The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	X線フィルムの濃度におよぼす単増感紙撮影の影響（X線多色撮影法の研究 第1報）
Author(s)	田中, 良明
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1971, 30(11), p. 131-135
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18870
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

X線フィルムの濃度におよぼす単増感紙撮影の影響

X線多色撮影法の研究 第1報

名古屋大学医学部放射線医学教室（主任：高橋信次教授）
田中 良明

（昭和45年9月14日受付）

Photo-effect of the fluorescence from the opposite intensifying screen on the emulsion of the X-ray film

By

Yoshiaki Tanaka

Department of Radiology, Nagoya University School of Medicine, Nagoya
(Director: Prof. S. Takahashi)

In chromatoroentgenography conducted with medical X-ray film or medical X-ray color film, the front (or back) side is exposed at the same time with the fluorescence emitted from the back (or front) piece of the intensifying screen[11)12)].

The density of emulsions exposed by the opposite intensifying screen were measured under three exposure factors of 50 kVp, 70 kVp and 90 kVp. The results were as follows:

(1) The amount of the density of emulsion caused by single intensifying screen was slightly lesser when the screen was faced to the X-ray tube than that when faced to the film.

(2) With the conventional medical X-ray film, density of emulsion exposed by fluorescence of the opposite screen was about 47% to 60% of that facing to the screen. But this ratio was reduced to be about 23% to 30%, when medical X-ray color film (SAKURA) with antihalation layer was used.

(3) These phenomena had no connection with the change of the terminal voltage of the X-ray tube.

緒言

ここで述べるX線多色撮影法とは，X線フィルムの前面と後面に，位相の異なつた二つの像を，異種の発色々調に撮影する方法である[10)-13)]．この撮影にあたつて，X線フィルムの前面（あるいは後面）の感光乳剤は，後面（あるいは前面）の増感紙の蛍光によつても感光する．その感光する割合がどの程度であるか，従来の医用X線フィルムに加えて，新たに試作した，X線多色撮影用フィルム[11)12)]について調べた．

すなわち，実験目的は次の如くである．1）増感紙は前あるいは後増感紙として使用したとき，どちらが能率よくフィルムを感光せしめるか．2）単一増感紙の蛍光は，他側の乳剤の黒化にどの程度寄与するか．3）その黒化の寄与は，管電圧によりどの程度影響を受けるか．以上の3点を明らかにしようと思う．

実験方法および結果

実験1　医用X線フィルムは，反対側の増感紙の蛍光により，どれだけ黒化するか．

実験材料および方法　四つ切増感紙，極光MS（295248）の front piece を縦半分に切断し，その一つを四つ切X線フィルム Fuji KX の前面の縦半分に置き，その後面には黒紙を置いた．

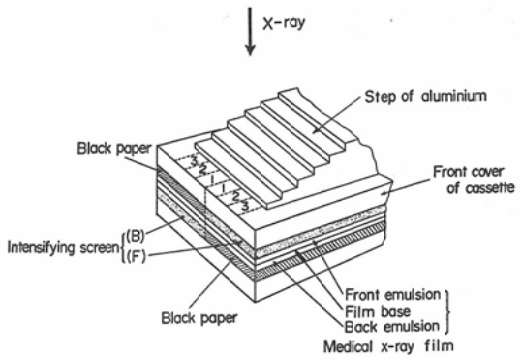

Fig. 1 Schema of arrangement of X-ray film and intensifying screen in cassette. Film is exposed with the single intensifying screen (F) or (B). After development, the film F_1 or B_1 is kept its double coated emulsionsas it is, the film F_2 or B_2 is removed the opposite emulsion to the screen, and the film F_3 or B_3 is removed the emulsion facing the screen.

