

# 中国のアスベスト利用状況の検討

銭 永東\*・後藤 恵之輔\*

## Examination of Asbestos Using State in China

by

Eitou Sen\* and Keinosuke Gotoh\*

Asbestos is used while producing acting every country in the world because of various characteristics. However, the human race inhales the asbestos fiber into the inside of the body. The asbestos fiber remains in the inside of the body. Eventually, the human race gets sick such as the lung asbestosis and the asbestos cancer, etc. Many victims come out steadily in the world. The use of asbestos is being completely prohibited in the advanced country such as Japan as now because the asbestos damage is awful. On the other hand, there are a lot of resources of asbestos in China. The use of asbestos is also wide. It is being still used for various industries now. In this report, the use state of asbestos in China is examined, and the cruelty of damage is shown. China also limits the use of asbestos and the asbestos product is completely prohibited. And, the victim doesn't appear. This is a purpose of this report.

**Key words:** asbestos cancer, using state, victim

### 1. はじめに

アスベストは自然繊維状鉱物の集合体であり、細かくて、柔らかい繊維に分けることができる。中国では、成分と構成によって、アスベスト（石綿）が温石綿（蛇紋石石綿）、青石綿（角閃石石綿）、水鎂石石綿など石綿種類がある。その中、温石綿の産量が最大、藍石綿と水鎂石石綿産量がかなり少ない。

アスベストの多様な物理的、化学的な特性があるため、中国では、建築、機械、石油、化工、冶金、電力、交通、および軍工など現代工業に幅広く利用されている。しかも、現在では、工業の発展に伴う、温石綿の利用範囲がまた開いていくわけである。

現在、アスベストの被害が目撃され、環境保護のために、アメリカ、日本など世界先進国では、アスベストの使用が禁止されて、その代替品を研究している。しかし、中国では、石綿の利用範囲が広く、産量が大きく、石綿の被害がまた注目されていないため、石綿産業がまた中国経済の支柱産業になっている。

### 2. 中国のアスベスト発現と利用歴史

《列子・湯問篇》により、周穆王元年（西暦紀元前 976 年）西戎（今陝西省鳳翔県以西の渭河流域一帯）に政戦した。西戎は周穆王に“火浣布”を捧げた。“浣之必投于火、布則火色、垢則布色、出火而振之、皓然疑乎雪”。この意味は以下

である。火浣布を火に置いたら、火浣布が火の色になり、垢がなくなる。火浣布を火の中から出して、振ったら、火浣布が雪のように白くなる。これによると、中国が石綿を発現と利用したのはローマの石綿発現（西暦紀元前 60 年）より 900 年ぐらい早い。中国は世界中に一番早く石綿を発現した国である。

2000 年ほど前、中国は石綿で布を織り始めた。中国の古書では石綿を“石絨”あるいは“石麻”と呼ばれ、織った石綿布は“火浣布”と呼ばれていた。石綿布で作った服を着たら、火の中に入ったら、不燃になる。東漢桓帝時代、大将梁冀が“宝衣”を手に入れた。友達と一緒に食事している時、梁冀が故意に油などを“宝衣”に注いだ。友達らが惜んでいる時、梁冀が“宝衣”を火に入れながら、“火で宝衣を洗濯する”と言った。友達らはこれが冗談とみんな思った。でも、しばらく待って、“宝衣”を火の中から出して、油など垢がなくなって、もっときれいになった。この“宝衣”は石綿で作ったのだ。

それから人類科学技術の発展のとともに、工業の原料あるいは材料として、アスベストの利用範囲が広くて、しかも、その利用が重要になってきた。現在、中国の石綿製品および石綿を含有する製品は約 3000 種類があり、20 個以上の工業分野で利用している。その中、もっとも重要なのは自動車、化工、電気設備など製造分野の利用である。

