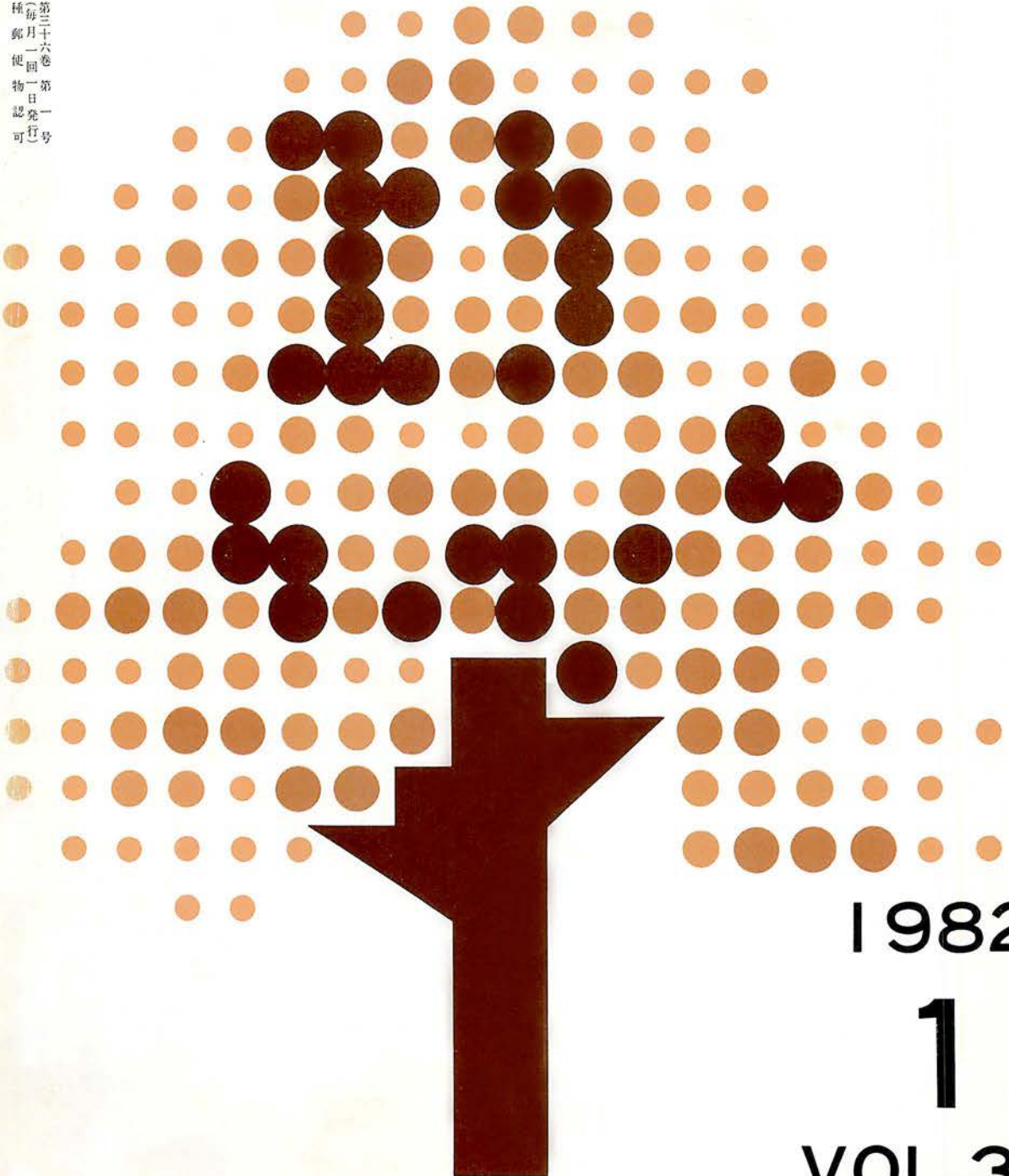


ISSN 0037-4091

植物防疫

昭和五十六年十二月二十五日
昭和五十七年九月一日
第三十六卷第一号
（每月一回）
（植物防疫）
（可）



1982

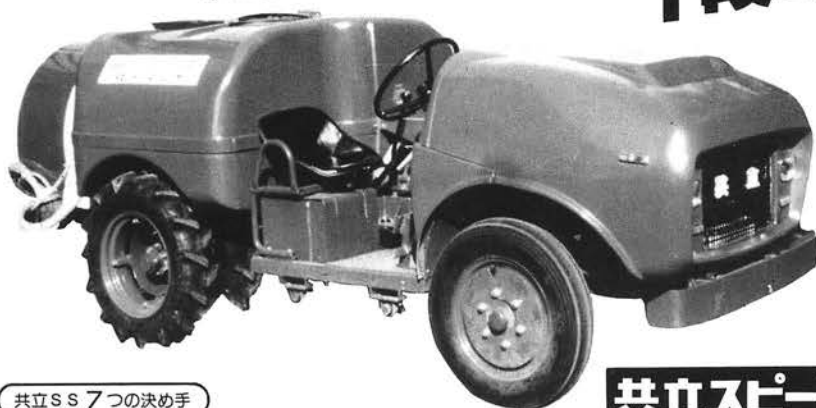
1

VOL 36

SSのパイオニア

中型でも大型なみの性能

定評ある防除効果に 1段の磨き!!



共立SS 7つの決め手

- ①均等で強力な風を送り出す共立独特の等速ファン
- ②整流化し、風に垂直性をつける固定翼(整流板)
- ③全風量を最大限に活用する内部導風板
- ④樹型に適した風のパターンを作る案内板
- ⑤徒長枝まで散布効果は抜群、大風量と適正風速のバランス設計
- ⑥思い通りの散布パターンが得られるディスクノズルと中子
- ⑦走行と送風機駆動が内蔵されたSS専用ミッション

共立スピードスプレーヤ
SSV-60-1000



株式 共 立
会 社



共立エコ物産株式会社
〒181 東京都三鷹市下連雀7-5-1 ☎ 0422 (49) 5941 (代表)



りんごの病害防除に!

黒点病・斑点落葉病

パルナックス水和剤



大内新興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋小舟町 7-4

選ばれた信頼 デュポンの責任

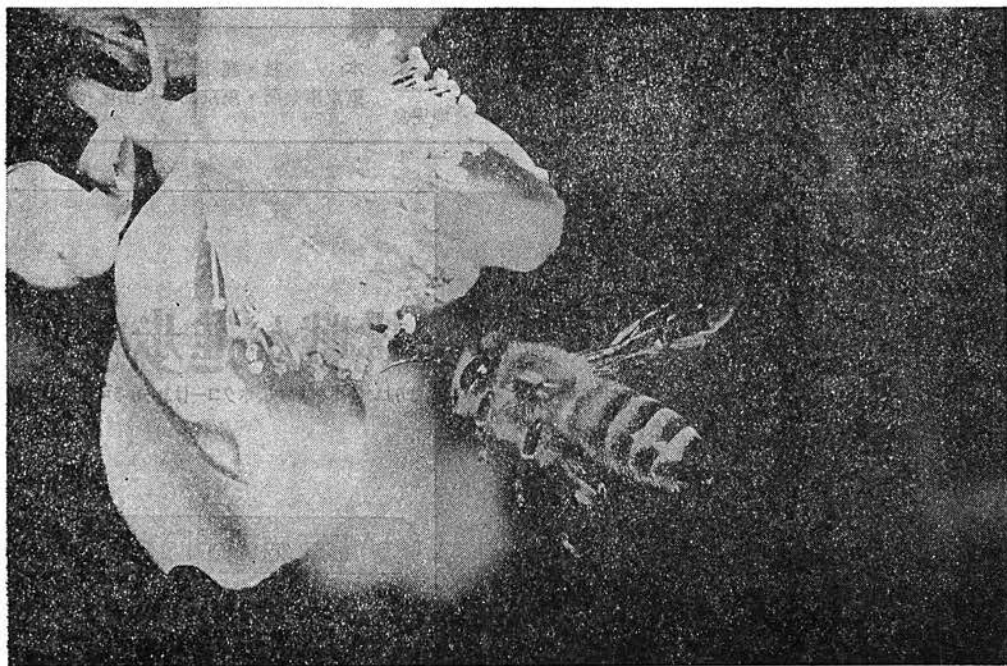
自然を尊重し、自然との調和を大切にするデュポン。

豊かな自然から豊かな実りが生まれます。

デュポンは、一世紀にわたって
自然から学んだ貴重な経験を、
農薬づくりに生かしてまいりました。

そして、現在世界82カ国で愛用され、
収穫を見守っています。

デュポンを選ばれること、
それは、信頼を選ぶことです。



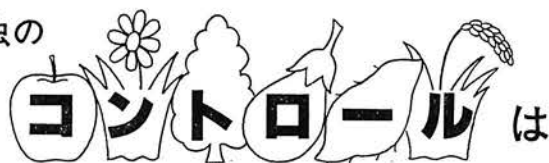
殺菌剤……ベンレート水和剤 ベンレートT水和剤20 ダコレート水和剤
殺虫剤……ランネート水和剤 ランネート微粒剤F バイデート粒剤
除草剤……ハイバーX カーメックスD ロロックス ゾーバー レンザー デュボサン ベルバー

デュポン ファー イースト 日本支社 農薬事業部 〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル

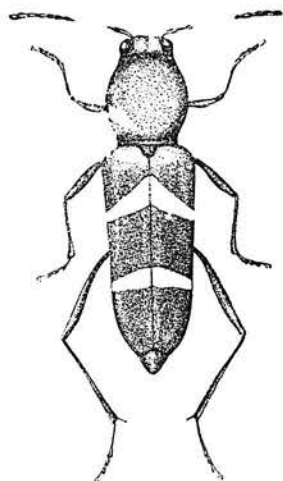
DU PONT デュポン農薬

確かな明日の
技術とともに...

病害虫の



は



トラサイド ^A
エース

(カミキリムシ類防除剤 愛称トラエース)

○水稲害虫、やさい害虫に

アルフェート

○水稲病害虫防除に新登場

オスメート 粉剤

ラフサイド オフナックM 粉剤

○水でうすめられる線虫剤

ネマエイト

穿孔性害虫

浸透殺虫剤

水稲農薬

土壌消毒剤



サンケイ化学株式会社

東京・大阪・福岡・宮崎・鹿児島

本社・鹿児島市郡元町880
東京事業所・東京都千代田区神田司町2-1

挑戦が進歩をうむ。

よりよい農薬を求めて、ホクコーはあらゆる可能性に挑みます。

いもち病の予防と治療に!

強力な防除効果とすぐれた安全性

カスラフサイド ^{粉剤}
^{水和剤} ^{ゾル}

いもち病の省力防除に効きめのながーい

ホクコー

オリゼメート [®] 粒剤



取扱い
農協・経済連・全農



北興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋本石町4-2
支店：札幌・東京・名古屋・大阪・福岡

お近くの農協でお求めください。

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 36 卷 第 1 号

昭和 57 年 1 月号

目次

新年を迎えて——雑感——	岩田 俊一	1
もしも農薬がなければ——不測の事態における単収水準についてのアンケート調査結果——	森田 利夫	2
被害許容水準と防除戦略 (1)——EIL の定義とその展開——	城所 隆・桐谷圭治	5
昆虫の変態とホルモン——その分泌調節と作用——	比留間 潔	11
青森県におけるユウガオ台スイカ急性萎ちょう症とその問題点	桑田博隆・島田慶世・千葉末作	20
アフリカマイマイの生態と防除	伊賀 幹夫	24
最近発見された観賞緑化樹木の病害	堀江博道・小林享夫	29
昭和 56 年の病害虫の発生と防除	農林水産省農蚕園芸局植物防疫課	35
植物防疫基礎講座		
発生予察におけるコンピューター利用 (6)——時系列解析による発生予察——	宮井 俊一	42
新しく登録された農薬 (56.11.1~11.30)		19, 41
中央だより	協会だより	23 46, 47
人事消息	新刊紹介	10, 28 48

緑ゆたかな自然環境を

「確かさ」で選ぶ……バイエルの農薬



●いもち病・穂枯れを防いでうまい米を作る

ピノザン

●カメムシ・メイチュウなど稲作害虫に

バイジット

●アブラムシ・ウンカなど吸汁性害虫を省力防除する

ダイシストン

●ドロオイ・ハモグリ・ミズゾウムシなどに

サンサイド

●各種作物のアブラムシに

エストックス

日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋室町2-8 ☎ 103

「1982年 あけましておめでとうございます」

自然の恵みと
人間の愛情が
農作物を育てます



●稲害虫の防除に

パダン®

●稲もみがれ病防除に

バリダシン®



武田薬品工業株式会社
農薬事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10

新 年 を 迎 え て

— 雑 感 —

農林水産省農業技術研究所 いわ 岩 た 田 とし 俊 かず 一

新年は一年毎に迎えるわけであるが、その一年が年とともだにだんだん短く感ずるようになった。これも生物的時間というものかもしれない。しかし、現役で働ける期間に新年は 30 数回しかないことを思うと、その一年をまだまだ長く使わなければならないと思う。長いようで短く、短いようで長いのが時間である。

昭和の一桁時代にはニカメイチュウに休眠現象があるなどという考えはなかった。今の若い人には考えられないことだろう。昭和 20 年まではニカメイチュウの薬剤防除法はなく、ウンカの防除法も注油駆除法だけという時代だった。その後、30 数年間における病虫害防除法発展の目覚ましきについては、病虫害関係者以外でも周知のところであろう。病虫害対策の技術も 30 数年間に随分と変遷・発展を遂げてきたものである。私が大学に入学した頃に DDT や BHC による水稻害虫の防除試験が開始されたわけであるから、短いと感ずる 30 数年間の変化の様子を振り返ると、いやいや随分長い道程だったと言えるかもしれない。物事が固定しているとその間は退屈で長いように思われるが、それでいて、そういう場合程過ぎた後を振り返ると非常に短く感ずるのだらう。一日一日を惰性的に過ごさず、環境に柔軟に対応して、生活に変化を求めてゆけば、まだまだ 1 年を長く感ずるような生き方をすることができるだろう。

30 数年間の病虫害防除技術の発展の経過をよく振り返ってみることも大切であると思う。我々病虫害を専門とする者は別だが、一般の人はとかく現在だけを見て、それによって事物を判断しがちであるために、病虫害の防除は容易でもう問題はないのだという考えがあるようだ。ところが 30 数年前までは、的確な防除法のある病虫害はほとんどなかったといってよい状態だった。それが、農業を中心とする技術の発達によって現在の状態にまで達したといってよいだろう。しかし、それでもなおまだ多くの難防除病虫害があり、それらの対策には関係者の多くが苦慮しているわけである。我々はこれらの病虫害を、一方では農業の適正使用をはかるため、他方では難防除病虫害対策として、広い意味の生物学的手段による病虫害制御の新しい方法を模索して今研究を続けている。そのためには、病虫害の本質の問題までを含めた

基礎的研究がなお必要であることを主張しているわけである。

現在だけを見る人は、病虫害の防除技術は非常に進歩したために、大抵の病虫害は防除が可能であり、病虫害に関する研究の重要性のランクは下げてもよいと考えているようである。病虫害に関する基礎的な研究の結果は農業生産に無関係のものを理解されがちのようだ。最近病虫害の大発生がなくなってきて、病虫害問題が大きく取り上げられることがないからかもしれないが。そのことが逆に、ある病虫害が異常大発生すると（そういうものは大抵難防除病虫害）途端に有効な農業のないことを技術者の怠慢のようにいい、研究にとりかかっただけで対策を作っただけでいいといわれる。別のことだが、農業の環境影響が問題にされたときも同じような状況だった。それに対して我々病虫害畑にいる者はどうすればよいか考えなければならぬことだと思う。

植物防疫関係者は自分達のまとまりの中では互いに十分によくわかり合っている。しかし、植物防疫という閉鎖された範囲の中だけでよくわかっているということで満足してよいであろうか。植物防疫課があり、植物防疫協会があり、全国各県の植物防疫関係者があり、これらが病虫害防除の仕事を推進している。病虫害に関する研究者がまたそれに協力しているという流れで今までは十分やってきた。しかし病虫害研究者は植物防疫に関する事業の方ばかり向いていて、農業関係の試験研究機関における農作物生産の安定向上に向けて、他の専門分野の研究者と同じ方向を向いて、一緒に問題を取り上げ研究を進めることに不足があったのではなからうかという反省が今ある。

現在、農林水産省では試験研究体制を整備しようとして検討が進められているが、その中で病虫害の新しい研究方向に重大な関心がはらわれているようだ。これには前述してきたように、病虫害の内にいる人と外にいる人の認識の違いも関係があると思うが、我々内側にいる者も反省してみるよい機会ではなからうか。我が国で有機合成農薬の試験研究が始められ、防除技術に革新の曙光がみえてから 30 数年たった現在、病虫害研究、植物防疫の対応姿勢は一つの曲り角のような感じがする。今年の 1 年間はいろいろのことが起こって、大分長く感ずるかもしれない。

For the New Year—Miscellaneous Impressions
— By Toshikazu IWATA

もしも農薬がなければ

——不測の事態における単収水準についてのアンケート調査結果——

農林水産省植物防疫課 ^{もり}森 ^た田 ^{とし}利 ^お夫

はじめに

昭和 55 年 10 月に農政審議会は 80 年代の農政の基本方向を答申したが、その中で食料の安全保障問題を取り上げ、実際に不測の事態が生じた場合に的確に対応できるよう最低限確保すべき栄養水準、備蓄の規模やその主体などの方式、潜在生産力の発揮の在り方などについて今後更に検討を深めていく必要がある、と指摘した。

これを受けて農林水産省では具体的な作業に着手し、その一環として食料の輸入の減少のみでなく、石油など生産資材ないしその原料の輸入の減少により単収が低下せざるをえない場合の農業生産の姿を試算することとなったが、当課で農薬の供給水準が低下した場合の作業を分担したので、その結果を紹介する。

I アンケート調査の方法

農薬の供給水準が低下した場合の単収水準については

第 1 表 アンケート調査表

調査の前提条件

- (1) 量の確保を目標とし、品質は問題としない。
- (2) 品種、肥料、作型、栽培方法等の栽培条件は現行のままとする（ただし、野菜の品種、栽培方法は高単収、病害虫抵抗性等に重点を置く）。
- (3) 回答は 5 % きざみとする。

調査内容

- (1) 作物名
- (2) 農薬による防除（種子消毒を含む）を全く実施しなかった場合の病害虫による減収は現在の収量に対して ① % と推定される。（参考：当課が昭和 43 年に実施した水稻に関する分析では 26.8 % であった。）
- (3) 現在の病害虫による減収のうち病害は ② %、虫害は ③ %、計 100 % と推定される。（参考：作物統計の昭和 51～55 年の平均によれば、水稻では病害 85 %、虫害 15 %、小麦では病害 90 %、虫害 10 % である。）
- (4) 農薬による防除を全く実施しなかった場合の病害虫による減収のうち、病害は ④ %、虫害は ⑤ %、計 100 % と推定される。

水稻に関しては当課が昭和 43 年に PPBS (planning-programming-budgeting system) の作業として行った「水稻の病害虫防除の効率化に対する費用と効果の分析」で詳細に検討され、その結果は本誌第 22 巻第 12 号に紹介されている。これによると、水稻で農薬による防除を全く行わなかった場合の病害虫による減収率は、アンケート調査では 29.4 %、日本植物防疫協会の委託試験成績からの推定では 28.6 %、専門雑誌に公表された試験成績からの推定では 26.8 %、長野、岐阜、滋賀の 3 県で行われた徹底防除試験からの推定では 24.9 % となっており、大きな差はなかった。

このような経緯があったことや、時間的制約があったこと、水稻だけでなく多作物について作業しなければならなかったことなどから、今回はアンケート調査により主産県の農業試験場などの専門家の意見を集約することとした。調査は 56 年 7 月 9 日（野菜については 7 月 16 日）に依頼し、全員から回答が寄せられた。

なお、除草剤については人力、機械力で代替するという前提であったので、今回は調査対象としなかった。

II アンケート調査結果の概要

調査に際して回答者に迷惑を掛けないことを約束したので、調査結果は平均値だけを紹介するが、回答者間のばらつきは予想外に少なく、一部ばらつきの大きいものについても地域差などから納得できる範囲のものであった。

第 2 表 アンケート調査結果一覧表

区分		①	②—③	④—⑤	n
作物名					
水	稲	35%	77—23%	71—29%	6
コ	ム	20	87—13	85—15	3
カ	ン	23	51—49	39—61	4
バ	レ	35	73—27	70—30	3
ダ	イ	28	50—50	42—58	3
テ	ン	40	70—30	60—40	1
サ	ト	30	28—72	13—87	2
ミ	カ	34	49—51	29—71	4
リ	ン	90	50—50	33—67	3
キ	ュ	94	90—10	79—21	3
ク	（施設）	85	75—25	65—35	3
キ	ヤ	41	68—32	29—71	4
ダ	イ	35	66—34	48—52	4

注：①～⑤は第 1 表の調査表参照。

Estimated Yields of Crops without Pesticides—
Questionnaire and Result— By Toshio MORITA

III アンケート調査結果の利用

アンケート調査では肥料は現行のままとしたが、不測の事態においては農薬だけでなく肥料の供給水準も当然低下する。肥料と病虫害の発生に深い関係があることはよく知られた事実であり、これを無視することはいかない。そこで、無肥料、無農薬の場合の病虫害による減収率を次のようにして算出した。

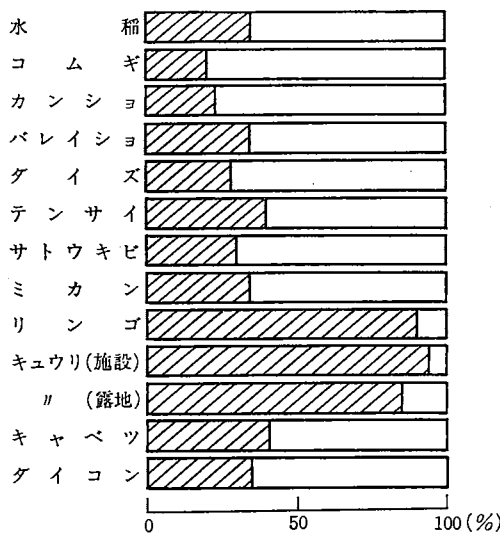
$$y_1 = ① - \frac{① \times ④}{2}$$

y_1 : 無肥料、無農薬の場合の病虫害による減収率。

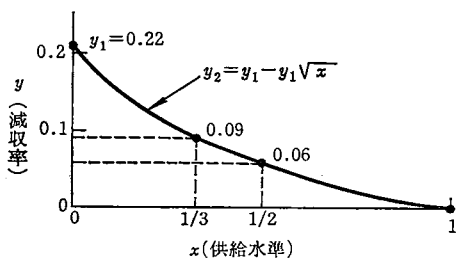
①, ④: 第1表の調査表参照。

数値は%でなく小数。

この式は、無肥料になれば病害による減収が半分になることを表している。肥料を減らせば発生が増加する病害もあるし、虫害の発生も肥料と無関係ではない。また、それ以上に作物の種類による相違を考慮せず、病害



第1図 農薬による防除を全く実施しなかった場合の病虫害による減収率



第2図 肥料、農薬の供給水準が現行の1/2, 1/3になった場合の病虫害による減収率の算出方法模式図 (例: 水稲)

による影響だけを取り上げ、その減収を一律に半分にすることに問題がある。例えば、施設栽培における病害の発生は、湿度に決定的に左右されるので、肥料の影響は比較的少ないと思われる。しかし、残念ながらこれらのことを詳細に検討する余裕がなかった。

なお、無肥料になれば病虫害による減収は少なくなることとしたが、無肥料になったこと自体による減収分が計上されるので、全体としては減収率が高まる。このことは、別途に作業した肥料部門の数値と照らし合わせて確認してある。

次に、肥料、農薬の供給水準がともに現行の1/2, 1/3になった場合の病虫害による減収率を次のようにして算出した。

$$y_2 = y_1 - y_1 \sqrt{x}$$

y_2 : 肥料、農薬の供給水準がともに現行の1/2, 1/3になった場合の病虫害による減収率。

y_1 : 無肥料、無農薬の場合の病虫害による減収率。

x : 肥料、農薬の供給水準 (1/2 または 1/3)。

数値は%でなく小数。

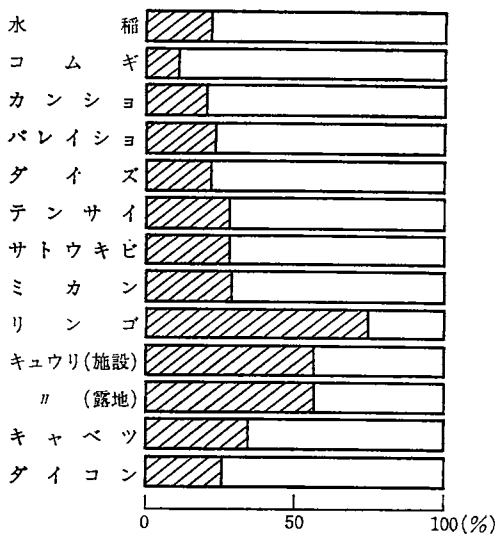
y_2 を求めるのに $y_2 = y_1 - y_1 \sqrt{x}$ という曲線式を使うことについては、厳密に検討したわけではなく $y_2 = y_1 - y_1 \cdot x$ という直線式より妥当であろうと考えたにすぎない。直線式は不測の事態における対応としては最低のものであり、例えば機械的に全耕地面積の1/2, 1/3に現行と同水準の防除を実施することを意味する。実際に不測の事態が生じれば防除効果の高い地域、時期を選んで農薬を使用しなければならないし、また、そのような対応が十分可能と思われる。

第3表、第3図は、肥料、農薬の供給水準が並行して低下した場合の農薬による影響分 (病虫害による減収

第3表 肥料、農薬の供給水準が低下した場合の病虫害による減収率 (y_2)

供給水準 (x)		0	1/3	1/2
作物名				
水稲	稲	22%	9%	6%
コムギ	ギ	11	5	3
カンショ	ショ	20	8	6
バレイショ	ショ	23	10	7
ダイズ	ズ	22	9	6
テンサイ	サイ	28	12	8
サトウキビ	キビ	28	12	8
ミカン	カン	29	12	8
リンゴ	ンゴ	75	32	22
キュウリ (施設)	リ (施設)	57	24	17
キュウリ (露地)	リ (露地)	57	24	17
キャベツ	ベツ	35	15	10
ダイコン	イコン	26	11	8

注: $y_1 = ① - \frac{① \times ④}{2}$, $y_2 = y_1 - y_1 \sqrt{x}$



第3図 無肥料、無農薬の場合の病害虫による減収率

第4表 農薬の供給水準だけが低下した場合の病害虫による減収率

作物名	供給水準	0	1/3	1/2
水	稲	35%	15%	10%
コ	ムギ	20	8	6
カ	ンショ	23	10	7
バ	レイショ	35	15	10
ダ	イ	28	12	8
テ	ンサイ	40	17	12
サ	トウキビ	30	13	9
ミ	カン	34	14	10
リ	ンゴ	90	38	26
キ	ュウリ(施設)	94	40	28
ク	(露地)	85	36	25
キ	ャベツ	41	17	12
ダ	イコン	35	15	10

注：供給水準0の場合の数値はアンケート調査結果(第2表①)、1/2、1/3の場合の数値は前述の計算方法による。

第5表 現在の被害率と今回の推定減収率との対照

区分	現在の被害率 (昭和51～55年平均)	肥料、農薬の供給水準が1/2になった場合の病害虫による減収率	農薬の供給水準だけが1/2になった場合の病害虫による減収率
作物名			
水	4.7%	6%	10%
コ	2.0	3	6

注：被害率＝被害量の年平均収量（その作物の作付け面積×10a当たり年平均収量）に対する割合。

率)だけを取り出したものであり、全体としての単収水準は別途に作業した肥料部門の数値を乗じて算出した。したがって、肥料を現行のままとし、農薬の供給水準だけが低下した場合の病害虫による減収率ではないことに注意願いたい。参考までに、そのような場合における減収率を第4表に示しておく。

なお、水稻とコムギについては作物統計で被害率が調査されているので、参考までに今回の計算結果と比較対照しておく。

おわりに

今回の作業はマクロな視点から行ったもので、当課の担当した農薬部門の数値に肥料部門の数値を乗じて作物別の単収水準を求め、更に12作物の計算結果から農業生産全体の姿を想定するのに利用したものである。時間的余裕がないため、詳細な検討はできなかったが、このような作業を行う場合には枝葉末節にとらわれず大きなところから抑えていくことが肝要であり、その意味でこの報告が今後同種の作業を行う場合に、多少なりとも参考になれば幸いである。

最後に、アンケート調査に御協力いただいた方々に深く感謝の意を表する。

次号予告

次2月号は下記原稿を掲載する予定です。

被害許容水準と防除戦略(2)

——害虫管理とEIL—— 城所 隆・桐谷圭治
イチジクの病害株枯病

加藤喜重郎・廣田耕作・宮川寿之
ヒヨドリによる野菜の被害 安田 慶次
海外における農業用ウイルス系殺虫剤の現状 上田 実

早春どりキャベツに発生した腐敗病

陶山一雄・大林延夫

アブラムシの移動・分散

駒崎 進吉

ウリ類つる割病菌の種子伝染と防除

国安 克人

植物防疫基礎講座

アザミウマ類の簡易飼育法

村井 保

昭和56年度に試験された病害虫防除薬剤

(1) イネ

岸野賢一・山田昌雄

(2) 落葉果樹(リンゴを除く) 大竹昭郎・田中寛康

(3) リンゴ

刑部 勝・佐久間 勉

(4) 茶樹

金子 武・浜屋悦次

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ

1部 500円 送料 50円

被害許容水準と防除戦略(1)

—EIL の定義とその展開—

宮城県農業センター ^き城 ^{どころ}所 ^{たかし}隆農林水産省農業技術研究所 ^{きり}桐 ^{たに}谷 ^{けい}圭 ^じ治

はじめに

被害許容水準 (economic injury level, 以下 EIL)* は STERN ら (1959) によって「経済的損害 (economic damage) をもたらす最低の害虫密度。経済的損害とは防除費用に見合うだけの被害量 (amount of injury)」と定義され、農業の過剰使用に対する反省から生まれた総合防除 (integrated control) ないしは害虫管理 (integrated pest management または pest management) の中で中心的概念の一つとなっている。しかし巖・桐谷 (1973) が指摘したように、この定義には生物的過程と経済的過程の二つの側面が含まれているために、用法上の混乱もみられた。また EIL の実際の設定にあたっては色々な問題が予想される。例えば、害虫の加害による減収量は作物の発育段階によって変化するであろうし、害虫の発育段階は加害程度や防除費用の違いを通じて EIL に影響する。薬剤抵抗性の発達のような長期的な防除の効果をどのように評価するかも問題となろう。ここでは、このような EIL の策定に関する最近の研究を紹介し、併せて今後の課題についても探してみたい。

