

資 料

岐阜県における微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の有機指標成分及び地域特性について

金森信厚, 北将大, 高島輝男

要 旨

岐阜県内の微小粒子状物質 (PM_{2.5}) は、近年経年的に質量濃度の低下傾向が認められるが、有機炭素成分については、顕著な濃度の低下傾向が認められず、質量濃度に占める割合が増加している。そこで、H29年度からR1年度までの3年間のPM_{2.5}の試料について、行政検査項目に加えて、レボグルコサン、コハク酸、ピノン酸の3物質の有機指標成分を分析し、地域特性を調べた。レボグルコサン濃度は、どの地点も、春季、夏季が低く、秋季、冬季に高い傾向が、また県南西部の地域の地点に高い傾向が認められた。コハク酸濃度は、春季、夏季が高い傾向の地点と、冬季が高い傾向の地点があり、差異が認められた。ピノン酸濃度は、どの地点も春季が高く、また針葉樹林が多い地域の地点に高い傾向が認められた。

また、PM_{2.5}のイオン成分、無機元素成分、炭素成分に有機指標成分3物質を加えて、PMF解析を行ったところ、PM_{2.5}の発生源因子に地域特性があることが認められた。

キーワード：微小粒子状物質 (PM_{2.5})、有機指標成分、地域特性、PMF、発生源因子

1 はじめに

岐阜県内のPM_{2.5}質量濃度は、経年的に減少傾向が認められ、特にイオン成分について顕著な低減傾向が認められる。一方炭素成分については、顕著な減少傾向が認められず、PM_{2.5}の質量濃度に占める割合が増加している^{1,2)}。その炭素成分については、レボグルコサンが植物燃焼の指標物質として有用との報告³⁾や、秋季及び冬季に野外焼却によるPM_{2.5}質量濃度への影響があるとの報告⁴⁾がある。また、環境省から、PM_{2.5}と野焼き行為との関連について、煙を伴う稲わら焼きなどの野焼きによってPM_{2.5}質量濃度の上昇に直接的に影響を与える場合があるとの通知⁵⁾もされている。

そこで今回、環境省より示されているレボグルコサン測定法⁶⁾を用い、レボグルコサンの他、同時分析が可能な有機指標成分であるジカルボン酸、ピノン酸について分析し、これら成分の調査地点による特徴を調べるとともに、PMF法を用いてPM_{2.5}の発生源因子の地域特性を調べたので報告する。

2 方法

2.1 成分分析

2.1.1 調査地点

PM_{2.5}質量濃度を測定している常時監視測定局の敷地内で調査した。

- ・H29年度
 - ・羽島測定局 (西濃・羽島地域、羽島市竹鼻町

86, 以下「羽島」と表記する.)

- ・笠原測定局 (東濃西部地域、多治見市笠原町1194-1, 以下「笠原」と表記する.)
- ・H30年度
 - ・羽島
 - ・下呂測定局 (下呂地域、下呂市萩原町羽根2605-1, 以下「下呂」と表記する.)
- ・R1年度
 - ・笠原
 - ・本巣測定局 (岐阜地域、本巣市下真桑1000, 以下「本巣」と表記する.)

2.1.2 調査期間

環境省が統一採取期間として定めた期間を含む以下の期間について、朝10時から翌朝10時までの24時間毎に試料を採取した。

- ・H29年度
 - 春季：5月2日～5月26日
 - 夏季：7月14日～8月7日
 - 秋季：10月13日～11月6日
 - 冬季：1月18日～2月13日
- ・H30年度
 - 春季：5月2日～5月28日
 - 夏季：7月11日～8月6日
 - 秋季：10月10日～11月5日
 - 冬季：1月17日～2月12日
- ・R1年度

春季：5月1日～5月27日
 夏季：7月10日～8月5日
 秋季：10月10日～11月5日
 冬季：1月15日～2月10日

2.1.3 PM_{2.5}粒子捕集方法

1 地点あたり 2 台のシーケンシャルサンプラー (Thermo Fisher Scientific 社製 FRM-2025i) を設置し、石英繊維製フィルター (PALLFLEX 社製 2500QAT-UP) 及び、PTFE 製フィルター (PALLFLEX 社製 Teflo) を用い、流量 16.7L/min で 24 時間捕集した。なお石英繊維製フィルターはブランク値の低減のため、事前に 450°C で 6 時間の加熱処理を行った。

2.1.4 質量濃度及び成分分析

環境大気常時監視マニュアル⁷⁾及び大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分測定マニュアル⁸⁾に従い、質量濃度並びに、イオン成分、炭素成分、無機元素成分及び有機指標成分を測定した (表 1)。

表1 測定機器及び成分測定項目

項目	測定機器
質量濃度	ウルトラマイクロ天秤 ザルトリウス社製MSA6.6S-000DF
イオン成分	イオンクロマトグラフ 島津製作所製LC-20ADsp
無機元素成分	ICP-MS Agilent 社製7500ce
炭素成分	カーボンライザー Sunset Laboratory社製 Model 4L
有機指標成分	GC-MS Agilent 社製5977A

成分項目	
イオン成分 8項目	Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺
無機元素成分 31項目	Na, Al, K, Ca, Ni, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Hf, W, Ta, Th, Pb, Cd
炭素成分 2項目	有機炭素 (以下、「OC」という.) 元素状炭素 (以下、「EC」という.)
有機指標成分 3項目	レボグルコサン, コハク酸, ピノン酸

3 結果及び考察

3.1 質量濃度

3.1.1 調査期間のPM_{2.5}質量濃度

調査期間における各年度の質量濃度の平均値及び最大値を表 2 に示す。年度によって異なるが、どの地点も秋季、冬季よりも、春季、夏季が高い傾向が認められた。また、同一年度ごとに比較すると、美濃地方に位置する羽島、本巣、笠原はほぼ同水準だったが、

