

特集：温暖化による害虫への影響

ウイルス病を媒介するアブラムシ等に対する影響

日本植物防疫協会研究所 ^{みや}宮 ^い井 ^{しゅん}俊 ^{いち}一

はじめに

これまで報告されている植物ウイルスは全世界で 860 種を超えており、そのうちの約 80% が昆虫などの節足動物によって媒介される (本多, 2000)。なかでもアブラムシ、ウンカ、ヨコバイ等が媒介虫として重要であり、農作物に大きな被害を及ぼすものも多い。特に、アブラムシは温帯地域を中心に全世界で 4,700 種以上いることが知られているが (KATIS et al., 2007), そのうちの約 200 種が節足動物媒介性の植物ウイルスの約 50% を媒介している (本多, 2000)。地球温暖化によって害虫相の変化が引き起こされると予想されるが、特にアブラムシとアブラムシ媒介性のウイルス病が最も警戒すべき問題の一つと考えられている (桐谷, 2001)。そこで本稿では、アブラムシを中心にして、ウイルス媒介虫とウイルス病の伝播に対する地球温暖化の影響について予想してみたい。

I アブラムシへの CO₂ 濃度上昇と温暖化の影響

1 アブラムシの生活史

CO₂ 濃度上昇と温暖化の影響について述べる前に、アブラムシは他の昆虫と違って生活史が少し複雑なので、簡単にその点を解説しておく。アブラムシは二つのタイプのクローンで構成されているのが普通である。一つは完全生活環型と呼ばれるクローンであり、春から秋まで単為生殖を行う胎生雌虫で子虫を胎生するが、秋の短日に反応して両性個体 (雄虫と産卵雌虫) が出現し、受精卵で越冬する。もう一つは不完全生活環型のクローンであり、一年中単為生殖を行って胎生雌虫の世代を繰り返す。また、胎生雌虫には無翅虫と有翅虫がいる。完全生活環型のクローンには、季節的に寄主転換を行い、越冬卵を産下する寄主植物 (一次寄主, 通常は木本) と胎生雌虫の世代の寄主植物 (二次寄主, 通常は草本) が全く異なっている種もいれば、このような寄主転換を行

わない種もいる。越冬卵は胎生雌虫よりも耐寒性が非常に強いので、同一種内では寒い地域で完全生活環型のクローンの割合が大きくなる傾向がある。

2 CO₂ 濃度上昇の間接的影響

温暖化は大気中の CO₂ 濃度が高まることにより起こることから、昆虫に対する影響も、① CO₂ 濃度の上昇が植物への影響を介して及ぼす間接的影響 (直接的影響は無視できる) と② 気温の上昇が及ぼす直接的・間接的影響に大別して検討されている (桐谷, 2008)。なお、気温上昇の間接的影響については、寄主植物、天敵、競争種との種間関係の変化という予測の難しい問題を伴うので、本稿では取り上げないことにする。

CO₂ 濃度上昇の間接的影響は、大気中 CO₂ 濃度と高 CO₂ 濃度で育てた植物を昆虫に摂食させ、発育速度、体重、産卵 (子) 数、個体群密度等への影響を比較する実験により調べられている。それらの結果は、PRITCHARD et al. (2007) や桐谷 (2008) により紹介されているように、高 CO₂ 濃度下で育成された植物は咀嚼性昆虫に対しては悪影響を及ぼすことが多いが、吸汁性のアブラムシに対しては種や寄主植物の違い等により影響が異なっている。例えば、ジャガイモヒゲナガアブラムシは高 CO₂ 濃度で育てたソラマメを吸汁させると産子数は増加し、発育速度は変化しなかったが、エゾヨモギギクでは逆に産子数は変化しなかったが、発育速度は高まった (AWMACK et al., 1997)。また、モモアカアブラムシでは高 CO₂ 濃度で育てたノボロギクを吸汁させると産子数は増加したが、キャベツでは変化は認められなかったし、ダイコンアブラムシでは高 CO₂ 濃度で育てたキャベツを吸汁させると産子数は減少した (BEZEMER et al., 1999)。

NEWMAN (2005; 2006) は、アブラムシにおいてどうしてこのような影響の違いが起こるのかを説明するために、作物生長モデル、土壌中および作物体地下部・地上部の水分モデル、ムギクビレアブラムシに基づく個体群動態モデルを連結した機構的 (mechanistic) モデルを利用するアプローチに取り組んでいるが、一般的な結論を得るまでには至っていない。

