



Title	幼若動物皮膚におけるレ線局所照射の肉眼的組織学的研究
Author(s)	寺内, 正一
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1961, 20(11), p. 2441-2459
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16211
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

幼若動物皮膚におけるレ線局所照射の肉眼的 組織学的研究

京都府立医科大学小児科学教室（主任 中村恒男教授）

京都府立医科大学放射線科学教室（主任 金田弘教授）

寺 内 正 一

（昭和35年12月6日受付）

第1章 緒 言

レ線に障害作用のあることが、初めて我々に認識されたのは、レ線が発見されて後間もなくレ線物理の実験に従事していた研究者の手に皮膚萎縮が認められたことをもって嚆矢とする。またこれがレ線に生物学的作用のあることを知った最初のものと言えよう。

我々がレ線深部治療を行う場合に、必ず皮膚という関所を通らなければならない。しかもレ線による皮膚の障害がその治癒の困難さと、患者の苦痛に於て、またレ線潰瘍が悪性化する傾向があるという危険に於いて、レ線による皮膚の反応は古くより多数の研究者によつて詳細な検討が加えられている。放射線治療の進歩は如何にして皮膚の障害を最小限度にとゞめて、深部に多量の局所線量を照射するかの際に沿つて進展して来たとも言えるのであつて、廻転、集光の如き移動照射は言うに及ばず、テレコバルト治療、更にベータートロンによる治療も例外ではない。

私は主として幼若家兎に対してレ線を局所に全量一時照射を行い、幾つかの興味ある結果を得たのでここに報告する。

第2章 実験材料及び実験方法

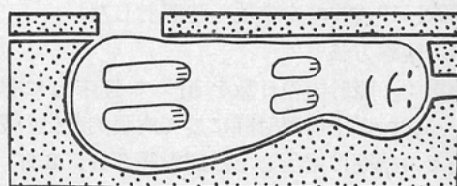
1) 実験材料

幼若家兎（以下幼兎と云う）：12月～翌年4月の間に出生した生後5日以内、体重100g前後、運動活潑なもの。

成熟家兎（以下成兎という）：健康な体重2～3kgのもの。

2) 実験方法

第1図 幼兎固定台の断面



幼兎：各親家兎より出生した幼兎を夫々照射群、対照群に分け、前者には照射中に於ける動揺をさけるため第1図（写真1）の如き鉛製の固定台に入れ、2cmの円孔を有する厚さ5mmの鉛板で被覆し、次の照射条件で、100r, 200r, 500r, 1,000r, 2,500r, 5,000r, 10,000rを出来るだけ肝及び脾より離れた右側の腰部に側面より直角になるようにして、全量一時照射を行つた。照射条件は管球電圧200KV、管球電流25mAとし、弱線による照射時間の延長を考慮し、2,500rまでの照射線量の場合には距離を40cmとし、0.7mmCuに0.5mmAlを加えた濾過板を用いたが、5,000r以上を照射する場合には、17cmの距離にて1.0mmAlを濾過板として用いた。この二つの照射条件による半価層を求めると、前者は1.3mmのCuに相当し、後方は0.4mmのCuに相当する。この線質による皮膚線量の相違はGrebe and Wiebeの表では50cm²の照射野にても表面（0cm）にて殆んど変わらず、1cm深部にありても空中線量の8%以下にとゞまるので、大きな差がないと考えてもよいが、この外に私の用いた2cm直径の如き微小な照射野では、内部よりの散乱附加率は殆んど無視してよいのみならず、家兎の皮膚の厚さが成熟家兎にありても2mm以下と推定されるので、線

第1表 実験例数

線 量	100r.	200r.	500r.	1000r.	2500r.	5000r.	10000r.
幼 若 照 射	8	6	12	28	8	15	9
幼 若 対 照	5	3	5	15	2	5	3
成 熟 照 射	0	0	0	2	2	2	2

質を異にするこの二種のレ線による皮膚線量は物理的にも殆んど差がないものと考えてよい。

しかしこれ等の研究は主として人体皮膚、または成熟動物について検討され、生後間もない幼若動物について研究した報告はない。

成兎： ラボナールで全身麻酔をほどこした上、幼兎と全く同一条件で腰部に1,000r, 2,500r, 5,000r, 10,000r を全量一時照射した。

3) 観察方法

幼兎： 照射後の日数を追って臨床的に観察し、500r 以上の照射群に於て肉眼的変化のあつた夫々の時期に相当して、照射後6日、8日、10日、14日、21日、24日、27日、33日、に試験切片を採取し、対照群も出生直後、成熟期及び前記照射後の日数に相当して切片を採取した。

標本作製に於て切片を皮膚面に垂直で、一つは毛流に直角、他方は毛流に平行に刀刃を加えて製作し、之によつて標本に毛包の横断面が現われるものと、縦断面が現われるものを作り、斜方向切片にては表皮の細胞層が恰も肥厚している如く誤つて観察されるのを避けた。染色は Haematoxylin-Eosin 染色を施し、前者の標本は皮膚断面1cmの長さに含まれる被毛数、被毛の太さ、毛包1000個に含まれる被毛数、及び毛球部に存在する有糸分裂数の算出に使用し、両者の標本から表皮の厚さ及び表皮1cmの長さに含まれる有糸分裂像数を算出し、皮膚全層における組織学的変化を観察した。またこれ等の算出に対して切片の厚さを7μとして、出来るだけ誤差を少なくするように考慮した。

成兎： 照射後の経過を追って、肉眼的観察のみを行った。

幼兎及び成兎の実験例数を第1表に示した。

第3章 実験成績

A) 幼兎における実験成績

第1節 照射後の一般状態

幼兎はすべて生後3週間より離乳に入り、1カ月頃完全離乳する。照射直後の幼兎は各線量群とも暫く運動が不活発であるが、照射後数分で非照射群と全く同様な状態に恢復した。

1,000r 照射群までは特別の変化が見られなかった。

2,500r 以上照射において、照射後2～3週間に2,500r の2例を除き、全例に下痢を併発し、2～4週後の間に死亡直前の状態になつたので、何れも直ちに断頭し、標本作製に供した。

5,000r 照射の1例は照射後25日頃より下痢は止まり3カ月以上生存した。

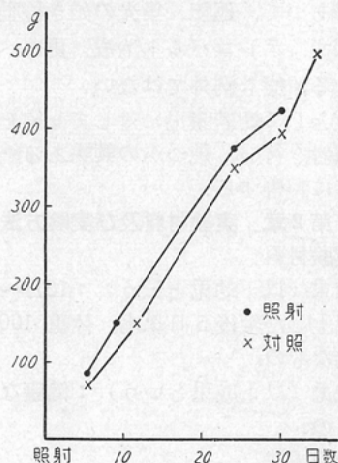
対照群は何れも下痢を見なかつた。

第1項 体重

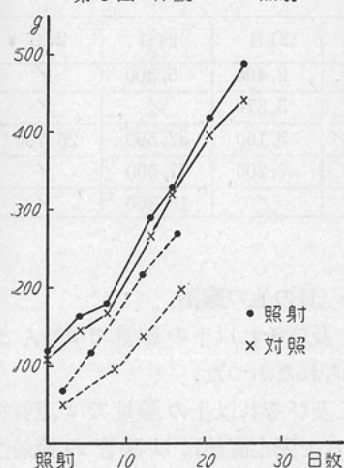
同一親家兎より出生した幼兎の照射群及び対照群は全く同一条件の下で飼育出来た。その両者の体重平均値を算出して、体重表(第2～第6図)を作成した。

1,000r 及びそれ以下の照射群に於ては対照群とほぼ同様な体重増加曲線を示した。

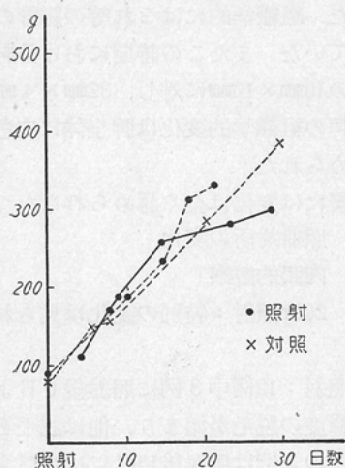
第2図 体重 500r 照射



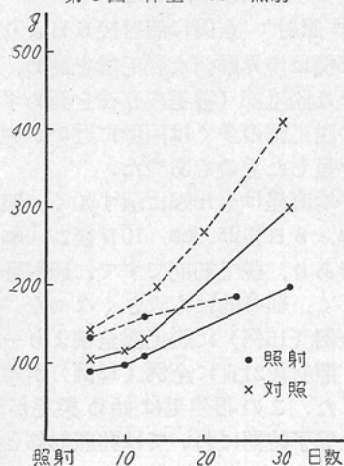
第3図 体重1000r 照射



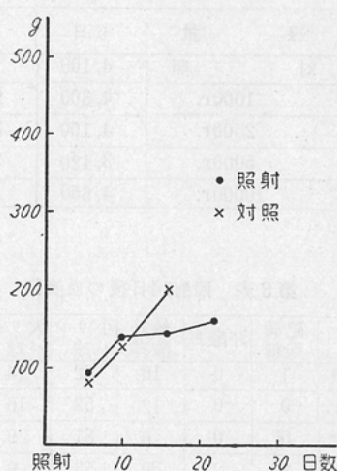
第4図 体重2500r 照射



第5図 体重5000r 照射

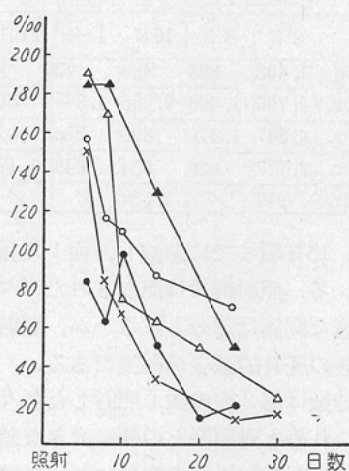


第6図 体重10,000r 照射



第7図 網状赤血球数

× 対照 ○ 1,000r 照射 △ 2500r 照射 ● 5000r 照射 ▲ 10000r 照射



2,500r 照射では1群に照射後2週目より体重増加率の低下が見られ, 5,000r 及び10,000r 照射では照射後10日より体重増加率が悪くなっている。

第2項 血液

血液はすべて下行大静脈より採血した。

赤血球数及び血色素数に於ては, 各種線量の間, これ等と対照群との間, また照射後の日数との間に何等一定の関係を認めなかつた。

網状赤血球数の照射後の推移は第7図の如くであつた。対照群は照射後6日に相当して 150%で

第2表 白血球数 (下行大静脈より採血)

