

【調査研究】

岡山県における自動車排出ガス測定局の微小粒子状物質の炭素成分の実態について

A Study on Carbons Containing of PM2.5 at a Monitoring Station in Okayama Prefecture

中野温朗, 間野遼太, 喜多真帆, 野村 茂, 信森達也, 鷹野 洋 (大気科)

Atsurou Nakano, Ryouta Mano, Maho Kita, Shigeru Nomura,

Tatsuya Nobumori, Hiroshi Takano (Atmosphere Section)

要 旨

岡山県下における自動車排出ガス測定局の微小粒子状物質の炭素成分の実態について,平成24～28年度の長津測定局で観測された結果を用いて解析した。炭素成分の濃度は,経年的に減少して粒子状物質全体の濃度低減に寄与しており,季節評価では元素状炭素が有機炭素より明らかな濃度減少傾向を示した。Positive Matrix Factorization (PMF) 解析による粒子状物質全体の発生源寄与割合の推定では,道路交通等因子が約31%を占めて主要な因子になり,その他にバイオマス等燃焼因子が約22%を占めて炭素成分の濃度への影響が考えられた。

[キーワード: 微小粒子状物質,成分分析,PMF解析]

[Key words: PM2.5, Component Analysis, Positive Matrix Factorization]

1 はじめに

環境大気中の微小粒子状物質(以下「PM2.5」という。)については,構成成分の常時監視の観測結果により炭素成分が主要な成分の一つであることが分かっている¹⁾。炭素成分の発生源の一つとしてディーゼル車が挙げられるなかで²⁾,当県においても岡山県環境への負荷の低減に関する条例(以下「県条例」という。)によるディーゼル自動車に係る粒子状物質の削減対策が進められている。

前回の報告で,県内の自動車排出ガス測定局(以下「自排局」という。)の観測結果では,一般環境大気測定局(以下「一般局」という。)と比べて,炭素成分を構成する元素状炭素(以下「EC」という。)が高い濃度となり,有機炭素(以下「OC」という。)との濃度比(以下「[EC]:[OC]」という。)も大きかったことを指摘した³⁾。自排局では,炭素成分の実態に一般局にみられない特徴が観測されており,その解析を進める必要性が認められた。

本研究では,平成24～28年度の観測結果に基づき自排局での炭素成分の実態をまとめたので報告する。

2 調査方法

自排局である長津測定局の局舎屋上に設置したサンプラー(Thermo FRM-2000)で,捕集期間中数日間連続して環境大気中のPM2.5を石英繊維フィルタ(QRT-7000)に1日あたり23時間捕集し,フィルタから必要量をくり貫

いてカーボンアナライザー(Sunset LabModel)で炭素成分を測定した。長津測定局は,県南部の主要幹線道路沿いに設置された常時監視地点である。試料採取や成分測定,調査地点等の詳細は既報を参照されたい³⁾。

表1に示したとおり,解析対象は,平成24～28年度の季節ごとに7～15日間連続して観測できた結果とした。発生源寄与割合を推定するためのPositive Matrix

表1 解析対象期間

年度	期間	対象数
24	春季 H24/5/9(水) ~ H24/5/23(水)	15
	夏季 H24/7/26(水) ~ H24/8/1(火)	7
	秋季 H24/10/23(火) ~ H24/11/5(月)	14
	冬季 H25/2/13(火) ~ H25/2/19(月)	7
25	春季 H25/5/9(木) ~ H25/5/22(水)	13
	夏季 H25/7/29(火) ~ H25/8/4(月)	7
	秋季 H25/10/23(水) ~ H25/11/5(火)	14
	冬季 H26/1/27(月) ~ H26/2/2(日)	7
26	春季 H26/5/8(木) ~ H26/5/21(水)	14
	夏季 H26/7/28(月) ~ H26/8/3(日)	7
	秋季 H26/10/22(水) ~ H26/11/4(火)	14
	冬季 H27/1/26(月) ~ H27/2/1(日)	7
27	春季 H27/5/8(金) ~ H27/5/21(木)	14
	夏季 H27/7/27(月) ~ H27/8/2(日)	7
	秋季 H27/10/20(火) ~ H27/11/2(月)	14
	冬季 H28/1/25(月) ~ H28/1/31(日)	7
28	春季 H28/5/9(月) ~ H28/5/22(日)	14
	夏季 H28/7/25(月) ~ H28/7/31(日)	7
	秋季 H28/10/19(水) ~ H28/11/1(火)	14
	冬季 H29/1/23(月) ~ H29/1/29(日)	7
計		210

