

Title	篩照射法に関する基礎的研究(第9報)家兔辜丸に及ぼす影響について(その3)
Author(s)	種井, 清吉
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1958, 18(3), p. 253-258
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/19614">https://hdl.handle.net/11094/19614</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 篩照射法に関する基礎的研究(第9報)

### 家兎辜丸に及ぼす影響について(その3)

信州大学医学部放射線医学教室(主任 金田弘教授)

種 井 清 吉

(昭和32年11月7日受付)

#### 緒 言

著者は家兎辜丸に及ぼす影響(その1)<sup>1)</sup>に於いては、篩照射法並びに普通照射法による家兎辜丸に及ぼすレ線の影響を、1回照射により比較検討した結果を報告し、(その2)<sup>2)</sup>にありては分割照射による影響につき記載した。何れに於いても篩板を通して空間的に分割照射すれば、物理的に同線量を普通照射法にて照射した場合よりも、レ線による障害の程度が軽度であることが認められた。

これ等の実験結果は、篩照射法では普通照射法よりも、照射局所の回復がより高度に生起されるものなることを推測せしめる。またこの様な回復は皮膚とか、著者が実験の対照として使用した辜丸組織にのみ認められるものではなく、悪性腫瘍組織にありても、回復があるであろうことが考えられる。従つて篩照射法にて所謂、腫瘍線量を照射するには、その回復を見込んでより多くの線量を照射することの必要性を考慮しなければならない。

著者は普通照射法による障害と、同じ程度の障害を篩照射法にて来さしめるには、何れだけ多くの線量を照射す可きであるかの問題につき、前報告と同様に家兎辜丸を用いて検討した結果を、(その3)として茲に報告する。

#### 実 験 方 法

レ線照射条件、並びに使用した篩板は何れも(その1)に記載したものと同様である。

また家兎辜丸各精細胞の障害の程度も、前報と同様の方法にて数的に表現することにより比較検討した。

前報の実験にては、家兎辜丸の一侧を普通照射法にて600r照射し、他側辜丸を面積比4:6の篩板を用いて1,500r照射し、物理的に照射線量を同一にして比較検討した。

今回は一侧辜丸に普通照射法にて同じく600rを照射し、他側に篩照射法にて1,500rの1.3倍に相当する1,950rと、1.5倍に相当する2,250rを照射し、両照射法による障害の程度を比較した。

実験の目的は普通照射法による障害と、同じ程度の障害を来さしめるには、篩照射法にては普通照射法による照射線量と物理的に同一と考えられる線量よりも、何割多く照射せなければならないかを推定するにある。

組織像の検索は(その1)にて記載した如く、1回照射にて両照射法の間、最も障害の程度の差異の大きかつた10週目を選び、各群5例宛とした。

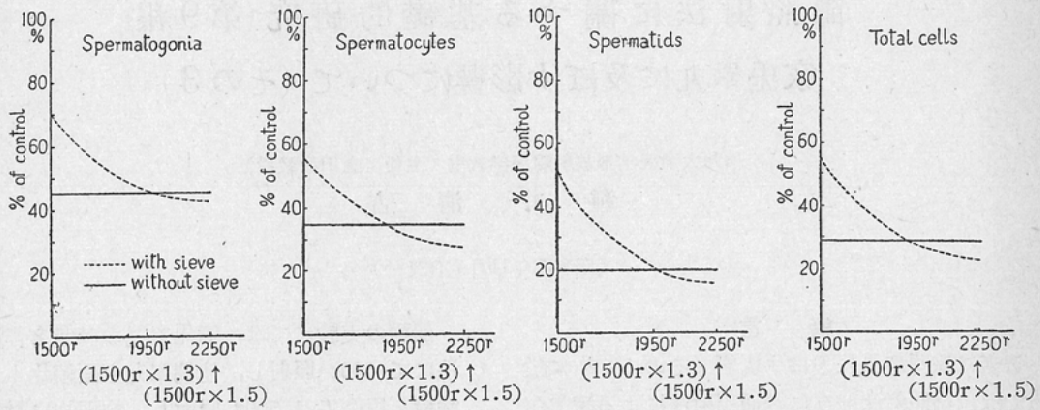
また同時に各辜丸組織の $QO_2$ についても測定を行つた。

#### 実 験 成 績

第1表は篩照射法にて3割増の1,950rを照射した場合の、照射後10週の各精細胞数であり、第2表は5割増の2,250rを照射した時の結果である。

この実験結果と(その1)に報告した普通照射法にて600rを照射し、篩照射法にて1,500rを照射した10週の所見とを併せて、各精細胞について曲線を求めたものが第1図である。この図にて2つの照射法により得られた2つの曲線の交点が、障害度に於ける一致点を表わすものと考えてよい。

Fig. 1.



