

資料

阪神・淡路大震災におけるアスベストによる環境汚染の検証と健康リスクについての考察

ウエダ ノブヒサ
上田 進久*

目的 阪神・淡路大震災から25年になる。被災地では多くの建物が倒壊し、大量のアスベストが飛散した。震災に関連したアスベストによる健康被害者は、マスコミによって公表された6名であるが、国や自治体による実態調査は行われておらず詳細は不明である。アスベストによる環境汚染の状況を検証し、健康リスクを評価するために、被災地で実施された調査資料を検討した。

方法 震災直後から環境庁が実施したアスベスト濃度測定の実験資料を検討した。

結果 倒壊した建物からは最も危険とされている青や茶石綿が飛散し混合曝露の状態であったが調査では白石綿濃度だけの測定であった。これがアスベスト濃度として表記されており、白石綿濃度だけにに基づく健康リスクは実際よりも低く評価されていると考えられる。

結論 被災地におけるアスベストによる環境汚染は多角的な角度からの検証が重要であり、混合曝露による健康リスクを正しく評価しなければならない。作業員の他にも住民やボランティアなどのハイリスクの人達への注意喚起が求められる。さらに、二次災害としての健康被害者の拡大を防止するために、実態調査や追跡調査が重要であり、その受け口としての検診体制の構築が急務である。

Key words : アスベスト, 震災, 環境汚染, 混合曝露, 健康リスク

日本公衆衛生雑誌 2020; 67(8): 528-533. doi:10.11236/jph.67.8_528

I はじめに

阪神・淡路大震災から25年になる。震災直後の被災地では倒壊した建物から大量のアスベストが飛散した。当時は、建物に使用されたアスベストが飛散の発生源になろうとは想定されておらず、安全な除去方法はほぼ確立されてはいたものの法的規制はなく、非常事態におけるアスベスト除去は混乱を極めていた。

一方中皮腫は、アスベストが原因の悪性腫瘍であるが、その予後は極めて不良で、早期発見のための検査体制や追跡調査が重要となる。被災地でがれき処理などの作業員で、後年中皮腫で死亡した人は、2008年に初めて明らかにされて以来報道されているだけで少なくとも6人になる。しかし、これらの人達はいずれも労災認定などの問題を民間団体に相談

し、マスコミを介して公表されたものである。国や自治体では、震災に関連したアスベスト健康被害について実態調査は行われておらず、被害状況の把握もされていないのが現状である。2018年4月の新聞報道¹⁾によれば、震災直後に被災地で1か月間勤務した警察官が2014年1月に中皮腫の診断を受けたが、同年9月に亡くなって公務災害が認められている。作業員以外の震災従事者が中皮腫を発症したことは初めてであり、その意味するところは重大である。

本稿の目的は、被災地で行われたアスベストに関する調査資料を検討し、アスベストによる環境汚染の状況を検証して健康リスクについて考察することにより、震災に関連した二次災害としてのアスベスト被害者の拡大を防止するための施策の一助となることを願うものである。

II 検討方法

1. 検討資料

平成7年度環境庁委託業務結果報告書「阪神・淡

* 兵庫県保険医協会環境・公害対策部
責任著者連絡先: 〒650-0024 神戸市中央区海岸通
1-2-31 神戸フコク生命海岸通ビル 5F
兵庫県保険医協会環境・公害対策部 上田進久

路大震災に伴う大気環境モニタリング調査²⁾」を検討資料とした。環境庁では1980年代から全国の一般環境大気におけるアスベスト濃度を隔年で調査していたが、1995年の阪神・淡路大震災後に一旦調査を中止し、10年後の「クボタショック」による関心の高まりを受けて測定を再開した。

