

Title	超軟X線および軟X線治療に関する基礎的研究（第2報）
Author(s)	伊東, 乙正; 古田, 敦彦; 松本, 泰二 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1962, 21(11), p. 1023-1029
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14822
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

超軟 X 線および軟 X 線治療に関する基礎的研究 (第 2 報)

東京通信病院放射線科

伊 東 乙 正 古 田 敦 彦 松 本 泰 二

東芝玉川工場

牧 野 純 夫 栗 原 泰 夫

(昭和36年12月28日受付)

Fundamental Studies of Supersoft and Soft X-rays therapy.
(2nd. Report)

By

Otomasa Ito, Atsuhiko Furuta and Taiji Matsumoto.

From the Division of Radiology, Tokyo Teishin Hospital

(Chief: Otomasa Ito M.D.)

Sumio Makino and Yasuo Kurihara.

From Toshiba electric Co. Ltd. Tamagawa Works.

3) Dosagerate distribution of X-rays field.

Fig. 9 is the dosagerate distribution of M5057A at 10KV, 10 mA, no filter, f.s.d. 10 cm and with no cone.

Fig. 10 is the dosagerate distribution of M5057A at 22KV, 20 mA, 0.3 mm Al filter, f.s.d. 30 cm and with no cone.

Fig. 11 is the dosagerate distribution of M505/B at 10KV, 20 mA, no filter, f.s.d. 10 cm and with no cone.

Fig. 12 is the dosage rate distribution of M505/B at 29KV, 20 mA, 0.3 mm Al filter, f.s.d. 30 cm and with no cone.

The dosagerate distribution of X-rays field of M505/B tube is far more improved than that of M5057 A.

In the dermatologic therapy with beryllium window tube, the measurement of dosagerate distribution is necessary.

4) Tissue equivalent substance.

We measured half-value depth (HVD) with Siemens phantom chamber (Fig. 13), employing polystyrene and acetylcellulose plate as tissue equivalent substance.

Table 5 show our data.

Fig. 14 and 15 show comparison of our data with wachsmann's data.

Polystyrene is not suited for tissue equivalent substance in supersoft X-rays dosimetry and acetylcellulose also not sufficient substance.

(III) 照射野内の線量率分布について¹⁾²⁾

Be 窓管或は Mica Be 窓管又は国産の Mica 窓管等は普通のグーリツチ管と異り放射窓を有し、この大きさは直接最大照射野の大きさを決定する。

Lewis および Mutschler³⁾ は Be 窓管陽極側で普通のグーリツチ管に比較して線量率下降がより強く認められる現象を heal effet と名付けている。Be 窓管の場合焦点皮膚間距離30cm位の大きな照射野の照射野内の線量分布の均等性の検討は大切な問題で、それに関しては、Wucherpfenig⁴⁾, Grau⁵⁾, Schirren⁶⁾, Wachsmann⁷⁾ の発表があり、これは個々のX線管の構造等に基づいている。吾々はM5057 A, M 505/B両管について線維内の線量分布を各種照射距離の場合について測定した結果を報告する。

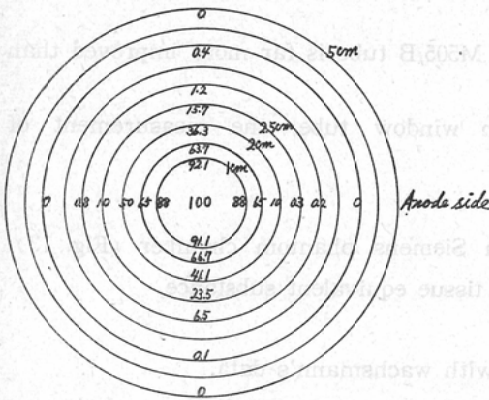
測定方法

Siemens の Soft radiation chamber を照射野の中心から陽極、陰極側およびこれに直角方向に移動せしめて各点の線量率を測定した。照射距離は10cm, 30cm, 100cmにて実施した。

