

<報 文>

山口県における微小粒子状物質モニタリングの傾向について*

岡本利洋**・長田健太郎**・隅本典子**・伊藤和則**

キーワード

①微小粒子状物質 (PM_{2.5}) ②越境汚染 ③地域汚染

要 旨

山口県では、大気常時監視事業の一環として、平成23年度から県下の16測定局に微小粒子状物質自動測定機を導入し、連続測定を開始している。平成30年度に、初めて全測定局で環境基準が達成された。しかしながら、越境汚染における成分の変化が懸念されるところであり、今後も季節的な成分変動を含めたPM_{2.5}測定は重要であると考えられる。

1. はじめに

微小粒子状物質 (PM_{2.5}) については、平成21年9月9日に「微小粒子状物質による大気汚染に係る環境基準について」が告示され、微小粒子状物質の環境基準が定められた。これを受けて、平成22年3月31日に、「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準について」が改正され、微小粒子状物質の質量濃度の測定に関する記載が追記された。

こうした状況において、山口県のPM_{2.5}のモニタリング体制の整備については、平成21年度の環境省のPM_{2.5}モニタリング試行事業により、周南市役所測定局において、連続濃度測定を開始している。さらに、平成23年度からは、大気常時監視事業の一環として、順次県下の測定局に自動測定機を導入し、現在は16局において連続濃度測定を実施している。

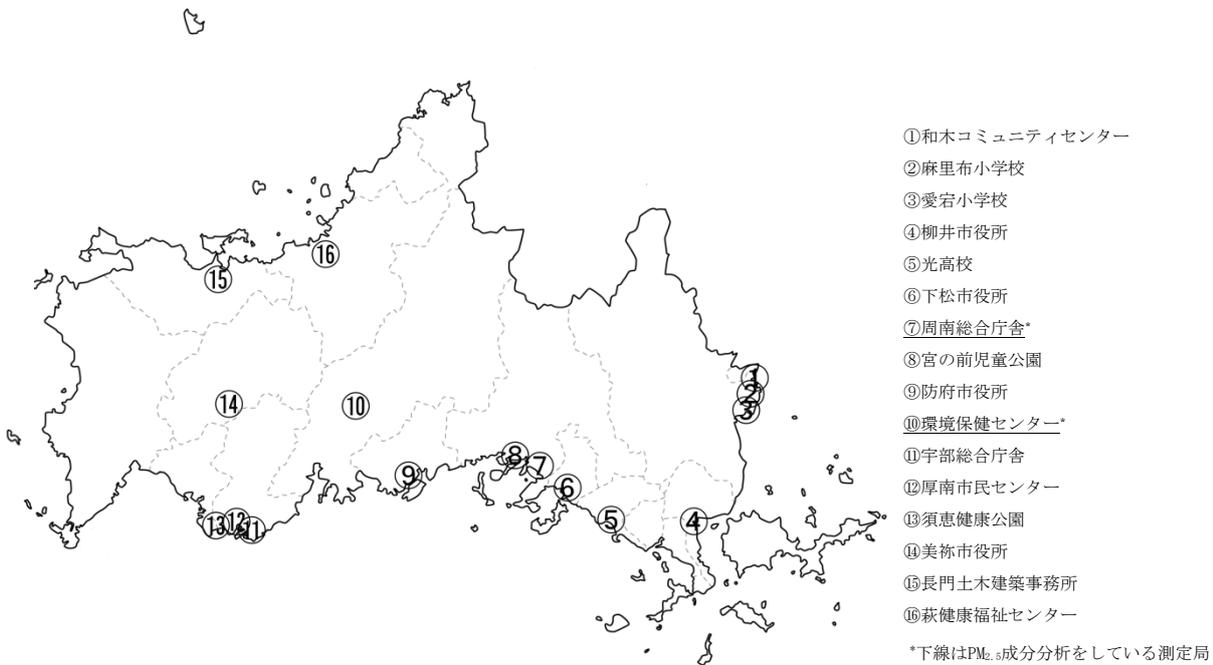


図1 現在の山口県のPM_{2.5}測定局

*Recent Trends in Monitoring Fine Particulate Matter in Yamaguchi Prefecture

**Toshihiro OKAMOTO, Kentaro OSADA, Noriko SUMIMOTO, Kazunori ITO (山口県環境保健センター) Yamaguchi Prefectural Institute of Public Health and Environment