2. 調査の概要

「阪神・淡路大震災において損壊した建築物の解体撤去に伴うアスベストの飛散防止や大気汚染による二次災害の未然防止を図るため、被災地の解体現場周辺および一般大気環境において継続的環境モニタリング調査を行うものである」としてアスベスト濃度測定が実施された。測定方法は、光学顕微鏡を用いて（第93号法に準ずる³⁾）で白石綿繊維を計数し、空気1リットルあたりの石綿繊維濃度をF/Lで表す。一般環境で2F/L以上、解体現場周辺で5F/L以上の場合には走査型電子顕微鏡で同定検査を

行うとしている。（筆者注：測定されたのは白石綿繊維濃度であるが「アスベスト濃度」として表記されている）

3. 検討内容

①一般環境は、阪神間17地点（神戸市7、芦屋市・西宮市・尼崎市各2、宝塚市・伊丹市・川西市・淡路市各1地点）において、平成7年2月（第1次）、3月（第2次）、4月（第3次）、5月（第4次）、6月（第5次）、7月（第6次）、8月（第7次）、9月（第8次）、10月（第9次）、11月（第10次）、12月（第11次）、平成8年1月（第12次）まで12回実施された。この資料から、アスベスト濃度に関する地域差や経時変化を検討した。

②解体現場周辺は、神戸市42、芦屋市・西宮市各3か所の計48か所で、平成7年3月（第1次）、4月（第2次）、5月（第3次）、6月（第4次）7月（第5次）、8月（第6次）、9月（第7次）、10月（第8

表1 阪神間17地点における一般環境アスベスト濃度（白石綿濃度）の経時変化
一般環境調査結果（文献2, p. 39の表を一部修正）

単位：F/L

測定局	平成7年											平成8年
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
国設尼崎	0.9	3.8	0.7	1.4	1.5	1.1	0.6	0.7	0.7	0.5	0.2	0.3
小田南中学校	1.0	2.5	1.1	0.9	1.0	1.2	0.3	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2
加茂測定局	1.0	0.3	0.7	0.5	0.7	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3
伊丹市役所	0.5	0.5	0.8	0.8	1.2	0.7	0.6	0.6	0.5	0.2	0.2	0.2
老人福祉センター	0.8	1.0	0.5	1.0	0.6	0.8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2
六湛寺局	4.8	6.0	2.1	1.4	0.7	0.6	0.5	0.7	0.5	0.3	0.1	0.1
津門川局	0.7	0.6	1.0	0.7	0.6	0.7	0.6	0.8	0.5	0.7	0.6	0.6
打出自排局	1.3	0.5	0.8	0.9	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.2
潮見小学校	1.3	0.6	1.0	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5
東灘大気監視局	1.2	1.2	1.1	0.6	0.3	0.7	0.5	0.5	0.3	0.5	0.2	0.3
灘保健所	1.4	2.0	1.4	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.3	0.5	0.2	0.1
中央区役所	4.9	2.1	2.0	0.9	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0.9	0.6
環境保健研究所	0.6	1.2	0.7	0.6	1.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2
兵庫保健所	1.7	0.6	0.9	1.2	1.2	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.2	0.2
長田監視局	1.5	0.8	1.5	0.8	1.6	0.3	0.3	0.7	0.5	0.7	0.1	0.3
須磨大気監視局	0.2	0.7	0.7	1.0	1.1	0.8	0.5	0.6	0.5	0.2	0.5	0.5
郡家小学校	0.2	5.5	0.2	0.9	0.6	0.8	0.7	0.5	0.2	0.5	0.2	0.1
最大値	4.9	6.0	2.1	1.4	1.7	1.2	0.8	0.8	0.7	0.8	0.9	0.6
最小値	0.2	0.3	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
幾何平均値	1.0	1.2	0.9	0.8	0.8	0.7	0.5	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2
算術平均値	1.4	1.8	1.0	0.9	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3

