

Title	腫瘍細胞の放射線感受性についての一考察
Author(s)	吉村, 誠治
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1956, 15(11), p. 1038-1045
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18074
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

腫瘍細胞の放射線感受性についての一考察

北海道大學醫學部放射線醫學教室(主任 若林勝教授)

吉 村 誠 治

(昭和30年9月30日受付)

緒 言：

最近腫瘍を形成する腫瘍を、腹水腫瘍の形にして研究されるようになった。ラツテについては、今日一般に知られているものとして吉田肉腫¹⁾ 武田肉腫²⁾ MTK各型³⁾⁴⁾⁵⁾ 白淵肉腫⁶⁾ 等がある。之等は腫瘍學的にも又細胞學的にも、夫々性状を異にするのであるが、腹水肉腫という形では同じである。そして之等の腫瘍は、抗腫瘍性物質 (sarcomycin, actinomycin 等) に對して一様な反應を示さない。⁷⁾ 又 radiomimetic agent (nitromin, colchitin, urethan 等) に對する態度も異なるという⁸⁾。然も之等は何れも、放射線感受性大なる腫瘍である。そこで余は、之等種々なる腹水型腫瘍が radiomimetic agent や抗腫瘍性物質に對するように、放射線に對しても感受性を異にするかどうか、更にもし放射線感受性に差異があるならば、之が細胞生理學的に如何に解釋されるべきかを検討せんとした。余は武田肉腫、白淵肉腫について實驗を行い、この結果を先人の吉田肉腫についての研究結果と比較検討した。

實驗第I 武田肉腫についての實驗

武田肉腫²⁾ は1952年北海道大學醫學部第一病理學教室に於て、武田等が山下系ラツテの胸部に特發した腫瘤を、ラツテの腹水肉腫化せるもので現在迄 250代以上累代移植されている。武田肉腫細胞は比較的大型で、位相差懸滴標本に於ては、直徑15~30 μ で⁹⁾、核は隨圓形のものが多く、核小體は3個程度、ときには5~6個を有する。アツール顆粒、中性紅顆粒はないものが大部分である¹⁰⁾。特徴とする所は、その stem-cell (種族細胞) の染色體が4倍性で、染色體數84 (70~90) の細胞が最も多く¹⁰⁾¹¹⁾²⁵⁾、吉田肉腫細胞が2倍體、40

(38~42) 前後の染色體を有する stem-cell よりなる¹¹⁾のと、著しく相異している。又武田肉腫は腫瘤を作り易く、常に可成りの單球を腹水中に認める。この武田肉腫について、先づその生理的有絲核分裂數の變動を再検討し之にX線全身一時照射を行い、その影響を検索し、更にこの結果より分裂時間及び分裂周期を求めた。

實驗方法

武田肉腫は北大第一病理學教室で、250代累代移植せるものを、岐阜系雜系ラツテに移植した。移植は肉腫移植後3~4日目の腹水を一回約0.1ccとり、他のラツテ腹腔中に注入して行つた。豫め乾熱滅菌せるガラス毛細管で、一回に5~10mm³の腹水をとり、アセト・ダーリヤ染色法¹²⁾により、型の如くおしつぶし標本を作り、併せてギムザ染色法による塗抹標本も作製した。各標本につき2000個の腫瘍細胞を數え、その中の有絲核分裂にある細胞の出現頻度(%)を求めた。

X線照射はスタビリボルト装置により、照射條件は、160KVP., 5mA 0.5mm Cu+ 1.0mm Al 100r は30cmの距離で25r/min で4分、200r は8分、1000r は21cmの距離で51r/min で19.6分である。

