

企画展「石綿<アスベスト>展」

主催：国立科学博物館

協力：東洋大学経済学部経済学科自然科学研究室

2006年2月7日～3月5日

新館1階展示会場

はじめに

最近、アスベストによる健康障害が社会問題となっています。アスベストは石綿(せきめん・いしわた)とも呼ばれる天然の鉱物の素材です。工業的に多く使用されたものには、白石綿、青石綿、茶石綿の3種があります。白石綿はクリソタイルという蛇紋石の一種で繊維状ケイ酸塩鉱物です。一方、青石綿と茶石綿はそれぞれリーベック閃石、グリュネール閃石というケイ酸塩鉱物の角閃石の仲間で、繊維状になる場合と、そうでない場合があります。ときどき、蛇紋岩＝アスベスト、という誤解により、いたずらに心配される方を見受けますが、このような誤解を無くして正しい知識を持ち、健康障害を防ぎたいものです。

国立科学博物館では、この社会的に関心度の高い石綿について正しい理解を深めていただけるように、当館所蔵の石綿と関連鉱物の標本を展示します。また、石綿の使用例、健康障害、除去や飛散防止作業の実際なども紹介します。今回、東洋大学の神山宣彦教授はじめ外部の石綿研究の専門家にもご協力をいただき、この展示を企画しました。この展示が、石綿についての正しい理解を深める機会となり、この社会問題に立ち向かうための大切な一歩となればと願います。

石綿とは

国際労働機関(ILO)は、「石綿とは、蛇紋石族造岩鉱物に属する繊維状ケイ酸塩鉱物であるクリソタイル及び角閃石族造岩鉱物に属する繊維状ケイ酸塩鉱物であるアクチノライト、アモサイト、アンソフィライト、クロシドライト、あるいはそれらの一つ以上を含む混合物をいう。」と1986年に定義しています。石綿は天然に産出する極めて細い繊維状の鉱物のうち、工業的素材として用いた数種の鉱物の総称です。「石の綿」と表現される石綿の繊維は、木綿や羊毛と見間違ふほどしなやかです。「アスベスト(asbestos)」は「永久不滅」という意味のギリシャ語に由来しているように、工業用原材料として理想的な性質を備え、大量に産出して安価なことから、「奇跡の鉱物」と呼ばれ工業用原材料として長い間いろいろな用途に利用されてきました。

しかし健康障害を引き起こすことが明らかとなり、その使用が制限されるようになりました。近年ではその健康障害が、石綿を扱う作業従事者だけでなく、一般市民にまで及んでいたことが判り、大きな社会問題となっています。また、大量に使われている石綿をどのように管理し、どのように最終処分するかという、極めて難しい世界的問題に直面しています。

石綿は天然の鉱物です。生命が誕生する前から地球上に存在

しています。生命はこのような自然環境で進化してきたので、私たち人間を含めた生物は、自然環境に存在する石綿に対応できるようになっていると考えても差し支えはないでしょう。ところが、自然にはあり得ないような大量の石綿が掘り起こされ、自然にはありえない勢いでほぐされて、地表に存在するような状態が作られています。髪の毛の数千分の一という石綿の細い繊維を飛び散らせると、空気中を漂い、知らない間に肺の奥まで吸い込んでしまい、30年、40年という長い年月の後になって発病することがあるため、「静かな時限爆弾」と恐れられています。

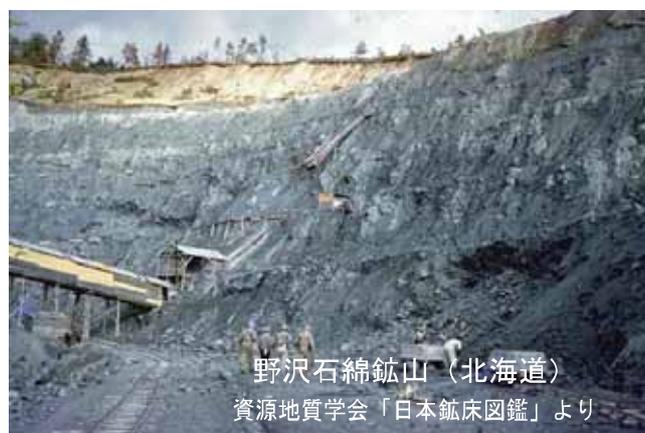
石綿の種類と性質

石綿は特定の鉱物の名前ではなく、紡ぐことができる繊維状の鉱物の一群を指す総称です。工業的に石綿として使用されてきた鉱物は蛇紋石族と角閃石族に属す6種類で、表1のように分類できます。この他に一部の国や地域では、幾つかの別の鉱物も石綿と呼んで利用してきました。例えば、中国では最近まで繊維状ブルーサイト(水滑石)やセピオライト(海泡石)を石綿という名称で使用していました。しかし、これらの鉱物が石綿として使用された例は極めて少なく、こうした実情を受けて、世界保健機関(WHO)や国際労働機関(ILO)、および各国の公的機関は、石綿を表に

