

原 著

胸部画像検査による胸膜プラークの検出能に関する検討

—手術所見で胸膜プラークを認めた症例を対象として—

由佐 俊和¹⁾³⁾, 安川 朋久¹⁾³⁾, 守屋 康充¹⁾, 宗 知子¹⁾
 国友 史雄²⁾³⁾, 山本 司²⁾³⁾, 弥富 真理²⁾, 廣島 健三⁴⁾
 岸本 卓巳⁵⁾

¹⁾千葉労災病院呼吸器外科

²⁾千葉労災病院呼吸器内科

³⁾千葉労災病院アスベスト疾患センター

⁴⁾千葉大学大学院医学研究院診断病理学

⁵⁾岡山労災病院アスベスト関連疾患研究センター

(平成 20 年 5 月 8 日受付)

要旨：[目的] 胸膜プラークは，わが国では，過去に石綿に曝露されたことを示す病変とされる。しかし，胸部 XP や CT による胸膜プラークの診断には限界があることも指摘されている。本研究では，手術所見で胸膜プラークの存在が確認された症例を対象として，胸部画像検査による胸膜プラークの検出能について検討した。あわせて，対象症例の石綿曝露歴，肺内石綿小体数についても検討した。

[対象と方法] 開胸または胸腔鏡下手術を行い，手術所見で胸膜プラークの存在が確認された 30 例を対象とした。対象症例の胸部正面 XP と胸部 CT について，4 名の呼吸器専門医によって胸膜プラークの有無を診断し，それぞれの検出能を検討した。また，画像検査による胸膜プラークの検出の有無と，石綿曝露歴，肺内石綿小体数との関連を検討した。

[結果] 胸部 XP で胸膜プラークを検出できたのは 5 例 (17%) であった。胸部 CT で検出できたのは，XP で検出した 5 例を含む 18 例 (60%) であった。いずれの検査でも胸膜プラークを検出できなかったのは 12 例 (40%) であった。全例に石綿曝露に関わる職業歴があったが，胸部 CT で胸膜プラークを検出できた例と検出できなかった例を比較すると，前者に造船，建設など曝露量が比較的多いと思われる業務が多かった。また，肺内石綿小体数も前者が後者に比べ有意に多かった。

[結論] 1) 手術所見で胸膜プラークを確認した症例のうち，胸部 CT で胸膜プラークを検出できたのは 60% であった。2) 胸部 CT で胸膜プラークを検出できた例は，検出できなかった例に比べ，より高濃度の石綿曝露を受けていることが推測された。

(日職災医誌, 56 : 215—220, 2008)

—キーワード—

胸膜プラーク, 石綿, 石綿小体, 胸部 CT

はじめに

胸膜プラークは，石綿，エリオナイト，ウォラストナイトなどの繊維状珪酸化合物の気道内吸引に起因する壁側胸膜の病変である。わが国では，もっぱら石綿に起因するものとされており，石綿曝露を示す医学的所見として重要である。胸膜プラークは，肺癌や中皮腫のリスク

ファクターと考えられていること，また，それらの疾患の労災補償や石綿健康被害救済法の認定要件の一部となっていることから，その診断は重要である。しかし，胸部の X 線写真 (以下，胸部 XP とする) やコンピュータ断層撮影 (以下，胸部 CT とする) といった胸部画像検査による胸膜プラークの診断には限界があることも指摘されている¹⁾。

