

長崎県における微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 濃度の特徴 (2017年度)

前田卓磨、土肥正敬、田中雄規

現在、長崎県では18地点でPM_{2.5}常時監視を実施している。本稿では、2017年度に収集した常時監視データを用いて、PM_{2.5}の質量濃度の日内変動、週内変動、および年内変動パターンをまとめた。また、PM_{2.5}と他の監視項目 (SPM, SO₂, NO_x, O_x) を比較し傾向をまとめた。

この結果、PM_{2.5}の日平均値は1.1 - 66.3 μg/m³ の範囲であり、環境基準達成局地点は18地点中16地点であった。PM_{2.5}濃度の日内変動はNO_xと比較して多様であり、週内変動は水曜日に低濃度となり週末から高くなる傾向があった。また、月別変動では春季に高濃度となるパターンが多いことがわかった。

キーワード：PM_{2.5}、月別変動、週内変動、日内変動

はじめに

微小粒子状物質(以下PM_{2.5})は粒径が2.5 μmより小さく、器官や肺胞に到達することで人体へ悪影響を及ぼすことが知られており、欧米での疫学調査では呼吸器疾患や循環器疾患とPM_{2.5}濃度の間に有意な相関が認められている。日本でも健康リスクの観点から2009年に環境基準が制定された¹⁾²⁾ことで、全国的にPM_{2.5}質量濃度の常時監視局の設置が進められている。本県においても現在では離島を含む全18局で監視を行っている。また、これまでPM_{2.5}の越境汚染について注目され様々な調査・研究がされてきたが、本県では佐世保地域(大塔・吉井)や島原半島地域(島原・小浜)において高濃度地点と低濃度地点が近在していることがわかり、これらの地域の国内発生源の影響の解明を目的とした研究が2017年度から当センターで開始されている。本稿ではその一環として質量濃度の時間変動等について解析を行った。

PM_{2.5}の日内変動、週内変動、年内変動は各地域で傾向がみられ、汚染特性および汚染源の推定に役立てられている³⁾⁴⁾。また、本稿では県内の各地域において2017年度に観測された浮遊粒子状物質(以下SPM)とPM_{2.5}質量濃度の時間変動(月間、週内、日内)を示す。また、PM_{2.5}の二次生成粒子の原因となる気体状大気汚染物質(二酸化硫黄、窒素酸化物、オキシダント)との比較を行う。

調査地点及び方法

1 調査地点

県内の大気常時監視測定局のうち、PM_{2.5}を監視

項目に含む18地点(図1)を解析の対象とした。

なお、局種内訳は、福石局のみ自動車排出ガス測定局(以下、自排局)であり、これ以外の測定局は一般環境大気測定局である。

2 調査項目

自動測定機を用いた以下の常時監視データを使用した。(測定方法は環境大気常時監視マニュアルに準拠)

- PM_{2.5}
- SPM
- 二酸化硫黄(以下SO₂)
- 窒素酸化物(以下NO_x)
- オキシダント(以下Ox)

(2017年4月1日～2018年3月31日)

※黄砂日を含む

結果及び考察

1 環境基準(長期、短期)と日平均値

PM_{2.5}の環境基準は、以下の①②をともに達成することとされている。

- ①長期基準：年平均値15 μg/m³以下となること
- ②短期基準：日平均値の年間98パーセンタイル値35 μg/m³以下となること

ここで、年平均値は、有効な時間値を単純平均したものである。短期基準においては、年間の日平均値のうち最高値から2%の範囲にある測定値は許容範囲にあるものとして評価から除外し、最低値から98%目に該当する日平均値を短期基準の対象としている。なお、本稿では大気環境の実態を把握す