Tab. 1 Number of Germ Cells in average one Sample (20 Seminiferous Tubule) on 10 Weeks after the Irradiation.

	Number of Cells	Number of Animals					Average	Percent of Control
		1	2	3	4	5		
Without Sieve	A Sertoli	431	471	431	469	468	454	46.46
	B Spermatozoa	166	161	294	217	231		
	B/A	0.385	0.341	0.682	0.462	0.493	1.309	34.46
	C Spermatozoocytes	499	320	869	624	639		
	C/A	1.157	0.679	2.016	1.330	1.365	1.266	21.69
	D Spermatozooids	411	148	1002	457	827		
D/A	0.953	0.314	2.324	0.974	1.767	3.049	28.52	
E Total cells	1076	629	2165	1298	1697			
E/A	2.496	1.335	5.023	2.767	3.626			
With Sieve	A' Sertoli	432	436	419	471	452	0.483	47.44
	B' Spermatozoa	203	130	307	204	218		
	B'/A'	0.469	0.298	0.732	0.433	0.483	1.206	31.75
	C' Spermatozoocytes	470	351	580	646	625		
	C'/A'	1.087	0.805	1.384	1.371	1.382	1.211	20.75
	D' Spermatozooids	596	151	998	334	769		
D'/A'	1.379	0.346	1.922	0.709	1.701	2.995	27.98	
E' Total cells	1269	632	1885	1184	1612			
E'/A'	2.937	1.449	4.498	2.513	3.566			

Without Sieve..... 600r  
 With Sieve .....1,950r (1,500r x 1.3)

精粗細胞にては3割増の1,950rにて、普通照射法の600r照射と障害の程度に於いて大体一致している。然し精母細胞にては3割増では障害が高度であり、精娘細胞にても僅かに高度であるが、全精細胞数を検討した結果では、3割増位のところで障害度が一致するものの如くである。

第3表は篩照射法にて3割増の1,950rを照射した睪丸組織の、照射後10週の $QO_2$ 値と、普通照射法にて600rを照射した $QO_2$ 値を測定した結果を示したものであり、第4表は同じく篩照射法にて、5割増の2,250rを照射した睪丸組織の $QO_2$ を示してある。

Tab. 2 Number of Germ Cells in average one Sample (20 Seminiferous Tubule) on 10 Weeks after the Irradiation.

	Number of Cells	Number of Animals					Average	Percent of Control
		1	2	3	4	5		
Without Sieve	A Sertoli	462	418	495	426	502	461	46.85
	B Spermatogonia	185	157	304	205	260		
	B/A	0.400	0.375	0.614	0.481	0.517	0.477	
	C Spermatocytes	426	398	801	546	661		
	C/A	0.922	0.952	1.618	1.281	1.316	1.218	
	D Spermatids	410	295	976	392	615		
	D/A	0.887	0.705	1.971	0.920	1.225	1.141	
	E Total cells	1021	850	2081	1143	1536		
E/A	2.209	2.033	4.204	2.683	3.059	2.838	26.54	
With Sieve	A' Sertoli	486	422	473	486	455	0.433	42.53
	B' Spermatogonia	146	142	266	214	241		
	B'/A'	0.300	0.336	0.562	0.440	0.529	1.049	
	C' Spermatocytes	385	364	613	486	590		
	C'/A'	0.792	0.862	1.295	1.000	1.296	1.033	
	D' Spermatids	260	326	872	447	499		
	D'/A'	0.534	0.772	1.843	0.919	1.096	1.033	
	E' Total cells	791	832	1751	1147	1330		
E'/A'	1.627	1.971	3.701	2.360	2.923	2.516	23.53	

Without Sieve..... 600r

With Sieve .....2,250r (1,500r× 1.5)

Tab. 3 QO<sub>2</sub> Rate of Rabbit Testes on 10 Weeks after the Irradiation.