平成 18 年 12 月 14 日受理

\*大学院生産科学研究科（Graduate School of Science and Technology）

主要な利用：わりに高い等級の石綿繊維は紗、線、縄、布、パッキングなどを織り、伝動、保温、断熱、絶縁のなど部品の材料をとして用い；建築産業上で広範に使用中、低い等級の石綿繊維は主に石棉スレート、石綿紙防火板、保温管および保温、断熱、絶縁、防音材料を製造する。石綿繊維はセメントと混合してアスベスト瓦、アスベスト板、瓦作屋面、石綿管などの石綿セメント製品を製造することができて、大量の鋼材に取って代わって広範に各種の建築工事に用いる。石綿とアスファルトは混合して石綿のアスファルトの製品を製造することができて、例えば石綿のアスファルトの板、布（アスファルト・フェルト）、紙、れんがと液体の石綿漆、散りばめるセメントの路面および膨張する割れ目の使うパテなど、高級な建築物の防水、保温、絶縁、酸鹼に強い材料と道路工事のなくてはならない材料とする。国防工業上で、石綿とフェノリック・アルデヒド、ポリプロピレンのなどプラスチックはくっついて混合して、ロケットの抗燃蝕材料、飛行機の主翼、ガソリン・タンク、ロケットの後部の噴き出す管および魚雷の高速発射器、船舶、自動車の車体と飛行機、戦車、艦の防音、断熱の材料を製造することができる。まだ、石綿と各種なゴムを混合し、型をおさえて、ロケットのエンジン接続部品の液体密封材料を製造することができる。青石綿がまた防原子放射板、防化学反応板あるいはフィルタおよび酸に強いパッキング、ゴムの板などに用いる。

### 3. 中国のアスベスト資源

#### 3.1 資源状況

中国の石綿資源が豊富だと認められた。表-1 に示した世界石綿産量により、中国の石綿産量は世界3位になっている。

1996 年末までに、中国は温石綿の鉱産地が 45 箇所ある。温石綿の鉱物総量は 9061 万 t がある。その中、B+C 級は 3205 万 t で、D 級は 5856 万 t がある。青石綿の鉱産地が 11 箇所ある。藍石綿の鉱物総量は 4.5 万 t がある。温石綿の埋蔵量は石綿の総埋蔵量の 99.9%以上を占めて、青石綿は石綿の総括的な埋蔵量の 0.1% 不足を占める。中国の温石綿の埋蔵量はカナダ、前ソ連に次いで、世界の第3位に位置する。探知した埋蔵量の以外、全国の遠景的な埋蔵量は 7000 万 t 左右がある。

表-2 は中国の温石綿の埋蔵量を示す。青石綿の埋蔵量の分布は雲南、河南、陝西と四川で 4 つの省であり、その中の雲南省は主として、埋蔵量は全国青石綿の総量の 85.33% を占める。

#### 3.2 資源特徴

中国の温石綿鉱床はマグネシウムの富んだ岩型を主とし、埋蔵量は総埋蔵量の 99.6% を占める。マグネシウムの炭酸塩の富んだ岩型は総埋蔵量の 0.36% だけを占める。水鎂石石綿

は蛇紋石石綿と共生しているが、約総埋蔵量の 1% を占める。

表-1 世界石綿産量<sup>1)</sup>

単位：万 t

国家(地域)	年度					
	1990	1992	1994	1996	1998	2000
前ソ連	240	240				
ロシア			80	68.5	68	75
カザフスタン			25	16.9	15	12.5
カナダ	72.5	61.5	55	52.4	42	34
ブラジル	23.2	21	21	21	17	17
ジンバブエ	16.1	16	16	16.9	15	11
中国	19.2	22.96	39.47	44.17	29.7	31.46
南アフリカ	16.2	16.5	10	8.8	6	1.9
ギリシア	6.6		6	6	7	5
インド	2.6	2			1.9	2.1
アメリカ	2	3.1		1	0.6	0.6
スワジランド	3.6	3.3			2.8	2.5
イタリア	4					
コロンビア	0.8					
日本	0.4				1.8	1.8
その他	0.7	0.5		31.7	9.9	0.7
世界合計	407.9	386.86	252.47	267.37	216.7	195.56

