

溶接作業従事者の胸部 CT 所見

—間接的の石棉曝露作業者と非曝露作業者の比較—

大西 一男*, 櫛木 暢子**, 西村 亮一***

*神戸労災病院内科・アスベストブロックセンター, **神戸大学医学部附属病院内科学講座呼吸器内科学分野,

***兵庫産業保健推進センター

(平成 19 年 2 月 20 日受付)

要旨：溶接作業は石棉使用作業と近接する場合も多く、溶接作業員の中に CT 上程度は軽い線状・網状影のある症例が認められた。そこで、石棉曝露のある作業員とない作業員で胸部 CT 所見に相違があるのか否かを検討する必要がある。

管理区分 2 以上の溶接作業従事者 417 名 (平均年齢 54.9±4.6 歳) を対象とし、検診時に撮影された通常の胸部 CT 写真 (HRCT を除く) を読影し、気腫化、胸膜下曲線状影、胸膜下粒状影、胸膜下網状影、蜂窩肺、石灰化胸膜プラークおよび胸膜プラークの有無を検討した。

作業内容から、石棉曝露ありと判断された 313 症例中プラークは 126 例 (40.3%) に認められ、残りの 187 例 (59.7%) には認められなかった。曝露なしと判断された 104 例中 11 例 (10.6%) にもプラークが認められたが、93 例 (89.4%) には認められなかった。次いで、プラークの有無によって二群に分類し、同様に CT 所見の頻度を検討すると、胸膜下粒状影のみプラーク有り群で僅かに多く認められたが、気腫化、胸膜下曲線状陰影、胸膜下網状影、蜂窩肺の頻度は二群間で相違は認められなかった。二群間で各々の画像の特徴には線状影の存在部位などに違いも認められたが、統計的検討はできなかった。

我々の検討では、石棉肺の初期 CT 所見とされる胸膜下曲線状影、胸膜下網状影などが、プラークを有する群のみならず、プラークを認めない群にも同頻度に認められた。もし、これらの病変が石棉肺の初期変化だと仮定すると、プラークができない程度の低濃度曝露でも石棉肺の初期変化が発生することになり、また、プラークを有するものでも約 80~85% は肺野に所見を認めない事実と矛盾することとなる。従って、我々は、石棉肺の初期病変とされるこれらの陰影は石棉肺にのみ特徴的ではなく、石棉曝露のない溶接工肺でも認められる所見ではないかと考えた。

(日職災医誌, 55:172-177, 2007)

—キーワード—

溶接肺, アスベスト曝露, CT

1. はじめに

アーク溶接作業あるいはガウジング作業現場は石棉使用作業場と近接する場合も多く、溶接作業従事者でありながら、胸膜プラークを有する症例が散見される事業所も多い。また、溶接工肺は一般に陰影が軽微であるため、大部分の労働者が管理区分 1 または 2 であり¹⁾、従来は CT で微細な肺病変を捕らえる機会がきわめて少なく、溶接工肺の HRCT を含めた CT 所見についてのまとまった報告は、Akira²⁾、Han ら³⁾、加藤ら⁴⁾と僅かであ

る。

平成 15 年より、じん肺検診に胸部 CT 撮影が導入され、より微細な変化が観察されるようになり、溶接作業員の中に CT 上程度は軽い線状・網状影など石棉肺の初期所見と類似の陰影を呈する症例の存在が認められた (図 1)⁵⁾。そこで、これらの所見がどの程度存在するのか、石棉曝露の可能性のある作業員と可能性のない作業員に所見の相違があるのかなどの点を検討する必要がある。

