ISSN 0037-4091

昭和六十二年十二月二十五日　印刷　第四十二巻　第一号

植物防疫

1988
1
VOL 42

強力4駆に実力派新登場

共立スピードスプレーヤ
SSV-660F

苛酷な作業もバリバリこなす待望のSSV-660F。荷重バランスの優れた登坂性能とビッグサイズのタイヤで悪条件の場所でも安定走行を可能にしました。共立独自の整流機構から生まれる微粒子化された薬液は徒長枝まで確実に圧展固着。防除効果も一段とアップしました。広範囲な変速段数もメリット。作業に合せた車速が選択できます。SSV-660FはSSのパイオニア共立ならではの高性能スピードスプレーヤです。

〈仕様〉●寸法／3,300(全長)×1,320(全幅)×1,235(全高)mm●重量／1,005kg●走行用エンジン排気量／600cc●送風用エンジン排気量／952cc●走行部形式／4輪－4駆●薬液タンク容量／600ℓ●噴霧用ポンプ吐出量／80ℓ/min●送風機風量／550m³/min●ノズル個数／16

株式会社 共立

共立エコー物産株式会社
〒181 東京都三鷹市下連雀7-5-1 ☎0422-49-5911(代表)

りんごの病害防除に！

＊適用拡大になりました。

＊赤星病／黒点病／＊黒星病
斑点落葉病／＊すす点病／＊すす斑病

パルノックス 水和剤

NOC 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

除草剤イノベーション。

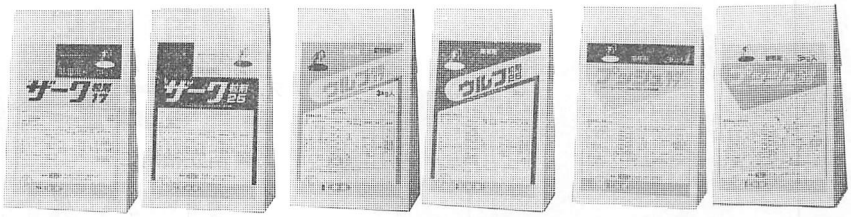
水田除草剤の歴史に新しい1ページがひらかれた。

デュポン社が開発した画期的な水田除草剤、スルホニル尿素系除草剤DPX-84※
をベースに、いま「ザーク」「ウルフ」「プッシュ」誕生。

※DPX-84の一般名はベンスルフロンメチル。

新発売

水田除草、新時代。



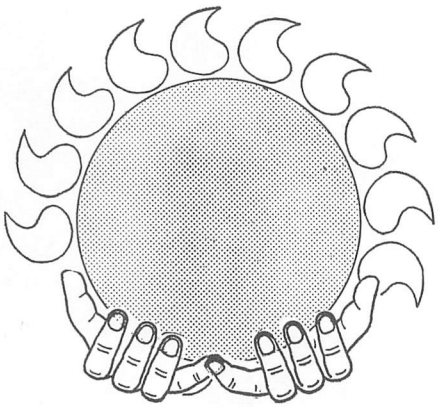
●豊富な適用雑草●散布に余裕がもてる広い処理適期幅●長期間にわたる抑草効果●水稲、環境に高い安全性

デュポン ジャパン

DU PONT

デュポン ジャパン リミテッド 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 TEL.(03)585-9101

線虫剤と伴に30年



線虫剤の
トップブランド

テロン*92

サンケイ化学株式会社

鹿児島・東京・大阪・福岡・宮崎

本社　鹿児島市郡元町880 TEL.0992(54)1161(代表)・東京事業所　千代田区神田司町2-1 TEL.03(294)6981(代表)

豊かさを描いて。

豊かさに、確かさをプラスして、
さらに美しさを求める。
ホクコーは、より質の高い
実りの世界を、今日も
描き続けます。

健苗育苗に

総合種子消毒剤
デュポン ベンレート*T 水和剤20

苗立枯病に
カヤベスト® 粉剤10

幼苗腐敗症・褐条病に
カスミン® 粒剤

新発売 苗立枯病・褐条病に
フタバロン 粉剤

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4-4-20

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 42 巻　第 1 号
昭和 63 年 1 月号

目　次

新年を迎えて……加藤　肇……1
北日本のツマグロヨコバイ大発生の機構……平野　耕治……2
イネ墨黒穂病とその病原菌……兼平　勉・土佐佳史・篠原正行……9
害虫の密度推定法――実用上の問題点をめぐって――……久野　英二……13
ラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除……下長根　鴻……19
ユキヤナギアブラムシのバイオタイプ……駒崎　進吉……24
イネいもち病菌菌糸に形成される付着器……八重樫博志……30
生態特性からみた促成栽培イチゴにおけるハダニの効率的防除……井上　雅央……33
植物防疫所が実施している果樹母樹検疫――ウイルス病検査の現状と問題点……長尾　記明……38
第 11 回 国際植物防疫会議 (ICPP) に出席して……持田　作……43
昭和 62 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……46
植物防疫基礎講座
　病害虫防除のための統計学 (9)
　　質的データの解析法――対数線型モデルについて――……宮井　俊一……54
　植物ウイルス病の血清学的診断法 (1)
　　凝集反応法――赤血球凝集反応とラテックス凝集反応――……高橋　義行……60
紹介　新登録農薬……63
新しく登録された農薬 (62. 11. 1～11. 30) ……42
中央だより……8
学界だより……59
人事消息……45, 66
次号予告……66
出版部より……66

BAYER

「確かさ」で選ぶ‥バイエルの農薬

●いもち病に理想の複合剤
ヒノラブサイド®

●いもち病の予防・治療効果が高い
®ヒノザン

●いもち・穂枯れ・カメムシなどに
®ヒノバイジット

●いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに
®ヒノラブバイバッサ

●紋枯病に効果の高い
®モンセレン

●いもち・穂枯れ・紋枯病などに
®ヒノラブモンセレン

●イネミズ・カメムシ・メイチュウに
バイジット

●イネミズゾウムシ・メイチュウに
バサジット®

●イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに
®サンサイド

●イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに
D・S ダイシストン・サンサイド粒剤

●さび病・うどんこ病に
®バイレトン

●灰色かび病に
®ユーパレン

●うどんこ病・オンシツコナジラミなどに
®モレスタン

●斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに
®アントラコール

●もち病・網もち病・炭そ病などに
®バイエルボルドウ〔クプラビットホルテ〕

●コナガ・ヨトウ・アオムシ・ハマキムシ・スリップスに
®トクチオン

●ミナミキイロアザミウマに
®ボルスタール

●各種アブラムシに
®アリルメート

●ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・ネダニなどに
®ダイシストン

●アスパラガス・馬鈴しょの雑草防除に
®センコル

®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社
東京都中央区日本橋本町2-4 〒103

農薬は正しく使いましょう！

稲の害虫防除に
パダン®
稲の紋枯病防除に
バリダシン®

あけまして
おめでとうございます

今年も武田の農薬を
よろしくお願い申し上げます。

武田薬品工業株式会社
農薬事業部　〒103　東京都中央区日本橋2丁目12番10号

新　年　を　迎　え　て

——文化の流れを考える——

農林水産省農業研究センター　加藤（かとう）　肇（はじめ）

正月に改まる。門松を立て，餅を飾り，餅を食べる。山の口開け，臼の口開け，鍬入れなど正月に仕事始めの農耕儀礼が各地に伝わる。初荷，書き初め，旗開きなどこの延長線上の行事であろう。正月を節目に，「新しく開く」という発想による正月の行事の数々は，われわれ農耕民族の文化的遺産であり，身についた伝統といえよう。

昨秋，長年の夢がかなって，中国雲南省を訪れる機会を与えられた。熱帯農業研究センターが中心となって，雲南農業科学院と共同で進めている「遺伝資源利用による水稲育種」の立毛検討会に参加したのである。海南島で世代促進をしている関係で，6年目にして満足のいく，日中交配系統が誕生している。標高 1,500 から 2,000 m 地帯で栽培されている粳稲（ジャポニカ）の様子を，圃場に入り，この目で見た。2,000 m の在来種は密粒の穂重型で，分げつ数は極端に少なく，単位面積当たりの植え付け株数は日本の3倍近い。年間を通じて気温較差が少なく，夜温は生育限界ぎりぎり，あるいはそれ以下という環境の中で生まれた品種であり，技術である。耐冷性といもち病抵抗性が安定化要因である。標高が下がるにつれ籼稲（インディカ）・粳稲交錯地帯，籼稲地帯となる。

その後，上海から汽車で西南へ下り，浙江省の杭州へ行った。窓外には穂ぞろい期の水田が続いた。やがて分げつ期の稲が現れ，二期作地帯（1950 年代から一期籼稲，二期粳稲を植えているという）に入ったことに気付いた。杭州は絹の産地と聞いていたが，桑やサトウキビの畑に混じって，麻の畑が広がっていくのに驚いた。最近，麻糸をとる技術が進み，需要が増えているという。杭州には新しく中国水稲研究所を建設中である。基礎研究と海外交流を目標にしている。500 ha の敷地をもち，全国から現在 300 名の研究員を集め，将来 1,500 名程度の大研究所にするという。

休日を利用して，待望の浙江省博物館を訪れた。西湖の北岸，中山公園の一角にある。ここには新石器時代の河姆渡遺跡から出土した 7,000 年前の稲と稲作文化に係わる遺物が保存されているはずである。長江下流域，杭州湾南岸の山麓と泥炭層の平原が交わる傾斜地に，余姚県河姆渡がある。堆積層の第4層から高床式の建物跡と約 400 m²，厚さ 30～40 cm にわたる稲の茎，葉，籾が発見された。游修齢氏により，これは栽培稲であり，籼稲と判定されている。

シャーレに入れられた黒化した籾は，私の目には粳稲に近いように見えた。黒化した固まり状の茎や葉の標本も展示されていた。葫芦（ヒョウタン）の種子もあった。日本最古の低湿地性遺跡（縄紋早期～前期）として有名な福井県三方町の鳥浜遺跡からもヒョウタンが出土しており，アフリカ原産といわれるこの植物出土の共通性に驚いた。収集物のリストには酸棗（サネブトナツメ），橡子（ツルバミ），菱角（ヒシ），芡実（ミズブキ）などの植物やサイ，ゾウ，シカ，トラ，サル，イノシシ，ワニ，イヌ，ブタ，水牛や，鴉，野鴨，雁，鶴など，鯉，青魚鯉，鮐魚などがあげられていた。「骨耜」（こっし）と呼ばれる動物の肩甲骨を利用した農具，“むしき”様の土器，装身具などが安定した農耕社会の存在を物語っていた。

横田禎昭氏によると，紀元前 4,450±100 年の浙江省桐郷県羅家角遺跡からは，籼稲と粳稲が出土，その割合は前者が多いという。また同様の出土は江蘇省呉県草鞋山遺跡（紀元前 4,310±130 年）でも見られる。長江中流では，紀元前 2,550～2,195 年の屈家嶺文化期の遺跡から粳稲が出土している。したがって，わが国へ稲が伝わる以前の新石器時代以降に長江流域で営まれた初期農耕では粳稲が栽培されていたという物的証拠が増えつつある。いずれ，雲南貴州高原と長江下流の稲作の関係は明白になってくるだろう。

北九州，板付遺跡で明らかにされた縄紋晩期の稲は粳稲で，縄紋人の残した足跡まで鮮明に日の目を見た。その後，曲り田遺跡（福岡県），菜畑遺跡（佐賀県）でも縄紋時代の粳稲が発見されている。杭州湾から長崎までは 500 海里（925 km）に満たない近距離である。また，1981 年青森県南津軽郡田舎館村の垂柳遺跡で弥生時代中期の水田跡が発見されたというニュースは，国内での稲栽培の伝播に新知見を与えた。中国から日本へ，九州から青森へ栽培植物が動いたという仮説は日を追って証明されつつある。栽培植物の移動は必ずや植物病原菌や害虫，雑草の移動を伴い，また菌や虫の寄生性の分化を伴ったに違いない。

今年は8月に京都で国際植物病理学会議が開かれる。世界各国から同学の士が集まって来る。異なる文化遺産を背にした人の流れは，われわれに何をもたらすのだろうか。一人でも多くの人が，友情とともに，最新の研究情報をとらえ，わが国の明日の研究に生かしてほしい。単なるお祭り騒ぎに終わらすなら，このために犠牲を払ってきた多くの人達は浮かばれまい。文化移入は日本人の特技だ。しかし，これを機に，独創性を尊重する気運も高め，その風土をつくりだしたいものである。

Culture Flow from the Ancient to the Future.
By Hajime KATO

北日本のツマグロヨコバイ大発生の機構

筑波大学生物科学系藤井研究室　平野耕治（ひらの　こうじ）

はじめに

なぜ，ある種は時折大発生し，別の種では個体数の年次変動が安定しているのか。また，同一種でありながら，ある地域では個体数の年次変動が安定しているのに，別の地域では大発生することがあるのはなぜか。これらの問題は，個体数変動メカニズム及び害虫化のプロセスの解明にとって重要な課題である。これらの問題に取り組む場合に，ツマグロヨコバイ（以下ツマグロと略す）は好適な材料の一つである。

ツマグロは，イネの害虫として知られているが，東海・西日本地方ではイネに対する直接吸汁加害よりは，イネ萎縮病や黄萎病の媒介による間接害のほうが問題となっている（久野，1968；KIRITANI et al., 1970）。また本種個体群の年次変動は，東海・西日本地方では，成虫期に働く種内の密度調節機構によって環境収容力（carrying capacity）よりもかなり低いレベルで安定していることが知られている（KIRITANI et al., 1970；KUNO and HOKYO, 1970；HOKYO and KUNO, 1977）。一方，北陸・東北地方では本種のウイルス媒介による被害は問題にならないが，本種個体群の年次変動が大きく，時折大発生し東海・西日本地方では見られない高密度に達し，イネが黄化して実害が生じることが知られている（腰原，1972；嘉藤・若松，1978；KIRITANI, 1980；常楽ら，1983；ITÔ et al., 1983）。

KIDOKORO (1979) は，各県に設置されている誘殺灯に誘殺されたツマグロのデータを解析し，高緯度になるにつれて，すなわち分布の北限域に近づくにつれて，本種の誘殺数の年次変動及び年誘殺数の最高値は大きくなる傾向があることを示した。本種の分布北限域に位置する東北・北陸地方では，根雪期間の長い年あるいは冬期の気温が低い年には本種の発生量が少なくなる傾向がある（ÔTAKE, 1966；腰原，1972；常楽・嘉藤，1974）。これらの結果は，RICHARDS and SOUTHWOOD (1968) が推測したように，個体群の密度依存過程は気候条件が好適な地域（種の分布域の中心近く）で支配的であり，分布域の周辺では厳しい気象条件の影響などの密度独立過程の働きが支配的であることを示唆する。

東北・北陸地方と東海・西日本地方でのツマグロの発生様相に違いが生じる原因については明らかになっていないが，この問題について検討する際，上述したこれまでの研究報告から次の2点が重要であると考えられる。すなわち，①東北・北陸地方のツマグロ個体群の年次変動に冬期の気象条件の厳しさがどの程度影響を与えているのか，②東北・北陸地方のツマグロ個体群が東海・西日本地方では見られない高密度に達するのはなぜか，である。

以下では，北陸地方と東海・西日本地方の県立農業試験場（以下，県農試と略す）ならびに農林水産省地域農業試験場で実施されている誘殺灯及びすくい取りのデータを用いて，これらの点について検討することにする。

I 解析方法

1 誘殺灯データ

東海・西日本地方を代表して4地点（愛知県農総試，香川県農試，福岡県農総試，筑後市九州農試），北陸地方を代表して2地点（上越市（高田）北陸農試，富山県農試）を選んだ。解析に用いた誘殺灯データの期間は次のとおりである。筑後：1955～85年，福岡：1955～77年，香川：1957～85年，愛知：1955～69年，富山：1959～84年，高田：1959～64年，1971～85年（'80年欠）。富山では1971年に試験場が移転した。旧試験場と新試験場との距離は約10kmであるが，新旧両地点での誘殺数の年次変動に顕著な差異は見られなかったので，1地点のデータとして扱った。

誘殺データは，各地点での各年の発生量の変動及び繁殖期間の前期と後期の発生量の関係を知るために用いた。各年の発生量としては，年当たりの総誘殺成虫数を用いた。繁殖期間の前期と後期は次のように分けた。本種は，東海・西日本地方と北陸地方のいずれでも主として4齢幼虫で越冬し，翌春イネ科の雑草で5齢幼虫を経て羽化し，通常年4回発生する。東海・西日本では，各世代の羽化数のピークは，一般に第一世代（越冬世代）が4月中・下旬に，第二世代が6月中・下旬に，第三世代が7月下旬～8月上旬に，第四世代が8月下旬～9月中旬に観察される。一方，北陸地方では，富山の場合，一般に第一世代は5月中・下旬に，第二世代は6月末～

Mechanism of *Nephotettix cincticeps* UHLER (Hemiptera : Deltocephalidae) Outbreak in Northern Japan. By Kohji HIRANO

7月中旬に，第三世代は8月上・中旬に，第四世代は8月下旬～9月下旬に羽化数のピークが見られる。高田では，一般に第一世代は5月中・下旬に，第二世代は7月中・下旬に，第三世代は8月中・下旬に，第四世代は9月中・下旬に観察される。なお，東海・西日本地方，北陸地方のいずれでも，通常第一世代と第二世代の羽化数のピークは明りょうでなかった。これらの発生経過に基づいて，東海・西日本地方では7月中旬までを前期，それ以降を後期とし，北陸地方では7月末までを前期，それ以降を後期とした。各期間中の累積誘殺成虫数をもって前期及び後期の発生数とした。なお，東海・西日本地方では，通常第二世代成虫が本田に侵入するが，北陸地方では田植えが5月中旬に行われ，東海・西日本地方より約1か月早いので，本田に侵入するのは第一世代成虫である。

2　すくい取りデータ

すくい取り回数が50回と定められている富山，香川，福岡のデータを用いた。すくい取り調査の間隔は通常一定していないので（約5～10日間隔），捕獲された個体数の累積値を用いて地点間の比較をすることができなかった。そこで，個体数の年次変動の解析には，各年のすくい取り50回当たりの最多捕獲成虫数をその年の個体数とした。世代間の個体数の変動の解析には，第三世代と第四世代成虫期に捕獲されたすくい取り50回当たりの最多個体数をそれぞれの世代の個体数とした。

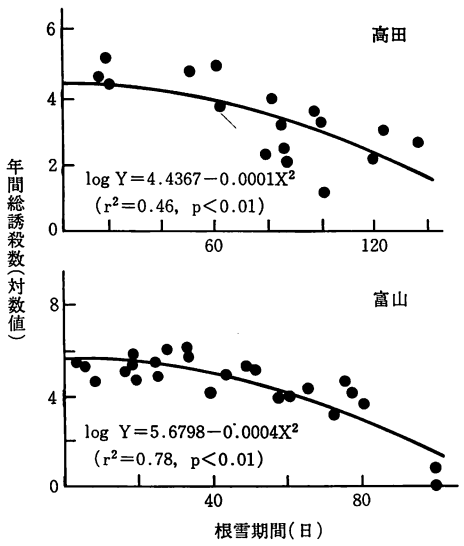
富山農試は1971年に富山市太郎丸から吉岡に移転した。すくい取りデータに関しては記録地点数が少ないので，両地点で取られたデータは別々に解析した。解析に用いた各地点でのすくい取り調査の期間は次のとおりである。福岡：1962～71年，香川：1967～1976年，富山（太郎丸）：1961～1971年，富山（吉岡）：1972～73年，1975～84年。

3　根雪期間

北陸地方では，根雪期間の長い年にはツマグロの発生量が少ないことが報告されている（Ôtake, 1966；常楽・嘉藤，1974；楡井・江村，1974）。そこで，北陸地方における冬期の気象条件の厳しさの尺度として根雪期間をとり，その年のツマグロの発生量に与える影響を調べた。積雪の最大継続日数をもってその年の根雪期間とした。用いたデータは，気象庁月報によった。

4　年次変動の指標

久野（1968）と巌（1971）は，対数変換した値のバリアンスがその平均値の大きさによって影響されないことに着目し，個体群の時間的あるいは空間的変動幅を比較する際には，個体群密度の対数変換値のバリアンスの使用が有効であることを示した。そこで，各地点での成虫個体数の年次変動の大きさの尺度として，各年の成虫個体数を対数変換して計算したバリアンスを用いた。なお，個体数が0の年もあったので，対数変換する前にそれぞれの個体数に1を加えた。



第1図　根雪期間とツマグロヨコバイ年間総誘殺数との関係

第1表　ツマグロヨコバイの年次変動

地　　点	誘殺数のバリアンス	すくい取り数のバリアンス
北陸地方		
高　田（上越）	1.32, 0.24*	—
富　山	2.33, 0.29*	T：0.28, 0.07* Y：2.38, 0.10*
東海・西日本地方		
愛　知	0.09	—
香　川	0.27	0.10
福　岡	0.28	0.07
筑　後（九州農試）	0.12	—

*：根雪期間の長い年を省いた値．T：太郎丸，Y：吉岡

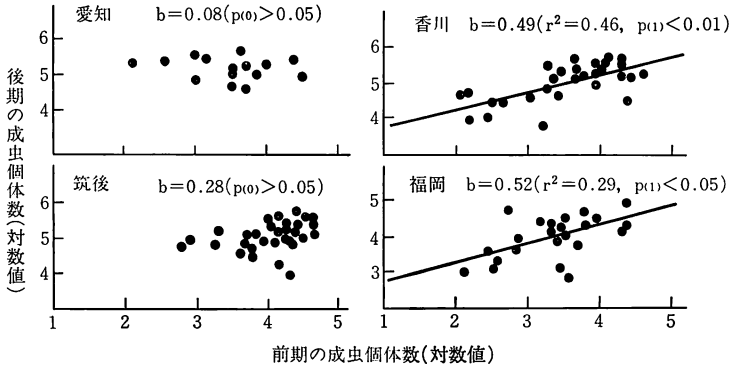
II　根雪と年次変動

第1図に，根雪期間とその年のツマグロの総誘殺数との関係を示した。根雪期間がきわめて長期間になるとその年だけでなく，その翌年のツマグロの発生量もかなり少なくなる。そこで，根雪期間が，高田では120日を，富山では100日を超した翌年についてのデータは，第1図から除外した。第1図を見ると，根雪期間が長いほどその年のツマグロの発生量は，有意に減少することが

第2表　ツマグロヨコバイの時期別の年次変動

地点	誘殺数のバリアンス		すくい取り数のバリアンス	
	前期	後期	第3世代	第4世代
北陸地方				
高田	1.23, 0.91*	1.54, 0.22*	—	—
富山	1.93, 0.48*	2.39, 0.28*	T：1.00, 0.22* Y：2.31, 0.56*	0.28, 0.07* 1.88, 0.02*
東海・西日本地方				
愛知	0.40	0.10	—	—
香川	0.53	0.28	0.52	0.12
福岡	0.38	0.35	0.08	0.07
筑後	0.23	0.16	—	—

*：根雪期間の長い年を除いた値．T：太郎丸，Y：吉岡



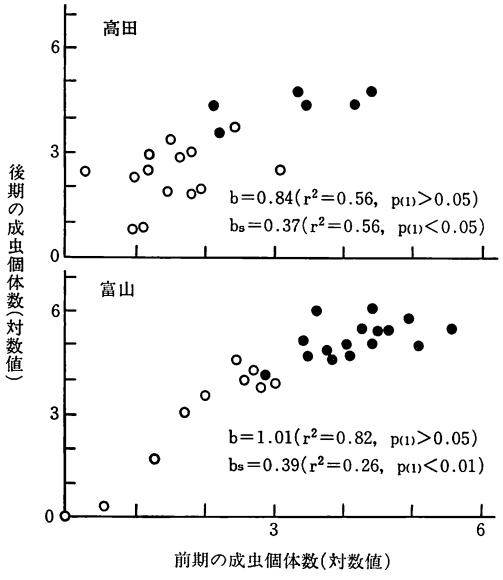
第2図　東海・西日本地方での前期の成虫個体数と後期の成虫個体数との関係
b：回帰直線の傾き，p(1)：回帰直線の傾きが1である確率，p(0)：回帰直線の傾きが0である確率．

わかる。これは，すくい取りデータを用いた場合でも同様な傾向を示した。これらの結果は，北陸地方では根雪期間が長い年には発生量が少ないと言われているこれまでの報告例と一致する。

さて，根雪期間の長短が，本種個体群の年次変動にどの程度影響を与えているかを知るために，第1表に対数変換した成虫個体数と根雪期間の長い年を除いて対数変換した成虫個体数の年次変動幅をそれぞれバリアンスで示した。なお，根雪期間が長い年とは，第1図に基づき，高田の場合根雪期間が70日以上の年と120日以上の年の翌年，富山の場合55日以上の年と100日以上の年の翌年とした。第1表を見ると北陸地方でのバリアンスは東海・西日本地方に比べて大きく，これまで多くの研究者によって指摘されたように，北陸地方の年次変動は東海・西日本地方に比べて大きいことを示す（例えば，Itô and Johraku, 1982)。しかし，根雪期間の長い年を除くと北陸地方での年次変動は減少し，その年次変動の大きさは東海・西日本地方と顕著には違わない。この結果は，ツマグロの年次変動が根雪期間の長短によって大きな影響を受けていることを示す。また第1図と第1表の結果から，根雪期間が長い年にはツマグロの発生量がきわめて少ないことが，北陸地方でのツマグロの年次変動を大きくする原因であることを示唆する。

III 密度調節

ここでは，北陸地方で個体数の年次変動が大きいのは，単に根雪期間の長短によるものなのか，あるいはツマグロ個体群の密度調節過程の働きが東海・西日本地方に比べて弱いことも関与しているのかについて検討する。第2表に誘殺灯データとすくい取りデータに基づき，前期と後期あるいは第三世代と第四世代の成虫個体数の年次変動をそれぞれ第1表と同様バリアンスで示した。東海・西日本地方では，前期（あるいは第三世代）に比べ後期（あるいは第四世代）のバリアンスが減少しており，密度調節が働いていることを示唆する。北陸地方では，後期のバリアンスは前期のそれに比べて増加す



第3図　北陸地方での前期の成虫個体数と後期の成虫個体数との関係
白丸は根雪期間の長い年を示す，b：回帰直線の傾き（白丸と黒丸の両方を含む），b_s：根雪期間の長い年を除いた場合の回帰直線の傾き，p(1)：回帰直線の傾きが1である確率．

る傾向があるが，第1表と同じ基準で根雪期間の長い年を除くと，前期に比べ後期のバリアンスが小さく，東海・西日本地方とほぼ同じ値まで減少した（第2表）。この結果は，北陸地方のツマグロ個体群においても密度調節は働き，東海・西日本地方と同様に個体群密度を安定化させる傾向にあるが，根雪期間が長い年にはその働きが効果的でないことを示唆する。この問題についてさらに検討するため，第2図と第3図に誘殺灯データを用いて，前期成虫個体数と後期成虫個体数との関係を対数値で示した。なお，第3図中の白丸は第1表と同じ基準に基づく根雪期間の長い年を示す。第2図を見ると，東海・西日本地方では回帰直線の傾きが1より有意に小さいか0と有意差がない。これは密度調節過程が働き，繁殖期の後期には成虫密度が平衡密度付近に達していることを示す。第3図を見ると，北陸地方では密度調節過程の働きは明りょうでないが，根雪期間の長い年を除くと回帰直線の傾きは1より有意に小さく密度調節過程が働いていることを示す。根雪期間の長い年を除いた北陸地方と東海・西日本地方の各地点での回帰直線の傾きを比較すると，愛知と香川の間に有意差が認められただけであった（t-test, $p<0.01$）。これらの結果は，北陸地方では根雪の影響が少ない年には，密度調節過程が効果的に働き，東海・西日本地方と同様に後期の成虫密度の年次変動を安定化させていることを示す。一方，根雪期間が長い年には第3図に白丸で示したように前期の個体数がかなり少ないことが多く，根雪の影響が少ない年の繁殖期後期の密度レベルにまで増加できないことが，後期の成虫個体数の年次変動を大きくしていると考えられる。また，繁殖開始時の個体群のサイズが小さい場合，繁殖過程にランダムに作用する死亡要因によって，個体群のサイズが大きい場合に比べて生存率が大きく変動する可能性が高くなる。このことが，第2表に見られる後期のバリアンスが前期に比べて大きくなった原因と思われる。

IV　平衡密度の比較

北陸地方では，多発生年にはツマグロ個体群密度が東海・西日本地方に比べてかなり高密度になるといわれている。Kuno and Hokyo (1970) は，筑後において本種の平衡密度は 13.5 頭/株で，調査期間中の最高密度は 35 頭/株と報告している。常楽ら (1983) は，Kuno and Hokyo (1970) と同じ方法で富山において本種個体群を調査し，多発生年には 77 頭/株に達すると報告しており，その差は約 2.2～5.7 倍もある。両地域のこれらの個体群密度，特に最高密度の差異について以下に検討する。すくい取りデータを用いて，第三世代成虫個体数と増殖率（第四世代成虫個体数/第三世代成虫個体数）をそれぞれ対数値に変換し，平衡密度付近では成虫個体数に対する増殖率の減少は直線関係で近似できると仮定して，成虫個体数が 30 以上のデータを用いて回帰直線を求め，増殖率が0（対数値）のときの成虫個体数を平衡密度とした（第3表）。第3表を見ると，どの地点でも回帰直線の傾きには −1 と有意な差は見られなかったが，富山の平衡密度は香川，福岡に比べて 2.7～6.8 倍高かった。この結果は，北陸地方で東海・西日本地方に比べ高密度に達するのは，北陸地方の本種個体群の平衡密度が高いためであることを示唆する。

V　大発生の原因と今後の課題

上述の誘殺灯データとすくい取りデータの解析から，北陸地方でのツマグロ個体群の年次変動が東海・西日本地方よりも大きくなるのは，北陸地方では越冬条件の厳しい年には越冬幼虫の生存率がかなり低くなるため，そうでない年のピーク世代の密度レベルにまで到達できないからであることが示唆された。また，北陸地方の本種個体群が，東海・西日本地方に比べ多発生年に高密度に

第3表 各地点での平衡密度

地点名	平衡密度	回帰式*	決定係数	サンプル数
富山（太郎丸）	1830	$\log Y=2.19-0.67 \log X$	$r^2=0.66$	7
富山（吉岡）	1384	$\log Y=2.82-0.90 \log X$	$r^2=0.96$	8
香川	514	$\log Y=3.22-1.19 \log X$	$r^2=0.84$	6
福岡	271	$\log Y=2.89-1.19 \log X$	$r^2=0.64$	10

Y：世代間増殖率，X：第三世代の成虫個体数
*：各地点の回帰式の傾きは -1 と有意差なし ($P>0.05$).
log は常用対数を示す.

なるのは，北陸地方での本種の平衡密度が高いためであることも示唆された。そして，この平衡密度が高いことが，越冬期の死亡率の変動に起因する本種個体群の年次変動の振れをさらに大きくすると考えられる。

KUNO and HOKYO (1970) は，筑後で8年間ツマグロ個体群の調査を行った結果，本種では密度調節が働き，年次変動幅（ピーク世代の最高密度/最低密度）は 2.4 倍と安定していたと報告している。一方，常楽ら (1983) は，富山県で 1975～78 年のあいだ本種個体群の野外調査を行い，本種は第三～第四世代の過程で密度調節が働くが，年次変動幅は 42.3 倍にもなり，密度安定化までには至らなかったと報告している。しかし，この年次変動幅の計算に用いた最高密度と最低密度の年は，それぞれ根雪期間が最も短い年 (28 日) と最も長い年 (78 日) であった。彼らが調査した4年間のそれぞれの根雪期間は，28, 44, 78, 34 日である。そこで根雪期間がほぼ同じであった 1975 年と 1978 年の年次変動幅を計算すると，1.8 倍と変動幅は小さかった。このことは，越冬期間中の気象条件の厳しさが年によって異なることが，ツマグロ個体群密度の年次変動に大きな影響を与えるという本稿での結論を支持する。

ここでは，北陸地方の本種個体群の越冬幼虫に対する気象条件の厳しさの尺度として，根雪期間を用いた。ここでは示さなかったが，佐渡は北陸地方の中でも高田，富山に比べて，根雪期間と本種の発生量との関係を示す回帰式の決定係数の値が小さく，根雪期間の長短が本種の年次変動に与える影響も小さかった。佐渡は日本の積雪寒冷地に位置するにもかかわらず，対馬暖流の影響で冬期は比較的温暖な気候条件で積雪量が少ない。実際，1962～84 年の間の根雪期間の最大日数は 66 日であった。そもそも，本種の生存率に影響を与える冬期の気象条件は，根雪期間だけでなく他の要因もかかわっていると考えられる。ただ，降雪量の多い地帯では，根雪期間の長短が他の要因よりも越冬期間中の本種の生存率に与える影響が大きいため，高田，富山のような地域では根雪期間と本種の間に明りょうな関係が見られたと考えられる。したがって，佐渡のような降雪量の少ない地域では，冬期の気象条件の厳しさの尺度として，根雪期間だけではなく他の要因（例えば，冬期の気温）も考慮した複合効果を今後検討する必要があろう。

第1図に基づきツマグロの発生量に大きな影響を与える根雪期間を，高田では 70 日以上，富山では 55 日以上とした。常楽・嘉藤 (1974) は，富山において積雪の影響が強く表れるのは根雪期間が 30～40 日以上の年であると述べている。楡井・江村 (1974) は，高田において根雪期間が 80 日以上の年は少発生であると述べている。根雪期間に関する彼らの結果とここで用いた基準とは，同様な傾向を示している。ではなぜ，地域によってツマグロの発生量に影響する根雪期間にこのような違いが生じるのだろうか。大矢・佐藤 (1973)，大矢(1976)，ÔYA (1979) は，根雪がツマグロの越冬幼虫の生存率に与える影響について次のように述べている。北陸地方に広く分布する湿田地帯では，積雪下において融雪水は地下浸透水量よりも多く，地表面はざらめ雪と融雪水で覆われている。したがって地表面にいるツマグロは融雪水に水没しており，このような状況下では，酸素不足のため 40 日を超えると大部分が死亡し，60 日以上の生存は不可能であると考えられる。すなわち，たとえ根雪期間は同じあっても湿田の度合いが大きい地域ほど，融雪水の地表面での滞在日数が長くなり，本種の死亡率が高くなる傾向があると思われる。そのほかに越冬幼虫の食草であるイネ科の雑草の種類，量，分布などが場所によって異なることが，根雪の効果の地域的な違いに関与していることも考えられ，今後さらに調査・研究を要する問題である。

今回の解析から，北陸地方のツマグロ個体群は，東海・西日本地方に比べて平衡密度が高いことが示唆された。なぜこのような違いが生じたのだろうか。この差異が生じた原因として，本種の biotype，食草であるイネ品種，天敵の種類と量，種間競争などの地域的な違いが考えられる。この点について以下に検討する。SATO and SŌGAWA (1981) は，筑後と上越（高田）両地域のツマグ

ロ幼虫ではイネ品種 IR 24 に対する選好性及び生存率が有意に異なることを示した。また，寒川・佐藤 (1981) は，両地域のツマグロの交配実験を行い，上述の差異は量的遺伝形質の違いによるものであり，両地域のツマグロは biotype が異なることを示した。成瀬 (1986) は，富山と筑後のツマグロを比較し，前者は以下の 4 点において後者と異なるとした。①密度の増加に対する産卵抑制の程度が弱い，②寿命が長い，③ 1 雌当たり産卵数が多い，④高温に対する耐性が強い。これらの結果は，北陸と東海・西日本地方では，ツマグロの biotype が異なることを示し，このことが両地域での平衡密度の違いに関与している可能性があることを示唆する。

東北・北陸地方では 7 月下旬～ 8 月初旬に出穂する品種が，東海・西日本地方では 8 月下旬～ 9 月中旬に出穂する品種がそれぞれ多く栽培されている（那波，1979)。嘉藤・若松 (1978)，関口ら (1979)，常楽ら (1983) は，富山においてツマグロは晩生稲品種よりも早生稲品種において高密度に達すると報告している。同様なことは，西日本地方でも報告されている (Naba, 1980)。Itô et al. (1983) は，富山のツマグロ個体群を調査し，本種の増加率（月当たり平均増加率）は晩生稲品種よりも早生稲品種において大きいことを示している。これらの結果は，ツマグロにとって早生稲品種が晩生稲品種よりも食草として好適であることを示し，このことが北陸地方と東海・西日本地方でのツマグロの平衡密度の違いに関与しているのかもしれない。イネの品種間の差異によってツマグロに対する好適性に違いが生じる原因は，よくわかっていない。岸野・安藤 (1979) は，ツマグロに対するイネの耐虫性は，イネの生育ステージによって変化することを示した。また，関口ら (1979)，Naba (1980) は，ツマグロのピーク世代（第三・四世代）の増殖期に早生稲品種では，イネの生理的条件がツマグロの増殖にとって好条件になっているのではないかと推測している。

久野 (1968)，Kuno and Hokyo (1970)，Hokyo and Kuno (1977) は，筑後の個体群を調査し，本種の密度調節は成虫の密度依存分散に伴う産卵数の調節によって起こり，天敵は有力な制御要因として働いていないことを示した。Kiritani et al. (1970) は，高知において本種個体群の調査を行い，本種の密度調節要因としては成虫の個体間干渉が重要であると示唆している。Itô et al. (1983) は，本種の重要な捕食者であるクモの密度，増加率，種類構成に北陸地方の富山，石川と東海地方の愛知で違いはないと報告している。彼らは，富山と愛知でツマグロの卵寄生蜂の寄生率について予備的な調査も行い，両地域間に違いは見られなかったと報告している。これらの結果から，北陸地方と東海・西日本地方でのツマグロの平衡密度の差異は，天敵によって生じたものではないと考えられる。

水田には，トビイロウンカ，セジロウンカ，ヒメトビウンカがツマグロと同所的に生息する。このことから，ツマグロと他の 3 種のウンカとの種間競争によってツマグロの平衡密度が低くなることも考えられる。久野 (1968)，Kuno and Hokyo (1970) は，筑後において上記 4 種を調査し，これらの 4 種間に拮抗的な関係，すなわち種間競争はほとんど認められないと報告している。この結果から，東海・西日本地方でツマグロの平衡密度が低いのは，本種と同所的に生息する他種との種間競争によるものではないと考えられる。

上述した研究結果から推測すると，北陸地方と東海・西日本地方の間での平衡密度の相異は，ツマグロの biotype が異なることによって，または栽培品種（あるいはイネの生育ステージ）が異なることによって生じた可能性が高い。あるいは，これら二つの要因が，複合して働いた結果かもしれない。この二つの要因については，さらに詳細な研究が望まれる。これまでに，東海・西日本地方では，Kiritani et al. (1970)，Kuno and Hokyo (1970)，Hokyo and Kuno (1977) に代表されるように，ツマグロ個体群の詳細な野外調査が行われてきた。一方，北陸地方では，このような調査はきわめて少ない。したがって，大発生時には，どの程度の密度レベルにまで達したのか，あるいは本種の平衡密度や環境収容力はどのぐらいなのかについて，東海・西日本地方と比較しうるデータがほとんどない。この点からも，今後詳細な野外調査が望まれる。

紙数の関係で本稿では触れなかったが，上述の地点以外にも佐渡，静岡，広島，熊本のデータについても同様な解析を行った。その結果は，本稿で述べたことと一致した。それらの詳細については，別の機会に発表したい。

農業環境技術研究所の桐谷圭治博士，釜野静也博士，筑波大学の藤井宏一助教授には本稿に対して有益なご助言と多大なご便宜を賜った。富山農試の成瀬博行氏，広島農試の那波邦彦氏には数々の貴重なご助言及びデータのご恵与を，名古屋大学の伊藤嘉昭助教授にはデータのご恵与及び便宜を賜った。農業環境技術研究所の法橋信彦博士と志賀正和博士には本稿に対し有益なご批判をいただいた。熊本農試の奥原国英氏と清田洋次氏，佐賀農試の口木文孝氏，九州農試の平井剛夫氏，香川農試の伊藤　博氏，北陸農試の松村正哉氏，新潟農試の江村一雄

氏，東北農試の本多健一郎氏には，貴重なデータをご恵与いただいた。また，日高輝展博士，矢野栄二氏をはじめ農業環境技術研究所の方々から数々のご助言やご便宜を賜った。厚く御礼申し上げる。

引用文献

1) HOKYO, N. and E. KUNO (1977) : Res. Popul. Ecol. 19 : 107～124.
2) Itô, Y. and T. JOHRAKU (1982) : Appl. Ent. Zool. 17 : 337～349.
3) ――― et al. (1983) : ibid. 18 : 200～210.
4) 巌　俊一 (1971) : 植物防疫　25 : 497～501.
5) 常楽武男・嘉藤省悟 (1974) : 北陸病虫研報　22 : 30～31.
6) ――― ら (1983) : 応動昆　27 : 146～151.
7) 嘉藤省悟・若松俊弘 (1978) : 北陸病虫研報　26 : 12～17.
8) KIDOKORO, T. (1979) : Appl. Ent. Zool. 14 : 127～129.
9) KIRITANI, K. (1980) : Proc. Sympo. Tropical Agriculture Res., Kyoto, 1980. Trop. Agr. Res. Series. 14 : 13～22.
10) ――― et al. (1970) : Res. Popul. Ecol. 12 : 137～153.
11) 腰原達雄 (1972) : 北日本病虫研報　23 : 71～77.
12) 岸野賢一・安藤幸夫 (1979) : 応動昆　23 : 129～133.
13) 久野英二 (1968) : 九州農試彙報　14 : 131～246.
14) KUNO, E. and N. HOKYO (1970) : Res. Popul. Ecol. 12 : 154～184.
15) 那波邦彦 (1979) : 植物防疫　33 : 200～203.
16) NABA, K. (1980) : Proc. Sympo. Tropical Agriculture Res., Kyoto, 1980. Trop. Agr. Res. Series. 14 : 73～81.
17) 成瀬博行 (1986) : 今月の農業　7 : 58～62.
18) 楡井幹男・江村一雄 (1974) : 北陸病虫研報　22 : 32～35.
19) ÔTAKE, A. (1966) : Res. Popul. Ecol. 8 : 62～68.
20) 大矢慎吾 (1976) : 今月の農業　20(2) : 33～37.
21) ÔYA, S. (1979) : Appl. Ent. Zool. 14 : 319～325.
22) 大矢慎吾・佐藤昭夫 (1973) : 北陸病虫研報　21 : 65～68.
23) RICHARDS, O. W. and T. R. E. SOUTHWOOD (1968) : In : *Insect Abundance* (Ed. T. R. E. SOUTHWOOD), Blackwell, Oxford, pp. 1～7.
24) SATO, A. and K. SŌGAWA (1981) : Appl. Ent. Zool. 16 : 55～57.
25) 関口　亘ら (1979) : 北陸病虫研報　27 : 23～27.
26) 寒川一成・佐藤昭夫 (1981) : 応動昆　25 : 280～285.

