ネギアザミウマ (*Thrips tabaci* Lindeman) に対する数種殺虫剤の残効期間と Iris yellow spot virus (IYSV) 感染阻止効果

善 正二郎^{1*}・奥田 充²・藤 晋一³

ABSTRACT

ZEN, S.^{1*}, OKUDA, M.² and FUJI, S.³ (2010). Evaluation of several insecticides for residual insecticidal activity against adult *Thrips tabaci* Lindeman and inhibition of Iris yellow spot virus (IYSV) transmission. Jpn. J. Phytopathol. 76: 269–274.

Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) necrotic ring spot disease caused by Iris yellow spot virus (IYSV) is one of the most devastating lisianthus diseases. We tested several insecticides under both experimental and field condition to determine the length of the their residual activity in killing the thrips vector (*Thrips tabaci*) and their ability to inhibit IYSV transmission. The survival rate of *T. tabaci* was significantly low, and their ability to transmit IYSV was greatly inhibited after treatment with either acephate or spinosad under the experimental conditions. The insecticidal activity of acephate remained for at least 28 days, the longest duration of all examined insecticides. The number of thrips on lisianthus plants treated with acephate remained low until 17 days after treatment (DAT), while thrips density had increased by 10 DAT when thiamethoxam. These results indicated that acephate most effective controls the lisianthus necrotic ring spot disease.

(Received April 21, 2010; Accepted August 20, 2010)

Key words: *Thrips tabaci*, Iris yellow spot virus, transmission inhibition, residual insecticidal activity, control

アイリスイエロースポットウイルス (Iris yellow spot virus, IYSV) はトマト黄化えそウイルス (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) をタイプ種とするトスボウイルス属に属し、ネギアザミウマ (*Thrips tabaci* Lindeman) により媒介される (Nagata *et al.*, 1999). IYSV はダッチアイリス (*Iris hollandica*) から最初に分離されたウイルスであり (Cortês *et al.*, 1998), 我が国ではアルストロメリア (Okuda and Hanada, 2001) で初めて感染が報告された。その後、トルコギキョウ (土井ら, 2003), タマネギ (善ら, 2003), ネギ (植草ら, 2005; 福田・中山, 2007), ニラ (福田ら, 2007) で発生が報告されている。宿主植物の IYSV による病徴は、えそ輪紋、えそ斑点、えそ条斑など様々であるが、発病部位である葉が商品価値に影響を与えるトルコギキョウやネギなどでは、IYSV の発生が直接、農家経営に影響を与えるため、発生地域では生産上の重要な病害となっている。

近年、ウイルス病の被害を抑えるために、抵抗性品種、防虫ネット等による物理的防除、薬剤による媒介昆虫の防除など複数の手法を組み合わせる integrated disease management (IDM) が重要と考えられており、タバコ、トマト、ピーマン等の栽培において発生する TSWV の防除に効果を上げている (Jones, 2004; Pappu *et al.*, 2009)。

IYSV 抵抗性トルコギキョウ品種は現在までに実用化されていないが、防虫ネット (藤永ら, 2007)、防虫ネットと殺虫剤散布の併用 (善ら, 2010) によりネギアザミウマの施設への侵入を抑制することでトルコギキョウ栽培における IYSV による被害を軽減できることが報告されている。また、トルコギキョウ栽培施設における IYSV の一次感染は、タマネギ等圃場周辺の宿主植物でウイルスを獲得した保毒成虫の侵入によるものと考えられている (Zen *et al.*, 2008)。IDM による効果的な防除を実現するためには、保毒成虫によるウ

¹ 佐賀県三神農業改良普及センター (〒849-0123 佐賀県三養基郡上峰町坊所 112-1) Saga Prefectural Sanshin Regional Agriculture Extension Center, Kamimine, Saga 849-0123, Japan

² 農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター (〒861-1192 熊本県合志市須屋 2421) National Agriculture and Food Research Organization, National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Koshi, Kumamoto 861-1192, Japan

