



Title	50 μ 微小焦点管球による20倍直接拡大撮影とその意義について (X線拡大撮影法の研究 第42報)
Author(s)	佐久間, 貞行; 綾川, 良雄; 藤田, 恒治
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1970, 30(2), p. 205-209
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17396
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

50 μ 微小焦点管球による20倍直接拡大撮影 とその意義について

(X線拡大撮影法の研究 第42報)

名古屋大学医学部放射線医学教室 (主任: 高橋信次教授)
佐久間貞行 綾川 良雄 藤田 恒治

(昭和44年11月20日受付)

Macroentgenography in twentyfold magnification taken by means of 50 μ focal spot X-ray tube and evaluation of its reduced image

by

Sadayuki Sakuma, Yoshio Ayakawa and Tsuneharu Fujita

From the Department of Radiology (Director: Prof. Shinji Takahashi) Nagoya University School of Medicine, Nagoya, Japan

Macroentgenography in twentyfold magnification taken by means of X-ray tube having a 50 μ focal spot was studied.

Macroentgenograms as well 4-fold as in 20-fold magnification of the left hand of the patient metastatized from the pulmonary cancer were taken with the exposing factors of 115 kVp, 1 mA, 0.15-0.2 sec. and 107 cm of the focus film distance. Kyokko MS medium speed intensifying screen and Fuji KX medical X-ray film were used.

(1) The MTF curves obtained experimentally revealed that the image quality of macroentgenograms in 20-fold magnification is distinct in its all spatial frequency region as compared with that of macroentgenograms in 4-fold magnification (Fig. 1).

(2) Macroentgenograms of the hand in 20-fold magnification were seen with lack of sharpness (Fig. 2). However, the number of trabeculation of the bone were increased in 20-fold macroentgenograms than that in 4-fold macroentgenograms (Fig. 3). Therefore, reduction of macroentgenograms in 20-fold magnification into 6 to 7 times were rather suitable for the clinical examination (Fig. 4 and 5).

緒言

50 μ の微小焦点管球による高拡大撮影は、増感紙の使用、1m前後の撮影距離など撮影系の条件、又被写体の厚みや、部位などの状況によっては情報量を増す³⁾¹¹⁾。そこで現在この管球と一緒に使用している装置で比較的容易に撮影のできる最高の拡大率20倍の直接拡大撮影を行なった。

この臨床例について、情報量を理論的に考察し、又、この観察の方法について論じようと思う。

実験方法

1. 基礎実験

30 μ の厚みの金の3.85lp/mm (130 μ) から20lp/mm (25 μ) の日本放射線機器研究所製のテストパターン²⁾を用いた。これを50 μ の微小焦点管

球(東芝DRX-89A 4¹⁵⁾) No. 1350を用い、単相全波整流X線発生装置を用いて115 kVp, 1 mA, 0.05秒で撮影した。増感紙は極光MS, フジKX X線フィルムを用いた。管球焦点—被写体間距離26cm, 管球焦点—フィルム間距離107cmで4倍拡大撮影を、管球焦点—被写体間距離5.5cm, 焦点—フィルム間距離107cmで20倍拡大撮影を行なった。それぞれの像の濃度曲線をマイクロフォトメーターにて、50 μ ×300 μ の走査光源で求め、特性曲線から線強度分布に変換して矩形波レスポンス関数を算出した⁸⁾⁵⁾⁸⁾¹⁰⁾¹²⁾。矩形波レスポンスから正弦波レスポンス関数への変換には、Coltmanの式⁴⁾を用いた。

2. 臨床実験

患者は62才の男子で、肺腫瘍のため放射線治療中、手掌等に疼痛を訴え、手骨のX線検査を行なった。ノースクリンフィルムによる単純撮影でみられた変化のうち、明瞭でない左の示指中節骨、薬指基節骨、中指中手骨のそれぞれ4倍および20倍の拡大撮影を行なった。撮影条件はいずれも115 kVp, 1 mA, 0.2秒である。その他の条件は前項と同様である。それぞれ得られたフィルムは、密着焼付および引き伸び焼付、縮小焼付を次の様に行なった。すなわち、単純写真は4倍および20倍に、4倍拡大写真は20倍に拡大、20倍拡大写真は実大の10, 8, 7, 6, 5, 4倍に縮小しそれぞれを比較観察した。いずれの焼付も、原板から直接印画紙に行なった。

