

Konica EX増感紙/フィルムシステムの画像特性

吉田 彰*¹ 中村 悟*¹ 本田 貢*²
 山神 美保*² 平木 祥夫*² 丸山 敏則*³
 中村 伸枝*⁴ 朝原 正喜*⁵

Imaging properties of Konica EX screen/film systems

Akira Yoshida, Satoru Nakamura, Mitsugi Honda, Miho Yamagami, Yoshio Hiraki,
 Toshinori Maruyama, Nobue Nakamura, Masaki Asahara

Abstract

Imaging properties of the new Konica Excellent screen/film system (new EX system) were investigated in comparison with the old EX system and Fuji Advanced Orthochromatic Radiography system (AD system). The physical imaging properties measured include the characteristic curve, modulation transfer function (MTF), and Wiener spectrum. We also evaluated the systems using clinical radiographs. The new system showed that the speed and contrast were generally lower and the sharpness and granularity were higher than those of the old system. However, in a visual test using the clinical radiographs, there was no significant difference between the new and old systems.

Key Words : radiographic screen-film system, image quality, characteristic curve, modulation transfer function (MTF), Wiener spectrum
 増感紙フィルム系, 画質, 特性曲線, MTF, ウィナースペクトル

緒言

新しい蛍光体技術や乳剤技術の発達に伴い、高感度増感紙や低感度・低クロスオーバーフィルムが開発されてきた。それらを組み合わせて、粒状性の優れた増感紙フィルムシステムが相次いで発表されている。例えば、KonicaからExcellent (EX) システム、FujiからはAdvanced Orthochromatic Radiography (AD) システム、などが市販されている¹⁻³⁾。この度、Konica EX システムの増感紙とフィルムが改良された。そこで、新旧のEXシステムの物理的画像特性として、特性曲線、modulation transfer function (MTF)、ウィナースペクトルを測定し、さらに臨床X線写真による視覚評価をADシステムを含めて比較検討したので報告する。

X線管：Toshiba DRX-190A, DRX-191A, DRX-190D

X線センシトメータ

スリット像撮影装置

自動現像機：Konica KX-300(90sec, 34°C)

現像液：Konica XD-90C

定着液：Konica XF-SR-C

濃度計：Konica PDA-15

マイクロデンシトメータ：Konica PDM-5B

コンピュータ：NEC PC-98XL²

増感紙/フィルムシステム：

Konica 新 XG-S/新 ES-C, 新 ES-G

Konica 旧 XG-S/旧 ES-C, 旧 ES-G

Fuji HG-M/UR-1, UR-2

使用したフィルムのES-CとUR-1は、胸部用タイプで、ES-GとUR-2は標準コントラストの汎用タイプである。なお以下、増感紙フィルムシステム新XG-S/新ES-Cを、新ES-Cのようにフィルム名のみで略称する。他のシステムでも

使用機器と方法

1 使用機器および材料

X線発生装置：Toshiba KXO-15

* 1 広島県立保健福祉短期大学 放射線技術科学科
 Department of Radiological Sciences and Technology, Hiroshima Prefectural College of Health and Welfare

