OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	吉田肉腫に対する「レ」線の最小有効量に関する実験的研究
Author(s)	平川, 徳三郎
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1959, 19(5), p. 1050-1063
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20692
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

特別掲載

吉田肉腫に対する「レ」線の最少有効量に関する実験的研究

九州大学医学部放射線医学教室（主任　入江英雄教授）

平　川　徳　三　郎

（昭和34年7月17日受付）

内容目次

第1章　緒　論
第2章　実験材料及び実験方法
　第1節　実験材料
　第2節　実験方法
　　第1項　照射方法及び照射条件
　　第2項　観察方法
第3章　実験成績
　第1節　核分裂各期細胞に及ぼす「レ」線の影響に就いて
　　第1項　160r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第2項　80r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第3項　40r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第4項　20r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第5項　10r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第6項　5r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第7項　小　括
　第2節　核分裂細胞に及ぼすレ線の影響に就いて
　　第1項　160r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第2項　80r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第3項　40r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第4項　20r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第5項　10r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第6項　5r 照射群に於ける経時的消長に就いて
　　第7項　小　括
第4章　総　括
第5章　考　按
第6章　結　語
　参考文献

章1第　緒　論

1895年レントゲン線(以下「レ」線と称する)が発見されて以来，細胞に対するレ線の生物学的作用に関する研究,就中,悪性腫瘍細胞に及ぼす「レ」線の生物学的作用機転に関する報告は枚挙に遑がないが，細胞に対する「レ」線の影響に就ては早くよう注目されていた．既に1896年 Grüppe は乳癌に，Despeignes(1896) は胃癌に照射を試みたが認むべき効果はなかつた．Perthes (1903) は皮膚癌に照射して治癒せしめたと報告している．

Bohn 及び Perthes (1903～1904) は核染色質に目標を向け，馬の蛔虫卵に「レ」線を照射し，核分裂の異常及び染色体の崩壊を認め，Bergonier u. Tribondeau (1905), Regaud, Blanc (1906), Krause u.Ziegler (1906) 等は如何なる種類の細胞でも増生の盛んな組織は放射線感受性が極めて高いと云う説を発表して以来，細胞分裂に対する「レ」線の影響は特に注目される所となつた．而して正常組織に於いては，核分裂に

及ぼす「レ」線の影響に就いて，G.u.P. Hertwig (1911〜1920)は蛙の卵精子を用いて，「レ」線が細胞分裂を一方では阻止し，他方では異常分裂を起さしめるのは，核質に対する「レ」線の影響によるものと推論し，Alberti u. Politzer (1923〜1926) は Salamanderlarven の正常組織で，「レ」線照射中に分裂細胞が消失し，新しい分裂細胞は出現せず，照射後数時間経過して始めて核分裂が再現し，之は著しく増加して普通変性する定型的律動に就いて詳細な観察を行つた．彼等はこの律動を"第一効果"，"中間期"及び"第二効果"の三期に分けた．即ち「レ」線照射による分裂細胞の減少の時期を"第一効果"，核分裂が一旦減少の極に達し未だ恢復の始まらない時期を"中間期"とし，その時期を経て核分裂細胞が再出現する時期を"第二効果"と称し，之を以つて「レ」線照射による核分裂の定型的律動であるとみなした．

この事実は Regaud, Lacassagne u. Jovin (1925), Langendorff 等に依り確認せられ，Langendorff は分裂細胞の定型的律動が波状消長を示す事を Vica faba の根端細胞及び種々の脱皮組織で検索し，又 Strangways, Cox u. Canti 等は鶏胎培養に依り詳細に検討している．そして分裂各期細胞の消失，再出現の状態に就いて，先づ全分裂細胞の急激な減少，前期細胞の消失，後期及び中期細胞の緩慢な続行，最後に末期細胞の消失を明かにした．

Juul u. Kemp (1933) は更に之を追試して，「レ」線を照射する事に依り細胞の分裂は阻止され，その作用は潜伏期なく起り，増量する程その作用は長く続く．既に分裂に入つた細胞は恐らく遺伝細胞学的障害を蒙り，更に分裂して死滅すると考えた．

悪性腫瘍組織に於いては Lacassagne u. Monad (1922) が雌犬の乳腺肉腫に「レ」線照射を行い，照射直後及び24時間後には核分裂は起つていないが，48時間後に核分裂を認め，多数の染色体の崩壊，分散を認めたと述べている．その他 Mottram, Scott u. Ruß (1926) の実験腫瘍，Stoel (1928) のマウステール癌の研究，人癌では Hamperl u. Schwarz (1927), Seulberger, Schmidt u. Krönig (1929), Dustin (1929), Gambarow (1931), Englmann (1938), Gallavresi (1939) 及び Jüngling u. Langendorff (1941) 其の他の研究者に依つて何れも癌細胞に於いて「レ」線に最も感じ易いのは細胞分裂中であると云う見解を示している．

而して悪性腫瘍細胞に対する「レ」線の生物的学作用機転に関しても又種々の学説が発表されている．即ち Halthüsen, Ellinger は「レ」線の生物学的作用は「レ」線の物理学的諸因子，即ち質，量，空間的，時間的因子の綜合により惹起されるものであると云い，Christen は「レ」線の生物的作用は組織の感受係数と物理的因子の相乗積であると論じている．

又 Bordier, Fernaü u. Paüli, Dessauer 等は各種細胞に対する「レ」線の直接障害作用ならんと云い，Caspasi, Woenkhaüs u. Münzel 等は間接作用であると報告している．

細胞の機能に対する「レ」線の影響は，一般に照射「レ」線量が極微量であれば何等影響は認められないが，「レ」線量の増加するに従い機能促進，次いで障害を起さしめ，更には破壊的に作用すると云う Arndt-Schultz の生物学的法則が一般に適用されている．併し細胞の種類及びその置かれた環境に依つては「レ」線に対する反応も自ら異り，同一「レ」線量の照射が必ずしも常に同一の作用をなものとは考え難い．

睾丸，卵巣，淋巴組織，造血機能組織等は「レ」線感受性が高いと云われているが，De Bruyn は家兎淋巴結節に対して50r が一時的に組織学的変化を来す最少量であると云い，Murry は25r で家兎脾臓中の淋巴球の傷害を来したと報告している．Jüngling u. Langendorff は"そらまめ"の根端細胞に於いて40〜60r の「レ」線量では核分裂は促進せられるとなし，更に Pohle u. Bunting はラッテ脾臓に僅か5r 照射して淋巴様細胞の障害を認めたと報告している．

これに対し，骨，神経細胞等は最も感受性が低

いと云われ，Desjardins, Lyman, Warren 等の研究によれば，他の組織を高度に障害する量でも何等変化が認められなかつたとし，障害を来す「レ」線量は3000r 以上であろうと云つている．

