

キャベツバーティシリウム萎凋病の 発病に影響する条件と耕種的防除法

群馬県農業技術センター けんもち いさお かべ たけし ひのと まさとし あべ はるお
 剣持 伊佐男・加部 武*・日戸 正敏・阿部 晴夫*

はじめに

キャベツバーティシリウム萎凋病はアメリカで初発生が報告されたが (SNYDER et al., 1950), その後はカナダ (DEVAUX and SACKSTON, 1966) や国内の一部地域 (北沢・柳田, 1981; 武田ら, 1986) で発生報告が見られる程度で、発生生態や防除法についての知見に乏しい。

群馬県内では 1993 年に本病の発生が確認されたことから、早急な防除対策の確立が求められるようになった。これまで各種の対策試験に取り組み、薬剤防除法としては開発した処理機 (小林ら, 1999) を用いたカーバムアンモニウム塩液剤の土壌処理が簡便かつ効果的であること (剣持ら, 1997), 本病の発生には栽培品種の影響力が極めて大きく、強い抵抗性をもったキャベツ品種の利用が有望であること (剣持ら, 2000; 剣持, 2004) などを明らかにした。また、同じアブラナ科野菜のハクサイやブロッコリーでの報告を参考にしながら、本病の発生生態について検討してきた。本稿では発病に影響を及ぼす要因に関する研究成果を基に、耕種的な防除法について紹介する。

I 病原菌の侵入防止

1 他作物からの持ち込み防止

本病の病原菌 *V. longisporum* および *V. dahliae* (酒井ら, 2001) は、キャベツの栽培圃場で混在している場合が多く (酒井ら, 2000), 発病圃場に栽培した作物や自然発生した雑草の一部からは、一方または双方の病原菌が分離されている (表-1; 剣持・酒井, 2004)。感染が確認された植物とキャベツは相互に伝染性を有し、共通宿主となりうることから、伝染源として注意を払う必要がある。

非アブラナ科作物のジャガイモ、ベニバナインゲン、ウドなどからは、これまで病原として記載のなかった

V. longisporum が分離された。このことは、ジャガイモやウドなどの栄養繁殖性作物の種イモや種株を通じて、病原菌が持ち込まれる危険性が大きいことを示している。特に、これら作物は *V. longisporum* に感染しても激しい病徴を示さないことから、種用として分割するときや植え付け後の生育期に病徴の確認を行い、病原の持ち込み防止と発病株の早期発見に努めることが重要である。また、同じアブラナ科のハクサイやダイコンはキャベツよりも感受性が高いと考えられることから、これら作物の感染によって圃場における病原菌密度を高め、被害を拡大するおそれがある。よって、本病の発生を認めた圃場では感受性の高い作物の栽培を控えるとともに、宿主となりうるスカシタゴボウやスベリヒユなどの雑草防除を徹底し、病原菌密度を高めないように配慮することが必要である。

2 汚染苗からの持ち込み防止

群馬県の高原キャベツ産地は耕地が標高 700 ~ 1,400 m 地帯に広がり、関東地方にありながら北海道に

表-1 キャベツバーティシリウム萎凋病菌 (*V. longisporum* および *V. dahliae*) の混在圃場に生育した植物からの分離菌の同定結果 (剣持・酒井, 2004 より作成)

同定した種	作物名
<i>V. longisporum</i> のみを分離	ベニバナインゲン ^{a)} , スカシタゴボウ ^{b)}
<i>V. dahliae</i> のみを分離	コスモス, トマト, スベリヒユ
<i>V. longisporum</i> , <i>V. dahliae</i> の両種を分離	キャベツ, ハクサイ, ダイコン, ジャガイモ, ウド
未分離	結球レタス ^{c)} , スイートコーン, 野生種エンバク, スダックス, ソルゴー, ハキダメギク, イヌビエ, タニソバ, シロザ ^{d)} , カントウタンポポ ^{e)}

^{a)} 接種試験により *V. dahliae* を分離した報告あり (剣持ら, 1999).

^{b)} *V. dahliae* を分離した報告あり (萩原・竹内, 1980).

^{c)} バーティシリウム属菌を分離した報告あり (剣持ら, 1999; BHAT and SUBBARAO, 1999; 神頭ら, 2005).

