



Title	びまん性肺疾患のHRCT
Author(s)	林, 英博
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2004, 64(1), p. 3-12
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17385
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

びまん性肺疾患のHRCT

林 英博

岡山赤十字病院放射線科

HRCT of Diffuse Lung Disease

Hidehiro Hayashi

The usefulness of HRCT in diffuse lung disease has already been established. However, it is not sufficient to evaluate the pathological changes of pulmonary parenchyma, often seen as ground-glass opacity (GGO). The author reviewed GGO, classified into four patterns, in light of each subject's pathological background, especially for interstitial pneumonia. Crazy-paving appearance was also reviewed. The imaging ability and usefulness of 0.5 mm HRCT were examined and compared with Multidetector CT. Finally, imaging with micro-CT and synchrotron radiation CT is discussed.

Research Code No.: 5.1 506

Key words: HRCT, Diffuse lung disease,
Interstitial pneumonia, Ground-glass opacity

Received Jul. 8, 2003

Department of Radiology, Okayama Redcross General Hospital

別刷請求先
〒700-8607 岡山市青江2-1-1
岡山赤十字病院放射線科
林 英博

はじめに

びまん性肺疾患におけるHRCTの有用性はすでに確立されており、日常診療の場で欠かせないものとなっている。しかし、HRCTが得意としている疾患群は、肺の血管、気管支細気管支やその周囲間質、小葉間隔壁などの広義間質を主体とした既存構造が腫大するものである。別の言い方をすれば、それら既存構造の間に密に介在する肺胞領域の病変の把握に関しては十分とは言えない。

現在最も繁用されているHRCTのスライス厚は2mmである。肺胞領域の病変は2mm厚HRCT上すりガラス状陰影(ground-glass opacity; 以下GGO)として描出されることが多い。

本稿では2mm厚HRCTでのGGOについて、主として間質性肺炎を中心にreviewする。

また、Multidetector CT (MDCT)の出現により撮像可能となった0.5mm厚HRCTの描出能と有用性についても触れる。最後に顕微鏡CTや単色光超分解能CTの現状についても紹介して稿を終えたい。

HRCTにおけるGGO

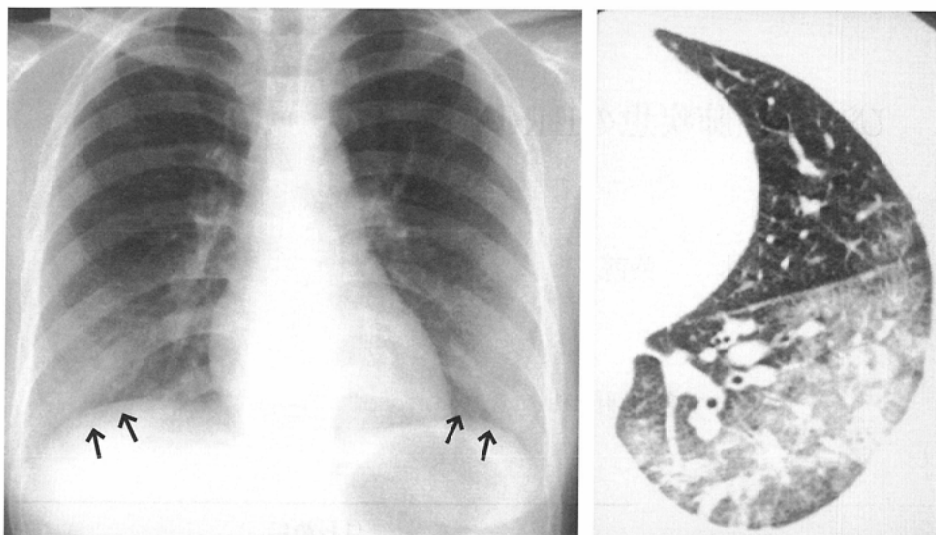
1. 定義

HRCTにおけるGGOとは「内部の肺血管が認識可能な、比較的均一な淡い陰影の広がりをいう。微細網状影や粒状影が重なって認められることもある¹⁾とされている。実際には網状影が重なって認められることのほうがむしろ多く、この網状影を注意深く解析することが、特に間質性肺炎では重要となる。

また当然のことながら、従来より胸部単純写真上で用いられているすりガラス状陰影とは区別して扱わなければならない(Fig. 1)。

2. GGOを来す病変の場と成因

HRCT上GGOを来す病変の場は、肺胞腔内にある程度の含気が保たれているという条件下での、①肺胞腔内、②肺胞壁、③②の両者の3つであり、これらを区別出来ない。つまり肺胞領域としか言及できない²⁾(Fig. 2, 3)。

