



Title	Wedge Filter技術の簡易化について
Author(s)	松村, 隆; 和田, 允; 西村, 昭久
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1969, 29(1), p. 34-43
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17713
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Wedge Filter 技術の簡易化について

慶応義塾大学医学部放射線医学教室 (主任: 山下久雄教授)

松 林 隆 和 田 允 西村 明久

(昭和43年7月3日受付)

Studies on Simplification of Wedge-filter Technique

By

Takashi Matsubayashi, Tadashi Wada and Akihisa Nishimura

Department of Radiology, School of Medicine, Keio University, Tokyo, Japan

(Director; Prof. Dr. Hisao Yamashita)

The wedge-filter technique is now very widely used in radiotherapy, especially with megavoltage radiation. Intending to simplify the wedge-filter technique, the authors examined the application of the pre-calculated treatment plan to combined wedge fields of ^{60}Co γ -rays at SSD [fixed source-to-skin distance] 50 cm. It was derived from the method of Braestrup and Mooney [1955], and was further developed by Du Sault [1959] as for the STD [fixed source-to-tumor distance] system. Of course, the pre-calculated plan is particularly convenient with rotational therapy units for which the STD system is generally adopted, but this can clinically be applied to combined wedge fields of the SSD system.

In clinical application of the pre-calculated plan, the problem of oblique incidence arises. The authors examined the validity of a method of drawing to select the proper wedge filter for a sloping wedge field of 6MV X-rays by using the "half-way method", one of the isodose curve shift methods by which it is easy to assess the changes caused on standard isodose curves by the presence of oblique incidence. This method is considered to be available for clinical treatment planning.

放射線治療では、治療開始前に適切な治療計画を立てることが必要であるが、患者一人一人の治療計画ごとに手計算で合成線量分布を求めることは、かなりの時間と労力を要し、しかも仕事としては単調な面のつよいものである。しかし、wedge filter 照射を行なう場合には、特に根治的照射を目的とすることが多いだけに、予め線量分布について充分検討しておくことがぜひ必要である。 ^{60}Co γ 線を含めた超高压X線による wedge filter 照射の治療計画を簡易化することを目的として、まず、Braestrup と Mooney (1955) が創案し Du Sault (1959) らが発展させた precalculated plan 法を、 ^{60}Co γ 線、SSD (fixed source-to-skin distance) 50cm、即ちSSD法の wedge

filter 照射について検討した。次に、臨床上 pre-calculated plan を使うに当つては、wedge filter 照射に限ったことではないが、斜入射の補償法が問題となる。超高压X線において、斜入射照射による線量分布を標準等線量曲線より求める方法として、等線量曲線移動法は最も簡易なものである。等線量曲線移動法を応用して簡単な作図をすることにより、斜入射の補償も含めた適当な wedge angle の wedge filter を選択できるはずであると考えて、この方法を6MV X線について、等線量曲線移動法-half-way method (Manchester) を使つて検討した。

SSD 法 wedge filter 照射についての precalculated plan 法の検討

Fig. 1 ^{60}Co 6W $\times$ 8cm wedge field at SSD 50cm, wedge angle at a depth of 5 cm 45°, source 2 cm ϕ , source to diaphragm distance 35cm, filter to skin distance 9 cm air dose at a depth of 0.5cm on the axis 100.

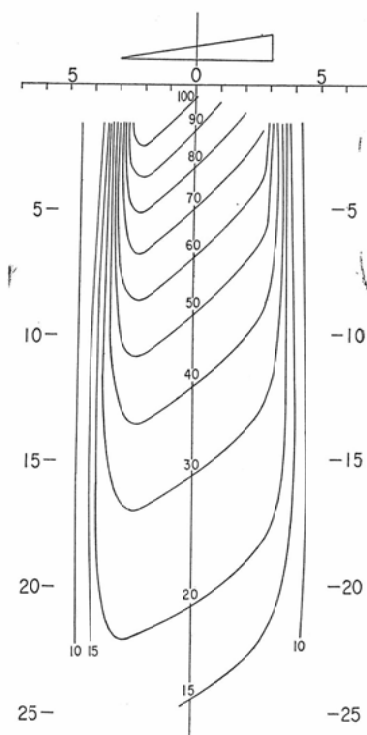


Fig. 2 Combined two ^{60}Co wedge fields of 6W $\times$ 8cm, SSD 50cm at 90 degrees.

