

## 第93回総会特別講演

## 肺結核の画像～呼吸器画像の基本～

伊藤 春海

**要旨：**肺結核は気道末端（主に呼吸細気管支）に局限した病変として初発し、気道（気管支、細気管支）、呼吸細気管支、肺泡道、肺胞からなる連続する気腔（air space）の構築を利用し、肺の細葉と小葉ごとに病変のまとまりをもちつつ広がる。そのため肺結核の画像診断には、気管支・細気管支樹の形態と、呼吸細気管支を扇の要とした肺の細葉・小葉の構造理解が求められる。論文のサブタイトルを「呼吸器画像の基本」とした理由がここにある。気管支樹については、肺の隅々にまで行き渡る、mmパターンの認識が重要であり、この部分が結核性滲出物によって充填されると、径1mm内外の、気管支造影に似た微細分岐影を生じ、それがHRCTで診断できる。気管支・細気管支の内腔、それらの壁と壁外の肺組織が侵されると、病変の強さに応じて、気管支・細気管支本来の径を超えた、分岐状影（cm+mmパターンの両方）を生じる。細葉・小葉中心性粒状病変は、複数の呼吸細気管支とその周辺肺泡に及ぶ、数ミリ大の粒状～分岐状影である。これら肺結核の粒状病変は、緻密な、乾酪壊死+細胞性滲出からなり、それに滲出性変化が重なると、小葉性浸潤影に発達する。その場合、HRCTでは内部の粒状病変が認識できない。しかし、すりガラス状影に留まれば粒状影が透けて見える。細葉中心性肺気腫では、肺結核特有の微細病変形成の場が失われるため、正常の肺既存構造の存在を前提として組み上げられた、肺結核のHRCT診断に制限が加わる。

**キーワード：**デジタル胸部X線像、HRCT、高解像度モニター、Tree-in-bud lesion、小葉中心性粒状病変、気管支・細気管支病変、浸潤影、すりガラス状影、画像経過、細葉中心性肺気腫

## 1. はじめに

肺結核の画像診断は、まず胸部X線像の読影から始まることは現在でも変わらない。ただ、かつてのアナログ胸部写真がデジタル胸部X線像へと進化したことは大きな変革であった。特に最新のデジタル胸部X線像は、その解像性の高さから、初期の肺結核で見られる、微細病変が狭い範囲で集合する状態を診断するのに適している。そこで次の技術的課題として注目されているのが、画像観察機器であるモニターの性能である。現状のモニターで見る胸部X線像は、かつてのシャオカステンで見たものに比べ一般に暗く、コントラストの幅が狭い。しかし最近開発された新モニター（コントラスト100万対1液晶パネルIPS $\alpha$ Mega、パナソニック液晶ディスプレイ社製）による胸部X線像の読影経験では、濃淡

の幅がより拡大され細分化された結果、特に末梢肺血管の観察に効果的であった。この特徴は、肺結核の微細病変の診断に有効であろうと予想された。潜在性結核感染症における、発病の有無の確認のために、特に胸部X線像の読影が重視される<sup>1)</sup>。その読影精度を向上させるため、今後は、最新の、デジタル胸部X線像とモニターの組み合わせで施行するのが望ましい。

肺HRCT（High Resolution CT）は肺結核特有の微細病変の診断に適している<sup>2)3)</sup>。しかし、ただ撮れば良いというのではなく、肺結核に特徴的な所見が描出される画像を、CT機器の進歩と、撮像技術の工夫を考慮しつつ追求すべきである。その方向は、同時に、肺結核の画像所見を修飾する、背景疾患として頻度の高い、肺気腫や間質性肺炎の診断自体にも有用である。

## 2. 肺結核病変の形態

肺結核では主に、気管支・細気管支とそれらに続く肺実質 (Lung parenchyma) が侵され、画像上、異常影として描出される。HRCT上、気管支・細気管支の病変は粗大～微細分岐影を、肺実質の病変は、侵される肺の構成単位の大きさに応じて、細葉性 (acinar), さらに小葉性 (lobular), 多小葉性 (multi-lobular), 区域性 (segmental) などの高吸収病変を示し、気管支・細気管支の病変とは形態的に区別される。細葉・小葉中心性粒状病変は、細気管支と肺実質の中間領域である呼吸細気管支から周囲肺に及ぶ、限局的な粒状～分岐状病変である<sup>3)</sup>。

細葉性病変 (acinar lesion) のHRCT所見は未だ十分に確立されておらず、現状では病変の大きさから推定するしかない。

### (1) 肺結核の微細病変～Tree-in-bud lesion

肺結核の気管支・細気管支病変を理解するのに参考となる画像が、かつて行われた気管支造影写真である (図1)。気管支樹は5 mm以上の距離で分岐するcmパターンと、その末梢で数ミリの距離で分岐するmmパターンに分けられる。ミリメートルパターンは小葉内の細気管支分岐の特徴である。ミリメートルパターンは気管支樹の工夫により、肺内部、中間域、胸膜側の肺野全体で見られ<sup>4)</sup>、その病変は肺内のどこにでも発症しうる。図1で、もう1つ注目すべき点は、細気管支の最末端が、木の芽のように、軽く膨れていることである (図1, 矢印)。この点については、次の図2で説明する。

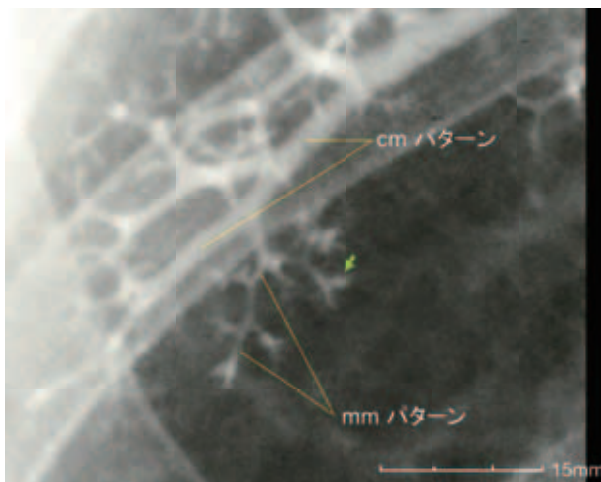


図1 臨床気管支造影写真 (1984年)

正常気管支樹は、気管支の太さと分岐間距離によって、cmパターンとmmパターンに分けられる。後者は、肺小葉内における細気管支の分岐形式である。細気管支の最末梢部 (松本の気道末端) から、肺胞が開口し始めるため膨れて見える (矢印)。造影剤で満たされたミリメートルパターンは肺結核の代表的病変である、tree-in-bud lesion のモデルである。