石綿の分類: 石綿名と鉱物名、化学組成式

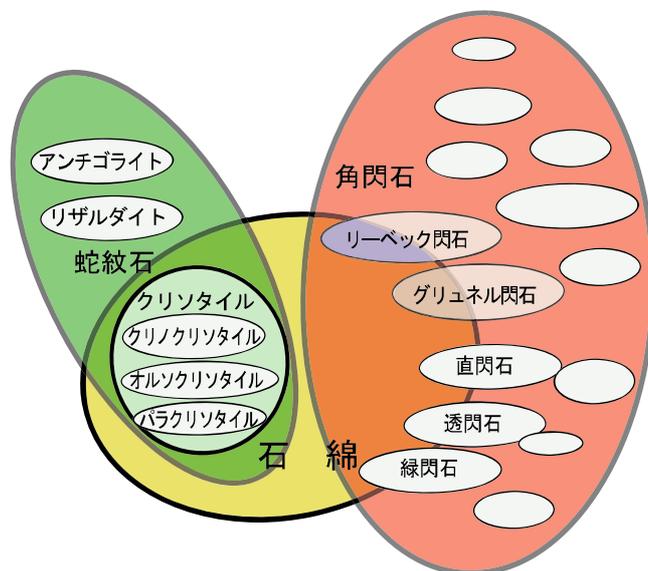
	石綿名	鉱物名	化学組成式
蛇紋石族 Serpentines	白石綿・温石綿・クリソタイル chrysotile	クリソタイル ^(注) chrysotile	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
角閃石族 Amphiboles	青石綿・クロシドライト crocidolite 茶石綿・褐石綿・アモサイト amosite アンソフィライト石綿 anthophyllite トレモライト石綿 tremolite アクチノライト石綿 actinolite	リーベック閃石(曹閃石) riebeckite グリュネル閃石 grunerite 直閃石 anthophyllite 透閃石 tremolite 緑閃石(陽起石) actinolite	$Na_2(Fe^{2+}, Mg)_3(Fe^{3+})_2Si_8O_{22}(OH, F)_2$ $(Fe, Mg)_7Si_8O_{22}(OH)_2$ $(Mg, Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$ $Ca_2(Mg, Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$ $Ca_2(Mg, Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$

注: 厳密には、クリノクリソタイル、オルソクリソタイル、パラクリソタイルの3種の鉱物の総称。



掲げた6種類に限定しています。

これら6種類の石綿のうち、わが国で実際に多く用いられたのは白石綿(温石綿)と呼ばれるクリソタイル、繊維状リーベック閃石の青石綿(クロシドライト)、繊維状グリュネル閃石の茶石綿(褐石綿・アモサイト)の3種類です。



白石綿・温石綿・クリソタイル < 蛇紋石族石綿 >

これまで世界で使われた石綿の9割以上が白石綿であるといわれています。他の石綿に比べれば有害性が相対的に低いといわれ、羊毛のようなしなやかさを持ち、糸や布に織りやすい鉱物です。クリソタイルは繊維状結晶の集合体として産出し、羊毛のようなしなやかさを持ち、糸や布に織りやすい鉱物です。この繊維をほぐす工程はなかなか大変で、自然にあるままのクリソタイルが自然界で風化して大量にほぐれて細かな繊維となって空気中に漂うことはありません。

蛇紋石鉱物には、繊維状のクリソタイル以外にも板状結晶として産出するアンチゴライト(板温石、葉蛇紋石)とリザーダイトがあります。アンチゴライトやリザーダイトは結晶粒形が繊維状ではないので糸に紡ぐことはできません。つまり石綿として利用することができないのですが、一方で細かい繊維として空中を浮遊することもないのです。蛇紋石鉱物は全てその化学成分が $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ という化学式で表すことができるマグネシウムのケイ酸塩です。天然の鉱物ですから、微量のアルミニウムや鉄を含みますが、化学成分でそれぞれの鉱物を区別することができませ



Clinochrysothile クリノクリソタイル
East Templeton Quebec, Canada
国立科学博物館 蔵 #NSM-MF3691



Riebeckite リーベック閃石 (曹閃石) [青石綿]
Kuruman Mine, South Africa
国立科学博物館 蔵 #NSM-MF8973



Grunerite グリュネル閃石 [茶石綿]
South Africa
国立科学博物館 蔵 #NSM-MF8970

ん。また、結晶構造(原子配列)も互いに似ているため、鉱物分析では常套手段である粉末X線回折法もあまり役立ちません。このため、調べたい材質が白石綿なのかそれとも別の蛇紋石鉱物なのかの分析が簡単にはできないのです。

