

周波数処理によるCRシステム デジタルマンモグラフィの石灰化識別能の向上

深田由香里¹⁾ 虎尾政美¹⁾ 土田千賀²⁾ 岩崎俊子¹⁾

要 旨：現在、当院で撮影されているデジタルマンモグラフィの画質や石灰化病変が、以前のアナログマンモグラフィと比較して、どのように変化したのか確認すべく、アナログ画像とデジタル画像の両方を撮影した同一患者のうちで、石灰化所見がある画像フィルムについて視覚評価を行った。さらに、微細石灰化症例に対して、従来处理に加え、強調度を変えた強調1、強調2の周波数処理を行い三者間で視覚評価し、アナログ画像との比較も行った。その結果、従来处理のデジタル画像は、アーチファクト、乳腺内コントラスト、乳腺外コントラスト、粒状性、鮮鋭度のすべてにおいてアナログ画像より優れていたが、石灰化識別能は存在診断、質的診断ともにアナログ画像より劣っていた。周波数処理タイプ別による石灰化識別能は従来处理<強調1<強調2の順に有意に優れ($p < 0.01$)、強調2処理を行うことにより従来处理でアナログ画像より劣っていた石灰化識別能が上昇に転じ、アナログ画像と同等の識別能が得られた。これにより、石灰化診断が必要な症例には今回の周波数処理強調2を追加することで、臨床診断にも役立てることができると考える。

【Key words】 デジタルマンモグラフィ、石灰化、周波数処理

緒 言

現在、国内に導入されているマンモグラフィ装置のうち、約7割がCR (Computed Radiography) やFPD (Flat Panel Detector) といったデジタル装置となり、日本は世界的にもまれなデジタル先進国であるといえる¹⁾。以前主流であったスクリーン/フィルム (S/F) システムのアナログマンモグラフィに変わり、急速に普及しているデジタルマンモグラフィの大きな利点のひとつは、画像処理により多種多様の画像が作成できるということである。その画像処理のひとつに周波数処理があり、これは濃淡と形状の描写を調整する。例えば、濃淡は腫瘤やその周辺領域、形状は石灰化の描出などを意識して、強調する周波数領域及び強調度を調整していけばよい²⁾。石灰化は、病変の局在を示す情報として非常に重要であり、臨床的に腫瘤として触れることができない早期乳がんを発見できることが期待されている。周波数の高周波領域を強調することで、形状や輪郭が際立って見えるよ

うになるが、強調の度合いが強すぎると、かえって濃淡の判別がしづらく、石灰化の硬さ (コントラスト) の違いなどの描写が不足してしまう²⁾。

当院は、2009年11月に、アナログマンモグラフィからハードコピー診断によるCRシステムデジタルマンモグラフィへと移行したが、デジタル撮影された画像についてはメーカーによる推奨設定のままで、画像処理の検討がされていなかった。そこで今回、我々はこの石灰化に着目し、マンモグラフィ検診精度管理中央委員会 (以下、精中委) のガイドラインが推奨する画質基準を満たすように設定された、受け入れ時のデジタル画像に対し、以前のアナログ画像と比較して、画質と石灰化所見の視覚評価を行い、周波数処理設定の新しい追加を行ったので報告する。

¹⁾ 福井総合クリニック 放射線科

²⁾ 福井総合病院 放射線科

(受付日 2010年12月)

方 法

評価者を精中委認定の読影資格を持つ放射線科医2名と日常業務としてマンモグラフィ撮影を行う認定技師3名の合計5名とした。フィルム読影時の環境は、全員が同じものとし、高輝度シャウカステンを使用、単独で読影し、読影時間に制限は無いものとした。また、患者特定につながる情報はないものとし、ブラインドで行った。本研究に使用した主な装置、構成部品を表1に示す。

1. アナログ画像に対するデジタル画像の画質および石灰化の評価

同一患者のアナログ画像とデジタル画像について、アーチファクト・乳腺内コントラスト・乳腺外コントラスト・粒状性・鮮鋭度の5項目の画質評価と、存在診断・質的診断の2項目の石灰化評価を行った。対象は、2008年6月から2010年6月までに、当院でアナログ撮影とデジタル撮影の両方を行った同一患者のうち、石灰化所見のみでカテゴリー2または3以上の判定であった23症例（平均年齢54.0 ± 8.3歳）である。評価方法は、アナログ画像に対してデジタル画像が明らかに優れる場合を+2点、優れる場合を+1点、両者が同等の場合を0点、デジタル画像が明らかに劣る場合を-2点、劣る場合を-1点とする5段階のスコアを与える方法³⁾で視覚評価した。