測定結果

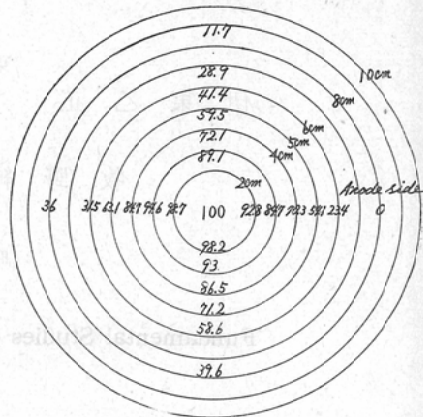
第9図はM5057 A管の10Kv, 10mA, ϕ filter, f.s.d. 10cm, 照射筒なしの場合の線量率分布で、直径5cmの照射野は全く不可で直径4cmが辛うじて

Fig. 9. Dosagerate distribution in the X-Rays field of M5057 A Tube.



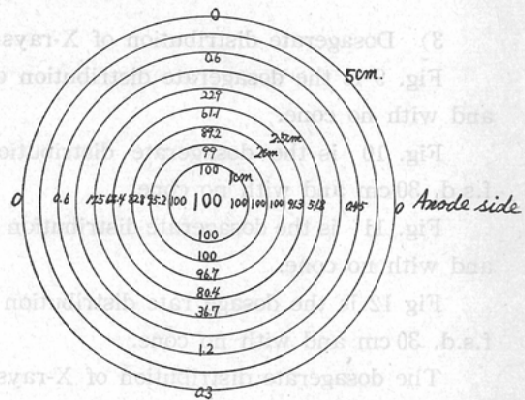
M5057A Tube, 10KV, 10mA, no Filter, f.s.d. 10 cm. cone (—)

Fig. 10. Dosagerate distribution in the X-Rays field of M5057A Tube.



M5057A Tube
22 KV, 20mA, 0.3mmAl Filter. f.s.d. 30 cm,
Cone (—)

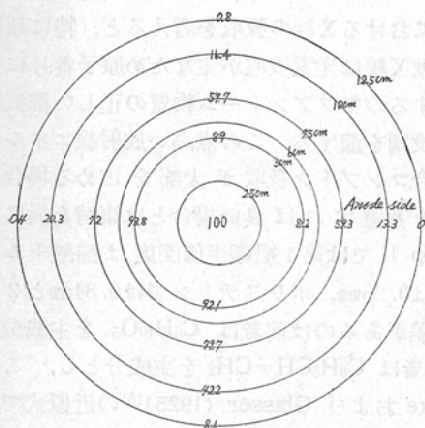
Fig. 11. Dosagerate distribution in the X-Rays field of M505/B Tube.



M505/B Tube, 10KV. 20mA, no Filter, f.s.d. 10cm. cone (—)

用いられる限界である。陽極側に下降が急で2cmで既に10%に減少しているのに陰極側は尙50%である。第10図は同じ管の22KV, 20mA 0.3mmAlの附加濾過板, f.s.d. 30cm, 照射筒なしの場合の線量率分布で、直径12cmが辛うじて用いうる限界である。やはり陽極側に下降が急である。第11図はM 505/B管の10KV, 20mA, ϕ filter, f.s.d. 10cm, 照射筒なしの場合の線量率分布でM5057 A管と異

Fig. 12. Dosage rate distribution in the X-Rays field of M505/B Tube.



M505/B Tube. 29KV, 20mA, 0.3mmAl Filter
f.s.d. 30cm, cone (—)

り直径5cmで用いる。且つ陽極側に殆んど線量下降を認めない。第12図はM 505/B管の29KV, 20mA 0.3mmAl の附加濾過板, f.s.d. 30cm, 照射筒なしの場合の線量率分布で直径16cmでも用いる。M5057 A管に比して照射野は大分改善されている。

