

# アサガオから見た光化学スモッグ



図1 スカーレット・オハラの花と葉(左:写真)といろいろな形のアサガオの葉(右)

初夏になるとアサガオのツルが伸びて、花が開きます。図1のアサガオを見てください。このアサガオは葉の形がちょっと違います。皆さんが知っている種類は葉が右の図の上の形です。ところがこの葉は中央の形で、「トンボ葉」と呼ばれ、今回育てるスカーレット・オハラの特徴です(羽が4枚ないこともあります)。下のセミ葉よりは全体に細長い形です。

ここで もう一度図1を見ましょう。この時期に、スカーレット・オハラの葉を観察すると様子がおかしいことに気づきます。ここでは、葉の観察から光化学スモッグについて考えます。

## ..... 1 準備 .....

### [準備1] スカーレット・オハラの種

種は市販されています。近くの園芸店などで手に入れてください。種は、4月末までに準備してください。

## ..... 2 種まき .....

種まきは5月上旬～中旬に行います。花だんなど地面に直接まくのが望ましいのですが、植木ばちやプランターでもかまいません。種は 5mm～1cmの深さにうめます。

早く発芽させたい時には、種を一晩水につけておく方法があります。



図2 プランターに仕立てた例



図3 わき芽をつまなかつたアサガオ

..... 3 水やり .....

水は土の表面が乾いたら、たっぷりまきます。植木ばちやプランターでは、底から水が流れ出すまで、十分に与えます(ほぼ毎日の作業になります)。

この作業は、アサガオに種がつくまでに行いましょう(収穫した種は乾いたところに保存して、翌年の観察に用います)。本葉が2、3枚に増えて、苗がじょうぶになったら、肥料を少しだけやってください。

..... 4 たなづくり .....

[準備2] 支柱、シュロなわ、針金

苗がじょうぶになったところで、つるが巻きつく「たな」を作ります。つるは支柱に直接巻きつかせても、図2のように上から垂らしたシュロなわに巻きつかせてもかまいません。

この時、観察用の苗5本を選んで、20~30cm程度はなれるように間引きをします。

..... 5 わき芽かき .....

わき芽かきは忘れてはいけない作業です。アサガオは放っておくとくきと葉の間から新しい芽(つる)が伸びてきます。これを「わき芽」と呼びますが、必ず切り取ってください。

アサガオの葉は下から1枚目、2枚目と数えていきますが、わき芽が伸びてしまうと、どれを数えていいのか、わからなくなります。図3のようになってしまうと大変です。

観察する苗は、(さみしいですが...)図2のようにつるを1本だけ残した形にします。

..... 6 葉の観察 .....

葉の観察は、いつでも行えます。図4の写真を参考にしましょう(重要!!!)。



図4 全体の20%、70%に被害を生じた葉

埼玉県環境科学国際センターのホームページから転載

<http://www.pref.saitama.lg.jp/A09/BA30/labo/bunya/sizen/asagaochosa/2-2-3.pdf>

図4の左の写真は、トンボの羽の先が白くなっています。赤や黒ではなく、白く見える部分が光化学スモッグで被害を受けたところです。また右の写真は、葉脈の部分を残して白い部分が広がっていますが、このように葉脈間が白くなるのが大きな特徴です。光化学スモッグは「オキシダント」と呼ばれる物質が原因です。この濃度が高いほど被害は生じやすく、右の図のようにその面積も広がります。白い部分は日が経つと、黄色やかっ色に変わることがあります。

