

＜特集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

第66回大気環境学会年会 特別集会（併設集会）の概要

新潟県保健環境科学研究所

1. はじめに

全環研研究集会（大気分野）を令和7年9月17日（水）に名古屋大学東山キャンパスで行った。

本年度は、令和4年度から6年度（第8期）に実施された国立環境研究所と地方環境研究機関等との共同研究（以下Ⅱ型共同研究）「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」をテーマとした。上記Ⅱ型共同研究で実施した成果を紹介し、第9期の研究に生かすべく、参加者との意見交換を行った。集会は、茶谷聡氏と菅田誠治氏（ともに国立環境研究所）を座長として8題の講演が行われ、その概要は以下のとおりである。

2. 各発表概要

2.1 大気汚染に係るⅡ型共同研究の歩みと第8期の概要

（国立研究開発法人 国立環境研究所 菅田 誠治）

Ⅱ型共同研究等の課題では環境に係る様々な研究テーマが研究対象とされているが、その中で、大気汚染を研究対象としたⅡ型共同研究は平成13年度から現在に至るまで足掛け25年間継続的に実施されている。

この大気汚染に係るⅡ型共同研究のこれまでの歩みを振り返るとともに、本特別集会のテーマである通称第8期の「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」について概要を説明した。

2.2 光化学オキシダントにおける高濃度出現状況の経年変化

（群馬県衛生環境研究所 熊谷 貴美代）

光化学オキシダント（以下、 O_x ）環境基準達成率は全国で極めて低い水準であり、環境基準達成率の観点では改善効果は見られていない。それだけでなく、関東などでは、 O_x 高濃度事象によって注意報が毎年発令されている状況である。この O_x 問題に対する共通認識のもと、本研究グループでは、 O_x 対策効果の評価や今後の対策立案に資する基礎的知見の取得を目的に、① O_x 経年変化解

析、② O_x 高濃度事例解析、③ O_x 基準超過要因解析、④ O_x 新指標評価、⑤VOC高時間分解能観測に取り組んできた。本発表では①の O_x 経年変化解析の結果について紹介した。

2011～2020年度を対象に O_x 、ポテンシャルオゾンなどについて昼夜別平均や月別平均、高濃度出現頻度などの経年変化を解析した。その結果、関東では内陸地点において夏の O_x ピーク時間帯の高濃度が減少し、その一方で春は増加傾向であることが分かった。北日本や九州などでは60ppb以上の出現頻度は春に集中しており、 O_x 濃度は横ばいから増加傾向となっている地点が多かった。 O_x 濃度レベルが高い関東地方とそれ以外の地方では濃度トレンドが異なること、また同じ地域内でもトレンドの増減の程度は異なる場合があることも明らかとなった。

2.3 光化学オキシダントに影響を与える気象条件の解析について

（名古屋市環境科学調査センター 久恒 邦裕）

O_x は、環境基準の未達成率が高い状態が続いており、その対策は重要な課題となっている。 O_x 生成反応の前駆物質である大気中の NO_x とVOC濃度は、様々な対策により以前と比較して低下しているが、 O_x 濃度は依然として高いレベルにある。その要因の一つは複雑な反応機構にあり、その過程に対して気象条件等が一定レベル寄与していると考えられる。そのため、経年的な傾向を正しく評価し、前駆物質に対する対策の影響を把握するために、気象条件等の影響を正確に把握する必要がある。そのため、本来であれば前駆物質の発生源情報や O_x の生成・消滅の各過程を逐次的に把握する必要があるが、前述の通り複雑な反応機構を含んだ全体を正確に把握することは難しい。その対策の一つとして、統計モデルを用いた回帰分析が挙げられる。しかし説明変数の選択には O_x 濃度と気象条件等との関係性を把握する必要がある。

8期においては、 O_x 濃度に対する気象等の影響について定性的に把握するため、 O_x 濃度の一時間値と、同時刻の気象データ等の関係性を調べた。地点は、群馬県、千

葉県、山梨県、福井県、愛知県、島根県を取り上げ比較した。気象や雨量および風速の $0x$ 濃度に対する影響はいずれの地点でも大きな違いはなかった。一方、風向の影響については、地点ごとに大きく異なっていた。また、気象条件ではないが、月ごとや曜日ごとの傾向についても、地点ごとに違いが見られ、統計モデルの説明変数として考慮する必要のあることが示唆された。

