

特集：これまでの環境リスクとこれからの環境リスク

<総説>

アスベストによる環境リスクとこれからの課題

寺園 淳

国立研究開発法人国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター

Environmental risk by asbestos and future challenges

Atsushi Terazono

National Institute for Environmental Studies, Center for Material Cycles and Waste Management Research

抄録

国内でアスベスト問題への関心は1980年代後半から高まり、2005年のクボタ・ショックで大きな社会問題となった。クボタ・ショックを契機として、一般環境における被害者に対しても救済の道が開かれた。それでも、アスベストの危険性が認識されながら、欧米に比べて10～15年程度も使用禁止が遅れて建材などに使用され続けてきたツケは大きい。現在もアスベスト含有建材の所在が明確でない建築物が一般に多数あり、平常時及び災害時において、その解体や廃棄物対策に追われている。建築物の解体に伴うアスベストの調査や対策に関する法整備は進んできたが、その遵守が徹底されないなど、総務省の勧告によって実効性を上げる努力が求められてきた。本稿では、アスベストの基礎知識を概観した上で、アスベストによる環境リスクと規制を整理し、これからの課題を論ずる。

キーワード：アスベスト（石綿）、環境リスク、建築物解体、飛散防止

Abstract

Public concern over the use of asbestos has been raised in Japan since the late 1980s. It became a significant social problem after the “Kubota Shock” occurred in 2005. “Kubota Shock” paved the way for asbestos-related health damage relief for victims by non-occupational exposure in the general environment. However, we have a negative legacy after we had consumed asbestos containing materials for building in Japan for approximately 10 to 15 years longer than European countries have. Until now, we have enormous building that use record of asbestos containing materials is not clear. Therefore, we must pay attention to building demolition and waste management in both normal and disaster period. Various regulations regarding the examining, handling, and demolition of asbestos-containing materials have been established. However, there are still many cases of illegal procedures or inadequate compliance at demolition sites. The Ministry of Internal Affairs and Communication recommended to ensure compliance with the regulations and improve existing countermeasures for prevention of asbestos emission and exposure. This study reviews knowledge on asbestos, including its environmental risks and past regulations on asbestos in , and discusses future challenges.

keywords: asbestos, environmental risk, buildings demolition, emission prevention

(accepted for publication, 23rd August 2018)

連絡先：寺園 淳

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

Onogawa 16-2, Tsukuba, Ibaraki 350-8506, Japan.

Tel: 029-850-2506

E-mail: terazono@nies.go.jp

[平成30年 8 月23日受理]

I. はじめに

国内でアスベスト問題への関心が最初に集まり始めたのは、1980年代後半といえる。1986年に米空母から大量のアスベスト廃棄物が発生・放置されていた事件に続き、1980年代後半は学校をはじめとする全国の建築物で吹付けアスベストが確認されて話題になった。また、1995年に発生した阪神・淡路大震災では、倒壊した建築物の解体に伴うアスベストの飛散が懸念された。筆者は国内におけるアスベスト問題への関心の指標として、新聞の記事検索で「アスベスト」または「石綿」を見出しに持つ件数の結果を用いたが、図1に示すように1989年の52件以降、1990年代は年間10～20件程度の関心で推移していた。

しかしながら、2005年6月29日に発覚したクボタ・ショックでは、この年の6月以降だけで2,095件の記事数を数えた。アスベストに関して文字通り桁違いの国内最大の社会問題となり、2016年まで年間100件を超える関心を保っている。クボタ・ショックがこれほど関心を高めたのは、それまで労働環境のリスクとされていたアスベストが、工場周辺とはいえ一般住民に対しても死亡を含むリスクを与える環境汚染物質であることが認識されたためといえよう。

このクボタ・ショックを契機として、一般環境における被害者に対しても救済の道が開かれるなど、石綿健康被害救済法を含む法整備の大きな転換がはかられた。それでも、アスベストの危険性が認識されながら、欧米に比べて10～15年程度も使用禁止が遅れて建材などに使用され続けてきたツケは大きい。現在もアスベスト含有建材の所在が明確でない建築物が一般に多数あり、平常時及び災害時において、その解体や廃棄物対策に追われている。建築物の解体に伴うアスベストの調査や対策に関する法整備は進んできたが、その遵守が徹底されないな

ど、総務省の勧告によって実効性を上げる努力が求められてきた。

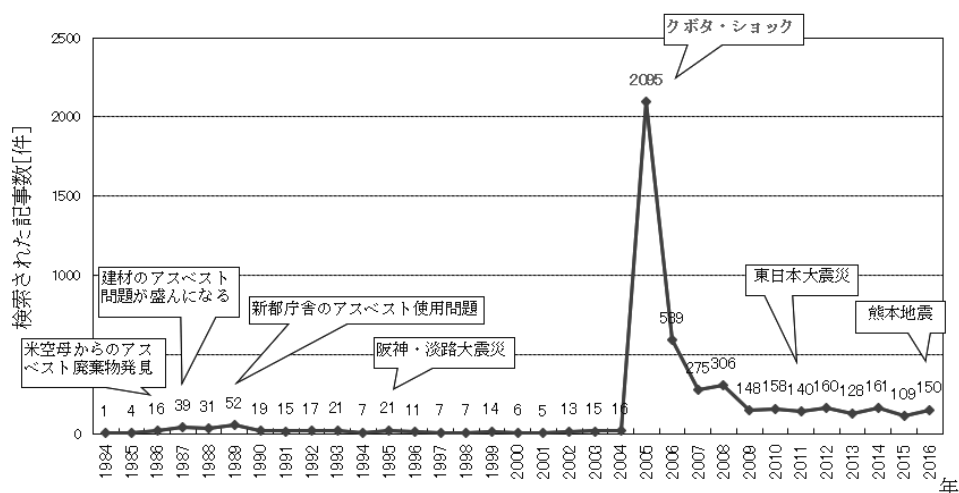
本稿では、アスベストの基礎知識を概観した上で、アスベストによる環境リスクと規制を整理し、これからの課題を論ずる。

II. アスベストの基礎知識

1. アスベストとは

アスベストとは、天然に産出する繊維状けい酸塩鉱物であり、蛇紋石または角閃石が地熱及び地下水の作用で繊維化したものである。石綿（せきめん、またはいしわた）とも呼ばれる。鉱物性けい酸塩の総称である。日本では石綿障害予防規則、大気汚染防止法、廃棄物処理法などの法規により石綿に対する規制を行っているが、これらの法規の関連で石綿の定義に関する記述があるのは、石綿障害予防規則の解説[1,2]と厚生労働省通知（2006年8月11日、基発第0811002号）だけである。そこでは、「『石綿』とは繊維状を呈しているアクチノライト、アモサイト、アンソフィライト、クリソタイル、クロシドライトおよびトレモライトをいう」と述べており、わが国ではこれらの6種類の鉱物の総称としてアスベストと呼んでいる。

外山[2]は建材中のアスベスト分析法を含めて、アスベストの定義に関する国際的な議論を詳述している。それによれば、日本のJIS法ではアスベストを繊維状けい酸塩鉱物として、その繊維状の定義としてアスベクト比（長さ／径）3:1以上としている一方、米国EPA法、英国HSG法、ISO法ではアスベストの定義として「アスベスト様形態（asbestiform）」を挙げており、アスベスト様形態の特徴をアスベクト比20:1から100:1以上で長さ5 μ m超など具体的に記述している。アスベストを特徴付ける「繊維状」についての形態学に関する文献は英米を



注) 朝日新聞社の記事検索システムで「アスベスト」または「石綿」を見出しに持つ記事を検索した結果

図1 1984年から2016年までの朝日新聞におけるアスベスト関連の記事数

中心に数多く見られ、国際的な論争を経てアスベスト様形態が1984年に公式に登場した後、2012年のISO 22262-1ではアスベスト様形態について「特定の種類の鉱物学的な繊維状の性質 (mineral fibrosity) であって、強い抗張力と柔軟性を持つ繊維及び原繊維があるもの」と説明している。Zoltai[3,4]ら多くの鉱物学者は、アスベスト様形態を柱状や針状となる通常のへき開 (cleavage) 粒子とは区別しており、気中濃度測定のために国際的に採用されてきたアスベスト比3:1以上とした基準を批判している。アスベストの定義をめぐる問題は発がんリスク、分析方法、予防と補償に関わるアスベスト問題の核心の1つであり、議論は継続中である[2]。

