



Title	篩照射法における不均等度の研究：種々なる材質による篩の不均等度と生物学的効果
Author(s)	山田, 親久
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1968, 28(2), p. 139-149
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18659
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

篩照射法における不均等度の研究

種々なる材質による篩の不均等度と生物学的効果

京都府立医科大学放射線医学教室（指導 金田弘教授）

山 田 親 久

(昭和42年9月6日受付)

Studies on the Inhomogeneity Quotient of the Sieve Irradiation
Inhomogeneity Quotient of Some Kinds of Sieves and Their Biological Effect

By

Chikahisa Yamada

Department of Radiology, Kyoto Prefectural University of Medicine

(Director: Prof. H. Kaneda)

There are two important factors in sieve therapy, one is the field-size factor, that is, the diameter of the hole and ratio of the open area, the other is the inhomogeneity quotient (IQ) which is the ratio of the maximum dose at the open area to the minimum dose at the covered area.

In this paper the author calculated the IQ on several sieves of aluminium, copper and lead under 100 KV and 180 KV X-ray irradiation, and studied the relationship between the biological sieve effect ratio (BSER) and IQ of three kinds of sieves, evaluating the LD 50/30 after whole body irradiation in mice.

It was demonstrated that the LD 50/30 with the conventional irradiation was 589 R, LD 50/30 of sieve irradiation of IQ 2.0, 2.7 and 3.7 at 1 cm depth (center of mouse) were 619 R, 694 R, 891 R respectively.

The biological sieve effect ratios of IQ 2.0, 2.7 and 3.7 were 1.05, 1.18 and 1.51.

From these results, it was verified that the sieve irradiation with the IQ more than 2 was effective, but less than 2 ineffective.

I 緒 言

電離放射線を空間的に分割して照射する篩照射法によれば、物理的に同一線量を均等照射したときにくらべて生体のうける障害はいちじるしく軽減する。この事実は篩照射法のもつ特異な生物学的効果として一般に認められている^{⑥⑦⑩⑯⑮⑲}。

1909年、Köhler¹⁵⁾により初めて試みられた篩照射法は、太さ 1 mm の針金を 2 mm の間隔の網目にして使用したもので、レ線による皮膚の障害をさけることを目的とした。しかし当時は腫瘍組織に対する均等照射の必要性が強く要求されていたた

め、長く看過され追求されなかつたのである。1940年代に至り、Jolles¹⁰⁾が腫瘍環境の温存が腫瘍の放射線治療に効果的に作用するとの見地から篩照射法をとりあげた。また、時を同じくして Marks²¹⁾が人体皮膚に24,000Rという大量を照射してより、篩照射法は再び注目されるようになった。このようにしてはじめられた篩照射法の基礎的研究は、主として皮膚耐線量の増大と、その理由について検討が加えられた。Jacobson et al⁸⁾は、篩照射法にて皮膚の耐線量は約5倍になり、したがつて10cm深部の病巣線量は約3倍にまで増

加せしめうることを指摘している。近藤¹⁶⁾¹⁷⁾は篩の面積比が等しく、開放部直径の異なる種々の篩を用いてレ線を一時照射し、家兎耳介を長期にわたり組織学的に検討した結果、開放部の大きさが直径1cmより小さくなるにしたがつて、障害の程度はいちじるしく軽減すると報告している。Kereiakes et al.¹⁴⁾は、面積比は40%で、開放部直径が1cm以下の種々の篩を用いてレ線によるラッテ全身照射を行い、生存百分率は開放部直径が小さくなるにしたがつて上昇したと述べている。このように開放部の直径が小さくなるにしたがつて篩の生物学的効果が大きくなるのは、篩の1つ1つの開放部の大きさによる生物学的反応の差異、すなわち照射野因子の影響によることがあきらかになつてきた。これは篩の開放部を通して直接照射された部分と、被覆部に相当する部分との間において、放射化学的ならびに病理組織学的な修復作用が働き、このために照射された線量に相当する障害が生じてこないためと考えられる。篩の開放部を通して照射された部分の周辺が健康組織にかこまれているために修復作用が強く働くと考えよい。このように照射野因子は、その照射野周辺の長さによる影響(周辺因子)と照射野中心部から辺縁までの距離が関係すると考えられる¹²⁾³⁰⁾³¹⁾。金田¹¹⁾はこの照射野因子が働くのは、開放部が円形の場合は直径2cm以下であると述べている。

このように篩の生物学的効果には照射野因子が大きく影響するのであるが、これは被覆部に相当する部位の組織の温存が大きな役割を果たしているからである。したがつて照射野内の開放部と被覆部との割合(面積比)もまた重要な因子となる。Barth²⁾は開放部直径が8mmの篩で、面積比を67%, 50%, 33%, 25%とかえて100KVのレ線を照射した豚の皮膚の障害の程度を比較した結果、面積比が小さくなるほど皮膚障害が軽度となることを報告している。またRausch²⁶⁾は家兎耳介の損傷治癒速度を指標に76%, 40%, 20%の3種の面積比の篩を用いて100KVのレ線を照射した結果、面積比の小さいほど損傷治癒速度が、わずかながら速くなつたと報告している。

