

Title	化学輸送モデルとレセプターモデルによるPM2.5発生源寄与解析
Author(s)	浦西, 克維
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/72405">https://doi.org/10.18910/72405</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏名 ( 浦西克維 )

論文題名

化学輸送モデルとレセプターモデルによるPM<sub>2.5</sub>発生源寄与解析

## 論文内容の要旨

本研究では、日本におけるPM<sub>2.5</sub>汚染の発生源寄与解析を行うことを目的とし、発生源寄与解析の手法として、化学輸送モデル (CMAQ) およびレセプターモデル (PMF) の2種類の方法を使い分け、結果の信頼性を向上させることを試みた。

第一に、大気中の多くの前駆物質による複雑で非線形な化学反応を経て生成されるPM<sub>2.5</sub>の二次粒子の一つである硝酸塩に注目し、前駆物質 (NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub>) を含めて越境汚染と国内汚染の複合影響について2010年度を対象に解析した。寄与推計の方法としてCMAQ及びゼロアウト法を用い、国外 (東アジア域から) の人為起源排出、国内の人為起源排出および境界流入・自然起源排出を含めたバックグラウンドの寄与を推計した。その結果、大陸からの越境汚染の影響は、PM<sub>2.5</sub>濃度の約40-50%を占めており、そのうち約30-40%が国外で粒子化したPM<sub>2.5</sub>、約10%が国内で粒子化したPM<sub>2.5</sub>の影響であることが判明した。また、国内で粒子化したPM<sub>2.5</sub>は大陸から輸送されてくるHNO<sub>3</sub>と国内排出起源のNH<sub>3</sub>との粒子化が主要因であり、国内のNH<sub>3</sub>規制によって、国内で粒子化するPM<sub>2.5</sub>の生成を抑制できる可能性があることを示した。

第二に、観測データを基にしたPMFモデルと大気汚染物質の輸送・反応過程等を計算機上で再現するCMAQを組み合わせたPM<sub>2.5</sub>の発生源寄与解析をおこない、両モデルから得られる結果の信頼性向上を試みた。PMFモデルによるPM<sub>2.5</sub>の発生源寄与解析をおこなうには、PM<sub>2.5</sub>質量濃度だけでなく、PM<sub>2.5</sub>主要成分の観測データが必要となる。そこで、地方自治体によるPM<sub>2.5</sub>の成分測定が全国的に開始された2013年度を解析対象年度に定め、東海・近畿地域の11地点を解析対象とした。PMFモデルによる解析結果から、11地点のPM<sub>2.5</sub>濃度に影響を与えている7つの因子 (硫酸系二次粒子1、硫酸系二次粒子2、重油燃焼、道路交通、バイオマス燃焼、土壌・工業系粉じん、硝酸系二次粒子) が抽出された。同じ解析期間・領域に対して、CMAQ及びゼロアウト法による発生源寄与解析をおこない、両モデルに共通する4つの発生源 (硫酸系二次粒子、重油燃焼、道路交通、バイオマス燃焼) の寄与推計結果について比較した。その結果、4つのうち3つの発生源 (硫酸系二次粒子、重油燃焼、道路交通) の寄与については、両モデルは整合していたが、バイオマス燃焼寄与だけはCMAQが著しく過小評価していた。この結果は、日本国内の野焼きの排出インベントリが過小評価されていることを示唆していた。以上から、両モデルの発生源寄与推計結果を比較することによって、排出インベントリの不確実性の特定と、両モデルの解析結果の信頼性を向上が可能であることを示した。

第三に、PMFモデルとCMAQを組み合わせたPM<sub>2.5</sub>の発生源寄与解析の適用事例として、バイオマス燃焼に主眼を置いた発生源寄与解析を行った。バイオマス燃焼は、森林火災、農作業に伴う野焼き等が発生源であり、その発生頻度及び規模等の特定が困難であることから、排出量インベントリの不確実性増加、化学輸送モデルの再現性低下を誘発させやすい。そこで、2014年秋季 (10/20~11/9) に中国東北部で発生した農作業由来のバイオマス燃焼によるPM<sub>2.5</sub>の広域輸送について解析を実施した。両モデルの結果は、CMAQで利用したバイオマス燃焼排出量を増加させた場合に整合し、CMAQによる中国東北部のPM<sub>2.5</sub>濃度の再現性も同じく改善した。このことから、中国東北部等のバイオマス燃焼排出量の過小評価していることを特定した。