考按

一般によいX線管は Wachsmann⁸⁾ によると次のようなものであるという。照射野は f.s.d. の半分の直径があり、照射周辺で照射中心の線量の90%に達することである。照射野の大きさが f.s.d. に等しいとよい Be 窓管でもその構造上辺縁の線量は50%以下に下降することに注意を要するという。周辺に行くにつれての線量下降はすべての方向に同じ大きさではない。これは僅かな構造的不对称で起る。上記の標準からするとM5057 Aは不完全で M 505/B は概ねよいが尙改善する余地がある。これは主として放射窓, 焦点の大きさおよびターゲットの傾斜角等が関係するものと思われる。又 Schirren⁶⁾ の指摘するように同じ製品のX線管でも Be 窓管は照射野内の線量分布が異なることがあるので、各装置において治療目的に使用前に正確な照射野内線量率分布の測定を実施する必要がある。

要 約

1) Be 窓管, Mica Be 窓管又は Mica 窓管は放射窓を有し、この大きさは普通のグーリツチ管と異り最大照射野の大きさを決定する。

2) Mica Be 窓管のM5057 Aは大照射野用としては不完全で、一方 Be窓管のM 505/Bは大照射野用として十分用いられる。

3) 大照射野用の Be 窓管は各装置において治療の使用開始前に照射野内線量率分布の測定が必要がある。

(IV) 皮膚等価物質の検討¹⁾²⁾

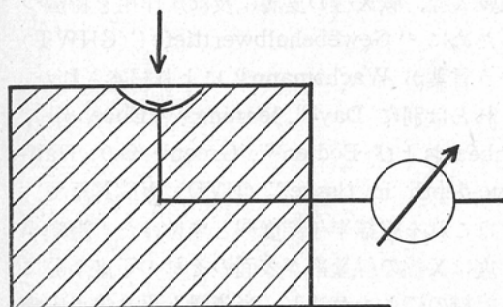
超軟X線, 軟X線の皮膚に及ぼす作用を特徴づけるために“Gewebehaltwerttiefe”(GHWT)という言葉が Wachsmann⁹⁾ により提案された。又これとは別に Day¹⁰⁾, Jennings¹¹⁾, Ebbelø¹²⁾, Combée および Bodten¹³⁾, Green¹⁴⁾等の, „Half-Value-depth in tissue”(HVD)も同義語で、吾々はこれを組織半価深度¹⁵⁾と名付けた。組織半価深度はX線の線量率が表面のそのの丁度半分になる組織の深さを意味し、半価層と異り焦点皮膚間距離および照射野の影響をうける。単的にいえば線質, 焦点皮膚間距離および照射野の皮膚表層に及ぼすX線の作用をまとめて唯一の言葉に表わした学術的尺度で、且つ皮膚X線治療の場合最も実際的な表現といえよう。この極めて実際的な皮表半価深度の実測に当り大きな困難性は真に組織等価のファントム材料を得難いことである。一般に皮膚内部のの線量分布は組織等価のファントムで且つ小さな電離槽で測られる。ファントム材料として水, パラフィン, 蠟, 圧迫木材等が問題となり、種々工夫されている。特に超軟X線, 軟X線は光吸収が主なため原子番号に強く依存するのでファントム物質の正しい撰択が大きな役割を演ずる。パラフィン等も余り適当でない。Wagner¹⁶⁾ は水等価物質として Cellon 類が適しているという。又深津, 牧野¹⁷⁾は新しく外挿形電離槽を用い Polystyrene により吸収線量を rad で現わした。今回吾々は皮膚等価物質として Polystyrene および 醋酸セルロースの薄板を用いて (Phantom Chamber 使用) 極めて表

層の深部量率を測定して、これらが皮膚等価物質として用いるかを検討した。

測定方法

測定具としては Siemens の Phantom Chamber を用いた。これは薄いX線射入孔をもつた近接照射のため作られた小電離槽であるが、超軟X線の測定にも適している。これは第13図のように散乱体に封入されているので、表面線量すなわち射入線量+散乱線量が測られる。ファントム電離槽の上にファントム材料の板を置けば深部

