の価値を十分に認める一方、上顎洞底部や上顎洞後壁に生じた隆起性病変や破壊性病変はパノラマ X 線撮影によっても診断し得るという研究も多い²⁻¹⁶⁾。田中 (1988)¹⁵⁾ は乾燥頭蓋骨の上顎洞底部に球形の X 線不透過物として油粘土を設定し、その検出能をパノラマ X 線撮影とウォータース法において比較検討している。上顎洞底の中央部に設定された直径 5 mm、7 mm、10 mm の球形 X 線不透過物の内、直径 5 mm と 7 mm のものはウォータース法では検出されず、直径 10 mm のものは、その存在が疑われたにすぎなかったと述べている。一方、パノラマ X 線撮影においては、直径 5 mm、7 mm、10 mm の球形 X 線不透過物はすべて検出されたとしている。上顎洞底部の X 線不透過物がウォータース法において検出されなかった理由として、X 線不透過物と上顎臼歯の重複をあげている。

中山 (1989)¹⁶⁾ は本研究と同様に、乾燥頭蓋骨の上顎

洞後壁に直径 5 mm、7 mm、10 mm の骨欠損を人為的に作製し、その検出能をウォータース法とパノラマ X 線撮影において比較検討している。上顎洞後壁の中央部、翼口蓋窩前方部、および上顎結節上方部における直径 10 mm の骨欠損はウォータース法においては検出不可能であったが、パノラマ X 線撮影においては明確に検出されたと述べている。今泉 (1990)¹⁸⁾ はウォータース法とパノラマ X 線撮影による上顎洞病変の検出能を臨床例により比較検討しているが、上顎洞内のドーム状 X 線不透過像はパノラマ X 線撮影により多く検出されたとしている。

上顎洞底部における隆起性病変および上顎洞後壁における破壊性病変の検出能は、ウォータース法よりもパノラマ X 線撮影の方がすぐれていることは過去の研究より推測できる。耳鼻科領域においても、上顎洞病変や顔面骨骨折の X 線検査法としてのパノラマ X 線撮影の価値は十分に認められている¹⁹⁻²⁰⁾。しかしながら、最近では、上顎洞病変の検査には X 線 CT が重視される場合が多く、X 線 CT による上顎洞病変の検出に関する価値についても論じられている²⁰⁻²²⁾。

Cable ら (1981)²²⁾ は術後性上顎嚢胞による上顎洞壁の破壊の有無を X 線 CT と通常の断層撮影により比較検討し、X 線 CT においては 44%、断層撮影においては 24% の骨破壊が検出されたと述べている。なお、両者の検出率には有意差はなかったとも述べている。Schindler ら (1980)²¹⁾ は、X 線 CT は上顎洞後方部における腫瘍の検出にすぐれていると述べている。なかでも、翼口蓋窩への腫瘍の進展の有無の検査に際しては、X 線 CT は不可欠な検査法であるとしている。Dolan ら (1983)²⁰⁾ は上顎洞内腫瘍の検査法としての X 線 CT の価値は十分に認めながらも、上顎洞病変の一般的な検査法としては費用面で問題があるとしている。また、X 線 CT においては、上顎洞底部の検査に際して、歯科補綴物がアーチファクトを生じやすく、診断に支障を来すことがあると述べている。

上顎洞病変および上顎洞周囲病変の診断に際しての X 線 CT の臨床的意義についての報告は枚挙にいとまがないが²²⁻²⁸⁾、X 線 CT とパノラマ X 線撮影による病変の検出能を実験的に比較検討した研究は極めて少ない¹⁷⁾。そこで、本研究においては、近年、歯科領域においても上顎洞病変の検査に際して積極的に利用されている X 線 CT とパノラマ X 線撮影を比較し、上顎洞病変の検査法としてのパノラマ X 線撮影の価値を検討した。

本研究においては、乾燥頭蓋骨の上顎洞後壁の中央

部, 翼口蓋窩前方部, 上顎結節上方部, 頬骨突起部, および頬骨下稜部に直径 5 mm, 7 mm, 10 mm の骨欠損を設定し, パノラマ X 線撮影と X 線 CT を行い, 骨欠損の検出能を比較検討した。