線量	6日	8日	10日	14日	21日	24日	27日
対 照	4,100	1,900	2,400	3,700	2,400	5,300	—
1000r.	4,300	2,580	2,430	2,430	3,370	—	—
2500r.	4,100	3,500	2,800	3,800	3,100	32,500	26,700
5000r.	3,120	3,100	3,900	3,600	7,200	27,500	—
10000r.	4,650	—	4,000	—	—	15,300	—

第3表 照射14日後の血液像

	肥満細胞	好酸球	偽好酸球	小リンパ球	大リンパ球	単核球
対 照	1	0	16	62	14	4
500r.	0	0	12	52	16	20
1000r.	0	0	6	81	9	4
2500r.	3	2	30	53	6	6
5000r.	3	0	15	48	15	19
10000r.	0	1	50	42	3	4

第4表 多染性赤芽球数 (血液1cc中)

	6日	8日	10日	14日	21日	24日
対 照	1,402	893	480	72	24	—
1000r.	4,730	1,409	2,056	1,847	303	—
2500r.	6,847	1,470	896	380	620	—
5000r.	2,777	620	624	648	1,172	—
10000r.	977	—	1,524	—	—	4,590

あるが、15日頃までに急減し、約1カ月で20%になつている。照射群では照射された夫々の線量の間に有意な関係は認められないが、照射群は一般に照射後の経日的減少が緩慢である。

白血球数は第2表の如く照射した各々の線量の間及びこれ等と対照群との間に大きな差異が見られないが、2,500r以上の照射においては照射後21日、24日、27日、にやゝ著明な増加を認めた。この白血球増多症はすべて偽好酸球の比較的増多であつた。第3表は照射後14日の血液像(平均値)の比較であるが、照射群と対照群との間に特別の差異を認め難い。

血液1cc中の多染性赤芽球数(平均値)の線量別、経日的推移は第4表の如く、照射群は対照群に比して経日的減少が緩慢であり、5,000r、10,000r照射群では照射後21日、24日に再び増加している。

第3項 其の他の臓器

1,000r 及びそれ以下の線量では殆んど何等の変化も見られなかつた。

2,500r 及びそれ以上の線量では照射後21日、24日、27日で死亡直前には腸管の癒着性イレウス、著明な胃拡張及び腸管の癒着周辺に出血点が認められた。組織学的にはこれ等の腸管の腸腺は破壊されていた。またこの時期における脾は萎縮し対照群の40mm×10mmに対し、32mm×4mmであつた。この脾の組織学的変化は脾全体に白色脾髄の崩壊が認められた。

肝及び腎には変化は全く認められなかつた。

第2節 照射局所の変化

第1項 肉眼的観察

100r、200r照射：特別の変化は見られなかつた。

500r 照射：12例中3例に照射後6日より境界不鮮明な軽度の脱毛が始まり、他は脱毛を認めなかつた。この3例は照射後14日には再び発毛して非照射部と区別出来ない状態になつた。

1,000r 照射：全例に照射後6日より脱毛が始まり、25例は境界鮮明な脱毛部を認め、照射後10日に完全な脱毛部(被毛の存在を認めず)を認めた。この脱毛部の多くは円形に近いが中にはやゝ楕円形を呈したものもあつた。

この平均直径は第10図に示す如く、照射後6日で20.6mm、8日後25.9mm、10日後27.0mm、14日後27.5mmであり、脱毛初期ですでに照射野直径よりやゝ大きく、経日的にも大きくなつた。照射後14日には全例(15例)に脱毛部全域より一様に発毛が起り、照射後21日に全例(12例)が殆んど発毛を完了した。この再生毛は始め柔毛が主であるが、再生完了時期においては非照射部と殆んど区

別出来なくなつた。この部は完全に正常毛生状態となり再び脱毛する事はなかつた。境界不鮮明な脱毛3例は照射後14日に正常な毛生状態に恢復した。

2,500r 照射： 全例（8例）に照射後6日より脱毛が始まり、照射後10日で完全に脱毛（6例）し、照射後21日には4例中2例に再生が始まり、照射後30日に殆んど完了した。他の2例は肉眼的に再生は認められなかつた。脱毛部は反対側、即ち左側の腰部にも起り、右側より1～2日おくれて脱毛を始めた。脱毛部の形は1,000r照射群と同様で大きさは平均直径が、6日後22.5mm, 8日後30.0mm, 10日後32.5mm, 14日後24.0mm, 21日後25.0mmであり、1,000 r 照射より、初期にお

いてやゝ大きく、10日後が最大を示し、以後平均直径が小さくなつた。左側の脱毛部は右側より更に2mm～3mm大きくなつた。再生については脱毛部周辺から多く発毛して中心に向つて進み、再生毛はゆるい“ちづれ”を呈し、柔毛が主であり、正常毛には至らなかつたが再び脱毛することはなかつた。

5,000r 照射： 照射後6日より脱毛が始まり、照射後10日で完全脱毛（11例）し、脱毛部は乾燥し、照射後14日には角化落屑するのが見られた。照射後18～20日に湿性皮膚炎（7例）を惹起し、照射後28～33日に乾性化（2例）し、中心部に直径1.0cmの痂皮（治癒的）を形成した。

他の部分は平滑な脱毛部であつた。脱毛の形は

第5表 皮膚単位断面に於ける被毛数（毛包のみも含む）

	出生直後	6日	8日	10日	14日	21日	24日	27日	33日	成熟期
対 照	740	4,780	5,000	4,560	3,343	3,000	1,370	1,490	/	2,400
500r.	/	4,565	5,025	4,430	4,150	/	/	/	/	/
1000r.	/	485	840	373	1,213	2,447	/	/	/	/
2500r.	/	509	197	137	73	46	60	113	/	/
5000r.	/	256	195	138	44	0	0	15	38	/
10000r.	/	245	/	105	40	0	0	/	/	/

第6表 被毛の太さ（ μ ）A：表皮直下，B：AとCの間，C：毛球部

		出生直後	6日	8日	10日	14日	21日	24日	27日	33日	成熟
A	対照	14.7	16.9	14.8	15.0	15.9	14.4	14.6	13.6	/	13.8
	500r.	/	13.9	14.9	12.9	14.4	/	/	/	/	/
	1000r.	/	12.1	13.5	11.5	13.2	13.7	/	/	/	/
	2500r.	/	13.5	11.3	11.3	11.8	10.8	12.4	11.1	/	/
	5000r.	/	10.0	10.9	10.9	0	0	0	0	8	/
	10000r.	/	10.5	/	10.3	0	0	0	/	/	/
B	対照	18.6	15.4	17.9	15.9	16.6	15.0	16.2	15.8	/	15.8
	500r.	/	14.6	15.9	15.5	15.7	/	/	/	/	/
	1000r.	/	12.7	14.9	11.4	14.5	15.9	/	/	/	/
	2500r.	/	0	0	0	0	0	0	0	/	/
	5000r.	/	0	0	0	0	0	0	0	0	/
	10000r.	/	0	/	0	0	0	0	/	/	/
C	対照	24.3	29.7	23.8	23.0	23.4	20.2	21.2	21.8	/	23.5
	500r.	/	21.6	19.8	19.2	19.4	/	/	/	/	/
	1000r.	/	22.6	23.3	20.6	20.7	21.9	/	/	/	/
	2500r.	/	0	25.0	0	21.5	/	/	/	/	/
	5000r.	/	0	0	0	0	0	0	0	0	/
	10000r.	/	0	/	0	0	0	0	/	/	/

第7表 毛包1000個中の被毛数

	出生直後	6日	8日	10日	14日	21日	24日	27日	成熟
対 照	1000	1,120	1,044	1,021	1,008	1,016	1,006	1,000	1,046
501r.	/	1,018	1,020	1,030	1,100	/	/	/	/
1000r.	/	1,015	1,050	1,008	1,060	1,016	/	/	/
2,500r.	/	1,020	1,015	1,010	1,010	1,000	0	0	/
5000r.	/	1,015	1,010	1,005	1,000	毛包なし	毛包なし	0	/
10,000r.	/	1,010	/	1,000	1,000	毛包なし	毛包なし	/	/