他の半分のフィルムの後面には，残りの半分の増感紙を置き，この部分の前面には黒紙を置いた．カセッテ上に，厚さ1㎜のアルミニウム板による階段を，2枚の増感紙の境界線に跨るように置いた（Fig. 1）．

東芝 DRX-91B 装置にて，50 kVp，100 mA，0.25 sec.，70kVp，50 mA，0.1sec. および 90kVp，10 mA，0.25 sec. の3種類の条件で，X線曝射を行なつた．各フィルムの前面と後面については，それぞれ同時曝射したことになる．管球フィルム間距離は 100㎝，現像はSAKURA 自動現像機1型，32℃，3分30秒で，同時現像を行なつた．

得られたフィルムは幅25.4㎝であるが，その一部分，すなわち縦に幅1㎝に亘つて，そのいずれか一方の面の乳剤層を除去した．これには，漂白剤，花王ハイター（次亜鉛素酸ナトリウム主剤）の原液を含ませたガーゼで，乳剤層をぬぐい取る方法で行なつたが，この結果，例えば増感紙を管球側，すなわちフィルム前面に置いて撮影したものは，両面現像された部分 F_1 と，増感紙と反対側の乳剤層が除去された場合 F_2，および増感紙に密着した側の乳剤層が除去された場合 F_3 の3種類になつた．これと同一の増感紙を，フィルム後面に置いて撮影した場合も，同様にB_1,B_2,B_3 とする（Fig. 1）．この漂白剤により，乳剤の黒化度が影響を受けないこと，および乳剤層の除去が完全であることは，あらかじめ黒化したフィルムの両面を，この方法で処理して，フィルムベースのみになつてしまうことで確かめた．

3種類の条件で撮影したフィルムの，F_1,F_2,F_3,B_1,B_2,B_3 の部位について，それぞれナルミマイクロホトメーター NLM-Ⅷ型を使用して，濃度測定した．

結果．a）この実験は，同一増感紙，同一フィルムにて，同時曝射，同時現像を行なつたにもかかわらず，B_1 の濃度は F_1 に比べ，また B_2 と F_2，B_3 と F_3 とを比較しても，それぞれ前者の方がすでに視診のみで，やや高いことが判つたが，その計測値は濃度差にして，ほぼ0.01～0.05の間であつた（Fig. 2a-c）．

これは，増感紙の裏面（台紙側）からX線が入射するときは，逆に表面から入射する場合に比べ，蛍光の強さはやや劣るということを意味する．

b）乳剤面の黒化度は，増感紙に密着している側の方が，増感紙のない面よりも高い．すなわち，$F_1 > F_2 > F_3$ であり，$B_1 > B_2 > B_3$ である．またその黒化度は，$F_1 = F_2 + F_3$, $B_1 = B_2 + B_3$ である．F_2 および B_2 については，X線露出が増える程（アルミニウム階段の厚さが薄くなる程）黒化度は増すが，次第に飽和濃度に達し，これにつれて F_3 および B_3 の濃度も上昇して，徐々に前二者の濃度に近づく（Fig. 2a-c）．

c）フィルムのこれらの濃度と，管電圧との関係については，管電圧が50 kVp から90 kVp まで高くなるにつれて，アルミニウム階段の薄さに応じて増える濃度曲線の勾配は，次第に減じてくるが，上記 a), b)の関係は，管電圧の如何にかかわらずみられた．

