

[資料]

兵庫県内の常時監視局におけるPM_{2.5}濃度の1時間値に関する考察

中坪 良平¹ 隈部 康晴² 藤原 亘¹ 松村 千里¹ 平木 隆年¹

¹ 兵庫県環境研究センター大気環境科 (〒654-0037 神戸市須磨区行平町3-1-18)

² 兵庫県農政環境部環境管理局水大気課環境影響評価室 (〒650-0011 兵庫県神戸市中央区下山手通5-10-1)

Study on PM_{2.5} hourly concentration of monitoring station in Hyogo Prefecture

Ryouhei NAKATSUBO¹ Yasuharu KUMABE² Wataru FUJIWARA¹
Chisato MATSUMURA¹ and Takatoshi HIRAKI¹

¹ Atmospheric Environmental Division, Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences,
3-1-18, Yukihiro-cho, Suma-ku, Kobe, Hyogo 654-0037, Japan

² Environmental Assessment Office, Water & Air Quality Control Division, Environmental Management
Bureau, Agricultural & Environmental Affairs Department, Hyogo Prefectural Government,
5-10-1, Shimoyamate-Dori, Chuo-ku, Kobe, Hyogo 650-0011, Japan

兵庫県内の大気汚染常時監視測定局におけるPM_{2.5}濃度の1時間値を機種別に解析した。加茂及び稲美町役場の1時間値は、日内の濃度変化が極端に大きく、且つ、マイナス値が頻繁に出現し、これは、自動測定機の機種固有の特性であると考えられた。この傾向は春季から夏季にかけて顕著に現れること、また、加茂及び稲美町役場のPM_{2.5}濃度の1時間値は、相対湿度との関連性がみられたことから、気象要素の影響を強く受けていると考えられた。

I はじめに

兵庫県では、微小粒子状物質 (PM_{2.5}) による健康影響の可能性が懸念される場合に、参考情報として広く社会一般に注意を促すことを目的に、平成25年3月からPM_{2.5}に係る注意喚起を実施している。平成26年2月26日には、県内初となる注意喚起が発令されたこともあり、PM_{2.5}による大気汚染及び兵庫県がホームページ等で公表するPM_{2.5}の常時監視データについての県民の関心は一層高まっていると考えられる。一方、兵庫県内に設置されている大気汚染常時監視測定局 (以下「測定局」と称す) のうち、加茂及び稲美町役場におけるPM_{2.5}濃度の1時間値については、周辺の測定局と比較し

て日内の濃度変化 (最高値と最低値の差) が極端に大きく、且つ、マイナス値が頻繁に出現する傾向がみられている。そこで本報告では、兵庫県内の測定局におけるPM_{2.5}濃度の1時間値の特徴を考察するとともに、加茂及び稲美町役場における極端な濃度変化の要因及びマイナス値の出現要因を調べた。

II 方法

1. 解析対象測定局

解析対象測定局は、環境省のPM_{2.5}等価性評価認定機種が導入されている兵庫県内のPM_{2.5}測定局のうち、平成25年度の測定日数が有効測定日数 (250

Table 1 Stations for analysis (General sites)

Station	Local government	Instrument
Hyogo-nanbu	Kobe City	A
Suma	Kobe City	A
Seishin	Kobe City	A
Hokushin	Kobe City	A
Nadahama	Kobe City	A
Minatojima	Kobe City	A
Hirohata	Himeji City	B
Shirahama	Himeji City	B
Mikunino	Himeji City	A
Aboshi	Himeji City	A
Shikisai	Himeji City	B
Oji	Akashi City	C
Futami	Akashi City	C
Toyooka city office	Hyogo Prefecture	A
Kakogawa city office	Kakogawa City	B
Befu	Kakogawa City	B
Takasago city office	Hyogo Prefecture	A
Inami town office	Hyogo Prefecture	D

Table 2 Stations for analysis (Road side sites)

Station	Local government	Instrument
Tobu-jidosya	Kobe City	A
Tarumi-jidosya	Kobe City	A
Senba	Himeji City	A
Shikama	Himeji City	B
Sunada-kodomohiroba	Amagasaki City	A
Higashi-honmachi	Environment Ministry	D
Hayashizaki	Akashi City	C
Tsutogawa	Nishinomiya City	A
Koshien	Nishinomiya City	B
Uchide	Hyogo Prefecture	E
Midorigaoka	Hyogo Prefecture	A
Sakaemachi	Hyogo Prefecture	B
Kamo	Hyogo Prefecture	D

