

北海道におけるトマト褐色根腐病の発生実態と総合防除対策

北海道立総合研究機構 中央農業試験場 にし
西 わき
脇 よし
由 え
恵

はじめに

トマトは1年を通して食卓を彩る野菜であり、総務省家計調査によると年間支出金額(生鮮野菜)1位を誇る。作付面積は全国的にはやや減少傾向にあるが、北海道においては微増傾向にある。特に夏秋トマトは全国生産量の2割近くを占め、多くは道外へ移出され夏のトマトの需要に応えている。道内各地に産地が形成されており、北海道の施設園芸を支える最も重要な品目である。

トマト褐色根腐病は *Pyrenochaeta lycopersici* による土壌病害として1973年に静岡県で初めて発生が確認されており、比較的早くから知られた病害であり(森田ら, 1973; 1975)、北海道では1993年に伊達市で発生が確認されている(角野ら, 1993)。本病に感染したトマトでは根が褐変し、コルク化して松の根状となり、腐敗根は脱落するため根量も減る。地上部では着果負担がかかり始めるころに茎葉の萎れが認められる。ただし、道内では本病により枯死に至るものが少ないため、萎凋症状を認めても発病株を抜き取らず、通常の収穫終了時期まで栽培を続けることが多い。また栽培終了後の残渣を片付ける際に初めて発病に気づくことも多く、対策が遅れがちである。そこで本病に対する効果的な防除対策技術を確立するために、道内における本病の多発要因を解明し、土壌還元消毒、接ぎ木栽培、有機物施用等による発病軽減対策について取り組んだので紹介する。なお本内容は第27回土壌伝染病談話会で発表した(西脇, 2014)。

I 北海道におけるトマト褐色根腐病の発生状況

2008年から2か年、道央地域での発生実態を調査した。1圃場につき5~10株×3箇所の根部病斑面積率を調査し、圃場の発病程度を以下の基準に基づいて表した。

無：発病を認めない、少：根部病斑面積率1~25%、中：同26~50%、多：同51~75%、甚：同76%以上
2008年には59圃場を調査した結果、93%にあたる55

圃場で発生が確認され、産地に広く発生していることが明らかとなった。発生圃場の内訳は少発生が33圃場(56%)、中発生が11圃場(19%)、多発生が8圃場(13%)、甚発生が3圃場(5%)であったが、多くの場合は生産者が発生に気付いておらず、被害を感じていたのは3圃場のみであった。

2009年は前年度調査圃場のうち14圃場の継続調査を行った。前年度栽培終了後に土壌消毒を行った圃場を除いて、発病程度が前年度と大きく変化した圃場は少なく、年次変動は小さかった(図-1)ことから、栽培終了時に根部発病状況を確認することで次年度の発生程度をおおむね把握できると考えられた。

II 多発要因

1 作型や土壌の化学性と発病の関係

北海道における作型は主に、12月定植の加温・越冬作型、3月定植の促成作型、4月定植の半促成長期取り作型(以下「半促成作型」)、5月定植のハウス雨よけ夏秋取り作型(以下「雨よけ作型」)、6月中下旬に定植する抑制作型の五つに分けられる。

本病は比較的低温時に発病が進展すると報告されている(森田・栗山, 1973)。現地圃場において半促成作型では雨よけ作型に比較して定植後60日ころまで平均地温が20℃以下と明らかに低く推移しており、半促成作型で多発生以上の圃場の割合が高かった(図-2)。

定植直後からの経時的な根部発病調査は実施していないが、低温期に定植する作型では、他作型に比較して生

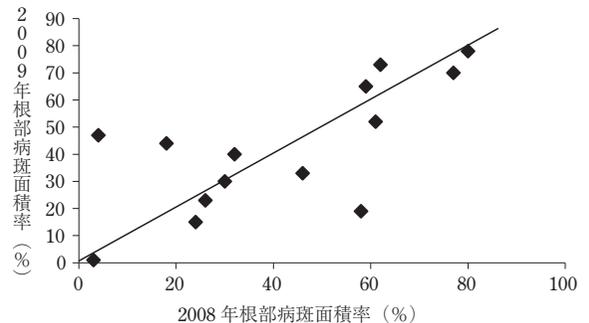


図-1 圃場における褐色根腐病発生程度の年次変動

Current Status and Control Methods of Tomato Corky Root in Hokkaido. By Yoshie NISHIWAKI