2. 対象および方法

兵庫産業保健推進センター管轄の事業所や検診機関の協力を得て、管理区分 2 以上の溶接作業従事者 417

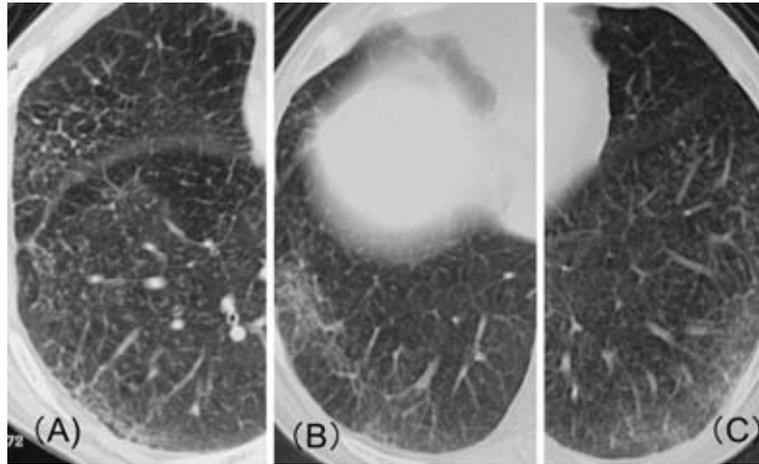


図1 アスベスト使用歴のない溶接工肺にみられた不整線状・網状陰影
胸膜下曲線状陰影類の線状影 (A), 胸膜直下のスリガラス影と肺内の線維化
(B), スリガラス影を伴った胸膜直下の粒状影 (C) を示す。

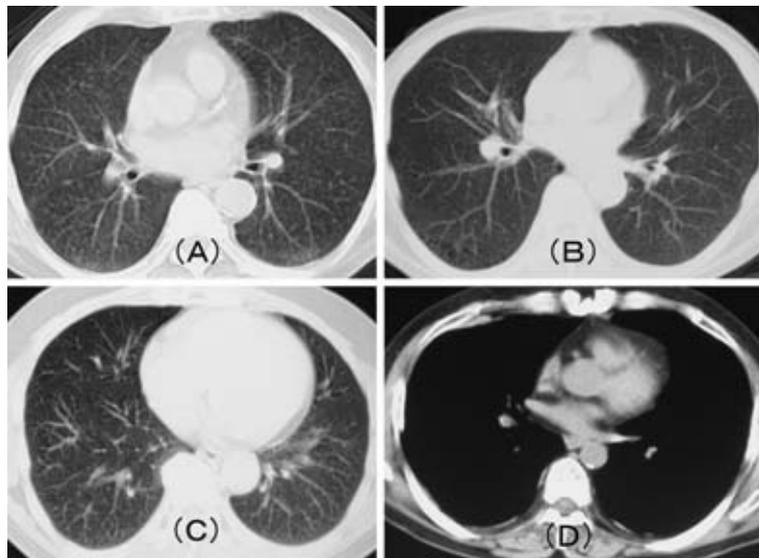


図2 樹枝状影の増加および胸膜下粒状影 (A), 気腫性変化 (B), じん肺様の粒
状影 (C), 石灰化胸膜プラーク (D) を示す。

名 (平均年齢 54.9 ± 4.6 歳) を石英曝露の可能性のある作業従事者群 313 名と曝露の可能性のない作業従事者群 104 名に分類した。石英曝露の判断は問診により行った。検診者が直接石英を使用していたことが明らか場合は曝露有りとし、それ以外は、間接曝露の可能性も考慮し、各検診者の属する作業場 (工場) が石英を使用していたか否かによって分類した。対象者の所属する作業は、造船業、機械製造業、車両製造業、金属加工業などでアーク溶接、電気溶接およびガウジング作業従事者である。じん肺定期健診時に撮影された通常の胸部単純 CT 写真 (HRCT を除く) を読影し、以下の所見の有無を検討した。所見は気腫化、胸膜下曲線状影、胸膜下粒状影、胸膜下網状影、蜂窩肺、石灰化胸膜プラークおよび胸膜プ

ラークである (図 2~5)。症例の中には胸膜下のスリガラス状陰影も認められたが、重力効果との鑑別が困難であるため検討からは除外した。なお、頻度の有意差の検定にはカイ 2 乗検定を用いた。

3. 結 果

1) 事業所の作業内容から判断した石英曝露の可能性 (表 1)

