



Title	爪組織に対する放射線の作用
Author(s)	春山, 和久
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1965, 24(10), p. 1113-1132
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15472">https://hdl.handle.net/11094/15472</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# 爪組織に対する放射線の作用

東京医科歯科大学放射線医学教室（主任 足立忠教授）

春 山 和 久

（昭和39年10月30日受付）

Effect of Radiation on the Nail Tissue

By

Kazuhisa Haruyama

Department of Radiology, Tokyo Medical and Dental University, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan.

(Director: Prof. T. Adachi)

1. Present experiment was planned as one of link study "effect of radiation on hard tissue",<sup>7)8)9)10)11)12)13)</sup> so far studied in our institute.
2. Nails of the hind legs of rats were irradiated by X-radiation (200 kVp, 18 mA, H.V.L. 0.24 mm Cu, F.S.D. 30 cm.) and effects were studied by micro-and macroscopic observation.
3. Nail matrix is most radiosensitive and next is nail bed tissue. As for matrix, the proximal portion is more sensitive than the distal part.
4. By single irradiation, 1000 r shows almost no changes, 2000 r gives sever injuries (Fig. 10-15) with later recovery and as to 3000 r, severer damage but no recovery (Fig. 16, 17).
5. Radiation effects were reduced by fractionation of dose (Tab. 5,6).
6. Shedding (fall off) of nail after irradiation were observed more early as dose increases (Tab. 5, Fig. 30).
7. Mechanisms of shedding of nail were discussed.
8. Recovery index of nail tissue, shedding taken as an indicator, was almost equal to that of the skin (Fig. 33).
9. Growth rate of nail tissue was about 0.1 mm per day for man and 0.15 mm per day for rat, and they were prolonged by irradiation (Tab. 4, Fig. 27, 28).
10. Processes of restoration after pulling out of nail were studied also histologically (Fig. 18-23).
11. As a whole, radiosensitivity of nail tissue were shown less than that of skin and hairs.
12. As to chronic changes, seen many times in cases of occupational radiation injuries, further study was promised.

## 目 次

### I. 緒 言

#### 1. 目 的

### 2. 爪組織とは

#### 3. 爪の生長

### II. 実験方法

1. 実験動物
  2. 照射方法及び条件
  3. 照射線量
  4. 観察方法
- II. 実験結果
1. 白兎の正常爪組織
  2. 爪の長さ及びその生長について
  3. 爪組織に対する放射線の作用
    - i) 1回照射
      - a. 1000 r
      - b. 2000 r
      - c. 3000 r
    - ii) 分割照射
      - a. 200 r × 10毎日10日間照射群
      - b. 400 r × 5隔日10日間照射群
    - iii) 小括
  4. 抜爪による爪の恢復
  5. 爪の生長に関する放射線の作用  
(一・二の臨床的観察)
  6. 肉眼的観察
    - i) 脱爪とは
    - ii) 照射線量
    - iii) 照射対象
    - iv) 効果の基準
    - v) 実験結果
    - vi) 爪組織の恢復について
    - vii) 小括
  7. 放射線による爪の脱爪機転について
- IV. 総括
- V. 結語
- VI. 文献

## I. 緒言

### 1. 目的

本研究の目的は爪の組織に対する放射線の作用を考察するにある。1895年X線発見後其の生物学的作用として先ず注目されたのは皮膚に対する作用であるが、當時透視の際に線質の推定が螢光板上の手の影によって定められた点から手の皮膚ことに手背部の皮膚の変化が、従つて更に手指の爪の変化が同時に注目せられるに至つた。しかしこれらの変化は時には皮膚そのものよりも著明に現われる事も多く、これについて幾多の報告も

行なわれている<sup>1)2)3)4)5)6)</sup>。

其の後職業性に放射線を取扱つた場合の所謂慢性放射線皮膚障害の時にも、爪の変化即ち色素異常、光沢喪失、肥厚、横溝、縦溝、脆弱等は常に有力なる所見として認められている<sup>4)</sup>。しかしこの様な変化が放射線により爪組織のいずれの部分に対する作用機転によるかについては案外明らかにされていない。

我が教室に於てはかねてより硬組織に対する放射線の作用について研究を継続し2, 3の結果を得てこれを発表している<sup>7)8)9)10)11)12)13)</sup>。しかし爪組織については未だ予報的段階を出ていないので、今回はこの点につき一步を進める事にしたのである。

### 2. 爪組織とは

爪組織の各部の名称については学者によつて多少異つて定義されているが、我々は日本皮膚科全書<sup>14)</sup>に従い以下の如く大別する。

#### 爪甲 (Nail plate, Nagelplatt)

所謂爪である。その基底組織に附着する部分を固定部、離れた部分を遊離部とする。固定部の後端部は皮内に嵌入して表面からは見えない。この部分を爪根 (Nail root, Nagelwurzel) と云う。爪の前縁を遊離縁、側部を側縁、後端部を潜在縁と云う。これに対して外界に露出した部分を爪体 (Nail body, Nagelkörper) と云う。

#### 爪廓 (Nail wall, Nagelwall)

爪甲を囲んでいる皮膚で爪甲との間に浅い溝を作りこれが爪溝 (Nail fold, Nagelfalz) である。後爪廓 (posterior Nailwall, hintere Nagelwall) では、その溝が深く爪根をポケット状に囲んでいため Nageltasche とも呼ばれている。

#### 爪床 (Nail bed, Nagelbett)

爪甲の下に横たわりその基底組織を成す部分であり、表皮部 (皮膚の種子層に当る) と結合織部に分けられる。表皮部は前方に向かい爪母、爪下皮、爪襟部に區別される。

#### 爪母 (Nail matrix, Nagelmatrix)

爪母は爪の生産を司る重要な部分で、爪甲の潜在縁から爪甲固定部を占め、この部は外部より透視すれば白色にみえこれが即ち爪半月である。

### 爪下皮 (Hyponychium)

爪下皮は爪半月の前縁から爪の遊離部に至る迄の領域で、爪母以外で爪甲固定部に接する部分を云う。

### 爪襟部 (Nagelsaum)

爪襟部は爪甲が基底組織から全く離れる附近で、爪下皮の角化の起つている部分を云う。

### 爪上皮 (Eponychium)

爪上皮は後爪廓の背側で爪体の上を覆つてある白膜である。

これらの内放射線作用に関連すると思われる主な部位は、爪甲、爪母、爪下皮である。次ぎに肉眼的組織学的概略を述べると次の如くである。

### 爪甲

爪甲は表皮で云えば角層に相当する。その構造は大略三層に分ける事が出来ると云われている。(上層、中層、下層)<sup>16)</sup>。しかしその厚さは大略同じであるが、爪床の爪母の部即ち爪半月の境界より爪根の後縁に向い漸次楔状に薄くなる。爪根は爪母に直接する部分であるが、一般に爪母の最後部にある細胞からは爪甲の表層、その前方に位置する組織からは中間層、更に最前部の細胞(爪半月の前方)からは爪甲の下層が形成されるとも云われている。爪甲の表面は一般に平滑でなく角質細胞は屋根瓦状に積み重なり、多くの縦溝がみられる。

### 爪母

爪床の一部で前記の如く爪甲の形成に当る部分で、この部分は十数層以上の細胞層から成つてゐる。細胞は下層から上層に進むにつれ円柱状より立方扁平となり、漸次角化の傾向を示し爪甲の細胞に移行する。又爪母の一部は爪根の背面に迄及んでいると考えている人もある<sup>15)16)17)18)19)</sup>。

### 爪下皮

爪下皮は爪甲の基底部に当り表皮の種子層の構造を有する数層の細胞層より成り、爪甲直下の表層は爪の生長と共に前方に移動する事が認められている。種々の観点から爪下皮が爪甲の前進にあずかるものとする人もある<sup>20)21)22)23)</sup>。爪甲と爪下皮及び爪母との境界面は平滑でなく所謂表皮陵が認められている。

### 3. 爪の生長

周知の如く爪は目に見えて生長する組織である。爪の生長は爪母に由来し、これによつて爪甲は前方に押し出される。爪の前進については、前記の如く爪下皮も関係が有ると云われている。爪の生長率は古くから(1684年 Boyle)検討され多くの報告等があるが、大体一日 0.1mm 前後と云われている。手に於ては性別、左右による差異は著明ではないが、年令的には大体20才から25才の辺りを最大値とした山なりの曲線を示し<sup>24)</sup>、第一指から第五指の間では一指五指以外は大差ではなく、又季節による変化は夏は冬より大であり、昼夜については夜より昼の方が大きいと云われている。爪母に於ける障害は爪甲の形状又は生長の変化として反映される。従つてこれらの変化より生長率をもつてすれば、爪母の障害の日時を確かめる事も出来るわけである。これらは他の硬組織、毛、歯等の場合と同様であり、生物学的試験体として甚だ有効なるものと考える事も出来よう。

以上は人の爪についての概略であるが原則的に動物に於ても大差ないものと考えられる。この様に常に生長する対象に対して放射線を照射した場合に如何なる変化が現われるか、又これ等の変化が放射線照射を加減する事により如何に変動するか等は、爪そのものの生態を研究する見地からも、又一方放射線の生物学的作用を検討する点からも甚だ興味ある課題であろう。又これらの所見を他の硬組織、例えは、毛、歯、骨等に於ける場合と相互に比較検討する事により、硬組織全般に対する放射線の作用についての知見は一段と充実される事が期待される。以上が本研究に着手した理由である。