飛騨地方に位置する下呂は、低い傾向が認められた。

表2 PM_{2.5}質量濃度の年度別結果

質量濃度 (µg/m ³)		H29		H30		R1	
		羽島	笠原	羽島	下呂	本巣	笠原
平均値	春季	13.4	13.5	11.2	8.8	11.4	10.7
	夏季	10.5	10.2	15.1	13.2	11.4	11.5
	秋季	9.6	8.2	10.6	6.4	8.0	7.9
	冬季	9.7	10.0	10.1	7.1	6.5	6.6
最大値	春季	27.6	27.2	27.9	21.7	31.9	30.5
	夏季	17.7	17.9	34.5	25.1	33.1	29.4
	秋季	22.1	19.0	20.7	11.7	17.8	19.4
	冬季	20.6	19.0	17.5	13.6	18.0	13.2

3.2 成分分析

3.2.1 イオン成分の分析結果

イオン成分についての季節別平均濃度の積み上げグラフを図 1 に示す。

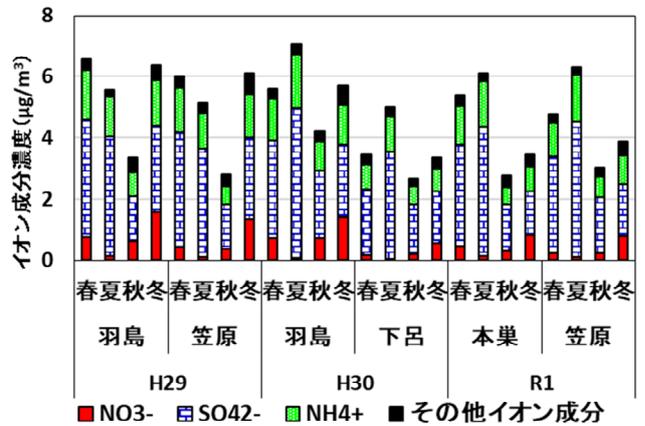


図1 イオン成分の季節別平均濃度

SO₄²⁻イオンの季節別平均濃度は、1.4µg/m³ (R1 冬季, 本巣) ~4.9µg/m³ (H30 年度夏季, 羽島) で、全地点、全季節で、イオン成分中で占める割合が一番高い傾向が認められた。また、年度ごとにばらつきがあるが、同一年度内で比較すると、美濃地方に位置する羽島、本巣、笠原はほぼ同水準だったが、飛騨地方に位置する下呂は、低い傾向が認められた。

NO₃⁻イオンの季節平均濃度は、0.04µg/m³ (H30 年度夏季, 下呂) ~1.6µg/m³ (H29 年度冬季, 羽島) でどの地点も夏季に低く、冬季に高い傾向が認められた。同一年度で比較したところ、県南部に位置する羽島が高く、県北部に位置する下呂が低い傾向が認められた。

NH₄⁺イオンの季節平均濃度は、0.54µg/m³ (R1 年度秋季, 本巣) ~1.7µg/m³ (H30 年度夏季, 羽島) で、SO₄²⁻イオンやNO₃⁻イオンと比較し、季節変動が小さい傾向が認められた。

3.2.2 無機元素成分の分析結果

主な無機元素成分の年間平均値を表 3 に示す。年度により濃度に変動があるため、同一年度の地点につい

て比較した結果ではあるが、Cr, Zn, As, Mo, Sb, Pbは笠原で高い傾向が認められた。また、V, Niは羽島で高い傾向が認められた。一方、Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cuなど多くの項目で、飛騨地方に位置する下呂が低い傾向が認められた。

表3 主な無機元素成分の年間平均濃度

		Na	Al	K	Ca	Ti	V	Cr
H29	羽島	91.5	35.3	83	28.9	3.7	2.6	0.8
	笠原	78.5	38.6	89.4	20.5	3.9	2.1	2.5
H30	羽島	100.4	37.2	90.7	33.4	3.6	2.8	0.7
	下呂	64.8	28	92.3	17.4	2.3	0.9	0.4
R1	本巣	75.1	34.7	86.4	54	2.9	1.3	0.7
	笠原	109.7	58.4	107.2	35.1	4.4	1.5	2.4
		Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Se
H29	羽島	4.9	63.1	1.1	2.4	16.5	0.7	1.3
	笠原	4	51.6	0.9	2.7	56.8	1.4	0.8
H30	羽島	5	64.1	1.2	2.1	16.5	0.7	1.1
	下呂	2.2	34.2	0.4	0.9	11.9	0.5	0.3
R1	本巣	3.8	54.1	0.8	1.6	13.8	0.6	0.6
	笠原	3.9	65.6	0.9	2.5	50	1.4	0.8
		Mo	Sb	Ba	W	Pb		
H29	羽島	0.5	0.9	1.7	1.8	4.6		
	笠原	4	2.2	1.5	1.4	8		
H30	羽島	0.5	0.9	1.8	3.9	4.4		
	下呂	0.3	0.3	1.1	0.8	2.3		
R1	本巣	0.3	0.8	1.3	5.6	4.9		
	笠原	1.7	2.2	1.4	1.6	7		

