



Title	乳腺疾患の超音波診断法の研究-リアルタイム装置による乳腺超音波診断基準の見直しについて-
Author(s)	石井, 正博
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(10), p. 1141-1159
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15606
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

乳腺疾患の超音波診断法の研究 —リアルタイム装置による乳腺超音波診断基準の見直しについて—

日立総合病院放射線科 *現 福島労災病院放射線科

石井 正博

(平成4年8月12日受付)

(平成5年1月5日最終原稿受付)

Ultrasonographic Diagnosis of Breast Diseases : A Review of Diagnostic Criteria
of Sonomammography on a Real-time Scanner

Masahiro Ishii

Department of Radiology, Hitachi General Hospital

* Present address : Department of Radiology, Fukushima Rosai Hospital at present

Research Code No. : 521.2

Key words : Sonomammography, Breast disease,
Electronic linear scanner, Real-time scanner

Fifteen sonomammographic findings of 341 histologically proved breast masses were reviewed to improve and objectify the current diagnostic criteria of sonomammography enacted by the Japan Society of Ultrasonics in Medicine. The author suggested revised diagnostic criteria and a method of evaluating benign or malignant breast masses on a real time scanner, especially an electronic linear scanner, and presented an original diagnostic concept based particularly on shape and internal echo. By examining sensitivity, specificity and accuracy, shape, border and internal echo were set up as major criteria, while boundary echo, posterior echo, DW ratio, transverse direction, anterior borderline and posterior borderline were set up as minor criteria. If two or more major criteria or one major and two or more minor criteria are found, the breast mass is diagnosed as malignant, whereas if one major and one or no minor criteria, or only three or fewer minor criteria are recognized, the mass is diagnosed as benign. This diagnostic approach demonstrated a sensitivity of 93.2%, specificity of 85.9%, and accuracy of 89.7%, which were superior to current diagnostic criteria for the differential diagnosis of breast masses.

目的

近年、本邦において乳癌の罹患率が増加の一途をたどっているが、他方では表在臓器を対象とした超音波機器の性能向上とその普及が急速にみられて、簡便で侵襲性のない乳腺超音波診断に対する関心が高揚しており、1988年には乳房の超音波診断基準（以下「診断基準」）が日本超音波医学会によって定められ、公示されるに至ってい

る¹⁾。しかし、この「診断基準」は、不明確な表現や客觀性の十分でない内容がみられるという指摘を受けており^{2),3)}、また「診断基準」による乳癌の正診率は約80%前後^{4),5)}と、必ずしも高い信頼性を得ているとは言い難い。さらに大きな隘路となっているのは、「この診断基準は、主として仰臥位水浸法による超音波像について適用する」と超音波装置に関する限定条件が付帯されている

ことであり、今日、乳腺超音波診断の主要な検査法となっている⁶⁾電子スキャン法あるいは高速メカニカルセクタ法などのリアルタイム表示法については特に触れられていない。このような背景から、「診断基準」の見直しは不可避と思われ、本研究では新たな所見またはサインなどを加えるとともに「診断基準」の全面的な検討を行って、優れた診断能を有する電子スキャン法による乳腺腫瘍の超音波診断基準案を作成することを目的とした。

対象と方法

(1) 対 象

対象は、乳房手術または摘出生検術により組織学的に診断の確定した悪性腫瘍 161 例（乳頭腺癌 31、充実腺管癌 73、硬癌 39、粘液癌 5、髓様癌 6、紡錘細胞癌 2、非浸潤性乳管癌 2、浸潤性小葉癌 3）、良性腫瘍 180 例（線維腺腫 105 例、乳腺症 44 例、膿瘍・乳腺炎 14 例、乳頭腫 12 例、葉状囊胞肉腫 5 例）の合計 341 例である。膿瘍・乳腺炎の一部は臨床診断と膿汁の細胞診により確定診断とした。主に乳腺症の部分症としてみられる囊胞は、超音波の鑑別診断上の意義は少ないので本研究の対象からは除いた。腫瘍の年齢分布は、乳癌では 19 歳から 85 歳に分布し、40 歳代後半 (ovarian group) と 60 歳代前半 (adrenal group) の 2 つに発生のピークがみられた。線維腺腫は若年層のみならず中年層にもみられて、40 歳代前半にピークを示したあと 50 歳以上で急減した。乳腺症は中年層のほか、20 歳代から 60 歳代までの広範囲な年齢層に認められ、腫瘍・乳腺

炎は授乳期に関連して 10 歳代～中年層に、また乳頭腫と葉状囊胞肉腫は中年層を中心とした分布を示した。占拠部位 (Table 1) は、乳癌のみならず線維腺腫、乳腺症においてもおおよそ C>A>D>E≥B 領域の順に認められ、良悪性腫瘍とも乳腺組織量に単純比例して発生することがうかがわれた。膿瘍・乳腺炎と乳頭腫は E 領域が好発部位であるが、乳頭腫には良悪性の鑑別困難な末梢乳管から発生するものもみられた。線維腺腫とその類縁疾患で悪性化の能力を有する葉状囊胞肉腫では左右差がみられ、右側優位に発生した。大きさについては、大多数の腫瘍が直径 2.4 cm 以上であり、直径 7 cm 以上の巨大腫瘍は乳癌と葉状囊胞肉腫にのみ認められた。

(2) 使用装置

超音波装置は、7.5 MHz (一部に 5.0 MHz) の電子リニアスキャナー (EUB-450 または EUB-40) を用いた。撮影は横断、矢状断、両斜断の 4 方向撮影を通常のゲインと、内部エコーが明瞭に描出されるように高ゲインに設定したものとの 2 通りで撮像した。

(3) 検討項目

「診断基準」の 7 項目 (※にて表示) と、文献等からの所見またはサイン、および本研究において考案した所見を併せて検討を行った。

A. (※) 形状：「診断基準」の整・不整に代わるものとして、本研究では輪郭の分葉度によって形状を 6 通りに分類する方法を提案した。

B. (※) 辺縁エコー：曲線的で滑らかなものを平滑、直線的で硬化しているもの、またはスピキュラ様のけば立ちを示すものを粗雑または不整

Table 1 Location of Breast Masses

	right	left	C	A	D	CD, DC	AC, CA	E	BD, DB	CE, EC	B	etc.
carcinoma	81	80	42	38	16	15	9	7	6	5	4	19
fibroadenoma	64	41	31	18	14	11	8	5	3	1	5	9
mastopathy	22	22	20	6	6	2	2	3	0	0	1	4
abscess・mastitis	7	7	2	2	1	0	1	7	0	1	0	0
papilloma	5	7	0	2	3	1	1	4	0	0	1	0
cystosarcoma	5	0	1			ABE: 1, DBAE: 1, ABCDE: 1, CDE: 1						
total	184	157										

とした。

C. (※) 境界エコー：なしとありに分けて、ありについては規則的か不規則かと、線状か帶状かに細分した。

D. (※) 内部エコー：本研究にて提案した内部エコーの配列パターンによる階層性および横方向性を基に検討した。また「診断基準」のエコーソ見を纖細均一と粗雑不均一のほか、纖細であつて不均一なエコーパターンを示したり、粗雑なエコーで均一なパターンを呈するものがみられるため、纖細不均一と粗雑均一を加えて4通りに分けた場合の診断能についても検討した。さらに、エコーレベルに関しては、皮下脂肪のエコーレベルはフィルム上の濃度を等しくすればどの症例もほぼ一定とみなされるので、デンシトメーターにて求めた腫瘍と皮下脂肪のフィルム上の濃度から、前者を後者で除すことによって腫瘍濃度が補正され、腫瘍の絶対的な内部エコーレベルを表すことができる。これにより腫瘍間のエコーレベルの比較を行った。なお、皮下脂肪と腫瘍の濃度は、デンシトメーターで各症例とも3~5回測定してその平均値を取った。

E. (※) 後方エコー：増強、不变、減弱および消失に分類し、増強と減弱はその程度からさらに著明、中等度、軽度に分けた。

F. (※) 外側陰影：あり（著明、中等度、軽度）となしに区分した。

G. (※) 縦横比：長軸縦横比と短軸縦横比における診断能の有意差検定と、良悪性を判定する境界値の設定を行った。さらに、直径1.5cm以下の小腫瘍の縦横比についても検討した。

H. 前方境界線、後方境界線：圧排平滑、圧排粗雑、断裂の3つの所見に分類して、腫瘍が境界線に隣接しない場合は隣接せずとした。

I. connective tissue sign, J. indent sign, K. septal sign, L. 石灰化、高輝度エコー、M. 乳管拡張：I~Mの所見についてはそれぞれの陽性率をみた。

結 果

1. 形状 (Table 2)

輪郭の分葉度により、(類)円形、橢円形、軽度分葉形、中等度分葉形、高度分葉形、不整形の6つにパターン化した (Fig. 1)。但し、輪郭が直線的な閉曲線からなる特殊形は不整形に含めた。これから、腫瘍はその分葉度により(類)円形から不整形まで連続的に移行するとみなせるので、いかなる形状でもこのいずれかに類型化することができる。ここで、良性を(類)円形~軽度分葉形、悪性を中等度分葉形~不整形とする、乳癌の感度89.4%，特異度69.1%，正診率79.7%となり、最も高い診断能が得られた。中等度分葉形を悪性から良性所見に変更した場合には感度66.5%，特異度86.6%，正診率76.1%と診断能はやや低下した。

