

# 低体温下放射線一時大量照射の肺に及ぼす 影響について

昭和39年11月18日 受付 (特別掲載)

信州大学医学部 星子外科教室  
(主任: 星子直行教授)

山 本 英 敏

## Influence of Single X-Irradiation with Massive Doses under Hypothermia on the Lung

Hidetoshi YAMAMOTO

Department of Surgery, Faculty of Medicine  
Shinshu University

(Director: Prof. N. Hoshiko)

### 第1章 緒 言

肺は放射線に対しては、かなり感受性のある臓器の一つと考えられている<sup>①</sup>。

従来肺癌などは放射線治療の対象になることが少なかったため、放射線による肺の変化はあまり注目されなかつたが、最近超高圧放射線療法が広く応用されるようになり、肺癌の放射線療法の効果も認められて、肺野に多量の放射線照射が盛んに行われるようになり、放射線による肺野の変化が注目されるようになった。

臨床的に放射線による肺の変化に初めて注目したのは1860年 Bergonie<sup>②</sup>であるが、その後1920年代より諸家により注目され、Hines<sup>③</sup>、Tyler<sup>④</sup>や Wintz<sup>⑤</sup>らは肺に diffuse fibrosis 或いは Lungeninduration を認め、Evans & Leucutia<sup>⑥</sup>、Downs<sup>⑦</sup>らは炎症の概念をとり入れて、放射性肺炎なる呼称を与えるようになった。更にその後 McIntosh<sup>⑧</sup>、Warren<sup>⑨</sup>—<sup>⑩</sup>らは肺のカタル性炎症、或いは硝子様膜の形成を記載し、Bauer<sup>⑪</sup>及び Hutchinson<sup>⑫</sup>らは気管支拡張或いは小気管支上皮の扁平上皮化生につき言及し、また1930年より今日に至るまでには、実験的にも、Englstadt<sup>⑬</sup>—<sup>⑭</sup>(1934)、Warren<sup>⑨</sup>—<sup>⑩</sup>(1940)、Cottier<sup>⑮</sup>らにより病理組織学的にも詳細に検討された。

このような照射後に出現する肺障害に対する予防の面でも各種の研究があり、小沢<sup>⑯</sup>は塩酸ピロカルピンにより気管支動脈の血流を強めて本症の発生を抑制させ、井染<sup>⑰</sup>らは AC-17 投与、Macht & Perlberg<sup>⑱</sup>らはヘパリン、デクマロール投与により本症の発生を或る程度防止できると報告している。また副腎皮質ホルモンが有効とする報告<sup>⑲</sup>—<sup>⑳</sup>もあるが、まだ決定的なものは見当たらない。

近年、術前照射の発展とともに従来の単純分割照射では一回の許容線量が少なく、有効線量照射迄の期間が長いことから、短期間に大量を照射する傾向がみられ<sup>㉑</sup>—<sup>㉒</sup>、Fomon<sup>㉓</sup>—<sup>㉔</sup>らは動物実験により、常温下一時大量照射について検討した結果、1500 r の 1 回照射は安全であるが、3000 r 以上の照射は死亡率も高く、副作用も大きいと述べている。

梅垣<sup>㉕</sup>は低体温麻酔下では、正常組織の酸素圧が低下し、腫瘍内の酸素圧があまり低下しないことから、周囲健康組織と比較して、腫瘍の放射線感受性は常温におけるより相対的に高まり、且つ低体温に伴う酸素圧の低下により、皮膚及び周囲健康組織などの放射線障害が軽減され、治療比の向上が期待されると述べている。

以上の研究に基いて我々の教室では、低体温下に一時に放射線大量照射を行えば、放射線障害も少なく、且つ腫瘍に対する放射線感受性もあまり低下させず、しかも一回の照射で従来の少量分割照射に劣らない効果をあげ得ると考えて、悪性腫瘍に対する照射に本法を応用したいと考えた。教室の林<sup>㉖</sup>は実験的に本法を胃腸吻合創に応用し、障害も少ないという好結果を確認し、また臨床的にも低体温下放射線大量照射を試み満足な成績を得ている<sup>㉗</sup>。しかしながら低体温麻酔下に放射線を照射した際の、肺の放射線傷害についてはほとんどその業績を見出せない。最近肺癌、食道癌、乳癌、縦隔悪性腫瘍に対する術前照射として、殊なるべく短期間に有効量を照射する試みがあるが、この際低体温下に一時大量照射を行うと、皮膚傷害も少なく<sup>㉘</sup>肺にも一時的に大量照射できると考えて、著者は犬を用い実験的に低体温下で胸部に一時レ線大量照射を行ない、動物の生存率と肺に与える諸変化をレ線

像, 気管支造影所見, 病理組織学所見より検討し併せて肺照射時にみられる動物の血液, 肝機能をも検索して興味ある所見をえたので詳細を報告する。

## 第2章 実験方法

実験には雑種成犬を用い, 実験動物の一侧肺に常温下並びに低体温下にレ線を一時に常温下では1000, 2000, 3000, 4000 rを, 低体温下では2000, 3000, 4000及び5000 rを照射し, 各照射群における動物の生存率並びに血液所見, 肝機能を検査した。ついで動物の生存率を勘案して各種照射レ線量のうち, 常温下, 低体温下でそれぞれ2000 r, 4000 r照射の場合について各線量ごとに照射後経時的に胸部レ線像の変化, 気管支造影法を行ない気管支像の変化を追求し, 更に屠殺した際の肺の肉眼的所見, 病理組織学的所見を検索した。

以下実験方法の詳細を逐次記載する。

### (1) 実験動物

体重7.5kg~20.0kgの雑種成犬約150匹を用いた。雌雄はほぼ同数とした。

### (2) 照射条件及び方法

図1の如く照射野の決定にあたっては, まず胸骨中心点を求め, この点より5cm下方を肝臓部照射をさけ

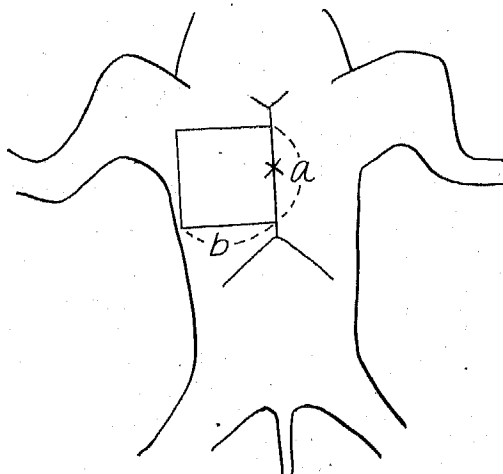


図1 照射方法

#### (1) 実験犬分類

- A群: (小) 体重 10kg以下
- B群: (中) 体重 10kg~15kg
- C群: (大) 体重 15kg以上

#### (2) 照射野

- A群: 6cm×8cm (a×b)
- B群: 7cm×9cm
- C群: 8cm×10cm

るため下方の限界とし, 正中線を内縁とし, 実験犬の体重を考えて, 大, 中, 小の各照射野を決定し照射した。X線発生装置は島津信愛号を用い, レ線照射条件は管電圧180KV, 管電流15mA, 濾過板0.5mm Cu+0.5mm Alを用い, 空中線量毎分230 rにてそれぞれ各線量を1回に照射した。

### (3) 麻酔並びに低体温法

麻酔は常温群では, ミンタール<sup>®</sup>(Pentobarbital Sodium) 0.03gm/kgを筋肉内注射し, 低体温群ではミンタール 0.03gm/kg 筋肉内注射にひきつづき, カクテルリン-H, <sup>®</sup> 1~2mg/kgを静脈内注射後, 気管内挿管を行い, 犬をビニール布につつま氷槽中に入れる表面冷却法で体温を下降せしめ, 直腸温 28°~30°Cに保つて各線量でレ線照射を行った。レ線照射後は毛布につつま自然に復温させた。またレ線照射後常温群, 低体温群共にベニリン投与を行った。

### (4) 気管支造影法

上記線量照射終了後, 3日, 1週, 2週, 3週, 4週, 8週, 12週, 20週(一部)後に胸部のレ線単純撮影を行ない, また1週, 4週, 8週, 12週, 20週(一部)後の各時期に気管支造影を併せ行なつた。この際一部の動物は12週にて屠殺して病理標本を作製した。また照射後各時期の肺の肉眼的変化, 病理組織学的変化を求めるために, 一部の動物では3日後, 1週後, 2週後, 3週後, 4週後, 8週後の各時期に胸部単純撮影を行つたのち, 気管支造影を併せ行い, その直後屠殺して肺の変化を追求した。

気管支造影法はミンタールによる麻酔犬に気管内挿管を行い, 細いカテーテル(ビニール製)を気管または気管支内に挿入し, あらかじめ4%キシロカイン<sup>®</sup>表面麻酔用水溶液にて表面麻酔ののち, 体位変換とカテーテル先端の操作とにより各肺野即ち右肺上, 中, 下葉枝を概ね均等に造影し得るように工夫した。造影剤は60%ウロコリン(第一製薬製)<sup>®</sup>を体重に応じ10~16cc使用し, また屠殺を予定した犬では少しく大量に使用した。検査の対照としてレ線照射前に全例に胸部単純並びに気管支造影をあらかじめ施行し比較に供した。なお気管支造影後は水性懸濁ベニシリンの注射を行った。

### (5) 病理組織学的検査

照射終了後, 3日, 1週, 2週, 3週, 4週, 8週, 12週後の各時期に屠殺(空気栓塞)剖見して, 内臓諸造器を観察後10%ホルマリン固定し, パラフィン包埋後切片とし, 染色はヘマトキシリン・エオジン重染色, マロリー・アザン染色法, ファン・ギーソン染色法を行つた。

(6) 生存成績及び血液所見

照射後1週, 2週, 3週, 4週, 6週, 8週の各時期に採血し, 血液検査としては赤血球数, 白血球数, 色素量(ザリー), A/Gを調べ, 肝機能検査としてアルカリフォスファターゼ, コレステロールを定量し, 体重の変化を追求した。

第3章 実験成績

第1節 生存率

各種線量照射後不測の事故により, 死亡した症例を除き, 常温群20例, 低体温群19例について照射後15週迄その生死を追求してみた(表1)。

表1にみられるごとく常温群では2000r照射で死亡例が認められるが, これに比較して低体温群では4000r照射に至って初めて死亡例の出現がみられる。

表1 照射後15週までの生死の別 (○:生存 ●:死亡)

実験群	照射量					
	1000r	2000r	3000r	4000r	5000r	6000r
常温下照射群	○○○	●○○○	○○●○	○○●○	○○●○	○○●○
低体温下照射群	○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○

死亡例数は圧倒的に常温下照射群に多く, 2000r照射4例中2例, 3000r照射5例中1例, 4000r照射4例中2例, 5000r照射4例中4例と死亡している。これに反して低体温群では3000r照射迄の9例には死亡例なく, 4000r照射の4例中1例, 6000r照射の3例中1例の計2例を数えるにすぎない。

死亡時期は6週或いは12週頃死亡する例が多く, 死因としては全身衰弱, 肺炎によるものがほとんどであった。

第2節 胸部レ線所見

第1項 胸部単純レ線所見

(1) 常温2000r照射群

屠殺例で変化の認められたものは, 11例中5例で約半数を占めた。即ち1週後に変化の認められたのは1例, 4週後は2例, 8週後1例, 12週後1例で, ともに照射野を中心に雲状の陰影を認めており, 1週後の1例を除き, 他の4例は気管支造影にもなんらかの所見を合併している(表2)。

連続経過追求例(表2)

全5例のうち2例(NN2a, NN2A)は全経過を通して, 造影剤の残留が著しく判定不能であった。

NN2b:3日より12週後迄は陰影の出現はみられなかつたが, 20週後にはじめて雲状陰影の出現が認められた(図7)。しかし気管支造影では既に4週頃より変化が現われている。

NN2c:3日, 1週後には変化なく, 2週後には1週後に施行した気管支造影の際の造影剤が残留していた。3週後より陰影が出現して, 8週後迄持続し, 12週後になり陰影は消失している。

NN2B:3日, 1週後は造影剤残留, 2週後より雲状陰影の出現があり, 4週にて一旦陰影は消失したが

表2 胸部単純レントゲン所見

① 低体温 2000r

	3日	1週	2週	3週	4週	8週	12週	20週
HH 2 a	(-)	(-)	(-)	(-)	雲陰	(-)	(-)	///
HH 2 b	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	///
HH 2 c	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
HH 2 d	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	///
HH 2 B	不	不	不	(-)	(-)	(-)	(-)	///

② 常温 2000r

	3日	1週	2週	3週	4週	8週	12週	20週
NN 2 a	不	不	不	不	不	不	不	不
NN 2 b	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	雲陰
NN 2 c	(-)	(-)	不	雲陰	雲陰	雲陰	(-)	///
NN 2 A	不	不	不	不	不	不	///	///
NN 2 B	不	不	雲陰	雲陰	(-)	雲陰	雲陰	雲陰

③ 低体温 4000r

	3日	1週	2週	3週	4週	8週	12週	20週
HH 4 a	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	雲陰?	(-)
HH 4 b	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	雲陰	(-)
HH 4 c	(-)	(-)	陰	(-)	(-)	(-)	(-)	///
HH 4 A	不	不	不	雲陰	雲陰	雲陰	(+)	///
HH 4 B	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	雲陰	///

④ 常温 4000r

	3日	1週	2週	3週	4週	8週	12週	20週
NN 4 a	不	不	(-)	雲陰	雲陰	雲陰	雲陰	雲陰
NN 4 b	(-)	(-)	(-)	(-)	雲陰	(-)	///	///
NN 4 c	不	(-)	(-)	(-)	雲陰	雲陰	(-)	///
NN 4 A	(-)	(-)	不	(-)	(-)	雲陰	雲陰	///
NN 4 B	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	不	胸水	///

注 { 不 : 造影剤残留のため判定困難のもの  
 (-) : 異常所見の認められないもの  
 雲陰 : 雲状陰影

8週(図2), 12週及び20週と再び陰影が認められた。

以上を総括すると5例中2例は判定不能, 他の2例も2週及び3週後より陰影が出現し, 以後陰影は消失しがたく持続性であり, しかも造影剤の残留する例が多かった。残りの1例は12週までは全く著変を認めなかつたが, 20週に至り雲状陰影が認められた。

### (2) 低体温 2000r 照射群

屠殺例の多くは著しい変化が認められなく, 変化のあつたのは12例中わずかに2例のみであり, しかも4週後の1例(HH2E)と8週後の1例(HH2C)に右中野に淡い陰影らしい像が認められ, 両例とも気管支造影所見と一致している。4週後及び8週後の他の各1例には全く変化を認めず, また12週後の2例にも変化はみられなかつた(表4)。

経過を連続追求した例でも3日, 1週, 2週, 3週後までは各例とも変化なく, 4週後に至り5例中1例のみに雲状陰影の発現をみているが, 8週及び12週後には陰影は消失している。即ち5例中4例では全経過を通じて全く変化を認めなかつた(表2)。

### (3) 常温 4000r 照射群

#### 連続経過追求例(表2)

NN4a: 3日, 1週後は気管支造影の際の造影剤残留のため判定できなかつたが, 2週後には造影剤も認められず, しかもレ線に著変はなかつた。3週後に至り陰影が出現し以後4週, 8週, 12週及び20週ともにひきつづき陰影は認められた。

NN4b: 3日~3週迄変化なく, 4週に至り陰影が認められたが, しかし8週後には再び陰影は消失している。

NN4c: 3日~3週迄変化なく, 4週(図13)及び8週後に雲状陰影が出現したが, 12週後に至り消失している。

NN4A: 4週迄変化なく, 8週及び12週にて陰影の出現あり。

NN4B: 4週迄変化なく, 8週後に造影剤は残留, 12週後に多量の胸水貯留陰影が認められた。

屠殺例は上記 NN4A, NN4B で12週後に屠殺剖検した。

以上5例を総括すると, 全経過中変化のない例は1例もない, 一般に3週迄は変化なく, 4週頃から陰影が出現する例が多く, 出現した陰影は容易に消失しがたい。

### (4) 低体温 4000r 照射群

屠殺例では著変のない例が多く, 変化の認められたのは11例中1例にすぎない。即ち3日, 1週及び3週までは各例ともに変化はなく, 4週後に至り1例(HH4E)のみに右肺野に淡い雲状陰影が認められるようになった(表5)。

連続経過追求例(表2)

#### 連続経過追求例(表2)

HH4a: 3日~8週迄変化なく, 12週後に至り雲状陰影らしい像が認められたが, 20週では消失している。

HH4b: 3日~8週迄変化なく, 12週後に雲状陰影を認めたが, 20週後には消失している。

HH4c: 3日及び1週後には変化なく, 2週後に雲状陰影が認められたが, 3週以後4週, 8週及び12週迄陰影はみられない。

HH4A: 本例は照射前にジステンパーに罹患したが, 多少の症状の回復するのを待つて照射を行つた症例であるが, 照射前の造影剤の残留が長く, 3週後から雲状陰影が現われ, この陰影は11週後に死亡するまで持続した。なお剖検にて左右両肺の肺炎を確認した。

HH4B: 3日~8週迄著変なく, 12週に至り雲状陰影の出現を認めた。

以上1例(HH4A)を除き他の4例を総括してみると, 3日~8週後迄大体変化なく, わずかに1例のみに4週後に陰影が出現している。しかし12週後では4例中3例に陰影の出現を認め, 著変のないのは, わずか1例のみであつた。しかし陰影の認められた2例も20週後には陰影は消失している。

### 小 括

放射線照射後の胸部単純レ線像に出現した変化は, 照射部の不定な雲状陰影がほとんどであり, 日数の経過にしたがつてやや濃くなった例もあつた。出現時期は低体温群では3~4週, 常温群では2週~3週頃初発する例が多かつた。出現頻度は低体温2000r照射群が最も少く, 次いで低体温4000r照射群, 常温2000r照射群, 常温4000r照射群の順であつた。また低体温群では出現した陰影が一過性で12週或いは20週後には消失する症例が多く, 常温群では一旦出現した陰影は容易に消失し難いようである。

### 第2項 気管支造影所見について

#### (1) 常温 2000r 照射群

##### 屠殺例(表6)

11例中8例になんらかの変化を認めている。即ち2週後に1例, 3週後に2例, 4週後に2例, 8週後2例及び12週後は1例となるが, 4週以後は生存していた全例に変化が認められている。変化の程度よりみれば2週, 3週及び4週の変化は拡張, 分枝への流入障害などの変化で比較的その程度は軽いが, 8週頃からは閉塞, 狭窄などの高度な変化を示すようになる。

##### 連続経過追求例(表3)

NN2a:1週, 4週及び8週後は変化ないが, 12週後に閉塞所見(図4, 5, 6)が認められるが, 20週後には再び著しい変化はみられない。

NN2b:1週後には変化なく, 4週後及び8週後(図3)に一部閉塞所見を示し, 以後12週, 20週後(図7, 8, 9)と次第にその変化は増強する。

NN2c:1週後は変化ないが, 4週, 8週, 12週後にはそれぞれ変化を示している。

NN2A:4週迄変化なく, 8週後に閉塞所見を示す。

NN2B:1週及び4週後には変化はないが, 8週, 12週及び20週には変化が認められ, 且つその変化の程

度は次第に増強する。

以上5例を総括すると1週後のものは造影剤残留の1例を除けば他の4例は変化が認められず, 4週後には5例中2例に軽度の気管支造影所見の変化を呈し, 8週になると更に5例中4例に変化を認めるようになる。12週, 20週には変化は次第に増強し, 拡張及び閉塞などの所見を示す。しかし1例のみは20週に至り変化は消失している。

(2) 低体温 2000r 照射群

屠殺例(表4)

12例中なんらかの変化の認められたものは6例であった。即ち2週に1例, 4週1例, 8週2例, 12週に

表 3 気 管 支 造 影 所 見

① 低体温 2000 r 照射群

	1 W	4 W	8 W	12 W	20 W
HH 2a	(-)	(-)	細小化	-	////
HH 2b	(-)	(-)	拡張	////	////
HH 2c	(-)	上葉若干拡張	造影剤入り難い	-	細小化
HH 2d	(-)	(-)	-	+////	////
HH 2B	(-)	(-)	-	拡張	////

② 常温 2000 r 照射群

	1 W	4 W	8 W	12 W	20 W
NN 2a	(-)	(-)	(-)	閉塞	(-)
NN 2b	(-)	一部閉塞	一部閉塞	入り難い	拡張閉塞
NN 2c	(-)	やや細小化	やや細小化, 殊状, 屈曲	細小化	////
NN 2A	////	(-)	閉塞	////	////
NN 2B	(-)	(-)	細小化	やや拡張入りにくい	細小化閉塞

