

令和 6 年 9 月 4 日現在

機関番号：83102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K11674

研究課題名（和文）レセプターモデルと有機指標物質測定によるPM2.5長距離越境輸送寄与の解明

研究課題名（英文）Clarification of the contribution of long-range transboundary transport to PM2.5 concentrations using receptor model and organic marker measurement

研究代表者

佐藤 啓市（Sato, Keiichi）

一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・大気圏研究部・部長

研究者番号：00391110

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：新潟の田園地域においてPM2.5の季節別集中観測を2018年～2021年の3年間各季それぞれ3週間継続して行い、PM2.5成分の季節変化の特徴について明らかにした。レセプターモデルにより石炭燃焼、化石燃焼、海塩、土壌、植物燃焼、複数起源の二次生成粒子、調理起源の発生源が抽出された。発生源寄与の季節変動から、春と秋はピネン由来二次生成の影響が大きく、夏は二次生成硫酸粒子、イソプレン由来二次生成の影響が大きく、冬は二次生成硫酸粒子の影響が最も大きかった。後方流跡線とPM2.5濃度の季節変動から、秋季は近隣の野焼きにより、冬季は中国東北部でのバイオマス燃焼の影響を強く受けていることが考察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義としては、PM2.5主要成分の一つで発生源解明に不可欠な有機指標物質について、日本海側の越境汚染の影響が大きい地点における長期観測データが初めて包括的に得られた点が挙げられる。また、秋季は近隣の野焼きにより、冬季は中国東北部でのバイオマス燃焼の影響を強く受けており、PM2.5の越境輸送およびローカル起源からの寄与を明らかにした点も意義がある。社会的意義としては、モデルの構築によるPM2.5予測精度の改善、発生源情報の整備、アジアにおける地域的取組の推進等が我が国におけるPM2.5対策として挙げられ、これらに対する重要な科学的知見の提供に資することが出来る点が挙げられる。

研究成果の概要（英文）：Seasonal intensive observations of PM2.5 in a rural area of Niigata were conducted continuously for three weeks in each season from 2018 to 2021, and the characteristics of seasonal changes in PM2.5 components were clarified. PM2.5 sources of coal combustion, fossil combustion, sea salt, soil, plant combustion, secondary produced particles of multiple sources, and cooking sources were identified by the receptor model. The seasonal variations in source contributions suggested that pinene-derived secondary particles had large contribution in spring and fall, secondary sulfate particles and isoprene-derived secondary particles had large contributions in summer, and secondary sulfate particles had large contributions in winter. Backward trajectory and seasonal variations of PM2.5 concentrations suggested that the site was strongly influenced by nearby open burning in autumn and by long range transportation of biomass burning pollutants in northeastern China in winter.

研究分野：大気環境化学

キーワード：PM2.5 有機エアロゾル レセプターモデル 越境大気汚染 バイオマス燃焼

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本州日本海側に位置する新潟市では、2014年2月にPM2.5の日平均値が環境基準を超える96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の高濃度イベントが観測された。新潟における濃度上昇の原因は、アジア大陸からの越境汚染と都市汚染の影響が複合している可能性が高いと考えられている。PM2.5削減対策の立案には、まず主要な発生源を同定し、その寄与を推定することが不可欠である。以前の研究で、2015～2017年にかけて新潟市郊外の田園地域におけるPM2.5成分の集中観測を行い、観測データを代表的なレセプターモデルである正值行列因子分解(PMF)モデルに適用し、発生源解析を行った。その結果、海塩粒子、バイオマス燃焼、土壌粒子、二次粒子の4つの主要発生源が同定された。更に、PMF解析により抽出された発生源寄与量と空気塊の流跡から計算する、Potential Source Contribution Function (PSCF)解析により、バイオマス燃焼は秋季に、土壌粒子は冬季に中国東北部からの越境汚染の強い影響が示された。

上記の新潟における観測で、PM2.5中の有機炭素(OC)の占める割合は15-20%であり主要成分の一つであった。OCは発生源から粒子として直接排出される一次有機粒子(POA)と、大気中の光化学反応によって二次的に生成する二次有機粒子(SOA)に大別され、さらにそれぞれは人為起源と生物起源に由来する。このようにOCは様々な発生源に由来する混合物から構成され、従来の研究のように全有機炭素濃度の観測データをレセプターモデルに適用する限りは、PM2.5の詳細な発生源とその寄与率の同定は困難である。また、新潟においては越境汚染の影響が強い時期には、太平洋側の大都市圏と比べてアジア大陸に特有の燃焼由来等の有機指標成分が観測されることが予想される。

