



Title	胃X線画像処理の研究-早期胃癌像での試み-
Author(s)	稻本, 一夫; 梅田, 徳男; 稲邑, 清也
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(11), p. 1505-1520
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17287">https://hdl.handle.net/11094/17287</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 胃X線画像処理の研究

### —早期胃癌像での試み—

大阪大学医療技術短期大学部診療放射線技術学科

稻本 一夫 梅田 徳男 稲邑 清也

（平成3年10月28日受付）

（平成4年2月19日最終原稿受付）

## Image Processing of Early Gastric Cancer Cases

Kazuo Inamoto, Tokuo Umeda and Kiyonari Inamura

College of Bio-Medical Technology, Department of Radiological Technology

Research Code No. : 208.1, 512

*Key Words : Radiographic image enhancement,  
Image processing, Gastrointestinal diseases,  
Stomach Neoplasms*

Computer image processing was used to enhance gastric lesions in order to improve the detection of stomach cancer. Digitization was performed in 25 cases of early gastric cancer that had been confirmed surgically and pathologically. The image processing consisted of grey scale transformation, edge enhancement (Sobel operator), and high-pass filtering (unsharp masking). Grey scale transformation improved image quality for the detection of gastric lesions. The Sobel operator enhanced linear and curved margins, and consequently, suppressed the rest. High-pass filtering with unsharp masking was superior to visualization of the texture pattern on the mucosa. Eight of 10 small lesions (less than 2.0 cm) were successfully demonstrated. However, the detection of two lesions in the antrum, was difficult even with the aid of image enhancement. In the other 15 lesions (more than 2.0 cm), the tumor surface pattern and margin between the tumor and non-pathological mucosa were clearly visualized. Image processing was considered to contribute to the detection of small early gastric cancer lesions by enhancing the pathological lesions.

### I. はじめに

胃の二重造影診断を初めとするX線診断の進歩は、胃癌を早期に発見するのに貢献してきた。その手技はほぼ完成に近づいたが、日常臨床の場では依然として読影に当たる放射線科医は小さい。早期胃癌の見逃しの苦い経験に悩まされている。その原因のひとつとして、胃粘膜にバリウムが十分に付着せず病変が描写されていないことがある。もとよりよい画像を作る撮影技術、透視技術はきわめて大事であり、正確な診断には良好な画像がなければならない。しかし多数の人達を必ず

しもよい環境下ではなく、短時間に検査し、得られた不十分な画像でも読影していかねばならない。胃集団検診においては、常によい画像をもとにして診断ができるとは限らない。

最近のデジタル画像診断の進歩は、消化器放射線医学の分野も例外ではない。輝尽体蛍光体を使用したComputed Radiography (CR)<sup>1,2)</sup>、フィルムをデジタル変換する方法<sup>3)~5)</sup>、デジタル透視画像<sup>6)7)</sup>の報告がみられる。

デジタル画像ではコンピュータを用いた画像処理によって、病変を鮮明に描出できるようになっ

た。しかし胃X線診断領域ではこの方法は期待されているが、CR以外にはまだ報告が少ない。

我々は1985年以来、胃X線像の画像処理による強調を研究してきたが、この方法がはたして胃疾患の中でもとくに重要な早期胃癌の病変検出に、役立つかどうかを検証することとした。

## II. 対象と方法

### 1. 早期胃癌症例

早期胃癌症例は、(財)みどり健康管理センター(大阪府吹田市)の人間ドック症例ファイルより提供を受けた。このセンターは開設以来20年を経過し、平均して年間20,000人の成人健診を行っている。例えば1989年には29人の胃癌症例(全検査例に占める比率0.14%)が発見されている。特に毎年定期的に検診を受けている人が多く、その胃X線画像はよく保存されている。このセンターの蓄積されている症例ファイルより、手術、病理所見がよく整備されている早期胃癌症例のフィルムの提供を受けることができた。

その中より比較的原画像がよく、手術所見と対比ができる25症例を選び出した上で、画像処理に供するため各症例毎に病変をもっともよく描出している1枚のスポット撮影像を抽出した。

これらの症例のX線撮影は、いずれも遠隔操作ロール・フィルム方式X線テレビ(島津—MS・2)、自動撮影条件、コダックX-オマティック・レギュラースクリーン、コニカ・New-Aタイプ・フィルムでおよそ1症例につき10画像のスポット撮影を行っている。スポットサイズは最大25.4×30.4cmから最小12.6×15.2cmまで10種類あり、自由に選択できるようになっている。読影は縦30.4cmの長尺ロールフィルムを回転しながら行っているが、画像処理に当たっては最適の画像を切り離して使用した。バリウムは140%(バリトゲン・デラックスとウムプラゾルAを1:1に混合)・300ccを服用させている。ブスコパン等の副交感神経遮断剤は使用していない。

画像処理を行った25症例の手術所見を内視鏡分類に従って分類する(Table 1)。隆起性病変が5例(全体の20%)で、その内訳は、I:2, IIa:3である。陥凹性病変が16例(64%)で、その内

Table 1 Cases with image processing: type and size of the early gastric cancer

Type	Size	
	<2.0cm	2.0cm≤
I	1	1
IIa	0	3
IIa+IIc	2	2
IIc	6	6
IIc+III	1	3
Total	10	15

訳はIIc:12, IIc+III:4である。混合型はIIa+IIc:4(16%)となっている。

腫瘍サイズを同じく手術所見に従って分けてみた。手術直後の標本で腫瘍サイズは長径×短径で記載されている。長径をもとに分類すると小(2.0cm以下):10, 大(2.0cm以上):15, となった。

### 2. 装置

研究に用いたシステムは、テレビカメラ(CCD), パソコン, ハードディスク(イメージコマンド搭載), 画像処理装置(イメージングプロセッサー), 白黒CRT, カラーCRT, イメージングカメラで構成され, EXCEL Systemと呼称している(Fig. 1)。

画像入力は等輝度シャウカステンの上にのせた胃X線フィルム画像をCCD-TVカメラ(NTSC方式)で撮影する。パソコンと画像処理装置で512×512×8ビットのデジタル画像に変換し、プロセッサーのソフトウェア(イメージコマンド)で画像処理をする。処理後の画像は白黒CRTと、カラーCRTに映し出される。出力はビデオ・イメージングカメラで6つ切フィルムを4分割で撮影する。保存画像データは5.25インチフロッピーディスクに蓄積される。これらの操作はきわめて短時間に行われ、TVカメラよりの入力はリアルタイムで瞬時であり、画像処理も特に手法の組み合わせるなどをしない限り、1分以内である。