照射に際しラツテは、徑10~9cm、深さ3.5cmのボール箱に入れ、空氣の流通を計るために澤山の穴をあけ、箱の深さの中央迄を照射距離とした。

X線照射後、經時的に腹水を採取し、その有絲核分裂數頻度を調べた。

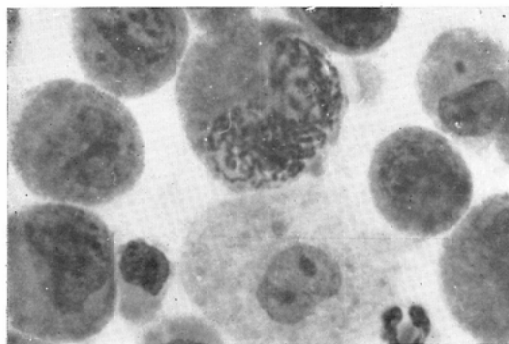
實驗成績

A 武田肉腫の正常有絲核分裂について

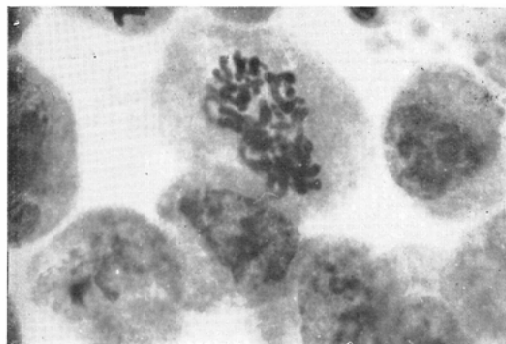
武田肉腫においては、腹水は移植後3~4日目

附圖 武田肉腫有絲分裂各期

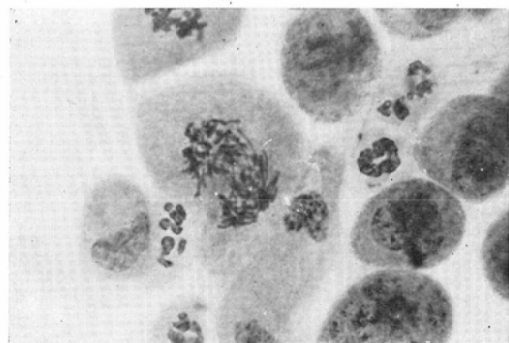
前 期



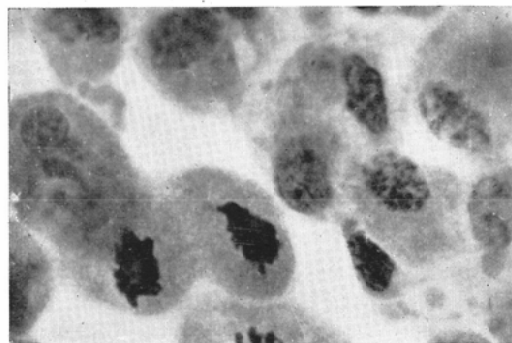
中 期



後 期



終 期



に血性となり、單球等が培養極期たる3~4日目にも20~30%に見られる。有絲核分裂數頻度は移植後2~3日で最高となり、4日目を過ぎると急激に減少し、6~9日目で腫瘍死するという¹⁰⁾13)。

① 移植後3日目の有絲核分裂數頻度の經時的變化

X線照射の實驗を、この有絲核分裂數頻度が最高となる3日目に行うため、3日目1日の有絲核分裂數頻度の經時的變化、並びに頻可復水採取の影響を検索した。その結果は、第1表に示す如く、實驗前値に比較し、12時間迄は大差は認められないが24時間即ち4日目に到ると、かなり減少の傾向が見られる。

② 移植後3日目の有絲核分裂各期の出現の割合

武田肉腫における分裂各期の区分は、次の如く行なつた。(附圖)染色法はアセトダーリヤ法に

よる。前期は染色質の構造が粗となり、次いで染膜が消失し、染色體が赤道面に並ぶ直前迄である。中期は染色體が赤道面に並んでいる状態のものである。後期は染色體が兩極に分かれるが、未だ細胞質の分割が始まらない時期である。終期は細胞質の分割が始まつてから完全に二つに分かれる迄の時期である。今分裂細胞100個を數え分類すれば、前期は11~24.2%、平均17.5%、中期は31.1~57.7%、平均41.5%、後期は4.8~13.8%、平均8.7%終期は17.7~43%、平均32.3%であつた。尙此の場合の有絲核分裂數頻度は15例で、41~65.5%、平均52.7%であつた。

