



Title	胸部レントゲン線放射の家兎肺臓に及ぼす組織學的影響に関する實驗的研究
Author(s)	檜林, 和之
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1947, 6(2.3), p. 1-13
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18921">https://hdl.handle.net/11094/18921</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

# 胸部レントゲン線放射の家兎肺臓に及ぼす組織學的影響に関する實驗的研究

橋林和之

(九州帝國大學醫學部放射線治療學教室 中島良貞教授指導)

(本研究は文部省科學研究費の補助に負ふところ大なり。記して謝意を表す)

The Histological Changes of Rabbit's Lungs caused by Roentgen Radiation.

By

Kazuyuki Narabayashi.

(From the Institute of Radiotherapy, Kyushu Imperial University, Nippon.)

(Director: Prof. Dr. Y. Nakasima.)

This investigation has been attempted to test the influences of different doses of roentgen ray (1000 r-10000 r) on the lungs of normally healthy rabbits. The author made two kinds of experiment, and 69 of rabbits were used for this purpose.

In a first series of experiments, rabbits were exposed through fields  $4.5 \times 5$  cm or  $2.5 \times 5$  cm to 100 r or 200 r of roentgen rays. The posterior thoracic fields were irradiated once a week or two, until the rabbits were exposed 1000 r, 2000 r, 4000 r, 5000 r, 6000 r, 8000 r and 10000 r.

In a second series of experiments, rabbits were irradiated through fields  $4.5 \times 5$  cm with 200 r every day, until the animals were exposed 4000 r and 10000 r.

From these two experiments, the author has ascertained the following facts.

The influences of roentgen rays on the rabbit's lungs are recognised severer in Ex. II than in Ex. I, and the more the doses of ray, the greater, it seems, the influences.

In the first experiment, as the author killed the rabbits at any day from 7 to 90 days after radiation, the author could find that the changes caused on their lungs had not been cleared up in 60 or 90 days, and mostly seemed permanent except in case of the peribronchial lymph nodes.

Influences of each cells of the lungs are of regressive degeneration, and are inflammatory and regenerative changes. Precisely speaking, the principal pulmonary changes are featured as follows:

1. Degeneration or destruction of the peribronchial lymph nodes.
2. Regressive degeneration of cells of the bronchial cartilages.
3. Marked regenerative thickening of the alveolar septa and consequent reduction in size of the air spaces.

4. Thickening of the artery walls (especially the media).
5. Contraction and hyperaemia of the blood canals.
6. Leucocytic infiltration in the peribronchial and perivascular tissues, and
7. Degeneration and proliferation both of bronchial and of alveolar epithelium.

In the end, one more remarkable fact must be mentioned. Two of the tested animals in second experiment which were radiated 10000 r in total, died spontaneously one day after the last exposure. This means that the fatal dose of roentgen ray to the rabbits may be near 10000 r.

(author's abstract.)

## 目 次

- I 緒 言
- II 實驗方法
- III 實驗成績

- IV 總括竝に考按
- V 結 論
- VI 附圖說明竝に文獻

### I. 緒 言

吾教室に於ては肺結核の放射線治療を既に十數年に亘り施行し好成績を收め居るものなるが、余はレ線の健康肺臟に及ぼす影響を組織學的見地より觀察せんとし家兎を使用し系統的に實驗を試み、肺結核レ線放射治療に際し余等が現在採擇せる放射配量が健康肺に如何なる形態的變化を與ふるものか、又如何なる程度迄肺に障礙を與ふる事なく放射治療をなし得るものなるか、更に又胸部惡性腫瘍のレ線放射治療に採用せるが如き放射配量によれば健康肺組織は如何なる障礙を受くるものなるか等を推知する根據を得むと企圖したり。

從來諸家の研究によれば、肺臟のレ線感受性は高度なるものには非ずとされしも、放射總量、放射法、放射後の時期に応じて夫々その度は異なるも、多少とも變化を蒙るものにして實驗的には都築<sup>1)</sup>、齋藤<sup>2)</sup>、杉山<sup>3)</sup>等の報告と共に又 Wohlauer<sup>4)</sup>を始めその他の外國諸氏<sup>5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12)</sup>の研究報告あり。之等の中一部を除く大部のものは最近の治療放射術式と比較して肺疾患の「レ」治療なる臨牀的事項を理解するに充分なる役割を演するものには非ずして、唯單なる實驗的試みとして行はれしに過ぎざるもの多し。之等諸氏實驗結果を概觀總括するに、氣管支淋巴小結節の變性、氣管支炎、氣

管支肺炎、氣管支軟骨變性、氣管支竝に血管周圍炎、血管壁變性、肺胞上皮細胞剝脫、肺胞中隔肥厚、肺氣腫、無氣肺、肪膜肥厚等なり。余は上述の如く臨牀上の目的に副ふ如き放射法を以て實驗し、その結果を系統的に觀察し茲に報告せんとするものなり。

### II. 實驗方法

1. 實驗材料 體重 2 kg 前後の健康白色家兎。
2. 放射術式 発生装置は中島式双連式超高压發生装置、放射條件は最高二次電壓 140 KV、二次電流 3 mA、濾過板は 0.3 粪 Cu+1.0 粪 Al 皮膚焦點距離は 20 梗、放射野は 5×2.5 梗竝に 5×4.5 梗。
3. 放射部位 實驗家兎の胸骨劍狀突起より頭方 1 梗の脊柱に直角なる線を規準とし、一群に於てはそれより頭方長さ 5 梗、幅 4.5 梗の放射野を背部に設定し、中心線が放射野の中央に垂直に入る様に放射し、他の群に於ては同様に左胸竝に右胸のみを放射し得る如く各長さ 5 梗、幅 2.5 梗の放射野を選び中心線が各肺の中央に垂直に入る様にせり。
4. 放射方法 實驗動物の動搖なき様固定し、背面のみより放射を行へり。
5. 實驗群

## A 實驗群

本群は $5 \times 2.5$  種の放射野を左右肺に各1野完設け、1回表面入射量は第1回目は右肺に20r, 第2回目それより7日後左肺に30r, 次で7日後右肺に40r, 次は左肺に50rと言ふ如く7日間隔を以て放射せしものにして、結局各肺は14日目毎に放射を受ける事となり、右肺總表面入射量は1000r, 左肺は1040rとなれるものなり。本群に於て最終回の放射完了後、爾後一定時日、即ち7日、30日、60日に於ける變化を系統的に観察せり。