図2は、図1より精度の高い、肺標本の気管支造影写真を拡大したものである。小葉内の細気管支と、その末梢に位置する気道末端 (呼吸細気管支と中枢部の肺胞道) が膨れて見える (図2)。膨れて見える理由は、管腔に肺胞が開口するからである<sup>2)</sup>。肺結核で見られるHRCTの、代表的微細病変を色分けして区別した (図2)。

肺胞道は所属する肺胞と共に、迷路のごとく複雑に分岐しつつ、空気と共に、小葉・細葉を緻密に充填する<sup>3)</sup>。その数は、すぐ中枢側に位置する呼吸細気管支に比べ圧倒的に多い (図3)。図3は、肺水腫により、肺胞が高吸収化し、そのため肺胞道の固有管腔が、相対的に低吸収化し、小葉間隔壁の直下まで追跡可能となったことを示す。類似の像が、硝子膜形成を伴うびまん性肺泡損傷 (DAD) の標本マイクロCTでも見られる<sup>5)</sup>。

図4は肺結核におけるtree-in-bud lesionと浸潤影の共存するHRCTである。密集する微細な分岐状病変は、気道末端を初発としつつ、細気管支～気道末端～肺胞道+所属肺胞などを、樹木様に伸びつつ埋めることで形成される<sup>3)6)</sup>。この微細分岐状病変は、小葉の端に到達するものと、細気管支から細葉中心に止まるものがある<sup>6)</sup>。このような微細な病像は肺結核以外ではあまり見ない。

Tree-in-bud lesionが密集しつつ小葉大に進展すると、病変の端が直線的となる<sup>3)</sup> (図5)。病変が小葉間隔壁で区切られた所見として、小葉性浸潤影の場合ほど目立たないが、HRCT上注目する必要がある。

図4で見られる、浸潤影と、tree-in-bud lesionの関係について、2つの可能性がある。1つは、浸潤影を先行す

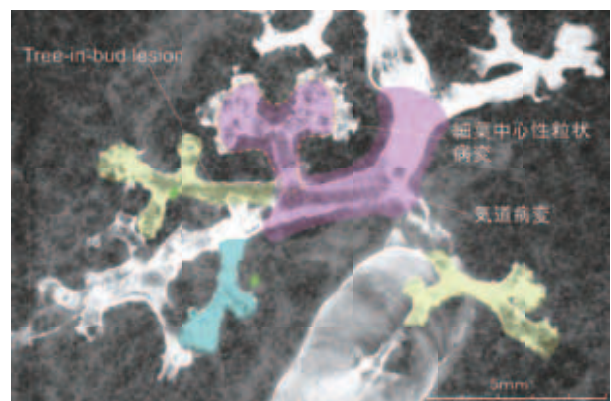


図2 伸展固定肺標本の気管支造影写真 (1970年代)

造影剤は希釈したバリウム液である。Tree-in-bud lesion (薄黄, 薄青で彩色) と、細葉中心性粒状病変とその中枢側の細気管支病変 (赤紫に彩色) を模した図である。Tree-in-bud lesionは、病変が細気管支から末梢の気腔内に取まるので、原則として、直径は1 mmを超えない。本図の気道病変は、細気管支腔+細気管支壁+細気管支壁外組織をまとめて侵す状態を指すので (図9の組織像を参照)、病変の径は気管支固有のものより太くなる (図10参照)。矢印は肺胞の開口。文献1から引用した図を改変した。

る散布源と見なし、tree-in-bud lesionがその結果とするものと、他は先行するtree-in-bud lesionが浸潤影に発達したとする立場である。しかし、一時期の画像だけでこれを決定するのは難しく、実際は両方の病態が肺局所ごと

(2) 肺結核の微細病変～細葉（小葉）中心性粒状病変と気道病変

細葉中心性粒状病変は、tree-in-bud lesionと異なり、気

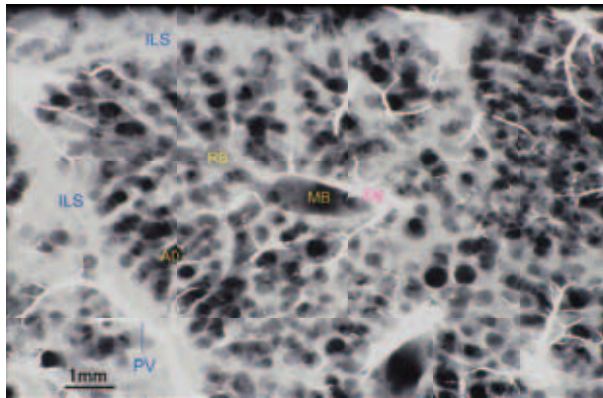


図3 肺泡道の走行  
肺水腫の剖検肺のX線像である。水腫液で肺胞腔が高吸収化したため、肺泡道(AD)がコントラストを付加され、その走行が小葉間隔壁(ILS)直下まで追跡可能である。肺泡道は肺胞と共に、小葉・細葉を緻密に充填する構造である。これらの領域に、tree-in-bud lesionが発生する。MB: 膜性細気管支 RB: 呼吸細気管支 AD: 肺泡道 ILS: 小葉間隔壁 PA: 肺動脈 PV: 肺静脈

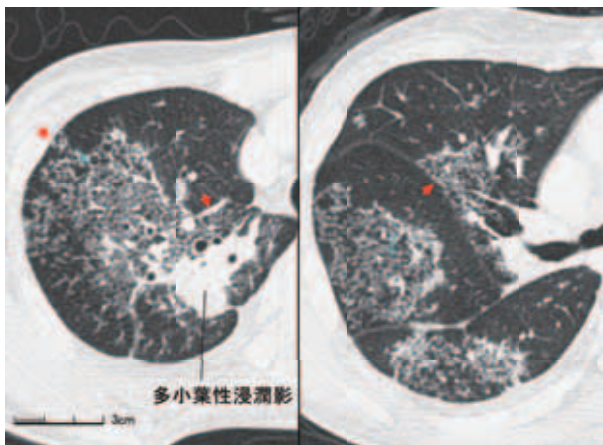


図4 肺結核のHRCT  
右肺に、多小葉性浸潤影と、高度に密集したtree-in-bud lesionが見られる。後者は細気管支から胸膜に達しているものがあり(赤矢印)、一方で、小葉の端に到達しない病変も多く見られる(青矢印)。病変幅はほぼ1mmであり、分岐しても太さがほとんど変わらない。密集した病巣の間に、わずかの隙間が見られる。この細い隙間は、侵されていない肺泡道+肺胞であり、病変をもつ同構造にコントラストを与える。病変は小葉の広がりごとにまとまる傾向がある。(国立病院機構茨城東病院 田地広明先生のご好意による)