2. 辺縁エコー (Table 3)

平滑を良性所見、粗雑または不整を悪性所見とすると、感度65.8%，特異度83.9%，正診率74.5%となった。良性所見である平滑は、大部分の線維腺腫に認められたが、乳癌においても約1/3(34.2%)にみられ、感度低下の原因となっていた。悪性所見の粗雑または不整は乳癌の

Table 2 Shape of Breast Masses

	CA	FA	MP	ABS·MST	PPL	CYP
round~oval	3(1.9)	5(4.8)	1(2.3)	0(0)	2(16.7)	0(0)
elliptical	6(3.7)	34(32.4)	13(29.5)	1(7.0)	1(8.3)	0(0)
lobulated, mildly	8(5.0)	41(39.0)	9(20.5)	3(21.4)	5(41.7)	3(60)
lobulated, moderately	37(23.0)	19(18.1)	7(15.9)	6(42.9)	2(16.7)	1(20)
lobulated, highly	26(16.1)	3(2.9)	2(4.5)	1(7.1)	2(16.7)	1(20)
irregular	81(50.3)	3(2.9)	12(27.3)	3(21.4)	0(0)	0(0)

Note, -CA=carcinoma, FA=fibroadenoma, MP=mastopathy, ABS·MST=abscess·mastitis, PPL=papilloma, CYP=cystosarcoma phyllodes

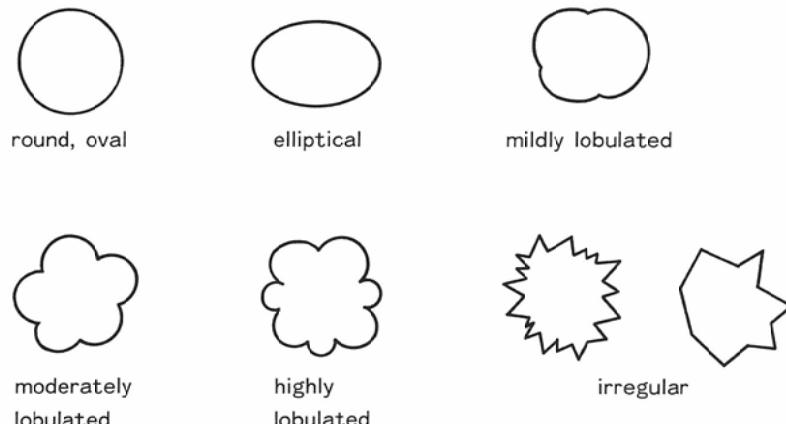


Fig. 1 Breast masses are classified into round~oval, elliptical, mildly lobulated, moderately lobulated, highly lobulated, and irregular in shape.

Table 3 Border of Breast Masses

	CA	FA	MP	ABS·MST	PPL	CYP
smooth	55(34.2)	96(91.4)	29(65.9)	8(57.1)	9(57.1)	5(100)
rough or irregular	96(59.6)	3(2.9)	12(27.3)	5(35.7)	0(0)	0(0)
partly rough or irregular	10(6.2)	6(5.7)	3(6.8)	1(7.1)	3(25.0)	0(0)
distinct	128(79.5)	94(89.5)	32(72.7)	11(78.6)	12(100)	5(100)
indistinct	11(6.8)	3(2.9)	5(11.4)	1(7.1)	0(0)	0(0)
partly indistinct	22(13.7)	8(7.6)	7(15.9)	2(14.3)	0(0)	0(0)

Table 4 Boundary echo of Breast Masses

	CA	FA	MP	ABS·MST	PPL	CYP
absent	41(25.4)	19(18.1)	30(68.2)	10(71.4)	7(58.3)	0(0)
regular	38(23.6)	78(74.3)	13(29.5)	3(21.4)	5(41.7)	4(80)
irregular	82(50.9)	8(7.6)	1(2.3)	1(7.1)	0(0)	1(20)
linear	55(34.2)	66(62.9)	12(27.3)	1(7.1)	1(8.3)	2(40)
bandlike	49(30.4)	7(6.7)	2(4.5)	3(21.4)	3(25.0)	1(20)
linear~bandlike	16(9.9)	13(12.4)	0(0)	0(0)	1(8.3)	2(40)
regular+linear	25(15.5)	63(60.0)	11(25.0)	1(7.1)	1(8.3)	2(40)
regular+(bandlike or linear~bandlike)	14(8.7)	15(14.3)	2(4.5)	2(14.3)	4(33.3)	2(40)
irregular+linear	30(18.6)	3(2.9)	1(2.3)	0(0)	0(0)	0(0)
irregular+(bandlike or linear~bandlike)	51(31.7)	5(4.8)	0(0)	1(7.1)	0(0)	1(20)
(almost) entire	19(11.8)	10(9.5)	0(0)	1(7.1)	0(0)	2(40)
broad	22(13.7)	34(32.4)	3(6.8)	0(0)	2(16.7)	1(20)
partly	79(49.1)	42(40.0)	11(25.0)	3(21.4)	3(25.0)	2(40)

65.8%にみられるとともに、乳腺症と膿瘍・乳腺炎にもそれらの約40%に出現しており、乳癌との鑑別に注意を要した。辺縁の明瞭度については腫瘍間における有意差は認められず、明瞭度による良悪性の鑑別は困難であった。

3. 境界エコー (Table 4)

いくつかの所見のうち、なしと規則的を良性、不規則を悪性所見というように簡略化して診断能を求めるとき、感度50.9%，特異度94.0%，正診率71.6%になった。「診断基準」における良性所見の線状エコーは乳癌の34.2%に認められ、反対に悪性所見である帯状エコーは部分的なものを含めた場合でも乳癌の40.3%にとどまったのに対し、線維腺腫では19.1%にみられており、線状と帯状エコーによる鑑別診断能は良好ではなかった。ここに、「診断基準」にできるだけ忠実に従って、なしと、規則的+線状を良性所見、悪性所見を規則的+帯状（または+線状～帯状）、不規則+線状、不規則+帯状（または+線状～帯状）と細分した時の正診率は70.3%となり、前述の境界エコー所見を単純化した場合の診断能よりも低下した。また、境界エコーの形成を全周性、広範囲、部分的に分けてその描出度をみたが、特に有意差は認められず、良悪性の鑑別診断には役立てられなかった。しかし、乳腺症については、境界エコーの形成が非常に悪く、内部エコーがほとんど低下しないという所見をも合わせる

と、腫瘍というイメージに乏しいという特徴が示された。

4. 内部エコー

a) 内部エコーパターン (Table 5)

本研究では、内部の個々のエコーが皮膚面とはほぼ平行な方向を示すものを横方向性あり、平行でないものを横方向性なしと定義して、横方向性ありのうち、エコーの均等な分布と均一なエコー強度が大部分の内部エコーに認められるものを層状の配列パターンを示すことから階層性あり（または配列の規則性あり）、層状パターンのみられないものを階層性なし（または配列の規則性なし）と名付けた (Fig. 2)。階層性ありを良性所見、階層性なしを悪性所見とすると、感度89.4%，特異度69.8%，正診率79.9%という診断能が得られ、横方向性については、ありとequivocalを良性、なしを悪性所見とすると、感度37.9%，特異度95.3%，正診率65.5%となり感度は低いが高い特異度が示された。これにより、横方向性を示さない腫瘍は、臨床的に膿瘍・乳腺炎と乳頭腫が除外されれば乳癌の可能性が非常に高いといえる。一方、「診断基準」による良性所見を纖細均一、悪性所見を纖細不均一、粗雑均一、粗雑不均一とすると、感度73.9%，特異度58.4%，正診率66.5%となって、階層性のエコーパターンによる診断能よりも低下していた。

b) 内部エコーレベル (Table 6)

Table 5 Internal echo of Breast Masses

	CA	FA	MP	ABS·MST	PPL	CYP
stratified	11(6.8)	78(74.3)	26(59.1)	0(0)	0(0)	1(20)
equivocal	6(3.7)	23(21.9)	5(11.4)	5(35.7)	1(8.3)	2(40)
not stratified	144(89.4)	4(3.8)	13(29.5)	9(64.3)	11(91.7)	2(40)
transversely directional	59(36.6)	104(99.0)	38(86.4)	7(50.0)	2(16.7)	3(60)
equivocal	41(25.5)	0(0)	1(2.3)	2(14.3)	5(41.7)	1(20)
not transversely directional	61(37.9)	0(0)	5(11.4)	5(35.7)	5(41.7)	1(20)
indistinct	0(0)	1(1.0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
fine+homogeneous	42(26.1)	76(72.4)	11(25.0)	4(28.6)	2(16.7)	1(20)
fine+inhomogeneous	43(26.7)	21(20.0)	14(31.8)	8(57.1)	8(66.7)	1(20)
coarse+homogeneous	17(10.6)	6(5.7)	7(15.9)	0(0)	0(0)	1(20)
coarse+inhomogeneous	59(36.6)	2(1.9)	12(27.3)	2(14.3)	2(16.7)	2(40)

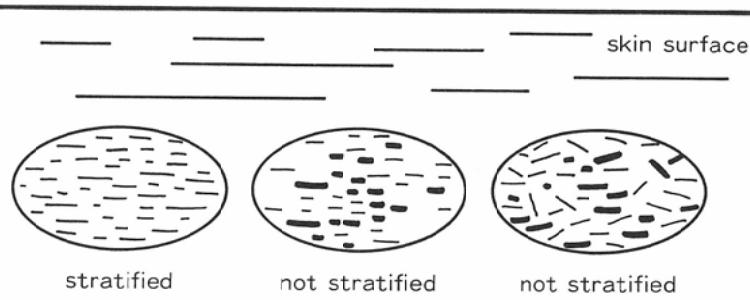


Fig. 2 Schematic diagram of the internal echo pattern based on stratification and transversely directional nature. Internal echo pattern largely is grouped into three types.