^{d)} *V. dahliae* を分離した報告あり (JOHNSON et al., 1980; 萩原ら, 1987).

^{e)} 同属のセイヨタンポポではバーティシリウム属菌を分離した多数の報告あり (JOHNSON et al., 1980; 他).

Factors Influencing Occurrence of *Verticillium* Wilt of Cabbage and Its Agrotechnical Control. By Isao KEMMOCHI, Takeshi KABE, Masatoshi HINOTO and Haruo ABE

(キーワード: キャベツ, バーティシリウム萎凋病, 耕種的防除法)

* 高冷地野菜研究センター

似た気象を示す地域である。このため、3月から5月にかけての育苗を寒高冷地の地元で行うことは条件的に不利であり、春先の育苗は一般に県内や隣接県の平坦地に借地して行われている。しかし、借地圃場の栽培履歴などに注意を払われないことが多い。このことは、ハクサイ黄化病の発生圃場などでの育苗や機械作業を通じて、本病に感染した苗や汚染土壌を持ち込む危険性を高めていると考えられる。

そこで、現地で行われている育苗や定植作業を想定し、病原菌を接種した土壌（汚染圃場）で育苗したキャベツの地床苗（潜在感染苗）と非汚染圃場で育苗した地床苗（健全苗）を汚染圃場や非汚染圃場に隣接して定植し、その後の発病経過を調査した（剣持・諏訪, 1997）。その結果、汚染圃場では定植される苗質（潜在感染の有無）にほとんど関係なく高い発病を示した（図-1）。汚染圃場では、健全苗を定植しても根の損傷部分から病原菌が容易に侵入しやすいと考えられる。また、非汚染圃場でも潜在感染苗を定植することによって発病し、隣接して植えられた健全株にも伝染して軽度の発病を引き起こすことが確認された。

春まきで40～50日、初夏まきで30日前後を必要とするキャベツの直まき育苗では、本病原菌に汚染された圃場の使用によって苗感染する可能性が高く、育苗圃場の選定には細心の注意が求められる。

3 雨水などの流入防止

現地調査結果から、発病圃場の周辺では翌年以降に新

たな被害が確認される場合が多い。梅雨期や盛夏期の夕立などで発生する集中豪雨によって本病が伝染する可能性は高く、傾斜地の上方に位置する汚染圃場などから雨水や土壌が流入しないように土木的な対策を講じておく必要がある。

II セル成型苗の利用

地床に直まきした苗を引き抜いて移植する慣行の地床苗定植では、セル成型苗定植に比較して根の損傷程度が極めて大きく植え傷みしやすい。一般に、土壌病害では根の傷口から病原菌が侵入して感染・発病に至る場合が多く、定植時における根の損傷は少ない方が発病しにくいと考えられる。そこで、育苗方法（地床育苗とセル成型育苗）の違いが本病の発病に及ぼす影響について検討した（剣持ら, 2001）。

抵抗性程度の異なる‘秋徳’（抵抗性強）, ‘秋早生’（抵抗性中）, ‘涼嶺41号’（抵抗性弱）の3品種を供試し、それぞれ地床（慣行）とセルトレイ（128穴）で育てた健全苗を本病の甚発生圃場に定植して、経時的に発病調査を行った。その結果（図-2）、定植後22日目には3品種とも地床苗利用で発病程度が急激に高まったが、セル成型苗利用は無発病または極めて低い発病であった。しかし、その後は日数経過とともに発病差が認められなくなったり、セル成型苗利用の発病指数が低いまま経過したりと、品種による相違が認められた。

