

平成 21 年度 厚生労働省委託業務

石綿小体に関する計測例の収集事業

報告書（抄）

平成 22 年 2 月

研究責任者

篠原 也 寸 志

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

1. 石綿小体計測例の収集作業と結果

1. 方法

肺がん事例に係る石綿小体計測例の収集は、調査票を用いて実施した。調査票による回答は石綿小体計測を実施している機関の担当者に書面で依頼し、依頼先が調査票に記入する方式で行った。

調査票として、全般的項目、石綿小体数の計測結果、職歴に関する以下の項目を含む様式を作成した。

- 1) 全般的項目：症例対象者の性別、生年、検体の由来、肺がん原発部位、計測組織の採取時期・方法（手術切除・剖検等）、組織の保存状態
- 2) 石綿小体数の計測結果：計測組織部位、組織重量、石綿小体数（乾燥組織 1g あたり）、計測下限値
- 3) 職歴：職種、従事年代、従事期間

以上について、個人情報の保護等に必要な配慮を行った上で、記入可能な範囲での回答を求めた。

対象とする事例の選択については、検討委員会委員の助言も受けて、以下の点に留意して行った。

- 1) 石綿小体の計測例の収集は、「石綿小体計測マニュアル（神山・森永監修、篠原編集）」に基づいた方法で実施している計測機関を対象とする。
- 2) 職業性ばく露歴がある事例を対象とする。
- 3) 石綿小体数が高濃度であった事例を主な対象とするが、胸膜プラーク等により職業性ばく露歴が確認されている事例等も含める。
- 4) 肺内石綿小体量と石綿ばく露歴との関係を知る目的から、肺がんに限らず、中皮腫での計測結果でも調査票による回答を受ける。

2. 結果と考察

今回の調査では、154 件の調査票を回収することができた。この中から職業性ばく露歴が不明または確認できないものを除外し、乾燥組織 1g あたりの石綿小体数が 5000 本程度を超える例を主として、石綿ばく露職業の従事期間または年代が確認できる事例の選別を行った。調査票のみからは従事年代、作業内容等が不明な場合は、地方労働局に協力を依頼し、ばく露作業内容に関する情報の収集を行った。

その結果、肺がんに関わる石綿小体計測例 91 件、中皮腫に関わる石綿小体計測例 3 例を検討することができた。肺がん 91 例の性別構成は、男性 86、女性 5 で、中皮腫 3 例は全て男性であった。

石綿ばく露職種の分類は、厚生労働省の「石綿による疾病の認定基準について」（基発第 0209001 号、平成 18 年 2 月 9 日）に掲げられた石綿ばく露作業を参考として、以下の通りとした

I. 港湾倉庫内作業、II. 石綿製品の製造、III. 吹付け作業、IV. 断熱保温作業、V. 配管作業、VI. 工場設備・機械装置の保全作業、VII. 製造業における石綿使用作業、VIII. 建築、IX. 造船、X. 鉄道車輛の製造。また、その他として、M. 中皮腫症例を別に設けた。

事例によっては、複数の分類にまたがるものもあるが、従事年数等を考慮して主となるばく露職種に分類した。また、調査票の記入内容に基づく分類であるため、分類の設定、括りわけ等について検討の余地が残る点があることをお断りしておく。

今回の調査で収集した事例は、事例一覧表に要約して、章末の表 I～X、表 M に示した。なお、本報告書では、石綿小体数（年）の表記で石綿小体数を示した。これは乾燥組織 1g あたりの肺内石綿小体数を、石綿ばく露作業従事年数で割った値（＝石綿小体数／石綿ばく露年数）である。

ばく露開始年代が不明な 3 例を除く全ての事例について、ばく露の中央となる年代に対する石綿小体数（年）をプロットした結果は図 1 のようになった。この結果は、全例を含めた場合には、ばく露年代と肺内石綿小体数の間に高い相関は認められないことを示すものと考えられる。

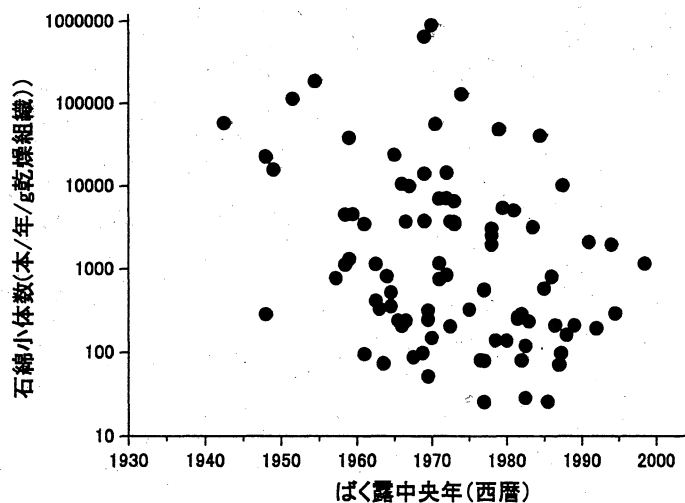


図 1 ばく露中央年に対する石綿小体数(本)

