

原著論文

新しいナスの整枝法による作業環境および葉面への 農薬付着量, 作業者へのばく露の改善

谷川元一・西川 学

Improved Workability, Pesticide Adhesion to Leaves and Pesticide Exposure to Applicator by Fork-shaped Pruning in Eggplant Spraying Operations

Motokazu TANIGAWA and Manabu NISHIKAWA

Summary

Workability, pesticide adhesion to leaves and pesticide exposure to the applicator in spraying operations were assessed with regard to fork-shaped pruning of eggplants at a distance of 0.4 m between two rows of eggplants. The interference state after the middle of the cultivation was evaluated. The passage space was widened with control of conventional V-shaped pruning. Results show that the method works comfortably because few shoots and leaves jut out to the passage in the new pruning. The amount of pesticide adhesion to the undersides of leaves with this pruning method was remarkably greater and beneficial for pest control because of the fewer overlapping leaves and shoots than those with V-shaped pruning. The new pruning style was effective at reducing the level of pesticide exposure to the applicator. The yield of eggplants produced using the new pruning method was almost the same as that by V-shaped pruning.

Key Words: Eggplants, Fork-shaped pruning, Improvement, Workability, Pesticide adhesion, Pesticide exposure

緒言

本県の露地ナス生産地で導入されている主な整枝法には、V字型およびU字型整枝法がある。この2つの整枝法は高収量と高品質化の目的で開発されたものであり、栽植密度が高く、また、採光面を広く取るために主枝の誘引面を左右に広く開帳させているので、作業空間となる通路部分が狭い¹⁾。さらに、生育中期以降、花数を確保するために放任に近い管理になるため、通路に茎葉が突き出て密生状態になっている。これらのことから、次の3つの問題が生じている。第一に、茎葉をかき分けながら無理な姿勢で行う収穫や農薬散布などが作業者に大きな負担を強いている(作業性)。第二に、農薬を散布しても葉面への付着量が少ないため十分な防除効果を上げることができず、多回数の散布を招いている(農薬付着量)。第三に、農薬の散布時に、作業者が農薬の付着した茎葉に接触するため、大量に農薬のばく露を受け、健康への影響が懸念されている(ばく露)。

これまでに、これらの3つの問題に対し、ナスの促成栽培では作業性を改善するために^{3,7)}、露地栽培では作業性¹⁾や農薬付着量¹⁴⁾、作業性と農薬付着

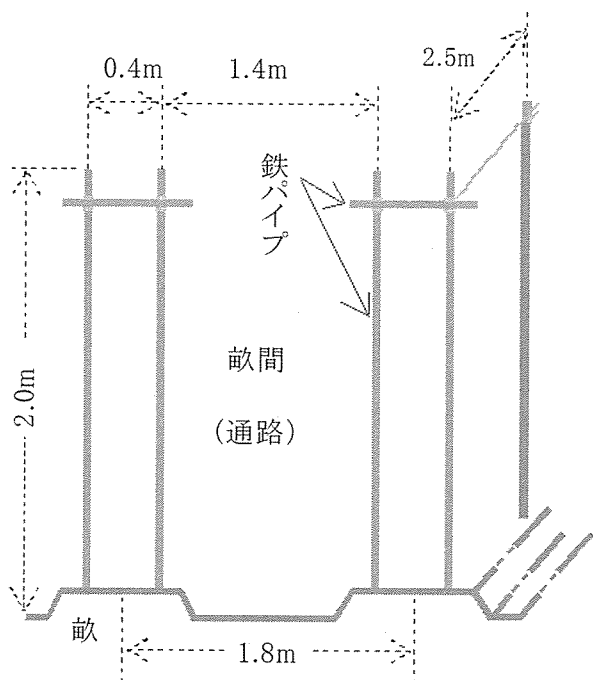
量^{1,2)}を改善するために、幾つかの整枝法が検討され、その有効性が報告されている。しかし、作業性、農薬付着量、ばく露の全てについて調査した例はない。

