



生活衛生ニュース

January 2025
Vol.12/No1(通算 104 号)

発行： (株) 静環検査センター

静岡県藤枝市高柳 2310 番地 tel.054-634-1000 fax.054-634-1010

大気中の微小粒子状物質 (PM2.5) について

1. 粒子状物質とは¹⁾

“粒子状物質”は、一般的にはあまり馴染みのない言葉ですが、工場から排出されるばい煙、工事現場での粉じん、風で舞い上がった土壌等を大気汚染として扱う際には“粒子状物質”という言葉が使われます。

粒子状物質の粒径は、その大部分が 0.001~100 μm の範囲にあり、粒径分布は 3 つに分類されます。1 つ目は、粒径が 5~30 μm にピークを持つ粒子で、自動車のタイヤの摩耗などの破碎過程で生成される粗大粒子領域になります。2 つ目は、0.15~0.5 μm にピークを持つ粒子で、主に凝縮や凝集(粒子同士の衝突合体)で生成される蓄積領域になります。3 つ目は、0.015~0.04 μm にピークを持つ粒子で、火力発電所などの燃焼過程で発生する核形成領域になります。

2. 微小粒子状物質 (PM2.5) について²⁾

粒子状物質の中で 2.5 μm 以下の粒子は、微小粒子状物質(以下、PM2.5)と称されます。2.5 μm は、髪の毛の太さ(50~70 μm)の 1/30 程度で非常に小さいため(図 1)、吸入による人への健康影響が懸念されています。

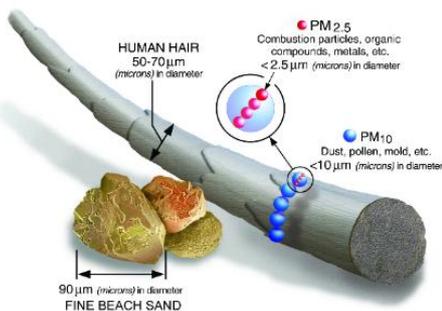


図 1 人毛や海岸細砂と PM2.5 粒子の大きさの比較³⁾

2-1. PM2.5 の健康影響⁴⁾

化学物質による健康影響を議論する際には、暴露から影響が現れるまでの潜伏期間や暴露時間が重要になります。PM2.5 においては、日単位の短期暴露と年単位の長期暴露による人への影響が検討されています。短期暴露による影響としては、死亡、循環器系への影響、呼吸器症状、肺機能変化などがあり、長期暴露による影響としては、死亡、循環器系への影響、呼吸器系への影響、発がん、中枢神経システムへの影響などが報告されています。

2-2. PM2.5 の生成機構と発生源¹⁾

PM2.5 は色々な成分を含む混合物であり、その生成機構は、粒子に限らずガス状の大気汚染物質からも生成されます。硫黄酸化物、窒素酸化物及び揮発性有機化合物(以下、VOCs: Volatile Organic Compounds)等のガス状大気汚染物質が、大気環境中での紫外線による光化学反応により粒子化します(図 2)。生成した粒子は更に凝縮及び凝集を繰り返してより大きな粒子に成長していきます。この

ようにガス状大気汚染物質から生成された粒子は二次生成粒子と称されます。最近では、この二次生成粒子の中で VOCs 由来の二次生成有機粒子の割合が以前に比べて高くなっていますが、その仕組みは未だに解明されていません。

PM2.5 の発生源は、人為起源と自然起源に大別され、人為起源には固定発生源と移動発生源があります。固定発生源としては、清掃工場や発電所などの燃焼系からの排出、ガソリンスタンドや塗装からの VOCs の蒸発などがあり、移動発生源としては、自動車、船舶、鉄道及び航空機などの燃焼系による排出などがあります。自然起源としては、植物が排出する VOCs、火山、海塩粒子(海のしぶき)及び土壌などがあります。国外から越境移流する黄砂も発生源の一つです。従って、PM2.5 の発生源は国内外を問わず多岐に渡ります。