2-1) 石綿ばく露職種ごとの特徴

I. 港湾倉庫内作業（及び倉庫内検数業務）

港湾荷役作業に係る事例として4例、港湾貨物の検数業務に係る事例1例があった。

港湾荷役作業従事者の石綿小体数（年）は、235～3711本と幅があり、石綿小体数（本/g乾燥組織）の幾何平均値は12636であった。

事例1は、船倉内での荷役作業を行っており、事例2～4は主に陸上倉庫内での荷役であった。石綿小体数（年）が235本の事例4は、他の3例に比べてばく露開始年が1972年と遅いが、輸入石綿原綿の荷姿は1970年代前半までは麻袋であったため、従事年代によって石綿ばく露量は異なっていた可能性も考えられる。

事例5は、1例のみであるが、検数業務に携わっていた例で、ばく露年数は40年を超えるが、石綿小体数（年）は、港湾荷役作業従事者より1桁小さい値であった。

II. 石綿製品の製造（及びゴム製品製造）

石綿製品の製造に係る事例として11例あり、ゴム製造でタルクを使用していた事例1例を加えた。

石綿小体数（年）は、紡織製品製造に携わる事例で数万～数10万本と高く、石綿セメント製品製造で1万本を超える事例があった。断熱材製造、石綿製品全般の製造に携わっていた事例でも、数千本台であった。

紡織・紡績製品の製造に係る4例は、全て女性であり、平均ばく露年数は5年（±3.5）と短い、石綿小体数（本/g乾燥組織）の幾何平均値は189728と高値であった。

石綿セメント製品の製造に係る4例の内、事例6は1979年からのばく露であるが、それ以前の職歴が不明で、その時期にもばく露があった可能性は否定できない。事例7～8は石綿含有建材の加工に伴うばく露とみなされる。

事例10は石綿ジョイントシート製造で、主にクリソタイルの混綿・解綿を行った事例で、石綿小体数（年）は、建材加工作業の場合と同程度であった。

その他に、事例12はゴム製造で使用したタルクに含まれていた石綿にばく露したとされるもので、2528本（年）と比較的高い石綿小体数（年）となっていた。

III. 吹付け作業

石綿吹付け作業を行っていた4事例（その内の1事例は左右肺での計測結果の平均値で示す）、石綿吹付け作業周辺の作業等で間接ばく露が推定される2事例、吹付けられた石綿を剥がす作業が推定される2事例をまとめた。

石綿小体数（本/g乾燥組織）の幾何平均値は236210と高値であった。平均ばく露年数は18年（±14.8）であったが、10年以下が3例あった。

事例4は、断熱工事作業への従事期間の方が長い、ロックウール系の吹付け材使用

が推定される石綿吹付け作業に従事していた時期が最初にあるため、ここに含めた。

IV. 断熱保温作業

発電所、工場プラントの配管への断熱工事を専門とする 5 事例、断熱作業 1 事例があった。

熱絶縁工事に伴う石綿小体数（年）は 5000 本を越えており高い値であった。石綿小体数（本/g 乾燥組織）の幾何平均値も 436431 と高値であった。平均ばく露年数は 27 年（±14.1）であるが、ばく露年数が短い 1 例を除くと、34 年（±4.2）であった。

V. 配管作業

建物内での配管工事が主と考えられる 6 事例があった。

石綿小体数（年）は 162～756 本と 1000 本にやや満たない量であり、石綿小体数（本/g 乾燥組織）の幾何平均値は 10686 であった。平均ばく露年数は 29 年（±7.0）であった。

VI. 工場設備・機械装置の保全作業

設備・機械装置の保全作業時に石綿の取扱いがあったと考えられる 7 事例があった。

石綿小体数（年）は約 300 本までで、石綿小体数（本/g 乾燥組織）の幾何平均値は 2889 であった。平均ばく露年数は 29 年（±5.6）であった。

事例 8 は、確認できる石綿ばく露作業以前にも、鍛冶作業で石綿を使用していた可能性があるが、ここに含めた。

VII. 製造業における石綿使用作業

ガラス製品の製造時、製鉄所での溶解作業時に、石綿製保護具を使用したり、断熱材を取り扱った 3 事例があった。石綿小体数（年）は 100 以下で、平均ばく露年数は 27 年（±12.1）であった。

