

イチゴ葉における残留農薬の天敵への影響¹

柑本俊樹・長岡広行・高木 豊・及川雅彦・高橋義行

((社)日本植物防疫協会研究所)

Side-effects of Pesticide Residues on Strawberry Leaves against Natural Enemies

Toshiki KOHJIMOTO², Hiroyuki NAGAOKA, Yutaka TAKAGI, Masahiko OIKAWA and Yoshiyuki TAKAHASHI

摘 要

施設栽培イチゴにおいて、3種類の農薬(ジメトエート, エトフェンプロックスおよびアセフェート)の、3種類の天敵(コレマンアブラバチ *Aphidius colemani*, タイリクヒメハナカメムシ *Orius strigicollis* およびチリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis*)に及ぼす影響と、農薬の残留濃度の推移を調査した。ジメトエートの残留影響調査において、コレマンアブラバチの死亡率が低下したのは処理30日後、タイリクヒメハナカメムシは20日後であったが、チリカブリダニでは処理50日後でも低下せず、残留農薬の影響は天敵の種類によって異なった。残留濃度は、3種類全ての供試農薬で処理40日後までの調査期間中漸減した。また、チリカブリダニでは、ジメトエートの影響は葉面残留に対する接触試験の方が散布直後の葉面接触試験よりも強く現れた。一方、アセフェートでは逆の結果となり、農薬の影響は農薬の種類と試験方法によって異なった。

天敵生物は、我が国でも生物農薬として登録が進められ、既に各地で利用されている。しかし、天敵だけでは病害虫すべての防除をカバーすることが困難であるため、使用に当たっては化学農薬の併用を考慮しなければならない。天敵生物を有効に利用するためには、天敵に対する化学農薬の影響評価が必要である。各種天敵に対する農薬の影響試験は、IOBC/WPRSのワーキンググループなどにより試験方法の整備が進められている(Candolfi et al., 2000)。

本研究では、上記の影響試験法を応用した葉面接触法による残留農薬の影響試験を実施した。施設栽培イチゴを供試植物として、農薬を散布した葉に、代表的な生物農薬であるコレマンアブラバチ *Aphidius colemani*, タイリクヒメハナカメムシ *Orius strigicollis* およびチリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* を接触させ

て、それらの死亡率の推移を調査した。また、同時にイチゴ葉の残留農薬成分を定量し、天敵に対する影響と残留濃度との関係を検討した。さらに、チリカブリダニについては、散布直後の葉を用いた葉面接触法による影響(Oomen et al., 1991)と残留農薬の影響を比較した。

材料および方法

1. 供試天敵

アブラムシ類の寄生性天敵であるコレマンアブラバチは、市販の製品(アフィパール[®], アリスタライフサイエンス株式会社製)を恒温室(23℃, 日長16L-8D)内に置き、24時間以内に羽化した雌成虫を集めて供試した。

アザミウマ類の捕食性天敵であるタイリクヒメハナカメムシは、市販の製品(タイリク[®], アリスタライフ

1 本研究は、環境省委託試験の結果に基づいた報告である。内容については筆者らの責任に負うものであり、環境省の見解を含むものではない。

2 Address: Research Institute of Japan Plant Protection Association, Kessoku 535, Ushiku, Ibaraki 300-1212, Japan
2004年5月6日受領

フサンエンス株式会社製)に餌としてスジコナマダラメイガ *Ephesia kuehniella* の卵,産卵用植物としてランコエを与えて恒温室(23℃,日長16L-8D)内で飼育し,ふ化5日目の次世代2齢幼虫を供試した。

ハダニ類の捕食性天敵であるチリカブリダニは,市販の製品(スパイデックス®,アリスタライフサンエンス株式会社製)を供試した。成虫の試験では入手した個体をそのまま供試し,若虫の試験では恒温器(25℃,日長16L-8D)内でナミハダニ *Tetranychus urticae* を餌として飼育して,産卵から約2日経過してふ化した次世代の第一若虫を供試した。

2. 供試植物

供試植物としたイチゴ(品種:女峰)は,(社)日本植物防疫協会研究所(茨城県牛久市結束町)圃場のビニルハウス(面積100m²)で栽培した。ハウス内は,10℃に設定した温風式暖房機を用いて加温した。

3. 供試農薬と散布方法

供試農薬は,3種類(ジメトエート43%乳剤,エトフェンプロックス20%乳剤およびアセフェート50%水和剤)の中から,各天敵に対して影響が大きく併用の可能性も高いと考えられる薬剤を選んだ。ジメトエート乳剤は全ての天敵に対して選択した。