斯る時，1943年吉田富三等が長崎医科大学病理学教室で発見した腹水系吉田肉腫は液状肉腫であつて，「レ」線感受性が高く，細胞は個々獨立して存在し，細胞自体の大さも大きく（25～45μ），液状の為に腫瘍細胞の均等性が得られ，標本作製及び観察が容易であり，且累代移植も可能な為，分裂細胞に対する「レ」線の影響を検索するのに至便であるので多数の実験業績も報告されている．

即ち，貴家は吉田肉腫細胞の核分裂に及ぼす「レ」線の影響に就いて実験し，50r 照射により核分裂は直ちに減少し，或る時間後その極に達し，その後回復する．50r 照射では原値の1/4迄減少，100r で殆ど消失，500r で完全に消失し，細胞の発育に抑制的な効果を認めた．山田，新井は50r 4回照射にて生命の延長を認めたと云い，藤浪，森脇は吉田肉腫の体外培養時に於ける影響に就いて実験し，1/2 H.E.D. では刺戟的，即ち増殖を促進し，1 H.E.D. でもその増殖を抑制出来なかつたと云う．今木は吉田肉腫に及ぼす「レ」線の影響を位相差顯微鏡にて生体観察し，50r では崩壊せる細胞を認めず，100r で始めて崩壊細胞を認めた．野手は「レ」線の吉田肉腫細胞分裂に対する影響を観察し，46r では核分裂に対し刺戟的に働き，細胞は活潑に分裂，即ち増殖を行い，92r では刺戟的にも抑制的にも働かず，184r で始めて抑制的に働き，吉田肉腫細胞に対して有効にして且「ラッテ」自体に障害を与えないレ線量は200r 前後と考えるを妥当とすると述べている．

以上述べた如く，吉田肉腫細胞に対するレ線の作用に就いては幾多の諸家の実験にもかゝわらず，刺戟量或は抑制量に関する意見は区々として一致する処を知らない．

著者は移植後4日目の吉田肉腫腹腔内移植「ラッテ」に種々の量の「レ」線を照射し，経時的に之を観察し，「レ」線の吉田肉腫細胞に及ぼす最少有効量に就いて検討した．

第2章 実験材料及び実験方法

第1節 実験材料

発育，栄養を可及的に一定に保つ為に，摂食量を定量投与して飼育した，体重約80～90ｇの生後約2カ月目の Wister 系雌性「ラッテ」に，吉田肉腫腹腔内移植後4～6日目の腹水約0.05～0.1 ccを，腹腔内に自製ピペットにて移植し，移植後4日目のものを使用した．

雌性を使用したのは，野手に依れば，雌性「ラッテ」は雄性「ラッテ」に比較して，吉田肉腫に対する感受性が強いと云われ，且性別に依る実験誤差を少くせんが為である．

第2節 実験方法

第1項 照射方法

照射方法：

比較的少量のレ線量を照射する関係上，背後その他よりの散亂線の影響をなるべく避ける目的で空中に固定し，1匹宛腹側より全身一時照射した．固定は焦点より40cmの距離になる如き厚紙の箱を置き，「ラッテ」は四肢を固定する事なく，等身大の円筒状函の中に追い込み管球は下方向より腹側に向け照射した．これは四肢固定による体力の損傷を可及的少ならしめるものと考える．

照射群は夫々10匹宛6群に分ち，各群に対し160r，80r，40r，20r，10r，5r 全身一時照射した．

照射条件：

装置：島津製博愛号

管球：ＳＴＯ－ 200－3

二次電圧：160KVp

二次電流：3mA

Filter：0.5mmAl＋0.5mmCu

F.S.D：40cm

照射量：各群に対し夫々

160r，80r，40r，20r，10r，5r

（但し空中線量）

第2項 観察方法

標本作製法及び染色法：

体重約80～90ｇ Wister 系雌性の吉田肉腫腹

腔内移植「ラッテ」の腹腔より「レ」線照射後経時的に自製ピペットにて約 0.1cc宛採取，メタノール固定の後 Giemsa 染色を施した．

核分裂各期細胞は分裂細胞 200個中に認められる分裂各期の細胞数より百分比を算出した．

‰の算定は腫瘍細胞2000個中に認められる分裂細胞数を算定し，其の中に現れた核分裂細胞数を2除して得たる商を以つて‰とした．

猶，分裂細胞の各期の判定は森の分類に随つた．

1)　前期：静止核の核膜が消失して染色体形成，糸毬体が完成する迄．

2)　中期：染色体が赤道板に放射状に配列する迄．

3)　後期：出来た染色体が夫々中心紡錘に沿つて分離移動し双星又は娘星を形成する迄．

4)　末期：両極に達した娘染色体が復旧して母細胞同様の休止核を形成する迄とした．

（移植に際しは確実に腹腔内に注入したが，皮下に結節を認めたものが数例あつた．又腎，肺，淋巴腺等に転移を来した2例を含めてこれ等は除外した．）

腹水採取は夫々直前，照射後20分，40分，60分，90分，2時間，3時間，6時間，9時間の計9回実施した．

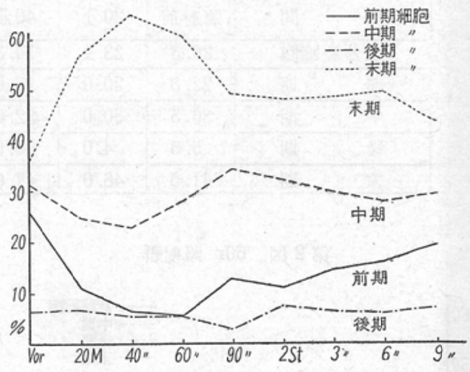
第3章　実験成績

第1節　核分裂各期細胞に及ぼす「レ」線の影響に就いて

第1項　160r 照射群に於ける経時的消長に就いて

前述の方法に依つて得たる成績は第1表，第1図に示す通りである．分裂各期細胞百分比を検討

第1図　160r 照射群



すれば，先づ前期細胞は照射前値26.0を認めたものが，20分後に11.0と急激に減少し，40分にて6.5と更に減少を続け，1時間後に5.5となり最低値を示す．90分より増加し始め13.0となり，2時間にて11.5，3時間14.5と次第に回復の傾向を認め，9時間後にて照射前値の75%迄回復する．

次に中期細胞は照射前値31.5を認め，20分にて25.0，40分にて23.0となり最低値を示し，60分にて28.0，90分にて34.5，2時間にて32.5，3時間にて30.0，6時間にて28.0，9時間にて29.5となり略々照射前値迄復帰する．

後期細胞は照射前値 6.5を認め，20分にて 7.0，40分及び60分にて 5.5，90分にて 3.0となり最低値を示し，その後2時間にて 7.5，3時間にて 6.5，6時間にて6.0，9時間にて 7.0となり，90分にて1つの谷を形成し，中期の山と対照をなしている．