そこで、上記の3つの問題を改善するために、筆者らが1998~2000年にかけて研究した音叉型整枝法(以下、新整枝法)^{15,18,19)}について報告する。

材料および方法

1. 整枝法の概要

新整枝法の概要を第1図に示す。この整枝法は、①主枝の誘引面と誘引面との間隔を狭くするとともに、主枝を垂直に誘引する、②栽培中期以降も放任状態にせず側枝を切り返し、または誘引面に固定する、③収穫や農薬散布作業が行われる通路の空間を広くする、という特徴を持ったものである。支柱として、2本の長さ2.5 mの直管を幅0.4 mで垂直に立て、その上部を長さ0.6 mの直管で連結した。支柱の間隔は2.5 mとし、支柱4本ごとに長さ5 mの直管で隣接する畝の支柱同士を連結し、安定させた。株間は0.6 m、畝間は1.8 mとし、定植本数を少なくしてその労力を削減するために主枝を6本取り、左右



第1図 新整枝法の概要
Fig. 1 Outline of the new pruning

の誘引面に3本ずつ振り分けた。主枝は垂直に誘引し、側枝は収穫終了まで切り戻しと誘引面への固定作業を続けた。主枝は垂直に誘引するので伸張性が強く、8月上旬には草丈が2mに達したので、約1mまで切り戻した。

V字型整枝法は株間0.4m、畝幅2.2mとし、誘引は奈良県慣行の夏秋ナス栽培法に従った。

2. 供試ほ場

調査は2000年5~10月に奈良県農業総合センター内で、新整枝法とV字型整枝法で管理するナスほ場(各1a)で実施した。品種はともに“千両2号”で、5月上旬に定植した。施肥等の栽培管理は、新整枝法ではナスの草勢を見ながら奈良県慣行の夏秋ナス栽培法に準じ、V字型整枝法では慣行とした。次の「4.~6.」の調査は9月下旬に行い、そのときの草丈は両整枝法とも約2mであった。

3. 作業性の聞き取り

両整枝法のほ場で収穫や農薬散布作業等に従事していた男性の作業者3名に、新整枝法での作業時の感想を聞き取った。

4. 通路に突き出た茎葉の数

ナスの株元から通路中央に向かって0.8mの位置に長さ1.6mの棒を垂直に立て、棒の下端が地面に触れるように保持しつつ、ナスの植栽位置と平行に通路を10m歩行した。その間、棒の高さ1.5~1.6mの

部分に接触する茎葉を数えた。調査は3つの通路で行い、通路100m当たりの茎葉数に換算した。

5. 葉面における農薬付着量

両整枝法とも、10%クロルフェナピル水和剤の1,000倍希釈液を供試した。牽引式車輪付きノズル(ヤマホ工業、カートジェッターB-3型R)の左右の噴管のうち右側(6頭口)だけを用い、動力噴霧機(MS-303、丸山製作所)で、6L/minの流量で400L/10a相当量を散布した。

散布は男性1名が前進しながら次の2法で散布し、葉を採取した。なお、調査以前に同農薬の散布履歴はなかった。

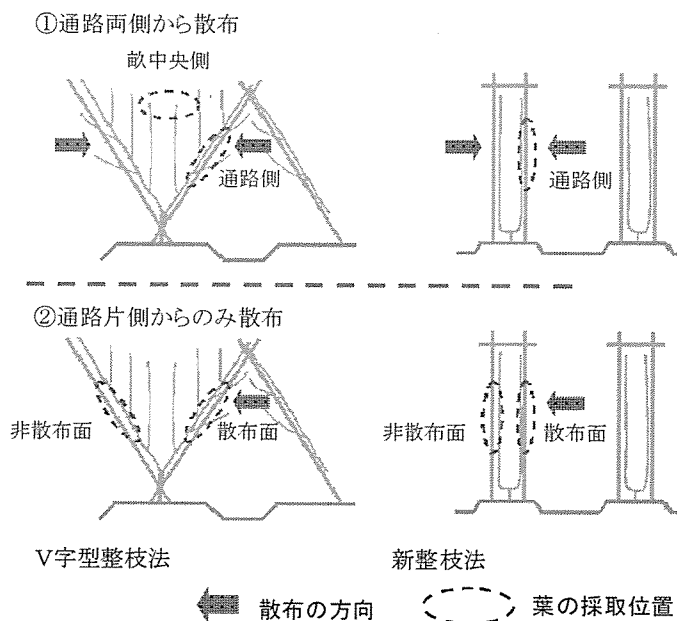
(1) 通路両側から散布(一般的な散布)

