

# アサガオは見た！？ 光化学スモッグ被害の実態

## －県民参加による植物被害調査－

自然環境担当 三輪 誠

### 1 はじめに

埼玉県は、日本一、光化学スモッグが多発する県で、それによる植物被害が、毎年のように観察されていることをご存じでしょうか？

皆さんは、多分、いろいろな機会を通して「光化学スモッグ」という言葉を聴き、その言葉はよくご存じだと思います。春から秋にかけての暑い日の午後に、「光化学スモッグ注意報が発令されました。できるだけ外出はひかえてください。」というような放送が、市町村の防災放送から流れてくるのを、何度かは耳にしているはず。また、テレビやラジオの天気予報などでも、「光化学スモッグ」という言葉を聴いたことがあるかもしれません。皆さんは、これらの情報から、「光化学スモッグというのは、私たち人間の健康を害するものだ。」ということはずでよくご存じのことだと思います。

しかしながら、実は、光化学スモッグは、私たち人間の健康に影響を及ぼすだけではなく、私たちの身近にある植物にも影響を及ぼしているのです。しかも、植物は、動物に比べて、光化学スモッグの影響を受けやすいことが知られています。そして、植物たちは、その影響を受けたことに対するSOSを、私たちに、目に見える形で発信しています。にもかかわらず、私たちはそれに気がついていないのです。とくに、夏の風物詩であるアサガオは、顕著にそのSOSを発信していますが、それに気がついている人はほとんどいないのが実状です。

埼玉県では、1973年から、光化学スモッグによるアサガオ被害の状況を、県内の約10地点で調べてきました。しかしながら、この調査は、毎年ほぼ同じ地点での調査であり、全県にわたる被害の実態はきちんと把握できていませんでした。このことから、当センターでは、平成17年度から、県民の皆さんに光化学スモッグによる植物被害を知っていただくことをかねて、アサガオ被害調査にご協力いただき、県内での光化学スモッグによる植物被害の実態を把握する調査を実施してきました。

この講演では、光化学スモッグとその被害について概説するとともに、埼玉県内における光化学スモッグによる植物被害の実態を、アサガオ被害調査などの結果に基づいてお話ししたいと思います。

### 2 光化学スモッグとは？

そもそも、光化学スモッグは、どうして発生するのでしょうか。光化学スモッグの発生メカニズムを図1に示します。実は、光化学スモッグの発生には、私たち人間の活動が大きく関わっているのです。人間による生産や物流などの活動が活発になると、工場や事業所、自動車などからの排気ガスとして、窒素酸化物や炭化水素が大量に放出されます。これらのガスは、太陽からの紫外線のエネルギーを受けて複雑な反応（いわゆる光化学反応）を起こし、光化学オキシダントと呼ばれる新たな大気汚染物質に変化します。とくに、春から秋にかけて、風が弱く晴れた日には、これらのオキシダントが大気中にたまってしまい、遠くがかすんで見えることがあります。これを光化学スモッグと呼んでいます。