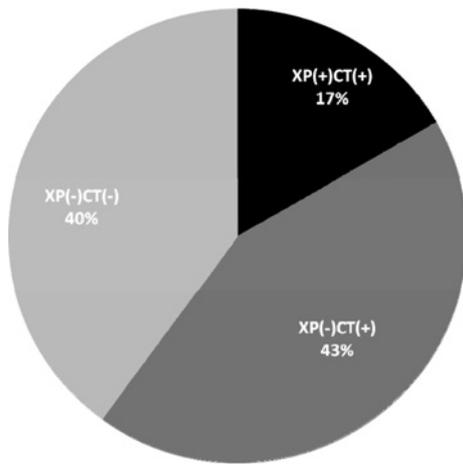


図1 胸部画像検査による胸膜プラークの検出率。手術所見で胸膜プラークの存在が確認された30例の、胸部XPおよび胸部CTによる検出率。XP (+) CT (+):XPでもCTでも胸膜プラークを検出。XP (-) CT (+):XPでは検出できず、CTで検出。XP (-) CT (-):XPでもCTでも検出できず。

本研究では、開胸または胸腔鏡下手術所見で胸膜プラークの存在が確認された症例を対象として、標準的な胸部画像検査である胸部XPおよび胸部CTによる胸膜プラークの検出能を検討した。あわせて、胸膜プラーク検出の有無と、石綿曝露歴および肺内石綿小体数との関連について検討した。

対象と方法

当院で、2005年4月から2007年12月までの期間に開胸手術または胸腔鏡下手術を行い、肉眼的または内視鏡的に胸膜プラークの存在が確認された30例を対象とした。その内訳は、男性29例、女性1例、年齢は52歳から83歳、平均68歳である。手術理由となった疾患別内訳は、原発性肺癌27例、自然気胸2例、転移性肺腫瘍1例である。全例に石綿曝露に関わる職業歴がある。

対象症例の手術前の胸部単純正面XPと胸部CTを読影に供した。胸部CTは、GE社製VCT(64列)で撮像した。撮像条件は、管電圧は120kVp、管電流はオート(100~300mA)とし、X線ビームは幅40mmで1秒間に2回転、寝台移動速度は40mm/秒とした。画像は、5mm幅、5mm間隔で肺野条件(window level -650, window width 1,600)および縦隔条件(window level 0, window width 400)をフィルム上にディスプレイした。

胸部XPおよびCTでの胸膜プラークの読影は、Hillerdalらの診断基準²⁾および審良・三浦の記載¹⁾に基づいて、4人の呼吸器専門医によって各症例の胸部XPおよびCTを読影し、合議によって胸膜プラークの存在が確実と判断できるものを胸膜プラークありと診断した。胸膜プラークがあると診断した症例については、可能な限りその画像所見と手術所見とを対比し、診断が妥当であることを確認した。

各症例について、職業歴(業務内容)、石綿曝露開始年齢、石綿曝露期間、曝露開始から手術までの期間を調査した。また、肺切除術が行われ、測定のために十分な材料が得られた27例について、肺内石綿小体数を測定した。肺内石綿小体数の測定は以下の方法で行った。ホルマリン固定した切除標本より、病巣部を除く末梢肺の一部を採取し、これを測定材料とした。測定はSmith法(神山変法)³⁾によって行った。結果は乾燥肺重量1g当たりの石綿小体数(AB/g dry lung)で示した。

統計学的解析では、2群間の有意差検定にはunpaired-t検定またはMann-WhitneyのU検定を用い、 $p < 0.05$ をもって有意差ありとした。

結果

胸部単純正面XPで胸膜プラークありと診断したのは5例(17%)で、これら5例は全て胸部CTでも胸膜プラークありと診断された。XPでは検出されず、CTで胸膜プラークありと診断したのは13例(43%)であった。残りの12例(40%)は、XPでもCTでも胸膜プラークを検出できなかった(図1)。

以下の検討では、胸部画像検査で胸膜プラークを検出できた18例を検出群、検出できなかった12例を非検出群とした。

検出群および非検出群のそれぞれの代表例について、術中胸膜プラーク所見をCT所見とともに図2・図3に示した。術中所見では、胸膜プラークは表面平滑で光沢のある白色の壁側胸膜の病変として捉えられた。形状は不整形ないし地図状で、平板状の肥厚を示していた。非検出群の胸膜プラークは、大きさはコイン大から半手掌大までで、単発のものから数個までのものがみられた。非検出群の胸膜プラークは、検出群のものに比べ広がりや肥厚の程度が小さく、殆んど肥厚を認めない例も多くみられた。

