



Title	ろう石肺の高分解能CTによる解析
Author(s)	栗井, 和夫; 山根, 浩介; 西岡, 康二 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1991, 51(6), p. 656-662
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15418">https://hdl.handle.net/11094/15418</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## ろう石肺の高分解能 CTによる解析

1) 広島大学医学部放射線医学教室

2) JR 広島鉄道病院放射線科

3) 広島総合病院放射線科画像診断部

4) 西田内科医院（広島市）

粟井 和夫<sup>1)</sup> 山根 浩介<sup>2)</sup> 西岡 康二<sup>1)</sup> 山本 和生<sup>1)</sup>

辻 修一<sup>1)</sup> 福岡 治仁<sup>1)</sup> 東 和義<sup>1)</sup> 広川 裕<sup>1)</sup>

伊藤 勝陽<sup>1)</sup> 市木 敏夫<sup>2)</sup> 藤川 光一<sup>3)</sup> 西田 修実<sup>4)</sup>

（平成2年8月6日受付）

（平成2年10月12日最終原稿受付）

### Analysis of Pyrophillitosis by High-Resolution Computed Tomography

Kazuo Awai<sup>1)</sup>, Kosuke Yamane<sup>2)</sup>, Yasuji Nishioka<sup>1)</sup>, Kazuo Yamamoto<sup>1)</sup>, Shyuichi Tsuji<sup>1)</sup>,

Haruhito Fukuoka<sup>1)</sup>, Kazuyoshi Azuma<sup>1)</sup>, Yutaka Hirokawa<sup>1)</sup>, Katsuhide Ito<sup>1)</sup>,

Toshio Ichiki<sup>2)</sup>, Koichi Fujikawa<sup>3)</sup> and Osami Nishida<sup>4)</sup>

1) Department of Radiology, Hiroshima University School of Medicine

2) Department of Radiology, Hiroshima Hospital of West Japan Railway Company

3) Department of Diagnostic Radiology, Hiroshima General Hospital

4) Nishida Clinic

---

Research Code No. : 506.1

---

Key Words : Pneumoconiosis, Pyrophillitosis,  
High resolution CT

---

High-resolution computed tomography (HR-CT) was performed on 20 patients with pyrophilitosis.

Small nodular opacities in these patients could be divided by HR-CT into two types, namely, tiny irregular branching structures (TIB) and small round opacities (SRO). TIB had a centrilobular distribution and were characteristic of pyrophillitosis. SRO had both centrilobular and perilobular distributions and were considered to be changes modified by the aspiration of silica.

Large opacities (LO) of pyrophillitosis were classified into three types, that is, spherical type, flat type parallel to the bronchus and flat type parallel to the thoracic wall. The spherical type was seen in patients exposed to both pyrophillite and silica, while the flat types were seen in patients exposed to only pyrophillite and were characteristic opacities of pyrophillitosis.

Pulmonary emphysema was found in only one patient with pyrophillitosis, whereas mediastinal lymph node swelling and calcification were seen in most patients with pyrophillitosis.

HR-CT is useful in making a more accurate evaluation of these lesions.

### 1. はじめに

アルミニウム硅酸塩の吸入によるろう石肺は1956年に Yoshimi<sup>1)</sup>により初めて報告されたが、

それから30年以上たった今日でもろう石肺に関する研究は少なくその病態は明かにされていない<sup>2)~6)</sup>。その理由として作業工程によっては硅肺

症の特徴が加わった症例があることや、原石の产地が広島県庄原地方などに限られていることがあげられている<sup>6,7)</sup>。ろう石肺の胸部単純X線写真は有田<sup>7)</sup>、桜井<sup>8)</sup>により検討されているが、胸部X線computed tomography(以下CTと略す)に関する報告は現在のところ皆無である。著者らはろう石肺に対し高分解能CTを施行し、作業工程ごとに陰影の性状の検討を行った。

