総 説

肺疾患におけるレントゲンと病理の比較検討 —Part 2 肺標本に見られる各種病変のレントゲン像—

伊 藤 春 海

京都大学医学部附属病院放射線部

RADIOLOGIC-PATHOLOGIC CORRELATIVE STUDIES OF DIFFUSE PULMONARY DISEASES

—Part II Radiologic Features of Pathologic Lesions Seen in Lung Specimens—

HARUMI ITOH

Radiology and Nuclear Medicine Service, Kyoto University Hospital

Summary

This is the second paper of the total three which deal with radiologic-pathologic correlation of diffuse pulmonary diseases. The first paper described normal roentgen anatomy of the lung and the present one will show radiologic features of pathologic lesions included in lung specimens.

Multilobular infiltrative shadow was seen when air space in filled with exudates or transudates. Air bronchogram was always seen in such condition. Thickening of vascular shadows was due to perivascular infiltration of tumors or granulomas. Line shadow was due to thickening of the lobular septa. Ground glass like shadow was seen in fibrosis of alveolar septa. Centrilobular nodular shadow was seen in bronchopneumonia, tuberculosis and pneumoconiosis. Reticular or ring shadow was correlated with honeycomb lung, bullae and cystic ectasis of bronchi. Decrease of radiopacity of lung field with indistinct margin was characteristic to pulmonary emphysema.

1. はじめに

胸部X線像には肉眼的に観察し得る縦隔や肺既存構造とそれらの疾患による変化とが同時に投影されている。肺既存構造の概要は前回説明したので今回は胸部X線像で見られる異常影の成り立ちについて基礎的事項を解説する。その主要内容は肺標本上で病変が肺既存構造との間で有す肉眼レベルの関係の解明にある。この知識が胸部X線像の読影にどう生かされるかについてはCTを間に介在させながら次回解説する。

呈示する肺標本の肉眼像、実体像そしてX線像は筆者が過去10年間収集した材料の中の代表例である。画像自

身が多くを語るなので紙面の許す限り図を多用した。これを通じて撮影技術者と読影者の交流が促進できれば筆者の目的は達成されたと言える。

2. 肺標本のX線像

2.1 浸 潤 影

前回述べたように肺の容積の大部分を気腔が占める（Fig. 1）。気腔は肺泡道、肺泡のう、そしてそれらに付着する肺泡などの含気部分を指す。この気腔が滲出液、血液、炎症性細胞などで満たされ肺が硬くなった状態が肺硬化（consolidation）である（Fig. 2）。肺硬化のX線所見が浸潤影で、肺泡性陰影と呼ばれることもある。

Fig. 1 肺末梢部の実体顕微鏡像（正常）．正常肺では気腔は空虚である．小葉間隔壁（↑）で分けられた 3 ケの肺小葉の一部が見えている．小葉の境界はこのように直線的である．呼吸細気管支，終末細気管支のある部位を小葉中心と呼ぶ（▲）

Fig. 2 肺水腫の実体顕微鏡像．沬出液が気腔を充満した典型的肺硬化像である．病変は小葉間隔壁で境されている（↑）．ホルマリン固定された沬出液を通して気腔が見えるのは液中に細胞を含まないからである．小血管がバリウム液で造影されている．

浸潤影は種々の広がりを示す．それは肺の解剖学的構成単位である肺小葉を始めとして肺小葉の集合した多小葉，肺区域，肺葉などに一致する（**Fig. 3, 4**）．肺小葉は不完全ではあるが結合組織よりなる膜で隣接小葉と境される．この小葉間隔壁によって（多）小葉性の浸潤影は隣接する健常小葉群と境される．その境界は短く直線状である（**Fig. 3**）．肺小葉の大きさに達しない浸潤影は細葉性陰影（acinar shadow）と呼ばれ辺縁は不整である．

肺内気管支は区域支から細気管支に到るまでその周囲が気腔に囲まれることは前回強調した．肺硬化の場合気管支の含気は保存される．その結果浸潤影中に気管支の透亮像が形成され air bronchogram として知られている（**Fig. 4**）．この場合正常であれば気管支内含気と気管支外気腔に挟まれて見えていた線状の気管支壁影は認識不能となる．

浸潤影中の肺血管影は周囲気腔との間に存在したコントラストを失ない見えなくなる．この状態は血管中に空気が入る標本では起こり難いが，肺梗塞の場合には肺動脈中の血栓影と気腔内出血による浸潤影との間で見られる（**Fig. 4**）．

