



Title	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
Author(s)	高橋, 信次
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1950, 9(5), p. 26-31
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19897
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

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

高橋 信次

東北大學醫學部放射線醫學教室(主任 古賀良彦教授)

Theoretical studies on the continuous Rotatography. Second report of the Rotatography. (First continuous Rotatography study)

by

Shinji Takahashi

Summary.

- 1) A method of the Continuous Rotatography is described.
- 2) The Rotatograph with 1 mm wide slit was employed. While the tube changes its position from 0° to 180° continuously, the film removes also under the slit continuously, and is exposed.
- 3) The Continuous Rotatogram taken thus looks curious and difficult to understand.
- 4) In order to make clear the meaning of the Rotatogram, the present writer made a series of model experiments on Rotatography.
- 5) Studying the results theoretically, he got 20 laws.
- 6) With these laws he could read in the Rotatogram the position, area, shape, and even construction of the transsection of the body.

緒言

余はX線廻轉撮影法第1報に於いて物体の横斷面を實大に紙上に圖示する方法、即ち斷續轉撮影法を説明した。

此の方法は物体横斷面を知ると云ふ點で具體的且つ明瞭な結果が出るが、X線寫眞から作圖をすると云ふ操作が間接的であり、又煩煩でもある。一方斷續撮影法にて管球廻轉の斷續角を無限に

小にした場合のX線写真は物体横断面を代表する筈である。

従つて此の写真を判読すれば横断面状況を知り得るわけである。

余は模型を用ひて此の方法の理論的研究をなしたので報告する。

撮影方法撮影物体及び撮影結果。

流動廻轉撮影には立位式の廻轉撮影器を使用した。

此は横臥式の廻轉撮影器¹⁾と原理は全く同じである。此の場合には物体が廻轉する事になるが、廻轉器の廻轉とフィルム移動とが聯動的に操作される事は同一である。

流動廻轉撮影法が斷續廻轉撮影法と異なるのは次の諸點である。

即ちフィルムカゼットの前方に位置する鉛細隙を1mm幅にする。

撮影は廻轉器の廻轉と同時にX線スイッチを入れ、従つてフィルムは鉛細隙を通じてX線に連續流動的に曝射され乍ら移動する。

フィルム移動と管球廻轉の割合は180mm/180°であつた。

管球が180°の位置に至ればX線スイッチを開き、管球廻轉を止める。

撮影せる物体は針金、中空若くは充實せる柱體、計32個に就き行つた。

此を撮影臺の上に柱體の長軸を廻轉軸に平行になる様に立てる。

此等は管球焦點—鉛細隙を含む平面で横斷された事になる。

従つて斯くすれば、點、閉曲線及び平面の撮影をなした事になるのである。

此の際管球焦點—廻轉中心距離90cm、廻轉中心—フィルム間距離21.5cmであつた。

撮影條件は70KV、100ma、3~5秒を要した。

撮影されたX線写真は廻轉中心の軌跡である基準線を中央にして曲帶が波狀に走つてゐる。

此等は附圖(第1圖~第17圖)に示めす通りである。

圖に於いて左方は物体の切り口を示めせるもの

で中央の點は廻轉中心、横に走る直線は管球焦點と廻轉中心を結ぶ線、即ち中心線である。

左方は此を實際に撮影せる流動廻轉写真である。中央の横線は基準線である。

写真は撮影の順序に従ひ右から左に撮影されてゐる。

物体横断面と流動廻轉写真像との關係、

余は物体と之を撮影せる写真とを比較し、此に理論的検討を加えた結果兩者の關係を規定する次の如き20個の法則を得た。

A. 概 則

流動廻轉写真は y, θ の直角坐標として考えられる……………法則 1.

此處に y 軸は管球位置が零度の場合の鉛細隙であり θ 軸は基準線である。

y 軸は物体と廻轉中心との距離のフィルム面への正射影であり、 θ 軸は廻轉角をあらはす。

物体の内部の物質のX線吸収率の相違は流動廻轉写真のX線像の對比度の相違としてあらはされる (Fig. 1)……………法則 2.