山口県は、北部の日本海側は農水産業や観光業を中心とした産業構造であり、南部の瀬戸内海側は、瀬戸内海工業地域の一隅をなす重化学工業の工場群が存在し、本州と九州、四国を結ぶ交通の要衝となっている。このため、自動測定機は、26か所ある大気汚染測定局のうち南部の瀬戸内海側を中心に、規模が比較的大きくオキシダント測定機が設置されている16か所の一般大気測定局に設置している。現在稼働中のPM_{2.5}自動測定機は、FPM-377（東亜DKK製）が8台、FPM-377C（東亜DKK製）が7台、PM712（紀本電子工業製）が1台で、屋外設置型が8台、屋内設置型が8台となっている。なお、山口県内ではこの他にも下関市が独自に市内の4つの測定局にPM_{2.5}自動測定機を設置している。

また、同時にPM_{2.5}成分分析も開始している。PM_{2.5}成分分析の採取期間は、「微小粒子状物質（PM_{2.5}）の成分分析ガイドライン」（平成23年7月環境省 水・大気環境局）に従い、春夏秋冬にそれぞれ連続2週間とし、採取地点は瀬戸内海側の周南総合庁舎（高濃度地点：図1中⑦地点、平成27年冬季に周南市役所測定局から移設）と環境保健センター（バックグラウンド地点：図1中⑩地点、平成29年度に萩健康福祉センターから移設）の2測定局としている。

2. 山口県の濃度測定状況

2.1 連続測定状況

図2にPM_{2.5}濃度の経年変化を示す。全国平均値は環境省大気汚染状況報告書の一般局の結果より算出した²⁾。

山口県全体の平均濃度が最も高い平成25年においては、環境保健センターを除く全ての測定局において環境基準を超過していた。その後、全測定局においてPM_{2.5}濃度は減少傾向にあり、平成30年度には連続測定を開始した平成23年度以降、初めて全測定局において環境基準の長期的評価を達成した。一方、短期的評価については、平成26年度までは9割以上の測定局で環境基準を達成できていなかったが、平成28年度及び30年度に全測定局において達成している。また、山口県平均値と全国平均値との差は、年々小さくなっており、平成30年度はほぼ同程度の値を示している。

表1に平成30年度における山口県内各測定局の連続濃度測定の結果を示す。平成30年度のPM_{2.5}濃度の年平均値は麻里布小学校測定局において最大で、次いで、宮の前児童公園測定局、宇部総合庁舎測定局であった。いずれも瀬戸内海側の大規模工場の近くに位置し、交通量も多く、工場や移動発生源による地域汚染の影響が大きいことが示唆される。

