



Title	多目的利用を意図したX線マイクロフィルミングシステムの開発に関する研究
Author(s)	小塚, 隆弘; 藤野, 保定; 曽根, 僥輔 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1980, 40(9), p. 898-905
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17339
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

多目的利用を意図したX線マイクロフィルミング システムの開発に関する研究

大阪大学医学部放射線医学教室

小塚 隆弘* 藤野 保定 曽根 健輔 打田日出夫**

御供 政紀 河合 隆治 重松 康

大阪大学医療技術短期大学部

山 下 一 也

(昭和55年2月18日受付)

(昭和55年3月24日最終原稿受付)

Versatile and Efficient Utilization of Microfilming System of X-ray Film

Takahiro Kozuka,¹⁾ Yasusada Fujino, Shunsuke Sone, Hideo Uchida,²⁾

Masanori Mitomo, Ryuji Kawai and Yasushi Shigematsu

Department of Radiology, Osaka University Medical School

Kazuya Yamashita

College of Bio-Medical Technology, Osaka University

Present address: 1) Department of Radiology, National Cardiovascular Center

2) Department of Radiology, Nara Prefectural Medical College

Research Code No.: 201.1

Key Words: Microfilm, Image quality, ROC curve, Radiological information

Concerning microfilming system of X-ray films, there remains a variety of basic and practical problems to be solved, when we intend to use for practice. The system, which we developed, is of great benefit for versatile and efficient use of radiological information, i.e. handling, storing, teaching, studying, etc.. Each sheet film of 105×148.75 mm in size contains 6 minified X-ray pictures and other clinical data necessary for making diagnosis or information for selfteaching. Deterioration of the physical image quality of the minified film and its projected image of the microreader, was found by modulation transfer function. Receiver operating characteristic curve obtained from a bead- and air-bubble-detection experiment shows less deterioration of the detectability in 19 times magnification image of the microreader than 10 times magnified image. Detectability of linear and micronodular shadows on the chest X-ray films shows 95% accuracy on the minified film. In spite of some disadvantage, above mentioned, microfilming system of X-ray film, developed by us, is available for clinical and educational practice.

* 現 国立循環器病センター 放射線診療部

** 現 奈良県立医科大学 放射線医学教室

緒 言

近年各界において情報量の増大に伴ない、資料をより少ない空間に整理し、将来の有機的利用を企てる意味でマイクロフィルムが大大的に用いられるようになった。X線フィルムもその例に漏れず保管のスペースの縮小による保管年限の延長、紛失の防止、フィルム運搬のための省力化、などを目的としてマイクロフィルム化を計る施設がみられる。X線フィルムは単に保管をすればよいといふものではなく、病歴情報の一環として保管後の検索が容易でなければ死蔵されることにもなりかねない。さらに実際臨床面に用いて不便でないということに加えて、研究や教育にも利用できる可能性をもつならばより有用にもなるであろう。書類やカルテのマイクロフィルム以上に画質に秀れ、診断能を低下させないことも極めて重要な条件といえよう。

本研究は以上の条件に適したX線フィルムのマイクロフィルム・システムを開発し、その画質を検討し、臨床利用に適することを確かめ、研究、教育にもその利用の範囲を拡大することを目的とする。

方 法

使用フィルムは Fig. 1 に示すように $105 \times 148.75\text{mm}$ の大きさのシートフィルム形式である。ネガ作成用としてミニコピーフィルム HR-II を、ポジ作成にはミニポジフィルムを使用した。

シートフィルムの上部1/3はID部分であり、患者のID番号、氏名、年齢、紹介科、病棟名、および撮影依頼票に記載される程度の簡単な病歴や臨床データを写し込むことができる。写し込む内容を任意に変更することが可能であり、教育、研究など目的に応じた内容を考えればよい。

下部2/3はX線フィルムを撮影するスペースであって $32 \times 45\text{mm}$ 大のX線像を6コマ収容することができる。撮影可能な原版X線フィルムは最大半切大であり、縮小率は1/12一定とした。

ID部分とX線フィルム部分との境界にはスケールを写し込み、マイクロフィルムから計測が必要な場合の用にあてた。

マイクロフィルム撮影機は S105B-6 であり、先ず ID部分を一度に撮影した後、X線フィルムを1枚ずつ、計6枚撮影する形式である。撮影条件は原版X線フィルムの黒化度にしたがって3段階に変更できるように設定された。撮影が完了するとフィルムは内蔵された現像機に自動的に送られる。現像液は MD 620、定着液はスーパークリックスを使用した。現像処理に要する時間は7分であって、フィルムは乾燥されてとり出される。