実験結果

1. 基礎実験

4倍拡大撮影, 20倍拡大撮影共にテストパターンの36 μ (13.9lp/mm) を解像している。しかし30 μ (16.7lp/mm) は不明瞭である。すなわち増感紙MSを用いたこの実験では、4倍拡大でも20倍拡大でも解像力は変わらない。然し乍らレスポンス関数(第1図)に示される如く、全空間周波数領域で20倍拡大撮影の方が4倍拡大に比べてコントラストが良く、情報量の大きいことを示す。

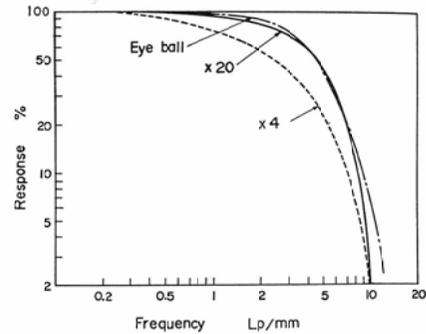


Fig. 1 Modulation transfer function (MTF) of the macrooentgenogram taken by a 50 μ focal spot tube and the human eye ball.

2. 臨床実験

直接20倍拡大撮影像は、いずれも鮮鋭でなく、辺縁、骨梁いずれも暈けた感じを与える。これにくらべると、直接4倍拡大撮影像は鮮鋭であり、ノースクリンフィルム像はより鮮鋭に見える。しかしながら、骨梁を一ツツ対応させながら観察すると、20倍拡大撮影像が骨梁の現出は最も良く、4倍拡大撮影像、ノースクリン像の順となる(第2図)。そこでこれを明らかにするため、20倍

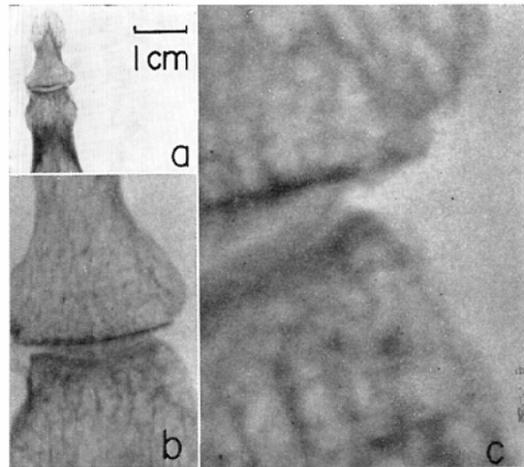


Fig. 2 Roentgenograms of the forefinger.
a: normal roentgenogram taken with non-screen X-ray film.
b: macrooentgenogram in fourfold magnification.
c: macrooentgenogram in fourfold magnification.

拡大撮影像は密着，4倍拡大撮影像およびノースクリン像はそれぞれ実大の20倍まで原板から引き伸し焼付したものを比較した。このためには，光源として同じ引伸機を用い，印画紙，現像いずれも同じにし，条件を出来る丈そろえた。ノースクリン像および4倍拡大像はいずれも粒状性が目立ち，鮮鋭さも20倍拡大撮影像に比べて劣り，骨梁の現出も，直接20倍拡大，直接4倍拡大，ノースクリンフィルムの順である。コントラストも直接20倍拡大が最も良く，直接4倍拡大，ノースクリンフィルムの順である。病変の描出も同様である(第3図)。次に直接20倍拡大撮影像を実大の10，

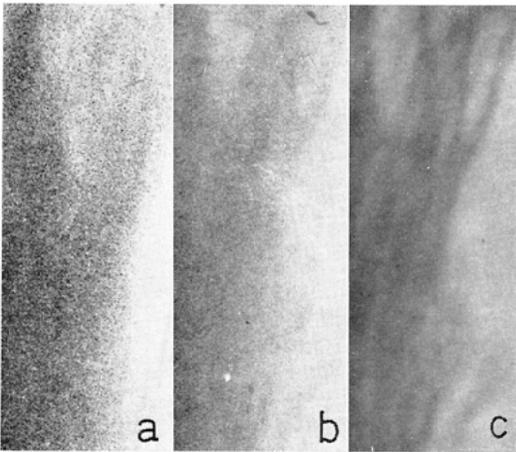


Fig. 3 Roentgenograms of the third finger
a: photographic magnified print of Fig. 2a.
b: photographic magnified print of Fig. 2b.
c: direct print of the Fig. 2c.