なお、この総説をまとめるにあたり、有益な討議をしてくださった大久保宣雄 (長崎県果樹試), 川本均 (京大農学部) の両氏に感謝する。

I 防除の経済性と EIL

経済的な行為として防除が成立するためには、防除費用 (C) はそれによって得られる利益 (B) と等しいかまたは小さくなければならない。すなわち、

$$C \leq B \dots\dots\dots (1)$$

B の内容を具体的に考えるために、第1図に防除の有無と収量の関係を模式的に示した。いま害虫の加害がないときの収量を Y_P 、加害されたときの収量を Y_N とする

Economic Injury Level and Control Strategy (1)
—Development in the Concept of EIL— By
Takashi KIDOKORO and Keiji KIRITANI

* economic injury level は直訳すると経済的被害水準となるが本稿では被害許容水準に統一した。

と、その差 $D_J = Y_P - Y_N$ は害虫による減収量である。あるいは減収量 D_J は防除が完全に行われた場合に回避できる潜在的な収量とみなせる。したがって、この作物の単価を P とすれば、 $D_J \cdot P$ が防除によって得られる利益である。つまり

$$B = D_J \cdot P = (Y_P - Y_N) \cdot P \dots\dots\dots (2)$$

防除効果が完全でなければ防除しても一定の減収があるから、そのときの収量を Y_C とすれば、

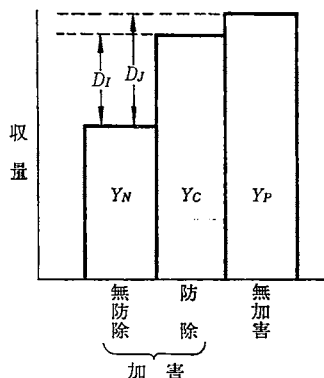
$$B = D_I \cdot P = (Y_C - Y_N) \cdot P \dots\dots\dots (3)$$

また害虫が品質も低下させる場合には Y_C と Y_N の単価は異なるから、それを P_C と P_N で表せば、

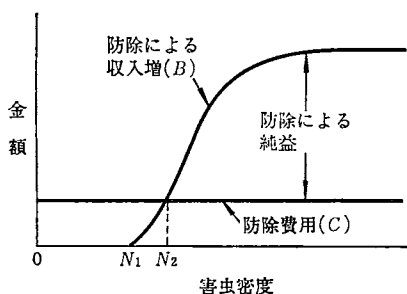
$$B = Y_C \cdot P_C - Y_N \cdot P_N \dots\dots\dots (4)$$

が防除による利益である。

ところで EIL を害虫密度で定義するには、害虫密度と防除利益 B の関係を考えなければならない。ここでは、ある一定の害虫密度 (N_1) を超えると減収 (または品質低下) が始まり、密度の増加とともにある減収 (品質低下) レベルに近づく場合を想定する (第2図)。密度が0から N_1 の範囲では、防除による増収はないから収入増もありえない。害虫密度が N_1 を超えると、減収回避によって B はしだいに大きくなり、増収効果の限界によってついには頭打ちとなる。一方、防除費用 C は害虫密度に関係なく一定とすれば、横軸に平行な直線で表



第1図 害虫の加害による減収と防除の効果
説明は本文参照



第2図 防除の経済的意義
 N_1 : 減収開始密度, N_2 : EIL

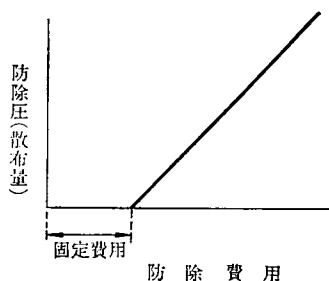
することができる。 $B-C$, つまり防除の純益をみると, 密度が0から N_1 の間では $B=0$ で防除費用の出費分だけ損失となる。 N_1 を超えると B の増加によって損失も小さくなるが, N_2 以上で初めて B が C を上回り, (1)式が成立する。この防除費用と防除利益が等しくなったときの害虫密度 N_2 が, STERNらによって定義されたEILである。 N_1 が生物的過程だけに注目した被害許容密度(巖・桐谷, 1973)であるのに対して, N_2 は防除費用を考慮した経済的被害許容密度(水準)であり, N_2 は N_1 より常に大きな値をとるから, 防除の必要性は生物的被害許容密度を基準としたときよりも減少する。このように害虫管理におけるEILの導入は, 最大収量指向型から純益指向型の防除戦略への転換を意味し, 農薬のむだな使用に歯止めをかける。

II EILの生物・経済的システム

第3図はSOUTHWOODとNORTON(1973)を参考に, EILを構成する要素間の関係を示したものである。底部に示された基本的関係を順次組み合わせていくことによって, 最終的に防除費用とこれを投下することで得られる利益(防除しなかったときの損害額)の関係が導かれるようになっている。以下では農薬による防除を念頭において, 最下段に示した基本的関係をみていく。

1 防除費用と防除圧

防除費用は農薬代と, 直接には防除圧に関係しない防



第4図 防除費用と防除圧の関係

除機械の償却費, 運搬費, 人件費などから構成されている。防除圧は散布量や散布回数に置き換えて考えることができるが, 防除費用との関係は両者でやや異なる。すなわち, 防除圧を投入する薬量または濃度と考えると, 固定費は一定で, 固定費以上の防除費用の支出はすべて農薬費(薬量・濃度の増加)に回すことができる。このときの防除費用と防除圧の関係は第4図のようになる。散布回数の場合には農薬以外にかかる費用も回数の増加とともに増加するので, 両者の関係は原点を通る直線上の値を不連続にとることになる。

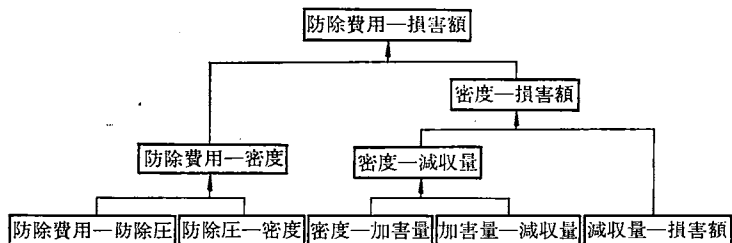
2 防除圧と密度

防除圧に対する個体群の反応は, 薬量・死亡率曲線として知られる薬量の対数に対して死亡率をプロットしたS字型曲線によって近似される。曲線の位置は薬剤感受性の高い害虫のステージでは左に, 低いステージでは右に移動する。また作物の生長で害虫への薬剤到達性が悪くなるように, 作物のステージの影響も受ける。時には, 降雨による薬剤の流亡など気象条件による防除効果の変動も無視しえない。

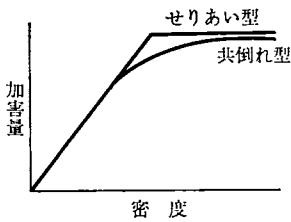
3 密度と加害量

摂食量や摂食回数によって表すことのできる加害量は, 作物の収容力との関係で二つのタイプが考えられるが(第5図), ある密度範囲までは密度と比例関係にあると考えてよい。加害量は一般に積算密度(密度×加害日数)との関係で表されるが, 加害ステージが幼虫のときには, 令期によって加害量は大きく変化する。便宜的

に初令期の加害を無視することもできようが, より正確には各令期の個体当たり摂食量にその令期の個体数を掛けた値を, すべての令期について合計することによって, 幼虫期の総加害量を求めることができる。松崎ら(1975)はハスモンヨトウの総摂食量の指数(F)として,



第3図 EILの生物・経済的システム



第5図 害虫の密度と加害量の関係

$$F = \sum_{i=1}^6 F_i = \sum_{i=1}^6 \frac{N_1(S_i + S_{i+1})}{2} \cdot (t_{i+1} - t_i) \cdot C_i \quad \dots (5)$$

を提案した。ここで i は令期, N_1 はふ化幼虫数, S_i はふ化から i 令までの生存率, t_i は i 令の令期間, C_i は全幼虫期間中の摂食量のうち i 令が摂食する割合である。 C_i を割合でなく i 令の摂食量とすれば F は総摂食量を表すことになる。

また, BULLEN(1972) は移動性のワタリバタ成虫の加害量を,

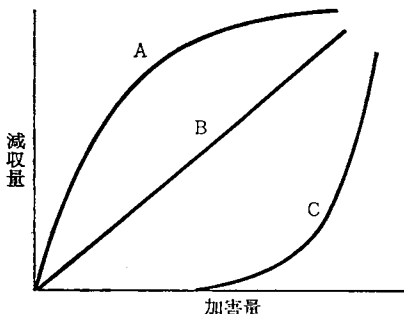
$$F = m \cdot d \cdot t \quad \dots (6)$$

によって表している。ここで m は単位時間当たりの個体当たり摂食量, d は単位面積当たり個体数, t は単位面積を通過するのに要する時間である。これらの式は他の多くの密度・加害量関係の記載に適用することができよう。

単一の害虫種ではなく, 害虫群集を対象として考えるときには, 加害様式の似た種は一括して扱うのが便利である。例えば中筋(1973)は斑点米を発生させるカメムシ類の密度を斑点米産出能力を基準にして, ミナミアオカメムシ1種の密度に換算する試みを行っている。

4 加害量と減収量

害虫の加害は作物の収量と品質に影響するが, 品質についてはここでは販売可能と不可能なものだけを区別する。害虫が収穫対象物を加害するときは, 普通, 害虫の密度が直接減収程度に反映する。個々の害虫が独立かつ



第6図 加害量と減収量の間に予想される三つの基本的な関係

機会的に加害する場合には, 密度の増加とともに加害対象が重複することにより, 無被害率は害虫密度 N を平均値とするポアソン分布の0項, $P_0 = e^{-N}$ で示される。果実のように品質要求の高いものでは加害が全く許されないことが多いから $(1 - P_0)$ が減収率となる(第6図A)。

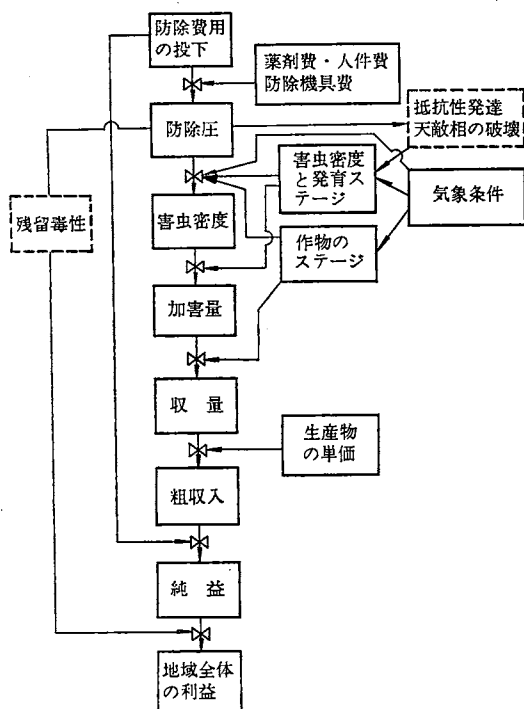
一方, 飼料作物のように収穫対象部位が加害されても品質がほとんど問題とならないものでは, 摂食量とそのまま減収量とみなせるから, 加害量と減収量の間には第6図Bのような直線関係がみられるであろう。

害虫が収穫対象とならない部位を加害するときには収量への影響は間接的で, 特に加害時期と収穫時期の時間的ずれが大きいときにはその間に働く補償作用によって, ある範囲の加害量は収量に影響しない(第6図C)。極端な場合には加害が間引き効果をもたらして収量を増す例さえ報告されている。補償機構としては, 例えばダイズにアブラムシが多数寄生した場合, 草丈は低くなるが, さやを着けた部分の葉面積が増大して子実への光合成産物の流入を確保することが知られている(Conway, 1976)。永年性作物では年遅れの補償作用が認められており, アブラムシに寄生されたライムでは翌年の光合成効率が前年の1.6倍に増加した(Dixon, 1971)。また作物の補償的反応は加害を受けた隣接株の生長によって作物群落レベルでも起こる。イネドロオヒムシに加害された稲株の隣接株は有効茎歩合が無加害場のイネよりも高くなった(小嶋・江村, 1976)。加害対象が収穫部位であってもC型の減収曲線が見られることがある。ワタでは幼蕾の生産が終わってからも, その70%近くは加害されなくとも落下するので, 一定の果実(さく)数さえ確保すれば害虫の加害は収量に影響しない(Hearn and Room, 1979)。ミカンツボミタマバエによるミカンの花蕾への加害でもこれと似た現象が報告されている(加藤, 1980)。このような作物の持つ害虫個体群に対するホメオスタティックな反応は被害解析の重要なテーマの一つであり, 植物の群集生態学や生産生態学に基づいた発展が望まれる。

5 減収量と損害額

損害額は減収量と作物の単価の積で求められる。選別のできる作物では, 各品質の減収量にそれぞれの単価を掛けて合計したものが損害額となる。

品質には味や香り, 栄養分のように実質的な意味を持つものと, 色, 汚れ, 形状のような外見の化粧価値とがある。特に後者が重視される嗜好性の強い作物では, 品質低下が価格に与える影響は大きく, 果実などでEILが事実上ゼロとみなされる原因となっている。



第7図 防除の影響の流れ図

チョウ型の印はバルブを示し、上から下への流量を調節する。破線わくは長期的な影響を示す。

品質への影響は病原媒介虫を除けば、収穫対象部位以外を加害する害虫では普通小さいが、収穫物を直接加害するものでは大きい。

以上の関係を、農薬の長期的影響と併せ、第7図に示した。第3図の底部を左から右に追った流れは、第7図のように EIL 解析の時間的順序でもある。

III 被害許容水準の概念の展開

1 固定的被害許容水準と時間依存的被害許容水準

前節までの記述で明らかのように、特定の作物を加害する特定の害虫に関する EIL は、作物、害虫、天敵、気象などの条件によって異なった値をとる。いまこれらの条件が特定化されたときの EIL を固定的被害許容水準 (static EIL) と呼ぶことにする。これらの条件は、時間の経過とともに変化する。すなわち作物は生長し、害虫の密度や発育ステージなどが変化する。当然のことながら EIL の値も変化していくが、このような時系列で捕らえた EIL を時間依存的被害許容水準 (dynamic EIL) と言う (SHOEMAKER, 1980)。時間依存的 EIL の設定には、少なくとも作物の生長モデルと害虫の個体群動態モデルの開発が不可欠である。そればかりではな

く、各種の害虫が同時もしくは順次ある作物を加害するとき、その総合的な被害量を評価するためにも、作物の生長モデルを含む時間依存的 EIL の研究が必要となる。以下では二つの EIL の決定手順を具体例で示す。

2 固定的 EIL の決定事例

EIL の決定にあたっては、第3図の最下段の関係からでなく、当面の目的に応じてより上段の関係より解析を進めることもできる。防除費用—密度、密度—減収量、減収量—損害額の三つの関係から出発した NORTON (1976) の例を紹介しよう。

害虫密度を N 、防除による死亡率を M 、害虫1個体当たりの減収量を D で表すと、防除によって免れる減収量 ($Y_C - Y_n$) は

$$Y_C - Y_n = D \cdot M \cdot N \quad (7)$$

である。これを先の(3)式に代入し、防除費用 C と利益 B が等しいときを考えると

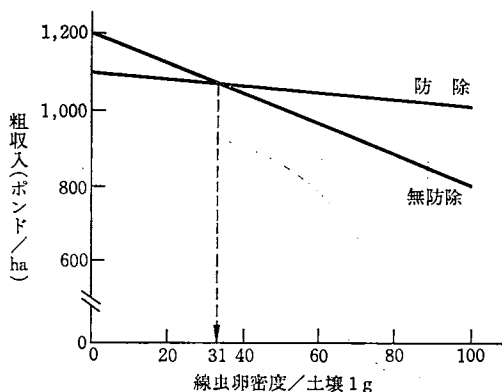
$$C = D \cdot M \cdot N \cdot P \quad (8)$$

となって、防除費用とそれによる利益が害虫密度をパラメーターとして含む式で表すことができる。EIL を求めるには(8)式を変形して

$$N = C / (D \cdot M \cdot P) \quad (9)$$

ところで、ジャガイモシストセンチュウを D—D 剤で防除する場合には、各パラメーターの値は次のようである。

土壌 1g 中に卵 1 個が存在することによって、ジャガイモは 0.1 t/ha 減収する ($D=0.1$)。ジャガイモの単価は 40 ポンド/t である ($P=40$)。防除費用は 100 ポンド/ha で、これによる卵の死亡率は 80% である ($C=100$, $M=0.8$)。これらの値を (9) 式に代入して収支が等しいときの卵密度が 31 卵/土壌 1g と求められる。



第8図 ジャガイモシストセンチュウの卵密度と防除の有無による粗収入の違い

破線は要防除密度を示す (NORTON, 1976)。

様々な卵密度について防除したときとしないときの粗収入(収量×単価－防除費用)を第8図に示した。防除しないときには防除費用は掛からないので、センチュウ密度の増加によって減収する分だけ粗収入は低下していく。防除したときには卵密度ゼロのときでも100ポンドの防除費用が掛かるので、このときは無防除の収入のほうが大きい。密度が31卵を超えると、防除による収入が無防除のそれを上回る。防除したときの粗収入が一定でなくやや右下りになるのは、防除効果が完全でなく20%の生き残りによる減収が生ずるためである。ところで卵は加害態ではないので、求められた31卵という値は実はEILではなく、要防除密度(economic threshold(ET)またはcontrol threshold)であるが、減収量が加害態の害虫密度との関係で表されていれば全く同様にしてEILを求めることができるわけである。

次に、ジャガイモの単価や防除費用の変化が、どのようにEIL(ここではET)に影響するかを考えてみよう。単価 P を変数とすると(9)式は

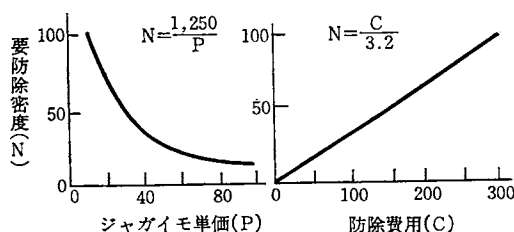
$$N = \frac{100}{0.1 \times 0.8 \times P} = \frac{1,250}{P} \quad (10)$$

防除費用 C を変数とすれば

$$N = \frac{C}{0.1 \times 0.8 \times 40} = \frac{C}{3.2} \quad (11)$$

である。これらの関係を第9図に示した。単価の影響は双曲線となり、単価の上昇によってEILは急速に低下するが、しだいにその程度は小さくなっている。一方防除費用の場合は、これに比例してEILも上昇していく。図に示した線の上側では防除したときの収益が防除しないときよりも大きくなる。

なお、作物の単価が防除の経済性に与える影響についてはBULLEN(1970)の解析がある(蔵・桐谷, 1973 参照)。彼の結論によれば、単価の高い作物ではだいたい常に防除が経済的に成り立つが、単価の低い作物ではある範囲の害虫密度で、しかも適当な濃度(費用)で防除し



第9図 ジャガイモの単価と防除費用(ポンド/ha)がジャガイモシストセンチュウの要防除密度(卵数/土壌1g)に与える影響(NORTON, 1976)

たときにしか防除のメリットはない。なぜなら低密度では防除の増収効果は少なく、高密度では防除の増収効果に限界があることと、高密度ほど散布濃度を高くする必要があるため、収益増につながらないからである。

3 時間依存的 EIL の決定事例

EILは害虫の加害時期によって変化することが当然予想される。STONE and PEDIGO(1972)はKALTONら(1949)が電害を模した切葉実験によって得たダイズの生育時期別の切葉率と減収率の関係を利用して、EILの時間的変化を調べた。またRUESINK(1975)は、彼らの計算手順を整理してEILを導く一般式を示した。ここではRUESINKの記述にしたがってその方法をみることにする。

農業の殺虫率を100%とみなすと防除による利益(B)は次式で表すことができる。

$$B = P \cdot Y \cdot D_k \quad (12)$$

ここで P は作物の単価、 Y は無加害のときの収量、 D_k は k というステージでダイズが加害されたときの減収率である。 D_k についてはKALTONらの実験により、

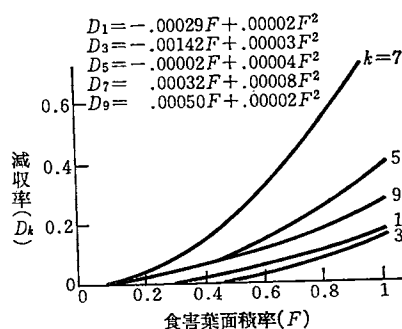
$$D_k = \alpha_k F + \beta_k F^2 \quad (13)$$

という関係が得られている(第10図)。ここで F は食害面積率、 α_k と β_k は k ステージの減収予測式の係数である。食害面積率 F は害虫1個体当たりの摂食面積を E 、害虫密度を N_k 、 k ステージのダイズの葉の総面積を L_k とすれば

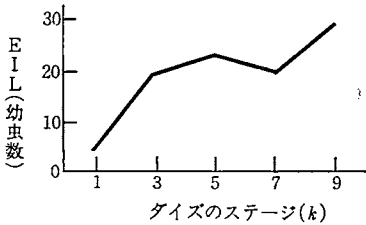
$$F = E \cdot N_k / L_k \quad (14)$$

である。収支が等しい場合は(12)式の B を防除費用 C に置き換えて、(14)式を(13)式に、(13)式を(12)式に代入して N_k について解くと

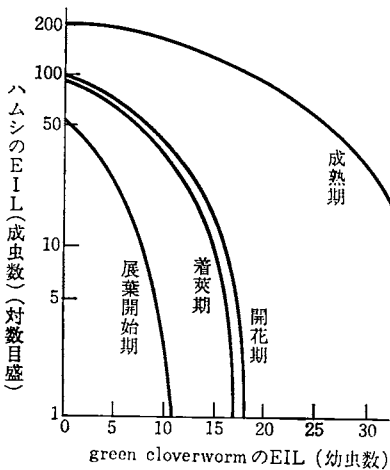
$$N_k = \frac{0.5 L_k}{\beta_k \cdot E} \left(-\alpha_k + \sqrt{\alpha_k^2 + \frac{4 \beta_k \cdot C}{P \cdot Y}} \right) \quad (15)$$



第10図 ダイズの食害された葉面積率と減収率の関係。 k はダイズのステージで、 $k=1, 3, 5, 7, 9$ はそれぞれ、第1本葉展開期、開花初期、開花最盛期、莢伸長期、及び黄化開始期にほぼ相当する(RUESINK, 1975)。



第11図 green cloverworm の EIL (幼虫数/畝1フィート) のダイズ生育に伴う変化 (RUSSINK, 1975)



第12図 2種の食葉性害虫が同時にダイズを加害したときの EIL

害虫数は畝1フィート当たり (KOGAN, 1975).

が得られる。ヤガ科の一種 green cloverworm の防除では $E=105 \text{ cm}^2/\text{幼虫}$, $P=6 \text{ ドル/ブッシュ}$, $C=4 \text{ ドル/エーカー}$, $Y=35 \text{ ブッシュ/エーカー}$ である。また畝1フィート当たりのダイズのステージ別葉面積は $L_1=1,180 \text{ cm}^2$, $L_3=3,540 \text{ cm}^2$, $L_5=10,770 \text{ cm}^2$, $L_7=14,970 \text{ cm}^2$, $L_9=14,430 \text{ cm}^2$ である。ステージごとの α_k, β_k は第10図に示した値をとる。これらの値を(15)式に代入することによってステージごとの EIL が求められ、ダイズの生長に伴って EIL が変化する様子が示された(第11図)。

減収予測式はしばしば直線回帰式 $D_k=\alpha_k+\beta_k \cdot F$ の形で表されるが、これを(13)式の代わりに使えば

$$N_k = \frac{L_k}{\beta_k \cdot E} \left(\frac{C}{P \cdot Y} - \alpha_k \right) \dots \dots \dots (16)$$

によって EIL を記載できる。

KOGAN(1975)は、同じくダイズの食葉性害虫であるハムシの一種 *Cerotoma trifurcata* の成虫による加害で各パラメーター値を決定し、green cloverworm と同時に加害が起こったときの EIL を求めている(第12図)。当然予想されるように、一方の種の密度が高まれば他方の許容密度は低下している。

ところで、このようにして得られた EIL は、確かに時間を考慮したものであるが、幾つかのダイズステージの減収予測式(加害量-減収量関係)から得られた結果を同時に表示したもので、本質的には一連の固定的 EIL のセットとみることもできる。精度の高い EIL の設定の前提条件は、品質も含めた収量予測が正確に行われることである。ある時点での被害予測は、その後の気象条件などの動向によって、作物の生育や害虫の生存率の変化を通じて大きく外れる可能性もある。これを克服するためには経験的な減収予測式ではなく、害虫個体群の動態と作物生長の相互作用を記載した数理モデルが要求され、また解析にあたってはコンピューターの助けが必要となろう。このような先進的試みが昆虫学者ばかりでなく、数学、栽培学、経済学の専門家を含む大型プロジェクト研究として、幾つかの作物で進められているが、最近刊行された“New Technology of Pest Control”(HUFFAKER 編, 1980)はこの分野の世界の研究動向を知るのに有益である。完成されたものではないが、害虫個体群の動態モデルと作物生長モデルの結合によって、ダイズの食葉性害虫の EIL を解析する試みも報告されており、葉面積についてはダイズの品種と植え付け時期が EIL に大きく影響すると結論されている(RUDD et al., 1980)。また、GUTIERREZ 一派が精力的に進めているワタ害虫の被害解析と EIL に関するシステムズアプローチについてはこの本に詳しいほか、中村(1980)による紹介がある。

(以下次号)

人事消息

北陸農業試験場に経営土地利用部新設
四国農業試験場に農業経営部新設

岸 国平氏(農事試験場長)は農林水産技術会議事務局長に

松本武夫氏(中国農業試験場長)は北海道農業試験場長に
一戸貞光氏(東北農業試験場次長)は中国農業試験場長に

藤井定吉氏(農事試験場次長)は九州農業試験場長に
中川昭一郎氏(農林水産技術会議事務局研究総務官)は
熱帯農業研究センター所長に

柿本 彰氏(農事試験場作物部長)は東北農業試験場次長に

升尾洋一郎氏(北海道農業試験場長)は退職

伊藤隆二氏(九州農業試験場長)は退職

林 健一氏(熱帯農業研究センター所長)は退職

昆虫の変態とホルモン

—その分泌調節と作用—

筑波大学農林学系 比留 間 潔

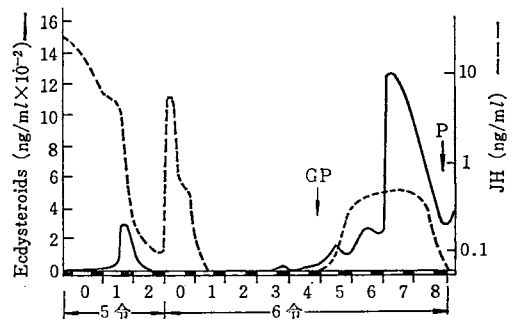
昆虫の脱皮、変態はホルモンによって制御されていることは古くから知られており、脳から分泌される前胸腺刺激ホルモン (PTTH)、前胸腺からの ecdysone*, アラタ体からの幼若ホルモン (JH) の三つが重要である。PTTH 以外の化学構造は既に明らかにされており、生合成、代謝の研究も進んでいる。一方、ラジオイムノアッセイ (RIA) など、ピコグラム単位で測定できる方法が、昆虫ホルモンの分野にも導入されてきており、ecdysteroids の検定においては、今やバイオアッセイに取って変わっている。これら微量検定法を利用することにより、分泌調節や各発育時期における各々のホルモンの役割についてのデータが急速に蓄積されつつある。本稿では、昆虫ホルモンが脱皮、変態にどのようにかわり、またそれらホルモンの分泌や血中濃度の変動が、どのような機構で調節されているかについて概略を述べてみたい。

I Ecdysteroids 血中濃度の変動

第1図は、ヨトウガ (*Mamestra brassicae*) の5令と6令 (終令) の ecdysteroids と、JH の血中濃度の変動を表したものである。初めに ecdysteroids についてみると、5令期においては終令脱皮約 30 時間前に 320 ng/ml のピークが一つみられる。ところが、終令脱皮後は脱皮後2日目まではほとんど検出されず、3日目の夜になって 30 ng/ml のごく小さいピークが現れる。その後徐々に上昇していき、蛹脱皮 36 時間前 (7日目) に突然 1,250 ng/ml と非常に高いピークを示した後、蛹に向かうにつれて急速に減少する。5令から6令にわたり、胸腹間を結さつた実験から、320, 1,250 ng/ml のピークがそれぞれ終令脱皮、蛹脱皮を引き起こす ecdysteroids

の臨界期と一致することが分かった²⁾。このヨトウガにみられる ecdysteroids の分泌パターンは、多くの鱗翅目昆虫のパターンと類似している^{3,4,5)}。

Gut purge (蛹になる前に不消化物などを腸から排出すること) を引き起こす 30 ng の ecdysteroids のピークは、皮膚が幼虫型から蛹型への commitment (決定) を行うのに極めて重要な役割を演じている⁷⁾。タバコスズメガのこのピークは終令3日目にみられるが、腹部の皮膚を中心に調べられた結果、この ecdysteroids に反応して一番最初にみられる現象は、真皮がクチクラから離れること (detachment) であるという⁸⁾。この離れたクチクラは再び附着 (reattachment) するが、detachment の間に幼虫の皮膚が蛹の皮膚に commit し、そのときに JH が存在しないことが条件である。In vitro においてもこの現象は再現されており^{9,10)}、1 µg/ml の 20-hydroxy ecdysone に 15~17 時間さらすと約 50% の皮膚が蛹型に commit される。この commitment は、① ecdysteroids に反応して蛹型クチクラを形成する能力の獲得、② JH に対する反応性の消失、③ 幼虫型クチクラを形成する能力の消失、という三つの過程を経て起こることが示されている¹⁰⁾。また、幼虫型に commit されている皮膚と、蛹型に commit されている皮膚から RNA を抽出して、コムギ胚無細胞系で翻訳したところ、生成物に違いがみられ、蛹型に commit されているものでは多くのタンパクは消えてしまうが、幼虫型に