③ 低体温 4000 r 照射群

	1 W	4 W	8 W	12 W	20 W
HH 4a	(-)	(-)	(-)	造影剤やや入り難い	拡張屈曲
HH 4b	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
HH 4c	(-)	やや棒状となる	(-)	やや拡張	////
HH 4A	////	上葉枝一部閉塞	下葉枝一部閉塞	////	////
HH 4B	(-)	(-)	中葉枝一部閉塞	拡張入りにくい	////

④ 常温 4000 r 照射群

	1 W	4 W	8 W	12 W	20 W
NN 4a	////	中葉枝及下葉枝閉塞	中葉枝屈曲	分枝に入りがたい	著明な閉塞
NN 4b	(-)	(-)	(-)	////	////
NN 4c	(-)	拡張 一部閉塞	(-)	やや拡張	////
NN 4A	(-)	(-)	拡張 一部閉塞	分枝屈曲拡張閉塞	////
NN 4B	上葉枝閉塞	上葉枝一部閉塞	上葉枝一部閉塞 中葉枝一部細い	拡張閉塞	////

(-): 所見なし (異常なし)

表 4 低体温2000 r 照射屠殺前胸部単純及び気管支造影所見

動物付号	照射後	胸部単純写真所見	気管支造影所見
HH 2 A	12 W	(-)	やや拡張
HH 2 C	8 W	右中野に雲状陰影	やや拡張
HH 2 D	8 W	(-)	やや拡張
HH 2 E	4 W	右中野きたない	末梢へ入りにくい
HH 2 F	4 W	(-)	(-)
HH 2 G	3 W	(-)	やや拡張気味
HH 2 H	3 W	(-)	(-)
HH 2 I	2 W	(-)	(-)
HH 2 J	2 W	(-)	中葉枝やや棒状しかし入りは良好
HH 2 K	1 W	(-)	(-)
HH 2 L	1 W	(-)	(-)
HH 2 M	3 日	(-)	(-)

(-): 異常所見なし

表 5 低体温4000 r 屠殺前胸部単純及び気管支造影所見

動物付号	照射後	胸部単純所見	気管支造影所見
HH 4 C	8 W	(-)	閉塞 棒状となる
HH 4 D	8 W	(-)	拡張 棒状となる 分枝に入り悪い
HH 4 E	4 W	右肺野に淡い雲状陰影	やや細小化
HH 4 F	4 W	(-)	やや細小化
HH 4 G	3 W	(-)	(-)
HH 4 H	3 W	(-)	末梢へやや入りにくい
HH 4 I	2 W	(-)	(-)
HH 4 J	2 W	(-)	(-)
HH 4 K	1 W	(-)	(-)
HH 4 L	1 W	(-)	(-)
HH 4 M	3 日	(-)	(-)

表 6 常温2000 r 屠殺前胸部単純及び気管支造影所見

動物付号	照射後	胸部単純所見	気管支造影所見
NN 2 C	12 W	右中肺野に硬い雲状陰影	著明な狭窄 分枝の閉塞
NN 2 C	8 W	右中肺野雲状陰影	棒状となり末梢にて閉塞 分枝の閉塞
NN 2 D	8 W	(-)	中葉枝やや固い
NN 2 E	4 W	右中肺野に淡い雲状陰影	拡張 一部棒状
NN 2 F	4 W	右中肺野に雲状陰影	拡張 一部狭窄
NN 2 G	3 W	(-)	やや拡張するが入りはいい
NN 2 H	3 W	(-)	拡張 末梢閉塞
NN 2 I	2 W	(-)	末梢へ入りにくい
NN 2 J	1 W	右中肺野に淡い陰影	(-)
NN 2 K	2 W	(-)	(-)
NN 2 L	1 W	(-)	(-)

1例を算え、変化の程度よりみれば2週及び3週後のものは、極く軽微な変化であり、4週及び8週、12週

後に変化のみられたものは軽度の気管支拡張像のみで、著明な狭窄及び閉塞所見は認められなかつた。

## 連続経過追求例(表3)

HH2a:1週, 4週には著変なく, 8週後にやや細小化(Schmal)を認めるが, 12週後には再び変化は軽減している(図12)。

HH2b:1週及び4週には著変なく, 8週後にやや気管支の拡張像を認める。

HH2c:1週には変化なく, 4週にて一部拡張所見が現われ, 8週には造影剤が末梢へ入りにくくなるが, 12週に至り変化は軽減して著変なく(図10, 11), 20週後に再びやや細小化を示しているが, 造影剤の入り方は良好である。

HH2d:1週, 4週及び8週には全く異常のない例であつたが, 12週を待たず死亡した。死因はレントゲン照射によるものではないと考えられる。

HH2B:1週, 4週及び8週では著変なく, 12週後にやや拡張所見を示す。

以上を総括すると各例とも1週及び4週にはほとんど変化なく, 8週後に気管支の拡張, 分枝への流入障害, 細小化などの軽度の変化が出現するが, 12週に至り再び変化は目立たなくなる。更に20週にても特に著しい変化は認めない。

## (3) 常温4000r照射群

## 連続経過追求例(表3)

NN4a:1週後は造影剤残留, 4週後には閉塞像を示し, 8週及び12週後になり, 造影剤は分枝に入りにくく, 20週に至り著明な閉塞像を示している。

NN4b:1週後には著変なく, 4週及び8週に至るも特に著しい変化は認められなかつた。

NN4c:1週後には所見なく, 4週後に拡張像と一

部閉塞像を示すが(図13, 14, 15), 8週後には変化は消失し, 12週に至り再び軽度の拡張像を示す。

NN4A:1週及び4週には著変なく, 8週後に全体の拡張と閉塞像(図16)を示し, 12週後にも同様拡張及び閉塞像を示す(図17)。

NN4B:1週後既に分枝への流入障害を示し, 4週及び8週, 更に12週と変化は顕著になり, 更に12週後には照射部気管支の著明な狭窄像が認められた(図18)。

以上5例を総括すると1週後に早くも1例ではあるが変化を示し4週後及び8週後になれば, それぞれ5例中3例に変化を認め, 12週では死亡した1例を除き全例に変化がみられ, しかもこの変化は拡張と閉塞像を主としており, とくに閉塞所見を示す例が比較的多い。また日数の経過とともに変化はより著しくなり, 回復は見られないようである。

## (4) 低体温4000r照射群

## 屠殺例(表5)

11例中なんらかの変化のあつたものは5例であつた。即ち3週後に1例, 4週後2例, 8週後に2例で, 変化の程度は3週及び4週後のものは分枝への流入障害, 細小化などの極く微少な変化であるが, 8週後の例では気管支は棒状となり, 拡張気味で閉塞を示している例もある。

## 連続経過追求例(表3)

HH4a:1週, 4週及び8週では著変なく, 12週で分枝に流入障害が現われ, 20週で拡張及び屈曲などの像がみられる(図20, 21)。

HH4b:1週, 4週, 8週, 12週及び20週とも全経

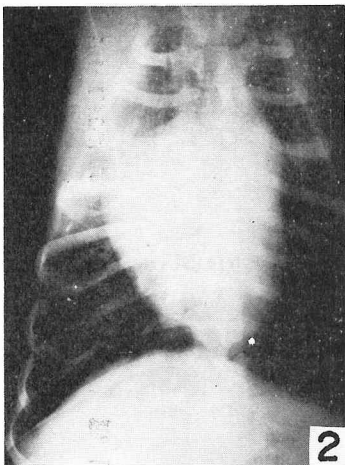


図2 常温2000 r, 8 w, 単純レ線像(NN2b): 右中肺野に雲状陰影

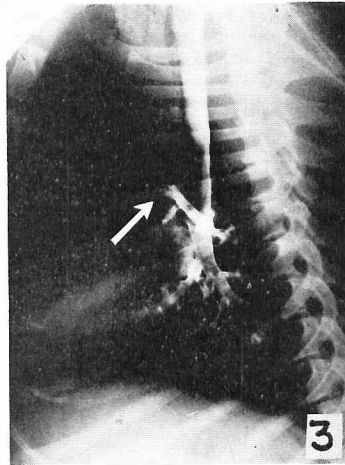


図3 常温2000 r, 8 w, 気管支造影, 側面像(NN2b): 上葉枝の閉塞像(矢印)

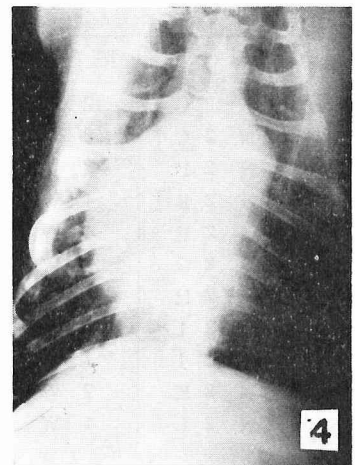


図4 常温2000 r, 12 w, 単純レ線像(NN2a): 右中肺野一帯の造影剤残留

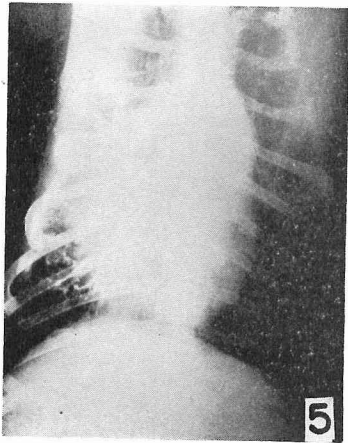


図5 常温2000 r, 12w, 気管支造影, 正面像 (NN 2 a): 上葉枝の閉塞像

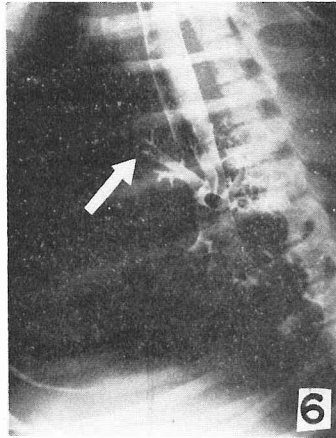


図6 図5の側面像: 上葉枝の閉塞像 (矢印)

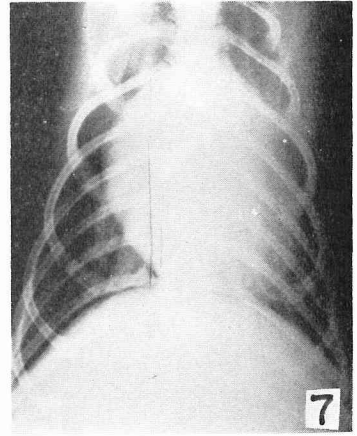


図7 常温2000 r, 20w, 単純レ線像 (NN 2 b): 上肺野に雲状陰影

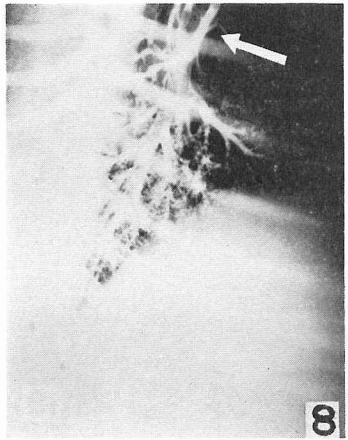


図8 常温2000 r, 20w, 気管支造影, 側面像 (NN 2 b): 上葉枝のホウキ状集束像 (矢印)

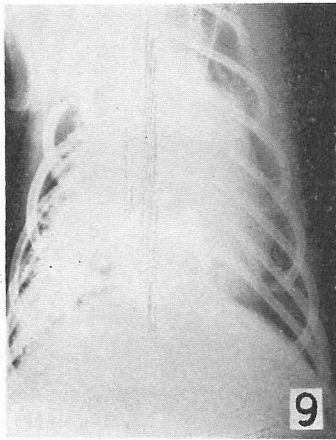


図9 図8の正面像:

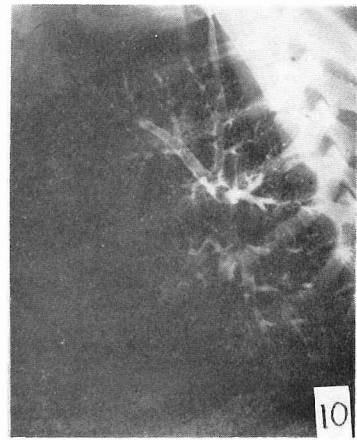


図10 低体温2000 r, 12w, 気管支造影 (HH 2 c): ほとんど著変がない

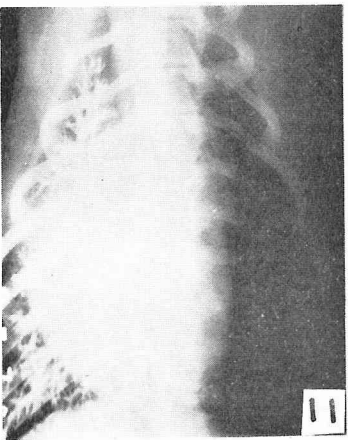


図11 同左

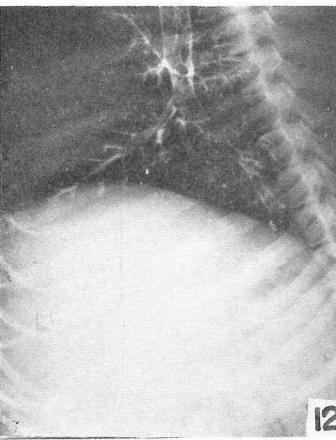


図12 低体温2000 r, 12w, 気管支造影 (HH 2 a): ほとんど著変ない

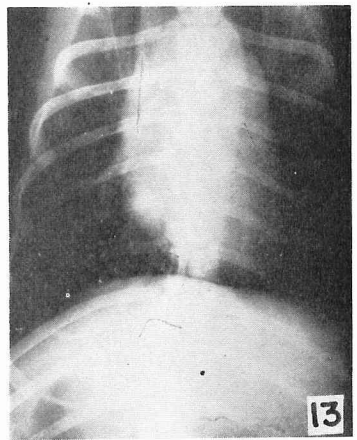


図13 常温4000 r, 4w, 単純レ線像 (NN 4 c): 右中肺野に雲状陰影



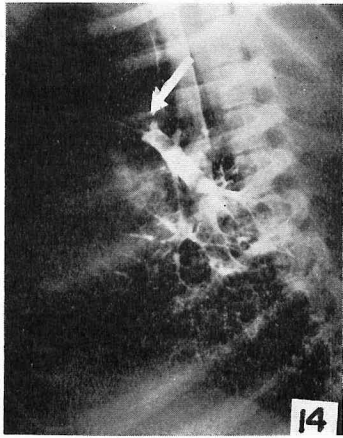


図14 常温4000 r, 4 w, 気管支造影 (NN 4 c): 上葉枝の閉塞像 (矢印)

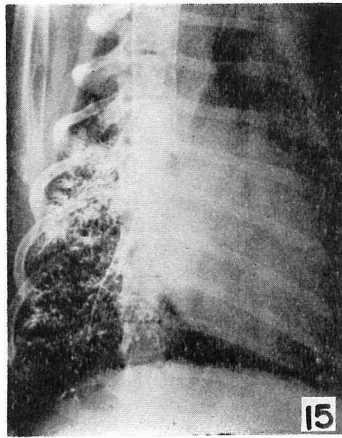


図15 同左

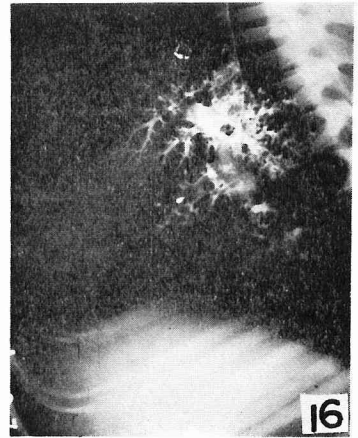


図16 常温4000 r, 8 w, 気管支造影 (NN 4 A): 閉塞及び拡張像

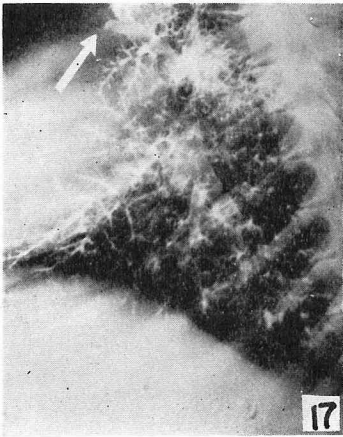


図17 常温4000 r, 12 w, 気管支造影 (NN 4 A): 上葉枝の閉塞及び拡張 (矢印)

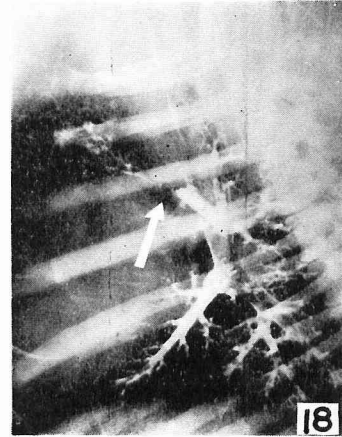


図18 常温4000 r, 12 w, 気管支造影 (NN 4 B): 上葉枝の閉塞像 (矢印)

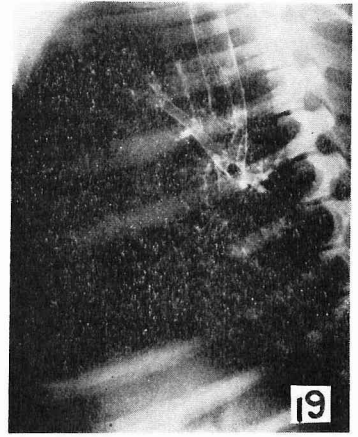


図19 低体温4000 r, 8 w, 気管支造影 (HH 4 c): ほとんど著変ない

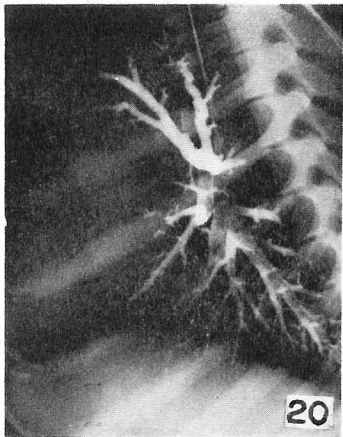


図20 低体温4000 r, 20 w, 気管支造影 (HH 4 a): 上葉枝の拡張, しかし閉塞はない

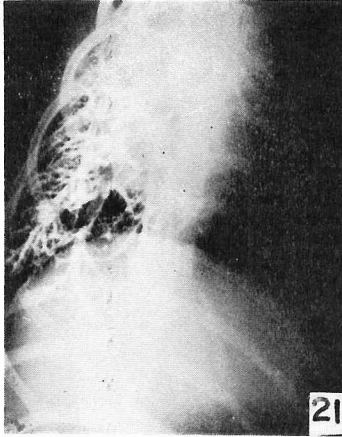


図21 同左

過を通じて著変は認められなかつた。

HH 4c: 1週では変化なく、4週後には気管支はやや棒状となつたが、8週後には著変は認められなかつたが(図19)、12週に至り軽度の拡張所見を示した。

HH 4A: ジステンパー死亡例、4週及び8週とも閉塞所見がみられる。

HH 4B: 1週及び4週では著変なく、8週にて軽度障害、12週にては拡張並びに分枝への流入障害などの軽度の変化を示す。

以上総括すると変化の認められなかつたものは1例のみで、他の4例はすべてなんらかの変化が現われており、これらの変化は4週頃から出現しはじめ、12週に至れば閉塞所見を示す例もある。

#### 小 括

気管支像の変化としては、造影困難なもの、棒状の所見を示すもの、細小化拡張及び閉塞などの所見を認めた。日数の経過とともに変化は太い主気管支にも及んで行く。変化の性質は低体温群と常温群との間に特別な差異はないが、変化の程度は常温群に比較して低体温群の方が軽度であり、閉塞所見を示すものはほとんどなく、一旦出現した変化も消失乃至軽減する症例が多く、なお変化は可逆性のところを多く残しているようである。常温群、低体温群とも変化の発現は4週~8週であつて、この頃に気管支造影所見に変化を示し始める例が多い。しかし低体温群ではこれらの変化も軽度であり、日数の経過とともに軽快する傾向にあるのに反し、常温群では変化が次第に著しくなつて行く。