前2者と同様であり平均直形は、6日後23.7mm、8日後29.5mm、10日後30.0mm、14日後27.5mm、21日後30.0mm、33日後29.5mmで、脱毛初期で2,500 r 照射より大きい。且、10日後が最大値を示し、以後縮小する傾向が見られた。1例は照射後50日で照射部（大腿部下端）は、下腿と共にミイラ化して脱落し、照射部の再生に起らずに終わった。

10,000 r照射：5,000 rと同様な経過を認めたが、照射後24日以後の経過は観察出来なかつた。脱毛部は6日後26.0mm、10日後31.0mmを示した。

第2項 組織学的観察

1) 皮膚断面単位長に含む被毛（毛包）数

毛流に直角で皮膚面に垂直となるようにした標本で、その単位長（1cm）に存在する被毛数（毛包のみを含む）の平均値を算出した。その成績は第5表に示す如く、対照群は成長に伴い減少を示し、成熟期には幼若期の約半数に減少した。500 r 照射群は照射後10日まで対照と殆んど変わらないが、照射後14日に対照群がやや減少しているのに反して、あまり減少していない。1,000r照射は照射後6日は対照の約 $\frac{1}{10}$ に減少し、照射後10日は最少数を示し、照射後14日に増加、更に21日後に増加し、対照に近づいている。2,500r では照射後21日で最少、24日後、27日後と増加の傾向を示した。

5,000 r 及び 10,000 r 照射では照射後6日に対照の約 $\frac{1}{20}$ に減少し、且経日的に10日、14日と減少し、照射後21日、24日、に0となつた。5,000r照射において照射後27日、33日に再び15、38、と増加したが、これは新生毛包のみであつた。

10,000 r 照射ではこの新生毛包は認めるまでに至らなかつた。

2) 被毛の太さ

毛根を表皮直下（A）、毛球（C）、両者の中間（B）の3点に於いて夫々被毛の太さを測定（100個の平均値）し、第6表を得た。

500r 照射群ではCが対照群より約4 μ 細くなっているが、A及びBでは0~2 μ 細くなっている。1,000r照射においてはA,B,C、共に照射後6日~10日まで軽度（2~3 μ ）細くなっているが、照射後21日で再び対照群の太さに近づいた。2,500r 及びそれ以上の線量ではAはかなり細くなり、照射後6日において線量が大きい程細くなっている。2,500r照射ではB及びCは照射後8日より消失しているため0とした。同様に5,000 r 及び 10,000 r 照射ではAは照射後14日より、B及びCは8日後より消失している。

3) 毛包中の被毛数

1個の毛包中に2本以上の被毛を有するものがある。第7表は毛包1,000個に存在する被毛数である。成長すると共に前記毛包の数は減少するが、毛孔を共通にしている偽毛束は増加するのを認めたが、偽毛束はこの計算から除外した。

対照に於ては出生直後1000個、照射後6日に相当して、最多数で1,120を数え、成長と共に減少するのを認めた。しかし成熟期の毛包増殖期には1,064を数えた。一般に照射群に於ては減少した。500r 照射では照射後6日が最少数であるが、8日後、10日後、14日後と漸次増加するのを認めた。1,000r照射では照射後10日が最少数であるが、14日後には最多数となり、21日後再び減少し対照のそれと等しくなつた。2,500r 及びそれ以上では経日的に減少し、2,500r 照射では照射後21日、5,000r 照射は14日後、10,000r、照射は10日後、

第8表 表皮の厚さ (μ)

		出生直後	6日	8日	10日	14日	21日	24日	27日	33日	成熟
角質層	対照	8.0	8.1	8.7	7.6	4.0	2.4	1.0	1.0	1.0	2.3
	500r.	/	7.3	8.3	8.0	4.7	/	/	/	/	/
	1,000r.	/	12.1	12.4	11.2	12.2	3.8	/	/	/	/
	2,500r.	/	6.5	7.8	8.4	11.1	26.1	15.0	14.0	/	/
	5,000r.	/	7.0	8.4	10.5	6.0	24.5	10.5	30.0	12.5	/
	10,000r.	/	11.7	/	21.2	14.0	/	22.0	/	/	/
胚芽層	対照	32.0	12.2	11.0	10.8	8.5	6.8	8.2	5.6	5.0	5.4
	500r.	/	11.7	11.2	11.0	11.5	/	/	/	/	/
	1,000r.	/	21.0	20.5	21.2	14.8	5.1	/	/	/	/
	2,500r.	/	9.0	18.7	17.8	42.2	43.5	27.2	14.4	/	/
	5,000r.	/	17.0	20.4	30.2	11.3	47.1	40.0	43.5	18.0	/
	10,000r.	/	23.2	/	27.2	24.0	/	63.7	/	/	/
全層	対照	40.0	20.3	19.7	18.4	15.5	9.2	9.2	6.6	6.0	7.7
	500r.	/	19.0	19.5	19.0	16.2	/	/	/	/	/
	1,000r.	/	33.1	32.9	35.4	27.0	8.9	/	/	/	/
	2,500r.	/	15.5	26.5	26.2	53.3	69.6	42.2	28.4	/	/
	5,000r.	/	24.0	28.8	40.7	17.3	71.6(0)	50.5(0)	73.5	30.5	/
	10,000r.	/	34.9	/	48.3	38.0	0	85.7	/	/	/

14日後に1,000となつた。2,500r 照射後24日, 27日, 5,000r 照射後27日に於ては新生毛包は存在するが, 被毛は未だ存在しないため0とした。10,000r 照射では再生を認めるまでに至らず照射後21日, 24日は毛包の存在も認めなかつた。

4) 表皮の厚さ

表皮の毛包に相当する部位はよく発達して他の部位よりかなり厚いので測定に当りこの部位は除外した。

出生直後の幼兎の表皮は厚さ40 μ に及び, 対照群の表皮は角質層及び胚芽層共に成長に従いその厚さが減少し, 約1カ月で出生直後の表皮の約 $\frac{1}{6}$ の厚さになつた。

500r 照射では照射後6日~10日は対照群の表皮とほぼ同じ厚さであるが, 対照の表皮が, 照射14日後に相当して厚さを減じているのに反して照射皮膚の表皮は厚さを減じなかつた。1,000r照射では照射後6日~14日で対照群の表皮の約2倍を示したが経過と共に減じており, 照射後21日で対照群とほぼ同じ厚さになつた。

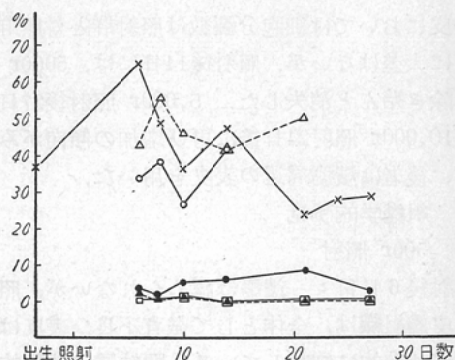
2,500r 照射では照射後, 経日的に厚さを増し, 照射後14日~21日で最も厚くなり, 出生直後の表

皮より約10~20 μ , 対照群のそれより40~60 μ 厚くなっている。照射後27日には減小したが, 尚対照より約20 μ 厚い。

5,000r 及び10,000r 照射では照射後6日より増加し, 照射14日後に一度減少した。照射後21日, 24日で照射中心部の表皮は崩壊して0であるが, 照射周辺の表皮は中心に向つて再び厚くなり, 出生直後の表皮より約30 μ , 対照の表皮より約8~9倍の厚さになつた。

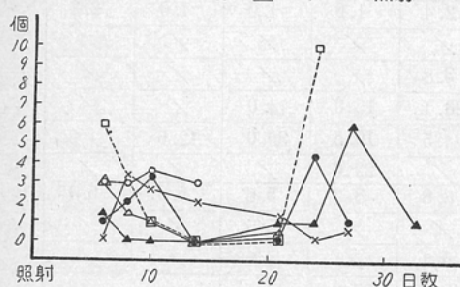
第8図 毛球 100個中の核分裂

×対照 ○ 500r 照射 △ 1,000r 照射 ● 2,500r 照射 ▲ 5,000r 照射 □ 10,000r 照射



第9図 表皮単位長さに含まれる核分裂数

× 対照 ○ 500r 照射 1000r 照射 ● 2,500r 照射
 ▲ 5,000r 照射 □ 10,000r 照射



5) 有糸分裂像の数

毛球部に於ける有糸分裂細胞を500～1,000個の毛球について算え、毛球数との百分率を求め、第8図に示し、表皮に於いては標本中表皮1cmに含まれる細胞分裂数を数え、第9図を得た。

出生直後の正常幼兎の細胞分裂数は表皮において33個、毛球部において27.7%であった。

毛球部において、対照群は成長に伴い、照射6日後に相当して65%より漸次減少して約1カ月で28%になった。500r照射では照射後6日～10日で対象群より10%～20%少なく、照射後14日では対照群とほぼ同率を示した。1,000r照射では照射後6日～8日には対照群と大差はないが、10日、14日、21日においても減少せず、対照群がこの時期に減少しているのに反した。2,500r及びそれ以上の照射では照射後6日に著明な減少を示し、対照群の約1/10の比率がみられた。