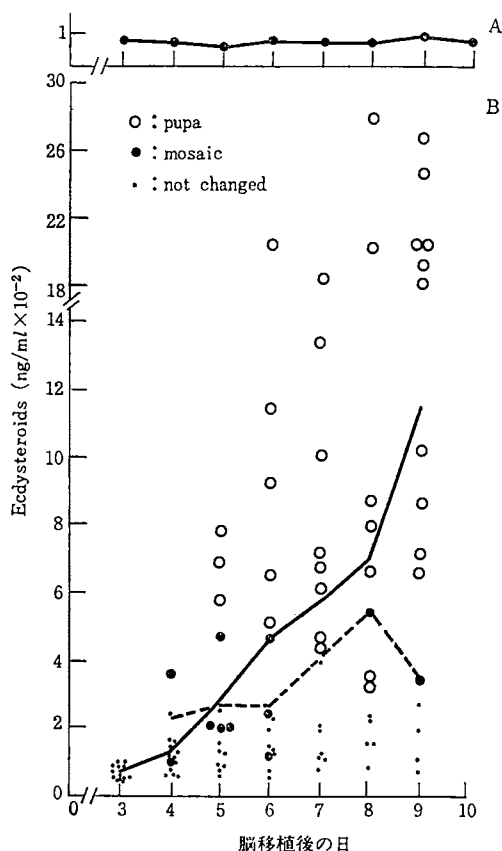


第1図 ヨトウガ血中 ecdysteroids 濃度²⁾と JH 濃度の変動。JH 濃度の変動は VARJAS らの結果⁶⁾とタバコスズメガの結果^{3a)}を参考に描いた。GP: Gut purge, P: 蛹化。

* 1978 年に、中西香爾、竹本常松らを含む 8 人の昆虫ホルモンの関係する化学、生化学者により、ecdysone の総称としては ecdysteroid (s) を使用し、従来 α -ecdysone と呼びならわされてきたものは、単に ecdysone、 β -ecdysone は 20-hydroxyecdysone あるいは ecdysterone と呼ぶことが提唱された¹⁾。多くの研究者が同意し、従っているので本稿においてもこれに従った。

はみられない新しいタンパクが出現したという¹¹⁾。この幼虫型から蛹型への変換には mRNA 合成とタンパク合成とが必要である。また、poly(A)⁺mRNA が重要であり、RNA のプロセッシングは必要でないという¹²⁾。これら一連の研究から、次のような考えが提唱されている¹³⁾。すなわち皮膚が幼虫型に commit されるときには“幼虫型遺伝子”のスイッチが入り、幼虫のクチクラタンパクや青い色素タンパクである insecticyanin が作られる。ところが蛹型に commitment されるときは、低濃度の ecdysteroids は insecticyanin を作るのを完全には停止しないが、幼虫のクチクラタンパクを作るのを、完全に停止するように働きかけ、一方では“蛹型遺伝子”に作用し、蛹への commitment タンパクを作る。しかしこのときにはまだ蛹のクチクラタンパクは作られない。commitment が完了した後、高濃度の ecdysteroids によって蛹のクチクラタンパクは作られ、そのときにはもう insecticyanin は作られない。また commitment タンパクは、それぞれの遺伝子の発現に影響を及ぼしている可能性があるという。一方、腹脚にある crochet の真皮は、一般の腹部の真皮と異なっている。終令幼虫では crochet の真皮は、いったん JH の血中濃度が落ちると、死ぬようにプログラムされているという¹⁴⁾。この例からみても分かるように、幼虫型から蛹型へ変換する機構は、器官ごとに異なっていることが考えられ、興味深い問題である。

ところで、蛹化するとき血液 1 ml 当たり 1 μ g 以上の ecdysteroids が本当に必要なのであろうか。次のような実験を行ってみた¹⁵⁾。Gut purge を起こした幼虫(終令脱皮 5 日目)の首を結さつると 30 日以上も幼虫のままで生き続ける。それに PTTH 活性のある脳(この場合は終令 7 日目)を移植すると、70~80% の個体が 10~12 日で蛹化した。このようなことが分かったので、初めに首を結さつた幼虫に活性脳を移植し、移植後 3 日目から 9 日目まで毎日胸脚から 10 μ l の血液を採り、すぐに胸腹間を結さつし、胸より前方を切り捨て腹部だけを残した。そしてその後、腹部だけの幼虫がどのような形態変化を起こすかを調べるとともに、それぞれの胸腹間を結さつた時点の血中 ecdysteroids 量を RIA で測定した。第 2 図に示すように、約 400 ng/ml 以上の ecdysteroids が含まれていたときには腹部は蛹化したが、150~200 ng/ml 以下の ecdysteroids 量では腹部は全く変化しなかった。ちょうどその中間の濃度、すなわち 200~400 ng/ml の ecdysteroids が存在したときには、部分的に幼虫の皮膚にタンニングが起きたモザイク状の幼虫になった。この結果は、幼虫が蛹化するため



第2図 頭胸間結さつた幼虫に、活性脳を移植した後の血中 ecdysteroids 濃度¹⁵⁾。A: gut purge を起こした日に頭胸間を結さつし、脳を移植しないとき。B: 終令 7 日目の脳を移植したとき。採血後すぐに胸腹間を結さつし、各個体の ecdysteroids 濃度と、その遊離腹部の形態変化との関係を示した。A の個体はなんの変化も起こらなかった。

には、約 400 ng/ml 以上の ecdysteroids が血中に含まれていればよいことを示していると言えよう。この値は、胸腹間結さつた幼虫が 50% 蛹化率を示したときの ecdysteroids の血中濃度が、約 350 ng/ml であるのとよく一致している²⁾。

Ecdysone の分泌は、主に脳からの PTTH によって支配されているが、終令期と終令前令期とでは ecdysone の分泌パターンは大きく異なっている。これは PTTH の分泌パターンが異なるために引き起こされた結果である。幼虫が終令であることを知るのは、タバコスズメガの場合は、頭幅が 5.1 mm を超えたときであるという¹⁶⁾。

II Ecdysteroids 血中濃度の調節

1 結合タンパク質

(1) キャリアータンパク質

前胸腺の分泌能の変化ばかりでなく、結合タンパクや代謝酵素の存在も、ecdysteroids 血中濃度の変動に影響を及ぼしていることが考えられる。しかし、ecdysteroids の結合タンパク (キャリアータンパク) は、JH の結合タンパクほどの知見は今のところない。トノサマバッタの血中から、20-hydroxyecdysone に高い親和性を持ち、特異性のあるタンパクが見付かっているが¹⁷⁾、この生理的な役割については今のところよく分かっていない。甲殻類であるカニの一種 (*Pachygrapsus crassipes*) では、ecdysteroids は血中にフリーの状態で存在しているという¹⁸⁾。

(2) レセプター

結合タンパクには、キャリアータンパクとして働くもののほかにレセプターがある。レセプターの増減は組織のecdysteroidsの作用の感受性と関係しているはずである。ごく最近になり、昆虫のecdysteroidレセプターの存在が証明された。放射活性の高いponasterone Aや20-hydroxyecdysoneを使用することによりキ、イロシヨウジウバエ(*Drosophila melanogaster*)の成虫原基¹⁹⁾やKc細胞株²⁰⁾の核に、レセプターの存在することが見いだされた。Kd値は形態形成を引き起こす濃度とほぼ等しかったという。一方、ecdysteroidsが直接に作用し、色々のバフの誘導を引き起こすユスリカ(*Chironomus tentans*)の唾腺染色体に20-hydroxyecdysoneが結合するということが報告され、しかもバフに結合したホルモンの結合部位は、発育時期に特異性があったという²¹⁾。このレセプターの問題は今後急速に発展するものと考えられるが、ecdysteroidsの作用機作の解明に迫るものであり、楽しみな分野である。

2 代謝酵素

ecdysteroidsの代謝酵素としては、ecdysone 20-monooxygenase²²⁾、ecdysone 3-epimerase²³⁾及びsulfo-transferase²⁴⁾などのほかに4,5報告されている。ecdysone 20-monooxygenaseはecdysoneを、そのactive metaboliteである20-hydroxyecdysoneに変換する酵素であり、タバコスズメガ中腸のミトコンドリアで最初に発見された²²⁾。これはecdysoneと20-hydroxyecdysoneの血中の存在比を調節しているという²⁵⁾。Sulfo-transferaseはecdysteroidを硫酸エステル化する重要な不活化酵素である²⁴⁾。ecdysteroids血中濃度の変動と不活化酵素の変動とは、鏡像関に係ることが古くから知られて

おり²⁶⁾、ecdysteroids血中濃度の調節に重要であることが容易に推察される。

III JH 血中濃度の調節

1 アラタ体機能の調節

JH血中濃度変動の調節は、アラタ体の分泌活性の変動やJH esteraseの出現などによっている。アラタ体の活性は、それ自身が分泌周期を持っているという報告もあるが、一般には脳の支配下にあることが古くから認められている。脳からの神経インパルスにより、アラタ体の活性が調節されているという考えと、脳からの神経分泌ホルモンによって調節されているという考えがある。しかし、アラタ体の機能の調節機構はいまだよく解かれていない問題であり、今後の解決に待つところが多い。ところが、最近radiochemicalな方法^{27,28)}やJHのRIAの開発^{29,30)}によって微量なJHが測定できるようになり、アラタ体のJH分泌調節機構の研究が進みつつある。ここでは一例として、allatotropinの存在を明確にした研究を紹介しよう。

幼虫の脳が液性要因を介して、アラタ体を活性化することが1974年にハチミツガ(*Galleria mellonella*)で見いだされた。このホルモンはallatotropinあるいはallatotrophic hormoneと呼ばれている。幼虫の前半期には脳からこのallatotropinが分泌され、アラタ体が活性化されるが、後半期になると脳はallatotropin活性を失い、アラタ体は脳により神経的に抑制される^{31,32)}。タバコスズメガでは、終令(5令)脱皮後絶食させると、過剰脱皮して6令幼虫になる^{33,34)}。これは絶食によってJH血中濃度が脱皮時の2~3倍に上昇する結果であるという³⁵⁾。このタバコスズメガを絶食させると過剰脱皮を起こす現象を利用した実験から、次のような結論が引き出された³⁴⁾。①中央部神経分泌細胞(MNC)がアラタ体を活性化し、JHを分泌させている。②移植された脳は移植された個体の絶食に反応して、アラタ体を活性化する。これは明らかに脳に存在するMNCがallatotropinを分泌していることを証明するものである。今のところallatotropinの実体は全く不明である。In vitroでも脳から分泌されることが示唆されているが³⁶⁾、どのような物質が明らかになるにはまだ日数がかかろう。

アラタ体はallatotropinだけによって、その機能が制御されているのではない。アラタ体の機能を抑制するホルモン、allatohibin(allatostatin)の存在も示唆されている^{35,77)}。そのほか、鱗翅目昆虫以外でもアラタ体の機能に及ぼす液性支配を示唆する報告も多い。また、アラタ体から分泌されたJH自身も、アラタ体の機能に影響を

及ぼしている。ゴキブリ (*Diploptera punctata*) では高濃度の JH はアラタ体での JH 合成を低下させるが、低濃度の JH では逆に促進する³⁶⁾。一方、20-hydroxyecdysone は JH 合成を減少させるという³⁷⁾。このように液性要因だけの制御も色々と複雑であるが、これに神経による制御もたくみに加わってアラタ体の機能が調節されている。興味ある方は TOBE の総説³⁸⁾を見ていただきたい。いずれにしても、アラタ体制御の問題は今後の課題である。

2 JH 結合タンパク質と esterase

血中の JH 濃度の変動は、アラタ体からの JH 分泌能の変動だけで起こるわけではない。結合タンパクの存在や、血液あるいは他の幾つかの器官に存在している esterase の出現によっても調節されている。高い JH 血中濃度を急激に減少させるためには、アラタ体の JH 分泌能が衰えるだけでは不十分で、その分解酵素である JH esterase の存在が必須であろう。このように、血中の JH 変動を考えるうえで、JH esterase と JH 結合タンパクの存在を無視することはできないと思われる。これらの物質をコントロールし、ホルモンバランスを崩すことによって、害虫防除を行う考え方も生まれつつある。

(1) JH 結合タンパク質

ほとんどの JH は、単体で血中に存在しているのではなく、タンパク質と結合した形で存在している。このタンパク質はキャリアタンパク、あるいは結合タンパクと呼ばれている。JH との親和性、特異性が低く、許容量の多い高分子量のリボプロテインと、JH との親和性、特異性が高く、許容量の少ない低分子量のタンパクの二つのタイプに分けられている³⁹⁾。この結合タンパクは WHITMORE と GILBERT によって、JH がリボプロテインと結合することが見いだされた⁴⁰⁾ ことに始まる。後にタバコスズメガの血中からこのリボプロテインよりも JH 親和性の高いタンパクが見いだされた。そして血中の JH の大部分は、この親和性の高い結合タンパクと結合した、安定型で存在するという⁴¹⁾。この結合タンパクは脂肪体で生産されることが分かっており、また、リボプロテインが結合タンパクであることは否定された⁴²⁾。JH 結合タンパクは、色々の昆虫で存在が知られているが、その存在が全く見いだせない種も数多い。

結合タンパクの主な役割は、① JH の組織への特異的な取り込みや吸着を助け、血液と標的組織との間の分布を調節すること、②ホルモンの輸送、general esterase (後述) による分解の阻止、活性のない形でのホルモンの貯蔵、が考えられている⁴³⁾。残念ながら、JH 血中濃度を調節する役割については明らかではない⁴⁴⁾。一方、従

来考えられてきたように、結合タンパクが JH と結合することにより、血中での溶解性を高めているということはないであろう。JH の溶解性は考えられているよりも高く、 5×10^{-5} M も水に溶けるといふ⁴¹⁾。ちなみに、血中の JH 濃度は 10^{-7} M 以下である。

(2) JH esterase

JH esterase は carboxyesterase であることが最初に WHITMORE らによって証明され⁴⁵⁾、結合タンパクと同様に脂肪体で合成される⁴⁶⁾。それにより JH は JH acid に変換される。この esterase には 2 種類あることが指摘されている。一つは α -naphthyl acetate を分解し、diisopropylfluorophosphate (DFP) によって活性が阻害される general carboxyesterase、または non-specific esterase と呼ばれるもので、遊離している JH のみ代謝する。他の一つは specific esterase と呼ばれ、DFP によって阻害されず、遊離している JH ばかりでなく結合タンパクと結合している JH も分解する^{47, 48, 49)}。最近、タバコスズメガの JH specific esterase が単離された⁵⁰⁾。JH esterase 活性は、脂肪体や血液ばかりでなく中腸にも見いだせる。しかし中腸のものは前二者のものと等電点が少し異なっているといふ⁵¹⁾。

タバコスズメガの JH esterase の血中の変動がよく調べられている^{47, 52, 53)}。この虫の終令幼虫では、JH esterase の変動と JH の血中濃度の変動とは鏡像関係にあり、この esterase は JH 血中濃度の調節に一役買っていることを示唆している。タバコスズメガ以外でも、エリ蚕⁵⁴⁾、*Trichoplusia ni*⁵⁵⁾、ハチミツガ⁵⁶⁾なども、JH と JH esterase の血中濃度の変動が鏡像関係にあることが知られており、アラタ体の分泌能の低下とともに、JH esterase の出現は JH 血中濃度を低下させるのに重要な役割を演じていることを示しているといえよう。

さて、この JH esterase の分泌機構であるが、*T. ni* を使用した SPARKS らの実験によると、JH esterase の分泌機構が発育時期によって異なっているといふ⁵⁷⁾。この終令幼虫期を通して、esterase 活性は 2 日目と 4 日目 (Gate II 幼虫では 5 日目) に二つのピークを持って出現する。最初のピークは、脳からの液性要因が脂肪体に直接働きかけることにより esterase が分泌されるが、2 番目のピークは脳が JH を分泌するようにアラタ体に働きかけ、アラタ体からの JH が脂肪体に作用することにより、esterase が分泌されるという⁵⁷⁾。また JONES らは、最初のピークは脳と食道下神経節から分泌される物質によって出現することを見いだしており、続いて起こる減少は、脳からの esterase 分泌阻害物質が原因であるという興味ある事実を発見した⁵⁸⁾。このように esterase

の血中への出現は、内分泌制御のもとにあることが考えられるが、今後詳しく調べられなければならないテーマの一つであろう。

IV PTTH の分泌調節

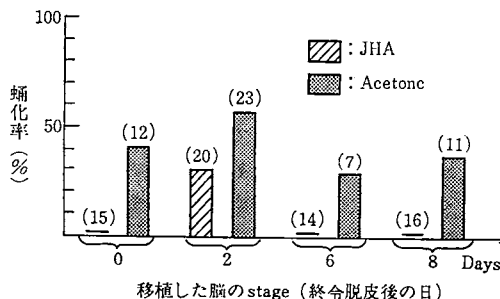
PTTH は脳に存在している神経分泌細胞から分泌されることは、古く WIGGLESWORTH によって示されている⁵⁹⁾。そこで筆者はヨトウガを材料として PTTH 分泌細胞を追求した。組織学的知見と個々の細胞群の焼却や移植実験から、脳間部及び側方部の神経分泌細胞から分泌されることが分かり、脳間部の中では type II と名付けた細胞群から分泌されるらしいことが突き止められた⁶⁰⁾。ところが、タバコスズメガでは側方部神経分泌細胞の一对の細胞から分泌されることが明確に示されている^{61, 62)}。いずれにしても、脳から分泌された PTTH が前胸腺を活性化するが、PTTH の放出は第一にサーカディアンクロックの支配によっている。

PTTH 分泌機構に関しては、Nijhout と Williams により非常に興味あることが見だされている⁶³⁾。この発見のいきさつについては、既に紹介されている（例えば石崎⁶⁴⁾）ので、ごく簡単に結果だけを記述したい。彼らによると、タバコスズメガ終令幼虫では体重が 5 g に達したときに、30 ng の ecdysteroids のピークを導くための、PTTH を分泌する指令が出され、その体重のときに JH 血中濃度が急激に低下し始めるという。JH 濃度が低下することは極めて重要であり、アラタ体摘出、JH の注射実験から、JH が脳からの PTTH 分泌を抑えているという結論を引き出した。すなわち、JH が低下すると、PTTH を分泌する準備のできている脳は、それに反応して PTTH を分泌しその結果、蛹へのプログラムが進行するという。しかし、JH の血中濃度が高いと、脳が PTTH を分泌できないために蛹へのプログラムが進まないという考えは、あまりにも早計すぎるように思

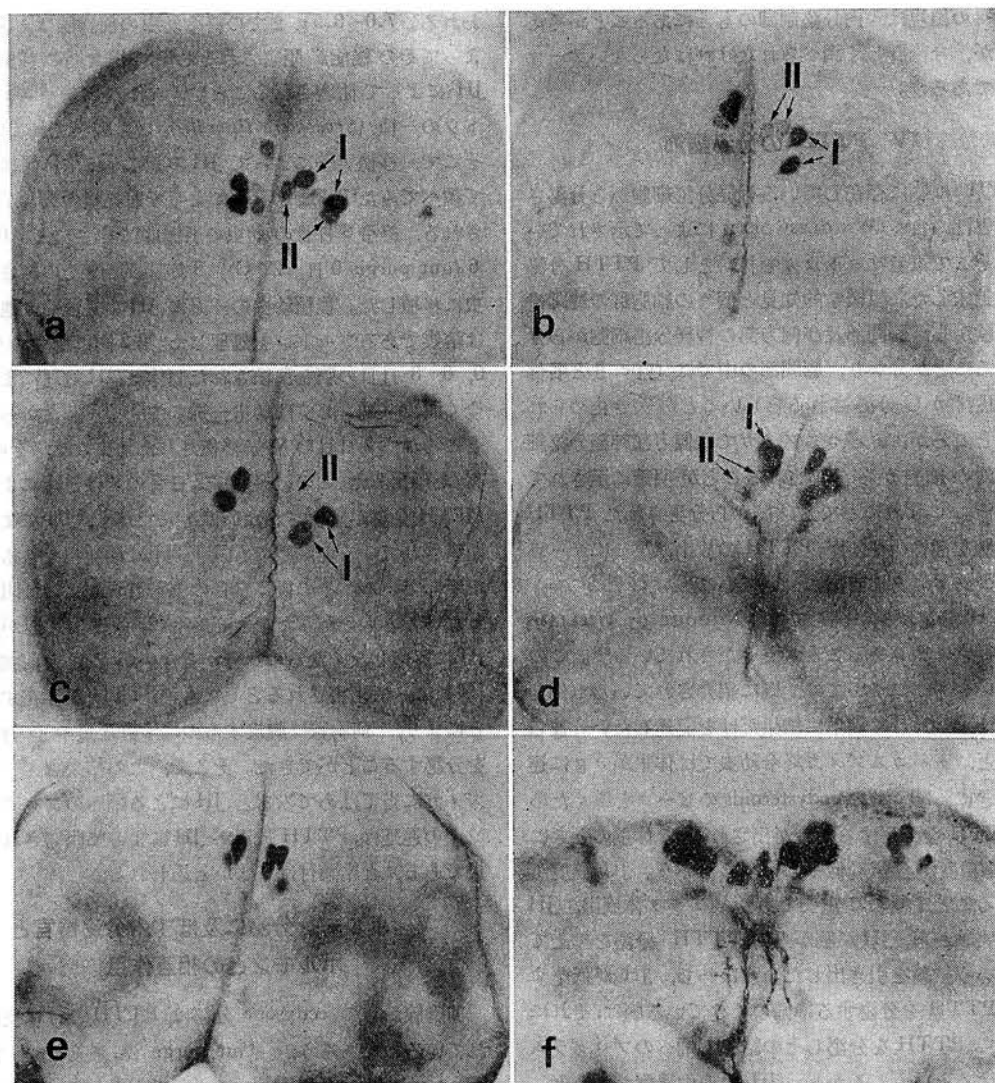
われる。7.0~8.5 g までの終令幼虫の前胸腺は、JH によってその機能が阻害されるし⁶⁵⁾、摂食期の前胸腺が JH によって阻害されることは、ヨトウガやハスモンヨトウの一種 (*Spodoptera littoralis*) でも観察されている。そこで、移植実験によって JH の脳に及ぼす影響について調べてみた⁶⁷⁾。まず、JH によって前胸腺の働きが阻止される、終令 3 日目の幼虫の頭胸間を結さつし、0, 2, 6 (gut purge 0 日, 22°C), 8 日目の脳をその結さつ幼虫に移植した。移植幼虫の一方に JH を処理し、他方には溶媒であるアセトン処理した。第 3 図に示すように、0, 6, 8 日目の脳を移植された個体は、JH 処理によって全く脱皮（蛹もしくは幼虫—蛹の中間型）しなかった。ところが、2 日目の脳を移植された幼虫では、その 30% が蛹化した。この結果は、2 日目の脳は JH によって PTTH 分泌が阻害されないばかりでなく、JH によって阻害されている前胸腺でも PTTH は活性化できることを示している。その後 3 日目の脳も JH によって阻害されないことも分かった。なぜ終令 2, 3 日目の脳が突然 JH に反応しなくなるのか分からないが、たとえ前胸腺が JH によって阻害されとしても、PTTH が存在することにより、前胸腺は脱皮するのに十分な量の ecdysone を分泌することができた。そこで、この結果をタバコスズメガに当てはめてみると、JH による蛹へのプログラミングの遅延は、PTTH 放出が JH によって阻害される結果である、と結論付けてよいと思われる。

V ホルモン分泌に及ぼす内分泌器官とホルモンとの相互作用

前胸腺からの ecdysone 分泌は、PTTH だけに支配されているのであろうか。Gut purge は、最初の小さい 30 ng/ml の ecdysteroids によって引き起こされることが、2 山の ecdysteroids ピークを持つ昆虫のタバコスズメガやエリ蚕⁴⁾において証明されている。エリ蚕のこの gut purge の起こる時期を指標にして、石崎は示唆に富む実験を行った⁴⁾。すなわち、gut purge の前夜から消灯時刻をずらせると、gut purge と ecdysteroids のピークとは同じ位相のずれを生じる。この系を利用して、暗開始後 3 時間目に幼虫体の色々の部位に光パルスを与えて、gut purge の位相がずれるか否かで ecdysteroids のピークのずれを決定した。その結果、胸部に光が与えられたときにのみ有効であり、また直径 1 mm の光束を胸部側方部に与えたときに最も効果があった。この位置は、前胸腺の分布とよく一致していたという。頭部のみの照射は無効であった。この結果は、前胸腺が直接に光刺激を受けて ecdysone 分泌を調節していることを推定



第 3 図 終令 3 日目の頭胸間結さつ幼虫に、色々の時期の脳を移植し、JH を処理したときの影響⁶⁷⁾。



第4図 Gut purge を起こしたときのヨトウガ幼虫の脳神経分泌細胞。パラアルデヒドフクシン染色したもの。a: なんの処理もしないとき, b: 第2胸節に傷を付けた後, 6時間経過したとき, c: 前胸腺を焼却し, リンガー液 ($5\mu\text{l}$) の注射後, 6時間経過したとき, d: 前胸腺を焼却し, エクダイソン ($5\mu\text{g}$) の注射後, 6時間経過したとき, e: 休眠蛹 40 日目の脳を CSM-2F 培地で 48 時間培養したとき, f: 休眠蛹 40 日目の脳を $0.3\mu\text{g/ml}$ の 20-hydroxyecdysone を含む CSM-2F 培地で 48 時間培養したとき. I, II はそれぞれ, type I, type II 神経分泌細胞を表している. f は安居院宣昭博士提供.

させるものとしてたいへん興味深く, 今後の研究成果が待たれるものである。

一方, 第1図から分かるように, ヨトウガ終令幼虫では7日目に突然 ecdysteroids 濃度が高くなり, それにより蛹化が誘導される。脳から PTTH が分泌され, 前胸腺に作用すると, こんなにも急にホルモン濃度が上昇するものであろうか。Ecdysteroids が前胸腺に作用して ecdysone 分泌を促進する, すなわち正のフィードバック

作用のあることは既に知られている (必ずしも“正”でないことは, 桜井の総説⁶⁹⁾を参照されたい)。一方, 分泌された ecdysone は, 脳の機能に何の影響も与えていないのであろうか。このことを確かめるために, 初めに終令幼虫に時期を追って 20-hydroxyecdysone を注射して, 脳に存在する神経分泌細胞を観察した。すると gut purge を起こしてから後の幼虫の脳の神経分泌細胞は, パラアルデヒドフクシンによく染まるようになり, そ

のうえ涙形のものが多くなった。軸索へも神経分泌物質が流れ込んでいるのが観察された。この結果は、20-hydroxyecdysone は脳の神経分泌細胞から神経分泌物質を放出しているように考えられた。そこで次に gut purge を起こした幼虫の前胸腺を、他の器官にも少し傷を与えてしまう可能性もあるが、高周波を出すメスで完全に焼却して、体内に ecdysteroids を全く含まないようにして、神経分泌細胞を調べた。もちろん脳を取り出すときに前胸腺の有無をチェックした。第4図Cにみられるように type II 細胞からは、ほとんど神経分泌物質が消失した。このような状態になったときに 20-hydroxyecdysone を注射すると、type I, II ともに多量の神経分泌物質が蓄積され、そのうえ、神経分泌物質が軸索に流れ込むことが分かった⁶⁹⁾ (第4図d)。20-Hydroxyecdysone の注射後 1.5 時間目から急に作用が現れ始め、6 時間後まで持続した¹⁵⁾。これは、20-hydroxyecdysone によって神経分泌物質が合成され、かつ放出されるものと考えられるが、このような脳が PTTH 活性を持つかどうか疑問が残る。そこで、休眠深度の深い蛹の脳は、培養しても PTTH を培地に放出しないことが知られていた⁷⁰⁾、休眠蛹 40 日目の脳を 20-hydroxyecdysone を含む培地、あるいは含まない培地で培養し、その脳の PTTH 活性を調べた。その結果、一度 20-hydroxyecdysone で処理すると、脳は PTTH 活性を持つようになることが分かった。そのときの脳の神経分泌細胞には多量の神経分泌物質が観察され、それが軸索のほうへ流れ込んでいた⁷¹⁾ (第4図f)。このことから上記の幼虫の脳も、20-hydroxyecdysone によって活性化されたと考えられる。すなわち、実際の生体内では、脳から PTTH が分泌されると、前胸腺から ecdysone が分泌され、この分泌された ecdysone が脳を強く活性化する。その結果、より多くの ecdysone が分泌されるのであろう。前述したように ecdysone は前胸腺にも働きかけ、ecdysone を分泌するように活性化する。脳—ecdysone (ecdysteroid)、前胸腺—ecdysone (ecdysteroid) は正のフィードバック作用を示すことにより、急激な血中 ecdysteroids レベルの上昇がみられるものと考えられる。それ以外にも、ヨトウガ終令幼虫後半の前胸腺は、JH によって活性化されることが知られており^{72, 73)}、ecdysone の分泌だけをみても複雑であることが分かる。この終令幼虫後半の JH の役割についての論議は別の機会に紹介しようと思う。

おわりに

害虫の防除にホルモンを利用する場面では、クチクラ

を通して浸透しにくい ecdysteroids よりも、浸透しやすい JH に目が向けられている。また、JH の構造は既に知られており、焦点は生合成、輸送、作用機作、及び実際の利用面に向けられている。害虫制御における JH、及びその類縁体の利用は、その安定性、短い感受性の期間など多くの要因によって限られてくる。それゆえ、JH や JH 類縁体そのものを利用しての防除は困難な面があるのを否めない。しかし、JH とそのレセプターとの相互作用や、JH 結合タンパク、JH esterase、及び JH の代謝過程などを詳細に知ることは、最終的にはホルモン作用を阻害することによる新しい防除方法を見いだすし、色の有効な害虫制御技術を開くための近道となるかもしれない。JH 生合成の阻害やかく乱は、JH の欠乏や過剰を引き起こすであろう。また、ホルモンの輸送や分解、標的器官、あるいは細胞への取り込みを阻害することも同様に、将来可能性のある技術として応用できるであろう。

スクリーニングを通して、JH に拮抗する幾つかの物質も発見されている。Precocene I, II, ETB⁷⁴⁾, fluoro-mevalonate⁷⁵⁾ など、いずれも結果的に JH の合成を阻害する物質である。JH に拮抗する物質は、JH 類縁体よりも害虫防除手段として有用である可能性があると思われる。というのは、処理する昆虫の発育時期はそれほど厳密である必要はなく、卵巣の発育も阻害されることが多くの昆虫でみられているので、プラス α の効果も期待できるからである。また最近では、JH esterase 阻害剤のスクリーニングも行われており、O-ethyl-S-phenyl phosphoramidothiolate (EPPAT) が効果が高いという⁷⁶⁾。JH 生産、輸送、標的器官とホルモンとの結合を阻害することによる新しい防除技術の開発が期待されよう。それには、近年とみに研究者層の薄くなってきた日本における昆虫内分泌学を、復活、発展させることにより、新しい防除手段の開発が可能となろう。

これを書くにあたり、討論に参加くださり校閲の労をとられた国立予防衛生研究所、安居院宣昭博士、原稿を読み有益な意見を述べてくださった佐賀大学農学部助教授、藤條純夫博士に感謝いたします。

引用文献

- 1) GOODWIN, T. W. et al. (1978) : Nature 272:122.
- 2) AGUI, N. and K. HIRUMA (1982) : Appl. Ent. Zool. (印刷中).
- 3) BOLLENBACHER, W. E. et al. (1975) : Develop. Biol. 44:46.
- 4) 石崎宏矩 (1980) : 特定研究、動物行動の発現機構: 195~196.