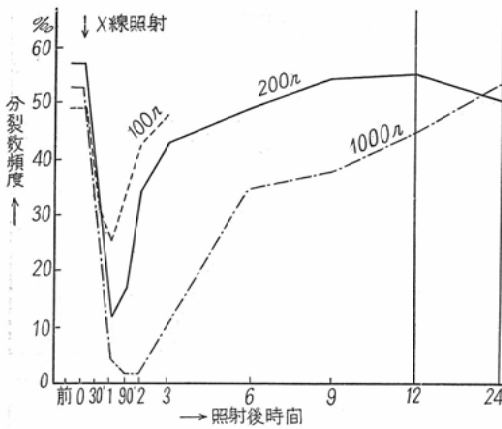
B X線全身一時照射の影響

武田肉腫移植後3日目のラツテに、1000r, 200r, 100r 全身一時照射した際の有絲核分裂數頻度の消長は次の如くである。

① 1000r 照射(第1圖)

核分裂數は照射後急激に減少し、1~2時間極

第1圖 武田肉腫線全身一時照射の核分裂數の經時的變化



めて少ない(照射前値の数%)時期が続き、3時間目より回復し、12時間目にはほぼ照射前値に復帰する。

② 200r 照射(第1圖)

同じく照射後急激に減少し、1時間目には照射前値の20%となり後、速かに回復する。

③ 100r 照射(第1圖)

1時間目に最低値となり、照射前値の51%で後、速かに回復し3時間目には照射前値に戻る。

即ち何れの線量においても、有絲核分裂數頻度は急激に減少し、1時間目に最小となり、後回復する。最低値は線量の増加と共に小となり、回復も亦、線量の増加につれておくれる。

このことは先人の吉田肉腫の場合¹⁴⁾と比較するに武田肉腫では最低値は高く且つ回復は速かである。(第5圖参照)

C 分裂時間及び分裂周期

X線照射後有絲核分裂數は、殆んど直線的に減少する。この場合吉田肉腫における牟田の¹⁵⁾取扱いと同様にして、分裂時間及び分裂周期を推定して見た。

分裂細胞はX線照射により、分裂に入ることを阻止されるが、分裂中のもは正常のものと同じ速度で分裂を続けると云われている¹⁵⁾¹⁶⁾。

この場合、 $m = -aMt + M^{15)}$

m : 有絲核分裂數頻度

M : 照射直前の有絲核分裂數頻度

a : 常數

以上の關係が成立するという。

200r 及び1000r 照射後の有絲核分裂數の減少の度を、照射直前の有絲核分裂數を100として、増減率で示せば第2圖の如くである。

即ち減少度と照射後の時間との間には、直線關係がある。そこで上記の定性的理論に従い $m=0$ の時間、即ち extra polate して時間軸との交點、これが分裂時間ということになる。余の實驗から之を求めるに 200r 照射の實驗からは70分、1000r 照射の實驗からは65分となり、兩實驗からの結果はよく一致する。この値は位相差懸滴標本による分裂時間測定値⁹⁾と大體一致する。この値は牟田等¹⁵⁾が、吉田肉腫の分裂時間は80~90分であるというのと比較して、武田肉腫の分裂時間はかなり短い。次に分裂周期を武田肉腫移植後3日目のものについて求めてみた。この場合、核分裂數は實驗範圍内では一定と見られる。故に

$$T = \frac{t \log_e 2}{M}$$

T : 分裂の1サイクルの時間

t : 分裂時間

M : 有絲核分裂數頻度

上記の關係式より、余の實驗では、有絲核分裂數(M)は52.7%、分裂時間(t)は65分であるので、分裂の1サイクルに要する時間即ち分裂周期(T)は、 $T=14.2$ 時間となる。この値は吉田肉腫の44時間¹⁵⁾と比較して、武田肉腫は極めて分裂周期が短い。このことによつて武田肉腫の腫瘍發育の過程の速かなることが説明される。

次にこの實驗と同様のことを白淵肉腫について行なつた。

實驗第II 白淵肉腫についての實驗

白淵肉腫⁶⁾は methylcholanthren を雜系ラツテ骨膜部に注入することによつて局所に發生した紡錘形細胞肉腫を、腹水肉腫化せるものである。白淵肉腫腹水細胞は、比較的大型で、核は圓形で、核小體は1~2個である。腫瘍細胞は、4倍體で、染色體數80前後のものを主とし、染色體に於ては武田肉腫の4倍體に近く、吉田肉腫の2倍體を主とするのと、著しく異なるものである。本腫

瘍の特徴とする所は發生母地が異なり、5~14日に極期となり、20日前後で腫瘍死することである¹⁷⁾。

この白濁肉腫について、武田肉腫に於けると同様に有糸核分裂數頻度を検討し、更にX線全身一時照射を行いその影響を検索し、更にその結果より分裂時間及び分裂周期を求めた。