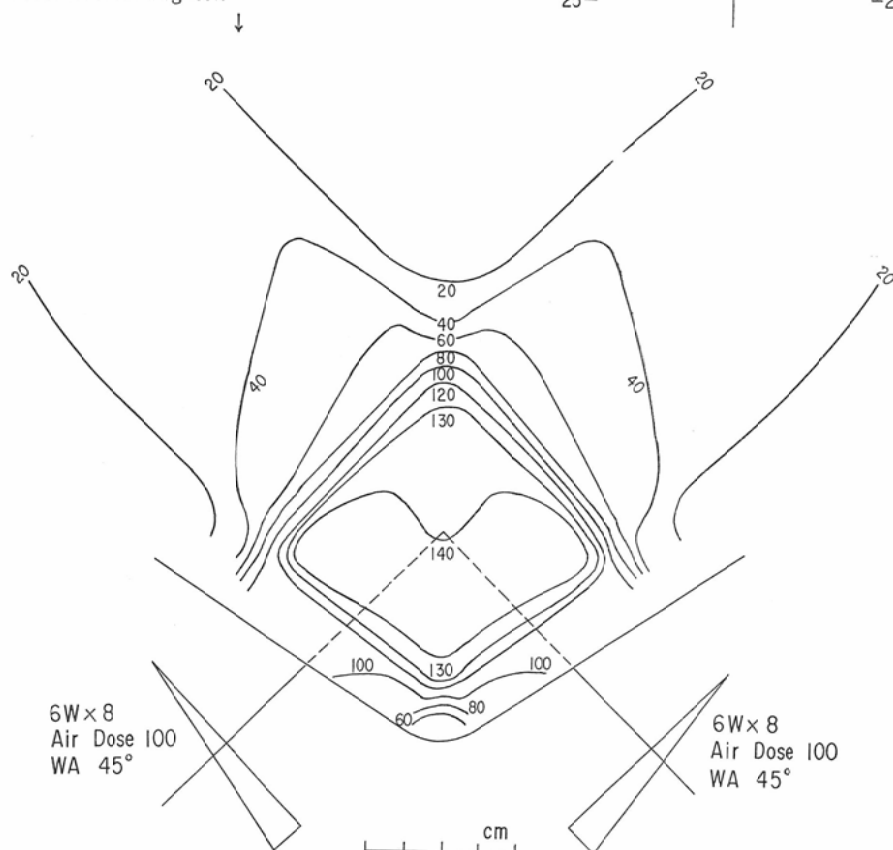


Fig. 3 The central axis percentage depth dose for ^{60}Co wedge fields of SSD 50cm compared with that for ^{60}Co simple fields of SSD 50cm without wedge filter air dose at a depth of 0.5cm on the axis 100.