Table 6 Internal Echo Level (Tumor/Fat Ratio)

carcinoma	$1.14 \pm 0.15 (0.80 \sim 1.44)$
fibroadenoma	$1.09 \pm 0.13 (0.88 \sim 1.36)$
mastopathy	$1.04 \pm 0.18 (0.74 \sim 1.45)$
abscess · mastitis	$1.18 \pm 0.24 (0.51 \sim 1.50)$
papilloma	$1.10 \pm 0.15 (0.75 \sim 1.25)$
cystosarcoma phyllodes	$1.05 \pm 0.23 (0.76 \sim 1.38)$

腫瘍のエコーレベルを低い順に並べると、腫瘍・乳腺炎<乳癌<乳頭腫<線維腺腫<葉状囊胞肉腫<乳腺症となり、乳癌は線維腺腫よりも低いエコーレベルを示したが、t-検定を行うと、 $t = 1.56$ ($|t| > 1.28$ で危険率 20%) となって、両者の間には統計学的な有意差は認められなかった。

Table 7 Posterior echo of Breast Masses

	CA	FA	MP	ABS·MST	PPL	CYP
enhanced	81(50.3)	74(70.5)	21(47.7)	8(57.1)	11(91.7)	5(100)
marked	14	8	3	1	1	2
moderate	36	46	8	3	8	3
mild	31	20	10	4	2	0
not changed	33(20.5)	26(24.8)	11(25.0)	4(33.3)	1(8.3)	0(0)
attenuated~obliterated	46(28.6)	4(3.8)	12(27.3)	2(14.3)	0(0)	0(0)
distinctly~obliterated	8	0	2	0	0	0
moderately	17	1	5	2	0	0
mildly	21	3	5	0	0	0
enhanced~obliterated	1(0.6)	1(1.0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

5. 後方エコー (Table 7)

良性所見を増強または不变、悪性所見を減弱または消失とした場合、後方エコーの診断能は感度 28.6%、特異度 88.6%、正診率 57.4% になった。乳癌の 50.3% に後方エコーの増強がみられたため感度は大きく低下したが、大多数の良性腫瘍は増強か不变を呈しており、特異度は良好であった。

6. 外側陰影 (Table 8)

乳癌では外側陰影の幅が狭く、線維腺腫では幅の広い傾向がみられたが、出現頻度は片側のものも加えて乳癌 43.5%、線維腺腫 60.0%、乳腺症 36.4% であり、ありを良性所見、なしを悪性所見とした時の診断能は、感度 56.5%、特異度 53.0%、

Table 8 Lateral Shadow

	CA	FA	MP	ABS·MST	PPL	CYP
bilaterally present	46(28.6)	48(45.7)	9(20.5)	3(21.4)	7(58.3)	5(100)
markedly	5	9	0	0	1	2
moderately	19	27	3	2	5	3
midly	22	12	6	1	2	0
unilaterally present	24(14.9)	15(14.3)	7(15.9)	2(14.3)	1(8.3)	0(0)
absent	91(56.5)	42(40.0)	28(63.6)	9(64.3)	3(25.0)	0(0)

正診率 54.8%となつて、特に良いとはいえない。

7. 縦横比 (Table 9, Table 10)

短軸断面の縦横比は、長軸断面のそれと比べると各腫瘍ともほぼ同様に 0.1 前後増大して、短軸断面における良悪性腫瘍の縦横比の解離は見出されず (Table 9)，そのため長軸断面の縦横比を上回るような診断能は得られなかつた。したがつて、再現性の高い長軸断面の縦横比を用いて乳癌と線維腺腫および乳腺症との有意差検定を行うと両者の間には有意差が認められ、乳癌は線維腺腫および乳腺症よりも縦長の形状をとることが確認された。また、縦横比のうちで最も高い正診率が示されたのは 0.6 と 0.7 (ともに正診率 65.6%) であるが、その外の縦横比との顕著な診断能の差は認められなかつた (Table 10)。さらに直径 1.5 cm 以下の腫瘍では、全症例と比較して縦横比が 0.05~0.12 の範囲で増大しており、直径

1.5 cm 以下の腫瘍を対象とする場合には良悪性の境界値を 0.1 程度大きくして良悪性を診断すべきと思われた。

8. 前方境界線 (Table 11), 後方境界線 (Table 12)

圧排平滑を良性所見、圧排粗雑または断裂を悪性所見とすると、前方境界線の診断能は感度 76.2%，特異度 59.4%，正診率 68.5% となつた。特異度が低下したのは、線維腺腫の約 1/3 (32.4%) に乳腺組織から皮下脂肪層に突出して前方境界線を分断しているような所見がみられたことに起因する。後方境界線は、隣接せずまたは隣接するが圧排なしの所見を呈して評価不能な腫瘍が 1/3 から半数以上にみられるのが大きな難点ではあるが、診断能については感度 45.7%，特異度 93.2%，正診率 65.4% と非常に高い特異度が得られた。

9. その他の所見 (Table 13)

Table 9 Depth Width Ratio

	long axis	short axis
carcinoma	0.72±0.22 (0.84±0.21)	0.84±0.25
fibroadenoma	0.59±0.15 (0.64±0.16)	0.96±0.16
mastopathy	0.61±0.19 (0.68±0.18)	0.69±0.20
abscess · mastitis	0.65±0.30 (0.84±0.43)	0.78±0.33
papilloma	0.75±0.13 (0.83±0.12)	0.79±0.12
cystosarcoma phyllodes	0.67±0.12 (0)	0.80±0.19

Note.-()=DWR of breast mass less than 1.5 cm in diameter

Table 10 Accuracy of Each DW Ratio (long axis & short axis)

DWR	sensitivity	specificity	accuracy
0.5	85.7% (92.5%)	26.2% 10.1%	57.1% 52.9%)
0.6	73.9% (82.0%)	56.4% 29.5%	65.5% 56.8%)
0.7	54.7% (72.0%)	77.2% 55.7%	65.5% 64.2%)
0.8	35.4% (57.1%)	87.9% 72.5%	60.6% 64.5%)
0.9	19.3% (40.4%)	94.0% 87.2%	55.2% 62.9%)
1.0	12.4% (31.1%)	96.6% 91.9%	52.9% 60.3%)

Note. - () = sensitivity, specificity & accuracy of DWR of short axis

Table 11 Anterior Borderline

	CA	FA	MP	ABS·MST	PPL	CYP
smoothly displaced	36(22.4)	56(53.3)	20(45.5)	3(21.4)	6(50.0)	1(20)
roughly displaced	23(14.3)	5(4.8)	6(13.6)	5(35.7)	1(8.3)	0(0)
disrupted	92(57.1)	34(32.4)	7(15.9)	6(42.9)	4(33.3)	4(80)
not adjacent	10(6.2)	10(9.5)	10(22.7)	0(0)	1(8.3)	0(0)
indistinct	0(0)	0(0)	1(2.3)	0(0)	0(0)	0(0)

Table 12 Posterior Borderline

	CA	FA	MP	ABS·MST	PPL	CYP
smoothly displaced	57(35.4)	49(46.7)	20(45.5)	4(28.6)	4(33.3)	4(80)
roughly displaced	9(5.6)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
disrupted	39(24.2)	4(3.8)	1(2.3)	0(0)	1(8.3)	1(20)
not adjacent	53(32.9)	42(40.0)	15(34.1)	9(64.3)	7(58.3)	0(0)
not displaced	2(1.2)	10(9.5)	8(18.2)	1(7.1)	0(0)	0(0)
indistinct	1(0.6)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