		Tissue Weight	O <sub>2</sub> Consumption		QO <sub>2</sub>	Rate
			30'	60'		
1	Without S.	4.11	15.31	28.56	6.94	-4.03
	With S.	4.61	17.02	30.72		
2	Without S.	4.97	16.11	30.99	6.23	-10.12
	With S.	5.11	15.42	28.65		
3	Without S.	3.84	16.02	28.32	7.37	-1.36
	With S.	4.08	16.57	29.68		
4	Without S.	4.27	15.24	27.02	6.32	+4.91
	With S.	4.37	15.92	29.00		
5	Without S.	3.94	15.34	28.97	7.35	-2.86
	With S.	4.21	17.96	30.10		
	Without S.			average	6.84	-2.63
	With S.			average	6.66	

Without Sieve..... 600r

With Sieve .....1,950r (1,510r× 1.3)



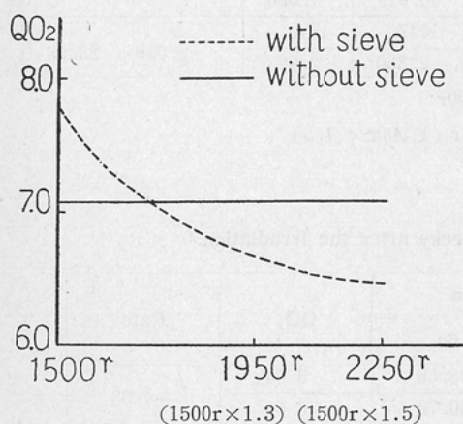
Tab. 4  $QO_2$  Rate of Rabbit Testes on 10 Weeks after the Irradiation.

		Tissue Weight	O <sub>2</sub> Consumption		QO <sub>2</sub>	Rate
			30'	60'		
1	Without S.	3.92	11.21	24.40	6.22	- 8.4
	With S.	3.99	10.09	22.77	5.70	
2	Without S.	4.14	12.12	27.20	6.57	- 4.4
	With S.	4.97	13.85	30.96	6.28	
3	Without S.	5.37	17.56	38.81	7.23	- 2.5
	With S.	3.31	10.78	23.34	7.05	
4	Without S.	4.26	15.76	32.81	7.70	-18.8
	With S.	3.59	10.78	22.44	6.25	
5	Without S.	3.80	12.44	27.15	7.14	+ 1.3
	With S.	3.46	11.75	25.03	7.23	
	Without S.			average	6.97	- 6.7
	With S.			average	6.50	

Without Sieve..... 600r

With Sieve .....2,250r (1,500r × 1.5)

Fig. 2.



これを図示したものが第2図である。

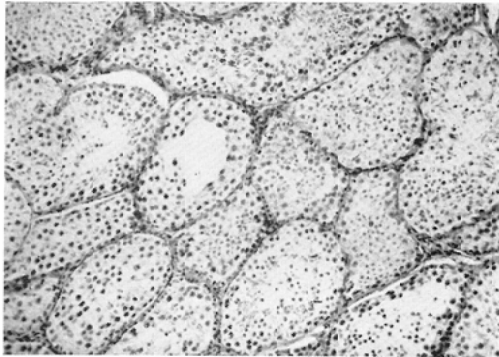
### 総括

篩照射法を悪性腫瘍患者約 300名について行った当教室の経験に依れば、深在性の腫瘍に対しては、皮膚耐線量の上昇により大量の深部線量の照射が可能となり、固定式レ線装置を使用して、普通照射法を行った場合よりも、著しき治療効果が認められたが、浅在性の腫瘍については、殊に篩照射法の実施を初めた早期にありては、必ずしも好結果が得られなかつた。この失敗の最も大きな原因は所謂、腫瘍線量の不足にあつた。即ち物理的

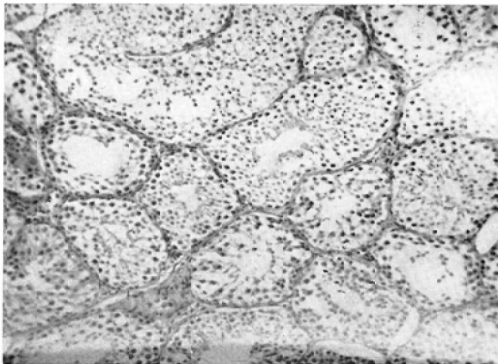
に測定した線量分布の上からは、腫瘍線量が照射されているに拘らず、再発を来した例が少なくなつたのである。

