



Title	斷續横斷寫眞像の對比度及び鮮鋭度に就いて(X線廻轉撮影法の研究第43報)
Author(s)	久保田, 保雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1957, 17(1), p. 63-68
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19086
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

断続横断寫眞像の對比度及び鮮鋭度に就いて

(X線廻轉撮影法の研究 第43報)

名古屋大學醫學部放射線醫學教室 (主任 高橋信次教授)

久保田保雄

(昭和31年11月7日受付)

緒言

廻轉横断寫眞は單純寫眞に比べると對比度、鮮鋭度の點で劣っている¹⁾²⁾。此の弱點を補うために余等は是れ迄生體のX線の横断面寫眞の診斷能力の向上を圖る努力をして來たが、其の一つの方法として前報³⁾で断続横断撮影法の撮影原理、撮影方法及び撮影結果に就いて述べた。然しその際、此の撮影法が何故優れているかの論議は十分には盡くして居ない憾があつた。それで本報では、此の撮影法は具體的に鮮鋭度がどの程度良好になるのか、又對比度がどの程度優れているのかを知るために模型を用いて實驗を行い、是等を在來の廻轉横断撮影により得たる結果と比較してみた。

實驗方法及び實驗結果

X線發生装置は300mA型全波整流装置で此處に用いたX線管球は断続横断撮影法、廻轉横断撮影法の兩者共SDW-6KW (實効焦點4mm×7mm)である。

X線管球、被寫體を載せる廻轉臺の中心及びフィルム相互の距離的關係は、断続横断撮影法の流動廻轉撮影⁴⁾では管球フィルム間距離が107cm、被寫體フィルム間距離が9.4cmであつた。廻轉横断撮影法の場合にも流動廻轉撮影のそれと全く同一にしたので、兩者共に撮影X線像の擴大率は1.08、X線像の半影の大きいさは0.38mmとなり等しい筈である。尙、廻轉横断撮影法の管球傾斜角は18度である。

流動廻轉撮影の場合撮影臺の廻轉角度は190°、廻轉横断撮影では360°とした。フィルムはフジ

醫療用X線フィルムで、兩撮影法共に同一乳劑番號のフィルムを使用した。増感紙は極光MSを使用した。X線像の黒化度の測定には島津讀取式測微光度計を用いた。此の光度計で計測した細隙の幅は0.2mmで、被測定X線像が光電池のスリット上に生ずる映像の倍率は×10である。

實驗第1:

先ずアルミニウム圓柱を用いて断続横断撮影と廻轉横断撮影との横断面像の性質を比較した。

被寫體は直徑10mm、長さ40mmのアルミニウム圓柱である。此の撮影法は前報に述べた如くである³⁾⁶⁾。撮影條件は流動廻轉撮影、廻轉横断撮影の兩者共に管電壓を70KVとし、露出は管電流で加減した。即ち断続横断撮影では40mAから5mA毎に60mA迄、廻轉横断撮影では3mAから0.25mA毎に4mA迄夫々5種類の露出で従つて兩法で各々5枚のX線寫眞を得た。撮影後、是等に未露出フィルムを加えて同時現像を行つた。

出來上つたX線フィルムには廻轉横断撮影ではフィルムを中心にアルミニウム圓柱の横断面像が白く、周圍が黒く撮影されて居る。又、流動廻轉撮影ではフィルム中央に一本の帶狀の白い部分が兩側の黒い基部に挟まれて寫つて居る。そこで是等の兩者のX線寫眞の中、流動廻轉撮影ではX線寫眞の基部の黒さが1.85のもの (是は70KV、55mAの撮影條件であつた)、廻轉横断撮影では黒さ1.82のもの (撮影條件は70KV、4mA)を選んだ。

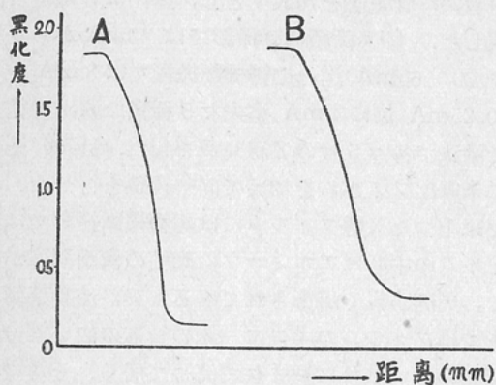
此の流動廻轉寫眞はフジプロセス乾板に密着反轉してから複元機にかけた。尙、複元撮影の際の

