

Title	レスポンス関数より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)
Author(s)	綾川, 良雄; 佐久間, 貞行; 奥村, 寛
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1967, 27(5), p. 575-578
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15611
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

レスポンス関数より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)

名古屋大学医学部放射線医学教室 (主任: 高橋信次教授)

綾川良雄 佐久間貞行

愛知県がんセンター研究所放射線部 (部長: 北島隆博士)

奥村寛

(昭和41年12月29日受付)

Optimal Magnification Ratio for Direct Macroradiography

Studied with Modulation Transfer Function (MTF).

Studies on Enlargement Radiography, 37. Report.

by

Yoshio Ayakawa and Sadayuki Sakuma

Department of Radiology, Nagoya University School of Medicine, Nagoya

(Director: Prof. Shinji Takahashi)

and

Yutaka Okumura

Laboratory of Experimental Radiology, Research Institute, Aichi Center Center, Nagoya

(Chief: Dr. Takashi Kitabatake)

Optimal magnification ratio for direct macroradiography using two X-ray tubes with a very fine focal spot and that with a 0.3 mm one were investigated by estimation of its MTF.

Macroradiography in 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 and 20 times magnification taken by means of X-ray tube having a very fine focal spot were conducted with the exposing factors of 110 kVp, 0.6 mA, 0.15 sec. and 100 cm of FFD. Similarly, macroradiography in 1, 2, 4 and 10 times magnification taken by the 0.3 mm focal spot X-ray tube were also made with the exposing factors of 80 kVp, 10 mA, 0.0167 sec. and the same FFD. Kyokko FS fine grain intensifying screen and Fuji KX medical X-ray film were used. As the test object, the lead line test pattern, in thickness of 50 μ of Optiker Funk (Nr. 5863 or Nr. 5769, 0.5-10.1 lp/mm), was used. The films were exposed so as to be from 1 to 2 in density. The density curve of the film was scanned with microphotometer of Narumi type 250 having a 50 μ scanning spot (Fig. 1).

(1) MTF of macroradiograms taken by a very fine focal spot tube

The MTF curves revealed that the image quality became distinct according to the increase of enlargement ratio up to 4 times (Fig. 2), but the MTF curves of macroradiograms in 5, 6, 8, 10 and 20 times magnification in order less distinct in the image quality in its higher spatial frequency region (Fig. 3). This indicated the optimum enlargement ratio to be 4 times when using the very fine focal spot.

(2) MTF of macroradiograms taken by a 0.3 mm focal spot tube

The MTF curves revealed that the image quality was best in a normal radiogram, and the image quality decreased when the enlargement ratio became higher than 2 times (Fig. 4).

緒 言

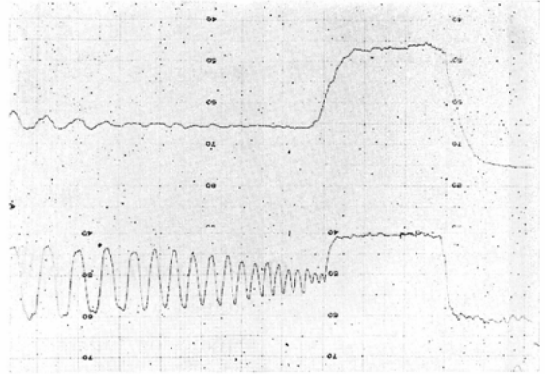
現在拡大撮影と云えば、焦点の大きい25~50 μ の微小焦点回転陽極管球¹⁾²⁾ (以下微小焦点管球と略記)による直接4倍拡大撮影^{3)~8)}他と焦点の大きい0.3mmの小焦点回転陽極管球 (以下小焦点管球と略記)による直接2倍拡大撮影⁹⁾他とが臨床に応用されている。余等はこの2つの焦点管球による、在来行われている拡大撮影の拡大率が適正であるか否か、又もし最も適正な拡大率があるとすればそれは奈辺にあるかに就いて、この2つの管球にて種々の拡大率の拡大撮影を行い、客観的画像評価の一具としてレスポンス関数の概念を導入して考察せんとする。

研究方法及び研究材料

実験に使用したX線発生装置は東芝製特型、微小焦点回転陽極管球 (焦点の大きい25~50 μ , フィルター 0.5mmAl) 及び東芝製 KXO-12型、小焦点回転陽極管球 (焦点の大きい0.3mm, フィルター 0.5mmAl) である。フィルムはFuji medical KX, 増感紙は極光 FS である。test pieceはOptiker Funk 社製のもので、Pb 板で50 μ 厚の矩形波をなしている。その Nr.5769, Nr.5863, line pairs/mm 0.5~10.1を用いた。FFDを100cm一定とし、焦点-テストピース間距離を可変にして拡大率を定めた。撮影条件は微小焦点管球では2次電圧を110kVp, 小焦点管球では80kVpと一定にし、mAsは各々の拡大率に応じて適正濃度即ち特性曲線の直線部分にのる濃度を得る様に選んだ。拡大率は微小焦点管球に就いては、1倍, 2倍, 3倍, 4倍, 5倍, 6倍, 8倍, 10倍, 20倍である。小焦点管球に就いては、1倍, 2倍, 4倍, 10倍である。撮影したフィルムは Elema-Schönander 社製自動現像装置を使用して、現像定着処理を行った。

実験はテストピースを上記種々拡大率にて拡大撮影を行い、フィルム microphotomer (Narumi 社製 250型) にかけて、scanning spot の大きさを50 μ (操作方向) \times 300 μ , scanning spot の speed を

Fig. 1 Density curve of the fourfold macroradiogram taken by a very fine focal spot tube (upper) and that taken by a 0.3mm focal spot tube (lower).



