

病虫害侵入警戒調査とその対応

横浜植物防疫所 渡久地 章 男
門司植物防疫所 末 吉 澄 隆

1. はじめに

我が国に輸入される植物は、輸送技術の発達、船舶や航空機の大型化、食生活の多様化、生活に潤いを求める考え方を反映して種類、数量ともに増え続けている。特に、輸送中の鮮度保持技術の進歩等により、多種多様な植物類が数多くの諸外国から新鮮な状態で大量に運ばれて来るようになってきた。また、海外旅行者の増加により果実類をはじめとした植物の携帯輸入も種類、数量とも増えている。これらの植物に付着している病虫害の活性は高く、その侵入の危険性は一層高まっているといえる。

一方、FAOにおいて病虫害の危険度評価（PRA: Pest Risk Analysis）の実施手順であるPRAガイドラインが承認されたことから、病虫害の危険度に応じた検疫措置を決定するとともに、より効果的、効率的な植物検疫を実施するため、植物防疫法の一部が改正され、平成9年4月1日に施行された。

植物防疫所では病虫害の侵入防止に向け、輸入植物検疫の実施についてさらに万全を期しているが、万が一病虫害が侵入した場合、早期に発見し、根絶を図ることが重要であることから、植物防疫所及び都道府県が分担してミバエ類等の病虫害を対象に侵入警戒調査を実施しているところである。植物防疫所が行う調査は「ミバエ類等侵入警戒調査実施要領」（昭和62年1月26日付け62農蚕第45号、農産園芸局長通達）に基づき、植物の輸入海空港や国際郵便局等において実施しているが、侵入警戒体制のさらなる強化を目的に、調査の効率化を図りながら対象病虫害を追加するための見直しが行われ、同要領が平成10年4月27日付けで改正された。

これに併せて、調査対象病虫害の簡易検索表等の実務参考資料を整備したので、侵入警戒調査の概要について侵入害虫への対応事例を含めて紹介し、参考に供したい。

2. 侵入警戒調査対象病虫害

対象病虫害は、幼虫が多く、果物や野菜の生果実を加害するミバエ類12種、さつまいもの重要害虫であるアリモドキゾウムシ、りんごやなしの重要病虫害であるコドリノガ及び火傷病菌となっている。対象の害虫は、生果実や生塊根を直接加害し、品質を著しく低下させるばかりでなく、国内の一部地域に発生してまん延防止のためにその寄主植物の移動が規制された場合、農業振興上の大きな阻害要因となる可能性が高い。特にミバエ類では寄主植物の種類が非常に多いことから、南西諸島や小笠原諸島では根絶が達成されるまで、域外に果物や果菜類を出荷出来ない状態が長く続いたことは記憶に新しいところである。

その一方、誘引剤を用いたトラップによる調査技術が確立されていることから、侵入警戒調査でミバエ類が早期発見され、定着をくい止めた事例も数多くある。今回追加されたアリモドキゾウムシも、南西諸島における根絶実証事業等での研究成果を踏まえてトラップによる調査を行うこととされた。

火傷病菌は、平成6年度から15府県が寄主植物の栽培ほ場において調査しているが、植物防疫所が港頭地

表1 侵入警戒調査対象病害虫、その寄主植物及び分布地域

対象病害虫	寄 主 植 物	分 布 地 域
チチュウカイミバエ	いちじく属、いんげん属、かき属、みかん科、なす科、ばら科等	中南米、中東、ヨーロッパ、アフリカ、オーストラリア、ハワイ等
ナ タ ー ル ミ バ エ	もも、柑橘類、なし、りんご、パパイヤ、アボカド、ネクタリン等	東南アフリカ
ミカンコミバエ種群	柑橘類、熱帯果樹、果菜類等	東南アジア、ハワイ、ミクロネシア等
モ モ ミ バ エ	もも、柑橘類、熱帯果樹類、りんご等及び果菜類の一部	東南アジア
ウ リ ミ バ エ	うり科、なす科植物等	東南アジア、ハワイ、ミクロネシア等
クインスランドミバエ	柑橘類、熱帯果樹類、もも、りんご、ぶどう、トマト、ピーマン等	オーストラリア、ソシエテ諸島、ニューカレドニア等
カ リ ブ ミ バ エ	柑橘類、熱帯果樹類、もも、ピーマン、トマト等	西インド諸島、米国フロリダ州
セイブオウトウミバエ	オウトウ及び近縁のさくら属植物	北米
マレーシアミバエ	とうがらし、なす、トマト等のなす科植物	東南アジア、ハワイ等
ミナミアメリカミバエ	もも、ばんじろう、せいようなし、ぶどう、オレンジ、かき、りんご等	北米、中米、南米
メ キ シ コ ミ バ エ	マンゴウ、柑橘類、もも等	北米、中米
リ ン ゴ ミ バ エ	りんご、あんず、もも、せいようなし等	北米
アリモドキゾウムシ	あさがお属、さつまいも属、ひるがお属の生塊根等	東南アジア、アフリカ、南西諸島の一部、小笠原諸島
コ ド リ ン ガ	くるみ、りんご、あんず、もも、なし等	北米、南米、オーストラリア、アフリカ、ヨーロッパ、西アジア等
火 傷 病 菌	なし、りんご、ななかまど等	西アジア、ヨーロッパ、北米、ニュージーランド等

域において独自に実施している病害虫相調査の中で、海空港の港頭地域においても火傷病菌の寄主植物が分布している地域があることが確認され、寄主植物が持ち込まれる可能性のある海空港であって、海空港内に寄主植物が多数存在する場合に調査を実施することとされた。

調査対象病害虫の寄主植物や世界の分布地域は表1のとおりであるが、詳しい生態などは侵入警戒調査実務参考資料、植物防疫所が発行している病害虫情報又はJPPネットの「病害虫情報の検索」を参照願いたい。

3. 調査方法

火傷病菌は巡回調査、その他の対象害虫はトラップ調査により、原則として毎月2回、表2のとおり行う。なお、調査方法の詳細については、侵入警戒調査実務参考資料を参照願いたい。

4. 調査期間

病害虫の発生は気温によって影響されることが多く、特に最高気温によって活動が左右される。そこで、日最高気温の月別平年値（過去30年間の平均値）を基に対象病害虫の活動可能温度、寄主植物の発病最適温度等から調査期間を設定し、より効率的な調査を実施する。