アスベストは蛇紋石群のクリソタイルとそれ以外の角閃石群の5種類に区別される。従来の産業利用に一般的であったのはクリソタイル(白石綿)、クロシドライト(青石綿)、アモサイト(茶石綿)であり、1995年アモサイトとクロシドライトの製造等が禁止となったため、以後はクリソタイルのみが使用されてきた。しかし、従来、意図的には利用されていなかった、クリソタイル、クロシドライト、アモサイト以外のアスベストについても、実際の建材分析の結果から国内での利用が確認されているため、建築物調査ではこれら6種類を調査すべきであるとされている[5]。

2. 使用状況

アスベストは国内でもわずかに産出されたが、大半はカナダや南アフリカなどの海外から輸入されてきた。輸入量は国内消費量のほとんどを占めるものであるが、1970年から1990年にかけて年間30万トン程度のアスベストを輸入していた。その後、図2に示すように、1995年4月には労働安全衛生法施行令が改正されて有害性の高いクロシドライトとアモサイトの使用が禁止され、2004年10月にはアスベスト(クリソタイルを含む)を重量1%を超えて含有する建材、摩擦材、接着剤等の製造、輸入、使用等が禁止された。2006年9月以降は、代替が困難な一定の適用除外製品等を除き、アスベストを重量

0.1%を超えて含有するすべての物の製造等が禁止されたが、さらに2012年3月には製造等が全面的に禁止された。

アスベストは他の繊維状鉱物に比べて高い抗張力と柔軟性をもつほか、高温に耐え、化学薬品にも強く、断熱性、防音性、電気絶縁性に優れている。アスベストはその優れた特性を利用して、工業製品として広く使用されてきた。1995年度の使用状況は、スレートなどの建材が93%と大半を占め、自動車摩擦材の2.9%を含む約4%が自動車に使用されていた[7]。アスベストは断熱性や防音性などに優れた低廉な原材料であったため、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と考えられている。

特に、耐火、断熱、吸音等の目的で鉄骨やコンクリート壁等に吹き付けて使用された工法(吹付けアスベスト)は、国内では1957年より開始され、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、特定化学物質障害予防規則によって1975年10月にはアスベストを5%を超えて含む吹付け工事は禁止されたが、5%以下のアスベストを含む吹付けはしばらく続けられたとされている。

アスベスト含有建材は多くの建築物に使用されており、今後それらの解体・改修工事の増加に伴い、適切なアスベスト曝露防止対策が必要になっている。国土交通省[8]は2006年以降、工事現場における作業者がアスベストの有無を容易に識別し、適切な取扱いをする支援を目的として、「目で見えるアスベスト」をまとめている。

3. 健康影響

アスベスト曝露との関連が確認されている疾患には、アスベスト肺、肺がん、悪性中皮腫に加え、良性胸膜疾患として、胸膜炎、びまん性胸膜肥厚、円形無気肺(または無気肺性偽腫瘍)及び胸膜プラークがある。これらは空気中に浮遊するアスベストを吸入することにより発生する。アスベスト関連疾患はアスベスト曝露開始から

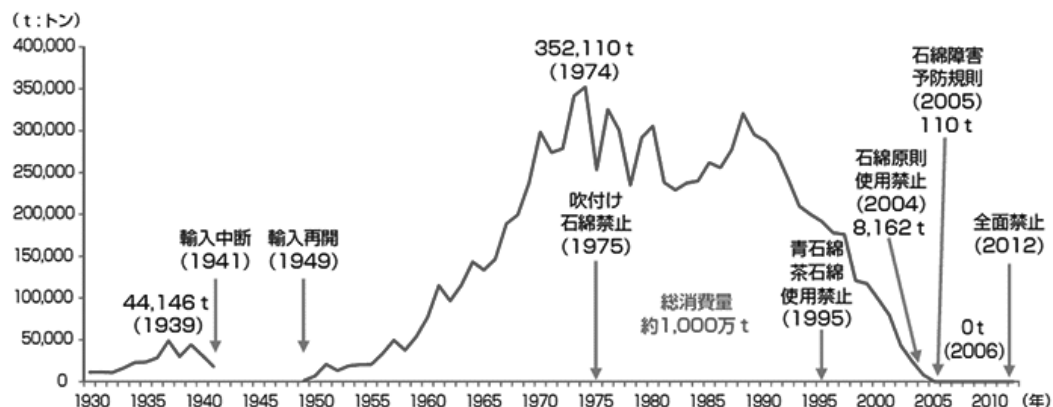


図2 日本のアスベスト輸入量の推移と法的規制の歴史[6]

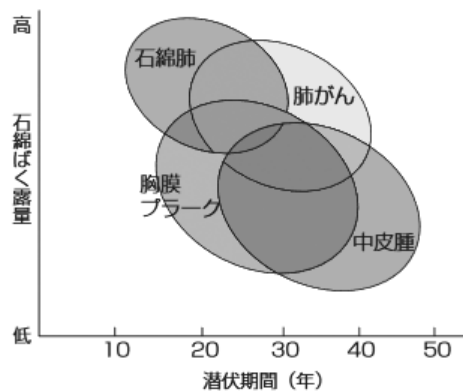


図3 アスベスト関連疾患における潜伏期間と曝露量との関係[6,10]

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年～数10年経過後に発症するとされる。特に肺がんでは、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[9]。

アスベスト肺、肺がん、中皮腫、胸膜プラークとアスベスト粉じん曝露量、潜伏期間との関係については、1970年代には図3のように、胸膜プラークや中皮腫はアスベスト肺や肺がんよりも低濃度の曝露で発症することが既に知られていた。アスベスト関連疾患の定義と診断基準については、1997年にフィンランドのヘルシンキで開催された「アスベスト関連疾患国際会議」（いわゆるヘルシンキ会議）で決められたヘルシンキ・クライテリアが有名であり、2014年の同会議で補完されている[11]。

アスベストに発がん性があることは海外の研究機関などによって広く認められており、WHOの附属機関である国際がん研究機関（IARC）では、6種類のアスベストすべてについて、グループ1（ヒトに対して発がん性あり）と認めている。WHOは、世界で職業によるアスベスト曝露を受ける人は2010年現在で1億2,500万人に及

び、アスベスト関連肺がんと中皮腫とアスベスト肺による死者が毎年少なくとも10万7,000人となっていると発表している[12]。

4. アスベストの環境中濃度

環境省では、アスベストによる大気汚染の状況を把握し、今後のアスベスト飛散防止対策を検討するための基礎資料とするとともに、国民に対して情報提供するために2005年度より毎年度、大気中のアスベスト濃度を調査している[13]。試料の採取および分析は、環境省のアスベストモニタリングマニュアル（第4.0版：2010年6月、第4.1版：2017年7月）に基づいて行われている。これは、位相差顕微鏡を用いてアスベスト以外の繊維を含む総繊維数濃度を求め、総繊維数濃度が1f/L（空気1Lあたりの本数）を超過した場合は、電子顕微鏡で物質を同定し、アスベスト繊維数濃度を求める方法である。2016年度の調査結果によると、総繊維数濃度の幾何平均は発生源周辺地域（高速道路及び幹線道路沿線など）とバックグラウンド地域（住宅地域など）でそれぞれ0.19～0.25f/L、0.17～0.21f/Lであり、ともに総繊維数濃度が1f/Lを超える地点はなかった。

これ以前に環境省（旧環境庁）[14]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。図4には1980年代以降2005年までのアスベスト濃度の推移を示すように、1980年代前半には発生源周辺地域で1～4f/L程度、バックグラウンド地域でも1f/L前後となっており、その後減少傾向をたどっていた。1995年に阪神・淡路大震災が発生して被災地域では毎月の一般環境濃度を測定したが、この機会に全国の測定は休止してしまい、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のが実態である。なお、2010年6月以前はクリソタイルを想定して位相差顕微鏡と生物顕微鏡による計数差をアスベスト総繊維数としてアスベスト濃度を算出していたものであり、現在

