

Title	びまん性肺病変のCT像
Author(s)	藤堂, 義郎; 村田, 喜代史; 伊藤, 春海 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1986, 46(11), p. 1281-1295
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18869
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

びまん性肺病変のCT像

京都大学医学部放射線科，放射線部，核医学科

藤堂 義郎 村田喜代史 伊藤 春海 鳥塚 莞爾

(昭和61年5月19日受付)

(昭和61年6月28日最終原稿受付)

Computed Tomography of Diffuse Pulmonary Diseases

Giro Todo, Kiyoshi Murata, Harumi Itoh and Kanji Torizuka

Department of Radiology, & Nuclear Medicine, Kyoto University School of Medicine, Kyoto, Japan

Research Code No. : 506.1

Key Words : *High resolution CT, Diffuse pulmonary diseases, Radiologic-pathologic correlation, Interstitial pulmonary diseases*

This article summarizes our preliminary results on high resolution computed tomography of 101 patients with various diffuse lung diseases. Instead of pattern recognition routinely done on chest radiogram (nodular, reticular or reticulo-nodular) we emphasized the relation of the lesions with inherent structures of the lung seen on the CT images. For this purpose our ten years radiologic-pathologic correlation on inflated and fixed lung specimens proved quite useful. Because we had been able to show close relations of pathologic lesions with the bronchus, bronchiole, pulmonary vessel and air space. We also had confirmed the importance of the secondary pulmonary lobule as a basic lung structure where alveolar and interstitial diseases start and spread.

The prime CT findings seen in those diffuse pulmonary diseases are as follows.

1) Centrilobular inflammatory nodules.

This was seen in diffuse panbronchiolitis (DPB), allergic broncho-pulmonary aspergillosis, tuberculosis, pneumoconiosis and lobular pneumonia. DPB and bronchogenic spread of tuberculosis were most representative. The nodules produced by these diseases were located at the extreme end of bronchial branchings and separated by 2 to 3 mm from the pleura and pulmonary vein which constitute the edge of the secondary pulmonary lobule.

2) The lesions extending along bronchoarterial sheath and pulmonary vein. The contours of the pulmonary vessels were irregular and their calibers enlarged. These findings were seen in sarcoidosis and lymphangiosis carcinomatosa.

3) Lobular and multilobular lesions. This was seen in diffuse interstitial pneumonia and in alveolar filling diseases. The margins of the lesions were straight or curved slightly suggesting that disease is blocked by the lobular septa. Fine air bronchogram within the lesions was characteristic in chronic interstitial pneumonia.

4) Slight to moderate increase of lung density with multilobular distribution. This was seen in interstitial pneumonia, sarcoidosis and hypersensitivity pneumonitis. We supposed that this finding corresponds to cellular or fibrous thickening of alveolar septa, but direct proof was not available.

I. はじめに

びまん性肺病変を従来のX線像で解析する際の最大の問題点は異常影と肺の既存構造との関係が明確に把握できないことである。この事態は読影法が既に確立されている肺葉の無気肺像と比較すると明らかである。無気肺の診断はX線減弱能の亢進した肺葉の形態的特徴と隣接する他の肺葉の血管影や縦隔の所見などと合わせて行なわれる¹⁾。ところが同様の考え方でびまん性陰影の個々を隣接するたとえば血管影と結びつけて両者の関係を解析するのは容易でない。この原因は従来のX線像がコントラスト分解能に問題があり、さらに像の重なりを免れ得ないことにある。その結果病変と既存の肺血管や気管支などで合成された見かけの像を粒状、網状、網粒状と表現し、これらをびまん性肺病変のX線所見とせざるを得ない^{2)~4)}。

X線CTは原理的に重なりが少ないしかもコントラスト分解能の良い断層像を与える。しかし空間分解能に難点があったため肺疾患への応用は限られていた。ところが1980年以降に登場した高分解能CTは空間分解能に改良が加えられ側頭骨領域を中心に普及した⁵⁾。この新技術が側頭部同様に含気豊富な肺で成功を納めるかどうかはわれわれの追求すべき課題となった。

一方でわれわれは1974年より今日まで病理医の協力下に剖検肺の検討を続けている。ここでは伸展固定された肺標本を軟X線撮影と実体顕微鏡により観察し、その所見と組織像を詳細に対比させた。その結果、びまん性肺病変を気管支・血管系、肺間質、肺小葉などの既存構造と肉眼、弱拡大、組織の各レベルで関係付けることが可能となった⁶⁾⁷⁾。

そこで本論文の目的は伸展固定肺標本の検討で蓄積された経験がびまん性肺病変のCT像の解釈にどのように生かされるかを述べることにある。これにより従来より行なわれているパターンによる認識から一歩踏み込んで、肺の構造にできるだけ立脚した新しいびまん性肺病変の診断法の確立を目指した。

II. 研究の方法ならびに対象

II-1 CT検査の対象と方法

今回検討した対象は昭和55年1月より同59年1月までの間に京都大学医学部附属病院および京都大学結核胸部疾患研究所附属病院でCT検査を受けたびまん性肺疾患患者101例である。症例の内訳をTable 1に示す。症例数の多いのがサルコイドーシス(38例)、びまん性汎細気管支炎(以下DPBと略す、25例)、特発性間質性肺炎(以下IIP、12例)である。サルコイドーシスの診断はTBLB、リンパ節生検、皮膚生検などで類上皮性肉芽腫を証明することにより行なわれた。DPBは厚生省特定疾患班研究の診断基準⁸⁾に合致するもの21例、肺機能検査または労作時息切れの項目を満足しないためDPBの疑いとされた4例を含む。IIPの12例はDPB同様に設定された診断基準⁹⁾を満足する症例で、その内の7例には病理組織学診断が得られている。

CT装置は両施設ともGE社製CT/T 8800である。スキャン時間は9.6秒、スライス厚は5mm、スライス間隔は1~2cmで肺尖から肺底部まで含めた。呼吸停止は最大吸気位より少し呼出した肺気量位で行なった。呼吸困難を訴える患者には適

Table 1 Clinical Materials

Diagnosis	Number of Cases
Idiopathic Interstitial Pneumonia (IIP)	12
Sarcoidosis	38
Diffuse Panbronchiolitis (DPB)	25
Hypersensitivity Pneumonitis	2
Allergic Broncho-pulmonary Aspergillosis	2
Silicosis	5
Chronic Berylliosis	4
Tuberculosis	
Bronchogenic Spread	3
Miliary	1
Lymphangitis Carcinomatosa	5
Hematogenous Metastasis of Cancer	4
Total	101

宜鼻カニューラより酸素を与えた。スキャン後関心領域について、オリジナルデータより bone detail アルゴリズムによる 2 倍拡大の高分解 CT 像（ターゲット像，レビュー像，以下単に CT 像と呼ぶ）を作成した。画像の描出条件は，ウィンドウ幅 1,000~1,200HU，同レベル—600—800HU とし，肺の末梢血管影が描出され易くした¹⁰⁾。ただしこの条件は固定したものではなく，特に濃度の高い病変内の既存構造を観察する場合は適宜変更させた。

II-2 伸展固定肺標本の検討

CT 像の読影に役立てるため，主として剖検肺の伸展固定標本を使って以下 2 つの内容につき検討した。

(1) 気管支・血管系の構築

病変の少ない剖検肺 3 個（右肺）を既に発表した方法で処理し⁷⁾，横断，矢状，前額の各方向にスライスした。これらのスライスの肉眼像と軟 X 線像から各スライスに含まれる気管支と肺動静脈をトレースした。

