

相原敬次  
(大気環境部)

Tecnical Paper

Cultivation of Morning Glory and Visible Leaf Injury caused by Ozone exposure

Keiji AIHARA  
(Air Quality Division)

1. まえがき

光化学オキシダントによる汚染は、過去の危機的状況からは脱することができたが、依然として県内においても環境基準が達成されていない。

平成9年の4月から10月の光化学スモッグシーズンにおける神奈川県内のオキシダントの高濃度発生日(オキシダント濃度が0.12ppm以上となる日)は11日あり、そのうち4日は注意報が発令されている<sup>1)</sup>。またアサガオやサトイモ、ペチュニアなどの植物を使ったモニタリング調査の結果から光化学オキシダントが植物生態系に対して影響をおよぼしていることが示唆されている<sup>2)</sup>。

光化学オキシダントによる植物への可視被害の状況を観察することは、影響把握の手法として有効であり、最近では大気汚染に関する啓発活動や環境学習のわかりやすい教材としても利用されている<sup>3)</sup>。とりわけ、植物の葉に出現する光化学オキシダントの可視被害に関連する調査や研究は、古くから行われ、多くの知見が得られている<sup>4) 5) 6)</sup>。環境科学センターではこれらの知見や成果を参考にして「大気汚染の植物ウォッチング」や「公開講座」などの環境学習事業を実施している。光化学オキシダントによる可視被害の判別、評価方法については、被害写真や図版等を用いて説明を行っている。しかし、可視被害の状況をより理解するためには葉に現われた可視被害を実物で説明することがより効果的である。可視被害の発現した植物を季節を問わず提供できるようにするためには、対象植物の生育方法および実験室での汚染物質の暴露による人工的な可視被害の発現方法を確立する必要がある。今回は、アサガオを用いてその栽培方法と光化学オキシダント(オゾン)による可視被害をより簡易に発現させる方法について報告する。

2. 方法

2.1 アサガオの品種と栽培方法

アサガオの品種は、従来より光化学オキシダントに対して感受性が高く被害症状としての判別が容易なスカーレットオハラを用いた。

栽培は屋内での展示を考慮し、ポット栽培とした。ポットは、プラスチック製のポリポット(4号あるいは4.5号鉢)を使用し、図1に示すように下層(3~5cm)に腐葉土を、上層に培養土(商品名:クレハ園芸培土)を用意し、培養土に十分灌水後、深さ約1cmの穴を中央部に2カ所あけ、それぞれに1粒または2粒播種した。なお播種に先だって、種子はあらかじめ形の良いものを選定し消毒処理をした。

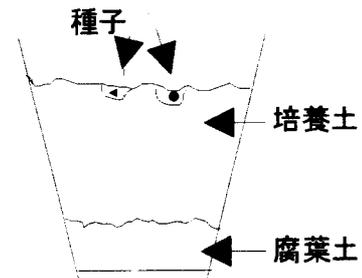


図1 培養土と播種方法

播種後、発芽までは表土の水分の乾燥を防ぐため、新聞紙等で覆いをし、自然光型グロースチャンパー(コイトロン-S152A)内に置いた。なおグロースチャンパーの温度は、昼間(午前6時から午後6時)が25℃、夜間(午後6時から午前6時)が20℃とした。発芽後、覆いをとり2個体発芽の場合、子葉の展開および形の良い方の個体を残した。1日1回十分灌水し、7日から10日おきに肥料(商品名:ハイポネックス1000倍液)を与えた。なお、個体の生育に伴い伸長するわき芽はその都度取り除き、生育伸長した主茎の蔓は、市販の行灯づくり用の支柱に誘引するか、ループ状に束ね40cm程度の支柱で保持した(写真1参照)。



