

名古屋市における光化学オキシダントによる植物被害観察

山神真紀子, 鈴木直喜, 木全由佳^a, 宮西亜伊子^b, 金岡慎太郎^c, 白木優作^d, 瀬口洋治^e,

武内昭夫^f, 吉川博^f, 岡田安代^g, 近藤盛英^e, 長谷川拓也, 古谷伸比固

Visual Symptoms of Ozone Damage on Leaves of Plant

in Nagoya City

Makiko Yamagami, Naoki Suzuki, Yuka Kimata, Aiko Miyanishi, Shintaro Kanaoka, Yusaku Shiraki,

Youji Seguchi, Akio Takeuchi, Hiroshi Yosikawa, Yasuyo Okada, Morihide Kondo, Takuya Hasegawa,

Nobuhiko Furuya

名古屋市内 11 地点において, 2008 年夏季にアサガオを用いた光化学オキシダントによる植物被害観察調査を行った. その結果, すべての地点で光化学オキシダントによる葉の被害が観察された. 6 月下旬に行った調査では, 市内の平均被害葉率は 34% で, 被害葉率と光化学オキシダント濃度の日最高濃度平均値, AOT40 (40ppb を超えるオゾン濃度の積算値) の分布との間に関連性が認められた. 光化学スモッグ注意報発令後に行った調査では, 市内の平均被害葉率は 50% となり, 可視被害が悪化したことが確認された.

はじめに

名古屋市では近年, 光化学オキシダント (以下, Ox) 濃度が増加しており¹⁾, 2006 年度に 19 年ぶりに光化学スモッグ注意報が発令されて以来 3 年連続で注意報が発令され, Ox は重要な環境問題となっている. このため, Ox による植物被害の機構解明とともに, 各地方における植物被害の実態把握を目的とした, 国立環境研究所と地方環境研究所との C 型共同研究「オゾンによる植物被害とその分子的メカニズムに関する研究」²⁻⁵⁾に 2008 年度から参加した. そこで用いられている手法により, Ox による植物影響の実態を把握するため, オゾンの指標植物であるアサガオを用いて被害調査を行ったので報告する.

方 法

国立環境研究所が系統保存しているアサガオ (スカーレットオハラ) の種子を, 2008 年 5 月 7 日に環境科

学研究所内で播種し, 同年 5 月 16 日に市内 11 地点に苗を配布し, 栽培を開始した. 調査地点を Fig.1 に示す. 調査地点のうち, 東保健所, 中保健所, 南保健所, 緑保健所, 名東保健所, 天白保健所, 環境科学研究所およびダイオキシン分析研究センターの 8 地点には各 5 株, 職員宅 3 地点には各 3 株配布した.

2008 年 6 月 29 日から 7 月 4 日までの間に, Ox が高濃度になる前の事前状況調査を行った. また, 7 月 5 日に光化学スモッグ注意報が市内に発令されたため, 7 月 7 日から 7 月 9 日までの間 (1 地点は 7 月 25 日) に注意報後調査を行った. 可視被害の調査方法は, 埼玉県で行われているアサガオ被害観察^{6,7)}を参考に, 各地点の担当者により, アサガオ各株の草丈, 現存葉数, 葉ごとの被害面積(%)を記入し, 被害葉率(%), 被害面積率(%), 平均被害面積率(%)を以下の式から算出した.

被害葉率 (%) = 被害葉数 / 現存葉数 × 100

被害面積率 (%) = 累積被害面積 (%) / 現存葉数

a 東保健所, b 元中保健所, c 南保健所, d 緑保健所, e 名東保健所, f 天白保健所,

g 名古屋市環境局大気環境対策課



Fig.1 調査地点

平均被害面積率(%)=累積被害面積(%)／被害葉数

また、8月中旬にも調査を行ったが、前回の調査までに観察された被害を受けた葉が枯れ落ち、被害状態が計測できない地点が複数あったため、今回の解析対象から除外した。

Ox 濃度は、市内 11 地点に設置してある常時監視測定局（一般環境局）のデータを用いた。

また、植物や生態系等に直接的に悪影響を及ぼすオゾンの限界濃度（クリティカルレベル）を評価するも

のとして、ヨーロッパでは AOT40（Accumulated Exposure Over Threshold of 40ppb）^{8,9)} という指標が用いられている。この AOT40 と可視被害との関係を調べるため、Ox 濃度を用いて AOT40 を以下の式から算出した。