## 2. 対象及び検討方法

1988年5月から1990年3月までに、広島大学医学部附属病院及びJR広島鉄道病院にて胸部CT撮影を施行したろう石肺患者20例(男性12例、女性8例)を対象とした。患者の年齢は53歳から69歳(平均59.1歳)、作業従事年数は6年から37年(平均21.9年)、Brinkman Indexは0~2,400(平均335)である。

ろう石肺患者はその作業工程により4つに分けられる<sup>7)</sup>。工程Iはろう石を採掘し数cmの大いな小片に破碎する工程であり、アルミニウム硅酸塩とともに遊離硅酸粉じんの吸入の機会が多く存在する。工程IIはろう石を水槽中で1~数μmの微細な粒子に碎いた後、漂白し取り出す工程および機械修理、製品を搬出する工程であり、比較的粉じんを吸入する機会が少ない。工程IIIは水槽から取り出された“ろう石クレー”を乾燥、袋詰めをする過程であり、一連の作業においてアルミニウム硅酸塩粉じんの吸入の機会が最も多い工程である。工程IVは工程Iと工程IIIの両方に従事したことのある症例である。対象とした症例を工程別に分類すると工程Iは6例、工程IIIは11例、工程IVは3例であり、工程IIに従事した症例は含まれていない。このうち大陰影を形成している症例は20例中15例であった。

使用装置はGE社製CT/T9800およびCT/T8800であり、スキャン厚1.5mmまたは5mm、スキャン間隔15~20mmで肺尖から肺底部までの単純CT撮影を施行した。画像再構成はbone algorithmで行った。

過去の報告<sup>9~16)</sup>を参考にして検討した項目をTable 1に示す。

CT上認められる小結節状陰影(small nodular

Table 1 Descriptive criteria of pyrophillitosis

1. small nodular opacities (SNO)
  - (1) tiny irregular branching structure (TIB)
  - (2) small round opacities (SRO)
2. large opacities (LO)
  - shape
    - α. LO parallel to the bronchus
    - β. LO parallel to the thoracic wall
    - γ. spherical type
    - δ. irregular type
  - patency of the bronchus in LO
  - small nodular opacities around LO
    - (1) TIB (2) SRO
3. emphysema (Em)
4. pleural thickening (P)
  - pleural calcification (PLC)
5. lymph node swelling (LN)
  - lymph node calcification
    - (1) general calcification of LN (GC)
    - (2) partial calcification of LN (PC)
    - (3) egg shell calcification (ES)

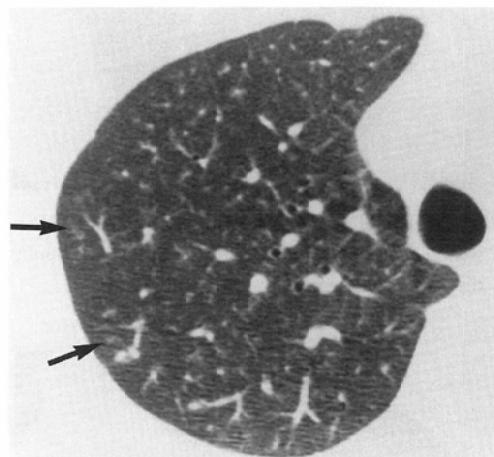


Fig. 1 HR-CT demonstrates tiny irregular branching structures (TIB) (arrow). TIB show centrilobular distribution.

opacities)は、微細不整分枝構造 tiny irregular branching structures (TIB) および小円形陰影 small round opacities (SRO) に分類した。TIBは個々の粒状影の辺縁が不鮮明であたかも末梢の肺動脈の先端が不規則に腫大したように見える陰影であり、胸膜に接して存在するものではなく小葉中心性分布を示していると考えられた(Fig. 1)。

SRO は辺縁明瞭な粒状影であり、大きさは直径2, 3mm のものである。SRO は小葉中心性分布を示す粒状影と、胸膜および静脈に接して存在し小葉辺縁性の分布を示すものの両方があった (Fig. 2)。



Fig. 2 HR-CT shows small round opacities (SRO) which had both centrilobular and perilobular distribution (arrow).

