

微小粒子状物質(PM2.5)の成分分析ガイドライン

目 次

- 1 成分分析の目的・必要性
- 2 本ガイドラインの位置づけ
- 3 調査項目
- 4 試料捕集地点(数)
- 5 調査時期(試料捕集期間)
- 6 測定方法及び分析方法
 - (1) 測定方法(サンプリング、フィルタ等)
 - (2) 分析方法
- 7 測定値の取扱い及び評価
- 8 精度管理及び保守管理
- 9 結果の報告
- 10 その他

1 成分分析の目的・必要性

平成21年9月9日に「微小粒子状物質による大気汚染に係る環境基準について」が告示され、微小粒子状物質の環境基準が定められた。これを受けて、平成22年3月31日に、「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準について」（以下「事務処理基準」という）が改正され、微小粒子状物質の質量濃度の測定に関する記載が追記された。地方公共団体においては、微小粒子状物質の環境基準の達成状況を把握するために微小粒子状物質の質量濃度測定の実施が求められる。

一方、微小粒子状物質対策を推進するには、微小粒子状物質やその前駆物質の大気中の挙動等に関する知見が十分ではない。効果的な微小粒子状物質対策の検討のため、微小粒子状物質の二次生成機構を含む微小粒子状物質及びその前駆物質の大気中の挙動等の科学的知見の集積並びに微小粒子状物質の発生源寄与割合の推計に資するという観点から、改正された事務処理基準では、微小粒子状物質の成分分析の実施に係る記載も盛り込まれたところであり、地方公共団体においては、地域毎の特色に応じた効果的な微小粒子状物質対策の検討のため、質量濃度の測定に加え、微小粒子状物質の成分分析を行うことが求められる。

また、成分分析を実施することで、微小粒子状物質の健康影響調査に資する知見の充実並びにシミュレーションモデルの構築及び検証への寄与にも期待できる。さらに、成分分析を継続的に実施することで、発生源の経年的な推移や対策の効果の検証に関する知見を得ることも可能となる。

2 本ガイドラインの位置づけ

本ガイドラインは、事務処理基準において言及されている成分分析の実施体制について示すものである。

本ガイドラインには、微小粒子状物質対策の推進に必要な知見の充実のために現時点で実施されることが望ましい内容を記載している。今後、国（及び地方公共団体）においては、成分分析の実施結果を基に微小粒子状物質の発生源寄与割合の推計及び推計結果に基づく効果的な微小粒子状物質対策の検討等を行うこととしている（国及び地方公共団体の今後の取組の役割分担については次頁の図1を参照）。しかしながら、微小粒子状物質及びその前駆物質の大気中の挙動が複雑であることから、本ガイドラインの内容を実施したとしても、必ずしも発生源寄与割合の推計及び対策の検討等に必要なデータを完全に得られるとは限らない。このため、今後の科学技術の進歩及び知見の集積等に応じて、必要なデータが得られるよう、本ガイドラインの内容を見直すこととする。