写真1 生育したアサガオ

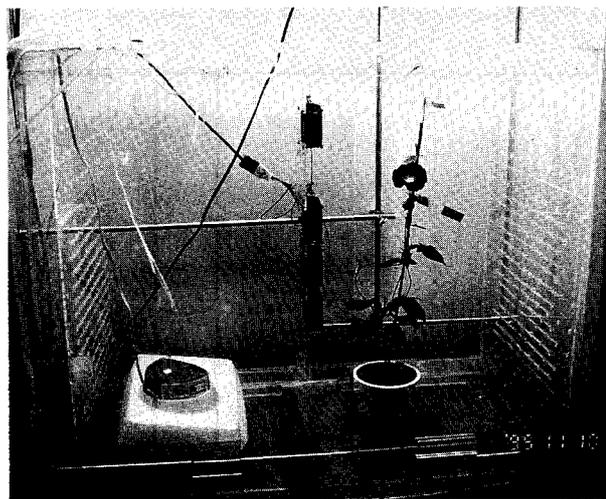


写真2 暴露実験中のアサガオ

## 2.2 オゾン暴露方法および可視被害の評価方法

オゾン暴露装置の概略図を図2に示した。すなわち、人工光型の環境実験装置（コイトトロン-KG 50MLA：高さ1.8m、幅1.2m、奥行き0.8m）内に暴露チャンバーを設け、これにオゾン発生器（スギヤマゲン製 NS-03型）を用いてオゾン（濃度0～21%）を導入した。暴露チャンバーは図3に示すように、透明の亚克力板で構成され、内部の空気を小型ファンにより風速0.2～0.5m/secで循環する方式とした。なお、暴露チャンバー内の温湿度は、通気扉の一部を開放することにより、環境実験装置内とほぼ一致するよう調整した。オゾンは2ℓ/minの流量で導入し、濃度は、チャンバー内の濃度を連続測定機で監視しながらオゾン発生器の電圧で調整した。環境実験装置内の環境は昼間（AM6:00～PM6:00）と夜間（PM6:00～AM6:00）に分け、昼間は人工照明

（照度：12000 LUX）を点灯した明条件、夜間は無点灯の暗条件とした。なお、チャンバー内での暴露時の状況を写真2に示した。

可視被害の評価方法は、関東地方公害対策推進本部大気汚染部会で実施している方法<sup>9)</sup>に準じて実施し、オゾン暴露後のアサガオの葉面の可視被害の有無および程度について調査した。

## 3. 結果および考察

### 3.1 アサガオの生育状況

アサガオの播種後の発芽および子葉完全展開までの日数を調べた。その結果発芽すなわち培養土の表面に芽が観察されるまでの日数は早くても3日後、遅くても5日後であり、また子葉が完全に展開、すなわちアサガオのハート型の子葉が完全に開き終わるま