このようなセル成型苗利用で認められた初期発病の軽

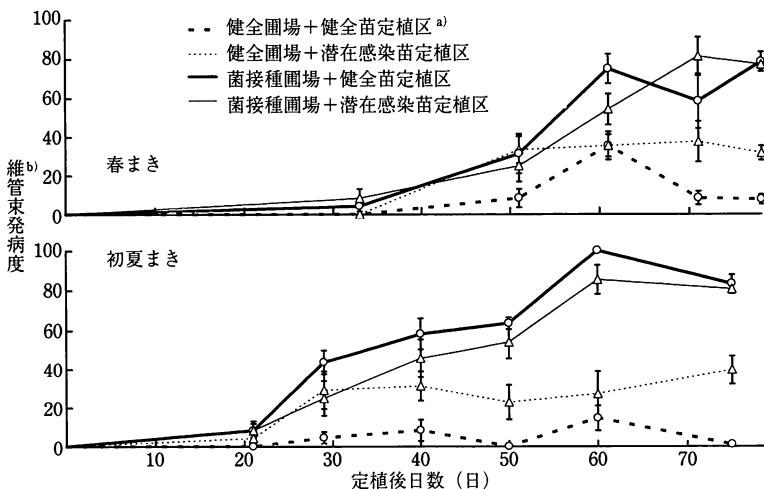


図-1 苗および圃場の汚染が発病に及ぼす影響（剣持・諏訪, 1997）

a) 隣接して潜在感染苗を定植。縦棒はSE (n = 12) を示す。b) 縦管束発病度 = $|\Sigma(\text{指数別株数} \times \text{発病指数}) / (\text{調査株数} \times 4)| \times 100$ 。発病指数: 0 ~ 4。

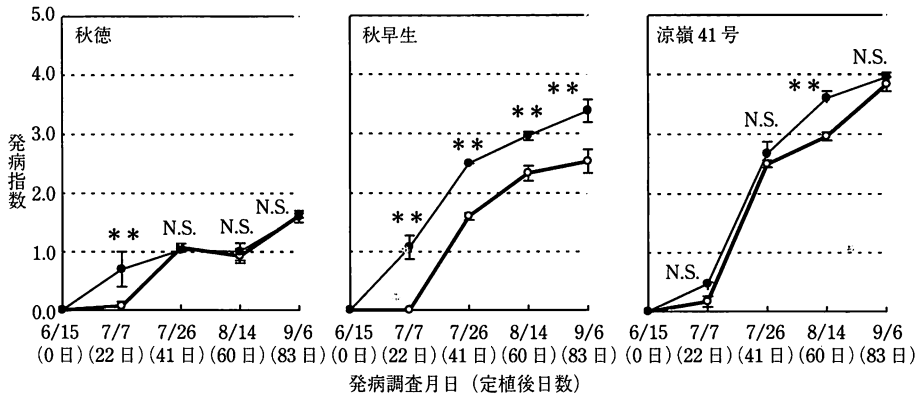


図-2 育苗方法（地床育苗およびセル成型育苗）の違いが定植後の発病に及ぼす影響（剣持ら，2001）

——：地床苗の本圃定植，——：セル成型苗（128穴）の本圃定植。縦棒はSE（ $n = 3$ 反復）を示す。**，N.S.はWilcoxon rank sum testでそれぞれ有意差あり（ $P < 0.01$ ），有意差なし（ $P > 0.05$ ）を示す。発病指数：0（無発病）～5（結球部の維管束まで激しい黒褐変あり）。

減効果は、苗の抜き取り時の損傷程度が極めて小さいことや根が培養土で保護された状態で移植されることなどにより、定植後の早期段階において病原菌の侵入防止効果が高いことが影響していると考えられる。しかしながら、試験に用いたような菌密度の高い圃場では、定植後の日数経過とともにその効果を維持することが困難となりやすい。本病の防除手段としてセル成型苗を利用するには、収穫期まで発病軽減効果を持続できるような病原菌密度のあまり高くない圃場への定植が有効と考えられる。

III 栽培時期の調整

一般に、パーティシリウム病は夏期高温時に一時発病が停滞するとされるが、群馬県内の高原キャベツ産地ではむしろ8～9月を中心とする盛夏期に本病の発生が多く認められている（白石ら，2000）。そこで、夏秋どりキャベツの主要出荷期間である7～10月の4か月間に収穫する作型について、栽培時期によって発病程度に違いがあるかどうかを検討した（剣持ら，2001）。

本病の基発生圃場におけるF1品種の抵抗性検定結果（剣持ら，2000）を基に、抵抗性ランクの異なる5品種（強い順に‘秋徳’>‘YR早どり錦秋’>‘秋早生’>‘輝吉’>‘つまみどり’）を用いて、収穫時期別に発病調査を行った結果を図-3に示す。供試5品種の発病程度は収穫時期に関係なく、いつの時期にもほぼ同じ順位となり、すべての品種で8月どりの発病程度が最も高かった。このことは、品種抵抗性の強弱とは無関係に、8～9月どりの作型で最も発病しやすかったことを示し

