

〔原 著〕

唾液腺造影における画像処理の研究
—フィルター処理による変化—

大西 隆, 市岡 智子, 北 千景, 小林 光道, 金子 昌幸

北海道医療大学歯学部歯科放射線学講座

(主任：金子昌幸教授)

A Study of Image Processor in Sialography
— Edge Enhancement by Filtering Technique —

Takashi OHNISHI, Tomoko ICHIOKA, Chikage KITA,
Terumichi KOBAYASHI and Masayuki KANEKO

Department of Dental Radiology

HEALTH SCIENCES UNIVERSITY OF HOKKAIDO

(Chief : Prof. Masayuki KANEKO)

Abstract

We applied observations of sialograms to an image processor. These images were edge enhanced by the effect of filtering methods, such as Sobel, Roberts, Prewitt, and Laplacian. The most effective filtering method was selected. The Roberts operator was low, evaluated on both the image of the parotid and the submandibular glands. The Prewitt operator was similar to the Sobel operator, but Sobel was stronger than Prewitt in edge enhancement. The Laplacian operator was the most effective filtering method. The results showed the need for carefully choosing a filtering method.

Key words : Image processor, Parotid gland, Submandibular gland, Filtering method

受付：平成6年3月10日

本論文の要旨は第34回日本歯科放射線学総会（平成5年10月2日）にて発表した。

緒 言

唾液腺造影法は唾液腺の形態的な変化を観察できる有効な画像診断法だが、観察者の経験や撮影条件の差異などによって、導管系の微細な変化や腺体の大きさの違いを判定する場合の基準が異なり、診断に苦慮する場合がある。そのため、最近では、唾液腺造影から排泄主導管や腺体内導管の拡張や狭窄、腺体の大きさの変化などを客観的に評価するために画像解析装置を臨床応用している。

画像解析装置の画像処理機能によって、導管や腺体の外形をトレースして2値画像を得たり、形態的变化を診断する補助的な役割として濃淡処理を行うが、この濃淡処理機能のなかのフィルター処理によって画像の辺縁強調を行うことができる。そこで、観察目的によって種々のフィルター処理のうちの方法が最適であるかを判定するため、実際の唾液腺造影を画像解析装置で観察して比較検討した。

材料と方法

観察の対象は、耳下腺で20名、顎下腺で20名

の計40名で、ともに男性16名、女性4名であった。40名から得られた唾液腺造影は、側面の管系適量像と腺系適量像、正面の腺系適量像の3種類で、合計120枚を使用した。唾液腺造影法は通法に則って行った。

今回使用したのは画像解析装置XL500で、この装置のシステムを図1に示す。そして、画像処理過程のフローチャートを図2に示す。そして、画像処理過程のフローチャートを図2に示す。得られた唾液腺造影は等輝度シャウカステン上からCCDカメラで撮影した。画像はライブ像を指定回数加算し積分入力し、 $512 \times 512 \times 8$ ビットのデジタル画像に変換し、一時的にメモリーした後で、画像解析ソフトイメージコマンド4198によって画像処理した。処理後の画像をCRT上に表示して観察した。画像処理は、メニュー画面上のコマンドを選択する方法で、画像入力→濃淡処理およびフィルター処理→処理画像計測→処理画像の保存、という順番で短時間のうちに行った。フィルター処理法にはいくつかあるが、今回は、Roberts, Prewitt, Sobel, Laplacianの4方法に関し、導管および腺体外形の明瞭さについて評価した。

