

超える地点が見られているが<sup>17-18, 24-26)</sup>、群馬においてはいずれの地点においても 10 ppm・h を超えており、平野部を中心に 20 ppm・h を超える地点もあった(図 7)。AOT40 がもっとも高いのは館林で、南東に位置する平野部と、安中や富岡といった西部の地域で比較的高い傾向にあった。逆に比較的低かった地点は、みなかみ、沼田、桐生で、県北東部に位置する地点であった。また、山岳部では 6 か月間の積算値に占める 4~6 月分の割合が大きく、平野部では 7~9 月分の割合が大きい傾向であった。

一般的に、気温が高く日射量が多い条件下で  $O_x$  濃度が上昇しやすい傾向にあるが、山岳部では 4~6 月に  $O_x$  濃度が 40 ppb を超える時間帯が多いことから、山岳部においては春季から初夏にかけて植生に対する  $O_x$  の影響が大きいことが示唆される。加えて、多くの植物はその時期に生長がもっとも盛んになり感受性も高くなるため、群馬の豊かな森林資源や自然風土を守る上でも  $O_x$  低減対策は重要な課題であるといえる。

AOT40 を用いた大気中  $O_x$  濃度レベルの評価は、神奈川県、新潟県、札幌市及び離島等で行われており<sup>17-18, 24-26)</sup>、多くの地点において AOT40 は 10 ppm・h を超過している。また、 $O_3$  濃度の上昇により中国、日本、韓国において小麦や米などの穀類生産量の減少が予測されている<sup>27)</sup>。これらのことから  $O_3$  の植物影響にも着目していく必要があるが、植物によって  $O_3$  に対する感受性も異なることから、対策を講じるにあたりその地域ごとの植生に応じたクリティカルレベルの設定が望まれる。

#### 4.まとめ

群馬県内における  $O_x$  の経年変化と地域特性をまとめたところ、以下のことが明らかとなった。

- ① 1976~2009 年の  $O_x$  年平均値は、平野部に比べ山岳部で高かった。また、その増加率も平野部よりも山岳部で大きく、特にここ 10 年間での増加が顕著であった。
- ② 1976~2009 年における年最大値の平均がもっとも大きかったのは館林だった。しかし、

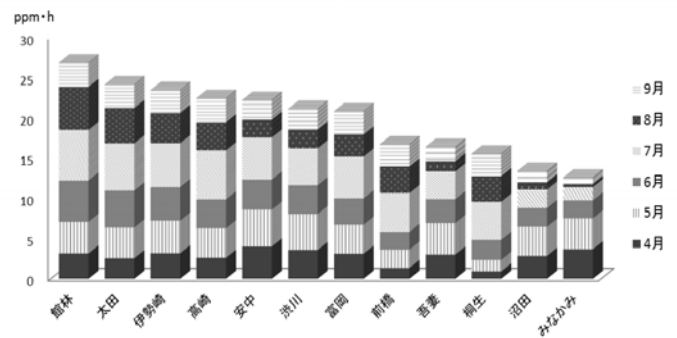


図 7 各地点における AOT40

年最大値の増加率も年平均値同様、平野部に比べ山岳部で大きかった。

- ③  $PO$  は  $O_x$  に比べ地点差が小さく濃度変化も小さいことから、当県における  $O_x$  濃度の上昇は、 $NO_x$  の減少に由来する  $NO$  タイトレーション効果の低下が寄与している可能性が示唆された。また、 $PO$  は長期的に見るとほぼ横ばいであり、ここ 10 年間ではほとんどの地点において負の変化率を示していた。
- ④  $O_x$  の原因物質のひとつである  $NO_x$  は近年減少傾向にあり、その要因のひとつとして  $NO_x$  の排出規制による成果が挙げられる。
- ⑤ 平野部を中心に  $O_x$  濃度は南東風との相関が見られたが、みなかみにおいては異なった傾向が見られた。これは、成層圏からの  $O_3$  降下や、東アジア等からの移流の影響などが考えられるが、現段階では明らかになっていない。
- ⑥ 森林や作物への  $O_3$  の影響を表す指標である AOT40 について検討したところ、植生への  $O_3$  の影響が示唆される結果となった。また、山岳部においては AOT40 の 6 か月間の積算値に占める 4~6 月の割合が高かった。

長期的に見ると、全国的な傾向と同様、 $O_x$  濃度は増加している。 $PO$  濃度との比較から、 $O_x$  の増加は  $NO_x$  の減少による  $O_3$  分解の縮小によってもたらされている可能性が推察された。ただし、北関東では  $O_x$  濃度の上昇が南東風の影響を強く受けることが大きな特徴であり、 $O_x$  と風向の解析から群馬県の平野部においてもそれを支持する結果が得られた。しかし、みなかみにおいては異なる傾向が見られ、平野部

と山岳部をともに有する群馬県ならではの監視と対策が必須であるといえる。また、これまで当県において O<sub>3</sub> の植物影響が大きく取り上げられることがなかったが、農林業の保護や観光業のさらなる発展のためにも地域に適したクリティカルレベルの設定と対策が必要となると考える。