肺小葉レベルで同様の検討をするため上記の一部のスライスから 4cm×4cm のブロックを採取し，これを 700 μ m~1,000 μ m の一定厚で薄切後実体顕微鏡と軟 X 線撮影で末梢の気管支と肺血管をトレースした。特に小葉中心部に存在する終末細気管支と伴走する肺動脈の同定に留意し，必要に応じて elastica van Gieson 染色による組織学的検索を併用した。

(2) びまん性肺病変と肺既存構造との関係

今回は同一症例における CT 像と病理像の対比は行なっていないが，CT 像の読影に有用と考えられた肺標本の見直しを行なった。対象は IIP 5 例，抗癌剤による間質性肺炎 3 例，肺結核症 4 例，小葉性（気管支）肺炎 3 例，癌性リンパ管症 4 例，血行性転移癌 2 例の計 21 症例で全て剖検で得られた肺の伸展固定標本である。サルコイドーシスについては開胸生検標本 2 例の実体顕微鏡像と組織像を対比させた。

III. 結 果

以下肺標本の観察結果と各疾患の CT 所見を分けて述べる。

III-1 伸展固定標本における肺既存構造

(1) 肉眼レベルでの気管支，肺血管の分岐と配列の特徴 (Fig.1a, b)

肺内の気管支と血管は肺門部から胸膜側まで末梢肺組織により隙間なく囲まれていた。したがって個々の気管支と肺動静脈の外側には必ず末梢肺が接していた。気管支の分岐は同大 2 分岐からなる主軸系とその間から分岐する娘枝とからなり，最初の娘枝は亜区域支ないし亜々区域支から出現した。この娘枝の末梢部は反回しながらその最深奥部は区域支の分岐角部に達した。気管支系の娘枝は親の約半分の直径を有し比較的太いが，肺動静脈の娘枝は極めて細く肺門部では親の直径の 1/5 以下であった。肺静脈も肺動脈同様に数多くの娘枝を区域，亜区域間に分布する親から分岐した。上葉について各肺区域の主軸気管支の分岐を肺門から辿ると，どの区域でも縦隔側を除いた肺の外殻領域，肺胸膜下約 2cm 内に 6~7 次で到達しその

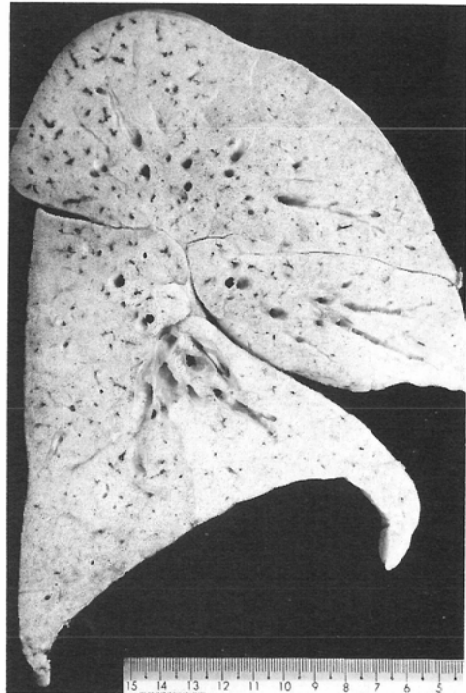


Fig. 1a Photomicrograph of inflated and fixed lung slice. Note that the bronchi and pulmonary vessels are surrounded tightly by peripheral lung tissues.



Fig. 1b Arrangement of the bronchi and pulmonary vessels included in the lung slice shown in Fig. 1a. Note alternate distribution of the pulmonary arteries and veins (arrows). The arteries run together with the bronchi.

直径は1.5mm 以内であった。

肺動静脈はスライスされる方向とは無関係にスライス内で交互に配列するのが認められた。この様子は隣接する前後のスライスに渡っても確認された。スライス内部で血管系が交叉する場合一方が肺動脈であれば他は肺静脈であった。

(2) 肺小葉レベルにおける気管支、肺血管の配列 (Fig. 2, 3)

肺小葉 (Secondary Pulmonary Lobule) につき実体顕微鏡、軟X線撮影、組織標本による検討から以下の事実を確認した。

肺小葉は肺門部から肺胸膜下までのどの部位でも存在した。ただし小葉支配気管支(直径約1mm)までの分岐数は肺門より外套領域で多かった。

肺小葉は1~1.5cmの不規則な稜を有する多面体で中に小葉内気管支が走行し、それから1~2mm毎に終末細気管支を分岐した。終末細気管支の直径は0.5~0.6mmで1小葉内に平均して3~5個含まれた。小葉中心部の終末~呼吸細気管

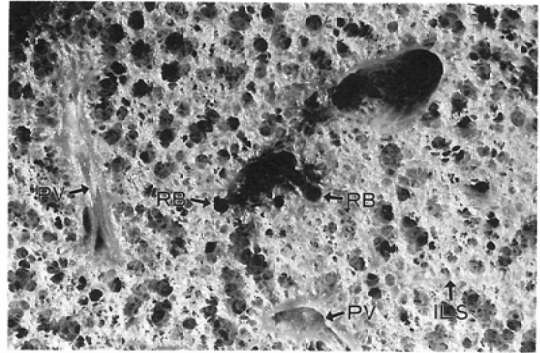


Fig. 2 Close-up view of the secondary pulmonary lobule. The interlobular septum (ILS) and pulmonary veins (PV) are at the edge of the lobule, while the respiratory bronchioles (RB) and accompanying arteries at the center of the lobule. The distance from the respiratory bronchiole to the edge of the lobules is about 2mm.

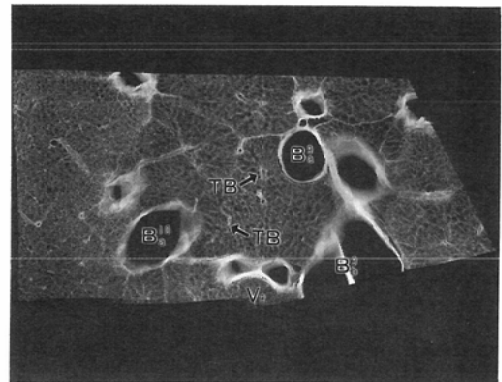


Fig. 3 Radiogram of a lung slice showing the lobules in the hilar area. The large subsegmental bronchi, pulmonary arteries and veins are at the edge of the lobules. The distance from the terminal bronchioles (TB) to the B^a and B^{1a} is 2~3 mm.

支とそれらに伴走する肺動脈から小葉の辺縁までの距離は2~3mm とほぼ一定であった。一方小葉の辺縁には小葉間隔壁、直径100 μ m以上の肺静脈、肺胸膜、さらに小葉外の気管支、肺動脈系が位置した。

呼吸細気管支に伴走する肺動脈は直径100~150 μ mの筋性動脈で、その太さに相当する肺静脈は小葉の辺縁に分布した。

(3) 肺間質の分布 (Fig. 4, 5)

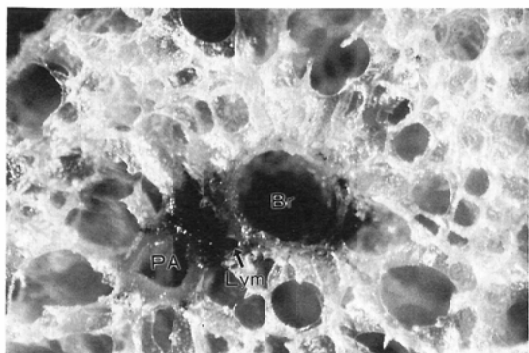


Fig. 4 Close-up view of the bronchovascular sheath surrounding the bronchiole (Br) and pulmonary artery (PA). Lymphatics are seen in this sheath (Lym).