単位：ng/m³

3.2.3 炭素成分の分析結果

炭素成分についての季節別平均濃度の積み上げグラフを図2に示す。

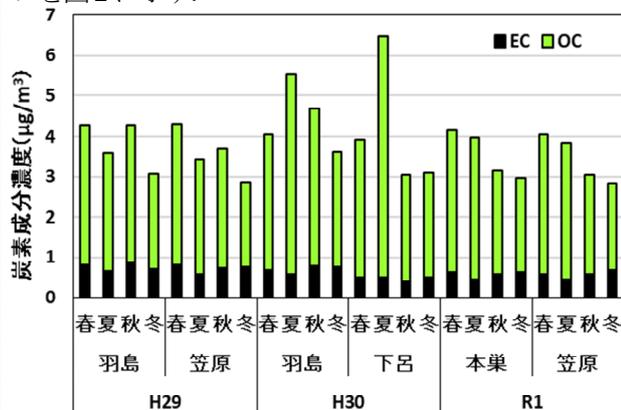


図2 炭素成分の季節別平均濃度

元素状炭素成分の季節別平均濃度は、0.41µg/m³ (H30年度秋季, 下呂) ~0.87µg/m³ (H29年度秋季, 羽島)で、美濃地方に位置する羽島, 本巣, 笠原はほぼ同水準だったが、飛騨地方に位置する下呂は、少ない傾向が認められた。

有機炭素成分の季節平均濃度は、2.1µg/m³ (H29年度冬季, 笠原) ~6.0µg/m³ (H30年度夏季, 下呂)で、年度によって異なるものの元素状炭素成分と比較して季節変動が大きく、春季, 夏季が高く、冬季が低い傾向が認められた。

3.2.4 有機指標成分の分析結果

3.2.4.1 レボグルコサンの分析結果

レボグルコサンの各年度の季節別平均値及び最大値を表4に、全期間の結果を図3に示す。

レボグルコサンは、植物を構成するセルロースの熱分解生成物であり、バイオマス燃焼の良い指標とされている。レボグルコサンには、夏場にその一部が揮発や分解する可能性が指摘されている⁹⁾ことを考慮する必要はあるが、その季節別平均値は、どの地点も、秋季, 冬季が高く、春季, 夏季が低い傾向が認められた。

表4 レボグルコサン濃度の年度別結果

レボグルコサン濃度 (ng/m ³)		H29		H30		R1	
		羽島	笠原	羽島	下呂	本巣	笠原
平均値	春季	15.4	20.3	13.6	4.9	22.3	18.9
	夏季	9.8	9.0	15.8	7.3	19.3	17.1
	秋季	54.2	44.1	101	35.7	68.4	55.2
	冬季	44.9	40.9	104	70.1	60.0	52.7
最大値	春季	30.3	79.3	45.0	27.1	68.0	57.7
	夏季	20.4	25.9	59.8	29.7	87.7	32.4
	秋季	203	182	383	184	321	254
	冬季	94.5	123	187	151	229	128

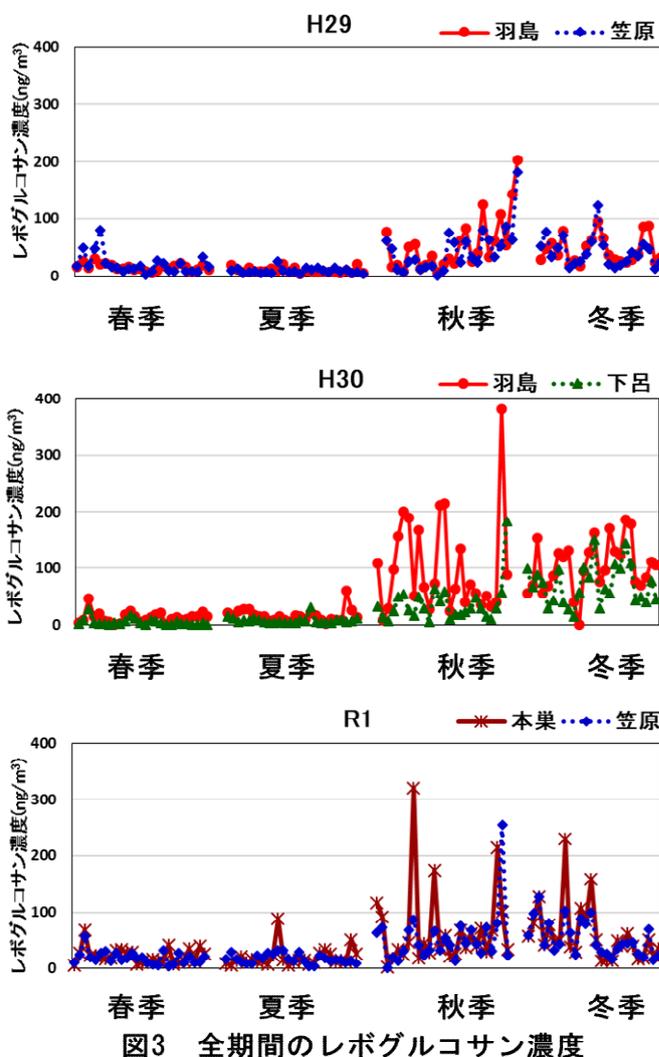


図3 全期間のレボグルコサン濃度

次に、秋季, 冬季の1日ごとのレボグルコサン濃度と1日の雨量を比較したグラフを図4に示す。雨量は、羽島は岐阜地方気象台、笠原はアメダス多治見、下呂はアメダス萩原、本巣はアメダス揖斐川のデータを参照した。