$$AOT40 = \sum (C_i - 40) \times \alpha_i$$

C_i : Ox 濃度の 1 時間平均値

$\alpha_i = 1$; $C_i \geq 40\text{ppb}$

$\alpha_i = 0$; $C_i < 40\text{ppb}$

結果と考察

1. 光化学オキシダント濃度

2008 年 5 月 16 日から 8 月 6 日までの常時監視測定局 11 局における Ox 一時間値の推移を Fig.2 に示す。

観察を開始した 5 月 16 日以降に一時間値が 100ppb を超える高濃度となったのは 5 月 22 日、23 日であったが、この時期には葉の数も少なく、被害報告はなかった。

最初に被害が観察されたのは 6 月 9 日で、それ以降、複数の地点で被害が観察された。被害報告があった前日までに、Ox 濃度一時間値が 80ppb を超えた日が数日続いていた。

その後、梅雨の影響で雨の日が続き、Ox 濃度は低下した。6 月 29 日から 7 月 4 日までの間に、Ox が高濃度になる前の事前状況調査を行った。

7 月 5 日に 2008 年度初の光化学スモッグ注意報が発令され、常時監視測定局 11 局中 8 局で、一時間値の日

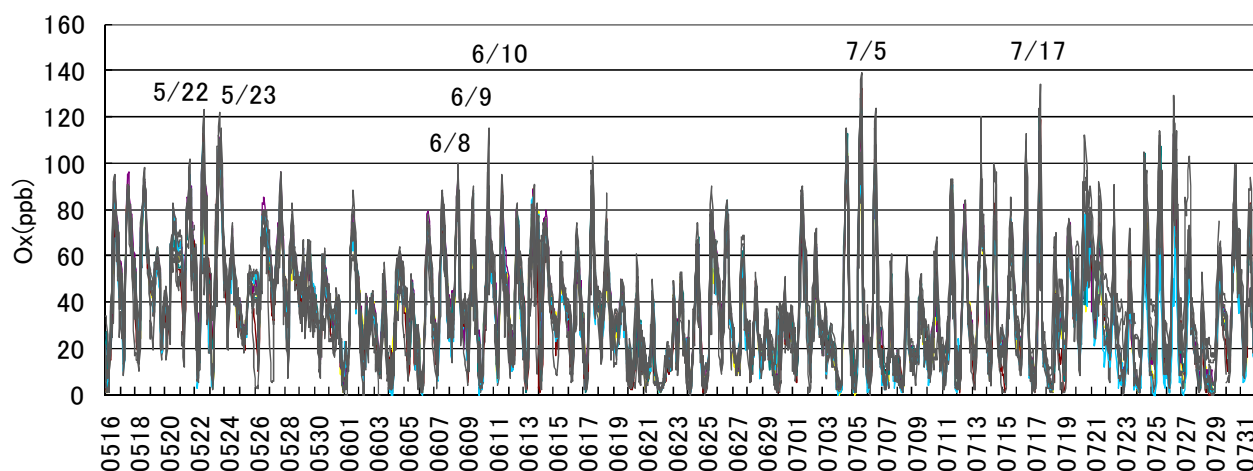


Fig.2 名古屋市内 11 地点における光化学オキシダント濃度一時間値の推移

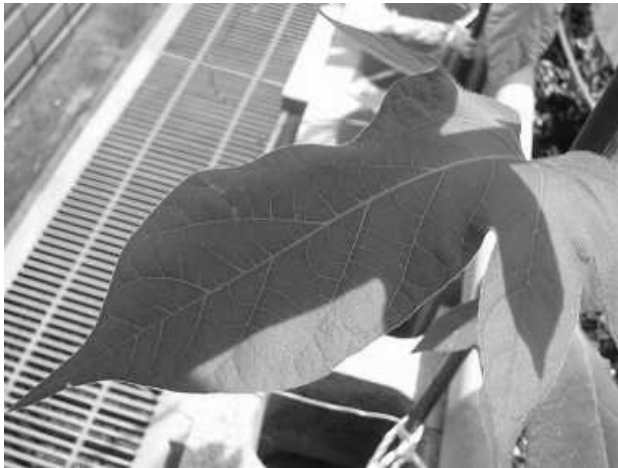


Fig. 3 光化学オキシダントによる葉の変化（ダイオキシ分析研究センターB株 12枚目）
左：2008年6月30日 右：2008年7月7日

最高濃度が100ppbを超えた。そこで、7月7日から7月9日までの間に注意報後調査を行った。

2008年度は、7月5日と7月17日の2回光化学スモッグ注意報が発令された。

2. 葉の変化

光化学オキシダントの高濃度暴露によって、アサガオの葉には白色や褐色の斑点が現れる¹⁰⁾。Fig.3に光化学スモッグ注意報前後の同一葉の変化を示す。6月30日には全く斑点がない状態であったものが、注意報の二日後である7月7日には、全面に白色の斑点が観察された。7月7日のこの葉の被害面積は100%である。