Factorization（以下「PMF」という。）解析には、米国環境保護庁が公開しているEPA-PMF5.0を利用した。PMF解析条件や因子数の決定、因子の推定等の詳細は別報を参照されたい⁴⁾。

3 結果

3.1 年間評価

図1に長津測定局における炭素成分の平成24～28年度の観測期間平均濃度の推移を示した。自動測定機によるPM2.5質量濃度の連続測定では、長津測定局の年平均値が平成25年度以降年々減少した（25年度23.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、26年度21.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、27年度18.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、28年度16.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。炭素成分の観測期間は年間のうち限られた日数（最大でも平成24年度の43日分）にとどまるため、PM2.5質量濃度について自動測定機と秤量による測定値の間に差がある点に留意しなければならないものの、観測期間の炭素成分の平均濃度は年度間で変動しながら減少傾向を示した。

全国道路・街路交通情勢調査結果（昼間12時間自動車類交通量）では⁵⁾、長津測定局付近の主要な道路の交通量が平成22年度調査（一般国道2号:54,397台、山陽自動車道:20,649台）から27年度調査（一般国道2号:51,405台、山陽自動車道:21,451台）で約3%減少した。解析対象期間の交通量はほぼ横ばいで推移していたと推測され、交通量の変化によるPM2.5質量濃度の減少は考えられにくい結果であった。

炭素成分は観測期間のPM2.5構成成分の3割程度を占めて推移し、PM2.5質量濃度の低減に寄与していた。EC及び

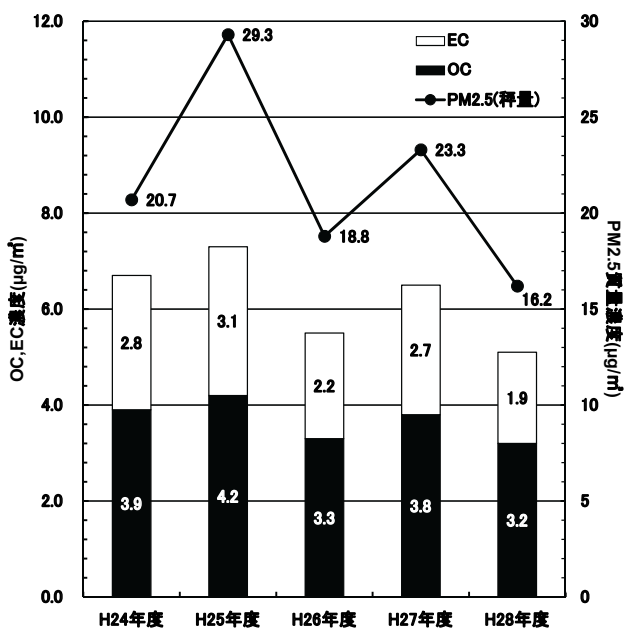


図1 炭素成分の観測期間平均濃度

OCの濃度推移は炭素成分全体と同様に年度間で変動しながらも減少した。ただし、[EC]:[OC]の濃度比の変動は概ね4:6で推移しており、両者の低減傾向には濃度比が変化するまでの差異は認められなかった。

ECの比率は上述したとおり約4割を占めており、県内の一般局の[EC]:[OC]の濃度比が2.5:7.5～3:7とECの比率が約3割であったのに比べて大きかった³⁾。平成27年度の全国における成分分析結果（自排局の[EC]:[OC]は3:7、一般局の[EC]:[OC]は2.5:7.5）と比べても¹⁾、長津測定局のECの比率は大きく、一般局との差も大きいままであった。OCは有機物を構成する炭素とされ、化石燃料やバイオマスの燃焼に排出されるものや人為起源・自然起源の揮発性有機化合物が大気中で反応し生成するものがあり、ECは化石燃料やバイオマスの燃焼によって生成・排出され、微小粒子への存在比率が高いとされる⁶⁾。ディーゼル車などEC発生源への対策が進めば、ECの低減により自排局と一般局の[EC]:[OC]の差が小さくなっていく可能性が考えられた。