EXCELシステムでCCD-TVカメラ(512×512)を用いた場合、画素サイズは撮影時のスポットフィルムのサイズに応じ0.3~0.6mmとなる。

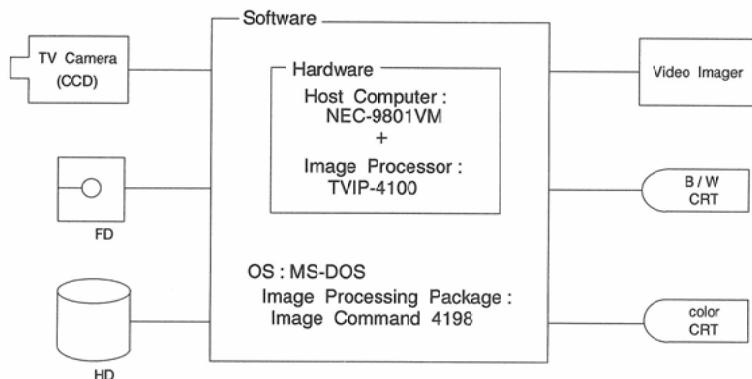


Fig. 1 Configuration of the experimental system (EXCEL).

### 3. 画像処理方法

画像処理は本システムに備っているソフトウェアを駆使して行った。画像処理方法は大きく次の3方法に分類される。(1)濃度変換(grey scale transformation), (2)フィルター処理(filtering), (3)代数的処理(algebraic manipulation)である。

第1の濃度変換は、CRTに表示される種々の濃度変換曲線をみて選択して行う。CRTに表示される一覧表をLook-Up Table (LUT)と称することから、LUT処理とも言っている。画像処理としては点処理(point operation)に属するものである<sup>8)</sup>。

第2のフィルタリングには、 $3 \times 3$ のマトリックスに値を設定し画像にかぶせるようする。フィルターには種々のパターンがあり<sup>9)</sup>、EXCEL Systemではゾーベル(Sobel), ラプラシアン(Laplacian), ロバーツ(Roberts), プルイット(Prewitt), キルシュ(Kirsch)などの方法の選択が可能である。

第3の代数的処理は、画像の加減乗除を行う方法である。今回使用したボケ・マスク処理はフィルター技術で作った画像を原画像より差引き、得られた画像を原画像に加える方法である。

### 4. ファントーム実験

臨床症例を使用する前に、画像処理方法の効果を調べるために、胃ファントーム(京都科学 TMP)に50%バリウムを充満して撮影した画像を作成し

Fig. 2 Radiograph of the stomach phantom filled with 50% BaSO<sub>4</sub>.

た(Fig. 2)。その画像を処理し、ファントーム壁面に刻まれた胃潰瘍、早期胃癌、胃炎病変の描出の程度を知る予備実験を行った。

濃度変換はLUTに10種類記載されている。例えば原画像のある部分を強調する(立上げる)方法(拡大強調—Fig. 3A)と部分的に強調する方法

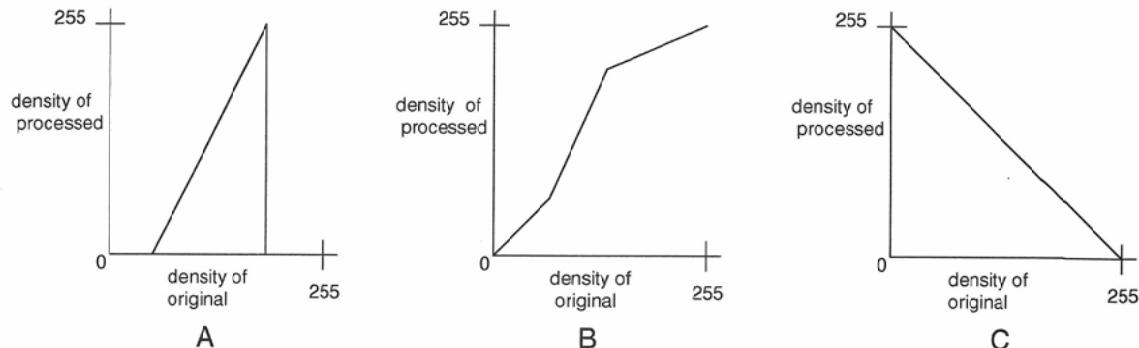


Fig. 3 Patterns of the grey scale transformation displayed in the Look-Up Table (LUT) on the CRT. A. Enhancement of specific density levels of the original image. B. Enhancement of a middle density levels. C. Reverse of the density levels of the original image.

(中間輝度レベル強調—Fig. 3B)がある。注意すべきは、濃度変換は原画像の window width, window level を変更することで変化することである。例えば Fig. 3B の方法でも濃度幅を狭める結果として Fig. 3A で処理したのと同じようになってしまうことがあるし、ときとして再び原画像に近い像に帰ってしまうこともある。

階調変換は、CRT 上で画像の条件を変えてサーベイし、病変の存在を探査するのによいが、恒常的な濃度幅、濃度レベルの条件で、画像を記録するのに困難を感じられた。そこで最も簡単な方法ではあるが、一定した条件で可能な白黒反転(Fig. 3C)を採用することとした。

フィルタリングとしては、辺縁強調によいとされるゾーベル (Sobel), ラプラシアン (Laplacian), ロバーツ (Roberts), プルイット (Prewitt), キルシュ (Kirsch) の方法を試み、記録し比較した (Fig. 4)。ファントームの陥凹性病変の集中像の強調はゾーベル法が最もよく、プルイットはゾーベルとほぼ同じだが少し強調が弱く、ラプラシアン、ロバーツ、キルシュは病変を解釈するのに困難を感じた。そこでゾーベルの方法が胃の解剖学的構造を壊すことなく、病変を強調するのに適しているとして、採用することとした。

