(14) 医器学 Vol. 63, No. 1 (1993)

原著

半価層の測定に用いるアルミニウムの研究

— 診療用 X 線 —

山 本 千 秋* 徐

躍*²

Research on Aluminium Using to Measure of Half Value Layer

— Medical X-ray —

Yamamoto Chiaki* and Xu Yue*²

** Nagoya University College of Medical Technology,
Department of Radiological Technology
461 Nagoya, Higashi, Daikomimami, 1-1-20*

**²Radiology Dept. of Taishan Medical College
China, Shandng, Taian, Yingsheng, East Road, No. 2*

Abstract

Effective energy of X-ray is generally calculated by use of half value layer and absorbing coefficient of the absorbing material. Half value layer of an absorbing material is obtained by measuring its thickness at which the dose of incident X-ray is reduced by 50%. At this study, aluminium of two kind were used as the absorbing material for the measurement of half value layer. The quality of one material widely used for experiments was know, while that of the other material was not known. When the latter material is to be used as absorbinng material, it would be useful if any reference value is given and a calibration method is established. Here, reference aluminium and calibration methods were experimentally investigated. As a thermoluminescence dosimeter was used at this study, calibration method to obtain the valuse for an ionization chamber was also investigated. As the result, we could develop new simple and practical system for the measurement of half value layer of an absorbing material whose aluminium is not known.

1. 目 的

X線発生装置の性能を評価する1つの方法として、発生したX線エネルギーを求める方法がある。発生装置からのX線のエネルギーはスペクトル分布をもっているため、性能を評価する

には実効エネルギーを求めることが实际的である。

この実効エネルギーを求めるには、以下の手順で行うのが一般的である^{1~5)}。1) X線を吸収物質に入射してこれを透過した線量を測定する。2) 線量が50%に減少したときの吸収物質の厚さを求める(半価層)。3) 半価層と吸収物質の吸収係数から計算により実効エネルギー値を求める。この場合、吸収物質は型番号が明らかであり、純度の高いことが必要である。また、

* 名古屋大学医療技術短期大学部
診療放射線技術学科

*²泰山医学院放射系

(原稿受付: 1992年9月28日)

線量計は正しく校正されたもの、精密に線量測定ができる照射線量計を用いることも必要である。

本研究は型番号の明らかなアルミニウムを基準（A型）とし、型番号の明かでないアルミニウム（B型）の吸収物質による半価層を校正して、実験的に有為なものとなる方法が実験的に検討された。

また、この実験で線量計は線量が正しく評価できる照射線量計（電離箱）を基準とした。そして、他に大気条件の補正を必要としない熱ルミネセンス線量計^{5~8)}を利用して、B型の吸収物質の半価層を校正することの検討も行われた。その結果、本研究の目的を得るための簡単な方式が導出され、実用性のある半価層の測定方法が得られたのでこれを報告する。

2. 実 験

1) 器具および装置

X線装置は東芝製診断用X線発生装置 KXO-1000 型、線量計は、電離箱のラドコン線量計 550 型検出器（この測定値は大気条件の補正を行った⁹⁾）と、熱ルミネセンス線量計（化成オプトニクス製）の TLD-1200 型で MSO-S 型の素子（この素子は数を 60 個準備し、相互の感度が $\pm 5\%$ 以内のもの）を用いた。

吸収物質は以下の二種類を準備した。

(1) アルミニウム A 型

A 社（昭和アルミニウム K K, 材質 No. 1050 P-H 24, 純度 99.5%）を基準とした。この大きさは面積が $20 \times 20 \text{ cm}^2$ 、厚さが 0.408 mm 1 枚, 1.03 mm 2 枚, 1.01 mm 2 枚, そして、

図 1 配置図

5.08 mm 2 枚のそれぞれを準備した。

(2) アルミニウム B 型

B 社（Y 型製、純度 99.6%）。この大きさは面積が $20 \times 20 \text{ cm}^2$ 、厚さが 0.466 mm ($\pm 5\%$) を 20 枚準備した。

2) 実験方法

本実験は、X線発生装置、吸収物質のアルミニウム、線量計などを図 1 のように配置した。吸収物質へ入射した線束の断面積は $3 \times 3 \text{ mm}$ で行われた。

X線発生装置の電圧は 40 kV から 110 kV ずつ変化させてまで 110 kV 変化して行った。各電圧の変化は $\pm 2\%$ の範囲内にあった。電流は、100 mA、照射時間は 0.2 秒と一定に保った。

吸収物質のアルミニウムは、A 型、B 型のいずれも、厚さを 0 mm から 95 mm まで変化させた。そして、A 型を透過した線量は電離箱と TLD で測定し、減弱曲線が求められた。

また、B 型を透過した線量は TLD で測定し、減弱曲線が求められた。

3. 測定結果

1) アルミニウム A 型による線量の減弱曲線

この測定は電離箱と TLD を同時に照射して

(a) 電離箱による測定

(b) TLD による測定

図 2 アルミニウム A 型を用いた減弱曲線

(16) 医 器 学 Vol. 63, No. 1 (1993)

表 1 電圧に対する半価層の大きさ
(吸収物質と線量計の種類による比較)

A 線の種類 線量計	A 型		B 型
	電離箱	TLD	TLD
X線管電圧 (KV)	(mm)	(mm)	(mm)
40	1.5	1.6	1.3
50	2.0	1.8	1.6
60	2.3	2.0	1.9
70	2.7	2.3	2.2
80	3.2	2.5	2.4
90	3.6	2.8	2.7
100	4.0	3.0	3.0
110	4.5	3.2	3.4