### II. 実験方法

研究方法としては、主として動物実験により組織学的所見及び肉眼的観察を主軸とし、時にたまたま得られた臨床的経験を加味した。

#### 1. 実験動物

動物としては入手容易なる点からウイスター系白鼠の♂生後の時期を一定とし、約50gの雌を使用し、これらの後趾の爪、主として第二趾から第四趾を対象とした。これらの動物は型の如く一

定の飼料（オリエンタル固形飼料及び水道水）で飼育し、正常なる発育状態を示すもののみを用いた。雌を用いた理由も特別の事はないが、入手し易い点と、文献的に爪の発育に性別による影響が少ないと云われる点からである。一群の実験には約20匹の動物を用いた。

## 2. 照射方法及び条件

動物は約3mmの鉛板で大部分を被覆し、ほど同様な時刻（昼間午後）に両側後趾のみに照射した。照射に際し動物を静止せしめるため、ミンタール（35mg/kg）を腹腔内投与を行つた。

条件はX線深部治療装置 200kVp, 18mA, による。H.V.L. 0.24mmCu, F.S.D. 30cm, 線量率400r/min である。均等照射の目的で動物後趾の背後には密蠍アントムを置き背後散乱を利用した。

## 3. 照射線量

従来の硬組織研究に於ける場合との比較をも考え、一回照射に対しては1000r, 2000r, 3000rの3群について実験した。分割照射については全線量2000rとし、200r×10毎日10日間、及び400r×5隔日10日間照射を行つた。これは前記の一回照射の実験に於て1000rに於ては所見少なく、3000rに於ては障害甚だしく、2000rに於て障害も恢復も認め得た点によるのである。この他後記の如く1000rと4300rとの間の種々の線量の一回及び分割照射も行つている。

## 4. 觀察方法

動物実験では主として組織学的検査及び肉眼的に脱爪状況等を種々の見地より観察した。又爪の生長については拡大鏡等を用いて測定も行つた。

### 組織標本の作成

組織標本の作成は、骨組織が共存する為に脱灰後ツエロイジン包埋によつた他は通常通りで特別の事はない。たゞ爪甲のため薄い切片の作成は容易でなく、大体20ミクロン位であつた。染色は主にヘマトキシリソエオジン染色を行ない一部にはケラチン染色も試みた。

### 観察期間

照射終了後4週間迄とし組織標本の作成は照射後1, 3, 5, 7, 10, 14, 28日に行つた。これらについ

ては表1にある。これは後にも示す如く予備的に行つた爪の生長に関する実験に於て、爪母に新生された爪甲の部分は4週後に爪甲遊離縁に到達する事が知られた為である。

Table 1. Total dose and time of histological examination.

Day	1	3	5	7	10	14	28
Dose							
1000r × 1	○	○	○		○	○	○
2000r × 1	○	○	○		○	○	○
3000r × 1	○	○	○		○	○	
200r × 10	○			○		○	○
400r × 5	○			○		○	○

### 体重測定

照射後の全身的影響を精査する目的で一応体重測定も行つた。

## III. 実験結果

### 1. 白鼠の正常爪組織

前記の人間の場合と大差ないが、以下爪甲、爪下皮、爪母につき略記すれば次の如きである。

#### 爪甲

長軸方向で軽く彎曲して弓状を呈し、横軸方向に対しても強く彎曲しほゞ逆U字形を呈するが、その彎曲度は爪中間部に於て最も甚だしくむしろO字形に近づき、基部に於てやゝ末広となり爪根部先端に向い全体として細小となる。反対に前方遊離部では最も浅くむしろ扁平に近づく。全体の

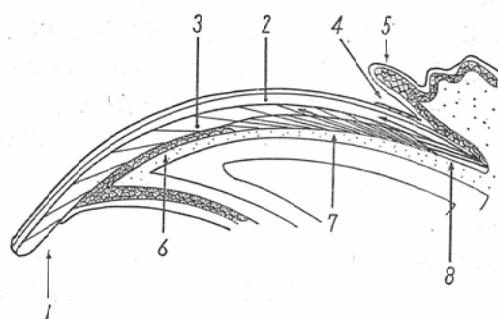


Fig. 1. Longitudinal section from a digid.

- |                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. Free edge of nail plate. | 2. Nail plate (dorsal) |
| 3. Nail plate (ventral)     | 4. Eponychium          |
| 5. Nail wall                | 6. Hyponychium         |
| 7. Nail matrix              | 8. Nail matrix         |

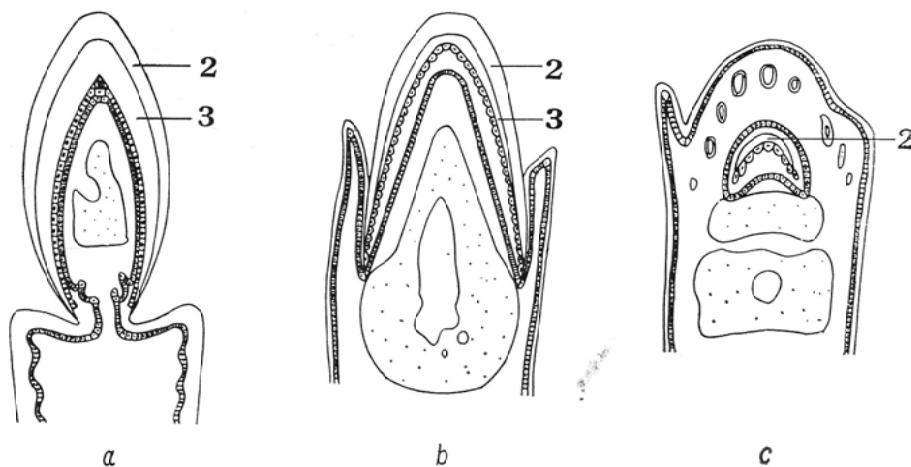


Fig. 2. Transverse section of Fig. 1.



Fig. 3. Longitudinal section of normal digit. (15×)

形は先端部は多少異なるが、其の他は柏餅の皮を想起させる。

厚さは正中縦断面では爪根潜れ縁より前方に向い漸次厚くなり、爪母爪下皮の境界辺りよりほど一定となり (0.27~0.33mm) 更に先端遊離縁に向い再びやゝ薄くなる (図1, 3)。横断面では中央部が最も厚く両側縁 (側爪廓) 向って薄くなる (図2 a,b,c, 図4 a,b,c)。

白鼠の爪甲は人間の場合と異なり大体2層に區別せられる様である。しかしその角質層の走向の傾きは上下の層で明らかにこれを區別する事が出来る。すなわち上層では角質層は爪甲背面に平行に前方に走り、下層は前上方に傾いている角質層が認められる。これらの走向は後に述べる爪母の

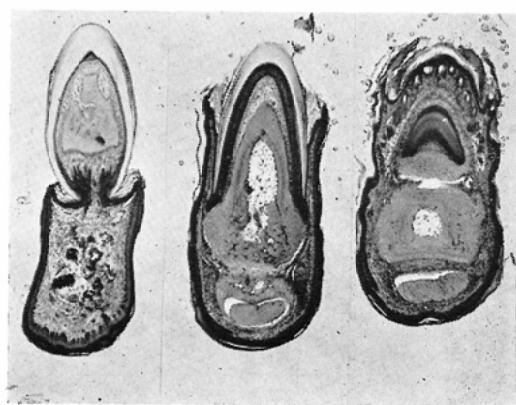


Fig. 4. Transverse section. (15×)

- a) Hyponychium.
- b) Distal nail matrix.
- c) Proximal nail matrix.

細胞層の傾きと一致している。

#### 爪母

爪母は爪の生産にあずかる部分で、爪床のほど中央部より後半に位置し、十数層の上皮細胞より成る (図5, 6, 7)。即ち基底部より上方に向い細胞群は円柱状 (2~3層) から多角形さらに扁平状となり核の濃縮及び消失、細胞質の不明瞭化を来たして角質層に移行する。爪母の基底細胞間にはしばしば有糸分裂が認められる (図5矢印)。爪甲の角質層の走向と爪母との関係をみると、爪根先

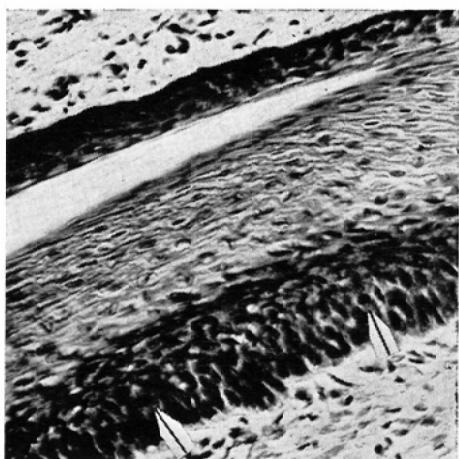


Fig. 5. Nail matrix. (200×)  
Note: Mitotic figures. (arrows)

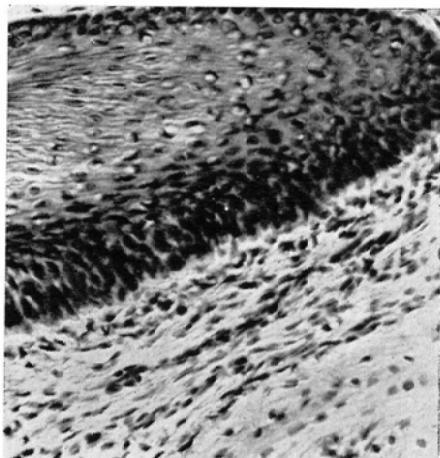


Fig. 6. Proximal nail matrix. (200×)

端部下部の爪母組織(図1(8))は上方角質層に移行しており、その前方部の爪母組織(図1(7))は下方角質層に移行してそれぞれの爪甲形成に関与している事がわかる。これらの爪母組織の上皮細胞の配列は、それぞれ爪甲の角質層の方向に一致している。

前述の如く人間の場合には爪根先端部の背面に爪母組織が存在するとも云われているが、白鼠の場合にはこの部分の細胞層の厚みは本来の爪母の細胞層に比し甚だ薄く、爪母組織に於ける様な細胞層の分化がみられない上に基底細胞に於ける有糸分裂もほとんどなく、更に角質層の走向とこの

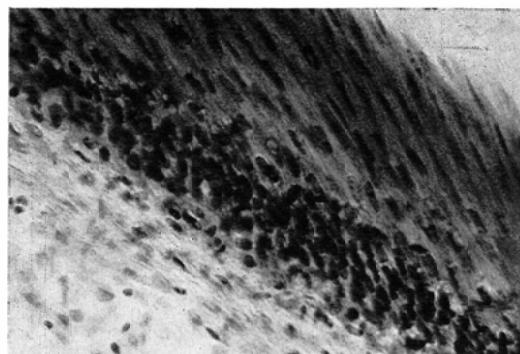


Fig. 7. Distal nail matrix. (200×)  
Note: Cell alignment of matrix (diagonal).