以上から、PM<sub>2.5</sub>汚染の発生源寄与解析に複数の手法を使い分け、モデルによる解析結果の信頼性を向上させることが可能である。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 浦 西 克 維 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	近藤 明
	副 査	教授	東海 明宏
	副 査	教授	池 道彦
<b>論文審査の結果の要旨</b>			
<p>本研究では、日本におけるPM<sub>2.5</sub>汚染の発生源寄与解析を行うことを目的とし、発生源寄与解析の手法として、化学輸送モデル (CMAQ) およびレセプターモデル (PMF) の2種類の方法を用いて実施している。</p> <p>第一に、大気中の多くの前駆物質による複雑で非線形な化学反応を経て生成される PM<sub>2.5</sub> の二次粒子の一つである硝酸塩に注目し、前駆物質 (NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub>) を含めて越境汚染と国内汚染の複合影響について 2010 年度を対象に解析している。寄与推計の方法として CMAQ 及びゼロアウト法を用い、国外 (東アジア域から) の人為起源排出、国内の人為起源排出および境界流入・自然起源排出を含めたバックグラウンドの寄与を推計している。その結果、大陸からの越境汚染の影響は、PM<sub>2.5</sub> 濃度の約 40-50% を占めており、そのうち約 30-40% が国外で粒子化した PM<sub>2.5</sub>、約 10% が国内で粒子化した PM<sub>2.5</sub> の影響であることを明らかにし、国内で粒子化した PM<sub>2.5</sub> は大陸から輸送されてくる HNO<sub>3</sub> と国内排出起源の NH<sub>3</sub> との粒子化が主要因であり、国内の NH<sub>3</sub> 規制によって、国内で粒子する PM<sub>2.5</sub> の生成を抑制できる可能性があることを明らかにしている。</p> <p>第二に、観測データを基にした PMF モデルと大気汚染物質の輸送・反応過程等を計算機上で再現する CMAQ を組み合わせた PM<sub>2.5</sub> の発生源寄与解析をおこない、両モデルから得られる結果の信頼性向上を試みている。PMF モデルによる PM<sub>2.5</sub> の発生源寄与解析に必要な PM<sub>2.5</sub> 質量濃度と PM<sub>2.5</sub> 主要成分は 2013 年度の地方自治体による観測データを利用し、東海・近畿地域の 11 地点を解析対象としている。PMF モデルにより、11 地点の PM<sub>2.5</sub> 濃度に影響を与えている 7 つの因子 (硫酸系二次粒子 1、硫酸系二次粒子 2、重油燃焼、道路交通、バイオマス燃焼、土壌・工業系粉じん、硝酸系二次粒子) を抽出し、同じ解析期間・領域に対して、CMAQ 及びゼロアウト法による発生源寄与解析をおこない、両モデルに共通する 4 つの発生源 (硫酸系二次粒子、重油燃焼、道路交通、バイオマス燃焼) の寄与推計結果について比較し、4 つのうち 3 つの発生源 (硫酸系二次粒子、重油燃焼、道路交通) の寄与については、両モデルは整合していたが、バイオマス燃焼寄与だけは CMAQ が著しく過小評価した結果より、日本国内の野焼きの排出イベントリが過小評価されていることを明らかにしている。</p> <p>第三に、バイオマス燃焼は、森林火災、農作業に伴う野焼き等が発生源であり、その発生頻度及び規模等の特定が困難であることから、排出量インベントリの不確実性増加、化学輸送モデルの再現性低下を誘発させやすい。そこで、2014 年秋季 (10/20~11/9) に中国東北部で発生した農作業由来のバイオマス燃焼による PM<sub>2.5</sub> の広域輸送について解析を実施し、両モデルの結果は、CMAQ で利用したバイオマス燃焼排出量を増加させた場合に整合し、CMAQ による中国東北部の PM<sub>2.5</sub> 濃度の再現性も同じく改善したことから、中国東北部等のバイオマス燃焼排出量の過小評価していることを明らかにしている。</p> <p>以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に環境科学に寄与するところが大きい。 よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。</p>			