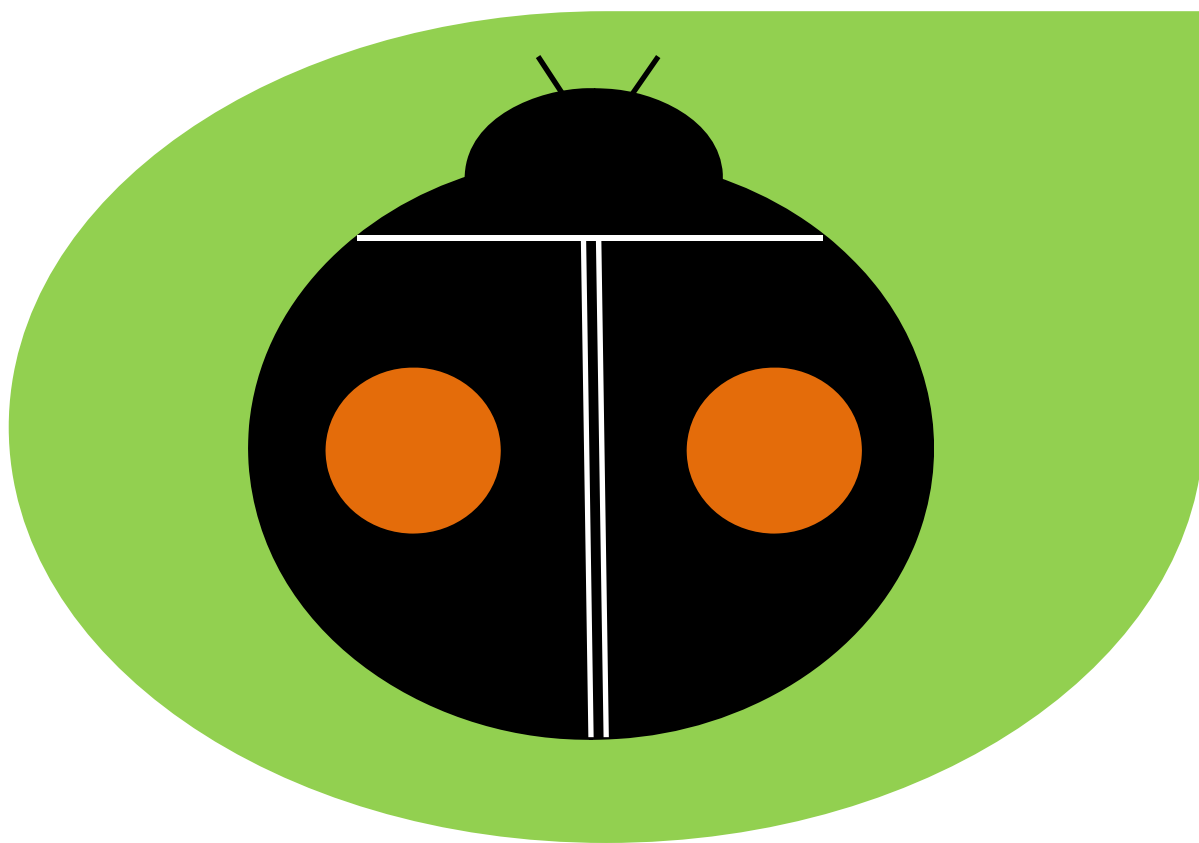


飛ばないナミテントウ 利用技術マニュアル

(研究成果集付き)



平成26年6月



NARO

農研機構

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

近畿中国四国農業研究センター

はじめに

近年わが国では、消費者の食品の安全・安心に対する関心が高まっていること、また化学農薬の散布が生産者にとって大きな負担となっていることなどを背景に、天敵利用による生物的防除法の研究開発が進められています。

テントウムシの一種であるナミテントウは、難防除害虫アブラムシを大量に食べることで、また他のテントウムシ類よりも大量増殖が簡単であることから、生物的防除に有効な天敵であると考えられてきました。しかしナミテントウの成虫は飛翔能力が高く、作物上に放飼してもすぐに飛翔して逃げられるため、定着しにくいことが課題となっていました。