石綿曝露歴についての調査では、検出群および非検出群の全例に職業性石綿曝露歴が認められた。各群の石綿曝露に関わる作業内容別の症例数を表1に示した。検出群には造船所内の作業、建設現場の作業、断熱・保温材の取り付け・除去作業を職業歴にもつ症例が、非検出群にはガラス製造作業を職業歴にもつ症例が、それぞれ他の群に比べ多くみられた。石綿曝露歴に関する調査結果を表2に示した。曝露開始年齢、手術時年齢、曝露期間、曝露開始から手術までの期間は両群間に統計学的有意差を認めなかった。

肺内石綿小体定量の結果を図4に示した。検出群のうち定量が可能であった16例の肺内石綿小体数は、平均39,381AB/g dry lung(中央値1,440AB/g dry lung)であった。非検出群では11例で定量が行われ、その平均は1,622AB/g dry lung(中央値235AB/g dry lung)であった。統計学的解析では、非検出群に比べ、検出群の石綿



図 2a 検出群の 1 例の右側開胸所見。頭側より尾側へ、背部・横隔膜部を見る。側胸部、背部、傍椎体部、横隔膜に広範な胸膜プラークを認める。



図 3a 非検出群の 1 例の左側開胸所見。尾側より頭側へ、前胸部を見る。前胸部、第 3 肋間に 1×3cm の広さで、白色のわずかな肥厚を示す胸膜プラークを認める。

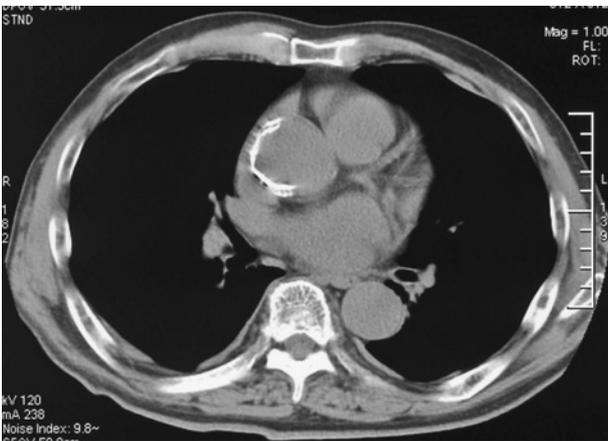


図 2b 同一例の胸部 CT 所見。両側の傍椎体部、背部、前胸部に、多数の胸膜の限局性、シート状肥厚所見がみられる。



図 3b 同一例の胸部 CT 所見。開胸所見で胸膜プラークを認めた部位に一致するスライス像を示す。胸膜プラークを示唆する所見は認めない。

小体数が有意に多かった (Mann-Whitney の U 検定, $p = 0.043$)。石綿小体数が 1,000AB/g dry lung を超えるものは、検出群では 16 例中 9 例、非検出群では 11 例中 2 例であった。

考 察

胸膜プラークは、壁側胸膜にみられる限局性、多発性の病変で、わが国では石綿繊維の気道内吸引によって特異的に発生する病変と考えてよく、過去に石綿に曝露されたことを示す医学的所見として重要である。

その診断は、従来、胸部 XP によってなされていたが、胸部 XP による胸膜プラークの診断精度は低い。Gefters の、剖検例を対象とした胸膜プラークの診断能に関する文献レビューによれば、胸部 XP による胸膜プラークの検出能は 8.3% から 40.3% とされている⁴⁾。このうち、Hillerdal らは、独自の診断基準によって胸膜プラークありと診断したのは 24 例中わずか 3 例 (12.5%) であった

