

| | |
|--------------|---|
| Title | 皮膚に及ぼすレ線作用に関する實驗的研究 第1報 肉眼的變化 |
| Author(s) | 菅野, 三男 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1954, 13(11), p. 690-700 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/20331 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

皮膚に及ぼすレ線作用に関する實驗的研究

第1報 肉眼的變化

東北大學醫學部放射線醫學教室(主任 古賀教授)

助手 菅野 三男

(昭和28年8月26日受付)

目次

- I 疑問設定
- II 實驗材料及び實驗方法
 - 1) 實驗材料
 - 2) 放射方法並に放射條件
 - 3) 觀察方法
- III 實驗成績
 - 1) 600r 放射群
 - 2) 1000r 放射群
 - 3) 1500r, 3000r, 5000r 放射群
- IV 總括並に考按
- V 結論
- VI 文獻

I 疑問設定

レ線皮膚反應に關しては既に從來多數の業績が報告されている。就中 Miescher(1924)は最も系統的な廣汎な研究をなし、彼によつて人體皮膚紅斑が周期的に波狀をなして生起するものであることが知られて以來追試者は之れを確認している。處が動物實驗に基く從來の多くの報告では紅斑反應は生物學的效果として用いるに足りないとき、脱毛効果が常に利用されている。

曩に教室の朝山は脱皮組織としての罌丸に就てレ線感受性に關し詳細な報告をなしたが、余も亦同じく脱皮組織である皮膚に就て同様な構想の下に研究を企圖し、家兎背皮に於て著明な紅斑が波狀に消長することを知つた。それで次の如き疑問を設定し詳細な實驗を行つたのでその結果を茲に報告する。

1) 家兎に於て紅斑は生物學的效果として用うるに足るや否や、而して紅斑波の定型は如何なる

のであるか。

2) 種々なる線量を全量放射し、その際線量に基く肉眼的變化の差異は如何。

3) 各種皮膚反應の發現と線量との關係

4) 被毛再生日時、或は毛生恢復程度と線量との關係。

更に後遺傷害の發現閾値。

II 實驗材料及び實驗方法

1) 實驗材料

體重2~3kgの白毛雄性家兎を使用した。元來生物學的反應を検する對象として家兎を用いることは不適當な點が多々あるが、先進諸家の業績には家兎を使用せるもの多く、之れがため自家實驗との比較に便なると又實驗操作が容易なること依り之れを選んだ。尙ほ皮膚反應に及ぼす季節的影響を顧慮して實驗は夏季を避けて行つた。

2) 放射方法並びに放射條件

確兎背部に左右夫々2個の放射野を設け、放射前大體剪毛して皮膚の健全なことを確め、次の條件で放射した。二次電壓90KV、二次電流3mA、濾過板 Al. 1.0mm、皮膚焦點距離20cm、放射野の大きさは3cm直徑の圓、分量36.6r、第一半價層0.12mmCuである。放射量は600r, 1000r, 1500r, 3000r, 5000rを選び全量放射を行つた。

3) 觀察方法

放射後皮膚を絶対に損傷せざる様に注意して出來るだけ短く剪毛し、翌日より放射部皮膚に現われる肉眼的變化を毎日一定時刻に觀察した。従つて放射後翌日迄の放射直後の皮膚反應は含まれていない。

観察された肉眼的所見の主なもの、レ線紅斑及びそれに伴う皮膚變化の消長、脱毛、及び被毛再生の現象等である。紅斑は肉眼的に發赤の程度に従い、紅斑度を痕跡程度(干)、極く軽度(±)、軽度(+), 中等度(≡), 高度(卅)の五段階に分類して記載する。尙ほ追時的に皮膚を別出し組織標本を作製したので、観察期間は長きは1年間に亘っているが、その期間が長くなるに従い症例数は減少する。原則として各線量に應じて完全恢復した時、或は所見が停滞状態に止まつた時に観察を中止した。

III 實驗成績

レ線放射により最初に認められる變化は發赤で、紅斑現象に續いて見らるゝ變化は當該部位の鱗屑性變化、浮腫狀變化、糜爛、落屑等から潰瘍に至る皮膚反應であり、更に脱毛、被毛再生等の過程である。

次に各放射群に就て肉眼的變化を詳述すると、

1) 600r 放射群

實驗總數9例中6例に極く軽度乃至痕跡程度の早期紅斑を認めた。観察第1日目が最もはつきりして次の日には忽ち消褪する。

主紅斑と想われる發赤は症例によつては3週後頃から始まるようであるが、特に主紅斑期と名付くべき或る程度の紅斑が持続する劃然たる期間が無く、この極期に於てさえ1例に軽度紅斑を認めた、他は痕跡程度の發赤が消長し、或は全然識別に耐える様な紅斑は生起せず、5週後頃には全く發赤を認めない。被放射皮膚は僅かに乾燥するのみで明らかな鱗屑性變化をも示さなかつた。

脱毛は全然認められず、放射時に於ける被毛周期の状態に應じて、放射2週後頃に剪毛は發育延長し始め間も無く尋常な毛生状態に迄恢復した1例がある。被毛再生の3例に於ても放射後5~7週で再生始まり、被毛は旺盛に發育し、6~9週で完全に尋常な毛生状態に戻つた。恢復時には放射部自體の被毛は周囲の非放射部より數日遅れて發育延長して來る、即ち發育は放射により一應阻害されるが、その後間もなく放射部、非放射部の區別が出來なくなる。