(キーワード: トマト, 褐色根腐病, *Pyrenochaeta lycopersici*, 病原菌汚染程度, 土壌還元消毒, 耐病性台木, 有機物施用, 総合防除)

育初期から根部の発病が進み、生育不良などの被害に結びつくものと考えられた。

栽培前の土壌の pH や EC, CaO・K₂O・MgO 濃度等と発病には明確な関連は認められなかったが、栽培終了時の発病程度と栽培前土壌の有効態リン酸濃度には有意な正の相関が見られた。

2 土壌中の病原菌と発病の関係

1) 菌量と発病の関係

培養菌体による接種試験では、接種菌量が多いほど根部病斑面積率が高まった。(表-1)。罹病根粉碎物を混和した場合も同様の傾向にあり、本病は土壌中の病原菌量が多いほど発病程度が高くなると推察された。

2) 土壌の病原菌汚染程度の評価方法

実際の圃場における菌量と発病の関連を明らかにするため、以下の方法で土壌中病原菌量の相対的な評価法を検討した。現地発生圃場の土壌を、その割合が 0, 4, 20, 100%となるように滅菌した同一現地土壌と混和した。各土壌から Kageyama 法 (KAGEYAMA et al., 2003) により DNA を抽出・純化した (TOYOBO 社製 Mag

Extractor 使用)。得られた DNA は TE-buffer により 10 倍段階で希釈し、各希釈液を PCR に供試した。本病の病原菌は培養性状により二つのタイプ (Type1 および Type2) に分けられており (杉浦ら, 2002), 各タイプの特異的プライマー “Plyc1-F/R” および “Plyc2-F/R” (INFANTINO and PUCCI, 2005) を用いて特異バンドの検出状況を確認した。併せて供試土壌にトマトを植え、根の発病状況を確認した。その結果、病土の混入割合が高いほど、すなわち土壌の病原菌汚染程度が高いほど、土壌から抽出した DNA の希釈倍率を高くしても病原菌が検出可能であり、栽培試験での根部病斑面積率も高くなった (表-2)。検出可能な DNA の希釈倍率により土壌中の病原菌汚染程度の違いを把握できると考えられた。

3) 現地圃場における病原菌汚染程度と発病の関係

先の方法を用いて、現地圃場における栽培前土壌の病原菌汚染程度と栽培終了時の発病程度との関係について調査した。2009 年度に現地から、深さ 0 ~ 20 cm および 20 ~ 40 cm の栽培前土壌を圃場 1 件につき 3 箇所から採取した。3 箇所のうち、最も高い DNA 希釈倍率でバンドが検出された結果をその圃場の汚染程度として評

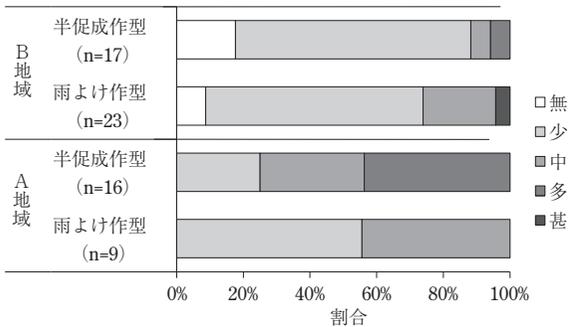


図-2 各作型における発生状況 (2008, 2009 年)

表-1 接種菌源の量と発病の関係 a)

接種菌量 b) (g/株 c))	発病株率 (%)	根部病斑面積率 (%)
16	100	40
1.6	100	8
0.2	33	2
0	0	0

a) 品種 ‘桃太郎’.

b) PDB, 25°C, 1 か月間振とう培養して得られた菌体を接種源とした.

c) 1 株当たりパーミキュライト 200 ml.