生産者が一般的に行う散布法で、ナスを挟む通路の両側から農薬を散布した(第2図-①)。葉面の葉液が乾いた後、V字型整枝法では、通路側と、誘引面に挟まれた畝中央側の葉を20枚ずつ採取した。新整枝法では、誘引面と誘引面の間隔が狭いため構造上畝中央側は存在しないので、通路側の葉を20枚採取した。

(2) 通路片側からのみ散布

通路の片側からのみ農薬を散布した。両整枝法とも散布面と非散布面から葉を(1)と同様に採取した(第2図-②)。

(1)と(2)の方法で採取した葉を研究室に持ち帰り、瀬崎らの方法に従い¹⁴⁾、ヘキサシ 2ml入れ



第2図 散布法と葉の採取位置
Fig. 2 the method of spraying and the collection position of the leaves

たバイアル瓶（日東電工 S1，開口部の内径 8 mm）を密着させて手で上下に 20 回振とうし，農薬を抽出した．これをガスクロマトグラフィー法（Yanaco G2800EC，柳本製作所）で測定し，葉面への農薬付着量として，葉面 1cm²当たりの農薬重量（μg/cm²）を 20 葉平均して示した．

6. 作業者のばく露量

両整枝法とも，シペルメトリン 6%乳剤の 1,000 倍希釈液を供試し，男性 1 名が前進または後退しながら散布した．他の条件は「5.葉面における農薬付着量」と同様とした．

予め，作業者の頭頂部，マスク（顔面部），左右の前腕部，左右の膝上部，左右の背中上部に直径 6 cm の円形濾紙（安曇濾紙 N0244，面積 28.26 cm²）を付け，散布後に濾紙を回収した．

研究室に持ち帰った濾紙は 50 ml 容共栓遠心管（マルエム）に入れ，アセトン 20ml を添加して 30 分間振とうし，農薬を抽出した．これをガスクロマトグラフィー法（「5.葉面における農薬付着量」と同様）で測定し，作業者のばく露量として，100 m の距離を散布したとき濾紙 1 cm²あたりに付着した農薬重量（μg/cm²/100m）で示した．

7. 果実収量

新整枝法の収量について，栽培期間中，月，水，金の週 3 回収穫し，JA ならけんの「夏秋ナス，傷果等級区分表」に従って仕分けした後，秀および優果を合わせ重量を測定し，旬ごとと累計（いずれも，

t/10a）して示した．

結果および考察

1. 作業性

通路に突き出た茎葉は作業中に頭や肩に接触し，作業の支障となっている．今回の調査では，高さ 1.5～1.6 m の位置にある茎葉に限定したが，V字型整枝法では茎 125 本/100m，葉 788 枚/100m であった（第 1 表）．これは，通路上部ほど幅が狭く，また，栽培後期から側枝の管理が放任状態になるためと考えられた．これに対し，新整枝法では茎 25 本/100m 本，葉 68 枚/100m と極めて少なかった．これは，新整枝法では通路上で隣接するナスの主枝同士が交差しないうように主枝を垂直に誘引し，かつ栽培終了まで放任状態にしないことによると考えられる．