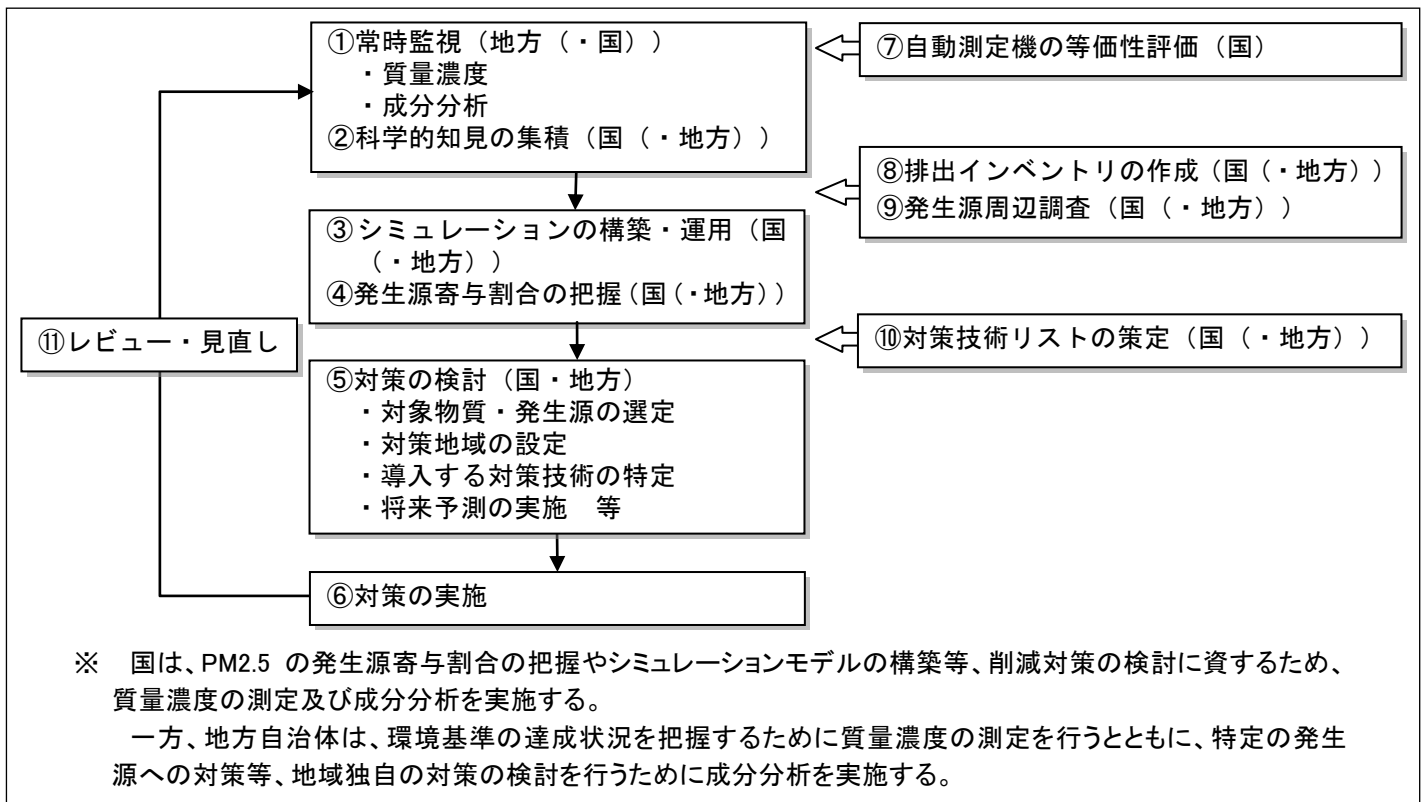


図1 微小粒子状物質に係る取組の枠組み

3 調査項目

微小粒子状物質は、発生源から直接排出される一次粒子のみならず、大気中の光化学反応や中和反応等によって生じる二次生成粒子で構成される。

また、全国で黄砂と考えられる土壌粒子が観測されていることや、国内の人為発生源由来の粒子の影響が少ないと考えられる地域においても硫酸塩エアロゾルが観測されていること等から、海外からの移流分も我が国の微小粒子状物質による大気汚染に影響を及ぼしていると推察される。

効果的な微小粒子状物質の発生源対策を講じるには微小粒子状物質の発生源の寄与割合等を把握することが重要であるが、上述のように、微小粒子状物質の発生源は非常に多岐に渡ることで、また、複数の種類の発生源から共通の成分の微小粒子状物質が排出されること及び一つの発生源から複数の種類の成分が排出されることから、微小粒子状物質の発生源の寄与割合等を把握するためには、少なくとも、イオン成分¹、無機元素成分²及び炭素成分³

¹ 硫酸イオン SO_4^{2-} 、硝酸イオン NO_3^- 、塩化物イオン Cl^- 、ナトリウムイオン Na^+ 、カリウムイオン K^+ 、カルシウムイオン Ca^{2+} 、マグネシウムイオン Mg^{2+} 、アンモニウムイオン NH_4^+ 等