B. 物体が點である場合、

a. 1個の點

點は曲線となる (Fig. 2 及び 3)……………法則 3.

此の曲線は

$$y = r \cdot \sin \theta \frac{a+b}{a+r \cdot \cos \theta} \text{ であらはされる。}$$

r : 點—廻轉中心距離

a : 管球焦點—廻轉中心距離

b : 廻轉中心—フィルム距離

此の式に於いて $\sin n\pi = 0$, $\cos n\pi = \pm 1$ である。従つて此の曲線は π 廻轉毎に必ず θ 軸と交はる。

又、此の式に於いて $y_1 = f(\theta_1)$, $y_2 = f(2\pi - \theta_1)$ とすれば $y_2 = -y_1$ となる。

従つて此の曲線は π 廻轉毎に反對側且つ裏返えしの形となる。従つて π 以上廻轉しても π 廻轉迄の曲線の形を繰り返すに過ぎない。

此の曲線は管球焦點—廻轉中心距離が大になれば次第に $y = r \cdot \sin \theta$ に近づく……………法則 4.

此の曲線の極大點は $\cos^{-1} \frac{r}{a}$ の場所に在り、その極大値は $\frac{r(a+b)}{a^2 - r^2}$ である……………法則 5.

點と廻轉中心とを結ぶ線と中心線との挟む角 φ は流動寫眞の θ 軸の φ であらはさる……法則 6.

b. 2個の點

2點は曲線となり θ が0より π と變化するうちに必ず1回交はる。(Fig. 4)

夫々の2點と廻轉中心とを結ぶ2線が挟む角 α は2曲線が θ 軸に交はる點 A. B. の間の距離 α であらはされる……法則 7.

c. n個の點

1直線上に並ぶn個の點はn個の曲線となり1點に交はる(Fig. 5)……法則 8.

n個の點が凸n邊形の頂點をなす如く排列して居る場合はn個の曲線となり、その交點は $\frac{1}{2}n(n-1)$ 個ある.

此等の交點のうちnの個は此等の曲線群の縁に在り、他の交點 $\frac{1}{2}n(n-3)$ 個は曲線群の内部に在る(Fig. 6)……法則 9.

此等のn個の點のうち廻轉中心から最も遠く位置する點 F. 及び最も近く位置する點 N と廻轉中心との距離は此等の曲線群の内縁及び外縁の夫々の極大値となる(Fig. 7)……法則10.

凸多角形の内部に含まれる點は曲線群の縁の形成には關與しない(Fig. 6)……法則11.

C) 直線

直線は曲帶となる.

a. 1個の直線

中心線に φ 傾いてゐる直線は1個の收斂點を有する曲帶となる. その收斂點は θ 軸で略々 φ の場所に在る(Fig. 5, 8)……法則12.

收斂點とは曲帶の幅が兩側より次第に狹小となり、同時に曲帶の陰影濃度が増して遂に點となるものを言ふ. 曲帶の縁は此の部で不連続となる.

b. 2個の直線

2直線a及びbにより挟まれる角の餘角 α は2直線a, b. による2個の收斂點間の距離としてあらはされる.(Fig. 11)……法則13.

c. n個の直線

n個の邊を有する凸多角形は曲帶の縁のn個の收斂點となる.

今廻轉中心より此の凸多角形に2切線を引き、

此の2切點を結べばn個の邊は n_1 及び n_2 に分たれる.

n_1 (若しくは n_2)邊が此の2切點を結ぶ線に關して廻轉中心と同側に在るか、若しくは反射側に在るかに從つて曲帶の内側若しくは外側に n_1 (若しくは n_2)個の收斂點がある……法則14.

D) 曲線

a. 1個の曲線

凸閉曲線は連続平滑なる縁を有する曲帶となる(Fig. 9)……法則15.

若し曲線がaなる弦の上に立つ圓弧をなしその弦に廻轉中心より下ろした垂線の長さbである場合、その圓弧の曲率半径が $\sqrt{\frac{a^2}{4} + b^2}$ である場合曲帶縁は $\varphi_1 \sim \varphi_2$ の部位で直線となる. φ_1 及び φ_2 は廻轉中心と弦の兩端と結ぶ線と中心線とのなす角である.

