The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | 微量放射線照射による白鼠の Demel 氏顆粒出現リンパ球の変動について |
| Author(s) | 池田, 道雄 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1960, 20(3), p. 667-684 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/19769 |
| 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

# 微量放射線照射による白鼠の Demel 氏顆粒出現リンパ球の変動について

東京慈恵会医科大学放射線医学教室
池田 道雄

(昭和35年5月25日受付)

(本研究は文部省科学研究費に負う所が多い，記して感謝の意を表します)

目 次

第1章 緒 言
第2章 Demel 氏顆粒について
第3章 実験材料及び方法
1. 実験動物
2. 超生体染色標本の作製
3. Demel 氏顆粒の算定法
4. 放射線の種類及び照射術式
5. 検査項目
第4章 実験成績
(その1) in vivo の実験
A. 健常白鼠の Demel リンパ球数*に就いて
B. 微量放射線照射時の白血球数，リンパ球百分率，実数及び Demel リンパ球数の変動に就いて
I. X線1回全身照射実験
II. $^{32}$P 1回注射実験
III. $^{60}$Co 1回全身照射実験
(その2) in vitro の実験
A. 生体外血液中 Demel リンパ球数の変動に就いて
I. X線1回照射実験
1 室温に保つた場合
2 体温に保つた場合
第5章 総括並びに考按
第6章 結 論

## 第1章 緒 言

Roentgen 並びに Becquerel の歴史的な発見以後，僅か60余年にして，放射線は獨り医学のみならず，他分野の研究，産業に迄その応用範囲を拡げて，近代生活に不可欠のものとなりつゝある．而も近々10年間に為されて来た核分裂の実際的利用や原子力工業への発展は，将来への限りない期待を担つている．然しそれと共に，原子放射線に曝される可能性は，最早僅かの研究者や医師に限られなくなつて来た．今迄放射線を取扱う者に対して，レ線，γ線被曝の場合は，最大許容量を1週間 0.3r と決めて居るが，此の耐容量は，放射線症を考慮したというよりはむしろ，長期効果の危険性から決定されたもので，許容量を1週間 0.1r に下げようという勧告がなされている現在である．

又一方，今迄長年月に亘つて，放射線作用の生物学的指標として，正確にしてより簡便な材料が探し求められて来た．そして人体に於ては，放射線に最も影響を受け易い組織として，高度に移動可能な細胞から成る血液，比較的固定した細胞により構成される皮膚，及びその変化が子孫に対しても効果をもたらす生殖腺がその目的の為に用いられて来て居る．此等に就いて多くのすぐれた業蹟のある事は論を俟たない．然しながら近時，放射線被曝時に，血液成分中にその退行変性を示す毒性顆粒が出現することが注目されて来た[6)7)27)]．赤血球に於ける Heinz 氏小体[39)]，白血球に於ける Demel 氏小体等[1)]が夫である．そこで私はリンパ球の変性を現わすと考えられる Demel 氏

顆粒について，微量の放射線を照射した場合の，その出現及び変動を調べ，該顆粒が微量放射線照射時の生物学的指標となり得るや否やを検討しようとして本実験を行つた．

## 第2章　Demel 氏顆粒について

Demel 氏顆粒（又は小体）は Cesaris Demel により最初に報告された[1]．1909年彼は脂肪を含む白血球の変種について報告している．即ち①殆どが小さな数多くの脂肪顆粒を含み核に変化のない白血球と，②核も変性し，多くの大きな融合した脂肪顆粒を含む白血球とである．

Sudan 嗜好性の此の脂肪顆粒は後に "Eiterkörperchen" 或は Cesaris Demel 氏顆粒（小体）と名づけられた．Demel 氏顆粒は正常でもとりわけ食事とは関係なしに証明し得るが，特に中毒性の，又は感染等に起因する疾患で著明に増多する．然しながら，流血中の他の白血球に変化が無い場合や，少い時には極めて少数しか存在しない．Torri は Demel 氏顆粒を化膿性炎症の絶対特異的所見とし，Demarchi, Comessatti, Quarelli, Buttino, G. Schifone 等によつて，肺炎，肋膜炎，腹膜炎，髄膜炎等の炎症性疾患で Demel 顆粒が末梢血中に増加する事が次々と報告されて[1]，此の所見は價値ある症候として承認された．Demel 氏顆粒は総ての白血球腫で認められるが，特に急性感染症，急性変性々疾患等で増加し，膿中白血球に高率に出現するので C. Demelは該顆粒の出現を細胞の退行変性の現われとした[1]．此の生成機転に就いては，Hammer は Brilliant cresylblue アルコール溶液を用いた超生体染色により，Demel 顆粒をリポイド顆粒と報告し，Sehrt はフォスファタイドである[10]として居り，速水は白血球の Sudan 嗜好性顆粒を不飽和性フォスファタイドに属するものと考えている．此の他此の発現に関して細胞原形質障害説[9]（Jonescu），新陳代謝障害説（Silvino）等がある．国井，滝川，平松等[3][4]は，Goldmann, Romeis，川村・矢崎法等で染色される脂肪顆粒（即ち正常細胞構成類脂質）と，Demel 氏法にて可染の中性脂肪即ち Demel 氏顆粒とを異つたものと考え，後者を病的な脂肪として，Demel 氏顆粒が変性を現わすものであるという考えを支持している．その出現率については好中球も最も高く，正常で50～60%，リンパ球は最も低く，10～20%[2]と云われている．

## 第3章　実験材料及び方法

1.　実験動物

体重 120gr 前後のウイスター系雄性白鼠を使用し，食餌による変動を避ける為，2週以上固型飼料にて同一条件下に飼育したものを用いた．

2.　超生体染色標本の作製[8]

Demel 氏顆粒観察の為に，先ず充分に脱脂した載物ガラスに Sudan III による色素膜，所謂 "Sudan 膜" を作る．此には，試験管に純無水アルコール15ccをとり，此に Sudan III（merck 製）1grを加え湯煎上にて徐々に加温し，沸騰後放置冷却して得た Sudan III 過飽和アルコール溶液を濾過して，第1液とする．此と別に1% Brilliant cresylblue 飽和無水アルコール溶液を作製して第2液とする．更に第2液と第1液がほゞ1容対6容になる様に混合して染色液を完成する．

次に予め充分脱脂した清浄な載物グラスに上記染色液を載せ，余分の液を落し，斜めに静置して乾燥させ，2～3日以上経つものを "色素膜" として観察に使用する．

観察に当つては，採取した血液を一滴此の色素膜上に滴下し，此の上に脱脂充分な清浄なカバーグラスを覆せ，適度に加圧して血球を適当に分散させ，数分後から油浸を用いて鏡検する．リンパ球は Brilliant cresylblue によつて一様に淡い青色に染まり，Demel 氏顆粒は Sudan IIIに染つて，橙紅色に輝く滴状の顆粒として原形質内に認められる．

3.　Demel 氏顆粒の算定法

リンパ球50個を算え，その中に "Demel 氏顆粒を有するリンパ球" が何個現われるかを算定した．Demel 氏顆粒は，その大きさを好酸球の顆粒の大きさと比較して大，中，小顆粒に分けているが，本実験では小顆粒を観察から除外し，大，

中顆粒を一括して算定に含めた．*尙本編では"Demel氏顆粒を有するリンパ球"を假に"Demel リンパ球"とし，Demel 顆粒を有するリンパ球数を"Demel 氏リンパ球数"としたが，此は単に記載の便宜の為に使用したものである．

4. 放射線の種類及び照射術式

1) X線照射方法

（その1） in vivo の実験

管電圧 180kVp,管電流5mA,濾過板 0.7Cu＋0.5Al,焦点動物間距離約3m,線量率 0.3r/min.

以上の条件にて 0.3r, 0.5r, 1.0r を1回全身照射した．

（その2） in vitro の実験

管電圧 200kVp 管電流15mA 濾過板 0.9Cu＋0.5Al, 焦点被照射体間距離30cm, 線量率106.2 r/min.

以上の条件にて1000r 1回照射．

管電圧 200kVp 管電流5mA 濾過板 0.9Cu＋0.5Al, 焦点被照射体間距離2m 線量率0.85r/min.

以上の条件にて 1.0r 1回照射．

2) $^{60}$Co 照射方法

東芝製 R.I.T II 型放射性同位元素治療機を用いた．焦点動物間距離76cm, 約50mr/6 sec.