蛇紋石は通常、かんらん岩が変質してできた蛇紋岩の主成分鉱物として産出します。蛇紋岩は断裂帯や沈込み帯などのプレート境界部に大量に出現するので、日本のいろいろなところに分布しています。蛇紋岩は鉄精錬用溶剤や溶性リン肥料原料などに

使用されています。しかし、蛇紋岩 = 白石綿ではありません。蛇紋岩はクリソタイルを含むことはありますが、クリソタイルの繊維をほぐさなければ飛散することはありません。国内の白石綿鉱山は北海道富良野市にありましたが、外国産の輸入原料に圧倒され白石綿の生産・使用の法規制の前に閉山しています。白石綿鉱山は富良野やカナダのケベック地方の例のように露天掘りが多くなされており、大規模な露天掘りを行った外国の鉱山では付近の住民に健康被害をもたらしました。

青石綿・クロシドライト<角閃石族石綿>

角閃石の一種でナトリウムと鉄・マグネシウムのケイ酸塩であるリーベック閃石(曹閃石)の中で、肉眼で長柱状や針状のものではなく、繊維状のものが青石綿として加工されました。繊維は、白石綿よりしなやかにやや欠けます。しかし、耐酸性に優れ総合的に優れた物性を持ちますが、がん原性等の有害性が強い素材です。吹付け石綿として最も多く用いられました。名前のとおり、青色をしているのが特徴です。結晶片岩や火成岩のナトリウムに富む花こう岩や閃長岩の中に含まれることがあります。日本にもリーベック閃石そのものは産出しますが、青石綿タイプのものはありません。青石綿は主に南アフリカの鉱山で坑内採掘されました。

茶石綿・褐石綿・アモサイト<角閃石族石綿>

青石綿と同じく角閃石の一種で鉄とマグネシウムのケイ酸塩であるグリュネル閃石(鉄閃石)の中で、繊維状のものが茶石綿として加工されました。褐色から灰色をしていて、吹付け石綿としても用いられていました。鉄に富んだ堆積岩起原の変成岩などに産し、日本国内では採掘されていません。青石綿と茶石綿は鉱物としては角閃石に分類されます。角閃石には種類が多く、極めて普遍的な造岩鉱物です。日本国内の多くの岩石中にも含まれていますが、その多くは肉眼的に柱状や針状の結晶として含まれており、繊維状の糸に紡いだり布に織ったりすることができるものは極限られた場合だけです。従って、日本の角閃石のほとんどは、石綿には加工することが不可能で、従って微細な繊維として大気中を舞うようなことはありません。

石綿の特性

石綿が産業界で重要な材料として盛んに使われた理由は、多くの優れた性質を一種類の物質がすべて兼ね備えていることにあったからです。石綿の持つ優れた物性には次のようなものがあります。

- (1) しなやかな繊維で糸に紡ぐことができ、布に織れる(紡織性)
- (2) 引張りに強く切れにくい(抗張力)
- (3) 擦っても磨りへることが無い(耐摩擦性)

- (4) 燃えないで高熱に耐える(耐熱性)
- (5) 熱や音を吸収し遮断する(断熱性・防音性)
- (6) 薬品に侵されない(耐薬品性)
- (7) 電気を通しにくい(絶縁性)
- (8) 細菌や湿気に強い(耐腐食性)
- (9) 重さに比べて表面積が大きく、他の物質と混ぜやすい(親和性)
- (10) 安い(経済性)

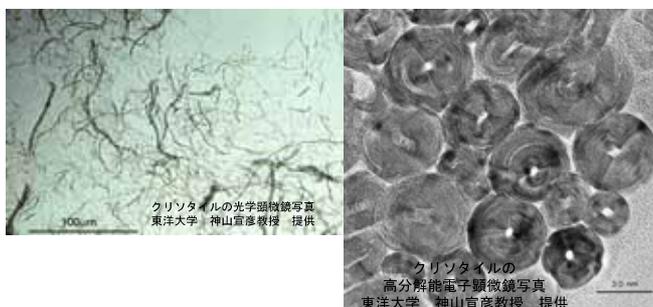
このような特長を全て持ち合わせる素材は、石綿以外の鉱物や合成物質には無いことから、石綿は「奇跡の鉱物」と呼ばれて、いろいろな用途に便利に使われてきました。

石綿と他の繊維の直径の比較

白石綿

石綿は、細かい繊維にほくしてもなお、多数の微細繊維の集合体となっています。最も細い白石綿のそれぞれの繊維は、太さが約0.02～0.03μm(十万分の2～3ミリメートル)で、その断面はほぼ円形で中心が空いた管状をなしています。工業的に普通に使われた繊維束の中で最も細いものでも、これらの繊維が数百本寄り集まったものです。しかしその太さは大体1～2μmで、髪の毛の約5,000分の1の太さに過ぎません。