圓弧の曲率半径が $\sqrt{\frac{a^2}{4} + b^2}$ より大なる場合は外方に凸、大なれば外方に凸なる曲帶縁となる(Fig. 11)……法則16.

E) 假想直線

假想直線は曲帶の節點となる(Fig. 11)……法則17.

此處に假想直線とは物體横斷面に凹陷がある場合その凹陷の兩端を結ぶ直線で、實在こそしないがX線的には陰性陰影を與へると考へられるものである.

また節點とは收斂點の如きものであるが、陰影の濃度は全經過にて同一なるものである.

F) 平面

平面は曲帶となる.

a. 1個の平面

平面は不均等な濃さの曲帶となるが、 θ 軸の任意の θ_1 の處の濃度の和は一定である(Fig. 1, 8, 12及び14)……法則18.

b. 2個の平面

平面Aが平面Bに含まれてゐる場合は曲帶Aは曲帶Bに含まれる(Fig. 12)……法則19.

曲帶Aは曲帶Bから逸出する事はない.

平面Aが平面Bの外側に在る場合は曲帶Aは θ が0 $\sim\pi$ 廻轉する間に必ず曲帶Bから分離する

(Fig. 13).....法則20.

流動廻轉寫眞の判讀

物體横断面と流動廻轉寫眞の間には一定の関係のある事は斯くして判つたが、此等の法則を利用して逆に流動廻轉寫眞から横断面を決定するには次の手順に従えばよい。

A. 概観

- a. 流動寫眞のX線像は實大でなく廓大されてゐる。(法則5) Fig. 3.
- b. X線像が曲線であれば原型横断面は點である。(法則3) Fig. 2, 4, 5.
- c. X線像で兩側縁が特に濃く縁どられてゐる曲帯であれば原型横断面は中空である。(法則9) Fig. 12, 13.
- d. X線像が充實せる曲帯であれば原型横断面は充實してゐる。(法則18) Fig. 14.

B. 位置

位置は極坐標として定められる。(Fig. 2)

此處で極は廻轉中心であつて主線は中心線である。動徑は時計の針の方向に動く。

- a. 點の位置は動徑 r と偏角 θ にて決定されるが r は曲線の極大値、 θ は曲線が基準線と交はる迄の距離である。(法則3, 4, 5)
- b. 平面の位置は次の如くして求める。
偏角 φ_1 及び φ_2 にて2本の動徑を畫く。
此處で φ_1 (若くは φ_2) は曲帯の外縁(若くは内縁)が θ 軸と交はる點と極との間の距離として計測出来る。(法則6)

動徑 r_1 及び r_2 で圓を畫く。

此處で r_1 及び r_2 は曲帯の外縁及び内縁の極大値である。(法則5)

r_1 若くは r_2 は夫々廻轉中心に關して最も遠い點及び近い點をあらはしてゐる。此等の動徑及び圓弧で扇形が畫かれるが平面は此の扇形の内部に存在する。

c. 曲帯が常に基準線を含んでゐる場合は平面の横断面は曲帯の縁の極大値、 r なる半径を有する圓内に存在する。

C) 大いさ(面積)

横断面の大凡の大いさは直角坐標で決定される

曲帯の最も幅の廣い部分が φ_1 で a 、最も狭い部分が φ_2 で b とすれば、高さが a 、 b で各邊が中心線に對して φ_1 及び φ_2 傾いてゐる如き平行四邊形を畫く。そして基準線上 φ_1 と φ_2 の場所より曲帯の兩縁に至る距離を廻轉中心よりから此の平行四邊形の兩邊に至る距離と等しくとれば、此の平行四邊形の位置は定まり、横断面は此の内に内切する。従つて此平行四邊形の面積は大凡の横断面の面積となる。

D) 横断面の形狀

物體横断面の形狀は曲帯の兩縁の狀況から知る事が出来る。(法則11)

- a. 曲帯の縁が鮮鋭、平滑、且つ連続的である場合は横断面の輪廓は凹陷、直線等を含まない卵形閉曲線で圍まれてゐる。(法則15)
- b. 曲帯縁で φ の場所に收斂點がある場合は横断面の輪廓には直線部分を含む。(法則8, 12) Fig. 8, 15.