表-2 汚染程度の異なる土壌における PCR 法による病原菌検出状況

供試土壌 a)	PCR 法による検出状況 b)						栽培試験 c) 根部病斑 面積率 (%)	
	Type1			Type2				
	DNA 希釈倍率			DNA 希釈倍率				
	原液	× 10	× 100	原液	× 10	× 100 × 1,000		
100% 現地病土	+	-	-	+	+	+	-	73
20% 現地病土	-	-	-	+	±	-	-	48
4% 現地病土	-	-	-	+	-	-	-	23
0% 現地病土	-	-	-	-	-	-	-	0

a) 病土が 0, 4, 20%となるようにオートクレーブ滅菌した同一土壌で希釈した.

b) 2 反復とも陽性反応だった場合に+, 2 反復とも陰性反応だった場合に-, 特異バンドが不明瞭な場合や 1 反復のみで+の場合に疑似陽性±とした.

c) 品種 ‘桃太郎あきな’, 2010 年 4 月下旬定植, 9 月下旬根部発病調査.

餌した。PCRはType1, Type2いずれも対象に実施したが、Type1はいずれの圃場においても検出頻度がType2よりも低かったため、ここではType2での結果を示す。深さ0～20 cm 土壌では検出可能なDNA希釈倍率が高い圃場において栽培終了時に根部の発病程度の高い圃場が多かった(図-3)。深さ20～40 cm 土壌は0～20 cm 土壌よりも検出可能な希釈倍率は低かったが、検出程度と圃場の発生程度との関係は同様の傾向にあった。実際の圃場においても栽培前土壌の病原菌汚染程度が高いと根部発病は高くなる傾向にあり、土壌中の病原菌量が本病の発生程度に影響していることが示唆された。

4) トマト栽培による土壌の病原菌汚染程度の変化

先の評価方法を用いてトマト栽培前後の病原菌汚染程度を調査した。病原菌汚染程度は 微; PCRで病原菌が検出されない, 低; 検出可能希釈倍率×1, 中; 同×10, 高; 同×100, 甚; 同×1,000として表した。変化の程度は圃場により異なるものの、多くの圃場で栽培前に比較してトマトの作付けにより栽培終了時には土壌の病原菌汚染程度が高まった(表-3)。実態調査において、トマトの栽培年数が長い圃場ほど発病程度が高くなる傾

向にあったことから、トマトの連作が圃場の発病ポテンシャルを上げていることは明らかであろう。

III 本病のトマト生育への影響

現地発生圃場の土壌を不織布製ポットに詰め、小型ビニルハウス内で半促成型(4月下旬定植)でトマトを栽培した。病土100%区の一部で6月下旬ころに軽い萎凋症状が認められたものの、その後回復し、激しい萎凋や枯死に至るものはなかった。各区の栽培終了時の根部病斑面積率は、病土100%区では73%, 病土20%区で48%, 病土4%区で27%であった。トマトの生育は、定植2か月後では病土20%区および100%区で茎長が短く、茎径も細くなり(表-4)、土壌中の病原菌汚染程度が高い場合は生育への影響が栽培の早い時期から生じることが明らかとなった。

栽培終了時の根部病斑面積率が50%以上になった場合には果実サイズにも影響が見られ、2Sサイズの果実の割合が増加した(図-4)。

本病は収穫終了時の根部発病面積率が50%以上とな

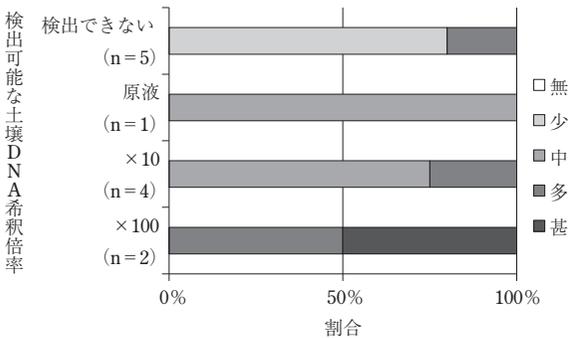


図-3 各ハウスの栽培前土壌^{a)}の病原菌<Type2>検出状況と栽培終了時の褐色根腐病発生程度

^{a)} 深さ0～20 cm 土壌。

表-3 トマト作付前後の土壌における病原菌汚染程度の変化

2009 春 (栽培前)		汚染程度変化		2009 秋 (栽培後)	
汚染程度	圃場数			汚染程度	圃場数
微	5	↗ ^{a)}		低	4
		↗		高	1
低	2	→		低	1
		↗		高	1
中	4	→		中	2
		↗		高	2
高	2	↗		甚	2