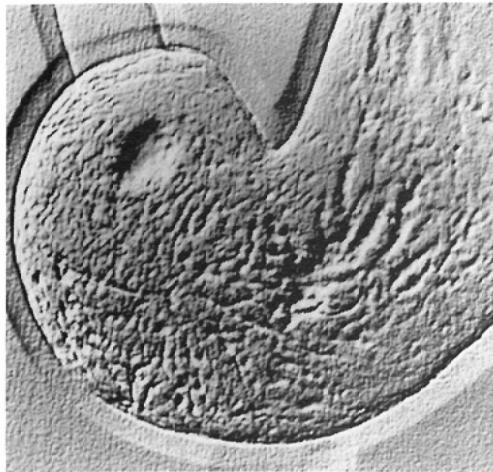
ボケ・マスク処理は、原画像に関心領域を設定し、その部分をフィルタリングでぼかして原画像より引き、それを原画像に加え、結果として強調する方法を行った。フィルタリングを 1 ~ 6 回と

試みたが、回数が重なるにつれて強調効果はあっても、ノイズが多くなるので 2 回に止めた (Fig. 5)。フィルタとして原画像の画素の濃度の最高値 (maximum), 中間値 (median), 最小値 (minimum) を用い、それぞれ 2 回処理したボケ像を原画像より差引き、その画像を原画像に加えてみた (Fig. 6)。比較した結果、最小値フィルターで処理した画像を加えたものが、原画像のもつ解剖学的、病理学的パターンを損なうことなく、強調できると評価した。

画像処理方式を一定化するため、各症例毎にコニカ・イメージング・フィルム New-C Type 6 つ切サイズ (20.3 × 25.4 cm) に、原画像に近い画像、白黒反転像、ゾーベル像、ボケマスク処理像の 4 画像を記録した。

##### 5. 評価方法

画像処理の評価は我々研究グループの 3 名で行った。まず最初に、消化器 X 線診断の経験年数 30 年を有する稻本が、シャウカステンに原画像と処理画像を並べ、摘出胃のカラー写真とスケッチ、胃壁浸潤のスケッチ、胃癌取り扱い規約に従って記載された病理所見と対比しながら、病変の検出能について検討した。手術時の摘出標本のカラー写真だけを対比することをしなかったのは、カラー写真是採光などの要因で必ずしも病巣を正確に現していないことがあり、術後ホルマリン固定をしてからのスケッチの方がより役立つこともあったからである。またカラー写真を白黒焼き付



Sobel Operator

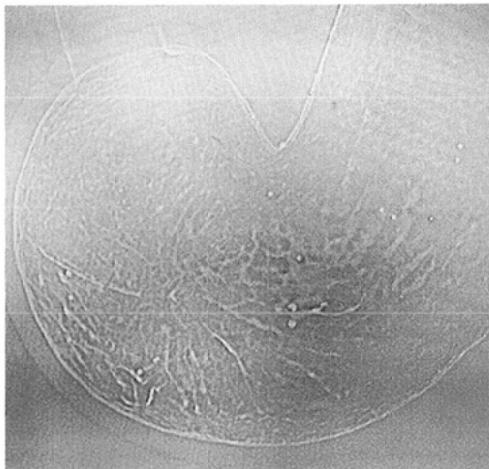
1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

Sx

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

Sy

A



Laplacian Operator

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

B



Roberts Operator

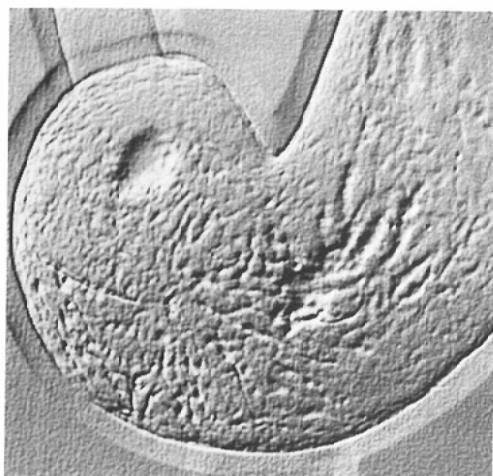
1	0
0	-1

Rx

0	-1
1	0

Ry

C



Prewitt Operator

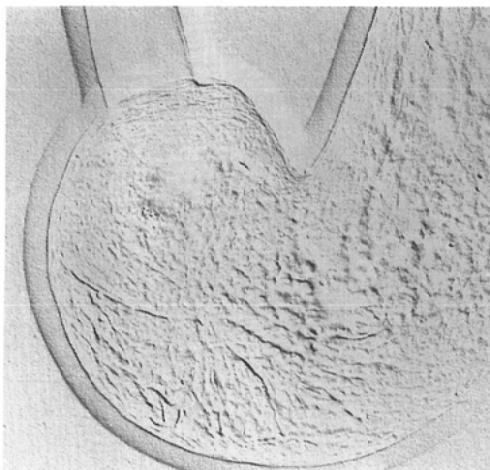
1	0	-1
1	0	-1
1	0	-1

Px

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

Py

D



Kirsch Operator (M7)

-3	5	5
-3	0	5
-3	-3	-3

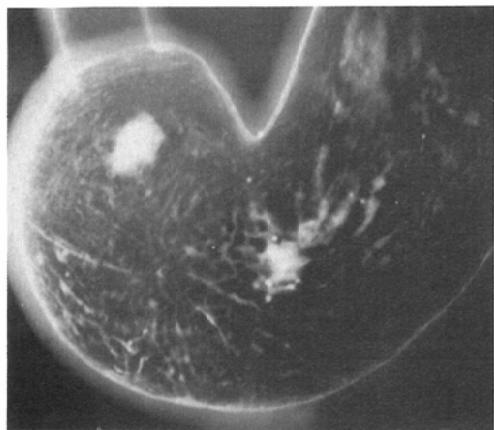
E

Fig. 4 Phantom images after several filtering techniques. Left is an image and right indicates the applied filtering operator pattern. A. Sobel operator. B. Laplacian operator. C. Roberts operator. D. Prewitt operator. E. Kirsch operator. Exceptionally, processing of the Kirsch operator was performed by Konica KI-1000 workstation, and the processed image was recorded by KFDR-P (laser printer).