1 $\frac{1}{6}$ mm/min, paper の speed を 46 $\frac{2}{3}$ mm/min. にして濃度曲線 (図1)を求め、同一時期に同一管電圧で求めた夫々の特性曲線にプロットして、光強度分布をX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¹⁰⁾¹¹⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾。矩形波レスポンス関数から正弦波レスポンス関数への変換には Coltman の式¹⁰⁾を用いた。

結 果

1) 図2, 図3は微小焦点管球を用いた場合のレスポンス関数である。説明を便ならしめるために分けてある。図2は1倍, 2倍, 3倍, 4倍のも

Fig. 2 Modulation transfer function (MTF) of the macroradiogram taken by a very fine focal spot tube.

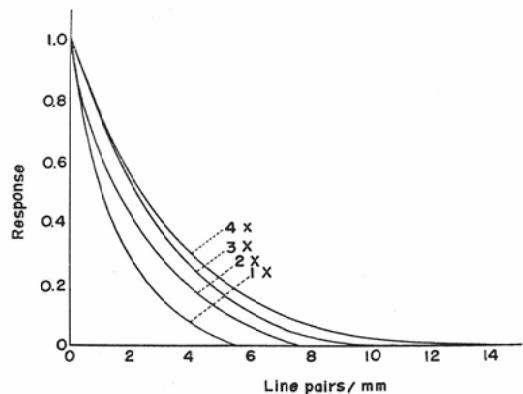
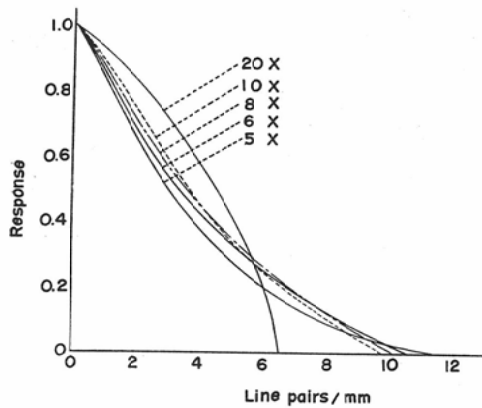


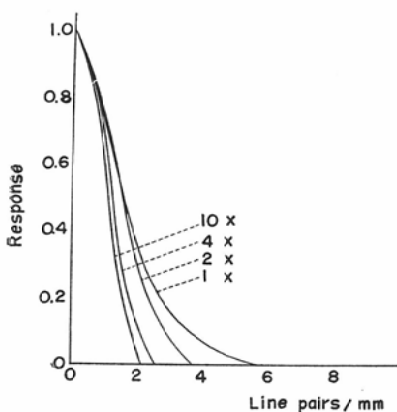
Fig. 3 MTF of the macroradiogram taken by a very fine focal spot tube.



ので、拡大率を大きくするにつれて全空間周波数領域でレスポンスはよくなり、4倍が最もよい。図3は5倍、6倍、8倍、10倍、20倍のもので、低空間周波数領域では拡大率の大きい程レスポンスはよいが、高空間周波数領域では順次逆転して、5倍、6倍、8倍、10倍、20倍の順にレスポンスは悪くなる。図2、図3を比較するに、4倍、3倍のレスポンス関数は可成の高空間周波数領域まで伸びており、5倍、6倍、8倍、10倍の順でこれに続く。

20倍の解像力は2倍と1倍の間にあり、6.3 line pairs/mm である。拡大撮影ではより微細構造の判別がつき、より多くの information を与える拡大率が拡大撮影の至適拡大率ということにな

Fig. 4 MTF of the macroradiogram taken by a 0.3mm focal spot tube.



