

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 廿日鼠脾臓に對する放射線の作用(第3報)  |
| Author(s)    | 伊東, 乙正  |
| Citation     | 日本医学放射線学会雑誌. 1955, 15(2), p. 132-143  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/20766">https://hdl.handle.net/11094/20766</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 廿日鼠脾臟に對する放射線の作用 (第3報)

東京大學醫學部放射線醫學教室 (主任 中泉正徳教授)

東京逓信病院放射線科部長 伊 東 乙 正

### 第3編 微弱線長時間照射時の變化の特徴と所謂刺戟作用に就て

#### 内容梗概

研究目標 微弱線長時間照射の場合とこれと線量の等しい強線短時間照射の場合の變化とを比較検討し、この場合の變化の特徴を追求し更に所謂刺戟作用に就て考察を加えんとする。

研究方法 本照射にはRaの $\gamma$ 線を用い、線強度0.02r/m, 線量120r, 300r, 600rの3種で實施したので照射時間はそれぞれ100, 250, 500時間となる。照射中及び照射終了後48時間迄時間を追つて標本を作成した。核分裂の變化の觀察法は前編<sup>1)2)</sup>と同じである。

研究結果 核分裂の變性度は著しく軽度であるが對照より増加している。この爲變性度の強い淋巴細胞ですら強變性核の多發現象は弱く判然しない。核萎縮、破壊顆粒の出現も著しく軽度である。照射中は分裂抑制、分裂恢復の現象は判然としないが、照射終了後には非定型的であるが分裂抑制解除、分裂恢復の現象を認める。照射中に起る連続的核分裂の異常亢進は淋巴細胞では照射中早期に出現し後期に至り不明になるに反し、赤芽細胞では24時間以後に出現し照射中は勿論、照射終了12時間後位迄著明に認められる。骨髓細胞の分裂亢進は後れて100時間以後に出現している。骨髓巨大細胞も照射中期以後に核分裂の増加を認める。組織學的所見として白脾臟は縮小の傾向あるに反し赤脾臟は白脾臟を壓迫侵襲し兩者の境界が不明となつている。しかし照射終了後24時間位には此の像は止んで居り細胞の増殖が大體正常にもどつている。

#### 考 按

1000r/m照射の場合と比較すると照射による變性度の増加は遙に軽度である。照射中に分裂抑

制、分裂恢復の現象が照射開始後相當時間経過せるにも係らず殆んど認められないのは1000r/mの場合と異なる點である。照射中期以後の連続的核分裂の亢進はこの場合のみの特徴である。組織學的所見として赤脾臟が白脾臟を壓迫侵襲し境界不明となる特有な組織像を呈するのは赤芽細胞或は骨髓細胞の不規則にして著明な細胞増殖の結果である。これを要するに微弱線長時間照射に於ては傷害所見は少いが尙明に認められ、更に修復的過剩補償現象が加わつて細胞分裂像及び、組織像は非常に複雑になつている。照射中の分裂核の變性の増加及び照射終了後の分裂抑制解除、核分裂の一過性再上昇等は強線照射の場合の核分裂の變化と形式を大體同じくしていることはこの微弱線照射にても傷害作用が第一次的に加わつてゐることを示し、照射中に出現する核分裂の連続的異常亢進は二次的の過剩補償で一次的の刺戟作用と思われない。

#### 研究目標

線量は同一でも微弱線照射の場合効果は非常に乏しく細胞學的組織學的變化が殆んど認められないと豫想されるが同時に組織の反應的再生現象も考えられるのでこの場合の變化は果して如何なるものかを追及し、又此際屢と報告されている所謂刺戟作用に就て考察せんとする。

#### 研究方法

前報告<sup>1)2)</sup>と同じである。照射にはRaの $\gamma$ 線を用い線強度を0.02r/mとした。Ra1mgは1cmの距離で8.4r/hであるので40mgのRaチューブを使用したので求むる照射距離は16.7cmとなる。線量は120r, 300r, 600rの3種で従つて照射時間はそれぞれ100, 250, 500時間になる。照射中

3, 6, 12, 24, 32, 50, 100, 250, 500時間にて照射終了後は1, 3, 6, 12, 24, 48時間後に標本を作成した。各細胞の核分裂の變化の觀察法に前回と同じく核分裂率, 分裂前後半期の比率, 分裂核の變性度の變化を用い, 其他變性核産物の消長, 細胞數の變化, 胚中心の變化, 組織の變形, 赤白兩脾髓の關係等より組織像を觀察した。

研究結果

第一白脾髓内の變化

圖1 淋巴細胞の核分裂率(照射中)

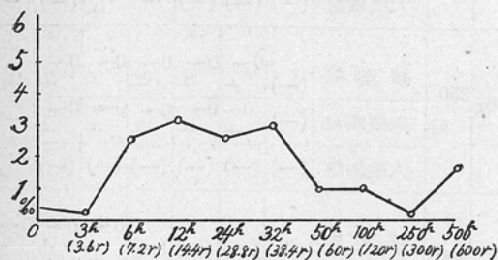
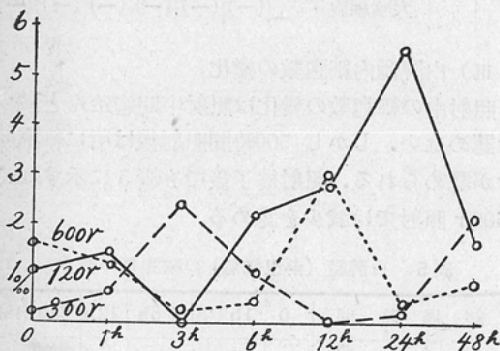


圖2 淋巴細胞の核分裂率(照射後)



I) 淋巴細胞の核分裂の變化

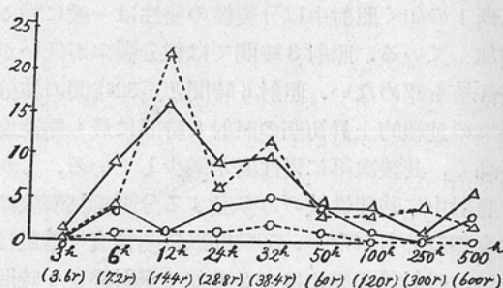
(1) 淋巴細胞の核分裂率の變化

圖1, 2の如く照射6時間より32時間迄核分裂率の連続的上昇を認め50時間以後も正常位より一般に高い。照射終了後は核分裂率の一時稍く低下, 再上昇の比較的著明な山を認める。核分裂率再上昇は120r照射の場合が最も著明である。