またこれを線量分布の面より考えると、篩照射

法においては主として直接線よりなる開放部に相当する線量の最大値と、被覆部に相当するわずかではあるが篩の材質を透過した線量と、開放部の鉛筆状の線束よりの散乱が加つた最小値との不連続的な分布を形成している。この最大値と最小値との比、すなわち不均等度が大きいほど被覆部の組織の温存は保たれ易いのであつて、篩効果もまた大きくなると考えられる。この不均等は表在部では大きな値であるが、深在部では吸収と減弱のために小さくなる¹⁹⁾。この不均等度と篩効果との問題を最初に研究したのは Markus und Menting²²⁾であつて、不均等度2以下では篩効果が期待できないという。島崎²⁸⁾は、表面、5cm深部、10cm深部における不均等度をそれぞれ10.3, 2.7, 1.9、としてこれらが家兎精細胞におよぼす影響をしらべた結果、表面および5cm深部では篩効果を認めているが、10cm深部では篩効果が認められなかつた。また中塚²⁹⁾は同様にして得た不均等度差のレ線によるマウスLD50におよぼす影響について検討した結果、均等照射のLD50に対する篩照射群のLD50の比は、表面の不均等度6.8の群で1.27, 5cm深部の不均等度2.2の群で1.19, 10cm深部の不均等度1.8の群では1.11であつた。Rausch²⁵⁾は、面積比50%, 開放部直径3mm、アルミおよび銅製の不均等度の異なる篩をつくり、家兎耳介の損傷治癒速度におよぼす影響をしらべた結果、不均等度が大きくなるにしたがつて損傷治癒速度が速くなると述べている。

これらの実験のうち、不均等度の差による生物学的反応の差異を、線量比として求めているのは中塚の実験のみであつて、これはパラフィンファントームのそれぞれの深さにおける不均等度を求め、その部に置かれたマウスのLD50を求めるこことにより、生物学的効果を比較検討している。これに対し、著者は篩の材質を変えることにより、表在部において種々なる不均等度をつくり、表在部にマウスを設置することによって、不均等度の生物学的効果を比較したものであつて、パラフィンファントームの深部における散乱や、その他の測定にかかる因子を、できるだけ除去することにより、この問題を解決しようと試みた。

II 篩の材質と不均等度

被照射体の上に置かれた篩を通して照射された場合の、ある深部における不均等度は、線質、管球または線源の焦点の大きさ、その他の照射条件が同一であつた場合、篩の開放部直径、面積比と篩そのものの材質によつて異なる。

また篩の開放部直径と面積比が同一であれば、篩の材質が不均等度に関係する。この場合、篩の材質の差による散乱線の影響を考えなければならないが、これを無視するとすれば、その材質による透過線量率の差が大きく不均等度を左右する。

著者は不均等度の差による生物学的効果を検討する目的で、種々なる篩の材質ならびに厚さによる透過率を測定するとともに、Johns⁹⁾の深部線量率表をもとに、Schröck-Vietor²⁷⁾の計算式より不均等度を算出した。この場合、篩の開放部直径は3 mmとし、面積比は50%と一定にした。

また不均等度は表面より1 cmの深さのものを求めた。この理由は、次の動物実験において、試験としてマウスを用いたので、腹位におけるマウスの中央において種々なる不均等度のもとにレ線を照射し、LD 50 (30) 線量を求ることによつて、不均等度差の生物学的効果を比較検討しようと計画したからである。

材質としては、Al, Cu, Pb. ならびに Cu と Al を組合せた6種類のものを使用した。

1) 透過線量率の測定

レ線発生装置は東芝製 KXC-18型深部治療装

置を用いて、管電圧 100kVp と 180kVp について測定した。

100kVp では、管電流25mA とし、濾過板として1 mmAl を使用した。半価層は2 mmAl であつて、管球焦点—線量計間距離を150cm に保ち、管球焦点より20cm の距離に、篩の材質となる2 mm厚の Al, 0.2mm厚の Cu と1 mm厚の Al, および0.6mm厚の Cu と1 mm厚の Al を置き、それぞれについて透過線量率を測定した。

2 mm厚の Al については透過率は50%であり、0.2mm厚の Cu と1 mm厚の Al では透過率は13%となり、0.6mm厚の Cu と1 mm厚の Al では2%であつた。

また 180kVp では、同じく 25mA, 濾過板は 0.7mmCu + 0.5mmAl を使用し、半価層は1 mmCu である。100KVp の場合と同様に篩の材質である2 mm厚の Cu, 3 mm厚の Cu および3 mm厚の Pb 板について、それぞれの透過線量率を測定した。

2 mm厚の Cu では25%, 3 mm厚の Cu では15%, 3 mm厚の Pb では1%の通過率が得られた。
(Table 1)

2) 不均等度について

100KVp では、2 mm厚の Al, 0.2mm厚の Cu と1 mm厚の Al, 0.6mm厚の Cu と1 mm厚の Al のそれぞれの厚さをもつ開放部直径3 mm, 面積比50%の篩について、不均等度を求めるとき、2 mmAl では、パラフィンファントームの表面にて 1.7,

Table 1 Dose of Sieve Irradiation (Hole Size 3 mm in Diameter, Opening Area Ratio 50%)

Material and Thickness of Sieves	Per Cent of Transit Dose	Inhomogeneity Quotient (1 cm depth)	Mean Dose (%)	
			Calculated	Measured
100 KV H.V.L. 2 mm Al F.S.D. 20cm F.S. 10×10cm	Al 2mm	50	1.4	75
	Cu 0.2mm Al 2mm	13	2.5	55
	Cu 0.6m Al 1mm	2	3.3	50
180 KV H.V.L. 1 mm Cu F.S.D. 40cm F.S. 10×10cm	Cu 2mm (Sieve A)	25	2.0	87
	Cu 3mm (Sieve B)	15	2.7	78
	Pb 3mm (Sieve C)	1	3.7	70
				70

Fig. 1. Depth Dose Distribution of Sieves (3 mm 50 %) under 100 KV,
H.V.L. 2 mmAl, F.S.D. 20 cm, F.S. 10 × 10 (Calculation)