末期細胞は照射前値が36.0を認めたものが，20分にて57.0と急激に増加し，引続き40分にて65.0と増加して最高値を示す．これは中期及び前期の

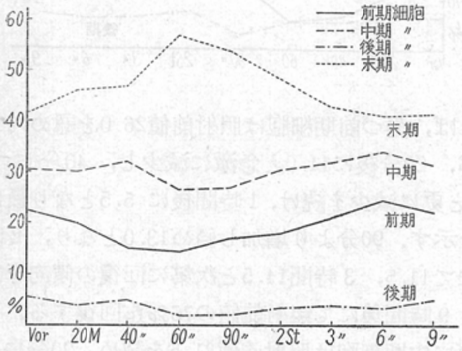
第1表　160r 照射群

時　間	照射前	20分	40分	60分	90分	2時間	3時間	6時間	9時間
全分裂細胞	24.7	18.3	7.6	2.7	3.9	4.6	4.3	6.9	13.3
前　期	26.0	11.0	6.5	5.5	13.0	11.5	14.5	16.0	19.5
中　期	31.5	25.0	23.0	28.0	34.5	32.5	30.0	28.0	29.5
後　期	6.5	7.0	5.5	5.5	3.0	7.5	6.5	6.0	7.0
末　期	36.0	57.0	65.0	61.0	49.5	48.5	49.0	50.0	44.0

第2表 80r 照射群

時　　間	照射前	20分	40分	60分	90分	2時間	3時間	6時間	9時間
全分裂細胞	26.3	23.1	14.3	12.6	10.3	12.1	14.3	16.5	19.4
前　　期	22.5	20.0	15.0	14.5	17.0	17.5	21.0	24.5	22.0
中　　期	30.5	30.0	32.0	26.5	27.0	30.5	32.0	34.0	31.5
後　　期	5.5	4.0	5.0	2.0	2.0	3.5	4.0	3.5	5.0
末　　期	41.5	46.0	47.0	57.0	54.0	48.5	43.0	42.0	41.5

第2図 60r 照射群



谷と対照をなしている．その後稍ゝ急激に減少し始め，60分にて61.0，90分にて49.5となり，2時間後48.5，6時間50.0，9時間にて44.0と減少するが猶照射前値より高い値を示している．

第2項 80r 照射群に於ける経時的消長に就いて

80r 照射群の各期分裂細胞百分比の消長は，第2表，第2図に示す通りである．先づ前記細胞は照射前値22.5を認めたものが，20分にて20.0と減少し始め，続いて40分にて15.0となり，60分にて14.5と減少して最低値を示し，90分にて17.0，2時間にて17.5，3時間にて21.0，6時間にて24.5，9時間にて22.0となり，次第に回復して来る．

中期細胞は照射前値30.5を認め，20分にて30.0，40分にて32.0となり少しく増加を認めるが，60分にて26.5と最低値を示し，その後90分にて27.0，2時間にて30.5，3時間にて32.0，6時間にて34.0，9時間にて31.5となり，前期細胞と同様に増加の傾向を認める．

後期細胞は照射前値 5.5を認め，20分にて4.0，40分にて 5.0，60分，及び90分にて 2.0となり最低値を示し，2時間にて 3.5，3時間 4.0，6時間3.6，9時間にて5.0と略ゝ照射前値迄回復する．

末期細胞は照射前値41.5を認め，20分にて46.0，40分にて47.0と増加し，60分にて急に増して57.0となり最高値を示した．これは前期中期及び後期の谷と対照をなすものである．その後90分にて54.0，2時間にて48.5，3時間にて43.0，6時間にて42.0，9時間にて41.5と次第に減少して前値と全く同程度の%を示した．卽ち各期細胞共に9時間目に略ゝ照射前値迄回復した事を示している．

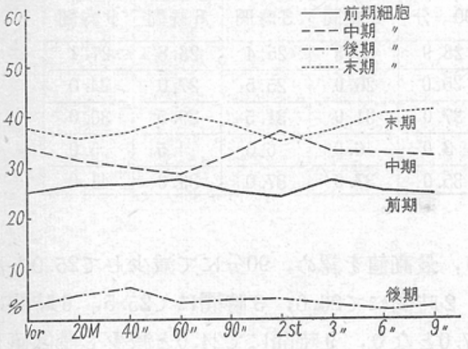
第3項 40r 照射群に於ける経時的消長に就いて

40r 照射群の各期分裂細胞百分比の消長を観察するに，第3表，第3図に示す如く，160r 照射群，80r 照射群と少しく異り，前期細胞は殆ど著しい変化を示さず，照射前値25.0を認めたもの

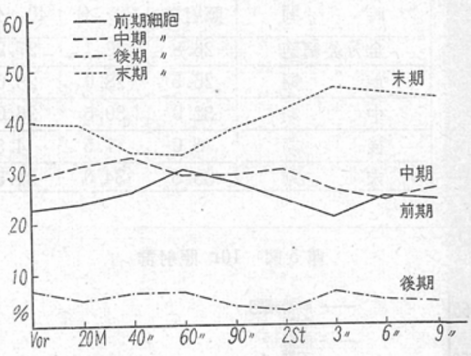
第3表 40r 照射群

時　　間	照射前	20 分	40 分	60 分	90 分	2時間	3時間	6時間	9時間
全分裂細胞	22.4	20.5	18.9	17.1	14.8	16.9	17.3	18.7	20.3
前　　期	25.0	26.5	26.5	27.5	25.0	24.0	27.0	25.0	24.5
中　　期	34.0	32.5	30.0	28.5	32.5	37.0	33.0	32.5	32.0
後　　期	3.0	5.0	6.5	3.5	4.0	4.0	3.0	2.0	2.5
末　　期	38 0	36.0	37.0	40.5	38.5	35.0	37.0	40.5	41.0

第3図　40r 照射群



第4図　20r 照射群



が，緩かな曲線を画いて初め増加し，90分，2時間と減少，再び3時間，6時間，9時間と増加するのを認める．即ち，20分にて26.5，40分にて同じく26.5，60分にて27.5となり最高値を示し，90分にて25.0，2時間にて24.0，3時間にて27.0，6時間にて25.0，9時間にて24.5と略ゝ照射前値に等しい．

中期細胞は照射前値34.0を認め，次第に減少し，20分にて32.5，40分にて30.0，60分にて28.5と最低値を示し，その後次第に増加し，90分にて32.5，2時間にて37.0となつて最高値を示すが再び減少し始め，3時間にて33.0，6時間にて32.5，9時間にて32.0となる．

後期細胞は照射前値 3.0を認め，20分にて 5.0，40分にて 6.5と増加し，その後漸減し60分にて3.5，90分及び2時間にて4.0，3時間にて 3.0，6時間にて 2.0，9時間にて 2.5と略ゝ照射前値に近い値を示す．

