



Title	擴大断続横断寫真の対比度及び現出能について(廻転撮影法の研究第50報)(拡大撮影法の研究第23報)
Author(s)	大橋, 一雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1959, 19(1), p. 65-69
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15378
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

拡大断続横断写真の対比度及び現出能について

(廻転撮影法の研究 第50報)

(拡大撮影法の研究 第23報)

名古屋大学医学部放射線医学教室 (主任 高橋信次教授)

大 橋 一 雄

(昭和34年1月9日受付)

緒 言：

断続横断撮影法の撮影原理，方法，撮影結果に就いては既に報告されているが¹⁾²⁾，此れらは何れも流動廻転撮影より復元して，断続横断断撮影を得る方法であつた．余等は更に高拡大率の横断面を得るのに適当と考えられる拡大断続廻転撮影を用いる方法を考案し，発表をした³⁾⁴⁾．然し，その際此の撮影法についての基礎的な吟味は行わなかつた．それで本報では，此の撮影法では具体的に現出能がどの程度良好になるのか，又対比度がどの程度勝れているのかを知る為に模型を用いて実験を行い，廻転横断断撮影により得たる結果と比較してみた．

実験方法及び結果：

X線発生装置は東芝全波整流装置で，用いたX線管球は断続横断断撮影では廻転陽極微小焦点管球，廻転横断断撮影では可変焦点管球 #5029で，何れも固定バイアス方式を用いて焦点の大きさが，解像しうるテストチャートの大きさから計算して，0.15mmとなる様にして使用した．

X線管球，被写体を載せる廻転台の廻転中心及びフィルムの相互間の距離的關係は，断続横断断撮影法の断続廻転撮影では，管球フィルム間距離が125cm，被写体・フィルム間距離30cmであつた．廻転横断断撮影法の場合にも断続廻転撮影のそれと全く同一にしたので，両者共撮影されたX線像の拡大率は1.34倍であり，又X線像の半撮の大きさも計算に依れば0.2mmとなり等しい．

断続廻転撮影では，被写体を載せている廻転台の廻転盤の廻転 2.5° につき，フィルムの移動距離は2mmで，廻転盤の廻転範囲は 0° ~ 190° であり，廻転横断断撮影での管球の傾斜角度は15° で，廻転台の廻転角度は 360° とした．

実験用の廻転台は断続廻転撮影，廻転横断断撮影共，模型実験用に特製したものであり，精度は 1/50 mm 以上である．フィルムはフジ医療用X線フィルムで，両撮影法共に同一乳剤番号のフィルムを使用した．増感紙は両者共極光FSを使用した．

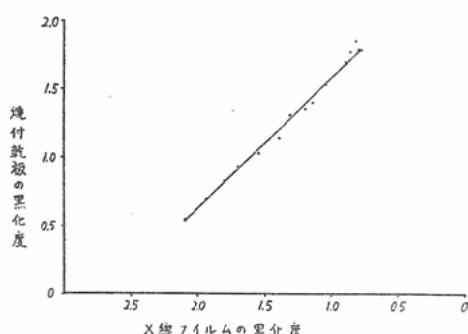
実験第1：予備実験

断続横断断撮影では横断面像を得るのに間接的な方法に依る．即ち，断続廻転写真を乾板に焼付けて，その像から復元を行うのであるから，乾板の種類，現像操作等の焼付けの操作の為に像の対比度が変化することが考えられる．そこで余は此の点を吟味する為に，予備実験として，使用する乾板の γ を測定した．

先づ厚さ 0.5mmのアルミニウムの階段をX線フィルムに撮影して，黒化度の段階を有するフィルムを得た．此のフィルムを乾板に焼付けて，フィルム上の像に相当する乾板上の黒化度とフィルムの黒化度とを夫々測定した．フィルムの黒化度と乾板の黒化度との關係を第1図に示す．乾板はフジAI乾板で，指定現像液で7分現像を行つた．然る処結果として $\gamma = 0.97$ なる値を得た．

即ち，此の乾板，現像操作を用いれば，断続廻

第1図 密着反転及び複元に使用した乾板の特性曲線 $\gamma=0.97$



転写真を焼付ける際に、焼付操作の為に對比度の向上することはないことになる。故に本報に於ける実験では、フジA I乾板（同一乳剤番号）、7分現像を行う事とした。

実験第2:

アルミニウム円柱を用いて断続横断撮影と廻転横断撮影との横断面像の對比度の比較を行った。

被写体は直径10mm、長さ40mmのアルミ円柱である。撮影条件は断続廻転撮影、廻転横断撮影共に70kvp.とし、露出は管電流を夫々加減して、数枚のフィルムを得た。此れに未露出フィルムを加えて同時現像を行った。