表-2 中国の温石綿の埋蔵量

地域	産地数	総量 (埋蔵量) (万 t 鉱物)		全国の総埋蔵量の占有率 (%)
		B+C	合計	
全国	45	3205	9061	
四川	3	941	1663	18.3
雲南	5	8	159	1.75
陝西	2	290	1038	11.4
青海	7	1930	5829	64
新疆	7	23	275	3

注：中国の地質鉱産部の統計資料より

45 箇所産地の中で、大型鉱床が 6 箇所、中型鉱床が 7 箇所、ほかは小型鉱床である。鉱床規模の区分標準が表-3 で示している。

表-3 中国の鉱床規模の区分標準<sup>2)</sup>

鉱床種類	埋蔵量 単位	鉱床規模 (万 t)		
		大型	中型	小型
鎂質超基性岩型 石綿鉱床	鉱物	>500	50~500	<50
鎂質炭酸塩岩型 石綿鉱床	鉱物	>50	10~50	<10

温石綿は普通に単一の鉱物であり、少数の鉱山と水鎂石石綿が共生し、水鎂石-蛇紋石の石綿鉱床を形成する。例えば、四川石綿鉱、陝西大安鉱。そのほか、共生している鉱物がある。例えば、滑石、マグネサイト、海泡石、珪灰石、角閃石蛇紋岩、大理岩、白雲岩、納長岩と宝(玉)石、クロム鉄鉱などおよびブラチナ、パラジウム、ニッケルなどの金属元素。

### 3.3 鉱物性質

石綿鉱物は耐熱性、絶縁性、吸着性、耐酸性、耐侵蝕性、繊維性と高い機械強度など性能がある。石綿鉱物の類型と典型的な性質を以下に示す。<sup>3)</sup>

#### (1) 紋石石綿

化学式:  $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ 、その中: MgO 43.0%、SiO<sub>2</sub> 44.1%、H<sub>2</sub>O 12.9%

物理、化学性質: 色: 白、薄い灰色、薄い黄色、薄い青光沢: 糸絹の光沢、硬度: 2.0~2.5、密度: 2.49~2.53、抗張力: >3000MPa

生産量は最も多くて、総産量の90%以上占めて、利用が一番広い。

#### (2) 藍石綿(また青石綿あるいは斜角閃石石綿と称する)

化学式:  $Na_2Fe_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$

物理、化学性質: 色: 薄い紫色、密度: 3.2~3.3、抗張力: 3000MPa、強い吸着性、防化学毒性および原子放射汚染を浄化する性能、強い耐酸性。

生産量は総産量の6%占めて、防化学汚染および防酸製品で常用する。

#### (3) 直閃石石綿

化学式:  $(MgFe)_7[Si_8O_{22}](OH)_2$

物理、化学性質: 強い耐酸性、中等な吸着性

生産量はとても少なく、高温の酸に強い製品で常用する。

#### (4) 透閃石、陽起石石綿

化学式:  $Ca_2(MgFe)_3[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$

物理、化学性質: 強い耐酸性、中等な吸着性

生産量はとても少なく、耐酸製品や耐高温製品に用いられる。

#### (5) 鉄石綿

化学式:  $(MgFe)_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$

物理、化学性質: 抗張力: 3000MPa

産量は総産量の3%占める。

石綿の鉱物は 368° C の時に吸着水はすべて取り出され、400° C の時に内部構造水分は取り出すことを始める繊維の抗張力は20%下がり、抗張力の著しく下がる。700° C の時に内部構造水分はすべて分取り出され、繊維は脆くなる。吸着水の取り出すのは両方向性があるが、内部構造水分の取り出すのは両方向性がない。

### 3.4 鉱石種類

石綿の鉱石のタイプは石綿繊維あるいは石綿の鉱石中の存在状態と関係がある。表-4 示すように、石綿繊維と鉱脈の関係により、石綿鉱石は横繊維石綿鉱石と縦繊維石綿鉱石に分けられる。表-5 示すように、石綿脈の鉱石中の存在状態より、石綿鉱石は網状脈鉱石と平行脈鉱石に分けられる。