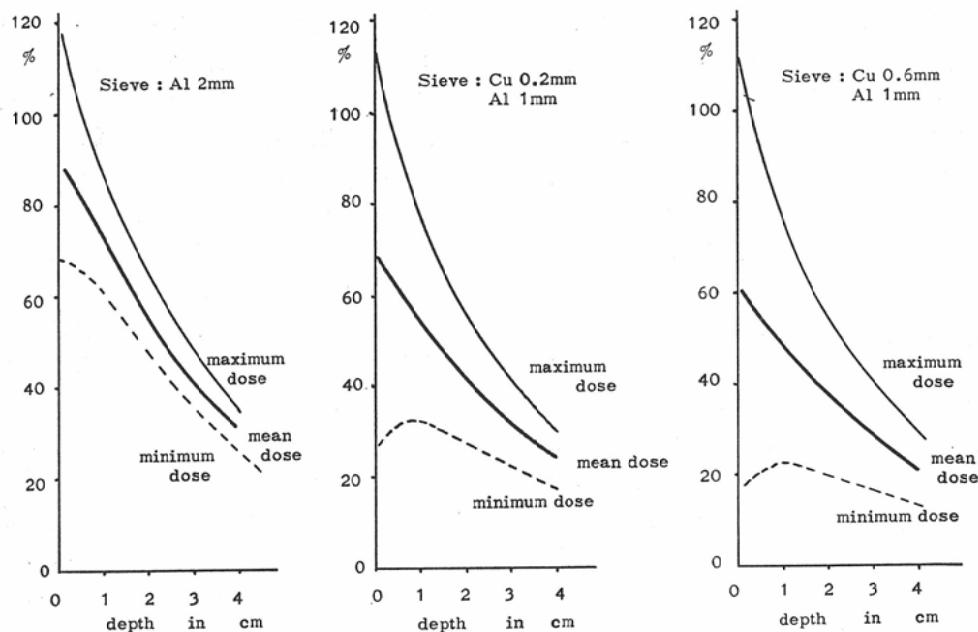
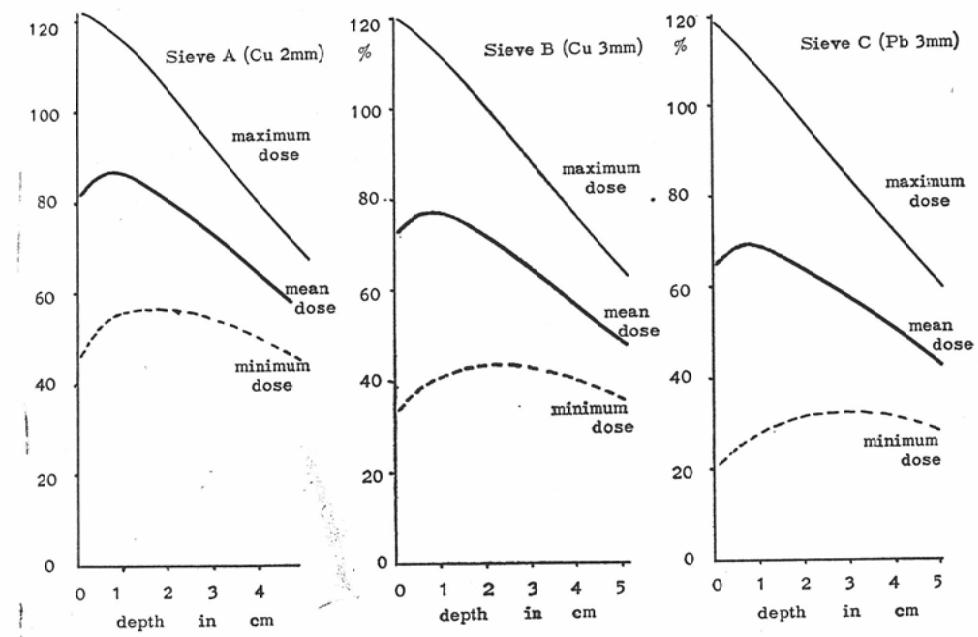


Fig. 2. Depth Dose of Sieves (3mm, opening ratio 50%) under 180 KV,
H.V.L. 1 mmCu, F.S.D. 40 cm, 10 × 10 cm (Calculation)



1 cm深部では 1.5, 2 cm深部では 1.4となつた。0.2mmCu と 1 mmAl との合板の篩では、表面にて 4.2, 1 cm深部で 2.5, 2 cm深部で 2.1となり, 0.6 mmCu と 1 mmAl の篩では、表面 7.9, 1 cm深部 3.3, 2 cm 2.6となつた (Fig. 3 a)。

またそれぞれの篩について平均線量を計算により求めたが、2 mmAl, 75%, 0.2mmCu+1 mmAl, 55%, 0.6 mmCu+1 mmAl の篩で50%であつた。これを島津製作所にて特別に作らせたフラットチェンバーにて測定した結果は、78%, 59%, 51%であつて計算値と比較的よく一致した。

180KVp では、2 mm厚の Cu, 3 mm 厚の Cu, 3 mm厚の Pb の厚さをもつ、開放部直径 3 mm, 面積比 50 % の三種の篩について不均等度を求めた (Fig. 3 b)。

不均等度は、2 mm厚の Cu ではパラフィンファントームの表面にて 2.6, 1 cm深部で 2.0, 2 cm深部では 1.8となつた。3 mm厚の Cu では、表面で 3.7, 1 cm深部で 2.7, 2 cm深部では 2.2となり, 3 mm 厚の Pb では表面で 6.6, 1 cm 深部で 3.7, 2 cm深部で 2.9となつた。