アサガオの品種は数多くありますが、光化学スモッグの影響を受けやすく、また病虫害と区別しやすいのが、スカーレット・オハラです。



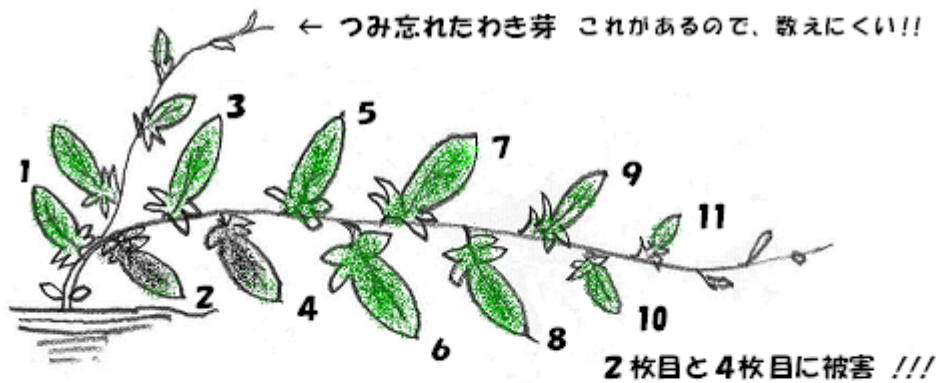
図5に、被害がなかった葉と被害を受けた葉を示しました。被害がなかった葉も、光化学スモッグが発生すると1～2日後には白い部分が生じます。被害がひどければその部分が枯れてしまうこともありますが、葉脈をまたぐことはありません(図の右の写真)。

図4、5を見て、病虫害とまちがえないようにしましょう。

図5 被害がなかった葉と被害を受けた葉(埼玉県環境科学国際センターのホームページから)

…… 7 観察結果の記録 ……………

[準備3] 観察ノート



|                                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| 株<br>A                           | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15    | 全葉数  |
|                                  | レ  | ●  | レ  | ●  | レ  | レ  | レ  | レ  | レ  | レ  | △  |    |    |    |       | 11 枚 |
|                                  | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30    | 被害葉数 |
|                                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       | 2 枚  |
|                                  | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45    | 被害葉率 |
|                                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 18 %  |      |
| 気がついたこと                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 草丈    |      |
| 4枚目がきれいながトンボ葉だったのに、被害にを受けて残念 !!! |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 90 cm |      |

観察には成長のよい3本を選んで、A株、B株、C株とします。ここでは、A株に下から2枚目と4枚目に被害が生じたとします。

観察ノートには、A株の2、4枚目の欄に「●」（黒丸）」を記入します。被害がない葉は「レ」、葉がなくなっていたら(欠葉と呼びますが)「×」、最上位の葉には「△」を記入します。最上位の葉はしっかり開いた葉までとします。

あわせて、10cm単位で草丈を測ります。草丈は成長を判断する目安です。草丈が低いと葉数も少なく、他の地点との比較が難しくなります。

B株、C株も同様に記入し、次は計算です。

「△」のついた位置の数を「全葉数」と呼びます(「×」があったらその数を差し引きます)。

「●」の合計「被害葉数」を求めて、次の式から被害葉率(%)を算出します。

$$\text{被害葉率(\%)} = \text{被害葉数} / \text{全葉数} \times 100$$

A株～C株の被害葉率を計算し、3株の平均を求めます。草丈も3株の平均を求めます。

…… 8 観察結果の保存と送付 ……………

観察ノートは、1週間ごとや10日ごとのように、観察日を決めて記入することが大切です。このノートは、10年後、20年後、50年後、100年後には貴重な記録になるはずで。