尙放射後4~5日にして放射皮膚の一部に小豆大の領域に少數の纖弱な被毛が疎生してくるのを認めた2症例がある。同様の所見を1000r放射群の1例で見た。

2) 1000r 放射群

皮膚反應の経過を個々の實驗例に就て記載することは煩雜であるから、3週以上觀察例に就いて、概ね各所見の出現順に實驗成績を配列表示した(表 I)。

實驗總數11例中7例に軽度乃至痕跡程度の早期紅斑を認めた。此れは600r同様觀察第1日目が最もはつきりして2日目には大低消褪してう。

主紅斑は觀察例數6例中全例に於て、放射後3~4週頃に始まり、間も無く乾性鱗屑性變化が見られる。此の放射群になつて高度の發赤を示す紅斑極期が存在する様になる。併し個體差或は體部位による反應の差違が大量放射群に較べ顯著に現われて、4~7週後に高度の紅斑を示す極期を有する症例と共に、軽度以下の紅斑が消長して極期の持続期間の確定出來ないものもあつた。發赤の斑狀出現は特にこの放射群に特徴的で、放射皮膚全面の發赤を來さず、高等發赤部と之れに續發する白色肥厚鱗屑形成部と共に未だ發赤せざる個處とが斑狀に入り混じつて認められた。浮腫も全般的には明らかでなくつて、斑狀發赤部に一致して僅かに斑狀に認められ、1500r以上放射群に見る様な丘疹様浮腫狀鱗屑癬を形成せず、白色肥厚鱗屑をつくるのみで、糜爛・潰瘍等の濕性變化を來すことは全くなかつた。

5~7週頃に鱗屑は剝離し始め、紅斑は6~10週頃に全く消褪してう。

易脱毛性は紅斑極期前後から、即ち4~6週頃に判明した。併し急性炎の経過後に被放射剪毛が完全に脱落してしまうことはない。それで大量放射群の場合の如く禿毛状態の處に發生して來るのではないから、一般には毛生判明日時の判定は概略となる。37日~8週頃は被毛の新生が判明する。尙600r放射で剪毛の發育延長した同一家兎では、1000r放射に際しても、被毛密度は疎鬆である

I 表 1000r 放射群

| 實驗 番 號 | 反 應 | 紅 斑 | | | 乾 屑 性 鱗 化 | 白 鱗 屑 肥 厚 成 | 脫 毛 判 明 期 | 糜 爛 | 落 屑 | 剪 毛 全 脫 落 期 | 被 毛 再 生 | 點 狀 褐 色 疹 | 觀 察 期 間 |
|--------------|--------|------------------|------------|--------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|--------|--------|----------------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | | 早 期 紅 斑 | 主 紅 斑 | | | | | | | | | | |
| | | | 始 期 | 極 期 | | | | | | | | | |
| 29A | 1 干 | | | | | | | | | | | | 21 |
| 29B | 1 干 | 19~21 | 35~ 卅 | | 24~27 | 33 | 30~35 | | | | | | 35 |
| 29D | 1 干 | 19~21 | + | | - | - | ? | | | | | | 45 |
| 17A | - | 33 | 36~38 卅 | 47 | 34~36 | 40 | 40~42 | - | 40~42 | | 42~44 | | 60 |
| 29C | 1 干 | 28~31 | 50~55 卅 | | 40~42 | ± | 43~46 | - | 47~50 | | 55~57 | | 68 |
| 27D | - | 18~21 | + | 38~42 | 28~31 | - | 40~43 | - | 40~43 | | 42~45 | | 120 |
| 25D | - | 17 | 28~31 卅 | 36 | 20~22 | 25 | 26~30 | - | 32~35 | ? | 37 | | 180 |

- 註 1. 放射後3週間以上経過を觀察した症例のみを表示した。
 2. 各欄の數字は反應發現の日時を示す。放射翌日が觀察第1日である。
 3. 紅斑欄の符號は紅斑度を示す。中間發赤期の存在は~印を以て現わし、明瞭に中間波として識別された症例では日時を記載した。

II 表 1500r 放射群

| 實驗 番 號 | 反 應 | 紅 斑 | | | 乾 性 鱗 屑 | 丘 疹 樣 浮 腫 狀 | 脫 毛 判 明 期 | 濕 潤 糜 爛 | 痂 皮 剝 脫 | 剪 毛 全 脫 落 期 | 毛 生 判 明 期 | 點 狀 褐 色 疹 | 血 管 擴 張 症 | 觀 察 期 間 |
|--------------|----------|------------------|-------------|--------|------------------|----------------------------|-----------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| | | 早 期 紅 斑 | 主 紅 斑 | | | | | | | | | | | |
| | | | 始 期 | 極 期 | | | | | | | | | | |
| 19C | 1 + | 20 | | | | | | | | | | | 21 | |
| 1 D | 4~7 ± | 16 | 27~ 卅 | | 16~19 | | ? | | | | | | 27 | |
| 19D | 1~3 + | 26 | | | | | | | | | | | 30 | |
| 17D | 1~2 + | 22 | | | | | | | | | | | 35 | |
| 17C | 1~3 ± | 6 21 | 37~ 卅 | | 27~29 | 39 | 37~40 | | | | | | 44 | |
| 17B | 1~2 干 | 8 20 | 卅 | | 19~21 | | ? | | | | | | 45 | |
| 23C | 1~4 + | 24 | 31~34 卅 | 40 | 20~22 | 34 | 27~30 | - | 37 | | 49 | | 50 | |
| 13C | 1 ± | 27 | 40~46 卅 | | 28~30 | 42 | 40~44 | - | 47 | | | | 51 | |
| 9 D | 1 ± | 16 | 30~40 卅 | 50 | 16~18 | 34 | 28~32 | - | 45 | | 52 | 54 | 60 | |
| 13D | 1 干 | 9 25 | 45~55 卅 | 65 | 33~36 | 48 | 45~49 | 55 | 59 | | 75 | | 75 | |
| 20D | 1~3 + | 14 | 26~28 卅 | 34 | 26~30 | - | 45~50 | - | | | × | | 77 | |
| 13A | 1~7 + | 28 | 40~46 +卅 | 53 | 27~30 | - | 50~55 | - | | | × | | 84 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----|--------------------|---|--------------------|------------|--------------------|----|-------|-----|
| 11B | 3~4 干 | 25 | 41~45 卅 | 60 | 34~36 | 48 | 45~50 | - | 56 | | 72 | 65 | | 90 |
| 10B | | 16 | 30~32 卅 | 48 | 16~18 | 33 | 30~32 | - | 40 | 65~70 | 42 | | 80~90 | 90 |
| 13B | 1~3 干 | 27 | 50~56 卅 | 68 | 27~30 | 52 | 43~48 | - | 55 | 90~ 100 | 79 | 61 | | 120 |
| 28A | 1~3 + | 14 | 34~37 卅 | 48 | 23~25 | 34 | 30~34 | - | 37 | 70~80 | 42 | | | 140 |
| 23B | | 15 | 40~50× + | 55 | 23~27 | - | 30~35 | - | | ? | 36 | | 60~70 | 200 |
| 平均値 | | 21.40 ± 0.85 | 35.92 ~ 1.39 | 41.90 ± 1.89 | 51.78 ± 2.49 | | 40.44 ± 1.64 | | 47.00 ± 2.09 | | 58.71 ± 4.05 | | | |