Fig. 13. Fingerhat Chamber



量が測定出来る。皮膚等価物質としては Polystyrene, 醋酸セルローズの薄板を用いて皮膚の種々の深さの深部量率を測定し、これより深部量率曲線を求め、第1, 第2組織半価深度を得た。第2組織半価深度は表面の線量率の丁度 $\frac{1}{4}$ になる組織の深さを示す。醋酸セルローズは大和化工材の0.3mm, 1.0mmのものを使用した。Polystyreneは東芝で実験用に使用のもので、0.05mm, 1mm, 2mm, 5mm, 1cmの各種の厚みのものである。

測定結果

測定の結果を第5表に示す。Step 1およびStep 2において空気中線量より表面線量が小さい値を示しているのはファントム電離槽の補正係数が半価層の非常に小さい値では15より大きいのに拘らず15としたためと考えられる。醋酸セルローズ板とポリスチレン板の両者に組織半価深度を比較すると例えば Step 1では第1組織半価深度はそれぞれ、0.26mm醋酸セルローズ, 0.84mmポリスチレンで後者は2倍以上大きい。これは如何

なる理由によるものかを検討する。

考按

皮膚におけるX線の吸収を考えると、特に超軟X線、軟X線は光電吸収が主なため原子番号に強く依存するのでファントム物質の正しい撰択が大きな役割を演ずる。この点高い放射線エネルギーの場合コンプトン吸収が大部を占める場合に唯密度を考慮すれば良い場合とは事情を異にする。step 1'では第1組織半価深度は醋酸セルローズでは0.26mm, ポリスチレンでは0.84mmと2倍以上の差があるのは前者は $C_6H_{10}O_5$ を主成分とし、後者は $C_6H_5CH=CH_2$ を主成分とし、これをFricke および Glasser (1925)¹⁸⁾の近似式で計算すると有効原子番号は前者は6.9, 後者は5.8となる。光電吸収の範囲では原子番号の3乗に比例するものでかくの如く2倍以上の差を生ずるものと思われる。軟部組織は主として水および含水炭素より成るので水に非常に近い有効原子番号をもつ。水は空気と略く等しい有効原子番号をもつので、結局人間の皮膚の有効原子番号は空気と略く等しいので、レントゲン単位で皮膚に吸収されるエネルギーすなわちこの時起る電離は実際上線質には無関係であるという。(Ebbehøj¹⁹⁾) 脂肪はこれに反し空気より明に小さい約6.0の有効原子番号をもつ。光電吸収は有効原子番号の3乗で変化するので、脂肪組織の軟線の吸収は水よりも著明に少ない。これは組織半価深度が厚くなるのみならず、硬線と比較すると生物学的作用の減少を来す。ポリスチレンは有効原子番号が脂肪に近いために差が生じたと考えてよく、組織等価物質として使用するのはいくもない。

吾々の得た結果を Wachsmann⁸⁾の半価層と組織半価深度の関係グラフと比較すると第1半価深度については第14図を、第2半価深度については第15図を得る。この場合吾々の結果も Wachsmannのそれも f.s.d. は30cmであり、照射野は吾々ののは113cm², Wachsmannのは100cm²で照射野も大差なく比較し得る。第14図について見ると同一半価層について第1組織半価深度はポリスチレンにおいては Wachsmannの値よりも約2倍の値を示し、組織等価物質として用いるべくもな

Table 5 Half-Value Depth in Tissue of Soft Radiation, employing Acetylcellulose and Polystyrene Plate as Tissue Equivalent Substances.