系は気管支壁にも存在した。小気管支以下のレベルではリンパ管の発達は気管支周囲より肺動脈周囲で良かった。

肺胞間質は以上の肺間質とは別に肺胞中隔内に存在し肺胞上皮の基底膜と肺胞毛細血管の間の極めて薄い部分を指す。肺胞中隔は実体顕微鏡で観察可能であり、正常肺では薄く気腔を境した。

III-2 びまん性肺病変の伸展固定肺標本における観察

今回見直した症例の病理組織学的所見の詳細を記すのは本論文の目的ではないので、CT 像の shadows に参考となる事項のみ以下のように要約した。

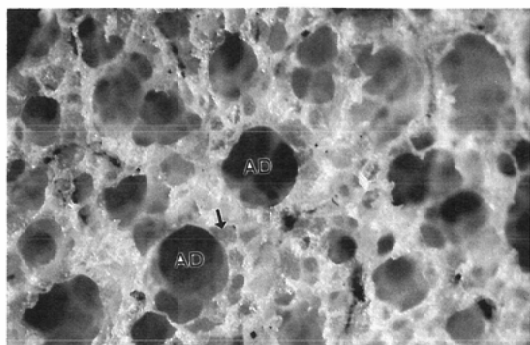


Fig. 5 Close-up view of the alveolar ducts (AD) and alveoli (arrow). The alveolar septum is thin in normal condition. In addition, the air space comprising the alveolar ducts and alveoli is empty.

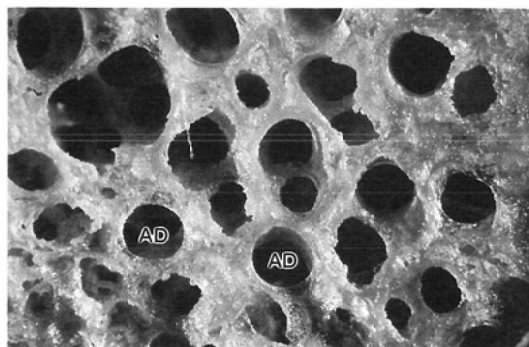


Fig. 6a Close-up view of a lung slice with IIP (Idiopathic Interstitial Pneumonia). The space separating adjacent alveolar ducts (AD) is markedly thickened, thus, each alveolar septum is hardly identified. Compare this figure with Fig. 5.

肺 CT の主要な対象が間質性疾患であることを考慮し、肺間質について観察した内容を以下要約する。

気管支・肺動脈周囲組織 (Bronchovascular Sheath) は主軸分岐と娘枝に沿って肺門から肺胸膜下まで連続的に分布した。肺門部では、区域支周囲組織から娘枝末端の細気管支・肺動脈周囲組織までの距離は5mm 以内と近かった。気管支・肺動脈周囲組織は小葉間隔壁を介して近傍の肺静脈周囲組織や気管支・肺動脈周囲組織と連絡した。肺静脈周囲組織は小葉間隔壁と密につらなり、後者は胸膜下組織に合流した。以上の肺間質内にリンパ管と気管支動脈循環が分布した。これら循環

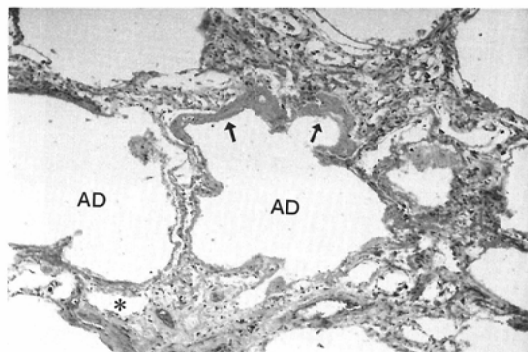


Fig. 6b Photomicrograph of the same slice shown in Fig. 6a. The alveoli are covered by thick hyaline membranes (arrow) and partially collapsed. The alveolar septa are thick with fibrosis. AD: Alveolar Duct, * Alveoli

(1) IIP, 薬剤による間質性肺炎 (Fig. 6a, b, 7, 8)

間質性肺炎の急性増悪で死亡した症例に共通して見られる所見は Fig. 6a で示すような気腔壁の

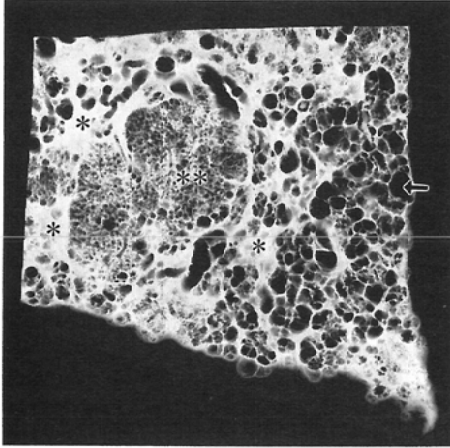


Fig. 7 Radiogram of a lung slice with IIP. Fine reticular lesions (***) correspond pathologically to thickening of the alveolar septa, collapse of the alveoli and hyaline membranes. Various sized nodular lesions (*) are characterized by sharply demarcated dense areas with air bronchogram. These lesions correspond to fibrosis and cellular infiltration in the air spaces as well as in the alveolar septa. Honeycombing is predominant in the dorsal part of the lung (arrow).

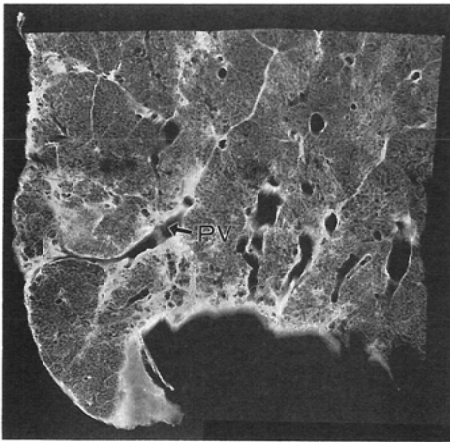


Fig. 8 Radiogram of a lung slice with IIP. The contour of the pulmonary vein (PV) is irregular due to fibrosis of the alveolar septa surrounding the vessel.

肥厚であった。この所見は以下に述べる結節性病変や蜂窩肺以外の領域にびまん性に認められた。肥厚した気腔壁は組織学的には硝子膜、狭小化した肺胞、線維性ないし細胞性に肥厚した肺胞中隔、肺胞内の剥脱した肺胞上皮や大食細胞などを含んだ (Fig. 6b)。硝子膜は肺胞内において肺胞道の肺胞入口部を塞いだり、器質化して間質内に取り込まれる場合もあった。肥厚した気腔壁は Fig. 7 に示すように細かい網状影をスライス X 線上に形成した (図中**).