ている。

パーティシリウム病菌は一般に低温性の病原菌として知られており、本病と同一の病原菌と考えられるハクサイ黄化病菌は、培地上の生育適温が20～23℃であったことが報告されている（WATANABE et al., 1973）。本病の発病適温もほぼ同程度であると考えられるが、本地域の平均気温がこの温度域に達するのは平年で7月下旬から8月末にかけてである。8～9月どりの作型は、発病程度が急激に高まりやすい生育の後半期（図-1参照）に発病適温が長期間続くことで、他の作型よりも発病しやすい条件になっていると考えられる。高冷地の盛夏期が本病原菌の生育に好適な気温条件となっていることから、発病しやすい生育ステージと重ならないよう、収穫期を早める（7月中旬以前）かまたは遅くする（9月下旬以降）ことで、被害の回避や軽減を図ることが可能である。

IV 早期収穫

大規模化が進んだ群馬県の夏秋どりキャベツ産地では一斉収穫が一般的で、手間のかかる抜き切り収穫は特別な場合を除いて行われていない。一斉収穫の場合、キャベツの個体間で比較的大きな生育差が認められることから、収穫期の判断が比較的難しい。そこで、収穫が適期に行われた場合と早期または遅れて行われた場合の発病差について検討した（加部ら，未発表）。

本病に感受性の2品種を供試し、キャベツの平均結球重1,300gを適期収穫の目安として、その前後の計4回

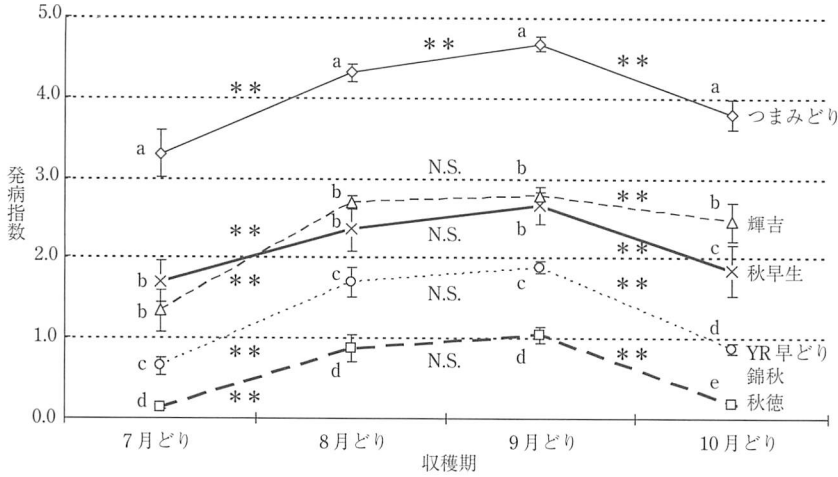


図-3 収穫期の違いと品種別発病 (剣持ら, 2000)

縦棒はSE (3 反復) を示す。同一収穫期の異なる英小文字を付した品種間には Steel-Dwass test ($P = 0.05$) で有意差あり, 同一品種の異なる収穫期間に付した**、N.S. は Wilcoxon rank sum test でそれぞれ有意差あり ($P < 0.01$) 有意差なし ($P > 0.05$) を示す。発病指数: 0 ~ 5.

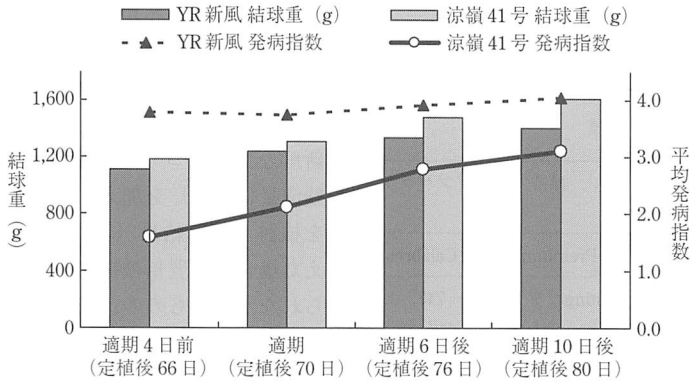


図-4 収穫時の結球重と発病指数の経時変化 (2001, 群馬園試高冷地分場)

調査対象: 結球重 800 g 以上 2,200 g 未満の株 (n = 53, 58). 発病指数: 0 ~ 5.