Table 3 Specifications of PM_{2.5} automatic measurement instrument

Instrument	Detection principle	Humidity regulation	Filter's material	Filter replacement interval
A	β -ray absorption	Calculation	Fluoroplastic	1 hour
B	β -ray absorption	Heating (unreleased)	Polytetrafluoroethylene	59 minutes
C	Light scatter and β -ray absorption	Heating (less than RH40%)	Fiberglass	24 hours
D	β -ray absorption	Heating (45°C)	Fiberglass	24 hours
E	β -ray absorption	Heating (40°C)	TFH-01 (Teflon)	1 hour

日)に達した測定局(一般環境大気測定局、以下「一般局」と称す:18局、自動車排ガス測定局、以下「自排局」と称す:13局)とした。Table 1及びTable 2に解析対象測定局名及び設置自治体、機種を示した。また、Table 3に、PM_{2.5}自動測定機の各機種的主要仕様を示した。

2. 解析対象期間

解析対象期間は、平成25年4月1日から平成26年3月31日までの1年間とした。

3. 解析対象データ

解析対象データは、兵庫県が大気汚染常時監視システムで公開している平成25年度のPM_{2.5}の1時間測定値の速報値を用いた。

III 結果

1. PM_{2.5}濃度推移の特徴

(1) PM_{2.5}濃度の月間推移

Fig. 1に、平成25年6月における加茂及び周辺の自排局(打出、緑ヶ丘、栄町)で測定されたPM_{2.5}濃度を、Fig. 2に、同期間における稲美町役場及び周辺的一般局(加古川市役所、高砂市役所)で測定されたPM_{2.5}濃度を示した。加茂及び稲美町役場における濃度推移は、周辺の測定局と比較して、日中に濃度が大きく上昇し、夜間に濃度が大きく低下するとともに、濃度低下が大きい場合はマイナス値となる特徴的な変動を示した。

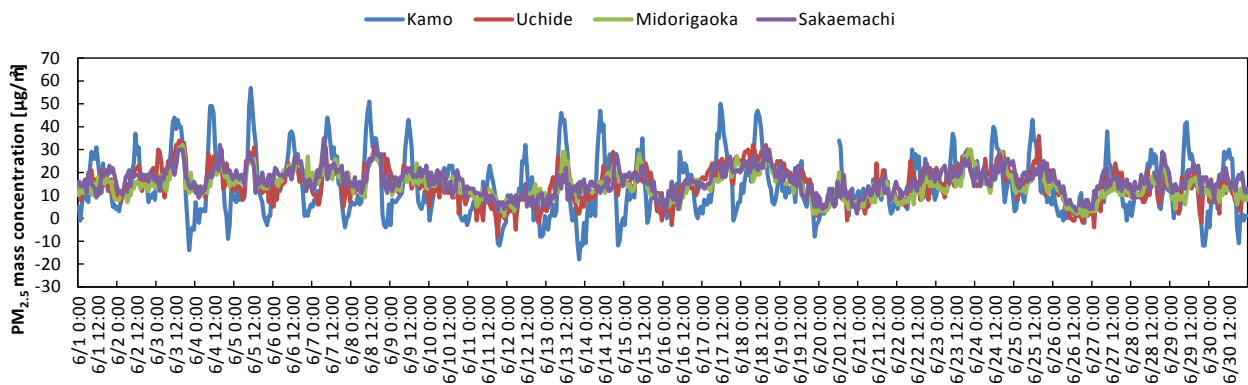


Fig.1 Variation of 1 hour $PM_{2.5}$ concentration at Kamo, Uchide, Midorigaoka and Sakaemachi in June 2013