出来上ったネガフィルムから反転したポジフィルムを作成するためには、ミニポジフィルムに密着露光した上、撮影機内の現像機を使用、現像処理を同様に行なう。

画質の検定方法

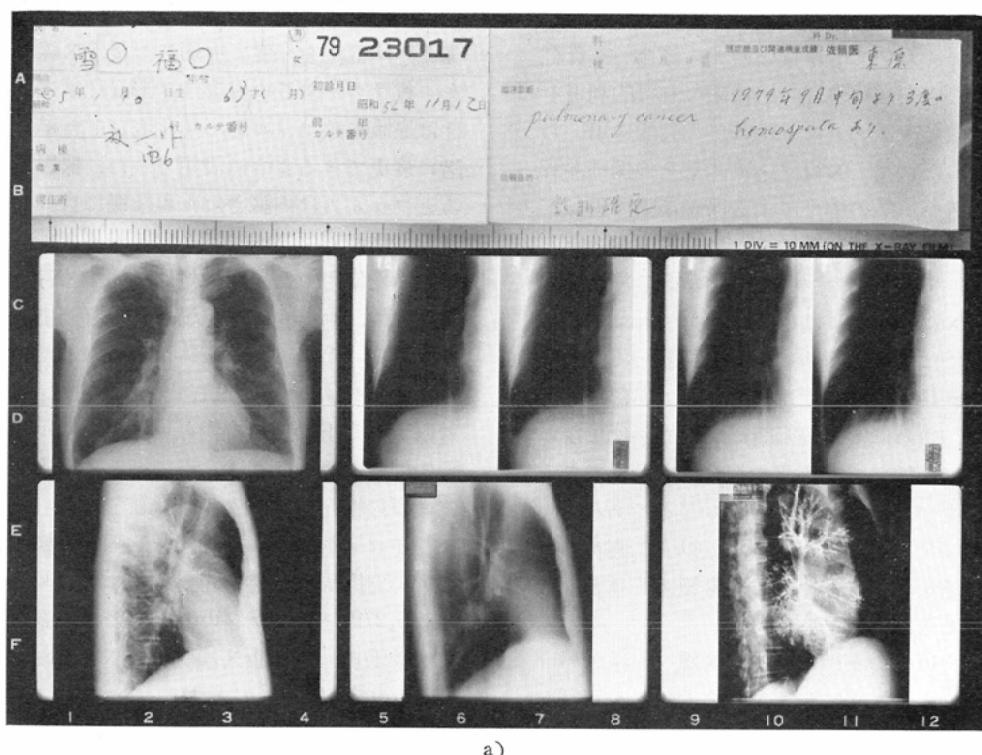
マイクロフィルムの物理学的画質の検討には型の如く空間周波数特性を求めた。Funk の chart No. 6,279 を Y-type film, FS の撮影系を使用してX線撮影し、原版X線フィルムとした。以下これを original image とする。original image をさらに Asahi Pentax, Macrotakumar 50mm F4, ミニコピーフィルムを使用して撮影し、そのフィルム像を copied image とする。

原版X線フィルムをマイクロフィルム撮影機で撮影したマイクロ像を Microreader RF 3A 上に投影した像を倍率 $10\times$, $19\times$ として上記と同様の方法でカメラ撮影を行なった。この像を projected image $10\times$, $19\times$ とする。original image, copied image, projected image $10\times$, $19\times$ を Microdensitometer FDX-5 で測定した。マイクロ像の空間周波数は original image のそれに換算した。