(2) 淋巴細胞の分裂前後半期の比率の變化

核分裂率の變化と異なる點は照射50時間では既に分裂抑制を認め, 其後分裂促進は餘り認められない。照射後の變化は核分裂率の變化と大體同様である。

圖3 淋巴細胞の分裂前後半期の比率(照射中)



(註) △: 分裂前半期, ○: 分裂後半期, 實線: 無弱變性分裂核, 點線: 中變性分裂核, 縦軸は淋巴細胞(無弱變性分裂核を含む)5000コ中に認められた數

(3) 淋巴細胞の分裂核の變性度の變化

(註) 淋巴細胞(無弱變性分裂核を含む)5000コを算する間に數えられた分裂核の變性數で中, 強變性分裂核は5000コ中に入っていない。

表1 淋巴細胞の分裂核の變性數(照射中)

| 照射線 | 時間量 | 3h   | 6h   | 12h   | 24h   | 32h   | 50h | 100h | 250h | 500h | 對照 |   |   |   |
|-----|-----|------|------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|----|---|---|---|
|     |     | 3.6r | 7.2r | 14.4r | 28.8r | 38.4r | 60r | 120r | 300r | 600r | a  | b | c | d |
| 變性度 | (-) | 1    | 3    | 1     | 5     | 3     | 6   | 0    | 0    | 2    | 2  | 1 | 1 | 2 |
|     | 弱   | 0    | 10   | 15    | 8     | 12    | 2   | 5    | 1    | 7    | 3  | 3 | 0 | 1 |
|     | 中   | 0    | 5    | 28    | 7     | 14    | 4   | 3    | 4    | 2    | 0  | 2 | 0 | 1 |
|     | 強   | 0    | 18   | 18    | 4     | 7     | 5   | 9    | 3    | 5    | 0  | 2 | 0 | 0 |



表2 淋巴細胞の分裂核の變性數(照射後)

| 線量   | 照射時間  | 經時  | 過時 | 變性度 |    |    |    |     |    |     |  |
|------|-------|-----|----|-----|----|----|----|-----|----|-----|--|
|      |       |     |    | 0   | 1h | 3h | 6h | 12h | 24 | 48h |  |
| 120r | 100時間 | (一) |    | 0   | 1  | 0  | 1  | 1   | 7  | 1   |  |
|      |       | 弱   |    | 5   | 6  | 0  | 10 | 13  | 25 | 8   |  |
|      |       | 中   |    | 3   | 9  | 0  | 2  | 13  | 22 | 3   |  |
|      |       | 強   |    | 9   | 7  | 7  | 66 | 34  | 19 | 10  |  |
| 300r | 250時間 | (一) |    | 0   | 0  | 1  | 0  | 0   | 0  | 0   |  |
|      |       | 弱   |    | 1   | 3  | 12 | 5  | 0   | 1  | 11  |  |
|      |       | 中   |    | 4   | 8  | 8  | 10 | 9   | 3  | 12  |  |
|      |       | 強   |    | 3   | 5  | 6  | 8  | 20  | 2  | 46  |  |
| 600r | 500時間 | (一) |    | 2   | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 1   |  |
|      |       | 弱   |    | 7   | 5  | 1  | 2  | 15  | 2  | 3   |  |
|      |       | 中   |    | 2   | 0  | 3  | 1  | 17  | 6  | 3   |  |
|      |       | 強   |    | 5   | 4  | 3  | 3  | 11  | 6  | 0   |  |

↗ 照射後の分裂抑制解除?

表1の如く照射中は分裂核の變性は一般に稍々増加している。照射3時間では核分裂率が低いが變性核も認めない。照射6時間乃至32時間の核分裂率の連続的上昇初期の照射6時間に最も變性度が高く、其後次第に變性度が減少している。しかし照射中に強變性核のみ多發する分裂抑制解除期は全然認められない。50時間以後變性度に變動は少い。照射後の變化は表2の如く照射終了1時間位に認められる照射後の分裂抑制解除に依る變性度の増加は僅かに認められるのみである。120r照射終了後6時間、12時間、300r照射終了後48時間後の核分裂恢復増加時に相當著明な變性度の増加を認め強變性核が稍々多發しているのは尙傷害の相當存する事を示している。

II) 白脾髓内の變性核産物及び大喰細胞の變化

表3 白脾髓内の變性核産物及大喰細胞(照射中)

| 照射時間 | 線量   |      |       |       |       |     |      |      |      |  |
|------|------|------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|--|
|      | 3h   | 6h   | 12h   | 24h   | 32h   | 50h | 100h | 250h | 500h |  |
| 線量   | 3.6r | 7.2r | 14.4r | 28.8r | 38.4r | 60r | 120r | 300r | 600r |  |
| 核萎縮  | (-)  | +    | +     | (-)   | +     | (-) | (-)  | (-)  | +    |  |
| 破壊顆粒 | (-)  | +    | +     | (-)   | +     | (-) | (-)  | (-)  | +    |  |
| 大喰細胞 | (-)  | (-)  | 0~    | (-)   | 0~    | (-) | (-)  | (-)  | 0~   |  |

照射中は表3の如く變性核産物の出現は非常に少い。核分裂の連続的增加の6時間乃至32時間に軽度認められるのみである。照射終了後は表4の

如く、120r照射では6時間後に變性核産物出現の山を認めるが、其他の例では變性核産物の出現量が少く、不規則で且つ後期に至つても完全に消失していない。

表4 白脾髓の變性核産物及大喰細胞(照射後)

| 線量   | 照射時間 | 經過時間 | 變性核産物 |     |     |     |     |     |     |    |
|------|------|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|      |      |      | 0     | 1h  | 3h  | 6h  | 12h | 24h | 48h |    |
| 120r | 100時 | 核産物  |       |     |     |     |     |     |     |    |
|      |      | 核萎縮  | (-)   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | 0~ |
|      |      | 破壊顆粒 | (-)   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | 0~ |
| 300r | 250時 | 核産物  |       |     |     |     |     |     |     |    |
|      |      | 核萎縮  | (-)   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +  |
|      |      | 破壊顆粒 | (-)   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +  |
| 600r | 500時 | 核産物  |       |     |     |     |     |     |     |    |
|      |      | 核萎縮  | +     | (-) | (-) | (-) | 0~  | 0~  | 0~  | +  |
|      |      | 破壊顆粒 | +     | (-) | (-) | (-) | 0~  | 0~  | 0~  | +  |

III) 白脾髓内細胞數の變化

照射中の細胞數の變化は照射中期迄殆んど減少を認めない。しかし500時間照射後は明に細胞減少が認められる。照射終了後でも表5に示す如く600r照射では減少を認める。

