



Title	電子計算機による4.3MV X線の胸部回転照射の線量分布の解析
Author(s)	尾内, 能夫; 都丸, 穎三; 入船, 寅二
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1970, 29(10), p. 1313-1319
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18398
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

電子計算機による4.3 MV X線の胸部 回転照射の線量分布の解析

癌研究会癌研究所第6研究室(物理)

尾内 能夫 都丸 穎三 入船 寅二

(昭和44年4月25日受付)

An Analysis of Dose Distributions in the Thorax in 4.3 MV X-Ray Rotation
with the Use of a Digital Computer

by

Yoshio Onai, Teizo Tomaru and Toraji Iriune

Department of Physics, Cancer Institute, Tokyo

Using empirical formulae reported in previous papers, the influence of lung on dose distributions in the thorax was studied quantitatively with the use of a digital computer. A comparison was made between dose distributions calculated by the computer and those measured by the use of films to a man like thorax phantom, and the results of the two methods were in good agreement.

For a mediastinal lesion treated with any angle of rotation and for a tumor located in the lung treated with rotation greater than 240 degrees, the effect of lung on the overall treatment plan may be neglected for clinical purposes, provided the absolute dose at the center of rotation is corrected for the presence of lung tissue.

I. 緒言

前に、均質 phantom を用いた ^{60}Co γ 線の回転照射について、phantom の形と大きさによる線量分布の変化⁹⁾ および中心軸が偏心した場合の中心回転の分布との相違⁹⁾ を報告したが、本報では密度の異なる肺が存在する胸部の回転照射について、線量分布におよぼす肺の影響がどの程度かを電子計算機を用いて検討した。

回転照射の場合の肺の影響に関する報告^{1-8), 10)}
¹¹⁾はあるが、均質 phantom との相違を定量的に検討した論文は少ない。Burlin¹²⁾ は 360 度回転では肺の影響は少ないと示しているが、他の振子角については影響の程度が明らかでない。また、Greene ら¹³⁾ は固定照射でも多門照射では臨床的に肺の影響を無視しうるとしているが、これもその程度を明らかにしていない。われわれは種

々の振子角について肺の有無による線量分布の相違を定量的に検討し、均質 phantom の分布をどの程度の振子角に適用できるかを明らかにし、治療計画に役立つ資料を得た。

^{60}Co γ 線についても同様のことがいえるが、ここでは 4.3 MV X 線についての結果を述べる。

II. 計算方法

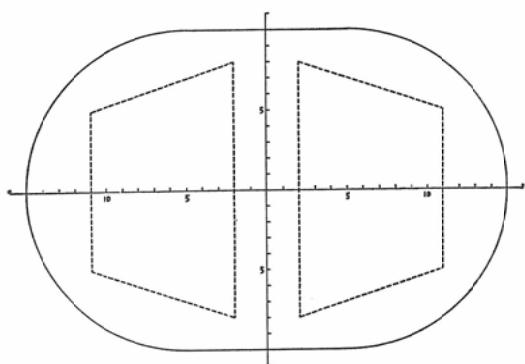
1. 計算式と胸部の構成

均質 Phantom についての線量計算式は前報⁶⁾に報告した 4.3 MV X 線についての式を用いた。但し、K の式は前報において誤った式を掲載したので次のとく訂正する。

$$K(d) = 1.04555 - 0.063207d + 0.0015608d^2 - 0.000014740d^3$$

肺の補正係数も前報⁷⁾ の式を用いた。

Fig. 1. Cross section of the thorax phantom used in computer calculation for an analysis of dose distribution



phantom の形は Haynes ら⁴⁾による oval で、肺の形および大きさを Fig. 1 に示す。密度は 0.27 g/cm^3 として計算した。

2. 照射条件

照射野は $6 \times 6 \text{ cm}$ 、振子角は $60, 90, 120, 180, 240, 300$, および 360 度で、oval の中心回転（食道照射、回転中心 $0, 0$ ）と回転軸が phantom の中心より偏移した軸偏心回転（肺部照射、回転中心 $6, 0$ ）について肺のあるとき（不均質 oval 形）とないとき（均質 oval 形）および 30cm 直径の均質円柱形 phantom の中心回転について計算し、回転中心の線量を 100 としてそれらの線量分布を比較した。回転中心に対して相対的位置が同じである点の相対的線量の比も電子計算機で求めた。

