



Title	電子線の表面線量の測定および金網によるその相対的增加
Author(s)	楠本, 五郎; 陶山, 忍勲; 安徳, 重敏
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1973, 33(3), p. 256-261
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16032
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

電子線の表面線量の測定および 金網によるその相対的増加

国立呉病院放射線科

楠本五郎 陶山忍勲

広島大学原爆放射能医学研究所

安徳重敏

(昭和47年11月27日受付)

Surface Dose of Electrons from A Betatron and Its Relative Increase by Wire Gauze

By

Goro Kusumoto and Yoshinori Suyama

Department of Radiation Therapy, National Kure Hospital 1-10, Aoyama-Cho, Kure, 737, Japan

Shigetoshi Antoku

Department of Radiation Biology, Research Institute for Nuclear Medicine and Biology,
Hiroshima University, Kasumicho, Hiroshima, 734, Japan

Research Code No.: 203

Key Words: Surface dose, Electrons, Wire-gauze absorber, Build-up disappearance

Surface and depth doses of electrons from a betatron were measured with various dosimeters. Relative increases in surface dose by depth dose were attempted using wire gauze on the surface to achieve uniform irradiation of a tumor near the surface.

Depth dose curves using a shallow ionization chamber agreed with those obtained by film, LiF thermoluminescence and chemical dosimeters with corrections for density and polarity effects of the chamber.

Relative surface doses increased by about 15% using wire gauze, which was slightly effective than a lucite absorber. However, no significant increase of relative surface dose was obtained by cone materials.

緒 言

電子線の表面線量が装置の種類、Scattering foil 照射野および照射筒材質などによつて異なることは、すでに報告されている⁴⁾⁶⁾⁹⁾¹¹⁾。これらの影響によつて多少の違いはみられるが、数 MeV 電子線では、高エネルギーX線と同様な深部線量の Build up がみられる⁷⁾。この Build up 部分の正

確な線量測定は、放射線治療の計画に重要な基礎資料を提供する。表面線量の測定には、便宜的な手段として、Shallow type の電離箱およびフィルムが用いられている。尾内ら⁹⁾は、電離箱による測定値に密度効果の補正を行なつて深部線量曲線を求める方法が、測定が容易であると報告している。本研究では、種々の測定器を用いて表面近

傍の電子線量を測定し、これまでに報告されている結果と比較した。また表面からある一定深さまでの広がりをもつ腫瘍組織を電子線で治療する場合、Build upのために腫瘍全域への均一な照射が困難となるので、照射筒材質を変えることおよび金網などの吸収散乱体を用いることにより、Build up部分の消去を試みた。

材料および測定方法

線量計は Simplex Universal Dosimeter、軟X線用薄層電離箱 (P.T.W. 製)、フィルム (Fujilith ortho film)、LiF 熱ルミネッセンス線量計 (TLD)、測定器 Harshaw 2000型、検出部 $5\text{ mm} \times 5\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ LiF 板) ならびに化学線量計 (Fricke 線量計) の 4種を使用した。電離箱は大きさ $5\text{ mm} \phi \times 1.5\text{ mm}$ で、入射窓の厚さは 2.3 mg/cm^2 、背面は約 10 mm 厚さのルサイトからなり、後方散乱が皮膚面からのものとはほぼ同じになるようにしてある。電離箱および TLD はルサイト・ファントームに埋没し、種々の厚さのルサイト板を重ねて照射した。フィルムは黒紙 (8.8 mg/cm^2) で遮光してルサイト板の間にはさみ、フィルム面に垂直に照射を行った。化学線量計は $6\text{ cm} \times 6\text{ cm} \times 1.5\text{ cm}$ の容

積をもつルサイト容器に硫酸鉄溶液を満し、表面を 1 mm のルサイト板で密封したものを用いた。フィルムおよび TLD については Fricke 線量計を基準としてピーク深で線量—反応量関係を求めた。電離箱については従来のものと比較するために電離電流で得られたものの相対値をとつた。

ルサイトと水ファントーム中の深部線量百分率は $10\sim30\text{ MeV}$ の電子線では、密度の違いを考慮すれば、両者は良い一致を示したので、 10 MeV 以下の電子線にも適用できると仮定して、密度についてのみ補正した。