3 気温上昇の直接的影響

温暖化による気温の上昇が昆虫に与える直接的影響と

Influence of Global Warming on Aphids, Small Brown Planthopper and Green Rice Leafhopper as Virus Vectors. By Shun'ichi MRYAI

(キーワード：地球温暖化, 媒介虫, 虫媒性ウイルス病, アブラムシ, ツマグロヨコバイ, ヒメトビウンカ)

して、分布域の北への拡大、越冬世代の死亡率の低下、春の発生の早期化、年間発生世代数の増加等が起こることが推測されているが(桐谷, 2001)、アブラムシにおいても基本的に同様の推測が成り立つと考えられる。温度はアブラムシの発育、産子数、年間世代数を支配する最も主要な物理的環境要因である(HARRINGTON et al., 1995; 桐谷, 2001)。それ以下では発育が起こらないとされる発育ゼロ点 T_0 を比較してみると、昆虫の中ではアブラムシが最も低く、種間や同一種内のクローン間で変動するものの、平均値は 5.8°C と推定されている(桐谷, 1997)。また、高温の側では、 30°C を超えると発育は阻害される(HARRINGTON et al., 1995)。多くの種において発育最適温度は $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ の間にあり、またその温度範囲で産子数も最大となる(HARRINGTON et al., 1995)。したがって、温帯地域のアブラムシは一年の多くの時期を発育や産子にとっての最適温度よりも低い環境で生活していることになり、温暖化が起こればそのような時期の発育は速まるし、産子数も多くなると予想される。けれども、時期によってはこの最適温度を超えてしまうことも起こり、そのような場合には必ずしも好条件とはならない。このようなことから、大まかな予想として、日本各地において現在の最高気温が 20°C を超えない時期には、温暖化はアブラムシの発育速度と産子数を増大させると考えられる。

温暖化はアブラムシの年間世代数へも大きな影響を及ぼす。アブラムシが出生してから初めて子を産むまでに必要とされる有効積算温度 K は、平均値で 137.0 日度と推定されており、他の昆虫に比べて小さな値となっている(桐谷, 1997)。 T_0 , K , 年平均気温を用いて温暖化による年間世代数の増加を予測する近似式が作成されているが(YAMAMURA and KIRITANI, 1998)、その式を適用すると、例えば、年平均気温が 15°C の地域においては、 1°C の気温上昇ならば 2.3 世代、 2°C の気温上昇ならば 4.7 世代、 3°C の気温上昇ならば 7.0 世代、現在の年間世代数よりも増えると予測される(YAMAMURA and KIRITANI, 1998)。

冬期の気温が高くなると、不完全生活環型のクローンの越冬時の死亡率が下がり、アブラムシの個体群中でその割合が増加するものと考えられるし、また春の有翅虫の移動開始時期が主に不完全生活環型のクローンにおいて早まることが予想される(HARRINGTON et al., 1995)。例えば、英国のロンドン郊外にあるロザムステッド農事試験場内に設置された吸引トラップの捕獲データの解析から、もっぱら不完全生活環型のクローンから成っているモモアカアブラムシは、 $1 \sim 2$ 月の平均気温が 1°C 高く

なると有翅虫の初捕獲日が約 2 週間早まると予測された(HARRINGTON et al., 1995)。また、英国のグレート・ブリテン島全域にわたる 20 箇所に設置した吸引トラップへの 5 種アブラムシ(完全生活環型 2 種、不完全生活環型 3 種)の捕獲データを解析した研究では、総捕獲数の最初の 5%、25%、50% が捕獲された日は、冬期の気温が高くなると、初捕獲日とは異なり生活環型の違いにかかわらず早くなることが報告された(ZHOU et al., 1995)。さらに吸引トラップの設置地域をヨーロッパ全域に広め、気温以外に降雨量や土地利用に関する変数も含めて、Cocu et al. (2005) は重回帰モデルによりモモアカアブラムシの初捕獲日、HARRINGTON et al. (2007) は線形混合モデルにより 29 種のアブラムシの初捕獲日の解析をそれぞれ行った。得られた結果は、大部分の種において気温の上昇とともに初捕獲日は早くなり、どのくらい早まるかは種や地域の違いにより異なるというものであった。