平均線量についての計算値は、2 mm厚の Cu で 87%, 3 mm 厚の Cu で 78%, 3 mm 厚の Pb では

70 %となつた。また同様にフラットチェンバーにて実測した結果はそれぞれ 89%, 80%, 70% となり、この場合も計算値と比較的よく一致した (Table 1)。

III 不均等度と生物学的篩効果比について

1) 照射条件

不均等度については、前項で検討した如く、管電圧 100 KVp と 180 KVp とのいずれを用いても篩効果をみるには適した値となるが、平均線量については100KVp の場合は、その深部線量曲線は甚だ急峻であり、マウスの下面に相当する 2 cm 深部では、表面線量の半分近くにまで減弱してしまう。このために線源側であるマウスの背面と、線源に遠い腹側とでは線量の差が大きくなる。

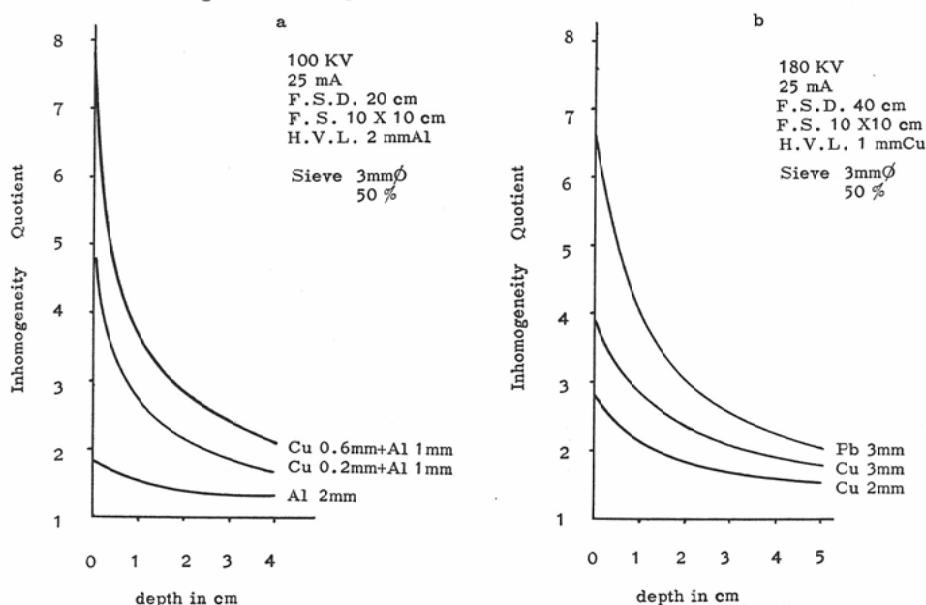
これに比して 180KVp では、2 cm 深部における平均線量の減弱はほとんど認められず、マウスの背腹とともに比較的等しい線量で照射ができる。

したがつて以下の実験は、管電圧 180KVp のレ線を前項と同じ条件にて使用し、管球焦点一マウス背面間距離を40cm, 照射野10×10cm, 線強度 74R/min. (空中) にて照射した。

2) 実験動物

DDY系(船橋農場)の雄マウス、体重20±1

Fig. 3. Inhomogeneity Quotient in Depth (Calculation)



gを18~24匹づつステンレス製の飼育箱に入れ。室温23±2°Cの恒温動物舎(コイトロン)にて固型飼料(船橋農場)および水を自由に与えて飼育した。

3) 照射方法

照射に際しては、マウスはフィルムベースにて造った直径24mm、長さ8cmの円筒の中に無麻酔で閉じ込め、尾部を絆創膏で固定した状態で3匹づつ腹位にして照射野中央に並列においた。その周辺ならびに下面はパラフィンブロックで囲んだ。さらに照射中のマウスが酸素欠乏をおちいらぬよう頭側のパラフィンブロック中に空気孔をつくつた。この方法にて照射中のマウスはほとんど静止の状態を保つている。

4) 実験結果

実験は、均等照射群、Cu 2 mm厚の篩(Sieve A)をつかつたもの、Cu 3 mm厚の篩(Sieve B)を用いた実験群、およびPb 3 mm厚の篩(Sieve C)を用いた実験群の4つのものにつき、それぞれマウスの全身一時照射を行い、30日間の死亡率を用いてProbit分析を行い各群のLD50(30)を求めた(Table 2)。

a) 均等照射群

18~21匹のマウスを1組として4組をつくり、これらにLD50に近いと考えられる線量を1.12倍の線量間隔で全身照射を行つた。それぞれの30日間の死亡率は501Rを照射したものでは5.5%，562Rでは42.8%，631Rでは66.7%，708Rでは94.5%となり殆んど全例が死亡する。これに

probit分析を行つてLD50を求めるとなつた(Fig. 4)。

b) 篩Aの照射群(Cu 2 mm)

18~21匹のマウスを1組にして、5組のマウスに1.2倍の線量間隔で全身照射を行なつた。その30日間の死亡率は501Rで5.5%，562Rでは16.7%，631Rでは55.5%，708Rでは90.5%，795Rでは100%と全例が死亡した。これより求められたLD50は619Rであつた(Fig. 5)。

c) 篩Bの照射群(Cu 3 mm)

18~24匹を1組とした4組について、線量間隔1.12倍の線量を全身照射して30日間の死亡率を求めた。631R照射したものでは16.7%，708Rでは55.3%，775Rでは90.5%，890Rでは全例が死亡した。この群のLD50は694Rであつた(Fig. 6)。

d) 篩Cの照組群(Pb 3 mm)

18~24匹のマウスを1組とした4組に、1.12倍の線量間隔で全身照射を行い30日間の死亡率を求めた。795R照射した組では、その死亡率は16.6%，890Rでは58.3%，1,000Rでは90.5%，1,200Rでは100%と全例が死亡した。この群のLD50は891Rとなつた(Fig. 7)。