### 第3節 病理学的所見

#### 第1項 肉眼的所見

##### (1) 常温 2000r 照射群

###### (a) 照射後3日

NN 2N: 限局性病変を認めない。

NN 2L: 右上、中葉に出血斑を見る。

###### (b) 照射後1週

NN 2M: 限局性病変を認めない。

NN 2J: 右上中下葉には照射部に一致して、部分的に暗赤色の小出血巣を形成している。特に右中葉の一部には比較的大きな出血巣を認める。

###### (c) 照射後2週

NN 2K: 右中葉の一部に暗赤色充実性病巣あり。

NN 2I: 限局性病変を認めない。

###### (d) 照射後3週

NN 2G: 限局性病変を認めない。

NN 2H: 右上葉中及び下葉には大きな出血巣が散見される。

###### (e) 照射後4週

NN 2E: 右上中下葉の照射野に一致して、含気量の減少(無気肺)及び退縮像を示す。

NN 2F: 右中下葉の照射野に一致して、やや大きな硬性病巣あり。他部には著変なし。

###### (f) 照射後8週

NN 2D: 右上中葉の照射野に一致して、胸膜はチリメン状を呈した含気量の乏しい部が見られ、剖面では小硬結が散在する。

###### (g) 照射後12週

NN 2C: 右上中葉の照射野に一致して暗赤色実質性の含気量に乏しい、やや白色を呈した硬結性病巣が認められる。胸膜腔には滲出液の潑溜はない。

NN 2c: 右上中葉の照射野に一致して、含気量の減少及び退縮像を認める。

### (2) 低体温 2000r 照射群

#### (a) 照射後3日

HH 2N: 限局性病変を認めない。

HH 2M: 右中葉胸膜下出血斑が、若干認められる。

#### (b) 照射1後週

HH 2L: 特に限局性病変を認めない。

HH 2K: 限局性病変を認めない。

#### (c) 照射後2週

HH 2J: 限局性病変を認めない。

HH 2I: 右上、中葉の照射野に一致した軽度の無気肺と退縮像を認める。

#### (d) 照射後3週

HH 2H: 限局性病変を認めない。

HH 2G: 限局性病変を認めない。

#### (e) 照射後4週

HH 2E: 右上、中葉の照射部に一致して暗赤色実質性病巣が認められる。右下葉及び左側全葉にわたつて充血が強度である。

HH 2F: 限局性病変を認めない。

#### (f) 照射後8週

HH 2C: 右上葉に強い含気量の減少と退縮像があり、右中葉に暗赤色充実性病巣が認められ、剖面ではその表層部に圧出血量多く、やや実質性病巣を認める。

HH 2D: 照射野に軽度の含気量の減少を認める。

#### (g) 照射後12週

HH 2A: 右上中下葉の照射部に一致した境界明瞭な充血性の硬結性病巣が散在性に認められる。しかし比較的やわらかい。

HH 2B: 右上中葉の照射部に一致して含気量の減

少を認める。

(3) 常温 4000r 照射群

(a) 照射後 3 日

NN 4 J: 限局性病巣を認めない。

NN 4 K: 限局性病巣を認めない。

(b) 照射後 1 週

NN 4 I: 限局性病巣を認めない。

NN 4 H: 限局性病巣を認めない。

(c) 照射後 2 週

NN 4 G: 限局性病巣を認めない。

NN 4 F: 右上中葉の照射部に一致して含気量に乏しい退縮像を認める。

(d) 照射後 3 週

NN 4 F: 限局性病巣を認めない。

NN 4 E: 右上中葉の照射部に一致して含気量に乏しい退縮像を認める。

(e) 照射後 4 週

NN 4 E: 但し 6 週後屠殺。右上中下葉の各所に小硬結性病巣が散在している。暗赤色一部黄白色を呈した肺炎像を認める。

NN 4 c: 右上中葉の照射部に一致して含気量乏しい。充実性硬結巣を認める。

(f) 照射後 8 週

NN 4 C: 右上中下葉の照射野に一致して、チリメン状の胸膜を有し、含気量に乏しい部がある。右中葉の一部には暗赤色充実性病巣がある。

NN 4 D: 右上中葉の照射野に一致して含気量に乏しい退縮像がある。

(g) 照射後 12 週

NN 4 A: 右上中下葉に照射野に一致して暗赤色充実性病巣があり、胸腔内に多量の滲出液を容れる。心嚢内にも暗赤色血性の滲出液 50cc を容れる。腹水の潑溜も著明で肝も強く腫大する。胸膜の癒着はないが肥厚が著しい。

NN 4 B: 右上中下葉に照射野に一致して暗赤色充実性病巣がある。胸腔内には約 3ℓ の黄色やや混濁せる液体の潑溜あり、胸膜の癒着は認められない。

(4) 低体温 4000r 照射群

(a) 照射後 3 日

HH 4 N: 限局性病巣を認めない。

HH 4 N': 限局性病巣を認めない。

(b) 照射後 1 週

HH 4 K: 限局性病巣を認めない。

(c) 照射後 2 週

HH 4 I: 限局性病巣を認めない。

HH 4 J: 右上中葉の照射部に一致して若干の含気

量の減少を示す所がある。

(d) 照射後 3 週

HH 4 G: 限局性病巣を認めない。

HH 4 H: 限局性病巣を認めない。

(e) 照射後 4 週

HH 4 E: 右上下葉の一部に出血性変化を思わせる病巣を認める。

HH 4 F: 限局性病巣を認めない。

(f) 照射後 8 週

HH 4 C: 右上中下葉に散在性に小硬結巣を認める。

HH 4 D: 限局性病巣を認めない。

(g) 照射後 12 週

HH 4 A: ジステンパーにより死亡。右上中葉及び左側全葉に暗赤色、一部黄白色肺炎様の硬い充実性病巣があるが、右下葉のみわずかに正常像を残す。

HH 4 B: 右上中葉の各所に硬い硬結性病巣があり、下葉及び左上葉の下部に出血斑を認める。

小 括

低体温群、常温群ともに 3 週までの時期には肉眼的変化に乏しく、無気肺、大小出血巣、時に充実病巣が見られるにすぎない。低体温 2000 r 照射群では 3 日後の 1 例に小出血巣を、2 週後の 1 例に軽度の無気肺の像を見るにすぎない。常温 2000 r 照射群では 2 週後の 1 例に充実性病巣を、3 日、1 週及び 3 週後の各 1 例づつに出血巣を見ている。低体温 4000 r 群にあつては 2 週後の 1 例に軽度の無気肺の像を認めたのみで、他は所見を認めなかつた。常温 4000 r 群では 2 週及び 3 週後の各 1 例づつに無気肺の像が認められている。4 週を越えると各群とも充実病巣の出現を認める例が多い。この場合常温群に比し低体温群にあつては、変化は軽度か、或いは認められない例があるに対し、常温群では、ほとんど必発するようである。常温 4000 r 群の 12 週後の例では 2 例とも多量の胸水の合併を認めている。

第 2 項 病理組織学的所見

(1) 常温 2000r 照射群

(a) 照射後 3 日

気管支上皮は比較的規則正しく保たれているが、部分的に粘液の分泌亢進、上皮剝離及び軽度の増殖を認める(図 22, 23)。全般に上皮の細胞核が著明に濃縮している。小気管支上皮には増殖および剝離を認める。血管壁に変化はないが、血管内には諸所に新鮮な血栓が形成せられている。毛細血管には充血がみられ、照射部位に一致して著明な出血がある(図 24)。肺胞内の浮腫は軽度である。肺胞中隔は浮腫性に肥厚し、結合組織細胞は増殖し、好中球も浸潤して胞隔炎の

像を呈する(図25)ところもある。

(b) 照射後1週

気管支上皮細胞の粘液分泌は亢進し、軽度の細胞剝離が認められ、上皮細胞の増殖や変形をきたし、細胞核は濃縮し一部には原形質に空胞を形成している(図26)。気管支周囲には炎性細胞浸潤があり、軽度の胞内炎の像を呈する部もある。比較的太い肺動脈の内膜

に浮腫性に膨化肥厚した部があり、血栓形成も見られる。肺胞内には肺胞上皮脱落細胞が散在する。その他出血巣が広範囲に見られる。肺胞中隔は浮腫性に肥厚し、好中球が浸潤し、結合繊細胞も増殖する。

(c) 照射後2週

大部分の気管支上皮は粘液分泌が著しく亢進し、気管支内腔にも多量の粘液潑溜をみる。そのほか上皮細

表 7 常温 2000 r 照射群病理組織所見

所 見		3 日		1 週		2 週		3 週		4 週		8 週		12週	
		N	N'	M	J	K	I	G	H	E	F	D	C	c	
A 気 管	上 皮 剝 離	-	-	-	+	-	-	±	-	-	-	-		+	-
	粘 膜 下 細 胞 浸 潤	-	-	+	±	±	+	±	+	±	±	+		-	-
B 気 管 支	粘 液 分 泌 増 加	+	+	+	±	+	+	±	+	+	+	+		+	+
	上 皮 剝 離, 脱 落	+	+	±	±	+	+	±	+	+	±	±		+	+
	上 皮 変 形	±	-	+	±	+	+	±	+	+	±	+		+	+
	上 皮 増 殖	+	-	+	+	+	+	±	+	+	+	+		+	+
	軟 骨 細 胞 変 性	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
C 小 気 管 支	細 胞 浸 潤	+	±	+	-	+	+	+	+	+	+	+		+	+
	上 皮 増 殖	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+		+	+
D 血 管	上 皮 剝 離	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
	線 維 化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±		+	+
	内 膜 肥 厚	-	-	-	±	-	-	-	-	-	+	-		-	-
E 肺 胞 上 皮	中 膜 肥 厚	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		-	-
	細 胞 浸 潤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	+		+	+
	血 栓 形 成	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	±		-	+
	線 維 化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±		+	+
F 肺 胞	増 殖 並 に 腫 大	-	-	-	-	±	-	±	-	-	-	-		-	+
	剝 離 様 化	-	-	±	-	+	+	+	+	+	+	+		+	+
G 肺 胞 中 隔	血 重	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-		±	+
	子 様 膜	-	-	+	+	+	±	+	+	-	-	±		±	-
	硝 子 様 析 出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
	線 維 素 浸 潤	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-		+	-
	細 胞 浸 潤	-	-	+	±	+	+	+	-	+	+	±		+	+
H 胸 膜	無 氣 腫 肺	-	-	-	-	-	±	±	-	±	-	-		+	+
	肥 厚	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	±		+	+
	浮 腫	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	±		+	+
	充 血	+	+	+	+	+	-	±	+	-	+	+		+	-
	結 合 繊 細 胞 増 殖	+	+	±	+	+	±	±	+	-	±	-		+	+
I 胸 膜	細 胞 浸 潤	+	+	+	±	+	+	±	+	±	+	+		+	+
	線 維 化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	±

胞の増殖及び剝離脱落が混在している。気管支周囲には好中球, リンパ球細胞の浸潤がある。このような変化は小気管支にも著明で、一部では更に気管支炎, 小気管支炎, 胞内炎がみられる部もある(図27)。血管壁には炎症細胞浸潤もなく、且、血栓形成も認められない。肺胞内には浮腫液と肺胞上皮脱落細胞で満たされ、特に肺胞上皮脱落細胞の出現は各所で著明にみら

れる。肺胞中隔は浮腫性に肥厚し、好中球, リンパ球を主とする細胞浸潤が顕著である。毛細血管は中等度に拡張している。散在性に無気肺の部も認められる。

(d) 照射後3週

気管支上皮には細胞の剝離, 増殖, 粘液分泌の亢進像などが混在している。ところによつては上皮細胞がほとんど剝離している部もある。気管支周囲には好中

表 8 低体温 2000r 照射群病理組織所見

所 見		3 日		1 週		2 週		3 週		4 週		8 週		12週	
		N'	N	K	L	I	J	G	H	F	E	C	D	A	B
A 気管	上皮剝離	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	粘膜下細胞浸潤	-	-	-	-	-	-	+	±	±	±	+	-	±	-
B 気管支	粘液分泌増加	+	+	±	+	-	+	±	±	+	±	+	±	+	+
	上皮剝離脱落	-	+	±	+	-	±	-	+	-	-	±	-	-	-
	上皮変形	-	±	-	±	-	±	±	±	-	-	-	-	-	-
	上皮増殖	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	±	+
	軟骨細胞変性	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
細胞浸潤	-	-	+	+	±	-	±	+	±	-	±	±	-	-	
C 小気管支	上皮増殖	+	+	+	±	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-
	上皮剝離	±	±	+	±	-	-	±	+	±	±	±	+	+	-
	線維化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
D 血管	内膜肥厚	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中膜肥厚	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	細胞浸潤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	±	-	-
	血栓形成	+	±	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	線維化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
E 肺胞上皮	増殖並に腫大	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
	剝離	-	-	-	-	±	±	-	±	±	+	+	-	±	±
	腺様化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±
F 肺胞	出血	-	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	浮腫	-	-	-	±	-	+	-	+	±	+	+	±	+	+
	硝子様膜	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	線維素析出	-	-	-	±	-	-	-	-	-	+	-	-	±	-
	細胞浸潤	-	-	+	±	-	-	-	±	-	+	+	±	-	-
G 肺胞中隔	無気腫肺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	肥厚	+	+	±	±	-	±	±	±	-	+	+	±	±	±
	浮腫	-	+	+	±	-	+	±	+	-	-	+	±	+	±
	充血	+	±	+	±	-	+	±	-	-	-	-	+	+	±
	結合細胞増殖	-	-	±	±	-	+	-	-	-	+	+	±	+	±
H 胸膜	細胞浸潤	+	-	±	-	-	-	-	±	-	-	±	±	-	-
	線維化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	肥厚	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+

球及び円形細胞の浸潤があり、気管支炎、小気管支炎から更に胞内炎へと移行している部分も認められる。小気管支上皮は著明に増殖し、重層化しており一部にはその剝離像も認める。血管壁には変化はないが、一部には血栓の形成がみられる。毛細血管は拡張している。一部の肺胞は浮腫液で満たされ、肺胞上皮脱落細胞の出現もみられる。肺胞中隔は浮腫性に肥厚し細

胞浸潤も認められる。肺胞上皮はやや増殖し、一部は脱落し、2, 3個づつ内腔に遊離している。局所的には無気肺も認められる。変化のある気管支周辺の肺胞は浮腫性で、毛細血管は充血性であり、肺胞内にフィブリン析出を認める部もある。

(e) 照射後4週

気管支上皮の変化は照射後3週群より更に著明にな

表 9 常温 4000 r 照射群病理組織所見

所 見		3日		1週		2週		3週		4週		8週		12週	
		J	K	I	H	G	F'	F	E'	E	C'	C	D	B	A
A 気管	上皮剝離	-	-	+	-	±	-	-	-	/	/	-	+	-	-
	粘膜下細胞浸潤	-	±	+	+	+	-	-	-			-	-	-	-
B 気管支	粘液分泌増加	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	上皮剝離脱落	-	+	+	±	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	上皮変形	-	+	+	+	±	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	上皮増殖	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	軟骨細胞変性	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
C 小気管支	細胞浸潤	+	+	+	+	±	+	+	±	+	+	+	+	+	+
	上皮増殖	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	±	+	+
D 血管	上皮剝離	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	線維化	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	±	+
	内膜肥厚	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+
	中膜肥厚	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E 肺胞上皮	細胞浸潤	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	線維化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	±	±	±
F 肺胞	増殖並に腫大	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	±	±	-
	剝離	-	-	±	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
	腺様化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	±	±	±
	出血	+	-	-	-	+	-	+	-	±	-	-	+	-	+
	腫脹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 肺胞中隔	硝子様膜析出	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	線維素析出	-	-	-	-	-	-	±	-	-	-	-	-	+	+
	細胞浸潤	+	-	+	±~+	±	-	±	+	+	+	+	+	+	+
	肺気腫	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	-	±	±
	無気肺	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
H 胸膜	肥厚	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	浮腫	+	-	+	+	+	-	+	+	+	±	+	+	+	-
	充血	+	±	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
	結合細胞増殖	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
	細胞浸潤	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
H 胸膜	線維化	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
	線維化	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	±	+	+	+

り細胞の増殖，剝離，脱落が著しく，気管支内腔も粘液，脱落上皮細胞，好中球或いは円形細胞で満たされている。気管支及び小気管支周囲の好中球及び円形細胞を主とする細胞浸潤が著明である。気管支炎，胞内炎，気管支肺炎像が各所でみられる。血管内膜は肥厚し，中膜も全体にやや肥厚性で，血管周囲に軽度のリンパ球浸潤も認められ，更に一部ではあるが血栓形成

のみられる血管もある。毛細血管は拡張性である。肺胞内には肺胞上皮脱落細胞の出現と好中球の浸潤とが混在している。肺胞中隔は部分的に浮腫性に肥厚し，結合織細胞も多少増殖し好中球，円形細胞を主とする細胞浸潤もみられる。局部的無気肺の像も認められる。

(f) 照射後8週

表 10 低体温 4000r 照射群病理組織所見

所 見		3 日		1 週		2 週		3 週		4 週		8 週		12週	
		N	N'	K		I	J	G	H	E	F	C	D	B	A
A 気 管	上 皮 剝 離	-	-	-		+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
	粘 膜 下 細 胞 浸 潤	-	-	-		+	-	+	-	+	±	-	-	-	-
B 気 管 支	粘 液 分 泌 増 加	+	+	+		+	±	+	+	±	±	+	+	±	///
	上 皮 剝 離 脱 落	-	±	-		+	±	±	±	±	±	-	±	±	///
	上 皮 変 形	-	-	-		+	-	±	-	±	±	±	-	±	///
	上 皮 増 殖	±	-	-		+	-	-	+	+	+	+	-	±	///
	軟 骨 細 胞 変 性	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	///
	細 胞 浸 潤	-	-	-		+	±	±	-	+	+	+	+	+	///
C 小気管支	上 皮 増 殖	±	±	+		+	±	-	+	+	+	+	+	+	///
	上 皮 剝 離	-	-	±		+	-	-	±	+	+	+	±	±	///
	線 維 化	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	±	-	±
D 血 管	内 膜 肥 厚	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中 膜 肥 厚	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	細 胞 浸 潤	-	-	±		-	-	-	-	+	±	-	+	-	-
	血 栓 形 成	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	線 析 出	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	±	-	±
E 肺胞上皮	細 胞 並 に 腫 大	-	-	-		+	-	-	-	-	+	-	+	-	-
	剝 離 様 化	-	-	-		±	±	-	±	-	+	±	+	-	///
	腺 性	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F 肺 胞	出 血	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	±	-
	浮 腫	-	-	-		+	+	+	-	±	+	+	-	-	-
	硝 子 様 膜	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	線 維 素 析 出	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	細 胞 浸 潤	-	-	-		+	-	-	-	+	-	-	±	+	///
G 肺胞中隔	肺 氣 腫	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	///
	無 氣 腫	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	///
	肥 厚	+	+	±		+	±	+	±	±	±	±	±	±	-
	浮 腫	+	±	±		+	±	+	±	±	+	±	±	±	-
	充 血	+	+	+		+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
H 胸 膜	結 合 織 細 胞 増 殖	±	-	±		+	±	-	-	±	±	±	+	±	-
	細 胞 浸 潤	±	-	±		+	±	±	±	±	-	-	-	-	-
	線 維 化	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H 胸 膜	肥 厚	-	-	-		-	-	-	-	-	-	±	-	-	+
	腺 維 化	-	-	-		-	-	-	-	-	±	±	-	-	+

気管支上皮は剝離脱落の著しい部も認められ、そのほとんどの上皮が剝離脱落している部もある。気管支周囲の筋層には一部平滑筋細胞が泡沫状となり、空胞変性のみられる部もある。また一部には軽度の円形細胞浸潤がみられ、血管の内、中膜には変化が認められず、その周囲にリンパ球の浸潤巣が認められる部がある。血栓形成のある血管もみられる。肺胞内には若干の浮腫液と肺胞上皮脱落細胞の散在する部もある。肺胞中隔の毛細血管は充血性で浮腫性に肥厚している。

胸膜もやや肥厚性で、その被覆細胞の増殖と細胞浸潤とが認められる。肺胞中隔の線維化は認められないが、血管周囲及び気管支周囲の結合織は増加している。

#### (g) 照射後12週

気管支上皮の細胞核は濃縮し、空胞変性や上皮の著明な剝離脱落を認め、内腔は粘液と脱落上皮で満され閉塞状のところもある。小気管支上皮の増殖は比較的軽度で、むしろ剝離脱落が著しい(図28)。気管支周囲には円形細胞浸潤がある。気管支壁の平滑筋細胞核は膨化している部もある。

血管の内、中膜には著変を認めないが、一部には血栓の形成がみられる。小血管周囲の細胞浸潤はリンパ球細胞を主としている。肺胞中隔の毛細血管は著しく拡張性である。肺胞内には浮腫液に混じり肺胞上皮脱落細胞が認められ、肺胞上皮の増殖がみられる部もある。出血及び無気肺巣も各所に見られる(図29, 30)。肺胞中隔は浮腫性に肥厚し、結合織細胞も増殖している。肺胞中隔には細胞浸潤が著明である。胸膜は著明に線維性に肥厚している。肺胞中隔には軽度の線維化があり、血管及び気管支周囲の結合織は増加している。即ち中等度の肺線維症がみられる(図31)。更にまた胞内炎の像も広範にみられる。即ち肺胞中隔は充血及び好中球浸潤あり、中隔は肥厚し、せまくなった肺胞内にも好中球が浸潤する。