また8日後以後は毛球の消失と共に0%であった。

表皮においては細胞分裂数は照射群と対照群との間に大差はないが、照射後14日には、5000r照射を除き殆んど消失した。5,000r照射後27日、及び10,000r照射24日後に再び増加の傾向がみられた。後者は潰瘍周辺の表皮を用いた。

6) 組織学的所見

a) 500r 照射

照射後6日目：潰瘍は認められないが、照射部の皮膚組織は、全体として発育不良、表皮は角質層が部分的に剝離している。顆粒層は比較的著

明、有棘層の発達悪く部分的に殆んど一層の細胞からなっている。毛包は短小でその間を占める結合組織は浮腫性に粗くなっている。血管に沿って軽度の細胞浸潤が認められる。毛髪組織の発育が不良であるのに反して、毛包腺はよく発達し大形の腺細胞中に脂肪滴を満している。

照射後8日及び10日目：皮膚は全体として厚さを減じているが、表皮はむしろ厚さを増し角質層、有棘層共にエオザン染色性が強くなっている。毛包は一般に萎縮し数が少なくその間を占める結合組織は線維成分が増加し、線維化の傾向を示している。毛包腺は比較的よく発達している。

照射後14日目：前者と同様の所見を呈しており、真皮中にしばしば好酸球の浸潤を認め、毛包腺はよく発達している。

b) 1,000r 照射

照射後6日目：照射部の皮膚は厚さを減じ全体として500r照射より更に組織構造の発達が不良である。表皮は比較的厚く殊に角質層が良く発達している。顆粒層も著明である。

毛包は萎縮し短小で数が少なく毛包間結合組織は線維成分が増加し明らかに線維化の傾向を示す。皮下脂肪組織は発達が極めて悪い。

毛包腺は比較的よく発達している。

照射後8日目：前者とほぼ同様の変化が認められる。処により結合組織中に大形の好酸性の強い細胞質を有する線維芽細胞が認められる。

照射後10日目：皮膚組織変化は照射後8日より一層著明で毛根は更に数を減じている。処々に角質層の剝離が認められるが、潰瘍は認められない。毛包腺はよく発達している。

深部皮下組織に結合組織の変性が見られ線維成分が崩壊、或は不著明となつている部分がある。処々に大形の線維芽細胞が見られる。また軽度ながらも好酸球、他の白血球浸潤を伴っている。

照射後14日目：皮膚は前者に比してやや厚さを増し、毛根は長くなり数を増し、回復の徴候が見られる。しかし表皮は尚厚く、角質層、顆粒層が共に著明である。真皮及び皮下結合組織は線維成分が多く其の内に細胞質が濃染した線維芽細胞

が多数に認められる。皮下結合組織は発達不良である。毛包腺は前者同様よく発達している。

照射後21日：皮膚は著明に厚さを増し毛根が再び良く発達している。しかし対照と比較して角質層が厚い。結合組織は皮下の深部では正常構造に近い所見を示しているが、表面に近い結合組織は一般に線維成分が豊富である。毛包腺は対照よりも著明で大形の腺細胞がよく発達している。

c) 2500r照射

照射後6日目：皮膚は全層にわたりかなり著明な変化が認められる。厚さは対照の約 $\frac{1}{2}$ に減じているが、表皮の厚さは対照と大差がない。毛根は極めて発育が悪く皮下組織中には殆んど存在せず、線維性結合組織のみがよく発達している。比較的大形の細胞質の濃染した線維芽細胞が多数認められる。深部皮下組織においては結合組織の破壊変性が認められ、線維走行は不規則でしばしば断裂し、結合組織細胞の変性が見出される。脂肪組織の発育は極めて悪く、増殖した結合線維の間に散在性に脂肪細胞を認めるのみである。毛根は数が少なく最も発育したものでも皮膚表面から殆んど皮下組織まで達していない。発育を阻害された毛包組織は核の濃縮した小さな細胞の集団として認められ、毛包腺はよく発達し明るい大形の腺細胞からなっている。

照射後8日目：前標本と類似した構造を呈するが、表皮はむしろ厚さを増し、有棘層の細胞核は一般に大きく胞状を呈する。角質層及び顆粒層も著明である。毛根は発育が極めて不良であるが、細胞核が前標本に比して一般に大きい。結合組織は線維成分が良く発達し真皮及び皮下に於て著明な線維束を作り、脂肪細胞は殆んど消失している。線維芽細胞は一般に大形で胞状核を有し、変性細胞よりもむしろ幼若細胞が多く見られる。浸潤白血球は比較的少なく少数の多核白血球、リンパ球等が認められる。

照射後10日目：8日目に類似した所見を呈し毛根の発育は甚だ不良で皮膚は主として線維性結合組織から出来ている。結合組織線維は前標本よりも更に太く良く発達し著明な線維束を形成してい

る。表皮は比較的厚く、角質層、顆粒層、有棘層が明瞭に認められる。

照射後14日目：皮膚組織の変化は尚著明であるが表皮は更に厚さを増し、基底細胞層及び有棘層には前者に比して細胞の増加が認められる。角質層、顆粒層共に著明である。毛包は極めて数が少ないが核分裂像が認められ毛根の再生過程を思わせる。結合組織は一般に線維成分が多く、皮下においては著明な線維束を形成し、部分的に肝臓組織に近い所見を呈する。浸潤白血球はやゝ著明で好酸球其他、多核白血球、類リンパ球、単核球等が散在性に認められる。脂肪細胞は殆んど消失している。毛包腺はよく発達し大形の腺細胞を含んでいる。

照射後21日目：表皮は良く発達し細胞数が多く角質層、顆粒層、有棘層共に著明である。毛包は極めて数が少ないが、残存した毛包組織には再生起点が認められ、ところどころに毛根が発達している。皮膚の大部分は線維性結合組織からなり、脂肪細胞は不著明である。各所に大形の線維芽細胞が認められる。

浸潤白血球は比較的まれである。

照射後24日目：前標本と大体類似の所見を呈する。表皮は厚さ及び細胞数を増しているが、毛包の数は殆んど増加していない。皮膚の大部分は線維性結合組織からなり、血管は一般に拡張し、血管壁が比較的厚く、浸潤細胞はまれである。

照射後28日目：皮膚はやゝ厚さを増しているが、殆んど全層にわたり著明な結合組織線維の増殖が認められ、皮下深層に於ては、細胞数が少なく線維成分のみが良く発達している。脂肪細胞は殆んど認められず、浸潤細胞もまれである。表皮下は毛包の数がやゝ増加しているが対照と比して著しく少ない。毛包腺は良く発達している。

d) 5,000r 照射

照射後6日目：皮膚は薄く全層にわたりかなり著明な変化を示し、細胞核は一般に濃縮している。表皮は角質層、顆粒層、有棘層及び基底細胞層の区別が認められるが核は変形しているものが多く、染色質濃縮、空胞形成等が認められる。毛

包は発育が悪く同様に細胞核の変形を認め、毛包腺の発達も不良である。結合組織線維は良く著明で層状に走り其の間にわずかに脂肪細胞を含んでいる。浸潤細胞は全般的に不著明である。

照射後8日目：皮膚は薄く毛根の発育が著明に障害されているが、表皮はやゝ厚さを増している。結合組織線維はよく発達し皮下において層状に走り、血管は一般に拡張し、血管壁が比較的に厚い。真皮に少数の浸潤細胞を認める。

照射後10日目：皮膚組織は前標本と同様の変化を示している。細胞核は全層にわたり変化が認められる。

照射後14日目：皮膚組織の変化は10日目の標本に比較して著明となり、表皮はうすく細胞核は消失して、基底細胞層が殆んど認められない。部分的に真皮結合組織から剝離している。残存した毛包においても細胞変性が著明であり、毛包腺も発育不良である。皮下結合組織には脂肪細胞が消失し主として線維成分から出来ているが、明らかに線維の乱れ及び断裂が認められ、少数の大形腺維芽細胞を含んでいる。真皮には毛細血管が比較的著明に認められ、浸潤細胞がやゝ増加している。

結合組織細胞は核濃縮を呈するものが多い。

照射後21日目：表皮は完全に剝離消失し皮膚表面にフィブリン様物質と、多核白血球との凝塊により覆れている。皮膚の構造は、殆んど失われ、結合組織線維の間にわずかに毛包の残りを思わせる所見を認めるに過ぎない。浸潤細胞が増加し、殊に表面附近に多核白血球が多い。皮膚の深部に多くの小血管を認め管壁は一般に肥厚している。

照射後24日目：潰瘍部においては皮膚構造は全く認められず、線維性結合組織の層を認めるのみである。結合組織細胞には核濃縮が著明である。潰瘍周辺部より表皮組織の新生が見られ、その一部は潰瘍表面の頽廃物質と結合組織の間に進入している。この部分の表皮は極めて薄く殆んど一層の細胞層とその表面を覆う薄い角質層とから出来ている。

照射後27日目：潰瘍表面には尚頽廃物質が附着しているが、結合組織との間に薄い表皮が発達し、潰瘍面を殆んど覆っている。この部分の表皮は構造が尚不完全で周辺より薄い有棘層と角質層とから出来ている。基底膜面は平坦で、毛包、毛包腺の発生が全く認められない。その他の皮膚は殆んど結合組織線維のみからなり比較的多くの浸潤細胞を包んでおり、殊に表層に近い部分に多い、小血管及び毛細血管がかなり発達している。