此の直線は中心線に對し φ 傾いてゐる(法則12) 此の直線の長さを定めるには曲帯の縁の凹陷部に橋を架する様に切線を引き此の切點が φ_1 及び φ_2 に在るとせば直線は中心 φ に對して $\varphi_2 \sim \varphi_1$ の範圍内に在る。(法則16)

c. 曲帯縁で φ の場所に節點がある場合は横断面の輪廓には凹陷がある。(法則17)(Fig. 11, 16) 此の凹陷の兩端を結ぶ線、即ち假想直線は中心線に對し φ 傾いてゐる。(法則12)

此の直線の長さを定めるには曲帯の縁の凹陷部に橋を架する様に切線を引き、此の切點が φ_1 及び φ_2 に在るとせば直線は中心線に對して $\varphi_2 \sim \varphi_1$ の範圍内に在る。(法則16)

d. 曲帯の縁で φ_1 から φ_2 の間に陰影の濃さが減少してゐる場合は横断面輪廓で φ_1 から φ_2 の方向に小なる凸出がある。(法則17) Fig. 17

尙以上述べた如き收斂點、節點、量が曲帯の外縁(若くは内縁)に在る場合は、廻轉中心より横断面に切線を引き此の2切點を結ぶ直線に關し廻轉中心より遠い場所(若くは近い場所)に直線、凹陷若くは小凸出がある。

E) 横断面の構造

横斷面の構造は曲帯の構造から定められる。

a. 曲帯が均等に撮影されてゐる場合は横斷面は卵圓形で且つ均質な物質から成る。(法則 2) Fig. 14.

b. 曲帯が數個の濃淡の曲帯から成る時は横斷面は X 線吸収率の異なる數個の物質より成つてゐる。(法則 2) Fig. 1.

狭い曲帯は横斷面に含まれる點若くは塊をあらはしてゐる。(法則 19 及び 20)

F) 2 個の横斷面の關係

a. 2 曲帯が φ_1 から φ_2 の間で分離して居れば 2 個の横斷面は互に離れて居り、且つ 2 横斷面の距離は 2 曲帯の最大の距離と等しい。(法則 20)

2 個の横斷面に内切する 2 切線の挟む角の餘角は $\varphi_2 \sim \varphi_1$ の角としてあらはさる(法則 18) Fig. 13.

b. 曲帯の内部に常に曲帯が含まれて居れば 1 横斷面に他の横斷面が含まれて居る。(法則 19) 2 横斷面間の距離は廻轉角 θ_1 に於ける 2 個の曲帯の距離によりあらはされる。(Fig. 12)

考 按

余の流動廻轉撮影法の如く、物體横斷面を代表する X 線寫眞を撮影し、此より横斷面の狀況を判

讀する試みは在來は行はれなかつた様である。

此の撮影法は斷續廻轉撮影法の如く管球を 190° 廻轉すれば充分である事は容易に知る事が出来る。

此の X 線寫眞を判讀するのは少しく練習を要するが、此に習熟すると極めて小なる曲帯の變化も總べて意味づける事が出来るから詳細に横斷面の狀況を知る事が出来る。また略々同様な多くの横斷面を比較する様な場合には一々原横斷面を考へなくてもその曲帯間の微細な變化を發見する事により、横斷面間の相違を記録する事が出来る。

結 論

1) 余は流動廻轉撮影法にて種々なる模型の横斷撮影を実施し、此に理論的考察を加えた結果物體の横斷面と流動廻轉寫眞との間の關係を規定する 20 個の法則を知る事が出来た。