² ナトリウム Na、アルミニウム Al、ケイ素 Si*、カリウム K、カルシウム Ca、スカンジウム Sc、チタン Ti*、バナジウム V、クロム Cr、マンガン Mn*、鉄 Fe、コバルト Co*、ニッケル Ni、銅 Cu*、亜鉛 Zn、ヒ素 As、セレン Se*、ルビジウム Rb*、モリブデン Mo*、アンチモン Sb、セシウム Cs*、バリウム Ba*、ランタン La*、セリウム Ce*、サマリウム Sm*、ハフニウム Hf*、タングステン W*、タンタル Ta*、トリウム Th*、鉛 Pb 等（*を付した成分は実施が望まれる実施推奨項目である。）

³ 有機炭素 (OC1、OC2、OC3、OC4)、元素炭素 (EC1、EC2、EC3)、及び炭化補正值 (OCpyro)

については調査を実施することが重要である。これらの成分の分析結果から、それぞれの成分の主な発生源に関する情報(以下の例を参照)を基に、各成分の発生源の寄与割合が推察可能となる。

(主な発生源)	(物質名)
例: 土壌	… アルミニウム、カルシウム 等
石油燃焼	… バナジウム、ニッケル 等
石炭燃焼	… 鉄、アルミニウム、ヒ素 等
セメント工業	… カルシウム 等
ディーゼル車	… EC、OC 等

なお、例えば黄砂と分析地点由来の土壌の区別、越境大気汚染と分析地点周辺の大気汚染の区別は、成分分析とともに、他の種々の周辺データ(シミュレーション結果、バックトラジェクトリ、他の観測結果)をあわせて総合的に評価する必要がある。

また、微小粒子状物質の成分と合わせて、その質量濃度についても同時に把握する必要がある。なお、質量濃度の把握に関しては、フィルタに捕集した試料を、標準測定法⁴によって秤量することが望ましい(当面の間は標準測定法との等価性が認められた自動測定機による測定値でも差し支えないが、自動測定機には、自動測定機毎の特徴(除湿方式や分粒方式等)等に起因すると考えられる特性があるため、その特性を考慮に入れた上で考察を行うことができるよう、測定結果には、測定に用いた自動測定機を特定する情報を添付することが重要である)。

その他の物質⁵についても、調査を実施することで石炭燃焼やバイオマス燃焼等の特定の発生源に関する情報を得られると考えられる場合には、可能な限りこれらの物質についても調査を実施することが望ましい。

⁴ 環境大気常時監視マニュアル第6版(平成22年3月)

⁵ 多環芳香族炭化水素(PAH)、レボグルコサン、水溶性有機炭素(WSOC)及びガス成分(なお、試料を捕集するために独自の捕集装置等が必要となる場合がある)

4 試料捕集地点(数)

微小粒子状物質の成分に関する情報について考察する際には、微小粒子状物質の年間の質量濃度の推移も参考となることから、試料捕集地点は、基本的には微小粒子状物質の常時監視局の中から選定する。

なお、成分分析の結果を用いて対策を実施すべき微小粒子状物質の発生源を特定するためには、バックグラウンド濃度⁶と試料捕集地点の分析結果を比較し、その違いを明らかにすること等が有効であることから、微小粒子状物質の濃度が高い地点及びバックグラウンド濃度の把握を可能とする地点のそれぞれにおいて調査が実施されることが望ましい。

ただし、バックグラウンドにおける成分分析の実施が困難な場合や管轄区域内にバックグラウンドとして適切な地点が存在しない場合、又は、管轄区域内に他に優先すべき試料捕集地点(例えば、微小粒子状物質や二次粒子の前駆物質の高排出源と考えられる地点等)が存在する場合には、バックグラウンドにおける成分分析の実施は必須ではない(バックグラウンドにおける成分分析を実施しない場合には、例えば国等が実施する成分分析の結果を以て、当該地域のバックグラウンド濃度を把握・推察できるかどうか検討すること)。

この他にも、微小粒子状物質の質量濃度が環境基準を超過している地点、特定の発生源の影響を受けると考えられる地点及び地方公共団体の関心が特に高い地点がある場合には、該当する地点において調査が実施されることが望ましい。