実験2．ハレーション防止膜の入つた試作医用X線カラーフィルムでは，これらの露光影響はどうなるか．

実験材料および方法．フィルムベースと感光乳剤層との間に，増感紙の蛍光を遮断するフィルタ

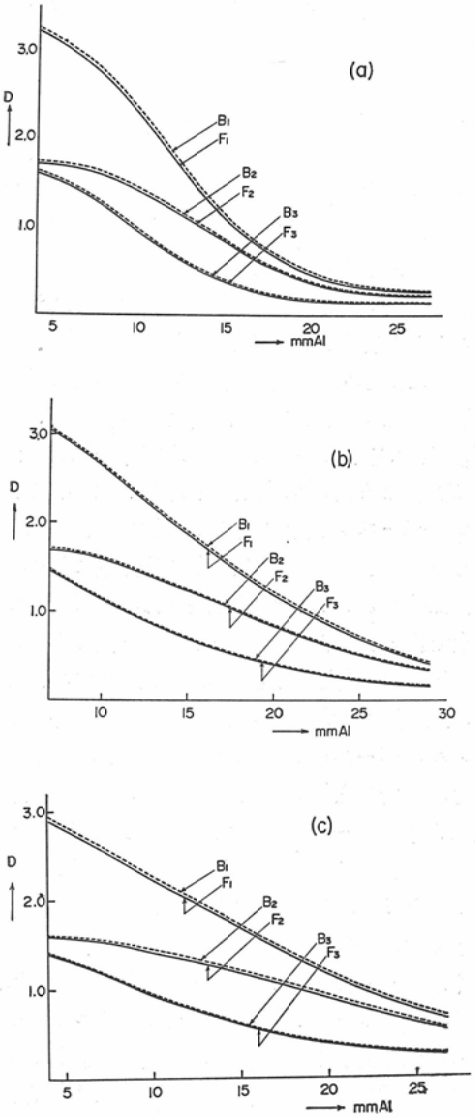

Fig. 2 Density of conventional medical X-ray film exposed under three exposure factors.
(a) 50 kVp, 100 mA, 0.25 sec.
(b) 70 kVp, 50 mA, 0.1 sec.
(c) 90 kVp, 10 mA, 0.25sec.

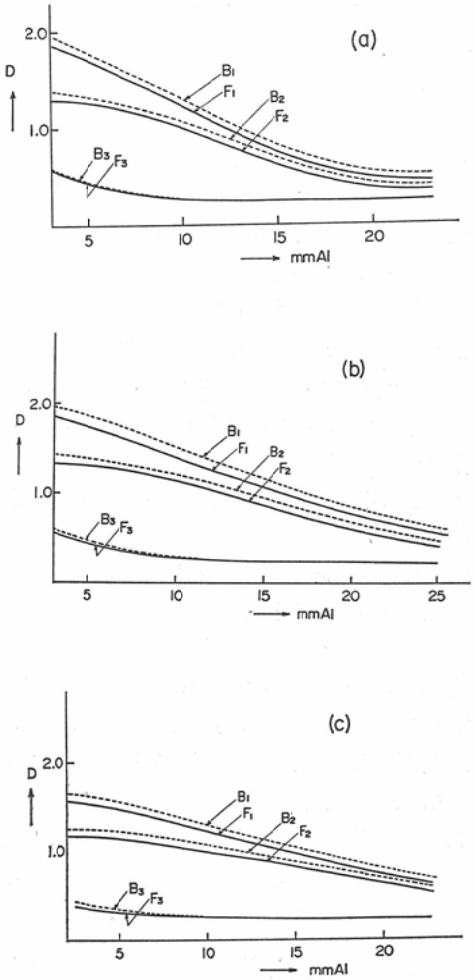

Fig. 3 Density of medical X-ray color film (SAKURA) exposed under three exposure factors.
(a) 50 kVp, 100 mA, 0.25 sec.
(b) 70 kVp, 50 mA, 0.1 sec.
(c) 90 kVp, 10 mA, 0.25 sec.

