

特集：高品質・安定多収および環境調和をめざした飼料作物病害虫の研究動向

飼料用イネ栽培で問題となる病害と防除対策

中央農業総合研究センター北陸研究センター 荒井治喜*

はじめに

飼料用イネの栽培普及が進む過程で、様々な病害の発生が問題化してきているが、病害防除に関する体系的な研究蓄積は不足している。飼料用イネ栽培では、コストや安全性の面から化学農薬による防除は最小限とすることが前提となっているが、一方では病害虫発生リスクを高める要因が多い。病害虫の被害許容水準は、食用に比べて高く設定可能と考えられるが、栽培面積の増大に伴い、一般の食用イネ圃場との混在化が一層進むことから、周辺圃場に対する病害虫の伝染源となるおそれがある。これまでの研究から、飼料用イネ栽培で問題となる病害は基本的に食用イネと共通することが明らかとなっている(表-1)。しかしながら、食用とは異なる遺伝的背景をもつ品種が多いことから、マイナーな病害が問題化する可能性も考えられる。このように、飼料用イネの病害防除対策は研究途上にあり、多くの課題が残されている。なお、病害防除を含む飼料用イネの栽培・利用に当たっては、「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」(以下、技術マニュアル)の2009年3月改訂版に従ってほしい。

本稿では、畜産が盛んで飼料用イネ栽培が先行している九州地域での病害発生事例を中心に紹介しながら、病害防除の現状と今後の展開方向を考えてみたい。

I イネいもち病の多発事例とその要因

1 伝染源の持ち込みによる多発事例

2003年8月、熊本県阿蘇市の農家圃場において、品種‘スプライズ’(いもち病真性抵抗性遺伝子型は+, 圃場抵抗性はやや弱と推定される)にいもち病とコブノメイガが多発生し問題となった(荒井ら, 2004)。肥沃度の高い圃場ほど発病が激しく、罹病イネから分離された菌株は、ほとんどがレース007であった。病斑は圃場全体で認められ、置き苗にも発生していた。さらに、苗不足を心配し一部圃場には明らかな発病苗が移植されてい

たことから、伝染源の持ち込みと感染好適条件の頻発により多発生につながったと推察された。

圃場調査や農家への聞き取りから、阿蘇地域では5月移植の‘コシヒカリ’栽培が一般的な作型であり、その後飼料用イネの育苗を行い6月下旬から移植を実施していた。この年は天候不良による作業遅延によって、移植が7月に大きくずれ込んでいた。平年の梅雨期間は6月上旬から7月中旬であり、平たん地に比べて夏季の夕立も多い。このように、育苗・移植期間が梅雨と重なる作型では、いもち病発生リスクが高まると考えられる。

2 マイナーレースの顕在化による多発事例

上記農家の‘スプライズ’栽培圃場の中に、‘ニシアオバ’を約3a試験栽培していたが、局所的にいもち病の発生を認めた。さらに同年10月、熊本県球磨郡湯前町の農家圃場(4地点8筆・約2ha)で、‘ニシアオバ’にいもち病の発生を認めた。タバコ後作の作型で、7月末~8月に移植し10月末に収穫を予定していた。追肥によって葉色(SPAD値)の濃い圃場ほど発病程度が高く、葉・穂いもちが甚発生の圃場もあった。一方、共同育苗施設で一緒に屋外で育苗されていたタバコ後作の基幹品種‘モーれつ’(未同定の真性抵抗性遺伝子を保有)は未発病であった。‘ニシアオバ’は九州沖縄農研が育成した飼料用品種第1号であり、真性抵抗性遺伝子Piaと

表-1 飼料用イネ栽培の普及過程で問題となった病害の例

病害名	発地域	考えられる発生要因
いもち病	九州(全国)	晩植、育苗期間中の感染、抵抗性弱品種の選択、病原性レースの分布、薬剤耐性菌の分布と薬剤選択ミス
ばか苗病	北陸、九州(全国)	薬剤耐性菌の分布と薬剤選択ミス、高保菌率種子による温湯処理効果不安定
白葉枯病	九州	台風被害、品種抵抗性
稲こうじ病	全国	晩生品種、晩植、伝染源量、品種特性
葉しょう腐敗病	九州	(伝染源量)、(品種特性)
心枯線虫病(イネシンガレセンチュウ)	九州、中国	(高汚染種子)、(品種抵抗性)、高汚染種子による温湯処理効果不安定

