ゴム製品及び天然鉱物中の 極微量アスベストの分析方法

鈴木 美 果^{*1}・渡 邊 智 子^{*2}・大 武 義 人^{*3}

Trace Analysis of Asbestos in Rubber Products and Minerals

Mika SUZUKI, Tomoko WATANABE, Yoshito OHTAKE (Chemicals Evaluation and Research Institute, Japan, 1600 Shimotakano, Sugito-machi, Kitakatsushika-gun, Saitama 345-0043, Japan)

Use of rubber products and minerals containing higher than 0.1 wt% asbestos was banned in 2006. For the regulation, there is a real need for accurate trace analysis of asbestos in rubber products and minerals. We reviewed the present analytical methods for asbestos and make some recommendations to avoid erroneous measurement. Firstly, proper pretreatment of rubber products is essentially important to exact analysis. Secondary, it is necessary to combine two or more analysis techniques such as XRD, SEM, PCM and DTG for qualitative or quantitative analysis of asbestos. XRD is the most powerful instrument that can be used detection and measurement of asbestos. Asbestos can be directly observed with SEM and PCM. Though DTG is useful for identification of serpentine minerals, it is necessary to pretreat the matrix dissolution to measure the concentration of asbestos.

Key Words : Asbestos, Trace Analysis, Pretreatment, XRD, PCM, SEM, DTG

1. は じ め に

アスベストを含有するゴム製品には、自転車や自動車用ブレーキなどの摩擦材、発電所や化学プラントに用いられているガスケットやパッキンなどのシール材などがある。アスベストは安価で、耐摩耗性、耐熱性、耐薬品性のほか優れた諸物性を有するため、様々な製品に多量に使用されてきたものの、アスベストによって発症する悪性中皮腫が社会問題として大きく取り上げられている。

アスベストとは、石綿(せきめん、いしわた)とも呼ばれ、ILO(国際労働機関)などの国際機関や、JIS A 1481:2006「建材製品中のアスベスト含有率測定方法」による定義では、繊維状のケイ酸塩鉱物であるクリソタイル(白石綿、温石綿)、アモサイト(茶石綿)、クロシドライト(青石綿)、アンソフィライト、トレモライト、アクチノライトの6種

で、アスペクト比(縦横比)3以上のものとしている。中でもクリソタイルの使用量は全体の95%以上と圧倒的に多い。実際、筆者らが属する化学物質評価研究機構において、これまでの20年間に分析してきたアスベストの多くがクリソタイルであった。表1にアスベストの種類と使用状況を示す。

アスベストは、労働安全衛生法や石綿障害予防規則などの法律によって、平成7年に有害性の高いアモサイトとクロシドライトが使用禁止になったのをはじめ、平成18年9月1日からは、クリソタイルを含む全てのアスベストを0.1 wt%以上含有する製品の輸入、製造、使用が一部の製品を除いて禁止された。また、アスベストはタルクやセピオライトなどの天然鉱物中に不純物として存在することが知られている。したがって、アスベストを故意に配合していなくとも、例えば充てん剤などとして用いた天然鉱物によって、知らず知らずのうちにアスベストを含むゴム製品を製造してしまう危険性もある。

このようなアスベストの人体に対する有害性や法規制に関連して、アスベストの有無と含有率を正確に分析する必要性が高まっている。事実、アスベストの定性定量分析には慎重な前処理、高い解析力が必要となるにもかかわらず、十分な前処理をせず分析に取り掛かるケースが、問題視されることが多々ある。そこで本稿では、ゴム製品及び天然

表1 アスベストの種類と使用状況

アスベストの種類		使用状況	
蛇紋石	クリソタイル (白石綿・温石綿)	工業的に多量に 使用されたアス ベスト	一部の製品を除き、 現在は使用禁止
	アモサイト(茶石綿)		平成7年より全面的 に使用禁止
	クロシドライト(青石綿)		
角閃石	アンソフィライト	産出が稀で、国 内産業では不使 用	他の天然鉱物に不純 物として含有する場 合が多い
	トレモライト		
	アクチノライト		

鉱物中の極微量アスベストの前処理を含めた高精度な分析方法について述べる。

2. 分 析 方 法

表2にアスベスト分析に関する公定法についてまとめた。また、JIS A 1481法による建材製品中のアスベスト分析フローを図1に示す。ゴム製品におけるアスベスト分析もこれらの手法を参考にして行う。