その結果, 上顎洞後壁の中央部における骨欠損は, どの大きさのものもパノラマ X 線撮影においては検出されなかった。X 線 CT においては, 直径 5 mm の骨欠損は 4 スライスの断層像により, 7 mm のものは 6 スライス, 10 mm のものは 7 スライスの断層像により骨欠損の存在を認めることができた。上顎洞後壁の翼口蓋窩前方部における直径 5 mm の骨欠損は, パノラマ X 線撮影においても, X 線 CT においても検出されなかった。しかしながら, 直径 7 mm と 10 mm の骨欠損はパノラマ X 線撮影および X 線 CT によって明らかに検出された。X 線 CT においては, 直径 7 mm の骨欠損は 6 スライスの断層像で, 直径 10 mm の骨欠損は 7 スライスの断層像で骨欠損の存在を認めることができた。Schindler ら (1980)²¹⁾ は, X 線 CT は翼口蓋窩の検査に適していると述べているが, 本研究においては乾燥頭蓋骨を使用したためか, 翼口蓋窩に面した部位の上顎洞後壁における直径 5 mm の骨欠損は検出されなかった。

上顎洞後壁の上顎結節上方部における直径 5 mm の骨欠損はパノラマ X 線撮影においては明確には検出されなかったが, 直径 7 mm と 10 mm の骨欠損はパノラマ X 線撮影によっても明らかに検出された。X 線 CT においては, 直径 5 mm の骨欠損は 4 スライスの断層像で, 直径 7 mm のものは 7 スライス, 直径 10 mm のものは 8 スライスの断層像で骨欠損の存在を認めることができた。上顎洞後壁の頬骨突起部における直径 5 mm, 7 mm, 10 mm の骨欠損はパノラマ X 線撮影においては検出されなかった。しかしながら, X 線 CT においては, 直径 5 mm の骨欠損は 4 スライスの断層像で, 直径 7 mm のものは 6 スライス, 直径 10 mm のものは 8 スライスの断層像で骨欠損の存在を認めることができた。頬骨下稜部における直径 5 mm, 7 mm, 10 mm の骨欠損はパノラマ X 線撮影と X 線 CT により検出された。X 線 CT においては, 骨欠損の存在を確認するためには, 直径 5 mm の骨欠損は 3 スライスの断層像が, 7 mm のものは 5 スライス, 10 mm のものは 6 スライスの断層像が必要であった。

本研究において, 上顎洞後壁の翼口蓋窩前方部, 上顎結節上方部, および頬骨下稜部における骨欠損はパノラマ X 線撮影によっても検出されることが判明した。パノラマ X 線写真は骨欠損を 1 枚の X 線写真上に描出することができるが, X 線 CT は骨欠損の存在を認めるた

めには複数の断層像が必要である。本研究においては, 直径 5 mm, 7 mm, 10 mm の骨欠損を 2 mm 厚で断層撮影したが, 骨欠損を検出するためには, 9 スライスの断層像が必要であった。McCullough ら (1978)²⁹⁾ によれば, X 線 CT 時における被検者の局所吸収線量は, 1 回の検査 (5 スライス以上の断層像が必要) につき 20 ~ 100 mGy であると述べている。パノラマ X 線撮影時における下垂体部の吸収線量は 160 ~ 360 μ Gy とされており³⁰⁾, X 線 CT における吸収線量より著しく少い。

X 線検査時の局所吸収線量に関しては明らかにパノラマ X 線撮影の方が X 線 CT よりも有利であると言える。しかしながら, パノラマ X 線撮影の場合, 上顎洞内壁に前壁と後壁が重複して投影されるため, 一部の上顎洞病変の検査には限界がある³¹⁾。そこで, パノラマ X 線撮影を上顎洞病変の検査に用いる場合には, パノラマ X 線撮影法の価値と限界を十分承知した上で利用することが望ましい。また, パノラマ X 線撮影により上顎洞病変が検出され, X 線 CT が施行される場合には, パノラマ X 線写真による病変の垂直的位置関係を十分に参考にした効率のよい X 線 CT が望まれる。

結 語

乾燥頭蓋骨の上顎洞後壁の中央部, 翼口蓋窩前方部, 上顎結節上方部, 頬骨突起部, および頬骨下稜部に直径 5 mm, 7 mm, 10 mm の骨欠損を設定し, パノラマ X 線撮影と X 線 CT を行い, 骨欠損の検出能を比較検討した。パノラマ X 線撮影は乾燥頭蓋骨の顔耳平面を水平に保って行い, X 線 CT は 2 mm 厚で顔耳平面に平行に断層撮影した。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