III. 計算結果

1. 中心回転

回転中心の線量の 30% 以上の線量域における均質 phantom との相違を Fig. 2 に示す。縦軸の $P_c(\text{lung})$, $P_c(\text{oval})$ および $P_c(\text{cir.})$ はそれぞれ不均質 oval 形、均質 oval 形および 30cm 直径の均質円柱形 phantom の中心回転の線量である。点線で示した TAR は oval 形 phantom の回転中心における肺のあるときとないときの絶対線量の比較である。

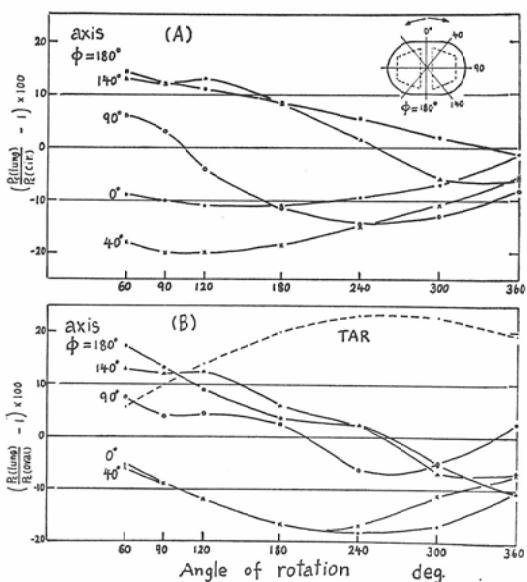
Fig. 3 に 3 種の phantom についての等線量曲線を比較して示した。

(i) 均質円柱形との比較

Fig. 2. Differences between relative doses in homogeneous and inhomogeneous phantoms for centric rotation as shown in the insert of the graph. Maximum error in the region of greater than 30% of the dose at the center of rotation.

(A) Comparison with dose in a circular homogeneous phantom

(B) Comparison with dose in an 'oval homogeneous phantom'



360度回転の場合にはすべての軸（計算した軸は Fig. 2 の挿入図に示してある $0, 40, 90, 140$ および 180 度軸）について 10% 以下の相違である。

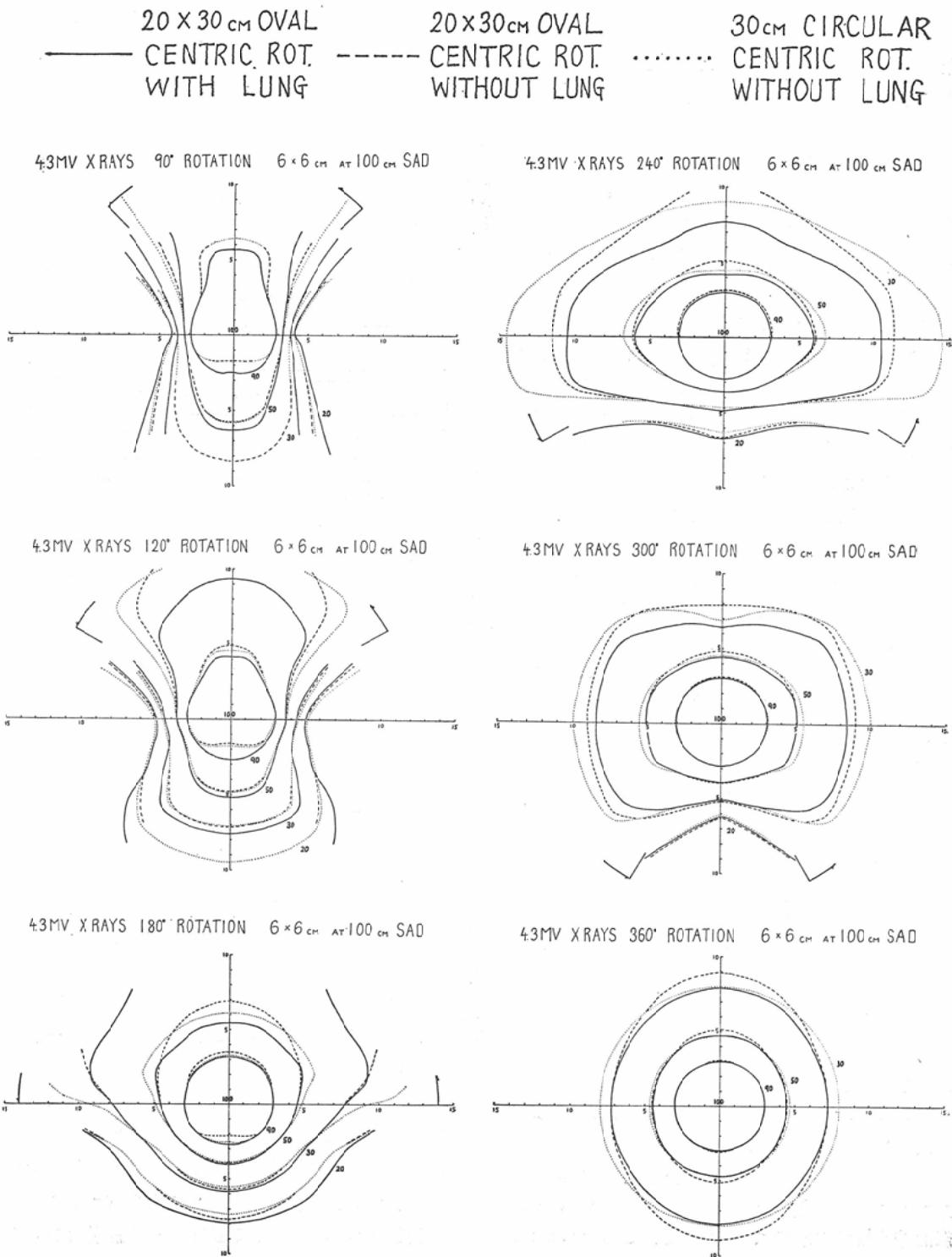
180度以上の振子角では 40 度と 90 度軸で相違が 10% を超えるが、肺のあるときの方が線量が低くなるから円柱形についての分布を適用しても安全側である。

