



Title	皮膚および皮下組織におよぼす大量レ線照射の作用に関する実験的研究 第1報 肉眼的変化
Author(s)	豊川, 保雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1964, 24(4), p. 377-386
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18013
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

皮膚および皮下組織におよぼす
大量レ線照射の作用に関する実験的研究
第1報 肉眼的変化

東北大学医学部放射線医学教室（主任 古賀良彦教授）

豊川 保雄

(昭和39年6月8日受付)

Experimental Studies on the Effect of X-Ray Large Dose Irradiation
over the Skin and Subcutaneous Tissue

1 Report ; Macroscopic Changes

By

Yasuo Toyokawa

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Tohoku University, Sendai Japan.
(Director: Prof. Y. Koga)

X-ray was irradiated on the dorsum of the femur of rat. The factors of x-ray irradiation were as follows: voltage, 150 KVP; ampere, 20 mA; half-value layer, Cu 0.655; x-ray irradiation per minute 100 r. Using a special radiation cylinder 4,000 r, 5,000 r, and 6,000 r was given by a single irradiation respectively, while 10,000 r by fractional irradiation. The following results were obtained.

- 1) In each group, the findings of skin reaction appeared in the following order; erythema, dishevel on the lie of hair, epilation, moist erosin, ulcer, hair re-growing, etc.
- 2) In each group with a single irradiation of 4,000 r, and 5,000 r a great individual difference was noticed, while in each group with a single irradiation of 6,000 r and fractional irradiation of 10,000 r the individual difference was rater little.
- 3) In the group with a single irradiation, erythema, destruction of hair, and desquamation in the early period were not related with the radiation dose, but appeared in a definite date. On the other hand, epilation, moist erosin, and ulcer appeared at a date when they had a inversely proportional relationship with the radiation dose.
- 4) Epilation was observed in all cases. Ulcer appeared in all cases which had a single irradiation of 6,000 r, while in the other irradiated group, it was hardly noticed.
- 5) As for the findings of recovery in the group with single irradiation, it was more delayed in the group with 5,000 r than that of 4,000 r. In the group with 6,000 r, a rapid progress to ulcer from moist erosin was noticed in all cases, and any findings of recovery was not found at all.
- 6) In respect to moist ulcer in the group with fractional irradiation, it was observed

in 10 of 12 cases. However, no ulcer occurred in all cases and recovered.

7) When the reaction of the group with fractional irradiation was compared with that of single irradiation, erythema was slighter in the former. Speaking of desquamation by keratosis in the latter period, it was remarkable in the group with fractional irradiation, which prolonged over a long time. Furthermore, indurative changes with scaling were observed in the skin.

目 次

- I. 緒 言
- II. 実験材料および実験方法
 - 1) 実験材料
 - 2) 照射方法および照射条件
 - 3) 観察方法
- III. 実験成績
 - 1) 一回大量照射群
 - (a) 4000r 照射群
 - (b) 5000r 照射群
 - (c) 6000r 照射群
 - 2) 分割大量照射群
- IV. 総 括
 - 1) 皮膚反応発現頻度について
 - 2) 皮膚反応発現日時について
 - 3) 皮膚反応発現期間について
 - 4) 一回大量照射と分割大量照射について
- V. 考 按
- VI. 結 論
- VII. 文 献

I. 緒 言

悪性腫瘍に対する放射線療法は最近長足の進展を遂げその使用範囲の拡大と共に高エネルギーの大線量照射の傾向を示している。しかし放射線療法は病巣部照射と共に健康部組織の被曝も不可避的なものである、そこで大量照射による健康部組織の放射線障害の可能性が増大することは必然的なことであり、実際に放射線治療を行うさいに予定線量を病巣に与えようとするときに、先づ照射部位の皮膚障害を第一に念頭に置く必要があると思われる。こゝで皮膚に対する放射線照射による影響について、大量照射による実験を試みた。

放射線照射による皮膚反応についての研究は従来より多くの報告がなされているが、大量照射による皮膚の変化については Miercher が、又

分割照射では山本が行つている他に余り系統的研究は見られない、教室の管野はさきに家兎を使用して実験的にレ線照射 600r より 5000r までの線量で照射による皮膚反応について詳細な報告があるが、従来より当然壞死を起すと推定される大線量照射を行い、その変化について次の疑問を設定して、ラットを使い実験を行つたのでその結果をこゝに報告する。

- 1) 大量照射による皮膚反応は質的に異なる所見を示すか否か、
- 2) 大量照射による皮膚反応は時間的にどのような経過をとるか？
- 3) 分割大量照射は一回大量照射とどのような差異を示すか？