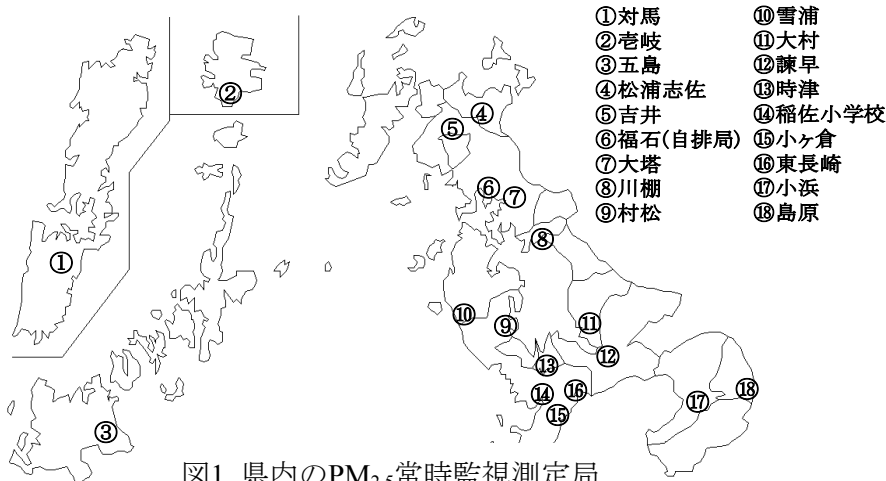


図1 県内のPM_{2.5}常時監視測定局

るため、単純な日平均値を求めて解析の対象とした。

表1に2017年度のPM_{2.5}の環境基準達成状況と日平均値を示す。2017年のPM_{2.5}年平均濃度の局変動は10.9-16.6 μg/m³で長期基準である15 μg/m³を超過したのは自排局のみだった。大気基準の対象である日平均値年間98パーセンタイル値の局変動は、27.7-36 μg/m³となり、35 μg/m³を超過した測定局は2局であった。

日平均値は-1.1-66.3 μg/m³となり、35 μg/m³を超過した日数は1-8日であり全測定局の合計で79日となった。気象庁による黄砂観測日は県内で5月6-8日であり、観測期間中に15の測定局で35 μg/m³を超過

しており県内全域が土壌性粒子(黄砂)の影響下にあったことが示唆された。しかしながら、観測日でない3月25日に35 μg/m³を超過した測定局が17局あることから、黄砂以外の広域汚染現象があったことが示唆された。また、比較的近傍の測定局(大塔-吉井、島原-小浜等)で重量濃度に差が見られていることから、特定の地域汚染が発生していることが示唆された。

2 経時変動解析

ここでは各測定局の時間変動を示す。

(1) 日内変動

1日の中の時刻による濃度変化を把握するため、各項目の1時間値を対象に、時刻ごとの年間平均値を求め、図2-1~2-4に示した。PM_{2.5} (図2-1)の変動パタ

表1 県内のPM_{2.5}環境基準達成状況と日平均値 (2017年度)

市町村	測定局	長期基準 対象値	短期基準 対象値	日平均値		
				年間最低値~最高値 (記録した月日)	35 μg/m ³ を 超過した日数	35 μg/m ³ を超過した月日 (太字: 5/8)
諫早市	諫早	13.9	31.6	0.8~45.3 (5/8)	1	5/8
島原市	島原	14	34.2	0.3~42.4 (12/30)	6	1/19,2/24,3/25~26,12/29~30
大村市	大村	12.7	30.6	0.8~49.6 (3/25)	3	3/25~26,5/8
川棚町	川棚	12.5	29.3	0.9~43.0 (5/8)	3	3/25~26,5/8
時津町	時津小学校	12.1	29.2	0.8~46.0 (3/25)	3	3/25~26,5/8
西海市	雪浦	12.3	29.1	0.8~47.3 (3/25)	3	3/25~26,5/8
松浦市	松浦志佐	12.9	30.8	0.0~49.3 (5/8)	4	2/24,3/25~26,5/8
対馬市	対馬	12.9	33.8	1.7~53.6 (5/8)	6	1/19,2/23,3/25,5/8,9/19,12/30
壱岐市	壱岐	14.3	36	3.0~66.3 (3/25)	8	1/19,2/23~24,3/25~27,5/8,12/30
五島市	五島	13.2	32	2.1~47.5 (1/19)	6	1/19,2/24,3/24~26,5/8
雲仙市	小浜	10.9	27.7	-1.1~45.3 (3/25)	1	3/25
長崎市	小ヶ倉支所	13.1	30.3	1.0~52.3 (3/25)	4	1/19,3/25~26,5/8
	稲佐小学校	13.8	32.9	-0.3~56.9 (3/25)	5	1/19,3/25~26,5/8,12/30
	村松	11.7	30.1	0.2~48.0 (3/25)	3	3/25~26,5/8
	東長崎支所	13	32.1	-0.1~48.0 (3/25)	5	3/25~26,4/29~30,5/2
佐世保市	福石(自排)	16.6	35.5	3.4~57.9 (5/8)	8	1/19,2/24,3/25~27,5/8,9/26,12/30
	大塔	14.4	33.9	0.8~54.3 (5/8)	6	2/24,3/25~26,4/29~30,5/8
	吉井	12.5	30.1	1.5~49.9 (3/25)	4	2/24,3/25~26,5/8