照射後33日目：皮膚表面は薄い表皮におゝわれ、頽廃物質はもはや認められない。表皮は周辺より薄く平坦であるが角質層、顆粒層及び有棘層がすでに区別出来る。皮膚特有の構造は殆んど認められず、単純な線維性結核組織のみから出来ている。表面に近く浸潤細胞がやゝ増加している。表皮の所々に毛包の新生が認められる。

e) 10,000r 照射

照射後6日目：5,000r照射と類似の構造を呈し全層にわたり変化が認められる。細胞核はしばしば、濃縮、変形を示す。表皮は比較的厚く角質層、顆粒層、有棘層等が区別される。毛根は発達が阻害され結合組織中にはまれに脂肪細胞が認められる。

照射後10日目：前組織標本と似た変化が認められるが全層にわたり細胞核の変化が一層著明である。

照射後14日目：組織変化は更に顕著となり、表皮の細胞核は深層の一部を残して殆んど消失している。結合組織細胞は一般に核濃縮を呈する。皮下結合組織には線維成分が多く層状に密集し、脂肪細胞は殆んど認められない。浸潤細胞は比較的少数である。深部の血管は一般に拡張している。表皮は変化が強いにもかゝらず比較的厚く、殊に角質層が著明である。

照射後21日目：表皮は剝離消失して潰瘍を形成し、潰瘍面にフィブリン様物質、変性細胞及び浸潤細胞を主体とする頽廃物質を形成している。結合組織には殆んど皮膚の諸構造を認めず、細胞核は一般に核濃縮を呈し、血管は拡張充血している。

照射後24日目：組織学的変化は大体前者と同様であるが結合組織中の細胞浸潤が一層著明である。浸潤細胞は主として多核白血球である。結合組織中に所々大形の線維芽細胞が認められる。

f) 1,000r 照射後6日の電子顕微鏡所見

幼兎1,000r照射後6日の皮膚構造について、電子顕微鏡的観察をこゝろみた。主として皮下結合組織の変化を追求し、レ線照射実験に於て極めて重要な役割をはたすと考えられる結合組織細胞に如何なる変化が見られるかをたしかめようとした。光学顕微鏡的にはこの時期において線維成分の増加が認められる以外には著明な変化が見出されない。電子顕微鏡的に観察すると、結合組織細胞は細胞質の構造がしばしば不規則となり、細胞膜が不明瞭で原形質内に空胞形成、electron denseの不規則な構造が認められ、ミトコンドリアはしばしば円形化、或は空胞形成を示し構造の破壊が見られる。Golgi 装置、細胞核、膠原線維には著変が認められない。皮下毛細血管は内被細胞の内面が一般に平滑であるが、原形質諸構造には著変が認められない。

B) 成兎における実験成績

肉眼的観察

第1項 照射後の一般状態

1,000r 及び2,500r 照射は何等の変化も生じなかつた。5,000r 及び10,000r照射では照射後170日及び168日に死亡した。

第2項 照射局所の変化

1,000r 及び2,500r 照射では何等の変化も認められなかつた。

5,000r 照射

照射後47日で脱毛を生じた。この脱毛部の境界は不鮮明で、その周辺には毛の残存するのを認めた。また照射後77日に発毛再生がおこり、約120日後に殆んど完了した。しかし再生毛は非照射部に比して著るしく密生し、柔毛が主体であり、やわらかく、且“ちぐれ”が認められ、正常毛には恢復しなかつたが、再び脱毛することを認められなかつた。

10,000r 照射

照射後48日で脱毛を生じたが、その脱毛状態は5,000r照射の場合と全く同様であつた。照射後80日より再生が始まりその再生毛も前者と全く同様であつた。

第4章 考 按

レ線照射による皮膚反応は、レ線量、線質、被照射部位、殊に照射野の大きさ等によつて著明な差がある。また家兎、殊に脱毛については時季的な差が著るしい。

1. 照射部位について

管野(1954²³)は成兎における実験で急性皮膚反応の強度は部位により著変があるとのべ、幼兎における私の実験では局所照射にかゝわず、2,500r以上の大量線量では屢々下痢を併発して死亡した。この原因は腰部照射では消化管の照射をまぬがれず、大量照射では消化管に病変をおこすためと思われる。茂田(1956³⁵)は成兎の下腹部に33,000 r 照射して胃粘膜に出血性糜爛及び潰瘍を認めたが、大腿部照射では認めなかつたと云う。幼兎における私の実験では照射が大腿部のみに限局され、腹腔内照射をまぬがれたものは、5,000r の大量照射でも永く生存する事が認められた。死亡例においては腸管に出血点を認め、この部の腸腺は崩壊しているのを見た。此等の消化管の変化が体重の増加にも深い関係があると考えられ、これ等の幼兎の体重増加率は低下した。赤松(1959^{20,21})もこの事を認めている。

死亡直前の幼兎の白血球増多症は偽好酸球の比較的増多が著明で、この原因は腸管の変化に伴う腸炎による二次的なものと考えられる。

2. 照射野の大きさについて

レ線皮膚反応において照射野の大きさは最も重要な因子である。此等についてはすでに、Mac Comb(1939⁹)、金田(1954¹⁴)、近藤(1956¹⁷)、金田、奥(1959¹⁵)、等により詳細な記載があり、照射野が大きくなるに従つて散乱附加も大きく、逆に小さくなるに従つて散乱附加は減少するが、照射野因子の影響が強くなる。金田は照射野因子を導入すべき照射野の限界を直径2 cmとし、近藤(1956¹⁸)は成兎を用い、照射野9×9 cm、直径3.0

cm, 2.5cm, 2.0cmでは大体脱毛の時期が等しく、直径1.5cm以下から照射野因子の影響を考えねばならぬとのべ、金田、奥等は照射野直径1.5cm以下に照射野因子が強く作用すると報告している。

私の実験に用いた直径2cmの照射野では、散乱附加の影響は殆んどないが、照射野因子の効果は無視出来ない。

3. 実験成績について

体重及び照射後の一般状態については照射部位の項でのべたので、ここでは主題である照射局所の変化についてのみ検討を行うことにする。

肉眼的観察について

生後5日以内の幼兎の多くは、いまだ発毛を見ないか、或は漸く発毛し始めた状態にある。

100r, 200r照射では脱毛は見られない。

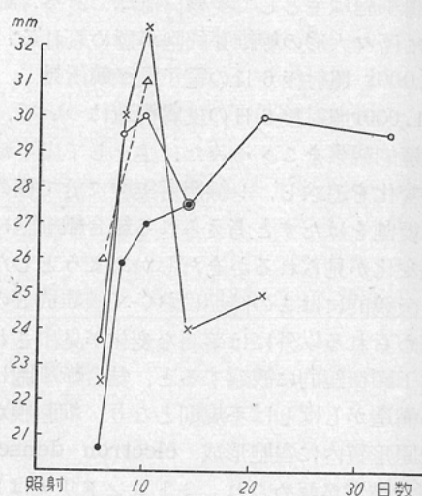
500rでは12例中3例に照射後6日頃より、不完全脱毛を来すが、他の例では脱毛に至らなかった。1,000rでは28例中25例に脱毛を来し、3例には不完全脱毛が見られた。2,500r及びこれ以上の照射線量では全症例に脱毛を来たすので脱毛線量は1,000rと考えてよい。何れの場合にも照射後6日にして脱毛するので、潜伏期は6日と推定する。照射によって脱毛した局所を見るに、照射野が円形であるので多くは円形に近いが、なかにはやゝ楕円形を呈するものもある。これは照射野として用いた厚さ5mmの鉛板は線束に直角に設置されているが、照射される部分が鉛板に密着して居らず、幾何学的な歪によるものである。

脱毛した部分の平均直径を照射野の直径と比較検討すると、脱毛部の大きさは照射線量が多くなるに従って大きく、6日の潜伏期をもつ脱毛初期より、線量の多いものは既に照射野よりも広い範囲に脱毛を来している。この関係を示したものは第10図である。図に示す如く照射後10日に脱毛野の大きさは最大値を示すものが多い。このように照射部の大きさよりも、広範囲に脱毛を来した原因について考えてみることにする。

先づ考えられることは背後散乱の影響であり、第二は鉛板にけられた孔、即ち照射野の辺縁よ

第10図 脱毛野の平均直径 (mm)

● 1,000r 照射 × 2,500r 照射 ○ 5000r 照射 △ 10000r 照射



りの散乱であり、第三には照射することによって照射部に産生された破壊産物、即ち間接作用物質の拡散による効果である。2cm直径の照射野の散乱附加率はGlasse et al (1954¹¹)によれば1.03であり、Alisop (1953¹³)では1.02と推定され、Hergarten 外 (1952¹²)では、1.005であつて殆んど無視してよい。したがつて第一の背後散乱の影響とは考えられず、第二の照射部の鉛の辺縁よりの二次線の影響を無視するわけにはいかないが、私はむしろ第三の間接作用物質による効果を重視したい。即ち照射により照射野に産生された間接作用物質が、照射野周辺より拡散することによつて、直接照射を受けない周辺健康組織に影響を及ぼし、この部分の最も感受性の高い毛包に障害を与え、脱毛を来したものと推定される。したがつてこの周辺部は直接照射された部分とは障害が本質的に異なるため、回復が照射された部分よりも早く起つて来ても不思議ではない。

