

PAN発生動向とペチュニアの被害

(光化学オキシダントの指標植物に関する研究 第5報)

寺門和也・久野春子

The trend of occurrence to PAN in the Tachikawa
and PAN injury to Petunia
(Studies on Indicator Plants for Photochemical Oxidants V)

Kazuya TERAKADO and Haruko KUNO

Summary

PAN (peroxyacetyl nitrate) concentration was measured every day in Tokyo Meteoropolitan Agricultural Experiment Station during 1974 to 1977, at the same time, was observed on injury to petunia that will be showed peculiar reaction to PAN.

1. PAN concentration above 3 ppb was occurred from February till November, in the while, the highest PAN concentration was 19.6 ppb at May 28, 1977.
2. The ratio of maximum concentration at PAN and oxidants was increased gradually and it may be imagined that Tama region was urbanized.
3. It was occurred during 11 a.m. to 7 p.m. that the maximum PAN concentration was appeared, but its 70% were concentrated from 1 to 3 p.m.
4. The reference between the maximum PAN concentration and oxidants concentration were significantly correlated, but the correlation coefficient between PAN dose above 2 ppb and oxidants dose above 7 ppm were lowered, by reason that PAN concentration was supported frequently till late at night as compared with oxidants.
5. The first injury to petunia (var. White Ensign) was observed on April at the latest, after that the PAN injury to petunia were occurred continuously till November.
6. As a result of multiple regression analysis between injury to petunia and PAN concentration, that the hour of maximum PAN concentration was inverse correlation with the injury to petunia, that is to say, it is suggested that the PAN of the late at night was not concerned with the injury to petunia.
7. It may be expected that the most sensitive variety to PAN is petunia hybrida var. White Ensign, that the most resistant variety to PAN is petunia hybrida var. Scarlet Ensign, Salmon Ensign and Glitters Select.

I 緒 言

光化学反応によって生成される光化学オキシダントの大半はその初期サイクルで形成されるオゾンである¹⁾ この大気中オゾンは様々な植物に被害をもたらし早くから注目された。その結果、植物に対する被害発現の限界濃度や発現機構の研究は数多く報告されている。著者等もオゾンを対象とする指標植物の開発と利用についてこれまで報告してきたところである。^{2)~6)} 一方このオゾン

被害とは明らかに異なる植物被害が報告されその原因物質がオゾン生成後の後続反応の結果最終的に形成されるパーオキシアシルナイトレート（PANと略す）である事が明らかにされている。¹⁵⁾ 我が国においても1972年PANによると思われた被害がペチュニア等で観察されるようになり注目される事となった。^{2) 7)}

しかし、PANの環境測定が技術的にもさまざまな制約を受けているためほとんどおこなわれていないのが現

状である。そのためフィールドにおける植物被害とPAN発生状況との関係が解明されないまま今日に至っている。

著者等は幸い、当研究発足当初より多くの関係者の協力を受けPANの環境測定をおこなってきたところである。ここではそれらの中からフィールド実験を中心としたPANに特異的な反応を示すペチュニアの指標性について検討したものである。

本文に先立ち、東京農試温室で発生したペチュニアの異状をPAN被害と判定し、適切な助言を賜った三重大学松島二良博士、PAN測定に当たり貴重な指導と援助をいただいた東京都公害研究所沢田正主任研究員（現足立区教育センター所長）、泉川頴雄主任研究員、本研究を進めに当たり常に指導と激励をいただいた東京都農業試験場鶴島久男主任研究員（現同栽培部長）、調査、実験に協力をいただいた同鈴木熊吉主事、そして池田明子氏、宮田和恭氏、渡辺広美氏、安積頼子氏の各位には絶えず野外調査の助力を願た。

ここに記して心より御礼申し上げる。

II PANの発生状況

はじめに

PANは1950年代にアメリカで発見され、1961年にはStephensらによって構造式が明らかにされた。同時に生成機構も解明され、その結果光化学反応の最終サイクルに形成される大気汚染質でオゾンより比較的安定なものとされている。しかし我が国におけるPANの環境測定は皆無でPAN発生の実態は全くつかまっていたない。ここでは1974年以来東京農試（東京都立川市）において4年間継続して行なわれた環境測定値からPAN発生の動向等を検討したものである。

方法

環境測定は故障時、定期点検時等を除いて原則として年間行なわれた。また昼間発生したPANが夜間まで濃度で維持される日には終日測定とし、それ以外の日は主に昼間の環境測定に限定した。測定はFAC内に導入された外気をテフロン管で測定器まで導き次の方法により自動測定された。

[オキシダントの測定方法]

10%中性ヨウ化カリウム反応液を用いた吸光光度法による連続自動測定(GX-6型、D.K.K.社製)

[PANの測定方法]

ECO検出器付ガスクロマトグラフ(GPH-10A型、

柳本)を使いφ3mm×450mm テフロン製カラムに5%PEG、chromosorb WAW 100～120メッシュを充填し、毎分mlの外気が導入された。PANの分離・測定は自動的に1時間3回行なわれたがそれらの平均値をオキシダントに対応した1時間値とした。

結果及考察

1) 各年のPAN発生状況

1973～77年の環境測定で最も早く3ppb以上のPAN濃度に達した日と最も遅く同濃度PANの発生が見られた日を表1に示した。

PANの発生は予想以上に早く2月には見られる。そして気温の上昇とともに発生頻度は高まり11月まで続いた。しかし、2～3月のフィールドにはまだ農作物等もほとんどないため被害発生による問題はあまり生じていない。