### (2) 低体温 2000r 照射群

#### (a) 照射後3日

気管支上皮の脱落、軽度の増殖、粘液分泌亢進などがみられる。小気管支周囲の結合織には軽度の好中球浸潤と浮腫、或いはフィブリン析出などを伴っている。一般に血管壁には著変はみられないが、小血管の一部に血栓形成をみとめたものもある。毛細血管は拡張し充血像が著しい。肺胞中隔の肥厚は著明ではないが、部位によつては軽度の肥厚と、好中球を主とする細胞浸潤をみとめたところもある(図32)。

#### (b) 照射後1週

気管支上皮細胞には粘液分泌が亢進しているほかに

は著変はなく、また上皮細胞の一部は脱落しているが、繊毛は保持されている。気管支周囲には軽度の細胞浸潤をみとめる。小気管支上皮にも著変はみられないが、一部のものには配列不整、増殖、重層化あるいは内腔への脱落などがみられる。血管壁には概ね変化はみられないが、血栓形成が認められたものもある。毛細血管はやや拡張し充血性である。肺胞内には著変なく、肺胞中隔に軽度の浮腫性肥厚を認めるが、結合織細胞の増殖或いは炎症細胞浸潤は認められない。

#### (c) 照射後2週

気管支の上皮細胞には粘液分泌の亢進が認められるが、気管支周囲の結合織には細胞浸潤もない。血管壁の変化はなく、血栓形成もみられない。毛細血管は拡張している。肺胞内の一部に肺胞上皮脱落細胞の少数散在するのを認める。肺胞中隔には浮腫も、炎症細胞浸潤もない。

#### (d) 照射後3週

気管支上皮においては上皮細胞の増殖、脱落、核濃縮などの変化を軽度に認め、気管支周囲には炎症細胞浸潤も軽度に認める。そのほか気管支炎や軽度の胞内炎を合併した例もある。血管壁の変化はない。肺胞内に肺胞上皮脱落細胞はみられないが、若干の浮腫液を容れているところもある。肺胞中隔の肥厚はなく、炎症細胞浸潤もほとんどない。毛細血管は拡張し充血がみられる。

#### (e) 照射後4週

気管支上皮の変化はほとんどなく血管壁にも変化なく、血栓形成もみられなかつた。

1例(症例E)に概ね主気管支、肺胞ともに全く異常所見を欠くが、一部胸膜直下に充実性の病巣あり、この部全体に含氧量は乏しい。肺胞内にはエオジンに好染せる浮腫液を容れ、肺胞上皮細胞及び小気管支上皮細胞は増殖し、細胞及び核は腫大し大小も不揃いとなり、一部肺胞内へ脱落する。この部の肺胞上皮細胞は腫大が強度で原形質は合胞性となり、3~4核の巨細胞を形成したものがある。肺胞中隔には好中球リンパ球の軽度の浸潤がある。このような部位の小気管支における上皮細胞は大小不同となり、エオジンに好染し変形が著明である。肺胞中隔はやや肥厚している(図33)。

他例(症例F)では肺胞内に少数の肺胞上皮脱落細胞が散在するほかほとんど変化なく、肺胞中隔の肥厚、細胞浸潤なども認められない(図34)。

#### (f) 照射後8週

気管支上皮細胞の大きさや配列に異状はない(図35)。毛細血管はやや拡張している。血管壁には変化



はないが、一部の血管周囲に細胞浸潤がみられるところもある。肺胞中隔は浮腫性で軽度に肥厚している。ところによつては気管支周囲炎、小気管支炎及び軽度の胞内炎をみる(図36)。この胞内炎も肺胞上皮の腫大、増殖を伴う(図37)。この病巣における肺胞中隔には線維化が軽度にとめられる。他の部では胸膜は軽度に線維性に肥厚しているが、気管支周囲及び血管周囲の線維化は起つていない。

(g) 照射後12週

気管支上皮はほとんど正常に保たれているが(図38)、ところによつては軽度の上皮増殖や剝離脱落が見られる。気管支周囲の細胞浸潤は認められない。毛細血管は充血性であるが、血管壁の変化や血栓の形成もない。肺胞内には一部ではあるが、肺胞上皮脱落細胞が少数散在したり、浮腫液を容れている部もみられる。

肺胞中隔の肥厚は軽度で、ところにより浮腫性に肥厚したり、結合繊細胞の多少の増殖を示す部もみられる。肺胞中隔や血管或いは気管支周囲の線維化はほとんど起つていない。胸膜は著明に肥厚している(図39)。

小 括 (2000 r照射群)

気管支上皮の剝離所見は低体温群では14例中3例(21%)が(+)~(++)の強い変化を示したのみであるのに対して、常温群では13例中8例に強い変化がみられる。肺胞上皮剝離脱落についても低体温群では14例中2例(14%)に強い変化を来したのみであるのに比較して、常温群では同程度の変化を示したものは13例中9例(69%)に達している。同様に肺胞中隔の肥厚は低体温群では14例中28%、常温群では13例中92%に強い肥厚を認めている。線維化は低体温群、常温群とも各々1例づつみられたのみであり、この線量では起りがたいようである。胞内炎(レントゲン肺炎様変化)については低体温群では14例中21%に、常温群では13例中に62%に著明な変化をみている。

更に(++)~(+++)の強い変化を示す例が常温群では出現するのに比し、低体温群では(++)~(+++)の強い変化をきたす例は全くみられない。以上の各変化を総括すると低体温群では14例にみられる所見70件中57件(81%)が全く変化ないか、または(-)~(±)の如き軽度の変化を示しているにすぎず、これに対して常温群では13例65件中36件(55%)が強度の変化を示している(表11参照)。

低体温群のみの特有な変化はなく、常温群の示す各変化が極く軽度に出現し、この変化の発現も常温群に比し1~2週間遅延する。低体温群では血管壁、肺胞中隔などの変化も軽度で気管支上皮の反応も軽く温存されている。

(3) 常温 4000 r照射群

(a) 照射後3日

気管支上皮は粘液分泌の亢進、上皮細胞の増殖が著明で、その配列はやや不整である。粘膜下組織の結合繊は浮腫性に肥厚し、円形細胞の浸潤が気管支周囲にも軽度に認められる。小気管支の上皮はやや増殖の傾向があり、ところにより剝離脱落と核の濃縮化を認める。血管の変化は全くない。肺胞内には浮腫液の潴溜する部も認められ、肺胞中隔は浮腫性に肥厚し好中球の浸潤や結合繊細胞も増殖を伴う胞隔炎の像を呈する部分もある(図40)。

(b) 照射後1週

気管支上皮は配列不整となり、上皮細胞の増殖、剝離脱落が著明であり、内腔には脱落上皮細胞と粘液で満たされている部がある。粘膜固有層、粘膜下層及び気管支周囲に好中球、リンパ球などの浸潤が認められ気管支炎の像を呈している。また一部では胞内炎の像をとつている部や、小膿瘍を形成している部もある。血管内、中膜には変化ないが、一部に小血管周囲にリンパ球の浸潤を認めるものもある。血栓形成は見られない。肺胞中隔は浮腫性に肥厚し、結合繊細胞の著明な増殖と好中球を含む細胞浸潤とを認める部が散見される。肺胞中隔の毛細血管は充血性で、全体に浮腫と充血がやや著明であり、このため含氧量は著しく減少している。

著明な増殖と好中球を含む細胞浸潤とを認める部が散見される。肺胞中隔の毛細血管は充血性で、全体に浮腫と充血がやや著明であり、このため含氧量は著しく減少している。

(c) 照射後2週

気管支上皮の細胞核は濃縮性で、一部では剝離脱落が認められる。気管支周囲には軽度の細胞浸潤も見られ、毛細血管は中等度の充血を認める部もある。血管内、中膜には変化は認められないが、血栓が形成されている部もある。

表 11 低体温及び常温2000 r照射群の比較

所 見	(-)		(±)		(+)		(++)(+++)		計	
	低	常	低	常	低	常	低	常	低	常
気管支上皮剝離	8	0	3	5	3	6	0	2	14	13
肺胞上皮剝離	6	3	6	1	2	5	0	4	14	13
肺胞中隔肥厚	2	0	8	2	4	11	0	0	14	13
線 維 化	13	12	0	1	1	0	0	0	14	13
胞 内 炎	8	3	3	2	3	5	0	3	14	13
計	37	18	20	11	13	27	0	9	70	65

低: 低体温群 常: 常温群

る。肺胞内には浮腫液と肺胞上皮脱落細胞を軽度に認める。肺胞中隔は浮腫性に肥厚し好中球を主とする細胞浸潤が軽度ではあるが認められる。小気管支上皮は膨化し、上皮は増殖性でその一部は内腔へ脱落している。

#### (d) 照射後3週

気管支上皮は萎縮性で、細胞核は濃縮しやや変形している。上皮の増殖は軽度が殆どなく、上皮の剝離、脱落が著明で殆どすべてが脱落しているような部もある(図41)。気管支軟骨の細胞核も多少変形萎縮している。気管支周囲には細胞浸潤が認められる。小気管支の変化も著しく、上皮細胞の増殖と著明な剝離消失とがみられる。血管壁には著変がないが、血栓形成が一部にみられる。肺胞中隔の毛細血管は充血性で一部には出血像も認められる。肺胞内には一部では滲出液を、また他の部では脱落細胞を入れている部もあり、肺胞中隔は浮腫性に肥厚し、細胞浸潤や結合織細胞の増殖を伴う胞隔炎の像を示している。肺胞中隔の線維化は全くみられないが、一部に軽度の無気肺が認められる。

#### (e) 照射後4週

気管支上皮細胞の立方上皮化、或いは重層化、また一部上皮の剝離脱落の所見を示す。粘膜下に好中球を含む炎性細胞浸潤があり、ところによつては小膿瘍を形成している部もある。肺胞中隔は充血と浮腫を伴つて肥厚し、そこに結合織細胞の増殖と炎症性細胞の浸潤が認められる。含気量は減少している。

#### (f) 照射後6週

気管支上皮細胞は配列不整となり変形、上皮剝離脱落が各所にみられ、上皮の増殖も著明である。気管支周囲の炎性細胞浸潤も著明にみられる。血管内膜特に比較的太い肺動脈には、内膜の膨化と細胞浸潤或いは血栓形成も各所にみられ、動脈内膜炎の像を示すものもある。外膜周囲にもリンパ球を主とする細胞浸潤がみられる。肺胞内には肺胞上皮脱落細胞や滲出液を容れるものが多く、肺胞中隔は浮腫性に肥厚し、結合織細胞は増殖し、細胞浸潤も認められる。部分的な無気肺、肺胞中隔の線維性肥厚即ち線維化(図42)、肺胞上皮の増殖及び一部剝離を主病変とする肺炎乃至胞内炎を各所に見る。胸膜も線維性に肥厚し、被覆細胞も増殖し、胸膜下にも炎性細胞浸潤を認める。

#### (g) 照射後8週

気管支上皮には配列不整や、剝離脱落を認め、一部の上皮は立方状となる。内腔は脱落上皮細胞や好中球で満たされているものもある。小気管支上皮は増殖し、重層化し、剝離脱落も認められる。毛細血管は充

血性である。血管内膜の肥厚があり、比較的大きな動脈の内膜には細胞浸潤があり(図43)、また各所に血栓の形成が認められ、小血管周囲には一部炎性細胞も認められる。肺胞内には浮腫液とともに肺胞上皮脱落細胞も認められ、肺胞中隔は浮腫性に肥厚し、細胞浸潤もあり、結合織細胞の増殖を伴い、更に肺胞上皮は著しく増殖し、細胞及び核は腫大し原形質は合胞性となり、多核化したものもある。以上のような像を呈する放射性肺炎巣の形成が認められる。血管周囲、気管支周囲の結合織は増殖し、肺胞中隔には線維化を認める。胸膜は肥厚性で、この肥厚部にはリンパ球及び好中球の浸潤がみられる(図44)。

#### (h) 照射後12週

気管支上皮は剝離脱落が著明で、残存する上皮も変形が著明である(図45, 46)。小気管支の上皮もほとんど変形しているか脱落している。気管支及び血管周囲の炎性細胞浸潤が高度で、血管内腔には血栓形成を伴っている(図47, 48)。4週頃から出現した肺動脈内膜変化も著明となる(図49)。肺胞中隔も肥厚し細胞浸潤を伴う。また出血巣も各所でみられる。肺胞内には肺胞上皮脱落細胞が散在する(図50)。

線維化は肺胞中隔(図48)、血管周囲(図51)、気管支周囲に全般的にみられ、胸膜も肥厚性である。

### (5) 低体温 4000<sup>r</sup> 照射群

#### (a) 照射後3日

気管支上皮は細胞の増殖と粘液の分泌亢進がみられる。部位によつては脱落した上皮細胞と粘液によつて、内腔が充満されているところもある。気管支周囲の細胞浸潤はほとんどみられない。毛細血管は充血性である。肺胞内には著変がないが、著明な充血のために含気量はやや減少している。肺胞中隔は充血のため著しく肥厚し浮腫も認められる。結合織細胞は軽度に増殖している。症例によつては症例Nの如く、肺胞中隔は浮腫性に肥厚し、且つ軽度の細胞浸潤も伴つて胞隔炎像を呈しているところもある。

#### (b) 照射後1週

気管支上皮には粘液の分泌亢進のほかには著変は認められない。小気管支には上皮細胞の増殖と軽度の剝離がみられる。気管支周囲における炎性細胞浸潤はなく、血管壁にも変化はない。毛細血管には充血がみられる。肺胞中隔は軽度ながら浮腫性に肥厚しているところもある。

#### (c) 照射後2週

気管支上皮は規則正しく配列しているが、部分的には、増殖したり粘液分泌が亢進している(図52)。一部の気管支の粘膜下層には好中球浸潤が認められ、そ

の附近の肺胞内にも滲出性軽度の炎症が波及している部位もある(図53)。他の部分では肺胞中隔には比較的变化は少く、肺胞上皮脱落細胞が少数認められるのみである。血管壁には変化は認められない。

(d) 照射後3週

気管支上皮はほぼ正常であるが、一部に重層化した部分もある。気管支周囲細胞浸潤もほとんどなく、毛細血管は充血性であるが、血管壁にも変化はないし、また血栓形成も認められない。肺胞中隔はところにより浮腫性に肥厚し、結合織細胞も軽度の増殖を認める。好中球やリンパ球などの細胞浸潤も散在性にみられ、軽度の胞隔炎の像を呈している。肺胞内には浮腫液の見られるところもある。線維化や胸膜の肥厚もない。

(e) 照射後4週

気管支上皮の変化としては上皮細胞の増殖と軽度の脱落が認められたが、著しい変化がみられなかつた例(F)もある(図54)。

気管支周囲の細胞浸潤は軽度に認められ、血管は内及び中膜に変化なく、外膜に軽度のリンパ球浸潤がみられたものもある。血栓形成は認められない。肺胞上皮はやや増殖し肺胞内へ脱落しているものも軽度ではあるが散在性に多数見られ、肺胞内には若干の浮腫液を容れているところもある。肺胞中隔に浮腫性肥厚が認められ、細胞浸潤や軽度の胞内炎を形成するところも軽度ながら認められる(図55)。このような部位の肺胞は含気性に乏しい。肺胞中隔、気管支及び血管周囲の線維化はみられず、胸膜の肥厚も認められない。

(f) 照射後8週

気管支上皮は一般に粘液細胞の分泌亢進、軽度の上皮脱落、増殖がみられる(図56)。

気管支周囲に若干の細胞浸潤が認められる。血管壁には著変なく、一部の小血管周囲にはリンパ球浸潤が散見される。毛細血管は中等度に拡張している。肺胞上皮は増殖、腫大、多核化し合胞化する像も散見される。肺胞中隔は多くは正常で、部分的に浮腫性肥厚を示し、間質結合織細胞も中等度に増殖している。また部位によつては胞内炎を起しているところもある(図57)。肺胞中隔。血管及び気管支周囲の線維化は認められないが、胸膜は軽度に肥厚している。

(g) 照射後12週

気管支上皮細胞の多くは立方上皮化し、その配列も不整である(図58)。しかし上皮細胞の剝離や脱落は著明ではない(図59)ところもある。気管支

周囲の細胞浸潤は中等度に認められる。また小気管支の変化はやや強く、上皮細胞の増殖と剝離を認める。血管壁に変化は認められず血栓形成もない。肺胞中隔も全般的に肥厚は軽度でよく保たれているが、浮腫性に肥厚している部も認められる(図60)。毛細血管は充実性である。

然し1例(症例A)は照射前ジステンパーに罹患しており、照射後11週で死亡した例で、両側肺に著明な剝離性肺炎を主とし、肺胞上皮並びに気管支上皮はすべて剝離脱落している。しかし肺胞壁の肥厚は全くみられない。

なお低体温群、常温群の各症例を通じて、壁側胸膜は明瞭な変化は認められなかつた。

小 括 (4000r 照射群)

気管支上皮の剝離所見中高度な変化は、低体温群では13例中3例(23%)、常温群では14例中11例(79%)に発生しており、肺胞上皮脱落についても低体温群では13例中3例(23%)、常温群では14例中8例(57%)に著変が認められている。肺胞中隔は低体温群では13例中3例(23%)、常温群では14例中13例(92%)に著明な肥厚を示す。線維化は低体温群では全くみられないが、常温群の4例(28%)に、しかも8週以後のほとんど全例に認められている。高度の胞内炎も低体温群では13例中31%、常温群では14例中57%に認められる。

以上の変化を総括すると低体温群では13例にみられる所見65件中51件(78%)に全く変化ないか、または軽度の変化を示しているにすぎず、常温群では14例70件中43件(62%)。に著変がみられ、変化の軽度なものはずかに38%にすぎない(表12参照)。

4000 r 照射にても低体温群に特有な変化はなく、常温群の示す各変化が極く軽度に出現する。しかし4000 r 照射後12週のものでは、いくらか顕著な変化を示している。低体温群では血管壁は温存されており、各変化は軽度である。低体温群では各変化の出現が常温群

表 12 低体温及び常温4000 r 照射群の比較

所 見	(-)		(±)		(+)		(++)		計	
	低	常	低	常	低	常	低	常	低	常
気管支上皮剝離	3	2	7	1	1	8	2	3	13	14
肺胞上皮剝離	6	5	4	1	2	6	1	2	13	14
肺胞中隔肥厚	1	1	8	0	4	9	0	4	13	14
線 維 化	13	10	0	1	0	3	0	0	13	14
胞 内 炎	8	3	1	3	3	7	1	1	13	14
計	31	21	20	6	10	33	4	10	65	70

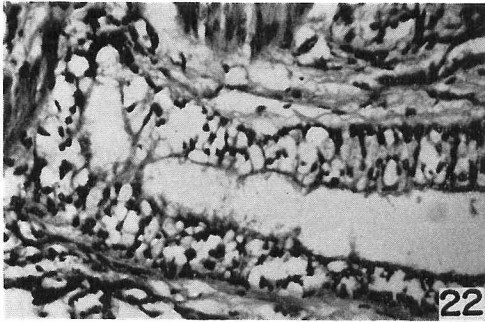


図22 常温2000 r, 3日後 ×200  
気管支上皮細胞の分泌亢進と核濃縮

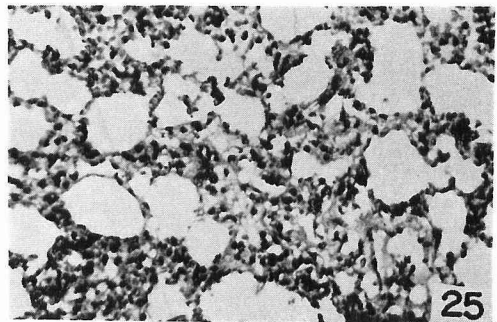


図25 常温2000 r, 3日後 ×100  
肺胞中隔の充血, 浮腫と細胞浸潤

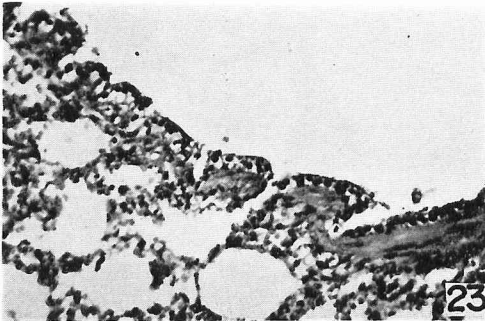


図23 常温2000 r, 3日後 ×100  
気管支上皮核濃縮と充血並びに軽度の胞隔炎



図26 常温2000 r, 1週後 ×100  
気管支周囲浮腫と軽度の細胞浸潤  
気管支上皮細胞の粘液分泌亢進と剝離

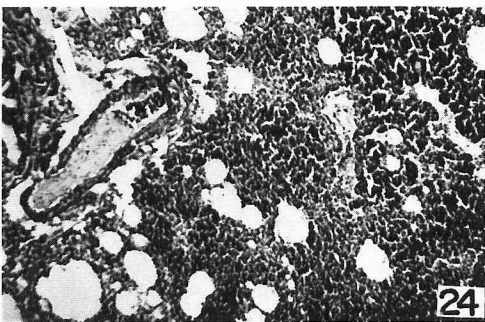


図24 常温2000 r, 3日後 ×40  
出血並びに血栓形成 (矢印)