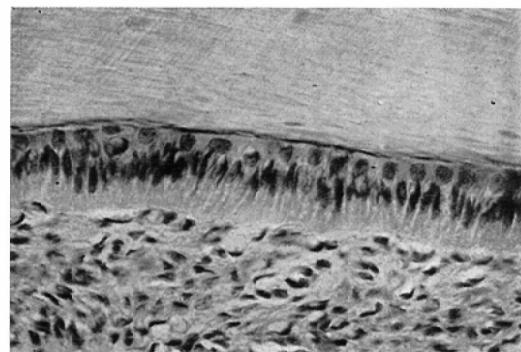


Fig. 8. Hyponychium. (200×)  
Note: Two layers of cells.

部の上皮細胞の走向とに一致が認められない。これらの点から、この部に爪甲の形成にあづかる作用が存在するとは考えにくい。

#### 爪下皮

人間に於ては表皮の種子層の構造を示し、数層の上皮細胞があり、その配列方向は後下方から前上方に爪甲裏面に向い傾いており、最上層の上皮細胞は角質細胞に変化して爪甲の裏面との區別が困難であると云われ、これらの点から多少は爪甲(下層)の形成に関与し、更にこれ等の角質細胞が爪甲の前進移動を助けるとも云われている。

これに対し白鼠に於ては爪下皮の細胞層は極めて薄く(約2層)、一層の高円柱上皮細胞層の上に一層の立方上皮細胞層が存し爪甲との境界は甚だ鮮明である。しかもその上層部の上皮細胞の角質化は判然としない。これらの点は人間とは異なる

所見である。この様な所見は爪下皮部の横断標本に於て明らかに認められる(図4a, 8)。しかし爪甲の前方移動に従い爪甲遊離部の下面に爪下皮部上層の細胞層が共に剥離して行く所見は認められる。これらの細胞は前記の如く角化傾向は著明でない。

#### 爪襟部

爪床の中、爪下皮より更に前方部の爪甲遊離端までの間を云うが、この部の皮膚は表皮と同じ構造を有しており、その上皮細胞層も厚く最上層は明らかな角化傾向を示している。従つてこの部の角質細胞は爪の前進と共に前方に移動する事は考えられる。爪床部はこゝ迄で、これより先は全く通常の表皮である。爪甲遊離部下面にみられる多くの角化物質は、この部の表皮に由来するとも思われる。

其の他の爪組織標本上に認められる骨組織、毛組織、皮膚等については省略する。

#### 2. 爪の長さ及びその生長について

白鼠の爪甲は前記の如く、爪母で生産形成されつゝ前方に向つて進行するが、その速度は人間の場合よりやゝ早く一日平均0.15mm位である。

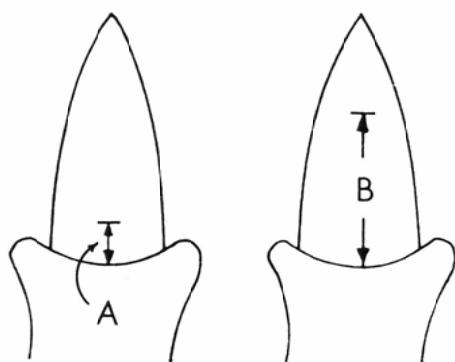


Fig. 9. Method of measurement.

$$\frac{B-A}{\text{Interval (days)}} = \text{Growth rate per day}$$

この場合の測定方法は白鼠の爪甲の基部にメス等で刻印して、その刻印から後爪廓までの距離(A)を測定し、或る日数(多くは7日)後に再びその刻印から後爪廓迄の距離(B)を測定し、 $B-A=C$ をその日数で除して一日の爪の生長を

得た(図9)。この様な実験を白鼠の第二趾から第四趾の34本の爪甲について行ない、7日間に於ける伸び(C)は0.8mm 3本、0.9mm 3本、1.0mm 9本、1.1mm 8本、1.2mm 9本、1.3mm、1.4mm各1本となり、全部の平均値を7で除した値即ち一日の平均値は0.15mmの数値が得られた。後述する如く人間の爪の生長速度は一定しており直線的関係が得られている点から白鼠の場合も同様に考えた。

爪甲の全長は我々の実験に於ての計測では、ほゞ第一趾、第五趾は3～3.5mm、第二趾から第四趾は約4～4.5mmであり爪襟部の遊離端迄は大体全長の2/3即ち2～3mmに相当する。しかして爪甲の生長速度は一日約0.15mmの数値が得られているので、上記の長さに至る迄の期間は、爪甲遊離縁(爪甲先端)までは大略20～30日、又爪襟部の爪床遊離端迄は約14日から20日となる。

爪甲の厚さは中央部に於てほゞ0.27mm～0.33mm位で辺縁に行くに従い薄くなる。爪甲遊離部迄の長さも大体一定しているが、これは白鼠の歩行及び他の運動等に際し自然に摩滅するためと思われる。

#### 3. 爪組織に対する放射線の作用

以上の如き白鼠の爪組織に対し放射線を一回又は分割しつゝ前記の如く照射を行つたのであるが、以下これらにつき、爪母、爪下皮、爪甲、其の他の項目につき重点的に記る。

##### i) 一回照射

##### a) 1000r

##### 爪母

照射後1日では核分裂像はみられない。3日になると分裂像は現われるが、この部の上皮細胞の配列が多少乱れている。5日に至ると分裂像がほゞ正常に戻るが基底層に於ては上皮細胞が減少し配列も乱れ、更に円柱状の基底細胞は高さを減少している。10日、14日も5日の所見とほぼ同様であるが、28日になると、核分裂像は多くなり細胞の形及び配列、細胞層の厚さ等も正常にもどる。

##### 爪下皮及び爪甲

この両者には特に変化は認められない。

b) 2000 r

爪母:

2000r 照射の場合の変化は著明である。照射後

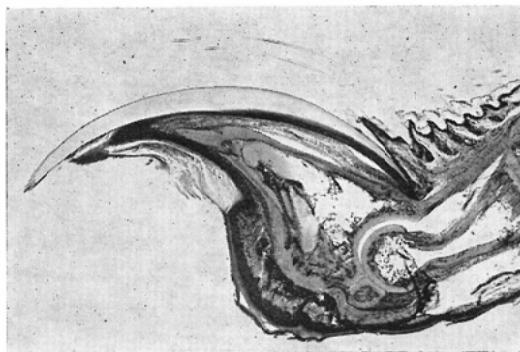
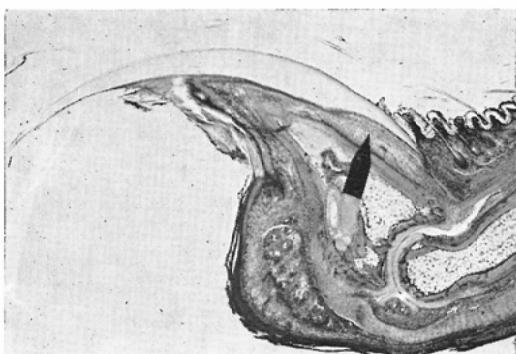
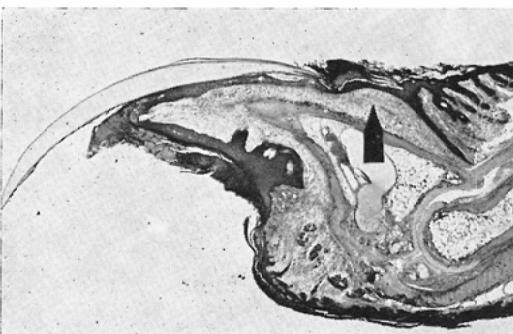


Fig. 10. 5th day after 2000r single irradiation.

(15×) Changes are indistinct.

Fig. 11. 10th day after 2000r single irradiation.  
(15×)

Note: Change of nail matrix cell layer

Fig. 12. 14th day after 2000r single irradiation.  
(15×) Nail plate are no longer recognized in nail root. Matrix cells are disappeared.  
Hyponychium appeared thickened and roughly connected with nail plate.