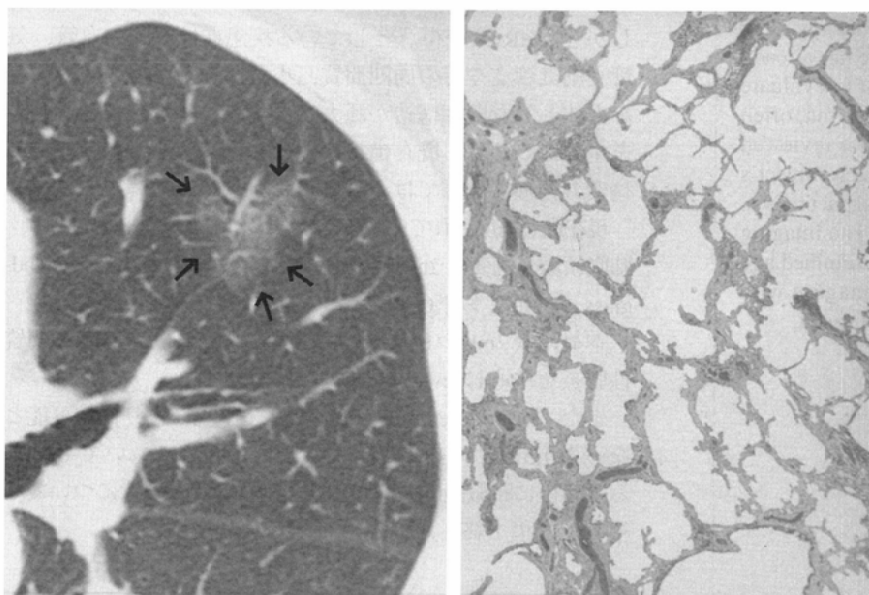


A | B

Fig. 1 胸部単純写真上のすりガラス状陰影とHRCT

A: 防水スプレー吸入による肺障害。胸部単純写真上両側下肺野にすりガラス状陰影を認める(矢印)。

B: 同一症例の左下肺野のHRCT。GGOのみならず濃厚影も混在してみられる。

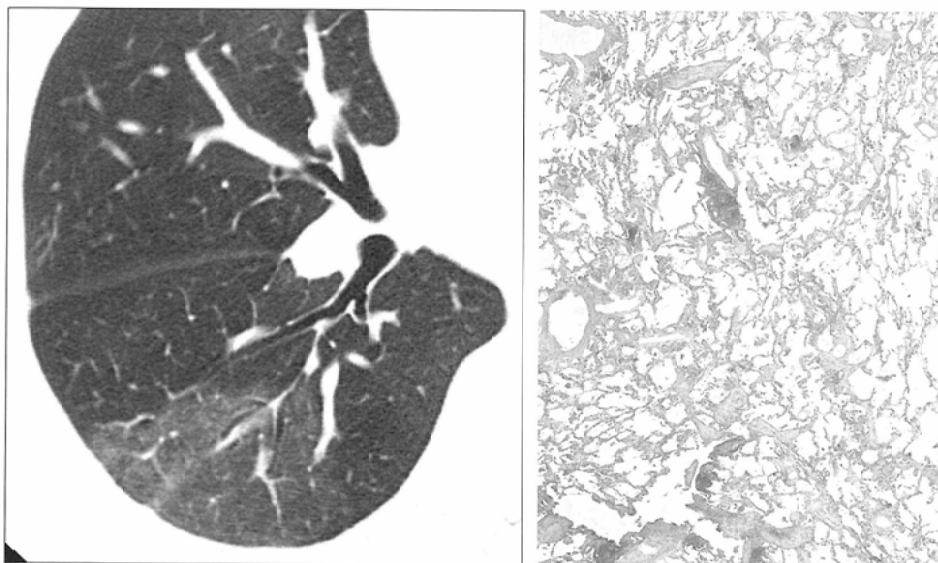


A | B

Fig. 2 限局性線維化巣

A: HRCT. 左舌区にGGOを認める(矢印)。

B: 同部の病理組織像。リンパ球浸潤を伴う肺胞壁の線維性肥厚がみられ、GGOの成因と考えられる。



A | B

Fig. 3 BOOP/OP病変

A: 右下葉に比較的均一なGGOを認める。

B: 同部の病理組織像。気腔内にボリープ状に突出する肉芽組織と細胞浸潤による軽度の肺胞隔壁の肥厚を認める。これらがGGOの成因と考えられる。

またGGOを示す病態も、可逆的な肺胞壁や肺胞腔内の浮腫、出血、細胞浸潤、肺胞腔内の器質化から非可逆的な線維化まで幅が広く、これらを直接的に識別出来ないことが現状でのHRCTの限界とされている^{2), 3)}。

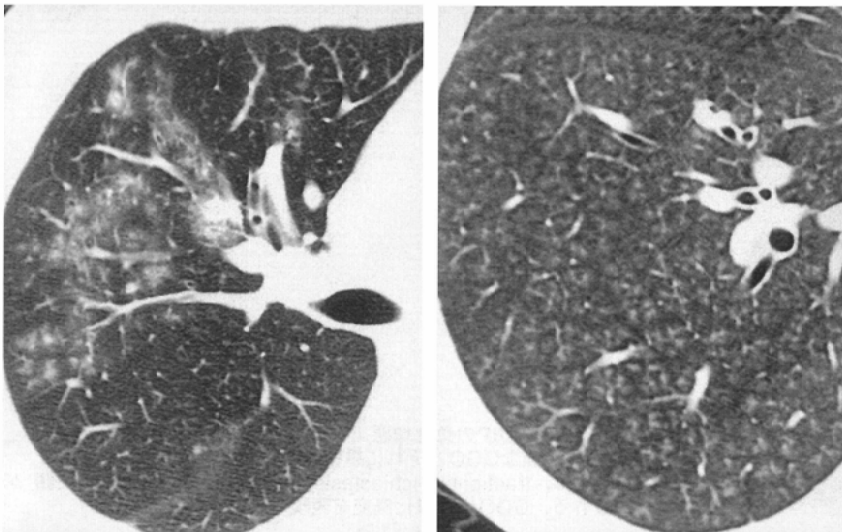
3. GGO読影の留意点

それではHRCT上GGOを認めた場合にどのようにアプローチすればよいのか、留意点をTable 1に示す。

当然ながら急性、亜急性、潜行性などの発症型式や、炎症所見や呼吸困難の有無といった臨床情報を踏まえて読影する。時にGGOそのものが小葉中心性分布として認識できることがあり、この場合には経気道性疾患を中心に鑑別を進める(Fig. 4)。区域性分布を呈し、付随所見として小葉中心性病変を伴う場合も同様である(Fig. 5)。このように小葉