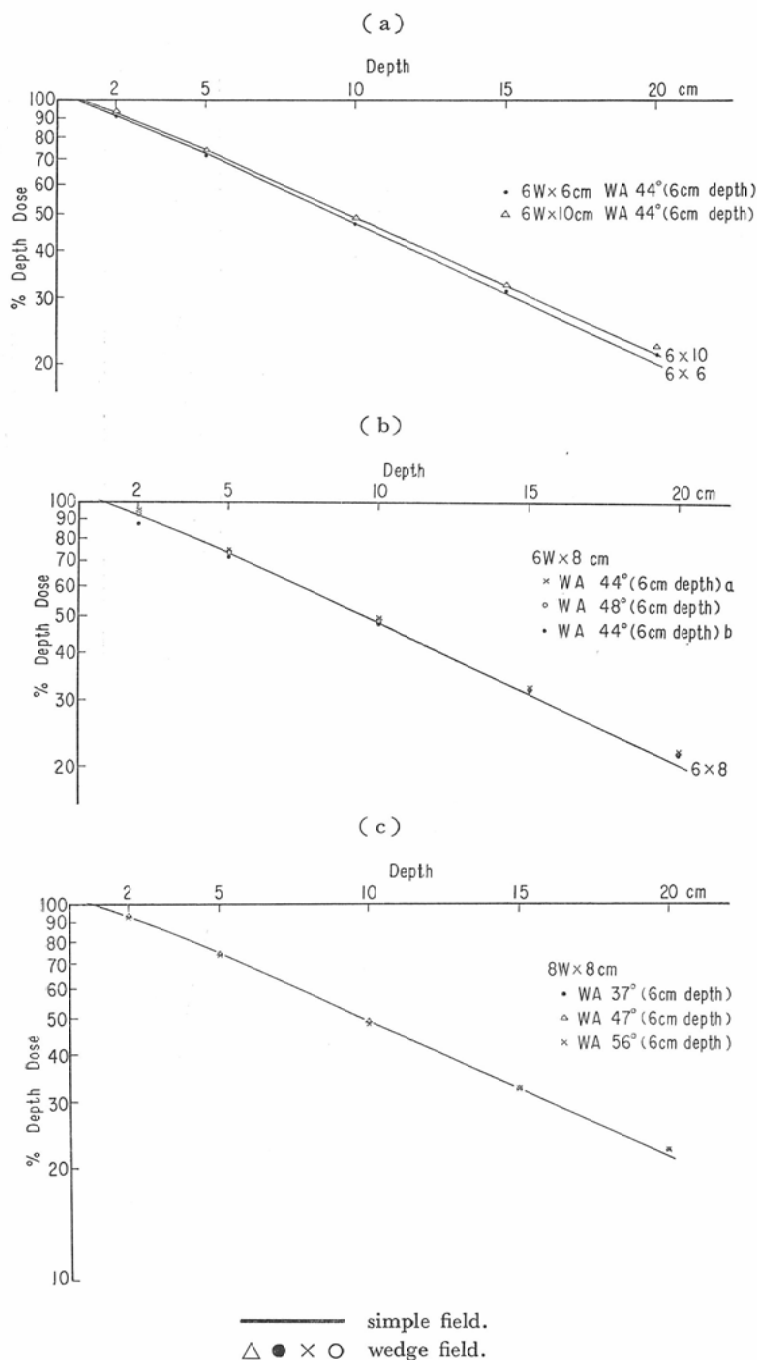


Fig. 1 は ^{60}Co 大量遠隔照射装置 (東芝 RI-103F 形, 1,000Ci 用固定型, 線源 2 cm ϕ , source-to-diaphragm distance 35cm) 用の鉛製 wedge filter による等線量曲線で, SSD 50cm, 幾何学的照射野は 6 W $\times$ 8 cm であり, 深さ 5 cm での wedge angle は 45 $^\circ$ である. 線束中心軸上表面下 0.5cm の空中線量を 100 としたもので, 従来一般に SSD 法による治療計画に用いられている等線量曲線はこの型のものである. Fig. 2 は同じ wedge filter 照射の 90 $^\circ$ 交叉 2 門の合成等線量曲線である. このような合成等線量曲線を, 病巣の深さ, 表面の輪郭の異なる各患者の治療計画ごとに一つ一つ作ることとはかなり面倒な仕事である.

Fig. 3 は, 中心軸深部量百分率を ^{60}Co γ 線の wedge filter 照射の場合と, 同じ照射野の大きさの wedge filter なしの照射の場合とについて比較したものである. 両者は一致し, 従って中心軸深部量百分率に関しては, wedge filter 照射でも

wedge filter なしの照射と同じように, 一般に使われている深部量百分率表 (Brit. J. Radiol. Suppl. 10, 1961) をそのまま使用できる.

Fig. 4 は, Fig. 1 と同じ wedge filter 照射の等線量曲線を, 基準点をそれぞれ 3 cm, 5 cm 及び 8 cm の深さにおいた場合について比較したものである. 線束のひろがり及び深さのちがいによる wedge angle の変化によつて多少のちがいはあるが, 各基準点前後の線量分布は表面に近い部分を除けば殆んど一致する.

Fig. 5 (a) (b) は, 同じ wedge filter 照射の 90 $^\circ$ 交叉 2 門の合成等線量曲線を, 中心軸交叉点がそれぞれ 3 cm, 5 cm 及び 8 cm の深さになる場合について比較したものである. 中心軸交叉点の深部線量を 100 とし, (a) (b) ともに右半分は交叉点が深さ 5 cm にある場合, 左半分は (a) では深さ 3 cm, (b) では深さ 8 cm にそれぞれ交叉点がある場合の等線量曲線である.

Fig. 4 Comparison of isodose distributions for a ^{60}Co wedge field of 6W $\times$ 8cm, SSD 50cm with skin-to-reference point distance of 3, 5, and 8 cm. Depth dose at each reference point 100, wedge angle at a depth of 5 cm 45 $^\circ$.

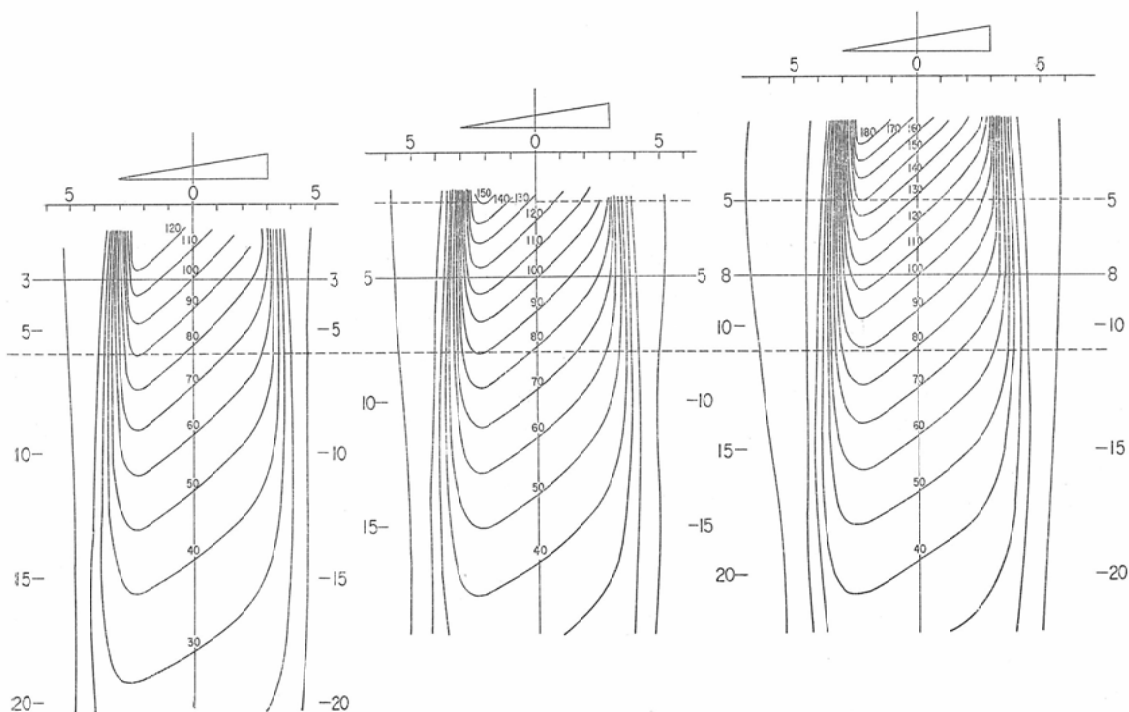


Fig. 5 Comparison of isodose distributions for combined two ^{60}Co wedge fields of $6\text{W} \times 8\text{cm}$, SSD 50cm at 90 degrees, with different skin-to-tumor distance (Sk TD). Wedge angle at a depth of 5 cm 45° .