表1 PAN日最高値3ppbを越えた最初と最後の発生状況

測定 年度	PAN日最高値3ppb初発日			PAN日最高値3ppb最後発生日		
	発生日	PAN 最高濃度	Ox 最高濃度	発生日	PAN 最高濃度	Ox 最高濃度
1973	—	—	—	11月30日	3.3	7.8
1974	2月16日	3.2	8.8	11月28日	3.5	5.0
1975	5月5日	3.2	欠	10月4日	3.4	14.4
1976	4月13日	3.8	9.4	9月5日	4.0	6.0
1977	3月24日	6.5	欠	11月25日	4.0	6.4

*pphm

表2 各年6～9月の高濃度PAN・Ox発生日数

	1974	1975	1976	1977
PAN3ppb以上	9	15	23	24
Ox12pphm以上	12	20	5	8
PAN/Ox ¹⁾ 比	3.10	3.13	4.83	4.65

注)各年6～9月のPAN濃度3ppb以上のPAN/Ox比の平均値

表3 PAN日最高値の濃度別分布

	3ppb以上	4ppb以上	5ppb以上
延日数	148	86	64
同割合(%)	100	58	43

注)1974～1977年の3ppb以上を対象

次に同年間、6～9月のPAN日最高濃度3ppbを越えた日数と、同期間のオキシダント日最高濃度12pphmを越えた日数を表2に示した。これによれば1974～75年の発生態様と、1976～77年のそれと明らかに異なる傾向

を見せており。つまり前者は高濃度オキシダント発生日数に対し3ppb以上 の PAN発生日数で若干少いのに対し、後者ではオキシダント発生日数の3~4倍の割合で3 ppb以上の PAN発生が見られる事である。そして PAN/Ox比にも差が生じてきており、後者で明らかに高くなっている。

オキシダントに含まれる PANとオゾンの比率について泉川らは都心部と郊外と比較し、都心部ほど PAN比率が高いとし、その原因は H.C./No_x 比の地域差ではなく、大気中アロゾルや NO_xによってオゾンが分解されるためであると指摘している。⁸⁾多摩地域の開発が年々進んでいる事は確かであり、多摩地域の大気汚染が都心部に似た傾向を見せはじめているものと推測されよう。

2) PAN日最高値濃度別分布と出現時刻

表3に日最高値の濃度別日数を示した。1974~77年間に3ppbを越えた延日数は148日を数えた。その内4

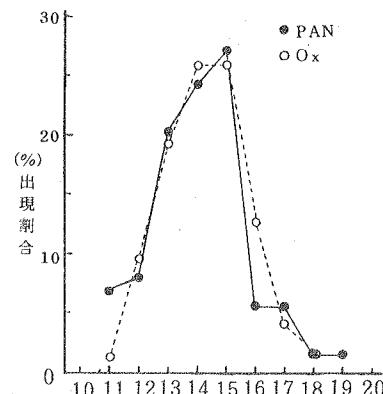


図1 PAN, OX日最高値出現時刻割合

ppbに達した延日数は86日、5ppb以上が同じく64日となった。つまり3 ppbの PAN濃度に達した場合、約半数の割合で4~5 ppb以上の高濃度 PAN発生日になる事を示している。