Condition	HVL & HVD	data	c.f.	Dosagerate r/min	Cone	Chamber
Step 1 (10KV, 20mA ø Filter, f.s.d. 30cm.)	1. HVL 0.028 mm Al	130	×1.2	156 (in Air)	-	Softchamber
	2. HVL 0.037 mm Al					
	1. HVD 0.26 mm a.c.*	8.5	× 15	127.5 (Surface)	+	Phantomchamber
	0.84 mm P.S.**					
	0.39 mm a.c.					
	1.20 mm P.S.					
Step 2 (29KV, 20mA 0.3mmAl, f.s.d. 30cm)	1. HVL 0.185 mm Al	118	×1.097	129.4 (in Air)	-	Softchamber
	2. HVL 0.32 mm Al					
	1. HVD 2.6 mm a.c.	7.6	× 15	114 (Surface)	+	Phantomchamber
	5.6 mm P.S.					
	2. HVD 4.3 mm a.c.					
	9.0 mm P.S.					
Step 3 (43KV, 20mA 0.6mmAl, f.s.d. 30cm)	1. HVL 0.54 mm Al	102	×1.02	104 (in Air)	-	Softchamber
	2. HVL 0.92 mm Al					
	1. HVD 7.0 mm a.c.	7.0	× 15	105 (Surface)	+	Phantomchamber
	16.0 mm P.S.					
	2. HVD 11.2 mm a.c.					
	20.4 mm P.S.					
Step 4 (50KV, 20mA 1.0mmAl, f.s.d. 30cm)	1. HVL 1.03 mm Al	84	×1.0	84 (in Air)	-	Softchamber
	2. HVL 1.61 mm Al					
	1. HVD 13.5 mm a.c.	5.6	× 15	84 (Surface)	+	Phantomchamber
	24.3 mm P.S.					
	2. HVD 18.1 mm a.c.					
	27.7 mm P.S.					

Teleuradiation (50KV, 20mA φ Filter, f.s.d. 1m)	1. HVL	0.098 mm Al	124	× 1.14	141.5 (in Air)	—	Softchamber
	2. HVL	0.122 mm Al					
	1. HVD	1.3 mm a.c.	9	× 15	135 (Surface)	—	Phantomchamber
		3.2 mm P.S.					
	2. HVD	2.5 mm a.c.					
		5.1 mm P.S.					

* a.c. acetylcellulose

** P.S. Polystyrene

Fig. 14. Comparison of our data with Wachsmann's data (1. Half-Value Depth in tissue of Soft Radiation)

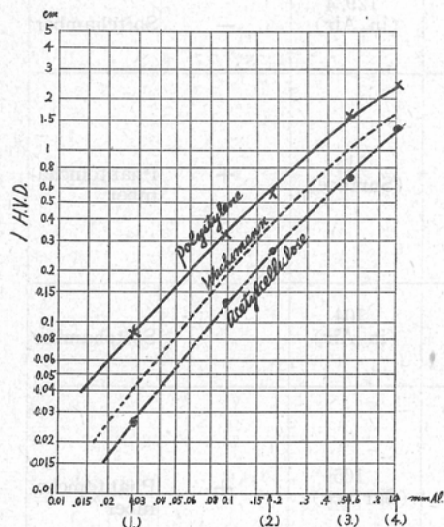
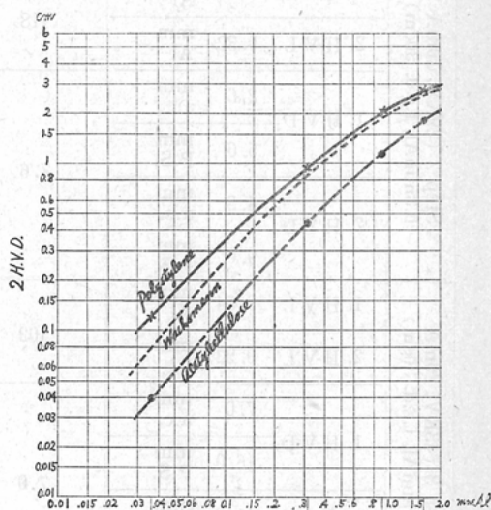
f.s.d. 30cm. Fieldsize 100cm²

Fig. 15. Comparison of our data with Wachsmann's data (2. Half-Value Depth in tissue of Soft Radiation)

f.s.d. 30cm. Fieldsize 100cm²

い. これは F^{32} の深部量率曲線や Cc^{60} 大量照射の場合に表面線量測定にポリスチレンが良い値を示したと全く事情を異にする. 醋酸セルローズはポリスチレンとは反対に第1組織半価深度は Wachsmann の値よりも稍く小で, これも組織等価物質として十分でない. 更に適当な組織等価物質を求める要がある.

第2組織半価深度についても Wachsmann の値は吾々のポリスチレンと醋酸セルローズの値の中間値を示しているが, この場合はポリスチレン

の値の方が Wachsmann の値に近い.