新しく得られたX線フィルムには廻転横断撮影ではフィルムの中心にアルミニウム円柱の横断面が白く円形に撮影されている。又断続廻転撮影では、キモグラムを見る様にX線像が撮影されている。廻転横断写真の基地の黒さは1.77、断続廻転撮影は1.77のものを選んだ。

此の断続廻転写真をフジA I乾板に密着反転すると、その乾板の基地の黒さは1.58となつた。此の乾板を複元機にかけた。此の際の廻転角度はやはり撮影の場合と同じく一回につき 2.5° 宛である。複元機の廻転盤にA I乾板を載せ複元操作を終え、現像すると、廻転横断写真と同じ様に、中心にアルミニウム円柱の横断面像が白く円く写っている。複元横断面像を撮影する際に点光源の電圧を加減して、種々の基地の黒さをもつ横断面写真を得た。そのうちで基地の黒化度が1.78のものを選んで、廻転横断写真との比較を行った。

此の様に得られた廻転横断及び断続横断写真を、横断面像の中心及び中心より1.3cmはなれた点の黒化度を測定して對比度を比較した。その結果對比度は断続横断撮影では1.24、廻転横断撮影では1.15の値を得た。

即ち、断続横断撮影の方が勝れていることが判つた。

実験第3:

断続廻転写真を二度反転し、もとのX線フィルムと同様な陽画を乾板上に作り、此れを複元して通例余等の行っている断続横断撮影写真の對比度と比較した。

実験第2で複元に用いた焼付乾板（基地の黒さ1.58、對比度1.45）を更にA I乾板に密着反転し、對比度1.43の乾板を得た。此の陽画乾板を複元機にかけ、点光源の電圧を加減して断続横断面像を得た。この横断面は実験第2の場合と丁度黒白の關係は逆になり、アルミニウムの横断面は黒く、周りは白く写っていて、像の黒白の關係は焼付けを行わないで、X線フィルムに撮影した断続廻転写真より直接複元を行ったものと同じ關係となつている。此の様に得られた横断写真の中、最も黒い部分の黒さが1.79のものを選り、アルミニウムの横断面の中心と、中心より1.3cm離れた点との黒化度を測定して對比度を求め0.43の値を得た。

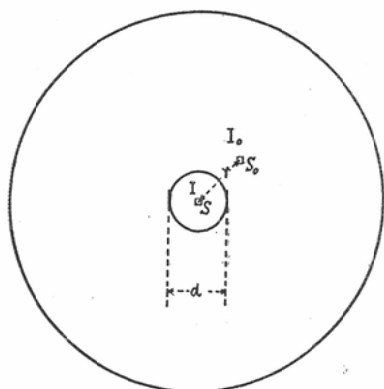
此の値は実験第2で得られた断続横断写真の對比度1.24に比べて甚だ悪い。

実験第2及び第3の理論的考察:

複元の際に廻転台の廻転軸を中心とした円形の横断写真が得られる様な場合を考えてみる。此のことは実際には断続廻転撮影で、廻転台の中心に円柱を立てた場合に相当する。此の場合廻転台の一回宛の廻転の角度を無限に小さくした場合に就いて考えてみる。

断続廻転写真の被写体の陰影の部分透過して来る光の強さをI、基地の部分透過して来る光の強さを I_0 とし、被写体の直径をdとする。又複元機の廻転盤に載せた乾板上の廻転中心に相当する点、即ち被写体の中心SとSよりr ($r > \frac{d}{2}$)

第2図 円柱形の被写体の断続横断写真の模写図



d: 被写体の直径

S: 被写体横断面の中心

 S_0 : Sからrだけ離れた点

I: 断続廻転写真の被写体の陰影の部分透過して来た光の強さ (Sへ入射する光の強さ)

 I_0 : 断続廻転写真の基地の部分透過して来た光の強さ (S_0 へ入射する光の強さ)

だけ離れた点 S_0 上に夫々同じ大きさの微小面積 Δs を考え、廻転盤が 0° から 180° 迄廻転する時間を t とすれば、その間に S が受ける光量は、

$$I \cdot \frac{\pi}{\pi} \cdot t \cdot \Delta s = I \cdot t \cdot \Delta s$$

 S_0 の受ける光量は

$$\left\{ 2 \cdot I \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \sin^{-1} \frac{d}{2r} \cdot t + I_0 \cdot \frac{1}{\pi} \left(\pi - 2 \cdot \sin^{-1} \frac{d}{2r} \right) t \right\} \Delta s = \frac{2}{\pi} \left\{ I \cdot \sin^{-1} \frac{d}{2r} + I_0 \left(\frac{\pi}{2} - \sin^{-1} \frac{d}{2r} \right) \right\} \cdot t \cdot \Delta s$$