³ 秋田県立大学生物資源科学部 (〒010-0195 秋田県秋田市下新城中野字街道端西 241-7) Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, Akita 010-0195, Japan

* Corresponding author (E-mail: zen-shiyoujirou@pref.saga.lg.jp)

イルスの感染を抑制する効果が高い農薬または成虫に対して殺虫効果が高い農薬を使用することが望ましい。

そこで、本研究では、ネギアザミウマまたはアザミウマ類に農薬登録がある数種の殺虫剤について残効期間とIYSV感染に対する抑制効果を検討した。

材料および方法

トルコギキョウ葉片浸漬による殺虫剤の殺虫効果とIYSVの感染抑制効果 トルコギキョウ（品種：ピーターライン2）の最上位展開葉から直径8 mm リーフディスクを抜き取り、10,000倍希釈の展着剤〔クミテン（ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル20.0%, ポリナフチルメタンスルホン酸ナトリウム6.0%）, クミアイ化学工業〕を加用した各種薬剤に30秒間浸漬した。風乾後、IYSVに感染したトルコギキョウ葉で飼育したネギアザミウマ雌成虫1頭とともに1.5 ml マイクロチューブに入れ、20°Cで管理し、48時間後に、雌成虫の生死判定を行った。供試虫を取り出し、善ら（2007）に従ってDAS-ELISAで1頭ずつIYSV保毒の有無を確認した。リーフディスクは、蒸留水を入れた24ウェルディッシュ（Nunc社製）に20°Cで5日間静置した後、double antibody sandwich-enzyme linked immunosorbent assay (DAS-ELISA)でIYSV感染の有無を確認した。供試個体数は、1薬剤あたり48～50頭（保毒虫は41～50頭）とした。なお、供試虫は、以下の全ての室内実験において、佐賀県唐津市のワケギから採集し、ソラマメで継代飼育している個体群を用いた。

ネギアザミウマ防除薬剤5種の殺虫効果の持続期間 室内試験でIYSV感染抑制が認められたアセフェート、スピノサド、ダイアジノン、フルバリネート、トラロメトリンを試験に供試した。直径10.5 cmのビニールポットで4週間育成したトルコギキョウ苗を摘心し、地上部を10,000倍希釈のクミテンを加用した各種殺虫剤に30秒間浸漬した。アセフェート水和剤は風乾後の処理当日から処理28日後まで7日間隔で、その他の殺虫剤は処理14日後まで、薬液が付着した展開葉を随時切り取り、ネギアザミウマ雌成虫約20頭とともに容量15 cm³ スチロール棒瓶に入れた。各種薬剤とも5連制とし、20°Cで24時間後に、アザミウマの生死判定を行った。

IYSV感染阻止効果の持続期間 供試薬剤は、アセフェート水和剤500 ppmおよびフルバリネートエマルジョン剤(EW) 63.3 ppmを用いた。直径10.5 cmのビニールポットで6週間育成したトルコギキョウ苗（品種：華雪3）を摘心し、地上部を10,000倍希釈のクミテンを加用した各種殺虫剤に30秒間浸漬した。処理8日後、15日後に、鶴田ら（1999）を参考に、アクリル製の板を材料にしたマンジャーセル（穴径10 mm）を用いてIYSV感染阻止効果の持続期間を調査し

た。すなわち、薬液に風乾させた葉片の葉面を上にしてアクリル板（縦2 cm × 横3 cm, 厚さ2 mm）に載せた。その上にマンジャーセル（縦2 cm × 横3 cm, 厚さ5 mm, 穴径10 mm）を載せ、テترونゴースを張ったアクリル板（縦2 cm × 横3 cm, 厚さ2 mm）を被せて全体を輪ゴムで固定した。この中に、IYSV保毒雌成虫1頭を放飼した。これらを20 ± 1°Cの恒温器内に置き、処理24時間後に雌成虫を取り出し、DAS-ELISAで1頭ずつIYSV保毒の有無を確認した。その後、トルコギキョウ葉はアクリル板の穴に合わせて直径10 mm コルクボーラーでリーフディスクを打ち抜き、蒸留水を入れた24ウェルディッシュに20°Cで7日間静置し、DAS-ELISAによりIYSV感染の有無を確認した。