以上のように浸潤影は気腔の言わば充盈像であり，細菌性肺炎，肺出血，肺水腫などで典型的に見られ標本 X 線像および胸部 X 線像の最も基本的陰影である．

2.2 血管影，気管支影の肥厚

肺血管と気管支は粗な結合織に包まれる．この内肺動脈と気管支を同時に包むものが気管支肺動脈周囲間質で最近特に注目されている．この間質が腫瘍，炎症，肉芽腫などに侵され厚くなる結果血管影と気管支影が肥厚する．特に肺動脈影の肥厚は既存の血管影を強調する形で現われるので気管支壁の場合より見易い．

〔総説〕 肺疾患におけるレントゲンと病理の比較検討 (伊藤)

Fig. 3 結核性肺炎のX線像 (左肺)

下葉は肺葉性の広がりを持つ浸潤影を示し病変の軽い上葉とは明瞭な境界をなす。陰影内に air bronchogram を認める。上葉には細葉大, 多小葉大の浸潤影があり, 後者の端には小葉間隔壁, 気管支, 肺血管が位置する。小葉間隔壁に接すると影の境界は直線状となる(↑)。標本のX線像では血液が失われ血管影は気管支影同様管状構造として見える。本例の上葉の病変以外の部分が本研究の基礎となる正常肺野である。

代表的疾患に癌性リンパ管症, サルコイドーシスがある。前者では癌が気管支肺動脈周囲間質内のリンパ管の内外に連続的に浸潤し血管があたかも癌のマントを着たかの様相を呈する (Fig. 5)。後者では類上皮細胞肉芽腫が集塊をなしてやはり主として血管周囲間質に浸潤する (Fig. 6)。その他悪性リンパ腫, ある種の間質性肺炎でも類似の像が見られる。

2.3 血管影の不鮮明化

肺血管影の不鮮明化, ぼけは胸部単純像で頻繁に観察される。肺血管影の辺縁の鋭さは血管を直接囲む狭い範囲の末梢肺の状態に依存する。たとえば癌性リンパ管症の場合に癌が肺血管周囲間質から周囲の肺中隔に不規則に浸潤することにより血管は含気部分との鋭い境界を失なう。この状態がX線像上血管辺縁の不鮮明化を来す (Fig. 7)。同様のことがマイコプラズマ肺炎でも認め

(a)

Fig. 4 肺梗塞の肉眼像(a)と同じ標本のX線像(b)
出血により気腔に相当する細かな穴が見えなくなり病変は複数の小葉に渡っている (図左下方)。Fig. 3 同様病変の軽い小葉との境界は直線状で鋭い(↑)。肺動脈は血栓(↑)で造影された形になっているが浸潤影内ではそれを同定することは不可能である。陰影中に明瞭な air bronchogram を認める (▲)。

Fig. 5 癌性リンパ管症の実体顕微鏡像(a)と同じ標本のX線像(b), 肺動脈周囲間質に癌が連続的に浸潤している(↑). その周囲の気腔は正常である. X線像では正常気腔を背景に肺動脈影が著しく肥厚しているのが分かる(↑↑). それと同時に気管支壁, 肺静脈も厚い. 血管周囲間質の病変が血管影に影響することを知る上での適切な例である.

Fig. 6 サルコイドーシスの実体顕微鏡像 肺動静脈の周囲間質内に結節性病変が認められ Fig. 5 同様に両者の血管影に影響すると考えられる(↑). サルコイドーシスの肉芽腫は300 μm 程度の大きさであるが本例のように集塊を成すことが多い.

られる.

2.4 線状影

最も有名な異常線状影が Kerley's line である. これは肺小葉を境する小葉間隔壁の肥厚による (Fig. 8). 肥厚

の原因は炎症細胞や癌の浸潤, 線維化, そして浮腫でもよい. この小葉間隔壁の特に発達が良いのが肺の前縁と下縁近くである. 肥厚した小葉間隔壁は板状であるがこれにX線が平行に入射すると両サイドの含気に挟まれて

Fig. 7 癌性リンパ管症の X 線像(右肺). 腺癌が線維化を伴いながら血管周囲間質のみならず隣接肺胞へ浸潤すると Fig. 5 とは異なり血管影は不鮮明となる(↑). 病変が広汎な部分ではスリガラス状陰影を呈す(↑).

鮮鋭な線状影となる (Fig. 8).

胸膜陥入像も肺腺癌に伴う異常線状影として知られる. これは肺胸膜近くに存在する腺癌の線維化によって肺胸膜が末梢肺組織とともに腫瘍の方向に引き寄せられて形成される (Fig. 15, 20).