1日で核分裂像はほとんど消失し、3日に至ると再び多少現われる。基底層の上皮細胞の配列は乱れている。5日になると基底細胞の高さを減じ、その部の上皮細胞も減少する(図10)。10日となれ

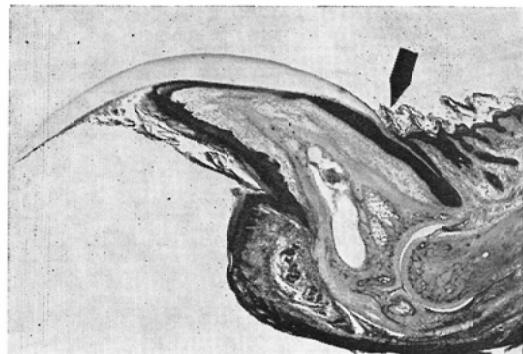
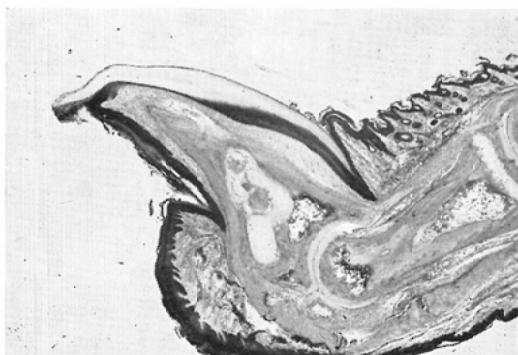


Fig. 13. 14th day after 2000r single irradiation.

(15×) Nail matrix being covered by newly formed plate.

Fig. 14. 28th day after 2000r single irradiation.  
(15×) Marked recovery is shown.

Note: Deformity at distal nail plate.

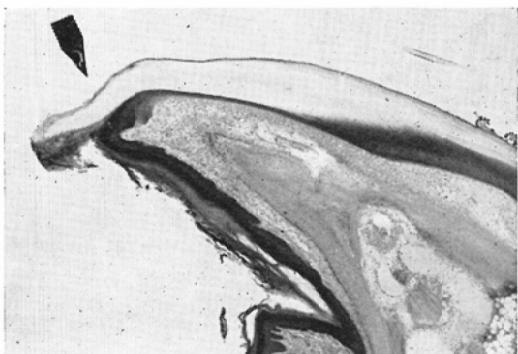


Fig. 15. Same material as Fig. 14. (30×) Distal nail plate lacks dorsal nail plate.

ば更に著明に減じて薄くなり数層となる(図11)。変化の著しいものでは爪根部に対応する爪母の細胞はほとんど消失し、正常の構造はみられない。14日では爪母の再生が認められるが障害は尙高度で、不規則な大小不同の核を有する重層扁平上皮に代っているものや、爪甲への正常の分化はみられても爪甲移行部に於ける細胞核の消失が遅かれている等の所見が認められる(図12、13)。28日になると分化、細胞配列等すべて正常との差異を認められない(図14、15)。

#### 爪下皮

これについては爪母程の著変は認められないが、照射後14日で爪下皮はやゝ細胞層が肥厚し、上皮細胞の一部は空胞変性を示す。上皮結合組織には血管拡張、線維芽細胞の増殖等がみられ、爪甲との密着性が失なわれ多少粗となつている。

#### 爪甲

正常の場合は、爪根部に新生された爪甲は約4週間で前方先端部迄移動する。もしその生産部に当る爪母に変化があれば、それにつれて爪甲の変化が期待される。2000r照射の場合を精査すれば、照射後10日目の所見では爪根部には爪甲を認めず(図11)、14日に於ては尙この状態を認め爪甲のみが前方に移動し、依然として爪母部爪甲に対し新生のないものもある(図12)。この様に爪の新生が行なわれず、唯前に移動するのみならば、爪根先端部が爪下皮を越す時期には脱爪現象がみられるわけである。又一時爪根部が障害され再び爪母の再生が現われるとすれば、爪甲にはそれに相当した境界部に凹窩或いは横溝等の痕跡を残す事にならう。2000rの場合にはこの様な脱爪を示したものや、凹窩等を示した例は甚多く(約9割)認められた(図13)。しかし14日、28日の所見に認められた如く、ほとんど全例に於て爪母の再生現象が認められ爪甲の新生が再現している。28日の一標本には爪甲の前方先端部に不正な屈曲がみられるが、精査するとこの部は爪甲の下層のみより形成せられる事が知られた(図14、15)。照射後或る時期に於て、爪甲の下層形成を行う爪母の障害が弱く、上層形成を司どる爪母の障害が強く起つた結果、この様な変化が現われた事と思われる。この様な見地から考察すれば、同じ



Fig. 16. 10th day after 3000r single irradiation.  
(15×) Note: Change of nail matrix

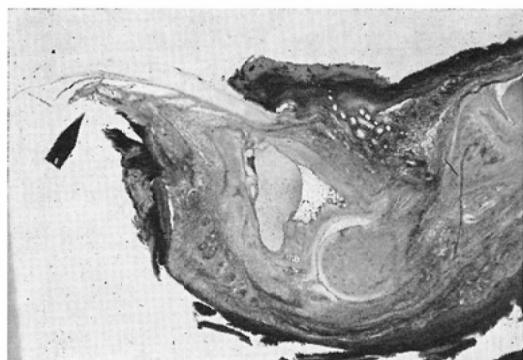


Fig. 17. 14th day after 3000r single irradiation.  
(15×)  
Note: Change in nail matrix and separation  
of nail plate from nail bed. Mark change in  
skin.

く爪母と云つても、その前半部と後半部即ち、下層形成部と上層形成部とは放射線感受性に多少の差異の存在する可能性も考えられる。しかしいづれにしても2000r照射の場合には相当強度の爪組織の障害にも拘らず、殆んど全例に於て再生現象が認められている。

#### 其他

10日、14日で爪襟部では肥厚が著しく、上皮細胞の配列不正、空胞変性があり、更に上皮層下には血管拡張、線維芽細胞の増殖等がみられたが(図12)28日ではほど正常に復している。その他爪床結合織部にも多少の変化が現われ、5日で細胞層が厚くなり、10日、14日になると浮腫が認められ、細胞浸潤、線維芽細胞増殖、血管拡張等もみ

られたが、28日にはほぼ正常に復している。その他皮膚（発赤、潰瘍形成）、毛組織（脱毛）、骨組織等にも異常を認めたがこれ等についての細部は今回は省略する。

### c) 3000r

一言にして云えば障害の程度は2000rとほぼ同様或いは一層著明であり、再生現象は全く認められない。

#### 爪母

5日迄は2000rとあまり差異はないが、10日では上皮細胞層はほとんど消失し下層形成部爪母組織の上層部の一部が少数残っている程度で、爪根部の爪母組織は認められず、その部にはわずかの表皮の基底細胞が認められる程度である。14日になると爪母の細胞は全く消失している。

#### 爪下皮

2000rより一層変化は著明で10日、14日では細胞層は増加して浮腫状となり、更に爪甲との間に空隙を生じて密着性は全く失なわれた（図16、17）。

#### 爪甲

10日迄は2000rの場合と同様で爪根部は消失するが、その後の新生は全く認められない。又爪下皮との密着性も失われる結果、前方移動も障害せられそのまま剝離に至るものが多い。14日では爪甲自身層状に剝離し、又爪下皮との連絡もほとんど断たれている（図17）。後述する如く脱爪は14日で37%，21日で100%に認められている。

#### その他

その他の組織の障害も2000rより強度で、照射部には発赤、脱毛、潰瘍、骨露出等著明な変化が認められた。

以上3000r一回照射となれば爪組織は勿論その他の硬組織と共に強度の障害を現わし、再生は不可能なる事が認められた。

### ii) 分割照射

一回照射に於て2000r照射群が障害も著明であると同時に再生現象も認められた点から、総線量を2000rとしてこれを分割し、200r×10毎日10日間、及び400r×5隔日10日間の2群について実験を行った。

### a) 200r×10毎日10日間照射群

総括的に云へば一回照射に比しほとんど認めべき変化は現われない。

#### 爪母

照射終了後1日即ち照射開始後11日の標本では核分裂像は認めにくく、細胞層は薄く基底細胞は扁平化している。7日になると核分裂はみられるが上皮細胞層は尙少し薄い。しかし14日、28日の標本は正常とほとんど変りはない。

#### 爪下皮

14日、28日で上皮細胞の配列がやや乱れている程度でその他に著変は認めにくい。

#### 爪甲

1日、7日の標本では上層が少し薄い様に思われるが、14日、28日では正常と変りがない。

#### 其他

爪襟部は14日、28日で軽度の上皮細胞の配列不正がみられる。爪床結合織には1日、7日、14日、28日の全例に血管拡張、線維芽細胞の増殖が認められる。

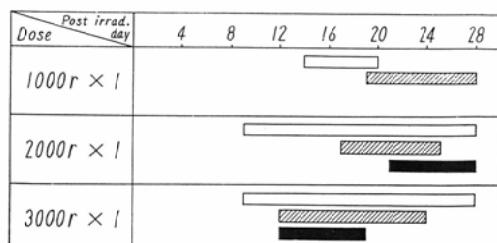
### b) 400r×5隔日10日間照射群

200r×10に比し一回線量を大とし隔日に同じく10日間照射した場合であるが、この場合は前記の200r×10の場合とほぼ同様であるが、爪下皮には7日、14日で上皮細胞の配列不正、空胞変性、細胞層の肥厚等がみられるが、28日に至るとほぼ正常となり軽度の上皮細胞配列の乱れを残す位となる。

### iii) 小括

以上一回照射及び分割照射の結果を組織学的変

Table 2. Effects at the site of irradiation.