となる。(第2図参照)両者の比を C とすれば、

$$C = \frac{\frac{2}{\pi} \left\{ I \cdot \sin^{-1} \frac{d}{2r} + I_0 \left(\frac{\pi}{2} - \sin^{-1} \frac{d}{2r} \right) \right\} \cdot t \cdot \Delta s}{I \cdot t \cdot \Delta s} = \frac{2}{\pi} \left\{ \sin^{-1} \frac{d}{2r} + \frac{I_0}{I} \left(\frac{\pi}{2} - \sin^{-1} \frac{d}{2r} \right) \right\}$$

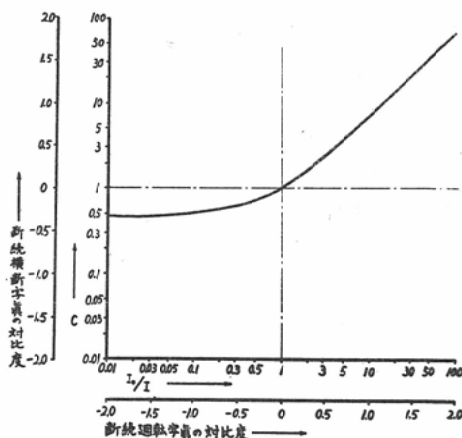
今若し複元に使用する乾板の γ が1であり、相反法則が成立するとすれば、複元の際に撮影の条件が感光乳剤の特性曲線の直線部分に相応する様に調節すれば、断続廻転写真から複元操作により得られる断続横断写真の対比度は理論的には

$$\log C = \log \frac{2}{\pi} \left\{ \sin^{-1} \frac{d}{2r} + \frac{I_0}{I} \left(\frac{\pi}{2} - \sin^{-1} \frac{d}{2r} \right) \right\}$$

で表わされることになる。

一方複元に用いる断続廻転写真の対比度は $\log \frac{I_0}{I}$ である。

上記の式から $\frac{I_0}{I}$ と C との関係が求めれば第3図の如くなる。図の外側の目盛は複元に用いる断続廻転写真及び複元で得られる管の断続横断写真の対比度を表わしている。又 $\frac{I_0}{I} > 1$ のときは断続廻転写真では被写体の像は黒く表れていて、複元される断続横断写真では被写体の断面が、乾

第3図 複元に用いる拡大断続廻転写真と、それより複元される拡大断続横断写真の対比度の関係を示す曲線。(即ち S と S_0 ($r=d$ の場合) との対比度を示す)

横軸(上): 断続廻転写真の基地の部分と被写体の陰影の部分透過して来る光の強さの比

横軸(下): 断続廻転写真の対比度(横軸(上)の対数)

縦軸(内): 断続横断写真の被写体の陰影の部分と基地の部分が受ける光量の比

縦軸(外): 断続横断写真の対比度(縦軸(内)の対数)

板上に白く撮れていることを意味し、此の場合に $C > 1$ になる様に目盛つてある。対比度の目盛に負号がつけてあるのは、断続廻転写真及び断続横断写真の黒白の関係が上記の場合と逆の関係となる場合を意味している。

即ち、断続横断撮影に於ては、複元された断続横断写真の対比度を向上する為には、複元に用いる断続廻転写真の透過光線は $\frac{I_0}{I} > 1$ なる関係にあるのが望ましく、X線フィルムをそのまま複元に用いるよりも、一度密着反転を行つて、黒白の関係を $\frac{I_0}{I} > 1$ となる様にした方が良いと云う結果になる。

実験第4:

模型実験に依り、廻転横断撮影と断続横断撮影との現出能の比較を行つた。被写体として直径2.44, 2.05, 1.72, 1.63, 1.00, 0.84, 0.53mmの亚克力樹脂棒、及び巾2mm厚さ0.64, 0.40, 0.30, 0.20, 0.10, 0.08, 0.05mmの短冊型のアルミニウム板を撰び、被写体をのせる廻転盤に垂直に立て、廻転横断撮影及び断続横断撮影を行つた。撮影条件は実験第2と同様で数枚のX線フィルムを得た。

断続廻転写真はフジA I乾板に反転焼付けを行つてから複元した。斯くして被写体が亚克力棒の横断写真の中から廻転横断撮影では基地の黒化度が1.64のものを、断続横断撮影では基地の黒化度が1.52のものを選んだ。又被写体がアルミニウム板の横断写真の中から、廻転横断撮影では基地の黒化度が1.81、断続横断撮影では基地の黒さが1.92のものを選んで比較を行つた。

その結果は亚克力樹脂棒は廻転横断撮影では1.63mm迄現出されたものが断続横断撮影では1.00mm迄現出され、アルミニウム板では廻転横断撮影で0.20mm厚さ迄しか現出されないものが、断続横断撮影では0.08mm厚さのものが現出された。