2. 研究の目的

新潟県内の田園地域においてPM2.5の季節別集中観測を2018年～2021年の3年間各季それぞれ3週間継続して行う。炭素状成分、イオン成分、金属成分の全量分析に加えて、発生源指標となる有機指標物質の形態別分析を網羅的に行い、PM2.5成分日平均濃度の季節変動および地域特徴を明らかにする。PMFモデルを用いて、日平均濃度の変動を解析することで、工場燃焼、火力発電所、自動車排気、バイオマス燃焼等発生源因子を抽出し、各因子のPM2.5寄与濃度を算出する。更に、PMFにより計算された起源の寄与濃度と空気塊の流跡から、PSCF解析により、発生源地域から測定地点への輸送経路を定量的に明らかにする。これらの結果より、長距離越境輸送およびローカル起源等の寄与割合を解明する。

3. 研究の方法

(1) 新潟市郊外に位置する国設新潟巻酸性雨測定所にて、PM2.5の24時間サンプリングを、2018～2021年の春季(5月)、夏季(7月～8月)、秋季(10月～11月)、冬季(1月～2月)にそれぞれ約3週間行った。PM2.5は、Thermo Fisher Scientific社製Model 2025(以下FRM)と柴田科学社製HV-1000F(PM2.5を分取するインパクターは東京ダイレック社製HV-1 PM2.5を使用、以下HV)の2台を用いて捕集した。FRM試料は恒温恒湿のチャンバー内に放置し、マイクロ天秤にて粒子重量を測定した。その後、直径47 mm PTFEフィルターを2分の1に切断し、片方を抽出処理してイオン成分、溶解性有機炭素(WSOC)の成分分析を行い、片方は酸分解した後、微量金属成分分析を行った。HV試料は石英繊維フィルターの一部を直径47 mm円形カッターで打ち抜き、更に2分の1に切断し片方を有機溶媒抽出及び誘導体化処理し有機指標物質分析に、別の片方を炭素成分分析に用いた。イオン成分の測定にはThermo Fisher Scientific社製ICS-2100及びIntegrionを、微量金属測定にはThermo Fisher Scientific社製X Series 2 ICP-MSを、有機指標物測定には島津製作所製GCMS-QP2020 NXを、炭素成分の測定には、DRI社製Model 2001Aカーボンアナライザーを使用した。測定成分は、以下の8イオン種 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、微量金属23元素、有機指標物質23種、元素状炭素(EC)、OC、WSOCである。

(2) (1)により取得したPM2.5成分濃度データをPMFモデルに適用し、PM2.5の潜在的な発生源の特定を試みた。PMFは米国環境保護局が開発したEPA-PMF 5.0を用いた。PMF法は統計解析であるため、異常値や特殊なデータが含まれていると正しい結果が得られない。そのため、前準備としてデータのスクリーニングを行った。初めに欠測及び検出限界以下の測定項目の多い試料のデータを除外し、検出限界以下の測定項目の数値は、検出限界の半分として評価した。発生源因子数の決定には、因子数3～12について20回の繰り返し計算を行い、Q値(因子分析における誤差の平方和)が最小になるように因子数を決定した。

4. 研究成果

(1) 図1に2018～2021年の観測期間におけるPM2.5日平均濃度を示す。PM2.5日平均濃度の範囲は0.7～40.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、降水量、風速が比較的lowく、大気中の光化学反応が活発になる春、夏にPM2.5濃度が高い傾向が見られた。また、2018、2020年夏季の各1日間は日平均値の大気環境基準(35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)を上回っていた。新型コロナウイルスによる経済活動停滞が日本の大気環境に与える影響を調査するために、当初の研究計画を変更して2020年度も観測を行った。2020