^{a)} ↗; 上昇, →; 変化なし。

表-4 病土混和割合の違いによるトマトの生育への影響^{a)}

試験区	茎長 (cm)	葉数	茎径 (mm)					
			第1 ^{b)}	第2	第3	第4	第5	第6
病土4%	124	24	10.8	11.3	11.4	8.5	4.4	3.0
病土20%	110	23	11.9	10.8	9.5	6.5	3.0	—
病土100%	87	20	10.5	9.0	6.9	3.6	—	—
対照(病土0%)	123	24	10.9	11.0	10.2	7.8	4.7	2.7

^{a)} 供試品種‘桃太郎あきな’, 1区5株3反復。

^{b)} 各花房段位。

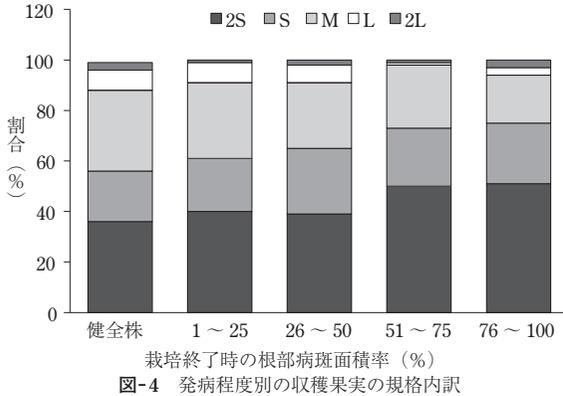


図-4 発病程度別の収穫果実の規格内訳

ると明らかに生育・収量に影響し、特に生育前期の根部での発病が被害に大きく影響している可能性が高い。先に述べた通り、本病は発生程度の年次変動が小さいため、次年度も同様の発病が予想される。少なくとも栽培終了時に病斑面積率が50%を超えている圃場では、次年度の低温期に定植する作型では実害が生じる危険性が高いと考えられる。

IV 防除対策

1 土壤還元消毒

本病に対する土壤還元消毒の効果はこれまでに本州の多くの地域で確認されており(久保ら, 2004; 渡辺ら, 2004), 道内においても既に本病の対策として実施している地域も多い。しかし効果が不安定な事例も認められ、この要因としてサイドベッド(端畝)の消毒効果が不十分であることが考えられたことから、有機物処理時に、サイドベッドの保水力を上げるために鎮圧処理したところ、還元消毒効果を改善できた(図-5)。

2 台木の導入

現地発生圃場で複数の台木について検討したところ、「ドクターK」, 「グリーンガード」を用いた場合には、自根栽培に比較して栽培終了時の根部での発病が明らかに少なく、生育も接ぎ木栽培で茎径が太く草勢が維持されており、本病の対策として非常に有効であった(西脇, 2012)。

3 有機物施用

土壌への有機物の施用は土壌の物理性、化学性および生物性を改善し、土壌病害抑制効果も期待でき、本病においても有機物施用による軽減効果が報告されている(森田・堀, 1981)ことから、本試験でもその効果について検討した。

汚染圃場に脱脂米ぬか、フスマ、緑肥(エンバク、

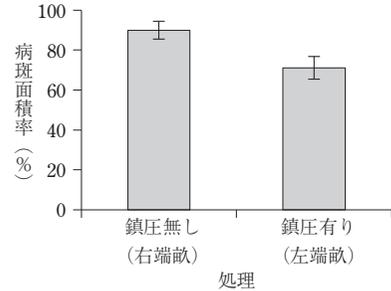


図-5 鎮圧による土壤還元消毒効果の改善^{a)}

^{a)} 消毒期間 2010.9.3~10.21 フスマ混和量 1t/10a, 灌水 200 mm, 踏み板を用いて人力で鎮圧した。翌年 2011 年 3 月に品種「桃太郎 8」を定植し、栽培終了時の 7 月下旬に発病調査。