事業所の作業内容から石英曝露の可能性ありと判断された 313 症例中胸膜プラークは 126 例 (40.3%) に認められ、残りの 187 例 (59.7%) には認められなかった。曝露の可能性なしと判断された 104 例中 11 例 (10.6%) にもプラークが認められたが、93 例 (89.4%) には認められな

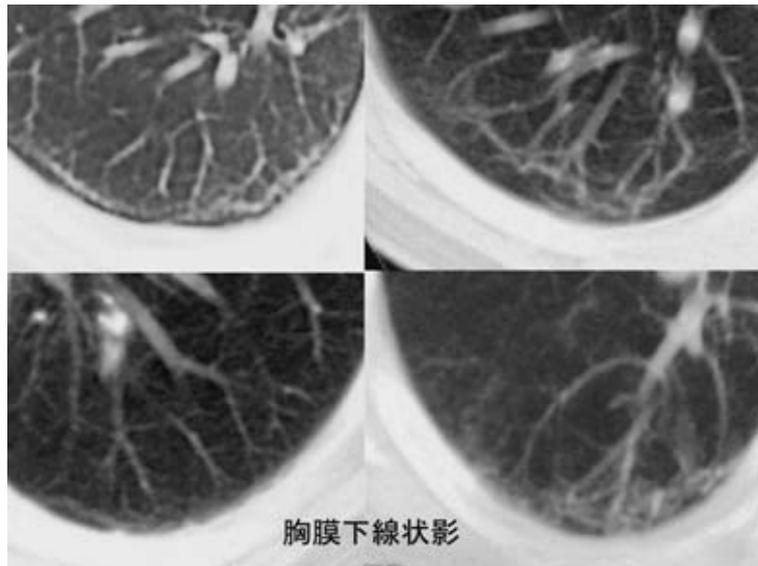


図3 胸膜下曲線状陰影の種々像

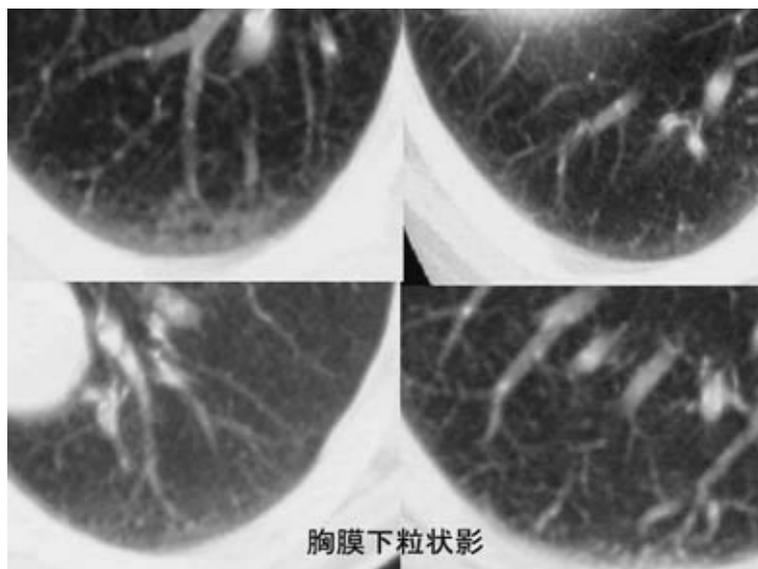


図4 胸膜下粒状影の種々像

かった。プラークの存在は過去において石綿曝露をうけたことの医学的根拠であり、職歴調査上石綿曝露の可能性なしとされた群において、10.6%にプラークが認められたことは、職歴によって石綿曝露の有無を分類することの困難性を示している。

2) 事業所の作業内容から分類した2群における肺野病変の頻度(表2)

作業内容より石綿曝露群と非曝露群に分けて、肺野病変である、気腫化、胸膜下線状影、胸膜下粒状影、胸膜下網状影、蜂巣肺の頻度を検討すると、いずれの所見も両群間で有意な差を認めなかった。

3) 胸膜プラークの有無から分類した2群における肺

野病変の頻度(表3)