表 1

實驗群	放射期間	最終回放射完了時より剖検時迄の期間	動物數
A-1	162日	7日	3
A-2	162日	30日	4
A-2'	134日	30日	3
A-3	162日	60日	3

尙比較實驗群として各左右肺に第1回放射時より1回量100r完を7日間隔にて各肺に交互に放射し表面入射總量1000rに至りて放射を中止し、爾後30日目に剖検せし2頭をも設け之をA-2'群とせり。

## B 實驗群

本群はA群と同様なる放射方式に従ひ1回放射量をA群の各倍量即ち第1回目は右肺に40r, 第2回目は左肺に60rと言ふ如くし、200rに及びて該量を繼續放射し總量右肺は2000r, 左肺は2080rとなれるものなり。

表 2

實驗群	放射期間	最終回放射完了時より剖検時迄の期間	動物數
B-1	162日	7日	2
B-2	162日	30日	3
B-3	162日	60日	3
B-4	162日	90日	2

## C 實驗群

B群と殆ど同様なる放射法なるも各左右肺放射間隔がB群に於ては14日なるを、本群に於ては7日とせしものなり。

表 3

實驗群	放射期間	最終回放射完了時より剖検時迄の期間	動物數
C-1	78日	7日	3
C-2	78日	30日	4
C-3	78日	60日	3
C-4	78日	90日	2

## D 實驗群

本群は $5 \times 4.5$  種の放射野を以て左右を分たず同時に兩肺を放射せるものなり。

表 4

實驗群	放射間隔	1回表面入射量	放射期間	總表面入射量	最終回放射完了時より剖検時迄の期間	動物數
D-1	7日	200r	138日	4000r	7日	4
D-2	14日	200r	267日	4000r	14日	3
D-3	7日	200r	169日	5000r	7日	3
D-4	14日	200r	337日	5000r	14日	3
D-5	7日	200r	204日	6000r	7日	4
D-6	7日	200r	274日	8000r	7日	4
D-7	7日	200r	344日	10000r	7日	3

## E 實驗群

本群も左右兩肺を同時に $5 \times 4.5$  種の放射野にて放射せるものなり。

表 5

實驗群	放射間隔	1回表面入射量	放射期間	總表面入射量	最終回放射完了時より剖検時迄の期間	動物數
E-1	毎日	200r	20日	4000r	7日	2
E-2	毎日	200r	20日	4000r	30日	3
E-3	毎日	200r	50日	10000r	1日	2
E-4	毎日	200r	50日	10000r	30日	3

全使用家兎は正常対照家兎を合し72頭なり。A並にB, C 實驗群の如き放射法を選びし所以は、余等が肺の慢性炎症性疾患就中肺結核治療に採擇せる放射法に準據せんとせし事によるものにして、D 實驗群に同様の意味を有するものにして、E 實驗群は悪性腫瘍のレ治療法に準據せしものなり。

6. 検査法 全使用家兎は後頭部強打による撲殺を行ひ直ちに剖検に附し、組織標本の染色にはヘ

マトキシリン・エオジン重複染色及びワイゲルト  
氏染色を行へり。

### III. 實驗成績

#### A 實驗群

表 6

實驗群	A-1	A-2	A-2'	A-3
家兔番號	1. 2. 3.	4. 5. 6. 7.	8. 9. 10.	11. 12. 13.
氣管枝淋巴小結節	萎小を見ず、淋巴球配列密、核濃染、萎縮は極く軽度	同 左	同 左	淋巴球配列稍々密 その他は同左
氣管枝軟骨細胞	核濃縮、空胞形成、融解著明、原形質は萎縮、赤染軽度、細胞壁より遊離	同 左 1群より軽度	殆ど同左なるも 變化稍々大	核並に原形質の 退行變性 <sup>2</sup> 群よ り稍々軽度
氣管枝粘膜上皮	上皮細胞は背一般に低、一部は輕度に變性脱落細胞核は殆ど異常なし原形質も亦同じ	細胞背高く、一部に細胞増殖を輕度に認む	細胞は部分的に 増殖、變性、脫落は僅少	同 左
氣管枝周圍組織	一部(2号)に淋巴球、多核白血球の浸潤あり	一部(5号)に淋巴球浸潤を認む	輕度の淋巴球浸潤を認む	異常なし
血管内膜	殆ど肥厚を認めず	同 左	同 左	肥厚極く軽度
血管中膜	僅に肥厚、稍々無構造均等染色をみるものあり	同 左	同 左	同 左
血管外膜	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
血管内腔	狭窄なく充血も殆ど認めず、血栓形成なし	小動脈に極めて輕度の狹窄、充血を見る	一部小動脈の狹窄輕度なり	同 左
血管周圍組織	一部(2, 3号)に多核白血球の浸潤あり	一部(5号)に圓形細胞浸潤輕度	一部に圓形細胞浸潤稍々著明	一局部に圓形細胞浸潤
肺胞上皮	細胞核濃染僅微、肺胞内細胞脱落極く少數	細胞核濃染、萎縮輕度、細胞脱落、膨大量少	同 左	殆ど異常なし
肺胞中隔	肥厚輕度、網織球性細胞増殖、散在性限局性白血球浸潤小竈を認む	同 左 毛細血管の赤血球充盈輕度	肥厚は稍々著明 他は殆ど同左	肥厚輕度、2, 2' 群より軽度
肺気腫	一局部に著明	同 左	局部に著明	同 左
無氣肺	一局部に著明	一局部に稍々著明	一局部に輕度	同 左
肋膜	肥厚を認めず	異常なし	異常なし	異常なし

本群に於ける主なる所見は、氣管枝淋巴小結節の輕度の退行變性及び再生増殖、氣管枝軟骨細胞の明なる退行變性、血管特に中・小動脈中膜の輕度の肥厚及び局部的に頗るゝ血管周圍淋巴球浸潤、肺胞中隔の輕度の肥厚、及びその部組織球性細胞の増殖に散在性限局性の白血球浸潤小竈にして、之等變化は放射完了後60日に於ても恢復の状態を示さず、2群と2'群の所見を比較するに2'群にみる氣管枝軟骨細胞の退行變性、肺胞中隔肥厚、血管周圍白血球浸潤は2群のそれよりその程度稍々大なり。即ち各放射總量は1000rにて同量なりとも、最初より100rを放射するよりも、それより少量宛累加を增量し放射する方が肺に及ぼす變化は輕度なり。