接触する茎葉数の違いは，両整枝法での作業時での感想にも現れている（第 2 表）．先に筆者らは，作業時における茎葉の接触や通路の見通しの悪さが不安感や圧迫感となり，作業の不快要因となることを指摘した⁹⁾．しかし，新整枝法では作業時の感想は良好であり，作業全体・共通では「腰への負担が少ない」や，「作業しやすい」，「圧迫感がない」が挙げられた．特に，作業時間の大部分を占める収穫作業では，誘引面と誘引面との間隔が 0.4 m と非常に狭く，また主枝および側枝を誘引面に固定しているので，「果実を見つけやすい」との感想が得られた．作業労働面からの研究については，先に筆者らは，新整枝法では V 字整枝法よりも通路の移動時や収穫時に体幹の傾斜角度が小さいので，作業姿勢の面で有利であり，作業性が改善されていることを報告した¹⁰⁾．今回の感想はこれを追認するものと言える．

第 1 表 通路に突き出た茎葉数

Tab. 1 The number of shoots and leaves jutting out of the passage in both prunings

整枝法	茎(本/100m)	葉(枚/100m)
V字型整枝法	125	788
新整枝法	25	68

第 2 表 新整枝法での作業者の主な感想

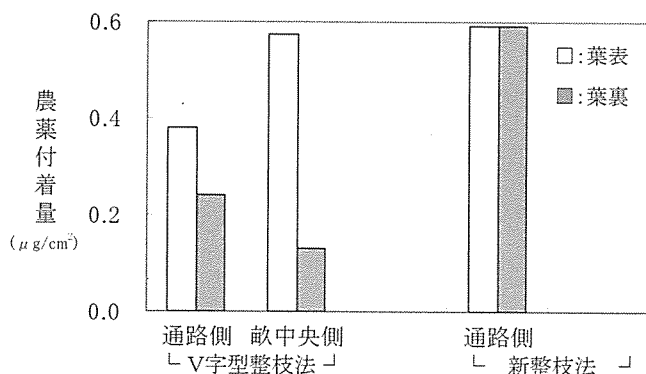
Tab. 2 Main impression at the time of workers in the new pruning

作 業	感 想
定 植	支柱の地面への打ち込みが斜めではなく，垂直なので，作業が楽
収 穫	茎葉をかき分けながら探すことがないので，果実を見つけやすい
農薬散布	薬液に濡れた茎葉が接触しないので，不快な思いがない 頭を下げないで散布できるので，作業が楽
全体・共有	腰がかがめながらの作業が少ないので，負担が少ない 通路幅が広く，作業しやすい 通路上部が開放されていて明るいので，圧迫感がない

2. 葉面への農薬付着量

近年、ナスの害虫であるミナミキイロアザミウマが、防除に有効であったネオニコチノイド系農薬に対して抵抗性を獲得したため、その効果が著しく低下している^{4,8)}。これを補う目的で多数回の農薬散布が行われており、生産者は多大な肉体的、経済的な負担に苦しんでいる。このような状況を打破するため、選択性農薬と土着天敵を利用する技術が確立され、産地に導入されている^{5,6)}。数少ない有効農薬に対する抵抗性の発達を遅らせるためには、従来以上に、その主な生息場所である葉裏に十分な農薬を到達させ、高い防除効果を得ることが重要である。

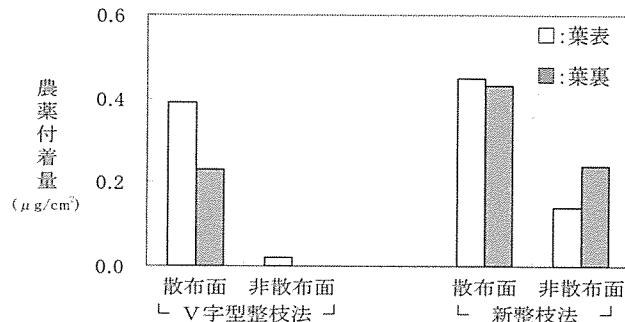
通路の両側からの散布では、V字型整枝法の場合、葉裏での農薬付着量は通路側よりも畝中央側が低くなった(第3図)。この結果はこれまで報告されてきたものと同様の傾向であった^{2,16,19)}。既に、ドリフトによる農薬付着量への寄与は極めて低く¹⁴⁾、農薬付着量を増加させるためには、直接、薬液を葉裏に到達させることが重要であることが明らかにされている¹⁶⁾。しかし、V字型整枝法では通路側の茎葉が障壁となり、さらに畝中央側が散布面から離れた部位であるため、薬液が直接到達しにくかったものと考えられた。