□ Erythema    ■ Epilation

■■■ Shedding of nail plate

Table 3. Histological changes on each group.

Dose	Post irrad. day	Nail matrix		Hyponychium	Nail plate	Connective tissue of nail bed
		No. of Mitosis	Other changes			
1000 r × 1	1	—	—	—	—	—
	3	+	+	—	—	—
	5	++	++	—	—	—
	10	++	+	—	—	—
	14	++	—	—	—	—
	28	++	—	—	—	—
2000 r × 1	1	—	—	—	—	—
	3	+	+	—	—	—
	5	++	++	+	—	—
	10	++	++	—	—	+
	14	++	—	+	+	++
	28	++	—	—	+	—
3000 r × 1	1	—	+	—	—	+
	3	—	++	—	—	++
	5	+	++	—	+	++
	10	—	++	+	+	++
	14	—	++	++	+	++
200 r × 10	1	±	+	—	+	+
	7	++	+	—	+	+
	14	++	—	±	—	+
	28	++	—	±	—	+
400 r × 5	1	±	+	—	+	+
	7	++	+	±	+	+
	14	++	—	++	—	+
	28	++	—	±	—	+
Control	—	++	—	—	—	—

化について総括的に示したもののが第2表及び第3表である。

即ち一回照射に対しては1000 r 照射に於ては、照射後3日から14日に於て爪母に軽度の障害が認められたが28日では正常との間に差異は認めない。2000 r となれば著明な障害が現われ殊に照射後10日、14日に於ては爪母には著しい障害が現われ、その結果爪甲の形成はほとんど認めざる迄に抑制せられている。しかしこれ等の障害も28日となればほぼ恢復を示している。3000 r となれば障害は一層顕著となり、爪母の上皮細胞はほとんど消失し爪甲の形成も中断せられる。しかして2000 r の場合は恢復が認められる爪組織以外の周囲組織にも著明な障害が現われ、後には脱毛、壞死、潰瘍と共に骨の露出を来たすに至り、爪組織の再生は全く認められない。

これに対し照射を分割せる場合には、一回照射に於て著明な障害を認め得た総線量に対応する200 r × 10毎日10日間、400 r × 5隔日10日間の照射群に於ては軽度の変化を認めたに過ぎなかつ

た。

#### 4. 抜爪による爪の恢復

正常なる白鼠の爪甲を人為的に抜爪せる場合に於ける爪甲の再生状況は図18から図23に示す如くで、抜爪直後には爪甲と共に爪母の最上層及び爪下皮の大部分は脱落するが(図18)、抜爪後3日目にはすでに爪母のはゞ後端約 $\frac{2}{3}$ の部分には薄い爪

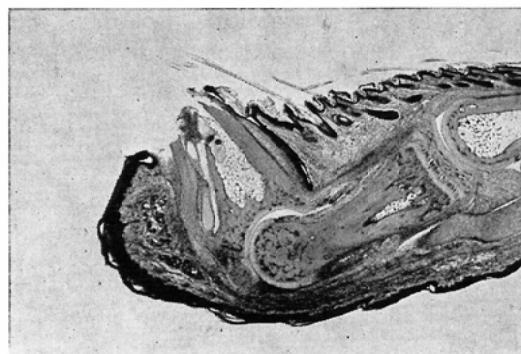


Fig. 18. Immediately after extraction of nail plate. (15×)

Note: Destruction of upper cell layer of nail bed.

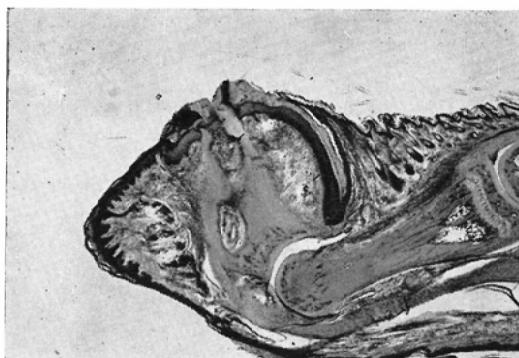


Fig. 19. 3rd day after extraction of nail plate.  
(15×) Thin nail plate is seen on the nail matrix.



Fig. 20. 5th day after extraction of nail plate.  
(15×) Nail bed covered over nail plate

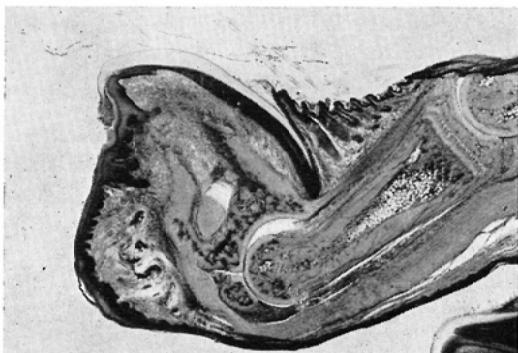


Fig. 21. 10th day after extraction of nail plate.  
(15×) Thickening of nail plate.

甲の再生が認められる(図19)。5日に至れば爪甲は厚さを増すと同時に先端部に延長し(図20), 10日に至れば更にその厚さを増しつゝ延長しつゞ爪床の遊離端をわずかに超越し(図21), 14日目に至

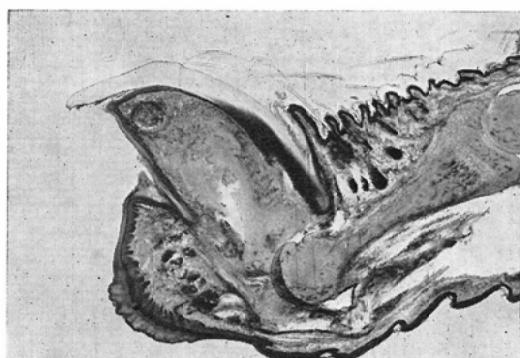


Fig. 22. 14th day after extraction of nail plate.  
(15×) Almost normal.

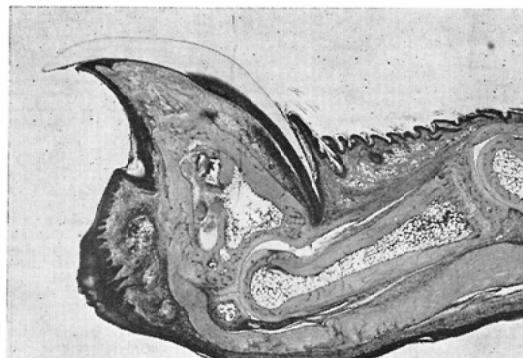


Fig. 23. 28th day after extraction of nail plate.  
(15×) Complete recovery.

れば爪甲の下面に爪母と共に爪下皮を區別し得るに至る(図22)。28日となれば爪甲の長さ及び爪母・爪下皮の構造は正常の場合と同様に恢復が認められている(図23)。

以上の如く抜爪の場合には、爪床部殊に爪母の組織は大部分保存される為に爪甲の恢復も抜爪後直ちに行なわれ、2週間にして大体原形に復し、4週間にしてはゞ正常に恢復している事が知られる。又これらの場合を精査すれば、爪甲の恢復状況は爪甲下面の爪床即ち爪母のみに由来する所見が明らかであり、文献等に時に云われる如く、爪母の組織が爪根部背面に及んでいるとの考へを首肯する事は出来ない。

前述の如く爪甲下面の爪床の長さは2~3mmに相当するが、その内約 $\frac{1}{2}$ は爪母であり残りの $\frac{1}{2}$ は爪下皮により占められている事が知られている。

従つてこの部分は通常1～1.5mmの距離が存在する事になり、爪甲の再生が爪母全域より起るとすれば爪床の遊離端迄新生爪甲が覆う期間は、爪甲前進速度を0.15mmとすれば約7～10日となるわけである。上記の組織標本の所見に於てもこの関係は一致する。

### 5. 爪の生長に対する放射線の作用

#### (一、二の臨床的観察)

臨床的に観察した一二の症例を示すと次の如くであつた。即ちたまたま第二指の爪廓の疣贅に対し放射線照射を行つた症例(Case 1)や、又照射中に不注意にて照射野内に手指を挿入した治療患者(Case 2)、或いは慢性放射線障害の一症例(Case 3)(図24)につき爪の生長速度を測定した。25図は照射中に手指を挿入した症例の爪の変化を示したものである。



Fig. 24. Nails of chronic radiation exposure.  
(Case 3)

Note: Deformity of nail plate.

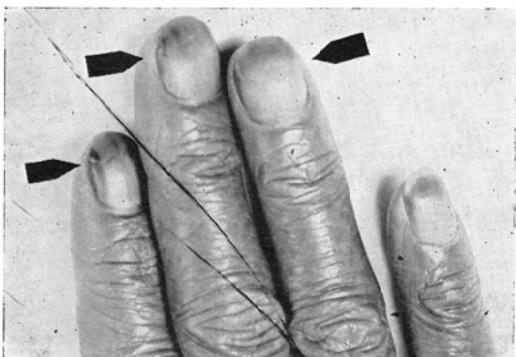


Fig. 25. Nails of acute radiation exposure.  
Note: Pigmentation and deformity -Hollow (arrows)-of nail plate.