120度以下の振子角では、 40 度軸は肺のあるときの方が線量が低く、 140 度と 180 度軸では肺のある場合の方が線量が多くなる。しかし、その相違は 15% 以下であり、等線量曲線の移動は 50% 線量域までは Fig. 3 に示すごとく 1 cm 以下であるから、円柱形についての分布を適用しても臨床的には問題はないであろう。

(ii) 均質 oval 形との比較

360度回転ではすべての軸について 10% 以下の

Fig. 3. Comparison between isodose curves in homogeneous and inhomogeneous phantoms for centric rotation with various angles of rotation



相違である。

180度以上の振子角では0度と40度軸で相違が10%を超えるが、肺のあるときの方が線量が低くなるから、ovalの均質phantomについての分布を適用しても安全側である。

120度以下の振子角では0度と40度軸は12%以下の相違であるが、140度と180度軸で肺のあるときより線量が10%以上多くなる。しかし、この場合も等線量曲線の移動距離は50%線量域まで1cm以下であるから、均質oval形についての分布を適用できるであろう。

(iii) 相違を小さくするための方法

180度以上の振子角については、0度軸上は均質円柱形についての分布を、90度軸上は均質oval形についての分布を、他の軸上は均質円柱またはoval形についての分布を採用すれば、40度軸の近辺以外では10%以下の誤差で不均質phantomの線量分布を求めることができる。

2. 軸偏心回転

回転中心の線量の30%以上の線量域における均質円柱形中心回転および均質oval形軸偏心回転との相違をFig. 4に示す。縦軸のPe(lung)およびPe(oval)はそれぞれ不均質oval形および均質oval形phantomの偏心回転の線量である。

240度以上の振子角では均質円柱形中心回転または均質oval形偏心回転の分布を適用しても、0度軸上以外では線量の相違は10%以下であり、0度軸上でも肺のあるときの方が線量が低くなるから安全側である。