CT所見上プラークを有するものと有しないものとの2群に分類し、肺野所見の頻度を検討した。プラークを有する群は石綿曝露が明らかであり、プラークを認めない群には石綿曝露のない症例と曝露の可能性はあるもののプラークが認められない症例が含まれる事になる。その結果、気腫化、胸膜下曲線状影、胸膜下粒状影、胸膜下網状影、蜂巣肺の5所見のうち、胸膜下粒状影のみプラーク有り群で有意に多く認められたが、気腫化、胸膜下曲線状陰影、胸膜下網状影、蜂窩肺の頻度は二群間で相違は認められなかった。また、二群間で各々の画像の特徴には線状影の存在部位などに違いも認められたが、統計

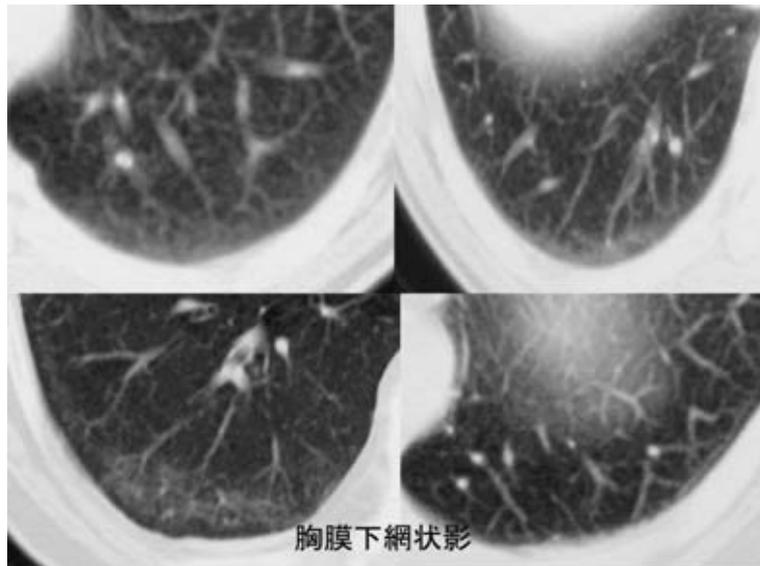


図5 胸膜下網状影の種々像

表1 職歴による石英曝露の可能性とプラークの有無

石英曝露の可能性	プラークの有無
有 313 (%)	有 126 (40.3)
	無 187 (59.7)
無 104 (%)	有 11 (10.6)
	無 93 (89.4)

表3 プラークの有無と肺野 CT 所見の関連

胸膜病変 (プラーク)	気腫化	胸膜下曲線状影	胸膜下粒状影	胸膜下網状影	蜂窩肺
有 137 (%)	12 (8.8)	23 (16.8)	26 (19.0)	13 (9.5)	5 (3.6)
無 280 (%)	34 (12.1)	40 (14.3)	30 (10.7)	18 (6.4)	9 (3.2)
合計 417 (%)	46 (11.0)	63 (15.1)	56 (13.4)	31 (7.4)	14 (3.4)

表2 石英曝露の可能性と肺野 CT 所見の関連

石英曝露の可能性	肺野病変				
	気腫化	胸膜下曲線状影	胸膜下粒状影	胸膜下網状影	蜂窩肺
有 313 (%)	12 (9.5)	21 (16.7)	25 (19.9)	12 (9.5)	5 (4.0)
	26 (14.1)	25 (13.5)	18 (9.7)	13 (7.0)	3 (1.6)
無 104 (%)	0 (0)	3 (27.3)	1 (9.1)	1 (9.1)	0 (0)
	9 (9.6)	15 (16.1)	12 (12.9)	5 (5.4)	6 (6.4)

的検討はできなかった。

4. 考 察

今回の検討では溶接作業者の作業歴のみから石英曝露の有無を正確に分類することは困難であることが明らかとなったが、曝露歴有り群と無し群でプラークの出現頻度が明らかに異なることは石英曝露のない溶接工も多数存在することを示している。