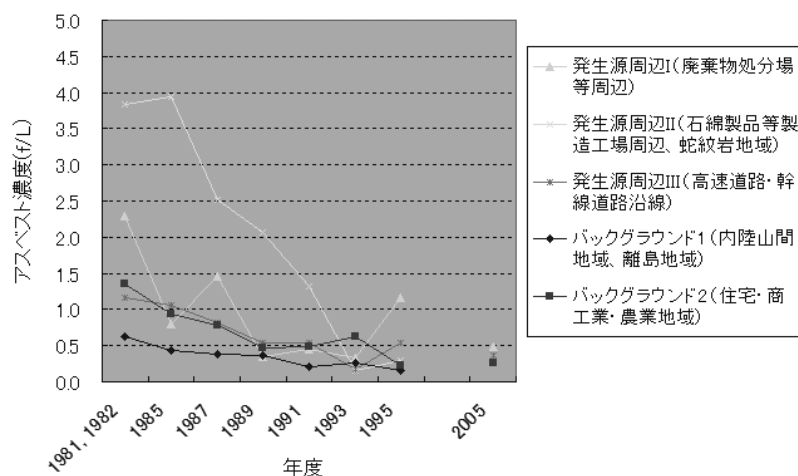


図4 1980年代以降2005年までの環境省（庁）モニタリングによる一般環境のアスベスト濃度の推移[14]

のアスベスト濃度とは厳密には異なる。

III. アスベストによる環境リスク

1. 職業性曝露（労働環境）における環境リスク

ILO[15]ではアスベストの職業性曝露を受ける可能性のある作業として、アスベストの採掘及び砕石、アスベストを含有する製品の開発及び製造、建設業（除去や保守などを含む）、ならびにアスベスト含有製品の輸送・使用・廃棄を挙げている。

日本では小規模のアスベスト鉱山が全国にあったが、第二次世界大戦前後で採掘はほぼ終了している。アスベスト含有製品の製造や使用も段階的に規制され、2012年には完全に禁止されている。建設業の曝露の中には、(1)新築時の吹付けアスベストによるもの、(2)新築時のアスベスト含有建材切断及び加工によるもの、(3)建築物維持管理・補修時の吹付けアスベスト及び飛散しやすいアスベスト含有建材によるもの、(4)建築物改築及び解体時のアスベスト含有建材によるものなどの4種類以上の曝露が存在している。日本のアスベスト使用は建材用途がほとんどであり、現在は建材も含めた使用が禁止されていることを考え合わせると、過去の(1)(2)のような施工や加工などによる曝露に対するフォローと、今後の(3)(4)といった維持管理や解体などによる曝露に対する対応が必要になる。特に解体の場合は、かつてのアスベスト製品製造現場と異なって現場が固定しないことから、曝露するアスベスト濃度も変動したり、一時的（作業者にとってはその継続）であったり、記録が残りにくい特徴も有する。

職業性曝露は、高濃度から低濃度まであり得る。アスベスト含有建材の切断や加工・掃除作業時は数f/mL～数百f/mLのアスベスト濃度の場合が多かったことが報告されている[16]。1999年に飛散事故があった文京区の報告でも、15m離れたバルコニーでも1f/mLを超えるアスベスト濃度が報告されている。

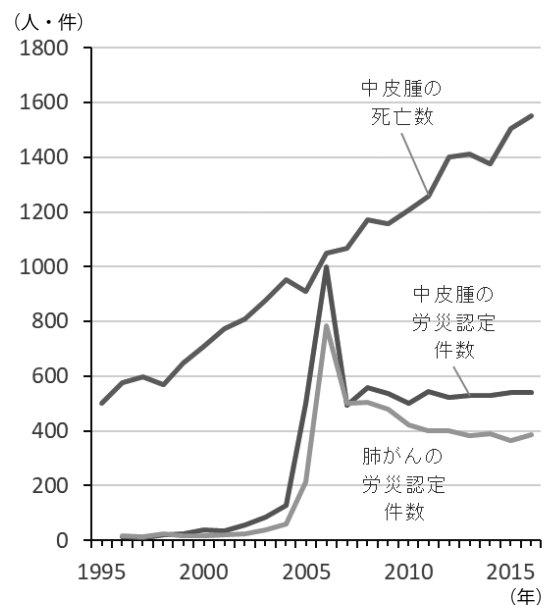
WHO[17]では、職業性曝露に次いで、アスベスト労働者が着たアスベストで汚染された作業衣を扱う家族なども準職業性曝露の機会としてとらえてきた。厚生労働省は、中皮腫や肺癌として業務上疾患として労災保険または石綿救済法（時効労災）で認定された人を公表してきたが、「吹付け石綿のある建物・部屋・倉庫での作業（建設業以外）」によるアスベスト関連疾患は、2013年度までの集計では、過去に105名である。日本では、2004年に吹付けアスベストのある建築物での中皮腫発症例として、名取らが店舗での勤務が原因で発症、死亡した悪性胸膜中皮腫の1例を初めて報告した[18]。吹付けアスベストのある文具店のアスベスト濃度は一般環境大気と比べて高く、文具店で勤務したことが悪性胸膜中皮腫を発症した主な原因と考えられた。このような吹付けアスベストのある建物での作業についても、職業性曝露の一種または準職業性曝露と考えて差し支えないであろう。

2. 非職業性曝露（一般環境）における環境リスク

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[17,19,20]。肺癌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癌発生率の上昇に比例するとする式で表されてきた。一方、中皮腫の場合は肺癌とは異なり、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、中皮腫がまれ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、肺癌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1f/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[20]。寺園[19]も同様の計算によって肺癌と中皮腫の合計で 2.2×10^{-4} という数値を得ており、一生を通じて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10-5レベルを超える値となっている[20]。

また、WHOが作成している国際疾病分類において、1995年から中皮腫を死因の一つとして初めて区分するよ



注：中皮腫の死亡数は年，労災認定件数は年度
出典：人口動態統計（中皮腫の死亡数），厚生労働省（労災認定件数）

図5 中皮腫の死亡数と中皮腫・肺癌の労災認定件数の推移

うになり、日本の人口動態統計でも同年から中皮腫の統計が公表されるようになった。こうした中皮腫の死亡データの蓄積によって、村山[20]は過去の死亡数の推移に基づく将来予測を試み、悪性胸膜中皮腫の死亡数は2000～2039年の40年間で約10万3,000人に達すると予測されることを2002年に公表した。この内容は「石綿被害急増の恐れ 40年で死者10万人説も」として新聞一面で報じられる[21]など、大きなインパクトを与えた。実際に、中皮腫の死亡数は図5に示すように増加を続けて2016年には1,550人となり、1995年以来の累計で22,075人に達している。図には中皮腫及び肺がんの労災認定件数もあわせて示しているが、クボタ・ショックの発生した2006年度のみ急増したものの以降は増えておらず、労災認定基準が厳しいことが一因という見方もある。

3. クボタ・ショックと石綿健康被害救済法

2005年6月29日、毎日新聞夕刊で「10年で51名死亡 アスベスト関連病で」「住民5人も中皮腫 見舞金検討、2人は死亡」と報じられる、いわゆる「クボタ・ショック」が日本中を揺るがす社会問題となった[22,23]。これは、兵庫県尼崎市にあるクボタ旧神崎工場周辺に住み、アスベストが原因とみられる中皮腫などで亡くなった人がいることがわかり、水道管等の石綿セメント管（クロシドライト及びクリソタイルを使用）を1954～1975年の間、アスベスト含有住宅建材（クリソタイルのみ使用）を1970～1997年に製造していた工程から周辺に飛散したアスベストが原因であると考えられたものである。実は1987年にも、アスベストを使う工場の近くに住んでいた主婦が、アスベストが原因とみられる中皮腫にかかっていたことが文部省（当時）の「環境科学研究班」の調査で明らかになったとして「大気中に出た石綿が中皮腫の原因であれば、日本で初めての例」とされていた。クボタについても、2004年度末時点で同社が把握していたアスベスト関連疾患による死亡者の累計は74人、他に療養中が15人で合わせて89人であり、高い罹患率で労災認定を受けていたと考えられる。「中皮腫・アスベスト疾患・患者と家族の会」が工場周辺の聞き取り調査を開始して、クボタが原因と確信した3人の中皮腫患者が2005年春から交渉して会社が見舞金を支払うことになり、毎日新聞が社名を明らかにして知られることになったものである[23]。なお、クボタによれば、旧神崎工場内外のアスベスト被害について、周辺住民と元従業員の被害者数は2017年末で547人（周辺住民は329人）、うち死亡は501人（周辺住民は308人）としている。

その後、企業、業界団体などがアスベスト曝露による中皮腫などのアスベスト関連疾患が多数発生し、労災認定を受けていることを相次いで公表し、アスベストによる中皮腫、肺がんの発生が各地で発生していることが明らかになった。そして、アスベストの非職業性曝露による健康被害があることの共通認識が生まれ、2005年7月以降、「アスベスト問題に関する関係閣僚による会合」

が開催されて、アスベストによる健康被害者のうち、労災補償などの既存の法律で救済されない被害者を隙間なく迅速に救済するための法的措置として、「石綿による健康被害の救済に関する法律」が2006年2月に公布、同年3月に施行された。