中央だより

○奄美大島と宮古群島においてウリミバエを根絶

――植物防疫法施行規則を一部改正――

奄美大島（819.26 km²）と沖縄県の宮古群島（227.14 km²）におけるウリミバエは，奄美大島が昭和49年8月に，宮古群島が昭和4年に初発生を見て以来，うり類等の果菜類に多大な被害を与えるとともに，植物防疫法により寄主植物の本土への移動が規制されていた。

このため，農林水産省は鹿児島，沖縄の両県に助成し，奄美大島では昭和60年2月からの密度抑圧防除に引き続いて，同年9月から不妊虫放飼（毎週4,000～5,000万頭）が，宮古群島では58年12月からの密度抑圧防除に引き続いて，59年8月から不妊虫放飼（毎週3,000～4,800万頭）による根絶防除を行っていた。

その結果，このほど両地域でウリミバエの根絶が確認されたため，農林水産省は11月12日公聴会を開催，同月27日植物防疫法施行規則を一部改正（同月30日施行）し，ウリミバエに係る移動規制を解除した。

なお，この根絶防除事業には，直接経費で奄美大島約9億円，宮古群島約13億円の国費，県費が費やされた（不妊虫大量増殖施設建設費は含まず）。

本会発行図書

農薬用語辞典（改訂版）

日本農薬学会　監修

「農薬用語辞典」（改訂版）編集委員会　編

B6判　112ページ　**1,400円　送料200円**

農薬関係用語714用語をよみ方，用語，英訳，解説，慣用語の順に収録。他に英語索引，農薬の製剤形態および使用形態，固形剤の粒度，液剤散布の種類，人畜毒性の分類，魚毒性の分類，農薬の残留基準の設定方法，農薬希釈液中の有効成分濃度表，主な常用単位換算表，濃度単位記号，農薬関係機関・団体などの名称の英名を付録とした必携書。講習会のテキスト，海外出張者の手引に好適。

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

イネ墨黒穂病とその病原菌

日本大学農獣医学部植物病理学研究室　兼平（かねひら）　勉（つとむ）・土佐佳史（とさよしふみ）・篠原正行（しのはらまさゆき）

はじめに

Tilletia horrida TAKAHASHI (=*Neovossia horrida* (TAKAHASHI) PADWICK et KHAN) によるイネ墨黒穂病は，TAKAHASHI (1896) により日本で初めて報告された。それとは別に ANDERSON (1899) はアメリカで本病の発生を報告し，その学名を *Tilletia corona* SCRIBER としたが，その後，学名を訂正している (1902)。MUNDKUR and THIRMALACHAR (1952) は本菌の一次小生子が他の *Tilletia* 属菌に比べ，多数 (20～100 以上) 形成されること，また一次小生子の細胞融合が認められないことなどから，その学名を *Neovossia horrida* (TAKAHASHI) PADWICK et KHANとした。しかし，DURAN and FISCHER (1961) は *Tilletia* 属菌のなかには黒穂胞子の発芽が確認されていない種が多くあることなどから，従来どおり *Tilletia* 属菌にとどめ，さらにイネのほか，チカラシバなど *Pennisetum* 属植物と *Panicum* 属植物などに寄生する *Tilletia* 属菌を取りまとめ，学名を *Tilletia barclayana* (BREFELD) SACCARD et SYDOW としてきた。

筆者らは 1985～1986 年にイネ墨黒穂病菌とチカラシバ黒穂病菌を，それぞれ数菌株ずつ入手する機会を得た。ここではとりあえず両菌を区別し，それらの二，三の性質を調べた結果と従来の知見を併せて報告する。

供試菌の採取にご協力いただいた千葉県農試村田明夫，井口慶三の両氏に感謝の意を表する。

I 病徴

イネ墨黒穂病は，イネの成熟期ごろに圃場で認められるようになり，千葉県の早生品種では9月上旬に発生していた。通常，一穂のうち，わずか数粒のもみが侵されるにすぎない(第1図1)。筆者らの調査では，採取地を異にしても，一穂当たり 1.0～3.6 粒が侵され，3粒以上の発病があると，飛散した黒穂胞子による汚染が著しく，圃場で目につきやすくなる。典型的な病徴として，内，外穎の間から黒穂胞子を露出したり，穎を突き破り，白～灰白色の舌状突起が形成される例も見られた。黒穂胞子層が成熟すると黒色，粉状の黒穂胞子を飛散し，隣接した健全もみの表面を黒く汚染し，品質低下の原因となる。発病もみは健全もみに比べ色が淡く，もみの肥大も悪い。本間 (1986) によると，発病もみは必ずしも裂開せず，外見健全だが胚乳の一部に黒穂胞子層が形成されることもある。このようなもみは発芽可能とはいえ，健全もみに比べ，生育が不良となる (HASHIOKA, 1960 : SINGH, 1975)。発病もみに形成された舌状突起はときに淡紅色を呈するが，本菌の分離菌株のコロニー色調と関連しているようである。

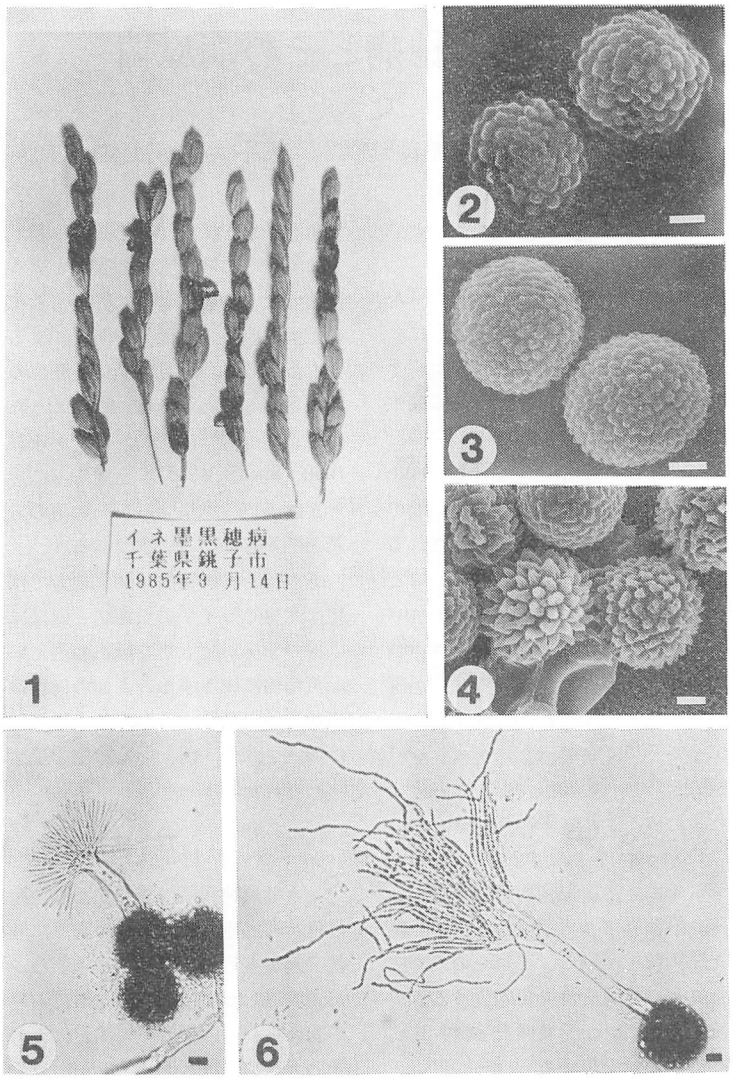
チカラシバ黒穂病は関東地方では 9 月下旬～10 月下旬に発生し，イネ墨黒穂病と同様に，一穂のうち一部の小穂の子房が肥大し，緑色の菌えいを形成する。菌えいが黄褐色に成熟すると表面の皮膜は破れ，黒色，粉状の黒穂胞子を飛散するが，イネ墨黒穂病のように舌状突起は形成されず，菌えいも緑色を呈するなど，病徴に差が認められた。

II 病原菌の形態

イネ墨黒穂病菌の成熟した黒穂胞子は光顕下で濃褐～褐色，球～亜球形で，その表面に多少湾曲した顕著な刺状突起を有し，この突起は透明なシースに覆われている。成熟した黒穂胞子のほかに透明～淡黄色の不稔細胞が認められる。筆者らの測定によると，成熟した黒穂胞子の大きさは 17.0～30.3 μm, 平均 22 μm であった。チカラシバ黒穂病菌の黒穂胞子は大きさが 15.9～26.3 μm, 平均 21 μm で，両菌の間に大きな差はない (第1図 2, 3)。しかし，黒穂胞子の表面構造を SEM 観察すると両菌とも粒状の突起が認められるが，その粗密に著しい差があった (第1図 2, 3, 第2図)。イネ墨黒穂病菌では平均100個程度に対し，チカラシバ黒穂病菌では 160 個以上で，形態的に区別できた(第1表，第2図)。最近，原田 (1986) は両菌の黒穂胞子の形状を比較し，黒穂胞子表面の突起の高さにも差があるとしている。

両菌の黒穂胞子を低温下で水浸漬処理すると，イネ墨黒穂病菌の黒穂胞子は処理7日ごろからシース表面が部分的に消失し，内部の刺状突起が露出する。しかし，チカラシバ黒穂病菌では同様の処理によっても表面構造に変化は認められなかった (第1図 4)。

Rice Kernel Bunt and the Causal Fungi. By Tsutomu KANEHIRA, Yoshifumi TOSA and Masayuki SHINOHARA



第1図　イネ墨黒穂病の病徴と同病菌の形態
1：イネ墨黒穂病菌の病徴，2：イネ墨黒穂病菌の黒穂胞子，3：チカラシバ黒穂病菌の黒穂胞子，4：水浸漬処理後，シースが消失したイネ墨黒穂病菌の黒穂胞子，5,6：イネ墨黒穂病菌の黒穂胞子の発芽と感染菌糸の形成（スケールはすべて 5 μm）

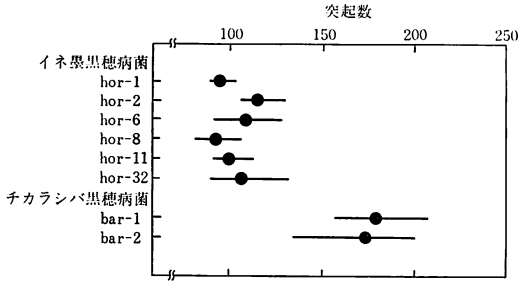
III　黒穂胞子の発芽と分離菌株の性質

藤田 (1932) はイネ墨黒穂病菌の黒穂胞子の発芽条件を調べ，約 200 日間の休眠期があること，光照射によって発芽率が増加することなどを報告した。筆者らはこれらの知見を基に，両菌黒穂胞子の発芽について検討した。寄主上で成熟した黒穂胞子は休眠性があり，通常の方法では発芽しない。そこで，5°C の低温下で水浸漬処理した黒穂胞子を室温，散光下で培養すると，処理80 日後にイネ墨黒穂病菌の黒穂胞子は培養後 4～7 日目ごろに低率ながら発芽した。特に培養前に 37°C，24 時間前培養すると発芽率は高くなる傾向があった。イネ墨黒穂病菌の黒穂胞子は発芽すると幅 3～3.5 μm の前菌糸を形成するが，その長さは変化に富み，100 μm 以上に伸長したり，分岐する例も認められた。その後，前菌糸先端に針状の一次小生子を多数形成するが，その数は普通 20～50 程度で，MUNDKUR and THIRMALACHAR (1952) が *Neovossia* 属菌の特徴としている 100 以上の小

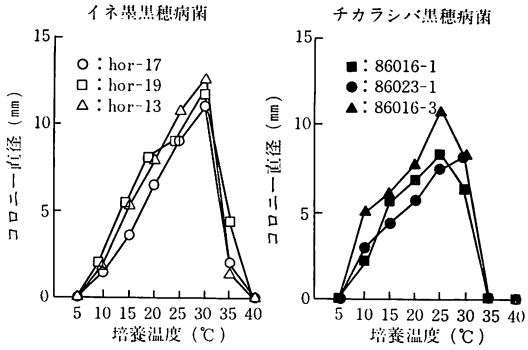
第1表　イネ墨黒穂病菌とチカラシバ黒穂病菌の黒穂胞子の表面構造と分離菌株のコロニーの色

供試菌	採取場所	年月	黒穂胞子の表面構造	コロニーの色
イネ墨黒穂病菌				
hor-1	千葉県海上町	1985. 9	Ts-E	暗紫色
hor-2	千葉県銚子市	1985. 9	Ts-E	淡紫～暗紫色
hor-6	福岡県城島町	1985. 10	Ts-E	暗紫色
hor-8	福岡県城島町	1985. 10	Ts-E	淡紫色
hor-11	福岡県大和町	1985. 10	Ts-E	暗紫色
hor-32	宮崎県宮崎市	1985. 10	Ts-E	暗紫色
86019	鳥取県中山町	1986. 9	Ts-E	暗紫色
チカラシバ黒穂病菌				
bar-1	神奈川県藤沢市	1985. 10	Td	——
bar-2	神奈川県座間市	1985. 10	Td	——
86016	神奈川県大和市	1986. 9	Td	淡黄色
86023	神奈川県藤沢市	1986. 9	Td	淡黄色
86032	神奈川県大和市	1986. 10	Td	淡黄色

Ts：粗な粒状突起，E：刺状突起，Td：密な粒状突起



第2図　イネ墨黒穂病菌とチカラシバ黒穂病菌の黒穂胞子表面の突起数



第3図　イネ墨黒穂病菌とチカラシバ黒穂病菌分離菌株のPDA培地上における生育（培養10日後）

生子を形成する例は，少なくとも筆者らの観察では認められなかった（第1図 5, 6）。これらの一次小生子は融合することはなく，直接，感染菌糸を生じ，ときに鎌形の二次小生子を形成した。培地上で形成された一次小生子をストマイ加用 PDA，または V-8 寒天培地に移植し，3～4 日後に形成されたコロニーから分離菌株を得た。

チカラシバ黒穂病菌の黒穂胞子は同様に水浸漬処理しても全く発芽せず，分離菌株を得ることはできなかった。そこで，本菌の未熟な菌えいを常法どおり表面殺菌し，細切したのち組織分離して分離菌株を得た。両菌の分離菌は PDA 培地上で良好に生育し，鎌形の二次小生子を伴った菌糸状のコロニーを形成したが，イネ墨黒穂病菌のコロニーは淡紫～暗紫色，チカラシバ黒穂病菌は淡黄色でコロニーの形状に差があった（第1表）。また，イネ墨黒穂病菌は 10～35°C で生育し，その適温は 30°C であったが，チカラシバ黒穂病菌は 10～30°C で生育し，その適温は 25°C で，両菌の生育適温にも差があった（第3図）。

IV　感染方法と生態

Fischer and Holton (1957) によると，黒穂病菌の感染方法には全身感染として胚感染，子苗感染，芽条感染があり，そのほかに局部感染が知られている。局部感染性の黒穂病菌としてトウモロコシ黒穂病菌などがあるが，イネ墨黒穂病菌も，その病徴から花器における局部感染と考えられる。Templeton (1961), Chowdhury (1951) によると，前年に圃場に飛散した黒穂胞子が土壌表面で発芽し，形成された一次，二次小生子が風で飛散し，開花中のイネ穎内に飛び込み感染する。その後，イネの登熟過程で発病し，黒穂胞子層が形成されるものと考えられている。これは本病の発生が圃場内で均一に

認められることからもうなずける。このような感染方法を持つ黒穂病菌には *Tilletia indica* MITRA (=*Neovossia indica* (MITRA) MUNDKUR) によるコムギの Karnal bunt (国内未発生)が知られているが，同様に花器を感染部位とするオオムギ裸黒穂病菌などの胚感染とは防除対策のうえからも区別して取り扱う必要がある。

チカラシバ黒穂病菌も，病徴からイネ墨黒穂病菌と同様な感染を行うと考えられるが，その詳細は調べられていない。

V 抵抗性品種と防除法

KAMESWAR (1962) はインドのイネ，434 品種を供試して墨黒穂病の発生を調べ，晩生品種に比べ，中生，早生品種で多発することを報告している。また，OU (1972) によると REYERS (1933) はフィリピンで，TEMPLETON (1963) はアメリカで品種により発病程度に差があるとした。国内でこの点は明らかではなく，今後，検討される必要がある。

一穂中の一部のもみが侵されるイネ墨黒穂病は現在まで経済的には重視されておらず，薬剤による防除に関する報告は少ない。本病は子苗感染性の他の黒穂病とは異なり，種子消毒による防除は圃場への病原菌の持ち込みを減ずるだけで，あまり有効とは考えられない。WHITNEY (1977) はイネ立毛中におけるベノミル剤などの散布では本病を防除できないとしており，本菌小生子の飛散時期を確定することによって薬剤散布の適期を知る必要があろう。

おわりに

イネ墨黒穂病は通常，大きな被害をもたらすことはないが，ときとして多発する傾向がある。特に，圃場における発生が顕在化せず，少しずつ圃場の汚染密度が高まり，気象条件が本菌黒穂胞子の発芽に好適で，イネの開花時期と小生子の飛散時期が一致するような年に多発する可能性が高いので，少発時でも次年の発生を考え注意する必要がある。

仮に圃場周辺のイネ科雑草，特にチカラシバが本菌の寄主となりうるならば，汚染密度を低くするために，圃場周辺から除去する必要があろう。しかし，すでに述べてきたように，イネ墨黒穂病菌とチカラシバ黒穂病菌との間には形態的に差があり，それぞれの病徴も異なり，両菌は別種として区別したほうが妥当と考えられる。したがって，イネ墨黒穂病菌がチカラシバに寄生しうる可能性も低い。この問題を明らかにするためには両菌の交互接種により，両寄主に対する病原性の有無を確認する必要がある。

引用文献

1) ANDERSON, A. P. (1899) : Bot. Baz. 27 : 467～472.
2) ――― (1902) : Bull. Torrey Bot. Cl. 29 : 35～36.
3) CHOWDHURY, S. (1951) : Indian Phytopathol. 35 : 716～717.
4) DURAN, R. and G. W. FISCHER (1961) : The Genus Tilletia. Washington State Univ. Press, Pullman 138 pp.
5) FISCHER, G. W. and C. S. HOLTON (1957) : Biology and Control of the Smut Fungi. Ronald Press, New York, 622 pp.
6) 藤田勝正 (1932) : 日植病報 2 : 473.
7) 原田幸雄 (1986) : 同上, 52 : 115.
8) HASHIOKA, Y. (1970) : Riso 19(1) : 11～15.
9) 本間宏基ら (1986) : 日植病報 52 : 146.
10) KAMESWAR ROW, K. V. S. R. (1962) : Sci. Cult. 28 : 534～535.
11) MUNDKUR, B. B. and M. J. THIRUMALACHAR (1952) : Ustilaginales of India. C. M. I. Kew, 83 pp.
12) OU, S. H. (1972) : Rice Diseases. C. M. I. Kew, 368 pp.
13) SINGH, R. H. (1975) : Riso 25 : 77～80.
14) TAKAHASHI, Y. (1896) : Bot. Mag. (Tokyo) 10 : 16～20.
15) TEMPLETON, G. E. (1961) : Phytopathology 51 : 130～131.
16) WHITNEY, N. G. (1977) : Pl. Dis. Rep. 61 : 379～381.

新刊!!　　本会発行図書

昭和62年度 "主要病害虫に適用のある登録農薬一覧表" (除草剤は主要作物)

農林水産省農薬検査所　監修

2,200円　送料300円

B5判　353ページ

昭和62年9月30日現在，当該病害虫 (除草剤は主要作物) に適用のある登録農薬をすべて網羅した一覧表で殺菌剤，殺虫剤，除草剤，植物成長調整剤に分け，各作物ごとに適用のある農薬名とその使用時期，使用回数を分かりやすく一覧表としてまとめ，また今年度版より毒性及び魚毒性一覧表も付した。農薬取扱業者の方はもちろんのこと病害虫防除の必携書として好評です。

害虫の密度推定法—実用上の問題点をめぐって—

京都大学農学部昆虫学研究室　久野英二（くの えいじ）

はじめに

生息密度の把握は，いうまでもなく害虫の発生予察や的確な防除のための必須条件である。近年，いわゆる総合的害虫管理への志向が強まるとともにこの問題への関心も深まり，密度推定法の理論基盤は今や着実に整備されつつあるといってよい。とはいえ，いざ害虫調査の現場でそれらを実施する側に回ってみると，理論と実践のギャップはまだまだ大きいことがよくわかる。せっかくの精密な方法論も，ともすれば建前ばかりが先行して実質は旧来の経験とカンによる推測と大差がなかったり，悪くすると結果の解釈を誤らせたりする危険をさえはらんでいるというのが実状であろう。実際に，害虫管理の現場ではこれらの統計的方法の有用性，有効性に内心疑念を抱いている研究者も少なくないのではあるまいか。

たしかに，密度推定における理論と実践とのこのようなギャップが，その方法論の仮定そのものの不合理性や非現実性によるものであればその疑念も当然で，適用はあきらめるほかない。けれどもそのギャップが理論自体ではなくてユーザー側の理解不足や過信，あるいは誤用に由来する場合には，それは単に方法への理解を深めることで容易に解消できよう。実際に，個体数推定法もますます多様化・精密化して，方法論自体に特に関心を持つ研究者でなければ統一的な理解が困難になりつつあり，このことがそれらの適切な実践へのネックになっていると思われる場合も少なくはない。

そこで，本稿では，このような実用上の諸問題の中からいくつか，基本的に重要な事項，特に誤解や誤用を招きやすいと思われるポイントを筆者自身の経験を踏まえて選び出し，ユーザーの立場からの解説を試みたい。

なお，ここでは具体的な推定法としては一般的な区画法（対象区域を多数の小区画に区分しその内のいくつかを抽出して個体数を調査する方法）だけしか取り上げないし，その区画法についても詳しい内容にまで立ち入る紙面の余裕はないので，各種密度推定法の詳細については久野（1986）や伊藤・村井（1977）の著書，本誌上の塩見（1987a, b）や矢野（1986）による解説などを適宜参照していただきたい。

Problems on Statistical Population Estimation in Insect Pest Control.　By Eizi KUNO

I　統計学的推測と信頼区間

まずはじめに，周知のこととは思われるが，密度の“統計学的”推定とはどういうことか，またそれがわれわれの調査研究にどう役立つのか，という根本問題を簡単に整理しておきたい。

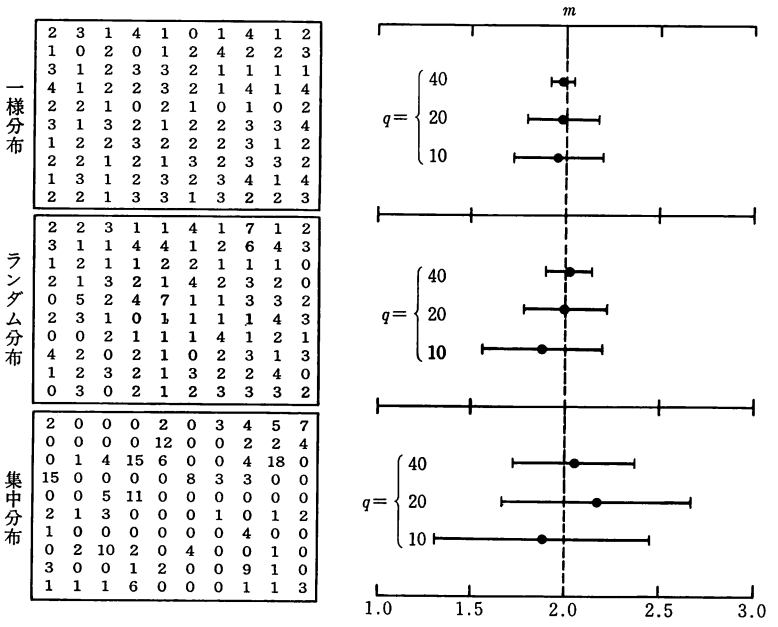
統計学的推測の目的は，一言でいえば，推定を客観化すること，すなわち，推定に際してその信頼度を明らかにしておくこと，に尽きる。いま仮に，イネ 10,000 株が植えられている水田でウンカの個体数調査をする場合を考えてみよう。10,000 株のイネすべてを調べ上げる全数調査なら結果は確定的で“推測”の入り込む余地はないが，それは非現実的で，われわれはふつう，適当な数のイネを全体から抽出して調査し，この部分調査（標本調査）の結果から全体の生息密度を推測することになる。すなわち，抽出株についての生息密度の平均値（標本平均）$\hat{m}$ をもって全体の（真の）生息密度 m の推定値とするのだが，この段階では推定は客観的とはいえない。推定値 $\hat{m}$ は 10 株の調査からでも 1,000 株の調査からでも同じように求められ，それだけでは推定の確からしさ（信頼度）が全くわからないからである。

では推定値の信頼度を客観的に評価するにはどうすればよいか。ここで信頼区間に基づく推定（区間推定）という概念が持ち込まれることになる。信頼区間とは，求める真値のありうべき範囲を標本データから所定の確率に対して推定するもので，一般に不等式

$$\hat{m}-z_\gamma\sqrt{V(\hat{m})}<m<\hat{m}+z_\gamma\sqrt{V(\hat{m})} \qquad (1)$$

で表される。$V(\hat{m})$ は推定値 $\hat{m}$ の確率変動の分散（誤差分散）で推定の粗さに対応し，$\sqrt{V(\hat{m})}$ を標準誤差と呼ぶ。z_γ は正規分布の確率 γ に対応する限界値で，$\gamma=0.95$ なら $z_\gamma=1.96$, $\gamma=0.99$ なら $z_\gamma=2.58$ である。こうして求めた信頼区間が例えば $2.51<m<3.82$（$\gamma=0.95$）であったとすれば，「生息密度 m の真値は 2.51～3.82 の範囲内にある」との言明を信頼確率 95%（誤る危険率 5%）という保証つきで行えるというわけである。信頼区間の狭さが推定精度（信頼度）の高さの指標であることはいうまでもない。

信頼区間（1）の幅を決める誤差分散 $V(\hat{m})$ の値はもちろん標本の抽出方式やその大きさ（抽出数）によって変わってくる。上記の水田のウンカの例のような単純



第 1 図　区画間分布の様式が異なる 3 種類の母集団（左図：$Q=100$, $m=2.0$）から $q=10$, 20 及び 40 の標本をそれぞれ抽出したときの密度推定値 $\hat{m}$（●）と 95% 信頼区間（|——|）

な区画抽出方式（単純ランダム抽出）であれば，$\hat{m}=\sum_i^q x_i/q$, $V(\hat{m})=(1-q/Q)V/q$（V：個体数の区画間変動における分散，q：抽出区画数，Q：総区画数）であり，V の推定に標本分散 $v=\sum_i^q(x_i-\hat{m})^2/(q-1)$ を使うとすれば（1）に対応する信頼区間は

$$\hat{m}\pm t_{q-1,\gamma}\sqrt{(1-q/Q)v/q} \qquad (2)$$

となって，標本のサイズ（q）が大きいほど，また区画ごとの個体数のバラツキ（v）が小さいほど狭くなることがわかる。$t_{q-1,\gamma}$ は自由度 $q-1$ の t 分布の確率 γ に対応する限界値で q が十分大きければ z_γ とほぼ一致する。第 1 図には，平均値 m は同じだが個体数の区画間分布の様式（V）が異なる 3 種類の仮想母集団（$Q=100$, $m=2$）から $q=10$, 20 及び 40 の標本をそれぞれランダム抽出し，式（2）によって信頼区間を求めた結果を示してある。信頼区間は予想どおりすべて真値 2 を含んでいるが，その幅，すなわち信頼度が実際に V 及び q に大きく左右されていることは図から明らかであろう。

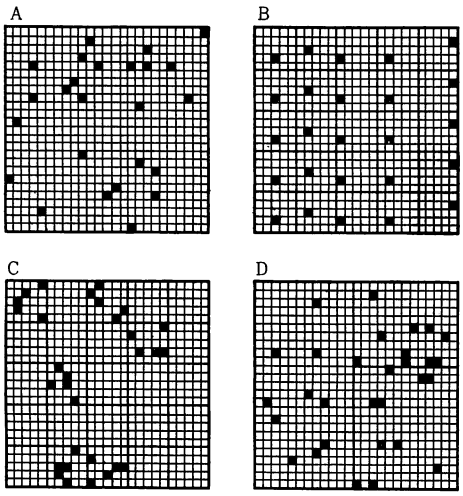
結局，統計学的推測の要諦は，信頼区間を求めるという一事に尽きる，といえよう。信頼区間はまた，密度推定のための調査計画の理論や種々の統計的検定の基礎でもある。標本調査計画は一般に，得られる推定値の信頼区間の幅を所定の基準値以下に抑えることを目標に立案されるし，統計的検定はたいてい，信頼区間が所定の基準値をおおうか否かという問題に帰着するからである。

II　標本の抽出方式の影響

たとえ母集団は同じでも，標本抽出方式を変えれば得られる信頼区間の幅は変化する。式（1）における標準誤差 $V(\hat{m})$ が多少とも変わるからである。例えば，さきの式（2）は単純抽出方式，すなわち対象母集団の全区画から等確率で各標本を抽出した調査のみに対応する式であり，それ以外の変則的な抽出方式による調査には使えない。害虫の調査では，以下に述べるように多段抽出や層別抽出など，単純抽出以外の方式を採ることも多いので誤用しないよう注意が必要である。

1　ランダム抽出と系統抽出

単純抽出対応のさきの式（2）の前提条件を厳密に満たすためには，完全にランダムな，つまり乱数を用いた標本抽出（第 2 図A）が要求される。しかし，このランダム抽出を野外調査で実施するのは意外に面倒なので，実際には全域から一様かつ系統的に標本を抽出する系統抽出（第 2 図B）で代用することが多い。そこでこの場合，式（2）による信頼区間をそのまま適用してよいのかどうかが問題になるが，幸いなことに，ここでは式（2）を流用してなんら差し支えないという結論になる。厳密にいうと，系統抽出における信頼区間は多少とも式



第2図　標本抽出のいろいろな方式（塗りつぶした区画が抽出区画を示す）

A：完全ランダム抽出（$Q=625$, $q=25$）
B：系統抽出（$Q=625$, $q=25$）　C：2段抽出（$L=25$, $K=25$, $l=6$, $k=5$）　D：層別抽出（$L=3$, $Q_1=300$, $Q_2=130$, $Q_3=195$, $W_1=0.48$, $W_2=0.208$, $W_3=0.312$, $q_1=q_2=q_3=10$）

（2）とは食い違ってくるが，調査域内の環境条件が必ずしも均質でない一般の野外調査の場合，その食い違いはふつう信頼区間を縮める方向に，つまり安全側に生じることになる。このことは，全域の片側半分の密度が0，残り半分の密度が一様に2になっている，といった極端な例を考えてみればよくわかる。ここで系統抽出を行えば両側からそれぞれ同数の区画を抽出することになって，$\hat{m}=1=m$ と誤差なしの推定になるのに対し，ランダム抽出では両側からの抽出区画数が確率的に変動するため，$\hat{m}$ は当然誤差を伴うことになる。いずれにせよ，ランダム抽出の代わりに系統抽出を採用して一向に支障はなく，むしろそのほうがよいともいえる。

2　多段抽出

調査対象域が広く，かつ区画分けが2段階以上にわたって可能な場合には，密度推定にあたってまず第一次単位として大区画をいくつか抽出し，次におのおのから第二次単位としての小区画をいくつかずつ抽出する，といった枝分かれ方式の標本抽出を行えば労力の節約になる。これを多段抽出と呼ぶ（第2図C）。例えば，果樹害虫の調査で，調査園全体からまず樹（一次単位）を何本か抽出し，そのおのおのから枝（二次単位）を何本かずつ抽出してその各枝にいる個体の全数を数える場合は2段抽出，その各枝からさらに葉（三次単位）を何枚かずつ抽出して調査をその各抽出葉に限って行う場合は3段抽出となる。これらの場合，信頼区間の計算に単純抽出用の式（2）を流用することはむろんできず，一般式（1）の $V(\hat{m})$ に独自の計算式を代入して求めなければならない。2段抽出の場合の $\hat{m}$ と $V(\hat{m})$ の計算式を示せば次のとおりである。

$$\hat{m}=\frac{1}{lk}\sum_{i}^{l}\sum_{j}^{k}x_{ij}=\frac{1}{l}\sum_{i}^{l}\hat{m}_i \qquad (3)$$

$$V(\hat{m})=\frac{1}{l}\left\{\frac{1}{k}\left(1-\frac{k}{K}\right)v_{\mathrm{W}}+\left(1-\frac{l}{L}\right)v_{\mathrm{B}}\right\} \qquad (4)$$

$$\left(\begin{array}{l} v_{\mathrm{W}}=\dfrac{1}{l}\sum_{i}^{l}\dfrac{1}{k-1}\sum_{j}^{k}(x_{ij}-\hat{m}_i)^2 \\ v_{\mathrm{B}}=\dfrac{1}{l-1}\sum_{i}^{l}(\hat{m}_i-\hat{m})^2-\dfrac{1}{k}\left(1-\dfrac{k}{K}\right)v_{\mathrm{W}} \end{array}\right)$$