ジメトエート乳剤は,井戸水で成分濃度430ppm(1000倍希釈)になるよう希釈し,2003年1月30日にイチゴ300株(50m²)に散布した。エトフェンプロックス乳剤は200ppm(1000倍希釈),アセフェート水和剤は500ppm(1000倍希釈)に希釈し,2003年1月19日にそれぞれイチゴ70株(12m²)に散布した。いずれの農薬も,背負式全自動噴霧器を用いて10a当たり134ℓを散布した。対照として無処理区を設けた。

4. 天敵に対する残留農薬の影響試験

農薬散布葉は,処理1日後,5日後,10日後,20日後,30日後,40日後および50日後に採取した。採取葉は,散布時に十分展開していた複葉を選び,各天敵を以下の方法で接触させた(以下,葉面接触法と呼ぶ)。

1) コレマンアブラバチ

ジメトエート乳剤の影響を調査した。試験は,農薬散布葉を容器に入れ供試虫を接触させる方法(山下,2000)で実施した。試験容器は,アルミフレーム[13cm×13cm,高さ1.5cm,肉厚1cm,直径1cmの換気孔を各辺6個ずつ開け,テトロンゴース(0.25mm目合)を内張りした]を2枚のガラス板(13cm×13cm,厚さ2.5mm)で挟み固定したものをを用いた

(Mead-Briggs, 2000)。採取した複葉は,葉柄の切り口に保水させた脱脂綿を巻いて,1複葉ずつ試験容器に入れた。供試虫は,1試験容器当たり10個体ずつとし,炭酸ガスで麻酔して容器に放飼した。各区5反復とした。蜂蜜および蒸留水を餌として与え,試験容器は恒温器(23℃,日長16L-8D)内で管理した。放飼48時間後に生存個体数と死亡個体数を調査し,死亡率を算出した。この際,苦悶虫は死亡に含めた。無処理区で死亡虫が認められた場合は,次の計算式から補正死亡率を求めた(Abbot,1925)。補正死亡率=(無処理区の生存率-処理区の生存率)/無処理区の生存率×100。

2) タイリクヒメハナカメムシ

ジメトエート乳剤とエトフェンプロックス乳剤の影響を調査した。試験はVeire(1992)の方法に準じ,農薬処理葉を切り出して容器に入れ天敵に接触させる試験法を用いた。各採取葉より円形葉片(直径4.5cm)を作製し,試験容器(プラスチック製,直径5.5cm,深さ3.5cm)の底面に湿らせた濾紙を敷き,その上に葉片を1枚ずつのせた。供試虫は1試験容器当たり8個体ずつ放飼した。各5反復とした。餌としてスジコナマダラメイガ卵を与え,恒温室(23℃,日長16L-8D)内で管理した。放飼4日後に生存個体数と死亡個体数を調査し,死亡率を算出した。この際,正常に歩行できない苦悶個体は死亡に含めた。無処理区で死亡虫が認められた場合は,補正死亡率を求めた。

3) チリカブリダニ

ジメトエート乳剤とアセフェート水和剤の影響を調査した。Oomen et al.(1991)の試験方法に準じ,まず各採取葉より円形葉片(直径2.5cm)を作製した。試験容器は,プラスチックシャーレ(直径9cm,深さ2cm)を用いた。溶解した寒天ゲル(0.5%)を試験容器に注ぎ,固化する直前の寒天表面に葉片を葉表が上になるよう載せた後,寒天上に少量の水を張って供試虫の逃亡を防いだ。1容器当たり,成虫は約4頭,第一若虫は約7頭ずつ細筆を用いて葉片上に放飼した。各区5反復とした。餌としてナミハダニを移し,恒温器(22℃,日長16L-8D)内で管理した。放飼48時間後に生存個体数と死亡個体数を調査し,死亡率を算出した(不明虫は供試個体数から除いた)。無処理区で死亡虫が認められた場合は,補正死亡率を求めた。