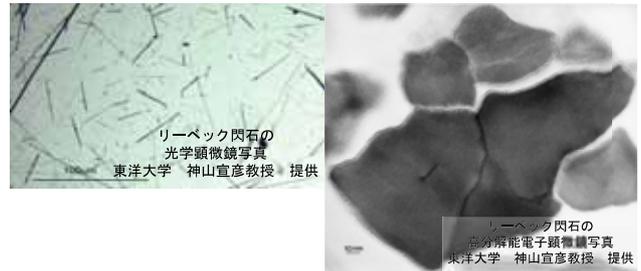
白石綿の原綿を普通の顕微鏡で見るとしなやかに曲がった繊維の形状がわかります。しかし、倍率の高い電子顕微鏡で見ると一本一本の繊維が真っ直ぐの針のように見えます。輪切りにした白石綿繊維断面を高分解能電子顕微鏡でさらに拡大して見ると、ストローか竹輪、木の年輪あるいはお菓子のバウムクーヘンのような管状構造をしていることがわかります。その一枚一枚の縞模様の間隔は7(一千万分の7ミリメートル)で、この縞模様が数十回重なって一本の管状の繊維となり、さらにそれらが集合して肉眼でも見える繊維束となっているのです。



青石綿

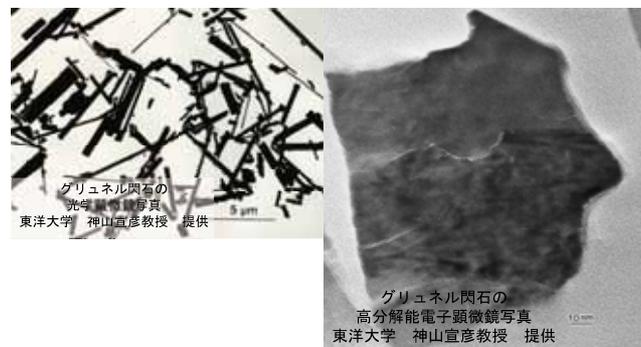
青石綿は角閃石族の石綿の一種で、白石綿より硬く低倍率の光学顕微鏡で見ても一本一本の繊維が針のように見えます。その繊維は高倍率の電子顕微鏡で見ても真っ直ぐの繊維と繊維の束が

らなっています。その繊維の断面は、白石綿のような管状ではなく一定の形を持たない繊維断面をしており高分解能電子顕微鏡では内部までびっしりと原子が詰まっている様子が観察できます。



茶石綿

茶石綿も角閃石族の石綿で、青石綿と同じように針のような真っ直ぐな繊維の形と不定形の断面をしています。繊維の形や繊維断面からでは青石綿か茶石綿の区別はつきません。



古くから使われていた石綿

江戸時代に平賀源内が、織ったといわれる石綿布「火浣布」が、現在に残っています。源内は西洋から伝わった火浣布(石綿布)に興味を示し、自らも作ったといわれています。著書「火浣布略説」には、火浣布の由来や性質が図入りで説明されています。また、「竹取物語」のかぐや姫が求婚者の一人である右大臣阿部御主人に求めた「火鼠の皮衣」は、石綿布ではないかと言われています。物語の中で、阿部御主人が持参したものは、火にくべると燃え出し、偽物と分かってしまいました。こうして求婚者をことごとく退けたかぐや姫は、満月の夜、月の世界に帰っていきました。

限りなき思いに焼けぬ皮衣 袂かわきてけうこそはきめ
なごりなく燃ゆと知りせば皮衣 思いの外におきて見ましを

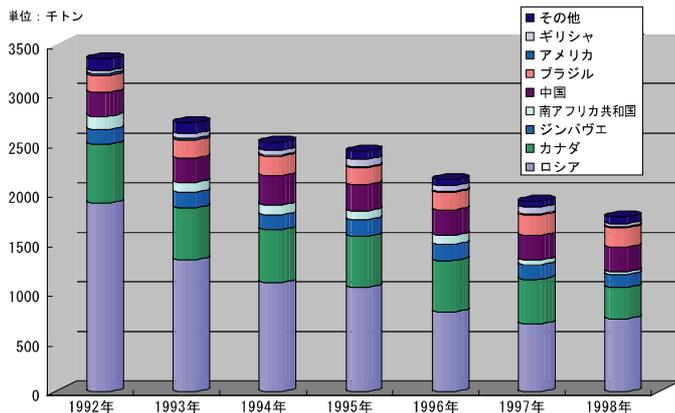
世界の石綿産出国

石綿の主要産出地域は、ロシア(ウラル地方)、カナダ(ケベック地方)、アフリカ南端部(南アフリカ共和国、ジンバブエ)で、これら

石綿含有建材の製造中止時期

1975年	全石綿	吹き付け石綿
1980年	全石綿 白・茶石綿	石綿含有吹き付けロックウール 石綿含有耐火被覆板
1986年	白石綿	ビニル床タイル
1989年	白・茶石綿	石綿ケイ酸カルシウム板第二種(厚物)
1993年	白・茶石綿	石綿ケイ酸カルシウム板第一種
2004年	白石綿 白石綿 白石綿 白石綿 白石綿 白石綿	スレート波板 スレートボード 住宅屋根用化粧スレート パルプセメント板スラグ石膏板 窯業系サイディング 押出成形セメント板