なお、成分分析を実施すべき地点数に比べて、成分分析実施可能地点数が少ない場合には、以下の対応が考えられる。

(1) 複数地点の調査を、複数年度をかけて順に実施する

1つの地方公共団体の管轄区域内に、調査すべき地点が複数存在する場合には、複数年度をかけて、全ての地点において成分分析を実施することも可能と考えられる。ただし、この場合には、経年変化に関する考察を可能とするために少なくとも1地点、毎年度調査を実施する地点を設けることとする。

(2) 近隣の地方公共団体と調整のうえ、データを共有する

近隣の地方公共団体と調整のうえでデータを共有することも、対策の検討に当たっては有効と考えられる。

さらに、例えば、都道府県と政令市で、調査地点を共有し成分分析に係る費用を分担することも、分析地点の確保に有効と考えられる。

⁶ 固定発生源や移動発生源等の「人為起源以外の発生源に由来する濃度」を把握できる地点。ただし、微小粒子状物質の二次生成も考慮に入れた場合、前駆物質の人為的な排出等の影響が全く受けない理想的なバックグラウンドを特定することは難しい。このため、成分分析の実施等において、バックグラウンドを定める必要がある場合には、微小粒子状物質及びその二次生成の前駆物質の人為的な排出による影響が最も少ない地点(例えば、人為的な排出源から最も離れた地点等)とする。

5 調査時期(試料捕集期間)

微小粒子状物質は季節によって排出源、生成過程及び成分組成が異なる。適切な排出源対策を行うためには、気象的要因や社会的要因が微小粒子状物質の排出、生成に与える影響を把握する必要がある。また、特に濃度が高い時期等の主な排出源、生成過程及び成分組成を把握することも重要である。

このため、一般的には、春夏秋冬の4季節において各季2週間程度(各季の代表的なデータを取得するため2週間程度の調査期間が確保されることが望ましい。)の調査を実施することとする。気象的・社会的な要因や汚染状況は試料捕集地点によって変わりうるため、具体的な季節の区切り方、成分分析の実施時期及び調査期間については、調査を行う地域の気象的・社会的要因及び汚染状況を考慮に入れた上で地方公共団体が独自に決定することとするが、通年の平均的な成分組成に関する情報が得られるよう配慮することとする。

なお、春夏秋冬の4季節の成分分析の実施が難しい場合には、複数年度かけて4季節のデータを蓄積しても差し支えない。ただし、この場合には、経年変化に関する考察を可能とするために、毎季節調査を実施する地点を少なくとも1地点設けることとする(4(1)に従って、毎年調査を実施する地点は、複数年度をかけて4季節のデータを蓄積する地点であってはならない)。

微小粒子状物質に関しては、微小粒子状物質及びその二次生成の前駆物質の当該分析区域内における排出だけでなく、当該分析区域外から越境移流することによる影響が大きいことが指摘されているため、微小粒子状物質対策を講じる際には、それぞれの地方公共団体が独自に削減対策を講じるのではなく、近隣の地方公共団体と連携して削減対策を講じることが重要である。

このため、地方公共団体が微小粒子状物質の成分分析を実施する際には、管轄内外の近隣の地方公共団体と調整し、測定項目や調査時期を統一することが有効であると考えられる。国においては、一斉分析の体制が整備されるまでの当面の間、各地方公共団体の取りまとめに努めることとする。

6 測定方法及び分析方法

測定方法や分析方法に関しては、環境省が平成19年7月に定めた「大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})成分測定暫定マニュアル」(以下「暫定マニュアル」という。)あるいは今後環境省が定める成分分析に係るマニュアル(以下「マニュアル」という。マニュアルの制定後は、暫定マニュアルは廃止予定)によることとする。

ただし、暫定マニュアルやマニュアルに記載されていない事項については、適宜、個別に環境省に照会することとする。

以下に、暫定マニュアルの記載を基に、測定方法及び分析方法に関して求められる主要要件を記載する。

(1) 試料採取について

① サンプラの特性(暫定マニュアル「成分測定用微小粒子状物質採取法」2.1.2 参照)

