



Title	肺腫瘍の病巣線量算定に関する一考察 第2報 二,三の問題点と臨床例について
Author(s)	前田, 盛正; 小林, 孝俊; 中塚, 次郎 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1964, 24(9), p. 1073-1077
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/20662">https://hdl.handle.net/11094/20662</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 肺腫瘍の病巣線量算定に関する一考察（第2報）

### 二、三の問題点と臨床例について

京都府立医科大学放射線医学教室（指導 金田弘教授）

前田盛正 小林孝俊 中塚次郎  
山田親久 浦野宗保

（昭和39年10月5日受付）

On the Estimation of Tissue Dose in the Treatment of  
Pulmonary Tumor (2nd Report)

Consideration of some problems and clinical experiences

by

Morimasa Maeda, Takatoshi Kobayashi, Jiro Nakatsuka,  
Chikahisa Yamada, and Muneyasu Urano

Kyoto Prefectural University of Medicine, Department of Radiology

(Director: Prof. H. Kaneda)

In the previous report, we described a practical method to calculate the tumor dose in  $\text{Co}^{60}$  therapy of a pulmonary tumor from the measured exit dose.

Attenuation of radiation in an inhomogeneous body is so complicated that additional studies have been completed and a critical analysis of those results is described in this report.

Problems in this method evaluated here are:

#### 1. Influence of Field Size:

The sawdust-paraffin ( $\rho=0.45$ ) and Mix-DP ( $\rho=1.0$ ) chest phantom was used. The exit doses from fields of  $5\times 5$ ,  $7\times 7$ , and  $10\times 10$  cm were measured with a thimble ionization chamber of 2 cm diameter. The depth dose curves derived from our data showed acceptable agreement with the theoretical curves. This method will be useful in those field sizes of clinical interest.

#### 2. Influence of Radiation Scattered from Mediastinum:

Exit doses were measured at points 1~5 cm from the margins of the mediastinum. As the exit doses were scarcely influenced by the scattered radiation from the mediastinum, the existence of mediastinum within the radiation field could be ignored.

#### 3. Attenuation of Radiation in the Inhomogeneous Phantom:

A simulated tumor of Mix-DP block of  $5\times 5\times 5$  cm was placed in various depth in the chest phantoms, of which lung tissues were made of sawdust-paraffin ( $\rho=0.45$ ) and cork ( $\rho=0.21$ ).

When the tumor was located close to the front chest wall resulting in a large thick-

ness of unit density (Case A), or when the density of lung tissue was very low (cork), the attenuation of the radiation in the lung tissue in the 2~3 cm behind the tumor tissue was greater than predicted values for the lung materials.

On the contrary, the less than predicted attenuation for the unit density was seen in the back chest wall, especially in the chest phantom of cork.

However, the depth dose curves drawn by use of our method coincided with the measured tumor dose. Therefore the calculated value of tumor dose obtained by our method is valid despite the fact that the calculated doses to tissue behind the tumor may be a little high.

#### 4. Clinical Experiences :

In planning radiation therapy of a pulmonary tumor, the correction factor to be applied to the tissue dose derived from standard depth dose tables, in order to allow for the tissue inhomogeneity may be calculated by use of the formula:  $e^{-\mu x}$  In Figure 4 correction factors calculated for lung densities of 0.21 and 0.45 are shown for varying thicknesses of lung tissue. The clinical results obtained by our method are shown as dots, these were obtained from measurements on patients of variable thickness and treated by a range of field sizes.

The density of lung tissue was, of course, reflected from the x-ray findings. Lungs showing advanced emphysema had, according to measurements, a markedly low density. Areas of variable density behind the tumor showed a density between that of normal lung and solid tumor.

密度の異なる組織を含む体内の一部を照射するとき、その深部線量の算定に標準深部線量表をそのまま用いることは出来ない。肺腫瘍はその代表的なものであつて、その深部病巣線量の算定法について、これまでいくつかの方法が考案されているが、われわれはそれらの方法を総括整理し、コバルト遠隔固定照射法において、もつとも合理的であつて、しかも容易に臨床に應用し得る方法を発表したり。それは照射時の条件で射出線量を測定し、半対数グラフを用いて減弱曲線を作図することにより、病巣線量を求める方法である。

わが教室では、以来この方法によつて肺腫瘍の病巣線量を算定しているが、その後二、三の基礎的な問題についても検討を加えたので、その結果を発表するとともに、二、三の興味ある臨床例についても併せて報告する。