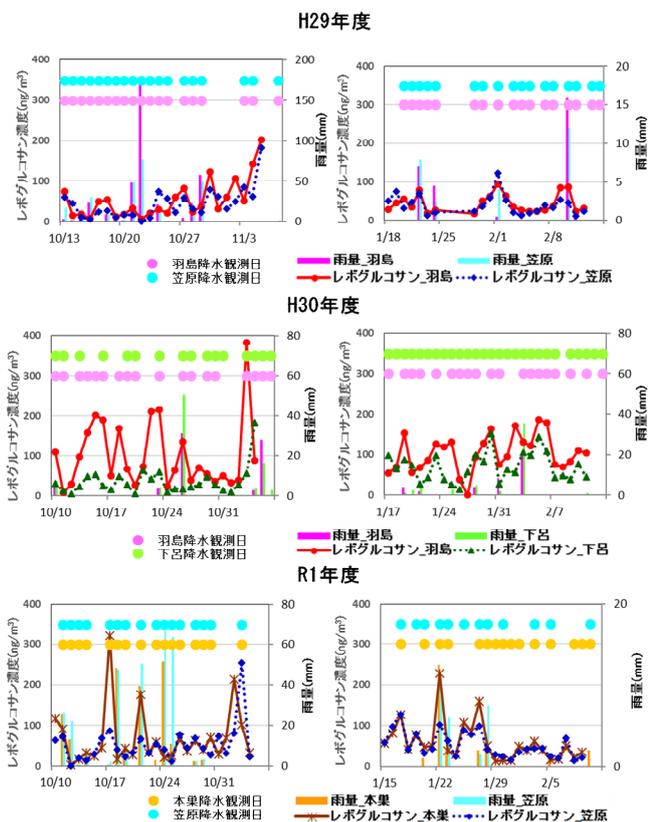


図4 秋季、冬季の雨量とレボグルコサン濃度

PM_{2.5} の高濃度と気象要素の関連性について、PM_{2.5} の高濃度日の当日又は翌日に降水が観測されるケースが多く、気象予報によって近日中に降水があると予測されているとき、その降水前に農作物残差の焼却が多く行われる傾向が見受けられるとの報告⁹⁾がある。そこで、今回の調査地点についてレボグルコサン濃度と降水の関連性を調べたところ、秋季に降水日の前日にレボグルコサン濃度が上昇する傾向が見受けられ、農業残差の焼却が関係している可能性が考えられた。

最後に、秋季、冬季における平日、休日別レボグルコサン濃度を図5に示す。

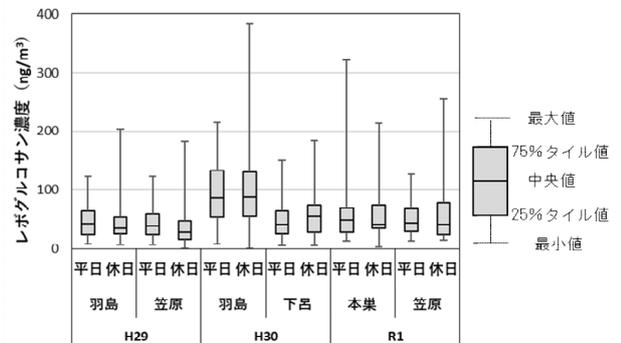


図5 平日休日別、レボグルコサン濃度(秋季、冬季)

秋季及び冬季のレボグルコサン濃度には平日よりも弱風時の休日の方が高濃度である傾向があるとの報告¹⁰⁾があり、今回の調査の結果、レボグルコサンの最高濃度は平日よりも休日が高い傾向が認められた。また、それぞれの年度の最高濃度日の風速は、H29年度の

羽島が1.8m/s、笠原が1.0m/s、H30年度の羽島が1.2m/s、下呂が0.3m/s、R1年度の本巣が0.6m/s、笠原が0.7m/sと、概ね風の弱い日に該当した。一方、降水とレボグルコサン濃度の関連については、少量の降水ではウォッシュアウトがあまり作用せず、加えて農作物残差の含水率が高い場合に排出係数が高くなる傾向があるとの報告⁹⁾がある。R1年度の本巣のレボグルコサン濃度の最高濃度は、平日に観測されたが、週末に雨が降る予報であったこと、また当日も0.5mmの少雨が観測されたことから、既報と同様のメカニズムで高濃度となった可能性が考えられた。

3.2.4.2 コハク酸の分析結果

コハク酸の各年度の季節別平均値及び最大値を表5に、全期間の結果を図6に示す。

表5 コハク酸濃度の年度別結果

コハク酸濃度 (ng/m ³)		H29		H30		R1	
		羽島	笠原	羽島	下呂	本巣	笠原
平均値	春季	23.0	33.6	47.7	23.1	46.5	34.8
	夏季	14.7	24.0	38.9	24.8	20.5	23.0
	秋季	25.7	29.5	27.1	39.3	44.0	39.5
	冬季	17.6	51.7	22.2	13.2	12.4	28.4
最大値	春季	50	60	90	45	104	72
	夏季	30	42	125	44	34	49
	秋季	57	63	58	63	77	57
	冬季	38	120	48	28	35	82

