

# 【報文】 群馬県における粒子状物質質量濃度 2016

田子博、梅田真希、熊谷貴美代

## Particulate Matter Mass Concentrations in Gunma, FY2016

Hiroshi TAGO, Maki UMEDA, Kimiyo KUMAGAI

2016年度における群馬県内8地点のPM<sub>2.5</sub>質量濃度についてまとめた。県内8地点での測定体制が整ってから初めて全地点で環境基準を達成した。県内のPM<sub>2.5</sub>質量濃度は概ね周辺環境の状況から説明できたが、富岡についてはやや低く、同時に測定したSPM濃度との関係から、富岡のPM<sub>2.5</sub>測定値が何らかの理由で低くなっていた可能性があった。

Key words : PM<sub>2.5</sub>, SPM, 環境基準 Environmental standards

### 1. はじめに

2016年度における群馬県内8地点のPM<sub>2.5</sub>質量濃度（特に断りのない限り、濃度は質量濃度を指す）をとりまとめた。またデータの妥当性を確認するため、PM<sub>2.5</sub>/SPM比による検証、および一部地点だが、標準測定法と自動測定機とのPM<sub>2.5</sub>濃度の比較も行った。

なお、本報告では日平均の環境基準である35 µg/m<sup>3</sup>を超過した場合を高濃度と定義する。

### 2. 測定地点と測定機種

測定地点については既報（田子と梅田、2016）と同じ8地点（局）であり、周囲の状況にも大きな変化はない。表1に各地点におけるPM<sub>2.5</sub>計およびSPM計の機種名を示した。前橋のSPM計については機器の更新に伴って、試料導入管をできるだけ短くなるように局舎内のレイアウトを変更した（田子ら、2017）。同時に沼田のSPM計も更新され、2016年度末現在では設置から10年以上経過した機器はPM<sub>2.5</sub>計も含めてなくなった。

標準測定法（秤量法）によるPM<sub>2.5</sub>濃度測定はPM<sub>2.5</sub>成分分析に付随して行ったもので、2016年度に行った前橋と嬭恋の結果（n = 112）を用いた。この採取時間は10時～翌日10時（24時間）であり、これと比較する自動測定データは当該時間の平均値とした。成分

表1 粒子状物質測定機種一覧

測定局名	SPM	PM2.5
	測定機器(メーカー、設置年度)	測定機器(メーカー、設置年度)
前橋*	APDA-370(堀場製作所、2008) DUB-357C(東亜DKK、2016)	FPM-377(東亜DKK、2014)
桐生	PM712(紀本電子工業、2013)	PM712(紀本電子工業、2013)
太田	PM711(紀本電子工業、2015)	FH62C14(東京ダイレック、2012)
沼田*	DUB-357(東亜DKK、2007) DUB-357C(東亜DKK、2016)	FH62C14(東京ダイレック、2012)
館林	PM712(紀本電子工業、2013)	PM712(紀本電子工業、2013)
富岡	DUB-357(東亜DKK、2013)	FPM-377(東亜DKK、2013)
吾妻	DUB-357(東亜DKK、2013)	FPM-377(東亜DKK、2013)
嬭恋	PM712(紀本電子工業、2013)	PM712(紀本電子工業、2013)

\*2016/7 装置更新

分析の詳細については熊谷ら（2017）の報告に記載してある。

### 3. 結果と考察

#### 3.1. PM<sub>2.5</sub>濃度

##### 3.1.1. 環境基準達成状況

PM<sub>2.5</sub>の環境基準の達成状況を表2に示す。全ての地点で360日以上の有効測定日数が確保されており、欠測によるデータの質の低下はないと考えられた。環境基準は8局中全局で達成しており、PM<sub>2.5</sub>の8局での常時監視体制が整った2014年から3年目で環境基準100%の達成がなされた。

2016年度は全国的に低濃度と言われた2015年度よりもさらに濃度が低下し、これも全国的な現象であった。平均濃度が低下した一方で、延べ高濃度日数は増加し、県内の全ての地点において高濃度日が存在した。