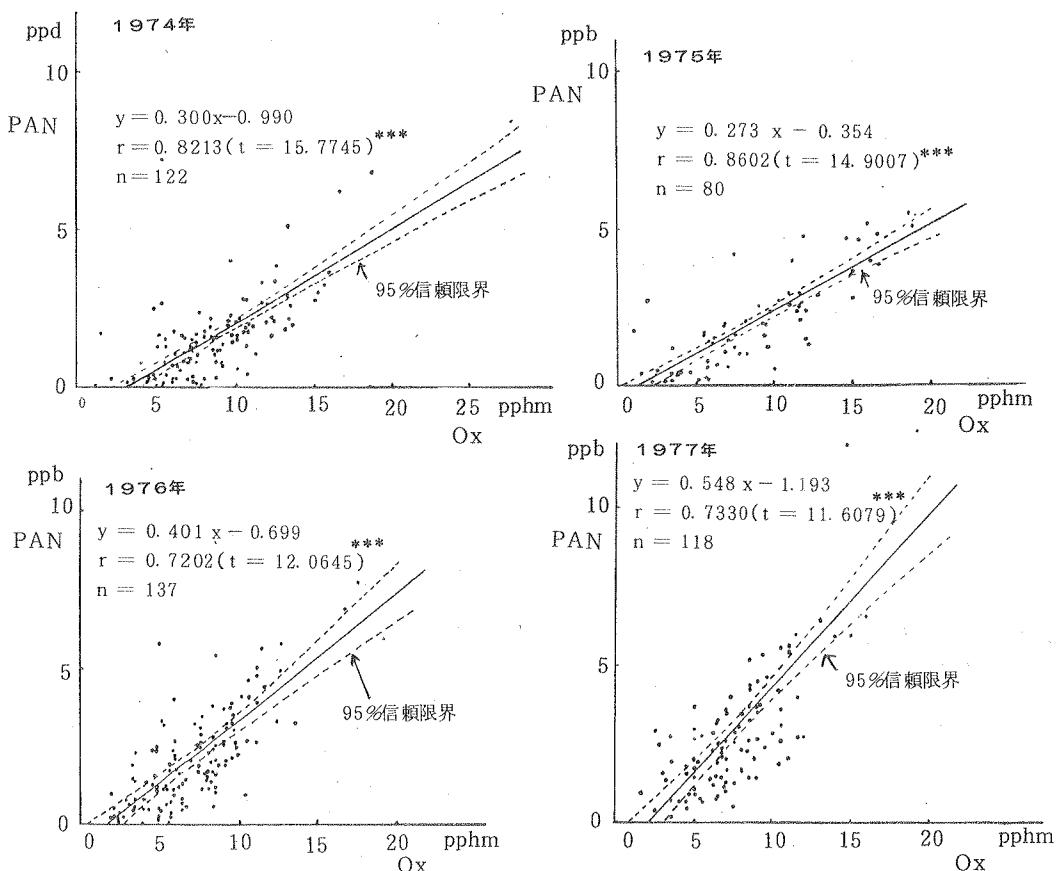
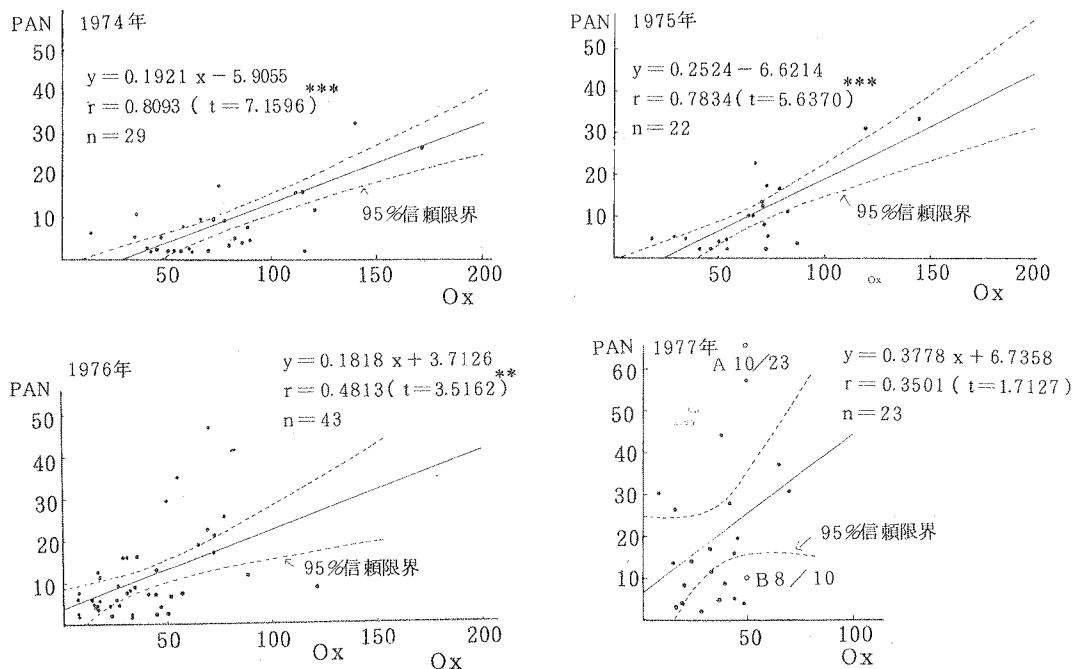


図2 各年のPAN, OXの日最高値相関図

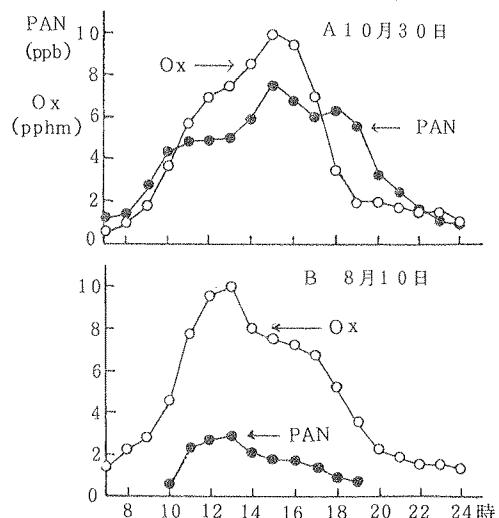
図3 各年のPAN (≥ 2 ppb以上), Ox (≥ 7 pphm以上) ドース相関図

次にPAN日最高値出現時刻の分布割合を見ると図1のようになつた。つまりPANの日最高濃度は11~19時の間に見られ、かなり広い時間帯に分散している。しかし、その内約70%は13~15時に集中している。またPAN発生日の単純平均時刻は13時47分であった。一方オキシダントもほぼ同様な傾向を示したが単純平均時刻ではPANより30分おくれ、14時21分であった。

3) PAN濃度とオキシダント濃度との関係

各年のPAN日最高値とオキシダント日最高値の相関図を図2に示した。またPAN濃度2ppbを越えた時のドースとオキシダント濃度7pphmを越えた時のドースの相関図を図3に示した。