以上の条件にて 0.3r, 0.5r, 1.0r 宛1回全身照射した．

3) $^{32}$P 注射方法

$^{32}$P は放射性同位元素協会から配布された $Na_2H^{32}PO_4$ を生理的食塩水を以て稀釈し，各白鼠の体重から gr 当りに計測した量を 0.5cc～1.0cc 程度に稀めて使用した．$^{32}$Pは1回注射とし，0.05 μc/g, 0.1μc/g, 0.5μc/g 宛を腹腔内に注射した．

5. 検査項目

（その1） in vivo の実験

白鼠を腹位に固定，後肢静脈を注射針にて経皮的に穿刺して得た血液から，白血球総数，リンパ球百分率及び実数，リンパ球50個中の Demel リンパ球数について，照射前，照射後1，3，5，24時間迄を測定した．

（その2） in vitro の実験

白鼠を背位に固定，経皮的に頸動脈を露出後切断して全採血を行つた．此の際血液4cc当り8滴のヘパリンを加えて凝固を防止した．

此の血液を分けて試験管内にとり，対照と照射群として，照射群には上記条件にてX線を1回照射した．その各々について経時的に Demel リンパ球数の変動を調べた．此の観察は室温放置（16～8℃）と体温保持（38.5℃恒温槽内）の各々の場合について行なつた．

## 第4章 実験成験

（その1） in vivo の実験

A．健常白鼠の Demel リンパ球数について

基礎実験として，健常白鼠40匹について，赤血球数，血色素量，白血球総数，白血球百分率，リンパ球実数及び Demel リンパ球数を調べた．

各動物の赤血球数，血色素量，白血球総数，リンパ球百分率，假「エ」白血球百分率，その他白血球百分率，リンパ球実数及び Demel リンパ球数は（第1表）に示す．

Demel リンパ球は，50個のリンパ球中に現われる Demel 氏顆粒を有するリンパ球の数を以て表わしたが，0～4個であり，その出現率は 0.3 ± 0.025

実数に換算すれば Demel リンパ球は50個のリンパ球当り

1.5±1.25（個）であつた．

B．微量放射線照射時の白血球数，リンパ球百分率，リンパ球実数及び Demel リンパ球数の変動に就いて

対照実験として，非照射時の Demel リンパ球数，白血球総数，並びにリンパ球実数及び百分率についてその経時的変化を観察した．その結果は夫々（第2表），（第3表），（第4表）に示す．

非照射時 Demel リンパ球数は 0又は1個で採血による変化，経時的な変動は認められなかつた（第2表）．

非照射時白血球数は各動物共正常範囲内にあり，採血による変化，経時的変化を認めなかつた（第3表）．

非照射時リンパ球数は各動物共正常範囲内にあり，リンパ球百分率もほゞ正常値を示し，採血に

第　1　表

| 動物番号 | 赤血球数（万） | 血色素量ザーリー（%） | 白血球数 | リンパ球（%） | 假工（%） | その他（%） | リンパ球数 | Demel リンパ球数（リンパ球50個当り） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 763 | 100 | 8000 | 78 | 19 | 3 | 6240 | 1 |
| 2 | 771 | 90 | 6200 | 73 | 27 | 0 | 4526 | 1 |
| 3 | 785 | 120 | 12000 | 66 | 36 | 1 | 7920 | 0 |
| 4 | 734 | 95 | 12800 | 65 | 29 | 6 | 8320 | 0 |
| 5 | 817 | 100 | 6600 | 70 | 29 | 1 | 4620 | 2 |
| 6 | 667 | 99 | 12000 | 66 | 32 | 2 | 7920 | 0 |
| 7 | 741 | 100 | 6000 | 66 | 33 | 1 | 3960 | 2 |
| 8 | 821 | 100 | 13800 | 75 | 23 | 2 | 10350 | 0 |
| 9 | 931 | 105 | 7400 | 45 | 55 | 0 | 3330 | 2 |
| 10 | 610 | 75 | 7500 | 65 | 35 | 0 | 4875 | 2 |
| 11 | 752 | 91 | 6200 | 62 | 38 | 0 | 3844 | 0 |
| 12 | 885 | 110 | 12500 | 71 | 29 | 0 | 8875 | 0 |
| 13 | 782 | 90 | 15800 | 49 | 49 | 2 | 7742 | 0 |
| 14 | 620 | 90 | 15000 | 56 | 43 | 1 | 8400 | 0 |
| 15 | 720 | 100 | 7200 | 62 | 39 | 1 | 4464 | 2 |
| 16 | 710 | 80 | 107000 | 74 | 25 | 1 | 7918 | 1 |
| 17 | 650 | 80 | 14500 | 72 | 28 | 0 | 10300 | 0 |
| 18 | 752 | 86 | 6200 | 69 | 31 | 0 | 4278 | 0 |
| 19 | 720 | 90 | 9900 | 63 | 32 | 5 | 6237 | 0 |
| 20 | 958 | 88 | 9300 | 63 | 36 | 1 | 5859 | 2 |
| 21 | 570 | 75 | 12400 | 63 | 32 | 5 | 7812 | 1 |
| 22 | 885 | 110 | 15500 | 54 | 45 | 1 | 8370 | 2 |
| 23 | 787 | 98 | 12400 | 69 | 25 | 6 | 8556 | 0 |
| 24 | 803 | 105 | 7300 | 71 | 29 | 0 | 5183 | 0 |
| 25 | 720 | 100 | 8500 | 65 | 31 | 0 | 5525 | 0 |
| 26 | 789 | 105 | 12100 | 72 | 25 | 0 | 8712 | 2 |
| 27 | 690 | 90 | 16000 | 78 | 19 | 3 | 12480 | 1 |
| 28 | 792 | 115 | 6600 | 42 | 58 | 0 | 2772 | 2 |
| 29 | 731 | 95 | 14200 | 69 | 27 | 4 | 9798 | 2 |
| 30 | 681 | 100 | 11000 | 71 | 29 | 0 | 7810 | 0 |
| 31 | 681 | 100 | 10700 | 58 | 40 | 2 | 6206 | 0 |
| 32 | 812 | 100 | 5000 | 51 | 49 | 0 | 2550 | 4 |
| 33 | 570 | 78 | 11000 | 58 | 42 | 0 | 6380 | 1 |
| 34 | 821 | 105 | 8400 | 53 | 47 | 0 | 4452 | 4 |
| 35 | 887 | 105 | 8400 | 40 | 60 | 0 | 3360 | 2 |
| 36 | 916 | 110 | 8700 | 54 | 46 | 0 | 4698 | 2 |
| 37 | 698 | 100 | 9800 | 58 | 40 | 2 | 5684 | 2 |
| 38 | 854 | 115 | 7200 | 53 | 45 | 2 | 3816 | 2 |
| 39 | 828 | 93 | 15200 | 54 | 45 | 1 | 8208 | 1 |
| 40 | 964 | 88 | 8700 | 63 | 47 | 0 | 5461 | 3 |

よる変化，経時的変化は認められなかつた（第4表）.

次に照射実験を実施した．その結果を以下に報告する.

第2表 非照射時 Demel リンパ球数の経時的変化

| 動物＼時間 | 0時間 | 1時間 | 3時間 | 5時間 | 24時間 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

第3表 非照射時白血球数の経時的変化

| 動物＼時間 | 0時間 | 1時間 | 3時間 | 5時間 | 24時間 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8300 | 9700 | 10100 | 8100 | 9600 |
| 2 | 14500 | 13500 | 9900 | 12400 | 11000 |
| 3 | 9300 | 7300 | 8400 | 9800 | 7200 |
| 4 | 10800 | 9600 | 11000 | 12000 | 11500 |
| 5 | 14800 | 12100 | 15500 | 11000 | 14500 |
| 6 | 6200 | 8000 | 7400 | 6600 | 7200 |

第4表 非照射時リンパ球数の経時的変化

| 動物＼時間 | 0 時 間 | 1 時 間 | 3 時 間 | 5 時 間 | 24 時 間 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4980 (60%) | 6596 (68%) | 5757 (57%) | 4212 (52%) | 5280 (55%) |
| 2 | 8830 (54) | 6345 (47) | 4851 (49) | 7192 (58) | 6710 (61) |
| 3 | 4371 (47) | 3869 (53) | 4620 (55) | 5978 (61) | 4104 (57) |
| 4 | 7344 (68) | 5760 (60) | 7150 (65) | 6000 (50) | 6555 (57) |
| 5 | 8880 (60) | 7986 (66) | 9145 (59) | 6820 (62) | 9715 (67) |
| 6 | 3224 (52) | 3440 (43) | 3700 (50) | 3630 (55) | 4608 (64) |

第5表 微量X線1回全身照射による白血球数の変化

| 線量 | 動物＼時間 | 照射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.3r | 1 | 7500 | 6300 | 4900 | 7000 | 9200 |
| | 2 | 12100 | 9800 | 6400 | 11800 | 15400 |
| | 3 | 8900 | 8300 | 9200 | 12100 | 11300 |
| | 4 | 9800 | 9000 | 8100 | 9200 | 12300 |
| | 5 | 10400 | 9200 | 7000 | 7900 | 9500 |
| 0.5r | 1 | 7400 | 6000 | 5700 | 8200 | 8400 |
| | 2 | 11000 | 8600 | 10000 | 11900 | 12800 |
| | 3 | 9200 | 6200 | 7600 | 15200 | 14000 |
| | 4 | 11200 | 7800 | 12000 | 9700 | 10900 |
| | 5 | 10800 | 9400 | 8800 | 9200 | 11400 |
| 1.0r | 1 | 5700 | 4300 | 5300 | 7800 | 10600 |
| | 2 | 8400 | 7800 | 8000 | 11700 | 11400 |
| | 3 | 6700 | 4700 | 5900 | 6300 | 7200 |
| | 4 | 10200 | 6400 | 5700 | 8200 | 12100 |
| | 5 | 6200 | 4400 | 4800 | 6600 | 7700 |