第3図 通路両側からの散布による葉面への農薬付着量

Fig. 3 The quantity of pesticide adhesion to leaves by the general spraying method from both sides of the passage

また、両整枝法について通路側の葉裏で比較すると、V字型整枝法では0.24 μg/cm²であったが、新整枝法では0.59 μg/cm²とV字型整枝法よりも2倍以上多かった。通路の片側からのみの散布においては、V字型整枝法の非散布面の葉裏では農薬がほとんど付着していなかった(第4図)。これに対し、新整



第4図 通路片側からのみ散布したときの葉面への農薬付着量

Fig. 4 The quantity of pesticide adhesion to leaves by the conventional spraying method from only in the one side of the passage

枝法の非散布面の葉裏では0.24 μg/cm²で葉表の0.15 μg/cm²よりも多かった。これは、誘引面と誘引面の間隔が狭く、散布された薬液が非散布面の葉裏に到達しやすいものと考えられた。

以上の結果から、新散布法は、農薬が到達しにくい畝中央側がなく、かつ、散布面からの農薬が非散布面まで到達するので農薬の付着が良好となり、主要な病害虫の防除に有利であることが示唆された。

3. 作業者のばく露

農薬を散布するとき、作業者は高濃度の農薬のばく露を受けており、農薬の低毒化がすすんだ現在も、中毒事件が発生している¹²⁾。このため、作業者の安全と健康を守るためには、十分な防護装備をするとともに、栽培管理面からもばく露の軽減に注目することが重要である。

前進散布法を用いた場合、V字型整枝法では頭上で1.35 μg/cm²/100m、右前腕部1.68 μg/cm²/100mと多くばく露していた(第5図-①)。しかし、新整枝法ではそれぞれ0.21 μg/cm²/100m、0.10 μg/cm²/100mにとどまった。筆者らは、ナスに対する農薬散布でのばく露の大部分は、通路に突き出た茎葉に薬液が付着し、それに身体が接触する2次汚染であることを明らかにした¹⁷⁾。今回の調査でも、前述したとおりV字型整枝法では通路に多数の茎葉が突き出ている。前進散布法では、作業者の前で薬液が茎葉に付着し、それが作業者の頭頂部と右前腕に接触してばく露が多くなったのに対し、新整枝法では通路に突き出た茎葉が少ないため、全部でV字型整枝法よりもばく露は少なくなったものと考えられた。

後退散布法を用いた場合、V字型整枝法の左前腕部および左右の背上部を除き、両整枝法でのばく露は減少した(第5図-②)。V字型整枝法で左の前

腕部および背上部が増加した理由としては、散布往路で薬液の付着した茎葉（進行方向から見て右側）に、復路で左の前腕整および背上部（同、左側）が接触したものと考えられた。

このように、作業者のばく露の軽減にはV字型よりも新整枝法が、また、前進よりも後退散布法が有効であることが分かった。

4. 果実の収量

新整枝法での初めての収穫は5月26日で、栽培を終了させた10月30日までの収量は13.1 t/10aであった（第6図）。旬当たりの収量は7月から9月までのほぼ3ヶ月間、1t以上収穫できた。なお、今回、V字型整枝法の収量は調査しなかったが、昭和55年度の奈良県高田農業改良普及所調査では平均収量は

14.0 t/10aであったので、ほぼ同等の収量が得られた。千野らは、主枝を垂直にした栽培法による収量はV字型整枝法に比較して約8~9割の収量であったが、逆に、垂直したことによる受光態勢の改善によって可販果率が高くなったこと報告している²⁾。

露地の夏秋ナス栽培は、5月に定植され、6月には収穫が始まり、夏期の高湿時を挟んで11月末まで続く。その間、休みなく収穫、農薬散布、施肥などの作業が行われており、生産者は過酷な肉体的負担を強いられている。このため、本県の夏秋ナス栽培では生産者の高齢化にともない、これらの作業による負担に耐えかねて栽培を止める生産者が続出した結果、ナスの栽培面積は平成15年の98 haから平成24年には76 haと著しく減少し¹³⁾、産地では生産量の確保に苦慮している。