図2-3から明らかのように各年ともPAN日最高値はオキシダント日最高値と強い相関関係が成立するが、各ドース間では必ずしもそうはならない。そこで各ドース間相関図の内、1977年の相関図から同等のオキシダント・ドースでありながらPAN・ドースの大きく異なる点A(10月30日)、B(8月10日)の日発生濃度の動きを図4に示した。これからわかるようにPAN濃度はオキシダント濃度と運動しながら上昇する事が認められるがA点の場合は7時に1ppb以上のPAN発生が見られるもののB点では10時で0.6ppb(A点では4.2ppb)に

図4 Ox同ドース発生日のPAN発生状況比較
(図3の点A, Bの日推移)

とどまっている。そしていずれもオキシダント最高濃度時刻にPAN濃度も最高となるがオキシダント濃度の減少とともにPAN濃度も減少するもののA点の場合は大変緩慢に減少し、21時でさえ2.5 ppbのPAN濃度が維持されている。このようにPAN/Oキシダント比の違

いや、PANがオゾンに比べ安定なためPAN濃度が夜間まで維持される等のためにドース間の相関が成立しない事となった。

III 被害の特徴と濃度・ドースとの関係

はじめに

PANによる植物被害は多くの植物が受けるオゾン被害の傾向と全く異なる事が知られている。¹¹⁾¹²⁾¹⁵⁾ ここでは先に述べたPANの環境測定と併わせ、野外もしくはFAC³⁾内に植えられたペチュニアの被害調査から被害の特性、PAN発生条件と被害の大きさ等について検討したものである。

方法

供試品種はこれまでの野外調査で最もPTNに敏感に反応を示したホワイト・エンサイン（坂田種苗F₁種）を用いた。供試株数は各年とも5株を基準とし、3月中旬播種、以後の育苗管理は慣行通りとした。調査は葉に異状が発生した時におこない以下の要領で記録した。まず被害程度を5段階に分け、各葉の被害を受けた面積割合が20%未満を被害度1、同20~40%未満を同2、同40~60%未満を同3、同60~80%未満を同4、同80%以上を同5とした。観察は上位葉から葉位毎におこない表、裏別に記録した。

被害指標の算出法は次式によった。

$$\text{被害指標} = \left(\sum_{n=1}^5 nL / 5\ell \right) \times 100$$

n：各葉位の被害度

L：各被害度毎の葉数

ℓ：調査対象とした全葉数

結果及び考察

各年のペチュニアの生育はほぼ同様に順調に進んだ。毎年6月中旬には主茎の展葉数は20枚を越えた。その後に下から2~3芽を残して切り取ると新芽が旺盛に生長し、引き続き調査株として使用可能であった。主に被害観察が行なわれた7~8月の茎当たり展葉数は10日間で8枚前後とほぼ同じ傾向を示し、年による調査株の生長に差はほとんど無いと思われた。

1) ペチュニアの初発被害

ペチュニアの初発被害発生日とその時のオキシダント発生状況を各年度毎に見ると表4の通りである。被害はいずれも幼苗時に発生しているため被害の大小は観察できないがPANの発生状況は必ずしも同じでなく発生日もまちまちである。最も早くPAN被害が観察されたの

表4 各年のPAN型被害初発日

	被 告 初発日	被 告 植 物	O ₃ 日 最高値	被 告 型
1973	4月28日	ペチュニア	—	PAN型
1974	4月23日	ペチュニア	11.9	PAN型
1975 ¹⁾	—	—	—	—
1976	5月24日	ペチュニア	12.6	PAN型
1977	4月2日	ペチュニア	10.7	PAN型
1978	4月10日	ペチュニア・ ホウレンソウ	10.0	PAN・ O ₃ 型
1979	5月9日	ペチュニア・ ホウレンソウ	8.0	PAN・ O ₃ 型
1980	5月29日	ペチュニア・ ホウレンソウ・サラダナ	11.0	PAN・ O ₃ 型
1981	4月23日	ペチュニア・ ホウレンソウ	9.0	PAN・ O ₃ 型
1982	3月30日	ペチュニア・ ホウレンソウ	8.0	PAN型
1983	4月13日	ペチュニア・レタス	8.0	PAN型

1) 1975年は不明

は1982年3月30日、逆に最も遅く観察されたのは1980年5月29日で初発被害発生日でも年により60日間の開きが生じている。またこの間、最も遅くまで被害が観察されたのは1973年12月1日の記録が最後であった。

2) 被害発生部位と外観的特徴

本葉が4~5枚頃の初発被害発生時は最上位葉を除いたほぼ全葉位で被害を受ける（原図1）。その後気温の上昇とともに生育は旺盛となり5月下旬の開花期頃から被害発生葉位に明らかな差が見られるようになる。つまり展葉後約10日で葉面積の拡大が止り成熟葉となる。この時期以降の被害発生と葉位、葉令との関係を図5に示した。

図5で明らかなように被害は上から2対目~6対目の葉位間に発生し、この6対目は展葉後9日目であった。最も大きな被害を受けた葉位は4対目で最も旺盛に葉面積の拡大が進んでいる葉位であった。一方葉面積の拡大の止った葉位、もしくは更に下位葉では被害は発生しなかった。また被害は若い葉位程、葉の先端部分に発生し、順次葉位が下がるに従い被害部は葉の基部に向かって拡大し、最も被害を受けた葉位以下では被害部は葉の基部へ順次移動する特徴を示した。（原図4.7）これらの被害は葉の裏面で先ず発生し、被害が大きくなると表面に達するようになった。（原図4.5）その外観的特徴は葉の裏面に不定形の光沢症状（原図5）をあらわす事である。この光沢症状は時間の経過とともに銀白色もしくは