ここに，L：調査域内の大区画全数，K：大区画1個を構成する小区画全数，l：抽出した大区画の数，k：大区画1個当たりの小区画抽出数，x_{ij}：抽出した各小区画（第 i 大区画内第 j 小区画）における個体数，$\hat{m}_i$：抽出した各（第 i）大区画における平均密度。

式（3）の密度推定値 $\hat{m}$ は単純抽出の場合と同じ単純相加平均だが，式（4）の $V(\hat{m})$ は標本の大きさ $q=lk$ が同じなら，労力の節約の代償として，一般に単純抽出の場合より多少大きくなる。区画総数の L, K が抽出数の l, k に比べてそれぞれ十分大きい(20倍以上)ときには式（4）の $(1-l/L)$, $(1-k/K)$ の項を消すことができて，計算が簡単になる。ここでは大区画の大きさ K を一定としているが，それに多少の変動があっても実用上差し支えない。なお，3段抽出の場合の $V(\hat{m})$ の計算法など，これ以上の詳細については久野（1986）を見られたい。

多段抽出法は，果樹害虫などの調査では様々な場面で利用価値の高い，大変便利な抽出方式であると思われるが，今のところ，本格的な活用例はまだ少ない。後述する逐次抽出理論などと組み合わせて，今後各方面でその利用を検討する価値があろう。

3　層別抽出

調査対象域が広く，しかも内部の環境条件が不均質で，全域を平均密度が明らかに異なるいくつかの部分（層）に前もって区分することが可能な場合には，各層ごとに別々に抽出・調査して後で集計する方式（層別抽出）をとるほうが便利なことも多い（第2図D）。

この場合，式（1）により信頼区間を求めるための $\hat{m}$, $V(\hat{m})$ の計算式は次のとおりである。

$$\hat{m}=\sum_{i}^{L}W_i\hat{m}_i=\sum_{i}^{L}W_i\cdot\frac{1}{q_i}\sum_{j}^{q_i}x_{ij} \qquad (5)$$

$$V(\hat{m})=\sum_{i}^{L}W_i^2V(\hat{m}_i)=\sum_{i}^{L}W_i^2\cdot\frac{1}{q_i}\left(1-\frac{q_i}{Q_i}\right)v(x_i) \tag{6}$$

$$\left(v(x_i)=\frac{1}{q_i-1}\sum_{j}^{q_i}(x_{ij}-\hat{m}_i)^2\right)$$

ここに，L：区分された層の数，Q_i：第 i 層に含まれる区画数，W_i：第 i 層の相対サイズ($=Q_i/Q$，Q：総区画数)，q_i：第 i 層からの抽出区画数，x_{ij}：第 i 層第 j 抽出区画における個体数，$\hat{m}_i$：第 i 層における平均密度。

層別調査において各層からの標本数 q_i をどう割りふるかは調査者の自由に任されている。この配分のいかんは推定の効率に影響するが，一般には，単純に各層から同数ずつの標本をとるか，あるいは層の大きさに開きが大きいときにはある程度それを反映させた配分を考えれば実用上十分であろう。この場合に重要なのはむしろ調査域をどのように層分けしておくかということのほうであり，推定を効率よく行うためには，密度のばらつきを層内では極力小さく，層間では大きくするような形で層を分けることが望ましい。

III 密度推定と個体群の分布特性

区画法による密度推定の統計学的基盤は区画当たり個体数の度数分布にある。したがってその理論は個体群の空間分布のありかたと深いかかわりを持っているが，この関係はかなり複雑，微妙で，認識不足や誤解による混乱も散見される。そこで本節ではこのあたりの問題点を整理しておきたい。

1 推定理論における正規分布の前提との関連

さきの区間推定の理論はもとより，統計学的推定・検定に関する現有理論は大部分，誤差変動が正規分布（ガウス分布）に従うとの前提に立脚している。他方，われわれは，密度推定のデータの基礎となっている区画当たり個体数の度数分布が離散分布で，正規分布とは全く異なったものであることを知っている。この理論上の矛盾に実際的立場からどう対処すればよいのであろうか。

結論からいうと，推定に関する限り，この矛盾は一般には無視してまず差し支えない。その根拠は，推定は常に標本平均（相加平均）を基に行われること，そして，標本平均の分布は，もとの分布の形にかかわりなく，標本数の増加とともに正規分布に漸近するという数学的事実（中心極限定理）である。第 1 図のデータで実際に試してみればよくわかるが，この漸近の速度は早く，正規分布とみなしてよい標本個数の一応のメドは，連続分布なら数個，昆虫の分布のような離散型なら出現率を P として $1/P$ の数倍くらいとされている。これは通常の密度推定ではまず満たされている基準である。

密度に関する検定の場合でも，基準値からの差の検定や推定値間の差の検定など，標本平均に基づく t 検定であれば，同じ理由で，そのまま行ってなんら差し支えない。しかし，多くの推定値間の差の有無を分散分析法によって検定しようという場合には，調査データをそのまま用いたのでは問題が生ずる。分散分析法では平均値ばかりでなく個々の変量（区画ごとの個体数）も直接解析の対象とし，そこでも正規分布の前提が生きているためである。そこでこの場合に限り，もとのデータに適切な変数変換を施して分散分析の前提条件（分布の正規性と分散の独立性）を整える必要が生じる。このための変換法としては，一般には対数 ($\log(x+1)$) 変換，分布の特性値 ($\overset{*}{m}-m$ 直線回帰における α と β ―後述) が既知なら逆双曲線関数 $\sinh^{-1}\sqrt{(\beta-1)x/(\alpha+1)}$ による変換が利用できる。

2 分布特性に関する知見の有効性とその活用法

個体群の分布様式が結果的に密度推定の精度を大きく左右することは第 1 図の例からも明らかである。第 1, 2 節で扱った区間推定の一連の基本法は，対象個体群の分布特性についての予備知識を一切必要としないという点できわめて実用的だが，もし調査データが蓄積されて分布特性が明らかになれば，その情報は，推定手続きやその計画の合理化に大いに役立つはずである。

標本平均のみを扱う密度推定では，前記のように区画当たり個体数の度数分布の形そのものを考慮する必要はなく，分布情報としては標準誤差を規定する分散値だけが問題となる。昆虫個体群の分布における分散値 V は，離散型分布の常として一般に平均密度 m に強く依存して変動し，その関係は，多くの場合，Iwao and Kuno (1968) の一般式

$$V=(\alpha+1)m+(\beta-1)m^2 \tag{7}$$

でよく記述できる。式 (7) は平均こみあい度指数 $\overset{*}{m}$ と平均密度 m の直線関係 $\overset{*}{m}=\alpha+\beta m$ から導かれるもので，パラメータの α (基本集合度) は生物学的機構による集合の強さに，β (密度―集合度係数) は環境の不均質による分布の偏りの強さにそれぞれ対応し，昆虫の野外個体群ではふつう $\alpha\geqq 0$, $\beta>1$ である。

では，このような分布情報（式 (7) を適用した場合は α と β の数値）が得られたとしたら，それは密度推定の実際にどう役立つのか。考えられる主要なメリットは次の四つである。①同じ大きさの標本でより厳密な区間推定が可能になる。②任意の目標精度に対応する必要標本数の計算が前もって可能となり，合理的な調査計画が

立てられる。③さらにその発展として，逐次推定法や逐次検定法など，効率のよい調査法の立案，適用も可能となる。④分散分析法を適用する際の変数変換式（分散安定化・正規化のための変換—前述）を導くことができる。以下，上記の①～③に関して個別に解説する。

IV　分布特性既知の場合の区間推定

この場合も信頼区間を求める基本式はむろん式（1）だが，前述の分布未知の場合と異なる点は，誤差分散 $V(\hat{m})$ のところに標本値を用いず，密度 m の関数としての理論式を導入したうえで信頼区間を求め直す手続きをとるということである。すなわち，分散が平均密度の関数 $f(m)$ であるとすれば，求める信頼区間は，不等式

$$-z_\gamma < (\hat{m}-m)/\sqrt{f(m)/q'} < z_\gamma \qquad (8)$$

を m について解けば得られる（$q'=q/(1-q/Q)$）。(m) としてさきの一般式（4）を導入してこれを解けば，信頼区間の計算式は次のようになる。

$$\{\hat{m}+A-\sqrt{(\hat{m}+A)^2-B\hat{m}^2}\}/B \leqq m \leqq \{\hat{m}+A+\sqrt{(\hat{m}+A)^2-B\hat{m}^2}\}/B \qquad (9)$$

$$(A=z_\gamma^2(\alpha+1)/(2q'),\ B=1-z_\gamma^2(\beta-1)/q')$$

このより精密な信頼区間の場合，その中心は一般に標本平均 $\hat{m}$ と一致しない。例えば，$\alpha=0$, $\beta=1$（ランダム分布）の母集団から $q=20$（$\ll Q$）区画抽出して標本平均値 $\hat{m}=1.0$ を得たとすれば，95% 信頼区間（$z_\gamma=1.96$）は $0.647<m<1.545$ となり，中心値 1.096 は $\hat{m}$ の右方にずれていることがわかる。このずれは小標本からの平均値の分布に残る非正規性を補正する効果を持ち，その効果は q が小さいほど大きい。q が十分大なら，信頼区間は近似的に

$$\hat{m} \pm z_\gamma \sqrt{\{(\alpha+1)\hat{m}+(\beta-1)\hat{m}^2\}/q'}$$

となり，その中心も $\hat{m}$ とほぼ一致する。式はもっと複雑になるが，2段抽出や3段抽出の場合でも同じ原理による厳密な信頼区間を計算することが可能である（詳しくは，久野，1986 を参照）。

V　目標精度と必要標本数

個体数推定における精度の指標としては，平均値に対する相対標準誤差，$D=\sqrt{V(\hat{m})}/m$ をとるのが一般的である。いま，分散—平均値関係が式（7）に従うとすると，所定の目標精度 D を達成するのに必要な標本数 q_D は次式から計算できる。

$$q_D=\frac{1}{D^2m/\{\alpha+1+(\beta-1)m\}+1/Q} \qquad (10)$$

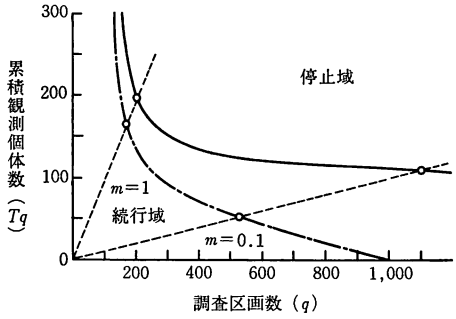
この q_D—m 関係は双曲線で，q_D は $m\to 0$ で最大値 Q，$m\to\infty$ で最小値 $1/\{D^2/(\beta-1)+1/Q\}$ に漸近する。また Q が大なら，目標精度 D とはその2乗値にほぼ逆比例する関係にあり，例えば，D を 0.2 から 0.1 に下げて精度を2倍に高めるには標本数を約4倍に増やさなければならないことがわかる。多段抽出の場合も q_D—m 関係の基本的な形は変わらない（久野，1986）。

実際の密度推定計画を立てる際の関心事は，目標精度 D をどう定めるかであろう。しかし，要求される精度は調査の目的や状況，個体群の動態特性などによって変わるので一概には特定できない。強いていえば，一般的な個体群調査では $D=0.2$～0.3 といった線が一応の目安となろう．$\hat{m}=10$ とすれば $D=0.2$ 及び 0.3 のときの95%信頼区間はそれぞれ約 6～14 及び 4～16 となり，このあたりの D 値は密度の倍増や半減といった程度の変化であれば，まず確実に検出しうるレベルであるといえる。変動の激しい個体群が対象の場合，予備的調査の場合，あるいは調査の最終目的がその時点での密度の推定でなくそれを指標とした一定期間後の発生予測である場合などでは，もっと低い目標精度（大きい D 値）でも十分であろう。いずれにしても一連の調査での D 値はなるべくそろえて各推定値間に極端な精度のばらつきが生じないようにしたい。

もっとも，密度調査は一般に大変な労力を要する作業であるうえ，必要標本数 q_D は前記のように D を下げるほど加速度的に増えるので，こうして設定した目標精度がいつも実現可能とは限らない。ただ，精度の影響は幸い相対的なものであり，目標値 0.2 の D が実際には 0.4 だったとしてもデータが無意味になるわけでは決してないので，目標は一応の目安として，それにあまりこだわりすぎるのは得策ではない。むしろ肝心なのは，とにかく推定結果を客観的に，つまり前節式（9）のように信頼区間として表しておくことである。それらを基に解析を進めるかぎり，結果の解釈やその後の対応を誤る危険は避けられよう。

VI　逐次抽出による推定

密度調査の計画を効率よく実施するうえでの今一つの大きな難題は，式（10）に示されるように必要標本数が密度 m の関数であるため，それを決めるのに未知の推定対象である密度そのものを既知情報として用いなければならない，という矛盾をどう解決するかということである。その解決策として二つの方法がある。一つは調査を2回に分けて行う2回調査法で，第1回調査では密度の予備調査を行って第2回調査の必要標本数（q_D から第1回調査の標本数を差し引いた値）を決め，終われば集計して総平均を求める。一般性の高い方法だが，第1回



第 3 図　逐次推定のためのグラフの例 (単純ランダム抽出：$\alpha=0$, $\beta=2$, $D=0.1$).

実線：無限母集団のための調査停止線 ($Q=\infty$)，鎖線：有限母集団のための調査停止線 ($Q=1,000$)，破線：$m=1$，あるいは $m=0.1$ の場合に想定される点の軌跡.

調査の標本数の決定に注意を要する。小さすぎれば密度の予備推定の精度が落ちるし，大きすぎればそれだけで q_D を超過して労力のむだ使いを生じかねないからである。

今一つは，標本数を決めずに調査を開始し，1 区画調査するごとにそれまでの結果を集計して目標精度が達成されたか否かをチェックし，達成されていればそこで調査を打ち切るという，Kuno (1969) の逐次調査法である。この適用には横軸に標本数 q，縦軸に累積観測個体数 T_q をとった逐次抽出グラフを用いる。これにはあらかじめ目標精度に対応する調査停止線が書き込まれていて，調査開始後，観測点 (q, T_q) を逐次このグラフに書き入れていき，この点が停止線を超えた時点で調査を終えることになる。停止線はふつう双曲線型の曲線で，単純抽出の式 (10) に対応するその一般式は次のようになる (第 3 図)。

$$T_q=\left(1-\frac{q}{Q}\right)\cdot\frac{\alpha+1}{D^2-(1-q/Q)(\beta-1)/q} \qquad (11)$$

この逐次調査法は，理論上は合理的だが，その難点は実施するうえでの煩わしさにある。調査区画は 1 個ずつ厳密なランダム抽出で決めていくのが前提だし，特に現場でとったサンプルをいったん実験室に持ち帰らないと検査・計数ができないような場合にはそのままでは適用し難い。したがって実施段階では，抽出調査と結果の積算・記入を何区画か分ずつまとめて行う形にするなど，煩わしさを極力減らす工夫をする必要があろう。

逐次調査の原理は，防除の要否に関する意志決定など検定の場面でも適用可能である。紙数の関係でここでは内容の紹介を割愛するが，逐次検定の方式としては，原理的に，信頼区間に基づく基準値との差の検定を逐次実施し続けて差が有意になった時点で調査を打ち切るという Iwao(1975)—久野(1986)の方法と，二者択一の意志決定 (防除，無防除) を前提として 2 段階の限界密度 m_1, m_2 とそれぞれの密度条件下で不本意な決定を下す危険率 α_1, α_2 を前もって設定し，所定の手順を遵守すれば自動的にこの α_1, α_2 値が正確に実現されるという Wald (1945) の方法の二つがあり，目的に応じて使い分ける必要がある。防除の要否決定だけが目的であれば，一般に後者によるほうが効率がよい。実施に際してランダム抽出の煩わしさを減らす工夫が必要であるのは逐次推定の場合と同様である。

おわりに

以上，昆虫個体群密度の統計学的推定にかかわる問題点を概観してきたが，最後に，複雑多様な推定法に振り回されることなく，それらを自在に使いこなすための一般的な注意事項二つを挙げて締めくくりとしたい。その第一は，数式や理論の煩雑さに惑わされることなくそれぞれの方法の原理，用途及び前提を十分に理解しておくこと，第二は，そのうえで，適用に当たってはもろもろの前提と実状との食い違いに対して潔癖すぎない柔軟さをもって対応すること，つまり，推定法としての適否は，理論上の前提が厳密に成り立つか否か，ではなく，実用上，前提からの予想される違背に耐えられるだけの頑健性 (robustness) を備えているか否か，を基準として判断すべきだということである。

引用文献

1) 伊藤嘉昭・村井 実 (1977)：動物生態学研究法，上巻，古今書院，東京，258 pp.
2) Iwao, S. (1975)：Res. Popul. Ecol. 16：281～288.
3) ——— and E. Kuno (1968)：ibid. 10：210～214.
4) Kuno, E. (1969)：ibid. 11：127～136.
5) 久野英二 (1986)：動物の個体群動態研究法 I. 個体数推定法，共立出版，東京，115 pp.
6) 塩見正衛 (1987a)：植物防疫 41 (3)：138～143.
7) ——— (1987b)：同上 41 (4)：194～200.
8) Wald, A. (1945)：Ann. Mathem. Stat. 16：117～186.
9) 矢野栄二 (1987)：植物防疫 41 (2)：50～55.

ラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除

茨城県農業試験場　下長根　鴻

はじめに

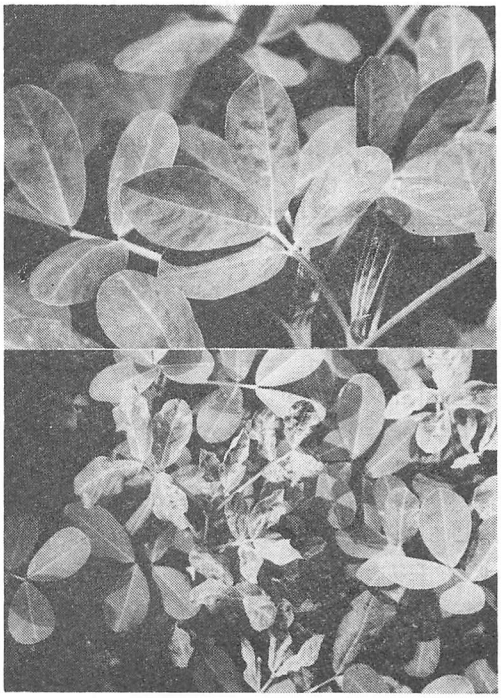
1971年，茨城県鹿島郡鉾田町の農家圃場において，ラッカセイの葉が著しいモザイク症状を呈し，萎縮する株が認められた。病徴から見て，すでにアメリカでKuhn (1965) が，またわが国で井上 (1968b) が報告している Peanut mottle virus によるラッカセイ斑紋ウイルス病であると思われた。このウイルス病は接触伝染，アブラムシ伝染のほかに種子伝染をすることが知られており，ラッカセイの安定生産及び採種事業に支障をきたすおそれがあるものと推察され，1972年から，ラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除についての試験に着手した。ここでは，1972年から3か年間に行った茨城県内における本ウイルス病の発生状況と被害，伝染経路及び防除法などの試験研究結果について述べてみたい。

I　斑紋ウイルス病の病徴

現地の農家圃場では，6月下旬または7月上旬ころから発生が見られる。一般に葉には不規則な濃緑色の斑紋を生じ，葉の縁がやや巻き上がり，漣(れん)葉ぎみになることが多い。この型は著しい萎縮は見られない（第1図上，この病徴を仮にM型とする）。一方，前述した病徴とともに，さらに非常に明りょうで不規則なえそ斑を生じ葉は著しく漣葉状になって変形し，病徴が進展すると株全体が著しく萎縮するものがある（第1図下，この病徴を仮に MN 型とする）。

Peanut mottle virus は1965年 Kuhn によって初めて報告され，その後，北アメリカ (Paguio ら，1974b ; Sun ら，1972) のみならず，オーストラリア (Behncken, 1970)，アフリカ (Bock, 1973)，インド (Reddy ら，1978)，台湾 (Wu ら，1978) など全世界に広く分布していることが明らかになっている。わが国では井上 (1968b) が初めて報告し，千葉，神奈川，岡山，鹿児島など各県下での発生を認めている。本病に感染すると収量はかなり減少するといわれ，1973年にアメリカのジョージア州では1千万ドル以上もの被害があったと報告され (Demski, 1975)，本病はラッカセイ栽培上の留意すべき一つの病害となっている。

Occurrence and Control of Peanut Mottle Virus. By Ko Shimonagane



第1図　ラッカセイ斑紋ウイルス病の病徴
上：葉に軽い斑紋を生ずるもの（M型）
下：葉は萎縮し，明りょうなえそ斑を生ずるもの（MN型）

斑紋ウイルス病の病徴は前述したように二つの型，M型及び MN 型がある。これらの型の罹病葉を後述するように検定植物に接種したところ，両型とも同じような病徴を示し，いずれも斑紋ウイルス病であることが判明した。Paguio ら (1973a) は，ラッカセイ斑紋ウイルスには五つの系統があることを認めている。すなわち，彼らはラッカセイ斑紋ウイルス病罹病株から分離した5種のウイルスについてウイルス粒子の形態，血清反応，紫外線の吸収，寄主範囲及び粗汁液の性質を明らかにし，Mild mottle strain, Severe mosaic strain, Necrosis strain 及び Chlorotic line pattern strain に分け，Mild mottle strain はさらにエンドウでの病徴及び感染時期やインゲンでの local lesion の大きさによって M1 と M2 の2系統に分けた。病徴から見ると，前述したM型は Paguio らの Mild mottle strain に属し，

MN 型は Necrosis strain に属するものと考えられる。

II 斑紋ウイルス病の検定方法

これまでに，圃場において発生の認められたラッカセイのウイルス病は，わが国では Peanut mottle virus による斑紋ウイルス病 (井上，1968b) と，Turnip mosaic virus による輪紋モザイク病 (井上ら，1966a) のみである。また，外国で発病の見られている Peanut stunt virus はわが国では現在までにインゲン (土崎，1973) とダイズ (飯塚ら，1974) で確認されているが，ラッカセイでは未確認である。また，マレーシアで発生している Groundnut mosaic virus (Poh ら，1972) もわが国では未確認である。

Peanut mottle virus は，Kuhn (1965) 及び井上 (1968b) によると，ラッカセイ，ソラマメ，ダイズ，アズキ，エンドウ，ライマビーンには全身的なモザイク症状を呈し，インゲン (トップクロップ及びマスターピース)，センニチコウ，エビスグサでは局部感染を起こす。また，トマト，キュウリ，*Chenopodium amalanticolor* には未感染である。一方，Turnip mosaic virus は井上ら (1966a) によるとラッカセイ，コカブでは全身的なモザイク症状を呈し，*C. amalanticolor* では局部斑点ときには軽い全身病徴が見られる。また，インゲンでは局部斑点を生じ，全身感染は認められず，エンドウ，ダイズ，アズキ，キュウリ，カボチャ，トウガラシなどには未感染である。また，Peanut stunt virus は，Mink ら (1969) 及び Echandi ら (1971) によると，インゲン，ササゲ，ダイズ，ラッカセイ，トマト，タバコに全身的なモザイク症状を生じ，ときには葉は縮れて奇形となる。*C. amalanticolor* には局部感染し，コカブ，アズキ，ナス，キュウリには未感染である。Groundnut mosaic virus は，Poh ら (1972) によると，ラッカセイ，ダイズ，ハブソウで全身感染を生じ，*C. amalanticolor* では局部感染をして退色斑点を生じ，インゲンには未感染である。

これら4種のウイルスはいずれも汁液とアブラムシ伝染をし，さらに，Peanut mottle virus 及び Groundnut mosaic virus は接ぎ木伝染をし，また，Peanut mottle virus は種子伝染をするといわれている。

以上のような報告を基にして，本試験では，圃場から採取したラッカセイの罹病葉の検定には，前述した4種類のウイルスが検出されることを予想して，インゲン (トップクロップ)，エンドウ (三十日絹莢)，コカブ (金町こかぶ)，トマト (ポンデローザ)，*C. amalanticolor* を用いた。接種の方法は Kuhn (1965) の方法に準じて罹病葉に 0.1% の Na_2SO_3 を含む 0.05 M のリン酸緩衝液 (pH 7.0) を加えて磨砕し，カーボランダム法で汁液接種をした。その結果，Peanut mottle virus では，インゲンの接種葉に明りょうなえそ斑または葉脈えそを生じ，他の3種のウイルスのインゲンでの病徴とは異なることから，インゲン (トップクロップ)は Peanut mottle virus を判定するのに最適な検定植物であると思われた。また，前述したM型及び MN 型の罹病葉を検定植物に接種したところ，両型ともに同じような病徴を示した。

III 茨城県における斑紋ウイルス病の発生実態

1972 年には，旭村，鉾田町，竜ヶ崎市，牛久町で計19 圃場を調査し，7月 18 日と9月 25 日に 1 圃場約300 株について，ウイルス病発生株数及び病徴などについて調べた。また，1973 年には，茨城町，美野里町，大洋村，茎崎町，谷和原村で，各町村5圃場ずつ計 30 圃場について調査し，7月 10 日と9月 20 日に1圃場 200 株以上についてウイルス病発生株数及び病徴を調べた。なお，1973年には罹病葉のウイルス検定を行った。

その結果，1972 年及び 1973 年ともに，7月上～中旬には斑紋ウイルス病の発生が認められ，ほとんどの圃場は発病株率で 10% 以下であった。しかし，なかには，1972 年の鉾田町堀内，旭村子生，同村野坂，牛久町柏田新田，1973 年の谷和原村上福岡，茎崎町天宝喜，牛久町結束，同町女化原などで特に発病の多い圃場も見受けられた。一方，9月中～下旬になると，ほとんどの圃場でかなり高い発病株率となった。地域別に見ると，牛久町，茎崎町，谷和原村，鉾田町，旭村などラッカセイ栽培面積の多い地域では，他の地域に比較して発病株率の高い圃場が多かった。アブラムシの同定は行わなかったが，主としてマメアブラムシ(*Aphis craccivora* Koch) が多いようであった。なお，このアブラムシ着生株率と斑紋ウイルス病発生との関係を見ると，7月上，中旬の調査ではあまり関連がないようであった。1973 年には，各地から採集した斑紋ウイルス病の罹病葉を前述した検定植物へ汁液接種したところ，16 圃場のうち，12 圃場からラッカセイ斑紋ウイルスが検出され，本ウイルス病が県内全域に分布していることが示唆された。

IV 斑紋ウイルス病の被害

1972 年には茨城農試場内と鉾田町から，また，1973 年には牛久町と茨城農試場内から採集した斑紋ウイルス病罹病株について，それぞれM型，MN 型及び健全に分けて，1株ごとの生育及び収量について調査した。

第1表　斑紋ウイルス病の発生したラッカセイ株の収量（1972, 1973）

試験年次	採種株 採集地	被害程度(型)	莢実重(g)	上子実重(g)	同左比
1972	茨城農試場内	健全	35	19.5	100
		軽症 (M型)	35	20.9	107
		重症 (MN型)	31	13.9	71
	鉾田	健全	74	51.1	100
		軽症 (M型)	43	28.9	57
		重症 (MN型)	55	37.3	73
1973	牛久	健全	70	35.8	100
		軽症 (M型)	63	34.8	96
		重症 (MN型)	49	21.7	61
	茨城農試場内	健全	39	26.4	100
		軽症 (M型)	41	24.4	92
		重症 (MN型)	31	14.5	55

その結果は第1表に示したように，斑紋ウイルス病罹病株は健全株に比較して生育が著しく劣り，茎葉重が少なかった。また，着莢数が減少し，莢実重で1～3割減収した。そして，M型の場合でも上子実重で1割，MN型では上子実重で3～4割も減収した。

Paguio ら (1974b) によると，本病に早期に感染するほど減収が著しいことを認め，減収率は20～25%にも達したと述べている。さらに Sun ら (1972) は斑紋ウイルスの Severe mosaic strain に感染すると，40～70%も減収することを報告しており，ラッカセイ栽培にとってかなりの減収要因となりうる。

V　斑紋ウイルス病の種子伝染

1　種子伝染率

1973年に茨城農試場内で寒冷紗被覆栽培をして得られた種子（健全，M型及び MN 型の各株ごとに採種したもの）を，D-D 油剤で土壌消毒をし，寒冷紗で被覆した圃場（規模は全区で 16×13 m，高さ 1.8 m）に1974年5月29日に播種し，県耕種基準に準じてラッカセイを栽培し，斑紋ウイルス病の発生を調査した。なお，本試験はウイルスフリー種子の採種をも併せて行ったので，罹病株と判定した株は，直ちに抜き取って寒冷紗外に除去した。なお，アブラムシの防除として，エチルチオメトン粒剤及び DDVP 乳剤の処理を行った。

種子の未熟，成熟及び種皮の異常と斑紋ウイルス病の伝染を調べるために，斑紋ウイルス病罹病株から得られた種子をそれぞれ，成熟粒，未熟粒及びくず粒，また種皮の異常によって黒変のしみのあるものと紫斑のあるものに分けて前試験と同じように寒冷紗内で栽培して斑紋ウイルス病の発生を調べた。

第2表　斑紋ウイルス感染株から採種した種子の斑紋ウイルス病の伝染（1974）

供試種子採種株の被害 1972　1973	斑紋ウイルス病の発病（株率）(%) 播種粒数	調査株数	9/20
1. 健 —— 健	114	55	39.6
2. M —— 健	114	61	28.1
3. MN —— 健	114	61	31.4
4. 健 —— MN	111	76	45.6
5. 健 —— M	91	42	69.3

1, 3, 5 は3株，2, 4 は4株から採種した種子をそれぞれ播種し，その平均値で表示した。播種月日：5月29日

第3表　ラッカセイ種子の未熟，成熟及び種皮の異状と斑紋ウイルス病の伝染（1974）

供試種子	播種粒数	調査株数	発病株率（調査月日）(%) 9/20
成熟粒（種皮異常なし）	84	74	48.6
未熟粒	44	16	81.3
くず	130	22	90.7
成熟粒（黒変しみあり）	47	44	75.0
〃（紫斑あり）	5	5	80.0

播種月日：5月29日

その結果は，第2表に示したように，斑紋ウイルス病罹病株から採種した種子の斑紋ウイルス病伝染率は，健全株から採種した種子に比較してかなり高い率を示し，約45～70%であった。なお，MN 型よりもM型のほうが伝染率は高い傾向を示した。また，1972年の採種時にM及び MN 型の症状を示していた株から採種した種子を1973年に播種して健全であった株から採種すると，本ウイルス病の伝染率は，1972, 1973年とも健全株から採種したものとほとんど差がなくなった。したがって，健全株から採種することによって，種子伝染率はかなり低下するものと推察された。

次に，第3表に示したように，ラッカセイの未熟種子は成熟したものに比較して，本ウイルス病の伝染率はかなり高く，また，種皮に黒変のしみがあったり，紫斑があったりすると種子伝染率は高くなる傾向を示した。

ラッカセイにおける本ウイルス病の種子伝染率は，ウイルスの系統によっても多少差があるようであり，井上 (1968b) によると数%であるといわれているが，Bock (1973) によると20%も種子伝染した例が報告されている。筆者らの試験ではかなり高い種子伝染率(45～70%)を示すものも認められた。

2　種子内における斑紋ウイルスの分布ならびに種皮の異状と斑紋ウイルスの保毒

斑紋ウイルス病の罹病株（MN型）から得られた種子を300粒供試し，胚芽（幼芽），胚芽（幼根），子房及び種皮に分け，それぞれ磨砕して前述した検定方法によって，ラッカセイ，エンドウ，インゲン，コカブ，トマト及び *C. amalanticolor* に接種した。また，同じ種子を種皮の状態特に着色によって四つの型（種皮に異状のないもの，種皮に黒褐色のしみ斑のあるもの，種皮が黄褐色なもの，種皮に褐色斑のあるもの）に類別し，種子を1粒ずつ磨砕して，前記の検定方法に準じて，インゲン（トップクロップ）に接種した。なお，接種は4回行い，供試粒数は合計126粒であった。

ラッカセイ種子内における斑紋ウイルスの分布を見ると，種皮，胚芽(幼芽)，胚芽(幼根)，子房ともに斑紋ウイルスが検出された。特に，粗汁液の希釈度と病徴発現との関係から見ると，胚芽(幼根)中に最も多くウイルスが潜在しているものと考えられた。また，ラッカセイの種皮の異状と斑紋ウイルスの保毒率との関係を見ると，保毒率は種皮に黒褐色のしみ斑のあるものが最も高く，27.7%であった。しかし，外見上種皮に異状のない種子からも17.7%もウイルスが検出された。しかし，罹病株から採種した種子は健全株から採種した種子よりも多くの斑紋ウイルスの保毒種子が認められ，健全株から採種することによって種子伝染率が低下するものと推察された。なお，KUHN (1965) によれば，本病に感染したラッカセイ（品種名：アルゼンチン）の種子では33%の種皮が変色したというが，千葉半立では種皮の色の異状なものが増加する傾向はないようであった。

VI　防除対策

1　乾熱処理による種子消毒

供試種子は前年度斑紋ウイルス病罹病株から採種したものを用いた。まず，乾熱処理がラッカセイの発芽に及ぼす影響について調査した。さらに，乾熱処理した種子をクロルピクリン剤で土壌消毒をして，寒冷紗で被覆した圃場に播種し，斑紋ウイルス病の発生について調べた。また，これらの種子は各処理とも25または100粒ずつの胚芽（幼芽と幼根）をとり，前述の検定方法に準じて，インゲン（トップクロップ）に接種してえそ斑の発生により，斑紋ウイルスの保毒を調べた。

第4表　乾熱処理と斑紋ウイルス病の発生（1973）

処理	播種粒数	発芽率(%)	斑紋ウイルス発病株率(%) 8・10	種子胚芽接種検定*
無処理	116	69	52.1	1/6
60 °C 1時間	116	65	38.5	0/6
〃 2 〃	116	60	33.4	0/6
〃 4 〃	116	67	21.2	1/6
〃 6 〃	116	52	28.9	6/6
〃 8 〃	114	64	30.0	1/6
〃 10 〃	114	61	36.7	2/6
〃 12 〃	114	53	44.8	6/6

*：接種検定はラッカセイ罹病種子25粒の胚芽をインゲン（トップクロップ）の葉に接種した。

その結果，ラッカセイ種子の乾熱処理で，無処理に比べて発芽率及び生育ともに大差がないのは，60°Cでは6時間以内，65°C及び70°Cでは1時間以内，80°Cでは30分以内であった。70°Cで8時間及び80°Cで2時間処理では全く発芽しなかった。発芽と生育に比較的影響が少ない処理温度の60°Cで乾熱処理したラッカセイの斑紋ウイルス病の発生は，第4表に示したように，処理時間が12時間でも約4割の発病が見られた。また，乾熱処理をした種子内の斑紋ウイルスの保毒検定を行ったところ，60°Cの乾熱処理ではラッカセイ種子内のウイルスを不活化することは困難であった。

2　アブラムシによる二次伝染防止

斑紋ウイルス病の発生が認められなかった株から採種した種子をクロルピクリン剤またはD-D油剤で土壌消毒を行った圃場に播種し，各種処理を行った。

その結果，第5表に示したように，8月31日の最終調査時には約38～94%の発病株率を示したが，7月13日の調査時には，寒冷紗被覆（播種後30日間），白

第5表　各種対策と斑紋ウイルス病の発生及びラッカセイの収量（1973）

処理	7月13日 調査株数(本)	7月13日 発病株率(%)	7月13日 アブラムシ寄生株率(%)	8月31日 調査株数(本)	8月31日 発病株率(%)
寒冷紗被覆(5月24日～7月9日)	43.7	0.8	0.9	45.3	49.2
白色テープ法	39.0	2.2	8.6	39.0	37.8
ダイアジノンテープ法	44.7	4.3	7.7	45.0	47.9
透明ポリマチ被覆	42.0	17.8	38.2	43.3	73.2
黒色ポリマチ被覆	32.7	36.7	61.0	34.3	94.4
無処理	34.0	17.7	58.4	36.3	67.1

色テープ法及びダイアジノンテープ法ではアブラムシ寄生率がかなり低く防除効果が認められた。また，同様の試験を 1974 年に行ったところ，9 月 20 日の最終調査時には各処理とも約 80～90% の発病株率を示し，ほとんど防除効果を認めなかったが，発病経過から見ると，白色テープ法及び寒冷紗被覆では発病が遅延する傾向を示した。寒冷紗被覆時期を変えて斑紋ウイルス病の発生を見たところ，播種後早い時期に被覆したほうがやや発病株率が低下した。

おわりに

以上の結果を総括すると，斑紋ウイルス病は種子伝染をするので，まず，健全株から採種し，また，粒選時にも種皮に黒いしみや着色のある種子または未熟な種子は播種しないことが肝要であると思われる。さらに，圃場ではアブラムシ伝染を阻止するために寒冷紗で被覆をしたり，白色テープまたはダイアジノンテープを張ることは初期のウイルス感染を防止して被害を軽減できる場合もある。しかし，これらの処理方法は大面積を処理するのには困難な対策であるので，このような場合の防除対策についてさらに検討する必要がある。また，現在，わが国で栽培されている多くのラッカセイ品種はいずれも斑紋ウイルス病によって汚染されているので，今後無毒種子の確保ならびに抵抗性品種の育成も望まれよう。

主な引用文献

1) Demski, J. W. (1975) : Phytopathology 65 : 917～920.
2) Echandi, E. and T. T. Hebert (1971) : ibid. 61 : 328～330.
3) 井上忠男・井上成信 (1966a) : 農学研究 50 : 51～60.
4) ――― (1968b) : 同上 52 : 159～164.
5) Kuhn, C. W. (1965) : Phytopathology 55 : 880～884.
6) Mink, G. I. et al. (1969) : ibid. 59 : 1625～1631.
7) Paguio, O. and C. W. Kuhn (1973a) : ibid. 63 : 976～980.
8) ――― ・ ――― (1974b) : ibid. 64 : 60～64.
9) Poh, T. W. et al. (1972) : Exp. Agric. 8 : 355～368.
10) Sun, M. K. C. and T. T. Hebert (1972) : Phytopathology 62 : 832～839.