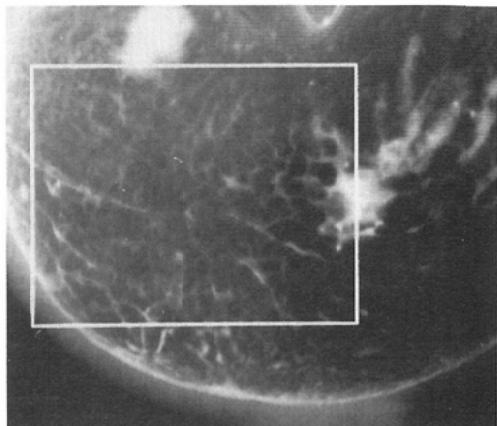
けをするとさらに病変がわかりにくくなることもあり、X線像と摘出胃の像とを対比して並べる方式は本稿ではとらなかった。

病変がきわめて多彩だったので、画一的スコア点数制をやめ、各症例毎に隆起や陥凹の辺縁、癌病巣の範囲、正常粘膜の偽病巣等について、率直に評価し記録した。この作業は約1ヵ月間に日

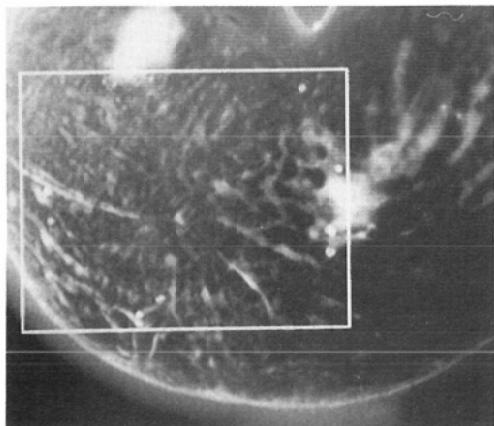
を変えて5回行ったが、回数を重ねるにつれて、見えないものが見えるようになる錯覚が起こってくる危険もあり、胃X線診断にまったく素人で、医師ではない残り2名（稻邑、梅田）に同様の方法でみてもらい、討論を重ね訂正して評価を固めた。さらにROC解析をすることも試みたが、その基礎となる点数をとる要素が十分に確立されてい



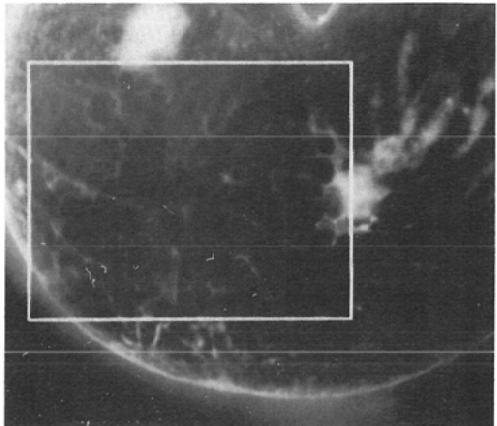
A



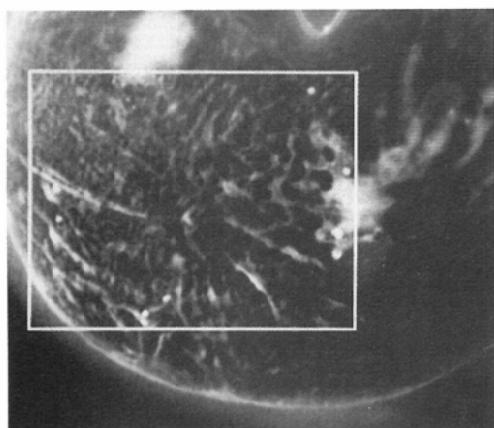
B



C

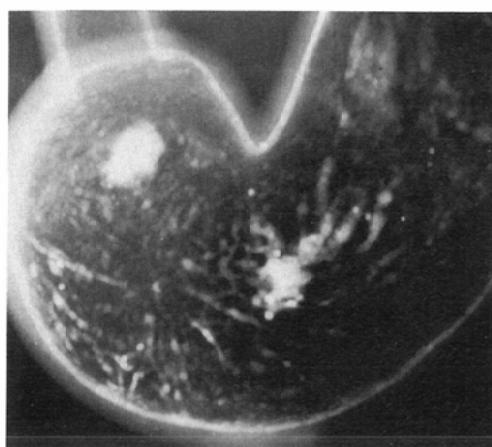


D



E

Fig. 5 Unsharp masking technique. A. Original phantom image. B. Blurred image after one time filtering on ROI of the original image by the minimum filter. C. A+B. D. Blurred image after two times filtering by the minimum filter. E. A+D. The two times filtering image is much better than the one time filtering image in visualization of a pathologic lesion.



A



B



C

Fig. 6 Comparison of filtering patterns in two times application of filtering pattern in each. A. Maximum filter. B. Median filter. C. Minimum filter. The minimum filtering image is evaluated as the best one for visualization of pathological patterns carved on the phantom.

ないので見送り、症例の増加を待って行うこととし、今回はROC解析は行わなかった。

### III. 結 果

画像処理の評価のポイントは腫瘍サイズで変わってくる。すなわち小さい腫瘍群(2.0cm以下)では腫瘍の存在をよく描出でき、見落としが防げるかが問題となる。腫瘍サイズの大きい群(2.0cm以上)では、原画像で腫瘍は描出されているので、画像処理は腫瘍の形態、性状、境界がよりよくわかるかが問題となる。そのような観点から評価作業を進めることとした。

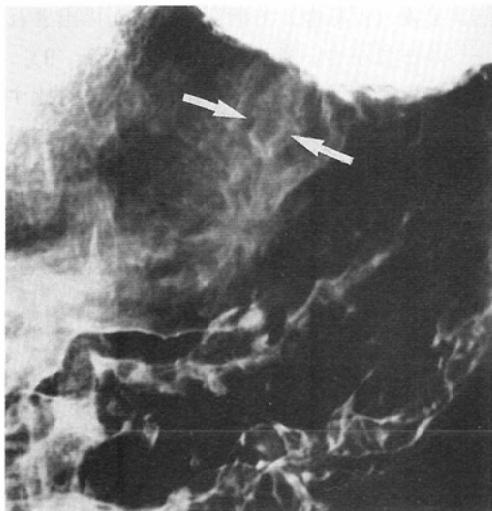
#### 1. 小病変の描出

小病変群10例の内、胃体部・胃角に発生した病

変は比較的わかりやすく、この部分に発生した7病変はよく強調された。

胃体部に発生した5例のうち、小さい陥凹性病変4例はいずれも粘膜集中像が強調され、病変の存在がよくわかった。しかし隆起性病変の1例では病変の存在はわかるが、病変周囲の粘膜の状態も強調される結果、病変の大きさが実際より大きくみえてしまう問題点があった(Fig. 7)。