以上の意企を持って実験を行つたが、なほこの肉眼的観察の外に、これと平行して組織標本を作製して組織学的検索も行つた。

II. 実験材料および実験方法

1) 実験材料

体重 100g 前後の日本雑系ラットを使用した、皮膚反応を観察するためにはラットは従来より不適当であると云われているが、この実験に引き続いて行う予定の実験に小動物があり、吉田肉腫移植が可能であること等の理由であえてラットを使用した。

2) 照射方法および照射条件

一回照射と分割照射を行つた、一回照射は更に 3 群に分けた、すなわち 4000, 5000, 6000r 照射の 3 群である、各群のラットの匹数は 12 匹、8 匹、17 匹であり、分割照射は 1 回線量 400r 連日照射で総線量 10000r 照射した、匹数は 15 匹である。

照射部位は特殊な照射筒を作製し、その筒内に大腿部まで挿入することにより、大腿背側部を照

射部位とした、その照射筒は厚さ 2 mm の鉛板で直径 14 cm (レ線照射装置の照射口に一致させ) 高さ 14 cm の上下開放の円筒を作り、その円筒側壁下縁に長径 6 cm, 短径 4 cm の半楕円形の切り抜き 5ヶを作つた、その切り抜きにラツテの片後足を大腿まで全部挿入し、中心部に柱を作りそこに放射状に挿入足を絞ぱりつけ体を固定した、中心部柱には直径 7 cm の同心円の鉛板で傘状の遮蔽をして、足部照射の保護を行い大腿部だけの照射を行つた。製作した照射筒は Fig. 1 に示す。

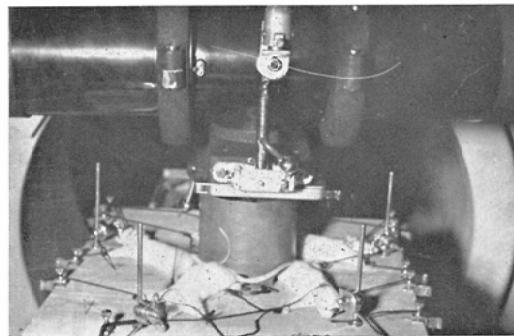


Fig. 1. Irradiation Method.

レ線照射装置は東芝装置 KXC-18 型を使用し、二次電圧 150 KV P, 電流 20 mA, 半価層 Cu 0.655, Filter Cu 0.3, Al 0.5 を使用、皮膚焦点間距離 30 cm, 分時線量 100 r の条件で照射した、更に実際の照射中に前記の照射筒を使用して固定したラツテの下にコニリスフィルムを置いて照射中の状態を撮影して全身被曝の少くないことを確かめた。

3) 観察方法

経時的観察は一回照射群は照射後 24 時間後を第 1 日として数え、分割照射では全照射を終了するのに 25 日を要して居り、この群は照射第 1 日目を第 1 日として観察を行つた。大腿部全体を照射した故に当然背側の変化のみでなく腹側にも変化が認められたが、この実験では一切背側の変化のみを対象とした。

照射野の皮膚の変化は多様性である場合が多く、例えは一部に糜爛があり一部に痴皮形成がある場合にはそのまま重複して記録した、すなわち同一日数でも多様な所見として記載した。



Fig. 2. Show Skin Reaction on Right Femur of Rat

ラツテは皮膚変化が著明になると、その患部をよく“なる”習性があり、それが皮膚反応に附加されていると思われるがこれを分離観察することは不可能であつた。

なお実験観察中に体重減少のあつたもの 1 例、死亡したもの 2 例あつた、これは実験成績から除外した。

III. 実験成績

レ線照射による急性皮膚反応は線量および照射方法によつて差異は認められたが、主な変化は紅斑、被毛荒廃、早期鱗屑、脱毛、湿性糜爛、被苔、痴皮形成、潰瘍、後期落屑、被毛再生、等の変化が見られた。

各群について肉眼的変化を報告する

1) 一回照射群

a) 4000r 照射群

動物匹数は 12 匹で観察期間は 30 日間、

紅斑については早期紅斑、主紅斑の周期的波形は認知不能であつた。ラツテは紅斑を識別するには被毛が密等の理由により不適当であると思われたが、しかし照射後軽微な紅斑をも含めて平均 2・3 日で出現を認めた、しかし紅斑は次に来た皮膚反応のために消退は確認できなかつた、中の 2 例には微細な血管の新生を 5~6 日頃に認められた。