實驗方法

白濁肉腫は第Ⅲ型(U₃)で120代累代移植せるものを、岐阜系雑系ラツテに移植した。移植は肉腫移植後8日前後の腹水を、一回約0.1ccとり他のラツテ腹腔内に注入して行なつた。標本はアセト・ダーリヤ染色法¹²⁾とギムザ染色法とにより型の如く作製した。各標本につき、2000個の腫瘍細胞を數え、その中の有糸核分裂にある細胞の出現頻度(%)を求めた。X線照射条件、方法、装置は武田肉腫に於けると全く同様である。

X線照射後、經時的に腹水を採取し、その有糸核分裂數頻度を調べた。

實驗成績

A. 白濁肉腫の正常有糸核分裂について

移植後4~8日に於ける有糸核分裂數頻度を調べた。14例で25.5~47.5%、その平均は35.1%であつた。更に分裂各期の割合は、前期は7.8~27.2%、平均19.8%、中期は38.2~68.4%、平均51.8%、後期は3.3~12.9%で平均6%、終期は13.1~37%、平均22.4%であつた。

B. X線全身一時照射實驗

白濁肉腫移植後4~8日目のラツテに、1000r, 200r, 100r 全身一時照射した際の有糸核分裂數頻度の消長は次の如くであつた。

① 1000r 照射 (第3圖)

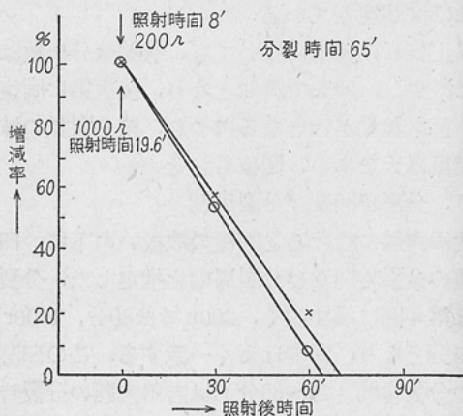
核分裂數は照射後急激に減少し、90分で最低値となり、その後徐々に回復に向い、24時間で完全に照射前値に戻る

② 200r 照射 (第3圖)

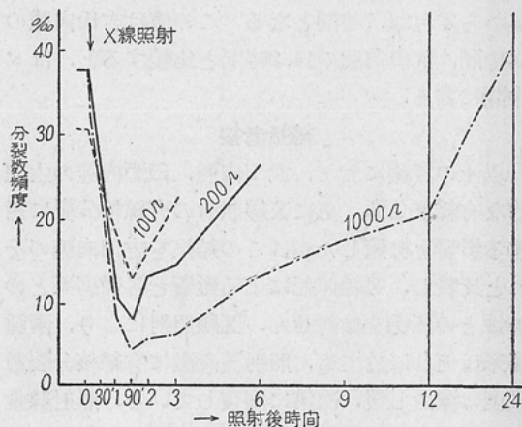
この場合も照射後急激に減少し、90分で最低値となり、後次第に回復に向い、6時間でほぼ回復している。

③ 100r 照射 (第3圖)

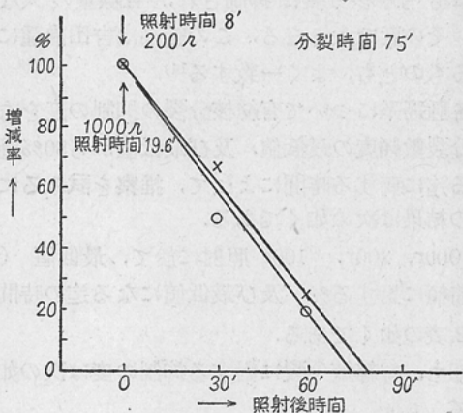
第2圖 武田肉腫のX線照射による分裂時間の測定



第3圖 白濁肉腫X線全身一時照射の核分裂數の經時的變化



第4圖 白濁肉腫のX線照射による分裂時間の測定



90分で最低値を示し、後回復に向い、3時間目にはほぼ回復している。

以上何れの線量に於いても、有糸核分裂数は急激に減少し、90分で最低となり、後次第に回復する。即ち線量が大となるにつれ、核分裂数の減少の程度は大であり、回復もおそい。