胃角小弯にできた2例の病変はいずれも小弯の辺縁硬化が強調され、病変の存在がよくわかった。特にそのうちの1例では粘膜集中と陥凹部の凹凸不整が強調され、病変が描出された(Fig. 8)。この場合は、ゾーベル法で病変部内の粘膜の山と谷

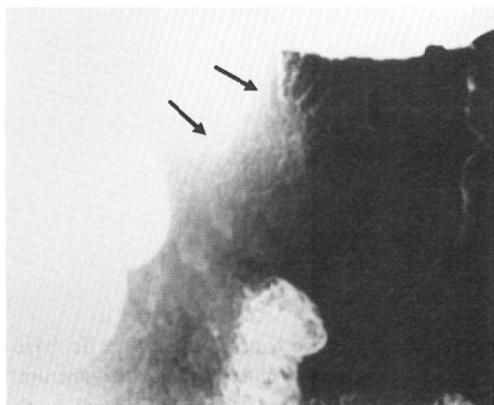


A

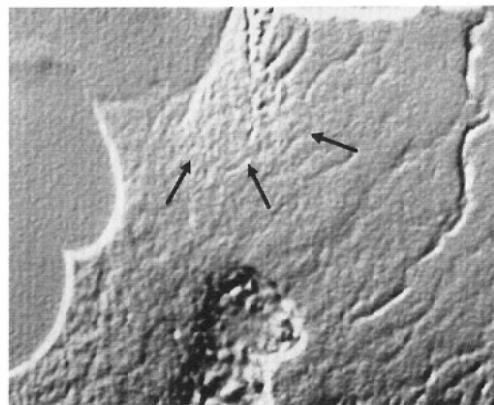


B

Fig. 7 Early gastric cancer Type I (size :  $0.7 \times 0.5$ cm, depth : mucosa, location : gastric corpus posterior wall) A. Original. A tumor (arrows) is shown with coarse mucosal folds and relief convergence suggesting ulcer scar. B. Sobel operator image. The tumor is buried in the surrounding mucosal folds, consequently the tumor is mistaken to be much wider extent (arrows). This case is one example of the pitfalls of image processing.



A



B

Fig. 8 Early gastric cancer Type IIc (size :  $1.9 \times 1.2$ cm, depth : mucosa, location : gastric angle lesser curvature). A. High-pass filtering. A depressed lesion (arrows) is found on the lesser curvature of gastric angle by high-pass filtering. B. Sobel operator. Tumor extent (arrows) and convergence of the relief folds are visualized. This case shows tumor existence on the original picture, however tumor extent is more clearly defined by help of the high-pass filtering and the Sobel operator images.

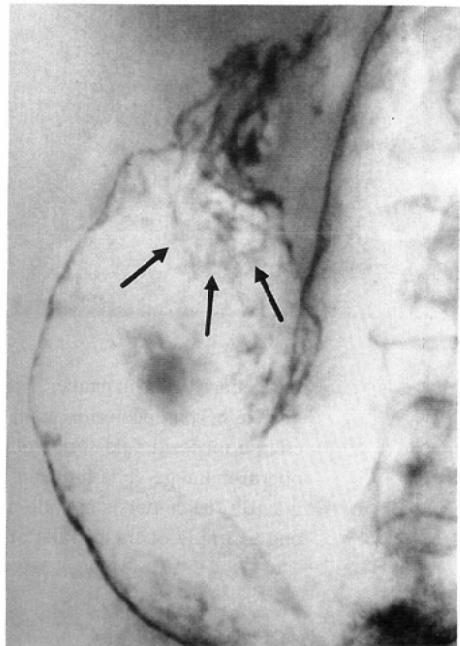
が強調され、病変外の粘膜の階調が平坦化したことにより病変が強調された結果である。

今回的小腫瘍群10例の中に前庭部に病変があったのは3例であり、その内の1例のIIa病変は濃

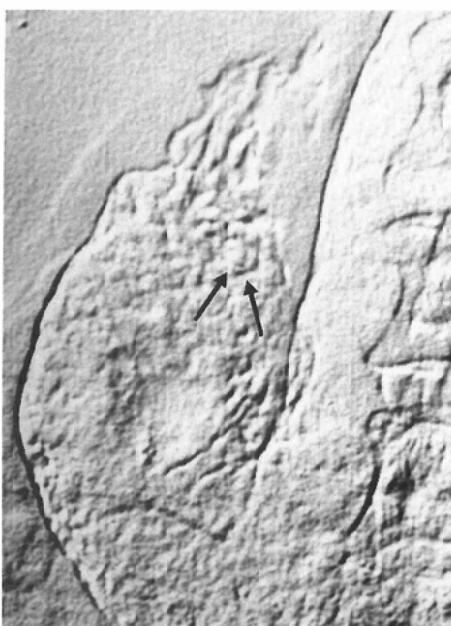
度階調変換（反転像）で病変の存在が描出され、ゾーベル法で小さい隆起が疑われた（Fig. 9）。この症例では反転像とゾーベル法を慎重に対比することで病変の存在が疑われたが、ゾーベル法だけ



A



B



C

Fig. 9 Early gastric cancer, Type IIa+IIc (size: 1.7×1.5cm, depth: mucosa, location: antrum). A. Original. Tumor detection is difficult in the granular pattern of mucosal folds on the gastric antrum. B. Grey scale transformation (reverse image). Extent (arrows) and surface pattern of the tumor are shown. C. Sobel operator image. Small protruded lesion (arrows) is visualized. Combination of the original and the processed images contribute to definition of the tumor extent and its type.