#### B 實驗群

本群はA群と同様なる放射法により、1回放射量並に總量が倍量に及びしものなり。組織學的所見は概観的にはA群と著差を認め難く、唯氣管枝淋巴小結節の退行變性並に増殖性變化、氣管枝軟骨細胞の退行變性が本群の方稍々高度の感あり。一方放射完豫後7日、30日、60日、90日の4回に亘り經過觀察をなすも、その間於て所見に著差なく、從つて經過日數大となるも恢復は著明ならず。唯淋巴小結節細胞輕度の再生、増殖及び動脈の内膜肥厚等が60日、90日後に到り次第に明となる點に於て輕度の恢復の徵を認む。

#### C 實驗群

本群はB群と同量を各肺が1週1回放射を受け

表 7

実験群	B-1 14. 15.	B-2 16. 17. 18.	B-3 19. 20. 21.	B-4 22. 23.
氣管枝淋巴小結節	淋巴球配列稍々疎 淋巴球核濃染軽度 A-1群より結節數稍減少	淋巴球配列稍々疎 淋巴球核濃染軽度	淋巴球配列稍々密 核濃染軽度	同 左
氣管枝軟骨細胞	細胞核、萎縮、濃染、空胞形成、融解著明、原形質萎縮、赤染及空胞形成軽度 A-1群より変化稍々大	同 左	同 左	同 左
氣管枝粘膜上皮	扁平、細胞核濃染極く軽度、原形質空胞形成軽度 一部細胞増殖	同 左	背高く、細胞増殖稍々大、核濃染、原形質空胞僅微	背低し同左
氣管枝周囲組織	異常なし	異常なし	一部白血球浸潤	異常なし
血管内膜	殆ど肥厚を認めず	同 左	肥厚極めて軽度	肥厚軽度
血管中膜	僅に肥厚し一部稍々無構造均等染色をなす	同 左	同 左	同 左
血管外膜	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
血管内腔	小動脈のみ軽度の狭窄	同 左	同 左	狭窄極めて軽度 小靜脈稍々擴張
血管周囲組織	一部に白血球浸潤	同左(17號)	同 左	同 左
肺胞上皮	細胞核濃染僅微、軽度の脱落、膨大あり	同 左	同 左	同 左
肺胞中隔	肥厚軽度、組織球性細胞一般に増殖、限局性白血球浸潤籠を認む	同 左 毛細管中赤血球充盈を見る	同 左 肥厚は2群より稍々大	同 左
肺気腫	一局部に著明	殆ど認め難し	一部に著名	一部に著明
無氣肺	一部軽度	同 左	一部に著名	一部に軽度
肋膜	肥厚を認めず	同 左	同 左	同 左

表 8

実験群	C-1 24. 25. 26.	C-2 27. 28. 29. 30.	C-3 31. 32. 33.	C-4 34. 35.
氣管枝淋巴小結節	淋巴球配列稍々疎 淋巴球核濃染軽度 A-1群より變性稍々大 B-1群とは同様	同 左	淋巴球配列密 核濃染軽度	同 左 C-3群より一層軽度
氣管枝軟骨細胞	核濃縮、空胞形成、融解、崩壊、原形質萎縮、赤染、空胞形成等著明 B-1群より変化稍々高度	同 左	同 左	同 左
氣管枝粘膜上皮	細胞配列割れ一部脱落、核濃縮、原形質空胞形成軽度、一部細胞再生増殖を見る	同 左	背高く核濃染細胞増殖著明	背高きも配列亂る増殖は軽度
氣管枝周囲組織	一部に淋巴球浸潤	異常なし	一部淋巴球浸潤	同 左
血管内膜	殆ど肥厚を認めず	同 左	同 左	同 左
血管中膜	僅に肥厚、稍々無構造均等染色をなすものあり	同 左	軽度に肥厚	同 左

血管外膜	異常なし	同 左	同 左	同 左
血管内腔	小動脈に軽度の狭窄 小靜脈の軽度の擴張	一部(28號) に血栓形成	狭窄一部に著明 小靜脈擴張軽度	同 左
血管周圍組織	(24號)白血球浸潤	一部白血球浸潤	同 左	異常なし
肺胞上皮	細胞核濃染僅微 脱落、膨大軽度	同 左	同 左	同 左
肺胞中隔	肥厚軽度、組織球性細胞 増殖著明、限局性白血球 浸潤小竈を認む 毛細血管の赤血球充盈	同左なるも 毛細血管中赤血球充盈は 軽微	同 左	同左なるも 毛細血管中赤血 球充盈は著明
肺 気 腫	一部に軽度に存す	一部に著明	一部に著明	一部に著明
無 氣 肺	一部に軽度	一部に著明	一部に軽度	一部に軽度
肺 膜	肥厚を認めず	同 左	同 左	一部(35號) 肥厚軽度