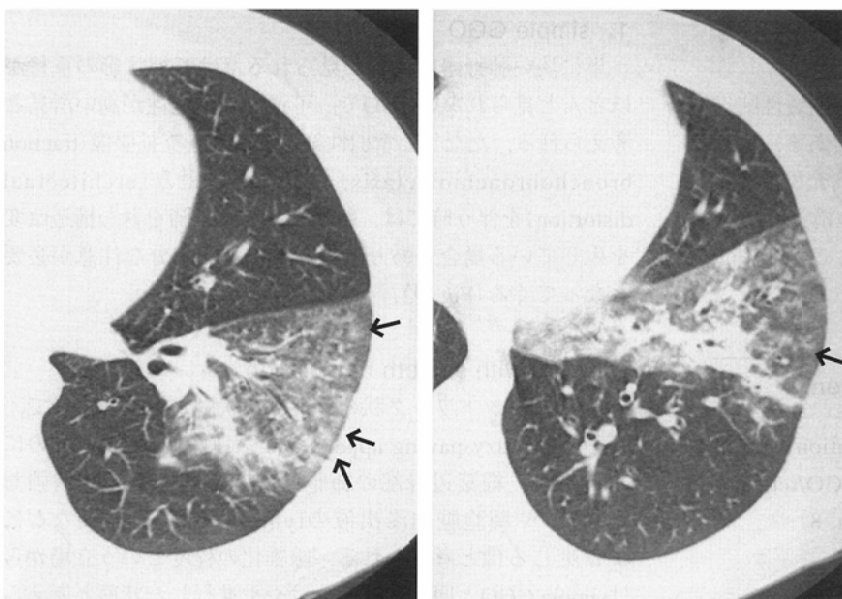
Table 1 GGO読影時の留意点

- | | |
|---|---|
| 1 | 臨床情報 |
| 2 | 病変分布
びまん性、区域性、非区域性、地図状、
上肺野 vs 下肺野、内層 vs 外層など |
| 3 | 病変性状
GGOに重積する網状影の解析 |
| 4 | 随伴所見
・小葉中心陰影
・consolidation
・リンパ路(広義間質)の病的腫大
・traction bronchiectasis, architectural distortion
・honeycombing
などの有無 |



A B

Fig. 4 小葉中心性分布を示すGGO
A: 気管支肺炎。区域性に小葉中心性主体のGGOが認められる。
B: 夏型過敏性肺炎。小葉ないしは細葉中心性のGGOが密に分布している。背景にはびまん性に軽度の肺野濃度上昇が認められる。



A B

Fig. 5 マイコプラズマ肺炎
A, B: consolidationと小葉中心性陰影(矢印)を伴うGGOが認められる。病変は区域性分布を呈している。

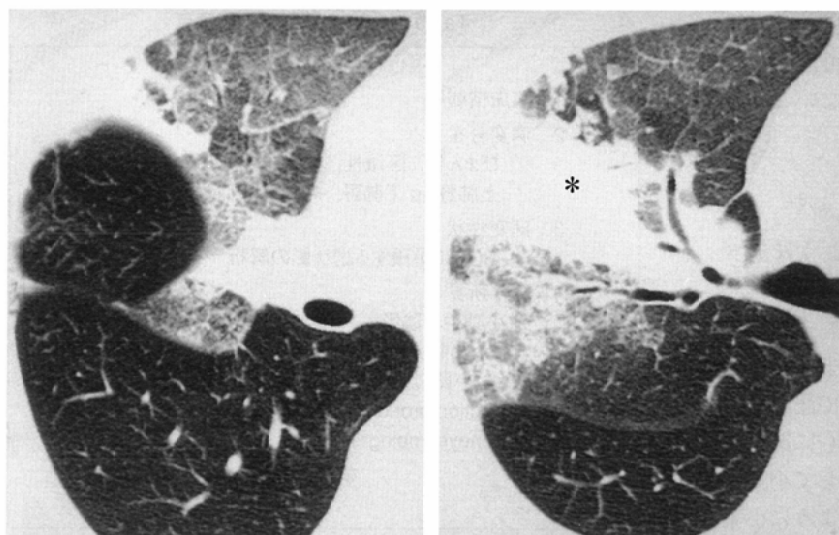


Fig. 6 気管支肺炎

A: 右上葉に主としてGGOが広がっている。

B: Aの頭側のスライス。多小葉性consolidationがみられる(*印)。病変が進行するとGGOがconsolidationに移行することが推察される。

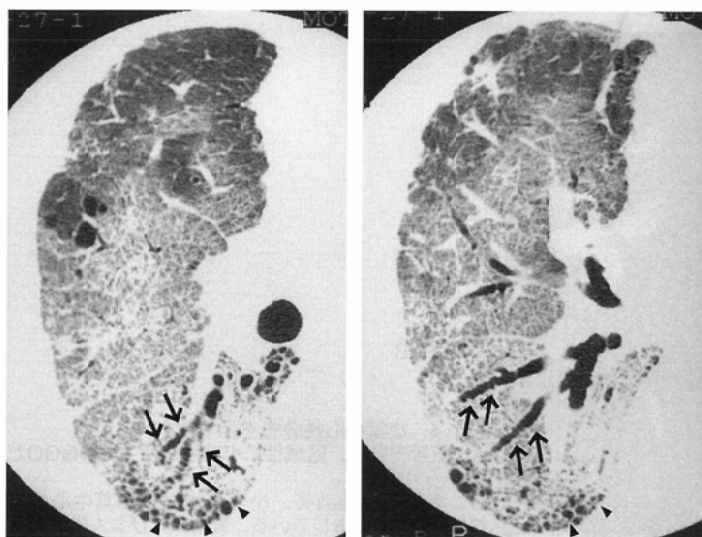


Fig. 7 IPF/UIPの急性増悪

A, B: 広範なGGOとそれに重積する網状影を認める。

背側では、traction bronchiectasis(矢印)とhoneycombing(矢頭)がみられる。GGOは線維化病変を表現している可能性が高い。

中心性病変の有無は鑑別診断上重要な所見であるので注意して読影する必要がある。

後述するが、GGOに重積する網状影の解析も間質性肺炎ではその線維化の程度を推察するうえで大切である。

consolidationを伴っている場合には、肺胞腔内充填性病変の初期変化の可能性を、honeycombingなどの構造改変を伴っている場合には線維化病変の可能性を考えておく (Fig. 6, 7)。

間質性肺炎におけるGGO/reticulation

間質性肺炎で認めるGGOには網状影(reticulation)が重積することが多い。筆者は間質性肺炎におけるGGO/reticulationを大まかに4つのpatternに分けている (Fig. 8)。