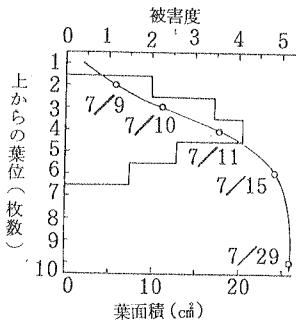


図5 葉面積の推移と被害発生葉位

茶褐色状に変わらる（原図3）。時には最初の光沢症状が青銅色状を呈する時もあるが時間の経過とともに同様な変化を見せた。

被害部の切片を顕鏡すると海绵状組織が陥没し,¹³⁾チオニンによって染色された（原図6）。被害の軽い場合には柵状組織に異状は見られないが被害が葉の表面におよんだ場合には柵状組織も崩壊しチオニンで強く染色された。¹⁴⁾

3) PAN濃度・ドースとペチュニアの被害

PANがある濃度に達するとペチュニアに被害が生ずるようになるがPAN発生態様に大きな変動が見られるようペチュニアの被害発生にも大巾な変動が予想される。1974~77年の4年間の調査事例ではPAN濃度2ppb未満の濃度水準での被害発生率は20%以下であるが3ppb以上になると80%以上の（品種：ホワイトエンサン）被害発生率となる。したがってペチュニアの被害発生限界濃度は3ppb前後と推測される。これらの事から2ppbを越えた日の被害とPAN・ドースの相関図ならびに95%信頼曲線図を図6に示した。相関係数は、

0.7823($t = 4.5284$)となり危険率1%の水準で有意となつた。しかし95%の信頼限界内に位置する事例数では

必ずしも満足なものとは言えない。

すでに述べたようにPANは比較的安定なため2ppb以上の濃度が夜間まで維持される場合も見られる。また今回の調査事例でも18時に最高濃度に達した日もあり程度のPAN・ドースでもペチュニアにあたえる影響は大きく異なる事が予想される。

そこで重回帰モデル式 $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n$ を使い重回帰分析を試み各要因の被害発生への影響を検討した。先ず目的変数 y をペチュニアの被害指數とし、説明変数としてはPAN濃度2ppb以上のドース (x_1)、日濃度最高値 (x_2)、PAN/Oキシダント濃度最高値比率 (x_3)、日濃度最高値出現時刻 (x_4)、平均気温 (x_5)、湿度 (x_6)とした。説明変数の選択は変数減少法を採用した。そして各説明変数の重回帰式への有意性を検定しながら最も有意性の低いものから1変数ずつ除外し、自由度修正済重相関係数（以下R*と略す）の最大となる変数の組み合わせを最終の回帰式とした。その結果は表5の通りである。これによれば、湿度、平均気温など気象条件は早くから除外された。統いてPAN/Oキシダント濃度最高値比率を除いた。

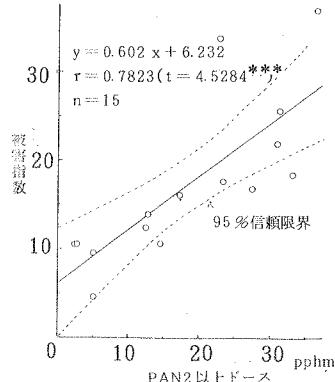


図6 被害とPANドースの相関図(1974~75年)

表5 ペチュニア被害の重回帰分析

n = 21

説明変数	各変数のt検定値				
	step 1	step 2	step 3	step 4	step 5
b ₁ PANドース	1.955	2.641	3.166	3.213	2.826
b ₂ 濃度最高値	1.246	1.435	1.545	1.471	-
b ₃ 最高値出現時刻	0.862	0.855	0.655	1.487	0.951
b ₄ PAN/Ox比	0.651	0.613	0.588	-	-
b ₅ 平均気温	0.594	0.588	-	-	-
b ₆ 湿度	0.310	-	-	-	-
R	0.8052	0.8029	0.7952	0.7879	0.7422
F ₀	2.7672	3.6295*	4.7319*	6.5511**	7.9760**
R*	0.6435	0.6834	0.7062	0.7253	0.6941

注)*, **は5%, 1%の水準で有意

たstep 4で各変数の有意性は安定しR^{*}も最高に達した。そして危険率1%水準の回帰式 $y = -7.27 + 0.56x_1 + 7.46x_2 - 1.26x_4$ を得た。

回帰式はP A Nドース、日濃度最高値とも被害を大きくさせる働きをする一方日濃度最高値出現時刻が遅くなる程被害を軽く修正するものとなった。しかしこの回帰式は高い有意水準を得たものの説明寄与率(R^2)は62%にすぎず未知の変動要因がまだ他に存在する事を示唆している。たとえば低濃度P A Nの累積的な影響、他の汚染質との関係、P A N同族体の組成比率など未検討の課題が山積していると言えよう。

VII 被害の品種間差

はじめに

ペチュニアは春から夏、秋にかけて我が国的主要な花壇材料のひとつである。そのため苗の生産も多く花色、花の大小、咲き方など豊富な品種が市販されている。そこでP A Nに特異的に反応するペチュニア被害の品種間差の有無、主な品種による相互接ぎ苗を使ったP A N感受性の動きなどP A Nに対する指標植物としての実用性について検討をおこなった。