について一斉収穫時における個体別の発病と結球重を調査した。結果 (図-4) は、両品種とも収穫時期が遅れるほど発病程度が高まり、特に本病に対して感受性の高い品種 (‘YR 新風’) で発病程度が早くから高くなる傾向が認められた。労力に合わせた計画的な作付けを行い、適期収穫またはやや早めの収穫を心がけることによって被害の軽減が図れ、圃場内の菌密度上昇を抑制することにつながると考えられる。

V 罹病残渣の抜き取りと石灰窒素の散布・耕耘

本病は罹病残渣中に無数の微小菌核を形成し、それらが次作の感染源となる。罹病残渣が特別に処理されることなく圃場内にすき込まれると、連作によって発病程度が高まると考えられる。そこでハクサイ黄化病で防除効果が認められている罹病残渣上への石灰窒素の施用・すき込み (廣田・宮川, 1988; 赤沼ら, 1991) および残渣の除去 (圃場外への運び出し) 効果について検討した

(日戸, 2004)。

前年度に均一的な発病を確認した圃場を用い、発病調査終了後に残渣除去、石灰窒素施用 (80 kg/10 a) などの処理を行って耕耘し、翌年感受性の品種を栽培して再度発病調査を行った。結果 (表-2) は、発病程度の高

表-2 キャベツ罹病残渣の処理法と発病および販売可能株率 (日戸, 2004)

残渣の処理法 ^{a)}	平均発病指数 ^{b)}	販売可能株率 (%)
残渣除去+石灰窒素施用	3.2	64.7
残渣除去	3.4	53.7
石灰窒素施用	3.4	54.0
無処理	3.7	32.7

^{a)} 2001 年のキャベツ栽培終了後に実施。残渣除去：罹病残渣を引き抜いて圃場外へ運び出し、石灰窒素施用：罹病残渣の茎葉上に石灰窒素 (80 kg/10 a) を散布し直ちに耕耘。^{b)} 翌 2002 年のキャベツ収穫時に調査。発病指数：0～5。

表-3 ブロッコリー品種のパーティシリウム病抵抗性 (剣持ら, 2003 より作成)

抵抗性の程度 ^{a)}	品種
強	緑嶺, スティックセニョール, 緑笛, グリーンパラソル, Pinacle, シヤスター
中	直緑 93 号, 緑帝, ハイツ, Premium Crop, Calabres
弱	海嶺, ゆとり, White Sprouting, アンフリー 747, ビッグドーム, グリーンペール, エルデ, エンデバー, Early Purple Sprouting, チャレンジャー, グリーンフェイス

^{a)} 抵抗性および感受性キャベツ品種の発病を基に、対比較を行った結果によって分類。

い順に無処理>残渣除去, 石灰窒素施用>残渣除去+石灰窒素施用となり, 残渣除去と石灰窒素の施用を併用した場合に発病程度が最も小さく, また販売可能株率も高くなった。発病を認めた場合には, できるだけ初期段階でその被害残渣を取り除くとともに, 石灰窒素の施用 (80 kg/10 a 以上)・耕耘が発病軽減に有効である。

VI 輪作作物としてのブロッコリーの利用

ブロッコリーを輪作体系に組み込み, その残渣をすき込むことによってパーティシリウム病菌に感受性の作物の被害を軽減し, あるいは *V. dahliae* の微小菌核を減少させるのに有効であるとする多数の報告がある (SUBBARAO and HUBBARD, 1996; 1999; XIAO et al., 1998; BLOK et al., 2000; SHETTY et al., 2000)。そこで, 本病の発病圃場に栽培する輪作作物としてのブロッコリーの有効性と, 花蕾収穫後の残渣のすき込みが後作キャベツの発病に及ぼす影響について検討した (剣持ら, 2003)。