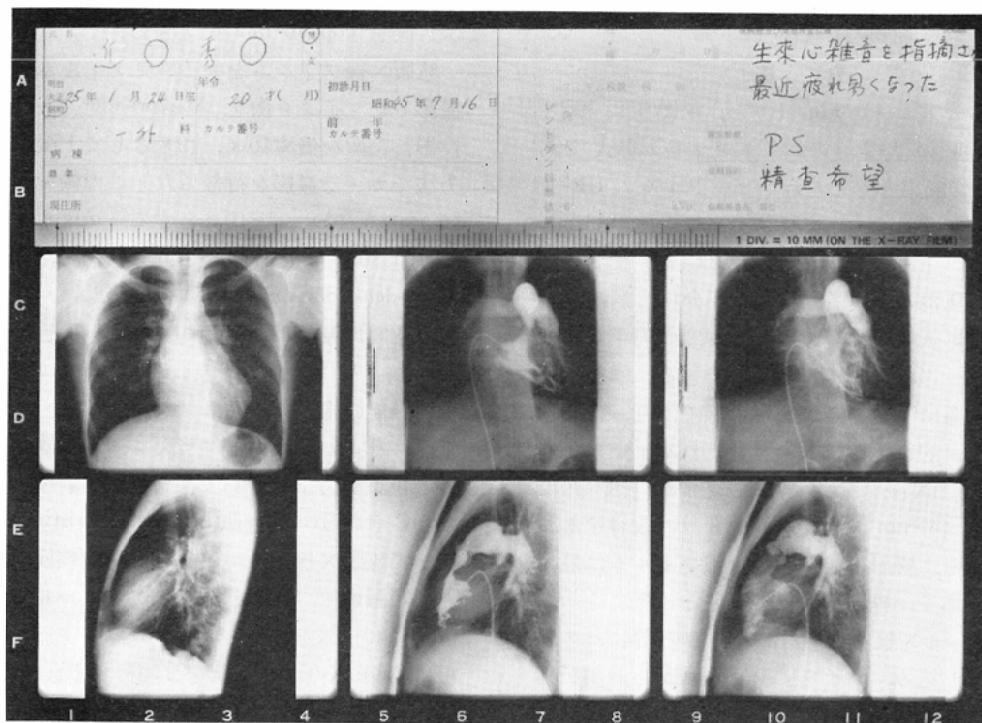
検出能の検定方法

フィルムの解像力だけでなく、観察器系、観察者の視認能力をも含めて検出能を検討するため ROC (receiver operating characteristic) 曲線を用いて原版X線像、マイクロ像を比較検討した。

試料画像に用いた信号はアクリル樹脂製の 2 mm 径ビーズ玉数個と 2.1mm 厚のアクリル樹脂板に 2mm 径の球状空洞を数個有するものである。前者は radio-opaque の信号であり、後者は radio-



a)



b)

Fig. 1 Samples of minified film.

lucent の信号である。これらをX線撮影してそれぞれ108枚の試料画像を作成した。使用撮影系はY-type film, FS の組合せであり、濃度は0.65±0.03とした。これらの original image からマイクロ像を得た。original image は通常の読影用シャウカステンで、マイクロ像は観察器 RF-3A で観察した。

方法として先ず original image、約2週間後にマイクロ像の10倍像、さらに2週間後に19倍像を観察した。観察者は著者の中の1人であり、放射線医の経験20年である。

観察は5極評定とし、次の5つのカテゴリーに分けた。① 信号は絶対に存在しない。② おそらく存在しないだろう。③ どちらともいえない。④ おそらく存在するだろう。⑤ 確実に存在する。

得られた応答から true positive : P (S/s) と false positive ; P (S/n) を求め、各カテゴリー毎に2点を打点することによって ROC 曲線を求めた。

画質の臨床的評価

胸部単純X線像の中から線状影の代表として、

右肺野の上中葉間胸膜で構成される、いわゆる毛髪線をとりあげた。存在するもの50枚、存在しないもの50枚を選び、マイクロ像を作成し、原版像とマイクロ像の両方を観察した。マイクロ像はポジ、ネガを共に対象とした。

一方、点状影の検出能測定のための材料としてはリンパ造影後の肺の微小栓塞像を選び、存在するものと存在しないものをそれぞれ20枚宛を対象とし、線状影と同様の方法で検討した。

線状影、点状影はともにマイクロ像（ポジ像、ネガ像）を別々に観察させ、original image の読影結果との合致率を調べた。それぞれの像の観察日は間隔をおき、記憶による影響を避けた。