方法

供試品種はホワイト・エンサイン、ブルー・エンサイン、スカーレット・エンサイン、ローズ・エンサイン、サーモン・エンサイン、グリッターセレクトの6品種を用いた。これらの育成は前述した通りである。またペチュニアはナス科植物であるため接木が容易である。そこで台木、接穂を相互に転換させ被害発生の動きを観察した。調査方法で葉位毎の調査法ならびに被害指數の算出方法は前述の通りである。

結果及び考察

1) 被害株率、被害指數の品種間差について

初発被害が各年により異なる事は前に述べた通りである。したがって各年の初発被害時の生育ステージは必ずしも同じではないが、1973～76年間の初発被害における被害発生株率から品種間差を見ると表6のようになった。

この結果、ホワイト・エンサインが最も被害を受けやすく、次がローズ・エンサインであった。またブルー・エンサインはホワイト・エンサインの半分以下の被害株率でサーモン・エンサイン、スカーレット・エンサインと続き、グリッターセレクトは最も被害を受けなかった。しかし、スカーレット・エンサイン以下の比較的被害を受けなかった品種では年変動が大きく、分散分析による

表6 初発被害時の被害株率品種間差

供試品種	被 壊 株 率				
	1973	1974	1975	1976	平均
ホワイト エンサイン	100 (71)	100 (50)	100 (50)	100 (50)	100
ブルー エンサイン	23 (80)	76 (50)	43 (80)	35 (50)	44.3
ローズ エンサイン	91 (69)	68 (50)	76 (80)	52 (50)	71.8
スカーレット エンサイン	0 (80)	68 (50)	-	0	22.7
サーモン エンサイン	0 (90)	66 (41)	-	45 (50)	37.0
グリッタ エンサイン	46 (104)	0 (50)	0 (80)	0	11.5
分 数 比					7.1342**

1) カッコ内は調査株数

2) ** 1 %の水準で有意

有意水準を低くする結果となった。

次に同品種の成苗を使い、1973年には4回、1974年には11回にわたる各品種の葉位毎被害調査から被害指數を算出した。それらの年度毎積算値ならびに2年間の被害指數合計値は表7の通りである。いずれの場合も品種間差が明らかに認められ、ホワイト・エンサインが最も大きな被害を受け、スカーレット・エンサイン、サーモン・エンサイン、グリッターセレクトは明らかに抵抗性を示し、ブルー・エンサインはこれらの中間的な感受性を示した。これらの結果は幼苗の被害株率の結果とはほぼ同じ傾向を示していると言えよう。

以上の結果から最もP A N感受性の高い品種としてホワイト・エンサインが有望であり抵抗性を示す品種としては、スカーレット・エンサイン、グリッターセレクト、サーモン・エンサインが、そしてこれらの中間的な感受性品種としてはブルー・エンサインがそれぞれあげられるよう。

2) 接苗による被害の検討

1)で述べたようにP A Nによるペチュニア被害の品種間差が明らかに認められた。そこでこれらの品種の内、P A N感受性の強いホワイト・エンサイン、逆に抵抗性を示すスカーレット・エンサイン、その中間と思われるブルー・エンサインを使って相互の接苗を育成し、環境⁸⁾をよくおこなったところ、表8の結果を得た。

表7 累積被害指數の品種間比較

供試品種 ¹⁾	被 壊 指 數 ²⁾			
	1973(4)	1974(4)	合 計	平均
ホワイトエンサイン	392.2	552.9	945.1(15)	63.0
ブルーエンサイン	112.0	292.5	404.5(15)	27.0
ローズエンサイン	330.4	—	330.4(4)	—
スカーレットエンサイン	25.6	85.8	111.4(15)	7.4
サーモンエンサイン	7.8	58.5	66.3(15)	4.4
グリッターセレクト	109.3	12.1	121.4(15)	8.1

- 1) 各年度のカツコ内は調査回数
- 2) 調査株数は両年とも4~5株とし、各調査毎の株当たり平均被害指數の年度毎 積算値

表8 ベチュニア相互接種の被害について

供 試 品 種	台木	接穗	全葉数	被 壊 指 數	
				D	N
1. W	B		11.3	0	
	W(側)		10.1	2.9	
2. B	W		10.5	22.9	
	B(側)		12.0	0	
3. S	W		8.9	17.1	
	S(側)		12.0	0	
4. S	B		9.5	0	
	S(側)		9.5	0	

- 1) 供試品種 W:ホワイト・エンサイン
B:ブルー・エンサイン
S:スカーレット・エンサイン
- 2) 各組み合わせ下段 W(側), S(側)等は台木の側枝の意で接種の対象とした。

あいにくPANの発生が遅く、最高濃度も3 ppbにとどまったため大きな被害とはならなかった。台木にホワイト・エンサイン、ブルー・エンサインを使い、相互に接種を接いた場合の被害では台木側枝、接種ともブルー・エンサインには被害は見られず、ブルー・エンサインを台木にしたホワイト・エンサインの接種で明らかに大きな被害が発生している。