Occurrence and Control of Diseases on Forage Rice Production.
By Michiyoshi ARAI

(キーワード：飼料用イネ、病害、発生生態、防除、水田輪作)

* 前所属：九州沖縄農業研究センター

Pik-m を保有すると推定され、育成過程ではいもち病の発生を認めてこなかった。

これら試験栽培の供試種子は、育成元である九州沖縄農研（福岡県筑後市）採種であることから、種子伝染の可能性が想定された。そこで‘ニシアオバ’分離菌株のレース検定を行った結果、すべて熊本県内ではマイナーなレース 037.1 と判別された。さらに、DNA 解析を進めたところ阿蘇市と湯前町の分離菌株は同一レースではあるがそれぞれ特定の遺伝子型を示し、遺伝的背景が大きく異なるものと考えられた。一方、両地域の周辺食用イネ分離菌株はレース 007 で、レース 037.1 とは遺伝子型も異なった。このため種子伝染の可能性は低く、それぞれの地域にわずかに分布していたレース 037.1 が並行して発病を引き起こしたと推定された（図-1）（荒井・鈴木，2005）。翌 2004 年 8 月に現地調査を行ったところ、育苗施設周辺の食用イネにいもち病が散見され、特にタバコ後作の晩植‘ヒノヒカリ’には広範にいもち病が認められた。これらのことを総合すると、タバコ後作の育苗・移植期間は、梅雨末期の葉いもち発生盛期に相当し、周辺食用イネに発生したいもち病菌の中で‘ニシアオバ’に病原性をもつレース 037.1 が特異的に感染増殖したものと推察され、あたかも幼苗トラップでマイナーレースを補足するような結果になったと考えられる。

3 薬剤耐性菌による多発事例

2006 年 8 月、福岡県内の試験栽培圃場において、品種‘タチアオバ’にいもち病の多発生を認めた。分離菌株

のほとんどはレース 007 で、全菌株が MBI-D 耐性菌であった。‘タチアオバ’は、九州沖縄農研が育成した耐倒伏性に優れた多収品種であるが、いもち病真性抵抗性遺伝子型は *Pia Pii* であり、九州地域に広く分布するレース 007 には罹病性である。供試苗にはいもち病防除剤カルプロパミドを含む箱施用剤を処理し、育苗は農家組合に委託されていた。同一育苗圃場で育苗した食用の‘夢つくし’、‘ヒノヒカリ’が栽培されている農家圃場では、わずかに葉・穂いもちの発生が認められ、分離菌株の大部分はレース 007 であり、MBI-D 耐性菌が混在していた。これら耐性菌は、‘タチアオバ’分離菌株と共通する DNA 遺伝子型を示した。なお、食用イネ栽培圃場では、抵抗性誘導型の箱施用剤が使用されていた。これらの結果を総合すると、育苗過程で MBI-D 耐性菌を含むいもち病菌の感染が起り、カルプロパミド剤の処理によって特異的に耐性菌のみが増殖して多発生に至ったことが推察された（荒井・鈴木，2008 b）。

4 水田輪作体系内におけるいもち病菌の動態

いもち病菌は、イネ以外にも牧草類を含むイネ科植物に寄生することが知られ、相互に病原性を有する菌株の分離例もある。イネ科牧草類は、水田輪作体系の中で重要な作物になっており、耕作放棄地対策としての水田放牧、環境緑化や水田畦畔管理、バイオマス作物として注目される一方で、外来生物として野生化や雑草化が問題となるなど、イネとイネ科牧草類の接点が増える傾向にある。このようなことから、畜産の盛んな南九州地域において、イネ科牧草類が薬剤耐性菌やマイナーレースの越年の場として機能している可能性、いもち病菌の伝染環における役割を評価しておく必要があると考えた。

いもち病発生イネ圃場にプランター栽培した牧草幼苗を設置したところ、リードカナリーグラスなどの複数の草種でいもち病の自然感染を認め、分離菌株の薬剤耐性やレース、DNA 解析からイネ由来であることを確認した。イネいもち病菌が牧草幼苗にも自然感染する可能性が示された。そこで、2007 年 7 月に熊本県阿蘇地域において、水田に隣接するイタリアンライグラスやリードカナリーグラス圃場、水田畦畔にエスケープしたトールフェスクを調査したところ、いもち病が広く発生していることを認めた。これら草種からの分離菌株は、牧草類には寄生性を有するがイネには病斑を形成せず、DNA 解析結果もイネ分離菌株とは大きく異なった。本調査の範囲では、イネ科牧草類にはイネ分離菌株とは遺伝的に異なるいもち病菌集団が発生していると考えられ、相互に伝染源となる可能性は低いものと判断された。また、いもち病菌の異種宿主間での動態解析に DNA マーカー