3.2 季節評価

炭素成分の経年変化をより詳細に評価するために、季節ごとの結果を基に時系列で解析した。図2にEC、OC濃度の各季観測期間の最大値、平均値の推移を示した。最大値は各季の測定結果のなかで最大のもの、平均値は各季の測定

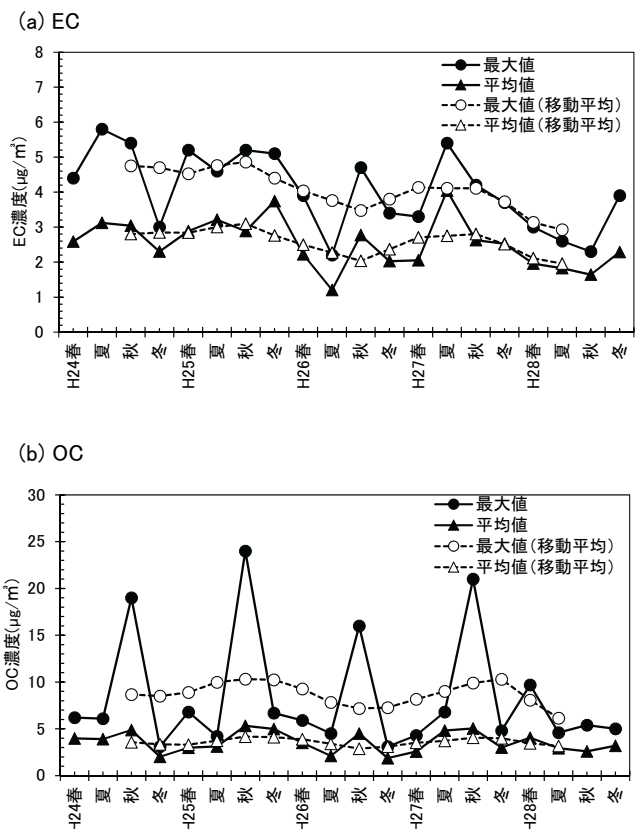


図2 EC、OCの各季観測期間最大濃度及び平均濃度の推移

結果を平均したものとし、移動平均は各季の最大値または平均値をそれぞれ四季節分で平均したものとした。

各季のEC濃度は、最大値、平均値ともに減少傾向で推移しており、最大値の方がより顕著であった。EC濃度の最大値及び平均値は、同期して変動し、季節間の変動も同じ程度（相対係数約30%）であり、特定の季節の上昇はみられなかった。

OC濃度の推移については、最大値、平均値ともに横ばい傾向で推移した。OC濃度の最大値は、平成28年度を除いて秋季に同一年度他季と比較して約3～6倍高くなった。自動車は年間を通じて定常的に影響することが推測されるため、秋季の濃度上昇には季節的な発生源の寄与が考えられた。平成23年度の調査では、長津測定局で秋・冬季にバイオマス燃焼などで排出されるレボグルコサンの濃度上昇が観測されている⁷⁾。

図3に県条例対象事業者自動車保有数と対策済車割合の推移を示した。自動車については、県条例に基づく届出によると、平成24～26年度の特定事業者のディーゼル車のPM対策車両数が増加しており⁸⁾、県内でもディーゼル車両の環境対策が進んでいることが示唆された。