結論として、気温上昇の直接的効果は、温帯地域に分布するアブラムシの発育、生存、増殖に対して大体において好条件を与えるようになると予想される。

II 虫媒性の植物ウイルスの媒介様式とその特性

温暖化の影響を予想する前に、簡単に虫媒性の植物ウイルスの媒介様式とその特性について説明しておく。媒介虫による伝染のサイクルは、①ウイルスに罹病している植物からのウイルスの獲得、②虫体内でのウイルスの保有、③ウイルス病に感受性の植物へのウイルスの接種から構成される。虫媒性ウイルスの媒介様式は、媒介虫がウイルスを保有する期間に基づいて、非永続型(non-persistent)、半永続型(semipersistent)および永続型(persistent)の三つのグループに分けられる。さらに永続型の媒介様式は、ウイルスが媒介虫の体内で増殖するか否かで二つに分けられ、増殖しないものを循環型(circulative)、増殖するものを増殖型(propagative)と呼んでいる(NAULT, 1997)。研究者によっては、媒介様式を非循環型(noncirculative)と循環型に大別し、さらに非循環型を非永続型と半永続型に、循環型を非増殖型(nonpropagative)と増殖型に分けることがある(HARRIS, 1979; 本多, 2000)。けれども、後者の分け方は、循環型と増殖型との間に何か進化的な関係があるような誤解を与えてしまうので(NAULT, 1997)、ここでは採用しないことにする。

アブラムシなどが媒介する虫媒性ウイルスの媒介様式の特徴を比較すると表-1 のようになる(BERGER and FERRISS, 1989)。非永続型ウイルスの媒介虫はアブラムシ

表-1 虫媒性ウイルスの媒介様式の特性 (BERGER and FERRISS, 1989より作成)

媒介様式	媒介虫の種類	ウイルス獲得に要する時間	ウイルス接種に要する時間	ウイルス保有期間	虫体内での潜伏期間	脱皮によるウイルスの喪失	経卵伝染
非永続型	アブラムシ	5秒	5秒	数時間	なし	する	しない
半永続型	アブラムシ	5～15分	5～15分	3日	なし	する	しない
	ヨコバイ	15～30分	15分～2時間	4～6日	なし	する	しない
	コナカイガラムシ	1～4時間	15分以内	4日	なし?	しない?	しない
永続型-循環型	アブラムシ	5分～120分	20秒以上	数週～死ぬまで	10～24時間	しない	しない
	ヨコバイ	1分以上	1分以上	数週～死ぬまで	4～48時間	しない	しない
	コナジラミ	5～30分	10～30分	2日～死ぬまで	4～24時間	しない	しない
	ハムシ	5分以上	1時間以内	2～20日	なし?	する	しない
	フシダニ	15分	15分	9日	あり?	しない	しない
永続型-増殖型	アブラムシ	30秒以上	30秒以上	数週～死ぬまで	4～24日	しない	する
	ヨコバイ	15分～24時間	5分～24時間	数週～死ぬまで	3～47日	しない	する
	ウンカ	15分～24時間	3分～24時間	数週～死ぬまで	5～21日	しない	する
	アザミウマ	15分	5分	数週～死ぬまで	4～10日	しない	しない

に限られる。ウイルスは口針に付着して伝搬され、体液中に取り込まれることはないので、口針型媒介とも呼ばれる。ウイルス病を発病している植物からの吸汁時間が長くなると逆にウイルスの獲得は起こりにくくなる(本多, 2000)。また保毒虫(ウイルスを保有している媒介虫)は健全植物(ウイルスに感染していない植物)を吸汁することによりウイルスを失う。媒介虫がウイルスを獲得してから接種できるようになるまでに要する時間を潜伏期間(latent period)と呼んでいるが、非永続型と半永続型の媒介様式では潜伏期間はない。永続型の媒介様式では媒介虫が脱皮してもウイルスを失うことはなく、さらに永続型-増殖型ではウイルスが保毒虫の産卵(あるいは産子)を通して次世代へ伝えられる経卵伝染(垂直伝染)という性質をもつものも多い。半永続型の媒介様式は、非永続型と永続型-循環型の中間の性質を示す。なお、アブラムシが媒介するウイルスでは、約80%が非永続型、約4%が半永続型、約13%が永続型-循環型、約3%が永続型-増殖型である(本多, 2000)。

III アブラムシ媒介性ウイルス病の伝播への温暖化の影響

作物圃場でのアブラムシ媒介性ウイルス病の伝播は、ウイルスを保毒した有翅虫の飛来から始まる。寄生転換を行う完全生活環型クローンでは、夏の二次寄主植物へ移動するまでに冬の一次寄主植物上で世代あるいは複数世代を過ごすことになるが、不完全生活環型のクローンでは、移動するまでにこのような遅れはなく、有翅虫は飛翔可能な気温になればすぐに移動を開始する。した