斷續廻轉角度は3度であり、廻轉臺上にはやはりフジプロセス乾板が載せてある。複元撮影を終えた乾板を現像すると廻轉横斷寫眞と同じ様に中心にアルミニウム圓柱の横斷面像が白く、周囲が黒く寫つて居る。此の際の横斷面像は實大である。複元横斷面像を撮影する際、傾斜臺を滑走する廻轉臺の速度を加減して種々なる基部の黒さを持つ横斷面寫眞を得た。其の中で黒化度が1.86のものを廻轉横斷像との比較の對象となした。

この様にして得られた廻轉横斷及び斷續横斷の夫々の横斷面像の中心を通る直線上を基部の黒さから横斷面の中心へ向つて0.2mm置きに黒化度を測定した。斯くして畫かれた黒化度曲線の直線部分の接線と横軸とのなす角度及び肩の部分と足の部分との濃度の差を計測した。

其の結果は第1圖に示す様に廻轉横斷撮影の黒化度曲線の肩の部分と足の部分との黒さの差は1.52であり、斷續横斷撮影の場合のそれは1.7である。即ち兩者の黒化度曲線の足の部分を比べると斷續横斷撮影の方が廻轉横斷撮影より低い。この事から廻轉横斷寫眞より斷續横斷寫眞の方が對比度のよいことがわかる。

第1圖 アルミニウム棒の横斷面像の黒化度曲線



A: 断続横断写真 B: 廻轉横断写真

次に黒化度曲線の直線部分の傾斜角は廻轉横斷寫眞では71度、斷續横斷寫眞では81度である。即ち基部の黒さから横斷面像の白さへの移り變りが斷續横斷寫眞の方が急峻である事から横斷面像の鮮鋭度は廻轉横斷寫眞より勝つて居ることがわか

つた。

實驗第2:

斷續横斷撮影法では横斷面像を得る過程が間接的な方法による。それで一次的に得た流動廻轉寫眞から斷續横斷像を得る間に於けるX線像の對比度及び鮮鋭度がどの様なものかを知るため次の如き實驗を行つてみた。

先ずX線流動廻轉寫眞の鮮鋭度を吟味するために、實驗第1で用いた反轉しない流動廻轉寫眞のアルミニウム圓柱のX線像に就いて、その基準線⁴⁾に對して直角な方向に黒化度を測定し黒化度曲線を畫いてみると、その直線部分の横軸に對する傾斜角は83度であつた。即ち流動廻轉寫眞は本來は廻轉横斷面像に比べて可成鮮鋭度はよいことがわかり、又斷續横斷撮影による横斷面像よりも稍と鮮鋭である。

次に流動廻轉寫眞からプロセス乾板に反轉した場合の鮮鋭度はどの様に變るかを確めてみた。即ち流動廻轉寫眞から乾板に密着反轉したX線像に就いて、流動廻轉寫眞の場合の測定法と同様にして黒化度曲線を畫いた。この曲線の對比度は1.8であり横軸に對する傾斜角は83.5度であつた。即ち密着反轉することによつてX線像の鮮鋭度には殆ど影響を及ぼさない事が判つた。

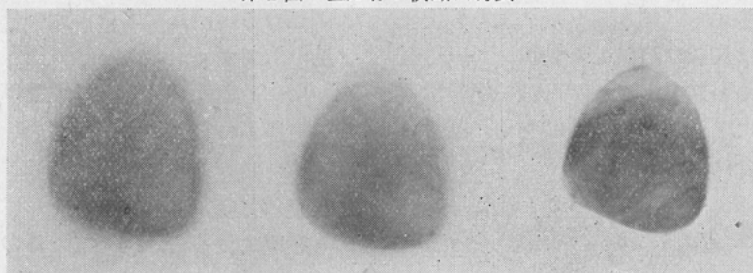
次には流動廻轉寫眞を反轉現像せずに此のX線フィルムより直接に複元撮影した場合の横斷面像の鮮鋭度はどうであろうか。今、X線流動廻轉寫眞を直接、複元機にかけて横斷面の複元撮影を行つてみると、アルミニウムの横斷面が黒くその周囲が白く撮影される。それで黒化度測定はアルミニウム横斷面像の中心から直径に沿うて外側へ計測した。斯くして得た黒化度曲線の直線部分の傾斜角は50度であつた。即ちその鮮鋭度は密着反轉乾板から間接的に得た横斷面よりも甚だ悪く、又廻轉横斷寫眞よりも悪い。