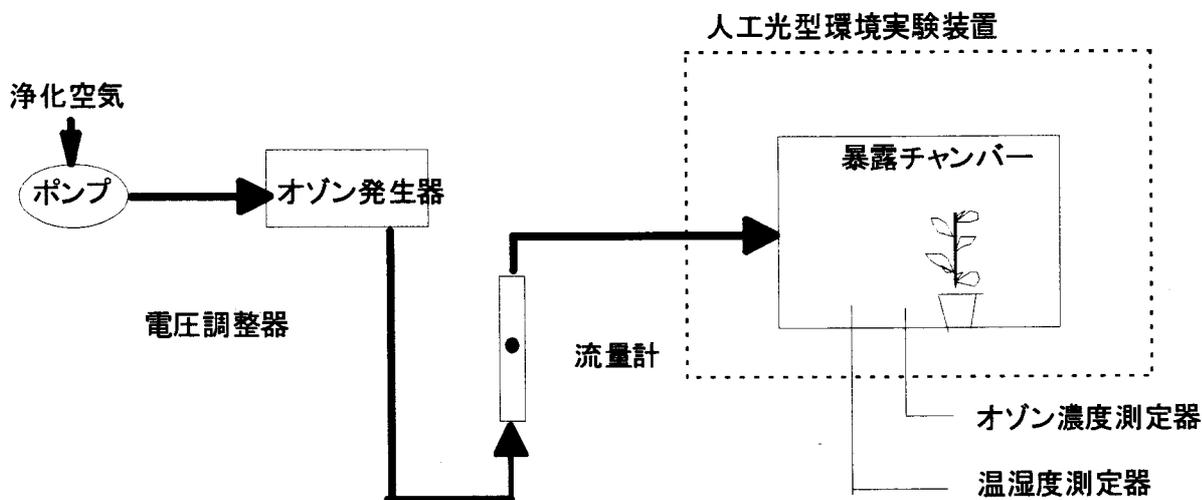


図2 オゾン暴露装置概略図

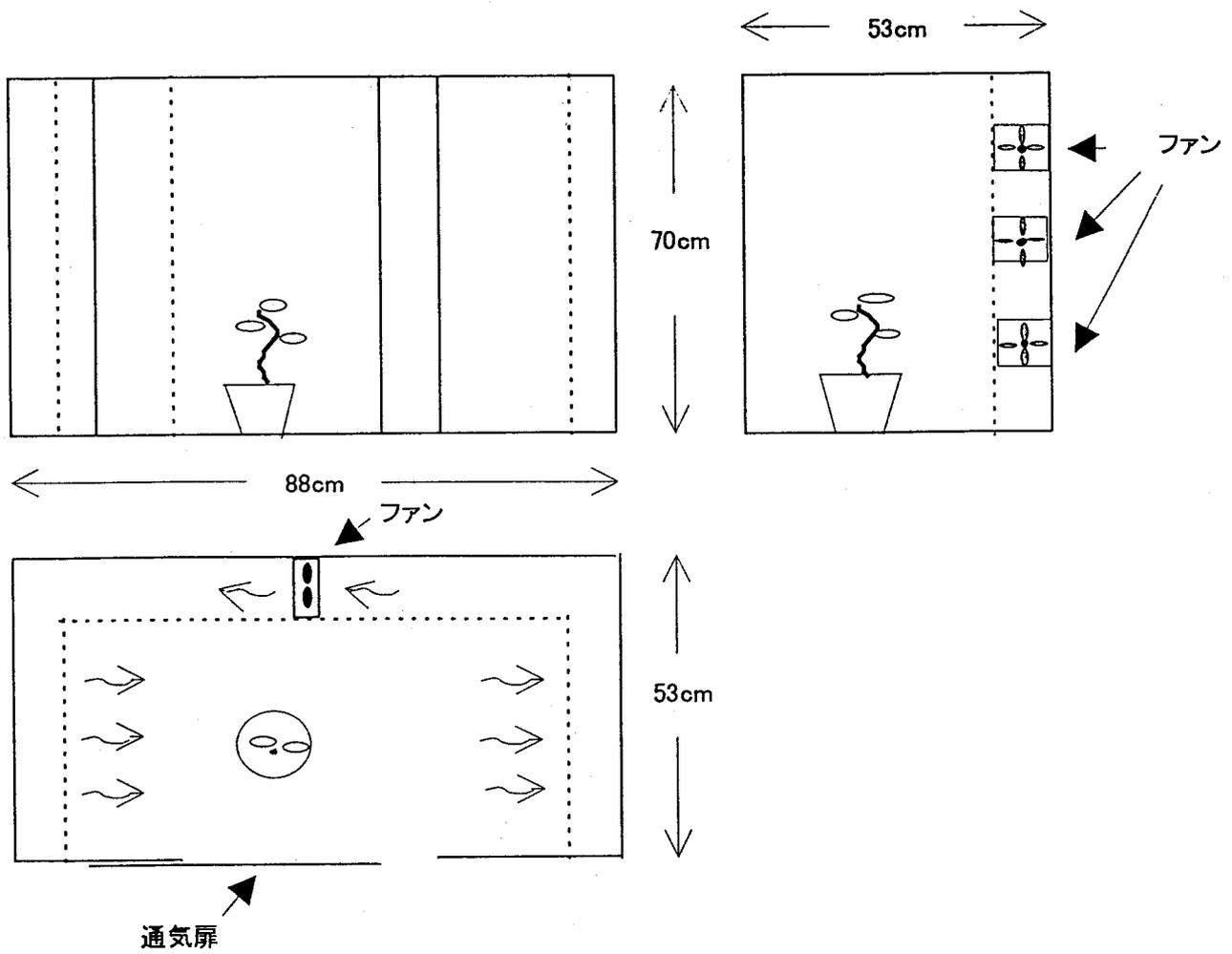


図3 暴露チャンバーの構造

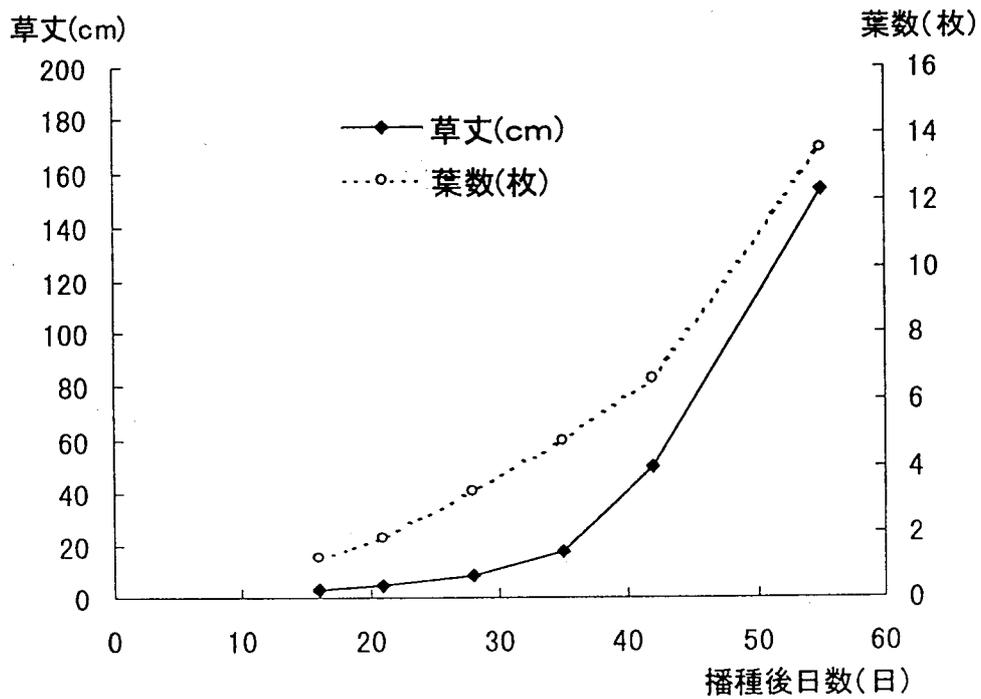


図4 アサガオの生育状況 (5個体の平均)

での日数は、発芽後5日から8日程度であることが確認された。その後の草丈および本葉数を調査した結果を図4に示した。すなわち草丈の平均は、播種後16日で3~4cm、28日後には7~12cm、42日後には50cm、56日後は、約150cmとなった。また本葉は、播種後ほぼ2週間前後で葉の展開が始まり28日後には約3枚、42日後は約7枚、56日後に約12枚の本葉が着葉した。関東地方で実施されている植物被害の調査結果<sup>9)</sup>によればアサガオの場合、葉数が12枚以上で被害に対する葉の感受性が認められることが報告されている。このことから、暴露実験供試用のアサガオは、播種後約2ヶ月には確保できることが確認できた。

### 3.2 オゾン暴露による可視被害の発現状況

アサガオに対するオゾン暴露は、昼夜連続暴露(実験1)と昼間のみの暴露(実験2)について行った。

### (実験1)

草丈265cm、本葉数19枚のアサガオに対して昼間、夜間連続で25時間でのオゾン暴露を実施した。暴露時間中のオゾン濃度を図5に示した。オゾン濃度は、最高が0.23ppm、最低が0.13ppm、平均で0.19ppmとなりドース(平均濃度×暴露時間)は4.75ppm・hrとなった。なおチャンパー内の温湿度は昼間が温度27℃、湿度51%、夜間が温度21℃、湿度71%であった。