VIII. 建築

建築に関係する事例として 19 例をまとめた。石綿小体数（年）は、72～5124 であり、石綿小体数（本/g 乾燥組織）の幾何平均値は 465 であった。平均ばく露年数は 32 年（±11.5）で、12 例が 30 年以上であった。

建築関係で石綿小体数（年）が 1000 以上であった事例の内、事例 1～3 は屋内作業で切断等を行っていたことが推定される。また事例 14、15 は築炉に伴う作業であり、狭い空間内で石綿を取扱っていたことに関連すると考えられる。

IX. 造船

造船所内の作業に係る事例は 20 例で、最も多かった。石綿小体数(年)は、74～129911 本と幅があり、石綿小体数(本/g 乾燥組織)の幾何平均値は 22634 であった。平均ばく露年数は 23 年(±13.0)で最小 3 年から最大 47 年と様々であった。手術年齢の平均は 70 歳(±6.9)であった。

作業内容が判るものでは、溶接工、配管工、電気配線工、機械工、板金工、現場監督(修繕船内装・断熱作業)などであった。

石綿小体数(年)が数万本を越える事例は、ばく露開始年代が 1950 年代前半以前に遡る場合が多いようにみられた。事例 1 は戦後から造船に携わっていた時期があり、途中の職歴に不明な点がある。

石綿小体数(年)が数千本台の事例は、艤装中の船内作業が主であったと考えられるが、作業内容は、電気配線・機械修理・配管・現場監督など様々であるが、断熱材を剥がしたり巻付けたりして石綿を直接取り扱ったり、作業中に付近で行われた石綿吹付けの際に間接ばく露を受けたことが推定される。

新造船では 1970 年前半頃まで石綿の吹付けや使用が行われていたとされる。一方で修理の場合は、古い船舶で使用されていた石綿を剥がす作業を伴うため、1970 代以降も狭い場所の作業では高濃度の石綿ばく露を受けていた可能性が考えられる。

X. 鉄道車輛の製造(及び自動車組立等)

鉄道車輛製造に係る 3 事例、自動車製造に係る 1 事例があった。

鉄道車輛製造事例の石綿小体数(本/g 乾燥組織)の幾何平均値は 19263 であった。平均ばく露年数は 4 年(±2.1)と短い、この理由は鉄道車輛への石綿吹付けが 1975 年頃までに中止されたことによる。作業内容は石綿が吹付けられた車輛内部の加工、溶接作業であった。事例 2 は 1971 年以前にも 10 数年間別の車輛製造工場に勤務しているが、その間のばく露可能性については不明である。

事例 4 は、自動車組立作業で直接の石綿関連作業が無いが、隣接する作業場で使用されていた石綿に間接ばく露した例である。

2-2) 石綿小体数(年)からみた特徴について

石綿小体数(年)の多少でグループ分けした結果を、次の表に示した。

肺内の石綿小体数が約 10000 本(年)を超えるのは 18 事例で、石綿製品製造 6(紡織 4、石綿セメント製品 2)、造船 4、吹付け 3(吹付け作業 2、吹付けの剥がし作業 1)、断熱保温工 3、車輛(鉄道、自動車)製造 2、となった。平均ばく露年数は 14 年であるが、分布の幅が大きく 10 年以下が 10 例(その内 5 年以下が 5 例)あり短期間のばく露が多いと考えられた。

表 1 石綿小体数（年）で分類した、平均ばく露年数

		石綿小体数(年)			
		～10000 以上	10000～1000	1000～100	100 未満
事例数		18	25	36	13
ばく露年数	最小(年)	1	2	5	14
ばく露年数	最大(年)	41	46	50	45
ばく露年数	平均(年)	14	22	28	30
ばく露年数	標準偏差	12.7	14.3	12.3	9.7

10000～1000 本（年）は 24 事例で、建築 6（築炉 2、大工 3、建築解体 1）造船 5、吹付け 4、製品製造 3（石綿製品 2、ゴム製品 1）、断熱保温工 2、鉄道車輛製造 2、港湾荷役 2、であった。平均ばく露年数は 22 年であるが、ばく露年数 10 年以下が 8 例あり、吹付け、造船・車輛製造などで短期間のばく露が多く、その他は約 20 年以上のばく露年数であった。

