



Title	陥凹型小・微小胃癌病変検出のための画像処理法-陥凹型小・微小胃癌X線像における輝度勾配に着目した画像解析法-
Author(s)	武藤, 裕衣; 松浦, 佳苗; 早川, 尚男
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2001, 61(13), p. 721-729
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17063
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

陥凹型小・微小胃癌病変検出のための画像処理法 －陥凹型小・微小胃癌X線像における輝度勾配に着目した画像解析法－

武藤 裕衣¹⁾ 松浦 佳苗¹⁾ 早川 尚男²⁾

1)鈴鹿医療科学大学大学院保健衛生学研究科

2)鈴鹿医療科学大学保健衛生学部放射線技術科学科

New Detection Method for Small and Very Small Gastric Carcinoma Using Brightness-Curve Analysis with Double Contrast Radiography

Hiroe Muto¹⁾, Kanae Matsuura¹⁾,
and Hisao Hayakawa²⁾

The purpose of this study was to find an indexing feature for small gastric carcinoma taken by double contrast radiography, and to propose a new method for detecting lesions. We considered the method from the viewpoint of the detection and diagnosis of lesions. The inclination curve of the density of a small gastric carcinoma, Type IIc+IIa, with a depth of cancerous invasion of M, taken by the double contrast method was investigated. The curve of density that was obtained clearly showed the change and inclination of density that was proper for the shape of the surface of the lesion and seemed to be good for pointing out the lesion and for reproducing a new image of the lesion. Our results were as follows: The area surrounding the depressed lesion appeared as a steep-gradient brightness curve (with or without surrounding raised margin), and the frequency brightness-curve of the bottom of the lesion showed less frequency than that of the surrounding non-cancerous region.

These results indicate that this proposed method is effective for the detection of small gastric carcinoma taken by double contrast radiography, although the process of elimination of false positives should be improved.

Research Code No.: 512.9

Key words: Double contrast gastric radiogram, Small gastric cancer, Density-brightness curve, Detecting small and very small gastric carcinoma, Computer aided diagnosis(CAD)

Received May 29, 2001; revision accepted Oct. 23, 2001

- Graduate School of Health Science, Suzuka University of Medical Science
- Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Suzuka University of Medical Science

別刷請求先

〒510-0293 鈴鹿市岸岡町1001-1
鈴鹿医療科学大学大学院保健衛生学研究科
武藤 裕衣

はじめに

胃X線写真による胃疾患診断法として、病変正面像を比較的容易に描出する二重造影像は最も重要な画像である¹⁾。

一方、濃淡画像処理の技術を医療画像領域に利用する試みは1960年代前半に始まり、その後半には早くも医用X線像のコンピュータ解析に関する成果が報告された^{2),3)}。これまで、福島⁴⁻⁷⁾ら、羽鳥ら^{8),9)}、森ら¹⁰⁾、喜多ら¹¹⁾、長谷川ら¹²⁾による研究が報告されている。しかし、X線画像にみられる癌を直接ないし癌によるひきつれや辺縁硬化などの所見を直接抽出するということを目的とした研究報告はこれまでにない。

目的

小・微小胃癌の病理所見とX線所見を正確に対比し、X線フィルムで描出された病変部の濃度勾配を解析し、その濃度勾配分布の特徴を見出し、胃癌を自動的に抽出する画像処理方法の開発を目的とした。

対象

1983年1月より1994年3月迄に、早期胃癌検診協会において発見され、十分に病理組織学的検討が行われた小早期胃癌のうちの2例3病変である。うち症例1は、残胃後壁3mm、深達度M、IIc+(IIa)型2病変と共に印環細胞癌である。切除胃にバリウムを塗布し撮影したX線像を使用した。症例2は、胃角部後壁7mm、深達度M、IIc+IIa型高分化型腺癌1病変である。直接X線像を用い、同一検査時に複数撮影した3フィルムを用いた。

方 法

1. 概要

われわれは、胃X線二重造影像の濃度勾配(輝度勾配)に着目した。病変を含む胃X線二重造影像をデジタル化し、胃癌領域の輝度分布を測定し、病変部の特徴を分析した結果

果から、小・微小胃癌病変部を機械的に検出する画像処理法を考案した。以下、アナログ画像のデジタル化、デジタル画像の輝度とフィルム濃度の関係、胃X線二重造影像に描出する病変部輝度勾配の解析と特徴解析、および病変部の輝度特徴を元にわれわれが考案した胃癌病変を機械的に抽出する画像解析法について述べる。

使用機器は、透過型スキャナ(EPSON社製 ES-8000)、パソコン用コンピュータ(IBM社製 Thinkpad, CPU: Pentium III 300MHz, RAM: 128MB, HD: 10GB, OS: Windows98. DELL社製 Dimension 4100, CPU: Pentium III 800MHz, RAM: 256MB, HD: 30GB, OS: Windows 98)である。前処理として行った入力画像の取り込みサイズ決定にはPhotoshop 4.0(Adobe)を用いた。輝度分布表示、および凹凸計数にはExcel 2000(Microsoft)を用いた。病変検出処理は後に述べる画像処理手順である[使用言語はVisual Basic(Microsoft)]。

2. 画像デジタル化、画像入力特性、フィルム濃度と画素値(輝度)との関係

胃X線二重造影フィルムの画像デジタル化には、透過型スキャナを用いた。取り込み解像度は250, 500, 1000dpi、一処理あたりの取り込み範囲256×256画素、取り込み階調は256グレー階調とした。

画像入力の特性として、あらかじめスキャナの光ムラであるシェーディングの有無、画像取り込み傾向を補正するガンマ補正の必要性を検討した。透過型スキャナにフィルムを置かずに入力信号を測定し、シェーディングを検討した後、規定(一定)濃度フィルムを置き画像入力し、量子量を算出した。次に、フィルムテストチャートを画像入力し輝度変換した結果から、フィルム濃度と輝度との相関を求めた。

3. グリッドの影響

装置に固定されているグリッド(12:1, 60本/cm)のみを撮影したフィルムを、解像度1,000, 500, 250dpiで画像入力し、ハードコピーに描出しているグリッドが病変検出処理に及ぼす影響を検討した。

4. 病理所見とX線二重造影像に描出する所見との比較、および小・微小胃癌の特徴

X線写真上に描出している病変部の特徴を明らかにするため、胃X線二重造影像の輝度勾配を二次元・一次元的に算出した。次に得られた輝度分布と肉眼病理所見(粘膜面の形状)を比較し、小・微小胃癌病変所見の特徴を解析した。以降、症例1、および2を検討した。