現地トルコギキョウほ場におけるアセフェート水和剤散布によるネギアザミウマおよびえそ輪紋病に対する発生抑制と残効期間 室内試験から総合的に最も有効であると判断されたアセフェート水和剤について、佐賀県唐津市現地トルコギキョウ施設で現地試験を行った。品種はボレロホワイト、草丈約50 cmの着蕾期の2008年5月19日に5,000倍希釈のクミテンを加用したアセフェート水和剤500 ppmを10 a当たり300 l散布した。なお、試験開始時にコナジラミ類の寄生がみられたため、トルコギキョウでこれらに農薬登録があり、かつネギヤニラなどにネギアザミウマで農薬登録があるチアメトキサム顆粒水溶剤50 ppmを対照として同量散布した。両薬剤とも3連制とした。

5月19日～7月2日にかけて約1週間間隔で各区任意の100株についてトルコギキョウ葉上に寄生するネギアザミウマ数を調査した。5月23日～7月9日に隣の区に隣接する株を除いた全株（1区当たり329～356株）について、えそ輪紋等のウイルス症状を呈する葉を1枚～2枚を採集し、DAS-ELISA法によりIYSVの感染を確認した。殺虫残効を確認するため、各区の任意の5株から殺虫剤散布前、散布16日後、29日後、44日後に殺虫剤散布時展開葉と散布後展開葉を各1葉採集した。室内試験の残効調査と同様で手順で行い、処理24時間後に生死判定を行った。

結 果

トルコギキョウ葉片浸漬による殺虫剤の殺虫効果とIYSVの感染抑制効果

供試した8種の殺虫剤のうち、ダイアジノン乳剤処理が0%, スピノサドフロアブル処理が2.1%, アセフェート水和剤処理が4.0%と極めて低い生存虫率となった。メソミルドライフロアブル (DF) 処理は48.0%と中程度であり、それ以外の殺虫剤処理の生存虫率は80%以上と高かった（第1表）。

リーフディスクのIYSV感染率は、スピノサドフロアブル

第1表 各種薬剤に浸漬処理したトルコギキョウリーフディスクを用いた Iris yellow spot virus (IYSV) 感染阻止とネギアザミウマに対する殺虫効果¹⁾

供試薬剤名	剤型 ²⁾	濃度 (ppm)	ネギアザミウマ		IYSV		
			生存虫数／ 供試虫数	生存虫率 ³⁾ (%)	感染数／ 保毒虫数	感染率 ⁴⁾ (%)	
スピノサド	FL	20	1/48	(2.1)	2/48	(4.2)	a ⁵⁾
アセフェート	WP	500	2/50	(4.0)	3/50	(6.0)	a
フルバリネート	EW	63.3	43/50	(86.0)	3/47	(6.4)	ab
トラロメトリン	FL	9.5	41/48	(85.4)	4/43	(9.3)	ab
ダイアジノン	EC	400	0/50	(0)	5/44	(11.4)	ab
メソミル	DF	450	24/50	(48.0)	6/49	(12.2)	ab
トルフェンピラド	EC	150	46/50	(92.0)	10/41	(24.4)	ab
アセタミプリド	SP	100	47/50	(94.0)	12/46	(26.1)	ab
無処理	—	—	50/50	(100)	14/47	(29.8)	b

1) 各種薬剤に 30 秒間浸漬させた径 8 mm 健全トルコギキョウリーフディスク 1 枚と保毒虫 1 頭をマイクロチューブに入れ、20°C で 48 時間保持。処理 48 時間後に、生死を調査。供試虫は処理 48 時間後、リーフディスクはその 5 日後に DAS-ELISA 法で保毒または感染を確認。