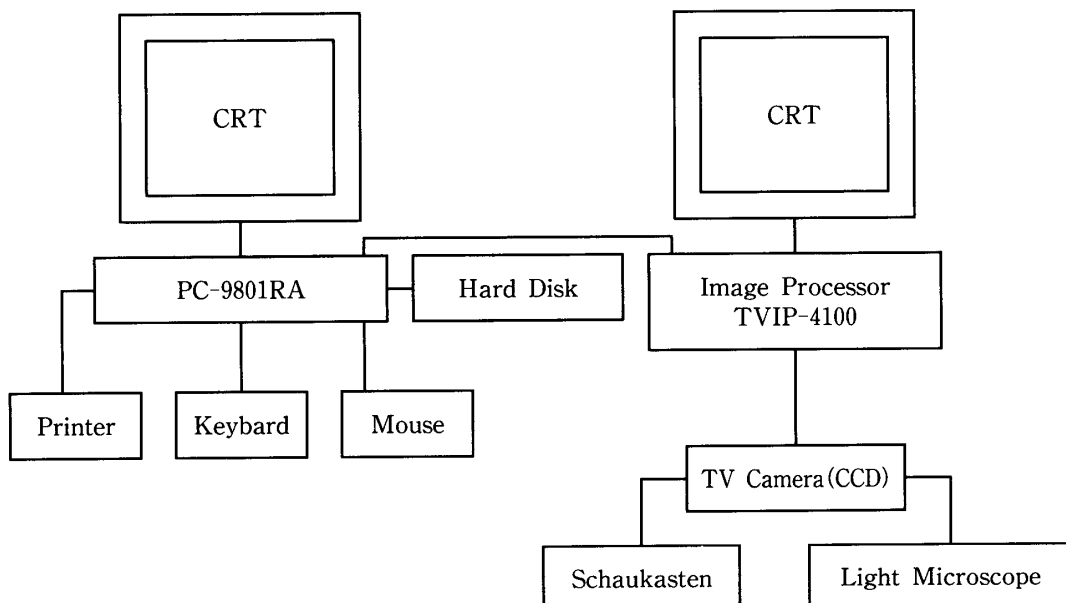


図1 画像解析装置のシステム構成

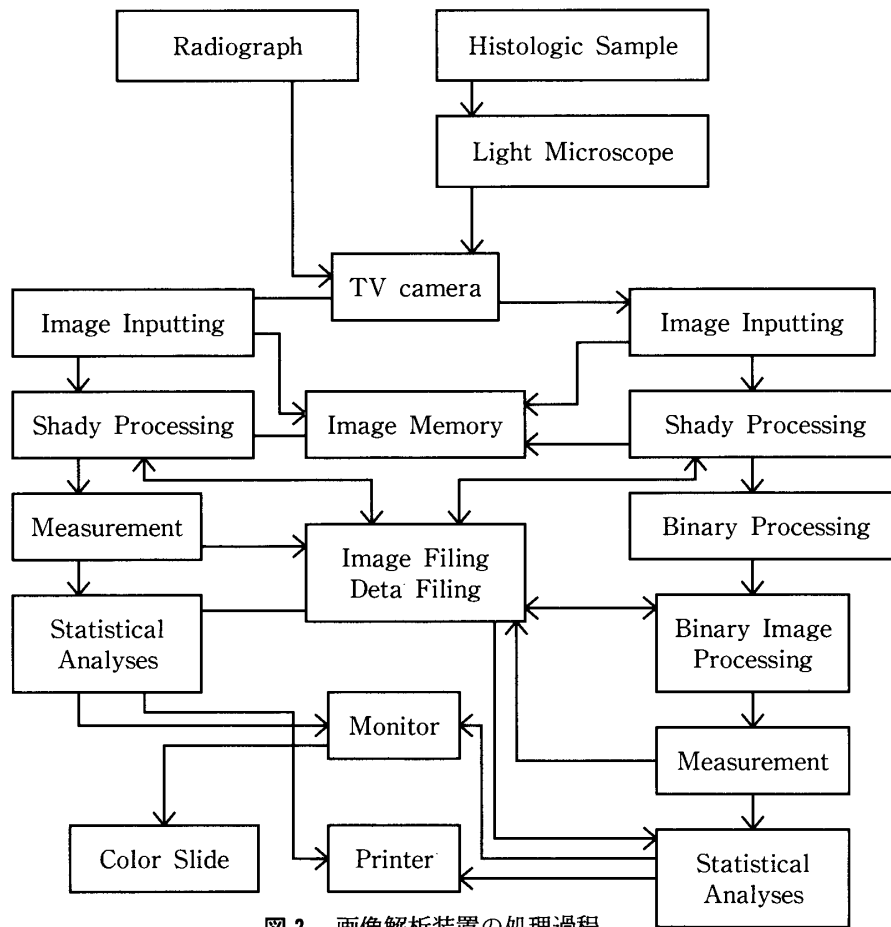


図2 画像解析装置の処理過程

表1にフィルター処理後における画像の一般的な肉眼的特徴を示す^{1,2)}。Robertsは辺縁を軽度に隆起化し、全体的に淡い中間色を呈する。Prewittはそれよりも強い中等度の隆起化を示し、白黒の境界を立体的に強調する。SobelはPrewittよりもさらに強く隆起化,立体化して白黒強調する。Laplacianは全体的には淡い中間色で、辺縁を強度に強調する。表2にフィルター処理後の画像の評価基準を示す。入力後のモニター上における、通常の唾影像を原画像として、これに対して、明らかにすぐれて唾液腺の解剖構造が描出されているものをexcellent, わ

表1 各フィルター処理後の唾液腺造影像の特徴

- ①ロバーツ：軽度に隆起化し、全体的に淡い中間色を示す。
- ②プルーイット：中等度に隆起化し、白黒が強調される。
- ③ゾーベル：強度に隆起化し、白黒が強調される。
- ④ラプラシアン：強度に辺縁強調され、全体的に淡い中間色を示す。

ずかでも明瞭さが認められているものをgood, 原画像と変わらないものをfair, 逆に観察しにくくなっているものはpoorと評価した。

表2 各フィルター処理後の画像の評価基準

excellent	原画像より非常に明瞭 (効果大)
good	原画像よりわずかに明瞭 (効果小)
fair	原画像と変わらず (効果なし)
poor	原画像より不明瞭 (逆効果)

結 果

図3に各フィルター処理による代表的な耳下腺影像を示す。図3-aは耳下腺における側面の管系適量像をRoberts処理したもので、主導管や腺体内導管が周囲の面より隆起しているが、原画像と比較して明瞭とはいえずfairと判断した。図3-bは同じ原画像のPrewitt処理像で、主導管、腺体内導管、副腺などが隆起し、強調されているのでgoodと判断した。図3-c