道末端周囲に深達性に広がる粗大な粒状病変である(図2)。その様子を、小葉レベルで立体的にシミュレーションしたのが図6である。細葉中心性粒状病変が小葉内に多発すると、互いに成長・融合して小葉中心性粒状病変となる。本病変は、気道末端近傍の細気管支内腔、細気管支壁、細気管支壁外に進展する、緻密な病変である(図7)。その様子が肺結核の組織像でも見ることができる(図8, 9)。図8の弱拡大組織像にて、肺結核にお

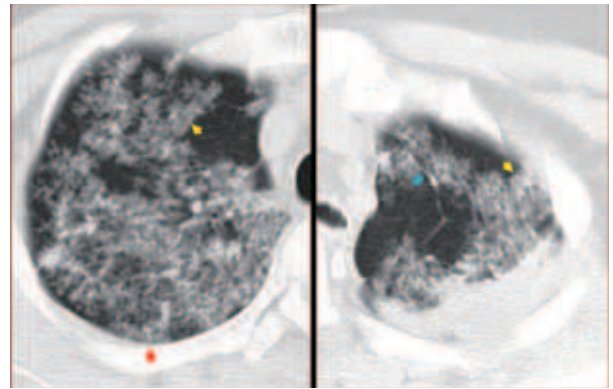


図5 肺結核のHRCT  
密集したtree-in-bud lesionが小葉間隔壁に達すると直線的境界を示す(黄矢印、複数のスライスにわたって同じ所見であることを確認してある)。その際、小葉間隔壁自身は描出されない。この興味深い病変の病理学的背景は文献3で述べた。対照として、小葉境界から距離を置いたため、病変の端が直線的でない場合も提示した(青矢印、この場合の小葉境界は肺血管)。さらに、病変が胸膜に達した所見も見られる(赤矢印)。微細な気腔病変が、整然とした集合状態と隙間を保ちつつ、小葉構造と密接な関係をもつ事実が印象的である。(国立病院機構茨城東病院 佐藤瞳先生のご好意による)

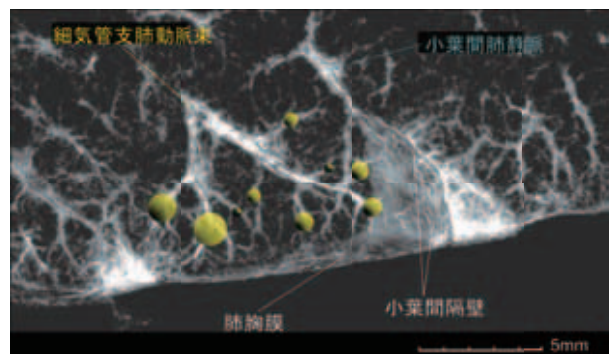


図6 肺小葉と細葉中心(3D像)  
伸展固定肺のマイクロCTから作成した3D像である。小葉内の細葉中心(全てではない)と同部の病変を球で表示し、遠近を配慮して球の大きさを変えている。当初は離散的な細葉中心性粒状病変でも、進行すると、小葉中心性粒状病変、さらに小葉性浸潤病変へと進展する。肺結核では、小葉性浸潤病変内部に、初期病変の痕跡が残る<sup>10)</sup>。文献5から引用し、その一部を改変した。

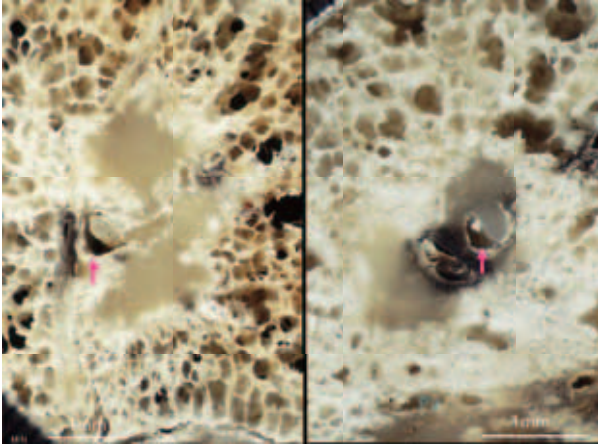


図7 肺結核の小葉中心性粒状病変  
伸展固定肺標本の実体顕微鏡像。緻密な結核病変が、直径1 mm以内の細気管支(矢印)の腔内から細気管支壁を越え、さらに細気管支周囲の肺胞にまで達している。その外側に空気を含む滲出性変化を伴う。PV: 肺静脈

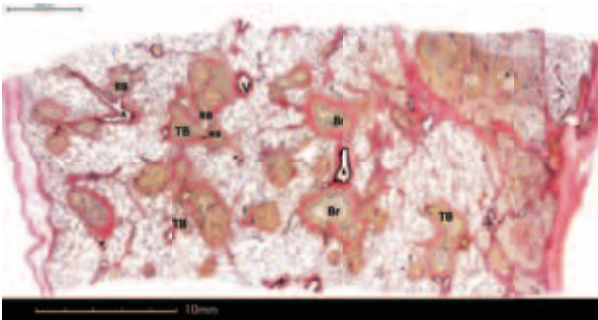


図8 肺結核の組織像  
本組織像は、肺結核で見られる、細葉・小葉中心性病変の特徴を余すところなく捉えている。肺結核でも、細葉・小葉中心性という用語が通用する理由は、病変が占拠している領域が、他のびまん性肺疾患で見られる細葉・小葉中心性病変と同じだからである。各病巣には膜性(Br)～終末(TB)～呼吸(RB)細気管支の強い関与が見られる。図右のやや広範な病変については後で触れる。(日本赤十字社医療センター 武村民子先生のご好意による)。

る小葉・細葉中心性粒状～分岐状病変を示す。さらに図9で細気管支の周囲肺胞、細気管支壁と肺動脈、細気管支腔まで侵す結核病変が示されている。図8, 9の組織像を、別症例であるが、厚みのあるX線像に置き換えると、小葉内外の、肺血管に似た、本来の気管支径を超えた、太い分岐状影となる(図10, 11)。小葉中心性病変の中核側の気道病変が軽度な症例では、太い分岐状影を欠く、小葉中心性粒状病変が見られる(例として文献3の図13)。