その後の変化は被毛荒廃の所見で、7 日頃に見られ、鱗状落屑が被毛荒廃に続くものが多かつた、この落屑は 12 例中 7 例に認められこれを早期鱗屑と名づけた、平均出現日時は照射後 7, 8 日で継続期間は平均 2, 8 日間であつた。早期鱗屑

Table. 1. The days which varied skin reaction occurred and disappeared after single irradiation 4,000 r

No. of rat	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	Mean of beginnig	mean Period	
Erythema	2—	2—	3—	3—	1—	3—	5—	2—	1—	2—	3—	1—	2.3	—	
ruffled Hair	10—13			8—9	5—11	5—6	8—9			5—6	8—9	5—6	7.2	2.8	
early Desquamation	11—12			5—12	8—9	10—11			8—9	5—6	8—9		7.8	2.8	
early Crusting	12—15	14—17	9—15	12—17	11—15	8—9 11—12	10—15	10—13	10—14		10—15	8—15	10.3	4.9	
Epilation	14	15	16	15	15	13	17	15	12	14	14	14	14.5	—	
moist Erosion		15—16	16—18	15—16		17—19	17—25	15—17	12—27	14—15			15.1	3.6	
Coating	24—29	17—18				14—19 23—25	17—18	25—27	25—27				20.3	2.8	
late Crusting	16—24	16—17 18—26	19—27	18—20	22—26	21—23 25—26							18.7	10.0	
Pseudomembran			17—18	17—18					15—16				16.3	2.0	
Ulceration								27—					27.0	—	
late Desquamation	25—26	24—25	24—26	21—22	22—25		23—24			23—24	22—23	23.0	2.0		
Hair regrowing	24—	25—	25—	22—	24—	24—	25—	24—			25	24—	24—	24.0	—

に皮膚面からの分泌物が加わり、更に鱗屑は大きくなりそれが乾燥して黄色の痂皮形成が認められる、これが平均10、3日で4、9日間あつた、この黄色痂皮を早期痂皮と名づけた。

早期痂皮に被毛が附着したまゝ皮膚面から剥脱して脱毛状態となる、脱毛は全例に認められ開始平均日時は14、5日であつた、しかしそのうち7例は早期痂皮剥脱により、湿性糜爛を生じ、他の5例は乾燥性の脱毛状態を示した。湿性糜爛は平均15、1日に出現し、3、6日間認められ次の被苔および痂皮形成に移行した。被苔は黄白色で湿润でこれが乾燥して痂皮を形成するが、この痂皮形成を後期痂皮と命名した。この被苔と後期痂皮を繰り返す例も認められたが、被苔は20日頃生じ、後期痂皮は19日頃に認められ約10日間程存続した。

湿性糜爛および後期痂皮剥離後には薄い偽膜を生じたものが3例あつた。また湿性糜爛より潰瘍形成のあつたものが1例あり、これは後に感染した。

乾燥性の脱毛状態および湿性糜爛が乾性になつた後に角層増殖による薄紙状落屑が平均23日に認

められ、この落屑を後期落屑と名づけた。その後に照射部位と非照射部位と境界より微細な被毛再生が開始し、この平均は24、1日に出現認知された、被毛再生は次第に照射野中心部に及んだが観察期間中は全例全照射野を完全に被毛再生が終了するのは認められなかつた。

b) 5000r 照射群

使用動物匹数8匹で観察期間は全例40日間。全経過において4000r 照射群と皮膚反応所見には差異はなく、その時間的経過に変動を認めた。紅斑は平均2日で出現、更に前群と同じく微細な血管の新生を認めた例も見受けられた。被毛の変化はその集合が平均7日で荒廃が8日に出し、それぞれ1、6日、2、3日間続いた。早期鱗屑は全例に平均8日に起り次の早期痂皮に移行するまで3、6日を要した、更に前群と同様に鱗屑に分泌が加わり、乾燥して早期痂皮形成が平均9、1日より認めた、その期間は3、1日間で、痂皮が剥脱して次の脱毛状態に移行した。脱毛は半数において乾性で開始し他の半数は湿性糜爛を持つて脱毛開始が見られた。この両者を含めた脱毛発現は平均11、4日であり、湿性糜爛は平均13、1日

Table 2 The days which varied skin reaction occurred and disappeared after singl irradiation 5,000r.