図6に平成5年度と6年度に延べ142の小中学校が参加したアサガオ葉の観察結果を示しました。北杜市など標高が高い地点を除いて全県下で被害が観察されました。

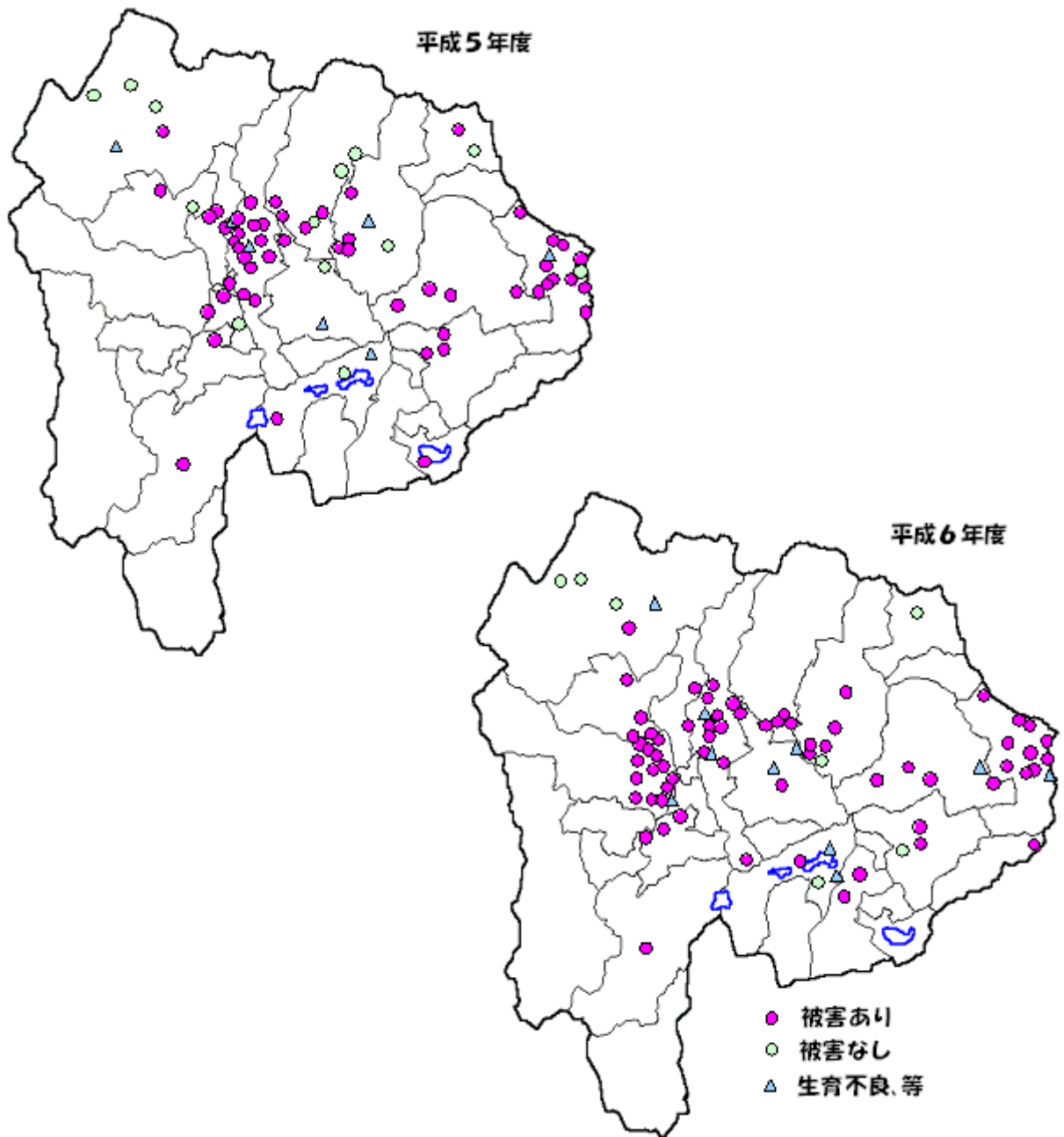


図6 山梨県で行ったアサガオ葉の観察結果（観察基準日：7月31日）  
 山梨県：アサガオモニター事業結果報告書(平成5,6年度)

## 解説 オキシダントとその影響

### …… 1 オキシダントによる健康被害 ……………



**猛暑で光化学スモッグ  
児童ら398人被害**  
東京・千葉

東京都と千葉県内の小、初等、国県区内の五小  
中二学校で10日午後、計 398人の児童らに被害が出た。このうち、杉並区立第一小、中各一校で51人、さき野の養育院を併せて被害が出た。東京都では、昨年は六、七、八、九、十、十一、十二の各月、計11校で10人以上が救急車で病院に搬送された。光化学スモッグの原因とみられる。東京都環境局によると、体と呼吸器に被害を受けたのは、杉並と

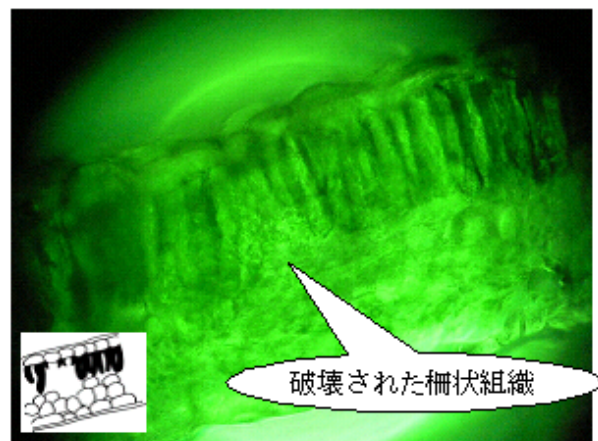
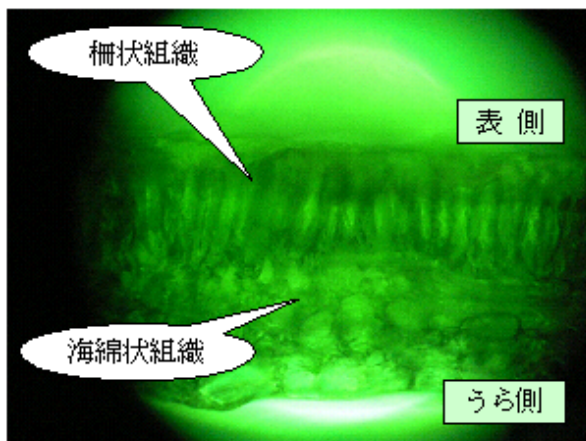
(編集者 社会新聞)