註 ×印は統計學的集計から除外してある。

III 表 3000r 放射群

| 實驗 番號 | 反應 | 紅 斑 | | | | 乾性 鱗化 鱗屑 | 丘疹 浮腫 形成 狀 | 膿 爛 潰瘍 形成 | 小 癬 痕 形 成 | 痂 皮 剝 脫 | 剪 毛 全 脫 落 期 | 毛 生 判 明 期 | 點 狀 褐 色 疹 | 後 期 傷 害 | | | | 觀 察 期 間 |
|----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| | | 早期 紅 斑 | 主 紅 斑 | | | | | | | | | | | 皮膚 硬 化 | 血 擴 張 管 症 | 點 狀 出 血 斑 | 壞 死 潰 瘍 | |
| | | | 始 期 | 極 期 | 消 退 期 | | | | | | | | | | | | | |
| 15B | 3~6 干 | 20 | | | 16~ 20 | | | | | | | | | | | | 21 | |
| 19B | 3~4 + | 25 | | | 30~ 33 | | | | | | | | | | | | 30 | |
| 25B | 1~2 ± | 17 | 28~ 卅 | | 16~ 20 | 32 | 25~ 28 | | | | | | | | | | 32 | |
| 5A | - | 20 | 卅 | × | 28~ 30 | | 27~ 30 | | | | | | | | | | 33 | |
| 16D | 2~3 + | 17 | 卅 | × | 30~ 35 | | 38~ 40 | | | | | | | | | | 42 | |
| 16B | 2~4 + | 15 | 37~43 卅 | × | 23~ 25 | | 36~ 40 | | | | | | | | | | 45 | |
| 18A | - | 26 | 41~46 卅 | | 32~ 35 | 40 | 38~ 40 | | | | | | | | | | 49 | |
| 23A | 1~2 + | 13 | 23~29 卅 | 42 | 14~ 16 | 26 | 23~ 26 | 41 | 35 | 50 | 47 | | | | | | 51 | |
| 27C | 1~2 + | 18 | 25~29 卅 | × | 34× 20~ 22 | 30 | 23~ 27 | 31 | 43 | | 53 | | | | | | 57 | |
| 9C | | 17 | 30~40 卅 | 50 | 20~ 23 | 38 | 28~ 32 | 42 | 46 | 53 | 54 | 48 | 50~ | | | | 60 | |
| 18C | 1 ± | 25 | 39~45 卅 | 63 | 32~ 35 | 43 | 39~ 42 | 45 | 54 | | | | 50~ | | 63 | | 63 | |
| 20B | 3~4 + | 14 | 29~35 卅 | 47 | 16~ 18 | 32 | 30~ 33 | 35 | 38 | 56 | 61 | 59 | 50~ 70 | 60~ 70 | 72 | 85~ | 86 | |
| 20C | 1~3 + | 15 | 29~36 卅 | 45 | 18~ 21 | 35 | 30~ 34 | 40 | 39 | 49 | 54 | 47 | 50~ 70 | 60~ 70 | 60 | 85~ | 90 | |
| 18B | 4 ± | 19 | 43~48 卅 | 63 | 20~ 23 | 40 | 14~ 17 | 50 | 48 | 65 | 61 | 53 | 50~ 70 | 70~ 80 | 91 | 95~ 100 | 120 | |
| 10A | 2 ± | 13 | 30~43 卅 | 53 | 16~ 19 | 43 | 28~ 32 | - | 49 | 65 | 59 | 80 | 50~ 70 | 70~ 80 | 140~ 145 | 150~ 160 | 300 | |
| 平均値 | | 20.07 ± 0.79 | 32.18 ± 1.28 | 40.25 ± 1.54 | 51.86 ± 1.96 | 36.33 ± 1.33 | 40.57 ± 1.58 | 44.00 ± 1.52 | 56.33 ± 1.95 | 55.57 ± 1.28 | | | | | | | | |

註 ×印は實驗中體重減少し衰弱せる例を示し、統計學的集計から除外してある。

IV表 5000r 放射群

| 實驗 番號 | 反應 | 紅 斑 | | | | 乾性 鱗屑 性 | 丘 疹 樣 浮 腫 狀 | 脫 毛 判 明 期 | 糜 爛 ・ 潰 瘍 ・ 潰 瘍 痕 形 成 | 痂 皮 剝 脫 | 剪 毛 全 脫 落 期 | 毛 生 判 明 期 | 點 狀 褐 色 疹 | 後 期 傷 害 | | | | 觀 察 期 間 | |
|----------|----------|------|--------------------|-----|--------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|---|------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|-----|
| | | 早期紅斑 | 主 紅 斑 | | | | | | | | | | | 皮 膚 硬 化 | 血 擴 張 管 症 | 點 狀 出 血 斑 | 壞 死 ・ 潰 | | |
| | | | 始期 | 極 期 | 消褪期 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22D | 2 ± | 18 | | | 18~ 22 | | | | | | | | | | | | 21 | | |
| 12A | 2~3 ± | 17 | | × | | | | | | | | | | | | | 25 | | |
| 16C | 1~7 ± | 14 | 20 | × | | | | | | | | | | | | | 29 | | |
| 10D | 2~6 干 | 20 | 25~27 ± | | 15~ 18 | 29 | 25~ 27 | 28 | | | | | | | | | 29 | | |
| 12D | 3~7 干 | 15 | | × | 23~ 25 | | | | | | | | | | | | 35 | | |
| 9B | 3 干 | 21 | 35~ ± | | 26~ 29 | 38 | 30~ 35 | 43 | | | | | | | | | 43 | | |
| 18D | 5~6 ± | 22 | 32~37 ± | 55 | 23~ 25 | 34 | 8~ 12 | 42 | 40 | 57 | | 43 | 50~ | | | | 57 | | |
| 27B | 1~2 + | 17 | 24 | | 41~47 ± | 51 | 28~ 30 | 43 | 30~ 35 | 49 | 49 | 57 | 67 | 56 | 50~ | | 67 | 68 | |
| 23D | 2~3 + | 12 | | | 28~36 ± | 45 | 18~ 21 | 33 | 27~ 30 | 34 | 40 | 50 | 60 | 78 | 50~ 70 | 50~ 60 | 90 | | 90 |
| 9A | 1~7 ± | 21 | | | 33~44 ± | 58 | 23~ 26 | 39 | 30~ 34 | 42 | 47 | 65 | 60 | 90 | 50~ 70 | 60~ 70 | 45~50 | 75~80 | 120 |
| 10C | 1~8 + | 19 | | | 26~32 ± | 45 | 16~ 18 | 28 | 27~ 29 | 29 | 37 | 58 | 59 | 85 | 50~ 70 | 45~ 55 | 120~ 125 | 140~ 150 | 365 |
| 平均值 | | | 19.67 ± 0.61 | | 31.43 ± 1.42 | 37.17 ± 2.02 | 50.80 ± 1.75 | | 34.86 ± 1.34 | | 38.14 ± 1.99 | 42.60 ± 1.53 | 57.40 ± 1.59 | 61.50 ± 1.24 | | | | | |

