

大気中の微小粒子状物質（PM_{2.5}）に関する総合的研究

調査研究科長 樋口 幸弘

1. はじめに

東京の大気汚染は、ディーゼル車規制等により改善されたが、平成 21 年に新たに大気環境基準が設定された微小粒子状物質（PM_{2.5}）の低減対策が必要になっている。PM_{2.5}とは、概ね直径が 2.5 μm 以下の微小な粒子で、呼吸器の奥深くまで入りやすいことから健康影響が大きいと考えられている（図 1）。当研究所では、平成 20 年度から平成 22 年度に都環境局と連携して大気中微小粒子に関する総合的な研究を実施した。その調査研究結果を基に、平成 23 年に東京都微小粒子状物質検討会報告書が取りまとめられた。

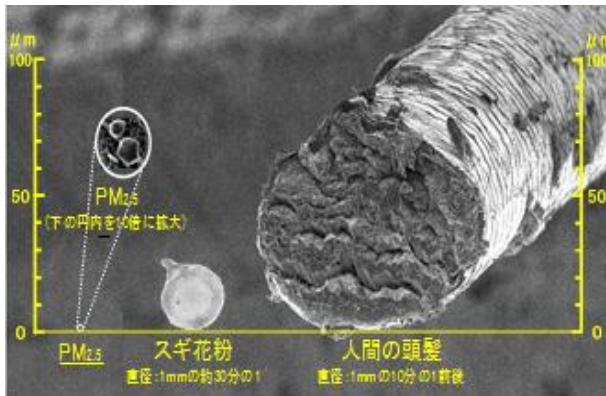


図 1 PM_{2.5}、スギ花粉、人髪との大きさの比較

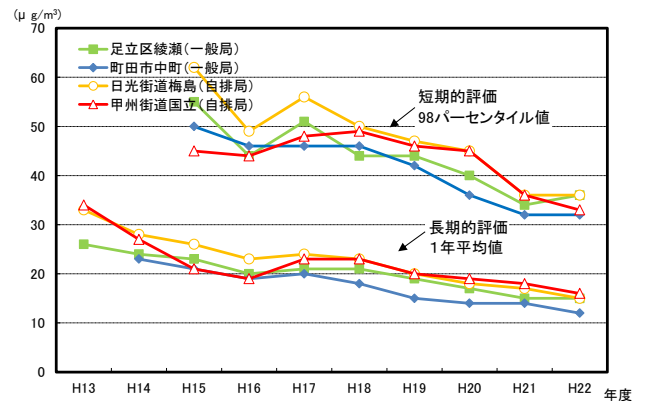


図 2 PM_{2.5}濃度の経年変化

2. 都内のPM_{2.5}濃度

- (1) 都は、平成 13 年から都内のPM_{2.5}濃度をフィルタ振動法（TEOM）*により観測している。近年、PM_{2.5}濃度は漸減傾向にあるが、現時点で環境基準は超過している可能性がある（図 2）。* 参考値（標準測定法より低めの値となる）
- (2) 標準法（フィルタ捕集法）によると、平成 20 年度の都内PM_{2.5}濃度の年平均値は、一般環境大気測定局（一般局）で 20.0 μg/m³、自動車排ガス測定局（自排局）で 22.0 μg/m³であった。また、PM_{2.5}の主な成分は、有機炭素（OC）、硝酸イオン（NO₃⁻）、硫酸イオン（SO₄²⁻）、及びアンモニウムイオン（NH₄⁺）であった（図 3）。

