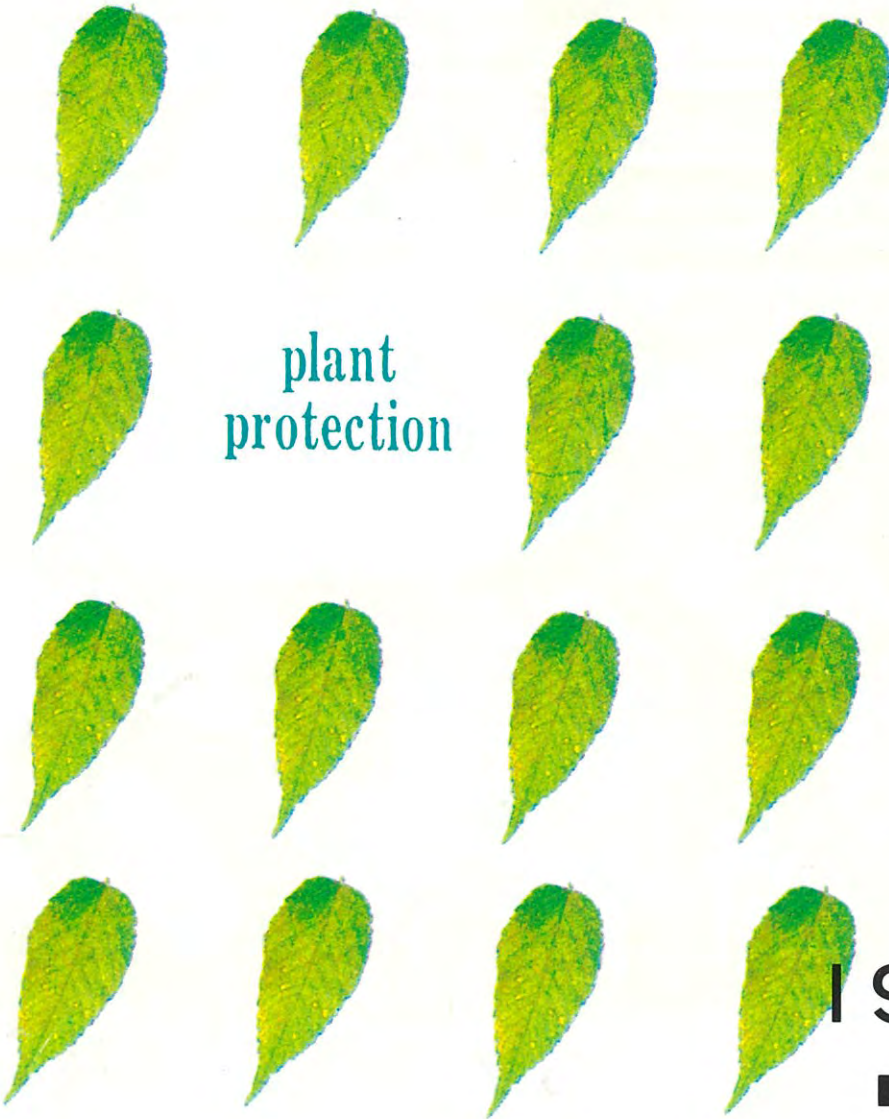


植物防疫

昭和五十四年六月二十五日
平成六年七月九日
印刷
第三種郵便物
（第四十七卷一回便）
（第七号）
（發行）
（認可）



1993

7

VOL 47

畑のチャンピオン、 ガゼットくん。

野菜・畑作害虫をノックアウト

特 長

- 抵抗性コナガ、キスジノミハムシ、ミナミキイロアザミウマなど難防除害虫に優れた効果を示します。
- かんしょやいちごのコガネムシ類(幼虫)、さとうきびのハリガネムシなど土壌害虫にすぐれた効果を示します。
- 優れた浸透移行性により、薬剤のかかりにくい部分でも十分な効果を示します。
- 優れた残効性により防除回数を減らすことが可能です。



ガゼット® 粒剤

カルボスルフアン…3.0%

®は米国FMC社の登録商標です。



日産化学



原体供給元
FMCコーポレーション

★ 日産化学



ふりかけばもう……



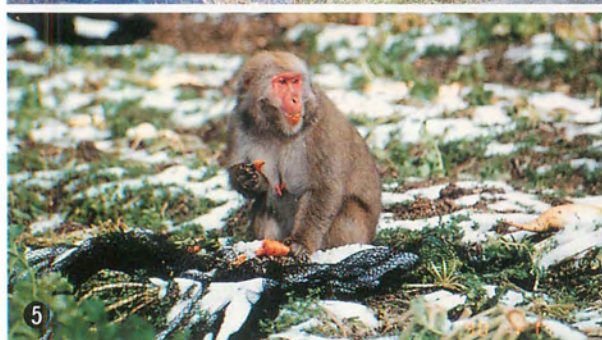
殺ダニ・殺虫剤

サンマイト[®] 水和剤
フロアブル

®は日産化学工業(株)の登録商標

- サンマイト水和剤 …… かんきつ、りんご、なし、もも、おうとう、ぶどう
- サンマイトフロアブル …… 茶、すいか、メロン、いちご、あずき、きく、カーネーション、トマト、ポインセチア

野猿による農作物被害の現状と対策

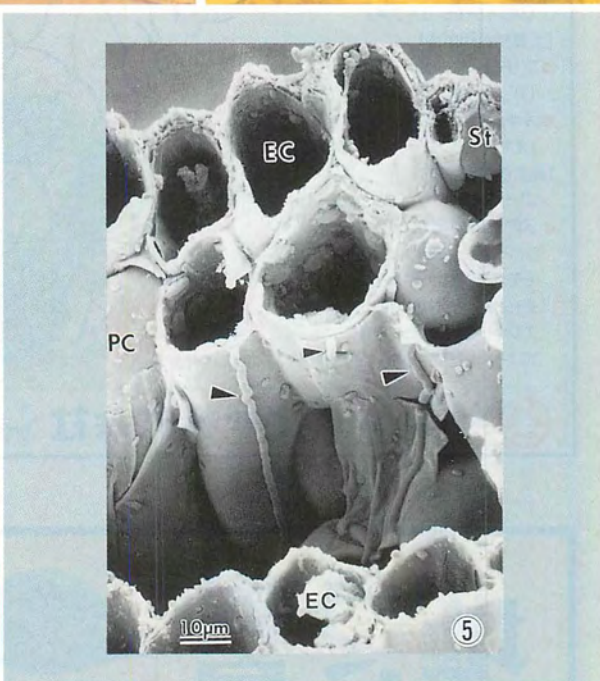
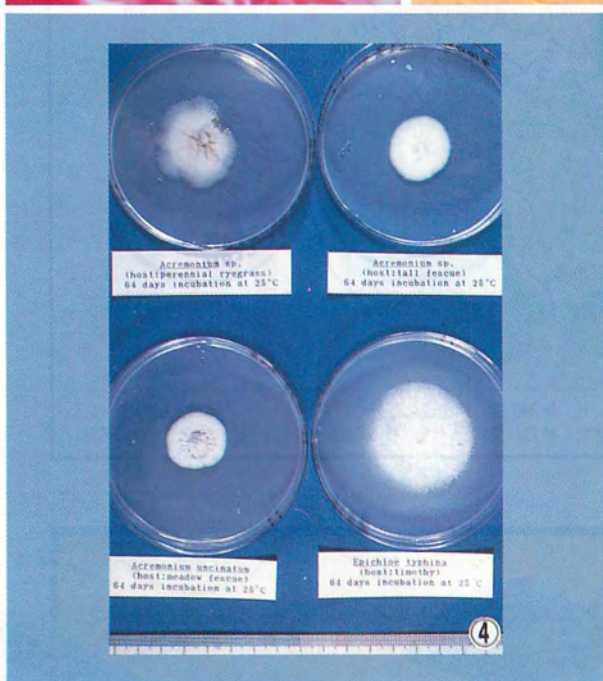
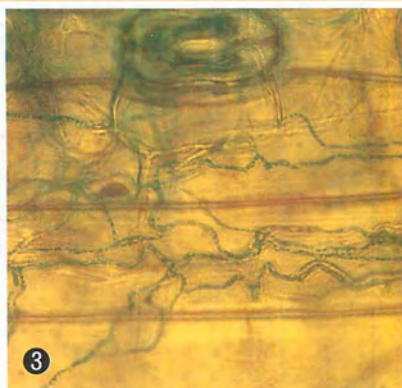
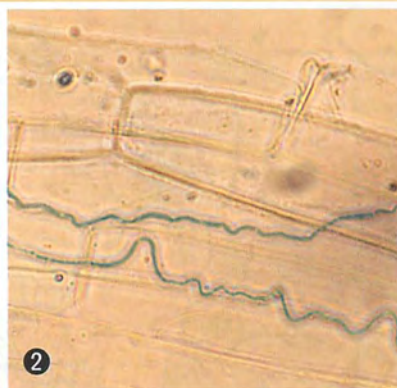
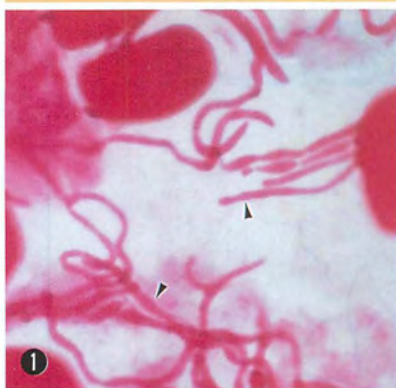


①ヤクザル（屋久島） ②野猿による食害（屋久島の果樹園） ③食害中の野猿（屋久島の果樹園にて） ④猿用電気柵 ⑤野猿によるニンジン畑での食害 ⑥テレメーター発信機の装着と個体識別 ⑦テレメーター受信機によるサル群の探索（日本農業新聞提供）

①～④：鹿児島大学 萬田正治氏原図、本文 3 ページ参照

⑤～⑦：福井県庁 松田勇二氏原図（⑦を除く）、本文 8 ページ参照

我が国の牧野草及び輸入芝草におけるエンドファイト



① トールフェスク種子内に見られるエンドファイト菌糸(矢印) ② ペレニアルライグラス葉鞘内のAcremoniumエンドファイト(矢印) ③ ペレニアルライグラス葉鞘内のGliocladium様エンドファイト(矢印) ④ エンドファイトの菌叢(PDA培地上で25℃で64日間培養)、左上: ペレニアルライグラスから分離したAcremonium lolii、右上: トールフェスクから分離したA. coenophialum、左下: メドウフェスクから分離したA. uncinatum、右下: チモシーから分離したEpichloë typhina ⑤ トールフェスク葉鞘の細胞間隙に観察されるAcremoniumエンドファイト(矢印)の走査電顕写真、EC: 表皮細胞、PC: 葉肉細胞、ST: 気孔 ⑥ シバツトガの幼虫(草地試 平井剛夫氏原図) ⑦ シバツトガの加害と考えられるペレニアルライグラスの品種試験圃場(*はエンドファイト感染品種)

新しい防除シーン：を提案します。

サンケイ化学のフェロモン製剤

【交信攪乱用製剤】

- コナガコン®(コナガ用)
- ヨトウコン®-S
(シロイチモジヨトウ用)

【大量誘殺用製剤】

- アリモドキコール®
(アリモドキゾウムシ用)
- オキメラノコール®
(オキナワカンジャクシコメツキ用)

【発生予防用製剤】

- コドリングコール®(コドリング用)
- SEルアー(ニカメイガ、コナガ、シロイチモジヨトウ、カブラヤガ、モモハモグリガ、キンモンボソガ、チャノボソガ、シバツツガ、スジキリヨトウ、ヒメコガネ、アリモドキゾウムシ用)

フェロモン製剤は
新しい防除シーンを
提案します。



※は登録商標

害虫の発生を予測する。
交信を攪乱して交尾を阻害する。
大量に誘引して防除する。

害虫の抵抗性を
発達させることがなく、
また殺虫剤の
散布回数を軽減する。



サンケイ化学株式会社

本社：〒890 鹿児島市唐湊4-17-6

東京本社：〒101 東京都千代田区神田司町2-1(神田中央ビル)

☎(0992)54-1161

☎(03)3294-6981

『地球』 異星人の つらやむ星



この美しい大地と大気を
汚すことなく永遠に愛す
る人類を守りぬくこと。
そのためにいつも新しい
技術にチャレンジし続け
ること。
私たちは農業を通して、
明日の地球と社会と会話
する企業です。



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

農業会社は、日本農業の発展を願い、安全で効果の高い農業を創りおとどけています。

植物防疫

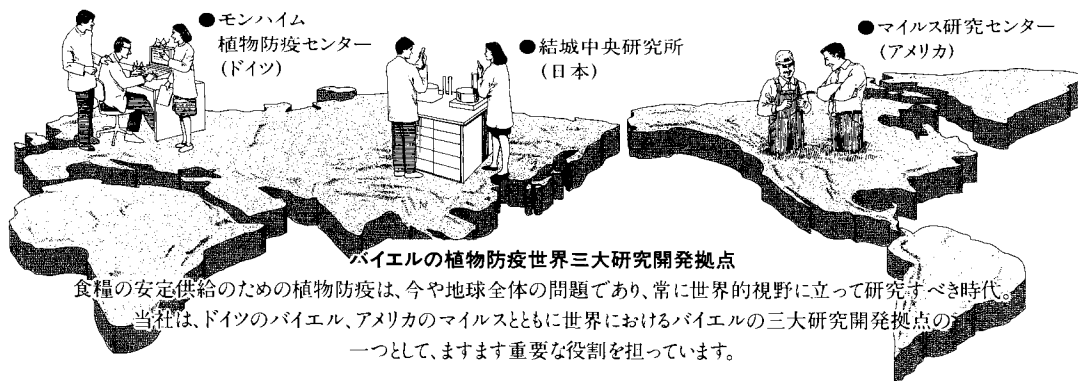
Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 47 卷 第 7 号 目 次
平成 5 年 7 月 号

鳥獣類による農作物被害調査概要	農林水産省農蚕園芸局植物防疫課	1
鹿児島県の野猿による被害の現状と対策	萬田 正治	3
野猿による農作物被害の現状と対策——福井県——	松田 勇二	8
わが国の牧野草及び輸入芝草におけるエンドファイト	古賀 博則	13
石川県能登地方におけるクリシギゾウムシの生態と防除	岡部伸孝・高枝正成	17
施設栽培における生物的害虫防除(2)	J. C. ファン・レンテレン	21
発生増加のえられるイナゴをめぐって——水田での直翅目の種類と生態——	安藤 喜一	27
コバネイナゴの発生と水稻の被害	石黒 清秀	31
千葉県におけるコバネイナゴの発生と被害の解析	清水 喜一	36
植物防疫基礎講座		
植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(2)/イネいもち病菌	深谷 富夫	40
<i>Fusarium</i> 属の分離と同定	一戸 正勝	45
紹介 新登録農薬		53
新しく登録された農薬 (5.5.1~5.31)		50
中央だより	学界だより	39
協会だより	新刊紹介	52
主な次号予告		52

自然の恵みをより豊かにするために。

「確かさ」を追求…バイエルの農薬



新しい時代のニーズに合った 夢の新殺虫剤

アドマイヤー®

Bayer 

日本バイエルアグロケム株式会社
東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎103



いもち防除の 決め手を生かす

ブラシン®

●農業は正しく使いましょう！

BLASIN

アメダスの恋人

- いもち病・こま葉枯病・
穂枯れ・変色米防除に

ブラシン® 粉剤DL・水和剤

- いもち病・もん枯病・こま葉枯病防除に

ブラシンバリタ® 粉剤DL

- いもち病と稲害虫防除に

ブラシントレボン® 粉剤DL・水和剤

ブラシントレールバン® 粉剤DL

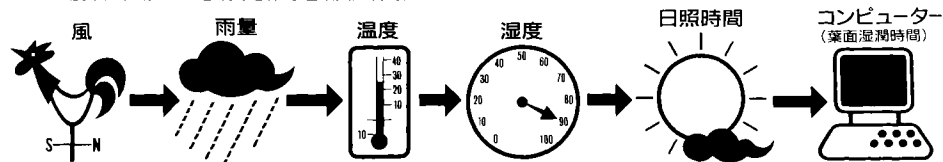
- いもち病・もん枯病と稲害虫防除に

ブラシントレバリタ® 粉剤DL・水和剤

ブラシントレールバンバリタ® 粉剤DL

- コンピューター発生予察システムを活用した初めてのいもち防除剤です。
- 稲自身もつ防御反応を刺激していもち病菌の広がりをストップさせます。
- 速やかに稲体内にゆきわたり、散布後の雨による影響を受けにくい。
- こま葉枯病、穂枯れ、変色米など他の病害にも有効で、稲の仕上げ防除剤として最適です。

アメダスを利用した発生予察は全国840ヵ所(日本全土直径18km地点に1ヵ所あり)から送られたデータをもとに、農業試験場がいもち病の感染好適葉面湿潤時間を算出し、いもち病の発生予察・防除に活用しています。



鳥獣類による農作物被害調査概要

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

鳥獣による農作物の被害は、環境の変化等により近年その被害の発生が問題となってきた。当課では鳥獣による農作物被害対策を検討するための参考資料として利用できるよう、鳥獣による農作物の被害調査を行っているところである。以下は、平成3年度の調査の結果の概要である。

I 調査方法

調査は、平成3年4月1日から平成4年3月31日までの1年間を対象とし、被害地帯における巡回調査及び市町村、生産者団体等からの報告による被害状況等を取りまとめたものである。

鳥獣類の種類は、鳥類は、カラス、カモ、ヒヨドリ、ムクドリ、スズメ、ハト、キジ、その他(サギ、ツグミ、オシドリ、バン等)、獣類では、サル、イノシシ、ネズミ、シカ、カモシカ、クマ、モグラ、ウサギ、その他(キツネ、タヌキ、ヌートリア等)に分類して集計を行った。

被害面積とは、農作物に損傷を生じ基準収量(被害なかりせば収量)または基準品質(被害なかりせば品質)から減量または減質した面積、被害量とは、農作物に損傷を生じ基準収量または基準品質から減量または減質した量をいう。

II 調査概要

1 被害面積

全被害面積は、258,505 ha で作付延面積(5,262,000 ha)の4.91%になる。このうち、194,172 ha(75.1%)が鳥類による被害、64,333 ha(24.9%)が獣類による被害であった。

作物別にみると、イネが138,116 haで全体の53.2%を占めており、次いで果樹で38,997 ha(全体の15.0%)、野菜で28,392 ha(全体の10.9%)の被害があった。この上位3作物で全体の約8割を占めている。

鳥獣の種類別にみると、スズメとカラスの被害が最も多く、それぞれ60,076 ha(23.1%)、58,817 ha(22.7

%)となっている。次いでハトで20,139 ha(7.8%)、シカで19,566 ha(7.5%)、ネズミで17,454 ha(6.7%)、イノシシで14,678 ha(5.7%)となっており、この6種で被害全体の約70%を占めている。

2 被害量

被害量は、鳥獣類合計で149,773 tで、鳥類が80,892 t、獣類が68,881 tであった。

作物別にみると、野菜が36,451 t(24.3%)、飼料作物が36,051 t(24.1%)と多く、次いで果樹が23,692 t(15.8%)、イネが22,777 t(15.2%)で、この4作物で全体の約80%を占めている。

鳥獣の種類別にみると、カラスが35,578 t(23.8%)、シカが31,470 t(21.0%)、イノシシが18,428 t(12.3%)、ヒヨドリが16,141 t(10.8%)で、この4種で全体の約70%を占めている。

3 作物別被害状況

イネの被害面積は138,116 haで、鳥獣の種類別にはスズメ(55,978 ha)、カモ(30,012 ha)、カラス(24,768 ha)の被害が多く、全体の約80%を占めている。また、被害量は、イネ全体で22,777 tで、スズメ(6,767 t)、イノシシ(4,968 t)、カラス(4,714 t)の被害が全体の約70%を占めている。

特にイノシシは、被害面積に比べ被害量が多くなっており、甚大な被害を与えることがわかる。

果樹の被害面積は38,997 haで、そのうちカラス(15,828 ha)、ヒヨドリ(6,728 ha)、ムクドリ(5,346 ha)の3種の被害で全体の約70%を占めている。被害量は、23,692 tで、カラス(7,998 t)、ムクドリ(5,967 t)、ヒヨドリ(3,309 t)の被害が多い。

野菜の被害面積は28,392 haで、カラス(11,230 ha)、イノシシ(2,864 ha)、ハト(2,739 ha)の被害が多く、この3種の被害で全体の約60%を占めている。被害量は、36,451 tでヒヨドリ(12,639 t)、カラス(9,581 t)の被害が多い。

ムギ類の被害面積は10,008 haで、ハト(2,605 ha)、ネズミ(2,132 t)の被害が多い、被害量は、3,008 tでハト(1,076 t)、シカ(690 t)の被害が多い。

マメ類の被害面積は14,982 haで、ハト(8,448 ha)、カラス(3,255 t)の被害が多く、この2種で被害の約80%を占めている。被害量は3,894 tでハト(2,100 t)の

A Survey on the Damage of Agricultural Crops by Birds and Mammals in 1987.

By Plant Protection Division, Agricultural Production Bureau, MAFF

鳥獣類による農作物被害状況（平成 3 年度）

(1) 鳥類 (被害面積：ha，被害量：t)

合 計		カラス		カモ		ヒヨドリ		ムクドリ	
被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量
194,191	80,892	58,817	35,578	32,996	2,073	9,126	16,114	6,624	6,522
スズメ		ハト		キジ		その他の鳥類			
被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量		
60,076	7,770	20,139	10,246	643	471	5,770	2,118		

(2) 獣類

合 計		サル		イノシシ		ネズミ		シカ	
被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量
65,424	68,881	4,978	5,467	14,678	18,428	17,454	3,113	19,566	31,470
カモシカ		クマ		モグラ		ウサギ		その他の獣類	
被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量	被害面積	被害量
906	569	1,878	2,449	617	338	3,265	3,464	2,082	3,583

(注) 都道府県からの報告による

被害が約 50%を占めている。

飼料作物の被害面積は 19,032 ha で、シカ (14,145 ha) の被害が約 70%を占めている。被害量は、36,051 t でシカ (16,482 t)，カラス (10,133 t) の被害が約 70%を占めている。

イモ類の被害面積は 4,866 ha で、そのうちイノシシ (2,166 ha) の被害が約 45%を占める。被害量は 8,493 t で、イノシシ (5,010 t) の被害が約 60%を占めている。

テンサイ等の工芸作物の被害面積は 3,404 ha で、シカ (1,731 ha) の被害が約 50%を占めている。被害量は 14,388 t でシカ (10,395 t) の被害が約 70%を占める結果となっている。

III 被害防止上の問題点と今後の対策

問題点としては、

- ① 防鳥網や防護柵の設置は効果が期待できるが、労力及び資材費がかかるため広域で実施すること

が困難でこれらの対策を講じない圃場に被害が集中することがあること、

- ② 防鳥テープや爆音機などでは慣れが生じるため効果が持続しないこと、
- ③ 「鳥獣保護及狩猟ニ関スル法律」の規定により、狩猟鳥獣以外の捕獲の禁止、鳥獣保護地区・民家周辺などにおける銃器などの使用の禁止、捕獲方法の限定などがあることや、「有害鳥獣の駆除」の実施もその規制と、ハンターの不足等の理由から十分効果をあげることができないこと、

などがある。

今後は、鳥獣害防止のため、効果が長期間持続する物理的防除法や耕種的防除法、密度抑制のための生態的防除法、忌避剤などを利用した化学的防除法などの技術の開発を進めるとともに、圃場周辺の地形などの環境を考慮して有効な防除法を選定し、数種の防除方法を組み合わせるなどの工夫をして防除を図る必要がある。

鹿児島県の野猿による被害の現状と対策

鹿児島大学農学部生物生産学科家畜生産学講座 まん だ まさ はる
萬 田 正 治

1 鹿児島県における野猿の生息分布

日本に生息するニホンザルは日本列島の青森県の下北半島を北限にして南は鹿児島県の屋久島まで広く生息しており、その数はいまだ正確には把握されていないが、およそ3万～12万頭と推定されている。

鹿児島県の野猿群の生息する地域は年々減少しており、現在では図-1に示すとおり、川薩・始良地区、伊佐地区、肝属西・南地区及び熊毛地区の山岳地帯と報告されている（環境庁, 1978）。なかでも肝属南地区の佐多町は本土におけるニホンザルの生息分布の南限であり、また熊毛地区の屋久島に生息する個体群はヤクザル（*Macaca fuscata yakui*）としてニホンザルの亜種に分類されている（口絵参照）。特に屋久島は九州で最大の野猿の生息分布領域をもち、海岸部の亜熱帯性温暖林から上部の亜寒帯性ヤクザサ帯まで連続して群れの分布がみら

れるが、隣接する種子島の野猿は既に昭和40年ごろに絶滅したとされている。なお現在のところ鹿児島県に生息する野猿群の正確な生息頭数はいまだ把握されていない。

2 野猿による被害の現状

（1）農作物への被害

鹿児島県は温暖な気候に恵まれていることもあって、全国でも有数な野猿生息地帯であり、それだけに野猿による被害も多発している。

県内の野猿による農作物被害のほとんどが、前述の野猿の生息する山岳地帯の市町村から報告されている。市町村の報告によれば、野猿による農作物被害は昭和50年代から顕在化し始め、年々増加の一途をたどったが、昭和60年ごろから3,000万円から6,000万円前後で推移している（図-2）。

平成3年度の被害総額は54,069千円で、被害額の多い順にみると、①果樹類（ポンカン、タンカン、ビワなど）、②野菜類（実エンドウ、キヌサヤ、ジャガイモ、ダイコンなど）、③いも類（サツマイモ）、④米、⑤飼料作物（飼料用トウモロコシなど）となっている（図-3）。なかでも被害総額に占める果樹園の比率は約6割と高く、しかも本県の特産であるポンカン、タンカン、ビワ類のため、その被害は深刻である。

被害状況を地域別にみると、熊毛と肝属地域が最も多く、次いで始良、大隅地域の順となっている（図-4）。熊

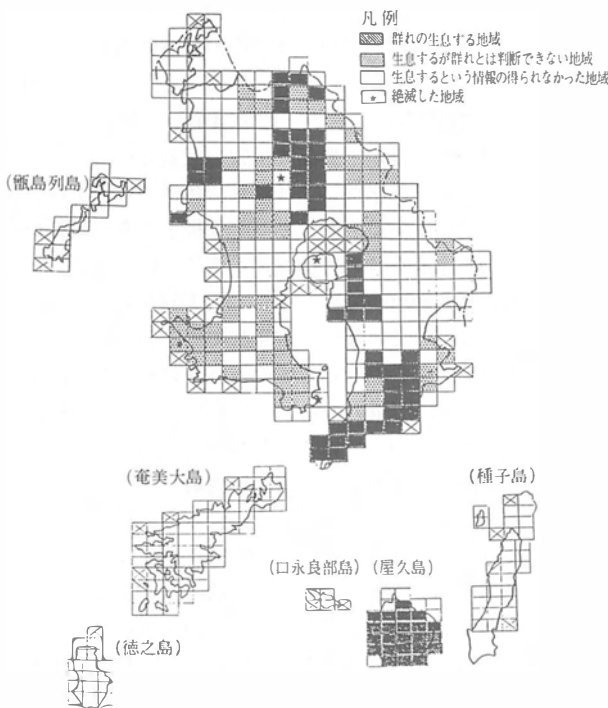


図-1 鹿児島県における猿の生息分布（環境庁, 1978）

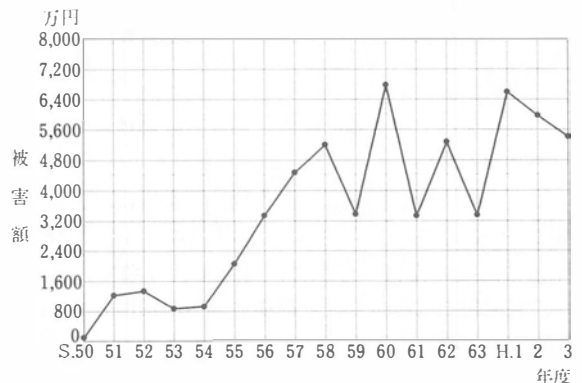


図-2 鹿児島県の野猿による農作物被害額（県全体）
（鹿児島県農政部農政課資料より）

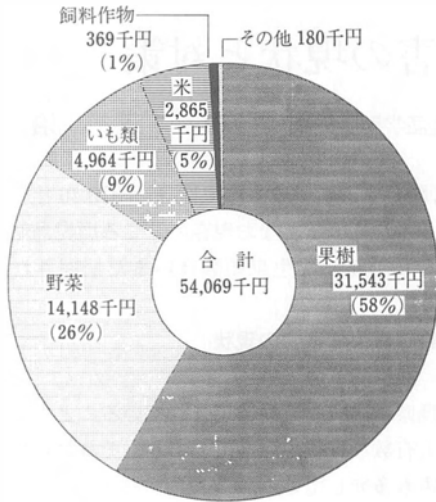


図-3 鹿児島県の野猿による農作物別被害額 (平成3年度)
(鹿児島県農政部農政課資料より)

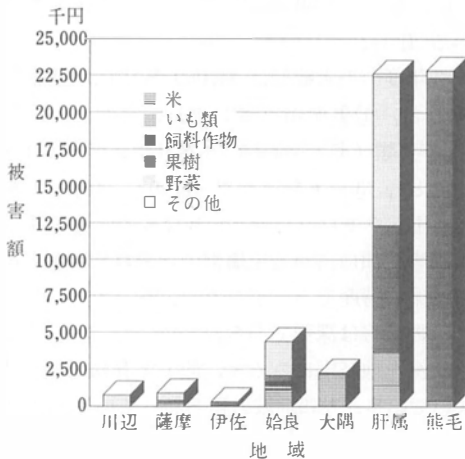


図-4 鹿児島県の野猿による農作物の市町村別被害額
(平成3年度) (鹿児島県農政部農政課資料より)

毛地域はすべて屋久島の被害であり、肝属地域では佐多町の被害が多い。

以上のような野猿による農作物への被害は、1年を通して多岐にわたって発生しているが(表-1)、その被害の様相は直接の食害のほか、野菜やいも類では引き抜き、果樹類では枝折りなどの樹体等への損傷もあり、翌年の収穫に与える影響も危惧されるところである。

また相次ぐ野猿の被害により、作付けする意欲を失ったり、なかには営農意欲を失い集落を離れる農家も現れており、薩摩町では猿害が原因で一つの集落が離農した

事例も発生している(口絵参照)。

(2) 農作物以外への被害

人慣れた野猿群は、農耕地のみならず市街地や人間の居住地にも出没し、屋根瓦、アンテナ、サッシ戸などの家屋を破壊したり、家の中まで侵入してきて食べ物を食い荒らすなどの被害も発生している。

野猿は人間を識別する能力もあり、成人男性と老人、女性、子供を区別でき、特に老人、女性、子供に対しては攻撃的な行動に出る場合があり、危害を加える事例も発生している。例えば一昨年の出水地域では離れ猿が出没し、約1週間にわたって老人や婦女子に対して危害を加え、新聞の社会面をにぎわした事件は記憶に新しい。また出没する猿が怖くて登校を嫌がる子供や外出できなくなった女性や老人が出てきている。

また、道路に出没した野猿を避けるために車の運転を誤り、事故を起こして負傷する事態も発生している。

このように農作物被害にとどまらず、地域住民の生活や、時としては人間の生命を脅かすような危険性も含んだ被害が出始めており、今や猿害は大きく社会問題化してきているといっても過言ではない。

3 鹿児島県における猿害防止対策事業

以上のような野猿による被害の深刻な事態にかんがみ、鹿児島県においても昭和54年度から補助事業による被害防止施設(電気柵等)が導入されるとともに、昭和57年度から捕獲器による防止対策事業が開始されている。また昭和59年度から農作物被害の回避方策に関する研究が鹿児島大学農学部へ委託され、各種の対策が検討される一方、地元側でも鹿児島県野猿被害市町協議会が結成され、生産者を含め各種対策が講じられてきているが、野猿の高い知恵が障害となり、抜本的な対策が確立するまでには至っていないのが現状である。しかも一方では有害駆除対象動物として駆除される野猿の数は、昭和60年以降年々増加の傾向にあり(図-5)、野猿の絶滅を危惧する声も上がっている。したがって今後は、野生動物保護の面にも配慮しながら、猿害防止対策を講ずる必要に迫られている。

このような状況を踏まえて、平成2年度には鹿児島県農政部により、「鹿児島県猿害対策協議会」が結成され、被害の実態を把握するとともに、総合的な防止対策の検討が積み重ねられ、その成果が「野猿による農作物被害防止対策報告書」としてまとめられた(鹿児島県猿害対策協議会, 1991)。

また、有効な猿害対策を講ずる上で、対象地域の野猿の生息数や分布を明らかにすることが前提となるが、平成3年度より鹿児島県林務水産部により、屋久島におけ

表-1 鹿児島県における農作物被害状況
(各市町村アンケート調査より、1983～84)

作物名	被害期間(月)												備考(被害部位、被害状況)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
果 菜 類	イネ												穀粒をしごいて食べる。イネを倒す。
	麦類												手でしごいて食べる。踏み倒す。
	ダイズ												手でしごいて食べる。
	エンドウ												ツルを引きおろし、実を食べる。
	キヌサヤ												サヤをもぎ取り、食べる。
	落花生												掘って食べる。
	スイカ												大きいものから食べる。
野 菜 類	レタス												苗を引き抜く。レタスを食べる。
	甘しょ												作付と同時にツルを引き抜く。
	パレイショ												茎を引き抜いたり、パレイショを食べる。
	根イコン												引き抜いたり、食べたりする。
根 菜 類	ニンジン												引き抜いたり、食べたりする。
	タケノコ												タケノコの先端を食べる。掘り出す。
	シイタケ												大小問わず食べる。
キノ コ 類	柿												食いちらす。
	栗												実を食べる。枝を折る。
	ビワ												実を食べる。
	レイシ												実を食べる。
	ミカン												実を食べる。枝を折る。
	ポンカン												実を食べる。枝を折る。
	タンカン												実を食べる。枝を折る。
果 実 類	稲ワラ												ワラを散らかす。猿の臭いがつくと飼料にならない。
	トウモロコシ												手当たりしだいにもぎ取って食べる。
	牧草												踏み倒す。猿の臭いがつくと飼料にならない。
	レンゲ												踏み倒す。猿の臭いがつくと飼料にならない。
飼 料													

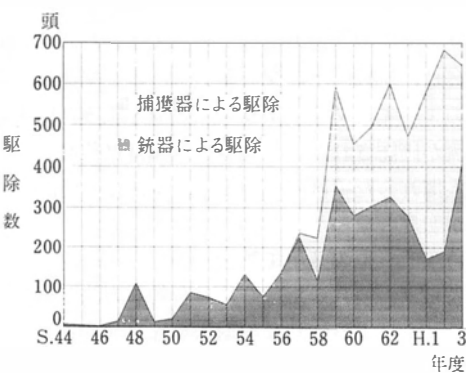


図-5 鹿児島県における野猿の有害駆除数
(鹿児島県林務水産部森林保全課資料より)

るヤクザルの生息実態調査が開始されている。

4 猿害の背景

有効な猿害対策を打ち立てるには、昭和40年代以降、なぜこのような猿害が発生するようになったのか、その猿害の背景を明確にすることがまずなによりも重要である。猿害発生背景としては、次のようなことが考えられる。

一次的要因

- (1) 野猿の生息環境の悪化
- (2) 人間の生活圏の拡大
- (3) 餌付けや人付けによる観光事業の拡大
- (4) 中山間部の農村の過疎・高齢化

二次的要因

(1) 農作物による高栄養化で個体数増加

(2) 人間社会への適応行動

被害の第一段階では、野猿の生息環境の悪化等による一次的要因のものが主因であったが、現段階では二次的要因のほうへ移行しているとみるべきであろう。すなわち人里に下りてきた野猿群は高栄養による個体数の増加とともに、人間社会への適応行動により、その行動は大胆でかつ悪質になっており、天然林等の森の復元によっても、そうたやすくは山へは帰らないようになってきている。そのことを実感しているのは、被害を受ける農家等の現場サイドであり、依然として天然林の復元によってあたかも野猿が山に帰り、猿害が解決すると考えている、野猿の生態研究者や自然保護を唱える人たちとの間に大きなギャップが生じている。

5 猿害対策に関する研究の経過と成果

鳥獣害一般に共通することであるが、その対策の最も困難な点は、採用された防除法が当初有効であっても、その対象動物の学習による慣れによって、効かなくなるという問題である。特に学習能力に優れる野猿においてはなおさらのことである。筆者らは、猿害対策を考えるにあたって、この点を念頭におきながら、猿の行動、とりわけ猿に恐怖や嫌悪感を与える方法について研究を行った。以下その研究の経過と成果、問題点について述べる。

(1) 強煙火システムによる実証試験

これは農耕地に侵入してきた猿自身が煙火台に乗ることによってスイッチが入り、付近に仕掛けた花火の炸裂によって有害猿を撃退する方法で、京都大学霊長類研究所によって開発されたものである。この方法は猿の学習能力を回避させる上で、猿の行動習性をよく考慮しており、従来の方法の中では一歩抜きん出た有効なものと思われた。そこで京大霊長研の協力を得て、屋久島の果樹園においてこの実証試験を試みた。その結果、一定程度の防除効果を上げることはできたが、有害猿の煙火台に乗る確率が低いこともあって、従来の被害量よりは約3割程度減少させるにとどまった。また屋久島のように雨量の多い地域では、花火や電気系統に故障が多く、この方法では雨対策に課題を残した(鹿児島県農政部, 1986; 鹿児島大学農学部鳥獣害研究会, 1988)。