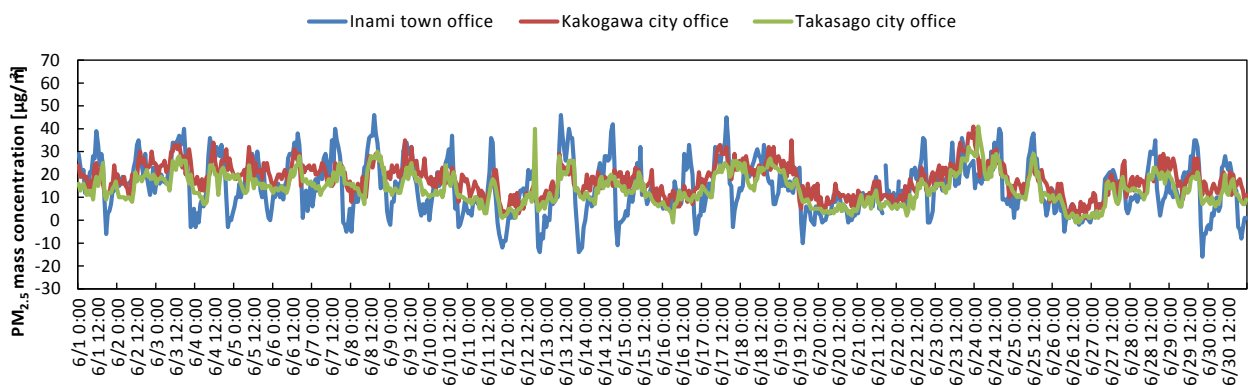


Fig.2 Variation of 1 hour $PM_{2.5}$ concentration at Inami town office, Kakogawa city office and Takasago city office in June 2013

Table 1及びTable 2に示したとおり、加茂及び稲美町役場に設置されている自動測定機は、両方とも機種Dであり、 $PM_{2.5}$ 濃度の周期的な変化は、自動測定機の機種に依存していると考えられた。また、Table 3に示した各機種の仕様では、機種C及び機種Dは、フィルタ送りの周期が24時間であり、他機種と異なっている。また、これら2機種は捕集フィルタにグラスファイバーフィルタを使用していることも、他機種と異なっている。

(2) $PM_{2.5}$ 濃度の年間推移

Fig. 3に、平成25年4月1日から平成26年3月31日（1年間）に、加茂及び周辺の自排局で測定された $PM_{2.5}$ 濃度を、Fig. 4に、同期間における稲美町役場及び周辺の一般局で測定された $PM_{2.5}$ 濃度を示した。Fig. 1及びFig. 2でみられたような特徴的な濃度変化は、加茂、稲美町役場ともに5月頃から9月頃にかけてみられたことから、気温や相対湿度の高くなる晩春から夏季にかけて、特徴的な濃度変化が顕著に現れる可能性がある。

2. $PM_{2.5}$ 濃度の機種による特徴

加茂及び稲美町役場における $PM_{2.5}$ 濃度の特徴的な濃度変化は、機種による影響を受けている可能性があるため、設置されている自動測定機の機種ごとに、 $PM_{2.5}$ 濃度変化の特徴を解析した。

(1) 時刻別平均濃度

Fig. 5に、各測定局における平成25年度中の $PM_{2.5}$ 濃度の1時間値を時刻別に平均化し、機種ごとに示した。機種A及び機種Bは、全ての測定局で概ね同様の日内変化を示し、午後から夕方にかけてやや高くなった。機種Cは、日中から夕方にかけてやや高くなる変化を示した。機種Dは、3局中2局では午前中もしくは夕方になり、夕方から明け方にかけて低くなる変化を示したが、1局のみ夜中から明け方にかけて高くなる変化を示した。機種Eは、1局のみであるが日中に高くなる変化を示した。他機種と比較して特に機種Dの日内変化が大きいと考えられるが、同じ機種Dでも1局（東本町自排局）のみ日内変化のパターンが大きく異なっており、 $PM_{2.5}$ 濃度の日内変化には、機種以外の要因が影響していると考えられる。