農薬に関する唯一の統計資料集.／ 登録のある全ての農薬名を掲載.／

農　薬　要　覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課監修

―1987年版―

B 6判　642 ページ　　オフセット印刷

4,100 円　　送料 300 円

―主 な 目 次―

Ⅰ 農薬の生産，出荷
　種類別生産出荷数量・金額　製剤形態別生産数量・金額
　主要農薬原体生産数量　種類別会社別農薬生産・出荷数量など
Ⅱ 農薬の流通，消費
　県別農薬出荷金額　　農薬の農家購入価格の推移　など
Ⅲ 農薬の輸出，輸入
　種類別輸出数量　　種類別輸入数量　　仕向地別輸出金額など
Ⅳ 登録農薬
　61年 9 月末現在の登録農薬一覧　農薬登録のしくみなど
Ⅴ 新農薬解説
Ⅵ 関連資料
　農作物作付（栽培）面積　　空中散布実施状況など
Ⅶ 付　録
　農薬の毒性及び魚毒性一覧表　名簿　登録農薬索引など

―1986年版― 4,100円 送料300円
―1983年版― 3,200円 送料250円
―1982年版― 3,600円 送料300円
―1981年版― 3,600円 送料300円
―1977年版― 2,400円 送料250円
―1976年版― 2,200円 送料250円
―1975年版― 2,000円 送料250円

―1963～74，1978～80，84，85年版―

品切絶版

お申込みは前金（現金・小為替・振替）で本会へ

ユキヤナギアブラムシのバイオタイプ

農林水産省果樹試験場興津支場　駒崎進吉

はじめに

ユキヤナギアブラムシ *Aphis citricola* VAN DER GOOT はアブラムシ科 (Aphididae) アブラムシ亜科 (Aphidinae) に属する，体長 1.2～2.2 mm で緑黄色から緑色をしたやや小型のアブラムシである。本種の学名は *A. spiraecola* PATCH が用いられていたが，EASTOP and HILLE RIS LAMBERS (1976) によって，これは *A. citricola* のシノニムとされた*。わが国では以前にはリンゴアブラムシ *A. pomi* DE GEER として記載されていたこともあったが，この種はわが国には分布しておらず，*A. spiraecola* と読み換えられた。本種は広く温帯，亜熱帯，熱帯に分布し，東アジア地域が原産地であると考えられている (BLACKMAN and EASTOP, 1984)。わが国ではユキヤナギアブラムシはカンキツ，リンゴ，ナシ，モモなどの果樹とセリ科の野菜を加害することが知られ（宗林，1975；田中，1976)，カンキツ，リンゴ，ナシなどの果樹では防除暦に載り，薬剤防除の対象とされる重要害虫となっていて，世界的にもカンキツ栽培国ではカンキツの主要な加害種となっている (BARBAGALLO, 1966：NEUBAUER et al., 1981；NAFRIA et al., 1984)。寄主範囲は広く，バラ科，キク科，ミカン科，セリ科をはじめとする 18 科，50 種以上の植物に寄生することが知られている (EASTOP, 1966；HIGUCHI and MIYAZAKI, 1969；MORITSU, 1954；進士，1941；宗林，1975；田中，1976；RICHARDS, 1976；森津，1983)。本種の一次寄主としては，ユキヤナギ，コデマリなどの *Spiraea* 属の植物が知られていて（古橋・西野，1972；宗林，1975)，そこで越冬した個体群から各種果樹へ飛来するものと考えられてきた。カンキツでの越冬は，古橋・西野(1972) により報告されていたが，これは異常なもので翌春の発生源にはならないと考えられていた。しかしこれらカンキツで卵越冬する個体群は，種々の点でユキヤナギで卵越冬するものとは違いが見られ，これらは少なくともバイオタイプのレベルに分化していることが明らかとなったので，その分化の様子を紹介する。

* 和名については，ミカンミドリアブラムシが妥当であるとも考えられるが，混乱を避けるため，ここでは従来どおりユキヤナギアブラムシを用いた．

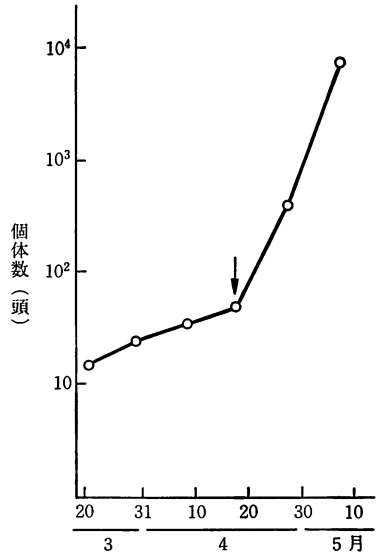
Biotypes of *Aphis citricola*.　By Shinkichi KOMAZAKI

I カンキツでの越冬

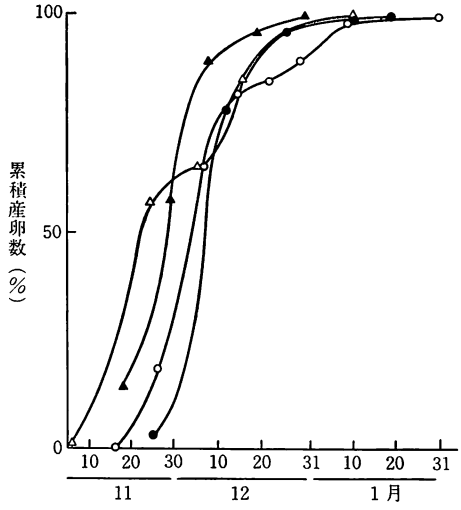
カンキツ園でユキヤナギアブラムシの越冬を調査したところ，卵は芽と枝の間，枝の節，果実の落ちた果梗の先端，樹皮の割れ目などのくぼみとなった場所に多く，1卵ずつ産まれているものから数十個の塊状となって産まれているものまであった。産卵当初の卵は黄緑色であるが，産卵後数日間で黒色となる。これらの卵は翌春ふ化し，第1図のように，その後指数的に増殖して有翅虫が発生した。このことから，カンキツ樹で越冬する卵は翌春の発生源となることが確認され，カンキツ樹が一次寄主となることが明らかとなった。春～秋にも連続してカンキツ樹に寄生が見られるので（駒崎ら，1985)，周年カンキツ樹に寄生し完全生活環を営む個体群が存在することになる。また越冬卵からふ化した幹母から増殖したコロニーでの有翅虫の出現日は，カンキツ園への有翅虫の初飛来日よりやや早くなる。

II カンキツとユキヤナギでの越冬の違い

ユキヤナギとウンシュウミカンでの越冬を比較する

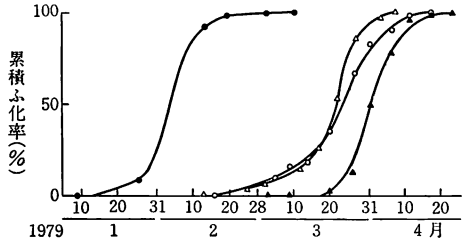


第1図　ユキヤナギアブラムシのカンキツ園（約1 ha）での越冬個体群の増殖
↓：幹母の次世代出現



●—●：ウンシュウミカン(1979)，▲—▲：(1980)，
○—○：ユキヤナギ(1979)，△—△：(1980)

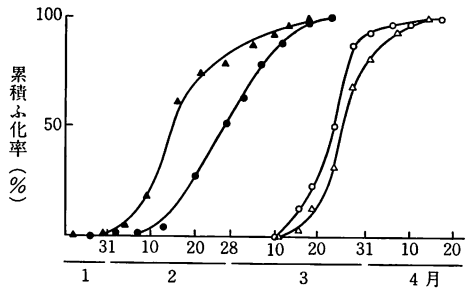
第2図　ウンシュウミカンとユキヤナギ上での産卵時期



○—○：網箱内においた鉢植えウンシュウミカン，▲—▲：野外においた鉢植えウンシュウミカン，△—△：ウンシュウミカン圃場，●—●：鉢植えユキヤナギ

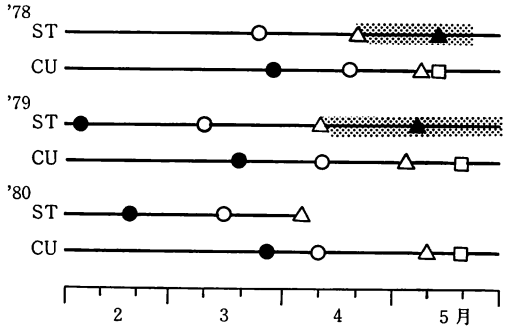
第3図　ウンシュウミカンとユキヤナギでの卵のふ化曲線

と，ウンシュウミカンではほぼ1月いっぱいで寄生が見られなくなり，越冬卵だけが残ったのに対して，ユキヤナギでは少数ではあるが胎生で越冬する個体も見られ，暖地では不完全生活環型も生存していると考えられる。秋になって出現する両性世代（雄と産卵を行う両性雌）の出現時期はユキヤナギでは10月下旬，ウンシュウミカンでは11月上旬で大きな差は見られない。両性雌虫は11月中～下旬に産卵を開始し，12月下旬～1月まで続き（第2図），産卵期間はユキヤナギのほうがウンシュウミカンよりやや長いもののほぼ同じである。これに対して越冬卵のふ化時期には大きな違いが見られる。



▲—▲：ユキヤナギ→ウンシュウミカン，△—△：ウンシュウミカン→ユキヤナギ，●—●：ユキヤナギ，○—○：ウンシュウミカン

第4図　寄主交換したときの卵のふ化曲線



●：50%ふ化，○：幹母成虫出現，△：有翅虫出現，▲：有翅虫数のピーク，□：カンキツ園への飛来定着，▩：ユキヤナギ上での移住虫の存在期間

第5図　ユキヤナギ(ST)とウンシュウミカン(CU)での卵のふ化以後の経過

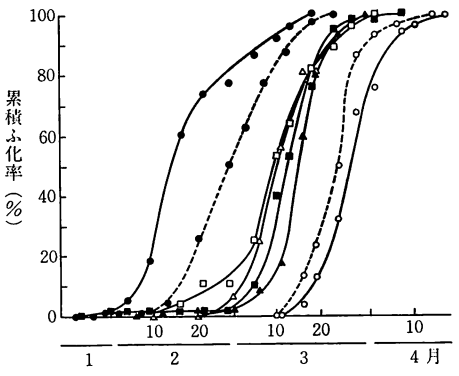
ユキヤナギに産みつけられた卵は，1月下旬にふ化が始まるのに対して，ウンシュウミカンに産みつけられた卵は，ユキヤナギではふ化が終了した3月上～中旬になってふ化が始まり，50%ふ化日では1か月から1か月半の差が見られる（第3図）。ユキヤナギの萌芽は2月初旬に始まり，ウンシュウミカンは3月中旬から萌芽することを考えに入れると，これら両寄主上の卵のふ化はそれぞれの寄主の萌芽時期とよく一致しているといえる。そこで次に，寄主植物の萌芽が卵のふ化を引き起こすのかどうかを知るために，卵の寄主を交換した。その結果は第4図に示すように，寄主を変えた両性雌の産んだ卵のふ化時期は，どちらの場合でも元の寄主での卵のふ化時期とほとんど変わらなかったので，寄主の萌芽が直接卵のふ化を誘導することはないと考えられる。そうすると，卵のふ化時期の差は，両性世代の育った寄主植物の

違いによるか，これら2種の植物で越冬する個体の質的な差によると考えられた。ユキヤナギ上の卵はカンキツ上の卵より早くふ化するので，その後のアブラムシの個体数の増加の過程も両寄主上で異なっている(第5図)。幹母の成熟と有翅虫の出現時期は，卵のふ化時期と関連してユキヤナギでのほうがカンキツ上よりもかなり早くなる。4月中旬から5月上旬にかけては，ユキヤナギで越冬した個体群では有翅虫の分散が見られ，また，ウンシュウミカンは萌芽し始め，カンキツ上での幹母は成虫となっていて，アブラムシの寄生は十分可能であるにもかかわらず，カンキツ園への飛来・定着は見られない。カンキツでの有翅虫の出現は5月上旬で，カンキツ園への有翅虫の飛来は5月中旬に起こる。カンキツ園への飛来のピークは5月下旬から6月上旬になるが，この時期にはユキヤナギ上には有翅虫は全くあるいはほとんど見られず，有翅虫のカンキツ園への飛来時期はカンキツ上での有翅虫の出現時期との重なりが大きく，ユキヤナギ上の有翅虫の出現時期との重なりは小さい。さらにユキヤナギで越冬した個体群で発生する有翅虫は，ウンシュウミカンに接種してもほとんど増殖しないことから，カンキツ上の越冬個体群が春のカンキツ園での発生源となっている可能性が高く，ユキヤナギ上の越冬個体群はカンキツ以外の植物に移住すると考えられる。

III　バイオタイプへの分化

Eastop (1973) によると，バイオタイプとは，同一種内の同じ遺伝子型を持つすべての個体で形成され，生活史，光に対する反応，寄主選好性，摂食行動，ウイルスの伝搬性，殺虫剤に対する抵抗性，形態，体色などいろいろな特徴により認識できるとされている。アブラムシのバイオタイプについては，Eastop (1973) のリストに詳しく，ほかにも多くの報告がある。上述の結果からユキヤナギアブラムシのカンキツ上での卵のふ化時期は，ユキヤナギ上でのふ化時期よりも1～1.5か月遅れるので，ふ化時期が分化している可能性が考えられ，このことは本種においてもバイオタイプの分化が見られることを示唆していた。バイオタイプと判定するにはこの卵のふ化時期が遺伝的に決定されていることを明らかにする必要があるので，両寄主上の両性雌虫と雄の交雑を行った。

実験は，ウンシュウミカンで採集した両性雌に，ユキヤナギで採集した雄を交雑し，ユキヤナギに産卵させた場合（以後，CxS(S) と表す），同様の交雑の組み合わせでウンシュウミカンで産卵させた場合 (CxS(C))，ユキヤナギの両性雌虫をウンシュウミカンの雄と交雑させ，ユキヤナギで産卵させた場合 (SxC(S))，及び同様の交雑で，ウンシュウミカンで産卵させた場合 (SxC(C)) の4種類について行った。



○—○：CxC(S)，○---○：野外のウンシュウミカン，△—△：CxS(C)，▲—▲：CxS(S)，□—□：SxC(C)，■—■：SxC(S)，●—●：SxS(C)，●---●：野外のユキヤナギ
記号は本文を参照のこと

第6図　交雑系統における卵のふ化時期の変化

各交雑系統と野外個体群における越冬卵のふ化時期と，寄主交換した場合を第6図に示した。SxS(C) の卵が最も早くふ化し，次いで野外のユキヤナギとなった。寄主交換実験に用いた植物は，網箱内に置いたので，この二つの系統の卵のふ化時期の違いは，網箱内の温度が野外より高いためにもたらされたと思われる。野外のウンシュウミカンと CxC(S) の卵は最も遅くふ化し，交雑した系統はすべてこれらの中間の時期にふ化した。次の冬までこれら系統のいくつかを飼育しその卵のふ化時期を見たが，やはり前の年と同様に，交雑系統では野外での両寄主でのふ化時期の中間になり，寄主交換した系統では元のふ化時期が保持されていて，卵のふ化時期は系統内での交配によって変化しなかった。これらの結果からユキヤナギアブラムシの越冬卵のふ化時期は，遺伝的に決定されていることが明らかで，これら両寄主植物上で越冬する個体群は，バイオタイプに分化していると考えられる。

産卵植物としてユキヤナギを用いた場合に産卵数は1雌当たりで 1.30 卵となったが，産卵植物としてミカンを用いたときには1雌当たりでは 0.38 と小さな値となり，ユキヤナギは両性雌虫の産卵植物として，カンキツよりも好適であると考えられる。これに対して，ミカンで育った両性雌は，1雌当たり 1.22 卵を産み，ユキヤナギで育った両性雌は，1雌当たり 0.55 卵となって，

第1表　越冬世代の生存率（%）

	ふ化率	定着率[a]	定着後の発育率	全体での生存率
交雑系統				
CxS(S)	56.8	76.6	81.9	35.7
CxS(C)	22.9	0.0	——	0.0
SxC(S)	33.1	61.7	100.0	20.4
SxC(C)	50.0	28.6	0.0	0.0
寄主交換				
CxC(S)	47.5	66.7	67.2	21.3
SxS(C)	65.0	50.0	5.3	1.9
野外				
ウンシュウミカン	39.6	17.1	18.0	1.2
ユキヤナギ	33.0	64.6	56.8	15.9

a) 定着幼虫数/ふ化卵数

ミカンで育ったほうが産卵数は多くなり，体長も大きく，両性雌の餌としてはウンシュウミカンが勝っていた。

第1表に生存率を示したが，卵のふ化率はカンキツバイオタイプ(雌)×ユキヤナギバイオタイプ(雄)では49.2%，ユキヤナギバイオタイプ×カンキツバイオタイプでは37.7%であった。これらの値を，野外のユキヤナギ(6年間の平均で33.0%)とウンシュウミカン(39.6%)上でのふ化率と比べると，交雑系統の卵のふ化率は減少しておらず，これら二つのバイオタイプ間には交雑による卵のふ化率の低下や不妊などは見られない。またふ化した幹母もいずれの場合も成虫まで生育可能であったので，交雑が起こっても翌春の増殖は可能である。卵がふ化してから幹母が成虫となるまでの生存率は，ウンシュウミカンの萌芽が卵のふ化よりも遅れ，ふ化した幹母幼虫が定着できないため，ウンシュウミカンを産卵植物としたときに低い。これに対してユキヤナギを産卵植物とした場合には，ユキヤナギの萌芽が，卵のふ化よりも早いため，ふ化した幹母幼虫が容易に芽に定着でき，幹母の生存率は高くなった。幹母の生存率は野外のユキヤナギでも野外のウンシュウミカンより高かった。このことは卵のふ化と寄主の萌芽がユキヤナギバイオタイプのほうがカンキツバイオタイプより，よく一致していることを示している。ユキヤナギを産卵植物とし，ふ化した幼虫が芽に定着し，吸汁を開始できた場合には，幹母は成熟し次世代を産出し，個体数は増加して多くの有翅虫が出現した。ウンシュウミカンが産卵植物として用いられた場合には，卵のふ化時期が萌芽より早いために死亡する幼虫が多かったが，ふ化幼虫を，加温して萌芽させたウンシュウミカンの芽に移した場合には，すべて成虫となり次世代を産出した。実験系統と調査した野外の卵からふ化したすべての種類の幹母は，ユキヤナギ，ウンシュウミカンの両寄主で，芽の状態さえ良ければ発育することができるので，幹母には寄主特異性が見られないことになる。

IV　バイオタイプの分化の機構

ユキヤナギアブラムシは，その越冬植物と卵のふ化時期において二つのバイオタイプに分化している。モモアカアブラムシでは，世界的に見ると卵のふ化時期に地域的な違いが見られ，おそらく気候の差によると考えられているが（Mackauer and Way, 1976），同じ場所でのふ化時期の差は報告されていない。わが国では *Prunus* 属の植物でもモモ以外の植物では，卵のふ化時期と植物の萌芽時期が一致せず，ふ化幼虫は死亡してしまうことが報告されている（高岡，1960；高橋・宗林，1961）。これに対してユキヤナギアブラムシの卵のふ化時期は，ユキヤナギとウンシュウミカンで同じ地域において差が見られ，ふ化時期はそれぞれの寄主植物の萌芽時期と一致していた。このような卵の寄主植物の違いによるふ化時期の分化は，これまでに報告されているアブラムシのバイオタイプには見当たらず，また冬寄主として違った科の植物を持つ，広食性の種であるワタアブラムシや *Aphis fabae* にも，このような例は報告されていない。一般的には幹母は種特異性が強いと考えられており（青木，1976），一次寄主は少数の種（ワタアブラムシと *Aphis fabae*）を除いては1科の植物に限られている（Eastop, 1977）。アブラムシ亜科の多くの属では，バラ科の植物をその一次寄主としていることから考えて（Eastop, 1977），カンキツで越冬するバイオタイプはユキヤナギで越冬するものから分化してきたと考えられる。このような新しい冬寄主の獲得には，いくつかの世代またはモルフで寄主選択性や生活史上の変化が起こったと考えられる。一つは秋に出現する産雌虫（Gynopara：秋に出現し，両性雌虫を産出する有翅型の雌）が新しい寄主植物に飛来し，そこで両性雌虫を産出し，その両性雌虫が成熟できて，雄と交尾し産卵するようになることであり，ほかには新しい冬寄主に産みつけられた卵がふ化し，定着できるようにふ化時期と芽の萌芽時期とが一致し，さらにふ化した幹母幼虫がその植物で生育できることである。産雌虫の飛来には選択性が見られないことはモモアカアブラムシについてKennedy et al.（1959）が明らかにしている。本種については，飛来の選択性については明らかにしていないが，接種実験を行うとカンキツバイオタイプの産雌虫は，ユキヤナギとカンキツの両寄主植物上で産子することから，産雌虫はそれほど強い寄主選択性を持たないと考えられる。しかし

この産雌虫の産んだ両性雌虫は，ユキヤナギではカンキツよりも発育が大きく遅れ，産卵数も小さくなることから，この両性雌には寄主特異性があると考えられる。また産みつけられた卵はその寄主植物の萌芽時期と一致する遺伝的に決定されたふ化時期を持っており，この点に関しては分化が起こったことは明らかである。ふ化した幹母は，両バイオタイプともにユキヤナギ，カンキツで生育できたので，幹母の寄生性には分化が見られない。これは幹母の冬寄主への特殊化を指摘した MORDVIRKO の理論には合わないが，モモアカアブラムシの幹母がダイコン（高田，1984）やタバコ（高岡，1960）で飼育できるという例もあり，広食性のアブラムシでは幹母はそれほど特殊化していないものと考えられる。幹母が特殊化していないとすれば，モモアカアブラムシで見られるように，一次寄主を限定しているのは卵のふ化と植物の萌芽の時期的な一致ということが重要であると考えられる。

このようにして二つの一次寄主上の個体群が分離されると，年に一度一次寄主上でのみ両性生殖が行われるアブラムシでは，これらの個体群での遺伝的な組成は違ったものになる。もしあるバイオタイプの産雌虫と，または雄が両一次寄主上に飛来すれば，両一次寄主間の隔離は完全でなく，これらのバイオタイプは単なるバイオタイプにとどまるであろう。しかし，この隔離が完全であれば，つまり産雌虫あるいは両性雌と雄が寄主特異性を持てば，これら二つのバイオタイプは種分化の途上にあるといえる。このような完全な分離がいくつかの種で報告されている。例えば，ワタアブラムシのアカネで越冬する個体群は，明らかに他の一次寄主で越冬する個体群とは分離されており（稲泉，1981），また *Aphis sedi* はこのような過程でワタアブラムシから分離して出現したと考えられている（KRING, 1959）。もしユキヤナギアブラムシの両バイオタイプ間に交雑が起こっていれば，両寄主上の越冬卵のふ化時期はより重なり合ったものとなるだろう。しかし野外でのふ化時期はほぼ完全に分離しているので，自然状態では両バイオタイプの両性世代間に交雑は起こっていないと予想される。そのためには生殖的な隔離機構の存在が必要である。これには両性雌虫の寄主選択性とともに，雄にも両バイオタイプの雌に対する選択性が存在すると予測される。このような隔離が存在するとすると，これらのバイオタイプは種分化の過程にあると考えられるが，これを明らかにするには隔離の機構についての研究の進展が必要である。

おわりに

初めに述べたように，ユキヤナギアブラムシの一次寄主として，これまで知られていた *Spiraea* 属以外に，カンキツ（*Citrus* 属）が明らかになった。本種はバラ科のユキヤナギ，コデマリなどを一次寄主として，そこで卵越冬した個体群から，各種の果樹や草本植物に移住し，また秋になると一次寄主に帰るという，寄主転換を行う移住型の生活史のみを持つと考えられてきた。しかしカンキツで卵越冬する個体群が存在することから，カンキツで周年過ごす非移住型の生活史を持つ個体群が存在すること，また暖地ではユキヤナギで不完全生活環を営む個体群が存在すること，また別の調査で沖縄でカンキツから採集した個体群では両性世代が出現しなかったことから，沖縄では不完全生活環型が優勢である可能性があるなど，本種の生活環型も多様である。

ここで述べた結果以外に，各地の個体群の越冬卵のふ化時期の調査によって，沖縄を除くカンキツ栽培地帯には，カンキツバイオタイプの分布することが明らかとなっているが，このことは，ユキヤナギバイオタイプはカンキツに移住しないことから，少なくともカンキツにおける本種の防除上カンキツの冬期防除が有効である可能性を示している。ユキヤナギバイオタイプも広く分布していると考えられ，これはバラ科の果樹に寄生でき，またユキヤナギは日本全国に分布しているので，カンキツ栽培地帯以外の果樹生産地域では，ユキヤナギが主要な越冬源となっていると予想される。これらのバイオタイプは形態的に明りょうに区別できないが，エステラーゼアイソザイムパターンを用いて二つのバイオタイプを判別する可能性も示されており，この手法による二つのバイオタイプの夏の間の寄主植物間の移動が明らかとなれば，これも夏季における本種の防除上有力な知見となるであろう。

引用文献

1）青木重幸（1976）：Rostria 26：189～197.
2）BARBAGALLO, S.（1966）：Entomologica 2：201～260.
3）BLACKMAN, R. L. and V. F. EASTOP（1984）：Aphid on the world's crops；an identification guide. John WILEY and SONS, Chichester, 466 pp.
4）EASTOP, V. F.（1966）：Aust. J. Zool. 14：399～592.
5）――――（1973）：Bull. Ent. Soc. N. Z.（2）：40～51.
6）――――（1977）：Aphid as Virus Vectors（K. F. HARRIS and K. MARAMOROSCH, eds.）, Academic Press, New York, pp. 3～62.
7）――――and D. HILLE RIS LAMBERS（1976）：Survey of the world's aphids, W. Junk, Publishers, Hargue, 573 pp.
8）古橋嘉一・西野 操（1972）：静岡柑試報 10：84～91.

9) HIGUCHI, H. and M. MIYAZAKI (1969) : Insecta Matsumu. Suppl. 5 : 66 pp.
10) 稲泉三丸 (1981) : 昆虫 49 : 219～240.
11) KENNEDY, J. S. et al. (1959) : Ann. Appl. Biol. 47 : 410～423.
12) 駒崎進吉ら (1985) : 果樹試報 B 12 : 87～94.
13) KRING, J. B. (1959) : Ann. Ent. Soc. Am. 52 : 284～286.
14) MACKAUER, M. and M. J. WAY (1976) : Studies in Biological Control. (V. L. DELUCCHI ed.), Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 51～119.
15) MORITSU, M. (1954) : Bull. Fac. Agr. Yamaguch Univ. 5 : 135～148.
16) 森津孫四郎 (1983) : 日本原色アブラムシ図鑑, 全国農村教育協会, 東京, 545 pp.
17) NAFRIA, J. M. N. et al. (1984) : Catalogo de los Pulogones (Homopter Aphidoidea) de Espanã y de sus plantas hospedadoras., Universidad de leon servicio de publicationes, Leon, 174 pp.
18) NEUBAUER, I. et al. (1981) : Z. ang. Ent. 91 : 231～236.
19) RICHARDS, W. R. (1976) : Can. Ent. 108 : 499～550.
20) 進士織平 (1941) : 日本蚜虫総説, 修教社書院, 東京, 1215 pp.
21) 宗林正人 (1975) : Rostria 25 : 167～169.
22) 高田 肇 (1984) : 応動昆 28 : 250～253.
23) 高橋良一・宗林正人 (1961) : 大阪府農林部調査研究報告 2 : 11～27.
24) 田中 正 (1976) : 野菜のアブラムシ, 日本植物防疫協会, 東京, 220 pp.
25) 高岡市郎 (1960) : 秦野たばこ試報 48 : 1～95.

本会発行図書

日本有用植物病名目録

日本植物病理学会 編

第 3 巻 (果樹編)
B 6判 198 ページ
定価 2,300 円 送料 200 円
採録樹種：温帯果樹, 熱帯果樹など 43 種

第 4 巻 (針葉樹編)
B 6判 232 ページ
定価 3,500 円 送料 250 円
採録樹種：林木, 緑化樹, 竹笹など 112 種

第 5 巻 (広葉樹編)
B 6判 512 ページ
定価 3,900 円 送料 300 円
採録樹種：林木, 花木, 緑化樹など 387 種

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ
(なお, 第 1, 2 巻は日本植物病理学会で発行しております)

本会発行図書

侵入を警戒する病害虫と早期発見の手引

A 5 判, 126 ページ 口絵カラー 8 ページ
定価 2,600 円 送料 250 円
監修 農林水産省横浜植物防疫所

海外からの病害虫の侵入・定着を阻止するには, 港での検疫とともに, 不法持ち込み等による侵入病害虫の早期発見が極めて重要です。
本書は, この観点から多くの人に侵入病害虫に対する警戒心と目による協力をお願いするため, 横浜植物防疫所が中心になってまとめた, 当面我が国への侵入が警戒される 54 病害虫の解説書で, それぞれの, 既発生病害虫との相違点を述べた“発見のポイント”を中心に, 図録を付して, 1 病害虫で見開き 2 ページとし, 図鑑としても, 第一線での検索用としても使いやすいように工夫した書です。

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

イネいもち病菌菌糸に形成される付着器

農林水産省東北農業試験場　八重樫（やえがし）　博志（ひろし）

はじめに

病原糸状菌はいろいろな方法で宿主に侵入するが，付着器を形成し，そこを起点として貫穿侵入する病原菌も決して少なくない。一般に付着器は，胞子の発芽管あるいは菌糸の先端が宿主などの基質に接触するとそこに形成されると考えられている。しかし，いもち病菌においては，胞子の付着器に関する報告だけが多く，菌糸の付着器形成による宿主侵入を確認した事例はなかった。近年，農薬作用機作の一つとして付着器のメラニン合成阻害が取り上げられるなど，再び付着器が注目されるようになったので，これを機会に，イネいもち病菌の付着器に関する従来の知見を整理し，次いで筆者ら（1987）が発見した菌糸に形成される付着器について紹介する。

I　いもち病菌の付着器に関する研究史

いもち病菌の発芽管先端に形成される構造物を，初めて付着器と呼称したのは松浦（1928）と末田（1928）である（第1表）。しかし，かつて再生胞子（堀，1898），休眠胞子（川上，1901）あるいは厚膜胞子（末松，1916；Nishikado，1917；沢田，1917）として扱われてきたものも，図や記述から判断する限り付着器である可能性が高いので，歴史的には堀（1898）の報告が，いもち病菌の付着器に関する最初の記述ということになろう。堀以下4氏が Chlamydospore と報告したものすべてを付着器と断定することはできないが，松浦，末田及び吉井（1933，1936）の報告の場合は，宿主への侵入に果たす機能を確認しており，いわゆる付着器であることに疑いはない。特に吉井（1936）の解剖学的研究は，本菌の宿主への侵入機構を詳細に紹介しており，以後の感染に関する多くの研究を生み出す端緒となった。このほか，付着器の形成，発芽及び宿主への侵入に関する生理学的，形態学的報告が少なからずあるが，ここでは省略する。

第1表　いもち病菌の付着器に関する初期の報告

厚膜胞子		付着器	
堀　正太郎	1898[a)]	松浦　義	1928
上川瀧彌	1901[b)]	末田平七	1928
末松直次	1916	吉井　甫	1933
澤田兼吉	1917	吉井　甫	1936
西門儀一	1917		

a)：再生胞子，b)：休眠胞子，と呼称

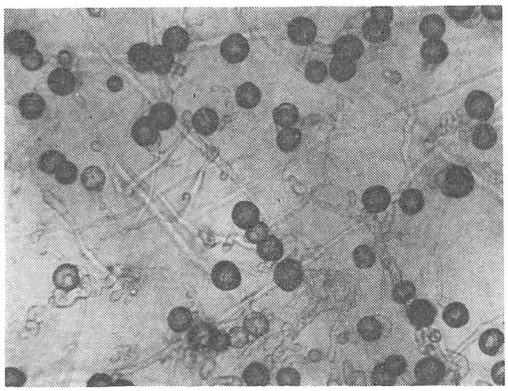
Production of Appressoria at the Tips of Hyphae of Rice Blast Fungus.　By Hiroshi Yaegashi

以上ここに紹介した報告は，いずれも発芽管の先端に形成される付着器を対象としたものである。吉井（1933）の記述の中には「菌糸が寄主の表皮に接する部に於ては早晩付着器が生ずる」というくだりがあり，一見菌糸の付着器を記述しているようにも読み取れるが，実験方法を見ると葉をペトリ皿内の菌叢上に圧したとあり，分生胞子の付着器なのか菌糸の付着器なのか必ずしも判然としない。一方，市川ら（1961）は菌糸の注射接種による病斑形成に成功している。これは菌糸による感染の可能性を示唆した点で興味深いが，菌糸の付着器形成については触れていない。以上のことから推察されるように，厳密な意味では本菌菌糸の付着器を論じたものはこれまでなかったといえよう。

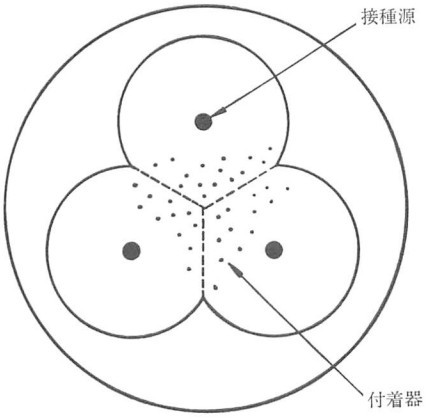
II　菌糸に形成される付着器

分生胞子は容易に発芽して付着器を形成する。そこで分生胞子混入の影響を避けるため，接種源としては液体培養した菌糸片を用いた。これをジャガイモ煎汁寒天培地（PDA）あるいは素寒天培地（WA）に移植した後，培地表面をセロファンで密着被覆し，24～26°C 下に静置した。このようにして培養したペトリ皿底部を倒立顕微鏡で観察し，菌糸に付着器が形成されるか否かを検討した。

PDA あるいは WA で培養したいもち病菌菌糸の先端がペトリ皿底部に達すると多数の付着器が形成された（第1図）。付着器はガラス製ペトリ皿よりプラスチック製ペトリ皿で多く形成されるようである。付着器形成を誘起する接触刺激になんらかの違いがあるためであろう。ペトリ皿内の数個所に接種源を置くと，付着器は菌叢が相接した側から形成され始め（第2図），最終的には菌叢下全体に分布するようになる。付着器形成の開始時期は培地量により異なるが，厚さ 1～2 mm 程度の培地量では菌糸片を移植した翌日に付着器の形成が観察される。第3図に示したように，胞子の付着器は発芽管が胞子長の半分～数倍伸長した後，その先端に形成される場合が多いのに対し，菌糸の付着器は分岐した菌糸の先端に形成される場合が多い。ペトリ皿底部に形成された



第1図　ペトリ皿底部から見た菌糸の付着器形成状況

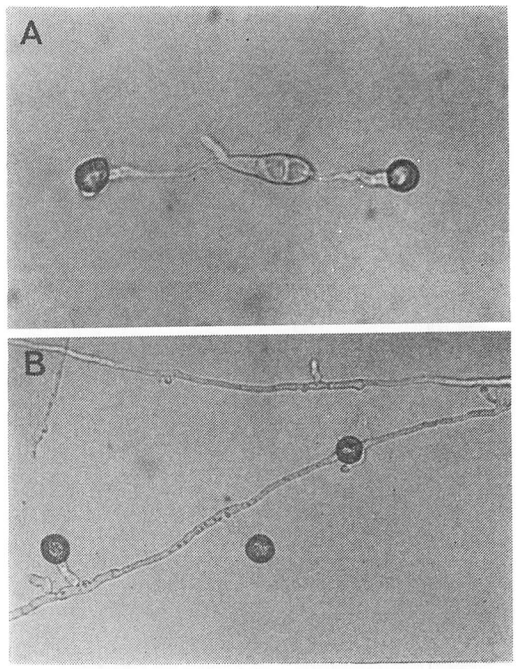


第2図　付着器形成初期の形成位置の偏り

付着器が培地中で発芽し，その先端に比較的小さい付着器がさらに形成される例もまれに認められる（第4図）。第4図 A, B, 及びCは同一視野の連続写真で，B及びCはそれぞれAの8時間後及び 23 時間後の状態を示した写真である。付着器が発芽し，さらに二次付着器が形成されるという事例は本菌では初めてと思われるが，宿主上でも同様のことが観察されるのかどうか興味ある点である。

菌糸に形成された付着器は褐色ないしオリーブ色を呈し，中に顆粒状物が認められた。表面は滑らかな厚い細胞壁で囲まれており，連結部の菌糸はいくらか太くなっていた（第5図）。形や大きさには変動があるが，球形，卵形ないし長円形のものが多く，直径は平均 10.1 μm であった。超薄切片の電子顕微鏡的観察から，付着器表面が粘質物で覆われていること，菌糸より細胞壁が厚く，濃く染色されることなどが明らかにされた。

菌糸における付着器形成は，供試した 24 菌株のすべてで確認された。結果の一部を示したのが第 2 表である。



第3図　発芽管（A）及び菌糸（B）の先端に形成された付着器

第2表　PDA 培地における付着器形成と分生胞子形成（$\times 10^2$ 個）[1)]

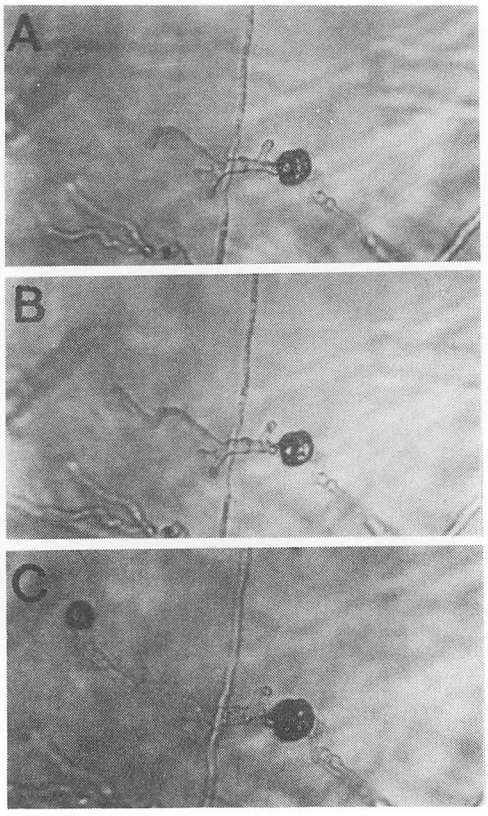
菌株	明処理		暗処理	
	付着器	分生胞子	付着器	分生胞子
北1	46	526	8	8
TH 68-140	50	32	91	5
TH 68-126	20	12	5	0
研 54-04	2	44	1	0
愛 81-194	1	9	0	27

1)：1 cm^2 当たり形成数．3反復の平均値．

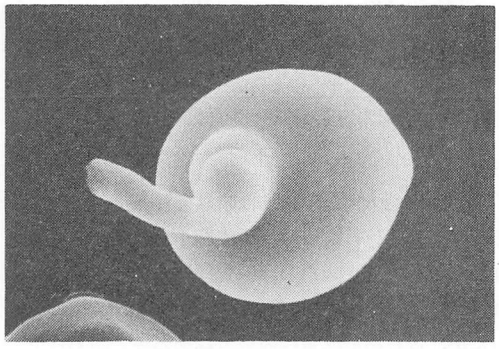
なお，24 菌株中 21 菌株は暗黒条件下においても付着器を形成した。付着器及び分生胞子の形成量は菌株により大きく異なり，また，両者の間に一定の傾向に認められなかった。分生胞子の形成量は光条件下で著しく多かったが，付着器形成量においては明処理と暗処理間の差が小さく，菌株によっては暗黒条件下で多数形成される場合もあった。

III　菌糸による接種と病斑形成

菌糸を接種することによりイネに病斑を形成させうるだろうか。この点を確かめるため，次の二つの実験を行った。その一つは，菌糸寒天ブロックによる接種実験で



第4図　培地中における付着器の発芽とその先端に形成された二次付着器
B及びCはそれぞれAの8時間後及び23時間後の状態



第5図　菌糸の先端に形成された付着器の走査型電子顕微鏡写真

ある。付着器を形成し始めた菌糸寒天ブロックを，切り離したイネ葉鞘裏面細胞に密着させてのせ，23°C下に40時間静置すると，付着器は葉鞘裏面細胞に固着し，そこから侵入糸を出してイネ細胞内に侵入した。また，同寒天ブロックを水平に保持したイネ葉身におもしとともにのせ，26～28°Cの接種箱に24時間静置すると，8日後に罹病型病斑が形成された。

もう一つの実験は，菌糸細片の懸濁液による接種である。菌糸懸濁液をイネ葉鞘内に注射接種すると，葉鞘及び葉鞘内にあった葉身に罹病型病斑を形成することが判明した。しかし，菌糸懸濁液をイネに噴霧接種した場合には，病斑が全く形成されなかった。このことは，菌が宿主へ侵入するのになんらかのエネルギー源を要することを意味しているのかもしれない。接種源として分生胞子や菌糸寒天ブロックを用いた場合には，それぞれ胞子あるいは寒天ブロックからなんらかの栄養補給が可能であるが，菌糸懸濁液を散布した場合には補給不十分なため，侵入，感染が成立しない，という仮説が考えられる。液体培地による菌糸懸濁液を葉鞘内に注入した場合に病斑形成される理由も案外こんなところにあるのかもしれない。このほかにもいろいろな要因が想定されるが，この点の解明については今後の検討に待ちたい。

おわりに

この仕事は共同研究者の一人佐藤が，倒立顕微鏡で菌叢をペトリ皿底部から観察していて，球形の構造物を確認したことから始まった。ペトリ皿底部に固着したこの構造物が一体何であるのか当初は不明であったが，前述の実験により，本構造物が菌糸の付着器であることが判明した。この事実は，胞子形成しない条件下，例えば土中などでの本菌感染の可能性を示唆しており，本病の新たな伝染環として注目すべきものと思われる。また，手軽にペトリ皿内で多数の付着器を形成させうることから，付着器形成に関する研究の実験系としても有用かと思われる。

引用文献

1）堀　正太郎 (1898)：農事試験場特別報告　1：1～36.
2）市川久雄ら (1961)：病害虫発生予察特別報告第5号，農林省振興局植物防疫課　63～65.
3）川上瀧彌 (1901)：札幌農学会報　2：1～47.
4）松浦　義 (1928)：病虫雑　15：571～575.
5）NISHIKADO, Y. (1917)：Ohara Inst. Landw. Forschn. Ber.　1：171～218.
6）澤田兼吉 (1917)：台湾総督府農事試験場特別報告　16：1～78.
7）末田平七 (1928)：台湾総督府中央研究所農業部報告　36：1～130.
8）末松直次 (1916)：植物学雑誌　30：97～99.
9）YAEGASHI, H. et al. (1987)：Ann. Phytopath. Soc. Japan　53：203～209.
10）吉井　甫 (1933)：病虫雑　20：841～844.
11）――― (1936)：日植病報　6：205～218.