※ PM_{2.5}環境基準 以下①②ともに達成すること①長期基準:年平均値15 μg/m³以下
②短期基準:日平均値年間98パーセンタイル値35 μg/m³以下

環境基準非達成

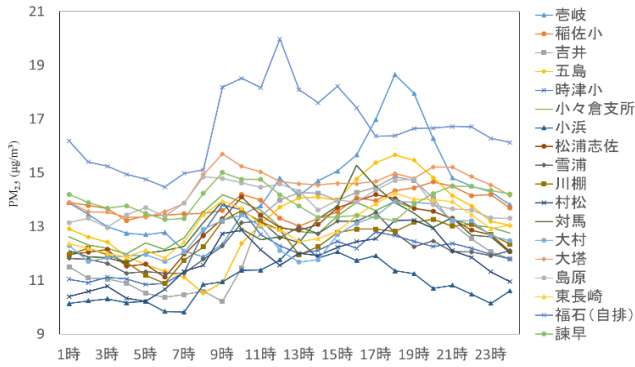


図2-1 県内のPM_{2.5}日内変動

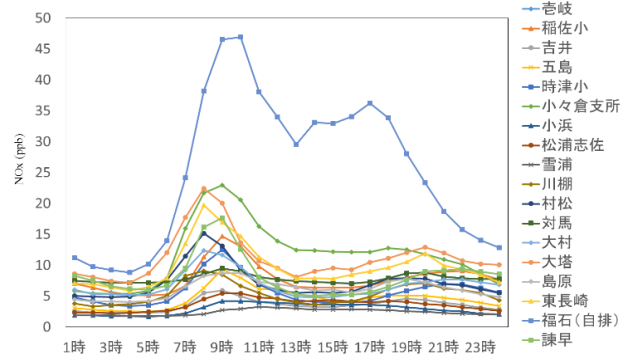


図2-2 県内のNOx日内変動

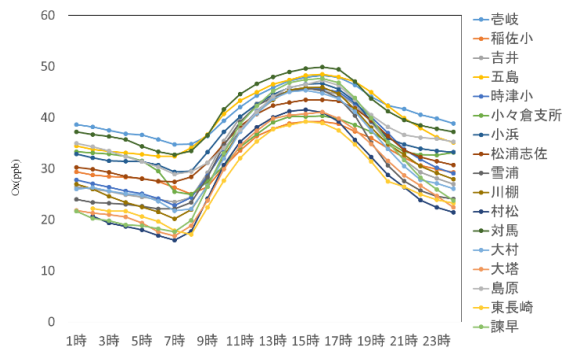


図2-3 県内のOx日内変動

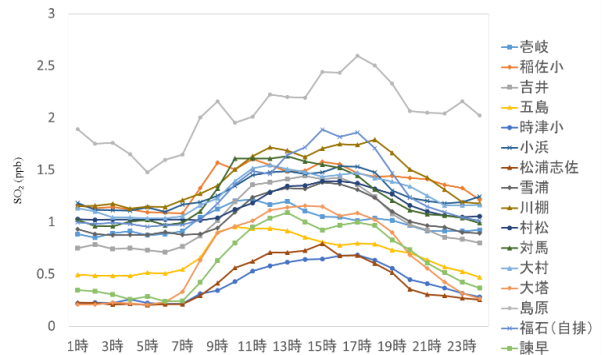


図2-4 県内のSO₂日内変動

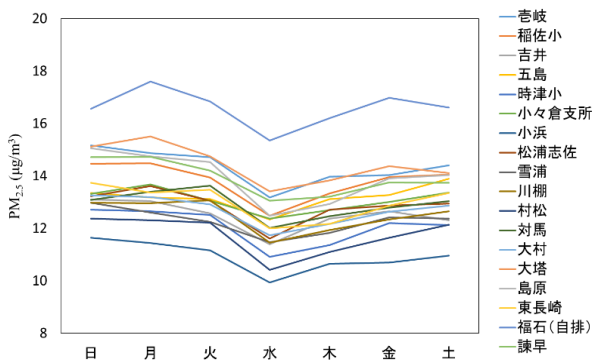


図3-1 県内のPM_{2.5}週内変動

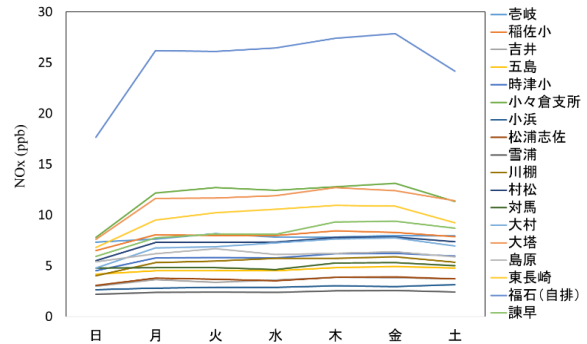


図3-2 県内のNOx週内変動

ーンは測定地点により様々だったが、9時前後または18時前後に最高値が出現する測定局が多くみられた。また、最低値は午前中（4時～8時）に多く見られた。次にNOx濃度（図2-2）の最高値は午前中に（4時～8時）に集中しており、夕刻にもピークを持つ二山型の変動パターンを示す測定局が多かった。このことからPM_{2.5}とNOxの濃度変動パターンは異なっていることがわかった。2014年-2016年度における県内のPM_{2.5}とNOxの相関解析⁵⁾では、相関係数が0.4未満の弱い相関を示す測定局が多いことが報告されている。

次にOx（図2-3）の変動パターンは午前中（7時～8時）から上昇し、日中（15時～16時）にピークを迎えた後に夜間にかけて減少することが示された。次にSO₂（図2-4）の変動パターンは（5時～8時）から上昇し日中にピークを迎える傾向にあり、Oxと類似していた。

最後にSPMの日内変動は時間のずれは多少あるが、概ねPM_{2.5}と連動して変動していた。2017年度データでの日平均値を用いた相関係数は0.67-0.91と高い数値を示した。