1000～100 本（年）は 36 事例で、建築 10、造船 8、配管作業 6、施設保全 4、石綿製品製造 3、港湾荷役 2、吹付け 1（間接ばく露）、断熱保温 1、廃棄物処理 1 など様々であった。平均ばく露年数は 26 年であるが、20 年以下が 12 例あった。

一方、100 本（年）未満であった 13 事例では、設備保全 4、造船 3、製造業 3、倉庫検数業務 1、建築解体 1 という状況であった。平均ばく露年数は 30 年で全例が約 15 年以上のばく露年数を有していた。

表 I 港湾倉庫内作業

事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体		本/年/g 乾燥組織	職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
			計測部位						～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
I 1	男	手術切除	左	下葉	3,711	倉庫・港湾	港湾荷役作業 船倉内での荷役	1963		○					
I 2	男	手術切除	右	上葉	1,172	倉庫・港湾	港湾荷役 陸上倉庫内での荷役	1955						○	
I 3	男	手術切除	不明	不明	780	倉庫・港湾	港湾荷役 陸上倉庫内での荷役	1954			○				
I 4	男	剖検	不明	不明	235	倉庫・港湾	港湾荷役 陸上倉庫内での荷役	1972					○		
I 5	男	不明	左	上葉	26	港湾(検数)	貨物の検数業務	1965							○

表Ⅱ 石綿製品の製造

事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体			職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
			計測部位		本/年/ｇ 乾燥組織				～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
Ⅱ	1	女	手術切除	左	下葉	185,915	紡織製品 製造	石綿紡織品の製造作業	1951		○				
Ⅱ	2	女	手術切除	右	中	114,217	紡織製品 製造	石綿紡績 カーディング(素手、マスクなし)	1951	○					
Ⅱ	3	女	手術切除	右	下葉	23,954	紡織製品 製造	石綿紡績製品作業	1961		○				
Ⅱ	4	女	手術切除	右	上葉	22,745	紡織製品 製造	石綿紡績製品作業	1947	○					
Ⅱ	5	男	手術切除	不明	不明	15,896	セメント製品 製造	石綿スレートの製造 製品仕上	1948	○					
Ⅱ	6	男	手術切除	右	下葉	10,255	セメント製品 製造	石綿煙突(パイプ)の製造	1979				○		
Ⅱ	7	男	手術切除	左	下葉	381	セメント製品 製造	スレート建材の加工	(不明)	○					
Ⅱ	8	男	手術切除	右	上葉	140	セメント製品 製造	内装天井板(建材)の製造 クリンスタイル含有建材の表面切削、小口切断機の操作	1970				○		
Ⅱ	9	男	手術切除	不明	不明	7,142	石綿断熱材 製造	鋳造用保温材(成形品)の製造	1961					○	
Ⅱ	10	男	手術切除	左	下葉	3,474	石綿製品 製造	石綿製品(ボード、ガスケット、パッキング等)の製造 吹付け材、原料の出し入れ等	1957						○
Ⅱ	11	男	手術切除	右	上葉	241	石綿製品 製造	石綿ジョイントシートの製造 石綿の混綿・解綿作業	1959			○			
Ⅱ	12	男	手術切除	右	上葉	2,528	製品製造	ゴム製造 生ゴムとタルク(滑石)の練り込み作業、ゴム押し出し作業	1955						○

表Ⅲ 吹付け作業

	事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体		本/年/g 乾燥組織	職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
				計測部位						～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
Ⅲ	1	男	不明	不明	不明	904,664	吹付け	石綿吹付け作業 (マスクなし)	1968	○						
Ⅲ	2	男	剖検?	不明	不明	654,298	吹付け	石綿吹付け作業	1962			○				
Ⅲ	3	男	手術切除	左右肺平均		5,105	吹付け	石綿吹付け作業	1963				○			
Ⅲ	4	男	手術切除	右	下葉	1,135	吹付け 断熱保温	石綿吹付け作業、断熱工事	1956	○						
Ⅲ	5	男	手術切除	右	上葉	1,970	吹付け (間接)	建築現場監督 石綿含有ロックウール吹付け、ケミカル板切断・貼付け作業等の 監督	1974		○					
Ⅲ	6	男	手術切除	右	上葉	572	吹付け (間接)	窓枠サッシの取付け作業 マンション・オフィスビルで石綿吹付けの隣で作業、吹付け後の清 掃、石綿混入セメントの左官がけ、サンダー磨きの隣でも作業	1957						○	
Ⅲ	7	男	手術切除	左	上葉	14,225	吹付け (剥がし)	窓枠サッシの取付け作業 鉄骨に吹付けた石綿を剥がす作業、付近で石綿吹付け作業	1963			○				
Ⅲ	8	男	手術切除	左	上葉	3,196	吹付け (剥がし)	配管作業 空調設備・スプリンクラー・水道配管・衛生設備等 吹付け材を剥がして穴あけ、上階で石綿吹付け作業も	1963							○