## I. X線1回全身照射実験

1) 0.3r 1回全身照射群：

i) 白血球数の変化について

0.3r 照射時の白血球数の変化は（第5表）に示す如くである．照射後3時間で僅かに減少を認める例もあるが，0.3r 1回全身照射では概ね白血球総数に変化を及ぼさなかつた．

ii) リンパ球数及び百分率の変化について

0.3r 照射時のリンパ球数の変化は（第6表）に示す如くであつた．全例共照射前値に比し1時間後から5時間迄の間に，リンパ球実数，百分率共可成り著しい減少を示して．24時間後には何れもほゞ正常値に恢復した（第1図）．

iii) Demelリンパ球数の変動については（第7表の1）及び（第4図）に示す如くである．

照射後3時間で peak（山）を示す増加を各動物について認めた．照射前と3時間後の Demel リンパ球数を比べると，増加の平均値 $\bar{x}$，及び平均値の標準誤差 $S\bar{x}$ は

$$\bar{x} = 3.2 \qquad S = 0.836$$

$$S\bar{x} = \frac{S}{\sqrt{N}} = 0.3738$$

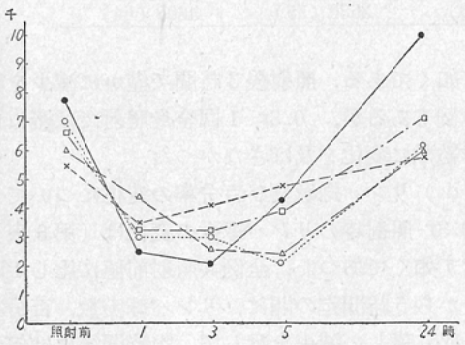
故に増加の平均値は 3.2±0.3738

平均値の信頼度は例数の大小に強く影響されるので次式により t-test を行ない差の意義の有無を判定した．mは帰無假設により 0とすると．

第6表 微量X線1回全身照射によるリンパ球数の変化（実数，百分率）

| 線量 | 動物＼時間 | 照射前 | | 1 | | 3 | | 5 | | 24 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.3r | 1 | 7040 | 55% | 3008 | 32% | 3026 | 34% | 2106 | 39% | 6264 | 58% |
| | 2 | 7865 | 65 | 2450 | 25 | 2048 | 32 | 4366 | 37 | 12136 | 74 |
| | 3 | 5429 | 61 | 3486 | 42 | 4140 | 45 | 4840 | 40 | 5876 | 52 |
| | 4 | 6762 | 69 | 3330 | 37 | 3159 | 39 | 3956 | 43 | 7134 | 58 |
| | 5 | 6000 | 60 | 4368 | 32 | 2584 | 38 | 2255 | 41 | 6050 | 55 |
| 0.5r | 1 | 7192 | 58 | 3354 | 43 | 2432 | 32 | 1739 | 37 | 5724 | 54 |
| | 2 | 5978 | 61 | 3034 | 41 | 2484 | 36 | 1470 | 35 | 4788 | 57 |
| | 3 | 5704 | 62 | 2790 | 45 | 2356 | 31 | 4864 | 32 | 9100 | 65 |
| | 4 | 8400 | 75 | 4290 | 55 | 5880 | 49 | 3783 | 39 | 8611 | 79 |
| | 5 | 8316 | 77 | 4982 | 53 | 4136 | 47 | 3956 | 43 | 8322 | 73 |
| 1.0r | 1 | 4047 | 71 | 2838 | 66 | 2173 | 41 | 1716 | 22 | 6572 | 62 |
| | 2 | 3948 | 47 | 3354 | 43 | 2800 | 35 | 3627 | 31 | 5928 | 52 |
| | 3 | 3953 | 59 | 1927 | 41 | 2006 | 34 | 1827 | 29 | 3528 | 49 |
| | 4 | 8710 | 65 | 1804 | 38 | 2170 | 35 | 4160 | 40 | 5664 | 59 |
| | 5 | 7020 | 54 | 1961 | 37 | 3198 | 39 | 4000 | 40 | 6840 | 57 |

第1図　リンパ球数の変化X線 0.3r 1回全身照射群




$$t=\frac{\bar{x}-m}{S\bar{x}}=\frac{3.2-0}{0.3738}=8.56 \quad P<0.005$$

故に上記の増加は有意であつた．

24時間後には全例共照射前値に恢復するのを認

第7表 Demel リンパ球数の変動（7の1，2，3）

X線 0.3r 1回全身照射群（7の1）

| 動物＼時間 | 照射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 0 |
| 2 | 1 | 3 | 5 | 3 | 0 |
| 3 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 |

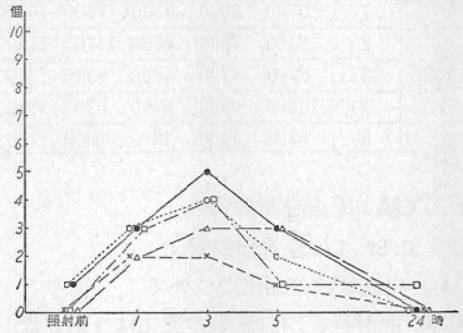
X線 0.5r 1回全身照射群（7の2）

| 動物＼時間 | 照射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 4 | 3 | 2 | 0 |
| 2 | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | 3 | 6 | 2 | 2 | 0 |
| 5 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 |

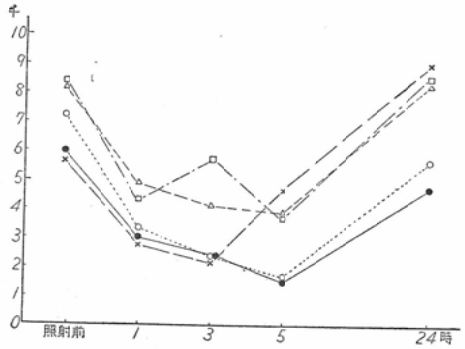
X線 1.0r 1回全身照射群（7の3）

| 動物＼時間 | 照射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| 2 | 1 | 4 | 5 | 2 | 0 |
| 3 | 0 | 3 | 4 | 2 | 0 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 3 | 0 |
| 5 | 0 | 3 | 4 | 2 | 0 |

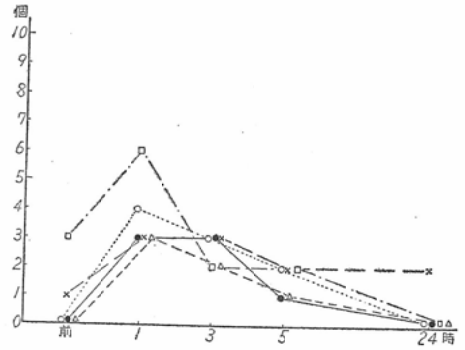
第4図　Demel リンパ球数の変化X線 0.3r 1回全身照射群



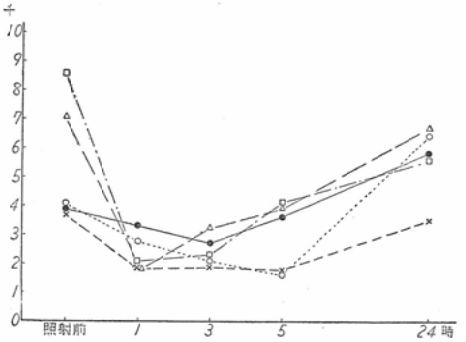
第2図　リンパ球数の変化，X線 0.5r 1回全身照射群




第5図　Demel リンパ球数の変化．X線 0.5r 1回全身照射群




第3図　リンパ球数の変化，X線 1.0r 1回全身照射群



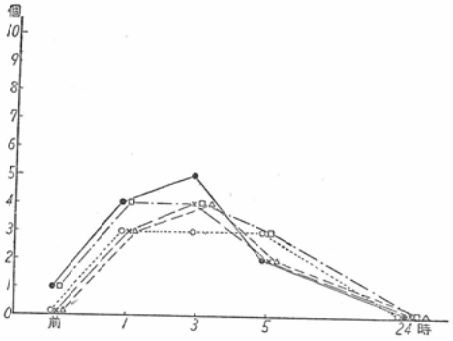

めた．

2)　0.5r 1回全身照射群

i）白血数の変化について

白血球数の変化は（第5表）に示す如くである．0.5r 照射によつて白血球数に特に変化を認めなかつた．

第6図　Demel リンパ球数の変化X線 1.0r 1回全身照射群




ii）リンパ球数及び百分率の変化について

0.5r照射時のリンパ球数の変化は（第6表）及び（第2図）に示す如くである．照射後全例共リンパ球実数，百分率共低下を認め，3～5時間で最低値を示した後，24時間後には照射前値に戻るのを認めた．

iii）Demel リンパ球数の変動について

0.5r 照射時の Demel リンパ球の変動については（第7表，7の2）及び（第5図）に示す．全例共照射後1時間で peak を示す増加を認め，24時間後には照射前値に戻るのを観察した．照射前値と照射後1時間値の差をみると