(a) Left-half: SkTD 3 cm. Right-half: SkTD 5 cm.

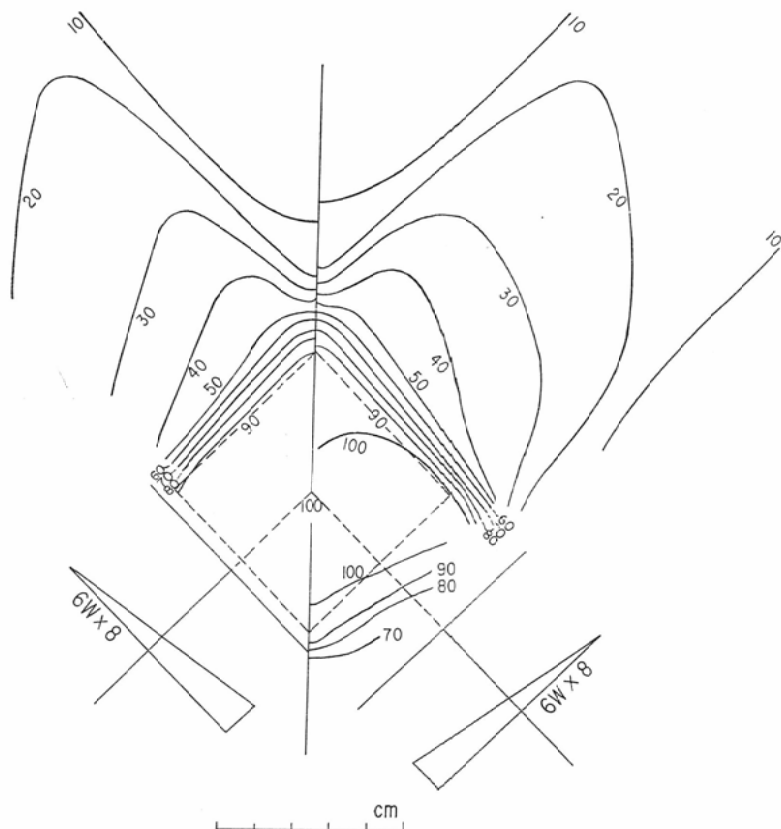


Fig. 6 は、これら三つの合成線量分布のプロファイルを、下図矢印の方向に表わしたものである。横軸は中心軸交叉点を 0 として深さを示し、縦軸は交叉点の線量を 100 として深部線量を示す。表面に近いところでは線量分布はちがってくるが、治療線量域とするべき等線量曲線 90 及びその周囲の線量分布は、深さがちがっても臨床的にはほとんど同じと言ってよいであろう。即ち、中心軸交叉点が 5 cm の深さにある合成等量曲線を precalculated plan とするならば、ある程度深さのちがった病巣に対してそのままあてはめても、治療線量域周辺の近似的等線量曲線をえることができる。この際、Fig. 7 のように各照射表面より中心軸交叉点（照準中心）までの距離がちがう時には、各

照射門から交叉点に等しい深部線量を与えなければならないが、この計算には前述のように wedge filter なしの simple field に使う深部量百分率表をそのまま使用できる。

斜入射の wedge filter 照射において等線量曲線移動法 half-way method を応用して作図から適当な wedge angle を求める方法の検討 Fig. 8 (a) は、6 MV X 線 (NELAC-1006A, 日本電気), FCD (focus-to-center distance) 100cm の wedge filter 照射の場合であるが、まず斜入射表面 SS を描き、照準中心 (isocenter) R で目的とする wedge angle ($\angle PRZ$) を作図する。次に表面 SS' と線束中心軸 YY' との交点 O を通り、YY' に垂直な直線 XX' を引き、この XX' 上の任意

(b) Left-half: SkTD 8 cm. Right-half: SkTD 5 cm. Equal tumor dose contributions are delivered from each field.

