

|              |                                                                                     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 広域光化学大気汚染を監視するための実態把握に関する研究                                                         |
| Author(s)    | 坂本, 美德                                                                              |
| Citation     | 大阪大学, 2012, 博士論文                                                                    |
| Version Type | VoR                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/24882">https://hdl.handle.net/11094/24882</a> |
| rights       |                                                                                     |
| Note         |                                                                                     |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

|            |                                                  |
|------------|--------------------------------------------------|
| 氏名         | 坂本美徳                                             |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)                                           |
| 学位記番号      | 第25542号                                          |
| 学位授与年月日    | 平成24年3月22日                                       |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科環境・エネルギー工学専攻                |
| 学位論文名      | 広域光化学大気汚染を監視するための実態把握に関する研究                      |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 近藤 明<br><br>(副査)<br>教授 東海 明宏 准教授 町村 尚 |

論文内容の要旨

第1章では、本論文の緒論としてOx対策に関する諸問題を資料調査し、以下の4項目を挙げた。①環境基準の達成状況が極めて低く、Oxによる健康被害は毎年発生しており、従来からの光化学大気汚染問題が解決していない。②環境濃度は全国的に上昇傾向にあり、汚染の広域化が指摘されているが、その原因が解明されていない。③大陸からの越境汚染の影響が懸念されているが、その影響評価がなされていない。④汚染の広域化の懸念から、従来の監視体制では不足している広域的な状況把握が求められている。そこで、光化学大気汚染の監視とその評価に着目し、(a)広域的な光化学大気汚染の実態把握、(b)Ox濃度の増加原因の究明、それらの結果を踏まえ、(c)今後の光化学大気汚染の監視のあり方を提案するための方法を示した。

第2章では、Ox濃度の経年的な漸増現象と広域化の有無を検証するために、時間値データを用いて経年変化の状況を把握し、その地域特性について評価を行った。兵庫県のOx濃度の増加傾向が明らかとなり、特に瀬戸内海沿岸部周辺の内陸部の増加傾向が著しいことおよび瀬戸内海沿岸部周辺の内陸部において光化学大気汚染が拡大している可能性を示した。

第3章では、週日と週末のOx濃度の変化について解析した。時間値データとMM5-CMAQによる数値解析の双方で週日に比べ週末のOx濃度が高い週末効果が生じていることを明らかにし、その原因を検証した。

第4章では、MM5-CMAQによる数値解析により兵庫県全域を対象としたOx濃度の空間分布を把握した。季節ごとに良好に再現され、兵庫県域に対して6km格子間隔でO<sub>3</sub>濃度を把握できた。さらに東アジアからの越境汚染の影響を評価した。

第5章では、測定局のない地点を含めた簡易測定を行った。内陸部のO<sub>3</sub>濃度は測定局と同等の濃度レベルであることが明らかとなった。内陸部のNO<sub>2</sub>濃度の濃度レベルは低かった。さらに、AOT40と平均Ox濃度との相関関係を解析し、簡易測定結果から広域的なAOT40の評価を行った。兵庫県下のAOT40は、多くの地点で欧州の樹木影響のクリティカルレベルを超えていることが明らかとなった。

第6章では、測定局のO<sub>3</sub>、NO、NO<sub>2</sub>濃度の関係から、バックグラウンド(BG)濃度およびNOx排出の影響による

濃度差を簡易に算出することによりO<sub>3</sub>濃度を増加させる要因と考えられるNOx排出の影響評価を行った。

第7章では、研究結果を総括し、今後の光化学大気汚染の監視のあり方として、以下の提案を行った。①補完観測については簡易測定や移動観測車の活用が望まれ、候補地として春は越境汚染の影響の大きい日本海側、夏は増加傾向の著しい瀬戸内海沿岸付近の内陸部が望ましく、数値解析により高濃度が予測される地点を選定するのも有効であること。②測定局の再配置については測定局間の相関や特徴の分類化を行うことによって整理が可能であり、新たに測定局を設置する際には、補完観測の結果を活用し、候補地においては移動観測車と簡易測定を併用し比較することによって、候補地の地域代表性や特徴を把握することができること。

なお、本研究ではOxとO<sub>3</sub>を同等の物質として扱った。

論文審査の結果の要旨

光化学オキシダントの環境基準達成は、1970年からの課題であるが未だ解決していない。光化学オキシダント濃度低減のために多くの環境政策が実施されてはいるものの、ここ10年は光化学オキシダント濃度を漸増している。揮発性有機炭化水素発生量に比べて窒素酸化物排出量が多い地域では、窒素酸化物排出量の削減が光化学オキシダント最大濃度を高くするメカニズムの存在、あるいは経済成長著しい中国からの越境汚染の影響が、この要因として指摘されている。観測データと数値計算等を駆使して光化学オキシダント濃度の漸増要因を明らかにするとともに、新たな局面に対応した光化学オキシダント観測ネットワークを再構築することはきわめて重要である。

本論文は、兵庫県下の観測データを用いて光化学オキシダント濃度の経年変動を明らかにし、週末効果の解析から窒素酸化物排出量削減と光化学オキシダント最大濃度の関係を評価し、また数値計算から中国からの光化学オキシダントの越境汚染が日本の光化学オキシダント濃度に及ぼす影響を評価しながら、バックグラウンドオゾン濃度を基準とすることで光化学オキシダント観測ネットワーク再構築の可能性を検討した一連の研究成果をまとめたものであり、その成果を要約すると以下ようになる。

- (1) 兵庫県下の時間値観測データを用いてオゾン濃度の経年的な漸増現象と広域化の有無の検証を行い、兵庫県のオゾン濃度の増加傾向を明らかにし、特に瀬戸内海沿岸部周辺の内陸部の増加傾向が著しいことおよび瀬戸内海沿岸部周辺の内陸部において光化学大気汚染が拡大していることを明らかにした。
- (2) 週日に比べて週末のオゾン濃度が高くなる週末効果について、兵庫県下の時間値観測データと気象/大気質モデルMM5/CMAQを用いて解析し、その要因がNOx limited (揮発性有機炭化水素発生量に比べて窒素酸化物排出量が多い地域)と局地風の方角と強さによって説明できることを明らかにしている。
- (3) 気象/大気質モデルMM5/CMAQを用いて、中国からの光化学オキシダントの越境汚染の数値解析を実施し、中国からの汚染の影響を考慮することで観測値を再現できることを明らかにし、西風が卓越する5月に中国からの越境汚染の影響を最も受けることを流跡線解析から明らかにしている。
- (4) 観測局が存在しない兵庫県内陸部のオゾン濃度をパッシブサンプラーにより測定し、内陸部のオゾン濃度も既存の観測局と同等の濃度レベルであることを明らかにし、樹木影響指標AOT40の評価から兵庫県下の多くの地点で欧州の樹木影響のクリティカルレベルを超えていることを明らかにしている。
- (5) 観測局のオゾン濃度、一酸化窒素濃度、二酸化窒素濃度の関係から、局所的な窒素酸化物排出によるオゾン濃度減少の影響を補正したバックグラウンドオゾン濃度の簡易算出法を提案し、このバックグラウンドオゾン濃度を基準とすることで光化学オキシダント観測ネットワーク再構築の可能性を明らかにしている。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に大気科学および大気化学分野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。