C. 分裂時間及び分裂周期

武田肉腫に於けると同様の取扱いの下に、白淵肉腫の分裂時間及び分裂周期を推定した。分裂時間は第4圖に示す如く、200rでは80分、1000rでは75分となり、両者はよく一致する。この白淵肉腫の分裂時間(75~80分)は吉田肉腫の分裂時間とほぼ同程度で、武田肉腫(65~70分)のそれよりは長い。次に分裂周期は、 $T = \frac{t \log_e 2^{15}}{M}$ より核分裂数頻度 $M = 35.1\%$ 、分裂時間 $t = 75$ 分であるから $T = 24.7$ 時間となる。この値は吉田肉腫の44時間、武田肉腫の14.2時間と比較すると、ほぼ中間に當る。

總括考按

以上の實驗に於て、武田肉腫、白淵肉腫の生理的な有糸核分裂、更にX線照射の有糸核分裂に對する影響を検索したが、この結果を吉田肉腫のそれと比較し、X線照射による影響と各腫瘍系との特性との關係を検討せん。X線照射により、兩腫瘍系は何れに於ても、照射後急激に有糸核分裂数頻度は減少し後、次第に回復している。照射線量が大になる程有糸核分裂数頻度の減少の度は大となり、又減少している時間も長い。即ち何れの場合にも有糸核分裂は抑制され、且線量の大なる程、その度は大となる。この結果は吉田肉腫に於けるものとも、よく一致する¹⁴⁾。

各腫瘍系について有糸核分裂の抑制の度を有糸核分裂数頻度の最低値、及び最低値から50%回復する迄に要する時間によつて、推察を試みるに、その結果は次の如くである。

1000r, 200r, 100r 照射に於て、最低値(照射前値に對する%)及び最低値になる迄の時間は第2表の如くである。

即ち、有糸核分裂に對する抑制の度は次の如くなる。

第1表 武田肉腫の3日目腹水有糸核分裂数頻度の經時的變化

時間	直前	3	6	12	24
例 1	57%	55.5	51	50	47.5
2	62	65	57.5	55	50.5
3	52.5	50	48.5	46	45.5
平均	57.1	58.8	52.3	50.3	47.8
%	100	99.4	91.5	88.0	83.7

第2表 武田、白淵、吉田肉腫の有糸核分裂数頻度の最低値及び最低値となる迄の時間

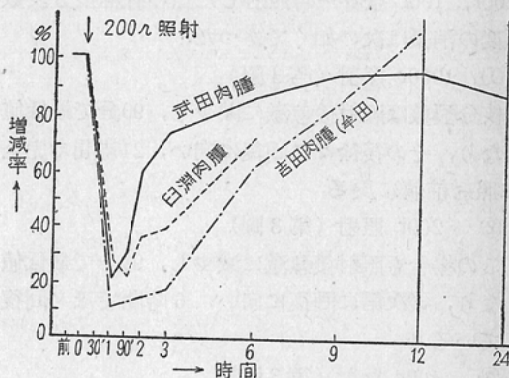
	武田肉腫	白淵肉腫	吉田肉腫
1000r	最低値 3%	10%	0%
	最低値迄の時間 90'	90'	120~180'
200r	最低値 20%	20%	10%
	最低値迄の時間 60'	90'	60'
100r	最低値 51%	41%	32%
	最低値迄の時間 60'	90'	60'

第3表 最低値から50%回復するに要する時間

	武田肉腫	白淵肉腫	吉田肉腫
1000r	5.1時間	12時間	18時間
200r	2.1時間	5.1時間	5.6時間
100r	1.5時間	2.8時間	3.8時間

- 1000r : 白淵肉腫 < 武田肉腫 < 吉田肉腫
 - 200r : 武田肉腫 = 白淵肉腫 < 吉田肉腫
 - 100r : 武田肉腫 < 白淵肉腫 < 吉田肉腫
- 最低値は武田肉腫、白淵肉腫に於いては、線量

第5圖 武田、白淵、吉田肉腫のX線照射による有糸核分裂数頻度の經時的變化



によつて異なり、一般的に何れが大とも云えないが、兎に角、兩者とも吉田肉腫に比し、減少の度は少ないと云い得る。即ち核分裂の減少の度を示標とすれば吉田肉腫は、武田、臼淵兩肉腫より放射線感受性が大であるということになる。