次)までの期間に実施された。この資料から各解体現場周辺のアスベスト飛散状況を検討した。

③上記②の解体現場の観察記録から、アスベスト除去の詳細な状況を検討した。

Ⅲ 結 果

①一般大気環境における測定結果(表1)については、白石綿濃度だけの評価であるが、震災直後の3か月間は2 F/L以上を示した地点は、神戸市2、尼崎市2、西宮市1、淡路市1の地点であり、最大で西宮市の6 F/Lが認められた。その後7月までは1~2 F/L程度に低下したが、引き続き1 F/L以下とはいえ平時よりも高い濃度の飛散が長期間持続した(表1, 図1)。また、電子顕微鏡による同定検査はわずか3検体だけの公表であるが、その内1検体で青や茶石綿が認められている(文献2, p. 9, 表6-6)。また、17地点のうちで1 F/L以上を記録した地点数は、平成7年2月から順に10, 9, 8, 5, 8地点であった(図1)。

②解体現場周辺における測定結果は高々20 F/Lであったが、電子顕微鏡による同定検査で青や茶石綿が認められている。定量分析はなく「高い割合で・低い割合で認められた」と表記されている。公表された結果は、平成7年4月から同年8月までの21か所であるが、青や茶石綿が「高い割合」で認められたのは10か所、「低い割合」が9か所、白石綿だけが認められたのは2か所であった(文献2, p. 9, 表6-7)。

③解体現場の状況については、詳細な観察記録が

残されている。「青や茶石綿が高い割合で認められた」現場の状況は以下の様子であった。

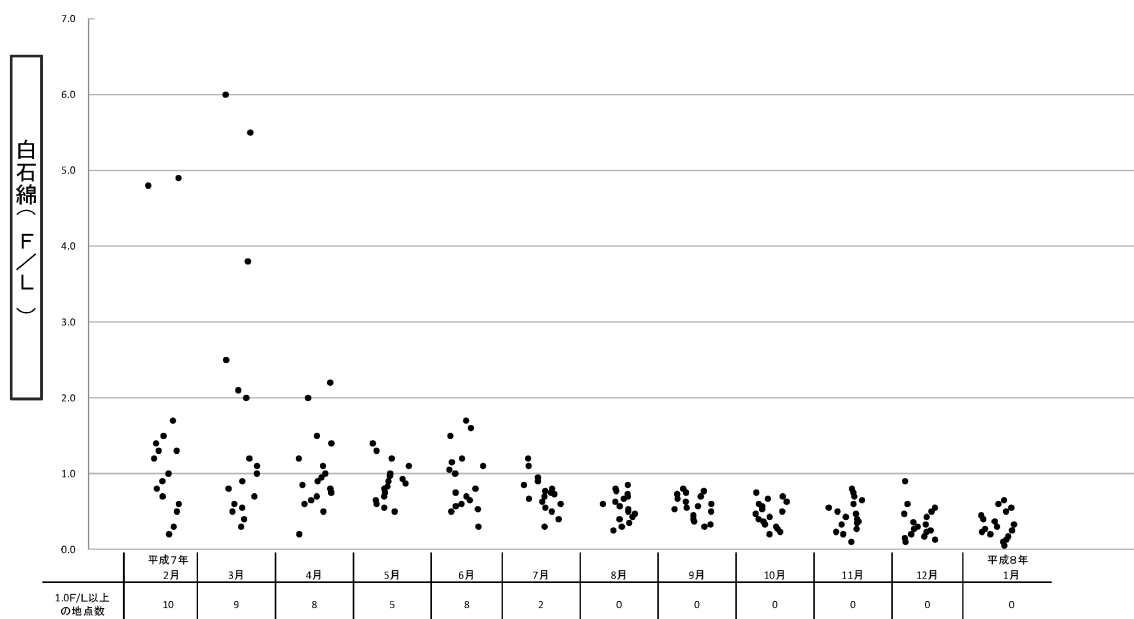
- 「解体作業は4~5階の上層部で行われ、散水は行われず、アスベストと思われる吹き付け材が使用されていた」平成7年4月(文献2, p. 57より)
- 「解体作業はほとんど終了し、がれきを砕きながらトラックへの積み込みを行っていた。囲い、シートによる覆いはなし、散水はあるものの水不足」平成7年6月(文献2, p. 60より)
- 「シートによる囲い込み内でアスベストの除去作業。散水はなく、湿潤剤の散布のみで行っていた。剥ぎ取られたアスベストが床に堆積していた。校庭では体育の授業があった」平成7年9月(文献2, p. 64より)