表-4 石綿繊維と鉱脈の関係により分けられた鉱石<sup>4)</sup>

鉱石種類	鉱物特徴
横繊維石綿鉱石	石綿繊維と鉱石脈壁は垂直であり、繊維が短い、通常にわずかに通常 100mm 以下であり、品位が高い、普通 3~5%、高いのは 10%以上
縦繊維石綿鉱石	石綿繊維と鉱石脈壁は平行であり、繊維が長い、数十センチメートルに達する、品位が低い、普通 1~3%

表-5 石綿脈の存在状態より分けられた鉱石種類<sup>4)</sup>

鉱石種類	埋蔵特徴
網状脈 鉱石	石綿脈と蛇紋岩は各方向で呈して互いに入り組んで違い密度のネットワークを構成する。石綿脈の厚さとネットワーク密度により、大網状脈と小網状脈に分けられる
平行脈 鉱石	石綿脈相は平行に蛇紋岩中に存在する。石綿脈の多少と繊維の長短により、単式脈、複式脈と細脈に分けられる

## 4. 中国のアスベスト利用の現状

石綿は重要な非金属の鉱物原料である。石綿は多い優良な性能があるため、中国の各工業部門と国防の先端技術などの方面に広範囲に利用されている。現在、石綿を主要な原料として、さまざまな石綿製品は 3000 種類に達している。

製品の製造技術と用途より、石綿の製品は 8 種類に区分する。

#### 4.1 石綿セメント製品

中国では、石綿セメント製品の石綿使用量は石綿の総消費量の75%上を占めている。これらの製品の種類が非常に多い。よくあるのは石綿セメント管、石綿セメント瓦（図-1）、石綿セメント板（図-2）、各種な石綿複合板（図-3）など。これらの共通の特徴は以下である。

(1) 密度と単位重量が小さい。密度は 2.75 で、単位重量は 1600~2200kg/m<sup>3</sup> で、とても軽量な材料である。

(2) 熱伝導性は低い。伝熱係数は 0.198~0.244W (m K) で、鑄造鉄管の敷設する深さに比べ、石綿セメント管の敷設する深さがずっと低いため、大量に基本建設の投資を節約することができる。

(3) 電気伝導率は低い。とてもいい絶縁材料である。

(4) 加工や切削しやすい。これは材木の性質と似ている。

(5) 化学性質は安定である。鉱物水の中でコンクリート管より長く持つ。

石綿セメント管はガス管道、下水管道、煙道、オイル・パイプ、通風管道、井管と地下ケーブルの保護管道に用いている。

石綿セメント瓦は防火要求の高い工場や倉庫など建築物で利用されている。

石綿セメント板は建築物の断熱、防音板に用いている。



図-1 石綿セメント瓦



図-2 石綿セメント板



図-3 石綿複合板



図-4 石綿布



図-5 石綿縄

#### 4.2 石綿紡織製品

石綿繊維の性質は柔軟であり、機械強度高い、各種な石棉紗を織ることができて、線をよじったり、縄をこすったり、布や帯などを織ったりして、多様な製品を作る。

主要な石綿紡織製品は石棉布（図-4）、石綿の縄（図-5）がある。石棉の主要な用途は、各種の耐熱、防腐、耐酸碱などの材料を造る以外、化学工業の濾過材料、電解工業の隔膜材料とボイラー、部品の保温する断熱の材料に利用される。まだ、冶金の工場、ガラスの工場、化学製品工場などは石棉布で、石棉手袋（図-6）、石棉衣（図-7）、石棉長靴などの労働保護用品を造る。



図-6 石綿手袋



図-7 石綿服

#### 4.3 石綿保温断熱製品

ボイラーの外壁と導管の上で石棉を常用して保温層を造る。この保温層を造って、ボイラーの熱効率を高めることができ、熱エネルギーの損耗を下げる。冷蔵設備に石棉断熱を採用し、冷蔵効果を高めることができる。車、船など交通機関のボイラー室断熱に用いて、車両あるいは船倉の温度を高めることをもたらさない。