2-3. PM2.5 の大気環境基準⁵⁾

大気環境中の PM2.5 は、全国の一般環境大気測定局(以下、一般局)*と自動車排出ガス測定局(以下、自排局)**において監視されています。その濃度は、2013 年以降、緩やかな減少傾向が見られますが、最近では、ほぼ横ばいで推移しています。

(次頁につづく)

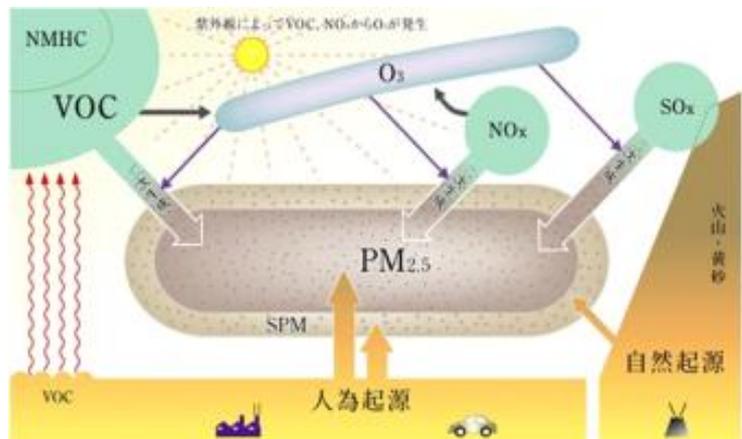


図 2 PM2.5 の生成メカニズム²⁾

前頁のつづき)

PM2.5 の 2022 年度の大気環境基準の達成率は、一般局が 99.9%、自排局が 100%であり、良好であると言えます。その一方で、米国や世界保健機構（以下、WHO）での基準は、日本よりも一層厳しく設定されています（表 1）。

* 一般環境大気測定局とは、地域の大气汚染状況を常時監視（24 時間）している測定局です。

** 自動車排出ガス測定局とは、自動車排出ガスによる大气汚染状況を常時監視（24 時間）している測定局です。

3. 静環検査センターでの取り組み

現在、国や地方自治体では PM2.5 の主成分を知るための調査が行われており、その結果から発

生源を推定する解析が行われています。今後、日本の基準が米国並みに厳しくなった際には、さらなる低減対策が必要になり、より多くの発生源の情報が求められます。そこで、当社では、熊谷ら⁶⁾や池盛ら⁷⁾の研究報告を参考とし、発生源解析に資するための成分情報の取得を目的として「GC-MS/MS による PM2.5 中の有機マーカー***の分析法」⁸⁾を検討しました。神奈川県大和市に拠点を置く大気環境イノベーションセンターの建屋屋上で春と冬に捕集した PM2.5 試料において検討した方法で有機マーカーを分析した結果、19 成分が検出されました（図 3）。その結果から、植物燃焼由来のレボグルコサンは、春季に比べて冬季の方が高く、植物由来のグルコースやアラビトール

とイソブレン由来の 2-メチルトレイトールや 2-メチルエリスリトールは、冬季に比べて春季の方が高い傾向が見られました。また、燃焼由来のパルミチン酸やプラスチック燃焼由来のテレフタル酸は、冬季と春季で同程度である事などが分かり、PM2.5 の発生源を推定する手掛かりが得られました。例えば、秋季や冬季の風物詩である農作物残渣の“野焼き”は、植物燃焼に該当します。植物燃焼由来のレボグルコサンは、春季に比べて冬季の方が高い濃度であったことから、冬季での PM2.5 濃度の上昇は“野焼き”が要因の一つであると推察できます。

このように、PM2.5 に含まれる成分情報をより詳細に知ることにより、より多くの発生源を推定する手掛かりを得ることができ、低減対策を講じる手立てになります。

***有機マーカーとは、ある発生源から排出された粒子に含まれる有機化合物の成分、あるいは、VOCs が光化学反応を経て粒子に変化した成分のことを指し、発生源を特定するための目印のようなものです。

(文責 宝輪 勲)