篩照射法に関する線量分布の測定は、既に Loevinger and Minowitz (1950)<sup>3)</sup>, Mitchell (1952)<sup>4)</sup>, Jacobson and Lipman (1952)<sup>5)</sup>, Cohen and Plazzo (1952)<sup>6)</sup>, Loevinger (1952)<sup>7)</sup>, Freid, Lipman and Jacobson (1953)<sup>8)</sup>, Jolles (1953)<sup>9)</sup>, Sopp and Stanton (1954)<sup>10)</sup>, Joyet und Hohl (1955)<sup>11)</sup>, Fervers (1955)<sup>12)</sup>, Eichhorn und Matschke (1956)<sup>13)</sup>, Seidel (1956)<sup>14)</sup>, Kröcker (1956)<sup>15)</sup>, Becker, Weitzer und Decken (1956)<sup>16)</sup>, Becker, Weitzer und Decken (1956)<sup>17)</sup>, Kuttig und Meier (1956)<sup>18)</sup>, Pfeifer und Seidel (1956)<sup>19)</sup>, Krokowski (1957)<sup>20)</sup>. 等多数の研究があり、当教室にありては橋詰の測定結果がある。橋詰のファントームとして水を用いた測定結果によれば、半価層 0.9mm Cu のレ線にて、距離40 cm, 100cm<sup>2</sup>の照射野にて、厚さ 1.5mmの鉛板に直径 1 cmの円形の開放部を柵形に配列した篩を使用した場合には、表面に於ける線量の最大と最小の比は 100:20となる。然し10cm深部にては最大、最小の値は極めて接近し、殆んど均等照射と

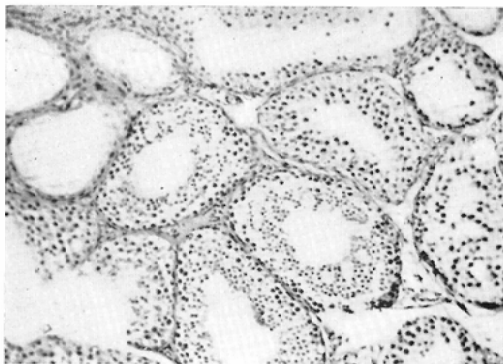
Fig. 3.



Cross Section of Seminiferous Tubule from the Raddit's Tostis on 10 Weeks after the conventional Irradiation with a single Dose of 600r.



Cross Section of Seminiferous Tubule from the Rabbit's Tostis on 10 Weeks after the Irradiation with a single Dose 1950r (1500r×1.3) through the Sieve.



Cross Section of Seminiferous Tubule from the Rabbit's Testis on 10 Weeks after the Irradiation with a single Dose 1950r (1500r×1.3) through the Sieve.

考えてよい。また金田他<sup>21)</sup>の報告に見る如く、分割照射毎にレ線束の方向に若干のズレが慎重に照射方向を規定した場合にも、表面より3cm深部に至る部分は、不均等に照射されていると考えてよい。従つて、この様な浅在部の組織には篩効果があるものと考えなければならない。

篩効果とは、物理学的には、篩板により不連続性に遮蔽されたレ線束が、不均等に生体内に照射されることであり、生物学的にはかくの如く不連続性に照射された場合に、そこに照射されたレ線量に相当すると考えられる、生物学的作用が生起されないことを示すものである。従つて篩効果とは線量分布の山と、谷の差が著しい浅在部に於いて認められる、特異な生物学的反応と理解される。この特異なる反応は、物理的線量分布の上からのみにては説明が困難であり、直接レ線により照射される開放部と、直接照射を受けない被覆部の部分との間に、特異なる生物学的反応が交流することにより起るものと考えられる。即ち、そこに回復が生起されるのである。

Kaneda<sup>22)</sup>は照射野周辺の長さ、その面積の比を重視し、この場合の回復に三つの機構を推測している。一は開放部周辺よりの組織学的回復であり、二は組織学的変化以前の問題として、放射線化学的な修復であり、三は照射野に産生された毒性物質の周辺への拡散と、拡散に伴う稀釈である。有賀<sup>23)</sup>は微小照射野にて照射した場合に、照射直前にヒアルロニダーゼを皮内に注射すれば、皮膚の障害の程度が極めて軽度であることを実証し、篩効果の中拡散効果の占める部分が尠くないことを記載している。