本病の甚発生圃場を用いた試験により, *V. longisporum* および *V. dahliae* に強い抵抗性を持ったブロッコリー品種の存在が確認された (表-3)。また, 菌接種による隔離圃場試験では, 初年目に発病したキャベツを収穫してから 1 か月間放置し, 残渣の茎葉上に微小菌核形成を促してからすき込んだ場合と, このときに無病の新鮮なブロッコリー残渣 600 kg/a (単位面積当たりの残渣量に相当) を加えてすき込んだ場合の翌年への影響を検討した。結果 (表-4) は, ブロッコリー残渣を加えた場合に, 翌年の被害を軽減するような高い効果は得られなかったものの, 発病度や販売可能株率をほぼ前年並みに抑える効果が認められた。ブロッコリーを実際の輪作体系に組み込み, すき込み効果を確認する作業は未実施であるが, 石灰窒素の施用が既に形成された微小菌核に対しては無効 (廣田・宮川, 1988) と推察されてい

表-4 キャベツパーティシリウム萎凋病に対するブロッコリー残渣のすき込み効果 (剣持ら, 2003)

前作終了後のキャベツ残渣の処理方法	調査年 ^{a)}	発病株率 ^{b)} (%)	発病度 ^{b), c)}	販売可能株率 ^{b), d)} (%)
収穫 1 か月後にそのまますき込み	1999 (処理前)	72 ± 9	66 ± 8	40 ± 8
	2000 (処理後)	90 ± 6	85 ± 7	19 ± 8
収穫 1 か月後にブロッコリー残渣 (600 kg/a) とともにすき込み	1999 (処理前)	77 ± 15	72 ± 15	33 ± 16
	2000 (処理後)	78 ± 9	73 ± 13	33 ± 16

^{a)} 1999：前作の栽培終了後 (残渣処理前) に調査, 2000：後作の栽培終了後 (残渣処理後) に調査。^{b)} 平均値 ± SE (3 反復)。^{c)} 発病度 = $|\Sigma(\text{指数別株数} \times \text{発病指数}) / (\text{調査株数} \times 2)| \times 100$ 。発病指数 0：維管束黒褐変無し, 1：根～茎にあり, 2：結球部まであり。^{d)} 0～1 の株割合を示す。

のに対し、ブロッコリー残渣のすき込みは微小菌核にも有効であることが示唆されたので、今後の活用が期待される。

ブロッコリー残渣のすき込み効果の詳細については不明であるが、一つには多くのアブラナ科作物の細胞組織に含まれている化学物質の殺菌特性による可能性が考えられる (SUBBARAO and HUBBARD, 1996; KOIKE and SUBBARAO, 2000)。抵抗性の強いブロッコリー品種は、本病の発病圃場での栽培が可能だけでなく、花蕾収穫後の残渣のすき込みによる防除効果が期待できるため、輪作作物としての利用価値が高いと考えられる。

おわりに

その他の耕種的な防除法として、黄褐色土壌への定植で発病程度が軽くなる傾向を認めたが、防除手段としては実用性に乏しく、また本病の甚発生圃場ではカタネグサレセンチュウの防除による発病軽減効果も認められなかった (剣持ら, 2001)。一方で、カタネグサレセンチュウについては、接種試験で一定の微小菌核密度の場合に発病が助長された報告 (酒井ら, 2002) もある。キャベツでは発病に及ぼすカタネグサレセンチュウの影響は恒常的なものでなく、キャベツの生育や圃場のセンチュウ密度、微小菌核密度など周辺環境の影響によって変動すると推察される。

本病に共通する大きな特徴として、キャベツの生育が良好で、結球部の肥大が良いものほど被害程度も大きくなったことが挙げられる。このような傾向は、罹病することで生育抑制が起こる他の病害とは大きく異なる点である。生育が良好となる条件下では、根群の発達によって感染部位が増大したり、根から侵入した病原菌 (分生子) が道管流に乗って上位組織へ移動・進展が早まったりすることで、急激に発病程度を高めるように作用していると考えられる。したがって、発病が懸念されるような圃場では、生育後期に旺盛な生育を示すような栽培法