## 謝辞

国立環境研究所・II型共同研究グループの成果の一部及び大気時間値集計解析プログラムを用いた。ここに記して謝意を表する。

## 文献

- 1) 環境庁：大気の汚染に係る環境基準について、環境庁告示 25 号。
- 2) 環境省 水・大気環境局：平成 22 年大気汚染状況報告書、2011。
- 3) 群馬県環境保全課：報道提供資料 2011 年 9 月 9 日。
- 4) WHO：Air Quality Guidelines for Europe; second edition, WHO Regional Publications, European series, No.91, 2000.
- 5) 光化学オキシダント調査検討会（環境省）：光化学オキシダント調査検討会 報告書ー今後の対策を見据えた調査研究のあり方についてー、2012。
- 6) 吉門洋：近年の光化学オキシダント濃度変化の一要因、大気環境学会誌、**39** (4)、188-199、2004。
- 7) Shinri Hosoi, Hiroshi Yoshikado *et al.*: Study of the Relationship between Elevated Concentrations of Photochemical Oxidants and Prevailing Meteorological Conditions in the North Kanto Area, Japan, *Water, Air, & Soil Pollution.*, **215**, 105-116, 2011.
- 8) Shinri Hosoi, Hiroshi Yoshikado *et al.*: Daytime meteorological structures causing elevated photochemical oxidants concentrations in north Kanto, Japan, *Atmospheric Environment.*, **45**, 4421-4428, 2011.
- 9) 大原利真、坂田智之：光化学オキシダントの全国的な経年変動に関する解析、大気環境学会誌、**38** (1)、47-54、2003。
- 10) 独立行政法人国立環境研究所：環境議 NO.33、2009。
- 11) 板野泰之：都市大気における光化学オキシダント問題の新展開、生活衛生、**50** (3)、115-122、2006。
- 12) 坂本美德、嶋寺光他：数値解析による兵庫県内の光化学オキシダントの濃度分布及び季節変動要因の検討、大気環境学会誌、**45** (2)、89-95、2010。
- 13) 若松伸司編：西日本及び日本海側を中心とした地域における光化学オキシダント濃度等の経年変動に関する研究、国立環境研究所研究報告第 184 号 (R-184-2004)。
- 14) 環境省 水・大気環境局：環境大気常時監視マニュアル 第 6 版、2010。
- 15) 早狩進：「Excel アドイン工房」  
<http://www.jomon.ne.jp/~hayakari/>
- 16) 伊豆田猛、松村秀幸：植物保護のための対流圏オゾンのクリティカルレベル、大気環境学会誌、**32** (6)、A73-A81、1997。
- 17) 古俣修、阿部智夫、鈴木博之：新潟県保険環境科学研究所年報、**17**、65-67、2002。
- 18) 恵花孝昭、立野英嗣他：札幌市年報、33、77-81、2006。
- 19) 竹川秀人、箕浦宏明：汚染大気的光化学反応、豊田中央研究所 R&D レビュー、**35** (1)、13-20、2000。
- 20) 酸性雨研究センター：増えつつける対流圏オゾンの脅威。
- 21) Itano, Yasuyuki, Bandow, Hiroshi *et al.*: Impact of NOx reduction on long-term ozone trends in an urban atmosphere, *Sci Total Environ.* **379**: 46-55, 2007.
- 22) 環境省・国土交通省：自動車 NOx・PM 法の手引き、2002。
- 23) Shinji Wakamatsu, Itsushi Uno *et al.*: Observational study of stratospheric ozone intrusions into the lower troposphere, *Atmospheric Environment.*, **23**, 1815-1826, 1989.
- 24) 阿相敏明、武田麻由子他：丹沢大山における森林保全のためのオゾン許容量推定手法の開発ー丹沢におけるオゾン汚染状況の把

- 握と汚染機構の解明一、神奈川県環境科学センター研究報告、**24**、67-75、2001.
- 25) 伊豆田猛、松村秀幸他：樹木に対するオゾンの影響に関する実験的研究、大気環境学会誌、**36** (2)、60-77、2001.
- 26) Pakpong Pochanart, Hajime Akimoto *et al.*: Surface ozone at four remote island sites and the preliminary assessment of the exceedances of its critical level in Japan, *Atmospheric Environment.*, **36**, 4235-4250, 2002.
- 27) Xiaoping Wang, Denise L. Mauzerall: Characterizing distributions of surface ozone and its impact on grain production in China, Japan and South Korea: 1990 and 2020, *Atmospheric Environment.*, **38**, 4383-4402, 2004.

## 付表 調査地点の概要

地点名	場所	概要
前橋	前橋保健福祉事務所敷地内 (2009年からは衛生環境研究所に移設)	市街地に位置し、周辺は商業および住宅地域である。
高崎	高崎市勤労青少年ホーム駐車場	周辺は商業および住宅地域であり、近くに幹線道路が複数ある。
桐生	桐生市立東小学校敷地内	周辺は商業および住宅地域であるが、少し離れると丘陵地となる。
伊勢崎	伊勢崎市立南小学校敷地内	周辺は商業および住宅地域である。市役所の北西に位置し、付近の道路は交通量が多い。
太田	太田市立中央小学校敷地内	太田市の中心部に位置するが、付近に大規模な工場などの固定発生源が多数ある。
沼田	沼田市立沼田小学校敷地内	山間地であり、冬には積雪がある。比較的中心街に位置し、付近には国道が走っている。
館林	館林市民センター敷地内	夏は記録的な高温になることがあり、冬は晴天が続き、乾燥した北西風が吹く。
渋川	渋川低区配水場敷地内	丘陵地であり周辺は住宅地域である。固定発生源からはやや離れている。
富岡	富岡市立富岡小学校敷地内	富岡小学校の敷地内。平坦地と丘陵地が混在する。すぐ南に国道が走っている。
安中	安中市立安中小学校敷地内	丘陵地であり周辺は商業および住宅地域である。付近に幹線道路と線路があり、東には固定発生源がある。
東吾妻	東吾妻町立原町小学校敷地内	山岳地帯に位置する。付近に国道と線路が走っている。冬季には積雪がある。
みなかみ	みなかみ町カルチャーセンター敷地内	山岳地帯に位置し、冬季には積雪がある。年間を通して比較的気温が低い。2009年度から測定を開始した。