以上の4群から求められたLD50については、均等照射群の589Rを基準とし63各群のLD50の比を求めた。すなわち、これが生物学的篩効果比といわれるものであつて、篩AであるCu 2 mmの篩では1.05となり、Cu 3 mmの篩Bでは1.18となつた。Pb 3 mmからなる篩Cではこの比は1.51と

Table 2 Numbers of Animals and Mortality Rates at 30 Days after Irradiation with Conventional and Sieve Methods

Irradiation Methods	Conventional			Sieve A (Cu 2 mm)			Sieve B (Cu 3 mm)			Sieve C (Pb 3 mm)			
	Dose	No. Anim.	No. Death	30	No. Anim.	No. Death	%	No. Anim.	No. Death	%	No. Anim.	No. Death	%
501	18	1	5.5	18	1	5.5							
562	21	9	42.8	18	3	16.7							
631	21	14	66.7	18	10	55.5	18	3	16.7				
708	18	17	94.5	21	19	90.5	24	14	58.3				
795				18	18	100	21	19	90.5	18	3	16.7	
890							18	18	100	24	14	58.3	
1000										21	19	90.5	
1200										18	18	100	

Fig. 4. Survival Rates of Mice Irradiated with Conventional X-Ray Method

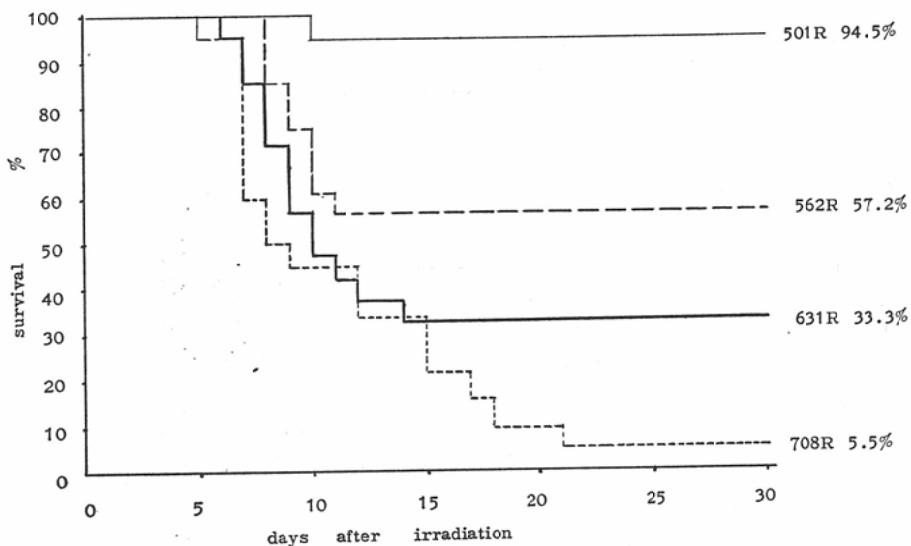
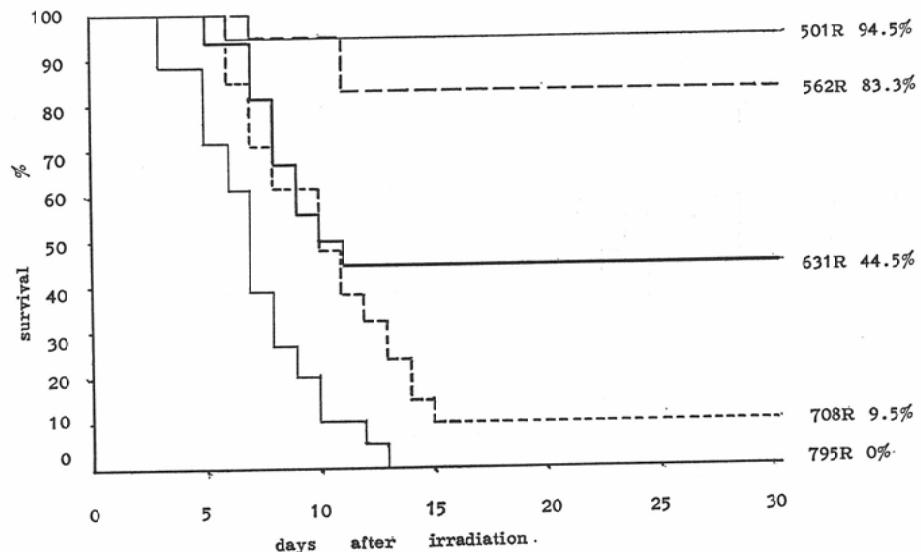


Fig. 5. Survival Rates of Mice Irradiated with Sieve A (Cu 2 mm)



なつた (Table 3, Fig. 8).