2.1 前処理方法

2.1.1 粉末化

アスベスト分析では、以下に述べるX線回折測定によりシャープなピークを得るため、まず製品を粉末状にする必要がある。建材など無機成分を多く含む硬い試料は乳鉢やカッターミル等で粉碎すればよいが、ゴム製品など有機成分を主成分とする軟らかい試料には低温灰化が有効である。低温灰化はハサミなどで細かく刻んだ試料を電気炉に入れ、450℃程度でゆっくりと1時間以上の加熱を行う。500℃以上で加熱した場合、クリソタイルの結晶水が徐々に消失して石英やかんらん石など他の物質に変化し¹⁾、クリソタイルとして検出されないおそれがあるため、灰化温度の管理には注意を要する。

粉末化で注意しなければならないことは、試料の粒径である。X線回折測定において正確で安定した強度の回折ピ

ークが得られる粒径は、一般的に0.5～10μmと言われている^{2,3)}。また、アスベストは配向しやすい性質を有しており、試料が配向していると特定の回折ピーク強度が強くなるなど再現性のよい回折パターンが得られなくなるため、粒径を小さく整える必要がある。実際の測定では、測定のつど粒径を測定するわけにはいかないので、適切な粒径のおおよその目安をつけるために、少量の粉末を指先にとり、擦り合わせたときにザラツキを感じない程度と理解してもらえればよいと思う。

2.1.2 マトリックス成分の溶解による試料の濃縮

2.1.1の方法で粉末化した試料は、次に極微量のアスベストを高精度に分析するため、酸やアルカリによって試料中のマトリックス成分(例：炭酸カルシウム、石膏など)を溶解除去する。このとき用いる酸・アルカリで最も効果的なものは20%濃度(HCOOH)である⁴⁻⁷⁾。これ以上の強酸はクリソタイルを溶解させてしまう危険性があるため濃度管理はより慎重に行う。

2.2 定性分析方法

2.2.1 X線回折測定

(1) 測定に対する一般注意事項

X線回折測定による定性分析では、アスベストの有無確認と同時に結晶性を有するマトリックス成分の同定を行う。アスベスト5種の回折チャートを図2に示す。図2に示されていないアクチノライトは標準試料がどうしても入手できぬため添付不可能であった。アクチノライトのパターンを知る必要がある場合はJIS A 1481法の本文を参照されたい。図3に0.1 wt%アモサイト含有試料の未処理と、ぎ酸処理後のX線回折測定結果を示す。未処理の状態では不検出であった0.1 wt%アスベストの回折ピークが、ぎ酸処理後の試料からは検出されるようになる⁴⁾。したがって、定性分析の段階において、JIS A 1481法ではぎ酸処理を要求していないものの、2.1.2に示したぎ酸処理を行った試料を分析に供しなければ0.1 wt%までの微量のアスベストの定性定量を行うことは極めて難しい。

表2 アスベスト分析についての公定法の名称と分析方法

公定法の名称	分析方法
JIS A 1481:2006 「建材製品中のアスベスト含有率測定方法」	(1) X線回折測定 (2) 顕微鏡を用いた分析 ・位相差顕微鏡による分散染色法 ・偏光顕微鏡による消光角法 ・電子顕微鏡による形態観察
基安化発第0828001号 「天然鉱物中の石綿含有率の分析」	(1) X線回折測定 (2) 微分熱重量分析
厚生労働省 中央労働災害防止協会 「左官用モルタル混和材中の石綿含有率の測定方法等に関する検討会報告書」	(1) X線回折測定 (2) 微分熱重量分析

図1 JIS A 1481法による建材製品中のアスベスト分析フロー

図2 アスベストのX線回折チャート：(a)クリソタイル，(b)アモサイト，(c)クロシドライト，(d)アンソフィライト，(e)トレモライト

図3 0.1 wt%アモサイト含有試料の未処理とぎ酸処理後のX線回折チャート ($2\theta = 10.5^\circ$ 付近)

図4 蛇紋石のX線回折チャート：(a)クリソタイル，(b)アンチゴライト，(c)リザルダイト

(2) 蛇紋石中のクリソタイルについて

クリソタイルが属する蛇紋石には、アスベストであるクリソタイルのほかに、非アスベストのアンチゴライトとリザルダイトがある。これらはひとつひとつが単独で存在することは稀であり、それぞれが様々な割合で混在している場合が多い。また蛇紋石の化学組成と結晶構造は非常に類