光化学スモッグを構成する光化学オキシダントの大部分はオゾン(O<sub>3</sub>)であり、そのほかに、パーオ

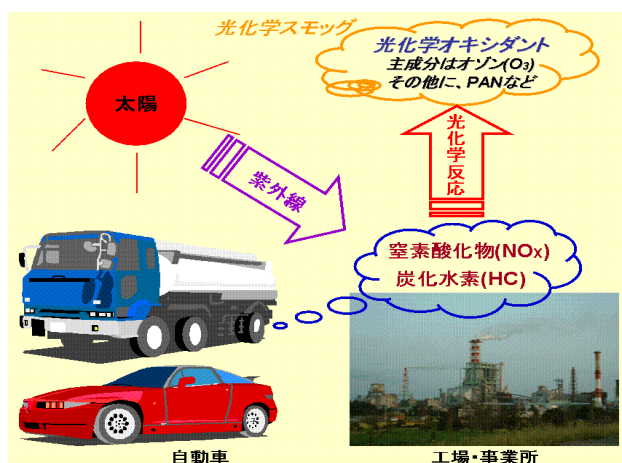


図1 光化学スモッグの発生メカニズム

キシアセチルナイトレイト(PAN)などがあります。これらのガス状の大気汚染物質が、動物や植物に被害をもたらす主な原因となっています。また、光化学スモッグ注意報は、光化学オキシダント濃度が0.12ppm以上、光化学スモッグ警報は、その濃度が0.20ppm以上になったとき発令されます。埼玉県は、日本一、光化学スモッグ注意報の発令件数が多い県として知られています。また、2005年9月には、約20年ぶりに光化学スモッグ警報が発令されました。

### 3 光化学スモッグによる被害

光化学スモッグが発生すると、どのような被害が発生するのでしょうか。私たち人間には、目がチカチカする・痛い、涙が出る、咳がでる、のどが痛いなどといった粘膜を刺激するような症状や、息苦しい、吐き気がする、頭が痛いなどといった症状として被害が現れます。このように、光化学スモッグはヒトの健康を害するため、光化学スモッグ注意報が発令されているときは、できるだけ外出はひかえた方がよいといえます。

一方、植物は、動物に比べて、光化学スモッグに対する感受性が強いことが知られています。したがって、私たち人間に被害がでない程度の光化学オキシダント濃度でも、葉面に目に見える形で障害が現れたり、葉が落ちたりする被害が発現することがあります。とくに、アサガオ(図2)やサトイモ(図3)は、光化学オキシダントの主成分であるオゾンに対して感受性が強く、葉の表面に白色や褐色の斑点として被害を発現し、私たちにオゾンの影響が発生したことを教えてくれます。そのため、アサガオやサトイモは、オゾンの指標植物<sup>註1)</sup>としてよく知られています。また、とくにペチュニア(図4)は、PANに対して感受性が強く、葉の裏面に銀白色または青銅色の光沢斑として被害を発現し、私たちにPANの影響が発生したことを教えてくれます。そのため、ペチュニアは、PANの指標植物としてよく知られています。



図2 アサガオの葉の表面に  
発現したオゾン被害



図3 サトイモの葉の表面に  
発現したオゾン被害



図4 ペチュニアの葉の裏面に  
発現したPAN被害

### 4 植物の葉に被害が発現するしくみ

光化学スモッグにより、植物の葉に被害が発現するしくみは、どのようになっているのでしょうか。植物の葉には、気孔と呼ばれる小さな穴がたくさんあいています。そして、この穴は、周囲の環境に応じて、開いたり、閉じたりします。植物は、気孔の穴を開いて、大気中から二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を取り込み、光合成を行っています。光化学スモッグを構成する光化学オキシダント(オゾンやPAN)は、この気孔から二酸化炭素が取り込まれるのと一緒に、葉の中に取り込まれます。オゾンやPANは、酸化力が強いいため、強い毒性があります。そのため、葉の中に入ったオゾンやPANは、葉の細胞にダメ

ージを与え、葉の緑色のもとになっている葉緑素を壊します。これが、葉に被害が発現する原因となります。

オゾンは、葉の中に取り込まれると、主に葉の柵状組織の細胞にダメージを与えます(図5)。そのため、オゾンによる被害は、主に葉の表面に発現します。一方、PANは、葉の中に取り込まれると、主に葉の海綿状組織の細胞にダメージを与えます(図6)。そのため、PANによる被害は、主に葉の裏面に発現します。しかしながら、なぜ、オゾンとPANによってダメージを与える細胞が異なるのかは、現在のところわかっていません。