表 1 各国の PM2.5 の大気環境基準

国名など	年平均値 μg/m ³	日平均値 μg/m ³	制定又は改定年月
日本	15	35	2009 年 9 月制定
米国	9	35	2024 年 1 月改定
WHO (指針値)	5	15	2021 年 9 月改定

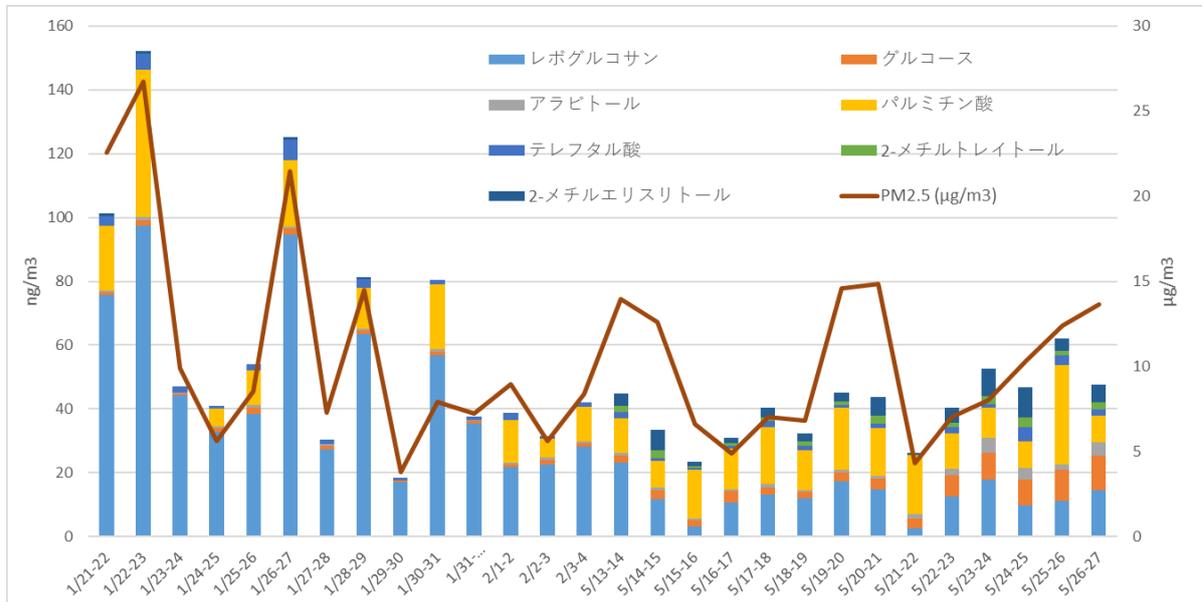


図 3 大気環境イノベーションセンター屋上で捕集した PM2.5 中の有機マーカー濃度の例

【参考文献】

- 1) 環境省, 中央環境審議会大気環境部会 微小粒子状物質環境基準専門委員会報告, 平成 21 年 9 月.
- 2) 環境省, 微小粒子状物質(PM2.5)に関する情報 (https://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html#ABOUT)
- 3) USEPA, Particulate Matter (PM) Basics (https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics)
- 4) 東賢一, 微小粒子状物質の健康リスクに関する近年の知見と国際的な動向, 室内環境学会誌, Vol.23, No.2, 2020.
- 5) 環境省, 令和 4 年度大気汚染状況について, 2024 年 6 月 6 日付報道発表資料.
- 6) 熊谷ら, PM2.5 発生源寄与解析の高度化を目指した誘導体化-GC/MS 法による有機マーカー多成分測定法の確立, 全国環境研会誌, Vol.42, No.2, 2017.
- 7) 池盛ら, PM2.5 高濃度イベント時のエアロゾル粒子中有機トレーサー成分-β 線自動測定機のテープろ紙を用いた長時間分解能解析, 大気環境学会誌, Vol.52, No.4, 2017.
- 8) 宝輪ら, GC-MS/MS による PM2.5 中有機マーカーの分析法の検討, 第 62 回大気環境学会年会要旨集.