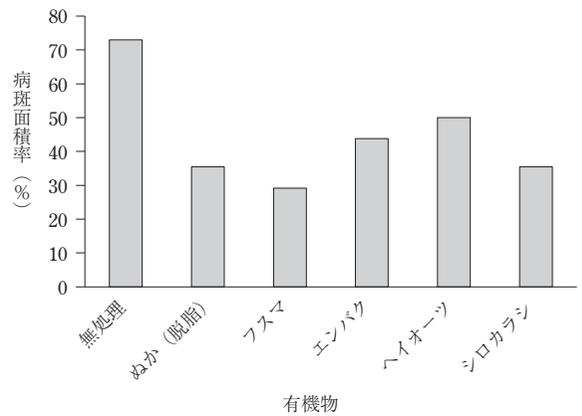


図-6 各有機物^{a)} 混和による発病抑制効果

^{a)} 10a 当たり投入量; ぬかおよびフスマは 250 kg, エンバク 2.3 t, ヘイオーツ 2.1 t, シロカラシ 3.1 t を定植前に混和, 定植 53 日後調査。

ヘイオーツ, シロカラシ) を混和し, トマトを 2 か月間栽培し, 発病を調査したところ, フスマと脱脂米ぬかで最も高い発病低減効果が認められた(図-6)。フスマを用いてさらに検討を進めたところ, 定植前 30 日の間に処理すると, 定植 2 か月後では少発生圃場では 250 kg/10a 施用で十分な発病抑制効果があるが, 多発生圃場では 500 kg/10a の施用が必要であった(図-7)。ただし, 現地発生ハウスで実証したところ, 栽培終了時の根部の発病はハウス A では無処理区の病斑面積率が 73% に対し処理区で 77%, ハウス B では同 84.5% に対して 75.5% となっており, 栽培終了時までは, 発病抑制効果が持続しなかった。

4 冬期間のハウスフィルム除去

融雪直後の土壌の病原菌汚染程度を調査したところ,

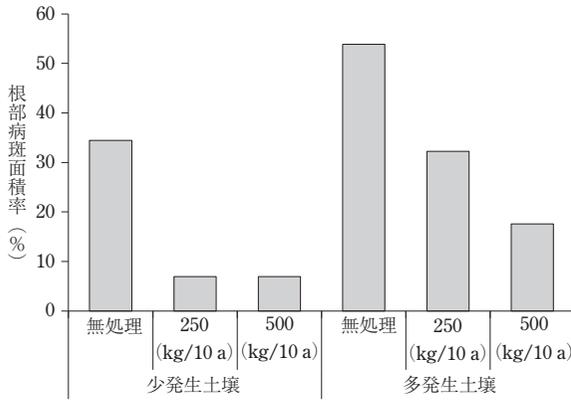


図-7 フスマの土壌混和による定植2か月後の発病軽減効果 (2010年, 枠試験)

表-5 越冬前後の土壌^{a)}における病原菌汚染程度の変化

2009 秋 (栽培後)		汚染程度 変化	2010 春 (栽培前)	
汚染程度	圃場数		汚染程度	圃場数
低	6	→ ^{b)}	低	1
		↘	微	5
		→	中	1
中	4	↘	低	3
		↘	中	4
高	4	↘	高	2

a) 深さ0～20 cm 土壌.

b) →; 変化なし, ↘; 低下.