末期細胞は照射前値38.0を認め，20分にて36.0，40分にて37.0，60分にて40.5となり，その後減少し始め，90分にて38.5，2時間にて35.0となり，3時間にて再び増加の傾向を認め，6時間にて40.5，9時間に41.0となり最高値を示す．

第4項　20r照射群に於ける経時的消長に就いて

20r 照射群に於ける各期分裂細胞百分比を検討するに，第4表，第4図に示す如く，前期細胞の消長は40r 照射群と趣を異にし，照射前値23.0を認めたものが，漸次増加し，20分にて24.0，40分にて26.5となり，60分にて30.5となり，最高値を示し，その後90分にて28.0，2時間にて24.5と減少し始め，3時間にて21.0となり最低値を示すが，再び増加始め，6時間にて25.0，9時間にて24.5となり照射前値に略ゝ等しい値を示す．

中期細胞は照射前値29.0を認め，20分にて31.5，40分にて33.0となり最高値を示し，60分にて29.5，90分にて29.5，2時間にて30.5と殆ど変化を示さず，3時間にて減少し26.0となり，6時間にて24.5を示し最低値となり，9時間にて26.5となり稍ゝ増加するが，猶照射前値迄回復していない．

後期細胞は照射前値 7.0を認め，20分にて 5.0，40分及び60分にて 6.5，90分にて 4.0，2時間にて3.0と減少して2時間目に最低値を示し，3時間にて急に増加し，6時間にて 5.0，9時間にて

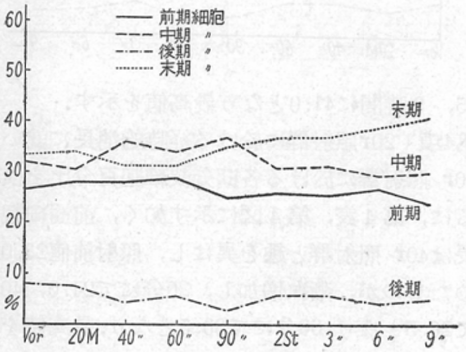
第4表　20r 照射群

時　　間	照射前	20 分	40 分	60 分	90 分	2時間	3時間	6時間	9時間
全分裂細胞	29.1	27.6	29.8	31.2	30.7	29.3	28.7	28.3	28.8
前　　期	23.0	24.0	26.5	30.5	28.6	24.5	21.0	25.0	24.5
中　　期	29.0	31.5	33.0	29.5	29.5	30.5	26.0	24.5	26.5
後　　期	7.0	5.0	6.5	6.5	4.0	3.0	6.5	5.0	4.5
末　　期	40.0	39.5	34.0	33.5	38.5	42.0	46.5	45.5	44.5

第5表 10r 照射群

時間	照射前	20 分	40 分	60 分	90 分	2時間	3時間	6時間	9時間
全分裂細胞	26.8	26.1	27.2	28.5	28.9	26.3	25.4	26.8	27.1
前期	26.5	28.0	28.0	29.0	25.0	26.0	25.5	27,0	24.0
中期	32.0	30.5	36.0	37.0	37.0	31.0	31.5	29.5	30.0
後期	8.0	7.5	4.5	5.5	3.0	6.0	6.0	4.5	5.0
末期	33.5	34.0	31.5	31.5	35.0	37.0	37.0	39.0	41.0

第5図 10r 照射群



4.5と減少し，照射前値より低い値を認める．

末期細胞は照射前値40.0を認めたものが，20分にて39.5，40分にて34.0と減少し始め，60分にて33.5と最低値を示し，90分より次第に増加し始め，90分にて38.5，2時間にて42.0となり，3時間にて46.5となり最高値を示し，6時間，9時間ともに著変を示さず，夫々45.5を認め，照射前値より高い値を示す．

第5項 10r照射群に於ける経時的消長に就いて

10r 照射群に於ける各期分裂細胞百分比を検討するに，第5表，第5図に示す如く，前期細胞の消長は照射前値26.5を認めたものが，次第に増加し，20分及び40分にて夫々28.0，60分にて29.0となり，最高値を認め，90分にて減少して25.0となり，2時間にて26.0，3時間にて25.5，6時間にて27.0となり，9時間にて24.0と減少し最低値を認め，照射前値より稍ゝ低い値を示す．

中期細胞は照射前値32.0を認め，20分にて一時稍ゝ減少して30.5となり，40分にて急に増加して36.0となり，60分にて34.0と少しく減少するが，90分にて37.0を示し最高値を認めるに至る．2時間より再び減少をし始め，31.0，3時間にて31.5，6時間にて29.5，9時間にて30.0と略ゝ照射前値に近い値を示す．

後期細胞は照射前値8.0を認め，20分にて7.5，40分にて4.5，60分にて5.5，90分にて3.0と緩慢に減少し，2時間にて6.0，3時間にて同じく6.0を示し，6時間にて4.5，9時間にて5.0となり，照射前値よりも低い値を示している．

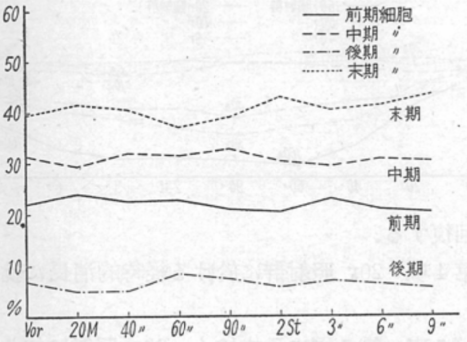
末期細胞は照射前値33.5を認め，20分にて34.0，40分にて稍ゝ減少し，60分にて最低値を示す．40分及び60分にては夫々31.5を認める．90分より次第に増加し始め，9時間にて41.0となり最高値を認め，実に照射前値の22.4%の増加を認める．即ち，90分にて35.0，2時間にて37.0，3時間にて同じく37.0，6時間にて39.0，9時間にて41.0を認める．

第6項 5r 照射群に於ける経時的消長に就い

第6表 5r 照射群

時間	照射前	20 分	40 分	60 分	90 分	2時間	3時間	6時間	9時間
全分裂細胞	28.7	29.8	29.2	28.4	28.7	29.1	28.3	29.1	28.6
前期	22.0	24.0	22.5	23.0	21.0	20.5	23.0	21.0	20.5
中期	31.5	29.5	32.0	31.5	33.0	30.5	29.5	31.0	30.5
後期	7.0	5.0	5.0	8.5	7.5	6.0	7.0	6.5	5.5
末期	39.5	41.5	40.5	37.0	39.5	43.0	40.5	41.5	43.5

第6図　5r 照射群



て

5r 照射群に於ける各期分裂細胞百分比を検討すれば，本照射群に於いては各期分裂細胞共に著変を認めなかつた．卽ち，前期細胞は照射前値22.0を認め，20分にて稍〻増加して24.0となり，その後40分にて25.5，60分にて23.0，90分にて21.0，2時間にて20.5，3時間にて23.0，6時間にて21.0，9時間にて20.5を認め，大した增減を示さない．