表2 侵入警戒調査方法及び調査期間

調査対象病害虫	調 査 方 法				調査期間
	使用トラップ	使用誘引剤	誘引剤の交換	トラップ設置場所	
チチュウカイミバエ ナ タ ー ル ミ バ エ	スタイナー型	トリメドルア剤	毎月1回*	風通しのよい木陰 (寄主植物が好ましい)等の地上 1.5m程度の位置	日最高気温 の月別平均 値が14度以 上の月
ミカンコミバエ種群 モ モ ミ バ エ		メチルオイゲノール剤	毎月1回		
ウ リ ミ バ エ クインスランドミバエ		キュウルア剤			
カ リ ブ ミ バ エ セイブアウトウミバエ マレーシアミバエ ミナミアメリカミバエ メキシコミバエ リンゴミバエ	マックファイル型	蛋白加水分解物	毎月2回		
コ ド リ ン ガ	粘着式	コドレルア剤	毎月1回		日最高気温 の月別平均 値が12度以 上の月
アリモドキゾウムシ	ロート型又は 粘着式簡易型	スウィートビルア剤		(1) ロート型はで きる限り寄主植 物周辺の地上部 (2) 粘着式は地上 50 cm 程度	日最高気温 の月別平均 値が20度以 上の月
火 傷 病 菌	(1) 主な寄主植物の病徴の有無について、肉眼により調査する (2) 火傷病の類似症状が確認された場合は、選択培地及び抗血清を用いて検定し、火傷病菌と疑わしいものは横浜植物防疫所調査研究部に送付して同定する。 なお、分離された細菌は、同定結果が得られるまで火傷病菌のまん延防止対策と同等の対策を講じた上で保存する。				主な寄主植 物の開花及 び新梢伸長 期から果実 肥大期まで の月

* ただし、日最高気温の月別平年値が30度以上の月にあっては、毎月2回とする。

例えば、ミバエ類は北海道では6月～10月、横浜では4月～11月、沖縄では周年が調査期間となり、火傷病は北海道では5月～8月、横浜では4月～8月が調査期間となる。

なお、空港や国際郵便局は、冬期でも施設内での調査を行う必要があるため、調査期間は周年となる。

5. 簡易識別方法

(1) 簡易検索表

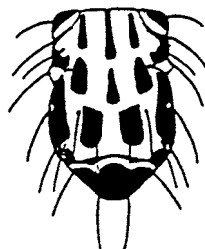
侵入警戒調査実務参考資料には、対象病害虫の形態や生態などのほかに、トラップに誘引されるミバエ類(図1～3)及びコドリガを含めたハマキガ類の簡易検索表を掲載している。このうち、侵入警戒調査で発見されるミバエ類の検索表(図3)は、マックファイル型トラップに誘引されるミバエ類及び果実調査で発見されるミバエ類を含めた総括的なものである。

これらのトラップには、その他の昆虫が捕殺される場合があるので、簡易検索表の利用に当たっては次のことに留意願いたい。

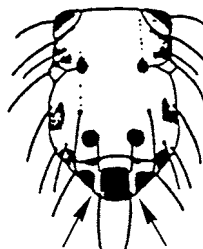
図1 トリメドルアに誘引されるミバエ類の検索表

チチュウカイミバエ及びナタールミバエが誘引される。翅の基部に多数の褐色小斑点があるミバエが捕捉された場合には、この検索表を使用する。

1. 小盾板の先端半分は完全に黒色である。…………… チチュウカイミバエ
- 一. 小盾板の先端半分は黒色で、端部に達する1対の黄色の線がある。…………… ナタールミバエ



チチュウカイミバエ

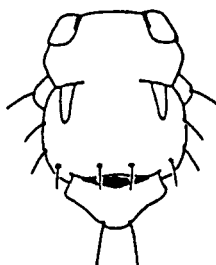


ナタールミバエ

図2 メチルオイゲノール、キュウラ混合剤に誘引されるミバエ類の検索表

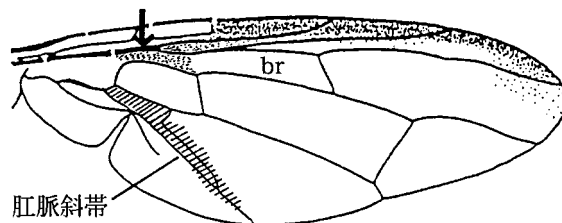
クロヒメハマダラミバエ、リュウキュウガキミバエ、サタミバエ、ミカンコミバエ種群、クインスランドミバエ、モモミバエ、スズメウリミバエ、イシガキミバエ、ミスジミバエ、ウリミバエの検索表

1. 胸背には肩瘤中央刺毛がある。…………… クロヒメハマダラミバエ
- 一. 胸背には肩瘤中央刺毛が無い。…………… 2
2. 胸背には2~3本の黄縦帯がある。…………… 3
- 一. 胸背には黄縦帯が無い。…………… リュウキュウガキミバエ
3. 胸背には2本の黄縦帯がある。…………… 4
- 一. 胸背には3本の黄縦帯がある。…………… 7
4. 小盾板の基部に図のような黒斑がある。…………… サタミバエ
- 一. 小盾板は全体が黄色にみえる。…………… 5



サタミバエ

5. 翅の前縁室の色は透明。…………… 6
- 一. 翅の前縁室の色は褐色。…………… クインスランドミバエ
6. 翅の肛脈斜帯は褐色、br室基部のr脈とm脈に挟まれた狭い部分に微毛を密生する。…………… ミカンコミバエ種群
- 一. 翅の肛脈斜帯は透明、br室基部のr脈とm脈に挟まれた狭い部分に微毛が無い。…………… モモミバエ



肛脈斜帯

7. 顔には一対の顔斑がある。…………… 8
- 一. 顔には一対の顔斑が無い。…………… スズメウリミバエ
8. 小盾板先端に黒斑がある。…………… 9
- 一. 小盾板先端に黒斑が無い。翅のm-cu脈上に明瞭な斑がある。…………… ウリミバエ
9. 翅のr-m脈上に斑がある。…………… イシガキミバエ
- 一. 翅のr-m脈上に斑が無い。…………… ミスジミバエ

図3 侵入警戒調査で発見されるミバエの検索表
(*印は果実調査のみで発見される種)

1. 胸背には肩瘤中央刺毛がある。	2
一. 胸背には肩瘤中央刺毛が無い。	5
2. 翅の基部に多数の褐色小斑点がある。	3
一. 翅の基部に多数の褐色小斑点が無い。	4
3. 小盾板の先端半分は完全に黒色である。	チチュウカイミバエ
一. 小盾板の先端半分は黒色で、端部に達する1対の黄色の線がある。	ナタールミバエ
4. 胸背、小盾板は黒色。	クロヒメハマダラミバエ
一. 胸背、小盾板は褐色。	オウトウハマダラミバエ*
5. 胸背には2~3本の黄縦帯がある。	6
一. 胸背には黄縦帯が無い。	リュウキュウガキミバエ
6. 胸背には2本の黄縦帯がある。	7
一. 胸背には3本の黄縦帯がある。	10
7. 小盾板の基部に三日月形の黒斑がある(図2参照)。	サタミバエ
一. 小盾板の基部に三日月形の黒斑が無い。	8
8. 翅の前縁室の色は透明。	9
一. 翅の前縁室の色は褐色。	クインスランドミバエ
9. 翅の肛脈斜帯は褐色、br室基部のr脈とm脈に挟まれた狭い部分に微毛を密生する。	ミカンコミバエ種群
一. 翅の肛脈斜帯は透明、br室基部のr脈とm脈に挟まれた狭い部分に微毛が無い。	モモミバエ
10. 顔には一対の顔斑がある。	11
一. 顔には一対の顔斑が無い。	スズメウリミバエ
11. 小盾板先端に黒斑がある。	12
一. 小盾板先端に黒斑が無い。	13
12. 翅のr-m脈上に斑がある。	イシガキミバエ
一. 翅のr-m脈上に斑が無い。	ミスジミバエ
13. 翅のm-cu脈上に明瞭な斑がある。	ウリミバエ
一. 翅のm-cu脈上に明瞭な斑が無い。	14
14. 小盾板刺毛は2対。	カボチャミバエ*
一. 小盾板刺毛は1対。	ミカンバエ*