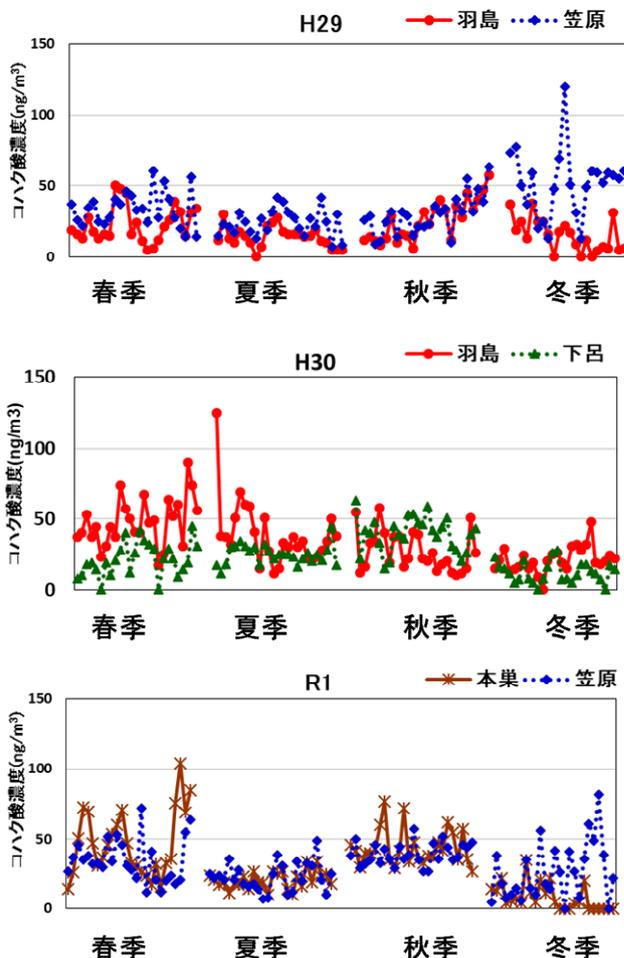


図6 全期間のコハク酸濃度

コハク酸はジカルボン酸の一種で、一次排出および光化学反応により二次生成される。その季節別平均値は、笠原を除き、春季、秋季が高く、冬季が低い傾向が認められた。また、H29年度冬季、R1年度冬季の笠原、H30年度春季、夏季の羽島で、他の地点よりも高い傾向が認められた。このことから、Ox濃度が他の季節よりも高い傾向の春季、夏季にコハク酸濃度が高い傾向が認められる羽島では、二次生成が多い傾向が、Ox濃度が他の季節よりも低い傾向の冬季にコハク酸濃度が高い傾向が認められる笠原では、一次排出が多い可能性が示唆された。

3.2.4.3 ピノン酸の分析結果

ピノン酸の各年度の季節別平均値及び最大値を表6に、全期間の結果を図7に示す。

表6 ピノン酸濃度の年度別結果

ピノン酸濃度 (ng/m ³)	H29		H30		R1		
	羽島	笠原	羽島	下呂	本巣	笠原	
平均値	春季	475	407	420	588	679	789
	夏季	120	137	243	391	169	188
	秋季	209	115	229	282	134	199
	冬季	158	108	139	368	138	198
最大値	春季	1130	1080	939	1010	1820	1730
	夏季	218	226	422	812	340	405
	秋季	420	221	337	729	224	517
	冬季	364	284	309	1060	436	527

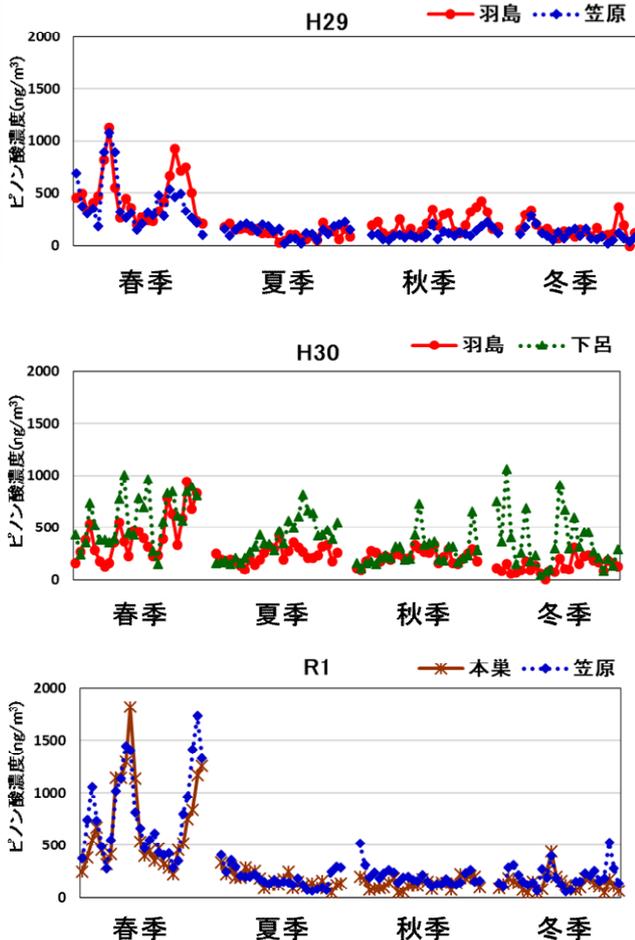


図7 全期間のピノン酸濃度

ピノン酸は、針葉樹特有の香り成分であるα-ピネンが光化学反応により生成される。その季節別平均値は、どの地点も春季が高い傾向が認められた。ピノン酸については、フィルター捕集後にオゾンなどに暴露、酸化変性され、顕著に増加しているとの報告¹¹⁾があり、過大評価されている可能性があるが、地域別に比較すると他の地域と比較して針葉樹林の多い下呂において、すべての季節で高い傾向が認められた。

3.3 発生源寄与解析

3.3.1 PMF (Positive Matrix Factorization) 解析

PMF (Positive Matrix Factorization) 解析は多変量解析の一種で、多数組の観測データセットをいくつかの因子に分解し、因子寄与及び因子プロファイルを同時に導入することができる手法であり、大気エアロゾル等の発生源解析に広く活用されている¹²⁾。今回の解析では、II型共同研究第5期報告書¹³⁾を参考に、アメリカ合衆国環境保護庁 (United States Environmental Protection Agency; EPA) が開発した EPA PMF5.0 を使用した。