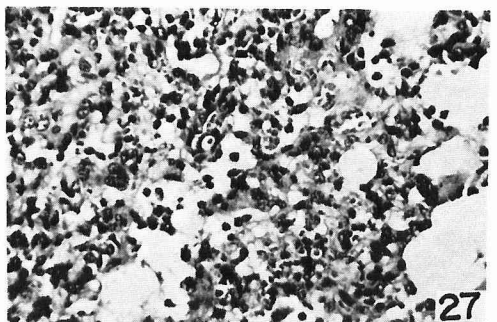


図27 常温2000 r, 2週後 ×100  
著明な胞内炎

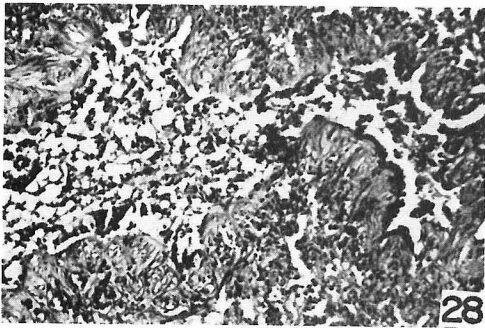


図28 常温2000 r, 12週後 ×100  
カタル性気管支炎  
ほとんどの気管支上皮は剥離 気管支周囲平滑筋の空胞変性

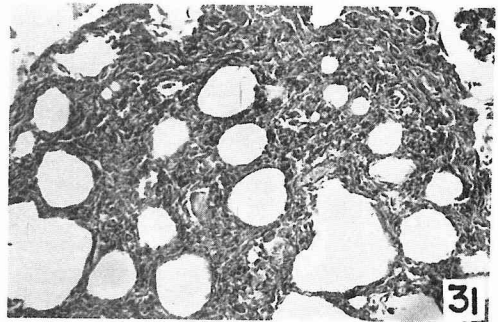


図31 常温2000 r, 12週後 ×100  
マロリー染色  
肺胞中隔の中等度な線維化

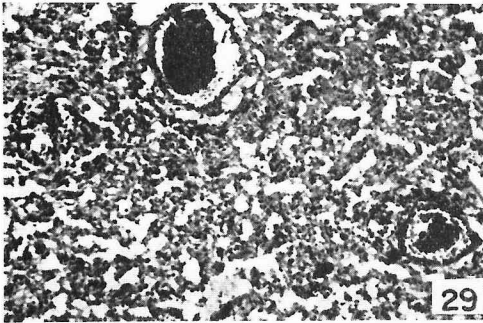


図29 常温2000 r, 12週後 ×100  
無気肺性変化

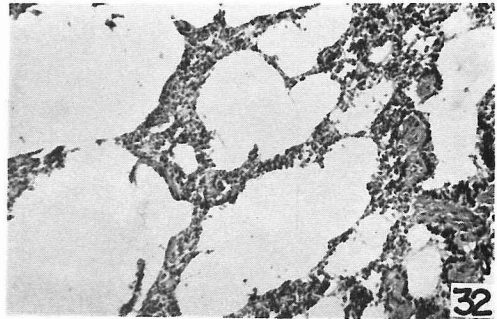


図32 低体温2000 r, 3日後, ×100  
肺胞中隔の充血と軽度の肥厚

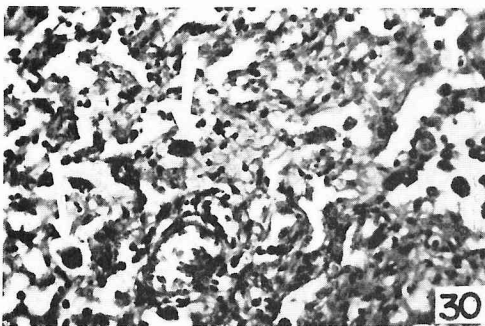


図30 常温2000 r, 12週後 ×200  
軽度の無気肺性変化と肺胞上皮剥離  
(矢印)

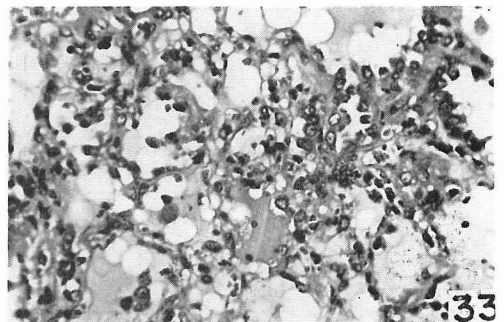


図33 低体温2000 r, 4週後 ×200  
肺胞上皮増殖と軽度の好中球, リンパ球  
浸潤, 肺胞内浮腫

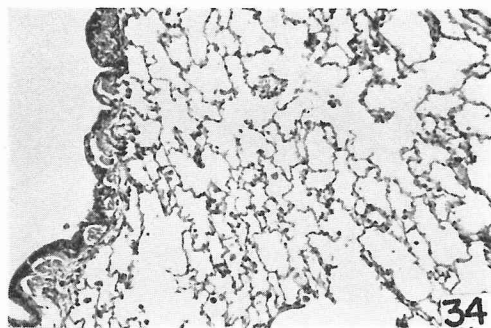


図34 低体温2000 r, 4 週後 ×100  
気管支上皮及び肺胞に変化なく、ただ一部の剝離した肺胞上皮細胞をみる

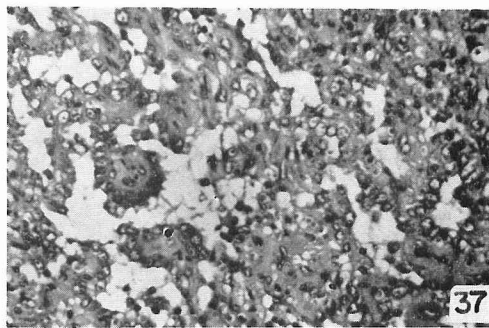


図37 低体温2000 r, 8 週後 ×200  
多形性を示す肺胞上皮細胞の増殖と肺胞中隔の肥厚

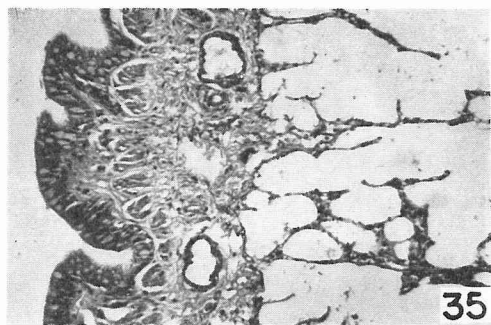


図35 低体温2000 r, 8 週後 ×200  
マロリー染色  
著しい変化を示さない気管支上皮及び肺胞中隔

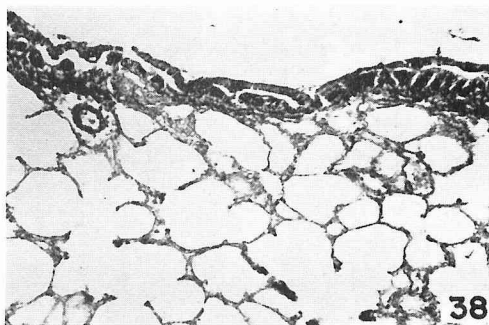


図38 低体温2000 r, 12週後 ×100  
著しい変化を示さない気管支上皮及び肺胞中隔

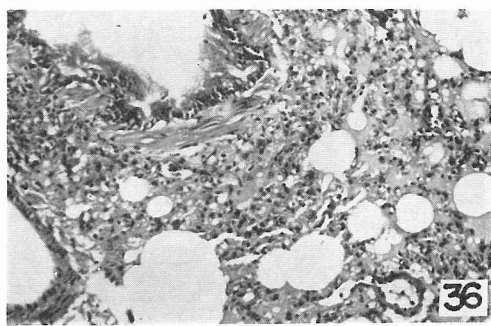


図36 低体温2000 r, 8 週後 ×100  
気管支炎, 気管支周囲炎と肺胞内浮腫,  
しかし変化は軽度

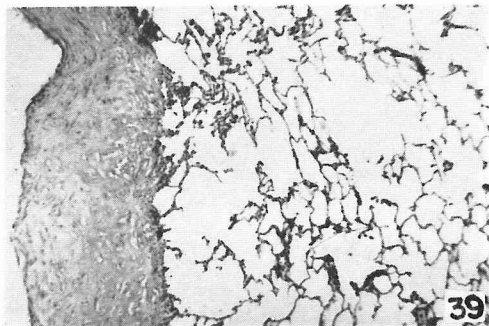


図39 低体温2000 r, 12週後 ×100  
著しい胸膜の線維性肥厚

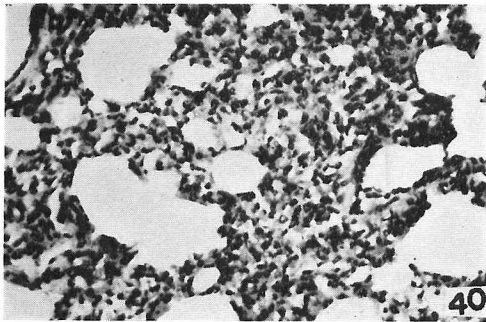


図40 常温4000 r, 3日後 ×200  
胞隔炎  
胞隔の肥厚と好中球浸潤

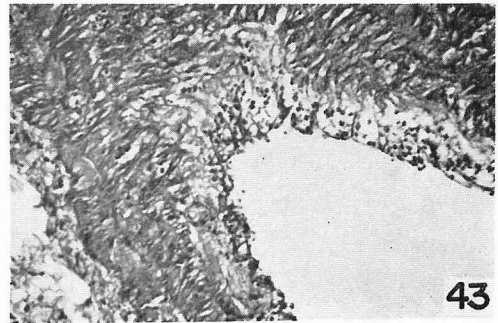


図43 常温4000 r, 8週後 ×200  
動脈内膜炎  
内膜への著明な細胞浸潤と中, 外膜の軽度の細胞浸潤

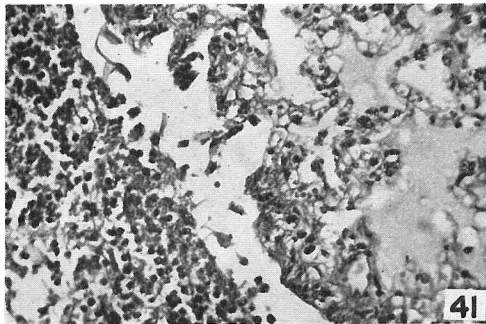


図41 常温4000 r, 3週後 ×200  
気管支上皮剥離と肺胞内浮腫

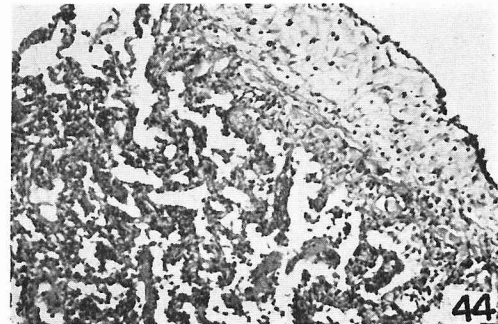


図44 常温4000 r, 8週後 ×100  
胸膜の細胞浸潤を伴った肥厚と無気肺性変化を伴った肺胞中隔の軽度の肥厚

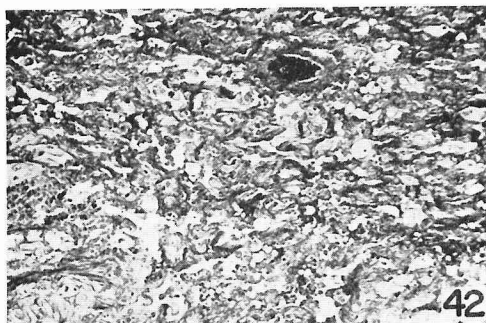


図42 常温4000 r, 6週後 ×200  
マロリー染色  
隔胞中隔の中等度の線維化

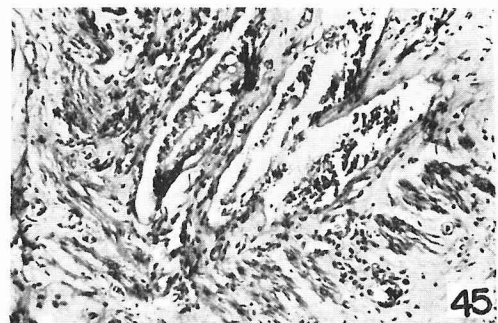


図45 常温4000 r, 12週後 ×100  
気管支上皮の剥離と軽度の細胞浸潤

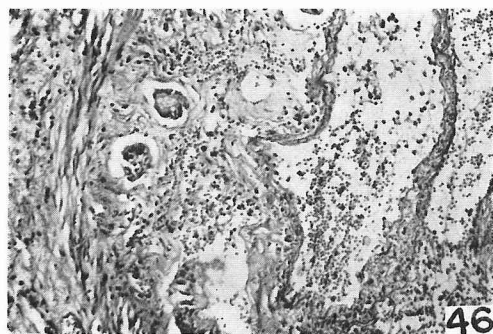


図46 常温4000 r, 12週後 ×100  
 気管支上皮の島状再生像と気管支周囲の  
 結合繊維増殖(気管支の荒廢)

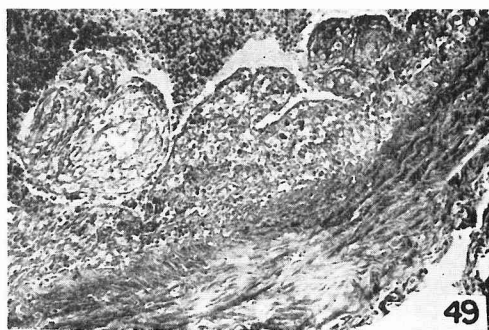


図46 常温4000 r, 10週後 ×200  
 マロリー染色  
 太い肺動脈にみられた血栓の器質化

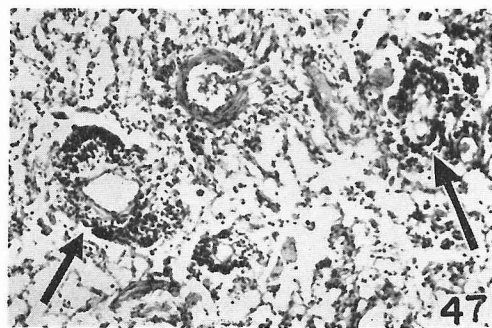


図47 常温4000 r, 12週後 ×100  
 血管周囲のリンパ球浸潤(矢印)

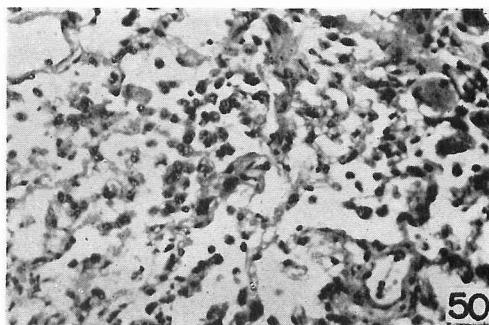


図50 常温4000 r, 12週後 ×200  
 肺胞上皮剥離と好中球浸潤

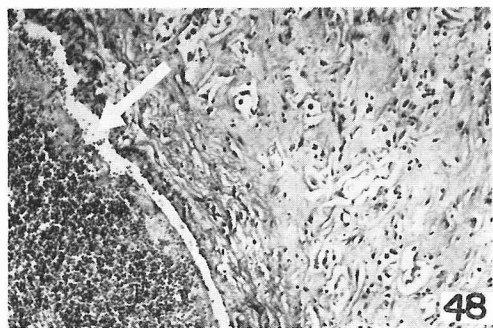


図48 常温4000 r, 12週後 ×100  
 血栓形成(矢印), 間質の高度の硝子様  
 線維化



図51 常温4000 r, 12週後 ×200  
 マロリー染色  
 血管周囲の線維化



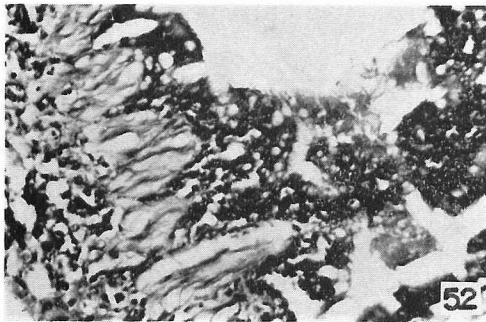


図52 低体温4000 r, 2週後 ×200  
気管支上皮細胞の粘液分泌亢進と増殖

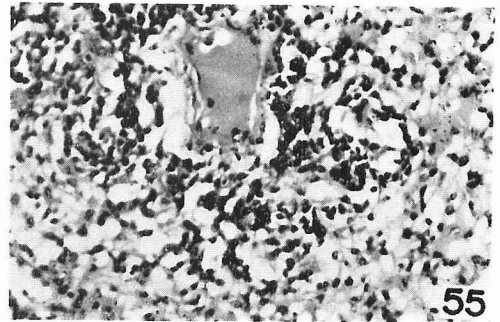


図55 低体温4000 r, 4週後 ×200  
間質のリンパ球浸潤

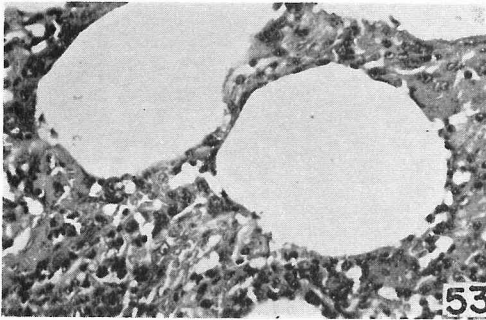


図53 低体温4000 r, 2週後 ×200  
胞隔炎

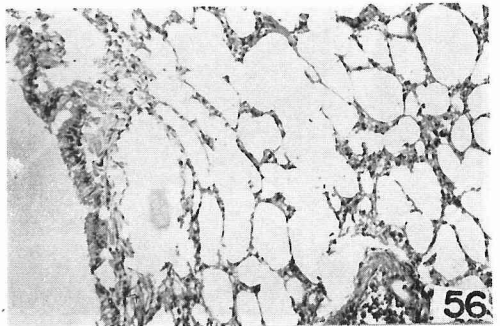


図56 低体温4000 r, 8週後 ×100  
ほとんど変化のない気管支上皮及び肺胞

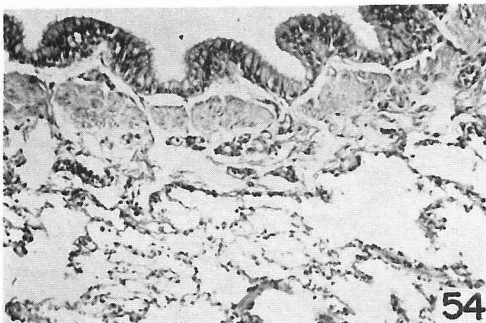


図54 低体温4000 r, 4週後 ×100  
気管支上皮及び肺胞に著変なし

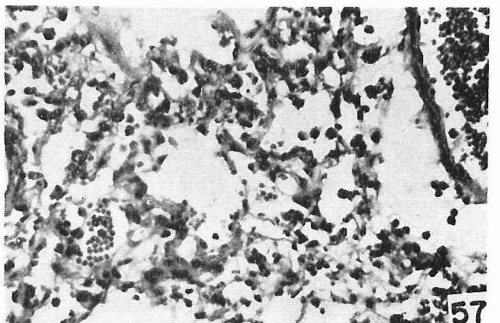


図57 低体温4000 r, 8週後 ×200  
胞内炎

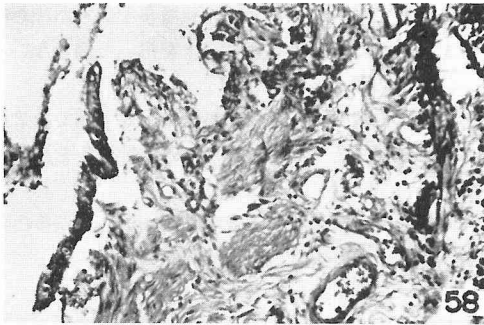


図58 低体温4000 r, 12週後 ×100  
 気管支上皮の剥離, 不規則な配列  
 周囲結合組織増殖と細胞浸潤

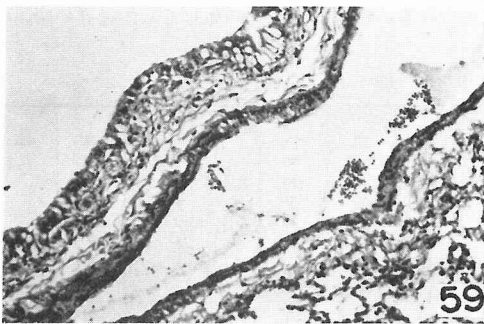


図59 低体温4000 r, 12週後 ×100  
 ほとんど変化のない気管支上皮, 肺胞及  
 び血管壁

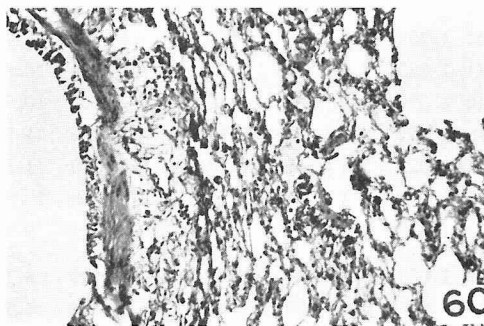


図60 低体温4000 r, 12週後 ×100  
 気管支周囲及び肺胞における軽度の細胞  
 浸潤

に比し1~2週間遅延する傾向のあるのは2000 r 照射群と同様である。

各傷害の程度は低体温2000 r 照射群が最も変化少く, 次いで低体温4000 r 照射群, 常温2000 r 照射群, 常温4000 r 照射群の順に強い変化を示している。