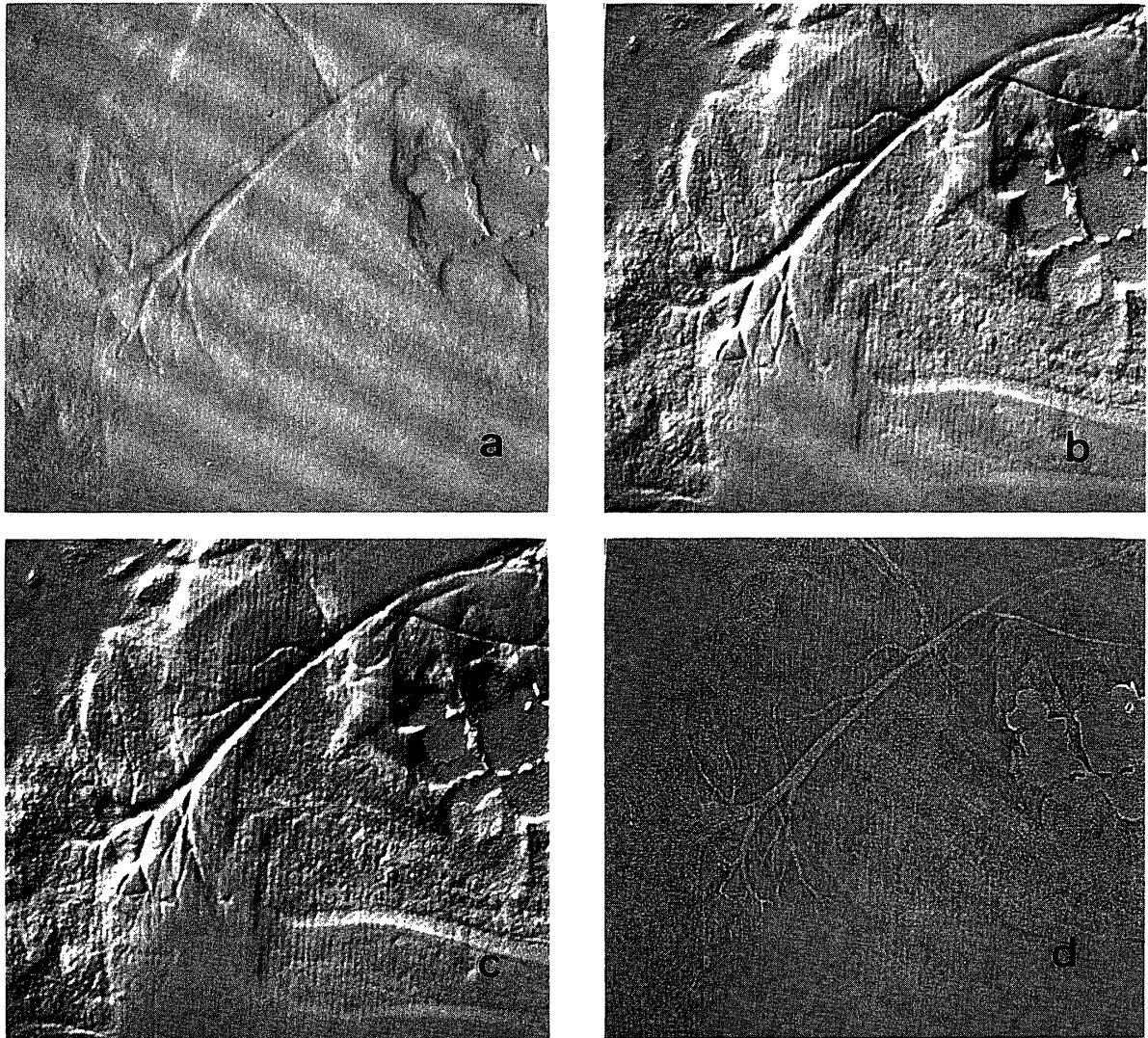


図3 耳下腺造影像における各フィルター処理画像
 a : 側面の管系適量像のロバーツ処理画像, 主導管や腺体内導管が若干隆起している。
 b : 同原画像のプルーイット処理像, 主導管, 腺体内導管, 副腺などが隆起している。

c : 同原画像のソーベル処理像, プルーイットよりやや強い隆起化されている。
 d : 同原画像のラプラシアン処理像, 第3分枝以降の末梢導管が非常に明瞭である。

はSobel処理像で, Prewittよりやや強く隆起化され, 周囲の骨梁が同様に隆起化してしまうので, 第3分枝以降の末梢導管が逆に観察しにくくなっているのでfairと判断した。図3-dはLaplacian処理像で, 第3分枝以降の末梢導管が, ほかの処理法より明瞭に描出されているのでexcellentと評価した。

図4に各フィルター処理による代表的な顎下腺造影像を示す。図4-aは側面の腺系適量像をRoberts処理したもので, 主導管の外形がやや不明瞭だが, 腺体内導管の第1, 2分枝が隆

起化している。しかし唾液腺体の外形が不明瞭で, 腺系適量像の観察目的を満たしていないのでfairと判断した。図4-bは同じ原画像のPrewitt処理画像で, 主導管や腺体内導管の第1, 2分枝, 腺体外形が比較的明瞭に描出されているのでgoodと判断した。

図4-cはSobel処理画像で, Prewittと同様に腺体部分が隆起化し明瞭になっているのでgoodと判断した。図4-dはLaplacian処理画像で, 主導管や腺体内導管はかなり明瞭になっているが, 腺体外形は明瞭ではなく, fairと判断