#### 1. 照射野の大きさの影響

この算定法は、照射時の条件、すなわち線源被

射体間距離、照射野の大きさ、および体位などを照射時と同じ条件のもとにおいて射出線量を測定することを基準としている。したがつて照射野の大きさによる射出線量の差は、減弱曲線の差異となつて表示される。前報と同じく、鋸屑パラフィンを用いて、5×5 cm、7×7 cm、10×10 cm 3種の照射野について射出線量を測定し、作図による肺内減弱曲線を求めた。Fig. 1に示すごとく照射野の大きさが異なるにしたがつて減弱曲線もまた異なるが、それぞれの減弱曲線より求めた $\rho$ は、いずれも肺ファントームの密度0.45によく一致している。

#### 2. 縦隔による影響

縦隔に近接した病巣を照射する場合、照射野内に縦隔が含まれて、縦隔よりの散乱線が病巣および射出線量に影響することが考えられる。Fig. 2に示すごとく胸部ファントームにつき、縦隔と照

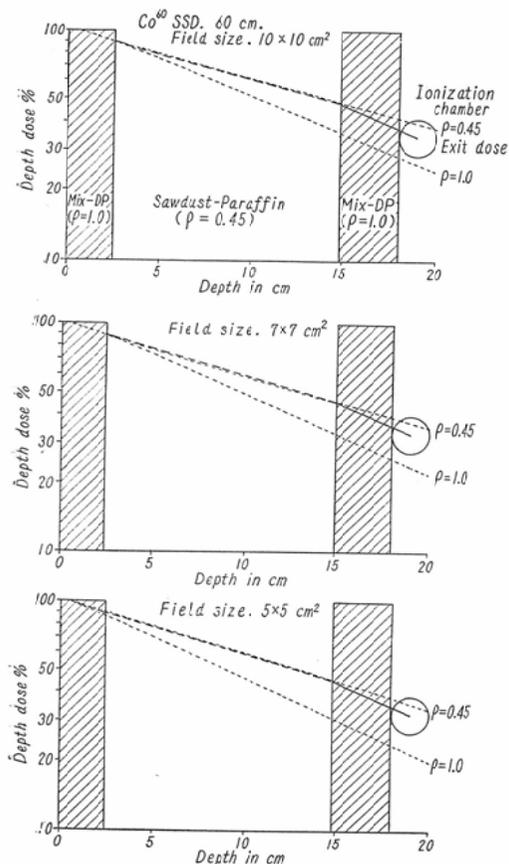


Fig. 1. Depth doses and exit doses for different field sizes in irradiation of a chest phantom.

射野中心との間の距離 (X) を 1~5 cm にとって、射出線量 (A点) を測定した。線量計は前報と同じく、島津製、直示型線量計で約 2 cm の直径をもつ指頭型電離槽 B-421 を使い、図の如く電離槽をおき、その周囲はコルクで保護した。表に示すごとく縦隔よりの散乱附加は僅かに認められるが、臨床的には、ほとんど問題とするに足らないことがわかる。また肺内における B 点の線量を測定した結果では、縦隔による影響を全く認めることができなかった。以上の結果では、コバルト  $\gamma$  線では側方散乱をほとんど無視してよいという周知の事項を裏書きするものである。

### 3. 密度の変化による影響

Burlin, T.E. は密度の異なる物質を透過する

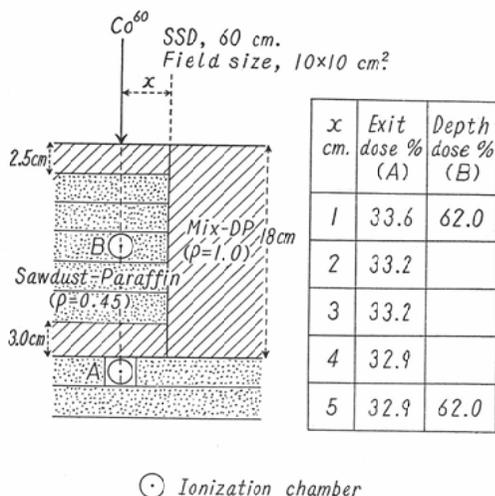


Fig. 2. Influence of scattered radiation from mediastinum.