これに対処するためには、青年層の新規就農者が少ない現在、定年後新たな就農する場合や、高齢になっても栽培が続けられるように、作業性を改善することが必須である。今回、新整枝法を開発するに当たって、通路幅を従来よりも広くとり、かつ、主枝を垂直に誘引し、栽培終了まで側枝を管理することで、十分な作業空間を確保した。これによって、生産者の肉体的な負担を大きく減らすことができた。

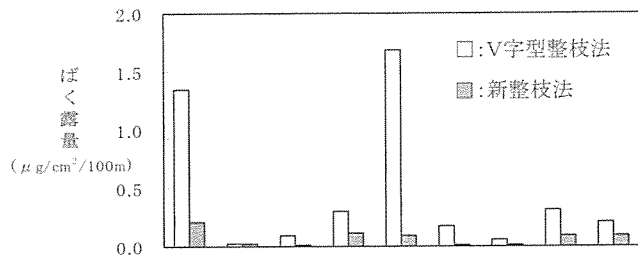
さらなる作業性の改善には、機械の利用は不可欠と言える。本調査では単位面積当たりの収量を確保するために、新整枝法での株間を0.6 m、畝間を1.8 mとして定植本数をV字型整枝法とほぼ同じにしたが、畝間を拡幅することによって通路幅を広げ、運搬車がほ場内に乗り入れられるようするなど、作業性の根本的な見直しを検討すべきである。

このように作業性の改善に当たっては、単に作業時間の短縮化だけでなく、過重・過酷な肉体的負担を軽減するため、省力化と軽作業化をこれまで以上に目指した新しい整枝法の開発が必要である。また、これまで作業性を改善するために開発された整枝法^{1,2,11)}が県内においてはほとんど導入されていないことを考えると、行政・普及組織や生産団体と密接に連携し、生産現場に広めていくことが重要であろう。