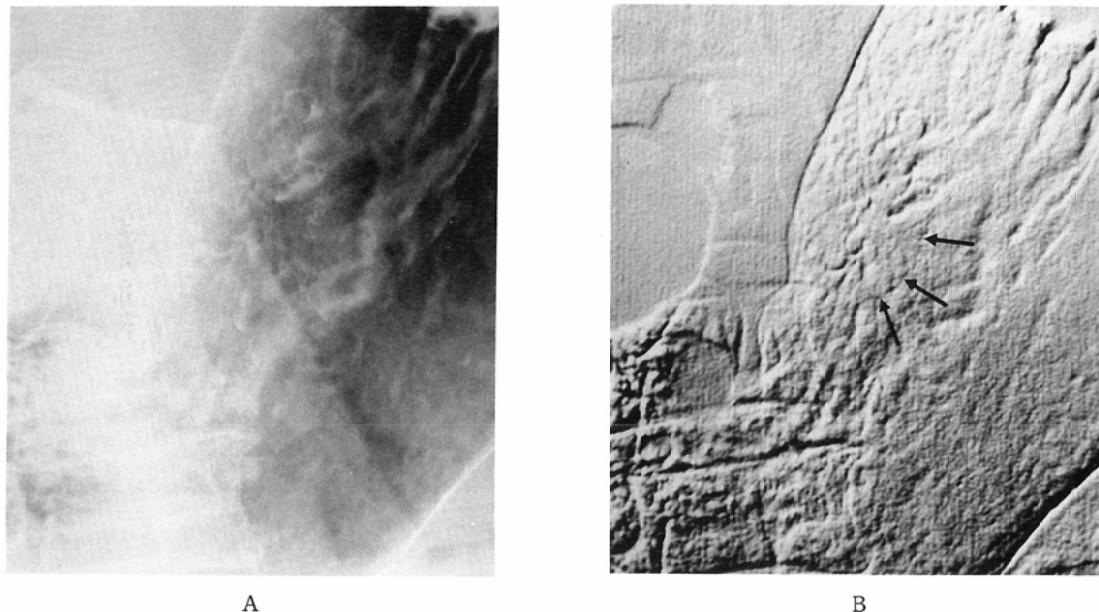


Fig. 10 Early gastric cancer Type IIa (size : 4.0×3.5cm, depth : mucosa, location : gastric corpus lesser curvature). A. Original. A tumor is existed on the lesser curvature of gastric corpus. B. Sobel operator image. Tumor extent is depicted by curved line (arrows). This case shows characteristic findings of the tumor surface and the tumor boundary by help of the image processing.

では正常粘膜のようにみえ、困難を感じる。残りの2例は判別が非常に難しいものであった。

前庭部は管腔の幅が狭く顆粒状の粘膜に埋没し、腫瘍の存在が隠されてしまう。特に隆起と陥凹の混じる IIa+IIc に難しい症例がみられた。

## 2. 病変形状の強調

大きい腫瘍病変(2.0cm以上)は、腫瘍の表面の性状、輪郭が画像処理でよく強調される。例えば胃体下部後壁の IIa 病変は、腫瘍の輪郭と表面の形状がゾーベル法でよく描出され、腫瘍の性状診断に役立った(Fig. 10)。別の胃体後壁にできた IIc 病変では、高周波領域強調像で陥凹底の状況が、ゾーベル法では粘膜集中の状況が強調されている(Fig. 11)。

しかしときとして隆起性病変が強調される際に、周囲のバリウムのたまりが強調され、病変の形状を見誤ることもある(Fig. 12)。また実際には陥凹性病変 IIc+III であるものが、ゾーベル法で隆起性病変のようにみえ、見誤ることも注意せね

ばならない(Fig. 13)。

画像処理が不成功もしくは困難を感じるケースをまとめると次のようになる。(1) 病変があまりに小さく、特に前庭部に存在して IIa+IIc の如く隆起と陥凹が混在し、さらに周囲の顆粒状粘膜や肥大した粘膜に埋没している場合、(2) 周囲の粘膜をも強調し、結果として病変が実際より大きく見えることである。

## 3. 画像処理法の特徴

画像処理の各方式にはそれぞれ特徴がある。濃度変換は原画像の濃度を適宜変換してみやすくする。白黒反転は濃度変換の1方式だが読影者の視覚に訴えるには優れている。しかしながら画像処理としては比較的初步的のものであり、今回は原画像と参照するのにとどめた。

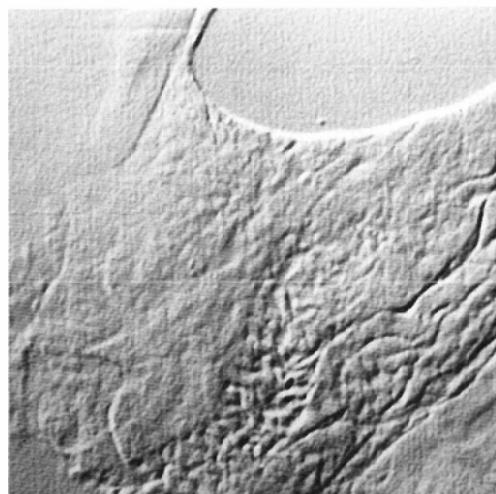
ゾーベル法は辺縁強調の特性があり、線状やゆるやかな曲線状の病変輪郭を強調し際立たせる効果があり、残りの部分を平坦化する結果、胃癌病巣を正常粘膜より浮立せて、みやすくする。



A



B



C

Fig. 11 Early gastric cancer Type IIc (size : 2.2 × 3.2cm, depth : mucosa, location : gastric corpus posterior wall). A. Original. B. High-pass filtering image. C. Sobel operator image. The tumor surface shows a flower petal pattern by unsharp masking technique (high-pass filtering), and relief convergence is stressed by edge enhancement (Sobel operator).