Table 13 Positive rate of Other Signs & Findings

	CA	FA	MP	ABS·MST	PPL	CYP
Connective tissue sign	14.3%	6.7%	6.8%	7.1%	8.3%	0%
Indent sign	6.2%	17.1%	2.3%	0%	0%	20%
Septal sign	3.7%	10.5%	2.3%	0%	0%	20%
Calcification	19.9%	9.5%	13.6%	0%	0%	0%
Dilatation of the duct	1.2%	0%	2.3%	7.1%	25.0%	0%

connective tissue sign は乳癌の 14.5% に、 indent sign と septal sign は線維腺腫の各々 17.1 %, 10.5% に認められ、他の疾患よりも比較的高い陽性率が示された。石灰化巣と考えられる腫瘍内高輝度点状エコー（大部分はマンモグラフィーと対照して石灰化と確認された）は乳癌の 19.9% にみられ、線維腺腫や乳腺症などよりも若干高率であった。乳管の拡張を伴った腫瘍はいずれもごく少数であり、良悪性腫瘍における有意差は認められなかった。

10. 超音波診断基準案の作成 (Table 14~Table 18)

各所見の感度、特異度、正診率をそれぞれ Table 14 に示した。このうち、正診率の特に高い形状、辺縁、内部エコーの 3 所見を大基準に、これらに次いで診断能の高い境界エコー、後方エコー、縦横比、内部エコーの横方向性、前方境界線そして後方境界線の 6 所見を小基準と定めることとした (Table 15)。ROC 曲線からも、形状、辺縁と内部エコーは他の所見よりも左上隅に近づいており、診断能の高いことが裏付けられた (Fig. 3)。ここで、膿瘍・乳腺炎は臨床診断が容易であり、乳頭腫と葉状囊胞肉腫については組織学的にも良悪性の診断困難な場合があるため、特

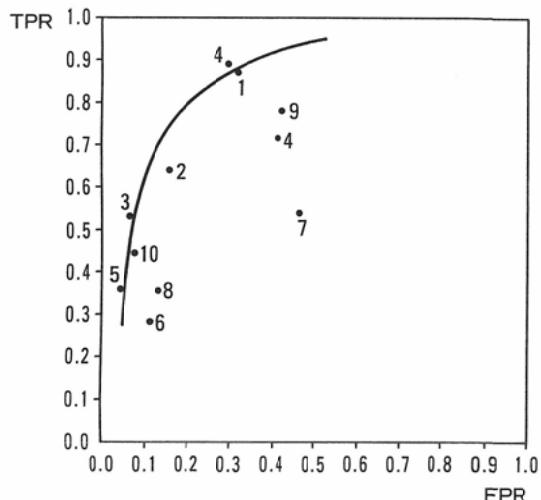


Fig. 3 ROC curve of main sonomammographic findings, showing that the shape, the border, and the internal echo are superior to other findings in diagnostic capability.

に症例数の多い乳癌、線維腺腫と乳腺症を対象として本研究にて提案した超音波診断基準案 (Table 15) と判定法 (Table 16) の評価を行った。これは、大基準と小基準の所見の組み合わせにより腫瘍の良悪性を診断するというものであり、乳癌、線維腺腫および乳腺症の全症例をこの

Table 14 Sensitivity, Specificity, and Accuracy of Each finding

	sensitivity	specificity	accuracy
1 Shape (mildly moderately)	89.4%	69.1%	79.7%
1' (moderately highly)	66.5%	86.6%	76.1%
2 Border	65.8%	83.9%	74.5%
3 Boundary echo	50.9%	94.0%	71.6%
	positive rate of bandlike echo : CA=40.3%, FA=19.1%		
4 Internal echo	89.4%	69.8%	79.9%
4' [diagnostic criteria]	73.9%	58.4%	66.5%
5 Transverse direction	37.9%	95.3%	65.5%
6 Posterior echo	28.6%	88.6%	57.4%
7 Lateral shadow	56.5%	53.0%	54.8%
8 DW Ratio 0.8	35.4% (57.1%)	87.9% (72.5%)	60.6% (64.5%)
0.9	19.3% (40.4%)	94.0% (87.2%)	55.2% (62.9%)
Note. - () = DW Ratio of masses less than 1.5 cm in diameter			
9 Anterior borderline	76.2%	59.4%	68.5%
10 Posterior borderline	45.7%	93.2%	65.4%

Table 15 Diagnostic Criteria on Sonomammography (Proposal)

	Benign findings	Malignant findings
Major criteria		
# 1 Shape	round, oval, elliptical, mildly-lobulated	moderately-lobulated, high-lobulated, irregular
# 2 Border	smooth	rough (wholly or partly), irregular (wholly or partly)
# 3 Internal echo	stratified	not stratified
Minor criteria		
# 1 Boundary echo	absent, regular	irregular
# 2 Posterior echo	enhanced, not changed	attenuated, obliterated
# 3 DW ratio	under 0.8	0.8 and over
# 4 Transverse direction	visible	not visible
# 5 Anterior borderline	smoothly-displaced	roughly-displaced, disrupted
# 6 Posterior borderline	smoothly-displaced	roughly-displaced, disrupted

Table 16 Judgement of Breast Carcinoma

	The No. of Major criteria of Malignant findings	The No. of Minor criteria of Malignant findings
Probable	3	plus 0~6
	2	plus 4~6
Possible	2	plus 0~3
	1	plus 2~6
	0	plus 4~6
Possible benign	1	plus 0~1
0	plus 1~3	
Probably benign	0	plus 0

方法によって分類すると Table 17 のようになつた。これから、悪性所見が大基準 2 つ以上 + 小基準 0 以上、または大基準 1 つ + 小基準 2 つ以上であれば乳癌疑い (Possible)、大基準 1 つ + 小基準 1 つ以下または大基準 0 + 小基準 3 つ以下であれば良性疑い (Possibly benign) とする判定法 (Table 16) が、乳癌の感度 93.2%、特異度 85.9%、正診率 89.7% という最も高い診断能を

示した (Table 18)。さらに、乳癌疑いのなかでも、大基準 3 つ + 小基準 0 以上と大基準 2 つ + 小基準 4 つ以上を合計した正診率は 94.9% と極めて高いので、特にこの基準に合致する腫瘍は乳癌が考えられる (Probable) とした。同様に、大基準 0 + 小基準 0 の腫瘍は良性判定の正診率が 100% であることから良性が考えられる (Probably benign) とした (Table 16)。

Table 17 Number of Cases classified by combination of Major Criteria and Minor Criteria

	Major	+	Minor	CA	FA	MP
Probable	3	+	6	3	0	0
	3	+	5	14	0	0
	3	+	4	32	0	0
	3	+	3	19	0	4
	3	+	2	29	0	1
	3	+	1	8	0	2
	3	+	0	2	0	0
	2	+	5	1	0	0
	2	+	4	5	0	0
	2	+	3	7	1	1
Possible	2	+	2	8	1	2
	2	+	1	13	1	4
	2	+	0	7	0	0
	1	+	3	1	0	1
	1	+	2	10	3	0
Possibly benign	1	+	1	7	12	7
	1	+	0	3	15	6
	0	+	3	0	1	0
	0	+	2	0	3	1
	0	+	1	1	29	2
Probably benign	0	+	0	0	39	13

Table 18 Diagnostic Capability Proposal Diagnostic Criteria

	CA	FA	MP
Probable	104	0	7
Possible	46	6	8
Possibly benign	11	60	16
Probably benign	0	39	13

sensitivity : 150/161=93.2%

specificity : 128/149=85.9%

accuracy : 278/310=89.7%

症例

【症例 1】(Fig. 4)：45歳、充実腺管癌。径 $0.9 \times 0.8\text{ cm}$ 。不整形、辺縁粗雑、境界エコーなし、内部エコーの階層性なし、横方向性あり、後方エコー不变、縦横比0.8以上、前方境界線の断裂、後方境界線の断裂が認められ、悪性所見は大基準3つと小基準3つであるので、判定は乳癌が考えられる(Probable)となった。

【症例 2】(Fig. 5)：42歳、乳頭腺管癌。径 $0.6 \times 0.5\text{ cm}$ 。不整形、辺縁粗雑、境界エコーな

し、内部エコーは階層性なし、横方向性なし、後方エコー不变、縦横比0.8未満、前方境界線の断裂、後方境界線隣接せず、により悪性所見は大基準3、小基準2であり、判定は乳癌が考えられる(Probable)になった。

【症例 3】(Fig. 6)：18歳、線維腺腫。径 $2.2 \times 0.8\text{ cm}$ 。楕円形、辺縁平滑、境界エコー規則的、内部エコー階層性あり、横方向性あり、後方エコー増強、縦横比0.8未満、前方境界線および後方境界線とも圧排平滑であるので、悪性所見は

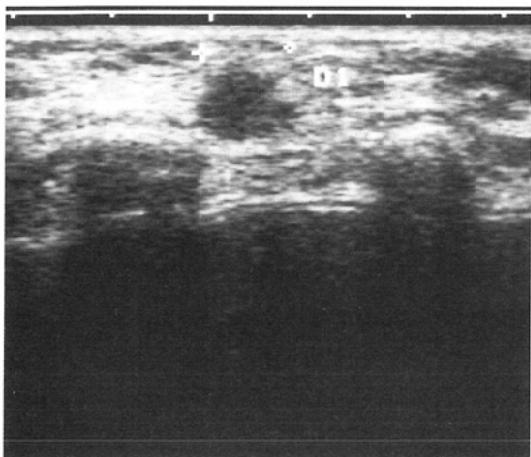


Fig. 4 Case 1, solid-tubular carcinoma. 0.9×0.8 cm in size. the shape : irregular, the border : irregular, the boundary echo : absent, the internal echo : not stratified, the transverse direction : visible, the posterior echo : not changed, DWR : more than 0.8, the anterior borderline : disrupted, the posterior borderline : disrupted, so according to malignant findings of three major criteria and three minor criteria, judgement is "probable".