図11はtree-in-bud lesionと小葉中心性粒状病変+気道病変が共存する、肺結核の比較的頻度の高いHRCTである。本図で見られる微細～粗大分岐状影の読影には、気管支～細気管支樹に関する知識、特に、主軸枝と側枝の

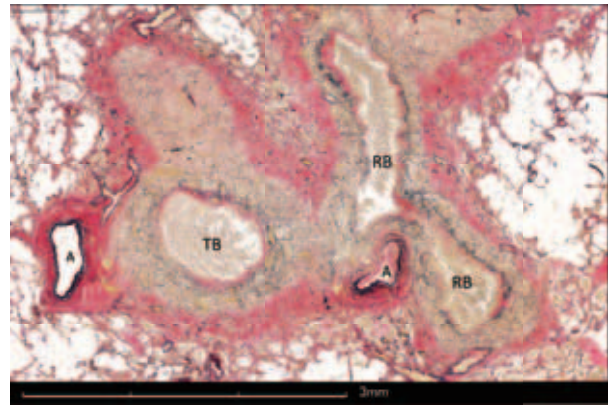


図9 肺結核の組織像(図7の一部拡大)  
本図は、肺結核の気道への侵襲の強さを示し、画像診断の立場で貴重な像である。図7を補強する形で、細気管支腔から細気管支壁の病変、肺動脈の破壊、気管支周囲の変化などが見られる。この2次元組織像を3次元画像に変換すると、気管支本来の直径を超えた粗大な分岐状影を生じ、その末端に小葉中心性粒状病変が繋がることになる。TB: 終末細気管支 RB: 呼吸細気管支 A: 肺動脈(日本赤十字社医療センター 武村民子先生のご好意による)

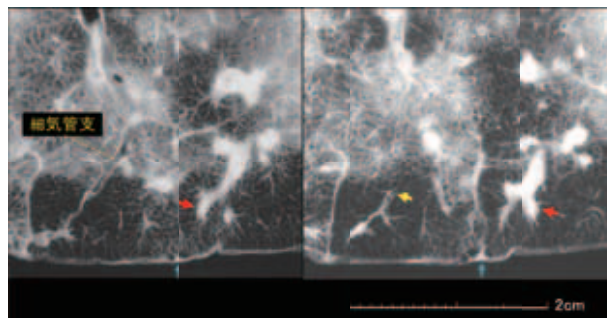
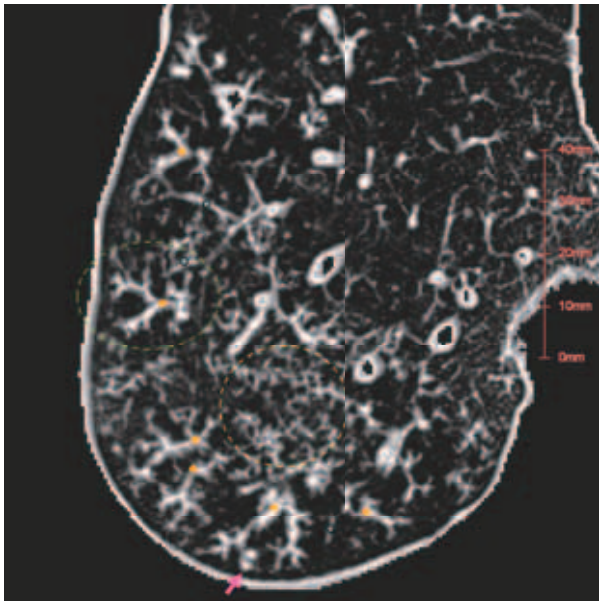


図10 肺結核の標本X線像(気管支、細気管支病変)  
小葉内の細気管支が、太い分岐状影を示し(赤矢印)、隣の小葉の正常細気管支(黄矢印)と対照的である。病変の太さは、tree-in-bud lesionとは異なるが、mmパターンの性格は残している。高度の細気管支病変の結果である。

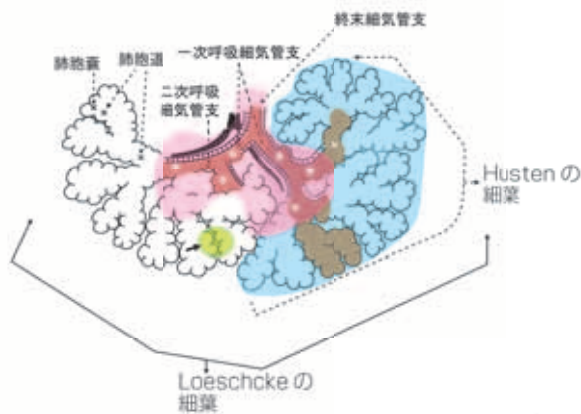
関係<sup>4)</sup>を理解することが必要である。

### (3) 肺結核における微細病変のまとめ

図12で細葉内における肺結核の微細病変を模式的に示した。それらは既述したtree-in-bud lesion(茶)、細葉中心性粒状病変(赤)である。Tree-in-bud lesionは、細気管支から気道末端の領域に止まるものと、細葉辺縁に達するものを区別した。細葉性病変(青)はHustenによる定義に基づく細葉を埋める病変である。現在一般的に使われる細葉性病変(acinar lesion)は、Loeschckeの定義による細葉に基づくものである。細葉は小葉を小分けする多面体であり、隣接する細葉の境界には、細気管支、肺静脈などが分布する<sup>8)</sup>。しかし、現状のHRCTの解像力で、細葉性病変が、肺結核を含めたびまん性病変



**図11 肺結核のHRCT (3DCT)**  
 異常分岐影を認識しやすくするため、複数のHRCTを重ねて3D表示した。小葉中心性粒状影(赤矢印)に連続する太い分岐影(茶点)と、細く、短く、密集する微細分岐状影(tree-in-bud lesion, 黄棒)が見られる。太い分岐影は、cmとmmパターンの両方から成り、気管支から細気管支にわたる気道病変である(黄緑棒)。病変から離れた肺静脈は正常である。青点：肺静脈