No. of rat	E1	E2	E3	E4	F1	F2	F3	F4	Mean of beginning	mean Period
Erythema	1—			1—	1—	5—	2—	2—	2.0	—
ruffled Hair	5—6	9—13	9	6	6		7	7	6.2	1.7
early Desquamation	6—10	10—14	10—13	7—10	6	8—12	9—10	8—10	8.0	3.6
early Crusting		14—15	14—15	10—14	9	12—16	10—14	10—	11.4	3.1
Epilation	8	16	15	8	8	12	12	12	11.4	—
moist Erosion	13—25	16—28	15—29	12—24	10—24	12—26	12—27	15—37	13.1	15.4
Coating				16		15—16			15.5	1.5
late Crusting	14—26	16—39	18—27	17—25	12—30	18—32	18—27	12—40	15.6	17.2
Pseudomembran						15—17	15—16		15.0	2.5
Ulceration	27—			26—					26.5	—
late Desquamation			27—28			27	31		28.3	1.3
Hair re-growing	31	30	28	32	30	27	31	31	30.0	—

に起つた。湿性糜爛を起した一部分に被苔が生じ、また痴皮（後期痴皮）形成があつたが、これは湿性糜爛発現中にその一部に合併して発現しているものが多く、湿性糜爛が乾燥してもなお後期痴皮が認められている。後期痴皮形成は平均15、6日があり、17、2日間中続いた。

被毛再生開始は上下の非照射隣接部より識別され、その判明は平均28、3日である。しかしその間に乾性脱毛状態は併存しており、観察期間中被毛再生が完了しなかつた。

c) 6000r 照射群

使用動物匹数は17匹、観察期間は30日間、この群の急性皮膚反応は前2群とは若干皮膚反応所見上にも時間的経過にも差異を示している。

紅斑の出現は変りない、被毛の変化は集合が認められず被毛の荒廃が起り、その荒廃とほど同時に皮膚面よりの分泌物があり、脱毛以前に湿性状態となつた、これは被毛荒廃に含めた、被毛荒廃は平均7、7日に出現し4、1日間継続した。早期鱗屑は17例中3例に認められたに過ぎず、それも短期間である、更に他の3例は照射後9、7日に腫張が認められこれは次の湿性糜爛に移行した。

脱毛は平均9、9日で起り全例湿性糜爛を持つて脱毛開始が見られた、湿性糜爛は平均5、7日間存続し、その間に被苔および痴皮形成があり急速に潰瘍形成に移行した、潰瘍は平均17、3日で

起りその後平均20、5に感染が加わり照射部位は急激な組織破壊が増強した、全周の潰瘍形成のため照射部以下に浮腫が現われたが、30日近くには全例骨まで至る壞死が認められ2例には照射部位以下の骨をも含めた脱落があり、全例に恢復の所見は皆無であつた。

2) 分割照射群

分割照射群は総線量10000r 照射の一群のみとした、1回照射線量は400rで25日間連日照射を行つた。動物匹数は15匹使用、このうち6匹は照射終了後24時間および30日に各3匹づゝ殺して、組織標本を作製した。その他の9匹は全期間を照射開始より85日間、照射終了後より60日観察した。

この分割照射群の皮膚反応は一回照射群と若干異なる所見を示した。

皮膚紅斑であるが一回照射程著明に認められず、不確実の記録となるので除外した。先づ最初に認められたものは乾性的黃白色鱗屑であつた、全例に照射開始より13日～15日で平均14、1日間に出現し、7、8日間続いた。早期鱗屑に続いてその発生部位の被毛荒廃が起る、平均15、1日で7、7日間あり、早期鱗屑と合併して存続したものであつた。被毛荒廃と共に鱗屑が増強して、後に鱗屑部は硬化して皮膚面との伸展性が伴なはず輝裂が生じた。これは15例中9例は認められ、その出現は平均19、7日であつた硬化した鱗屑に被毛が

Table 3 The days which varied skin reaction occurred and disappeared after sing irradiation 6,000r

No. of rat	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	Mean of Beginning	Mean Period
ruffled Hair	3—	4—	4—	2—	4—	4—	2—	4—	4—	2—	3—	2—	3—	4—	2—	4—	3.2	—	
early Desquamation	8—9	7—9	7—12	6—9	9—11	4—13	7—11	7—9	11—14	8—12	7—13	8—11	9	9—12	11—12	7—9	6—10	7.7	4.1
Swelling	11	10—11	—	—	—	—	8—10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.7	2.0	
Epilation	10—	9—	9—	10—	9—	11—	9—	10—	11—	12—	9—	10—	9—	10—	9—	10—	9.9	—	
moist Erosin	10—16	9—13	9—16	10—11	9—16	11—16	9—14	10—13	14—16	12—17	9—14	10—16	9—13	10—14	9—13	9—14	10—17	9.9	5.7
Coating	15—16	12—13	14—16	12—13	15—16	15—16	13—19	—	—	13—16	14—16	14—16	—	15—16	15—16	12—14	15—16	13.8	2.7
late Crusting	17	14	14—15	14—17	17—18	—	13—17	15—18	—	—	14	—	14	—	13—14	—	14.5	2.4	
Ulceration	17—	15—	17—	15—	17—	15—	15—	17—	18—	15—	17—	14—	15—	17—	15—	18—	17.3	—	
Suppuration	19—	21—	25—	17—	18—	19—	19—	22—	19—	26—	18—	17—	15—	25—	18—	23—	20—	20.5	—
Edema	26—	15—	17—	12—	17—	12—	17—	14—	16—	21—	22—	17—	16—	20—	17—	16—	17—	17.4	—