爪の生長の測定法には色々な方法があるが、著者は簡単に次の如くにし、対照としては非照射側の爪を用いた。生長速度の測定は爪甲の爪半月部附近の後爪廓の近くにメス等で刻印を附し、この刻印から爪甲と爪床の遊離端迄の一定の距離を測定(A)する(図26)。日時の経過と共にこの刻印は前方に移動するが、その時に於て同様に測定(B)する。これを繰り返し行えば生長した爪の長さが明らかとなり、これを図示するとほど直線として表わされ、これらの直線的関係は第一指から第五指迄の総べての指の間に常に認められる。又生長した爪の長さを日数で除すれば一日の平均生長速度がわかる。

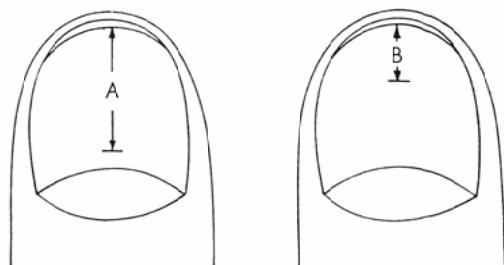


Fig. 26. Method of measurement.

$$\frac{A-B}{\text{Interval (days)}} = \text{Growth rate per day.}$$

この結果を総括すれば第4表及び第27、28図の如くやはり照射せる爪の生長は非照射爪より相当遅延している事が知られ、これらは前記の成人の平均生長速度一日100μに比較すれば相当小さい数値である事が知られる。又第3例は第1、2例に比し相当の遅延が認められている。29図は健康成人男子の左手の爪の生長を図示したもので、この例では一日の伸びは約100～130μである。

### 6. 肉眼的観察

以上は爪組織に対する放射線の効果を主に組織学的に観察した結果であるが、次ぎに其の際に起る脱爪現象を基準とした肉眼的観察結果を記述する。

#### i) 脱爪とは

こゝに脱爪とは爪甲の脱落する現象を云う。しかし人為的に爪甲を抜き去る場合は抜爪と称し

Table 4. Growth-rate ( $\mu$ ) of nail plate after irradiation.

Case	Age (Sex)	Dose	Side	Finger					Observation period (day)
				I	II	III	IV	V	
1	53 (f)	300 r $\times$ 10 / 60d	r control		104				(57)
			l irrad.		93				
2	70 (f)	3000 r / 30d	r irrad.	79	74	84	87	78	(223)
			l control	90	92	106	107	83	
3	73 (m)	Chronic radiation injury	r irrad.	75	71	85	76	63	(95)
			l irrad.	74	71	79	63	56	

$$(\mu) = \frac{A-B}{C} : A.B.C.: \text{see text.}$$

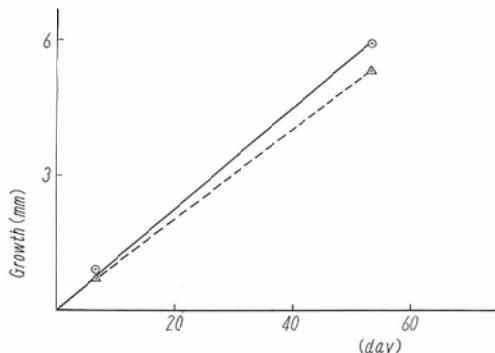


Fig. 27. Case 1. Index-finger nail.

△ Irradiated side.  
○ Control.

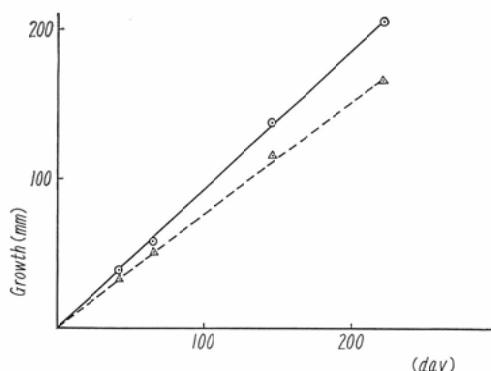


Fig. 28. Case 2. Index-finger nail.

△ Irradiated side.  
○ Control.

これを區別する事にした。

上記の如く爪甲は爪母の角化によつて形成せら

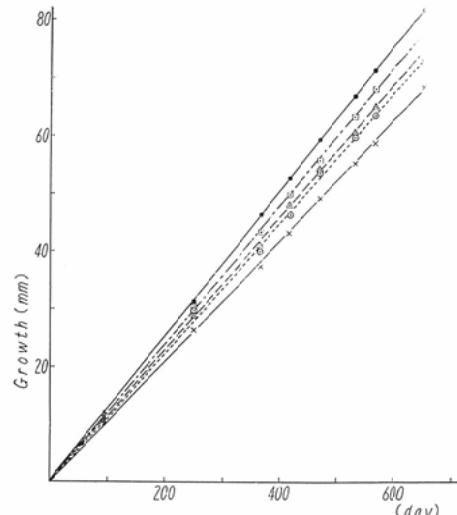


Fig. 29. Growth of nail (Adult)

●—● Thumb. ○---○ Index-finger.  
□---□ Middle-finger. △---△ Ring-finger.  
×—× Little-finger.

れ漸次前方先端部に向つて前進し、大略28日にて全行程即ち爪根先端部より前方遊離線迄の走行を終るのが普通である。かかる場合に放射線等により爪母に相当強度の障害があれば、爪甲の形成は一時中断せられるが、それにも拘らず爪甲は依然として前方に前進する為、或る期間の後には爪甲は自然に脱落するに至る。これが脱爪現象である。その他にも爪甲が爪母より遊離した後、爪床との密着性が失なわれて剝離すると云う機転も考えられる。この様な関係が前記の如く種々なる放射線照射によりどの様に行なわれるかを観察した

のが次の結果である。

### ii) 照射線量

放射線照射は前記の場合と同様一回照射及び分割照射を行ない、線量は一回照射の場合は3000r, 2000r, 1750r, 1500r, 1000r等について検討し、分割照射では前記の200r×10毎日10日間, 400r×5隔日10日間の他, 430r×10毎日10日間, 680r×5隔日10日間, 1000r×2隔日3日間, 1250r×2隔日3日間, 1500r×2隔日3日間等の種々なる線量につき検討した。

### iii) 照射対象

動物は前記と同様白鼠の後趾であるが、この場合は一群約8匹としその後肢の全趾即ち8匹の場合は80爪について観察した。爪の生長について第一趾から第五趾について多少の差異のある事は以前より人間に於ても知られているが、我々の照射脱爪の実験に於ても第一、五趾は、第二、三、四趾に比し障害の程度は多少低いとの所見もみられたが、本実験に於ては全例一括して実験を行つた。

### iv) 効果の基準

照射後日数と共に脱爪現象は漸次増加して一つの曲線を示すに至る。即ち多くの場合照射後約2週間以後より脱爪が認められ、脱爪例は漸次経過と共に増加して大体30日前後に最大の脱爪が示

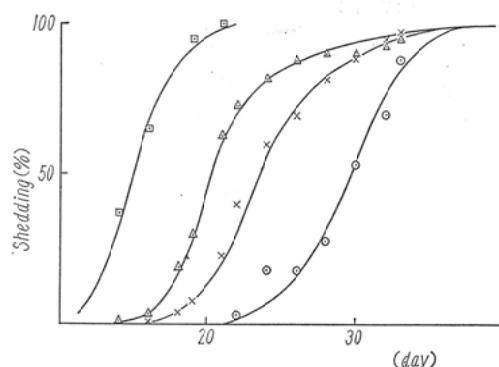


Fig. 30. Diagram of table 5.

□ 3000 r, △ 2000 r,  
× 1750 r, ○ 1500 r

される場合が多い。しかし線量が少なくなれば最大の脱爪数の%も低下し曲線は右下方に移行する(表5, 6, 図30)。

照射効果の比較としてはこれらの曲線を基として、照射後一定期日後の脱爪%によるか、或いは一定の脱爪数(例えは50%)に至る迄の照射後の日数を比較するかの方法であろう。前者に対しては照射後28日目の脱爪%及び50%脱爪迄の照射後の日数(即ち平均脱爪日数)を比較する事にした。

Table 5. Percentage of shedding after each single irradiation.

Post irrad. day \ Dose (r)	14	16	18	19	21	22	24	26	28	30	32	33
3000	37	65		95	100							
2000	1	3	19	30	63	73	82	89	90	91	93	97
1750		1	4	8	23	40	60	70	83	89	94	99
1500						3	18	18	28	53	70	89
1000								13	13			

Table 6. Percentage of shedding after each fractionated irradiation.

Post irrad. day \ Dose	18	19	20	21	22	23	24	26	28	29	30	31	32	33
1500 r × 2				18		20		48	65	78		93		100
1250 r × 2								13	57	70		87		97
1000 r × 2												40		67
1250 r × 2	1	5		32	44		61	66	75		81		90	93
680 r × 5	5	6		34	36		55	64	84		88		90	94
430 r × 10		3		18	26		34	50	63		83		94	95

## v) 実験結果

## a) 28日に於ける脱爪数

一回照射の場合には照射後28日に於ける脱爪%を比較したものが表7で、図31はこれ等を図示したものである。

分割照射の場合は同一線量を照射しても照射群によつて脱爪%は必ずしも一致しない場合もあり、これらの場合脱爪現象は爪甲が爪床から剥離するのみでなく、断裂した爪甲が新しく新生された爪甲に押し出される場合が多いため、時に脱爪現象が判然としない場合もあるがその数値を表示すれば表8の如くである。

Table 7. Percentage of shedding observed on the 28th day after each single irradiation.