放射線としては、表在性腫瘍の治療を対象とするため、ベータトロン (東芝 BMR-21) の 4 MeV および 6 MeV 電子線を主として使用した。

金網は市販の鉄製、 40 メッシュ (83.8 mg/cm^2) のものを 4 MeV では 1枚、 6 MeV では 2枚使用し、ファントーム表面にできるだけ密着する状態で照射筒先端に取り付けた。この他ルサイトおよび鉄の吸収板についても比較のために使用した。照射筒材質の影響は、ルサイト、アルミニウム、鉄、真鍮、鉛について調べた。

結 果

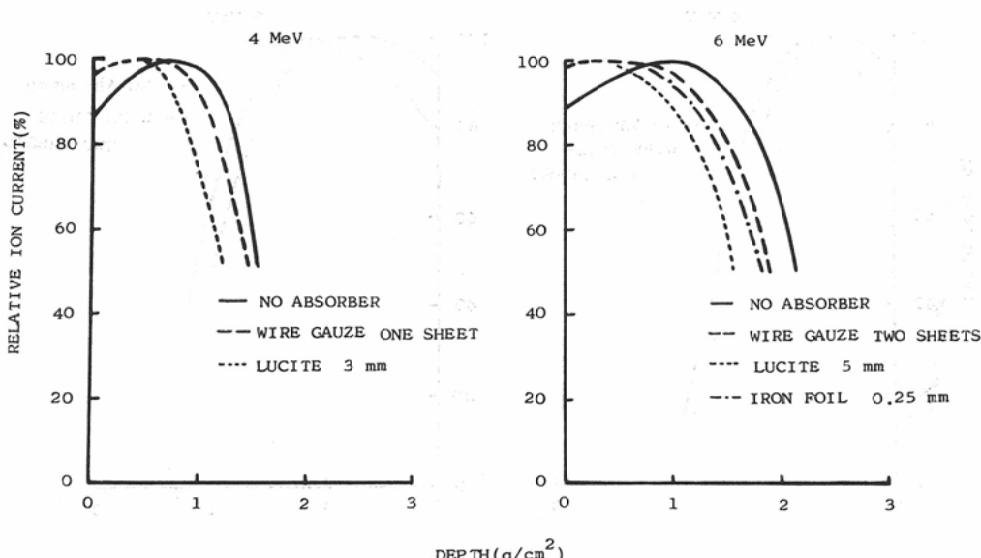


Figure. 1. Depth dose curves of electrons, measured with ionization chamber according to various absorbing materials. Iron cone: $8\text{ cm} \phi$.

表1. 吸収、散乱体による表面近傍の線量変化

第1図に電離箱によつて得られた4 MeV および6 MeV 電子線の深部量百分率を示す。吸収板の有無に拘らず、いずれも電離電流の相対値として示されている。吸収散乱体を置いた場合は、表

面附近の Build up が小さくなり、表面からある深さまで一定の電離域がみられた。ルサイト、鉄板については、表面線量が、金網の場合と同じ値になる厚さについて示してあるが、それらによる吸収分だけ平行移動した線量曲線が得られた。金

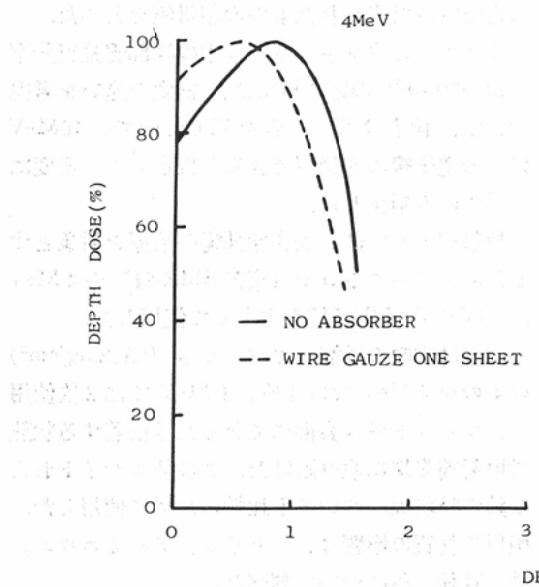


Figure. 2. Depth dose curves of electrons measured with film. Iron cone: 8 cm \varnothing .