中期細胞は照射前値31.5を認め，20分にて稍〻減少し29.5となり，40分より増加し始め，32.0，60分にて31.5となり，90分にて最高値を示し，33.0となり，2時間にて30.5と再び減少し，その後殆ど変動を認めず，3時間にて29.5，6時間にて31.0，9時間にて30.5を示す．

後期細胞は照射前値 7.0を認め，20及40分にて夫々 5.0を示し，60分にて急に増加して最高値となり，8.4を示し，その後漸次減少し始め，90分にて 7.5，2時間にて 6.0，3時間にて，7.0，6時間にて 6.5，9時間にて 5.5となり，照射前値よりも少し低い値を示している．

末期細胞は照射前値39.5を認め，20分にて41.5，40分にて40.5を示し，60分にて 37.0と稍〻減少し，90分にて39.0，2時間にて43.0となり，次第に増加の傾向を認め，3時間にて40.5，6時間にて41.5，9時間にて43.5となり最高値を示す．

第7項　小　括

以上述べた事を要約すれば，160r 照射群に於いては20分より90分迄の間に於いて極めて活潑な変動が認められる．卽ち前期細胞は60分にて最低値を示し，中間細胞は40分にて最低値を，90分にて最高値を示し，後期細胞は同じく90分にて逆に最低値を示す．末期細胞は40分でて最高値を示し，実に照射前値の 180.5%を認める．

80r 照射群に於いては40分より2時間の間に興味深い消長を認める事が出来る．卽ち，前期細胞，中期細胞及び後期細胞共に照射後60分にて最低値を認め，逆に末梢細胞は最高値を示し，各期細胞共に9時間にて略〻照射前値と同程度の数値を認める．

40r 照射群に於いては60分より3時間迄の間に著明な変動が認められる．卽ち，前期細胞は60分にて最高値を示し，逆に中期細胞は最低値を示し，2時間にて最高値を認める．啻僅かに末期細胞は9時間にて最高値を示す事は注目に値するものである．

20r 照射群に於いては40分より6時間迄の間に可成の変動を認める事が出来る．卽ち，前期細胞は60分にて最高値を示し，逆に末期細胞は最低値を示す．中期細胞は40分にて最高値を示し，後期細胞は2時間にて最低値を示し，3時間にて前期細胞は最低値を，末期細胞は最高値を認め，6時間にて中期細胞は最低値を認め，9時間にても各期細胞共に照射前値と可成の差を認める．

10r 照射群に於いては40分より2時間迄の間に稍〻認むべき変動を見る事が出来る．卽ち，前期細胞は60分にて最高値を示し，90分にては最低値を認める．中期細胞は40分にて激増し，90分にて最高値を示し，後期細胞は90分にて最低値を示し，末期細胞は40分にて最低値を示し，2時間後は前，中，後各期細胞は殆ど変動を示さないにも拘らず，末期細胞はその後も引き続き増加し，9時間にて最高値を認める．

5r 照射群に於いては第6表，第6図に示す如く，殆ど著しい変化を示さず，緩かな曲線を画きつゝ増減しているのが認められる．卽ち，前期細胞は20分にて最高値を示し，中期細胞は90分にて最高値を，後期細胞は60分にて最高値を示し，末期細胞は逆に最低値を示し，9時間にて最高値を示す．

第2節　核分裂細胞に及ぼす「レ」線の影響に就いて

第1項　160r 照射群に於ける経時的消長に就いて

第7表，第7図に示す如く，160r 照射に依り照射前値24.7‰の値を認めたものが，照射後急激

に減少し始め，60分にて最低値となり，その後漸次回復し始め，9時間にて照射前値の半数近く迄回復する．卽ち，20分にて18.3‰と減少し始め，40分にて 7.6‰と激減し，照射前値の30.8%となり，60分にて更に減少して 2.7‰となり，照射前値の10.9%を認め，最低値を示すに至る．その後漸次回復し始め，90分にて 3.9‰となり，2時間にて 4.6‰，3時間にて 4.3‰，6時間にて 6.9‰と極めて緩慢に増加し始め，9時間にて13.3‰となり，照射前値の50.2%迄回復して来る．

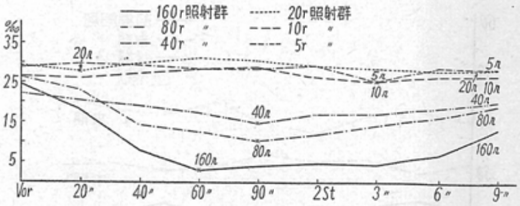
第2項　80r 照射群に於ける経時的消長に就いて

第7表，第7図に示す如く，80r 照射する事に依り照射前値26.3‰の値を認めたが，照射後次第に減少し始め，90分にて最低値を示し，その後次第に増加して9時間にて照射前値の略々2/3迄回復する．卽ち，20分には23.1‰と稍々減少し，40分にて14.3‰と急激に減少して照射前値の54.4%と約半数位迄減少し，60分にて12.6‰と更に減少を続け，90分にて10.3‰となり最低値を示し，照射前値の39.2‰となり，その後次第に増加して2時間にて12.1‰，3時間にて14.3‰，6時間にて16.5‰となり，9時間にて19.4‰となり，照射前値の73.4%迄回復して来る．

第3項40照射群に於ける経時的消長に就いて

第7表，第7図に示す如く，40照射に依り90分後を谷とする緩かな曲線を画いて照射後20分より減少し始め，90分後より増加の傾向を認め，9時間にて照射前値の90.6%迄回復する．即ち，照射前22.4‰を算したが，20分にて 20.5‰と減少し始め，40分にて18.9‰となり，60分にて17.1‰となり，90分にて更に減少して14.8‰となり，照射前値の61.6%と最低値を示し，其の後次第に増加し始め，2時間にて16.9‰，3時間にて17.3‰となり，9時間後に20.3‰を示し，照射前値の90.6%

第7図　各照射群核分裂系数



迄回復する．

第4項　20r 照射群に於ける経時的消長に就いて

第7表，第7図に示す如く，20r 照射に依り，照射前29.1‰の値を認めたものが，照射後20分で稍々減少し，40分より増加し始め，60分にて最高値を示し，その後は略々照射前値と有意の差を認め難い．卽ち，20分にて27.6‰と最低値を示し，40分にて29.8‰となり，60分にて31.2‰となり，高最値を示し，照射前値の 107.2%を示す．90分にて30.7‰，2時間にて29.3‰と略々照射前値と等しい値を認め，3時間にて28.7‰，6時間にて28.3‰となり，9時間にて28.8‰を示し，2時間目以後は殆ど有意の変動は認めなかつた．