このような葉の被害は、すべての葉に現れるわけではなく、地面に近い下の方から中程の葉に影響が出やすい傾向があった。観察する場合は、そのあたりを中心に写真撮影等をする、被害が出た後の状態と比較しやすいことがわかった。

3. 調査結果

事前状況調査および注意報後調査の結果をTable 1に示す。それぞれの項目について各地点の3株平均値を算出し、その値を用いて11地点における平均値、最大値、最小値を求めた。事前状況調査から注意報後調査までの期間は平均8.2日であった。

草丈および現存葉数は地点間の差が大きく、生育状況が地点によって大きく異なっていた。

事前状況調査では、すべての地点で被害が確認され、被害葉率は平均34%、被害面積率は平均14%であった。注意報後調査では被害状況が悪化し、被害葉率は平均50%、被害面積率は28%となった。

事前状況調査の被害葉率および被害面積率をFig.4に示す。被害葉率および被害面積率ともに市の東部から北部で高い値を示していた。

Ox濃度との関係性を比較するため、2008年6月1日から6月30日までのOxの平均濃度、日最高濃度の平均値、AOT40の濃度分布をFig.5に示す。なお、これらのOx測定地点とアサガオの被害観察地点は一致していない。

平均濃度分布は市の中央部東側が高濃度となって

Table 1 事前状況調査（2008年6月29日～7月4日）および光化学スモッグ注意報後調査（7月7日～9日）の11地点における結果

	事前状況調査			注意報後調査		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小
草丈(cm)	141	233	35	222	288	73
現存葉数(枚)	16	25	7	22	31	8
被害葉数(枚)	5	9	1	10	16	5
被害葉率(%)	34	72	9	50	70	21
被害面積率(%)	14	47	2	28	54	3
平均被害面積率(%)	39	90	8	52	80	17

おり、Fig.4 の葉の被害分布との関連性は見られなかった。一方、日最高濃度の平均値と AOT40 は、両者とも市の東部から北部で高濃度となっており、葉の被害分布と同様の傾向を示した。

一方、注意報後調査の被害葉率および被害面積率を Fig.6 に示す。前回の調査と同様に市の東部から北部で高くなっていった。また、特に市の南部で前回の調査よりも高い値を示していた。