生態特性からみた促成栽培イチゴにおけるハダニの効率的防除

奈良県農業試験場　井上雅央（いのうえまさてる）

促成栽培イチゴは，薬剤防除を実施しにくい作物の一つである。授粉のためのミツバチへの悪影響，散布時のホースによる果実の傷み，散布薬剤による果実の汚れなどが生じやすいなど，弊害が多いためである（井上ら，1983；滝田ら，1973）。

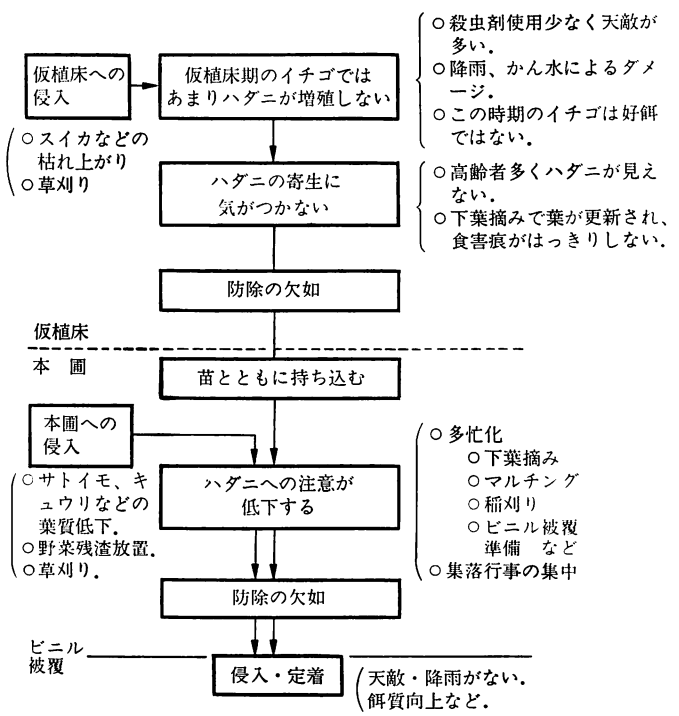
そこで，ハダニ対策においても，収穫期間中の薬剤散布をできるだけ減じながら，イチゴとハダニ双方の生態的な特性を利用して被害を回避することを試みた。ここでは，奈良県で最も普通の作型である宝交早生の無加温促成栽培で被害を受けやすいナミハダニ（*Tetranychus urticae* Koch）の防除法を紹介する。このような方法は，生産環境，作型，栽培品種などによって成否が左右される。例えば，本論中に述べる防除法では，前期収穫期間中には実被害がないことを利用して薬剤防除の回数を減じているが，栃木県での女峰の促成栽培では，前期収穫期間の後半には減収が認められるといい（合田，1987），そのまま，すべての地域の促成栽培イチゴで利用できるものではない。しかし，それぞれの産地の栽培形態の中で，その産地に適した方法で防除の効率化を図る余地がまだ残されているのではないかという，一つの問いかけとなれば幸いである。

I　ハダニのビニルハウスへの侵入

施設栽培イチゴでの被害は，ビニル被覆時以前に本圃に侵入したハダニが増殖を重ねて引き起こすと考えてよい。すなわち，仮植床ですでに寄生した苗を本圃に定植してしまう，いわゆる苗持ち込みの個体と，本圃定植後ビニル被覆が行われるまでの約1か月の間に，その他の寄主植物から移動してくる個体である。そこで，これらの個体の本圃侵入と定着に関与する種々の要因を第1図にまとめてみた。

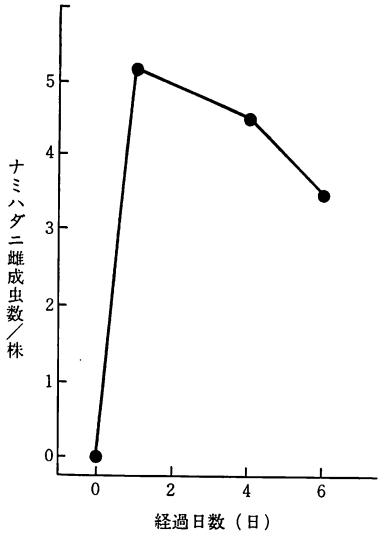
第1図に示したように，仮植床期と本圃定植からビニル被覆時までは，いずれもハダニ対策が欠如しがちである。対策が欠如する理由は，これらの期間，イチゴではハダニ密度が低いため，栽培者が寄生に気づかなかったり，気がついてはいても，それほど防除の必要性を感じないことによる。ハダニ密度が低い原因は，ナスやキュウリなどの野菜類と比較して殺虫剤の使用回数が少ないために天敵の活動が活発であること，イチゴ葉が地面に近く，夕立やかん水時に葉裏が水滴にたたかれやすいことなどのほか，この時期のイチゴが必ずしもハダニにとって好餌植物ではない（Dabrowski et al., 1971）などの理由が考えられる。

仮植床からビニル被覆までの期間は，スイカ，キュウ



第1図　促成栽培イチゴ施設への侵入と定着に関与する種々の要因

Control of Spider Mites in Forced Strawberry Based on Characteristics of Plant-Mite System.　By Masateru Inoue



第2図　ハダニが多数寄生したホウレンソウ残渣からのナミハダニの移動(1986年9月20日～)

●—●：ナミハダニ寄生ホウレンソウを雨除け栽培のホウレンソウ施設周辺に放置し，施設内で生育中のホウレンソウ 40 株のナミハダニ雌成虫数を調査.

り，サトイモなどで葉質が急速に低下したり，収穫作業が終了する時期に当たる。特に，人為的な刈り取り作業で生じた作物残渣は急激に乾燥するため，ハダニは一斉に離脱，移動を開始する。第2図は，雨除け栽培のホウレンソウ施設周辺にハダニが寄生したホウレンソウの古株残渣を放置したところ，しおれ始めた古株から離脱したハダニが施設内に侵入し，大多数のハダニが1日で施設内で成育中のホウレンソウに到達してしまうことを示している。

このように，作物の収穫終了や畦畔の草刈りで生じた植物残渣が近くの畦畔に積み上げられると，ハダニがイチゴ圃場に歩行，侵入する機会が大変高くなる。しかし，先に述べたような理由で，密度自体はそれほど高くはない。

もちろん，低密度であることが発見の困難さの直接の原因であるが，さらに，防除の欠如を助長する要因として，ハダニ個体を視認できない高齢の栽培者が多く，またこれらの期間は発見の指標となる顕著な食害痕が形成されにくいことがあげられる。食害痕が形成されにくい原因としては，下葉摘みによって葉が次々と更新されてゆく（井上・杉浦，1986）うえに，高温期のイチゴは葉肉が厚いためと思われる。

定植後の防除が欠如する大きな要因は，重要な作業がこの時期に集中するため，栽培者がストレス状態にある点である。下葉摘みやマルチングは，10a当たり12,000株にも及ぶ定植苗を一株ずつ取り扱う作業であり，ビニル被覆，ジベレリン処理と手が抜けない作業予定が常に頭にある状態で，イチゴでの作業の合間を縫って稲刈りを終えねばならない。これらの作業の多くは天候に影響されるうえ，秋祭りなど日程を動かし難い集落の行事が集中していることも見逃すわけにはいかない。

II 侵入の防止

1 仮植床での薬剤防除

育苗期間にハダニの加害で苗に実被害が生じることはほとんどない。この時期の防除は，ビニルハウスへの持ち込みをなるべく少なくするために行うもので，次のような場合にのみ実施すればよい。すなわち，育苗床周辺の圃場でキュウリやスイカなどが放置され萎ちょう，枯死が起きたり，畦畔，農道などの草刈りが行われるなど，ハダニの一斉移動が予想される場合，及び，天敵の除去につながる殺虫剤を使用する場合である。一斉移動に対処する防除はその4日ないし5日後に，また，殺虫剤使用時のハダニ防除は殺虫剤との同時防除でよい。これらの防除には，比較的残効期間が長く，殺卵効果の高い酸化フェンブタスズ剤などを使用する。

2 定植からビニル被覆までの薬剤防除

1回の防除で済ませる。防除時期はビニル被覆直前とし，可能なかぎりビニル被覆と近接させるほうが効果が高い。キノキサリン系水和剤によるうどんこ病の予防散布を行う場合は，濃度を 1,500 倍とし，ハダニ防除を兼ねる。噴霧口を上向きにし，葉裏全体に十分量がゆきわたることが大切である。この防除は栽培者にとって最も多忙な時期に当たるため，指示する立場からは1回だけでよいことを強調し，必ず実施することとして，当初より作業計画に組み込ませておくのがよいであろう。

III ビニル被覆後のハダニの増殖と効率的防除

1 イチゴの生態とハダニ対策のポイント

促成栽培イチゴの前期収穫期間は 12 月上，中旬から始まり3月中旬まで，また後期収穫期間は4月下旬から6月上旬までであるが，その年の天候により多少前後する。葉数は常に増加するのではなく，それぞれの収穫期の果実肥大を担う葉が，開花前の一定期間中に展開する。前期の果実肥大を担う 10 数枚の葉は定植期から開花期までの間に展開し，前期収穫期間中はほとんど更新されない。これらの葉は前期収穫終了と同時に，株掃除と称して 1～2 枚を除きすべて除去される。除去された

第1表　促成栽培イチゴにおけるハダニの薬剤防除の目的と実施法

防除時期	防除の目的	防除方法	備考
仮植床期	苗持ち込みの防止	全面防除	殺虫剤使用や周辺からの一斉移動時のみ.
本圃			
ビニル被覆直前	施設侵入防止と前期わい化防止	全面防除	必ず実施.
前期収穫期	株掃除期～後期わい化防止	部分防除	"つぼ"部分対象。短期穫りでは不要.
株掃除期	後期わい化防止	全面防除	部分防除を行った施設で実施.

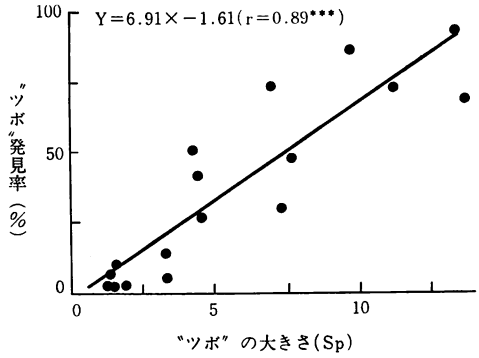
葉に替わって，30 枚近い葉が，株掃除以降，後期収穫開始までに新しく展開してくる（井上・杉浦，1986）。したがって，促成栽培イチゴでは2回の展葉期があり，これら展葉期には，株を構成する葉に対する展開中の未成熟葉の割合が一時的に高まる。この未成熟葉へのハダニの加害を防ぎ，どれだけの株当たり葉面積を確保するかが促成栽培イチゴにおけるハダニ対策の成否を分ける。しかし，2回の展葉期のうち，最初の展葉期は先に述べたビニル被覆直前の薬剤防除でハダニの加害を防止できるため，2回目の展葉期にいかにしてハダニの加害を防ぐかが最も重要なハダニ対策のポイントといえる。

2　ハダニの生態と被害様式

ビニル被覆直前の防除によってハダニはほとんど死滅するものの，わずかに生き残った個体がビニル被覆後，増殖を始める。増殖は最初緩やかで，寄生株を中心に相接した葉を歩行移動しながら寄生株を増してゆき，前期収穫期間には数株から成るいわゆる"つぼ"を形成する（井上・杉浦，1984；中村ら，1985）。この時期の"つぼ"は株のわい化を伴わず，宝交早生では前期の収穫果実で減収などの実被害はない（井上ら，1983；井上・杉浦，1985）。やがて，気温の上昇とともに増殖は盛んとなり，前期収穫が終わるころには，"つぼ"を離れて畝間を移動する個体が見られるようになる。このような状況の中で株掃除を行うと，その後展開してくる新葉がハダニに加害され次々とわい化し，たちまち株のわい化が起こる。株掃除後の新葉はハダニに対して敏感に反応し，食害を受けた部分が褐変するなど餌としての質の低下も速い。このためハダニの株間移動がさらに活発化し，多数の株が短期間のうちにわい化する。わい化株では果実重量の減少と光沢異常などの品質の低下が起こり，大きな被害となる。したがって，ハダニが増殖したまま株掃除を実施することは大変危険であり，株掃除を実施する前にハダニ密度を下げておく必要がある。

3　わい化防止のための部分防除と株掃除後の防除

株掃除実施前にハダニ密度を下げておくためには，前期収穫期間に防除が必要となる。この防除は1月から2月中の"つぼ"への部分防除で高い効果が期待できる。小型噴霧器を携帯して圃場内を巡り，葉表面に食害痕のある葉を発見したならば，その株を中心に畝方向に左右10株ずつ，2条植えで40株程度を対象に行えば，寄生株を外すことはない（井上・杉浦，1985）。収穫作業中に食害痕を発見したり，部分防除を実施した場合，その位置を表示するための目印として，マルチにビニルテープを張り付けておくと便利である。



第3図　ナミハダニ寄生株で構成されるイチゴ圃場内の"つぼ"の大きさと発見率（1984年12月20～21日）

$Sp=\sqrt{Pn\times S_{(max)}}$，Pn："ツボ"構成株数，$S_{(max)}$："ツボ"内の最大食痕指数.

1月から2月に部分防除を実施すると高い効果が期待できるのは，ハダニの存在とイチゴ葉表面の食害痕形成がこの時期に最もよく一致することと，"つぼ"が大部分の栽培者が発見できる大きさに育っているためである。第3図は圃場内を立ち止まることなく巡りながら，葉表面の食害痕だけを指標として，どの程度の大きさの"つぼ"が発見できるかを調査した結果である。これによると，観察者の80%が発見できる"つぼ"の大きさは，Sp値でおよそ12となった。この値は寄生株数が7株程度の大きさの"つぼ"に相当する。栽培者が"つぼ"を発見できる時期は1月と2月で，2月のほうがより発見率が高くなると推測された。12月中は"つぼ"がまだ小さいために，見落としやすく，また，3月以降はハダニが存在しているにもかかわらず葉表面に食害痕が形成されない葉が増加し，またハダニの移動が活発化するため，部分防除では逃げ延びるハダニが多くなる（井上・杉浦，1985）。

第2表　ビニル製簡易残渣処理装置[a]のハダニ分散防止効果（1987年6月16日より実施）

残渣投棄後日数	投棄前				1日				3日				5日			
投棄場所	G[b]	P1[c]	P2	P3	G	P1	P2	P3	G	P1	P2	P3	G	P1	P2	P3
積み上げ投棄[d]	0	0	0	0	72	15	9	1	44	33	5	7	61	13	9	18
処理装置内投棄	0	6	5	0	4	4	2	1	1	5	0	2	1	4	1	0

a) 本文参照のこと．
b) 投棄場所から2m以内のイヌビユ20葉のナミハダニ雌成虫数．
c) P1～P3：隣接圃場第1～3畝目のインゲン20小葉のナミハダニ雌成虫数（畝間60cm，第1畝は投棄場所より1.4m）．
d) 促成栽培イチゴ残渣約1a分を等分して投棄．

前期収穫期間中に“つぼ”が発見された圃場では，株掃除が終わると直ちに全面防除を行う。株掃除後はほとんど展開中の未成熟葉ばかりで株が構成されるが，これらの葉は，少数のハダニの加害でたちまちわい化が起こることを防ぐためである。

なお，これまでに述べた全期間を通しての薬剤防除の目的と方法を第1表にとりまとめた。

IV　残渣処理

イチゴ栽培では下葉摘みや株掃除で多くの残渣が生じる。また，収穫終了時には翌年使用する苗の生産のための親株がすでに植えられている。したがって，圃場を取り巻く周辺環境の中で，常にハダニ密度を低下させておくことは非常に大切である。そこで，残渣からのハダニの離脱，分散を防ぐことを目的として簡便な残渣処理装置を考案した（井上，1987）。すなわち，縦横2m，高さ1.2mほどのビニルの囲いを設けてビニルの上端を約20cm内側に折り返しておくというだけで，折り返しの角度は45°程度でよい。また，折り返しの内側に粘着スプレー処理を施すと，より効果の確実性が高まる。これは寄主植物から移動したハダニの背地性を利用するもので，折り返し部分に達したハダニは横移動を繰り返し，折り返し部分を乗り越えて囲いの外側へ脱出することができない。第2表は実際にイチゴ残渣を投棄してその効果を検討した結果である。試験実施場所はすでに少数のナミハダニが発生していたため，残渣処理装置の効果が完全であったかどうかは明らかではないが，残渣の積み上げ投棄を行った場合には，投棄場所の雑草と隣接圃場のインゲンで明らかにナミハダニが増加しており，処理装置の効果は顕著であった。

V　残された問題点

1　効率的防除のメリットの拡大について

今回述べた防除法では，葉面積の確保に重点を置き，収穫期間中の防除を部分防除にとどめることで，実被害を回避すると同時に薬剤散布に伴ういくつかの弊害を大幅に軽減できる。現在，奈良県ではイチゴ栽培を前期収穫だけで打ち切り，他の野菜に毛変えする短期穫りを行う農家も多いが，この作型では実被害がないので，ハダニの発生があっても収穫期間中の防除は不要となる。また，“つぼ”への部分防除で使用する薬液量は，圃場内の“つぼ”をn個とした場合，全面防除のn/300に減少する。以上のような生産コスト面でメリットは大きいものの，現状では薬剤防除回数や薬液使用量の減少が販売面での優位性と直結しないという問題が残る。例えば，部分防除を行った場合，薬剤によっては数株をへだてるだけで果実への残留はほとんど見られない（瀬崎・井上，未発表）が，大部分の防除対象とならなかった株を農薬安全使用基準に言うところの散布から除外してよいかという問題がある。栽培者にとっては，無防除部分の果実が出荷できるのかどうかというきわめて切実な問題であるだけに，早急な検討を期待したい。

2　ヒューマンファクターについて

ハダニによる大きな被害が発生するのは，栽培されている施設の数全体から見るとごく少数の圃場においてである。促成栽培イチゴの生産環境下におけるイチゴとハダニの生態がある程度解明され，防除のマニュアルができると，被害が発生した場合の原因は栽培者の作業手順がマニュアルから逸脱した少数例として位置付けられよう。しかし，現在のところ，この少数に入る栽培者に，例えば作業がルーズである者が多いとか，初めてイチゴ栽培に取り組んだ者が多いというような一定の傾向は見られない。このような状況下で，さらに被害発生件数を減少させるには，個々の被害発生圃場の事例についてマニュアル逸脱の経過をさらに一歩踏み込んで検討することが大切であろう。例えば，マニュアル自体に，「ハダニは視認できる」という前提のもとに作成された項目があれば，ハダニが視認できない栽培者はその項目にある

作業手順を省いてしまわざるをえない。また，栽培者が防除の必要性を認識しながら，実際には多忙で行えなかった場合には，多忙さの背景にある競合する作業や生産環境を改善したり，その時期の防除法の単純化や迷いを生じないような指示方法の採用などによるストレス状態の解消が必要かもしれない。どの程度ハダニや被害葉が見えるか，どの程度なら作業がこなせるか，というような問題はきわめて人間工学的な色合いが濃く，どこまで取り扱うべきかさえ不明であるが，現場での実用性を重視するうえで避けては通れない分野である。

引用文献

1）合田健二（1987）：栃木農試研報 33：(投稿中).
2）DABROWSKI, Z. T. et al. (1971)：J. Econ. Entomol. 64：806～809.
3）井上雅央ら（1983）：奈良農試研報 14：82～86.
4）――――・杉浦哲也（1984）：同上 15：59～65.
5）――――・――――（1985）：同上 16：86～92.
6）――――・――――（1985）：関西病害虫研報 27：27～30.
7）――――・――――（1986）：植物防疫 40：554～557.
8）――――（1987）：今月の農業 31：92～95.
9）中村利宣ら（1985）：九州病虫研報 31：169～171.
10）滝田泰章ら（1973）：栃木農試研報 17：60～69.

本会発行図書

植物防疫講座

病害編，害虫編，農薬・行政編　全3巻

B 5判　各巻約 210 ページ　上製本　定価各 2,500 円　全3巻セット　7,000 円

植物防疫に関する専門的な知識を分かりやすく解説した指導書。講習会や研修会などのテキストとして最適な書。

各巻内容目次

病害編

Ⅰ 総論
1 植物の病気
2 病原の種類と性質
3 病気の診断法
4 病気の発生生態
5 病気に対する作物の抵抗性
6 病気の防除
Ⅱ 各論
1 水稲主要病害とその防除
2 果樹主要病害とその防除
3 野菜主要病害とその防除
4 チャ主要病害とその防除
5 クワ主要病害とその防除
6 畑作物主要病害とその防除

害虫編

Ⅰ 総論
1 害虫とは何か
2 昆虫の形態と分類
3 害虫の生態
4 害虫の生理
5 害虫による作物の被害
6 害虫の発生予察
7 害虫の防除
Ⅱ 各論
1 水稲主要害虫とその防除
2 畑作物主要害虫とその防除
3 果樹主要害虫とその防除
4 野菜主要害虫とその防除
5 茶樹主要害虫とその防除
6 桑樹主要害虫とその防除
7 有害線虫とその防除
8 野そとその防除

農薬・行政編

農薬編
Ⅰ 総論
Ⅱ 農薬の作用特性と利用
1 病害防除剤
2 害虫防除剤
3 雑草防除剤
4 その他の農薬
Ⅲ 農薬の施用技術
1 農薬製剤と施用法
2 防除機
Ⅳ 農薬の安全使用
1 農薬の人畜に対する毒性
2 農薬の作物残留と安全使用
3 魚介類，有用昆虫に対する影響
4 作物に対する薬害と対策
行政編
Ⅰ 植物検疫
Ⅱ 農薬行政
Ⅲ 防除組織

植物防疫所が実施している果樹母樹検疫

——ウイルス病検査の現状と問題点——

農林水産省横浜植物防疫所　長尾記明（ながお　のりあき）

はじめに

植物防疫所が果樹母樹のウイルス病検査を担当するようになってから27年になる。この間，リンゴのマルバカイドウ検定や核果類に対するシロフゲン検定をいちはやく取り入れるとともに，隔離検疫及び母樹検疫担当者が中心となって，検定技術の開発や導入に取り組み，検定法の改善に努めながら検査を実施してきた。

しかし，①果樹ウイルス病の研究が遅れたこと，②母樹の増殖体系が確立していないこと，③穂木・苗木の生産流通過程が複雑なこと，などもあって，果樹ウイルス病対策の進んだアメリカやヨーロッパ諸国の母樹検疫制度に比べて，わが国の制度の遅れが山口（1972），柳瀬・山口（1975），宮川（1975），田中（1983）らによって指摘され，ウイルスフリー（無毒）苗の供給体制の早期確立が提唱されてきた。

近年，果樹のウイルス病が品質や生産性の低下を引き起こしていることが次々と明らかにされるにつれて，果樹生産者のウイルス病に対する認識が高まってきており，今後，ますますウイルス(病)検定体制及び無毒苗供給体制の整備・確立が要望されるものと思われる。

そこで，植物防疫所が実施している果樹母樹検疫におけるウイルス検定の経過と現状及び問題点などを紹介し，関係者のご批判・ご指導をいただいて，今後の母樹検疫制度の発展に努めていきたい。

I　検査制度の変遷

果樹母樹のウイルス病検査は，果樹農業振興対策の一環として，品種・系統の正しい無病穂木苗木を生産供給するために果樹種苗対策事業実施要領が定められたのを契期として開始された。当初は，道府県が設置する母樹（県営母樹）のうちカンキツ，リンゴを対象としたが，41年からブドウ，モモ，オウトウについてもウイルス病検査を行うことになった。43年に国の助成による果樹種苗対策事業は終了し，新たに果樹種苗対策要綱が定められ，都道府県は自主的に母樹園を設置することとなった。これに伴って果樹母樹ウイルス病検査要領が定められ，この要綱及び要領に基づいて，55年までは園地検査に重点を置く検査を行ってきた。しかし，果樹ウイルス病研究の進展とともに50年代に入って，晩柑類のステムピッティング病，エクソコーティス病，早生温州のカンキツモザイク病，あるいはブドウ味無果病など次々と果樹のウイルス病のまん延や被害が問題になってきた。

このような情勢を踏まえて，検査精度の向上を図り検疫の実効を高めるため，56年に要領の抜本的改正が行われた。この改正によって，検査対象ウイルス（病）13種が特定され，各ウイルスに対する二次検査（ELISAや接種検定など）の結果を基に合否判定を行う方式に改められた。

また，53年の種苗法の改正によって，果樹生産者や種苗生産者などいわゆる民間が所有する母樹（民営母樹）の新品種登録が増加していくなかで，民営母樹についてもウイルス病検査が受けられるようにすべきだとの時代の要請に応じて，要領の改正が行われた。民営母樹については，社団法人日本果樹種苗協会が窓口となって，検査申請書を取りまとめ植物防疫所に提出することになっている。60年には，スモモが対象樹種に加えられ，現在6樹種に対するウイルス病検査を行っている。

II　検査申請状況の推移

40年と50年とにおけるカンキツ及びリンゴの検査申請状況は第1表に示したとおりである。

カンキツは40年には23府県から874園，約23万本の検査申請があり，このうちの66%は九州各県から申請されたものであった。その後，温州ミカンの生産過剰から穂木の需要が低迷し，各県は委託母樹を大幅に整理したことによって，申請本数は年々減少していった。また，この間に，母樹園の設置を取りやめたりあるいは自らウイルス病検査を実施する県も現れ，50年には検査申請県は10県となり，申請本数は162園，約2.6万本となった。検定体制が整備された56年以降におい

Mother Stock Inspection of Fruit Tree by Plant Protection Station——Present Status and Problem in Indexing of Plant Virus Diseases.　By Noriaki NAGAO

第1表　昭和 40・50 年におけるカンキツとリンゴの果樹母樹検査申請状況と検査結果

年　度	種　類	申請県数	設置園数	申請本数	検査本数	不合格本数
40	カンキツ	23	874	228,112	43,139	216
	リンゴ	9	103	1,149	626	50
50	カンキツ	10	162	25,807	22,951	10
	リンゴ	6	85	705	695	90

検査法は，カンキツ：肉眼検査，疑わしいものについては草本検定で判定，リンゴ：肉眼検査＋接ぎ木検定

ては数千本台に減少したが，温州萎縮病やカンキツモザイク病のまん延が大きな問題となったことによって，59年には 1.2 万本に増加した。61 年の申請は 8 県，40 園，1,805 本となっている。

リンゴは 40 年には北海道，青森など 9 道県から 103 園，1,149 本の検査申請があった。40 年代はリンゴの品種更新が各生産地で活発に行われ，ふじや陸奥などの優良品種の穂木の需要が高かったこともあって，44 年には 1,729 本と過去最高となった。その後本数は減少したものの比較的変動は少なく，50 年以降においても毎年 600～700 本が検査申請されている。

その他の果樹の申請状況は，ブドウは 43 年の 713 本，モモは 44 年の 1,883 本を最高に，47 年以降はそれぞれ 200～500 本程度になっている。また，オウトウは 42 年に 116 本申請されたが，46 年から 53 年では 10～20 本，近年では 10 本以下となっている。

民営母樹の申請状況は 61 年度ではブドウが 177 本で最も多く，カンキツ 14 本，リンゴ 20 本，モモ 21 本，スモモ 34 本，オウトウ 17 本であり，これらの母樹は 8 府県に設置されている。

III　検査法の変遷と検査結果

1　発足から 55 年まで

カンキツのウイルス病検査は温州萎縮病，八朔萎縮病を主体とした園地検査を行い，疑わしい母樹については白ゴマなどの草本植物に接種し，合否の判定を行った。40 年ころまでは萎縮症状や舟型葉などが集団的に見られる母樹園があり，毎年数百本が不合格になっていたが，管理不良の母樹園が整理されるにつれて，明らかなウイルス症状を呈する母樹は見られなくなっていった。その後，中晩柑類の母樹が増加するにつれて，ステムピッティング病やエクソコーティス病についても検査するようになり，50 年代になって試験的にライム検定やシトロン検定を取り入れ，その結果，ネーブルオレンジや伊予柑が不合格になることもあった。

リンゴの検査は高接病に重点を置き，38 年からマルバカイドウを用いた接ぎ木検定を実施した。園地検査で疑わしい樹あるいは新設母樹を対象に毎年 200～600 本を検定し，検定したうちの 10～20% が不合格になった。40 年ころはゴールデンデリシャスやスターキングデリシャスなどのデリシャス系品種の保毒率が高かった。その後，穂木需要の増大したふじ，王林，陸奥などでも申請県によっては保毒率の高いものがあり，母樹の来歴によって合格率が大きく異なっていた。48 年から指標植物にミツバカイドウを加えて，検定を行うようになった。46 年から 55 年までの 10 年間の検定結果を見ると，3,120 本のうちの 546 本（17.6%）がウイルス保毒により不合格になっている。

モモ，オウトウについては 41 年の検査開始当初から園地検査に加えて，シロフゲン検定を実施した。園地検査で，モモ斑葉モザイク病が見つかることはしばしばあったが，シロフゲン検定で保毒が確認された事例は少なく，46 年から 55 年までの 10 年間の検定結果では，モモは 1,280 本のうち 51 本（4%），オウトウは 55 本のうち 3 本が陽性と判定されている。しかしこれらの中には八重桜“関山”による検定で，cherry green ring mottle と同定されたものが含まれている。

ブドウについては，肉眼による園地検査を行い，疑わしいものについては試料を採取して，*Chenopodium amaranticolor* や千日紅などに接種して検査したが，接種検定で不合格になる事例はなかった。

2　56 年から 61 年まで

56 年の要領改正で，検査対象ウイルスとして特定されたウイルスの種類と現在用いている検定法は第 2 表に示したとおりである。従来の検査に比べて，カンキツ及びブドウに対する検査が強化され，ELISA 検定や接ぎ木検定などが取り入れられたことに特徴がある。

56 年から 61 年までの検査実施状況及び検査結果は第 3 表に示したとおりである。

カンキツでは温州萎縮ウイルスグループ（SDV）とカンキツトリステザウイルス（CTV）によるステムピッティング病で不合格になる事例が圧倒的に多くなっている。SDV に対する ELISA 検定結果は第 4 表に示したとおりで，門司植物防疫所が担当する母樹の SDV 保毒

第2表　検査対象ウイルスと現在用いている検定法

種類	ウイルス	検定法	指標植物
カンキツ	Satuma dwarf virus グループ	ELISA 検定	——
	Citrus tristeza virus	接ぎ木検定	(メキシカンライム及びユーレカレモン)
	Citrus exocortis viroid	接ぎ木検定	エトログシトロン, Arizona 861-S1
	Citrus tatter leaf virus	接ぎ木または汁液接種検定	ラスクシトレンジまたはケノポディウム・キノア
リンゴ	Apple chlorotic leafspot virus	接ぎ木検定	マルス・シャイデケリまたはマルバカイドウ及びミツバカイドウ
	Apple stem grooving virus		
	Apple stem pitting		
ブドウ	Grapevine fanleaf virus	ELISA 検定	(セントジョージ)
	Grapevine leafroll virus	接ぎ木検定	カベルネフラン (またはピノノアール)
	Grapevine fleck	接ぎ木検定	セントジョージ
	Grapevine corky bark	接ぎ木検定	LN 33
モモ オウトウ スモモ	Prunus necrotic ringspot virus	接ぎ木検定	シロフゲン
	Prune dwarf virus		

( ) は必要に応じて供試
マルス・シャイデケリを用いた検定は 63 年度より実施予定.