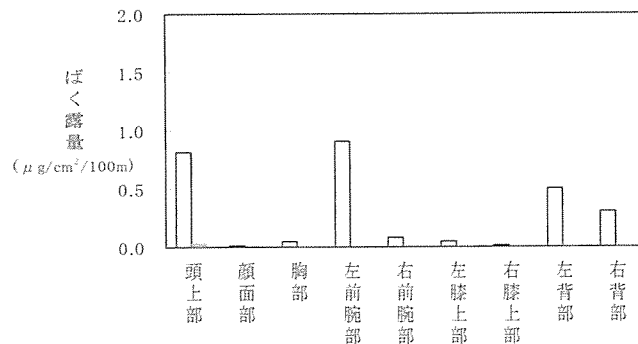
謝辞

本研究を遂行するにあたり、実験にご尽力いた

①前進散布法の場合

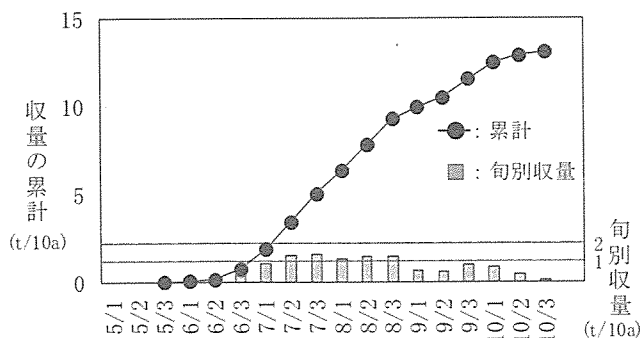


②後退散布法の場合



第5図 人体のばく露

Fig. 5 The pesticide exposure to applicator



第6図 新整枝法での収量

Fig. 6 The yield of eggplants in control of the new pruning

いた谷本(現, 杉村)琴世氏ならびに清水(現, 中村)由加子氏に厚くお礼申し上げます。

摘要

露地夏秋ナス栽培において、誘引面と誘引面との間隔を0.4 mにして垂直に主枝を誘引するとともに、栽培中期以降も放任状態にせず、かつ通路の空間を広くした音叉型整枝法(新整枝法)について、慣行のV字型整枝法と作業性、農薬付着量、ばく露を比較した。その結果、新整枝法は、作業の支障となる通路に突き出た茎葉数は極めて少なく、快適に作業をすることができた。また、葉裏での農薬付着量はV字型整枝法よりも多く、農薬が到達しにくい部位が少ないため、農薬による病害虫防除面で有利であった。さらに、新整枝法では、作業者のばく露はV字型整枝法に比較して著しく少なかった。収量はV字型整枝法とほぼ同等であった。

引用文献

1. 赤池一彦. 2007. 改良U字仕立て・側枝更新選定法. 農山漁村文化協会 5:276の2-276の6.
2. 千野浩二・五味重矢子・窪田 哲・木下耕一・小菅惟夫. 2000. 露地栽培ナスの省力仕立て法. 山梨総農試研報. 10:37-45.
3. 橋本泉・前田幸二・野村美恵. 2000. ナスの促成栽培における2条垣根仕立て2本整枝法. 高知農技セ研報. 9:47-54.
4. 井口雅裕. 2012. ミナミキイロアザミウマに対する薬剤の殺虫効果. 関西病中研報. 54:193-194.
5. 井村岳男・神川 論・松村美小夜. 2012. 殺虫剤の使用状況が異なる露地ナスほ場におけるアザミウマ類の水稻の害虫と天敵類の発生状況. 奈良農総セ研報. 43:31-37.
6. 井村岳男・小島巳奈・米田祥二・神川 論. 2013. 奈良県内で採取されたミナミキイロアザミウマに対する各種殺虫剤の殺虫効果. 関西病中研報. 55:87-88.
7. 石坂 晃・井上恵子・柴戸靖志. 2003. 促成ナス栽培における垂直仕立ての主枝本数と整枝時の作業性および収量性. 福岡農総試研報. 22:80-84.
8. 古味一洋. 2001. ミナミキイロアザミウマのネオニコチノイド系殺虫剤に対する感受性低下. 四国植防. 36:53-56.
9. 国本佳範・井上雅央・谷川元一. 1995. 夏秋ナスの薬剤散布作業に影響を及ぼす要因の抽出. 奈良農試研報. 26:47-52.
10. 前川寛之・谷川元一. 2004. 夏秋ナス栽培作業の軽作業化に関する研究. 農作業研究. 39(1) 17-22.
11. 宮本重信. 2000. 仕立て方・整枝と生育. 農業技術体系. 農山漁村文化協会 5:261-269.
12. 農林水産省. 2013. 農薬の使用に伴う事故及び被害の発生状況について.
http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_topics/h20higai_zyokyo.html.
13. 農林水産省. 2013. 作況調査(野菜).
http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/index.html#r
14. 瀬崎滋雄・井上雅央・小田道宏・若槻英治. 1989. 露地栽培ナスにおけるX字型整枝とパルメット整枝の薬剤散布によるミナミキイロアザミウマの防除効果と薬剤付着量の比較. 関西病害虫研報. 31:11-14.
15. 谷川元一. 2001. 夏秋ナスの草姿管理と農薬散布作業. 農作業研究. 36(2):55-64.
16. 谷川元一・國本佳範. 2000. ナスへの農薬散布におけるノズルの動きによる散布むら. 農薬誌. 25:223-227.
17. 谷川元一・國本佳範・浅野 亨・稲村和子・井上雅央. 1996. ナス薬剤散布時における二次汚染による作業者曝露. 農薬誌. 21:275-279.
18. 谷川元一, 西村憲三. 2000. ナスの直立平面整枝法(仮称)による農薬散布の改善. 関西病害虫研報. 42:99 講要.
19. 谷川元一・西村憲三. 2000. ナスの音叉型整枝法による農薬散布時の葉面での農薬付着量と散布者のばく露. 日本農薬学会第26回大会講要. 講要.