と報告している²⁾。われわれの検討でも、胸部 XP による胸膜プラークの検出能は 17% と、これまでの報告とほぼ同様の結果であった。

胸部 XP に比べると、CT による胸膜プラークの検出能は高い。畠山らは、46 人の石綿工場勤務者 (石綿曝露期間は平均 29 年) で、胸膜プラークの検出率は CT で 96%、XP では 54% であったと報告している⁵⁾。Aberle は、100 人の石綿曝露労働者のうち、conventional CT で 79 例、HRCT で 93 例、XP (正面、側面、斜位) では 49 例に胸膜プラークを検出したと報告している⁶⁾。Van Cleemput らは、石綿セメント製造に 23 年から 27 年間従事した労働者 73 人で、胸膜プラークの検出率は CT で 70%、XP では 26% であったと報告している⁷⁾。これらの結果から、CT による胸膜プラークの検出能は、XP のそれのおおむね 2 倍とされている¹⁾。

胸部 XP と胸部 CT との相対的な検出能に関する研究結果は以上の通りである。しかし、われわれの知る限り、

表1 石綿曝露の作業内容別症例数

石綿曝露作業内容	症例数	
	検出群*	非検出群**
造船所内の作業	5	1
建設現場の作業	4	0
断熱・保温材の取り付け・除去作業	2	0
配管作業	2	2
電気機器の製造・修理および電気工事作業	2	3
製鉄所内の作業	1	1
硝子製造作業	0	4
耐火煉瓦製造作業	0	1
酸素の製造作業	1	0
化学肥料製造作業	1	0
計	18	12

*：胸部 CT で胸膜プラークを検出できた症例。

**：胸部 CT で胸膜プラークを検出できなかった症例。

表2 石綿曝露歴

	検出群	非検出群	p 値*
曝露開始年齢 (歳 ±S.D.)	25.7 ± 10.9	24.8 ± 7.5	0.820
手術時年齢 (歳 ±S.D.)	66.9 ± 10.2	69.3 ± 5.8	0.470
曝露期間 (年 ±S.D.)	28.4 ± 15.0	35.7 ± 15.0	0.146
曝露開始から手術までの期間 (年 ±S.D.)	41.3 ± 12.6	44.5 ± 7.2	0.428

*：unpaired-t 検定

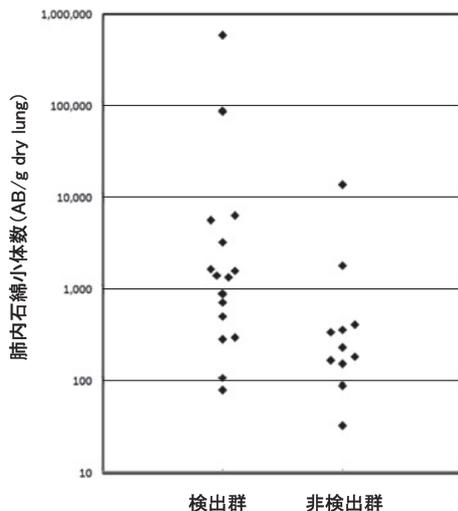


図4 検出群 (16例) と非検出群 (11例) の、乾燥肺重量 1g 当たりの石綿小体数 (AB/g dry lung) の比較。非検出群に比べ検出群の石綿小体数が有意に多い。(Mann-Whitney の U 検定, $p = 0.043$)

胸部 CT の検出能に関して、手術もしくは剖検で胸膜プラークの存在が確認された例を対象とした報告はない。

今回の研究対象は、全例に石綿曝露の職業歴があり、その作業内容としては造船や建設関係の作業、配管作業、電気関係の作業、ガラス製造に関わる作業など様々な分野にわたっており、曝露の程度も様々と考えられる。このような例を対象とした今回の研究で、胸部 CT による