脱毛野が2,500r以上を照射した場合には、照射後10日を境としてやゝ縮小する傾向が見られることは、周辺よりの回復によるものと想像される。

500r及び1,000rで不完全脱毛を来したものは、照射後14日に再生が完了し、1,000rで完全脱

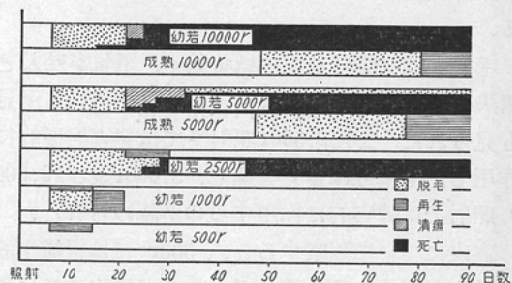
毛を来たしたものは、14日より再生を始め、21日で殆んど完了した。2,500r では半例に、21日より再生を始め、30日に殆んど完了した。再生は照射線量が大なる程おそく現われ、且再生完了までに多くの日数を要する。また再生状態をみると、2,500r 照射では脱毛部の周辺より再生が始まり、1,000r 照射では全域より一様に再生が始まる。1,000r 照射で正常な毛生状態に恢復するが、2,500r 照射では正常な毛生状態に至らなかった。よつて完全な正常毛生状態に恢復し得るレ線量の上界は、1,000r と2,500r との間にあると推定される。また両者とも永久脱毛は起らなかった。

5,000 r 及び10,000r 照射で全例に照射後21日で潰瘍の発生を認めた。2,500r 照射では、潰瘍は勿論湿性皮膚炎も認めなかった。よつて幼兎の潰瘍線量は2,500r と5,000r との間にあると推定される。5,000r 照射後27日～33日に潰瘍面は乾性化して痂皮の形成が認められた。10,000r 照射では潰瘍の経過を追求するに至らなかった。

成兎では、1,000r 及び2,500r 照射では脱毛が見られず、5,000r照射で47日、1,000r照射で48日の潜伏期をもつて脱毛が見られた。この場合には幼兎の如く境界鮮明な脱毛が見られず、その周辺には毛の残存する部分があった。近藤の研究では2 cm直径の照射野では3,500 r で45日の潜伏期をもつて脱毛するが1.5cm直径にては脱毛しない。5,000rでは1.5cm直径で脱毛するが、1.0cm直径では脱毛しない。足立(1956³⁶)の述べる如くレ線による脱毛は毛包が静止期にあるか、活動期にあるかによつて差があるが、私の実験の如く冬期に行つたものでは、2 cm直径の照射野では成兎の脱毛線量は、2,500r と5,000r との間に、潜伏期は約7週と推定し、近藤の成績を借りれば、脱毛線量3,500r、潜伏期は6～7週と推定出来る。5,000r照射では照射後77日頃より発毛再生がみられ、120日後殆んど完了した。10,000 r では80日後再生が始まった。そしてこれ等の再生毛は正常な毛生状態には恢復しなかった。またこの線量では永久脱毛及び潰瘍は生じなかった。

以上の結果から幼兎と成兎の間には、その脱

第11図 脱毛、再生、潰瘍、比較図



毛線量に大きな差があり、幼兎は1,000r、成兎は3,500rで、その比は1 : 3.5である。潜伏期は幼兎は6日、成兎は45日～48日で、その比は1 : 8であり、幼兎の方がはるかに感受性が高い。再生については脱毛より再生開始まで、幼兎は2,500rで14日、成兎は5,000rで30日、再生開始より完了までの日数は、幼兎は16日、成兎は40日であり、幼兎の方が成兎よりすみやかに恢復せんとする傾向が強い。

組織学的に観察すると、幼兎においては皮膚單位断面の被毛数の推移が示す如く脱毛部における残存被毛(毛包)数は線量が多くなる程少なくなり、また日を追つて減少し、その線量に応じた障害の頂点に達するまで続く、即ちレ線の障害が線量の多い程強く現われているが、障害の頂点はおそく現われる。これ等の残存被毛が対照の被毛よりやや細く、また線量の多い程細くなっており、1,000r照射の再生毛が対照の被毛の太さに近づく傾向を示している。

毛包に関して Oudin, Barthélemy, 及び Darien (1897¹), Scholtz (1902²), Krause u. Ziegler (1906～1907³), 菅野 (1954²⁵), 足立等の報告があり、私の観察は足立の記載と最もよく似ている。即ち500r 及び1,000r 照射で毛包は緊密性が失われ、短小で萎縮を呈し、2,500r 及びそれ以上の線量では脱毛初期ですでに毛包の下半部は破壊消失し、上半部が静止期に近い状態で散在している。この上半部の毛包も5,000r 照射では照射後14日には殆んど消失し、毛包の上半部は下半部に比してレ線に対して抵抗が強い。このことは菅野が成兎を用いた実験で、線量の少ない場合に毛包の表在部が先に障害を受け、線量が多くなれ

ば深部に及ぶとのべている事とは全く相反している。

毛包腺はレ線に対する抵抗強く、毛包が殆んど消失した場合でも毛包腺のみが存在している所見も見られた。また2,500r照射までは発育促進的に作用し、毛包腺は良く発達し、5,000r及び10,000r照射では障害的に作用するのが認められた。

表皮について観察すると、500rでは組織学的に殆んど変化を認め難いが、線量が増大するに従って表皮はその厚さを増し、照射後日を経るに従って更に厚くなる。しかし潰瘍を形成する数日前（照射後14日）には急激に表皮の厚さが減少し、有棘細胞、基底細胞の核は変形、染色質濃縮、空胞形成を経てついに消失して、基底細胞層が殆んど認められなくなり、部分的に真皮結合組織から剝離している。そして表皮はついに崩壊して潰瘍を形成するものゝ如くである。潰瘍形成後表皮は再び照射野周辺より厚さを増しているのを認めた。

皮下の結合組織は500r照射ですでに深部において浮腫性を呈し、線量の増加に従い、線維成分が多くなり、線維化の傾向を示し、胼胝化している。浸潤細胞は潰瘍直下に増加する他、レ線量との間に相関性は認められなかった。再生は1,000r照射において発毛完了期には深部結合組織の正常化が認められたが、2,500r以上の照射では再生現象を認めるに至らなかった。

血管、毛細血管は私の実験の如く1カ月以内の検討では潰瘍を来す大線量にても、拡張と血管壁の肥厚が見られたのみであった。

皮膚組織のレ線感受性に関しては定説がないように思われる。例えば Oudin 等、Scholtz、小池等は毛包が最も感受性が高いとし、Rost、及び管野は表皮が最も高く、Klövekorn (1934) は毛包と毛乳頭の細胞が最も高く、毛包腺は低いとのべ、足立は毛包の下半部が最も高く、上半部は表皮の変化に従って反応すると報告している。

私の行った幼兎の実験では、皮膚組織のレ線感受性は毛包の下半部が最も高く、次に毛包の上半部、表皮、毛包腺、皮下結合組織、皮下組織中の

毛細血管及び小血管の順に低下するものと推測する。

第5章 結 論

生後5日までの幼若家兎の腰部皮膚に、硬線500r、1,000r、2,500r、5,000r、10,000rを照射野直径2cmで、全量一時照射を行い、経過及び組織学的な変化を観察して次の所見を得た。

1) レ線照射後、照射皮膚に変化が生じるまでに一定の潜伏期がある。即ち脱毛潜伏期は6日で、成熟家兎の約 $\frac{1}{3}$ である。潰瘍潜伏期は26日である。これ等の潜伏期には線量による差異は認められなかった。

2) 脱毛線量は1000r及びそれ以上で成熟家兎の $\frac{1}{3.5}$ である。潰瘍線量は2,500rと5,000rとの間にあり、成熟家兎の脱毛線量には $\times$ 相当する。

3) 脱毛部の所見は境界が明瞭であり、成熟家兎のそれは不明瞭である。成熟家兎及び幼若家兎の何れも永久脱毛線量は決定出来なかった。

4) 脱毛部の再生は線量が少なければ早く現われ、且早く完了し、線量が多くなるに従いおそく現われ、且再生完了までに多くの日時を要する。

5) 脱毛部の再生は線量が少なければ、脱毛野全面より一様に再生し、線量が増大すれば脱毛野の周辺より再生し、中心部に向って進行する。

6) 正常な毛生状態に還元し得る閾値は、1000rと2500rとの間にあり、成熟家兎は2,500rと5,500rとの間にあると推定される。

7) 照射後6日より33日に至る観察では、有糸分裂細胞は、毛球において、線量が増大すると著明に減少するが、表皮においては、照射群と対照群との間、照射した夫々の線量間に大差は認められなかった。