がって、冬の気温の上昇は、特に不完全生活環型のクローンに対して越冬時の生存率を高めるとともに、有翅虫の春の飛来時期を早め、圃場への飛来個体数も増加させるので、ウイルス病の発生を助長する。春は完全生活環型のクローンでは卵がふ化する季節であり、また不完全生活環型のクローンでは個体群の増殖が始まる季節であるので、春の気温の上昇は両タイプのクローンで個体数の増加率を高めるものと考えられる。さらに、アブラムシは気温が14℃より低いと飛び立たないという報告もあるので(HARRINGTON et al., 1995)、春が暖かくなれば、作物はより早くアブラムシに寄生されることになる。先に述べたようにモモアカアブラムシはイングランド南部では不完全生活環型のクローンから成るので、媒介されるジャガイモYウイルス(非永続型)、ビート萎黄ウイルス(半永続型)、ジャガイモ葉巻ウイルス(永続型-循環型)等によるウイルス病の発生は冬の気温の上昇とともに増加すると予想された(CARTER and HARRINGTON, 1991)。また、ポーランドにおける4年間の調査によると、冬と春の高温がジャガイモYウイルスとジャガイモ葉巻ウイルスの発生を増加させることがわかったが、すべての媒介アブラムシが完全生活環型クローンであるので、おそらく春の高温が個体数の増加に好影響をもたらした結果ではないかと考えられた(GABRIEL, 1965)。

大まかな結論として、地球温暖化は、ウイルスが非永続型、半永続型、永続型のどれであっても、アブラムシによるウイルス接種が作物の発育ステージの若いうちに起こる可能性を高めるような効果を及ぼすため、アブラムシ媒介性ウイルス病の被害を増大させると予想される。

IV アブラムシ媒介性ウイルスの媒介特性への 温暖化の影響

圃場内の作物にウイルスが広がるためには、アブラムシがウイルスの媒介を効率よく行うことが重要となるが、それに関与するウイルスの媒介特性も温度の影響を受ける。永続型ウイルスを獲得あるいは接種するためには、アブラムシは植物から吸汁しなければならないが、非永続型ウイルスの場合には寄主植物かどうかを探るために口針を刺すことにより獲得と接種が行われる。アブラムシが口針を刺す頻度は高温で高くなることが知られているが、口針を刺す回数が多くなると非永続的ウイルスを獲得する確率が高まることが予想される (CARTER and HARRINGTON, 1991)。例えば、モモアカアブラムシとチューリップヒゲナガアブラムシが 25℃ で最も効率よくジャガイモ Y ウイルスを媒介するのは、その温度で口針を刺す頻度が最大となるためであると考えられた。永続型ウイルスでも口針を刺す回数が多くなるとウイルスの獲得や接種の効率が高まることが報告されており、モモアカアブラムシがジャガイモ葉巻ウイルスを媒介する効率が 12℃ よりも 26℃ で高いのはそのためであると考えられた (CARTER and HARRINGTON, 1991)。

また、非永続型ウイルスでは口針を刺している時間が長くなるとウイルスの獲得は起こりにくくなる。低温ではこの時間が長くなるため、アブラムシの非永続型ウイルスの獲得効率は低下する (SIMONS, 1966)。

永続型ウイルスの媒介に及ぼす温度の影響は、アブラムシ体内でのウイルス潜伏期間を通して現れる。多くの場合、温度が高くなると潜伏期間は短くなることが知られている (CARTER and HARRINGTON, 1991)。植物体内でのウイルスの潜伏期間 (ウイルスを接種されてからアブラムシが獲得できるようになるまでの期間) も同様に高温では短くなるという報告もある (HARRINGTON et al., 1995)。

温度はまたアブラムシがウイルスを保有する期間にも影響を及ぼす (CARTER and HARRINGTON, 1991)。永続型ウイルスはアブラムシ体内に一生保有されるので、ウイルス保有期間はアブラムシの寿命によって決まることになる。寿命は高温で短くなるので、それに伴い保有期間も高温で短縮されることになる。非永続型と半永続型のウイルスの保有期間は短い、低温では高温よりも長く保有されることが報告されている。

これらのことを大まかにまとめると、表-2 のようになる。これらの媒介特性を通しての温暖化の影響は、アブラムシのウイルス保有期間の短縮を除き、すべてウイルス病の伝播を加速するように働くと予想される。