5. 散布直後の葉を用いた葉面接触法による影響試験

チリカブリダニの若虫については,残留農薬の影響

試験方法と共通点が多いことから、散布直後の葉面接触法による影響試験 (Oomen et al.,1991) を実施して比較を行った。ジメトエート乳剤は成分濃度86ppm、アセフェート水和剤は成分濃度500ppm を最高に2倍段階希釈でそれぞれ5濃度の処理区を設けた。プラスチックシャーレ (直径9 cm、深さ2 cm) に保水させたスポンジを入れ、インゲンマメ (品種:本金時) 葉から作製した円形葉片 (直径2.5cm) を載せた試験容器に薬剤を2 μ /cm²散布した。薬剤が乾いた後、供試虫 (第一若虫) を葉片上に5 ~ 7頭ずつ放飼した。各区4反復とした。餌としてナミハダニを移し、恒温器 (22℃, 日長16 L-8 D) 内で管理した。放飼48時間後に生存個体数と死亡個体数を調査し、プロビット法を用いてLC₅₀値 (半数致死濃度) と95%信頼限界を算出した。

6. 残留農薬の分析

残留農薬量の分析は、化学分析コンサルタント株式会社 (東京) に委託した。各農薬の処理5日後、10日後、20日後、30日後および40日後に、5複葉または10複葉を採取し、送付した。残留濃度は、ガスクロマトグラフィー (FPD-P) または高速液体クロマトグラフ質量分析計により計測された。いずれの薬剤も検出限界は0.01ppm (対葉重量) であった。なお、各農薬成分の平均回収率 (0.1ppm添加) は、ジメトエートで

87%、エトフェンプロックスで104%、アセフェートで75%であった。

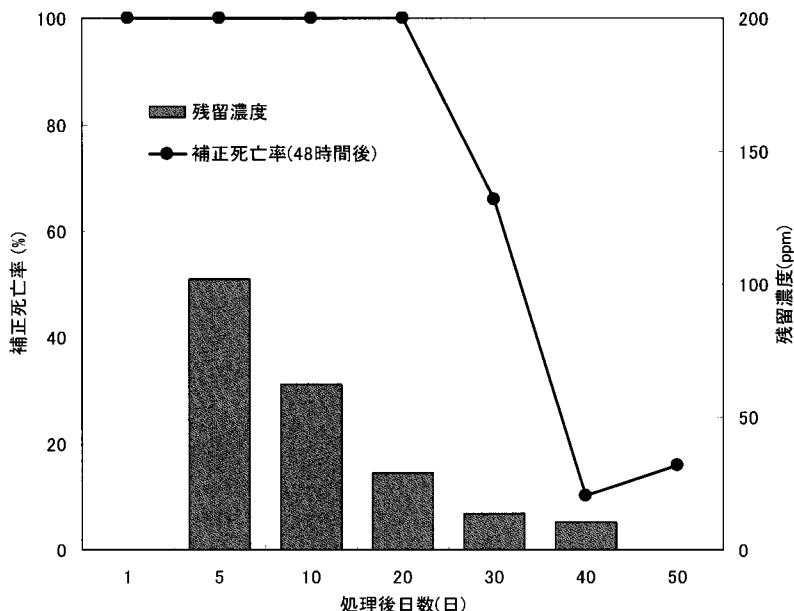
結 果

1. コレマンアブラバチ

コレマンアブラバチ成虫の放飼48時間後の補正死亡率と、ジメトエートのイチゴ葉への残留量の推移を第1図に示した。ジメトエート430ppm処理区では、処理20日後までは補正死亡率が全て100%であったが、30日後は66%、40日後は10.2%と低下した。また、イチゴ葉における残留濃度は、処理5日後に102ppm、処理30日後には29.1ppmになり、この間はおよそ10日で半分となる割合で減少した。

2. タイリクヒメハナカメムシ

タイリクヒメハナカメムシ幼虫の放飼4日後の補正死亡率と、ジメトエートおよびエトフェンプロックスのイチゴ葉への残留量の推移を第2図に示した。ジメトエートは、処理10日後までは補正死亡率が100%であったが、20日後は68.6%に低下した。エトフェンプロックスでは、処理5日後までの補正死亡率は90%以上と高かったが、10日後は64.7%に低下した。死亡率が低下し始めた時期は、ジメトエートよりもエトフェンプロックスの方が10日早かった。ジメトエートは処理40日後、エトフェンプロックスは処理30日後と50日後の死亡率がその10日前よりも高くなったが、両農薬



