

2 職業性ばく露事例の検討

職業性石綿ばく露の機会には直接のばく露もあれば間接のばく露もある。直接の職業ばく露とは、石綿鉱山、石綿紡績・紡織工場、石綿セメント工場、石綿断熱材製造工場、断熱作業などで直接石綿や石綿を含有する製品を製造・取り扱うことによるばく露である。しかし、中皮腫を発症せしめる石綿のばく露形態は、過去3年間の中皮腫認定事例の検討結果から分かるように、多種多様である。

間接的な職業ばく露とは、直接石綿を取り扱うことはないが、石綿を取り扱う現場で作業をすることによって石綿ばく露を受けることをいう。造船業における各種作業がそれに該当する。

職業ばく露以外には、傍職業性家庭内ばく露として、石綿工場に働く夫の作業衣を洗濯することによりばく露を受ける妻や、空になった石綿袋を家に持ち帰り、子供がそれで遊んだりすることによるばく露がある。傍職業性ばく露とは家で石綿含有シートを切断したり、石綿入りのパウダーを壁に塗ったりする作業を自宅などで行うことによる、DIY(Do it yourself)によるばく露を言う。

胸部エックス線で石綿肺所見を有しない職業性ばく露でも中皮腫が発症することは、良く知られている。以下、主な業種別に、中皮腫が発症しうる職業性石綿ばく露の機会を、我が国での経験例も含めて記述する。

(1) 石綿鉱山の採石・粉砕作業、石綿原料等の運搬・倉庫内作業

港湾労働者が石綿原料等を運搬する際に石綿粉じんのばく露を受け、石綿肺を生じた例も知られている。船内や倉庫内という密閉された中で、過去には麻や紙袋入りの石綿原料等を手づかみ、肩荷役する作業において、袋の破損による石綿原料の漏れとその粉じんへのばく露が、石綿肺の原因となったと考えられる。石綿原料の主な取り扱い港は東京・横浜・清水・新潟・名古屋・四日市・大阪・神戸・門司港であった。

石綿工場に石綿原料を運搬していたトラック運転手に、石綿入り袋からの飛散などにより、中皮腫が発生した事例もある。

(2) 石綿製品製造・加工業

石綿製品は多岐にわたるが、当然石綿製品を製造する工程に従事していれば、石綿ばく露を受ける。石綿製品の主なものとしては、石綿紡織品(石綿糸、石綿布、石綿パッキン、石綿ひも、石綿リボンなど)、ジョイントシート、石綿紙、石綿板、摩擦材(ブレーキライニング、クラッチフェーシングなど)、保温材、吹付け材、石綿スレート、各種石綿セメント製品(石綿管、パルプセメント板など)などがある。特に、石綿入りの袋を開けて投入する作業や、石綿製品の切断工程は高濃度のばく露を受ける。

石綿紡織での乾式作業は、他の石綿セメント製品製造や摩擦材製造に比べて、はるかに高濃度のばく露があった。

(3) 造船業・修理・解体業、車両製造・修理・解体業

造船業従事者に石綿ばく露による肺がんや中皮腫が発症していることは我が国を含む世界各地から報告されている。

造船業での石綿ばく露の中には、直接石綿を取り扱うことによるばく露のほか、直接石綿を取り扱わない作業員、例えば塗装工や電気技師が石綿ばく露を受け、肺がんや中皮腫に罹患する例がある。

車両への石綿の吹付けは 1955 年以降、当時の国鉄車両の不燃化として行われるようになった。造船業と同様、直接石綿を取り扱わなくても、吹付け後の電気機装作業でばく露し、中皮腫に罹患した例は我が国でもある。1978 年頃までは、車両に使われていた石綿含有断熱材等の補修による石綿ばく露はあったと推測される。

(4) 断熱・保温材取扱い作業及びその補修作業

石綿製品を用いて炉などの種々の施設への断熱・保温材取扱い作業や配管、その補修作業で石綿ばく露を受け、数十年後に胸膜プラークや肺がん、中皮腫が発症することも知られている。しかし、その具体的なばく露形態は様々である。

石綿織布リボン厚さ 1mm 以上のものは細い蒸気管の保温用に使われたり、ガスケット・テーブルとして高温高压の箇所に使われてきた。厚さ 1mm 以下の薄いものは、発電機などの電気機器絶縁用に使われてきた。遠心ポンプ、水圧、油圧機及びパルプなど流体を扱う機械に必ず使用されているグランドパッキングやガスケットにも石綿は使用されてきた。このような石綿使用機器の補修・メンテナンス作業で石綿にばく露した事例がある。

また、化学工場や製油精製工場での配管被覆、貯蔵タンク及びオートクレーブの保温用のラッキングに石綿材が使用されており、ラッキングの脱落補修作業での石綿ばく露がある。なかには、分配管の液漏れ点検作業のために、破損を修繕する際に断熱用の石綿布団をめくることによりばく露を受けることもある。

石綿作業服や石綿手袋は、製鉄、金属、ガラス工場、化学工場などの高温作業時に常用されていた。これらのものを長期間使用していれば、劣化が起り、石綿ばく露を受ける。

我が国でのボイラー技士会員を対象とした調査では、石綿を扱ったり触れたりしたことがあると答えたものが約 67 %、そのうちの大半は断熱配管被覆材の修理であったとする報告があり、中皮腫例もある。

パルプや製紙工場において、このような保温・断熱材の補修作業を行い、石綿ばく露を受けることによって中皮腫が発症することが明らかになっている。

ビスケット工場やパン焼き工場従業員の中皮腫例がイタリアから報告されている。1980 年代以前に製造されたオーブンには石綿含有の種々の断熱材が使用されており、これらの補修の際の石綿ばく露があった。我が国でも中学時代にアルバイトで菓子製造工場に働き、断熱材の補修に従事し、胸膜中皮腫に罹患した例がある。