180度以下の振子角では反対側の肺（140度および180度軸）の線量を低く見積ることになるから、均質phantomについての分布を適用することは好ましくない。

Fig. 5に3種のphantomについての等線量曲線を示した。

IV. phantomによる実測値と計算値の比較

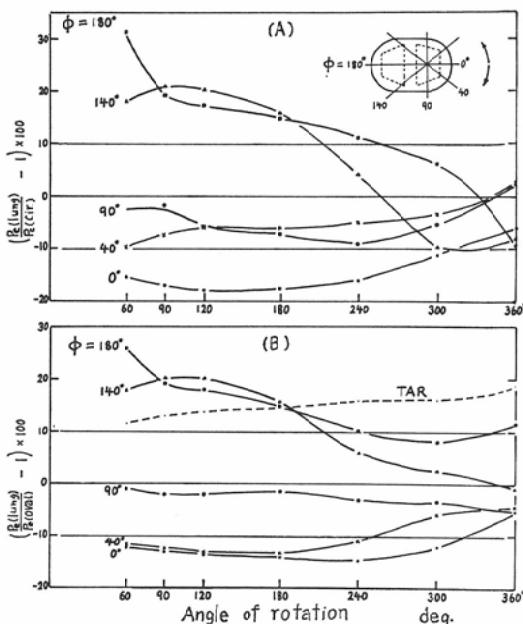
1. 胸部phantomの試作

軟組織部にMixDP⁵⁾、肺部にコルク ($\rho=0.21$ g/cm³) を用い、層状構造の胸部phantomを放射線治療部技師の協力で試作した。このphantom

Fig. 4. Differences between relative doses in homogeneous and inhomogeneous phantoms for eccentric rotation as shown in the insert of the graph.

(A) Comparison with dose in a circular homogeneous phantom with centric rotation

(B) Comparison with dose in an oval homogeneous phantom with eccentric rotation



は各層の間にfilmをはさむことが可能であり、測定部の一枚を電離箱または蛍光ガラス線量計挿入用の板と交換ができる。Fig. 6にその写真を示す。

2. film法による実測値との比較

このphantomを用いてfilm法により線量分布を測定した。使用したfilmはFujilith Contact Filmで150 radの曝射で黒化度が1.0程度である。Fig. 7に4.3 MV X線による黒化度一線量曲線を示した。

電離箱により測定した標準の深部量曲線とこのfilmによるそれとの相違は、照射野5×5 cmでは24cm深部まで測定誤差の範囲であり、照射野10×10 cmでも20cm深部において5%程度である。

胸部phantomによる回転照射の線量分布の実

Fig. 5. Comparison between isodose curves in homogeneous and inhomogeneous phantoms for eccentric rotation with various angles of rotation