読影にあたったのは5名の放射線医であり、経験年数は3年から20年にわたる。

印画紙焼付による復元性の検討

マイクロ像から原版X線フィルムのサイズへの焼付復元テストを繰り返し行ない、撮影条件、黒化度を調整し、復元像と原画との比較を行なった。

結 果

マイクロフィルムの上部1/3を占めるID部分は文字のサイズが大きく、肉眼で視認することが

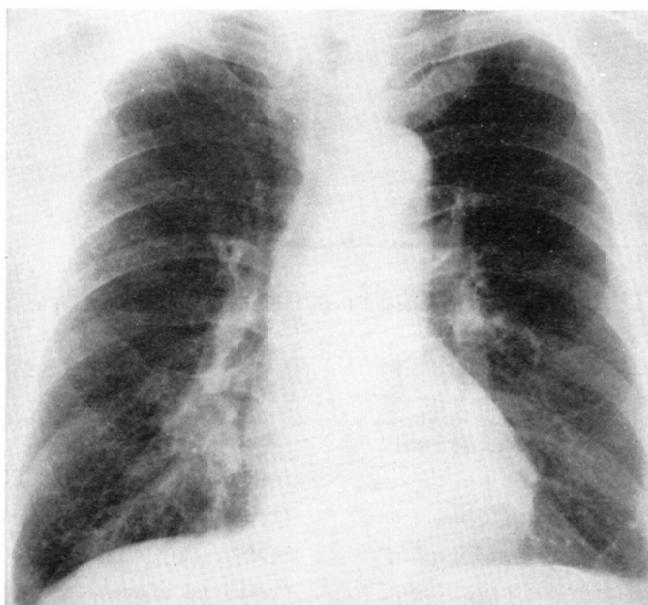


Fig. 2 a)