2-1. デジタル画像の周波数処理タイプ別による石灰化評価

画像処理のひとつである周波数処理の強調度を変化させた、それぞれ3種類の処理タイプ：従来处理（CRシステム受け入れ時のメーカー推奨設定処理）、強調1処理、強調2処理で画像フィルムを作成し（表2）、それぞれの画像フィルムがどの処理のものか分からないようにランダムに配置し石灰化評価を行った。対象は、2010年6月から2010年7月までに撮影したデジタルマンモグラフィのうち、石灰化所見のみでカテゴリー3以上の判定であった微細石灰化10症例（平均年齢55.3 ± 12.7歳）である。評価方法は、石灰化の存在診断、質的診断が一番識別しやすかった画像に+2点、一番識別しにくかった画像に0点、その中間に+1点のスコアを与える方法で視覚評価した。さらに、クラスカル・ワールス検定を用いて、多群間の比較を行い、処理タイプ間に統計学的有意差があるか調べた。

2-2. アナログ画像に対する従来处理と強調処理の石灰化評価

方法2-1で最も石灰化を識別しやすいと評価された周波数処理タイプを用いて、デジタル画像を作成し、同一患者のアナログ画像と比較評価した。対象は、方法2-1の10症例のうち、アナログ画像との比較が可能な3症例（平均年齢46.7 ± 4.5歳）である。評価方法は、方法1と同様に行った。

表1 アナログとデジタルシステムの主な使用機器

	アナログシステム	デジタルシステム
X線発生装置	Senographe DMR+(GE)	Senographe DMR+(GE)
画像収集	自動現像機：MIN-R Model2000(Kodak)	CR読取装置：REGIUS Model190 (Konica Minolta)
	S/F カセット：MIN-R 2 with EV150screen(Kodak)	CRカセット：REGIUS CP1M200 (Konica Minolta)
画像表示	フィルム：MIN-R EV (Kodak)	フィルム：DRYPRO SD-QM (Konica Minolta)
	—	ドライプリンタ：DRYPRO Model873 (Konica Minolta)
	高輝度シャウカステン：ORS-6M2-U (ORION DENKI)	高輝度シャウカステン：ORS-6M2-U (ORION DENKI)

表2 CRシステム画像処理設定

例. 乳房厚44mmの不均一高濃度撮影 28KV, 110mAs

	階調処理	圧縮処理	周波数処理
従来处理	S値=116 / G値=3.69	低濃度側0.0 / 高濃度側0.3	低濃度側0.1 / 高濃度側0.3
強調1処理	S値=116 / G値=3.69	低濃度側0.0 / 高濃度側0.3	低濃度側0.2 / 高濃度側0.5
強調2処理	S値=116 / G値=3.69	低濃度側0.0 / 高濃度側0.3	低濃度側0.2 / 高濃度側0.7

結 果

1. アナログ画像に対するデジタル画像の画質および石灰化の評価

デジタル画像の画質評価の平均スコアは、アーチファクト+0.84点、乳腺内コントラスト+0.36点、乳腺外コントラスト+1.06点、粒状性+0.24点、鮮鋭度+0.25点であった。また、石灰化評価の平均スコアは、存在診断-0.03点、質的診断-0.11点であった(図1)。従来処理のデジタル画像は、全ての画質項目でアナログ画像より優れていたが、石灰化に関しては存在診断、質

的診断のどちらにおいてもアナログ画像より劣るという結果が得られた。

2-1. 周波数処理タイプ別によるデジタル画像の石灰化評価

周波数処理の強調度を変化させたことにより、画質や石灰化の描出に違いがみられた(図2, 図3)。周波数処理タイプ別による石灰化評価の平均スコアは、従来処理0.20点、強調1処理0.94点、強調2処理1.86点であり、それぞれに有意差($p < 0.01$)が認められた。このことから、強調2処理は画質はざらついているが、石灰化識別能に優れるということが明らかになった(図4)。