次に障害からの回復の遅速を示標とし、照射後最低値から50%回復するに要する時間を比較してみた。その値は第3表の如くである。即ち何れの線量に於いても、吉田肉腫は最も回復が遅く、武田肉腫は非常に回復が速かで、臼淵肉腫はその中間に位する。三者の200r照射の場合をあげれば第5圖の如くである。

この點に於て放射線感受性は、

武田肉腫<臼淵肉腫<吉田肉腫の順になる。以上のことよりX線照射による有絲核分裂の抑制及び回復を示標とすれば、吉田肉腫が最も感受性が大で、臼淵肉腫がこれに次ぎ、武田肉腫は最も感受性が小であることになる。そこで今、この結果を各種瘍細胞の特性と比較してみよう。

① 細胞の發生母地及び染色體數と感受性との關係

臼淵等¹⁸⁾によると、武田、臼淵、吉田の各種瘍の發生母地は何れもラッテであるが、吉田肉腫は淋巴肉腫系で、武田肉腫は細網肉腫系、臼淵肉腫は紡錘形細胞肉腫に近いものであらうと云う、その染色體についてみても、武田、臼淵、吉田肉腫とも、同じ染色體2n=42のRattus norvegicus(シロネズミ)の一系より發生したものであるが、^{4, 11, 19, 20)}各々の種族細胞の染色體は次に見る如く、明かに異なるものである。

	i) 武田肉腫	ii) 臼淵肉腫
種族細胞の	4倍體84(70~90)	4倍體80前後
	iii) 吉田肉腫	
	2倍體40(38~43)	
染色體	i) 棒狀(57~60)	
	iii) 棒狀(22~24)	
	i) V型(23~25)	
	iii) V型(16~18)	

臼淵肉腫のstem-cellの染色體については、臼淵⁶⁾、牧野²⁰⁾の研究によれば、やはり4倍性で

あつて、他の2倍性腫瘍とは異なると云う。牧野^{4, 11, 19, 20)}によれば、一度發生した腫瘍細胞の種族細胞の染色體は、異種動物接種によつても不變で、この染色體が細胞の種族の固有性を保持し發生母地の特異性を示すものであらうと云う。兎に角、その發生母地並びに種族細胞の染色體より見て、之等は細胞生理學的に異なる腫瘍と考えられる。その發生母地或は種族細胞によつて、放射線感受性が異なるとも一應考えられる。然しLasnitzki²¹⁾は腹水肉腫を組織培養或は皮下移植によつて、圓形の腹水細胞より、紡錘形の細胞としたものについて、照射後の移植率を検し、皮下移植により紡錘形細胞にせるものの平均致死線量は2600rでもとの圓形細胞の500rのそれと比較し、數倍の抵抗性をもつという。又吉田肉腫皮下移植腫瘍の放射線感受性は、植えられた皮下の状態によつて異なるという塚本等の實驗²²⁾がある。之等より見れば、同一腫瘍系でも生理條件、發育場所によつて感受性がことなるという結果で之より見ても細胞の發生母地或は染色體と放射線感受性との關係は一義的に決められないとするのが妥當であらう。即ち各種瘍細胞の放射線感受性の差を、その發生母地或はその染色體數(2n)などよりは説明し得ない。

② 次に放射線感受性と各種瘍の生理的特性と即ち移植後平均生存日數、培養極期の續く日數について検討してみた。

	武田肉腫	臼淵肉腫	吉田肉腫
平均生存日數	6~9日	20日前後	11~13日
極期	3日目	4~14日目	3~5日目

即ち平均生存日數と極期、共に武田肉腫は最も短く、吉田肉腫が之に次ぎ、臼淵肉腫は最も長い、放射線感受性との關係を見ると

放射線感受性 武田肉腫<臼淵肉腫<吉田肉腫
平均生存日數と極期 武田肉腫<吉田肉腫<臼淵肉腫
となり一定の關係は見出されない。

③ 又實驗に使用せる極期に於ける、有絲核分裂數頻度と、放射線感受性との關係を見るに

放射線感受性	武田肉腫<臼淵肉腫<吉田肉腫
有絲核分裂數頻度	吉田肉腫<臼淵肉腫<武田肉腫 (25.8%) (35.1%) (52.7%)