年の PM2.5 濃度季節平均を過年の平均値と比較したが、経済活動停滞の影響に起因する有意な増減は見られなかった。

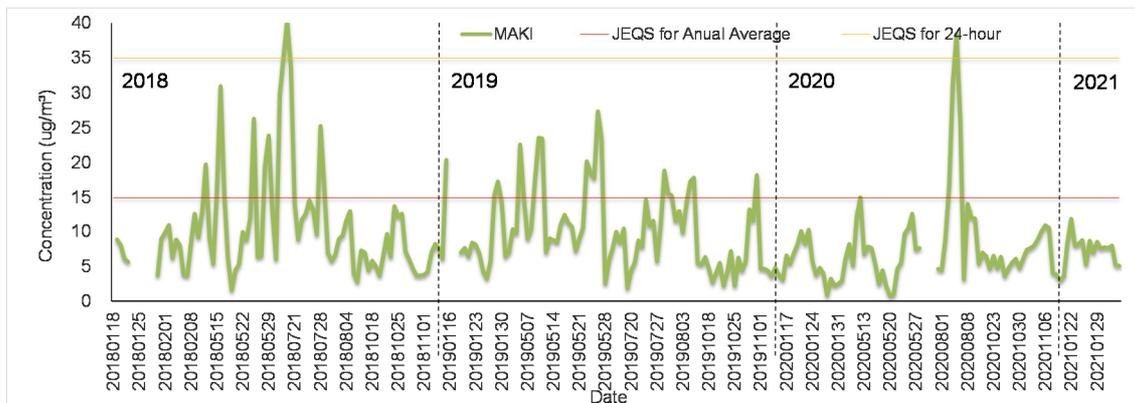


図1 2018～2021年の観測期間におけるPM2.5日平均濃度の推移

(2) 図2に2018年度の全国118地点及び2018、2019年度の新潟におけるPM2.5組成比の年平均値を示す。2018、2019年度ともに新潟におけるPM2.5の主要成分は SO_4^{2-} 、有機炭素成分(OCM)、地殻由来成分であった。全国平均値と比較すると、 SO_4^{2-} 、OCMの組成比が類似しており、 NO_3^- 、ECの組成比は新潟の方が若干低かった。 NO_3^- は窒素酸化物が大気中での光化学反応により変質した物質、ECは化石燃料の不完全燃焼が主要起源と考えられるので、新潟市郊外に位置する観測地点では化石燃焼起源の影響が低いことが示唆された。季節変動については、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、OC濃度は同時期の気温、日射量が高くなる日に高くなる傾向が見られた。このようにPM2.5および構成成分濃度は発生源のみならず、気象要因に大きく影響を受ける傾向が見られた。

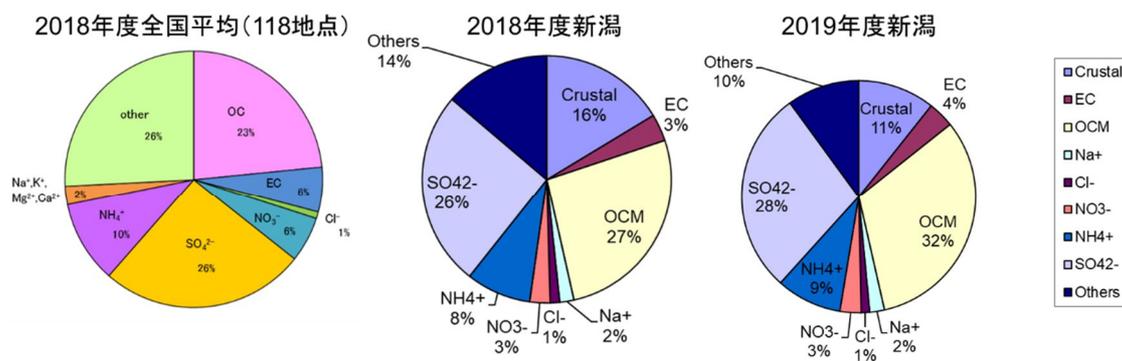


図2 全国平均(2018年度)及び新潟(2018、2019年度)のPM2.5組成比の年平均値

(3) 2018、2019年度の新潟におけるPM2.5中主要有機指標物質濃度の季節平均値を図3に示す。バイオマス燃焼起源とされる有機指標物質である Levoglucosan、Mannosan の大気中濃度は、秋及び冬に高く、特に Levoglucosan は冬季では最大で 95 ng/m^3 と他の有機成分と比べて著しく高かった。秋季に高濃度が見られた理由として、衛星で観測されるファイアースポットの分布から測定地点近傍の野焼きによる活動の影響が挙げられる。冬季の高濃度に関しては、後方流跡線解析とファイアースポットの分布結果から、中国東北部での森林火災、日常生活での石炭、農業廃棄物の燃焼によってバイオマス燃焼由来のPM2.5が排出され、冬季の季節風によって新潟に飛来したと考察された。

植物活動起源の有機指標物質では夏季にテルペン類の1つである、イソプレンに由来する 2-methylerythritol が高濃度を示し、植物活動が盛んになる時期と同期していた。揮発性炭化水素(VOCs)の光化学反応と関係付けられる有機指標物質では、日中時間が長く光化学反応が促進される夏季と春季に Malonic Acid 等のジカルボン酸類が高濃度を示した。調理起源の有機指標物質である Cholesterol は、通年検出されたが、特に夏季で濃度が高く示された。バイオマス燃焼由来以外の有機指標物質で高濃度が見られた春季、夏季において、後方流跡線では遠方からの大気の移流があまり見られなかったため、国内で発生したPM2.5の影響が大きいと考察された。