(2) 感応式誘導ゲートシステムによる実証試験

そこで、筆者らは試行錯誤の上、強煙火システムに種々の改良を加えて、ネットと爆音器を併用した感応式誘導ゲートシステムを開発した(図-6)。このシステムは果樹園をネットで囲み、数か所に設けた誘導ゲートから侵入してくる猿を赤外線センサで感知し、時間差で爆音

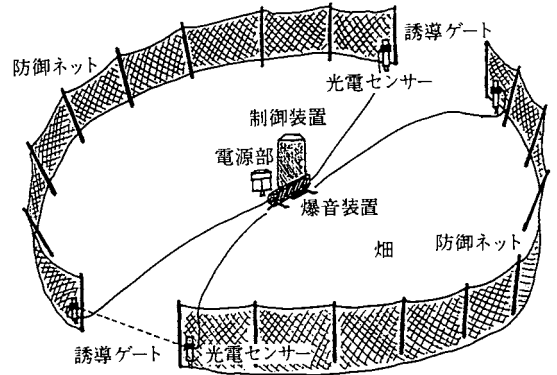


図-6 感応式誘導ゲートシステムの模式図

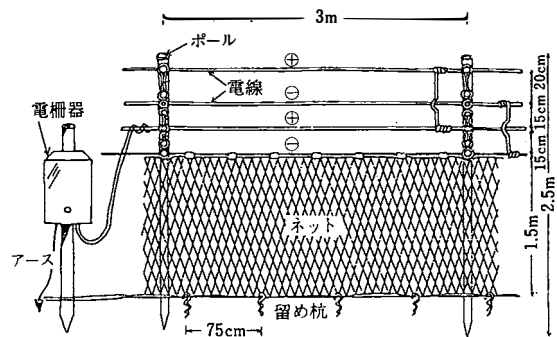


図-7 猿用電気柵の概略図

器が作動する仕組みである。この方法により屋久島の果樹園の各所で有害猿の侵入を防ぎ、防除効果を上げることができた(鹿児島大学農学部家畜管理学講座・研究室, 1989~91)。しかしながら、観光地であるヤクスギランドで餌付けされた猿群と比較的近距離(2 km)に位置する果樹園においては、本方法においても有害猿の侵入を受け、防除効果を上げることはできなかった。そこで試験地の果樹園周辺の猿群と観光化された餌付け猿群の間には、雄猿同士の交流があるものと推測し、両群の雄猿のマーキング法により実証試験を試みた結果、両群の交流が確認された。したがって餌付け猿群のように完全に人慣れした猿群については、本法でも防除できないことが明確となった。

(3) 改良型の猿用電気柵

筆者らは人慣れした猿群にも有効な方法としては、電撃ショックによる強烈な撃退法を採用せざるを得ないと考えた。そこで、シカやイノシシで使用されている従来の電気柵を、野猿の行動習性や雑草対策を考慮して改良したものを造り上げた(図-7)(口絵参照)。この改良型

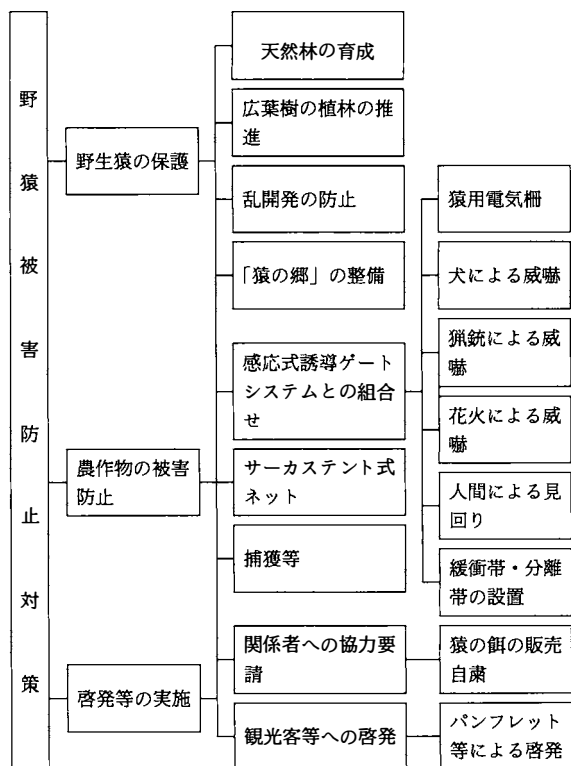


図-8 野猿被害防止対策の体系

の猿用電気柵により各地の果樹園で実証試験を試みた結果、有害猿を撃退し、いずれも好成績を得た（鹿児島大学農学部家畜管理学研究室，1991）。現在、この方法が国・県の事業としても採用され、屋久島の永田地区において、広域にわたる猿害対策事業が展開され、さらなる成果を上げている（鹿児島大学農学部鳥獣害研究会，1993）。

6 鹿児島県における猿害対策の基本方針

鹿児島県猿害対策協議会の報告書では、今後の猿害対策については、人や農作物に被害を及ぼさない野猿（以下、野生猿）と被害を及ぼす野猿（以下、有害猿）とに基本的に区分して検討し、また今後は「人と野生猿との共存」を基本に総合的対策を講ずる必要があると指摘している（鹿児島県猿害対策協議会，1991）。

その野猿被害防止対策の体系は、図-8に示すとおりで、①野生猿の保護、②農作物の被害防止、③啓発等の実施の3本の柱から成っている（鹿児島県猿害対策協議会，1991）。特に農作物の被害防止対策では、感応式誘導ゲートシステムを基軸として、猿用電気柵、犬、猟銃、花火、人間による見回り、緩衝帯・分離帯との組み合わせによる複合的な対策を提案しているが、その後の試験

成績では、猿用電気柵の有効性が確認されてきている。したがって、今後の農作物の被害防止対策はむしろ猿用電気柵を基軸とした複合的な対策が有効と思われる。

おわりに

猿害対策の研究を通じて、人里に住みついて被害を及ぼす野猿、いわゆる有害猿群と、山奥に生息して被害を及ぼさない野猿、いわゆる野生猿群では、かなり両者間の行動・生態には相違がみられることに気づいた。例えば、野生猿群では共同作業的行動はないとされていることが、有害猿群がネットを越えて果樹園に侵入する場合にはその共同作業的行動が認められたり、また野生猿群では雨天の際は動かないとされていることが、有害猿群では雨天でも果樹園に侵入したりするなどである。したがって、有効な猿害対策を確立するためには、人慣れした有害猿群の行動・生態を明らかにする必要があると思われる。この点での研究は遅れていると言わざるを得ない。

猿をはじめとする鳥獣害問題は、人間と自然の調和が崩れているところから派生したものである。いわゆる森林保護の問題でもあり、あるいはまた環境問題の具体的事例なのである。したがって食糧の生産者である農家のみに、この問題の犠牲がしいられることなく、国家的規模での援助と対策が今強く求められているといえよう。

引用文献

- 1) 環境庁（1978）：緑の国勢調査。
- 2) 鹿児島県猿害対策協議会（1991）：野猿による農作物被害防止対策報告書，55pp。
- 3) 鹿児島県農政部（1986）：野猿による農作物被害の回避方策に関する調査，33pp。
- 4) 鹿児島大学農学部鳥獣害研究会（1988）：感応式強煙火システム装置による野猿被害回避試験，9pp。
- 5) 鹿児島大学農学部家畜管理学講座（1990）：鹿児島県肝属郡佐多町郡区におけるアニマルセンサーによる猿害防除の実地試験，9pp。
- 6) 鹿児島大学農学部家畜管理学講座（1990）：千葉県鴨川天津小湊町における感応式誘導ゲートシステムによる猿害防除の実証試験，20pp。
- 7) 鹿児島大学農学部家畜管理学講座（1989）：鹿児島県熊毛群屋久町春牧における感応式誘導ゲートシステムによる猿害防除の実地試験，11pp。
- 8) 鹿児島大学農学部家畜管理学研究室（1991）：屋久町春牧地区におけるアニマルセンサーによるミカン園の猿害防除対策，20pp。
- 9) 鹿児島大学農学部家畜管理学研究室（1991）：上屋久町深川地区におけるアニマルセンサーによるミカン園の猿害防除対策，21pp。
- 10) 鹿児島大学農学部家畜管理学研究室（1991）：屋久町におけるアニマルセンサーと猿用電気柵によるビワ園の猿害防除対策の比較試験，11pp。
- 11) 鹿児島大学農学部鳥獣害研究会（1993）：中山間地域農村活性化総合整備事業における猿害防除調査報告書，31pp。

野猿による農作物被害の現状と対策—福井県—

福井県農林水産部農産園芸課生産環境係 まつ た ゆう じ
松 田 勇 二

はじめに

近年、サル・シカ・イノシシなど野生動物による農作物被害は全国各地でみられ、特にニホンザル（以下「サル」と省略）による被害は増加傾向にある。

福井県でもサルによる農作物被害が甚大となっており、農家は収穫を諦めたり耕作を放棄するなど生産意欲の減退を招き、地域農業の振興上大きな問題となっている。

そこで、本県では 1990 年より銃器による駆除、大型定置檻による捕獲に対して助成措置を講じて、生息数調整による農作物被害の軽減を図ってきた。

さらに、1991 年より、県に生息するサルの分布調査を実施しており、その結果有害鳥獣駆除のみでは必ずしも被害軽減に結びついていないことや、サルの生息実態等についていくつかの知見が得られている。

本稿では被害実態、生息分布、被害防止対策について、筆者が行政の立場で取り組んだ内容を述べる。

I 農作物被害の現状

本県のサルによる農作物被害は、県南西部の「嶺南地方（敦賀市～高浜町）」に集中しており、市町村報告によると 1988 年頃から特に著しく、被害金額は 5,000 万円に上っている。

1 被害作物

表-1 はサルによる農作物被害状況アンケート調査の集計結果を示したもので、野菜・果樹など 50 種にも及んでいる。特に、猿害により作付不可と回答した割合の高い作物はブドウ・モモ・ナシ・ラッカセイ・トウモロコシで、被害が多いと回答した割合の高い作物はシイタケ・カキ・カボチャ・クリ・スイカ・トウモロコシであった。このように、猿害は被害が多品目に及ぶこと、収穫直前の成熟したものを集中して食害しており生産への阻害要因がきわめて大きい特徴がある。

また、被害品目及び品目数は市町村により異なっており、これは各地域に生息するサルの出没開始時期や人慣れの程度による差と思われる。一般的に、農地への出没

初期（被害初期）は自然の食物の延長としてカキ・クリなど野外にも同種のもが存在する作物が被害を受ける。その後中期に入ると、トウモロコシ・ジャガイモ・スイカなどの一般野菜が被害を受けるようになり、さらに後期に入ると、水稻の被害が急増し被害作物数も増えてくる。

2 被害量

表-2 は嶺南地方でのサルによる農作物被害状況を示したもので、被害金額は 1991 年で 5,102 万円に上り、野菜・水稻の占める割合が大きい。

これら被害状況の把握は、被害者及び関係機関からの情報を基に、被害面積・減収量・生産物の販売単価等から積算している。しかし、農家からの情報を基礎としているため、被害現状を的確に捉えることは難しい。この被害状況の把握は、猿害対策を考える上できわめて重要かつ基礎となるものである。なぜなら、被害量・作物・時期から出没するサルの人慣れや作物依存度を推定でき、対策を講ずる際貴重な資料となるからである。本県では各地区に 1 人ずつ野猿動向モニター（調査員）を依頼して、被害状況やサルの出没動向に関する情報を記録・報告してもらい、より確実なデータ収集に努力している。

II これまでに実施した対策

これまで被害防止対策として、①加害した動物を駆除する（有害鳥獣駆除）、②被害を受け難い作物を栽培する、③視聴覚的、物理的、化学的に忌避させる、などを実施してきている。

1 有害鳥獣駆除

以前から、地元では猟友会に依頼して銃器による駆除か、簡易な小型のおりによる捕獲がなされていた。その後、1990 年より県単独事業により助成を行い、生息数の調整による被害軽減を図ってきた。具体的には、駆除対策活動事業により従来の農家依頼による駆除活動に加え、近隣市町村で月 1～2 回一斉に巡回パトロールを行って、定期的な銃器による追い上げと駆除の強化を図ってきた。また、捕獲施設整備事業により幅 4 m×奥行 7 m×高さ 2 m の木製大型檻を計 50 基設置し、餌付けによる大量捕獲を行ってきた。

表-3 は嶺南地方各市町村ごとのサル駆除実績を示し

表-1 ニホンサルによる農作物被害状況アンケート調査集計結果
((財)日本野生生物研究センター, 1992 より)

品 目			作付不可 ^{a)}	被害あり ^{b)}	被害規模 ^{c)} 大 中	
			%	%	%	%
農作物	稲類	スイトウ	10.8	40.0	19.2	15.4
		リクトウ	0	0	0	0
	麦類	オオムギ	15.0	35.0	14.2	42.9
		コムギ	28.6	28.6	0	50.0
	芋類	サツマイモ	33.8	47.7	61.3	22.6
		ジャガイモ	27.7	47.7	54.8	22.6
	豆類	サトイモ	3.4	11.9	28.6	28.6
		ラッカセイ	59.1	27.3	50.0	33.3
		ダイズ	35.3	45.1	52.2	34.8
		アズキ	31.7	31.7	53.8	0
	野菜類	サヤインゲン	40.6	28.1	66.7	11.1
		ソラマメ	0	0	0	0
		トウモロコシ	51.3	51.3	65.0	25.0
		キュウリ	23.7	44.1	19.2	46.1
		カボチャ	30.3	59.1	41.0	28.2
		スイカ	36.7	53.3	43.8	34.3
		ウリ	25.9	41.4	41.7	29.2
		ナス	21.9	37.5	29.2	37.5
		トマト	27.4	45.2	32.1	50.0
		ピーマン	9.8	14.8	22.2	44.4
		キャベツ	14.3	20.6	23.1	53.8
		ネギ	11.7	23.3	35.7	28.6
		ハクサイ	15.0	23.3	28.6	57.1
		ニンジン	18.9	26.4	42.9	21.4
		ダイコン	17.9	37.3	44.0	28.0
		タマネギ	12.3	36.9	41.7	25.0
		イチゴ	33.3	36.4	41.7	25.0
		ゴボウ	0	0	0	0
		ホウレンソウ	0	0	0	0
		ニンニク	0	0	0	0
	果樹	ミカン	18.8	34.4	45.5	18.2
		バナカン	0	0	66.7	33.3
		カキ	30.2	63.5	62.5	20.0
		クリ	42.5	57.5	78.3	13.0
		ナシ	68.8	50.0	75.0	12.5
		モモ	72.2	44.4	75.0	12.5
		ウメ	7.1	9.5	25.0	0
		ブドウ	80.0	20.0	100.0	0
		キュウイ	21.1	15.8	0	33.3
		リンゴ	0	0	0	0
		セイヨウナシ	0	0	0	0
		スモモ	0	0	0	0
		ビワ	0	0	0	0
		イチジク	0	0	0	0
		ユズ	0	0	0	0
		林産物	ヒノキ	0.0	6.9	0
スギ	0.0		5.7	0	50.0	
シイタケ	33.3		76.2	62.5	25.0	
マツタケ	0		0	0	0	
ナメコ	0		0	0	0	
タケノコ	15.9		50.0	59.1	31.8	
その他	ギンナン	0	0	0	0	
	ナヤ, カワラ	0	0	20.0	0	

a) サル被害のための作付不可との回答率

b) これまでに被害を受けたとの回答率

c) 大・中・小 無で回答

たものであるが、当地方における駆除数は年々増加しており、特にO市では年間200頭を超える駆除を行っている。この傾向は近年の猿害発生地域の拡大を反映したものと考えられるが、駆除数が市町村ごとの推定生息数の20～30%に達しているところもある。これだけ捕獲し続けられれば、群れにより生息数が減少することが想定されるが、地域全体では減少していないようである。

銃器による駆除は、射殺後1か月程度はサルが出没しなくなった事例もあるが、いずれは人慣れして猟銃を持った人が来ただけで逃走してしまうため効率が悪くなった、特定の群れを集中して駆除すると群れサイズが小さくなり必然的に駆除数が少なくなっている。一方、おりによる捕獲は、餌付けするため人慣れを助長し、かえって被害を大きくしているケースが多い。いずれにせよ、現状では有害鳥獣駆除による捕獲は実効ある被害防止対策には直接結びつかないと考えられる。

2 被害を受け難い作物の栽培

これまでの調査で、当地方の栽培作物のうち被害を受け難いものとして、ウメ・キウイフルーツ・ピーマンがある。なかでもウメは、以前から当地方の特産として440ha(1991年)栽培されているが、春先に新芽を食害される程度で果実の被害はほとんど受けていない。また、近年ではピーマンが被害を受けにくいことから、地域特産として振興している。一般に、サルはトウガラシのように辛いものは好んで食害しないが、被害を全く受けない訳ではないので、この対策も限度がある。

3 地元農家による対策

これまで、猿害の発生とともに地元農家による種々の対策が長い間試みられている。爆音機、花火や爆竹、威嚇音発生装置(犬の鳴き声やサルの警戒音などを合成)などは、慣れや学習により効果が低下しやすい。また、圃場の周囲を漁網などで覆う方法も、サルの侵入を許している(表-4)。現在、最も効果が期待できる方法は効果的な電気柵の設置で、Mi町で1987年に約3ha

表-2 嶺南地方でのニホンザルによる農作物被害状況

年度	区分	水稻	麦	大豆	野菜	果樹	しい たけ	計
1989	面積 ^{a)}	91.0	9.5	5.5	257.8	58.0	0.5	422.3
	見積額 ^{b)}	14,500	2,650	1,650	24,220	11,400	7,000	61,420
1990	面積	89.8	8.5	5.3	220.0	49.0	0.5	373.1
	見積額	13,650	2,450	1,500	21,200	10,050	5,500	54,350
1991	面積	107.5	6.0	9.5	194.0	48.5	0.5	365.5
	見積額	14,200	2,350	1,200	17,750	9,320	6,200	51,020

a) 面積: ha

b) 見積額: 千円

表-3 嶺南地方各市町村毎のニホンザル有害鳥獣駆除実績

	Ts	Mi	MK	K	O	N	Oi	Ta	計 ^{a)}
1986	0	26	36	37	40	2	1	32	174
1987	0	21	11	12	91	0	0	8	143
1988	0	10	14	12	104	0	4	36	180
1989	0	31	0	28	160	4	6	67	296
1990	0	50	15	36	65	20	23	20	229
1991	0	73	51	9	210		28		374

a) 駆除頭数: 頭

の圃場の周囲に設置したがこれまでサツマイモなどの栽培作物は被害を受けていない。

これらを総合すると電気柵かラグタイムを取り入れた威嚇音以外に有効な方法がないように思われるが、実際にはどのような方法であれ多少の効果はある。ただサル側の反応などを踏まえ、工夫改良しながら実施していないため継続的な効果が望めないだけである。

Ⅲ 当地方におけるニホンザルの生息実態

前述のように長い間被害を与えているサルであるが、これまでその実態について全く把握されておらず、サルの群れに対応した対策をたてることは困難であった。このため、1991年より京都大学霊長類研究所及び関係団体の指導・協力を得て、生息分布調査を実施してきた。

図-1は当地方のサル群れ分布調査結果(中間報告)を示したもので、現在生息する群れは30~35群、生息数は1,400~1,700頭と推定されている(ただし未調査の2町分は除く)。また、図-2は1970年時のアンケートによる分布調査結果を示したもので、当時三方五湖周辺や半島部などの海岸地帯と滋賀県境付近の山間地帯に小さな群れが点在して生息していたとみられている。これを比較してみると、20年間で群れの分布は、サルの「人慣れの進行」と「耕作地への頻繁な出没」に印象づけられるよ

表-4 ニホンザルによる農作物被害防止対策一覧

対策方法	効果	備考
大型位置檻	有	設置場所、餌の管理に注意
銃器による射殺	有	生息数減(群れ分裂に影響あり)
網(漁網、金網)	無	
電気柵	有	構造に工夫必要、管理に注意
アニマルセンサー	有	〃
花火、爆竹	微	ロケット花火、打上げ花火有効
爆音機(ラゾーミサイル含む)	微	慣れやすい(ラグタイム付ける)
強煙火システム	中	管理に注意
威嚇音発生装置	有	慣れないよう他と併用
猟犬	有	甲斐、紀州犬有効(飼育困難)
かかし、目玉風船	無	

うに想像以上に拡大している。以前、サルのいなかった地域へ新たな群れが移入し、それによって被害が発生し被害地が拡大している。

今回の調査で、電波発信機を装着することによりいくつかの群れを常時追跡することが可能であったが、これらの群れは集落や農地周辺に生息・行動しており、夏場を除いてほとんど奥山へ帰っていない。また、群れの遊動ルートは旧市町村単位以上のエリアを広く動いており、サルの生息環境はかなり悪化していると思われる。これらは、(財)日本野生生物研究センターの調査(1990)でも、耕作地でのサルの確認率が高く、人為的な食物に依存した行動をしていることが報告されている。このように、サルが農作物に依存するようになる過程の中で、森林伐採や針葉樹植栽により本来の生息地である広葉樹が減少してきたことが、農地への侵入を助長した大きな要因と考えられる。

Ⅳ 猿害対策の今後の方向性

これまで本県では、前述のように生息数調整により被害軽減を図ってきた。しかし、今回の調査ではサルの自然増加率が20%を越える群れもみられ、餌付けされた個体群と同様に高い。これは、当地方のサルは農作物を食害するため栄養状態がよく早熟で繁殖率が高く出生率も向上している。このため、懸命に駆除を行っているが駆除率は10%程度で、結果として生息数は増加していると考えられる。

そこで、本県ではサルに農作物を食害させなければ、

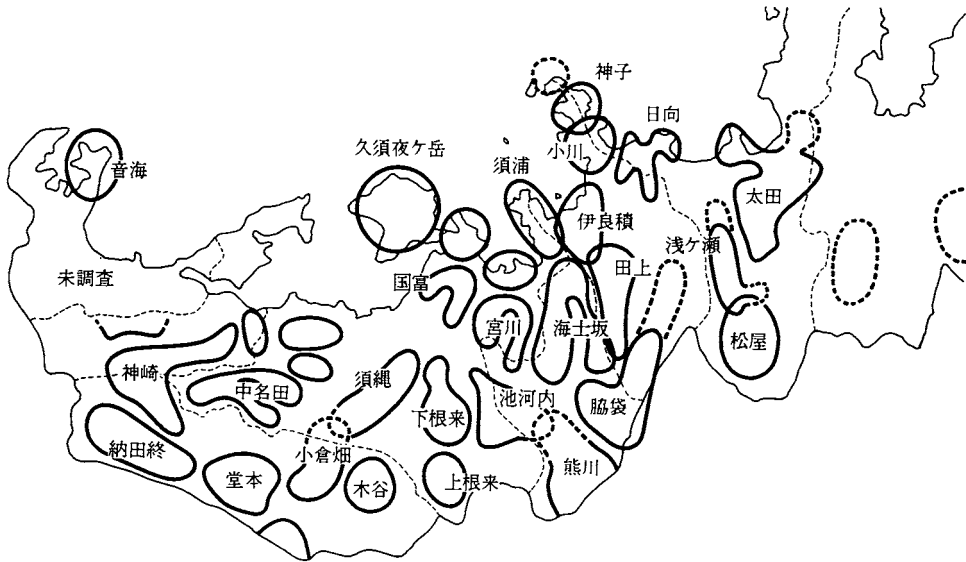


図-1 嶺南地方におけるニホンザルの群れ分布状況 (1992)

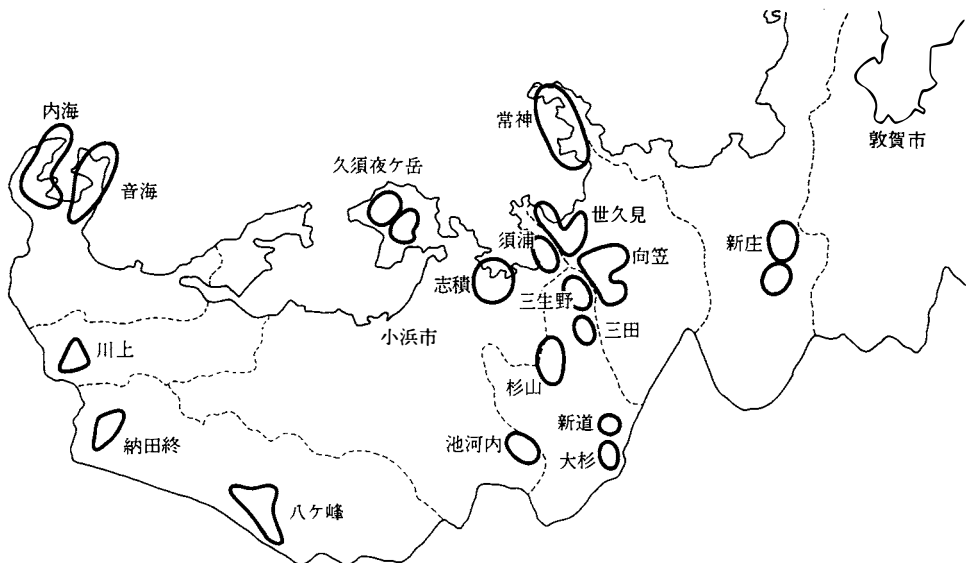


図-2 嶺南地方におけるニホンザルの群れ分布状況 (1970)

当然農作物被害は受けないことになるし、自然増加率も野生に近い率まで低下するのではないかとすることに着目し、「サルが生息地と農地とをできるだけ分離する対策」を考案した。図-3は1993年から実施する「農作物猿害防止総合対策事業」の概要を示したもので、農地への侵入を物理的及び人的な方法等を組み合わせて防ぐものである。

1 農地侵入防止対策（電気柵）の導入

本対策は安定した効果が認められている電気柵を設置

して農地への侵入を物理的に防ぐ方法である。電気柵の仕様は省略するが、イノシシ兼用で地上1.5mを金網とし、その上部に4本の電線を張るものである。設置方法は四方張りが多いが、当地方では永年性作物は少なく、野菜類も水田内に点在しているため、このような方法は限りがある。そこで、山林と農地の境界に設置する方法で検討している。当地方のように山地と平野部が複雑に入り組んだ地形では効果的と思われるが、境界すべてに設置することは困難で設置した周辺部に被害が拡大する

おそれもあり、慎重に設置したい。

2 群れ対応型追い払い法の普及推進

本対策は前述の電気柵で対応できない地域を対象に、人による追い払いにより農地への侵入を防ぐ方法である。本来、サルは憶病で人を恐れており、しかも山林から農地に出てくることはまれであるが、人慣れや作物への執着により試行錯誤の末侵入してくるようになる。従来、農地には人が働いておりサルも容易に侵入できなかったが、今では農地で人を見かけるのが珍しい状況でサルの侵入を助長している。このような中、農家自らが侵入者（サル）を簡易な追い払い機器を有効に組み合わせて追い払うことを試みる。サルが学習できる動物である以上、人に代替した方法ではいずれ効果が期待できなくなることを考えると、根気強く人や農地が恐ろしいエリアであることを覚えさせ常に恐怖心を与えることがポイントとなる。

3 野猿接近警報システムの導入

追い払いを行うには、人が出役しなくてはならないが兼業化が進んだ農村の実態や、サルの侵入場所・時期等がわからない現状では実施は困難である。そこで、野生動物の行動追跡調査に使われるテレメータを利用して、群れの位置や出役時期をつかむことができないか調査し試作に踏み切った。まず、本県に生息する群れの数個体に電波発信機（Fox タイプ）を装着する（口絵参照）。一方、市町村（または農家）に受信機を整備して、サルの群れの位置や遊動ルートを把握する（口絵参照）。このようなデータを基に出役する可能性の高い集落（農家）に対し、有線放送やCATVを用いて「サル出役予報」を提供する。この出役予報を受けて、集落共同で出役頻度の高い早朝に圃場を巡回したり、農作業の合間に追い払

う。

前述の調査から試算すると、サルの群れは1集落あたり年間20日程度しか出役していない。これらを総合すると、この情報を基に追い払いを実施することは十分可能であり、農家自らが「農作物を守る行動を行う」ことが猿害対策の糸口となるはずである。

4 生息環境の改善

この侵入防止対策により、サル側からすると貴重な食糧源を断たれる訳で、農作物に依存していた分をどのように補うかが問題となる。現状では奥山にこれらの生息を維持するだけの食糧はないと思われる。できれば、広葉樹（天然林）などを増やすなど環境改善が急務であるし、サルの生息数も自然とうたされた形で適正な群れサイズになれば、農地への依存も減少してくるであろう。しかし、林業振興や林地開発など産業優先のままでは、環境は改善されないであろうし、猿害対策も成し得ない。

5 ニホンザルの保護管理と体制

これまで述べてきた対策を講ずる上で重要なことは、人間とサルが共存を図れるべく地域全体のビジョンの策定である。この中には農林業の振興とサルの保護管理計画などが位置づけられた上で、優先すべき内容をエリアごとに明確にし、保護手段や調整手段をとるようにしていかななくてはならない。また、同時にサルの生態に詳しい人材を地元で養成して、変化するサルの生息実態や行動エリア、さらには駆除やこれら対策の影響を把握することが必要である。人もサルも変化しており、これらの実態を客観的に押えられなければ、猿害対策は進展しないであろう。

お わ り に

猿害対策に抜本的なものではなく、あくまでも人とサルとの競合緩和にすぎない。本県で取り組む電気柵と人による追い払いにより分離する対策も、地元農家の半永久的な努力なしには終止符は打たれない訳で、地元農家・行政・研究者等有識者が三位一体となって進めることで解決へのステップとなれば幸いである。

引用文献

- 1) 川村・広瀬(1965): 若狭海岸地区のニホンザルに対するアンケート調査報告。
- 2) (財)日本自然保護協会(1991): 野生生物保護 74: 124~157.
- 3) 福井県 (1970): 野生ニホンザル生息実態調査報告。
- 4) (財)日本野生生物研究センター(1990): ニホンザル生息実態調査事業報告書。
- 5) ニホンザル保護管理研究会(1992): 福井県嶺南地区野生ニホンザル生息実態調査中間報告書。

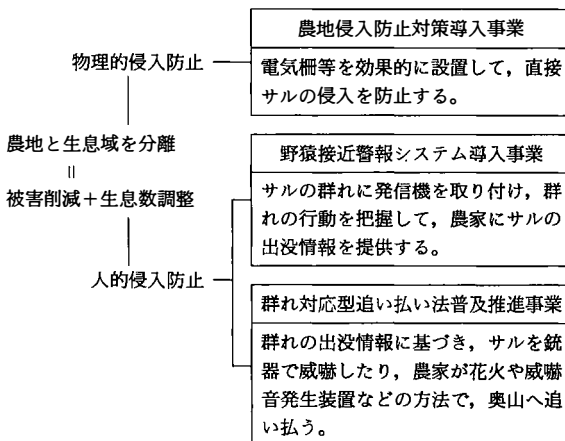


図-3 農作物猿害防止総合対策事業の概要

我が国の牧野草及び輸入芝草におけるエンドファイト

農林水産省草地試験場 ^こ古 ^が賀 ^{ひろ}博 ^{のり}則

はじめに

エンドファイト (endophyte; endo=within, phyte=plant) とは、植物体内部に寄生する糸状菌や細菌の総称である。ここで述べるエンドファイトは糸状菌の一種で、その多くは *Acremonium* 属の *Albo-lanosa* 節に属するため、*Acremonium* エンドファイトと呼ばれている。

エンドファイトは、今から 100 年ほど前に麦畑の雑草であるドクムギ (*Lolium temulentum* L.) の種子から発見され、4,400 年前のエジプトのファラオの墓にあった種子からも見いだされている。ドクムギはその名が示すように、その当時から人畜に中毒を起こすことが知られていた。なお、ドクムギの種名の *temulentum* は「めまいをおこす」という意味である。しかし、植物の中にいるエンドファイトが家畜中毒の直接の原因であることがわかったのは今から十数年前で、アメリカ合衆国やニュージーランドで多大な損害をもたらしているフェスクトキシコーシスやライグラススタッガーと呼ばれる家畜中毒の原因が、*Acremonium* エンドファイトであることが解明されたことによる (SIEGEL et al., 1987)。ちなみに、アメリカ合衆国ではフェスクトキシコーシスによる被害は現在でも年間 6 億 US ドルにも達すると試算されている (STUEDEMANN, 1988)。

その後、エンドファイトに感染した植物は病害虫に抵抗性になること、乾燥などの環境ストレスに強くなることが明らかにされてきた。そして、エンドファイトを生物農薬として積極的に有効利用しようという研究が盛んになってきている (LATCH, 1993)。特に、飼料に使用されない芝草の場合は家畜毒性を考慮する必要がないため、ペレニアルライグラスやトールフェスクなどの芝草では、既にエンドファイト感染種子が耐虫性品種として我が国に輸入されている。

本稿では我が国の牧野草及び輸入芝草におけるエンドファイトについて、その種類、発生生態そして感染植物の耐病虫性功能について紹介する。

I エンドファイトの種類とその生活史

Acremonium エンドファイトは、イネ科植物の 76 属、カヤツリグサ科の 2 属それにイグサ科の 1 属に感染が認められている (CLAY, 1989)。これらのエンドファイトは、その生活史から二つのタイプに分けられる。一つは子嚢胞子を形成することなく、一生植物体内で過ごす *Acremonium* 属菌 (図-1 の実線部分) で、種子内に菌糸の状態で見えているエンドファイト (口絵-1) は、種子の発芽そして幼苗の生育と同時に植物体内を伸展し (口絵-5)、植物が種子を結実させると、エンドファイトも種子内へと伸展する。このためエンドファイトは、感染植物の種子産生によって容易に増殖する。ペレニアルライグラス、トールフェスク、メドウフェスクのエンドファイトはこのタイプで、それぞれ *Acremonium lolii* (LATCH et al., 1984), *A. coenophialum* (MORGAN-JOHNES and GAMS, 1982), *A. uncinatum* (GAMS et al., 1990) と命名されている。最近 CHRISTENSEN et al. (1993 a) は、これらのエンドファイトについてアイソザイムパターンやアルカロイド産生の有無などの諸性状なども含めた新しい

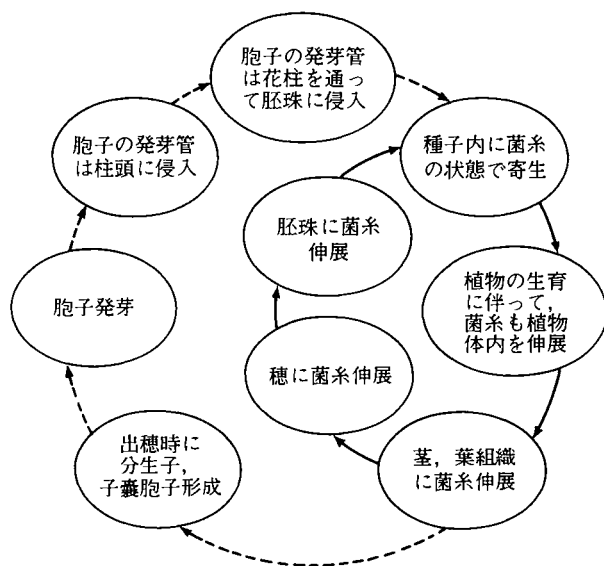


図-1 イネ科植物エンドファイトの生活環

実線は植物体内での無性世代の生活環、点線は有性世代を形成する場合の生活環 (BACON et al., 1986 より引用)

分類法を提唱している。

もう一つは、穂に子囊胞子を形成するという時期を持つもので(図-1の破線部分)、Clavicipitaceae(麦角菌科) Balansiae 族の *Epichloë* 属, *Balansia* 属, *Balansioopsis* 属, *Atkinsonella* 属及び *Myriogenospora* 属がこれに属する。我が国ではチモシーのがまの穂がよく知られており、開花期の止葉葉身の下部と葉鞘部に子座(菌糸塊)をちょうど「がまの穂」のように形成する。

Acremonium エンドファイトは子囊菌 *Epichloë* の無性世代と考えられているが、最近 *Acremonium* エンドファイトと *Epichloë* についてリボゾーム RNA 遺伝子及び β -チューブリン遺伝子の塩基配列を検討した結果、両者はきわめて近縁であり、*Acremonium* は *Epichloë* が有性世代を喪失してできたものとする仮説が提唱されている (SCHARDL et al., 1991)。

II 我が国の牧野草及び輸入芝草における エンドファイト

我が国の牧野草及び輸入芝草においてエンドファイトの見いだされている植物を表-1にまとめた。また、エンドファイトの検出された牧草エコタイプ(生態系、在来系統)の分布を図-2に示した(古賀ら, 1991 a, b; 古賀ら, 1992 a; 古賀ら, 1993; KOGA et al., 1993 a)。

ペレニアルライグラスでは、牧草エコタイプ2系統及び輸入芝草から *A. lolii* が、また東北地方の牧草エコタイプ3系統からは *Acremonium* 属以外のエンドファイトの一つとして知られている *Gliocladium* 様エンドファイト (LATCH et al., 1984) が分離された(図-2)。

表-1 我が国でエンドファイトの見いだされている牧野草
及び輸入芝草とその種類

寄主植物(由来)	エンドファイトの種類
ペレニアルライグラス (牧草エコタイプ・輸入芝草)	<i>Acremonium lolii</i>
ペレニアルライグラス (牧草エコタイプ)	<i>Gliocladium</i> 様エンドファイト
トールフェスク (牧草エコタイプ・輸入芝草)	<i>A. coenophialum</i>
メドウフェスク (牧草エコタイプ)	<i>A. uncinatum</i>
ハードフェスク (輸入芝草)	<i>Acremonium</i> sp.
チモシー (牧草)	<i>Epichloë typhina</i>
ヤマカモジグサ (野草)	<i>Epichloë typhina</i>