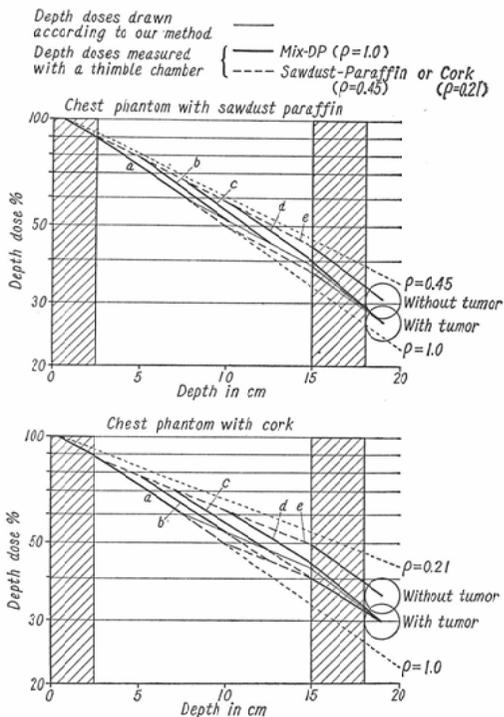


Fig. 3. Depth dose and exit dose in chest phantoms (chest wall-Mix-DP, lung-sawdust-paraffin and cork) to a simulated tumor of 5x5x5 cm dimension (Mix-DP).

とき、その物質固有の減弱曲線に達するのに数cmを要するという。

鋸屑パラフィン ( $\rho=0.45$ ) およびコルク ( $\rho=0.21$ ) を肺とする2種の胸部ファントムを用い、種々なる深さに、 $5 \times 5 \times 5$  cmの Mix-DP ( $\rho=1.0$ ) のブロックを腫瘍と仮定して設置した場合の、深部線量及び射出線量を測定した。Fig. 3の a,b,c,d, の各線は、ブロックの位置による減弱曲線の相違を示したもので、aはブロックが胸部前壁に接している場合、bは前壁より2.5cm後方に Mix-DP のブロックが有る場合、cは更に2.5cm後方にあり、dは後壁に接している場合であり、eはブロックのない場合である。鋸屑パラフィンでは Mix-DP ブロックが前胸壁に接した場合、すなわちaでは、ブロックを透過したのち、2~3cmの間は密度1と同じ減弱を示し、そのち密度0.45の減弱曲線に移行している。コルクではこの傾向はさらに顕著で、a,b,c, とともにこの現象がみられる。

この現象ははなはだ複雑であるが、上記の測定結果を総括すると、ほぼ次のごとく表現し得る。透過せる軟部及び腫瘍 ( $\rho=1.0$ ) が厚いとき、またその後の肺組織の密度が低いとき ( $\rho=0.21$ ) は、肺内での減弱曲線がその固有の減弱曲線を示すまでに2~3cmを要する。肺組織から後胸壁軟部組織への透過に際しても、同様な現象が存在する筈であり、Fig. 3においてもそれが窺える。ただし後胸壁に該当する部分の減弱曲線は、我々の測定法による射出線量を基にして描かれたものであつて、真の減弱曲線でないことを注意したい。またここに示した実験条件のもとでは、射出線量はブロックの位置によつて大きな差は認めなかつたので、図では一点として示した。

この様に胸廓内の放射線の減弱は、はなはだ複雑ではあるが、Fig. 3において試みた我々の方法、すなわち射出線量の点より出発し、後胸壁は密度1の減弱曲線に、肺の部分はその低密度の減弱曲線に平行に減弱曲線を描けば(細い実線)、腫瘍後端の深部線量点に到達する。すなわちわれわれの作図法によれば、前胸壁から腫瘍後端までは、

正しく減弱曲線を描くことが出来る。ただし大きな腫瘍が前胸壁に密接して存在するとき(aの場合)、肺の密度が低いとき(コルクの場合)、腫瘍から後の肺の部分の線量は、本作図法では実際よりも少し過大評価することになる。

#### 4. 臨床例について

我々の教室では、本法を用いて肺腫瘍の病巣量を求めているが、そのとき得られたCorrection factor と、腫瘍前方の肺組織の厚みとの関係を

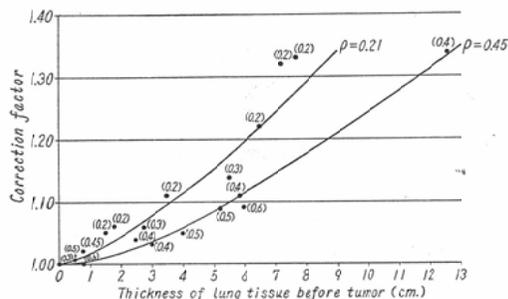


Fig. 4. Relationship between correction factor and thickness of normal lung tissue before tumor. The two curves represent correction factors calculated for these conditions: Front chest wall 2 cm. thick, SSD-60 cm., Field size  $10 \times 10$  cm. Dots represent correction factors derived from measurement on clinical cases. Numbers in parenthesis are estimated values for lung tissue density.