一層の入つたフィルムを，小西六写真工業に依頼して試作した[11),12)]．このフィルター層は，増感紙の蛍光波長域に一致した吸収帯をもち，黄色調をなしている．このフィルムは，一方の面に，マゼンタに発色する発色剤を乳剤層中に含み，他面には緑に発色する黄，シアンの発色剤を含んでいるので，内型反転発色現像にて，各面にそれぞれの色の色調を帯びたX線像を得ることができる．しかしこの場合は，単一増感紙によるフィルム黒化度について調べるのが目的であるので，発色現像は行なわずに，通常の黒白現像した結果について検討した．すなわち，フィルムに，ハレーション防止膜の入つた試作フィルムを使う以外は，全く

実験1と同一方法，同一条件で，実験を行なつた．

結果．a）実験1と同様に，B_1の濃度はF_1に比べ，またB_2の濃度はF_2に比べ，それぞれ大であつたが，その差は実験1よりも大きかつた．すなわち，実験1では0.01～0.05の濃度差であつたが，この試作フイルムでは0.03～0.11の濃度差があつた（Fig. 3a-c）．

b）$F_1=F_2+F_3$, $B_1=B_2+B_3$の関係は，実験1と同様であるが，F_2とF_3およびB_2とB_3の差は，実験1の場合よりもはるかに大きい．F_3, B_3の濃度は，X線露出が増えても（アルミニウム階段が薄い部位でも）極めて低い値をとり，実験1の如く，F_2, B_2の濃度曲線に接近しない（Fig. 3a-c）．

c）以上の関係は，実験1と同様，管電圧の如何にかかわらずみられた．

考　按

普通のカラーフィルムを用いて，X線直接撮影または間接撮影を行なう方法は，すでに試みられているが[1)-9)]，両面塗布の医用X線フィルムを利用して，X線多色撮影を行なうことは，新しい試みである[10)-13)]．この場合，単一増感紙より発する蛍光が，反対側の乳剤面をどれ程黒化させるかは，知らなければならなかつたのに，その知識は不完全であつたので，この実験が試みられた．ことに，試作の医用X線カラーフィルム(SAKURA)についての，この種の資料はなかつた．

試作カラーフィルムは，本来は発色現像を行なつて，色調を問題にすべきであろうが，光量として，増感紙の蛍光が，増感紙と密着あるいは反対側の乳剤面に，どれだけおよんでいるかを知る事が目的であつたので，発色現像をせずに，黒化度の比較を行なつたのである．すなわち，普通の黒白現像の結果で論じて充分であると判断した．

X線露出として，アルミニウム階段を用いる方法は，time scale で行なう方法に比べ，濃度曲線を得るには不完全であるが，今回の様な実験を行なうには，差支えない．さらに，実験は同一フィルム，同一増感紙，同時露出，同時現像を行なつたので，実験誤差の入り込む余地は少いと考えてよい．

実験結果a）について，増感紙をフィルムの前面に置いた方が，後面に置いた場合より，乳剤の濃度が少いのは，増感紙からの発光量がそれだけ弱かつたことを意味する．これは，増感紙をフィルムの前面に置けば，X線は増感紙の裏側（台紙側）から入射して，蛍光層を通過するために，増感紙自体に含まれる蛍光物質により，それだけ吸収によりX線が減弱するからと考えられる．

b）に関しては，単一増感紙を用いてX線露出を行なつた場合，増感紙と反対側の乳剤面，すなわちF_3あるいはB_3に到達する蛍光量は，増感紙に密着せる側の乳剤層F_2あるいはB_2と，フィルムベースの両者で光が減弱されるので，F_2あるいはB_2の乳剤面の感光する光量に比べて，それだけ少い．これが濃度差$F_2>F_3$, $B_2>B_3$の理由である．しかしこの濃度差は一定でなく，X線露出量が増大すると，著しく減少する．これは，上に述べた増感紙に密着せる側の乳剤層と，フィルムベースの両者による吸収量が一定（仮りにその値をKとする）であるのに，乳剤の特性曲線はS字状カーブをなしているので，直線部では光量差Kに比例した濃度差が，F_2とF_3あるいはB_2とB_3の間に生じても，X線量の多い高濃度部では，曲線の勾配が減ずるため，殆んど差がなくなるからである．すなわち，片面増感紙で両面乳剤塗布フィルムを露光した場合，フィルムベースをはさんだ2つの乳剤面の特性曲線は，ちようど感度差Kだけ平行移動した関係にあると云える．