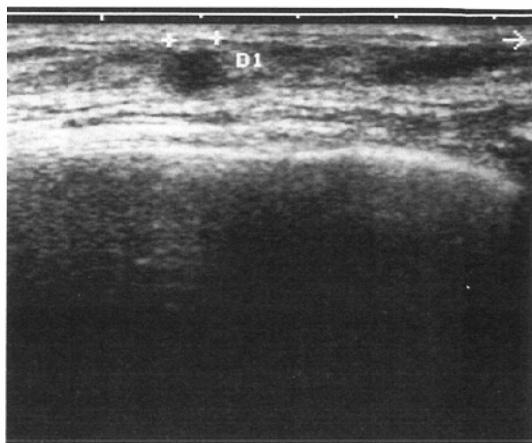
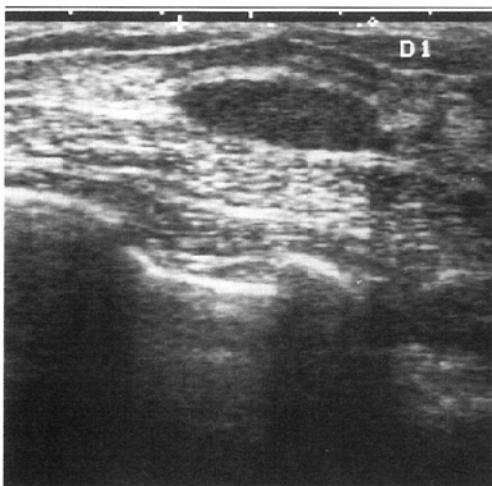


Fig. 5 Case 2, papillotubular carcinoma. 0.6×0.5 cm in size. the shape : irregular, the border : irregular, the boundary echo : absent, the internal echo : not stratified, the transverse direction : not visible, the posterior echo : not changed, DWR : less than 0.8, the anterior borderline : disrupted, the posterior borderline : not adjacent. Malignant findings are recognized in three major criteria and two minor criteria, and so judgement in "probable".

大基準0+小基準0となり良性が考えられる(Probably benign)という判定が得られた。

考 察

乳癌は、本邦においても食習慣や生活様式の西欧化に伴って罹患率と死亡率の顕著な増加が予測されており⁷⁾、予防、診断および治療の研究が積



極的に推進されるべき疾患の一つに挙げられている。特に早期診断に力点が置かれ、簡便で侵襲性のない超音波診断法にかけられる期待は大きい。乳腺の超音波診断の歴史を顧みると、Wildが1950年にAモード⁸⁾、1952年にはBモード⁹⁾の臨床応用を開始したのを端緒に、和賀井¹⁰⁾、Kossoff¹¹⁾によるグレースケール階調性超音波断層法の開発など多くの先人によって開拓的研究が積み重ねられ、1980年代初頭より起こった超音波機器の目覚ましい技術的進歩に触発されながら臨床診断の分野が急速な発展を遂げて今日に至っている。この間乳腺の超音波診断装置は、解像力の良

Fig. 6 Case 3, fibroadenoma. 2.2×0.8 cm in size. the shape : elliptical, the border : smooth, the boundary echo : regular, the internal echo : stratified, the transverse direction : visible, the posterior echo : enhanced, DWR : less than 0.8, anterior borderline : smoothly compressed, posterior borderline : smoothly compressed. Malignant findings are recognized in neither major criteria nor minor criteria, therefore, judgement is "probably benign".

好な自動水浸法の独壇場であった¹²⁾が、高周波探触子を備えて分解能を著明に改善した電子スキャナーおよびメカニカルセクタスキャナーが登場してくると、リアルタイム診断や任意の断層面が得られるというそれらの有利性が着目されるようになり^{13),14)}、今日では自動水浸法はほとんど顧みられなくなっている。1988年に公示された「診断基準」は、それまで諸家が独自に使用していた語句を統一して用語の混乱を防いだという点などにおいては大きな意義が認められるが、いわゆる狭義の診断基準とは言い難く、また前述した自動水浸法から電子スキャン法およびメカニカルセクタスキャナーへの超音波装置の変遷という時代の変化にも適合しなくなってしまっており、その改訂を考慮すべき時期であると考えられる。本研究では新たな診断概念を導入するとともに「診断基準」の詳細な検討により、特に電子スキャン法における乳腺超音波診断基準案と良悪性の判定法を作成することを試みた。

I. 乳腺疾患の超音波診断基準について

1. 形状

「診断基準」による正診率は78.7%⁴⁾、74.5%¹⁵⁾、61.1%¹⁶⁾という数値が示されてはいるが、その所見は整または不整という抽象的な表現をとっているため良悪性の判定に主観の入る余地が生じてくる。これを是正するべく、石川ら¹⁴⁾は球状、卵円形、横長な形状を整、その他を不整に、中野¹⁷⁾は円形、楕円形を整、(逆)三角形、四角形、不整形などを不整と具体的な表現を用いており、水沼ら²⁾も整を円形と楕円形またはそれらに類したもの、不整を三角形、四辺形、台形、勾玉様、縦の砲弾型などと具体例を挙げて整、不整を明確に区別すべきであると提唱している。また、国外でも Cole-Beuglet ら¹⁸⁾は、形状を round, oval, tubular, lobulated に、Jackson¹⁹⁾は、round, oval, lobulated と分類し、整、不整は使われていない。本研究では、形状の構成要素としての輪郭に注目することにより、形状を簡明に表現する方法を試みた。すなわち、腫瘍は一般に輪郭の分葉度が減少すると(類)円形に近づき、分葉度が増加して輪郭の凹凸が細かくなると不整

形に近づくと解釈されるので、いかなる腫瘍でも(類)円形と不整形を両端とする連続線スペクトラムのいずれかに位置するとみなされる。つまり、形状をその分葉度から(類)円形、楕円形、軽度分葉形、中等度分葉形、高度分葉形、不整形と分類する(Fig. 1)と、腫瘍はこのいずれかに類型化され、客觀性のある分類法を得ることができる。もっとも、実際には(類)円形を呈する乳癌があったり、不整形を呈する良性腫瘍がみられるので、この方法でも良悪性の完全な識別是不可能であり、連続線スペクトラムのある点に良悪性の境界を設定する必要がある。そこで、軽度分葉形と中等度分葉形の間に境界点を置いた時が最も高い診断能(正診率79.7%)が得られたことから、(類)円形～軽度分葉形を良性、中等度分葉形～不整形を悪性所見と定めることとした。この方法による診断能は、形状のみの診断には限界があるために従来の報告を大きく改善するものではないが、客觀的で整合性のとれた分類を行える点において特に有用であると考えられる。

2. 辺縁

「診断基準」では良性所見は平滑、悪性所見は粗雑と表現されている。粗雑は辺縁部の細かいギザギザ²⁰⁾と理解すればよいとはいえ、画像診断上はあまり使用されない表現であり、国外でも辺縁に相当する単語は border¹⁹⁾, contour²¹⁾, margin²²⁾, margin or contour²³⁾, wall²⁴⁾と様々ではあるが、悪性所見は Harper ら²⁴⁾の jagged を除けばいずれも良性の smooth に対応した irregular が用いられており、粗雑の英訳である rough は見受けられない。よって、画像診断に頻用される不整を粗雑の同義語もしくは代用語に使っても全く支障ないといえる^{2),16)}。なお、辺縁の診断能は、正診率が76.5%⁴⁾、75.6%¹⁴⁾、79.9%¹⁵⁾、74.5%(自験群)であり、形状と同様に良好な診断能を示すことから重要所見の一つとみなすことができる。辺縁の明瞭度は超音波診断上、記載されるべき所見の一つと思われるが、良悪性腫瘍とも明瞭な辺縁がほぼ同頻度でみられており、鑑別診断に特には役立てられない。