2) FL：フロアブル、WP：水和剤、EW：エマルジョン剤、DF：ドライフロアブル、EC：乳剤、SP：水溶剤

3) 括弧率の内の数値は処理 48 時間後の生存虫率 (%)。

4) 括弧内の数値はリーフディスクの感染率 (%)。

5) 同符号で有意差なし (ライアン法による多重比較, $p < 0.05$)

第2表 各種薬剤に浸漬したトルコギキョウ葉を用いたネギアザミウマに対する殺虫効果の持続期間¹⁾

供試薬剤名	剤型 ²⁾	濃度 (ppm)	生存虫率 (%) (生存虫数／供試虫数)				
			処理当日	処理 7 日後	処理 14 日後	処理 21 日後	処理 28 日後
アセフェート	WP	500	0 (0/105)	0 (0/101)	2.9 (3/104)	18.9 (20/106)	5.8 (6/104)
スピノサド	WDG	20	0 (0/103)	64.7 (66/102)	96.4 (107/111)	—	—
ダイアジノン	EC	400	2.1 (2/97)	18.2 (18/99)	66.0 (70/106)	—	—
フルバリネート	EW	63.3	49.0 (49/100)	85.1 (86/101)	99.1 (105/106)	—	—
トラロメトリン	FL	9.5	36.4 (39/107)	87.1 (88/101)	87.3 (89/102)	—	—
無処理	—	—	99.0 (100/101)	94.1 (95/101)	97.1 (102/105)	97.1 (102/105)	93.3 (97/104)

1) 各種薬剤に地上部を 30 秒間浸漬させ、トルコギキョウ葉を 7 日間隔で採集。採集葉 1 枚とネギアザミウマ雌成虫 20 頭とともに容量 15 cm³ スチロール棒瓶を入れ、各種薬剤とも 5 連制とし、20°C で 24 時間後に生死判定。

2) FL：フロアブル、WP：水和剤、EW：エマルジョン剤、EC：乳剤、SP：水溶剤

処理が 4.2%，アセフェート水和剤処理が 6.0% となり，無処理の 29.8% と比べて統計的に有意に低い数値となった (ライアン法による多重比較, $p < 0.05$) (第 1 表)。

ネギアザミウマ防除薬剤 5 種の殺虫効果の持続期間

供試した 5 種殺虫剤の処理当日における生存虫率は，スピノサドフロアブル処理およびダイアジノ乳剤処理がそれぞれ 0% および 2.1% と低かったが，処理 7 日後にはそれぞれ 64.7% および 18.2% となった。アセフェート水和剤は処理当日から処理 14 日後まで 0～2.9% と低く，処理 28 日後まで高い殺虫効果を維持した (第 2 表)。フルバリネート水和剤処理およびトラロメトリンフロアブル処理は，処理当日の生存虫率もそれぞれ 49.0% および 36.4% と比較的高く，処理 7 日後には 85.1 および 87.1% となったため，以後の試験は中

止した。

IYSV 感染阻止効果の持続期間

アセフェート水和剤処理は，無処理と比べて処理 14 日後まで感染抑制が認められた。一方，フルバリネート水和剤処理の IYSV 感染抑制は，処理 7 日後，14 日後ともに無処理と差がなく，効果が認められなかった (第 3 表)。

現地トルコギキョウほ場におけるアセフェート水和剤散布によるネギアザミウマおよびえそ輪紋病の発生抑制

トルコギキョウにおけるネギアザミウマの寄生数はアセフェート，チアメトキサムとも処理 4 日後に減少した。アセフェートは処理 17 日後まで密度を低く維持した (第 1 図)。これに対して，チアメトキサム処理では，処理 10 日後に寄生数が増加し，処理 17 日後までその密度が維持されたが，処

第3表 アセフェートとフルバリネートの Iris yellow spot virus (IYSV) 感染阻止効果の持続期間¹⁾

供試薬剤名	剤型 ²⁾	濃度 (ppm)	感染率 (陽性数/供試数)	
			処理7日後	処理14日後
アセフェート	WP	500	22.2% (2/9) 0.67³⁾	14.3% (2/14) 0.36
フルバリネート	EW	63.3	46.6% (7/15) 1.40	40.0% (6/15) 1.00
無処理			33.3% (5/15)	40.0% (6/15)