「飛ばないナミテントウ」は、飛翔能力の低い個体を人為選抜することによって育成した、遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウです。飛ばないナミテントウは飛翔して遠くに移動することができないため定着しやすく、多くの野菜類で高い防除効果が期待されます。

この飛ばないナミテントウを生物農薬として実用化することを目的に、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「多種多様な栽培形態で有効な飛ばないナミテントウ利用法の開発」が平成20－22年度にかけて実施されました。本冊子は、施設栽培のコマツナ・イチゴ・ナスにおける飛ばないナミテントウを効果的に活用するための利用技術マニュアル、ならびに当プロジェクトで得られた研究成果をとりまとめたものです。



目次

飛ばないナミテントウの概要	.....	1
利用上のポイント	.....	2
留意点・注意事項	.....	3
施設コマツナ栽培での利用法	.....	5
施設イチゴ栽培での利用法	.....	7
施設ナス栽培での利用法	.....	9
飛ばないナミテントウに対する各種 薬剤の影響	.....	11

飛ばないナミテントウの概要

ナミテントウ

ナミテントウは日本全国に生息しているテントウムシです。成虫の上翅に遺伝的な斑紋多型があり、おおよそ「二紋型」「四紋型」「斑紋型」「紅型」の4つの種類があります。幼虫・成虫ともに、モモアカアブラムシ・ワタアブラムシ・ヒゲナガアブラムシ類など、多種類のアブラムシを捕食します。アブラムシの寄生密度が高い場合には、ナミテントウ1頭で1日あたり100頭以上食べることもあります。



様々な翅の模様があるナミテントウの成虫

発育期間は温度条件によって異なりますが、25℃では卵期間は約3日、幼虫期間は約10日、蛹期間は約6日の計約19日です。成虫期間は30～50日程度です。

成虫の飛翔能力は高く、施設内に放飼すると天井付近まで飛翔して移動します。そのうちの一部は、ビニールの隙間に挟まって動けなくなり、死亡する個体もあります。



飛翔して天井付近にいるナミテントウの成虫

飛ばないナミテントウとは

広島県福山市内で採集したナミテントウ集団をもとに、飛翔能力の低い個体を選抜し、それらの個体同士を交配させるという操作を世代ごとに繰り返すことによって育成したナミテントウ系統です。遺伝子組み換え技術は使用せず、もともと野外に存在している‘飛ばない’性質をもたらす遺伝子を持つ個体を選抜することによって育成したため、環境への悪影響はありません。

見た目は普通のナミテントウと変わらず、体の大きさや産卵数など、飛翔能力以外の性質について違っている点はほとんどありません。

普通のナミテントウと同じで翅はありますが、はばたかせることができません。遺伝的に飛翔不能になっているので、飛ばないナミテントウから生まれた子どもも、飛翔することはできません。



利用上のポイント

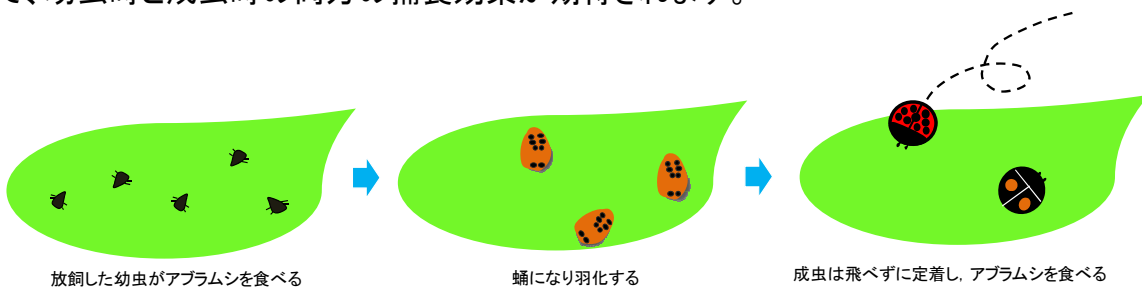
製剤の入手先

飛ばないナミテントウ製剤(商品名「テントップ」)は、株式会社アグリセクトで販売しております。詳しくは以下のサイトをご覧ください。 <http://www.agrisect.com/>