1. simple GGO

単に淡い肺野濃度上昇が見られるだけで網状影の重積がほとんど見られないGGOで、可逆性の可能性が高い所見と考えられる。ただし、牽引性気管支細気管支拡張像(traction bronchobronchiolectasis)や肺構造の歪み(architectural distortion)を伴う時には、組織所見上蜂巢肺を含む構造改変を生じている場合もあり、読影する上で十分な注意が必要となってくる (Fig. 9)。

2. GGO with smooth reticulation

GGOにネットワーク状の平滑な網状影が重積した像で、いわゆるCrazy-paving appearance⁴⁾と呼ばれているものに一致する。細葉辺縁部の肺胞壁や肺胞腔の病変が増強した場合⁵⁾や肺胞腔内滲出液のlymphatic drainageなどにより生じる像と考えられる。線維化の程度という立場からはsimple GGOと同様、もしくはやや進行した状態と考えら

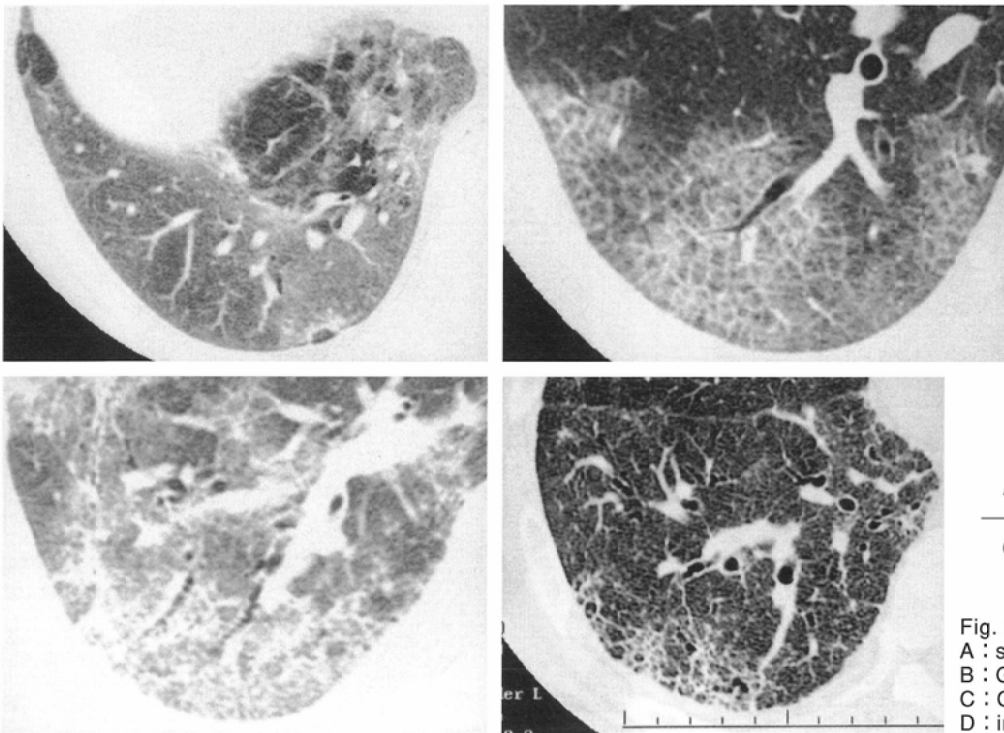


Fig. 8 GGO/reticulationの4パターン
 A : simple GGO
 B : GGO with smooth reticulation
 C : GGO with irregular reticulation
 D : irregular reticulation

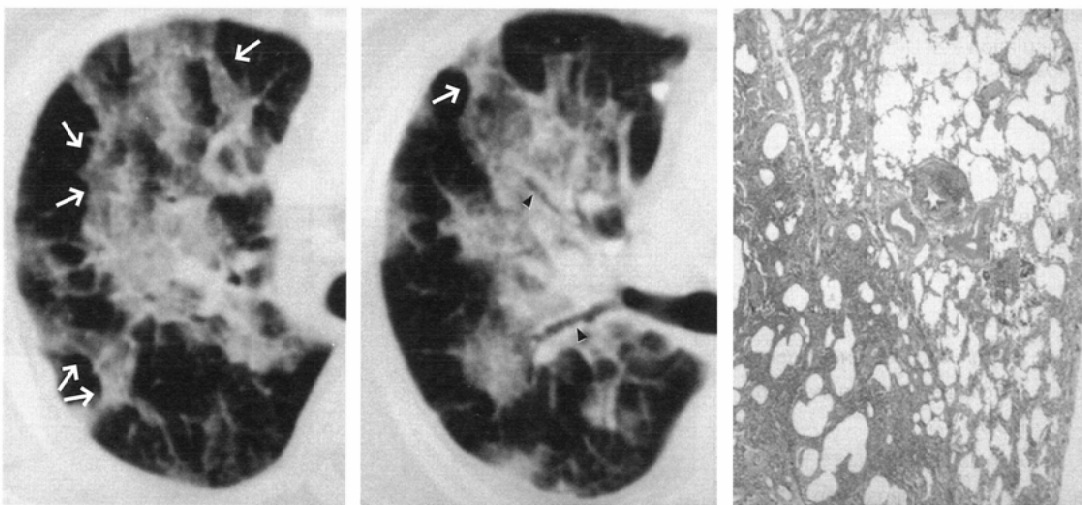


Fig. 9 simple GGOが主体のAIP
 A, B : 肺門から末梢に広がるようにsimple GGOとconsolidationが認められる。病変は多小葉性のニュアンスが強く、多くの小葉には歪みがみられる(矢印)。また軽度のtraction bronchiolectasis(矢頭)も認められる。
 C : 病理組織像。各小葉により病変の程度に差があるが線維芽細胞の増生を主体とした器質化期のDADの所見である。

れる。traction bronchiolectasisを伴う時には構造改変まで進行している場合があり、注意が必要である(Fig.10)。

・ Crazy-paving appearance

ここでCrazy-paving appearance(Fig.11)についてreviewし、整理しておく。

この用語を最初に用いたのはイギリスのMurchとCarrで⁴⁾、1989年に肺胞蛋白症の6例のCTの検討から、この疾

患に特徴的な所見であり、小葉間隔壁の肥厚を反映していると報告した。その後、1999年にMurayamaら⁶⁾、Johkohら⁵⁾は他疾患でも認められる所見であると相次いで報告し、その特異性を否定した(Table 2)(Fig.12)。