- 1) 各種薬剤に地上部を30秒間浸漬させ、トルコギキョウ葉を7日間隔で採集。採集葉1枚と保毒虫1頭とともに試験容量に入れ、20 ± 1°C で24時間保持。その7日後に DAS-ELISA 法で採集葉の感染を確認。
 2) WP: 水和剤, EW: エマルジョン剤
 3) ゴシックは対無処理を示す。

第1図 トルコギキョウにおけるネギアザミウマの寄生数の推移
矢印は殺虫剤散布日を示す

理24日以降は、花中での寄生は確認されたものの（データ省略）、葉上での寄生はみられなかった。

サンプリングした葉を用いた残効確認試験では、アセフェート水和剤散布時展開葉の生存虫率は、処理16日後まで0%であった。生存虫率は処理29日後に28.7%に増加したが、処理44日後においても高い殺虫効果が認められた（第2図）。同剤散布後展開葉の生存虫率はすべての調査日において70%以上と高かった。チアメトキサム顆粒水溶剤散布時展開葉の生存虫率は処理当日に57.6%であったが、処理16日

第2図 トルコギキョウにおける各種薬剤散布時の展開葉及び未展開葉でのネギアザミウマ生存虫率の推移
薬剤散布時未展開葉では両剤とも散布当日に、チアメトキサム顆粒水溶剤区では散布44日後に展開葉、未展開葉とともに調査なし。誤差線は95%信頼区間を示す。異符号間で有意な差があることを示す（同一薬剤の同一部位におけるライオン法による多重比較, $p < 0.05$ ）。

第3図 各種殺虫剤処理によるネギアザミウマの生存率とトルコギキョウ Iris yellow spot virus (IYSV) 感染率の関係

後に95.1%となり散布後展開葉と同等になった。

トルコギキョウえそ輪紋病の発生株率は、アセフェート水和剤散布区が2.1%であり、チアメトキサム顆粒水溶剤散布区（同率3.9%）の54%に抑制され、統計的に有意であった（ χ^2 検定, $p < 0.05$ ）（第4表）。

第4表 アセフェート散布によるトルコギキョウえそ輪紋病の発病抑制¹⁾

殺虫剤名	剤型	濃度 (ppm)	調査株数 ²⁾	発病株数 ³⁾	発病株率 ± S.E.
アセフェート	WP	500	1047	22	2.1 ± 0.35 a ⁴⁾
チアメトキサム	WDG	50	1038	40	3.9 ± 0.69 b

1) 1区16.8 m², 3反復。2008年5月19日に各種殺虫剤を10 a 当たり300 lを散布した

2) 3反復の合計株数

3) 7月2日までの総発病株数

4) 同符号で有意差なし（ χ^2 検定, $p < 0.05$ ）

考 察

今回供試した8種の殺虫剤について、ネギアザミウマの生存率とIYSV感染率の関係をプロットすると(第3図)、スピノサド、アセフェート、ダイアジノンが生存率と感染率がともに低いグループとして、フルバリネート、トラロメトリンは生存率が高く、かつ感染率が低いグループとして、トルフェンピラド、アセタミプリドは生存率と感染率がともに高いグループとして分類された。メソミルはIYSV感染抑制がやや認められたが、生存率がほぼ半数であったためどのグループにも属さなかった。生存率と感染率がともに低いグループに属するスピノサド、アセフェートはともに神経伝達系に作用し即効的な殺虫効果を有している(曾根, 2007)。したがって、これら薬剤によりアザミウマがウイルスを伝搬する前に死に至ったため感染率が低くなったことが推察された。また、ダイアジノンは、ネギアザミウマに対する殺虫効果は比較的低いことが報告されている(岩崎, 2006)がガス効果を有するため、室内試験では濃度が高まり、高い殺虫効果を示したと考えられた。一方、生存率が高く、かつ感染率が低かったトラロメトリンとフルバリネートが含む合成ピレスロイド系殺虫剤は、忌避効果を有している(Penman *et al.*, 1986)。今回の試験条件では忌避により摂食機会が減少したことが感染率が低くなった原因と推察された。