小括:

以上の實驗第2の結果を要約すると次の如くなる。

- 1) X線流動廻轉寫眞の鮮鋭度は斷續横斷面像及び廻轉横斷面像に比べて可成優れて居る。
- 2) X線流動廻轉寫眞から乾板に密着反轉した

第2圖 立方骨の横断面写真



左: 70KV で撮影した廻轉横斷写真
右: 70KV で撮影した斷續横斷写真

中: 50KV で撮影した廻轉横斷写真

場合、其のX線像の鮮鋭度Xは線流動廻轉写真に比べて殆ど變らない。

3) X線流動廻轉写真を反轉現象せずに直接、複元撮影を行つた場合、その横断面像の鮮鋭度は斷續横断面像及び廻轉横断面像に比べて著しく劣る。

實驗第3:

乾燥骨を廻轉横斷撮影した場合と斷續横斷撮影した場合とでどちらが多く骨梁を読みとる事が出来るかを調べてみた。用いた骨は左足の乾燥立方骨で、髓質の多い部位を横斷撮影した。撮影條件を變えて数枚のX線写真をとり、その中基部の黒さ1.8に最も近いもの各一枚を選び、是等の横断面写真に現われている骨梁の内部構造の中で點狀及び線狀をなしている像の数を肉眼で数えた。

そうすると廻轉横斷写真では管電壓を70KVで撮影したものは對比度が悪く、骨の皮質及び髓質の特に厚い部分の區別はつくが、一つ一つの骨梁像として数える事が出来なかつた(第2圖参照)。又、管電壓50KVで撮つた横断面写真はこれに比べて對比度は可成りよくなつて居るが、やはり獨立した點狀骨梁像として数へ得るX線像はなく、數本の線狀骨梁像と特に骨質の緻密になつてゐる部分と菲薄になつてゐる部分との區別がつく程度であつた。

これらに反して斷續横斷写真では點狀骨梁像が73個、線狀骨梁像が10數本を数えることが出来た。且つその點狀骨梁像及び線狀骨梁像は對比度がよく、又鮮鋭に撮影されている。即ち廻轉横斷撮影に比べて斷續横斷撮影法はX線像の優れたも

のを得られる事が判つた。

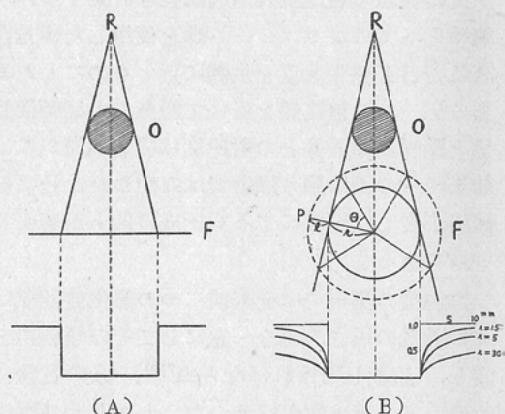
考 按

斷續横斷撮影、廻轉横斷撮影に於ける對比度及び鮮鋭度を論ずる場合にはその撮影原理から次の事柄に留意しなければならない。

今、X線を完全に吸収する圓柱形の物體を單純撮影する場合には、管球焦點が點狀とすればフィルムに入射するX線量の分布の様子は第3圖(A)のようになる。即ち被寫體のない部分とある部分との移行部のX線量分布は不連続的でその境界は鮮鋭である。

次に廻轉横斷撮影の場合に就いて考えてみる。

第3圖 單純撮影(A)と横断面撮影(B)とのX線量分布の比較



R: 管球, O: 被寫體, F: フィルム
縦軸はX線照射量, 横軸はX線像からの距離
(1)を表わし, rはX線像の半径で單位は mm
である。

廻轉撮影のX線量分布は單純撮影の様に鮮鋭な移行でなく緩やかな曲線となる。

わかり易くするために圓柱の中心を廻轉軸に一致させて撮影したとする(第3圖B). フィルム上で半径 r の圓内にはX線は到達しないが $(r+l)$ なる半径の圓周上の一點Pはフィルムが一廻轉する時、絶えずX線に曝射されるのではなく、曝射される時間的な割合は

$$\frac{4\theta}{2\pi} = \frac{2\theta'}{\pi} = \frac{2\cos^{-1}\frac{r}{r+l}}{\pi} \quad \text{となる.}$$