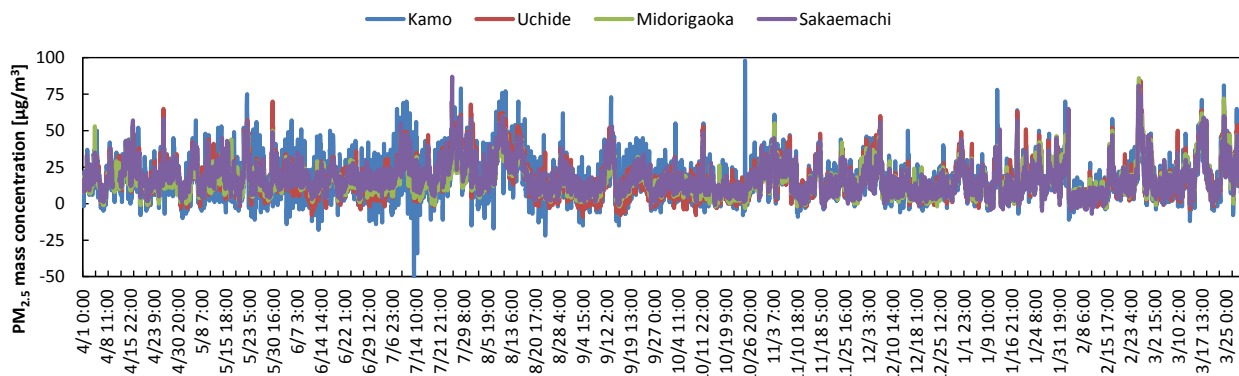


Fig.3 Variation of 1 hour $PM_{2.5}$ concentration at Kamo, Uchide, Midorigaoka and Sakaemachi in FY 2013

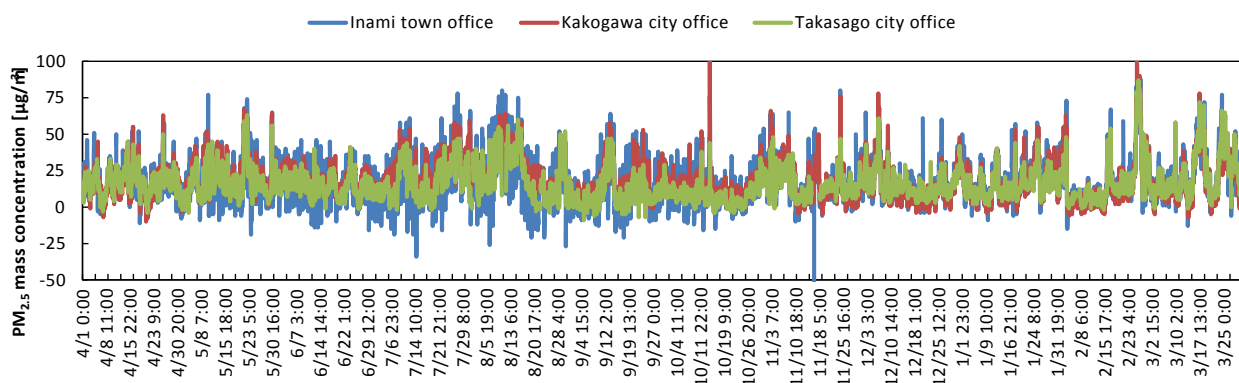


Fig.4 Variation of 1 hour $PM_{2.5}$ concentration at Inami town office, Kakogawa city office and Takasago city office in FY 2013

(2) 変動係数及びマイナス値の出現回数

Fig. 6に各月における機種別の変動係数(平均値)を, Fig. 7に各月における機種別のマイナス値の出現回数(平均値)を示した. 変動係数は, $PM_{2.5}$ 濃度の1時間値のばらつきを表すと考えられ, 全ての機種で概ね同様の傾向を示したが, 機種Dの変動係数が, 特に春季から夏季にかけて高くなる傾向を示した. また, マイナス値の出現回数は, 他機種に比べて機種Dが多く, 5月から10月にかけて多くなる傾向がみられた.

IV 考察

加茂及び稲美町役場における $PM_{2.5}$ 濃度は, 日中に高く, 夜間に低くなる周期的な日内変化を示した. また, 加茂及び稲美町役場に設置されている機種Dの $PM_{2.5}$ 濃度は, 変動係数が春季から夏季に高くなる季節性を示したことから, 加茂及び稲美町役場における $PM_{2.5}$ 濃度は気象要素の影響を受

けている可能性が示唆される.