第5項　10r 照射群に於ける経時的消長に就いて

第7表，第7図に示す如く，10r 照射に依り照射前値26.8‰の値を認めたが，照射後稍々減少し，その後増加して90分にて最高値を示し，その後再び減少して3時間にて最低値を示し，9時間にて略々照射前値に近い値を認める．卽ち，照射後20分にて21.6‰となり少しく減少し，40分にて27.2‰となり，60分にて28.5‰，90分にて28.9‰となり，照射前値の 107.8%を認め最高値を示す．2時間にて26.3‰と減少し，3時間にて25.4‰となり，照射前値の94.8%を認め，最低値を示す．6時間にて26.8‰と照射前値に等しく，9時

第7表　各照射群核分裂系数

時　間	照射前	20 分	40 分	60 分	90 分	2時間	3時間	6時間	9時間
160 r	24.7	18.3	7.6	2.7	3.9	4.6	4.3	6.9	13.3
80 r	26.3	23.1	14.3	12.6	10.3	12.1	14.3	16.5	19.4
40 r	22 4	20.5	18.9	17.1	14.8	16.9	17.3	18.7	20.3
20 r	29.1	27.6	29.8	31.2	30.7	29.3	28.7	28.3	28.8
10 r	26.8	26.1	27.2	28.5	28.9	26.3	25.4	26.8	27.1
5 r	28.7	29.8	29.2	28.4	28.7	29.1	28.3	29.1	28.6

間にて27.1‰となり，略ゝ照射前値に近い値を認める．

第6項　5r 照射群に於ける経時的消長に就いて

第7表，第7図に示す如く，5r 照射に於いては認むべき変動は示さなかつた．即ち，照射前値28.7‰を算したが，20分後に29.8‰となり，照射前値の 103.8%を示し，この照射群に於ける観察期間中の最高値を示したが，その後著しい変化は無く，40分にて29.2‰，60分にて28.4‰，90分にて28.7‰，2時間にて29.1‰，3時間にて28.3‰，6時間にて29.1‰，9時間にて28.6‰を示し，殆ど照射前値と大差を認めなかつた．

第7項　小　括

以上述べた事を要約すれば，照射後20分にては5r 照射群を除き他の各群は減少するが，160r 照射群，80r 照射群，40r 照射群では此の観察期間中にて最高値を示し，逆に20r 照射群では最低値を示した．9時間後には5r 照射群，10r 照射群，20r 照射では略ゝ照射前値に近い値を示すが，40r 照射群では照射前値の90.6%迄回復する．

然るに80r 照射群，160r 照射群では，夫々照射前値の73.4%，50.2%迄しか回復し得なかつた．

160r 照射群では60分後に，80r 照射群及40r 照射群にては90分後に最低値を示し，夫々2.7‰，10.3‰，14.8‰を算し，夫々照射前値の10.9%，39.2%，61.6%を認めた．

これに反して，20r 照射群，10r 照射群では前記三照射群と異り，前記三照射群が最低値を示した60分，90分にて照射前値より高い値を認め，20r 照射群にて60分，10r 照射群にては90分にて最高値を示し，夫々照射前値の 107.2%，107.8%を認めた．

5r 照射群にては前記各群に比して殆ど認むべき変動はなく，この観察期間中に於いては照射前値と有意の差は認め難かつた．

第4章　総　括

吉田肉腫腹腔内移植 Wister 系雌性ラッテに種々の量の「レ」線を照射し，経時的に核分裂各期細胞及核分裂細胞に就いて観察した実験結果を総括すると次の如くである．

I) 核分裂各期細胞の経時的消長に就いて

1) 各期分裂細胞に対する「レ」線の影響は，照射「レ」線量の大なる程速かに発現し，且長期間持続する．

2) 各期細胞の主なる変動期間は，160r 照射群にては20分より90分の間，80r 照射群にては40分より2時間の間，40r 照射群にては60分より3時間と明かにその差が認められる．

3) 前期細胞は 160r 照射群，80r 照射群では60分にて最低値を示し，逆に40r 照射群，20r 照射群では最高値を示した．

4) 中期細胞は 160r 照射群にては40分，80r 照射群，40r 照射群にては60分にて最低値を示し，20r 照射群，10r 照射群，5r 照射群にては夫々40分，60分，90分にて最高値を示した．

5) 後期細胞は 160r 照射群，10r 照射群にては90分，80r 照射群にては60分にて認むべき減少を示した．

6) 末期細胞は照射「レ」線量の大なる程早期に増加を認め，且量的にも多くなる．即ち 160r 照射群にては40分，80r 照射群にては60分，40r 照射群では9時間，20r 照射群にては3時間，10r，5r 照射群にては9時間後に最高値を認め，夫々65.0%，57.0%，40.5%，46.5%，41.0%，43.5%を示した．20r 照射群，10r 照射群，5r 照射群にては夫々60分，40分，60分にて最低値を示し，33.5%，31.5%，37.0%を算した．

II) 核分裂細胞の経時的消長に就いて

1) 分裂細胞は「レ」線照射に依り一斉に減少し始め，その程度は照射「レ」線量の大なる程強く，且速かに発現する．即ち，160r 照射群にては60分，80r 照射群，40r 照射群にては90分にて最低値を示し夫々 2.7‰，10.3‰，14.8‰を算し，夫々照射前値の10.9%，39.2%，61.6%を示した．

2) これに反して20r 照射群，10r 照射群では前期三群が最低値を示した60分，90分にて夫々最高値を示し，夫々照射前値の107.2%，107.8‰

を示した.

3) 回復に関しては 160r 照射群, 80r 照射群, 40r 照射群にては9時間後にて猶照射前値迄復帰し得ず, 夫々照射前値の50.2%, 73.4%, 90.6%を示し, 20r 照射群, 10r 照射群にては一時増加するが9時間にて略ゝ照射前値に近い値を示す.

4) 5r 照射群にては殆ど認むべき変動は確認し得なかつた.

第5章 考按

本実験結果より, 吉田肉腫分裂細胞に対する「レ」線の影響を見るに, 各照射群に於いて共通, 且特徴的に照射後減少し始め, 照射線量の大なる程その減少は敏速に発現し, 且その作用も強力に現れ, 長時間に亙つて持続し, 回復も亦線量の多少に比例して遅れる事が分る.

「レ」線に依るこの特異な分裂律動は, Alberti u. Politzer (1923) 等が Salamanderlarven の正常組織で「レ」線照射中に分裂細胞が消失し, 新しい分裂細胞は出現せず, 数時間後再び核分裂が再現するのを確認し, Lacassagne u. Monad (1922) 等は雌犬の乳腺肉腫で同様の結果を得た. 彼等は此の律動を"第一効果", "中間期", 及び第二効果" と三期に分け, 分裂細胞の減少する時期を"第一効果", 回復の未だ始まらない時期を"中間期"とし, 分裂細胞が再出現する時期を"第二効果"と称し, 之を以つて「レ」線照射に対する核分裂の定型的律動であると見做した.