従つて、篩照射の臨床に於いて、この様な回復が健康組織にのみあつて、悪性腫瘍組織に回復がないとは言い得ない。

Failla<sup>24)</sup>は篩照射の場合には、病的組織にも回復があると述べて居る。Delario<sup>25)</sup>によれば、一般に回復率は、悪性腫瘍組織よりも、健康組織に於いて高い。

先に述べた如く、篩照射法にて浅在性の腫瘍に、所謂腫瘍線量が照射されているに拘らず、再

発を来したという経験的事実、腫瘍組織の回復を見込んで、より多くの線量を照射す可きであるという警告と考えられる。当教室の経験では、腫瘍線量 6,000r と考えられている扁平上皮癌は、篩照射法にては 7,000r の照射を必要とするものゝ如くである。

著者は家兔辜丸について、普通照射法と同じ程度の障害を来たさしめるには、篩照射法にては、物理的に普通照射法と等量の照射線量の 1.3 倍の照射線量を必要とするという結果を得た。

#### 文 献

- 1) 種井：日医放17, 昭33, 1448—1459. — 2) 種井：日医放18, 昭33:164—167, — 3) Loevinger and Minowitz: J. Mt. Sinai Hosp. 17, 1950: 49—52. — 4) Mitchell: Brit. J. Radiol. 25, 1952: 403—405. — 5) Jacobson and Lipman: Am. J. Roentg. 67, 1952: 458—469. — 6) Cohen and Plazzo: Am. J. Roentg. 67, 1952: 470—476. — 7) Loevinger: Radiology 68, 1952: 351—360. — 8)

- Freid, Lipman and Jacobson: Am. J. Roentg. 70, 1953:460—476. — 9) Jolles: X-ray Sieve Therapy in Cancer 1953: London, Lewis. — 10) Sopp and Stanton: Am. J. Roentg. 71, 1954: 835—845. — 11) Joyet and Hohl: Fort. Röntg. 82, 1955: 387—400. — 12) Fervers: Strahlentherapie 97, 1955: 421—425. — 13) Eichhorn und Matschke: Strahlentherapie 99, 1956: 536—548. — 14) Seidel: Strahlentherapie 89, 1956: 549—554. — 15) Kröker: Fort. Röntg. 84, 1956: 392. — 16) Becker, Weitzer und Decken: Strahlentherapie 99, 1956: 213—220. — 17) Becker, Weitzer und Decken: Strahlentherapie 101, 1956: 191—196. — 18) Kuttig und Meier: Strahlentherapie 101, 1956: 266—271. — 19) Pfeifer und Seidel: Strahlentherapie 101, 1956: 325—342. — 20) Krokowski: Fort. Röntg. 86, 1957: 256—262. — 21) 金田, 近藤, 有賀: 治療36, 昭29: 1073—1077. — 22) Kaneda: Med. J. Shinshu Univ. 1, 1956: 243—248. — 23) 有賀: 信州医誌6, 6: 495—24) Failla: Am. J. Roentg. 70, 1953: 475. — 25) Delario: Roentgen Radium and Radio-Isotop Therapy 1953, Lea & Febiger.

### Fundamental Studies of Sieve Therapy (9th Report)

#### The Effect of Sieve Irradiation on the Testes of the Rabbit (3)

Seikichi Tanei

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Shinshu University

(Director; Prof. H. Kaneda)

In the previously-reported experiment, the rabbit testes were irradiated on one side with 600 r after the conventional method and on the other side with 1500 r through the sieve of area-ratis 4:6. And the difference of the results was examined under the dose equalized physically.

This time, one side of rabbit testes was conventionally irradiated with 600 r as before, but as to the other side, two different groups suffered the sieve irradiation separately with 1950 r (1.3 times as much dose as 1,500 r), and with 2,250 r (1.5 times as much dose as 1,500 r). And the difference of injury was examined concerning the number of germ cells.

The result obtained is that the sieve-method requires physically 1.3 times as much dose of irradiation as that through the conventional method to equalize the injury.