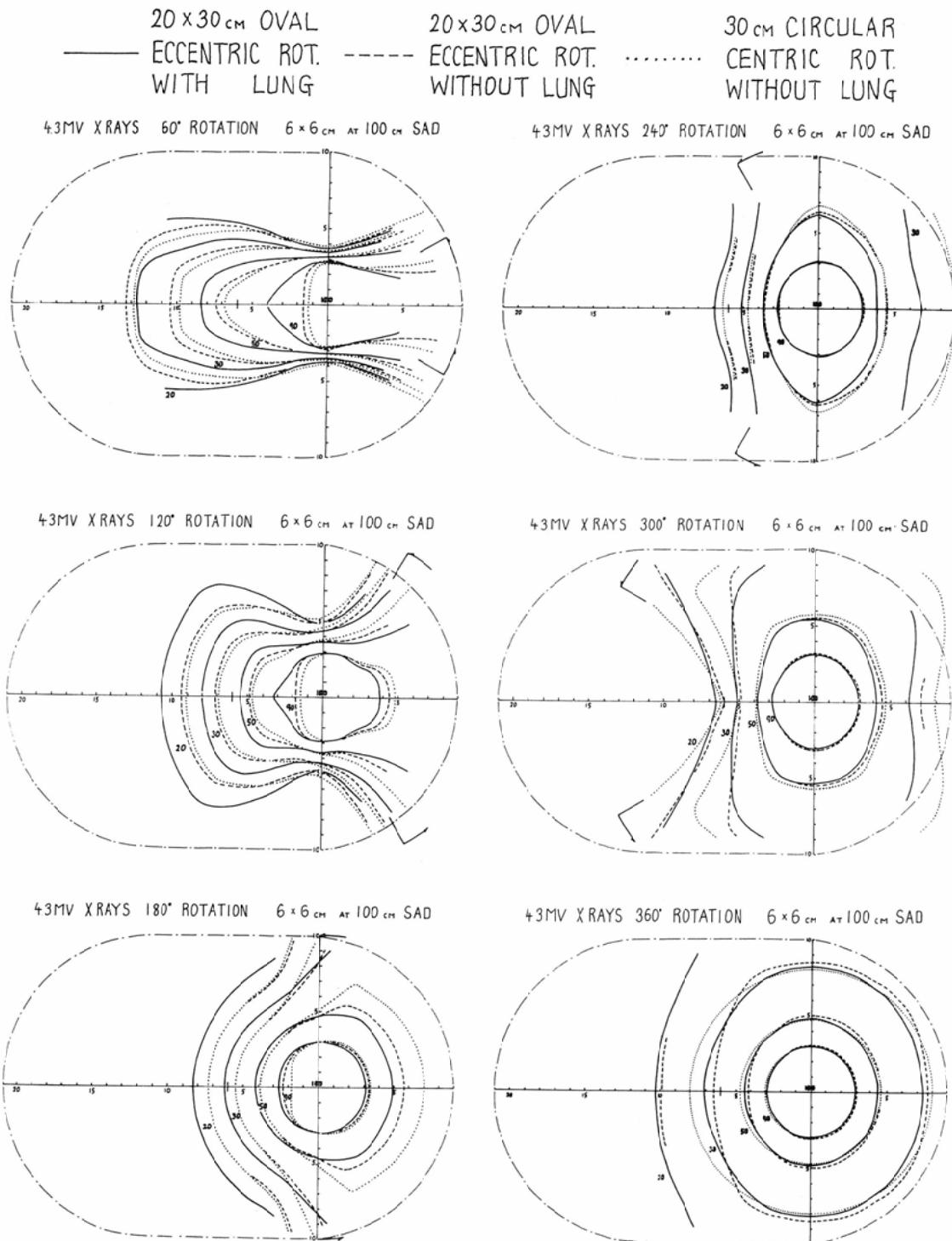


Fig. 6. Photograph of the MixDP phantom man, with lung sections of cork with a density of 0.21 g/cm^3

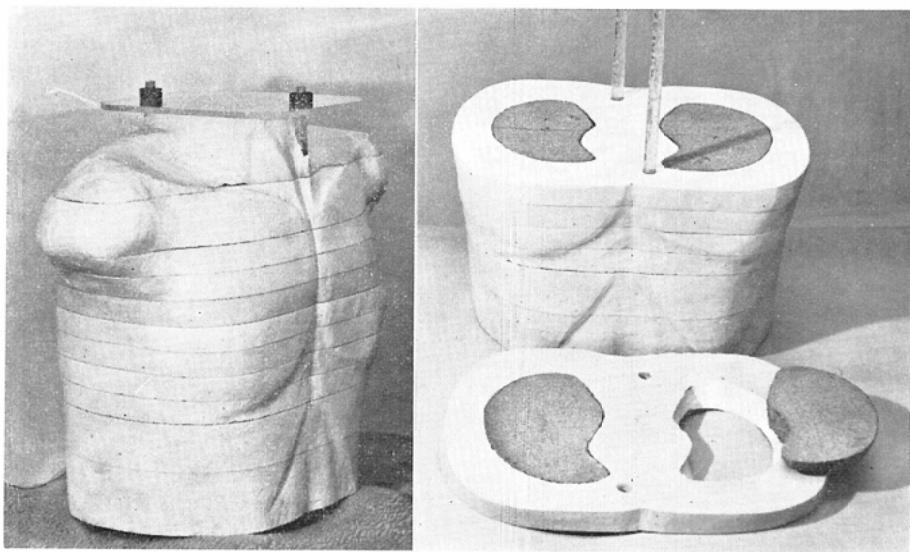
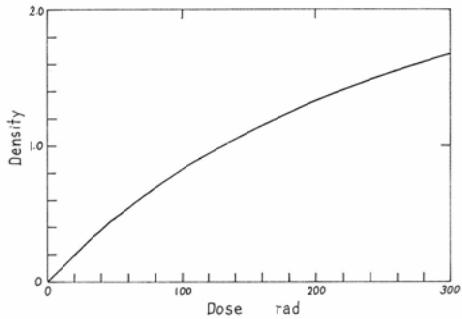


Fig. 7. Density-dose calibration curve of Fujilith Contact Film for 4.3 MV X-rays