表5 白脾髓(淋巴細胞)の細胞數の減少

| 經過時間       | 0   | 1h  | 3h  | 6h  | 12h | 24h | 48h |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 線量(照射時間)   |     |     |     |     |     |     |     |
| 120r(100時) | (-) | (-) | (-) | 0~  | (-) | (-) | (-) |
| 300r(250時) | (-) | +   | +   | (-) | +   | (-) | (-) |
| 600r(500時) | +   | +   | +   | +   | +   | +   | 0~  |

IV) 胚中心の變化

照射中の胚中心の變化は表6の如く照射初期は胚中心は良く認められるが、50時間以後は胚中心の存在が稍々不明のものがあるが後期迄良く残存してるものが多い。しかし胚中心の細胞減少及び縮小は軽度であるがよく認められる。



表6 胚中心の變化 (照射中)

| 照射時間      | 3時間  | 6時間  | 12時間  | 24時間  | 32時間  | 50時間 | 100時間    | 250時間    | 500時間  |
|-----------|------|------|-------|-------|-------|------|----------|----------|--------|
| 照射線量      | 3.6r | 7.2r | 14.4r | 28.8r | 38.4r | 60r  | 120r     | 300r     | 600r   |
| 胚中心の發達    | 略々正常 | 稍々良  | 良     | 略々正常  | 稍々良   | 不明   | 稍々不明(殘存) | 稍々不明(殘存) | 稍々著明殘存 |
| 核分裂       | (-)  | +    | +     | +     | +     | 0~+  | +        | 略(-)     | +      |
| 強變性核      | (-)  | +    | +     | 略(-)  | 0~+   | 略(-) | 0~+      | (-)      | 0~+    |
| 核萎縮及び破壞顆粒 | (-)  | +    | +     | 略(-)  | +     | 略(-) | 略(-)     | (-)      | +      |
| 細胞減少      | (-)  | (-)  | (-)   | 略(-)  | (-)   | 0~+  | 0~+      | 略(-)     | 0~+    |
| 縮少        | (-)  | (-)  | (-)   | (-)   | (-)   | 0~+? | 0~+      | 0~+?     | 0~+    |
| 胚外核分裂     | (-)  | (-)  | (-)   | (-)   | (-)   | 0~+? | 0~+      | 略(-)     | 略(-)   |

表7 胚中心の變化 (照射後)

| 線量    | 照射時間  | 經過時間    | 直後       | 1時間      | 3時間      | 6時間        | 12時間     | 24時間     | 48時間     |
|-------|-------|---------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|
| 120r  | 100時間 | 胚中心發達   | 稍々不明(殘存) | 稍々不明(殘存) | 不明(一部殘存) | 稍々不明(殘存)   | 著明殘存     | 著明殘存     | 殘存       |
|       |       | 核分裂     | +        | 0~+      | 略(-)     | +          | +        | +        | 0~+      |
|       |       | 強變性核    | 0~+      | 0~+      | 略(-)     | 0~+        | +        | +        | +        |
|       |       | 核萎縮破壞顆粒 | 略(-)     | 略(-)     | 略(-)     | +          | +        | +        | 0~+      |
|       |       | 細胞減少    | 0~+      | 0~+?     | 0~+?     | 0~+        | (-)      | (-)      | 略(-)     |
|       |       | 縮小      | 0~+      | 0~+?     | 0~+?     | 0~+        | (-)      | (-)      | 0~+?     |
| 胚外核分裂 | 0~+   | 0~+?    | 略(-)     | 0~+      | 0~+      | 0~+        | 0~+      | 0~+?     |          |
| 300r  | 250時間 | 發達      | 稍々不明(殘存) | 殘存       | 不明       | 稍々著明殘存     | 不明(一部殘存) | 稍々不明(殘存) | 著明殘存     |
|       |       | 核分裂     | 略(-)     | 0~+      | (-)      | +          | +        | +        | +        |
|       |       | 強變性核    | (-)      | +        | (-)      | +          | 0~+      | 0~+      | +        |
|       |       | 核萎縮破壞顆粒 | (-)      | 0~+      | (-)      | 0~+        | 0~+      | 0~+      | +        |
|       |       | 細胞減少    | 略(-)     | +        | +        | 略(-)       | +        | 略(-)     | 略(-)     |
|       |       | 縮小      | 0~+?     | 0~+      | +        | (-)        | +        | 0~+?     | (-)      |
| 胚外核分裂 | 略(-)  | 略(-)    | 0~+      | 略(-)     | 略(-)     | 略(-)       | 略(-)     |          |          |
| 600r  | 500時間 | 發達      | 稍々著明殘存   | 不明(一部殘存) | 不明(一部殘存) | 稍々不明(一部殘存) | 殘存       | 稍々不明(殘存) | 不明(一部殘存) |
|       |       | 核分裂     | +        | 0~+      | 略(-)     | 0~+        | +        | 0~+      | 略(-)     |
|       |       | 強變性核    | 0~+      | 略(-)     | 略(-)     | 略(-)       | 0~+      | 0~+      | 0~+      |
|       |       | 核萎縮破壞顆粒 | +        | (-)      | (-)      | 0~+        | 0~+      | 0~+      | 0~+      |
|       |       | 細胞減少    | 0~+      | +        | +        | +          | 0~+      | +        | +        |
|       |       | 縮小      | 0~+?     | +        | +        | +          | 0~+      | +        | +        |
| 胚外核分裂 | 略(-)  | 0~+     | 0~+      | 略(-)     | 略(-)     | 略(-)       | 略(-)     |          |          |

表8 白脾髓の變形 (照射後)

| 線量   | 照射時間 | 經過時間 | 0   | 1h  | 3h  | 6h  | 12h | 24h | 48h |
|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 120r | 100時 | 變形   | (-) | (-) | (-) | 0~+ | (-) | (-) | 0~+ |
|      |      | 配列の亂 | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | +   |
|      |      | 間隙收縮 | 0~+ | 0~+ | (-) | 0~+ | (-) | (-) | 0~+ |
| 300r | 250時 | 配列の亂 | (-) | 0~+ | +   | (-) | +   | (-) | (-) |
|      |      | 間隙收縮 | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) |
|      |      | 收縮   | (-) | (-) | 0~+ | (-) | 0~+ | (-) | (-) |
| 600r | 500時 | 配列の亂 | (-) | +   | (-) | 0~+ | (-) | +   | 0~+ |
|      |      | 間隙收縮 | (-) | 0~+ | (-) | (-) | (-) | (-) | 0~+ |
|      |      | 收縮   | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | 0~+ | (-) |

照射終了後の變化は表7の如く120r照射では照射終了後期のに著明の核分裂亢進を胚中心部に認め、細胞減少及び縮小から良く恢復している。

300r照射でも胚中心は残存し核分裂亢進を認める例では細胞減少及び縮小から大體恢復している。600r照射でも胚中心は残存しているが細胞減少及び縮小から十分恢復していない。