- 5) LAFONT, L. et al. (1975) : *Experientia* 31 : 1241.
- 6) VARJAS, L. et al. (1976) : *ibid.* 32 : 249.
- 7) RIDDIFORD, L. M. (1976) : "The Juvenile Hormones" pp. 198~219, Plenum Press.
- 8) ——— and A. T. CURTIS (1978) : *J. Insect Physiol.* 24 : 561.
- 9) MITSUI, T. and L. M. RIDDIFORD (1978) : *Develop. Biol.* 62 : 193.
- 10) RIDDIFORD, L. M. (1978) : *Gen. Comp. Endocrinol.* 34 : 438.
- 11) CHEN, A. C. and M. L. RIDDIFORD (1981) : *ibid.* 43 : 315.
- 12) RIDDIFORD, L. M. et al. (1981) : *Insect Biochem.* 11 : 121.
- 13) ——— and M. L. KIELY (1981) : "Regulation of Insect Development and Behaviour" pp. 485~496, Wroclaw Technical University Press.
- 14) FAIN, M. J. and L. M. RIDDIFORD (1977) : *Wilhelm Roux's Archives* 181 : 285.
- 15) HIRUMA, K. and N. AGUI : (未発表).
- 16) NIJHOUT, H. F. (1975) : *Biol. Bull.* 149 : 214.
- 17) FEYEREISEN, R. (1980) : "Progress in Ecdysone Research" pp. 325~334, Elsevier.
- 18) CHANG, E. S. et al. (1976) : *Gen. Comp. Endocrinol.* 30 : 21.
- 19) YUND, M. A. et al. (1978) : *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 75 : 6039.
- 20) MAROY, P. et al. (1978) : *ibid.* 75 : 6035.
- 21) GRONEMEYER, H. et al. (1981) : *Chromosoma* 82 : 543.
- 22) NIGG, H. W. et al. (1976) : *Experientia* 32 : 438.
- 23) ——— et al. (1974) : *Lipids* 9 : 971.
- 24) YANG, R. S. H. et al. (1973) : *Biochem. J.* 136 : 817.
- 25) SMITH, S. L. et al. (1980) : "Progress in Ecdysone Research" pp. 139~162, Elsevier.
- 26) KARLSON, P. and C. BODE (1969) : *J. Insect Physiol.* 15 : 111.
- 27) TOBE, S. S. and G. E. PRATT (1974) : *Biochem. J.* 144 : 107.
- 28) PRATT, G. E. and S. S. TOBE (1974) : *Life Sci.* 14 : 575.
- 29) BAEHR, J. C. et al. (1976) : *FEBS Lett.* 69 : 123.
- 30) GRANGER, N. A. et al. (1979) : *Mol. Cell. Endocrinol.* 16 : 1.
- 31) ——— and F. SEHNAL (1974) : *Nature* 251 : 415.
- 32) SEHNAL, F. and N. A. GRANGER (1975) : *Biol. Bull.* 148 : 106.
- 33) RIDDIFORD, L. M. (1980) : "Progress in Ecdysone Research" pp. 409~430, Elsevier.
- 34) BHASKARAN, G. and G. JONES (1980) : *J. Insect Physiol.* 26 : 431.
- 35) GRANGER, N. A. et al. (1981) : "The Current Topics in Insect Endocrinology and Nutrition" pp. 83~105, Plenum Press.
- 36) TOBE, S. S. and B. STAY (1976) : *Nature* 281 : 481.
- 37) STAY, B. et al. (1980) : *Science* 207 : 898.
- 38) TOBE, S. S. (1980) : "Insect Biology in the Future" pp. 345~367, Academic Press.
- 39) GILBERT, L. I. (1976) : "Actualités sur les Hormones d'Invertébrés" pp. 413~434, Colloques internationaux C. N. R. S. No. 251, Paris.
- 40) WHITMORE, E. and L. I. GILBERT (1972) : *J. Insect Physiol.* 18 : 1153.
- 41) KRAMER, K. J. et al. (1974) : *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 71 : 493.
- 42) NOWOCK, J. et al. (1975) : *Gen. Comp. Endocrinol.* 27 : 230.
- 43) DE KORT, C. A. D. and N. A. GRANGER (1981) : *Ann. Rev. Ent.* 26 : 1.
- 44) GILBERT, L. I. et al. (1978) : "Comparative Endocrinology" pp. 471~486, Elsevier.
- 45) WHITMORE, D. et al. (1972) : *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 69 : 1592.
- 46) ——— et al. (1974) : *Mol. Cell. Endocrinol.* 1 : 37.
- 47) SANBURG, L. L. et al. (1975) : *J. Insect Physiol.* 21 : 873.
- 48) ——— et al. (1975) : *Nature* 253 : 266.
- 49) KRAMER, S. J. and C. A. D. DE KORT (1976) : *Life Sci.* 19 : 211.
- 50) COUDRON, T. A. et al. (1981) : *Insect Biochem.* 11 : 453.
- 51) WING, K. D. et al. (1981) : *ibid.* 11 : 473.
- 52) WEIRICH, G. et al. (1973) : *ibid.* 3 : 397.
- 53) VINCE, R. K. and L. I. GILBERT (1977) : *ibid.* 7 : 115.
- 54) WEIRICH, G. and J. WREN (1976) : *Physiol. Zool.* 49 : 341.
- 55) SPARKS, T. C. et al. (1979) : *J. Insect Physiol.* 25 : 125.
- 56) HWANG-HSU, K. et al. (1979) : *ibid.* 25 : 105.
- 57) SPARKS, T. C. and B. D. HAMMOCK (1979) : *ibid.* 25 : 551.
- 58) JONES, G. et al. (1981) : *ibid.* 27 : 85.
- 59) WIGGLESWORTH, V. B. (1940) : *J. exp. Biol.* 17 : 201.
- 60) HIRUMA, K. and N. AGUI (1977) : *Appl. Ent. Zool.* 12 : 42.
- 61) GIBBS, D. and L. M. RIDDIFORD (1977) : *J. exp. Biol.* 66 : 255.
- 62) AGUI, N. et al. (1979) : *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 76 : 5694.
- 63) NIJHOUT, H. F. and C. M. WILLIAMS (1974) :

- J. exp. Biol. 61 : 493.
 64) 石崎宏矩 (1977) : “ホルモンの生産と分泌” pp. 211~233, 学会出版センター.
 65) SAFRANEK, L. et al. (1980) : Biol. Bull. 158 : 248.
 66) CYMBOROWSKI, B. and G. STOLARZ (1979) : J. Insect Physiol. 25 : 939.
 67) HIRUMA, K. et al. (1978) : Appl. Ent. Zool. 13 : 149.
 68) 桜井 勝 (1981) : 化学と生物 19 : 70.
 69) AGUI, N. and K. HIRUMA (1977) : J. Insect Physiol. 23 : 1393.
 70) ——— (1975) : J. Insect Physiol. 21 : 903.
 71) ——— and K. HIRUMA (1977) : Gen. Comp. Endocrinol. 33 : 467.
 72) HIRUMA, K. et al. (1978) J. Insect Physiol. 24 : 215.
 73) ——— (1980) : Gen. Comp. Endocrinol. 41 : 392.
 74) 八木繁実 (1979) : 植物防疫 33 : 12.
 75) QUISTAD, G. B. et al. (1980) : Nature 289 : 176.
 76) SPARKS, T. C. and B. D. HAMMOCK (1980) : Pestic. Biochem. Physiol. 14 : 290.
 77) BHASKARAN, G. et al. (1980) : Proc. Natl. Acad. Sci. USA 77 : 4407.

新しく登録された農薬 (56.11.1~11.30)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名、登録番号(登録業者(社)名)、対象作物:病害虫:使用時期及び回数などの順。ただし、除草剤は、適用雑草:適用地帯も記載。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略)(登録番号 14797~14825 号まで、計 29 件)

なお、アンダーラインのついた種類名は新規のもの。

『殺菌剤』

トリシクラゾール水和剤

トリシクラゾール 75%

ビーム水和剤 75

14799 (クミアイ化学工業), 14800 (武田薬品工業), 14801 (日本イーライリリー)

稲: いもち病: 移植前日又は移植当日 4 回 (但し, 本田期 3 回以内) : 育苗箱一箱当たり希釈液 0.5 l 灌注, 稲: いもち病: 21 回 4 回 (但し, 本田期 3 回以内)

トリシクラゾール・バリダマイシン粉剤

トリシクラゾール 1%, バリダマイシン A0.30%

ビームバリダシン粉剤

14802 (クミアイ化学工業)

稲: いもち病・紋枯病: 21 日 4 回 (但し, 本田期 3 回以内)

トリシクラゾール水和剤

トリシクラゾール 20%

ビームゾル

14803 (クミアイ化学工業), 14804 (武田薬品工業), 14805 (日本イーライリリー)

稲: いもち病: 21 日 4 回 (但し, 本田期 3 回以内)

トリシクラゾール粒剤

トリシクラゾール 4%

ビーム粒剤

14806 (クミアイ化学工業), 14807 (武田薬品工業), 14808 (日本イーライリリー)

稲 (箱育苗): いもち病: 移植前日~当日 4 回 (但し, 本田期 3 回以内)

トリシクラゾール粉剤

トリシクラゾール 1%

ビーム粉剤

14806 (クミアイ化学工業), 14807 (武田薬品工業), 14808 (日本イーライリリー)

稲: いもち病: 21 日 4 回 (但し, 本田期 3 回以内)

トリシクラゾール水和剤

トリシクラゾール 20 %

ビーム水和剤

14813 (クミアイ化学工業), 14814 (武田薬品工業), 14815 (日本イーライリリー)

稲: いもち病: 21 日 4 回 (但し, 本田期 3 回以内)

IBP・トリシクラゾール粉剤

IBP 1.5%, トリシクラゾール 0.50%

ビームジン粉剤

14825 (クミアイ化学工業)

稲: いもち病: 21 日 3 回

『殺虫殺菌剤』

BPMC・トリシクラゾール粉剤

BPMC 2%, トリシクラゾール 1%

ビームバッサ粉剤

14797 (クミアイ化学工業), 14798 (武田薬品工業)

稲: いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類: 21 日 3 回

カルタップ・トリシクラゾール粉剤

カルタップ 2%, トリシクラゾール 1%

パダンビーム粉剤

14812 (武田薬品工業)

稲: ニカメイチュウ・いもち病: 21 日 3 回

プロパホス・トリシクラゾール粒剤

プロパホス 5%, トリシクラゾール 4%

ビームカオフォス粒剤

14821 (クミアイ化学工業)

稲 (箱育苗): いもち病・ツマグロヨコバイ・ヒメトビウンカ・イネドロオイムシ: 移植当日 1 回

カルタップ・トリシクラゾール粒剤

カルタップ 4%, トリシクラゾール 4%

パダンビーム粒剤

14822 (クミアイ化学工業), 14823 (武田薬品工業)

稲 (箱育苗): イネドロオイムシ・イネハモグリバエ・ツマグロヨコバイ・いもち病: 移植当日 1 回

(41 ページに続く)

青森県におけるユウガオ台スイカ 急性萎ちょう症とその問題点

青森県農業試験場 くわた ひろたか しまだ けいせ ちば すえさく
桑田 博隆・島田 慶世・千葉 末作

はじめに

青森県において発生するユウガオ台スイカ急性萎ちょう症の発生の経緯、症状及び発生実態などに関しては、筆者らの一人千葉¹⁾が概説した。ここではその後青森県農業試験場で行われた試験のうち、病原菌の分離及び分離菌の接種により再現された症状と既往の諸症状との比較検討の結果について記述する。更に本症に関する幾つかの問題点が、実験の結果より浮き彫りにされたので併せて述べ、参考に供したい。実験結果の内容については、昭和56年度日本植物病理学会大会²⁾ならびに同東北部会において報告し、一部は同学会報に投稿中である³⁾。また全体の詳細な内容については、青森県農業試験場研究報告第26号に投稿中である。

I これまでの経緯の要約

1 症状再現及び土壌伝染性

現地の急性萎ちょう症多発は場より採集した萎ちょう株の根を、蒸留水中で磨砕して懸濁液を調製し、別に用意した健全接ぎ木苗の根を懸濁液に浸漬した後殺菌土に移植すると、この接ぎ木苗の穂木部分には顕著な急性萎ちょう症の発生が認められた。一方、健全株の根から得た懸濁液では認められなかった。この浸根接種により、萎ちょうした接ぎ木苗の根とその周辺の土をよく混合し、これに新たに接ぎ木苗を移植すると、同様に急性萎ちょう症の発生が認められた。このようにして人工病土が得られた。

人工病土で萎ちょうした接ぎ木苗の穂木基部導管内には、チロシス及びゴム様物質の形成が顕著に観察されたが、台木基部導管内にはこれらはほとんどもしくは全く認められなかった。この症状は、一般は場で採集した萎ちょう株について観察された症状と同じであった。

人工病土及び現地より採集した自然病土を、風乾保存した後接ぎ木苗を移植しても、急性萎ちょう症の発生

が認められた。しかし、両病土をオートクレーブ殺菌した場合には、急性萎ちょう症は発生しなかった。

以上のことから、本萎ちょう症は台木ユウガオの根に侵入・定着したある特定の病原体に起因する土壌伝染病である可能性が極めて高くなった。

2 関与菌の分離及び分離菌の接種によって再現される症状の検討

急性萎ちょう症を呈した接ぎ木苗の台木基部から菌を分離した。この分離菌を接種すると、接ぎ木苗は顕著に萎ちょうし、その台木基部からは接種菌と同じ菌が再分離された。分離菌の形態は *Fusarium oxysporum* に一致し、接種試験によってユウガオにのみ病原性が認められたことから、分離菌はユウガオつる割病菌 *F. oxysporum* f. sp. *lagenariae* と同定された。



第1図 ユウガオつる割病菌の接種によってユウガオ台スイカに発生した急性萎ちょう症

The Sudden Wilt Symptoms of Watermelon Grafted on Bottle Gourd Stock Occurring in Aomori Prefecture By Hiroataka KUWATA, Keise SHIMADA and Suesaku CHIBA

菌を接ぎ木苗に接種し、急性萎ちょう症発生後の外観症状ならびに維管束の状況を観察した。根の褐変は初期ではほとんどもしくは全く観察されず、後期になってわずかに認められた。台木基部維管束の褐変は後期になってわずかに認められ、導管内のクロース形成は、初期では軽微であったが、後に顕著に観察され、またゴム様物質の形成は極めて軽微であった。穂木基部の維管束黄化は初～中期では軽微であったが、後期にはやや顕著に認められ、また導管内のクロース及びゴム様物質の形成は、萎ちょう症発生直後から顕著に観察された。これらの諸症状は、青森県内の一般ほ場の萎ちょう株について従来まで観察してきた結果に一致する。

3 接種条件と急性萎ちょう症発生

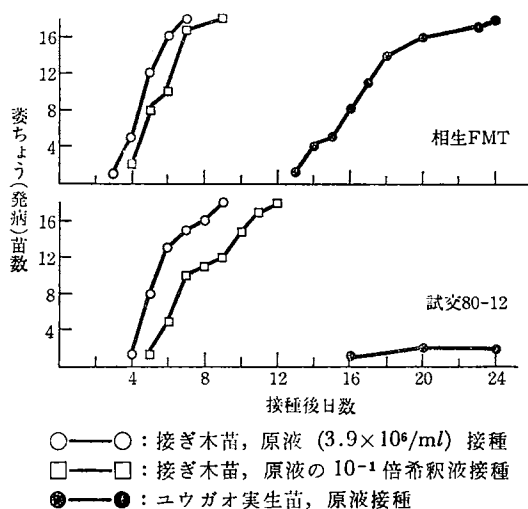
ユウガオつる割病菌に起因するユウガオ台スйкаの急性萎ちょう症に関しては、これまでに幾つかの研究例があり、それらに共通する特徴は、穂木スйкаが萎ちょうを呈すると同時に、台木ユウガオの維管束や根に顕著な褐変が認められることである⁴⁾。しかし前述のように、当該における実験の結果では、本菌を接ぎ木苗に接種しても症状として観察されるのは、穂木スйка部分の萎ちょうのみであり、台木ユウガオ部分には顕著な異常は認められなかった。この点で従来報告されてきた症状との間に相違があり、この問題を、以下の実験により解明しようとした。

ユウガオつる割病菌を、菌量を変えてユウガオ台スйка苗及び接ぎ木しないユウガオ実生苗に接種したところ、接ぎ木苗の穂木部分には、低濃度接種でも速やかに急性萎ちょう症の発生が認められた。しかし、ユウガオ実生苗では低濃度接種ではもちろん、高濃度接種でも発病に長期間を要した。また接ぎ木苗の株元へ接種した場合と、株元から離れた位置にある根系の一部分へ接種した場合とでは、接種後から萎ちょう症発生までの日数には大差がなく、穂木・台木の症状にも接種位置による差は認められなかった。

このように、接ぎ木苗の穂木スйка部分に現れる萎ちょうは、ユウガオ実生苗及び台木ユウガオ部分に現れる病変より早く発生し、穂木の症状発生の初期では、台木部分には全く病変が認められない。したがって、西⁴⁾の類別による「原因不明の急性萎ちょう症」の中に、ユウガオつる割病菌による急性萎ちょう症の初期段階のものも含まれる可能性がある³⁾。

II 台木ユウガオの品種間差

ユウガオつる割病に対して、既存のユウガオ品種はすべて罹病性であるが、近年になって抵抗性品種の育成が



第2図 抵抗性を異にするユウガオ品種に接ぎ木したスйка苗の萎ちょう症発生及びユウガオ実生苗の発病

精神的に進められ、一部には市販されているものもある。それらの一部は抵抗性ではあっても、本菌の感染によって導管褐変が認められるが、発病には至らないものようである(みかど育種農場私信)。そこでこの抵抗性ユウガオ品種をスйка台木として用いた場合の、ユウガオつる割病菌による急性萎ちょう症回避の可能性について検討した。

台木ユウガオには罹病性品種として相生FMT、抵抗性品種として試交80-12を用い、穂木スйкаの品種は綺王を用いた。さし接ぎ法によって接ぎ木した後、径7.5 cm、丸型ポリポットに移植し、活着後に菌を接種した。同時にユウガオ両品種の実生苗も供試した。接種はユウガオつる割病菌の振とう培養菌体懸濁液を、ポット当たり50 mlずつ灌注して行った。菌濃度は原液(3.9 × 10⁶/ml)及びその10⁻¹倍希釈液の2段階とし、ユウガオ実生苗では原液のみとした。供試株数は各18株で、これらについて接種後から毎日、接ぎ木苗では急性萎ちょう症発生苗数を、ユウガオ実生苗では発病苗数を調査した。その結果を第2図に示した。

ユウガオ実生苗の発病状況をみると、相生FMTでは接種後13日で発病し始め、以後は日数の経過とともに発病苗数は増加し、24日後には全18株が発病した。それに対して試交80-12では、接種後16日に1株、20日後に更に1株が発病したが、それ以降24日まで増加しなかった。

一方、接ぎ木苗についてみると、原液及びその10⁻¹倍希釈液接種区とも、相生FMT及び試交80-12の両ユ

ウガオ品種いずれも発生状況には大差は認められず、穂木スイカ部分は容易に萎ちょうした。

このように試交 80-12 は、実生苗ではユウガオつる割病に対して抵抗性を示すことが認められる。しかし、接ぎ木した状態では罹病性の相生 FMT に接ぎ木した場合とほとんど同じである。したがって、スイカの台木として用いる場合には、感染しても発病が少ないという程度の抵抗性では不十分で、免疫性ともいべき高度の抵抗性を有するのでなければ実用的とは言えない。また本菌による急性萎ちょう症の回避を目的とした抵抗性台木品種の育成に際しては、最終的にはスイカを接ぎ木した状態で検定しなければならない。

III ユウガオつる割病菌を接種したユウガオ台接ぎ木ウリ類の症状

ユウガオつる割病菌を接種すると、ユウガオ台スイカの穂木部分には容易に急性萎ちょう症が発生することをこれまでの実験で明らかにした。次に、穂木部分を他のウリ類に変えて本菌を接種した場合の症状について検討した。

台木ユウガオには品種相生 FMT を用い、穂木としてスイカ (品種：縞王)、キュウリ (品種：ときわ北星)、メロン (品種：プリンスメロン)、マクワウリ、シロウリを用い、いずれも接ぎ木はさし接ぎ法によった。ユウガオつる割病菌の振とう培養菌体懸濁液を、各接ぎ木苗の株元に灌注して接種した。接種後毎日、各接ぎ木苗に現れる外部と維管束部の症状その他を観察した。その結果のうち、各接ぎ木苗の穂木部分の症状だけを第1表に示した。

スイカ及びキュウリでは葉身及び葉柄に急激な萎ちょうが発生し、直後に葉縁部から退色乾枯し、葉身は枯死した。スイカはキュウリに比してこの程度がやや重かった。メロン、マクワウリ及びシロウリでは、葉身及び葉柄の萎ちょうは、いずれもスイカ及びキュウリほど顕著でなく、また葉身の枯死はほとんど認められず、葉は内側に巻き、植物体全体が退緑気味であった。5種ウリ類

第1表 ユウガオつる割病菌を接種したユウガオ台接ぎ木ウリ類の症状

穂木の種類	葉身の症状			生育停滞
	萎ちょう	退色・乾枯	枯死	
スイカ	+++	+++	+++	+++
キュウリ	+++	+++	+++	+++
メロン	+	±	±	+++
マクワウリ	+	±	±	+++
シロウリ	+	±	±	+++

のいずれとも生育はほぼ完全に停滞し、基部導管内にはチロシス及びゴム様物質の形成が顕著であった。台木基部の導管内ではこれらの形成はほとんど認められなかった。

以上のように、穂木ウリ類の種類によって現れる症状とその程度が異なることから、ユウガオつる割病菌によるユウガオ台スイカ急性萎ちょう症においては、萎ちょう発生の主原因として、毒素様物質の関与していることが推察される。

IV ユウガオつる割病菌の液体培養ろ液に対するスイカ及びユウガオの反応

ユウガオつる割病菌の接種によってユウガオ台スイカに発生する急性萎ちょう症の、萎ちょう機作を解明するための一実験として、菌の液体培養ろ液に対するスイカ及びユウガオの反応について検討した。駒田氏液体培地でユウガオつる割病菌を 28°C・暗黒下に 25 日間静置培養した。培養後にろ過及び遠心分離によって培養ろ液を得た。ろ液を二分し、一方をそのままで生ろ液とし、他方を 100°C・20 分間の加熱後に加熱ろ液として供試した。また菌を培養していない培地を対照液として供試した。各々のろ液及び対照液を蒸留水を用いて 10 倍段階に希釈し、播種後 25 日のスイカ及びユウガオの実生苗を地際部で切断し、各液に挿した。挿入後 1 日後、2 日後に各植物の葉身の萎ちょう状況を観察した。その結果は第2表に示した。

スイカでは 1 日後に生ろ液の原液で本葉の葉身及び葉柄が萎ちょうし、加熱ろ液の原液でも子葉に萎ちょうがみられた。2 日後では生ろ液の原液及び 10⁻¹ 倍希釈液で本葉の葉身及び葉柄が萎ちょうし、10⁻² 倍希釈液でも

第2表 ユウガオつる割病菌の液体培養ろ液に対するスイカ及びユウガオの反応

供試植物	ろ液の種類	1 日後				2 日後			
		1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
スイカ	生ろ液	+++	—	—	—	+++	+++	+	—
	加熱ろ液	±	—	—	—	+++	+	—	—
	対照液	—	—	—	—	—	—	—	—
ユウガオ	生ろ液	+++	±	—	—	+++	±	—	—
	加熱ろ液	+++	±	—	—	+++	±	—	—
	対照液	±	—	—	—	+++	—	—	—

—：子葉及び本葉に萎ちょうが認められない

±：子葉の葉身のみ萎ちょう

＋：子葉及び本葉の葉身がわずかに萎ちょう

++：子葉及び本葉の葉身全体が萎ちょう

+++：子葉及び本葉の葉身・葉柄まで萎ちょう

本葉の葉身に明らかな萎ちょうがみられた。加熱ろ液の原液では本葉の葉身及び葉柄が萎ちょうし、 10^{-1} 倍希釈液でも本葉の葉身に明らかな萎ちょうがみられた。対照液では1日後、2日後とも子葉及び本葉には萎ちょうは認められなかった。

ユウガオでは1日後に生ろ液及び加熱ろ液の各原液で本葉の葉身及び葉柄が萎ちょうし、それらの 10^{-1} 倍希釈液及び対照液の原液で子葉に萎ちょうが認められた。2日後では生ろ液及び加熱ろ液での萎ちょうの状態に変化はなかったが、対照液の原液での萎ちょうの程度が高まった。

以上の結果から、菌の液体培養ろ液に対するスイカの感受性は、ユウガオに比してはるかに鋭敏であると認められる。したがって、接ぎ木苗の穂木部分の萎ちょうが、台木ユウガオの病変発生に先立って発生するという現象は、スイカが菌の代謝産物に対してユウガオよりも敏感に反応することによるものとして説明できると思われる。

おわりに

ユウガオ台スイカ急性萎ちょう症の病原に関しては、これまでに幾つかの説が提唱されてきた。この病原に関して、その一部は既に報告した^{2,3)}ように、従来まで原

因不明とされてきた急性萎ちょう症の中に、ユウガオつる割病菌によるものも含まれる可能性がある。しかし、最近になって富永⁵⁾による立枯病が大きく注目されている。今後、ユウガオつる割病菌以外の病原についても検討を要しよう。

ユウガオつる割病菌による急性萎ちょう症の萎ちょう機作に関しては、前述のように毒素様物質の関与を想定したうえで、その一局面が明らかにされたにすぎず、スイカ及びユウガオの感受性の差が単に量的なものか、あるいは質的なものであるのかに関しては、今後詳細に検討しなければならない。

本症の対策として、カボチャ台への切り換えが行われているが、これでは果実の品質の点で問題がある。また、現存のつる割病抵抗性ユウガオ品種では、台木として用いた場合には不十分と思われる。今後これらに替わる抵抗性台木を検索しなければならない。

引用文献

- 1) 千葉末作 (1976) : 今月の農業 20(9) : 76~79.
- 2) 桑田博隆ら (1981) : 日植病報 47 : 388~389.
- 3) ——— (1981) : 同上 : (投稿中).
- 4) 西 泰道 (1977) : 農業および園芸 52 : 1153~1156.
- 5) 富永時任ら (1981) : 日植病報 47 : 132.