Fig. 8に, 平成25年6月に加茂において測定された $PM_{2.5}$ 濃度及び同一期間に神戸地方気象台で観測された相対湿度の1時間値を示した. また, Fig. 9に, 平成25年6月に稲美町役場において測定された $PM_{2.5}$ 濃度及び同一期間に姫路特別地域気象観測所で観測された相対湿度の1時間値を示した. $PM_{2.5}$ 濃度の1時間値と相対湿度は負の相関関係を示し, 相対湿度が高くなれば $PM_{2.5}$ 濃度が低くなり, 相対湿度が低くなれば $PM_{2.5}$ 濃度が高くなる傾向を示した.

一般的に, $PM_{2.5}$ は硫酸アンモニウム等の吸湿性の粒子を多く含むため, フィルタに捕集された粒子中の成分が吸湿することで質量濃度が増加することが指摘されている. 相対湿度の変化による質量濃度の変化を抑制するため, $PM_{2.5}$ の標準測定法(フィルタ法)では, フィルタ秤量時の相対湿度条件を一定にし, $PM_{2.5}$ の自動測定法では, 試料大気導入管を加熱するなどの方法で, 捕集される粒子の相対湿度を制御する方法がとられている. 加茂及び稲美町役場に設置されている機種Dについ

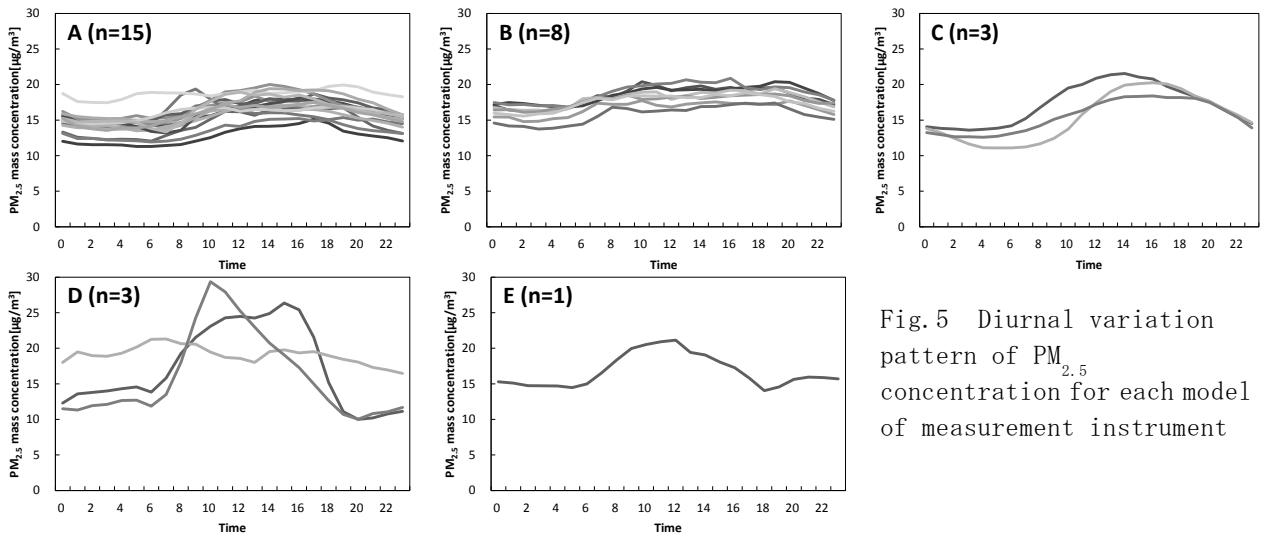


Fig.5 Diurnal variation pattern of $PM_{2.5}$ concentration for each model of measurement instrument

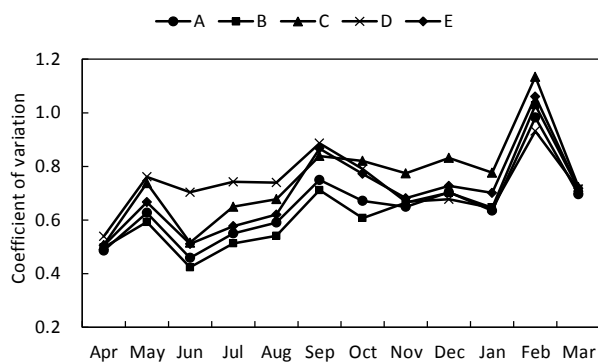


Fig.6 Coefficient of variation of monthly average $PM_{2.5}$ concentration for each model of measurement instrument