この石綿健康被害救済法によって、健康被害を受けた者及びその遺族に対して、医療費等の救済給付が支給されることとなった。本制度は健康被害の補償ではなく、健康被害による経済的負担の軽減を図るものとして、見舞金的な性格を有しているとされている。対象疾病は悪性中皮腫と肺がんであったが、2010年の同法施行令改正で「著しい呼吸機能障害を伴う石綿肺」及び「著しい呼吸機能障害を伴うびまん性胸膜肥厚」が追加された。なお認定基準は、中皮腫については「診断の確からしさが担保」されれば、肺がんについては発症リスクを2倍に高めるアスベスト曝露が医学的にまたは肺内石綿数から確認されることが要件とされている。

このような石綿健康被害救済法によっても、労災補償との比較で「救済の隙間（遺族年金や就学援護費など）」及び「公正さを欠く点（医療費や休業補償の格差など）」が存在しているという批判もある[23]。この他、アスベストによる肺がんをほとんど救済できていないとする指摘[23]もあり、実際に石綿健康被害救済法における2006年度から2015年度までの認定件数10,985件のうち、中皮腫9,369件（85.3%）、肺がん1,468件（13.4%）[24]と大きく中皮腫に偏っている。これは、図5にも示した労災認定件数の1996～2016年度の累計が中皮腫で7,198件、肺がんが5,452件と中皮腫の比率がやや大きい程度の状況とも異なるとともに、1997年から2004年までの多数の文献をレビューしたHendersonら[25]が（発症比は多くの要素に依存するので難しいとしながら）中皮腫1例に対して肺がんの過剰発生は1～2例程度と述べている比率とも大きく乖離している。石綿健康被害救済制度では「石綿による肺がんに関しては、知見が十分に得られておらず、未だに解明されていない課題が残されている」[26]と認めているものの、国内ではアスベストに特有の中皮腫に対して、肺がんの認定が難しく十分な救済ができていない可能性があるといえる。

4. 震災とアスベスト

建築物に建材として含まれていたアスベストに関して、1980年代後半に社会問題となった際、公共建築物に存在していた吹付けアスベストは除去を含む対策が多くとられた。一方で、対策には多額の費用を要したこと及び法規制が行われなかったことなどの理由により、民間の建築物には十分な対策が取られないままであった。このようななかで阪神・淡路大震災をはじめとする震災が発生し、その度にアスベスト飛散防止対策や法改正がなされることとなった。

アスベスト飛散が懸念された最初の震災はいうまでもなく、1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災であ

る。阪神・淡路大震災は直下型の地震で大都市を襲っただけでなく、1970年代を中心に施工された吹付けアスベストが民間建築物を中心に多く残存し、解体の際のアスベスト飛散防止対策が未整備な状態で対応を迫られた点でも、過去の震災の中で最もアスベスト飛散が憂慮された震災といつてよいであろう。

環境庁は大気環境モニタリングとして一般環境の「追跡継続調査」及び「解体現場周辺調査」を行い、被災地の一般環境は2月から6月頃まで1~2f/L程度またはそれ以上（最高6f/L）の地域が多くあったとともに、解体現場周辺では最高で19.9f/Lのアスベスト飛散がみられたとした[27]。筆者[19,28]は当時の被災地における吹付けアスベスト蓄積量と飛散量をそれぞれ3,740トンと13kgと推定し、大気拡散モデルを用いて環境庁モニタリング（一般環境の追跡継続調査）の各測定点におけるアスベスト濃度上昇の寄与を試算した結果、実測値との間に弱い正の相関関係を確認した。一方、解体現場周辺においては、環境庁のモニタリング結果以外にも、中地[29]は吹付けアスベスト（クロシドライト）の存在した建物の解体現場を2月に発見し、散水もされないまま解体された現場の敷地境界付近で160と250f/Lという一般環境としては極めて高いアスベスト濃度を測定した。筆



(1)散水も行われない解体工事



(2)防護マスクをしない作業者と吹付けアスベストの粉じんの清掃

図6 阪神・淡路大震災で行われた不適切な解体工事事例（中地重晴氏撮影）

者[20,29]も250f/Lの方の同じフィルターから透過型電子顕微鏡法で分析を行い、5,300f/L（すべての長さのアスベスト）という濃度であった。環境庁の解体現場周辺調査は、現場で吹付けアスベストの事前除去なしの解体が行われたとは考えにくく、自ずと限界がある。吹付けアスベストを除去せずに解体する現場が被災地に存在し、周辺と一般環境のアスベスト濃度上昇に影響を与えたといえるのが自然である。

このようななか、倒壊建築物の解体によるアスベスト飛散に対して、国や関係自治体は様々な防止対策を講じてきた。例えば、2月に行われた石綿対策関係省庁連絡会議では解体・撤去を行う事業者に対し、吹付けアスベスト使用の確認を求め、使用が確認された建築物は倒壊する危険性から立入禁止の場合を除き解体前に除去し、確認できない場合は解体時に薬剤散布や散水をするという内容を求めている。また、神戸市も3月から11月にかけて倒壊建築物のアスベスト使用実態調査を三次に渡って行うとともに、不適切な工事に対して工事中止を命じたケースも15例あったとされる。ただし、著者が後に神戸市担当者にヒアリング調査した結果、当時の「工事中止命令」も法的根拠がない力関係によるものであり、解体業者との間の「怒鳴りあい」によるものであったと当時の状況を語っていた。なお、建築物解体に伴うアスベスト飛散防止そのものについて、当時は法的根拠がない指導ベースのものであり、発災翌年の1996年5月改正の大気汚染防止法による特定粉じん排出等作業に係る作業基準によって、吹付けアスベストの事前除去やその手順などが初めて整備された。

これらの対策にもかかわらず、阪神・淡路大震災後、建物の解体やがれき処理に携わった労働者のうち、震災から20年経過した2015年時点で5人が中皮腫を発症し[30]、その多くが労災認定を受けている。また、2018年4月には震災直後から1か月間の救護活動でアスベストを吸引して中皮腫を発症し死亡した警官が公務災害（労災）を受けた[31]ように、短期間のアスベスト曝露によっても被害が発生している。当時はアスベスト対策の指導や報道は多かったと記憶するが、当時のアスベスト対策について、行政から「聞いていない」とする解体業者も現れる[32]ため、より一層の周知徹底が必要である。

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、阪神・淡路大震災と異なり津波による被害が大きく、多量の津波被害物を混合状態で撤去せざるを得なくなった[33,34]。被災地における復旧復興工事等についてアスベストの飛散・曝露防止対策の徹底を図るため、環境省と厚生労働省による東日本大震災アスベスト対策合同会議が2011年5月以降開催された[35]。この報告書によれば、被災地の8つの分類のうち建築物等の解体・改修中の現場において、65地点のうちアスベスト繊維数濃度が10f/Lを超過した地点が7地点あり、特に煙突内部に敷設されたアスベスト含有断熱材の除去工事現場の前室で260f/Lを記

録するなど、アスベスト除去工事現場の集じん・排気装置の不具合が原因と推定されるアスベストの飛散事例が確認されたことを受け、飛散防止対策の徹底を依頼した。また、仙台市内のホテルで吹付けアスベスト除去工事現場の敷地境界で360f/L（ただし、電子顕微鏡による濃度）という高濃度を記録した事例[36]もあり、同様に不適切な工事が行われたとみられる。外山[33]も吹付け材の近傍を含む津波被災地の路上などの調査の結果、アスベスト濃度はほとんどの場所で低濃度（1 f/L 以下）であったものの、仮置場の成形板搬入作業中で一時的に33.9 f/L の高濃度を示しており、仮置場などでの作業や周辺への影響を懸念するとともに、アスベスト含有建材の発見・表示などの対策の必要性を指摘している。

2016年4月に発生した熊本地震では、被害を受けた建築物の解体工事が本格化する前に、対策の緊急性に関する建築物のスクリーニング調査を実施することができた。すなわち、筆者ら[37]は熊本県の依頼を受け、建築物石綿含有建材調査者協会の専門家とともに、翌5月に合計298棟の建築物の調査を行い、緊急対策の必要が高い1棟と要注意建築物8棟の指摘を行った。これは、熊本県及び熊本市が事前に固定資産台帳などを基に、アスベストの飛散リスクが高い可能性のある建築物を予めリストアップしていたために可能であったものであり、行政における建築物のアスベスト台帳の作成が平常時と災害時の双方で有効であることを示すものでもある。