5. 小・微小胃癌病変を検出する画像解析法の検討

小・微小胃癌病変所見の輝度勾配分布の特徴をもとに、病変を自動的に抽出する画像解析法の開発を試みた。

結果

1. 画像デジタル化、画像入力特性、フィルム濃度と輝度との関係

フィルム濃度と輝度との関係をFig. 1に示す。今回対象

とした二重造影像の輝度範囲は輝度40~180であった。病変あるいは病変を含まない部分のバリウム斑、および胃領域の情報はこの輝度範囲にすべて収まっていた。ただし、胃窓部等にみられる広範なバリウム斑は含まない。この範囲におけるフィルム濃度と輝度は $R^2 = 0.9836$ で良好な線形関係であった。また、フィルム入力の際、読み取り傾向やムラはなく、シェーディング、ガンマ補正の必要はない。

2. グリッドの影響

Fig. 2(A)に示すとおり、原画像(直接フィルム)を256色表示した場合には、250, 500, 1,000dpiすべての解像度でグリッド陰影を描出した。したがって、病変検出処理にはこれらグリッド陰影の影響を考慮することが必要である。

われわれは、4. 小・微小胃癌病変を検出する画像解析法の検討の項で述べる手法を用いて画像処理を行った。結果、直接フィルムの場合、解像度1,000dpi, 500dpiでは輝度勾配設定値9, 250dpiでは設定値10以上でグリッド陰影を描出しなかった(Fig. 2(B))。間接フィルムでは原画像を256色表示した場合にグリッド陰影を検出しないため、輝度勾配設定値の下限はグリッド陰影によらない。

3. 病理所見とX線二重造影像に描出する所見との比較、および小・微小胃癌の特徴

3. 1 陥凹部境界の輝度分布

症例1と症例2の輝度分布を検討した。

Fig. 3は、症例1における検討範囲のX線像について二次元輝度表示した結果である。輝度分布はX線上、肉眼的に判別不明瞭な濃度変化を描出している。Fig. 4はFig. 3点線部分、すなわち IIc+(IIa)1 病変を含む部分を一次元輝度表示した結果である。Fig. 5はFig. 4に含まれる陥凹病変部の顕微鏡写真である。輝度分布は、肉眼的に切除標本の凹凸の位置・形状を良好に描出している。輝度勾配が大きく変化する部分は切除標本と比較し、陥凹部境界の位置と一致した。

Fig. 6は、症例2(Fig. 6A)の検討範囲、および二次元輝度分布である。本例はX線フィルム上に肉眼でグリッド陰影を知覚し、二次元輝度分布でもグリッドを描出した。Fig. 7は、IIc+IIa病変を含む部分(Fig. 6 点線部分)の一次元輝

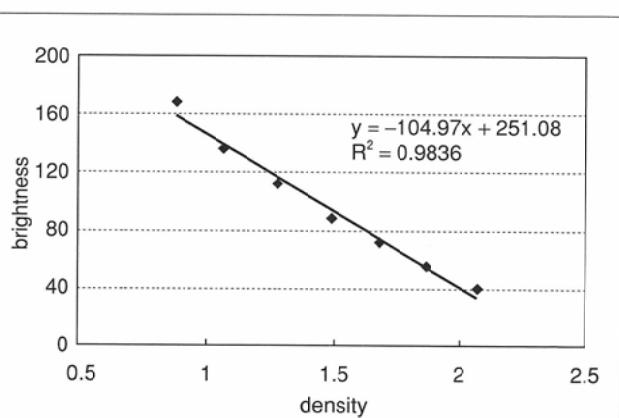


Fig. 1 Density-brightness curve

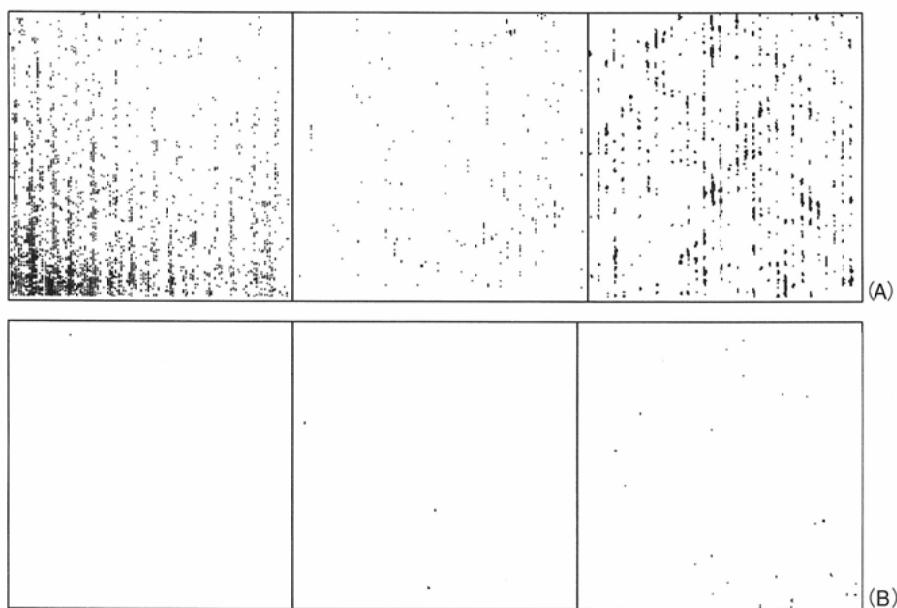


Fig. 2 Output images (binary images) obtained using our system for grid shadow effect, displayed as 8-bit color images on a CRT.

A: Original 8-bit color image.

Input resolution: Left: 250 dpi, Center: 500 dpi, Right: 1000 dpi

B: Results of processing.