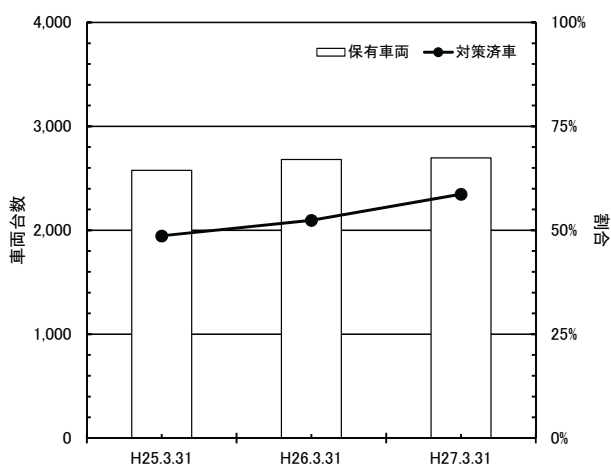


図3 県条例対象事業者自動車保有数と対策済車割合の推移

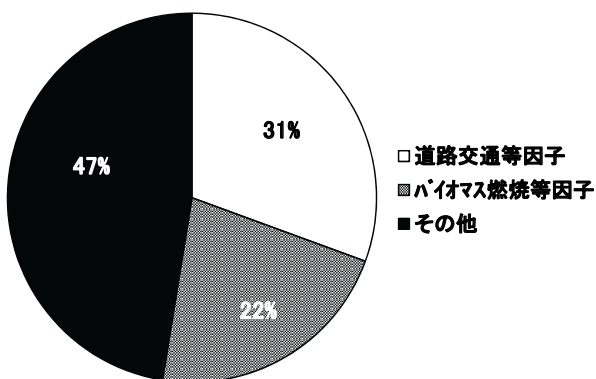


図4 PMF解析による発生源寄与割合の推定

3.3 発生源寄与割合の推定

発生源寄与割合を推定するため、平成24～27年度の観測結果を解析対象としてPMF解析を行った⁴⁾。自動車排気やタイヤ粉じんなど道路交通の寄与を表す因子（ $7.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）が、解析対象期間のPM2.5質量濃度（ $25.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）の約31%に寄与した結果になった（図4）。

バイオマスなどの燃焼の寄与を表す因子（ $5.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）が約22%寄与しており、道路交通等因子と同程度に影響していた可能性が示唆された。3.2で述べた観測結果で秋季の季節的なOC濃度の上昇がみられ、炭素成分の濃度低減には自排局においても自動車以外の発生源について考慮する必要性が認められた。

4 まとめ

PM2.5を構成する炭素成分について自排局での実態把握を進めるため、平成24～28年度にかけて観測された結果を解析した。年間評価によると、県内の代表的な自排局である長津測定局の炭素成分の濃度には、経年的な減少傾向がみられ、PM2.5の濃度低減に寄与したことが推測された。季節評価によると、EC濃度の減少傾向はOCより明らかであった。OC濃度の最大値は、平成28年度を除いて秋季に同一年度他季と比較して約3～6倍高くなっており、季節的な発生源の寄与が考えられた。平成27年度の全国における成分分析結果と比べても、長津測定局のECの比率は大きく、一般局との差も大きいままだった。ディーゼル車などEC発生源への対策が進めば、ECの低減により自排局と一般局の比率差が小さくなっていく可能性が考えられた。ただし、これらの解析は年間のうち限られた日数（最大43日分/年度）の観測結果に基づいていることに留意しなければならない。

PMF解析による発生源寄与割合の推定では、道路交通等因子が解析対象期間のPM2.5質量濃度の約31%を占めて主要な因子になった。その他に炭素成分の発生源になり得るバイオマス等燃焼因子の寄与も推定され、炭素成分の濃度低減には自排局においても自動車以外の発生源について考慮する必要性が認められた。

文献

- 1) 環境省:大気汚染状況について
<http://www.env.go.jp/air/osen/index.html>
- 2) 微小粒子状物質（PM2.5）の成分分析ガイドライン、平成23年7月、環境省
- 3) 中野温朗, 間野遼太, 喜多真帆, 野村茂, 信森達也, 鷹野洋: 岡山県下における微小粒子状物質の成分の実態

について（第3報）,岡山県環境保健センター年報
40,1-12,2016

- 4) 中野温朗,間野遼太,喜多真帆,野村茂,信森達也,鷹野洋：岡山県下2地点の環境大気中微小粒子状物質の発生源解析について,岡山県環境保健センター年報41,5-10,2017
- 5) 国土交通省:平成27年度全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査集計表
<http://www.mlit.go.jp/road/census/h27/>
- 6) 長谷川就一:PM2.5-第2講PM2.5の測定・分析と実態-,大気環境学会誌45,A61-A68,2010
- 7) 中桐未知代,林 隆義,野村 茂,小川 登,深見武史,中桐基晴：環境中の大気汚染物質に関する研究（微小粒子状物質PM2.5による大気汚染）-第9報-,岡山県環境保健センター年報36,9-16,2012
- 8) 岡山県環境管理課
<http://www.pref.okayama.jp/soshiki/29/>