製剤は2齢幼虫で販売しています。放飼した2齢幼虫はアブラムシを食べて蛹になり、成虫になった後も定着するので、幼虫時と成虫時の両方の捕食効果が期待されます。



テントップ
(農林水産省登録第23357号)



放飼の方法

1) アブラムシ類の寄生を発見次第、直ちに飛ばないナミテントウ製剤を入手して下さい。

2) 本剤はオガクズを緩衝材として入れた600mlの容器の中に、ナミテントウ2齢幼虫が200頭入っています。容器内では長期間生存できないため、入手後は到着日中に使いきるようにして下さい。

3) 容器を振ると、横にある穴からオガクズと一緒に飛ばないナミテントウ2齢幼虫が1振りです約1~2頭出てきます。1回振っただけだと幼虫が放飼されていない可能性があるため、1株上で数回振ってください。2齢幼虫は1㎡あたり10~13頭程度の密度で放飼して下さい。アブラムシの寄生数が多い株には、多めに容器を振ってナミテントウ幼虫を放飼して下さい。



飛ばないナミテントウ2齢幼虫が入っている容器



容器を振ることで、オガクズと一緒に幼虫を放飼

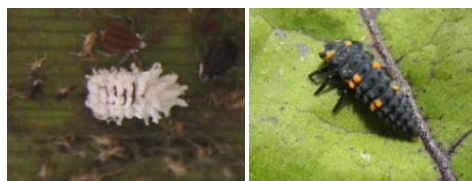
留意点・注意事項

<放飼方法について>

- 1) アブラムシ類の生息密度が高くなってからの放飼では十分な効果が得られないことがあるので、アブラムシ類の初期発見に努め、散見された時点で最初の放飼をして下さい。
- 2) 飛ばないナミテントウの密度を保つため、アブラムシの発生初期より約7～10日間隔で数回放飼して下さい。
- 3) 飛ばないナミテントウは同じ畝の上を歩き回る傾向がありますので、畝ごとに放飼して下さい。
- 4) 畝がマルチで被覆されていない栽培環境では、飛ばないナミテントウ幼虫の株間移動が困難になる可能性があります。フラワーネットやマイカ線等を各株に接するように張り渡すと、飛ばないナミテントウ幼虫の株間移動が促進されます。
- 5) 飛ばないナミテントウを放飼する時、2齢幼虫はオガクズにつかまっていることが多いため、オガクズができるだけ作物上にかかるように放飼して下さい。ただし葉菜類など、作物の種類によっては大量にオガクズがかかると商品価値が低下する場合がありますのでご注意ください。
- 6) 作物の栽培時期等は地域によって異なることがあり、飛ばないナミテントウの放飼適期も異なります。

<害虫・土着天敵について>

- 7) 土着天敵を、害虫と誤解して駆除しないように気をつけてください。アブラムシの土着天敵には、次のようなものがあります。



テントウムシ類



ハナカメムシ類



クサカゲロウ類

8) 紅型の斑紋を持つ飛ばないナミテントウの成虫は、ナスの害虫であるニジュウヤホシテントウの成虫に外観が似ているので、間違えないように気をつけて下さい。ニジュウヤホシテントウはナミテントウと違い、体が灰黄色の短毛で覆われています。



紅型の斑紋を持つナミテントウ成虫(左)とニジュウヤホシテントウの成虫(右)

<薬剤散布について>

9) 他の病害虫防除のための殺虫剤・殺菌剤については、飛ばないナミテントウに影響の小さいものを使用して下さい。とくに、有機リン系、ピレスロイド系、ネオニコチノイド系殺虫剤は長期間(1ヵ月以上)の影響が懸念されますので十分に注意して下さい。

10) 殺虫活性がなくても、薬剤散布によって濡れたマルチ面に成虫が転落し、トラップされて死亡する場合があります。その場合は、株間に敷きワラを設置する等の対策を施すことで、転落した成虫は起き上がりやすくなり、薬剤散布による物理的影響は軽減できます。