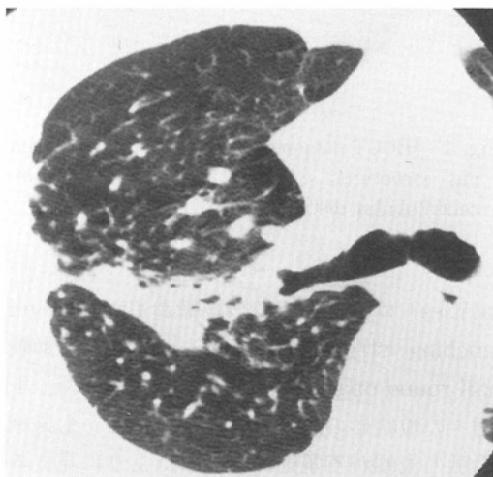


Fig. 3 HR-CT shows a large opacity that is parallel to the bronchus.

大陰影 large opacity (LO)に関しては、その形状、大陰影内の気管支の開存の有無および大陰影周囲の粒状影の性状を検討した。大陰影の形状は

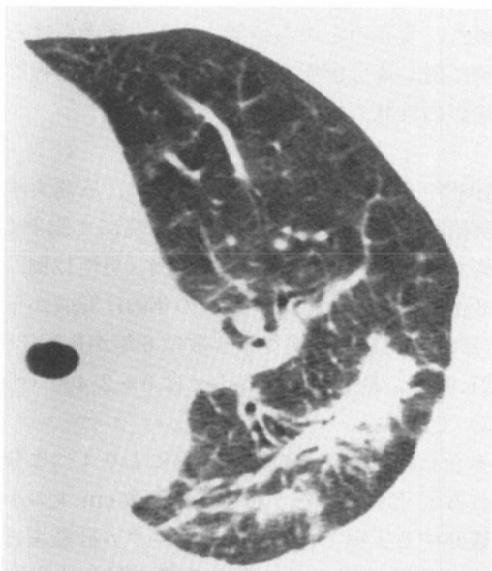


Fig. 4 HR-CT demonstrates a large opacity that is parallel to the thoracic wall.

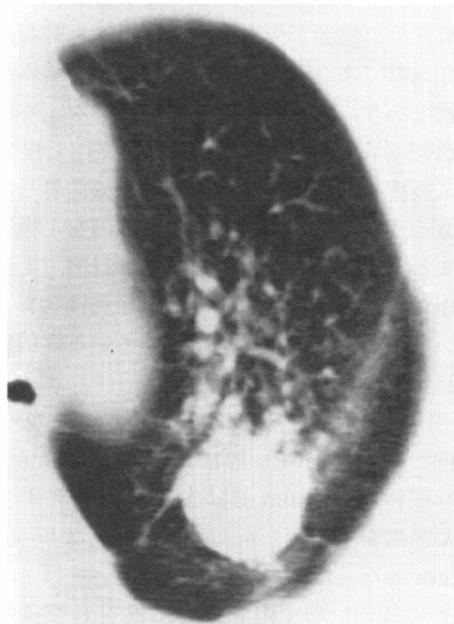


Fig. 5 HR-CT reveals a large opacity that belongs to spherical type.

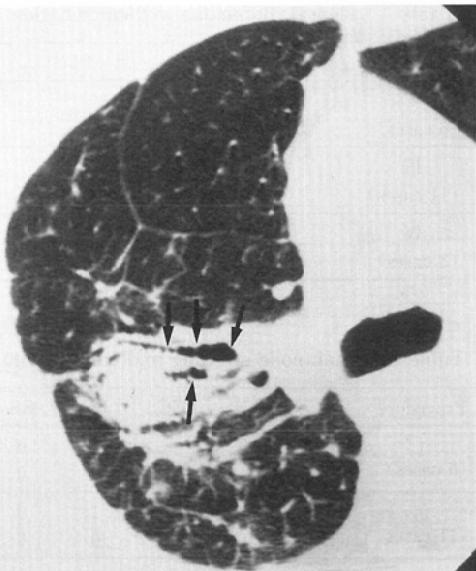


Fig. 6 The bronchus in large opacity are patent (arrow).