V) 自脾髓の變形

照射中の變形は餘り認められない。照射終了後の變形も表8の如く變形は少く配列の亂れが輕度認められる。

第二赤脾髓内の變化

I) 赤芽細胞の核分裂の變化

(1) 赤芽細胞の核分裂率の變化

照射中の核分裂率の變化は圖4の如く照射12時間迄分裂率は稍と低下しているが、照射24時間より著明の連続的核分裂亢進を認め照射中引續き著明の高率を示す。例えば32時間後は61.5%である。照射終了後の變化は圖5の如く120r照射後3時間より分裂率の再上昇を認め6時間後には65.5%の最高値を示す。しかし48時間後には略と正常値に下つている。300r、600r照射終了後にも核分裂率の再上昇を認める。

(2) 赤芽細胞の分裂前後半期の比率の變化

照射中の變化は圖6の如く分裂率と同様に比率からも分裂促進を示すが500時間では比率からは反對に分裂抑制を示す。

圖4 赤芽細胞の核分裂率の變化 (照射中)

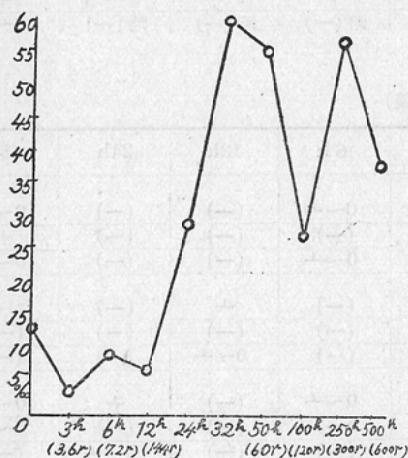
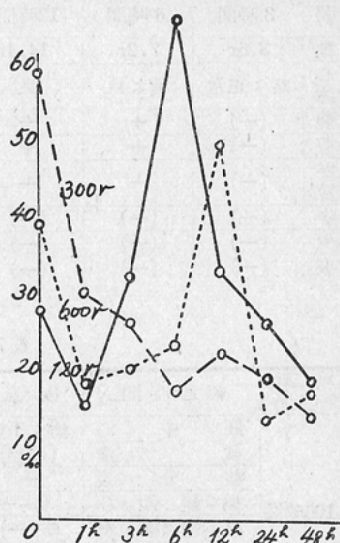


圖5 赤芽細胞の核分裂率の變化 (照射後)



120r照射終了後の變化は圖7の如く6時間後は比率からも非常に著明な分裂促進を示し全標本に分裂中期が見事に揃つている。300r照射終了後の變化は中變性分裂核にのみ分裂促進が積り明かで、600r照射終了後は12時間後に分裂促進を認める。

(3) 赤芽細胞の分裂核の變性度の變化

照射中の變性度の變化は表9の如く對照に比し變性度の増加を認める。強變性核の出現は淋巴细胞の場合に比し更に少い。照射24時間より照射全

圖6 赤芽細胞の分裂前後半期の比率 (照射中)

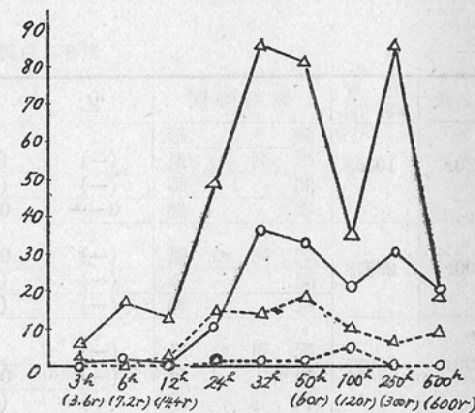
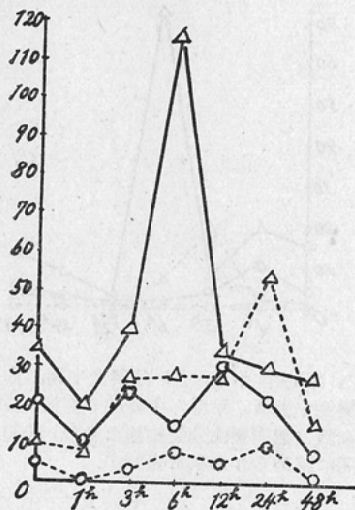


圖7 赤芽細胞の分裂前後半期の比率  
(照射後)(120r)



(註)△:分裂前半期, ○:分裂後半期, 實線:無弱變性分裂核, 點線:中變性分裂核, 縦軸に赤芽細胞(無弱變性分裂核を含み中變性分裂核は含まない) 2000コを数える間に数えられた分裂核数を取った。

期間中著明の核分裂亢進を認めるが變性度の増加は軽度である。照射終了後の變化は表10の如く長時間照射終了後1時間に一般に認められる照射後分裂抑制解除による中、強變性分裂核の増加は僅か認められる。其後の核分裂の再亢進期に變性度の増加を軽度認める。これは照射中の核分裂亢進期より變性度の増加は稍と強く強變性核も認められる。

II) 骨髓細胞の核分裂の變化

(1) 骨髓細胞の核分裂率の變化

照射中の骨髓細胞の核分裂の變化は圖8の如く核分裂の連続的亢進は100時間で初めて認められ赤芽細胞の場合に比し非常に後れている。核分裂率亢進も低い。照射後の變化は圖9の如く核分裂率の再上昇は極めて著明で特に120r照射後6時間には75%の最高率を示した(第1報寫真1参照)。300r, 600r照射でも明かな核分裂率の再上昇を認める。48時間後には120r照射の他は正常値に下降している。

(2) 骨髓細胞の分裂前後半期の比率の變化

表9 赤芽細胞の分裂核の變性數 (照射中)

| 照射時間 | 3h   | 6h   | 12h   | 24h   | 32h   | 50h | 100h | 250h | 500h | 對 照 |    |   |    |
|------|------|------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|-----|----|---|----|
| 線 量  | 3.6r | 7.2r | 14.4r | 28.8r | 38.4r | 60r | 120r | 300r | 600r | a   | b  | c |    |
| 變性度  | (一)  | 4    | 5     | 3     | 30    | 45  | 85   | 24   | 96   | 13  | 29 | 8 | 25 |
|      | 弱    | 3    | 14    | 11    | 30    | 78  | 29   | 32   | 21   | 26  | 9  | 0 | 6  |
|      | 中    | 2    | 1     | 3     | 16    | 15  | 20   | 15   | 6    | 9   | 4  | 1 | 0  |
|      | 強    | 0    | 2     | 0     | 2     | 0   | 4    | 0    | 0    | 0   | 0  | 0 | 0  |