11) 薬剤に対する影響については、既存のナミテントウ剤(商品名「ナミトップ」)に対する評価も参考にできます。

<栽培環境について>

12) トマトでは、植物から出る分泌物がナミテントウの歩行分散を阻害するため、効果が得られない可能性があります。

13) アリが発生している株に対しては、ナミテントウの活動が阻害されることがあります。

14) 低温時には捕食効果が低くなるので、施設内の温度を平均20～25℃に保つようにして下さい。

15) 飛ばないナミテントウの使用は施設野菜類を対象としており、露地で利用することはできませんので、ご注意下さい(露地での農薬登録に向けて、現在準備中です)。

施設コマツナ栽培での利用法

1) 発生する主なアブラムシ類



モモアカアブラムシ

〔体長1~2mm
黄緑色、緑色、赤褐色〕



ニセダイコンアブラムシ

〔体長1~2mm
橙黄色
少量のロウ物質に覆われます〕



ダイコンアブラムシ

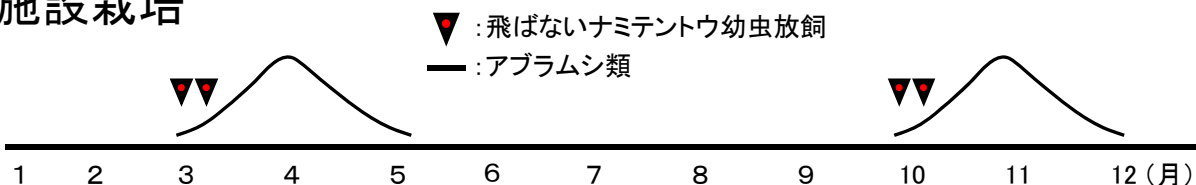
〔体長1~2mm
暗黄緑色、濃緑色
多量のロウ物質に覆われるため、灰白色に見えます〕

①アブラムシの発生状況:主に葉裏や芯部で集団を形成します。

②アブラムシの被害状況:吸汁することにより葉が縮れ、生育が遅延します。

2) 放飼適期

施設栽培



①コマツナの栽培体系:周年栽培です。作期が短く、夏期は1ヶ月、冬期は2ヶ月で収穫されます。

②アブラムシの発生:周年発生しますが、とくに3~5月と10~12月に多発します。

3) 放飼方法

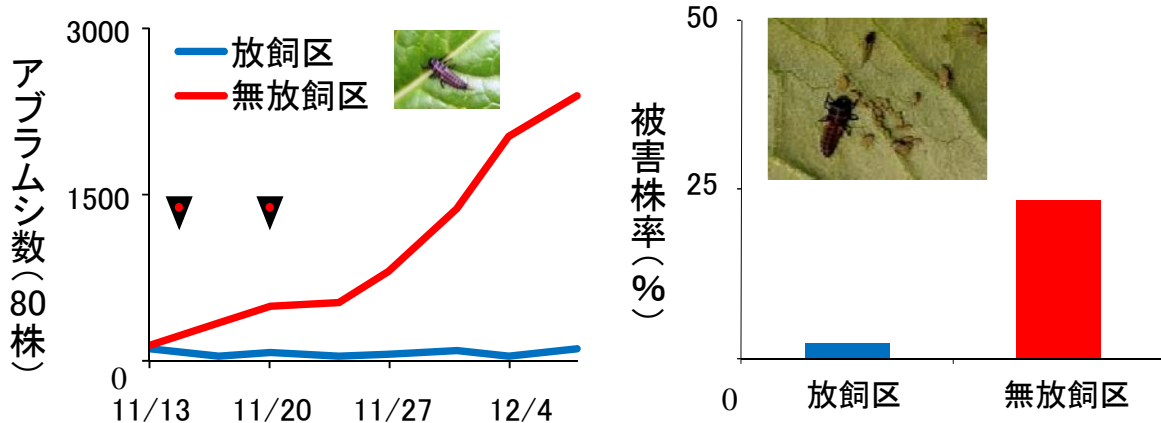
表 飛ばないナミテントウ2齢幼虫の放飼方法

使用時期	アブラムシ発生初期
使用量	10~13頭/m ²
使用回数	1週間間隔で2~3回
使用方法	カップ側面の穴からオガクズごと放飼



4) 試験事例

施設コマツナにおける飛ばないナミテントウ2齢幼虫放飼によるアブラムシの防除効果(下図左)と被害抑制効果(下図右)