* 2 岡山大学医学部附属病院
 Okayama University Hospital

* 3 岡山大学医療技術短期大学部
 School of Health Sciences, Okayama University

* 4 岡山大学歯学部附属病院
 Okayama University Hospital attached to Dental School

* 5 香川医科大学附属病院
 Kagawa University Hospital

同様である。また、特性曲線、MTF、ウィナースペクトルの測定において使用したX線管は、それぞれDRX-191A, DRX-190A, DRX-190Dである。

2 特性曲線の測定

6種類のフィルムおよび3種類の増感紙を短冊状に切り、各増感紙とフィルムを組み合わせて真空カセットに入れ、距離逆自乗センチメータを用いて、同時にX線曝射した。曝射条件は管電圧80kV、管電流20mA、0.5mmの銅と4.0mmアルミニウムフィルタを付加し、照射時間を0.03秒と0.12秒とした。焦点-フィルム間距離(SID)は35cmから350cmで、その間を相対露光量の対数値で0.1刻みの21段に階段露光した⁴⁾。このとき、6種類の短冊状のフィルムを並べて真空カセットに入れて同時にX線曝射したため、カセット中心のフィルム片と他のフィルム片とではSIDが異なるので、フィルムごとに距離の補正をした。そして、各システムごとに得られた照射時間0.03秒と0.12秒の2本の特性曲線をつなぎ合わせて、相対露光の対数値で2.5付近までの特性曲線を得た。

3 MTFの測定

スリット像撮影装置⁵⁾を用いて、露光条件は管電圧80kV、付加フィルタ2.0mmアルミニウム、SIDは80cmとし、各フィルムに低露光量スリット像と高露光量スリット像の2本のスリット像を撮影した。さらに、同一のフィルム上に有効露光量変換用の特性曲線を得るため距離逆自乗センチメータによって階段露光した。同時現像後、スリット像と濃度階段をマイクロデンシトメータでスキャンした。得られたスリット像の濃度分布曲線を特性曲線を用いて有効露光量に変換し、低露光量スリット像と高露光量スリット像を結び合わせて、line spread function (LSF)とした。このLSFからフーリエ変換およびトランケーションエラー補正を行ってMTFを求めた⁶⁾。各フィルムについて、2組の試料を作成し、それぞれの試料について2回測定し、計4回の測定値の平均を求めた。

4 ウィナースペクトルの測定

露光条件は管電圧80kV、管電流100mA、20mmアルミニウムフィルタを付加し、照射時間とSIDを変化させ、濃度が0.50, 1.00, 1.80で、それぞれ±0.03以内になるように試料を作成した。各フィルムの測定は、マイクロデンシトメータのスリットの幅10 μ m、高さ1mmで、スキャン方向の測定試料の長さ100mmを、10 μ m間隔でサンプリングして10000点のデータを取り、1ラインデータとした。この1ラインデータから

1024点ずつ濃度データを切り出し、高速フーリエ変換によりスペクトル値を計算した^{6,7)}。この際、512点ずつオーバーラップさせながら18回の切り出しを行い、スペクトルを平均化した。このようなライン40本、すなわち400000点のデータを1試料のデータとした。このとき、理論的標準誤差は5%となる⁸⁾。

5 視覚評価

胸部用の3システムについて、臨床応用での有用性を検討するためコントラスト、鮮鋭性、粒状性、縦隔部の描出能などについて視覚評価を行った。試料はUR-1と新ES-Cが各7枚、UR-1と旧ES-Cが各6枚の臨床例13組で、新旧ES-CそれぞれについてUR-1と比較して視覚評価を行った。撮影条件は、管電圧120kV、SID180cmとし、付加フィルタは使用しなかった。なお、グリッドはUR-1が14:1の60cm⁻¹で静止型を、新旧ES-Cが12:1の40cm⁻¹で可動型を使用した。また、評価は放射線科医2名と放射線技師6名で行った。

結果と考察

1 特性曲線

各システムの特性曲線を図1に示す。胸部用システムで比べると、新ES-Cは、旧ES-Cより高露光部の濃度が下がり、感度は9%低い。UR-1は新ES-Cよりいくぶん感度が低く、高濃度部は旧ES-Cと同様な形状である。汎用システムの新ES-Gは、旧ES-Gと比較して感度は15%低く、低露光部と高露光部の濃度が下がりUR-2と同様な形状を示す。

6つのシステムのグラディエント曲線を図2に示す。新ES-Cは旧ES-Cより高濃度部でコントラストが低い。なお濃度1~3付近では、UR-1のコントラストが特に高いことが目立つ。また汎用システムにおいては、濃度1.5以下で3システムとも同様なコントラストとなる。