IV 総括ならびに考案

篩照射法における特異な生物学的効果は、篩の1つ1つの開放部の大きさが小さいことのほか、線量分布の不均等性が関係する。新田²⁴⁾は、45KV、無濾過のレ線にて、開放部直径5mm、面積比

40%，1.5mmの鉛板の篩を用いて、家兎耳介に一時照射で穿孔を来たす線量を調べた結果、均等照射による穿孔線量が12,000Rであつたのに対し、篩照射法では、均等照射の数倍に値する80,000Rを要した。この新田の実験は扁平な家兎耳介に篩を軽く密着させて行つたもので、45KVのレ線と

Fig. 6 . Survival Rates of Mice Irradiated with Sieve B (Cu 3mm)

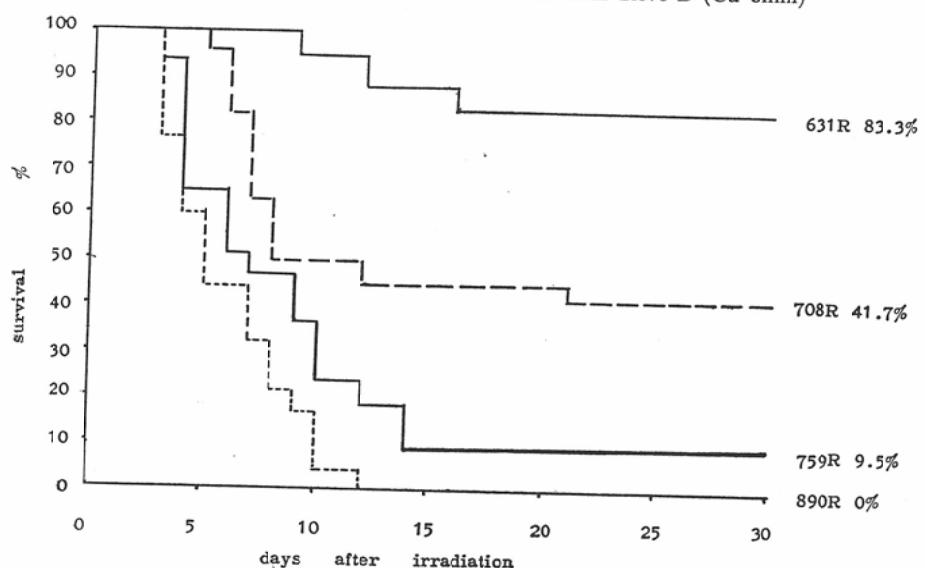
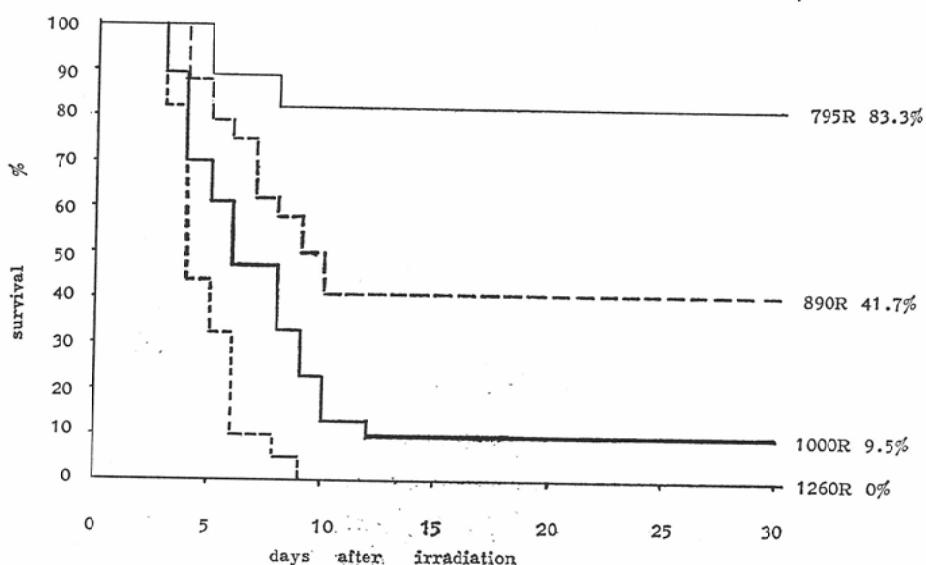


Fig. 7. Survival Rates of Mice Irradiated with Sieve C (Pb 3 mm)



はいえ明らかに高い不均等度のもとにて照射されている。著者の実験で不均等度の最も大きい 3.7 の篩 (Sieve C) を用いた場合の、均等照射に対する生物学的篩効果比は、実験結果で述べたごとく 1.51 であり、新田の実験結果より小さい値であるが、これは新田の不均等度が約 10 という高い値と

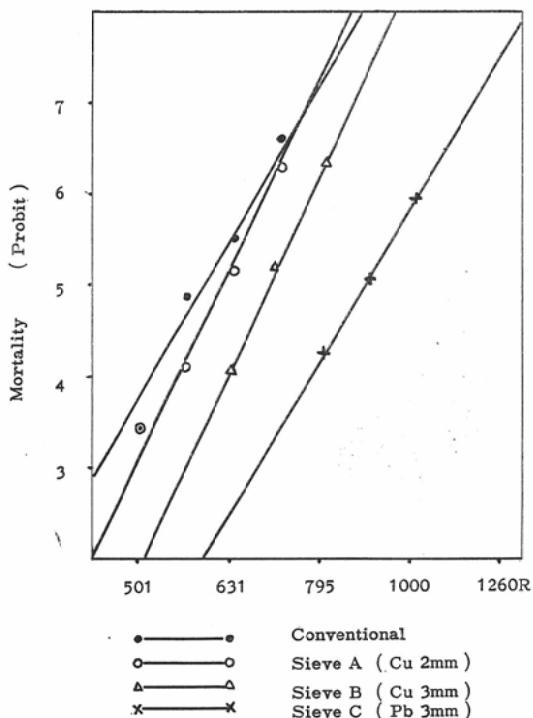
推定されることや、効果の判定に家兎耳介の穿孔線量を用いたことによると考えられる。

全身照射による生存率にて効果を判定する場合は、試験がある厚さをもつており、背面と腹面における不均等度の差を考慮すれば、表面の不均等度のみによつて実験を行うことは適當とは考え

Table 3 Relationships between Biological Sieve Effect Ratio (B.S.E.R.) and Inhomogeneity Quotient (I.Q.) According to LD 50/30 Following X-Ray Irradiation