光化学スモッグ注意報が発令

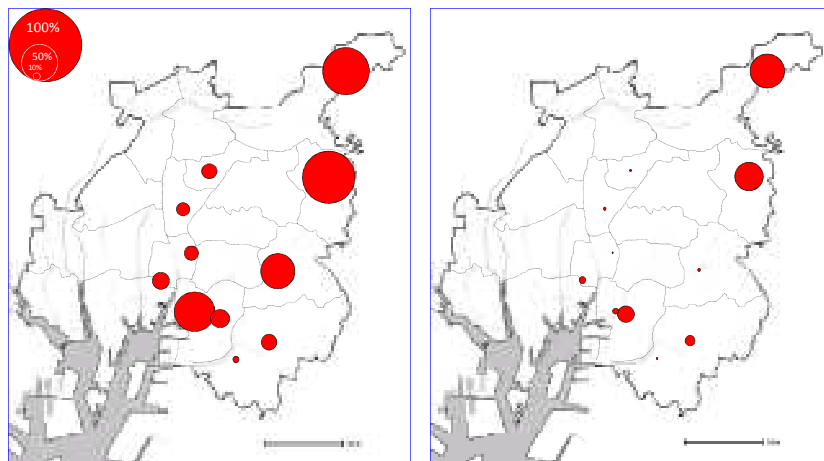


Fig. 4 事前状況調査の被害葉率（左）および被害面積率（右）

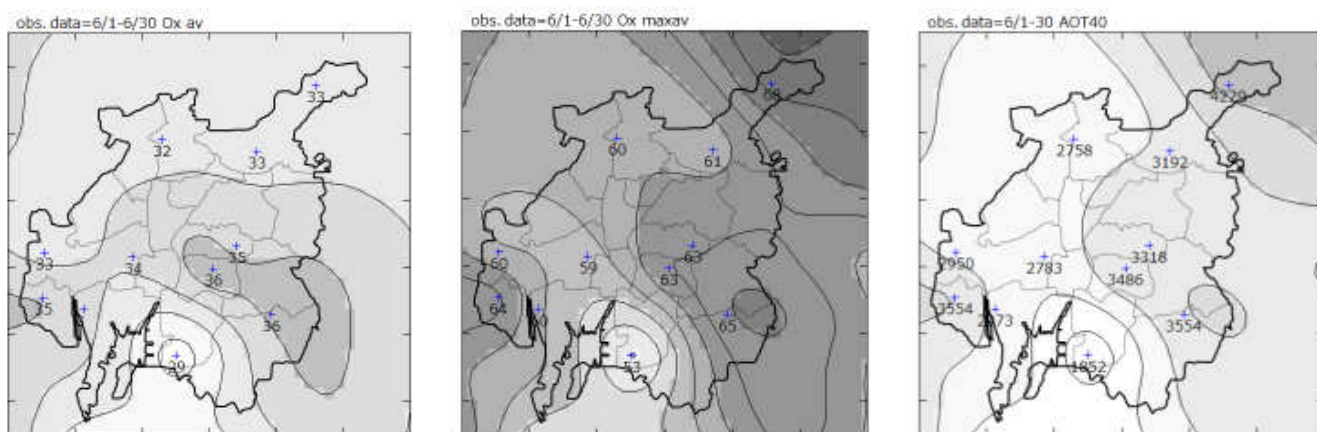


Fig. 5 2008 年 6 月 1 日-30 日における Ox の平均濃度（左）、日最高濃度平均値（中）AOT40（右）

された 2008 年 7 月 5 日を含む、7 月 4 日から 6 日までの光化学オキシダント高濃度期間中における日最高濃度平均値を Fig.7 に示す。高濃度期間中に市の東部から北部で高濃度となっており、南部が特に高濃度になったという状況ではなかった。

また、Fig.8 に調査日の直前 1 カ月間の AOT40 を示す。この分布も市東部から北部で高い値となっていた。Fig.5（左）で示した事前状況調査直前 1 カ月の AOT40 の分布と比較すると、高い値を示す地域は変わらないが、市全域で値が大幅に上がっていた。