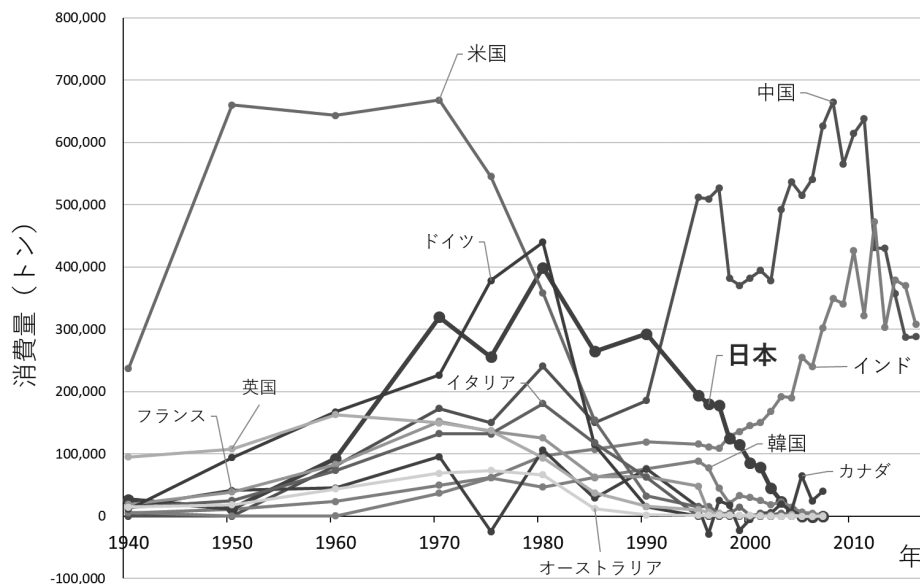
IV. アスベストに関する規制

1. 製造・使用

アスベストが深刻な健康被害をもたらすことが明らかになり、社会問題化するにつれて、各国は対策に乗り出す[23]。対策はどの国でも、まず職業性曝露による労働者の健康被害の防止の観点から、最初にじん肺を予防するための対策、次いで発がん物質としての性質に着目した対策へと進み、並行して労働者だけでなく一般住民や環境保護の観点からの対策や規制も導入されるようになる。それらは管理して安全に使用しようという対策であるが、やがてアスベストの「管理使用」は成り立たないという事実を直視することにより、より抜本的な「使用禁止」という方向に進んできた[23]。

Ⅱ.2. で述べたように、日本では1975年に吹付けアスベスト（含有率5%超）の禁止、1995年にクロシドライトとアモサイトの使用禁止、2004年にアスベスト（1%超）の製造・使用等の原則禁止、2006年にアスベスト（0.1%超）の製造・使用等の原則禁止、2012年にアスベスト（0.1%超）の製造・使用等の全面禁止と進んだ。

日本におけるアスベストの本格的な産業利用は欧米の先進工業国に比べて遅れたものの、図7に世界各国のアスベスト消費量の推移を示すように、1980年代前半までにピークを迎えた点で日本は欧米諸国と類似している。しかし、アスベストの原則使用禁止が1990年代に進んだドイツ（1993年）、フランス（1997年）及び英国（1999年）のような欧州諸国に比べて、日本のアスベスト使用禁止



注：消費量は見かけ消費量であり、産出量＋輸入量－輸出量であるため、負の数の場合がある。1950年から1985年までのドイツは東西ドイツの合計。1940年から2002年まではUSGS（2006）“Worldwide Asbestos Supply and Consumption Trends from 1900 through 2003”。2003年から2007年まではUSGS Mineral Industry Surveys、2008年から2016年まではUSGS Minerals Yearbookを参照して、筆者が作成。2016年は暫定値。

図7 各国のアスベスト消費量

は10～15年程度遅れたことが理解できる。そして、2000年以降は中国やインドなどのアジア諸国がアスベストの消費を拡大させている点が世界の懸念事項である。

森永[38]によれば、主なアスベスト関連疾患が各国で最初に報告された時期は、アスベスト肺（英国1906年、米国1918年、日本1929年）、アスベスト肺がん（英国・米国とも1935年、日本1960年）、中皮腫（英国1935年、米国1960年、日本1973年）と紹介しており、国内外でアスベスト肺が早く、肺がんと中皮腫が続いた。なお、日本における初めての労災認定はアスベスト肺1954年、肺がん1973年、中皮腫1978年であり、1960年のじん肺法で初めて労働現場のアスベスト粉じん対策が取られるようになった。そして作業環境においては、1973年の抑制濃度導入の後、1989年からは管理濃度を用いた評価と管理が行われるようになった。

アスベストの発がん性は1972年のILOやIARCなどの会議においても指摘され始め、1986年のWHOによるEnvironmental Health Criteria 53: Asbestos and Other Natural Mineral Fibers [17]や1987年のIARCによるアスベストのグループ1（ヒトに対して発がん性あり）分類につながっている。1986年に採択されたILOの「アスベストの使用における安全に関する条約」[15]では、アスベストの安全な使用（管理使用）を認めるかどうかに関する国際的な論争が生じ、工学的管理と代替・禁止が併記される結果となった[24]。この後、使用禁止に向かった欧州諸国に対して、ILO総会でも使用禁止に反対した日本政府は対応が遅れることとなった。国内では、日本石綿協会（現JATI協会）が「管理すれば石綿の使用は可能であるという立場」（日本石綿協会のポジション・ステートメント、1991年8月）[39]で関係省庁に働き掛けを続けていたのが大きく影響していた。しかし「管理使用」の実態は、作業環境管理の改善努力を除けば、少なくとも建材使用においては「アスベスト含有建材の1枚1枚に自主的に「a」マークを表示する」（1989年から含有率5%超、1995年から含有率1%超が対象）程度のものであり、建築物の解体や廃棄の段階を含むライフサイクルを想定したものと到底言えないものであった。

こうしたなか、近年はアスベスト訴訟で国の責任が認められる判決が続いている。2014年10月の泉南アスベスト訴訟（第1陣・第2陣）の最高裁判決で、1958年5月から1971年4月までの間にアスベスト工場で局所排気装置を設置することを義務付けなかったことが、国家賠償法の適用上違法であると判断し、和解に至った。これは1959年にはアスベスト肺の知見があり、1960年のじん肺法制定時に対応すべきであったとされたものである。次いで2018年3月の建設アスベスト訴訟（東京第1陣）の高裁判決では、1975年10月以降、2004年9月までの吹付け作業者に防塵マスク着用などを国が義務付けなかったのは違法とされた。このように1960年頃から2000年過ぎに至る長期間、アスベストの健康影響に関する科学的知見にもかかわらず作業者の防護対策が遅れ、一般環境リス

クにもつながる使用禁止の遅れにもつながったことを重く受け止める必要がある。

2. 建築物の解体・改修

国内でアスベストの消費量の多くが建材として使用されてきたことから、様々な建築物のアスベスト対策が取られてきた。1980年代後半に社会問題化した時点では、建築物内にある劣化・損傷した吹付けアスベストを対象として、環境庁・厚生省及び建設省（ともに当時）から、除去・封じ込め・囲い込みの処理を行うための通知及びガイドラインがそれぞれ1988年に同時に出された。

また、建築物の解体・改修時の対策については吹付けアスベストを対象として、労働省（当時）からはアスベスト粉じん曝露防止に関する通知が1986年に、環境庁からは解体前の除去を求めた通知が1987年にそれぞれ出された。阪神・淡路大震災後の1996年には改正された大気汚染防止法で、一定の特定建築材料（当時は吹付けアスベストのみ）のある建築物の解体・改修等を特定粉じん排出等作業として、事前除去等の作業基準の遵守を定めた。そのマニュアルの初版は1999年に始まり、2005年の政省令改正（特定建築材料に保温材、耐火被覆材、断熱材を追加、規模要件等の撤廃など）と2014年の法令改正（届出義務を発注者などに変更）などを反映させて、現在の「建築物の解体等に係る石綿飛散防止対策マニュアル」（2006, 2014）[40]に至っている。