中央だより

—農林水産省—

○「ミナミキイロアザミウマの防除対策について」通達
さる

農蚕園芸局は、「ミナミキイロアザミウマの防除対策について」を、北海道知事、各地方農政局長あて 11月11日付け 56 農蚕第 7790 号で通達した。その概要は次のとおりである。

近年、西日本の施設栽培の野菜を中心にミナミキイロアザミウマによる被害が発生して問題になっていることをかんがみ、その防除対策を下記のとおりとりまとめ、より一層の適切な指導を図ることにした。

1. 本虫の発生は現在のところ 11 県（静岡、愛媛、高知、福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄）にとどまっております。また、発生県内においても一部にとどまっている状態なので、苗等の移動に伴うまん延を防ぐことが重要である。特に本虫が発生していない施設栽培地帯へのきゅうり、すいか、メロン、かぼちゃ、なす、ピーマン、きく等の持込みには十分注意すること。

2. 本虫は大部分の地方において主に施設内で越冬すると推定されるので、発生地域やその周辺では春夏季における施設から露地への飛散、秋季における露地から施設への侵入を防ぐことが重要である。従って、苗等の移動に伴うまん延に注意するとともに、施設の出入口、天窓、側窓、換気口等に寒冷紗を張って本虫の飛散、侵入を防ぎ、更に、春夏季には発生施設における収穫後の密閉蒸し込み、秋季には露地の発生は場における収穫残渣の焼却、施設周辺の除草等によりまん延源を減らすこと。

3. 発生地域においては、発生施設内における育苗を避けるとともに、必要に応じて薬剤散布を行うこととするが、本虫の密度が高まってから薬剤を散布しても防除効果をあげることは難しいので早期発見、早期防除に努めること。なお、トマトはほとんど被害を受けないことが知られているので、被害の甚だしい地域では作付計画を考慮すること。

4. 防除対策は病害虫防除総合対策事業の活用等により地域ぐるみで推進すること。

5. 施設においては紫外線除去フィルム、粘着紙、露地においては各種マルチ資材による防除効果が期待できるので、発生県においてはその実用性を早急に検討することが望ましい。

アフリカマイマイの生態と防除

東京都農業試験場江戸川分場 ^い伊 ^が賀 ^み幹 ^お夫

アフリカマイマイ *Achatina fulica* BOWDICH, 英名 Giant african snail (第1図) は、東アフリカ原産の大型カタツムリで、熱帯から亜熱帯地域の広範な伝播は、主として人間による輸送によってなされた。我が国では琉球、奄美、小笠原などいずれの生息地域も 1930 年代に侵入が起きている。これらの侵入地域では、極めて速やかに定着・繁殖が行われ、現在広範囲の植物に大害を与えている。

筆者は 1971 年から 9 年半にわたって小笠原諸島父島に滞在し、断続的にはあるが、本種の生態観察と若干の防除試験に携わる機会を得た。その際に得られた知見を紹介し、今後の防除の参考に供したい。

I 生態

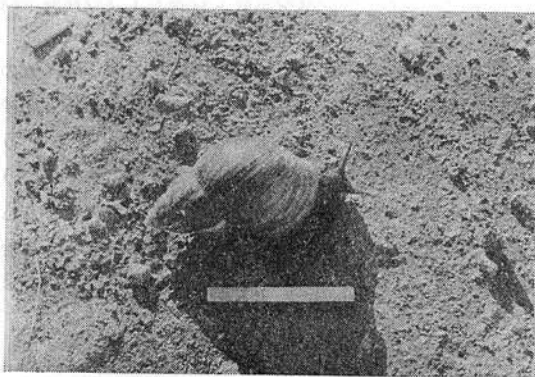
便宜的に発育段階を卵、ふ化後分散までを稚貝、分散後交尾までを幼貝及びそれ以後を成貝と呼ぶことにする。本種は雌雄同体で、数十例の交尾個体のうち最小の貝長が 4.2 cm であったことから、それより大きい個体を成貝とみなした。また本種は夏眠と冬眠をするが、これら休眠はルーズで適当な気温と湿度のもとで覚醒して周年活動することができる。産卵は、交尾後約 40 日で成熟卵が発育し、卵塊で地中などに産下される。冬期に成貝を解剖したところ、成熟卵蔵卵個体は発見されなかった。通常、5 月と 10 月に産卵のピークを生ずる。

1 成貝の密度と貝長の分布

生息環境を山地林、農業地及び海岸林に分けて生息密度と貝長の分布を調べた。密度は主に 8×8m のわくを設け、低密度では全数調査を行い、高密度ではカラスプレーによるマーキングを行って市販の誘殺剤で回収し、単純リンカン法に基づいて推定した。その結果は第1表に示した。山地林では六つのわくの m² 当たり平均密度は 0.09 頭で最も低かった。これは、小笠原の固有植生が多いことと関連していると思われる。農業地は環境の異なる三つの区画 A、B 及び C を設け、数回または 1 回の調査を行った。A は二次林内で 1.82 頭、B は花木の混植園で 1.65 頭、C は放置された開墾地で 12.22 頭で場所による差が著しい。A、B 二つの海岸林内の密度は、それぞれ 0.71 と 5.63 頭で農耕地と同様、場所

による差が著しかった。

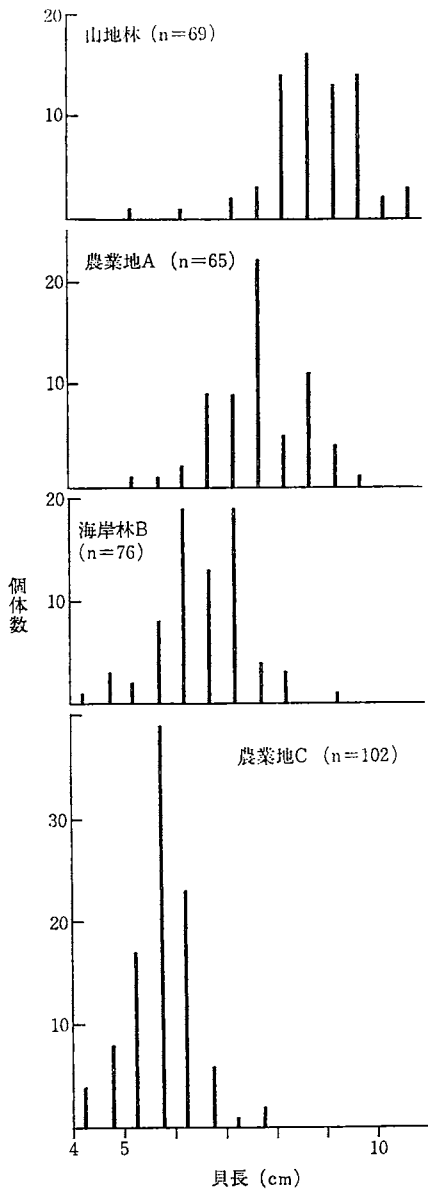
各生息場所における貝長の分布は第2図に示したが、顕著な特徴が認められる。すなわち密度との関係に基づいて大型低密度、小型高密度及びそれらの中間型の三つ



第1図 アフリカマイマイ成貝と卵塊 (いずれも河合原図)

第1表 場所別の成貝と卵塊密度及び貝長分布より分けたタイプ

調査場所	m ² 当たり 密度		タイプ
	成 貝	卵 塊	
山 地 林	0.09	0.23	大型低密度
農 業 地	A 1.82	0.88	中 間 型
	B 1.65	0.65	中 間 型
	C 12.22	—	小型高密度
海 岸 林	A 0.71	—	中 間 型 小型高密度
	B 5.63	—	



第2図 場所別の成員長分布

のタイプに分けられる。MEAD(1961)は、場所ごとに異なる遺伝的変異の存在や個体群に老令化が起り、後者では個体は大型化して不妊個体が多くなるなどの現象を述べている。上述の結果は、場所ごとに異なる変異の実在を示していると思われるが、本研究からは後述する項目についての遺伝的影響を明らかにすることはできなかった。

2 卵塊密度

場所別の卵塊密度は、成員密度の調査と同じ秋から越

冬までの期間調査した。1980年秋期の産卵は、かんばつのため山地林と農業地では11月初旬から始まった。しかし海岸林では、その時期には産卵は終了しており、個体の多くは幼貝に成長していたため調査はできなかった。また山地林は、いずれのわく内の調査でも卵塊を発見することはできなかった。しかし、偶然に同じ山地林内の山道約40mに沿って9卵塊を発見することができた。ここは産卵場所として好適であるらしく、集中的に産卵が行われたと考えられる。この山道沿いのかけ崩れによる堆積土壌の幅約1mを産卵可能な場所とみなして産卵場所面積を求め、一応の山地林における卵塊密度とした。得られた結果を前項の結果とともに第1表に示した。

山地林では、産卵場所の選択が行われているとみられたが、その他の場所では選択は行われていない。成員密度と卵塊密度の関係は、未調査場所が多いためその関係を明確にすることはできないが、山地林では上述の理由から成員密度に比して卵塊密度は相当高くなっている。それにもかかわらず、場所的にはほかに比べてかなり低い。農業地では異なる二つの場所の成員密度と卵塊密度は、それぞれよく一致した値を示しており、卵塊密度は成員密度のほぼ1/2となっている。このことから、未調査区においても成員密度に対してこれに近い割合で卵塊密度が実現されていると推定される。

3 卵及び稚貝の死亡

卵は産卵後約2週間でふ化が始まり、卵塊全部の卵がふ化し終わるまでに約7日間を要する。更に、ふ化終了後3~4日を経て分散が始まる。それまでの期間内に卵塊内で共食いが生じ、その死亡率は7.5%であった。共食いを避けた室内飼育によるふ化率と野外における分散前の生存率及び卵塊当たり産卵数を場所別に第2表に示した。

共食い以外の捕食などによる推定死亡率は、室内飼育によるふ化率から共食いによる死亡率を引き、更にそれから野外における分散前の生存率を引いて求めた。事実、野外における卵と稚貝の死亡は、山地林では共食いによる死亡以外は見いだされなかったが、農業地ではオカダンゴムシ、キセルガイモドキ及びアリなどによる捕食がわずかずつ認められている。また、場所別の比較は行っていないが、調べた卵塊の9%はふ化率50%以下という低い値を示した。

4 幼貝の移動と死亡

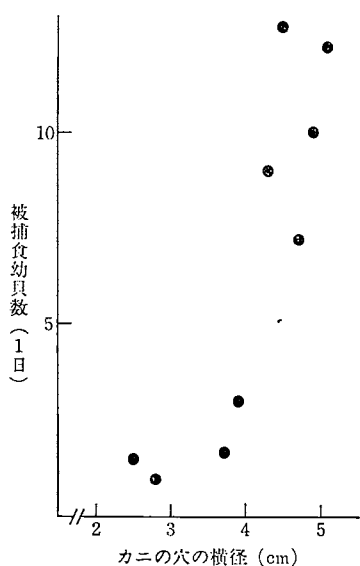
幼貝の分散と死亡を海岸林Aに設けた4×2mの二つの区画で、カラスプレーによるマーキングを行って調べた。

第2表 産卵数・ふ化率及び稚貝の死亡

調査場所	卵塊当たり産卵数	室内飼育によるふ化率	野外の分散前の生存率	共食い以外の推定死亡率
山地林	106.1±22.7 (n=7)	— %	83.5±5.6 (n=6) %	— %
農業地	96.1±18.9 (n=23)	83.4±11.4 (n=10)	66.6±18.8 (n=6)	9.3
	136.0±37.5 (n=35)	88.6±7.5 (n=10)	77.6±6.4 (n=7)	3.5

第3表 海岸林における幼貝の移動と死亡

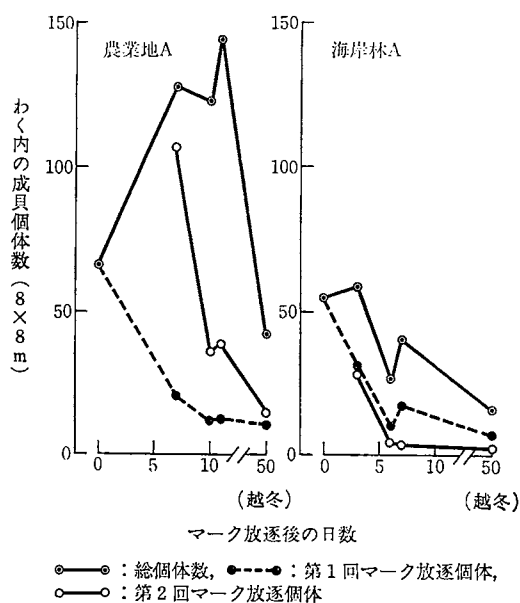
調査月 (1980)	場所 I						場所 II		
	非マーク 個体	マーク A		マーク B			非マーク 個体	マーク C	
		残存	死亡	残存	死亡			残存	死亡
11.11	173	173	—	—	—	—	—	—	—
12.4	—	50	32	—	—	—	162	162	—
8	55	47	—	55	—	—	15	96	—
17	21	29	19	32	6	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	2



第3図 ミナミヌカガニによる幼貝の捕食数

この区画の移出入は、第3表に示したように様々であるが、長期間にわたる区画内のマーク個体数はかなり多いことから、その移動範囲はさほど大きいとは考えられない。また、幼貝死亡の95%以上は、スナガニ科ミナミヌカガニによる捕食のためだった。

このカニによる捕食量を調べるため、カニの穴に44×32×8 cmの網かごをかぶせ、貝長1~2 cmの幼貝を1日当たり15頭ずつ与えて被捕食数を調べた。カニの個体のサイズは、カニ穴の横径で表し、被捕食個体数を第3図に示した。区画内の実際の捕食数は実験的に調べたものより少なく、1日当たり3.1頭であった。このわ



第4図 成貝の移動

く内のカニの密度は、1.5 m² 当たり1頭で周辺の密度と同じであった。

5 成貝の移動と死亡

成貝は芝生上など食物が少ない場合には、一夜に30 m以上移動する。海岸林Aと農業地Aに設けた8×8 mのわく内の全個体にマークを付し、区画内外への移出入と死亡を調べた。

第4図に示したように成貝の移出入は、両場所とも再移入が認められる。この再移入を繰り返しながら、わく内から外へしだいに移出し、全体的にわく内のマーク個体は減少していくと推測される。また、わく内の非マーク移入個体を含む総個体数の変化は、農業地Aでは初期から増加し、越冬期には減少している。これに対して海岸林では、初期の密度が高くその後しだいに減少している。これは、農業地Aでは産卵が続いて行われていたため移入個体が増えたのに対し、海岸林では産卵が終了したため移出個体が増えたのであろう。農業地Aのわく内のマーク放逐総数は317頭で、このうち越冬期の調査では、わく内にいるマーク個体は41頭、わく外周辺から

の再発見個体は 109 頭であった。各マーク別の再発見率は、平均 45.5% であった。

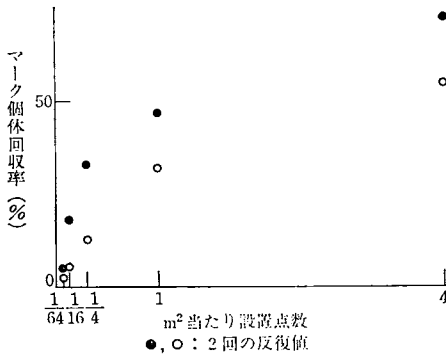
この農業地 A では、イワガニ科の 3 種カクレイワガニとスベリイワガニによる幼貝の捕食及びクロベンケイによる成・幼貝の捕食が確認された。そのうち、クロベンケイによる成貝マーク個体の捕食は、わくの内外合わせて 3 頭であり、原因不明の死亡個体 2 頭と合わせても、秋から越冬期にかけての成貝死亡率は 3.3% にすぎなかった。この 3 種を合わせたカニの密度は、8 m² 当たり 1 頭であった。

また、海岸林のミナミスナガニによる調査期間中の成貝の捕食は 1 例だけであった。しかし、捕食の痕跡からみて明らかに本種の捕食によると思われる 5 cm 前後の多数の死貝が発見されている。このことから、本種による成貝の捕食割合の高い季節の存在が予測された。捕食以外の死亡は 4 個体で、マーク放逐総数 95 頭に対する全死亡率は 5.3% であった。

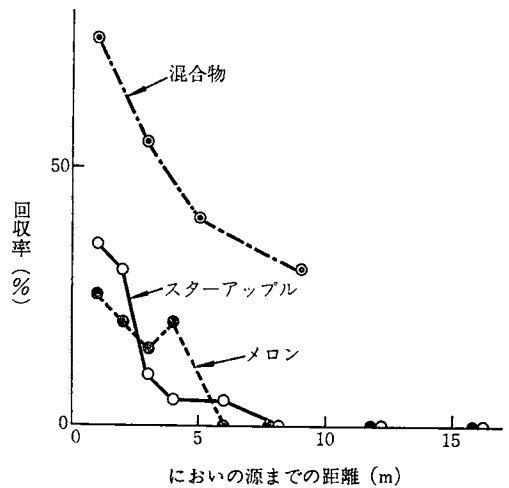
II 防 除

1 誘殺剤の効果

アフリカマイマイの防除薬剤は、メタアルデヒドに糖などを加工したベイト剤で誘殺剤として市販されているものが唯一である。この市販の誘殺剤を用いて、その設置密度を変え誘殺効果を調べた。試験は、高密度地域である約 2 ha の海岸林 B で行った。1 地点 2 g のベイトを 1 m² 当たり 4, 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{16}$ 及び $\frac{1}{64}$ 点の密度で設置し、マーク放逐個体の回収率を調べた。これとは別に、あらかじめ同場所で 1 区画内のマーク放逐数を 5, 10, 20, 40 及び 80 頭ずつ各 3 回反復して放し、いずれも m² 当たりのベイト設置密度を 1 点として回収率を調べたところ、放逐密度間に有意な差はなく、全部の平均回収率は $31.6 \pm 5.9\%$ で、放逐マーク数の違いが回収率に影響しないことを明らかにしておいた。



第 5 図 誘殺剤の設置密度と回収率



第 6 図 数種熱帯果実のにおいに対する誘引距離

誘殺剤の設置密度と回収率の関係は、2 回反復の高低値で第 5 図に示した。誘殺効果は設置密度の増加につれて増加しているものの、正比例的に増加していないことは明らかである。このことは、本剤の誘引距離に対して疑問を抱かせる。そこで、メタアルデヒド原体と市販の 2 種類のベイト剤をラテン方格に配置して誘殺数の比較を行った。この場合、メタアルデヒド原体だけでは誘引性はない。その結果、短時日内では 3 種の間に誘殺数の有意な差は認められなかった。これらの結果は、現在市販の誘殺剤の誘引距離はさほど大きいとは考えられず、その誘殺効果はアフリカマイマイのランダムな行動による毒餌との接触の機会の大きさに依存して起こっている可能性が強いと思われる。

2 天然のにおいに対する反応

筆者の観察では、本種はハイビスカスの落花、パパイヤやモモタマナの落果などに好んで集まり、数頭から多いときには 50 頭以上が群がって団子状態を呈していたり、交尾つがいの周りに 10 頭内外が群がっているのをしばしば目撃している。このことは、においに対する強い誘引性の物質の存在を示唆していると考えられたので、数種の熱帯過熟果実などを用いて誘引性を調べた。方法は芝生の広場の中央に高さ 40 cm 直径 25 cm のプラスチック製円筒容器を置き、その中にメロン種子部、スターアップル及び果実加工の残滓混合物をそれぞれ別別に入れて、夕方その 4 方向から距離別にマークを変えた成貝を 1 地点から 20 頭ずつ放逐し、翌朝距離別に誘殺数を調べ、その結果を第 6 図に示した。なお、これら果実などの上にはメタアルデヒド原体 1 g を振りまいた。

最も単純な場合を仮定して、偶然毒餌容器へたどり着く割合を、(容器の直径)/(容器から放逐点までを半径とする円周)とした。この結果からみると、1m離れた地点から偶然たどり着く割合は約4%と考えられ、距離が2倍遠ざかるにつれて1/2減少する。このように考えると得られた結果は、3種類とも数m以上離れた地点から相当高い誘引性を示していると言える。これは逆に、アフリカマイマイの嗅覚はよく発達していることを示唆しているとも言えよう。

おわりに

小笠原におけるアフリカマイマイの密度は高く、しかも嗅覚はよく発達していると考えられ、なおに対する行動範囲が広いことから畑作物の被害が大きいと考えられる。逆に、強力な誘引物質の発見は防除の有力な武器

になろう。だが、小笠原には数10種の天然記念物に指定されたカタツムリが生息しているため、種による選択性のないベイト剤の広範な使用や天敵類の導入には制限がある。この制約に対しては、これら天然記念物に指定されているカタツムリを一時的に他の無人島へ移して後誘殺剤を使用するか、飛しょう力のない天敵を導入するなど考えられよう。また本種に見られる流行病の導入に対しては、他種カタツムリへの伝染性を検定する必要がある。更に、遺伝学的防除の検討や性誘引物質の探索・利用など総合防除の実行を目指すためには、解明すべき問題はあまりにも多いように思われる。

主な引用文献

MEAD, A. R. (1961): The giant african snail. Univ. of Chicago Press, Chicago. 257 pp.

人事消息

○農業研究センターの発足

農林水産省設置法の一部を改正する法律が12月1日に施行され、新たに農業研究センターが設置された。これに伴い同センターに参画するため、農事試験場は11月末日をもって閉場することになった。また、農業技術研究所の経営土地利用部、生理第二科、及び草地試験場と蚕糸試験場の経営関係の組織も参画する。なお、農業研究センターの所在地・組織の概要は下記のとおり。

(本部地区)

〒305 茨城県筑波郡谷田部町観音台3丁目1-1

(電) 02975 (6) 8481 (庶務係)

(鴻巣地区)一総務分室、業務第1科、水田雑草、水田農作業、稲育種、稲育種法、稲栽培、各研究室

住所、電話は旧農事試験場に同じ

(四街道地区)一総務分室、甘しょ育種研究室

〒284 千葉県四街道市栗山1,055

(電) 0434 (22) 2317

所長、次長、企画連絡室(研究企画科、連絡調整科、情報資料課、業務第1科、業務第2科、庶務主任)

総務部(庶務課、会計課、用度課、鴻巣総務分室、四街道総務分室)

総合研究官(5名)、プロジェクト研究(5チーム)

農業計画部(土地利用農村計画、農業組織、就業構造、市場適応、経営立地各研究室、庶務主任)

耕地利用部(水田作付体系、畑作付体系、定畜導入、水田雑草、畑雑草各研究室、庶務主任)

機械作業部(機械化、畑作機械化、水田農作業、畑農作業各研究室、庶務主任)

作物第一部(稲育種、稲育種法、稲栽培、豆類生理生態、豆類栽培、甘しょ育種、芋類栽培、特用作物各研究室、庶務主任)

作物第二部(大麦育種、小麦育種、麦育種法、麦導入保存、麦生理生態、麦栽培各研究室、庶務関係)

耕地環境部(水田病害、畑病害、水田虫害、畑虫害、線虫害、鳥害、土じょう改良、水田土じょう肥料、畑土

じょう肥料、水質保全各研究室、庶務主任)

経営管理部(経営設計、農業会計、耕種経営、畜産経営、園芸経営、養蚕経営、草地利用、機械化経営各研究室、庶務主任)

これに伴う人事移動(病害虫関係のみ)

川嶋良一氏一所長(農林水産技術会議事務局長)

土屋 茂氏一次長(農事試験企画連絡室長)

渡辺文吉郎氏一総合研究官(農事試験研究センター長)

大畑貫一氏一プロジェクト研究第2チーム長(農技研病理昆虫病理科細菌病第2研究室長)

宮原益次氏一耕地利用部水田雑草研究室長(農事試験作物部雑草防除第1研究室長)

草薙得一氏一同上部畑雑草研究室長(同上試験研究センター機械化栽培研究室長)

中山兼徳氏一機械作業部畑農作業研究室長(同上試験同上センター主任研究員)

横井 肇氏一耕地環境部長(農事試験環境部長)

加藤 肇氏一同上部水田病害研究室長(同上部病害第1研究室長)

吉野嶺一氏一同上研究室主任研究員(同上研究室)

小泉信三氏一同上研究室研究員(同上)

駒田 且氏一同上部畑病害研究室長(同上部病害第2研究室長)

河本征臣氏一同上研究室主任研究員(同上研究室)

小林紀彦氏一同上(同上)

岡田齊夫氏一同上部水田虫害研究室長(同上部虫害第1研究室長)

松井正春氏一同上研究室研究員(同上研究室)

伊藤清光氏一同上(同上)

小林 尚氏一同上部畑虫害研究室長(同上試験研究センター畑虫害研究室長)

菊地淳志氏一同上研究室研究員(同上研究室)

後藤 昭氏一同上部線虫害研究室長(同上試験環境部虫害第2研究室長)

稲垣春郎氏一同上研究室主任研究員(同上研究室)

百田洋二氏一同上研究室研究員(同上) (以上)

最近発見された観賞緑化樹木の病害

東京都農業試験場江戸川分場

ほり
堀え
江ひろ
博みち
道

農林水産省林業試験場

こ
小ばやし
林たか
享お
夫

1970年代に入って、緑化樹木や観賞樹木の病害調査が、国公立の林業試験場の担当者を中心に実施され、それまで記録のなかった多くの病気が明らかにされてきた。昭和47及び48年度の2年間の調査だけでも病害発生樹種180種、病害数472種類を記録し、そのうち62%は未登録の病気であった。これは日本有用植物病名目録Ⅱ巻(1965)の観賞樹木に登録されている病気、64樹種217種類をはるかに上回る¹⁾。新しい病気は、各研究者によって病原の同定と病名の提案がされ、逐次、学会や学術雑誌などで公表されている。過去10年間に樹木類の新病害の数は214に上り、かなりのものは整理の段階を過ぎてはいるが、病原の同定がはっきり済んだものは約半数の100にも満たず、病原同定の遅れが目立っている²⁾。ここでは最近筆者ら^{7,9,13)}が新たに発見した観賞緑化樹木の菌類病7種について、その病徴・標徴、病原菌の形態、病原菌の所属などを記述する。

I コウヤマキの黄葉病 (*Cercospora* sp.)

1 病徴 (第1図a)

当年葉の葉先から中ほどまでが黄変し、葉先から褐変が進行する。病葉は着生したまま越冬し、翌春には針葉の黄化と褐変が更に進む。年間を通して徐々に落葉するが、特に5～6月には越冬病葉が一斉に落葉してしまい、病樹は樹冠を薄くする。褐変化した病葉裏面中央の深い溝に灰緑～暗緑色、すすかび状の菌体(病原菌の子座、分生子柄及び分生子)が列状に発生する。

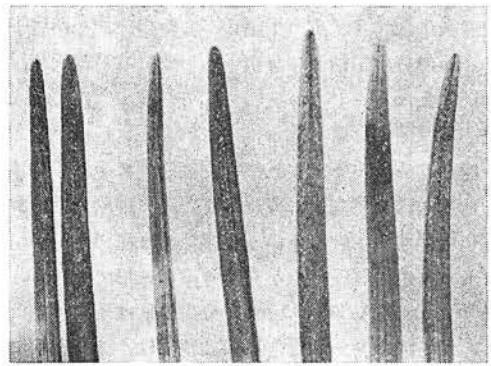
2 病原菌の形態 (第1図b)

子座は葉裏面の溝の角皮下表皮細胞部に形成され、発達すると表皮を破って表面に現れる。互いに連なって大型の子座となることも多い。子座組織は褐色、不定形の厚膜細胞からなり、類球形で、幅90～165 μm 、高さ200～300 μm 。分生子柄は子座頂部に叢生し、単条で、時にジグザグ状に屈曲する。基部は淡オリーブ色でイチジク状に膨らみ、頂端はほとんど無色。長い柄は1～3個の隔膜を持つ。大きさは19～53 \times 2.5～3.5 μm 。分生子は淡褐～淡オリーブ色、ひも～線状で、緩やかに湾曲し、中ほどより先がいくぶん細くなる。隔膜部はややく

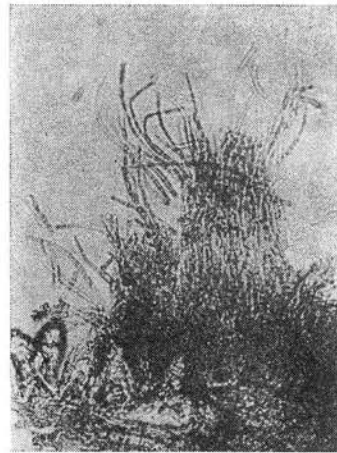
びれ、基部に着生痕が認められる。3～10個の隔膜を有し、大きさは35～100 \times 2.5～3.5 μm 。

3 ノート

本病は東京都調布市の都立神代植物公園及び千葉県富津市で発生を観察した。コウヤマキ (*Sciadopitys verticillata*) はスギ科(狭義にはコウヤマキ科)に所属する常緑高木で、庭園や公園に栽植される。比較的病気の発生が少なく、苗木枯病 (*Rhizoctonia solani* Kühn など)⁶⁾を除いて大きな被害は認められていなかった。しかし、本病は連年発生するうえに、葉色の黄化と著しい落葉を伴うため、病樹は緑化樹木としての価値を減じるだけではなく、樹勢もしだいに衰退し、コウヤマキにとっては



a



b

New Fungous Diseases of Ornamental Trees and Shrubs By Hiromichi HORIE and Takao KOBAYASHI

第1図 コウヤマキ黄葉病 (a: 病葉, b: 病原菌)

厄介な、そして重大な病気といえる。スギ科に寄生する *Cercospora* 属菌としては、スギ・ギガントセコイア・ラクウショウ赤枯病菌 *C. sequoiae* ELL. et Ev., スギ列いぼ病菌 *C. cryptomeriaeicola* SAWADA, センベルセコイア葉枯病菌 *C. exosporioides* BUBÁK の3種が知られているが、いずれも本菌とは形態的に明らかに異なり、本菌のように大型の子座を持ち、長大な分生子を有する種は知られていない。なお病名黄葉病は病葉の黄化症状から命名した。

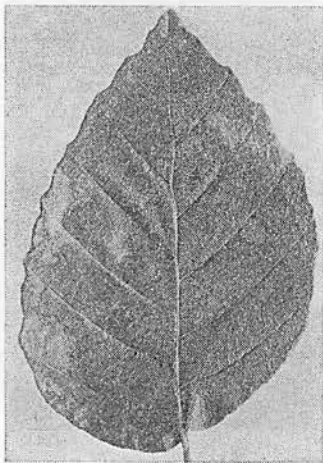
II オウシュウブナのすすかび病 (*Cercospora* sp.)

1 病 徴 (第2図)

8月ごろから葉の表面に暗赤紫色の小斑を生じる。これは徐々に拡大して褐～灰褐色、周囲は赤紫色の細い帯で縁どられ、葉脈に囲まれた径5～10mmの不整斑を形成する。病斑裏面は灰褐色となるが、葉面の毛茸のために外観的にはやや不明瞭である。病斑が互いに融合して葉枯状になることも多い。病斑の表裏両面、特に表面に黒色の微小なすす状点(子座)が多数生じ、やがて子座上に多量の分生子柄及び分生子を形成して暗緑灰色、すすかび状となる。

2 病原菌の形態

子座は初め角皮下、まれに表皮細胞内に生じ、発達すると角皮を破って表面に現れ、また表皮細胞内や葉肉細胞部に伸展することもある。子座組織は径4～7 μ m、褐～オリーブ色の厚膜細胞からなり、類球形で大きさは幅25～45 μ m、高さ20～45 μ m。分生子柄は子座頂部に叢生し、無～淡オリーブ色、単条、基部はイチジク状に膨らむことが多く、先端に分生子痕が認められる。大きさは



第2図 オウシュウブナすすかび病

は7～13.5×2.5～3.5 μ m。分生子は無～淡オリーブ色で円柱～円柱状倒棍棒形、緩やかに湾曲し、基部に着生痕が残る。1～7個の隔膜を有し、大きさは22～85×1.5～3.5 μ m。

3 ノート

本病は東京都立川市東京都農業試験場内の外国産樹木見本園で発生した。オウシュウブナ (*Fagus sylvatica*) はヨーロッパ原産のブナ科の落葉性高木で、我が国では見本園、植物園などに栽植されている。アメリカでアメリカブナ (*Fagus grandifolia*) に leaf spot を起こす *Cercospora* sp. が記録されている¹⁾。しかし出典が不明のため、本菌との異同は検討できない。なお病名すすかび病は、病斑上の菌体の形状(標徴)に基づいて命名した。

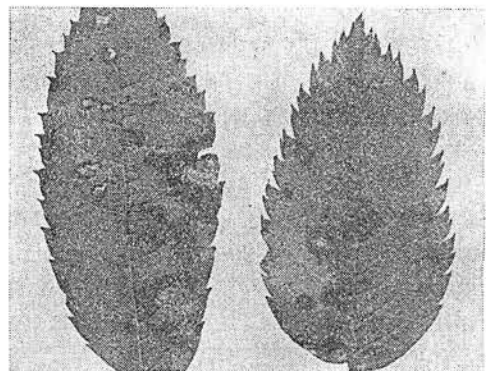
III ナナカマド類のすすかび病 (*Cercospora* sp.)