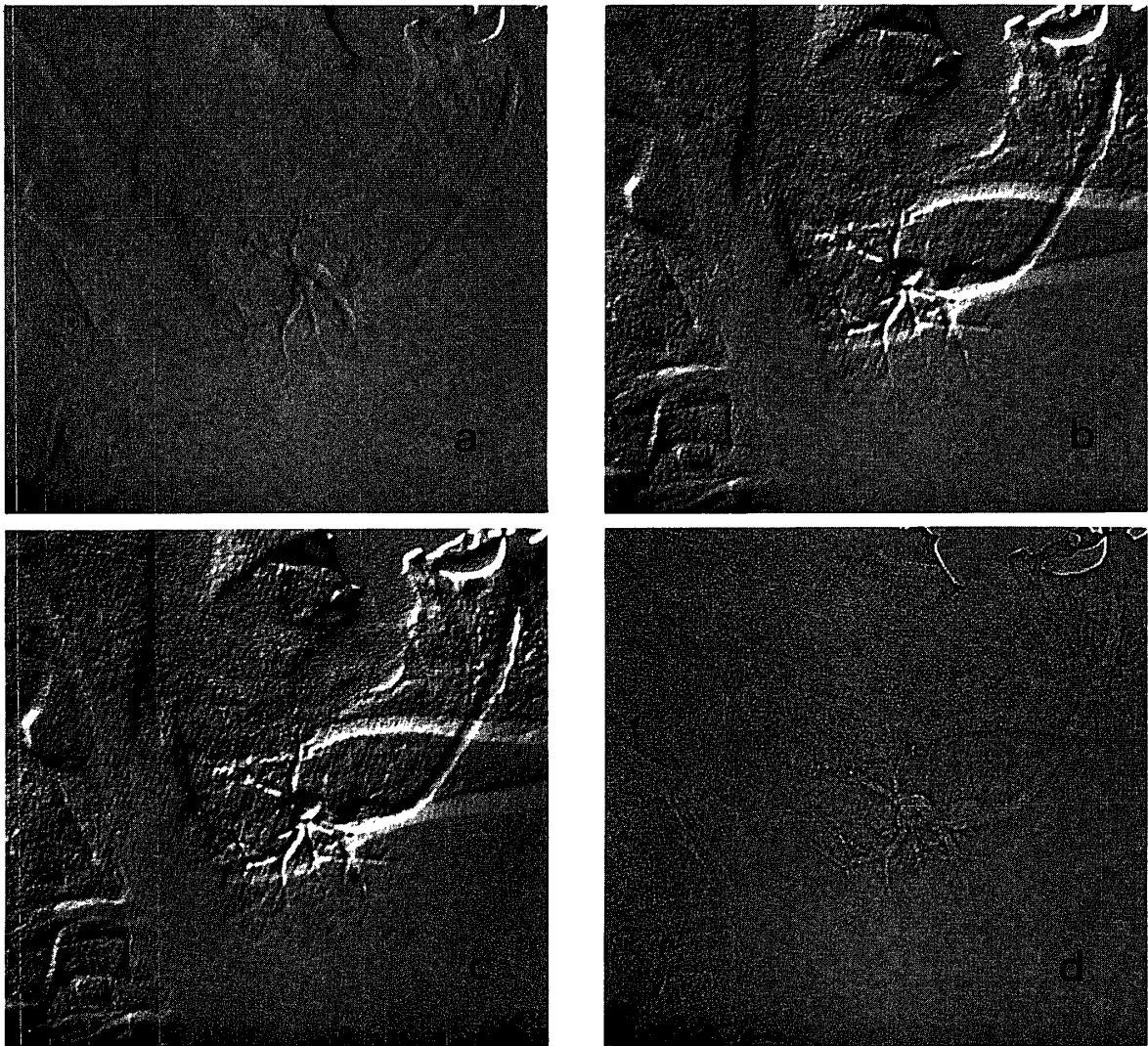


図4 顎下腺造影像における各フィルター処理画像
 a：側面の腺系適量像のロバーツ処理画像，腺体内導管の第1，第2分枝が隆起化している。
 b：同原画像のプルーイット処理画像，主導管や導管の第1，2分枝，腺体外形が明瞭。

c：同原画像のゾーベル処理画像，プルーイットと同様に腺体部分が隆起化し明瞭。
 d：同原画像のラプラシアン処理画像，導管は明瞭だが，腺体外形は不明瞭である。

した。

各フィルター処理の評価結果を見ると，耳下腺造影像の結果（表3）では，Roberts処理の評価は低く，何らか効果が認められたものはわずか3画像だった。PrewittとSobel処理の結果はほぼ同様で，側面の管系適量像でそれぞれ10画像においてgoodと評価されていた。Laplacian処理では，側面の管系適量像での評価が高く，excellentまたはgoodと評価されたものが合計18画像あった。また，正面像と側面像では評価に特に差は認められなかった。