似しており、図4に示すように、蛇紋石(クリソタイル：JAWE111，アンチゴライト⁸⁾，リザルダイト⁸⁾)のX線回折パターンを比較すると、第1ピーク($2\theta = 12.1^\circ$ 付近)及び第2ピーク($2\theta = 24.2^\circ$ 付近)の位置がいずれも一致し、その他のピークは強度が小さいため、極微量の蛇紋石を含む試料ではX線回折測定のみで蛇紋石の種類を同定

することは不可能となる。過去に、クリソタイルが含まれているにもかかわらずアンチゴライトと判断され、非アスベスト製品として販売されたためにさまざまな問題が生じた例もある。したがって、X線回折測定により蛇紋石を含むと判断された試料は、以下(2.2.2, 2.2.3)に述べる各種顕微鏡を用いた形態観察により詳細に分析を行う必要がある。

2.2.2 位相差顕微鏡を用いた分散染色法

分散染色法は、浸液の屈折率に応じて特定のアスベストが呈する特徴的な分散色を確認し、アスベストの有無の判定と同定を行う方法である。表3に代表的なアスベストの分散色を示す。さらにX線回折測定では区別が困難であった蛇紋石の分散色を確認すると、屈折率1.550の浸液において、アスベストであるクリソタイル(JAWE111)は赤紫～青色の繊維状物質、非アスベストのアンチゴライト⁸⁾は黄色の粒状物質、リザルダイト⁸⁾は赤色の粒状物質と全て異なることから、分散染色法によって蛇紋石の判別が可能である⁹⁾。しかしながら、市販されている位相差顕微鏡の観察倍率は最高でも400倍と低いため、分散染色法によって極微量の非常に細い繊維状物質であるアスベストを確認することは経験と高い熟練技を要することになる。

2.2.3 電子顕微鏡による形態観察

アスベストをより高倍率で詳細に観察するには、透過型電子顕微鏡(TEM)や走査型電子顕微鏡(SEM)を用いるの

表3 アスベストの種類と各種浸液に対応する分散色

浸液の屈折率 $n_D^{25^\circ\text{C}}$	クリソタイル (白石綿)	アモサイト (茶石綿)	クロシドライト (青石綿)
1.550	赤紫色～青色	—	—
1.680	—	桃色	橙色
1.700	—	青色	青色

がよい。TEMは電子線回折によって物質の結晶構造を確認できるため、アスベストの有無やアスベストの種類の判定に有用である^{10, 11)}。反面、薄膜試料を作製する必要があるなど非常に時間と装置・試験の前処理などに費用のかかる方法である。そこで、筆者らは粉末状にした試料をそのまま使用でき、装置も比較的廉価に入手できるSEMによる形態観察を推奨している。図5に0.1 wt%アスベスト含有試料中のアスベストのSEM写真を示す。このようにSEMは光学顕微鏡と比べはるかに焦点深度が深いため、高倍率で立体的な観察が可能である。さらに、SEMやTEMと化学組成分析の可能なエネルギー分散型X線分析装置(EDX)を組み合わせると、観察された繊維状物質のEDXスペクトルからアスベストの種類を決定することができる。各アスベストのEDXスペクトルについては、社団法人日本作業環境測定協会から発行されている繊維状物質測定マニュアルの電子顕微鏡による分析方法の項(p.40)を参照されたい。

SEMによる蛇紋石の形態観察結果を図6に示す。アスベストであるクリソタイルはしなやかで細い繊維状物質、非アスベストのアンチゴライトは薄片状物質、リザルダイトは塊状物質といずれも異なる形態であることが明瞭に確認できる。

2.3 定量分析方法

2.3.1 X線回折法による定量分析

製品中のアスベストの定量分析には、X線回折法を用いた内標準法、標準添加法、基底標準吸収補正法がある。内標準法は、アスベスト含有試料に一定量の内標準物質を添加したのについてX線回折測定を行い、測定対象のアスベストと内標準物質のピーク強度比から作製した検量線