増加の平均値は 3 ±0.3434

$t=8.73$　$P<0.001$でこの増加は有意であつた．

3)　1.0r 1回全身照射群

i）白血球数の変化について

1.0r 照射後の白血球数の変化については（第5表）に示す．照射後1～3時間で減少を示して居る例もあるが余り著明とは云えなかつた．

ii）リンパ球数及び百分率の変化について

1.0r 照射時のリンパ球数及び百分率の変化は（第6表）及び（第3図）に示す如くである．照射後1～3時間で著明な減少を認めた後24時間では恢復の傾向を示した．

iii）Demel リンパ球数の変動について

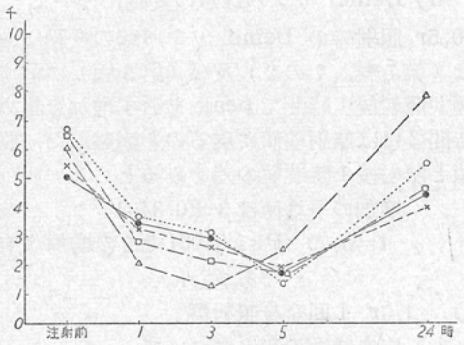
1.0r 照射時のDemelリンパ球数の変化は（第7表，7の3）及び(第6図)に示す如くである．

全例共照射後3時間で peak を示す増加を認め，24時間後には照射前値に戻るのを観察した．

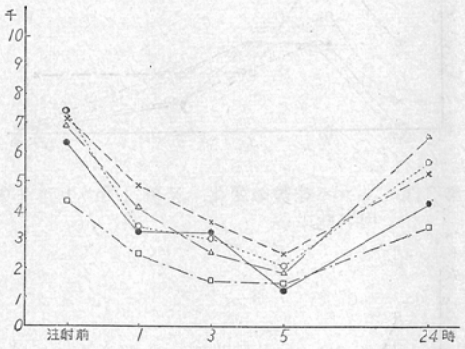
第8表　微量 $^{32}P$ 1回体内注射による白血球数の変化

| 注射量 | 動物＼時間 | 注射前 | 1時間 | 3時間 | 5時間 | 24時間 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.05μc/gr | 1 | 12800 | 9400 | 8900 | 5400 | 10800 |
| | 2 | 9600 | 8000 | 8600 | 3700 | 7200 |
| | 3 | 12000 | 10400 | 8000 | 6100 | 9600 |
| | 4 | 7800 | 5600 | 4400 | 3900 | 6900 |
| | 5 | 10000 | 8400 | 6800 | 5500 | 11000 |
| 0.1μc/gr | 1 | 12400 | 7800 | 7600 | 4700 | 10600 |
| | 2 | 9800 | 7400 | 6960 | 4200 | 8400 |
| | 3 | 8600 | 6900 | 7300 | 5600 | 7700 |
| | 4 | 11000 | 8200 | 7800 | 5400 | 7900 |
| | 5 | 10700 | 4800 | 6200 | 7800 | 13300 |
| 0.5μc/gr | 1 | 6200 | 1700 | 3700 | 8000 | 6800 |
| | 2 | 10400 | 3900 | 5500 | 8200 | 6600 |
| | 3 | 9400 | 5100 | 6800 | 7200 | 8000 |
| | 4 | 13400 | 4400 | 6200 | 10400 | 9600 |
| | 5 | 13000 | 5300 | 8200 | 10000 | 12000 |

第7図　リンパ球数の変化. $^{32}P$　体内1回注射群
0.05μc/gr




第8図　リンパ球数の変化, $^{32}P$　体内1回注射群
0.1μc/gr




照射前値と照射後3時間値の差をみると

増加の平均値は 3.6±0.2446

t = 14.71　P＜0.001で此の増加は有意であつた.

Ⅱ. $^{32}P$ 1回注射実験

1)　0.05μc/g　1回注射群

i）白血球数の変化について

0.05μc/g　1回注射時の白血球数の変化については（第8表）に示す. 全例共注射後5時間で照射前値の約半分に迄減少を示した後, 24時間後にはほゞ照射前値に恢復するのを認めた.

ii）リンパ球数及び百分率の変化について

0.05μc/g　1回注射時のリンパ球の変化については（第9表）及び（第7図）に示す如くである. リンパ球実数, 百分率共照射後3～5時間で最低値を示す減少を認め, 24時間後には恢復の傾向を示した.

iii）Demel リンパ球数の変動について

0.05μc/g　1回注射時の Demel リンパ球数の変化は（第10表, 10の1）及び（第10図）に示す如くである. 注射後3～5時間で peak を示す増加を認め24時間後にはほゞ照射前値に恢復した. 照射前値と照射後3時間値の差をみると

増加の平均値は 3.8± 0.199

第9表 微量 $^{32}P$ 1回体内注射後のリンパ球数の変化（実数，百分率）

| 注射量 | 動物＼時間 | 注射前 | | 1 | | 3 | | 5 | | 24 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.05μc/gr | 1 | 6820 | 55% | 3744 | 48% | 3192 | 42% | 1363 | 29% | 5512 | 52% |
| | 2 | 5096 | 52 | 3552 | 48 | 3062 | 44 | 1764 | 42 | 4452 | 53 |
| | 3 | 5332 | 62 | 3450 | 50 | 2774 | 38 | 1960 | 35 | 4004 | 52 |
| | 4 | 6820 | 62 | 2952 | 36 | 2106 | 27 | 1728 | 32 | 4661 | 59 |
| | 5 | 6099 | 57 | 2160 | 45 | 1240 | 20 | 2496 | 32 | 7980 | 60 |
| 0.1μc/gr | 1 | 7424 | 58 | 3478 | 37 | 3026 | 34 | 2052 | 38 | 5832 | 54 |
| | 2 | 6336 | 66 | 3360 | 42 | 3268 | 38 | 1184 | 32 | 4248 | 59 |
| | 3 | 7440 | 62 | 4992 | 48 | 3600 | 45 | 2501 | 41 | 5472 | 57 |
| | 4 | 4290 | 55 | 2520 | 45 | 1584 | 36 | 1560 | 40 | 3519 | 51 |
| | 5 | 7000 | 70 | 4116 | 49 | 2516 | 37 | 1980 | 36 | 6710 | 61 |
| 0.5μc/gr | 1 | 3534 | 57 | 680 | 40 | 1480 | 40 | 2800 | 35 | 4012 | 59 |
| | 2 | 6136 | 59 | 1482 | 38 | 1925 | 35 | 3280 | 40 | 3498 | 53 |
| | 3 | 5640 | 60 | 1632 | 32 | 2380 | 35 | 2376 | 33 | 5120 | 64 |
| | 4 | 7906 | 59 | 1452 | 33 | 1984 | 32 | 4680 | 45 | 4512 | 47 |
| | 5 | 8320 | 64 | 2385 | 45 | 3034 | 37 | 3400 | 34 | 6480 | 54 |

第10表 Demel 淋巴球数の変動（10の1，2，3）

$^{32}P$ 1 回注射群0.05μc/g（10の1）

| 動物＼時間 | 注射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 3 | 5 | 3 | 2 |
| 2 | 1 | 2 | 4 | 6 | 2 |
| 3 | 2 | 3 | 6 | 4 | 2 |
| 4 | 0 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 4 | 3 | 1 |

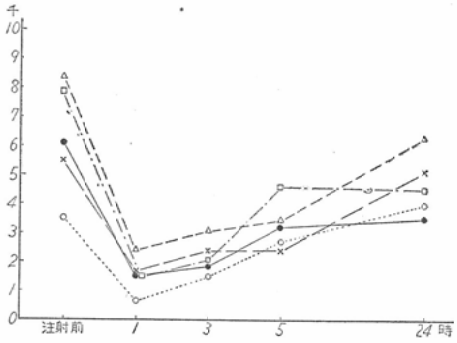
$^{32}P$ 1回注射群 0.1μc/g（10の2）

| 動物＼時間 | 注射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 2 | 0 | 4 | 5 | 4 | 3 |
| 3 | 0 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 5 | 1 | 3 | 4 | 3 | 2 |

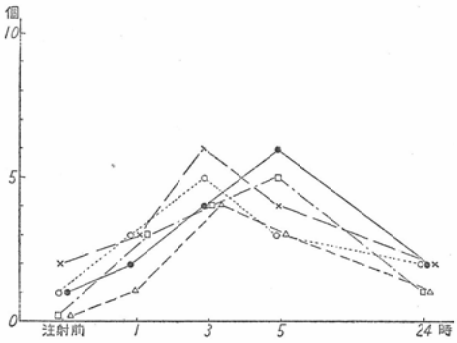
$^{32}P$ 1回注射群 0.5μc/g（10の3）

| 動物＼時間 | 注射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| 2 | 0 | 5 | 5 | 2 | 2 |
| 3 | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| 4 | 1 | 8 | 5 | 2 | 3 |
| 5 | 1 | 6 | 5 | 4 | 2 |

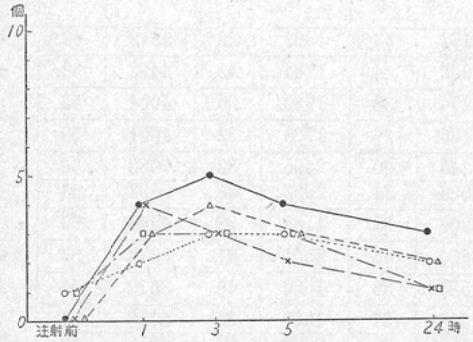
第9図 リンパ球数の変化，$^{32}P$ 体内1回注射群 0.5μc/gr



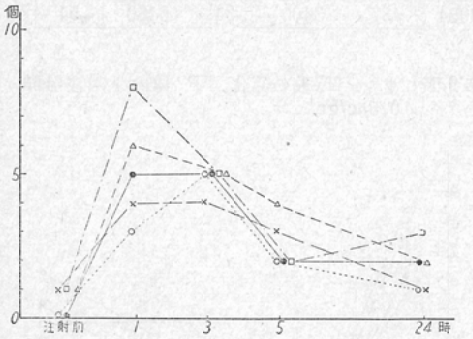

第10図 Demel リンパ球数の変化，$^{32}P$ 体内1回注射群0.05μc/gr



第11図　Demel リンパ球化数の変化, $^{32}P$ 体内1回注射群 0.1μc/gr




第12図　Demel リンパ球数の変化 $^{32}P$ 体内1回注射群 0.5μc/gr




t= 19.09　P＜0.001で此の増加は有意であつた.