	Inhomogeneity Quotient	LD 50/30 (R)	Range	Biological Sieve Effect Ratio
Homo.	1	589	576—603	
Sieve A (Cu 2mm)	2.0	619	615—622	1.05
Sieve B (Cu 3mm)	2.6	694	690—698	1.18
Sieve C (Pb m3m)	3.7	891	869—911	1.51

Fig. 8. Probit Analysis of Mortality at 30 Days after X-Ray Irradiation in Mice



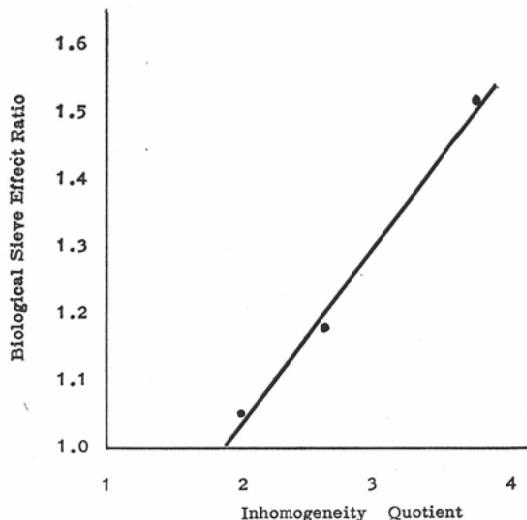
られない。著者は上記の如く試験の中心部における不均等度を採用した。足立¹⁾らは、170KVのレ線にて開放部直径8mm、面積比50%の篩を用いて、マウスの全身一時照射後30日間の生存率を観察した結果、均等照射で同じ生物学的効果を与えるには容積線量にして1.3倍、またはそれ以上の線量を要すると述べている。また、Cohen et al⁵⁾は、250KV、開放部直径5mmの篩を用いて、ラ

ット腹部照射後の生存率をしらべて、均等照射に對し1.5倍の線量を要したという。これらはいずれも著者の得られた値と近いものである。

不均等度の値が小さくなるにしたがつて、生物学的篩効果もまた小さくなつくることについて、緒論において述べた如く、島崎および中塚の実験結果があり、著者の結果もまた同じ傾向を示している。しかも不均等度の値が2以下の小さな値では、もはや篩効果を期待することができないのである。Rausch²⁵⁾によれば、不均等度が2以下であつても、照射される線量によつて篩効果を認めることができるとといふ。すなわち彼によれば、家兎耳介の損傷治癒速度を指標に1,500Rを照射した場合には、不均等度13.5、2.6、2.0、1.5の照射群にそれぞれある程度の篩効果を認めめたが、3,000Rを照射した場合には、不均等度13.5、2.6の照射群には篩効果を認めたが、不均等度2.0、1.5の照射群にはともに篩効果を認めることができなかつた。

著者のおこなつた実験結果より、生物学的篩効果比と不均等度との関係をみると図9の如くなり、LD50に相当する線量を照射した場合は、不均等度が2よりも大きくなつた場合において、篩効果が認められる(Fig. 9)。

Fig. 9. Relationships between Biological Sieve Effect Ratio (B.S.E.R.) and Inhomogeneity Quotient (I.Q.)



篩照射法によれば、腫瘍組織とともに、その周辺における健康組織もまた篩効果をうけるわけであるが、Urano³²⁾の実験では、腫瘍組織と、健康組織との間に差があることが実証されている。彼らは、マウスの大腿部に移植したエールリッヒ腹水癌に、半価層 0.28mmCu のレ線を用い、開放部直径 2 mm、面積比 50% の篩照射をした場合の 50% 腫瘍致死線量を求め、均等照射のそれと比較して、その生物学的篩効果比は 1.23 であつたが、皮膚では 1.8 以上であり、その間にあきらかに差のあることを認めている。また金田は¹¹⁾、人体皮膚の篩照射に際し開放部を一致せしめることなく、万辺なく照射した場合の最大耐容線量を 16,000 R として篩効果比を求め、1.6 という値を出している。

このように健康組織に比して腫瘍組織の篩効果比が小さいということは、治療可能比が高くなることであり、放射線治療の実際において注目すべき、興味ある問題と考える。

レ線篩照射法を放射線治療に用いた場合の特徴として、金田¹³⁾は次の点を指摘している。第 1 は、皮膚耐線量が上昇し、これに伴つて深部線量が増量せしめ得る。第 2 は放射線による全身的症状が、普通照射法にくらべて軽度であり、したがつて大量の照射線量を広範囲に照射することができる。第 3 に、治療可能比が上昇するため健康組織に著しき障害を与えることなく、悪性腫瘍組織を破壊することができる。

高エネルギーの放射線治療装置が普及してきた現在、皮膚障害は考慮するに足らなくなってきたが、高エネルギーの篩照射法は、空間的分割照射法による健康組織の温存という点より考えれば、その価値はきわめて大きいと言えよう⁴⁾¹⁸⁾¹⁹⁾。教室で製作したコバルト用の篩は、厚さ 46 mm の鉛に直径 10 mm の穴を放射状に配列したものであつて、面積比は篩の厚さの中央で 50% のものである。その不均等度は 10 cm 深部においても 3.5 という値を保つている²⁰⁾。また Becker³⁾は、厚さ 48 mm の鉛で、開放部直径 4 mm、面積比 40% の 15 MeV 超高圧レ線用の篩を使用している。その不均等度は 25 cm 深部においても 4.2 という高い値である。

このように高エネルギー篩照射法は、深部においても高い不均等度を保つてゐるために、深在部の腫瘍で広範な大量照射を要する場合や、腫瘍周辺の重要な健康組織を温存するには、好適な照射法と考える⁶⁾。