清酒工場ではフィルタープレス型やリーフフィルター型の各種ろ過機が使用されているが、この中には石綿フィルターが使われていたものがある。この石綿フィルター製造場で働いていた従業員が石綿肺を発症しており、また清酒工場働いてい

た者に胸膜プラーク例があったとする報告もある。石綿フィルターが使用される以前は、石綿を直に酒で溶いて液状にし、ろ過器のろ過膜に貼り付けて使用していたこともある。

石綿フィルターは 1976 年頃国税庁の指導もあり、1985 年の日本酒造組合中央会は全面不使用の通知を出したことから、清酒用のろ過材としてはほとんど使われなくなった。石綿フィルターは苛性ソーダ、塩素、水素、酸素などを製造する際の電解槽の隔膜としても使用されてきており、これらの交換、補修の際にばく露を受ける。

(5) 石綿吹付け作業、石綿吹付け場所での作業

我が国では吹付け石綿は 1956 年頃より使用され始め、1964 年頃からは防音用として航空基地周辺の学校や施設に、さらに 1967 年頃からは超高層ビル化、鉄骨構造化に伴い、軽量耐火材として数多くのビル・建物に使用されてきた。この石綿吹き付け作業は短期間であっても高濃度ばく露であり、1975 年に石綿吹付けの原則禁止措置がとられた。しかしながら、1980 年頃までは吹付けロックウールの一部（含有率 5%以下）として石綿が使用されていた。

石綿が吹付けられてきた場所で電気配線やエレベーター・変圧器などを設置する際に、吹付け石綿を削ったり、穴空け作業をしたりすることにより石綿ばく露を受け、中皮腫に罹患した例も我が国で経験されている。一般に、これらの作業は換気の悪い、閉じこめられた空間での作業が多いだけに、短期間・間歇的作業であれ、高濃度の石綿ばく露と推測される。

(6) 建設業・解体業、石綿廃棄物取り扱い

石綿含有建材の裁断、穿孔、面取り、ヤスリかけなどの加工作業でも石綿ばく露を受ける。これらのことから建設労働者のなかには石綿ばく露による胸膜プラークや中皮腫の発症例が報告されている。

石綿が吹付けられてきた建物を解体するハツリ作業では短期間であれ高濃度の石綿ばく露がある。これら作業により発生した石綿廃棄物のずさんな取り扱いでもばく露を受ける。

(7) 溶接・鋳物の際の石綿ばく露

火力発電所、焼却場、浄水場などのプラント設備の建設や補修作業や、製缶作業での溶接時に、火気養生として石綿布や石綿布団を使用してきた。このようなばく露で肺がんや胸膜中皮腫が発症することが知られている。

また、鋳物作業で鋳型に押湯枠を差し込む際、隙間ができるために、その隙間にシート状の石綿を詰め込む作業（シート状の石綿を鋳型の周長にあわせて切断を行い、隙間の程度にあわせて折り畳んで厚みをだし、ハンマー等で埋め込む）による石綿ばく露もある。

(8) 石綿を不純物として含有する粉じんへのばく露

石綿を不純物として含む天然鉱物のうち、比較的利用されているのはタルク（滑石）、パーミキュライト（蛭石）、繊維状ブルサイト（水滑石）がある。なかでも1980年代後半までは、タルクはクリソタイル、トレモライトやアクチノライトを不純物として含むものがあった。我が国では、このアクチノライトを不純物として含有するタルクをタイヤの仕上げ工程の際の塗布作業や、ケガキ作業で石綿にばく露し、肺がんや胸膜中皮腫が発症した事例がある。

(9) その他

基材となる石綿にレジンなどの結合材で結合された摩擦材は電車・モノレール・自動車のブレーキライニング、クラッチフェーシングとして使用されてきた。

自動車整備工はバスやトラックなどの大型車の石綿含有のブレーキライニング、クラッチフェーシングの清掃、補修、交換等の作業で石綿粉じんばく露を受け、軽度の石綿肺や胸膜プラークが発生していることが我が国でも報告されている。自動車工場でも艀装作業中、近傍でのエンジンカバーの石綿張り作業による石綿ばく露を受け、胸膜中皮腫が発症した事例がある。

歯科精密鑄造における緩衝材としても石綿リボンや石綿布は使われてきた。ばく露量は他の石綿製品使用と比べて多いとは言えないが、中皮腫による死亡例は本邦でも経験されている。

3 ドイツにおける職業性石綿ばく露による中皮腫事例

旧西ドイツでは石綿による中皮腫(BK4105)は1977年1月1日から、労災補償の対象疾患になっている。全職業がんにおける石綿関連中皮腫の占める割合は26～57%である。1978年から1994年までの17年間の認定件数は3,138件で、平均従事期間は18.3年、平均潜伏期間は35.2年、発症時平均年齢は63.2歳、発症から死亡までの期間は平均1.8年である。認定件数は増加の一途を辿っている。観察期間を1997年までの20年間とした成績では、認定件数は4,972件（胸膜4,772、腹膜198、心膜2）で、平均従事期間は18.3年、平均潜伏期間は35.6年、発症時平均年齢は63.3歳、発症から死亡までの期間は平均1.7年である。2000年までの観察では、認定件数は6,860件で、平均従事期間は18.6年、平均潜伏期間は36.4年、発症時平均年齢は65.0歳、発症から死亡までの期間は平均1.8年である。