1. 上顎洞後壁の中央部における骨欠損は, いずれの大きさのものもパノラマ X 線撮影においては検出されなかった。X 線 CT においては, 直径 5 mm の骨欠損は 4 スライスの断層像で, 7 mm のものは 6 スライス, 10 mm のものは 7 スライスの断層像で骨欠損の存在を認めることができた。

2. 上顎洞後壁の翼口蓋窩前方部における直径 5 mm の骨欠損は, パノラマ X 線撮影および X 線 CT のいずれにおいても検出されなかった。しかしながら, 直径 7 mm と 10 mm の骨欠損はパノラマ X 線撮影と X 線 CT の両方により明らかに検出された。X 線 CT においては, 直径 7 mm の骨欠損は 6 スライスの断層像で, 直径 10 mm の骨欠損は 7 スライスの断層像で骨欠損の存在を認めることができた。

3. 上顎洞後壁の上顎結節上方部における直径5mmの骨欠損はパノラマX線撮影においては明確には検出されなかった。しかしながら、直径7mmと10mmの骨欠損はパノラマX線撮影により明らかに検出された。X線CTにおいては、直径5mmの骨欠損は4スライスの断層像で、7mmのものは7スライス、10mmのものは8スライスの断層像で骨欠損の存在を認めることができた。

4. 上顎洞後壁の頬骨突起部における各種大きさの骨欠損は、パノラマX線撮影においては検出されなかった。X線CTにおいては、直径5mmの骨欠損は4スライスの断層像で、7mmのものは7スライス、10mmのものは8スライスの断層像で骨欠損の存在を認めることができた。

5. 頬骨下稜部における各種大きさの骨欠損は、パノラマX線撮影およびX線CTにより明らかに検出された。X線CTにおいては、直径5mmの骨欠損は3スライスの断層像で、7mmのものは5スライス、10mmのものは6スライスの断層像で骨欠損の存在を認めることができた。

以上の結果から、上顎洞後壁の翼口蓋窩前方部と上顎結節上方部においては直径7mm以上の骨欠損が、また頬骨下稜部においては5mm以上の骨欠損がパノラマX線撮影によっても十分に検出されることが明らかである。しかしながら、パノラマX線撮影の場合、上顎洞内壁に前壁と後壁が重複して投影されるため、一部の上顎洞病変の検出には限界がある。そこで、上顎洞病変のX線検査法としてパノラマX線撮影を用いる場合には、パノラマX線撮影の価値と限界を承知した上で利用することが望ましい。また、パノラマX線撮影により上顎洞病変が検出され、X線CTが必要になった場合には、パノラマX線所見を十分に参考にした効率の良いX線CTの利用が望まれる。

稿を終えるにあたり、御指導と御校閲をいただいた恩師大庭 健教授に心から感謝申し上げます。また、実験に際して何かと御協力をいただいた小川泰夫講師ならびに教室員各位に感謝申し上げます。あわせて、X線CT検査に際して御助言いただいた市立医療センター放射線科部長小野 稔先生ならびに吉瀬孝志技師に心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) Waters, C. A. and Waldron, C. W. : Roentgenology of the accessory nasal sinuses describing a modification