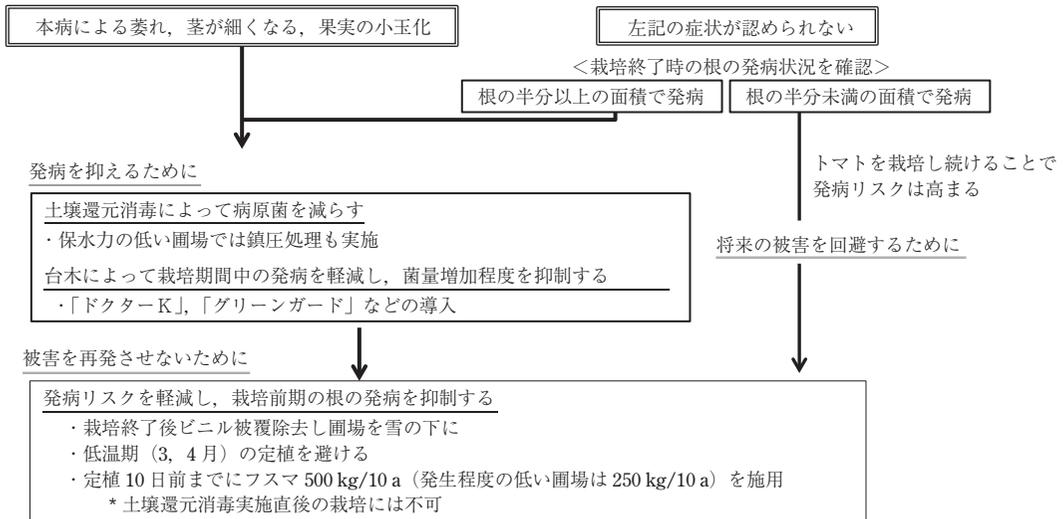


図-8 北海道におけるトマト褐色根腐病の総合防除対策

深さ0～20 cmの土壌で汚染程度が低くなった。(表-5)。多雪地帯では深さ20～40 cmでも同様の現象が見られた。雪が少ない地域ではハウスフィルムを剥がさないが、多雪地帯では栽培終了後ハウスフィルムを剥がすため、12月上旬～3月下旬まで積雪下となることが土壌の深い層での汚染程度低下に影響していると考えられた。このため、圃場を冬期間積雪下におくことによる発病軽減効果の有無を確認した。発病枠圃場 (2m × 2m) を用いてハウスフィルム被覆区と無被覆区を設定した。積雪期間は2009年12月から翌年4月の110日間、積算降水量は167 mmであった。その後トマトを定植して2か月間栽培後、根の発病状況を調査した。その結果、被覆区の病斑面積率が53.9%に対し、無被覆区で34.4%と低く、圃場を積雪下で越冬させることにより、翌年度

の栽培前期の発病が軽減された。

以上のことを踏まえ、本病の多発・被害を回避するため①栽培期間中の発病を軽減し、土壌中の病原菌量の増加程度を抑制すること、②栽培前期の発病リスクを下げることを目標に、北海道における本病の総合防除対策を示した (図-8)。

おわりに

本病原菌は土壌中での動態など不明な点も多い。ここに示した防除対策のうち、有機物施用については作用機作は解明されておらず、他の病害への影響も未検討であり、これらが今後の課題として残されている。また積雪による土壌中の病原菌汚染程度の低下の機作が明らかになれば、雪の少ない本州においても代替技術による休耕

期間中の対策が可能となろう。これまで述べたように、本病は多くの圃場で発生が認められるものの、地上部での病徴が不明瞭なため、多くの圃場ではその発生に気づかずに連作を続けることによって、時間をかけて多発圃場に仕上げてしまう危険性がある。土壤病害が多発してしまったときに採る対策に注目しがちであるが、“自分の圃場を知る”ことが被害回避の第一歩であると考えている。

引用文献

1) INFANTINO, A. and PUCCI, N. (2005): *European J. Plant Pathol.*

- 112: 337 ~ 347.
 2) KAGEYAMA, K. et al. (2003): *J. Gen. Plant Pathol.* **69**: 153 ~ 160.
 3) 久保周子ら (2004): *千葉農総研報* **3**: 93 ~ 102.
 4) 森田 儔ら (1973): *日植病報* **39**: 201 (講要).
 5) ————ら (1975): *静岡県農試研報* **20**: 11 ~ 16.
 6) ————・堀 兼明 (1981): *土と微生物* **23**: 19 ~ 21.
 7) ————・栗山尚志 (1973): *植物防疫* **27**: 15 ~ 20.
 8) 西脇由恵 (2012): *北日本病虫研報* **63**: 52 ~ 56.
 9) ———— (2014): *土壤伝染病談話会レポート* **27**: 67 ~ 76.
 10) 杉浦知克ら (2002): *日植病報* **68**: 189 (講要).
 11) 角野晶大ら (1993): *同上* **59**: 88 (講要).
 12) 渡辺秀樹ら (2004): *関西病虫研報* **46**: 15 ~ 21.