2 MTF

各増感紙フィルムシステムのMTFを図3に示す。新ES-Cは、旧ES-CよりもMTFは高く、UR-1に近い値を示している。空間周波数2 cycles/mmで比較すると、新ES-Cは、旧より8%MTF値は高いが、それより以下の低周波数域ではUR-1の方が若干高い値となっている。また新ES-Gは、旧ES-Gと比べるとMTF値は11%高いが、UR-2よりは低く、旧とUR-2の間に位置している。新EXシステムは、感度を押さえて鮮鋭度の向上を意図していると推測される。

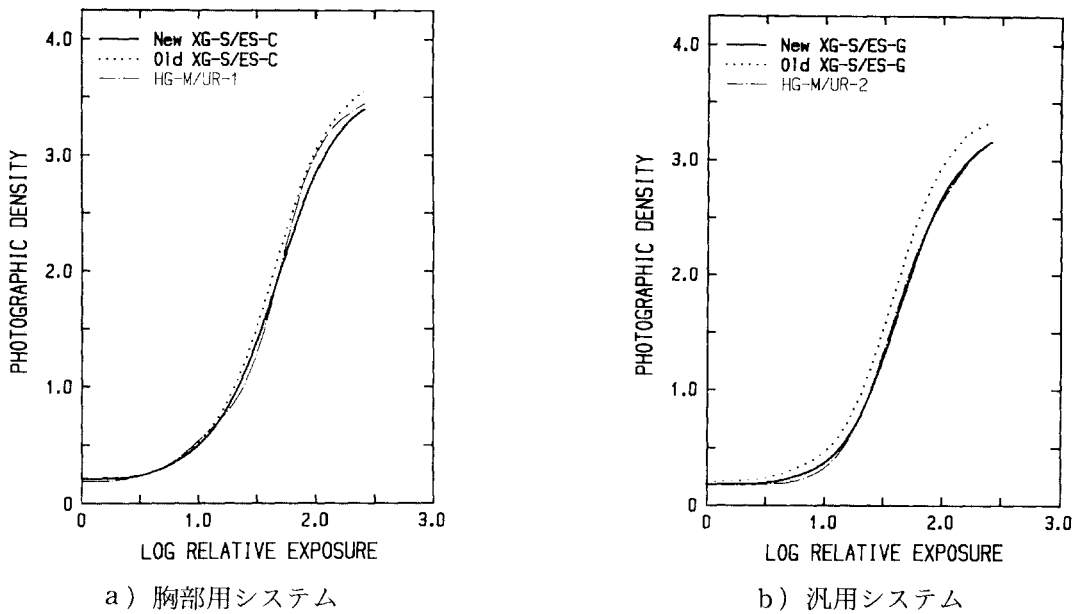


図1 新旧EXシステムとADシステムの特徴曲線

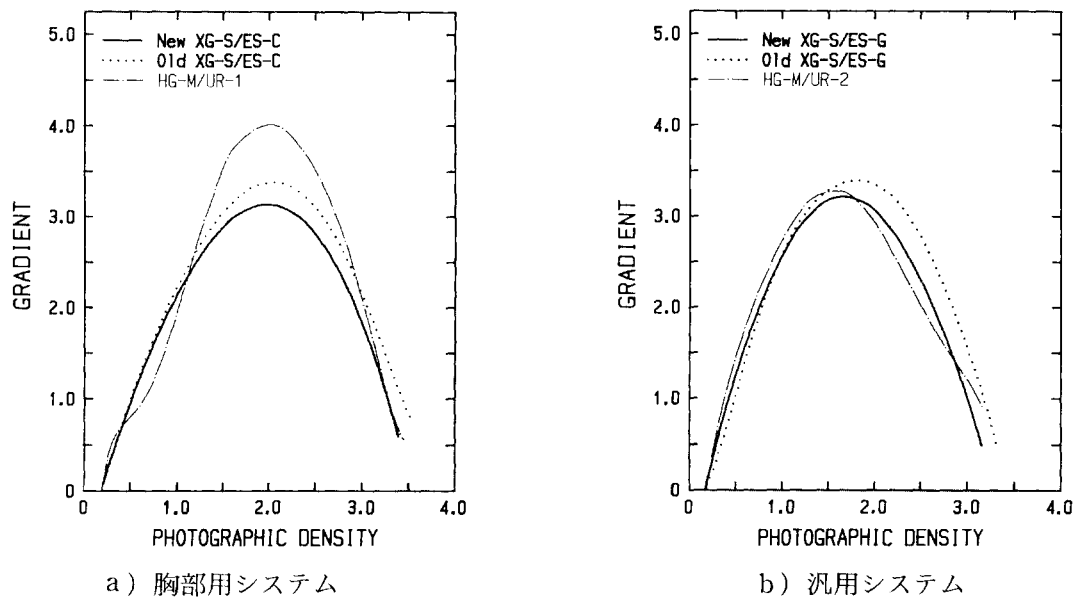
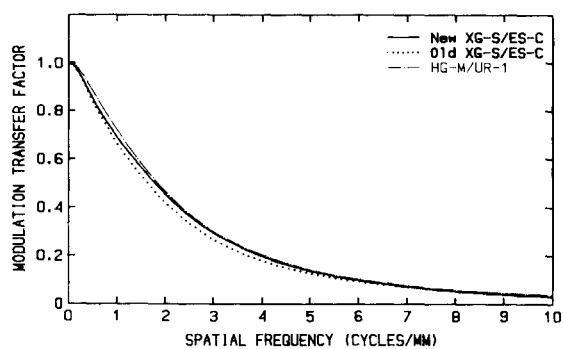


図2 新旧EXシステムとADシステムのグラディエント曲線

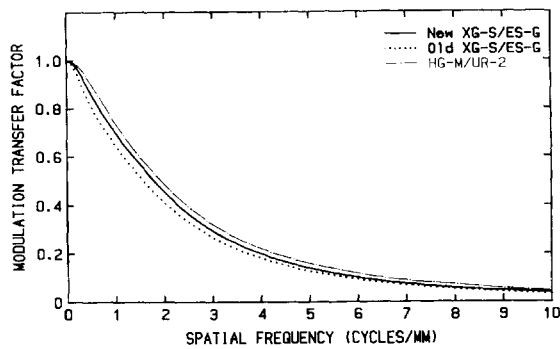
3 ウィナーズペクトル

各システムのウィナーズペクトルを、図4に示す。なお、このスペクトル値はQ係数補正により拡散光濃度へ変換したものである。ここで、空間周波数0.1から0.5cycle/mmまでのスペクトル値を平均して低周波ノイズと考える。濃度0.5における低周波ノイズは、新ES-Cは旧ES-C、UR-1と比べてそれぞれ17%、30%平均スペクトル値が高く、ノイズが増している。新ES-Gは、旧ES-Gより29%高く、UR-2より10%低いノイズレベルとなった。濃度1.0において、胸部

用システムではほとんど差はない。しかし、汎用システムの新ES-Gは、旧より19%、UR-2より54%高い。肺野部の最大濃度を想定した濃度1.8では、新ES-Cは旧と比較すると7%低く、UR-1よりは22%低くなっている。これは、新システムのグラディエント値が低下したため、ウィナーズペクトルが低くなったと推測される。新旧のES-Gではスペクトル値にほとんど差はないが、UR-2と比べると新ES-Gは40%ほどノイズが増加した。ただし、この濃度域では、粒状性は人間の目に殆ど識別できなく臨床上周