表10 赤芽細胞の分裂核の變性數 (照射後)

| 線 量  | 照 射 時 間 | 經 過 時 間 | 0  | 1h     | 3h    | 6h     | 12h    | 24h | 48h |
|------|---------|---------|----|--------|-------|--------|--------|-----|-----|
| 120r | 100時    | 變 性 度   |    | (1000) |       |        |        |     |     |
|      |         | (一)     | 24 | 8      | 28    | 75     | 20     | 12  | 17  |
|      |         | 弱       | 32 | 7      | 36    | 56     | 45     | 40  | 19  |
|      |         | 中       | 15 | 4      | 30    | 36     | 33     | 64  | 16  |
| 300r | 250時    | 變 性 度   |    | (1000) |       |        |        |     |     |
|      |         | (一)     | 96 | 26     | 14    | 15     | 9      | 8   | 6   |
|      |         | 弱       | 21 | 34     | 32    | 19     | 13     | 29  | 21  |
|      |         | 中       | 6  | 39     | 49    | 48     | 15     | 20  | 19  |
| 600r | 500時    | 變 性 度   |    | (1000) | (500) | (1000) | (1000) |     |     |
|      |         | (一)     | 13 | 5      | 8     | 27     | 37     | 11  | 17  |
|      |         | 弱       | 26 | 4      | 12    | 19     | 12     | 15  | 16  |
|      |         | 中       | 9  | 3      | 6     | 7      | 8      | 12  | 8   |
| 強    | 0       | 1       | 2  | 2      | 2     | 0      | 1      |     |     |

↑ 照射後分裂抑制解除?

(註) 赤芽細胞(無弱變化性分裂核を含む) 2000コを算する間に認められた分裂核の變化數, 特に(500), (1000)としてみるのは括弧内の數の赤芽細胞を算する間に認められたものを記入した。



圖8 骨髓細胞の核分裂率の變化 (照射中)

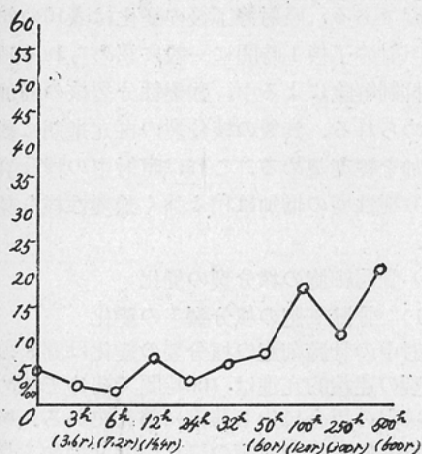


圖9 骨髓細胞の核分裂率の變化 (照射後)

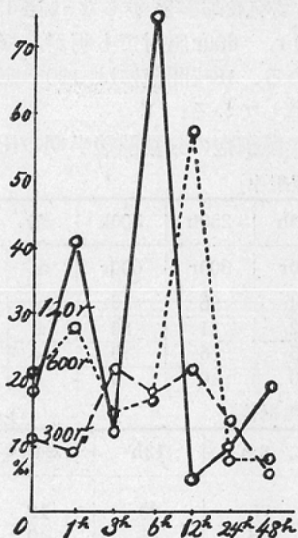


圖10 骨髓細胞の分裂前後半期の比率 (照射中)

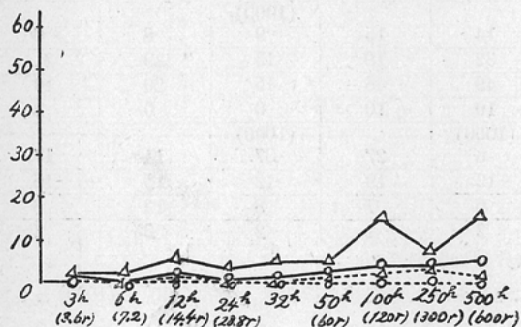
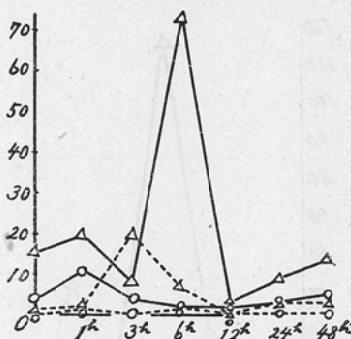


圖11 骨髓細胞の分裂前後半期の比率 (照射後) (120r)



(註) △: 分裂前半期, ○: 分裂後半期, 實線: 無弱變性分裂核, 點線: 中變性分裂核, 縦軸は骨髓細胞 (無弱變性分裂細胞を含む) 1000 個算する間に認められた數を表わす。

照射中の比率の變化は圖10の如く 100時間以後は比率からも分裂促進を示す。照射 500時間でも依然促進を認める。

120 r 照射後の變化は圖11の如く 6時間後に最も著明で  $7\frac{1}{2}$  の最高値を示し標本中に同じ分裂中期が良く揃っている (第1報寫真1参照)。300 r 照射後は3乃至12時間後に分裂促進を軽度認める。600 r 照射後は分裂率の變動と略く同じであるが中變性分裂では既に1時間後に分裂促進を認める。

(3) 骨髓細胞の分裂核の變性度の變化

照射中の分裂核の變性度の變化は表11の如く他細胞に比し最も變性度が少ないが對照より變性は増加している。強變性核は認められず、100時間より核分裂の連続的亢進を軽度認めるがこの時には變性度の僅かの増加あり中變性分裂核が出現している。照射終了後の變化は表12の如く照射終了1時間後に認められる照射後の分裂抑制解除時に強中變性分裂核の増加を僅か認める。其後核分裂再亢進時に變性度の増加を僅か認め照射中の變性度の増加より稍く強い。一般に變性度は赤芽細胞より更に少ない。

III) 赤脾髓内の變性核産物の變化

照射中は非常に出現が少い。50時間以後に僅か

表11 骨髓細胞の分裂核の變性數 (照射中)

| 照射時間        | 3 h  | 6 h        | 12h          | 24h         | 32h         | 50h          | 100h         | 250h | 500h        | 對 照 |              |   |
|-------------|------|------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|------|-------------|-----|--------------|---|
| 線 量         | 3.6r | 7.2r       | 14.4r        | 28.8r       | 38.4r       | 60r          | 120r         | 300r | 600r        | a   | b            |   |
| 變<br>性<br>度 | (一)  | (500)<br>1 | (2000)<br>10 | (2000)<br>3 | (2000)<br>6 | (1500)<br>11 | (1500)<br>15 | 7    | (750)<br>10 | 6   | (2000)<br>13 |   |
|             | 弱    | 2          | 0            | 5           | 4           | 7            | 1            | 13   | 4           | 6   | 1            | 2 |
|             | 中    | 0          | 0            | 2           | 0           | 0            | 2            | 2    | 3           | 1   | 0            | 0 |
|             | 強    | 0          | 0            | 0           | 0           | 0            | 0            | 0    | 0           | 0   | 0            | 0 |

(註) 骨髓細胞 (無弱變性分裂細胞を含む) 1000 コ算する間に認められた分裂核の變性數. 特に(2000), (1500), (750)としてあるのは括弧内を算する間に認められたものを記入した.