(新しく登録された農薬4ページからの続き)

ムシ、クワコナカイガラムシ若齢幼虫、ハマキムシ類、アブラムシ類、オオワタコナカイガラムシ若齢幼虫、ナシゲンバイ、キンモンホソガ、アメリカシロヒトリ: 収穫30日前まで
 日本なし、西洋なし: コナカイガラムシ類若齢幼虫、ハマキムシ類、アブラムシ類、ナシゲンバイ、アメリカシロヒトリ、モンシロドクガ、シンクイムシ類: 収穫14日前まで
 もも: シンクイムシ類、クワコナカイガラムシ若齢幼虫、ハマキムシ類、アブラムシ類: 収穫前日まで
 ネクタリン: シンクイムシ類、クワコナカイガラムシ若齢幼虫、ハマキムシ類、アブラムシ類: 収穫21日前まで
 おうとう: アブラムシ類、ハマキムシ類、ナシゲンバイ、アメリカシロヒトリ、ウメシロカイガラムシ: 収穫14日前まで
 小粒核果類(すももを除く): シンクイムシ類、アブラムシ類、ハマキムシ類、アメリカシロヒトリ: 収穫21日前まで
 すもも: アブラムシ類、ハマキムシ類、アメリカシロヒトリ、シンクイムシ類: 収穫21日前まで
 大粒種ぶどう: クワコナカイガラムシ若齢幼虫、ハマキムシ類、アブラムシ類、ミドリヒメヨコバイ: 収穫30日前まで
 かき: オオワタコナカイガラムシ若齢幼虫、ハマキムシ類、アメリカシロヒトリ: 収穫45日前まで
 キャベツ、ブロッコリー、カリフラワー: キボシマルトビムシ、コナガ、アブラムシ類、キスジノミハムシ、アオムシ: 収穫30日前まで
 ほうれんそう: アブラムシ類: 収穫21日前まで
 ねぎ: アブラムシ類、アザミウマ類、ネギハモグリバエ: 収

穫21日前まで
 たまねぎ: アブラムシ類、アザミウマ類: 収穫21日前までにんにく: ネギコガ: 収穫14日前まで
 しろうり、すいか、メロン、かぼちゃ: キボシマルトビムシ、アブラムシ類、ハダニ類: 収穫14日前まで
 なす(露地栽培): テントウムシダマシ、アブラムシ類、ハダニ類: 収穫開始3日前まで
 ばれいしょ: テントウムシダマシ、アブラムシ類: 収穫7日前まで
 樹木類: アメリカシロヒトリ: 発生初期

〔殺菌・殺虫剤〕

●水和硫黄剤
 23642: OAT イオウフロアブル (OAT アグリオ) 15/3/18
 硫黄: 52.0%
 かんきつ: ミカンサビダニ, チャノホコリダニ: —
 もも, ネクタリン, あんず, うめ: 黒星病: —
 りんご, かき: うどんこ病: —
 麦類: うどんこ病, 赤かび病, 赤さび病: —
 野菜類 (すいか, かぼちゃ, トマト, ミニトマト, ねぎ, わけぎ, あさつき, いちごを除く), すいか, かぼちゃ, トマト, ミニトマト, ねぎ, わけぎ, あさつき, いちご, ぺぼかぼちゃ (種子): うどんこ病: —
 トマト, ミニトマト: トマトサビダニ: —
 ねぎ, わけぎ, あさつき: さび病: —
 いちご: うどんこ病: 親株床初期
 芝: さび病: 発病初期

(15ページに続く)