**図12 肺の細葉レベルにおける代表的結核病変**  
 肺細葉の模式図に、肺結核の代表的病変を重ねて示した。気道末端の位置を白アスタリスクで示した。細葉中心性粒状病変(赤)とtree-in-bud lesion(茶)は既に説明した。Tree-in-bud lesionは、細気管支から細葉中心に止まるものと(図左方へ)、細葉辺縁に達するもの(図右方へ)を区別した。青はHustenの定義による細葉を埋める病変で、細葉性病変(acinar lesion)を表し、小葉を埋める小葉性病変(lobular lesion)と概念的に同等の用語である。肺結核と比較するため、粟粒結核病巣が、肺細血管が位置する、背中合わせ肺胞の屋根部分から、肺胞腔に進出しつつある比較的初期の像を示した(矢印)。文献13, 14から引用し、一部を改変した。

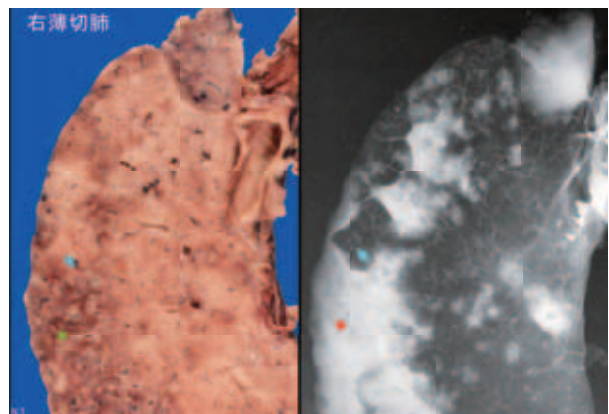
で、どう診断できるかについては未だ明らかでない。細葉性病変とtree-in-bud lesionは、気管支造影で類似の像を作るが、細葉中心性粒状病変は、造影剤の注入では再現できない生物学的反応である。細葉性病変(acinar shadow)は、肺標本の気管支造影で同定された細葉が、胸部X線写真で見られる粒状影の1つと考えられ導入された。

なお、図12では粟粒結核の小病変が、隣り合う肺胞道にまたがるように位置する様子を、肺結核と比較するために示した。その際、文献6と講演内容を参考にした。

(4) 小葉性～多小葉性の浸潤影+すりガラス状影

小葉性病変の存在は、膨張固定された肺標本上で認識されやすいため、微細粒状病変と共に、古くから知られていた<sup>2)10)</sup>。しかしその病変が、臨床画像上で、明確に意識されるようになったのは、HRCTが登場してからである<sup>9)</sup>。文献9は、伸展固定肺を用いて肺小葉の存在と、その形態的特徴を確認し、HRCTで小葉性病変が診断できることを示した初期の論文である。

X線学的に濃厚な浸潤影(consolidation)は、(1),(2)で示した微細病変と共に、肺結核の標本X線像やHRCTを特徴付ける重要所見である<sup>7)</sup>。本病変の端は、小葉間隔壁や区域間隔壁などの肺境界膜で直線的に区切られるため認識しやすい。この浸潤影が、肺標本上では、滲出性変化を背景に、肺結核特有の、緻密な小病変の集合巣を含んだ状態にあることは、古典的な結核病理学が教える重要事実である<sup>3)10)</sup>。その例を図13で示す。図13は、結核性肺炎(乾酪性肺炎)の剖検肺からの標本像と、同



**図13 結核性肺炎の標本像(左)と同X線像(右)**  
 小葉～多小葉性浸潤影(consolidation)の内部に埋もれた、肺結核の特徴的病巣が、X線学的なコントラストの差として描出できるか否かを問うた図である。右図の赤アスタリスク領域では、ちょうどホワイトアウトの状態で、左図で見える、黄緑アスタリスク領域内の微細病巣が描出されていない。一方青矢印の小葉性病変では、すりガラス状影の内部に、標本像に一致する微細病変の存在が診断できる。すなわち、すりガラス状影内に浮かび上がる微細病変は、肺結核のHRCTの重要所見として注目に値する<sup>7)</sup>。

標本のX線像を比較したものである。肺標本上では多所性の粒状～分岐状病変（病変の大きさから、小葉中心性粒状病変と推定）が、周囲との色の違いで認識できるが、X線像では、滲出性変化に影響されて、それらが不明瞭である（図13）。滲出性変化が軽いと、その領域はすりガラス状影となり、粒状～分岐状病変はX線像で見える（図13内青矢印）。この肺標本観察は、HRCT読影の参考になる<sup>7)</sup>。

浸潤性病変、すりガラス状病変、粒状病変の緊密な関係は組織像からもうかがえる（図14）。肺結核や、粟粒結核症で見られる濃いすりガラス状影は、両疾患に特徴的な高コントラストの粒状病変を認識しづらくするので、読影の際は十分注意し、すりガラス状影の淡い領域で、粒状病変の存在を丁寧に評価する必要がある。

以上説明したように、肺結核における、すりガラス状影は、濃厚な浸潤影や明瞭な粒状影と比べると脇役的な存在に見えるが、肺結核画像診断の生命線とも言うべき粒状影の見え方に影響するので注意する<sup>7)</sup>。

小葉性浸潤病変に先行する病態として、図13、14で示した小葉中心性粒状病変が挙げられる。他に、文献上では「細葉性」病変、「細葉性」結節性病変が進行して小葉性病変となったと推定される例が示されている（岩崎<sup>3)</sup>、隈部<sup>10)</sup>）。ここで使われた「細葉性」病変は、図12で説明したtree-in-bud lesionに相当する。

小葉～多小葉大の浸潤影を診断する際には、個々の病変と共に、それらの間に在る、正常肺による隙間にも留意する（図15-①）。同様の所見が、小葉～多小葉大の

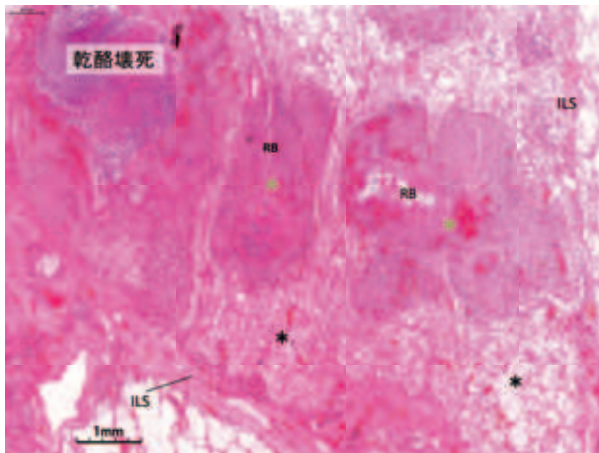


図14 肺結核の組織像

図8の右端近くの領域のHE染色像である。肺結核特有の緻密な、細葉・小葉中心性病巣（黄緑アステリスク）の周囲に、空気を含んだ滲出性病変（黒アステリスク）があり、小葉間隔壁（ILS）で区切られている。後者内の空気を含められ方が、HRCTによる小葉中心性病変の診断が左右される。RB: 呼吸細気管支（日本赤十字社医療センター 武村民子先生のご好意による）