鞘組織内を光学顕微鏡で観察すると *A. lolii* の菌糸は分枝がほとんどなく波状にねじれている(口絵-2)のに対し、*Gliocladium* 様エンドファイトの菌糸は多くの枝分かれがある(口絵-3)ことから容易に区別できる。

トールフェスクでは九州農試で収集された牧草エコタイプ39系統のうち山形県村山市と東根市から採集した2系統と輸入芝草に、*A. coenophialum* が検出された(図-2)。北海道で収集されたメドウフェスクのエコタイプ8系統のうち7系統からエンドファイトが分離され、それらはかぎ型の分生子を形成することから、*A. uncinatum* と同定された(図-2)。この *A. uncinatum* については棒状の分生子を形成する系統があることが最近報告されている (CHRISTENSEN et al., 1993 b)。また、芝草用のハードフェスク SR 3000 からエンドファイトが分離され、分生子の形態から *Acremonium* sp. と同定された。野草の例としては、がまの穂病の病徴を呈していたヤマカモジグサから *Epichloë typhina* が分離された。

A. lolii, *A. coenophialum* 及び *A. uncinatum* の培地上での菌叢の生育はきわめて遅く、25°Cに2か月保っても菌叢直径は2~3 cmで、それに対して *E. typhina* は若干速い(口絵-4)が、通常の植物病原菌と比較すると遅いという特徴がある。

走査電子顕微鏡での観察結果、上記のいずれのエンドファイトも植物の細胞間げきや髄腔に面した組織上を伸展し、植物細胞内に侵入することはなかった(口絵-5, KOGA et al., 1993 a)。さらに透過電子顕微鏡で観察すると、エンドファイト菌糸と植物の細胞間げきとの間には



図-2 牧草エコタイプ収集地点とエンドファイト感染の有無

intercellular matrix が存在し、これを媒介して代謝産物の授受が行われていることが示唆された (KOGA et al., 1993 b)。

III エンドファイトによる耐病虫性及び環境ストレス耐性の付与

1 耐虫性付与

ニュージーランドではペレニアルライグラスの育成上最も大きな障害の一つは Argentin stem weevil (オサゾウムシの一種) による被害である。この害虫による被害は甚大で、草地を維持できないことさえあると言われている。この害虫に対して *Acremonium* エンドファイトに感染した植物は、強い耐虫性を発揮して生き残ることができる。これがエンドファイト感染植物が耐虫性を付与されたことを示した最初の例 (PRESTIDGE et al., 1982) であるが、その後耐虫性及び耐線虫性の事例が多数報告されている (LATCH, 1993, 表-2)。

我が国ではエンドファイトに感染したペレニアルライグラスやトールフェスクが、芝草の重要害虫であるシバツトガに、またエンドファイトに感染したメドウフェスクがムギクビレアブラムシに顕著な耐虫性を示すことが明らかにされた (神田ら, 1992 a, b)。圃場及び飼育容器内での調査の結果、シバツトガの幼虫 (口絵-6) による被害はエンドファイト感染率の高い品種では少なく、感染率の低い品種では多かった (口絵-7)。

エンドファイトに感染した植物が耐虫性を持つ機構については、ムギミドリアブラムシやオサゾウムシの一種などに対しては、菌の産生するアルカロイドの一種であるペラミンが忌避効果を示すことが、またムギクビレアブラムシやオオヨコバイの一種などに対してはロリンアルカロイドが摂食阻害を起こすことが明らかにされている (SIEGEL et al., 1987)。しかしシバツトガに対する忌避物質については、現在のところ上述の既知物質と同一物質か否か明らかにされていない。

2 病害抵抗性の付与

病害抵抗性の付与については耐虫性に比べてまだ事例が少ないが、これまでいくつかの報告がなされている。*A. coenophialum*, *A. lolii* 及び *A. uncinatum* を、植物病原菌である *Cladosporium cladosporioides*, *Rhizoctonia cerealis* などと対峙培養すると阻止円を形成し、抗菌性を示す (WHITE and COLE, 1985; SCHMIDT, 1990, CHRISTENSEN et al., 1991; SIEGEL et al., 1991)。GWINN and GAVIN (1992) は *A. coenophialum* に感染したトールフェスクが *Rhizoctonia zea* に対して抵抗性を示すようになることを報告している。我が国では島貫 (1987) 及び但

表-2 エンドファイト感染植物が活性を示す昆虫及び線虫の種類^{a)}

学 名	和 名
昆虫	
甲虫目 (Coleoptera)	
<i>Chaetocnema pulicaria</i>	トビハネムシの一種
<i>Heteronychus arator</i>	コガネムシの一種
<i>Listronotus bonariensis</i>	オサゾウムシの一種
<i>Sphenophorus parvulus</i>	オサゾウムシの一種
<i>Sphenophorus inaequalis</i>	オサゾウムシの一種
<i>Sphenophorus minimus</i>	オサゾウムシの一種
<i>Sphenophorus venatus</i>	シバオサゾウムシ
<i>Tribolium castaneum</i>	コクヌストモドキ
鱗翅目 (Lepidoptera)	
<i>Agrostis segetum</i>	カブラヤガ
<i>Graphania mutans</i>	ヤガ科の一種
<i>Spodoptera frugiperda</i>	ツマジロクサヨトウ
<i>Spodoptera eridania</i>	ヤガ科の一種
<i>Crambus</i> spp.	ウスギンツトガの近縁種
半翅目 (Hemiptera)	
異翅亜目 (Heteroptera)	
<i>Balanococcus poae</i>	コナカイガラムシの一種
<i>Blissus leucopterus hirtus</i>	ナガカメムシの一種
<i>Oncopeltus fasciatus</i>	ナガカメムシの一種
同翅亜目 (Homoptera)	
<i>Agallia constricta</i>	ヒロズヨコバイの一種
<i>Draeculacephala antica</i>	オオヨコバイの一種
<i>Endria inimica</i>	ヒメヨコバイの一種
<i>Diuraphis noxia</i>	アブラムシの一種
<i>Rhopalosiphum padi</i>	ムギクビレアブラムシ
<i>Schizaphis graminum</i>	ムギミドリアブラムシ
直翅目 (Orthoptera)	
<i>Acheta domesticus</i>	コオロギの一種
線虫	
<i>Helicotylenchus dihystrera</i>	ナミラセンセンチュウ
<i>Meloidogyne marylandi</i>	ネコブセンチュウの一種
<i>Paratrichodorus minor</i>	ヒメユミハリセンチュウ
<i>Paratylenchus projectus</i>	ビンセンチュウの一種
<i>Paratylenchus scribneri</i>	スクリブナーネグサレセンチュウ
<i>Tylenchorhynchus acutus</i>	イシユクセンチュウの一種

a) LATCH (1993) を一部改変した。

見 (1991) が、がまの穂病に感染したチモシーは斑点病やさび病に対して抵抗性を持つようになることを明らかにし、KOSHINO et al. (1987, 1989) は同菌から抗菌活性のある物質として 5 員環セスキテルペノイド chokol 類や数種の不飽和ハイドロキシ脂肪酸を単離し、化学構造を決定している。

3 環境ストレス耐性の付与

エンドファイトに感染している植物は乾燥などの環境

ストレスに強くなることが多い。特にエンドファイトに感染しているトールフェスクは、乾燥に強くなることが知られている。この原因としては、エンドファイト感染植物は、気孔抵抗が高まるなどの生理的变化が起き、また葉が細く厚くなり、早めに巻くなど形態的变化が起きることによって、水分の保持を良くしている (ARACHEVALETA, M. et al., 1989)。また、土壤線虫がエンドファイト感染植物では著しく少なくなるため、根の張りが良くなることも、耐乾性付与に関与している (WEST, 1987)。さらに、エンドファイトに感染した植物は一般に嗜好性が低下するため、放牧牛は地際部まで摂食することはない。一方、エンドファイトに感染していない植物は、地際部まで食い尽くしてしまう。このため、エンドファイト感染植物のほうが、非感染植物より乾燥に対して強いという結果になる (LATCH 私信)。

お わ り に

エンドファイトを他の植物に人工接種することによって、あたかも遺伝子組換えしたかのように、その有用機能を他の植物に付与することができる。筆者らは、シバツタガに対して耐虫性を示したペレニアルライグラスやトールフェスクからエンドファイトを分離・培養し、これを非感染の同種の植物に接種した結果、接種したエンドファイトの菌糸は植物全体に広がり (古賀ら, 1992b)、その植物はシバツタガに対して耐虫性を示すようになった (平井ら, 1993)。

牧草にエンドファイトを利活用しようとする、家畜中毒という問題がある。しかし、家畜毒性はないが耐虫性のみあるエンドファイトが、最近自然界で見いだされている (LATCH and TAPPER, 1988)。現在、このエンドファイトを牧草に人工接種することによって、家畜毒性のない耐虫性牧草を育成する研究が行われている (DAVIS et al., 1993)。

我が国でのエンドファイト研究はまだ始まったばかりであり、このため海外では自然界でのエンドファイト感染が報告されているが、日本ではまだ見いだされていない植物も多い。そのなかにはイタリアンライグラスやオーチャードグラスなどの主要な牧草も含まれている。また、これまでのエンドファイトの研究は主に牧草・芝草などに限定されているが、エンドファイトは熱帯から寒帯までの多種多様の植物からも見いだされている (CLAY, 1989)。それらのエンドファイトは未知の有用機

能を持っている可能性を秘めており、有用微生物遺伝資源として実際の農業生産に幅広く貢献するものと考えられる。

引用文献

- 1) ARACHEVALETA, M. et al. (1989) : Agron. J. 81: 83~90.
- 2) BACON, C. W. et al. (1986) : Agron. J. 78: 106~116.
- 3) CHRISTENSEN, M. J. et al. (1991) : Mycological Research 95: 918~923.
- 4) — et al. (1993 a) : Mycological Research (in press).
- 5) — et al. (1993 b) : Proc. 2nd Int. Symp. *Acromonium/Grass Interactions*. pp. 39~42.
- 6) CLAY, K. (1989) : Mycol. Res. 92: 1~12.
- 7) DAVIS, E. et al. (1993) : Ibid., pp. 72~76.
- 8) GAMS, W. et al. (1990) : Mycotaxon 37: 67~71.
- 9) GWINN, K. D. and A. M. GAVIN (1992) : Plant Dis. 76: 911~914.
- 10) 平井剛夫ら (1993) : 平成5年度日本応用動物昆虫学会講演要旨集, pp. 82.
- 11) 神田健一ら (1992 a) : 日植病報 58: 587.
- 12) —ら (1992 b) : 関東東山病害虫研究会年報 39: 191~192.
- 13) 古賀博則ら (1991 a) : 日植病報 57: 78.
- 14) —ら (1991 b) : 日植病報 57: 403.
- 15) —ら (1992 a) : 日植病報 58: 586~587.
- 16) —ら (1992 b) : 日植病報 58: 587.
- 17) —ら (1993) : 平成5年度日本草地学会大会講演要旨集, pp. 115~116.
- 18) KOGA, H. et al. (1993 a) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 59: 180~184.
- 19) — et al. (1993 b) : Mycological Research (in press).
- 20) KOSHINO, H. et al. (1987) : Tetrahedron Lett. 28: 73.
- 21) — et al. (1989) : Agric. Biol. Chem. 53: 789~796.
- 22) LATCH, G. C. M. et al. (1984) : Mycotaxon 20: 535~550.
- 23) — and B. A. Tapper (1988) : Proc. Jpn. Assoc. Mycotox., Suppl., 1: 220~223.
- 24) — (1993) : Agric. Ecosyst. & Envir. 44: 143~156.
- 25) MORGAN-JONES, G. and W. GAMS (1982) : Mycotaxon 15: 311~318.
- 26) PRESTIDGE, R. A. et al. (1982) : Proc. N. Z. Weed Pest Control Conf. 35: 119~122.
- 27) SCHARDL, C. L. et al. (1991) : Pl. Syst. Evol. 178: 27~41.
- 28) SCHMIDT, D. (1990) : Proc. Int. Symp. *Acromonium/Grass Interactions*. pp. 52~57.
- 29) 島貫忠幸 (1987) : 北海道農試研報 148: 1~56.
- 30) SIEGEL, M. R. et al. (1987) : Ann. Rev. Phytopathol. 25: 293~315.
- 31) — and G. C. M. LATCH (1991) : Mycologia 83: 529~537.
- 32) STUEDEMANN, J. A. (1988) : J. Prod. Agric. 1: 39~44.
- 33) 但見明俊 (1991) : 植物防疫 45: 106~108.
- 34) WEST, C. P. et al. (1987) : Arkansas Farm Research 36: 3.
- 35) WHITE, J. F. Jr. and G. T. COLE (1985) : Mycologia 77: 487~489.

石川県能登地方におけるクリシギゾウムシの生態と防除

石川県砂丘地農業試験場 おか べ のぶ たか
 たか 部 伸 孝
 石川県金沢農業改良普及所 高 えだ まさ しげ
 枝 正 成

はじめに

1964年から、能登半島で農地造成事業が始まり、その基幹作物としてクリが植え付けられた。1980年には、造成面積約1,400 ha（うち植栽面積は約700 ha）で共販出荷量は600t余となったものの、目標生産量の約半分にしか達せず、そのころから目立ち始めたクリシギゾウムシ（*Curculio dentipes* ROELOFS）の被害も、生産低迷の要因の一つとして注目されるようになった。

ちなみに、1982年に行われたクリシギゾウムシの被害実態調査による推定被害量は、産卵された果実231t、実被害果は60tに達し、きわめて深刻な状況であった。

それまで、本虫の防除対策として、殺虫剤の散布と収穫直後のくん蒸、被害果の処理などが実施されたが、必ずしも満足すべき結果が得られなかった。薬剤防除の場合には有効薬剤と散布適期が明らかでなかったこと、くん蒸の場合はクリの収穫時期には既に幼虫が大きくなりくん蒸の効果がなかったこと。また、収穫作業が長期にわたり被害果の適期処理が徹底しにくかったことなどが理由としてあげられる。

本稿では、1981～91年に石川県農業総合試験場能登農業技術センターで実施した調査研究から、クリシギゾウムシの石川県能登地方における生態と防除に関する概要を報告したい。報告にあたり、初期の調査に負うところが多かった垣内久蔵氏に、また、中村和雄、大尾光宏氏ほか協力いただいた関係者にお礼を申し上げる。

I クリシギゾウムシの生態

1 成虫の羽化消長

被害果から脱出した幼虫を、野外に置いたワグネルポットに収容し、8～10月に羽化する成虫を数えた。

1982年より1991年までの調査で、成虫の初発日で最も早かったのは8月2日（1983）、遅かったのは9月3日（1985）であった。盛期はその10～14日後、最終日は9月11日（1983）から9月27日（1985）であった。1983

年の場合、初発から3日間に6頭みられた後は8月19日まで羽化はみられず、特異な年であったことを考慮すると、平年の初発日は8月25日を中心とする約10日間と思われる。1983、85年を除いた年の、初発から最終羽化日までの期間は25日から30日間であった。

羽化の早い年（1984）と遅い年（1986）の羽化消長を示すと図-1のとおりである。

2 産卵と果実内幼虫の生育

（1）野外における産卵の実態

野外における産卵の実態を調査するため、13年生の丹沢、筑波を対象に、結果母枝に寒冷紗を被覆し1984年8月13日より約7日間隔で7日間曝露した。この果実を、丹沢は9月25日、筑波は10月12日に収穫し、いったん70%アルコール液に浸漬したものを解体調査した。

その結果、丹沢、筑波とも8月27日から9月3日の間に産卵が始まり、丹沢では9月3日からの1週間、筑波では9月17日からの1週間に最も多くみられた。当年の羽化状況は図-1のとおりで、産卵は羽化数と必ずしも一致せず、両品種とも、収穫適期の7～10日前に産卵が多かったことから、クリ果実の成熟程度が影響していると思われる。

被害果内の幼虫の发育状況をみると、収穫適期までに丹沢では3齢、筑波では4齢に達する。初齢幼虫は渋皮

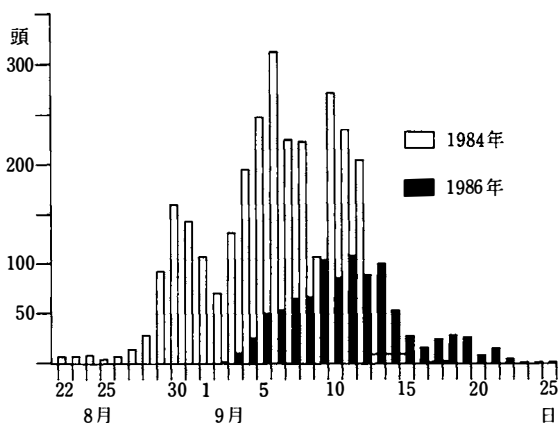


図-1 クリシギゾウムシの羽化消長

Ecology and Control of *Curculio dentipes* ROELOFS in Ishikawa Prefecture.

By Nobutaka OKABE and MASASHIGE TAKAEDA

層に止まり、2 齢のものは果肉を薄く加害するがほとんど目立たない。3 齢に達すると果肉の食害が激しく、明らかに商品価値はなくなる。

(2) 産卵前期間

1984 年 8 月、クリの結果母枝を寒冷紗で被覆し、ポットから羽化した成虫を放飼し、16 日後まで生殖巣の発育と産卵を調査した。放飼 6 日後から一部で、9 日後には全個体に成熟卵巣がみられ、産卵は 9 日後から急激に増加した。25℃定温器で飼育した場合、4 日後から卵巣の発育がみられ、産卵は 11 日後からであった。

以上から、産卵前期間は 7～9 日と考えられ、成虫羽化状況と野外の産卵調査の結果は、ほぼ合致する。

(3) 幼虫の齢期の決定

齢期を推定するため、幼虫の頭幅を調査した(1982)。8 月 5 日から定期的に採取した果実を解体して得た 318 頭と、収穫後自然に脱出してきた 357 頭の幼虫の頭幅を調査した結果、表-2 のように 4 齢を経過するものと推定された。なお、土中で越冬した幼虫の頭幅はすべて 4 齢の範囲内であった。

3 幼虫の越冬

被害果の処理及び秋冬期クリ園の耕起が、越冬幼虫に

及ぼす影響をみるため、幼虫が果実から脱出する時期と越冬場所及び土壌条件等について調査した。

(1) 幼虫が果実から脱出する時期

幼虫が果実から脱出する時期をみると、すべての品種で収穫当日から 3 日目までに始まり、幼虫の 80%が脱出した日は丹沢で収穫 15 日後、伊吹と筑波は 20 日後、石鎚は 22 日後で、幼虫の脱出は収穫の早い品種から終了した。この結果から、被害果の処理は収穫後早い時期に行わないと、効果が上がらないことが明らかになった。

(2) 越冬場所

1980 年 10 月に、1 m×1 m の枠内に被害果を収容し、1 年後の 1981 年 10 月に土中の幼虫の数を調べた。枠内と枠外 1 m までの幼虫の割合は 97 対 3 で、枠外で越冬した幼虫はきわめて少なく、土中では水平方向の移動は少ないものと思われた。

一方、野外での越冬状況を把握するため、無耕起の園地で幼虫の垂直分布と土壌硬度を調べた(1981)。

幼虫の土窩の深さは、最も浅いもので 6 cm、深いものでは 30 cm 以上の深さでみられたが、大部分は 10 cm から 25 cm の範囲であった。また、土窩を形成している場所の土壌の硬さは、ち密度が 15 mm から 27 mm の範囲で、90%以上の幼虫が 22 mm から 27 mm の硬い土壌でみられた。

(3) 越冬幼虫の生存率

1981 年 10 月に 1/2,000 a ワグネルポットに土(埴土)を入れそれぞれに幼虫 500 頭を放飼した。調査は放飼後一定期間経過ごとに、ポットから土とともに取り出して生死を調査した。

幼虫放飼後、日数の経過とともに生存幼虫数が減少し、3 か月後には 37%、1 年後には 12.4%、2 年後では 3.3%となった。1 ポット当たり 500 頭の幼虫数は、超過密状態にあり、自然環境に比べ土壌ち密度、温湿度等の条件も異なり、死亡率が高くなったことも考えられる。

6 か月経過後生死不明幼虫数が急に増加したが、これは地温上昇に伴い死虫が腐敗分解したことが主因と考え

表-1 産果の曝露時期と果実被害及び齢別幼虫数 (1984)

供試 品種	産果曝露期間	被害 果率	齢期別幼虫数 (頭)				
			1	2	3	4	
丹沢	8/13～8/19	0%	0	0	0	0	0
	20～26	0	0	0	0	0	0
	27～9/2	33.3	1	5	7	0	13
	9/3～9	100	45	14	1	0	60
	10～16	15.4	(4)	0	0	0	(4)
筑波	8/20～8/26	0	0	0	0	0	0
	27～9/2	70.4	0	8	23	20	43
	9/3～9	100	0	4	17	24	45
	10～16	75.0	0	4	7	14	25
	17～23	100	0	21	72	137	230
	24～10/1	10.2	2	0	0	0	2

表-2 幼虫の頭幅による齢期の区分 (1982)

齢期	最小値	最大値	平均値	
	μ	μ	μ	μ
1 齢	225	450	363	± 46
2 齢	500	750	632	± 57
3 齢	850	1,375	1,130	± 117
4 齢	1,425	1,900	1,628	± 97

表-3 越冬幼虫の土窩の深さ (1981)

地表からの垂直距離	土窩数	構成比
～ 9 cm	6 個	10.3%
10～12	10	17.3
13～15	5	8.6
16～18	18	31.1
19～21	9	15.5
22～24	7	12.1
25～	3	5.1

ている。9か月後の生虫には成虫11頭、蛹7頭が含まれ、1年後には生存虫の3.5%に当たる成虫13頭が認められた。2年経過後でも4.04%、4頭の生幼虫が認められた。

また、野外での状況を把握するため、1980年10月に、被害果約120kgを3か所に分けて堆積し、寒冷紗で被覆した。3か所での羽化虫数は、1年後(1981)に3頭、2年後に712頭で、3年後にも15頭認められた。この調査から、大半は2年で羽化するが、ごく一部のものは1年または3年目以降に羽化することが明らかになった。

(4) 地中での幼虫の動態

1987年6月25日から8月13日までの間、ほぼ10日おきに、現地クリ園で樹冠下の1m×0.5m×0.5mの範囲、3か所で幼虫の調査を行った。

調査を開始した6月25日には幼虫のみであったが、7月6日には幼虫と蛹が、8月3日には幼虫、蛹、成虫がみられ、8月13日には幼虫と成虫のみとなった。当年羽化するものは、8月上旬から中旬に土中で成虫となり、ある期間経過した後地上に出現することが明らかになった。なお、この年の成虫初発は8月18日であった。

II 防 除

1 薬剤による防除

1983年当時、果実害虫を対象に散布されていた、DEP粉剤やMEP水和剤、PAP乳剤は、クリシギゾウムシに

対しほとんど有効な効果を上げられなかった。

その後、1986年まで薬剤防除の効果を検討した結果、シベルメトリン、ペルメトリン、フルバリネート、エトフェンプロックス剤などの防除効果がきわめて高いと認められた。

(1) 薬剤の散布時期

薬剤防除によって、クリシギゾウムシの被害が低減しても、収穫時には5～10%の果実には、幼虫が認められる。そこで、収穫果のくん蒸処理との併用を前提に、初発から盛期前の加害虫防除を目的に、13～15年生の筑波を対象に、シベルメトリン乳剤を2回散布し、最も効果の高い散布時期を検討した。

1986年の成虫発生消長は図-1のとおりで、初発が9月2日、最多羽化日は9月10日、終息は9月25日であった。8月24日を起点に14日間隔で2回ずつ散布した結果、被害果率、在虫果率が低く収穫時に老齢幼虫が少なかったのは9月4日と18日の散布で、9月11日と25日散布では収穫時に老齢幼虫が多くなり、初期発生虫に対して散布時期が遅れたものと推定される。

また、1987年に、15年筑波を対象に1回防除の場合の散布適期を検討した。シベルメトリン水和剤を成虫初発7日後と15日後に、それぞれ1回散布した結果、7日後1回散布では被害果率35.6%、収穫時の果実内の3・4齢幼虫数12頭で、15日後1回散布の31.0%、26頭、PAP乳剤0.05%の2回散布の46.0%、29頭と比べ、老齢幼虫数が著しく少なくなった。収穫果のくん蒸処理を前提に考えれば、1回散布の場合、発生盛期より発生初期の防除が有効と思われた。

2 耕種的手法による密度抑制

丹沢と筑波を混植した樹齢14年生のクリ園で、1984～86年までの被害果の除去と耕起した圃場を設置し、1985年から3年間、発生密度への影響を検討した。

(1) 被害果の除去

前記圃場の50aで、収穫のつど被実果を選別して焼却

表-4 越冬幼虫の生存率 (1981～1983)

放飼後期間	供試 幼虫数	生存 虫数	死亡 虫数	不明 虫数	生存個 体数比
					1,000
1週間	830	542	211	77	653
2週間	824	369	282	174	448
3週間	805	349	296	180	434
3か月	2,000	747	524	729	374
6か月	3,000	878	523	1,599	293
9か月	3,000	482	28	2,490	161
1年	3,000	372	18	2,610	124
2年	3,000	99	2	2,899	33

表-5 地中における幼虫の動態 (1987)

調査月日	6/25	7/6	7/11	7/23	8/3	8/13
発育段階						
幼虫	95	71	9	19	17	9
蛹	0	17	2	8	2	0
成虫	0	0	0	0	6	5

表-6 散布時期別効果 (1986)

薬剤散布時期 1回目 2回目	果実被害(%) 被害 在虫 果率 果率	収穫期の齢別幼虫数				
		1 齢	2 齢	3 齢	4 齢	
8月24日 9月7日	45.4 18.2	3	7	4	0	初発日
8・28 9・11	37.9 12.1	1	3	5	0	9/2
9・4 9・18	37.7 9.3	4	1	2	0	最多羽化日
9・11 9・25	20.3 8.5	0	0	4	3	9/11
9・18 9・29	84.0 66.0	0	11	31	2	終息日
無散布	100 100	11	45	36	14	9/22

し、7 月に 0.5 m^2 ずつ 3 か所で幼虫密度を調査した。また、同圃場で 60 m^2 の寒冷紗ハウスを設置し、7 月末から 9 月末まで毎日羽化成虫数を数えた。ハウスの設置場所は毎年試験区内で移動した。

被害果を除去した結果、地中の幼虫密度、成虫羽化数は、初年目は処理前年の越冬虫が残り効果ははっきりしなかったが、2 年目の羽化数は $1/3$ 、3 年後には無処理に比べ、幼虫、蛹は約 $1/6$ 、羽化数は $1/3$ に減少した。

(2) 耕起による土壤環境改善

収穫後にトラクターで耕起 (平均耕起深 18 cm) した。越冬幼虫の密度と成虫の羽化数は、被害果除去試験に準じて調査した。ただし、羽化調査に供した寒冷紗ハウスは 20 m^2 である。

冬期に圃場を耕起した結果、越冬幼虫及び羽化成虫数は確実に減少し、3 年後には無処理の約 $1/3$ に抑えられた。耕起により土窩が破壊されたり表層に露出して寒気にさらされたりして、死亡率が高まった可能性が高い。

III クリシギゾウムシの発生予測

防除適期を予測、判定するため、1982～91 年までのクリシギゾウムシの羽化消長、筑波の生態調査、気象記録を基に、クリシギゾウムシの初発、羽化盛期の予測を試みた。なお、各測定日は 6 月 1 日を基準日とする日数で計算した。

羽化初日は筑波雌花の開花始めとの間に比較的高い正の相関がみられ、開花期が早いとクリシギゾウムシの羽化が早くなる傾向が認められた。

$$\text{初発} : Y = 1.983X + 53.609 \quad (r = 0.843^{**})$$

X = 「筑波」の雌花開花日

また、羽化盛期は、筑波の雌花開花始め、7 月の平均気温、同降水量、羽化初日との相関が高く、次の式でかなり高い確率で予測できる。

$$\text{盛期} : Y = 63.918 + 0.443X_1 + 0.984X_2$$

$$- 0.008X_3 + 0.342X_4$$

表-7 土壤環境改善による越冬幼虫数及び羽化数の変化

調査年月 发育段階	1985 (頭) 幼虫 蛹 羽化数	1986 (頭) 幼虫 蛹 羽化数	1987 (頭) 幼虫 蛹 羽化数
耕起	11 4 37	11 2 11	7 2 17
無処理	18 27 100	17 9 31	19 8 48

X_1 = 筑波雌花開花始め, X_2 = 7 月平均気温, X_3 = 7 月降水量, X_4 = 初発日

すなわち、雌花の開花が早く、7 月の平均気温が低く、降水量が多く、初発が早いと盛期が早まる。しかし、この予測式はクリシギゾウムシの羽化期間が長く、明確なピークがない年には予測精度がふれやすい。

お わ り に

これまで述べてきたように、クリシギゾウムシの生態を明らかにすることにより、農薬散布とくん蒸の併用で実害を、ほぼ回避できるようになった。しかし、農薬費がクリ生産費に占める割合が高いので、薬剤防除への過度の依存はおのずと限界がある。被害果の除去と土壤改良を兼ねた耕起によって、クリシギゾウムシの密度を低くし、必要最小限の薬剤使用に止めることが望ましい。それがクリの生産コストを下げ、関心が高まっている減農薬栽培を可能にする現実的な対策であろう。

石川県能登地方におけるクリシギゾウムシの発生は、一時期に比べ少なくなったが、現在でも最も被害の多い害虫である。今後は発生予測の精度を高め、防除効率をあげる一方で、越冬幼虫に対する微生物利用の可能性も検討が必要だろう。また、被害果の除去や耕起についても、効率よく省力的な作業技術の開発が望まれる。

引 用 文 献

- 1) 垣内久蔵 (1982) : 北陸病虫研報 30 : 104～106.
- 2) 能登農業技術センター果樹成績書 (1982～91)
- 3) 岡部伸孝 (1984) : 北陸病虫研講要.

本 会 発 行 図 書

農 薬 適 用 一 覧 表 (平 成 4 農 薬 年 度)

農林水産省農薬検査所 監修

定価 2,800 円 (本体 2,719 円) 送料 380 円

A 5 判 462 ページ

平成 4 年 9 月 30 日現在、当該病虫害 (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、付録として、毒性及び魚毒性一覧表及び農薬一般名 (商品名) 一覧表、農薬商品名・一般名対比表を付した。農薬取扱業者の方はもちろんのこと病虫害防除に関係する方の必携書として好評です。

施設栽培における生物的害虫防除(2)

ワーゲニンゲン農科大学昆虫学教室 教授 J. C. ファン・レンテレン

天敵の選択

生物的防除に使用できる天敵を選択する方法は、従来の化学農薬の場合と同様に、これまでは経験的な方法で行われてきた。ほとんどの天敵は試行錯誤の結果見いだされたものである。多くの研究者たちは導入前に成功の予測性を高めさせるための効率のよい研究方法はないかと模索してきた。しかしながら、新天敵導入の成功比率1:100(100種導入して1種が成功)は、化学農薬の成功率1:10,000に比較してかなり高く、経済的にはるかにまざっているというべきである。現在、我々は天敵を評価するための選択基準を用いている(VAN LENTEREN, 1986; VAN LENTEREN and WOETS, 1988)。この選択基準は、可能性を秘めている天敵と、明らかに無用の天敵とを判断する一次スクリーニングの手法として、特に有効である。

なぜ生物的防除が必要なのか？

化学薬剤以外による害虫防除の方法を追求する理由として、最近までは主に化学物質の環境と人間の健康に対する悪影響が取り上げられてきた(METCALF, 1980)。ところが、害虫の農薬に対する抵抗性発現の増加、農薬コストの増大、効果の高い新規農薬を開発することの困難さ等の問題の出現により(METCALF, 1980; DOVER and CROFT, 1984)、現在は、農業の現場の側から、薬剤による場当たりの害虫防除—そこでは、問題は発生してから対処され、問題の解決は化学的防除でのみなされることが期待され、危険信号は無視される—から生物学に根ざした害虫防除への転換のときが到来しているという強い警告がなされている(VAN LENTEREN, 1986)。

生物的防除の制限要因

施設栽培における生物的防除の適用を制限する要因は、どのタイプの生物的防除にも共通していることである。ここでは15万haのハウスの内わずか1万4千haでしか生物的防除が行われていない理由について述べてみたい。

まず最初に、様々な理由によって「生物的防除が不

要か不可能な状況」がある。例えば、ある作物は作期が生物的防除をするにはあまりに短かすぎるので、コスト的にも見合わない。レタスは、定植から収穫までわずか6週間である。また、施設栽培の50%を占める花きなどのように、ゼロ・トレランスが要求される場合には、生物的防除の適用は困難である。さらに、ある地域では気候条件のために適用が不可能なこともある。例えば、地中海沿岸地帯ではしばしば高温乾燥になりすぎハダニ防除のためのチリカブリダニの生育に適さないし、非選択的殺菌剤の多用も天敵導入を妨げている。最後に、天敵や選択的殺虫剤でまだ防除できない害虫が発生した場合、スペクトラムの広い殺虫剤の使用が必要である。このような害虫が発生する確率が高いときには、生物的防除を妨げる防除をとらざるを得ないため、栽培者は他の害虫のための生物的防除にも興味を示さなくなる。野外の作物では、これが最も大きな制限要因となる。しかし、施設での主要作物では、それほど重要ではない。これらの制限要因を考慮すると、現在の施設で生物的防除が適用できるのは3万ha程度と予想される。より選択性の高い、新しい化学防除薬剤が開発されれば、より広い面積での適用が期待できよう。

二つ目に、「生物的防除が可能な場面でも他の理由により利用できないケースがある。」これは一つには施設に到着したときの天敵の量と質の問題であり、また天敵の供給者あるいは指導機関から栽培者が受ける技術指導にかかわるものである。栽培者が生物的防除を始める場合、最初の指導の質と量が十分でないと成功はおぼつかない。天敵増殖を初めて開始する場合、遭遇する問題はきわめて多重的であり(VAN LENTEREN, 1991)、品質のよい天敵の生産の重要さは、しばしば簡単に考えられすぎている。これらの要因がいつも失敗の結果をもたらすわけではないが、この生産面と技術指導におけるアマチュア的な考えが、過去において一度ならず生物的防除の適用に悪影響を与えてきた。殺虫剤の効果については、国の制度で一定の規準を定めているが、天敵の効果についても同じ基準を適用すべきである(訳者注：世界で天敵の登録を必要とする国はほとんどなく、ましてや生物効果試験も必要としない国が多いが、その必要性への気運は高まりつつある)。

三番目に、「生物的防除は様々な要因が複合してその普

Biological Pest Control in Greenhouses ; An Overview.