成因についてはMurayamaら⁶⁾は小葉間隔壁の肥厚に加えて小葉内間質の肥厚をを挙げている。Johkohら⁵⁾は伸展固定肺標本を検討し、小葉内のalveolar filling processやinterstitial fibrotic process、あるいはその両方で生じ得るとしている。

肺末梢のリンパ管系は非常に豊富で、それぞれが吻合し



Fig.10 GGO with smooth reticulationを呈したAIP traction bronchiectasis (矢印)の存在に注意する必要がある。

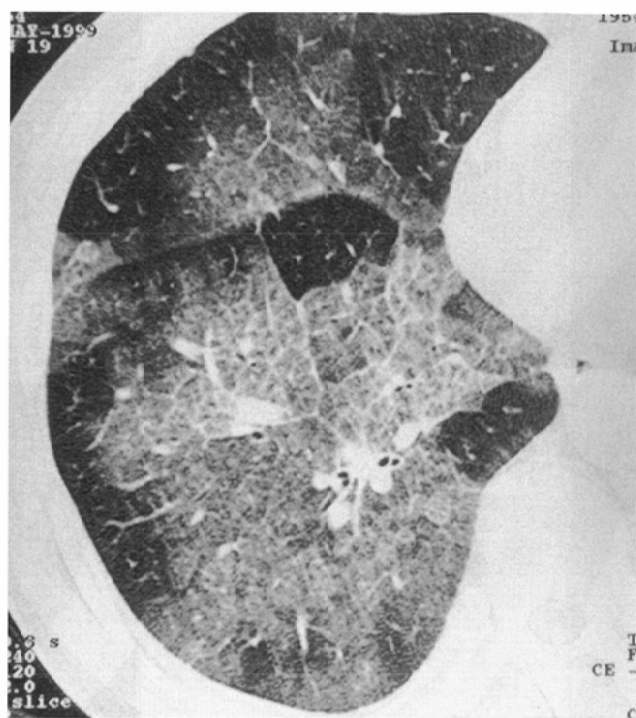


Fig.11 肺胞蛋白症
GGOにsmoothなreticulationがネットワーク状に重積している。いわゆるCrazy-paving appearanceを呈している。

Table 2 Crazy-paving appearanceを呈し得る疾患群

• Bacterial pneumonia	• CEP
• Radiation pneumonitis	• AIP*
• TB	• <i>P. carinii</i> -induced pneumonia
• Obstructive pneumonia	• Cardiogenic pulmonary edema
• ARDS*	• BOOP
• Pulmonary hemorrhage	• Alveolar proteinosis**
• Mycoplasma pneumonia	• DAD superimposed on UIP*
• Drug-induced pneumonitis	