2.4 高時間分解能で観測したVOC濃度の地点比較について

（大阪府立環境農林水産総合研究所 西村 理恵）

VOCの光化学反応性は成分により異なるため、効果的な $0x$ 汚染対策のあり方を検討するためには、地域ごとの $0x$ とVOC成分との関係を明らかにすることが重要である。そこで、2023年夏と2024年春に、都市2地点および都市郊外3地点でVOCを高時間分解能で観測し、 $0x$ との関係を比較した。2023年夏は $0x$ 濃度が高く、光化学反応がより活発であった。VOC濃度や日内変動は地点により異なり、発生源や海風の影響が示唆された。OFPによる評価から、トルエン、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドが全地点で $0x$ 生成への寄与が大きい成分と考えられ、高時間分解能観測結果の地点比較により、 $0x$ 生成に寄与するVOC成分とその反応特性をより詳細に把握できることが示された。

2.5 高時間分解観測によるSOA トレーサー成分の挙動について

（奈良県景観・環境総合センター 村上 友規）

微小粒子状物質（以下、 $PM_{2.5}$ という）は空気力学径が $2.5\mu m$ 未満の粒子状物質であり、その有害性から呼吸器系等への健康影響が懸念されている。特に、有機炭素は $PM_{2.5}$ を構成する主要成分であり、環境動態や生成過程の解明は重要な課題である。有機炭素は発生源から直接排出される一次有機エアロゾルと、VOCが大気中で酸化反応を経て二次的に生成される二次有機エアロゾル（以下、SOAという）に大別される。このうちSOAは、気象及び地理的条件、前駆体となるVOCの反応性など、様々な要因に依存する複雑な生成プロセスであり、知見の集積が望まれている。SOAの発生源や生成過程を評価するための指標成分（以下、SOAトレーサーという）として、特定の有機化合物が提案されている。代表的な例を挙げると、人為起源からは単環芳香族由来の2,3-dihydroxy-4-oxopentanoic acid、植物起源からは α -ピネン由来の3-methyl-1,2,3-butanetricarboxylic acid、イソプレン由来の2-Methylthreitolや2-Methylerythritolなどが、VOC発生源別のSOAトレーサーとして報告されており、有機エアロゾルの発生源と生

成プロセスの解析に広く使用されている。また、先述の通り、SOAはVOCの酸化反応を経て生成されるが、一部のVOCは数分～数時間で分解されることから、従来のフィルタ捕集による観測体制（12～24時間サンプリング）では、日中に急激に変動するVOCの排出及び反応特性や、それに伴う二次生成挙動を詳細に評価することは困難である。特に、光化学反応が活発化する日中において、VOCの消費とSOAの生成は短時間で大きく変動するため、より高い時間分解能を有する観測が必要とされる。そこで、本研究ではSOAトレーサーと前駆物質となるVOCを対象に、昼間の高時間分解条件での同時観測を実施した。

2.6 $PM_{2.5}$ 成分の長期測定データを用いた一次排出・二次生成の変化解析

（埼玉県環境科学国際センター 長谷川 就一）

$PM_{2.5}$ は、様々な発生源に由来する多種多様な成分で構成されるため、平成23年以降、 $PM_{2.5}$ の質量濃度だけでなく成分濃度の測定も、四季各2週間という限られた期間ではあるが行われてきた。これにより得られた成分濃度の経年的な変化を解析することで、一次排出粒子の排出状況や二次生成粒子の前駆物質の発生源対策の効果を推測することができる。そこで、平成23年度～令和4年度の全国の $PM_{2.5}$ 成分測定データを用いて、自動車排ガス、越境汚染、船舶排ガス、硝酸塩の二次生成について、各々に応じた地点・地域、季節、成分などを対象として経年的な変化を解析した。自動車排ガスについては、地域や場所によって程度に差はあるが、 $PM_{2.5}$ に対する影響が経年的に低下したことが明らかになった。越境汚染については、春季及び冬季において概ね低下傾向が見られ、特に九州・沖縄の春季において低下傾向が顕著に現れた。こうした低下傾向は中国における SO_2 排出量の低下と対応していた。船舶排ガスについては、全国的に規制前に比べて規制後に影響が低下し、瀬戸内では周囲の地域よりも規制による改善効果が大きいことが示唆された。硝酸塩の二次生成については、経年的に低下傾向とまでは言えず年々変動しており、それは地域汚染による寄与の大小の影響が大きいことが特に関東で推察された。