広がりて進展したtree-in-bud lesionの場合も認められる（図15-②）。どちらも病変の経気道性播種がもたらす結果である。

### 3. HRCTによる経過観察

肺結核のHRCTの経過を追うことで、浸潤影、すりガラス状影、粒状影の消長を見ることができ、教育的な価値が高い（図16、17、18）。図16は、細菌性肺炎との鑑別が重要であった症例であり、抗結核剤による治療前と、治療直前のHRCTが比較できた。重要所見は、多所性の粒状～分岐状影が、濃厚な多小葉性浸潤影に変化したことである（図16）。そのために同部の気管支（黄点）が、エアープロンコグラム化している。すなわち、浸潤

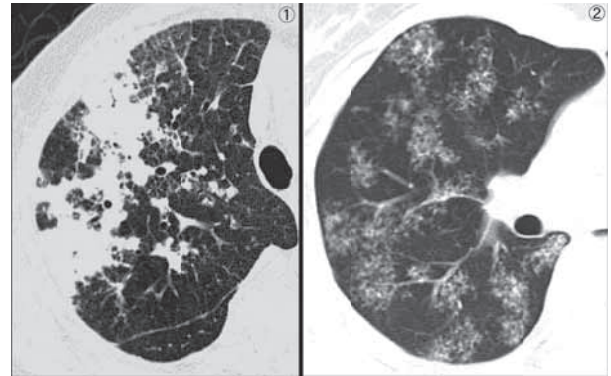


図15 経気道播種による肺結核の2症例

小葉性浸潤影（①）と、tree-in-bud lesion（②）を示す肺結核のHRCTである。どちらも、小葉～多小葉大の広がりを有す病変域の間に、病変を欠くか、病変が軽い領域が、入り混じる様子が認められる。経気道撒布で広がった病変の特徴がよく顕れている。提示したのは異なる症例であるが、同一症例内で、両方の病変が混在することは多い（図4参照）。右図から左図への移行が、限局的にでも、ありうるのかどうか、検討を要する。（右図は図5と同じ症例。茨城東病院 佐藤瞳先生のご好意による）

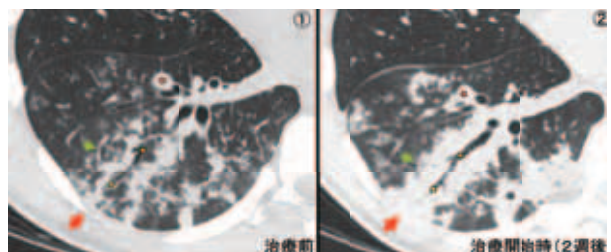


図16 肺結核におけるHRCT経過（1）

若年者に発症した肺結核で、約2週間の間を置いてHRCTが2回撮られた。経過画像の観察ポイントは、2週後の濃厚浸潤影の領域（②、赤矢印）は、1回目のHRCT（①、赤矢印）当時は、離散的な小浸潤影と小葉中心性粒状病変の集合だった、ということである。スライスを揃えるための標識構造：気管支（黄点）、肺血管（緑矢印）、肺動脈（赤点）（佐賀大学放射線科 江頭玲子先生のご好意による）

影の先行病変が多所性粒状病変であったことが示され、後のHRCTは図13に類似した状態にあると推測される。

図17は、サルコイドーシスとの鑑別を必要とされた肺結核症例である。同じ領域を比較して、すりガラス状影+微細粒状～分岐状影が、多小葉性浸潤影に進展したことが分かる(図17)。図16同様、多所性粒状病変が、先行病変だった症例である。

両症例共に、後のHRCTが最初の読影である場合を想定する。両例共に、浸潤影の近傍に、明瞭な粒状病変と気道病変による分岐影が見られることが、HRCT診断の

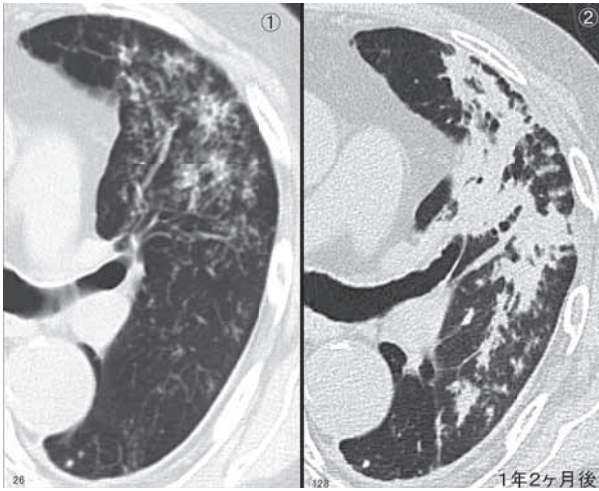


図17 肺結核におけるHRCT経過(2)  
微細粒状～分岐状影の集合から、多小葉性浸潤影に進行した例である。2回目のHRCTで、浸潤影内に取り込まれた微細病変の存在が推測されるが、画像上では確認できない。(国立病院機構南京都病院 小栗晋先生のご好意による)

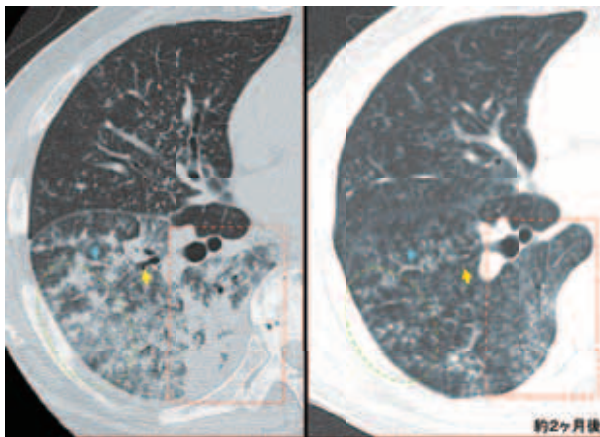


図18 肺結核におけるHRCT経過(3)  
抗結核剤による治療経過を示す(左図は治療開始時、右図は約2カ月後)。標識構造を利用して両図のスライスを合わせてある(青と黄矢印)。治療により、①すりガラス状影が重なって、ぼけた状態の小葉中心性粒状病変が明瞭化(黄緑棒)、②濃厚な浸潤影から、粒状病変の集合状態に変化(赤棒)などの所見が見られた。滲出性変化が軽快した結果と考えられる。