① 簡易検索表により検索する前にショウジョウバエ等その他のハエ類との識別を行う必要があるため、ミバエ科の特徴を解説しているが、一見して明瞭に区別できる場合が多いことから、写真や標本などでミバエ類の特徴を把握しておくことが効率的である。

② ハマキガ類の検索には交尾器の形態を使用しているが、コドリングは大きさや羽の形・模様でおおよその区別が可能であることから、写真や標本などでその特徴を把握しておき、疑わしいもののみ交尾器を観察し、識別を行う。

(2) アリモドキゾウムシの識別

アリモドキゾウムシは、その外観からトラップに捕殺されるその他の昆虫との区別が比較的容易であることから、まず標本と比較し、疑わしいものについて、その形態を詳しく観察することが効率的である。

(3) 火傷病菌

花、果実、葉及び枝の凋れ、褐変、黒変、細菌粘液の漏出などにより診断するが、日本に発生しているりんごの腐らん病、胴枯病やなしの胴枯病、疫病などと類似しているため、注意を要する。類似症状を発見した場合は、試料を採取して精密検定を行う。

6. 侵入時対応事例

侵入警戒調査により対象の病害虫が発見された場合、直ちに発生状況を調査し、関係者が協力して防除対策を講じることとなる。

ここでは、ミカンコミバエ及びアリモドキゾウムシの侵入時対応事例を紹介したい。

(1) ミカンコミバエ（沖縄県多良間島）

我が国の南西諸島に発生していたミカンコミバエとウリミバエ、小笠原諸島に発生していたミカンコミバエは、1993年までに約26年の歳月と総額約254億円の直接防除費を費やして根絶された。以降、これらのミバエの再侵入を防ぐため国（植物防疫所）、都道府県、各市町村の関係機関が協力して侵入警戒調査及び防除等に当たっている。

沖縄県内では植物防疫所が海空港周辺に54個、県が県内全域に538個のトラップを設置し調査しているが、ウリミバエは平成5年の根絶後これまでに3件、ミカンコミバエは昭和61年の根絶からこれまでの約12年間に37件のトラップへの誘殺が確認され、その都度「沖縄県におけるミカンコミバエ、ウリミバエ再侵入時の行動計画（アクションプログラム）」に基づき国、県、市町村の関係機関が連携をとり、発生調査と応急防除を実施し、現在まで再発生を防いでいる。平成9年には10月に多良間島においてミカンコミバエが誘殺されたことから、その対応事例について紹介する。

① 経緯

沖縄県の実施する侵入警戒調査で多良間島7トラップの内、2トラップからミカンコミバエ雄成虫各1頭が確認された。（回収日10月16日、確認日10月22日）

② 対策会議

那覇植物防疫事務所は、沖縄県からの通報を受けて直ちに沖縄総合事務局及び沖縄県の関係機関の担当者を招集して協議を行い、アクションプログラムに基づいた調査方法や防除方法等に関する特別措置を決定した。

③ 特別措置

特別措置の内容は、誘殺トラップから半径1km以内に各3個、合計6個のトラップ増設、調査間隔を14日間隔から7日間隔に短縮（1km以内は誘殺日から起算して2週間は週2回）、半径2kmで10月28日及び11月10日に寄主果実調査の実施等の調査の強化及び応急防除として誘殺板による地上防除（4枚/ha）の実施である。

なお、特別措置の期間は通常から再侵入防止のために誘殺板の散布を行っていることから、最終誘殺日から起算して約3世代相当期間とされた。

④ 結果

特別措置期間中、延べ58人による調査及び防除を実施した結果、ミバエ類の再誘殺は無く、また、寄主果実調査においてもミバエ類の寄生は確認されなかったことから、平成10年1月29日をもって特別措置を解除した。

⑤ 侵入原因調査

侵入原因については、寄生果実の不法持込み、寄主果実の海岸への漂着、発生地からの強風にのった飛来などが考えられ、住民からの聞き取り、海岸への漂着物の調査、誘殺虫回収日以前の風向、風速等の調査を行っ

たが、特定するには至らなかった。

(2) アリモドキゾウムシ（鹿児島市）

アリモドキゾウムシはさつまいもの重要害虫で、我が国では南西諸島及び小笠原諸島で発生しており、これらの地域から寄主植物の移動が規制されている。

近年、未発生地域である種子島、鹿児島県山川町、高知県室戸市で発見され、緊急防除により根絶されるか又は顕著な防除効果が得られている。また、昨年12月には屋久島でも発見され、緊急防除の実施が検討されている。

これらの事例は、発見された段階では比較的広い地域に定着しており、侵入後数年を経過しているものと推測され、防除には多大な労力と経費及び長い期間を必要としたが、昨年8月に鹿児島市で発見された事例では、応急的な防除により短期間で根絶が達成されようとしている。早期発見、早期防除が功を奏した好例としてその概要を紹介したい。

① 発見の経緯

平成9年8月中旬、門司植物防疫所の職員が鹿児島市内の住宅団地において、外灯に飛来したアリモドキゾウムシを発見し、4日間で計39頭（雌16頭、雄23頭）を捕獲した。

② 組織体制の確立

この発見は直ちに鹿児島県及び鹿児島市に通報され、植物防疫所、県、鹿児島市、JAの関係機関をメンバーとした現地対策会議が設置された。対策会議では、発生状況を把握して適切な防除対策を講ずるため、メンバーが分担して地元住民に対する説明及び発生調査を実施し、協議を密に行いながら対策を進めることとした。

③ 発生源の特定

発生場所周辺の住宅を戸別訪問して聞取りを行ったところ、奄美大島から郵便小包で送付されたさつまいもをベランダに放置している住宅を発見した。直ちに回収して調査した結果、アリモドキゾウムシ（各態の合計で610頭）の寄生を確認し、室内でも同虫が確認されたことから、これが発生源であると断定した。