註 ×印は實驗中體重激減し衰弱せる例を示す。

が、剪毛が發育して尋常の長さに延びた。

急性炎の經過後に、角層の増殖による薄紙狀、或は靴襠狀の落屑を認めることは殆んどない。

被毛の發育は傷害され、半年後でも再生被毛密度は尙ほ幾分疎鬆で、尋常な毛生状態に迄は恢復しない。

3) 1500r,3000r 5000r 放射群

1500r 以上放射群では、急性期に於ける各種肉眼的所見が出揃うので一括して述べる。併し1500r 群と3000r 以上放射群の間には線量に基く重要な差異がある。第一は急性期に於ける糜爛・潰瘍等の濕性變化の發現頻度に著明な差異のあることであり、第二は急性炎後に引續く剪毛全脱落期の發現の頻度並びに遲速に著差がある。第三の更に重要な相違は後期傷害の發現閾値が1500r と3000r の間に在ることである。尙ほその他の皮膚反應に關しても量的な程度の差異が認められる。

前回同様に、3週以上觀察例に就て、各放射群

別に實驗成績を配列表示した(表 II, III, IV)。

早期紅斑は1500r 群では實驗總數22例中20例に輕度以下の發赤として認められた。即ち殆んど大部分の症例に早期紅斑は生起し、第1日目が最も明瞭で、2~3日で消褪する。1週乃至2週後頃に中間波を4例に認め、その中2例は主紅斑波に移行した。3000r では實驗總數20例中早期紅斑を18例に認め、2週後頃に4例に中間波を生起した。5000r では實驗總數18例の全例に、程度の差はあるが早期紅斑を見た。而も2日目既に中等度の紅斑に達し、早期紅斑波、中間波、主紅斑波が總て分離することなく互に移行して生起した例がある。他の1例に中間波を認め主紅斑波に移行した。3000r 以上では、早期紅斑は第1~第3日頃が最も強く幾分浮腫狀で、1週迄位の間に消褪する。主紅斑は1500r では、放射後14日~28日(平均值21.40±0.85)、3000r では13日~26日(平均值20.07±0.79)、5000r では12日~24日(平均值

19.67±0.61)に現われ始め、その頃から或は數日遅れて乾性鱗屑性變化が認められた。發赤は最初斑狀に出現し、次で線量が多い程急速に紅斑度及び浮腫性を層して全放射野に擴大する。そして1500rでは放射後26日~50日(平均値35.92±1.39), 3000rでは23日~43日(平均値32.18±1.28), 5000rでは25日~41日(平均値31.43±1.42)で紅斑極期に達し、1週間程続く。極期半ば頃から丘疹様浮腫狀鱗屑癬を形成し、數日後に糜爛・潰瘍等を起した。

極期に於ける紅斑度は3000r以上では實驗途中の衰弱例を途き、總て高等發赤を示し、全射野に一致して境界甚だ明瞭な丘疹様浮腫狀鱗屑、腫狀屑例に放癬を形成した。1500rでは極期を經過した12例中高度發赤を生起せず、丘疹様浮腫狀鱗屑癬を形成することなく白色肥厚鱗屑乃至秕囊狀の落屑にとどまつた3症例がある。

糜爛・潰瘍は3000r以上放射群の殆んど全例に見られた。1500rでは紅斑消褪期迄觀察した11例中1例に見られたに過ぎない。家兔に於ては水疱を形成しない。茲に糜爛・潰瘍と云うのは、丘疹様浮腫狀鱗屑癬が輝裂して濕潤面を直接露出した症例である。尙若干例で、癬皮剝脫期に於て剝脫癬皮の下面に小瘰痕を認めた際にも、小潰瘍を經過したものとしてその發見日時を潰瘍の欄に加えた。それで糜爛・潰瘍等の發見日時時の平均値は幾分遅れた結果になつて現われた。

一般に紅斑極期前後から易脱毛性となる。併し自然の被毛の脱落は更に遅れ、鱗屑癬が褐色より淡褐色、更に殆んど白色に變じて周邊より剝脫し始める時期で、放射後5~7週頃である。尙ほ3000r放射の18Bと5000r放射の18Dでは易脱毛

性は可成り早期に、放射後10日乃至2週後頃に既に判明した。此の症例では多少隆起して發赤した皮膚が放射野の可成り廣汎な領域をも含んで擴がつていて、斯かる部位では剪毛の發育延長は旺盛で、所謂毛島に相當するものと考えられる。そして放射後早期には被放射剪毛も多少發育延長するが、間もなく被毛の延長は止まり、周邊非放射部剪毛のみは發育を続けるので、放射1週後頃になると放射部と非放射部の被毛發育の差異が歴然と現われて來た。