以上の病変より X 線減弱能の高い領域が結節性に認められた。大きさは細葉大、小葉大、多小葉大と様々であるが病変の境界は鮮明であった (Fig. 7*)。組織学的には肺胞の高度な狭小化、肺胞内の細胞浸潤や浸出物の器質化、肺胞中隔の高度の線維化などから成り立っていた。これらの変化が細葉大に広がりつつ小葉の境界部で特に強い場合、肺動静脈は軟 X 線像上で平滑な辺縁を失なった (Fig. 8)。(多)小葉大の病変の中心にある細気管支や肺胞道が拡張し、その周囲の強い病変を背景に X 線像上 air bronchogram 様に見えた。

気腔の拡張がさらに高度になると小葉内は単純なつながりを示す囊胞の集まりとなり、それが多小葉性に進展した部位では蜂窩状を呈した (Fig. 7↑)。病変は肺の外殻領域を主体とするが、気管支系の流れに沿うごとく肺の内部を頂点とする放射状の広がりを示す場合があった。蜂窩肺の内部や辺縁部に上述した結節性病変が混在することが多く、囊胞の大きさは症例毎に並うという傾向はあるものの、病巣内全体に渡り均一ではなかった。囊胞は必ずしも空虚でなく粘液を充満することもあった。以上の蜂窩肺に含まれる囊胞とは別に特に上葉を中心に直径1cmを越えるブラを認める場合があった。

(2) 小葉性(気管支)肺炎 (Fig. 9), 結核症 (Fig. 10)

直径数 mm の小結節性病変から小葉性、多小葉性、区域性、肺葉性と言った様々の広がりを持つ病変が見られた。小結節病変は結核症で特に鮮明に認められ、乾酪壊死を伴った滲出性病巣が小

葉内部の非呼吸ないし呼吸細気管支周囲に形成された。この病巣から小葉辺縁までの距離は5mm以内であった。小葉性に病変が成長すると小葉間

隔壁による線状の病巣境界が正常小葉との間で見られた (Fig. 10)。この場合小葉内の肺動脈は勿論、小葉辺縁部の肺静脈もスライス肺の X 線像上シルエットを失なった。ただ気管支は明瞭な air bronchogram を示した。以上の病変は肺内部から外套領域にかけて広汎に散布するのが観察された。

(3) 癌性リンパ管症 (Fig. 11)

気管支壁、気管支・肺動脈周囲組織、肺静脈周囲組織と小葉間隔壁、胸膜下組織などが癌の浸潤や併発する線維化で肥厚するのが見られた。気管支壁の変化は太い部位では顕著だが、末梢部ほど

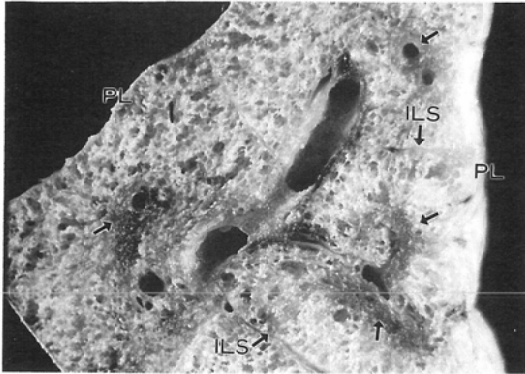


Fig. 9 Close-up view of the centrilobular inflammatory lesions (arrow) seen is bronchopneumonia. These lesions are separated by 2~3 mm from the interlobular septa (ILS) and pleura (PL).

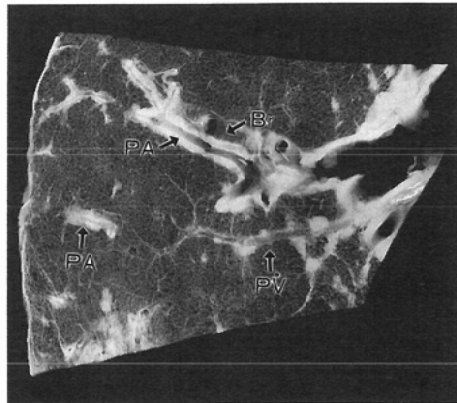


Fig. 11 Radiogram of a lung slice with lymphangiosis carcinomatosa. The walls of the pulmonary arteries (PA) are markedly thickened by tumors in perivascular interstitial space.

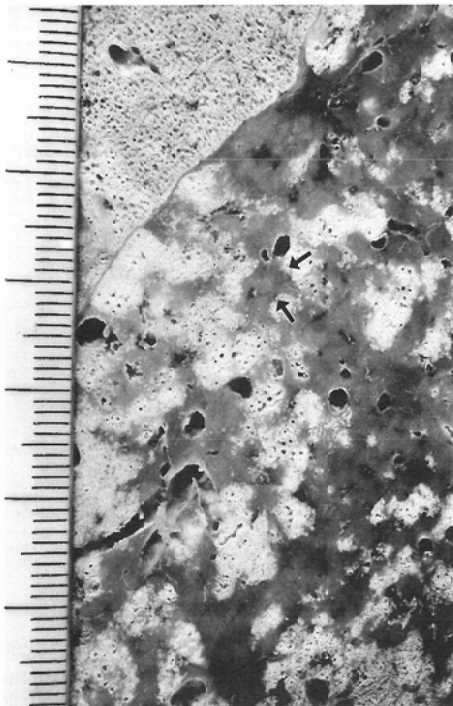


Fig. 10 Lobular and multilobular lesions in tuberculous pneumonia. Air spaces in the lesions are replaced completely by the disease. The lesions tend to coalesce but their borders are sharp (arrow).

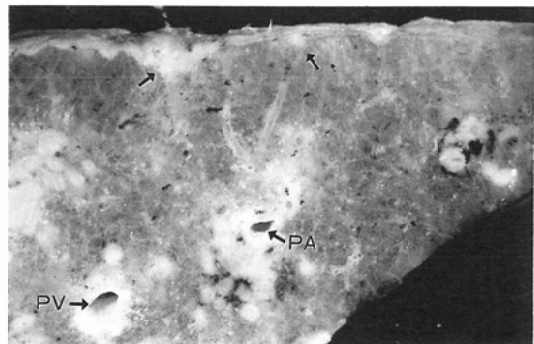


Fig. 12 Close-up view of an open lung biopsied specimen with sarcoidosis. Multiple granulomas are distributed along the pulmonary arteries (PA) and veins (PV). Subpleural nodules are also noted.

肺動脈周囲の方が病変は強かった。特に細気管支に伴走する筋性肺動脈周囲では本来の血管径の数倍の癌細胞が取り巻き、この変化は小葉中心部まで連続して見られた。それ以遠の小葉内肺動脈周囲には組織学的には癌浸潤を認めるが実体顕微鏡でとらえられるほどではなかった。小葉内部の肺静脈（細静脈）周囲にも癌浸潤があった。

肺動静脈のうち肺動脈側に病変が強い場合と両者が同じ程度に侵されることがあった。

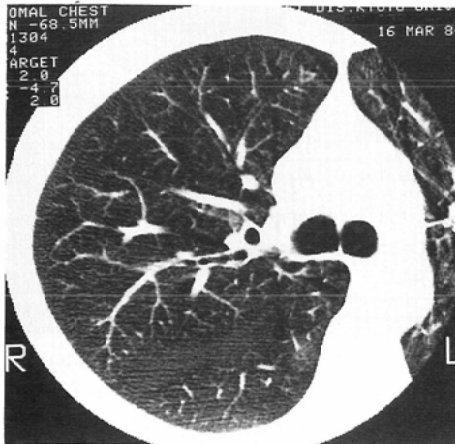
癌細胞の浸潤は肺間質内を主体とするが、その外側の肺胞内にも浸潤を認めることが多かった。

(4) サルコイドーシス (Fig. 12)

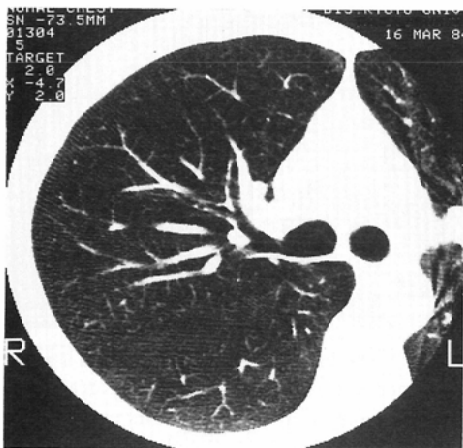
サルコイド肉芽腫が肺中隔、気管支・肺動脈周囲組織、肺静脈周囲組織、小葉間隔壁、肺胸膜