表Ⅳ 断熱保温作業

事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体			職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
			計測部位		本/年/g 乾燥組織				～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
Ⅳ	1	男	手術切除	左	下葉	56,407	断熱保温 (発電所等)	断熱保温作業 蒸気配管の断熱、保温(火力発電所、石油精製所)	1969	○					
Ⅳ	2	男	手術切除	左	上葉	48,597	断熱保温 (発電所等)	断熱保温作業 工場内配管等への石綿保温材の切断、取付、加工、解体	1961						○
Ⅳ	3	男	手術切除	右	下葉	40,607	断熱保温 (発電所等)	配管・保温・保冷・板金作業 発電所内の配管取替工事	1969						○
Ⅳ	4	男	手術切除	右	下葉	7,072	断熱保温 (発電所等)	断熱保温作業 発電所、工場プラントの建設作業に従事	1952						○
Ⅳ	5	男	手術切除	右	上葉	5,452	断熱保温 (発電所等)	断熱保温作業	1965					○	
Ⅳ	6	男	手術切除	左	上葉	812	断熱保温	保温工事 保温材取付け、吹付け石綿除去	1965						○

表V 配管作業

事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体			職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
			計測部位		本/年/g 乾燥組織				～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
V	1	男	手術切除	右	中葉	756	配管	既設建築物整備工事業 工場内ダクト加工、空調・配管設備工事、石綿を含むパッキング のダクト貼付け、石綿吹付と同時の作業も	1962				○		
V	2	男	手術切除	左	上葉	583	配管	配管作業	1973					○	
V	3	男	手術切除	左	上葉	494	配管	配管作業	不明					○	
V	4	男	手術切除	左	上葉	319	配管	配管作業 石綿を鉄管に巻き付ける作業	1952						○
V	5	男	手術切除	左	上葉	254	配管	配管作業 ボイラー取付け工事	1964						○
V	6	男	手術切除	左	上葉	162	配管	配管作業 石綿を下に敷き、パイプ・鉄板を溶接、配管に石綿テープ貼付け	1971						○

表VI 工場設備・機械装置の保全作業

事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体			職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
			計測部位		本/年/区 乾燥組織				～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
VI	1	男	手術切除	右	下葉	287	保全 設備保全 化学製品製造装置の製作補修時に石綿材を使用	1938				○			
VI	2	男	手術切除	左	下葉	240	機械運転工・設備保全 空気分離装置の運転、保全で石綿保温材の取替、配管保温材 の取替	1952					○		
VI	3	男	手術切除	左	下葉	149	機械整備 機械整備、配管修理、溶接時に断熱材を剥がし被せる、パッキン グの取扱	1953						○	
VI	4	男	手術切除	右	上葉	88	設備保全(製鉄所) クレーンのライニング整備、溶鉱炉の設計・点検、機械整備・集塵 機の袋替え監督	1950						○	
VI	5	男	手術切除	右	上葉	80	設備保全(製鉄所) 電気設備保守・ブレーキライニング、クラッチ、石綿シート・テープ 取り扱い	1960						○	
VI	6	男	不明	不明	不明	52	設備保全 機械装置修理、配管保温材交換、パッキング交換、ボイラー点検	1957					○		
VI	7	男	手術切除	左	上葉	29	機械修理 配管・ポンプ修理	1969					○		
VI	8	男	手術切除	右	上葉	294	焼入作業、電気炉の製造・修理 石綿使用あり	1988			○				

表Ⅶ 製造業における石綿使用作業

事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体			職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)							
			計測部位		本/年/g 乾燥組織				～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年	
VII	1	男	手術切除	左	上葉	81	製造	ガラス製品製造 保護具・作業衣に石綿使用	1964					○		
VII	2	男	手術切除	右	上葉	80	製造	取鍋整備作業(造塊工) 鋳型の解体作業(石綿ロープの巻付け、石綿(クリソタイル)を叩い て薄くし敷く作業)	1974				○			
VII	3	男	手術切除	右	中葉	26	製造	ガラス製品製造 溶解作業で断熱材の取扱い	1957						○	