▼ 飛ばないナミテントウ2齢幼虫を10頭/m²で放飼 (Adachi-Hagimori et al., 2011) 改変

5) 留意点・注意事項

- ・ハウス開口部は防虫ネット(目合1.0mm程度)を展張し、ハウス外からの害虫の侵入を防ぎましょう。
- ・アブラムシ以外の害虫が発生した場合は飛ばないナミテントウに影響の小さい薬剤を使用して下さい。

表 飛ばないナミテントウ2齢幼虫と併用可能な薬剤

薬剤名	作物名	適用害虫
エスマルクDF(BT)	野菜類	アオムシ、コナガ、ヨトウムシ、オオタバコガ
オレート液剤 (気門封鎖)	野菜類(いちごを除く)	コナジラミ類、アブラムシ類
粘着くん液剤 (気門封鎖)	野菜類	アブラムシ類、ハダニ類、コナジラミ類
スピノエース顆粒水和剤	非結球あぶらな科葉菜類 (みずな、長崎はくさいを除く)	アオムシ、コナガ、アザミウマ類、ハモグリバエ類、ヨトウムシ類、ハイマダラノメイガ

施設イチゴ栽培での利用法

1) 発生する主なアブラムシ類



ワタアブラムシ
〔暗緑色、緑色、黄色〕



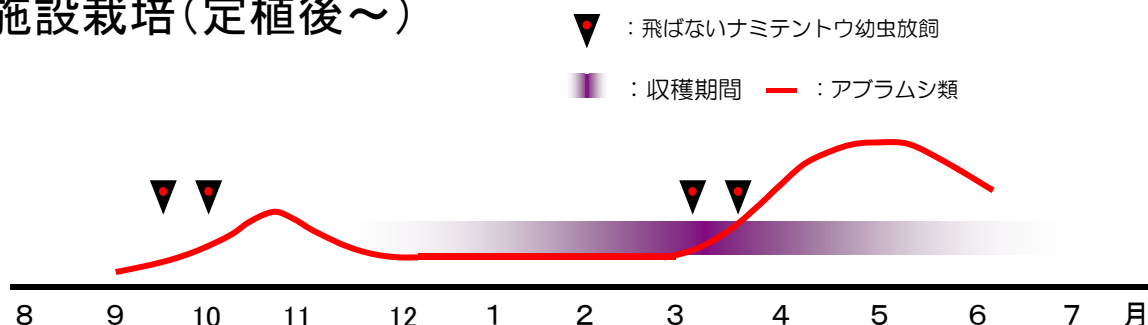
イチゴケナガアブラムシ
〔淡黄色〕

左記以外にも、イチゴネアブラムシ、イチゴクギケアブラムシ、パラミドリアブラムシ等、多種類のアブラムシ類がイチゴに発生します

- ①アブラムシの発生状況：主に葉裏や新芽部、果房で集団を形成します。とくにワタアブラムシの発生が多くみられます。
- ②アブラムシの被害状況：アブラムシの排泄物(甘露)の堆積した葉においてすす病が発生します。果実への排泄物の堆積により、商品価値が著しく低下します。吸汁により樹勢が弱り、ひどい場合は株が萎縮し、枯死します。

2) 放飼適期

施設栽培(定植後～)



- ①アブラムシ類の発生：栽培期間中は常時発生しますが、とくに定植後から11月頃まで及び3月以降の発生が多い傾向にあります。
- ②飛ばないナミテントウの放飼適期：アブラムシの発生に注意し、発生を確認したら飛ばないナミテントウを放飼します。アブラムシは施設の周辺部(入口など開口部付近)での発生が多いので、周辺部のマルチや葉上を観察し、甘露や脱皮殻の有無を手がかりにします。冬季でも施設内ではアブラムシは増殖するので、発生を確認したら適宜放飼します。