3. 境界エコー

「診断基準」によれば、境界エコーとは低エコ一像の外側に認められる高エコー部分のことをいい、いわゆるハロー(halo)に相当するものであって、良性はなし、規則的、線状、悪性は不規則、帶状とそれぞれの所見が列挙されている。境界エコーの成因については、結合織と癌細胞からなる微細な癌性突起における散乱現像によるもの²⁵⁾という説明がなされているが、その外に次のような説が提起されている。癌腫辺縁部は血流に富んで癌細胞の増殖が盛んであるので、乳癌の浸潤性発育により腫瘍周囲に血管新生や膠原線維などの間質成分の増生が生じて desmoplasia と呼ばれる反応性変化が起こり、これが境界エコーとしてみられるようになる²⁶⁾というものである。この境界エコーのうち、狭義のハローである帶状エコーは従来より乳癌に特有な像とされているが、線維腺腫にも出現することがあり(自験群で19.1%)、必ずしも乳癌の特異的な所見とはいえない²⁷⁾。境界エコーの診断能は、周辺高エコーを伴った乳癌が少ないためか感度は38.7%²⁾、41.2%²⁷⁾、20.8%²⁸⁾、29.0%²⁹⁾、32.0%³⁰⁾、50.9% (自験群)といずれも低いが、正診率は61.7%⁴⁾、75.2%¹⁴⁾、1.0%¹⁵⁾、71.6% (自験群)と比較的良好である。但し、これらの中には「診断基準」の所見をそのまま適用せずに、(+)、(±)、(−)という簡略な評価を行った報告^{15),31)}が散見している。これは境界エコーが、例えば規則的で帶状であったり、または不規則で線状であるなど良悪性の所見を共有して診断困難な症例のみられることが原因になっていると思われる。ここで自験群において、「診断基準」の語義にできるだけ忠実に従って、良性所見をなし、規則的+線状、悪性所見を規則的+(線状～)帶状、不規則+線状、不規則+(線状～)帶状と分けて境界エコーの診断能を検討してみると正診率は70.3%となり、良性所見をなし、規則的、悪性所見を不規則と簡明にしたものよりも若干低い診断能となった。このことから、「診断基準」の所見のうち、線状と帶状は補助的な表現に用いるにとどめて、良性所見をなしまたは規則的、悪性所見を不規則と簡略化するのが鑑別診断上は明解である。

り、しかも能率的であると考えられる。

4. 内部エコー

「診断基準」における良性所見は無し、纖細均一、悪性所見は粗雑不均一と定められ、正診率は61.7%⁴⁾、72.2%¹⁴⁾、79.3%¹⁵⁾、75.5%³²⁾などが得られているが、感度については52.3%²⁾、92.6%¹⁶⁾、35.3%²⁵⁾、81.3%²⁶⁾、87.0%²⁷⁾、73.0%³³⁾と各報告でばらつきがあり、「診断基準」の良悪性所見は、実際例に完璧に対応したものとはなっていない。本来、エコーが纖細か粗雑かということは個々のエコーの大きさ、エコー強度という要素から客観的基準をもとに詳しく解析し判定されるべきであるが、実際にはそのような作業は煩雑かつ不可能なため便宜的にそれぞれの観察者の判断に任せられ、判定が行われている。Cole-Beugletら²¹⁾は、内部エコーを weak, intermediate, strong, none に分類したうち粗雑に相当する strong は乳癌のわずか4%に過ぎなかったとしており、自験群でも内部エコーの粗雑な乳癌は47.2% (うち粗雑均一は10.6%) とむしろ少数である。反対に、線維腺腫では纖細不均一が20.0% (自験群)を数えるとともに粗雑なエコーが7.6%にみられることから、纖細均一と粗雑不均一の所見のみでは良悪性腫瘍を確実に診断できない。そのため、纖細不均一および粗雑均一の所見を加えることで一層きめの細かい鑑別診断ができると思われたが、この方法でも正診率は66.5%にとどまって十分な改善が得られず、「診断基準」には高診断能を期待しにくいといえる。加えて、内部エコーの診断には適切なゲインの設定が肝要であって³⁴⁾、従来の超音波診断法では主要所見である形状と辺縁エコーに撮像条件を合わせることが多く、内部エコーについてはゲイン不足に陥って明確に評価できないことも診断能の低下する大きな要因と考えられる。本研究では、これら撮像条件等に配慮しながら、内部エコーの配列性という新たな視点から診断能の向上を目指した。すなわち、内部の個々のエコーが皮膚面と平行な方向を示すものを横方向性あり、平行でない腫瘍を横方向性なしと定め、さらに横方向性を示す腫瘍のうち、内部エコーのほぼ均等な分布と均

一な強度を呈するものを層状のエコーパターンがみられることから階層性あり（または配列の規則性あり），層状パターンのみられない腫瘍を階層性なし（または配列の規則性なし）と定義する（Fig. 2）と，79.9%の正診率が得られて診断能の顕著な改善がみられた。このようなエコーパターンの差異は腫瘍の内部構造を反映したものであり，癌細胞や膠原線維などの無秩序な増生によって内部構造が不均質となった腫瘍ではエコーの配列の規則性が消失するのに対して，内部の均質な腫瘍ではエコーの配列に規則性が認められる。また，超音波の距離分解能は，超音波パルスの幅，すなわち周波数とプローブおよび送受信回路の性能によって決まるのに対して，方位分解能は振動子からの距離により大きく変化し，これとビーム幅すなわち振動子の形状，周波数の3つで決まるが，同じ深さの点でも均等な分解能を得ることができず，通常は距離分解能よりも長くなってしまう³⁵⁾。その結果として方位方向にエコーの流れが生じて皮膚面に平行な横方向性が出現し，線維腺腫のような内部構造のほぼ均質な腫瘍では内部エコーの横方向性が現れてくると考えられる³⁶⁾。乳腺腫瘍の内部エコーレベルは，一部の乳癌，線維腺腫，授乳性腺腫が高エコーを呈する^{37),38)}ことを除けば，通常は乳腺組織よりも低く認められる。特に，乳癌のエコーレベルは線維腺腫より有意に低下する³⁹⁾とされているが，本研究の検討では，両者の間には有意差は認められず，乳癌は線維腺腫よりも低エコーを示す傾向があるという表現にとどめるのが適切と思われる。

5. 後方エコー

後方エコーは，これまで使用されていた種々の名称が「診断基準」により統一されたものであり，良性所見は増強，不变，悪性所見は減弱，消失と定められている。後方エコーの減弱を示す乳癌は Kasumi⁴⁰⁾の shadow type に属するもので，腫瘍内の間質の量または膠原線維の量が関係しており⁴¹⁾，間質が増加するほど後方エコーの減弱が顕著となる^{33),40)}。従って，後方エコーの減弱は desmoplastic な反応を起こした硬癌に最もよくみられる¹⁹⁾が，実際には膠原線維や間質の結合

組織量よりも細胞成分に富んだ乳癌の数が多いために，良性所見の増強または不变を呈する乳癌が多数みられることから，感度は 54.5%¹⁶⁾，13.7%²⁵⁾，20.8%²⁶⁾，35.0%⁴²⁾，28.6%（自験群）と低下し，また，正診率は 65.0%⁴⁾，60.9%¹⁵⁾，57.4%（自験群）となってあまり良好な診断能は得られていない。しかし特異度はかなり高く（自験群で 88.6%），後方エコーの減弱または消失を呈するものについては良性腫瘍を除外診断するのに有用な所見である。

6. 外側陰影

外側陰影の成因に関しては，側壁の非特異的な反射によるものという説明がみられる⁴³⁾が，Kossoff⁴⁴⁾および植野⁴⁵⁾による音波の屈折説の方が有力と思われる。Kossoff 説は，腫瘍の辺縁部に入射，屈折したあとの反射波が元に戻らない（refractive edge effect）というものであり，植野はこれをさらに進めて，腫瘍の辺縁部に入射した超音波は拡散と減衰で弱くなり，反射波もまた拡散と減衰を起こして探触子に戻る超音波が消失することにより外側陰影が生まれてくると説明している。この現象は，超音波の腫瘍への入射角が大きくなるほど顕著な拡散を引き起こすため，線維腺腫など内部構造の均質な腫瘍で特に明瞭に出現してくる。そして，辺縁の整な腫瘍では超音波がまとまって屈折するので外側陰影が一層明瞭となる。しかし，良性所見を外側陰影あり（片側のみを含む），悪性所見をなしとした時の正診率は，42.1%⁴⁾，55.4%¹⁵⁾，54.8%（自験群），感度は 28.4%¹⁶⁾，56.5%（自験群）と良好な診断能は示されず，平田ら³⁾の検討でも良悪性腫瘍と外側陰影との明らかな相関関係はなかったとされる。従って，外側陰影は良性腫瘍に比較的現れやすいとはいえ，その低い診断能から診断基準としては取り上げにくい。

7. 縦横比

乳癌にはその発育様式や硬度から縦方向に伸長しやすい性向がみられ，縦横比は診断的意義のある唯一の定量的所見であるが，「診断基準」によれば良性所見は小，悪性所見は大という観念的な分け方がなされており，良悪性の境界値がはっ

きりと決められていない。各人の用いている境界値は一般的には 1.0 が多く、0.8^{46),47),48)} または 0.7^{49),50)} などがみられて、診断能は 1.0 では正診率 72.1%⁴¹、52.9%（自験群）、感度 35.8%¹⁴⁾、37.9%¹⁶⁾、21.0%³⁷⁾、12.4%（自験群）であり、0.8 では短軸断面で感度 37.2%⁵⁰⁾、35.4%（自験群）と、いずれも感度は低く特異度が高いという傾向が示されている。自験群では縦横比 0.6 と 0.7 で最も高い正診率が得られたが、他の縦横比との有意の差はみられないため特異度の高い 0.8 を境界値に採用した。とはいっても、良悪性の境界値は常に固定的なものではなく、小腫瘍では縦長の要素が増加して縦横比の増大がみられるので、直徑がおよそ 1.5 cm 大以下の腫瘍は、境界値を 0.9 かまたは 1.0 に上げて良悪性を判定するのが適当である^{48),51),52)}。なお、福田ら⁵⁰⁾は長軸縦横比よりも短軸縦横比の方が高い正診率が得られるとして主張しているが、短軸断面では良悪性腫瘍とも縦横比がほぼ同程度に増大し、良悪性における縦横比の解離が認められなかったことから、再現性の高い長軸断面の縦横比を検討することで特に問題ないと思われる。