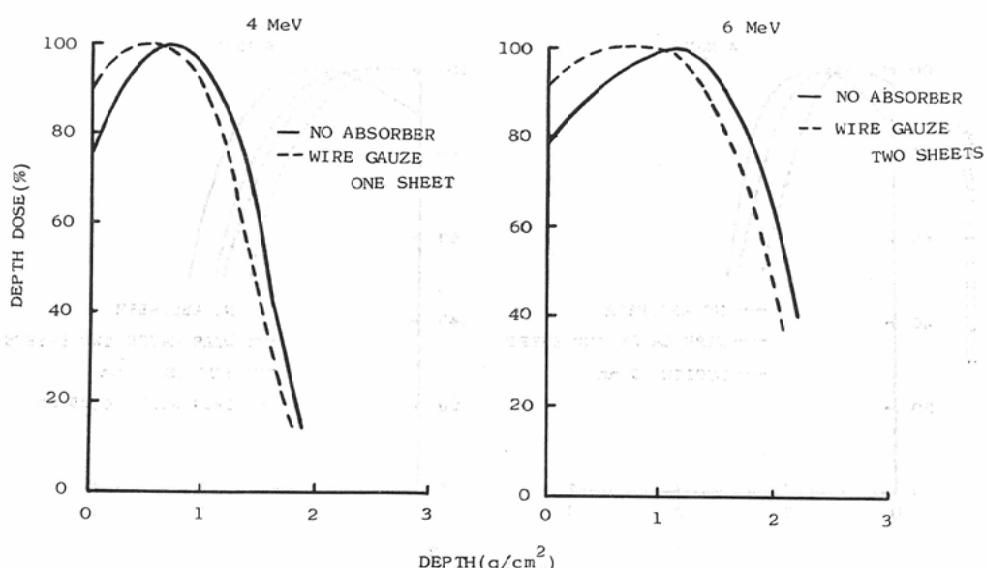
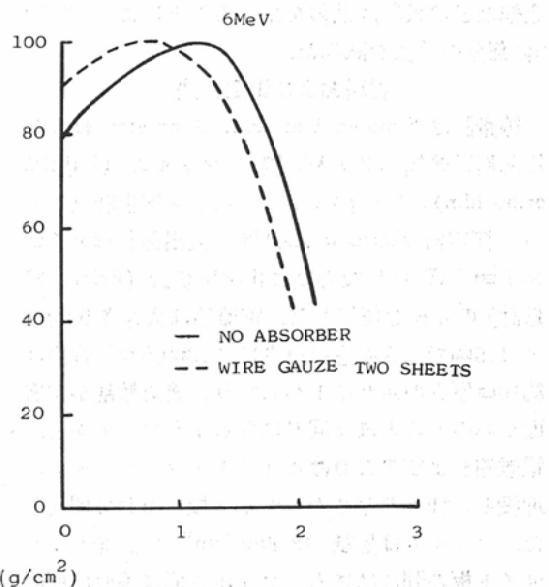


Figure. 3. Depth dose curves of electrons measured with LiF thermoluminescence dosimeter Iron cone: 8 cm \varnothing .

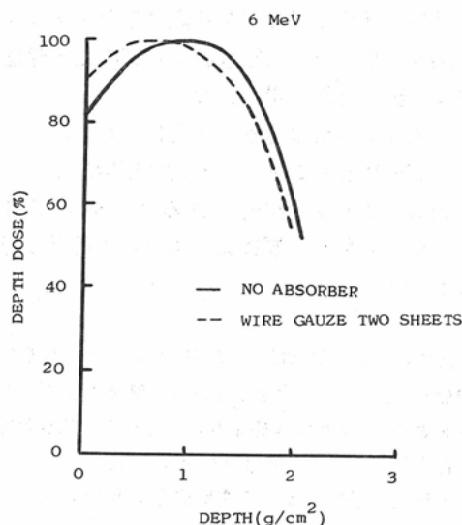


Figure. 4. Depth dose curves of electrons measured with chemical dosimeter Iron cone: 10 cm Ø.

