

光化学オキシダント予測手法に関する研究

金子 大樹 伊藤 勝巳 倉橋 政人 田中 進 鈴木 朋子

愛知県環境調査センターでは、光化学オキシダント濃度が高濃度になる夏期において県による光化学スモッグ予報、注意報等の発令等に活用するために、県内の光化学オキシダントを測定している測定局全 73 局を対象に、当日のオキシダント濃度レベルについて予測業務を行っている。オキシダント濃度日最高値について、平成 21 年度から重回帰分析による予測を行ってきたが、気象の変化等によりその適用性が低くなってきたことから、平成 28 年度に予測式の見直しを行った。そこで、今年度から、この見直しによるオキシダント濃度の予測値と平成 29～31 年度の実測値を比較し検証を行うとともに、重回帰分析による予測精度のさらなる向上を目指した改良を検討している。

平成 30 年度は、平成 29 年度のオキシダント濃度日最高値の予測結果と実測値のデータ収集を行い、収集したデータに基づき濃度予測の的中状況について分析した。的中率は初夏や盛夏では 50% 以上と高かった一方、期間区分による差が大きく、また見直し前の予測式を用いた方が的中率の高い期間区分もあったため、期間区分ごとに採用する予測式を選択するなどの工夫が求められる結果となった。

キーワード 愛知県, 光化学オキシダント, 重回帰分析, 日最高値, 濃度推定

1 はじめに

光化学オキシダントは、主に自動車からの排出ガスや工場のばい煙に含まれる窒素酸化物・VOC（揮発性有機化合物）が太陽の紫外線を受けて化学反応することで二次的に発生し、人体や農作物へ悪影響を与える光化学スモッグ発生の原因となることが知られている¹⁾。その一方で、他の大気汚染物質が環境基準を概ね達成する中、本県における光化学オキシダント（Ox）の環境基準については、すべての大気汚染測定局で達成していない状況が続いている（図 1）^{2~10)}。

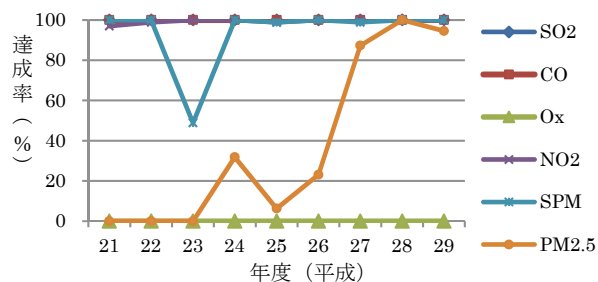


図 1 大気汚染物質の環境基準達成率の推移

本県では、大気汚染の常時監視を行うとともに、光化学オキシダントによる被害防止のため、愛知県光化学スモッグ緊急時対策要綱及び愛知県光化学スモッグ緊急時対策取扱要領に基づき、予報や注意報を発令するなどの業務を行っている（なお、近年の予報等発令状況を図 2 に示す^{2~10)}）。また、特にオキシダント濃度

が高くなることの多い 5 月から 9 月には、休日等においても緊急時対策に万全を期することができる監視体制をとることとしている¹¹⁾（以下「監視強化期間」という）。

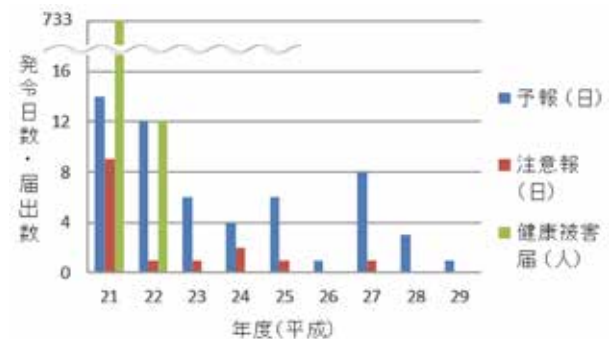


図 2 近年の光化学スモッグ予報等発令状況

当センターでは、県水大気環境課が光化学スモッグ予報、注意報等の発令等に活用するために、監視強化期間に当日のオキシダント濃度がどの程度上昇するかを予測を行っている。予測業務の具体的な手順としては、まず、前日のオキシダント濃度最高値や当日の気象情報など（表 1）を変数として県内の全 73 の測定局について重回帰分析を行うことで、当日のオキシダント最高濃度を数値として推定する¹¹⁾。全期間（5 月 15 日～9 月 29 日）を便宜上 5 つの期間区分（初夏：5 月 15 日～6 月 7 日，梅雨：6 月 8 日～7 月 19 日，盛夏：7 月 20 日～8 月 20 日，晩夏：8 月 21 日～9 月 9 日，初