2)　0.1μc/g　1回注射群

i）白血球数の変化について

0.1μc/g　1回注射時の白血球数の変化については（第8表）に示す．注射後5時間で半数以上が注射前値の50%以下に減少して居り，24時間後には何れも照射前値近く迄恢復の傾向を認めた.

ii）リンパ球数及び百分率の変化について

0.1μc/g 1回注射時のリンパ球の変化については（第9表）及び（第8図）に示す如くである．リンパ球実数，百分率共注射後5時間で最低値を示し，24時間後にはほゞ注射前値近く迄恢復の傾向を認めた.

iii）Demel リンパ球数の変動について

0.1μc/g　1回注射時の Demel リンパ球数の変化は（第10表）及び（第11図10の2）に示す如くである.

注射後3時間で peak を示す増加を認め，24時間後には稍ゝ恢復の傾向を示した．注射前値と注射後3時間値をとると

増加の平均値は3±0.547

t=5.48　P＜0.01で此の増加は有意であつた.

3)　0.5μc/g　1回注射群

i）白血球数の変化について

0.5μc/g　1回注射時の白血球数の変化については（第8表）に示す．注射後1時間で全例に著しい減少を認め以後漸次恢復して24時間後にはほゞ恢復の傾向を認めた.

ii）リンパ球数及び百分率の変化について

0.5μc/g　1回注射時のリンパ球数の変化については(第9表)及び(第9図)に示す如くである.

リンパ球実数，百分率共に注射後1時間で著しい減少を示し以後次第に恢復する傾向を認めた.

iii）Demel リンパ球数の変動について

0.5μc/g 1回注射時の Demel リンパ球数の変化については（第10表，10の3）及び（第12図）に示す如くである.

注射後1時間で peakを示す増加を認め，24時間後には稍ゝ恢復の傾向を示した．注射前値と注射後1時間値をとると

増加の平均値は 4.6±0.75

t=6.13　P＜0.005で此の増加は有意であつた.

Ⅲ．$^{60}Co$ 1回全身照射実験

1)　0.3r　1回全身照射群

i）白血球数の変化について

0.3r　1回照射による白血球数の変化は（第11表）に示す如くである．全例共照射前後に於て特に差異を認めなかつた.

ii）リンパ球数及び百分率の変化について

0.3r　1回照射時のリンパ球数の変化については（第12）表及び（第13図）に示す如くである．リンパ球実数，百分率共に照射後5時間で最低値を示す減少が認められ，24時間後にはほゞ照射前値近く恢復するのを認めた.

iii) Demel リンパ球数の変動について

0.3r 1回照射時の Demel リンパ球数の変化は(第13表)及び(第16図13の1)に示す如くである.

照射後1時間で peak を示す増加を認め, 24時間後にはほゞ照射前値に戻るのを認めた.

照射前値と照射1時間後をとると

増加の平均値は 5.4± 0.897

t=6.04 P<0.005 で此の増加は有意であつた.

2) 0.5r 1回全身照射群

i) 白血球数の変化について

0.5r 1回照射による白血球数の変化は(第11表)に示す如くである. 全例共照射の前後に於て特に差異を認めなかつた.

ii) リンパ球数及び百分率の変化について

0.5r 1回照射によるリンパ球数の変化については(第12表)及び(第14図)に示す如くである. リンパ球実数, 百分率共照射後1～3時間で最低値を示す減少を認め, 24時間後にはほゞ照射前値に恢復するのを認めた.

iii) Demel リンパ球数の変動について

0.5r 1回照射による Demelリンパ球数の変化は(第13表)及び(第17図)に示す如くである. 照射後1～3時間で最高値を示す増加を認め, 24時間では恢復の傾向を示した. 照射前値と照射後1時間値をとると.

増加の平均は 3.6± 0.894

t=14.7 P<0.001で此の増加は有意であつた.

第11表 微量 $^{60}$Co 1回全身照射による白血球数の変化

| 線量 | 動物＼時間 | 照射前 | 1時間 | 3時間 | 5時間 | 24時間 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.3r | 1 | 9200 | 10800 | 7000 | 8900 | 8600 |
| | 2 | 12100 | 13100 | 11600 | 8800 | 8700 |
| | 3 | 8600 | 9800 | 9500 | 7900 | 8700 |
| | 4 | 5400 | 8600 | 11200 | 11600 | 6700 |
| | 5 | 11400 | 11100 | 14600 | 7900 | 11300 |
| 0.5r | 1 | 7800 | 7500 | 6000 | 6000 | 10800 |
| | 2 | 8900 | 7800 | 6900 | 8800 | 8600 |
| | 3 | 8900 | 8000 | 12400 | 11000 | 6500 |
| | 4 | 5400 | 4200 | 5000 | 6100 | 5700 |
| | 5 | 5600 | 6200 | 4200 | 7600 | 6600 |
| 1.0r | 1 | 9600 | 11200 | 13800 | 13600 | 10600 |
| | 2 | 14400 | 8600 | 10000 | 7500 | 11900 |
| | 3 | 7800 | 8600 | 6400 | 7800 | 5600 |
| | 4 | 10400 | 10600 | 12400 | 9800 | 11300 |
| | 5 | 8400 | 10000 | 7800 | 9600 | 12000 |

第12表 微量 $^{60}$Co 1回全身照射時のリンパ球数の変化(実数, 百分率)

| 線量 | 動物＼時間 | 照射前 | | 1 | | 3 | | 5 | | 24 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.3r | 1 | 6440 | 70% | 6804 | 63% | 3920 | 35% | 2492 | 28% | 4558 | 53% |
| | 2 | 6897 | 57 | 6550 | 50 | 3596 | 31 | 2904 | 33 | 4224 | 48 |
| | 3 | 5332 | 62 | 5390 | 55 | 3744 | 39 | 2844 | 36 | 4094 | 46 |
| | 4 | 3834 | 71 | 4902 | 57 | 4592 | 41 | 5104 | 44 | 3752 | 65 |
| | 5 | 6840 | 60 | 5661 | 51 | 6424 | 44 | 3081 | 39 | 6102 | 54 |
| 0.5r | 1 | 5694 | 73 | 2175 | 29 | 2040 | 34 | 2856 | 42 | 6912 | 64 |
| | 2 | 5963 | 67 | 2418 | 31 | 2001 | 29 | 2816 | 32 | 5590 | 65 |
| | 3 | 5073 | 57 | 2640 | 33 | 3224 | 26 | 3410 | 31 | 3618 | 54 |
| | 4 | 3672 | 68 | 1470 | 35 | 1500 | 30 | 1708 | 28 | 3477 | 61 |
| | 5 | 3528 | 63 | 1426 | 23 | 1176 | 28 | 1596 | 21 | 3432 | 52 |
| 1.0r | 1 | 5760 | 60 | 3584 | 32 | 3312 | 24 | 4896 | 36 | 5724 | 54 |
| | 2 | 8352 | 58 | 3010 | 35 | 2900 | 29 | 1875 | 25 | 7378 | 62 |
| | 3 | 5304 | 68 | 2150 | 25 | 1728 | 27 | 1638 | 21 | 3752 | 67 |
| | 4 | 6552 | 63 | 3816 | 36 | 3100 | 25 | 2842 | 29 | 6554 | 58 |
| | 5 | 5124 | 61 | 3400 | 34 | 2106 | 27 | 2976 | 31 | 6480 | 54 |

第13表　Demel リンパ球数の変動

$^{60}$Co　0.3r　1回全身照射群（13の1）

| 動物＼時間 | 照射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 8 | 4 | 4 | 2 |
| 2 | 1 | 8 | 7 | 3 | 1 |
| 3 | 0 | 6 | 5 | 2 | 0 |
| 4 | 1 | 6 | 5 | 3 | 1 |
| 5 | 1 | 3 | 6 | 3 | 1 |

$^{60}$Co　0.5r　1回全身照射群（13の2）

| 動物＼時間 | 照射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 5 | 4 | 2 | 0 |
| 2 | 0 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| 3 | 0 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| 5 | 1 | 5 | 5 | 3 | 2 |

$^{60}$Co　1.0r　1回全身照射群（13の3）

| 動物＼時間 | 照射前 | 1 | 3 | 5 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 7 | 6 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 6 | 5 | 2 | 2 |
| 3 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 4 | 1 | 6 | 4 | 2 | 1 |
| 5 | 0 | 5 | 5 | 3 | 1 |