表Ⅷ 建築

	事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体		職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
				計測部位	本/年/g 乾燥組織				～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
VIII	1	男	不明	不明	不明	3,081	建築 大工 内装工事、屋内でケイカル板の切断(電気のかぎり使用)	1963					○		
VIII	2	男	手術切除	右	下葉	2,126	建築 内装工事 ボードの加工・貼り付け	1973						○	
VIII	3	男	手術切除	右	上葉	1,968	建築 解体・内装・溶接工事	1989		○					
VIII	4	男	剖検	右	下葉	526	建築 大工 天井・床材の切断	1954					○		
VIII	5	男	手術切除	右	下葉	328	建築 とび職 足場組み(石綿取扱い場所)、石綿含有建材の手渡し等	1955						○	
VIII	6	男	手術切除	左	上葉	289	建築 大工 木造建築の他、鉄筋建築でも作業、石綿の取扱いあり	1957							○
VIII	7	男	剖検	不明	不明	248	建築 土工・とび・土木・足場解体作業 改修工事、石綿除去作業、コンクリートハツリ作業	1951						○	
VIII	8	男	手術切除	左	上葉	135	建築 大工 一般家屋の建築・解体作業	不明						○	
VIII	9	男	手術切除	右	上葉	416	建築 左官職	1950					○		
VIII	10	男	手術切除	左	下葉	139	建築 左官職 石綿含有テーリング使用 吹付け石綿の掃除、壁床塗、ビル建築 現場、学校、病院、マンション、壁塗塗装、石綿吹付け後の現場	1956							○

表Ⅷ(続き) 建築

	事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体		職種	石綿ばく露作業		石綿ばく露年数(以下年数)							
				計測部位	本/年/g 乾燥組織				開始年 (西暦)	～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
VIII	11	男	剖検	不明	不明	211	建築 (電気)	電気配線工事 新築マンション、工場、庁舎等、石綿取扱い作業周辺での電気工事	1970						○	
VIII	12	男	不明	不明	不明	209	建築 (電気)	電気工事 断熱材穴開け	1957				○			
VIII	13	男	手術切除	右	不明	96	建築 (電気)	電気工事 工場内、製鉄所の電気設備 配線ケーブルに石綿テープを巻付け	1944						○	
VIII	14	男	剖検	不明	不明	5,124	建築 (築炉)	築炉工 炉内で石綿ボード張り付け、レンガ積みの作業	1960							○
VIII	15	男	手術切除	左	下葉	1,319	建築 (築炉)	溶鉱炉の整備・修理、配管作業	1944					○		
VIII	16	男	剖検	右	上葉	852	建築 (築炉)	築炉工 炉内で石綿保湿剤・耐火被覆剤等の貼付け、補修、除去作業	1950							○
VIII	17	男	手術切除	右	上葉	1,161	建物解体	解体工事 石綿除去、断熱材・石膏ボード廃材の袋詰め	1989				○			
VIII	18	男	手術切除	不明	不明	72	建物解体	建築物解体	1980			○				
VIII	19	男	手術切除	左	上葉	194	廃棄物処理	鉄スクラップ加工 建物解体スクラップのガス切断、ギロチン加工、スクラップの選別	1978					○		

表IX 造船

	事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体			職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
				計測部位	本/年/g 乾燥組織					～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
IX	1	男	手術切除	左	不明	129,911	造船	船大工	1963					○		
IX	2	男	剖検	右	中葉	57,710	造船	パイプ類保温作業（新造船） 内燃機関のパイプ類保温作業	1922							○
IX	3	女	手術切除	不明	不明	38,167	造船	断熱材取扱い・清掃（新造船・修理） エンジンルーム内のパイプ類の断熱材取扱い・清掃	1956		○					
IX	4	男	剖検	左	不明	9,998	造船 (船内)	電気配線作業 船舶内部で電気配線工事、石綿含有養生シートの貼付け	1952					○		
IX	5	男	手術切除	左	不明	4,563	造船 (船内)	機械工 船内機械修理、組立 配電、船舶機械取付、エンジンルーム内で機械分解修理	1951				○			
IX	6	男	手術切除	左	下葉	4,506	造船 (船内)	配管作業 船内で配管切断、配管に断熱材巻付け、石綿シート、パッキング の使用	1957	○						
IX	7	男	手術切除	右	下葉	3,805	造船 (船内)	船内作業の現場監督(修理) 修繕船内装工事、断熱工事の監督	1967	○						
IX	8	男	剖検	不明	不明	3,487	造船 (船内)	填隙、塗装、組立、溶接作業(新造船)	1946					○		
IX	9	男	手術切除	右	不明	1,150	造船	組立・内装作業	1946						○	
IX	10	男	手術切除	右	上葉	823	造船?	溶接作業 アーク溶接作業	1957			○				