2.5 スリガラス状陰影

浸潤影は気腔が細胞ないし液体によって充満することにより形成されるが, スリガラス状陰影は気腔含気の部分的保存と X 線減弱の亢進が併存する状態を指す. 典型例がびまん性間質性肺炎で見られる (Fig. 9, 10). この場合肺肺中隔が肥厚したり硝子膜が肺胞を覆うことにより気腔が狭くなる. この病変の X 線減弱能は浸潤影ほど高くないので胸部 X 線像で見難い場合がある. これに対しては濃度分解能に優れる X 線 CT が有用である.

スリガラス状陰影中の肺血管影は正常の場合に比べて認識し難くなるのは当然である (Fig. 9). 逆に胸部 X 線像の診断においては血管影の性状から血管周囲のスリガラス状陰影の存在を推測することはよく行われる. したがって肺血管影が認識され易い肺野濃度の設定は胸部撮

Fig. 8 肺水腫の X 線像(a)と組織像(b). X 線像で浸潤影とは別に上下葉の腹側に肺胸膜につらなる線状影を多数認める. 小葉間隔壁に斜めに X 線束が入射すると線状影というよりやや淡い板状影に見える(↑). 同例の組織像で小葉間隔壁は浮腫状に肥厚しているのが証明された(↑).

Fig. 9 特発性肺線維症の実体顕微鏡像(a)とX線像(b)。実体像の上半分はほぼ正常であるが下半分の気腔壁は肥厚している(↑)。後者はX線像中、蜂窩状肺の内側に広がるスリガラス様陰影の部分に相当する(↑)。このスリガラス様陰影中の血管影は Fig. 3 の正常部分の血管影に比べて見難い。蜂窩状肺を特徴づけている小のう胞の壁は鮮鋭である。この点が Fig. 17,18 の肺気腫と異なる。

Fig. 10 特発性肺線維症の実体顕微鏡像(a)とX線像(b)。前の例に比べて気腔壁は硝子膜の沈着により著しく肥厚している(↑)。同部のX線像は微細な網状影に見えるが標本が厚くなるとスリガラス様となる(↑)。肺胞道内の含気はまだ保存されており浸潤影とは区別される。

影で大切である。

2.6 結 節 影

肺癌や結核腫のような孤立性結節や数 mm 径のびまん性結節由来の陰影が結節影である。特に後者は多くのびまん性肺病変の代表的X線所見として重要である。以下代表的なものを示す。

(i) 肺血流由来のびまん性結節影

癌細胞、細菌、真菌などが肺血流を介して肺全体に散布され着床、発育して結節となる。粟粒結核症(**Fig. 11**)や転移性肺癌(**Fig. 12**)で典型的に認められる。病変は極く早期では細い肺血管周囲間質内に留まるが結節の増大とともに周辺の気腔も侵す。結節の内部が緻密で辺縁が鋭く気腔と境されれば結節影は鮮鋭である(**Fig. 11**)。しかし結節の構成が粗でしかも周辺の気腔に緩やかに移行する場合その陰影は不鮮明となる(**Fig. 12**)。

結節影の形はほぼ円形であるが、肺胸膜、小葉間隔壁、肺血管に接するとその側の発育が阻止されて半円形となる。この像は転移性肺癌のCTで見られる。

(ii) 気道中心性のびまん性結節影

気管支肺炎、気道散布性結核症、びまん性汎細気管支炎、じん肺は全く異なる疾患であるが共通する特徴として呼吸細気管支ないしそれよりやや中枢部の細気管支周囲に形成される結節が挙げられる(**Fig. 13, 14**)。結節の

組織像は上記の各疾患で異なるものの、気道分岐の末端近くに結節影が認められる所見は共通する。

このタイプの結節の特徴として小葉の境界にある肺構造、たとえば肺静脈、と直接的関連がないことが挙げられる(**Fig. 14**)。これは重要な所見なので次回CT像とともに詳しく述べる。

(iii) その他のびまん性結節影

2.2. で述べた癌性リンパ管症やサルコイドーシスも結節影を示すが、この場合(i)と異なり既存の血管と構造的につながる特徴を反映して血管影の異常と重なる。

(iv) 腫瘤影

びまん性陰影ではないが比較のために取り挙げる。

腫瘤型の結節影を示す疾患の代表が肺癌である。特に末梢型腺癌は増加傾向にありしかも信頼できる発見手段が胸部X線像だけなので、腺癌のX線学的特徴に関する研究が盛んに行われている。