第14表　$^{32}$P 生体内照射線量（rep）

| 注射後時間＼注射量 | 0.05μc/g | 0.1μc/g | 0.5μc/g |
|---|---|---|---|
| 1（時間） | 0.07878 | 0.157 | 0.7878 |
| 3 | 0.2361 | 0.4722 | 2.3613 |
| 5 | 0.3935 | 0.7871 | 3.9356 |
| 24 | 1.8891 | 3.7781 | 18.891 |

3)　1.0r　1回全身照射群

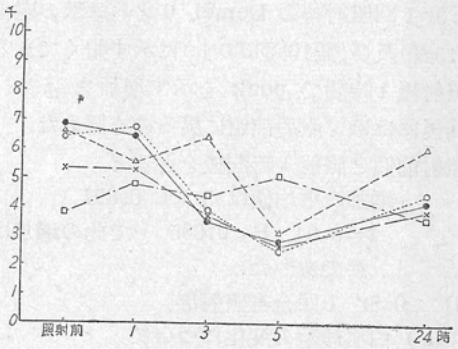
i）白血球数の変化について

1.0r　1回照射による白血球数の変化は（第11表）に示す如くである．全例共照射の前後に於て特に差異を認めなかつた．

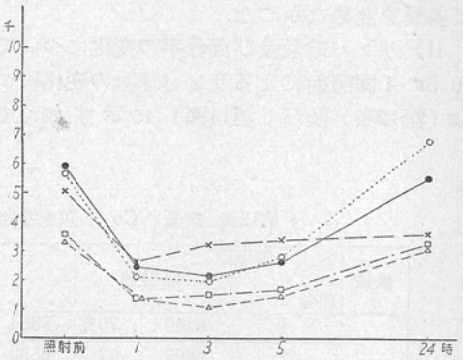
ii）リンパ球数及び百分率の変化について

1.0r　1回照射時リンパ球数の変化については（第12表）及び（第15図）に示す如くである．照射後3時間で最低値を示す減少を認め，24時間後

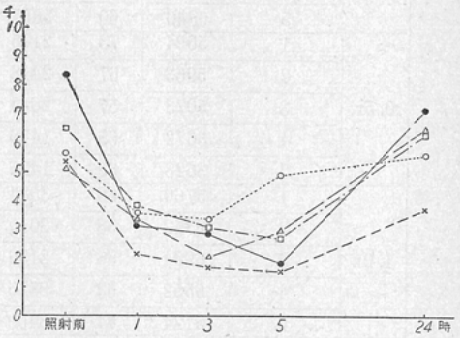
第13図　リンパ球数の変化 $^{60}$Co 0.3r　1回全身照射群




第14図　リンパ球数の変化 $^{60}$Co 0.5r　1回全身照射群




第15図　リンパ球数の変化 $^{60}$Co 1.0r　1回全身照射群

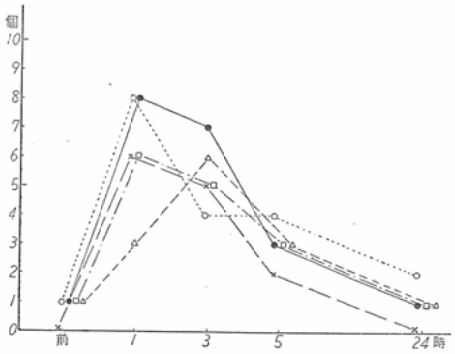



にはほゞ照射前値に戻るのを認めた．

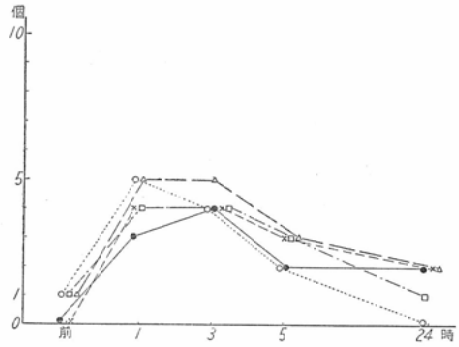
iii）Demel リンパ球数の変動について

1.0r　1回照射による Demel リンパ球数の変化は（第13表，13の3）及び（第18図）に示す如くである．照射後1時間で peak を示す増加を認め，24時間後には殆ど照射前値に戻るのを認め

第16図 Demel リンパ球数の変化, $^{60}$Co 0.3r 1回全身照射群




第17図 Demel リンパ球数の変化 $^{60}$Co 0.5r 1回全身照射群




た．照射前値と照射後1時間値をとると

増加の平均値は 4.8± 0.199

t=24.1 P＜0.001で此の増加は有意であつた．

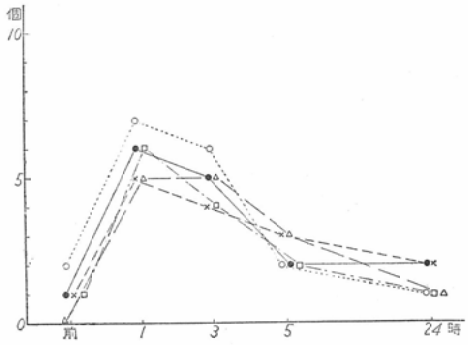
（その2） in vitro の実験

A．生体外血液中 Demel リンパ球数の変動に就いて

I．X線1回照射実験（1.0r 及び1000r 照射）

1） 室温に保つた場合

第18図 Demel リンパ球数の変化, $^{60}$Co 1.0r 1回全身照射群




室温（16°C～18°C）に保つた場合の Demel リンパ球数の変動は（第15表）及び（第19図）に示す如くである．対照，照射群共3時間後から Demel リンパ球が認められる様になり以後時間の経過と共に何れも Demel リンパ球数が増加した．照射群は対照に比し特に12時間以後 Demel リンパ球の増多がはつきりしているが，線量の大小による差異は殆ど認められなかつた．

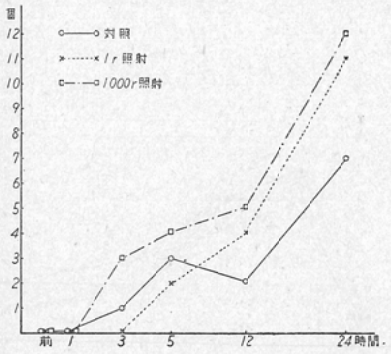
2） 体温に保つた場合

恒温槽内に体温（38.5°C）に保つた場合の Demel リンパ球数の変動は（第15表）及び（第20図）に示す如くである．Demel リンパ球は室温の場合より早く1時間後から全部に出現し始め以後時間と共に増加した．増加の割合は室温時より大で，12時間後には室温時24時間後の値を上廻つた．照射群と対照とでは3～5時間目には明らかに照射群に多くの Demel リンパ球が出現した．然し12時間後には対照との差がなくなり，24時間後は細胞の崩壊著しく観察不可能であつた．体温

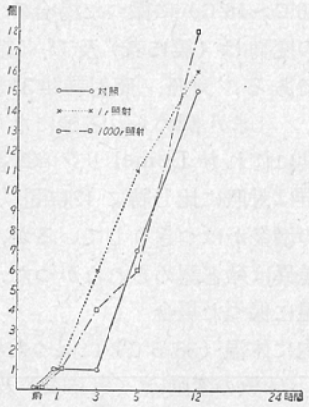
第15表 生体外照射時 Demel リンパ球数の変動

| | 線量 | 照射前 | 1時間 | 3時間 | 5時間 | 12時間 | 24時間 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 室温（16～18°C） | 対照 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 7 |
| | 1r | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 11 |
| | 1000r | 0 | 0 | 3 | 4 | 5 | 12 |
| 恒温槽内（38.5°C） | 対照 | 0 | 1 | 1 | 7 | 15 | 不能 |
| | 1r | 0 | 1 | 6 | 11 | 16 | |
| | 1000r | 0 | 1 | 4 | 6 | 18 | |

第19図　Demelリンパ球数の変動（in vitro 16～18℃）




第20図　Demel リンパ球数の変動(in vitro 38·5℃)




保持の場合には1r の方が1000r より比較的早期に多くの Demel リンパ球の出現を認めた．

## 第5章　総括並びに考按

放射線照射による白血球の増減の機転については，Heinecke[40]，Milchner[43] がX線照射後の白血球減少に注目して以来，Helber u. Linser[42]，Heim, Wintz, Lorant 等が此の事実を認めて居り，減少の機転について，Helber u. Linser, Churschmann u. Gaup[46]，Perthes[41]，足立，飯塚[50]等は流血中の白血球がX線により直接破壊され，同時にその破壊産物は骨髄に作用して白血球を減少せしめると報告している．そしてその際の白血球破壊物質に関しては，Krause u. Ziegler[47]，Schwarz[48]，Zachel[49] 等は Choline 及び Lethicin 説，Helber u. Linser は Leucotoxin 説，Caspari は Necrohormone 説，柏谷[52]のNuclein説，宇部のRNA説等々がある．藤野[53]，卜部[54]はこの白血球破壊物質はX線障害時に屢ゝ出現する白血球顆粒と密接な関係があると述べている．

白血球増減の推移に就いては，照射後数時間で一過性に増加してから照射前値より減少し，後再び恢復するという変化を示す．動物実験で此の際増加の主体を為すのは"假工"細胞であり，減少の主体を為すのはリンパ球であつて，白血球総数の変動は両者の相関々係による事が一般に認められている．そして"假工球"の増加は，照射野，容積線量の大小によらず，照射部位によつて異り，リンパ球の減少は容積線量及び照射部位により異ると云われ[11]，此は下垂体，副腎皮質系のリンパ球減少機転が亢進した結果現われるものであると考えられている[18]（White, Dougherty等）．