低体温4000 r 照射群にあつては, 比較的变化の強い(+)の変化を示すものがあるが, この比率も常温2000 r 照射群, 常温4000 r 照射群にみられる発現比率よりは少い。

第4節 種々の条件下に於けるレ線大量1回照射の血液成分ならびに肝機能に及ぼす影響

胸部レ線大量一回照射の血液及び全身に対する影響について, 照射後8週後までの赤血球数, 血色素量, 白血球数, 血液及び血漿比重, ヘマトクリット値, 血清蛋白量, A/G比, 肝機能検査としてアルカリフォスファターゼ値, コレステロール値, 更に体重変化についてそれぞれの変化を調べた。照射線量については第2章で述べた如く, 低体温下では2000 r, 3000 r, 4000 r, 常温下では2000 r, 3000 r, 4000 r を照射した(表13~17)。

第1項 血色素量

(a) 2000 r 照射群

常温群: 2週後減少し, その後回復するが, その回復速度は緩慢である。

低体温群: 2週, 3週及び4週と軽度ずつ減少するが, 減少の程度は弱く, 6週或いは8週にて早期に照射前値に回復する。

(b) 3000 r 照射群

常温群: 1週にて著明に減少, 回復は緩慢である。

低体温群: 1週, 2週にわたつて軽度ながら低下するが, その後の回復は速やかである。

(c) 4000 r 照射群

常温群: 1週にて著明に減少, 回復は緩慢である。

低体温群: 3週後やや著明に減少するが, その後の回復は速やかである。

小括

常温群では1週或いは2週後急速に減少し, しかもその程度も強く, 回復も緩慢で8週後でも照射前の値に達しない例もある。これに対し低体温群では変動は軽度であり, 2週, 3週にわたりゆっくり低下し, その回復は速やかである。

第2項 赤血球数

(a) 2000 r 照射群

常温群: 1週及び2週後著明に減少する例が多く, その後も各症例により変動も著明である。

低体温群：照射後極めて軽度の減少を見るのみで照射前値に復して行く。

(b) 3000 r 照射群

常温群：1週及び2週後減少し、その減少の程度、回復時の変動も大きい。

低体温群：1週及び2週後減少するが、その程度は小さい。

(c) 4000 r 照射群

常温群：2週或いは3週後に減少、変動は大きい。

低体温群：2週、3週及び4週にわたり減少するが、その程度は速かに照射前の値に復する。

小 括

常温群では照射後の赤血球数は症例により、その変動が大であり、且つ減少の度も大きい、これに比し低体温群では順次ゆつくり減少し、しかもその回復も早く且つ変動は軽度である。

第3項 白血球数

(a) 2000 r 照射群

常温群：3週或いは4週後白血球増多を認めた例が多い。

低体温群：1例に2週後白血球増多を認めたほかは変動少く、特に著明な白血球減少を招いた例もない。

(b) 3000 r 照射群

常温群：1例には著変を認めないが他2例では2週後の白血球減少あり、3週からの白血球増多を認めている。

低体温群：白血球減少は著明でないが、3週後白血球増多を認めている。

(c) 4000 r 照射群

常温群：3週或いは4週後に白血球減少を示す。白血球増多の認められた例は少ない。

低体温群：白血球減少を認めたのは1例のみで、白血球数は多いものが多い。

小 括

線量が増加すると常温群では白血球減少を示す例が散見される。常温群の変動に比して低体温群の変動は

表 13 常 温 2000 r 照 射 群

実験番号	動物番号	検査日時	血 色 (ザリー%) ( $\times 10^4$ )	赤 血 球 数 ( $\times 10^4$ )	白 血 球 数	全 血 比 (G.B)	血 漿 比 (G.P)	血 清 蛋 白 量 (g m/dl)	ヘマトリクトット (%)	A/G 比	アルファリタフォーゼ ( $\mu$ g/dl)	コレステロール (mg)	体 重 (kg)	
NP-2-3 ♀ 6.1 kg	21	照射前	75	450	8500	1.045	1.025	6.4	41	0.87	5.7	144	6.1	
		照射後 1 W	75	366	7900	1.048	1.023	5.4	39	0.70	3.9	113	6.3	
		2 W	50	387	3400	1.041	1.022	5.8	33	0.70	10.1	161	6.7	
		3 W	68	355	6100	1.043	1.020	4.8	30	0.41	34.8	153	6.4	
		4 W	66	424	18600	1.045	1.024	5.0	36	0.72	59.0	246	4.8	
		6 W												
		8 W												(死亡 - 肺炎)
NP-2-5 ♂ 11.7 kg	55	照射前	72	465	7100	1.047	1.024	4.4	37	1.23	1.7	82	11.7	
		照射後 1 W	55	359	7300	1.041	1.023	4.6	28	0.81	8.9	166	10.8	
		2 W	53	486	5200	1.040	1.027	4.2	29	0.87	1.6	107	10.7	
		3 W	62	456	7800	1.046	1.023	5.0	39	0.35	4.4	125	11.5	
		4 W	93	582	11300	1.044	1.022	5.4	40	0.96	4.7	140	11.5	
		6 W	79	569	4400	1.043	1.022	4.4	38	0.72	1.7	138	10.6	
		8 W	65	561	8400	1.044	1.022	5.0	41	0.82	3.6	114	9.9	
NP-2-6 ♂ 8.7 kg	56	照射前	63	455	6800	1.043	1.025	5.6	29	0.82	5.1	86	8.7	
		照射後 1 W	65	445	8800	1.041	1.023	5.6	30	0.60	2.6	93	8.2	
		2 W	64	385	8800	1.044	1.022	5.0	31	0.88	1.9	112	7.6	
		3 W	74	477	12700	1.039	1.022	5.2	33	0.63	5.3	133	6.9	
		4 W	60	408	6100	1.043	1.021	4.8	29	0.72	6.3	126	6.3	
		6 W	54	298	13500	1.034	1.021	4.6	21	0.02	4.4	67	7.1	
		8 W	45	345	6000	1.041	1.023	5.0	25	0.73	2.5	106	7.1	

軽度である。

第4項 ヘマトクリット値

常温群では1週及び2週にて減少する例が多く、全体に変動も著明である。これに反し低体温群では4週頃までゆつくり減少し、またゆつくりと照射前値に復し、この間の変動は軽度である。

第5項 全血比重及び血清比重

各線量とも2週後或いは3週後軽度に減少したのち回復する傾向を示すが、とくに低体温群、常温群の間には認むべき差異はない。

第6項 血清蛋白量

特に著明な変動はなく、且つ低体温群、常温群の間には認むべき差異は認められなかつた。

第7項 A/G比

(a) 2000 r 照射群

常温群：3週後最低値となり、その後回復して照射前値に復する。

低体温群：常温群に比し1週遅れ4週後最低値に達

したのち回復する、

(b) 3000 r 照射群

常温群：3週後まで徐々に下降したのち正常に復する。

低体温群：4週頃まで徐々に下降しゆつくり正常値に復し、その変動は軽微である。

(c) 4000 r 照射群

常温群：2週、3週、4週と変動著明である。

低体温群：4週頃まで徐々に下降し再びゆつくり正常に復する。変動も軽度である。

小 括

常温群では3週後を中心に下降著明で、且つ下降の度も大きい、低体温群では1週遅れて4週を中心として下降し、且つ回復する。しかし下降の度も小さく、変動も少い。

第8項 アルカリフオスファターゼ値

(キング・アームストロング単位)

(a) 2000 r 照射群

表 14

低 体 温 2000 r 照 射 群

実 験 番 号	動 物 番 号	検 査 日 時	血 色 素 ( ザ ー リ ー % ( $\times 10^4$ )	赤 血 球 数 ( $\times 10^4$ )	白 血 球 数	全 血 比 重 (G·B)	血 漿 比 重 (G·P)	血 清 蛋 白 量 ( $g\ m/dl$ )	ヘ マ ト リ ク リ ット % (%)	A/G 比	ア ル カ リ フ オ ス  ( キ ン グ ア ー ム ス ト ロ ン グ )	コ レ ス テ ロ ー ル ( $mg$ )	体 重 ( $kg$ )
HP-2-1  ♂ 9.2kg	32	照射前	60	502	5600	1.045	1.024	5.4	32	0.82	5.4	101	9.2
		照射後 1 W	61	435	4800	1.044	1.025	5.4	34	0.91	7.3	135	9.7
		2 W	60	479	6500	1.044	1.026	5.6	31	1.07	8.0	109	9.5
		3 W	64	428	7400	1.044	1.022	5.2	31	0.94	4.3	77	10.0
		4 W	54	539	8900	1.045	1.025	5.0	32	0.74	6.3	146	9.9
		6 W	63	464	7500	1.044	1.025	5.4	31	0.75	7.7	103	10.1
		8 W	72	499	5600	1.050	1.022	5.4	35	1.07	5.0	78	10.0
		HP-2-2  ♀ 9.0kg	37	照射前	72	434	6600	1.048	1.025	6.4	39	0.37	8.7
照射後 1 W	85			520	6400	1.053	1.023	5.6	42	0.87	4.6	202	8.9
2 W	67			402	10600	1.046	1.023	5.6	33	1.00	3.9	109	8.9
3 W	64			366	9600	1.042	1.023	5.8	30	0.42	5.0	92	9.5
4 W	65			474	8000	1.046	1.026	7.0	33	0.43	10.7	143	9.2
6 W	80			432	6600	1.049	1.024	5.0	43	0.73	11.9	68	9.2
8 W	95			464	6800	1.045	1.024	5.4	32	1.14	4.8	64	3.9
HP-2-3  ♀ 10.6kg	46			照射前	88	558	6400	1.050	1.019	3.4	40	0.77	6.7
		照射後 1 W	72	466	6000	1.047	1.023	5.6	38	1.08	7.5	115	11.2
		2 W	82	500	8800	1.050	1.022	5.6	37	1.07	10.5	224	9.6
		3 W											
		4 W	65	452	5400	1.046	1.022	5.0	34	0.53	4.4	128	10.7
		6 W	98	436	5200	1.054	1.023	5.0	47	0.95	7.6	85	11.0
		8 W	100	530	6200	1.054	1.021	4.6	46	1.14	8.6	117	10.9

常温照射5例中2例(4週及び6週死亡例)に著明な上昇がみられた。(93u~100u)。残り3例及び低体温例はすべて正常値の範囲内にあつた。

(b) 3000 r 照射群

常温照射群のうちに3週後やや高値を示す例はあつたが、低体温群では全例に正常値の範囲内の変動を認めた。

(c) 4000 r 照射群

低体温群、常温群の各1例に3週及び4週後軽度の上昇を、また常温群の2例に6週及び8週後に軽度の上昇をみているが、皮膚潰瘍の影響も加わつているものと思われる。他例はすべて正常範囲内であつた。

小 括

大半の症例は正常範囲内にあり、死亡例及び皮膚潰瘍の強い症例に軽度の上昇値を示すものがあつた。

第9項 コレステロール値

(a) 2000 r 照射群

常温群、低体温群とも正常範囲内の変動を示す。しか

し常温群にやや高値を示すものが多い。

(b) 3000 r 照射群

常温群の照射後の死亡例に高値をみたほかは常温群、低体温群ともほぼ正常範囲内の変動を示すにすぎない。

(c) 4000 r 照射群

常温群の1例に3週後軽度の上昇を示したものがあつた。他例及び低体温群には正常範囲を越える例はなかつた。

小 括

アルカリフオスファターゼ値同様特別な例を除いては大半が正常範囲内の変動を示すにすぎず、肺部照射時には肝機能はほとんど障害されないことを示すと考えられる。

第10項 体重の変動

低体温群、常温群両者間の差異は特に著明である。低体温群にあつては体重減少をきたす例は少く、大半がむしろ照射後体重増加を示すが、これに反して常温

表 15 常 温 3000 r 照 射 群

実験番号	動物番号	検査日時	血 色 (ザリー%) ( $\times 10^4$ )	赤 血 球 数 ( $\times 10^4$ )	白 血 球 数	全 血 比 重 (G. B.)	血 漿 比 重 (G. P.)	血 清 蛋 白 量 (g m/dl)	ヘマトクリット (%)	A/G 比	アルカリフオス ファターゼ ( $\mu$ キントフェームストロンジ)	コレステロール (mg)	体 重 (kg)
NP-3-1	♀ 8.5kg	照射前	55	448	7600	1.043	1.022	5.4	31	0.68	8.1	110	8.5
		照射後 1 W	57	440	7000	1.045	1.021	5.0	33	0.85	8.8	111	8.6
		2 W	80	530	8500	1.048	1.022	5.0	36	0.96	7.5	99	8.9
		3 W	65	410	9000	1.043	1.021	5.4	30	0.52	6.3	183	8.5
		4 W	82	506	16000	1.046	1.026	6.0	32	0.70	9.4	148	9.0
		6 W	75	524	9800	1.045	1.022	5.4	32	0.75	7.9	99	10.0
		8 W	62	386	10100	1.045	1.024	5.5	30	0.75	11.3	110	10.2
		NP-3-4	♀ 9.7kg	照射前	75	434	6900	1.044	1.023	5.0	37	0.86	3.2
照射後 1 W	62			448	4900	1.044	1.024	5.2	33	0.71	8.5	115	10.3
2 W	52			371	3000	1.041	1.024	5.2	34	0.62	10.7	150	9.0
3 W	50			334	7900	1.037	1.023	5.0	22	0.27	15.1	169	9.0
4 W	40			460	8800	1.036	1.024	6.0	23	0.42	12.6	183	9.1
6 W	52			438	7400	1.041	1.022	5.6	31	0.65	8.3	92	9.4
8 W	60			470	10100	1.037	1.023	5.2	33	0.68	7.2	65	9.4
NP-3-5	♂ 9.7kg			照射前	82	414	4500	1.044	1.025	5.2	29	0.88	4.4
		照射後 1 W	46	339	8200	1.041	1.024	6.0	25	0.56	1.0	84	8.5
		2 W	60	354	6600	1.040	1.024	5.8	28	0.60	2.8	150	9.4
		3 W	65	433	5100	1.042	1.024	6.0	31	0.65	2.7	159	9.5
		4 W	70	420	4000	1.044	1.022	5.8	34	0.68	2.7	120	9.5
		6 W	68	448	4400	1.043	1.022	5.4	34	0.68	5.8	107	9.4
		8 W	71	403	6300	1.048	1.023	5.0	38	0.82	2.0	75	9.2

表 16 低 体 温 3000 r 照 射 群

実 験 番 号	動 物 番 号	検 査 日 時	血 色 素 ( <small>ザイリー</small> %) ( $\times 10^4$ )	赤 血 球 数 ( $\times 10^4$ )	白 血 球 数	全 重 血 比 (G.B)	血 漿 比 重 (G.P)	血 清 蛋 白 量 ( $g\ m/dl$ )	へ マ ト ク リ ツ ト (%)	A/G 比	ア ル カ リ フ オ ス  ( <small>キング</small> ア テ ム ス ト ロ ン ジ )	コ レ ス テ ロ ール ( <i>mg</i> )	体 重 ( <i>kg</i> )
HP-3-1  ♂ 12.5kg	26	照 射 前	85	434	7200	1.049	1.021	5.0	38	0.99	5.0	53	12.5
		照射後 1 W	75	448	9900	1.041	1.023	5.2	38	0.96	5.6	78	12.5
		2 W	66	389	7300	1.040	1.024	5.8	30	0.75	4.4	92	13.5
		3 W	64	474	9300	1.038	1.025	5.8	22	0.38	8.6	146	12.5
		4 W	50	347	8900	1.040	1.024	6.6	22	—	4.4	75	11.6
		6 W	68	454	9800	1.045	1.026	6.8	28	0.33	6.5	202	12.5
		8 W	62	435	8100	1.045	1.025	6.8	23	0.63	4.4	157	12.9
		HP-3-2  ♂ 10.1kg	53	照 射 前	80	369	8700	1.046	1.025	6.0	34	0.94	4.0
照射後 1 W	68			312	5200	1.034	1.024	5.4	23	0.91	5.8	107	11.5
2 W	79			407	6300	1.043	1.022	5.2	27	0.93	3.6	60	10.8
3 W	72			469	10200	1.046	1.024	6.2	30	0.81	9.7	122	11.2
4 W	72			412	6800	1.043	1.022	5.2	26	0.59	8.1	185	10.3
6 W	68			460	9000	1.043	1.025	5.2	35	0.70	10.6	167	11.5
8 W	68			507	4300	1.043	1.022	5.4	34	1.55	5.2	127	10.6
HP-3-5  ♂ 12.5kg	53			照 射 前	72	465	7000	1.051	1.026	6.2	36	1.18	2.6
		照射後 1 W	51	349	6900	1.041	1.023	5.6	20	0.69	8.1	257	12.4
		2 W	55	400	8900	1.043	1.025	6.3	24	0.57	4.8	224	12.6
		3 W	68	567	10000	1.040	1.026	7.0	26	0.32	5.9	156	11.9
		4 W	65	391	6600	1.043	1.022	6.4	28	0.36	3.7	92	11.8
		6 W	58	341	5800	1.042	1.027	7.4	27	0.42	2.6	225	12.3
		8 W	58	391	9400	1.037	1.022	5.6	26	0.69	3.3	79	12.8

群では大半が体重の減少をきたしており回復も遅い。

第4章 総括並びに考案

今日、悪性腫瘍に対しては手術療法、放射線治療及び化学療法が行われ、ことに前二者の効果は従来より優れたものと認められてきたが、手術療法、または放射線療法のみで著効をおさめられるとは限らず、時に両者を併せ用いて満足すべき効果をもたらすことが多い。しかし手術と放射線療法を併用する際、術前照射と術後照射が考えられるが、近年手術を前提として術前照射が俄かに注目されるようになった。

悪性腫瘍に対する術前照射療法は Schmieden<sup>74</sup>が1922年提唱し、1923年 Perthes<sup>75</sup>により追試され、その後多数の報告がみられる。ことに胸部領域では乳癌に対しては Nahmmacher<sup>76</sup>(1928), Wintz<sup>77</sup>(1929), Jüngling<sup>78</sup>(1934), Kohler<sup>79</sup>(1952), Oelssner<sup>80</sup>(1952), Schober<sup>81</sup>(1955), Borgström

<sup>82</sup>(1962)らの報告があり、呼吸器とくに肺癌に対しても、Bromley<sup>83</sup>(1955), Eichhorn<sup>84</sup>(1958), Bloedorn<sup>85</sup>(1960, 1961), Boyd<sup>86</sup>(1962), Paulson<sup>87</sup>(1962)らの報告があり、本邦でも金田<sup>88</sup>(1956)により術前照射療法の有効性が唱えられてより種々実験的並びに臨床的に有効であつたとする報告がみられるようになった。

術前照射の目的としては、腫瘍の縮小をはかつて手術をより可能にすること、癌細胞の生活力を弱め、周囲への浸潤及びリンパ節転移を抑制して、腫瘍局所を手術に最も好適な場とすること、手術操作による播種を防止することにある。しかし反面、放射線照射によつて、①手術の困難性を増すこと、②創治癒の不良化すること、③術前照射と手術との間に一層の癌増殖の危険のあること、④患者の手術に対する抵抗力の低下、⑤照射期間入院が余儀なくされるための経済的負担などの欠点も算えられている。従つて術前照射で最も問題