(2)週内変動

曜日による濃度変化を把握するため、曜日ごと

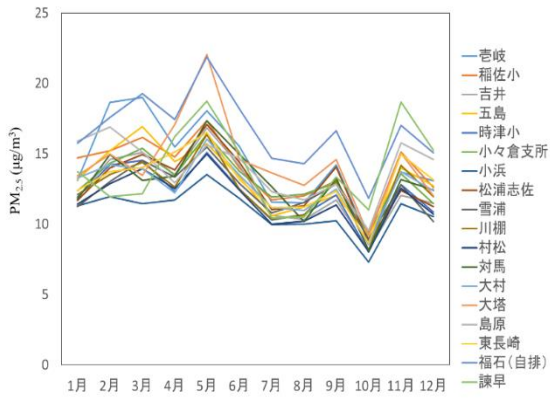


図4-1 県内のPM_{2.5}年内変動

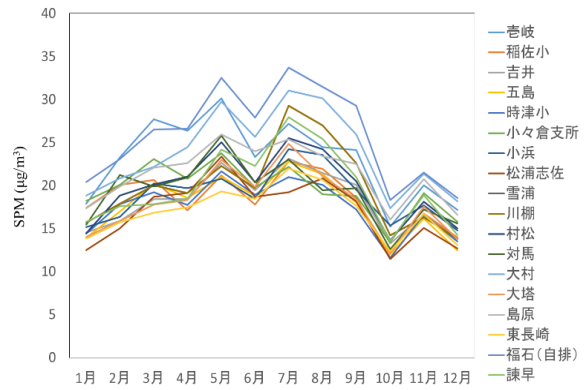


図4-2 県内のSPM年内変動

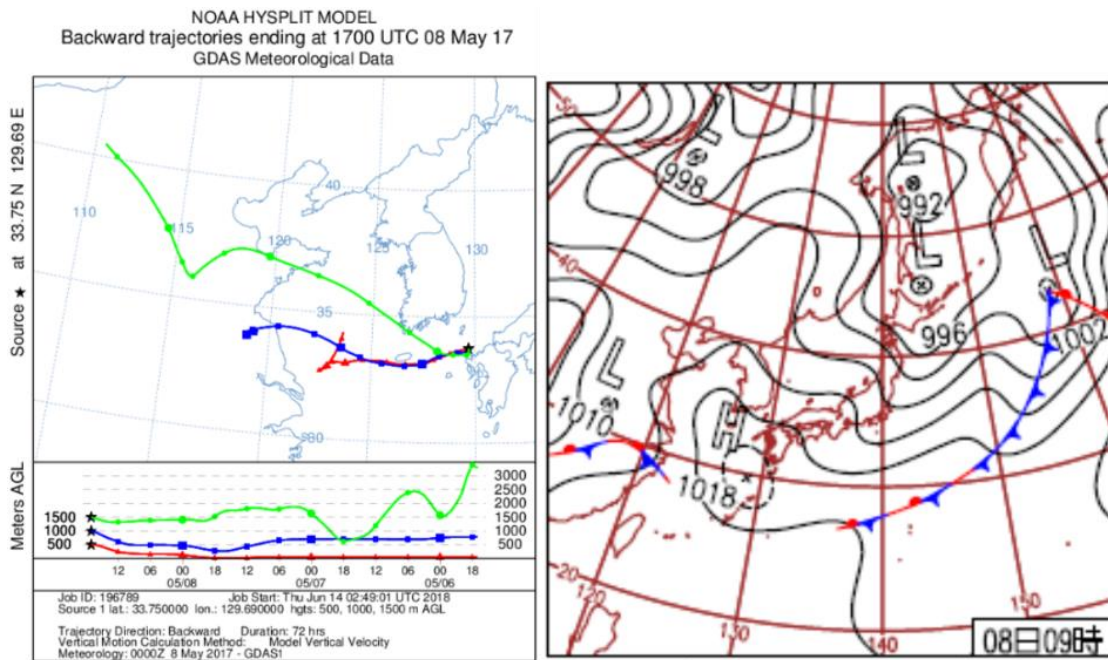


図5 壱岐における5/8 (17時)の後方流跡線及び天気図

の年間平均値を求めた。図3-1にPM_{2.5}の週内変動を示す。PM_{2.5}の曜日別平均濃度は週初めの日曜-月曜に最高値を示し、週半ばの水曜に最低値を示す測定局が多数であった。一方、図3-2に示したNO_xの週内変動をみると週後半の木曜-金曜に最高値を示し、休日の日曜に最低値を示す傾向が見られた。これは板野らが示した傾向³⁾とは異なる結果であった。このことは、県内において平日の交通量上昇によるNO_xの排出は二次生成を含めてPM_{2.5}濃度の週内変動に対しては大きく寄与していない可能性を示唆しているが、年度が変われば同一月であっても濃度レベルは異なることがいわれているため、単年度の結果であることを留意する必要がある。

その他としてO_x及びSO₂は測定局によって変動パターンが様々で、曜日による変動は少なかった。

SPMについてはPM_{2.5}と同様に月曜日が最高値であり、最低値は水曜以外にも見られ、様々であった。

3) 月別変動

季節による濃度変化を把握するため、月ごとの年間平均値を求めた。PM_{2.5}月別平均濃度は図4-1に示すように春季(3月-5月)に最高値が観測される測定局が多く、夏季(6月-8月)に比較的低位10月に全測定局で最低値となった。一方、図4-2に示すSPM濃度は春季から夏季にかけて高く、7月に最高値を示し、10月及び12月に最低値を示す測定局が多かった。このことは、春季はSPMの粒径分布に対する寄与は人為起源とされるPM_{2.5}が比較的大きく、夏季については粗大粒子領域に主として粒径分布を持つ海塩や土壌粒子が比較的大きく寄与している可能性を示している。