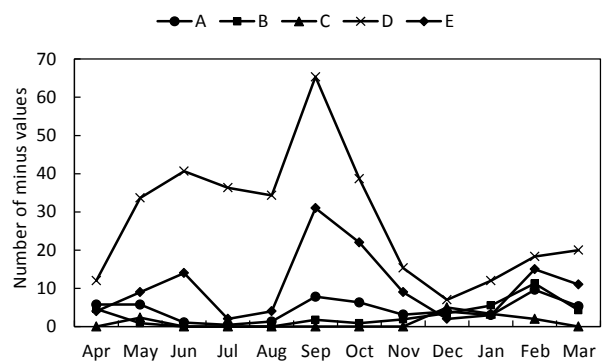


Fig.7 Number of minus values of monthly average $PM_{2.5}$ concentration for each model of measurement instrument

ても、試料導入管をヒーターで45℃になるように常時加熱し、捕集される粒子の相対湿度を一定にする方法がとられている。一方、加茂及び稲美町役場における $PM_{2.5}$ 濃度は、相対湿度と負の相関関係がみられた。大気中の相対湿度が高くなった場合、粒子の凝集や凝結によって粒径が増大し、微小粒子の相対割合が少なくなることが知られている。そのため、相対湿度の高くなる夏季は、相対湿度の上昇に伴って $PM_{2.5}$ 濃度が低下した可能性が考えられるが、相対湿度との負の相関関係は、加茂及び稲美町役場で顕著にみられる現象であり、その他の測定局では、顕著な負の相関関係はみられなかった。そのため、粒子の粒径が増大することによる相対割合の減少では、加茂及び稲美町役場における $PM_{2.5}$ 濃度の変動を説明できない。

Fig. 10に、U. S. EPAが実施した機種Dの特性評価試験結果から、機種D (Monitor1及びMonitor 2)で測定された夏季における $PM_{2.5}$ 濃度の5分間値の推移を示した¹⁾。 $PM_{2.5}$ 濃度の5分間値は、深夜に上

昇し、午前8時頃から正午にかけてマイナス値が大きくなる周期的な変化を示した。これは、主に水蒸気の結露と再揮発の影響によるものと推測されている。加茂及び稲美町役場における $PM_{2.5}$ 濃度の1時間値は、変化のタイミングは異なるものの、日中に一旦大きく濃度が上昇した後、夕方から午後8時頃にかけてマイナス値が大きくなる周期的な変化を示しており、U. S. EPAが報告した機種Dの $PM_{2.5}$ 濃度の変化パターンと類似している。そのため、極端な濃度変化とマイナス値の出現傾向は、本機種固有の特性である可能性が考えられる。なお、U. S. EPAの試験では、自動測定機のフィルタ送り時刻が午後0時に設定されていたが、加茂及び稲美町役場のフィルタ送り時刻は午前0時であり、テープ送り時刻に12時間の差がある。そのため、フィルタ送り時刻からの経過時間が、変化のタイミングの差に影響している可能性が考えられる。