測定値と計算値の相違は低線量域でも10%以下であつた。Fig. 8 (A) および (B) にそれぞれ300度中心回転および240度偏心回転の線量分布を計算値と比較して示した。

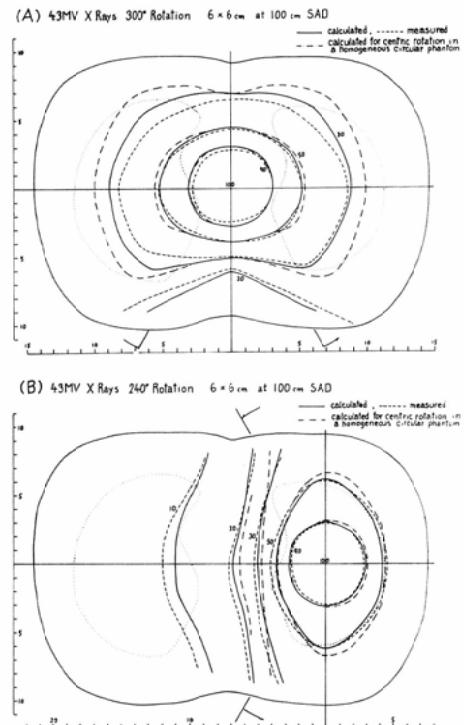
V. 結 論

以上のことから、

(1) 食道部回転照射では、均質 phantom の等線量曲線を適用しても臨床的に問題はないであろう。

(2) 肺部回転照射では、240度以上の振子角であれば均質 phantom の等線量曲線を適用しても、その誤差は大部分の部位で10%以下である。

Fig. 8. Comparison of isodose curves calculated by a computer and measured by the use of films to a man-like phantom (A) Centric rotation (B) Eccentric rotation



したがつて、上記の照射法については回転中心における絶対線量だけを計算すればよい。それには肺の密度と大きさを知る必要があるが、これについては別報で報告する。

本論文の要旨は第27回日本医学放射線学会総会(1968. 4)において発表した。尚、この研究は厚生省がん研究助成金によつて行なわれたものである。感謝の意を表す。

文 献

- 1) Burlin, T. E.: The evaluation of the dose to the thorax in rotational cobalt 60 therapy. Brit. J. Radiol. 30 (1957), 543—549.
- 2) Fowler, J. F.: The effects of some variables on arc therapy dosage distributions. Brit. J. Radiol. 31 (1958), 290—293.
- 3) Greene, D., and Stewart, J. G.: Isodose curves in non-uniform phantoms. Brit. J. Radiol. 38 (1965), 378—385.
- 4) Haynes, R. H., and Froese, G.: Idealized body contours in rotation dosimetry. Acta Radiol. 48 (1957), 209—226.
- 5) 尾内, 楠本: 水と等価な固形 phantom の試作, 日本医学会誌, 19 (1959), 1012—1016.
- 6) Onai, Y., Irihara, T., Tomaru, T., and Kohnishi, K.: Calculation of dose distributions in radiation therapy by a digital computer. I. The computation of dose distributions in a homogeneous body for cobalt 60 γ -rays and 4.3MV X-rays. Nipp. Act. Radiol. 27 (1967), 653—666.
- 7) 尾内, 都丸, 入船: 最小の実測値を用いて等線量曲線を作成する方法に関する考察, 第3報 4.3MV X線による胸部照射の線量分布. 日本医学会誌, 27 (1968), 1480—1493.
- 8) 尾内, 都丸, 入船: 最小の実測値を用いて等線量曲線を作成する方法に関する考察, 第4報 phantom の中心を回転中心とする回転照射の線量分布, 日本医学会誌, 28 (1968), 178—202.
- 9) 尾内, 都丸, 入船: 電子計算機による ^{60}Co 軸偏心回転の線量分布の解析. 日本医学会誌, 28 (1969), 1379—1395.
- 10) Quimby, E. H., and Cohen, B. S.: Effects of radiation quality, target-axis distance, and field size on dose distribution in rotation therapy. Amer. J. Roentgenol. 78 (1957), 819—830.
- 11) Witcofski, R. L., and Meschan, I.: An analysis of isodose patterns obtained with 180 degree rotation of a telecobalt unit. Amer. J. Roentgenol. 85 (1961), 919—925.