また、AOT40 の分布では、図中の最南端の常時監視測定局では、他の地点と比べて値が極端に低くなっていた。この地点では NOx 濃度が比較的高濃度となっ

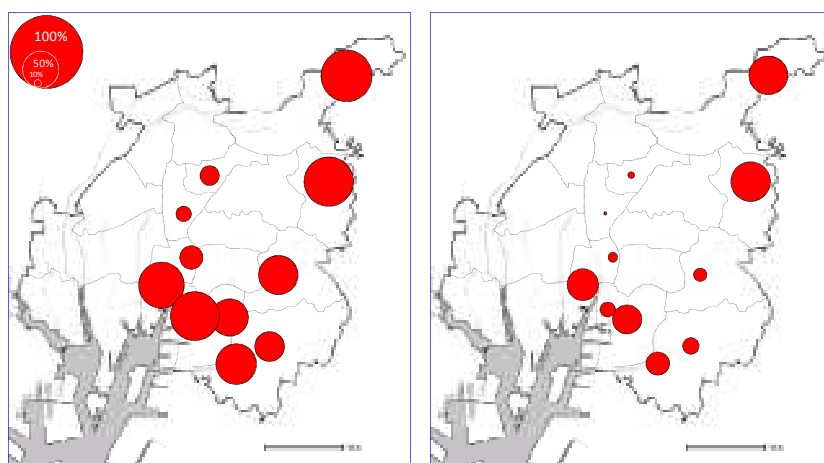


Fig. 6 注意報後調査の被害葉率（左）および被害面積率（右）

ており、このように NOx の発生源の影響が大きいと推定される地点で求めた AOT40 が、その地域の AOT40 として妥当であるのか検証する必要性が感じられた。

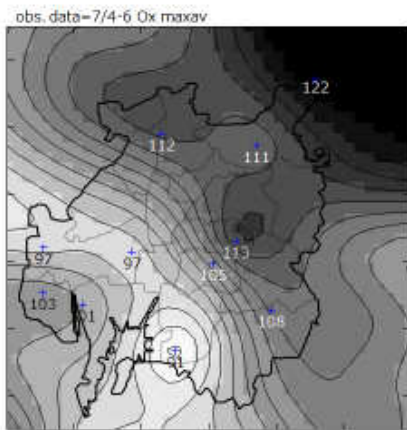


Fig. 7 2008 年 7 月 4 日-6 日における
Ox の日最高濃度平均値

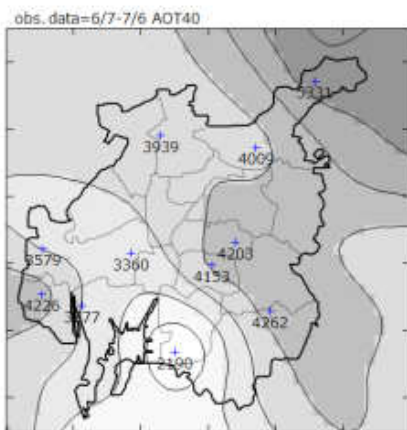


Fig. 8 2008 年 6 月 7 日-7 月 6 日にお
ける AOT40

なお本研究は、平成 20 年度調査研究「身近な環境の簡易測定法等の開発に関する研究」および国立環境研究所との C 型共同研究「オゾンによる植物被害とその分子的メカニズムに関する研究」により行った。

文 献

- 1) 名古屋市環境局、平成 19 年度大気環境調査報告書 (2008).
- 2) 青野光子ら：遺伝子発現でアサガオのオゾンストレスを診断する、第 48 回大気環境学会年会講演要旨集、377 (2007).
- 3) 青野光子ら：遺伝子発現でアサガオのオゾンストレスを診断する(2)、第 49 回大気環境学会年会講演要旨集、260 (2008).
- 4) 岡崎淳ら：オゾンによる植物被害とその分子的メカ

ニズムに関する研究—可視被害とオゾン濃度との関係—、第 50 回大気環境学会年会講演要旨集、552 (2009).

- 5) 青野光子ら：オゾンによる植物被害とその分子的メカニズムに関する研究—遺伝子発現でアサガオのオゾンストレスを診断する(3)—、第 50 回大気環境学会年会講演要旨集、553(2009).
- 6) 小川和雄、松本利恵、佐藤賢一、江村薫：埼玉県における光化学オキシダントによる植物被害、埼玉県公害センター研究報告、18、1-8 (1991).
- 7) 三輪誠ら：埼玉県における住民参加を主体としたオゾンによるアサガオ被害調査—オゾン濃度とアサガオ被害度との関係—、第 50 回大気環境学会年会講演要旨集、439 (2009).
- 8) 伊豆田猛、村松秀幸、河野吉久、清水英幸：樹木に対するオゾン影響に関する実験的研究、大気環境学会誌、36 (2)、60-77 (2001).
- 9) 古俣修、阿部智夫、鈴木博之：新潟県における大気中オゾン濃度レベル—AOT40 を用いた評価について—、新潟県保健環境科学研究所年報、17、65-67 (2002).
- 10) K.Omasa, H.Saji, S.Youssefian, N.Kondo: Air Pollution and Plant Biotechnology, 46-50 (2002).