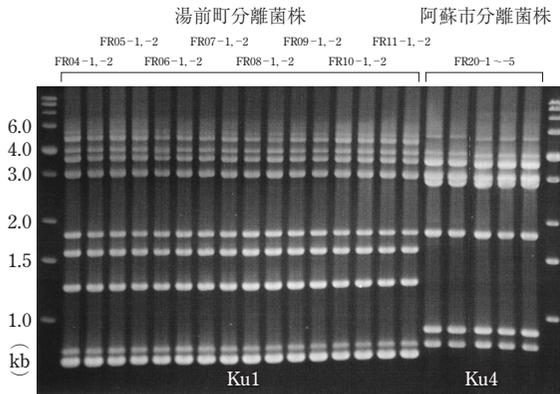


図-1 ‘ニシアオバ’から分離されたいもち病菌の DNA フingerprinting パターン

2003 年分離菌株。分離菌株はすべてレース 037.1 であったが、遺伝子型は大きく異なり、それぞれ特定の遺伝子型 (Ku1, Ku4) が分布していた (*Pot2 rep*-PCR 法)。湯前町は 4 地点 8 筆、阿蘇市は 1 筆から分離。

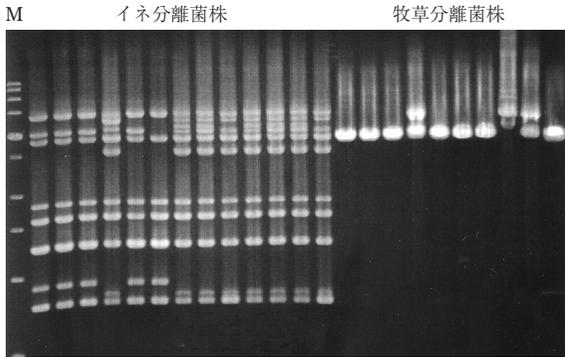


図-2 いもち病菌イネ分離菌株と牧草分離菌株のDNAフィンガープリントパターン
イネ分離菌株と牧草(イタリアンライグラス, ペレニアルライグラス)分離菌株には明瞭な差異があり、判別が可能である(Pot2 rep-PCR法)。

が有用であることが確認された(図-2)(荒井・鈴木, 2007; 2008 a)。相互に伝染源となるには、発生時期や生育ステージによる感受性変動、宿主に対するいもち病菌の適応度の差異等の要因が関与すると考えられることから、さらに研究を進めたい。

II 被害拡大が懸念される病害

1 イネ稲こうじ病

本病に罹るともみが黒い団子のようなことから被害が目立ち、罹病穂では不稔粒の増加と千粒重低下により玄米収量が低下する。さらに、病もみの混入や厚膜胞子の付着により、種子生産の阻害要因ともなる。

本病の伝染源は、病もみに形成される菌核と厚膜胞子と考えられる。特に厚膜胞子は病もみに多数形成され、収穫期までにその多くが圃場に落下して越冬、翌年発芽して分生子を形成し、穂ばらみ期のイネ葉鞘内に侵入して発病に至ると考えられる。

出穂の遅い晩生品種や晩植栽培、窒素肥料の多用、日陰になる圃場や水口などで発病が多い。また、穂ばらみ期に低温で降雨が多い年や場所、とりわけ出穂前10～20日間に低温に遭遇すると発病が多くなる。飼料用イネは晩生品種が多く、多肥栽培されることから、発病が多くなる危険性が高い。このため、東北地域のような冷害発生地帯、温暖地でも中山間地帯で発生リスクが高い。多発生した圃場では伝染源量が多く、次作に食用イネを栽培する場合には注意が必要である。