所有者は郵送（5月上旬）された荷口に本虫が付着していることに気付いていないことから、卵もしくは若令幼虫が繁殖し、2世代目の成虫が8月初めから分散を始めたものであると考えられた。

④ 発生調査

半径2km以内に粘着式簡易型トラップ612個、発生源周辺にイモトラップ64個を設置して毎日調査した結果、半径500mの範囲内で多数、半径500mを幾分越える範囲でわずかの成虫が確認された。また、発生源周辺地域は住宅地で、栽培されている家庭菜園のさつまいもやアサガオを調査した結果、半径500mの範囲内でさつまいもに寄生を確認した。

この結果から、発生源を中心とした半径1km以内の約280haを発生地域とした。

⑤ 公表（蔓延防止）

鹿児島県は9月上旬に新聞等を通じて公表した。また、地域住民に対しては県が作成したチラシ・ポスターを配布して調査及び防除に対する理解と協力及び寄主植物の移動の自粛を呼びかけた。

⑥ 防除対策

延べ365人が1ヶ月にわたり、発生源周辺地域では全ての寄主植物の除去及び花壇への薬剤散布、発生地

域内ではさつまいもの掘取り、焼却及び薬剤散布を行った。処理した寄主植物は 47t に達した。

⑦ 結 果

トラップ調査では 9 月下旬、寄主植物調査では 10 月中旬を最後に発見されていない。現在、最終確認のための調査を実施中で、6 月中には発生に伴う対策を終了できるものと期待している。

7. 侵入時行動計画

前記の 2 事例は侵入警戒調査及び侵入時対策の実施に当たり、留意すべき 2 つの重要なポイントを示唆しているものと考えている。

第 1 は早期発見である。

沖縄県の例では誘殺虫の回収から 1 週間足らずで確認が行われた。500 個以上のトラップから市町村の担当者により回収されたミバエ類が離島を含めた県内各地から沖縄県ミバエ対策事業所に送付され、数多く誘殺されるウリミバエ不妊虫との識別・同定までの時間短縮に最大限の努力が払われている。

鹿児島市の例は、侵入警戒調査関係者の一人である植物防疫所の職員が、偶然発見したものであるが、関係者の多くの目が危険な病害虫の早期発見に向けて日常努力することの重要性を示している。

第 2 は早期調査・早期防除のための組織体制確立である。

病害虫が侵入した場合、可能な限り速やかに発生状況を把握し、的確な防除対策を講ずることが重要であることはいうまでもないが、それを可能にするのが関係者が密接に連携した組織体制である。

沖縄県では根絶事業の経験を生かし、ミバエ類侵入時の対策を整えているが、根絶後の年数が経過するほど経験のない担当者が増加する状況の中で、関係者間の連携体制維持に目に見えない努力が払われている。

鹿児島市では住宅地での発生という特殊な状況下で、関係者が一丸となって対応したことが住民の理解と協力を得る最大の力になったと考える。

植物防疫所ではこの二つのポイントを踏まえた上で、病害虫侵入時行動計画（アクションプログラム）の検討を開始したところである。

このアクションプログラムは、侵入警戒調査対象病害虫以外の病害虫を含めて、侵入が確認された場合に速やかに調査する方法が確立されているものから順に、病害虫ごとに侵入時対応の指標を作成しようとするもので、都道府県等との連携が最も重要な課題のひとつと考えている。ついては、平成 11 年度以降を目途に植物防疫所の素案を作成し、各都道府県からご意見を伺いたいと考えている。

アクションプログラムは、侵入を警戒する病害虫についての十分な情報が得られることを前提としなければならない。このため、植物防疫所においても JPP ネットを通じ、インターネットにホームページを開設し、植物防疫所が発行する病害虫情報を「病害虫情報の検索」として掲載を始めたところであり、活用願いたい。今後も海外で発生している病害虫の動向の紹介などの情報提供に努めていきたいと考えている。

8. おわりに

我が国をはじめ、世界各国は、自国に発生してない重要な病害虫の発生国からの寄主植物の輸入を禁止する等、侵入を警戒しており、その侵入・定着は農産物への直接の被害ばかりでなく、輸出振興上の障害となる可能性が高い。侵入警戒調査により早期に発見し、根絶を図ることはその意味からも重要である。

一方、携帯輸入を含む輸入植物は多種多様で、我が国に侵入する恐れのある病害虫の種類は多く、侵入警戒調査を補完するためには鹿児島市の事例で紹介したように、関係者の多くの目が危険な病害虫の早期発見に向けて日常努力することが重要である。

植物防疫所としては今後も早期発見、早期防除のための情報提供及び侵入が確認された場合に備えた都道府県関係者との連携強化に努めていきたい。

パソコンを利用した「いもち病」の発生予察

— JPP ネットのサービスを利用して —

福島県農業試験場病理昆虫部 農水省いもち病指定試験地 中 島 敏 彦

いもち病発生予察

近年、生態系に及ぼす農薬の影響などの意識が向上し、環境に負荷の少ない病虫害防除が求められている。環境に優しい病虫害防除法としては、品種抵抗性を利用した発病抑制や発生予察に基づく防除などがある。品種抵抗性の利用とは、病害に罹りやすい品種や罹りにくい品種があり、また、罹病した場合には重大な被害を被る品種や軽い品種があり、それら病気に罹り難い品種を利用することである。発生予察とは病虫害の発生がいつどこでどの程度発生するかを予測するものであり、正確に予測できれば、適期に効果的な薬剤防除を行うことができる。現在、多くの試験場において病虫害抵抗性の良食味米品種の育成が試みられており、また、都道府県の病虫害防除所において発生予察が実施されている。

吉野によれば、発生予察を行う必要があり、かつ、発生予察が可能な病虫害としては、①発生程度の年次変動が大きいこと、②国あるいは地域、都道府県の重要農作物で、多発生となった場合に被害が激甚であり社会的影響が大きいこと、③当該病虫害の発生生態についての研究蓄積があることなどの条件を満たす必要がある。いもち病はこれらの条件を満足しており、国の予察事業の一つとして全国の都道府県の病虫害防除所において発生が予測されている。いもち病発生予察の方法としては、①宿主要因による予察、②病原による予察、③多変量解析による予察、④環境要因による予察などがあり、これらを組み合わせて予察している道府県が多い。福島県におけるいもち病発生予察は、防除所職員による10日毎の予察圃場巡回調査、毎月の現地圃場調査、葉いもち・穂いもち一斉巡回調査などを行うとともに、コンピュータとアメダスデータを用いた発生予測が行われている。いもち病の発生には多くの要因が関与しているが、気象条件が最も大きく影響する。現在、コンピュータによるいもち病の発生予察法としてもっとも広く使用されているのはBLASTAMである。BLASTAMは面的な発生時期の予測には適しているが、発病の推移や発生量などの予測が難しい。そこで、福島県では、いもち病の感染に重要な因子の一つである結露を測定するために重量式の結露計を開発し、アメダスデータと結露データを用いた葉いもちの発生予測シミュレーションプログラムBLASTLを構築した。ここでは、BLASTAMおよびBLASTLによる葉いもち発生予測を中心に、福島県におけるコンピュータを利用したいもち病の発生予察について紹介する。