第3表　果樹母樹ウイルス病検査実績 (昭和56～61年度)

種類＼年次	56	57	58	59	60	61	不合格内訳
カンキツ	5,126	3,693	3,588	3,074	2,907	1,949	SDV(1,435), CTV(294), CEV(22), CTLV(7), その他(1,373)
	118	117	597	924	1,294	81	
リンゴ	677	574	571	743	718	374	高接病(221)
	61	37	12	69	21	21	
ブドウ	220	192	172	332	303	344	GLRV または GFl あるいは重複 (94)
	12	17	0	1	33	31	
モモ	404	324	280	369	267	164	PYMV(45)
	15	21	1	8	2	0	PDV または PNRSV(2)
オウトウ	4	4	4	9	9	21	PDV または PNRSV(2)
	1	1	0	0	0	0	
スモモ	—	—	—	—	—	37	PDV または PNRSV(1)
						1	

上段：検査本数，下段：不合格本数
検査本数の中には一部一次検査のみ行ったものを含む．不合格内訳の ( ) は，一次検査または二次検査(検定)で発見されたウイルス罹病樹の6年間の合計本数．
CEV : citrus exocortis viroid, CTV : citrus tristeza virus, CTLV : citrus tatter leaf virus, GFl : grapevine fleck, GLRV : grapevine leafroll virus, PDV : prune dwarf virus, PNRSV : prunus necrotic ringspot virus, PYMV : peach yellow mosaic virus

率が極端に高く，6年間の平均でも 24% に達している。不合格本数の多い温州としては，宮本早生，青島，松尾，原口，楠本早生，宮川，興津などがあげられる。

CTV の検査は原則として，一次検査で対応することにしており，緑枝の樹皮を剝皮して，ステムピッティングの発生度が基準以上のものを不合格として取り扱っている。伊予柑，ネーブルオレンジ類，清見などで不合格が多くなっている。また，カンキツエクソコーティスウイロイドは橘本早生，ネーブル（シャメル）など 22 本から，カンキツタターリーフウイルスは八朔，甘夏，ポンカン，スダチなど7本から検出されている。

リンゴでは一次検査を含めた延べ検査本数の約 5%が不合格になっている。接ぎ木検定結果のみを取れば，県営母樹では 948 本のうちの 221 本，23.3% からウイルスが検出されている。不合格本数が 20 本を超える品種はジョナゴールド，つがる，王林，ふじなどであるが，

ウイルス保毒が確認された品種数は 24 種にのぼる。民営母樹では 110 本検定して，不合格になったものはない。

ブドウにおいては，ブドウファンリーフウイルス(GFV) の ELISA 検定を先行させながら，計画的に指標植物の増殖と数量の確保及び検定技術の向上に努めてきた。幸いに，GFV は現在までのところ全く検出されていない。また，接ぎ木検定も近年軌道に乗りつつあり，304 本検定したうちの 94 本がブドウ葉巻ウイルスまたはブドウフレックあるいは両者の重複感染により不合格になっている。不合格になった品種（系統）は台木用も含めると 20 種を超える。これらのうちでは巨峰が 34 本で最も多く，ネオマスカット，デラウェア，キャンベルなどがこれに続いている。コーキィーバークは今までのところ検出されていない。

第 4 表　温州萎縮ウイルスグループに対するカンキツ母樹の ELISA 検定結果

植物防疫所 / 年度	横　浜	名古屋	神　戸	門　司
56	0/515	0/337	1/455	18/472
57	—	0/360	20/656	13/816
58	0/42	0/60	2/926	49/418
59	0/82	0/281	1/594	336/1,082
60	0/31	0/132	1/539	813/1,415
61	0/50	0/189	4/620	71/525
計	0/720	0/1,359	29/3,790	1,300/4,728
検査申請県	千葉・神奈川	静岡・三重	香川・徳島	熊本・大分（福岡・長崎）

（ ）は年度によっては検査申請のない県．

モモではシロフゲン検定で陽性と判定された事例は 847 本のうち 2 本，白鳳及び大久保の各 1 本（民営母樹）のみである。他は一次検査でモモ斑葉モザイク病により不合格になっている。また，オウトウでは検定した 44 本のうち置賜錦 2 本が陽性と判定され不合格になっている。

IV　現状における問題点

前述の検査結果が示すように，カンキツ及びブドウのウイルス検定体制も整備され，軌道に乗りつつある。しかし，ELISA 検定のほかに 2, 3 の指標植物を用いた接ぎ木検定を行うため，検定期間は 2 年を要する。このため，植物防疫所の検定受入数量（検定能力）にはおのずと限界がある。現在，検査申請数量が検定能力を超えているため，①検定を必要とする緊急性，②全国的な品種の需要状況などを勘案し，申請者との調整を図りながら，年次計画に基づいて検定業務を進めている。

カンキツ及びブドウの検査結果を見ると，申請された母樹のウイルス保毒率は比較的高く，重要なウイルスも含まれている。それゆえに，検査合格母樹のなお一層の有効利用を指導するとともに検定実施体制の充実をさらに推進し検定能力を高めていくことが必要である。

しかし，わが国の果樹種苗の生産・流通過程は非常に複雑であり，ウイルス病検査の法的強制力がないこともあって，検査合格母樹が種苗生産の中でどの程度利用されているか正確に把握できない状況にある。

したがって，果樹母樹検疫の実効を今後さらに高めていくためには，まず次の事項について検討・整理を行い，そのうえで，検査申請数量に見合った施設や要員の確保あるいはより迅速な検定技法（ELISA 検定や遺伝子診断法）の導入などによって検定実施体制の強化を図ることが必要と思われる。

1　穂木・苗木の生産体制の確立

現在，原母樹と母樹とに区分けされて検査申請書が提出されているが，母樹の中にかなり複生母樹(採穂母樹)が含まれている。これらを整理し，合格母樹の一層の活用を図るため，原母樹→母樹→複生母樹→穂木・苗木生産の一連の生産体制を確立するよう指導する。

2　母樹園の設置条件とウイルス再検定体制

母樹のウイルス汚染防止対策の観点から，原母樹及び母樹の設置条件を明確にするとともに，一定期間経過した母樹のウイルス再検定体制を整備する。

3　検査実施体制の整備

穂木・苗木の各生産段階に応じた検査のあり方（毎個検定，抽出検定，肉眼検査など）について再検討し，生産から流通に至る検査実施体制を整備する。

4　母樹利用状況の報告

検査合格母樹の利用状況を正確に把握し，穂木・苗木の需要に応じた効率的な検定を行うため，申請者に母樹の利用状況の報告を求める。

V　果樹母樹検疫の今後のあり方

国の助成によって，多くの果樹生産県にウイルス無毒化施設が設置され，無毒化されたウイルスフリー苗の生産配布体制が山梨県のブドウ，広島県のカンキツをはじ

めとして多くの県で確立されつつある。

また，民営母樹については，日本果樹種苗協会が植物防疫所の検査に合格した母樹から採穂し，実生または無毒台木を用いて育成した苗木に対してはウイルス無毒を保証する証紙を添付する事業を始めることを検討している。

このように，近年，無毒苗の生産配布体制は一歩一歩確立されつつある。今後は植物防疫所が行う母樹検疫，県が行っている無毒化事業とウイルス検定事業及び生産者団体（協会）が行う各種事業を互いに有機的に結合させ，全国的な規模での無毒苗供給体制及び母樹検疫体制を確立していくことが大きな課題となるであろう。その手始めとして，ウイルス検定実施面から，①各県と植物防疫所との間の検査対象ウイルス及び各ウイルスに対する検定法を斉一化すること，②各県が行っている無毒化（検定）事業と植物防疫所が行うウイルス検定業務とを一体化した中で取り扱う方式，などについて検討することも必要ではないかと思われる。これらによって，ウイルスの重複検定が避けられると同時に，検定項目の一部については互いに補い合う道も開け，より効率的なウイルス検定を実施できると思われる。

一方，田中（1983）は，母樹の選抜や管理保存を国や県の機関に全面的に依存するのはきわめて困難ということから，全国規模での母樹管理と無毒苗供給システムについて次のように提案している。①原母樹の隔離保存は全国的組織の民間団体が担当し，経費は受益者負担，②母樹に由来する無毒苗の生産は市町村あるいは各県の果実団体や民間の苗木業者が請け負う，③公的機関による母樹や苗木の検査制度の確立及び検査済みの苗木と無検査の苗木の明確な区別，などが主な骨子となっている。

田中氏の提案したシステムは諸般の情勢から見ても，合理的で，実現性が高いように思われる。植物防疫所が実施している母樹検疫を③の検査に生かせるように，各苗木生産段階における検査実施体制を確立していけば，検査済み苗木の割合も増加していくことが期待される。また，検査済み苗木が広く流通するようになった段階では，果樹種苗を指定種苗として位置づけ，ウイルス病検査を義務付けるかどうかについての検討も必要であろう。

引用文献

1）宮川経邦（1975）：果樹のウイルス病，農文協，東京，pp. 85～106.
2）田中寛康（1983）：果樹種苗　10：10～14.
3）山口　昭（1972）：植物防疫　26：373～377.
4）柳瀬春夫・山口　昭（1975）：同上　29：131～137.

新しく登録された農薬　(62.11.1～62.11.30)

掲載は，種類名，有効成分及び含有量，商品名（登録年月日），登録番号〔登録業者（会社）名〕，対象作物：対象病害虫：適用時期及び回数などの順。(…日…回は，収穫何日前まで何回以内散布の略。)（登録番号 16902～16906 まで計5件）

『殺虫剤』

ピリダフェンチオン粒剤
ピリダフェンチオン 1.0%
オフナックベイト (62.11.30)
16902（ヤシマ産業）
たばこ：ネキリムシ類：移植時

『殺虫殺菌剤』

BPMC・PHC・ペンシクロン粉剤
BPMC 2.0%，PHC 1.0%，ペンシクロン 1.5%
モンセレンサンバッサ粉剤 DL (62.11.30)
16903（日本特殊農薬製造），16904（八洲化学工業），16905（三笠化学工業），16906（大日本除虫菊）
稲：紋枯病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21日4回

「植物防疫」総目次

B5判　63ページ　定価 1,200円　送料 200円

昭和22年4月に創刊された雑誌「農薬」（農薬協会発行）から「農薬と病虫」へと経てきた雑誌「植物防疫」の創刊号から第36巻（昭和57年12月号）までの総目次。項目別に見やすく編集。植物防疫研究者の必読雑誌である「植物防疫」の総目次をという御要望にこたえて発行！

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

第11回国際植物防疫会議 (ICPP) に出席して

農林水産省熱帯農業研究センター　持田　作（もちだ　をさむ）

「国際植物防疫，発展途上国に焦点を合せて」をテーマに，第 11 回 Int'l Congress of Plant Protection は，フィリピンの首都マニラの国際会議センターと，隣接する 686 客室をほこる五つ星のプラザホテルで，昨年 (1987) 10 月 5～9 日開催された。そこは有名なマニラ湾の落日を観賞するには絶好の場所で，憩いの場所として市民に親しまれている。

開会式（フィリピン国際会議センター）

第 1 日目午前 9 時，トウヨウイネクキミギワバエの命名者として知られている，1936 年生れの Ferino 博士の司会で，会議は始まった。雛壇最上部には，J. R. Velasco 博士 (会長)，E. D. Magallona 博士 (大会議長) など 4 名，次段には常任委員会の D. Waterhouse (オーストラリア)，斉藤哲夫 (事務局長)，西村正暘博士など 11 名が着席。会長の開会の辞，大会議長の祝辞などがあり，次いで，植物防疫の分野で特に功績のあった人々が表彰された。日本からは，初めて石倉秀次博士 (日植防協会理事長) が，長年国際的に，特に発展途上国における植物防疫に尽くしたとして，メダルを受賞された。

それから 5 日間，計 350 余の口答発表が，一般 6，特別課題 5 に分けて行われた。

Ⅰ．　作物減収・病害虫（新病害虫も含む）の生態
Ⅱ．　IPM，特に省資材技術の観点から

石倉秀次博士の受賞

Ⅲ．　一般・新農薬
Ⅳ．　病害虫に対する植物の抵抗性
Ⅴ．　熱帯における作物保護
Ⅵ．　種子の健全性と植物検疫
SI．　植物保護一般
SII．　作物保護からみたポストハーベスト
SIII．　生物防除
SIV．　稲作病害虫管理
SV．　病害虫管理の展望

そのほかに，79 題のポスター発表が予定されていたが，キャンセルがあって，実際には 50 余題が展示された。

限られた時間の制約と，偏見に満ちた見方という批判を承知の上であえて私見を述べるならば，一般にコンピュータを使ってデータ解析を行っている試験研究が増しており，それなりに威力を発揮している。しかし，入力するデータそのものが不正確であるのではないかと思われる例も少なくはない。減収量の推定・要防除水準の決定などについて，その必要性が叫ばれて久しいが，今もって納得できるものが，最も研究が進んでいる稲作害虫でさえ，示されているとは云えない。病害虫，特に稲作害虫に関する抵抗性の知見は，近年著しく増したが，特に微働遺伝子による圃場抵抗性を育種にどう活用するのか。農薬部門では，新農薬の開発が近年いかに困難であるかが痛感させられたが，それでも新しいタイプの農薬，2-pyrazoline 誘導体（除草剤のグループに属しな

Observations on the 11th International Congress of Plant Protection (ICPP) held in Manila, the Philippines, on 5-9 October ; 1987.　By Osamu Mochida

がら殺虫活性の高い化合物），MC 311（有効成分がわずか 14～30 g/ha の除草剤），paclobutrazol（Smarect，イネの倒伏抑制剤，日本で登録された倒伏軽減剤 inabenfide とは別のもの），lambdacyhalothrin（Karate，殺虫剤），etofenprox（Trebon，殺虫剤）などについての発表があった。殺虫作用を示す除草剤，野菜果実などの品質改良剤（例えばヴィタミン含量を増す）の開発なども夢ではないかもしれないと思った。件数の割合からすれば，殺虫剤に対して，除草剤に関する発表が増えていると思われる。農薬の安全性，特に発展途上国では，危険な農薬の使用禁止がもっと話題になってもよいのではないかと感じたが，なぜか，ほとんど語られなかった。ダニの薬剤抵抗性は，多くの国で問題であるが，アメリカでは *Heliothis*，東南アジア（タイのバンコク周辺，マレーシアのカメロン高地，フィリピンとインドネシアの高地，タイワン・ホンコンなどの野菜地帯）ではコナガの殺虫剤抵抗性が大問題である割には，講演数は少なかった（？）。もっともコナガについては，アジア蔬菜センター（AVRDC）で 1985 年 3 月に開催されたコナガのシンポジウムで発表された以上のものは，ほとんどないのかもしれない。しかし，C. N. Sun 教授らのキチン合成阻害剤（teflubenzuron と chlorfluazuron）のコナガに抵抗性が発現したという報告は，タイで IGR の効果が低下したという噂を支持する根拠になるかもしれない。IPM，特に稲作については，今回の会議で特に眼新しい知見はなかった。宮古島のウリミバエ絶滅作戦については 1 件発表があったが，すでに成功した小笠原・沖縄のミカンコミバエやウンカ防除剤 buprofezin についてももっと宣伝すべきではなかったか。

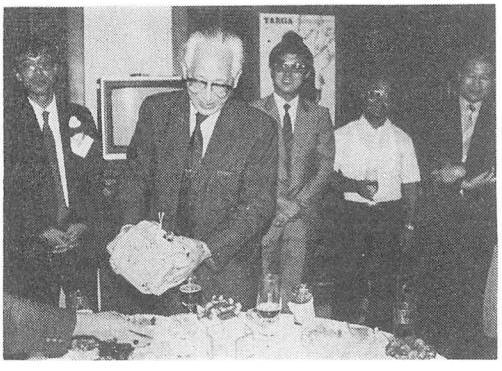
最終日のプレナリーセッションの最後，つまり第 11 回 ICPP[1] の一番最後の講演者として，石倉博士が，「Plant protection in developing countries : Where do we go from here ?」という題で講演された。それは先進国・発展途上国における人口問題，食糧の生産性，肥料・農薬の使用量と農作物の生産力，病害虫による農産物の減収など豊富なデータを使用して，グローバルなマクロの視点から，ときにはミクロな具体例によって，説明された。傾聴していた小生は，まことに石倉博士にしかできえない名講演だと感嘆した。他の聴衆も皆同じ思いだったらしく，長身の博士が発表を終えて降壇されたあとも，拍手がしばらく鳴りやまなかった。聞くところによれば 32 歳から 65 歳の定年まで，オーストラリアの CSIRO の昆虫部長で，現在もその分野でご活躍の D. Waterhouse 博士は，石倉博士より 1 か月ほど生年月日が早いそうで，二人共世界の植物防疫の分野での文字どおり生き字引として，いつまでも御壮健でご活躍を祈ってやまない。

なお次の ICPP はブラジルで 4 年後開催されることに決まった。また斉藤，西村，山本 出 博士（病気のため欠席）の 3 氏は引き続いて常任委員会のメンバーとして，留任されることになった。

第 11 回 ICPP 参加者数

フィリピン	406	西サモア	4
イギリス	121	バングラデシュ	4
日本	121	ペルー	4
インド	118	シリア	3
アメリカ	96	イタリア	3
中国	87	ジャマイカ	3
マレーシア	60	チェコスロバキア	3
西ドイツ	53	韓国	2
タイ	53	パプアニューギニア	2
オーストラリア	33	イラン	2
ナイジェリア	24	アルゼンチン	2
スイス	20	ザンビア	2
イラク	18	スペイン	2
オーストリア	16	スウェーデン	2
カナダ	12	トンガ	2
パキスタン	12	コスタリカ	2
エジプト	11	ユーゴスラビア	2
イスラエル	11	ブルガリア	1
フランス	10	フィジー	1
オランダ	9	ホンジュラス	1
シンガポール	9	カロリン諸島	1
ベルギー	8	ガーナ	1
ホンコン	8	マリ	1
ポーランド	8	ソロモン諸島	1
ケニア	8	セネガル	1
ベトナム	7	スーダン	1
ソビエト	7	西アフリカ	1
コロンビア	6	サウジアラビア	1
デンマーク	6	タスマニア	1
ハンガリー	5		
メキシコ	4		
ブルネイ	4		
		61 国	1,427 名

（名大，斎藤哲夫氏による）



日本からの参加者による石倉博士受賞お祝い会
（フィリピンプラザホテル）

8月 28 日に起こったマニラのクーデター未遂事件などにより，最初の登録者 1,512 名のうち会議参加をキャンセルした人もかなりいたようだが，最終的にはフィリピン人も加えて参加者は 61 か国 1,400 余名ほどに達したようで，日本からも 121 名が出席した。Dandi Soekarna（インドネシア）や B. L. Mercado 博士（農薬部門のオルガナイザー）は，直前の病気で，欠席されたのは残念だった。

二つの建物に分れた会場，複雑にして見にくいプログラム，学術発表用に創られたのではないホテルの広間を会場にしたために起こる不便さ，映写スクリーンの貧弱さ，会場の中央から後では見えないスライド，最終日にやっと届く講演要旨と参加者名簿など，多くの人々が不満を漏らしていた。全くそのとおりだと私も思った。しかし，1984 年 8 月西独ハンブルグでの国際昆虫学会大会（ICE）のとき，フィリピン昆虫学会を代表して，Magallona 博士と小生と二人，国際昆虫学会の常任委員会へ，ICE のマニラ開催への誘致説明に行ったときのことを想い出した。廊下で長いこと待たされ，あのとき払った努力は水泡に帰したが，ICE こそ誘致できなかったものの今回やっとそれに替わる ICPP の大会を無事終えた彼に，「大会が成功に終わって，おめでとう」と言って，彼の手を握った。

人事消息

(12 月 1 日付)

貝沼圭二氏（食品総合研究所食品工学部長）は農林水産技術会議事務局研究開発官に

小林登史夫氏（農林水産技術会議事務局研究開発官）は食品総合研究所企画連絡室長に

朝倉健司氏（農薬検査所検査第二部農薬残留検査課残留検査第三係長）は植物防疫課農薬第一班企画調査係長に

早川泰弘氏（植物防疫課農薬第一班企画調査係長）は種苗課検査指導班指導係長に

(12 月 1 日付)

杉本　渥氏（熱研センター研究一部主研）は熱帯農業研究センター企画連絡室連絡調整科長に

能勢和夫氏（環境研資材動態部農薬動態科殺菌剤動態研主研）は退職

（研究職 OB ニュース　昭和 61 年 6 月～62 年 4 月）

岸　国平氏（農研センター所長）は生物系特定産業技術研究推進機構理事に

武長　孝氏（農研センター機械作業部主研）は国際半乾燥熱帯作物研究所（ICRISAT）主任研究員に

鳥山国士氏（生物研所長）は全国農業協同組合連合会技術顧問に

岩田俊一氏（環境研環境生物部長）は全国農薬協同組合顧問に

浅川　勝氏（環境研環境管理部長）は農業生物遺伝子構造解析技術研究組合専務理事に

上杉康彦氏（環境研資材動態部農薬動態科長）は宇部興産株式会社宇部研究所部長に

久保祐雄氏（環境研所長）は中国黒龍江省農業科学院低温冷害中心に

山口　昭氏（果樹試場長）は(社)日本植物防疫協会調査役に

中川致之氏（茶業試場長）はクミアイ化学工業株式会社生物科学研究所技術顧問に

下村　徹氏（野・茶試環境部長）は(社)日本植物防疫協会研究所調査役に

刑部　勝氏（野・茶試茶栽培部虫害研室長）はシェル化学株式会社 業務・企画・製造部 農薬開発 センター顧問に

山口富夫氏（東北農試次長）は日本特殊農薬製造株式会社 開発本部技術顧問に

百足幸一郎氏（東北農試栽培二部作物 2 研室長）は岩手県立農業短期大学顧問教授に

田中市郎氏（東北農試場長）は IRRI 日本事務所長，日本たばこ産業株式会社 アグリ事業部顧問に

湯嶋　健氏（九農試環境一部長）は信越化学工業株式会社 有機合成事業部嘱託に

菊地　實氏（蚕糸試栽培部桑虫害研室長）は蚕糸試非常勤職員に

間　和夫氏（蚕糸試場長）は大日本蚕糸会蚕糸科学研究所長に

津村信蔵氏（食総研所長）は大洋漁業株式会社 大洋研究所顧問に

小林　尚氏（熱研センター研究一部主研）は農用地開発公団海外事業室嘱託に

（研究職 OB ニュース　昭和 62 年 5～12 月）

大畑貫一氏（環境研環境生物部微生物管理科長）は農林水産技術情報協会技術主幹に

茶谷　仁氏（農土試場長）は石川島播磨重工業株式会社顧問に

中川昭一郎氏（農土試場長）は(社)農業土木学会専務理事に

一戸　稔氏（北海道農試病理昆虫部長）は石原産業株式会社 農薬開発本部農薬開発企画部嘱託に

堀口治夫氏（北海道農試病理昆虫部虫害 1 研室長）はクミアイ化学工業株式会社技術顧問（札幌支店駐在）に

提　正明氏（北海道農試病理昆虫部主研）は(株)アミノアップ化学 工場製造業務技術指導員に

大森昭一郎氏（中国農試場長）は農林漁業金融公庫技術参与に

宮原義雄氏（九農試環境一部虫害 3 研室長）は(株)協和コンサルタンツ 総合研究所技術顧問に

柚木利文氏（九農試 畑作部長）は三共株式会社 農薬営業部嘱託に

榎　　勇氏（農総研所長）は島根大学農学部教授に

福田紀文氏（蚕糸試場長）は大日本蚕糸会評議員に

昭和62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

I 夏作期間の気象経過の概要と農作物被害

4月は全国的に少雨，多照，6月は全国的に高温，多雨，多照，7月は北日本及び西日本で多雨，寡照，8月は北日本及び日本海側で多雨，寡照，9月は日本海側で少雨，関東で多雨，寡照傾向で，夏作期間の気象は概して前半順調，後半不順であった。梅雨についても同様で，梅雨入りは東北，北陸で遅かったほかはほぼ平年並みであったが，梅雨明けは全国的に大幅に遅れた。

このほか，4月上旬初め，4月12～14日，5月4～6日の3波にわたる各地の凍霜害，7月半ばの台風5号の影響による九州を中心とした大雨，8月16～18日の東北北部，24日の北九州，26日の北海道の大雨，29～31日に東シナ海から日本海に抜けた台風12号などが農作物に被害を及ぼした。

9月10月15日現在の水稲の作柄は，台風12号などの影響が大きかった九州が「不良」，天候に恵まれた関東・東山及び東海が「良」，全国平均では作況指数102の「やや良」で，10a当たり収量は499kgと見込まれている。

II 病害虫の発生と防除の概要

稲作前半の好天により葉いもちの発生が少なく，これに続いて穂いもちも少なかったため，いもち病は記録的な少発生にとどまった。一方，紋枯病は分げつが多かったところなど一部で多発した。

害虫では，セジロウンカ，トビイロウンカ，コブノメイガが7月上旬に多数飛来し，全国的多発となった。指導が徹底され防除もよく実施されたが，一部防除不徹底圃場ではトビイロウンカによる坪枯れ被害が発生した。アワヨトウは東北を中心として各地で多発したが，一世代前の6～7月には北海道，東北のムギ，トウモロコシ，牧草でも多発した。スクミリンゴガイは，14県，約1,500haで被害が発生し，特に熊本県で6月下旬～7月上旬の浸冠水により被害面積が拡大した。

水稲以外では，春先の好天により5～6月に関東を中心としてムギ，果樹，野菜のアブラムシ類が多発し，8月の降雨により西日本でカンキツ類の黒点病が多発した。また，リンゴの腐らん病が増加傾向にあり，野菜などのミナミキイロアザミウマの発生県数は30県で昨年と同じであるが，発生面積は拡大しつつある。

なお，全般的に各種作物を通じて病害虫の発生の少ない年であった。

III 病害虫防除事業

1 イネミズゾウムシ

2,482市町村，1,259,107haで発生し，152市町村，面積で22%の拡大となった。

これに対処するため，育苗箱施薬，粒剤の水面施用などを内容とする防除事業を実施した。

2 ウリミバエ

奄美群島：奄美大島において前年に引き続き不妊虫放飼（毎週4,000～5,000万頭）による根絶防除を実施した結果，11月に根絶が確認され，以後侵入警戒調査及び不妊虫放飼による侵入警戒防除を実施した。また，徳之島，沖永良部島，与論島においては，前年の12月から密度抑圧防除を実施し，さらに5月からは不妊虫放飼（毎週2,500万頭）による根絶防除を開始した。60年10月に根絶した喜界島では，前年に引き続き侵入警戒調査及び不妊虫放飼による侵入警戒防除を実施した。

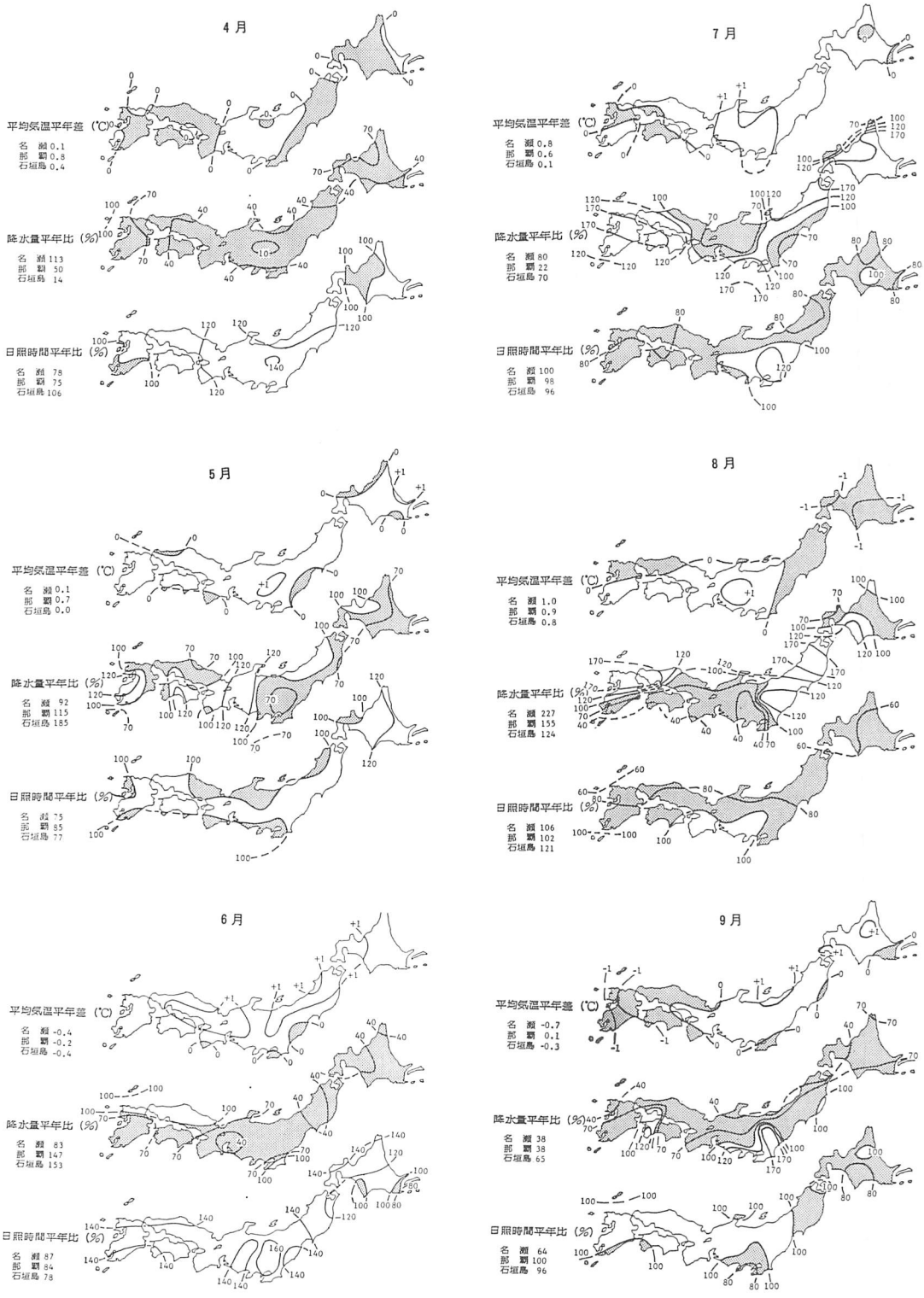
沖縄県：宮古群島において前年に引き続き不妊虫放飼（毎週4,000万頭）による根絶防除を実施した結果，11月に根絶が確認され，以後侵入警戒調査及び不妊虫放飼による侵入警戒防除を実施した。また，沖縄本島中・南部においては，前年の11月から開始した不妊虫放飼

梅雨入りと梅雨明け

地域名	梅雨入り	梅雨明け
東北北部	6. 27 (6. 15)	8. 9 (7. 26)
〃南部	6. 25 (6. 11)	8. 9 (7. 21)
北陸	6. 28 (6. 9)	8. 8 (7. 20)
関東甲信	6. 9 (6. 9)	7. 23 (7. 18)
東海	6. 9 (6. 9)	7. 24 (7. 17)
近畿	6. 8 (6. 8)	7. 24 (7. 17)
中国	6. 8 (6. 7)	7. 26 (7. 18)
四国	6. 8 (6. 5)	7. 25 (7. 16)
九州北部	6. 8 (6. 6)	7. 26 (7. 18)
〃南部	6. 2 (6. 1)	7. 25 (7. 15)
奄美	5. 13 (5. 11)	7. 2 (6. 27)
沖縄	5. 13 (5. 11)	6. 26 (6. 22)

数字は月.日，( ) 内は平年

Occurrence of Pests and Diseases and Their Control in 1987.　By Plant Protection Division, Agricultural Production Bureau, MAFF



月別・要素別気象経過（気象庁産業気象課資料）

病害虫別発生・防除状況（62年10月1日現在）

（単位：千ha，%）

病害虫名	概評	発生面積（前年比）	延べ防除面積（前年比）	備考
（イネ）				
葉いもち	少	295（60）	1,812（97）	前半の好天
穂いもち	少	271（79）	3,032（91）	葉いもち少
紋枯病	東北，関東，中国，四国，九州の一部でやや多～多	1,058（104）	1,902（96）	分げつ多
白葉枯病	少	41（79）	47（68）	
縞葉枯病	東海，近畿以西で平年並み～やや多	215（93）	—（—）	
ばか苗病	北海道，東北，関東，北陸，中国の一部で多	112（88）	1,683（92）	種子消毒
もみ枯細菌病	やや少	73（51）	107（128） ※53（125）	出穂後の好天 ※は種子消毒
ニカメイチュウ	やや少～少	280（95）	1,160（85）	
セジロウンカ	多	1,259（98）	1,888（109）	7月上旬多飛来
トビイロウンカ	多	762（252）	1,874（149）	7月上旬多飛来
ヒメトビウンカ	平年並み～やや多	902（101）	1,528（96）	
ツマグロヨコバイ	東北，関東，北陸の一部で多	966（105）	1,448（97）	
イネハモグリバエ	やや少～少	22（50）	198（98）	
イネドロオイムシ	やや少～少	382（87）	768（88）	
斑点米カメムシ類	平年並み～やや多	235（130）	1,063（89）	
コブノメイガ	多	664（141）	818（135）	7月上旬多飛来
アワヨトウ	各地でやや多～多	76（769）	118（299）	畑作物，牧草では北海道，東北で多発
スクミリンゴガイ	被害面積拡大	※1（—）	—（—）	※被害面積，14県で被害発生
（ムギ）				
さび病類	やや少～少，一部でやや多	46（174）	55（171）	
うどんこ病	平年並み～やや多	113（123）	85（98）	
赤かび病	やや少～少，北海道，九州の一部でやや多	122（112）	52（43）	
縞萎縮病	一部でやや多	21（116）	0（—）	
雪腐病	少，北海道で多	77（128）	81（97）	日本海側少雪，北海道は並み
雲形病	北陸で多	5（260）	2（—）	
（ダイズ）				
紫斑病	やや少～少	7（88）	74（136）	
ハスモンヨトウ	平年並み以下	23（87）	40（108）	
ハダニ類	平年並み以下	29（135）	9（137）	
カメムシ類	平年並み	31（116）	71（134）	
アブラムシ類	平年並み	37（90）	53（169）	
（サトウキビ）				
黒穂病	やや多～多	11（107）	13（92）	3～4月の高温
カンシャコバネナガカメムシ	平年並み	41（94）	46（92）	
アオドウガネ	平年並み～やや多	15（103）	12（47）	
カンシャクシコメツキ	やや多	21（106）	14（55）	
（カンキツ類）				
そうか病	平年並み以下	22（87）	130（97）	
黒点病	平年並み～やや多	109（98）	381（99）	8月の降雨
かいよう病	平年並み～やや多	15（68）	70（93）	春葉の発生多
ヤノネカイガラムシ	平年並み～やや少	18（96）	149（115）	
ミカンハダニ	平年並み～やや少	106（93）	313（92）	
（リンゴ）				
腐らん病	東北でやや多～多	13（107）	67（86）	増加傾向
モニリア病	少	1（23）	66（127）	
斑点落葉病	一部でやや多	24（102）	358（99）	
黒星病	東北，関東の一部でやや多～多	14（110）	223（90）	
ナシヒメシンクイ	平年並み以下	7（102）	177（105）	
ハマキムシ類	平年並み以下	6（77）	205（130）	
ハダニ類	平年並み	14（98）	150（101）	

病害虫名	概評	発生面積（前年比）	延べ防除面積（前年比）	備考
クワコナカイガラムシ	平年並み以下	1 (97)	57 (101)	
(ナシ)				
黒斑病	関東以西の一部でやや多	7 (97)	116 (94)	開花期の高温
黒星病	やや少～少，九州でやや多	6 (93)	110 (89)	
ナシヒメシンクイ	やや少～少	2 (68)	55 (105)	
ハダニ類	平年並み	9 (134)	50 (102)	
カイガラムシ類	平年並み以下	1 (77)	24 (82)	
(モモ)				
せん孔細菌病	平年並み以下，東北，九州の一部でやや多	2 (88)	17 (97)	
灰星病	やや少～少，中国，四国，九州の一部でやや多	2 (57)	44 (97)	
コスカシバ	平年並み	4 (76)	12 (96)	
(ブドウ)				
晩腐病	やや少～少，東北の一部でやや多	3 (96)	65 (110)	
べと病	やや少～少，関東の一部，中国，九州でやや多	6 (94)	77 (107)	
チャノキイロアザミウマ	平年並み以下，東北，東海，近畿，九州の一部でやや多	5 (99)	35 (93)	
(カキ)				
うどんこ病	関東，東海，近畿，四国，九州の一部でやや多～多	9 (109)	45 (117)	早期から多発
落葉病	平年並み以下，関東，北陸，近畿，四国の一部でやや多～多	5 (132)	49 (125)	
カキノヘタムシガ	平年並み以下，北陸，東海，近畿の一部でやや多～多	5 (132)	31 (89)	
カキクダアザミウマ	やや多	7 (135)	19 (147)	熊本で新発生
(パインアップル)				
パイナップルコナカイガラムシ	平年並み～やや少	1 (201)	2 (125)	
(果樹共通)				
カメムシ類[1]	やや多	23 (183)	81 (128)	越冬量多
(チャ)				
チャノコカクモンハマキ	やや少	21 (92)	76 (53)	
チャノミドリヒメヨコバイ	一部でやや多	32 (99)	116 (102)	
カンザワハダニ	平年並み～やや少	35 (90)	106 (83)	
(キュウリ)				
べと病	平年並み～やや少	10 (99)	77 (88)	
うどんこ病	平年並み	8 (100)	48 (93)	
斑点細菌病	平年並み～やや少	4 (92)	46 (102)	
モザイク病	平年並み以下	3 (99)	— (—)	
(スイカ)				
つる枯病	平年並み以下	6 (82)	58 (102)	
炭そ病	平年並み以下	5 (72)	53 (100)	
(ダイコン)				
モザイク病	平年並み以下	11 (86)	— (—)	
(ハクサイ)				
軟腐病	平年並み以下	3 (86)	32 (79)	
(キャベツ)				
黒腐病	平年並み以下	6 (103)	32 (113)	
コナガ	平年並み～やや多	18 (118)	91 (125)	
モンシロチョウ	平年並み以下	15 (133)	53 (105)	
(レタス)				
菌核病	平年並み以下	2 (118)	26 (106)	
(野菜共通)				
疫病[2]	平年並み以下	8 (96)	108 (99)	
灰色かび病[3]	平年並み以下	10 (118)	90 (105)	

病害虫名	概評	発生面積 (前年比)	延べ防除面積 (前年比)	備考
アブラムシ類[4]	平年並み～やや多	93 (115)	407 (106)	
ハダニ類[5]	平年並み～やや多	31 (115)	113 (113)	
ハスモンヨトウ[6]	平年並み以下	4 (85)	32 (273)	
ヨトウガ[7]	平年並み以下	16 (107)	114 (108)	
ミナミキイロアザミウマ[8]		20 (134)	— (—)	発生面積拡大