**高頻度に認めるもの *比較的高頻度に認めるもの

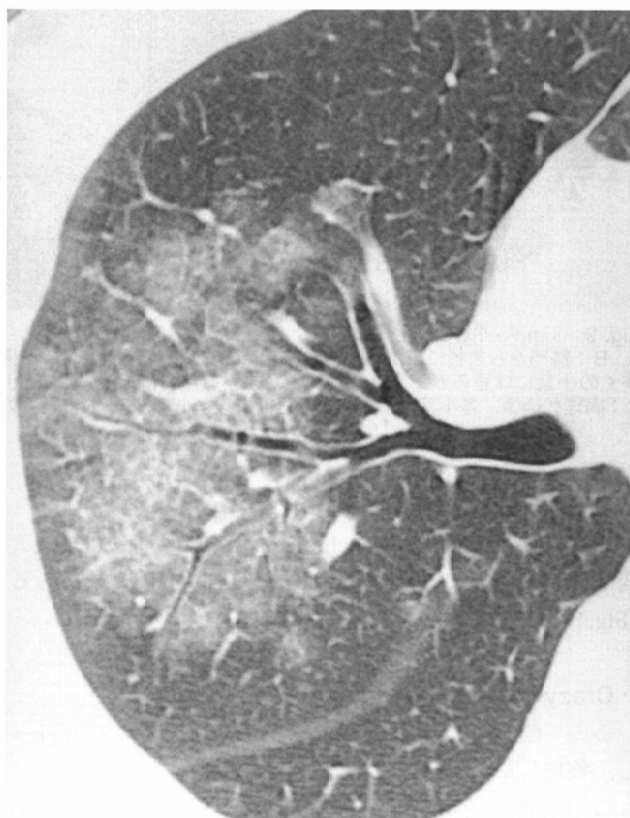
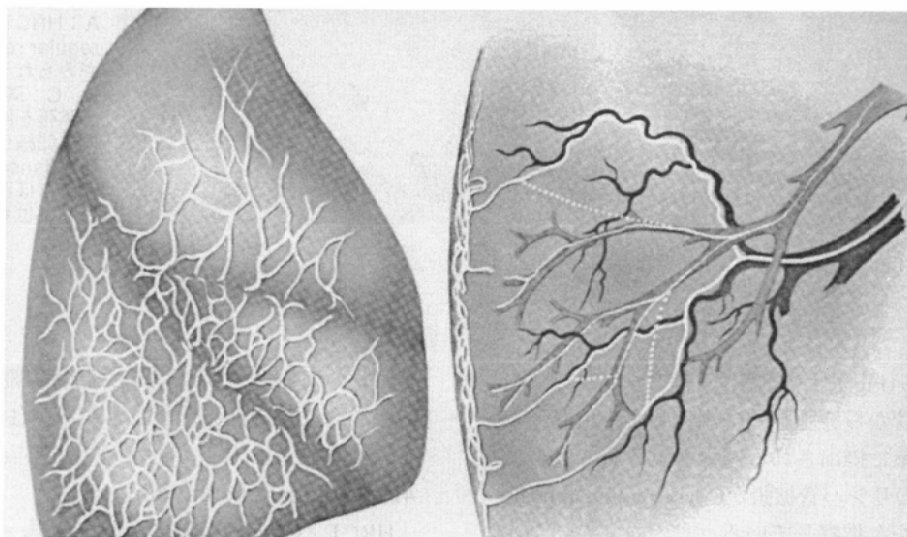
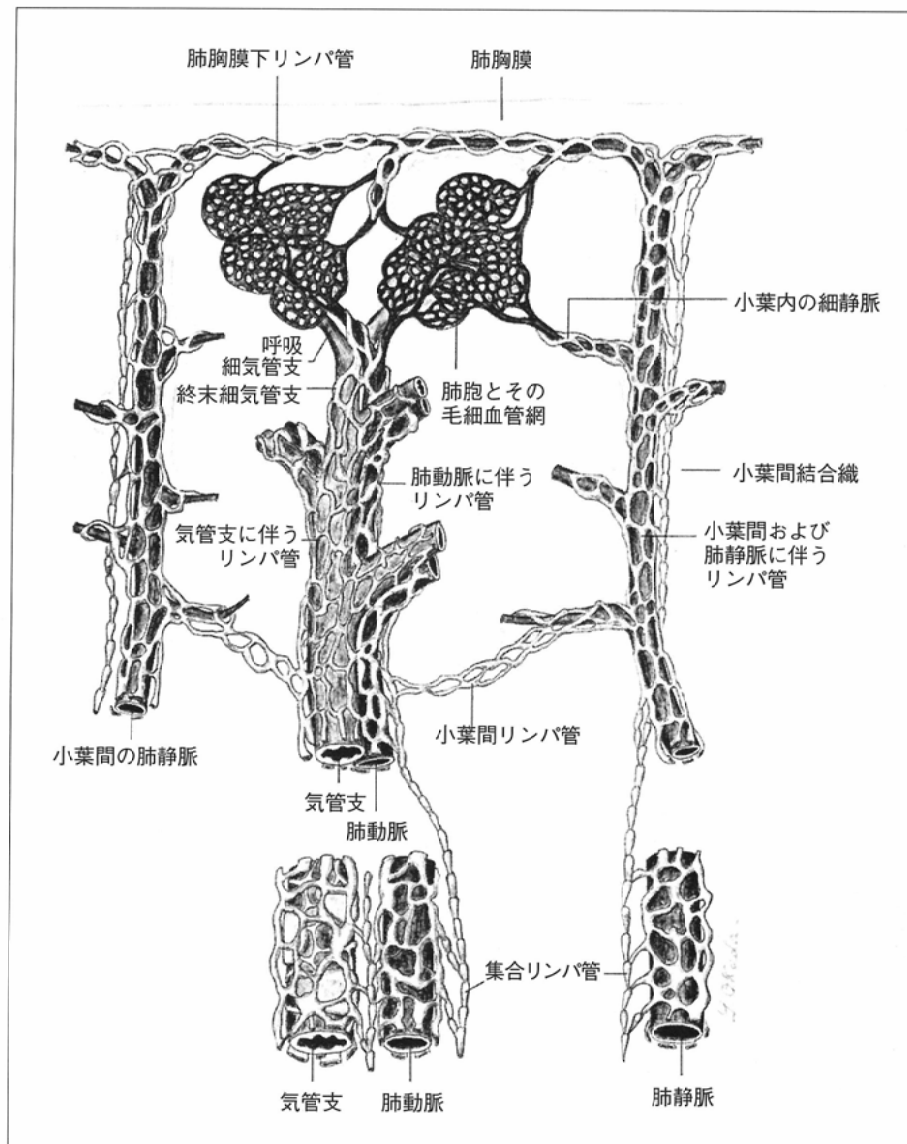


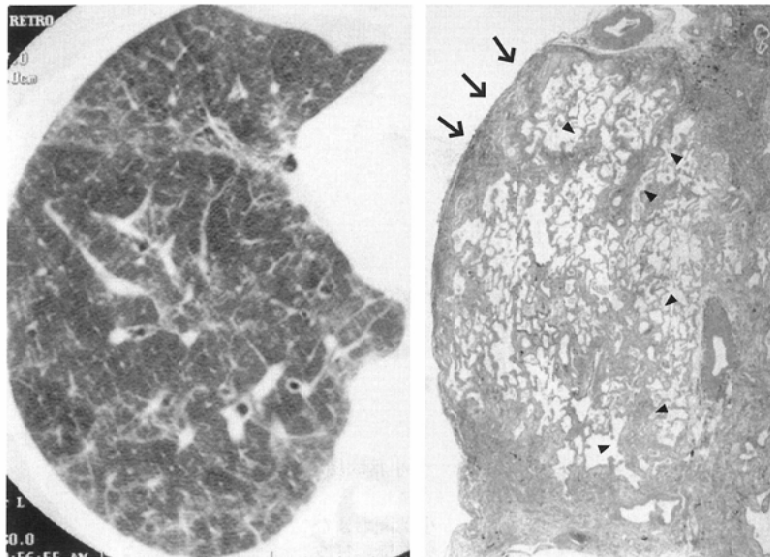
Fig.12 Crazy-paving appearance を呈した気管支肺炎



A

B

Fig.13 肺リンパ系のシェーマ
 A: 文献12)より引用
 B: 文献11)より引用



A | B

Fig.14 fibrosing NSIP

A : HRCT. 広範なGGOとそれに重なるirregularなreticulationが認められる。

B : 病理組織像。小葉辺縁部(矢印)および小葉内(矢頭)に帯状の線維化がみられる。この帯状線維化巣がirregular reticulationの成因と推察される。背景にはびまん性の胞隔炎が存在しており、GGOの成因と考えられる。