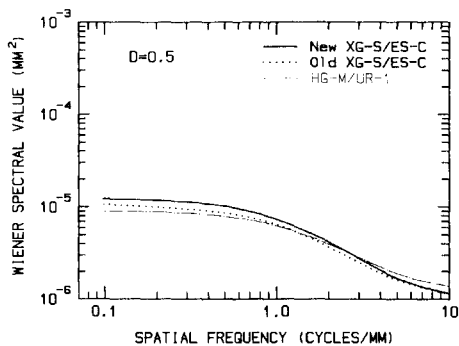


a) 胸部用システム

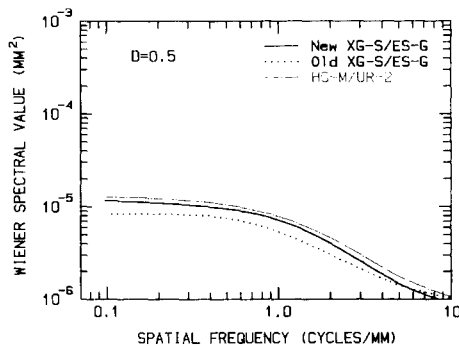


b) 汎用システム

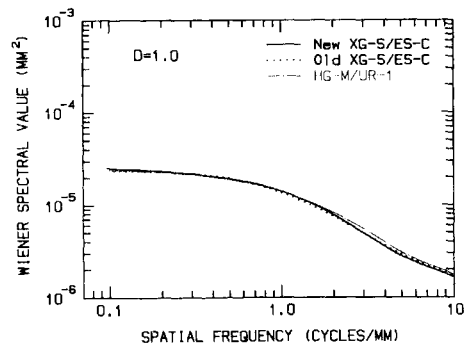
図3 新旧EXシステムとADシステムのMTF



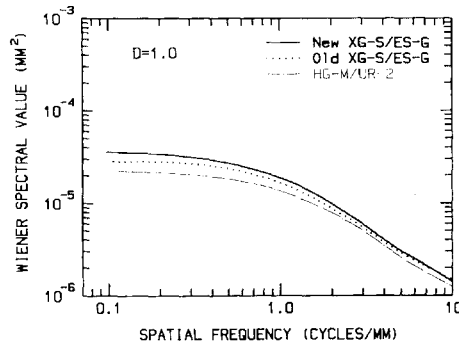
胸部用システム：a) 濃度0.5



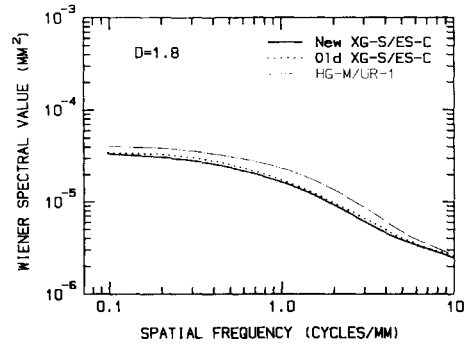
汎用システム：d) 濃度0.5



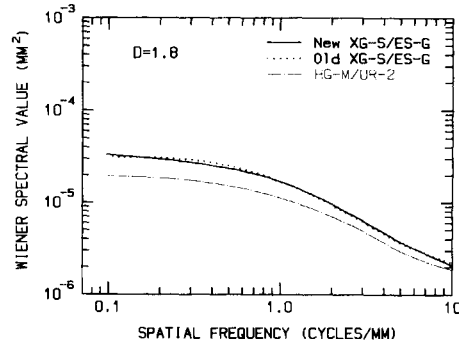
胸部用システム：b) 濃度1.0



汎用システム：e) 濃度1.0



胸部用システム：c) 濃度1.8



汎用システム：f) 濃度1.8

図4 新旧EXシステムとADシステムのウィナースペクトル

表1 新旧EXシステムとADシステムの胸部用タイプを用いた視覚評価の結果

項目	新 ES-C	旧 ES-C	UR-1
肺紋理陰影のコントラスト	90	95	100
横隔膜下の肋骨の鮮鋭性	96	96	100
腋下部の粒状 (ざらつきが少ない程良い)	97	94	100
心臓に重なった部分の肺紋理陰影	107	100	100
総合的な画質評価	96	96	100