Table 4 The days which varied skin reaction occurred and disappeared after fraction irradiation of 10,000r

No. of Rat	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	Mean of Beginning	Mean Period
early Desquamation	14—23	13—17	15—25	14—19	15—25	14—20	14—22	15—22	14—22	14—22	14—22	14—22	15—24	15—24	15—22	14.1	7.8
ruffled Hair	16—23	15—21	14—21	14—22	15—25	14—20	14—22	15—22	17—22	14—24	14—19	23—26	14—25	19—22	19—23	15.1	7.7
Rhagade	19—21	19—20	22	17—20	22	17—20	18—20	—	—	20—22	17—19	23	—	22—23	19.7	—	2.4
Epilation	24—	18—	22—	23—	25—	21—	21—	22—	22—	25—	20—	25—	26—	19—	24—	22.5	—
moist Erosion	25—	18	—	35—28	25	21—30	23	23	22—31	—	23—34	27—30	—	19—20	25—38	23.8	6.4
Coating	24—	24—	23—26	25	24—33	24	24—26	—	—	23—31	27—34	—	24—33	26—36	24.3	6.4	—
Crusting	24—	—	28—31	29—34	34—43	31	24	37—40	18—40	—	32—44	36—40	29—31	34—43	33—44	29.8	8.2
late Desquamation	36—	36—	36—	37—40	37—40	—	—	—	—	35—37	36—	35—47	35—39	39—	36.8	—	—
Hair re-growing	50—	44—	44—	50—	48—	50—	43—	48—	42—	43—	38—	44—	42—	43—	47.0	—	—
Induration	53—	55—	55—	53—	52—	51—	53—	52—	51—	54—	51—	51—	54—	51—	51—	51.1	—

附着しており鱗裂間に見出される皮膚面は湿性であつたが間もなく乾燥性となつた。

鱗裂を生じた後表皮は鱗屑と被毛を伴つて剥脱して、湿性糜爛となり脱毛状態となるものと、乾燥性のまゝ脱毛を認められるものとの二つの経過をたどるものがあり、前者は13例中3例に認められ後者は13例中10例あつた（脱毛状態より26日に殼した動物は観察の対象外とした）。しかしその後者の10例中7例には脱毛状態後に湿性糜爛が認められた。脱毛開始は19日～25日で平均22、5日であり、湿性糜爛の開始は19日～35日（平均23、8日）であつたが、湿性糜爛は12例中2例に認められなかつた。糜爛は平均6、5日で被苔、痴皮、および乾性脱毛状態に移行した。しかし脱毛状態は全観察期間中1例を除いて認められた。その1例は照射開始より26日より47日間脱毛状態でありその後は全照射部位に被毛再生があつた。湿性糜爛は被苔、痴皮形成の変化後に乾性の脱毛状態に移行したが、黄白色の湿润な被苔は平均24、3日より出現し6、4日間、痴皮は24、3日より始まり6、4日間認められた。

その後は乾性脱毛部に白色の薄紙状の後期落屑が認められ平均36、8日に起り、1例を除いて全観察期間中認められた。乾性脱毛部にも非照射隣接部より微細な被毛再生が38～50日（平均47日）よりこり、次第に照射野中心部に進展したが全期間中は全照射野（1例を除いて）に達しなかつた。その後照射部位の落屑を伴つた脱毛部と微細な再生被毛部とが併存して続いたが、落屑部には軽度に硬化性の瘢痕状態に移行した。その認知は判然としないが約50日頃より出現した、しかし全照射部位被毛再生の認められた1例は硬化が生じなかつた。その後の観察期間中は全例（9例中上記の1例を除いて）に微細な被毛再生部の進展は認められたが、全照射野を覆うことは無く、落屑を伴つた乾性で軽度の硬化が認められる脱毛部が存続した。