下組織など肺間質の全ての構成員に認められた。肉芽腫の大きさは $200\sim 300\mu\text{m}$ を単位とし、融合すると 1mm 内外の結節性病変となった。間質内を連続的に病変が波及する性格は癌性リンパ管症に似るが、サルコイドーシスでは肺中隔に結節性病変を形成するのが異なる点である。

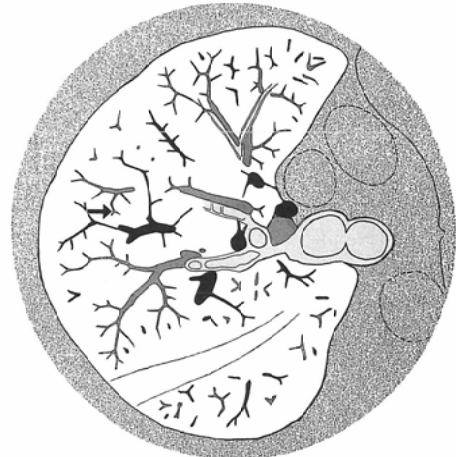
(5) 血行性転移性肺癌



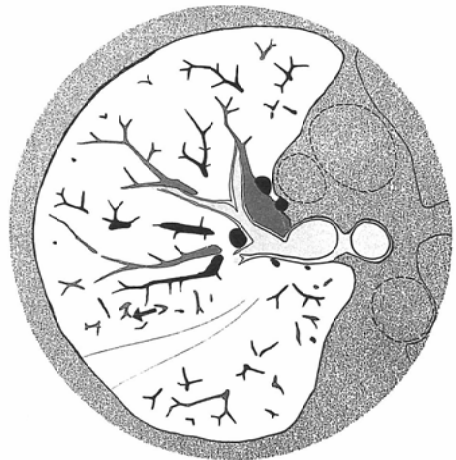
13a



13b



13c



13d

Figs. 13a, b, c and d Normal CT of the right upper lobe (a, b) and their drawings of major structures (c, d). Note alternate arrangement of pulmonary arteries (grey) and veins (black). Most of the structures seen here are extralobular in location. Some of the smallest arteries may be centrilobular suggested from the proper distance between the arteries and adjacent veins (arrow).

球状の結節性病変がびまん性に散布した。病巣が肺胸膜、小葉間隔壁、肺動静脈などに接すると、そこで発育が阻止されて半球状を示した。

III-3 肺 CT 像の解析

(1) 正常肺 CT (Fig. 13a, b, c, d)

肺動静脈の辺縁は末梢肺組織を背景に肺門部から肺の外殻領域まで鮮鋭であった。血管の直径は分岐に従って平滑に減じた。

肺動静脈の区別は連続するスライスを中枢部にトレースすれば可能であった。それにより以下のことが分かった。気管支が見える場合、それに伴走する血管は肺動脈であった。血管影が同一スライス内で交叉する場合、一方が肺動脈であれば他は肺静脈であった。肺動静脈は交互に配列し、この所見は隣接する上下のスライスに渡っても認められた。

小葉間隔壁は描出されなかった。したがって小葉の辺縁は脈静脈、大部分の肺動脈、肺野の最外

層などから決定した。しかしこの方法では特定の小葉の範囲を決めることはできなかった。一方小葉内の肺動脈を特定することは困難であったが、上述した小葉辺縁部の構造から2~3mm離れた肺動脈は小葉中心部にあると推定するに留まった。肺動静脈の交互配列は小葉レベルの小さな領域でも認めた。一方気管支は垂々区域支ないしその次の分枝までが描出された。

(2) びまん性肺病変の CT (Fig. 14~Fig. 22) 代表的所見を以下要約する。

a) 小葉中心性の小粒状病巣

DPBにおける代表的所見で、病変の密度に差はあっても25例全例に認めた。病変は肺胸膜の存在する肺野最外層、肺静脈、気管支・肺動脈系などから5mm以内の距離に分布した (Fig. 14)。しかも個々の病巣は1~2mm 毎につながり、壁肥厚と拡張を有する気道の末端に位置した。肺動脈は病変と重なるため見にくい。肺静脈は末梢まで走行が追えた。

気道性散布を示した結核症3例ではDPBほど

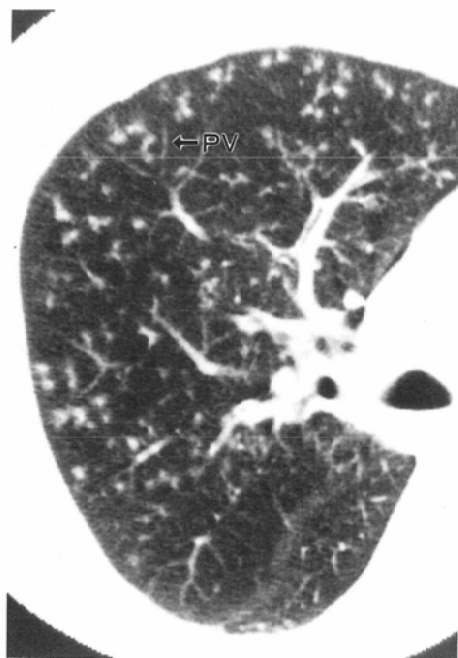


Fig. 14 CT of DPB (Diffuse Panbronchiolitis). The nodular lesions are centrilobular in location. The lesions are separated from the pulmonary veins (PV) and pleura. Most of the vessels seen in the figure are veins, because the arteries are superimposed by the nodules.



Fig. 15 CT of chronic berylliosis showing centrilobular nodules. The lesions are located at the periphery of the pulmonary arteries and separated from the pulmonary vein (PV).

びまん性ではないが小葉中心性の粒状病巣が認められた。それ以外に小葉性～多小葉性の結節性病変が必ず共存した。後者の病変内に air bronchogram を認めた。

過敏性肺臓炎、アレルギー性気管支肺アスペルギルス症でも全例（各2例）に小葉中心性の粒状病巣を認めた。過敏性肺臓炎では肺胞中隔の肥厚を示唆するびまん性の肺野濃度の上昇が合併するため、個々の粒状病巣の辺縁はDPBや結核症にくらべて不鮮明であった。

b) 小葉中心および小葉辺縁の両方に存在する粒状病巣

硅肺と慢性ペリリウム症における粒状病巣の全てではないが肺動静脈に重なる病変を全症例で指摘しえた。このうち肺静脈から1～2mmの距離に分布する小葉中心部の病変は同じ位置に存在する肺動脈影は腫大させた(Fig. 15)。以上の病巣以外にCTで描出される既存構造と何らの関係を指摘できない病巣も多数あった。

c) a), b)に当てはまらない粒状病巣

転移性肺癌（血行性）や粟粒結核症に見られる粒状病巣にはa), b)で述べたほどに明確な分布上の特徴が無かった。ただ肺の最外層で半球状に発育する転移巣はa)のDPBには見られない血行性散布の1つの特徴であった。

d) 気管支、肺血管に沿って連続的に進展する

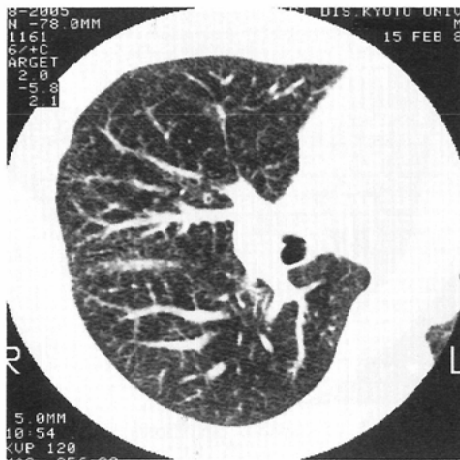


Fig. 16 CT of sarcoidosis. Peripheral part of the pulmonary vessels are dilated moderately.