網の場合は、表面附近の線量增加に比べて深部到達距離が、ルサイト、鉄に比べてわずかに大きいという結果が得られた。

第2~4図にフィルム、TLDならびに化学線量計で得られた線量曲線を示す。Fricke線量計を基準として求めた、使用フィルムの線量-黒化度関係は、良い直線性を示し、電子線のエネルギーによる感度変化も認められなかつた。LiF-TLDについては、線量の増加と共に感度が増加する所謂 Supper linearity を除けば、フィルムと同様に電子線のエネルギーによる依存性は認められなかつた。

いずれの測定器においても、金網によつて相対的表面線量は約15%の増加がみられるが、完全にBuild upを消去することはできなかつた。電離箱による値が他の測定器に比べ表面近傍で相対的に高い線量を示すのは、密度効果などを考慮に入れていないためで、後述することく、これら影響を考慮すると他の測定器とほど一致する。

2. 照射筒材質による表面線量の変化

表面線量の絶対値は、照射筒材質の密度および原子番号が高くなるにつれて増加する傾向がみら

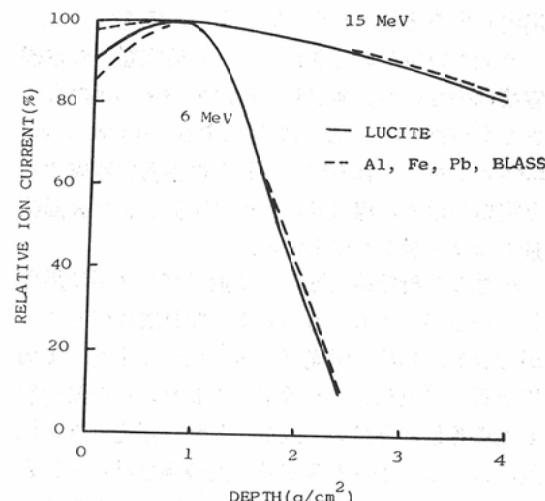


Figure. 5. Depth dose curves of electrons measured with ionization chamber by cone materials Cone: 7×7 cm.

れた。しかし相対的な表面線量は第5図に示す如く、ルサイトが他の材質に比べ6 MeVで5%の増加を示す他は、アルミニウム、鉄、鉛、真鍮の照射筒では効果がみられなかつた。またこの効果は、電子線のエネルギーが高くなるにつれて小さくなつた。

考 按

電離箱の電離電流比で表わされた表面線量は、その他の測定器による値に比べ8~10%高い値を示した。尾内ら⁹⁾は密度効果と極性効果を考慮すれば、電離箱と化学線量計による測定値が一致することを報告している。密度効果については、これまで幾つかの報告があるが¹⁾⁵⁾⁸⁾、Laughlin⁵⁾の値を採用し、電子線の平均エネルギー(Em)を:

$$Em = E_0 (1 - d/Rp), \quad Rp = 0.5E_0 - 0.3$$
但し、Em: 平均エネルギー、E₀: 入射エネルギー、d: 深さ、Rp: 外挿飛程、から求めて、電離電流比を吸収線量比にすると表面線量はピークとなる深さに対して3%減少する。極性効果は電離箱の構造によつて變るので他のデータを参照することは適當ではないが、一応の目安として、尾内ら⁹⁾の 5.5MeVについての値を基に計算すると約3%の寄与となる。本実験に使用した電離箱は

尾内ら⁹⁾のそれより小さいことから考えて、これより大きい値が期待される。この他電離箱の電離容積は小さいが、検出部が約14×18×60mmの大きさをもつために、これに起因する Displacement factor が挙げられる¹⁰⁾。これらの影響を考慮すると電離箱以外の線量計によって実測された表面線量とほど一致した値となる。