表 9

実験群	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7
家兔番號	30. 37. 38. 39.	40. 41. 42.	43. 44. 45.	46. 47. 48.	49. 50. 51. 52.	53. 54. 55. 56.	57. 58. 59.
氣管枝淋 巴小結節	結節數稍々減 少 淋巴球配列密 淋巴球核濃染 萎縮軽度	結節數減少著明 なし 淋巴球配列密 淋巴球核濃染 萎縮軽度	結節數減少著明 淋巴球配列稍々 存す	結節數減少著明 淋巴球配列密 核濃染萎縮軽度	結節數減少著明 高度、D-1 群 稍々疎一部密 淋巴球核萎縮濃 染軽度	結節數減少稍々 より稍々大、淋 減少且稀となり 核小を來す	
氣管枝軟 骨細胞	核萎縮、濃染、 融解 空胞形成著明 原形質萎縮示 染	同左なるも、 原形質の變性 著明	同 左	同 左	核、原形質の變 性高度 D-3 群より稍 々高度	退行變性高度	退行變性甚だ高 度
氣管枝粘 膜上皮	空胞形成輕度 細胞配列稍々 亂る 核濃染萎縮、 及び原形質空 胞形成輕度、 一部に細胞增 殖あり	同左	同 左	同 左	同 左	同 左	同左なるも細胞 増殖稍々著明
氣管枝周 圍組織	異常なし	一部(41號) 白血球浸潤 軽度	異常なし	同 左	一部(52號) に輕 度の白血球浸潤	異常なし	一部(58號) に白 血球浸潤著明
血管内膜	小動脈は極め て輕度に肥厚 D-1 群より 稍々高度	(44, 45號) 肥厚極めて輕度 (43號)輕度	小動脈肥厚著明	小動脈肥厚極 めて輕度	一部(53, 55號) 小動脈肥厚極め て輕度	一部(53, 55號) 小動脈肥厚極め て輕度	極めて輕度に肥 厚
血管中膜	輕度に肥厚、 無構造均等染 色みるものあ り	同左	同 左	同 左	肥厚稍々著明 無構造均等染色 軽度	同 左	同 左
血管外膜	一部に輕度の 肥厚あり	異常なし	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
血管内腔	小動脈軽度に 狭窄	同左	同 左	同 左	同 左	同左、一部血栓 形成	小動脈狭窄稍々 著明
血管周圍 組織	異常なし	一部(40, 42 號)白血球浸 潤輕度	一部白血球浸潤 軽度	一部(47號) 白血球浸潤輕度	白血球浸潤輕度	一部に白血球浸 潤輕度	白血球浸潤輕度
肺胞上皮	細胞核濃染僅 微、一部に輕 度の細胞脱落 あり	同左	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左

肺胞中隔	肥厚軽度、組織球性細胞一般に増殖、毛細血管中赤血球充盈軽度	肥厚D-1群より稍々軽度白血球の限局性浸潤小竈あり、毛細血管中赤血球充盈稍々著明	肥厚稍々著明その他同左	肥厚軽度その他同様	D-2群	肥厚軽度、組織球性細胞増殖軽度、限局性白血球浸潤小竈をみる毛細血管中赤血球充盈稍々著明	同左	(58號)のみ肥厚著明他は同左
肺氣腫	一部に軽度	同左	同左	一部に著明	一部に軽度	著明	一部軽度	
無氣肺	一部に軽度	同左	一部に著明	一部に軽度	同左	同左	著明	
肋膜	肥厚を認めず	同左	同左	同左	一部(51號)のみ肥厚極めて軽度	一部(55號)のみ肥厚軽度に肥厚他は著明、他は異常なし		

る如く放射されしものにして、従つて放射期間はB群の半に相當す。本群の所見も殆ど全くB群と同様なれど、氣管枝軟骨細胞の變性がA、B群より稍々高度にして、肺胞中隔の毛細血管中の赤血球充盈が著明となる點が異なる。又B群に於て認めし内膜の肥厚は本群に於ては殆ど認め難し。放射完了後B群と同様に7日、30日、60日、90日と経過を追ひて観察せしも淋巴小結節の恢復が比較的速にして90日後は殆ど正常状態に近く復帰し、又氣管枝上皮細胞の多少の再生増殖を觀る外には恢復の徵窺はれず。

#### D 實驗群

本群に於て全般を通じてみる著しき變化は淋巴小結節、氣管枝軟骨細胞、血管壁、肺胞中隔に於ける退行性竝に再生變化、及び氣管枝乃至血管周囲白血球浸潤等にして、之等は既にA、B、C群に於ても觀られたるものなり。本群中の各實驗群に於ける所見の差異を検討せむために先づ、D-1群と放射總量その半量たるC群とを比較するに、前者に於ては淋巴小結節數の減少、淋巴球の増殖、肺胞中隔、毛細血管中赤血球の充盈增加、小動脈内膜の極く輕度の肥厚等の變化が後者に比し著明なる點が注目を引き、他の所見に關しては兩群間に著差を認めず。更にD-1群とD-3群とを比較するに、後者に於て益々淋巴小結節數減少著明となり、氣管枝軟骨細胞の退行變性も稍々高度、肺胞中隔肥厚も亦稍々大となるに至る。次でD-5群とD-3群を比較するに前者氣管枝軟骨細胞の退行變性益々大となる傾向あり。外には兩群間に著しき所見の差異を認めず。更に又D-6群とD-5群と比較するに、前者の淋巴小結節の變化は

稍々大なるものあり。更にD-7群とD-6群を觀察するに淋巴小結節の退行變性竝に再生變化、及び氣管枝軟骨細胞の退行性變化等は前者の方が稍々高度にして、その他の所見は兩群間に著差を認めず。即ち同様なる放射法を以て總量4000rより10000rに及びし各實驗群に於て、その間に所見の差異として比較的よく眼にわくものは、主として淋巴小結節、氣管枝軟骨變化にして、放射總量大なる程變化大なり。然れどもその他の組織に於ける變化は少くとも上記の總放射量域に於ては必ずしも總量の大小には關係せず。概ね同様、同程度なる所見、即ち主として退行性變化竝に再生變化をみる。

次にD-1群とその放射總量2倍に當るD-6群とを比較するに、總量が多くなければ淋巴小結節數の減少が稍々著明となり、氣管枝軟骨細胞の變性も高度となり、動脈の中膜肥厚が極めて僅に増すも他の所見は凡て略々同程度なり。D-3群とその放射總量倍量に當るD-7群との比較に於ても之と同様の事を窺ひ得。

次に上記の實驗群と稍々趣を異にし、放射間隔2週1回とせしD-2群及D-4群に就て検討する爲に、先づD-1群とD-2群と比較するに兩者は殆ど同様の所見を呈するも、後者に於て觀る血管特に小動脈の内膜の肥厚が前者に於けるものより著明なる點が特異なり。D-2群とD-4群の比較に於ても亦同じ。即ち余の施行せし放射法、配量に於ては假令放射總量は同量なりとも放射間隔の差異、従つて又放射全期間の差異により動脈内膜の肥厚の程度は異り來り、放射全期間長きもその程その變化は大となる傾向が存するを窺知す。