病変

本所見はサルコイドーシス38例全てに見られたもので肺野病変の基本形と考えられた。中枢から末梢にかけて肺動静脈が不規則に腫大した。その程度は症例によって異なるが、本来CTでは見えない末梢血管分枝が顕在化したり (Fig. 16), CTで可視範囲内の血管がさらに腫大したりした (Fig. 17)。以上の病変に共存して1～4cmの塊状病変を10例 (26%) に、さらに胞隔の線維化によると推定される網状ないしスリガラス様病変を18



Fig. 17 CT of sarcoidosis. Pulmonary vessels are markedly dilated.

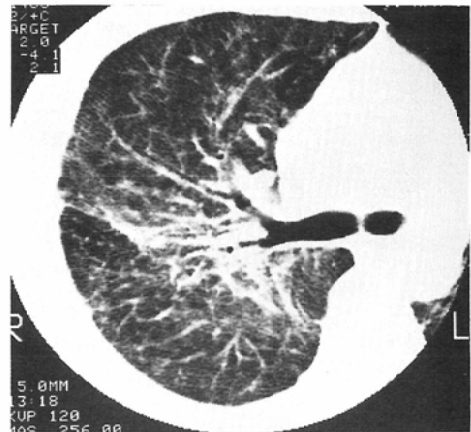


Fig. 18 CT of sarcoidosis. In addition to abnormality of the pulmonary vessels mild increase of lung density is shown suggesting diffuse involvement of alveolar septa by sarcoid granuloma, cellular infiltration or fibrosis.

例(47%)に認めた(Fig. 18). 気管支壁の不規則な肥厚は肺の外側中央部を中心に認めた(25例, 65%).

癌性リンパ管症ではサルコイドーシス同様気管支壁の肥厚, 肺血管影の腫大を全例に認めた. 小葉間隔壁は4例(80%)で顕在化した.

e) 特発性間質性肺炎

DPB やサルコイドーシスでは病変をCTで認識可能な肺既存構造と結びつけることによって病変部位をある程度推定することが可能であった. しかし肺中隔を病変の主座とする間質性肺炎の場合, CTで上記のような解析をするのは困難である. そこで本項ではIII-2・(1)で得られた間質性肺炎の剖検所見を参考にしてCT所見を以下のように要約した.

(i) びまん性の肺野濃度の上昇(10例, 83%)

次に示す(ii), (iii)の病変に隣接して広い範囲で見られた所見である. 濃度は含まれる血管影のシルエットを失なわせるほど高くはなかった(Fig. 19). 健常部と直線状の境界が見られることが多く小葉性の広がり示唆された. 本所見は含気の保存があることから剖検所見のうち気腔壁のびまん性肥厚に対応するものと推定した.

(ii) 細葉大, 小葉大, それらの融合した結節状病変(12例, 100%)

前項(i)の病変より濃度が高く様々の広がりを



Fig. 19 CT of IIP. Diffuse and mild increase of lung density is shown in the lower lobe of the right lung. The lesions, when scattered, are lobular and multilobular (arrow).

有する病変であった. 病変の境界は鮮明で直線状ながら病変側に緩やかな曲線をなすため罹患部の容量減少が推定された(Fig. 20). 病変内部の血管影はそのシルエットを失なうが, 気管支系は air bronchogram 様に見えた. これらの所見は病理学的には気腔内とその壁への強い細胞浸潤と線維化に相当する部位と思われた. 本病変はその広がりに応じて肺門ないし中間層を頂点に胸膜下

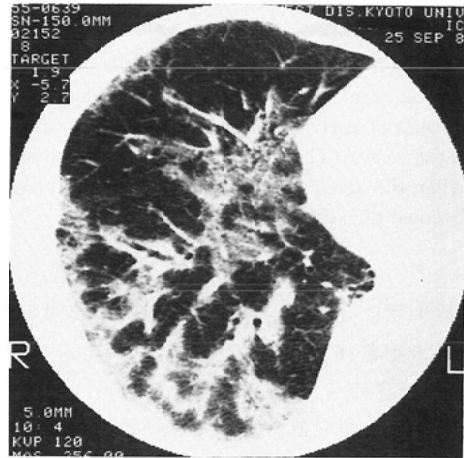


Fig. 20 CT of IIP. The lesions are denser and demarcated clearly from adjacent lung fields. The size of the lesions varies from lobular to multilobular. Air bronchogram is usually seen.

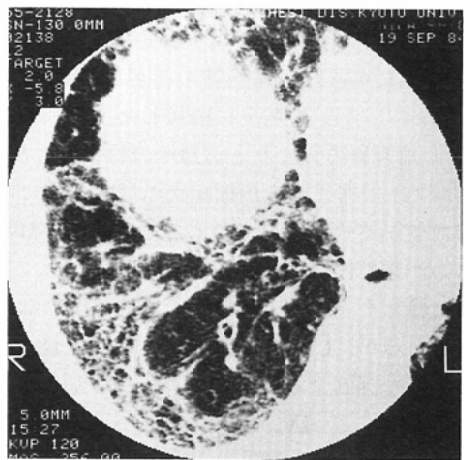


Fig. 21 CT of IIP. Honeycombing is predominant in the outer layer of the lung and is outlined sharply from other lung fields. The nodular lesions with air bronchogram are also recognized.



Fig. 22 CT of IIP. The contours of the pulmonary vessels are irregular suggesting edema and fibrosis of perivascular interstitial space around these vessels. The similar image may be possible when the alveolar septa surrounding the vessels become thickened.

まで放射状に分布し、気管支・血管系の何らかの関与が推定された。

(iii) 蜂窩肺 (5例, 42%)

前項(ii)で見られた気腔や気道の拡張がさらに顕著になると多数の囊胞が密に配列した蜂窩肺となる(Fig. 21). 本病変は必ず胸膜下まで存在するためCTで見られる肺の最外層は顆粒状に凸凹となった。囊胞の大きさは1 cm まででその壁は小さいものほど厚く、数 mm 以下の囊胞では気道とのつながりが明らかとなり前項(ii)の所見と区別がつかなかった。蜂窩肺の境界は鮮明であり(ii), ないし(i)の病変に隣接した。

(iv) 血管影の太まりと辺縁のぼけ(10例, 83%)

病変(i)に含まれるか細葉大の病変(ii)に接する肺血管が不規則に太くなりその辺縁が不鮮明化するのが頻繁に認められた。この成因について血管周囲組織とその外側の幾層かの肺胞中隔の病変が推定されるが、CTでそれらを分離して個別に関与の程度を評価することはできなかった。