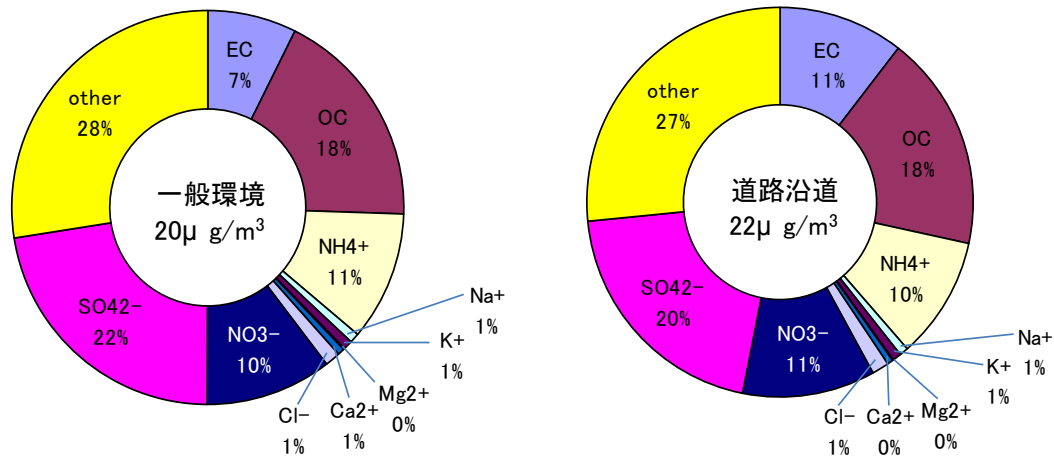


図 3 PM_{2.5}年平均値と主要成分の割合

3. PM_{2.5}の発生源と生成機構

PM_{2.5}の発生源は、ボイラー等のばい煙を発生する施設、自動車、船舶等の移動発生源、塗装や印刷等のVOCを発生させるものなど、多種多様な人為起源がある。また、自然起源としては、火山や黄砂の他に、植物から蒸発するVOCなどもある。

PM_{2.5}は、排出されたときに既に粒子のものと、窒素酸化物、VOCなどのガスが大気中で化学反応し二次的に粒子化するものがある（図4）。

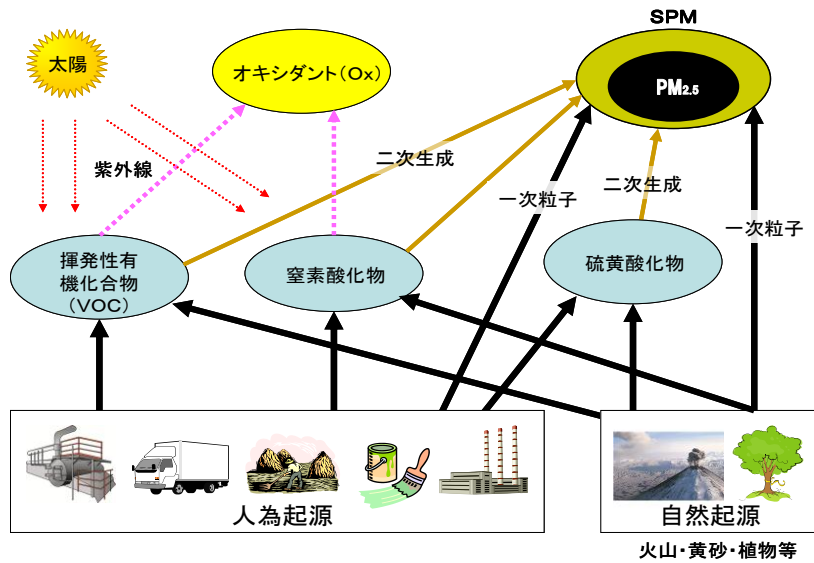


図4 PM_{2.5}の発生源と生成機構

4. 都におけるPM_{2.5}の発生源別寄与割合

対策を検討するためには様々な発生源毎の寄与を明らかにする必要がある。そこで、大気中及び発生源から排出されるPM_{2.5}の成分分析を行い、シミュレーションモデル等の解析手法を用いて発生源毎の寄与割合を推計した。これによると、都内の大気中のPM_{2.5}に対する都内発生源の寄与は人為・自然合わせて2割程度、都を除く関東域が3割程度、関東外（国外を含む）が2割程度であり

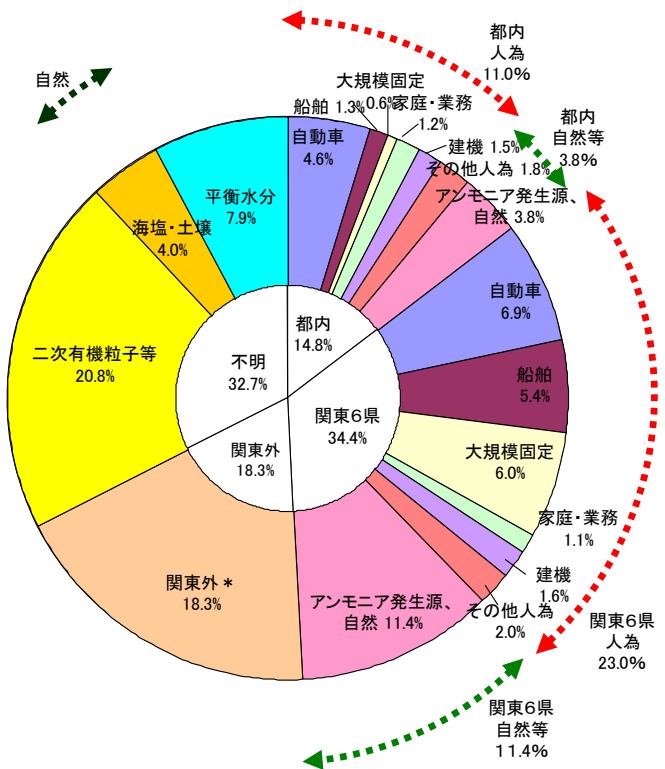


図5 都におけるPM_{2.5}濃度への発生源別の寄与割合（推計）

M_{2.5}による汚染は広域的な事象であることがわかる。この他、発生源は特定できていないが、大気中でガス状の有機化合物が粒子化する二次有機粒子等は2割、海塩、土壌、水分で1割程度であった（図5）。