図5 0.1 wt%アスベスト含有試料中のアスベストのSEM写真(観察倍率: 5000倍): (a)クリソタイル, (b)アモサイト, (c)クロシドライト

図6 蛇紋石のSEM写真(観察倍率: 5000倍): (a)クリソタイル, (b)アンチゴライト, (c)リザルダイト

を用いて定量する方法である。内標準物質には、アスベストやマトリックス成分の回折ピークと重ならない位置にピークが検出される物質を選択する必要がある、ケイ素粉末(Si)やフッ化カルシウム(CaF_2)、二酸化チタン(TiO_2)、フッ化リチウム(LiF)、アルミナ(Al_2O_3)、カオリナイトなどが使用される。標準添加法は、測定対象のアスベスト標準試料(社団法人日本作業環境測定協会より購入可能)をアスベスト含有試料に既知量添加したものと未添加のものについてX線回折測定を行い、それぞれのアスベストの回折ピーク強度から検量線を作製し、濃度を求める方法である。標準添加法はマトリックスの種類によらないため、どのような試料にも対応できるが、毎回アスベストの標準試料を用いることから、分析コストがかかる。これらの方法に対して、0.1 wt%程度の微量のアスベストを高精度に分析するには、基底標準吸収補正法がよい⁴⁾。基底標準吸収補正法は、アスベストやマトリックス成分によるX線吸収の影響を、試料の下に置いた基底標準板の回折線強度の変化量によって補正した検量線を用いて定量を行う。基底標準板には亜鉛やアルミニウムなどが使用される。

2.3.2 微分熱重量分析(DTG)計による分析

X線回折測定によるアスベストの定量分析はいずれも回折ピーク強度からアスベスト含有率を算出するため、X線回折測定において主回折ピークの重なる蛇紋石中のクリソタイル含有率を求めることは難しい。そこで、蛇紋石の結晶水の脱水温度の違いから蛇紋石の種類と量比を求めるDTG法がある。昇温に伴う重量の減少を示すTG曲線を微分したDTG曲線からは、蛇紋石が混在していても異なる脱水温度のDTGピークが得られるため、ピーク分離を行うことによってそれぞれの蛇紋石の質量%を求めることができる。左官用モルタル混和材中の石綿含有率の測定方法等に関する検討会の報告書によると、各蛇紋石の結晶水の脱水温度は、昇温速度によって若干変わり、昇温速度が速いほど高温側に移行するが、毎分20℃で昇温した場合、リザルダイトが最も低い約630℃、クリソタイルは約680℃、アンチゴライトが最も高い約720℃である¹⁾。一方、筆者らが独自に入手した天然蛇紋石⁸⁾を用いて同様にDTGを行うと、それぞれの結晶水の脱水温度ピークは、リザルダイトは約640℃と約700℃、クリソタイルは約660℃、アンチゴライトは約750℃と約790℃と前述の文献とは異なる温度が得られ、さらにDTG曲線の形状も異なっていた。そこで、両者の結果を用いてクリソタイルとリザルダイトを含む自転車用ブレーキ中のクリソタイル含有率を求めたところ、天然の蛇紋石を実測した値を用いたほうがより高精度に定量されることが確認された⁹⁾。しかしながら、DTGの検出下限は5 wt%程度である¹²⁾ことから、極微量のクリソタイルを定量するには、前処理としてできるだけマトリックス成分を溶解させておく必要があ

る。

3. 天然鉱物中のアスベスト分析

工業的に使用されている天然鉱物の中には、表4に示すようにアスベストを不純物として含有するものが知られている。天然鉱物中のアスベストの分析方法については、X線回折測定においてバックグラウンドの上昇や、アスベストと近い位置に天然鉱物の回折ピークが出現するなど、0.1 wt%アスベスト含有の有無判定が困難となるため、JIS A 1481法の適用範囲外であった。そこで、平成18年8月28日に厚生労働省労働基準局より基安化発第0828001号として、「天然鉱物中の石綿含有率の分析方法」が発表された。それらの中でもゴム製品に深く関係するタルクの分析方法を紹介する。タルクはゴムの充てん剤として利用されている鉱物で、タルク中に存在する可能性の高いアスベストはクリソタイルとトレモライトの2種類である。昭和62年にベビーパウダーの原料として使用されていたタルクに不純物としてアスベストが混入していたという事件や、最近でもタルクと称して販売されていた鉱物にクリソタイルが混入しており、裁判沙汰になったケースもある。