胸膜プラークの検出率は 60% であった。この結果から、石綿曝露歴のある労働者のうち、実際に胸膜プラークがあるものの頻度は、胸部 CT で検出される頻度よりもはるかに高いものと推定される。

今回の検討では、胸膜プラークの広がりや肥厚の程度等についての定量的な検討はしていないが、胸部 CT によって検出された胸膜プラークは、非検出群のものに比べ、広がりや肥厚の程度はより大きく、数もより多いことが手術所見より明らかであった。検出群と非検出群の間には、曝露開始年齢や曝露期間、曝露開始後手術までの期間では有意差はなかった。しかし、作業内容でみると、検出群では、造船、建設、断熱・保温材除去作業など非検出群のそれに比べ、より高濃度の石綿曝露を受けていたと考えられるものが多かった。このことは、肺内石綿小体数でも、検出群が非検出群に比べ有意に多かったことから推定できる。Kishimoto らは、剖検肺の検討で、胸部 XP で胸膜プラークが明らか (definite) な例の肺内石綿小体数は、疑い (probable) 例に比べ有意に多いことを報告している⁸⁾。これらのことから、胸膜プラークの大きさ、肥厚の程度、数などは、曝露された石綿の量に関連していることが示唆される。

しかし、胸膜プラークの存在と肺内石綿小体数には必ずしも関連のない場合もあり、これは石綿の種類の違いによるものとも考えられる³⁾。われわれの検討でも、肺内石綿小体数が、職業性曝露が確実と考えられるレベルとされる 1,000AB/g dry lung⁹⁾ に満たない例が半数以上を

占めていた。石綿の種類と胸膜プラーク発生との関連については、今後さらに検討すべき課題と考える。

本研究の対象例では、胸膜プラークが存在するにもかかわらず、画像検査で胸膜プラークが検出されなかった例が少なからず認められた。このことは、画像検査による胸膜プラークの有無のみを、石綿関連疾患のリスクファクターとするには問題があることを示唆している。特に、悪性胸膜中皮腫は低濃度の石綿曝露でも発症するとされていることから、そのハイリスクグループを設定する上で留意すべき点であると考えられる。

まとめ

1) 手術所見で胸膜プラークの存在を確認した症例のうち、胸部 XP で胸膜プラークの存在を検出できたのは 17%、胸部 XP で検出できず胸部 CT で検出できたのは 43% であった。どちらでも検出できなかった症例は 40% であった。

2) 画像検査で胸膜プラークを検出できた症例群と、検出できなかった症例群を比較すると、石綿曝露期間や曝露開始後の期間では両群間に有意差はなかったが、後者に比べ前者に高濃度石綿曝露作業がより多く、肺内石綿小体数も有意に多かった。

本論文の要旨は第 14 回石綿・中皮腫研究会（2007 年 10 月 13 日、千葉市）において発表した。

本研究費は、独立行政法人労働者福祉機構「病院機能向上のための研究活動支援」より補助を受けた。

文献

1) 審良正則, 三浦溥太郎: 石綿ばく露の医学的所見, 胸膜プラーク—画像, [増補新装版] 職業性石綿ばく露と石綿関連疾患—基礎知識と補償・救済—. 森永謙二編. 東京, 三信図書, 2008, pp 62—68.