表 10

實驗群	E-1	E-2	E-3	E-4
家兎番號	60. 61.	62. 63. 64.	65. 66.	67. 68. 69.
氣管枝淋巴小結節	結節萎小、極めて小數となる 淋巴球配列密 淋巴球核は軽度に萎縮、濃染す	結節數は減少し 結節は萎小す 淋巴球配列は極めて密なり	結節萎小顯著、數は極めて稀となる、淋巴球配列は疎、密部共に存す、淋巴球破壊輕度、核濃染萎縮著明	結節萎小、數も減少、淋巴球配列は一部は疎、一部は極めて密、高度なる破壊と再生増殖を同時に認む
氣管枝軟骨細胞	核萎縮、濃染、融解、空胞形成著明、原形質萎縮 赤染、空胞形成輕度	同 左	同 左 1群より稍々高度	同 左
氣管枝粘膜上皮	細胞核濃染、原形質空胞形成輕度、細胞脱落輕度、一部増殖著明	同左なるも細胞増殖極めて著明	同 左	同左なるも細胞増殖益々極めて顯著
氣管枝周圍組織	一部(61號)に圓形細胞浸潤輕度	一部(63號)白血球浸潤輕度	異常なし	淋巴球浸潤著明
血管内膜	小動脈は肥厚輕度	同 左	同 左	同 左
血管中膜	輕度に肥厚(動脈)無構造均等染色をみる	同 左	同 左	同 左
血管外膜	異常なし	同 左	一部肥厚輕度	異常なし
血管内腔	小動脈の狭窄、充血輕度	同 左	小動脈狭窄著明、充血輕度	同 左
血管周圍組織	圓形細胞浸潤著明	同 左	一部圓形細胞浸潤輕度	淋巴球浸潤著明
肺胞上皮	細胞核濃染輕度、一部細胞脱落、増殖を見る	同 左	同 左	同 左
肺胞中隔	肥厚著明、組織球性細胞増殖著明、限局性白血球浸潤小竈著明、毛細血管中赤血球充盈輕度	肥厚極めて著明 毛細血管中赤血球充盈極めて輕度	同左なるも毛細血管中赤血球充盈甚だ著明	同左なるも淋巴球及多核白血球の散在性限局性浸潤小竈著明、赤血球充盈輕度
肺気腫	一部に輕度	輕 度	輕 度	著 明
無氣肺	一部に著明	輕度、一部に著明	輕 度	著明、一局部輕度
肋膜	肥厚を認めず	同 左	同 左	同 左

最後に總量 1000 r なる A 群とその量 10 倍なる D-7 群とを比較するに淋巴小結節、氣管枝軟骨細胞の變化の差異最も著明にしてその他の所見の差は比較的輕度なり。兩群に於て全身状態を観察するも、D-7 群家兎は肉腫發生の 1 例<sup>28)</sup>を除きては何れも撲殺時迄極めて元氣活潑にて、他の D 群家兎も亦同様にて、上記の如き變化を肺にみると全身に對するレ障害は極めて僅微なるものならん事が想察せらる。

#### E 實驗群

本群は胸部悪性腫瘍レ治療に對する放射法式に則りしものにして、家兎に於て毎日 1 回 200 r 放射、總量 10000 r に及びしもの存するも、皮膚の反應は完全脱毛を冬期に於て漸く認むる程度な

り、E-1 群と E-2 群を比較するに殆どその所見に差異を認めざるも E-2 群の淋巴小結節小強度の退行變性と共に再生増殖の徵をみ、又肺胞中隔も赤血球の充盈が稍々輕度となる點に多少の差異を認む。E-3 群と E-4 群の比較に於ても亦同様、即ち放射完了後 30 日經たるものに於ては再生恢復機轉が相當活潑に行はるものなるを知る。E-1 群と E-3 群、E-2 群と E-4 群を比べるに何れも放射總量大なる E-3、E-4 群の方が各變化稍々大にして、特に淋巴小結節の破壊、肺胞中隔肥厚等は輕度の差とはいへ著明に認めらる。

更に放射法式が慢性炎症性疾患治療放射に則りたる既述の D 實驗群中の D-1 群、D-7 群に於ける所見を、放射總量なる意味に於て本 E 群と比較

観察するに、E-1 群と D-1 群に於ては前者は後者に比し淋巴小結節の変性、氣管枝粘膜上皮細胞の増殖、血管周囲淋巴球浸潤、肺胞中隔肥厚、毛細血管中赤血球充盈等の所見稍々著しきものを觀、他には大差なし。E-3 群と D-7 群に於ても之と全く同様、同程度の所見の差異を認む。

#### IV. 総括並に考按

本放射實驗は吾教室に於て施行せる臨牀治療放射術式に則りたる放射術式にて放射し、臨牀上の意義を有せしめむとする目的を以て行ひしものにして、「レ」放射期間は 1 年に亘るが如きものあり從來の諸家の研究の如く短期間を以て放射終了せし放射實驗例とは自らその趣を異にする。而して家兎胸部レ放射後の肺臟にみるその組織學的變化は各組織細胞の退行性變性並にその後に来る再生増殖性變化を主体とするものにして、之等の變化は放射配量及び放射術式、放射終了後の時期如何によりて強弱を呈す。本實驗結果を總括、考按するに次の如し。

##### 1. 氣管枝淋巴小結節

之はレ線放射により極めて容易に變化を招來するものにして、既に先人諸家<sup>1), 3, 6, 11, 13)</sup> も之を報告す。即ち著明なる破壊の後に比較的速に再生増殖を認めらる。余の實驗によれば總量 1000 r の實驗群(A 群)に於ては輕度の淋巴細胞の核濃染萎縮をみるのみにして配列は密なれど、2000 r(B, C 群)に及ぶに至り淋巴小結節稍々破壊され淋巴配列稍々疎となり、再生増殖は放射完了後 60 日以後に於て認めらる。4000 r 以上 10000 r(D 群)に及べば淋巴小結節の萎縮、減少、消失さへみると、細胞の再生増殖も同時に窺はる。

毎日放射、總量 4000 r 乃至 10000 r 放射實驗(E 群)に於ては之等の變化が一層高度となる。

即ち本結節の變化は A 群(總量 1000 r)に於ては輕度に認められ、放射總量の增加と共にその程度高度となる。恢復は少くとも A, B 並に C 群(總量 1000 r 乃至 2000 r)に於ては杉山氏<sup>3)</sup>の少量放射實驗結果と同様に放射後 30 日乃至 60 日に於て認めらる。毎日放射群(E 群)に於ては 30 日後に輕度の恢復の徵を既に認めり。即ち氣管枝淋巴小結節