解析は、2.1.4により測定した成分のうち検出下限値の割合が10%未満である、イオン成分6項目 (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, Na⁺, K⁺, NH₄⁺)、炭素成分2項目 (EC, OC)、無機元素成分17項目 (Na, Al, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Ba, W, Pb) 及び有機指標成分3項目 (レボグルコサン、コハク酸、ピノン酸) のうち、重複する Na⁺, K⁺を除き、PM_{2.5}質量濃度を加えた27項目を解析の対象とした。また、検出下限値未満の値は、検出下限値の1/2値に置き換えた。なお、PM_{2.5}質量濃度及び検出下限値の割合が5%を超える Cl⁻, W, コハク酸については、カテゴリーを“Weak”とし、その他の項目は“Strong”として解析した。各成分にかかる不確実性 (Uncertainty) を20%とし、因子数を4~12に変えて検討した。

3.3.2 成分分析結果の妥当性評価

PMF法を適用するにあたり、PM_{2.5}中の陰イオン (Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻) の当量濃度の合計と陽イオン (Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺) の当量濃度の合計との比から評価するイオンバランス法及び、次式で求める推定質量濃度と2.1.4で測定した質量濃度の比から評価するマスキロージャーモデルにより、測定結果の妥当性を図8に示す。

$$\begin{aligned} \text{推定質量濃度} = & 1.375[\text{SO}_4^{2-}] + 1.29[\text{NO}_3^-] \\ & + 2.5[\text{Na}^+] + 1.4[\text{OC}] + [\text{EC}] + 9.19[\text{Al}] \\ & + 1.40[\text{Ca}] + 1.38[\text{Fe}] + 1.67[\text{Ti}] \end{aligned}$$

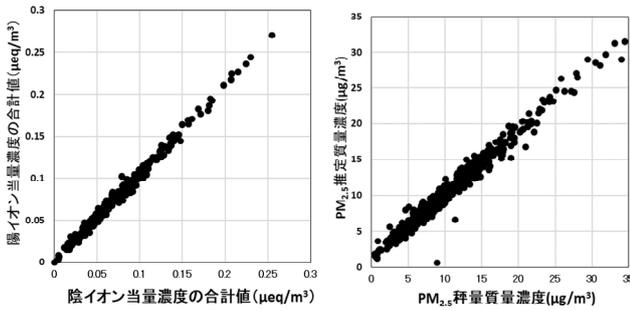


図8 成分分析結果の妥当性

欠測を除く全604測定点のうち、同一日に測定した地点について、陽イオンに対する陰イオンの許容比率(0.8~1.2)及び、マスクロージャーモデルにおけるPM_{2.5}の推定質量濃度に対する実測の質量濃度の許容比率(0.8~1.2)をそれぞれ両日ともに満たした合計526測定点を用いて解析を行った。

3.3.3 因子数の決定

3.3.1に従い因子数の検討を行った(図9)。その結果、Q (theory) 値に対するQ (Robust) 値及びQ (Robust) 値の変動率 (%) を考慮し、因子数9を最適と判断した。この条件下で100回の繰り返し計算とともに、Error Estimation, Bootstrap 計算を実施し、解の安全性を確認し、最終解とした。

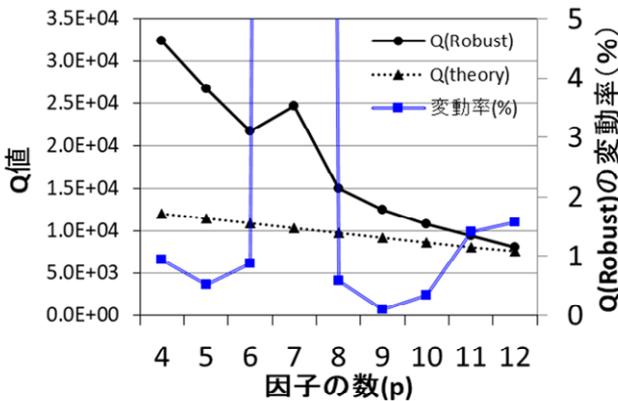


図9 因子数におけるQ値及びQ (Robust) の変動率

3.3.4 因子プロファイルの推定

最終解とした9つの因子プロファイルを図10に示す。図中第1軸の棒グラフは、成分濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) を、第2軸の◇印は、その因子に配分された成分の割合 (%) である。