微量放射線の影響についての報告は，主として連続，反覆照射時のものが多い．X線については，例えば中原[16]は1日平均0.15r 宛の散亂X線浴を連日行い，白血球には何らの器質的変化を認めず，食欲能の減退のみを認め，大町は家兎に1日0.55r 宛20カ月連続照射を施行して血液に著明な変化を認めていない[20]．

本実験では微量線量の1回全身照射を行つて経時的変化を観察したが，前章に記載した如く白血球総数には著明な変動なく，リンパ球は，百分率，実数共に照射後減少を示して，この様な微量X線照射によつても明らかに反応する事を認めた．而して24時間後には各々照射前値に近い値を示して恢復の傾向を認めた．Demel リンパ球数は何れの照射線量でも照射後1～3時間で peak を示す有意な増加を認めた．

$^{32}$P 注射による影響についての報告は，Hevesy[28]，Cohn[29]，Marshak[30]，Scott[31] 等の組織学的，血液学的研究と，Lawrence[32][33]，Low-Beer[34] 等の白血病，その他疾病に対する治療学的研究が主である．微量照射に関しては，深井[13]の毎日0.25μc/g保持量の障害度の組織学的観察の報告，堀江の白鼠に対して0.01μc/g～1μc/g 1回注射時の経日的観察の報告がある．又菊池[15]は長

期間血液像の変動を観察して，白血球に対して0.01μc/g～0.05μc/g では刺戟的に作用し，0.05μc/g～0.5μc/g では概ね抑制的に作用し，0.5μc/g以上は血液障害の増加，恢復遅延を起す事を見て居る．然し此等は何れも比較的長期間の且，概ね経日的の観察であるが，本実験では微量 $^{32}P$ 注射後の経時的変動を観察した．

尚，$Na_2H^{32}PO_4$ 腹腔内注射による各臓器の内部線量 $D_\beta(t)$ は注射後経過時間 t 並びにその時の，臓器 $^{32}P$ 摂取率を知る事により求められる．然しこゝで問題になる注射後数時間内の各臓器摂取率の変動に関しては報告が少い．けれども，腹腔内注射された $^{32}P$ は速かに比較的体内の全般にわたつて蓄積され，24時間後にはプラトーに達する．臓器によつては，注射後短時間摂取率が増加するがそれもプラトー値の2倍を越える事はない．

以上の理由と，Demel 氏顆粒生成に関する critical organ が，はつきりしないという2つの理由から，此処では“$^{32}P$ は腹腔内注射後直ちに全身に均等に分布し，排泄されない”との假定の下に内部線量を求めた．

$$D_\beta(t)=\underbrace{3.3C\bar{E}_\beta T}_{D_\beta(\infty)}\left(1-e^{-\frac{0.693\,t}{T}}\right)\text{in〔rep〕}$$

C…μc/g

T…半減期＝14.3×24（in hour の為）

t…注射後時間　　$E_\beta=0.695$(MeV)

得た値は（第14表）に示す．

微量 $^{32}P$ の1回注射により白血球数は軽度の減少を示すが0.05μc/g 群では5時間後に最低となり，照射量の増加と共に減少も著明となり，0.5μc/g 群，では注射後1時間で最低値を示した．然し何れの群に於ても24時間後にはほゞ恢復の傾向を認めた．リンパ球数の変化も大体白血球総数の推移と平行した態度を示して，注射後著明な減少を各群について認めたが，注射量の多い程，注射後速かに最低値をとつた．24時間後には，0.05μc/g 群及び 0.1μc/g 群では殆ど照射前値に近い値を示し，0.5μc/g群でもほゞ恢復の傾向を認めた．Demel リンパ球数については各群共有意の増加を認めたが，0.05μc/g群では注射後3～5時間で最高値を示し，此の頃の内部線量は 0.23rep～0.39repであり，0.1μc/g群で peak を示した3時間後の内部線量は約0.47rep，又0.5μc/g 群では注射後最高値を示した1時間後の内部線量は0.79repであつて何れも1rep以下であり，且又時間の推移と共に内部線量が増加しているにもかゝわらず Demel リンパ球数の増多は此と平行せず，24時間後には何れも正常値に低い値を示したのは興味深い．

γ線微量照射に関しては，徳富[36]は Ra を用い，1日 0.2r，1.0r，2.0r 宛家兎卵巣に連続照射して各々1～6カ月後に線量に比例した傷害を認め，Lorenz[37)38)]は Ra をマウス，モルモット，家兎に0.11r～8.8rの各種線量を1日8時間宛長期連続照射して，血液変化よりも発癌作用と不妊を認めた．樋口等[55]は家兎に毎日50mr 宛180日間連続照射し，血液特に白血球に殆ど障害を認めず，又入江，吉田等は $^{60}Co$ 微量全身照射による末梢白血球像に及ぼす最少照射量を検討しているが，此等は何れも微量連続照射で長期間の観察である．本実験では $^{60}Co$ 微量1回全身照射を行い白血球総数には各群共著変を認めず，リンパ球数の変化では，0.3r 照射群では照射後5時間目に軽度の減少を認め，0.5r～1.0r群では各照射後1時間より著しい減少を認めた．然し殆どすべて24時間後には恢復の傾向を認めた．Demel リンパ球の変動について見ると各群共照射後1時間で既に著明な増加を認めた．特に $^{60}Co$ 照射の場合は 0.3r で著しい有意の増加を示して居り，特に線量の増加による差は認められない．24時間後には総ての群が殆ど正常値に恢復するのを認めた．

Demel 氏顆粒と放射線との関連に就いては，日比野，滝川等[56]は正常人リンパ球には約20%以下に出現し，X線 0.5r 1回照射後に明らかに増加を認めると報告し，入江等[57]はX線技師を対象として Demel 氏顆粒の増減を調べ，少く共慢性被曝の場合には，健康人に比して著明な差を認めないといつて居り，林[59]は家兎に於て 100r，300r，

600r 照射を行いX線量の大なる程 Demel リンパ球の出現率が高く且長期に及んだと報告している．本実験ではX線のみならず $^{32}P$ によるβ線の微量照射及び $^{60}Co$ によるγ線微量照射についても観察を行つた．其の結果何れの場合でも，0.3 rから 1.0rという微量線量の照射によつて，照射後1乃至5時間で Demel リンパ球数の有意の増加を認めた．此の増加は線種と特に関連なく，又線量の多少共直接，平行関係がある様には思われない．

以上，極めて僅かの放射線の体外，体内照射により末梢血液中のリンパ球数減少，及び此と平行して Demel リンパ球数の増加を認めた．

前にも僅かに触れたが刺戟（Stressor）に対する非特異的な生体反応の一環として，リンパ組織の著明な萎縮が惹起される事は，下垂体副腎皮質系との関連に於て論ぜられて居り，リンパ球及びリンパ組織に対する内分泌系の関与は多くの報告と共に明らかである[18]．

放射線照射も一種の Stressor であつて，Selye 等の汎適応症候群の概念により上記所見を説明し得なくはない．然し本実験では Selye 等のいう初期に一時的増加，次いで減少という二相性のリンパ減少は認めなかつた．此は線量が少く，Stressor として軽微な為かもしれない．然しリンパ球の変動は，副腎皮質ホルモンのみに支配されているのではない．放射線照射は副腎や下垂体剔出動物のリンパ組織を萎縮せしめ，流血中リンパ球を減少せしめる．電離放射線の特異的な，しかも否定出来ない効果が屢ゝ皮質ホルモンの効果の一つ又は他のものと同じであり，殆ど区別し得ないのはよく知られている事である．組織培養ですべての神経，ホルモンの影響を除いた，取り出したリンパ組織は極めて放射線感受性が高い[21]．故に本実験で見られたリンパ球の減少が放射線の直接作用によるものか，副腎皮質系関与の結果であるかは俄かに断定出来ない．それならば次に Demel氏 顆粒の増加は副腎皮質ホルモンの直接支配によるものであろうか．自律神経，内分泌の調節を除く為に in vitro の実験を行つた．その結果は対照に於ても時間の経過と共に Demel リンパ球数は増加の一路をたどつた．死に近づくに従つて増加を示した．即ち Demel氏 顆粒はリンパ球の変性から崩壊への過程に於て現われるものとして充分に考えられる．照射群で対照よりも早く且稍ゝ数多く Demel リンパ球が現われた．経時的の増加は両者共同様であつた．此の場合線量による差は夫程はつきりしていない．温度の上昇による代謝の促進と共に，上記の変化はより速かに現われ且増多を示した．此の場合は照射による影響は判然としない．24時間後は細胞の崩壊強く観察不能であつた．文献によれば体外白血球はX線照射により特異な破壊像を示さないが，照射により自然破壊時間を短縮される[12]．その程度は白血球種により異り，リンパ球が最も抵抗強く破壊し難い．リンパ組織が放射線に対して過敏である事は，中原，滝川，赤岩等の実験でも示され，Schnecke，Trowell，佐藤等もリンパ球に放射線照射を行い，形態学的変化からリンパ組織内での小リンパ球は最も放射線感受性が大である事が認められている[21][22]．にもかゝわらず体外に於てはリンパ球は極めてX線抵抗が大である[17]．又体内で照射直後からリンパ球が減少するのは，急激な処理，廃滅に原因すると考えられ[12][17]，又増加する“假エ球”は末梢血中に破壊現象を認めるが，減少するリンパ球は末梢血中に破壊像を現わさないで[11]，リンパ組織内に破壊リンパ球に由来すると思われる多数の崩壊核片が，大食細胞又は細網細胞に捕食された如く存在するのが認められている[17]．以上の事から生体内照射で Demel リンパ球が一過性に増加し，又正常値に戻るのは，変性に陥つた細胞は速かにリンパ組織内で処理される為ではないかと考えられる．