ポイントとなる。一方、経過が追える症例では、肺結核病理の基本に戻り、進展した浸潤影の中に、多所性の先行病変の痕跡が残る状態を積極的に推測することで、肺結核の画像に対する理解が深まる<sup>3)10)</sup>。

抗結核剤による治療経過を、HRCTで追えた症例を経験した(図18)。所見は以下のようなものである。同一領域内で、①すりガラス状影に重なってぼけた、小葉中心性粒状影が、境界明瞭となった、②小葉性浸潤影の改善と共に粒状影の集合が明瞭化した、③粒状影が小型化し、境界が明瞭となった、④小葉性浸潤影が軽快し、粒状影と小葉間隔壁が顕現化した、等である。④に類似したHRCTの経過を、Imらが1993年に報告している<sup>11)</sup>。治療経過のHRCTは、小葉性浸潤影、すりガラス状影、粒状影など肺結核の基本所見の動きや相互関係などが観察でき、病態を考察する良い材料であると思われる。

#### 4. 肺気腫を背景とした肺結核

以上説明した、肺結核における微細病変は、正常の気道と肺胞領域、さらにそれらで構成される小葉、細葉の存在を前提としている。以上の肺既存構造が、肺気腫、間質性肺炎などにより改変されると、肺結核の進展形式が影響される結果、HRCT所見が非典型的となる。ここでは背景疾患として肺気腫を取り上げる。

肺気腫の中で頻度が高いのが、細葉中心性(小葉中心性)肺気腫で、細葉や小葉内で細気管支、肺胞道、肺胞

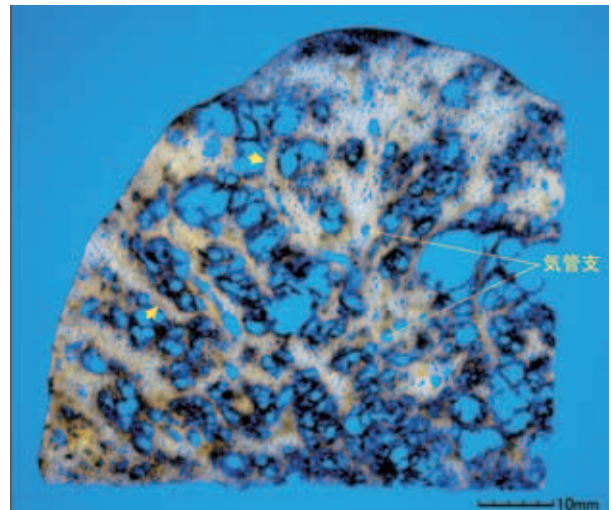


図19 細葉中心性肺気腫の標本像  
肺気腫の標本肉眼像は、画像教育上、細葉中心と細葉辺縁を区別する訓練に最適である。ある程度進行した細葉中心性肺気腫では、肉眼標本上、気腫域と残された正常部は明瞭に区別できる。正常部は胸膜下のみならず、小葉・細葉の境界域(細葉・小葉辺縁)にも残される。そのため、带状の正常肺(黄矢印)が多角形様に気腫域を囲むような特異な像を呈する。残された気管支と肺実質が、肺結核の発症と進展の場となる。

を破壊されるため、肺結核に特徴的な微細病変（図12）の出現が阻まれる。

細葉中心性肺気腫では小葉内側域の構造は破壊される一方で、小葉外側域は、帯状に小葉を囲むように残存する（図19）。その所見は細葉中心性肺気腫のHRCTで見ることができる（図20）。一方、肺気腫を欠く正常肺野（小葉辺縁部の肺も含む）には、気管支・肺動脈束、肺胞領域が含まれるため、同部に肺結核が発症しうる。し

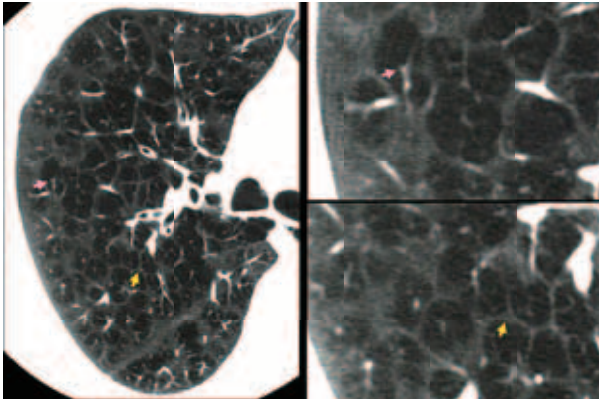


図20 細葉中心性肺気腫のHRCT

細葉中心性肺気腫のHRCTで、胸膜に到達しない低吸収域、残された正常肺野、小葉境界に残存する帯状の正常肺野（黄矢印）、低吸収域内に浮遊する肺動脈（赤矢印）を診断する。右の2つの画像は左の拡大像である。低吸収域と正常肺の境に壁がないことに注意する。

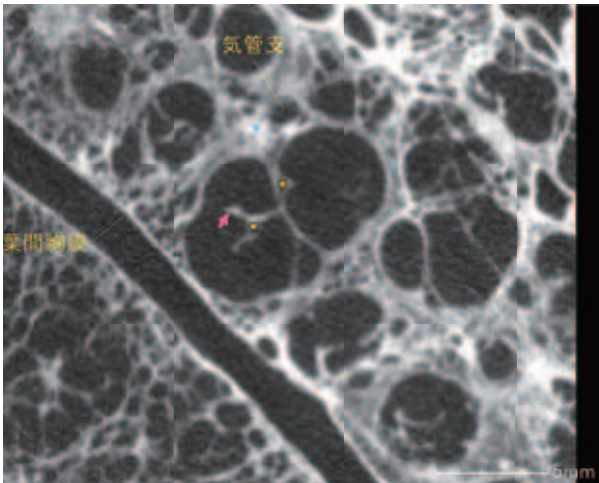


図21 細葉中心性肺気腫の標準マイクロCT

スライス厚：約70 $\mu$ のCTで、連続画像のうちの1枚である。図中央の細葉中心性肺気腫に注目する。図中央やや上の気管支の末梢枝が、気腫域を通過する細気管支（黄点）に連続することを確認してある。気腫内の気管支（黄点）や肺動脈（赤矢印）は周囲に肺胞を欠く。気腫内では、側枝が欠落した主軸肺動脈が浮遊した状態で認められる。細葉中心性肺気腫の周囲に、気管支と共に肺実質が残る（青アステリスク）、この領域に炎症性病変が起こると、浸潤影と気腫が交互に配列したような像を生じる（図22）。