Ⅳ 考 察

アスベスト濃度測定は、白石綿だけであったが、一般環境において、飛散状況を比較するために1993年の平常時環境庁モニタリング調査より住宅地域0.14 F/L, 商工業地域0.17 F/Lを参考にして、0.2 F/Lを比較の基準とすると、1 F/Lは平常時の5倍の濃度となる。2 F/Lは10倍, 6 F/Lは30倍となり、平常時と比べて相当高い濃度であったことが理解できる。さらに、電子顕微鏡検査結果より一般環境においても青や茶石綿の飛散が確認できる。

また、多くの解体現場周辺では青や茶石綿の飛散が認められている。アスベストが付着したままがれ

図1 阪神間17地点における一般環境アスベスト濃度(白石綿濃度)の経時変化(表1より筆者作成)



き処理が行われており、アスベスト除去の安全基準を大きく逸脱した劣悪な状況であったことが理解できる。倒壊した建物から青や茶石綿が飛散して混合曝露の状態が発現していた。その影響は6か月もの長期間にわたって生活環境に及んでいた。青や茶石綿は、石綿繊維の中でも最も発ガン性が強く危険とされている。しかし、アスベスト濃度測定調査では単に白石綿を測定しただけであったが、「アスベスト濃度」として表記されており、誤解を生じる原因となった。このため、アスベスト濃度測定値に基づいた健康リスクは、混合曝露によるリスクを正しく反映しておらず、過小に評価されていると考えられる。

このような問題が生じた理由として、アスベストによる健康被害についての考えが時代とともに大きく変化していることが挙げられる。環境問題や健康被害に関するリスク評価は、常に最新の科学的知見によって評価されなければならない。わが国では、2005年に起きた「クボタショック」において職業曝露から近隣曝露へと被害が拡大したことを転機に、建物の解体に伴う環境曝露による健康被害へと関心が高まり現在に至っている。そこで、震災当時のアスベストに関する考えや時代背景とその変遷について述べ、現在の安全基準を参考にして被災地で発生したアスベスト混合曝露による健康リスクの評価について考察した。

1. 震災当時のアスベスト濃度測定について

アスベストの発ガン性については、1987年にWHOの付属機関である国際がん研究機関(IARC)が、6種類のアスベストすべてについて、グループ1(ヒトに対して発ガン性あり)と認めている。欧州では1990年代にアスベストの使用を禁止しているが、我が国では「クボタショック」の翌年の2006年にアスベストが0.1%以下に規制され、2012年ようやく使用が禁止された。我が国のアスベスト対策は管理基準を設けて対応したため、欧米に比べ10~15年遅れる結果となった。1989年の大気汚染防止法では、石綿製品の製造工場の敷地境界での管理基準として10 F/Lが示されたが、白石綿を想定した基準であった。震災当時、アスベスト濃度は白石綿濃度測定が常識とされていたが、建物に使用された青や茶石綿が飛散することは想定外の出来事であった可能性が考えられる。

しかし、2010年の環境省モニタリングマニュアル⁴⁾では、石綿製造工場がなくなって後の飛散の発生源は建造物に使用されたアスベストであるとして、石綿以外の繊維を含む総繊維数濃度を求め、総繊維数濃度が1.0 F/Lを超過した場合は、電子顕微

鏡で同定しアスベスト繊維数濃度を求めるとしている。すなわち、この時点で建造物に使用されたすべての種類のアスベストを想定した混合曝露の概念が示されたと言える。

震災当時、アスベストの安全基準は白石綿を想定したものであったため、白石綿濃度測定値が目目された結果、混合曝露の状況は正しく評価されておらず、相当低いリスク評価になっているものと考えられる。