試作した医用X線カラーフィルムは，ハレーション防止膜が附いており，したがつて増感紙より発する蛍光は，このフィルター層でさらに吸収され，反対側の乳剤面を黒化させるという事はおこり難い．すなわち，このフィルター層の吸収量をαとすれば，フィルムベースをはさんだ両面の乳剤間に，$K+\alpha$の光量差が生じ，両者の特性曲線上のずれが，従来のフィルムよりもαだけ増える．

実際には，F_2 あるいは B_2 の濃度が 1.0のとき，これを 100%とすれば，F_3 あるいは B_3 の濃度は従来の医用X線フィルムでは47%，試作のカラーフィルムでは23%となり，F_2 あるいは B_2 の濃度が 1.3の場合は，同様に前者が60%，後者が34%となり，ハレーション防止膜の入つた試作フィルムの方が，増感紙と反対側の濃度ははるかに少い．

c）については，増感紙と反対側の乳剤層へ透過する蛍光量の割合は，特に管電圧とは無関係であつたが，これは，X線フィルムの乳剤の感光が，大部分増感紙からの蛍光に起因し，X線そのものによるものが極く少いことで，理解される．

結　論

同一増感紙を，X線フィルムの前面あるいは後面に置いて，X線露出した場合，各乳剤面の感光する割合がどの程度であるかを，従来の医用X線フィルムに加えて，新たに試作した医用X線カラーフィルムについて調べた．その結果，1）増感紙は後増感紙として使用した方が，前増感紙として使用するよりも，フィルムのへ感光率が高い．2)単一増感紙の蛍光は，従来の医用X線フィルムでは，反対側に約4～6割の黒化度を与え，この比率はX線露出量が多い程，増大する．ハレーション防止膜の入つた試作カラーフィルムでは，この比率が少く，2～3割の程度である．3）以上の傾向は，管電圧の高低にかかわらずみられた．

文　献

1) Bergerhoff, W.: Farbige Röntgenbilder. Röntgen-Blätter, 13, 1960, 380—381.
2) Bonnan, L.J.: Direct color roentgenography: theory and facts of color roentgenography. Am. J. Roentgenol., 70, 1958, 585—587.
3) Bryce, A.: Experimental color radiography. Brit. J. Radiol., 28, 1955, 552—553.
4) Donovan, G.E.: Radiography in colour. Lancet, 260, 1951, 832—833.
5) Prins, H.R., Katz, J.L. and Billmeyer, F.W.: Investigations in colored radiography. Am. J. Roentgenol., 98, 1966. 966—978.
6) 佐久間貞行，松浦浩，安藤良三，林良市，田中伸二：X線写真のカラー化，富士Xレイ研究，82，1969，13—14.
7) 高橋信次：X線多色撮影法（予報），弘前医学，2, 1951，174.
8) 高橋信次，大谷信吉：X線多色撮影法，日医放誌，12，1952，1—3.
9) Takahashi, S.: Chromatoroen'genography (Color roentgenography). A method of taking the colored roentgenogram on the multilayer color film. Tohoku J. exp. Med., 56, 1952, 43—45.
10) Takahashi, S. and Tanaka, Y.: Chromatoroentgenogram taken with conventional medical X-ray film. Tohoku J. exp. Med., 98, 1969, 213—214.
11) 高橋信次，田中良明，藤巻正，星合重男：医用X線カラーフィルムによるX線多色撮影法，さくらXレイ写真研究，80，1969，10—14.
12) Takahashi, S. and Tanaka, Y.: Chromatoroentgenography conducted by means of medical X-ray color film. Tohoku J. exp. Med., 101, 1970, 199—203.
13) 田中良明，松浦浩，野口英三，山口宏：医用X線フィルムを用いたX線多色撮影法，富士Xレイ研究，84，1969，15—18.