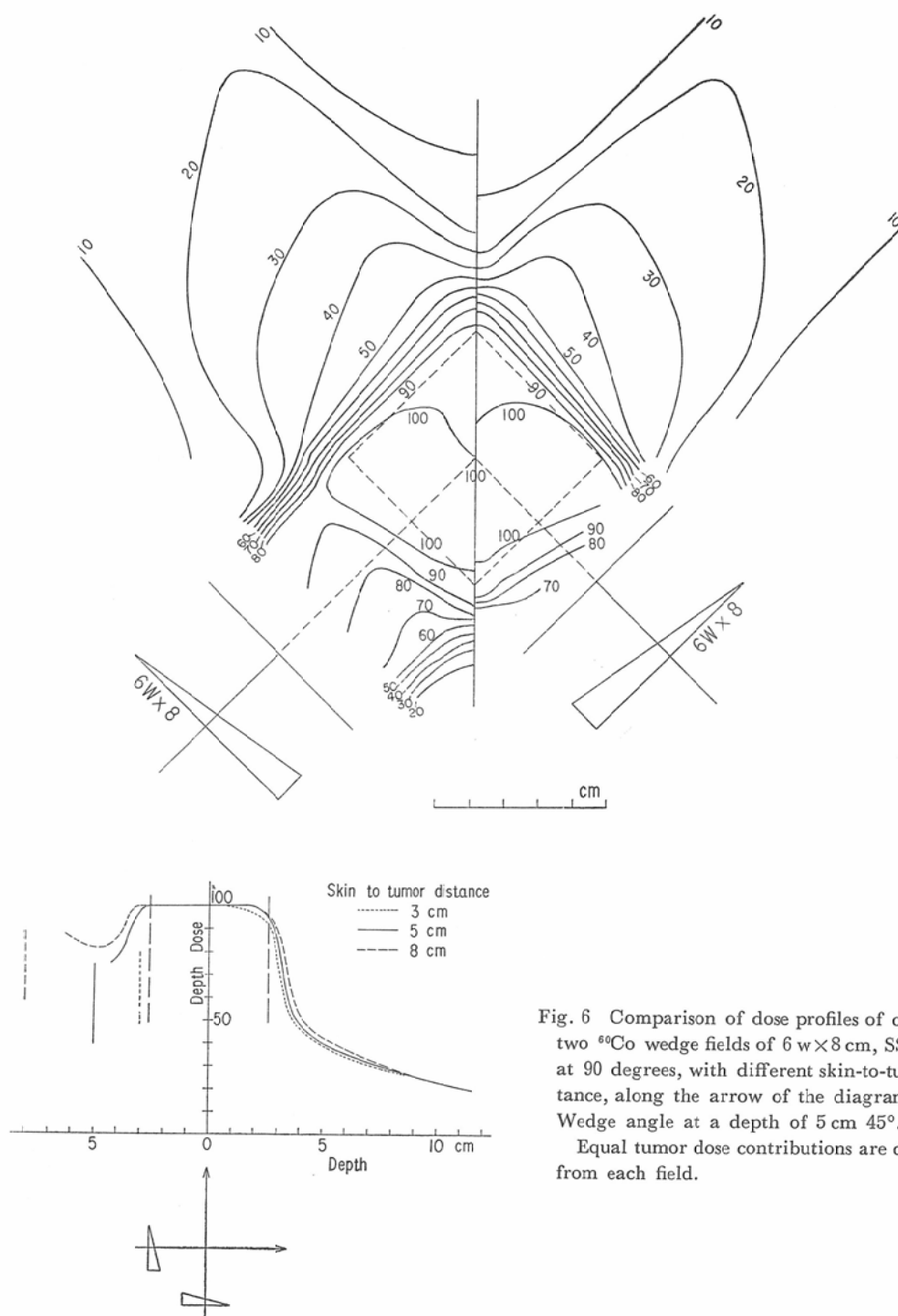
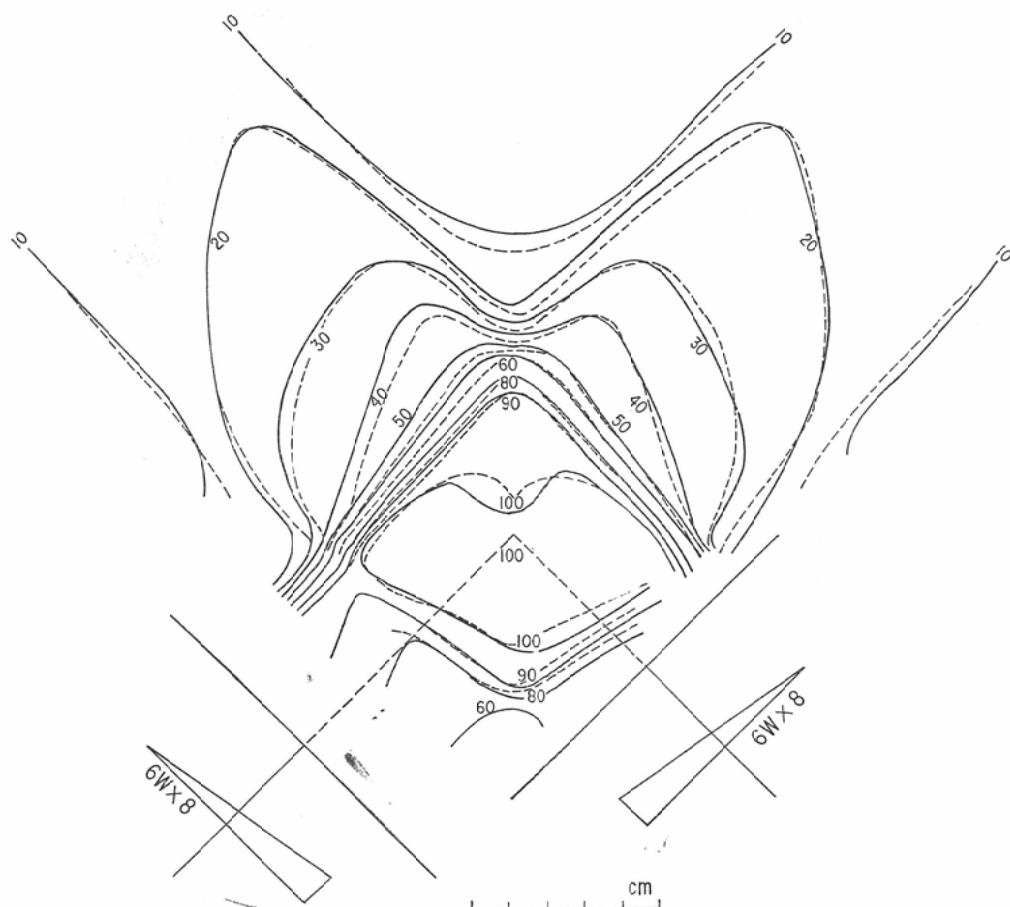