産業分類別に認定件数を見ると、どの年代でも鉄鋼・金属産業が最も多く、約1/3を上回っている（表6）。次いで化学産業、建設業でこの3業種で全体の80%近くを占める。繊維・皮革、土石に含まれる石綿製品製造業での認定件数は全体の約7%前後である。

表6 ドイツにおける石綿による中皮腫の産業分類別件数(1978～2000)

産業分類	1978-94	1978-97	1978-2000
鉄鋼・金属	1,107 (35.3%)	1,759 (35.4%)	2,328 (33.9%)
化学	608 (19.4%)	850 (17.1%)	1,095 (16.0%)
精密機械・電気	419 (13.4%)	800 (16.1%)	1,148 (16.7%)
建設	360 (11.5%)	583 (11.7%)	821 (12.0%)
商業・管理	165 (5.3%)	217 (4.4%)	340 (5.0%)
繊維・皮革	140 (4.5%)	201 (4.0%)	271 (4.0%)
土石	61 (1.9%)	132 (2.7%)	188 (2.7%)
鉱業	82 (2.6%)	133 (2.7%)	206 (3.0%)
運輸	39 (1.2%)	102 (2.1%)	156 (2.3%)
木材	NC	NC	112 (1.6%)
食料・飲食	NC	NC	59 (0.9%)
ガス・熱供給・水道	NC	NC	56 (0.8%)
製紙・印刷	NC	NC	53 (0.8%)
保健	NC	NC	27 (0.4%)
その他	157 (5.0%)	195 (3.9%)	NC
計	3,138 (100%)	4,972 (100%)	6,860 (100%)

NC:分類なし

主な職種別に認定件数を見ると、機械修理が最も多く、全件数の約15%を占める(表7)。次いで化学労働者が7～8%を占めている。煉瓦積工・コンクリート工事工、板金工・据付工、大工・屋根職人・足場組工、家具師・型職人、建築材料組立工、塗装工などの建築関係者は、1978年から1994年までは18.7%、1978年から1997年までは22.5%、1978年から2000年までは24.3%と多く、しかも増加傾向にある。また、金属接合(溶接)工や、金属製造・圧延工などの断熱が必要な工程での従事者、倉庫管理者・運輸労働者、電気工にも石綿ばく露による中皮腫の発症があることが分かる。機械係や機械製造工にも見られる(別添参考資料2)。

表7 ドイツにおける石綿による中皮腫の主な職種別件数(1978～2000)

職種	1978-94	1978-97	1978-2000
機械修理	535 (17.0%)	789 (15.9%)	1,092 (15.9%)
化学労働者	265 (8.4%)	379 (7.6%)	517 (7.5%)
板金工・据付工	194 (6.2%)	285 (5.7%)	381 (5.6%)
電気工	174 (5.5%)	272 (5.5%)	393 (5.7%)
建築工事現場監督者	152 (4.8%)	267 (5.4%)	346 (5.0%)
煉瓦積工・コンクリート工事工	127 (4.0%)	194 (3.9%)	271 (4.0%)
倉庫管理者・運輸労働者	117 (3.7%)	138 (2.8%)	184 (2.7%)
機械係	115 (3.7%)	205 (4.1%)	343 (5.0%)
家具師・型職人	113 (3.6%)	181 (3.6%)	253 (3.7%)
金属接合(溶接)工	NC	154 (3.1%)	220 (3.2%)
大工・屋根職人・足場組工*	NC	192 (3.9%)	192 (2.8%)
技術者	NC	NC	160 (2.3%)
機械製造工	NC	NC	135 (2.0%)
建築材料組立工	NC	NC	125 (1.8%)
紡績工	NC	NC	111 (1.6%)
補助職工	NC	NC	110 (1.6%)
技師	NC	NC	109 (1.6%)
塗装職人	NC	NC	101 (1.5%)
金属製造・圧延工	NC	NC	100 (1.5%)
その他	1,346 (42.0%)	1,916 (38.5%)	1,717 (25.0%)
計	3,138 (100%)	4,972 (100%)	6,860 (100%)

NC: 分類なし、* 1978-2000年の分類では足場組工は除外

4 北欧諸国における中皮腫の職業病登録状況

国レベルでのがん登録制度が整備されている北欧諸国では、中皮腫の罹患状況が把握されているが、職業病登録される中皮腫件数とのギャップが指摘されている。

(1) ノルウェー

ノルウェーでは1960年から1979年までの20年間に190例(男155、女35)の中皮腫がノルウェーがん登録に登録されているが、1979年12月末現在、21人(すべて男性)しか国民保険協会(National Insurance Institution(NII))に届出されていないことをMoweら(1984)が述べている(表8)。

表 8 1979 年末までに NII に告知された 21 例の中皮腫(ノルウェー)

	平均±標準偏差	範囲
ばく露開始年齢	27.1±10.3	16~46
死亡年齢	62.0±9.6	43~77
ばく露期間(年)	21.4±11.7	4~45
ばく露開始から死亡までの潜伏期間(年)	35.4±10.8	18~53
ばく露終了から死亡までの潜伏期間(年)	14.1±12.9	0~40
発症から死亡までの(生存)期間(月)	21.1±19.1	4~76
肺内石綿繊維濃度(10 ⁶ 本/g)* 算術平均	104±140	0.5~490
幾何平均	30±7	

NII: National Insurance Institution (国民保険協会)