ガスクロマトグラフ飛行時間型質量分析装置(GC-TOFMS)を用いた同定測定の結果から、プラスチック燃焼や二次生成の指標とされる Isophthalic acid、Terephthalic acid、1-Octacosanol が検出されたため、これらの物質について分析条件の検討を行い、追加測定を行った。新潟におけるPM2.5中Terephthalic acid濃度は、関東地域、東南アジア大都市と比べて1/10以下の低濃度であり、人為起源の影響が少ないことが示唆された。

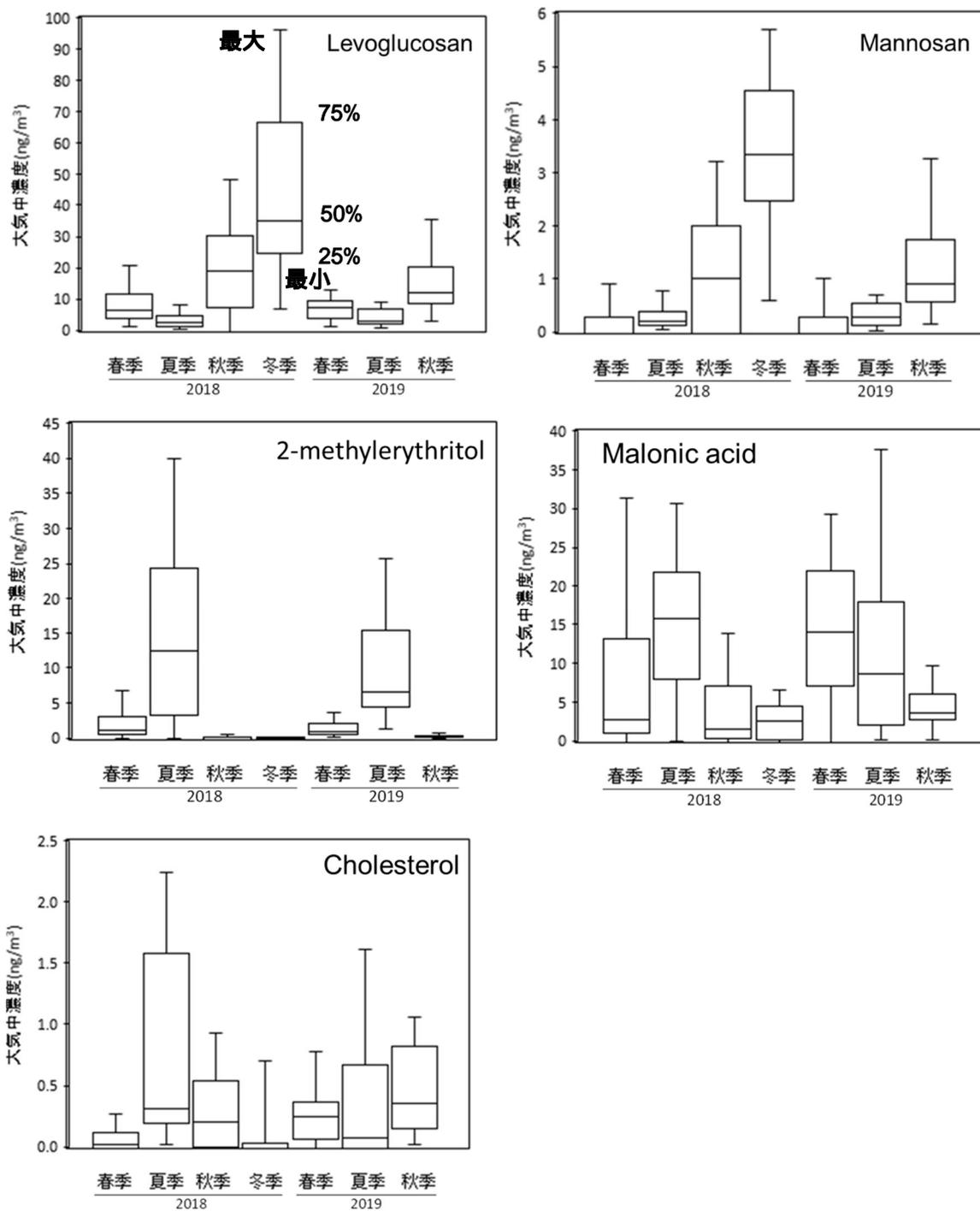


図3 新潟におけるPM2.5中主要有機指標物質濃度の季節平均値(2018、2019年度)