Fig. 6 Comparison of dose profiles of combined two ^{60}Co wedge fields of $6\text{ w} \times 8\text{ cm}$, SSD 50 cm at 90° degrees, with different skin-to-tumor distance, along the arrow of the diagram below. Wedge angle at a depth of 5 cm 45° .

Equal tumor dose contributions are delivered from each field.

Fig. 7 Combined two ^{60}Co wedge fields of $6\text{W} \times 8\text{ cm}$, SSD 50cm at 90 degrees.
Wedge angle at adepth of 5 cm 45°. Equal tumor dose contributions are delivered from each field.



— Isodose curves for combined two wedge fields at 90 degrees. Left: SkTD 8 cm, right: SkTD 5 cm.

..... Isodose curves as a pre-calculated dose distribution for combined two wedge fields at 90 degrees. Both left and right: SkTD 5 cm.

の点B, Dを通り YY' と平行な直線 l_1 及び l_2 を引く. この際 SS' が直線 (斜入射表面が平面) であればB, Dを XX' 上のどこにとつても同じである. l_1 及び l_2 と SS' との交点をそれぞれA, Cとし, PP' との交点をそれぞれa, cとする. そこで, 線分AB及びCDの半分の長さを, l_1 及び l_2 上でそれぞれab, cdととり, bとdを通る直線 QQ' を引けば, 必要なfilterのwedge angle $\angle QRZ$ を図から求めることができる. そしてこの場合は 60° である. Fig. 8 (c)

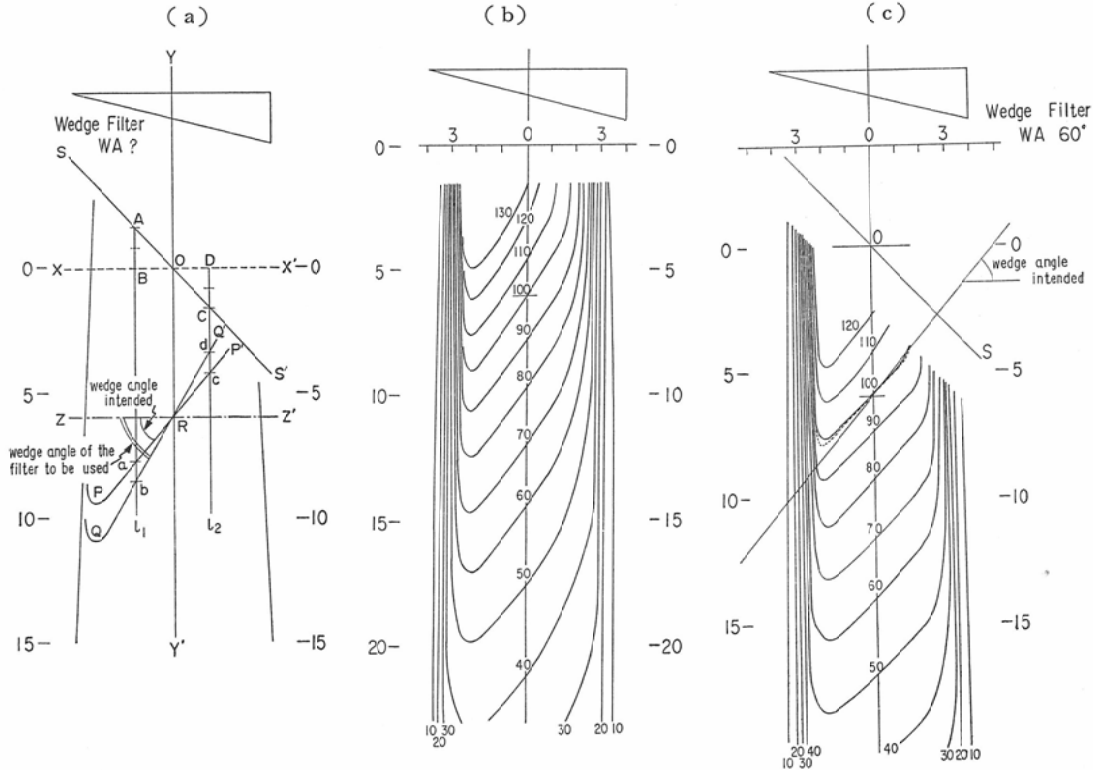
は, (a) の場合について, 水ファントームと指頭型電離槽線量計を使用して実際に線量測定を行ない, 等線量曲線 (実線) を求めたものである. 実測により求めた wedge angle は目的とした角度によく一致している. 点線は, 使用した wedge angle 60° の wedge filter による標準等線量曲線 (垂直入射の場合, Fig. 8 (b)) から half-way method により求めた等線量曲線であるが, 実測による等線量曲線によく一致している.