* 11 例

21 人の職業は、断熱作業者が 4 人、石綿セメント製造労働者 6 人、化学工場労働者 6 人(保温作業 4 人、塗装作業 1 人、管理保守作業 1 人)、大工 2 人、漁師 1 人、電子工学労働者 1 人、造船労働者 1 人で、このうち、管理保守作業者の 1 人は、家庭でのばく露があったことから労災補償の対象外とされたが、残りの 20 人はすべて職業病として労災認定されている。21 人の石綿のばく露開始年齢は、平均 27 歳、死亡時平均年齢は 62 歳、ばく露期間は平均 21 年、ばく露から死亡までの潜伏期間は平均 35 年、発症から死亡までの期間は平均 21 月、11 例の肺内石綿繊維濃度(SEM¹による)は算術平均 104x10⁶本/g、幾何平均 30x10⁶本/gであった。

1960 年から 1969 年までの間のがん登録に登録された中皮腫のうち僅か 3 例、1970 年から 1979 年までの間では 12 例だけが職業病と認定されていた(7.9%)にすぎず、さらに 6 例はがん登録に登録されず、NII に届出されていた。

死亡前に届出されていたのは 11 例で、10 例は死亡後に届出されていた。不完全な届出や届出の遅れは、おそらく確定診断の困難性、職業歴が完璧に把握できないこと、届出に関する種々の知識と関心の欠如にあると、著者は述べている。

(2) スウェーデン

スウェーデンでは 1940 年代から 1970 年代中頃まで大量の石綿が使用されていたが、1976 年に石綿の使用は禁止され、石綿の危険性に関する認知はスウェーデンでは高いことから、多くの胸膜中皮腫は職業がんとして報告されているものと思われる。スウェーデンでは職業がんが疑われた場合、地域社会保険事務所(Regional Social Insurance Offices)に報告され、職業との関連が調査され、職業がんの認定が決定され、スウェーデン職業病登録(Swedish Register of Reported Occupational

*1 Scanning Electron Microscope 走査型電子顕微鏡

Diseases (SRROD))に登録される。

Anderson ら(1995)はスウェーデンの西部に位置する4地域(1980年代の人口は約140万人、胸膜中皮腫の罹患率は男2.5/10万、女0.4/10万)を対象に以下の調査を行った。

1980年から1989年までの10年間に214例の胸膜中皮腫ががん登録に登録されていた。1992年の調査現在、6例の生存が確認され、うち4例は良性中皮腫とされたので対象から除外した。

210例(男177、女33)のうち75例(36%、全例男性で42%)がSRRODに登録されていた。登録された例の平均年齢は62歳(31-85)で、登録されなかった例の70歳(37-93)に比べて、有意に若かった(表9)。

表9 中皮腫210例の性・年齢分布別の件数とSRRODの登録件数(率)(スウェーデン)

年齢	男	女	計	SRRODに登録された件数(%)	
≤50	19	3	22	14	(64%)
51-65	48	7	55	25	(45%)
66-74	56	10	66	26	(39%)
≥75	54	13	67	10	(15%)
計	177	33	210	75	(36%)

SRROD: Swedish Register of Reported Occupational Diseases (職業病登録)

SRRODに登録された割合について、年代別にみると、1980年から1984年までは42%であったのに対し、1985年から1989年までは29%と低下していた。何故報告率が低いのかについて、著者らは、一つの理由として、石綿ばく露歴がないことをあげている。職業がんの報告率をあげるためには、医師に対して、すべての患者に対する石綿ばく露歴の聞き取りを行う必要があることを知らせなければならない、と述べている。

(3) デンマーク

デンマークの医師は、既知の、あるいは疑われる職業がんはすべて労働監察事業(Danish Labour Inspection Service(DLIS))に報告義務がある。これら報告された例は産業災害局(National Board of Industrial Injuries(NBII))に廻され、そこで労災補償の対象となるかどうか決定される。

1968年から1976年までに356例の中皮腫ががん登録に登録されているが、僅か8例しかDLISに届出されておらず、そのうちの7例が職業病として認定されていた。

1983年から1987年までにがん登録に登録された胸膜中皮腫は234例(男178、女56)であるが、そのうちの81例(34.6%)がDLISに報告されていた。男女別にみると、男性では178例中78例(43.8%)、女性では56例中3例(5.4%)であった。年齢

分布別の報告率をみると 20 歳から 39 歳では 22%、40 歳から 64 歳では 50%、65 歳以上では 25%であった。

1983 年から 1987 年までの 5 年間の 81 例のうち、51 例(男 31、女 20)は DLIS/NBII に報告されていなかった。内訳は、診断時に患者が生存しており、石綿ばく露歴が無しとされたもの 10 例(男 8、女 2)、ばく露歴の質が乏しいもの 4 例(男 1、女 3)、死亡後に診断さればく露歴が無いもの 18 例(男 9、女 9)、ばく露歴が否定されるもの 8 例(男 4、女 4)、で、医療記録を調べた結果、石綿ばく露歴が判明しているにもかかわらず報告されていなかったケースが 3 例(全例男性)あった(表 10)。

表 10 1983 年から 1987 年までの間に胸膜中皮腫と診断され DLIS/NBII に報告された件数(率)と労災認定状況(デシマク)

	男	女	計
がん登録件数	178	56	234
DLIS/NBII への報告数(率)	78 (43.8)	3 (5.4)	81 (34.6)
認定例	65	0	65
ばく露無しの判定	4	2	6
1 人親方	2	0	2
保留	7	1	8

DLIS: Danish Labour Inspection Service(労働観察事業)

NBII: National Board of Industrial Injuries(産業災害局)

1988 年から 1990 年までの報告率は 53%と上昇していることを Dano ら(1996)が報告しているものの、依然として underreporting であると結論している。