表IX(続き) 造船

	事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体			職種	石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
				計測部位	本/年/g 乾燥組織					～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
IX	11	男	剖検	不明	不明	557	造船	船内鉄工作業(新造船・船舶解体) 配管に巻く断熱材扱い、石綿ボードの加工と貼付け	1971			○				
IX	12	男	手術切除	右	下葉	357	造船	溶接作業(新造船) 船台における溶接作業(石綿布使用)、艤装中の船内でも溶接	1951					○		
IX	13	男	手術切除	右	下葉	332	造船	溶接作業(新造船) 鉄板のガス切断(間接ばく露)	1948					○		
IX	14	男	手術切除	右	下葉	266	造船	艦艇艤装作業(新造船) 配管バルブ関係の取り外し等	1972				○			
IX	15	男	手術切除	左	不明	211	造船	配管作業(新造船・修理) 周辺で配管に石綿マット巻付け、修理で配管石綿の取替	1972					○		
IX	16	男	手術切除	左	上葉	205	造船	配管作業	1968		○					
IX	17	男	手術切除	右	下葉	120	造船	溶接作業(修理) 内燃機関・発電機の修理に際し、排気管の石綿を脱着	1959							○
IX	18	男	剖検	不明	不明	99	造船	板金作業(銅工職) 修理 間接ばく露 直接石綿は扱わない	1959				○			
IX	19	男	手術切除	右	上葉	98	造船	内燃機関調整(内火仕上)(新造船) 機関室でエンジンの仕上げ・調整等、周囲で蒸気配管に石綿巻き付け、吹付け作業	1973					○		
IX	20	男	手術切除	右	上葉	74	造船	造船・船体艤装	1941							○

表 X 鉄道車輛の製造

事例 番号	性別	検体の由来	石綿小体				石綿ばく露作業	開始年 (西暦)	石綿ばく露年数(以下年数)						
		剖検・手術切除 の別	計測部位		本/年/g 乾燥組織				～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年	～50年
X	1	男	手術切除	右	上葉	14,540	鉄道車輛 製造 鉄道車両機装作業 石綿を含む断熱材が吹付けられた車両内装部分の加工	1969		○					
X	2	男	手術切除?	右	下葉	3,728	鉄道車輛 製造 溶接作業 石綿が吹付けられた鉄道車両内の機装	1971	○						
X	3	男	手術切除	右	上葉	3,663	鉄道車輛 製造 製缶作業 石綿が吹付けられた鉄道車両内の機装	1972	○						
X	4	男	手術切除	右	上葉	10,684	自動車 製造 自動車組立作業 隣接作業場で使用された断熱フェルト取り扱いに伴う間接ばく露	1961		○					

表 M 中皮腫症例

	事例 番号	性別	組織採取方法	石綿小体			職種	石綿ばく露作業		石綿ばく露年数(以下年数)						
				計測部位		本/年/g 乾燥組織				開始年 (西暦)	～5年	～10年	～15年	～20年	～30年	～40年
M	1	男	胸膜中皮腫	右	下葉	1,277	建築	内装工事(床貼り工事)	1980				○			
M	2	男	胸膜中皮腫	不明	不明	1,349	配管	空調ダクト工事	1963			○				
M	3	男	腹膜中皮腫	左右	各葉	553～ 1,445	廃棄物処理	ゴミ収集	1964						○	

資料 2

繊維年について

石綿取り扱い作業者の肺がんが職業性疾病であるか否かの判定基準のひとつとして繊維年がある。1 繊維年とは、1 年 240 日の就業日（シフト／年）で、毎日 8 時間、基準寸法（長さ $>5\mu\text{m}$ 、直径 $<3\mu\text{m}$ 、長さ・直径比 3 : 1 以上）の石綿繊維濃度 $1\text{F}/\text{cm}^3$ のばく露を受けたということである。従って作業者の繊維年は、作業の石綿繊維濃度 K_i (F/cm^3) とその作業の従事年数 J_i の積の和で次の式で表される。

$$\text{繊維年} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot J_i$$

この式で、 J_i は、基準労働時間、すなわち 1 日 = 8 時間、1 週 = 40 時間、1 年 = 240 日であり、1 年 = 1920 就業時間、を基準とし、実際の作業時間がどの程度であったかの比となる。また、1 作業シフトの間にどの程度ばく露作業があったか、たとえば 8 時間のうち 3 時間ばく露作業があった場合、ばく露時間は 3 時間となる。従って、繊維年は作業者のばく露量の指標であるということができる。