5. 都内のPM_{2.5}濃度の将来予測（平成28年度一般局の年平均値）

平成28年度の将来推計値について、関東地方の各発生源の汚染物質予測排出量をもとにシミュレーションモデルを使用して算出を試みた*（図6）。

*発生源からの汚染物質排出量の予測の制約、PM_{2.5}濃度と排出量の非線形性によるシミュレーションモデルの精度など、推計の限界に留意した上で評価する必要がある。

- (1) 既定の対策を継続した場合 $17.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 (BaU: 自動車のポスト新長期規制や建設機械のオフロード規制など既定の対策を継続)
- (2) 合理的で適用可能な技術/手法を使用した場合 $14.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 (RACT/RACM: 大規模固定煙源の燃料のガスへの転換やガソリン車のハイブリッド化などを関東地方全域で実施)
- (3) 適用可能な最良の技術を使用した場合 $13.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 (BAT: 大規模固定煙源の電化やガソリン車の電気自動車化などを関東地方全域で実施)

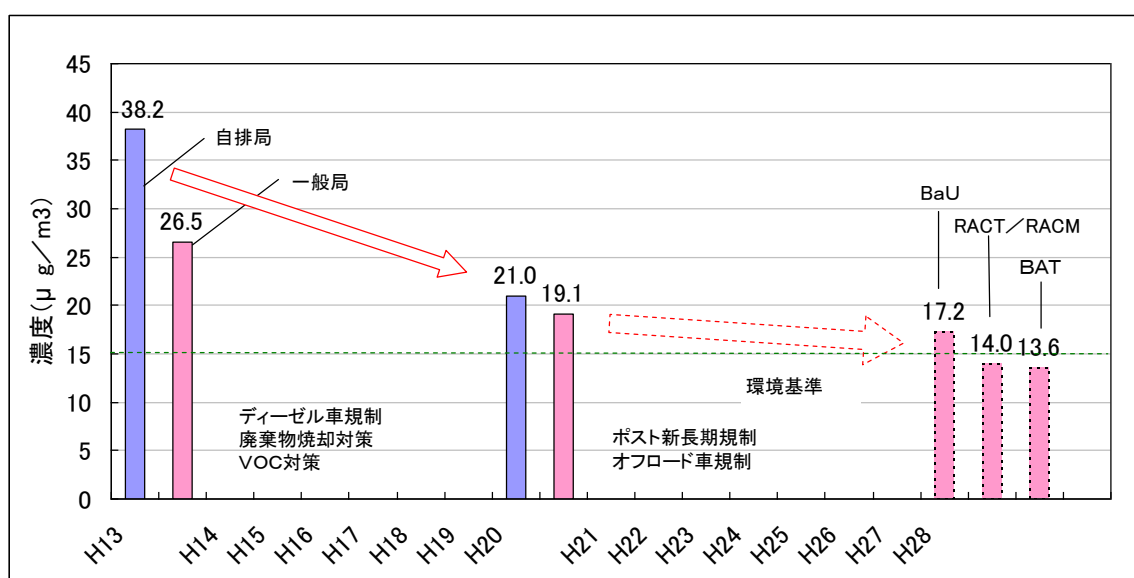


図6 東京都におけるPM_{2.5}の大気環境濃度（年平均値）の推移と将来濃度

(注: H20年度の19.1 μg/m³は、図3の一般局濃度20.0 μg/m³（湿度50%）を湿度35%の秤量条件に換算）

6. おわりに

PM_{2.5}に関する総合的研究により、①平成20年度の都内PM_{2.5}濃度の年平均値は19.1 μg/m³（一般局）であるが、平成28年度の推計値は17.2 μg/m³（単純将来）、②都内発生源の寄与割合は人為・自然合わせて2割程度、都を除く関東域が3割程度、関東外（国外を含む）が2割程度であることなどが明らかとなった。

PM_{2.5}に関しては、大気中の挙動や二次生成の機構、発生源別の大気汚染物質の発生量、シミュレーション精度向上など未解明な部分や課題が多く残されており、今後、さらなる調査研究が必要である。

用語説明

μm、μg: 1メートルの百万分の1の長さ、1グラムの百万分の1の重さ

VOC: 揮発性有機化合物。塗料、印刷インク、ドライクリーニングの溶剤等に含まれる。

98%タイル値: 1日平均値を1年間分並べ、小さい方から数えて98%目にあたる値をいう。