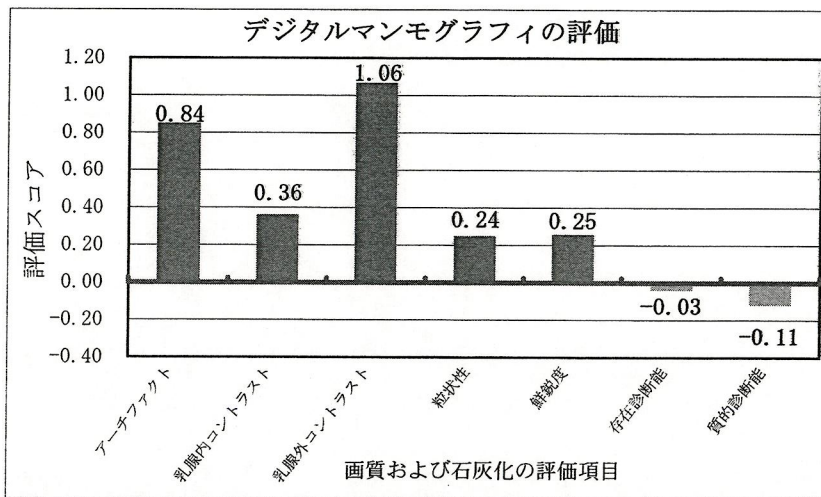
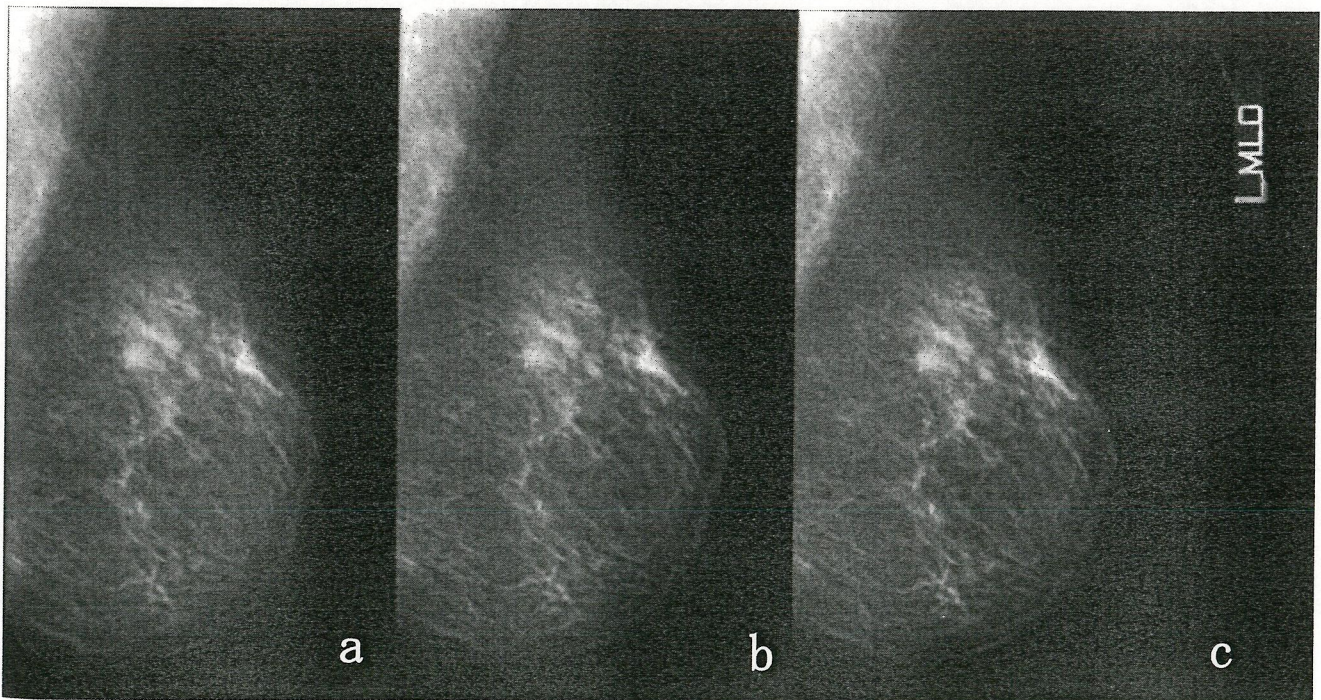