PM_{2.5}の発生源の推定は既報^{14~18)}を元に、それぞれの因子プロファイルに特徴的な成分から推定した。

因子1は、Al, Ca, Ti, Feなど地殻含有成分の割合が高いため土壌由来の発生源とした。

因子2は、Naの割合が高いため海塩由来の発生源とした。

因子3はSO₄²⁻, NH₄⁺の濃度が比較的高く、重油の

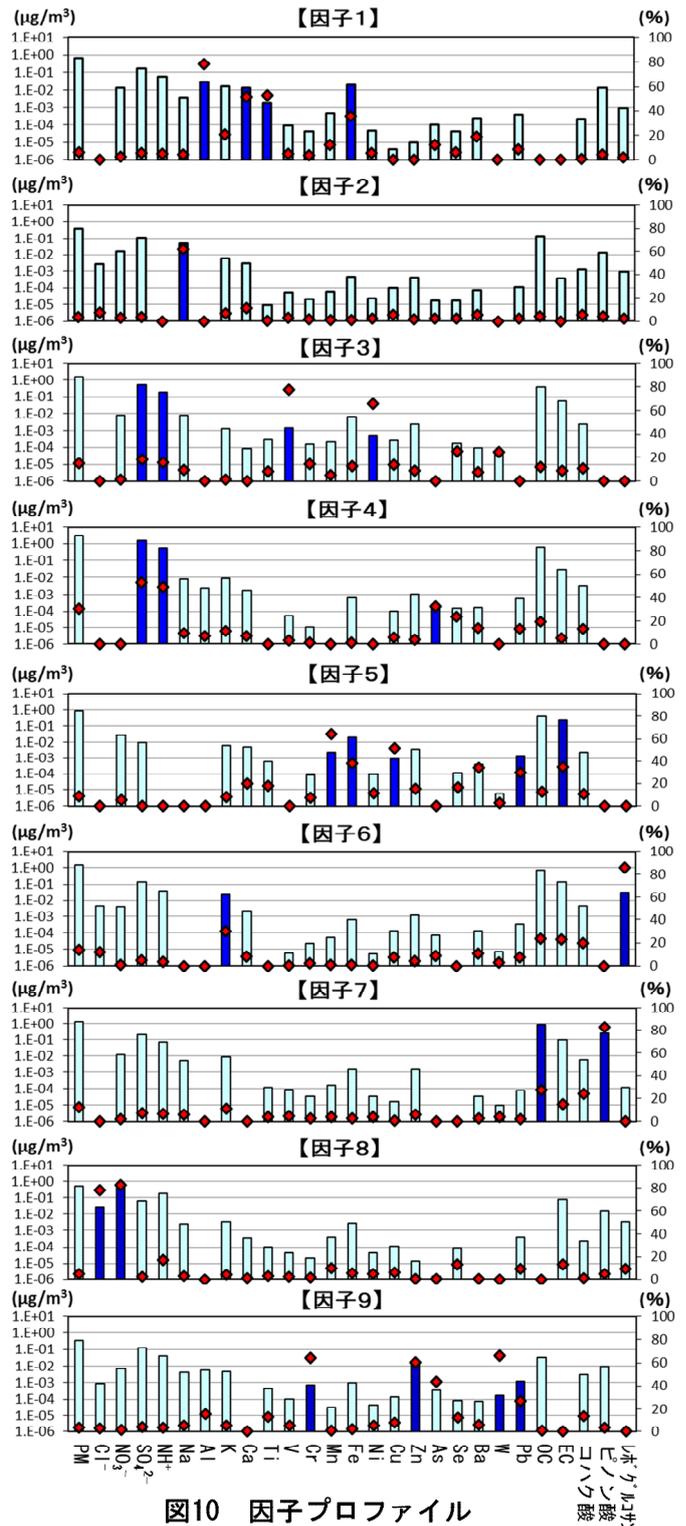


図10 因子プロファイル

成分とされるV, Niの割合が高いため重油由来の硫酸塩の発生源とした。

因子4は、SO₄²⁻, NH₄⁺の濃度が最も高く、石炭の成分とされるAsの割合が高いため石炭由来の硫酸塩の発生源とした。

因子5は、Mn, Fe, Cu, Pb, ECの割合が高いため道路交通由来の発生源とした。

因子6は、K, レボグルコサンの割合が高いためバイオマス燃焼を含む廃棄物焼却由来の発生源とした。

因子7はOC, ピノン酸の割合が高いため植物性二

次生成由来の発生源とした。

因子8は、Cl⁻、NO₃⁻の割合が高いため硝酸塩の発生源とした。

因子9は、Zn、Cr、W、Pbなど釉薬として使用される成分の割合が高いため窯業等製造業由来の発生源とした。

3.3.5 発生源寄与割合の推定

次に各測定局について、発生源の寄与割合を季節ごとに平均したグラフ図11に示す。

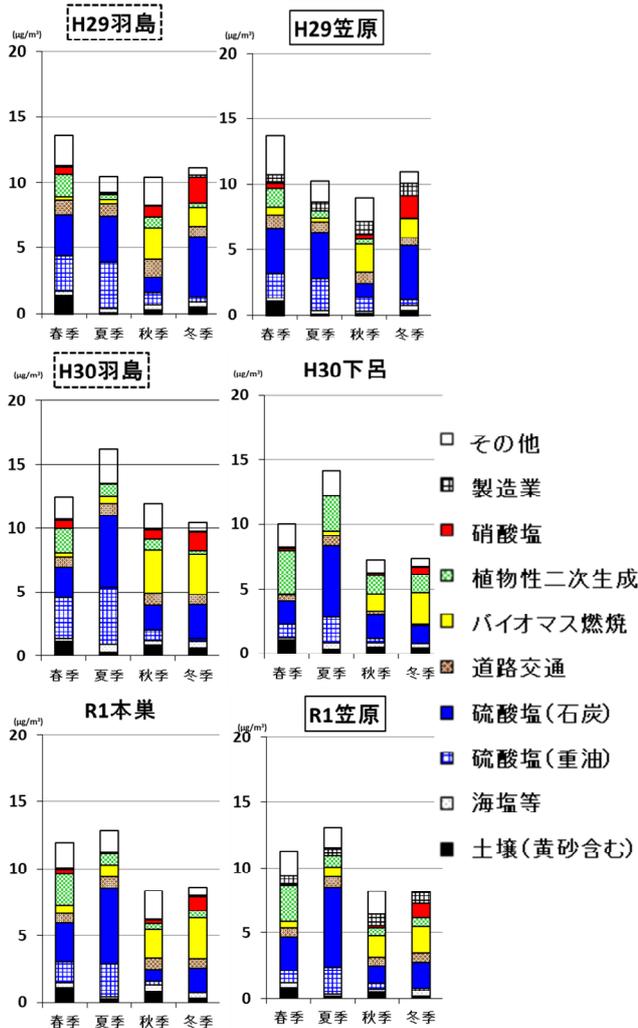


図11 各測定局の発生源寄与濃度

H29年度とH30年度に調査した羽島では、発生源として硫酸塩(重油・石炭)が、春季・夏季に大きく寄与していることが認められた。その他、植物性二次生成由来の発生源は春季に、バイオマス燃焼を含めた焼却炉由来の発生源は、秋季、冬季に大きく寄与しており、硝酸塩由来の発生源は冬季に寄与していることが認められた。