労働省も1988年に吹付けアスベストを対象として「建築物の解体又は改修工事における石綿粉じんへのばく露防止のためのマニュアル」を出していたが、厚生労働省は旧特定化学物質障害予防規則のアスベスト関係部分を労働安全衛生法に基づく新たな単独の規則として石綿障害予防規則を2005年2月に公布し、同年7月から施行した（施行がクボタ・ショックの直後となった）。ここでは建築物等の解体等において、アスベスト使用の事前調査、作業計画の策定、アスベストの発じん性に応じた除去や隔離措置（集じん・排気装置を含む）などを定めた。また厚生労働省は2012年に「建築物等の解体等の作業での労働者の石綿ばく露防止に関する技術上の指針」、さらに2014年に新技術指針を出して、2018年3月には「石綿飛散漏洩防止対策徹底マニュアル（2.20版）」を発表している。同マニュアルでは発じん性に応じたアスベスト含有建材の分類を行い、発じん性が著しく高いものをレベル1（吹付けアスベスト等）、高いものをレベル2（アスベスト含有耐火被覆材、断熱材、保温材）、比較的低いものをレベル3（その他アスベスト含有成形板）としており、このレベル分類は石綿障害予防規則以外にも一般によく用いられている。

3. 廃棄物の取扱い

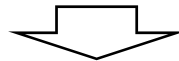
吹付けアスベスト除去工事に際して発生したアスベスト廃棄物に対しては、1988年に厚生省よりアスベスト廃棄物処理ガイドラインとして「建設・解体工事に伴うア

アスベストによる環境リスクとこれからの課題

表1 アスベスト関連主要四法の比較（石綿対策全国連合会[23]を筆者が修正したもの）

クボタ・ショック前

		労働安全衛生法・石綿障害予防規則 ^{*1}	大気汚染防止法	廃棄物処理法	建築基準法
含有量基準		1%超含有	行政指導で1%超含有	基準なし	基準なし
アスベスト含有建材	吹付けアスベスト	レベル1規制	特定建築材料	特別管理産業廃棄物 (保温材のみ)	規制なし
	吹付けロックウール				
	吹付けパーミキュライト等				
耐火被覆材, 保温材, 断熱材		レベル2規制	規制なし	非飛散性廃棄物の技術指針	
上記以外のアスベスト含有材		レベル3規制			



クボタ・ショック後

		労働安全衛生法・石綿障害予防規則	大気汚染防止法	廃棄物処理法	建築基準法
クボタ・ショック後の改正法令施行日 ^{*2} (最新の改正法令)		2006年9月1日改正政省令施行 (2014年6月1日改正政省令施行)	2006年10月1日改正法令施行 (2014年6月1日改正法令施行)	2006年8月9日改正法令施行 (同上)	2006年10月1日改正法令施行 (同上)
含有量基準		0.1%超含有	0.1%超含有	0.1%超含有	0.1%超含有(吹付けロックウール)
アスベスト含有建材	吹付けアスベスト	レベル1規制	特定建築材料	特別管理産業廃棄物	アスベスト含有吹付けの一部のみ対象
	吹付けロックウール				規制なし
	吹付けパーミキュライト等				
耐火被覆材, 保温材, 断熱材		レベル2規制	行政指導	石綿含有廃棄物	
上記以外のアスベスト含有材		レベル3規制			
濃度基準		屋内作業基準 150f/L	工場敷地境界基準 10f/L	濃度基準なし	濃度基準なし
			一般環境基準(未設定)		

*1 2005年7月施行の石綿障害予防規則であるが、同年2月公布の内容のため、クボタ・ショック前としている

*2 主な内容は最新の改正後も同じ

スベスト廃棄物処理に関する技術指針・同解説」が取りまとめられ、十分な強度のプラスチック袋（二重）などの使用や、2m以上の覆土による埋立などを求められた。また、1991年の廃棄物処理法改正と翌年の施行令によって、吹付けアスベストに加えてアスベスト含有保温材の廃棄物、さらに特定粉じん発生施設で生じたアスベスト（製造工場の集じん施設で集められたものなど）が「廃石綿等」の名称で特別管理産業廃棄物に指定され、二重梱包か固化を経た後に最終処分することとなったほか、溶融による処分も認められた。

一方、アスベスト含有成形板については、2005年3月に環境省は「非飛散性アスベスト廃棄物の取扱いに関する技術指針」を発表し、耐火被覆材を含めてアスベスト含有率1%超の成形板に対して、原則手作業で原形のまま撤去、極力破碎せず最終処分（安定型処分場）することを求めた。翌2006年8月の廃棄物処理法施行令改正では、非飛散性アスベスト廃棄物（含有率を0.1%超に改正）を石綿含有廃棄物として処理基準を定めたことで、

アスベスト含有成形板の廃棄物に対する法的な規制が始まったといえる。処理基準では、飛散防止措置をとること、他の廃棄物と区分した収集・運搬、中間処理としての破碎禁止などが定められた。

同じ2006年8月の廃棄物処理法施行令改正では、廃石綿等及び石綿含有廃棄物を石綿含有廃棄物等として、これらに対する溶融施設（1,500℃以上必要）の設置を都道府県の許可制とした。また、同時に施行された廃棄物処理法改正では、無害化処理認定制度が創設された。これは、今後大量に発生するレベル3相当のアスベスト含有成形板を念頭に、石綿含有廃棄物等に対する溶融（1,500℃以下でも可）による無害化処理を促進するため、国が個々の施設の安全性を確認して施設設置の許可を不要とする特例制度を設けたものである。しかしながら、2014年9月時点の無害化処理認定を受けた施設は2社にとどまるとともに、2010～2013年度の実績は廃石綿等のみとなっており[41]、ほとんどのレベル3相当の廃棄物は埋立処分されているのが現状である。

さらに、2006年10月の廃棄物処理法施行令改正で石綿含有廃棄物の収集・運搬、処分等の処理基準が、2010年12月の同令改正により廃石綿等の埋立処分基準（薬剤による安定化、即日覆土を追加）がそれぞれ強化された。これらを反映して、2007年11月には石綿含有廃棄物等処理マニュアル（第1版）が、2011年3月には同マニュアル（第2版）が発表されている。

4. 災害時における取扱いマニュアル

規制ではないが、阪神・淡路大震災などの災害を受けて、環境省は災害時におけるアスベスト飛散防止措置の留意点を整理した「災害時における石綿飛散防止に係る取扱いマニュアル」を2007年8月に作成していた。その後、大気汚染防止法など関連法令の改正や、東日本大震災の発生を受けて見直しを行い、2017年9月に改訂版のマニュアル[42]を発表した。

改訂版では、平常時における準備、災害発生時の応急対応、被災建築物等の解体・補修及び廃棄物処理、環境モニタリング、津波等により発生した混合廃棄物の処理における留意事項、自治体による立入検査が主な追加・変更点となった。特に応急対応については、旧マニュアルでは応急危険度判定時の調査結果や住民からの情報提供によりアスベスト含有建材を把握としていたのが現実的でなかったことから、自治体が建築物の情報等に基づき専門家の協力を得て確認調査する方法へ変更したり、所有者による対応が困難な場合に自治体が応急措置を実施することとなった。また、完全倒壊などで立入不可の場合に「注意解体」を認めその手順を示したが、現場で不適切な解体が行われないよう注意が必要である。

この他、廃棄物資源循環学会が東日本大震災の後に「災害廃棄物分別・処理実務マニュアル」[43]をとりまとめ、災害廃棄物処理におけるアスベスト含有建材の取扱いについて記している。

5. リスク管理と大気汚染防止法の敷地境界基準

一般環境大気におけるアスベストの濃度基準がないために、一般環境や解体現場周辺の大気中アスベスト濃度の比較対象として、大気汚染防止法における特定粉じん発生施設の敷地境界基準10 f/Lと比較されることが多いが、ここでその問題を指摘しておきたい。

まず、10 f/Lはリスク評価上適切な濃度ではないことを指摘しなければならない。WHOが1986年に出版したEnvironmental Health Criteria 53: Asbestos and Other Natural Mineral Fibers[17]はアスベスト及び他の天然鉱物繊維への曝露が人間の健康へ及ぼすリスクを評価したものであり、日本のみならず世界で大いに参照されている。この中では、第5章で一般大気のアスベスト濃度に関する多数の報告のレビューを行った上で「都市部の大気中濃度は通常<1~10f/L（この数値を超えることも稀にある）の間である」と結論づけた個所と、第9章の健康リスクの評価においてアスベストの量反応関係を検討した上で

「一般住民においては、アスベストに帰せられる中皮腫及び肺がんのリスクについて信頼できる定量化はできず、おそらく検出できないほど低いであろう」と結論付けた個所がある。1988年11月にまとめられた環境庁のアスベスト対策検討会[44]では、当時まだアスベスト製品を製造していた工場等に係るアスベスト発生源対策についてまとめる際に上記2箇所をつなげて引用して、「WHOの見解及び現在までに考えられている知見を総合的に引用すれば、現在の一般環境においては、環境大気中に含まれているアスベストに起因する肺癌及び悪性中皮腫のリスクは小さいと考えられる」と記している。すなわち、WHOは環境中濃度とリスクを別々に論じていたのであるが、日本ではいわば二段論法でつなげて、10 f/Lまでであればリスクは小さいとして大気汚染防止法の敷地境界基準の設定根拠とされてしまった。