おこなった。配置は線束中心線と直角の平面上に並べた。各電圧において、アルミニウムの厚さに対する線量の減弱率は図 2(a)と図 2(b)に示した。各々の電圧は、いずれも、対数的な減弱であった。この曲線から半価層（減弱率 50%の厚さ）を求めた結果は表 1 に示した。電圧と半価層の関係は図 3 のように、どちらの線量計も直線の関係にあった。しかし、直線の傾きに違いがあった。

2) アルミニウム B 型による線量の減弱曲線

この測定は TLD を利用した。アルミニウム A 型の場合と同様に、線量の減弱率が求められ、結果は図 4 に示した。この曲線から求められた半価層は表 1 に示した。電圧と半価層の関係は

図 3 電圧による半価層の大きさ

図 4 アルミニウム B 型を用いた減弱曲線
(TLD による測定)

図 5 電圧による半価層の大きさ
(アルミニウム B 型を用いた TLD による測定)

図 5 のように直線の関係にあった。

4. 考 察

本研究は実験結果から、次のような半価層の大きさを校正する方法が検討された。

アルミニウム A 型については、TLD による半価層の値を電離箱による半価層の値へ校正することが山本¹⁰⁾の方法を利用して行われた。そして、今回の目的では、アルミニウム B 型について、TLD による半価層の値を電離箱によるアルミニウム A 型の半価層の値に校正することであった。

実験結果の表 1 から図示すると、アルミニウム A 型の半価層は電離箱と TLD とでは図 3 の曲線 (1) と曲線 (2) のように、電圧の変化

図 6 半価層の校正方法

に対して直線的变化であった。しかし、電離箱の方は TLD よりも勾配が大きかった。

次に、TLD によるアルミニウム B 型の電圧と半価層の関係は図 5 のように一次直線であった。

図 3 と図 5 から図 6 が得られた。この図は、下部の横軸は TLD によるアルミニウム B 型の半価層、縦軸は TLD によるアルミニウム A 型の半価層、上部の横軸は電離箱によるアルミニウム A 型の半価層である。

この関係から、TLD によるアルミニウム B 型の半価層の値 (M) に対応した、電離箱によるアルミニウム A 型の半価層の値 (m) は容易に読み取ることができた。M と m の関係は図 7 のように一次直線で示された。そして、一般式として

$$Y = k \times X + C \dots\dots\dots(1)$$

が導出できた。

Y は電離箱によるアルミニウム A 型の半価層、X は TLD によるアルミニウム B 型の半価層、k は直線の勾配 (1.71) であった。C は X = 0 における Y との交点 (-1.2) であった。従って、式(1)は

$$Y = 1.71 \times X - 1.2 \dots\dots\dots(2)$$

を得た。

この方程式によって、TLD を用いてアルミニウム B 型の半価層を測定し、(2)式により計算からアルミニウム A 型による半価層の値が容易に校正できた⁴⁾。

X 線の半価層を測定することは X 線装置の性

図 7 アルミニウム A 型を用いた電離箱による半価層曲線

能を比較するために重要な項目の一つである。

この半価層を測定する器具は、吸収物質が高純度で製造方法が一定なもの、照射線量が正しく測定できる電離箱が必要である。X 線装置が設置されている施設には、必ずこのような測定器具が完備されているとは限らない。また、国際的に広い地域の場合、電離箱は大気条件の補正が必要となる。このような場合、本研究の半価層測定方法を利用することは有用であると考察した。

本研究のように、吸収物質を複数と TLD を利用した半価層の測定は他にみあたらなかった。

5. 結 論

連続スペクトルをもった X 線の実効エネルギーを求めるには半価層から求める方法が多く行われている。

本研究は測定された半価層を評価し、校正する方法が実験的に行われた。

(1) X 線発生電圧に対して、電離箱と TLD・MSO-S 型を使い、アルミニウム A 型の半価層の大きさは、一次直線の関係で増加した。しかし、線量計により勾配に違いがあった。

(2) X 線発生電圧に対して、TLD・MSO-S 型を使い、アルミニウム B 型の半価層の大きさは、一次直線の関係で増加した。

(3) TLD・MSO-S 型を使い、アルミニウム B 型の半価層から電離箱によるアルミニウム A 型 (基準のアルミニウム) による半価層の値に

(18) 医器学 Vol. 63, No. 1 (1993)

校正する一次方程式の

$$X = 1.7 \times X + 1.2$$

が導出された。

この方程式により、一定の方法で半価層を評価することが出来た。

文 献

- 1) Johns : The physics of radiology. 248-269, Chales C. Thomas. (1964).
- 2) 岡島俊三：医学放射線物理学, 146-154, 南山堂 (1980).
- 3) 山田勝彦, 他：放射線計測学, 255-265, 通商産業研究社 (1981).
- 4) 田中 仁, 他：医用放射線技術実験—基礎編—, 384-385, 共立出版 (1990).
- 5) 田中 仁, 他：医用放射線技術実験—基礎編—, 386-388, 共立出版 (1990)).
- 6) 山本千秋, 他：熱ルミネセンス線量計 (TLD-1200型) の特性. 医科器械学, 46, 第2号 51-54, (1976).
- 7) 山本千秋：MSO-S型熱蛍光線量計のエネルギー校正. 医科器械学, 49, 第11号 515-518, (1979)
- 8) 山本千秋：熱ルミネセンス線量計 (TLD-1200型) の熱処理と感度特性. 医科器械学, 59, 第11号 533-536, (1989),
- 9) 山田勝彦, 他：放射線計測学, 91-92, 日本放射線技術学会編 (1981).
- 10) 山本千秋：熱ルミネセンス線量計を用いた診断用X線の実効エネルギー測定法、医科器械学, 62, 第6号 281-284, (1992).