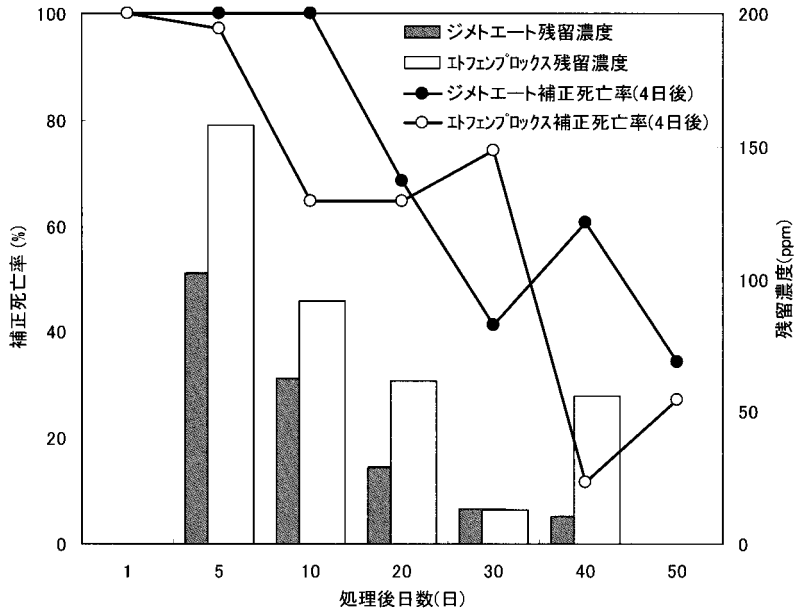
第1図 ジメトエートのイチゴ葉における残留濃度とコレマンアブラバチ成虫に対する影響

処理における死亡率低下の傾向は、ほぼ同様であった。また、イチゴ葉への残留量は、エトフェンプロックスでは処理5日後が158ppm、その後漸減したが40日後

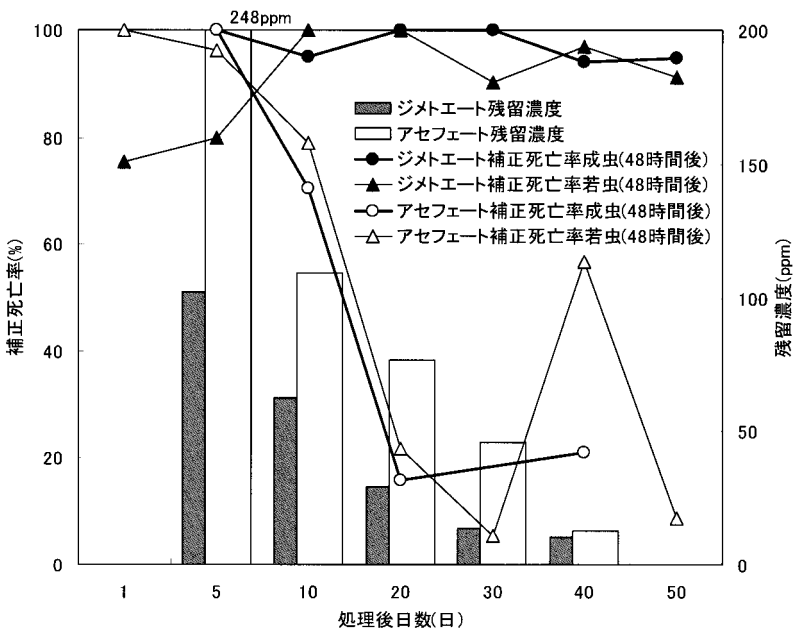
の残留量は30日後よりも高い値を示した。

3. チリカブリダニ

チリカブリダニ成虫ならびに若虫の放飼48時間後の



第2図 ジメトエートおよびエトフェンプロックスのイチゴ葉における残留濃度とタイリクヒメハナカメムシ幼虫に対する影響



第3図 ジメトエートおよびアセフェートのイチゴ葉における残留濃度とチリカブリダニ成虫、若虫に対する影響

補正死亡率とジメトエートおよびアセフェートのイチゴ葉への残留量の推移を第3図に示した。成虫と若虫はいずれの農薬についても補正死亡率がほぼ同様に推移し、感受性に顕著な差は認められなかった。ジメトエートは、処理50日後でも補正死亡率が90%を上回った。一方、アセフェートは、処理5日後までの補正死亡率は90%以上と高かったが、10日後は70.4%に低下した。成虫、若虫ともに、死亡率は処理20日後までの約15日の間に急速に低下した。また、イチゴ葉への農薬残留量は、アセフェートでは処理5日後に248ppmを示し、その後漸減を続けた。