- 2) Hillerdal G, Lindgren A: Pleural plaques: Correlation of autopsy findings to radiographic findings and occupational history. *Eur J Respir Dis* 61: 315—319, 1980.
- 3) 神山宣彦: 石綿ばく露の医学的所見, 石綿小体と石綿繊維, [増補新装版] 職業性石綿ばく露と石綿関連疾患—基礎知識と補償・救済—. 森永謙二編. 東京, 三信図書, 2008, pp 69—87.
- 4) Geffer WB, Conant EF: Issues and controversies in the plain-film diagnosis of asbestos-related disorders in the chest. *J Thorac Imag* 3: 11—28, 1988.
- 5) 畠山正行, 吉村 均, 尾辻秀章, 他: 石綿症の胸膜病変—CT 像を中心に—. 画像診断 17: 55—60, 1987.
- 6) Aberle DR: High-resolution computed tomography of asbestos-related diseases. *Sem in Roentgenology* 26: 118—131, 1991.
- 7) Van Cleemput J, De Reve H, Verschakelen JA, et al: Surface of localized pleural plaques quantitated by computed tomography scanning. *Am J Respir Crit Care Med* 163: 705—710, 2001.
- 8) Kishimoto T, Ono T, Okada K, Ito H: Relationship between number of asbestos bodies in autopsy lung and pleural plaques on chest X-ray film. *Chest* 95: 549—552, 1989.
- 9) Consensus report: Asbestos, asbestosis, and cancer: the Helsinki criteria for diagnosis and attribution. *Scand J Work Env Health* 23: 311—316, 1997.

別刷請求先 〒290-0003 千葉県市原市辰巳台東 2—16
千葉労災病院呼吸器外科・アスベスト疾患センター

由佐 俊和

Reprint request:

Toshikazu Yusa

Department of General Thoracic Surgery and Asbestos Disease Center, Chiba Rosai Hospital, 2-16, Tatsumidai-higashi, Ichihara, Chiba, 290-0003, Japan

Detectability of Pleural Plaque by Chest Imaging in Patients with Pleural Plaques Which Were Identified from Surgical Findings

Toshikazu Yusa^{1,3}, Tomohisa Yasukawa^{1,3}, Yasumitsu Moriya¹, Tomoko Soh¹, Fumio Kunitomo^{2,3},
Tsukasa Yamamoto^{2,3}, Mari Y atomi², Kenzo Hiroshima⁴ and Takumi Kishimoto⁵

¹Department of General Thoracic Surgery, Chiba Rosai Hospital

²Department of Respiratory Medicine, Chiba Rosai Hospital

³Asbestos Disease Center, Chiba Rosai Hospital

⁴Department of Diagnostic Pathology, Graduate School of Medicine, Chiba University

⁵Asbestos-related Disease Research Center, Okayama Rosai Hospital

In Japan, pleural plaques are lesions which indicate that a person was exposed to asbestos in the past. However, limitations have been indicated in the diagnosis of pleural plaque using plain chest x-rays and chest CTs. The subjects in our study were patients in whom the presence of pleural plaque was confirmed from surgical findings. The detectability of pleural plaque by chest imaging was examined. In addition, the history of asbestos exposure and the number of intrapulmonary asbestos bodies of the patients were examined.

The subjects were 30 patients in whom pleural plaque was confirmed by surgical findings from thoracotomy or thoracoscopic surgery. Four respiratory specialists used frontal plain chest x-rays and chest CTs to diagnose the patients as either having pleural plaque or not. Then the detectability of pleural plaque was examined for each imaging method. The relationship was examined between detection of pleural plaque by imaging and history of asbestos exposure and between such detection and the number of intrapulmonary asbestos bodies.

Pleural plaque was detected by plain chest x-ray in 5 patients (17%). It was detected by chest CT in 18 patients (60%) which included the aforementioned 5 patients. Pleural plaque was undetectable in 12 patients (40%) using both imaging methods. The patients in whom pleural plaque was detectable were compared to those in whom it was undetectable. In the detectable group compared with the undetectable group, there were more patients who worked in jobs with relatively more exposure to asbestos such as in shipbuilding and construction. The number of intrapulmonary asbestos bodies was also significantly larger in the detectable group than the undetectable group.

In conclusion, 1) pleural plaque was detectable in chest CT in 60% of the patients in whom pleural plaque was confirmed in their surgical findings; 2) the patients in whom pleural plaque was detectable in chest CT were speculated to have higher concentrations of asbestos exposure than those in whom it was undetectable.

(JJOMT, 56: 215—220, 2008)