肺野の腫瘤影を分析する際に常に念頭に置かねばならないのが腫瘤影自身のX線学的所見と腫瘤影に関与する気管支・血管影の区域解剖学的特徴を明らかにすることである。

腺癌の特徴としてケバ立ち(spicula)と分葉状輪郭が挙げられる(**Fig. 15**)。前者は癌が辺縁において肺胞壁を被覆するように進展する部分に相当する。この部は含気

Fig. 11 粟粒結核症の実体顕微鏡像(a)とX線像(b). 直径約1mmの結節が周囲の気腔と比較的鋭く境されて存在する(↑). それを反映してX線像でも大きさの揃った鮮鋭な結節が全肺に散布するのが認められる。(札幌医科大学第3内科の御好意による)

Fig. 12 転移性肺癌の実体顕微鏡像(a)とX線像(b). 肺原発の腺癌の転移例である。転移巣内の癌は肺胞壁を被覆するように発育しているため前出の粟粒結核症に比べて結節内部は粗である(↑)。そのため結節影は淡く、特に小さなものが見難い(↑)。全ての腺癌の転移巣がこのような形をとる訳ではない。

が残存するため中心部に比べてX線減弱は低い。この特徴は同じ末梢肺に発生しながら周囲組織を圧排するように発育し鋭い辺縁を有する扁平上皮癌と比較するとよく分かる (Fig. 16)。

癌が末梢気管支肺胞系に発生しても成長と共に比較的太い気管支を閉塞する。この所見は気腔を充満するだけで気管支を温存する肺炎 (浸潤影を示す) と対称的である (Fig. 16)。また末梢発生の癌は区域間の肺静脈を越えて二つの肺区域に跨ることが多い (Fig. 15, 16)。したがって関与する気管支と肺動静脈影の同定が癌の正確な位置を推定するのに役立つ。

2.7 肺野X線減弱能の低下

2.1~6はX線減弱能の亢進を扱った。ここでは広汎なX線減弱能の低下を来す慢性肺気腫について解説す

る。

慢性肺気腫は肺容量の増大とともに肺胞を中心にそれぞれに付着する毛細血管、細い動静脈が破壊、脱落する疾患でありどちらの因子もX線減弱能を低下させる (Fig. 17)。気腫腔内には比較的太い肺血管や結合組織が肺胞に覆われないで遺残する (Fig. 18)。気腫辺縁部の細胞は虚脱するが健常部との間に隔壁はない。ただ病変が高度になると気腫は小葉間隔壁に達しそれがあたかも隔壁のように見える (Fig. 18)。

最も相遇する機会の多いタイプが小葉中心性肺気腫で各葉とも上方で病変が密である。煙草喫煙者に多いタイプで炭粉沈着と関連があると考えられている。

2.8 網状影、輪状影

細く鮮鋭な線に囲まれた影を指す。その内部は含気の

(a)

(b)

Fig. 13 気管支肺炎の実体顕微鏡像(a)とX線像(b). 実体像にて炎症巣が小葉中心部の細気管支（気管支の末端）とその周囲気腔に分布するのが分かる(↑). 病巣の正常気腔との境界は不鋭明である. X線像では直径5 mm 以内の淡い結節影が中心に直径1 mm 以内の気管支を包みつつ散布する様子が捉えられている(↑). これらの結節影が融合すると小葉大の浸潤影となる.

Fig. 14 じん肺のX線像, 本例は鉄粉の吸入によるじん肺である. 気腔壁に沈着した粒子は呼吸細気管支またはその周囲に移動する. 本図で鉄粉が集まっている部位がほぼ呼吸細気管支周囲である. したがって肺静脈は病巣から離れる.

Fig. 15 末梢発生の腺癌。肉眼像(a), 実体像(b), X線像(c)。肉眼像で結節は胸膜近くにあり胸膜を強く引き込んでいるのが分かる(胸膜陥凹, ↑) 結節の辺縁は実体像で示すように極めて不整である。これは癌が線維化を伴いつつ周囲肺胞壁を被覆するように浸潤するからである(↑)。X線像で腺癌特有の分葉構造とケバ立ちが明らかである。結節の肺門側で2系統の気管支が関与し、それらのほぼ中央で肺静脈が巻き込まれている(a)。大小の肺気腫も存在する。

(a)

(b)

Fig. 16 末梢発生の扁平上皮癌，肉眼像(a)とX線像(b). 右上葉の肉眼像で縦隔寄りの色の濃い部分は肺炎病巣である(↑). それより左方は癌の部分で正常肺との移行は鋭い(▲). 原発はS²であるが肺静脈を越えてS³に侵潤している. 空洞の灌注気管支はB³a末梢(↑)で，閉塞したB³b末梢ではない. 2枚の連続するスライス肺のX線像で肺炎による浸潤影中には気管支の透亮像(B³a)がよく見えるが，結節影中のB³b末梢は閉塞しており両病変中の気管支所見のちがいがよく分かる. 肺炎近くの多発性の輪状影はプラである.