扁平で区域あるいは亞区域気管支に沿って肺門から胸膜へ向かう気管支平行型( $\alpha$ 型), 扁平で胸膜に平行に存在する胸壁平行型( $\beta$ 型), 球形に近い球状型( $\gamma$ 型), いずれにも分類不能である不整型( $\delta$ 型)の4型に分類した。大陰影の例をFig. 3~5に示す。胸膜については肥厚および石灰化について検討した。リンパ節腫大の有無は縦隔(Med), 肺門(Hil)の各々について観察し, 石灰化が存在する場合はリンパ節全体の石灰化(GC), リンパ節内部の部分的石灰化(Pc), 卵殻状石灰化(ES)に分けて記載した。

以上のCT所見は2名の放射線診断医の協議により判定した。

### 3. 結 果

Table 2は各粒状影の分布を工程別に検討したものである。工程Iでは全例においてTIBとSROの両者が認められ、特に左右上葉ではこの傾向が著しかった。下葉は左右ともTIBのみのものが3例、SROのみのものが1例、TIBとSROの両方が見られたものが2例であった。工程IIIでは右上葉ではTIBのみの症例が3例、TIBとSROの両者が認められた症例が8例であるのに対し、左上葉ではTIBのみの症例が5例、SROのみの

Table 2 Distribution of small nodular opacities

Procedure	Lobe	TIB	SRO	TIB+SRO
I (6 cases)	RU	0	0	6
	RM	2	0	2
	RL	3	1	2
	LU	1	0	5
	LL	3	1	2
III (11 cases)	RU	3	0	8
	RM	2	0	9
	RL	9	0	2
	LU	5	1	5
	LL	8	0	3
IV (3 cases)	RU	0	0	3
	RM	2	0	1
	RL	0	0	3
	LU	0	0	3
	LL	1	0	2

\*Abbreviation

RU: right upper lobe RM: right middle lobe

RL: right lower lobe

LU: left upper lobe LL: left lower lobe

症例が1例、両者が見られたものは5例であり、左上葉においてTIBのみが見られる症例が比較的多い傾向が認められた。下葉ではTIBのみが存在する症例が多く、右下葉では9例、左下葉で8例であった。工程IVでは工程Iに似た傾向が存在した。すなわち全例においてTIB, SROの両者が存在し、この傾向は左右の上葉において著しかった。

工程別の大陰影の形状をTable 3aに示す。工程Iでは $\gamma$ 型が右肺では4例中4例、左肺では4例中3例に見られ、左右肺とも $\gamma$ 型、すなわち球状の大陰影が多い傾向が存在した。工程IIIでは右肺では $\alpha$ 型(気管支平行型)が9例中6例で、左肺では $\beta$ 型(胸壁平行型)が5例中4例で認められた。 $\gamma$ 型は右肺の1例に見られたのみであった。工程IVでは右肺にて $\alpha$ 型、 $\gamma$ 型がそれぞれ1例ずつ見られたが、左肺で大陰影を形成していた症例はなかった。Table 3b, 3cは大陰影の性状を検討した結果である。大陰影内の気管支の開存性を見ると、右肺では工程Iにおいて気管支の開存性は4例中1例のみに保たれていたのに対し、工程IIIでは9例中8例において気管支は開存していた。左肺でも同様の傾向が存在し、工程Iでは4例中

Table 3a Shape of large opacity

Procedure	Type	Right lung	Left lung
I	$\alpha$	0	0
	$\beta$	0	1
	$\gamma$	4	3
	$\delta$	0	0
III	$\alpha$	6	1
	$\beta$	2	4
	$\gamma$	1	0
	$\delta$	0	0
IV	$\alpha$	1	0
	$\beta$	0	0
	$\gamma$	1	0
	$\delta$	0	0
Total		15	9

Table 3b Nature of large opacity of right lung

Procedure	Patency of bronchus	SNO around LO
I (4 cases)	1	TIB 0
		SRO 4
III (9 cases)	8	TIB 4
		SRO 5
IV (2 cases)	0	TIB 0
		SRO 2