8) 毛包の上半部は表皮の変化に平行しておこり、このため下半部より多くの線量を要する。

9) 障害所見の発現順位は、毛包下半部、毛包の上半部、表皮、毛包腺、皮下結合組織、毛細血管及び小血管の順であった。

稿を終るにあたり御懇篤な御指導、御校閲を賜った恩師、中村恒男、金田弘両教授、終始御指導、御助言下さった建田助教授、並に御援助下さった神島化学工

写真1 新生家兎固定台（上面）鉛製で新生家兎の固定に便利なくぼみが作られている。右側は覆いで、直径2cmの照射円孔を有する。

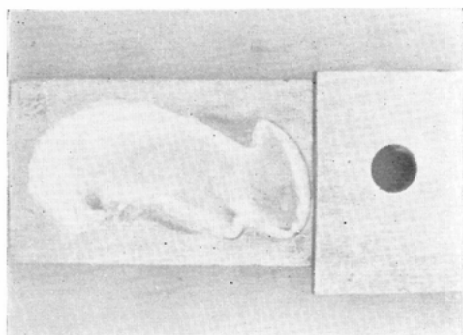


写真2 新生家兎1000r 照射7日後、輪廓の鮮明な脱毛部（尚毛髪が残存している）右側は非照射（対照）兎



写真3 新生家兎1000r 照射10日後、照射野は完全に脱毛して毛髪を認めない。



写真4 新生家兎1000r 照射20日後、脱毛部は毛髪の再生が著明である。



写真5 新生家兎1000r 照射6日後、皮下結合組織細胞の電子顕微鏡標本。細胞質は構造が不規則となり細胞膜が不著明である核及び膠原線維には殆んど変化を認めない。

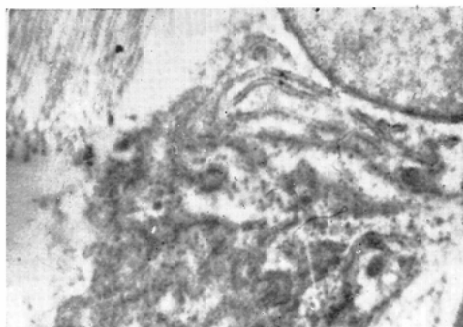


写真6 新生家兎1000r 照射6日後、皮下結合組織細胞の電子顕微鏡標本。細胞質に dense で不規則な構造物が認められる、小胞体は甚だしく減少し mitochondria は変化に陥っている。細胞膜が不明瞭である。膠原線維には著変がない。

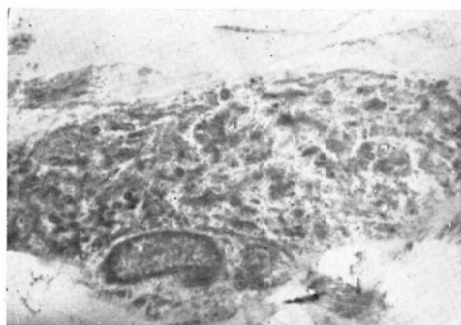


写真7 新生家兎1000r 照射6日後、皮下結合組織細胞の電子顕微鏡標本。皮膚毛細血管、内被細胞の構造には著明な変化を認めないが内腔が平滑で拡張の傾向がある



写真8 新生家兎1000r 照射6日後、皮膚浸潤細胞電子顕微鏡標本。細胞質に不規則な dense の部分を認める mitochondria の円形化構造の破壊腔胞化等の変性所見を認める核及び Golgi 装置には変化がない。

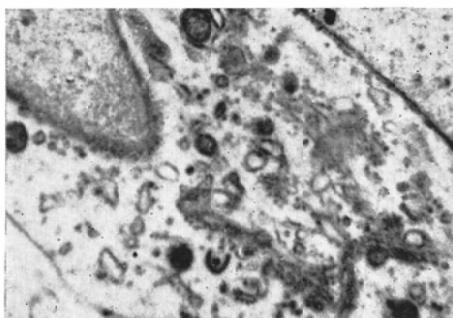


写真9 対照：生後8日（実験群照射6日後のものと同腹）毛根の著明な発達認められる

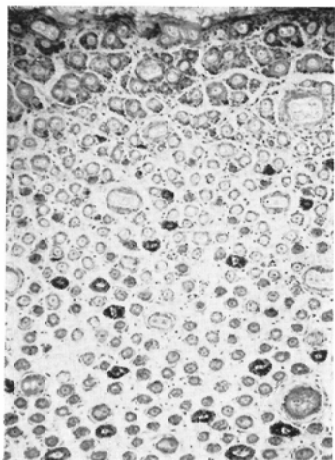


写真10 写真9の強拡大、毛根の間は比較的少量の粗性結合組織で占められている。

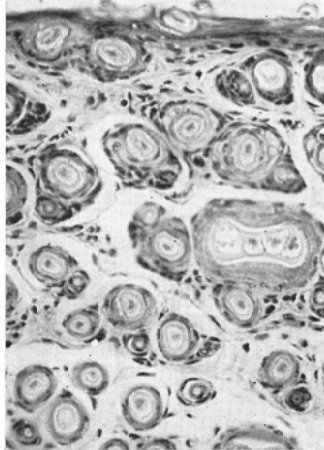


写真11 新生家兎生後23日対照（実験群、照射21日後のものと同腹）皮下組織中の毛包の分布はやゝ粗となり結合組織は線維成分が増加して束状の走行が認められる脂胞組織がかなり発達している。

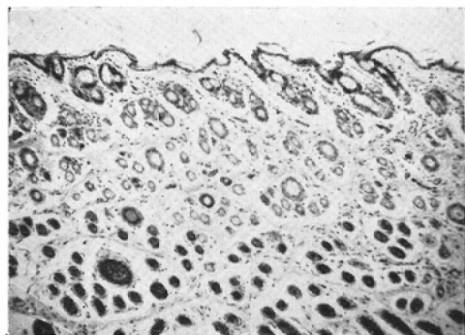


写真12 写真11の強拡大、結合組織の線維成分の増加が認められる。

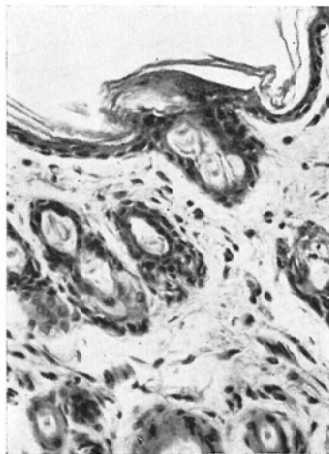


写真13 新生家兎 500r 照射 6日後、毛包の発育は明らかに抑制され短少となり其の間の結合組織が浮腫性に粗となつている。表皮はやゝ厚く角質層が著明である毛包腺は良く発達している

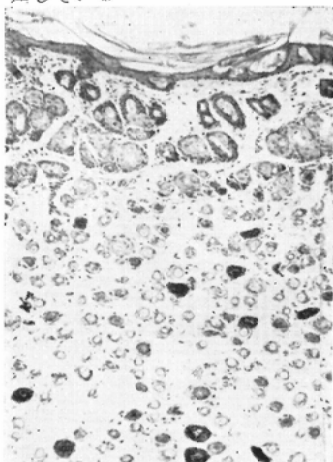


写真14 新生家兎 2,500r 照射 6日後、写真13の強抵、結合組織殊に線維成分の増加と毛包の不著明化が見られる。

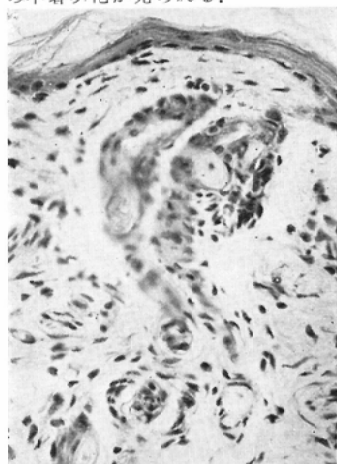


写真17 新生家兎 2,500r 照射14日後、表皮は厚く角質層、顆粒層、有棘層、基底層が明らかに区別される。毛包腺はよく発達している。

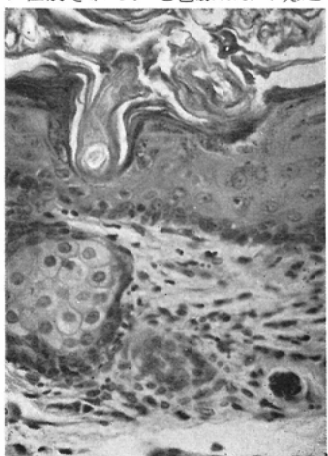


写真14 新生家兎 2,500照射 6日後、毛包の発育は殆んど完全に阻害されて僅に少数の細胞群よりなる発育不良の毛包を認めるのみである。毛包腺は比較的正常構造を保っている。皮下結合組織はよく発達し線維成分の増加が著明である

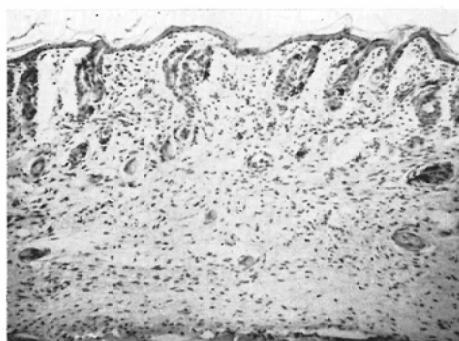


写真16 新生家兎10,000r 照射 6日後、2,500r 照射と同様毛包の発育は殆んど完全に阻害され結合組織の発育も前者に比して不良である。表皮は比較的厚い。