紅斑は1カ月半乃至2カ月後頃に消褪して下り、間もなく癬皮も完全に剝脫し、之れと前後して、即ち2カ月頃には放射野の一部から斑狀に被毛の新生を認める。

急性炎の經過後、毛生判明期と前後して、3000r以上では剪毛は完全に脱落する。即ち剪毛全脱落期と毛生判明日時の平均値は3000rでは夫々56.33±1.95, 55.57±1.28である。5000rでは全脱落期は57.40±1.59に發見し、毛生判明日時は幾分遅れて61.50±1.24となる。處が1500rでは毛生判明後可成り遅く迄、一部に僅かであるが殘存剪毛が認められ、急性線皮膚炎後に引續く剪毛の全脱落期はない。そして若干例で、10週乃至3カ月頃になつて殘存剪毛も完全に消失した。

扱上述の急性皮膚反應の消長の時期及びその程度は個體差或は體部位による反應の差異が大きい。今各種急性期反應の發見日時を統計學的に集計してみると表Vの如くなり、各放射群の間に、反應發見日時には線量に基く有意の差は認められない。併し反應の程度は線量が増すと強くなり、3000r以上では反應強度に於ては個體差、體部位差は殆んど消失する。他方線量が少ないと反應強度

V表 急性皮膚反應發見日時時の平均値

| 線量 | 反 應 | | | 丘疹様 浮腫狀 鱗屑癬形成 | 糜 爛 潰 瘍 (小瘰痕形成) | 癬皮剝脫 | 剪毛全脱落期 |
|-------|------------|---------------------------------|------------|---------------------|-----------------------|------------|------------|
| | 主 始 期 | 紅 極 期 | 斑 消 褪 期 | | | | |
| 1500r | 21.40±0.85 | 35.92 ±1.39 ~ 41.90 ±1.89 | 51.78±2.49 | 40.44±1.64 | | 47.00±2.09 | |
| 3000r | 20.07±0.79 | 32.18 ±1.28 ~ 40.25 ±1.54 | 51.86±1.96 | 36.33±1.33 | 40.57±1.58 | 44.00±1.52 | 56.33±1.95 |
| 5000r | 19.67±0.61 | 31.43 ±1.42 ~ 37.17 ±2.02 | 50.80±1.75 | 34.86±1.34 | 38.14±1.99 | 42.60±1.53 | 57.40±1.59 |

VI 表 毛生判明期の比較

| 線量 | 實驗番號 | 毛生番時 | 平均値 | | |
|-------|------|------|-------|--|---|
| 1500r | 23C | 49 | 47.67 | 無 ($F_0=2.42$) 意 ($F=6.61$) | |
| | 9D | 52 | | | |
| | 10B | 42 | | | |
| 3000r | 27C | 53 | 53.25 | | 有 ($F_0=14.90$) 意 ($F=6.61$) |
| | 23A | 47 | | | |
| | 9C | 54 | | | |
| | 10A | 59 | | | |
| 5000r | 27B | 67 | 61.50 | 有 ($F_0=6.81$) 意 ($F=5.99$) | |
| | 23D | 60 | | | |
| | 9A | 60 | | | |
| | 10C | 59 | | | |
| | | | | | |

($\alpha=0.05$ にて検定)

には個體差が顯著である。紅斑極期の持続期間も1500rの多數例では紅斑は次ぎ次ぎに斑狀に擴大して行くので大量放射群と同様な結果になつたが、一定部位の發赤持続期間は線量が少ないと短い様である。丘疹様浮腫狀鱗屑形成の程度も線量の大きいもの程強く、濕性變化の持続期間も5000rでは皸裂糜爛と痂皮被覆の狀態が1週間以上にも互つて繰り返され、糜爛面には時に點狀出血が認められた。

毛生判明日時は1500rでは放射後第36日～79日(平均値 58.71 ± 4.05)、3000rでは47日～61日(平均値 55.57 ± 1.28)、5000rでは59日～67日(平均値 61.50 ± 1.24)の間に互つていて、全症例の平均値では有意の差はない。

今同一家兔に三種の配量を試みた症例群に就て比較してみると表VIの様になり、3000r以下放射群と5000r群との間には有意の差がある。元來家兔の發毛は甚だ不規則で發毛觀察には不適とさえ云われて居るが、余は組織學的觀察からも線量が増すと被毛新生に至る諸過程の發現が遅延することを確めた。

鱗屑剝脱後には少量放射群と異り角層の増殖により薄紙狀或は糝糠狀の落屑が続き、線量が多い程此の所見は強い。再生皮膚面は滑澤を帯び、時に萎縮狀である。小出血に由來する點狀褐色疹が急性炎の消褪後頃に見られた。發現頻度は1500rでは少なく、3000r以上では殆んど全例に見られた。血管擴張症も1500r以上で2カ月後頃から周邊の一部に僅かに認められ、線量が多い場合には経過を追つて顯著になつた。

1500rではその後落屑も絶え、血管擴張症も明らかでないが、新生被毛密度は200日後になつても尙70～80%程度にしか生え揃わない。即ち被毛再生所見の他は肉眼的には後傷害は見られない。

處が3000r以上では2カ月後頃から皮膚硬化し、間も無く點狀・斑狀の皮下出血を起し、之れの部分引續き早きは3カ月前後から乾性壞死巢と變つて來る。新生被毛も其の後の發育は頗る遅く、僅かに纖弱な毛の疎生を見るに過ぎず、然も毛生判明1カ月後頃から再脱落して益々被毛は減少して來る。乾性壞死巢は可成り長い間固着しているが、その後壞死片は脱落して潰瘍となり、薄い被膜は屢々破綻して濕潤面を露呈した。その頃には乾性壞死部、或は潰瘍部を中心にして放射狀に著明な血管擴張症が続き、皮膚は高度に硬化し、殘存倭小被毛も痕跡程度となる。放射部皮膚自體は瘰癧收縮により變形縮少し、一部は白色臙樣光澤を帯びる。8～9カ月後には全秃毛狀態になり、周期的に薄紙狀の落屑が見られた。要之、3000r以上放射では高度の後傷害を遺し恢復は望めない。