の地域で全産出量の8割以上を占めています。白石綿は世界各国で産出されますが、青石綿は南アフリカ、オーストラリア、中国、茶石綿は南アフリカなど産出国が比較的限られています。これらの国で生産された石綿原綿の多くは、国外に輸出されており、欧米、日本に対する輸出量は激減していますが、開発途上国等には、現在も相当量輸出されていると考えられます。



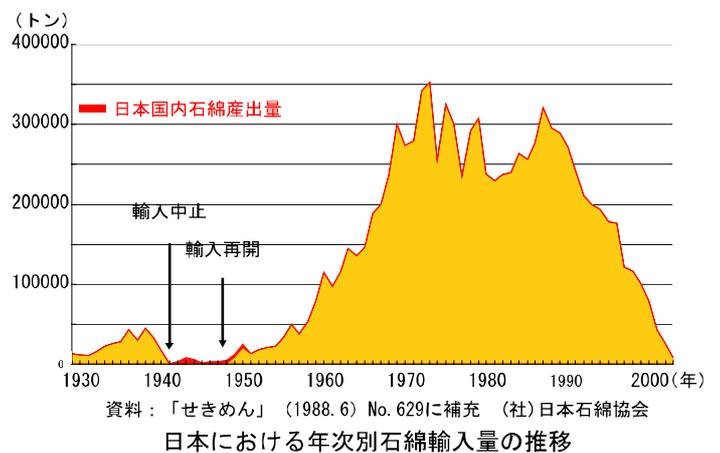
資料：「せきめん」（1997. 8, 1998. 3, 1991. 1）（社）日本石綿協会

石綿はどのくらい使われてきたのか

石綿は、輸入が途絶えた戦中を除けば、国内での採掘は限られ、ほとんど全量を輸入に依存してきました。輸入量の最大は1974年の約35万トンで、1990年代からは減少傾向が顕著で、平成7(1995)年に青石綿、茶石綿の輸入・使用が原則禁止となった後、2002年では4万3千トンと、最大時の12%ほどまで減り、さらに、平成16年(2004年)10月の建材をはじめとする白石綿含有10製品の製造等禁止により同年の輸入量は、約8千トンとなっています。主な輸入元は、2004年の統計では、カナダ(65.7%)、ブラジル(19.5%)、ジンバブエ(10.6%)でした。

現在では新たな輸入はほとんど止まっていますが、今日までに国内で使用されている石綿の総量は、これまでの輸入の積み重ねである総輸入量に近いものがあるはずで、これらの石綿がど

こに在るのかを確実に管理し、使用を止めたときに安全に撤去し、そして二度と飛散しないように完全に処分しなければ、次の健康被害の問題から解放されることはありません。



どのような所に使われてきたか

「石綿の特性」でも紹介したように、石綿は非常に優れた性質を兼ね備えている夢の材料でした。そのため、発がん性が明らかになるまでは、いろいろな用途に使われてきました。

日本の用途別石綿使用量

全体の8割以上が建築に使われています。建築材料の吹き付け材として、鉄骨等の耐火被覆、吸音・結露防止等のために使用されています。吹き付け石綿は、おおむね1955年(昭和30年)頃から1975年(昭和50年)まで使用されました。1975年の原則禁止以降でも、それ以前に生産された建材を使用した建築物の場合は、石綿が使用されている可能性があります。

石綿(クリソタイル)含有建材等10製品の製造等の禁止

石綿の有害性が明らかになってきたため、平成7(1995)年に青石綿、茶石綿を重量で1%よりも多く含む製品等の製造、使用等が禁止されました。平成16(2004)年10月1日には、石綿の輸入・譲渡・製品製造等が原則禁止されました。そのため、白石綿も含

め全ての石綿を重量で1%を超えて含有する次の10の製品の製造、使用等が禁止されました。この中には、最も多く使用されていた石綿含有建材も含まれています。この禁止措置により、新たに使用される石綿の量は、大きく減少しています。国や産業界は、現在どうしても代替化できない一部の用途も2008年までには代替化して石綿の全面使用禁止を達成しようと検討しています。

1. 石綿セメント円筒
2. 押出成形セメント板
3. 住宅屋根用化粧スレート
4. 繊維強化セメント板
5. 窯業系サイディング
6. クラッチフェーシング
7. クラッチライニング
8. ブレーキパッド
9. ブレーキライニング
10. 接着剤