残効期間の調査では、アセフェート水和剤は処理後の28日でも高い殺虫効果を示したのに対し、その他の殺虫剤の大半が処理後7日には殺虫効果が減少した(第1表)。現地圃場試験でも、アセフェート水和剤はネギアザミウマの寄生密度を長期間低く抑えた(第1図)。西森ら(2003)は、アセフェートがネギアザミウマ幼虫に対し殺虫効果が21日間持続することを報告している。試験圃場の灌水は、灌水チューブによって行われ、中位葉から上位葉は濡れていないことや試験期間中の灌水がおおよそ1週間間隔で行われ殺虫剤の流亡が少なかったことも効果が持続した要因として挙げられ、露地条件ではこれほど長い残効は期待できないと考えられる。また、本剤は散布された葉から上位葉へ浸透移行はしないため、散布以降に伸長した茎葉には新たに殺虫剤の散布が必要と考えられる。これに対して、チアメトキサム顆粒水溶剤は、散布10日後に寄生数の増加がみられ、ネギアザミウマ幼虫に対する本剤の残効期間が3~7日とした西森ら(2003)の報告同様、殺虫効果は持続しなかった。

今回の試験では、残効および感染抑制の優れた特性を有するアセフェート水和剤を散布することがトルコギキョウえそ輪紋病の発病抑制に有効であることが示唆された。現地圃場試験では、ネギアザミウマの寄生密度が終始低く抑えられ

たにもかかわらず、アセフェート処理区で平均2.1%の株にIYSVの感染が認められた(第4表)。薬剤の初回散布時にネギアザミウマが寄生していたことから(第1図)、試験開始以前に既にIYSVに感染した株が存在した可能性が考えられる。善ら(2010)が、保毒虫飛来期の殺虫剤散布で発病抑制が高いことを報告しているように、媒介虫の発生初期に合わせて散布することでさらに発病株を低くできることが期待される。ネギアザミウマは多くの植物に寄生し(Lewis *et al.*, 1997)、野外でIYSVの感染できる植物が17科47種で知られている(Gent *et al.*, 2006)ことから、圃場環境の衛生管理も併せて徹底することが必要である。

以上のように、室内試験でのIYSVの感染抑制およびネギアザミウマに対する殺虫効果の持続期間、現地発生は場でのネギアザミウマの密度抑制、殺虫効果の持続期間およびえそ輪紋病の発生の結果から、侵入初期の感染、蔓延防止を目的とした防除薬剤としてアセフェート水和剤が有効であることが示された。現在、アザミウマ類やコナジラミ類などの侵入害虫は、それらの寄生による被害以上に、伝搬されるウイルスによる被害が大きく、防除対策が困難となっている。本報では、室内試験によりウイルス媒介を抑制する薬剤のスクリーニングが効率的に行えることを示しており、他の昆虫媒介性ウイルスに応用できると考えられる。