コンピュータによるいもち病発生予察

望ましい病虫害発生予察技術としては、①主観によらない客観的予測技術であり、かつ、精度が高いこと、②データの収集が簡便であり短時間で結果が得られること、③利用者の情報入手が容易であることなどが指摘されている。コンピュータによるいもち病発生予察はこれらの条件を満たしている。

BLASTAM: アメダス資料による葉いもち発生予察モデル BLASTAM は、1988年越水・林により構築され FORTRAN 言語で開発されたが、後に、N88BASIC 言語に書き換えられたことで、パソコンでの利用が可能となった。現在では多くの都道府県で適合性・利便性を高めるために改良されて利用されている。例え

ば、長野県では、BLASTAM による葉いもち発生面積率の拡大予測が可能な「BLASTAM-NAGANO」が、また、岐阜県では、メッシュ気象データを基に地域別の発病程度の予測が可能な BLASTAM が開発されている。その他、広島県および岡山県などでそれぞれの県において適合性を高めた改良 BLASTAM が開発・利用されている。BLASTAM は、アメダス観測データを用いていもち病菌の感染好適条件出現の有無を判断し、それをもとに全般発生開始期を推定して葉いもち防除適期を決定する。すなわち、葉いもち全般発生開始期がいもち病防除適期であることから、BLASTAM を利用することでいもち病の効果的な防除を行うことができる。福島県における BLASTAM による感染好適日・準感染好適日・感染条件出現日の演算例を表 1 に示す。BLASTAM では、一地点の感染好適日による判断を示すのではなく、同一地域の複数のアメダスポイントの感染好適日・準感染好適日の出現状況も考慮して判断する必要がある。

BLASTL: 葉いもち発生シミュレーションプログラム BLASTL は、1984 年橋本らによって FORTRAN 言語で構築されたが、1988 年片山らによって N 88 BASIC 言語に書き換えられた。その後、福島県農業試験場いもち病指定試験地において改良を加え、現在では MS-DOS 上で作動する N 88 BASIC に書き換えて利用している。BLASTL は、イネの生育と感受性の変化およびイネ体上での病原菌の行動について、各々の要因と気象環境との相互関係を数量的にとりまとめたものである（図 1）。このモデルに毎時観測による実測の気象データをあてはめると、データを観測した水田のイネ株における葉いもちの病勢進展の経過が模式的に算出可能になる。気象データには、気象庁のアメダスによる気温、降水量、日照、風速の毎時観測値と結露計によるイネ葉上の水滴（結露）の消長記録を用いる。また、モデルに種々の仮想の気象値を設定した場合には、算出された発病推移が想定した気象条件の変動幅の範囲で長期発生予察として利用できる。具体的には、JPP-NET により提供されるアメダス気象観測の毎時データとは場に設置した結露計の観測データをパソコン上で編集し、別に準備したイネの生育状況とイネの栽培パラメータに基づいて、イネ体上のいもち病菌密度と時間的経過にともなうイネの感受性の推移から、葉いもちの株当たり発病進展状況を予測する。葉いもちシミュレーションモデル BLASTL の流れは（図 2）に示す。BLASTL による予測（図 5）は、長期間のいもち病の進展予測に利用できること、さらには気象経過に反応する病原菌とイネの抵抗力の変動が量的に把握できることから、客観的な病勢進展の予測に利用できる。

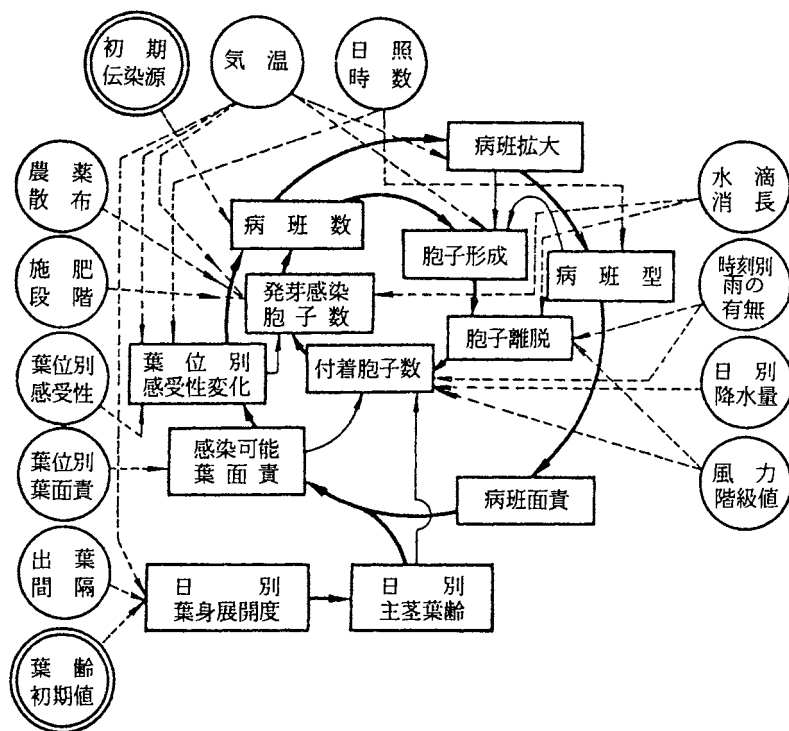
PBLAST: 穂いもちシミュレーションモデル PBLAST は、1988 年石黒・橋本により構築されたモデルで、FORTRAN 言語で構築された。現在では、MS-FORTRAN 言語に書き換えられ、パソコンでも使用可能となっている。PBLAST は、籾、枝梗、穂軸および穂首におけるいもち病菌分生胞子の形成、離脱、付着、感染成立、病斑形成、病斑拡大に至る過程を、穂孕み期から収穫期まで演算できるシミュレーションモデルである。穂いもちシミュレーションモデル PBLAST の流れ図は（図 4）に示す。プログラムでは、胞子付着や胞子の侵入、定着過程の演算に、モンテカルロ法による確率関数を用いている。シミュレーションに必要なデータは、BLASTL と同じく、アメダスデータ、結露時間データ、イネの品種と栽培条件に応じた生育パラメータおよび初期伝染源として葉から飛散するいもち病菌胞子数のパラメータなど（図 3）である。演算結果は、日毎の籾、枝梗、穂軸および穂首における被害様相となって出力される。PBLAST は、現在、実用化のために感度分析を行いながらパラメータの検討を行うとともに、適合性を検討している

この他、コンピュータを利用したいもち病の発生予測モデルには、太田らの BLASTCAST、高井らの FOSSIBI、吉野らの JOBLAST などいくつかのモデルが報告されている。