ドイツ連邦共和国では、石綿セメント工業、石綿繊維工業、石綿断熱材業の 3 業種に関して、その従事者群の肺ガン死亡率が一般国民と比較して 2 倍となるのは夫々 20、24、20 繊維年とされている。

石綿繊維濃度については、東西ドイツの 1972 年から 1991 年までの測定データに基づき算定されている。評価したデータレコード数は次のとおりである

◇ メンブランフィルター法による繊維集計	9974
◇ コニメーター法による繊維集計	1600
◇ 赤外分光光度計による石綿質量測定	15316

濃度は、メンブランフィルター法を基準とし、コニメーター法、赤外分光光度法のデータは換算値が用いられている。これらの測定データを、作業毎、年代ごとに集計し、以下の例に示す様な表（表 1, 2）が作成されている。表中の繊維濃度は、各区分の濃度分布の 90 パーセンタイル値である。閉鎖空間での板張り・絶縁（表 1）の様に、年代別の濃度が求められている場合と、石綿吹付け絶縁（表 2）のように年代により濃度が変わらない場合がある。信頼性カテゴリーとは、VK=1 が最も信頼性が高く、メンブランフィルター法による信頼性の高い測定結果が多数ある場合であり、VK=4 は、実測値がなくばく露推移の一般的傾向から数値を決定したもので信頼性が低い。評価方法 S は、シフト 8 時間の平均濃度であり、評価方法 T は、作業を行っている時間帯の平均値である。いずれも繊維年の計算には基準労働時間に対するばく露作業時間の比で補正する必要がある。

る。

表 1：一般的な作業分野：閉めきった空間での板張り・絶縁（穴あけ、鋸引き、打抜き、切断など）（90 パーセントイル）

期 間	繊維濃度 [F/cm ³]	信頼性カテゴリ — [VK]	評価方法
1950 - 1969	15	4 *)	T
1970 - 1974	15	4 *)	T
1975 - 1979	8.6	2	T
1980	8.6	2	T
1981	8.6	2	T
1982	2.3	2	T
1983	2.3	2	T
1984	0.8	2	T
1985	0.8	2	T
1986	0.8	2	T
1987	0.8	2	T
1988	0.2	2	T
1989	0.2	2	T
1990	0.2	2	T

表 2：石綿吹付け絶縁におけるばく露

作業（防塵なし）	繊維濃度90%-値 [F/cm ³]	信頼性カテゴリー (VK)	評価方法
充填工	40	2	T
吹付け工	400	2	T
その他の作業	40	2	T

日本には、ドイツの繊維年に示された繊維濃度に対応する推定値を求めるに十分な測定データはないため、日本の肺がん事例の職業性の判定にドイツの繊維年を適用することが考えられるがこの際に次のような問題点がある。

1. 時期の調整：ドイツでは、1979年以降石綿の使用禁止措置が順次とられ、1993年以降製品の流通禁止措置も進められてきた。この時期が日本と異なっており、年代別繊維濃度データの時期の調整が必要である。
2. ばく露作業時間：繊維年の計算には、全労働時間ではなく、ばく露作業の時間のデータが必要である。

時期の調整については、単純に規則が施行された時期の差を採るか、日本のデータの数が十分にあれば石綿小体の数と、繊維年の相関を最大化するシフト値(年)を求めることが原理的には可能である。

繊維年はばく露作業時間に基づいて計算されるため、作業形態、作業時間等の本人、同僚あるいは会社からの聞き取り調査の重要性が明記されている。しかし、時代を遡るほど患者の記憶は曖昧になることや、会社の記録そのものが失われている場合もあり調査そのものがかなり困難である。他方繊維濃度は時代を遡るほど高濃度とされており、作業開始時期のばく露時間が繊維年に大きく寄与する。1970年以前の濃度推定値はそれ以後よりもかなり高い場合があり、その間のばく露時間の推定誤差が繊維年推定の精度を決定することになる場合がある。

日本では石綿による肺がんの認定に関して総ばく露量を用いることを前提としていないため、既存のデータのみから繊維年を計算することは困難といえる。

引用文献

HVBG (2007) Faserjaher (BK-Report 1/2007). HVBG (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften), Sankt Augustin. 257p.