秋：9月10日～9月29日）に分け、全期間及び各期間区分の過去のデータを用いて6通りの回帰係数を算出し、それぞれを適用して得られる6つの予測結果の中から該当区分のものを選択する。この予測結果に天気図や風向風速図等から得られる情報を加味して、当日のオキシダント濃度県内最高値が3段階に分けた濃度レベル（レベル1：0.08ppm未満，レベル2：0.08ppm以上0.12ppm未満，レベル3：0.12ppm以上）のいずれに達するかを総合的に予測している。

表1 重回帰分析使用データ

10時の 大気汚染気象通報 (名古屋気象台 から送付)	名古屋の 視程	
	09時観測	高層観測
	気温, 風向, 風速	
	最高気温, 平均風速,	
	最大風速・風向,	
	日照時間,	
	最大混合層高度	
測定局ごとの汚染物質の 濃度等データ(1時間値)	Ox, NO, NO ₂ , SPM, NMHC, 気温, 湿度, 風向, 風速	

オキシダント濃度予測の重回帰分析は従来、平成16年度から平成20年度の濃度データを使用して作成した予測式に基づいて行っていた。しかしながら、気象の変化等により、その適用性が次第に低くなってきた。そこで、平成28年度に、平成23年度から平成27年度のオキシダント濃度データを使用して予測式を作成し直し、平成29年度からはこの新しい予測式による重回帰分析を行っている。今回、重回帰分析による濃度予

測手法の改良を検討するにあたり、まずは現状の予測精度（的中率）、変更前と変更後の予測式や使用データによる的中率の違いを検証した。

2 方 法

今回は、平成29年度の監視強化期間（土日・祝日除く）の各日に本予測業務にて算出した各予測結果及び実際の濃度（県内最高値）のデータを使用して分析を行った。

まず、濃度予測の的中状況（実測値が予測濃度最高値を上回る、予測濃度範囲内、予測濃度最低値を下回る、のいずれか）を、対象の全期間及び5つの期間区分に分けた場合で整理・比較した。

次に、実測値が予測範囲外となった日の条件を調べるため、気象庁が公開している過去の気象データ¹²⁾を用いて、対象期間中の各日の天気を晴・曇・雨の3つに大別し、天気ごとの的中状況を比較した。また、気温や風速と的中状況の関係についても整理した。

最後に、平成28年度に変更した新予測式・変更前の旧予測式それぞれを使用した場合について、回帰係数の算出に該当期間区分の過去データを用いた予測と全期間の過去データを用いた予測での的中状況を算出した。それを期間区分ごとに整理し、予測方法（旧予測式と新予測式、該当期間区分データ使用と全期間データ使用）及び期間区分で比較を行った。なお、現行の予測手法では予測当日の該当する期間区分の過去データを用いた予測結果を選択しており、全期間のデータを用いた予測結果は使用していないが、ここでは参考として併せて分析し、比較を行った。