小型の放射線検出器として蛍光ガラスが使用されているが、TLD も同じような目的に使うことができる。LiF は蛍光ガラスに比べて密度、実効原子番号が組織により近似しており、その測定値も他の線量計と良い一致を示した。蛍光ガラス線量計による電子線の測定値が他の線量計のそれと一致しないという報告⁴⁾⁹⁾もあることからみて、LiF の方が線量測定には優れていることが示唆された。しかし Binks³⁾ は 1 mm 厚さの LiF で ⁶⁰Co γ 線に比べて 10 MeV 電子線で 10% の感度減少があることを認めている。また Almond ら²⁾ は LiF の厚さによつてエネルギー依存性が変化することを報告している。理論的計算値は、特に低エネルギー電子線での感度変化を予想させるので、深部線量の測定への利用については検討の余地が残されている。

表面附近的線量を相対的に増加させ、腫瘍組織をより均一に照射するためには一般に Build up 部分をルサイトによつて吸収させる方法が採用されている。金網の場合もルサイトと似た効果がみられたが、ルサイトに比べて、より深部まで到達し、吸収が少なく、散乱が多いことが示された。深部線量曲線は、金網のメッシュによつて変るが、最も効果的に表面線量を増加させるためには、電子線のエネルギーに応じて、ある特定の網目を持つ金網があることを示唆している。金網の利用は、この他安価で、入手加工が容易であるという特長をもつている。

要 約

種々の線量計による表面近傍の電子線の測定および深部量百分率における表面線量の相対的増加について検討し、次の結果を得た。

電離箱で測定された Build up 部分の線量は、

密度効果、極性効果などを考慮するとフィルム、LiF 熱ルミネッセンス線量計ならびに化学線量計とほど一致した値が得られた。

相対的表面線量は金網を散乱体として、ファントーム表面におくことにより約 15% 増加し、ルサイト吸収板よりも効果的であることが見出された。しかし照射筒材質によつては特に効果は得られなかつた。

謝辞

本論文について御校閲、御示唆を賜つた、癌研究所尾内能夫先生、広島大学原医研竹下健児先生に深甚の謝意を表する。Simplex 線量計は国立松山病院放射線科より拝借した。記して感謝の意を表する。

(本研究は厚生省がん研究助成金の援助により行つた。)

文 献

- 1) Almond, P.R.: The physical measurements of electron beams from 6 Mev to 18 Mev. Absorbed dose and energy calibration. Phys. Med. Biol. 12, (1967), 13—24.
- 2) Almond, P.R. and McCray, K.: The energy response of LiF, CaF₂, and Li₂B₄O₇: Mn to high energy radiations. Phys. Med. Biol. 15, (1970), 335—342.
- 3) Binks, C.: Energy dependence of lithium fluoride dosimeters at electron energies from 10 to 35 MeV. Phys. Med. Biol. 14, (1969), 327—328.
- 4) 服部浩之、松田忠義、北畠 隆: Betatron 電子線の表面近傍での線量分布、超高圧照射法の研究第19報、日本医学会誌、28 (1968), 994—1001.
- 5) Laughlin, J.S.: High-energy electron beams. In Radiation Dosimetry, edited by G. Hine and G.L. Brownell (1958), p. 610. Academic Press, New York.
- 6) 松沢秀夫、川島勝弘、平岡 武: 高エネルギー電子線の線量分布、日本医学会誌、26 (1966), 221—227.
- 7) 尾内能夫: 放射線医学下巻 (1967), p. 124, 梅垣洋一郎, 倉光一郎編集, 医学書院.
- 8) 尾内能夫、松沢秀夫、小西圭介、都丸禎三、入船寅二、平岡武: 各種測定器による高エネルギー電子線の線量評価、文部省研究報告集、昭和43年、放射線影響編、(1969), 35—36.
- 9) 尾内能夫、都丸禎三、入船寅二、内田 熱、梅垣洋一郎、松川取作: 種々の測定による電子線の深部線量の測定、日本医学会誌、29 (1970), 1474—1483.

- 10) The Hospital Physicists Association A code of practice for dosimetry of 2 to 35 MV X-rays and caesium-137 and cobalt-60 gamma-ray beam. Phys. Med. Biol. 14, (1969), 1—8.
11) Turano, L., Biagini, C., Bompiani, C. and

Paleani-Vettori, P.G.: Radiobiologische, Dosimetrische und Klinische Grundlagen der Therapie mit schnellen Electronen eines 15 MeV Betatron. Strahlentherapie, 109, (1959), 489—504.