炭酸マグネシウム石棉粉、珪藻土石棉泥、炭酸カルシウム石棉粉、陶土石棉粉などはすべて比較的安値の石棉保温材である。

最近、中国では保温材-泡沫石棉（図-8、図-9）を開発した。この製品の伝熱係数が低い、保温する性能がよい、省エネ

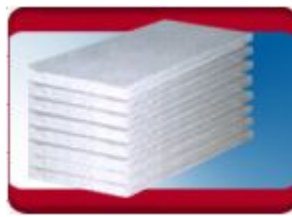


図-8 泡沫石棉板



図-9 泡沫石棉管

ギーの効果が著しい、その上積み卸しするのが便利で、全国迅速に広める。

#### 4.4 石綿ゴム製品

石綿のゴムの製品は普通に温石棉で製造する。石綿のゴムの製品は主に各種な設備の密封、ライナーに用いる。主要な品種は含む：油にしみこんで石綿のパッキング（図-10）、油にしみこんで石綿石墨のパッキング（図-11）、その他の石綿のパッキング、石綿のゴム板（図-12）、耐油板（図-13）など。

生産量が最大なのは普通な石綿ゴム板（高圧、中圧、低圧）および耐油板である。

#### 4.5 石綿制動（伝動）製品

石綿は高い機械強度と耐熱性、良好な摩擦性能がある。このため、石綿が制動、伝動製品によく使われている。

制動製品：石綿制動帯、石綿布ゴム制動帯、石綿繊維ゴム制動帯。石綿制動帯は鉱山機械とトラクターによく使われる。石綿布ゴム制動帯は都市の自動車（図-14）によく使われる。石綿繊維ゴム制動帯はライト型の機械（図-15）によく使われる。

伝動製品：主に各種な機械性車両と建設機械の動力伝動に用いている。主要な品種は各種規格のクラッチの切れ（図-16）、減衰切れ（図-17）等である。

#### 4.6 石綿電工材料

石綿繊維とフェノール樹脂を合成し、各種の電気絶縁材を製造する。高圧器材の底板、高圧のスイッチの取手、電話のイヤホンの柄と軍用の器材および配電盤、配電板、計器板などに用いている。製紙機には、石綿で造った厚さ 0.2mm 以下の絶縁石綿紙は製紙機電機のコイル絶縁材に用いるのだ。

#### 4.7 石綿のアスファルト製品

石綿繊維は天然のアスファルトあるいは人造のアスファルトと混ぜ合わせて、石綿のアスファルトの製品を製造することができる。石綿繊維はアスファルトの中でアスファルトの軟化温度を高めて、およびその低温下のもろさを下げることができる。

石綿のアスファルト製品は多い。例えば、薄い型の石綿のアスファルト板、石綿のアスファルト布（石綿のアスファルト・フェルト）、石綿のアスファルト紙、石綿のアスファルト・タイル、液体の石綿漆と膨張するためのパテなど。高級な建築物の防水、保温、防湿気、絶縁、アルカリに耐えられる材料に用いている。

#### 4.8 石綿の新しい用途

近代的な技術の発展に従って、中国では、石綿の応用はますます広範になって、そしてたくさんの新しい用途が現れた。石綿と陶磁繊維で製造する複合絶縁材はロケットの燃焼室に用いる。石綿とガラス繊維、ナイロンの繊維は織りなして製造する複合材料もロケットとミサイルの工業に用いる。

### 5. 中国のアスベスト被害

石綿粉塵を吸い込むと、お石綿肺、肺癌など病気になる。石綿が空気に暴露したら、石綿繊維粉塵が空気の中に飛び込んでしまう。人間がこの汚染された空気を体内に吸い込んで、肺に物理的と毒性的に傷つける。長期に石綿粉塵の飛び込ん