8. その他の所見

(1) 前方境界線・後方境界線

小西ら⁵³⁾は、乳腺実質の前方境界線（乳腺実質の前縁を横走する薄い結合織の層）と腫瘍との関係をみて、腫瘍辺縁に接するか 2 mm 以内にある前方境界線が平滑であれば良性所見、粗雑または断裂を起こせば悪性所見とすると高い診断能が得られたと報告した。特に、線維腺腫や乳腺症などの良性腫瘍では乳腺実質を越えるような所見はみられず、実質外に進展する悪性腫瘍との鑑別点になると述べているが、自験群では実質から皮下脂肪層に突出してあたかも前方境界線を断裂しているかのような線維腺腫が少なからず見受けられ、むしろ特異度を低下させる主因となっていた。しかし、単独の所見としては診断能は良好であり、有効な所見の一つに数えられる。後方境界線も同様の考え方によるもので、乳腺実質後縁に近接する浅在筋膜深層が橋本ら⁵⁴⁾により後方境界線として提示され、高い特異度が示された。自

験群でも非常に高い特異度（93.2%）が得られ、後方境界線の粗雑または断裂を呈する腫瘍は乳癌と確診できるといえる。ただ、腫瘍が後方境界線に隣接しなかったり、隣接するが圧排性変化がなく、評価の対象外となる割合の多いことが本所見の難点である。

(2) connective tissue sign

辻本ら⁵⁵⁾は、connective tissue sign とは結合織に相当する線状の高エコーが腫瘍外より内部に入り込んでいる超音波像のことをいって、この結合織が腫瘍内に入ると画像上線維は細く輝度が低くなつたように見えるが、これは癌組織により作られる間質の結合織または既存の結合織を癌組織が引き込むことにより出現するものであり乳癌に特徴的にみられる所見であると提唱した。そして、乳癌における connective tissue sign の陽性率は 69.8% であると報告したが、artifact と紛らわしい線状エコーを除去していくと、陽性率は 15.1%¹⁴⁾、30.0%²⁷⁾、14.3%（自験群）とそれほど高いものではない。しかし良性腫瘍よりも有意に出現しており、良悪性の鑑別診断に有用な所見である。

(3) indent sign と septal sign

indent sign とは腫瘍の平滑な辺縁の間に切痕(indentation) がみられるものであり、また、septal sign とは腫瘍内の中隔様構造物に対応する線状の高エコーのこととしばしば切痕(indentation) に連続していく³⁾。両者とも特に線維腺腫に現れる所見であり、頻度は高くないが線維腺腫の確定診断に有用である。

(4) 石灰化・高輝度エコー

乳癌の約 40% に石灰化の合併がみられ、そのほとんどはマンモグラフィーで捕捉可能である。超音波断層法でも音響インピーダンスの差の大きな部位では距離分解能（0.2~0.3 mm）以下の小さな石灰化巣も描出できる⁵⁶⁾が、一般的には石灰化の検出能はマンモグラフィーに及ばず、疑陽性例も少なくない。また、良性腫瘍にも石灰化の沈着を認めることがあるので、石灰化による良悪性の鑑別はその出現頻度よりも微細か粗大かという大きさや形状等について行った方がよいと考える。

えられる。

(5) 乳管の拡張

乳癌における乳管拡張の合併は文献上明らかではないが、頻度はかなり低いものと推定される。また良性腫瘍もわずかであるが乳管拡張を合併するため、この所見のみで乳癌と断定することはできない。神尾ら⁵⁷⁾は、乳頭異常分泌例における拡張乳管の描出の重要性を強調しており、特に血性分泌については乳管拡張の検索が肝要となるが、一方では非病的な乳管拡張が超音波診断において日常的に見出されており、乳管拡張に対してもどのような対応をとるべきかは今後の検討課題である。

II. リアルタイム装置特に電子スキャン法による超音波診断基準案の作成

前項の考察から単独の所見のみで良悪性腫瘍を有効に鑑別できるものではなく、いくつかの有用所見を適切に組み合わせることが必然的な手段となってくる。本研究にて作成した診断基準案のうち、形状、辺縁、内部エコーの3所見は診断能が特に高く、重要所見に列挙できる(Table 14)。そして、境界エコー、後方エコー、縦横比、内部エコーの横方向性、前方境界線、および後方境界線の6所見はそれらに次いで有用性が認められるので、前者3所見を大基準、後者6所見を小基準と定めて、大基準3所見のうち2つ以上か、または大基準1つと小基準2つ以上あれば乳癌、大基準1つと小基準1つ以下か、小基準のみ3つ以下であれば良性と診断するという良悪性の判定法を提案することとした(Table 16)。この方法の、スコア化による診断法と異なる点は、各診断項目を同列に扱わず、項目ごとに診断能による重み付けを行って、良悪性の特徴像をより明確に抽出し客観的に判定できるようにしたことである。これによって得られた診断能は、感度93.2%、特異度85.9%、正診率89.7%となり、従来の報告による正診率81.4%⁴⁾、79.8%⁵⁾、83.4%¹⁴⁾、84.0%⁵⁸⁾などを上回った。一部には88.0%¹⁵⁾、87.5%⁵⁹⁾という高い正診率が報告されているが、これは対象例に占める良性囊胞の割合が比較的大きいためのようであり、充実性腫瘍のみを対象とす

るならば診断能はそれよりも低下すると推察される。

今後の乳腺疾患の超音波診断は、カラードップラー法による機能診断法⁶⁰⁾などのような斬新な診断手法が展開されるものと思われるが、いかなる環境になんでも形態診断の重要性は基本的には変わることなく、むしろこれまで以上に形態診断学による超音波診断の詳細な解析が乳癌の早期診断に直結するであろうと確信される。

結 語

乳腺腫瘍341例の超音波所見を解析した結果に基づいて、リアルタイム装置特に電子スキャン法による乳腺超音波診断の基準案と良悪性腫瘍の判定法を提案した。これにより乳癌の感度93.2%、特異度85.9%、正診率89.7%が得られ、ほぼ満足すべき診断能が認められた。本研究において提案した超音波診断基準案は、各所見に客觀性と具体性のある表現を明示したことと、新たな診断概念の導入により超音波診断能を向上させたという点において現行の超音波診断基準よりも優位にあり、また大基準および小基準の設定とその組み合わせによる良悪性の判定法が腫瘍の特徴像を良好に抽出することから、従来の成績を上回る診断成績を得ることが可能となった。

稿を終えるにあたり、御校閲と御指導を賜りました東北大学放射線科坂本澄彦教授、山田章吾助教授、秋田大学放射線科加藤敏郎教授、および御協力を頂きました日立総合病院外科小路力男先生、朝隈貞雄先生、かしま病院放射線科佐野久美子先生に深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 日本超音波医学会医用超音波診断基準に関する委員会：乳房の超音波診断基準公示のお知らせ、超音波医学、16：106-107、1989
- 2) 水沼仁孝、辻本文雄、多田信平、他：日超医「乳腺超音波診断法の診断基準案」の検討、日超医論文集、47：179-180、1985
- 3) 平田経雄、野村擁夫：リアルタイム乳腺超音波診断の進め方・考え方、51-68、1989、医学書院、東京
- 4) 森田淳一：乳腺腫瘍の超音波診断基準に関する研究：特に超音波断層法の診断基準と病理診断との相関における計量的検討、超音波医学、13：32-41、1986