表12 骨髓細胞の分裂核の變性數 (照射後)

| 線 量  | 照 射 時 間 | 經 過 時 間 | 0           | 1 h | 3 h        | 6 h        | 12h          | 24h        | 48h        |
|------|---------|---------|-------------|-----|------------|------------|--------------|------------|------------|
| 120r | 100時    | 變 性 度   | (1500)      |     | (250)      |            |              |            |            |
|      |         | (一)     | 15          | 19  | 1          | 61         | 4            | 7          | 12         |
|      |         | 弱       | 13          | 12  | 2          | 14         | 1            | 5          | 7          |
|      |         | 中       | 2           | 3   | 5          | 8          | 0            | 3          | 3          |
| 300r | 250時    | 強       | 0           | 1   | 0          | 0          | 0            | 0          | 0          |
|      |         | (一)     | 7           | 6   | 9          | (500)<br>5 | (2000)<br>15 | 7          | (500)<br>1 |
|      |         | 弱       | 4           | 3   | 13         | 4          | 28           | 7          | 2          |
|      |         | 中       | 3           | 4   | 6          | 5          | 24           | 1          | 2          |
| 600r | 500時    | 強       | 0           | 0   | 0          | 0          | 0            | 0          | 1          |
|      |         | (一)     | (750)<br>10 | 13  | (500)<br>6 | (750)<br>6 | (2000)<br>76 | (250)<br>0 | (250)<br>1 |
|      |         | 弱       | 6           | 15  | 3          | 7          | 40           | 2          | 1          |
|      |         | 中       | 1           | 13  | 1          | 1          | 13           | 1          | 0          |
|      |         | 強       | 0           | 0   | 1          | 0          | 3            | 0          | 6          |

↗ 照射後の分裂抑制解除?

表13 赤脾髓内の變性核産物 (照射後)

| 線 量  | 照 射 時 間 | 經 過 時 間 | 0   | 1 h | 3 h | 6 h | 12h | 24h | 48h |
|------|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 120r | 100時    | 核 産 物   |     |     |     |     |     |     |     |
|      |         | 核 萎 縮   | (-) | (-) | 0~+ | +   | 0~+ | 0~+ | (-) |
| 300r | 250時    | 破 壊 顆 粒 | (-) | (-) | 0~+ | +   | 0~+ | 0~+ | (-) |
|      |         | 核 萎 縮   | 0~+ | (-) | (-) | 0~+ | 0~+ | 0~+ | (-) |
| 600r | 500時    | 破 壊 顆 粒 | 0~+ | (-) | (-) | 0~+ | 0~+ | 0~+ | (-) |
|      |         | 核 萎 縮   | 0~+ | 0~+ | (-) | (-) | 0~+ | 0~+ | (-) |
|      |         | 破 壊 顆 粒 | 0~+ | 0~+ | (-) | (-) | 0~+ | 0~+ | (-) |

表14 赤芽細胞, 骨髓細胞生成部の擴がりの變化 (照射中)

| 照射時間          | 3 h  | 6 h  | 12h   | 24h   | 32h   | 50h   | 100h  | 250h | 500h  |
|---------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 線 量           | 3.6r | 7.2r | 14.4r | 28.8r | 38.4r | 60r   | 120r  | 300r | 600r  |
| 全 般           | (-)  | (-)  | (-)   | (-)   | 増 +   | 増 +   | 増 0~+ | 増 +  | 減 0~+ |
| 赤 芽 細 胞       | (-)  | (-)  | (-)   | 増 0~+ | 増 +   | 増 +   | 増 0~+ | 増 +  | 減 0~+ |
| 骨 髓 細 胞       | (-)  | (-)  | (-)   | 減 0~+ | 減 0~+ | 減 0~+ | (-)   | (-)  | 減 0~+ |
| 白 脾 髓 へ の 侵 襲 | (-)  | (-)  | (-)   | (-)   | 0~+   | +     | 0~+   | +    | (-)   |

認められるのみ。照射終了後も表13の如く非常に出現が少く120r照射6時間後に僅か多いのみである。

IV) 赤脾髓の細胞数の變化

微弱線長時間照射の特徴として不規則の細胞増殖が特に赤脾髓に良く認められるので赤脾髓の占める面積が増加している。しかし一般に照射後期には細胞密度は稍々減少している。照射中の赤芽、骨髓細胞の兩生成部の廣がりの變化は表14の如く照射24時間より赤芽細胞生成部の擴大を認め、32時間より250時間迄は更に擴大し白脾髓の侵襲壓迫を認める。この間骨髓細胞生成部はむしろ壓迫されている。照射終了後の變化は表15の如く赤芽細胞生成部は120r、300r照射では6時間後迄擴大を認めるが、其後は止んでいる。600r照射では擴大を認めない。骨髓細胞生成部はこれに反し照射中は擴大は認められず、照射終了後各線量共6時間乃至12時間に擴大を認める。既にこの時に

は赤芽細胞の擴大はあまり認められない。この骨髓細胞生成部の擴大も24時間以後止んでいる。

V) 骨髓巨大細胞の数の變化

細胞数の變化は個體差が大きく減少或は増加の判定は難しい。しかし表16に示す如く120r照射後12時間、48時間後、600r照射後3時間、12時間後に増加が認められる。照射中は増加は認められない。この關係は骨髓細胞の場合に似る。分裂核は表16、17、18に示す如く照射中並びに照射終了後も増加を認める事多く照射初期にも分裂の抑制は認められない。600r照射12時間後の例は特に核分裂の増加著明である。

VI) 赤脾髓の變形

赤脾髓の變形は表19、20に示す如く照射32時間より細胞配列の亂れあり、50時間、100時間の例は特に強い。照射終了後では殆んど全部に認められるが、600r照射では軽度になつている。收縮は殆んど全く認められない。