をとらないことが望ましい。

本病の病原菌は多犯性であることから輪作が難しく、微小菌核の生存年数も長期にわたるため、防除が困難な土壌伝染性病害の一つとなっている。耕種的防除法のそれぞれに高い効果を期待することはできないが、それでも各種対策を組み合わせることで有力な防除手段になりうると考えている。被害の回避に向けては、さらに抵抗性品種の利用や薬剤防除と結びつけた総合防除が必要になる。

引用文献

- 1) 赤沼礼一ら (1991): 長野野菜花き試報 6: 53 ~ 59.
- 2) BHAT, R. G. and K. V. SUBBARAO (1999): *Phytopathology* 89: 1218 ~ 1225.
- 3) BLOK, W. J. et al. (2000): *ibid.* 90: 253 ~ 259.
- 4) DEVAUX, A. L. and W. E. SACKSTON (1966): *Can. J. Botany* 44: 803 ~ 811.
- 5) 萩原 廣・竹内昭士郎 (1980): 日植病報 (講要) 46: 395.
- 6) ————ら (1987): 関東病虫研報 34: 95 ~ 97.
- 7) 日戸正敏 (2004): 同上 (講要) 51: 175 ~ 176.
- 8) 廣田耕作・宮川寿之 (1988): 愛知農総試研報 20: 238 ~ 244.
- 9) JOHNSON, W. M. et al. (1980): *Phytopathology* 70: 31 ~ 35.
- 10) 神頭武嗣ら (2005): 日植病報 (講要) 71: 214 ~ 215.
- 11) 剣持伊佐男・諏訪澄長 (1997): 関東病虫研報 44: 45 ~ 47.
- 12) ————ら (1997): 同上 44: 83 ~ 85.
- 13) ————ら (1999): 同上 46: 31 ~ 34.
- 14) ————ら (2000): 園学雑 69: 483 ~ 491.
- 15) ————ら (2001): 群馬園試研報 6: 79 ~ 101.
- 16) ————ら (2003): 日植病報 69: 189 ~ 197.
- 17) ————・酒井 宏 (2004): 同上 70: 99 ~ 105.
- 18) ———— (2004): 植物防疫 58: 291 ~ 294.
- 19) 北沢健治・柳田隼策 (1981): 日植病報 (講要) 47: 99.
- 20) 小林逸郎ら (1999): 群馬園試研報 4: 35 ~ 45.
- 21) KOIKE, S. T. and K. V. SUBBARAO (2000): *Calif. Ag.* 54(3): 30 ~ 33.
- 22) 酒井 宏ら (2000): 日植病報 (講要) 66: 97.
- 23) ————ら (2001): 同上 (講要) 67: 160 ~ 161.
- 24) ————ら (2002): 同上 (講要) 68: 199.
- 25) SHETTY, K. G. et al. (2000): *Phytopathology* 90: 305 ~ 310.
- 26) 白石俊昌ら (2000): 関東病虫研報 47: 53 ~ 54.
- 27) SNYDER, W. C. et al. (1950): *Plant Dis. Repr.* 34: 26 ~ 27.
- 28) SUBBARAO, K. V. and J. C. HUBBARD (1996): *Phytopathology* 86: 1303 ~ 1310.
- 29) ————・———— (1999): *Plant Dis.* 83: 124 ~ 129.
- 30) 武田和男ら (1986): 関東病虫研報 33: 111 ~ 112.
- 31) WATANABE, T. et al. (1973): *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 39: 344 ~ 350.
- 32) Xiao, C. L. et al. (1998): *Phytopathology* 88: 1046 ~ 1055.

(登録が失効した農薬 39 ページからの続き)

- インドファン・ハロスルフロンメチル・ACN 粒剤
20560: アグロヒッター 500 グラム粒剤 (アグロ カネショウ)
2006/12/26
- 20561: 日産アグロヒッター 500 グラム粒剤 (日産化学工業)
2006/12/26
- 20562: 三菱アグロヒッター 500 グラム粒剤 (日本農薬)
2006/12/26
- プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ベンチオカーブ・メフェナセット粒剤

- 21170: パワーウルフ 1 キロ粒剤 51 (クマイ化学工業)
2006/12/26
- 21171: デュポンパワーウルフ 1 キロ粒剤 51 (デュボン)
2006/12/26

「その他」

- BRP・メチルオイゲノール油剤
11267: ユーゲサイド (サンケイ化学) 2006/12/19