図-10 石綿のパッキング



図-11 石綿石墨のパッキング



図-12 石綿のゴム板



図-13 石綿ゴム耐油板

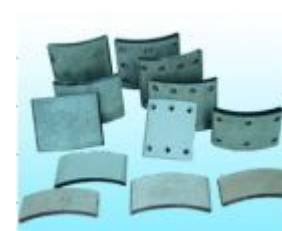


図-14 自動車の制動材



図-15 農用機械の制動材



図-16 自動車クラッチの切れ



図-17 鉱業機械の減衰切れ

でいる空気環境で働いた工人が石綿肺に患う。それは肺の繊維化を根源とする全身性疾病である。患者は咳、呼吸困難と深刻な肺の機能障害を表れる。石綿繊維は肺の中で長期に沈積すると、患者が肺癌になる。専門家の見積もりで、全世界で毎年およそ 20 万人が石綿と関係のある癌で死んで、その中の約 25%は肺癌で死んでしまう。

中国の普通な石綿鉱業では、石綿の粉塵の汚染問題、及び深刻な程度実際には今なお依然として深刻に存在している。例えば、茫崖新選工場では、作業する場所の粉塵濃度は 0.5 ~ 3.0 mg/m<sup>3</sup> にある。それでも、粉塵濃度が低い例が、普通の石綿鉱業工場は、粉塵濃度は 10 ~ 15 mg/m<sup>3</sup> にあって、高いのは 150 mg/m<sup>3</sup> に達する。しかも、想像できないが、多くの鉱山は重点な作業場所で常に石綿粉塵が高くて、人影を見にくい程度常になる。

中国では、1949 ~ 1980 年、石綿肺患者は 1786 人である。1980 ~ 1986 年、2503 人である。その中、死亡 622 人、死亡率 14.5%。1996 ~ 1998 年、石綿肺患者は 6485 人で、発病する

時、働く年数は平均的に 22.7 年である。2003 年末まで、全国判断した石綿肺患者は 7907 人で、その中、死亡 923 人、死亡率 11.7%であった。<sup>5)</sup>

## 6. 中国のアスベスト被害の意識

1982 年、中国は石綿業界の発病する状況の調査を展開した。1987 年中国の衛生部は石綿の致す肺癌を職業腫瘍に取り入れて、法定の職業病として管理する。作業する環境中、石綿粉塵の衛生標準はもとの 2mg/m<sup>3</sup> から 0.8mg/m<sup>3</sup> に変えた。技術革新を通して、いくつか新素材を使って、石綿に取って代わって、石綿の使用量を減らして、石綿の使う範囲を縮小している。

角閃石石綿を原料としての石綿スレートなど建築材料を使用禁止する。2001 年に角閃石石綿（青石綿）の製品を淘汰することを確定した。

摩擦製品、密封製品の無石綿化を推進する。2003 年 10 月から、自動車工業は摩擦する材料には全面的に石綿を使うことを禁止した。

北京市は 2004 年から 1 月から、全市すべての建築工事中で石綿製品の使うことを禁止した。

## 7. おわりに

本報告より、明らかになったのは以下のとおりである。

(1) 中国では、アスベストの発現と利用歴史が早い。中国は早い時期にアスベストを発現し、人類の生産活動に利用した。その歴史は 2500 年以上である。

(2) 中国のアスベスト資源が豊富である。今の年産量は世界 3 位になる。その中、温石綿が大部に占める。

(3) 中国のアスベストの利用が広い。アスベストのいろいろな特性があるため、中国のアスベスト利用が幅広いである。今なおアスベスト製品は 3000 種類以上がある

(4) 中国のアスベスト被害がひどい状況になっている。アスベストが広い範囲で利用されているため、被害がひどいと考えられる。統計のデータより、もっと多い被害者がいたあるいは出ていると考えられる。

(5) 中国のアスベストの被害意識がまた浅い。現在、中国は青石綿の利用だけ禁止しているが、温石綿が生産活動中に非常に幅広く利用されているため、その利用があまり禁止されていない。

## 参考文献

- 1) 中国石綿、世界石綿産量：  
<http://www.smxh.org/list.asp>?
- 2) 中国温石綿資源豊富：  
<http://www.chinanmm.com/zyandkf/shimian.htm>
- 3) 石綿：  
<http://www.chinaimm.com/nmr>
- 4) 中国石綿、中国主要石綿鉍山鉍石類型：  
<http://www.smxh.org/list.asp>?
- 5) 石綿粉塵控制現状分析：  
<http://www.stg-china.com/bbs/read.asp>