芦澤ら(2008)は、土壤中の厚膜胞子量をリアルタイムPCR法で定量することに成功した。実用化試験を重ねることにより、圃場中の伝染源量に基づく感染リスク

評価が可能になるであろう。現在、飼料用イネ品種の発病品種間差異とその評価方法、化学農薬に依存しない防除法等についても研究を進めている(芦澤ら、未発表)。

2 イネ紋枯病

イネ紋枯病は、短稈・多けつの早生品種を用いた密植栽培と施肥量の増大、作期の早期化等の稲作技術の変遷に伴って問題化した病害である。近年、紋枯病の発生が全国的に減少傾向にある要因として、良食米生産のため施肥量が大幅に抑制され、過剰な生育を制御する肥培管理が徹底してきていることが上げられる。しかし、紋枯病菌は生育適温が30℃前後と高温を好むことから、温暖化に伴って再び増加傾向に転じてきている。

稲発酵粗飼料向けの飼料用イネは、植物体全体の繁茂量を大きくする必要があるので、必然的に紋枯病の発生リスクは高まると想定される。専用品種と栽培技術の普及に伴い、本格的な多肥栽培と家畜排泄物の投入が行われれば、飼料用イネ栽培で最も発生リスクが高い病害となる可能性がある。多発生した場合には、伝染源である菌核が大量に形成され圃場に残留する。

3 イネ葉しょう腐敗病・その他

2003年、九州沖縄農研(熊本県合志市)において、試験栽培中の飼料用イネに、止葉葉鞘に褐色の斑紋を生じ穂の褐変や出すくみ症状を生じる病害が特異的に多発生し、イネ葉しょう腐敗病と同定した(荒井ら, 2004)。その後も熊本県や福岡県で発生を確認しており、発病程度に品種間差異が認められる。本病はインドや東南アジアでは重要病害となっている。日本国内では極めてマイナーな病害であるものの、岡山県において1978年に多発生した褐色米の主要な原因菌であることが判明している(那須, 2004)。本病により穂の出すくみや不稔粒が多発した場合には、玄米収量の低下、種子生産効率の低下が生じる可能性が高い。本病菌の生育適温は30℃前後と高温を好むことから、九州地域や夏季高温地域における被害が懸念され、今後の発生動向に注意すべき病害である。

2005年、熊本県阿蘇市において、‘クサノホシ’栽培農家圃場に葉先枯れ症状が広範に認められ、イネシンガレセンチュウによる被害であることが判明し、種子伝染が強く疑われた。このほかにも、イネばか苗病の発生が各地で散見され、もみ枯細菌病などの細菌性病害、ウイルスによる縞葉枯病等の突発的な発生も懸念される。

III 防除対策の現状と方向性

1 品種抵抗性の利活用

品種のもつ病害抵抗性を利用することは、最も効果的

かつ低コストな防除対策である。食用イネでは食味や品質を最優先した品種選択が行われるのに対して、飼料用イネでは病害抵抗性の積極的な利活用が可能である。さらに品種混合栽培など、品種特性を補完する栽培方法も考えられる。主要病害のすべてに抵抗性をもつ品種はないが、新たに育成された飼料用イネ品種については、病害抵抗性に関する特性が示されている(表-2)ので、品種選択の参考にする。2001年のいもち病菌レース全国分布調査(小泉ら, 2007)によれば、作付け品種の寡占化に伴いレース007が優占し、レース構成が単純化している状況にある。育成品種の多くは交配親となった外国品種由来の抵抗性遺伝子を有しているために、いもち病の発生を認めないが、抵抗性品種の作付けにもかかわらず発病した場合には、いもち病菌レースの分布変動が疑われる。なお、新規育成品種の中には保有遺伝子が未同定なものもあることから、遺伝子型の速やかな同定が望まれる。一方、真性抵抗性遺伝子を保有する飼料用イネ品種の作付けが増大すれば、レース分布にも影響を与えられ、食用マルチラインイネ栽培への影響を懸念する声もある。今後は、病虫害複合抵抗性品種の育成に加えて、効果的・安定的な抵抗性利用技術の確立が大きな課題と考えられる。現時点で育種的に対応可能な、いもち病や白葉枯病、縞葉枯病等の病害については、積極的に抵抗性を利用すべきである。

2 健全種子の使用と種子消毒

いもち病やばか苗病、もみ枯細菌病などのイネ主要病

害はいずれも種子伝染性である。このため、健全種子の使用を基本とし、種子消毒の徹底により本田に持ち込む伝染源量を低減することが防除のポイントになる。飼料用イネ栽培では、農家圃場段階での薬剤使用が難しい場合が多く、イネ栽培の基本となる健全種子の生産と供給体制の確立が、食用イネにも増して重要である。病原汚染率が高い場合には、薬剤および温湯処理のいずれも効果が不安定となることから、種子生産圃場での防除対策に手抜きがあってはならない。なお、温湯処理により発芽率が低下しやすい品種があることから(中島・平野, 2002)、あらかじめ発芽への影響を確認しておく必要がある。