Input resolution: Left: 250 dpi (Th. 10), Center: 500 dpi (Th. 9), Right: 1,000 dpi (Th. 9)

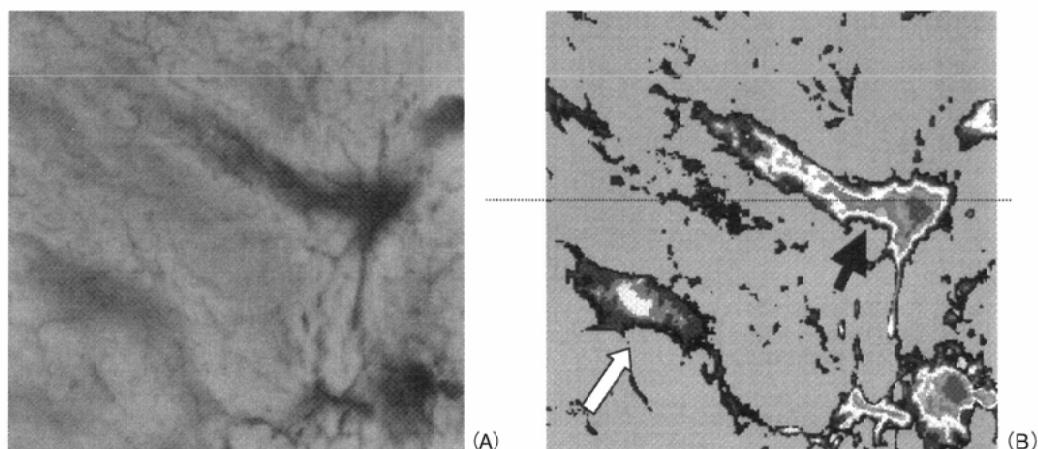


Fig. 3 Postoperative X-ray as applied area and 8-bit color brightness image of case 1. Whitish and black arrows point out two lesions.

A: postoperative X-ray of case 1 as original image.

B: 8-bit color output image.

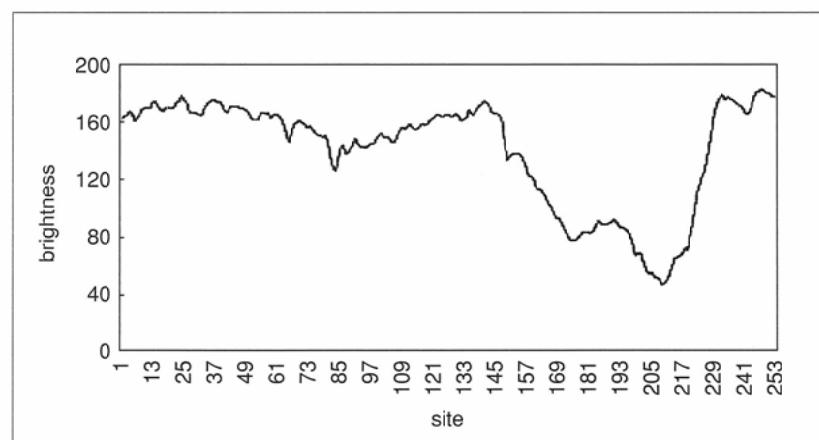


Fig. 4 Inclination of brightness at the site of lesion inclusion. Calculated area is shown by dotted line in Fig. 3.

度分布である。前例と同様に、輝度分布は肉眼的に切除標本の凹凸の位置・形状を良好に描出してい る。

検討した小・微小胃癌陥凹病変は、“周囲に隆起を伴った陥凹所見”または“単独で描出する陥凹所見”，すなわちIIc+IIa型，IIc+(IIa)型，あるいはIIc型として描出した。加えて、輝度勾配の大きい箇所が小・微小胃癌病変の周囲に描出した。

3. 2 陥凹底部の輝度分布

Fig. 8 は、症例2(Fig. 6A)について、グリッドに平行な方向に輝度凹凸を計数した結果である。20ピクセルあたり凹凸数が4回以上となる箇所が90%以上であるがその中に癌は見られなかった。凹凸数が3回以内となった残りの部分は5箇所認められた。そのう

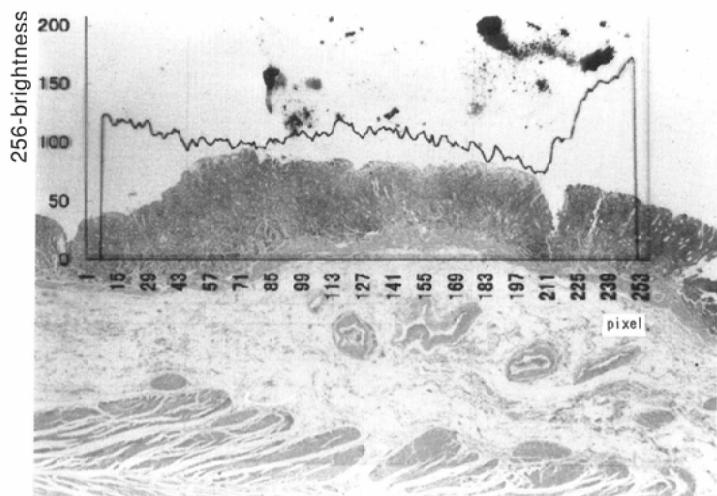


Fig. 5 Pathological finding and inclination of brightness in case 1.

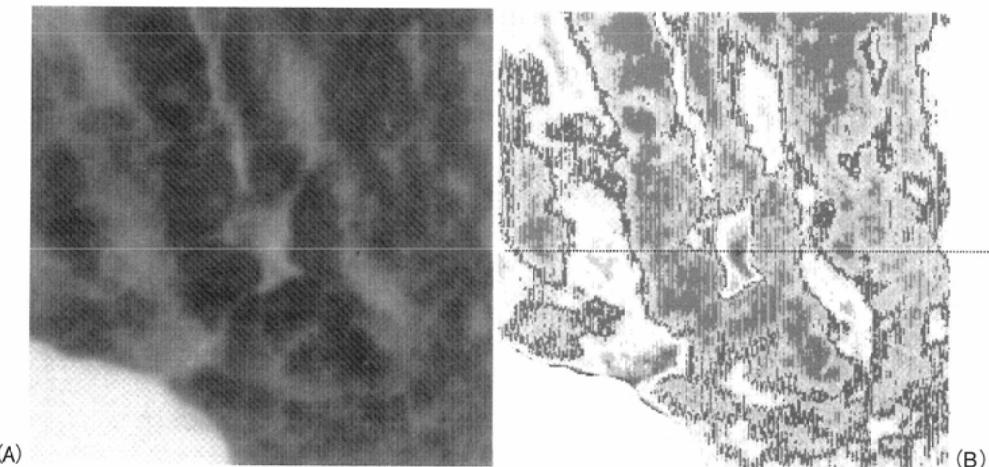


Fig. 6 Preoperative X-ray as original image and 8-bit color brightness image of case 2.
A: Double contrast image of case 2 as original image.
B: 8-bit color brightness image.