現在どのような所に使われているのか

平成16(2004)年10月から石綿含有製品の製造使用等が原則禁止になりましたが、白石綿を重量の1%を超えて含有する製品でも以下のものは例外とされています。

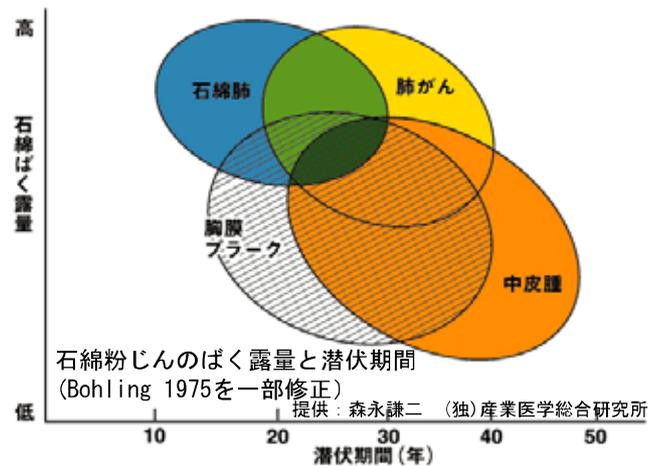
・ **ガスケット等のジョイントシート及びシール材**： 化学プラント、発電所等で合成物質や高圧水蒸気などの内容物が漏れることを防ぐため、容器や配管の継ぎ目に挟んで(ジョイントシート)、または接続部分等に詰めて(シール材)使用されるものの中には、安全に作業を続けるための耐食性、耐熱性を十分に備えた代替製品が無い場合、石綿製品が引き続き使用されています。



・ **耐熱・電気絶縁板**

等： 高温高圧ガスから保護するための断熱ゴムシート、変圧器のヒーター・磁気遮断器の電気絶縁板等でも、非石綿製品への代替が困難なため、石綿製品が使われています。

・ **石綿布、石綿糸等**： 前述のシール材等としてそのまま使用されるか、シール材等に加工して使用するため、製造が続けられています。これらは、主に化学工業、電気事業等で使用されますが、関連業界では非石綿製品への切り替えに向けての検討を進めています。



石綿繊維の吸入・摂取

飛散した石綿を吸い込むと人体にどのような作用を引き起こすのでしょうか。飛散した石綿は、極めて細く、微小なため、気がつかないうちに吸い込んでしまうことがあります。しかし、そのほとんどは鼻やのどの粘膜などに捕らえられ、異物として痰の中に混ざり、体外へ排出されますが、まれに肺内奥深くまで侵入してしまうことがあります。

石綿を体内に取り込んでから、30年～50年という長い潜伏期間を経て、中皮腫等の疾病が発症します。石綿を吸い込んだ量と中皮腫や肺がんなどの発病率との間には相関関係が認められていますが、現時点では、どの程度以上の石綿を、どのくらいの期間吸い込めば、中皮腫になるかということは明らかではありません。

石綿によって起こるおもな疾病と部位

石綿を大量に吸い込んだ場合、繊維状形態と溶けにくい性質のため、肺内に長く滞留することになります。体内に滞留した石綿を大食細胞(マクロファージ)が排除しようとしませんが、石綿の繊維が長いことや、毒性が強いため、大食細胞が破壊され、コラーゲン繊維等を分解する酵素が放出されます。その結果、細胞の抵抗性が弱められてDNAが損傷されやすくなり、肺がんや中皮腫などの原因になると考えられています。つまり、繊維の形が細くて長いほど、そして体内で溶けずに長い間滞留するものほど発がんのリスクが高いというもので、発がんメカニズム解明や安全な代替繊維の開発に重要な仮説になっています。

過去に石綿粉じんを吸ったことの医学的所見として重要視されているものには、肺を覆う胸膜にできる石灰化胸膜ブランクや、肺に入った石綿繊維の一部にタンパク質と鉄が付着して茶色の「鉄あれい状」の物質になった石綿小体があります。



石綿小体の顕微鏡写真

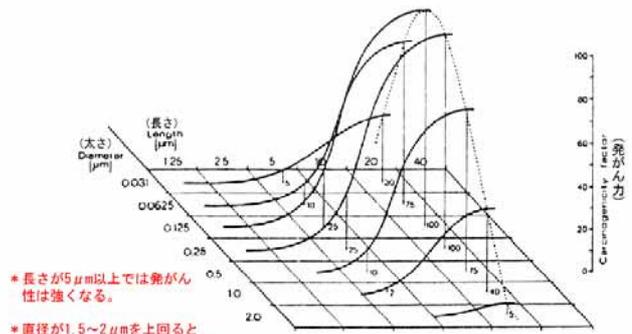


胸膜中皮腫

肺を取り囲む胸膜、胃腸などの臓器を覆う腹膜などのできる悪性腫瘍で、石綿粉じんの吸入との密接な関係が指摘されています。石綿に最初にさらされた時から30～50年後に発症すると言われています。肺癌同様、石綿粉じんの吸入量が増えるほど中皮腫になる危険は増すとされています。中皮腫の診断方法には問題も指摘されており、確実な診断方法の確立が望まれます。