従来の初期石英肺 CT 所見の報告^{6)~8)}は石英曝露が明らかな症例を対象としており、また、溶接工肺の CT 所見

の報告^{2)~4)}は対象に石英曝露者がどの程度含まれているのかが明らかではなく、プラークを有する症例も含まれているため、我々は石英曝露の影響を出来る限り除去すべく、職歴とともに胸膜プラークの有無によって対象を二群に分類し、肺野所見の頻度を検討した。

従来の溶接工肺の HRCT 所見についての報告^{2)~4)}で共通するのは境界不明瞭な小葉中心性の分岐状影や粒状影を主体として、気腫化や小葉間隔壁肥厚、気管支壁肥厚、スリガラス影などが認められるという所見である。ただし、その頻度についてはかなり差があり、小葉中心性の粒状影について Akira²⁾は 21 例中 15 例、Han³⁾は有所見者 54 例中 30 例と比較的高頻度であるのに対し、加藤⁴⁾は 86 例中 35 例とやや頻度が低かったと報告している。また分岐線状影についても Akira は小葉中心性陰影を呈する症例中に数例、Han³⁾は 54 例中 18 例に認めたとするのに対し、加藤⁴⁾は 86 例中 84 例とほぼ全例に認めているが、この頻度の差の原因として、加藤⁴⁾は対象の相違や分岐状影の所見の取り方に差があると考察している。今回の我々の検討では小葉中心性の微細粒状影や分岐状影の出現頻度はきわめて低く、特に小葉中心性の分岐状影は少数例にしか認められなかった。この理由は、過去の報告は HRCT で行われており、我々が行った通常

のCTとのスライス厚の違いによる解像度の差が原因と考えられる。また、逆に、これらの変化は通常CTではパーシャルボリューム効果によって消失し、HRCTでしか捉えられないほどの微細な組織学的変化であることの証明とも言えよう。

CT画像における分岐状影は病理学的には、呼吸細気管支の平滑筋の肥大像や上皮の増生を表現しているものと考えられるが、喫煙者が多いことから、分岐状影のみを呈するような症例では喫煙関連の細気管支炎との鑑別が問題となる。気腫性変化についてもHanら³⁾は喫煙が主因であり、粉じんと関連は疑問であるとしているが、加藤ら⁴⁾は喫煙歴の無い12例中4例(33.3%)に気腫を認めており、複雑なフェームの組成や作業時に発生するガス吸入なども気腫化の要因になると思われる。明らかな蜂巣肺についてはAkira²⁾が3例を報告しており、内1例に胸膜プラークを認めたとし、加藤ら⁴⁾も蜂巣肺を呈した症例ではプラークを認めており、アスベスト暴露との関連を強く疑う所見である。

我々は上記のようなCT所見以外に胸膜下の線状、粒状、網状の陰影に注目した。溶接作業がしばしば高温より材料を養生するためアスベストを使用していたこと、溶接工肺に胸膜プラークが存在する症例が認められることより、溶接工肺CT写真における胸膜下の線状陰影や粒状影が、アスベスト肺の初期所見とされる胸膜下曲線状陰影、胸膜下粒状影なのか否かを検討するためである。

アスベスト肺の初期に見られるCT所見と病理変化の関連については次のごとくに理解されている⁹⁾。胸膜下小葉内間質肥厚像や小葉間隔壁肥厚像は小葉間隔壁に一致した線状影、結節状、網状影として表現され、胸膜下曲線状陰影は胸膜に平行に走行する曲線で呼吸細気管支壁の線維性肥厚および胞隔の肥厚と肺胞腔の虚脱が連結したものに对应し、胸膜から肺内側に向かって血管の走行とは異なった方向へ走る線状像は肺実質内帯状像として、また、すりガラス様陰影は肺胞腔内に含気を有する胞隔の線維化に对应し、蜂巣肺所見は直径数ミリから1cm程度の輪状像の集合として認められる。このような所見はHRCTによって報告されており、検診時の10mm厚のCT画像で読影可能か否か、また、所見が異なっていないか検討する必要がある。対象中の有所見5例について10mm厚と2mm厚の画像を比較した結果、HRCTのみでしか検出できない所見がどの程度の頻度であるのかは明らかではないが、10mm厚のCTで認められた所見はいずれもHRCTでより鮮明に認められた(図6)。従って、今回の検討ではこれらの検診時CT画像の肺野所見を解析した。