表3 耳下腺造影像における各フィルター処理の評価

		excellent	good	fair	poor
Roberts	LD	0	2	11	7
	LG	0	0	8	12
	FG	0	1	11	8
Prewitt	LD	0	10	9	1
	LG	0	5	12	3
	FG	0	2	17	1
Sobel	LD	0	10	8	2
	LG	0	5	12	3
	FG	0	2	18	0
Laplacian	LD	6	12	2	0
	LG	1	8	10	1
	FG	0	11	7	3

LD：管系適量像（側面） LG：腺系適量像（側面）
 FG：腺系適量像（正面）

表4 顎下腺造影における各フィルター処理の評価

		excellent	good	fair	poor
Roberts	LD	0	2	12	6
	LG	0	0	7	13
	FG	0	0	3	17
Prewitt	LD	0	7	13	0
	LG	0	4	16	0
	FG	0	1	12	7
Sobel	LD	0	8	12	0
	LG	0	6	14	0
	FG	0	1	15	4
Laplacian	LD	1	18	1	0
	LG	1	16	3	0
	FG	0	8	10	2

LD: 管系適量像 (側面) LG: 腺系適量像 (側面)

FG: 腺系適量像 (正面)

顎下腺像影の結果 (表4) では, 耳下腺と同様にRoberts処理の評価が低く, 効果が認められたのは2画像だけだった。PrewittとSobel処理はほぼ同様の結果を示したが, 側面像ではgoodと評価したものがPrewittで4画像, Sobelで6画像あったのにくらべ, 正面像ではそれぞれ1画像しか認められなかった。Laplacian処理は側面像で評価が高く, excellentまたはgoodと評価されたものが, 管系像と腺系像を合わせて44画像あった。

考 察

画像処理技術の進歩によって, いろいろな分野で画像処理が応用されているが, 歯科医学の分野では, エックス線像, 顕微鏡像, シンチグラム, 超音波画像などを対象として, 診断の補助的な役割で使用する場合が多い³⁻⁵⁾。また, 2値画像計測によって微細面積や導管内径を測定する試みや⁶⁻¹¹⁾。画像から骨変化を定量的に検査したり²⁻¹⁴⁾, フィルター処理によって診断しやすくする研究も行われている¹⁾。最近では, 積極的に画像情報の目的とする部分だけを選択して, できるだけ正確, 迅速に診断しようとしている。

画像処理法には, 画像を濃度変換曲線で濃度変換したり, 類似カラー化してコントラストを

強調する方法と, いろいろなフィルター処理によって画像をエッジ強調する方法, そのほかには, 雑音を消去したり, サブトラクション法などの画像の加減乗除を行う代数的処理法がある²⁾。今回の実験では唾液腺造影において導管や腺体の外形をいかに強調できるのかを代表的なフィルター処理法を使って画像処理し, その効果を調べた。

フィルター処理全般の傾向としては, 耳下腺では管系適量像の方が効果は大きく, 顎下腺ではそれほど差が認められなかったが, これは, 耳下腺では造影部分が骨と重複しやすく, フィルター処理によって曲線的な導管の辺縁が強調されたのにくらべて, 腺体部分が骨と類似して隆起化, 辺縁強調したためと考えられる。また, 耳下腺, 顎下腺ともに側面像にくらべ正面像の方が効果が良くなかったが, これは撮影方向の違いによって, 耳下腺では導管が複雑に重複し, 顎下腺では骨組織と重なってしまったのが原因と思われる。