表-2 アブラムシ媒介性ウイルスの媒介特性に対する温度の影響

媒介特性	低温	高温
アブラムシのウイルス獲得効率	低い	高い
アブラムシのウイルス接種効率	低い	高い
虫体内での潜伏期間	長い	短い
植物体内での潜伏期間	長い	短い
アブラムシのウイルス保有期間	長い	短い

V ヒメトビウンカとツマグロヨコバイへの 温暖化の影響

アブラムシ以外ではウンカとヨコバイがウイルス媒介虫として重要である。

ヒメトビウンカはイネ縞葉枯病ウイルス (永続型-増殖型) を媒介するイネの害虫である。ウイルスを保毒したヒメトビウンカ成虫が水田に飛来し、移植後 1 か月程度までの感受性の高いイネを吸汁することによりウイルスは伝播される。したがって、イネの感受期とヒメトビウンカの発生が同調することが、イネ縞葉枯病の発生にとって重要な鍵となる。現在イネ縞葉枯病は、北海道から九州まで発生が見られる。温暖化によりヒメトビウンカの発育が各地域で速まることが予想されるが、YAMAMURA and YOKOZAWA (2002) はそのことがイネ縞葉枯病の発生地域にどのような影響を及ぼすかを解析した。将来の気候変化の予測値として東京大学気候システム研究センター/国立環境研究所の全球気候モデル (CCSR/NIES) に基づくデータを用いて 2060 年代におけるイネ縞葉枯病の発生危険地帯を予測した結果、現在発生地域となっている北海道は危険地帯からはずれ、現在あまり問題となっていない東北や北陸地方で発生の危険性が高まることが示された。

ツマグロヨコバイはイネの吸汁性害虫であるが、同時に西南日本においてはイネ萎縮病ウイルス (永続型-増殖型) の媒介虫でもある。YAMAMURA et al. (2006) は、ツマグロヨコバイの発生量が温暖化によりどのような影響を受けるかを調べるため、茨城県農業試験場 (水戸市) で収集された 50 年間のライトトラップの年総誘殺個体数データを時系列解析の一種である多変量カルマンフィルター法で解析し、その変動を予測する数式モデルを作成した。その結果、冬期 (前年 11 ~ 4 月) の気温が誘殺個体数の変動に影響を及ぼすことが明らかにされた。将来の気候変化の予測値として気象研究所の全球気候モデル (MRI-CGCM2) に基づくデータを用い、2031 ~ 50 年の平均年総誘殺個体数を計算したところ、国内の

大部分の地域で現在のおよそ3倍程度増加することが予測された。温暖化がイネ萎縮病の発生に及ぼす影響についてはまだ解析されていないが、ツマグロヨコバイの越冬密度が高まることによりウイルス病への感受性の高い生育初期のイネでの個体数の増加が予想されるので、それに伴ってイネ萎縮病の発生が広がる可能性も高まると考えられる。

おわりに

越冬後に作物圃場に飛来するアブラムシへの温暖化の影響については、飛来時期と飛来量の変化が気温を中心とする気象要因によって大体説明できることがわかったが、年間を通してのアブラムシの発生への影響については天敵など他の要因も複雑に関係してくるのでその予測は難しくなると考えられる。けれども、一年生の春植え作物でのウイルス病の被害にとっては、感受性の高い生育初期に飛来する保毒虫によるウイルス感染が最も重要であり、そのことから温暖化はアブラムシ媒介性ウイルス病の被害を増大させると予想される。今後、作物の定植時期への温暖化の影響も含めて研究が展開されることを期待したい。