左は平成10年7月10日の読売新聞の記事です。前日の光化学スモッグにより、東京都内や千葉県内では398人の小中学生が被害にあいました。杉並区の小学校では、6年生を中心に63人が救急車で病院に運ばれました。この年、山梨県内でも上野原で中学校44人が、「目がチカチカする」「息苦しい」「吐き気がする」などの健康被害を訴えました。

人もアサガオも被害のメカニズムは同じです。光化学スモッグを引き起こすオキシダントは、呼吸により葉の中に入ります。下に健全な葉と被害を受けた葉の顕微鏡写真を示しました。葉の中に入ったオキシダントは細胞を破壊します。そのため細胞からは「葉緑素」が流れ出し、色が抜け落ちて白く見えます。図4で細胞が破壊されて白く見える様子をもう一度確認しましょう。

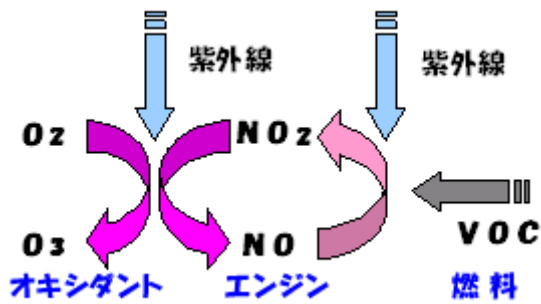
私たちも同じように、呼吸で取り込まれたオキシダントにより、のどの粘膜細胞が破壊されます。さらに奥深く入ると肺の細胞も破壊されます。そのため、のどが痛くなったり呼吸が苦しくなります。目の表面の細胞も破壊されるので、目はチカチカします。

全国では健康被害が1,000人を超える年もあります。県は、このような健康被害を防ぐためにオキシダント濃度が高くなると「光化学スモッグ注意報」を発令します。注意報が発令された時には、目やノドがオキシダントにさらされないようにします。激しい呼吸が必要な戸外の運動はやめて、室内(オキシダント濃度は戸外より低い)に入りましょう。



顕微鏡でみた葉の断面 (左:健全な葉、右:被害を受けた葉)