る。今、図2、図3をみるに4倍が最も高空間周波数への伸びがよい。次いで、3倍、5倍、6倍、8倍、10倍、2倍、20倍、1倍の順である。従って微小焦点管球による拡大撮影の至適拡大率は4倍であると言える。

2) 図4は小焦点管球を用いた場合のレスポンス関数である。1倍、2倍、4倍、10倍の順に全空間周波数領域でレスポンスは悪くなる。従ってこの実験結果から小焦点管球では1倍が最もよく、2倍以上の拡大撮影を行う意味は少い様に思われる。

考 按

拡大撮影の至適拡大率に就いて、高橋等¹³⁾¹⁵⁾は実験的考察から、佐柳¹⁴⁾は理論的考察から論じているが、レスポンス関数は全周波数に亘つての定量的評価であるから、在来の方法より優ると考えられるので、この方法で吟味しなおしてみた。小焦点管球による拡大撮影は結果から明らかな様に2倍以上の拡大の意味は少いと考えられるが、これは余等の実験では拡大率を整数倍にした為で、もし実数倍を選べば、至適拡大率は1~2倍の間にあると云つてよい¹⁷⁾。同様に、微小焦点管球に就いても3~5倍の間、就中4倍の近傍にあると考えられよう。これは高橋等¹²⁾¹³⁾¹⁵⁾が実験的考察から拡大率は3~5倍がよく、精々6倍が限度であるとした結果と可成よく一致している。X線撮影系の総合レスポンス関数はX線管焦点の大きさ、被写体、フィルム、増感紙等種々の因子が定められれば求められる。又個々のレスポンス関数の積として表わされる^{19)~25)}。拡大撮影の場合、焦点の大きさが大きな因子となり、焦点の大きさが定めれば、拡大撮影の至適拡大率は容易に算定可能である¹⁴⁾²⁸⁾²⁴⁾。然るに余等の微小焦点管球の焦点の大きさは25~50μと云われている¹³⁾¹⁶⁾が実際の大いさはどのくらいか不明である。ピンホール法は使えない¹²⁾。

しかし拡大率の異なる2つの拡大撮影のレスポンス関数とフィルム-増感紙系のレスポンス関数が判れば、フーリエ逆変換により焦点の大きさの線強度分布を求める事は可能である。これに就いては別報¹⁸⁾にて述べる。フィルムは現在医療用とし

て臨床に繁用されているものの一つを、増感紙は普通臨床に用いられている中で最も粒状性の少ないものを使用した。臨床的にみて現時点に於いて多用されている組合せの一つと考えられるからである。被写体には50 μ 厚の Pb のテストピースを用いたから厳密には50 μ 厚の Pb の拡大撮影に就いてレスポンス関数から考察を加えた事になる。勿論、拡大率を除いた他の条件は同一であるから、至適拡大率に就いて云々する事は妥当である。

結 論

現在臨床的应用が為されている余等の微小焦点管球と 0.3mmの焦点管球による直接拡大撮影の至適拡大率に就いて、レスポンス関数の概念を導入して考察を行つた。実験から求めたレスポンス関数の比較検討により至適拡大率は微小焦点管球による拡大撮影では4倍である。0.3mmの焦点管球では2倍以上の拡大撮影の意味は少ない。

本論文の要旨の一部は第30回日本医学放射線学会中部地方会(S. 41. 2)及び第25回日本医学放射線学会総会(S41. 4)に於いて発表した。

文 献

- 1) Takahashi, S. & Yoshida, M.: Acta radiol., 48, 280, (1957).
- 2) Takahashi, S., Watanabe, T., & Shiga, K.: Nagoya. J. med. Sci., 20, 231, (1958).
- 3) Takahashi, S., Sakuma, S. & Sugie, Y.: Fortschr., Röntgenstr., 92, 294, (1960).
- 4) Sakuma, S.: Tohoku. J. exp. Med., 82, 242, (1964).
- 5) Takahashi, S., Sakuma, S., Kaneko, M.: Acta radiol., (Diagn.) 4, 206, (1966).
- 6) 徳永修, 日医放会誌, 19, 2315, (1960).
- 7) 高橋信次, 佐久間貞行, 診療, 15, 657, (1962).
- 8) 金子昌生, 日医放会誌, 25, 55, (1966).
- 9) Büchner, H.: Fortschr. Röntgenstr., 80, 71, (1954).
- 10) Coltman, J.: J. Opt. Soc. Amer., 44, 468, (1954).
- 11) Schade, O.: RCA Rev., 9, 246, (1948).
- 12) 高橋信次, 最新医学, 12, 2046, (1957).
- 13) 吉田三毅夫, 日医放会誌, 17, 32, (1958).
- 14) 佐柳和男: 応用物理, 26, 134, (1957).
- 15) 高橋信次, 吉田三毅夫: エックス線特殊診断法協議会資料, (1957).
- 16) 高橋信次, 渡辺令: 日医放会誌, 17, 77, (1957).
- 17) Büchner, H.: Fortschr. Röntgenstr., 80, 502, (1954).
- 18) 奥村寛, 綾川良雄, 佐久間貞行: 日医放会誌印刷中.
- 19) Rossmann, K.: J. Opt. Soc. Amer., 52, 774, (1962).
- 20) Morgan, R.: Am. J. Roentgenol., 88, 175, (1962).
- 21) Morgan, R., Betes, L., Gopal Rao, U., & Marinaro, A.: Am. J. Roentgenol., 92, 426, (1964).
- 22) 土井邦雄, 応用物理, 33, 50, (1964).
- 23) 土井邦雄: 応用物理, 34, 190, (1965).
- 24) Doi, K.: Am. J. Roentgenol., 94, 712, (1965).
- 25) 内田勝: 応用物理, 34, 97, (1965).