1 病 徴 (第3図)

6月初めごろより葉に褐～暗褐色の小斑が多数発生する。これは徐々に拡大し、中央は淡褐色、周縁暗赤紫～暗赤褐色、径5～10mmの円～不整斑となり、輪紋を形成することもある。裏面は淡灰褐色、周縁は淡褐色となる。病斑の表裏両面、特に表面に多数の暗緑灰色、すすかび状の分生子塊が発生する。病葉は黄～紅化し、乾燥萎縮した後、激しい早期落葉を起こす。このため病樹は8月末には先端にわずかの着葉を残して樹冠が裸となり、新梢はしばしば枯死する。

2 病原菌の形態

子座は初め表皮細胞内に生じるが、発達して角皮を破り、裸出する。葉肉組織に伸展することもある。子座組織は褐色の厚膜細胞からなり、類球形で、大きさは幅25～55 μ m、高さ22～63 μ m。分生子柄は子座頂部に叢生し、無～淡オリーブ色で、真直～ジグザグ状。大きさは



第3図 ナナカマド類 (*Sorbus decora*) すすかび病

8~34×0.8~3.5 μm で、長い柄は1~2個の隔膜を持つ。分生子は無〜淡オリーブ色、円柱〜円柱状倒棍棒形、真直〜緩やかに湾曲する。1~9個の隔膜を有し、大きさは15~92×0.8~3.5 μm 。

3 ノート

本病は東京都農業試験場内の外国産樹木見本園で発生している。発病樹種はバラ科ナナカマド属に所属する *Sorbus aria* (品種: *Lutescens*)、*S. aucuparia* (品種: *Fastigiata*, *Xanthocarpa*) 及び *S. decora* である。いずれの樹種とも初発時期が新葉展開直後で、被害症状も激しいことから、観賞樹木としての価値を著しく減じるだけではなく、樹勢の衰退も大きい。ナナカマド類の注意すべき病気である。ヨーロッパのライン地方で *Sorbus aria* 及び *S. aucuparia* 上に *Cercospora ariae* FUECKEL が記録されている³⁾ が、本菌とは形態的に明らかに異なる。日本産のナナカマド (*Sorbus commixta*) に対する人工接種では、わずかに病斑を形成する程度にとどまった。なお病名すすかび病は、本病の標徴に基づいて付けた。

IV シロヤマブキの^{マハシ}円斑病 (*Septoria rhodotyphi* HOLLÓS)

1 病徴 (第4図 a)

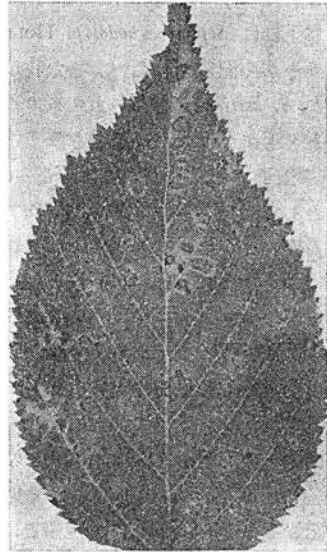
7月ごろから葉に黄緑色の小斑として生じる。しだいに拡大し、中央は灰黄〜灰褐色で、周囲を茶褐色の帯で縁どられた径2~5mmの小円斑を形成する。古い病斑は葉脈に囲まれた不整斑となることも多い。病斑周辺はハロー状に黄化する。一葉当たりの病斑数は数個から、多いときには数十個に及ぶ。やがて互いに融合して病斑部を中心に黄〜褐色の葉枯状となり、8月から9月に早期落葉を起こす。成熟した病斑の表裏両面に、灰〜暗灰色、すす状の微小な菌体 (病原菌の柄子殻) を多数形成する。

2 病原菌の形態 (第4図 b)

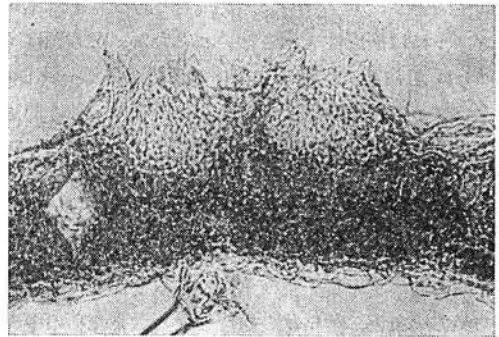
柄子殻は初め表裏両面の表皮細胞内に形成され、徐々に発達し、葉肉細胞部を圧迫する。やがて表皮を破り、表面に現れる。類球形で、殻壁組織は淡褐〜褐色、小型不定形の厚膜細胞からなる。大きさは幅60~85 μm 、高さ42~82 μm 。成熟した柄子殻内には多数の柄胞子が形成され、やがて柄子殻の頂部から柄胞子が溢出する。柄胞子は無色で、糸〜円筒状、真直あるいは緩やかに湾曲する。1~6個の隔膜を有し、大きさは12~46×0.8~1.7 μm 。

3 ノート

シロヤマブキ (*Rhodotypos scandens*) はバラ科バラ亜



a



b

第4図 シロヤマブキ円斑病(a: 病葉, b: 病原菌)

科に所属する落葉性低木で、東京都では公園などの緑化樹木として植栽されている。本病は神代植物公園など都下の数個所で発生が確認されているが、被害の激しさからみて、今後発生が拡大する恐れがある。各種培地上では1か月後に厚く堅ろうで径35~45mmの菌そうを形成した。菌そう生育にはPSA培地が最も適し、最適温度22°Cで、35°C以上では生育しなかった。またV8ジュース、malt extract、ワックスマン、ツァベック、リチャーズの各寒天平板培地でも良好な生育を示したが、柄胞子などの形成はいずれの培養基上でも認められなかった。バラ科樹木に対する人工接種ではシロヤマブキのみ2~4週間後に発病を認めたが、ヤマブキ (*Kerria*)、シモツケ (*Spiraea*)、カリン (*Chaenomeles*)、ベニシタン (*Cotoneaster*)、ズミ (*Malus*)、カマツカ (*Pourthiaea*)、インドトキワサンザシ (*Pyracantha*)、ジャリンバイ (*Rhamphiolepis*) には病原性を示さなかった。バラ科バラ亜科

植物に記録された *Septoria* 属菌は9種に及んでいる。シロヤマブキ属上には *Septoria rhodotypi* HOLLÓs が1907年にハンガリーから記録された¹⁸⁾。また我が国では日本菌類目録⁵⁾に *S. kerriae* が登載されており、宿主にはシロヤマブキとともにヤマブキが記録されている。*S. kerriae* は東京都王子で採集された標本(宿主はヤマブキ)を基準標本として、1909年に SYDOW によって記載された種である¹⁸⁾。しかし原は著書⁴⁾でヤマブキの褐斑病の病原として *S. kerriae* を挙げ、病徴と病原菌の形態を記述しているが、シロヤマブキについては触れておらず、また日本菌類目録⁵⁾では、*S. kerriae* の宿主としてシロヤマブキを登録した根拠や出典を明らかにしていない。今回発見されたシロヤマブキ上の *Septoria* 属菌の柄子殻及び柄胞子の形態は、SACCARDI¹⁸⁾の記録した *S. rhodotypi* 及び *S. kerriae* の形態とよく似ている。しかし原⁴⁾の記録した *S. kerriae* の測定値とは、柄胞子の幅が異なる。病斑上の菌体は、本菌及び *S. rhodotypi* が両面生であり、*S. kerriae* が表面生である。また本菌はヤマブキには病原性を示さない。したがって本菌は *S. rhodotypi* と病徴・標徴及び菌体の形態がよく一致し、シロヤマブキのみに病原性を示すことから同一種と同定した。なお病名円斑病は、病斑の形に基づいて命名した。

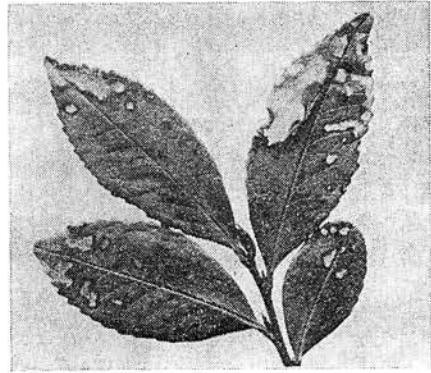
V ヒサカキのすすかび病(*Cercospora* sp.)

1 病徴(第5図a)

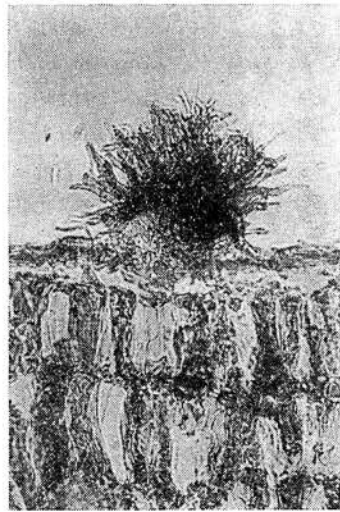
春期に前年葉の葉先及び葉縁から褐変が進行し、これはやがて灰白色、葉枯状の病斑となる。また葉の中央部にも円〜不整形の病斑を生じ、互いに融合して大型の不整形斑となる。病斑の周囲は暗紫紅色の細い帯で明確に縁どられる。灰白色の病斑の表裏両面、特に裏面に菌体を多数生じる。初め子座が黒〜暗褐色の微小点として現れ、次いで子座上に多数の暗緑褐色、すすかび状分生子塊を形成する。病葉は6月から8月ごろまでに徐々に落葉してしまう。

2 病原菌の形態(第5図b)

子座は初め角皮下または表皮細胞内に形成され、成熟すると葉肉細胞部を圧迫し、また角皮を破って表面に現れる。子座組織は褐〜暗緑褐色、小型不定形の厚膜細胞からなり、類球形で、径 37~77 μm 、高さ 43~85 μm 。分生子柄は子座頂部に叢生し、真直ないしジグザグ状に屈曲し、長い柄には1~3個の隔膜がある。基部は淡緑色でイチジク状に膨らみ、先端は無〜淡オリーブ色で、頂端及び屈折部に明瞭な分生子痕が認められる。大きさは 17~39 \times 2.5~4.5 μm 。分生子柄の先端に分生子を単生する。分生子は倒棍棒形ないし舟形で、淡オリーブ〜



a



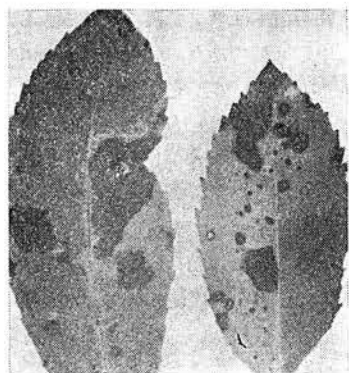
b

第5図 ヒサカキすすかび病(a: 病葉, b: 病原菌)

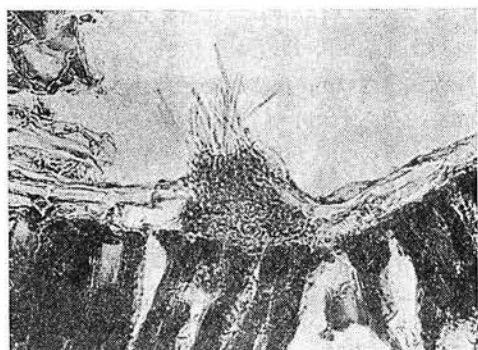
淡緑褐色、真直またはわずかに湾曲する。基部に着生痕が認められる。隔膜は0~3個で、大きさは 8~36 \times 1.5~3.5 μm 。

3 ノート

本病は神代植物公園及び茨城県下で発生を認めた¹⁴⁾。ヒサカキ (*Eurya japonica*) はツバキ科に所属する常緑低木で、公園、街路などの緑化樹木や住宅の生垣などとして広く利用されている。我が国ではツバキ科樹木に寄生する *Cercospora* 属菌として、チャ (*Thea sinensis*) の褐色円星病菌 (*C. theae* (CAVANA) BRED de HAAN, *C. cheae* HARA)⁵⁾ が知られており、また南アメリカのエクアドルでは *Eurya nervosa* (*Freziera nervosa*) 上に *Cercospora caloloma* PETRAK³⁾ が記録されているが、いずれも本菌とは病徴、菌の形態とも明らかに異なる。今までの調査では本菌に該当する既知種は認められない。なお病名すすかび病は、標徴に基づいて命名した。



a



b

第6図 イチゴノキ褐斑病 (a: 病葉, b: 病原菌)

VI イチゴノキの褐斑病 (*Cercospora molleriana* WINT.)

1 病徴 (第6図a)

葉の表面に暗赤紫～暗青紫色、中央は灰赤茶色、径5～10mmの円～不整斑を形成する。しばしば融合して大型不整斑となり、また葉縁から波状に伸展する。葉裏面にも明瞭な病斑を形成するが、表面より淡色である。表裏両面特に表面に多数の微小な黒～暗灰色のすす状点(子座)が群生し、やがて子座上に多量の分生子を形成して暗灰～暗灰緑色、すすかび状となる。7月ごろから当年葉上に新しい病斑が発生し始め、秋まで二次伝染による発生が続く。越冬病葉上の分生子は冬期にほとんど飛散するが、春期に再び子座上に分生子を新生し、当年葉への第一次伝染源となる。この越冬葉は5月下旬から6月にかけて一斉に落葉する。

2 病原菌の形態 (第6図b)

子座は表皮細胞内に生じ、発達して角皮を破って表面に現れる。子座組織は褐～濃褐色、小型不定形の厚膜細胞からなり、類球形で、径20～83 μm 、高さ22～55

μm 。分生子柄は子座頂部に叢生し、淡オリーブ色、単条で時にジグザグ状、分生子痕が残る、基部はイチジク状に膨らむ。大きさは13～24 \times 2.5～3.5 μm 。分生子柄の先端に分生子を単生する。分生子は無～淡オリーブ色、円柱状倒棍棒～倒棍棒形、真直～緩やかに湾曲する。3～12個の隔膜を有し、大きさ13～77 \times 1.5～3.5 μm 。

3 ノート

本病は東京都農業試験場の外国産樹木見本園で発生している。イチゴノキ(*Arbutus unedo*)はツツジ科の常緑低木で、同園にはニュージーランドから導入された。イチゴのような赤い実を付け、観賞樹木として利用される。1884年にポルトガルでイチゴノキ及び*Arbutus longifolia*上に*Cercospora molleriana* WINT.が記録された³⁾。我が国でイチゴノキ上に見いだされた*Cercospora*属菌は病徴・標徴及び菌の形態が*C. molleriana*の記載と一致することから、同一種と同定した。これがポルトガルに次いで二度目の記録である。病名褐斑病は病徴に基づいて命名した。なお筆者ら⁴⁾は本病をすすかび病と記録したが、これは病名を誤記したものでここに訂正したい。

VII アセビの褐斑病(*Phyllosticta* sp.)

1 病徴 (第7図a)

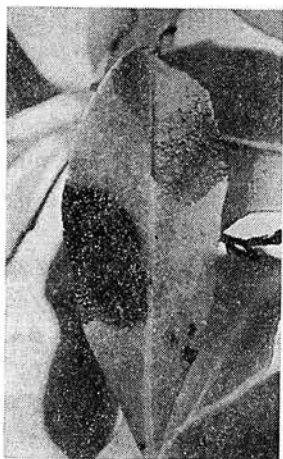
初夏に当年葉の周縁から褐～暗褐色、波～半円状または葉脈に区切られた病斑が伸展する。周囲は暗紫褐色の細い帯で健全部と明確に境される。拡大すると葉全体を褐色病斑が覆う。また病斑周辺から黄化が徐々に進行する。夏期に発生した病葉は秋期までに次々と落葉し、秋期に感染した病葉は越冬後、春期に一斉に落葉する。病斑の表裏両面、特に表面にやや盛り上がった、光沢のある小黑点(柄子殻)が多数形成される。

2 病原菌の形態 (第7図b)

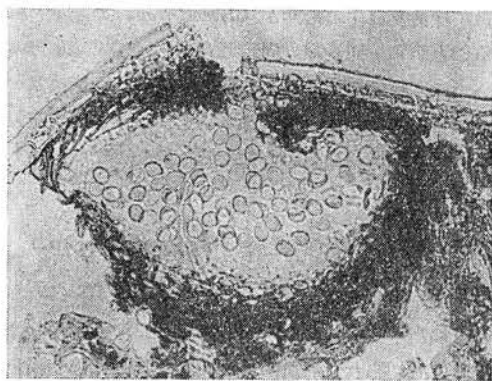
柄子殻は初め表皮細胞下、柵状組織に発生し、発達すると海綿状組織に達する。殻壁組織は暗褐色、小型不定形の厚膜細胞が数層重なる。類球形で、頂端に口孔を持つ。大きさは径120～270 μm 、高さ70～160 μm 。殻壁から暗褐色の太い菌糸が派生し、葉肉細胞部に伸展する。柄子殻内に多数の柄胞子を生じ、成熟すると柄胞子があふれ出る。柄胞子は無～淡黄色、球形、垂球形ないし倒卵形で、長径7～13.5 μm 、短径6～10.5 μm 。先端に長さ5～22 μm の付属糸を1本つける。

3 ノート

アセビ(*Pieris japonica*)はツツジ科の常緑低木で、緑化用に公園や街路に多く栽植され、また古くから庭木や盆栽としても利用されている。本病は東京都、茨城県、



a



b

第7図 アセビ褐斑病 (a: 病葉, b: 病原菌)

神奈川県のほか、各地で発生が認められ、恐らくアセビの分布地、植栽地に広く発生していると思われる。培養菌そうは 8~35°C の範囲で生育し、26°C が最適であった。26 及び 30°C では培養 2 週間後に分生子形成を認めた。ツツジ科樹木に対する人工接種では、アセビのみ 2~5 週間後に発病し、サラサドウダン (*Enkianthus*)、アメリカワナンテン (*Leucothoe*)、セイヨウシャクナゲ、サツキツツジ、クルメツツジ、トウゴクミツバツツジ (以上 *Rhododendron*) には病原性を示さなかった。アセビ属植物上の *Phyllosticta* 属菌としては、アメリカ農務省発行の病名目録¹⁾に記載された *Phyllosticta andromedae* West. が唯一のものであるが、出典が不明なので本菌との異同は検討できない。アセビ属に近縁の *Andromeda* 属及びツツジ属 (*Rhododendron*) には 9 種の *Phyllosticta* 属菌が記載されている^{16,17}など。*Andromeda cassinefolia* に寄生する *P. andromedae* は形態が異なり、表面生であることから明らかに異種である。形態的に類似する種は *P. maxima* ELL. et EV. と *P. concentrica*

SACC. (いずれも宿主はツツジ属) である。しかし、これらの種は互いに同種であり、*Guignardia philoprina* (B. et C.) VAN DER AA の不完全世代とする意見¹⁹⁾と、*P. maxima* は *Botryosphaeria rhodorae* (CKE.) BARR [= *Guignardia rhodorae* (CKE.) DAVIS] の不完全世代であるとの意見²⁾とがあり、まだ完全に整理されていない。いずれ培養性質や病原性を含めて再整理されると思われるが、ここではアセビ上の本 *Phyllosticta* 属菌がアセビにしか病原性を示さない点を考慮に入れて、ひとまずこれらとは別にして扱っていきたい。なお我が国では鍵渡が著書¹⁰⁾の中で *Phyllosticta* 属菌によるアセビの斑点性病害を掲載し、また小河¹⁵⁾は福岡県下の調査病害リストの中に同じくアセビの *Phyllosticta* 属菌を記録している。これらはいずれも病原菌の形態を記していないため同一病害とは断定できないが、鍵渡の記録した病気はカラー写真の病徴から恐らく本病と同じものと思われる。氏は病名を付していないので、病徴に基づいて褐斑病と命名した。

引用文献

- 1) ANONYMUS (1960): Index of plant diseases in the United States. U. S. D. A., Agr. Handb. 165.
- 2) BARR, MARGARET E. (1970): Mycologia 62(2): 377~394.
- 3) CHUPP, C. (1953): A monograph of the fungus genus *Cercospora*. 667 pp. New York.
- 4) 原 撰祐 (1930): 実験作物病理学. p. 902. 養賢堂, 東京.
- 5) ——— (1954): 日本菌類目録. p. 338. 日本菌類学会, 岐阜.
- 6) 浜 武人 (1967): 78 回日林論: 206~207.
- 7) 堀江博道・小林享夫 (1980): 日植病報 46(3): 376 (講要).
- 8) ———・——— (1980): 東京農試研報 13: 85.
- 9) ———・——— (1981): 日植病報 47(3): 406~407 (講要).
- 10) 鍵渡徳次 (1972): 原色庭木・盆栽の病害虫診断 (共著), p. 87. 農山漁村文化協会, 東京.
- 11) 小林享夫 (1975): 植物防疫 29(8): 303~304.
- 12) ——— (1981): 山林 1166: 52~60.
- 13) ———・堀江博道 (1980): 日植病報 46(3): 376 (講要).
- 14) 楠木 学ら (1981): 92 回日林論: 385~386.
- 15) 小河誠司 (1976): 日林九州支研論 17: 251~252.
- 16) SACCARDO, P. A. (1892): Sylloge fungorum. X: 115~116.
- 17) ——— (1902): ibid. XVI: 842.
- 18) ——— (1913): ibid. XXII: 1094.
- 19) VAN DER AA, H. A. (1973): Studies in Mycology 5. Studies in *Phyllosticta* I. pp. 44~46.

昭和 56 年の病虫害の発生と防除

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

I 気象経過の概要と農作物の被害

55 年末から 56 年 3 月上旬にかけて、日本の上空に強い寒気が連続的に流入したため日本海側では大雪となったが、太平洋側では晴天が続いた。2 月末には全国的に記録的な低温に見舞われ果樹を中心とした農作物に被害を生じた。

4 月に入り天候は比較的順調に経過した。

5 月：上旬の天候は順調に推移したが、中旬後半からは気温が低めに経過した。特に 29 日には低気圧が通過し、その後日本付近に強い寒気が吹き出して 29 日から 30 日にかけて道北に雪やみぞれが降った。また、30 日から 31 日にかけては夜間の冷え込みが強まり、中部地方から北海道の山地、高地を中心に最低気温が平年より 8~10°C も低く、31 日の朝は北関東などで最も遅い降雪を記録した。このため仙台、秋田、青森では「異常低温に関する気象情報」が発表された。月平均気温は全国的に 1~2°C 低かった。なお、沖縄、奄美では 6 日、九州南部では 30 日に平年より早い梅雨入りとなった。

6 月：上旬は引き続き気温が低めに経過し、仙台、秋田、青森で再び「異常低温に関する気象情報」が発表されたが、寒気は徐々に緩み、青森、仙台等一部を除いて平均気温はほぼ平年並に戻った。また、九州北部から北陸、関東地方にかけては平年より 2~5 日遅く、東北北部では 4 日早い梅雨入りとなった。18 日ごろから再びオホーツク海高気圧の張り出しなどによって、関東以北ではかなり気温が下がった。下旬後半から気温が上昇し、6 月末には西日本では平年より高め、中部日本では平年並、北日本では平年よりやや低めとなった。なお、5 月下旬から 6 月上旬の降雪、降ひょうなどにより、北関東、東山、東北などにおいて野菜、果樹、桑などに被害が発生した。

7 月：上旬には梅雨前線が北上、南下を繰り返し、各地で大雨が降った。中旬には前線が北上して衰弱し、九州から東北の梅雨は平年より早く明けた。下旬初めには顕著な寒気が南下したが、しだいに夏型に戻った。

また、下旬末には台風 10 号が宮崎県に上陸し、九州

を横断した。月平均気温は概してやや高かった。

8 月：上旬初めは全国的に夏型の晴天だったが、3 日から北海道に前線が停滞し、更に台風 12 号が北上してきたため、記録的な豪雨となって石狩川がはんらんし、道央を中心とした広範な地域で農作物が浸冠水した。中旬は移動性高気圧が日本付近を覆い晴天が続いた。下旬は台風 15 号が関東、東北地方を縦断し、北海道へ上陸した。その後移動性高気圧に覆われて天気は回復し暑くなった。台風 12 号により、北海道で麦、水稲、野菜などに総額 422 億円、台風 15 号により、東北、北海道、関東で水陸稲、果樹、野菜などに総額 1,069 億円の被害を生じた。

9 月：上旬前半は、低気圧により北海道南西部に降雨があり被害を与えた。後半は高気圧が北偏し、全国的に低温となって残暑は解消、一方、秋雨前線が発生した。中旬初めは依然として低温傾向の日が続いたが、後半には全国的に晴天となった。下旬には低気圧が発達しながら通過して各地に大雨を降らせ、東北地方にかなりの被害をもたらした。なお、台風は月間 4 個発生し、月平均気温は全国的にやや低かった。

また、10 月 15 日現在の水稲の作柄は、西日本などでは平年並ないし良であるが、北日本では上述の台風などにより被害が発生したため全国の作況指数 96 の「やや不良」で、10a 当たりの収量は 455 kg と推定されている。

II イネの病虫害の発生と防除

1 いもち病

葉いもち病は、北日本を中心として 5、6 月の低温、寡照によりイネの生育が遅延し、各地で注意報が発表され、一部では多発したが、7 月以降高温多照に経過したことにより生育が回復し、全般的には並の発生にとどまった。穂いもち病は、葉いもちの進展が少なかったことや 7 月以降の好天により少発生であった。

発生面積は葉いもち約 73 万 ha (前年比 91%，以下同じ)、穂いもち約 59 万 ha (66%)、延べ防除面積は葉いもち約 213 万 ha (92%)、穂いもち約 361 万 ha (82%) であった。

2 紋枯病

全国的に平年並以下の発生であった。

発生面積は約 99 万 ha (98%), 延べ防除面積は約 196 万 ha (123%) であった。

3 白葉枯病

北海道、東北の一部地域で豪雨により多発したほかは、全国的に平年に比べ少発生であった。

発生面積は約 7 万 ha (71%), 延べ防除面積は約 6 万 ha (89%) であった。

4 ウイルス病類

縞葉枯病は、北関東でヒメトビウンカの保毒虫率の増加、後期感染により、多発したが、全般的には並以下の発生であった。萎縮病、黄萎病の発生は少なかった。

発生面積は縞葉枯病約 21 万 ha (119%), 萎縮病約 17 万 ha (108%), 黄萎病約 0.6 万 ha (56%) であった。

5 ニカメイチュウ

全国的に少発生であった。

発生面積は第 1 世代約 29 万 ha (81%), 第 2 世代約 12 万 ha (70%), 延べ防除面積は第 1 世代約 77 万 ha (85%), 第 2 世代約 68 万 ha (90%) であった。

6 ツマグロヨコバイ

全国的に少発生であった。

発生面積は約 95 万 ha (93%), 延べ防除面積約 158 万 ha (97%) であった。

7 ヒメトビウンカ

北関東で平年よりやや多発したほかは少発生であった。

発生面積は約 55 万 ha (95%), 延べ防除面積は約 119 万 ha (91%) であった。

8 セジロウンカ

中国、四国及び北陸を中心にして全国的にやや多い発生であった。

発生面積は約 95 万 ha (113%), 延べ防除面積は約 166 万 ha (93%) であった。

9 トビイロウンカ

全国的に少発生であったが、9 月に入り九州の一部地域で多発がみられた。

発生面積は約 27 万 ha (83%), 延べ防除面積は約 123 万 ha (74%) であった。

10 斑点米カメムシ類

斑点米の原因となるカメムシ類の発生は平年に比べて少なかった。

発生面積は約 28 万 ha (84%), 延べ防除面積は約 119 万 ha (82%) であった。

11 コブノメイガ

* 本稿で述べる発生面積、防除面積の数値は 10 月 1 日現在で都道府県から報告されたものである。

各地で多発したが、前年よりは少なかった。

発生面積は約 47 万 ha (91%), 延べ防除面積は約 79 万 ha (79%) であった。

12 その他の害虫

イネツトムシ、フタオビコヤガ、アワヨトウ、イネヒメハモグリバエ、イネハモグリバエ、イネゾウムシ及びイネヨトウは少発生であった。

III 畑作物の病害虫の発生

ムギでは、赤かび病の発生が北海道、東北の一部で多かった。さび病類、うどんこ病の発生は少なかった。

ダイズでは、べと病が東北の一部で、ハスモンヨトウが西日本で多かったほか、全般的に病害虫は少発生であった。

ジャガイモでは、疫病がやや多い発生となったが、ニジュウヤホシテントウ類は少発生であった。

IV 果樹の病害虫の発生

1 カンキツの病害虫

そうか病：各地とも少発生であった。

黒点病：2 月末の低温により枯枝量が増えて多発が懸念されたが、概して並の発生であった。

かいよう病：各地とも少発生であった。

ヤノネカイガラムシ、ミカンハダニも少発生であった。

2 リンゴの病害虫

モニリア病、黒星病が一部でやや多い発生となった。

うどんこ病、斑点落葉病、ふらん病、ハダニ類、ハマキムシ類及びクワコナカイガラムシの発生は少なかった。

3 ナシの病害虫

黒斑病、黒星病、赤星病、ナシヒメシンクイ、ハダニ類及びクワコナカイガラムシの発生は少なかった。

4 モモの病害虫

黒星病、灰星病は少発生であったが、せん孔細菌病は一部で発生が増加した。コスカシバ、モモハモグリガ、ハダニ類及びナシヒメシンクイの発生は少なかった。

5 ブドウの病害虫

晩腐病、さび病、黒とう病、べと病、ブドウスカシバ、ブドウトラカミキリ及びフタテンヒメヨコバイの発生は少なかった。

6 カキの病害虫

落葉病の発生が一部で目立ったが、炭そ病、うどんこ病、カキミガ及びフジコナカイガラムシの発生は少なかった。

7 果樹類のカメムシ類

一部地域を除き、概して少発生であった。

V その他の作物の病虫害の発生

チャの炭そ病、チャノコカクモンハマキ、アザミウマ、カンザワハダニ及びチャノミドリヒメヨコバイがやや多い発生であった。

野菜では、北陸でスイカのつる枯病、西日本でトマト、キュウリのべと病、疫病、中国、四国地方でハスモンヨトウの発生が目立った。ミナミキイロアザミウマの発生が九州各県で目立った。

本年における発生予察警報及び注意報の発令状況は 38~40 ページの表のとおりである。

VI 特殊病虫害対策

1 ウリミバエ

奄美群島については、8 月から喜界島において不妊虫放飼による防除を開始し、毎週 400 万頭を放飼した。その他の地域では前年に引き続き誘殺紐などによる被害軽減防除を実施した。

沖縄県については、昭和 53 年に根絶した久米島に隣接する慶良間諸島において不妊虫放飼による防除を実施し、その他の地域では奄美群島同様に被害軽減防除を実施した。また、将来沖縄全域からウリミバエを駆除するための 1 ステップとして、前年度から宮古島において不妊虫放飼による防除を実施するための大量増殖施設などの設置に着手しており、本年は年次計画 2 年目で同施設の内部設備の整備を図った。