(4) フィンランド

フィンランドでは 1975 年から 1990 年までの間に中皮腫の罹患率は増加しているが、1990 年以降は増加傾向は観察されていない。1984 年から 1995 年までのフィンランドがん登録に登録された中皮腫件数とフィンランドの職業病登録(Finnish Register of Occupational Diseases(FROD))に報告された割合(%)を年代別にみると、男性では 1984 年から 1986 年までの 3 年間では 79 例の胸膜中皮腫に対し 9 例(11.4%)しか FROD に報告されていなかったのが、1987 年から 1989 年には 55%、1990 年から 1992 年には 45%が FROD に報告されるようになっており、1993 年から 1995 年までには 90%に達している(表 11)。

フィンランドでは 1987 年から 1992 年までの石綿プログラムで石綿関連疾患の診断の改善に向けての全国規模のキャンペーンが行われた。

表 11 がん登録の中皮腫件数と FROD の中皮腫件数のその割合(フィンランド)

	男						女					
	胸膜			腹膜			胸膜			腹膜		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1984-86年	79	9	11%	13	-	-	29	1	3%	11	-	-
1987-89年	81	45	55%	11	-	-	43	2	5%	12	-	-
1990-92年	98	44	45%	7	2	29%	36	4	11%	16	1	6%
1993-95年	89	80	90%	12	6	50%	25	4	16%	9	-	-

FROD: Finnish Register of Occupational Diseases (職業病登録)

A: がん登録件数、B: FROD 報告件数、C: B/A x100

5 小括

我が国における中皮腫の3年間の労災認定事例では、石綿ばく露開始から発症までの潜伏期間は平均38年(最短11.5年)、発症年齢は平均61歳であった。石綿ばく露を受ける職種の従事期間は平均20.2年(最短2.3年)であったが、石綿ばく露の形態は、石綿製品製造業などの定常的なばく露を受ける形態のみならず、保温・断熱材の補修・メンテナンスなどの非定常的なばく露によるものも多く、直接石綿ばく露作業以外の作業に従事していた者にも発症していた。また、ドイツでも同様の報告があった。

石綿は、耐熱性・抗張性・化学的安定性に富むうえ、断熱性・電気絶縁性が高く、その優れた特性が広く工業製品の原料として活用されてきたことから、石綿ばく露を受ける機会は様々な業種・業界で働く労働者に及んでいることが分かる。

Bianchi ら(2001)は造船業を主とする石綿ばく露歴を有する胸膜中皮腫例で、石綿ばく露従事年数が明らかな男性325例のうち323例(99.4%)は1年以上のばく露期間が認められた、と述べている。

これらのことから、概ね1年以上の職業による石綿ばく露期間は、中皮腫発症の重要な要因の一つといえる。

なお、我が国では全国規模の中皮腫登録もないことから、真に労災補償の対象とすべき中皮腫の件数が把握できない状況にある。昭和53年度の検討会報告書でイギリスの中皮腫登録が紹介されているが、石綿ばく露によって発症する中皮腫をはじめとする石綿関連疾患に実際に遭遇する臨床医に対して周知徹底を図るとともに、今後は、全国規模での中皮腫登録の必要性も検討されるべきである。

参考文献

1. Koskinen K, Pukkala E, Reijula K, Karjalainen A (2003) Incidence of cancer among the participants of the Finnish Asbestos Screening Campaign. *Scand J Work Environ Health* 29:64-70
2. 星野圭司 (2002) 用途と日本での使用状況. 職業性石綿ばく露と石綿関連疾患－基礎知識と労災補償－(森永謙二編)、pp17-34、三信図書、東京
3. 森永謙二 (2002) 職業性ばく露の機会. 職業性石綿ばく露と石綿関連疾患－基礎知識と労災補償－(森永謙二編)、pp35-46、三信図書、東京
4. Butz M (2002) Beruflich verursachte Krebserkrankungen. Eine Darstellung der Zeitraum 1978 bis 2000 anerkannten Berufskrankheiten. HVBG, Sankt Augustin
5. Morinaga K, Kishimoto T, Sakatani M, Akira M, Yokoyama K, Sera Y (2001) Asbestos-related lung cancer and mesothelioma in Japan. *Ind Health* 39:65-74
6. Bianchi C, Brollo A, Ramani L, Bianchi T, Giarelli L (2001) Asbestos exposure in malignant mesothelioma of the pleura: a survey of 557 cases. *Ind Health* 39:161-7
7. Band PR, Le ND, Fang R, Astrakianakis G, Bert J, Keefe A, Krewski D (2001) Cohort cancer incidence among pulp and paper mill workers in British Columbia. *Scand J Work Environ Health* 27:113-9
8. Ascoli V, Calisti R, Carnovale-Scalzo C, Nardi F (2001) Malignant pleural mesothelioma in bakers and pastry cooks. *Am J Ind Med* 40:371-3
9. Yeung P, Rogers A (2001) An occupation-industry matrix analysis of mesothelioma cases in Australia 1980-1985. *Appl Occup Environ Hyg* 16:40-4
10. Gennaro V, Finkelstein MM, Ceppi M, Fontana V, Montanaro F, Perrotta A, Puntoni R, Silvano S (2000) Mesothelioma and lung tumors attributable to asbestos among petroleum workers. *Am J Ind Med* 37:275-82
11. Gerosa A, Ietri E, Belli S, Grignoli M, Comba P (2000) High risk of pleural mesothelioma among railroad carriages repair workers. *Epidemiology* 24:117-9
12. Langseth H, Andersen A (2000) Cancer incidence among male pulp and paper workers in Norway. *Scand J Work Environ Health* 26:99-105
13. 海老原勇、藤井正寛、川見正機 (1999) 建設労働者の石綿による健康障害. *労働科学* 75:87-114
14. Kurumatani N, Natori Y, Mizutani R, Kumagai S, Haruta M, Miura H, Yonemasu K (1999) A historical cohort mortality study of workers exposed to asbestos in a refitting shipyard. *Ind Health* 37:9-17
15. Butz M (1999) Beruflich verursachte Krebserkrankungen. Eine Darstellung der Zeitraum 1978 bis 1997 anerkannten Berufskrankheiten. HVBG, Sankt Augustin
16. Yeung P, Rogers A, Johnson A (1999) Distribution of mesothelioma cases in different occupational groups and industries in Australia, 1979-1995. *Appl Occup Environ Hyg* 14:759-67
17. Battista G, Belli S, Comba P, Fiumalbi C, Grignoli M, Loi F, Orsi D, Paredes I (1999) Mortality due to asbestos-related causes among railway carriage construction and repair workers. *Occup Med* 49:536-9