以上の如くで有絲核分裂數頻度の異なる武田肉

腫が、放射線感受性が最も小で、分裂數頻度の小なる吉田肉腫が、かえつて大となつてゐる。

④ 更に分裂時間について検討する。

放射線感受性	武田肉腫 < 臼淵肉腫 < 吉田肉腫		
分裂時間	武田肉腫	臼淵肉腫	吉田肉腫
	(65')	(75')	(80')

分裂時間の長い程、放射線感受性が大である結果となつてゐるが、この程度の差(5~10')が放射線感受性に關係あるとは考えられない。

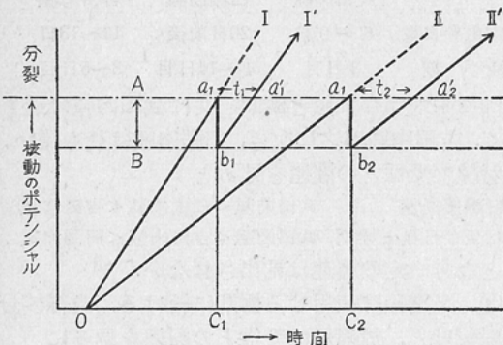
⑤ 次に分裂周期と放射線感受性との關係を検討した。

放射線感受性	武田肉腫 < 臼淵肉腫 < 吉田肉腫		
分裂周期	武田肉腫	臼淵肉腫	吉田肉腫
	(14.2時間)	(24.7時間)	(44時間)

即ち放射線感受性と分裂周期との間には、有意なる關連が存在すると考えられる。そこでこの關係を更に検討してみる。

X線照射後、有糸核分裂數頻度の最低値より50%回復するに要する時間は、何れの線量に於いても、武田肉腫：臼淵肉腫：吉田肉腫 = 1 : 2 : 3 (第3表より)なる關係にあり、今又、分裂周期も夫々1 : 2 : 3なる値を示し、兩者はよく一致している。即ち回復と、分裂周期とは極めて關連が深いものと考えられる。之は第6圖の如き機構を考へることにより、説明が得られると思ふ。

第6圖 分裂周期と回復との關係(模型圖)



静止核細胞は形態學的には、静止の状態であるが、生理的にはその時期は、分裂前の化學的過程が營まれてゐる²³⁾。即ち核動が旺んに行われてゐる時期である。放射線は静止核細胞が分裂に入る

事を阻止すると云われているが¹⁵⁾¹⁶⁾、之は又、この核動が障碍されると考へることが出来る。そして線量の小なる間は、その障碍は reversible であると考えられる。今核動が時間と共に進行するとし、之が放射線照射により、核動がある割合で障碍されたとする。圖に於て、Iは分裂周期の短いもの、IIは分裂周期の長い細胞群とし、一定の割合の障碍をABとする。障碍とは核動のポテンシャルが、AからBに引下げられたと考へる。例えばIはa1からb1へ戻され、IIはa2からb2へ戻されたとし、その位置から核動が進行する。即ちI'又はII'の直線をたどることになる。この直線が、A線と交る點を夫々、a1', a2' とすれば、a1, a1' = t1, a2, a2' = t2 が夫々回復に要する時間となる。今第6圖に於いて t1/OC1 = t2/OC2 である。即ち t1, t2 は休止期の時間 OC1, OC2 に比例する。休止期に比し分裂時間は短いから t1, t2 は分裂周期に比例するといつて大差はない。今 OC1 < OC2 であるから核動の進行の早いIが回復時間 t1 が少く、核動の進行の遅いIIが回復時間 t2 が大である。(尙若林河村はこの核動の障碍に關して、詳細なる實驗を行い、近く發表の豫定である。²⁴⁾)

今、之によつて分裂周期の最も短い武田肉腫が最も回復が早く、次に臼淵肉腫で、吉田肉腫が最も遅いことが説明される。即ち放射線による有糸分裂の抑制の回復は、その腫瘍の分裂周期に比例すると考へられる。故に武田肉腫の如き分裂周期の短い腫瘍は、放射線照射による障碍からの回復が早く、従つて放射線感受性が小であると云い得る。