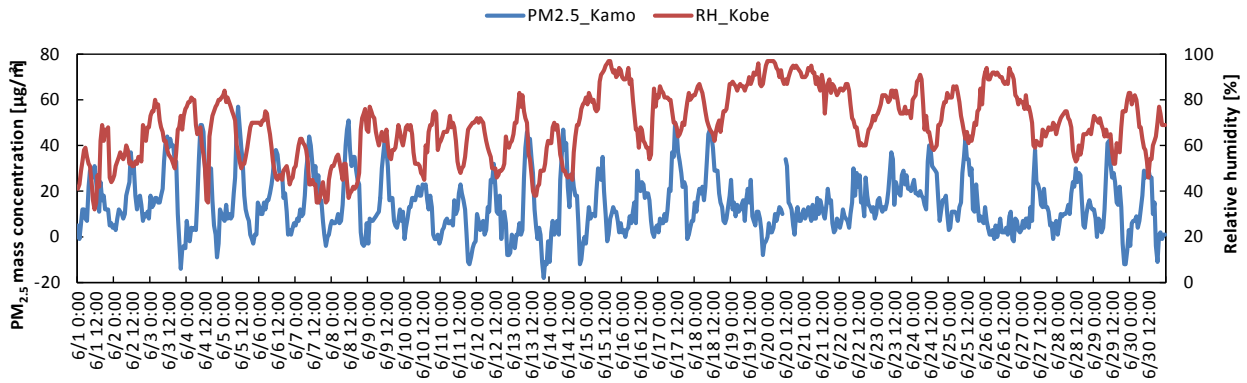


Fig. 8 Variation of 1 hour $PM_{2.5}$ concentration at Kamo and relative humidity at Kobe local meteorological observatory in June 2013

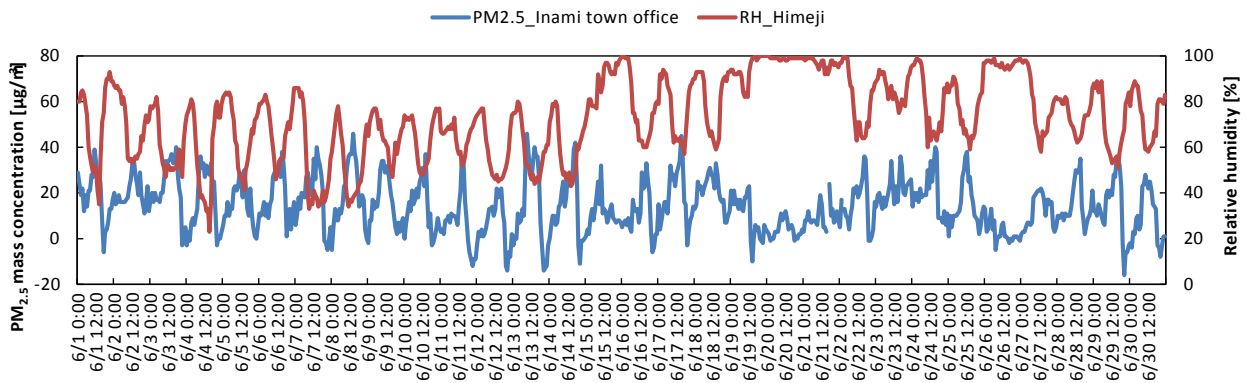


Fig. 9 Variation of 1 hour $PM_{2.5}$ concentration at Inami town office and relative humidity at Himeji local meteorological station in June 2013

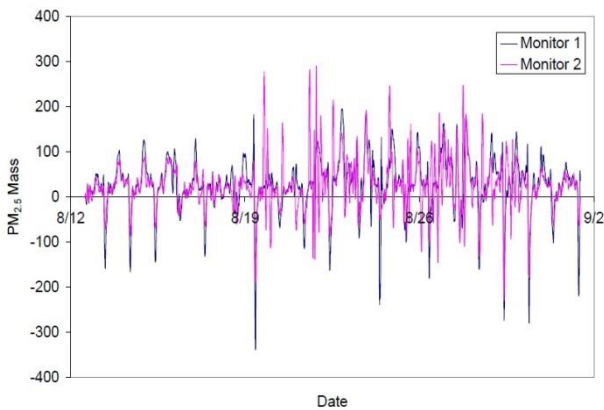


Fig. 10 Variation of 5 minutes $PM_{2.5}$ concentration at Pittsburgh from August 12, 2000 to September 2, 2000¹⁾

V おわりに

加茂及び稲美町役場における $PM_{2.5}$ 濃度の1時間値の極端な濃度変化の要因及びマイナス値の出現

要因については、本報告では明確に特定できなかったが、設置されている自動測定機の機種固有の特性である可能性があった。ただし、東本町自排局に設置されている同機種では、同様の濃度変化はみられず、機種による差以外の要因が影響していると考えられる。

$PM_{2.5}$ 自動測定機の1時間値については、現時点では精度評価基準が示されていない。そのため、公表されている $PM_{2.5}$ 濃度の1時間値を解釈するうえでは、各機種が有する固有の特性についても理解しておく必要がある。

文献

- 1) U.S.EPA: Environmental Technology Verification Report, THERMO ANDERSEN FH62C14 AMBIENT DUST MONITOR (2001)