[1]：カンキツ，ナシ，カキ　[2]：トマト，ピーマン，キュウリ，スイカ，タマネギ　[3]：トマト，レタス，イチゴ，[4]：トマト，ナス，ピーマン，キュウリ，スイカ，ダイコン，ハクサイ，ネギ，レタス，ホウレンソウ，サトイモ，イチゴ　[5]：ナス，スイカ，サトイモ，イチゴ　[6]：ナス，レタス，サトイモ，イチゴ　[7]：ハクサイ，キャベツ，ニンジン，ホウレンソウ　[8]：発生作物（野菜，花き）全部

(毎週 8,700 万頭) による根絶防除を引き続き実施するとともに，沖縄本島北部において前年 11 月からの密度抑圧防除に引き続いて，3 月から不妊虫放飼（毎週 (2,000 万頭) による根絶防除を開始した。53 年に根絶した久米島では，前年に引き続き侵入警戒調査及び不妊虫放飼による侵入警戒防除を実施した。八重山群島では，前年に引き続きウリ類栽培圃場において誘殺剤散布による被害軽減防除を実施するとともに，石垣島において宮古群島への侵入阻止防除を実施した。

3　ミカンコミバエ

沖縄県：前年に引き続き侵入警戒調査を実施するとともに，八重山群島において誘殺剤散布による侵入警戒防除を実施した。

小笠原諸島：前年に引き続き侵入警戒調査を実施した。

4　アフリカマイマイ

奄美，沖縄及び小笠原諸島の被害の著しい野菜圃場などにおいて，マイマイ駆除剤散布による被害軽減防除を実施した。

5　枝枯細菌病

北海道の一部地域で確認されているナシの枝枯細菌病について，前年に引き続き罹病枝葉の除去，薬剤散布による防除を実施した。

6　フザリウム病

沖縄県の一部地域で確認されているウリ科作物のフザリウム病について，薬剤による土壌消毒を実施するとともに，ウリ科作物の栽培規制などを行った。

7　キンケクチブトゾウムシ

静岡，長野両県の一部地域で確認されているキンケクチブトゾウムシについて，薬剤散布による防除などを実施した。

8　天敵増殖配布

果樹の重要害虫であるイセリアカイガラムシ，ルビーロウムシ，ミカントゲコナジラミのそれぞれの天敵であるベダリアテントウムシ，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前年に引き続き静岡，岡山，長崎の各県でそれぞれ実施した。

IV　農林水産航空事業

本年の農林水産航空事業の実施面積は，農業関係では前年比 3,228 千 ha，55% 増の 9,112 千 ha となったが，増加の大部分はミバエ部門の 3,218 千 ha 増で，これを除くと前年並みであった。事業の基幹である水稲部門は，10 千 ha，0.6% 増の 1,735 千 ha で，道県別には，前年から本格的に実施している北海道，石川などで増加したが，一方，散布対象外作物や宅地の混在化などにより減少した県も多い。

剤型別，散布方法別には，年々ドリフトの少ない液剤への転換が進められ，本年は液剤の通常散布 45.9%，同じく微量散布 37.4%，同じく少量散布 11.6%，粉粒剤 4.2%，粉剤 0.8%，粒剤 0.1% の割合となった。

果樹部門は，リンゴの野そ駆除，ミカン，クリの害虫防除など 10.5 千 ha で前年並み (1.0% 増) であった。

畑作部門は，クワ，ムギ，キャベツ，ダイズなどの病害虫防除など 40.0 千 ha で前年並み (0.8% 増) であった。

畜産部門は，牧野の施肥，衛生害虫のダニ駆除など 9.0 千 ha で前年より 12% 減であった。

ミバエ部門は，ウリミバエ防除が徳之島，沖永良部島，与論島，沖縄本島で本格化したことにより，大幅な増加となった。

なお，本年事業に参加したヘリコプタは，8月の最大需要期に 262 機で，前年より 2 機増加した。能力的にも小型機から中型機への転換が進められており，本年は 22 機増加して 134 機と全機数の半分以上を占めた。

V　農薬の出荷状況

62 農薬年度 (61.10～62.9) における農薬の出荷は前

発生予察警報・注意報の発表状況（昭和 62 年 10 月 1 日現在）

（1）イネ

		葉いもち	穂いもち	紋枯病	セジロウンカ	トビイロウンカ	コブノメイガ	ヒメトビウンカと縞葉枯病	斑点米カメムシ類	イネミズゾウムシ	その他の病害虫
北海道		7.31	7.31								4.1-ばか苗病，8.13-アワヨトウ
東北	青森				7.28		8.14			6.11	6.18，8.14-アワヨトウ
	岩手	7.21	8.4	7.30	8.12						8.12-アワヨトウ
	宮城										4.17-苗立枯病，7.27-ツマグロヨコバイ
	秋田	7.15	7.28，8.17	7.28							4.27-苗立枯病，苗いもち，8.20-アワヨトウ
	山形				7.25				7.15	5.29	
	福島		8.6		8.6					6.1	
関東	茨城			7.16	8.6					4.17	
	栃木			7.27						4.30	
	群馬				8.5			6.2		5.19	
	埼玉				8.11			6.17		5.7	
	千葉					8.12				4.22	
	東京									5.22	
	神奈川				7.28	7.28				5.26	
	山梨					9.1				5.22	
	長野				7.20	8.13					
	静岡				7.27	7.27					
北陸	新潟				7.21				7.21	5.23	
	富山					9.3			7.11	5.26	
	石川				7.31	7.31，8.28			7.21	5.22	
	福井		8.3		7.15	7.15，**8.26**				5.16	
東海	岐阜				7.18	7.18，**8.13**，**9.9**					
	愛知				7.17	7.17，**9.4**		6.9			
	三重				7.10	7.10					
近畿	滋賀				7.16	8.26，**9.5**					
	京都				7.18	7.18，**8.25**					
	大阪				7.16	7.16，**8.27**	8.27				
	兵庫				7.14	7.14，**8.18**	8.7	6.30			
	奈良				7.22	8.18				5.25	
	和歌山				7.17	8.15					
中国	鳥取								8.5		
	島根					7.17					
	岡山			8.5	7.17	7.17，**8.20**				6.1	
	広島				**7.15**	**7.15**，**8.25**	8.10		8.10	5.27	
	山口					7.18，**8.14**	8.7				
四国	徳島				7.20	7.20，8.11，**9.11**	8.11				
	香川				7.15	7.15，9.3				6.3	
	愛媛				7.8	7.8，9.8					
	高知	7.21	7.21		7.15	7.15，**9.1**				4.11	3.2-ばか苗病
九州	福岡		8.28		7.8	7.8，**8.13**	8.4，**8.13**			5.15	
	佐賀				7.7	7.7				5.20	
	長崎		8.21	8.21	7.8	7.8，8.21	7.8，8.3	7.11	7.8		
	熊本				7.9	7.9，8.25，**9.5**	7.31			5.28	
	大分				7.8	8.3，**8.22**	8.3，**8.22**			6.6	
	宮崎				7.7	8.11	7.28	7.7	6.23	5.14	3.25，5.23-スクミリンゴガイ
	鹿児島				7.4	7.23，8.21，**9.1**	8.1	7.7	6.29		6.2-スクミリンゴガイ
沖縄				9.24						2.20	

注　ゴシックは警報，他は注意報，数字は発表月日．

（2）畑作物（牧草を含む）

北海道	4.30-ジャガイモウイルス病，6.16-ムギ，牧草のアワヨトウ，7.8-牧草のアワヨトウ，7.20-ジャガイモ疫病
青森	6.18-コムギのアワヨトウ，8.14-トウモロコシ，牧草のアワヨトウ
岩手	8.12-トウモロコシ，牧草のアワヨトウ
秋田	7.3-ムギ，トウモロコシのアワヨトウ，8.20-牧草のアワヨトウ
栃木	5.12-ムギのアブラムシ類
群馬	5.7-ムギのアブラムシ類
新潟	**3.26**-オオムギ雲形病
鳥取	5.26-ジャガイモのアブラムシ類
愛媛	4.9-ムギ赤かび病
佐賀	4.6-ムギ赤かび病
長崎	4.4-ムギ赤かび病，5.13-ジャガイモ疫病
熊本	4.7-ムギ赤かび病，5.28-イグサのイグサシンムシガ
沖縄	4.7-サトウキビのカンシャコバネナガカメムシ

（3）果樹（チャを含む）

岩手	4.15-リンゴモニリア病，6.9-リンゴのキンモンホソガ，6.17-リンゴのナミハダニ
茨城	5.13-ナシ，クリのアブラムシ類
栃木	5.12-果樹のアブラムシ類
群馬	5.7-果樹のアブラムシ類
東京	5.11-果樹のアブラムシ類，ダニ類
長野	5.12-モモのアブラムシ類，6.5-リンゴ黒星病
岐阜	7.8-ナシ，モモ，カキのカメムシ類
愛知	6.17-ナシ，ブドウ，カキなどのカメムシ類
三重	6.2-カンキツ，ナシ，カキなどのカメムシ類 7.28-チャのチャノミドリヒメヨコバイ，チャノキイロアザミウマ，9.9-カンキツ，カキなどのカメムシ類
滋賀	6.11-ナシ，モモ，ブドウ，カキのカメムシ類
兵庫	4.28-ナシ黒斑病
奈良	6.1-カキのカキクダアザミウマ，8.6-ナシ，カキのチャバネアオカメムシ
和歌山	4.27，6.10-カキのカキクダアザミウマ，8.12-カキのチャバネアオカメムシ
鳥取	7.27-リンゴ，ナシ，モモ，カキのカメムシ類
島根	7.31-ナシ，カキのカメムシ類
岡山	5.1-モモ灰星病
広島	7.21-カンキツ黒点病，8.10-リンゴ，ナシ，カキのカメムシ類
香川	8.3-カンキツ，ナシ，カキのチャバネアオカメムシ
愛媛	5.27-ナシ，モモ，カキのカメムシ類
福岡	5.29-ナシ，モモ，カキのチャバネアオカメムシ
佐賀	6.26-カンキツかいよう病
長崎	8.10-カンキツのカメムシ類
熊本	8.4-カンキツ黒点病，8.28-カンキツ，カキのカメムシ類
大分	4.3-ナシ黒星病，7.2-落葉果樹のカメムシ類
宮崎	3.25，5.21-チャのカンザワハダニ
鹿児島	2.21-チャ赤焼病，カンザワハダニ，6.10-ナシ，カキのカメムシ類，8.31-カンキツかいよう病，9.2-カンキツ黒点病，9.10-カンキツ，カキなどのカメムシ類
沖縄	7.28-カンキツのカメムシ類

（4）野菜

茨城	5.13-野菜のアブラムシ類
栃木	5.12-野菜のアブラムシ類
群馬	5.7-野菜のアブラムシ類
埼玉	5.11-トマト，ナス，キュウリ，ネギ，イチゴのアブラムシ類，ウイルス病
東京	5.11-野菜のアブラムシ類，ダニ類
神奈川	5.11-野菜のアブラムシ類
長野	7.1-アブラナ科野菜のコナガ
石川	2.24-トマト，キュウリのモモアカアブラムシ，オンシツコナジラミ
愛知	9.18-ダイコン，ハクサイ，キャベツのコナガ
京都	8.25-ナスのミナミキイロアザミウマ
大阪	4.1-タマネギべと病
兵庫	2.20-タマネギべと病
奈良	7.2-ナスのミナミキイロアザミウマ
和歌山	3.19-タマネギべと病
鳥取	5.26-ナス，キュウリ，スイカ，メロン，トウガラシのアブラムシ類
山口	3.20-タマネギべと病
香川	3.26-タマネギべと病
福岡	1.22-トマト疫病
佐賀	4.25-タマネギべと病，6.16-イチゴのクルミネグサレセンチュウ
長崎	4.4-タマネギべと病，トマト，キュウリ灰色かび病
熊本	3.20-トマト，ナス，キュウリ灰色かび病，キュウリ，メロンべと病，スイカつる枯病，キュウリ，スイカ菌核病
宮崎	2.20-トマト，ピーマン，キュウリ灰色かび病
鹿児島	6.25-野菜のアブラムシ類，コナガ，ミナミキイロアザミウマ

特殊報の発表状況（昭和 62 年 10 月 1 日現在）

（1）イネ

山形	6.11-セジロウンカ早期飛来
新潟	6.11-セジロウンカ早期飛来，葉いもち早期発生
石川	6.10-セジロウンカ，トビイロウンカ早期飛来
山口	7.7-アワヨトウ異常多発，7.8-セジロウンカ，トビイロウンカ異常多飛来
香川	8.10-コブノメイガ多発

（2） 果　樹

群　馬	7.21-リンゴ赤衣病初確認	長　野	3.18-ブドウ枝枯菌核病初確認，5.12-ギンモンハモグリガ発生拡大
神奈川	9.1-ツツムネチョッキリゾウムシ（ウメの害虫として初確認）	福　岡	6.19-キウイフルーツかいよう病初確認
山　梨	7.25-ギンモンハモグリガ初確認	熊　本	5.21-カキクダアザミウマ初確認

（3） 野菜（畑作物，花きを含む）

北海道	8.21-ジャガイモシストセンチュウ発生地域拡大	山　口	9.10-グラジオラスアザミウマ初確認
秋　田	3.30-グラジオラスアザミウマ初確認	香　川	1.22-ネギアザミウマ(アスパラガスの害虫として初確認)，1.22-オオムギ黒節病初確認，2.6-マーガレットさび病新発生
埼　玉	3.11-レタスビッグベイン病初確認		
千　葉	8.3-グラジオラスアザミウマ初確認	長　崎	6.10-アルファルファタコゾウムムシ初確認
神奈川	9.1-グラジオラスアザミウマ初確認	大　分	2.27-メロン癌腫病初確認
長　野	8.7-ホウレンソウえそ萎縮病初確認	鹿児島	3.26-グラジオラスアザミウマ初確認
京　都	1.20-グラジオラスアザミウマ初確認	沖　縄	3.10-グラジオラスアザミウマ初確認
広　島	1.19-シロイチモジヨトウ初確認		

62農薬年度農薬出荷状況（推定）

（単位：t，kl，百万円，%）

用途		61年度出荷（実績）	62年度（推定）	
			出荷	対前年比
殺虫剤	数量	216,156	212,000	98
	金額	143,654	144,000	100
殺菌剤	数量	121,150	104,000	86
	金額	96,499	93,000	96
殺虫殺菌剤	数量	77,706	72,000	93
	金額	30,611	29,000	96
除草剤	数量	154,630	152,000	98
	金額	117,834	111,000	94
その他	数量	24,410	26,000	105
	金額	11,815	13,000	111
合計	数量	594,052	566,000	95
	金額	400,413	390,000	97

年度に比べ減少し，数量では5%減の57万t・kl，金額では3%減の3,900億円程度と推定される。

対象病害虫別には，水稲用農薬のうち鱗翅目害虫，ウンカ・ヨコバイ類及びイネミズゾウムシ防除用農薬が増加したものの，その他はほとんど減少した。また，水稲用除草剤では単剤が減少し，一発処理剤への移行が進んだ。

植物防疫基礎講座
病害虫防除のための統計学（9）

質的データの解析法

——対数線型モデルについて——

農林水産省農業環境技術研究所　宮井俊一（みやい しゅんいち）

はじめに

実験や調査の結果得られるデータには，量的なものと質的なものとがある。すなわち，体長，温度，作物の収量などのように，連続的変数の測定から得られるデータは量的データである。それに対して，形質の有無，生死，雌雄，被害の有無などの質的変数を調べて得られるデータは質的データである。質的データは，カテゴリカルデータ (categorical data) と呼ばれることもある。

質的データは，通常，分割表 (contingency table) と呼ばれる度数表にまとめて表されることが多い。二つの質的変数から構成される二次元分割表の解析は一般によく行われているが，三つ以上の質的変数から生じる多次元分割表の解析法は，統計学の入門書では触れられることがないので，あまり適用されていない。多次元分割表の解析では，二次元の場合に比べて，単に計算量が増えるというだけではなく，全く新しい概念が出現する。

本稿では，多次元分割表の解析への入門として，対数線型モデル (log-linear model) による三次元分割表の解析法を紹介する。質的データの解析法全般について，もっと詳しいことを知りたい方は，BISHOP ら (1975)，エヴェリット (1977)，柳川 (1986)，FREEMAN (1987) などを参照してほしい。

I 二次元分割表の解析

1 二次元分割表

三次元分割表の解析に向かう前に，その準備として二次元分割表の解析法を述べておく。二次元分割表は，二つの質的変数から構成され，それらが独立であるか否かを調べるために用いられる。二つの変数のカテゴリー数をそれぞれ r, c として，二次元分割表の一般形を第1表に示した。すなわち，n 個の観測値からなる標本が，二つの変数によって分類されている。これは $r\times c$ 分割表と呼ばれる。変数1が i 番目 ($i=1, 2, \cdots, r$) のカテゴリーで，変数2が j 番目 ($j=1, 2, \cdots, c$) のカテゴリーである観測度数は f_{ij} で表される。これは ij 細胞(cell)中の観測度数と呼ばれる。表中の $f_{i\cdot}$, $f_{\cdot 1}$ などは周辺合計を表している。すなわち，変数1の i 番目のカテゴリーの総度数は $f_{i\cdot}$ であり，

$$f_{i\cdot}=f_{i1}+f_{i2}+\cdots+f_{ic}=\sum_{j=1}^{c} f_{ij}$$

と計算される。同様に，変数2の j 番目のカテゴリーの総度数は $f_{\cdot j}$ であり，

$$f_{\cdot j}=f_{1j}+f_{2j}+\cdots+f_{rj}=\sum_{i=1}^{r} f_{ij}$$

と計算される。標本における総観測度数 n は $f_{\cdot\cdot}$ で表され，当然のことながら，

$$f_{\cdot\cdot}=\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c} f_{ij}=\sum_{i=1}^{r} f_{i\cdot}=\sum_{j=1}^{c} f_{\cdot j}$$

となる。すぐ理解されるように，この表記法で表される下付きの点（・）は，特定の添え字全体について度数を加え合わすことを意味している。

最も簡単な二次元分割表は，二つの変数の両方が二つ

第1表　二次元分割表の一般形（$r\times c$ 分割表）

		変数2				
		カテゴリー1	カテゴリー2	…	カテゴリー c	計
変数1	カテゴリー1	f_{11}	f_{12}	…	f_{1c}	$f_{1\cdot}$
	カテゴリー2	f_{21}	f_{22}	…	f_{2c}	$f_{2\cdot}$
	⋮	⋮	⋮		⋮	
	カテゴリー r	f_{r1}	f_{r2}	…	f_{rc}	$f_{r\cdot}$
	計	$f_{\cdot 1}$	$f_{\cdot 2}$	…	$f_{\cdot c}$	$f_{\cdot\cdot}=n$

Statistics for Pest and Disease Control (9). Analysis of Contingency Tables by Log-Linear Models. By Shun'ichi MIYAI

第2表　リンゴミバエの幼虫期の寄主植物とリンゴへの産卵に関する 2×2 分割表

幼虫期の寄主植物	リンゴへの産卵		
	有	無	計
リ ン ゴ	19	18	37
サンザシ	5	28	33
計	24	46	70

STANEK et al. (1987) のデータを用いて作成.

第3表　第2表の分割表に対して計算された期待度数の推定値

幼虫期の寄主植物	リンゴへの産卵		
	有	無	計
リ ン ゴ	12.7	24.3	37.0
サンザシ	11.3	21.7	33.0
計	24.0	46.0	70.0

のカテゴリーしか持たない場合に生じる。すなわち，$r=c=2$ の場合で，2×2 分割表となる。例えば，リンゴミバエ (*Rhagoletis pomonella*) の雌個体の寄主選択に関する STANEK et al. (1987) のデータを用いて 2×2 分割表を作ると第2表のようになる。取り上げた変数は，幼虫期の寄主植物（変数1）と成虫になってリンゴへ産卵するか否か（変数2）の二つである。すなわち，リンゴで育った幼虫と野生のサンザシで育った幼虫を野外から採集し，実験室内で羽化させ，それぞれの個体にリンゴを与えて産卵の有無を調べている。第2表が示すように，幼虫期にリンゴを食していた 37 個体のうちリンゴに産卵したのは 19 個体であり，一方，サンザシを食していた 33 個体では，5個体しかリンゴに産卵しなかった。この例では，

$f_{11}=19,\ f_{12}=18,\ f_{21}=5,\ f_{22}=28$

$f_{1\cdot}=19+18=37,\ f_{2\cdot}=5+28=33$

$f_{\cdot 1}=19+5=24,\ f_{\cdot 2}=18+28=46$

$f_{\cdot\cdot}=n=19+18+5+28=70$

ということになる。

2　二次元分割表における独立性

二次元分割表の解析において知りたいことは，分割表を構成する二つの質的変数が独立であるか否かということである。この独立性の概念を，標本が抽出される母集団で考えてみよう。いま，n 個の観測値があるとしよう。変数1では i 番目のカテゴリーに属し，かつ変数2では j 番目のカテゴリーに属する確率を p_{ij} とすれば，分割表の ij 細胞中の期待度数 F_{ij} は，

$$F_{ij}=np_{ij}$$

となる。また，変数1についてだけ考えるとき，i 番目のカテゴリーに属する周辺確率を $p_{i\cdot}$ としよう。同様に，変数2についてだけ考え，j 番目のカテゴリーに属する周辺確率を $p_{\cdot j}$ としよう。したがって，変数1が i 番目のカテゴリーである周辺度数の期待値 $F_{i\cdot}$ は，

$$F_{i\cdot}=np_{i\cdot}$$

であり，同様に，変数2が j 番目のカテゴリーである周辺度数の期待値 $F_{\cdot j}$ は，

$$F_{\cdot j}=np_{\cdot j}$$

となる。このとき，変数1と変数2が独立であることと，

$$p_{ij}=p_{i\cdot}p_{\cdot j} \quad \cdots\cdots(1)$$

が成立することとは同値である。したがって，二次元分割表において二つの変数が独立であるとは，期待度数が

$$F_{ij}=np_{i\cdot}p_{\cdot j}=F_{i\cdot}F_{\cdot j}/n \quad \cdots\cdots(2)$$

と表されることである。けれども，ここで述べた独立性の定義は母集団での話であり，未知の確率が使われている。したがって，実際には標本を用いて以下のように推定が行われなければならない。まず，$p_{i\cdot}$ と $p_{\cdot j}$ は，それぞれ，

$$\hat{p}_{i\cdot}=f_{i\cdot}/n,\ \hat{p}_{\cdot j}=f_{\cdot j}/n$$

と推定される。次に，二つの変数の独立性を仮定した場合の ij 細胞中の期待度数の推定値 E_{ij} は，

$$E_{ij}=n\hat{p}_{i\cdot}\hat{p}_{\cdot j}=n(f_{i\cdot}/n)(f_{\cdot j}/n)=f_{i\cdot}f_{\cdot j}/n \quad \cdots\cdots(3)$$

により求められる。母集団において独立性が成り立っているならば，推定値 E_{ij} と実際の観測度数 f_{ij} の差は小さいであろうし，成り立っていないならばその差は大きくなろう。

第2表に示したリンゴミバエの分割表の場合について期待度数の推定値を求めてまとめたのが第3表である。例えば，(3) 式を用いて，E_{11} は，

$$E_{11}=37\cdot 24/70=12.7$$

と計算される。この例の場合，二つの変数が独立であるか否かとは，具体的には，幼虫期にリンゴに寄生していたか，それともサンザシに寄生していたかによって，リンゴミバエがリンゴに産卵する率に差異があるかどうかということを意味している。もし独立であるならば差異はないことになる。第2表と第3表を比べてみると，観測度数と期待度数の違いは大きく，独立性は成り立っていないように思われる。この判定は次に述べる統計的検定によってなされなければならない。

3　二次元分割表における独立性の検定

$r\times c$ 分割表の独立性の検定における帰無仮説は，母集団において二つの変数が独立であることである。この帰無仮説を確率を用いて式で表したのが先の (1) 式である。

この仮説を検定するためのよく知られた古典的方法は，各細胞中の観測度数 f_{ij} と期待度数の推定値 E_{ij} を用いて，

$$X^2=\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}(f_{ij}-E_{ij})^2/E_{ij}$$

なる統計量を求めることによりなされる。すなわち，この X^2 が近似的に自由度 $(r-1)(c-1)$ の χ^2 分布に従うことを利用するのである。

けれども，ここでは X^2 ではなくて，それよりも統計学的に好ましい性質を持っていることが知られている尤度比 (likelihood ratio) 統計量

$$G=2\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}f_{ij}\ln(f_{ij}/E_{ij}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

を用いて検定を行うことにする。(3) 式を (4) 式に代入することにより，

$$\begin{aligned}G&=2\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}f_{ij}[\ln f_{ij}-\ln(f_{i\cdot}f_{\cdot j}/n)]\\&=2\Big(\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}f_{ij}\ln f_{ij}-\sum_{i=1}^{r}f_{i\cdot}\ln f_{i\cdot}\\&\quad-\sum_{j=1}^{c}f_{\cdot j}\ln f_{\cdot j}+n\ln n\Big) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5)\end{aligned}$$

となり，期待度数の推定値を計算せずに，観測度数と周辺度数から直接 G を求めることができる。この統計量 G も，近似的に自由度 $(r-1)(c-1)$ の χ^2 分布に従う。

先のリンゴミバエの例に対してこの独立性の検定法を適用してみよう。(5) 式を用いて G を計算すると，

$$\begin{aligned}G=2(&19\ln 19+18\ln 18+5\ln 5+28\ln 28-37\ln 37\\&-33\ln 33-24\ln 24-46\ln 46+70\ln 70)=10.670\end{aligned}$$

となる。この値は，自由度が1の χ^2 分布の 0.5% 点の値である 7.879 よりも大きいので，二つの変数が独立であるという帰無仮説は 0.5% 水準で棄却されることになる。すなわち，幼虫期にリンゴに寄生していたリンゴミバエのほうが，サンザシに寄生していたものよりも，リンゴに産卵する率は有意に高いという結論になる。

二次元分割表の解析法のもっと詳しい解説については，エヴェリット (1977) や Sokal and Rohlf (1981) などを参照されたい。

II 三次元分割表

三次元分割表は三つの質的変数から構成される。それらを変数1，変数2，変数3とし，これらのカテゴリー数をそれぞれ r, c, l で表そう。いま n 個の観測値からなる標本が，これらの三変数によって分類されているとしよう。二次元分割表と同じような表記法を用いて，観測度数や周辺度数を次のように表すことにする。まず，変数1，変数2，変数3が，それぞれ i 番目，j 番目，k 番目のカテゴリーである観測度数を f_{ijk} で表す。これは ijk 細胞中の観測度数と呼ばれる。また，変数1の i 番目のカテゴリーの総度数を $f_{i\cdot\cdot}$，変数2の j 番目のカテゴリーの総度数を $f_{\cdot j\cdot}$，変数3の k 番目のカテゴリーの総度数を $f_{\cdot\cdot k}$ で表すと，

$$f_{i\cdot\cdot}=\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l}f_{ijk}$$

$$f_{\cdot j\cdot}=\sum_{i=1}^{r}\sum_{k=1}^{l}f_{ijk}$$

$$f_{\cdot\cdot k}=\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}f_{ijk}$$

となる。これらは，単変数周辺度数と呼ばれる。さらに，変数1が i 番目のカテゴリーで変数2が j 番目のカテゴリーである総度数を $f_{ij\cdot}$，変数2が j 番目のカテゴリーで変数3が k 番目のカテゴリーである総度数を $f_{\cdot jk}$，変数1が i 番目のカテゴリーで変数3が k 番目のカテゴリーである総度数を $f_{i\cdot k}$ で表すと，

$$f_{ij\cdot}=\sum_{k=1}^{l}f_{ijk},\ f_{\cdot jk}=\sum_{i=1}^{r}f_{ijk},\ f_{i\cdot k}=\sum_{j=1}^{c}f_{ijk}$$

となる。これらは，二変数周辺度数と呼ばれる。標本における総観測度数 n は $f_{\cdots}$ で表され，

$$f_{\cdots}=\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l}f_{ijk}$$

となる。

三次元分割表の例を第4表に示した。これは実際のデータではなく，説明のために，前節のリンゴミバエの場合と同じような実験を行ったものと想定して適当に作成したものである。すなわち，2種類の寄主植物AとBに寄生していた幼虫を野外から採集し，実験室内で羽化させ，寄主植物Aを与えて産卵の有無を調べたものと考える。ただし，この例では，二つの場所で採集を行ったものとしてある。場所を変数1，幼虫期の寄主植物を変数2，産卵の有無を変数3とするならば，$r=c=l=2$ であり，

$f_{111}=56$, $f_{112}=6$, $f_{121}=35$, $f_{122}=17$

$f_{211}=23$, $f_{212}=2$, $f_{221}=15$, $f_{222}=6$

第4表　三次元分割表の例

場所	幼虫期の寄主植物	寄主植物Aへの産卵		
		有	無	計
I	A	56	6	62
	B	35	17	52
		91	23	114
II	A	23	2	25
	B	15	6	21
		38	8	46
計		129	31	160

$f_{1\cdot\cdot}=56+6+35+17=114$, $f_{2\cdot\cdot}=23+2+15+6=46$
$f_{\cdot 1\cdot}=56+6+23+2=87$, $f_{\cdot 2\cdot}=35+17+15+6=73$
$f_{\cdot\cdot 1}=56+35+23+15=129$, $f_{\cdot\cdot 2}=6+17+2+6=31$
$f_{11\cdot}=56+6=62$, $f_{12\cdot}=35+17=52$
$f_{21\cdot}=23+2=25$, $f_{22\cdot}=15+6=21$
$f_{\cdot 11}=56+23=79$, $f_{\cdot 12}=6+2=8$
$f_{\cdot 21}=35+15=50$, $f_{\cdot 22}=17+6=23$
$f_{1\cdot 1}=56+35=91$, $f_{1\cdot 2}=6+17=23$
$f_{2\cdot 1}=23+15=38$, $f_{2\cdot 2}=2+6=8$
となる。

III 三次元分割表における独立性

母集団で考えるとき，三次元分割表における三変数間の相互独立性は，確率を用いると次のように定式化される。

$$p_{ijk}=p_{i\cdot\cdot}p_{\cdot j\cdot}p_{\cdot\cdot k} \quad \cdots\cdots(6)$$

この式は，二次元分割表の場合の（1）式に対応するものである。ただし，p_{ijk} は ijk 細胞に属する確率であり，$p_{i\cdot\cdot}$ は変数1だけを考えるときに i 番目のカテゴリーに属する周辺確率，$p_{\cdot j\cdot}$ は変数2だけを考えるときに j 番目のカテゴリーに属する周辺確率，$p_{\cdot\cdot k}$ は変数3だけを考えるときに k 番目のカテゴリーに属する周辺確率を表す。いま，標本が n 個の観測値からなるとすれば，$p_{i\cdot\cdot}$, $p_{\cdot j\cdot}$, $p_{\cdot\cdot k}$ の推定値 $\hat{p}_{i\cdot\cdot}$, $\hat{p}_{\cdot j\cdot}$, $\hat{p}_{\cdot\cdot k}$ は，

$\hat{p}_{i\cdot\cdot}=f_{i\cdot\cdot}/n$, $\hat{p}_{\cdot j\cdot}=f_{\cdot j\cdot}/n$, $\hat{p}_{\cdot\cdot k}=f_{\cdot\cdot k}/n$

となる。したがって，三変数間の相互独立性を仮定した場合の ijk 細胞における期待度数 F_{ijk} の推定値 E_{ijk} は，

$$\begin{aligned}E_{ijk}&=n\hat{p}_{i\cdot\cdot}\hat{p}_{\cdot j\cdot}\hat{p}_{\cdot\cdot k}\\&=n(f_{i\cdot\cdot}/n)(f_{\cdot j\cdot}/n)(f_{\cdot\cdot k}/n)\\&=f_{i\cdot\cdot}f_{\cdot j\cdot}f_{\cdot\cdot k}/n^2 \quad\cdots\cdots(7)\end{aligned}$$

により求められる。このときの独立性の検定は，二次元分割表の場合の（4）式と同様にして，次の尤度比統計量 G を計算することによりなされる。

$$G=2\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l}f_{ijk}\ln(f_{ijk}/E_{ijk}) \quad\cdots\cdots(8)$$

この（8）式に（7）式を代入して整理すれば，

$$\begin{aligned}G=2\Big(&\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l}f_{ijk}\ln f_{ijk}-\sum_{i=1}^{r}f_{i\cdot\cdot}\ln f_{i\cdot\cdot}\\&-\sum_{j=1}^{c}f_{\cdot j\cdot}\ln f_{\cdot j\cdot}-\sum_{k=1}^{l}f_{\cdot\cdot k}\ln f_{\cdot\cdot k}+2n\ln n\Big)\end{aligned}$$
$$\cdots\cdots(9)$$

となり，E_{ijk} を計算しなくても，観測度数と周辺度数とから直接 G を求めることができる。この統計量 G は，近似的に自由度 $rcl-r-c-l+2$ の χ^2 分布に従う。

第4表の例に対して（9）式を用いて G を計算すると，$G=13.101$ となる。自由度が4の χ^2 分布の5%点の値は 9.488 なので，三変数が相互に独立であるという帰無仮説は5%水準で棄却されることになる。したがって，産卵の有無は，幼虫期の寄主植物や場所となんらかの連関があると考えられる。仮にこの帰無仮説が棄却されなかった場合には，幼虫期の寄主植物の違いは産卵率に差異をもたらすことはないし，また二つの場所において産卵率には差がないという結論になる。

二次元分割表の場合には変数が二つしか含まれないので，独立性の帰無仮説が棄却されたならば，その二変数間に有意な連関があるということで解析は終了する。けれども，三次元分割表では，三変数間の相互独立性の帰無仮説が棄却されたとしても，それは必ずしもすべての変数間に有意な連関が存在することを意味しているわけではない。例えば，変数1の各水準において他の二変数が独立であるのかもしれない。このような場合には条件付き独立性 (conditional independence) が成立していて，変数2と変数3は変数1において条件付き独立であるといわれる。あるいは，変数1は完全に独立しているが，変数2と変数3の間は独立ではなく連関が存在しているかもしれない。このような場合は，部分的独立性 (partial independence) と呼ばれる。

このように，三次元分割表の解析は，変数の組み合わせの間の連関のパターンを調べなければならないので，二次元分割表の場合よりもずっと複雑になってくる。

IV 対数線型モデルによる三次元分割表の解析

近年，分割表の解析は，対数線型モデルと呼ばれるモデルに基づいて行われるようになってきている。

まず，二次元分割表の場合について考えてみよう。二変数が独立であるときには，母集団における期待度数 F_{ij} は（2）式で表される。（2）式の両辺の自然対数をとると，

$$\ln F_{ij}=\ln F_{i\cdot}+\ln F_{\cdot j}-\ln n$$

となる。この式は，

$$\ln F_{ij}=u+u_{1(i)}+u_{2(j)} \quad\cdots\cdots(10)$$

と書き直すことができる。ただし，

$$u=\Big(\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\ln F_{ij}\Big)/rc$$

$$u_{1(i)}=\Big(\sum_{j=1}^{c}\ln F_{ij}\Big)/c-\Big(\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\ln F_{ij}\Big)/rc$$

$$u_{2(j)}=\Big(\sum_{i=1}^{r}\ln F_{ij}\Big)/r-\Big(\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\ln F_{ij}\Big)/rc$$

である。(10) 式が，二変数間の独立性が成り立っているときの対数線型モデルとなる。u は全平均効果，$u_{1(i)}$

は変数1の i 番目のカテゴリーの主効果，$u_{2(j)}$ は変数2の j 番目のカテゴリーの主効果を表している。$u_{1(i)}$ と $u_{2(j)}$ は偏差の形となっているので，

$$\sum_{i=1}^{r} u_{1(i)}=0,\quad \sum_{j=1}^{c} u_{2(j)}=0$$

である。二つの変数が独立でないときの対数線型モデルは，(10) 式に交互作用を表す項を加えればよく，

$$\ln F_{ij}=u+u_{1(i)}+u_{2(j)}+u_{12(ij)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (11)$$

となる。ここで $u_{12(ij)}$ が変数1の i 番目のカテゴリーと変数2の j 番目のカテゴリーの間の交互作用効果を表しているわけである。$u_{12(ij)}$ も偏差として測られ，

$$\sum_{i=1}^{r} u_{12(ij)}=0,\quad \sum_{j=1}^{c} u_{12(ij)}=0$$

を満たす。二次元分割表における独立性の検定は，i と j のすべての値に対して (11) 式の $u_{12(ij)}$ が 0 に等しいかどうかを調べているのである。すなわち，(10) 式のモデルが観測度数に十分よく適合するかどうかを検定するものである。

三次元分割表の場合，(11) 式に対応する対数線型モデルは，

$$\ln F_{ijk}=u+u_{1(i)}+u_{2(j)}+u_{3(k)}+u_{12(ij)}+u_{23(jk)}+u_{13(ik)}+u_{123(ijk)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (12)$$

となる。このモデルでは，三変数間の交互作用を表すパラメータとして $u_{123(ijk)}$ が含まれている。対数線型モデルでは，二変数間の交互作用を一次交互作用，三変数間の交互作用を二次交互作用と呼んでいる。