表 17

常 温 4000 r 照 射 群

実 験 番 号	動 物 番 号	検 査 日 時	血 色 素 ( $\frac{\text{ヘム}}{\text{グリー}} \times 10^4$ )	赤 血 球 数 ( $\times 10^4$ )	白 血 球 数	全 血 比 重 (G. B)	血 漿 比 重 (G. B)	血 清 蛋 白 量 ( $g\ m/dl$ )	ヘ マ ト ク リ ツ ト (%)	A/G 比	アル ブ ミ ン <small>(キ ン ク テ イ ム ス ト ロ ン ジ )</small> ア ル カ リ フ オ ス	コ レ ス テ ロ ール ( $mg$ )	体 重 ( $kg$ )
NP-4-2  ♀ 8.5kg	24	照 射 前	79	480	7000	1.047	1.024	5.6	39	0.80	4.6	71	8.5
		照 射 後 1 W	68	414	7100	1.043	1.025	6.0	37	1.24	5.0	166	8.2
		2 W	53	257	5400	1.038	1.021	5.2	34	0.93	5.3	77	8.1
		3 W	61	420	7900	1.046	1.025	5.6	35	0.85	7.8	76	7.9
		4 W	64	413	4400	1.044	1.025	6.0	33	0.72	10.0	71	8.0
		6 W	72	477	7600	1.042	1.022	5.0	38	1.00	5.2	116	8.3
		8 W	75	680	5400	1.054	1.022	5.8	45	0.91	10.9	87	8.0
		NP-4-3  ♂ 11.2kg	47	照 射 前	60	348	5600	1.044	1.024	5.8	28	0.73	4.2
照 射 後 1 W	61			343	5200	1.045	1.025	6.0	16	0.75	9.7	115	10.7
2 W	51			408	8100	1.044	1.025	6.2	31	0.57	10.5	222	10.3
3 W	82			466	4900	1.048	1.026	6.3	30	0.79	12.4	190	9.3
4 W	65			546	5900	1.046	1.023	6.2	36	0.31	4.4	108	10.6
6 W	70			558	10200	1.043	1.025	6.4	33	0.63	3.7	127	9.6
8 W	48			337	8000	1.041	1.022	5.8	28	0.53	2.6	167	9.4
NP-4-5  ♂ 11.5kg	79			照 射 前	60	450	8700	1.040	1.024	7.8	30	0.39	4.2
		照 射 後 1 W	50	420	7300	1.044	1.025	8.0	28	0.35	9.1	143	11.1
		2 W	68	533	7900	1.044	1.022	5.2	35	0.78	3.9	112	9.6
		3 W	51	304	3800	1.037	1.032	8.0	25	0.35	4.4	82	10.5
		4 W	45	334	5400	1.040	1.028	7.4	24	0.39	4.2	80	11.1
		6 W	60	492	7300	1.047	1.027	7.4	33	0.37	15.0	108	10.1
		8 W	65	484	5400	1.049	1.026	7.2	33	0.50	16.0	115	10.5

となるころは、照射方法及び照射線量及び手術までの期間である。照射線量については以前は腫瘍線量3000 r~5000 rを15日~3カ月を要して照射するのが標準とされていたが、手術までの待期間が長すぎることから<sup>⑧</sup>、最近では中等量の線量を短期に照射しようと試みられている。Faber<sup>⑨</sup>は肺癌にて、3000 r病巣線量照射後1~3週後に手術を行い、生存率を増加せしめたと述べ、また篠井<sup>⑩</sup>、横山<sup>⑪</sup>によれば、長期少量分割照射と短期大量照射法の両者を肺癌例で比較検討して、術前照射の至適線量としては3000 rが適当であり、照射より手術までの期間は、3週以上になると癌細胞の再生増殖がみられるので、1週間前後が手術により時期でもあるとした。この場合短期大量照射法は総量においてやや少ない照射量で、ほぼ同等な組織学的効果が見られ、癌細胞の退行性変化が長期照射群と異つて、均等に見られ有利だとしている。中山・滝沢・筑<sup>⑫⑬</sup>によると食道癌には、4日間に1回500 r照

射、計2000 r照射を、また乳癌には1回2000 r照射を行う、短期大量照射が優れた成績を残したと報告し、更に柳沢<sup>⑭</sup>は乳癌に対する術前照射について、腫瘍線量3000 rをできるだけ短期間に照射したいと報告している。かくて常温下1回毎の照射線量が増加する傾向にあるが、常温下の照射線量には限界があり、一回大量照射は腫瘍細胞に対するその効は大きいとしても、生体に与える放射線障害も大となり、そのために運動照射法、節照射法の応用、その他高エネルギー放射線の実用化がはかられている。他方放射線障害を軽減する一方法として低体温下に放射線を照射する方法も考えられている。既に低体温時のレ線感受性については、数多くの研究があり、その多くの研究者は低温は一般に放射線障害を減弱するとし、またこれは生体の低酸素状態によるものだとしている<sup>⑯-⑳㉑-㉒</sup>が、その本態を究明することは必ずしも容易ではない。梅垣<sup>㉓</sup>はロダミン肉腫を移植したラットを用いて、低体

表 18 低 体 温 4000 r 照 射 群

実 験 番 号	動 物 番 号	検 査 日 時	血 色 素 ( $\frac{\text{ザリー}}{\text{リール}}\%$ ) ( $\times 10^4$ )	赤 血 球 数 ( $\times 10^4$ )	白 血 球 数	全 血 比 重 (G·B)	血 漿 比 重 (G·P)	血 清 蛋 白 量 ( $g\ m/dl$ )	ヘ マ ト ク リ ツ ト (%)	A/G 比	アル ブ ミン /グ ロ ブ リ ン /フ ォ ス /ア ル カ リ フ ォ ス (%)	コ レ ス テ ロ ール ( $mg$ )	体 重 ( $kg$ )
HP-4-1  ♂ 10.5kg	23	照 射 前	65	500	10000	1.048	1.028	6.4	33	0.68	3.6	99	10.5
		照 射 後 1 W	68	346	9200	1.046	1.026	6.0	31	0.86	4.9	65	10.6
		2 W	62	397	9700	1.043	1.022	5.6	30	0.75	4.6	116	11.0
		3 W	50	338	7200	1.036	1.025	6.4	29	0.74	9.5	98	11.1
		4 W	62	465	13400	1.046	1.024	6.0	32	0.52	14.6	98	11.2
		6 W	73	595	12200	1.047	1.025	6.2	34	0.89	5.6	161	11.6
		8 W	69	505	9700	1.047	1.024	6.0	36	0.81	5.8	104	11.4
		HP-4-4  ♂ 16.3kg	43	照 射 前	63	464	7200	1.042	1.021	4.8	31	0.83	6.8
照 射 後 1 W	58			321	6200	1.048	1.022	4.8	30	1.06	7.3	116	16.8
2 W	60			365	8600	1.043	1.024	6.8	34	0.92	9.3	91	16.5
3 W	50			336	4700	1.037	1.024	5.2	34	0.80	3.2	168	15.7
4 W	70			517	9500	1.045	1.022	5.5	33	0.68	6.1	133	16.9
6 W	67			406	4200	1.039	1.022	5.2	29	0.68	4.0	126	16.7
8 W	67			450	7700	1.042	1.021	5.2	31	0.86	3.4	131	17.0
HP-4-2  ♂ 10.5kg	31			照 射 前	64	526	11200	1.042	1.024	5.4	34	0.88	3.8
		照 射 後 1 W	71	467	12400	1.045	1.025	6.0	33	0.96	5.7	130	10.3
		2 W	63	384	11700	1.044	1.026	5.3	31	0.87	6.5	93	11.1
		3 W	54	470	9200	1.041	1.023	5.4	29	0.88	2.6	94	11.0
		4 W	55	491	16900	1.043	1.025	6.2	32	0.62	8.9	141	11.2
		6 W	60	470	15900	1.046	1.022	6.0	43	0.7	5.4	134	11.5
		8 W	62	416	8600	1.044	1.022	5.4	36	0.96	8.0	111	11.8

温下では、健常組織は比較的急速に酸素分圧が低下するが、腫瘍内では酸素分圧があまり低下せず、健常部分と腫瘍内の酸素分圧との差が少くなるとことをオキシグラフで確かめ、低体温下でレ線照射を行えば大量を一回に照射でき、また低温による新陳代謝、内分泌腺の抑制などと相まって、生体へのレ線障害が少く、且つ腫瘍の感受性が比較的減弱しないことを実験的に確かめている。そこで低体温下に大量一時照射を行えば正常組織に比し、腫瘍の感受性が高く、且つ有効線量を一時に与え得ることから、待期期間が極く短期間ですみ、悪性腫瘍に対する術前照射方法の不利益をおぎなう照射方法として意義ある方法と考えられる。

既に当教室の林<sup>⑩</sup>は低体温下に胃腸吻合創に一時大量レ線照射を行って、常温照射に比して吻合創治療経過の良好なことを述べているが、著者は乳癌、食道癌、肺癌などの術前照射に本法を応用することを考えその基礎実験として低体温下レ線一時大量照射が肺に

与える影響を検討したものである。

さて放射線の肺に及ぼす影響を検索した報告は数多い。

Engelstadt<sup>⑭⑮</sup>は、ウサギにレ線を照射した動物実験の成績を基礎として、放射線肺傷害を四つの時期に分類した。即ち、

(1) 照射後数時間より数日目に起るリンパ濾胞の退行変性、気管支粘膜の変化および粘液分泌の充進、肺実質の充血、滲出、少数の白血球浸潤を主とする初期反応より成る Initialstadium,

(2) 照射後2~3週に見られる Latenzstadium,

(3) 照射後1~2カ月にみられる気管支上皮の退行変性に続いて、気管支周囲や血管周囲に炎性変化が現われ、また気管支肺炎の像を示すなどの急性期の変化のうちに、肺胞中隔及び肺胞腔への所謂 Alveolar-macrophagen および巨細胞が多数出現し、また硝子様膜の形成などをみとめる主反応期 Hauptreak-



tion mit degenerativen u. entzündlichen Veränderungen,

(4) 気管支粘膜上皮の再生, 結合織の硬化, 時には骨形成や気管支上皮の軽度の増殖変性などのおこる時期即ち再生期 Regeneratorisches Prozessenstadium mit bindegewebiger Wucherung u. Sklerose, の四つである。これらの変化のうち放射線肺傷害の基本的なものは, 松平<sup>37)</sup>によれば第3期と第4期, 特に後者と考えられ, また肺組織の硬化をおこす最大の理由は小気管支の閉塞, および肺胞中隔の変化にもとづく無気肺であろうという Cottier<sup>16)</sup>の見解に賛意を表している。

これに反して, 放射線照射を受けた肺が感染をうけやすくなり, 滲出液の吸収が困難なためおこる器質化に重きをおく学者もある<sup>9)10)35)36)</sup>。

Warren<sup>9)11)</sup>もこれと同様に放射線肺傷害を3期に分類している。

(I) 早期反応は照射後数時間から数日以内になり, 毛細血管の拡張, 充血を主とし, 皮膚の発赤に等しい変化をみとめるもので, これは肺組織を構成する種々の細胞の放射線感受性が, 皮膚のそれに近いことを示していることで理解されるであろう。

(II) 主反応は照射後2~3週の潜伏期を経て起り, 肺胞上皮および毛細血管の内皮細胞の傷害がみとめられる。しかし反応が軽い場合には, 浮腫, 充血, リンパ管拡張, 細胞浸潤のほか肺胞中隔及び気管支上皮の変化も見られる。たとえば気管支粘膜上皮細胞の粘液分泌の増加, 繊毛の消失, 上皮細胞の脱落などが起るが, これらの変化は一過性におこる。また反応の強い場合には気管支上皮細胞及び肺胞上皮細胞の傷害が高度におこり, 硝子様膜が出現する。

(III) 晩期変化では肺胞中隔の肥厚, 無気肺の病巣の出現, 血管の変化などを主とする。肺胞中隔の肥厚は線維芽細胞の増殖, 硝子化, 線維化などによるものである。この際の線維化は間質性のもののみであることもあり, 同時に器質化を伴う慢性肺炎が存在することもある。また渡辺<sup>38)</sup>によれば照射肺の変化として, 間隔において照射をした例には間質型肺線維症がみられ, 連日照射した症例には肺胞滲出型肺線維症が多いと云う。しかし放射線肺炎と呼ばれものは, 肺胞中隔, 肺胞などの実質は勿論, 気管支, 血管及び間質結合織などの間質においても, まず変性と壊死が現われ, やがて炎症像がおこってくるものであるから, 両型をわけると必要はないと思われる。また, その発生病理としていずれも本症の初期に増殖した肺胞上皮や大単核細胞が変性壊死に陥り, それが抗原となつて作用

する, アレルギー性機序を重視している。

その他 Cottier<sup>16)</sup>, Henzi<sup>39)</sup>らの報告も概ね同じようであるが, 放射線照射後の肺傷害について, 本研究でみとめられた著者の成績を肺組織の部位別に検討してみた。

### 1. 気管支

気管支上皮の変化は多くの人々により強調されている<sup>6)9)11)14)17)39)40)</sup>。

その変化は慢性気管支炎や, その他の慢性の傷害のとき見られるものに類似しているが, その程度が強い。たとえば Voegt<sup>41)</sup>によれば筋層が萎縮消失しているところもあり, その部分が結合織によつて置換されている。傷害の程度が弱いときには, 上皮細胞の粘液分泌の亢進, 繊毛の消失, 細胞の剝離, ときに気管支閉塞などがみられるが, これらの変化は可逆性と考えられる。また傷害の程度が強い時には, 円柱上皮が立方状となり, 肺胞上皮に類似してくる。或いは多層となり, 角化乃至石灰化をおこすこともある。更に経時的に巨細胞, 細胞塊, 異型分裂像などいわゆる Anaplastisch な変化<sup>9)10)42)</sup>が出現するともいわれている。例えば Lüdin<sup>43)</sup>らは兎を用いた放射性肺炎の研究で, 気管支腔に増殖した細胞群をみとめ, その細胞に多形性が強く, 核濃縮や核分裂などがみられたと報告した。しかし局所リンパ節や他臓器への転移がみられない点などからみて, これが真の腫瘍性性格の増殖かどうかは疑問であるとしている。

著者の実験では組織学的に非常に早期(照射後3日)から気管支粘膜上皮の変化と, それに伴う炎症性変化が強く現われ, 粘膜上皮の萎縮, 核濃縮, 粘液分泌亢進, 増殖, 配列の不同, 剝離などが見られた。粘液分泌亢進はごく初期(照射後3日)にみられ, 4週頃を境として粘膜上皮は増殖, 剝離を主とする変化に移行する。上皮細胞の大小不同, 多型化, 気管支内腔の拡張乃至狭窄, 閉塞もみられる。松平<sup>37)</sup>は照射後4日目より気管支上皮の脱落, 粘液分泌の亢進。気管支の閉塞, 気管支周囲の炎性細胞浸潤をみとめているが, これは著者の成績とも一致する。

以上の気管支にみられる諸変化も, 低体温群では少ない。例えば気管支上皮剝離所見について, 常温群及び低体温群を比較してみると, 2000 r 照射では, 低体温群の場合14例中11例が変化を認めないか, 極く軽度の変化のみであるのに比べて, 常温群では変化の軽度な例は, 13例中5例にすぎず前者の約半数である。4000 r 照射の場合でも, 低体温群では13例中10例に変化が認められないか, あるいは軽度の変化が見られるのに対して常温群では変化の軽度なものは14例中3例にすぎな

い。

上皮変形, 上皮増殖, 気管支周囲の細胞浸潤の各所見についても, 同様に低体温群では常温群に比し傷害が軽度である。

## 2. 肺胞中隔

放射線照射による肺胞中隔の初期の変化は充血と浮腫である。これは照射線量の多寡にもよるが, 大体照射後4日目頃から始まって1~2週間持続し, 浮腫液は時間が経過するに従い器質化し, 始めは組織球, のちには線維細胞の増殖を伴って線維化が進行するという<sup>⑩</sup>。

著者の実験では肺胞中隔は初期には浮腫性に肥厚するものが多く, 肺胞上皮細胞の増殖と組織球, リンパ球, 好中球などの浸潤など胞隔炎の像を示すものが多い。照射後の日数の経過したものでは, 肺胞中隔は著明に肥厚し, 線維化及び硝子様化したものもある。

炎性細胞浸潤は照射後日数の経過したものでは, 減少する傾向を示している。

肺胞中隔肥厚について低体温群及び常温群を対比してみると, 常温下2000 r照射では92%, 4000 r照射でも92%と, おのおの高率に著明な肥厚を示しているのに比し, 低体温下2000 r照射では28%, 4000 r照射では31%と高度の肥厚を示すものは, 低率となつている。

また常温群では低体温群に比し炎症の合併が多く見られる。即ち肺胞中隔の細胞浸潤所見についても, 常温下2000 r照射では13例中10例, 4000 r照射では14例中13例に高度の浸潤がみられるが, これに比較して低体温下2000 r照射では14例中1例, 4000 r照射では13例中2例と高度の浸潤のみられた例は少ない。

浮腫, 充血などの所見についても同様に低体温群の方が変化は軽度である。

## 3. 肺胞上皮細胞

肺胞上皮細胞の放射線照射による変化についても多数の報告があるが<sup>①⑩⑪⑫⑬⑭⑮</sup>, これらを総括すると, 肺胞上皮細胞は照射後1~2週間から増殖し, 腫大, 剝離, 空胞化, 変性などにおちいり, これら変化は後期まで持続する。変化の著明なものでは胞体が著しく大きさを増し, 核もかなり多形性を示し, 特異なbizarreな像をとつたり, 巨細胞化したりする。また増殖した上皮が剝離して肺胞内に脱落し, 脂肪変性におちいつた剝離性肺炎乃至リポイド肺炎<sup>⑭⑮</sup>の像を呈するといわれる。Warren<sup>⑩</sup>は, 人体例では動物例よりも肺胞上皮の変化が一層著しいと述べている。

著者の実験でも肺胞上皮細胞の増殖, 細胞及び核の腫大, 合胞3~4核の巨細胞形成及び内腔への剝離脱

落など所見がみられる。肺胞上皮剝離は3~4週間より出現し, 8週, 12週に著明となる。上皮細胞の腫大増殖などの変化は低体温群, 常温群にほぼ同率に出現しているが, 肺胞上皮の肺胞腔内への剝離像は常温群に高率にみられる。即ち2000 r照射の常温群では69%にみられるに比し, 低体温群では14%にすぎない。また4000 r照射の場合も常温群では57%, 低体温群では23%である。

## 4. 血管

血管も照射により著明な変化を受けるといわれるが<sup>⑩⑪⑫⑬⑭⑮</sup>, しかし, そのすべてが放射線傷害によるものではないとする報告もあるが, 血管壁の浮腫, 内膜の腫脹のみは特異的なものと考えられている。動物実験では大動脈, 中等大動脈及び静脈の内膜の腫脹がくるが, 内膜細胞の核の増殖は起らない<sup>⑩</sup>。晩期の変化として中膜の線維化, 弾性線維の肥厚, 血管周囲の線維化などがあげられる。

著者の実験では照射初期に血栓形成, 出血を伴つた例が多く, 4週間から内膜の細胞浸潤を伴う肥厚を認め, 且, 血管周囲に細胞浸潤のみられる症例が多いことから, 血管壁の変化は放射線傷害によるものであると考えられる。

血管の放射線による変化は低体温群で軽く, 内膜肥厚所見は常温群のみに認められ, 低体温群には全くこれを見ない。血栓形成についても常温2000 r照射では13例中6例, 4000 r照射では14例中9例に, 低体温2000 r照射では14例中4例, 4000 r照射では12例中1例に血栓形成が認められ, 常温群に比し低体温群のその比率は少ない。血管周囲細胞浸潤所見も同様に低体温群では発現率少く, 血管が低体温ではよく保持されている。

血管壁及び血管周囲の線維化は常温4000 r照射群の12週後の症例に中等度にみられたのみである。

## 5. 肺胞腔

### (1) 無気肺並びに肺気腫

放射線によつて無気肺が発生するといわれ<sup>⑩⑪</sup>, 松平<sup>⑪</sup>は, これを放射線肺傷害のうちもつとも特異的なものとし, その発生病理として小気管支の閉塞のほか, 肺胞中隔自体の変化を想定している。

著者の実験では8週間から無気肺が現われ, 肺胞中隔の肥厚の強いものに著明に認められている。無気肺は特徴的ではない所見とされる。

### (2) 浮腫

浮腫はしばしばみられるが, しかし常時みられるものでなく, 充血と関係して常に早期に出現するといわれ<sup>⑮⑯</sup>, また強い照射や反復照射後に肺胞中隔の浮腫

は著明となり、更に増加すると肺胞内へ浸出するという<sup>⑨⑩⑬⑮</sup>。人体例ではかなり特異な所見とされているのに反し、動物実験では稀な変化に属するとされるが、著者の実験では単独に出現した症例は少く、多く胞内炎と合併していた。