3 耕種的防除法と薬剤の効果的な使用

イネの栽培条件と病害の発生には密接な関係があり、病害の多くは多肥栽培による過繁茂状態で発生が助長される。また、作型と生育ステージの影響も大きく、いもち病では感受性の高い幼苗期の感染が本田での多発生につながった事例が多い。一方、タバコ後作のイネでは一般に紋枯病の発生が少なく、晩植によって紋枯病の発生好適条件から回避されているようである。暖地ではイネの作付け可能期間が長いことから、作型展開の自由度を活かした病害の被害回避対策も可能であろう。さらに、水田輪作の諸特性を積極的に活用した病害制御法の開発にも期待したい。

農業は必要に応じ、技術マニュアルに従い適切に使用する。特に飼料用イネに使用可能な薬剤は限定されてお

表-2 主な飼料用イネ品種の病害抵抗性に関する特性

品種名	葉いもち抵抗性		縞葉枯病抵抗性	備考
	真性	圃場		
きたあおば	+	弱	不明	いもち病抵抗不十分
べこごのみ	<i>Pib Pik</i>	強	罹病性	
夢あおば	<i>Pita-2 Pib</i>	不明	抵抗性	
べこあおば	<i>Pita-2 or Pita</i>	やや弱	罹病性	いもち病抵抗性弱い
クサユタカ	<i>Pia Pik</i>	中	罹病性	白葉枯病に弱い
ホシアオバ	<i>Pita-2 Pib</i>	不明	抵抗性	
たちすがた	<i>Pib</i>	不明	抵抗性	
モミロマン	不明	不明	罹病性	白葉枯病に弱い
ミナミユタカ	不明	不明	抵抗性	
モーれつ	不明	不明	抵抗性	
ニシアオバ	<i>Pia Pik-m</i>	中	罹病性	
クサホナミ	<i>Pia Pii Pik</i> 未知	不明	抵抗性	
クサノホシ	<i>Pita-2 Pib</i>	不明	抵抗性	
はまさり	<i>Pia Pi-sh</i>	やや強	抵抗性	紋枯病にやや弱い
リーフスター	不明	不明	罹病性	縞葉枯病に罹病性
タチアオバ	<i>Pia Pii</i>	中	抵抗性	いもち病, 白葉枯病やや弱

「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」より作表。

り、選択には留意する。圃場周縁部への局所施用などの工夫により薬剤使用量削減の可能性も考えられる。西南暖地ではウンカ類やコブノメイガなどの海外飛来性害虫の発生リスクが極めて高いことから、病害と虫害のバランスの取れた防除体系を作ることも求められる。

残留農薬のポジティブリスト制の導入に伴い、農薬散布を行う際にはドリフトによる近隣作物への影響にも留意する必要がある。農薬による病虫害防除の面からも飼料用イネ圃場の団地化が望ましく、農薬使用については地域の関係者で十分な協議を行うことが、飼料用イネの普及推進上大切である。

おわりに

多肥と家畜排泄物の投入による多収穫を目指した飼料用イネ栽培技術は、病虫害の多発生条件に直接つながるものであり、病害関係者の多くは戸惑ってしまうのではないだろうか。飼料用イネ栽培の普及過程で様々な病害の多発生に遭遇してきたが、飼料用との名称にとらわれ

ず、イネ栽培の基本を押さえることの重要性を実感した。飼料用イネ栽培の普及推進には、第一に関係者・異分野間のコミュニケーションが欠かせない。畜産関係者には、基本的に病虫害の発生リスクが高いことを認識してもらう必要がある。さらに、病害による飼料用イネの直接的な被害に加えて、周辺の食用イネへの間接的な被害を防止することが重要と考える。伝染源の圃場間での移出入や水田輪作体系内での動態解明に基づいた病害制御、被害回避技術の構築が必要であろう。

引用文献

- 1) 荒井治喜ら (2004): 日植病報 70: 230 (講要).
- 2) ————: 鈴木文彦 (2005): 同上 71: 221 (講要).
- 3) ————: ———— (2007): 同上 73: 188 (講要).
- 4) ————: ———— (2008 a): 同上 74: 209 ~ 210 (講要).
- 5) ————: ———— (2008 b): 九病虫研会報 54: 154 ~ 155 (講要).
- 6) 芦澤武人ら (2008): 日植病報 74: 174 (講要).
- 7) 小泉信三ら (2007): 中央農研研究資料 7: 1 ~ 63.
- 8) 中島 隆・平野 清 (2002): 九病虫研会報 48: 1 ~ 4.
- 9) 那須英夫 (2004): 日植病報 70: 106 ~ 114.