散布直後の葉面接触法による影響試験の結果、チリカブリダニ若虫に対するジメトエートの LC_{50} 値は45.80ppm (95%信頼限界は25.41ppm ~ 172.78ppm)、アセフェートの LC_{50} 値は118.43ppm (95%信頼限界は75.73ppm ~ 184.25ppm)であった。

考 察

IOBC/WPRSのワーキンググループによって策定された農薬影響の試験法 (Candolfi et al., 2000) において、ジメトエートは各種天敵試験の対照薬剤として挙げられている。本研究における、ジメトエートによる各供試天敵の死亡率は、それぞれ異なる傾向を示した。タイクヒメハナカメムシにおいて、死亡率の低下が始まったのは、コレマンアブラバチと比較すると約10日早かったが、死亡率の推移はコレマンアブラバチよりも不安定であった (第2図)。チリカブリダニでは、処理50日後までの間に死亡率の明確な低下は認められなかった (第3図)。チリカブリダニの試験では、餌として与えたナミダニもジメトエートの影響を受ける可能性があるが、薬剤に対する暴露期間は48時間と比較的短時間であったため、ナミダニに対する影響がチリカブリダニの死亡率に関与する可能性は低いと考えられる。以上の結果から、化学農薬の天敵に対する影響を評価する場合には、天敵種ごとにそれぞれ評価を行う必要があると思われる。

イチゴ葉におけるジメトエートの残留濃度は、処理5日後以降減衰を続け、40日後は10.4ppmであった。イチゴ葉の単位面積当たりの平均重量は約0.01g/cm²であり (Takahashi et al., 未発表), 検出された残留農薬がすべて散布面 (葉表裏両面) にとどまっていると仮定した場合、10.4ppm ($\mu\text{g/g}$) は $0.052\ \mu\text{g/cm}^2$ ($=10.4\ \mu\text{g/g} \times 0.01\text{g/cm}^2 \times 1/2$) の付着量に相当する。この濃

度でのチリカブリダニの補正死亡率は94.1%であった (第3図)。一方、チリカブリダニの散布直後の葉面接触法による影響試験の結果、ジメトエートの若虫に対する LC_{50} 値は45.80ppm ($\mu\text{g/m}^2$) となった。本試験では、 $2\ \mu\text{l/cm}^2$ を散布したことから、散布面への付着量は $0.092\ \mu\text{g/cm}^2$ ($=0.0458\ \mu\text{g}/\mu\text{l} \times 2\ \mu\text{l/cm}^2$) と計算される。したがって、ジメトエートでは残留農薬の影響試験の方が散布直後の葉面接触法による影響試験よりも影響が強く現れたと考えられる。これは、散布直後の葉面接触試験では影響を過少評価する可能性があることを示している。これに対して、アセフェートの残留濃度は、処理5日後から30日後までの間、およそ10日で半分になる割合で減少したが、チリカブリダニの補正死亡率が50%を下回ったのは、処理20日後 (成虫15.8%, 若虫21.7%) で残留濃度が76.6ppmに達した時点であった (第3図)。これは $0.383\ \mu\text{g/cm}^2$ の付着量に相当する。また、散布直後の葉面接触法による影響試験におけるアセフェートの若虫に対する LC_{50} 値118.43ppmは、葉片への付着量に換算すると $0.24\ \mu\text{g/cm}^2$ に相当する。したがって、アセフェートでは、ジメトエートの結果とは異なり散布直後の葉面接触試験の方が、影響が強く現れた。以上の結果から、農薬の天敵に対する影響をより正確に評価するには、散布直後の葉面接触試験よりも、散布後日数を経過した残留農薬に対する影響試験を実施することが必要であると考えられた。

引用文献

- Abbot, W. S. (1925) J. Econ. Ent. 18 : 265 - 267.
 Candolfi, M. P. et al. (2000) Guidelines to Evaluate Side-Effects of Plant Protection Products to Non-Target Arthropods. IOBC, BART and EPP0 Joint Initiative. IOBC/WPRS, Gent. 158pp.
 Mead-Briggs, M. A. et al. (2000) Guidelines to Evaluate Side-Effects of Plant Protection Products to Non-Target Arthropods. IOBC, BART and EPP0 Joint Initiative. (Candolfi, M. P. et al.) IOBC/WPRS, Gent. pp. 13 - 25.
 Oomen, P. A. et al. (1991) EPP0 Bull. 21 : 701 - 712.
 Veire, M. van de (1992) IOBC/WPRS Bulletin 15 (3) : 89 - 95.
 山下賢一 (2000) 植物防疫 54 : 120 - 123.