考 按

Fig. 8 (a) Illustration of a method of drawing to select the proper wedge filter for oblique incidence by using the "half-way method".

(b) 6MV X-ray 6W×6cm wedge field at focus-to-center distance (FCD) 100cm, wedge angle at a depth of 6 cm 60°, depth dose at a depth of 6 cm 100.

(c) Isodose distribution for the sloping wedge field measured on the same conditions as (a).



— Isodose curves measured.

..... Isodose curve derived from the wedge field (b), by using the "half-way method".

precalculated plan 法は、患者の病巣の高さでの断面図を描き、それに precalculated plan をあてはめて線量分布を推測する方法であるが、isocentric mechanism をもち FCD 法 (STD (fixed-source-to-tumor distance) 法) による多門及び運動照射が可能な廻転型の装置に有利な方法である。従つて、wedge filter 照射の治療計画にも precalculated plan 法を使うためには、廻転型装置によつて FCD (STD) 法による照射を行なう方が都合がよい。しかし、現在のところ我国では固定型の ^{60}Co 大量遠隔照射装置を使用している施設が多い。固定型の装置では、一般に SSD 法による照射が行なわれることが多く、実際には

SSD 法の方がむしろ都合がよい。従つて、固定型装置では SSD 法で wedge filter 照射を行なうことが普通である。wedge filter 照射は、一般に比較的浅い偏在性の病巣の治療に使われる照射技術であるので、前述のごとく ^{60}Co γ 線、SSD 50cm の場合でも、線束のひろがり及び深さのちがひによる wedge angle の変化による線量分布の変化は小さく、表面に近い部位について適当な考慮を払うならば、precalculated plan 法は SSD 法でしかも SSD が比較的小さい場合でも臨床的には充分使えるものと考えられる。

また、precalculated plan は、単に線量分布を速かに求めるためだけでなく、照射方法の選

択にも役立つ。多くの precalculated plan が作つてあれば、治療しようとしている病巣に最も適当なものをそれらのうちから選ぶことができる。precalculated plan は、表面に垂直に入射する線束の線量分布をもとにして作ることが多いのであるが、臨床上 precalculated plan を使うに当つては wedge filter 照射に限つたことではないが斜入射照射が問題となる。

斜入射の補償法としては、bolus あるいは組織補償フィルターを使用する方法があり、これらについては今までに多くの研究報告がある。しかし、前者には超高压X線の特長である skin-sparing effectを生かすことができない欠点があり、後者には治療患者数の多い施設では手間がかかりすぎる欠点がある。浅い病巣では、治療期間中に病巣が縮小して表面の状態が変つてしまうことも多く、組織補償フィルターを何度も作り直すことも面倒なことであり、また臨床的には、余り細かく斜入射の補償を行なう必要もないと考える。現在、著者らは、前述のように等線量曲線移動法 half-way method. を応用した作図法により、斜入射の補償も含めた適当な wedge angle の wedge filter を選択する方法をとつている。

慶大放射線科では、6 MeVリナック (NELAC-1006A) 用として、FCD 100cm、深さ6cmでの wedge angle が15°, 30°, 40°, 45°, 50°及び60°の銅製の wedge filter を作製し使用しているが、この作図法により求めた角度に近い wedge angle の filter をこれらの中から選んで使用している。

実際の治療においては、表面が完全な平面であることは稀と言わねばならない。しかし、表面が平面でなくても極端な凹凸を示す場合でなければ、その近似的平面により角度を求めることで臨床的には充分と考える。また、filter の hinge axis の方向の表面の傾斜凹凸については、それが極めて著しい場合には組織補償フィルター等を使用する必要もあるが、余り極端な場合でなければ補償フィルター等を使用する必要もないと考える。

次に、precalculated plan の作製についてであるが、最近我国においても、電子計算機による

線量分布計算の研究が進められており、すでに実用可能な段階に入っているという好条件に恵まれている。現在のところ、どの治療施設でも電子計算機を容易に利用できるというところまでには至っていないが、照射の条件が同じであれば、線量分布を求めるのに同一の precalculated plan を使用できるわけであるから、電子計算機により色々な照射条件の precalculated plan を作つておけば、同種機種の装置を使う施設であれば、どこでも同一の plan をそのまま使つて治療計画を立てることができよう。しかし、最近では、病巣の縮小及び周囲正常組織の反応に従つて、同じ病巣に対する照射方法を何回かかえることがよく行なわれる。このような場合には、照射方法の変更ごとに precalculated dose distribution を重ねて逐次合成線量分布を求めて行くことが必要になるが、手計算では手間のかかる仕事となる。これを簡易化するには、やはり電子計算機を利用する必要があるわけで、放射線治療における電子計算機利用の今後の開発普及が期待されるわけである。