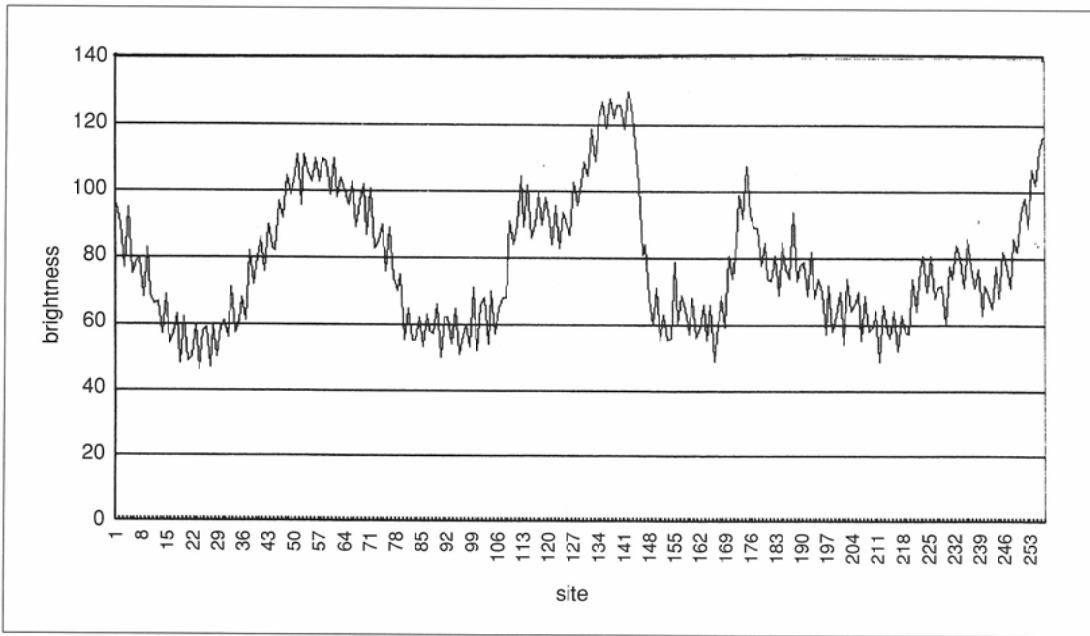


Fig. 7 Inclination of brightness at the site of lesion inclusion. The calculated area is shown by dotted line in Fig. 6.

ち 2 箇所に癌が認められ、1 箇所は広範なバリウム斑による領域であった。

4. 小・微小胃癌病変を検出する画像解析法の検討

4. 1 概要

われわれが考案した陥凹型小・微小早期胃癌検出アルゴリズムの概要は、「①画像入力、②前処理、③検討範囲選択、④特徴検出(輝度勾配算出)、⑤病変候補検出、⑥偽陽性候補削除、⑦特徴検出(陥凹底部輝度凹凸算出)、⑧病変候補検出、⑨結果表示」である。以降、各処理法について述べる。

4. 2 画像入力、前処理

画像入力における取り込み解像度は画像処理上重要な条件である。X線系の場合、実際の撮影系ではトータルの解像力として 3~10 本/mm とされている¹³⁾ため、我々は 250 dpi を用いた。これは、人が肉眼で読影する場合の解像度を十分に満たす値である。取り込み画素数は 256 × 256 ピクセルである。また、本システムではシェーディング、ガンマ補正の必要はなかった。

4. 3 検討範囲選択

1) の結果より、われわれが検討対象とする胃領域の輝度範囲は 40~180 であったため、輝度 40~180 を検討範囲とした。

4. 4 病変候補検出処理

1) 輝度勾配算出、病変候補検出

前章で述べた小・微小胃癌陥凹病変の特徴、すなわち、「周囲に隆起を伴った又は単独で描出する陥凹所見の周囲にみられる輝度勾配の大きい箇所」を検出するため、8 近傍差分フィルターを用いて、輝度勾配を検出した。差分フィルターとは、入力画像の中で濃度値の変化の激しいところを抽出する目的で用いられるフィルターであり¹⁴⁾、8 近傍差分フィルターによって縦横斜方向からの勾配を検出する。輝度勾配を検出した後、閾値を設定し輝度勾配の大きい領域を特徴点とした。今回、閾値は任意値とした。閾値を変化させ処理を行うことにより、X線画像に含まれる病変部や非病変部がどの様に抽出されるかを検討した。設定する閾値は、病変部を最大限検出し、病変部以外の箇所検出が最小限となる値が望ましい。Fig. 9 に症例 2 (Fig. 6A) に対する各閾値の病変検出結果を示す。閾値 10 または 12 の設定で陥凹部境界を良好に検出し、それ以上の閾値に設定すると境界を部分的に検出する。また、閾値を 10 以下に設定すると、偽陽性候補が増加したため、閾値には 10ないし 12 が適切であった。この閾値は前に述べたグリッドによる影響をうけない値 (Fig. 2) と一致した。Fig. 9 ではすべての結果でグリッド陰影を描出しているが、これらについては次の偽陽性候補削除処理で対応した。症例 2 の直接 X 線像 3 フィル

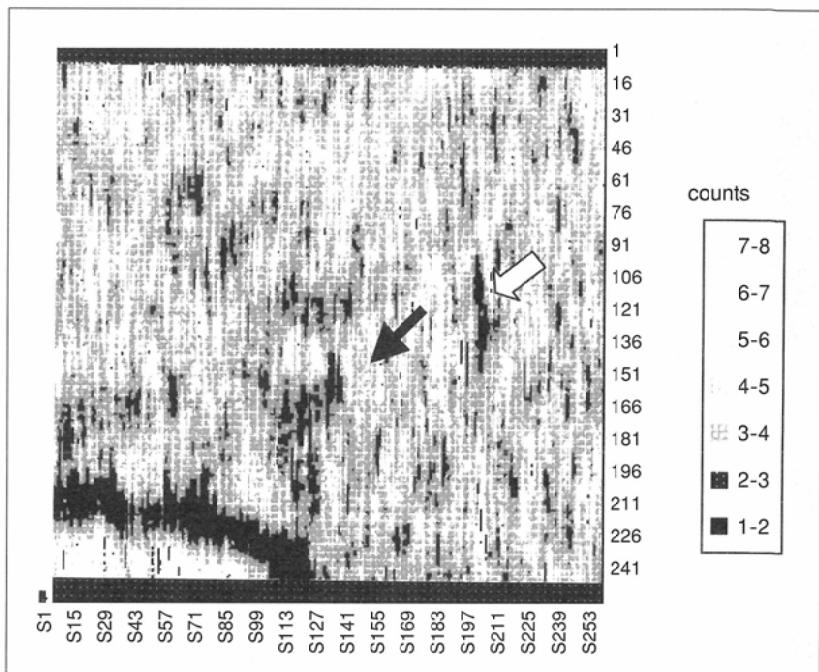


Fig. 8 Extracted points using rugged area counting system (case 2). Black arrow points to the exact place of the posterior wall lesion. Whitish arrow points out another lesion on the anterior wall found microscopically.