Table 3c Nature of large opacity of left lung

Procedure	Patency of bronchus	SNO around LO
I (4 cases)	1	TIB 0
		SRO 4
III (5 cases)	5	TIB 3
		SRO 2
IV (0 cases)	0	TIB 0
		SRO 0

1例でのみで開存しているのに対し、工程IIIでは5例全例で気管支の開存が認められた。大陰影周囲の粒状影は工程Iでは左右肺とも全例がSROであるのに対して、工程IIIでは左右肺ともTIBとSROがそれぞれほぼ半数ずつ認められた。

肺気腫はろう石肺患者20症例中1例に認めたのみで、この症例は多発のプラが並存する重症肺気腫症例で、Brinkman Index 2400の重喫煙者で

Table 4 Pleural thickening and calcification

Procedure	P	PLC
I (6 cases)	3	0
III (11 cases)	4	0
IV (3 cases)	1	0

Table 5 Lymph node swelling and calcification

Procedure	LN	GC	PC	ES
I (6 cases)	Med	5	1	1
	Hil	1	0	0
III (11 cases)	Med	10	7	1
	Hil	6	2	0
IV (3 cases)	Med	2	2	0
	Hil	2	2	0

Abbreviation Med : Mediastinal lymph node  
Hil : Hilar lymph node

あった。

胸膜の肥厚は工程Iで6例中3例、工程IIIで11例中4例、工程IVで3例中1例であり、工程別の差はなかった。胸膜の石灰化はいずれの症例でも認められなかった(Table 4)。

Table 5は縦隔、肺門リンパ節の腫大および石灰化を示したものである。工程Iでは6例中5例に縦隔リンパ節の腫大が存在し、そのうちリンパ節全体の石灰化、部分的石灰化がそれぞれ1例ずつ認められた。肺門リンパ節の腫大が認められたのは1例のみで、石灰化しているものはなかった。工程IIIでは11例中10例に縦隔リンパ節の石灰化が見られ、そのうち7例にリンパ節全体の石灰化、1例に部分的石灰化が存在した。肺門リンパ節の腫大は6例に見られ、そのうちリンパ節全体の石灰化を示したものが2例であった。工程IVでは縦隔および肺門リンパ節の腫大を呈したものがそれぞれ3例中2例ずつ存在し、いずれのリンパ節も全体の石灰化を示していた。工程I、III、IVとも卵殻状石灰化を示すリンパ節は存在しなかった。

#### 4. 考 察

今回のろう石肺の高分解能CTによる検討でも

従来の報告<sup>7)8)</sup>のごとく作業工程により陰影の性質が異なることが示されたが、これは工程により吸入される粉塵の種類が異なるためと考えられる。工程Ⅰではアルミニウム硅酸塩とともに相当量の遊離硅酸が吸入されるため、ろう石肺と硅肺症の混合型と考えられるのに対し、工程Ⅲではアルミニウム硅酸塩が主に吸入されるため工程Ⅲの症例を典型的ろう石肺としてよいと思われる。

ろう石肺の胸部X線単純写真については有田ら<sup>9)</sup>が詳細な検討を行っており、それによると、ろう石肺の粒状影の大部分はp<sup>17)</sup>陰影に分類され上中肺野に多く分布する傾向が存在する。また粒状影は早期に融合し、さらに索状影、網状影を混じ気腫性変化を示す症例が多い。高分解能CTによる検討では、いずれの工程においてもTIBとSROの両者が存在する症例が多くあったが、病変が比較的軽度の下葉はTIBで占められることが多く、この傾向は特に工程Ⅲにおいて著明であった。