ここで問題なのは、WHOが10f/Lまでであればリスクは小さいとは述べていないことも一つであるが、より大きな問題はWHOが第5章で整理した環境中濃度は電子顕微鏡（走査型または透過型）による濃度であって日本で一般に用いている位相差顕微鏡とは異なることである。電子顕微鏡の濃度は位相差顕微鏡より高めに出るが、仮に1桁異なるとすれば位相差顕微鏡では1 f/L以下が求められることになる。

なお、後の1996年の中央環境審議会答申「今後の有害大気汚染物質対策について」や、ベンゼンなど3物質に対して翌年に設定された大気環境基準では、実質安全用量の概念を導入して当面の有害大気汚染物質対策の目標を生涯過剰死亡リスク 10^{-5} に設定されていた。この際、アスベストに対しては敷地境界基準の見直しがなされずに、Ⅲ.2.で述べたようなユニットリスクの考え方では1f/Lでさえも 10^{-5} レベルを超える値であり、相対的に高いリスクの敷地境界基準のみが残ってしまっている。1989年当時はまだアスベスト製品製造工場があり、管理が不十分であったものもあることを考えれば、敷地境界基準を10 f/Lに設定したことはその後の濃度低減に寄与する上で意義があったと考えられる。しかしながら、アスベストの使用等が禁止され、かつ一般環境濃度も低減してきた現状においては、実質安全用量の概念とユニットリスクも考慮すると10f/Lでは非常に高く、1 f/L以上の際に発生源を探して低減に努めるのが妥当ではないだろうか。

V. これからの課題

アスベストは国内で建材などに大量に使われてきており、建築物の解体等や災害時における飛散によるリスクを防止することが大きな課題となっている。大気汚染防止法や石綿障害予防規則などの規制によって一定の対策は取られてきたが、これからの課題は2016年5月に総務省が環境省、厚生労働省、国土交通省及び総務省に対して行った「アスベスト対策に関する行政評価・監視―飛散・ばく露防止対策を中心として―」の結果に基づく

勧告」[45]が参考になる。主には、建築物の解体時等のアスベスト飛散・曝露防止対策として、(1)事業者が事前調査でアスベスト含有建材を見落として飛散する事例があること、(2)大気汚染防止法の規制対象外のレベル3建材の湿潤化不足等から飛散する事例があること、また災害時のアスベスト飛散・曝露防止対策として、(3)平常時からアスベスト使用建築物の所在情報の収集等の備えを行っている自治体の一部であったことが指摘され、それぞれ実態把握や改善策などが勧告された。

まず、解体時における事前調査については、少なくともレベル1及び2建材の調査が大気汚染防止法と石綿障害予防規則で定められているにもかかわらず、見落とされることが多い。この原因としては、解体等工事の受注者（自主施工者を含む）が事前調査を行うことになっているが、調査資格が定められておらず知識や能力が不十分なまま調査をされる可能性があること、工事費を抑えたい発注者の意向が様々な形で反映される余地のあること、などが考えられる。2013年から国土交通省による建築物石綿含有建材調査者講習の制度が始まったが、通常時のみならず解体時の事前調査にも積極的に活用されることが望ましい。また、工事は通常短期間で終了するため、不適正工事を行っても罰則適用が困難であるという

現状があるが、適正工事の必要性の周知徹底や漏洩監視対策と合わせて検討すべき課題である。さらに、後述するレベル3建材でも同様であるが、環境省と厚生労働省の法規とマニュアルは共通点が多いので、周知徹底を図るためにも、用語と内容の双方でわかりやすく統一化されるのが望ましいであろう。

また、レベル3建材について、環境省の「建築物の解体等に係る石綿飛散防止対策マニュアル2014.6」に基づき、できるだけ原形のまま取外しと湿潤化が求められているものの、大気汚染防止法による規制ではない。厚生労働省の「石綿飛散漏洩防止対策徹底マニュアル（2.20版）」でも同様に原則非破碎の解体と湿潤化が求められているが、石綿障害予防規則では切断等の作業での湿潤化は定められているものの、レベル3の対策であることが明確ではないように思われる。原則の解釈が容易でないレベル3建材ではあるが、国内の蓄積量の多さを考慮すると対策の徹底が必要である。

さらに、アスベスト使用建築物の情報について、国土交通省はその全体像を図8で示し、調査対象となる民間建築物は国内に約280万棟、優先すべきは1989年（平成元年）以前の約157万棟、うち、すでに把握している大規模建築物（床面積1,000㎡以上）は約27万棟、今後把

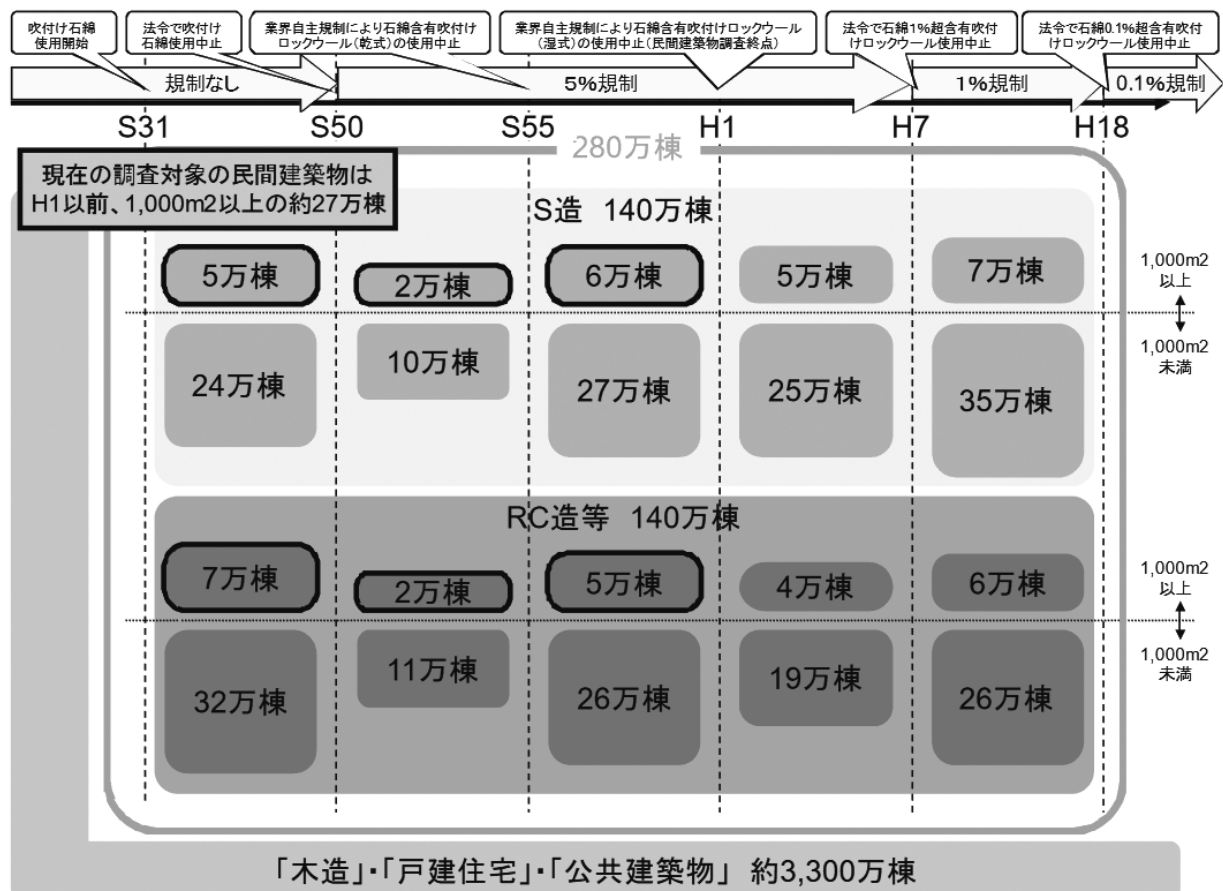


図8 アスベスト使用建築物の全体像[46]