のレ線感受性は銳敏なるものなり。尚假性「エオチン」嗜好性白血球が多數存するものを認むるも、正常對照例に於ても多きものあるが故にレ線による影響とは直ちに斷定するを得ず。

##### 2. 氣管枝軟骨細胞

一般に軟骨組織のレ線感受性に關しては、幼弱軟骨は敏感にして、成熟軟骨は抵抗大とせらる。肺レ放射に際し氣管枝軟骨に認めらるる變化に就ては諸家の報告は極めて少く、Engelstad<sup>13)</sup>其他は抵抗強しと發表す。杉山<sup>3)</sup>は 300 r 1 回放射に於て既に細胞核の変性を認め 1000 r に至れば著明となるを報告す。余の實驗に於ては A 群(總量 1000 r)に於て既に細胞核の萎縮、濃染著明にして輕度の空胞形成、融解等も觀、原形質も亦萎縮して赤染し細胞壁より遊離し(Plasmolyse)空胞形成を認む。本變性は放射總量同量の増大すると共にその程度著しくなる。一方總量同量なりとも毎日放射群(E 群)に於ける變化は、長期分割放射群(D 群)のより輕度なるは異とする所なり。

放射完了後の變化を觀察するに、總量 2000 r 以下の放射群(A, B, C 群)に於ては 60 日乃至 90 日後と雖も殆ど恢復を認めず。

即ち余の實驗結果に従するに放射總量 1000 r 以上に及ぶ時は氣管枝軟骨はレ線により障害を受くるものなるを知る。

##### 3. 氣管枝粘膜上皮

本組織はレ放射により容易に變化を招來するものとせられ、Lazarus-Barlow<sup>6)</sup>その他<sup>1), 13)</sup>は氣管枝上皮の剝脱、細胞核の変性、細胞増殖を認むるものなるを報告せり。余の實驗に於ても總量 1000 r 放射群(A 群)に於ては變化は極めて輕微なれど、大量となるに従ひ漸次著明となり上皮細胞の配列亂れ脱落細胞を認むるに至り、又核も濃染萎縮し原形質も空胞形成をみ、一方同時に上皮細胞の増殖も窺はるに至る。毎日放射群(E 群)にありては特に増殖像著明なり。然れども余の實驗結果よりすればレ線による氣管枝粘膜上皮の受ける障害は高度なるものには非ず。從て又「レ」線感受性と恢復の一般法則に従つて再生復歸に關しても、長期分割放射群たる A, B, C 群(總量 1000 r 乃至 2000

x) に於て尙ほ放射完了後 60 日、 90 日に於ても恢復は頗る遅延し再生増殖像は極めて僅微なるものなり。

#### 4. 氣管枝周圍組織

Davis<sup>7)</sup>, 杉山<sup>3)</sup>は氣管枝周圍組織の結締組織の増殖を述べ Wohlauer<sup>4)</sup>その他<sup>6)</sup>は淋巴球浸潤を報告せるも、余の實驗に於ては前二者の如き所見を認めず。輕度の淋巴球乃至は多核白血球浸潤は屢々みるも必ずしも各例に必見所見には非ず。従つて本所見はレ放射による影響とするも著明なるものに非ず。レ放射總量が大なる際に現る機會多き傾向あるを認む。

#### 5. 血管壁、血管腔

肺の血管壁の「レ」放射による變化も著明にして、既に Davis<sup>7)</sup>其他により報告をみると、實驗施行諸家の悉くが本組織に於ける變化を認むるものには非ず。然るに余の實驗に於ては長期分割放射群にして總量 4000 r 以上(D群)に及ぶものは、小動脈の内膜が極めて輕度に肥厚するをみ、興味深き事は放射間隔 14 日とせし D-2 群(總量 4000 r), 時に D-4 群(總量 5000 r)に於ては内膜肥厚特に顯著なる事實なり。即ち小動脈の内膜の肥厚は必ずしもレ放射總量のみには比例するものには非ずして、少くとも總放射量 4000 r 以上のものに於てその放射配量、放射術式如何、特に長期間放射に關聯する所あるものならんと推考さる。

次に中膜の變化も亦動脈にみられ、長期分割放射群にあつては總量 1000 r 放射(A群)より極めて僅に肥厚を認め、增量と共に著明となり、筋繊維は一部無構造均等性に染色せられ硝子様變性と推考さる。之等の變化は總量 2000 r 以上なりとも放射後 60 日乃至 90 日に到るも殆ど全く恢復を認めず。毎日放射群(E群)に於ては中膜肥厚は總量 D 群のそれと同量なりとも稍々高度となる。

次に外膜の肥厚は各群の各例に稀に認むるものなるも群の全例に等しくみるものには非ざるが故にレ放射による影響は少きものと考察するが妥當ならん。

中膜乃至は内膜肥厚の故か動脈血管内腔の狭窄がみられ、その度は血管壁肥厚の大なるもの程著

し。甚だ稀には血栓形成をみる例あるもレ線による影響なるかは不確実なり。靜脈内腔に一般に稍々擴張し、毎日放射群(E群)に於て著しき感あり。

即ち余の實驗によれば血管壁のレ線による變化は放射總量大となれば顯著なるものなり。

#### 6. 血管周圍組織

Karlin, Mogilnitzky<sup>11)</sup>は血管周圍結締組織の増殖を提言するも余は本所見は殆ど認めず。血管周圍淋巴球乃至核白血球浸潤は Davis<sup>7)</sup>, 杉山<sup>3)</sup>等より發表されるも、余の實驗に於ても亦必發には非ざれども實驗群の大部出に窺ひ得、而もその程度の差異は區々にして放射法、放射量等によりて各群に一定せる關係を見出しえるものには非ず。本所見をレ放射による影響と考察するは適當ならんも、時に重大なる意義を有するものとは考へ難し。)