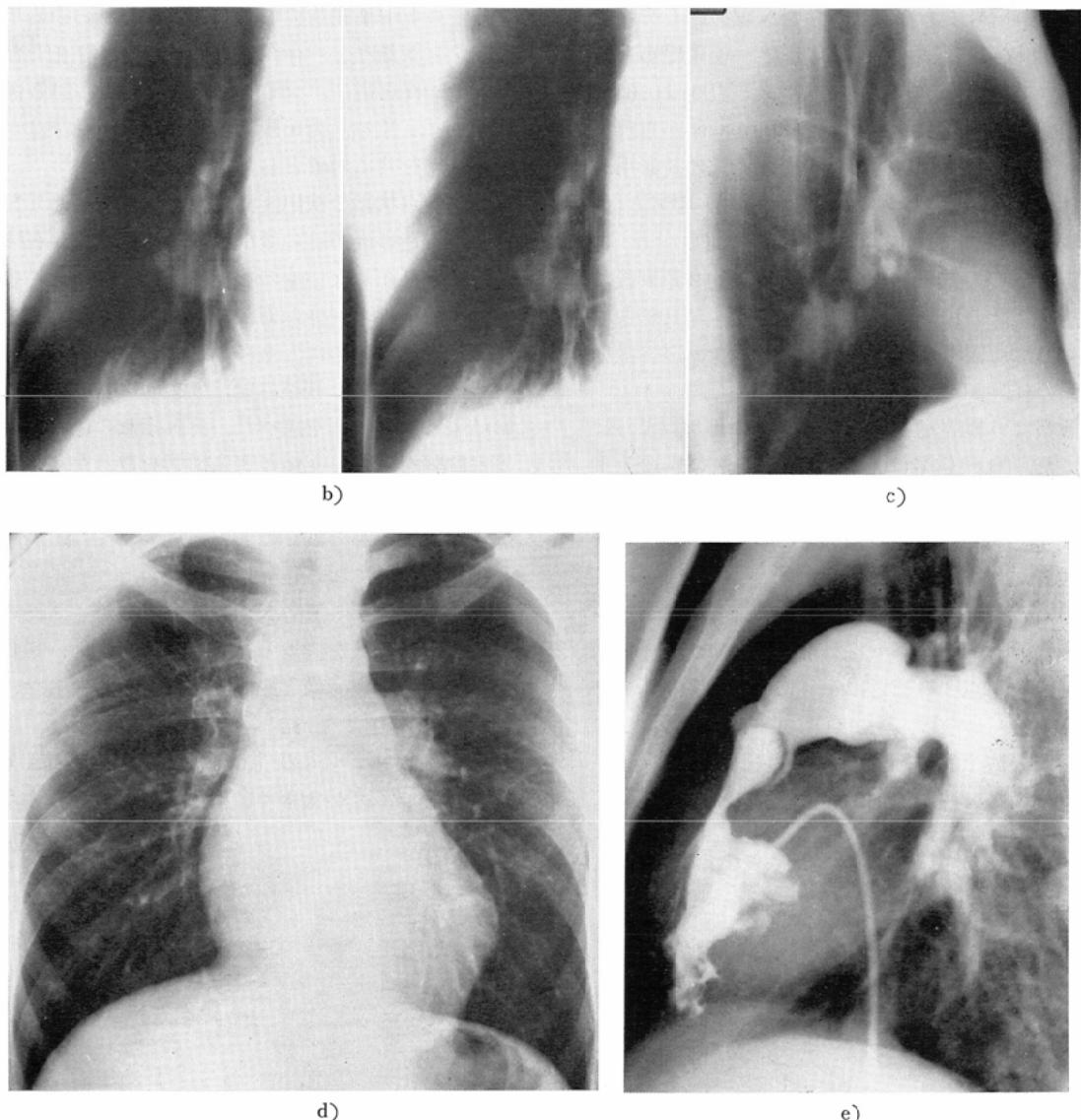


Fig. 2 X-ray pictures reproduced from minified films shown in Fig. 1.

可能で、検索には便利である (Fig. 1)。3段階に分けて撮影条件を用手調整することにより、種々の条件のX線フィルムのマイクロ像で適正露出が得られた。

マイクロ像の復元焼付テストによって実用上問題のない印画像を得ることができた。Fig. 2 は Fig. 1 のマイクロ像の一部をキャビネ版に引伸ばし焼付けたものでマイクロ像から研究発表用の写

真を得ることが可能であり、また特別の手数は不用であることが判明した。

Funk の chart から得られた原版X線像 (original image), X線像を 35mm 写真撮影した像 (copied image), マイクロ像を microreader 上で10倍, 19倍にした像を 35mm 写真撮影した像 (projected image) の空間周波数特性を Fig. 3 に示した。マイクロ像は original image に比し,

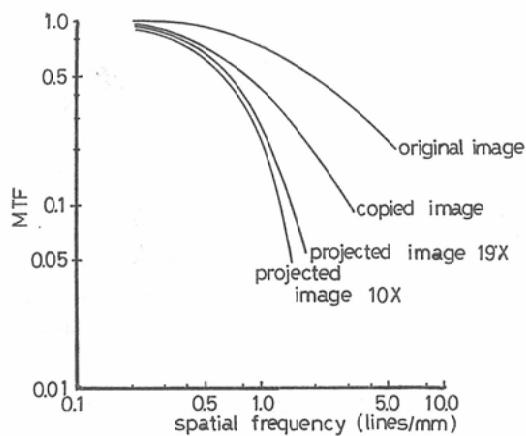


Fig. 3 Evaluation of physical image quality of minified film. Original image : Image of original X-ray film. Copied image : Image of minified film. Projected image : Image of 35mm copy of minified film.

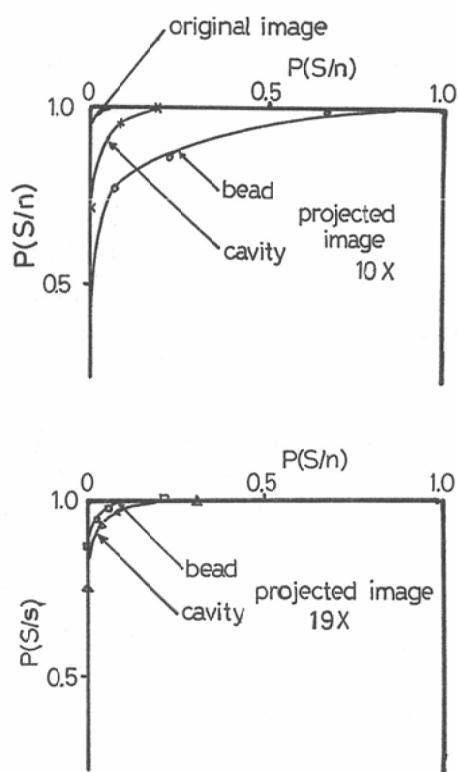


Fig. 4 Receiver Operating Characteristic curve obtained from a bead- and air-bubble-detection experiment.