…… 2 オキシダントの生成 ………



このオキシダントが生じるためには、燃料とエンジンが必要です。そのしくみを左に示しました。

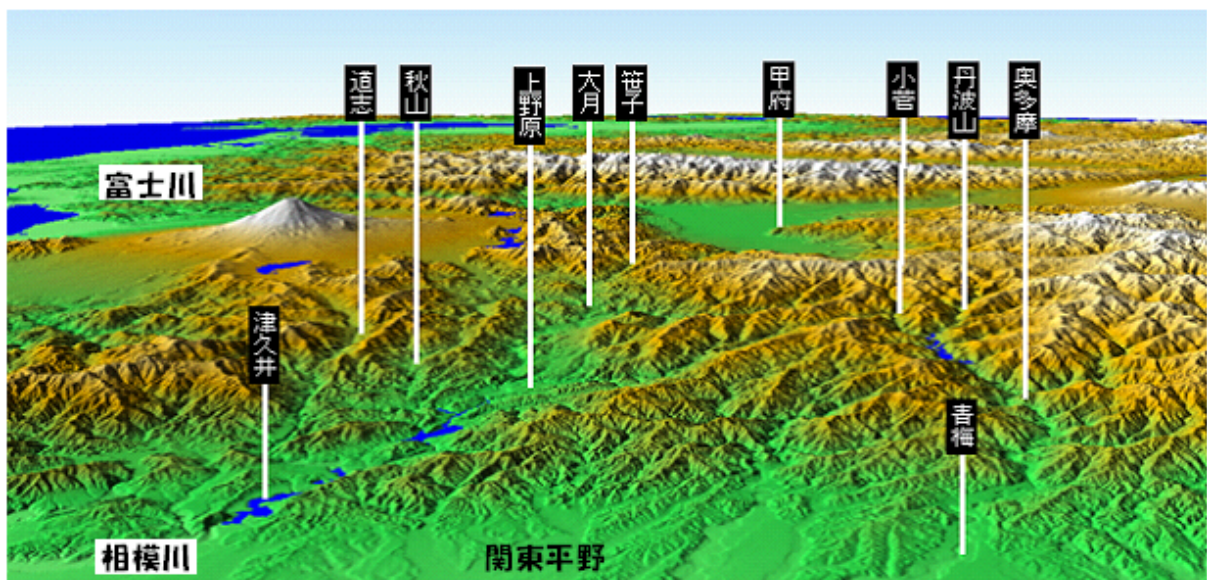
燃料はVOC(揮発性有機化合物)と呼ばれ、ガソリン蒸気や塗料の溶媒など揮発して大気中にある物質です。

エンジンは紫外線を受けると、自動車などから発生したNO(一酸化ちっ素)をNO<sub>2</sub>(二酸化ちっ素)に変えます。NO<sub>2</sub>はO<sub>2</sub>(酸素)をO<sub>3</sub>(オゾン:オキシダントの主要成分)に変えてNOに戻りますが、この時

生じたO<sub>3</sub>が光化学スモッグを引き起こします。

このエンジンは、NOを再びNO<sub>2</sub>に変えてO<sub>3</sub>を生じます。このようにO<sub>3</sub>の生成を続けるエンジンを止めるには、紫外線かVOCをなくす必要があります。そこで、国は平成18年からVOCの排出規制を始めました。

…… 3 山梨県のオキシダント ………



東京、埼玉、千葉、神奈川を南関東1都3県と呼びます。ここには日本の人口の1/4の約3,000万人(山梨県は90万人)が生活しており、家庭や工場、自動車から大量のNOやNO<sub>2</sub>、VOCが発生します。ここで生じたオキシダントは、海風に乗って関東平野の南側から北側へ(上の図の左から右へ)移動します。

山梨県東部には、南関東に開いた大きな谷があります。大月や上野原はこの谷にあり、平野を北上するオキシダントは、相模川沿いの谷風によってこの地域に流れ込みます。注意報の発令数が増えるのはそのためです。また、これまでにこのオキシダントが笹子峠を越えて甲府盆地に流入することもありました。

他方、富士川沿いでは晩春にオキシダント濃度が高くなって、注意報が発令されます。これは南関東のオキシダントが西側の駿河湾に流されるため、春の移動性高気圧の通過時に起こります。駿河湾の海風に乗ったオキシダントは、富士川沿いの地域を経て、甲府盆地にも流入するため盆地全体でその濃度が高くなります。

…… 4 山梨県の注意報発令数や健康被害届け出人数の推移 ……………

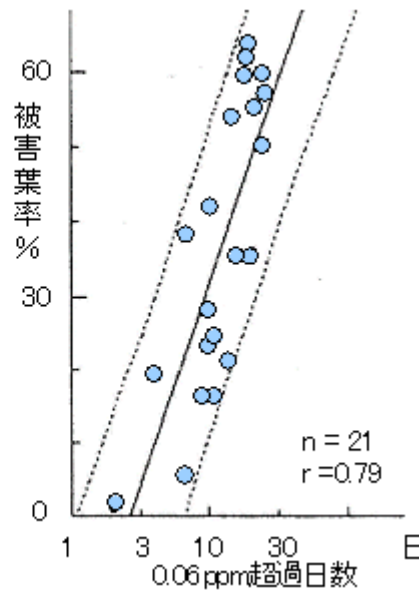
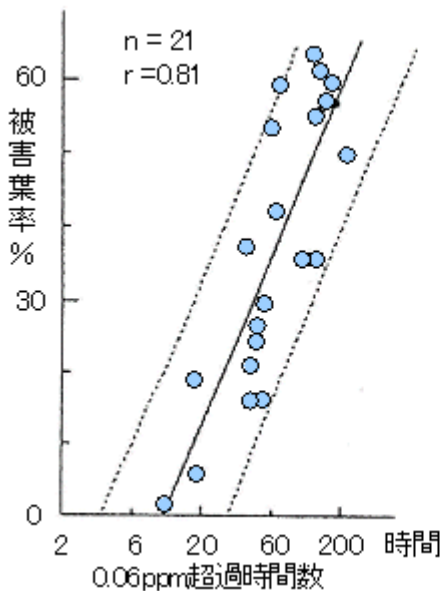
山梨県の光化学スモッグ注報と健康被害届け出人数の推移