(a)

(b)

Fig. 17 気管支拡張症，肺気腫の肉眼像(a)とX線像(b). 肉眼像にて本来緻密な気腔が粗になった部分が肺気腫であるが同じ部分のX線像でも分かるように壁がないため健常部との境界は鮮鋭でない. 一方嚢状に拡張した気管支は明瞭な壁を有す. 本例の気管支壁は厚い(↑). 下葉の気管支は収束している.

Fig. 18 肺気腫の実体顕微鏡像(ホルマリン液中). 肺気腫領域が拡大し小葉全体に広がると小葉間隔壁(↑)が病変部の境界となりうる. 病巣内では比較的太い動静脈が肺泡を従えることなく露出する.

みの場合であったり拡張, 変形した気腔の場合もある.

ブラは肺泡が破壊された肺実質内の気嚢で胸膜近くに多い (Fig. 16). 1 cm 以上の大きさを持つ.

特発性肺線維症で見られる蜂窩状肺は肺間質の線維化と呼吸細気管支以下の気腔の拡大を有する病巣が蜂巢状に配列した状態を指す (Fig. 9, 10). この X 線像は多数の輪状影が重なって網状に見える. 壁は再生上皮, 線維性に虚脱した気腔, 小葉間隔壁などを含むため厚い. 輪状影の大きさは数 mm から 1 cm 位まで同じ肺標本内でも変化に富む.

空洞は結節性病変の内部が壊死に陥入りその内容物が灌注気管支を通じて排出されることにより形成される (Fig. 16). 空洞壁が薄くなれば輪状影として認識される.

気管支の嚢状拡張も輪状影を示す (Fig. 17). 特発性肺線維症で見られる輪状影は拡張した気腔によるが線維化に伴って拡張, 変形, 収束した気管支も一部を含む.

2.9 気管支影の異常

気管支は X 線像上細く鮮鋭な平行する 2 本の線状影又は 1 本の輪状影として認識される (Fig. 3). 気管支壁の肥厚は慢性閉塞性疾患や間質性疾患でよく見られる重要所見である (Fig. 17).

気管支拡張に伴って痰が管腔に貯留することがある. この場合気管支は索状の陰影に変化し併走する肺動脈と鑑別が困難となる (Fig. 19).

拡張した気管支周囲に存在すべき末梢肺は炎症の波及

Fig. 19 びまん性汎細気管支炎の X 線像 気管支は小葉の中心部で強く狭窄している (↑, 次回で詳述). 拡張した気管支内に痰が貯留し索状影を呈す (↑).

により線維化, 無気肺に陥入る. そのため気管支の分岐角は小さくなり収束する (Fig. 17).

2.10 無気肺像

気管支の閉塞，外圧による圧迫などにより気腔の容積が減少しX線減弱能が亢進した状態を指す。

気管支閉塞による適当な例がないので胸水貯留による無気肺の例を示す (Fig. 20)。胸水による圧迫の程度は硬い気管支樹に守られた肺内部の気腔と，そのような防護を持たない肺外層では異なると予想される。事実供覧した例では肺内部の含気は比較的保存されている。

無気肺の原因が除去されれば含気は回復するが慢性に経過すると肺胞の線維化を来し再膨張が不可能となる。

3. おわりに

今回の目的は肺標本のX線像の解説にあった。そして異常影の成り立ちに関して詳細な病理形態に立入らない範囲で病変と肺既存構造との関連を説明した。これを通じて病変の「場」について理解して頂ければ幸いである。次回は今までの知識を総合して肺標本～CT～胸部X線像の密接なつながりについて症例を示しつつ解説する予定である。

（本研究の一部は昭和62年度文部省科学研究費補助金一般研究(C)62570471によった）

文 献

- 1) 曾根脩輔（編著）：呼吸器疾患の画像診断，南江堂，東京，(1984)。
- 2) Heitzman ER：The Lung. Radiologic-Pathologic Correlations. Mosby, St. Louise, (1984)。

Fig. 20 無気肺のX線像（左肺）。

肺底部に腺癌（↑）があり胸膜陥凹（↑↑）を認める。

肺の虚脱は胸膜側で強く肺門側で軽い。

虚脱部のX線減弱は亢進し気管支は収束する。（気管支は気管支軟骨の石灰化により分別できる）。