すべて特性の低下をみとめる。殊に microreader を通した projected image の低下が顕著である。しかし19倍像は10倍像に比し低下の程度は軽い。

2mm 直径のビーズ玉像、空洞像から求めた ROC 曲線は Fig. 4 の通りである。ここでも original image に比しマイクロ像の検出能の低下がみられる。10倍像では空洞像の方がビーズ玉像より検出能がよいが、19倍像では差は縮小すると共に、original image に接近することが認められた。

Table. Detectability of linear shadows, representing minor interlobar fissure in right lung field and micronodular shadows showing microthromboembolism after lymphography. Accuracy in detection of these shadows on minified films was studied by five radiologists with various experience.

Doctors	linear shadow		micronodular shadow	
	N	P	N	P
A	94.0	85.0	97.5	95.0
B	93.0	87.0	90.0	90.0
C	97.0	89.0	95.0	77.5
D	94.0	92.5	90.0	90.0
E	97.0	91.0	92.5	92.5
mean	95.0+ 1.9	87.4+ 2.6	94.5+ 3.3	89.0+ 6.8

N : Negative picture, produced directly from original X-ray film.

P : Positive picture, printed from negative picture.

胸部単純X線像における線状の上中葉間胸膜像および点状の微小栓塞像の検出率は表に示した。いずれの像の検出率もネガ像では95%となったが反転処理を加えたポジ像ではそれぞれ87%, 89%となる。線状影の検出能の低下は統計上有意である。

考 案

X線フィルムのマイクロフィルム・システムには様々な形式があり、それぞれに得失がある。冒頭に述べたように単に保管面積の節減だけの目的で採用するのでは経費および手間の面で得策とは

いえず、あまりにも消極的にすぎるように思われる。日常臨床に適用するほか、教育、研究など多目的に、有効に使用するのが本システムの目的である。ID や臨床データのために比較的大きなスペースを割いたのはこの目的を考慮した結果であって、索引を容易にすると共に目的に応じて病歴情報を書き込むことができる。この部分をうまく利用すれば教育面への利用も考えることができる。スケールを利用して計測をすることも可能であるように研究面への応用をも配慮した。

研究面への応用を考えるときにはマイクロフィルムを直接観察するばかりではなく、印画紙への焼付けも可能であるように撮影条件、現像を考えねばならない。復元焼付けテストで良好な結果が得られたのでこの問題は解決されたと考えてい。

本システムを日常診療に使用するためにはマイクロフィルム作成に漏れのない方式を考えねばならない。現在国立がんセンターで行なわれている制度が最適であり¹⁾。本システムはこれを参考にした。すなわちX線フィルムの現像処理、整理が終った直後にマイクロフィルム撮影を行なうべきで、散逸、紛失を防ぐことができる。ネガフィルムを反転コピーしてポジフィルムとして紹介科、病棟に配布すれば原版X線フィルムの搬送の労力は大幅に省くことができるという利点を見逃すことはできない。

マイクロフィルム撮影を上記のシステムで行なうには迅速に、しかも手軽にできる方法をとるべきで、操作は半自動ないし、自動であることが望ましい。この点でもほぼ満足できる方式ということがきよう。但し、ネガフィルムからポジフィルムに反転するには暗室における露光操作が必要であるのは改善の余地を残している。

縮小率を1/12一定としたのは自動化を狙った結果であり、適当に縮小率を変えたり、トリミングすればマイクロフィルムの面積を有効に使用することはできるが作成の手間を増すという欠点が生じる。二者択一の悩みではあるが将来の改善は考えなければならないだろう。現在は観察器の倍率をあ

げることでこの欠点を補いたい。

次にシートフィルムに6枚のX線像を収容する形式の是非について考えてみたい。1件のX線検査がすべて6枚の倍数のフィルム数で行なわれならば経済的であるが、端数が出れば不経済である。1枚の撮影で済む検査が多くなるほど経済的効率が悪くなるのは当然である。阪大病院における226件、790枚の無作意サンプリングの結果1枚撮影の件数は99(13%)であり、2—6枚使用の検査は45%を占めた。この結果をみればシートフィルム形式はさほど不経済ではないといえよう。

マイクロフィルムの有用性、採否を決定する因子は何といっても画質、殊に解像力であり、検査情報資料としての陰影発見能であろう。解像力は空間周波数特性で検討したが、マイクロフィルムそのものの画質の低下は microreader 上の像における画質の低下に比較するとそれほど著明ではない。したがって観察器の改良を行なえば画質の低下はかなり防ぐことができよう。殊に粒状性の増加が最大の劣化因子である。粒状性が画質を低下させることはすでに指摘されていることであり²⁾³⁾、さらに改良を試みたい。