#### 7. 肺胞上皮

都築<sup>1)</sup>その他<sup>2), 6), 10)</sup>は肺胞上皮細胞はレ放射により退行性變性を示し崩壊、剝脫するものと報告せしが、余の實驗に於ては上皮細胞核の僅微なる濃染、輕度の細胞脫落、膨大を認め、長期分割放射群に於ては既に總量 1000 r 放射群(A群)より現はれ始め、增量と共に著しくなる傾向は餘り窺はれず、毎日放射群(E群)に於ては稍々著明となる。放射後の時間的經過觀察は際しても恢復の微顯著ならず。

#### 8. 肺胞中隔、肺氣腫、無氣肺

既に諸家<sup>1), 3), 4), 8), 11), 13)</sup>は肺臟レ放射の顯著なる所見として肺胞中隔肥厚を擧げたり。余も亦本所見はレ線の肺に及ぼす特異的影響と思惟するのなり。即ち、長期分割放射なる 1000 r 放射群(A群)に於ては肥厚は輕度なれども組織球性細胞増殖及び散在性限局性多核白血球乃至は淋巴球細胞浸潤小竈を認め、總量が增量するに従ひ漸次著明となり、加ふるに毛細血管中赤血球の充盈像をみる。之等放射群の放射完了後の恢復は概ね 2000 r 放射(B, C 群)以上に於て困難を覺ゆ。毎日放射群(E 群)に於ては本所見は高度となり恢復も容易ならず。

即ち「レ」線による肺胞中隔の肥厚は頗る顯著な

る變化にして所謂慢性の胞隔炎と呼稱さるるものに匹敵するものとなる。吾々が臨牀上胸部悪性腫瘍レ放射治療時胸部「レ」寫真像上にみる所謂 Strahlen-fibroseなる像には本所見が有力に參與し居るものと想察さる。余の實驗に於ては諸家<sup>8) 9)</sup>、<sup>13)</sup>の發表の如き氣管枝肺炎、壞死竈、癌腫性像等は全く認めず。

肺氣腫並に無氣肺は各群、各例の各部に別々に共存するをみると事多く、一般に放射總量少き時は肺胞の含氣度大、即ち肺氣腫状となり、放射總量大量となり肺胞中隔の肥厚をみると至れば含氣度減少し無氣肺像を呈するに到るもの多し。

#### 9. 肋膜

Hartman<sup>8)</sup>その他の諸氏<sup>3), 7) 11)</sup>の報告によれば肋膜肥厚をみるとありとされるも、余の實驗によれば68頭中4頭の家兎(C-4, D-5, D-6, D-7群)に輕度の肋膜肥厚を認めたるのみ。本事實は恐らく家兎の個体差によるものと考ふ可く、毎日放射群(E群)に認めざりしは注目すべき事實にして、肋膜肥厚は「レ」放射による必發所見には非ざるものなり。

#### 10. 其他

レ放射實驗中乃至は放射直後往々にして試験動物の死亡せる報告<sup>10), 12)</sup>を見るも、余の實驗例に於てはD-3群(總量5000r), D-1群(4000r)中の各1例、E-3群(10000r)の2例計4例の放射完了直後死亡せるを認めたるのみなり。此の中D群の2例は剖検により病死なるを明にし(コクチギウムによる)他の2例(E群)は剖検による死因となる可き著變を認めず、放射回數重る毎に元氣を喪失せし事實より恐らくレ放射障害による死に非ずやと思考せらる。本例は何れも毎日放射、放射總量1000r群に屬するものにして、斯かる大量を短期間(50日)に放射する時は Engelstad<sup>13)</sup>の稱する所謂 Lebensgefährliche od. Lethal Doseに相當するものを放射する事とならんかと考へられ、Zwerg<sup>12)</sup>, Engelstad<sup>1</sup>の報告に於ても、單純分割放射の際よりは大量一時放射の際に屢々斯るか斃死がみらると發表し居り、此の點余の例と一聯の關係を有するものを認む。

尙放射完了後、爾後經過觀察は最長90日に止めしは、年余に亘る家兎飼育は現今困難なる業なるを覺えし故にして、分割長期放射實驗群(A, B, C, D群)は勿論、毎日放射群(E群)にありても更に長期に亘り觀察を繼續す可き必要あるものなり。

### V. 結論

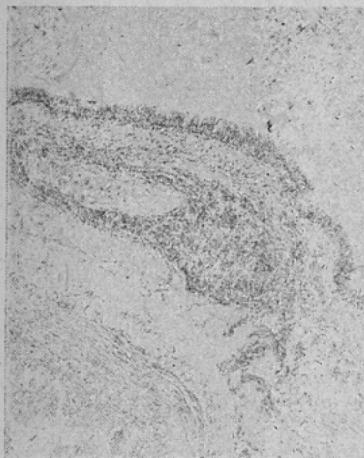
慢性肺疾患就中肺結核に對するレ放射治療に於けるが如き放射配量に従へば、その際「レ」線は如何なる組織形態學的影響を健康肺に及ぼすものなりや、又生態維持に對する許容放射總量は大凡そ幾何なりやを知らんとし、併せて胸部悪性腫瘍「レ」治療の際の影響をも窺知せんとし、健康家兎胸部に總量1000rより10000rに及ぶ各量を放射し、放射期間は最長1年に及びたり。其結果。

1. 「レ」放射により肺臟に現はるる變化は各細胞の退行變性、炎症性變化及び再生増殖變化なり。之等の變化は放射總量大なる程高度となり、總量並に1回量は同量なりとも放射間隔小なる程レ線障害大なり。

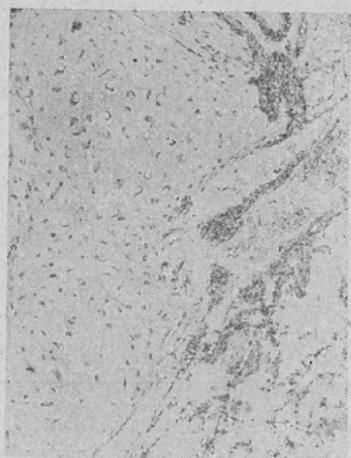
2. 「レ」放射により肺臟に認めらるる主なる變化は、氣管枝淋巴小結節の萎小並に變性、氣管枝軟骨細胞の退行變性、肺胞中隔の增生肥厚(慢性胞隔炎に相當するものならん)、肺氣腫並に無氣肺、血管中膜及び内膜の肥厚、血管腔の狹小、血管壁に氣管枝周圍圓形細胞浸潤、氣管枝粘膜上皮細胞、肺胞上皮細胞の變性並に増殖等にして、肋膜肥厚は必ずしも大量「レ」放射による必發所見には非ず。