ム (写真 1~3)について次項で詳細に述べる偽陽性候補処理 (3×3 ピクセル面積フィルター)を行った。結果を Table 1 に示す。閾値 10 のとき、病変を検出し、かつグリッド陰影は検出しなかった。これは、Fig. 2 で示した結果と一致する。

2) 偽陽性候補削除

検出した候補領域に対し、陥凹部分は輝度勾配の大きい領域がある程度の面積をもって検出されていると考えられる。陥凹領域以外に描出される勾配の大きい箇所や、襞領域、およびグリッド陰影等を削除するため、偽陽性候補処理を行った。偽陽性候補削除には、面積量を基にしたノイズ除去フィルターおよび図形融合フィルター 7 種を用いた。それぞれのフィルターは、① 3×3 ピクセルの面積フィルター、② 5×5 ピクセルの面積フィルター、③ 縦横方向 5×5 ピクセルの面積フィルター、④ 縦方向 3 ピクセル面積フィルター、⑤ 横方向 3 ピクセル面積フィルター、⑥ 最大値フィルターをかけた後最小値フィルターをかける図形融合フィルター、⑦ 最小値フィルターをかけた後最大値フィルターをかける図形融合フィルター、である。7 種のフィルターによる偽陽性候補削除処理結果の例を Fig. 10 に示し、また、症例 2 における 7 種のフィルターを用いた偽陽性候補削除処理の比較を Table 2 に示す。検討写真すべてにおいて、偽陽性候補削除として病変部検出と偽陽性削除処理とのバランスが肉眼的に優れていたのは、① 3×3 面積フィルター、⑤ 横 3 面積フィルター、⑥ 図形融合フィルター (最大→最小) であった。

症例 1 についても処理を行い、検出対象である 1 病変の陥凹病変隆起境界を検出した。偽陽性候補削除フィルター

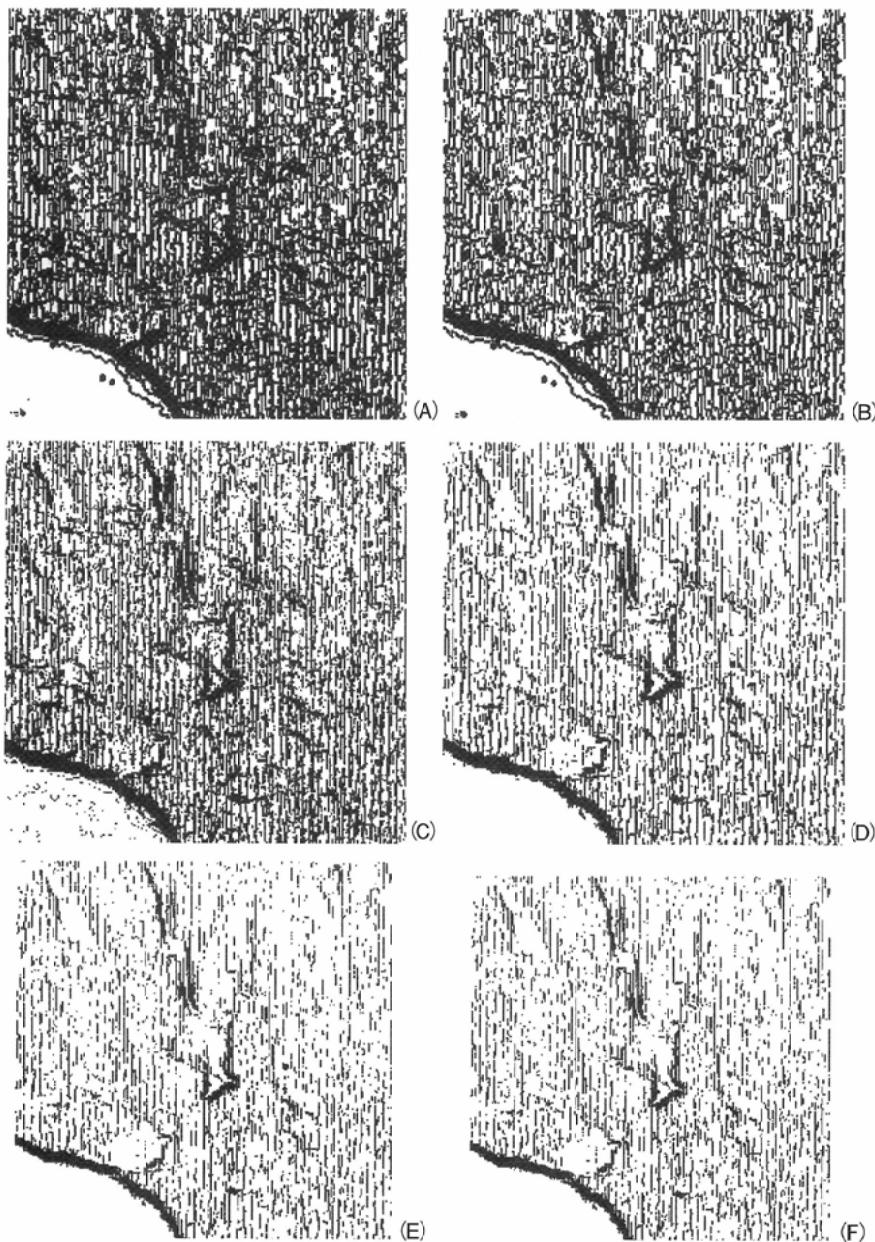


Fig. 9 Results of calculating the feature values from brightness gradient (case 2). Threshold values are from 6 to 16.
A: Threshold value 6, B: threshold value 8, C: threshold value 10, D: threshold value 12, E: threshold value 14, F: threshold value 16. Threshold values 10(C) and 12(D) clearly demonstrate the outline of the lesion.