ROC 曲線による検出能の検定でも粒状性が気泡、ビーズ玉をみえ難くすることを経験した。同じ観察器でも拡大率をあげると検出能が向上するので細部は19倍の拡大像で観察するのがよい。

X線像から様々な像を認識する場合には単にフィルムの物理学的特性だけを問題にするのは誤りであって、読影者の画像認識能力、読影環境、観察器の照度、性能などを含めた総合的評価がなされるべきである。その点で ROC 曲線による評価はよい方法の1つと思われる⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

胸部単純像を利用した検出能の検定では線状影の代表として上中葉間胸膜線、粒状影の代表としてリンパ造影後の微小栓塞像を対象とした。いずれも最も繊細な陰影の代表と考えられ、これらが認識できるならば他の構造や病巣の陰影を発見することは可能と考えられるし、これら陰影の発見は読影者の認識能だけが問題であって診断能には関係がなく、数人の読影者でテストができる。そ

の結果、ネガフィルムでは95%の発見能を示したことにはほぼ満足してよいが、実際に臨床面に使用するのはネガを反転したポジフィルムであり、発見率が87%，89%に低下したことは反転操作に伴なう当然の帰結とはいいうもののまだ改善の余地があることを示している。Lehr ら⁷は2,145例の既診断症例において35mmマイクロフィルムの正診率が $2.3 \pm 2.4\%$ 低下するとした。この数字はわれわれのものよりすぐれているが判断の基準が異なる上に、診断には読影者の知識、能力といった因子が加わるし、必ずしも微細構造の発見が必要でないこともあるので本研究のデータと比較することには無理がある。画質自体の検討のためにはROC曲線や本研究が用いたような単純な陰影を対象とした方が無難であろう。

今後このシステムを実用に供するためにはまだ問題は多い。現在臨床面の活用について検討を進めており⁸、問題点に応じた改善を行なう予定である。

結語

- シートフィルム形式による汎用型X線フィルムのマイクロフィルム・システムを開発した。
- シートフィルムのサイズは105×148.75mmで、上部1/3はID部分であり、肉眼で患者名、ID番号が視認でき、検索に便利である。そのほか簡単に臨床データを写し込むことができ、臨床のみならず、教育、研究にも利用できる。下部2/3には6枚のX線フィルムを写すスペースに当たる。
- Funkのchartを使用して検定した画質は幾分低下を示すが、観察装置の拡大率を10倍から19倍に上げることによってやや改善される。ROC曲線を用いた検出能でも同様な傾向を示した。

4. 胸部X線像における線状影、微小点状影の検出能検定ではネガフィルムで95%，ポジフィルムで87%，89%の精度を示した。

5. 以上の結果から本システムによるマイクロフィルムは実用に耐え得ると判断した。

本研究の一部は文部省科学研究費によつて行なわれた。本研究に御協力頂いた富士写真フィルム、大上進吾氏、諸星剛一氏、株式会社レミントンランド・マイクロフィルムサービス、大阪大学放射線医学教室医師、同中央放射線部放射線技師の各位に厚く御礼申し上げる。

文 献

- 山田達也：私信
- 小塚隆弘：X線写真的画質。日放技会誌, 31: 349-354, 1975
- Genant, H.K. and Doi, K.: High-resolution skeletal radiography: Image quality and and clinical applications. Current Probl. Diag. Radiol., 7: Feb/Jan., 1978
- Goodenough, D.J., Rossmann, K. and Lusted, L.B.: Radiographic applications of signal detection theory. Radiology, 105: 199-200, 1972
- Metz, C.E., Goodenough, D.J. and Rossmann, K.: Evaluation of receiver operating characteristic curve data in terms of information theory, with applications in radiography. Radiology, 109: 297-303, 1973
- 山下一也、若松孝司：信号検出理論のX線撮影系への適用。日放技会誌, 33: 111-117, 1977
- Lehr, J.L., Lodwick, G.S., Farrell, C., Braaten M.O., Virtama, P. and Koivisto, E.L.: Direct measurement of the effect of film miniaturization on diagnostic accuracy. Radiology, 118: 257-263, 1976
- 藤野保定、重松 康、曾根脩輔、打田日出夫、河合隆治、小塚隆弘：レ線フィルムのマイクロフィルミングシステムの開発に関する研究(第2報)。日医放学会(徳島), 1978