(4) 新潟で観測されたPM2.5中成分分析結果をPMFモデルに適応し、PM2.5発生源因子の抽出を行い、各因子のPM2.5濃度に対する寄与率を推計した。12個の発生源因子が抽出され、各因子内の寄与率の高い組成の組み合わせにより発生源を同定した。例えば、石炭に特有に含まれるAs、Se、Pbの寄与率が高い因子はCoal Combustionとみなした。図4は抽出された発生源に対する季節別寄与率を示す。季節別の特徴として、春と秋はピネン由来の二次生成粒子の影響が比較的大きく植物活動が活発な時期に寄与が大きくなったと考えられる。夏は硫酸二次生成粒子の影響が最も大きい、イソプレン由来の二次生成の影響も他の季節と比較すると夏に大きい結果となった。この季節変動の傾向は、光化学反応及び植物成長の活発な時期と同期している。冬は、硫酸や硝酸二次生成粒子などの無機二次エアロゾルの寄与の影響が最も大きい、様々な因子から満遍なく影響を受ける傾向が見られた。

以前の研究では海塩粒子、バイオマス燃焼、土壌粒子、二次粒子の4つの主要発生源がPMFモデルに抽出されたが、本研究では二次粒子の中でも硫酸や硝酸のような無機二次粒子とジカルボン酸のような有機二次粒子の起源を区別することができた。また、燃焼起源については、石炭燃焼、石油燃焼、バイオマス燃焼、調理起源のように細分化することができた。

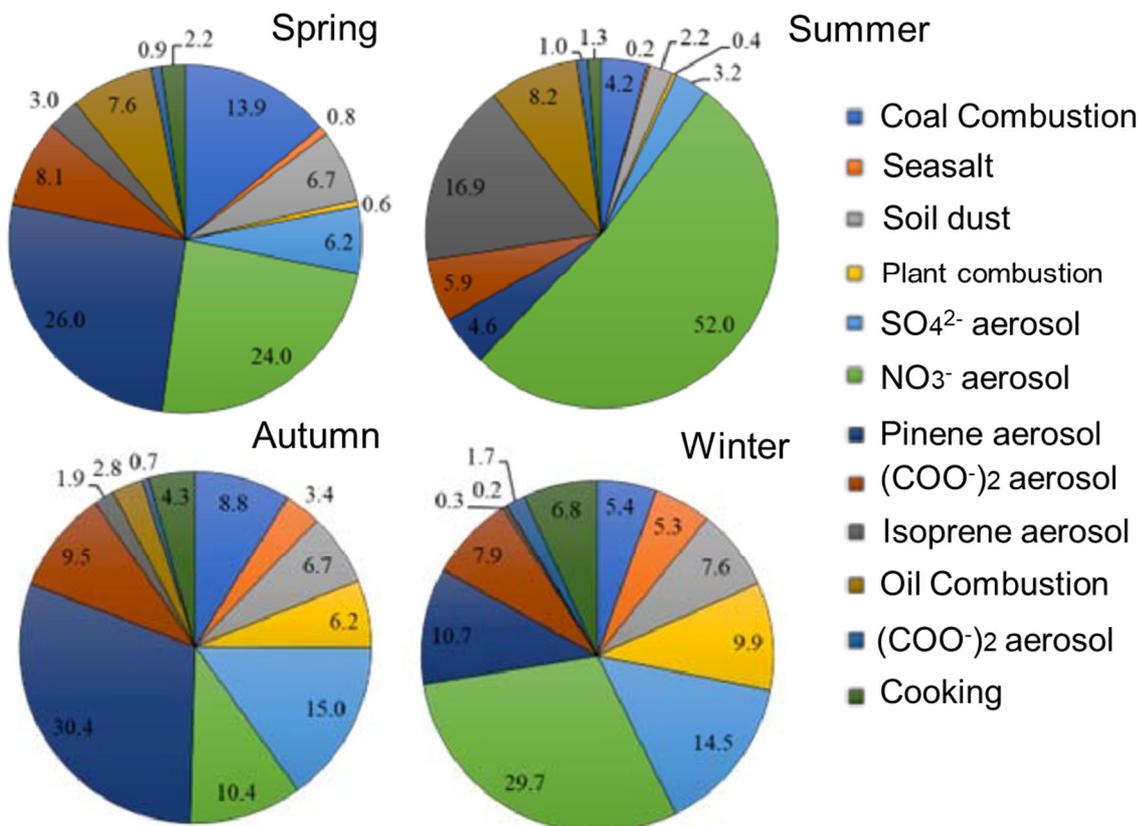


図4 新潟におけるPMFモデルによる季節別発生源寄与率(2018~2020年度のデータを使用)