By J. C. VAN LENTEREN

Translated by Tetsuo WADA and Kazuo NAKAMURA

及が妨げられる」ことがある。例えば、新農薬の天敵への影響が評価されることなしに市場に出ることがあり、これによりうまくバランスのとれていた IPM プログラムが完全に破壊される。ヨーロッパでは状況は改善されようとしており、いくつかの国では近いうちに天敵への影響に関するデータが殺虫剤登録の条件になりそうである。もう一つの重要な要因は、有害生物の侵入である。温帯の国々での施設栽培における害虫の多くは、植物とともに輸入されたものである。オランダを例にとれば、施設における 40 種の病害虫のうち、30 種以上が侵入種であり、このうち 7 種は最重要病害虫 10 種の中に入っている (van LENTEREN et al., 1987)。ヨーロッパではほとんど毎年、施設に新しい侵入害虫が発見されている。これらの侵入害虫はその天敵が発見されるまで、化学薬剤を高濃度・多数回散布せざるを得ない。

上記の要因によって、現在、生物的防除と IPM の普及が妨げられているが、新技術の開発により IPM 利用の気運が高まるであろう。例えば、土壌の太陽熱処理や拮抗菌の使用、感染抑止土壌の開発などは施設栽培における IPM を押し進めることになるだろう。

生物的防除に対する誤った批判について

以下に、生物的防除についてよく聞かれる誤解や公正でない批判などについて考えてみる。

1 生物的防除は新たな害虫をつくりだすか？

まず言われることは、ある種の害虫のために天敵を導入すると、非選択性殺虫剤を使用できなくなるため、新害虫の発生をうながす、というものである。施設においては、この考えは正しくない。生物的防除の研究は、薬剤抵抗性の害虫を防除することから始まった。天敵使用の最初の 10 年間 (1965～75 年) に、ハウスにおける主要害虫であったオンシツコナジラミとハダニが防除されたが、新害虫の発生はみられなかった。1975 年以降に発生した新害虫、シロイチモジヨトウ、マメハモグリバエ、*L. huidobrensis* (ハモグリバエの一種)、ミカンキイロアザミウマ、タバココナジラミ等は、いずれも侵入害虫である。これら侵入害虫は、生物的防除、化学的防除のどちらにおいても深刻な問題を引き起こした。これら侵入害虫に対する天敵が、常にすばやく同定できるわけではないので、他の害虫に対する生物学的防除の意欲も損なうこととなった。これらの害虫は、ヨーロッパへの侵入時に既に大部分の薬剤に対して薬剤抵抗性を持っていたため、化学的防除もきわめて困難であった。むしろこれらの害虫の多くのものは、薬剤による防除が期待できないため、生物的防除が採りうる唯一の方法であったので

ある。

2 生物的防除には信頼性がないか？

生物的防除は化学的防除に比べて信頼性が低いというこの批判は、効果について十分に試験していない新天敵を販売させようとした結果から主に出ているものである。また専門知識のない天敵増殖会社が、防除効果を確認せずに販売したことにもよっている。オランダでは、常に実際の条件下で効果が証明され、全体の病害虫防除プログラムの中で使用可能な天敵のみを販売するのが、我々のとっている方針である。

実際に効果試験を行ったものには、エンカルシア、チリカブリダニ、マメハモグリバエの天敵などがあるが、これらの信頼性は高く、化学薬剤よりも優れてさえいることが示されている。現在、ミカンキイロアザミウマ (*F. occidentalis*) に対し捕食性ダニ (*Amblyseius cucumeris*) の効果が低いという問題が出ているが、これは十分に実証試験をせずにあまりに早く広い面積での使用に移行させてしまったためである。化学防除剤と同じように、天敵の正確な評価には研究開始から販売までに 10 年かかることもしばしばである。

化学的防除法より生物的防除法のほうが早く害虫防除に使用できるという考え方は現実的ではない。生物的防除の研究者は、化学的防除の研究者よりも、より複雑な生態学的変数を扱わなければならないのである。生物的防除に携わる人々は、いくら使用希望の圧力が強くても、軽率にあまりに早く天敵を放飼することには注意深くあるべきである。それはすなわち、我々の職業にとつてむしろ否定的な宣伝をすることになるからである。

3 生物的防除の研究には金がかかるか？

これまでの投資効率の分析の結果では、生物的防除研究のほうが薬剤防除にかかわる研究よりも投資効率はよいとでている (生物的防除の利益-投資比率が 30:1 であるのに対して、化学的防除のそれは、5:1 である。例えば DEBACH, 1964; TISDELL, 1990)。それにもかかわらず、生物的防除が大面積で使用されていない理由は天敵の増殖と流通が困難であることが主な理由である。天敵生産の方法論は、農薬の場合とは全く違うものなのである。

新天敵を発見するのは、新農薬を見いだすより、より時間と金がかかると考える人も多いであろう。しかし、一般にこれは誤りである。1 種の天敵の開発費用は、平均 200 万米ドル (約 2 億 4 千万円) であり、合成農薬の開発費用は平均 5 千万ドル (約 60 億円) である。

4 生物的防除は農家にとってコストアップとなるか？

施設における生物的防除の大きなメリットは、天敵のコストは農薬のそれよりも低いという点である。

RAMAKERS (1982) は、生物的防除と化学的防除の 1980 年におけるコスト(天敵/薬剤の費用及び労賃)の比較をしている。その時点では、コナジラミのための薬剤防除はエンカルシアに比べて 2 倍コスト高であった。最近のナミハダニの防除にはやはり農業は捕食性ダニの 2 倍近くコストがかかる (VAN LENTEREN, 1990b)。他の害虫に対する同様な比較は、VAN LENTEREN (1990a, b) が行っている。

イギリスにおけるトマトとキュウリでの生物的防除のコストは、薬剤防除の 1/5~1/3 であるという (WARDLOW, 1992)。RAMAKERS (1992) は、キュウリのように何種類もの天敵を使用しても生物的防除のコストは、薬剤防除よりも高くはないとしている。彼によるオランダでの生物的防除のコストは、以下のようである。

トマト (天敵 4 種)	250 米ドル/10a/年
ピーマン (天敵 6 種)	550 米ドル/10a/年
キュウリ (天敵 9 種)	750 米ドル/10a/年

1990 年のオランダにおける有益節足動物の販売金額は、25 億円に達している。施設での主要作物(トマト、キュウリ、ピーマン)では既に天敵が主流なため、現在では化学薬剤だけの防除コストの見積もりが困難なことさえある。

5 生物的防除の実用化の速度は非常に遅いか？

この批判には、既に反論した。1970 年から 1988 年の期間にわたる天敵の使用面積の増加は表-3 (前号参照) に示したとおりである。現在、生物的防除が行われているのは 1 万 4 千 ha であるが、これは天敵防除が可能な施設面積の約 45 % に相当する。生物的防除は、現在のところ主に野菜類で行われているが、最近、花き類(観賞植物)での増加を目指した様々な活動がなされている。表-1 と表-3 (前号参照) が示しているように、70 年代のチリカブリダニとエンカルシアだけが使用されていた第 1 段階以降は、天敵の市場は非常に多様化してきている。現在、コナジラミとハダニの生物的防除は、ハウスの存在する 35 か国中 20 か国以上で行われている。

生物的防除を開始するにあたっての 実践的アドバイス

どんなに優れた研究であっても研究だけで非化学的防除が実用になるわけではない。過去 20 年の私の研究経験から、生物学的防除の研究を開始する前に、考慮すべき点を私は定式化してきた。これは、研究が象牙の塔に閉じこもって、挫折してしまうことから救う手助けとなる。

① 天敵研究者の最初の目標は、生物的防除と IPM

を国の公式的防除方策として受け入れさせることである。

生物的防除を普及させるためには、IPM をその国の主要防除方策として国が受け入れることが最も肝要である。もしも政府が IPM を支持していないのであれば、研究者はまず上層部の人々の政策を変えるように努力することが必要である。政策の変更は単に文書で通達するだけでなく、研究にも教育にも普及にも反映されなければならない。

② 研究と実用についての長期計画がないと生物的防除は失敗に終わる。

普及や農家も含めた IPM 計画のすべての関係者が、新しい方向を受け入れ、その定着を目指そうとすることが絶対に必要である。目標に照準を合わせた防除法の長期計画が IPM を展開するための基礎として必要である。よく練られた計画では現在の化学的防除以外の方法を用いて防除法を徐々に改善させていくことができる。新しい方法が実用化できるかどうかを農家の経済上の制約の中で試験をして、経済的に成り立ち、また長期的には社会全体にとっても有益であることを実証すべきである。

③ 生物的防除を導入する際は技術者による適切な指導が必要である。

ある作物に生物的防除を導入しようとするときは、普及・指導に特に注意を払う必要がある。栽培者は、生物的防除がどのようにして効果を発揮するかを改めて知り、それに信頼をおくようになる必要があるのである。

普及・指導の担当者には生物的防除の適切な指導をするために、昆虫学の深い知識と理解が求められる。生物的防除導入のこの最初の段階はしばしば無視されてしまう。オランダでの経験では、IPM の普及の度合いは、普及担当者の活動と意欲にかなり関係している。公的普及機関の指導が弱い場合、天敵生産会社がよく訓練された指導担当者を擁して、指導に投資することをいとわない限り、生物的防除が成功する見込みはまずない。施設の栽培者は、1~2 年の経験で生物的防除についてのさらに必要な知識と認識を得ることができる。

④ 生物的防除が現実的な防除技術であることを認めさせるには、メディアの利用 (PR) と教育が必要である。

研究者は学術論文以外のものを書くことに時間を費やすことを好まないことが多いが、生物的防除に対する理解を得るためには、新聞、雑誌やラジオ、テレビ番組のほうに、科学論文よりは有用である。

植物防疫に関する教育は、農業専門学校から大学まで

のすべての教育機関で変革させる必要がある。現在は、どんな化学農薬をどのように散布するかという技術的な情報だけが教えられているが、少なくとも一部は他の防除方法、特に生物的防除についての情報と取り換えていく必要がある。

オランダではこのような転換が既になされてきており、若い栽培者との話し合いには過去10年の間に前向きな変化が生じてきている。話題はもはや彼らに生物的防除を行うよう説得することではなく、「新害虫に対してどの天敵が十分な効果を上げることができるか」になってきている。今日では、天敵と（選択的）農薬防除の組み合わせが通常の防除法となっている。

⑤ 消費者を生物的防除の普及に援用できる。

消費者は一般に化学農薬を使っていない害虫防除に関心がある。彼らは、無農薬の作物のためなら高い価格を支払うこともいとわない。食品中の残留農薬の問題、農薬工場での事故、環境汚染等によって、化学農薬の使用に伴う副次的問題が人々の強い関心をひいてきた。IPMの分野にある者たちは、『農薬の使用を少しでも減らすことは改善である』という認識に立つ消費者と積極的にかわっていくべきである。

重要な点として、消費者は無農薬の作物の生産や販売に直接影響を及ぼすことができない。作物の品質を判定するのは、中間にいる市場関係者などである。彼らの基準は消費者によって何ら影響を受けず、その選別基準のために農薬の使いすぎが助長されている。消費者が減農薬あるいは無農薬の農産物の生産に対してもっと影響を与えることができるなら、それは生産者にも一般の人々にも利益となるであろう。例えば、IPMによって生産された農産物にはその旨を記したシールを貼るなども一案である。

⑥ 生物的及び総合防除についての情報は、化学農薬の技術情報が掲載されている公的機関の防除基準や資料に組み入れられるべきである。

1968年に初めてオランダ農業省が発行した病虫害防除ガイド（農業省の指導局と植物防疫局が発刊した「植物防疫ガイド」）には、生物的防除については何も述べられていない。チリカブリダニ導入後10年以上たった1981年の第8版に、初めて生物的防除に関する情報が組み入れられた。1989年版は589ページあるが、そのうち7ページが生物的防除にさかれており、どの農薬がどの天敵と一緒に使用できるかのリストも含まれている（このことは1891年に刊行されたオランダ人による病虫害防除についての最初の本、RITZEMA BOSS著『病虫害と有益生物』では、876ページ中3ページしか化学農薬のことに

ふれていないことと際立った対比をみせている）。

⑦ 信頼のおける高品質の天敵の生産が確保されなければならない。

過去30年は天敵生産会社の出現と消滅の繰り返しであった。しかし70年代に活発に事業をしていた会社のうち現在も存続しているのは数社にすぎない。現在、天敵ビジネスのマーケットはやや安定してきており、多くの、小規模なアマチュア的な生産者を除くと、高品質の信頼性の高い製品を生産している会社は5社に満たない。これら大規模会社での一週間当たりの天敵生産頭数は1種当たりしばしば500～1千万頭以上になっている（VAN LENTEREN and WOETS, 1988）。多くの天敵会社が現れ消滅してきたために、生物的防除の企業性のイメージには暗い影がつきまってきた。

天敵会社のバックグラウンドは様々である。施設栽培の生産者が天敵飼育をアルバイト的に始めたり、専業になったりする場合や、種苗会社や肥料会社のように施設栽培と関係のある会社が増殖を開始する場合もある。政府の援助を受けた研究グループによって始められ、民間企業に引き継がれる場合もある。天敵生産会社は主に捕食性昆虫と寄生性昆虫の増殖をするところが多く、線虫や昆虫病原菌、バクテリア、ウイルス等の微生物天敵を生産する会社は少ない。化学会社は主に微生物天敵に関心をもっており、この分野は遠からず農薬産業の一分野となるであろう。

大規模な天敵生産会社は、研究施設を持ち、品質管理を行い、海外流通網を持ち、広報活動や技術情報サービスを行うことのできる専門企業とみなすことができる。これらの企業の活動は高く評価されており、その市場は今後ますます拡大するであろう。無農薬食品への要望と薬剤抵抗性問題の増大に伴って確実に増加していくと考えられる。

⑧ 侵入害虫を防ぐため植物検疫が強化されるべきである。

過去10年の間にヨーロッパには多数の害虫が侵入してきた。これら侵入害虫を薬剤により撲滅しようとする初期防除計画は、多くの場合失敗に終わり、頻繁に薬剤を散布することが奨励されたので、新害虫が侵入するたびに従来の害虫に対する生物的防除が危険にさらされてきた。侵入の可能性のある害虫についての情報とその防除法とをデータベース化しておけば、侵入時に撲滅を目指してパニック状態になるようなことは避けられるであろう。

⑨ 輸出のための条件を生物的防除が可能のように改良すべきである。

現在の輸出のための条件は、現実的でないことが多い。このため、農薬を使いすぎる結果となり、抵抗性害虫の発達を速め、農薬の残留量を高め、健康への危険度を増している。もっと現実にあった条件に改良すべきである。何よりも先に、農業生産物には加害痕があってはならないという現在の基準を、生存している害虫がいないことと改めるべきである。

施設における生物的防除の利点

生物的防除を行うために必要なこれらの点を記すと、どうして生物的防除を実行している栽培者がいるのか不思議に思う人がいるかもしれない。

もちろん、生物的防除の大きな利点として、農薬の製造と使用場面で毒性のある薬剤にさらされることがなくなり、流通生産物には残留農薬はなく、環境汚染がきわめて少ないことがあげられる。しかしながら、このような点は栽培者にとっては決定的な要因ではない。最も大事なことは、施設農家自身が生物的防除を選択する以下の理由があることである。

- (1) 生物的防除では幼植物への薬害が全くなく、蕾、花、果実等の早期落下がない。
- (2) 天敵の放飼は時間がかからず、高温多湿な施設内で薬剤を散布することに比べて快適である。
- (3) 天敵の放飼は、普通施設への移植直後に行うため、栽培者にはまだ時間に余裕があって天敵がうまく増殖しているかチェックすることができる。その後は、時々チェックするだけでこのシステムは数か月間維持される。それに対して、薬剤では、恒常的に注意を払う必要がある。
- (4) 主要害虫には、薬剤抵抗性のため薬剤を使おうにも使う剤がないものがある。
- (5) 生物的防除では、薬剤のように収穫前何日間は散布してはいけないという“収穫前日数”は必要ない。薬剤散布の場合は、規定された日数が経過しないと収穫することができない。
- (6) 生物的防除のほうが化学防除よりコストが低い。

施設における生物的防除は成功したか？

先に述べた薬剤抵抗性のため、我々は化学的防除法以外の防除法を捜さざるを得なかった。研究者と現場の指導者、天敵生産会社、農家の間での緊密な協力によって、生物的防除の研究と実用に大きな成功をもたらしてきた。その結果、過去 20 年間に 18 種の害虫に対して 14 種の天敵を導入することができた(表-1)。ある国々では

施設栽培の主要な野菜類の大部分で IPM が行われている(ある作物では 90 % 以上の面積で実施されている)(van Lenteren and Woets, 1988)。例えば、オランダでは栽培者が生物的防除に頼っており、我々が新しい天敵についての情報をそろえる前に天敵の供給を依頼してきている。熱心さは、しかしながら、新たな問題を生じさせている。新天敵の放飼が早すぎて効果がみられないこともあって、生物的防除に対して否定的なイメージを植えつけることにもなるのである。これまでのところ我々は施設における生物的防除は大いに成功したと結論してよいと考えている。

しかしながら、次のようないくつかの条件が満たされてはじめて、生物的防除の技術は完成するのである。使用する天敵類は化学薬剤と同レベルの価格で、容易に入手でき、信頼性が高く、高品質が保たれ、使用の指導がなされなければならない。それらは全体的な作物保護のプログラムの中に組み込まれるべきで、他の防除手段と切り離して考えられるべきではない。

結論：施設における生物的防除の未来像

時代の流れとして施設での生物的防除の普及は促進されるであろう。農薬の開発と登録に要する天文学的なコストのために、新しく開発される殺虫剤の数は減少しつつある(Lewis, 1977)。この数少ない新殺虫剤も少面積の施設栽培用としては開発されてはいない。施設栽培を対象にするのでは、開発コストがまかないきれないのである。

第二に、最近猛烈スピードで、施設においてマルハナバチがミツバチとともに受粉用に大面积で使用されるようになったため、薬剤防除が急速に減少し、生物的防除の必要性が増している。RAMAKERS (1992) は、施設での生物的防除の初期の段階では防除面積の増加は急速であったが、現在もさらに面積が増加しているのに加えて、単位面積当たりの天敵の出荷量が急激に上昇していることを示している。過去 5 年の間にオランダの施設栽培の ha 当たりの天敵出荷量は、実に 8 倍にもなっている。

三番目に、害虫は恒常的に殺虫剤への抵抗性を増している。特に施設内では散布量も散布回数も多いため殺虫剤による淘汰圧が高く、これは重大な問題となっている(Leibee, 1981; Cranham and Helle, 1985)。それゆえ、従来の防除法以外の方法が求められている。

生物的防除は、薬剤防除に完全にとってかわるものともみるべきではない。生物的防除は強力な方法であり、現在行われているよりもっと広い面積に適用できるものである。それは、IPM のプログラムの中で、他の防除手

段と組み合わせて適用すべきものであり、薬剤防除はそういった防除手段の一つなのである。そうすることにより、相互の利益を引き出すことができるのである。化学農薬にとっては抵抗性の発現を遅らせることができるから、剤の長寿化を図ることができ、一般の人々から農薬産業の役割についてもっと肯定的な認知を受けることになるであろう。農業と環境と人類の健康に奉仕するために、我々は効率的な IPM の方法を開発して、両方の方法から最良のものを取り入れることが必要である。そのような環境に安全な IPM プログラムをデザインすることは、我々に課せられた使命である。

(訳: (株) トーメン生物産業部 和田哲夫)

本稿の翻訳にあたっては、農小省農業研究センターの中村和雄博士に多大なご教示と加筆をいただきました。記して厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) BRAVENBOER, L. (1963): Experiments with the predator *Phytoseiulus riegeli* Dosse on glasshouse cucumbers. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 36: 53.
- 2) CRANHAM, J. E. and W. Helle (1985): Pesticide resistance in Tetranychidae. In: Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control, W. Helle & M. W. Sabelis (eds.), Amsterdam, Elsevier, 1B: 405~423.
- 3) DE BACH, P. ed. (1964): Biological Control of Insect Pests and Weeds. Chapman and Hall, London, 844 pp.
- 4) DOVER M. and B. CROFT (1984): Getting Tough, Public Policy and the Management of Pesticide Resistance. World Resources Institute, Study 1: 80 pp.
- 5) HASSAN, S. A. et al. (1987): Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". J. Appl. Entomol. 103: 92~107.
- 6) HELLE, W. (1962): Genetics of Resistance to Organophosphorous Compounds and its Relation to Diapause in *Tetranychus urticae* Koch. Ph. D. Thesis, University of Wageningen. 41 pp.
- 7) HUSSEY, N. W. and N. E. A. Scopes (eds.) (1985): Biological Pest Control, The Glasshouse Experience. Blandford Press, Poole, Dorset. 240 pp.
- 8) IOCB/WPRS (1990): Proceedings Working Group "Integrated control in glasshouses", 5~8 June, Copenhagen, Denmark (H. BRØDSGAARD, J. BENNISON and J. C. VAN LENTEREN, eds.), 227 pp.
- 9) IOCB/WPRS (1991): Proceedings Working Group "Integrated control in protected crops", 29 September~2 October, Allassio, Italy. 215 pp.
- 10) LEBEE, G. L. (1981): Insecticidal control of *Liriomyza* spp. on vegetables. Proc. IFAS-Ind. Conf. Biol. Control *Liriomyza* Leafminers, Lake Buena Vista, Fla. Bradenton, Fla.: Inst. Food. Agric. Sci. Univ. Fla. 216~220.
- 11) LENTEREN, J. C. VAN (1986): Parasitoids in the greenhouse: successes with seasonal inoculative release systems. In: Insect Parasitoids, J. K. WAAGE and D. J. GREATHEAD (eds.). Academic Press, London. 341~374.
- 12) ——— (1990a): Integrated pest and disease management in protected crops: the inescapable future. Bulletin IOBC/WPRS XIII/5: 91~99.
- 13) ——— (1990b): Implementation and Commercialization of Biological Control in West Europe. International Symposium on Biological Control Implementation, McAllen, Texas 4~6 April 1989, NAPPO Bulletin 6: 50~70.
- 14) ——— (1991): Quality control of natural enemies: hope or illusion? In: Mass production and quality control of entomophagous insects, F. Bigler (ed.). 10 pp. (in press)
- 15) ——— and O. M. B. DE PONTI (1990): Plant-leaf morphology, host-plant resistance and biological control. Proceedings 7th International Symposium on Insect-Plant Relationships. 3~8 June 1989, Budapest, Hungary; Akadémiai Kiadó, Budapest, Synp. Biol. Hung. 39: 365~386.
- 16) ——— and J. WOETS (1988): Biological and integrated control in greenhouses. Ann. Rev. Entomol. 33: 239~269.
- 17) ———, J. WOETS, P., GRIJPMMA, S. A., ULENBERG and O. P. J. M. MINKENBERG (1987): Invasions of pests and beneficial insects in the Netherlands. Proc. Royal Dutch Acad. Sciences, Ser C. 90: 51~58.
- 18) LEWIS, C. J. (1977): The economics of pesticide research. In: Origins of Pest, Parasite, Disease and Weed Problems, CHERRETT, J. M. and G. R. SAGAR (eds.). Oxford, Blackwells: 237~245.
- 19) METCALF, R. L. (1980): Changing role of insecticides in crop protection. Annu. Rev. Entomol. 25: 219~256.
- 20) PONTI, O. M. B. DE (1982): Resistance to insects: a challenge to plant breeders and entomologists. In: Proc. 5th Symp. Insect-Plant Relationships, J. H. VISSER and A. K. MINKS (eds.). Pudoc, Wageningen: 337~348.
- 21) RAMAKERS, P. M. J. (1982): Biological control in Dutch glasshouses: practical applications and progress in research. Proc. Symp. Integrated Crop Protection, CEC, Valence, France. 265~270.
- 22) RAMAKERS, P. M. J. (1992): More life under glass. Proceedings of Symposium "Biological control and integrated crop protection: towards environmentally safer agriculture", 8~13 September, Veldhoven, The Netherlands (in press).
- 23) RAVENBERG, W. J. (1991): The use of beneficial organisms for pest control under practical conditions. Pflanzenschutz-Nachrichten, Bayer (in press).
- 24) SPEYER, E. R. (1927): An important parasite of the greenhouse white-fly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). Bull. Entomol. Res. 17: 301~308.
- 25) TISDELL, C. A. (1990): Economic impact of biological control of weeds and insects. In: Critical Issues in Biological Control, M. MACKAUER, L. E. EHLE and J. ROLAND (eds.). Intercept, Andover. Hants. 301~316.
- 26) WARDLOW, L. R. (1992): The role of the extension services in integrated pest management (IPM) in glasshouse crops in England and Wales (United Kingdom). Proceedings of Symposium "Biological control and integrated crop protection: towards environmentally safer agriculture", 8~13 September, Veldhoven, The Netherlands (in press).

発生増加のみられるイナゴをめぐって

——水田での直翅目の種類と生態——

弘前大学農学部生物環境管理学講座 あん どう よし かず
安 藤 喜 一

はじめに

水田はヒトによって管理された特殊な環境である。そこに生息する害虫は、無尽蔵の食草が保証される。しかし、同時に殺虫剤散布を含めてヒトによる水田の管理方法が変わると、発生する害虫の種類や密度が大きく変動する。1950年代の初期まで、イナゴは全国の水田で恒常的に多発していたが、その後塩素系殺虫剤、特に BHC の使用により、水田からほぼ完全に姿を消した。ところが、10 年余り前から一部の県で、最近では東北地方を中心に著しい発生が認められるようになった（小島，1976；稲生，1978；小池ら，1983；安藤ら，1987；清水，1987；加藤ら，1988）。イナゴの復活は、とりまなおさず水田を取り巻く環境の変化に起因すると考えられる。

コバネイナゴとハネナガイナゴの生態について優れた研究が、古く熊代（1935）によって行われた。大町（1950）はコバネイナゴとハネナガイナゴが雄生殖器官の形態によって区別できることを明らかにした。また HUKUHARA（1966）は、かつてエゾイナゴと呼ばれた北海道や青森県に生息する小型で著しい短翅のイナゴは、分類学的にコバネイナゴと同一種であると結論した。さらに市田（1992）は青森県におけるコバネイナゴの発生生態について詳細に報告し、ANDO and YAMASHIRO（1993）はイナゴの全国的な分布状況を明らかにした。

以下に、水田にみられる直翅目昆虫に触れ、最近水田に多発しているコバネイナゴに関する研究結果の概要を報告する。

I 水田にみられる直翅目の種類

「農林有害動物・昆虫名鑑」（1987）によると、我が国でイネの害虫とされる直翅目昆虫は表-1 のとおりである。直翅目昆虫は、不完全変態・卵越冬・隠べい色となる種が多く、幼虫は成虫より小型で翅が目立たないが形態的に類似しており、生息地も共通である場合が多い。いずれの種も水田にのみみられるのではなく、周辺の畑

表-1 水田にみられるおもな直翅目昆虫

キリギリス科 Tettigoniidae	
クビキリギス	<i>Euconocephalus thunbergi</i> (STAL)
ヒメクササキ	<i>Ruspolia jezoensis</i> (MATSUMURA and SHIRAKI)
クササキ	<i>Ruspolia lineosus</i> (WALKER)
ウスイロササキ	<i>Conocephalus chinensis</i> (REDTENBACHER)
コバネササキ	<i>Conocephalus japonicus</i> (REDTENBACHER)
ケラ科 Gryllotarpidae	
ケラ	<i>Gryllotalpa orientalis</i> BURMEISTER
イナゴ科 Catantopidae	
コイナゴ	<i>Oxya hyla intricata</i> (STAL)
タイワンハネナガイナゴ	<i>Oxya chinensis formosana</i> SHIRAKI
ハネナガイナゴ	<i>Oxya japonica</i> (THUNBERG)
コバネイナゴ	<i>Oxya yezoensis</i> SHIRAKI
ツチイナゴ	<i>Patanga japonica</i> (BOLIVER)
ツマグロイナゴ	<i>Mecostethus magister</i> (REHN)
バッタ科 Acrididae	
ショウリョウバッタ	<i>Acrida cinerea antennata</i> MISTSHENKO
トノサマバッタ	<i>Locusta migratoria</i> (LINNAEUS)
アカアシバッタ	<i>Heteropternis rufipes</i> (SHIRAKI)
アカアシソバッタ	<i>Stenocatantops splendens</i> (THUNBERG)
ヒシバッタ科 Tetrigidae	
トゲヒシバッタ	<i>Criotettix japonicus</i> (DE HAAN)
ハネナガヒシバッタ	<i>Euparattix insularis</i> BEI-BIENKO

地や牧草地などにも生息する。越冬形態はヒシバッタ類は成虫、ケラは成虫と幼虫である。クビキリギスの成虫（一部幼虫）、ツチイナゴの成虫越冬を除き、キリギリス科・イナゴ科・バッタ科は卵態で越冬する。卵は土中または食草の葉鞘内に産み込まれ、ふ化前の卵は胚発育に伴って吸水し、産下時に比べ重さが、2 倍程度に増大する。これら直翅目昆虫の中で、最も強く水田に依存したものがイナゴ類である。次いで北日本ではヒメクササキ、西南日本ではクササキとクビキリギスが目立つ。トノサマバッタは、むしろ乾燥地を好むので、水田でみられるのはまれである。ササキ類は個体数は多いが、害虫としての重みは大きくないと思われる。

なお、水田にみられる直翅目害虫の見分け方に関しては、福原（1982a, b, 1983a, b, 1984）に詳しいので参照されたい。

II イナゴの発生状況

1989～1992年に北海道から九州までの71か所で、イナゴの発生の有無を調査した(図-1)。8～11月に休耕田を中心に一地域につき30分～3時間調査したところ、コバネイナゴは45か所で、ハネナガイナゴは西南暖地の5か所で発見された。両種とも採集できなかったのは21か所であった。コバネイナゴは、東北・関東地方の全域、新潟・長野・岐阜・滋賀県では密度の多少はあっても、すべての地域で発生が認められた。一部に発生が確認された所は、北海道、富山・静岡・兵庫・福岡県などであった。採集できなかった県は、石川・福井・岡山・山口・香川・大分・鹿児島などであった。北海道や兵庫・福岡県では、発生している所での密度は高く、近い将来我が国の大部分の水田に分布拡大する可能性が強いと考えられる。現在多発しているイナゴはコバネイナゴであり、ハネナガイナゴは西南暖地の一部に発生しているだけで、コバネイナゴの高い生息密度に対し、ハネナガイナゴはいずれの地でも低密度の発生であった。

III コバネイナゴ復活の原因

これについては、主な原因が二つあると考えられる。

1971年以後残効性の長いBHC・DDTなどの使用が禁止されたことと、また同年から米の生産調整のために減反政策が開始され、休耕田が生じたことである。休耕田には殺虫剤散布は行われず、イネ科やカヤツリグサ科などの食草が十分にあり、湿度条件も良いので、コバネイナゴの発生に最適条件を備えている。休耕田での発生密度は、一般の水田に比べ、著しく高いことが観察された。牧草地や殺虫剤散布の行われなかった湿地にわずかに生き残っていたコバネイナゴが、全水田面積の30%近くにまで増加した休耕田に侵入し、爆発的に増加し、一般の水田にも多発するようになったと思われる。イネミズゾウムシやイネクビボソハムシを対象として、田植前に殺虫剤の箱処理が行われるが、コバネイナゴに対しては、若齢幼虫は畦畔の雑草を摂食し、中齢幼虫になるまで水稻をほとんど加害しないので効果がないことも多発の要因の一つであろう。また、コバネイナゴが長期間水田から姿を消している間に、天敵を減少させ、コバネイナゴは復活したが天敵の復活が遅れ、あたかも天敵の淘汰圧から解放された侵入害虫が、新天地で大発生する現象に似ているのかもしれない。畦畔に産下された卵菜を取り除くのに効果があったあぜ塗りが行われなくなったことも、コバネイナゴ復活の原因とまではいなくても、多発の要因になっていると考えられる。

IV 季節的齢構成の変化

弘前市周辺の水田3か所で、昆虫網で任意に採集したコバネイナゴの1991年の齢構成の季節的变化を示した(図-2)。1齢幼虫の初発日は5月24日、2・3・4及び5齢の初発日はそれぞれ6月8日、6月21日、6月30日、7月11日であり、羽化成虫は7月25日に観察され



図-1 イナゴの発生調査地 (AND● and YAMASHIRO, 1993)

● : コバネイナゴ採集地, △ : ハネナガイナゴ採集地,
□ : 両種とも発見できなかった所

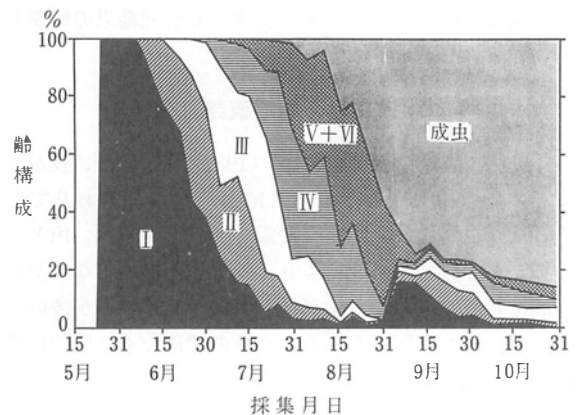


図-2 コバネイナゴの季節的齢構成 (AND● and YAMASHIRO, 1993)

た。1990年の初発日は、1齢幼虫が5月28日、成虫は7月25日であり、両年度の発生時期には大差はなかった。図-2で興味深いのは、1齢幼虫が5月下旬から10月まで、5か月間も連続してみられることである。弘前以外のほとんどの地域でも、10～11月になっても成虫と同時に一部幼虫が採集されたので、遅れてふ化するものがみられることは普遍的現象と思われる。この秋期にも幼虫がみられる事実は、数人の研究者によって報告されている(熊代, 1935; 清水, 1987; 加藤ら, 1988; 市田, 1992)。しかし、その原因については不明のまま今日に至っている。

V ふ化が長期にわたる原因

ふ化が長期にわたる原因は、一部2化するか、越冬卵からのふ化がばらつくかのどちらかである。弘前市周辺の水田畦畔から4月に卵莢を採集し、ふ化幼虫から産卵まで25℃、短日条件(LD12:12)～長日条件(LD16.5:7.5)の5段階の日長で飼育し、成虫になったイナゴが産んだ卵を20, 25, 30℃に保存した限り、すべて内因性の休眠を示した。ほかに札幌から九州までの10か所の系統の休眠卵を低温処理によって休眠消去させ、弘前系統と同様に25℃で、5段階の日長条件でふ化幼虫から産卵まで飼育して得られた卵を、25℃に保存しても50日以上ふ化しなかった。したがって、コバネイナゴは全国的に内因性の休眠を示し、1化性と考えられる。この点から、野外でのふ化のばらつきは、越冬卵に起因すると考えざるを得ない。

越冬卵からのふ化がばらつく理由は二つある。第一の理由は、卵が異なる胚発育期で越冬することである。卵の休眠期は産卵とふ化のほぼ中間期に当たる突起形成期である。弘前では9月末までに産下された卵は、休眠期に達して冬を迎える。しかし、10月以後に産下された卵は、休眠期に達する前に冬を迎え、低温による発育休止状態で越冬する。産卵は主として9～10月に行われるが、一部は12月でも起こる。成虫は積雪下でも7日ほど生存できるため、根雪になる前は雪が消えると再び活動する。太陽の輻射熱を利用して、気温が10℃のときに、体表温度を30℃ほどに上昇させることができる。いずれにしても、コバネイナゴは休眠期から産卵直後の卵まで越冬可能であり、翌年の発生源となるため、ふ化期に大きなばらつきが生じる。昆虫の休眠の概念から考えて、常識的には休眠期に達しない卵は冬期に死亡するはずであるが、コバネイナゴの場合は、産卵直後から低温耐性が強く、休眠が越冬の条件ではない。

しかし、卵内胚子の越冬期の差から生じるふ化のばら

つきは、ふ化最盛期が5月末から約1か月間続く理由の説明にはなるが、9月にもふ化する理由にはならない。

そこで、第二の理由は、卵莢が水面に浮くか、水没によるふ化の著しい遅延である。代かき後、かなりの密度で大部分を水面下に潜ったように浮いている卵莢が観察される。前年の秋、排水後に水田中に産下されたものが、代かきで土から離れて浮くのである。水面に浮いた卵莢からのふ化は、畦畔のものに比べ、平均2倍程度の日数を要し、ふ化率も約60%に低下する。さらに卵莢が完全に水没した場合は、胚は完全に発育休止する。酸素不足のためである。水管理された水田で、前年の秋に畦畔近くに産み落とされ、翌年代かき後に水没した卵は、秋に収穫機を導入するため、8月中旬以降に水田から水が落とされると、酸素が供給されるので一斉に発育し、図-2にみられる9月上旬の1齢幼虫の小さなピークとなって現れると考えられる。休眠消去卵を、25℃の水中に沈めたとき、3か月間害作用はなく、水没期間だけふ化が遅れることを実験的に確かめた(安藤, 未発表)。

VI 遅れてふ化したコバネイナゴの行方

イナゴが長期にわたってふ化するので、1回の薬剤散布で完全に防除することは困難である。しかし、幸いにも特に遅れてふ化するものは、年内に羽化・産卵はできないので、翌年の発生源にはならず防除の対象にする必要がないと考えられる。すなわち、遅れてふ化するものが羽化できるか否かを確かめるために、野外条件下で素焼きの鉢にイヌムギとカモガヤを植えて、昆虫網で覆い、飼育開始する当日にふ化した幼虫を8月10日から5日間隔で飼育したところ、1991年には8月15日にふ化したイナゴは、すべて年内に羽化し、8月20日にふ化したものは羽化率50%、8月25日ふ化したものでは、全く年内に羽化できなかった。1990年は8月25日ふ化が、羽化の限界であった。羽化しても産卵前期間があるので子孫を残せるとは限らないが、弘前では8月下旬以降にふ化するものは、年内に羽化できないことが確かめられた(ANDO and YAMASHIRO, 1993)。もちろん、秋期の気温の高い南の地域ほど、年内に羽化できる限界ふ化日は遅くなると思われる。

VII 成虫サイズの地理的変異

北海道から九州までの平地で採集した成虫の頭幅を測定すると、北で小さく南に向かうにつれて大きくなる勾配変異が認められる。各地の子孫を25℃, LD14:10で飼育したときも、原産地の緯度に対して、成虫サイズを示す頭幅は、野外採集成虫と同様に負の相関を示した。し

たがって、コバネイナゴの成虫サイズの地理的変異は、生息地の環境の違いによって直接決定されるのではなく、進化の過程で既に分化した形質と考えられる。大きな成虫は幼虫期間が長く、小さな成虫はそれが短い。幼虫期間の長短は、幼虫期の脱皮回数と関係が深い。野外採集成虫の頭幅と、異なる日長条件下で各地の系統を飼育した結果から、産地ごとの幼虫齢数を推定した(表-2)。同一地域に生息するコバネイナゴは、複数の齢数を示し、長日条件下で幼虫を飼育すると齢数を増し、短日条件下では齢数を減少させる。野外では早くふ化したものは長日であって齢数を増し、遅くふ化したものは幼虫期が短日となるので、齢数を減少させて羽化を早めようとする。

コバネイナゴは25°Cでは4~8日間隔で産卵し続け、平均8卵莢ほど産下する。多いものは15卵莢に達する。1卵莢に含まれる卵数は、成虫サイズと相関が高く、最少10個と最多50個の差が認められる。緯度と同様に高度でも、成虫サイズや齢数の変異が認められ、地理的・季節的変異は、有効温度に対する適応現象と考えられる。

お わ り に

従来多くの本に、コバネイナゴは成虫の翅端が腹部の先端を越えず、跳びはねまわるが、翅を使ってあまり飛ばないと書かれており、一方コバネイナゴは翅の先端が腹端を越え、翅を使ってかなりの距離を飛ぶと記されている。しかし、この記述は不適切である。ハネナガイナゴは例外なく長翅型であるが、コバネイナゴは短翅型から長翅型まで連続してみられるし、長翅型はハネナガイナゴと変わらないほど飛ぶものもある。コバネイナゴの翅長も齢数と同様に幼虫期の日長によって制御される季

表-2 幼虫齢数の地理的変異

産地	終齢幼虫	野外での出現率(推定)
札幌	4, 5 齢	4 齢 > 5 齢
弘前(青森県)	4~6	5 > 6 > 4
寒河江(山形県)	5, 6	6 > 5
新潟	5~7	6 > 5 > 7
豊里(茨城県)	5~7	6 > 5 > 7
富士(静岡県)	5~7	6 > 7 > 5
岐阜	5~7	6 > 7 > 5
北九州(福岡県)	5~7	6 > 7 > 5

節適応である。

コバネイナゴは数年のうちに、全国に分布を拡大すると思われる。特定の地域に発生したものから広がっているのか、全国いたる所で個別に復活しているのかを知るには、コバネイナゴの移動能力を明らかにする必要がある。

引 用 文 献

- 1) 安藤隆夫ら(1987): 北陸病虫研報 (35): 30~33.
- 2) ANDO, Y. and C. YAMASIRO (1993): Appl. Entomol. Zool. 28: 217~225.
- 3) HUKUHARA, N. (1966): Appl. Entomol. Zool. 1: 201~203.
- 4) 福原裕男(1982a): 植物防疫 36 (11): 524~528.
- 5) ——— (1982b): 同上 36 (12): 571~575.
- 6) ——— (1983a): 同上 37 (6): 262~267.
- 7) ——— (1983b): 同上 37 (11): 498~502.
- 8) ——— (1984): 同上 38 (12): 571~577.
- 9) 市田忠夫(1992): 青森農試研報 (32): 95~113.
- 10) 稻生 稔(1978): 農業研究 25 (2): 11~14.
- 11) 加藤智弘ら(1988): 北日本病虫研報 (39): 182~184.
- 12) 小池賢治ら(1983): 北陸病虫研報 (35): 30~33.
- 13) 小島秀治郎(1976): 今月の農薬 20 (8): 72~75.
- 14) 熊代三郎(1935): 農学研究 25: 195~220.
- 15) 大町文衛(1950): 三重大農報 (1): 41~44.
- 16) 清水喜一(1987): 千葉の植物防疫 39: 8~13.