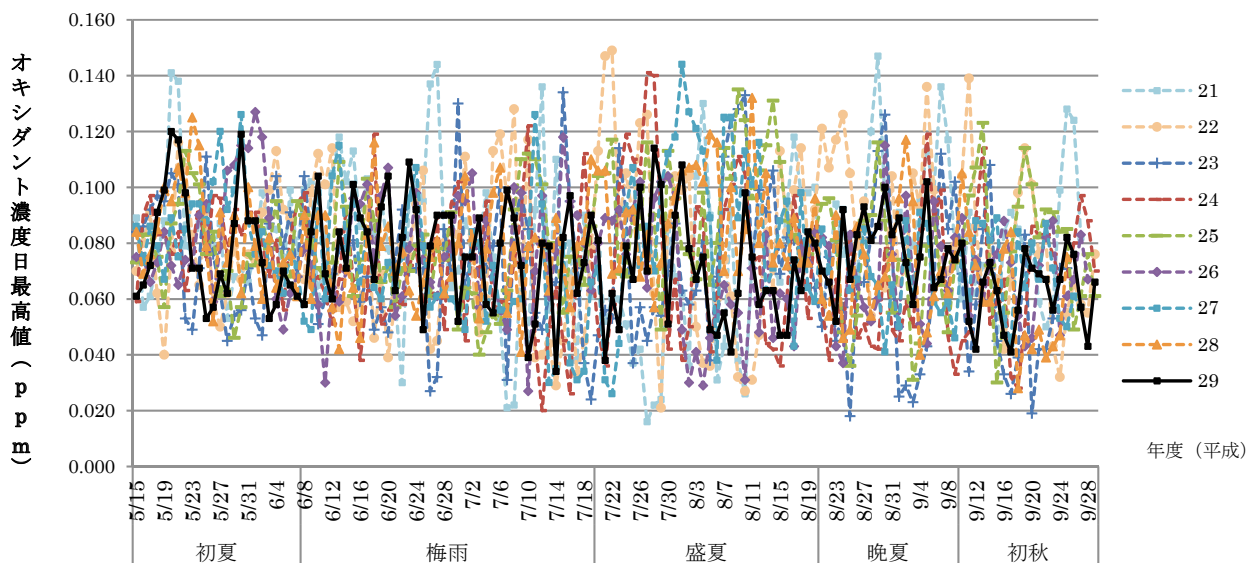


図3 各年度のOx濃度日最高値分布

3 結果と考察

分析に先立ち、平成 21 年度から 29 年度の監視強化期間におけるオキシダント濃度日最高値分布を図 3 に示す（図中の期間区分は平成 29 年度の日付による）。今回の分析対象である平成 29 年度のオキシダント濃度日最高値は、例年と比較し大きく外れるものではなかった。

次に、平成 29 年度の期間区分ごとのオキシダント濃度予測的中状況を図 4 に示す。なお、図中の「上」は実測値が予測濃度範囲を上回った日、「的中」は実測値が予測濃度範囲内であった日、「下」は実測値が予測濃度範囲を下回った日それぞれの割合を表している。的中率は全期間で 37% であった。区分によっても的中状況に違いがみられ、初夏・盛夏では比較的中率が高かったが、梅雨・晩夏・初秋では低く、実測値が予測範囲を下回った日が多かった。また、実測値が予測濃度範囲を上回った日の割合は、梅雨で 27% と最も高く、盛夏では 5%、初夏・晩夏・初秋では 0% であった。

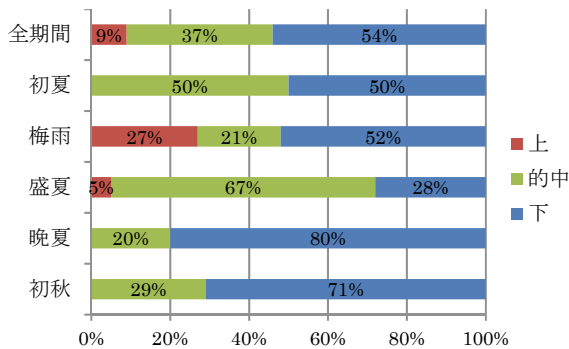


図 4 期間区分ごとの O_x 濃度予測的中状況

続いて、全期間の天気ごとの的中状況を図 5 に示す（天気データは気象庁ホームページ¹²⁾による）。晴と曇では「下」が最多で約 55%、次いで「的中」が 35% と酷似した結果となったが、雨では「的中」が 50% で最大となった。また、全期間各日の気温、風速ごとの的中状況を図 6~7 に示す（気温、風速データは気象庁ホームページ¹²⁾による）。気温及び風速には的中状況間で特徴的な差異は認められず、両者の的中状況との関係については明瞭な傾向はみられなかった。