18. Karjalainen A, Pukkala E, Mattson K, Tammilehto L, Vainio H (1997) Trends in mesothelioma incidence and occupational mesotheliomas in Finland in 1960-1995. *Scand J Work Environ Health* 23:266-70
19. Butz M (1997) Beruflich verursachte Krebserkrankungen. Eine Darstellung der Zeitraum 1978 bis 1994 anerkannten Berufskrankheiten. HVBG, Sankt Augustin
20. Dano H, Skov T, Lyng E (1996) Underreporting of occupational cancers in Denmark. *Scand J Work Environ Health* 22:55-7
21. Baure HD, Blome H, Blome O, Gelsdorf H, Heidermanns G, Jordan R, Karsten H, Kempf E, Kieser D, Mattenklott M, Pfeiffer W, Schmidt I, Scneider J, Schürmann J, Schwalb J, Sohnle F, Sonnenschein G, Stüchkrath M (1996) BK-Report 1/97 „Faserjahre“ . HVBG, Sankt Augustin
22. Andersson E, Toren K (1995) Pleural mesotheliomas are underreported as occupational cancer in Sweden. *Am J Ind Med* 27:577-80
23. Anonymous (1993) アスベストで労災認定－自動車工場では初めて. 労働安全衛生広報 No.586
24. 熊谷信二、大成功一、片岡明彦、車谷典男 (1993) タルク取扱い労働者とアスベスト関連疾患. 労働の科学 48:308-11
25. 森永謙二、大塚順子、松村智子、坂戸純也、花井彩、藤本伊三郎、原一郎、横山邦彦、瀬良好澄 (1991) 石綿取扱い労働者の検診受診者を対象としたコホート調査. 日本公衛誌 38:267-71
26. Anonymous (1991) 石綿を含むタルクの大量吸引が原因で業務上. 労働基準広報 No.1023
27. Reid AS, Causton BE, Jones JS, Ellis IO (1991) Malignant mesothelioma after exposure to asbestos in dental practice. *Lancet* 338:696
28. 森永謙二、安井一清、原一郎、横山邦彦、山本暁、坂谷光則、瀬良好澄 (1990) 石綿肺患者の予後に関する研究. 日災医会誌 38:647-52
29. 森永謙二、原一郎、安井一清、横山邦彦、瀬良好澄 (1990) 一石綿工場従業員の20年間の追跡調査. 産業医学 32:265-8
30. Skov T, Mikkelsen S, Svane O, Lyng E (1990) Reporting of occupational cancer in Denmark. *Scand J Work Environ Health* 16:401-5
31. 日本石綿処理工業協会 (1989) 吹付けアスベスト処理施工マニュアル、pp1-7、日本石綿処理工業協会、東京
32. 森永謙二 (1989) わが国における石綿関連疾患の疫学的知見. 病理と臨床 7:684-6
33. 増田千枝子、森永謙二、藤本伊三郎、三浦武夫、後藤稠、横山邦彦、瀬良好澄 (1988) ボイラー技術者の健康調査. 産業医学 30:219-20
34. Järholm B, Malger H, Malger B, Ericsson J, Sällsten G (1988) Pleural mesotheliomas and asbestos exposure in the pulp and paper industries: a new risk group identified by linkage of official registries. *Am J Ind Med* 13:561-7
35. 神山宣彦、森永謙二 (1987) ベビーパウダー中のアスベスト. 医学のあゆみ 142:47-8
36. 神山宣彦 (1987) 石綿の鉱物学的特性と産業利用. 石綿・ゼオライトのすべて、pp3-82、日本環境衛生センター、川崎