(5) 2019年1~12月に、PM_{2.5}成分測定を行った国設新潟巻酸性雨測定所にて有機エアロゾル自動計測器を用いて、OCとECの1時間値を測定し、短期的な高濃度の要因を調査した。OC、EC共に2~3月にかけて濃度が極大になり、7月から8月に極小になる季節変動が見られた。先述の有機成分測定結果から、春季のOCの極大は二次生成有機粒子によるものだと考えられる。9月から12月にかけてもOC、EC濃度が高い現象がみられ、(3)で記述した有機指標物質濃度の季節変動と合わせて考察すると、秋季は測定地点近隣の野焼きが、冬季は中国東北部でのバイオマス燃焼が高濃度の要因と考えられる。

各月の1時間値の最大値に着目すると各月で75パーセントイル値のOCでは2倍、ECでは4倍以上の高濃度が観測されていた。特に2、3、5月にはOC濃度が10 μgC/m³を超えており、3、5、9月にはEC濃度が4 μgC/m³を超えていた。これらの高濃度イベントは、測定地点近傍における自動車、固定発生源からの化石燃焼、バイオマス燃焼の影響、長距離越境輸送等の要因が考えられる。長距離越境輸送の事例として、1月16日に能登と新潟でEC、OC濃度1時間値の急激な上昇が観測され、後方流跡線から中国東北部からの汚染気塊由来のOC、ECが北陸~新潟に広域的に飛来したと考えられる。

(6) 一連の研究結果から得られた知見は以下のようにまとめられる。(i) PM_{2.5}試料の季節別サンプリングを2018年~2021年に行い、3年間で約250検体の日毎成分濃度データを得ることが出来た。(ii) 季節別のPM_{2.5}化学組成比及び有機指標物質の季節変化の特徴について明らかにした。(iii) 本研究で得られた観測データを用いて、PMF法によるPM_{2.5}の発生源寄与を計算した所、石炭燃焼、化石燃焼、海塩、土壌、植物燃焼、複数の起源の二次生成粒子、調理起源と従来の研究よりも細分化された発生源が抽出された。(iv) 発生源寄与の季節変動から、春と秋は植物(ピネン)由来の二次生成の影響が大きく、夏は二次生成硫酸粒子、植物(イソプレン)由来二次生成の影響が大きく、冬は、二次生成硫酸粒子の影響が最も大きくなり、PM_{2.5}起源の季節の特徴が得られた。(v) 長距離越境輸送およびローカル起源等の寄与割合の推計はPSCF解析による定量的な評価は現在実施中であるが、定性的には、後方流跡線とPM_{2.5}濃度の季節変動から、秋季は近隣の野焼きにより、冬季は中国東北部でのバイオマス燃焼の影響を強く受けていることが考察された。

<引用文献>

Li P, Sato K, Hasegawa H, Huo M., Minoura H, Inomata Y, Take N, Yuba A, Futami M, Takahashi T, Kotake Y, Aerosol and Air Quality Research, 18巻、2018、938-956