8，7，6，5，4倍まで縮小焼付けしたものと，直接4倍拡大撮影像を密着焼付けしたものを比較した。5名の放射線科医にそれぞれ判定を求めたところ，直接20倍拡大撮影像を6倍まで縮小焼付けした像を最も良いとしたもの3名，7倍および6倍が等しくかつ良いとしたもの1名，7倍を最良としたもの1名であつた。すなわち，直接20倍の拡大撮影したものを6～7倍まで約1/3に縮小したものは，コントラストも良く，かつ量を感じないので良い写真と判断されるのである(第4図)。ノースクリンフィルムを4倍に引き伸し焼

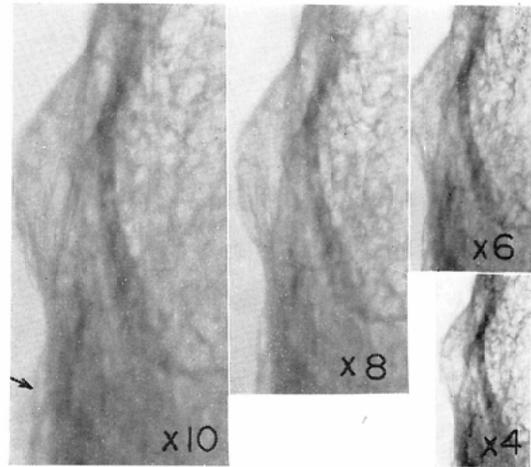


Fig. 4 Reduced prints of the macroroentgenogram of the middle finger in 20-fold magnification into 10, 8, 6 and 4-fold.

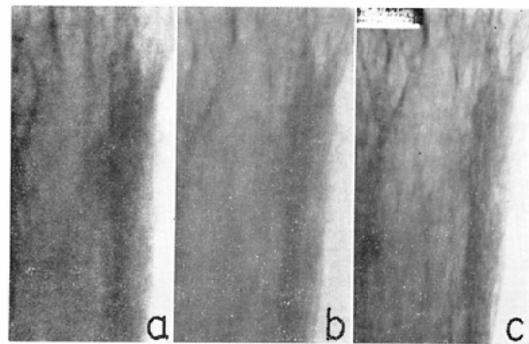


Fig. 5 Roentgenograms of the same third finger as Fig. 3.
a: magnified print of the normal roentgenogram.
b: contact print of the fourfold macroroentgenogram.
c: reduced print of the twentyfold macroroentgenogram.

付けしたものと，直接4倍拡大撮影像を密着焼付けしたものと，直接20倍拡大撮影像を実大の4倍に縮小焼付けしたものを比較すると，直接20倍拡大撮影像は他に比べてコントラスト，鮮鋭さのいずれも優れている(第5図)。

考 按

微小焦点管球を用いた11倍から15倍の直接高拡大撮影は既に報告されている¹⁾⁴⁾。しかしこの撮

影があまり用いられなかつたのは、撮影技術上の困難もさることながら、その映像は、4倍拡大写真に比べ暈けが感ぜられることにもよろう。テストパターンの解像からすると、この実験では600 μ の暈はあることが推測される。一般に言われる暈の視認の限界200 μ ~300 μ をはるかに超えるものである。しかしレスポンス関数の上からみると、増感紙FSとの組み合わせでも、ごく高空間周波数領域をのぞき、拡大率の大きい程コントラスト比は高くなり³⁾¹²⁾、MSとの組み合わせでは、全空間周波数領域で良くなる。又この曲線は、低域、中域では眼球のレスポンス¹³⁾に近似する。

ここで情報量(H)は $K = \int_0^{\infty} R(\nu) d\nu$ とすると、

$$H = -\frac{1}{K} \left(\int_0^{\infty} R(\nu) \log_2 R(\nu) d\nu + \log_2 K \right)$$