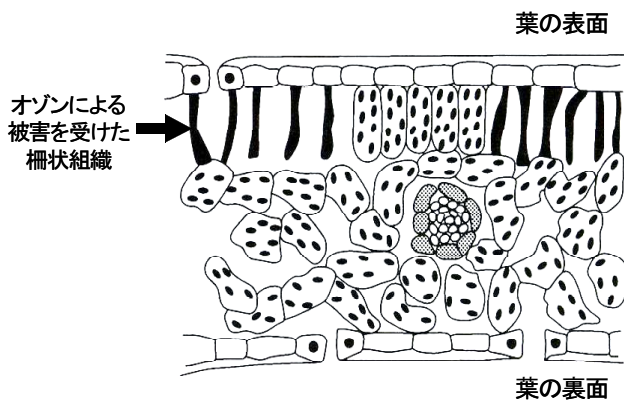


図5 オゾンによる被害を受けた葉の横断面図  
(大気汚染による植物被害写真集(2002)  
から引用)

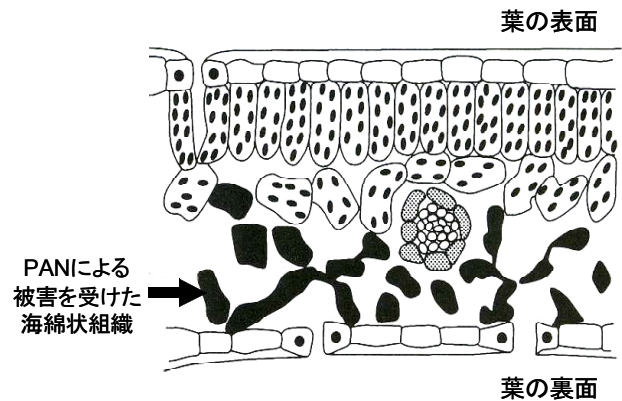


図6 PANによる被害を受けた葉の横断面図  
(大気汚染による植物被害写真集(2002)  
から引用)

## 5 光化学スモッグによるアサガオ被害調査

### 5.1 概要

先に述べたように、アサガオは、光化学オキシダントの主成分であるオゾンに感受性が強く、私たちの目に見える形でその被害を発現してくれます。そのため、アサガオは、オゾンの指標植物としてよく知られています。当センターでは、平成17年度から、埼玉県内における光化学スモッグによる植物被害の実態を把握するため、県民の皆さんにご協力いただき、アサガオに発生するオゾン被害の県内での分布を調査してきました。以下に、平成17年度に実施したアサガオ被害調査の具体的な方法と、それから得られた結果の一部を示します。

### 5.2 方法

当センターにおいて、オゾンの指標植物であるアサガオ(品種:スカーレットオハラ)の苗を育成しました。これらの苗(5個体)を、調査協力者(身近な環境観察局ネットワーク参加者などの一般県民の方)に、平成17年6月中旬から下旬にかけて配布しました。配布した苗は、平成17年6月27日から7月27日までの1ヶ月間にわたって、ご自宅の庭などで育成していただきました。育成期間終了後に、苗長、着葉数、各葉位における被害面積率<sup>注2)</sup>などを調査し、その結果を所定の記録用紙に記入して当センターまで送っていただきました。また、当センターの自然環境担当でも、県内の約10地点において、独自に同様の調査を実施しました。

全ての調査地点(44地点)から回収したデータは、当センターで整理し、そのデータに基づいて、県内でのオゾンによるアサガオ被害の分布を検討しました。また、県内の大気汚染常時監視測定局における光化学オキシダント濃度のデータに基づいて、平成17年7月における県内でのオキシダント濃度の分布を検討し、アサガオ被害の分布と比較しました。

### 5.3 結果

埼玉県内における44のいずれの調査地点においても、アサガオの葉面にオゾンによる可視障害が発

現しました。また、各調査地点における被害葉率(被害葉の数÷現存葉の数×100)の平均値は約54%でした。これらのことは、埼玉県内では、光化学スモッグによるアサガオの被害が発生しやすく、各調査地点では、平均すると、出現した葉の半数以上に被害が発現したことを示しています。また、各調査地点における被害葉1枚あたりに換算した平均被害面積率(累積した被害面積率÷被害葉の数)の平均値は約71%でした。これは、各調査地点で、被害が発現した葉では、平均して葉の面積の約7割程度にまで達する被害が発現したことを意味しています。