として、 3×3 面積フィルターによる結果が良好であった。

3) 陥凹底部輝度凹凸算出、病変候補検出

小・微小胃癌陥凹底部にみられる不整なバリウム斑の輝度分布の検討として、グリッドに平行となる方向で輝度走査し、任意に設定した範囲(20ピクセル)内における輝度凹凸を計数した。次いで閾値を設定し、輝度凹凸数が他と異なる領域を特徴点として病変検出を行った。今回閾値はFig. 8 の結果より、3とした。Fig. 11に症例 2 の 3 フィルムに対する処理結果を示す。

Fig. 11上、黒矢印で示した箇所は、対象とした後壁 1 病変である。3 フィルムいずれにおいても、検出した箇所は後壁病変の存在する位置と一致した。また、白矢印で示した箇所は、実験対象とした後壁病変とは異なる位置であった。この箇所は、病理結果より存在が指摘され、X線読影で指摘できなかった前壁病変を指摘したと考えられた。

考 察

胃X線検査の自動化を目指した研究は夙にスタートしている¹⁵⁾。充満像については、森ら¹⁰⁾、羽鳥ら^{8, 9)}によって胃角検出法等が報告されている。二重造影像については、比較的早い時期に胃輪郭線の抽出法が提案された。しかし、充満像とは異なり、二重造影像上の胃輪郭線は非常

Table 1 Results of feature detections from our method

		Film 1						Film 2						Film 3					
Th. value		6	8	10	12	14	16	6	8	10	12	14	16	6	8	10	12	14	16
cancerous region (small gastric carcinoma)		●	●	●	○	○	△	●	●	●	○	○	○	●	●	●	○	○	△
non- cancerous region	stomach area	△	△	×	×	×	×	△	△	×	×	×	×	●	△	△	×	×	×
	small bowel filled with barium	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	grid	△	△	×	×	×	×	△	△	×	×	×	×	△	△	×	×	×	×

●: detected (over 70%) △: detected (10–30%)
○: detected (30–70%) ×: non-detected (under 10%)

に不鮮明で、かつ、腸に重なるバリウムが障害陰影となることから、決定的な報告はない³⁾。その他、福島ら⁴⁻⁷⁾によってバリウム斑検出や、脊椎抽出の検討がなされている。病変部検出を目的とした研究としては、長谷川ら¹²⁾によつて、胃癌全体のほぼ60%にみられるといわれる「粘膜襞の集中」に着目し、定量化する手法が報告されている。しかし、粘膜襞の集中は10mm以下の場合には見られない¹⁶⁾。二重造影像について、CADの研究報告は、現在のところ上記以外

の報告はない^{2,3)}。その理由として、鳥脇は、第一に、胃X線二重造影像は、現在ある一定年齢以上の成人に対して胃癌検診に用いられているが、スクリーニングの実施が日本のみであり研究も日本に限定され、研究者の数も少ないこと。そして、第二に病変部の形状が複雑で成分图形識別が不十分であったこと、としている^{2,3)}。

われわれは、粘膜面の変化はX線フィルム上に濃度変化という形で現れており、濃度変化を病理像に変換する、そ

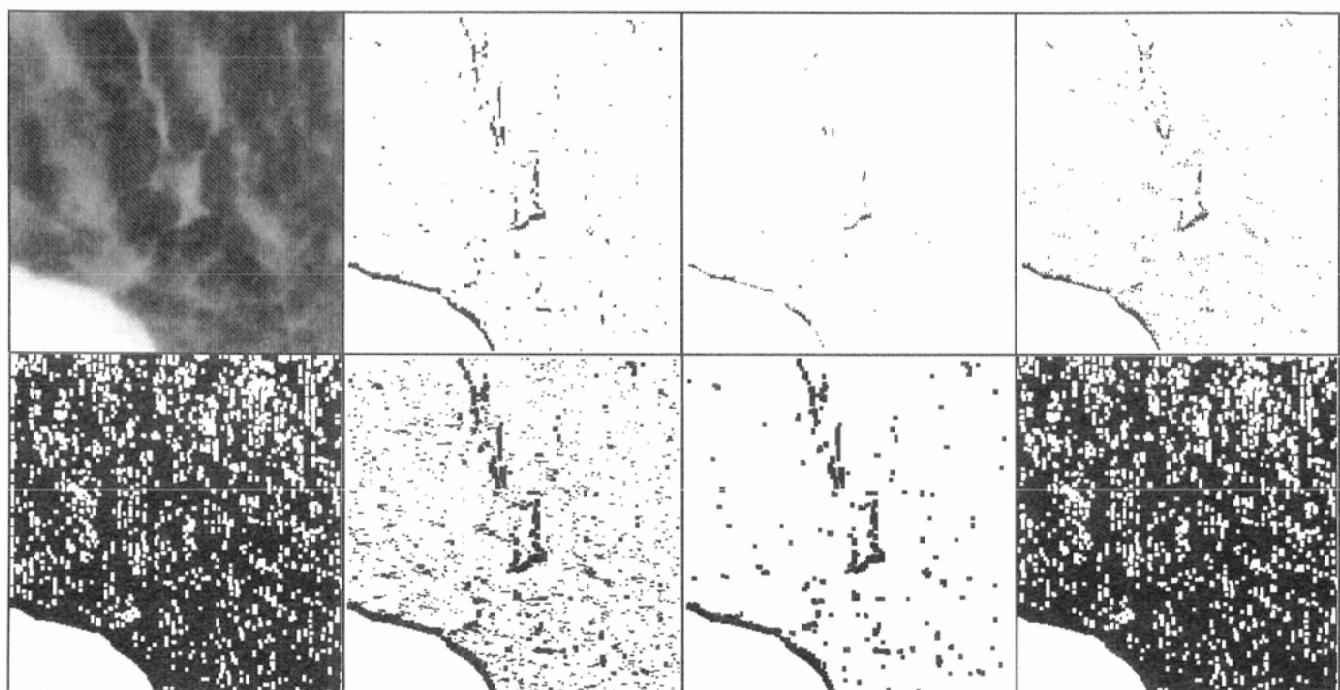


Fig. 10 Results of filtering calculations to eliminate false positive (case 2).