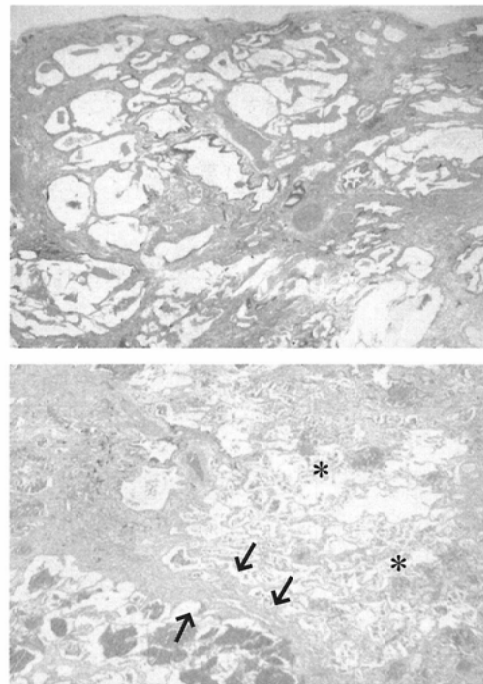
A | B
C

Fig.15 UIPパターンを呈した間質性肺炎

A : HRCT. 背側胸膜下領域にirregular reticulationを呈する病変がみられる(矢印)。

B, C : 同部の病理組織像。気腔の拡張を伴う帯状線維化巣が小葉内を錯綜している。拡大率をあげるとdenseな維化巣(矢印)に近接してほぼ正常な肺胞群(*)がみられる部位もあり、UIP様である。

ているといわれている(Fig.13), 筆者は, 間質性肺炎で肺胞壁障害により毛細血管から肺胞腔内に流入した滲出液が多量の場合に, リンパ系で排出される過程で生じる2次小葉内および小葉間隔壁のリンパ管拡張がCrazy-paving appearanceの主因ではないかと推察している。

3. GGO with irregular reticulation

GGOに辺縁不整な線状影や網状影が重積した像である。これはsimple GGOやGGO with smooth reticulationよりも線維化の進んだ所見と考えられる。細葉辺縁部の肺胞領域の

線維化の増強や, 2次小葉内に帯状線維化巣が不均等に出現した場合にこの像を示すことが多い(Fig.14)。

4. irregular reticulation

HRCT上GGOの有無にかかわらず, 濃淡のある網状影が目立つ像で, 末梢気腔の拡張性変化を伴う線維化を意味することが多い。GGO with irregular reticulationよりも更に線維化の進んだ所見と考えられる(Fig.15)。

間質性肺炎におけるGGO/reticulationの中では最も構造改変を表現している可能性が高い像と考えられる(Fig.16)。

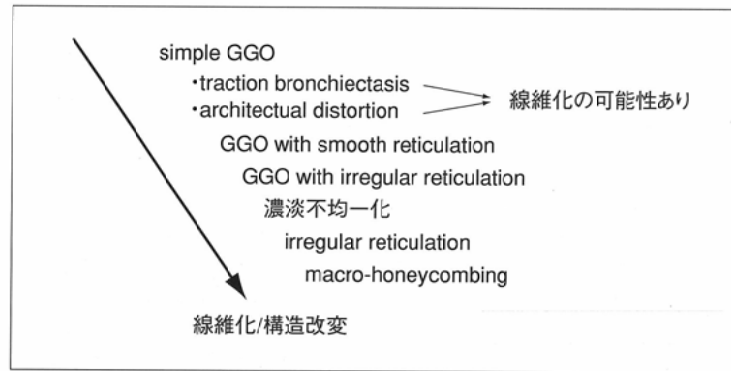


Fig.16 肺の線維化とGGO/reticulation

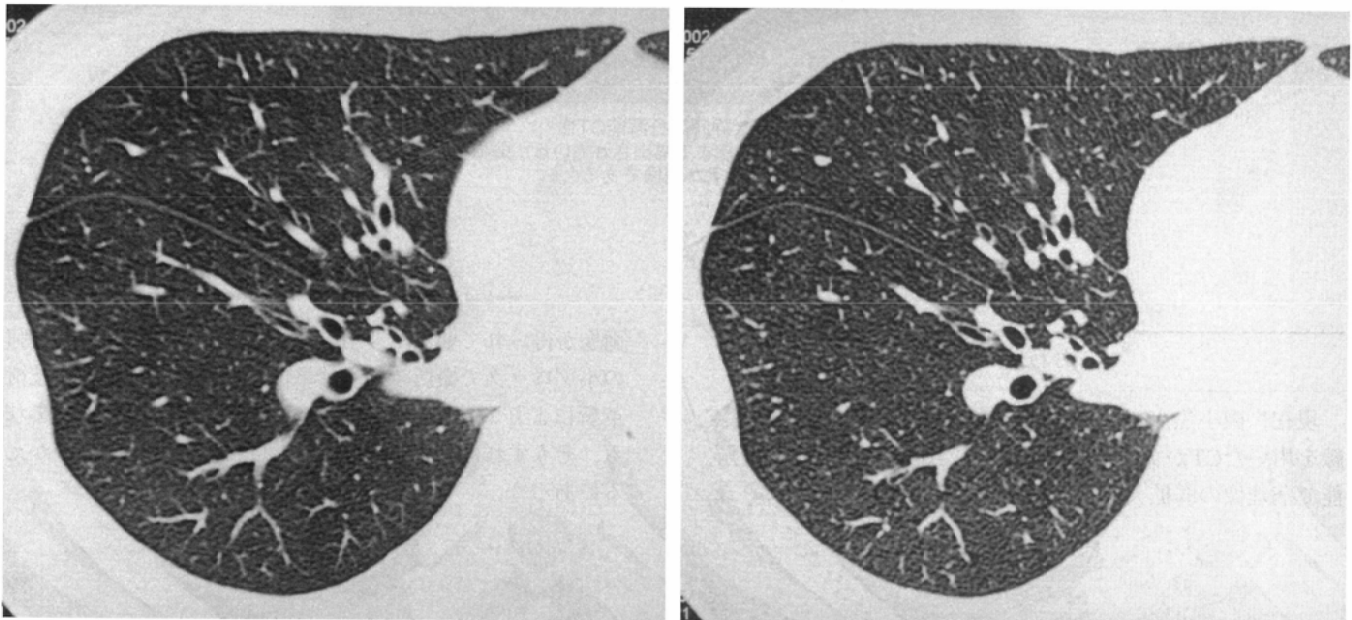


Fig.17 2mm厚HRCTと0.5mm厚HRCT

A: 2mm厚HRCT.