石綿肺がん

繊維のサイズ(長さ・直径及びその比)別にみた発がん力に関する仮説が報告されており、この仮説は繊維が細くて長いほどリスクが高まることを示しています。また、石綿肺がんも石綿粉じんの吸入量が増えるほど肺がんになる危険は増加し、喫煙者では肺がんの危険は掛け算で高くなります。タバコを吸わない人の肺がん



繊維のサイズ(長さ・直径)別にみた発がん力に関する仮説
Pott(1978)

の危険性を1とすると、タバコを吸う人は10倍、石綿にさらされる人は5倍、タバコを吸って石綿にさらされる人は50倍となるという報告があります。

石綿肺

粉じんを大量に吸入することによって引き起こされる「じん肺」の一種で、酸素・二酸化炭素のガス交換を行う肺胞に石綿繊維が沈着し、肺胞壁が線維化して厚くなることによって、呼吸の機能が損なわれる疾患です。一般に石綿ばく露から10年以上後になって、肺の下肺野の胸部レントゲン写真に不整形の陰影となって現れます。

職場環境での石綿ばく露

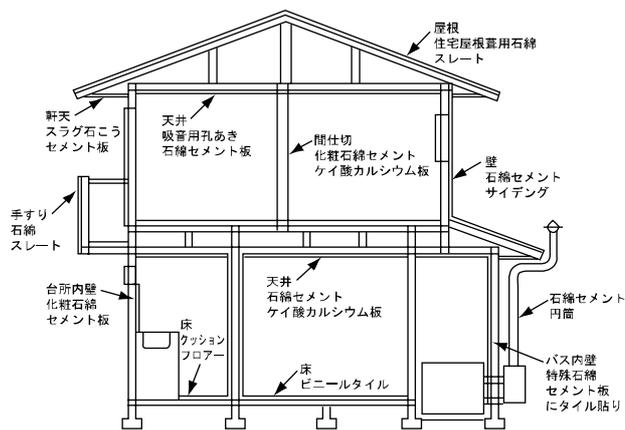
作業中に石綿にばく露する「職業性石綿ばく露」は、直接ばく露と間接ばく露に分けられます。直接ばく露は、作業者本人が石綿鉱山や石綿紡織、石綿建材、石綿断熱材製造、摩擦材製造、さらに断熱・保温作業や石綿吹付け作業などで石綿製品を直接製造あるいは取扱う作業において石綿を吸入してしまった場合のことです。この場合、通常は作業者本人が石綿を取扱っていることを知っているため、石綿にばく露したことの自覚があります。それに対して間接ばく露は、石綿は直接取扱っておらず、石綿が使用されている建物や現場で電気配線やエアコン設置、配管作業など、石綿とは直接関係の無い作業をする間に石綿にばく露してしまう場合で、ほとんどの作業者は石綿にばく露したことの自覚がありません。また、こうした職業ばく露以外に、作業者が石綿が付着した作業衣を自宅に持ち帰り、それを片づけたり洗濯した家族が石綿にばく露するなどの「家庭内ばく露」もあります。

生活の中で石綿ばく露

生活の中でのばく露の機会は、大きく家の内外に分けられます。

屋内

石綿含有建材使用の場合：石綿を含む建材が多くの家の屋根



(注) 使用材料名も例です。

住宅での石綿含有建材の使用例

出典：羽田三郎（1988）産業公害

材、天井のボード、内壁材、外壁材、床タイル等に用いられています。しかし、これらの建材に含まれる石綿は、建材が老朽化や破壊等により表面の脱落や著しい肌荒れを起こしていなければ、石綿繊維が室内に飛散する可能性は非常に小さく心配はないと言われています。

吹付け石綿使用の場合：一方、鉄骨構造の家屋では、柱、梁の鉄骨に石綿が吹き付けられている可能性があります。吹き付けられた石綿は、石綿含有建材に比べて脱落・飛散しやすいのですが、むき出しでなく、壁や天井板等で覆われていれば通常心配はないと言われています。木造家屋での使用は、通常考えられません。吹付け石綿ではないかと疑われる場合、建築物の年代により判断できることもありますが、石綿かロックウール(岩石を溶融して作ったガラスウール)かの判定は肉眼ではできないので、専門機関に照会したほうがよいでしょう。

屋外

石綿製品等製造工場の敷地の近くでは：最近、石綿製品の製造工場の敷地の直近に住んでいて中皮腫になった例が報告されています。これは、数十年前の工場の環境管理が不十分な時代に、工場から飛散してきた石綿にばく露したものと考えられています。昭和 50 年以降の石綿製品製造工場の環境管理は規則によってかなりよくなったことと、一昨年石綿の原則使用禁止で、こうした危険性はほとんどなくなりました。