2 ミカンコミバエ

沖縄群島については、メチルオイゲノールと殺虫剤を浸み込ませたテックス板のヘリコプタ散布を継続実施した結果密度が著しく低下してきている。

小笠原諸島については、鵜島及び母島において不妊虫放飼による防除を継続実施し、父島において誘殺剤散布による密度抑圧防除を実施した。

奄美群島については、昭和 55 年群島全域から根絶されたのに伴い、再侵入防止のための侵入警戒調査を実施した。その結果、再侵入は認められなかった。

3 ジャガイモシストセンチュウ

本虫の発生は場面積は 2,344 ha で、防除対策としては発生密度の高い場及び種馬鈴しょ生産地周辺の発生は場の土壌消毒並びに新登録農薬による防除実証展示を設置し、新防除技術の普及定着を図るとともに、抵抗性品種の導入、ノラバエの除去、使用農機具類の洗浄等総合的な防除対策の指導推進を図った。

4 アフリカマイマイ

奄美、沖縄及び小笠原諸島の被害の激しい野菜は場な

どに対しマイマイ駆除剤散布による防除を実施した。

5 イネミズゾウムシ

本年新たに兵庫、和歌山県で発生をみ、全体では 12 府県 362 市町村 143,885 ha の水田に発生した。

このため、本虫のまん延防止及び水稻に経済的被害を生じさせないため、薬剤散布による防除を実施した。

6 カキのカメムシ類

福岡県南部のカキ主産地において多発しているチャブネオカメムシ、ツヤアオカメムシなどのカメムシ類による被害を軽減し、今後の異常発生を防止するため、2 年目の本年は地上防除が困難な柿園周辺樹林地を重点にヘリコプタ薬剤散布による防除を実施した。

7 天敵増殖配布

害虫の総合防除対策の推進を図るため、果樹の重要害虫であるイセリヤカイガラムシ、ルビーロウムシ、ミカントゲコナジラミの天敵であるベダリアテントウ、ルビーアカヤドリコバチ、シルベストリコバチの増殖配布を静岡、岡山、長崎の各県でそれぞれ実施した。

8 塊茎褐色輪紋病

広島県の一部地域で確認されたジャガイモの塊茎褐色輪紋病について、土壌消毒による防除を実施した。

VII 農薬の出荷状況

56 農薬年度 (55.10~56.9) の農薬の需給はおおむね安定基調にあったものとみられるが、在庫については用途別に変動があるものとみられる。

56 農薬年度における全農薬の出荷は、数量ベースで前

56 農薬年度農薬出荷推定

(単位: 千円, t)

		55年度出荷 (実績)	56年度(推定)	
			出 荷	対前年比 (%)
殺 虫 剤	数量	252,466	210,000	△16.8
	金額	119,554,383	115,900,000	△3.1
殺 菌 剤	数量	155,571	140,000	△10.1
	金額	86,302,472	88,300,000	△2.3
殺虫殺菌剤	数量	74,697	67,000	△10.3
	金額	21,572,907	21,000,000	△2.7
除 草 剤	数量	166,613	150,000	△10.0
	金額	88,773,541	87,000,000	△2.0
そ の 他	数量	34,577	33,000	△4.6
	金額	7,671,916	7,800,000	△1.7
計	数量	683,924	600,000	△12.3
	金額	323,875,219	320,000,000	△1.2

(対前年比の△印はマイナスを示す)

昭和 56 年発生予察警報・注意報の発令状況

(1) イ ネ

	い も ち 病	トビイロウンカ	セジロウンカ	そ の 他 の 病 害 虫
北海道 北青森 岩手 宮城 秋田 山形	7.23—葉, 穂, 8.13—穂 7.24—葉, 8.8—穂, 8.11—穂 7.29—葉, 8.25—穂 7.10—葉, 8.14—穂 7.11—葉, 7.22—葉, 8.11—穂, 8.25—穂 7.15—葉		7.27	6.23—イネドロオイムシ, 9.9—アワヨトウ 4.1—苗立枯病 3.31—苗立枯病 3.25—苗立枯病
福島 茨城 栃木 群馬 長野	7.3—葉, 7.28—穂 7.7—葉 7.9—葉, 7.30—穂 8.10—穂 7.21—葉, 8.5—穂 7.1—葉, 7.23—穂		7.23	3.18—苗立枯病 6.19—縞葉枯病 7.18—縞葉枯病 7.4—縞葉枯病 5.30—イネミズゾウムシ
富山 石川 福井 岐阜 愛知 三重	7.16—穂 7.10—葉 6.29—葉 8.3—穂 8.3—穂 7.3—葉, 穂 (早期, 早植)		7.23	5.23—イネミズゾウムシ, 8.17—茶米 5.21—イネミズゾウムシ, 8.17—カメムシ類 5.19—イネミズゾウムシ 5.6—イネミズゾウムシ
滋賀 鳥取 島根 岡山 広島	7.8—葉 7.2—葉 7.4—葉 7.17—穂 7.20—穂, 8.11—穂 7.2—葉	9.18	7.29 7.28 8.3 7.9 7.13	5.22—イネミズゾウムシ 7.31 斑点米カメムシ類, コブノメイガ
香川 佐賀 長崎 熊本 大分 宮崎 鹿児島	7.10—葉, 穂 (早期), 8.25—穂 6.27—葉, 7.29—穂 8.15—穂	9.29 8.21 9.14	7.20	8.10—カメムシ 6.27—イネドロオイムシ, 7.29—コブノメイガ 6.24—カメムシ類, 7.21—コブノメイガ 7.24—コブノメイガ

注 ゴジックは警報, 他は注意報, 数字は発表月日
警報及び注意報の発表のなかった都道府県は削除

(2) 果 樹

青森	森手	7.21—リンゴ斑点落葉病
岩手	田形	6.8—リンゴ黒星病
秋田	島城	6.16—リンゴ黒星病
山形		5.13—おうとう灰星病, 5.27—もも灰星病, 6.16—おうとう灰星病
福島		6.22—ブドウ灰色かび病
茨城		7.27—ナシのハダニ類
長野	野岡	6.11—リンゴ黒星病, リンゴ, ナシ, モモのリンゴコカクモンハマキ, 8.18—リンゴ, モモ, ナシのナミハダニ, リンゴのキンモンホソガ
静岡	瀧重	3.3—中晩性カンキツ類のかいよう病
新潟	大坂	7.9—ブドウべと病
三大	兵庫	4.9—カンキツのかいよう病
兵衛		5.14—ブドウべと病
		3.17—カンキツかいよう病, 5.29—ブドウべと病
和歌山	山取	3.24—カンキツのかいよう病
鳥取	根口	5.29—ナシ黒斑病, 7.27—ナシのハダニ類
島根	島川	7.31—果樹カメムシ類
山徳	媛	6.27—カンキツ黒点病
香川		7.6—カンキツのサビカミキリ, 黒点病
愛媛		9.2—果樹カメムシ類
		6.24—カンキツかいよう病, 7.11—カンキツ黒点病
高知	知岡	8.5—カンキツ黒点病
福岡	崎本	7.15—チャバネアオカメムシ
長崎	本崎	6.2—カンキツ黒点病
熊本	島根	4.17—カンキツのクワゴマダラヒトリ, 6.11—カンキツ黒点病
宮崎		5.28—カンキツ黒点病, 6.10—カンキツのアブラムシ類及びミカンハダニ, 7.16—チャノキイロアザミウマ, チャノミドリヒメヨコバイ
鹿児島		5.21—チャのカンザワハダニ, 7.2—ミカンハダニ, 8.26—チャのクワシロカイガラムシ, 9.8—チャのカンザワハダニ
沖縄		4.6—カンキツそうか病, 5.23—バナナクキゾウムシ, バナナセセリ, 10.23—カンキツかいよう病及び黒点病

(3) 畑 作物

北海道	道取	7.9—コムギの赤かび病, ジャガイモ疫病, 8.13—テンサイ褐斑病, 8.13—ジャガイモ疫病
北見	根口	9.9—ダイズのハスモンヨトウ
青森	山形	9.14—ダイズのハスモンヨトウ
岩手	高知	9.2—ダイズのハスモンヨトウ
秋田		8.28—マメ科飼料作物, ダイズのハスモンヨトウ
山形	賀島	8.26—ダイズのハスモンヨトウ
福島	本分	5.12—ジャガイモ疫病
茨城	鹿島	8.26—ダイズのハスモンヨトウ
栃木	鹿島	4.20—ムギ類の赤かび病, 9.1—ダイズのハスモンヨトウ
群馬	鹿島	8.25—ダイズ, サトイモ, サツマイモのハスモンヨトウ
埼玉県	鹿島	3.7—サトウキビのカンジャワタアブラムシ, 4.27—サトウキビのセスジツチイナゴ, 10.23—パイナップル心腐病, サトウキビの野そ, キク立枯病

(4) 野 菜	
北海道 北 海 道 新 石 川 福 井	7.9—タマネギの白斑葉枯病 6.26—トマト、ナス、ピーマン、ラッカセイの灰色かび病 7.1—スイカつる枯病 7.10—スイカ、メロンのつる枯病、ウリ、ナス科野菜の疫病 6.29—スイカ、メロンの炭そ病、つる枯病
鳥 取 島 根 山 口 高 知 福 岡	6.25—スイカの疫病、褐色腐敗病、8.17—野菜のアブラムシ類 9.14—野菜のハスモンヨトウ 9.2—野菜類のハスモンヨトウ 8.28—露地野菜のハスモンヨトウ 10.14—ナスのミナミキイロアザミウマ
佐 賀 熊 本 大 分 宮 崎 鹿 児 島	5.15—タマネギのべと病、6.11—イチゴうどんこ病、9.8—ナス、キュウリ、ピーマンのスリップス類、10.14—ナス、キュウリのスリップス類 2.26—果菜類の灰色かび病、トマトの疫病、ウリ類のべと病、斑点細菌病、褐斑細菌病、6.25—ミナミキイロアザミウマ 4.25—オンシツコナジラミ、7.14—ミナミキイロアザミウマ 1.27—ウリ類の細菌病類、5.21—ミナミキイロアザミウマ、9.24—キュウリのべと病、褐斑病、カボチャのべと病 5.16—カボチャ、スイカの疫病
沖 縄	10.23—キュウリ立枯性疫病、べと病、斑点細菌病、カボチャの疫病、褐斑細菌病、トマト疫病、オクラ疫病、インゲン根腐病、レタス軟腐病、ダイコン軟腐病、11.2—ミナミキイロアザミウマ

年対比 12～15% 減の 60 万 t 前後、金額ベースではほぼ横ばいの 3,200 億円前後になったものと推計される (56 農業年度中に農業価格が平均 5.19% 値上がりした)。用途別に出荷額をみると、殺虫剤が前年の 1,195 億円から 3.1% 減の 1,159 億円に、殺菌剤が 863 億円から 2.3% 増の 883 億円に、殺虫殺菌剤が 215 億円から 2.7% 減の 210 億円に、除草剤は 888 億円から 2% 減の 870 億円になったものとみられる。

全般的にみれば、イネ用の農薬は停滞し、園芸用農薬は伸びているものとみられる。また、殺虫剤の減少に比べ、殺菌剤が新規登録農薬の上市などによって金額的に減少しなかったことが目についた年であった。

VIII ヘリコプタによる農薬散布

本年の農業空中散布実施状況については、その中心である水稲病害虫防除面積が 1,362 千 ha と前年を 53 千 ha (4%) 下回る結果となった。これは、7 月以降気象条件が安定したことにより病害虫の発生が少なかったこと及び水田利用再編二期対策により転作が更に強化されたことなどによるものと思われる。地域別にみると、前年に比較して増加した県は青森 (4%)、福島 (13%)、埼玉 (7%)、岐阜 (6%)、三重 (1%)、兵庫 (11%)、徳島 (3%) の 7 県で、その他の県はいずれも前年より若干減少した。これをプロック別にみると、東北は 624 千 ha で前年より 38 千 ha (6%) の減、関東は 429 千 ha で 8 千 ha (2%) 減、北陸は 162 千 ha で 2 千 ha (2%) の減、近畿は 69 千 ha で 2 千 ha (2%) の減、九州は 44 千 ha で 4 千 ha (9%) の減少を示し、増加した東海は 33 千 ha で 0.7 千 ha (2%) の増、中国四国は 0.6 千 ha で 3% の増加であった。

畑作部門では、新しくムギ赤かび病防除が秋田県で実施され、防除効果が高く好評であった。また、クワで昨年冷害により水稲の生育が遅れ養蚕の掃立時期と競合したため害虫防除が実施できなかった埼玉県で平年並に戻ったことなどにより 4 千 ha (9%) 増え 54 千 ha となった。

果樹部門は、新しくカキのカメムシ防除が福岡県で実施され好評であった。ほかにクリ、ミカンの害虫防除面積が増加したことなどにより 10 千 ha と前年より 1 千 ha (12%) 増加した。

畜産部門は、熊本県の牧野ダニ駆除面積が減少したことにより 32 千 ha と前年より 2 千 ha (7%) 減少した。

その他部門は、ミバエ類防除が南西諸島において実施されてきたが、防除効果が高かったことにより一部全面

散布から重点散布に移行した。防除面積は1,190千haと前年より700千ha(1%)増加した。

以上、ミバエ類防除を除いた農業部門の合計をみると、1,457千haで前年より50千ha(3%)の減少となった。

林業部門における事業実施面積は652千haで前年より48千ha(8%)増加した。種類別にみると、松くい虫防除は年々増加して本年は307千haと前年より16千ha(5%)増加した。野そ駆除は339千haで前年より37千ha(12%)増加し、その他除草剤散布、施肥、治山の計は6千haで前年より38%の減少となった。

本年の事業実施に供給した機体数は208機で前年より4機増加し、更新も含め中型機が前年より10機増えて28機となった。この理由は、作業のスピードアップ及び

多角的利用などによるものと思われる。1機当たりの作業面積は単純平均で16千haと前年より若干緩和されてはいるものの、事業が水稻及び松くい虫防除が中心であるため、時期的なピークは例年同様厳しいものがあつた。

ヘリコプタの機体事故件数は9機で前年より3機減り、原因別では架線などの接触事故4件、操縦ミス2件、機体トラブル3件であつた。

農業における使用農薬の剤型別面積割合は、年々ドリフトの少ない剤型に移行してきている。本年は粉剤7.9%(前年9.4%)、液剤32.2%(同30.5%)、液剤少量12.4%(同10.9%)、粒剤3.2%(同3.0%)、微粒剤8.5%(同9.2%)、微量散布剤35.8%(同37.0%)となった。

(19ページより続く)

カルタップ・トリシクラゾール・バリダマイシン粉剤

カルタップ2%, トリシクラゾール1%, バリダマイシンA0.30%

パダンバリダビーム粉剤

14824(武田薬品工業)

稲: ニカメイチュウ・いもち病・紋枯病: 21日3回

『除草剤』

SAP・メトキシフェノン除草剤

SAP3%, メトキシフェノン8%

カヤフェノン粒剤

14816(日本化薬)

普通移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ: 植代後移植前3日~移植後5日(ノビエの一葉期まで): 北海道を除く全地域の普通期栽培地帯, 普通移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ: 植代時(移植前1~3日): 中国・四国以西の普通期栽培地帯, 育苗移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ: 植代後移植前2~3日又は移植後2~3日(ノビエの一葉期まで): 北海道を除く全地域の普通期栽培地帯及び関東・東山・東海の早期栽培地帯, 育苗移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ: 植代時(移植前1~5日): 中国・四国以西の普通期栽培地帯

SAP・プロメトリン除草剤

SAP50%, プロメトリン5%

エス乳剤

14817(日本農薬)

乾田直播水稻: ノビエその他水田一年生雑草: 播種直後~出芽後, 陸稲・だいず・あずき・えんどう・らっかせい: 畑地一年生雑草: 播種直後, ねぎ: 畑地一年生雑草: 定植活着後

MCPB・シメトリン・SAP 除草剤

MCPB0.80%, シメトリン1.5%, SAP9%

ダイセック SM 粒剤

14818(八洲化学工業)

育苗移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ: 移植後10~15日(ノビエ

2.5葉期まで): 壤土~埴土(減水深2cm/日以下): 関東以西の普通期栽培地帯(九州・南四国などの暖地を除く), 育苗移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ: 移植後15~20日(ノビエ2.5葉期まで): 壤土~埴土(減水深2cm/日以下): 関東・東海の早期栽培地帯, 育苗移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ: 移植後20~30日(ノビエ2葉期まで)(移植直後の初期除草剤による土壌処理との体系で使用): 壤土~埴土(減水深2cm/日以下): 北海道, 育苗移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ: 移植後20~25日(ノビエ2.5葉期まで)(移植直後の初期除草剤による土壌処理との体系で使用): 壤土~埴土(減水深2cm/日以下): 全地域の普通期栽培地帯(北海道, 九州・南四国などの暖地を除く)及び関東・東海の早期栽培地帯, 雑草移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ: 移植後20~25日(ノビエ2葉期まで)(移植直後の初期除草剤による土壌処理との体系で使用): 壤土~埴土(減水深2cm/日以下): 九州・南四国などの暖地の早期栽培地帯

ビフェノックス除草剤

ビフェノックス7%

モーダウン粒剤

14819(八洲化学工業), 14820(北興化学工業)

普通移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ: 移植前3日~移植後8日(ノビエ1葉期まで): 砂壤土~埴土(減水深2cm/日以下): 北海道, 普通移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ: 移植前3日~移植後8日(ノビエ1葉期まで): 砂壤土~埴土(減水深2cm/日以下): 全地域の普通期栽培地帯(北海道を除く)及び関東・東海の早期栽培地帯, 育苗移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ: 移植前3日~移植後8日(但し, 寒冷地は移植前7日~移植後8日)(ノビエ1葉期まで): 砂壤土~埴土(減水深2cm/日以下): 全地域(九州・南四国などの暖地を除く)の普通期及び早期栽培地帯, 育苗移植水稻: ノビエその他水田一年生雑草及びマツバイ: 移植前3日~移植後8日(ノビエ1葉期まで): 砂壤土~埴土(減水深2cm/日以下): 九州・南四国などの暖地の普通期栽培地帯

植物防疫基礎講座

発生予察におけるコンピューター利用(6)

——時系列解析による発生予察——

みや い しゅん いち
農林水産省農業技術研究所 宮 井 俊 一

はじめに

病虫害の発生予察に用いられるデータは、時系列(time series)を形成している場合が多い。例えば、定期的に予察は場で行われる調査から得られる害虫の発生密度や病気の発生株率のデータは時系列であるし、毎日の予察灯の誘殺数も時系列である。また、病虫害の発生消長に大きな影響を与えると考えられる気温、降水量、日照時間などの気象要因に関するデータも時系列となっている。このようなデータを用いて将来の予測を行うために、時系列解析を利用することができる。すなわち、病虫害の発生量とそれに影響を及ぼす要因の現時点までの時間的変動の法則性を統計的に見だし、それに基づいて将来の発生量の変動を予測するのである。

統計的予測手法としての時系列解析の概念と理論はそれほど新しいものではないが、それが実際の問題に応用され始めたのは比較的最近のことである。特に、経済学と工学の分野では、これまで大きな成果を収めている。生態学の分野での応用はまだ始まったばかりであるが、個体数変動の予測法として、これから広く利用されることが期待される(Pool, 1978)。

そこで、本稿では時系列解析による予測の基本的な考え方を簡単に解説してみたい。

I 統計的予測の基礎概念

等間隔の時点 $t, t-1, t-2, \dots$ での病虫害の発生量を $Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots$, それに影響を及ぼす気象要因などの値を $X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, \dots$ で表そう。時間の単位は、日、週、旬など適当にとればよい。これらの時系列 Y_t, X_t は、ランダムな変動をするので、将来の値を正確に予測することは不可能である。けれども、 Y_t, X_t を確率変数と考え、その確率分布を知ることができるならば、将来の値を統計的に予測することが可能となる。いま時点 t にいるとして、 L だけ先の時点 $t+L$ での発生量 Y_{t+L} を予測したい。この L はリード・タイム

(lead time) と呼ばれる。第1図に示すように、 Y_{t+L} の予測値の取りやすい値の幅は、 t 時点までの発生量やそれに影響を及ぼす気象要因などの値を知ることにより狭めることができる。また当然のことながら、 L が長くなるほどこの幅は広くなり、予測の精度は落ちてくる。

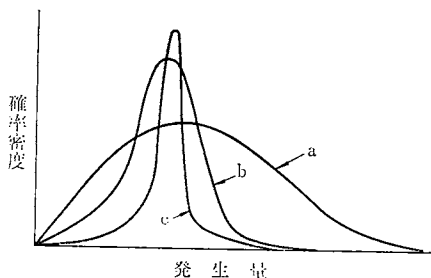
時点 t での Y_{t+L} の予測値を $Y_t(L)$ で表すことにする。予測を行うためには、この $Y_t(L)$ を $Y_t, Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p}$ と $X_t, X_{t-1}, \dots, X_{t-p}$ の関数として表したい。この関数は予測値の平均平方誤差(mean square error)

$$E\{[Y_t(L) - Y_{t+L}]^2\}$$

を最小にするように決めるのが普通である。ただし E は期待値を表す記号である。この条件を満足する関数は一般には非線形となるが、 Y_t と X_t が正規分布をしているときには線形となる。けれども、病虫害の発生量やそれに影響を及ぼす気象要因などの値が正規分布に従うことは極めてまれである。したがって、近似的に正規分布となるように変数変換を行わなければならない。よく用いられる変数変換は、

$$y_t = \begin{cases} (Y_t + m)^\lambda & (\lambda \neq 0) \\ \ln(Y_t + m) & (\lambda = 0) \end{cases}$$

であり、 m と λ の二つのパラメータを含む。 X_t の変換に関しても同様である。正規分布では平均値と分散が独



第1図 将来の時点 $t+L$ での発生量の予測値の確率密度 (Pool, 1978)

- a : 情報がないときの確率密度
- b : 時点 t までの発生量が知られているときの条件付き確率密度
- c : 時点 t までの発生量とそれに影響を及ぼす要因の値が知られているときの条件付き確率密度

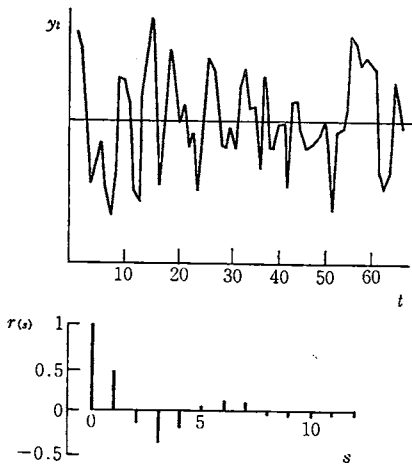
The Use of Computers in Forecasting of Pest Occurrence(6). Forecasting by Time Series Analysis
By Shun'ichi MIYAI

立であることを利用して、 y_t と $|y_{t+1}-y_t|$ との間の相関が 0 になるように m と λ の値を決めるのが簡便である (Pool, 1978)。これより後は変換された y_t と x_t について論じることになる。

II 定常時系列と非定常時系列

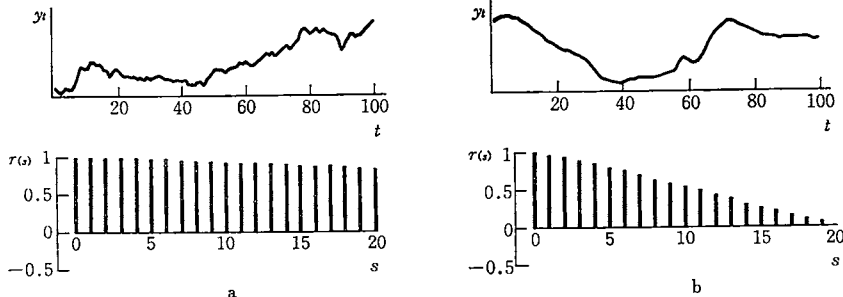
時系列には定常 (stationary) 時系列と非定常 (non-stationary) 時系列がある。定常時系列とは、第 2 図に示すように、一定の平均値のまわりで平衡状態にある時系列である。それに対して、非定常時系列では、その統計的性質は時間とともに変化する (第 3 図)。統計学的に定義するならば、

$$\begin{aligned} E(y_t) &= \mu_y \\ E[(y_t - \mu_y)(y_{t+s} - \mu_y)] &= \text{Cov}_y(t, t+s) \\ &= \text{Cov}_y(s) \end{aligned}$$



第 2 図 定常時系列とその自己相関関数 (Box and JENKINS, 1970)

この時系列は $\tilde{y}_t = 0.75\tilde{y}_{t-1} - 0.50\tilde{y}_{t-2} + a_t$ で表すことができる。



第 3 図 非定常時系列とその自己相関関数 (Box and JENKINS, 1970) .

a の時系列は $(1-B)y_t = (1+0.1B)a_t$ で表され、b の時系列は $(1-0.8B)(1-B)y_t = a_t$ で表される。

が成立するときの時系列 y_t は (広義の) 定常であると呼ばれる。ただし Cov は共分散を表す記号である。すなわち、平均値が時点 t と関係なく一定であり、かつ y_t と y_{t+s} の間の共分散が時点の差 s のみにより決まるならば、時系列 y_t は定常である。

時系列が定常であるとその取り扱いはずしく楽になるわけであるが、実際に観察される時系列は非定常であることが多い。現在のところ、非定常時系列をまともに解析するために使える手法は極めて不十分である。しかしながら、後で述べるように、非定常時系列でも適当に変換すれば定常となり、既存の定常時系列の解析手法が適用できるようになる。

観察された時系列が定常であるか否かは、第 2 図と第 3 図のように実際にグラフとして表すことにより大体判定がつく。厳密には、次式で定義される標本自己相関関数 (sample autocorrelation function) $r(s)$ を調べなければならない。

$$r(s) = c(s) / c(0) \quad s=0, 1, 2, \dots, n-1$$

ただし、 $c(s)$ は標本自己共分散関数 (sample autocovariance function)

$$\begin{aligned} c(s) &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-s} (y_t - \bar{y})(y_{t+s} - \bar{y}) \\ s &= 0, 1, 2, \dots, n-1 \end{aligned}$$

であり、 \bar{y} は標本平均

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t$$

である。定常時系列の自己相関関数は、 s の増加とともに急速に減衰し 0 に近づく性質を持っているが (第 2 図)、非定常時系列では減衰の仕方が極めて緩やかである (第 3 図)。また、トレンド (trend) の有無を KENDALL の順位相関係数 (rank correlation coefficient) (KENDALL, 1973) で調べる必要がある。当然のことながら定常時系列はトレンドを持たない。

III 時系列モデル

病害虫の発生量の将来の値を予測するためには、時系列モデルを当てはめなければならない。最初は、現時点までの発生量のデータだけから将来の発生量を予測するモデルを考え、次に、発生量に影響を与える要因を組み込んだモデルを考えることにする。

1 定常時系列モデル

発生量の時系列 y_t は定常であるとする。定常時系列のモデルは、autoregressive (自己回帰) モデル, moving average (移動平均) モデル, autoregressive-moving average モデルの三つに分けることができる。

時系列 y_t の平均値からの偏差を \tilde{y}_t で表そう。すなわち、 $\tilde{y}_t = y_t - \mu_y$ (μ_y : 平均値) である。このとき次式を p 次の autoregressive モデル [略称 AR(p)] と呼ぶ。

$$\tilde{y}_t = \phi_1 \tilde{y}_{t-1} + \phi_2 \tilde{y}_{t-2} + \cdots + \phi_p \tilde{y}_{t-p} + a_t \quad (1)$$

ただし、 $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ は係数であり、 a_t はホワイトノイズである。 a_t は、平均値が 0 で分散が σ_a^2 の正規分布に従うものと仮定される。このモデルでは、データより推定しなければならない未知のパラメータは $(p+2)$ 個あり、それらは $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \mu_y, \sigma_a^2$ である。

ここで式の表現を簡単にするために演算子 (operator) を導入することにしよう。後移演算子 (backward shift operator) B は、

$$By_t = y_{t-1}, B^m y_t = y_{t-m}$$

という働きをする。この B の p 次式

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p$$

を用いると、(1) 式は

$$\phi(B) \cdot \tilde{y}_t = a_t$$

と書くことができる。 $\phi(B)$ は p 次の自己回帰演算子 (autoregressive operator) と呼ばれる。(1) 式の autoregressive モデルが定常であるための条件は、 $\phi(B) = 0$ の根が複素平面上で原点を中心とする半径 1 の円の外にあることである。第 2 図の定常時系列は、AR (2) の

$$\tilde{y}_t = 0.75 \tilde{y}_{t-1} - 0.50 \tilde{y}_{t-2} + a_t$$

で表すことができる。この場合、

$$\phi(B) = 1 - 0.75B + 0.50B^2$$

となる。

q 次の moving average モデル [略称 MA(q)] は、

$$\tilde{y}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \quad (2)$$

で表される。ただし、 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ は係数であり、 $a_t, a_{t-1}, \dots, a_{t-q}$ はホワイトノイズである。データより推定しなければならない $(q+2)$ 個のパラメータは、 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q, \mu_y, \sigma_a^2$ である。 q 次の移動平均演

算子 (moving average operator)

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q$$

を用いると、(2) 式は

$$\tilde{y}_t = \theta(B) \cdot a_t$$

と書くことができる。MA(q) はいつも定常である。

autoregressive モデルと moving average モデルの間には次のような関係がある。すなわち、有限次の autoregressive モデルは無限次の moving average モデルとして書き表すことができ、また逆に、有限次の moving average モデルは無限次の autoregressive モデルとして書き表すことができる。したがって、両者を組み合わせることにより、パラメータの数を減らすことが可能となる。これが autoregressive-moving average モデルであり、次式のように表される。

$$\tilde{y}_t = \phi_1 \tilde{y}_{t-1} + \cdots + \phi_p \tilde{y}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \quad (3)$$

このモデルの略称は ARMA(p, q) である。前に定義した演算子を用いると、(3) 式は

$$\phi(B) \tilde{y}_t = \theta(B) a_t$$

と書くことができる。ARMA(p, q) が定常であるための条件は、AR(p) が定常であるための条件と同じである。

2 非定常時系列モデル

非定常時系列に当てはまるモデルを作るためには、まず時系列を定常化しなければならない。このために最もよく使われる有力な方法は、差分をとることである (Box and JENKINS, 1970)。 y_t の 1 階の差分は

$$\nabla y_t = y_t - y_{t-1} = (1 - B)y_t$$

と定義される。ただし、 ∇ は差分演算子 (difference operator) と呼ばれ、 $\nabla = 1 - B$ なる関係がある。2階の差分は

$$\begin{aligned} \nabla^2 y_t &= \nabla(y_t - y_{t-1}) = (y_t - y_{t-1}) - (y_{t-1} - y_{t-2}) \\ &= y_t - 2y_{t-1} + y_{t-2} = (1 - B)^2 y_t \end{aligned}$$