高周波領域強調は胃粘膜の構造 (texture pattern) の描出に優れている。そして粘膜の中に生じた隆起、陥凹をみやすくする。

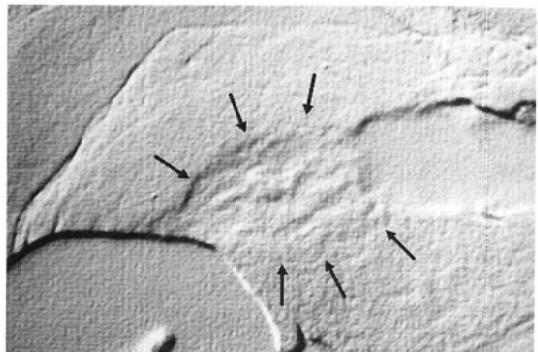
以上の結果をまとめると、ゾーベル法、高周波領域強調法は癌病巣を強調してみやすくし、その広がりをわかりやすくみせるのに役立つ。しかし、ときとして周囲粘膜を強調して病変の大きさを實際より大きくみせてしまうことがあり、偽病変になってしまうこともあるので注意せねばならない。

#### IV. 考 察

デジタル画像で画像の画素サイズが画像の質を左右するものとして問題となる。Kastan らは大腸粘膜の描出に少なくとも 0.4mm の画素サイズが必要であると述べている<sup>3)</sup>。MacMahon らが胸部 X 線像で診断精度の確保には 0.1mm が必要であると述べている<sup>10)</sup>のとは随分差がある。Kastan の 0.4mm の画素サイズは、20×20cm のフィルムを 512×512 でデジタル化したのに相当する<sup>3)</sup>。Feczko らは消化管診断では診断に必要な情報を得るのに 512×512 で十分であり、デジタル画像記録の



A



B

Fig. 12 Early gastric cancer Type IIa (size:  $2.5 \times 1.5$  cm, depth: mucosa, location: gastric corpus lesser curvature). A. High-pass filtering image. Protruded lesion is visualized among the barium pooling. B. Sobel operator image. The tumor extent may be overestimated by processed of barium pooling area (arrows). This case shows pitfall of an overestimation by adding image processing techniques.



A



B

Fig. 13 Early gastric cancer Type IIc+III (size:  $2.7 \times 2.5$  cm, depth: mucosa, location: gastric antrum anterior wall). A. High-pass filtering image shows a depressed lesion. B. Sobel operator image. The tumor lesion shows different picture between the high-pass filtering image and the Sobel operator image. The depressed area may be mistaken as a protruded lesion in the Sobel operator image.

保管の節減にもつながると指摘している<sup>4)</sup>。

濃度の階調もデジタル画像において重要な指標である。Feczkó らは、消化管診断では階調数を多くする必要はないと言っている。その理由として

二重造影すでに高いコントラストがあることと、多くの階調数を必要とする画像の差引(subtraction)を行う必要がないからであると述べている<sup>4)</sup>。

我々の研究目的が、画像処理方式を検討することにあったので画素サイズと画質の関連についての厳密な研究を行っていない。しかし、CCD-TVカメラを用いて入力した $512 \times 512 \times 8$ ビットのデジタル画像に不満足を感じていない。その理由として、(1) 消化管透視撮影はスポット撮影が頻用されている。我々が対象とした原画像はスポットサイズが $15.8 \times 15.2$ cmで撮影されていることが多く、通常の4つ切サイズ( $25.4 \times 30.4$ cm)より小さい。このサイズだと $512 \times 512$ のマトリックスでは画素サイズが0.3mmとなる。(2) シャウカステンにおいていた画像をCCD-TVカメラで記録する方式は、テレビカメラを適宜近づけ、ターゲットとする部分だけを収録することが可能であり無駄がない。また画素サイズも結果として小さくすることができる。(3) データ量はレーザ・スキャナーで高精細入力( $2,000 \times 2,600$ )でするより少ないので、画像処理時間は短くてすむ。コンピュータもパソコンレベルで十分であり、簡便かつ安価である。

一般にPACSでは高精細画像を求める声が強く、非常に過大な投資を必要とする。むしろ我々のような手軽な画像処理装置を読影室におき、頻繁に使用していくことが求められているのではないだろうか。

消化管の画像処理について、中野らはCRの高周波領域強調は辺縁を強調し、胃粘膜の微細構造をみやすくすると述べている。しかし同時に強調しすぎることでノイズを生じ結果として診断情報のロスを生み、病的変化に似た人工像を作ると報告している<sup>2)</sup>。

消化管と異なり胸部画像の画像処理についての報告が多い<sup>10)~16)</sup>。中にはOestmannらの肺癌でのROC曲線を用いての研究のように画像処理に否定的な意見もある<sup>15)16)</sup>。Sherrierらはフィルター処理はフィルム画像の撮影条件不足の部分を強調して、腫瘍発見に役立つが、ヒストグラム平坦化は効果がないと述べている<sup>17)</sup>。

胃病変について言えば、ゾーベル法と高周波領域を強調するフィルター処理(ボケマスク処理)は、病変を鮮明にするのに効果的である。両者を

比較しながら病変を強調して病変を観察するのがよい。どちらがどのような病変に向いているとは判じ難い。ゾーベル法は辺縁強調の性格上、胃の辺縁に近い病変を強調するのによい。つまり濃度差のある病変を強調するのに役立つ。高周波領域強調画像処理法はゾーベル法の役立つ症例に加え、粘膜面に発生した病変をよくみせるのに役立つことがある。従って実際には両者をともに行って対比しながら検討するのがよい。

狭い腔で肥大した粘膜内に発生した小癌病変の描出には限度がある。画像処理は病的変化外の正常組織をも強調してしまう。従って原画像との対比が必要となる。小病変の描出は今回の研究で期待されたが、まだ満足すべき結果は得られていない。さらに画像処理方法の研究が必要である。

二重造影は胃粘膜の表面に発生した病変の発見には威力を發揮する。古賀らは早期胃癌の陥凹性病変の描出は粘膜集中の断裂と、正常粘膜と陥凹粘膜との境界線が引けることが特徴であると述べている<sup>18)</sup>。馬場らは陥凹性病変の最も重要な所見として、(1) 陥凹性病変のびらんと再生粘膜で構成される多彩な像、(2) 陥凹の不整な辺縁、(3) 集中する粘膜ひだ像、(4) 陥凹のスロープと深さを問題にしている<sup>19)</sup>。隆起性病変についての中井の研究では、腫瘍の大きさが胃壁への癌の深達度を知る最も主要な手がかりとしている<sup>20)</sup>。

我々は以上の報告を参考にした上で、小豆島らが問題にしている<sup>21)</sup>、(1) 粘膜面の不整なバリウムのたまり、(2) 不整な胃小区像、または顕粒状像、(3) 粘膜の集中、(4) 辺縁の不整等の要素と、今回の研究結果より得られたポイントをスコアとして、胃集検専門医による評価を近く行い、その結果をROC解析する予定である。次稿でその成果について解析し報告したい。