暫定マニュアルに記載があるとおり、サンプラの分粒装置には、50%分粒径が $2.5\mu\text{m}\pm 0.2\mu\text{m}$ であり、80%分粒径に対する 20%分粒径の比で規定する傾きが 1.5 以下の性能を持つ分粒装置を用いることとする。

このような分粒装置の例としては、米国の連邦標準法(Federal Reference Method:FRM)に認定されている分粒装置が挙げられる。

② フィルタ(暫定マニュアル「成分測定用微小粒子状物質採取法」3.1.1～3.1.3 参照)

無機元素成分に対しては PTFE フィルタを用い、炭素成分に対しては石英繊維フィルタを用いることとする(PTFE フィルタ及び石英繊維フィルタのそれぞれに対してサンプラを用意する必要がある。)。イオン成分に対しては、他の調査項目との兼ね合いで PTFE フィルタと石英繊維フィルタのどちらを使用してもよい。

③ サンプラの設置(暫定マニュアル「成分測定用微小粒子状物質採取法」3.3.1 参照)

試料空気の採集は、人が通常生活し呼吸する面の高さで行うこととする。具体的には、地上からの巻上げを考慮し、地上3m 以上、10m 以下とする。

なお、高層集合住宅等の地上 10m 以上の高さにおいて人が多数生活している実態がある場合や用地の確保が困難な場合等の考え方についても、微小粒子状物質の常時監視マニュアルの捕集装置の設置条件に係る規定によることとする。

ただし、現在市販されている大気サンプラの試料大気導入口の高さの多くが2m 程度である状況にかんがみ、試料大気導入口の高さを調整する必要があり、かつそのことが成分分析の実施を妨げる要因の一つとなると考えられる場合には、地上からの巻上げの影響を抑制するための必要な対策を講じた上で、試料大気導入口の高さを2m 程度とすることを妨げない。

吸着等による微小粒子状物質の損失を防ぐため、試料大気導入口と粒子捕集部は鉛直管で連結させ、試料大気導入口から粒子捕集部までの長さは5m以下、分粒装置出口から粒子捕集部までの長さは 1.5m以下とする。

なお、試料大気導入口の周囲は十分に開けている必要があり、周辺に他の試料大気導入口や捕集装置その他設置物等がある場合は、それらの影響を避けるために、それら設置物等より1m以上離すことが望ましい。その一方で、自動測定機を用いて質量濃度を把握する場合には、試料大気導入口と自動測定機の試料採取口は同じ高さであり、かつ離れすぎていないことが望ましい。

④ 試料捕集時間(暫定マニュアル「成分測定用微小粒子状物質採取法」3.3.2 参照)

試料捕集時間が長いと、発生源の影響が平均化されてしまうことに加えて半揮発性成分の挙動を詳細に把握することが困難となる一方、試料捕集時間が短いと、極微量成分の測定が困難になると考えられる。微小粒子状物質に関する知見の集積の初期においては、極微量成分の正確な測定の実施よりも、主要な成分の排出源の寄与割合の把握が重要であると考えられる

ため、試料の捕集時間は 24±1時間を基本とする。

近隣の地方公共団体と連携して一斉に分析を実施する場合に限らず、それぞれが単独で分析を実施する場合でも、分析データを基に近隣の地方公共団体と連携して削減対策を講じるという観点からは、試料の捕集開始時刻が統一されていることが望ましい(全く同一時刻でなくとも、例えば、「9時から 10 時の間」等の一定の枠を設けることも有用と考えられる)。

⑤ 採取した試料の保存(暫定マニュアル「成分測定用微小粒子状物質採取法」参照)

採取したフィルタ試料を直ちに分析することが望ましいが、直ちに分析を行えない場合、試料を容器に入れて密閉し、冷蔵保存(4℃以下)することとする。

試料の採取から 1 週間以上分析を行えない場合には、試料を冷凍保存することが望ましい。この際、試料は清潔なペトリスライド等の容器に保存し、ポリエチレン製の袋等で密閉する。また、ガス状成分の透過による汚染を防ぐため、さらにアルミホイルで覆うか、アルミフィルム製の保存袋で密閉する。なお、冷蔵や冷凍保存する際には結露に留意し、解凍時には乾燥状態を保つこととする。