此れらの結果から現出能に於いても、断続横断撮影の方が、廻転横断撮影よりも勝れていることが判つた。

考 按

断続横断撮影及び廻転横断撮影の対比度に就いては、前報²⁾に於いて、久保田が流動廻転写真から複元した断続横断写真と廻転横断写真とを比較して、断続横断撮影の方が勝れており、又密着反転する操作を省いて、X線フィルム上に得られた像を直接に複元機にかけて撮影した断続横断面像の対比度、鮮鋭度は甚だしく不良であると報告しているが、その理由についての実験及び考察については充分とは云い難かつた。又実際に両者の優劣を論ずる場合は、X線像の反転焼付けなどの操作の過程に γ の異なる感光材料を用いたのでは、その比較は複雑になる。それで今回の実験では、密着反転操作の為に対比度が焼付けの原板よりも

向上するのを防ぐ為に、使用せる乾板及び現像操作を選んで $\gamma=0.97$ として出来るだけ γ を1に近づける様に努力した。此の様にして行つた実験に於いても、尙断続横断撮影の方が廻転横断撮影よりも対比度が大であると云う結果を得た。此の事は勝れた対比度の横断面像を得る為には、断続横断撮影の方が有利であることを示している。

実験第2及び第3の理論的考察に於て、相反法則が成立するものとして計算を行つたが、実際には、一般の撮影では相反法則が成立せず、計算に依り求めた値は、厳密には実際の場合と一致しないことになる。然し実験に用いた陰画の断続廻転写真の対比度1.45、及び陽画の断続廻転写真の対比度1.43を第3図の曲線にあてはめて、複元された断続横断写真の計算上の対比度を求めると、夫々1.26, 0.35となる。一方実際に実験で得られた結果は1.24, 0.43となり略と一致した結果となる。このことは近似的には上記の計算式が成立することを示す。

断続横断撮影に於いては、理論的考察の外にも、久保田²⁾が述べている如く、X線フィルムは乾板に比べて可視光線に対する透明度が悪く、フィルム基地及び乳剤面から散乱光線を生じ易く、カブリが多いと云うことも加わつて、尙一層密着反転を行つた乾板を用いた方が良いと云うことになる。

次に廻転横断撮影の現出能について、加藤⁵⁾はX線フィルム上の半影の大きさが0.16mmの場合に、管球傾斜角度 15° では、亚克力樹脂棒は直径1.4mmのものは現出されるが、直径1.2mmのものは現出されないと云う結果を得て居るが、余等の実験では直径1.63mmのものは現出されるが、直径1.00mmのものは現出されていない。両者の結果は略と一致している。又断続横断撮影に於ける現出能の報告は見当らない様であるが、余等の実験では1.00mm直径のものが現出されている。アルミニウム被写体では、断面の形状が矩形のものに就いての報告は、廻転横断撮影、断続横断撮影共に見当らない様であるが、余等の実験の結果から見て廻転横断撮影よりも、断続横断撮影の方が現出能

が向上することを示している。

結論：

1) アルミニウム円柱を用いて実験的に行つた廻転横断撮影と断続横断撮影との横断面像を比較検討した結果、断続横断撮影の方が優れた対比度を有していることが判つた。

2) 断続廻転写真を密着反転を行つた陰画乾板と、更に此の乾板から密着反転をした陽画乾板とから断続横断写真を得て、比較した結果、陰画乾板から得た断続横断写真の方が勝れた対比度を有していることが判明した。

3) 此の理由を理論的に考察した。

4) アルミニウム板と、アクリル樹脂棒を使用した現出能試験では、断続横断撮影の方が廻転

横断撮影よりも勝れた現出能を有している。

(本論文の要旨は昭和34年1月25日の第9回日本医学放射線学会東海北陸部会にて発表した)。

文 献

- 1) 高橋信次、久保田保雄、吉田三毅夫：断続横断撮影法(間接方式)、(第1報)X線廻転撮影法の研究、第21報、日医放誌、13巻、7号、464、(昭28)。—
- 2) 久保田保雄：断続横断写真像の対比度及び鮮鋭度に就て(X線廻転撮影法の研究、第43報)、日医放誌、17巻、1号、63(昭32)。— 3) 大橋一雄：拡大断続横断撮影法、日医放誌、18巻、11号、1592(昭34)。— 4) Takahashi, S.: Discontinuous Rotation Radiography in high magnification. Nagoya J. med. Sci. 21, 1, 53 (1958)。— 5) 加藤春：可変小焦点による廻転横断撮影(X線廻転撮影法の研究、第47報)、日医放誌、18巻、3号、287、(昭33)。