2. 震災当時の吹き付けアスベストの状況

アスベストは断熱性や防音性に優れた低廉な原材料であるため、建築基準法などで求められている耐火、断熱、防音性能や機械的強度の高い建材として広く使用された。特に耐火、断熱、吸音などの目的で鉄骨やコンクリート壁に吹き付けて使用された工法(吹き付けアスベスト)は、国内では1967年頃より鉄骨造建築物の軽量耐火被覆材として大量に使用された。労働者保護の立場から、1975年には5%を超えるアスベストを含む吹き付け工事は禁止され、さらに1995年には青や茶石綿の使用が禁止された。すなわち、1975年までに建てられた鉄筋鉄骨のビルには高濃度の青や茶石綿が吹き付けられており、最も危険な飛散の発生源であったことが理解できる。

神戸市では震災直後から3次にわたり、市内すべての半壊・全壊ビル1,224棟について吹き付けアスベストの調査を実施した。外観や吹き付け材料分析、建築年次確認などの方法で行ったが、1995年3月には40のビルについてはほぼ確実にアスベストが使用されていることが確認された。しかし、使用可能性が大きいと確定はできないものが104棟もあり、さらに追跡調査が必要となった。調査した建物の内アスベスト使用がほぼ確実に認められたのが約3%であったが、同年6月の調査では13%に、11月に行われたより詳細な調査では20%の建物に吹き付けアスベストが確認された⁵⁾。

吹き付けアスベストは特に飛散しやすいためその除去には注意を要する。現在では、プラスチックシートで部屋を密閉して負圧除塵機で陰圧に保ち、湿潤化したアスベストを特別な防塵マスクと防護服を着用した作業員が手作業で剥がすことなど厳重な防止対策が定められている。

しかし、解体現場周辺の詳細な観察記録にあるように、アスベストが吹き付けられたままのがれきを重機で粉碎して撤去するなどの不適切な作業により、解体現場では大量の飛散が発生していたことが容易に想像できる。震災当時、アスベスト除去方法はほぼ確立していたとはいえいまだ法的規制はな

く、行政指導により行われていた。しかし、非常時の混乱した状況の中では不適切な除去による飛散を防止するには至らなかった。また、アスベスト含有建材は破碎や切断により飛散するため、湿潤して手バラシで撤去するよう定められている。被災地におけるアスベスト含有建材の除去はほとんど放置された状況であり、一般環境汚染が長期間持続した原因であると考えられている。

3. 被災地の混合曝露について

民間団体の中地らは、震災直後から被災地に入り住民らと共にアスベストの調査を行い行政に報告するなど積極的な活動を展開した。その報告によると「2月18日、神戸市東灘区の国道2号線に面して歩道を塞ぐように倒壊した建物で、アスベストの中で最も有毒である青石綿が吹き付けられてあったマンションの解体現場で、水もかけずに作業していた。敷地境界の歩道の2か所でサンプリングしたが、1リットルあたり160本と250本の測定結果であった。作業員は防塵マスクも支給されずに作業しており、このマンションの住人がマスクも着けずにずっと作業を見学し、アルバムや鞆などが見つかる確認していた。また、一般の人達がほこりを避けるように小走りに行き交っていた」⁶⁾。この報告は、青石綿濃度を測定したことも重要であるが、当時の解体作業の実態を示す貴重な記録である。

また、寺園は中地らの250 F/Lのサンプルを透過型電子顕微鏡 (TEM 法) で分析したところ、5300 F/L (すべての長さのアスベスト) であり、青石綿の一部に白石綿が含まれていた、と報告している⁷⁾。

4. 健康リスクについて

アスベスト関連疾患はアスベスト曝露から発症までの潜伏期間が長いことが知られており、吸入して10~50年経過後に発症するとされている。とくに肺ガンは、アスベスト曝露と喫煙との間に相乗作用があることが報告されている⁸⁾。また、中皮腫は肺ガンよりも低濃度の曝露で発症することが知られていた⁹⁾。