←マルチ面における甘露とアブラムシの脱皮殻(左図)及び葉上における脱皮殻(右図)の様子

3) 放飼方法

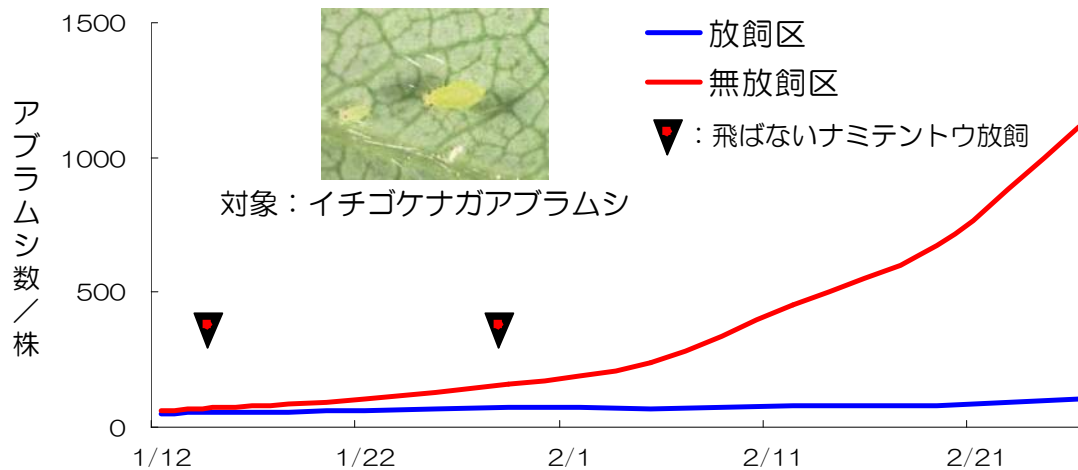
使用時期	アブラムシ発生確認後
使用量	10~13頭/m ²
使用回数	1週間間隔で2~3回
使用方法	容器を振り、オガクズごと株上へ放飼



※株(葉)の近くで振り、マルチ上へオガクズが飛び散らないように注意して下さい。

4) 試験事例

施設栽培イチゴにおける飛ばないナミテントウ2齢幼虫の防除効果(下図)。矢印は、飛ばないナミテントウの2齢幼虫を1m²あたり10頭の密度で放飼したことを示します。



5) 留意点・注意事項

- ・ハウス開口部への防虫ネット設置、周辺部の除草などを実施し、害虫の侵入を防ぎます。
- ・育苗期の防除を徹底し、施設内にアブラムシを持ち込まないようにします。
- ・他の病害虫防除のための殺虫剤・殺菌剤については、飛ばないナミテントウに影響が小さいものを使用します(とくに、有機リン系、ピレスロイド系、ネオニコチノイド系殺虫剤は長期間(1ヵ月以上)の影響が懸念されますので十分に注意して下さい)。
- ・放飼前に古葉かき等をして株を整理します。必要な薬剤散布があれば、先に実施します。
- ・気温の高い春先ではアブラムシ類の増殖速度が速いので、適期放飼に努めます。
- ・アブラムシが多発生してからの放飼(株あたりの平均アブラムシ数が50頭以上)は効果が期待できません。その場合、飛ばないナミテントウに影響の小さい気門封鎖型殺虫剤(粘着くん液剤等)を散布してアブラムシ密度を低下させ、飛ばないナミテントウを追加放飼すると高い防除効果が期待できます。

施設ナス栽培での利用法

1) 発生する主なアブラムシ類



モモアカアブラムシ



ワタアブラムシ



ジャガイモヒゲナガアブラムシ



アブラムシの加害により萎縮した新葉



アブラムシの排泄物による葉の汚染

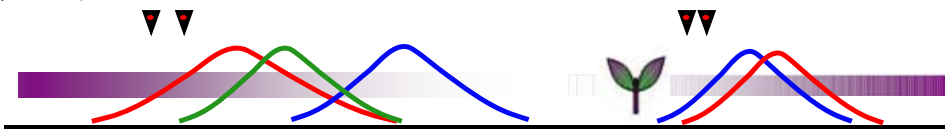


ジャガイモヒゲナガアブラムシの加害による黄斑

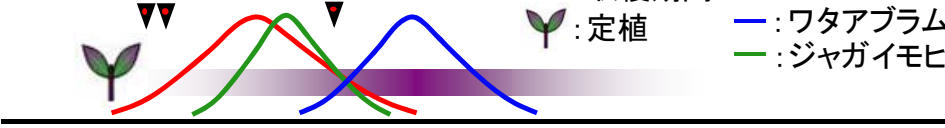
アブラムシの排泄物(甘露)の堆積した葉においてすす病が発生しやすく、放置すると葉が黄化・枯死します。幼苗期に多発生すると、ナスの生育への影響が大きいです。