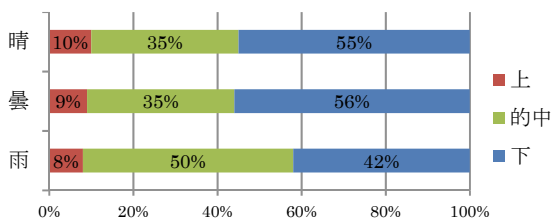


図 5 天気ごとの O_x 濃度予測的中状況

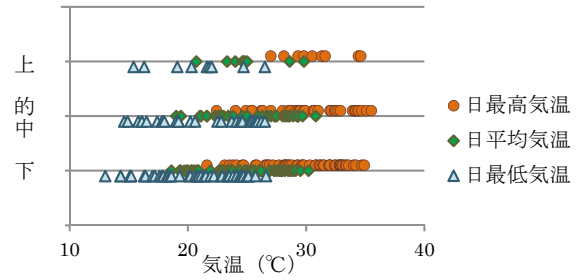


図 6 気温ごとの O_x 濃度予測的中状況

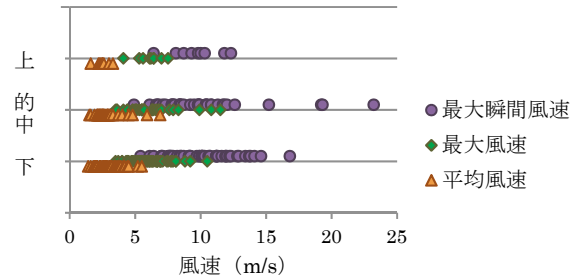


図 7 風速ごとの O_x 濃度予測的中状況

最後に、予測方法ごとの的中状況を図 8~13 に示す。各図中で一番下の「新式・該当区分」が現行の予測方法である。盛夏では現行の新予測式・該当期間データ使用の場合が的中率 67% で最も高いのに対し、晩夏では旧予測式・該当期間データ使用の場合が的中率 66% で最大となるなど、どの方法での的中率が高いかは期間区分により異なっていた。この結果から、予測精度向上のためには、該当する期間区分に応じて採用する予測式を変えるなどの工夫が必要と考えられる。一方、梅雨ではどの方法を使用した場合でも的中率が 35% 未満であり、重回帰分析による濃度予測の大きな課題が浮き彫りとなった。

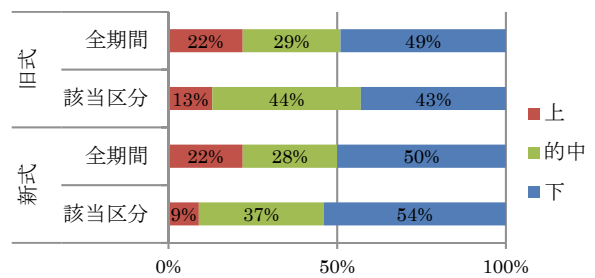


図 8 予測方法と O_x 濃度予測的中状況（全期間）

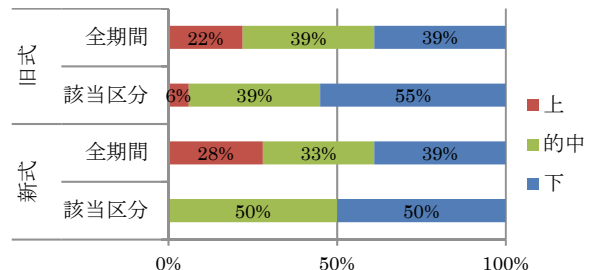


図 9 予測方法と O_x 濃度予測的中状況（初夏）

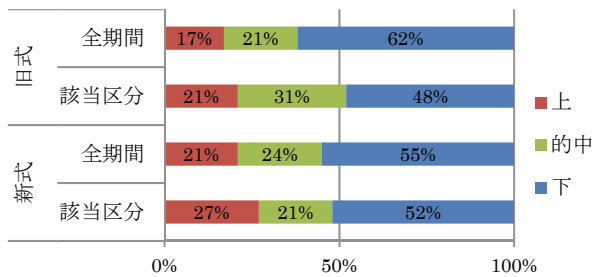


図10 予測方法とO_x濃度予測的中状況（梅雨）

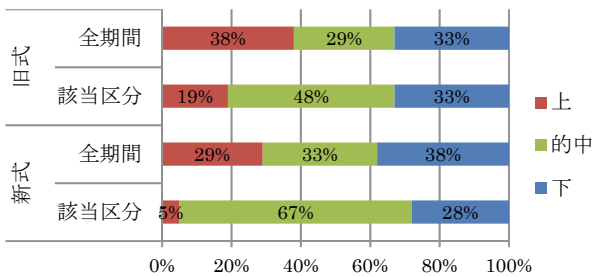


図11 予測方法とO_x濃度予測的中状況（盛夏）

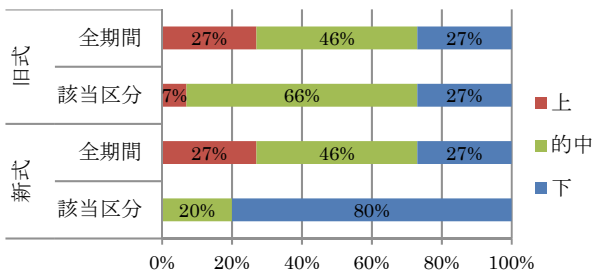


図12 予測方法とO_x濃度予測的中状況（晩夏）

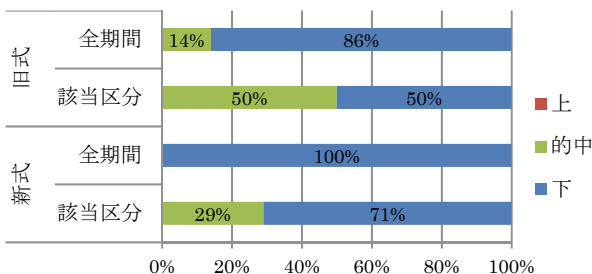


図13 予測方法とO_x濃度予測的中状況（初秋）

ここで、平成21年度以降の本県における光化学スモッグ予報発令日数を、期間区分別に整理したものを図14に示す²⁻¹⁰⁾（ただし、梅雨及び前後の開始・終了日は年度により異なる）。この図から、特に近年において予報の発令は盛夏・初夏に集中していることがわかる。これらの期間区分は、平成29年度において的中率が比較的高かった区分と一致しており、今後の対応として予測業務の実施をこの期間に限定するなどの選択肢も考えられる。