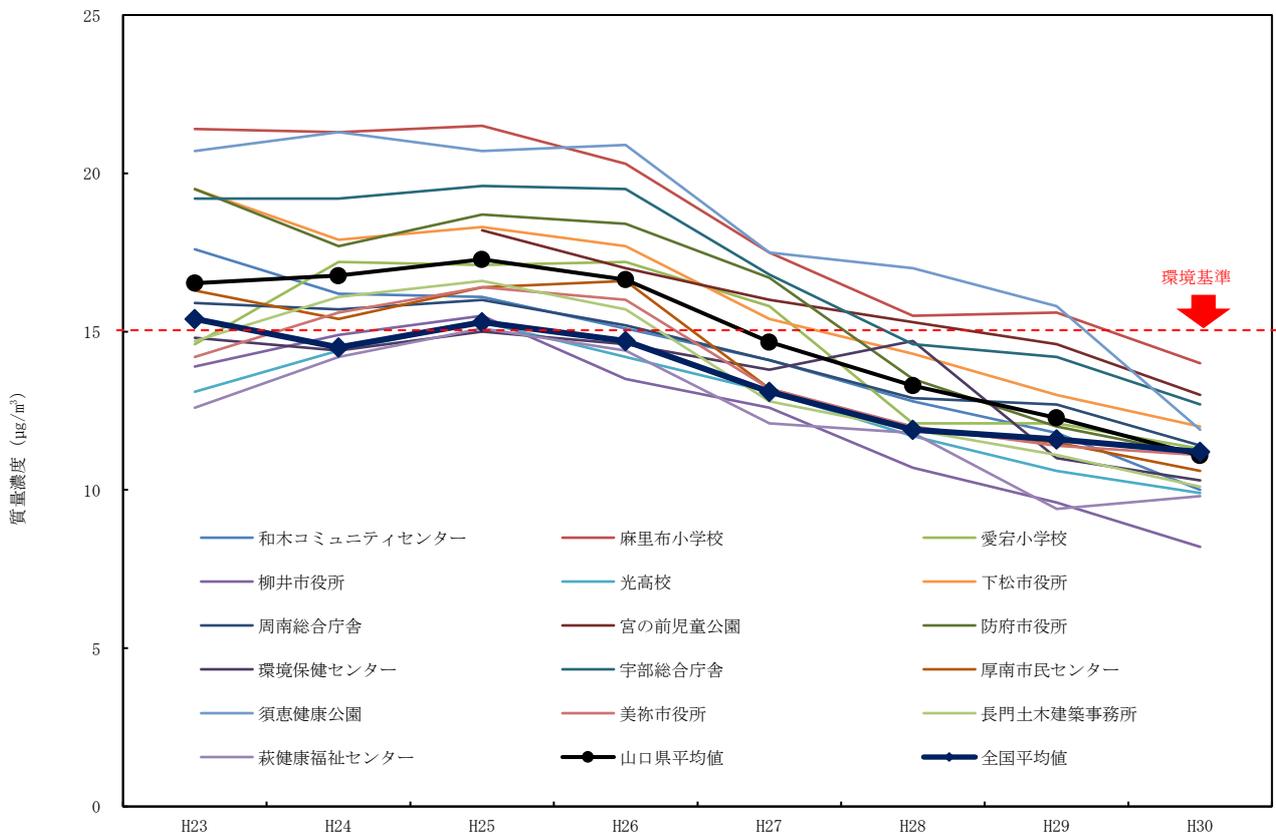


図2 PM_{2.5}濃度の経年変化

表1 平成30年度のPM_{2.5}濃度測定結果

所在地	測定局名	用途地域	有効測定日数 (日)	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 (日) (割合)
和木町	和木コミュニティセンター	住	365	10.0	28.0	1 0.3
岩国市	麻里布小学校	商	364	14.0	33.6	7 1.9
	愛宕小学校	住	365	11.3	28.0	0 0.0
柳井市	柳井市役所	商	364	8.2	24.6	0 0.0
光市	光高校	住	365	9.9	25.5	0 0.0
下松市	下松市役所	商	365	12.0	28.1	2 0.5
周南市	周南総合庁舎	商	365	11.4	27.6	1 0.3
	宮の前児童公園	商	365	13.0	30.2	2 0.5
防府市	防府市役所	商	365	11.1	29.2	0 0.0
山口市	環境保健センター	住	365	10.3	25.6	0 0.0
宇部市	宇部総合庁舎	商	365	12.7	28.3	1 0.3
	厚南市民センター	住	365	10.6	26.6	1 0.3
山陽小野田市	須恵健康公園	住	364	11.9	27.5	0 0.0
美祿市	美祿市役所	商	361	11.1	27.5	0 0.0
長門市	長門土木建築事務所	住	365	10.1	27.7	0 0.0
萩市	萩健康福祉センター	住	365	9.8	27.9	1 0.3