暴露による可視被害は、表1に示したように本葉数19枚中、第5位葉から第11葉までの7枚と第13位葉の合計8枚の葉に発現していることがわかった。その症状は、写真3に示すような白色小斑点症状で、いずれも光化学オキシダントに特徴的な被害であった。また被害程度は、第8位葉の被害面積率が80%で最大であり、平均の被害面積率は44%、被害葉率(被害葉数/本葉数×100)は42%であった。

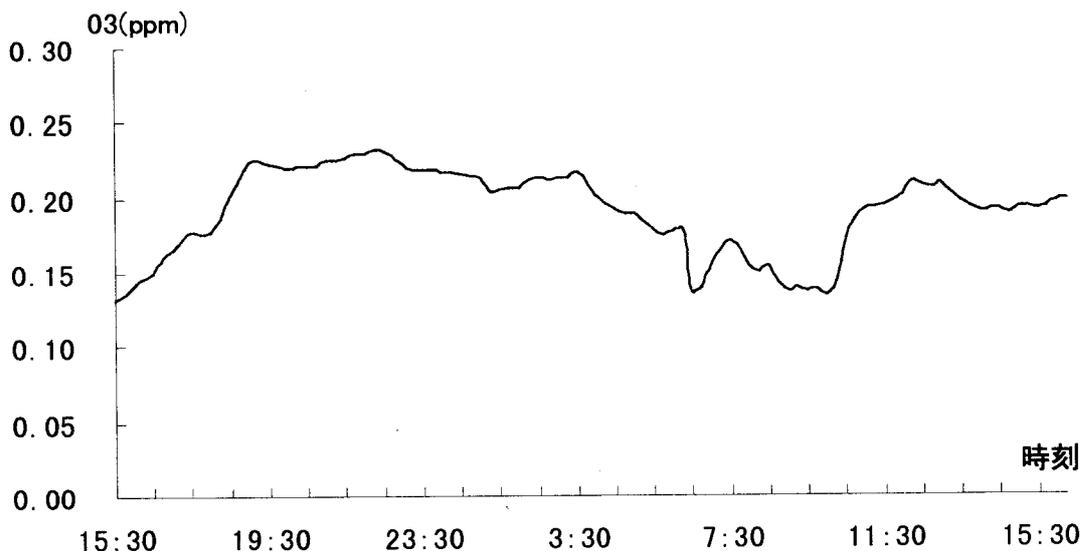


図5 昼夜連続暴露実験におけるオゾン濃度の推移

葉位	子葉	1	~	4	5	6	7	8
被害面積率(%)	0	0	0	0	10	20	50	80
被害症状*						ws	ws	ws
葉位	9	10	11	12	13	14	~	19
被害面積率(%)	40	40	50	0	60	0	0	0
被害症状*	ws	ws	ws	ws		ws		

\*(ws:白色小斑点状)

(草丈265cm)

表1 昼夜連続暴露実験による可視被害の発現状況



写真3 アサガオの葉に出現した可視被害状況  
(実験1：第7位葉の白色小斑点症状)

(実験2)

草丈250cm、本葉数24枚のアサガオに対して昼間の10時間(8時~18時)のみのオゾン暴露を3日間(84時間)連続で実施した。暴露時間中のオゾン濃度は、図6に示すように、最高が0.19ppm、最低が0.13ppm、平均が0.15ppm、これから算出したドーズは、4.50ppm・hr、であった。なおチャンバー内の温湿度は昼間が温度26℃、湿度54%、夜間が温度21℃、湿度68%であった。

可視被害は、表2に示したよう、本葉数24枚中、第2位葉から第20位葉までの19枚の葉に発現していることが確認された。その症状は実験1と同様に白色小斑点症状であり、葉の被害程度は、第16位葉の被害面積率が100%で最大であり、平均の被害面積率は45%、被害葉率は79%であった。