Akiraら<sup>18)</sup>はp陰影を有する硅肺症例において我々が定義したTIBと同様な陰影を伸展固定肺と対比させて検討を行っており、この陰影は病理学的には呼吸細気管支周囲に沿って存在する不整な線維化に対応すると述べている。本疾患におけるTIBは小葉中心性の分布をとる微細陰影であり、TIBの本体は呼吸細気管支周囲の病変であることが推察される。瀬浪ら<sup>19)</sup>は、ろう石肺の結節は硅肺結節と異なり半米粒大の不定型の小結節であり、線維化は硅肺症の線維化が渦巻状であるのに対し、ろう石肺のものは放射状、平行線状であったと報告している。また海老原<sup>20)</sup>もろう石肺における線維化は典型的硅肺症ほど強くないと述べている。したがって、TIBは典型的硅肺症に見られるよりも軽度の線維化巣であると考えられ、ろう石肺に特徴的な陰影と思われる。

TIBに対し、SROは径2、3mmの辺縁明瞭な粒状影であり、TIBよりは線維化が強いものや渦巻状の線維化をきたしたものと推定され、硅肺結節に近い特徴を示している。またSROは小葉中心部および小葉辺縁、胸膜下の両方に存在し、これは伊藤ら<sup>21)</sup>が報告している硅肺結節の病変の場と一致する。以上よりSROはろう石による変化が

遊離硅酸の吸入により修飾された像ではないかと思われる。以上のようなTIB、SROといった小結節影の判別や肺二次小葉内における病変の場の把握は胸部単純写真では困難であり、高分解能CTにより初めて可能である。

工程Ⅲの右肺の大陰影は、肺軸断面で気管支に沿った扁平な形態を示すことや周囲の粒状影はTIBのごとく比較的小さいものが多いことから、粒状影がしだいに集合、融合して大陰影が形成されるというよりも、むしろ気管支周囲の線維化が集束して形成されることが考えられる。前述したように、ろう石肺における線維化は典型的硅肺症ほど強くないため大陰影内の気管支内腔の閉塞を来すことが少ないのであろう。同じ工程Ⅲでも右肺の大陰影は気管支平行型が多いのに対し、左肺では胸壁平行型が主に認められた。この理由として、左右肺の気管支の分岐形態の違いにより粉塵の分布に差があることが考えられるが詳細は不明である。工程Ⅰ、Ⅳの大陰影は球状型で周囲の粒状影は比較的大きく硅肺症における大陰影に類似しており、ろう右肺の特徴よりも混在する硅肺症の性質が前面にでたものであろう。ろう石肺および硅肺症のCT像の詳細な対比は現在検討中である。

今回、肺気腫が存在した症例は1例のみであり、この症例は重喫煙者であることからろう石の吸入により引き起こされた変化というよりも、むしろ喫煙による変化と思われた。西田<sup>6)</sup>はろう石肺では局所の線維化に対応して局所性気腫も見られるとしているが、高分解能CTでも2mm以下の肺気腫を認識することは困難であり<sup>22)</sup>、線維化に伴う微小肺気腫は見逃されている可能性がある。しかしながら、現在のところ、高分解能CTは比較的小さい肺気腫を認識するための最も非侵襲的なモダリティであり、ろう石肺と肺気腫の合併については高分解能CTにより更に多くの症例を検討する必要があろう。

縦隔リンパ節腫大はいずれの工程においても大部分の症例で存在したが、特に工程Ⅲにおいてリンパ節全体の石灰化が見られることは典型的ろう石肺の一つの特徴と思われた。

高分解能 CT のじん肺への応用は病変を正確に把握し適切な労働補償につながるのみならず、患者の早期発見、早期救済にも役立つと考える。

### 5. 結 語

アルミニウム硅酸塩の吸入によるろう石肺20例に対し高分解能 CT を施行し、作業工程ごとに陰影の性状の検討を行った。

1) いずれの工程においても微細不整分枝構造(TIB)と小円形陰影(SRO)の両者が認められる症例が多く存在した。TIBは小葉中心性の分布をとる微細陰影であり、その本体は呼吸細気管支周囲の比較的軽度の線維化巣と考えられ、ろう石肺に特徴的な陰影と思われた。

これに対し、SROは小葉中心部および小葉辺縁、胸膜下の両方に存在し、TIBよりは線維化が強いもので、ろう石による変化が遊離硅酸の吸入により修飾された像と考えられた。