2.2 成分分析の状況

図3に平成29年度の全国平均及び山口県における質量濃度に対する各成分の割合を示す⁵⁾。全国平均と比較して、山口県は硫酸イオンの割合が高く、有機炭素(OC)が低く、その他の成分は差異がなかった。

山口県は大陸からの越境汚染の影響を受け、特に日本海側はその影響が大きい⁶⁾。PMF (Positive Matrix Factorization) 解析等の結果からも、大陸からの越境汚染の場合は硫酸イオンが高くなる傾向がある⁷⁾。

図4に山口県における成分分析結果の経年変化を示す。平成23年度春季については、質量濃度の測定を行っていないため除外している。質量濃度は、平成24年度から平

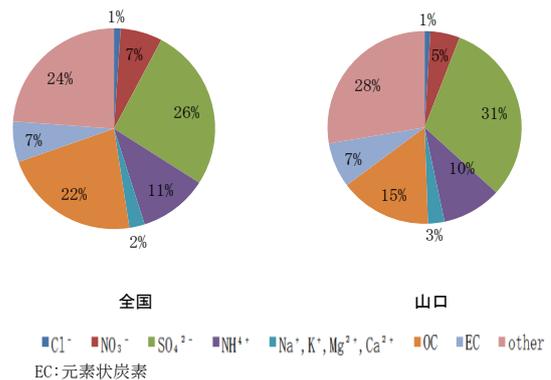
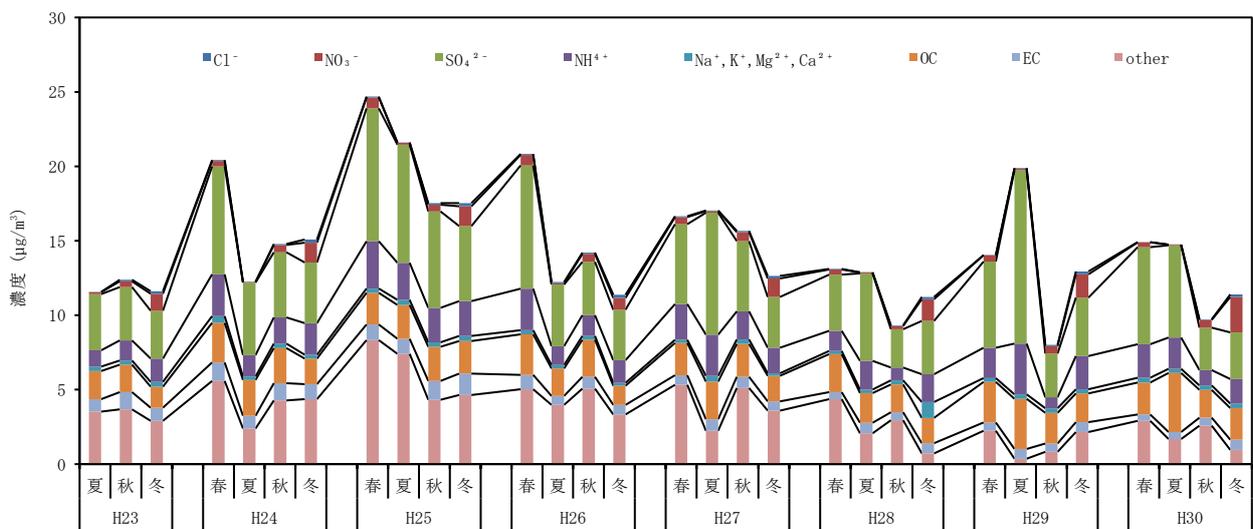


図3 PM_{2.5}の成分割合(平成29年度)



*: 平成23年度春季は質量濃度未測定により除外

図4 山口県のPM_{2.5}濃度の経年変化(季節変動)