各フィルター処理の評価結果では, 耳下腺造影, 顎下腺造影とも, Roberts処理の評価は低かった。これは, 導管や腺体外形の隆起化が弱く, 中間色の画像のため造影剤のコントラスト効果が失われたためであった。Prewitt処理とSobel処理の結果はほぼ同様だったが, 辺縁強調はSobel処理の方が強かった。しかし, Sobel処理は場合によって付近の骨梁構造や不明瞭な末梢導管を過度に強調するため, 逆効果になる場合が認められた。Laplacian処理は今回使ったフィルター処理法の中で最も良い結果を示したが, これは適度に辺縁強調され, 造影剤によるコントラスト効果が残っていたためと考えられる。

以上の結果により, 画像解析装置によるフィルター処理効果を評価した結果, 造影剤の注入量が異なる管系適量像と腺系適量像との間に効果の差が認められ, 顎下腺と耳下腺の解剖学的

位置関係、撮影方向などによっても変化することがわかった。これらの条件の変化に対応した最適なフィルター処理を選択することで、分析、観察がより容易になると考えられた。

結 論

1. 唾液腺造影の観察に画像解析装置を応用し、フィルター処理による画像の辺縁強調を試みた。
2. 種々のフィルター処理のうち、Roberts, Prewitt, Sobel, Laplacian処理法を選択して比較検討した。
3. 耳下腺、顎下腺造影とも、Roberts処理の評価は低く、Prewitt処理とSobel処理の結果は類似していたが、辺縁強調はSobel処理の方が強かった。Laplacian処理は今回使ったフィルター処理法の中で最も良い結果を示した。
4. 撮影条件の変化に対応した最適なフィルター処理を選択することが必要と考えられた。

文 献

1. 稲本一夫, 梅田徳男, 稲邑清也: 胃X線画像処理の研究—早期胃癌像での試み—, 日医放誌, 52:1505-1520, 1992.
2. 田村秀行: コンピュータ画像処理入門, 総研出版, 東京, 95-117, 1985.
3. Marchevsky, A.M., Gil, J., Jeanty, H., : Computerized interactive morphometry in pathology. Human Path., 18:320-331, 1987.
4. 椿井孝芳, 多田 逸, 藤田耕治, 東 義景: 画像解析装置を用いたマウス顎関節における加齢変化について, 口科誌, 42:16-20, 1993.
5. 椿井孝芳, 岩井康智, 多田 逸, 東 義景: 画像解析による線維の定量的測定法について, 解剖誌, 66:130-133, 1991.
6. 木村明彦, 五味敏昭, 菊池保裕, 岸 清: ラット胎仔および新生仔肺の気道系の二次元解析, 映像情報, 23:366-370, 1991.
7. 安光千昭, 喜久田利弘, 中島 健, 山田長敬: 画像解析装置を用いた新しい咬合接触面積および点数の測定法, 口科誌, 40:772-777, 1991.
8. 大西 隆, 小林光道, 金子昌幸: 唾液腺造影法における画像解析装置の臨床応用, 日歯放誌, 32:191, 1992.
9. Spears, J.R., Sandor, T., Als, A.V., Malagold, M., Markis, J.E., Grossman, W., Serur, J.R., Paulin, S., : Computerized image analysis for quantitative measurement of vessel diameter from cineangiograms. Circulation, 68: 453-461, 1983.
10. Sugihara T., Maeda H., Yanagihara Y. et al.: Measurement of distensibility of blood vessel using cineangiograms. Invest. Radiol. 4: 672-677, 1989.
11. Sugihara T., Yanagihara Y., Sugimoto N., Kimura K., Awano K., Azumi T., : Computer-Aided interpretation of coronary cineangiograms - Accuracy of automatic detection of stenotic lesions. Acta Radiol. 33:6-9, 1992.
12. 村上広樹, 松原正典, 奥森直人, 北村 隆, 松田哲雄, 加藤智彦, 津末 臺, 高木 慎: インプラント予後診断における1画像解析法の開発 第1報 システムの利用法, 日口腔インプラント誌, 5:1-10, 1992.
13. 岡田典久: 回転パノラマX線写真の画像解析によるヒト顎骨骨梁構造の加齢変化, 口科誌, 39:947-965, 1990.
14. 佐藤強志: 画像解析による口内法X線像の客観的評価に関する研究—2次元FFTによる歯層骨骨梁の解析—, 日歯放誌, 26:242-253, 1986.