一般大気中アスベスト濃度と健康被害リスク評価について寺園らの報告¹⁰⁾によれば、一般環境のような低濃度の非職業性曝露におけるリスクを評価するためのモデルの開発も、高濃度曝露の影響を外挿することによって試みられてきた^{7,11,12)}。肺ガンの場合は線形の相対リスクモデルがよく知られており、曝露濃度と曝露時間の積、すなわち累積曝露量が肺ガン発生率の上昇に比例するとする式で表されてきた。一方、中皮腫の場合は肺ガンとは異なり、死亡率そのもので表現される絶対リスクモデルが使用される。これは、中皮腫が稀な疾患であるために、対

象集団において期待される死亡数がゼロに近いからである。中皮腫のリスクは、曝露量に対しては直線的に、曝露期間と初回曝露からの経過年数に対しては指数関数的に増大する、時間依存モデルが一般に認知されている。前述のようなモデルを用いて、肺ガンと中皮腫による生涯の健康リスクについて、アスベスト濃度1 F/Lあたりのユニットリスクを求めることが可能となる。例えば、村山は男性の中皮腫の生涯死亡率は 1.7×10^{-4} 程度という値を得ている¹¹⁾。寺園も同様の計算によって肺ガンと中皮腫の合計で 2.2×10^{-4} という数値を得ており⁷⁾、一生涯を通じて1万人に2人程度がアスベスト汚染により死亡するということになる。この値は近年、生涯リスクの判断の目安として用いられる実質的安全容量 (VSD: Virtually Safety Dose) で判断基準になりつつある。また寺園は、「このユニットリスクを使ったリスク計算で、石綿濃度1 F/Lを生涯75年間吸うと十万人あたり過剰死亡22人となる。被災地での一般環境の石綿濃度を5 F/Lとして1年間続いたとすると、十万人で1.5人程度 ($22 \times 5 \text{ F/L} \times 1/75$) の過剰死亡となる。被災地の人口を200万人とすると約30人の過剰死亡と算定される。しかし、この過剰リスク値はあくまでも一般環境における住民のリスク値であって、一般の中でも局所的に高濃度のアスベスト粉塵に曝露した人は健康診断の定期的受診が勧められる」¹³⁾としている。以上の内容について寺園は、いろいろ議論はあるだろうが解りやすさを重視したと述べているが、概算の推計値とはいえリスク評価を示した意義は大きい。これは、一般環境における住民のリスク値であり、解体やがれき除去に係わった作業員やボランティアなどの高濃度曝露者は含まれていない事に留意しなければならない。また、石綿の種類によるリスク評価までは言及されていない。

5. 混合曝露のリスク評価について

神戸市では市内の環境モニタリング緊急調査の結果を「2月の調査ではアスベストの環境濃度は、対策を講じていない工事現場でやや高い地点があった。一般環境で0~4.9 F/L、解体現場で11.2 F/L (基準: 10 F/L)。つづく3月の調査では、アスベストの環境濃度は2月時点よりも低下しており、人の健康への影響は考えられないレベルにあった。」とし、「アスベスト対策の評価」として「環境濃度の経過から、リスクの目安となる10 F/Lを超えることがなく、また概ね半年で平常時の濃度まで低下したことから、震災以降に実施した対策は一定の効果があつた」(原文のまま引用) としている⁵⁾。これら神戸市の報告に見られるように、混合曝露は全

く考慮されておらず、白石綿を想定した10 F/Lを基準にしてリスクが低く評価されていた。そしてこの誤ったリスク評価はその後検証もされないまま「飛散はあったが低濃度であり、健康への影響はない」とする既成概念となって現在に至っているのである。さらに、混合曝露によるリスクは、石綿繊維数あたり白石綿単独よりも5倍高く評価されている¹³⁾が、最も危険な青石綿の割合によっては数倍から数十倍高くリスクを評価しなければならない。