題となることはないと考えられる。

4 視覚評価

視覚評価の結果を、UR-1を基準の100として表1に示す。肺紋理陰影のコントラストは、UR-1の評価が一番良く、次いで旧システム、新システムの順となっているが、有意に差があるのはUR-1と新ES-Cのみである。なおこれは、グラディエント曲線の結果と同様になっている。横隔膜下の肋骨の鮮鋭性については、MTFのグラフでは若干差があったが、視覚的には差がないようである。腋下部の粒状性も、各システムの間あまり差がないと考えられる。なお、この粒状性は、濃度1.0付近のウィナースペクトルからの結果に一致している。心臓に重なった部分の肺紋理陰影は、新ES-Cの描出能が旧システム、UR-1より優れているようであるが、これは、縦隔部に相当する濃度域でのグラディエント値が新システムの場合、UR-1より高く、鮮鋭性も向上しているためと考えられる。以上の項目を考慮して試料を観察したとき、胸部X線写真として全体的にバランスが取れているかどうかで、総合的な画質評価を表した。この結果は、新旧システムに差はなく、UR-1に比較すると少し劣っているが、3システムの間有意な差はないと考えられる。ここで、UR-1がやや優れていると評価を受けたのは、肺野部のコントラストが他のシステムより高いためであると考えられる。また、物理特性のMTFやウィナースペクトルでは、3システムの間差があったが、この程度の差では今回の視覚評価にはあまり影響を与えなかったと推測される。

結論

物理的画像評価では、新システムは旧システムより、感度は10%前後低く、高濃度部のコントラストが低いシステムである。また、鮮鋭度の向上はみられるが、低濃度での粒状性は逆に悪い結果となった。

臨床写真による視覚評価では、新ES-Cは旧に比較すると、コントラストが若干低く、鮮鋭性・粒状性は同等と思われる。しかし、総合的な画質評価では両者に差はない。

また、今回のような特性の変化は、メーカーより発表されていないので、カタログからは特性の変化はわからない。そのため、定期的に増感紙フィルムシステムの特性の測定を行い、その変化を把握することは最適画像の取得と画質管理の面から重要と思われる。

謝辞

本研究に、ご協力していただいた岡山大学医学部附属病院中央放射線部および医療技術短期大学部診療放射線技術学科の諸兄に深謝いたします。

参考文献

- 1) 板橋正道, 岩崎信之, 他: 新オルソシステム(富士ADシステム)の開発. 第50回日本放射線技術学会総会発表抄録, 日放技学誌, 50, 1293, 1994
- 2) 山室紀人, 佐久間晴彦: 新オルソフィルム(EXシステム)の開発. 第22回日本放射線技術学会秋季学術大会発表抄録, 日放技学誌, 51, 299, 1995
- 3) 佐久間晴彦, 本田凡, 他: 新オルソシステム(EXシステム)の設計. 第51回日本放射線技術学会総会発表抄録, 日放技学誌, 51, 1345, 1995
- 4) 吉田彰: Filter bootstrap法とmodified stepwedge bootstrap法による増感紙/フィルムシステムのX線センチメートル. 日放技学誌, 44, 535-541, 1988
- 5) 吉田彰, 中村伸枝, 他: MTF測定におけるスリット法と矩形波チャート法の比較(1, スリット法). 第45回日本放射線技術学会総会発表抄録, 日放技学誌, 45, 1350, 1989
- 6) Doi, K., Holje, G. et al.: MTF's and Wiener spectra of radiographic screen-film systems. Springfield, Virginia, National technical information service, HHS Publication FDA 82-8187, 1-77, 1982
- 7) 小寺吉衛, 大久敏弘, 他: 放射線画像系の粒状性の測定法(I). 日放技学誌, 43, 1753-1765, 1987

広島県立保健福祉短大紀要 1 (1) 59 - 64 1995

8) Dainty, J.C., and Shaw, R.: Image science. London, Academic Press, 292-298, 1974