2) 此の法則を利用して流動廻轉寫眞から逆に物體横斷面を判讀する方法を考案した。

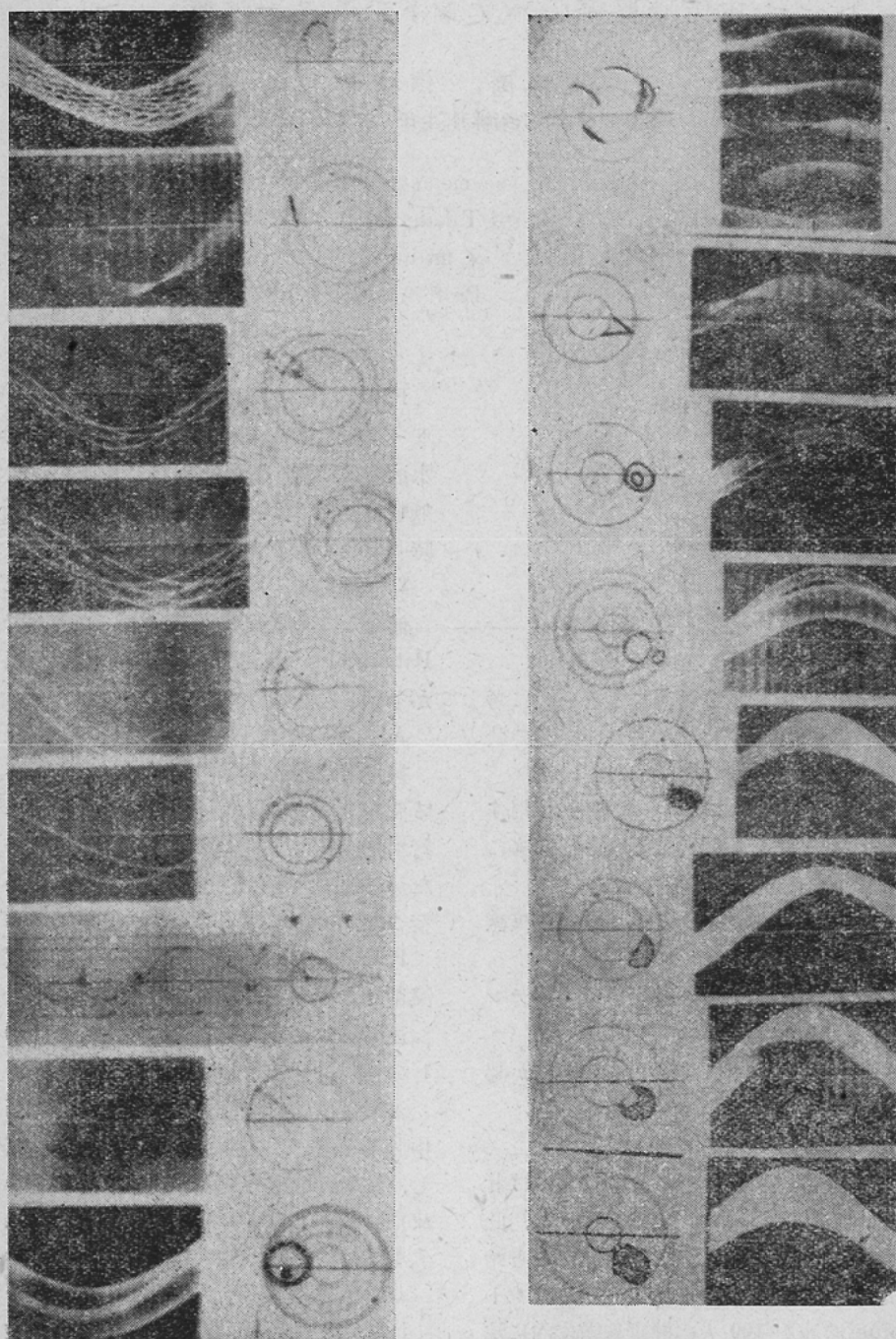
(本研究要旨は昭和 21 年 11 月第 11 回日本醫學放射線學會總會に於いて演説せり。)

文 獻

- 1) 高橋信次: X 線廻轉撮影法の研究(第一報). 斷續廻轉撮影法の理論的研究. 日醫放誌, 第 9 卷, 第 5 號掲載決定.



高橋論文附圖



〔流動廻轉寫眞〕

右が廻轉寫眞 左が物體の横斷面を位置、大いさ、形を實大に畫いたもの