分析方法は、クリソタイル含有タルク標準試料、トレモライト含有タルク標準試料(ともに、社団法人日本作業環境測定協会より購入可能)と、測定試料のX線回折測定を行い、測定試料中にクリソタイルの回折ピーク($2\theta = 12.1^\circ$ 付近)、及びトレモライトの回折ピーク($2\theta = 10.4^\circ$ 付近)が認められるか否かを確認する。回折ピークが認められた場合は3回の平均強度(面積)がそれぞれの標準試料の回折ピーク強度(面積)以下か否かを確認する。測定試料から回折ピークが認められない場合、または標準試料の回折ピーク強度以下である場合に、測定試料中にはクリソタイル、あるいはトレモライトは0.1 wt%を超えて含有していないと判断する。分析上の注意としては、タルクに共存しやすい鉱物である緑泥石、方解石、ドロマイト、マグネサイト、石英などによる回折ピークが、アスベストのピークと重なっていないかどうかを十分に確認することである。さらに、X線回折測定により、クリソタイルやトレモライトが検出された場合、特にトレモライトは繊維状と非繊維状の粒子がある^{13, 14)}ため、SEMやSEM-EDXなどを用いてより詳細な試料の形態観察や化学組成の確認を行

表4 アスベストを不純物として含むおそれのある鉱物の例

鉱物名	アスベスト名
タルク	クリソタイル, トレモライト
パーミキュライト	クリソタイル, トレモライト
セピオライト	トレモライト
ブルーサイト	クリソタイル
緑泥石	クリソタイル
アタパルジャイト	クリソタイル, トレモライト

ったほうがよい。

4. お わ り に

以上、ゴム製品及び天然鉱物中のアスベスト分析に関する様々な手法を紹介した。極微量のアスベストを高精度に分析するには、適切な前処理を行い、X線回折測定とSEM観察など複数の方法を組み合わせて詳細に分析を行う必要がある。今後もアスベスト代替品の普及に伴う既存アスベスト製品の廃棄や、輸入鉱物中のアスベストの有無確認などアスベスト分析の必要性は極めて高いと考えられるが、特に微量含有している場合、アスベストの有無の判定は難しい。そのようなときに本稿が少しでもお役に立てれば幸甚である。

Reference

- 1) Kohyama, N.; Konishi, Y.; Takata, T.; Tomita, M.; Nagoya, T.; Morinaga, K.: "Sakanyou Morutaru Konwazaityuu no Sekimen-ganyuritsu no Sokuteihouhou ni Kansuru Kentoukai Houkokusyo", Tyuuou Saigai Bousi Kyokai Roudou Eisei Tyousa Bunseki Center, Tokyo, p.5 (2004)
- 2) Nagoya, T.; Kohyama, N.; Konishi, Y.; Tomita, M.: "Senijyoubus-sitsu Sokutei manual", Sagyou Kankyou Sokutei Kyokai, Tokyo, p.79 (2004)
- 3) Kohyama, N.; Nagoya, T.; Ogiwara, Y.; Konishi, Y.; Syoji, S.; Sekiguchi, H.; Tomita, M.; Hayama, K.; Myojo, T.; Yabuta, J.; Suzuki, H.: "Koubutsusei Hunjin Kankei", Sagyou Kankyou Sokutei Kyokai, Tokyo, p.171 (2005)
- 4) Suzuki, M.; Watanabe, T.; Ohtake, Y.: Nippon Gomu Kyokai Elastomer Touronkai Youshisyu, **18**, 29 (2006)
- 5) Iijima, T.; Yabuta, J.; Ohta, H.: Sagyou Kankyou Sokutei Kenkyuu Happyokai Syourokusyu, **27**, 162 (2006)
- 6) Terada, K.; Terayama, R.; Suzuki, H.; Konishi, Y.: Sagyou Kankyou Sokutei Kenkyuu Happyokai Syourokusyu, **27**, 164 (2006)
- 7) Nosaka, C.; Nakaji, F.; Torigai, M.; Asakuno, K.: Sagyou Kankyou Sokutei Kenkyuu Happyokai Syourokusyu, **27**, 166 (2006)
- 8) Uehara, S.: *Ganseki Koubutsu Kousyougakkaishi*, **82**, 106 (1987)
- 9) Suzuki, M.; Watanabe, T.; Ohtake, Y.: Nippon Gomu Kyokai Nenjitaikai Youshisyu, **33** (2006)
- 10) Chatfield, J.: *THE HITACHI SCIENTIFIC INSTRUMENT NEWS*, **31**, 3 (1988)
- 11) Nagoya, T.; Kohyama, N.; Konishi, Y.; Tomita, M.: "Senijyoubus-sitsu Sokutei manual", Sagyou Kankyou Sokutei Kyokai, Tokyo, p.32 (2004)
- 12) Kohyama, N.; Konishi, Y.; Takata, T.; Tomita, M.; Nagoya, T.; Morinaga, K.: "Sakanyou Morutaru Konwazaityuu no Sekimen-ganyuritsu no Sokuteihouhou ni Kansuru Kentoukai Houkokusyo", Tyuuou Saigai Bousi Kyokai Roudou Eisei Tyousa Bunseki Center, p.6 (2004)
- 13) Kayahara, N.; Matsumura, R.; Mizoguchi, Y.; Hasegawa, R.; Kohyama, N.: *Nendo Kagaku*, **43**, 187 (2004)
- 14) Mashiko, T.; Matsumura, R.; Kosaka, Y.; Kayahara, N.; Kohyama, N.: *Nendo Kagaku*, **43**, 193 (2004)