- A: input image
- B: 3 × 3-pixel area filter
- C: 5 × 5-pixel area filter
- D: 5 × 5-pixel diamond area filter
- E: Vertical direction 3-pixel area filter
- F: Horizontal direction 3-pixel area filter
- G: Maximum and minimum mask filter
- H: Minimum and maximum mask filter

A	B	C	D
E	F	G	H

Table 2 Comparison with results of filtering calculations

		Film 1							Film 2							Film 3						
Th. filter		a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g
cancerous region (small gastric carcinoma)		○	×	△	●	●	○	●	○	×	△	●	●	○	●	●	×	△	●	●	●	●
non-cancerous region	stomach area	×	×	×	●	○	○	●	×	×	×	●	○	○	●	×	×	×	●	○	○	●
	small bowel filled with barium	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	grid	×	×	×	●	○	△	●	×	×	×	●	○	△	●	×	×	×	●	○	△	●

●: detected (over 70%) △: detected (10-30%)

○: detected (30-70%) ×: non-detected (10%)

a: 3 × 3-pixel area filter

b: 5 × 5-pixel area filter

c: 5 × 5-pixel diamond area filter

d: Vertical direction 3-pixel area filter

e: Horizontal direction 3-pixel area filter

f: Maximum and minimum mask filter

g: Minimum and maximum mask filter

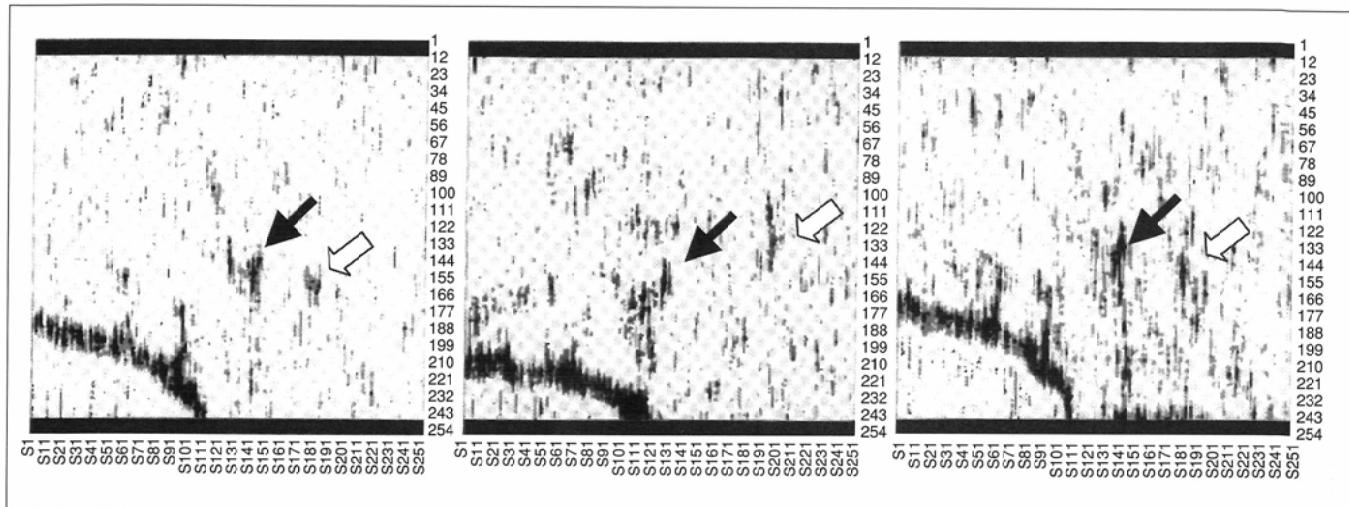


Fig. 11 Points extracted using rugged area counting system (case 2). Threshold value: 3. Left: Film 1, Center: Film 2, Right: Film 3. The black arrow points the exact place of the posterior wall lesion. The whitish arrow points out another lesion on the anterior wall found microscopically.

れが病変の発見であり診断であるという基本¹⁵⁾的立場に立っている。

小・微小早期胃癌二重造影像について、病理的に十分検討されている病変を含むX線像の中には、病変部の情報が僅かであっても記録されており、それを見出す方法が必ずあるという立場のもと、検討を進めた。読影医が着目する早期胃癌所見の形態的特徴(肉眼病理所見)とX線像に描出する濃度変化との関連に着目し、画像解析を行った結果、機械的に小・微小胃癌病変を抽出できる可能性のある画像解析法を考案した。本報告は胃X線画像にみられる癌所見に着目、病変自体の特徴を検討し、抽出を試みた研究報告として初の報告である。

われわれは、画像入力法として、スキャナを用いてX線フィルムを取り込む方式を採用した。フィルム濃度と量子量とは $R^2 = 0.9836$ と高い相関で線形関係にあった。

小・微小胃癌の肉眼分類について、早川らは、“長径10～5mmの小胃癌は、隆起を伴ったIIc + IIaないし、IIc + (IIa)型が80%以上、長径5～3mmの微小胃癌ではIIc + (IIa)、IIc型が顕微鏡切片を参考に分類するとほぼ半数ずつ、長径3mm以下の肉眼分類の割合については顕微鏡的に確認される例が殆どであるが、微小陥凹型を呈していることが多い¹⁷⁾。”と報告している。つまり小・微小胃癌の殆どは、周囲に隆起を伴った陥凹型、または単独で描出する陥凹型である。そして、X線像には病変型による情報が記録されていた。病変検出のためにはそれら陥凹所見の特徴を抽出すればよいと考える。

われわれが検討した結果、陥凹病変部は、病変の存在しない胃小区、または病変を伴わない同程度のバリウム溜り等と比較して、より急激な輝度変化領域として描出した。そこでわれわれは、8近傍差分フィルターと閾値処理を組み合わせて輝度勾配の大きい領域を抽出し、面積フィルターを用いて偽陽性候補削除を行う方法で病変検出を試みた。これにより、症例2(写真1～3)において小胃癌の陥凹境界

部を検出した。症例1についても1病変の微小胃癌の陥凹境界部を検出した。しかし、陥凹程度が浅く、バリウムの乗り方が非常に少なかったために病変部以外との輝度差が少なかった1病変では病変を検出しなかった。

また、二重造影像の画像処理上問題となると考えられたグリッド陰影は閾値の設定により対応できた。

次に着目した特徴は、小・微小胃癌の陥凹底部にみられる不整なバリウム溜りであった。われわれの検討結果では、病変部に位置する領域の輝度凹凸数が、病変部以外の胃小区や、病変部ではないバリウム斑領域と比較して異なっていた。この結果は、単独および周堤様隆起を伴った陥凹型病変の陥凹底部では、癌浸潤に伴う不整凹凸がみられるとの病理組織所見と符合する。