作業内容よりアスベスト曝露群と非曝露群に分けて、気腫化、胸膜下線状影、胸膜下粒状影、蜂巣肺の頻度を検討すると、いずれの所見も両群間で有意な差を認めなかった。また、CT上の所見は全体で、気腫化11.2%、胸

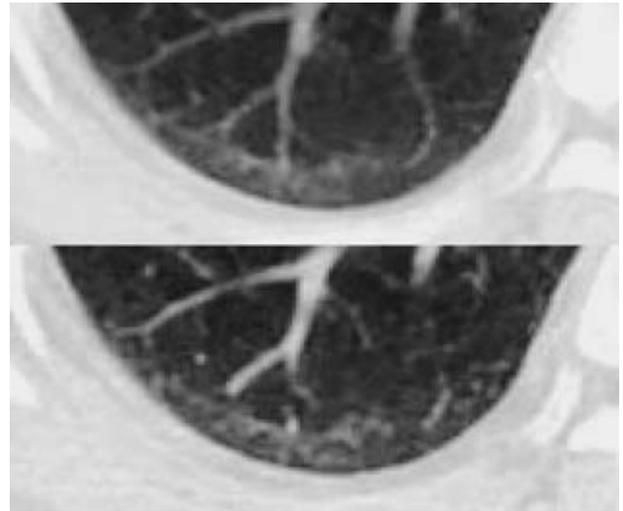


図6 検診時10mm厚スライス(上段)と2mm厚HRCT画像(下段)の比較

10mmスライスで認められる胸膜下の線状陰影はHRCTではより鮮明に認められ、周囲の小粒状影も明らかとなっている。

膜下曲線状影15.3%、胸膜下粒状影13.0%、網状影7.5%、蜂窩肺3.4%と認められたが、胸膜プラークの有無で2群に分類し、同様のCT所見の頻度を検討した結果、胸膜下粒状影はプラーク有り群に多く認められたが、気腫化、胸膜下曲線状陰影、網状影、蜂窩肺はプラークを認めない群においても、プラークを有し石綿曝露が明らかな群と同様の頻度で認められた。

もし、これらの肺野病変が石綿肺の初期の変化だと仮定すると、プラークができない程度の低濃度曝露でも石綿肺の初期変化が発生することになり、逆に、石綿曝露の根拠であるプラークを有するものでも約80~85%は肺野に所見を認めない事実の解釈が困難になる。Kishimotoら¹⁰⁾は2,951例の建設作業従事者の内、胸部X線写真で石綿肺および胸膜プラークが疑われた179例のCT所見を検討し、胸膜プラークが無く肺野に石綿肺及びその初期像の認められた症例が全体の0.3%あったことを報告しているが、我々の溶接作業従事者の成績に比べるとはるかに低頻度である。従って、我々は、石綿肺の初期病変とされる胸膜下曲線状影、胸膜下粒状影、胸膜下網状影などの陰影は石綿肺にのみ特徴的なのではなく、石綿曝露のない溶接工肺でも認められる所見であると結論付けた。

溶接工肺でも石綿肺の初期病変と同じようなCT所見をきたす機序は明らかでないが、生検例の観察では、肺胞隔壁での鉄粉じんの沈着と軽度の線維化や呼吸細気管支の平滑筋の肥大が認められること¹⁾から、肺胞隔壁や呼吸細気管支周囲の線維化が共通の病変ではないかと考えている。

5. 結 語

石綿肺の初期 CT 像とされてきた胸膜下曲線状影、胸膜下粒状影、胸膜下網状影などの陰影は石綿肺にのみ特徴的なのではなく、石綿曝露のない溶接工肺でも認められる所見ではないかと考える。

謝辞：本研究は平成 16 年度 独立行政法人労働者健康福祉機構 産業保健調査研究にて行われた。また、兵庫産業保健推進センター 専属産業医カンファレンス参加の産業医および検診機関各位の多大なご協力を得た。ここに記して謝意を表する。