図1 アナログ画像に対するデジタル画像(従来処理)の画質および石灰化の評価



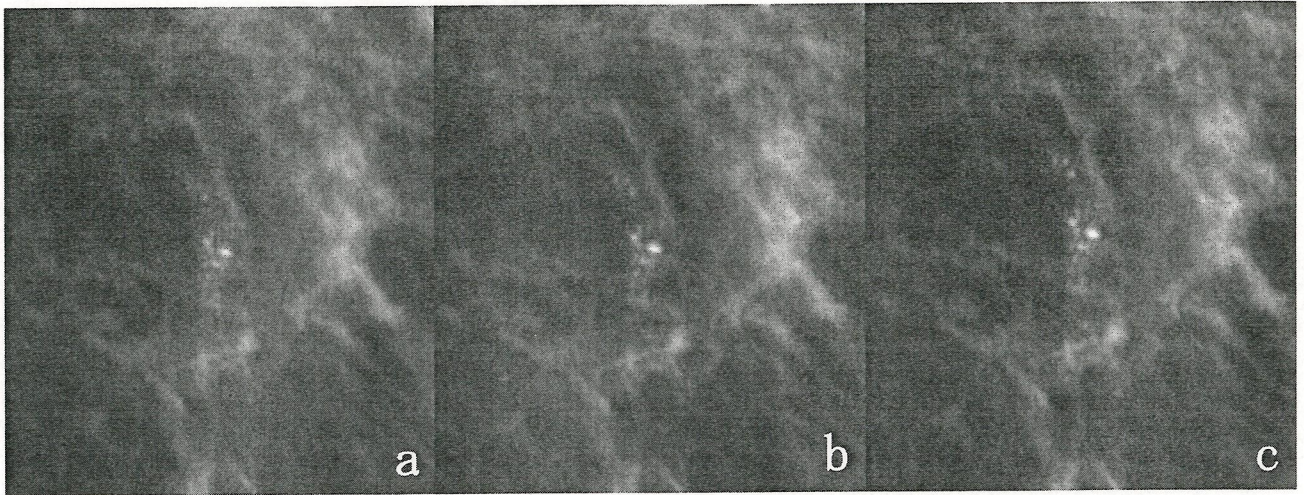
a) 従来処理 b) 強調1処理 c) 強調2処理

図2 周波数処理タイプ別による画質の違い

2-2. アナログ画像に対する従来処理と強調処理の石灰化評価

アナログ画像と比較して、従来処理では石灰化存在診断の平均スコアが-0.40点、質的診断は-0.47点であつ

たが、強調2処理を追加することにより存在診断+0.20点、質的診断±0.00点とスコアの上昇に転じ、アナログ画像と同等の識別能が得られた(図5).