この事実は其後 Regard, Langendorff, Strangeway u. Hopwood (1926), Canti u. Donaldson (1926), Canti u. Spear (1929), Love (1931), Juul u Kemp (1930～1933) もこの傾向を確認している.

吉田肉腫に於いても牟田, 貴家, 泉等は同様に此律動に就いて観察している.

又 Strangeway u Hopwood, Cox u. Canti 等は鶏胎組織培養にて詳細に検討している. 即ち, 照射後各期分裂細胞の消失の狀態及び出再現の順序, 回復の狀態に関して, 先づ全分裂細胞の急激な減少, 次いで前期細胞の消失, 後期, 中期の緩慢な続行, 最後に末期細胞の消失を認めたと報告している.

本実験に於いても略ゝ同様の結果を得たが, Strangeway 等は末期細胞は最後に消失するとしたが, 160r, 80r, 40r の照射群にては夫々40分, 60分にて増加して最高値を示し, 20r, 10r, 5r の各照射群にては減少するのを認めた. これ等の事実は前期細胞に於いて 160r, 80r 照射群にては60分にて最低値を示し, 40r, 20r 照射群では逆に最高値を示し, 「レ」線照射時既に分裂活動に入つていた細胞群はそのまゝ分裂を完了, 或は障害され, 未だ分裂に入つていない細胞群は照射「レ」線量の多少により或は一時的に抑制せられ, 或は促進される為であろう.

中期細胞は 160r, 80r 照射群で夫々40分, 60分にて減少して最低値を示し, 20r, 10r, 5r 照射群にては夫々40分, 90分にて最高値を示した.

而して吉田肉腫の核分裂周期に就いては, 吉田, 岡田及び牟田等の他に広野(1950), 牧野, 中原 (1952), 佐藤, 熱海等があるが, 佐藤に依れば有糸分裂完了時期は65分, 有糸分裂環約16時間と報告している. 核分裂前期細胞の分裂時は12～60分, 中期細胞は6～31分, 後期細胞は2～4分, 末期細胞は4～29分であり, 正常な細胞分裂過程が特に障害され易い時期が分裂前期にあると云われ, Regard (1925), Strangeway u. Hopwood (1926), Love (1931), Langendorff (1931), Juul u. Kemp (1930), 斎藤, 山下, 貴家等も同様結果を得ている.

これ等のことは5r 照射群, 10r 照射群に於いて前期と中期の最高値を示す時間よりして, 前期が先づ増加し, その後20～40分後に中期が増加して最高値を示す事より前記報告と一致している.

Jüngling u. Langendorff 等は"そらまめ"の根端細胞に於いて40～60r の「レ」線照射にて核分裂は促進されるとなし, Bruyn は家兎淋巴結節に対しては50r が一時的に組織学的変化を来す最少量ならんと述べ, 野手は吉田肉腫の核分裂細胞に対し46r 照射にて核分裂に刺戟的に作用し, 細胞は活潑に分裂増殖を行つたと報告している.

一方貴家は50r 照射にて原値の1/4迄減少したと述べ，今木は位相差顕微鏡にて生体観察して，50 r 照射では崩壊せる細胞を認めなかつたと云う．

Murry は25r 照射にて家兎脾臓中の淋巴球に障害を認めたと報告している．

更に Pohle u. Bunting はラッテ脾臓に僅か5r 照射して，淋巴様細胞の障害を来したと報じいる．

然るに本実験に於いては，5r 照射では分裂細胞数に殆ど認むべき変動を示さず，且各期細胞に対しては20分にて前期細胞は最高値を示し，中期細胞は90分にて最高値を示し，その間約70分と推定され，分裂中の前期細胞に対して促進的に作用し，或は将に分裂せんとする細胞に刺戟的作用を与えた結果と解すべく，60分にて末梢細胞は最低値を示すがこの減少は末期細胞の完成を促した結果と考える．9時間にて末期細胞は最高値を示すのは分裂の進行過程より考えて各期の最高値を示す時期が前期，中期，後期と次第に遅れることよりして当然の事であろう．以上より推察するに5r 照射では細胞の分裂機能に対しては特に認むべき作用はないが分列機序に対しては促進的刺戟的に作用するものと解される．

10r 照射にては前期は60分，中期90分，後期9時間と略ゝ分裂の進行と一致して最高値を認めるが，全分裂細胞数に対しては5r 照射群同様苦しい変動を認めない．啻僅かに90分にて前値の107.8%と最高値を示し，3時間にて前値の94.8%と最低値を示すが，本実験では分裂機序の促進によるものか分裂能に対し刺戟的作用したかは判然としないが促進的に働いた事は確かである．

20r 照射にては分裂細胞は20分にて最低値を示し，60分にて最高値を示し，照射前値 107.2%を認め，前期細胞は60分にて最高値を示し，中期細胞は40分にて最高値を示す．

前期細胞，中期細胞は夫々3時間，6時間にて最低値を示す．

これらの事より分裂中に前期細胞の「レ」線に依る分裂促進の結果が40分後の中期細胞に影響し，将に分裂に入らんとする細胞群が分裂に入つた為に60分にて前記細胞は最高値を示したものと考えるのが妥当であろう．

9時間後にても猶10r，5r 照射に於けるのと異り，照射前値に対しその値に多少の差を認めるのは「レ」線照射量の前記二群より大なる為稍ゝ長期に亘つて影響を与えたものと思われる．卽ち20r 照射にては核分裂に対して刺戟的促進的に作用すると云える．

40r 照射群に於いては分裂細胞は照射後20分にて減少し始め，次第に減少し，90分にて最低値を示し，照射前値の61.6%となり，その後増加の傾向を認めるが9時間にて照射前値の90.6%迄回復する．然るに前期細胞は60分にて最高値を示し，中期細胞は同じく60分にて最低値を認め，2時間にて最高値を示す．又末期細胞は9時間にて最高値を示し10r 照射，5r 照射群と同様の結果を認めた．これ等は既に分裂中の細胞中，前期細胞は最も「レ」線感受性が高いとされ，Regard, Langendorff,Strangeway u. Hopwood，斎藤，山下，吉田，牟田も同様結果を発表しているが，その為に「レ」線の抑制的作用の影響を受けてその結果が60分後の中期細胞の最低値となつて現われたものであり，これは恐らく前期細胞の分裂能の抑制と考えてよく，前期細胞の60分後に於ける最高値は未だ分裂せざる細胞の中で漸く分裂に入らんとしつゝあつた腫瘍細胞の分裂を促進せしめた結果と考える事が出来る．卽ち，40r 照射では腫瘍細胞の分裂に入らんとする時は刺戟促進的に作用し，既に分裂中の細胞に対しては抑制的に作用し，その結果前述の如く，分裂細胞自体はその量的意味に於いては 160r 照射群，80r 照射群と同一傾向を認め，且前期細胞，中期細胞，末期細胞に於ける態度は20 r照射群，10r 照射群と類似の点を見出す事を発見するであろう．