IV 總括並びに考按

以上の實驗成績を總括し、放射量に基く反應の差異を比較してみると表VIIの如くなる。

早期紅斑は線量が少いと(例えば600r, 1000r)極く軽く、而も症例の略々1/3に發赤を認めず、経過も早い。即ち2日目には忽ち消褪する。線量が多いと(3000r, 5000r)殆んど全例に生起し、而も放射野に一致して境界の鮮鋭な瀰漫性の明瞭な發

表 VII 放射量に基づく皮膚反應の差異

| 總量 | 反應 | 紅斑(極期) | | | | 丘疹樣浮腫狀 | 鱗屑形成 | 糜爛・潰瘍 | 脫毛 | 剪毛全脱落 | 角層増殖に | よる脱落 | 點狀褐色疹 | 後期所見 | | | | |
|-------|-----|-------------------|-----|------|-------------------|-------------------|------|-------|-----|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|------|---|---------|
| | | ± | + | ++ | +++ | | | | | | | | | 皮膚硬化 | 血管擴張症 | 點狀出血 | 壞死潰瘍 | 毛生狀態(%) |
| 600r | (2) | (1) ₃ | (0) | (0) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1例: 17日後剪毛發育延長略々100% 3例: 6~9週後100%再生 | |
| 1000r | (0) | (2) ₆ | (1) | (3) | - | - | + | 5 | ? | - | - | - | - | - | - | - | 1例: 20日後剪毛發育延長70~80% 1例: 4月後60~70%再生, 非脱落剪毛混在 1例: 6月後80~90%再生 | |
| 1500r | (0) | (1) ₁₃ | (2) | (10) | (9) ₁₂ | (1) ₁₁ | + | 12 | (3) | + | 10 | (3) | ? | (2) | - | - | 1例: 3カ月後30~40%再生 1例: 200日後70~80%再生 | |
| 3000r | (0) | (0) ₁₁ | (0) | (11) | ± ₁₀ | (7) ₈ | + | 13 | + | 6 | 6 | (5) | ++ ₄ | ++ ₂ | + | + | 1例: 3カ月後再生被毛痕跡, 殘存 1例: 10カ月後殆ど全禿毛 | |
| 5000r | (0) | (0) ₇ | (0) | (7) | ++ ₇ | + | 7 | 7 | + | 5 | 5 | ++ ₃ | ++ ₂ | + | + | + | 1例: 4カ月後再生被毛痕跡殘存 1例: 10カ月後全禿毛 | |

註 各欄のアラビア數字は觀察例數を示す。括弧内の數字は有所見例數を、+, -, は全例必發或はその反對を現わし、++, +++等は更に夫々の程度を示す。

赤が多くなり、幾分浮腫状のものもあり、持続期間は長くなり放射後1週位で消褪する。但し中には紅斑は早期より著明で中間波、主紅斑波の三波を分離することなく経過した症例もあつた。中間波は1500r以上放射で若干例に生起し、或者は主紅斑波に移行した。

主紅斑は平均値では3週頃に始まるが、その發現迄の潜伏期は個體差により強く動搖し、投與線量とは殆んど關係が無い。然し極期の紅斑度は線量が多ければ強い。線量が少いと(1500r以下)、個體差或は體部位による反應強度の差異が顯著である。600rでは主紅斑の持続期間が判然とせず、その極期に於いてさえ軽度發赤以上に互ることなく、1000rでは略々半数に高度發赤を生起したが總て斑狀紅斑に止まり、1500rでも若干例では高度發赤に達しない。3000r以上では全例に放射野に一致して境界甚だ明らかな高度の紅斑を生じ、發赤の持続期間も長い。紅斑は1カ月半乃至2カ月後頃に消えて了うが、600r例を除き線量との間に明らかな關係は見出し難い。

主紅斑に續發する鱗屑の形成は600rでは見られず、1000rになつて高度發赤例では白色の厚い鱗屑を形成し、1500r以上になると浮腫が加つて丘疹樣浮腫狀鱗屑が出来る。その強度は線量に比例し3000r以上では全例に起る。

糜爛・潰瘍等の濕性變化は紅斑極期の終り頃に始まり、一般に3000rから生起し、1500rでは稀

である。

脫毛は1000rで見られ、急性皮膚炎の経過に引續く剪毛の全脱落は3000rから起る。1500rでは若干例で剪毛の全脱落が判明するが、その發現は遅く、被毛再生期が可成り進行してからで、何時の間にか新毛により置き換えられる。易脫毛性の判明期は被毛周期の狀態により異り、増殖延長期では早くなる様である。一般には紅斑極期前後から易脫毛性となる。

痂皮剝脱後には、1500r以上では角層の増殖に依る薄紙狀乃至襞狀の落屑が見られ、線量が多い程此の所見は強く、3000r以上では長くあとまで續く。

點狀褐色疹は急性炎の消褪後頃に1500r以上で見られ、その頻度は線量の増加と共に増える。

血管擴張症は放射2カ月後頃から放射野周邊の一部に認められるが、1500rではその程度も發現頻度も至つて軽い。3000r以上では経過を追つて顯著になる。

痂皮が剝脱し終る頃に放射野の一部から發毛が斑狀に起り、1500r以下では漸次全放射野に擴がる。毛生判明日時は統計學的に處理し得た1500r以上放射群では、3000r以下群と5000r群との間には有意の差がある。600r、1000rでは剪毛の存在のため被毛新生日時の評定は概略となるが、早期に判明する症例がある。尚ほ別に述べる通り組織學的觀察からも、被毛新生に至る諸過程の發現

が大量放射群では遅延することを確めた。それで家兎の發毛は元來甚だ不規則なものであるが、尙ほ且つ線量により毛生に遅速があるものと推定される。

尙ほ放射後早期には、増殖期に在る被毛は大量放射に際しても、剪毛が多少發育延長する。併し數日にして發育は止まる。處が1000r 以下ではそのまゝ發育して尋常な長さに迄延びた症例があつた(放射後3週頃)。勿論1000r では被毛密度は疎であつた。