引用文献

- Cortês, I., Livieratos, I. C., Derks, A., Peters, D. and Kormelink, R. (1998). Molecular and serological characterization of iris yellow spot virus, a new and distinct tospovirus species. *Phytopathology* 88: 1276-1282.
- 土井 誠・善正二郎・奥田 充・中村宏子・加藤公彦・花田 薫 (2003). *Iris yellow spot virus* (IYSV) によるトルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum*) えそ輪紋病. *日植病報* 69: 181-188.
- 福田 充・中山喜一・本田要八郎 (2007). アイリスイエロースポットウイルス (IYSV) によるニラえそ条斑病 (新称) の発生. *日植病報* 73: 311-313.
- 福田 充・中山喜一 (2007). アイリスイエロースポットウイルス (IYSV) によるネギえそ条斑病 (新称). *関東病虫研報* 54: 39-42.
- 藤永真史・古昌修一・米山千温・宮本賢二・宮坂昌実・小木曾秀紀 (2007). タマネギ栽培地周辺におけるネギアザミウマの誘殺消長とIYSV保毒虫率の推移および防虫ネット利用による施設内への侵入防止効果. *関東病虫研報* 54: 89-92.
- Gent, D. H., du Toit, L. J., Fichtner, S. F., Krishna Mohan, S., Pappu, H. R. and Schwartz, H. F. (2006). Iris yellow spot virus: an emerging threat to onion bulb and seed production. *Plant Dis.* 90: 1468-1480.
- 岩崎暁生 (2006). 北海道の露地栽培ネギにおけるネギアザミウマの防除体系. *植物防疫* 60: 158-164.
- Jones, R. A. C. (2004). Using epidemiological information to develop effective integrated virus disease management strategies. *Virus Res.* 100: 5-30.

- Lewis, T., Mound, L. A., Nakahara, S. and Childers, C.C. (1997). Major crops infested by thrips with main symptoms and predominant injurious species. *In* Thrips as Crop Pests. (Lewis, T. ed.). pp. 675–709, CAB International, Wallingford.
- Nagata, T., Almeida, A. C. L., Resende, R. de O. and de Ávila, A. C. (1999). The identification of the vector species of iris yellow spot tospovirus occurring on onion in Brazil. *Plant Dis.* 83: 399.
- 西森俊英・今井克樹・山田 実・三木夏彦・小林茂之 (2003). 野菜のネギアザミウマの薬剤感受性. *植物防疫* 57: 56–60.
- Okuda, M. and Hanada, K. (2001). RT-PCR for detecting five distinct Tospovirus species using degenerate primers and dsDNA template. *J. Virol. Methods* 96: 149–156.
- Pappu, H. R., Jones, R. A. C. and Jain, R. K. (2009). Global status of tospovirus epidemics in diverse cropping systems: successes achieved and challenges ahead. *Virus Res.* 141: 219–236.
- Penman, D. R., Chapman, R. B. and Bowie, M. H. (1986). Direct toxicity and repellent activity of pyrethroids against *Tetranychus urticae* (acari: tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 79: 1183–1187.
- 曾根信三郎 (2007). 作用機作から見た殺虫剤の分類. *木材保存* 33: 160–165.
- 鶴田伸二・柏尾具俊・北村登史雄・清田洋次 (1999). 熊本県内の花き・野菜ほ場で採集されたミカンキイロアザミウマに対する各種薬剤の殺虫効果. *九病虫研報* 45: 95–100.
- 植草秀敏・草野一敬・小川潤子・深澤智恵妙・野村 研・鯉沼咲衣・折原紀子・鈴木 誠 (2005). 神奈川県ネギとタマネギにおけるアイリスイエロースポットウイルス (IYSV) の感染状況. *関東病虫研報* 52: 31–34.
- 善正二郎・藤 晋一・奥田 充 (2007). タマネギえそ条斑病の多発要因と本病がタマネギの生育および収量に及ぼす影響. *九病虫研報* 53: 18–23.
- Zen, S., Okuda, M., Fuji, S. and Iwanami, T. (2008). The seasonal occurrence of viruliferous *Thrips tabaci* and the incidence of Iris yellow spot virus disease on lisianthus. *J. Plant Pathol.* 90: 511–515.
- 善正二郎・中島貞彦・田代暢哉・奥田 充・藤 晋一 (2010). 光反射ネット設置と保毒虫の飛来に合わせた殺虫剤散布によるトルコギキョウえそ輪紋病の防除. *日植病報* 76: 17–20.
- 善正二郎・奥田 充・口本文孝・岩波 徹・花田 薫 (2003). 佐賀県に発生した *Iris yellow spot virus* (IYSV) によるタマネギの病害. *九農研* 65: 91.