本 会 発 行 図 書

新 刊 !

『性フェロモン剤等使用の手引』

同書編集委員会 編集 B5判 86 ページ(カラー4ページ)

定価 1,800 円(本体1,748 円) 送料 310 円

害虫の発生予察用に広く利用されている性フェロモン剤を、初めて使用される方を対象に編集した手引書です。性フェロモン剤の基礎的知識を得る参考書として、現場におけるマニュアルとして平易に解説されております。また、旧版では取り上げていなかった防除用の性フェロモン剤についても、交信かく乱・大量誘殺に分けて各製剤ごとに解説してあります。

お申し込みは前金(現金書留・郵便振替・小為替など)で直接本会までお申し込み下さい。

コバネイナゴの発生と水稻の被害

山形県立農業試験場庄内支場 いし ぐろ きよ ひで
石 黒 清 秀

はじめに

コバネイナゴ (*Oxya yezoensis* SHIRAKI) はかつて日本全国に多発していたといわれている (安藤, 1992)。山形県でも、1950年代まで「イナゴとり」は秋の風物詩であり、団塊の世代である筆者も竹筒をつけた木綿袋を腰に下げ稲穂をかきわけるといふより踏みつぶしては終日イナゴを追いかけて回した懐かしい記憶がある。小学校の給食用大鍋でゆでられ体育館に山と積まれたイナゴは、皆で売り歩き教育資材の購入資金とされた。今にしてみれば昔話のような思いであるが、その後山間部など一部の水田を除けば、イナゴの姿が全くみられなくなり、イナゴという名前さえ忘れ去られていた。

しかし、山形県では1982年ごろからコバネイナゴの姿がみられるようになり1987年に急増後も年々増加し続け、現在では最も重要視される害虫として復活し、同時に「イナゴとり」を楽しむ風景も復活した。消えかけた生物の復活は歓迎されるべきではあるが、コバネイナゴは大型の害虫であり、その食害も目立つことから、イネの被害に対する農家の危機感は強く、過剰防除の実施も懸念された。そこで、1990年からコバネイナゴの被害の解析と生息密度調査などの試験を行ってきたので、その概要について紹介する。

I 山形県における発生の概要

1 発生状況

1991年の山形県での発生面積は作付面積対比で57%に達し、県内でも庄内地域で発生面積が多く密度も高い傾向にある。1991年の庄内地域での発生密度を、捕虫網によるすくい取り虫数の例でみると図-1のようになる。7月の20回のすくい取り調査では、全般的には100頭以下の分布であるが100頭以上の地域や水田も少なくはなく、500頭以上となる水田もみられている (図-1)。

この時期のすくい取りで300頭を超える密度では、人間が畦畔に近付くだけでイナゴが稲株を飛び交う音がザワザワと聞こえ、放っておけば成熟期にはほとんどの葉が食い尽くされ枝梗や籾も食害されてしまい、あたかもアワヨトウの激発をほうふつとさせる惨状となる。発生

密度は県内全域で年々高まっており、出穂期ごろから上位葉の被害が目立ち始めるため、生産現場では収量や品質への影響に対する不安感が高まり、コバネイナゴを対象とした防除面積が拡大しているのが実態である。

2 発生経過及び消長

イナゴの種類については詳しく調査していないが、雄性交尾器の形状 (福原, 1982) を観察する限り、本県ではコバネイナゴ以外の種はみつけれない。

コバネイナゴは1化性であり卵のふ化時期は産卵時期や産卵された場所の水分に左右されて長期にわたり、齢数は幼虫期の日長によって決定される (安藤, 1992)。

また、卵の発育零点は15.0℃と推定され (横山ら, 1992)、終齢幼虫の齢期は翅芽の形態で判別できる (市田, 1989)。これらの知見を参考に発生消長調査を行った結果から、本県の発生経過を要約すると下記のようなる。

コバネイナゴは年1回の発生で卵態で越冬し、幼虫のふ化は6月上旬ごろから始まり7月上旬まで1か月以上続き、ふ化最盛期は6月中～下旬になる。ふ化した幼虫

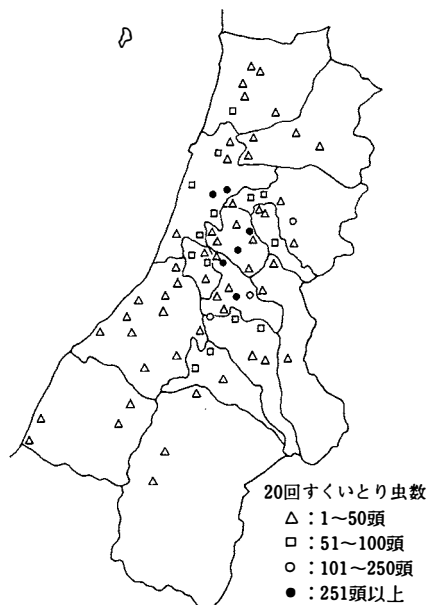


図-1 山形県庄内地域におけるコバネイナゴの発生密度 (1991年7月) (山形県病害虫防除所庄内支所作図に筆者加筆)

は初め畦畔や農道の雑草や畦畔沿いのイネを食害して発育し、発育が進むにつれてしだいに水田内部に進入し、老齢幼虫が多くなるころには、水田全体にほぼ均一に分布するようになる。幼虫は6齢（5齢の個体もある）を経過して、7月末から成虫が出現し始め、8月中～下旬に成虫の発生盛期となる。

発消長や水田内の密度分布はイネの生育量や水田周辺環境、特に雑草の多少や除草の時期によって差が生ずる。成虫はイネの上位葉を盛んに食害し、多発田では籾や枝梗も食害する。イネの成熟期が近づくにしたがって成虫は畦畔や畦畔沿いに多くなり、9月始めごろから主に畦畔・農道の雑草地や畦畔沿いのイネの株内に産卵する。産卵盛期は9月中～下旬ごろとなる。

II 放飼による被害の解析

1 試験方法

1990年と91年に庄内支場内の水田でイナゴの放飼を行った。5月中旬にササニシキの稚苗を機械移植し、1区24頭となるよう面積1m²、高さ1.35mの白サラン網柵を設置し野外採集したコバネイナゴを放飼した。放飼期間（網柵設置期間）は下記のとおりとした。

- ① 出穂32日前から成熟期（69日間）
- ② 出穂期から成熟期まで（37日間）
- ③ 出穂32日前から出穂期まで（32日間）

試験年のササニシキの出穂期は8月6～9日であった。放飼頭数は、1株平均2頭、1頭、0.5頭とし、さらに無放飼区を設置し各区とも3連制とした。なお1992年には出穂32日前から出穂期までの期間1株平均4頭、2頭、1頭区を設置して調査した。放飼したコバネイナゴは、出穂32日前（①、③）は3齢幼虫を、出穂期（②）は5齢及び6齢幼虫とした。

2 放飼による葉の被害状況

放飼終了時の葉の被害程度を知るために、止葉を n として出穂期（③）は $n \sim n-4$ まで、成熟期（①、②）には n と $n-1$ の2株全茎を調査し被害度を算出した。出穂32日前から成熟期までと出穂期から成熟期までの放飼期間の、放飼頭数と上位2葉の被害度の関係を図-2に示し、被害度の算出方法を付記した。

放飼期間が違っても被害度に差がなく放飼頭数が多いほど被害度が高く、放飼頭数（ X ）の対数値と成熟期の上位2葉の被害度（ Y ）の間に高い相関（ $r=0.961$ ）が認められた。出穂前に1頭以上の密度では成熟期の被害度はかなり高くなる様子が本図からうかがえる。

出穂32日前から出穂期までの放飼期間（③）では上位4葉の葉位別被害度は図-3のようになり、放飼頭数が多

〔被害度の算出方法〕

1葉当たりの被害程度を下記の基準で調査

A=無被害

B=被害葉面積率1～25%

C=被害葉面積率26～50%

D=被害葉面積51～75%

E=被害葉面積率76%以上

それぞれの被害程度の葉数をA'～E'とし次式により株当たりの被害度を算出

$$\text{被害度} = \frac{4E' + 3D' + 2C' + B'}{4 \times N} \times 100$$

$$(N = A' + B' + C' + D' + E')$$

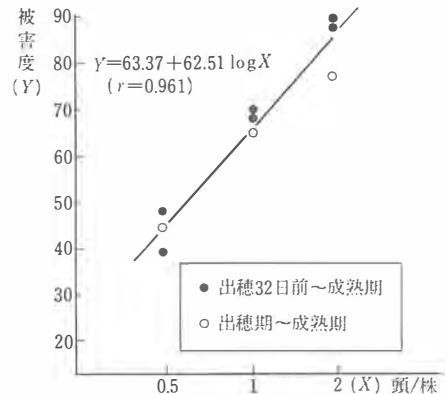


図-2 コバネイナゴの放飼頭数（ X ）と成熟期の上位2葉平均被害度（ Y ）の関係

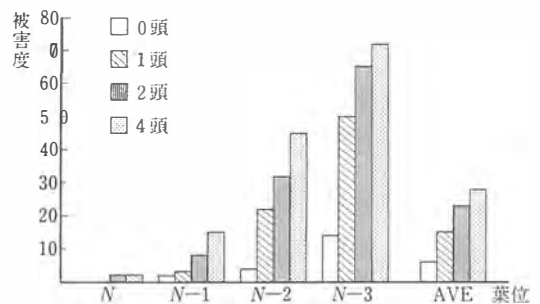


図-3 コバネイナゴを出穂32日前から出穂期まで放飼した場合の放飼頭数と葉位別被害度（ N ：止葉）

いほど4葉平均の被害度は高くなったが、上位2葉の食害は少なく下位葉ほど被害度が高かった。

以上の結果から、コバネイナゴは出穂前の幼虫期間には下位葉を食害し出穂後に成虫が上位葉を盛んに食害し、放飼頭数が多いほど葉の被害が多くなることが明らかになった（図-2、3）。

3 放飼期間別放飼頭数と収量への影響

1区から20株を刈り取り、常法により粒厚1.8mm以上の精玄米重を調査し、無放飼区対比で減収率を算出す

ることにより放飼期間別に放飼頭数の収量への影響をみた。

出穂期から成熟期までの放飼 (②) では放飼頭数が多いほど収量が低下し、図-4 のように放飼頭数 (X) と対数値と減収率 (Y) の間に高い相関 ($r=0.943$) が認められ、 $Y=6.88+17.36 \log X$ なる回帰式が得られた。被害許容水準を 5% 減収として、この式から被害許容密度を求めると 1 株平均 0.8 頭になる。斎藤ら (1989) は、出穂期から 30 日間放飼した結果 1 株平均 2 頭で 10% 程度減収したと報告しており、本試験の結果とはほぼ一致する。

また出穂 32 日前から成熟期までの放飼 (①) でも図-5 のように、放飼頭数 (X) の対数値と減収率 (Y) の間

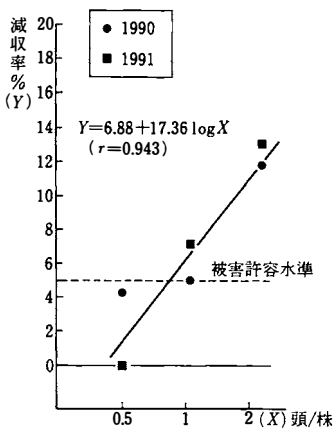


図-4 出穂期から成熟期放飼の放飼頭数 (X) と減収率 (Y) の関係

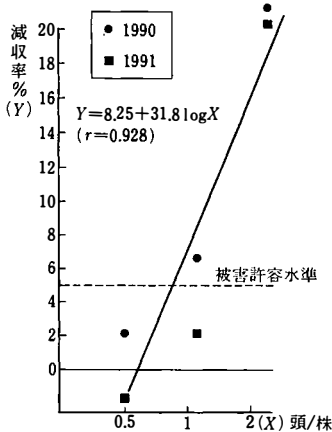


図-5 出穂 32 日前から成熟期放飼の放飼頭数 (X) と減収率 (Y) の関係

に高い相関 ($r=0.928$) が認められ、 $Y=8.25+31.8 \log X$ なる回帰式が得られ、この式からも被害許容密度は 1 株平均 0.8 頭となる。成熟期まで放飼すると、放飼期間が違っても被害許容密度は同じ結果となるが、2 頭放飼区では出穂期以降放飼した場合に比べて出穂 32 日前から放飼した場合には減収率が明らかに高かった。

このことは放飼密度が高いと出穂前の加害も収量へ影響を及ぼすことを示唆するものと考えられたが、図-6 に示したように、出穂 32 日前から出穂期まで放飼した 1990 年から 92 年の 3 か年の結果では、放飼頭数と減収率の相関は低く出穂前の加害の影響は明確にできなかった。しかし、3 か年の内 1991 年と 92 年は放飼頭数が多いほど減収率が高く相関も認められ (石黒, 1993)、出穂後の加害に比べて影響の度合いは低いものの、出穂前の加害も収量に影響を及ぼすとみるのが妥当と考えられ、今後さらに検討が必要である。

また、杉山 (1952) はイネ生育途中のある期間 10 日間を限って 1 株当たり 4 頭を放飼したポット試験の結果、特に加害の影響が大きい時期は幼穂形成期であり、次いで穂ばらみ初期であり、止葉もしくは穂を食害されて生ずる減収はかなり少ないとしている。被害形成過程について筆者の試験では、この報告と相反した結果となっている。

放飼時のイネの生育ステージとコバネイナゴの发育ステージの差が結果を異にした要因の一つと類推され、イネの作期や品種、あるいはコバネイナゴの発生経過が異なる様々な地域での被害の解析が望まれるところである。

4 放飼頭数と収量低下の要因

成熟期に穂数を 20 株調査し、平均穂数の 2 株を抜き取

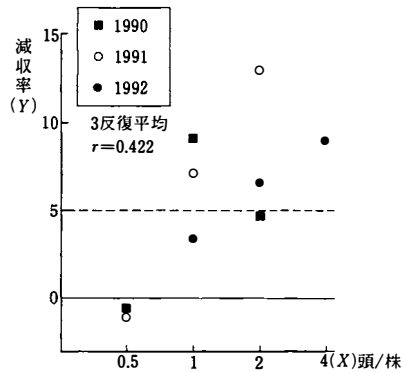


図-6 出穂 32 日前から出穂期放飼の放飼頭数 (X) と減収率 (Y) の関係

り分解調査によって1穂着粒数と登熟歩合を調査した。また収量調査のサンプルで千粒重を調査し、表-1に放飼頭数別減収率と収量決定要素間の相関係数を示した。

出穂32日前から成熟期まで放飼した場合も、出穂期から成熟期まで放飼した場合も、減収率と高い相関が認められたのは登熟歩合と単位面積当たり粒数であり、千粒重と1穂粒数にも相関が認められた(表-1)。収量低下の要因は放飼頭数が多いほど葉の食害が多くなり、登熟が阻害され登熟歩合と千粒重が低下することと枝梗や籾の加害による1穂粒数の減少に伴う面積当たり粒数の減少によるものと考えられた。

5 放飼頭数が玄米形質に及ぼす影響

出穂期から成熟期まで放飼した試験区の収量調査のサンプルを食糧検査事務所の検査基準に準じて調査し、表-2に放飼頭数別玄米形質を記載した。

1990年、91年の2か年とも、0.5頭と1頭の間で整粒歩合が3~4%低下した。整粒歩合の低下は、未熟の腹白粒や充実不足などその他未熟粒の増加によるものであった。田代ら(1975)は、イネの剪葉により登熟が阻害さ

れると腹白や乳白粒などが多くなることを報告しており、整粒歩合の低下は葉の食害に起因する登熟阻害によるものと理解できる。

水稻害虫の被害解析を行う上で、品質の査定をどのような方法と基準に基づいて行うかは論議されるところであるが、整粒歩合の3~4%の差は水稻の生産場面では直接的損失につながる被害と考えられ、収量と品質への影響からみた被害許容密度は、1株当たり0.5頭から0.8頭の間になると推定される。

III 防除要否判定の目安

1 捕虫網でのすくい取りによる生息密度の推定

コバネイナゴの被害を解析した結果、1株平均の被害許容密度は推定できた。しかし生産現場では株単位での調査は困難であるため、発生予察法として一般的に実施される捕虫網によるすくい取り調査で防除要否の判定ができないかを検討してみた。

試験方法の概要は、20m×10mの圃場に高さ2mの囲いを設置して周辺から採集したコバネイナゴを放し、

表-1 コバネイナゴ放飼頭数別の減収率と収量決定要素間の相関 (n=8)

	穂数/m ²	1穂粒数 (減少率)	粒数/m ²	登熟歩合	千粒重 (低下率)
出穂32日前 ~成熟期放飼	r=0.005	r=0.590	r=-0.872	r=-0.840	r=0.650
出穂期 ~成熟期放飼	r=0.100	r=0.812	r=-0.839	r=-0.684	r=0.603

I : 1990・1991年の2か年の結果から

II : 1穂粒数と千粒重は無放飼区との減少率・低下率

表-2 コバネイナゴ放飼頭数と玄米形質の比率

年 次	頭数	整粒 合計	未 熟 粒					被害粒 合 計	死米
			腹白	乳白	青	他	合計		
1990 年	2	58.7	6.8	10.8	5.9	16.3	39.8	0.5	1.0
	1	58.2	2.9	13.1	9.6	14.9	40.5	0.4	0.9
	0.5	62.3	2.9	15.5	9.5	9.0	36.8	0.6	0.3
	0	64.9	1.5	13.5	10.0	8.9	33.9	0.6	0.6
1991 年	2	69.5	5.5	3.5	13.5	5.5	28.8	1.2	0.5
	1	69.3	4.5	4.0	13.9	6.9	29.9	0.5	0.3
	0.5	72.5	2.5	3.1	17.9	3.1	26.7	0.6	0.2
	0	73.3	2.2	1.3	14.8	7.3	25.8	0.6	0.3

出穂期~成熟期放飼区：2区平均

粒厚1.8mm以上のものの重量%で示した。

20 回のすくい取りを行って齢構成別に捕獲虫数を調査し、調査後に殺虫剤を散布した。散布翌日にほとんどが死亡して落下した時点で 1 m^2 5 か所の虫数を調査し、平均値を 1 m^2 当たりの生息密度とした。20 回のすくい取りの面積をおおむね 30 m^2 とみて、捕獲した虫数と 30 m^2 当たりの虫数から捕獲効率を算出した。

1990 年から 92 年まで 3 か年調査した結果、捕獲効率はコバネイナゴの发育ステージによって異なり 3 齢幼虫が主体の時期で 20 % 程度、4～5 齢幼虫主体の時期で 26 % 程度、5 齢が主体の時期で 30 % 程度で成虫では 6 % 程度であった (石黒, 1992)。清水 (1981) は 7 月中旬ごろのすくい取り効率を 0.2～0.3 とするのが妥当としており、本試験と調査方法は異なっているが幼虫時期のすくい取り効率はほぼ一致する結果である。

发育ステージによって捕獲効率が異なるのは、若齢幼虫時はイネの下位に生息し、老齢幼虫になるに従ってしだいに上位の葉に移動するため发育が進むほど捕獲しやすくなり、成虫になると跳躍や飛翔が活発で捕獲しにくくなるためと考えられる。

捕獲効率を考慮してコバネイナゴの 1 株平均密度を以下の計算例のように 20 回すくい取りの捕獲虫数に換算した。

[計算例]

- ◎ 直径 36 cm, 柄の長さ 150 cm の捕虫網によるすくい取り 20 回の調査面積 $\approx 30\text{ m}^2$
- ◎ 5 齢幼虫が主体の時期の捕獲効率 $\approx 30\%$
- ◎ イネの栽植密度 $\approx 1\text{ m}^2$ 当たり 22 株
- ◎ 1 株平均 0.5 頭の場合
- ☆ すくい取りの捕獲虫数

$$= 0.5 \text{ 頭} \times 22 \text{ 株} \times 30 \text{ m}^2 \times 0.3 = 99 \text{ 頭}$$

出穂 32 日前ごろ (7 月 10 日ごろ) のコバネイナゴは 3 齢幼虫が主体となる時期であり、出穂前 (穂ばらみ期から出穂直前) は 5～6 齢幼虫が主体となる時期であるので、1 株平均の被害許容密度を上記の方法で 20 回すくい取りの虫数に換算すると、出穂 32 日前の 1 株 0.8 頭はおおむね 100 頭となり、出穂前の 0.5～0.8 頭は 100～170 頭と換算できる。

2 すくい取りによる防除要否判定の目安

被害の解析については未検討の課題も多いが、これまでの結果から、山形県ではコバネイナゴの防除要否を判定する目安をイネの生育ステージ別に次のように指導す

ることとしている。

① 出穂 1 か月前ごろでは、20 回すくい取りの虫数でおおむね 100 頭以上であれば防除を行う。

ただし、出穂 1 か月前ごろは水田内での分布が均一でないため、水田の畦畔沿いと中央部で調査し水田内密度を推定する。

② 穂ばらみ期から出穂前の時期では 20 回すくい取りの虫数で下記のとおりに判定し対策を講ずる。

すくい取り 虫数	防除要否判定の方法と対策
100 頭未満	防除しなくてもよい
100～ 170 頭	部分的であれば防除しなくてもよいが発生地域が広く畦畔や水田周辺でも発生が多い場合は防除する
170 頭以上	防除する

お わ り に

文頭で述べたようにコバネイナゴは他の水田害虫に比べ大型で食害の様子も目立つ。20 回すくい取りで 100 頭程度捕獲される場合は『結構気になる密度』ではあるが、みたくほど大きな被害にはつながらないと考えられる。発生は拡大傾向にあり油断はできないが、誰でもすぐにつつけやすいだけに決して恐れることはない害虫である。発生状況を確認し効率的な防除を行う上で防除要否の目安が参考になれば幸いである。

引 用 文 献

- 1) 安藤喜一 (1992) : 水稻・畑作物病害虫防除研究会現地検討会講演要旨, 8～15.
- 2) 福原梢男 (1982) : 植物防疫 36 (11) : 524～528.
- 3) 市田忠夫 (1990) : 北日本病虫研報 41 : 117～120.
- 4) 石黒清秀 (1992a) : 水稻・畑作物病害虫防除研究会現地検討会講演要旨, 16～25.
- 5) ——— (1992b) : 北日本病虫研報 43 : 87～89.
- 6) ——— (1993) : 同上 (44 : 登載予定)
- 7) 加藤智弘ら (1988) : 同上 39 : 182～184.
- 8) 斎藤 隆・庄司 敬 (1989) : 同上 40 : 195.
- 9) 清水喜一 (1981) : 関東・東山・東海地域試験研究打ち合わせ資料 (害虫関係試験成績概要) 5-2-2.
- 10) 杉山章平 (1952) : 植物防疫 6 : 365～368.
- 11) 田代 亨・江幡守衛 (1975) : 日本作物学会紀事 44 (1) : 86～92.
- 12) 横山克至ら (1992) : 山形農試研報 26 : 112～120.

千葉県におけるコバネイナゴの発生と被害の解析

千葉県病害虫防除所 清 水 喜 一

日本では、イナゴはモンシロチョウやカブトムシにも並ぶ代表的な昆虫であり、水稻の害虫としてもよく知られている。千葉県では 1976, 77 年ごろから茨城県、埼玉県境の県北西部、東葛飾地域に限って多発生し、多い圃場では 20 回振りすくいとりで 500 頭以上が採集されることもあった。被害が懸念されるような状況であり、何らかの対策を講じなければならなかったが、著名害虫のわりには研究例が少なく、生態や被害についても不明な点が多かった。

そこで 1979, 80 年に調査方法、発生消長、被害実態を明らかにするために調査、研究を実施した。この調査、研究は当時の中央病害虫防除所と農業試験場発生予察研究室（現病害虫防除所、業務課及び発生予察課）が分担し、主として平井主任技師（現病害虫防除所、業務課長）と筆者が担当した。研究成果は調査成績書、関東東山病害虫研究会報、応用動物昆虫学会大会、千葉県植物防疫協会機関紙に発表した。その後は追試の必要性を感じながらもコバネイナゴに関する研究は全く実施せずに現在に至っている。2 年間の野外調査や接種試験の結果だけから類推した内容であり、そのうえ 10 年以上も前のデータなので執筆もはばかられたが、データは古くても虫に変わりはないだろうからと本誌への投稿を進めてくださった中村和雄博士に厚くお礼申し上げる。

1 県内の発生種と発生状況

研究開始当初は県内に発生しているイナゴの種類も不明であり、農林水産省農業技術研究所の福原櫓男博士に直接ご教示いただき、県内各地のイナゴを同定した結果、すべてがコバネイナゴであった。その後、全県的なイナゴの同定は行っていないが、時々みる限りでは現在もコバネイナゴだけが発生しているようである。

1979 年、当時の 4 か所の病害虫防除所が共同して県内各地の水田 88 か所においてすくいとり調査を実施した結果、20 回振りすくいとりによって 20 頭以上採集された圃場は 8 か所あり、そのうち 7 か所は東葛飾地域であった。88 か所の平均 20 回振りすくいとり数は 6.40 であったことから集中分布だったことがうかがえる。県北西部に限られる多発生は不思議な現象であり、多発要因の解析を試みたがほかの地域との差を見いだすことも

できず、原因は不明なままである。1980, 81 年は全県的な調査を実施しなかったが、1981 年ごろから県内の分布が均一化するとともに県平均密度も低下したようである。1982 年からは県内 100 地点の水稻巡回調査圃場において定期的な巡回調査を行っている。8 月上旬の巡回調査での県平均 20 回振りすくいとり数をみると、1984 年から再び密度の上昇が始まり、1986 年の県平均密度は 1979 年を上回り、50 頭以上採集される圃場も 3 か所認められた。コバネイナゴに対する航空防除の要望が出るまでになり、一部地域では実際にピリダフェンチオン剤が散布された。しかし、その後の県平均密度は 20 回振りすくいとり数で 3～5 頭と安定しており、千葉県においては現在、特にコバネイナゴの発生が問題とはなっていない（表-1）。

2 コバネイナゴの幼虫齢期と発生消長

畦畔や水田で採集した幼虫を 70 % アルコール溶液に保存しておき、頭幅を測定したところ、3, 4 齢までは頭幅によって齢期の判別が可能であったが、5 齢以上の幼虫は頭幅によって区別することができなかった。成虫の頭幅は雌雄で大きく異なっており、幼虫の頭幅を測定する場合も雌雄別にしなければならなかった。終齢から順に雌雄の区別を検討した結果、交尾器原基の形態によって幼虫の雌雄判別も可能であり、1 齢幼虫の雌雄も区別することができるようになった。また、終齢幼虫とその 1 齢前の幼虫は翅芽の形態によっても齢期の判別が可能であった。翅芽の形態と雌雄別の頭幅測定の結果、雄は幼虫期間を 6 齢で経過し、雌では 7 齢を経過する可能性が示された（図-1）。平井が雌雄 3 頭ずつを $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、全明条件下で個体飼育した結果でも雄は 6 齢を経過したのに対し、雌は 3 頭とも 7 齢を経過した。しかし、

表-1 千葉県のコバネイナゴ県平均密度の年次推移

年	20 回振りすくいとり数	年	20 回振りすくいとり数
1979	6.40	1986	7.22
1980	—	1987	4.91
1981	—	1988	3.79
1982	2.77	1989	4.67
1983	2.72	1990	5.21
1984	3.18	1991	3.03
1985	4.48	1992	3.37

Analysis of Damage to Rice Crop Caused by a Rice Grasshopper in Chiba prefecture. By Kiichi SHIMIZU

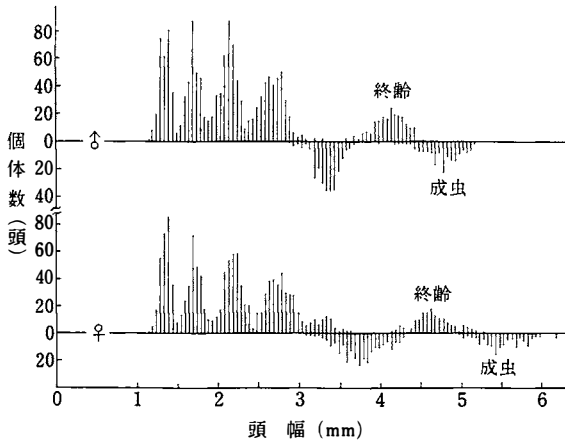


図-1 コバネイナゴの雌雄別の頭幅

野外採集の雌幼虫数は5齢幼虫に対応する頭幅の個体数が少なく、すべての個体が7齢を経過するのではなく6齢で羽化する個体も多いと考えられた。野外調査によって平均齢期を求めるとき、雌では終齢を6齢、その前の齢を5齢とし、実際の4、5齢を4齢として計算した。

1979, 80年に東葛飾郡の多発水田において約7日間隔で見とり調査とすくいとり調査を実施し、畦畔及び水田内の幼虫齢期と密度の推移を検討した。成虫の齢期は7齢として平均齢期を求めた。畦畔では5月下旬に幼虫の発生が始まり、水稻収穫前の9月中旬までほぼ毎回1齢幼虫の発生が認められ、平均齢期は1.08~3.86の間を上下した。一方、水田内では平均齢期は明らかに上昇し、7月上旬の平均齢期は4を超え、8月初めには成虫が発生した。水田の中央部で幼虫がみられるようになるのは水田の畦畔際より遅かったが、齢期の推移は畦畔際と同様な傾向であった。水田内の平均齢期は直線的に上昇し7月中旬以後水田内に若齢幼虫の発生はほとんど認められなかった。6月中下旬までにふ化した幼虫が水田に侵入し、徐々に水田中央部に分布を拡大するが、7月上旬以後にふ化した幼虫は畦畔に生息するか、中老齢幼虫になってから一部が水田に侵入するだけと考えられた(図-2)。

畦畔からの植え付け列2, 4, 8, 16, 32列のそれぞれ100株について6月4日から7月17日まで約7日ごとに生息虫数を調査し、水田内での分布拡大状況を検討した。6月25日までは見とり調査によって行い、6月25日以後はすくいとり調査によって実施した。6月4日には畦畔際2列目に80%以上が生息し、水田中央部の16列, 32列目の生息は確認されなかった。しかし、7月

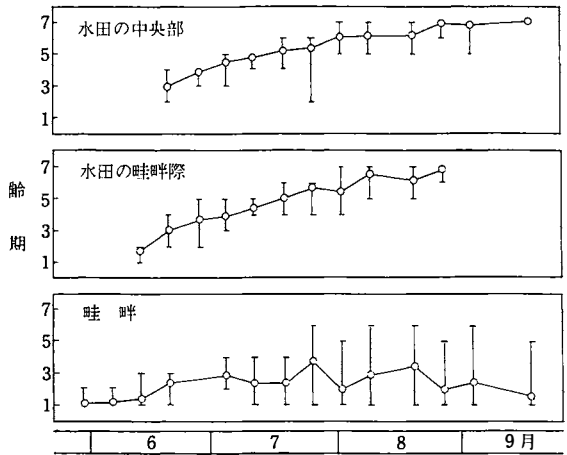


図-2 コバネイナゴの齢期の推移

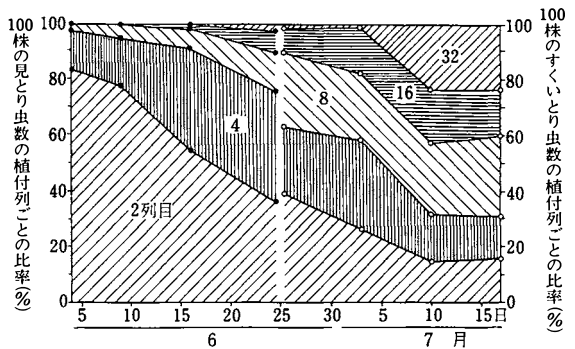


図-3 コバネイナゴの圃場内分布の推移

10日になると各列の生息密度はほぼ等しくなり、水田内の密度は均一化した(図-3)。

畦畔, 水田の畦畔際, 水田中央部の密度推移をみると畦畔では5月20日ごろから幼虫の発生が始まり、6月中, 下旬ごろに発生ピークとなり、その後漸減した。水田畦畔際での発生は畦畔での発生後約10日ごろから始まった。侵入直後の幼虫はほとんどが2齢幼虫であり、畦畔で1齢幼虫期を経過してから水田へ侵入すると考えられた。水田畦畔際では畦畔での密度がピークに達した直後にピークとなり、その後減少するが、畦畔の密度ほどは減少しなかった。水田中央部の密度はゆるやかに上昇し、水田畦畔際と同様な推移を示した。7月以後に畦畔から水田に侵入する個体はそれほど多いとは考えられず、この密度推移は水田に侵入した幼虫の死亡率が非常に低いことが原因と考えられた(図-4)。これらの結果からコバネイナゴの水田内密度は水田への侵入が開始され

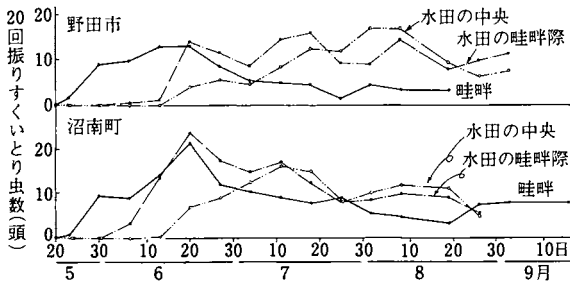


図-4 畦畔及び水田内のコバネイナゴの発生経過

る6月10日ごろから水田内の分布が均一化する7月10日ごろまではほぼ直線的に増加し、その後の水田内密度はほぼ一定であると仮定することが可能であった。

3 コバネイナゴのすくいとり効率

捕虫網のすくいとり調査によって防除要否の判断をするためには、被害解析と捕虫網のすくいとり効率を知らなければならない。そこで東(1973)がトノサマバッタの幼虫調査にBPMC・MEP剤を散布して落下個体数を調査したのに倣い、水田全体にBPMC・MEP粉剤を10a当たり6kg散布し、散布前後のすくいとり数と薬剤散布後の水田内落下個体数からすくいとり効率を求めた。薬剤散布前の水田内の総生息虫数を N 、すくいとり効率を a 、薬剤の防除効率を b とし、薬剤散布後の水田外への逃亡や水田外での死亡はなかったと仮定すると次の式が成立する。

- ① $N = \text{散布前すくいとり数} \times 1/a \times \text{水田面積} / \text{散布前すくいとり面積}$
- ② $N = \text{散布前すくいとり数} + \text{死亡落下数} \times \text{水田面積} / \text{死亡落下数調査面積} \times 1/b$
- ③ $N = \text{散布前すくいとり数} + \text{死亡落下数} \times \text{水田面積} / \text{死亡落下数調査面積} + \text{散布後すくいとり数} \times 1/a \times \text{水田面積} / \text{散布後すくいとり面積}$

1979年は1,616m²の水田において20回振りすくいとり調査を12か所(3.5m×15m×12=630m²)で行い、計202頭を採集した。直後に薬剤散布を行い、90分後に計108m²について死亡落下数を調査したところ、合計137頭が認められた。薬剤散布後のすくいとり調査は散布前と同一場所において行い合計23頭がすくいとられた。上記の3式から $N=2,531$ 、 $a=0.20$ 、 $b=0.88$ を得、すくいとり効率は0.2と推定された。1980年にも数種類の殺虫剤を用い、同様な調査を2日にわたり8か所で行ったが、すくいとり効率の平均値は0.48とかなり高い値であった。3式の性質上、水田内死亡落下数と散布後のすくいとり数の値が小さいとすくいとり効率は高く

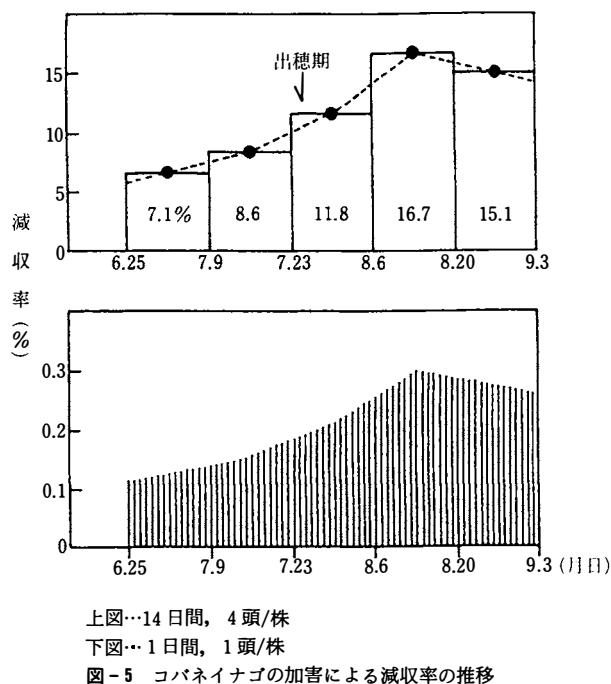
なる。多数圃場の調査を行ったために落下個体数を見落としたことや、防除効果の低い薬剤を使用したために圃場外への移動個体が多くなったことが原因と考えられた。

1979年には水田の同一場所において30分間隔ですくいとり調査を15回繰り返して行った。すくいとり数の減少傾向からもコバネイナゴのすくいとり効率は0.2前後と推定された。コバネイナゴのすくいとり効率としては0.2~0.3を用いるのが妥当であると考えられた。

4 コバネイナゴの加害と収量への影響

コバネイナゴはイネの茎葉部を食害し、間接的に収量に影響を与える。1979、80年に9株植えのコンクリート枠水田及び1株植えのポットに網かけをし、野外で採集したコバネイナゴの接種試験を行った。9株植え区に株当たり1~8頭の成虫を収穫前30日間接種したところ、株当たり接種頭数(X :頭)と株当たり精玄米重量(Y :g)の間には $Y = -1.89X + 36.04$ 、 $r = -0.88$ の直線回帰式が得られた。株当たり成虫1頭を収穫前30日間接種したときの減収率は5.24%と推定された。また、接種頭数が増えると1,000粒重が小さくなる傾向も明らかであった。1株植えの区にコバネイナゴの成虫1~8頭を収穫前28日間接種したときにも $Y = -1.64X + 25.34$ 、 $r = -0.75$ の回帰式が得られ、1頭、28日間の減収率として6.47%が推定された。

1株植えの区に6月25日から9月3日(収穫日)まで14日間を1単位として株当たり4頭を放飼し、加害時期、期間と収量との関係を検討した。放飼虫は放飼前日に水田から採取した個体を用いた。最初の6月25日放飼虫の平均齢期は2.87であり、最終8月20日の平均齢期は6.77であった。全期間にわたって常に4頭を接種した区の減収率は59.3%であり、杉山、小坂(1954)とも近い値であった。一方、6月25日から14日間だけ放飼した区の減収率は2.9%、7月9日からの14日間では20.0%、7月23日からは10.1%、8月6日からは10.2%、8月20日からは15.3%の減収率となった。これらの合計値は58.5%であり、59.3%に非常に近い値であった。同様に28日間接種区、42日間接種区の減収率についても無接種期間の減収率を他区の値を用いて合計するといずれの場合も全期間の合計値は60%近い値となり、コバネイナゴの加害は収量に対して加算的に影響すると考えられた。そこで、各期間の減収率がそれぞれ矛盾しないように4頭14日間接種したときの減収率を計算し直した。この減収率をそれぞれ14日間の中央日の減収率として直線で結び、株当たり1頭1日加害したときの減収率を求めた(図-5)。収穫21日前に1頭が1日



の摂食量のほうが多いと考えられ、妥当な値であった。

5 コバネイナゴの要防除密度

コバネイナゴの水田への侵入開始を6月10日、水田内分布が均一となる7月10日までは直線的に増加し、その後の密度は変化しないと仮定し、20回振り(3.5m×15m=52.5m²)のすくいとり効率を0.25、水稻の栽植株数を20株/m²として要防除密度を試算した。

コバネイナゴの防除適期は水田への侵入がほぼ終了し水田内の分布が均一になった7月中旬ごろと考えられる。収穫前55日(7月10日)、収穫前40日(7月25日)にコバネイナゴが株当たり1頭寄生していたときの減収率はそれぞれ12.89%、10.43%と推定された。

被害許容水準を減収率5%としたときの収穫55日前、40日前のコバネイナゴの株当たり密度はそれぞれ0.39頭、0.48頭になる。収穫前55日の20回振りすくいとり数としては、 $0.39 \times 20 \times 52.5 \times 0.25 = 102.4$ 頭が得られ、収穫前40日の20回振りすくいとり数としては126頭が得られた。

7月中旬ごろに水田内で20回振りのすくいとり調査を行い、100頭程度を基準にして防除要否の判断をすればよい。

引用文献

- 1) 東 清二 (1973) : 植物防疫 28(2) : 71~74.
- 2) 杉山章平・小坂 清 (1954) : 北陸病虫研報 2 : 46~47.