2) 放飼適期

促成栽培



半促成栽培



- ▼ : 飛ばないナミテントウ幼虫放飼
- : 収穫期間
- : モモアカアブラムシ
- : ワタアブラムシ
- : ジャガイモヒゲナガアブラムシ
- ▲ : 定植

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 (月)

定植後、葉や新芽におけるアブラムシの発生に注意し、アブラムシが確認されたらすぐに飛ばないナミテントウを放飼します。9～10月になって気温が下がるとアブラムシ類が再び発生することがあるので、状況に応じて飛ばないナミテントウを放飼します。

3) 放飼方法

使用時期	アブラムシ発生を確認後、直ちに放飼
使用量	1株あたり5～10頭(放飼容器を4～7振り)
使用回数	1週間～10日間隔で2～3回
使用方法	アブラムシ密度の高い株上に、オガクズごと放飼



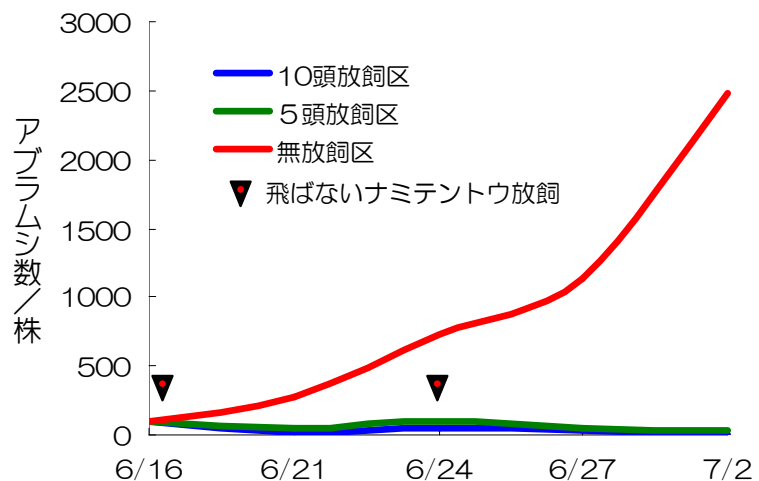
飛ばないナミテントウ放飼の様子

4) 試験事例

半促成栽培条件施設ナスでの飛ばないナミテントウの防除効果(下図)。矢印は、飛ばないナミテントウの2齢幼虫を、1株あたり10あるいは5頭の密度で放飼したことを示します。6月16日に放飼した後、アブラムシ数が増える傾向が見られたので、6月24日にも放飼しました。



ジャガイモヒゲナガアブラムシを捕食する飛ばないナミテントウの2齢幼虫



5) 留意点・注意事項

- ・病虫害防除のための殺虫剤・殺菌剤については、飛ばないナミテントウに影響の小さいものを使用して下さい。
- ・土着天敵を、害虫と誤解して駆除しないようにして下さい。
- ・低温時には活動が抑制されるため、日中の施設内の平均室温を20～25℃に保つことが望ましいです。
- ・マイカ線等を各株に接するように張り渡すと、飛ばないナミテントウの移動がスムーズになり捕食効率が高まります(右図)。