表 2 各地点における環境基準達成状況

測定局	有効測定日数	年平均値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	日平均値の年間98%値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	日平均値が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日数とその割合		長期基準超過の有無 (有×・無○)	短期基準超過の有無 (有×・無○)	環境基準 (達成○・非達成×)
	(日)			(日)	(%)			
前橋	362	10.4	30.7	4	1.1	○	○	○
桐生	363	12.6	30.1	6	1.7	○	○	○
太田	362	12.9	31.9	3	0.8	○	○	○
沼田	362	10.6	26.7	2	0.6	○	○	○
館林	362	13.5	32.7	2	0.6	○	○	○
富岡	360	8.0	26.2	1	0.3	○	○	○
吾妻	363	9.3	27.7	1	0.3	○	○	○
嬭恋	362	9.1	26.5	1	0.3	○	○	○

国内における  $\text{PM}_{2.5}$  対策が急激に進んでいるわけではないため、気象条件によって濃度が低下したとも考えられる。しかしながら鶴野ら（2017）の報告によれば、近年の  $\text{PM}_{2.5}$  濃度の減少は気象条件だけでは説明できず、中国における  $\text{PM}_{2.5}$  排出量の減少が寄与していると考えるのが妥当である。鶴野らの報告は福岡における解析結果を示したものであるが、関東地域においても中国の影響の程度は福岡より小さいにせよ、 $\text{PM}_{2.5}$  濃度の低下はあり得ると考えられる。気象条件により年によって若干の濃度変動はあるだろうが、国内外の状況と合わせて考えると、今後も高い環境基準達成率を維持できることが期待できる。

### 3.1.2. 濃度変化と高濃度出現状況

代表的な県内 3 地点における  $\text{PM}_{2.5}$  濃度の変化を 30 日移動平均値として図 1 に示す。

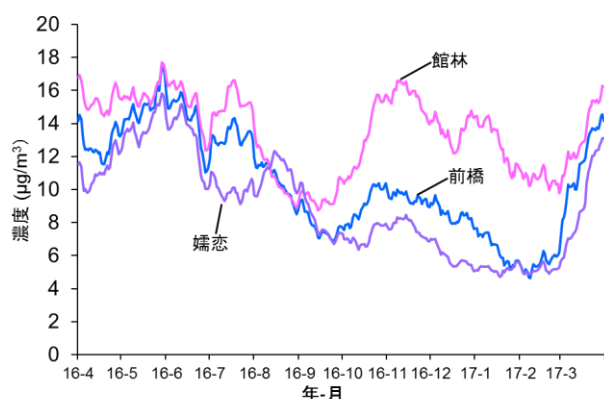


図 1  $\text{PM}_{2.5}$  濃度変化（30 日移動平均）

前橋は郊外、館林は市街地の代表、嬭恋はバックグラウンドである。2016 年度は富岡が全体的に嬭恋よりも低く、とくに 8～10 月にかけての濃度が低かった。このため、富岡の年

平均値は嬭恋よりも低く（表 2）、県内で最低であった。これら以外の 4 地点は概ね館林と嬭恋の間の濃度レベルであり、富岡も含め、濃度変動パターンは同じであった。

県内 8 地点における  $\text{PM}_{2.5}$  濃度分布状況を一覧にまとめたものが表 3 である。高濃度日は白抜き文字で示し、それを含む期間をイベント A～G として表中に記載した。高濃度日は延べ 20 日間（2015 年度は 9 日）と 2015 年度よりは多かった。高濃度となったのは延べ測定日数の約 0.7% で、これは関東甲信静（1 都 9 県）の平均 0.4%（関東地方大気環境対策推進連絡会、2018）より高かった。ただし、高濃度が数日間続いたり、県内全地点で高濃度になったりする大規模な事象は 2015 年度同様、起こらなかった。

イベント D、E および F は県内都市部を中心に濃度が上昇しており、地域的な汚染が主要因と考えられた。イベント D については石井ら（2017）により解析が行われており、関東域では  $\text{NO}_3$  およびバイオマス燃焼の影響を強く受けた地域汚染の可能性が高いと報告されている。