加害したときの減収率は0.30%であり、収穫70日前の1頭1日の減収率は0.11%となった。収穫前70日間の減収率の合計は14.8%、収穫30日前から1頭が常に加害したときの減収率の合計は約8%となった。前述の減収率よりやや大きな値であったが、成虫よりは終齢幼虫

学会だより

○第17回植物細菌病談話会の開催について

日 時 : 平成5年10月21日(木)13:00~17:00

22日(金)9:00~12:00

場 所 : 農林水産省中国農業試験場講堂

〒721 広島県福山市西深津町6-12-1

プログラム :

テーマ “イネ細菌病の発生生態とその制御”

1. 白葉枯病

a RFLP解析による菌系判別の試み

(生物資源研究所) 加来久敏氏

b 宿主における病原の増殖要因

(熱研センター) 野田孝人氏

c 病原が発生する菌体外多糖質(EPS)の病徴発

現の場における役割

(京都府立大農学部) 堀野修氏・渡辺光朗氏

2. もみ枯細菌病

a 苗腐敗症の発生に関する諸要因

(中国農試) 高屋茂雄氏・角田佳則氏

b 圃場における病原の伝播ともみ枯発生要因

(農環研) 対馬誠也氏

c 非病原性株の利用による苗腐敗症の制御

(九大農学部) 古屋成人氏・松山宣明氏

3. その他のイネ細菌病

a 苗立枯細菌病の伝染環と発病様相

(山形農試) 加藤智弘氏・田中孝氏

b 褐条病の伝染環と発病様相

(農環研) 門田育生氏

連絡先 : 参加ご希望の方は、下記宛ご連絡下さい。

申し込み用紙をお送りします。

〒721 広島県福山市西深津町6-12-1

農林水産省中国農業試験場

生産環境部病害研究室 高屋茂雄

Tel. 0849-23-4100 内線248

植物防疫基礎講座

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(2)

イ ネ い も ち 病 菌

秋田県病害虫除除所 ^{ふか}深 ^や谷 ^{とみ}富 ^お夫

は じ め に

我が国では1971年に山形県でカスガマイシン(以下、KSMと称す)耐性菌、1976年には新潟県でIBP耐性菌が初めて確認され(三浦, 1984; 矢尾板, 1978; KATAGIRI et al., 1980), KSMとプラストサイジンSの間に、また、IBPとEDDP, イソプロチオラン(以下、IPTと称す)の間にそれぞれ交差耐性の現象がみられることが明らかとなった(桜井, 1975; 中川・梅原, 1981; 飯島・寺沢, 1987; 深谷, 1987; 本蔵ら, 1987)。その後、各地でこれら耐性菌の出現による薬剤の防除効果の減退が問題となった。しかし、それにかかわる研究が進み、その成果が防除指導に浸透して、現在ではKSM, IBPの両剤やこれらと交差耐性の関係にある薬剤の再使用が可能となった地域がみられている。耐性菌に関しては多くの研究者が携わり、検定方法に関する成果も数多く報告されている。ここでは、検定の前処理と、簡易検定法をも含めた比較的操作の容易なKSM, IBP感受性の検定方法について紹介する。また、EDDP, IPTについても参考までに触れてみたい。

なお、ここで紹介する検定法とそれにかかわる操作方は筆者の経験に基づくものであり、これまで報告されている検定方法などとは若干の違いがある。

1 標本の採集と保存

① 標本採集地点の選定は検定結果の利用目的によって異なるが、耐性菌対策のための分布調査は1,000 ha程度の狭い面積を単位として、標本採集地点を抽出することが望ましい(深谷・小林, 1982)。

② 葉いもち病斑は急性型であるほど分生胞子の形成が良好である。病斑が拡大途中にある標本を採集するが、褐点型病斑や伸びきった古い病斑は避ける。採集したら葉が巻くれないよう、素早く適当な長さに切って、葉の両端をセロテープかホチキスなどで台紙に固定する。

③ 穂いもちでは、病斑の融合により耐性菌と感性菌が混在するおそれがあるので、採集にあたっては穂首節

位病斑と枝梗いもちが拡大して枯れ下がった病斑が融合しないものを選ぶ(深谷・小林, 1983)。罹病穂を採集する場合は発病して間もないものを選ぶ。

分生胞子を直接供試する検定には靱いもちや枝梗いもちよりも分生胞子形成量が多い穂首節位の病斑を用いる。

④ 採集した病斑は陰干した後、冷蔵庫で乾燥状態を保ち保存する。保存状態がよければ数年は使用に耐えうる。

2 病斑上での新たな分生胞子の形成方法

純粋培養のための単胞子分離や病斑上の分生胞子を直接感受性検定に用いる場合には、分生胞子の発芽揃が均一であることが必要である。

(1) 葉いもち病斑

切り取った病斑部の表面を1%素寒天の平板上に張り付け、容器はラップフィルムなどで覆いをする。ただし、病斑上に水滴がつかないように、3 cm間隔でフィルムに2~3 mmの穴をあける。これを、25°C、蛍光灯照射下に24~48時間保ち、分生胞子の形成を促す。

(2) 穂いもち病斑

病斑部位を適当な長さに切り取り、表面を流水で洗浄した後、30~60分間水道水に漬ける。その後、吸湿性の高い紙で手際よく水滴を拭き取り、温室に並べ(標本は水滴がつかないように乾いたスライドグラスの上に並べる)、標本が乾燥しないようふたをして28°Cで48時間保つ。靱の場合には水道水に漬ける時間を20~30分程度と短くする。

葉いもち、穂いもち共に病斑部位に水滴が付着すると分生胞子の形成が悪く、また、雑菌(特に細菌類)の繁殖がおう盛になるので注意する。

3 供試菌株の前培養

検定に菌糸を用いる場合は、単胞子分離(ミクロマニピュレータなどによる分離、また平板に分生胞子懸濁液を流し込み、発芽生じた単胞子由来のコロニーをかきとる方法などによる)した菌株を使用する。

純粋培養した菌株はペトリ皿に2 mmの厚さに流し込んだイネ生葉煎汁寒天培地で1週間程培養する。ここで使用する培地のpHは調整する必要がない。

検定には先端部の新しい菌叢を供試し、菌叢ディスクを移植する場合は、直径4~5mmのコルクボーラで抜き取ったものを用いる。

4 検定培地の調製方法

(1) イネ生葉煎汁寒天培地の調製方法

PDA培地での検定では感受性が鈍くなる場合があるので、検定にはイネ生葉煎汁寒天培地を用いる(山村ら, 1975)。

薬剤散布されていない若いイネ葉(この場合、イネ苗葉を用いてもよい)を用い、蒸留水で2時間煮沸し、生葉100g当たり2,000mlの煎汁をつくる。これにサッカロース2%, 寒天2%になるように添加するが、「2次分枝法」や「分枝法」で検定する場合は、サッカロース1%, 寒天1%とする。

(2) pHの調整

供試薬剤によって検定培地の至適pHが異なるが、これについては検定方法の項で述べる。おのおのpHは緩衝液(McIlvaine氏緩衝液pH6.0: M/5 NaHPO₄ 12.63 ml, M/10 クエン酸 7.37 ml; pH5.0: M/5 NaHPO₄ 10.30 ml, M/10 クエン酸 9.70 ml)によって調整する。しかし、pHが低い場合は培地の殺菌や溶かす際の加熱で、平板の作製のためにベトリ皿に流し込んだ培地が固まり難くなるので注意する。pH4.0の場合は乳酸水溶液を用い、ベトリ皿に流し込む直前に培地に添加して調整する。

(3) 薬剤の調製と培地への添加

おのおのの供試薬剤は原体を用いる。

KSMの原体は殺菌水を用いて水溶液を調製する。

IBPの原体はアセトンに溶解させる(EDDP, IPTも同様)。アセトンには殺菌作用があるので、分生胞子の発芽や菌糸の生育に支障をきたすことがないように添加は培地容量の1%とする。

薬液は培地の温度が60°C以下になってから添加するが、薬剤がよく混ざるようにコルベンで混合してからベトリ皿に流し込む。

5 検定方法

検定の基本的操作はKSM, IBPとも同じであるが、培地のpH, 接種(移植), 培養時間などが若干異なる。

(1) KSM

① 菌叢生育抑制法

pH5.0調整した培地にKSM原体を0 µg/ml及び10 µg/ml添加した平板を作製する。前培養で得た寒天ディスクの菌叢面を平板上に接するように移植し、28°Cで5日間培養する(桜井, 1975)。

② 平板希釈法(MIC法)

pH5.0に調整した培地にKSM原体を、0 µg/ml及び12.5, 25, 50, 100, 200, 400, 800 µg/mlとなるように添加し、平板を作製する。これに前培養して形成させた菌叢を1~2mm程の塊になるようにかき取って移植し、28°Cで24時間培養する。

なお、前培養した菌叢をかき取る際、寒天片が入らないように注意する。寒天片上で菌糸が伸長し、培地上での菌糸の伸長の識別が困難となる場合があるためである。したがって、ここでは菌叢寒天ディスクは使用しない(桜井, 1975)。

③ 「2次分枝法」(簡易検定法)

pH4.0に調整した培地にKSM原体を、0 µg/ml及び12.5, 25, 50, 100, 200, 400, 800 µg/mlとなるように添加し、平板を作製する。これに、病斑上に形成させた新鮮な分生胞子を塗抹接種し、28°Cで20時間培養する。本検定法は全期間を通じて無菌的操作を必要としない(深谷・小林, 1983)。

(2) IBP

① 菌叢生育抑制法

pH6.0に調整した培地にIBP原体が0 µg/ml及び10 µg/mlになるように添加した平板を作製する(EDDP, IPTの場合の添加量は0 µg/ml及び5 µg/mlとする)。前培養で得た寒天ディスクの菌叢面を平板上に接するように移植し、28°Cで5日間培養する。

② 平板希釈法(MIC法)

pH6.0に調整した培地にIBP原体を、0 µg/ml及び5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 75, 100 µg/ml添加した平板を作製する(EDDP, IPTの場合の添加量は0及び2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 µg/mlとする)。前培養して得た寒天ディスクの菌叢面を平板上に接するように移植し、28°Cで五日間培養する。

③ 「分枝法」(簡易検定法)

硫酸ストレプトマイシン5,000 µg/mlを添加し、pH6.0に調整した培地を直径9cmのベトリ皿に10ml分注し、平板を作製する。これに、病斑上の分生胞子を塗抹接種し、28°Cで3時間培養して発芽を促す。この前培養したものを、IBP原体が0 µg/ml及び2, 4, 6, 8, 10, 14, 16 µg/mlになるように添加して直径9cmのベトリ皿に10ml分注した平板上に、分生胞子面が接するように寒天ディスクを移植して28°Cで21時間培養する。本検定法は全期間を通じて無菌的操作を必要としない(深谷, 1992)。

6 耐性菌の判定基準

平板希釈法や「2次分枝法」及び「分枝法」において

はおのおの、菌株の薬剤感受性値の濃度別分布状態、また、菌叢生育抑制法においては各菌株の菌叢生育抑制率の分布状態が耐性菌と感性菌の2群に大別されることが前提条件となる。

(1) 菌叢生育抑制法

生育した菌叢の直径から移植に用いた菌叢ディスクの直径を差し引いた長さを求め、各菌株について薬剤無添加培地上での菌叢の伸長と対比し薬剤添加培地上での菌叢生育抑制率を算出する。これにより、分布曲線を描き耐性菌群と感性菌群を区分する。

表-1には、1988年に秋田県全域から系統抽出により採集したいもち病罹病穂から分離した菌株に対するIBPの菌叢生育抑制率を示した。供試菌株は表のように2群に分かれ、耐性菌群に区分される菌株は抑制率が10%以下に存在した。また、KSMにおいてはさらに明りょうな2峰性となり、IBPの場合と同様に、耐性菌群に対するKSMの抑制率は10%以下であった。

(2) 平板希釈法 (MIC法)

検定平板培地上において各菌株の新たな菌糸の伸長が認められなくなる最小の濃度を求め、感受性の分布曲線を描き耐性菌と感性菌を区分する。

図-1は1986年に秋田県全域から系統抽出により採集したいもち病罹病穂から分離した菌株について検定した結果である。これに示すように、KSM, IBP, EDDP, IPTに対する反応からいずれも耐性菌群と感性菌群の2群に分けられた。KSM, IBP, EDDPは耐性菌群と感性菌群の境界の濃度幅が広く、各薬剤のMIC値がKSMは400 $\mu\text{g/ml}$, IBPは75 $\mu\text{g/ml}$, EDDPは22 $\mu\text{g/ml}$ 以上の菌株を耐性菌と判断できた。したがって、耐性の検定に

表-1 2次分枝形成抑制最低濃度 (MICsb) と最小生育阻止濃度 (MIC) によるカスガマイシン感受性の頻度分布

MICsb \ MIC	12 $\mu\text{g/ml} \geq$	25	50	100	200 \leq	合計
12 $\mu\text{g/ml} \geq$	71	17	1			89
25	21	5				26
50	2	1	2			5
100						
200						
400					6	6
800					18	18
合計	94	23	3		24	144

- 1) 1981年に秋田県全域から系統抽出して採集した穂いもち病罹病上の分生胞子を単胞子分離して培養した菌株を供試。
- 2) 表中の数値は菌株数を示す。

は、薬剤を段階的に希釈して濃度区をいくつか設けることが望ましいが、止むを得ず一濃度で耐性菌と感性菌を識別する場合には、その境界の濃度としてKSMは100 $\mu\text{g/ml}$, IBPは40 $\mu\text{g/ml}$, EDDPは18 $\mu\text{g/ml}$ の各一濃度の培地で検定し、本培地上で新たに菌糸の伸長が認められる菌株を耐性菌と判定することができる。しかし、IPTにおいては感受性が中間型の菌株も認められたことから、一濃度による検定は適当ではなく、数濃度の培地で検定する。この結果を基に感受性分布曲線を描き、耐性菌を判定する。検定結果を防除対策上の資料とする場合には中間型の菌株を耐性菌と判定するのが無難であろう。ただし、圃場分離株のIPT感受性については筆者らの見解とは異なり、一群に収れんするという報告もある (Miyagi et al., 1983)。

(3) 「2次分枝法」

検鏡により、各菌株の2次分枝 (発芽管から分岐した菌糸を1次分枝、1次分枝から分岐した菌糸を2次分枝とする) をもつ分生胞子がまったく認められない濃度 (MICsb) を求め、感受性の分布曲線を描き耐性菌と感性菌を区分する。

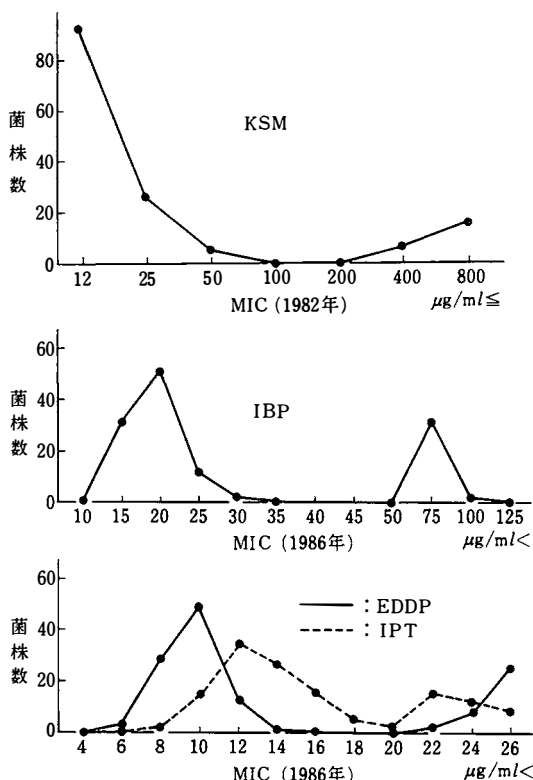


図-1 秋田県全域から系統抽出により採集した穂いもち病罹病から分離した菌株の平板希釈法によるMIC値の分布

表-2 各菌株の分枝をもつ分生胞子が50%未満となる最低濃度(MIC b50)と10 $\mu\text{g/ml}$ 添加培地上での菌叢生育抑制率によるIBP感受性の頻度分布

MICsb							
抑制率	4 $\mu\text{g/ml} \geq$	6	8	10	12	14	合計
0~10 %					24	5	29
11~20							
21~30		6	1				7
31~40	1	22	10				33
41~50	1	29	9				39
51~100		31	6				37
合 計	2	88	26		24	5	145

1) 1988年に秋田県全域から系統抽出して採集した穂いもち病斑上の分生胞子を分離して培養した菌株を供試。

2) 表中の数値は菌株数を示す。

表-1には1981年に秋田県全域から系統抽出により採集したいもち病罹病穂から分離した菌株のMICsbと平板希釈法によるMIC値とを対比して示した。両者は耐性菌と感性菌が交わることがなく、いずれも2峰性の分布曲線が得られ、2次分枝法においてはMICsbが400 $\mu\text{g/ml}$ 以上の菌株が耐性菌となる。したがって、耐性菌、感菌のみの識別の場合は、その境界となるKSM濃度が100 $\mu\text{g/ml}$ の培地で検定し、2次分枝をもつ分生胞子が存在すれば、その菌株は耐性菌と判定する。

(4)「分枝法」

検鏡により、各菌株の分枝をもつ分生胞子が50%未満になるIBP濃度(MICb50)を求め、感受性の分布曲線を描き、耐性菌、感性菌を判定する。

表-2には1988年に秋田県全域から系統抽出により採集したいもち病罹病穂から分離した菌株のMICb50と菌叢生育抑制率を対比して示した。ここでも両者は耐性菌と感性菌が交わることがなく、いずれも2峰性の分布曲線が得られ、分枝法ではMICb50が12 $\mu\text{g/ml}$ 以上の菌株が耐性菌と判定できた。したがって、耐性菌、感性菌のみの識別であれば、その境界としてIBP濃度が10 $\mu\text{g/ml}$ の培地で検定し、分枝をもつ分生胞子が50%以上存在すれば、その菌株は耐性菌と判定する。

7 *in vitro*における感受性の判定結果と防除効果との関係

飯島・寺沢(1987)はイネ幼苗での防除試験で、平板希釈法によってMIC100 $\mu\text{g/ml}$ 以上と判定されたKSM耐性菌群に属する菌株に対してはKSM剤の予防及び治療効果が著しく低下し、また、MIC40 $\mu\text{g/ml}$ 以上のIBP耐性菌群に属する菌株に対してはIBP剤の予防及び治療効果が著しく低下することを報告している。筆

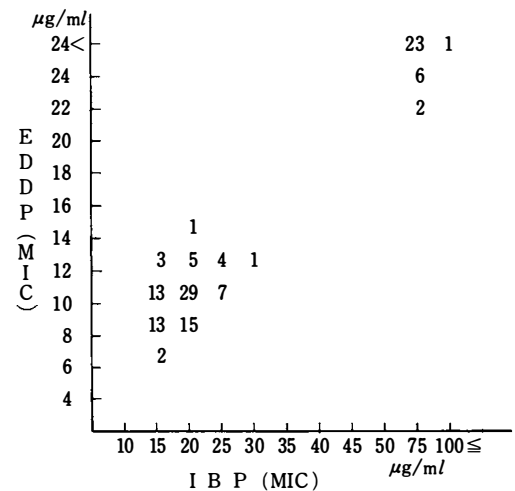
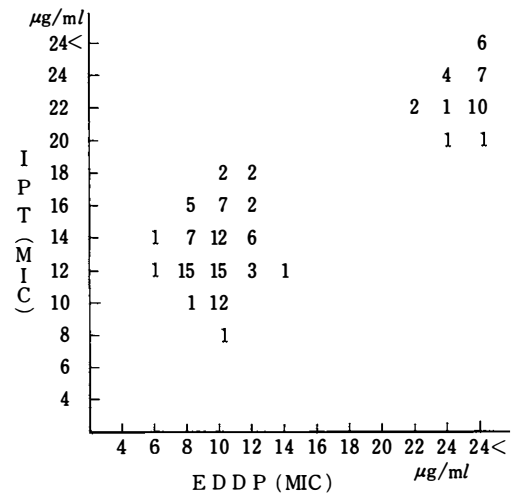
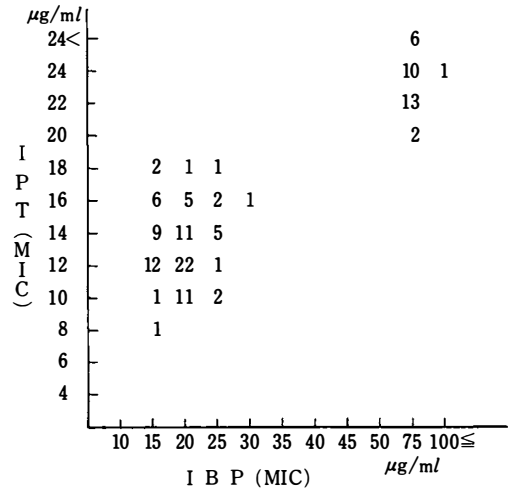


図-2 IBP, EDDP及びIPTのいもち病菌に対するMIC値の相互関係図中の数字は菌株を示す。

者らも供試菌株が少ない試験ではあるが、ほぼ同様の結果を得ている。

以上のことから、KSM 及び IBP に対する感受性検定法としての平板希釈法の結果はこれらの薬剤の防除効果を反映するものといえる。さらに、これと、各検定法による判定結果とを対比したところ、耐性菌と感性菌が交わることはなかった。しかし、平板希釈法や菌叢生育抑制法で同一の感受性値を示す菌株は、簡易検定法である「2次分枝法」や「分枝法」においては広い薬剤濃度域に存在し、これらの検定法の間で直線的な関係が得られなかった。未発表ではあるが、平板希釈法や菌叢生育抑制法の関係も同様であった。このことは、飯島・寺沢 (1987) の IBP における平板希釈法と防除試験結果の関係にもみられており、検定の精度についてはいまだ不明な点がある。

なお、飯島・寺沢 (1987) は、EDDP や IPT 感受性の検定においては感性菌群に存在しているにもかかわらず、IBP には耐性菌群に属する菌株があるとし、これに対する EDDP 剤や IPT 剤の治療効果が低いことを報告している。これに関しては、本蔵ら (1987) の試験結果とも一致している。しかし、このように数種の薬剤に異なった感受性を示す菌株は非常に少ない (図-2) ことから、IBP の代わりに仮に EDDP や IPT で検定しても防除対策上、大きな支障はないものと考えられる。

8 検定における留意点

(1) 検定培地の組成のいかんによって菌の薬剤感受性値が異なってくる。特に pH の調整には注意する。

KSM の検定において、「2次分枝法」では pH4.0 に、その他の方法では pH5.0 に調整する。pH が高いと薬剤感受性が鈍くなる。

一方、IBP, EDDP, IPT の検定では pH6.0 に調整する。pH が低いと薬剤感受性が鈍る傾向がみられるためである。飯島・寺沢 (1987) の IBP における菌叢生育抑制法や平板希釈法での検定結果によれば、感性菌群や耐性菌群の感受性値の幅が筆者らの検定結果よりも広く、しかも感性菌群と耐性菌群の境界濃度域が狭かった。これは、pH5.0 に調整した培地の使用が関係しているものと考えられる。

(2) KSM 感受性検定を平板希釈法で行う際、菌叢寒天ディスクを使用すると感性菌の感受性が鈍くなり、2峰性の分布曲線を描かない場合があり、片桐・上杉 (1974) や三浦 (1984) が本検定法が不適であると指摘しているのはこのためであると推測される。したがって、接種には菌叢のみかき取って使用するが、この場合、若干の練習と経験が必要である。

(3) 移植培養後は速やかに調査、判定する。時間の経過とともに菌糸が伸長するので注意する。KSM 検定の平板希釈法や2次分枝法ではラクトフェノールで固定する。しかし、寒天ディスクを用いる検定の場合は固定液が中まで浸透しないので、冷蔵庫などで冷蔵保存する。

(4) 検鏡で判定する分枝法や2次分枝法ではペトリ皿の裏面や移植したディスクの上から観察できるように対物レンズの作動距離の長い顕微鏡が必要である。

おわりに

薬剤の防除効果の減退は、主として耐性菌株率に負うといわれており (伊藤ら, 1974), 耐性菌対策のための検定は統計的に信頼性の高い結果が求められる。いきおい、耐性菌分布調査においては多数の標本の検定が必要となる。したがって、ここで求められる精度の高い検定法は、耐性菌と感性菌とを明確に識別でき、しかも簡便で能率的な方法といえよう。

引用文献

- 1) 深谷富夫 (1987): 日植病報 53: 400 (講要).
- 2) ——— (1992): 北日本病虫研報 43: 21~23.
- 3) ———・小林次郎 (1982): 同上 33: 25~28.
- 4) ———・——— (1983): 同上 34: 91~94.
- 5) 本蔵良三ら (1987): 同上 38: 19~22.
- 6) 飯島章彦・寺沢 粗 (1987): 長野農事試報 44: 39~94.
- 7) 伊藤 弘ら (1974): 日植病報 40: 220 (講要).
- 8) 片桐政子・上杉康彦 (1974): 同上 40: 106~107.
- 9) KATAGIRI, M. et al. (1980): J. Pesticide Sci. 5: 417~421.
- 10) 三浦春夫 (1984): 山形農試特別研報 14: 1~44.
- 11) Miyagi, Y. et al. (1983): J. Pesticide Sci. 8: 81~86.
- 12) 中川俊昭・梅原吉広 (1981): 北陸病虫研報 29: 60~63.
- 13) 桜井 寿 (1975): 植物防疫 29(5): 206~212.
- 14) 山村宏志ら (1975): 日植病報 41: 303 (講要).
- 15) 矢尾板恒雄ら (1978): 同上 4: 401~402 (講要).

Fusarium 属の分離と同定

国立衛生試験所衛生微生物部 ^{いち} 一 ^{のへ} 戸 ^{まさ} 正 ^{かつ} 勝

はじめに

Fusarium 属に所属する菌類は各種の農作物のさまざまな病害をもたらす菌類として植物病理学の分野で重要視されているのは当然であるが、食品衛生あるいは食品微生物学の分野でもカビ毒（マイコトキシン）を生産する菌類として関心が寄せられている（一戸，1978；MILLS, 1989；芳沢，1990）。

Fusarium 属を分離菌株の中から識別することはその特徴的な新月形の分生子を観察することにより簡単にできるが、さらに菌種のレベルまで同定しようとするとき、どのような形質を重視すべきか、いかなる分類基準に沿って種を決めたらよいか、とまどうことが多いのも事実である。

従来から *Fusarium* の分類体系に複数の分類体系があり、その間で若干の混乱があることもよく知られていて同定者を戸惑わせた。幸いなことに、今日、植物病原菌あるいはカビ毒生産菌としての *Fusarium* に関しては分類基準がほぼ統一されてきた。本稿では *Fusarium* をいかに効率よく分離するか、代表的な菌種の同定の手順とそれぞれの菌種のどのような形質を観察するかについて解説して、最後にいくつかの分類体系について比較してみたい。

I *Fusarium* の選択的分離

土壌試料などから *Fusarium* 属菌株を選択的に分離検出しようとする試みは古くからなされてきて、NASH and SNYDER (1962) による Peptone PCNB Agar や駒田培地（駒田，1976）が著名である。10 年ほど前から、新しく *Fusarium* 選択培地を開発しようとする動きがさかんになってきて、それらの中には *Fusarium* 菌種全般を検出しようとする培地や特定の病原菌を識別することを目的とした培地、あるいはきわめて近縁な菌種を区別するための培地などがある。筆者らも日常的にこれらの培地を土壌試料や食品試料に適用しているので、以下に代表的な *Fusarium* 選択培地を紹介する。

一般に *Fusarium* 選択培地は基本的な成分として

Isolation and Identification of *Fusarium* Species Japan
By Masakatsu ISHINOE

Czapek-Dox 培地などの処方に特定の化学物質（農薬等）の pentachloronitrobenzene (PCNB) や 2,6-dichloro-4-nitroaniline (Dichloran), sodium tauroglycolate (Oxgall) などを添加して出現菌集落を小さくしたり、邪魔になる菌の発育を抑制し、さらに各種の抗生物質を加えて細菌の増殖を抑える処方になっている。

(1) Peptone PCNB Agar (PPA) : peptone 15 g, KH_2PO_4 1 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g に農薬の PCNB (75%w/w) 1 g と寒天 20 g を加えて蒸留水 1 l に溶解、pH 5.5~6.5 に調整して高圧滅菌、冷やしてから硫酸ストレプトマイシン 300 ppm を添加する。

(2) Selective *Fusarium* Agar (SFA) : dextrose 20 g, KH_2PO_4 0.5 g, NaNO_3 2 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g, yeast extract 1 g, 1% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sol. 1 ml, 1% Allisans suspension (50% w/w dichloran) 5 ml と寒天 20 g を加えて蒸留水 1 l に溶解、高圧滅菌後、硫酸ストレプトマイシン 0.1 g, 硫酸オーレオマイシン 0.01 g を添加する (BURGESS and LIDDELL, 1983)。

(3) Dichloran Chloramphenicol Peptone Agar (DCPA) : peptone 15 g, KH_2PO_4 1 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g, dichloran (0.2% in EtOH) 1 ml, クロラムフェニコール 0.2 g に寒天 20 g を加えて高圧滅菌する (ANDREWS and PITT, 1986)。

(4) PCNB 2-AminoButane medium (PAB) : sucrose 20 g, KNO_3 2 g, KH_2PO_4 1 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g, KCl 0.5 g に oxgall 0.5 g, PCNB (75%w/w) 0.5 g に寒天 20 g を加えて蒸留水 1 l に溶解、高圧滅菌後、2-aminobutane 1 g, 硫酸ストレプトマイシン 0.6 g, 塩酸クロルテトラサイクリン 0.05 g を添加する (JEFFERIS et al., 1984)。

(5) Czapek Iprodione Dichloran Agar (CZID) : Czapek-Dox broth (Difco) 35 g, trace metal solution* 1 ml, dichloran (0.2% in EtOH) 1 ml, クロラムフェニコール 0.05 g に寒天を加えて蒸留水 1 l に溶解、高圧滅菌後、冷やしてから塩酸クロルテトラサイクリン 0.5% 液 10 ml, 農薬の iprodione の 0.6% 液を 1 ml 添加する (ABILDGREN et al., 1987* 原著参照)。

(6) Demosan PCNB Streptomycin medium

(DPS) : 市販の PDA 粉末 39 g に PCNB 1 g と農薬の demosan (別名 tersan-SP, duPont 社製) 1 g を加えて蒸留水 1 l に溶解, 高圧滅菌後, 冷やしてから硫酸ストレプトマイシン 0.6 g 及び硫酸ネオマイシン 0.12 g を添加する (USDA, 南東林試 DWINELL 博士私信)。

以上に紹介した *Fusarium* 選択培地のうち PPA 培地, SFA 培地などは土壌試料などに適用される一般的な培地であるが, DCPA 培地, CZID 培地は穀類など食品原料より *Fusarium* を検出することを目的に開発されている。また, PAB 培地はジャガイモ乾腐病の原因菌の土壌からの識別培地として開発されたものであり, DPS 培地はマツの漏脂病の原因菌の検出用培地である。

筆者らは PAB, DPS 両培地を併用してこれまでにジャガイモ畑, 麦畑, サトウキビ畑より採取した土壌試料に適用して *Fusarium* を分離しているが, これらの培地はそれぞれの農作物の病原 *Fusarium* のみならず, 一般的な *Fusarium* 選択培地として優れていることを確認している (一戸ら, 1992)。

II 同定の準備

1 単孢子分離

各種の基質から分離した *Fusarium* 菌株について必ず行うべきことで, 既にそれぞれの実験者が工夫をしているが, 筆者らが常用している方法は素寒天上に分生子懸濁液を塗布して 18~20 時間後の発芽した単孢子を実体顕微鏡下で釣り上げる簡単な方法である (一戸ら, 1978; 一戸, 1990)。

2 培地

従来, *Fusarium* 属の同定用培地にはポテトシュークロース寒天 (PSA) がよく使われてきたが, 近年のモノグラフ類 (BOOTH, 1971; GERLACH and NIRENBERG, 1982; NELSON et al., 1983; BURGESS and LIDDELL, 1983) ではポテトデキストロース寒天 (PDA) あるいはオートミール寒天 (OA) が基準培地とされている場合が多い。しかしながら, PDA 培地では同定の重要な指標になる大型分生子の形成がよくなかったり, 形態のそろった分生子が得られない場合があるので, むしろ供試菌の色調や生育の度合いをみるために用いる。形態観察のためには, より低栄養性のカーネーション・リーフ・寒天 (CLA) あるいは Synthetic Nutrient Agar (SNA) (NIRENBERG, 1981) に植菌して典型的な分生子を形成させ, さらにこれらの培地上で分生子形成様式を確認する。