但し $R(\nu)$ は

$$R(\nu) = \frac{E(\nu)_{\max} - E(\nu)_{\min}}{E(\nu)_{\max} + E(\nu)_{\min}}$$

$E(\nu)_{\max}$, $E(\nu)_{\min}$ はそれぞれ入力空間正弦波によつて生じた最大、最小濃度を露出量で表わしたものの。

であるから⁹⁾、この実験の場合、拡大率の大きい程、情報量は大きくなる。従つてこの臨床実験で示された結果は妥当なものである。けれども目に暈けて写るとき、それから情報を汲みとることは容易ではない。主観的な鮮鋭さ(S)は、視覚のレスポンス関数 $V(\nu)$ を用い、

$$S = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} R^n(\nu) V^n(\nu) d\nu}{\int_{-\infty}^{\infty} V^n(\nu) d\nu} \quad (n = 1 \text{ または } 2)$$

とされているが、しかし $V(\nu)$ は刺激の物理的条件や、観視条件により変化するので上式は一義的に与えることは出来ない¹³⁾。一般に視覚の $V(\nu)$ は、高域と低域がともに降下する帯域濾波器形といわれる。したがつて、高拡大撮影像を観る場合にはこれに合わせて、視力に応じて遠距離で観るとか、凹レンズを用いる、又は縮小焼付けをすればよい。但し、その過程による歪みは考慮されなければいけないが、この実験の様に焼付けの場合、現像効果は高域強調となつて現われるので縮小による細去は少ない筈である。

映像上、高拡大撮影は優れていることは証明さ

れたが、臨床上どのような効果が期待されるのであろうか。第3図および5図の如く、骨稠密質の骨梁の粗鬆化や破壊の在り方など、高拡大撮影でなければわからぬ様な変化の発見の可能性を示す。又これは従来の方で論じられなかつた様な、微細血管の造影検査の可能性をも示すものであろう。しかしながら、管球の容量や、患者の被曝線量と情報量のバランス⁶⁾⁷⁾、高拡大による歪み率の増大¹⁴⁾など、臨床的に制限される因子も多い。従つて撮影できる部位も限られてくる。焦点はやや大きいが大容量のX線管球などの方策を考えねばならない所以である。

結論

50 μ の微小焦点管球を用いて手骨の20倍の直接拡大撮影を行なつた。得られた写真は一見暈けてみえるが、情報量は大きい。そこでこれを縮小して観察すると、暈は見難くなり観察に適した。これをレスポンス関数の概念から論じた。

文 献

- 1) Aderhold, K. und Seifert, L.: Ergebnisse der radiologischen Vergrößerungstechnik mit einer neuen Feinstfokusröntgenröhre für Abbildungsmaßstäbe grösser als 2:1. Fortschr. Röntgenstr. 81 (1954), 181.
- 2) 綾川良雄: 拡大撮影用テストパターンの試作, 日医放会誌, 掲載予定.
- 3) 綾川良雄, 佐久間貞行, 奥村寛: レスポンス関数からみた拡大撮影の至適拡大率(X線拡大撮影法の研究第37報), 日医放会誌, 27(1967), 575.
- 4) Coltman, J.W.: Specification of image properties by response to a sine wave input. J. Opt. Soc. Am. 44 (1954), 55.
- 5) 土井邦雄: X線撮影系のレスポンス関数(II) X線管焦点, 応用物理, 34 (1965), 190.
- 6) 藤田恒治: 小焦点管球による拡大透視法, 日医放会誌, 掲載予定.
- 7) Holm, Th.: Some aspects of radiographic information. Radiology 83 (1964), 319.
- 8) Morgan, R.H.: The frequency response function; Variable means of expressing the informational recording capability of diagnostic X-ray. Am. J. Roentgenol. 88 (1962), 175.
- 9) 西沢邦秀: エントロピーによるX線撮影系の評価, 日医放会誌, 印刷中.
- 10) Rossmann, K. and Lubberts, G.: Some characteristics of the line spread-function and modulation transfer function of medical radio-

- graphic films and screen-film system. Radiology 86 (1966) 235.
- 11) Takahashi, S. and Yoshida, M.: Roentgenography in high magnification. Reliability and limitation of enlargement. Acta radiol. (Stockholm) 48 (1957), 280.
- 12) Takahashi, S., Sakuma, S. und Ayakawa, Y.: Die vierfache direkte Vergrößerungsaufnahme. Der Radiologe 8 (1968), 217.
- 13) 樋渡潤二：視覚とテレビジョン，日本放送協会，1968.
- 14) 箭頭正顕：拡大撮影に於ける歪効果について，日医放会誌，19 (1959)，252.
- 15) 吉田元重，村木威，佐野忠芳：微小焦点高速回転ローターノード，東芝レビュー，21 (1966)，397.
-