一方、PAN抵抗性の異なるスカーレット・エンサイン、ブルー・エンサインを台木にしたホワイト・エンサインの接種を受けた被害はほとんど差はなく台木の影響は見られない。また台木をスカーレット・エンサインとし、ブルー・エンサイン、ホワイト・エンサインを接いだ場合にもブルー・エンサインには被害は見られず、ホワイト・エンサインのみに被害が発生している。

以上の事から台木のPAN感受性の強弱は接種のPA

N感受性に全く影響をあたえず、各品種の感受性の強弱がそのまま、接いた穂の感受性となっていると言える。

V 総合考察

植物被害発生状況を見る限りPANの発生は4月以降と予測していた。しかし東京・多摩地域におけるPANの発生は予想以上に早くから見られる事が明らかとなつた。2~3月のほとんどの植物は加温された施設内で育苗中であろうし、また冬季の光化学スマックという概念もないため少々の異状でも見落している事もあり得よう。

一方PAN日最高値が3 ppbを越えた日におけるペチュニアの被害発生率は約80%でありペチュニア被害発生の限界値は3 ppb前後ではないかと推測される。しかしこの限界値はオゾンとアサガオ被害との関係と同様にドースとの関連で検討する必要があろう。その際注意しなければならないのはPANドースとオキシダントドースの相関が予想以上に低い事である。つまりオゾンは分解が早く夜間まで高濃度で残る事はほとんど無い。ところがPANの場合には、オキシダント濃度の上昇にしたがいPAN濃度も上昇するが、その後の分解、消失がオゾンとは異なり緩慢で夜間おそらくまで高濃度のまま維持される場合が多い事である。一方では光条件がPAN被害に深く関係している事も明らかになっており、¹²⁾夜間の高濃度ドースを含んだPANドースについての整理が必要と思われる。そこでPAN日最高値出現時刻を取り込んだ重回帰分析でPAN濃度日最高値出現時刻がマイナスに作用する事となった。つまり最高濃度に達した時刻が遅い程夜間に持ち込まれるPANドースは必然的に多くなる。PANドースが大きくなれば被害は拡大する事となるが実際にはそうはならない。これらの矛盾を解決するために出現時刻がおくれる程、被害を軽減させる事によって夜間に取り込まれたPANドース部分が修正される事を意味している。

ところで、4年間の環境測定値を見ると、PAN濃度が3 ppbに達した場合、3 ppb台の濃度にとどまる割合が40%，4 ppb台が15%で残りの40%以上が5 ppb以上の高濃度PAN発生日となった。したがってPAN感受性の強い品種では中程度の被害を受ける場合が少く、小さい被害か、大きい被害かの両極に分かれる場合が多く見られた。逆に感受性の低い品種では3 ppb台の被害発生はほとんど見られず、5 ppbもしくはそれ以上の高濃度PAN発生日しか被害が見られない事から感受性の異なる品種の組み合わせが必要となってくる。

各品種の比較検討では明らかに白花系で感受性を示し、赤花系で抵抗性を示した。これらの傾向はCatheyらの検討結果とほぼ似た結果となった。⁹⁾その後新しく市販された品種、例えば、白花系ではウェディングディ、リカーバーホワイトは、今回の供試品種であるホワイト・エンサインと同等の感受性を示し、赤色系のリカーベースカーレットは同スカーレット・エンサインと同等の抵抗性を示した。これらの事からペチュニアの花色を発現させる遺伝因子とPAN感受性の関係が推測されよう。

これらの関係についてはその後の実験から多くの農園芸作物で明らかになりつつあり次の機会にゆずるとしたい。

VI 摘 要

1974～77年にかけて東京農試でPANの環境測定を連続しておこない、併せて野外においてPANに特異的に反応するペチュニアの被害観察をおこなった。

- 1) 3 ppb以上のPAN濃度は2月から11月まで発生した。その間PANの最高濃度は1977年5月28日の19.5 ppbであった。
- 2) 最高濃度のPAN／オキシダント比はだいに増加し、多摩地域の都市化傾向が示唆された。
- 3) PANの最高濃度出現時刻は午前1時から午後7時までの間にあらわれていたが、その内70%は午後1～3時に集中していた。
- 4) PAN最高濃度とオキシダント最高濃度間の相関は有意であったが、PANは夜間遅くまで高濃度のまま維持される場合があるため各ドース間の相関は低くなった。
- 5) ペチュニア（ホワイト・エンサイン）の初発被害はおそらく4月には観察された。その後、被害は11月まで継続して発生した。
- 6) ペチュニアの被害とPAN濃度との重回帰分析の結果、PAN最高濃度の時刻がPAN被害に対して逆相関となった。したがって夜間のPANはペチュニアの被害と無関係である事が示唆された。
- 7) PANに対するペチュニアの感受性品種はホワイト・エンサインが、また、抵抗性品種はスカーレット・エンサイン、サーモン・エンサイン、グリッターセレクトが有望であろう。