握すべき小規模建築物は約130万棟としている[46]。学校や公共建築物の吹付けアスベストに対しては1980年代後半に各種の調査と除去などの対策が取られたが、民間建築物や吹付けアスベスト以外の調査は後回しになっていたと言える。クボタ・ショックの後に民間建築物における調査も進み始めたが、一定以上の床面積が対象であったり、調査方法が不十分であったりする問題があった。不適正な解体や災害でアスベスト飛散が発生する前に、残る約130万棟の建築物に対して、優先度を考慮しながら適正な調査と対策を進める必要がある。

その他、アスベスト含有建材の除去作業の完了確認、除去作業に対する資格制度、煙突や塗材を含む判別や対策が困難な建材への対応など、課題は多いが、紙面の関係で省略する。

VI. おわりに

アスベストが建材などの形で日本の高度成長時期を支えた有用な材料であったことは事実である。しかし、代替化や使用禁止が欧州諸国に比べて遅れたために、累積のアスベスト消費量は約70万トン、アスベスト含有建材としても1,000万トン近くのストックを抱えることになった。現在は使用禁止になっているため、いわば「負の遺産」の管理の問題をあと数10年負うことになっている。一般環境におけるリスクがあることを認識して、平常時から建築物の解体や廃棄物対策を一層強化していく必要がある。

文献

- [1] 中央労働災害防止協会. 石綿障害予防規則の解説. 2015.p.26. ISBN-13: 978-4805915875
- [2] 外山尚紀. 日本における石綿の定義と建材等製品中の石綿含有分析の課題. 労働科学. 2011;87(4):136-156.
- [3] Zoltai T. Asbestiform and acicular mineral fragments. Ann New York Acad Sci. 1979;330:621-643.
- [4] Zoltai T. Amphibole asbestos mineralogy. Reviews in mineralogy and geochemistry. 1981;9A:237-278.
- [5] 日本環境衛生センター. 建築物石綿含有建材調査者講習テキスト 第3版第2刷. 神奈川：日本環境衛生センター；2017.
- [6] 環境再生保全機構. 石綿と健康被害. 2018. <https://www.erca.go.jp/asbestos/what/kenkouhigai/pdf/panphlet.pdf> (accessed 2018-08-22)
- [7] 日本石綿協会. せきめん. 1997;618:2.
- [8] 国土交通省. 目で見えるアスベスト建材 (第2版). 2008. http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/01/010425_3/01.pdf (accessed 2018-08-22)
- [9] Hammond EC, Selikof IJ, Seidman H. Asbestos exposure, cigarette smoking and death rates. Ann New York Acad Sci. 1979;330:473-475.
- [10] Bohlig H, Otto H. Asbest und Mesotheliom. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 1975. p.1-52.
- [11] 井内康輝. 石綿関連疾患の診断の新しいヘルシンキ・クライテリア. 井内康輝, 編著. 石綿関連疾患の病理とそのリスクコミュニケーション. 東京：篠原出版新社；2015. p.148-157.
- [12] WHO. Elimination of asbestos-related diseases. 2014. http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/Elimination_asbestos-related_diseases_EN.pdf?ua=1 (accessed 2018-08-22)
- [13] 環境省. 平成28年度アスベスト大気濃度調査結果について. 2017. <https://www.env.go.jp/press/104728.html> (accessed 2018-08-22)
- [14] 環境庁. 平成7年度未規制大気汚染物質モニタリング調査結果. 1997.
- [15] ILO. Safety in the use of asbestos. 1984. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@pro-trav/@safework/documents/normativeinstrument/wcms_107843.pdf (accessed 2018-08-22)
- [16] 文京区立さしがや保育園アスベストばく露による健康対策等検討委員会. 文京区立さしがや保育園アスベストばく露による健康対策等検討委員会報告書. 2003. http://www.city.bunkyo.lg.jp/library/sosiki_busyo/hoiku/houkokusyo_saisyu.pdf (accessed 2018-08-22)
- [17] WHO. Asbestos and other natural mineral fibers, Environmental Health Criteria 53. Geneva: WHO; 1986.
- [18] 名取雄二, 外山尚紀, 片岡明彦, 他. 吹き付けアスベストのある店舗での勤務が原因で発症したと考えられる悪性胸膜中皮腫の1例. 産業衛生学会誌. 2004;46:550.
- [19] 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_Atsushi.pdf
- [20] 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.
- [21] 朝日新聞. 石綿被害急増の恐れ 40年で死者10万人説も. 2002年4月2日.
- [22] 毎日新聞. 10年で51名死亡 アスベスト関連病で；住民5人も中皮腫 見舞金検討 2人は死亡. 2005年6月29日.
- [23] 石綿対策全国連絡会議. アスベスト問題の過去と現在. 大阪：アットワークス；2007.
- [24] 環境再生保全機構. 石綿健康被害救済制度10年の記録 平成18年度～平成27年度. 2018. <https://www.erca.go.jp/asbestos/general/pdf/record.pdf> (accessed 2018-08-22)
- [25] Henderson D, et al. After Helsinki: a multidisciplinary review of the relationship between asbestos exposure

- and lung cancer, with emphasis on studies published during 1997-2004, *Pathology*. 2004;36:517-550.
- [26] 中央環境審議会環境保健部会石綿健康被害救済小委員会. 石綿健康被害救済制度における指定疾病に係る医学的判定に関する考え方について. 2013. <http://www.env.go.jp/council/05hoken/r058-01.pdf> (accessed 2018-08-22)
- [27] 環境庁. 阪神・淡路大震災に伴う大気環境モニタリング調査等の実施結果について (平成7年12月22日発表). 1995.
- [28] 寺園淳. 阪神淡路大震災とアスベスト飛散. NPO法人ひょうご労働安全衛生センター 震災とアスベストを考えるシンポジウム実行委員会, 編著. 大阪: アットワークス; 2015. p.26-48.
- [29] 中地重晴. 被災地のアスベスト汚染の現状と教訓. *労働の科学*. 1995;50:791-794.
- [30] 中部剛. 中皮腫発症5人の状況. 震災アスベスト研究会, 編著. アスベストリスク 阪神・淡路大震災から20年. 2015. p.64-86.
- [31] 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.
- [32] NHK総合 (近畿). かんさい熱視線. 2009年1月16日放送.
- [33] 外山尚紀. 被災地のアスベストの状況とばく露防止対策の重要性. *労働の科学*. 2011;66(1):27-31.
- [34] 寺園淳, 遠藤和人, 山本貴士. 東日本大震災とアスベスト対策. *廃棄物資源循環学会誌*. 2012;23(1):47-59.
- [35] 環境省, 厚生労働省. 東日本大震災アスベスト対策合同会議 報告書. 2015. http://www.env.go.jp/jishin/asbestos_jointconf/conf_h2703.html (accessed 2018-08-22)
- [36] 週刊ダイヤモンド編集部. 放射能被害の陰で深刻化する被災地のアスベスト飛散問題. 週刊ダイヤモンド (2012.5.28). 2012.
- [37] 寺園淳, 遠藤和人, 山本貴士, 高田恭子. 熊本地震におけるアスベスト対策の支援. 第27回廃棄物資源循環学会研究発表会; 2016.9.27-29; 和歌山. 同講演集. 2016. p.143-144.
- [38] 森永謙二. 職業性石綿ばく露と石綿関連疾患—基礎知識と労災補償—. 東京: 三信図書; 2007.
- [39] 日本石綿協会. せきめん. 1991;547:2.
- [40] 環境省. 建築物の解体等に係る石綿飛散防止対策マニュアル. 2006年3月, 2014年6月.
- [41] 環境省. 廃棄物処理法に基づく石綿含有廃棄物等無害化処理認定施設. 2014. <https://www.env.go.jp/recycle/waste/asbestos/facilities.html> (accessed 2018-08-22)
- [42] 環境省. 災害時における石綿飛散防止に係る取扱いマニュアル (改訂版). 2017. <https://www.env.go.jp/press/files/jp/107156.pdf> (accessed 2018-08-22)
- [43] 廃棄物資源循環学会, 編著. 災害廃棄物分別・処理実務マニュアル. 東京: ぎょうせい; 2012. p.132-139.
- [44] 環境庁. 工場等に係るアスベスト発生源対策について (アスベスト対策検討会; 昭和63年11月30日). 1988.
- [45] 総務省. アスベスト対策に関する行政評価・監視—飛散・ばく露防止対策を中心として—の結果に基づく勧告. 2016. http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/104144.html (accessed 2018-08-22)
- [46] 社会資本整備審議会建築分科会. アスベスト対策部会資料. 2012年9月3日.