表1 平成9年葉いもち感染好適条件出現状況 (BLASTAM, 福島県版)

月 日	北 県					南 県							津 会										り 通 浜							小 名 浜
	茂 庭	梁 川	福 島	鷲 倉	二 本 松	船 引	郡 山	陽 本	小 野	白 河	石 川	東 白 川	松 原	喜 多 方	西 会 津	稲 苗 代	金 山	若 松	只 見	南 郷	田 島	松 枝 岐	相 馬	飯 館	浪 江	川 内	広 野	上 遠 野		
6.	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	3	△	△	-	-	△	△	-	-	△	-	○	△	-	-	-	△	△	-	-	-	△	△	△	-	-	-	-		
	4	△	○	○	△	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	○	-	-	-	-	△	△	-	-	-	-	-		
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	△	-	-	-	-	-	-		
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	△	-	-	-	-	-	△		
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	△	-	-	-	-	-	-	-		
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	9	-	-	-	-	-	-	△	△	-	-	-	△	○	-	△	-	-	-	-	-	-	-	△	△	○	○	△	△	
	10	-	-	△	-	△	○	-	-	○	-	○	△	-	○	△	-	△	-	-	-	△	-	△	△	○	○	○	△	
	11	-	-	△	-	△	△	△	-	○	-	○	○	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	△	△	○	○	○	△	
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	△	-	-	-	
	13	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	
	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19	-	-	-	-	-	△	-	-	△	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	
	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	
	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	24	-	●	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	
	25	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	●	●	○	-	●	-	-	-	-	-	
	26	△	-	●	-	●	△	●	-	●	-	-	-	△	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	27	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	△	●	-	-	
	29	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	3	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	●	●	-	-	●	○	○	-	-	-	-	-	-		
	4	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	●	-	-	●	-	-	-	●	●	○	○	-	-	-	-	-	-		
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-		
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-		
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	8	●	-	-	-	△	○	-	●	●	-	○	-	●	-	△	●	●	-	-	●	-	△	-	○	-	-	-		
	9	●	-	-	○	○	○	●	●	●	-	△	-	-	●	●	●	●	-	△	●	△	-	-	○	-	-	-		
	10	●	○	-	-	●	●	●	●	-	-	-	△	-	●	●	●	●	-	△	●	-	-	○	-	-	-	○		
	11	●	●	△	-	●	●	●	-	-	●	-	-	-	-	●	●	●	●	△	●	○	-	●	●	●	●	-	●	
	12	-	●	-	-	-	●	●	-	-	●	-	-	●	-	●	●	●	●	△	●	○	-	●	●	●	●	-	●	
	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	●	●	-	△	●	○	-	●	●	●	●	-	-	
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	●	-	-	●	●	-	-	●	○	-	●	●	●	●	-	-	
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17	-	●	-	-	△	●	-	-	●	-	-	●	-	●	-	●	-	-	-	●	△	-	●	●	●	-	△	-	
	18	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	△	●	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	●	-	-	-	
	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	28	●	-	-	-	○	●	●	-	-	-	●	●	-	-	○	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	-	-	●	
	29	-	-	△	-	○	●	●	-	●	-	-	●	-	○	○	-	-	-	●	-	-	△	-	-	-	-	-	●	
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	4	○	○	-	△	○	○	-	-	-	●	○	●	○	○	○	-	●	-	●	-	●	○	○	●	-	-	○		
	5	-	-	○	-	-	-	●	-	-	-	-	●	○	○	○	-	●	-	●	-	●	-	-	○	-	-	-		
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	7	○	-	-	-	○	-	-	△	-	○	●	-	○	○	-	●	-	●	-	●	△	-	-	-	-	-	-		
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	9	●	○	-	-	○	●	●	-	-	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	○	●	○	●	-	-		
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	13	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	●	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-		
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	16	△	-	-	△	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	17	-	-	-	△	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-		
	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

注) ●: 感染好適条件, ○: 準感染好適条件, △: 感染可能条件, -: 感染好適条件を満たしていない, *: 欠測



注) 図中 □ は演算部, ○ ◎ はデータまたはパラメータ
 図1 葉いもちシミュレーション

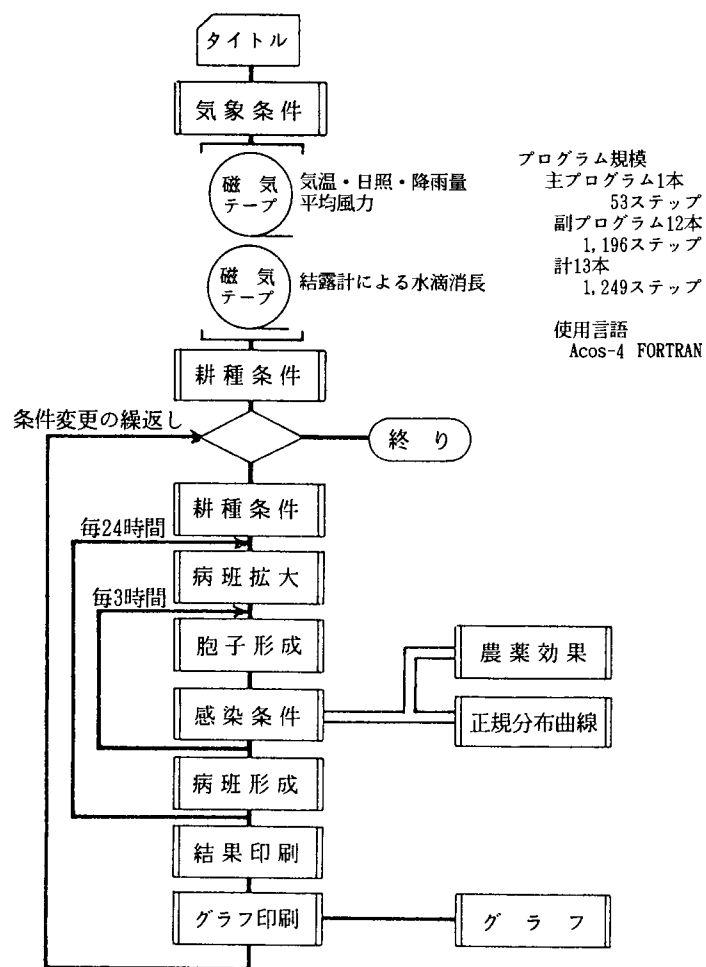


図2 葉いもちシミュレーションプログラムの構成 (1984, 橋本ら)