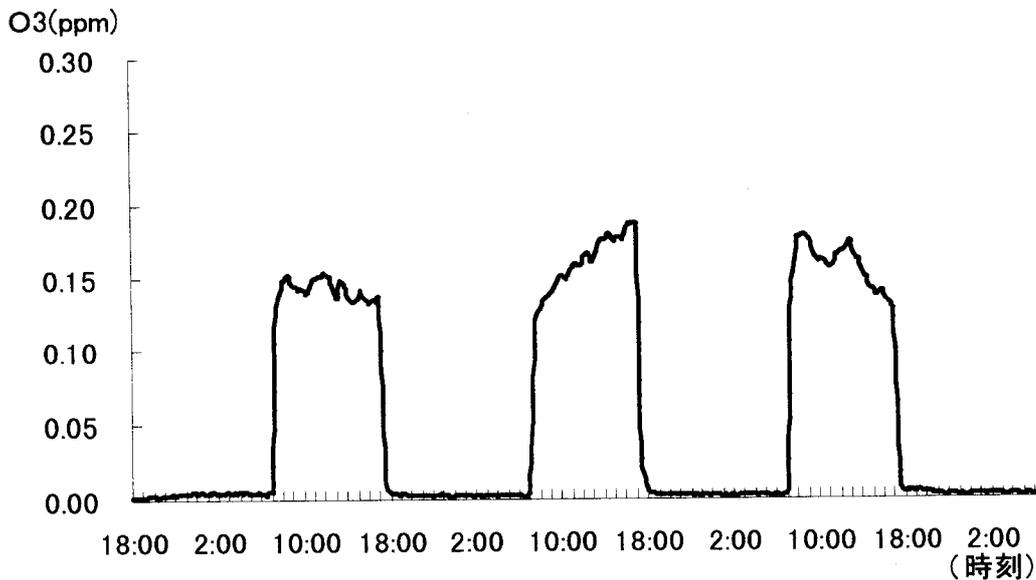


図6 昼間暴露実験によるオゾン濃度の推移

葉位	子葉	1	2	3	4	5	6	7
被害面積率(%)	0	0	5	20	20	30	40	40
被害症状*			ws	ws	ws	ws	ws	ws
葉位	8	9	10	11	12	13	14	15
被害面積率(%)	50	10	50	70	80	80	30	80
被害症状*	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws
葉位	16	17	18	19	20	21	+	24
被害面積率(%)	100	90	10	10	5	0	0	0
被害症状*	ws	ws	ws	ws				

\*(ws:白色小斑点状)

(草丈250cm)

表2 昼間暴露実験による可視被害の発現状況

#### 4. まとめ

光化学オキシダントによって発現する植物の可視被害の症状についてより簡易に、実験室的に発現させる方法を確立するために、アサガオ（スカレットハワ）を実験植物として、栽培方法および汚染物質（オゾン）の簡易な暴露による可視被害の発現方法について実験し、以下の結果を得た。

(1)アサガオは、下層に腐葉土、上層に人工培土をつめたポリポット（4および4.5号）に種子を播種した。昼間温度25℃以上、夜間温度20℃以上の温度で発芽し、7日～10日後には子葉が完全に展開した。そして播種後約2ヶ月で草丈が約150cm、本葉数が9～12枚程度の個体を育成させることができることから、暴露実験供試用アサガオは約2ヶ月で確保できることがわかった。

(2)小型の暴露チャンバーを用いて、アサガオに対してオゾンの暴露実験を実施した結果、平均オゾン

濃度0.19ppmで25時間（昼夜連続）、あるいは0.14ppmで昼間の10時間を3日間暴露によって確実に可視被害を再現することが出来た。

(3)以上のことから、光化学オキシダントによるアサガオの可視被害を容易に発現し、季節を問わず提供する手法を確立した。

#### 参考文献

- 1) 神奈川県：神奈川における光化学大気汚染の現状と対策（1998）
- 2) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会：平成9年度 光化学スモッグによる植物影響調査報告書、（1998）
- 3) 神奈川県環境部：さわやか大気ウォッチング、（1991）
- 4) 野内 勇：農業環境技術研究所報告, 5, (1988)
- 5) 久野春子：東京都農業試験場研究報告, 21, (1988)