2) 工程I, IVの大陰影は、球状型で内部気管支は閉塞し周囲の粒状影はSROが主であり、硅肺症の特徴が前面にでたものと考えられた。工程IIIの大陰影は右肺は気管支平行型、左肺では胸壁平行型であり内部の気管支は開存していることが多く周囲粒状影はTIBあるいはSROであった。工程IIIの大陰影がろう石に特徴的な像と思われた。

3) 肺気腫が存在した症例は20例中1例のみであった。

4) 工程別の胸膜の肥厚の有無に差はなく、胸膜の石灰化はいずれの症例でも認められなかった。

5) 縦隔リンパ節腫大はいずれの工程においても大部分の症例で存在し、特に工程IIIにおいてはリンパ節全体の石灰化を伴うことが多かった。

### 文 献

- 1) Yoshimi S : An autopsy cases of pyrophilliosis. Acta Pathol Jap 6 : 613-623, 1956
- 2) 重信卓三、西田修実、西本幸男：ろう石肺の3例、結核、41: 205, 1966
- 3) 西本幸男、勝田静知、神辺真治、他：クレー肺の健診成績、結核、44: 400, 1969
- 4) 有田健一、稻垣晶紀、横崎恭之、他：全身性進行性硬化症を合併したろう石肺症例、呼吸、5: 349-352, 1986
- 5) 有田健一、牛尾圭子、上網昭光、他：ろう石肺にサルコイドーシスの合併をみた症例の検討—免疫異常とじん肺の健康管理—、日本胸部臨床、45: 878-882, 1986
- 6) 西田修実、有田健一：ろう石肺、臨床産業医学全集、2-1、産業内科学、p580-593, 1988、医歯薬出版、東京
- 7) 有田健一、岡本卓三、平本雄彦、他：ろう石肺の胸部X線所見、日本胸部臨床、41: 498-506, 1982
- 8) 桜井 孝、藤田良樹、得能長紘：ろう石肺のレ線所見、日本医学会誌、21: 931, 1961
- 9) 小笠晃太郎、加藤誠也、小場弘之、他：じん肺における粒状影のX線病理学的解析、臨床放射線、31: 1103-1108, 1986
- 10) 前田厚志、千代谷慶三、斎藤健一、他：不整形陰影を示す硅肺症のCTについて、日本災害医学会誌、31: 724-730, 1983
- 11) 志田寿夫：じん肺のCT像、映像情報(M), 14: 50-54, 1982
- 12) 志田寿夫：じん肺のCT、呼吸、2: 201-207, 1983
- 13) 志田寿夫：じん肺、臨床放射線、26: 1159-1184, 1981
- 14) Begin C, Roggli V, Coblenz C, et al : The secondary pulmoanry lobule: Normal and abnormal appearances. AJR 151 : 21-25, 1988.
- 15) Foster WL Jr, Pratt PC, Roggli VL, et al : Centrilobular emphysema: CT pathologic correlation. Radiology 159 : 27-32, 1986
- 16) Begin R, Bergeron D, Samson L, et al : CT assessment of silicosis in exposed workers. AJR 148 : 509-514, 1987
- 17) ILO classification of radiographs of pneumoconiosis. International Labour Office. Genova : ILO Publications, 1980
- 18) Akira M, Higashihara T, Yokoyama K, et al : Radiographic type p pneumoconiosis: High resolution CT. Radiology 171 : 117-123, 1989
- 19) 瀬良好澄、山川善弘、宮地 徹、他：ろう石(Pyrophilliosis)の1例、診療、12: 1573-1577, 1957
- 20) 海老原勇：じん肺の病理—じん肺症における気道変化の病理組織学的研究—、労働科学、56 : 397-435, 1980
- 21) 伊藤春海、村田喜代史、藤堂義郎、他：肺小葉から見た呼吸器疾患、臨床放射線、28: 1029-1036, 1983
- 22) 山岸雅彦、森 雅樹、小場弘之、他：慢性肺気腫のCT診断、臨床放射線、32: 1093-1099, 1987