文 献

- 1) 大西一男：溶接工肺。呼吸器科 9:577—584, 2006.
- 2) Akira M: Uncommon Pneumoconioses: CT and Pathologic Findings. Radiology 197: 403—409, 1995.
- 3) Han D, Goo JM, Im JG, et al: Thin-section CT findings of arc-welders' pneumoconiosis. Korean J Radiol 1: 79—83, 2000.
- 4) 加藤勝也, 岸本卓巳, 玄馬顕一, 他：職業性肺疾患 溶接工肺の CT 所見の検討 [会]. 日呼吸会誌 43 (増刊): 50, 2005.
- 5) 榎木暢子, 加藤隆宏, 大西一男, 他：溶接工肺における CT 像の解析 [会]. 日職災医誌 53 (臨増): 232, 2005.
- 6) Akira M, Yamamoto S, Inoue Y, Sakatani M: High-

resolution CT of asbestosis and idiopathic pulmonary fibrosis. Am J Radiol 181: 163—169, 2003.

- 7) Copley SJ, Wells AU, Rubens MB, et al: Asbestosis and idiopathic pulmonary fibrosis: comparison of thin-section. Radiology 229: 731—736, 2003.
- 8) Yoshimura H, Hatakeyama M, Otsuji H, et al: Pulmonary Asbestosis: CT study of subpleural curvilinear shadow. Radiology 158: 653—658, 1986.
- 9) 審良正則, 森永謙二：臨床からみた石綿関連疾患 第 1 節 石綿肺, 森永謙二編. 職業性石綿ばく露と石綿関連疾患 基礎知識と労災補償 (改訂新版). 東京, 三信図書, 2005, p161.
- 10) Kishimoto T, Morinaga K, Kira S: The prevalence of plaques and/or pulmonary changes among construction workers in Okayama Japan. Am J Ind Med 37: 291—295, 2000.

(原稿受付 平成 19. 2. 20)

別刷請求先 〒651-0053 神戸市中央区籠池通 4-1-23
神戸労災病院内科
大西 一男

Reprint request :

Kazuo Onishi
Department of Internal Medicine, Kobe Rosai Hospital, 4-1-23,
Kagoike-dori, Chuo-ku, Kobe, 651-0053, Japan

COMPUTED TOMOGRAPHIC ASSESSMENT OF WELDER'S PNEUMOCONIOSIS WITH OR WITHOUT ASBESTOS EXPOSURE

Kazuo ONISHI*, Nobuko HAZEKI** and Ryoichi NISHIMURA***

*Department of Internal Medicine/Block Center for Asbestos Diseases, Kobe Rosai Hospital,
Japan Labour Health and Welfare Organization

**Department of Respiratory Medicine, Kobe University Hospital

***Hyogo Occupational Health Promotion Center, Japan Labour Health and Welfare Organization

Chest CT findings in arc welder's pneumoconiosis were analyzed with or without exposure of asbestos. 417 welders with category 2 and 3 for radiographic classification of the Japanese pneumoconiosis law were divided into two groups: 313 with asbestos exposure and 104 without, according to hearing of working circumstances. Chest CT finding such as low attenuation area, subpleural curvilinear shadow, subpleural dot, subpleural reticular opacity, honey combing and pleural plaque were studied and compared with two groups.

Pleural plaque were existed in 126 out of 313 (40.3%) with asbestos exposure and in 11 out of 104 (10.6%) without. This fact shows that it is difficult to distinguish asbestos exposure from non exposure by hearing of working condition.

Comparison of CT findings with and without pleural plaque, subpleural dot were more frequently observed in the cases with pleural plaque than without. But no significant difference were found in any other CT findings.

Although subpleural curvilinear shadow, subpleural dot, subpleural reticular opacity, honey combing were reported as the early findings of pulmonary asbestosis, we regarded that those findings were existed not only in pulmonary asbestosis but also in arc welder's pneumoconiosis without asbestos exposure.