この式から明らかなようにフィルムに到達するX線量は半径 r の圓内では0で、それ以上半径が増大するに従つてその圓周上の點の線量は増大する。是は單純撮影の場合のように不連續的ではなく、その移行の仕方は緩やかな傾斜を持つ連續線である。

此の様な現象は廻轉横斷撮影、斷續横斷撮影の何れの場合でも横斷面を撮影する時は當嵌まることで、たとえ焦點の大いさによる幾何學的暈或は増感紙による暈等を無視したにしても横斷面像の周邊部に於いて黒化度が連續的に移り變り、單純撮影に比べて對比度及び鮮鋭度が劣ることは免れ得ない事實である。更に廻轉横斷撮影法では此の事實に加うるに暈殘像、線影像⁸⁾ 像等の撮影原理によつて起る暈を伴うため、どうしても斷續横斷撮影法より不鮮鋭な横斷面像となる。

此の實驗で對比度及び鮮鋭度を計測するのに被寫體としてアルミニウム棒を使用した。是は出来るだけX線吸収度を生體に近いものにした爲である⁶⁾。此の被寫體を用いて撮影した廻轉横斷面像と斷續横斷面像との對比度は後者が僅かによい結果でその差は餘り顯著ではなかつた。是は被寫體が小さく散亂線による對比度の低下が著明でない爲であろう。

鮮鋭度の測定では元來或二つの黒化度曲線は夫々の曲線の黒さの差を一定にしてその傾斜角を測定し、比較しなければならぬ⁷⁾⁹⁾。余の實驗では此の黒さの差は僅かにあつた。しかし此の對比度が違う場合には夫々の暈の大いさは變らずにその傾斜角のみが異なつて來ると考えよ。余の實驗でも廻轉横斷寫真と斷續横斷寫真とで對比度が等しくなる様に作圖的補正を行つて計測した傾

斜角の誤差は1度餘りである。従つて此の程度の誤差なら余の實驗結果に比べて殆ど影響はないと見做してよい。

次に流動廻轉寫眞の鮮鋭度は廻轉横斷寫眞に比べて遙かに優れて居つたが、此の理由は前報³⁾⁴⁾で論じた如く廻轉横斷撮影ではX線がフィルムに對して斜方向(實驗では18°)に投射されるため、増感紙による暈が効いてくるのに對して、流動廻轉寫眞ではX線束がフィルムに直角に射入されること及び鉛細隙が十分狭小であるからであろう。

密着反轉すると云う操作を省いてX線流動廻轉寫眞を直接、複元機にかけて撮影した斷續横斷面像の鮮鋭度は甚しく不良であつた。此の原因としてはX線フィルムは乾板に比べて可視光線に對する透明度が悪く、フィルム基地及び乳劑膜面から散亂光線を生ずるが、ガラス乾板の場合は此の現象が少ない。それで得られた寫眞は散亂線によるカブリの爲對比度が低下し、不明瞭な横斷面像を現わすことになる。是等の事實は實驗的に簡単に確め得た。

結 論

1) アルミニウム圓柱を用いて實驗的に رفتつた廻轉横斷撮影と斷續横斷撮影との横斷面像を比較検討した結果、斷續横斷寫眞の方が優れた對比度を有して居ることがわかつた。

2) 同様に計測した鮮鋭度も斷續横斷寫眞の方が勝つて居る。

3) 流動廻轉撮影フィルムから直接的に複元した横斷面像の鮮鋭度はその撮影過程で甚しく低下するので複元撮影には適當な方法ではない。

4) 流動廻轉撮影フィルムからプロセス乾板に密着反轉してから複元撮影を行つてもその事により横斷面像の鮮鋭度は殆ど變らない。

5) 乾燥立方骨を用いて رفتつた鮮鋭度の比較は廻轉横斷撮影では殆ど個々の骨梁像を數えることが出来ないのに對して、斷續横斷撮影では明瞭な點狀及び線狀骨梁像を多數算えることが出來た。即ち鮮鋭度の優れて居る事が窺われた。