IV. 考 察

びまん性肺病変の診断にX線CTが登場した背景を最初に考察し、ついで主要なびまん性肺病変の個々につきCTの役割を評価する。

IV-1 肺CTの背景

びまん性肺病変のX線診断は病理標本との対比によって進歩したのは言うまでもない。過去に欧米はもとより本邦でも幾多の業績を挙げることが可能である。例として、Recavarrenは気管支肺炎に見られる細葉大の小結節影が細気管支周囲の肺胞を巻き込んだ炎症病巣によることを病理組織学的方法と肺標本のX線像を対比させて証明した¹¹⁾。Trapnelは小葉間隔壁への癌浸潤によりそれが肥厚し、X線像でKerley's lineとして見えることを確認した¹²⁾。さらにReid¹³⁾、Heitzman²⁾らはびまん性肺病変の広がりを目視レベルで説明するのに都合の良い構造として肺小葉(Secondary Pulmonary Lobule)を挙げた。この肺小葉を単位として病変を解析する考え方はわれわれの研究に大きな影響を与えた。一方本邦では、立入らが伸展固定された剖検肺の組織像、軟X線像を胸部単純X線像と対比させ、びまん性陰影の形成に肺間質の関与が大きいことを立証した¹⁴⁾。この研究はCTの登場する以前に遂行されたことを考慮し、当時としては1つの頂点を極めたものと評価される。他方山下は肺スライス標本上で気管支と肺血管をトレースし、その応用として区域解剖の観点でX線像上気管支と肺動静脈を分離同定する方法を確立した¹⁵⁾。この成果を肺癌のX線診断に応用したのが鈴木である。すなわち、肺の区域や亜区域という場で既存の気管支と肺血管が受ける侵襲の態度が組織型で異なることを証明した¹⁶⁾¹⁷⁾。ここで確立されていることは、用いる手法の解像力に制限されながらも、描出される既存構造とそれが支配する領域の二面から病変を解析することが重要であるとする考え方である。

以上はX線診断側からのアプローチであるが病理側からも重要な貢献があった。山中は剖検肺に限らず生検標本も固定液で伸展固定する必要性を強調した¹⁸⁾。これにより病変部と健常部のコントラストが良くなり、肉眼的にも組織学的にも病変と既存構造との関係が把握し易くなった。そして北市はびまん性の肉芽腫性疾患の開胸生検標本を検討し、病変の二次小葉内における分布に各疾患で特徴があることを示した¹⁹⁾。これらの研究はいずれも肺標本の肉眼像を重視しておりX線診断側

から学ぶことは多い。

伊藤らは Heitzman らの開発した伸展固定標本の解析法に工夫を加えより詳細な X 線撮影と実体顕微鏡による観察法を開発した⁷⁾。その結果、山下、鈴木らが行なった標本上でのトレース作業を末梢の気管支・肺血管にまで拡大することが可能となった。これによりびまん性肺病変を肺標本上ではあるが2つの観点で具体的に把握できるようになった。その1つは肺の系統的構造である気管支、肺血管、肺間質、気腔などに関する個別の所見である。もう1つはそれらの構造を含む肺区域、肺小葉などの領域内で病変が占める位置（小葉中心性など）やその形式（区域性、小葉性など）に関する所見である。本論文の伸展固定肺標本での解析結果は以上の観点で記されているが症例のヴァリエティは充分とは言えない。さらに充実させることが CT 像のより正確な解釈につながると思われる。

IV-2 肺 CT の有用性

肺の二次小葉を基礎にびまん性肺疾患を解析しようとするわれわれの目的に合致した最初のモデルの疾患が DPB であった¹⁰⁾。既に述べたように CT 像上で小葉中心部の位置は小葉辺縁部の諸構造から間接的にしか知り得ないが、DPB では粒状病巣から小葉中心部を直接的に決定できた。本疾患で肺静脈影が明瞭であるのは極めて重要な所見である。これは DPB に限らず気道性に進展する疾患の CT 像を解析する際の1つのポイントである。同様の意義を持つのが粒状病巣と肺の最外層との間の距離である。これにより CT で直接には見えない肺胸膜と小葉中心部の病変に挟まれた気腔が開存していることが推定できる。若年者の DPB やその初期には呼吸困難を認めなかったり %VC の減少が診断基準を満足させないことがある。今回もそのような対象を4例含むが CT 像上それら全例に典型的な小葉中心性病変を認めた。このことは CT が DPB の早期診断に有用であることを必ずしも意味しない。その理由は粒状影の存在は細気管支の狭窄と直接的には結びつかないからである。事実閉塞性障害の高度な DPB で粒状影が少ない例が存在した。

DPB と並んで肺 CT の有用性の確立に役立ったびまん性肺病変がサルコイドーシスである。類上皮細胞肉芽腫の形成と線維化が肺間質のあらゆる構成員に及ぶため CT 所見は多彩である。CT によって明らかにされた病変のうち最も分かり易いのが肺血管周囲間質に沿って連続的に進展するものである。CT 像上の血管影は血液、内膜、中膜、外膜又は周囲結合織から成る。この周囲組織に主として存在する病変を CT 像上で血管影の異常から推定する訳であるが、病変が中膜や周囲肺胞へ進展しても CT でそれらを評価することは出来ない。しかしながら胸部 X 線像で粒状影と認識される病変が、全てとは言えないまでも肺血管に連なる変化であることを証明した CT の役割は高く評価できる。

以上 DPB やサルコイドーシスで代表される気管支や肺血管に関連して進展する病変の他に CT は小葉性に広がる病変の診断にも有用である。伸展固定肺標本で病変が小葉間隔壁で境される所見は頻繁に見られる²⁷⁾。これは気管支肺炎、肺水腫、肺梗塞など気腔を埋めるタイプの疾患の特徴であるが、びまん性間質性肺炎でも見られることは本研究で示した。この小葉性変化を従来の X 線像でとらえるのは困難である。実はこの点が二次小葉を X 線診断のための基本的肺構造とした Reid¹³⁾、Heitzman²⁾ の先駆的思想が期待された程には具体化しなかった要因の1つである。CT はこれに一定程度の解決を与えた。小葉間隔壁は正常ではまず見えないが示現化するのは次の2つの場合である。1つは癌性リンパ管症のように隔壁自身が腫大する場合である。他は上述したように病変が小葉性に広がった場合である。後者の意義はびまん性肺病変と言いながらも病変は単一ないし複数の小葉単位に不均等に分布することを示唆したことにある。勿論 CT 像上で1つの病巣に含まれる小葉数を決定することは不可能である。今回の剖検肺と CT 像の検討を通じて小葉性変化を認め易い疾患が結核症と間質性肺炎であった。結核症は従来から言われているように気腔を埋める肺胞性病変の代表であるが²⁸⁾、乾酪性変化や肉芽腫の存在が X 線減弱能をより高め、CT による観察に適

していると言える。一方間質性肺炎における小葉性変化は様々の広がりを持ち、初期から終末期の蜂窩肺に到るまで観察される。この場合間質性肺炎と言いながら気腔の狭小化と気腔内への細胞浸潤が病巣形成に大きく関与していることは本研究で示した通りである。IIPは小葉辺縁に近い細葉から病変が始まる傾向があり²⁰⁾、組織学的には肺胞内の硝子膜形成や細胞浸潤、そして肺胞中隔の線維性ないし細胞性肥厚などの所見が全て含まれ形式的な間質性、肺泡性などの区別は通用しない。しかしIIPの小葉性病変には結核症などの肺泡性病変には見られない肉眼像やCT像の特徴があることも確かである。それは病変中の細かな気腔の拡張であり、その終末像が蜂窩肺である。肺標本上でのこれら肉眼像はそれぞれCT像で細かなair bronchogram様所見や蜂窩状の嚢胞形成として認識される。

IIPやサルコイドーシスのCT像で頻繁に見られるが今回十分に検討されていない所見がびまん性の多小葉性に広がる淡い肺野濃度の上昇である。サルコイドーシスでは肺胞中隔内の肉芽腫や併発する胞隔炎²¹⁾の重積によってこのCT像が形成されると推定される。しかしIIPでは急性増悪期の肺胞内硝子膜と肺胞の狭小化、そして慢性期の肺胞中隔の線維性肥厚のいずれもが同じCT像を呈する可能性がある。ところが両者の区別は治療上重要であるので今後の検討を要する。CT像の経時的観察や生検標本との比較検討が必要と考えられる。