要約

1) 醋酸セルローズとポリスチレンの両者を一応組織等価物質として, Phantom Chamber を用い組織半価深度を測定し第5表の結果を得た.

2) その結果ポリスチレンの組織半価深度は醋酸セルローズのその2倍以上の値を得, 半価層が小さい程その傾向が強い.

3) この結果を Wachsmann の値と比較するとポリスチレンにおいては約2倍の値を示し, 超軟X線用の組織等価物質としては不適當である.

4) 醋酸セルローズはポリスチレンとは反対に組織半価深さは Wachsmann の値よりも稍々小でこれも組織等価物質として十分でない。更に適当な組織等価物質を求める要がある。

文 献

- 1) 伊東, 古田, 松本: 国産表在治療用X線管の性能の比較検討, 日医放誌. 20, 2259(総会号)(1960).—
- 2) 伊東, 古田, 松本: 超軟X線及び軟X線治療に関する基礎的研究(第2報). 日医放誌. 21, 427(総会号)(1961).—
- 3) Lewis, H.M. and Mutscheller, A.: J. Invest. Dermat., 12, 325 (1949).—
- 4) Wucherpfennig, V.: Röntgenbehandlung der Hautkrankheiten. Hautarzt 2, 241 (1951).—
- 5) Grau, E.: Über die Inhomogenität im Strahlenkegel einiger zur Hauttherapie verwendeter Röntgenröhren. Strahlentherapie 78, 441(1949).—
- 6) Schirren, C.G.: Über die Bedeutung der weichstrahlung für die dermatologische Röntgentherapie. I. Mitteilung. Arch. Derm. Syph. (Berl.) 199, 228 (1955).—
- 7) Wachsmann, F.: Fortschritte in der Methodik der dermatologischen Röntgentherapie. Arch. Derm. Syph. (Berl.) 200, 93 (1955).—
- 8) Wachsmann, F.: Allgemeine Methodik der Röntgentherapie von Hautkrankheiten in Marchionini u. Schirren "Strahlentherapie von Hautkrankheiten": Springer Berlin (1959).—
- 9) Wachsmann, F.: In Meyer-Matthes, Die Strahlentherapie. Physikal-

ische Grundlagen der Röntgentherapie und Dosimetrie. Stuttgart: Georg Thieme (1949).—

- 10) Day, F.H.: Thimble Chamber calibration on Soft roentgen rays. Amer. J. Roentgenol. 61, 543 (1949).—
- 11) Jennings, W.A.: Physical aspects of the Roetgen radiation from a beryllium window tube operated over the range 2-50 K.V.P for clinical purposes. Acta radiol. (Stockh.) 33, 435 (1950).—
- 12) Ebbenhøj, E.: Experiences in the treatment of Skin cancer with ultrasoft roentgen rays, 1933-1936. Acta radiol. (Stockh.) 36, 17 (1951).—
- 13) Combée, B., u. P.J.M. Bodten: Spezielle Röntgenröhren. Philips'techn. Rdsch. 13, 17 (1951).—
- 14) Green, A.: Low voltage X-ray therapy with a beryllium Windowtube. Brit. J. Radiol. 24, 134 (1951).—
- 15) 伊東, 古田: 皮膚科領域におけるX線療法 of 進歩. 皮膚科最近の進歩(Ⅲ), (1960) 医歯薬出版.—
- 16) Wagner, G.: Untersuchungen zu den gegenwärtigen Grundlagen einer dermatologischen Röntgentherapie Strahlentherapie 96, 481 (1955).—
- 17) 深津, 牧野: 皮膚科領域X線の特性とその測定方式. 日医放誌. 18, 1730(総会号)(1959).—
- 18) Fricke, H.u.O. Glasser: Eine theoretische und experimentelle Untersuchung der kleinen Ionisationskammer. Fortschr. Röntgenstr. 33, 239 (1925).—
- 19) Ebbenhøj, E.: Buckleyrays and Other ultrasoft X-rays. Acta derm. veneréol. (Stockh.) 32, 117 (1952).