文 献

- 1) 米国研究協議会編 中島泰知、宗森信訳（1981）環境汚染物質の生体への影響「光化学オキシダント」

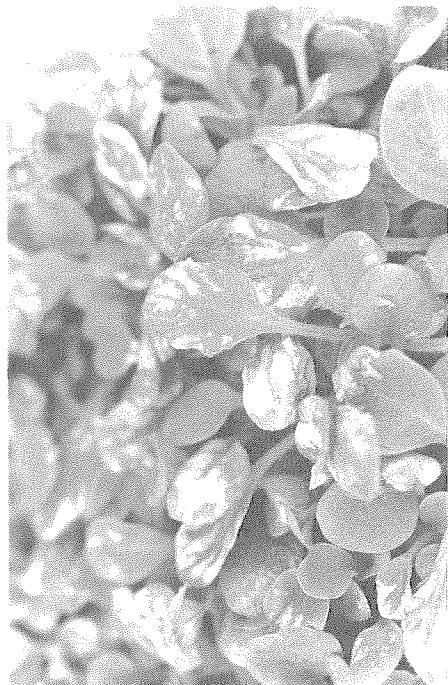
- 東京化学同人
- 2) 野内勇・飯島勉・大平俊男（1975）大気汚染研究, 9(3), 1～9
 - 3) 寺門和也・久野春子（1981）東京農試研究報告, 14 13～25
 - 4) 久野春子・寺門和也（1981）〃
 - 14 26～38
 - 5) 寺門和也・久野春子（1983）〃
 - 16 175～186
 - 6) 久野春子・寺門和也（1983）〃
 - 16 187～194
 - 7) 寺門和也・服田春子（1974）園芸学会春季大会研究発表要旨 374～375
 - 8) 泉川頼雄・伊藤宣夫・舟島正直・広野富雄・横田久司・早福正孝・中野欣嗣・朝来野国彦・大平俊男（1974）東京スマッグに関する調査研究 第3報 323～334
 - 9) Cathey, H. M., and H. E. Heggstad (1972) Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 695-700
 - 10) Deam, C.E. (1972) Crop. Sci. 12 547-548
 - 11) Taylor, O. G., E. R. Stephens, E. F. Darley, and E. A. Cardiff (1960) Jour. Soc. Hort. Sci. 75 435-444
 - 12) Dugger, W. M., O. C. Taylor, C. Eugene, and C. R. Thompson (1962) Plant Physiol. 37 487-491
 - 13) Thomson, W. W., W. M. Dugger, and R. L. Palmer (1965) Botany. Gaz. 126 66-72
 - 14) Bobrov, R. A. (1952) Phytopathol. 42 558-563
 - 15) Taylor, O. C. (1969) Jour. Air Pollut. Contr. Accoc. 19 347-351



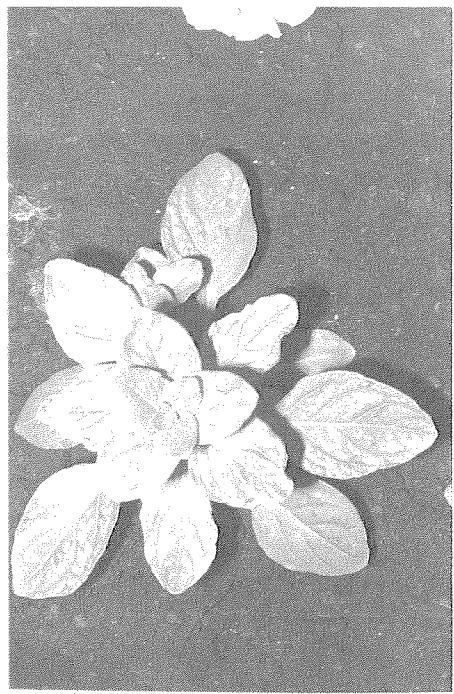
原図1 ベチュニア(ホワイトエンサイン)
播種で受けたPAN被害
(1974年4月23日)



原図3 上はPAN被害の初期症状でさざに
被害は進行しつつある。時間の経過
とともに光沢状もしくは銀白色状を
呈しながら5日後には下の葉のよう
になる。(ホワイトエンサイン)



原図2 溫室で育苗中に受けたPAN被害
(1975年5月6日)



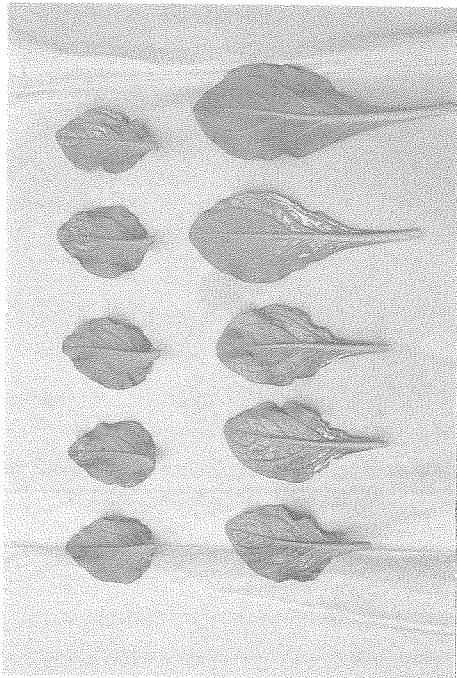
原図4 上位葉（3～4枚）、下位葉（3～4枚）を残してP A N被害を受ける。
例げしい場合には被害葉は葉の裏面に
およぶ。（ホワイトエンサンシン）



原図5 葉裏面に典型的な光沢症状を呈した
P A N被害（ホワイトエンサンシン）



原図6 P A N被害を受けるとまず海綿状組織が陥没し、チオニンによつて赤く染色される。（ホワイトエンサンシン）



原図7 上位葉の被害は先端部で受けるが下位葉になるにしたがい被害は基部へむけて拡大する。さらに下位葉の被害は序々に基部へ移動する。