図7に、平成17年7月における日最高オキシダント濃度の月平均値の県内分布を、図8に、被害葉1枚あたりに換算した平均被害面積率の県内分布を示します。オキシダント濃度の分布は、地域により相対的な差が認められたものの、その濃度は、県内全域で高い傾向にありました。そのため、調査を実施した県内の極めて広い範囲で、アサガオの顕著な被害が観察されました。

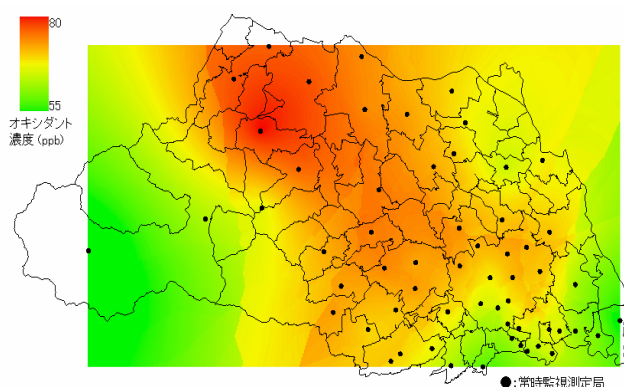


図7 平成17年7月における日最高オキシダント濃度の月平均値の県内分布

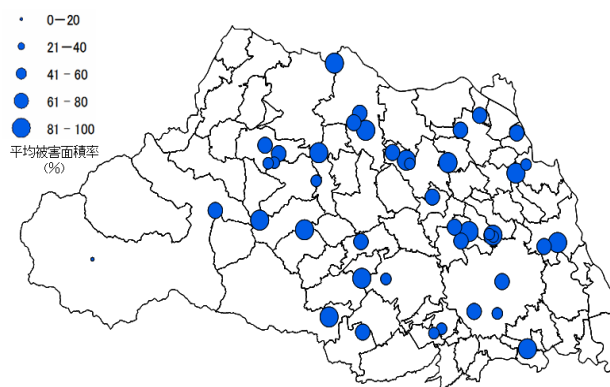


図8 被害葉1枚あたりに換算した平均被害面積率の県内分布

## 6 まとめ

平成17年度に、オゾンの指標植物であるアサガオを用いて、埼玉県内における光化学スモッグによる植物被害の実態を調査した結果、調査した全ての地点で、被害が観察されました。このことは、埼玉県では、夏季における光化学スモッグによる汚染とそれによる植物被害が、極めて広い範囲に広がっていることを示しています。なお、平成18年度においても、平成17年度と同様の調査を、調査地点数を100地点以上に増やして実施しました。この調査により得られたデータは、現在解析中であり、今後公表する予定になっています。

埼玉県内における光化学スモッグによる植物被害の実態を把握するためには、今後さらにこの調査を継続していく必要があると考えています。平成19年度も、この調査を実施する予定です。多くの方に参加していただけることを心から願っています。

## 用語解説

- 注1) **指標植物**：ある特定の環境要因に対して敏感に反応し、その反応を何らかの現象として表す植物のことを指標植物といいます。例えば、アサガオは、オゾンに対して敏感に反応し、その反応を葉の表面に白色や褐色の斑点として表します。この場合、アサガオのことを、「オゾンの指標植物」といいます。
- 注2) **被害面積率**：1枚の葉の面積のうち、その何割程度に被害が発現したのかをパーセント表示した値のことを被害面積率といいます。アサガオ被害調査では、被害を目で見ることにより、おおよその値を記録することになっています。

## 文献

- 1) 大気環境学会植物分科会, 農業環境技術研究所: 大気汚染による植物被害写真集 (2002)