上述の点に留意したとしても、保管時に少なからず試料が変質することは避けられないため、分析は試料の採取後なるべく早く実施することが望ましい。

(2) 分析について

① 分析方法

分析法の導入・普及状況、分析に係る費用並びに分析に要する時間及び手間等を考慮に入れ、イオン成分に対してはイオンクロマトグラフ法を、無機元素成分に対しては誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS)法又は、蛍光 X 線法を、炭素成分にはサーマルオプティカル・リフレクタンス法(IMPROVE プロトコル)を用いることを基本とする。ただし、これら以外の手法についても、その精度等に問題が無く、成分分析に適用可能と考えられる場合には、適宜、個別に環境省に照会することとする。

また、任意の分析項目である多環芳香族炭化水素(PAH)については、上述の理由と同様の理由から、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)または、ガスクロマトグラフ質量分析法(GC-MS)を用いることとする。

それぞれの分析方法の詳細については、暫定マニュアルあるいはマニュアルを参照されたい。

② 分析の実施

調査期間内に全ての試料の分析が困難な場合には、成分分析の実施を高濃度出現日に限定する等、分析対象試料を限定してもよい。

また、試料採取後直ぐに分析を実施することが困難な場合には、フィルタを6. (1)⑤の保存法に沿って保存し、後日分析することとしてもよい。

ただし、これらの場合には、14 日程度の試料を捕集し、捕集した試料は冷凍して保管する等、後に分析の実施の必要性が生じた場合に対応可能となるよう留意すること。

7 測定値の取扱い及び評価

過去の類似の調査・研究事例等と比較して、極端に高い若しくは低いと考えられる測定値が得られた場合には、その測定値は異常値である可能性がある。異常値が疑われる場合には、試料捕集、試料の輸送、前処理及び分析という一連の工程を確認し、問題が確認されない場合には、試料捕集時の周辺状況における測定値に影響を与え得る通常と異なる事象(越境汚染(黄砂の飛来を含む)、工事、いわゆる野焼き、火災及び花火大会等)の有無を確認するものとする。

以上の情報を総合的に勘案した上で、試料のコンタミネーションや分析上のミス等に起因する異常値と考えられる測定結果が得られた場合には、当該測定結果は欠測として処理するものとする。

また、試料の捕集中に4時間を超える中断があった場合の測定値も同様に欠測と見なす。

8 精度管理及び保守管理

分析を行う際には、標準作業手順書を作成のうえ、同手順書に基づき、試料捕集、試料の輸送、前処理及び機器分析等のそれぞれの工程並びに機器の管理等を適切に実施するものとする。また、作業に係る情報等を記録し、分析が終了した後でも、十分に精度管理が施されていたかどうかを、記録を基に確認できるようにするものとする。

さらに、精度維持管理体制を整備し、分析機器に応じた日常点検及び定期点検等の保守点検を適切に行い、その内容を記録するものとする。

具体的な精度管理手法については、暫定マニュアルやマニュアル中の該当部分に基づくこととする。

なお、地方公共団体が成分分析を外部への委託・請負等によって実施する際には、別途環境省が定める精度管理体制に関する考え方を参照することとする。

9 結果の報告

成分分析の結果の報告については、別途環境省が指定する方法により指定する期日までに行うものとする。報告内容には、マニュアルや暫定マニュアルに記載されておらず、実施者が独自に判断した内容を含めるよう特に留意すること。

なお、国においては、成分分析の実施結果を基に微小粒子状物質の発生源寄与割合の推計及び推計結果に基づく効果的な微小粒子状物質対策の検討等を行うこととしている。

10 その他

微小粒子状物質の対策の推進のためには、一刻も早い全国的な成分分析の開始が望まれることから、遅くとも平成25年度までに成分分析の実施体制を整備することとする。