引用文献

1) AWMACK, C. S. et al. (1997): *Global Change Biology* 3: 545 ~

549.
 2) BERGER, P. H. and R. S. FERRISS (1989): *Spatial Components of Plant Disease Epidemics*, Prentice Hall, Englewood, Cliffs, p.40 ~ 84.
 3) BEZEMER, T. M. et al. (1999): *Ann. Entomol. Soc. Am.* 92: 724 ~ 730.
 4) CARTER, N. and R. HARRINGTON (1991): *Advances in Disease Vector Research* 7: 19 ~ 51.
 5) COCU, N. et al. (2005): *J. Biogeogr.* 32: 615 ~ 632.
 6) GABRIEL, W. (1965): *Ann. Appl. Biol.* 56: 461 ~ 475.
 7) HARRINGTON, R. et al. (1995): *Insects in a Changing Environment*. Academic Press, London. p.125 ~ 155.
 8) ——— et al. (2007): *Global Change Biology* 13: 1550 ~ 1564.
 9) HARRIS (1979): *Leafhopper Vectors and Plant Disease Agent*, Academic Press, New York, p.217 ~ 308.
 10) 本多健一郎 (2000): *アブラムシの生物学*, 東京大学出版会, 東京, p.181 ~ 207.
 11) KATIS, N. I. et al. (2007): *Aphids as Crop Pests*. CABI, UK, p.353 ~ 390.
 12) 桐谷圭治 (1997): *農業環境技術研究所資料* 第21号, 72 pp.
 13) ——— (2001): *昆虫と気象*, 成山堂書店, 東京, 177 pp.
 14) ——— (2008): *昆虫と自然* 43(4): 2 ~ 5.
 15) NAULT, L. R. (1997): *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90: 521 ~ 541.
 16) NEWMAN, J. A. (2005): *Global Change Biology* 11: 940 ~ 944.
 17) ——— (2006): *ibid.* 12: 1634 ~ 1642.
 18) PRITCHARD, J. et al. (2007): *ibid.* 13: 1616 ~ 1629.
 19) SIMONS, J. N. (1966): *J. Econ. Entomol.* 59: 1056 ~ 1062.
 20) YAMAMURA, K. and K. KIRITANI (1998): *Appl. Entomol. Zool.* 33: 289 ~ 298.
 21) ——— and M. YOKOZAWA (2002): *ibid.* 37: 181 ~ 190.
 22) ——— et al. (2006): *Population Ecology* 48: 31 ~ 48.
 23) ZHOU, X. et al. (1995): *Global Change Biology* 1: 303 ~ 313.

新しく登録された農薬 (22.5.1 ~ 5.31)

掲載は、**種類名**、登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録年月日、有効成分：含有量、**対象作物**：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、**適用作物**、適用雑草等を記載。（登録番号：22682 ~ 22724）種類名に下線付きは新規成分。※は新規登録の内容。

「殺虫剤」

- **イソキサチオン乳剤** ※新規参入
 22683: **グリーンカルホス乳剤** (保土谷化学) 10/05/12
 イソキサチオン: 50.0%
 芝: スジキリヨトウ, シバツトガ, シバオサゾウムシ, ケラ, コガネムシ類, タマナヤガ幼虫: 発生初期
- **DEP乳剤** ※名称変更
 22686: **ホクサンディプテレックス乳剤** (北海三共) 10/05/12
 DEP: 50.0%
 三共ディプテレックス乳剤 (No.6978) から商品名のみ変更
- **NAC水和剤** ※名称変更
 22689: **ホクサンデナポン水和剤 50** (北海三共) 10/05/12
 NAC: 50.0%
 三共デナポン水和剤 50 (No.4749) から商品名のみ変更
- **レビメクチン乳剤**
 22696: **アニキ乳剤** (三井化学アグロ) 10/05/19
 レビメクチン: 1.0%
- みかん**: チャノキイロアザミウマ, ミカンハモグリガ, アゲハ: 収穫前日まで

- かんぎつ (みかんを除く)**: チャノキイロアザミウマ, ミカンハモグリガ, アゲハ: 収穫3日前まで
- いちご**: ハスモンヨトウ: 収穫前日まで
- トマト**: オオタバコガ, ハスモンヨトウ, ハモグリバエ類, コナジラミ類, ミカンキイロアザミウマ: 収穫前日まで
- ミニトマト**: オオタバコガ, ハスモンヨトウ, ハモグリバエ類, コナジラミ類, ミカンキイロアザミウマ: 収穫前日まで
- なす**: オオタバコガ, ハスモンヨトウ, トマトハモグリバエ: 収穫前日まで
- キャベツ**: コナガ, アオムシ, ハスモンヨトウ, ハイマダラノメイガ, タマナギンウワバ: 収穫3日前まで
- はくさい**: コナガ, アオムシ, ハスモンヨトウ, ハイマダラノメイガ: 収穫3日前まで
- ブロッコリー**: コナガ: 収穫3日前まで
- レタス**: オオタバコガ, ハスモンヨトウ: 収穫3日前まで
- ねぎ**: シロイチモジヨトウ: 収穫3日前まで
- だいこん**: コナガ, アオムシ, ハイマダラノメイガ: 収穫3日前まで
- 茶**: チャノココクモンハマキ: 摘採7日前まで

(44ページに続く)