2.7 空間統計手法を活用した自治体政策支援の検討

（熊本県保健環境科学研究所 豊永 悟史）

都道府県及び政令市（以下「自治体」という）にとって、大気汚染常時監視の適切かつ効率的な体制構築と運用は重要な政策課題である。本研究グループでは、実測値に基づき空間濃度分布を得る空間統計手法の一つであるRegression Kriging法（以下「RK法」という）に着

目し、これを自治体政策に活用することを目指した取り組みを進めてきた。具体的には、「①RK法を参加自治体で実施できる状態にすること」と「②RK法を参加自治体における行政支援に活用すること」を目的として検討を重ねた。

高度なプログラミング技術が求められるといった技術的障壁等が課題となり、特に自治体におけるRK法の使用例は限られてきた。そこで、RK法の実施を容易にする統計解析環境Rのプログラム（RKscripts）とGUIツール

（RKsupport）の開発を行った。参加自治体によるテスト解析も実施し、全自治体で一定の成果を得たことから、これらのプログラム等が技術的障壁等の低減に大きく貢献したと考えられた。さらに、行政的なニーズに応じた検討も各自自治体で進められ、各自が求める空間濃度分布が成果として得られている。

目的①については、開発したプログラム等の活用と各自自治体の努力により概ね達成できたが、目的②については、各自自治体の体制やニーズ等に左右されることもあり、進捗は様々である。今後、今期の成果をさらに発展させていくことが重要である。

2.8 第9期の実施内容紹介と総合討論

（国立研究開発法人 国立環境研究所 茶谷 聡）

O_xの環境基準達成率は依然として低い状態にある。PM_{2.5}の環境基準達成率は100%近くに達しているものの、世界保健機関はより低いガイドライン値を提示している。大気汚染物質による影響を評価するために、行政による大気環境モニタリングを継続させることが重要である。しかしながら、それには多大な労力と費用が必要となっており、これまでのモニタリング結果から言えることを総括した上で、より効果的なモニタリングを探索することが求められている。

そこで、令和7年度から開始する大気汚染に関するⅡ

型共同研究の第9期では、「光化学オキシダント等の有効な対策に向けた新たなデータ解析と効果的な大気環境モニタリングの探索」と題し、前期（令和4～6年度）までに取り組んできたモニタリングデータの解析を進展させ、O_xやPM_{2.5}をはじめとする大気汚染物質濃度の経年変化や高濃度に対する発生源の影響を明らかにする。また、前期で新たに実施し目処が立った統計的解析に本格的に取り組む、要因解析や濃度分布の導出を行う。さらに、大気質シミュレーションの実行環境を整備した上で、解析に役立てる。これらの実施内容から、O_x等の有効な対策に向けた、より効果的なモニタリングを実現するための新たな知見を得る。

＜プログラム＞

1. 大気汚染に係るⅡ型共同研究の歩みと第8期の概要
（国立研究開発法人 国立環境研究所 菅田 誠治）
2. 光化学オキシダントにおける高濃度出現状況の経年変化
（群馬県衛生環境研究所 熊谷 貴美代）
3. 光化学オキシダントに影響を与える気象条件の解析について
（名古屋市環境科学調査センター 久恒 邦裕）
4. 高時間分解能で観測したVOC濃度の地点比較について
（大阪府立環境農林水産総合研究所 西村 理恵）
5. 高時間分解観測によるSOAトレーサー成分の挙動について
（奈良県景観・環境総合センター 村上 友規）
6. PM_{2.5}成分の長期測定データを用いた一次排出・二次生成の変化解析
（埼玉県環境科学国際センター 長谷川 就一）
7. 空間統計手法を活用した自治体政策支援の検討
（熊本県保健環境科学研究所 豊永 悟史）
8. 第9期の実施内容紹介と総合討論
（国立研究開発法人 国立環境研究所 茶谷 聡）