Dose (r)	Shedding (%)
3000	100
2000	88
1750	82
1500	28
1000	13

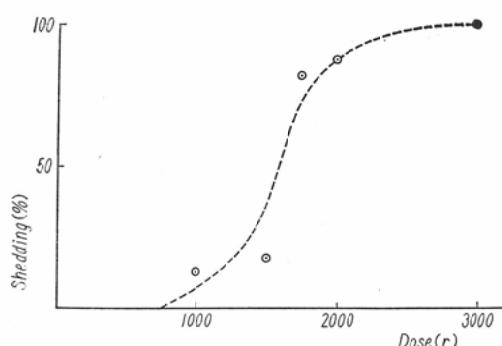


Fig. 31. Diagram of table 7.

以上によれば、一回照射の場合には3000 r 照射に於ては全例に脱爪が認められ、約50%脱爪を得る為には約1600 r が必要である事が第31図から推定され、又分割照射の場合には総線量が同じでも一回照射の場合より脱爪効果が低下している事が認められる。

## b) 50%脱爪迄の日数

(全爪甲が平均50%脱爪する迄の期間である)

Table 8. Percentage of shedding observed on the 28th day after each fractionated irradiation.

Dose (r)	Shedding (%)
1500 r × 2	65
1250 r × 2	57~75
1000 r × 2	—
680 r × 5	84
400 r × 5	—
430 r × 10	63
200 r × 10	—

る。)

次ぎに照射後50%の脱爪を認め得る迄の日数を比較すると、一回照射の場合については表9の如くであり、1000 r 一回については28日目に於ても13%なる為50%迄に要する日数の記載は出来ない。これを図示すると図32の如くなる。上述せる如く50%脱爪に至る線量は大体1600 r なる事が知られているが図33によつて1600 r に於ける50%脱爪に至る迄の日数は、約24日なる事も曲線上から推定される。

Table 9. Time after single irradiation to the point of 50% shedding in each group.

Dose (r)	Day
3000	15.5
2000	20.1
1750	22.2
1500	30.0

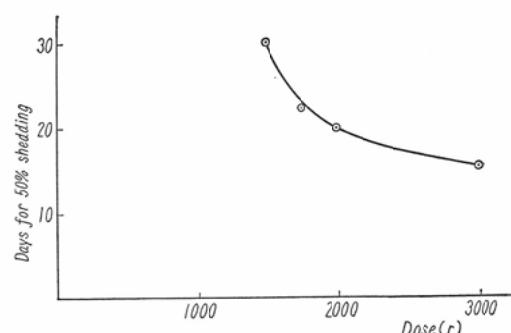


Fig. 32. Diagram of table 9.

Table 10. Time after fractionated irradiation to the point of 50% shedding in each group.

Dose	Day
1500 r × 2	26
1250 r × 2	23-27
1000 r × 2	32
680 r × 5	23
400 r × 5	-
430 r × 10	26
200 r × 10	-

分割照射の場合の数値は表10の如く示され、いづれも全線量を同じくした場合その日数は一回照射の場合より延長せる数値が示され、分割による効果が一回照射の場合に及ばぬ事が知られる。これらの数値によると一回照射の場合は、照射線量が大きくなる程一定の脱爪に至る迄の期間は短縮する事が認められる。

分割照射の場合は前記の如く照射開始を基準として日数を計算しておる為、一回照射と異なり照射終了後を基準とした場合、これらの期間はそれだけ短縮して考えるべきであろう。そのいづれが妥当であるかは問題であるが、いづれにしても一回照射の場合より分割照射の方が50%脱爪に至る迄の期間は延長している。即ちその効果はやはり低減されている事が知られる。

#### vi) 爪組織の恢復指数について

表5, 6 の内一回照射及び分割照射の中で同様な

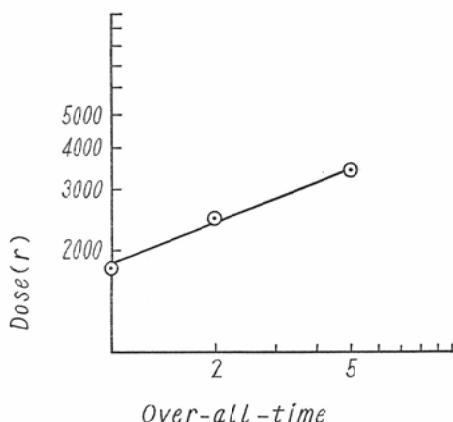


Fig. 33. Dose-time relationship of nail tissue.

$$D = D_0 \cdot T^{0.33}$$

る脱爪効果を示したと思われる点（表中のイタリック数字）を試みに両対数表に点示すればほど直線が得られるが(図33)、これは大体  $D=D_0 \cdot T^{0.33}$  の式に當てはまり恢復指数 ( $n$ ) はほど0.33位となり皮膚の指数<sup>27)28)</sup>と大差なく、我々の行つた毛組織、歯牙等の場合とも大差ない事が認められる。但こゝには  $D$  は全線量、  $D_0$  は一回線量、  $T$  は全日数を示す。

#### vii) 小括

以上の肉眼的観察の脱爪の所見を総括すれば

a) 脱爪は照射後或る期間の後より認められ、その出現の%(脱爪率)は日数と共に増加する傾向にあり、その経過は一種のS字状曲線を示す

b) これらの曲線は線量の減少と共に右下方に移動する。即ち出現に至る迄の期日は延長し一定の期日に於ける脱爪率も減少する。

c) 我々の実験では脱爪を認め得る限界の線量はほど1000 r 位である。

d) 一定期日(4週)に於ける脱爪率もやはりS字状の曲線を示し、ほど1000 rより始まり3000 rにて100%となる。50%の脱爪率は約1600 r前後である事も知られた。

e) 一定の脱爪率(50%)に至る迄の照射後の期日も線量と共に短縮し、3000 rにて16日、2000 rにて20日、1500 rにて30日等の数値も得られた。

f) 分割照射の場合は一回照射に比べると、脱爪に至る迄の期間及び50%脱爪に至る迄の期日は共に延長した。

g) 脱爪を基準とした爪の恢復指数はほど0.33なる値が得られた。

#### 7. 放射線による爪の脱爪機転について

先づ脱爪の機転の可能性を推定し、これと実験結果との適合性を考慮してみよう。

脱爪の機転として推定せられる条件には次の如きものがあろう。

i) 爪母が放射線により障害せられ爪甲への形成が中断され、爪甲が爪母より離れる。爪甲の前進はそのまゝ維持せられて、爪床の限界点まで爪甲が押し出されて脱落する。この場合には照射後爪甲脱落迄の日数は、正常の場合に爪根先端部

が爪床の限界に至る迄の日数に匹敵する。即ち前記の如く約14日から20日位であろう。

ii) 爪甲形成が爪母の障害により中断せられ、しかも爪母と共に爪下皮等も障害せられて、爪甲の前進が遅延又は停滞する。やがて爪母の再生により新たな新生爪が形成せられ、その前進により旧爪甲が前方に押し出される。この場合にはむしろ脱落に至る脱爪日数は正常の場合より遅延する。しかも線量が大なる程遅延は大となる。

iii) 爪甲形成の中止と共に爪床(爪母及び爪下皮)に著明な障害が起り、爪甲が爪床より剥離して爪甲はたいした前進も行なわぬ内にそのまま脱落する。この場合には線量大なる程早期に脱爪が認められる筈である。

iv) 中断せられた爪甲の前進は維持せられるが、しかも爪床ことに爪下皮の一部に爪甲との間に離断が起り、その為前進せる爪甲の脱落する迄の期間が短縮する。この場合にはやはり線量が大であれば脱落に至る迄の距離の短縮がみられる筈である。

以上の考察は何づれも一つの推定に過ぎないが、

イ) 臨床的観察に於ては照射により成育(前進)速度の遅延は明らかに認められており(表4)、

ロ) 又組織学的にも爪母及び爪下皮の障害も線量の大なる程大であり、

ハ) 爪床と爪甲との部分的特に前方遊離端附近に於ける離断等の所見も、部分的又は広範なる離断等も組織標本等に認められる点より、むしろ上記 ii), iii), iv) の諸条件が組合されて脱爪現象が現われると考える事が出来よう。即ち爪甲形成の中止を現わす程の場合には、爪床即ち爪母及び爪下皮の障害が皆無とは考えられず、爪甲の前進速度も当然遅延する筈である。従つて i) の如き場合はむしろ考え難いのではないかと思われる。

以上は個々の場合について組織学的所見に依つての考察であり、前記の如き諸条件が存在する可能性も示されるが、全般的に脱爪曲線について考慮すれば、照射後の脱爪が比較的早期に起るものもあり、又比較的後期に現われるものも存在し、50%脱爪日数をもつてすればそれぞの曲線の代表的数値は表わされるものであろう。即ち脱爪日

数から云えば、50%脱爪日数の前後に巾を持つた分布を示していると考える事も出来る。この様な事は一群の爪組織について云えば、その間に放射線感受性を異にするものが混在し、同一線量を照射しても、その障害に種々なる程度を表わすと考えれば理解出来るわけである。しかしてやはり平均障害程度と云うべき50%脱爪日数は、線量の大なるに従つて短縮が認められている(表9, 10)。又1000r以下にては爪母と爪甲との離断、中断を起す程の障害は現われぬ事も推定せられるのである。

結局脱爪現象とは爪母及び爪下皮の障害が主である。換言すれば、一種の表皮の放射線障害に該当するとも云えるわけで、前記の恢復指数がほど皮膚の数値に一致する点も、これらの点から首肯し得るのである。