CLA 用のカーネーション葉片の作製法にはいくつかの方法があるが (TOUSOUN and NELSON, 1968; FISHER et al., 1982; 外側, 1992), 筆者らはエチレンオキサイド滅

菌した葉片を用いて好結果を得ている (一戸, 1990)。

CLA 培養では大部分の菌種がスポロドキア (分生子塊) を形成するので実体顕微鏡下でその一部をかき取ってプレパラート標本とする。また, 実体顕微鏡の観察では分生子形成様式 (後述のポリフィアライドか, 単純フィアライドかを指す) も識別できるので, その部分をかき取って標本とする。

SNA 培地の処方 KH_2PO_4 1 g, KNO_3 1 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g, KCl 0.5 g, glucose 0.2 g, sucrose 0.2 g に 15 g の寒天を 1 l の蒸留水に加えて高圧滅菌して作成する。SNA 培地上ではほとんどの *Fusarium* は無色となるので, 菌集落の色調や生育の速さを観察するためには PDA 培養を併行して行う必要がある。SNA 培養で光照射が分生子形成を促進することは CLA 培養の場合と同様である。場合によっては固化した SNA 培地上に 5 mm 角の滅菌ろ紙をのせて支持体とすると CLA 培養と同じような効果が得られる (NIRENBERG, 1981, 1989)。

3 同定の手順

まず, PDA 平板培養または斜面培養で菌集落の色調をみて, 赤色系か非赤色系かを区分する。次いで CLA または SNA 培養で作成したプレパラート標本で大型分生子あるいは小型分生子の有無, 形態を観察する。封入液には 0.15% ゼラチン液または 0.1% 酸性フクシン乳酸液を使用するが前者は分生子の観察, 測定に最適であり, 後者は分生子形成細胞の観察に適している。

Fusarium には小型分生子と大型分生子を形成する菌種があるが, 小型分生子では単胞か, 1~2 個の隔壁があるか, 形状はこん棒形, だ円形, 紡錘形, 卵形, 洋梨形, 球形などを記録する。分生子柄の長短, 分岐の有無のほか, 分生子形成細胞が単純フィアライドかポリフィアライドかの識別は重要なポイントである。また分生子形成細胞の先端で集塊状になるか, あるいは連鎖状になるかの識別は CLA 培養, SNA 培養したものを直接低倍の顕微鏡で観察する。

大型分生子では形状の他, 隔壁の数, 長さ, 幅について, 各隔壁の数の分生子ごとに 20~30 個を測定する。分生子形成細胞の単純フィアライドかポリフィアライドかは同定の際に重要な形質であり, 特に気中菌糸から形成された分生子柄由来の分生子には注意を要する必要がある。

III 代表的菌種

今日, 一般に流布している *Fusarium* のモノグラフ類では同定の基準として分生子の形態, 厚膜胞子の形成の有無及びその性状, 胞子形成器官の集合体あるいは形状

などによって、大きく section (節, または亜属) に分け、さらに species (種), variety (変種) を認めている。例えば, BOOTH (1971) は 12 section, 45 species, 7 variety を認め, GERLACH and NIRENBERG (1982) は 11 section, 90 species あまりをあげており, NELSON et al. (1983) は 13 section, 54 species を採用している。しかしながら, 植物病原菌を含めて自然界に広く分布している菌種はおおよそ 30 種くらいであるので, これらの菌種につき, 最近よく流布していて, 形態識別の参考となる分生子の写真の美しい NELSON et al. (1983) のモノグラフに準拠して解説する。

1 Section Arachnites

ムギ類の紅色雪腐病菌やイネの褐色葉枯病菌として著名な *F. nivale* が代表的な菌種で, PDA 培地上では赤色色素をつくらず, 集落の生育は比較的遅い。時にムギの穂に発生して赤かび病症状を示すことがあり, 赤かび病菌の一つにあげられている。しばしば子のう殻が観察されるが, 継代培養を重ねると急速に形成能が失われる。分類学的位置については議論の多い菌であるがその詳細は省略する。*F. nivale* は赤かび毒素の一種の nivalenol との関連からカビ毒生産菌とすることがあるが, 本来の *F. nivale* は既知のカビ毒を生産しない (ICHINOE et al., 1985)。

2 Section Arthrosporiella

典型的なポリフィアライド型の分生子形成様式を示す *F. camptocerus*, *F. pallidoroseum* を含むが, 前者は赤色色素を生産し, 後者は非赤色系で, 従来 *F. semitectum* とされてきた菌種である (BOOTH and SUTTON, 1984)。一般に腐生菌とみなされていて, 温暖な地域から土壤菌として分離される。*F. pallidoroseum* は最近, タイ国, 中国などから輸入したハトムギ穀粒から優先 *Fusarium* として分離され, ハトムギのカビ毒汚染の原因菌と考えられている (成田ら, 1992)。

3 Section Discolor

植物病原菌として, あるいはカビ毒生産菌としても重要な *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. crookwellense*, *F. sambucinum* を含むが, これら赤色系集落で, 大型分生子のみを形成する菌種の識別は *Fusarium* を扱い慣れた実験者でもやや難しい。むしろ, その菌株の分離源, 例えばムギ類やトウモロコシの赤かび病症状を呈したものであ, カーネーション立枯病などから分離したものであれば *F. graminearum* である可能性が高く, 子のう殻を形成することから, 同じく赤かび病菌となる *F. avenaceum* とは容易に識別できる。また, ジャガイモの病害に関連する菌であれば *F. sambucinum* が考えられ

る。*F. crookwellense* は, 近年になって BURGESS et al. (1982) が新種としたものであり, そのカビ毒生産性が注目されているが (MILLER et al., 1991), 病原性についてはまだ不明の点が多い。いずれにせよ, 識別の決め手は CLA 培地上での大型分生子の形態観察にある。

4 Section Elegans

多彩な植物病原性を示すところから, 最重要な *F. oxysporum* が代表であるが, 同定は比較的簡単で, 小型分生子と大型分生子の存在で容易に識別できる。しかしながら, 土壤菌として, 大量に存在し, 地域的にもどこにでもいる菌なので, その病原性の確認には慎重な接種試験を要求される。分化型 (forma specialis) に関しては筆者の専門外なので, 従来の成書 (BOOTH, 1971; 松尾ら, 1980) を参照されたい。近年, さかんに試みられている生物学的防除には病原菌, 非病原菌を含めた土壌性 *Fusarium* の評価が必須であるが, さきに紹介した *Fusarium* 選択培地が役に立つであろう。

5 Section Eupionnotes

F. aquaeductuum, *F. merismoides* が所属するが, いずれも集落の生育の遅い菌で, 粘性性, 大型分生子のみを形成する。分生子形成細胞はあまり発達していないので観察がしにくい。頻度は高くないが土壌中にもよくみられるが, 前者は暗赤色から橙黄色の色調を呈し, 後者は白色からクリーム色で気中菌糸が束状になることが多い。元来は湿潤な環境に生息していて, 污水, 樹液から分離されることが多い。特に, 春先に, 伐採した広葉樹の大きな切り株から滝のように流れ出た樹液をオレンジ色に染めているのはこの仲間の菌である。この 2 種のほか *F. dimerum* が知られ, 2 胞ないし 3 細胞の大型分生子は *F. nivale* とよく似ているが, 橙黄色の集落の色調から識別できるし, 分類頻度は高くない。

6 Section Gibbosum

F. acuminatum, *F. equiseti* が代表的な菌種で, いずれも大型分生子の先端の細胞が細長く伸びているのが特徴で, 前者は赤色色素を生産し, 後者は非赤色系である。いずれも穀類や土壌中からよく分離できるが, 病原性は弱いとされている。

7 Section Liseola

F. moniliforme を代表とする section だが分類学的な議論の多いところで, 植物病理の分野でも, 近年, 薬剤耐性菌の多発など改めて注目されているイネ馬鹿苗病菌や, 南西諸島のリュウキュウマツ漏脂病の原因菌もこの仲間に含まれる。またトウモロコシなどに着生している section Liseola の菌はフモニシン, モニリホルミンなどのカビ毒を生産するところから問題視されている

(NELSON et al., 1991, 1992)。

F. moniliforme は分岐した単純フィアライド型の分生子形成細胞から連鎖状に小型分生子をつくるが、*F. proliferatum* はポリフィアライド型の分生子形成細胞の先端から短い連鎖状に形成する。

F. subglutinans の小型分生子はポリフィアライド型の先端に集塊状に形成する。この中間の菌は PDA 培地などでは大型分生子をほとんど形成しないが、CLA 培養ではよくつくり、互いによく似ている。最近、これら 3 種の菌を識別する培地として Czapek solution agar の sucrose を 20% とした培地を推奨している報文がある (CLEAR and PATRICK, 1992)。

section *Liseola* に対応するテレオモルフの *Gibberella* 世代についてもよく研究されているが (KUHLMAN, 1982)、自然界で見いだされることは少ない。

8 Section Martiella

F. solani を代表とする section で、植物病原菌を多く含む。集落の色調は白色、クリーム色、淡褐色などかなり多彩であるが赤色系の色素を生産することはない。識別はやや長い小型分生子柄の先端に集塊状に形成される単胞または 2 細胞の小型分生子の存在で容易にできる。大型分生子は両端の細胞の鈍頭が特徴的であるが近縁菌の *Cylindrocarpum* 属とよく似ている。ジャガイモの乾腐病菌の一種の *F. solani* var. *coeruleum* は PDA 培地上で青緑色の集落をつくり、ふつうの *F. solani* よりも低温域に至適発育温度を示す点の特徴である (一戸・陶山, 1987)。

9 Section Roseum

ムギ類赤かび病の原因菌の一種とみなされている *F. avenaceum* が代表で、穀粒のほか、土壤中にも多い。国内では東北、北海道に広く分布する。幅の狭い、長い大型分生子と PDA あるいは CLA 培地上でスポロドキア (分生子塊) をよくつくることで同定できるが、*F. acuminatum* との識別には若干の習熟を必要とする。

10 Section Sporotrichiella

F. chlamydosporum, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. tricinatum* などカビ毒生産菌を含むので食品衛生の分野では重要な菌類だが、植物病原性は弱いとされてきた。しかし、近年、*F. sporotrichioides* にムギ類に対する病原性を認めた報告があるので注意を要する (VARGO and BAUMER, 1986; KOIZUMI et al., 1991)。

すべて小型分生子を形成するので、その形態と分生子柄の違いから識別できる。特に *F. sporotrichioides* は典型的なポリフィアライド型の分生子形成細胞の存在で容易に同定できる。

以上に、これまで筆者らが穀類、種実類、貯蔵ジャガイモなどのほか、農作物栽培土壌、樹液などから分離、同定してきた *Fusarium* について解説してきたが、section *Lateritium* に属する *F. lateritium*, 昆虫寄生菌を含む section *Coccophilum* などについては分離の経験を増やしてから取り扱うつもりである。

冒頭に述べたように、国際的にほぼ統一された観のある *Fusarium* 分類体系であるが、個々の菌種の分類学的な位置付けなど細部については、まだ研究者間の見解の相違が存在して、各 section に所属する種、独立した種としての容認、変種の取り扱いには問題が残されている。

例えば、section *Liseola* の菌の扱いには、表 1 のような見解の相違があり、我が国で分離されている *F. moniliforme* についても再検討が必要である。*F. avenaceum* については BOOTH (1971) はポリフィアライドの存在から section *Arthrosporiella* に所属させているがほかの研究者は section *Roseum* に入れている。また、*F. sporotrichioides* と *F. chlamydosporum* (syn. *F. fusarioides* sensu BOOTH) の分類学的な扱いについても section *Arthrosporiella* とするか、section *Sporotrichiella* とするかで見解が分かれている。いずれにせよ、分生子形成様式が単純なフィアライド型 (phialidic) なものと、分生子形成細胞の先端に 2 か所以上の形成痕をもつポリフィアライド (polyphialidic あるいは polyblastic) なものとをいかに取り扱うかが問題となる。最近、これらの種について検討を加え、大型分生子、小型分生子につぐ第 3 の分生子の mesoconidia を提案した PASCOE (1990) の論文は興味あるものである。

お わ り に

本稿では *Fusarium* の同定に関して、あえて検索表 (synoptic key, dichotomous key) を示さなかったが、その理由はこれまでの何回かの *Fusarium* の同定の講習

表-1 Section *Liseola* に所属する *Fusarium* の分類学的位置付けについての研究者間の見解の相違

BOOTH (1971)	GERLACH & NIRENBERG (1982)	NELSON et al. (1983)
<i>F. moniliforme</i>	<i>F. verticillioides</i>	<i>F. moniliforme</i>
<i>F. moniliforme</i>	<i>F. proliferatum</i> var. <i>proliferatum</i>	<i>F. proliferatum</i>
<i>F. moniliforme</i> var. <i>subglutinans</i>	<i>F. sacchari</i> var. <i>subglutinans</i>	<i>F. subglutinans</i>
<i>F. moniliforme</i> var. <i>subglutinans</i>	<i>F. anthropium</i>	<i>F. anthropium</i>

を通じての経験から、限られた紙面の中で、個々の section あるいは種の性状を解説することが難しいことと、検索表は用語やその意味するところが初学者にとって理解しにくい場合が多く、一方である程度 *Fusarium* を知っているものにとっては検索表はわずらわしく、個々の記載や、*Fusarium* 類の存在する生態系の理解の方が役に立つと考えたからである。

同定習熟の早道は菌株保存機関から標準的な菌株を手して、本稿で示したような手順にしたがって、モノグラフの一つを手にしながらか観察することにある。

幸い、既にたくさんのイラスト、写真が掲載されているモノグラフ類が流布しているので、あとは標準菌株と滅菌カーネーションの葉片さえあれば *Fusarium* の同定は難しくない。エチレンオキサイドガス滅菌したカーネーションを使ってみたい方はいつでも提供できるので筆者あて御連絡いただきたい。

引用文献

- 1) ABILDGREN, M. P. et al.(1987) : Lett. Appl. Microbiol. 5(4) : 83~86.
- 2) ANDREWS, S. and J. I. PITT(1986) : Appl. Environ. Microbiol. 51(6) : 1235~1238.
- 3) BOOTH, C. (1971) : The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, pp. 237.
- 4) ——— and B. C. SUTTON(1984) : Trans. Br. mycol. Soc. 83(4) : 702~704.
- 5) BURGESS, L. W. et al.(1982) : ibid. 79(3) : 497~505.
- 6) ——— and C. M. LIDDELL(1983) : Laboratory Manual for *Fusarium* Research. Univ. Sydney, Sydney, 162 pp.
- 7) CLEAR, R. H. and S. K. PATRICK(1992) : J. Food Protection 55(2) : 120~122.
- 8) FISHER, N. L. et al.(1982) : Phytopathol. 72(1) : 151~153.
- 9) GERLACH, E. and H. I. NIRENBERG(1982) : The genus *Fusarium*, A Pictorial Atlas., Mitt. Biol. Bundesant.

- Land Forstwirtschaft., Berlin-Dahlem, 406 pp.
- 10) 一戸正勝(1978) : 植物防疫 32(10) : 417~422.
 - 11) ———ら(1978) : 防菌防黴誌 6(9) : 391~398.
 - 12) ICHINOE, M. et al.(1985) : in Trichothecenes and Other Mycotoxins (LACEY, J. Ed.) JOHN WILEY & SONS Ltd. p 21~32.
 - 13) 一戸正勝, 陶山一雄(1987) : 植物防疫 41(6) : 260~264.
 - 14) ———(1990) : 防菌防黴誌 18 (8) : 339~406.
 - 15) ———ら(1992) : 日植病報 58(4) : 550. (講要)
 - 16) JEFFERIS C. J. et al.(1984) : Ann. Appl. Biol. (講要)105(3) : 471~481.
 - 17) KOIZUMI, S. et al.(1991) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 57(2) : 165~173.
 - 18) 駒田 旦(1976) : 東海近畿農試研報 29 : 132~269.
 - 19) KUHLMAN, E. G.(1982) : Mycologia 74(5) : 759~768.
 - 20) 松尾卓見ら(1980) : 作物のフザリウム病, 全国農村教育協会, 東京, 502 pp.
 - 21) MILLER, J. D. et al.(1991) : Mycologia 83(2) : 121~130.
 - 22) MILLS, J. T.(1989) : J. Food Protection 52(10) : 737~742.
 - 23) 成田紀子ら(1992) : マイコトキシン 36 : 39~44.
 - 24) NASH, S. M. and W. C. SNYDER(1962) : Phytopathol. 52(6) : 567~572.
 - 25) NELSON, P. E. et al.(1983) : *Fusarium* species-An Illustrated Manual for Identification. Penn. State Univ. Press, University Park, 193 pp.
 - 26) ——— et al.(1991) : Appl. Environ. Microbiol. 57(8) : 2410~2412.
 - 27) ——— et al.(1992) : ibid. 58(3) : 984~989.
 - 28) NIRENBERG, H. I.(1981) : Can. J. Bot. 59(9) : 1599~1606.
 - 29) ———(1989) : in *Fusarium*, Mycotoxin, Taxonomy and Pathogenesis (Chelkowski, J. Ed.) Elsevier, Amsterdam, p. 179~193.
 - 30) PASCOE, I. G.(1990) : Mycotaxon 37 : 121~160.
 - 31) 外側正之(1992) : 日菌報 33(4) : 385~393.
 - 32) TOUSOUN, T. A. and P. E. NELSON(1968) : A Pictorial Guide to the Identification of *Fusarium* Species. Penn. State Univ. Press, University Park. 51 pp.
 - 33) VARGO, R. H. and J. S. BAUMER(1986) : Plant Disease 70 : 629~631.
 - 34) 芳沢宅実(1990) : 食品と微生物 7(2) : 57~62.

協会だより

○第 68 回理事会・第 49 回通常総会を開催

5月26日、午後1時30分から虎ノ門パストラルにおいて第68回理事会及び第49回通常総会が開催された。出席者は121名であった。

定刻、岩本常務理事が開会を宣し、梶原理事長が開会の挨拶を行った。

【通常総会議事内容】

梶原理事長が議長となり、岩本常務理事が提出議案の説明を行い、審議が行われた結果、平成4年度事業報告及び収支決算並びに損益計算報告案、5年度事業計画及び収支決算案等はすべて原案どおり議決された。

役員人事については、宮崎県植物防疫協会、農薬工業

会及び全国農業協同組合連合会の代表者交代に伴う次の理事の交代が承認された。

【就任】

尾崎敏弘（宮崎県植物防疫協会）
徳島秀一（農薬工業会）
松尾英章（全国農業協同組合連合会）
なお、平成5年度収支予算は次のとおり。

【辞任】

高妻達郎
中井武夫
和田英司

【平成5年度収支予算】

(千円)

	予算額	前年度予算額	増減
公益一般会計	294,142	289,760	4,382
公益委託試験会計	2,493,234	2,564,619	△71,385
収益事業会計	177,233	178,152	△919
国庫委託費会計	8,554	13,973	△5,419
計	2,973,163	3,046,504	△73,341

新しく登録された農薬 (5.5.1~5.5.31)

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（製造業者または輸入業者名）、対象作物：対象病害虫：使用時期及び回数など。但し、除草剤については適用雑草：使用方法を記載。（…日…回は、収穫何日前何回以内散布の略）（登録番号 18347~18379 までの 33 件、有効登録件数は 5981 件）

なお、アンダーラインのついた種類名は新規化合物で、〔 〕内は試験段階時の薬剤名である。

『殺虫剤』

ベルメトリンマイクロカプセル剤

ベルメトリン 10.0 %

エンパーMC (5.5.6)

18347 (住友化学), 18348 (北興化学), 18349 (サンケイ化学), 18350 (大日本除蟲菊), 18351 (八洲化学), 18352 (三共), 18353 (九州三共), 18354 (北海三共), 18355 (アグロス)

水稻 (箱育苗)：イネミズゾウムシ：移植前日~移植当日：1 回

DEP 乳剤

DEP50.0 %

ディプテレックス乳剤 (5.5.19)

18363 (アグロス)

稲：ニカメイチュウ第 1 世代：ニカメイチュウ第 2 世代・サンカメイチュウ第 3 世代・フタオビコヤガ・イネツトムシ・イネドロオイムシ・ウンカ類・アワヨトウ・イネクロカメムシ・イネヒメハモグリバエ：14 日 4 回，みかん：カメムシ類：30 日 5 回，りんご：ハマキムシ類・マイマイガ：14 日 3 回，かき：カメムシ類・イラガ類・ミノガ類：14 日 3 回，なし：ハマキムシ類：7 日 5 回，ぶどう：コガネムシ類（成虫）：30 日 2 回，キウイフルーツ：カメムシ類：60 日 4 回，くり：モモノゴマダラノメイガ：裂果前：5 回以内，メロン・まくわうり：ウリハムシ（成虫）：アブラムシ類：前日 4 回，すいか・かぼちゃ：ウリハムシ（成虫）・アブラムシ類：7 日 6 回，いちご：ドウガネブイブイ幼虫：移植活着後：苗床 2 l/m² 灌注，いちご：アブラムシ類・イチゴメセンチュウ：30 日 3 回，なす：テントウムシダマシ類・ヨトウムシ・アブラムシ類：前日 3 回，きゅうり：ウリハムシ（成虫）：アブラムシ類：前日 3 回，だいこん：コナガ・ヨトウムシ・アオムシ・キスジノミハムシ（成虫）・ハイマダラノメイガ・アブラムシ類：14 日 6 回，かぶ：コナガ・ヨトウムシ・アオムシ・キスジノミハムシ（成虫）・ハイマダラノメイガ・アブラムシ類：21 日 1 回，はなやさい：コナガ・ヨトウムシ・アオムシ・キスジノミハムシ（成虫）・ハイマダラノメイガ・アブラムシ類：14 日 2 回，はくさい：コナガ・ヨトウムシ・アオムシ・キスジノミハムシ（成虫）・ハイマダラノメイガ・アブラムシ類：7 日 5 回，キャベツ：コナガ・ヨトウムシ・アオムシ・キスジノミハムシ（成虫）・ハイマダラノメイガ・アブラムシ類：7 日 6 回，にんじん：キアゲハ幼虫：14 日 3 回，ばれいしょ：テントウムシダマシ・ヨトウムシ・アブラムシ類：14 日 6 回，かんしょ：ナカジロシタバ・ハスモンヨトウ・イモコガ・アカビロウドコガネ（成虫）：14 日 4 回，てんさい：ハスモンヨトウ・ヨトウムシ：14 日 6 回，茶：コ

カクモンハマキ・チャドクガ・チャノホソガ：14 日 2 回，たばこ：ハスモンヨトウ・ヨトウムシ・タバコアオムシ：2 回以内，芝：スジキリヨトウ：発生初期：6 回以内：1~1.5 l/m² 灌注，いね科牧草：アワヨトウ：6 回以内，まめ科牧草：ハスモンヨトウ・ゾウムシ類：6 回以内，桑：クワノメイガ・アメリカシロヒトリ・ヒシモンヨコバイ・ハゴロモ類：14 日 4 回，街路樹：アメリカシロヒトリ：6 回以内，樹木：マツケムシ・ウメケムシ・マイマイガ・モンクロシヤチホコ・ミノガ類・クスサン・ミノウスバ・チャドクガ・キオビエダシヤク・ユウマダラエダシヤク，稲：ニカメイチュウ・フタオビコヤガ・イネツトムシ・ウンカ類・アワヨトウ・イネクロカメムシ・イネドロオイムシ・イネヒメハモグリバエ：14 日 4 回：空中散布，くり：モモノゴマダラノメイガ：裂果前 5 回以内：空中散布，桑：クワノメイガ，アメリカシロヒトリ：14 日 4 回：空中散布，松：マツカレハ：幼虫期：4 回以内：空中散布

ピリダフェンチオン・MTMC 粉剤

ピリダフェンチオン 2.0 %，MTMC 1.5 %

オフナック M 粉剤 DL (5.5.19)

18364 (アグロス)

稲：ニカメイチュウ・コブノメイガ・ウンカ類・ツマグロヨコバイ・イナゴ：45 日 2 回

BPMC・MPP 粉剤

BPMC 2.0 %，MPP 2.0 %

パイバッサ粉剤 (5.5.19)

18367 (日本バイエル)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類・イネカラバエ・イネミズゾウムシ成虫・イネツトムシ・フタオビコヤガ・イネドロオイムシ・イネゾウムシ・サンカメイチュウ・イネシガラセンチュウ：14 日 5 回

BPMC・MPP 粉剤

BPMC 2.0 %，MPP 2.0 %

パイバッサ粉剤 DL (5.5.27)

18375 (日本バイエル)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類・アザミウマ類・イネミズゾウムシ（成虫）：14 日 5 回

PAP 乳剤

PAP 50.0 %

パプチオン乳剤 (5.5.27)

18377 (アグロス)

稲：ニカメイチュウ第一世代・ニカメイチュウ第二世代・サンカメイチュウ第三世代・ツマグロヨコバイ・ヒメトビウンカ・イネヒメハモグリバエ・カメムシ類・フタオビコヤガ・イネドロオイムシ・イネハモ

グリバエ：7日4回，りんご：モモシンクイガ・ハマキムシ類・グンバイムシ・クワコナカイガラムシ・アブラムシ類・イシダヒメコバイ：30日4回，西洋なし：アブラムシ類・ナシグンバイ・ヤガ類（幼虫）・シンクイムシ類・クワコナカイガラムシ：7日6回，日本なし：アブラムシ類・ナシグンバイ・ヤガ類（幼虫）・シンクイムシ類・クワコナカイガラムシ：30日6回，かき：フジコナカイガラムシ・カキノヘタムシガ：30日4回，くり：モモノゴマダラノメイガ：裂果前：4回以内，びわ：サンホーゼカイガラムシ：45日2回，もも：モモノゴマダラノメイガ・モモシンクイガ・ナシヒメシンクイ・モモハモグリガ・ウメケムシ・アブラムシ類：7日3回，キャベツ：はなやさい：アオムシ・アブラムシ類・ハイマダラノメイガ・キスジノミハムシ・ヨトウムシ・カブラハバチ（幼虫）・ハスモンヨトウ・スリップス類・コナガ：7日3回，はくさい・だいこん・かぶ：アオムシ・アブラムシ類・ハイマダラノメイガ・キスジノミハムシ・ヨトウムシ・カブラハバチ（幼虫）・ハスモンヨトウ・スリップス類・コナガ：14日4回，ほうれんそう・レタス・パセリ・セルリー・みつば：アブラムシ類・ヨトウムシ・ハスモンヨトウ：14日4回，トマト・ピーマン・なす：アブラムシ類・ニジュウヤホシテントウ・ヨトウムシ・ハスモンヨトウ・スリップス類：3日4回，きゅうり・すいか・しろり・まくわうり・メロン：アブラムシ類・スリップス類：3日4回，かぼちゃ：アブラムシ類・スリップス類：収穫前日まで，ごぼう：アブラムシ類：7日4回，にんじん：アブラムシ類・ヨトウムシ・ハスモンヨトウ：7日4回，ねぎ：アブラムシ類・スリップス類・ネギコガ：14日4回，たまねぎ：アブラムシ類・スリップス類：7日4回，かんしょ：ヒルガオハモグリガ：7日4回，ばれいしょ：アブラムシ類・ニジュウヤホシテントウ・ヨトウムシ・ハスモンヨトウ：7日4回，さといも：アブラムシ類・ハスモンヨトウ：7日4回，しゅんぎく・食用ぎく：アブラムシ類・スリップス類：30日2回，茶：クワシロカイガラムシ・チャドクガ・コカクモンハマキ：21日2回，大豆：アブラムシ類・マメシンクイガ・ハスモンヨトウ・シロイチマシマダラメイガ：7日2回，あずき・いんげんまめ：アブラムシ類・フキノメイガ：7日2回，えんどうまめ：アブラムシ類・エンドウハモグリバエ・ヨトウムシ・ハスモンヨトウ：7日2回，そらまめ：アブラムシ類：7日2回，とうもろこし：アワノメイガ：14日4回

『殺菌剤』

炭酸水素カリウム水溶剤 [PBC 水和剤]

炭酸水素カリウム 80.0 %
カリグリーン (5.5.19)

18358 (東亜合成)

きゅうり・いちご：うどんこ病：前日8回，たばこ：うどんこ病：10日2回

イブコナゾール水和剤 [KNF 317L 水和剤]

イブコナゾール 6.0 %

テクリード水和剤 (5.5.19)

18359 (呉羽化学)，18360 (クミアイ化学)

稲：ばか苗病・ごま葉枯病・いもち病：浸種前：1回：10分間種子浸漬：24時間種子浸漬：種子粉衣（湿粉衣）：種子吹付け処理（種子消毒機使用）

銅粉剤

塩基性硫酸銅 11.1 %，銅として 6.0 % 撒粉ボルドー粉剤 DL (5.5.19)

18370 (北興化学)

稲：稲こうじ病：出穂10日前まで

オキシソリニック酸・フェリムゾン・フサライド粉剤

オキシソリニック酸 1.0 %，フェリムゾン 2.0 %，フサライド 1.5 %

ブラシンスターナ粉剤 DL (5.5.19)

18373 (サンケイ化学)，18374 (武田薬品)

稲：いもち病・もみ枯細菌病：穂ばらみ初期～乳熟期（収穫21日前まで）：2回以内

ジクロメジン・フサライド水和剤

ジクロメジン 40.0 %，フサライド 40.0 %

ラブサイドモンガード DF (5.5.27)

18378 (三共)，18379 (北海三共)

稲：いもち病・紋枯病：疑似紋枯病（赤色菌核病菌）（褐色菌核病菌）21日3回

『殺虫殺菌剤』

BPMC・MPP・EDDP 粉剤

BPMC 2.0 %，MPP 2.0 %，EDDP 1.5 %

ヒノバイジットバツサ粉剤 DL (5.5.19)

18365 (日本バイエル)

稲：いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類：21日4回

エトフェンブロックス・EDDP 粉剤

エトフェンブロックス 0.50 %，EDDP 2.5 %

ヒノトレボン粉剤 DL (5.5.19)

18366 (日本バイエル)

稲：いもち病・穂枯れ（ごま葉枯病）：ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類：21日3回

BPMC・MPP・EDDP 粉剤

BPMC 2.0 %，MPP 2.0 %，EDDP 2.5 %

ヒノバイジットバツサ粉剤 25DL (5.5.19)

18368 (日本バイエル)

稲：いもち病・穂枯れ（ごま葉枯病菌）・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類・ニカメイチュウ・イネツトムシ・フタオビコヤガ：21日4回

MEP・プラストサイジンS・有機ひ素粉剤

MEP 2.0 %，プラストサイジンS 0.08 %，有機ひ素 0.40 %

プラスミゼット粉剤 8 (5.5.19)

18369 (アグロス)

稲：いもち病・紋枯病・ニカメイチュウ・カメムシ類・ツマグロヨコバイ・フタオビコヤガ・ウンカ類・コブノメイガ：穂ばらみ期まで：2回以内

カルタップ・バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド粉剤

カルタップ 2.0 %，バリダマイシン 0.30 %，フェリムゾン 2.0 %，フサライド 1.5 %

ブラシンパダンバリダ粉剤 DL (5.5.19)

18371 (武田薬品)

稲：いもち病・ごま葉枯病・穂枯れ（ごま葉枯病菌）・

紋枯病・ニカメイチュウ・フタオビコヤガ・イネツトムシ・コブノメイガ・アザミウマ類：21 日 2 回
エトフェンブロックス・カルタップ・フェリムゾン・フサライド粉剤

エトフェンブロックス 0.50%，カルタップ 2.0%，
 フェリムゾン 2.0%，フサライド 1.5%

ブラシントレパダグン粉剤 DL (5.5.19)

18372 (武田薬品)

稲：いもち病・ごま葉枯病・穂枯れ (ごま葉枯病菌)・
 ニカメイチュウ・フタオビコヤガ・イネツトムシ・コ
 ブノメイガ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・アザミウ
 マ類・カメムシ類：21 日 3 回

BPMC・EDDP 粉剤

BPMC 2.0%，EDDP 2.5%

ヒノパッサ粉剤 25DL (5.5.27)

18376 (日本バイエル)

稲：いもち病・穂枯れ (ごま葉枯病菌)・ツマグロヨコ
 バイ・ウンカ類：21 日 4 回

『除草剤』

**グリホサートナトリウム塩・MDBA ナトリウム塩水溶
 剤 (GD-315)**

グリホサートナトリウム塩 34.0%，MDBA ナトリウム
 塩 15.0%

パドアップ (5.5.19)

18356 (エス・ディー・エス)，18357 (日本モンサント)
 公園・庭園・提とう・駐車場・道路・運動場・のり面・
 宅地・鉄道敷等：一年生及び多年生雑草：雑草生育
 期：3 回以内：雑草茎葉散布

『その他』

ビスヒドロキシエチルデシルアミン剤

ビスヒドロキシエチルデシルアミン 6.0%

ナメシート (5.5.19)

18361 (住友化学)，18362 (アグロス)

果樹及び鉢物 (花き・花木類等)：ナメクジ類・カタツ
 ムリ類：発生初期

新 刊 紹 介

『原色作物ウイルス病事典』

土崎常男，栃原比呂志，亀谷満朗，柳瀬春夫編

A5 判 738 頁

全国農村教育協会

我が国最初の本格的な原色作物ウイルス病事典がこの
 度，全国農村教育協会から発刊になった。

植物ウイルス病研究の各分野での第一人者，土崎，栃
 原，亀谷，柳瀬の 4 博士を編者とし，それぞれのウイル
 ス病を直接手掛けられた精鋭 25 人を執筆者として，さら
 に専門家 58 人の提供された病徴写真から本書は編纂さ
 れ，現在の植物ウイルス病学の叢書を結集した事典である。

本書は食用作物，特用作物，牧草，芝草，野菜類，草
 花，果樹および鑑賞樹木の全作物 221 種に発生する 699
 種余のウイルス病・ウィロイド病について，鮮明な病徴

写真 354 点余を原色口絵とし，各ウイルス病について詳
 細に記述されている。付録に植物ウイルスグループの諸
 性質一覧，ウイルスグループ別粒子の電顕写真，植物ウ
 イルスの伝染，診断法および防除法等がまとめてあり，
 さらに巻末にはウイルス和名，英名，および寄生植物和
 名の索引があり，本書を使い易く配慮されている。

本論では作物ごとに病原ウイルスの粒子形態，伝染方
 法などが表示され，診断法として抗血清や判別植物につ
 いても総括的に説明されている。また，各ウイルス病に
 ついては，病徴と被害，自然感染植物，発生状況，病原
 ウイルスの諸性質，伝染源と伝染方法，診断法および防
 除法が丁寧に記述されている。

本書は専門的な事典であるのに，専門外の方にも分か
 り易く記述されており，植物ウイルス病学を志す人達ば
 かりでなく，広く農学に携わる人々にも是非おすすめし
 たい事典である。(北海道大学農学部 木村 郁夫)

主 な 次 号 予 告

次 8 月号は，下記原稿を掲載する予定です。

特集：土壤微生物と農薬

土壤の微生物と農薬との関係をめぐる最近の研究
 動向——国際シンポジウム(スウェーデン，1992)
 から—— 佐藤 匠
 農薬の環境影響指標生物としての土壤微生物

山本 広基

農薬連用土壌における微生物相の変動 片山 新太
 ピレスロイド光学異性体の微生物分解 坂田 信似

感染生理研究の展望

奥 八郎

イネ褐条病の発生生態と防除

内田 育生

近年の農業における殺菌混合剤の利用 上杉 康彦

植物防疫基礎講座

多重比較法とその選び方(1)

——多重比較否定論——

山村 光司

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(3)

——イネばか苗病菌——

入江和己・井上幸次

定期購読者以外のお申込みは至急前金にて本会へ

定価 1 部 700 円 送料 51 円

紹介

新登録農薬

「殺虫剤」

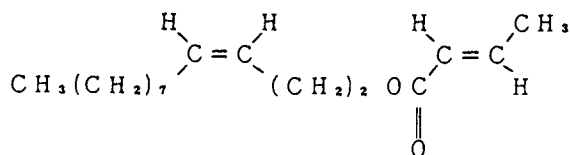
MEP・スウィートビルア油剤 (3.12.25 登録)

本剤は、アリモドキゾウムシ雄成虫の誘引を目的として開発された性フェロモン剤のスウィートビルアと、殺虫剤 MEP との混合剤であり、アリモドキゾウムシの誘殺に用いる。

商品名：アリモドキコール

成分・性状：製剤は 0, 0-ジメチル-0-(3-メチル-4-ニトロフェニル)チオホスフェート 5.0%, (Z)-3-ドデセニルニ(E)-2-プテノアートを 0.0010% を含む淡黄色澄明油状液体である。スウィートビルアの純品は無色もしくは淡黄色透明油状液体で、比重：0.880～0.881(25℃)、沸点：162～165℃、蒸気圧： 6.3×10^{-5} mmHg、溶解度：水、DMSO、に不溶、ヘキサン、メタノールには任意の割合で溶解する。

構造式 スウィートビルア



適用作物 使用目的及び使用方法：第 1 表参照

使用上の注意事項

①本剤の使用当って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。

②テックス板は 6 cm×6 cm×9 mm 程度のものを用い、テックス板 1 枚当り、本剤を約 10 g 含浸させて使用すること。

③アリモドキゾウムシの加害作物であるかんしょ圃場だけでなく、それを含むできるだけ広範な地域で使用する事が望ましい。

④誘殺板等は必ず 1 枚ごとに危険物であることを表

第 1 表 MEP・スウィートビルア油剤

適用場合	適用作物	適用害虫名	使用回数	使用量	使用 方法
アリモドキゾウムシ発生地域	かんしょ	アリモドキゾウムシ	5～6 回	30～50g/ha	本剤をテックス板に吸収させて、発生地域に 1 ha 当たり、3～5 個定点配置する。