CTは肺血管の解像性が良いため血管影に関する所見は重要である。なかでも血管影の異常な太まりはサルコイドーシスや癌性リンパ管症の特徴的所見である。ここで問題を複雑にしているのがIIPにおける類似の所見である。IIPの場合、気管支や肺血管周囲組織の線維性肥厚や浮腫、そして小葉辺縁に当る気管支と肺動静脈に接する肺胞中隔の変化のいずれもが原因となりうる。これらの2つの肺間質の病変への関与をCTで個別に評価するのは難しい。

本研究ではCT像と単純胸部写真との比較検討を主目的としなかった。今回のCT像の分析は異

なる症例群の肺標本から得られた所見に基き行なわれており、両者の直接的対応ではない。われわれはCT像の単純胸部写真への有効な還元は同じ症例でCT像、伸展固定肺標本、経時的単純胸部写真の3者が揃う機会を積み上げて行くことにより可能となると考えている。

V. まとめ

本論文はびまん性肺病変のCT像に関するわれわれの初期の経験を総括したものである。CT像の解釈には可能な限りの肺の既存構造との関連を重視した。この目的にわれわれが永年行なって来た伸展固定肺標本の観察は有用であった。主なCT所見を以下のように整理した。

(1) 小葉中心性の病変が診断された。本所見はDPB、アレルギー性気管支肺アスペルギルス症、塵肺、過敏性肺臓炎、結核症、小葉性肺炎等で認められた。

(2) 気管支、肺血管に沿って連続的に進展する病変が診断された。サルコイドーシス、癌性リンパ管症に代表された。

(3) 小葉性、多小葉性に広がる病変が診断された。本所見は結核症のみならずIIPにも認められた。IIPでは肺構造の改変を示唆する気道と気腔の拡張に起因するair bronchogram様の所見が認められた。

(4) 小葉性ないし多小葉性の広がりをも有する淡い肺野濃度の上昇する病変を間質性疾患で認めた。IIP、サルコイドーシス、過敏性肺臓炎などがその代表であった。本所見の因として肺胞中隔の肥厚が示唆された。しかし硝子膜形成などの肺胞内変化も考慮されねばならない。

(5) 血管影の不整な太まりの原因として血管周囲組織の病変の他にさらに外側の肺胞中隔の病変も考えなければならない。

本論文の限界は同一症例におけるCT像と病理学的所見の比較検討がないことである。したがって個々の症例における所見(1)~(5)が実際に存在するかどうかは推測の域を出ない。この点を将来補えば単純胸部X線像、CT像、病理組織像の三者が揃い、相互間の比較検討が容易となり単純胸部X線像の読影もより正確なものになると期待さ

れる。

本研究の遂行に多大の御協力を賜りました京都大学結核胸部疾患研究所の泉孝英、北市正則、西村浩一の各先生に厚く御礼申し上げます。また本研究の機会を心よく与えて下さいました同研究所長大島駿作教授に深甚の感謝を捧げます。

文 献

- 1) 鈴木 明, 立野史樹, 奈良祐次: 無気肺の胸部 X 線像. 呼吸, 2: 492-497, 1983
- 2) Heitzman, E.R.: The Lung. Radiologic-pathologic Correlations, 1984, Mosby, St. Louise
- 3) 鈴木 明, 森 拓二, 小場弘文, 野村直弘, 新谷文恵: びまん性肺病変の X 線像. 呼吸, 2: 765-769, 1983
- 4) 曾根脩輔: 単純 X 線診断. 曾根脩輔 編著, 呼吸器疾患の画像診断, 2-54, 1984, 南江堂, 東京
- 5) Shaffer, K.A., Volz, D.J. and Haughton, V.M.: Manipulation of CT data for temporal-bone imaging. Radiology, 137: 825-829, 1980
- 6) Itoh, H., Tokunaga, S., Asamoto, H., Furuta, M., Funamoto, Y., Kitaichi, M. and Torizuka, K.: Radiologic-pathologic correlation of small lung nodules with special reference to peribronchiolar nodules. A.J.R., 130: 223-231, 1978
- 7) 伊藤春海, 村田喜代史, 藤堂義邦, 鳥塚莞爾, 伊藤 剛, 金岡正樹, 古田陸広, 西田寿男, 浅本 仁: 肺小葉から見た呼吸器疾患. 臨放, 28: 1029-1036, 1983
- 8) Homma, H., Yamanaka, A., Tanimoto, S., Tamura, M., Chijimatsu, Y., Kira, S. and Izumi, T.: Diffuse panbronchiolitis. A disease of the transitional zone of the lung. Chest, 83: 63-69, 1983
- 9) 山本正彦, 荒川啓基: 特発性間質性肺炎. 画像診断, 6: 15-22, 1986
- 10) 藤堂義郎, 伊藤春海, 中野善久, 百々義広, 前田尚利, 村田喜代史, 小鳥輝男, 鳥塚莞爾, 泉 孝英, 大島駿作: 肺野末梢病変の CT Review 像. 臨放, 27: 1319-1326, 1982
- 11) Recavarren, S., Benton, C. and Gall, E.A.: The pathology of acute alveolar diseases of the lung. Semin Roentgenol., 2: 22-32, 1967
- 12) Trapnell, D.H.: Radiological appearances of lymphangitis carcinomatosa of the lung. Thorax, 19: 251-260, 1964
- 13) Reid, L.: The secondary lobule in the adult human lung, with special reference to its appearance in bronchograms. Thorax, 13: 110-115, 1958
- 14) 今村 斎, 御供政紀, 小塚隆弘, 立入 弘: 病理標本と直接対比した肺微細構造のレ線の解釈. 臨放, 16: 17-25, 1971
- 15) Yamashita, H.: Roentgenological Anatomy of the Lung. 1978, Igaku-shoin, Tokyo
- 16) 鈴木 明: 肺区域解剖からみた肺癌の X 線像. 石川七郎 監修, 肺癌図譜, 179-185, 1968, 中山書店, 東京
- 17) Suzuki, A.: Growth Characteristics of Peripheral Type Adenocarcinoma of the Lung in Terms of Roentgenologic Findings. (In) Shimosato, Y., Melamed, M.R., Nettesheim, P., ed.: Morphogenesis of Lung Cancer, vol. 1, 91-110, 1982, CRC Press, Boca Raton, Florida
- 18) 山中 晃, 横山 武: 肺病理アトラス. 呼吸器疾患の立体的理解のために. 1985, 文光堂, 東京
- 19) 北市正則: サルコイドーシス, 慢性ペリリウム肺および過敏性肺臓炎の肺病変の病理組織学的比較検討. 日胸疾会誌, 22: 769-782, 1984
- 20) 河端美則, 岩井和郎, 宍戸直司, 田島 洋: びまん性間質性肺炎, 肺線維症の臨床病理学的観察(分類試案). 日胸疾会誌, 16: 157-172, 1978
- 21) 北市正則, 岩井和郎, 米田良蔵, 布施裕輔, 立花暉夫, 伊藤慶夫, 平賀洋明, 浅本 仁, 菊井正紀, 斎藤宣照, 泉 孝英, 三上理一郎: サルコイドーシスにおける経気管支肺生検標本の組織学的所見の分類基準と胞隔炎について. 日胸疾会誌, 20: 784-789, 1982