

# アスベスト

群馬工業高等専門学校 物質工学科教授 小島 昭

## 1. はじめに

アスベストは、優れた性質をもつ安価な物質であることから、私達の生活の中で幅広く使用されてきた。数十年前からアスベストと疾病との関係が問題となっていたが、代替化が困難、アスベストの病原性に対する認識不足などから、大量のアスベスト製品が日本国内で製造され、使用されてきた。今後は、莫大な量のアスベスト含有廃棄物が排出されることから、安全で安心なアスベストを無害化する技術の開発が急務となっている。

## 2. アスベストの歴史

アスベストは、古代エジプト時代ではミイラを包む布として、古代ローマでは、ランプの芯として使われた。この当時から、アスベストを掘り出す鉱山で働くヒトは、早く死亡するとの記録がある。日本では、平安時代の竹取物語に、火鼠の皮衣、燃えないポシェットとして登場する。江戸時代には平賀源内が火浣布（アスベスト）で香敷きを作り、幕府に献上した。アスベストは、古くから使用されている物質である。

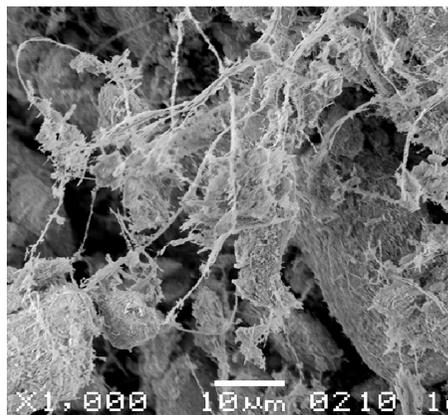
## 3. アスベストとは

アスベスト（英：asbestos, 独：Asbest）の語源は、ギリシャ語の asbestos に由来する。a は否定の意を表し、sbestos は「消すことができる」の意味で、asbestos は「消すことができない」、「不滅の」を示す。日本では、アスベストが繊維状物質であることから、石綿（いしわた又はセキメン）とも呼ばれている。

アスベストは、繊維状のケイ酸塩鉱物を総称し蛇紋石から得られるクリソタイル（白石綿）、角

閃石から得られるクロシドライト（青石綿）、アモサイト（茶石綿）の3種がある。アスベストが様々な用途に利用されたのは、安価であることと共に、抗張力、紡糸性、耐熱性、耐薬品性、熱絶縁性、電気絶縁性、耐摩耗性、防音性などの諸性質に優れているからである。アスベストと同じ性質をもつ繊維を作ろうとしても、製造できない史上最強の繊維である。

最も有名なアスベスト鉱床は、カナダ Quebec 地方のクリソタイル鉱床で、世界の全アスベスト産額の約8割を占めている。これについて、南アフリカの Pietersburg 地方で、クロシドライト及びアモサイトの世界唯一の産地である。日本でも、1937年に北海道空知郡山部地方にクリソタイル鉱床が発見され、1944年には8000トンものクリソタイルが産出された。アスベスト（クリソタイル）の走査型電子顕微鏡写真を下図に示す。クリソタイルは直径0.02～0.2 $\mu\text{m}$ 、長さ1～20 $\mu\text{m}$ の中空状繊維単位が集まり、繊維束を形成している。また、繊維長は5～30 $\mu\text{m}$ のものが多い。



#### 4. アスベストの有害性

アスベストのヒトに対する影響は、非癌性の変化（アスベスト症、良性胸膜疾患など）と癌性の変化（肺癌、悪性中皮腫など）がある。アスベストを原因とする最初の症例は、1907年である。1927年にはアスベスト症（asbestosis）という名称が初めて使用され、アスベストの病原性が明確に証明された。その後、アスベストと悪性中皮腫や胸膜疾患との関連性が認められた。また、胃腸系の悪性腫瘍とアスベスト暴露の関連も報告されているが、現段階では決定的ではない。

アスベストの病原性の特徴は、アスベストへの最初の暴露から発症に至るまでに長期間の潜伏期間が存在することである。アスベスト肺（アスベスト症）では15～20年、肺癌では15～40年、悪性中皮腫では20～50年（約40年に発症のピークがある）と言われている。これは、アスベスト中に含まれる鉄原子の作用によるとの研究もある。また、アスベストと他の発癌物質との相乗効果も認められている。喫煙者は、アスベスト暴露環境下におかれると、アスベストに晒されることの無い禁煙者に比べ、肺癌による死亡率が53.9倍にまで跳ね上がるとされている。

アスベストの病原性を決定する因子は、吸入性、蓄積性、滞留性、除去性、転移性及び生物学的活性などを踏まえ、様々な要因がある。中でもアスベストの種類と繊維の寸法は重要因子で、クロシドライト及びアモサイトによる肺癌及び中皮腫の発症率は、クリソタイルのそれに比べ明らかに高いことが確認されている。繊維寸法は、アスベストの吸入性、蓄積性、及び除去性を決定付ける重要な因子である。一般的に幅が $3\mu\text{m}$ 未満でアスペクト比（長さとの比）が3以上の繊維は、吸入性アスベスト粉塵とされ、これ以外のものは呼吸によって肺気管に到達しないとされている。

#### 5. 日本におけるアスベストの使用実態

1930年から2004年にかけて日本に輸入されたアスベストの総量は1,000万トン近くになり、莫

大な量が日本国内で消費された。アスベストは、建築資材、自動車部品、電気製品、水道管など、我々の生活に身近なところで使用された。アスベストの主要用途は建材で、吹付けアスベスト、アスベスト保温材およびアスベスト成形板などがある。これらに含まれるアスベスト含有率は、吹付け材では約40%、保温材では約1.5%～50%、成形板（スレート）では10～20%である。

#### 6. アスベストの廃棄処理および無害化

廃棄アスベストは、厚手のビニル製の二重袋に詰め、管理型廃棄物として厳重に管理された処分場に埋め立てる。長年月の間には、袋の損傷、破断などによってアスベストが飛散することもある。このような廃棄処分方法を危惧し、 $1500^{\circ}\text{C}$ 以上で溶融させる方法、融解剤を用いるスラグ溶融解法、ロータリーキルンで焼成する方法、焼成したアスベストを乳鉢で粒状や粉末にする方法などが提案された。膨大なエネルギー、安全性等の点から実用には至っていない。しかし、環境省は、廃棄アスベストの処分を $1300^{\circ}\text{C}$ 以上の高温で溶融することを決めた（2005年12月）。筆者等は出来る限り低い処理温度（ $800^{\circ}\text{C}$ 以下）でアスベストの繊維形態と結晶構造を崩壊させることを追求し、アスベストとフロン分解物を混合し $700^{\circ}\text{C}$ に加熱するとアスベストは分解し無害化することを発見した。フロンは、塩素とフッ素を含む炭化水素化合物で、冷蔵庫やクーラーに使用されたが、オゾン層破壊物質であることから使用が禁止され、その廃棄処理に苦慮している。筆者は、困りもの（フロンとアスベスト）を混ぜて加熱した。分解できないと考えられていたアスベストは容易に分解した。アスベストは、私達の生活を豊かにするべく地中から掘り出し利用した。善玉であると認識していたアスベスト、実は悪玉だった。フロンとアスベスト、これら悪玉同士を混ぜ合わせて加熱すると安全な物質に変わった。筆者等が見つけた技術は、アスベスト問題で不安な毎日を送っている人達への解決策になるものと確信している。