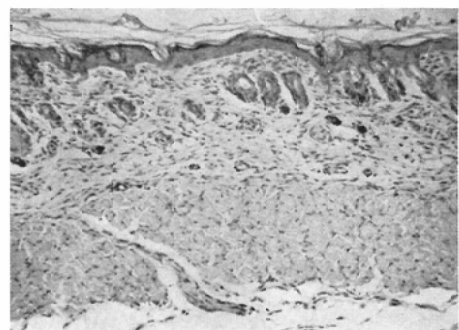


写真18 新生家兎5000r 照射14日後、毛根及び毛包腺は共に傷害され消失している。真皮及び皮下結合組織はよく発達し線維成分が著明である。表皮も発育を阻害され薄くなっている。

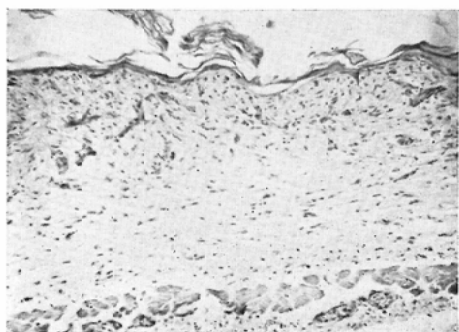


写真19 新生家兎5000r 照射14日後、写真18の強拡。表皮の上皮細胞が殆んど消失しようやく1～2層の変性細胞層を認める。屢々剥離による裂隙を生じている。角質層が比較的残存している。

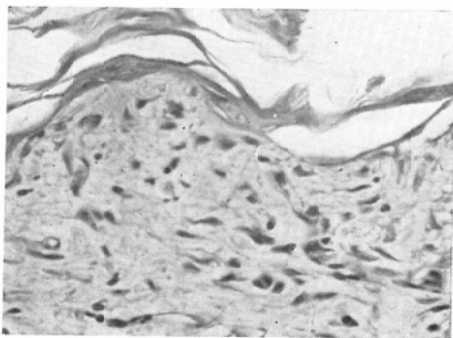


写真20 新生家兎 2,500r 照射21日後、一旦消失した毛包の再生が認められる。結合組織は線維成分の発達が良く、表皮は尚厚く各層が識別される。

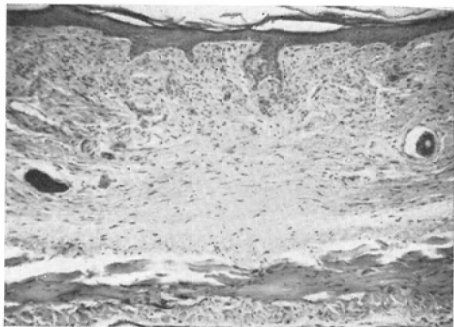


写真21 新生家兎 10000r 照射21日後。表皮は完全に破壊され、皮膚面は潰瘍に陥っている。Fiblin様凝固物及び多数の浸潤細胞よりなる潰瘍組織におゝわれ、その深部には皮下結合組織が浸入している皮膚の正常構造は全く認められない。

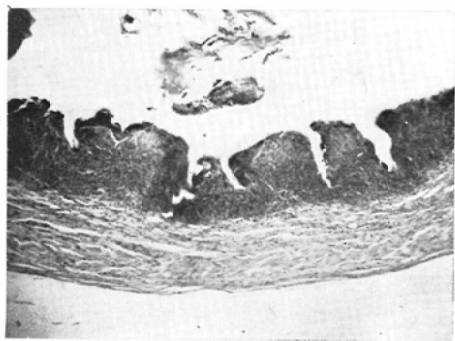


写真22 新生家兎 2,500r 照射28日後、細い毛根が多数再生しつつある。皮下結合組織は良く発達し21日後の標本に比して粗である表皮は厚さを減じている。

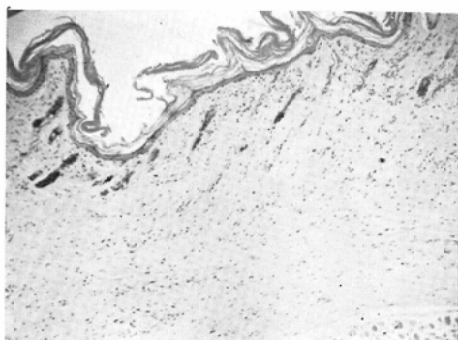


写真23 新生家兎5000r 照射33日後。潰瘍面に新生した表皮、厚さはうすいが、角質層、顆粒層、有棘層、基底層は明らかに区別される。新毛包の再生が認められる。

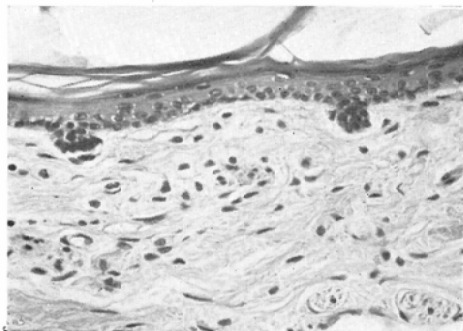
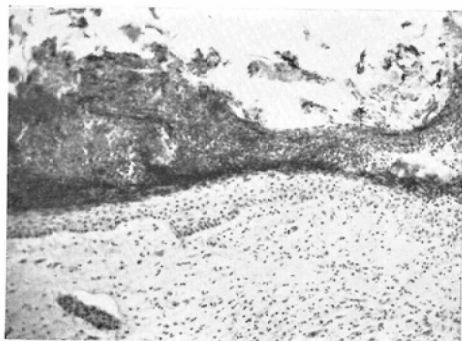


写真24 新生家兎 10000r 照射24日後。潰瘍の周辺部破壊組織と結合組織の間に表皮の新生が認められる。



業株式会社役員御一同に深甚の謝意を表します。

(本論文の要旨は第63回日本小児科学会総会に発表した。)

文 献

1) Oudin Barthélemy u. Darier: Monath. f. pr Derm. 25, 1897, 417. —2) Guyot, G.: Arch. f. Derm. u. Syph., 97, 1909, 211. —3) Miescher, G.: Strahlenther., 27, 1927, 2. —4) Krause, P., u. K. Ziegler: Fortschr. d. Röntgenstr., 27, 1906—1907, 126. —5) Scholtz: Arch. f. Derm. u. Syph., 59, 1902, 87. —6) Thies, A.: Mitt. Grenzgeb., 14, 1905, 695. —7) Rost G.A.: Strahlenther., 6, 1915, 269. —8) Rost G. A.: Strahlenther., 44, 1932, 521. —9) Mac Comb: Am. J. Roentg., 41, 1939, 437. —10) 足立, 鎌田 The Bulletin of Tokyo Medical and Dental Univ., 4, 1957, 207. —11) Glasser, Quimby, Taylor and Weatherwax: Physical Foundation of Radiology, Hoeber, 1954. —12) Hergarten und Vogler: Strahlentherapie., 87, 1952, 487.

—13) Allsopp: Brit. J. Radiol. Supplement 5, 1953. —14) 金田: 治療, 36, 1954, 495. —15) 金田, 奥: 最新医学, 14, 1959, 270. —16) 小池: 日レ会誌, 1, 1922, 86. —17) 近藤: 日放会誌, 16, 1956, 955. —18) 近藤: 日放学誌, 14, 1956, 335. —19) 赤松: 広島医学, 7, 1959, 2755. —20) 赤松: 広島医学, 7, 1959, 2766. —21) 赤松: 広島医学, 7, 1959, 1117. —22) 伊東: 日放会誌, 48, 1954, 713. —23) 菅野: 日放会誌, 13, 1954, 690. —24) 菅野: 日放会誌, 12, 1952, 16. —25) 菅野: 日放会誌, 14, 1954, 105. —26) 阿万: 日放会誌, 48, 1958, 713. —27) 鎌田: お茶の水医学雑誌, 6, 1958, 218. —28) 麻植: 四国医学雑誌, 9, 1956, 335. —29) 佐藤: 京府大雑誌, 52, 1953, 719. —30) 稲田: 名古屋医学, 66, 1952, 99. —31) 大村: 金沢医学叢書, 19, 1953, 122. —32) 富永: 金沢医学叢書, 13, 1951, 11. —33) 矢後: 金沢医理学叢書, 38, 1959, 54. —34) 右馬, 西川: 日血会誌, 11, 1948, 136. —35) 茂田: 医学研究, 26, 1956, 1811. —36) 足立: 日放会誌, 1956.

Macroscopical and Microscopical Study of the Skin of Young Rabbits Following Local X-ray Irradiation

By

Masakazu Terauchi

Kyoto Prefectural University of Medicine Department of Pediatrics

(Director: Prof. T. Nakamura)

Department of Radiology (Director: Prof. H. Kaneda)

The thigh of newborn rabbits was irradiated with hard roentgen ray of various doses (100 r, 200 r, 500 r, 1000 r, 2500 r, 5000 r, and 10000 r) and the tissue changes of irradiated skin were macroscopically and microscopically pursued.

Alopecia was caused by single dose of 1000 r or more, and ulceration 5000 r or more.

Alopecia and ulceration of irradiated skin began 6 days and 21 days after irradiation respectively, independently of applied dose.

Both onset and recovery of alopecia of newborn rabbits were much earlier than that of adult animals.

Reappearance of hairs at irradiated site retarded according to increasing doses, and progressed from the periphery to the center.

Numbers of mitotic cell division decreased markedly in the hair bulbs from the 6th day after irradiation, but no significant change in the epidermis.

The order of sensitivity to irradiation of skin tissues was observed as follows: hair bulbs, epidermis, sebaceous glands, subcutaneous connective tissue, capillaries and blood vessels.