成26年度までは春季に濃度ピークがあったが、平成27年度及び平成29年度は夏季にピークとなっており、また、平成28年度、平成30年度は春季、夏季の濃度差が極わずかである等、季節における質量濃度の傾向が変化している。これは、中国のPM_{2.5}濃度の低下に伴い、我が国のPM_{2.5}濃度も減少傾向にある²⁾ことから、越境汚染の影響による急激な濃度上昇等が緩和された結果、平準化されてきたものと推察する。

イオン成分濃度については、質量濃度の高い春季、夏季に硫酸イオンの濃度が高い傾向が見られた⁸⁾。また、冬季は硝酸イオンが高い傾向にあるが、硝酸イオンはアンモニウムイオンとともにガスとイオンの間で可逆的に変化するためと考えられる。

また、無機元素成分については、全年度に共通してNa, Al, K, Ca, Feの濃度が高かった。季節変動を見るとK, Ca, Zn, As, Ba, Pbは冬季から春季にかけて、Al, Fe, Se, Rb, Cs, La, Ceは春季に、Na, V, Niは春季から夏季にかけて濃度が高くなる傾向が見られている⁹⁾。

2.3 成分分析の状況（採取地点毎）

図5に平成30年度の周南総合庁舎測定局（高濃度地点）及び環境保健センター測定局（バックグラウンド地点）の質量濃度に対する各成分の割合を示す。

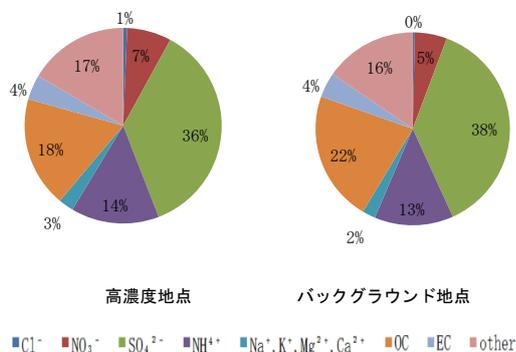


図5 PM_{2.5}の成分割合（平成30年度）

質量濃度については高濃度地点が13.4 μg/m³、バックグラウンド地点が12.0 μg/m³で高濃度地点の濃度が高かったが、成分割合についてはともに硫酸イオンの濃度が高く、同様の傾向であった。

3. 成分分析における硝酸イオンの変動

図4に示すとおり、冬季に硝酸イオンの濃度が高いことから、図6に成分分析における硝酸イオンの冬季における経年変化を示す。全国平均においては、質量濃度に比例した下降傾向であるが、山口県については、高濃度地点、バックグラウンド地点ともに上昇傾向であった。

図7は、国設五島酸性雨測定所、福岡大学、国設隠岐酸

性雨測定所においてACSA-14で測定した微小粒子状物質濃度の硝酸イオン濃度を示すグラフ（月平均）である¹⁰⁾。発生源の少ない地域である五島、隠岐においても冬季は都市部の福岡と同程度の硝酸イオン濃度があり、越境汚染の影響が示唆されている。同様に山口県の硝酸イオンの濃度上昇も越境汚染の影響と考えられる。