6. 被災地で起きた都市型災害の曝露形態

曝露量はアスベスト濃度と曝露時間の積で表される。一般環境における曝露は、24時間以上継続し数か月間にわたって持続する点において、一日数時間の解体現場とは異なり、健康への影響は慎重に評価しなければならない。被災地における環境汚染は、倒壊した建物から飛散した青や茶石綿を含んだより深刻な混合曝露であったことは既に述べた。一般環境については、阪神間の広い地域においてアスベスト濃度の高い状態が約6か月間持続したが、これは生活環境においてアスベストが滞留していたことを意味している。これに加えて市街地では、多数の解体現場から大量のアスベストが飛散して、多重曝露の状態であったと考えられる。この環境曝露は、都市型災害において初めて経験する曝露形態であり、健康リスクの評価に当たっては重要視しなければならない。街中に点在する多数の倒壊現場では、シートなし、散水もなく、作業員や住民はマスクも着けていない状況であった。このような環境で生活していた住民やボランティアもハイリスクに該当すると考えられる。アスベストによる中皮腫や肺ガンは、曝露から20～50年の長い潜伏期の後に発症するとされている。1か月間被災地で勤務した警察官が発病した事実を重く受けとめて、今後の医療対策について慎重に検討しなければならない。

V 結 語

このたびの検討によって、被災地では発ガン性が強いとされる青や茶石綿による混合曝露の状態であったが、調査されたアスベスト濃度は単に白石綿だけの測定であったことが明らかとなった。その結果、アスベストによる健康リスクは過小に評価されているものと考えられる。アスベストによる環境汚染が人の健康に及ぼす影響について、多角的に検証し、二次災害としての健康被害の拡大を防止するこ

とが重要である。作業員の他にもハイリスクであると考えられる住民やボランティアの人達への注意喚起や定期検査の受診勧告を行うことが求められる。また、都市型災害における被害者の実態調査は今後の教訓として重要であり、このためには追跡調査や検診の受け口としての検査体制の構築が急務である。

本稿の執筆にあたり、ご教示いただきました関係者の皆様に心より感謝し、厚く御礼申し上げます。

本稿に関して開示すべき COI 状態はありません。

(受付 2019.11.28)
(採用 2020. 4.15)

文 献

- 1) 神戸新聞. 震災石綿禍 警官で初の公務災害認定 中皮腫で死亡. 2018年4月27日.
- 2) 財兵庫環境科学技術センター. 平成7年度環境庁委託業務結果報告書「阪神・淡路大震災に伴う大気環境モニタリング調査」. 1996.
- 3) 環境庁. 石綿に係る特定粉じんの濃度の測定法. 環境庁 告示93号. 1989.
- 4) 環境省. アスベストモニタリングマニュアル (第4.0版). 2010.
- 5) 山本 進. 阪神大震災と環境保全—震災時の環境対策の概要とアスベスト対策—. 都市政策 1998; 93: 83-96.
- 6) 中地重晴. ビル解体によるアスベスト飛散に注意を! 環境監視 1995; 42: 6.
- 7) 寺園 淳. アスベストによる環境汚染の防止対策と評価手法に関する研究. 京都大学大学院工学研究科博士論文 2000. https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/151536/3/D_Terazono_Atsumi.pdf.
- 8) Hammond EC, Selikof IJ, Seidman H. Asbestos exposure, cigarette smoking and death rates. Ann New York Acad Sci 1979; 330: 473-475.
- 9) Bohlig H, Otto H. Asbest und Mesotheliom. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 1975; 1-52.
- 10) 寺園 淳. アスベストによる環境リスクとこれからの課題. 保険医療科学 2018; 67: 272.
- 11) 村山武彦. アスベスト汚染による将来リスクの定量的予測に関する一考察. 環境と公害 2002; 32(2): 31-38.
- 12) WHO. Asbestos and other natural mineral fibers. Environmental Health Criteria 53. Geneva: WHO. 1986.
- 13) 寺園 淳. 災害時のアスベスト飛散と健康リスク. 呼吸器 NEWS & VIEWS 2006; 28: 13-14.