Fig. 4に示した。この関係を  $e^{-\mu x}$  において密度の変化を  $\mu/\rho = \text{Const.}$  とし、標準深部線量表を基にして計算を試みた。図には、S.S.D. 60cm, 照射野  $10 \times 10$  cm, 前胸壁の軟部厚2cmとしたときの  $\rho=0.21$ , および  $\rho=0.45$  の場合の計算値を、二つの曲線で示したものである。しかし臨床例についての測定結果が、ときにはこの曲線とわずかに外れることがあり、必ずしも一致しないのは、照射野の大きさ、前胸壁の厚みの個人差等によるもののほか、本法が作図法であるところに多少の評価の誤差があり得る。

この方法は、健側肺の減弱曲線を基にして、患側肺の減弱曲線を描くことを基本にしているが、臨床例では左右肺の密度差がある場合が少なくな

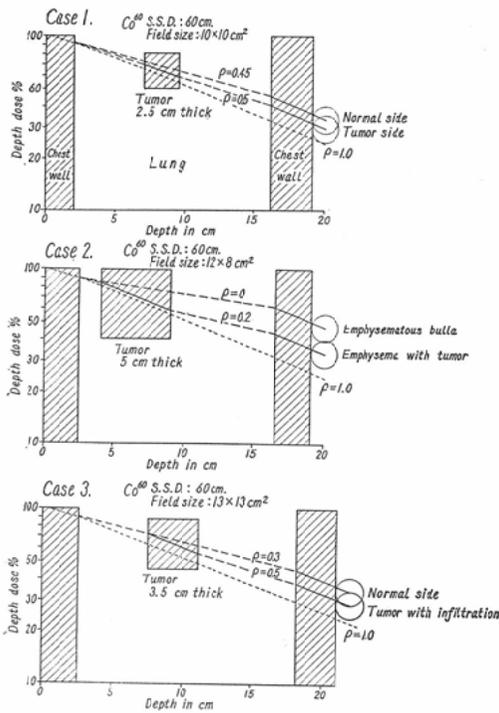


Fig. 5. Relationship between depth dose curves and radiographic findings in 3 patients

い。Fig. 5 にその二、三の興味ある症例を示した。第1例は健側肺の密度が0.45であり、患側肺では0.5と評価され、腫瘍中心部における深部線量率は64%と推定される。第2例は、健側肺はレ線像に著明な囊腫状気腫が認められ、本法による肺の密度は0であつて、本法の価値を証明する興味ある症例である。この場合の腫瘍中心部の深部線量率は70%と考えてよい。この症例では患側肺にも肺気腫が認められ、密度の評価は0.2である。第3例は腫瘍の後の肺野にかなりの浸潤像が見られるが、本法による肺の密度は、健側肺が0.3であるのに対して、その部分は0.5となり、浸潤による密度の増加が認められる。なおこの症例では

腫瘍中心部の深部線量率は64%となる。

### 総括及び結論

前報においてはコバルト遠隔固定照射法における病巣線量の算定法を公表した。この方法はその正確度及び簡易さにおいて臨床上用うべき方法と考えられるが、理論的にはいくつかの批判があり得るとともに、今後解明されるべきむつかしい多くの問題を含んでいる。今回はその二、三の問題について考察を試みた。

第一に照射野の大小にかかわらず、本法が用いうること。第二に縦隔に近接した病巣にも応用し得ること。第三に最も困難な問題として、密度の異なる物質を透過するときの減弱曲線の推移がある。鋸屑パラフィン ( $\rho=0.45$ ) 及びコルク ( $\rho=0.21$ ) を肺とした胸部phantomにおける測定結果から考えるに、我々の作図では前胸壁より腫瘍後面までは正しく減弱曲線が描けるが、そのうしろの肺野では大きな腫瘍が前胸壁に密着しているとき、また肺の密度が低いときには、本法によるその部の肺の線量はやゝ過大評価されることになる。しかし目的とする病巣線量の算定には大きな誤りはないが、作図法であるがゆえに、作図上の誤差が生じる危険がないではない。

我々は二、三の興味ある症例を示したが、本法による臨床的経験から考えられることは、当然のことながら、レ線像の上の見えが刻明に減弱曲線、ひいては肺の密度の評価値に反映してくることである。

### 文 献

- 1) 前田盛正, 他: 肺腫瘍の病巣線量算定に関する一考察, 日本医放会誌, 23, 773~777, 1963.
- 2) Burlin T.E.: The Evaluation of The Dose to the Thorax in Rotational Cobalt Therapy. Brit. J. Radiol. 30, 543~549, 1957.