#### IV. 総括

以上の実験結果を総括すると次の如くである。

1. 爪組織は常に生長する組織である点より、放射線の生物学的作用を検討する好対象と考へ、又一方我が教室に於ける一連の硬組織に対する放射線の作用についての一環として、主として白鼠の爪組織につき組織学的肉眼的見地よりその放射線作用を検討した。

2. 正常の白鼠の爪組織について爪母、爪下皮、爪甲等に重点を置いて放射線の作用を検討した。爪甲は爪母組織より形成せられるが、その下層は爪母の前半の組織より、上層は後半の組織より形成せられ、爪甲の前進生長は爪母による形成と爪下皮による前方推進による。

3. 爪甲の爪母で新生せられた部分は、14日から20日で爪床遊離端に達し、28日位にて爪甲の遊離縁の位置に至る。爪甲の全長は最長部(正中縦断面)に於て約3~4.5mm、爪床遊離端迄は2~3mm、その内約1~1.5mm即ち約半分が夫々爪下皮及び爪母の區域に當る。爪甲の進行速度は一日約0.15mmである。

4. 組織学的には照射線量により、照射による障害の程度は爪母、爪下皮に迄現われ、これらの結果が爪甲の形成不全、前進遅延となつて出現する。この様な障害は一回照射では1000r以下では現われ難く、2000rに於ては障害の後に恢復現象

が認められるが、3000rでは障害は強度となり恢復は認められない。

5. 一回照射に比し分割照射の場合には障害は軽減される。

6. 爪組織の放射線感受性は、結局爪床の感受性であり、爪床に於ては爪母が爪下皮より感受性が強い。しかして爪母の内でもその後半部（爪根先端部周囲即ち爪甲上層を形成する部分）が最も強く、これについて爪母前半部（爪甲下層を形成する部分）となろう。

7. 肉眼的観察による脱爪現象について、その程度と照射後の脱爪に至る迄の時間等を観察した。照射後28日に於ける脱爪現象は、1600rで約半数（50%）、3000rで全例（約100%）にみられた。50%脱爪日数も線量の大になるに従い短縮した。

8. 脱爪の機転について、組織学的に又肉眼的観察を基にして考察した。脱爪はまづ爪母と爪甲との離断、続いて爪床全般と爪甲の遊離によつて行なわれるが、この遊離は爪甲からじかに剥離する場合もあり、前方に押し出されて分離する場合もある。これらの現象は爪組織の放射線感受性の大小により現われる。

9. 脱爪による恢復指數を検討し、ほゞ皮膚のそれと同様なる数値が得られた。

10. 実際放射線を急性又は慢性に照射された人の爪につき生長速度を測定し、照射により明らかに遅延の存在する事を認めた。

11. 白鼠の爪を抜爪してその恢復状態を検討した。

12. 以上の如く爪組織は放射線作用の対象としては甚だ興味深い組織なる事が認められたが、肉眼的に脱爪と云う如き明らかな一つの基準を以つても、そこに至る迄の種々なる条件には相当な巾が存在する事が知られた。又脱爪を現わす迄の線量も比較的大であり、しかもそれ以下にては通常の検査方法では組織学的にも、その母組織に当る爪母爪下皮等に認め得る程の変化が得られ難い。

同じく皮膚に由来する毛組織に於ける脱毛現象が、白鼠に於て600r前後より現われる点<sup>8)</sup>より

考えれば、爪組織の放射線感受性はむしろ低いものと云わざるを得ない。又長期に亘り透視による整復を継続して放射線障害を起こした場合に爪の変化が案外軽度であった症例も経験している<sup>25)</sup>。広島、長崎に於ける原爆症の広範なる報告<sup>26)</sup>に於ても、脱毛現象は早くより着目され報告されているが、脱爪が報告されたものはほとんどこれをみないので、この間の消息を伝えるものであろう。

しかし古くから注目せられた慢性放射線照射による皮膚の障害と共に、一層著明に現われる爪甲の肥厚脆弱等が如何にして起こるかについては、今回の実験ではこれに觸れ得なかつたが、これらの点も今後更に検討を要する問題と思つてゐる。

#### V. 結論

1. 我が教室に於ける硬組織に対する放射線の作用の一環として、今回は主として実験的に爪組織に対する放射線の作用を組織学的肉眼的に観察した。

2. 正常白鼠の爪甲は爪母より形成される。爪母の前半部からは爪甲下層が、後方からは上層がそれぞれ形成される。爪甲の生長は爪母に於ける爪甲形成と、爪下皮の前方推進によると云われている。

3. 爪甲の長さは正中面で3～4.5mm、爪床の長さは2～3mmである。

4. 爪組織の放射線感受性は、爪甲、爪下皮、爪母の順に高まり、爪母の内でも後半部は前半部よりも高い。

5. 照射後の組織学的変化は1000r一回照射では軽度であるが、3000rでは障害強く恢復も認められない。2000rでは比較的強い障害が起つたが恢復も全例にみられた。

6. 放射線の効果は分割照射により減弱した。

7. 照射後の脱爪現象は組織学的変化と同様に線量の多い程、分割回数の少ない程著明に認められた。

8. 脱爪現象は1)爪甲と爪母の離断、2)爪甲と爪床の剥離、3)前方推進による爪甲と爪床の遊離等の因子により行なわれる。

9. 脱爪を基準とした爪組織の恢復指數は皮膚とほゞ同様である。

10. 人の爪甲の生長は放射線の照射を受けると遅延する。
11. この他白鼠の爪を抜去してその恢復経過を組織学的に観察した。
12. 爪組織の放射線感受性は皮膚よりむしろ低い。
13. 慢性照射に於ける爪組織の障害については今後更に検討する。

稿を終るに臨み終始御懇篤な御指導御校閲を賜つた恩師足立忠教授を始め、組織学的所見等に御指導賜つた秋吉正豊教授（難聴病理）、山田実助教授（皮膚科）、実験の進行に御援助を与えた栗冠正利教授（東北大學放射線基礎医学教室）、及び本学村井竹雄教授、中村正助教授に深甚なる感謝の意を表わします。

尚写真の撮影については御援助を賜つた本学写真室主任広瀬技官他の諸兄に併せて謝意を表わします。

## VI. 文 献

- 1) Richer, Londe, 1897, Sur des cas dérythème radiographique des manis, Compt rend, 124, 1256—1257.
- 2) Boris, Rajewsky, 1959, Jadassohn's Handb. d. Haut-und Geschlechtskrankheiten V/2 151—152.
- 3) Julius, Heller, 1927, Jadassohn's Handb. d. Haut und Geschlechtskrankheiten VIII/2 31.
- 4) 後藤五郎 1955 放射線による職業性慢性障害、南江堂。
- 5) Shields, Warren, 1961, Pathology of ionizing radiation 6.
- 6) Ervin, Epstein, 1962, Radiodermatitis, 40—53, Charles C Thomas Publisher.
- 7) T. Adachi, T. Kagawa, 1957, Effect of Radiation on Bones, The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University Vol. 4, No. 1, 31—42.
- 8) T. Adachi, R. Kamada, 1957, Effect of Radiation on Hairs, The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University Vol. 4, No. 2, 201—213.
- 9) T. Adachi, T. Murai, A. Kikuchi, 1957, Effect of Radiation on Teeth, The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University Vol. 4,
- No. 2, 215—224.
- 10) T. Adachi, T. Kasai, T. Yonaga, 1960, Effect of Radiotion on Bone Tissues of New born Animal, The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University Vol. 7, No. 4, 557—570.
- 11) T. Adachi, J. Horiuchi 1961 The Effect of Radiation on the Lens, The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University Vol. 8, No. 2, 135—145.
- 12) T. Adachi, S. Mikuriya, 1962, Effect of Radiation on Chick Embryo The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University Vol. 9, No. 4, 499—517.
- 13) T. Adachi, A. Murayama, 1962, Histological findings of Bone Tissues by The Deposition of 90-Sr or 32-P, The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University Vol. 9, No. 1, 1—14.
- 14) 橋本鎌 1955：日本皮膚科全書，I/1, 327—356, 金原出版。
- 15) Kölliker, A., 1888, Die Entwicklung des menschlichen Nagels, Z. Wissen, Zoolog. 47, 129—154.
- 16) Horstmann, E., 1957 Möllendorff's Handb. d. mikro. Anat. d. Menschen III/3 176—207.
- 17) Horstmann, E., 1955 Bau und Struktur des menschlichen Nagels. Z. Zellforsch. 41, 532—555.
- 18) Schaffer, T., 1933, Lehrb. d. Histologie und Histogenese, Berlin und Vien.
- 19) Stöhr, P. 1951 Lehrb. d. Histologie, Berlin.
- 20) Pinks, F., 1927 Jadassohn's Handb. d. Haut- und Geschlechtskrankheiten, I/1, 266—289.
- 21) Kranz, W., 1932, Dermat. Wschr. 95, 1081.
- 22) Borns, H. Elze, C., 1940, Anat. d. Menschen IV, Berlin.
- 23) Morike, K.D., 1954, Anat. Anz. 101, 289.
- 24) Knobloch, H., 1951, Z. Altersch. 5, 357.
- 25) 惠畠欣一、田所一夫 1958：非放射線科医のレ線障害に依る皮膚癌の1剖検例から、臨床放射線、3巻4号、41—51。
- 26) 原子爆弾災害調査報告集 1953：日本学術振興会刊。
- 27) Andrews, J.R. and Coppedge, T.O., 1951, The dose-time relationship for the cure of squamous cell carcinoma. Amer. J. Roentgenol., 65, 934.
- 28) Cohen, L., 1949, Clinical radiation dose. Brit. J. Radiol. 22, 760.