IV. 総 括

1) 皮膚反応発現頻度について

各照射群の皮膚反応各所見の発現は一般的に一回照射の4000r、5000r群は他の群の皮膚反応に比

較して、その所見発現の有無の個体差が大きかつた。

各皮膚反応のうちで紅斑の発現が最初であるが、全例に軽微ながらも認められた、しかしラツテを使用して紅斑を検討することは前述の理由で不適当であると思う。次の被毛の変化であるが4000r、5000r群では被毛の荒廃に直ちに皮膚面からの滲出液があり湿性の被毛荒廃を示した。早期鱗屑は6000r群を除いては被毛の荒廃後に皮膚表面に黄白色をおびて生じたが4000r、5000r群では更にこれに皮膚面よりの分泌が加わり、痴皮形成が見られた。

全例に脱毛は認められたが中で4000r群では12例中6例、5000r群では8例中4例に皮膚が乾燥性の状態で脱毛し、残りは湿性糜爛を持つて脱毛が始まつた、6000r群では全例が湿性糜爛を持つて脱毛した。分割照射群は12例中3例が湿性糜爛を持つて脱毛が始まり、残りは乾燥性の状態で脱毛を開始した。湿性糜爛は4000r群で12例中4例と分割照射群では12例中2例に認められなかつたが、その他の全例に出現した、すなわち湿性皮膚反応の出現率50%は一回照射で4000rと5000rの間にあることを物語つている。糜爛状態において表面上の変化として被苔、痴皮形成は本質的に異なる所見でなく、湿性糜爛の母地より分泌があり、それが乾燥して痴皮と変化するものと思われる。4000r、5000r群では被苔、痴皮と変化し湿性状態より乾性状態になるものは前者は12例中11例、後者は8例中6例に認められたが、6000r群

Table 5. Ratio of skin Reaction (No. of Rat)

	4,000r	5,000r	6,000r	10,000r
Erythema	12/12	6/8	17/17	
ruffled Hair	8/12	7/8	17/17	15/15
early Desquamation	7/12	7/8	17/17	15/15
Epilation	12/12	8/8	17/17	15/12
moist Erosion	8/12	8/8	17/17	10/12
Coating	6/12	2/8	14/17	9/12
Crusting	6/12	8/8	9/17	11/12
Ulceration	1/12	2/8	17/17	0/12
late Desquamation	8/12	3/8	0/17	12/12
Hair re-growing	12/12	8/8	0/17	9/9

では全例が湿性糜爛より潰瘍に変化した。

被毛再生は4000r, 5000r群および分割照射群において認められたが、6000r群では全く恢復の所見が認められなかつた。

2) 皮膚反応発現日時について

紅斑、被毛荒廃、および前期鱗屑までの発現までの日時は一回照射においては余り有意差は認められなく、線量に余り関係なく一定時間をしているが、脱毛および湿性糜爛は線量に或る係数を持つ反比例関係を持つ結果が得られた。すなわち紅斑は3群とも2~3日、被毛の変化は6~8日、早期鱗屑は約8日であつたが、脱毛は各群のおのの14, 5日, 11, 4日, 9, 9日と有意差が認められた、更に前述の如く湿性糜爛をもつて脱毛開始の6000r照射群と他は平均出現日時で乾性的脱毛と湿性糜爛が若干の日時を要している、湿性糜爛上の被苔および痴皮形成は糜爛発現にはほど反比例して線量が増量することによつて、その発現日時が早期に認められた。

潰瘍形成は各照射群でその発現日に非常に差がある6000r群では17, 3日であり、湿性糜爛発現より1週間で潰瘍が認められているが、5000r, 4000r群では潰瘍形成が両者ともに26~7日と差が無く、湿性糜爛より2週間を要している、すなわち6000r群は湿性皮膚反応の経過は急速であることを物語つている。

再生恢復は先ず脱毛部の表皮角層の過剰増殖の落屑が起るが、6000r群では恢復徵候が全く認められなかつた。4000r, 5000r群では後期落屑、

Table 6. Meantime to Beginning of skin Reaction (No. of Days)

	4.000r	5.000r	6.000r	10.000r
Erythema	2.3	2.0	3.2	
ruffled Hair	7.2	6.2	7.7	15.1
early Desquamation	7.8	8.0	8.0	14.1
Epilation	14.5	2.5	9.9	22.5
moist Erosion	15.1	13.1	9.9	23.5
Coating	20.3	15.5	13.8	24.3
Crusting	18.3	15.6	11.5	29.8
Ulceration	27.0	26.0	17.3	
late Desquamation	23.0	28.3		36.8
Hair re-growing	24.1	30.0		47.0