一方、残りのイベント A、B、C および G についてはバックグラウンド地点を含め、県内全域で濃度が上昇していた。イベント B が起こった 5 月末は、全国で断続的ながら比較的長期間高濃度が観測された（山村ら、2017、力ら、2017）。前半（5 月 20～24 日）は大気が拡散しにくい気象条件下での光化学反応による二次生成、とくに OC による地域汚染（山村ら、2017）が主であると考えられた。群馬県でも 5 月 23 日に光化学オキシダント注意報が

発令され、同様の原因によって PM<sub>2.5</sub> が高濃度になったと考えられる。後半（5月26～28日）は越境汚染が主要因であり（力ら、2017）、西日本中心に高濃度となった。群馬県でも東南部を中心に濃度上昇が見られたが、高濃度までには至らず、越境汚染の影響は限定的だった。

イベント C ではとくに北関東を中心に高濃度となった（成田ら、2017）。南関東地域では光化学オキシダント注意報が発令（群馬県は未発令）され、イベント B 前半と同様、光化学反応による二次生成が主要因と推定された（成田ら、2017）。

イベント G は九州から関東にかけての特に大都市圏で高濃度が観測された（熊谷ら、2017）。SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> は全国での濃度差が小さく、越境汚染の影響が考えられたが、日本海側でも NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 濃度が上昇するという特徴があった（熊谷ら、2017）。このイベントに関しては越境と地域の複合汚染と考えられたが、現時点では原因の解明までには至っていない。イベント A については、他の関東地域ではほとんど高濃度になっていなかった。群馬県を中心とした局所的な汚染の可能性もあるが、バックグラウンドの孀恋でも濃度が大きく上昇していた。この現象についてはこれ以上の情報がなく、原因の推定はできなかった。

以上から、2016 年度は地域汚染、とくに光化学反応による二次生成が高濃度の主原因となったケースが比較的多く見られたのが特徴的であった。恒常的な環境基準達成のためには、地域的な二次生成粒子対策の重要性が増すであろう。

### 3.2. PM<sub>2.5</sub> と SPM の比較

年平均値ベースで PM<sub>2.5</sub>/SPM 比（PM<sub>2.5</sub> の値を SPM の値で除したものを）を求めた結果を表 4 に示した。全ての地点で PM<sub>2.5</sub>/SPM 比は 0.62～0.82 と一般的な値であった。2014 および 2015 年度、前橋では SPM 値が低いことでこの比が 1 を越える状況であったが、機器更新とそれに伴う SPM 計の配管変更により、通常範囲に収まった。SPM の測定値自体も群馬県郊外の値としては平均的なものであり、SPM が

表 4 各地点における PM<sub>2.5</sub>/SPM 比

	濃度 (μg/m <sup>3</sup> )		PM <sub>2.5</sub> /SPM
	PM <sub>2.5</sub>	SPM	
前橋	10.4	13	0.80
桐生	12.6	17	0.74
太田	12.9	17	0.76
沼田	10.6	13	0.82
館林	13.5	18	0.75
富岡	8.0	13	0.62
吾妻	9.3	12	0.78
孀恋	9.1	12	0.76

適切に測定できていることが確認できた。

PM<sub>2.5</sub>/SPM 比は前述したように概ね妥当であったが、富岡の値が他地点より低かった。SPM 濃度は他の郊外地点と比較して同等であったが、PM<sub>2.5</sub> 濃度は前述したとおりバックグラウンドの孀恋より低かった。PM<sub>2.5</sub>/SPM 比の推移（図 2）をみると、吾妻を除く他地点と比較して富岡の低下傾向が著しい。周囲の環境が大きく変化したということはないので、粒子の組成比が変化するとは考えにくい。したがって、富岡の PM<sub>2.5</sub> が何らかの理由で低めに測定されていた可能性が高いと思われた。