3. 單純分割長期「レ」放射によれば總量1000rに於て輕度の變化を觀、漸次大量となり最大10000rに及ぶに従ひ次第に著明となるも、その間にみる所見の差異は淋巴小結節、氣管枝軟骨に於ては著明なるも、他の所見のそれは輕度にして各實驗家兎は剖検撲殺時迄何れも元氣活潑にして總量800r乃至10000rの如き大量放射を受けしものも生命には危險性を感じざるものなるを知り得たり。從つて余の選びし放射間隔7日乃至14日、1回放射量200rなる如き放射配量によれば、家兎は更に放射總量10000r以上の放射にも堪へ得るものならんと想察さる。

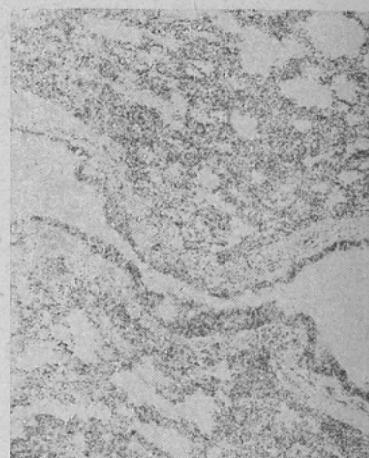
4. 單純分割長期放射群にして放射總量1000r



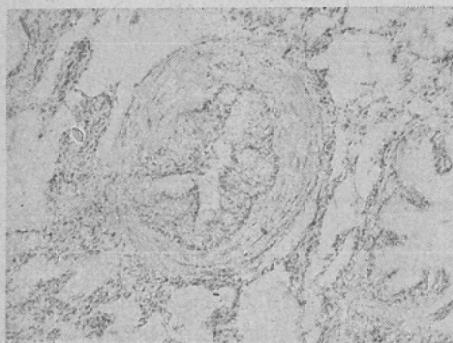
1. 80倍



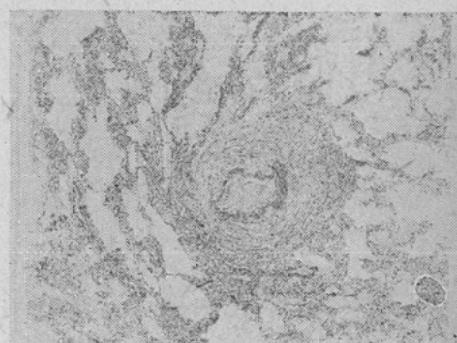
2. 136倍



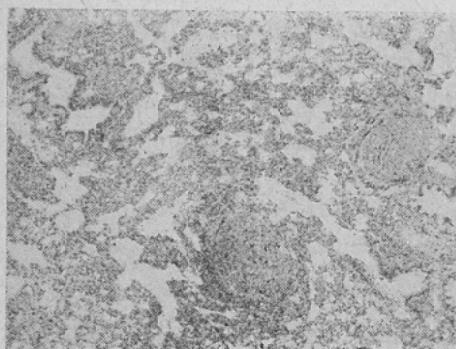
3. 76倍



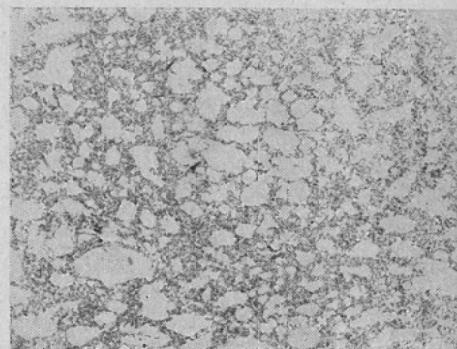
4. 190倍



5. 73倍



6. 52倍



7. 52倍

乃至 2000 r のものは、最終回放射完了後、60 日乃至 90 日に於ては再生恢復は殆ど全く困難にして、淋巴小結節のみ多少復歸の傾向を認む。總量 4000 r 以上の大量に及ぶ實驗群に於ても之と同様の事が推考さる。

5. 1 回表面入射量 200 r、毎日連續胸部放射は總量 10000 r に於て家兎生命に危険性を附與す。

擴筆するに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲とを賜はりし恩師中島教授並に石川助教授に衷心より感謝すると共に、種々御教示と御援助を仰ぎし杉山繁輝博士、本學病理學教室白石講師、平松誠一氏に滿腔の謝意を表す。

### 文 獻

- 1) 都築、日本外科學會雜誌、27回、大正5年。—2) 斎藤、醫學研究、5卷、1號、昭和6年。—3) 杉山、醫理學叢書、33卷、昭和16年。—4) Wohlauer, Acta Rad. Supl. 19, 1934.—5) Warren and Whipple, Ref Amer. J. Roent. Rad. Ther. 28, 1931.—6) Lazarus-Barlow, W. S., Med. Res. C. No. 62, 151, 1922.—7) Davis, Strahlenther. Bd. 23, S. 366, 1926.—8) Hartman Bolliger, Doub and Smith, Bull Johns Hopkins Hospital 41, 1927.—9) Warthin A. S. and E. A., Pohl, Arch. Int. med. 43, 15, 1929.—10) Lüdin u. Werthmann, Strahlenther. Bd. 38, S. 634, 1930.—11)

### 附 圖 説 明

#### 染色

1. 氣管枝淋巴小結節の淋巴球配列消疎 家兔番號 14.  
ヘマトキシリソ・エオジン染色
2. 氣管枝軟骨細胞の變性 家兔番號 49. ヘマトキシリソ・エオジン染色
3. 氣管枝粘膜上皮細胞の増殖 家兔番號 68. ヘマトキシリソ・エオジン染色
4. 動脈内膜の肥厚著明 家兔番號 23. ウイゲルト氏
5. 動脈中膜の肥厚顯著 家兔番號 32. ウイゲルト氏染色
6. 肺胞中隔の肥厚並に血管内腔の狹窄 家兔番號 57. ヘマトキシリソ・エオジン染色
7. 正常家兔肺臟