被毛再生所見と線量：600r では6~9週で尋常な毛生状態に恢復するが、1000r 以上では被毛の發育は傷害され100%再生に迄達しない。その傷害の程度は線重と共に強くなり、3000r 以上では被毛新生するもその後間も無く再脱落して8~9ヵ月後には全秃毛状態になる。

高度の皮膚硬化・斑狀皮下出血・乾性壊死・高度の血管擴張症・再生被毛の再脱落による全秃毛等の後期傷害は3000r で起り、3~4ヵ月後頃から始まり漸次増強する。乾性壊死片の脱落后は慢性潰瘍を惹起し、放射部皮膚は瘢痕收縮して醜形を呈する。

上述の成績を括めて各種皮膚反應の出現並びに

表 VIII 各種反應の出現と線量

| 反 應 | 頻 度 | 線 量 |
|----------------|-----|---------|
| 紅斑度(卅) | 半多 | 1000r |
| 斑狀發赤 | 多數 | 1500r |
| 全面發赤 | 例數 | 3000r |
| 全面發赤 | 全 | 3000r |
| 白色肥厚鱗屑形成 | 半多 | 1000r |
| 丘疹樣浮腫狀鱗屑形成 | 多數 | 1500r |
| | 全 | 3000r |
| 急性糜爛・潰瘍(小瘢痕形成) | 稀 | 1500r |
| | 多 | 3000r |
| | 全 | 5000r |
| 脱 毛 | 全 | 1000r |
| 剪毛全脱落(急性炎後に) | 稀 | 1500r |
| | 全 | 3000r |
| 點狀褐色疹 | 全 | 1500r |
| | 少 | 1000r |
| | 多 | 3000r |
| | 全 | 5000r |
| 角層増殖による落屑 | 全 | 1500r |
| 100%被毛再生の上界 | | > 600r |
| | | < 1000r |
| | | > 8000r |
| 毛生を認め得ない下界 | | |
| 高度皮膚硬化 | | |
| 點・斑狀出血 | | |
| 壊死・潰瘍 | | |
| 高度血管擴張症 | | |
| 全秃毛状態 | | |
| | 全 例 | 3000r |

その頻度と線量の關係を表示すると表 VIII の如くなる。(追記：余は8000r 放射の追加實驗と行い尙毛生を認めた)。

考 按

從來の動物實驗に基く業績を顧るに紅斑に關する記載は少い。Miescher(1930)は家兎耳翼皮膚で紅斑は屢々識別されるが非常に輕微で對照としては役に立たぬとし、Zwerg(1932)も家兎背皮で線皮膚反應としては脱毛効果が著明であると述べている。Kahlstorf(1930)も家兎背皮で完全脱毛、潰瘍或は高度の角層増殖を觀察しながら紅斑に就いては全然記載していない。Klövekorn(1934)も家兎脱毛量の研究で2100r 迄の配量では紅斑は生起しないと述べている。

一方 Ellinger(1932)は家兎耳翼皮膚で中等度硬線を使用して紅斑を認め、發赤程度から紅斑を分類することは困難であるとして紅斑發現迄の潜伏期を觀察している。即ち照射直後に看過され易い程の早期紅斑が生起し、6~7日後に主紅斑が始まる。150~700r の間の線量では紅斑反應に本質的な差異はなく(即ち紅斑は起し易いが線重の變化に對し敏感でない)、又同一家兎の對稱的體部位では反應差がない。1500~2000r の間の線量で全例に脱毛と著明な紅斑を認めた。

余も紅斑が波狀に生起するのを認め、而も發赤の程度に従い紅斑度を分類することが出來た。そして主紅斑の始期、消褪期の日時が Miescher (1924)の人體に於ける實驗成績と同様に殆んど線量に關係なく、個體差により強く動搖することを認めた。併し反應強度は線量が多いと増強する。

次に家兎脱毛量に關する記載は多い。先ず Borak は軟線で12H乃至15Hと言つている。

Rohrschneider(1930)に依ると脱毛量は890R で、人間の170~180%HED、に當り、斑狀に脱毛するとなす。Ellinger も900r 以上で脱毛すると。(尙ほ彼はその他の實驗成績をも總合して人間の皮膚と較べ家兎皮膚の耐容量は2.5倍大きいと推論している)。Klövekorn も Ellinger 同様家兎の脱毛量は人間の夫れの2.5倍で、840~2100r の線量では脱毛は18~35日後に起る。1600r 以

下では脱毛迄の期間は線量が多いと短くなると言う。Cohnen, Fritz(1933)の報告でも脱毛が必ず起るには935~1050rを要する。併し剛毛と上毛は尚ほ残存し、2100rで此等も脱落する。そして1050r以上で鱗屑を形成したが、發赤は生起しなかつたとなしている。

個體差の大きなことは既に諸家の記載する處であるが、Klövekornも生物學的の比較對照の對象物としては家兎は不適當で犬或は豚が適していると述べている。余も亦脱毛判明迄の日數が特に1500r以下では(3000r以上では略々1カ月頃易脱毛性となる)個體差に依る動搖の大なることを知つた。そして脱毛は1000rで起り、一般に紅斑極期前後から易脱毛性となること及び被毛の増殖期ではより早く易脱毛性となることを知つた。

PommerとMähling(1932)は犬で有髮部と剃髮部に分ち脱毛量と紅斑量を見ている。即ち剃髮部皮膚と尋常有髮部皮膚では脱毛量は夫々420~600rの間、780~960rの間であり、紅斑量は夫々750~900r、1080~1200rであつた。第III度の反應(水疱性紅斑)は尋常有髮部では2400rで起ることを記載している。此の被毛の存在が皮膚反應に影響することは余も確認した。即ち非剪毛部では紅斑の發現し難いことを豫備實驗から知つたので、余は出来るだけ短く剪毛して紅斑の發現並びに觀察を容易にした。