三次元分割表の解析において現れる仮説が，対数線型モデルのパラメータによってどのように表現されるかを説明しよう。前節で検定を行った三変数間の相互独立性は，三変数間にいかなる連関もないことを表すものである。これは，(12) 式においてすべての交互作用がないということであり，すべての i, j, k に対して，

$$u_{12(ij)}=0,\ u_{23(jk)}=0,\ u_{13(ik)}=0,\ u_{123(ijk)}=0$$

となる。したがって，三変数間の相互独立性の検定は，観測度数に次のモデルが適合するかどうかを検定しているのである。

$$\ln F_{ijk}=u+u_{1(i)}+u_{2(j)}+u_{3(k)}$$

また，二次交互作用がない，すなわちすべての i, j, k に対して $u_{123(ijk)}=0$ という仮説は，例えば変数2と変数3の間の交互作用が変数1の各水準において同じであることを意味する。したがって，さらにすべての j, k に対して $u_{23(jk)}=0$ も成立しているという仮説を加えるならば，変数2と変数3の間の交互作用はない，すなわち独立であるということになる。このことから，次の対数線型モデルは，変数2と変数3の変数1に対する条件付き独立性を表している。

$$\ln F_{ijk}=u+u_{1(i)}+u_{2(j)}+u_{3(k)}+u_{12(ij)}+u_{13(ik)} \cdots (13)$$

もう一つの独立性である部分的独立性は，交互作用項として一次交互作用項をただ一つだけ含むモデルで表すことができる。例えば，

$$\ln F_{ijk}=u+u_{1(i)}+u_{2(j)}+u_{3(k)}+u_{23(jk)} \cdots\cdots (14)$$

なるモデルは，変数1は完全に独立しているが，変数2と変数3の間には連関が存在していることを表している。

対数線型モデルの形には次のような制約がある。すなわち，モデル中に高次の効果に関する項が含まれるときには，それに関係する変数の低次効果の項も必ず含めなければならない。例えば，モデルに $u_{123(ijk)}$ が含まれる場合には，必ず $u_{12(ij)}$, $u_{23(jk)}$, $u_{13(ik)}$, $u_{1(i)}$, $u_{2(j)}$, $u_{3(k)}$ も含まれなければならない。また，あらかじめ周辺度数 $f_{ij\cdot}$ を自由に決められる場合には，モデル中に必ず $u_{12(ij)}$ が含まれていなければならない。なぜならば，この場合に変数1と変数2の独立性を問題にしても無意味だからである。例えば，第4表の例において，二つの場所で二種類の寄主植物から採集してくる個体数は前もって自由に変えられるので，この場合対象となるモデルは $u_{12(ij)}$ を含むものに限定される。

三次元分割表の解析においては，対数線型モデルの当てはめは複雑なモデルから単純なモデルへと階層的になされる。そのときに，ある項が必要か否かの検定は次のように行われる。すなわち，その項を含むモデルと含まないモデルの両方を当てはめ，尤度比統計量 G を計算し，その G の差異が有意であるかどうかによって判定する。まず最初に，三変数間の二次交互作用の検定から始めることになるが，これは (12) 式から $u_{123(ijk)}$ を除いたモデルを当てはめることによってなされる。この帰無仮説のもとでの期待度数の推定値 E_{ijk} は，観測度数と周辺度数から直接計算することはできず，繰り返し比例当てはめ法 (iterative proportional fitting algorithm) と呼ばれるやり方で反覆計算を行って求めなければならない（この方法については，エヴェリット (1977) や Sokal and Rohlf (1981) などを参照)。この場合の尤度比統計量 G_{123} は，

$$G_{123}=2\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l} f_{ijk}\ln(f_{ijk}/E_{ijk})$$

であり，近似的に自由度 $(r-1)(c-1)(l-1)$ の χ^2 分布に従う。もしこの帰無仮説が棄却されたならば，二次交互作用の項が有意となり，どの二変数の間の連関の程度も他の変数の水準ごとに異なることになる。この場合には，より簡単なモデルを当てはめることはできず，この

段階で解析は終わる。

二次交互作用の項が有意でないならば，次に条件付き独立性の検定に進む。例えば，(13) 式のモデルが当てはまるかどうか，すなわちすべての j, k に対して $u_{23(jk)}=0$ としてよいかどうかの検定を考えてみよう。このモデルの適合度検定は，

$$G_{23(1)}=2(\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l}f_{ijk}\ln f_{ijk}-\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}f_{ij\cdot}\ln f_{ij\cdot}-\sum_{i=1}^{r}\sum_{k=1}^{l}f_{i\cdot k}\ln f_{i\cdot k}+\sum_{i=1}^{r}f_{i\cdot\cdot}\ln f_{i\cdot\cdot})$$

を用いてなされる。この $G_{23(1)}$ は，近似的に自由度 $r(c-1)(l-1)$ の χ^2 分布に従う。また，$u_{23(jk)}$ の項を除いたことによる適合度の減少は，$G_{23(1)}-G_{123}$ を求めて評価される。これは，近似的に自由度 $(r-1)(c-1)(l-1)-r(c-1)(l-1)$ の χ^2 分布に従う。

さらに，部分的独立性の検定は，例えば (14) 式のモデルの適合度検定であるならば，次の $G_{1,23}$ を計算することにより行うことができる。

$$G_{1,23}=2(\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l}f_{ijk}\ln f_{ijk}-\sum_{i=1}^{r}f_{i\cdot\cdot}\ln f_{i\cdot\cdot}-\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{l}f_{\cdot jk}\ln f_{\cdot jk}+n\ln n)$$

この $G_{1,23}$ は，近似的に自由度 $(r-1)(cl-1)$ の χ^2 分布に従う。

最後に，(12) 式のすべての交互作用項がないモデルの適合度検定が残るわけだが，先に述べたように，これは三変数間の相互独立性の検定と同じであり，前節の (9) 式により求まる尤度比統計量を求めてなされる。

以上のプロセスにより第4表の分割表を解析すると，この場合には，詳細は省略するが，

$$\ln F_{ijk}=u+u_{1(i)}+u_{2(j)}+u_{3(k)}+u_{12(ij)}+u_{23(jk)}$$

なる形の条件付き独立性のモデルが適切であるという結果になった。すなわち，変数2（幼虫期の寄主植物）の水準ごとに変数1（場所）と変数3（産卵の有無）とが独立であると考えられた。したがって，これから得られる結論は，①幼虫期に植物Aに寄生していた個体のほうがBに寄生していたものよりも植物Aへの産卵率は有意に高く，②幼虫期の寄主植物が同じ場合には，場所による産卵率の差異はない，ということになる。

引 用 文 献

1) Bishop, Y. M. M. et al. (1975) : Discrete Multivariate Analysis. The MIT Press, 557 pp.
2) B. S. エヴェリット (1977) : (山内光哉監訳, 1980) 質的データの解析――カイ二乗検定とその展開――, 新曜社, 東京, 138 pp.
3) Freeman, D. H., Jr. (1987) : Applied Categorical Data Analysis. Marcel Dekker, 318 pp.
4) Sokal, R. R. and F. J. Rohlf (1981) : Biometry, 2nd edition. Freeman, 859 pp.
5) Stanek, E. J., III (1987) : Environ. Entomol. 16 : 319～326.
6) 柳川 堯 (1986) : 離散多変量データの解析, 共立出版, 東京, 215 pp.

学界だより

○農薬生物活性研究会第5回シンポジウムのお知らせ

主　催：日本農薬学会
日　時：昭和 63 年4月5日（火）10～17 時
場　所：東京農業大学（図書館視聴覚ホール）
　　Tel：03-420-2131（代）
題　目：「薬害とその軽減をめぐって」
演　題：

殺菌・殺虫剤の薬害について	(農環研)行本峰子氏
除草剤の選択機構	(筑波大)松本　宏氏
薬害の軽減剤	(住友化学)嶺　昭彦氏
製剤法と薬害	(北興化学)千葉　馨氏

特別講演：
アドレナリン受容体遮断作用をもつ薬剤の研究
　(山之内製薬)藤倉　峻氏
スポットスピーカー

ブラスチンの薬害	(名城大)村田道雄氏
銅剤の薬害	(理研)有本　裕氏
シトラジンとシトラゾン	(日曹)浅田三津男氏
サターンの薬害軽減	(クミ化)重松昭二氏

参加費：3,000 円（講演要旨代含）当日の参加可
連絡先：〒351-01　和光市広沢 2-1
　　理化学研究所　ファンジトロン　本間保男氏
　　(電話　0484-62-1111（内 5015))

教 官 公 募

名古屋大学農学部では害虫学教授を公募しています。応募希望者は下記宛文書でお問い合わせ下さい。尚，応募締切は昭和63年2月2日（月）です。(必着)。

記

〒464 名古屋市千種区不老町
名古屋大学農学部
害虫学教授選考委員会

植物防疫基礎講座
植物ウイルス病の血清学的診断法（1）

凝集反応法—赤血球凝集反応とラテックス凝集反応—

日本植物防疫協会研究所　高橋義行（たかはしよしゆき）

はじめに

植物ウイルス病の血清学的診断法については，微量沈降反応法，試験管内混合法，重層法ならびに簡易寒天ゲル内拡散法のほか，凝集反応法（ラテックス，赤血球），ELISA（エライザ）法などがある。また，抗血清については最近の技法としてモノクローナル抗体が作製され，一部はすでに実用的に利用されている。

筆者は，前述の診断法のうち，特に実際場面で多く用いられている凝集反応法と ELISA 法について，その操作法と留意すべき諸点について紹介する。

凝集反応法の中で，今日広く行われているのは抗体感作赤血球凝集反応法（PHA）とラテックス凝集反応法（LF）である。羊赤血球を用いた凝集反応法は医学を中心に古くから考案・利用されてきた。植物ウイルスの検定に初めて実用化されたのはイネ縞葉枯ウイルスの保毒虫検定においてである（安尾ら，1963）。伝搬試験による保毒虫検定しかなかった当時には画期的な手法であった。

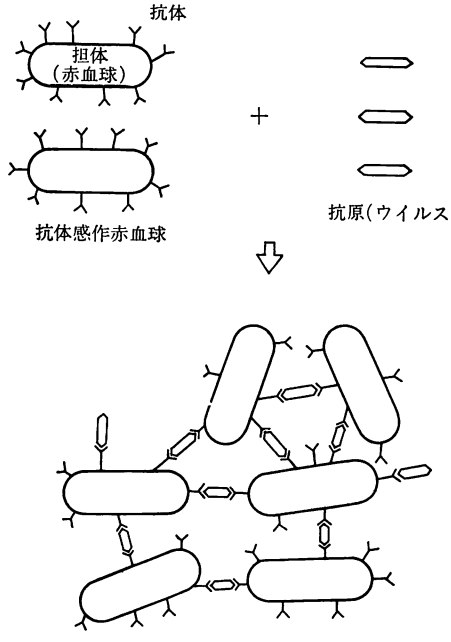
今日では，ヒメトビウンカの保毒虫検定は全国規模で毎年行われ，縞葉枯病の発生予察や防除及びウイルスの疫学的な研究に利用されている。また，全国的な規模になるとともに，年間を通じて血清診断が行われるため，精度や保存の面でより安定している（大村ら，1985）ラテックス凝集反応法が普及してきた。抗体感作赤血球及びラテックス液は，これまで日植防研究所で実費配布されている。

筆者は，これらの技法を用いてウイルス診断を行う際の注意点や問題点をあげて，今後新たに検定を試みられる諸氏の参考に供したい。

I　抗体感作赤血球凝集反応法

1　PHA の原理

赤血球凝集反応には種々の方法があるが，植物ウイルスの検出には抗体を感作した赤血球を用いる方法がよく利用される。これは，赤血球の表面にタンニン酸処理法（Boyden, 1951；Stavitsky, 1954）などによって人工的に抗体を吸着させて感作し，検定に用いる。第1図に示すように，試料中にウイルス粒子などの抗原が存在すると赤血球に吸着した抗体が抗原と反応して，赤血球のネットワークを構築する（凝集反応）。このため凝集反応の有無は肉眼で容易に判定できる。



第1図　抗体感作赤血球凝集反応法の概略

2　準備及び操作方法

日植防研究所で市販している抗体感作赤血球は，ホルマリン固定した赤血球（Cox, 1956）を感作に用いていることと，0.05% のアジ化ナトリウムが添加されているため，4°C で数か月の保存が可能になっている。15 ml の 3.5% 抗体感作赤血球の浮遊液が1配布単位になっており，使用にあたっては生理的食塩水で 10 倍に希釈して用いる。これによって，小試験管を用いた場合 500 検体（0.3 ml/1 検体）が検定できるようになっている。またV字またはU字底の 96 穴マイクロプレートを

Serological Diagnosis for Plant Viruses (1). Agglutination ——Passive Hemagglutination and Latex Flocculation Tests——. By Yoshiyuki Takahashi

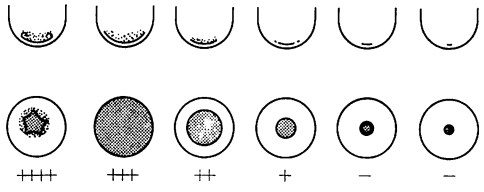
用いた場合には，1,000 検体を検定することができる。

準備するものを以下に記す。①生理的食塩水，②小試験管または 96 穴のマイクロプレート（V字またはU字底プレート），③ガラス棒または塩化ビニル棒。

操作法は，試験管またはマイクロプレートの各穴に検体試料（葉片または虫）を入れ，これをガラス棒または塩化ビニル棒（マイクロプレート用）を用いて磨砕する。必要に応じて磨砕用緩衝液を用いる。通常は生理的食塩水で代用可能である。次に，希釈した感作赤血球（0.35% 浮遊液）を 0.3 ml ずつ添加し，かくはんしたあと室温で 2～3 時間静置し判定する。

3 判　定

判定は試験管底を下から見上げて肉眼判定する。検体試料中に目的のウイルスが存在している場合，赤血球は管底にネット状に広がり（凝集反応），陰性の場合には赤血球は一点に沈殿する（第 2 図）。ネットの広がりに



第 2 図　赤血球凝集像の判定

応じてウイルス量が推定できる。ただし，ウイルス量が多い場合には，ネットの外輪が内側に崩れてきて，激しい場合には（+）や（−）のように小さくなってしまうことがある。したがって検定試料は適当に希釈して（卅）程度の反応になるようにするのが望ましい。

II　ラテックス凝集反応法

1 LF の原理

本法はラテックス粒子を担体とし，これを抗体感作して用いる方法である（宇杉，1980）（第 1 図）。赤血球を用いた場合との違いは，凝集反応によって赤血球はネット状に広がる（第 2 図）のに対して，ラテックス粒子では凝集塊を形成することである（第 3 図）。またラテックス粒子は非生体粒子であるため，耐保存性に優れており，反応時間も短縮できる。ただし，判定にあたっては多少の慣れが必要である。

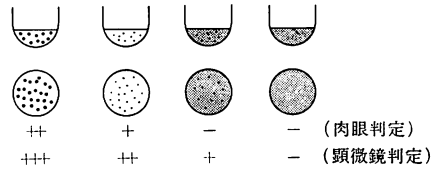
2 準備及び操作法

日植防研究所のラテックス液は，25 ml が 1 配布単位量となっており，これをこのまま 50 μl ずつ使用することによって小試験管を用いた場合，500 検体の検定が行える。

操作方法としては，小試験管に検定試料を添加し磨砕する。次にラテックス液を 50 μl 添加する（50 μl では見にくい場合は，ラテックス量を多くする）。次に 15～20 分間室温で振とうする（100 回/分程度，低温の場合には温煎で加温しながら振とう）。振とう後判定する。

3 判　定

判定は試験管底を下から見上げて肉眼判定する（反応は蛍光灯の真下が見やすい）。反応陽性の場合，液は透明で白い粒状の凝集物が見える。反応陰性の場合は，液は均一なミルク状で粒状凝集物がない。判定が難しい場合には，実体顕微鏡（10～20 倍）で観察する（第 3 図）。



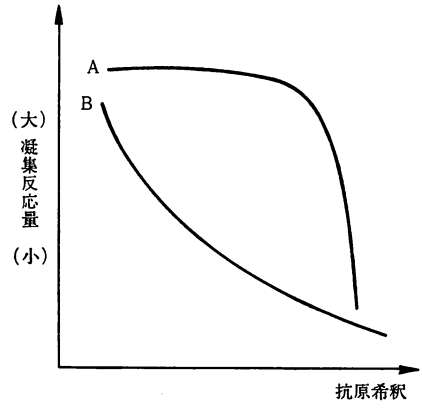
第 3 図　ラテックス凝集像の判定

凝集塊の大きさや多少によってウイルス量が推定できる。

III　凝集反応の特徴と問題点

PHA と LF の抗原濃度（検出限界に近い濃度）と反応程度の関係を第 4 図に示した。A (PHA) と B (LF) の反応量を直接比較することはできないが，A，B の曲線はそれぞれの特徴を示している。すなわちAでは，検出限界濃度付近まで明りょうな陽性を示し，それを過ぎると陰性になる。これに対してBは，抗原が希釈されるに従って順次反応量が小さくなっていくため，肉眼判定と顕微鏡判定で陽性と陰性の境界が違ってくる（第 3 図）。筆者は，肉眼判定を中心に判定の難しいものについては顕微鏡（20 倍まで）によって判定を行っている。

さて，凝集反応の大きな問題点として，非特異凝集反応と，反応抑制の現象が起こりやすいという点がある。これまでたくさんの種類のウイルスに対する抗体が作製されてきたのにもかかわらず，特定のウイルスでしか凝集反応法が利用されていないのは，このためであると考えられる。純化ウイルスでの検定ではあまり問題ないが，植物からの検出の場合問題になることが多い。例えば PHA では，トマト，タバコ，ピーマンなどの葉汁は非特異反応を引き起こす。この場合，葉汁を 100～1,000 倍程度まで希釈すると非特異反応は出なくなる。また用いる磨砕液によっても反応が違ってくる。第 1 表に，ピーマン葉から TMV-P（トウガラシ系タバコモザ



A：赤血球凝集反応
B：ラテックス凝集反応

第4図　抗原濃度に対する反応量の変化

第1表　ピーマン葉からの TMV-P の検出に赤血球凝集反応法を用いた場合の磨砕用緩衝液の影響

磨砕用緩衝液	健全葉片	罹病葉片	健全葉汁 ×10	×10²	×10³
生理的食塩水	—	卅	—	—	—
0.1 M PB[a)]	—	卅	+	—	—
0.01 M PB	—	卄	—	—	—
PBS[b)]	—	卅	卅	—	—
PBS-T[c)]	—	卄	—	—	—
0.05 M トリス緩衝液	—	卄	+	—	—
0.05 M PB＋生理的食塩水	—	卅	卅	—	—
0.1 M クエン酸緩衝液	—	卄	卅	—	—

a)：リン酸緩衝液 (pH 7.4)，b)：0.85% NaCl を含む PB，c)：0.05% ツィーン 20 を含む PBS.

イクウイルス）を検出するため PHA を用いた場合の，磨砕用緩衝液の種類を変えて試験した結果を示した。この結果，健全葉汁 10 倍では緩衝液によって卅～－までいろいろな反応を示すが，100 倍以上の希釈では非特異反応は見られなかった。10 倍の希釈でも，ピーマンでの非特異反応は生理的食塩水，1/100 モル リン酸緩衝液 (PB)，PB に 0.85% の塩化ナトリウムと 0.05% ツィーン 20 を加えた PBS-T を用いた場合に非特異反応を防ぐことができた。また高希釈で一般的に非特異反応が抑えられることから，葉片を用いた場合はできるだけ小さく (1 mm 角) 切り出すことによって，非特異反応が抑えられている。このとき用いた赤血球のウイルス検出限界は，罹病ピーマン葉では 10^4～10^5 倍希釈であった。PHA では，このように植物成分によって非特異反応が起きる場合と逆に反応抑制が起きる場合がある。例えばイネ黄葉ウイルス (RTYV) 保毒虫では反応する赤血球が，罹病イネではすべて陰性を示した (Takahashi et al., 投稿中)。これはなんらかの原因によって反応が抑制されたためと考えられた。PHA におけるこのような非特異反応及び反応抑制の現象は，界面活性剤 (直鎖アルキルベンゼンスルフォン酸ナトリウム) の存在下でも見られる (高橋ら，1986)。つまりこの界面活性剤が約 5 ppm 以下の場合は反応に影響を示さないが，5～40 ppm 程度ではウイルスの有無にかかわらずすべて陰性 (反応抑制) になり，これ以上の濃度ではすべて陽性 (非特異反応) になる。このほか，保存状態によって赤血球が変質し，非特異反応を生じる場合も見られる (高橋ら，1986)。

LF では，もっぱら非特異反応が問題になる。その場合も磨砕用緩衝液を変えることによって改善できる場合とできない場合がある。RTYV 保毒虫検定では，pH 6.0 のクエン酸緩衝液を用いることによって非特異反応は抑えられたが，罹病イネでは抑えきれなかった。また，LF においても反応が抑制される場合が報告されている (Omura et al., 1984)。

おわりに

抗体感作赤血球は，－80°C の凍結保存で 1 年以上保存でき，数回の融解凍結を反復しても影響は認められなかった。現在凍結乾燥処理について検討しており，今後はより利用しやすくなると考えられる。

ラテックス凝集反応は，反応結果の読み (判定) に慣れれば手軽で安定した方法である。今日，両凝集反応法が大規模に使われているのは，イネ縞葉枯ウイルスの検定のみである。両法とも鋭敏なうえに操作も簡単で，短時間内に結果が判定できるという長所があり，より広範なウイルス検定に利用されることが期待される。

本稿を草するに当たり，種々ご助言ご指導を賜わった日植防研究所匠原監一郎博士，下村徹博士，荒木隆男博士に，記して謝意を表する。

引用文献

1) Boyden, S. V. (1951) : J. Exp. Med. 93 : 107～120.
2) Cox, C. D. (1956) : J. Lab. Clin. Med. 48 : 298～303.
3) Omura, T. et al. (1984) : Plant Disease. 68 : 374～378.
4) 大村敏博ら (1985) : 関東病虫研報 32 : 39～40.
5) Stavitsky, A. B. (1954) : J. Immunol. 72 : 360～367.
6) 高橋義行ら (1986) : 同上 33 : 40～42.
7) Takahashi, Y. et al. (1988) : 日植病報 : 投稿中
8) 宇杉富雄 (1980) : 植物防疫 34 : 25～28.
9) 安尾俊ら (1963) : 同上 17 : 215～218.

紹介 新登録農薬

『除草剤』

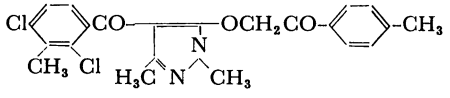
ベンゾフェナップ粒剤（62.4.13 登録）

本剤は三菱油化(株)により開発された非ホルモン系の吸収移行型の除草剤である。作用機構は他の同系除草剤と同様，クロロフィル生成阻害による除草効果を示すものである。

商品名：ユカワイド粒剤

成分・性状：製剤は 2-[4-(2,4-ジクロロ-*m*-トルオイル)-1,3-ジメチルピラゾール-5-イルオキシ]-4′-メチルアセトフェノン 8.0% を含有する淡褐色細粒である。純品は白色固体で融点 133.1～133.5°C，溶解度 (g/*l*, 20°C) は，水 0.13 mg/*l* (25°C)，*n*-ヘキサン 0.46，エタノール 5.6，アセトン 73，クロロホルム 920，シクロヘキサン 88 であり，熱，酸性，光には安定である。

(構造式)



適用作物・適用雑草名及び使用方法：第 1 表参照。

使用上の注意：

① 本剤は雑草の発生前～発生始期に有効であるので，ノビエの 1.0 葉期までに時期を失しないように散布すること。また，多年生雑草のマツバイ，ウリカワ，ヒルムシロでは発生初期までに散布すること。

② 本剤は湛水状態（湛水深 3～5 cm）でまきむらのないように均一に散布し，散布後少なくとも 3～4 日間はそのまま湛水状態を保ち，田面を露出させたり，水を切らしたりしないよう注意し，また落水，かけ流しはしないこと。

③ ノビエ多発田では移植後早めに散布すること。

④ 軟弱苗及び極く浅植えの苗には薬害を生じるおそれがあるので使用を避けること。

⑤ 本剤の使用に当たっては使用量，使用時期，使用方法を誤らないよう注意し，特に初めて使用する場合には病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：

（急性毒性）普通物。

① 散布の際はマスク，手袋，長ズボン・長袖の作業衣などを着用すること。また，粉末を吸い込んだり浴びたりしないように注意し，作業後は直ちに顔，手足などを石けんでよく洗い，うがいをするとともに衣服を交換すること。

② 作業時に着用していた衣服などは他のものと分けて洗濯すること。

③ かぶれやすい体質の人は取扱いに十分注意すること。

（魚毒性）B類。一時に広範囲に使用する場合には十分注意すること。

なお，本剤のほか，ジメピペレート・ベンゾフェナップ粒剤（ノラミット粒剤）が同時に登録された。

ノラミット粒剤の適用雑草名及び使用方法：第 2 表参照。

第 1 表　ベンゾフェナップ粒剤（ユカワイド粒剤）

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 a 当たり使用量	ベンゾフェナップを含む農薬の総使用回数	使用方法	適用地帯
移植水稲	水田一年生雑草及び マツバイ ウリカワ オモダカ ヒルムシロ	移植直後～移植後 5 日 但し，九州・南四国などの暖地では 移植直後～移植後 3 日 (ノビエ 1.0 葉期まで)	砂壌土～埴土 (減水深 1.5 cm/日以下)	3 kg	1 回	湛水散布	近畿以西の普通期栽培地帯

第 2 表　ジメピペレート・ベンゾフェナップ粒剤（ノラミット粒剤）

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 a 当たり使用量	使用回数	使用方法	適用地帯
移植水稲	水田一年生雑草及び ウリカワ ヒルムシロ	移植直後～移植後 7 日 (ノビエ 1.5 葉期まで)	砂壌土～埴土 (減水深 1.5 cm/日以下)	3～4 kg	1 回	湛水散布	関東以西の普通期栽培地帯及び近畿以西の早期栽培地帯
	マツバイ(近畿以西)						
湛水直播水稲	水田一年生雑草及び ウリカワ マツバイ	播種直後～播種後 7 日 (ノビエ 1.5 葉期まで)	壌土～埴土 (減水深 2 cm/日以下)				近畿以西

紹介 新登録農薬

『殺虫剤』

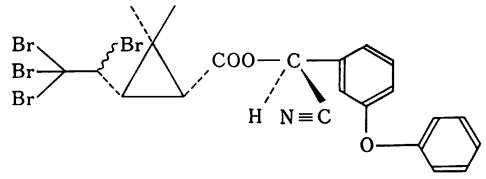
トラロメトリン乳剤 (62.4.13 登録)

本剤はフランス・ユクラフ社により開発された合成ピレスロイド系殺虫剤である。作用機構は他のピレスロイドと同様に，神経膜のイオン透過性阻害を起こす殺虫作用を示すものである。

商品名：スカウト乳剤

成分・性状：製剤は (*S*)-2-シアノ-3-フェノキシベンジル=(1*R*, 3*S*)-2, 2-ジメチル-3-(1, 2, 2, 2-テトラブロモエチル)シクロプロパンカルボキシラート 1.6% を含有する淡黄色澄明可乳化油状液体である。純品は橙黄色樹脂状固体で溶解度は水 0.07 ppm (20°C) で，熱，酸性に安定でアルカリ性，光に不安定である。

(構造式)



適用作物・適用害虫名及び使用方法：第3表参照。

使用上の注意：

① りんごのキンモンホソガ及び，もものモモハモグリガの防除に使用する場合，幼虫期では効果が劣るので成虫最多発生期に散布するように特に留意すること。

② 蚕に対しては長期間毒性があるので，近くに桑園のある場合には絶対に桑葉にかからないようにすること。

③ きくに対しては，品種により花，葉などに薬害が生ずるおそれがあるので使用濃度を厳守すること。

④ 本剤の使用に当たっては，使用量，使用時期，使用方法を誤らないように注意し，特に初めて使用する場合には，病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

第 3 表　トラロメトリン乳剤（スカウト乳剤）

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用時期	本剤及びトラロメトリンを含む農薬の総使用回数	使用方法
りんご	アブラムシ類 モモシンクイガ ハマキムシ類 キンモンホソガ	2,000 倍	収穫7日前まで	5回以内	散布
なし	ナシチビガ シンクイムシ類	2,000 倍	収穫前日まで		
もも	モモハモグリガ	3,000 倍	収穫前日まで		
かんきつ	ミカンハモグリガ チャノキイロアザミウマ	2,000～4,000倍	収穫3日前まで		
キャベツ はくさい	コナガ アオムシ ヨトウムシ アブラムシ類 タマナギンウワバ	1,500～3,000倍	収穫前日まで		
きゅうり	オンシツコナジラミ	3,000 倍	収穫前日まで	7回以内	
ばれいしょ	アブラムシ類 テントウムシダマシ	3,000 倍	収穫前日まで	5回以内	
芝	シバツトガ スジキリヨトウ	1,500 倍	—	—	
茶	チャノホソガ チャハマキ チャノミドリヒメヨコバイ	3,000 倍	摘採7日前まで	3回以内	
きく ばら	アブラムシ類	2,000～3,000倍	—	—	

第4表　トラロメトリン水和剤（スカウトフロアブル）

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用時期	本剤及びトラロメトリンを含む農薬の総使用回数	使用方法
りんご	モモシンクイガ キンモンホソガ	2,000倍	収穫7日前まで	5回以内	散布
なし	ナシチビガ シンクイムシ類	2,000倍	収穫前日まで		
もも	シンクイムシ類	3,000倍	収穫前日まで		
かんきつ	ミカンハモグリガ	2,000～4,000倍	収穫3日前まで		
	チャノキイロアザミウマ	2,000倍			
キャベツ はくさい	アオムシ コナガ ヨトウムシ アブラムシ類	1,500～3,000倍	収穫前日まで		
ばれいしょ	アブラムシ類 テントウムシダマシ	2,000倍	収穫前日まで		
芝	シバツトガ スジキリヨトウ	1,500倍	—	—	
茶	チャノホソガ チャノミドリヒメヨコバイ	3,000倍	摘採7日前まで	3回以内	
きくばら	アブラムシ類	2,000～3,000倍	—	—	

毒性：

（急性毒性）医薬用外劇物。

① 取扱いには十分注意すること。誤って飲み込んだ場合には，吐き出させ，安静にして直ちに医師の手当を受けさせること。本剤使用中に身体に異常を感じた場合には，安静にして直ちに医師の手当を受けること。

② 原液は，目に対して刺激性があるので，散布液調製時には保護眼鏡を着用して薬剤が目に入らないように注意すること。目に入った場合には，直ちに水洗し，医師の手当を受けること。

③ 原液は皮膚に対して刺激性があるので，散布液調製時には不浸透性手袋を着用して薬剤が皮膚に付着しないように注意すること。付着した場合には，直ちに石けんでよく洗い落とすこと。

④ 本剤はかゆみを生じる場合があるので注意すること。

⑤ 散布の際は防護マスク，手袋，不浸透性防除衣などを着用すること。また，散布液を吸い込んだり浴びたりしないように注意し，作業後は手足，顔などを石けんでよく洗い，うがいをするとともに衣服を交換すること。

（魚毒性）C類。魚毒性が強いので，水田，河川，湖沼，海域及び養殖池などに本剤が飛散・流入しないように十分注意すること。また，散布機具，容器の洗浄水及び残りの薬液は，河川などに流さず，容器などは焼却などにより魚介類に影響を与えないように安全に処理すること。なお，本剤はごく低濃度でも魚介類に影響を及ぼすので，特に注意すること。

なお，本剤のほか，トラロメトリン水和剤（スカウトフロアブル）が同時に登録された。

スカウトフロアブルの適用害虫名及び使用方法：第4表参照。

人事消息

（11月16日付）
伊藤清光氏（農研センター病害虫防除部水田虫害研）は熱帯農業研究センター研究一部併任に

○出版部より

新年あけましておめでとうございます。

今年がおだやかな年になるよう祈り，第42巻の1号をお届けします。

本号は，農業研究センター病害虫防除部長・加藤肇氏の新年の御挨拶と，12編の論文を掲載しております。

年の初めにあたり皆様方の御健闘をお祈り致します。

☆昭和61農薬年度分をまとめた『**農薬要覧 1987年版**』（農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修）が出来上がりました。例年と同じく，農薬の生産・出荷，流通・消費，輸出・輸入についての統計表，全登録農薬リスト，新農薬の解説，関連資料として主要病害虫の発生面積・防除面積などの表，また付録として広範な関係場所・会社を記した名簿をつけております。農薬に携わっておられる方の基礎資料として，87年版も是非お手元に置いてご利用下さい。23ページに広告を掲載しております。（**B6判，642ページ，定価4,100円（裾置），送料300円**）

謹賀新年

社団法人 **日本植物防疫協会**

理事長 石倉秀次
常務理事 遠藤武雄
常務理事 栗田年代
役職員一同

〒170 東京都豊島区駒込1丁目43番11号
電話 (03)944—1561～6番

研究所・資料館 東京都小平市鈴木町2丁目772番地
〒187 電話 (0423)81—1632番

研究所（研究部・研究調整室） 茨城県牛久市結束町535番地
〒300-12 電話(0298)72-5172番

高知試験農場 高知県香美郡野市町深淵下スミヤシキ473
〒781-52 電話(08875)6-1414番

宮崎試験農場 宮崎県宮崎郡佐土原町大字下那珂字城ケ峰11913番地
〒880-03 電話(0985)73-4198番

次号予告

次2月号は下記原稿を掲載する予定です。

性フェロモントラップを利用したヒメコガネの発生調査　中野 勇樹・玉木 佳男

Pestalotia longiseta によるチャ新梢枯死症の発生生態と防除　堀川 知廣

豆のアズキゾウムシ・カメムシの生育阻害因子　喜多川啓介・石本 政男

ホウレンソウ・シュンギク萎ちょう病とその防除　福西 務

植物防疫基礎講座
イネもみ枯細菌病菌の選択培地　対馬 誠也
植物ウイルス病の血清学的診断法（2）ELISA法——その特徴と実施上の注意点——　高橋 義行

昭和62年度に試験された病害虫防除薬剤
（1） イネ・ムギ　藤村俊彦・吉野嶺一
（2） 野菜・花きなど　田中 清・竹内昭士郎・荒木隆男
（3） カンキツ　是永龍二・小泉銘冊
（4） 落葉果樹（リンゴ・オウトウを除く）　井上晃一・佐久間勉
（5） リンゴ・オウトウ　奥 俊夫・工藤 晟
（6） 茶樹　本間健平・成澤信吉
（7） クワ　宮崎昌久・高橋幸吉

定期購読者以外のお申込みは至急前金で本会へ
定価1部500円 送料50円

植物防疫
昭和63年 1月号
（毎月1回1日発行）
禁転載

第42巻 昭和62年12月25日印刷
第1号 昭和63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 東京都板橋区熊野町13—11

定価500円 送料50円　1か年 6,100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

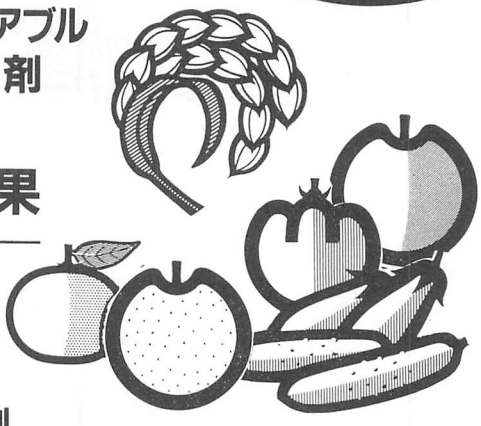
果樹・野菜・茶などの広範囲の害虫防除に
―新合成ピレスロイド剤―

新発売!

増収を約束する
日曹の農薬

日曹スカウト フロアブル 乳剤

少薬量で（フロアブル…1.4% 乳剤……1.6%）
大きな効果



●稲の種子消毒に、
果樹の黒星病・赤星病・うどんこ病防除に
トリフミン®水和剤

●果樹・いちごのハダニ防除に
ニッソラン®水和剤

●畑作のイネ科雑草除草に
ナブ®乳剤

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・東京・名古屋・福岡・四国・高岡

豊かな収穫が見えてくる。

使って安心・三共の農薬

三共の農薬

●ムレ苗、苗立枯病を防いで健苗をつくる
タチガレエース 粉剤 液剤

●灰色かび病、菌核病防除に
三共ロニラン®水和剤

三共株式会社　北海三共株式会社　九州三共株式会社

イネの健康、大切に。

いもち病・健苗・ムレ苗
フジワン®

ウンカ・ヨコバイ
アプロード®

もんがれ病
モンカット®

日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋１丁目２番５号

Ⓡは日本農薬の登録商標です。

連作障害を抑え健康な土壌をつくる！

花・タバコ・桑の土壌消毒剤

バスアミド® 微粒剤

❖いやな刺激臭がなく、民家の近くでも安心して使えます。
❖作物の初期生育が旺盛になります。
●安全性が確認された使い易い殺虫剤

マリックス 乳剤 水和剤

●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

キノンドー® 水和剤80 水和剤40

❖広範囲の土壌病害、センチュウに高い効果があります。
❖粒剤なので簡単に散布できます。
● 各種ハダニにシャープな効きめのダニ剤

バイデン 乳剤

●澄んだ水が太陽の光をまねく！
水田の中期除草剤

モゲブロン® 粒剤

アグロ・カネショウ株式会社
東京都千代田区丸の内2－4－1

くん蒸作業・薬剤散布にシゲマツの防毒マスク

シゲマツのマスクが大切な**健康**を**守**ります。

くん蒸作業に大好評

GM-131
隔離式防毒マスク
国検合検第45号

乳剤 粉剤の散布に

GM-76
UIHフィルタ付
直結式小型

STS 株式会社 重松製作所
本社 〒101-91 東京都千代田区外神田3－13－8
☎ 03（255）0255（代表） FAX. 03（255）1030

力のウルフ（チカラ）

頑固な雑草に必殺一発パンチ！

63年本格販売

62年の試販結果は、
大好評!!

話題の低コスト除草
一発処理除草剤

水田除草 新時代

農協・経済連・全農

クミアイ化学工業株式会社

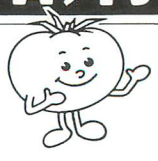
ゆたかな実り＝明治の農薬

稲・いもち病、白葉枯病、もみ枯細菌病、
きゅうり・斑点細菌病防除に……

オリゼメート粒剤

きゅうり、トマト、てんさい、かんきつ、ピーマン、すいか
メロン、茶、ばら、たまねぎ、稲、レタス、キャベツの
病害防除に……

カッパーシン水和剤



Meiji 明治製菓株式会社
104東京都中央区京橋2-4-16

雑　誌　04497-1

昭和二十四年九月九日第三種郵便物認可