既に述べた様に，Demel 氏顆粒は白血球の（此の場合はリンパ球の）退行産物と考えられている．それならばどの様な代謝異常の現われであろうか．放射線を照射された動物で脂肪の代謝及び輸走に障害が起るのは確実である[25]．

又，in vitro で不飽和脂肪酸は放射線に極め

て感受性が高い事も知られている[24]. Bacq や Horgan 等は白鼠，廿日鼠でX線照射後の脂肪内の lipid peroxides 量を測定し，その酸化が放射線の一次効果ではなく生化学的変化からもたらされた最終効果であると解釈している．又放射線照射後，血球も脂肪に富む様になるが，その増加は血漿中の夫とは平行しないという興味ある報告もある[26]．然しながら此等の知見は未だ多少共断片的であり，此等から直ちに Demel 氏顆粒の成因に迄立ち入る事は許されない．唯，Ancel や Vintemberger が疑つた如く，生化学的な傷害 "biochemical lesion" の概念が正しい事は疑う余地がない様に思われる．放射線症が一連の生化学的傷害の結果である事は多くの決定的事実により証明されている．微量放射線照射による Demel リンパ球の出現は目に見えない放射線症の一つの症候になる様に思われるが，次の段階は，その生成の疑問を解く事にあると考える．

## 第6章 結 論

各種の微量放射線1回照射によつて生ずる Demel 氏顆粒を有するリンパ球の変動を観察し併せて白血球数，リンパ球実数，百分率の推移を白鼠を用いて検討して次の如き結論を得た．

1) 健常白鼠に於て Demel リンパ球の出現率は0.03± 0.025であつた．

2) 0.3r乃至 1.0rの微量放射線1回照射により，Demel 氏顆粒を有するリンパ球は，照射後1乃至3時間で peak を示す有意な増加を示し，放射線の種類と特定の関連はない様に思われた．

3) 0.3r 乃至 0.5r の微量照射でもリンパ球は一過性の減少を示す事が多かつた．

4) 生体外照射実験で Demel 氏顆粒はリンパ球の変性崩壊への過程で増加するのを認めた．

稿を終るに当り御指導御鞭撻を賜つた恩師故樋口助弘教授並びに中原一臣助教授に対して深甚なる謝意を表します．又此の実験に当つて御教示を賜つた名大日比野内科滝川助教授に感謝の意を表します．

（尚本論文要旨は第17回日本医学放射線学会総会に於て発表した）．

## 文 献

1) C. Demel: Virchow's Arch., 195, 1, 1909. — 2) 日比野：医学，9，101，(昭25) — 3) 国井，滝川：日血会誌 9, 81 (昭21)；日血会誌, 11, 114 (昭23). — 4) 滝川，平松：日血会誌11；89 (昭23)；日血会誌, 12, 158 (昭24) 日血会誌13, 252 (昭25) — 5) 鳥井, 丸尾, 服部：日血会誌, 16, 4 (昭28, 8). — 6) 鳥井，浅井，今村；日血会誌17；4～5 (昭29, 8). — 7) 黒川, 恒吉, 遠藤, 日医放誌, 16, 2 (昭31. 5). — 8) 滝川；日本医事新報 No. 1720, 105. — 9) P. Jonescu: Folia hämat. Bd. 47, Heft 1～2 S 159 April'32. — 10) E. Sehrt: Histologie u Chemie der Lipoide der Weissen Blutzellen u. ihre Beziehung zur oxydasereaktion, sowie über den Stand der modernen Histologie der zelllipoide., Georg-Thieme Uerlag. 1927. — 11) 樋口，西田：日医放誌，12巻，1号；12巻，2号. — 12) 杉本；日医放誌, 12巻9号及び11号. — 13) 深井；日医放誌, 16巻，1号. — 14) 堀江；日医放誌 16巻，12号, — 15) 菊池等；日血会誌14巻4号. — 16) 中原: 日医放誌12巻11号. — 17) 建田等：医学と生物学 35巻5号，36巻5号. — 18) Dogherty, T.F. and A. White: Endocrinology, 35：1, 1944. — 19) Dogherty, T.F., Physiol. Review: 32, 379, 1952. — 20) 大町：日医放誌，15巻, 4号. — 21) Trowell, O.A.: J. Physiol., 1953, 119, 274. — 22) Trowell, O.A.: Brit. J. Rad. 1953, 26, 202. — 23) Trowell, O.A.: J. Path. Bact. 1952, 64, 687. — 24) Bacq, and Aleander: Fundamental of Radiobiology. — 25) Rosenthal, R. L.: Univ. Calif. Rad. Lab. Rep. UCRL- 273, 1949. — 26) Steadman, L.T. & Thompson, H.E.: Univ. Rochester Atom. Energy Prog., UR- 103, 1950. — 27) 草加：日医放誌，16巻5号. — 28) Hevesy G. & al.: Nature, 136, 754, 1935. — 29) Cohn, W.E. & al.: J. of Biolog. Chem., 123, 185, 1938. — 30) Marshak, A.: Science, 92, 460, 1940. — 31) Scott, K.G. & al.: Proceedings of the society for Exp. Biolog. and Medicine, 48, 155, 1941. — 32) J.H. Lawrence, Ann. Int. Med. 15, 487, 1941. — 33) J. H. Lawrence: Rad. 35, 51, 1940. — 34) V.A. Low-Beer & al.: Rad. 39, 573, 1942. — 35) J.M. Kenney: Cancer Research, 2, 130, 1942. — 36) 徳富：日医放誌，14巻9号，15巻11号. — 37) Lorenz: Am. J. Roent., Feb. 1950. — 38) Lorenz, Heston, Allen: Rad., Sep 1947. — 39) Heinz: Virchows Arch., Bd. 122, 111. (1890) — 40) Heineck: Münch. Med. Woch., 1903 S 2090, 1904, S, 785. — 41) Perthes: 臨床医学, 11巻，573. — 42) Linser u. Helber: Münch. Med. Woch., 1905, S. 689. — 43) Milchner:

Milchner u. Moose, Berl. Klin. Woch., 41, 1267 (1904). — 44) Lorenz, E.: J. Nat. Cancer Inst., p. 341 (1947). — 45) Lorenz, E.: Am. J. Roent., Vol. 63, No. 2, p. 176 (1950). — 46) Chruschmann u. Gaup: Münch. Med. Woch. 52, 2409 (1905). — 47) Krause u. Ziegler: Fortsch. d. Roentgenstr. 10, 126 (1906). —48) Schwarz: Wien. Klin. Woch., 37, 85 (1924), — 49) Zachel: Strahlentherapie, 23, 272 (1928), — 50) 足立，飯塚：日医放誌， 9巻，3号— 51) 長橋：日医放誌，12巻，1号. — 52) 柏谷：日医放誌，2巻，4号. — 53) 藤野：日医放誌， 12巻，1号. — 54) 卜部：日本血液学会雑誌， 19巻，3号. — 55) 樋口等：日医放誌, 17巻，1号. — 56) 日比野他：綜合研究「放射能の人体最大許容量の決定」31年度報告書， 237. — 57) 入江他：綜合研究「放射線の人体最大許容量の決定」31年度報告書，107. — 58) 高橋：日医放誌，16巻，5号. — 59) 林：金沢医理学叢書，50巻，1.

## On the Appearance of Demel's Bodies of the Lymphocytes with Various Minimal Radiation

By

Michio Ikeda

Dept. of Radiology, Jikeikai School of Medicine

The appearance of Demel's bodies in lymphocytes were examined with normal rats irradiated with small dose of several types of ionizing radiations (0.3 r, 0.5 r, 1.0 r of 180 kVp. X-ray, 0.3 r, 0.5 r, 1.0 r of $^{60}$Co$\gamma$ ray and 0.05 $\mu$c/g, 0.1 $\mu$c/g 0.5 $\mu$c/g of $^{32}$p $\beta$-ray).

The observation of Demel's body was performed with "ultra vital staining method" (Sudan Ⅲ alcohol solution+1% Brilliant cresylblue alcohol solution).

The results of this experiments are as follows:

1) The percentage of the appearance of Demel's bodies in the normal rats was 0.03±0.025.

2) The lymphocytes containing Demel's bodies showed a significant increase from 1～3 hours after irradiation. These increases of the number of lymphocytes contained Demel's bodies was clearly observed by single total body irradiation of 0.3 r～1.0 r and showed no correlation with the types of the ionizing radiations.

3) In many cases, the lymphocytes decreased temporarily after irradiation of these small doses.

4) In vitro experiments, lymphocytes contained Demel's bodies increased gradually, and it seems to me that its appearance represents the destructive process of the lymphocytes.