そこでわれわれは、輝度分布の凹凸数を計数し、それらを特徴量とし検出することで病変を抽出する手法を報告した。症例2(写真1～3)による検討で、病理所見において指摘されていた癌部の位置と一致する小胃癌1病変を検出した。また、その右下方に、もう1箇所凹凸数が少ない個所を検出した。この部分は病理組織結果より存在が指摘されていたものの、画像診断の際に存在を確認できなかった前壁の陥凹性早期胃癌(長径12mm)病変であると考えられた。このことは、“前壁IIc早期胃癌を背臥位で写し得る”という早川ら¹⁸⁾の報告よりさらに小さい前壁病変を検出した。診断限界をさらに小さくしたと考える。われわれは、病理組織所見に認められる、単独および周堤様隆起を伴った陥凹型病変の陥凹底部における癌浸潤にともなう不整凹凸¹⁹⁾による画像の特徴を拾い上げ、かつ、後壁二重造影像においても前壁病変(12mm)の陰影を検出し得るということを明らかにした。

臨床X線写真における胃粘膜へのバリウム付着程度によって検出程度は異なるものの、いずれも対象病変を検出していた。ただし、われわれが考案した画像処理法では、7mm、深達度M、IIc + IIa型病変までは指摘できた(有効で

あった)が、5mm以下の病変検出については指摘が困難になる。

今後、症例を増やし、小・微小胃癌の発見感度の向上に努めるとともに、直接・間接フィルムを対象に本手法の検出感度、有用性の向上について検討する。また、肉眼的には明らかに病変部ではないと認識する広範なバリウム斑や胃辺縁部などの領域に対する病変候補からの除外処理法、およびより精度の良い偽陽性候補削除処理を検討する。

結 論

- 1) 小・微小胃癌X線二重造影像について、X線像に描出される病変部の輝度特徴を明らかにし、病変を検出する画像処理法を開発した。
- 2) フィルム濃度と読み取り輝度とは良好な線形相関であった。
- 3) 小・微小胃癌X線二重造影像に描出されている病変部の輝度特徴は以下の2点であった。
 - ①陷凹型の小・微小胃癌はフィルム上、輝度勾配の大きい領域に囲まれたバリウム斑である。
 - ②陷凹型病変の陷凹底部は不整な濃度分布を有する。
- 4) 輝度勾配の大きい部分、および輝度凹凸数が他と異なる部分を検出し、候補領域とすることで病変を直接検出することが可能である。

文 献

- 1) 市川平三郎、山田達哉、土井偉誉：胃X線診断の実際。文光堂 1986
- 2) 鳥脇純一郎、館野之男、飯沼 武編著：医用X線像のコンピュータ診断。シュプリンガー・フェアラーク東京 1994
- 3) 長谷川純一：胃画像のCAD。日放技学誌 56 : 341-344, 2000
- 4) 福島重廣、宮崎晃一、吉本康一：群化にもとづく胃X線二重造影像からのバリウム溜り領域の認識。医用画像情報学会雑誌 17, 29-39, 2000
- 5) 福島重廣、宇都宮俊二、相馬敬司：胃X線像の辺縁抽出。医用電子と生体工学 15, 7-10, 1977
- 6) 福島重廣、吉本康一：ハフ変換に基づく胃X線2重造影像からの脊柱領域の認識。信学論 (D-II), J83-D-II(1), 145-153, 2000
- 7) 福島重弘、吉本康一：胃X線二重造影像の画像理解システムの構築。日放技学誌 56, 418-427, 2000
- 8) 羽鳥光俊、長谷川聰、瀧 保夫、他：胃部充満像X線写真の胃角形状分類について。信学技報 MBE77-70, 17-24, 1977
- 9) 羽鳥光俊：胃X線像の自動読影。電気学会誌 98, 1048-1052, 1978
- 10) 森 英雄、二木 弘、中込栄長、他：計算機による胃X線立位充満像のスクリーニングの試み。医用電子と生体工学 15, 457-464, 1977
- 11) 喜多泰代、白井良明：胃X線立位充満像からの異常候補の検出。信学論 J71-D, 11, 2370-2380, 1988
- 12) 長谷川純一、筒井武敏、鳥脇純一郎：胃X線二重造影像におけるひだ集中を伴うがん病変部の自動抽出。電信学誌 (D-II) J73-D-II(4), 661-669, 1990
- 13) 富士テクニカルコミュニケーションセンター：画質の基礎知識。富士メディカルシステム、東京。6-7, 1991
- 14) 鳥脇純一郎：画像理解のためのデジタル画像処理[I]。昭晃堂、東京。98-100, 1993
- 15) 早川尚男、武藤裕衣、張 文平、他：早期胃癌X線像の解析、特に癌所見の濃度変化について。日本高齢消化器医学会議会誌 1 : 120-124, 1999
- 16) 市川平三郎、吉田裕司：胃X線診断の考え方と進め方。医学書院
- 17) 早川尚男、武藤裕衣、張 文平、他：胃X線検査の小胃癌診断能向上のために。鈴鹿医療医科学大学紀要 6 : 3-14, 1999
- 18) 早川尚男、西沢 譲、日暮 協：前壁IIc早期胃癌の1例(1年間経過を追った粘膜内癌)。胃と腸 2(12), 1529-1534, 1967
- 19) 早川尚男、白壁彦夫、吉川俊雄：胃癌X線診断の研究とくに早期癌および進行癌における深達度と浸潤の診断について。第30回日本医放総会 1971, 4.

- 5) 輝度勾配検出処理により、体下部後壁 7mm の IIc + IIa 型 1 病変を検出した。輝度勾配検出のための閾値は 10 および 12 が良く、偽陽性候補削除のためのフィルターは 3 × 3, 横 3, 最大最小フィルターが良い。
- 6) 輝度凹凸計数処理により、体下部後壁 7mm の IIc + IIa 型 1 病変、前壁 12mm 陷凹病変を検出した。凹凸計数のための閾値は 3 以下が良い。

結 語

われわれは、小・微小胃癌二重造影像を利用して、胃癌領域の輝度分布を測定し、病変部輝度分布の特徴を分析した結果から、胃癌を自動的に抽出する方法を試み、病変の抽出に成功した。今後小・微小胃癌の発見に努めたい。

謝 辞

本研究の解析にあたり、直接ご協力とご助言を賜りました鈴鹿医療科学大学 石渡裕政教授、坂部長正教授、長谷川武夫教授、小林嘉雄教授(現名古屋大学医学部保健学科)、山下幸司院生に深甚なる謝意を表します。

なお、本研究の一部は、第36回日本医学放射線学会秋季臨床大会(2000年9月、長崎)、第38回日本消化器集団検診学会秋季大会(2000年10月、神戸)、第60回日本医学放射線学会学術発表会(2001年4月、神戸)にて発表した。