被毛再生は線量が多いと遅く出現している。分割照射は大量照射と比較する内容が異なるので後にこれについて総括する。

3) 皮膚反応発現期間について

一回照射群では紅斑、被毛の変化、早期鱗屑、等の脱毛以前の皮膚反応は、若干の差異があるが有意差は認められない。

湿性糜爛以後の所見の発現期間は4000r群では痴皮形成の期間が長く、5000r群では糜爛と痴皮の間が長かつたが、6000r群では糜爛、被苔、痴皮、の三者ともに短期間で終り、直ちに潰瘍に変化している、すなわち4000r, 5000r群では恢復作用が認められたが、6000r群では恢復作用が照射により圧倒されていた。

Table 7. Duration of skin Reaction
(No. of Days)

	4.000r	5.000r	6.000r	10.000r
ruffled Hair	2.8	1.7	3.6	7.7
early Desquamation	2.8	3.6	2.0	7.8
moist Erosion	3.6	15.4	5.7	6.4
Coating	2.8	1.5	2.8	6.4
Crusting	10.0	17.2	2.4	8.2
late Desquamation	2.0	1.3		

恢復所見として認められる角層増殖による落屑は4000r, 5000r群に認められたが有意差は見出せなかつた。その後被毛再生の開始があり観察期間中は依然再生の続行中であった。

4) 分割照射について

分割照射による皮膚反応所見と一回照射のそれと比較して見ると、紅斑は一回照射程著明でない、次に被毛の変化と早期鱗屑では一回照射群では前者が先行したが、分割照射群では後者が先行した。その上に早期鱗屑が分照射群で著明であつた。即ちその期間も2~3倍の7, 8日間認められた。

湿性糜爛、被苔、痴皮形成は分割照射群では各期間が約1週間前後に平均化しているが一回照射群は糜爛、痴皮形成のいずれか特に長期間存続していた。

潰瘍形成は分割照射では1例もなかつた。

再生恢復において後期落屑が一回照射群よりも

高度でかつ長期間持続していた（観察期間後にも見られている）。被毛再生は特別な差異は認められなかつたが、落屑部に一回照射群に認められなかつた、皮膚硬化が生じた。

V. 考 按

レ線照射による皮膚反応については、従来より非常に多くの報告がある、Holzknecht (1927) が皮膚の急性放射線障害を4期に分けて説明しているのを始めとして、主なものはMiescher (1924), Ellinger (1927), Snider (1928) 等が最も系統的な報告をしている、しかし大量放射線照射に関する記載は少くないと思われる。

さきに教室の管野は家兎背部の皮膚にレ線照射を行い、その皮膚反応の紅斑、脱毛、糜爛、潰瘍および後傷害について線量との関係を600rより5000rまでについて詳細な報告をしている。またMiescher (1930) は家兎耳翼に一回照射では4000r、分割照射で8000rまで照射を行い、その後期所見まで観察しているが、それ以降の線量の照射の変化についての記載は見られない。更に最近では山本は家兎を用いてレ線分割照射で総線量1500rより9000rまで行い、それを系統的に肉眼的、組織学的に観察をしている。

著者はこゝで従来に放射線照射による壞死を起こすと思われる大線量を照射した時に起こる皮膚反応の所見が、質的にまた時間的経過において異なるかについて検索をしてみた。

現在最も一般的に知られている、皮膚の急性放射線障害の分類である Holzknecht の分類は、早期紅斑、紅斑性皮膚炎、水疱性皮膚炎、壞疽性皮膚炎と区分している、これは線量による皮膚反応の度合を示しているが、最近管野が皮膚反応の所見より経過を次の如く区分している。すなわち紅斑期（更に早期、中間、主、の各紅斑に分けている）、丘疹状浮腫状鱗屑痂・糜爛・潰瘍形成期、痂皮剥脱毛生判明期、後傷害期に分類している。

著者の実験においても、各照射群の主要変化が線量の度合からの分類すると、水疱性皮膚炎と壞疽性皮膚炎であり、更にその皮膚変化の時間的経過による区分をするために、強いて著者の実験を区分してみると、紅斑、被毛荒廃、早期鱗屑を前期