日本語表記参考文献

- 1) 神山宣彦, 小西淑人, 高田 昴, 富田雅行, 名古屋俊士, 森永謙二: 左官用モルタル混和材中の石綿含有率の測定方法に関する検討会報告書, 中央災害防止協会労働衛生調査分析センター, p.5 (2004)
- 2) 名古屋俊士, 神山宣彦, 小西淑人, 富田雅行: 繊維状物質測定マニュアル, 作業環境測定協会, 東京, p.79 (2004)
- 3) 神山宣彦, 名古屋俊士, 荻原幸男, 小西淑人, 庄司覚, 関口晴男, 富田雅行, 葉山勝美, 明星敏彦, 藪田十司, 鈴木治彦: 鉱物性粉じん関係, 作業環境測定協会, 東京, p.171 (2005)
- 4) 鈴木美果, 渡邊智子, 大武義人: 日本ゴム協会エラストマー討論会要旨集, **18**, 29 (2006)
- 5) 飯島卓, 藪田十司, 太田久吉: 作業環境測定研究発表会抄録集, **27**, 162 (2006)
- 6) 寺田和申, 寺山玲児, 鈴木治彦, 小西淑人: 作業環境測定研究発表会抄録集, **27**, 164 (2006)
- 7) 野坂千恵, 仲地史裕, 鳥貝真, 朝来野国彦: 作業環境測定研究発表会抄録集, **27**, 166 (2006)
- 8) 上原誠一郎: 岩石鉱物鉱床学会誌, **82**, 106 (1987)
- 9) 鈴木美果, 渡邊智子, 大武義人: 日本ゴム協会年次大会予稿集, **33** (2006)
- 10) Eric J.Chatfield: THE HITACHI SCIENTIFIC INSTRUMENT NEWS, **31**, 3 (1988)
- 11) 名古屋俊士, 神山宣彦, 小西淑人, 富田雅行: 繊維状物質測定マニュアル, 作業環境測定協会, 東京, p.32 (2004)
- 12) 神山宣彦, 小西淑人, 高田 昴, 富田雅行, 名古屋俊士, 森永謙二: 左官用モルタル混和材中の石綿含有率の測定方法に関する検討会報告書, 中央災害防止協会労働衛生調査分析センター, p.6 (2004)
- 13) 茅原信暁, 松村亮, 溝口保夫, 長谷川良衛, 神山宣彦: 粘土科学, **43**, 187 (2004)
- 14) 増子貴胤, 松村亮, 小坂征雄, 茅原信暁, 神山宣彦: 粘土科学, **43**, 193 (2004)

*¹ 助化学物質評価研究機構(〒345-0043 埼玉県北葛飾郡杉戸町下高野1600番地)高分子技術部 技術第三課。平成14年, 高知大学理学部卒業。同年助化学物質評価研究機構入所, 現在に至る。専門は高分子分析。

*² 助化学物質評価研究機構(〒345-0043 埼玉県北葛飾郡杉戸町下高野1600番地)高分子技術部 技術第三課 課長。昭和62年, 鹿児島大学農学部卒業。同年助化学品検査協会入会, 現在に至る。専門は高分子化学, 生分解プラスチック。

*³ 助化学物質評価研究機構(〒345-0043 埼玉県北葛飾郡杉戸町下高野1600番地)高分子技術センター長, 理事。国立小山高専工業技術科 昭和47年卒業(工博)。昭和57年助化学品検査協会入会。専門は高分子化学。環境劣化研究分科会主査。東京女子大学評議員。