80r 照射群， 160r 照射群では既に諸家の報告に知る如く，照射後より直に減少し始め，夫々60分， 90分にて照射前値の39.2%， 10.9%と減少し，9時間後にても猶照射前値の73.4%，50.2%しか回復し得えず，明白に分裂機能並びに分裂機序に対して抑制的に作用する事が判明する．

第6章 結 語

吉田肉腫腹腔内移植「ラッテ」に対し，種々の異つた「レ」線を照射し，核分裂細胞及び核分裂各期に及ぼす影響に就いて経時的に観察した結果，次の如き所見を認めた．

1) 「レ」線照射に対して最も感受性の高いのは，核分裂機序の中では前期を形成する機構であろうと考える．

2) 核分裂総数は 160r，80r及び40rの「レ」線照射に依つて何れも減少し始め，一定の時間の後その極に達し，その後或程度回復する．その程度は照射線量に比例する．

3) 160r 及び80r 照射群にては明かに細胞分裂は抑制される．

4) 40r にては，既に分裂中の細胞に対しては抑制的に，将に分裂に入らんとする細胞に対しては刺戟的，促進的に作用するものと思われる．

5) 20r，10r 及び5r 照射にては，前期に於ける核分裂は刺戟的，促進的に作用するものと思われる．

以上により考按するに，吉田肉腫細胞分裂に対する「レ」線の最少有効量は40r 前後であろうと推定される．

（稿を終るに臨み，御懇篤なる御指導と御校閲を給つた恩師入江英雄教授に衷心より感謝の意を捧げると共に，御鞭撻及御校閲を戴いた松浦啓一助教授に感謝の意を表するものである．）

尚，本論文の要旨は第13回日本医学放射線学会総会並びに第18回日本医学放射線学会九州地方会に於て発表した．

文 献

1) Bergonier u Tribondean: 中島良貞著，医学レントゲン講義，第3巻より引用．— 2) G.u.P. Hertwig: Arch. Mikrosk, Anat. B. 81，H. 4, 173, 1913. — 3) G.u.P. Hertwig: Strahlenther. 11，821, 1920. — 4) G.u.P. Hertwig: Arch. Mikrosk. Anat. B. 81，H3, 87，1913. — 5) Alberti u. Politzer: Arch. Mikrosk. Anat. 100, 83, 1923. — 6) Alberti u. Politzer: Fortschr. Röntgenst. 32，56，1924. — 7) Alberti u. Politzer: Strahlenther. 21，535, 1926. — 8) Jüngling u. Langendorff: Strahlenther. 38，1, 1830. — 9) Jüngling u. Langendorff: Strahlenther. 44, 1932. — 10) Langendorff: Strahlenther. 40, 97, 1931. — 11) Jüngling u. Langendorff: Strahlenther. 69, H2, 181, 1941. — 12) Langendoff: Strahlenther. 55，58，1936. — 13) Canti: Acta. Radiol. 10，320, 1929. — 14) Junl u. Kemp: Strahlenther. 48，457, 1933. — 15) Hamperel u. Schwarz: Strahlenther. 24，607, 1927. — 16) Seulberger, Schmidt u. Krönig: Strahlenther. 31，467, 1929. — 17) Seulberger, Schmidt u. Krönig: Strahleneher. 34，247, 1929 — 18) Gambarow: Strahlenther. 41，531, 1931. — 19) Gallavresi: Strahlenther. 66, 241, 1931. — 20) Jüngling u Langendorff: Strahlenther. 69，2, 181, 1941. — 21) 吉田富三：吉田富三著，吉田肉腫（寧楽書房）1952. — 22) 貴家：日本医放雑誌，12巻，8号，8頁，1952. — 23) 山田，新井：Gann 41，86，1952. — 24) 藤浪，森脇：Gann 43, 284, 1952. — 25) 今木：Gann 43，324, 1952. — 26) 野手：日本医放雑誌，12巻2号，65頁，1952. — 27) Quastler and Clark: Amer. J. Roentgenol. 54, 723, 1945. — 29) Thomson J.F. u. Tourtellote, W.W.: Amer. J. Roentgenol. 69, 830, 1953. — 30) Elliger, F. u. Baunett, J.C.: Radiolgy 54，90，1950 .— 31) Barnes and Furth: Amer. J. Roentgenol. 49，662, 1943. — 32) Arons, Freaman, Sokoloffand Eddy: British J. Radiol. 27，642, 1954. — 33) 泉：日本医放雑誌，13巻，6号，423頁，1953. — 34) 岡田，牟田：日本医放雑誌，14巻，1号，79頁，1954. — 35) 広野：Gann 42，225, 1951. — 36) 牧野，中原：Gann 43，302, 1952. — 37) 佐藤，熱海：Gann 43, 303, 1952. — 38) Gärtner: Strahlenther. 89, 26, 1953. — 39) 草住：日本医放雑誌，13巻，9号，574頁，1953. — 40) 牟田：日本医放雑，10巻，1号，30頁，1950，及11巻，3号，35頁，1951. — 41) Paterson, R. Gilbert C.W. Mathews: British J. Rodiol 25，427, 1952. — 42) 小野：日本医放雑誌，12巻，5号6頁，1952；12巻，6号，8頁，1952. — 43) E.A. Pohle u. C.H. Bunting Strahlenther. 57，121, 1936. — 44) 朝山：日本医放雑誌，12巻，6号，1頁，1952.

Experimental Studies on the Influence of the minimum effective X-ray Dose on the Mitosis of the Yoshida's Sarcoma.

by

Tokusaburo Hirakawa M.D.

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kyushu University, Fukuoka, Japan
(Director: Prof. H. Irie)

The author studied upon the influences of various doses X-ray irradiation of Yoshida's sarcoma of rat. Especially observed the number of mitosis, and the number of various phase of mitosis.

The results of the experiment were as follows.

(1) The sensibiest stadium of mitosis against the X-ray irradiation is the prophase in the mitosis.

(2) The number of mitosis were decreased after the X-ray irradiation (160r, 80r, 40r), and after a while it reached to minimum. Thereafter the number of mitosis recovered some degree in proportion to the dose of X-ray.

(3) In the case of 160r and 80r irradiation, the mitosis were repressed clearly.

(4) In the case of 40r irradiation, it acts controlly on tumor cells doing mitosis, and acts stimulately and promotely on tumor cells being to mitosis.

(5) The irradiation of 20r, 10r and 5r influenced stimulately and promotely on the prophase in the mitosis.

From the above results, the minimum effective X-ray dose on the mitosis of Yoshidas sarcoma were estimated about 40r.