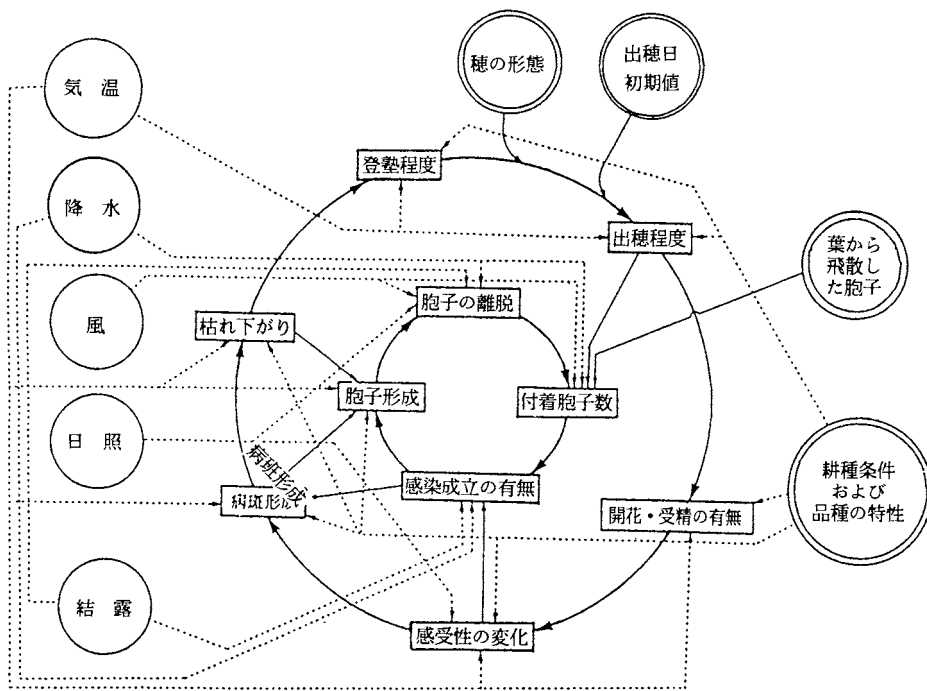


図3 穂いもちシミュレーション・モデルの要因関連図

注) 一重円内は気象データ，二重円内はパラメータ。太線は演算順序，細線と点線は情報の流れを示す。
(1988, 石黒, 橋本)

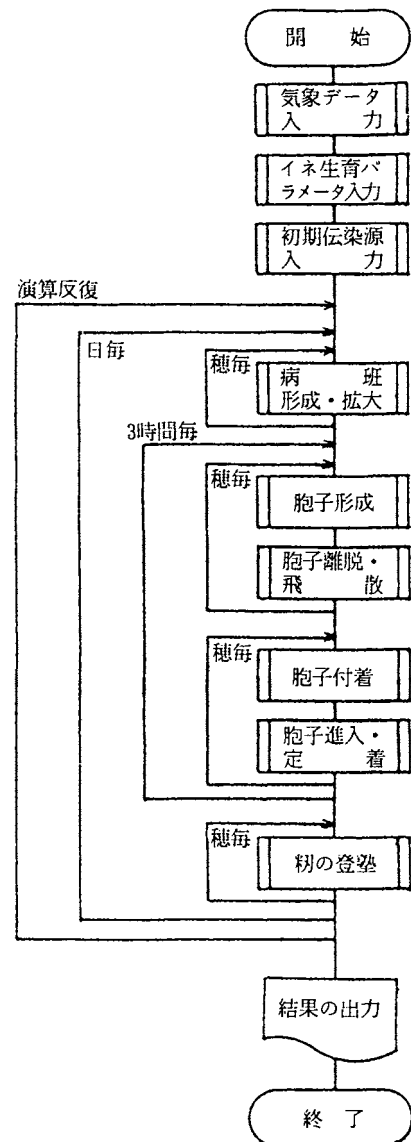


図4 穂いもちシミュレーションプログラムの流れ図
(1988, 石黒, 橋本)