### (3) 硝子様膜形成

Warren<sup>⑩</sup>、内海<sup>⑭⑮</sup>は肺胞壁に膜様に密着する硝子様物質を放射線肺炎の主要特徴の一つとして、組織学的診断をつけるうえで重要視しているが、著者の実験例では全例この所見が認められず、動物実験では少ない所見とされている。

## 6. 胸 膜

古く Bergonie & Teissier<sup>②</sup>は胸膜は照射に抵抗があるとしたが、Voegt<sup>④</sup>、Freid<sup>⑤</sup>などは胸膜の線維化を強調した。胸膜の変化は照射による傷害とするよりも、炎症の結果として起つた線維化であるとして Radiation pleuropneumonitis なる各称が唱えられた時期もあるが、Rose<sup>⑥</sup>の報告以来 Radiation pneumonitis となり、胸膜はレ線に比較的抵抗性が強いということになつていゝ。Flashamp<sup>⑦</sup>は動物実験によつてそれを確認している。

著者の例では照射後第4週までは変化なく、第8週頃から肥厚が現われ始める。被覆細胞は増殖し、肥厚した胸膜に細胞浸潤を伴う例もある。胸膜相互間の癒着は胸壁潰瘍の穿孔をきたしたような例を除けば全くこれを認めない。また胸膜の肥厚は低体温群及び常温群との間の差異は比較的少なかつた。

以上の組織学的所見は全実験群を通じて認められ、各群に特異的と思われる所見はなく、その間に程度の差異を認めただけであつた。このような放射線傷害を一括して炎症性変化を主とする者<sup>④⑤⑥⑩⑪⑬⑮</sup>、退行性変化を主とする者<sup>⑭⑮⑯⑰</sup>、或いはその両者の共存による者<sup>⑨⑩</sup>などの諸説があるが、その組織学的所見には退行性変化、炎症性変化、再生及び増殖性変化の三者がみられることは、諸家の報告並に著者の実験に共通している。著者は本実験を通じて、本傷害の最も特異的な所見として気管支上皮の退行変化、炎症性細胞浸潤を伴う胞隔炎並に胞内炎、血管内膜の変化及び肺胞上皮の退行性変性を強調したい。

各実験群の成績を比較すると、2000 r 照射群より4000 r 照射群の方が変化が強く、照射後3日、1週、2週、3週と日数の経過するほど変化は強く出現した。

低体温群は常温群に比し、全般に傷害は軽度であつた。特に気管支粘膜上皮は比較的温存され、血栓形成、血管周囲細胞浸潤などの変化も少く、低体温群で

は血管も温存されている。また肺胞中隔の肥厚も軽度で、線維化もほとんどまだ起つておらない。著者の実験では細胞浸潤、特に好中球を伴う胞隔炎、気管支炎、胞内炎、気管支肺炎などの炎症性変化を比較的多くの例にみているが、放射線の直接傷害といえないにしても、常温群に数多くみられている。全般的に見ると常温群に比し、低体温群では肺組織における諸変化がやや遅く発現する傾向を示す。

以上のレ線照射に伴う肺組織の病理組織的变化は臨床的に胸部レ線像、気管支造影にいかなる影響を与えるか著者の成績より考察すれば、胸部レ線写真所見としては、照射後一定の時日を経過したのちに均等性陰影、斑点状陰影、索状陰影などの諸種の形の陰影が照射部に一致して認められるが、これらの所見は既に Evans<sup>⑧</sup>、その他<sup>⑦⑧⑯⑰</sup>の報告にも述べられているところと一致している。

また Dejardin<sup>⑨</sup>及び Chu<sup>⑩</sup>らは病巣が肺門部に陥り、次第に末梢部に及ぶ傾向があると述べているが、著者の症例では特にその傾向は見られず、ただ朦朧陰影の出現を見たのみであり、日数の経過とともにやや硬い陰影に移行する。市川<sup>⑪</sup>の乳房術後照射例によると2カ月乃至数ヶ月後に、主として肺上部に一見肺結核のシユープの如き朦朧とした陰影が出現(急性期)し、この陰影は時の経過とともに次第にその大きさを減じ、多くの場合外側上部に限局し、その陰影と肺門部との間には強い索状陰影が認められるようになる。更に時を経ると朦朧陰影が更に減少して、陰影のなかに多くの線状陰影を認めるようになって、所謂線維化に移行する(慢性期)とされている。

以上の胸部レ線所見の発現時期については市川<sup>⑪</sup>は2~4ヶ月、吉村<sup>⑫</sup>は1~3月、Groover<sup>⑬</sup>10~14日、Fiebelkorn<sup>⑭</sup>は平均8週間と時期は区々であるが、動物実験と異なり照射がいろいろであるため劃一的には決められない。発現率は吉村<sup>⑫</sup>51.5%、Fiebelkorn<sup>⑭</sup>15.1%、Wintz<sup>⑮</sup>5%、Engelstadt<sup>⑯</sup>20.7%、平均10~20%の如くである。

著者の実験では経過日数が短かつたためか、全体に所見に乏しく雲状陰影が認められているにすぎない。出現頻度も低体温群に比し常温群に多発するが、常温4000 r 照射群では5例中3例に、常温2000 r 照射群では3例中2例に陰影が認められるに対して、低体温群4000 r 照射の場合は12週後に4例中3例に、低体温2000 r 群では明白な陰影は4週後に5例中1例に認めただにすぎない。陰影の出現は照射後早いものは2週であるが4週頃出現するのが最も多く、以後そのまま持続する例と、消失する例とがあり、消失例は低体温群

に多く、変化の軽いことを示している。写真撮影後直ちに剖見した例についてみると、肉眼的変化に一致して、レ線所見も平行して変化を示しているが、玉木<sup>45</sup>も述べているように組織学的な変化とは平行していない。X線像として出現してくるのは著明な炎症性変化及び線維化像である。松平<sup>46</sup>はラツテで3000 r 1回照射にてX線像を追求し、異常陰影の出現は2週頃に始まり、2ヶ月後にはほとんど全例に出現したという。

更にレ線照射後の気管支造影所見については市川<sup>47</sup>の人体例によると、急性期(肺陰影の最盛期)には造影剤の進入が阻害され、また気管相互の間隔が狭くなり、気管支自体も直線化して、周囲の萎縮性変化を思わす像や集束化、気管支拡張像が認められる。特に末期には竹箒をさかさに立てた如き箒状気管支の像を呈するという。小和田<sup>48</sup>も人体例について、気管支全体としては集束像を、個々の気管支としては彎曲化、直線化、気管支拡張、流入障害などをみるという。動物実験成績では玉木<sup>49</sup>によると家兎に2000 r~20000 r照射で、少くとも3ヶ月まではなんら変化なく、4ヶ月半に至つて rigid な感となり、6ヶ月後には気管支の変化は著しく、閉塞、狭窄を示したという。

著者の実験では最長20週までの追求であるが、流入障害、直線化、細小化、拡張、閉塞、彎曲などの変化を認めている。変化出現の時期は4週頃に初まる例が多く、症例によりては2週、3週に軽度の変化の出現を認めている。出現した変化も8週、12週、20週と経過するにしたがつて著明となるようであるが、4週頃のみの一過性のものもある。閉塞所見を主とする高度障害は常温照射群の末期例に多いが、低体温群では出現率も少く、また変化も軽度のものが多いことは勿論である。玉木<sup>45</sup>、小和田<sup>48</sup>も強調する如く単純X線写真所見に比し気管支造影所見はより組織的变化に平行して変化を示すことは著者の場合も同様である。玉木<sup>45</sup>は造影剤の消失状況を観察して、機能的障害の判定に役立つと報告しているが、著者の例でも照射前施行の造影剤の残留している症例が低体温群に各1例づつ、常温2000 r照射群に3例、常温4000 r照射群に2例あり、このような例に肺炎を併発し、死亡するものが多かったことは機能低下のあつたことを推定させるものである。

次に胸部領域の照射により生体に与える影響をみると、生存率についての研究は少く Fomon<sup>20-22</sup>の犬による一連の研究があるにすぎない。Fomon によれば開胸で15000 r~6000 r 1回照射では肋膜炎、肺炎、気管支炎を起して全例短期間に死亡し、3000 r 1回照射で照射野102.1qcmの場合は平均生存95日、25.2qcm

にて204日、2000 rとなれば大照射にて197日、小照射野にて241日となるとしている。更に Fomon は最近安全線量は1500 rだとし、肺切除後の気管支及び食道吻合創に照射して安全なことを確認したと報告している<sup>20</sup>。

著者の実験では15週までの追求であるので確実な生存率について言及することはできないが、常温群では2000 r照射群にてすでに死亡例があり、3000 r、4000 r、5000 rと死亡例を増し、5000 r照射群では全例が15週以内に死亡している。これに比較すれば低体温群では全体に死亡例は少く、4000 r照射群に1例、6000 r照射群に1例のみで2000~6000 rまでの17匹は照射後15週を経過して健在であつた。死亡原因としては肺炎、気管支炎によるものがほとんどであつた。Smith<sup>51</sup>はラツテの片肺に常温下3000 r 1回照射し120匹のうち、43匹が1ヶ月以内に死亡し、死亡原因としては放射性食道炎、衰弱、気管支炎が主であつたと述べている。

低体温下レ線照射の血液像に及ぼす変化については既に谷川<sup>52</sup>も低体温群では赤血球数、白血球数の回復が常温群より早いことを述べているが、著者の実験においても同様の傾向を認めている。

放射線照射が全身的に与える影響を生存率、血液所見、肝機能、体重曲線よりみれば、たしかに低体温群の場合、放射線障害の少いことを物語つていると思われる。

## 第5章 結 論

低体温麻酔下放射線一時大量照射の肺組織に及ぼす影響について、実験的に犬を用いて検討し次の結果を得た。

### 1. 生存率

15週までの追求の結果、常温群では2000 r照射群から死亡例が認められるに対して、低体温群では4000 rにて始めて死亡例を算え、死亡総数は常温群では20例中9例が、低体温群では19例中2例であつた。

2. 低体温2000 r及び4000 r照射後の肺野に出現する変化を、常温群を対照として、胸部単純写真、気管支造影の所見から検討して次の結果を得た。

(a) 胸部単純写真では照射部に一致して雲状陰影が認められるが、常温群に比較して低体温群では異常陰影の出現率も低く、陰影が現われてもその変化は一過性であり、且、軽度であつた。

(b) 気管支造影により4週頃より気管支の流入障害、狭窄、閉塞などの所見がみられるが、これらの変化は低体温群では常温群に比較して極めて軽度であつた。

た。

3. 常温下並びに低体温下に2000 r及び4000 rを照射した際の肺の病理組織学的変化として両群ともに、

- (1) 気管支上皮の粘液分泌亢進、増殖及び剥離。
- (2) 肺胞上皮の増殖及び腫大と剥離。
- (3) 肺胞中隔の肥厚及び細胞浸潤。
- (4) 血管内膜肥厚及び周囲細胞浸潤、血栓形成及び出血性変化。

(5) 胞内炎及び気管支炎の変化が認められたが、ことに低体温群では2000 r照射群、4000 r群射群ともに上記変化は軽度であり、なかんずく気管支上皮、肺胞上皮の退行変性が軽微であり、肺胞中隔肥厚及び細胞浸潤をきたす例も少なかった。また血管の変化及び炎症の合併も軽度であることが認められた。

#### 4. 血液像、肝機能などの全身的影響

(1) 低体温下照射群では常温下照射群より血色素量、赤血球数、白血球数、A/G比に於て照射後の変化が軽度で且、回復が早い。

(2) 血清蛋白量、全血及び血漿比重については低体温群、常温群との間に著明な差異は認められなかった。

(3) 肝機能についても、ほとんどの例が正常範囲内の変動であつて、両群の間に著しい差異は認められなかった。

(4) 体重変化では両群間の差異は特に著しく、常温群で体重減少を示す例が多いのに低体温群ではむしろ体重増加を示す例が多かつた。

以上、低体温下で胸部領域の放射線照射を行うときには一時大量照射でも放射性肺傷害の発生を軽減することが可能であることを実験的に確めた。

### 謝 辞

稿を終るに臨み、御懇篤なる御指導、御校閲を賜つた星子教授、直接御指導を頂いた小林助教授、病理組織所見で第2病理学教室那須教授、永原助教授、間宮講師にそれぞれ御指導御校閲を頂いたことを感謝する。また教室員各員の御協力に謝意を表する。

本論文の要旨の一部は昭和38年10月第15回日本胸部外科学会総会で発表した。

### 文 献

①Holthusen, H.: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde, Verlag. J. E. Bergmann, München, 1931. ②Bergonie, J. & Tessier.: Archd/ electric Méd 6: 334, 1898. ③Hines, L. E.: J. A. M. A., 79: 720, 1922. ④Tyler, A. F. & Blackmann, J. R.: J. Radiol., 3: 469, 1922.

⑤Wintz, H.: Am. J. Roentg., 10: 140, 1923.

⑥Evans, W. A. & Leucutia, T.: Am. J. Roentg., 13: 203, 1925. ⑦Downs, E. E.: Am. J. Roentg., 36: 61, 1936. ⑧McIntosh, H. C. & Spitz, S.: Am. J. Roentg., 41: 605, 1939. ⑩Warren, S. & Spencer, J.: Arch. of Path., 34: 917, 1942.

⑩Warren, S. & Gates, O.: Arch. Path., 30: 440, 1940. ⑪Warren, S. et al: Am. J. Roentg., 43: 682, 1940 ⑫Bauer, R.: Stralenterapie, 64: 249, 1939. ⑬Hutchinson, H. E.: Glasgow. Med. J., 34: 299, 1953. ⑭Engelstadt, R. B.: Acta. radiol. suppl., 19: 1, 1934. ⑮Engelstadt, R. B.: Am. J. Roentg., 43: 676, 1940.

⑯Cottier, H.: Stralenterapie 100: 385, 1956. ⑰小沢和哉: 日放会誌, 20: 907, 1960. ⑱井染成夫・他: 胸部疾患, 5: 89, 1961. ⑲Macht, S. H. & Perlberg, H.: Am. J. Roentg., 63: 335, 1950.

⑳Cottier, H.: Stralenterapie, 103: 77, 1959. ㉑本間日臣・他: 日本胸部臨床, 20: 388, 1961.

㉒Douglas, A. C.: Brit. J. Chest., 53: 346, 1959. ㉓横山英三: 日胸外会誌, 11: 852, 1963. ㉔柳沢文憲: 外科, 24: 570, 1962. ㉕篠井金吾・他: 胸部外科, 16: 21, 1963. ㉖Fomon, J. J.: J. Thor. Surg., 35: 771, 1958. ㉗Fomon, J. J.: J. Thor. Surg., 38: 553, 1959. ㉘Fomon, J. J.: J. Thor. Surg., 41: 587, 1961. ㉙Fomon, J. J.: J. Thor. Surg., 45: 302, 1963. ㉚梅垣洋一郎・他: 日放会誌, 21: 460, 1961(会). ㉛林家資: 信州医誌, 12: 18, 1963. ㉜小林 滋・他: 信州医誌, 11: 440, 1962(会). ㉝小林 滋・他: 日本外科会誌, 65: 55, 1964(会). ㉞岩崎吉吉: 千葉医学雑誌, 32: 495, 1956. ㉟Freid, J. R. & Goldberg, H.: Am. J. Roentg., 43: 877, 1940. ㊱Henzi, H.: Stralenterapie, 100: 275, 1956. ㊲松平寛通: 日放会誌, 18: 1635, 1959. ㊳渡辺匡三郎: 福島医誌, 11: 423, 1961. ㊴Wohlauer, F.: Deutsch. Med. Woch., 35: 1704, 1909. ㊵Lüdin, M. & Werthemann, A.: Stralenterapie, 38: 684, 19-30. ㊶Jacobsen, V. C.: Am. J. Roentg., 44: 235, 1940. ㊷Schairer, E. et al: Stralenterapie, 44: 267, 1939. ㊸Tsuzuki, M.: Am. J. Roentg., 16: 134, 1926. ㊹都築正男: 日外会誌, 27: 253, 1929. ㊺並木恒夫: 日病会誌, 51: 36, 1962. ㊻並木恒夫: 日病会誌, 51: 56, 1962. ㊼内海邦輔: 日病会誌, 44: 550, 1955. ㊽玉木喜一: 日放会誌, 19: 30, 1960. ㊾Voegt, H.:

- Virchows Arch., 302 : 468, 1938. ⑤①Jennings, F. L. et al : Arch of Path., 71 : 437, 1961.
- ⑤②Granzow, J. : Arch. f. Gynäk., 151 : 612, 1932.
- ⑤③Karlín, M. I. & Mogilnitsky, B. N. : Frankfurt f. Ztschrit. f. Path., 43 : 434, 1932. ⑤④Novasques, S. J. et al : Lancet, 260 : 1206, 1951.
- ⑤⑤榎林和之 : 日放会誌, 6 : 13, 1947. ⑤⑥Davis, K. S. : Radiology, 3 : 301, 1924. ⑤⑦Lucarelli, G. : Tumori, 9 : 85, 1935. ⑤⑧内海邦輔 : 最新医学, 14 : 541, 1958. 綜合医学, 10 : 734, 1958.
- ⑤⑨Rose, C. B. : J. A. M. A., 80 : 1750, 1923.
- ⑤⑩Flashamp, W. : Strahlentherapie, Sonderband, 12 : 1, 1930. ⑤⑪Chu, F. C. H. : Radiology, 64 : 642, 1955. ⑤⑫Smith, J. C. : Am. Rev. of Resp. Dis., 87 : 647, 1963. ⑤⑬谷川福夫 : 日放会誌, 18 : 91, 1958. ⑤⑭Dejardin, A. U. : Am. J. Roentg., 16 : 444, 1926. ⑤⑮市川平三郎・他 : 日放会誌, 19 : 2272, 1960. ⑤⑯吉村克俊・他 : 日放会誌, 18 : 168, 1958. ⑤⑰Groover, T. A. et al : Am. J. Roentg., 10 : 471, 1923. ⑤⑱Fiebelkorn, H. J. & Hilger, H. : Strahlentherapie, 96 : 583, 1955. ⑤⑲小和田金重・他 : 日放会誌, 21 : 86, 1961 (会).
- ⑤⑳Widmann, B. P. : Am. J. Roentg., 47 : 24, 19-42. ⑤㉑永井春三 : 最新医学, 13 : 1781, 1958. 綜合臨床, 6 : 26, 1957. ⑤㉒Dognon, A. et al : Cr Soc. Biol., 107 : 1501, 1931. ⑤㉓Strangeway, T. S. P. et al : Proc. Roy. Soc. B., 102 : 9, 1927. ⑤㉔Cook, E. V. : Radiology, 32 : 289, 1939. ⑤㉕Schmieden, V. : Über die allgemeine Indika-
- tionsstellung zur Röntgenstrahlenbehandlung maligner Geschwülste. 13, 431, 1922. ⑤㉖Perthes, J. : Strahlentherapie, 15 : 695, 1923.
- ⑤㉗Nahmmacher, F. : Strahlentherapie, 30 : 490, 1928. ⑤㉘Wintz, H. : Strahlentherapie, 33 : 456, 1929. ⑤㉙Wintz, H. : Dtsch. med. Wschr., 57 : 1569, 1931. ⑤㉚Jüngling, O. : Strahlentherapie, 51 : 393, 1934. ⑤㉛Kohler, A. : Strahlentherapie, 88 : 150, 1952. ⑤㉜Oelssner, W. : Strahlentherapie, 87 : 49, 1952. ⑤㉝Schober, R. : Strahlentherapie, 98 : 366, 1955. ⑤㉞Borgström, S. : Acta radiol., 58 : 9, 1962. ⑤㉟Bromley, L. L. : Lancet, 2 : 937, 1955. ⑤㊱Boyd, D. P. et al : J. A. M. A., 179 : 253, 1962. ⑤㊲Paulson, D. L. et al : Thoracic Cardiovas. Surg., 44 : 281, 1962. ⑤㊳金田 弘 : 日本臨床, 14 : 1482, 1956. ⑤㊴Eichhorn, H. J. : Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlenbehandlung, Bd, 90, 1959. ⑤㊵Bloedorn, F. G. et al : S. G. O., 111 : 141, 1960. ⑤㊶Faber, L. P. et al : J. Thor. Surg., 46 : 227, 1963.
- ⑤㊷滝沢延次郎 : 日本医事新報, 1928, 3, 49, 1961.
- ⑤㊸中山恒明・他 : 臨床放射線, 7 : 11, 1962. ⑤㊹中山恒明・他 : 日本癌学会, 第21回總會. ⑤㊺Smith, F. et al : Science, 113 : 686, 1951. ⑤㊻Benvenuto, R. et al : S. Forum., 10 : 558, 1959.
- ⑤㊼Patt, H. M. et al : Am. J. Physiol., 155 : 388, 1948. ⑤㊽足沢三之介 : 日放会誌, 15 : 161, 1957.
- ⑤㊾芦沢 昭 : 日放会誌, 19 : 1416, 1959.