この結果は Goldfeder²⁵⁾ の二つの同じ様なマウスの腫瘍系で、代謝の低い系が、より放射線感受性が高いということ。又 Lasnitzki²¹⁾ も、細胞機能が低い状態にある圓形細胞の形のもので、代謝の旺んな紡錘形細胞の形のものより、より放射線感受性が高いという結果も、同様に解される。更に nitromin, urethan等が吉田肉腫障碍量で、武田肉腫に障碍を與えないという本山⁹⁾の結果も、X線照射の場合と同じと考へれば、速かなる障碍からの回復によると、説明することが出来る。

結 論

① 武田肉腫はX線照射により、有糸核分裂数頻度は急激に減少し、照射後60分で最低値となり、後、速かに回復する。照射線量が大きくなるにつれ、その減少の度は大となり、又回復もおくれる。

② 白淵肉腫はX線照射により、有糸核分裂数頻度は急激に減少し、照射後90分で最低値となり、後次第に回復する。照射線量が大きくなる程、その減少の度は大となり、回復もおくれる。

③ 武田肉腫・白淵肉腫・吉田肉腫に於ける、X線照射による有糸核分裂数頻度の抑制及び回復を示標として、放射線感受性を比較するに、吉田肉腫が最も大で、次に白淵肉腫で、武田肉腫は最も小である。

④ 分裂時間は、武田肉腫では65分、白淵肉腫で75分であり、又分裂周期は、武田肉腫は、14.2時間、白淵肉腫は24.7時間であった。

⑤ 各腹水腫瘍の染色体数、発生母地、平均生存日数、有糸核分裂数頻度と放射線感受性との間には、一定の関係は見出されない。

⑥ 各腹水腫瘍に於ける、放射線感受性は、分裂周期の短い程小である。これは核動進行速度の大小によって、説明することが出来る。

(擧筆するに當り種々御教示を戴いた、河村助教授並びに御協力を戴いた第一病理學教室及び理學部動物形態學牧野研究室の方々に深甚なる感謝を捧ぐ。本研究

に種々御討論いただいた北大理學部牧野教授並びに札幌醫大牟田教授に深謝します。本論文要旨は昭和30年4月第14回日本醫學放射線學會總會及び昭和30年7月第11回日本醫學放射線學會東北北海道新潟地方會に於いて発表した。

文 獻

- 1) 吉田: 吉田肉腫(昭24), 寧樂書店。—2) 武田等: 癌, 43, 132(1952)。—3) 田中, 加納: J. Fac. Sci Hokkaido Univ. Ser. Zool. 10, 289(1951)。—4) 牧野, 加納: J. Nat. Cancer Inst. 13, 1213, (1953)。—5) 梅谷: 動物學雜誌, 62, 12, 416, (1953)。—6) 白淵等: 日病理誌, 42, 地方會號, (昭28)。—7) 大星: 癌, 46, (1955)。未刊。—8) 本山: 癌, 44, 23號(1953)。—9) 中西: 未發表。—10) 外村: J. Fac. Sci Hokkaido Univ. Ser. Zool. 12, 158(1954)。—11) Makino, S. Chromosoma 4, 649(1952), Gann 43, 17(1952)。—12) 牧野: 動物細胞學實驗法, (昭28)。中山書店。—13) 武田等: 日病理誌, 41, 地方會號, (昭27)。—14) 牟田: 日醫放誌, 10, 30, (1950)。—15) 牟田: 日醫放誌, 14, 79(1954)。—16) 小野: 日醫放誌, 12, 6, (1952)。—17) 安倍等: 日病理誌, 43, 總會號, 337(昭29)。—18) 白淵等: 日病理誌, 42, 總會號, 411(昭28)。—19) 牧野, 加納: Jour. Nat. Cancer Inst. 15, 1165 (1955)。—20) 牧野: Ann. New York Acad. Sci. 67, (1955)。—21) Lasnitzki: Brit. J. Rad. 27, 228, (1954)。—22) 塚本等: 放射線障礙班會議(昭28。第1回)。—23) S. R. Pele. and Alima Howard: Exp. Cell. Pes. Suppl. 2, 269(1952)。—24) 若林河村: 第14回放射線醫學會總會發表(昭30年)。—25) Galdfeder: Radiology Ivii 845(1951)。—26) Makino, S. & A. Tomomura: Z. Krebsforsch. 60, 597(1955)。