B: 0.5mm厚HRCT. 2mm厚に比べ末梢血管や小葉間隔壁の描出に優れる。しかし肺野にはかなりノイズが目立つ。

A | B

0.5mm厚HRCTの描出能と有用性

現時点のHRCTで撮像可能な最も薄いスライス厚が0.5mm厚である。Takahashiら^{7), 8)}はブタの伸展固定肺を用いて気道と肺動脈の描出能を検討している。彼らの検討によると、気道では壁厚 $50\mu\text{m}$ 以上で外径が $400\mu\text{m}$ 以上のものが描出され、ヒトでは終末細気管支から1次呼吸細気管支に相当し、肺動脈は径が $100\mu\text{m}$ 以上のものが描出され、ヒトでは高次呼吸細気管支に伴走するものに相当するとしている。

2mm厚HRCTとの比較では確かに末梢血管の描出に優れるが、血管の分岐構造が分断されるため粒状影を呈する傾向があり、微細結節性病変との鑑別が問題となる可能性がある。また肺野(肺泡領域)に関してもノイズが多く、ルーチンの撮影法として適しているとは言い難い^{7), 8)}(Fig.17)。

ただし、間質性肺炎例で網状影の濃淡差や微小囊胞性変化の有無を評価する場合には当然2mm厚HRCTより優れると予想され、GGO/reticulationの解析に限れば有用であろう。

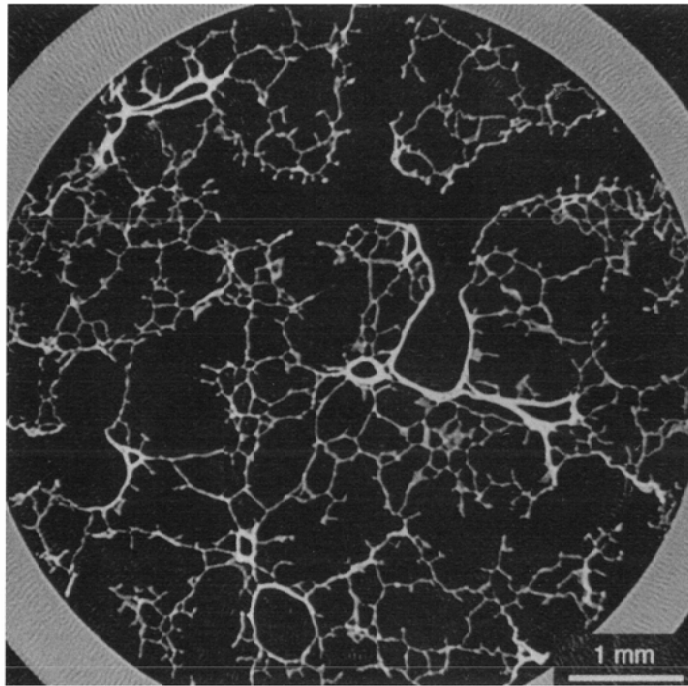


Fig.18 正常肺の放射光単色X線超高分解能CT像
終末細気管支から肺胞管、肺胞壁まで描出されている。弱拡大の病理組織像をグレイスケール化したかのような画像である。
文献10)より引用

おわりに

現在、微小焦点X線源を用いた顕微鏡CTや放射光単色X線を用いたCTが実験的に撮影され、 $10\mu\text{m}$ 程度の空間分解能で病理像の弱拡大像をグレイスケール化したかのような

画像が得られている^{9), 10)}(Fig.18)。撮影対象は伸展固定肺の小ブロックで撮影時間も分単位であるが、飛躍的な技術革新により人体に应用可能な日が来ることが待ち望まれる。そうすれば肺胞領域の画像診断は新たな展開をむかえるであろう。

文 献

- 1) 日本医学放射線学会胸部放射線研究会編：びまん性肺疾患の画像診断指針，60，医学書院，東京，1998
- 2) 上甲 剛，池添潤平，一門和哉，他：びまん性スリガラス状陰影および浸潤影．画像診断 16：725-739，1996
- 3) Johkoh T, Muller NL, Taniguchi H, et al: Acute Interstitial Pneumonia: Thin-Section CT Findings in 36 Patients. Radiology 211: 859-863, 1999
- 4) Murch CR, Carr DH: Computed Tomography Appearances of Pulmonary Alveolar Proteinosis. Clinical Radiology 40: 240-243, 1989
- 5) Johkoh T, Itoh H, Muller NL, et al: Crazy-paving Appearance at Thin-Section CT: Spectrum of Diseases and Pathologic Findings. Radiology 211: 155-160, 1999
- 6) Murayama S, Murakami J, Yabuuchi H, et al: "Crazy Paving Appearance" on High Resolution CT in Various Diseases. J Comput Assist Tomogr 23: 749-752, 1999
- 7) Takahashi M, Nitta N, Takazakura R, et al: 0.5mm thickness HRCT: How precisely are the normal and abnormal lung structures demonstrated? Part 1: Fundamental study using inflated and fixed lung specimen. Radiology 225(p): 144-145, 2002
- 8) Takahashi M, Nitta N, Takazakura R, et al: 0.5mm thickness HRCT: How precisely are the normal and abnormal lung structures demonstrated? Part 2: Normal volunteers and clinical studies. Radiology 225(p): 145, 2002
- 9) 松井英介，仁木 登，藤井正司，他：顕微鏡CTによる肺野末梢腺癌の形態解析．臨床放射線 47：100-108，2002
- 10) 居倉博彦，池添潤平，清水健治，他：放射光単色X線超高分解能CT．日胸 61：s215-s222
- 11) Muller NL, Fraser RS, Colman NC, et al: The normal Chest. Muller NL, Fraser RS, Colman NC, et al: Radiologic Diagnosis of DISEASES of the CHEST. 1st ed. 1-49, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 2001
- 12) 岡田慶夫：肺のリンパ系と肺癌．p13，金芳堂，京都，1989