文 獻

- 1) 高橋信次, 久保田保雄: 間接横斷撮影法(流動方

式) X線廻轉撮影法の研究(第4報), 日醫放誌, 12巻, 6號, 42~48, (昭27). —2) 高橋信次, 吉田三毅夫: 直接横斷撮影法, X線廻轉撮影法の研究(第15報), 日醫放誌, 12巻, 11號, 18~22, (昭28). —3) 高橋信次, 久保田保雄, 吉田三毅夫: 斷續横斷撮影法(間接方式)(第1報), X線廻轉撮影法の研究(第21報), 日醫放誌, 13巻, 7號, 464~468, (昭28). —4) 高橋信次: X線廻轉撮影法の研究(第2報) 流動廻轉撮影法の理論的研究, 日醫放誌, 9巻, 5號, 26~31, (昭25). —5) 高橋信次, 三品均, 瀧澤達兒: 廻轉横斷撮影法の鮮鋭度に就いての實驗的研究(其の1) 増感紙による不鮮鋭度(X線廻轉撮影法の研究 第20報), 日醫放誌, 12巻, 10號, 25~30, (昭28). —6) 三品均, 小見山喜八郎: 廻轉横斷撮影法に於けるX線像の對比度に就いての實驗的研究(附) 斷層撮影法の場合の對比度との比較(X線廻轉撮影法の研究 第32報), 日醫放誌, 13巻, 10號, 617~620, (昭29). —7) 三品均, 小見山喜八郎: 廻轉横斷撮影法に於けるX線像の鮮鋭度に就いての實驗的

研究(附) 斷層撮影法の場合の鮮鋭度との比較(X線廻轉撮影法の研究 第23報), 日醫放誌, 13巻, 10號, 611~616, (昭29). —8) 高橋信次, 今岡睦磨, 篠崎達世: 廻轉横斷撮影法(X線廻轉撮影法の研究 第13報), 日醫放誌, 10巻, 1號, 1~9, (昭26). —9) 江藤秀雄, 足立忠, 笈弘毅, 氣賀正巳, 村井竹雄: エックス線像に關する二, 三の考察(I) 像の識別, 日醫放誌, 8巻, 1號, 5~8, (昭23). —10) S. Takahashi, Y. Kubota: Ein Versuch der Kontinuierlichen Aufnahme (Studien über Rotatographie, 10. Bericht) Fortsch. Röntgenstr. Bd. 77, Heft 6, 733~741, (1952). —11) S. Takahashi, Y. Kubota, u. M. Yoshida: Über die Vergrößerung des Querschnittbildes des Körpers mittels Röntgenstrahlen, Ein Versuch zur discontinuierlichen Aufnahme (Studien über Rotatographie 12. Bericht) Fortsch. Röntgenstr. Band 80, Heft 3, 387~392, (1954).

Sharpness and Contrast of Discontinuous Cross Section Radiogram.

Studies on Rotatography. 43. Report

Yasuo Kubota

(From the Department of Radiology, Nagoya University Hospital,

Director: Prof. S. Takahashi)

This paper is concerned with the experimental study on sharpness and contrast of the Discontinuous Cross Section Radiogram (Indirect Method) as compared with that of Rotatory Cross Section Radiogram. An aluminium cylinder was used as an object. The cross section of the aluminium cylinder was roentgenographed by the two roentgenographic methods as reported formerly by us 8)11).

To avoid the error of blur occurred due to the size of the focal spot of the tube the relation of the distance between the tube and object and that between object and film were made reasonably arranged. With these two roentgenograms the density curve was plotted by means of the microphotometric procedure. From these density curve it became clear that contrast of the Discontinuous Cross Section Radiogram was 1.7 and sharpness or tangent to the density curve was 81° , whereas contrast of the Rotatory Cross Section Radiogram was 1.52 and sharpness or tangent was 71° .

It was proved thus that the Discontinuous Cross Section Radiograms was superior to the Rotatory Cross Section Radiogram in contrast and sharpness.

To confirm this result a dried human bone was next roentgenographed by Discontinuous Cross Section Radiography and Rotatory Cross Section Radiography. The cross section image of the bone in the Discontinuous Cross Section Radiogram revealed very fine, clear and distinct structure of the bone, whereas that in the Rotatory Cross Section

Radiogram imaged somewhat poor. To compare features of two roentgenographic method, the number of the point or net shadow in the cross section of the bone marrow was measured. The number of the nets in the Discontinuous Cross Section Radiography was counted 73, whereas that of Rotatory Croess Section Radiography was from 5 to 10.