示し、また防除地域内の住民が誘殺板等にさわったり、持ち去ることがないように注意を周知させること。

⑤子供が遊ぶ場所等には、誘殺板を配置しないこと。

⑥誘殺板等は、約 1～3 ヶ月間隔で新しいものと取換えること。

⑦害虫の生息密度など防除地域の状況に応じて適宜増減すること。

⑧鹿等の生息する地域では、これら動物の誤食を防ぐ

為に、誘殺板を金属性等の網に包んで設置すること。

毒性：(急性毒性) 普通物

①誤飲などのないよう注意すること。

誤って飲み込んだ場合には吐き出させ、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直ちに医師の手当を受けること。

②有機リン剤の解毒剤としては硫酸アトロピン製剤または PAM 製剤がある。

③本剤は眼に対して弱い刺激性があるので眼に入らないよう注意すること。

眼に入った場合には直ちに水洗すること。

④使用の際は手袋、長ズボン・長袖の作業衣などを着用すること。

また薬剤に直接触れたりしないよう注意し、作業後は手足、顔などを石けんでよく洗い、うがいすること。

⑤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) A 類

「除草剤」

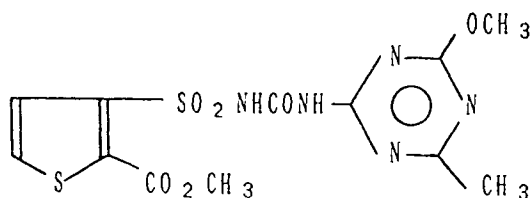
チフェンスルフロンメチル水和剤 (4.4.1 登録)

本剤は、一年生広葉雑草の他、一年生イネ科雑草であるスズメノテッポウに特異的に有効な茎葉処理除草剤である。作用機構は主として雑草の茎葉から吸収され、雑草の細胞分裂を阻害することにより生育を停止させ、枯死させると考えられている。

商品名：ハーモニー 75DF 水和剤

成分・性状：製剤は、メチル=3-(4-メトキシ-6-メチル-1,3,5-トリアジン-2-イルカルバモイルスルファモイル)-2-テノアートを 75.0% 含む淡かっ色微粒及び細粒である。純品は、白色結晶状固体で無臭、比重 1.49 g/ml (21±2℃)、融点 176～178℃、蒸気圧 1.3×10^{-10} mmHg (25℃)、溶解度 (25℃) 水 0.23 mg/ml (pH 5)、6.9 mg/ml (pH 7)、8.9 mg/ml (pH 8.4)、アセトン 11.9 mg/ml、アセトニトリル 7.3 mg/ml、エタノール 0.9 mg/ml、エチルアセテート 2.6 mg/ml、ヘキサン 0.1 mg/ml、メタノール 2.6 mg/ml、メチレンクロライド 27.5 mg/ml、キシレン 0.2 mg/ml、分配係数(n-オクタノール/水)：0.027(log k_{ow} = -1.569)：pH 7、安定性：アルカリ安定、酸不安定

(構造式) チフェンスルフロンメチル



適用作物：使用目的及び使用方法 第 2 表参照

使用上の注意事項

1. 所定量の薬剤を所定量の水に加え、よくかき混ぜてから均一に散布すること。

2. 調製した薬液は速やかに使用すること。

3. 単用処理の場合は、10 アール当たり 7.5～10 g の使用が望ましい。
4. 体系処理の場合は、土壌処理剤との体系で使用すること。
5. 本剤は麦の 4 葉期から節間伸長前まで（但し、スズ

第 2 表 チフェンスルフロンメチル

作物名	適用雑草名	使用時間	10 アール当り 使 用 量		適 用 土 壤	適用地帯	本 剤 及 び チフェンスルフロンメチル を含む農薬の 総使用回数	使用 方法
			薬 量 (g)	希釈水 量 (ℓ)				
小麦 — 大麦	畑地一年生 広葉雑草 及び スズメノテッポウ	麦 4 葉期～ 節間伸長前 但し スズメノテッポウ 5 葉期まで	5～10	100	砂壤土 ～ 塩土	関東・東山 東海	1 回	茎葉散布
					壤土 ～ 塩土	近畿以西 北陸・関東 東山・東海 近畿・中国 四国		
					塩壤土 ～ 塩土	九州		

メノテッポウ 5 葉期まで）に時期を失しないように散布すること。

6. 散布直後に降雨が予想される場合は使用を避けること。
7. 散布液の飛散や流出によって有用植物に薬害が生ずることのないように十分注意して散布すること。
8. 本剤散布に用いた器具類は、タンクやホース内に薬液が残らないよう使用後できるだけ早く水でよく洗浄し、他の用途に使用する場合は、薬害の原因にならないように注意すること。
9. 散布器具や容器の洗浄水及び残りの薬液は河川等に流さず、空袋等は焼却により環境に影響を与えないよう安全に処理すること。
10. 本剤の使用に当っては、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

- 本剤は眼に対して刺激性があるので、眼に入らないよう注意すること。
 - 眼に入った場合には直ちに水洗し、眼科医の手当を受けること。
 - 使用後は洗眼すること。
- 魚毒性 A 類

「殺虫剤」

イミダクロプリド水和剤 (4.11.4 登録)

本剤は、日本バイエルアグロケム株式会社によって開発された、全く新しいタイプの系統に属する殺虫剤である。作用機構は昆虫の神経細胞シナプス後膜のアセチルコリンリセプターに作用し、神経刺激の伝達を遮断し殺虫活性を示す。

商品名：アドマイヤー水和剤

成分・性状：製剤は 1-(6-クロロ-3-ピリジルメチル)-N-ニトロイミダゾリジン-2-イリデンアミン 10.0% を含有する類白色水和性粉末である。純品は無色結晶で、比重 1.542 (20℃)、融点 143.8℃ (安定形)、蒸気圧 2×10⁻⁷ Pa (20℃)、溶解度 (g/l, 20℃) 水 0.51、ヘキサン 0.1 以下、アセトン 20～50、トルエン 0.5～1、2-プロパノール 1～2、ジメチルスルホキシド 200 以上、アセトニトリル 20～50、ジクロロメタン 50～100、メタノール 10 である。
(構造式)

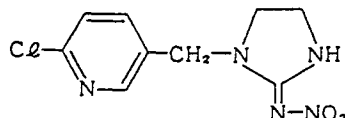


表-3 イミダクロプリド水和剤 (アドマイヤー水和剤)

作物名	適用害虫名	希釈倍数(倍)	散布量	使用時期	本剤及びイミダクロ プリドを含む農薬の 総使用回数	使用方法	
りんご	アブラムシ類 キンモンホソガ ギンモンハモグリガ	1,000	200～700 l/10 a	収穫 21 日前まで	2 回以内	散布	
なし	アブラムシ類	1,000～2,000		収穫 30 日前まで			
もも				収穫 30 日前まで			
ぶどう	チャノキイロアザミウマ	1,000～2,000		150～300 l/10 a			収穫 14 日前まで
	フタテンヒメヨコバイ	1,000					
ばれいしょ	アブラムシ類	1,000	150～300 l/10 a	収穫 14 日前まで	3 回以内(定植後は 2 回以内)		
なす	アブラムシ類 ミナミキイロアザミウマ	2,000					

表-4 イミダクロプリド粉剤 (アドマイヤー粉剤 DL)

作物名	適用害虫名	10 アール 当り 使用量	使用時期	本剤及び イミダク ロプリド を含む農 薬の総使 用回数	使用方法
稲	ツマグロ ヨコバイ ウンカ類	3~4 kg	収穫 21 日 前 ま で	3 回以内 (本田で は 2 回以 内)	散布

表-5 イミダクロプリド粒剤 (アドマイヤー-1 粒剤)

作物名	適用害虫名	10 アール 当り 使用量	使用時期	本剤及び イミダク ロプリド を含む農 薬の総使 用回数	使用方法
稲	ツマグロヨ コバイ ウンカ類	3 kg	収穫 80 日 前 ま で	3 回以内 (本田で は 2 回以 内)	散布
きゅうり	アブラムシ 類	1 株 当 り 1~ 2 g	定植時	1 回	植穴又は 株元土壤 混和
なす	ミナミキイ ロアザミウ マ			3 回以内 (定植後 は 2 回以 内)	
だいこん	アブラムシ 類	6 kg	播種時	1 回	播溝土壤 混和

表-6 イミダクロプリド粒剤 (アドマイヤー箱粒剤)

作物名	適用害虫名	10 アール 当り 使用量	使用時期	本剤及び イミダク ロプリド を含む農 薬の総使 用回数	使用方法
稲 (箱育苗)	ツマグロ ヨコバイ ウンカ類 イネミズ ゾウムシ	育苗箱 (30× 60×3 cm, 使 用土壤 約 5 l) 1 箱 当 り 50~ 80 g	移 植 2 日 前 ~ 移 植 当 日	3 回以内 (本田で は 2 回以 内)	本剤の所 定量を育 苗箱の上 から均一 に散布す る
	イネドロオ イムシ	1 箱 当 り 50 g			

適用作物・適用害虫名及び使用方法：表-3 参照

使用上の注意事項：

① ネクタリンでは品種により、葉に薬害を生じる場合があるので注意すること。

② 蚕に対して長期間毒性があるので、絶対に桑葉にかからないようにすること。

③ 散布量は対象作物の生育段階、栽培形態及び散布方法に合わせ調節すること。

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虫害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) 医薬用外劇物

① 取り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ださせ、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、直ちに医師の手当を受けること。

② 粉末は眼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眼に入らないよう注意すること。眼に入った場合には直ちに水洗し、眼科医の手当を受けること。

③ 本剤は皮膚に対して弱い刺激性があるので皮膚に付着しないよう注意すること。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 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。

(魚毒性) A 類

「殺虫剤」

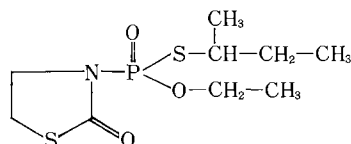
ホスチアゼート粒剤 (4.4.1 登録)

本剤は、石原産業(株)が開発した、有機リン酸アミド系殺虫剤である。作用機構は、有機リン系殺虫剤と同じく、標的生物の神経系のアセチルコリンエステラーゼ活性阻害による運動性の麻痺、行動異常を誘発することにより、殺虫効果を示すものと考えられている。

商品名：ネマトリン粒剤

成分・性状：製剤は(RS)-S-sec-ブチル=O-エチル=2-オキソ-1,3-チアゾリジン-3-イルホスホノチオアートを1.0%含む類白色細粒である。純品は淡褐色液体で、弱いメルカプタン臭を発生し、比重：1,240(20°C)、pH：4.16、沸点：198°C/0.5mmHg、蒸気圧(25°C)、 5.6×10^{-4} Pa、溶解度(20°C)：水 9.85g/l、n-ヘキサン 15.14g/l、N-メチルピロリドン、イソプロピルアルコール及びキシレンに任意に溶解、熱：定温で安定、酸、アルカリ性：安定、光：安定。

(構造式) ホスチアゼート

分子式：C₉H₁₈NO₃PS₂

分子量：283.35

適用作物・使用目的及び使用方法：第7表参照

使用上の注意事項

① きゅうり、トマト、なすに使用する場合は、所定量の薬剤を圃場全面に均一に散布し、土壤中に均等に分布するようによく混和すること。

② たばこに使用する場合は、畦立前に作条に散布し、土壌と十分に混和すること。

③ 散布が不均一だったり、混和が不十分だと効果不足や被害を生じることがあるので注意すること。

④ きゅうり、トマト、なすでは定植時展開葉に軽微な被害を生じることがあるが、その後の展開葉及び生育には特に影響はない。

表-7 ホスチアゼート粒剤(ネマトリン)

作物名	適用害虫名	10 アール 当り 使用量	使用時期	本剤及びホスチアゼートを含む農業の総使用回数	使用方法
きゅうり	ネコブセンチュウ	20~30 kg	播種前 又は 定植前	1 回	全面処理 土壌混和
トマト			定植前		
なす		30~40 kg	定植 30 日 前まで		作条処理 土壌混和
たばこ					

⑤ 蚕に対して、長期間毒性があるので、桑園に飛散しないように注意すること

⑥ 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)医薬用外劇物(ただし1%以下を含有する製剤は劇物より指定除外)

① 取扱いは十分注意すること。誤って飲みこんだ場合には吐き出させ、直ちに医師の手当を受けさせること。本剤使用中に異常を感じた場合には、直ちに医師の手当を受けること。

② 本剤の解毒剤としては動物実験で硫酸アトロピン製剤が有効であると報告されている。

③ 本剤は眼に対して刺激性があるので、眼に入らないよう注意すること。眼に入った場合は直ちに水洗し、眼科医の手当を受けること。

④ 散布の際は、保護眼鏡、農業用マスク、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注意し、作業後は直ちに手足、顔などを石けんでよく洗い、洗眼・うがいをするともに衣服を交換すること。

⑤ 作業時に着用していた衣服等は、他のものとは分けて洗濯すること。

⑥ 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：A 類

『殺菌剤』

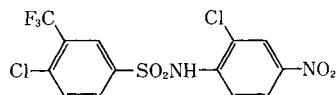
フルスルファミド粉剤 (4.11.4 登録)

本剤は、三井東圧化学(株)があぶらな科野菜の根こぶ病を対象に開発した殺菌剤である。作用機構は、根こぶ病菌の根毛感染である第一次感染過程をある程度抑制する一方、その後の第二次感染過程により強く作用して根こぶ病を防除するものと考えられている。

商品名：ネビジン粉剤

成分・性状：製剤は2',4'-ジクロロ- α , α , α -トリフルオロ-4'-ニトロ-m-トルエンスルホンアニリドを0.30%含む淡黄色粉末である。純品は淡黄色結晶性粉末で、比重1.739(23°C)、融点170.0~171.5°C、蒸気圧5.93×10⁻⁹ mmHg(25°C)、溶解度(25°C)2.9 ppm、アセトン31.4 g/100 g、メタノール2.4 g/100 g、エタノール1.1 g/100 g、クロロホルム1.7 g/100 g、n-ヘキサン0.05 g/100 g、ベンゼン0.92 g/100 g、熱には80°Cで安定、酸には安定、アルカリにはほぼ安定、光には安定である。

(構造式) フルスルファミド



適用作物・使用目的及び使用方法：表-8 参照

使用上の注意事項

① 本剤の所定量を作条または全面に散布し、土壌とよく混和した後、播種または定植すること。

② 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。

毒性：(急性毒性)普通物

① 取扱い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、直ちに医師の手当てを受けさせること。

本剤使用中に身体に異常を感じた場合には直ちに医師の手当てを受けること。

表-8 ネビジン粉剤

作物名	適用病害名	10 アール 当り 使用量	使用時期	本剤及びフルスルファミドを含む農業の総使用回数	使用方法
キャベツ はくさい ブロッコリー のぎわな なばな	根こぶ病	20 kg~ 30 kg	播種または定植前	1 回	全面 土壌混和
		20 kg			作条 土壌混和
		30 kg			全面 土壌混和
かぶ		20 kg			作条 土壌混和

② 本剤による中毒（けいれん）の治療法としては動物実験でメトカルバモール製剤の投与が有効であると報告されている。

③ 本剤は眼に対して刺激性があるので眼に入らないよう注意すること。眼に入った場合には直ちに水洗し、眼科医の手当てを受けること。

④ 散布の際は防護マスク、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注意し、作業後は手足、顔などを石せんでよく洗い、洗眼・うがいをするとともに衣服を交換すること。

（魚毒性）C 類

① 本剤は魚介類に強い影響を及ぼすので、河川、湖沼、海域及び養魚池等に本剤が飛散、流入するおそれのある場所では使用しないこと。

② 散布器具、容器の洗浄水は河川等に流さず、容器、空き袋等は、焼却等により、魚介類に影響を与えないよう安全に処理すること。

『殺虫剤』

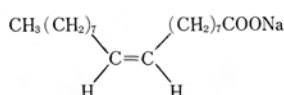
オレイン酸ナトリウム液剤（4.12.22 登録）

本剤は、大塚化学（株）が開発した殺虫剤である。作用機構は、界面活性作用により、昆虫の呼吸口である気門を被覆し、窒息死をもたらす物理的な作用と考えられる。

商品名：オレート液剤

成分・性状：製剤はオレイン酸ナトリウムを 20.0 % 含む淡黄色澄明液体である。純品は無色あるいは黄色粉末で、融点 235℃、溶解度、水 100 g/l (20℃)、アセトン 0.158 g/l (25℃)、メタノール 98 g/l (25℃)、エタノール 12.7 g/l (25℃)。熱には比較的安定、酸性で不安定、アルカリ性では安定、また、光には比較的安定である。

（構造式）オレイン酸ナトリウム



適用作物・使用目的及び使用方法：表-9 参照
使用上の注意事項：

① 本葉 6～7 枚期までの散布は薬害の出るおそれがあるのでさけること。

② 高温時の散布は薬害の生ずるおそれがあるのでさけること。

表-9 オレート液剤

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用時期	本剤及びオレイン酸ナトリウムを含む農薬の総使用回数	使用方法
きゅうり	ワタアブラムシ	60 倍	発生初期～収穫前日まで	5 回以内	散布

けること。

③ 散布直後の降雨は効果を減ずるので、天候を見きわめてから散布すること。

④ 本剤はアルカリ性剤のため、他の薬剤との混用または近接散布には注意すること。

⑤ 本剤は、アブラムシ類の発生が多い場合は効果が十分に発揮されないこともあるので、5 日前後の間隔で連続散布することが望ましい。

⑥ 薬害のおそれがあるので、周辺の作物にかからないように注意すること。

⑦ 本剤の使用に当たっては、使用量、使用時期、使用方法など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。

毒性：（急性毒性）普通物

本剤は眼に対して刺激性があるので眼に入らないよう注意すること。眼に入った場合には直ちに水洗し、眼科医の手当てを受けること。使用後は洗眼すること。

（魚毒性）A 類

新しい「植物防疫」専用合本ファイル

本誌名金文字入・美麗装幀

本誌 B5 判 12 冊 1 年分が簡単にご自分で製本できる。

① 貴方の書棚を飾る美しい外観。 ② 穴もあけず糊も使わず合本できる。

③ 冊誌を傷めず保存できる。 ④ 中のいずれでも取外しが簡単にできる。

⑤ 製本費がはぶける。 ⑥ 表紙がビニールクロスになり丈夫になった。

改訂定価 1 部 720 円 送料 360 円

ご希望の方は現金・振替で直接本会へお申込み下さい。



中 央 だ よ り

○検疫対象重要病害虫特別対策事業検討会開催される

検疫対象重要病害虫特別対策事業検討会が、5月11日農林水産省共用会議室において、岩手県、静岡県、岐阜県、和歌山県、岡山県、福岡県などの事業実施15県の担当者、果樹試験場、植物防疫課、果樹花き課、関東・中国四国農政局、横浜・名古屋・神戸・門司植物防疫所の担当官など計40名が参集して開催された。

米国向け温州みかんの輸出条件緩和対策については、静岡県、和歌山県、愛媛県、福岡県、佐賀県、長崎県及び熊本県から、落葉果樹(りんご、かき、ぶどう及び無袋なし)の新防除体系の確立については岩手県、山形県、福島県、栃木県、長野県、岐阜県、奈良県、岡山県及び福岡県から4年度事業成績及び5年度事業計画が報告され、活発な意見交換が行われた。

○環境保全型土壌病害虫防除技術確立事業検討会開催される

農水省植物防疫課は、平成5年5月27日に平成5年度より開始された環境保全型土壌病害虫防除技術確立事業の設計検討会を開催した。この事業は、一般的に発生程度の予測が困難で、発生後の防除が困難なことから、予防的防除が励行されている土壌病害虫について、簡易な診断法と密度推定法を確立するとともに、土壌処理剤によらない、太陽熱消毒や対抗植物といった防除法や低抗性品種、輪作体系による被害回避法を確立することを目的とするものである。会議には、植物防疫課担当官、農研センター担当官、事業参加の11府県の担当者が参加し、平成5年度の試験計画について、熱心な検討がなされた。

○高度防除技術推進特別対策事業検討会開催される

農水省植物防疫課は、平成5年5月19日に平成5年度の高度防除技術推進特別対策事業の計画検討会を開催した。検討項目は、平成5年度より新たに取り組む、「クリタマバチの天敵チュウゴクオナガコバチ」、「野菜の非病原性フザリウム」、「シバツトガ等の交信攪乱性フェロモン」の3テーマで、植物防疫課、果樹試験場、野菜・茶

業試験場、実施県の担当者が出席し、熱心な討議が行われた。

○防除多様化推進事業検討会開催される

農水省植物防疫課は、平成5年5月20日に防除多様化推進事業検討会を開催した。会議には、植物防疫課、農研センター、担当県の担当者が出席し、平成4年度の結果と平成5年度の計画について検討された。

被害程度をある程度許容した、要防除水準の設定及び効果的な防除方法を用いて農薬の使用量を節減する技術をめざしたもので、一部の県は本年度が最終年となる。

○農薬適正使用緊急対策事業検討会開催される

農水省植物防疫課は、平成5年5月28日に農薬適正使用緊急対策事業検討会を開催した。

この事業は、ゴルフ場における農薬の適正使用を推進するために、農薬安全使用要綱等の整備、病害虫・雑草の発生状況を調査した上での農薬安全防除指針の策定、農薬使用者に対する研修等による啓発を目的として、平成2年度から開始されたもので、本年度が最終年度となる。

○ミバエ類等特殊害虫防除に関する検討会開催される

ミバエ類等特殊害虫防除に関する検討会が、6月2日10時から農林水産省において開催され、鹿児島県、沖縄県、東京都、近畿大学、農業研究センター、農業環境技術研究所、九州農業試験場、蚕糸・昆虫農業技術研究所、熱帯農業研究センター、横浜・門司・那覇の各植物防疫所、沖縄開発庁、沖縄総合事務局、国土庁小笠原総合事務所、(社)農林水産航空協会及び植物防疫課の担当者が出席した。

会議では、八重山群島のウリミバエ根絶事業について、現在那覇植物防疫事務所による駆除確認調査が実施されており、本年秋にも根絶が達成される見込みであることが報告された後、①平成4年度ミバエ類防除事業の実施状況、②平成5年度ミバエ類防除事業の実施計画、③アフリカマイマイの防除及び調査研究、④アリモドキゾウムシ、イモゾウムシ等の根絶技術確立事業について検討が行われ、特に、アリモドキゾウムシ等の研究について、活発な意見交換が行われた。

植 物 防 疫

平成 5 年

7 月 号

(毎月1回1日発行)

＝ 禁 転 載 ＝

第 47 卷

第 7 号

平成 5 年 6 月 25 日印刷

平成 5 年 7 月 1 日発行

編 集 人 植物防疫編集委員会

発 行 人 岩 本 毅

印 刷 所 三 美 印 刷 (株)

東京都荒川区西日暮里 5-9-8

定価 700 円 送料 51 円
(本体 680 円)

平成 5 年分
前金購読料 7,800 円
後払購読料 8,400 円
(共に千サービス、消費税込み)

— 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) 3944-1561~6 番
振 替 東京 1 - 1 7 7 8 6 7 番

しつこい害虫も即OK!

ミナミキイロアザミウマ、コナガ、ネギハモグリバエ等

難防除害虫に卓効!

オンコル[®]粒剤5

特長

- 1 浸透移行性：速やかに浸透移行し、植物全体を害虫から守ります。
- 2 残効性：残効期間が長いので、薬剤散布回数を減らすことができます。
- 3 広い殺虫スペクトル：広範囲の害虫に効果を示し、一剤で同時防除が出来ます。

※新たにキスジノミハムシ、アオムシ、アブラムシ等の害虫にも、登録が拡大され更に使い易くなっております。

いじりたな!!
物々々



大塚化学株式会社

大阪市中央区大手通3-2-27
農薬部 / Tel.06(946)6241



効きめ、速攻……。
環境にやさしい……。



茶のカンザワハダニ防除に…

MILBEKNOCK

ミルベノック^{*}
乳剤



三共株式会社
東京都中央区銀座2-7-12 千104
農薬開発普及部

ニコッ。ハハッ。ウフフッめ明日へ。



(除草剤) MO粒剤・9・ショウロンM粒剤・シンザン粒剤

(殺虫剤) トレボン粒剤・トレボン粉剤DL・トレボン乳剤・トレボン水和剤・トレボンエアー
トレボンサーフ・オフナックM粉剤DL

(殺菌剤) ネビジン粉剤 (殺虫・殺菌剤) ドロクロール・クロールピクリン



地球サイズで考えて

三井東圧化学

東京都千代田区霞が関3-2-5
TEL 03 (3592) 4616

頼・り・に・な・り・ま・す

ベフラン[®]

液剤25
塗布剤3

ディクタジン[®]
塗布剤

- 耐性菌に対して有効で、すぐれた予防効果・残効性があります。
- 経済的で使い易く、殺虫剤との混用が可能です。



- 大切な梨を胴枯病から守ります。
- 固着性・残効性もバツグンです。



ベフラン普及会
クミアイ化学工業株式会社・三共株式会社・八洲化学工業株式会社・サンケイ化学株式会社
事務局 **大日本インキ化学工業株式会社**
東京都中央区日本橋3-7-20 ☎03 (5203) 7870

CIBA—GEIGY

研究の伝統に生きる



水稲殺菌剤

- コラトップ®粒剤5
- フジトップ®粒剤

園芸殺菌剤

- リドミル®MZ水和剤
- リドミル®銅水和剤
- リドミル®粒剤2
- リミドル®モンカット®粉剤

畑作殺菌剤

- チルト®乳剤25

水稲除草剤

- ソルネット®粒剤
- バレージ®粒剤
- センテ®粒剤
- クサホープ®D粒剤
- ワンオール®粒剤
- ゴルボ®粒剤
- ライザー®粒剤
- アピロサン®粒剤
- ワイダー®粒剤
- クサノック®粒剤
- シメトリン混合剤

畑作除草剤

- デュアル®乳剤
- ゲザノン®フロアブル
- コダール®水和剤・細粒剤F
- シマジン®水和剤・粒剤
- ゲザプリム®水和剤・フロアブル
- ゲザバックス®乳剤・粒剤
- ゲザガード®粒剤・水和剤

殺虫剤

- エンセダン®乳剤
- スプラサイド®乳剤・水和剤
- エイカロール®乳剤
- ダイアジノン®乳剤・粒剤・水和剤

日本チバガイギー株式会社

アグロテック事業部 千105 東京都港区浜松町2-4-1 (世界貿易センタービル34F) ☎03-3435-5252

®=登録商標

KIORITZ
ECHO

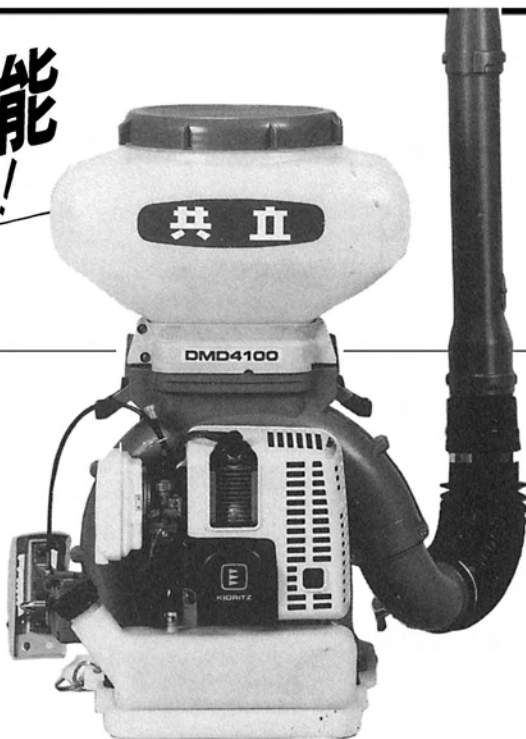
なにより軽量で高性能
精度の高いセレクトシャッターで新登場!

共立背負動力散布機にニューフェイスの登場です。低振動・低騒音の小型軽量39.7ccエンジンを搭載、あわせて随所に新素材の採用で9.8kgとより軽量化に成功しました。粉剤から粒状肥料、除草剤まで安定した散布量が得られるセレクトシャッターと一度シャッターレバー開度を決めると目盛りを見ることなく開度規制ができるストッパー付です。また、信頼性の高い循環式フロートキャブの採用で始動性も一段と向上、キャブのトラブルもありません。また一歩、背負動散を進化させたDMD4100-F13。ぜひお確かめください。

共立背負動力散布機

DMD4100-F13

●エンジン排気量：39.7cc ●重量：9.8kg ●薬剤タンク容量：13ℓ ●肥料噴頭付



株式
会社

共立



共立エコー物産株式会社

千198 東京都青梅市末広町1-7-2
☎0428-32-6181(代)

**正確・迅速をモットーに
時代のニーズにお応えします。**

業 務 内 容

●依頼分析

植栽地、緑地-----植栽地土壌、客土の物理性、化学性分析
 考古学分野-----遺跡土壌などの化学分析
 農耕地・その他の土壌---土壌の物理性、化学性分析
 植物体分析-----植物体の無機成分分析
 肥料分析-----植物質、動物質、無機質肥料の分析
 土壌汚染-----土壌汚染物質の分析
 その他、水質、産業廃棄物の分析は、その都度ご相談に応じます。

●土壌調査および植生テスト

依頼分析のための土壌調査、採取、および活性汚泥、産業廃棄物に係わる植生テストなどもご相談に応じます。

パリオ・サーヴェイ株式会社

地質調査業者
計量証明事業

質 80-982
環 第17号

本 社 〒103 東京都中央区日本橋室町2-1-1三井ビル
 TEL 03(3241)4566 FAX 03(3241)4597
 研究所 〒375 群馬県藤岡市岡之郷戸崎559-3
 TEL 0274(42)8129 FAX 0274(42)7950

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

—— 1992 年版 ——

B 6判 704 ページ

定価 5,200 円 送料 サービス
 (本体 5,049 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
 3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

—1991年版—5,000円 送料380円
 —1990年版—4,600円 送料380円
 —1989年版—4,400円 送料380円
 —1987年版—4,223円 送料380円
 —1986年版—4,223円 送料380円
 —1985年版—4,017円 送料380円
 —1983年版—3,296円 送料310円
 —1963～82, 84年版—一品切絶版

※定価は税込価格です。

お申込みは前金（現金・小為替・振替）で本会へ

★ 日産化学

奏でるのは、
実りの前奏曲。
プレリュード



- 優れた抗菌力で、馬鹿苗病、ごま葉枯病、いもち病を同時に防除します。
- 低温時でも安定した消毒効果を示し、他剤の耐性菌にも高い効果があります。
- 乳剤なので薬剤の均一性が高く、攪拌の必要がありません。
- 種粒への吸着(浸透)に優れているので、消毒後は風乾せずに浸種できます。

適用病害と使用方法

作物名	適用病害虫	希釈倍数	使用時期	本剤及びブクロラズを含む農薬の総使用回数	使用方法
稲	いもち病	1,000倍	浸種前	1回	24時間 種子浸漬
	ばか苗病	100倍			10分間 種子浸漬
	ごま葉枯病	40倍 乾燥種粒1kg当り希釈液30ml			吹付け処理(種子消毒機使用)又は塗抹処理

実りのプレリュード・種子消毒剤



スポルタック® 乳剤

●ブクロラズ-25% SPORITAK®

R はシェーリングアングロミカルズリミテッド(英国)の登録商標

社団法人 日本植物防疫協会の発行図書

日本農薬学会 農薬製剤・施用法研究会編集の
農薬関係技術解説書

「農薬の製剤技術と基礎」 B5判 192頁
定価 3,399円(本体 3,300円)送料 310円

「農薬の散布と付着」 B5判 170頁
定価 3,400円(本体 3,301円)送料 310円

農薬要覧 1992年版 (平成3農薬年度分)
農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修
B6判 704頁
定価 5,200円(本体 5,049円)送料サービス

農薬ハンドブック 1992年版
同書編集委員会 編
A5判 750頁
定価 5,500円(本体 5,340円) 送料 380円

農薬適用一覧表 1992年版
(平成4年9月30日現在)
農林水産省農薬検査所 監修
A5判 462頁
定価 2,800円(本体 2,719円) 送料 380円

農薬概説 改訂版—農薬取扱業者研修テキスト—
農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修
植物防疫全国協議会 編集
B5判 210頁
定価 1,500円(本体 1,456円) 送料 310円

農薬科学用語辞典
同書編集委員会 編
A5判 頁・定価等未定(5年秋刊行予定)
掲載用語 3,000語以上

応用植物病理学用語集
濱屋 悦次 編著
B6判 506頁
定価 4,800円(本体 4,660円) 送料 380円

日本有用植物病名目録
日本植物病理学会 編
第3巻(果樹) B6判 190頁
定価 2,369円(本体 2,300円) 送料 240円
第4巻(針葉樹・竹笹) B6判 232頁
定価 3,605円(本体 3,500円) 送料 310円
第5巻(広葉樹) B6判 504頁
定価 4,017円(本体 3,900円) 送料 380円

月刊雑誌「植物防疫」

(平成5年 Vol.47)1~12月号
前金購読料 7,800円(税込, 送料込み)
後払購読料 8,400円(税込, 送料込み)
1冊(Vol.46,47)定価 700円 送料 51円

植物防疫講座 第2版(全3巻:B5判)
同書編集委員会 編
病 害 編(356頁)
害虫・有害動物編(335頁)
農 薬・行政編(362頁)
各巻定価 3,200円(本体 3,107円)送料サービス
全3巻セット 9,000円(直販のみ)

ひと目でわかる果樹の病害虫
(全3巻シリーズ)

No.1 ミカン・ビワ・キウイ
B5判 176頁 カラー写真 562点
No.2 ナシ・ブドウ・カキ・クリ・イチジク
B5判 頁・定価等未定(5年夏刊行予定)
No.3 リンゴ・核果類等
B5判 頁・定価等未定(6年夏刊行予定)

芝草病害虫・雑草防除の手引
芝草農薬研究会 編
A5判 本文 256頁 口絵 40頁
定価 3,500円(本体 3,398円)送料 380円

昆虫の飼育法
湯嶋 健・釜野静也・玉木佳男 共編
B5判 400頁
定価 12,000円(本体 11,650円) 送料サービス

農林有害動物・昆虫名鑑
日本応用動物昆虫学会 監修
A5判 379頁
定価 3,399円(本体 3,300円)送料 380円

性フェロモン剤等使用の手引
同書編集委員会 編
B5判 本文 86頁(内カラー 4頁)
定価 1,800円(本体 1,748円)送料

上記図書のご注文は、お近くの書店に申し込まれるか、直接当協会出版部までお申し付け下さい。
〒170 東京都豊島区駒込1-43-11 TEL(03)3944-1561
郵便振替口座：東京1-177867番 EAX(03)3944-2103

ラウンドアップ専用ノズルなら、

散布量は

$\frac{1}{4}$

ラウンドアップ™

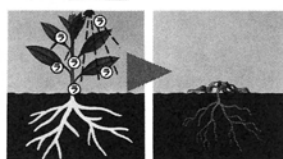
出方が
ちがう

泡状で出るの
で飛散が
ない。

つき方が
ちがう

かけ跡が
白く見えて
楽。

ラウンドアップは、
雑草の一部につくと根まで
移行して全体を枯らします。



だからちょっとついただけで充分なのです。
この性質を利用したのが
少量散布法です。



ラウンドアップ
®米国モンサント社登録商標

ラウンドアップ普及会 事務局 日本モンサント株式会社 〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1(国際ビル) Tel.(03)3287-1254

●詳しい資料をご希望の方は、ハガキに資料請求券を貼って上記までご請求ください。

資料請求券
1-1補助

もうすぐ

モンカットの日

紋枯病の損害は甚大です。

——被害に遇う前に——

すぐれた耐雨性、紋枯病に治療・予防の相乗効果
各種の剤型や多用途混合剤が豊富にあります

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



おいしい笑顔の応援団
 人と畑と安心農薬。アグロ・カネショウがお手伝い。



連作障害を

シャット・アウト!!

刺激が少なく、安心して使用できる
 土壌消毒剤



® バスアミド 微粒剤

®ドイツ国BASF社の登録商標で、
 本剤は同社で製造されたものです。

バスアミドはオゾン層にやさしい土壌消毒剤です。



アグロ・カネショウ株式会社
 東京都千代田区丸の内3-1-1

長い効きめ、高い効果

クミアイ

アドマイヤー®

箱粒剤 水和剤

①粒剤 粉剤DL



アドマイヤーは、まったく新しい系統の殺虫剤で、水稻の初期害虫～ウンカ類まで、長期間防除効果を持続します。野菜・果樹ではアブラムシ類やスリップス類などの難防除害虫にも高い効果を発揮します。



JAグループ

農協



経済連

商標登録済



自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社

本社：東京都台東区池之端1-4-26 電話110-91 TEL03-3822-5130

昭和五十四年九月十五日
平成五年九月十五日
発行部（植物防疫）
三（毎月）
回（第四十七卷）
物（第七号）
認（行）
可

— 抵抗性誘導型殺菌剤 —

ORYZEMATE

Since 1975

いもち病防除剤の
トップランナー

予防にまさる
防除なし!!



葉いもち、穂いもち、白葉枯病、もみ枯細菌病を完全に抑える!!

オリゼメート粒剤

オリゼメート粒剤普及会

北興化学工業(株)・明治製菓(株)

〈事務局〉明治製菓／東京都中央区京橋2-4-16

定価 七〇〇円（本体六八〇円）（送料五一円）