しかし篩照射法に関しては、現在なお未解決の問題がすくなくなく、今後の研究にまたねばならないものがかなり残されている。

V 結 語

篩照射法における不均等度と、その生物学的篩効果比を求めた。不均等度差は、材質の異なる 3 種の篩を用い、それぞれのマウス LD50 を求めるこにより、その生物学的篩効果比を比較検討した。

均等照射群の LD50 は 589 R、不均等度 2.0 の篩照射群は 619 R、不均等度 2.7 の篩照射群では 694 R、また不均等度 3.7 の篩照射群は 891 R であつて、それぞれの生物学的篩効果比は上記の順に 1.05, 1.18, 1.51 となつた。この結果、不均等度 2 以下の篩では、篩照射法による特異の効果が認められないことを明らかにすることができた。

References

- 足立、栗冠、鎌田：篩照射法による致死線量、癌の臨床 1 (1954), 418—421.
- Barth, G., Schuba, K. und Wacksman, F.: Experimentelle Untersuchungen über die Gitterbestrahlung, Strahlentherapie 103 (1957) 467—471.
- Becker, J. and Kuttig, H.: The Use of the Grid in Supervoltage Therapy, Progress of Radiation Therapy 3 (1965), 50—67.
- Becker, J., Gudden, F. und Kuttig, H.: Die Siebbestrahlung mit Co-60-Gammastrahlen, Strahlentherapie 105 (1958), 623—629.
- Cohen, L. and Cohen, A.: Experimental Radiotherapy of Abdominal Cancer III increase systemic tolerance with field-fractionation (sieve), Brit. J. Radiol. 26 (1953), 551—552.
- Ebert, H.G.: Dosisverhältnisse bei der Siebbestrahlung homogener und inhomogener Median, Röfo 88 (1958), 109—114.
- Haris, W.: Recent Clinical Experience with the Grid in the X-Ray Treatment of Advanced Cancer, Radiology 58 (1952), 343—350.

- 8) Jacobson, L.E. and Lipman, A.: Depth Dose Investigation for perforated Grid Therapy at 200 KV, Amer. J. Roent. 67 (1952), 458—469.
- 9) Johns, H.E.: The Physics of Radiology, 2nd edition, Thomas, Illinois U.S.A. 1961.
- 10) Jolles, B.: X-Ray Sieve Therapy in Cancer, London Lewis 1953.
- 11) 金田, 近藤, 種井, 谷川 : 篩照射法に関する基礎的研究, 第5報 篩板における開放部の間隔について, 日本医学会誌 17 (1957), 1156—1158.
- 12) 金田, 奥 : 篩照射法の問題点である照射野因子について, 最新医学 14 (1959), 270—276.
- 13) 金田 : 篩照射法の経験, 日本医学会誌, 18 (1958), 614—636.
- 14) Kereiakes, J.G., Parr, W.H., Storer, J.B. and Krebs, A.T.: Effect of partial Shielding by Grids on Survival of X-irradiated Rats, Proc. Soc. Exper. Biology and Medicine 86 (1954), 153—156.
- 15) Köhler, A.: Zur Röntgen tiefen Therapie mit Massendosen, Münch. med. Wschr. 56 (1909), 2314—2316.
- 16) 近藤 : 篩照射法に関する基礎的研究, 第二報, 血管の変化について, 日本医学会誌, 16 (1956), 1069—1079.
- 17) 近藤 : 篩照射法に関する基礎的研究, 第三報, 血管の変化についての長期観察, 日本医学会誌 17 (1957), 21—29.
- 18) Kuttig, H. und Bräutigam, H.: Die Sieb-bestrahlung in der Telecaesiumtherapie, Strahlentherapie 122 (1963), 166—173.
- 19) Loevinger, R.: Depth Dose Curves for Grids in X-Ray Therapy, Radiology 58 (1952), 351 —360.
- 20) 前田, 山田 : A Sieve for Telecobalt Therapy 日本医学会誌 22 (1962), 965—971.
- 21) Marks, H.: Clinical Experience with Irradiation Through a Grid, Radiology 58 (1952), 338—342.
- 22) Markus und Menting: Internationaler Roentgenkongress für Radiologie, Kopenhagen, 1952.
- 23) 中塚 : 篩照射法における不均等度と生物学的効果, 日本医学会誌 26 (1966), 963—971.
- 24) 新田 : 篩照射法に関する基礎的研究 (17報), 照射野を一致せしめた場合と移動せしめた場合の皮膚耐線重量の比較検討, 日本医学会誌 20 (1960), 1537—1542.
- 25) Rausch, L.: Strahlen biologische Untersuchungen zur Sieb- und Rasterbestrahlung, Strahlentherapie 115 (1961), 283—302.
- 26) Rausch, L.: Strahlen biologische Untersuchungen zur Sieb- und Rasterbestrahlung, Strahlentherapie 119 (1962), 371—377.
- 27) Schröck-Vietor, W.: Tiefendosistabellen für die Röntgen-Siebbestrahlung, Strahlentherapie 99 (1956), 452—458.
- 28) 島崎 : 篩照射法に関する基礎的研究 (第16報) 深部における生物学的篩効果について, 日本医学会誌 20 (1960), 1198—1204.
- 29) 種井 : 照射野因子に関する研究 第一報, 日本医学会誌 20 (1960), 885—896.
- 30) 谷川 : 照射野因子に関する研究 第二報 日本医学会誌 22 (1962), 972—978.32)
- 32) Urano, M., Kaneda, H., Shimazaki, S. and Hayashi, S.: Radiation Dose-Tumor Control Assays for Irradiation Through a Sieve (to be published).