今回の研究は手術で確認した早期胃癌症例を用いた遡及的研究である。しかしその結果は、コンピュータによる画像処理が解決すべき問題点はあるとしても、放射線科医の胃X線像を読影する際の手助けになることがわかった。今後は見落し例や不良画像例を集め、さらに検討を重ねたい。

## V. まとめ

- 1) 胃 X 線画像をデジタル化し、コンピュータ画像処理による画像強調を25例の早期胃癌を対象として行い、その効果を評価した。
- 2) CCD-TV カメラで X 線像をリアルタイムで入力し、512×512×8ビットのデジタル画像とし、パソコンに直結した画像処理装置のソフトウェアで処理した。
- 3) 画像処理は白黒反転、フィルタリング(ゾーベル法)、高周波領域強調(ボケマスク処理)を基本とし、処理画像をイメージングカメラで記録し、原画像と対比し評価する方式をとった。
- 4) 小さい病変(2.0cm 以下)の10例では、胃体部・胃角に発生した7病変と前庭部の1例はよく強調され、病変の存在がわかりやすくなった。しかし、管腔の狭い前庭部に発生し、隆起と陥凹の混じる2例のIIa+IIc は顆粒状の粘膜に埋没し、周囲の粘膜ともども強調される結果、病変の存在が隠され、画像処理でかえってわかりにくくなつた。
- 5) 大きい病変(2.0cm 以上)では腫瘍の表面の性状と輪郭が画像処理でよく強調され、腫瘍の性状診断に役立つ。しかし、隆起性病変で周囲のバリウムのたまりがゾーベル法で強調され、病変が実際より大きくみえることや、陥凹性病変が隆起性病変のようにみえることもあり、気をつけねばならない。
- 6) 消化管の二重造影画像の処理には、胸部のような高精細画像(2,000×2,600)を必要としない。パソコンレベルで手軽にリアルタイム処理し、早期胃癌に特徴的な病変の性状の描出や、正常粘膜との境界との線引きに画像強調は役立つ。
- 7) 今回の早期胃癌症例を用いた遡及的研究から、コンピュータを用いた画像処理を、放射線科医が胃 X 線像を読影する際に将来利用する可能性を開いたものと考える。

終わりに本研究の資料提供を頂いた(財)みどり健康管理センター(近藤慶一所長)、大阪大学微生物病研究所附属病院外科(田口鐵男教授)、ならびに資料収集に協力頂いた(財)みどり健康管理センターの平井利之放射線技師に深甚の感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 山田達哉、後藤裕夫、牛尾恭輔、他：FCR の臨床；消化器、画像診断、4(Suppl 1) : 34-40, 1984
- 2) Nakano Y, Togashi K, Nisimura K, et al: Stomach and duodenum; radiographic magnification using computed radiography (CR). Radiology 160 : 383-387, 1986
- 3) Kastan DJ, Ackerman LV, Feczkko PJ: Digital gastrointestinal imaging; the effect of pixel size on detection of subtle mucosal abnormalities. Radiology 162 : 853-856, 1987
- 4) Feczkko PJ, Ackerman LV, Kastan DJ, Halpert RD: Digital radiography of the gastrointestinal tract. Gastrointest Radiol 13 : 191-196, 1988
- 5) Gross GW, Ehrlich SM, Wang Y: Diagnostic quality of portable abdominal radiographs in neonates with necrotizing enterocolitis; digitized vs nondigitized images. AJR 154 : 779-783, 1990
- 6) Steiner E, Mueller PR, Hahn PF, et al: Digital videofluorography for direct digital spot filming of gastrointestinal studies. Gastrointest Radiol 14 : 193-201, 1989
- 7) Rowlands JA, Hynes DM, Edmonds EW: System for digital acquisition of gastrointestinal images. Med Phys 16 : 553-560, 1989
- 8) Barnes GT, Lauro K: Image processing in digital radiography; basic concepts and applications. J Digital Imaging 2 : 132-146, 1989
- 9) 松山隆司：画像の特徴抽出と解析・認識。田村秀行監修、日本工業技術センター編：コンピュータ画像処理入門、118-125、1985、総研出版、東京
- 10) MacMahon H, Vyborny CJ, Metz CE, et al: Digital radiography of subtle pulmonary abnormalities; an ROC study of the effect of pixel size on observer performance. Radiology 158 : 21-26, 1986
- 11) Sherrier RH, Johnson GA: Regionally adaptive histogram equalization of the chest. IEEE Trans Med Image MI-6 : 1-7, 1987
- 12) Sommer FG, Smathers RL, Wheat RL, et al: Digital processing of film radiographs. AJR 144 : 191-196, 1985
- 13) Lampeter WA, Wandtke JC: Computerized search of chest radiographs for nodules. Invest Radiol 21 : 384-390, 1986
- 14) McAdams HP, Johnson GA, Suddarth SA, et al: Implementation of adaptive filtration for digital chest imaging. Optical Engineering 26 : 669-674, 1987
- 15) Oestmann JW, Kushner DC, Bourgouin PM, et

- al: Subtle lung cancers; impact of edge enhancement and gray scale reversal on detection with digitized chest radiographs. Radiology 167: 657-658, 1988
- 16) Oestmann JW, Rubens JR, Bourguin PM, et al: Impact of postprocessing on the detection of simulated pulmonary nodules with digital radiography. Invest Radiol 24: 467-471, 1989
- 17) Sherrier RH, Chiles C, Wilkinson WE, et al: Effects of image processing on nodule detection rates in digitized chest radiographs: ROC study of observer performance. Radiology 166: 447-450, 1988
- 18) 古賀 充, 清成秀康, 石橋龍人, 他: 胃癌の浸潤範囲のX線診断, 胃と腸, 7: 715-724, 1972
- 19) 馬場保昌, 杉山憲義, 丸山雅一, 他: 陥凹性早期胃癌のX線所見と病理組織所見の比較, 胃と腸, 10: 37-49, 1975
- 20) 中井昭子, 谷口春生, 岩永 剛, 他: X線診断における胃癌の深達度の推定について, 胃と腸, 7: 739-751, 1972
- 21) 小豆島正博: 胃集検発見胃癌の直接X線写真による遡及的検討, 日消集検誌・消化器集団検診, 75: 76-91, 1987