変化とし、次に主変化期を脱毛、湿性糜爛、潰瘍形成の所見を示す時期を含めることが可能と思う、その後恢復所見が認められる時期を恢復期として、被毛再生、後期落屑等が含まれる。更にその恢復が停止するか、また後期傷害が認められる時期を後期変化と区分することが妥当であると思う、これを管野の経過分類に照合して見ると全く一致するものである、すなわち大量照射でも同じ経過をたどることが解つた、しかしレントゲン潰瘍の発生を見た一回照射6000r群ではそのまま恢復の傾向を示さずに壞死を起こし、完全に組織の破壊を見たが、これは Ellinger が一回照射による皮膚反応を Reversible Skin Reaction と Irreversible Skin Reaction に分類しているが、その線量の境界はラツテ大腿背側部の皮膚では5000rと6000rとの間にあることを示しているものと思う。

紅斑については観察不適当な動物を使用している故に微細な紅斑の変化については検討をしないが、Miescher (1924) が人体においては紅斑は線量に関係なく個体差による動搖の大きいことを述べているが、著者の実験においても、線量に関係なく発現した。

小池（大正12年）は急性レントゲン皮膚炎の潜伏期は照射線量に反比例すると云う、また管野は紅斑の出現日時は線量にある影響は少くないと述べているが、著者の実験結果は管野の報告に似た、更に管野は急性皮膚反応（主紅斑、鱗屑痂形成）は線量に基く有意差は無いと述べている、著者の実験でも紅斑、被毛の変化、早期鱗屑形成まではあまり線量による差異は認められなかつた結果があり同一意見に至つた。

糜爛、潰瘍形成においてはその発現日時、および期間は前者は線量と反比例し、後者は比例関係のある傾向が見られた。更に管野は被毛再生は線量の少くない方が早いと云つているが、著者も同一結果を得た。

分割照射については Ellinger, Quimby よりも栗冠等により研究報告があり、Fraktionation Factorについて論じてゐるが、本実験では回復率まで追及せず、その一回照射による皮膚反応所見

と経過の差異についてのみの報告に止めた。

VI. 結 論

ラツテ大腿背側部に照射条件はレ線で電圧 150 KV P, 電流20mA, 半価層 Cu 0.655, Filter Cu 0.3, Al 0.5, 分時線量 100r, 円筒状の特殊な照射筒を使用して、一回照射で4000r, 5000r, 6000rを照射し、分割照射で 10000rを照射した、その結果次の結論を得た。

- 1) 各群とも皮膚反応所見は紅斑、被毛荒廃、脱毛、湿性糜爛（潰瘍）、被毛再生、後期落屑等の順に出現した。
- 2) 一回4000r, 5000r照射群では個体差が大きいが、6000r, 分割 10000r照射群では個体差少なくなく、平均化した反応が得られた。
- 3) 一回照射群においては、紅斑、被毛荒廃、前期鱗屑は線量に関係なく一定日時後に発見したが、脱毛、湿性糜爛、潰瘍は線量と反比例関を持つた日時に出現した。
- 4) 脱毛は全例に認められ、潰瘍は一回6000r照射群全例に生じたが、他の照射群には殆んど認められなかつた。
- 5) 一回照射群における恢復所見は4000r 照射群より5000r 照射群は遅く、6000r 照射群では全

例に湿性糜爛より急遅に潰瘍への変化が見られ、全く恢復の所見は認められなかつた。

- 6) 分割照射群における湿性糜爛は12例中10例に認められ、潰瘍は全例に生じないで、恢復の経過をたどつた。
- 7) 分割照射群と一回照射群の反応を比較すると、紅斑は分割照射では軽微であり、後期に角層増殖による落屑は分割照射群で著明で長期間続いた、更に落屑を伴う皮膚に硬化が認められた。

文 献

- 1) G. Miescher: Strahlentherapie., 36, 434, 1930.
- 2) G. Miescher: Strahlentherapie. 27, 257, 1928. — 3) Quimby: Radiology 29, 305, 1937.
- 4) Ellinger, F.: Medical Radiation Biology, 1957. — 5) H. Fritz-Niggli et al.: Handbuch Allg. Pathologie. 10. — 6) M. Sievert: Brit. J. Rad. 20, 236, 1947. — 7) G. Miescher: Strahlen therapie, 61, 4, 1938. — 8) S. Snider: Histopathology of Irradiation, 1948. — 9) 西浦：皮膚科紀要, 6, 251, 大12. — 11) 寺内：日医放誌, 13, 11, 2441, — 12) 菅野：日医放誌, 14, 2, 105, 昭29. — 14) 山本：日医放誌, 19, 10, 2185, 昭35. — 15) Coutard: Am. J. Rad. 28, 313, 1932. — 16) R. Birkner: Strahlentaapie. 116, 463, 1961. — 17) 粟冠：日医放誌, 13, 10, 608, 昭29. その他第2報文献参照。