ビルや住宅等の解体工事では：ビルや住宅等の解体工事では、労働安全衛生法等の規制により飛散防止が図られています。工事現場から一般環境に石綿粉じんが飛散し危険な状態にならないように、規則に定められた措置が遵守されていなければなりません。解体作業者の石綿ばく露防止対策および周辺環境への石綿飛散防止方法を解体工事現場の見やすい場所に掲示することが関係事業者に要請されていますので、飛散防止対策を確認す

ることができます。

石綿の処理方法

除去処理

除去とは、吹付け石綿を全部取り除いて、他の非石綿建材に代替する方法をいいます。この方法は、吹付け石綿からの発じん(細かいチリとなって飛散すること)防止の方法として効果的であり、損傷、劣化の程度の高いもの(脱落・繊維の垂れ下がりが多いもの等)、基層材との接着力が低下しているもの(吹付け層が浮き上がっているもの等)、振動や漏水のあるところに使われているもの等は、完全に除去する必要があります。以上のような緊急性が無い場合でも根本的な解決方法として有効ですが、除去した石綿は、地中深く埋めてしまおうか、高温で融解してガラスなどに変えてしまおうなどの最終的な処分をする必要もあり、費用はかかります。

封じ込め

封じ込めとは、石綿の表面に固化剤を吹き付けて、塗膜を形成したり(塗膜性封じ込め処理 = 表面固化形)、石綿の内部に浸透させて石綿繊維の結合力を強化したり(浸透性封じ込め処理 = 浸透固化形)することにより、石綿の飛散を防止する方法です。除去処理に比べ、当座の費用はそれほどかかりませんが、封じ込め処理が年月とともに劣化することがあるので、劣化状況を確認に見守る必要があります。また、劣化が進んだ場合や、建物自体を老朽化などで解体する際には、結局除去処理と最終処分が必要となります。

囲い込み

囲い込みとは、石綿が吹き付けられている天井、壁等を非石綿建材で覆うことにより、石綿粉じんを室内等に発散させないようにする方法をいいます。上の2つの方法よりも簡便で費用も安くすみませんが、囲い込みの状態管理を怠ると処理をした意味がありません。また、封じ込めと同様、いつかは除去処分と最終処分を行う必要があります。

石綿製品の使用と代替化

先に紹介したようにガスケット等のシール材、電気絶縁板などの少数の用途に、石綿の使用が認められています。これは、これらの製品は、未だ石綿を含まない代替製品が実用化されていないことが実情です。しかし、石綿によるばく露防止を徹底するためには、石綿を使用しない代替製品の開発・実証が急がれます。シール材を含め、従来石綿を使用していた用途などについて石綿に類似した性能を出せるように材料の研究が続けられています。

その用途に応じてガラス長繊維、グラスウール(ガラス繊維)、ロックウール(岩綿)、スラグウール、セピオライト(海泡石)、珪灰石、アラミド繊維、ピニロン繊維、パルプ、セラミック繊維、炭素繊維、ウイスカなどが複合されて用いられています。これらの繊維についても、発がん性を中心に、有害性について調査研究が行われています。

おわりに

石綿は鉱物の仲間です。天然の素材です。石綿の存在自体が危険というものではありません。見たから、触ったからと言って健康に障害を及ぼすものではありません。石綿をある量吸込んだときに健康への危険性が増すのです。工業的に使う場合は、自然状態ではあり得ない大量のほぐれた繊維に加工しています。そのため空气中に飛散しやすくなっていて、石綿が使用されている建物などで働く作業者が知らないうちに石綿を吸い込んでしまう危険性が現在もあります。そして、長い年月の後に重い病気にならないともかぎりません。気が付かないうちに、知らないうちに、という恐ろしさが石綿の特徴の一つでもあります。

私たち人類は次々に便利で快適な生活を送るための新たな素材を考え出し使い続けています。あるものは人工的な化学物質であったり、あるものは石綿のような天然素材であったりします。今ここで私たちは、日常の生活に関わる全ての素材に対して、その安全性の管理と使った後の処分方法をよくよく考えて使うように警告を受けているのではないのでしょうか。

謝辞

今回の展示にあたりまして、多くの方々にご協力いただきました。ここに感謝申し上げます。

協力団体等(敬称略)

東洋大学教授 理学博士 神山宣彦

独立行政法人産業医学総合研究所作業環境測定部部長 森永謙二

国立大学法人秋田大学工学部資源学部附属鉱業博物館

独立行政法人産業総合技術研究所地質標本館

社団法人日本作業環境測定協会

社団法人日本石綿協会

江戸東京博物館

早稲田大学