表15 赤芽細胞、骨髓細胞生成部の廣がりの變化 (照射後)

| 線量   | 照射時間 | 經過時間  | 0     | 1h    | 3h    | 6h    | 12h   | 24h   | 48h   |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 120r | 100時 | 全般    | 増 0~± | 増 0~± | 増 0~± | 増 ±   | (-)   | 増 0~± | (-)   |
|      |      | 赤芽細胞  | 増 0~± | 減 ±   | 増 0~± | 増 ±   | (-)   | 増 0~± | (-)   |
|      |      | 骨髓細胞  | (-)   | 増 0~± | 減 ±   | 増 ±   | 減 0~± | (-)   | 減 0~± |
|      |      | 白脾髓侵襲 | 0~±   | 0~±   | 0~±   | ±     | (-)   | (-)   | (-)   |
| 300r | 250時 | 全般    | 増 ±   | 増 ±   | 増 ±   | 増 0~± | (-)   | (-)   | (-)   |
|      |      | 赤芽細胞  | 増 ±   | 増 ±   | 増 ±   | 増 0~± | 減 ±   | (-)   | (-)   |
|      |      | 骨髓細胞  | (-)   | (-)   | 増 ±   | 減 0~± | 増 ±   | (-)   | 減 0~± |
|      |      | 白脾髓侵襲 | ±     | 0~±   | ±     | 0~±   | (-)   | (-)   | (-)   |
| 600r | 500時 | 全般    | 減 0~± | 減 0~± | 減 ±   | (-)   | 増 0~± | (-)   | (-)   |
|      |      | 赤芽細胞  | 減 0~± | 減 ±   | 減 ±   | (-)   | 減 ±   | (-)   | (-)   |
|      |      | 骨髓細胞  | 減 0~± | (-)   | 減 ±   | 減 0~± | 増 ±   | 減 ±   | 減 ±   |
|      |      | 白脾髓侵襲 | (-)   | (-)   | (-)   | 0~±   | 0~±   | (-)   | (-)   |

表16 骨髓巨大細胞数の變化 (照射後)

(註) 擴大率油浸450倍100視野に認められた數

| 線量   | 照射時間 | 經過時間   | 0  | 1h | 3h  | 6h | 12h | 24h | 48h |
|------|------|--------|----|----|-----|----|-----|-----|-----|
| 120r | 100時 | 細胞種類   |    |    |     |    |     |     |     |
|      |      | 正常, 大形 | 57 | 35 | 50  | 62 | 209 | 18  | 114 |
|      |      | 小形     | 31 | 19 | 24  | 38 | 92  | 4   | 59  |
|      |      | 分裂性    | 1  | 3  | 1   | 4  | 4   | 0   | 3   |
| 300r | 250時 | 變性     | 2  | 0  | 0   | 0  | 2   | 0   | 1   |
|      |      | 正常, 大形 | 59 | 46 | 5   | 19 | 21  | 76  | 95  |
|      |      | 小形     | 43 | 37 | 2   | 21 | 8   | 32  | 12  |
|      |      | 分裂性    | 5  | 2  | 0   | 0  | 0   | 1   | 1   |
| 600r | 500時 | 變性     | 0  | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   |
|      |      | 正常, 大形 | 62 | 13 | 162 | 24 | 179 | 80  | 2   |
|      |      | 小形     | 26 | 5  | 38  | 5  | 33  | 22  | 2   |
|      |      | 分裂性    | 1  | 0  | 2   | 0  | 6   | 0   | 0   |
|      |      | 變性     | 0  | 0  | 0   | 0  | 2   | 0   | 0   |



表17 骨髓巨大細胞の核分裂数 (全標本) (照射中)

| 照射時間 | 3 h  | 6 h  | 12h   | 24h   | 32h   | 50h | 100h | 250h | 500h |
|------|------|------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|
| 線 量  | 3.6r | 7.2r | 14.4r | 28.8r | 38.4r | 60r | 120r | 300r | 600r |
| 分 裂  | 1    | 3    | 2     | 6     | 1     | 6   | 4    | 10   | 3    |
| 分裂變性 | 0    | 1    | 1     | 0     | 0     | 0   | 1    | 0    | 0    |

表18 骨髓巨大細胞の核分裂数 (全標本) (照射後)

| 線 量  | 照 射 時 間 | 經 過 時 間 | 0  | 1 h | 3 h | 6 h | 12h | 24h | 48h |
|------|---------|---------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 120r | 100時    | 分 裂     | 4  | 5   | 1   | 13  | 12  | 1   | 5   |
|      |         | 分 裂 變 性 | 1  | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| 300r | 250時    | 分 裂     | 10 | 12  | 1   | 1   | 0   | 8   | 1   |
|      |         | 分 裂 變 性 | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   |
| 600r | 500時    | 分 裂     | 3  | 2   | 19  | 2   | 27  | 4   | 5   |
|      |         | 分 裂 變 性 | 0  | 0   | 1   | 0   | 3   | 0   | 0   |

表19 赤脾髓の變形 (照射中)

| 照射時間    | 3 h  | 6 h  | 12h   | 24h   | 32h   | 50h | 100h | 250h | 500h |
|---------|------|------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|
| 線 量     | 3.6r | 7.2r | 14.4r | 28.8r | 38.4r | 60r | 120r | 300r | 600r |
| 細胞配列の亂れ | (-)  | (-)  | (-)   | (-)   | +     | ++  | ++   | +    | 0~+  |
| 間 隙     | (-)  | (-)  | (-)   | (-)   | (-)   | (-) | 0~+  | 0~+  | (-)  |
| 收 縮     | (-)  | (-)  | (-)   | (-)   | (-)   | (-) | (-)  | (-)  | (-)  |

表20 赤脾髓の變形 (照射後)

| 線 量  | 照 射 時 間 | 經 過 時 間 | 0   | 1 h | 3 h | 6 h | 12h | 24h | 48h |
|------|---------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 120r | 100時    | 配 列 の 亂 | ++  | (-) | +   | ++  | +   | +   | ++  |
|      |         | 間 隙     | 0~+ | (-) | (-) | (-) | (-) | (+) | +   |
|      |         | 收 縮     | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | 0~+ |
| 300r | 250時    | 配 列 の 亂 | +   | +   | ++  | +   | +   | +   | +   |
|      |         | 間 隙     | 0~+ | +   | +   | +   | (-) | 0~+ | +   |
|      |         | 收 縮     | (-) | (-) | (-) | (-) | 0~+ | (-) | (-) |
| 600r | 500時    | 配 列 の 亂 | 0~+ | +   | +   | +   | +   | +   | +   |
|      |         | 間 隙     | (-) | +   | +   | (-) | 0~+ | 0~+ | +   |
|      |         | 收 縮     | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | 0~+ | (-) |

VII) 赤脾髓と白脾髓の境界の明瞭さ

照射中では初期は境界が稍く明瞭となるが32時間より不明瞭になり其後 250時間迄同様で、500時間には再び明瞭になっている。照射終了後では境界が12時間後位より略く正常の明瞭さになっている。これは赤脾髓の不規則の細胞増殖のため白脾髓を壓迫侵襲して境界を不明瞭にする為で微弱線長時間照射の特徴ある組織像である。