a) 従来処理 b) 強調1処理 c) 強調2処理

図 3. 周波数処理タイプ別による石灰化描出の違い

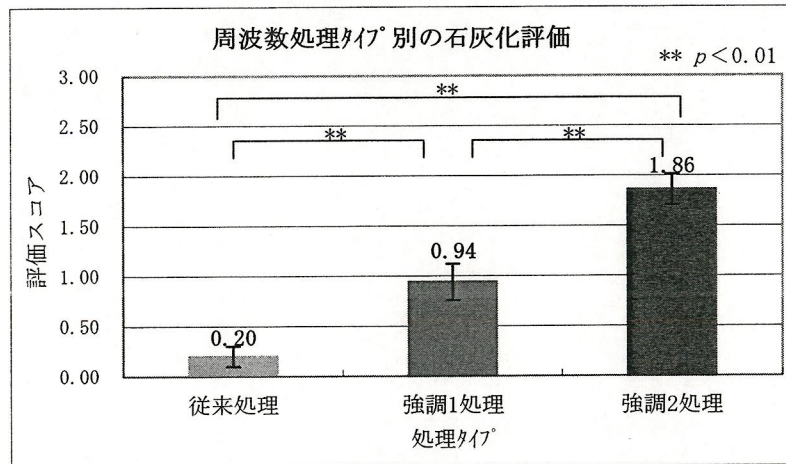


図 4. 周波数処理タイプ別によるデジタル画像の石灰化評価

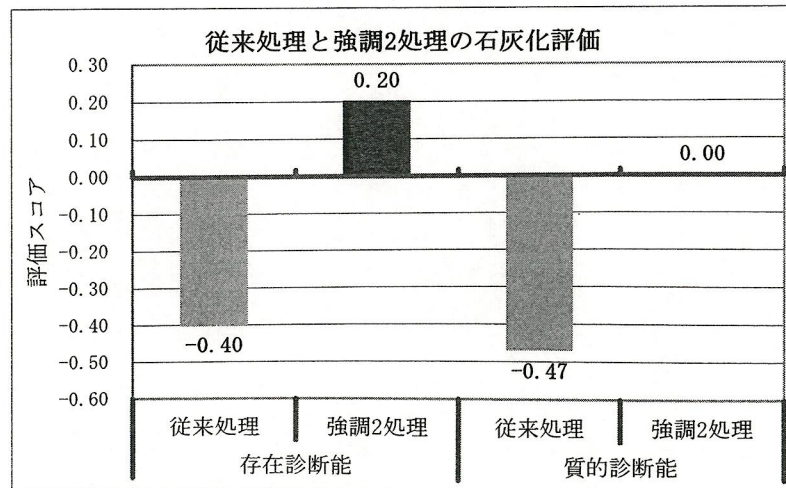


図 5. アナログ画像に対する従来処理と強調2処理の石灰化評価

考 察

マンモグラフィは、一般撮影に比べて、乳腺組織と腫瘍のX線吸収係数値が非常に近く、微細石灰化などの小さな病変も鮮明に描出しなければならないため、高感度・高解像度・高コントラストの画像が必要となっている。特殊に進化したS/Fシステムのアナログマンモグラフィは、高コントラストであり、僅かな線量の変化が写真濃度に影響を与えてしまうため、適正線量のコントロールに細心の注意を払う必要がある。しかし、デジタルマンモグラフィの寛容度はS/Fシステムの約4倍と広く²⁾、さらに多様な画像処理により安定した画像を提供できるため、アナログ画像よりデジタル画像のほうが画質は優位であったと考えられる。しかし、空間分解能に対してデジタルマンモグラフィは優位に立てず⁴⁾、微細石灰化の描出が劣るという結果に結びついた。

デジタルマンモグラフィの強みである画像処理のひとつ、周波数処理を用いて、微細石灰化を強調すると、形状や輪郭が際立って描写され、周りの軟部組織との境界がはっきりし、石灰化の識別が容易になることが明らかになった。このことは、石灰化だけに注目して周波数処理を考えた場合であり、画像全体の印象としてはざらついた粗い画像になるため、精中委のガイドラインが推奨する画質基準からは逸脱している。従って、スクリーニング画像として診断に使用することはできないが、本研究で新たに追加設定した周波数処理強調²⁾は、微細石灰化の識別能に優位であることが明らかになったので、石灰化の診断が必要な症例にはこの処理を追加することで、臨床診断にも役立てることができると考える。

文 献

- 1) 鈴木 隆二, 齋 政博, 坂本 博ら: デジタルマンモグラフィ品質管理マニュアル. 第1版, (株) 医学書院, 東京, 2009, v - vii.
- 2) 遠藤 登喜子, 森本 忠興, 石原 明德ら: 見て見て診る マンモグラフィ画像読影ハンドブック. 第1版, (株) 永井書店, 大阪, 2006.
- 3) 川島 博子, 俵原 真里, 片桐 亜矢子: 15M液晶モニタの乳腺石灰化病変の診断能 - 5Mモニタとの比較検討 - 第16回日本乳癌学会学術総会抄録集 2008; 356.
- 4) 山田 幸子, 上口 貴志, 三原 直樹ら: PACS参照を目的としたデジタイズマンモグラフィにおける微細構造物の検出能: ファントムを用いた線維, 石灰化, および腫瘤陰影に対する評価. 日本放射線技術学会 2009; 65: 620-625.