であり、一般に d 階の差分は

$$\nabla^d y_t = \nabla^{d-1}(y_t - y_{t-1}) = (1 - B)^d y_t$$

と表される。実際に観察される非定常時系列は、1 階あるいは 2 階の差分をとることにより定常化される場合が多い。

非定常時系列 y_t が d 階の差分をとることにより定常化されるとしよう。したがって、

$$w_t = \nabla^d y_t = (1 - B)^d y_t \quad (4)$$

は定常時系列となる。この時系列に定常時系列モデルである ARMA(p, q) を適用すると

$$\begin{aligned} w_t &= \phi_1 w_{t-1} + \cdots + \phi_p w_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \\ &\quad - \cdots - \theta_q a_{t-q} \end{aligned} \quad (5)$$

となる。演算子 $\phi(B)$ と $\theta(B)$ を用いて (5) 式を書き直すと

$$\phi(B)w_t = \theta(B)a_t$$

となる。この式に (4) 式を代入すると

$$\phi(B) \cdot (1-B)^d y_t = \theta(B) \cdot a_t$$

が得られる。このモデルは autoregressive integrated moving average モデル [略称 ARIMA(p, d, q)] と呼ばれる。ARIMA(p, d, q) は, ARMA(p, q) を拡張して非定常時系列の扱いを可能にした, より一般的なモデルと考えることができる。

第3図 (a) の非定常時系列は, ARIMA(0, 1, 1) の

$$(1-B)y_t = (1+0.1B)a_t$$

で表すことができ, また (b) の時系列は, ARIMA(1, 1, 0) の

$$(1-0.8B)(1-B)y_t = a_t$$

で表すことができる。

時系列が数年にわたってとられているときに, 例えば毎年夏場に発生量が多くなるというような季節性を持つことが多い。このような周期的トレンドを持つ時系列は

$$z_t = (1-B^k)y_t = y_t - y_{t-k}$$

なる変換をすることにより定常時系列となる。ただし k は季節性の周期である。

3 伝達関数モデル

将来の時点の病害虫発生量の予測のために, 発生量の時系列 y_t だけではなく, それに影響を及ぼす他の要因の時系列 x_t をも利用するには, 伝達関数 (transfer function) モデルを適用すればよい。 y_t と x_t は定常であるとしよう。 x_t をインプット, y_t をアウトプットと考えると, 両者の関係は次のように書ける。

$$\delta(B)\tilde{y}_t = \omega(B)\tilde{x}_{t-b} \quad \dots\dots\dots (6)$$

ただし,

$$\delta(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r$$

$$\omega(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \dots - \omega_u B^u$$

である。 b は, インプットの影響がアウトプットに現れるまでの時間遅れを表す。(6) 式を変形すると

$$\tilde{y}_t = \delta^{-1}(B) \cdot \omega(B)\tilde{x}_{t-b}$$

となるが, x_t で y_t がすべて説明されるわけではないので, 次のようにノイズ N_t を付け加える。

$$\tilde{y}_t = \delta^{-1}(B)\omega(B)\tilde{x}_{t-b} + N_t \quad \dots\dots\dots (7)$$

この N_t を ARIMA(p, d, q) で表すと

$$\phi(B) \cdot (1-B)^d N_t = \theta(B) \cdot a_t$$

すなわち,

$$N_t = \phi^{-1}(B) \cdot (1-B)^{-d} \cdot \theta(B)a_t$$

となる。これを (7) 式に代入して

$$\tilde{y}_t = \delta^{-1}(B)\omega(B)\tilde{x}_{t-b} + \phi^{-1}(B)(1-B)^{-d}\theta(B)a_t$$

両辺に $\delta(B) \cdot \phi(B)(1-B)^d$ を掛けて

$$\delta(B)\phi(B)(1-B)^d \tilde{y}_t = \phi(B)(1-B)^d \omega(B)\tilde{x}_{t-b} + \delta(B)\theta(B)a_t$$

となる。これを伝達関数モデルと呼ぶ。

IV 発生予測への適用例

予測を目的とする時系列モデルが, 種々の分野で応用され始めたのは 1970 年代に入ってからである。病害虫の発生予測への適用は, まだほとんどなされていないのが現状である。

HACKER et al. (1973) は, カの一種 (*Culex tarsalis*) の発生を予測するために ARIMA(2, 2, 0) モデルを当てはめた。用いた時系列データは, 1969 年から 1973 年までの 3 年間にライトトラップで誘殺された雌成虫の数である。得られたモデルは

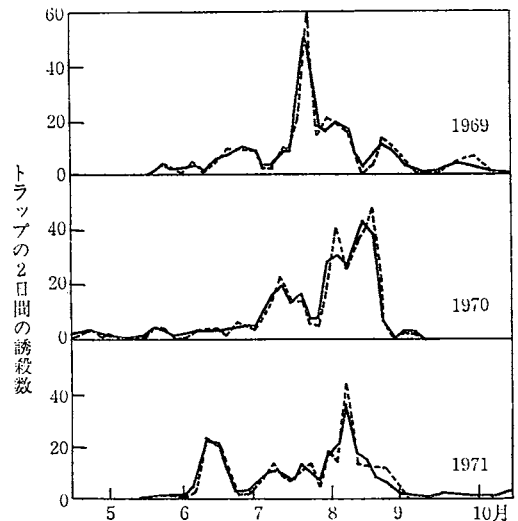
$$(1-0.207B+0.358B^2)(1-B)^2 y_t = a_t$$

すなわち,

$$y_t = 2.207y_{t-1} - 1.772y_{t-2} + 0.923y_{t-3} - 0.358y_{t-4} + a_t$$

であった。ただし, y_t は時点 t にトラップで誘殺された雌成虫数であり, t の単位は 2 日である。第4図に, トラップの実際の誘殺数とこのモデルから計算された 2 日後の予測値を示したが, かなりよく適合していることが分かる。

更に HACKER et al. (1975) は, 予測の精度を高めるために, 誘殺数だけではなく, 気温と降水量の時系列デ



第4図 ARIMA(2, 2, 0) モデルによるカの誘殺数の予測 (HACKER et al., 1973)

実線は実際の誘殺数であり, 破線はモデルから予測される 2 日後の誘殺数である。

ータも利用して次の伝達関数モデルを作成した。

$$y_t = -3.520 + 1.973y_{t-1} - 1.887y_{t-2} + 1.162y_{t-3} \\ - 0.362y_{t-4} + 0.073x_{t-5} + 0.981z_{t-9} + a_t$$

ただし、 x_{t-5} は10日前の日最低気温であり、 z_{t-9} は18日前の日降水量である。先の ARIMA(2, 2, 0)モデルでは σ_a^2 の推定値は 8.76 であったが、この伝達関数モデルではその値が 5.62 となった。したがって、モデルの精度は 36% も向上したことになる。このモデルを用いると6日先の発生量が大体満足のいく程度に予測でき、このカの防除に大いに役立つものと考えられた。

農業害虫では、LIN(1979)が初めて伝達関数モデルを予察データに適用した。用いたデータは、予察灯で誘殺されたニカメイチュウ、ツマグロヨコバイ、トビイロウンカの半旬別個体数と降水量、日最高気温、日平均気温、日最低気温である。モデルの適合は非常によく、どの種においても全変動中の 95% 以上の部分がモデルによって説明された。予測の精度は、ニカメイチュウが一番高く、トビイロウンカが最も低かった。

お わ り に

発生予察データは毎年大きな労力を費してとられていたわりに、その解析はあまり行われていない。ここで

紹介した時系列解析が、病虫害の発生予察にどの程度有効であるかは今のところ未知数であるが、病虫害の種類によってはかなりうまく適用できるのではないかと期待される。

実際の時系列データにモデルを当てはめるためには、まず最もよく適合するモデルを決定し、次にそのパラメータを推定しなければならないが、そのプロセスについてはまったく触れることができなかった。このための計算はかなり複雑であり、電子計算機を利用しなければ実行不可能である。詳しくは Box and JENKINS(1970) の著書を参照してほしい。

引 用 文 献

- Box, G. E. P. and G. M. JENKINS (1970): Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden-Day. 553 pp.
 HACKER, C. S. et al. (1973): J. Med. Ent. 10: 544~551.
 ——— (1975): Can. Ent. 107: 243~249.
 KENDALL, M. G. (1973): Time-Series. Charles Griffin & Co., 197 pp.
 LIN, T. L. (1979): Taiwan Natl. Sci. Council. Monthly, ROC 7: 180~200.
 POOL, R. W. (1978): Ann. Rev. Ecol. Syst. 9: 427~448.

協 会 だ よ り

一 本 会

○第 37 回編集委員会開催す

10月23日午前10時30分より本会会議室において編集委員5名、常任委員6名、計11名参集のもとに第37回編集委員会を開催した。明日山理事長の挨拶のうち、遠藤常務理事の司会(11時30分より吉村委員長に交代(常磐線不通のため)で議事を進行。まず編集委員の異動、交替について、森 武雄氏、大畑貫一氏、守谷茂雄氏、飯嶋 勉氏、柳沢興一郎氏、山内淳司氏の6氏が辞任され、新たに江口照雄氏(農林水産省横浜植物防疫所長)、能勢和夫氏(農林水産省農業技術研究所農薬化学第3研究室長)、渡辺康正氏(同所細菌病第1研究室長)、村田明夫氏(千葉県農業試験場病虫害研究室技師)、森田利夫氏(農林水産省農蚕園芸局植物防疫課課長補佐)の6氏が就任された。つぎに事務局より雑誌「植物防疫」の印刷、配布、残部数及び普通号、特集号の内容について報告し、また来年1月号からの雑誌の体裁の改善について説明を行い承認を得た。昭和57年(第36巻)

編集方針については、特集号の月と題名、植物防疫基礎講座の常任委員会案について細部にわたって討議が行われ、ほぼ従前どおり継続することを決めた。

なお、本誌編集委員は下記の方々です。(アイウエオ順)

委 員 長

吉村 彰治

農林水産省植物ウイルス研究所

委 員

梅谷 献二

農林水産省農業技術研究所

江口 照雄

〃 横浜植物防疫所

遠藤 武雄

日本植物防疫協会

奥代 重敬

農林水産省果樹試験場

小林 勝利

〃 蚕糸試験場

後藤 真康

残留農薬研究所

菅原 敏夫

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

津田 保昭

〃 野菜試験場

日野 稔彦

〃 農林水産技術会議事務局

吉田 孝二

〃 農薬検査所

常任委員

伊東 祐孝

神奈川県病虫害防除所

川原 哲城

農林水産省農薬検査所

志賀 正和

〃 果樹試験場

玉木 佳男

〃 農業技術研究所

西野 操

静岡県柑橘試験場

能勢 和夫

農林水産省農業技術研究所

村田 明夫

千葉県農業試験場

森田 利夫

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

山口 昭

〃 果樹試験場興津支場

渡辺 康正

〃 農業技術研究所

協 会 だ よ り

○ウイルス抗血清作製施設披露挙行さる

本会では、ウイルス病診断対策事業の一環として、農林水産省農蚕園芸局から補助金の交付を受けて、牛久試験研究農場内に整備を進めていたウイルス抗血清作製施設の完成を記念して、11月20日牛久試験研究農場において施設披露を挙行了した。

当日は曇り空で肌寒いあいにくの天候にもかかわらず、200名余りの来場者があり、各係の説明で最新の設備を備えた同施設を見学した。

引き続き1時30分から、場所を牛久シャッターに移して披露パーティーを行い、冒頭本会明日山理事長より施設完成までの経過及び関係者に対する感謝等の挨拶があった。農林水産省農蚕園芸局長代理菅原敏夫氏及び農林水産省植物ウイルス研究所長代理斎藤康夫氏の祝辞の後、本会顧問河田 党氏の音頭で乾杯があり、2時間余りの歓談の時を過ごした。

同施設の概要は下記の通り。



施設披露パーティーで挨拶する明日山理事長

的確な植物ウイルス病診断として、最近実用化された抗血清を作製配布する目的で、農林水産省農蚕園芸局より「ウイルス病診断対策事業」の一環として国庫補助を受け設立したものである。

55年11月着工、56年3月竣工、同年7月機器類の整備をほぼ完了し、11月20日施設パーティーを挙行了。

所在地 茨城県稲敷郡牛久町結束 535 番地

日本植物防疫協会試験研究農場内

電話 02987-2-5172 (代)

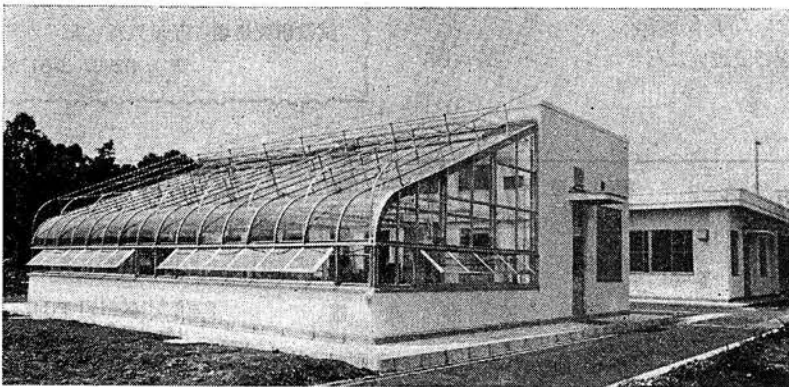
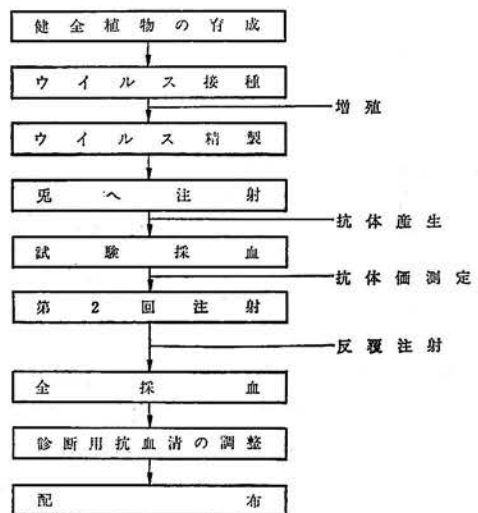
建物 抗血清調製棟 120.0 m²

抗血清作製室、抗血清保存室、電子顕微鏡室、精密機器室、暗室

植物育成棟 124.8 m²

作業室兼機械室、植物育成用温室、ウイルス育成用温室、ウイルス増殖用温室、兔飼育室、採血室

抗血清作製概略



植物育成棟（前）と抗血清調製棟（後）

新刊紹介

『原色/カンキツの病害診断』

山口 昭 編

定価 2,500 円 (〒 250 円)

A 5 判, 92 ページ (カラー 198 点)

(株) 全国農村教育協会

〒 110 東京都台東区台東 1-26-6 (植調会館)

(電) 03 (833) 1821 振替 東京 1-97736

11 月中旬, 世界中から多数の 有名柑橘学者を集めて国際柑橘学会議が開かれたが, それを記念し, また会議参加者にわが国のカンキツ病害の実態を知ってもらうために本書が編まれたという。それだけでなく広くわが国の読者にも活用してもらうためであることはもちろんで

ある。本書をパラパラとめくってみてまず感心することは, 各ページの写真が非常に美しくしかもきわめて的確に病徴をとらえていることである。また内容をみて驚くのは, 編者の山口さんをはじめ, 国, 県の主だったカンキツ病害研究者のほとんど全部が動員され, 病気から薬害までおよそカンキツの障害という障害の全部が網羅されていることである。とくに最近とみに重視されるウィルス病が, 綿密に集められた病徴写真と的確な記述によって一目で理解されるように配慮されているのがある。いかにもカンキツの病害診断という書名にふさわしい内容で, これならば研究者の参考になることはもちろん, 普及員や農協の技術者など, 即戦即決の診断を下さなければならない人達の好個の手引書になるにちがいない。折角の写真がややミニサイズに過ぎにくいページもあるが, これもできるだけたくさんの場面をという執筆者の熱意のあまりと思えば, ぜいたくな注文というものかも知れない。(農林水産技術会議 岸 國平)

○出版部より

新年あけましておめでとうございます。

装いを新たに第 36 巻 1 月号をお届けします。

本号は, 農技研病理昆虫部岩田部長の新年の御挨拶と 8 論文を掲載してあります。

なお, 今年より, 懸案でありました本文用紙を, 中質紙から上質紙に換えました。また, 従来その号全部を使って特集を組む“特集号”のほかに, 適宜その号のうち, 4, 5 題前後を使って“特集”を組むことにしました。こちらは今のところ年 4 回位を予定しております。いずれも表紙に, “特集号——”, “特集——”と表示いたします。これにより一層時宜に合った内容にしていけるとおもいます。また, 口絵写真は, 被害状況, 病徴などはカラーでないと分かりにくいという声もありますので, 必要なものは本文に入れていただくことで, 思い切って削除いたしました。ご了承下さい。

今後共, 本誌をご愛読いただきたく, よろしく願い申し上げます。

年の初めにあたり皆様方の御健闘をお祈りいたします。

謹 賀 新 年

社団法人 日本植物防疫協会

理事長 明日山 秀 文

常務理事 遠 藤 武 雄

役 職 員 一 同

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号

電話 東京 (03) 944-1561~6 番

研究所 東京都小平市鈴木町 2 丁目 772 番地

電話 小金井 (0423) 81-1632 番

試験研究農場 茨城県稲敷郡牛久町結束 535 番地

電話 02987-2-5172 番

植 物 防 疫

昭和 57 年

1 月 号

(毎月 1 回 1 日発行)

— 禁 転 載 —

第 36 巻 昭和 56 年 12 月 25 日印刷

第 1 号 昭和 57 年 1 月 1 日発行

編 集 人 植物防疫編集委員会

発 行 人 遠 藤 武 雄

印 刷 所 株式会社 双文社印刷所

東京都板橋区旗野町 13-11

定価 500 円 送料 50 円

1 か年 6,000 円
(送料共概算)

— 発 行 所 —

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号 郵便番号 170

社団法人 日本植物防疫協会

電話 東京 (03) 944-1561~6 番

振替 東京 1-177867 番

増収を約束する

日曹の農業

果樹・野菜の
病害防除に

トップジンM 水和剤

野菜・果樹の
病害防除に

日曹ロニラン 水和剤

りんごの
落果防止に

ビーナイン 水溶剤

イネ科雑草の
除草に

クサガード 水溶剤

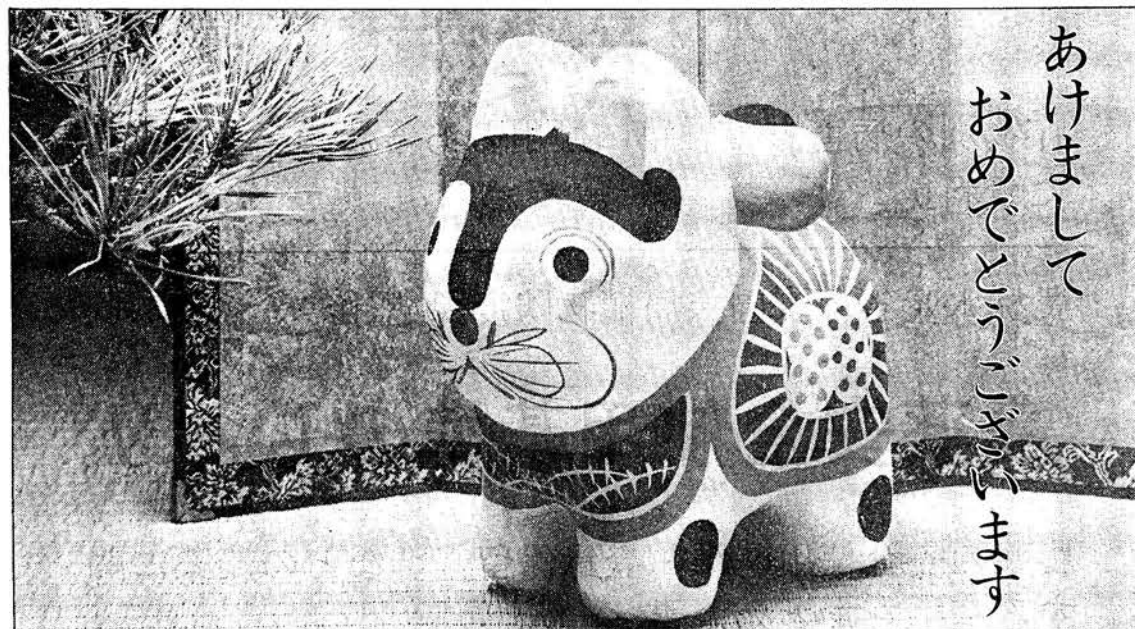
大豆の病害虫
同時防除に

日曹スミトップM 粉 剤



日本曹達株式会社

本社 〒100 東京都千代田区大手町2-2-1
支店 〒541 大阪市東区北浜2-90
営業所 札幌・仙台・信越・高岡・名古屋・福岡



* 稲に安全

多年生雑草にも効く初期除草剤

サンバード 粒剤

* 安定した健苗育成に

タチガレン 粉剤 液剤

* 天然物質導型総合殺虫剤

茎葉害虫・土壌害虫の防除に

カルホス 乳剤・微粒剤F 粉剤・水和剤



三共株式会社

農業営業部 東京都中央区銀座2-7-12
支 店 東京・仙台・名古屋・大阪・広島・高松

北海三共株式会社
九州三共株式会社

◻ 本会発行の農薬関係図書 ◻

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修 B6判

(年刊) 農 薬 要 覧

農薬に関する統計資料、農薬製造・貿易・販売会社
の名簿を集録

農林水産省農薬検査所 監修 B4判

(年刊) 主要病害虫に適用の ある登録農薬一覧表

作物別の病害虫・雑草に適用のある農薬名を表とし
た資料

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修 A5判

農薬安全使用基準のしおり

農薬の安全使用基準・登録保留基準などの農薬に関
する基準をまとめた書

上記の図書についてのお問い合わせは 直接本会出版部へ

電話 東京03(944)1564

イモチ病の発生予察に新しい結露計が開発されました。

自記露検知器 MH-O40型

新発売



- 雰囲気(風・塵埃等)の影響を受けずに長時間安定した測定が可能。
- 稲の生育にともない、センサーの高さ、向きを自由にかえることができます。
- 小型・軽量のため、電源のない所にも簡単に設置できます。
- 記録計は入力を6点有しているため、多点測定及び結露に密接な関係をもつ他の気象因子(温度・湿度・日射量等)も同時記録することができます。

仕 様

〔センサー部〕

- ・測定方式 電気伝導方式
- ・耐用期間 約6ヶ月

〔記録計部〕

- ・方 式 電子平衡式記録計(6打点)
- ・記 録 紙 折りたたみ式 有効巾 60mm
全 長 10m

- ・指示記録速度 5、10、20、40mm/h可変
- ・連続記録日数 20～24日
(指示記録速度5mm/hの場合)
- ・電源(記録計) DC12V
(センサー) DC2.7V(水銀電池)

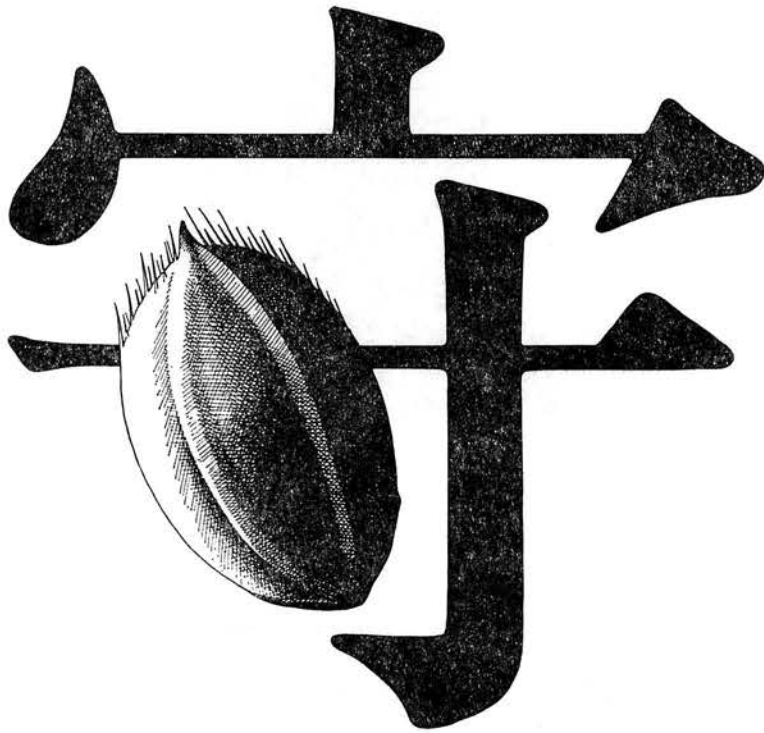
EKO

日本輸入総代理店

英弘精機産業株式会社

本社/東京都渋谷区幡ヶ谷1-21-8 ☎03-469-4511~6
笹塚分室(展示場)/渋谷区笹塚2-1-11(東亜ビル1F) ☎03-376-1951
大阪/大阪市東区豊後町5(メディカルビル) ☎06-941-2157・943-7286

穂もち対策は、 予防第一主義。



より確実に防がなければならない今年…効きめの長いフジワンで。

- 散布適期幅が広く散布にゆとりがもてる
- 効果が長期間(約6週間)持続する
- 粉剤2～3回分に相当する効果がある
- 稲や他作物に薬害を起こす心配がない
- 人畜、魚介類に安全性が高い

《本田穂いもち防除》

使用薬量：10アール当り4kg

使用時期：出穂10～30日前(20日前を中心に)

フジワン[®]粒剤

®は日本農薬の登録商標です

あなたの稲を守る《フジワン》グループ

フジワン粉剤・乳剤・AV

フジワンプラエス粉剤

フジワンダイアジノン粒剤

フジワンミブ粒剤

フジワンエルサンバッサ粉剤

フジワンスミチオン粉剤・乳剤

フジワンツマサイド粉剤



フジワンのシンボルマークです



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル

資料請求券
フジワン
稲いもち防除

北條良夫・星川清親 共編

作物—その形態と機能—

上巻

A 5 判 上製箱入 定価 3,200円 円 300円

—主 内 容—

第1編 作物の種子／第1章 作物の受精と胚発生（星川清親） 第2章 種子の発芽（高橋成人） 第3章 種子の休眠（太田保夫）

第2編 作物の花成／第1章 作物の播性と品種生態（川口敦美） 第2章 春化現象（中條博良） 第3章 作物における花成現象（菅 洋） 第4章 野菜の抽薹現象（鈴木芳夫）

第3編 作物の栄養体とその形成／第1章 作物の葉（長南信雄） 第2章 作物の茎（長南信雄） 第3章 作物の根（田中典幸） 第4章 作物におけるエージング（折谷隆志）

第4編 作物の生産過程—その1—／第1章 光合成と物質生産（泉 和一） 第2章 C_3 、 C_4 植物と光呼吸（秋田重誠） 第3章 光合成産物の転流（山本友英） 第4章 光合成産物の供与と受容（北條良夫） 第5章 草姿、草型と光合成産物の配分（小野信一）

下巻

A 5 判 上製箱入 定価 2,700円 円 300円

—主 内 容—

第5編 作物の生産過程—その2—／第1章 サツマイモ塊茎の肥大（国分楨二） 第2章 牧草の物質生産（県和一） 第3章 葉菜類の結球現象（加藤 徹） 第4章 果樹の接木不親和性（仁藤伸昌）

第6編 作物の登熟／第1章 マメ類の登熟（昆野昭長） 第2章 穀粒の登熟（星川清親） 第3章 穀粒の品質（平 宏和） 第4章 登熟と多収性（松崎昭夫）

第7編 作物の生育と障害／第1章 作物の倒伏と強稈性（北條良夫） 第2章 作物の倒伏と根（宮坂 昭） 第3章 イネの冷害（佐竹徹夫） 第4章 作物の大気汚染障害（白鳥孝治）

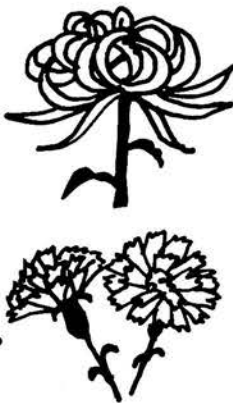
《お申込みは最寄りの書店、または直接本会へ》

東京都北区西ヶ原 農業技術協会 振替 東京 8-176531 番
1 丁目 26 番 3 号 〒114 TEL (910) 3787

連作障害を抑え、健康な土壌をつくる！
花(カーネーション・菊)の土壌消毒剤

パスアミド 微粒剤

- 刺激臭がなく、民家の近くでも安全に使えます。
- 広範囲の土壌病害、線虫に効果が高く、また雑草にも有効です。
- 作物の初期生育が旺盛になります。
- 粒剤なので簡単に散布できます。



兼商株式会社

東京都千代田区丸の内 2-4-1

トーラック 乳剤

- コナガ・アオムシ・ハダニ・カイガラ……用途の広がる殺虫・殺ダニ剤

ブデン 乳剤

- ボルドー液に混用できるダニ剤

マリックス

- 安全性が確認された使い易い殺虫剤

キノゾドー 水和剤80
水和剤40

- ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤

確かさを求める時代のスミチオン®

効きめと安全性は世界で実証されています。



効きめと安全の信頼にこたえる



スミチオン普及会／
クミアイ化学工業・三共・サンケイ化学・
武田薬品工業・中外製薬・トモノ農薬・
日産化学工業・日本農薬・北興化学工業・
三笠化学工業・八洲化学工業・山本農薬
事務局＝住友化学工業
東京都中央区日本橋2丁目7番9号

いま、世界各地で広く使われています。

メイチュウ防除に……韓国・イラン・インドネシア・パキスタン
ムギ害虫防除に……イラン・アルゼンチン
ワタ害虫防除に……ブラジル
ローカスト防除に……オーストラリア・エチオピア・タイ
森林害虫防除に……カナダ・アメリカ合衆国
コーヒー害虫防除に……ブラジル・東アフリカ諸国
果樹害虫防除に……東ヨーロッパ・西ヨーロッパ諸国

● 日本ではカメムシ防除に、森林害虫防除に、最近、注目をあつめています。

昭和五十六年十二月二十五日
昭和五十七年一月二十五日
昭和二十四年九月一日
第 三 行 刷
種 月 防 疫
郵 一 第 三 十 六 卷 第 一 号
便 回 一 日 發 行
物 認 可

いもち病 同時防除に……
白葉枯病

オリゼメート粒剤

野菜・かんきつ・もの **アグレプト** 水和剤・液剤
細菌性病害防除に

イネしらはがれ病防除に **フェナジン** 水和剤・粉剤

デラウェアの種なしと熟期促進に **ジベレリン** 明治
野菜の成長促進・早出しに



明治製薬株式会社

東京都中央区京橋2-4-16

定 価 五 〇 〇 円 (送料 五 〇 円)