かしその病巣に隣接する領域に気腫が存在すると、肺結核特有の気道散布性病変が形成されず、非典型的な肺結核のHRCTになりやすい。

気腫内を走行する細気管支・肺動脈束は、支持組織である肺胞が脱落し、気腫内を浮遊したような状態になる（図21）。この浮遊する肺動脈は、破壊を免れた主軸枝であるが、その末梢では器質的変化を受け狭窄する<sup>12)</sup>。肺気腫に併発した肺結核で、治療前の経過が追えたHRCTを示す（図22, 23）。浸潤影のみから肺結核を診断するのは難しいため、気腫の軽い領域で、微細粒状～分岐影を探す注意深い読影が求められる。

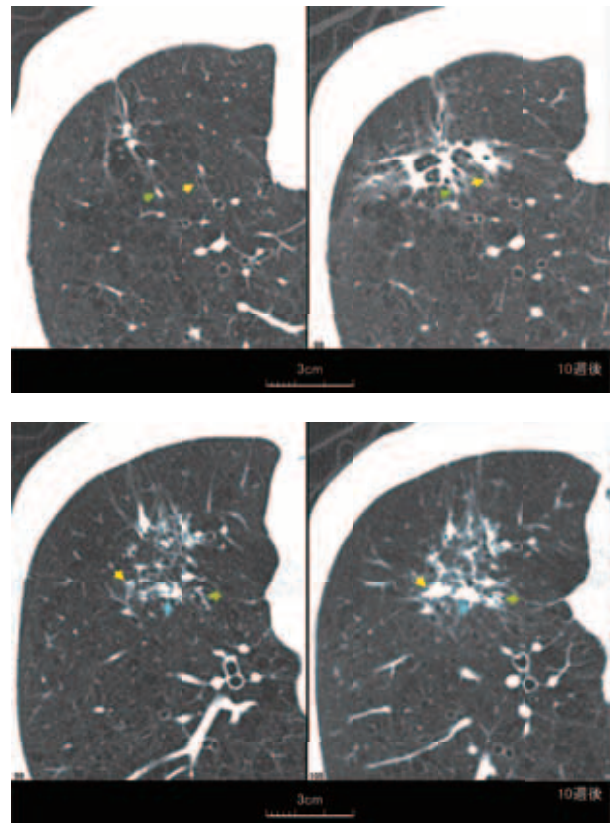


図22（上段）、図23（下段） 肺気腫に併発した肺結核

肺結核の診断前に撮られたHRCTと比較が可能である。図22は右上葉のやや末梢側、図23はその中枢側で、それぞれ10週後の同じレベルで比較してある。図22では、標識構造の気管支・肺動脈（黄、黄緑矢印）の末梢に、肺気腫（青アステリスク）を避けるように、その周囲に不整形浸潤影の出現とエアープロンコグラムを認める。標識構造と気腫の分布変位から病変局所の容量減少がうかがえる。10週後も肺結核特有の微細粒状影は明らかでない。しかし浸潤影から離れた、肺気腫の軽度な領域（図23）では、微細粒状影が見られ、それらは10週後にはより明確になっている。図中の黄、青、黄緑の矢印は気管支中心性病変が、経過中に進行した様子を示す。（国立がんセンター中央病院 楠本昌彦先生のご好意による）



## 謝 辞

特別講演と執筆の機会を与えて下さいました，第93回日本結核病学会総会会長 鈴木克洋先生に感謝申し上げます。

著者のCOI (conflicts of interest) 開示：本論文発表内容に関して特になし。

## 文 献

- 1) 結核医療の基準とその解説 (平成28年改正). (2) 診断7) 画像 (II 医療基準に基づく結核医療), 及び付録, 結核予防会, 東京, 2016, 12-16, 86-96.
- 2) 伊藤春海：肺結核の画像—呼吸器画像診断学の貴重な教育資源. 結核. 2010; 85: 869-879.
- 3) 伊藤春海：肺結核の画像診断～Radiologic-Anatomic-Pathologic Correlation. 結核. 2016; 91: 667-676.
- 4) 伊藤春海：肺基本構造の立体的理解～画像診断の立場から～. 病理と臨床. 2014; 32: 940-954.
- 5) 伊藤春海, 一門和哉：「肺標本のマイクロCTによる解析. 胸部のCT」第4版, 村田喜代史, 他編, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 東京, 2018, 115-134.
- 6) 武村民子：肺結核症の病理像：肺末梢構造からの観察. シンポジウム「抗酸菌感染症：画像と病理像との対比」. 結核. 2017; 92: 170. (第92回日本結核病学会総会 抄録)
- 7) 伊藤春海：肺結核のHRCT～浸潤影をどう扱うか？～, 特集 (結核・非結核性抗酸菌症の臨床, 企画：佐々木結花). 呼吸器ジャーナル. 2018; 66: 558-570.
- 8) 伊藤春海, 村田喜代史：間質性肺炎の画像診断基礎：肺小葉から肺細葉へ. 日本胸部臨床 (増刊号). 2013; 72: S100-S109.
- 9) 伊藤春海, 金岡正樹, 野間恵之, 等：びまん性肺病変の画像診断～小葉性病変をめぐって～. 画像診断. 1988; 8: 562-571.
- 10) 隈部英雄：肺結核症のX線読影～病理形態学と臨床との比較研究, IV慢性肺結核症, 文光堂, 東京, 1955.
- 11) Im JG, Itoh H, Shim YS, et al.: Pulmonary Tuberculosis: CT Findings—Early Active Disease and Sequential Change with Antituberculous Therapy. Radiology. 1993; 186: 653-660.
- 12) 武村民子：形態から肺気腫を再考する「肺気腫の病理」. CT検診学会誌. 2017; 24: 30-38.
- 13) 徳田 均, 氏田万寿夫, 岩井和郎：1) 細葉性病変, 3. 肺結核症の諸相, 「画像から学ぶ結核・非結核性抗酸菌症」, 克誠堂, 東京, 2016, 29-39.
- 14) 岩崎龍郎：「改訂 結核の病理」, 財団法人結核予防会, 東京, 1997, 図21.