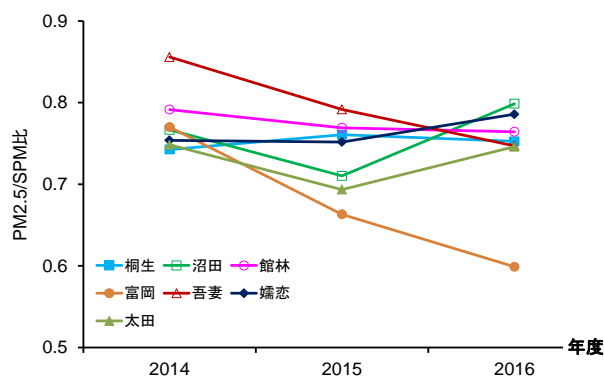


図 2 PM<sub>2.5</sub>/SPM 比の推移

また、吾妻に関しても PM<sub>2.5</sub>/SPM 比の値は富岡を除く他地点と同様であったが、その挙動は富岡と同じく低下していた。両地点の装置は同じ機種（表 1）で、その運転記録によれば、どちらの装置も不具合は確認されていない。PM<sub>2.5</sub> 濃度が年々低下していることは間違いなく、この PM<sub>2.5</sub>/SPM 比の低下に関しては低濃度域での PM<sub>2.5</sub> 測定値の信頼性等、改めて精査する予定である。

### 3.3. 標準測定法と自動測定機の比較

前報（田子ら、2017）と同様、季節毎に行われた PM<sub>2.5</sub> 成分分析期間の、PTFE フィルターの質量測定（標準測定法）と自動測定機から求めた質量濃度を比較した。結果を季節別に図3に示した。

標準法より大きく外れた3点があり、これらはいずれも前橋の春であった。図3でAと示した点については、石英フィルターの秤量によって求めた質量測定値は自動測定値とほぼ一致していることから、この時の PTFE フィルターによるサンプリングに何らかの問題があったと考えられた。また、Bと示した2点については、PTFE フィルターと石英フィルターによる測定値はほぼ一致しており、自動測定機の値のみが異なっていた。この時は土壤粒子由来と考えられる成分濃度が高かった（熊谷ら、2017）ことから、黄砂の飛来あるいは土壤の巻上げが起りやすい状況であったと推測された（実際、このうちの1日については国内で黄砂の飛来が確認されている）。自動測定機と PM<sub>2.5</sub> サンプラーではインパクターの方式が異なっており、それがこのような状況下では差を生じさせた可能性がある。

前述した3点を除いた全体的な傾向としては前報（田子ら、2017）と同じ結果であった。すなわち、年間を通して有意に自動測定機の測定値が高く、この傾向は夏季に顕著であっ

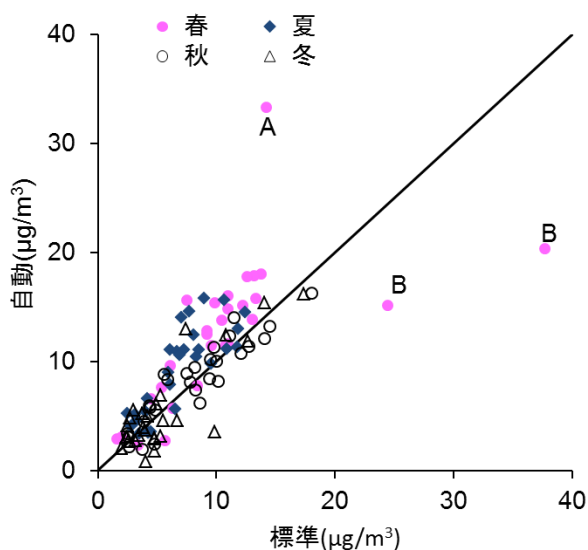


図3 標準測定法と自動測定機による PM<sub>2.5</sub> 濃度の比較

た。一部には装置の維持管理上の問題も含まれるであろうが、気温が高い場合には自動測定機は標準測定法より高い値になる傾向があるという点は留意しておくべきであろう。

また、標準測定法と石英フィルターによる測定値では有意差が認められなかったことから、インパクターの方式の違いも無視できない可能性がある。

## 4. 結言

2016年度、群馬県が装置を設置している全8地点で PM<sub>2.5</sub> は環境基準を達成した。2015年度同様、高濃度事象は小規模であり、これに加えて全体的な濃度が低下したことが全地点での環境基準達成につながった。