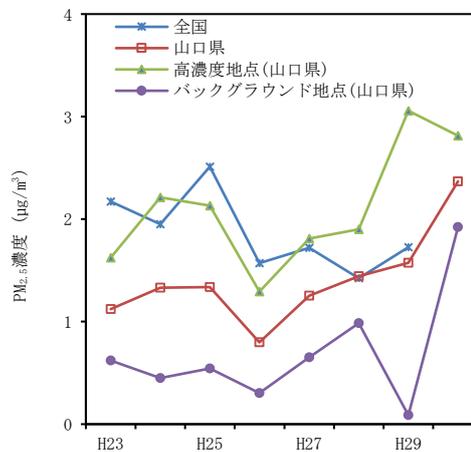


図6 硝酸イオンの冬季における経年変化

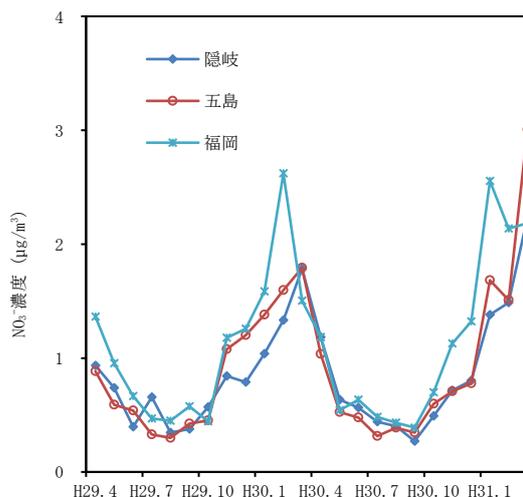


図7 fNO₃の月平均の変化

4. まとめ

平成30年度に各測定局において環境基準を達成する等、山口県内のPM_{2.5}濃度は着実に減少してきている。しかしながら、山口県は瀬戸内海に立地する重化学工場群による地域汚染の影響がある一方で、地理的に大陸からの越境汚染の影響を受けやすい。中国におけるPM_{2.5}濃度は減少傾向にあることから、今後もPM_{2.5}濃度は低下していくものと推察するが、鶴野ら¹¹⁾は、硝酸アンモニウムの越境輸送量の増加を示唆しており、このことは山口県の成分測定状況と合致している。このため、今後も季節的な成分変動を含めたPM_{2.5}測定は重要であると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 中野かおり:PM2.5をめぐる問題の経緯と今後の課題. 立法と調査, No345, 141-151, 2013
- 2) 環境省:大気汚染状況報告書, <https://www.env.go.jp/air/osen/report/index.html> (2020.7.20アクセス)
- 3) 山口県:山口県環境白書, <https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a15500/hakusho/whitepaper.html> (2020.7.20アクセス)
- 4) 環境省:大気汚染状況, <https://www.env.go.jp/air/osen/index.html> (2020.7.20アクセス)
- 5) 環境省:微小粒子状物質(PM2.5)の質量濃度及び成分測定(手分析)結果, <https://www.env.go.jp/air/osen/pm/monitoring.html> (2020.7.9アクセス)
- 6) 長田健太郎他:中国四国地方におけるPM_{2.5}高濃度状況. 第58回大気環境学会講演要旨集, 2017
- 7) 川本長雄他:山口市におけるPM_{2.5}イオン成分調査, 山口県環境保健センター所報(第56号), 2017
- 8) 野村美沙希他:山口県における微小粒子状物質(PM_{2.5})中のイオン成分について, 山口県環境衛生職員業務研究発表収録(第58号), 2018
- 9) 倉田有希江他:山口県における微小粒子状物質(PM_{2.5})中の無機元素成分について, 山口県環境衛生職員業務研究発表収録(第57号), 2017
- 10) 環境省:微小粒子状物質(PM2.5)成分自動測定結果, http://www.env.go.jp/air/%20osen/pm_resultmonitoring/post_25.html (2020.7.9アクセス)
- 11) Uno I, Z. Wang, Itahashi S, Yumimoto K, Yamamura Y, Yoshino A, Takami A, Hayasaki M, B-G. Kim:Paradigm shift in aerosol chemical composition over regions downwind of China, Scientific Reports, 10, Article number 6450, 2020
- 12) 環境省:微小粒子状物質の成分分析 | 大気中微小粒子状物質(PM2.5)成分測定マニュアル, <https://www.env.go.jp/air/osen/pm/ca/manual.html> (2020.7.9アクセス)
- 13) 環境省:微小粒子状物質の大気中の挙動, <https://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y078-04/ref02-1.pdf> (2020.7.20アクセス)