(新しく登録された農薬5ページからの続き)

ぎゅうり: アブラムシ類, コナジラミ類, アザミウマ類: 収穫前日まで
はくさい: アブラムシ類: 収穫3日前まで
キャベツ: アブラムシ類: 収穫3日前まで
レタス: アブラムシ類: 収穫3日前まで
だいこん: アブラムシ類: 収穫7日前まで
かぶ: アブラムシ類: 収穫3日前まで
こまつな: アブラムシ類, キスジノミハムシ: 収穫14日前まで
みずな: アブラムシ類, キスジノミハムシ: 収穫7日前まで
ばれいしょ: ワタアブラムシ: 収穫7日前まで
だいず: カメムシ類, ダイズサヤタマバエ, フタスジヒメハムシ: 収穫7日前まで
えだまめ: カメムシ類, ダイズサヤタマバエ, フタスジヒメハムシ: 収穫7日前まで
かき: カメムシ類, フジコナカイガラムシ, カキノヘタムシガ, チャノキイロアザミウマ, カキクダアザミウマ: 収穫前日まで
うめ: アブラムシ類, カメムシ類: 収穫前日まで
花き類・観葉植物(ばら, きく, ガーベラを除く): アブラムシ類: 発生初期
きく: アブラムシ類, カメムシ類, ハモグリバエ類: 発生初期
ガーベラ: アブラムシ類, コナジラミ類: 発生初期
ばら: アブラムシ類: 発生初期
つつじ類: ツツジグンバイ: 発生初期
●クロマフェノジド水和剤
22410: MIC マトリックフロアブル (三井化学アグロ) 09/07/08
クロマフェノジド: 5.0%
りんご: ケムシ類, ヨモギエダシャク, ハマキムシ類: 収穫14日前まで
なし: ケムシ類, ハマキムシ類: 収穫前日まで
おうとう: ハマキムシ類: 収穫14日前まで

もも: モモハモグリガ: 収穫前日まで
うめ: モンクロシャチホコ: 収穫3日前まで
メロン: ウリノメイガ: 収穫前日まで
ぎゅうり: ウリノメイガ: 収穫前日まで
はくさい: ヨトウムシ: 収穫7日前まで
ブロッコリー: ヨトウムシ: 収穫前日まで
だいこん: ヨトウムシ, ハイマダラノメイガ: 収穫7日前まで
レタス: ハスモンヨトウ, オオタバコガ: 収穫7日前まで
非結球レタス: オオタバコガ, ハスモンヨトウ: 収穫21日前まで
ねぎ: シロイチモジヨトウ: 収穫7日前まで
わけぎ: シロイチモジヨトウ: 収穫7日前まで
あさつき: シロイチモジヨトウ: 収穫7日前まで
だいず: ハスモンヨトウ: 収穫前日まで
だいず: ハスモンヨトウ: 収穫前日まで (無人ヘリコプターによる散布)
稲: コブノメイガ: 収穫7日前まで
稲: コブノメイガ: 収穫7日前まで (無人ヘリコプターによる散布)
なす: ハスモンヨトウ, オオタバコガ: 収穫前日まで
トマト: オオタバコガ: 収穫前日まで
ミニトマト: オオタバコガ: 収穫7日前まで
ピーマン: オオタバコガ: 収穫前日まで
ししとう: オオタバコガ: 収穫前日まで
いちご: ハスモンヨトウ: 収穫前日まで
キャベツ: ハスモンヨトウ, ハイマダラノメイガ: 収穫7日前まで
非結球あぶらな科葉菜類: ヨトウムシ類: 収穫14日前まで
オクラ: ハスモンヨトウ: 収穫前日まで
はすいも(葉柄): ハスモンヨトウ: 収穫前日まで
実えんどう: ハスモンヨトウ: 収穫前日まで
えだまめ: ハスモンヨトウ: 収穫前日まで
てんさい: ヨトウムシ: 収穫14日前まで

(16ページに続く)