PM<sub>2.5</sub>/SPM 比を用いて測定値の妥当性の検証を試みたところ、富岡における比が他地点よりも有意に低かった。このことと、富岡における PM<sub>2.5</sub> 平均濃度はバックグラウンドの孀恋より低く、県内最低であったことから判断すると、PM<sub>2.5</sub> の測定上の問題があった可能性を否定できなかった。これについては、更にデータを蓄積して精査する必要がある。

標準測定法と自動測定機の測定値を比較すると、2015年度に引き続き自動測定機の値は標準測定法よりも有意に高く、とくに夏季においてその傾向が強いという結果が得られた。使用している自動測定機は等価性が確認されている機種とは言え、実際の使用条件は様々であり、場合によっては標準測定法と大きな差が出るという点は留意しなければならない。

## 謝辞

粒子状物質の測定データは群馬県環境保全課が測定・公表しているもの（確定値）を利用した。また、機器の更新ならびに維持管理情報についても、同課から情報の提供を受けた。関係各位に感謝します。

## 文献

力寿雄, 土肥正敬, 船木大輔, 中坪良平, 西村

理恵, 山本真緒, 山神真紀子, 武田麻由子, 長谷川就一, 梅田真希, 小野寺甲仁, 菅田誠治. 2016年5月におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度事例の解析③. 第58回大気環境学会年会講演要旨集, 2017; p 356.

関東地方大気環境対策推進連絡会. 平成28年度浮遊粒子状物質合同調査報告書, 2018; p 60-64.

石井克巳, 北見康子, 長谷川就一, 梅田真希, 木戸瑞佳, 西村理恵, 池盛文数, 西山亨, 山本真緒, 中坪良平, 船木大輔, 山村由貴, 浅川大地, 菅田誠治. 2016年12月におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度事例の解析②. 第58回大気環境学会年会講演要旨集, 2017; p 360.

熊谷貴美代, 梅田真希, 西村理恵, 石川千晶, 木戸瑞佳, 石井克巳, 北見康子, 長谷川就一, 池盛文数, 山本真緒, 中坪良平, 船木大輔, 力寿雄, 浅川大地, 菅田誠治. 2017年3月におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度事例の解析. 第58回大気環境学会年会講演要旨集, 2017; p 362.

熊谷貴美代, 梅田真希, 齊藤由倫, 田子博. 群馬県における大気中PM<sub>2.5</sub>成分調査結果(2016年度). 群馬県衛生環境研究所年報, 2017; 49: 55-58.

成田弥生, 飯島史周, 梅田真希, 長谷川就一, 山神真紀子, 寺本佳宏, 山本真緒, 西村理恵, 中坪良平, 船木大輔, 力寿雄, 菅田誠治. 2016年7月におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度事例の解析. 第58回大気環境学会年会講演要旨集, 2017; p 357.

田子博, 梅田真希. 群馬県における粒子状物質質量濃度測定結果と測定値の品質管理. 群馬県衛生環境研究所年報, 2016; 48: p19-27.

田子博, 木村真也, 一条美和子, 齊藤由倫, 熊谷貴美代. 群馬県における無機ガス調査. 群馬県衛生環境研究所年報, 2016; 48: 38-43.

田子博, 梅田真希, 熊谷貴美代. 群馬県における粒子状物質質量濃度測定結果と測定値の品質管理(2). 群馬県衛生環境研究所年報, 2017; 49: 34-39.

鵜野伊津志, 王哲, 弓本桂也, 板橋秀一, 長田和雄, 入江仁士, 山本重一. PM<sub>2.5</sub>越境問題は終焉に向かっているか?. 第58回大気環境学会年会講演要旨集, 2017; p 391.

山村由貴, 土肥正敬, 中坪良平, 西村理恵, 山本真緒, 山神真紀子, 木戸瑞佳, 長谷川就一, 多田敬子, 菅田誠治. 2016年5月におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度事例の解析②. 第58回大気環境学会年会講演要旨集, 2017; p 355.