H29年度とR1年度に調査した笠原では、年間を通じて製造業由来の発生源の寄与が認められ、道路交通由来の発生源の寄与が高いことが認められた。また、植物性二次生成、バイオマス燃焼、硝酸塩由来の発

源については、羽島と同様の傾向が認められた。

H30年度に調査した下呂では、植物性二次生成由来の発生源が特に春季に大きく寄与しており、他の地点と比較して、年間を通じて植物性二次生成由来の発生源の寄与が認められた。一方、硫酸塩(重油・石炭)、バイオマス燃焼、硝酸塩由来の発生源の寄与割合が低い傾向が認められた。

R1年度に調査した本巣では、発生源として特に石炭由来の硫酸塩が、春季・夏季に大きく寄与していることが確認できた。同一年度に調査した笠原でも、R1年度では同様の傾向が認められたことから、年度により発生源の傾向に変化がある可能性が考えられた。一方、植物性二次生成由来の発生源、バイオマス燃焼を含めた焼却炉由来の発生源、硝酸塩由来の発生源については、羽島と同様の傾向が認められた。ただし、同一年度で比較調査していないため、地点間の比較をするには、今後同一年度で調査する必要がある。

4 まとめ

H29年度からR1年度までの3年間に岐阜県で実施した微小粒子状物質(PM_{2.5})の成分分析の結果、環境基準値である15µg/m³を超過した調査地点はなかったが、有機指標成分を追加で調査することで、それら成分の各地点、各季節について特徴を把握することが出来た。また、行政検査で実施しているイオン成分、炭素成分、無機元素成分に有機指標成分を追加してPMF解析を行うことで、バイオマス燃焼に由来する産業活動や、植物性二次生成に由来する発生源など、調査地点による発生源因子の特徴を把握することが出来た。

文 献

- 1) 高島輝男, 金森信厚: PM_{2.5}成分分析結果のPMF解析, 岐阜県保健環境研究所報, 24, 20-24, 2016.
- 2) 金森信厚, 北将大, 高島輝男: 美濃地方の微小粒子状物質(PM_{2.5})の特徴について, 岐阜県保健環境研究所報, 27, 15-21, 2019.
- 3) 荻野浩之: 大気中PM_{2.5}のレボグルコサン測定研究の動向—植物燃焼指標物質の測定と輸送過程における変質プロセスの解明に向けて—, 大気環境学会誌, 54 (1), 18-27, 2019.
- 4) 長谷川就一: 野外焼却の実態とPM_{2.5}濃度への影響に関する考察, 大気環境学会誌, 52 (1), 40-50, 2017.
- 5) 環境省水・大気環境局: 微小粒子状物質(PM_{2.5})と野焼き行為との関連について(通知), 2018.
- 6) 環境省水・大気環境局: 一次発生及び二次生成有機粒子の指標物質の測定方法, 2014.
- 7) 環境省水・大気環境局: 環境大気常時監視マニュアル

- ル第6版(平成22年3月),2010.
- 8) 環境省水・大気環境局：大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分測定マニュアル,2012.
 - 9) 池盛文数, 山神真紀子, 菅田誠治：石英繊維ろ紙に捕集した PM_{2.5} 中の有機トレーサー成分におけるガス吸着の影響, 大気環境学会誌, 53, (2)70-78, 2018.
 - 10) 平澤幸代, 樋口泰則, 澤村美智子：久御山における微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 中のバイオマス燃焼由来レボグルコサン濃度について, 京都府保環研年報, 64, 20-23, 2019
 - 11) 浅川大地:新規オゾンデニューダーを使用したPM_{2.5} 中有機化合物の実態把握. 第62回大気環境学会年会要旨集, 163, 2020.
 - 12) 飯島明宏：入門講座 大気モデル第5講レセプターモデル, 大気環境学会誌, 46, (4)A53-A60, 2011.
 - 13) II型共同研究事務局：PM_{2.5}の短期的/長期的環境基準超過をもたらす汚染機構の解明, 195-244, 2016.
 - 14) 豊永悟史, 出納由美子, 北岡宏道, 村岡俊彦：レセプターモデルを用いた熊本県におけるPM_{2.5}発生源寄与の推定, 大気環境学会誌, 52, (5)150-165, 2017.
 - 15) 中坪良平, 常友大資, 藤原 亘, 平木隆年, 齋藤勝美, 余田佳子, 島 正之：兵庫県の2地点におけるPM_{2.5}の発生源解析, 兵庫県環境研究センター紀要, 4, 26-32, 2013.
 - 16) 比嘉良作, 友寄喜貴, 城間朝彰, 岩崎 綾, 田崎盛也：沖縄県における微小粒子状物質(PM_{2.5})の発生源寄与と解析, 沖縄県衛生環境研究所所報, 50, 46-51, 2016.
 - 17) 大内伸保, 山内正信：PMF法を用いた微小粒子状物質(PM_{2.5})の発生源寄与の推定, 愛媛県立衛生環境研究所年報, 18, 10-17, 2015.
 - 18) 山神真紀子, 久恒邦裕, 池盛文数：微小粒子状物質 (PM_{2.5})の発生源寄与率の推定, 名古屋市環境科学調査センター年報, 1, 20-25, 2012.

Organic indicator components and regional characteristics of Fine particulate matter (PM_{2.5}) in Gifu Prefecture

Nobuatsu KANAMORI, Masahiro KITA, Teruo TAKASHIMA

*Gifu Prefectural Research Institute for Health and Environmental Sciences:
1-1, Naka-fudogaoka, Kakamigahara, Gifu 504-0838, Japan*