考 按

1000r/m の場合<sup>2)</sup>と比較して研究結果を考按すると照射開始により變性度の増加は軽度認められるが、照射開始後相當時間經過後も分裂抑制、分裂恢復のPolitzer<sup>3)</sup>(1923, 24)の現象は殆んど認められず1000r/m 照射の場合と大に異なる。微弱線長時間照射に特有な照射中期以後の連続的核分裂の亢進は淋巴細胞では照射開始後6時間乃至32時間

に、赤芽細胞では24時間以後より照射中繼續し照射終了後12時間位迄、骨髓細胞では100時間以後より照射終了12時間位迄認められるが、リンパ細胞の場合は少し疑問はあるが後2者は明かにBloom (1948)<sup>4)</sup>の述べている如く放射線傷害後の二次的の過剰補償と考えられる。微弱線長時間照射終了後は非常に輕微であるが分裂抑制解除現象があるよう照射終了1時間後にリンパ細胞でも強、中變性分裂核の増加が僅か認められる。赤芽、骨髓兩細胞でもこの傾向を認め得る。1000r/m照射の場合は照射開始後2時間の分裂抑制解除期に著明の強變性核の多發が認められるがこれに比すれば非常に輕微なものである。骨髓巨大細胞は1000r/m照射の場合核分裂の減少、恢復等 Politzer の現象を認め細胞減少もあるが、この場合は照射中期以後に核分裂の増加を認め、細胞数の増加も認める場合が多い。破壊顆粒の出現は1000r/mの場合に比し非常に少く、又反對に1000r/mの場合の如く照射終了後期に完全に消失する事も無い。細胞減少はリンパ細胞の場合は1000r/mに比し遙に輕度で120r照射の場合減少は殆んど認められない。赤脾髓(赤芽細胞、骨髓細胞)の部にては細胞減少ではなく細胞増加が照射中期及び120r、300r照射終了後に認められ、白脾髓を壓迫侵襲している。これは微弱線長時間照射の特徴である。白脾髓内の胚中心も1000r/mの場合は消失に近いが、この場合は良く残存して分裂機能を保つ。しかし600r照射では胚中心の傷害を認める。赤脾髓の變形特に細胞の配列の亂れは1000r/m照射の場合は破壊の強い600r照射後に明かであるがこの場合は照射中期以後の細胞の不規則増殖のものに著明である。赤白兩脾髓の境界は1000r/m照射の場合極めて明瞭なるに反し境界不明で、これは赤脾髓の不規則であるが盛な細胞増殖のためである。これを要するに微弱線長時間照射にては傷害所見は少いが尙明に認められ更に修復的過剰補償現象が加わつて細胞分裂像、組織像は非常に複雑になつていといえよう。

小線量による刺戟作用に就てはStephan(1920)<sup>5)</sup>は小線量は細胞に機能促進作用を與え分裂細胞

にては分裂増加があるといひ、Pohl u. Bunting (1936)<sup>6)</sup>はリンパ細胞の核分裂に對し微小線量は輕度の障碍作用の他尙1種の刺戟作用があるといふ。其他ラヂウム中毒等の放射線障碍に際し赤脾髓の細胞増殖を認めてる Thomas a. Bruner (1933)<sup>7)</sup>、Anbertin a. Beaujard (1905)<sup>8)</sup>、Rosenthal a. Grace(1936)<sup>9)</sup>等の報告がある。最近 Bloom(1948)<sup>10)</sup>は實驗動物の放射線障碍の場合認められる赤脾髓の細胞増殖に検討を加え、これは修復的過剰補償で一次的の刺戟作用でないとして Stephan に反對している。本照射所見より刺戟作用を考察するに照射による分裂抑制は判つきりしないが、分裂核の變性の増加を認め、且つ照射終了後に僅かながら分裂抑制解除現象及び核分裂の一過性の再亢進の不完全ながらも Politzer の現象を認める事は放射線の傷害作用が第一次的作用である事を示し、照射中期以後の核分裂の連續的異常亢進は Bloom の述べる如く生體の修復的過剰補償と認められ二次的の刺戟作用と解すべきものと思われる。しかし刺戟作用に關しては尙不明の點が少くない。

(本論文の一部は日本醫學放射線學會第13回總會に於て發表した。

本論文を終るに臨み中泉教授の終始變らぬ御懇篤なる御指導御鞭撻及び御校閲に對し深く感謝の意を捧げる。

## 文 獻

- 1) 伊東：廿日鼠脾臟に對する放射線の作用(第1報)日醫放誌, 14: (第11號), 1955.—2) 伊東：廿日鼠脾臟に對する放射線の作用(第2報), 日醫放誌, 14: (第12號), 1955.—3) Alberti u. Politzer: Arch. mikr. Anat. u. Entw.-Med. 100: 1923, 103: 1924.—4) Bloom: Histopathology of Irradiation from External and Internal Sources, 755, 1948.—5) Stephan: Strahlen therapie, 11: 517, 1920.—6) Pohl u. Bunting: Strahlen therapie, 57: 121, 1936.—7) Thomas a. Bruner: Am. J. Roentgenol. Radium Therapy, 29: 641, 1933.—8) Aubertin a. Beaujard: Compt. rend. Soc. biol., 58: 217, 1905.—9) Rosenthal a. Grace: Am. J. Med. Sci., 191: 607, 1936.—10) Bloom: Histopathology of Irradiation, 243, 1948.

## Effects of Irradiation upon Spleen of Mice.

III Report. The Peculiarity of the cytological and histological Changes as long week Irradiation Effects, and primary Stimulation.  
O, Ito, Chief, Department of Radiology, Tokyo Communications hospital.  
Department of Radiology, Tokyo University. (Director, M. Nakaidzumi)

## Summary.

The spleens of mice were cytologically and histologically examined after long week irradiation by externally applied gamma rays. (Ra) The intensity was 0,02 r per minutes, and the doses were 120r, 300r and 600r. Heavily degenerated mitotic nuclei as irradiation effects were few, and the Politzer's phenomenon was not observed distinctly. Remarkable hyperactivity of mitosis was frequently observed in lymphoblasts at relative early stadium, and in erythroblasts and myeloblasts from midstadium of irradiation. After midstadium of irradiation, the marginal and even occasionally more central portion of the white pulp was frequently invaded by developing erythroblasts and myeloblasts in the red pulp. This invasion makes the characteristic histological figure as long week irradiation effects. The hyperactivity of mitosis is probably a reparative overcompensation, and not primary stimulation, because there are still observed primary damages.