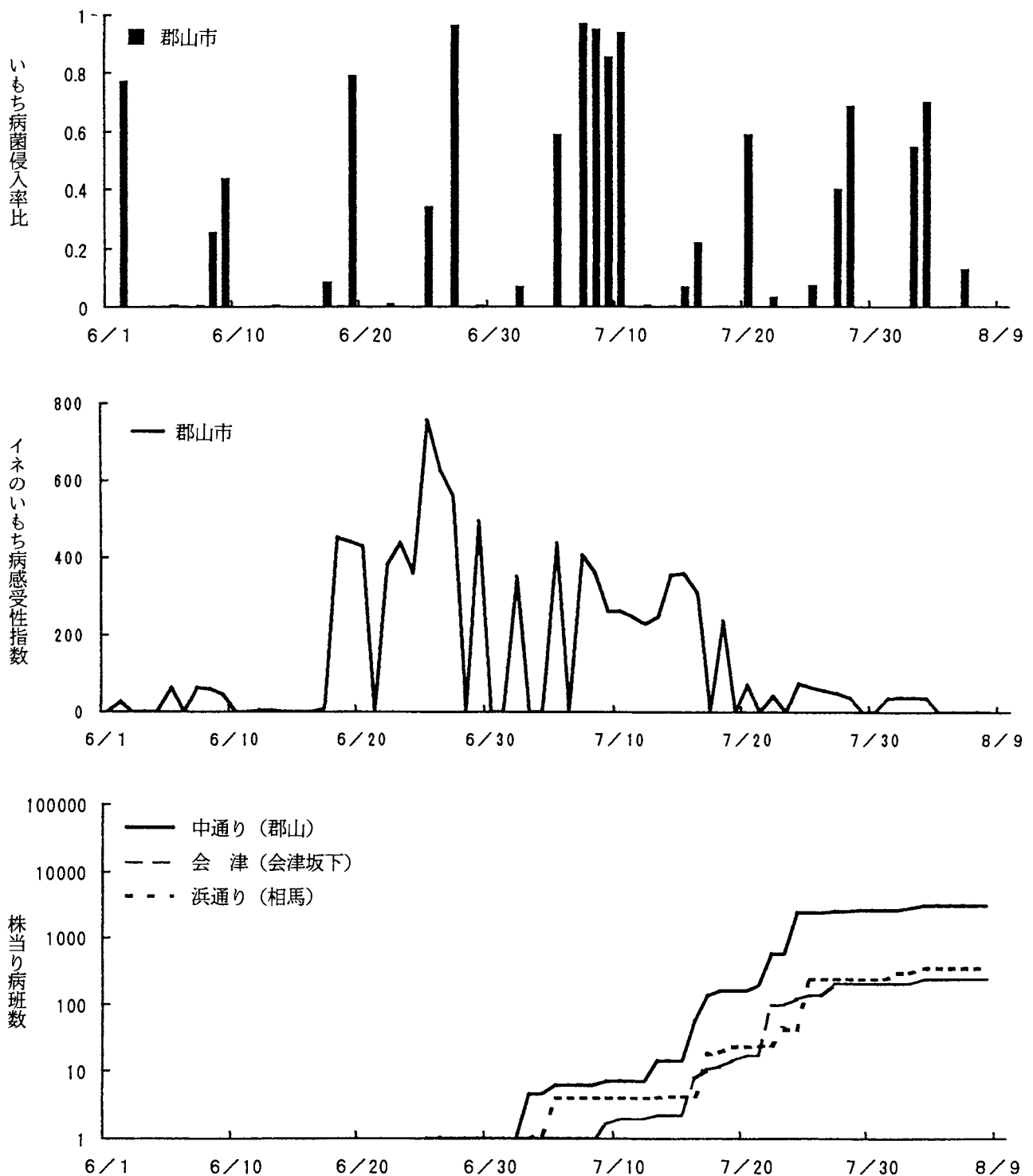


図5 BLASTLによる薬いもち発生経過（1997年）

発生予察の問題点

いもち病の発生様相は地域や地形によって異なる。精度の高いいもち病の発生予察を行うためには、地域の詳細な気象状況を反映したシミュレーションが必要である。その場合第一次伝染源や第二次伝染源がいつどこでどのくらい発生するかという面的・時間的・定量的な発生をどのように把握するかが重要となる。さらには、イネ体の感受性（面的・時間的）をどのように把握し、栽培管理にどのように活かすかも重要である。これらに対して、新潟県農業総合研究所では葉緑素計，農業研究センターでは色差計，福島県農業試験場で

はリモートセンシング技術などを利用して把握しようとする研究が進められている。

これまで開発されたコンピュータによる病虫害発生予察は主としてアメダスデータの気象値を利用している。しかし、福島県内におけるアメダスの設置地点は 29 ケ所で、地域の詳細な気象や圃場レベルでの微気象を的確に反映しているとはいいがたい。この問題の解決のために、BLASTL や PBLAST に必要な気象データを観測する気象ロボットを開発した。気象ロボットを離れた圃場に設置し、観測データを遠隔操作で収集し、BLASTL の再演算を行ったところ、これまでのアメダスデータに基づく予測より実際の発病進展に近い結果が得られている。

最も望まれるいもち病の発生予察は穂いもちの発生予察である。しかし、葉いもちから穂いもちの発生時期・量を予測する研究は少なく、現在、長野県農事試験場および福島県農業試験場において試験されているのみである。

発生予察は誰が使うかを考慮して方法やその結果の伝達方法を開発する必要がある。対象が農家の場合や行政関係あるいは会社などにより求められる予察情報は異なり、また、予察の結果をどのように伝えるか、例えば、印刷物にするのか電話や FAX あるいはコンピュータネットにするのか、これらを十分に考慮していもち病発生予測システムを構築していく必要がある。

コンピュータによるいもち病発生予察に必要なものとしては、①早期の高精度葉いもち発生予測、②早期の高精度穂いもち発生予測、③葉いもち・穂いもちの経時的な予測、④地理的な予測などが要望されている。①については、長野県、広島県、岡山県、岐阜県の BLASTAM が、②については、長野県版 BLASTAM や福島県の PBLAST が、③については、福島県の BLASTL や PBLAST あるいは長野県版 BLASTAM が、④については、岐阜県版 BLASTAM が、さらに、発生量に基づく防除要否については福島県の BLASTL や PBLAST および長野県版 BLASTAM などがベースになると考えられる。

JPP-NET により提供されるアメダスデータを利用したコンピュータによる いもち病発生予察

JPP-NET (JAPAN PLANT PROTECTION GENERAL INFORMATION NETWORK SYSTEM: 植物防疫情報総合ネットワークシステム) は、日本植物防疫協会が農林水産省の委託・補助をうけて構築したネットワークシステムであり、植物防疫関係者のネットワークとして平成 8 年から運用されている。JPP-NET システムでは、病虫害の発生予察情報や発生状況などのデータがリアルタイムで更新されており、最新の全国植物防疫情報を得ることができる。そのサービスの一つに気象情報サービスがあり、全国の天気予報や気温、日照時間、降水量、風速などのアメダスデータを得ることができる。このたび、JPP-NET の気象情報サービスを利用することで全国統一書式のアメダスデータがリアルタイムで入手可能となったことから、これまでに構築されたアメダスデータを利用した病虫害発生予察に関するプログラム (BLASTAM, BLASTL, PBLAST など) が全国的に広く運用できると考えられる。現在、福島県農業試験場も協力して、農林水産省植物防疫課および日本植物防疫協会が 5 km メッシュによる BLASTAM の予測を JPP-NET で利用できるシステムを構築中である。また、東北農業試験場では、BLASTL に不可欠な結露データをアメダスデータから予測するための研究を平成 10 年度から実施予定であり、その研究成果を応用することでメッシュ化した BLASTL による広域発生予察が可能になると思われる。

ま と め

全国的に都市化がすすみ農村地域にも多くの非農家の人々が生活している現状では、従来よりそこで生活をしてきた農業生産者といえども、新しくそこに生活する人々が求める環境保全にこたえる義務がある。また、多くの消費者が求める安全性の高い農産物の生産ニーズにこたえることも今後の農業生産者に科せられた課題の一つである。このため、農業においては環境保全型農業の実践が望まれている。福島県では、平成4年より国や市町村あるいは農協などと連携して、環境にやさしい環境保全型農業総合推進事業をすすめている。環境保全型農業を栽培技術面からみると、肥料、農薬などの資材の適正使用、環境に優しい防除、すなわち病害虫の発生状況に適応した防除に努める一などの技術の実践である。

今後、いもち病の高精度の病害虫発生予察が可能となれば、その予測結果に基づき適期に効果的な防除を行うことにより薬剤の節減が可能となる。将来のいもち病発生予察においては、リモートセンシング技術を利用したイネ体感受性の予測から発生地域の予測を行い、さらに、リモートセンシング技術によるいもち病の発生源や拡散シミュレーションなどを用いていもち病の発生を面的・時間的に予測するとともに、JPP-NETなどの地域気象データメッシュを用いてBLASTAM・BLASTL・PBLASTによる発生程度の面的な予測を行い、BLASTLやPBLASTにより早期の高精度な時間的発生予測のシミュレーションを行うことなどが期待される。現在、これらの発生予察法の改良が進められており、近い将来には、JPP-NETにより提供される気象データを利用して高精度な早期発生予察が可能となり、その結果に基づく環境に優しい農業の実践が可能になると信じている。

各種病害虫の発生予察コンピュータプログラムを活用する上で最も重要なことは、実際のは場における病害虫の発生時期や発生状況を、早期に、的確に予測できる精度の高い予察システムを開発し、その予測結果に基づいた効果的で効率的な防除技術をいかに確立するかである。今回、JPP-NETにより、発生予察に必要な気象データが統一された形式で入手することが可能となり、予察情報の提供がリアルタイムで行えるようになった。JPP-NETの活用により、情報ネットワークを利用した広域でのきめ細かな病害虫発生予測や環境に負荷の少ない病害虫防除体系の推進が実際の農業において可能になることを期待している。