- 5) 木庭郁朗, 岩下淨明, 中村滋子, 他: 乳腺腫瘍の超音波診断—病理組織との対比, 日超医論文集, 56 : 681-682, 1990
- 6) Vilardo MM, Kurtz AB, Needleman L, et al: Hand-held and Automated Sonomammography Clinical Role Relative to X-ray Mammography. *J Ultrasound Med* 8 : 95-100, 1989
- 7) 泉雄 勝, 石田常博, 横江隆夫: 最新・乳癌の診断と治療, 1-28, 1990, 永井書店, 大阪
- 8) Wild JJ: The use of ultrasonic pulses for the measurement of biological tissue and the detection of tissue density changes. *Surgery* 27 : 183-188, 1950
- 9) Wild JJ, Ried JM: Further pilot studies of histologic structure of tumors the living intact human breast. *Am J Path* 28 : 839-861, 1952
- 10) 和賀井敏夫: 超音波断層写真法による乳腺疾患診断研究の進歩, 医学のあゆみ, 66 : 419-425, 1968
- 11) Kossoff G, Jellins J: Improved techniques in ultrasonic cross sectional echography. *Ultrasnics* 10 : 221-227, 1972
- 12) Jackson VP, Kelly-Fry E, Rothschild PA, et al: Automated Breast Sonography Using a 7.5-MHz PVDF Transducer: Preliminary Clinical Evaluation. *Radiology* 159 : 679-684, 1986
- 13) 石井正博, 小路力男, 菅原陽一, 他: 乳腺腫瘍の超音波診断の検討, 臨放, 29 : 1373-1378, 1984
- 14) 石川隆志, 宮本幸夫: 7.5 MHz 高分解能リアルタイム電子リニア型探触子による乳癌の超音波診断, 日本医学会誌, 49 : 15-22, 1989
- 15) 多賀谷信美: 乳腺腫瘍の超音波診断に関する臨床的研究, 画像医学誌, 8 : 313-322, 1989
- 16) 藤井宏二, 竹中 温, 大槻鉄朗, 他: 乳癌の腫瘍径別にみたUS像の検討, 日超医論文集, 48 : 475-476, 1986
- 17) 中野 章: 乳腺疾患の補助診断法に関する実験的ならびに臨床的研究, 日外会誌, 83 : 196 : 206, 1982
- 18) Cole-Beuglet C: Sonographic Manifestations of Malignant Breast Disease. Seminars in Ultrasound 3 : 51-57, 1982
- 19) Jackson VP: Sonography of Malignant Breast Disease. Seminars in Ultrasound, CT, and MR 10 : 119-131, 1989
- 20) 久保田光博, 長沢 亨, 山下安雄, 他: 超音波画像解析による乳腺腫瘍の形態的特徴の抽出, 超音波医学, 17 : 33-43, 1990
- 21) Cole-Beuglet C, Soriano RZ, Kurtz AB, et al: Ultrasound Analysis of 104 Primary Breast Carcinoma Classified According to Histopathologic Type. *Radiology* 147 : 191-196, 1983
- 22) Heywang SH, Lipsit ER, Glassman LM, et al: Specificity of Ultrasonography in the Diagnosis of Benign Breast Masses. *J Ultrasound Med* 3 : 453-461, 1984
- 23) Fornage BD, Lorgan JG, Andry EA: Fibroadenoma of the Breast: Sonographic Appearance. *Radiology* 172 : 671-675, 1989
- 24) Harper AP, Kelly-Fry E, Noe JS, et al: Ultrasound in the Evaluation of Solid Breast Masses. *Radiology* 146 : 731-736, 1983
- 25) 竹原靖明, 久田祐一, 松川正男, 他: 周波数の違いによる腫瘍辺縁像とくに反射量の現われ方について—早期乳癌診断のために—, 超音波医学, 10 : 129-133, 1983
- 26) 西村 理, 松末 智, 高橋元代, 他: 乳癌の境界エコーと Desmoplasia-Thermography を指標として—, 超音波医学, 18 : 189-194, 1991
- 27) 内山真幸, 水沼仁孝, 池本文雄: 7.5 M Hz ポリマー探触子を用いた乳癌の超音波診断, 日本医学会誌, 46 : 1-8, 1986
- 28) 西 律, 田口忠宏, 庄 達夫, 他: 乳腺超音波診断法の検討, 外科診療, 24 : 613-616, 1982
- 29) 奥山伸男, 武田明芳, 金親正敏, 他: 乳癌の超音波診断—誤診例の検討—, 日超医論文集, 42 : 643-644, 1983
- 30) 高橋良和, 小山博記, 山本貴代美, 他: 電子リニア走査による乳腺疾患の超音波診断, 超音波医学, 10 : 19-25, 1983
- 31) 江浪博昭, 深田代造, 古田智彦, 他: 7.5 MHz メカニカル・セクタ高速走査装置による乳腺腫瘍の診断—超音波診断基準の検討, 日超医論文集, 49 : 343-344, 1986
- 32) 森久保寛, 福島祐一, 高田悦雄, 他: 乳癌超音波診断の量化 (内部エコーレベルについて), 日超医論文集, 51 : 105-106, 1987
- 33) Harper AP, Jackson VP, Bies J, et al: A Preliminary Analysis of the Ultrasound Imaging Characteristics of Malignant Breast Masses as Compared with X-ray Mammographic Appearances and the Gross and Microscopic Pathology. *Ultrasound in Med & Biol* 8 : 365-368, 1982
- 34) Feig SA: The Rele of Ultrasound in a Breast Imaging Center. Seminars in Ultrasound, CT and MR 10 : 90-105, 1989
- 35) 浜瀬壽伸: 超音波の基礎(3), 東京放射線, 37 : 6-12, 1988
- 36) 石井正博, 佐野久美子, 朝隈貞雄, 他: 超音波断層法の内部エコー像による乳腺疾患の鑑別診断, 日本画像医学会誌, 11 : 213-220, 1992
- 37) 徳永 仰, 丸川太朗, 細木拓野, 他: 乳腺の超音波診断, 臨射, 32 : 1-13, 1987
- 38) 小林利次, 篠崎弘美, 余門 誠, 他: 高エコー乳癌の超音波組織特性—自験例とその文献的考察—, 日超医論文集, 53 : 625-626, 1988

- 39) 土館松三, 森久保 寛, 高田悦雄, 他: 乳腺腫瘍の内部エコーの分析(第4報) —肉眼的所見とヒストグラムから見た所見—, 日超医論文集, 52: 231-232, 1988
- 40) Kasumi F, Fukami A, Kuno K, et al: Characteristic Echographic Features of Circumscribed Cancer. Ultrasound in Med & Biol 8: 369-375, 1982
- 41) 唐司側之: 乳癌における超音波断層法の検討—病理組織像との対比—, 千葉医学, 61: 105-113, 1985
- 42) Kobayashi T: Diagnostic Ultrasound in Breast Cancer: Analysis of Retrotumorous Echo Patterns Correlated with Sonic Attenuation by Cancerous Connective Tissue. J Clin Ultrasound 7: 471-479, 1979
- 43) Kobayashi T: Gray-Scale Echography for Breast Cancer. Radiology 122: 207-214, 1977
- 44) Kossoff G: Handbook of Clinical Ultrasound. 39-45, 1978, John Wiley & Sons, New York
- 45) 植野 映, 伊東紘一, 斎藤 建, 他: 乳腺疾患の超音波断層像と病理組織像との比較検討, 超音波医学, 8: 123-132, 1981
- 46) 小林正幸, 村田 戒, 吉元美知子, 他: 高分解能 7.5 MHz 電子式リニア走査型超音波診断装置を用いた乳腺腫瘍の診断—縦横比について—, 日超医論文集, 47: 167-168, 1985
- 47) 多賀谷信美, 金子光男, 石川邦文, 他: 乳腺腫瘍の超音波診断における縦横径比の臨床的意義, 日超医論文集, 49: 337-338, 1986
- 48) 内藤誠二, 川内章裕, 福成信博, 他: 小腫瘍に対する D/W 比の有用性, 日超医論文集, 55: 551-552, 1989
- 49) 植野 映, 東野英利子, 平野洋子, 他: 乳癌の超音波診断, 画像診断, 6: 2-6, 1986
- 50) 福田 健, 豊島 隆, 小野地章一, 他: 乳腺超音波診断における縦横比の再検討, 超音波医学, 17: 188-194, 1989
- 51) 内山真幸, 辻本文雄, 水沼仁孝, 他: 乳腺腫瘍の超音波診断基準としての縦横径比について, 臨放, 31: 685-688, 1986
- 52) 三田弘美, 西牧千秋, 駒場克子, 他: 乳腺超音波断層法における診断所見としての腫瘍の縦横(L/T)比の臨床評価, 日超論文集, 47: 165-166, 1985
- 53) 小西 豊, 小懸正明, 黒木輝夫, 他: 超音波画像上限局型腫瘍像を示す乳腺症とT1乳癌の鑑別診断についての一考察, 超音波医学, 15: 420-427, 1988
- 54) 橋本 隆, 小西 豊, 小懸正明, 他: 1.0 cm 以下の小乳癌の超音波診断, 超音波医学, 17: 436-442, 1988
- 55) 辻本文雄, 多田信平: 乳癌の超音波断層像における connective tissue sign について(乳癌の新しい診断基準), 日本医学会誌, 44: 1304-1307, 1984
- 56) 遠藤佳秀, 辻本文雄, 田中 格: マンモグラフィーにおける微細石灰化巣と乳房超音波断層像における腫瘍内高輝度点状エコーの比較検討, 日超医論文集, 53: 359-360, 1991
- 57) 神尾孝子, 亀岡信悟, 神崎 博, 他: 乳癌異常分泌を主訴とした非触知乳腺腫瘍の超音波診断, 超音波医学, 16: 463-470, 1989
- 58) van Dam PA, Van Goethem ML, Kers-schot E, et al: Palpable Solid Breast Masses: Retrospective Single-and Multimodality Evaluation of 210 Lesions. Radiology 166: 435-439, 1988
- 59) 木戸長一郎: 乳癌の画像診断, 日本医学会誌, 49: 1227-1235, 1989
- 60) Dempsey PJ: The Importance of Resolution in the Clinical Application of Breast Sonography. Ultrasound in Med & Biol 14, Sup. 1: 43-48, 1988