次にNOxは壱岐を除いて11月-2月にかけて高く、春季から冬季にかけて低い傾向となった。ここでも日内、週内変動と同様に低い相関が示された。最後にOxは全測定局でPM_{2.5}と同様に春季(3-5月)に高く、7月に最低値を示した。光化学反応による大気汚染物質の生成は春季に起こりやすいとみられ、PM_{2.5}の濃度変動に寄与している可能性が示唆された。

3 黄砂観測日(5/6-5/8)について

ここでは2017年度において特に高濃度を示した5月前半の黄砂観測日について報告する。各測定局で最高値を示した5月8日における壱岐局を始点とする後方流跡線⁶⁾及び天気図⁷⁾を図5に示す。黄砂は東アジアの砂漠域で発生し中国北東部から日本へ飛来するが、後方流跡線では大陸からの流入が示されている。天気図からは移動性高気圧による偏西風に乗って黄砂が飛来したと推測される。8日の早朝にはオキシダントが88ppbまで上昇しており、高濃度のPM_{2.5}に光化学反応による汚染物質生成の影響があると推測される。

まとめ

2017年度の県内18局中で年平均値が15 µg/m³ を超過したのは自排局の福石のみであった。また、日平均値で35 µg/m³ を1-8日超過した。2017年度のPM_{2.5}濃度は春季に高い傾向を示しており、黄砂観測日の後方流跡線に見られるように大陸由来からの移流による影響を受けていることが推測される。一方で、近傍な測定局間において濃度差が見られたことから地域汚染の機構解明も重要であると考えられる。

PM_{2.5}の日内変動パターンは多様な変動を示しており、週内変動では水曜日に最低値を示す結果となった。代表的な人為的汚染源であるNOxの濃度変動パターンとも異なっていたため、その他の汚染源の影響を受けていると思われる。

年内変動について、PM_{2.5}とSPMは春季に高い傾向を示したが、SPMは夏季も高い傾向を示したため、海塩等の粗大粒子の影響を受けた可能性が考えられる。

参考文献・脚注

- 1) 環境省水・大気環境局:微小粒子状物質に係る環境基準の設定について(2009).
- 2) 環境省:微小粒子状物質による大気の汚染に係る環境基準について, 環告33(2009).
- 3) 板野泰之, 他:2011年度の連続測定結果に基づく全国的なPM_{2.5}汚染の状況解析, 大気環境学会誌, 48, 154-160(2013).
- 4) 山神真紀子, 他:PM_{2.5}中元素状炭素の自動車排出係数の推計と一般環境における大気中濃度の変

動, 大気環境学会誌, 43, 273-283(2008).

- 5) 土肥正敬:長崎県の微小粒子状物質(PM_{2.5})環境基準達成状況等について(2014~2016年度),長崎県環境保健研究センター所報, 62, 26-31(2016)
- 6) 米国海洋大気庁(NOAA) : HYSPLIT - Trajectory Modelによる解析
- 7) 気象庁:日々の天気図,<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>(2018/8/21アクセス).

Characteristics of PM_{2.5} mass concentrations in Nagasaki(2017)

Takuma MAEDA, Masataka DOI, Yuki TANAKA

A number of PM_{2.5} monitoring sites are eighteen in Nagasaki prefecture. The temporal variation pattern of PM_{2.5} mass concentration were summarized about 2017 fiscal year. The comparison between trend of PM_{2.5} and other air pollutants (SPM, SO₂, NO_x, O_x) were summarized. In the result, the daily concentration ranged 1.1-66.3 µg/m³ and monitoring sites achieved air quality standard of PM_{2.5} is sixteen out of eighteen for the year 2017. Diurnal variation patterns of PM_{2.5} were multifarious compared to those of NO_x. Day-of-week variation increasing on weekends and decreasing on Wednesday was detected. Monthly maxima tended to appear in spring.

Key words : PM_{2.5}, annual variation, day-of-week variation, diurnal variation