37. 森永謙二 (1987) 職業曝露による影響. 石綿・ゼオライトのすべて、pp311-55、日本環境衛生センター、川崎
38. Mowe G, Gylseth B (1984) Medico-legal aspects of malignant mesothelioma. *Scand J Soc Med* 12:15-23
39. 東納嘉治、江馬正和、浜田史秀、田口聖治 (1982) 各種ノンアスベストリボンの歯科技工的物性について. *歯科技工* 10:553-61
40. Samimi BS, Williams AM (1981) Occupational exposure to asbestos fibers resulting from use of asbestos gloves. *Am Ind Hyg Assoc J* 42:870-5
41. Brune D, Beltesbrekke H (1981) Levels of methyl methacrylate, formaldehyde, and asbestos in dental workroom air. *Scand J Dent Res* 89:113-6
42. 吉田明義 (1980) 自動車整備工におけるじん肺. *日放会誌* 40:1-10
43. Zielhuis RL, Versteeg JP, Planteijdt HT (1980) Pleura mesothelioma and exposure to asbestos. A retrospective case-control study in the Netherlands. *Int Arch Occup Environ Health* 36:1-18
44. McDonald AD, McDonald JC (1980) Malignant mesothelioma in North America. *Cancer* 46:1650-6
45. Tagnon I, Blot WJ, Stroube RB, Day NE, Morris LE, Peace BB, Fraumeni JFJ (1980) Mesothelioma associated with the shipbuilding industry in coastal Virginia. *Cancer Res*:40 3875-9
46. Hartung VM (1980) Pleuramesotheliom nach beruflichem Umgang mit asbesthaltiger Hitzeschutzkleidung. *Arbeitsmed. Sozialmed. Präventivmed* 7:153-4
47. Bignon J, Sébastien P, Di Menza L, Nebut M, Payan H (1979) Registre Français des mésothéliomes 1965-1978. *Rev Fr Mal Resp* 7:223-42
48. McDonald AD (1979) Mesothelioma registries in identifying asbestos hazards. *Ann N Y Acad Sci* 330:441-54
49. Moster C, Meintjes R (1979) Asbestosis and mesothelioma on the Rhodesia railways. *Cent Afr J Med* 25:72-4
50. 労働省労働基準局補償課編 (1978) 石綿による健康障害の評価—職業病認定のための労働省専門家会議検討結果報告、労働法令実務センター、東京
51. Cochrane JC, Webster I (1978) Mesothelioma in relation to asbestos fibre exposure. A survey of 70 serial cases. *S Afr Med J* 54:279-81
52. McDonald AD, McDonald JC (1978) Mesothelioma after crocidolite exposure during gas mask manufacture. *Environ Res* 17:340-6
53. Reports of Concils and Bureaus (1976) Hazards of asbestos in dentistry. Council on Dental Therapeutics. Council on Dental Materials and Devices. *J Am Dent Assoc* 92:777-8
54. British Thoracic and Tuberculosis Association and the Medical Research Council Pneumoconiosis Unit (1972) A survey of pleural thickening: its relation to asbestos exposure and previous pleural disease. *Environ Res* 5:142-51

IV 石綿肺、肺がん、中皮腫以外の石綿による疾病等についての検討

石綿を吸入することによって生じる疾患としては、石綿肺、肺がん、中皮腫以外に良性石綿胸水（石綿胸膜炎）、びまん性胸膜肥厚と、疾患ではないが過去の石綿ばく露の良い指標となる胸膜プラークが重要である。

1 胸膜プラーク（胸膜肥厚斑）

胸膜プラークとは、主として壁側胸膜の中皮下に生じる両側性の不規則な白板状の肥厚である。組織学的には中皮で覆われた膠原線維束がバスケットの網目状に配列されたもので細胞成分をほとんど含まない。すなわち、石綿ばく露によって壁側胸膜に発生した胸膜の線維性の盛り上がり状態を意味し、胸膜プラークそれ自身では肺機能障害を伴わず、胸膜の疾患を意味するものではない。

(1) 石綿ばく露との関係

我が国では、胸膜プラークは石綿ばく露によってのみ発生すると考えて良い。石綿ばく露開始からの経過年数と関連しており、ばく露開始から 10 年未満では発生しないが、15～30 年を経て出現する。そして、20 年を経過すると一部が石灰化する場合がある。そのため、過去の石綿ばく露の指標として重要である。例えば、石綿ばく露によって発生する中皮腫の 18～86%に胸膜プラークが合併していると報告されている。また、石綿ばく露者に合併した原発性肺がん症例のうち、胸膜プラークを有する症例は所見のない場合の 2.4 倍であったと報告されている。Hillerdal ら (1980) は原発性肺がん症例のうち、石綿ばく露のある症例では 60～70%に胸膜プラークが見られるが、ない例では 1～2%のみであり、胸膜プラークが石綿ばく露の良い指標となることを明らかにしている。

石綿ばく露量が多いほど胸膜プラークの発生率が高いことが報告されている。また、胸部エックス線で石綿肺所見を有しない石綿ばく露によっても胸膜プラークが発生することも報告されている。例えば、エレベーター据付け作業員においては、石綿肺所見を呈した症例は 91 例中皆無であったが、91 例中 20 例 (22%) に胸膜プラークが認められたと Bresnitz ら (1993) は報告している。

平岡ら (1996, 1998) によれば、熊本の旧アンソフィライト鉱山及び工場付近の住民 9,832 名中、938 名 (9.5%) に胸膜プラークが認められ、多くの場合が石綿近隣ばく露か環境ばく露であったと報告している。胸膜プラークの所見を認めた場合、職業性石綿ばく露によることはもちろんのこと、副次的職業性、近隣性、家族性等何らかの石綿ばく露を想定すべきであり、詳細な問診が必要である。胸膜プラークは、石綿ばく露によって発生する胸膜病変の中で最も頻度が高い。

喫煙との関係については、石綿ばく露者で喫煙者の方が非喫煙者に比べて胸膜プラークの有所見率が高かったとする Weiss ら (1981) の報告もあれば、断熱材を取扱う労働者でそのような関係はなかったとする Lillis ら (1986) の報告もある。