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Akimoto Hajime, Sato Keiichi, Sase Hiroyuki, Dong Yao, Hu Min, Duan Lei, Sunwoo Young, Suzuki Katsunori, Tang Xiaoyan	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of science and policy related to acid deposition in East Asia over 30 years	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ambio	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s13280-022-01702-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Kim Cheol-Hee, Meng Fan, Kajino Mizuo, Lim Jaehyun, Tang Wei, Lee Jong-Jae, Kiriya Yusuke, Woo Jung-Hun, Sato Keiichi, Kitada Toshihiro, Minoura Hiroaki, Kim Jiyoung, Lee Kyoung-Bin, Roh Soona, Jo Hyun-Young, Jo Yu-Jin	4. 巻 12
2. 論文標題 Comparative Numerical Study of PM2.5 in Exit-and-Entrance Areas Associated with Transboundary Transport over China, Japan, and Korea	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 469 ~ 469
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/atmos12040469	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Xu Hao, Tsunogai Urumu, Nakagawa Fumiko, Li Yijun, Ito Masanori, Sato Keiichi, Tanimoto Hiroshi	4. 巻 35
2. 論文標題 Determination of the triple oxygen isotopic composition of tropospheric ozone in terminal positions using a multistep nitrite coated filter pack system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Rapid Communications in Mass Spectrometry	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/rcm.9124	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ge Baozhu, Itahashi Syuichi, Sato Keiichi, Xu Danhui, Wang Junhua, Fan Fan, Tan Qixin, Fu Joshua S., Wang Xuemei, Yamaji Kazuyo, Nagashima Tatsuya, Li Jie, Kajino Mizuo, Liao Hong, Zhang Meigen, Wang Zhe, Li Meng, Woo Jung-Hun, Kurokawa Junichi, Pan Yuepeng, Wu Qizhong, Liu Xuejun, Wang Zifa	4. 巻 20
2. 論文標題 Model Inter-Comparison Study for Asia (MICS-Asia) phase III: multimodel comparison of reactive nitrogen deposition over China	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 10587 ~ 10610
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5194/acp-20-10587-2020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Itahashi Syuichi, Ge Baozhu, Sato Keiichi, Fu Joshua S., Wang Xuemei, Yamaji Kazuyo, Nagashima Tatsuya, Li Jie, Kajino Mizuo, Liao Hong, Zhang Meigen, Wang Zhe, Li Meng, Kurokawa Junichi, Carmichael Gregory R., Wang Zifa	4. 巻 20
2. 論文標題 MICS-Asia III: overview of model intercomparison and evaluation of acid deposition over Asia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 2667 ~ 2693
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-20-2667-2020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計18件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 高橋司, 佐藤啓市, 霍銘群, 弓場彬江, 二見真理, 桃井拓也
2. 発表標題 新潟市におけるPM2.5有機指標成分の特徴とPMFモデルによる発生源寄与解析
3. 学会等名 第63回大気環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 桃井拓也, 佐藤啓市, 霍銘群, 弓場彬江, 二見真理, 高橋司, 箕浦宏明
2. 発表標題 新潟市郊外におけるPM2.5中のシュウ酸濃度の特徴
3. 学会等名 第63回大気環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 弓場彬江, 高橋克行, 柴崎みはる, 吉村有史, Phan Kim Onah, 佐藤啓市
2. 発表標題 PM2.5自動測定機テープろ紙の手分析によるPM2.5成分1時間値を用いた成分変動解析
3. 学会等名 第63回大気環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 二見真理, 弓場彬江, 桐山悠祐, 佐々木博行, 大泉毅, 佐藤啓市
2. 発表標題 EANET分析機関間比較調査におけるカルシウムイオン分析誤差の発生要因の検討
3. 学会等名 第63回大気環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤啓市、高橋司、霍銘群、箕浦宏明、松谷亮、弓場彬江、二見真理、桃井拓也、桐山悠祐、長谷川真梨子、小竹佑佳、開田有葉、中田誠
2. 発表標題 日本海側郊外測定局におけるPM2.5成分の長期変動解析
3. 学会等名 第62回大気環境学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 弓場彬江、高橋克行、柴崎みはる、吉村有史、佐藤啓市
2. 発表標題 新潟県におけるPM2.5自動測定機捕集ろ紙を用いたPM2.5成分分析
3. 学会等名 第62回大気環境学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤啓市、開田有葉、高橋司、霍銘群、箕浦宏明、松谷亮、弓場彬江、二見真理、桐山悠祐、長谷川真梨子、小竹佑佳、中田誠
2. 発表標題 日本海側郊外測定局における有機マーカ－観測とPM2.5発生源解析
3. 学会等名 第61回大気環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤 啓市、大泉毅
2. 発表標題 高山地点測定局における大気成分（ガス・粒子）、降水成分濃度の特徴
3. 学会等名 第61回大気環境学会年会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤啓市、高橋良太、大泉毅、弓場彬江、小竹祐佳、箕浦宏明、佐々木淳一、八木繁樹
2. 発表標題 日本海側遠隔、郊外測定局における標準測定法とPM2.5自動測定機との並行試験
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋良太、大泉毅、佐藤啓市、高橋雅昭、中村久美子
2. 発表標題 EANETにおける分析機関間比較調査（降水）の解析結果について（第3報）
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤啓市、李平、霍銘群、箕浦宏明、猪股弥生、武直子、弓場彬江、二見真理、高橋司、長谷川真梨子、桐山悠祐、小竹祐佳、長谷川英夫
2. 発表標題 東日本日本海側における近年のPM2.5組成の変動
3. 学会等名 第59回大気環境学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiichi Sato, Ping Li, Minqun Huo, Hiroaki Minoura, Yayoi Inomata, Naoko Take, Akie Yuba, Mari Futami, Tsukasa Takahashi, Yuka Kotake, Yusuke Kiriya, Mariko Hasegawa, Hideo Hasegawa
2. 発表標題 Source apportionment of PM2.5 and analysis of long-range transport from Northeast Asia Continent to Niigata in Eastern Japan
3. 学会等名 2018 joint 14th iCACGP Quadrennial Symposium/15th IGAC Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Sato, T. Takahashi, M. Huo, H. Minoura, R. Matsuya, A. Yuba, M. Futami, T. Momoi, Y. Kiriya, M. Hasegawa, Y. Kotake, A. Kaita, M. Nakata
2. 発表標題 Characteristics of organic components and source apportionment of fine particulate matter in Niigata, Japan
3. 学会等名 10th International Conference on Acid Deposition (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 M. Huo, K. Sato, N. Kim Oanh, M. Mettasitthikorn, M. Leamlam, D. Permadi, D. Narita, H. Garivait, W. Laogul, H. Akimoto
2. 発表標題 Long-term trend of particulate carbonaceous components' concentrations in precipitation and scavenging ratios in East Asia
3. 学会等名 10th International Conference on Acid Deposition (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 A. Yuba, K. Takahashi, M. Shibasaki, Y. Yoshimura, P. Kim Oanh, K. Sato
2. 発表標題 Measurements of PM2.5 inorganic ion concentrations in Niigata, Japan with short time resolution by using a PTFE roll filter
3. 学会等名 10th International Conference on Acid Deposition (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤啓市, 霍銘群, 弓場彬江, 二見真理, 桃井拓也, 桐山悠祐, 高橋司, 箕浦宏明, 紀本岳志, 佐野徳太郎
2. 発表標題 新潟市郊外で通年観測したPM2.5中炭素成分濃度の変動
3. 学会等名 第64回大気環境学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 M. Huo, K. Sato
2. 発表標題 Study on the scavenging efficiency/ratios of particulate carbonaceous components observed in Japanese sites
3. 学会等名 第64回大気環境学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 弓場彬江, 高橋克行, 柴崎みはる, 吉村有史, Pham Kim Oanh, 佐藤啓市
2. 発表標題 ACSA-14, PX-375, 手分析によるPM2.5成分1時間値を用いたPM2.5高濃度イベント解析
3. 学会等名 第64回大気環境学会年会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 Akie Yuba, Mingqun Huo, Keiichi Sato	4. 発行年 2023年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 1500
3. 書名 Global Atmosphere Watch (GAW) Aerosol Program. In: Handbook of Air Quality and Climate Change	