- of the occipito-frontal position. Am. J. Roentgenol. 2 : 633-639, 1915.
- 2) Ohba, T. and Manson-Hing, L. R. : Radiological study of cyst-like lesion in the maxillary sinus. Dentomaxillofac. Radiol. 4 : 100-103, 1975.
- 3) 大庭 健, 片山 仁 : 上顎洞疾患に対するPantomographyの価値—上顎洞内嚢胞様陰影に対して—, 耳喉頭頸 48 : 275-278, 1976.
- 4) Ohba, T. and Katayama, H. : Comparison of panoramic radiography and Waters' projection in the diagnosis of maxillary sinus disease. Oral Surg. 42 : 534-538, 1976.
- 5) 大庭 健, 徳富敏信, 巨山 保, 豊嶋健治 : 術後性上顎嚢胞診断におけるパントモグラフィーの価値, 耳喉頭頸 49 : 63-68, 1977.
- 6) Ohba, T. : Postoperative maxillary cyst in panoramic radiography. Dentomaxillofac. Radiol. 7 : 109-112, 1978.
- 7) 大庭 健, 楊 栄展, 陳 昭栄 : 術後性上顎嚢胞のパントモグラム所見, 耳喉頭頸 51 : 379-382, 1979.
- 8) Ohba, T., Yang, R-C., Chen, C-Y. and Uneoka, M. : Postoperative maxillary cyst. Int. J. Oral Surg. 9 : 480-483, 1980.
- 9) 大庭 健, 片山 仁 : 上顎癌診断におけるパントモグラフィーの価値, 耳喉頭頸 47 : 159-165, 1975.
- 10) Ohba, T. : Value and limitation of panoramic radiography in the diagnosis of maxillary sinus pathosis. Int. J. Oral Surg. 6 : 211-214, 1977.
- 11) 大庭 健, 桜井 徹 : 上顎洞のパノラマX線診断, The Dental 3 : 657-665, 1984.
- 12) 大庭 健 : パノラマX線写真の読影—上顎洞をどう読むか—, 歯界展望 71 : 1461-1470, 1988.
- 13) 大庭 健, 飯沼壽孝, 加瀬康弘, 桜井 徹, 西山昭夫, 松村千恵 : 鼻・副鼻腔疾患の画像診断におけるオルソパントモグラフィーの有用性, 日口診誌 1 : 111-117, 1988.
- 14) 加瀬康弘, 飯沼壽孝, 大庭 健 : 術後性上顎嚢胞におけるオルソパントモグラフィーの有用性, 耳喉頭頸 61 : 195-199, 1989.
- 15) 田中豊秋 : パノラマX線撮影による上顎洞内隆起性病変の検出に関する実験的研究, 九州歯会誌 42 : 358-376, 1988.
- 16) 中山祥和 : パノラマX線撮影による上顎洞後壁部破壊性病変の検出に関する実験的研究, 九州歯会誌 43 : 523-544, 1989.
- 17) Perez, C. A. and Farman, A. G. : Diagnostic radiology of maxillary sinus defect. Oral Surg. 66 : 507-512, 1988.
- 18) 今泉栄一 : パノラマX線撮影とウォーターズ法による上顎洞病変の検出に関する臨床的研究, 九州歯会誌 44 : 597-614, 1990.
- 19) Wortzman, G. and Holgate, R. C. : Special radiological techniques in maxillary sinus disease. Otolaryngol. Clin. North Am. 9 : 117-133, 1976.

- 20) Dolan, K. D. and Smoker, W. R. K. : Paranasal sinus radiology, Part 4 A : Maxillary sinuses. *Head & Neck* 5 : 345-362, 1983.
- 21) Schindler, E. and Reck, R. : Value and limitation of computer-assisted tomography. *Head & Neck* 2 : 287-292, 1980.
- 22) Cable, H. R., Jeans, W. D., Cullen, R. J., Bull, P. D. and Maw, A. R. : Computerized tomography of the Caldwell-Luc cavity. *J. Laryngol. Otol.* 95 : 775-783, 1981.
- 23) Hammerschlag, S. B., Hughes, S., O'Reilly, G. V., Naheedy, M. H. and Rumbaugh, C. L. : Blow-out fractures of the orbit : A comparison of computed tomography and conventional radiography with anatomical correlation. *Radiology* 143 : 487-492, 1982.
- 24) Zilkha, A. : Computed tomography in facial trauma. *Radiology* 144 : 545-548, 1982.
- 25) Silver, A. J., Mawad, M. E., Hilal, S. K., Sane, P. and Ganti, S. R. : Computed tomography of the nasopharynx and related spaces. Part I : Anatomy. *Radiology* 147 : 725-731, 1983.
- 26) Silver, A. J., Mawad, M. E., Hilal, S. K., Sane, P. and Ganti, S. R. : Computed tomography of the nasopharynx and related spaces. Part II : Pathology. *Radiology* 147 : 733-738, 1983.
- 27) Daniels, D. L., Rauschnig, W., Lovas, J., Williams, A. L. and Haughton, V. M. : Pterygopalatine fossa : Computed tomographic studies. *Radiology* 149 : 511-516, 1983.
- 28) White, A. M. and Hourihan, M. D. : The diagnosis of tumours involving the parapharyngeal space by computed tomography. *Br. J. Radiol.* 62 : 526-531, 1989.
- 29) McCullough, E. C. and Payne, J. T. : Patient dosage in computed tomography. *Radiology* 129 : 457-463, 1978.
- 30) Langland, O. E., Langlais, R. P., McDavid, W. D. and DelBalso, A. M. : Panoramic Radiology. In : *Biologic effects of panoramic radiography*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1989, 171-179.
- 31) Ohba, T., Yang, R., Chen, C., Ogawa, Y. and Katayama, H. : Experimental explanation of maxillary sinus radiopacity as seen by Waters' and panoramic projections. *Dentomaxillofac. Radiol.* 14 : 133-136, 1985.