結 論

precalculated plan 法は、isocentric mechanism をもち FCD (STD) 法による多門及び運動照射が可能な廻転型の ^{60}Co γ 線を含めた超高压X線治療装置に有利な方法であるが、 ^{60}Co γ 線、SSD 50cmの固定型装置による wedge filter 照射の場合でも臨床的には充分使える方法である。

precalculated plan 法を使うに当つて、臨床上斜入射の補償法が問題となるが、 ^{60}Co γ 線を含む超高压X線では、等線量曲線移動法（本研究では6MV X線で half-way method を使用）を応用した簡単な作図法により、斜入射の補償も含めた適当な wedge angle の wedge filter を選択でき、これで臨床的には充分であると考えられる。

照射装置の超高压化により、一般に放射線治療計画の簡易化が可能となつたが、超高压X線によつて wedge filter 技術の簡易化も可能となつたわけである。

本研究は厚生省がん研究助成金により行なつた。なお、本論文の要旨は、第25回日本医学放射線学会総会

(1966年4月)および第26回日本医学放射線学会総会(1967年4月)において発表した。

終りに、御指導、御校閲を頂いた山下久雄教授に深甚なる謝意を表し、御援助頂いた慶応がんセンター西山絃一技師に感謝する。

文 献

- 1) Braestrup, C.B. and Mooney, R.T.: Physical aspects of rotating telecobalt equipment. *Radiology*, 64: 17—28, 1955.
- 2) Cohen, M., Burns, J.E., and Sear, R.: Physical aspects of cobalt-60 teletherapy using wedge filters. I. Physical investigations. *Acta radiol.*, 53: 401—413, 1960.
- 3) Cohen, M., Burns, J.E., and Sear, R.: Physical aspects of cobalt-60 teletherapy using wedge filters. II. Dosimetric considerations. *Acta radiol.*, 53: 486—504, 1960.
- 4) Cohen, M.: The organization of clinical dosimetry. I. The four stages of clinical dosimetry. *Acta radiol. Ther. Phys. Biol.*, 4: 233—256, 1966.
- 5) Cohen, M.: The organization of clinical dosimetry. II. Some special topics in treatment planning. *Acta radiol. Ther. Phys. Biol.*, 4: 311—335, 1966.
- 6) Depth dose tables for use in radiotherapy. *Brit. J. Radiol. Suppl.* 10, 1961.
- 7) Du Sault, L.A.: A simplified method of treatment planning. *Radiology*, 73: 85—94, 1959.
- 8) Fletcher, G.H.: Clinical stationary field therapy with a cobalt-60 unit. Part I. *Am. J. Roentg.*, 75: 91—116, 1956.
- 9) Fletcher, G.H., Richardson, J.E., Moore, E.B., Morgan, J.M. and Cole, A.: Clinical stationary field therapy with a cobalt-60 unit. Part II. *Am. J. Roentg.*, 75: 117—128, 1956.
- 10) Garrett, J.H. and Jones, D.E.A.: Obliquity problems in megavoltage therapy. *Brit. J. Radiol.*, 35: 739—742, 1962.
- 11) Greene, D.: A study of the potential of high energy electron therapy in comparison with megavoltage x-ray therapy. *Brit. J. Radiol.*, 34: 318—322, 1961.
- 12) Johns, H.E.: The physics of radiology. 2nd edition. Charles C Thomas, Illinois, 1961.
- 13) Mac Donald, J.C.F.: Simplified techniques in the employment of a rotatory cobalt-60 beam therapy unit. *Am. J. Roentg.*, 86: 730—736, 1961.
- 14) 松林隆: Wedge Filter 技術に関する基礎的研究. *日医放*, 26: 228—235, 1966.
- 15) 尾内能夫, 入船寅二, 都丸禎三, 最少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2報 Telecobalt の斜入射照射の線量分布. *日医放*, 27: 1339—1346, 1968.
- 16) Paterson, R.: The treatment of malignant disease by radiotherapy. 2nd edition. Edward Arnold, London, 1963.
- 17) Pfalzner, P.M.: Precalculated dose distributions in cobalt 60 fixed field and rotation therapy. *Acta radiol.*, 58: 215—225, 1962.
- 18) Stewart, J.G.: The clinical significance of dose distribution problems. *Brit. J. Radiol.*, 35: 743—749, 1962.
- 19) 恒元博, 楠本五郎, 藤田裕子, 古川重夫, 小池幸子, ^{60}Co 治療用 Compensating wedge filter の研究. *日医放*, 24: 1204—1209, 1965.
- 20) Van de Geijn, J.: A simple wedge filter technique for cobalt-60 teletherapy. *Brit. J. Radiol.*, 35: 710—712, 1962.
- 21) Van de Geijn, J.: Compensation for the effect of oblique incidence of cobalt-60 radiation beams in teletherapy. *Brit. J. Radiol.*, 36: 56—62, 1963.
- 22) 山下久雄, 小林秀夫, 尾内能夫, 金田浩一, 都丸禎三, 入船寅二: wedge filter を用いた ^{60}Co 遠隔照射の線量分布 (抄). *日医放*, 22: 586, 1962.