|           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 年度        | H1  | H2  | H3  | H4  | H5  | H6  | H7  | H8  | H9  | H10 | H11 | H12 |
| 注意報発令数    | 4   | 23  | 9   | 20  | 7   | 8   | 5   | 4   | 2   | 7   | 6   | 14  |
| 健康被害届け出人数 | 0   | 0   | 4   | 0   | 0   | 69  | 0   | 0   | 0   | 104 | 3   | 18  |
| 年度        | H13 | H14 | H15 | H16 | H17 | H18 | H19 | H20 | H21 | H22 | H23 | 合計  |
| 注意報発令数    | 13  | 12  | 5   | 5   | 9   | 12  | 15  | 4   |     |     |     | 180 |
| 健康被害届け出人数 | 54  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |     |     |     | 252 |

上の表は、山梨県の注意報の発令数の推移です。注意報の発令数は年度によって異なりますが、これは南関東の天候によります。南関東で生成したオキシダントが流れ込む山梨県では、天気(紫外線)はあまり関係ありません。上野原では小雨の中で健康被害にあった例もあります。

健康被害の届け出は、平成13年度を最後に19年度までありませんでした。これは注意報発令時の対応方法が十分に理解されるようになったためだと考えられます。被害は小中学生がほぼすべてを占めます。この記録が延ばせるように、小中学生の皆さんの協力をお願いします。

…… 5 アサガオとオキシダントとの関係 ……………



オキシダント濃度が0.12ppm(一辺1mの立方体に一辺5mmのさいころが占める割合)以上になると、健康被害を防止するため、注意報が発令されます。ところが、スカーレット・オハラはこれより低い濃度で被害を生じます。

衛生環境研究所で行った調査結果を、グラフで示しました。X軸は平成3～5年の7月一ヶ月間の環境基準(0.06ppm)超過の時間数と日数です。

この軸の切片から、環境基準の超過が3～30時間(平均10時間)または1～7日(平均3日)で、スカーレット・オハラに被害が現れることがわかりました。

山梨県内だけではなく全国でもこの濃度を超える年が多いため、ほとんどの場所で葉に被害が生じると考えられます。アサガオを育てながら、その年の光化学スモッグの発生状況を被害の程度から調べてみましょう。



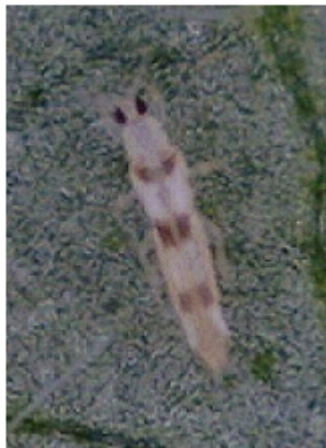
…… 6 被害の見分けかたと葉の上でくらす虫たち ……………



写真のアサガオは、オキシダントの被害を受けています。ところが中には、これとは異なる被害もあります。両者は、白色や褐色に変わった部分が葉脈を含むかどうかで見分けることができます。

葉脈まで変色した葉を顕微鏡で見ると、ハダニなどの小さな虫がいることがあります。これらの虫は葉脈の部分も食べてしまうので、オキシダントの被害とは容易に区別することができます。

アサガオの観察では、虫が食べた葉はオキシダントの被害ではないので数えないようにしましょう。



ダニに食べられた葉には、左のような虫もいます。アザミウマと呼ばれ、ダニを食べて生きています。大きいので、元気に動き回る様子を虫めがねで観察することができます。

オキシダントにより葉が被害を受けて枯れると、ダニもアザミウマも生活できなくなります。

光化学スモッグの影響は、ひとやアサガオだけではなく、こんな小さな虫にも及びます。