以上の様に脱毛量に關する報告は多いが、被毛の再生日時或は毛生恢復程度と線量との關係、更に種々なる後遺傷害の發現閾値に關する記載は少ない。Klövekornは被毛の再生は略々45日頃始まり、投支線量と可成り無關係であると述べている。併し彼の實驗は2100r迄の線量である。余の實驗成績では3000r以下群と例との間に統計學的に有意の差が認められた。そして5000rでは毛生判明日時は略々放射後2カ月であるが、線量が少ないと毛生日時は動搖範圍が大きく、1500r以下では5週後頃に毛生判明した例がある。

Miescher(1930)は家兎耳翼を10×10×10cmの木の上に固定し、人間の照射の場合と同様な關係

にして照射し(180KV, 6mmAl-Filter, 100R/1.5~2Min)長期間に亙り脱毛及び後傷害を目標として肉眼的に觀察している。放射部位も放射條件も異なるので余の成績と比較は出来ないが、彼に依ると脱毛判明の閾値は1000R, 100%脱毛の閾値は2000R(?)で、100%再生のための上界は1000Rである。決定的の禿毛状態の閾値は2000Rと4000Rの間に在り、硬化と萎縮は2000Rで發現可能、 $\leq 4000R$ で必發、壞死は2000Rで可能、 $\geq 4000R$ で必發すると言う。余の場合では脱毛は1000rで判明し、急性レ線皮膚炎後に引續く剪毛の全脱落は3000rで必發する。100%被毛再生のための上界は600rと1000rの間に在り、毛生を認め得ない下界は8000rよりも更に大きい。後期傷害を惹起し全禿毛状態となる閾値は3000rである。

人間の急性レントゲン皮膚炎の肉眼的期別分類は既に古くHolzknecht, Kienböck等の記載がある。實驗的レ線皮膚炎の経過の肉眼的分類に關する報告は多くない。小池(大正12年)は家兎、海狸、白鼠等で急性レントゲン皮膚炎(大量放射)と慢性レントゲン皮膚炎の夫々の経過を四期の反應時期に區別している。前者は1)潜伏期、2)滲出腫脹期、3)丘疹様結痂期、4)壞死潰瘍期に、後者は1)潜伏期、2)脱毛及び肥厚期、3)落屑形成期、4)萎縮期に分類される。そして急性炎の2)3)4)の各時期は人間の紅斑期、水疱又は膿疱形成期、潰瘍期に相當すると述べている。西浦(大正14年)も1)潜伏期、2)脱毛肥厚期(照射量多からざる時)、3)充血腫脹期(大量放射)、4)結痂期、5)潰瘍期に分類している。小池、西浦等は潜伏期の長短は放射量に反比例すると述べているが、余の場合では主紅斑の發現日時は紅斑生起群では線量による影響は少なく、反態程度は線量に比例して顯著な紅斑が波狀に生起する。それで充血腫脹期は余の場合は紅斑極期になるわけである。そして早期紅斑期、中間期、主紅斑期、丘疹様浮腫狀鱗屑痂・糜爛・潰瘍形成期、痂皮剝脱毛生判明期、後期傷害期と細別することも出来る。

毛髮の發育に及ぼすレ線作用の臨床的觀察は多く、頭部レ線放射脱毛後の局所的の毛髮の増生を報告している者もある。(例えば Graud(1905), Fuhs(1927), Ullmann(1928), Dostrowsky(1931)等)。余は斯る現象には遭遇しなかつたが、1000r以下放射で3例に放射數日後に放射皮膚の小領域に數え得る程度の纖弱毛の疎生を見た。家兎皮膚では特に、寄生蟲その他による肉眼的に不明の變化が在ると云われる。余は此の様な變化部局所に於て、斯る現象が發現したものと解している。

V 結 論

家兎背部皮膚に600r, 1000r, 1500r, 3000r, 5000rを選び全量放射を行つた。放射條件は線質半價層 Cu 0.12mm, 線強度36.6r/Min 放射野の大きさは3cm 直径の圓で、次の如き所見を得た。

1) 動物實驗に基く從來の多くの業績では、レ線の皮膚に及ぼす生物學的效果としては紅斑は用いるに足りないとされているが、余は被毛を短くかりとつた皮膚にレ線を投與することにより著明な紅斑が早期並びに主紅斑、更に若干例では中間波と波狀に生起するのを認めた。

2) 急性皮膚反應(主紅斑、鱗屑痂形成等)の發現時期は個體差が顯著であるが、線量に基く有意の差は無い。併し反應の強度は線量に比例し、線量が少ないと反應程度は軽く而も個體或は體部位により現われ方の強さに著差がある。

3) 脱毛は3000r 急性炎後に引續く被放射毛の

全脱落は3000r で起る。易脱毛性の判明日時は照射大量ならざる時は個體差により著しく動搖し、尙ほ被毛周期の状態に依つても左右される。

4) 急性糜爛・潰瘍は普通3000r で起る。

5) 被毛の再生日時は3000r 以下放射例では5000r に較べ早い。

6) 被毛の完全恢復のための上界は600r と1000r の間に在る。被毛再生の傷害程度は線量に比例する。

7) 被毛の再生が起らない下界は8000r よりも更に大きい。

8) 高度皮膚硬化・斑狀皮下出血・乾性壞死・慢性潰瘍・高度血管擴張症・新生被毛の再脱落にある全禿毛等の後傷害は3000r で起る。

(本論の要旨は第11回日醫放總會(昭和27年4月5日)の席上演説せり)。

VI 文 獻

- 1) Cohnen, Fritz: Zbl.f. Radiol. 1933, 14, s. 328.
- 2) Ellinger, F.: Strahlenther. 1932, 43, s. 357.
- 3) Ellinger, F.: Strahlenther. 1933, 47, s. 517.
- 4) Kahlstorf, A.: Strahlenther. 1930, 38, s. 449.
- 5) Klövekorn A.: Strahlenther. 1934, 51, s. 689.
- 6) Miescher, G.: Strahlenther. 1924, 16, s. 333.
- 7) Miescher, G.: Strahlenther. 1928, 27, s. 257.
- 8) Miescher, G.: Strahlenther. 1930, 36, s. 434.
- 9) Pommer, Alois, u. W. Mähling: Zbl. f. Radiol. 1932, 12, s. 405. — 10) Rohrschneider, W. Strahlenther. 1930, 38, s. 665. その他第2報文獻參照。