(2) 自覚症状、肺機能障害と予後

胸膜プラークは、最近胸痛と相関するとする報告があるものの、一般的には自覚症状等はない。胸部エックス線で認められる胸膜プラーク陰影は経過とともに徐々に石灰化し、その濃度を増すとともに、広がってくるが、肺機能に及ぼす影響はほとんどないか、あっても著しい肺機能障害をもたらすことはない。胸膜プラーク自体が他の良性石綿胸膜疾患（胸膜炎、びまん性胸膜肥厚、円形無気肺）を引き起こすことはなく、また、中皮腫に転化することもない。しかし、胸膜プラーク有所見者は無所見者に比べて石綿の累積ばく露量が多いと考えられており、したがって、中皮腫のリスクは無所見者よりも高い、と推測されている。Hillerdal(1994)は1596人の胸膜プラーク有所見者（全員男性）を平均10.2年観察した結果、9人の中皮腫患者の発生を認め、リスクは11倍であったと報告している。肺がんのリスクは、喫煙の影響、対象集団の石綿ばく露濃度や観察期間等の相違もある様々な結果が得られており、評価は現時点では困難である。胸膜プラーク有所見者に他の良性石綿胸膜疾患（胸膜炎、びまん性胸膜肥厚、円形無気肺）が将来発生する可能性を否定できない。McMillanら(1982)は海軍造船労働者175人のうち143人に胸膜プラークを認め、うち33人(23.1%)に10年間の観察でびまん性胸膜肥厚所見を認めたと報告している。

2 良性石綿胸水

良性石綿胸水とは、以下の4項目を満たす疾患をいう。すなわち、①石綿ばく露歴があること、②胸部レントゲン写真あるいは胸水穿刺で胸水の存在が確認されること、③石綿ばく露以外に胸水の原因がないこと、④胸水確認後3年以内に悪性腫瘍を認めないこと、を満す場合である。本疾患の良性とは、悪性腫瘍ではないということで臨床経過が必ずしも良性であるということではない。また、胸膜中皮腫の前段階病変ではない。

本疾患の診断は原因として悪性腫瘍や結核を除外することが必要である。3年間の経過観察が必要であることから確定診断を下すことは難しい。

(1) 石綿ばく露との関係

Martenssonら(1987)は、3年間の観察でもなおかつ原因不明の胸水貯留所見を認めた男性64人と年齢を合わせた地域住民103人の症例対照研究を行った結果、原因不明の胸水貯留所見者の職業石綿ばく露歴は42人(65.6%)に認めたのに対し、対照群では45人(43.7%)で有意の差を認めたと報告している。原因不明の胸水貯留所見者で職業性石綿ばく露歴がなかった27人のうち、1人は胸部エックス線で、4人に胸腔鏡で胸膜プラークを認めている。

Eplerら(1982)は、2つの造船所及び4つの石綿製品製造工場での職業性石綿ばく露を受けた1135人のうち35人(3.1%)に良性石綿胸水を認めている。石綿ばく露濃度別では高濃度ばく露群で7.0%、間接ばく露群で3.7%、低濃度ばく露群で0.3%の発症率であったと報告している。

一般的に発症率は石綿ばく露量が多いほど高く、特に、中・高濃度者では10年

以内に良性石綿胸水が発症すると言われている。田村ら(1994)は、良性石綿胸水7例の石綿ばく露期間は3～33年(平均20.6年)であり、全例が高濃度ばく露者であったとしている。岸本ら(1998)は胸水貯留が認められる者17例中石綿ばく露期間21年以上が14例あり、石綿ばく露期間は平均27年であったが、石綿肺を伴う症例の頻度は少なく、むしろ胸膜プラークを認める症例の方が多かったと報告している。

石綿ばく露開始時期から発症までの間(潜伏期間)は他の石綿関連疾患より短く、ばく露から20年までに出現することが多いと言われていたが、Hillerdalら(1987)は平均30年(1-58年)、田村ら(1994)は平均28.7年(22-34年)、岸本ら(1998)は、21年以上の症例が17例中16例(94.1%)で平均34.5年と長い潜伏期間を持って発症する場合があると報告しており、職業歴の詳細な聴取が必要である。

(2) 症状と診断

半数近くが自覚症状が無く、健康診断で発見されることもある。症状がある場合には、胸痛、発熱、咳嗽、呼吸困難の頻度が高い。岸本ら(1998)は、17例中15例で胸痛あるいは呼吸困難の自覚症状で発症し、無症状であったのは2例のみであったと報告している。田村ら(1994)も7例中発熱、胸痛、呼吸困難など自覚症状のある症例が6例で、自覚症状がなかった症例は1例のみであると報告している。田村ら(1993)は、国内外の128例中45例(35.2%)に胸痛、32例(25.0%)に呼吸困難、7例に発熱(5.5%)が見られ、無症状が60例(46.9%)であったと報告している。Eplerら(1982)は、良性石綿胸水35例中23例(65.7%)が無症状であったと報告しており、これらは、検診で発見された。

良性石綿胸水の場合の胸水の性状は滲出液で、半数が血性である。約4分の1に好酸球性胸水が見られる。胸水の持続期間は平均3ヶ月(1～10ヶ月)であり、無治療で軽快するケースが多いが、胸水が被包化されて残存することもある。特別な治療方法は無いが、副腎皮質ステロイド剤が奏効することもある。一方、再発率も25～40%あり、4年間で3回胸水を発症した症例報告もある。通常、胸水消失後に片側あるいは両側に肋骨横隔膜角の鈍化あるいは円形無気肺を残す。また、胸水が完全に消失せず遷延する場合もあり、注意深い臨床経過の観察が必要な症例も存在する。

本疾患の診断は、原因として悪性腫瘍、結核、ウイルス起因性等を除外することが必要である。特に胸水確認後3年以内に悪性腫瘍を認めないという除外診断のため、石綿ばく露に関する知識が不十分なためか確定診断に至る例は、我が国ではさほど多くは報告されていない。

石綿ばく露歴が明白で、原因不明の胸水が存在し、臨床的に良性石綿胸水あるいは中皮腫が疑われる症例には、胸腔鏡下胸膜生検による鑑別を行うことが勧められる。Wilsherら(1998)は、原因不明の胸水を呈した51例中胸腔鏡下生検を行い、19例が胸膜中皮腫、7例が良性石綿胸水であったと報告している。