1. 著者名 大気環境学会	4. 発行年 2019年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 464
3. 書名 大気環境の事典	

1. 著者名 環境省	4. 発行年 2019年
2. 出版社 環境省水・大気環境局	5. 総ページ数 281
3. 書名 越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書（平成25～平成29年度）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>国設新潟巻酸性雨測定所における研究 https://www.acap.asia/research-main/study-maki_site/ アジア大気汚染研究センター研究業績 https://www.acap.asia/research-achieve/ アジアにおける大気質モデル・化学気候モデル間相互比較研究 (MICS-Asia) https://www.acap.asia/research-main/mics-asia/</p>
--

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	高橋 司 (Takahashi Tsukasa) (60782688)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・大気圏研究部・客員研究員 (83102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	霍 銘群 (Huo Mingqun) (10633711)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・大気圏研究部・主任研究員 (83102)	
研究分担者	箕浦 宏明 (Minoura Hiroaki) (60394483)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・大気圏研究部・客員研究員 (83102)	
研究協力者	弓場 彬江 (Yuba Akie) (30632674)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・大気圏研究部・主任研究員 (83102)	
研究協力者	二見 真理 (Futami Mari) (83102)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・大気圏研究部・研究員 (83102)	
研究協力者	桐山 悠祐 (Kiriyama Kiriyama) (30758628)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・情報管理部・主任研究員 (83102)	
研究協力者	ファム オアン (Pham Oanh) (10895816)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・情報管理部・研究員 (83102)	
研究協力者	松谷 亮 (Matsuya Ryo) (83102)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・大気圏研究部・主任研究員 (83102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	桃井 拓也 (Momoi Takuya)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・大気圏研究部・主任研究員 (83102)	
研究協力者	中田 誠 (Nakata Makoto)	新潟大学・自然科学研究科・教授 (13101)	
研究協力者	飯島 明宏 (Iijima Akihiro)	高崎経済大学・地域政策学部・教授 (22301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
韓国	蔚山科学技術大学校	釜山国立大学	国立環境研究院	他2機関
中国	中国環境科学研究院	中国科学院大気物理研究所	中国気象局	他2機関
米国	アイオワ大学	テネシー大学		
タイ	キングモンクット工科大学トンブリー校	キングモンクット工科大学ラートクラバン校		
オーストリア	国際応用システム分析研究所			