また、平成29年度の的中率を実測値の濃度別に整理し、新予測式・旧予測式を用いた場合（いずれも該当区分データ使用）で比較したものを表2に示す。光化

学スモッグ予報、注意報等の発令等への活用という目的に照らすと、オキシダント高濃度日の予測精度が重要であるが、実測値110ppm以上の比較的高濃度の日においては、的中率は新予測式を用いた方が高い結果となった。

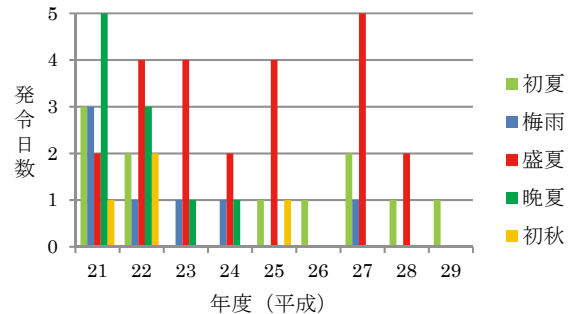


図14 期間区分別の光化学スモッグ予報発令日数

表2 実測値濃度別の的中率

実測値	新予測式		旧予測式	
	的中件数	的中率	的中件数	的中率
120~	0/0	-	0/0	-
110~119	2/2	100%	0/2	0%
100~109	2/7	29%	6/7	86%
80~99	9/28	32%	15/28	54%
~80	23/60	38%	22/60	37%

いずれにせよ、今回得られた結果は単年度のデータに基づくものであり、ここで得られた傾向が単年度のものなのか、あるいは複数年度にわたって共通したものなのかを今後の研究により見極めたいうえで、業務の実施期間や予測式の選択などについて判断するべきものと思われる。

4 ま と め

重回帰分析によるオキシダント濃度予測は、光化学スモッグ注意報の発令数が比較的多い初夏や盛夏では50%以上の的中率となり、予測業務の有用性が改めて確認できた。一方で、全期間での的中率は37%に留まり、晩夏・梅雨では約20%となるなど、予測手法としての課題の残る結果ともなった。気象条件については、雨の日で相対的中率が高い傾向にあったが、気温や風速と的中率との間に明瞭な関係は見られなかった。見直し前後の旧予測式と新予測式による予測では、必ずしも後者での的中率が高いということはなく、区分による採用式の選択など、今後の予測業務のあり方の検

討に資する結果が得られた。今後、予測手法の改良を検討するに当たっては、何よりもまず複数年度での中率等のデータを蓄積することが必要と考えられる。

文 献

- 1) 愛知県：光化学スモッグに関するページ，
<http://www.pref.aichi.jp/kankyo/mizutaiki/okagaku/index.html> (2019. 2. 7)
- 2) 愛知県：平成 29 年度大気汚染調査結果，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/281558.pdf> (2019. 2. 7)
- 3) 愛知県：平成 28 年度大気汚染調査結果，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/242992.pdf> (2019. 2. 7)
- 4) 愛知県：平成 27 年度大気汚染調査結果，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/230020.pdf> (2019. 2. 7)
- 5) 愛知県：平成 26 年度大気汚染調査結果，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/51671.pdf> (2019. 2. 7)
- 6) 愛知県：平成 25 年度大気汚染調査結果，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/43976.pdf> (2019. 2. 7)
- 7) 愛知県：平成 24 年度大気汚染調査結果，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/36594.pdf> (2019. 2. 7)
- 8) 愛知県：平成 23 年度大気汚染調査結果，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/29689.pdf> (2019. 2. 7)
- 9) 愛知県：平成 22 年度大気汚染調査結果，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/23436.pdf> (2019. 2. 7)
- 10) 愛知県：平成 21 年度大気汚染調査結果，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/18030.pdf> (2019. 2. 7)
- 11) 山野内隆英，林 博之，伊藤勝巳，佐藤公喜：愛知県における光化学オキシダント日最高濃度の重回帰分析，愛知県環境調査センター所報，38，7-16 (2010)
- 12) 気象庁：過去の気象データ検索，
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2019. 2. 7)