マイカ線上を移動する飛ばないナミテントウ2齢幼虫

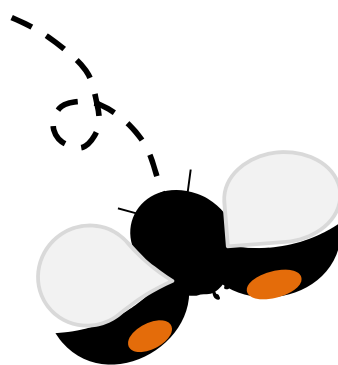
飛ばないナミテントウに対する 各種薬剤の影響

区分	一般名(商品名)	希釈倍数	幼虫	成虫
殺虫剤				
〈ネオニコチノイド〉	ジノテフラン(アルバリン・スタークル)顆粒水溶剤	2000	×	×
	アセタミプリド(モスピラン)水溶剤	2000	×	×
	チアメキサム(アクタラ)顆粒水溶剤	2000	×	×
〈有機リン〉	アセフェート(オルトラン)水和剤	1000	×	×
	マラソン(マラソン)乳剤	2000	×	×
〈合成ピレスロイド〉	シベルメトリン(アグロスリン)乳剤	1000	×	×
	アクリナトリン(アーデント)水和剤	1000	×	×
	ペルメトリン(アディオン)乳剤	2000	×	×
〈カーバメート〉	チオジカルブ(ラービン)フロアブル	1000	×	×
〈生物農薬〉	ボーベリア・バシアーナ(ボタニガードES)乳剤	500	×	○
〈IGR〉	フルフェノクスロン(カスケード)乳剤	2000	△	△
	ルフェヌロン(マッチ)乳剤	2000	△	○
	シロマジン(トリガード)液剤	1000	○	—
〈BT〉	BT(デルフィン)顆粒水和剤	1000	△	○
	BT(ゼンターリ)顆粒水和剤	1000	△	○
	BT(エスマルク)DF	1000	○	○
〈気門封鎖〉	脂肪酸グリセリド(サンクリスタル)乳剤	300	△	—
	オレイン酸ナトリウム(オレート)液剤	100	○	○
	デンブン(粘着くん)液剤	100	○	○
〈その他〉	エマメクテン安息香酸塩(アフーム)乳剤	2000	×	△
	トルフェンピラド(ハチハチ)乳剤	1000	×	—
	フルベンジアミド(フェニックス)顆粒水和剤	2000	△	—
	クロルフェナピル(コテツ)フロアブル	2000	△	—
	ピリダリル(プレオ)フロアブル	1000	△	—
	スピノサド(スピノエース)顆粒水和剤	2500	○	—
	フロニカミド(ウララ)DF	2000	○	—
	ピメトロジン(チェス)顆粒水和剤	5000	○	—
殺菌剤				
	マイクロブタニル(ラリー)乳剤	5000	○	○
	アゾキシストロビン(アミスター20)水和剤	1500	—	○
殺ダニ剤	ミルベメクテン(コロマイト)水和剤	2000	—	○
展着剤	(グラミンS)	5000	○	—
	(ラビデン3S)	5000	—	○
	(アプローチBI)	1000	—	○

○は飛ばないナミテントウに影響がない薬剤、△は影響が小さい薬剤、×は影響が大きい薬剤、—は影響不明の薬剤です。

(安達ら, 2013; 田中・八瀬, 2011) 改変

次のページから、研究成果集が掲載されております



<研究成果集をご覧頂くにあたってのご注意>

・本成果において、飛ばないナミテントウの成虫放飼による防除事例が記載されておりますが、農薬登録されている飛ばないナミテントウの成分は2齢幼虫であるため、成虫放飼はできません。

・本成果において、露地作物での飛ばないナミテントウ放飼による防除事例が記載されておりますが、現時点において飛ばないナミテントウを露地で利用することはできません。露地での実用化を目指し、現在適用拡大のための準備を進めております。

研究成果集

目次

飛ばないナミテントウを生物農薬として商品化するための研究開発

人為選抜により育成した飛ばないナミテントウ系統	14
系統間交雑を利用した飛ばないナミテントウの品質管理	15
飛翔能力の回復を防止するための簡易選抜法	16
人工飼料とアブラムシを餌とした時の産卵数の違い	17
2 齢幼虫が放飼齢期として適している	18

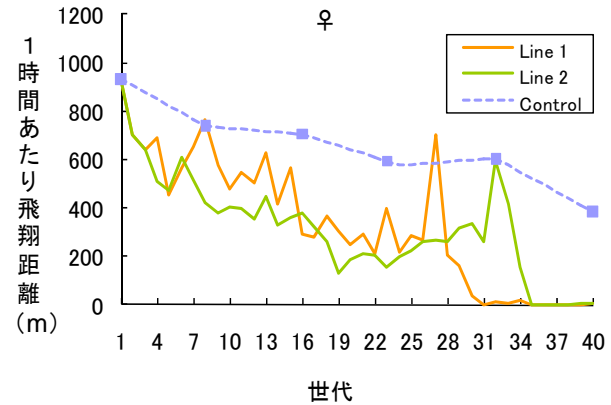
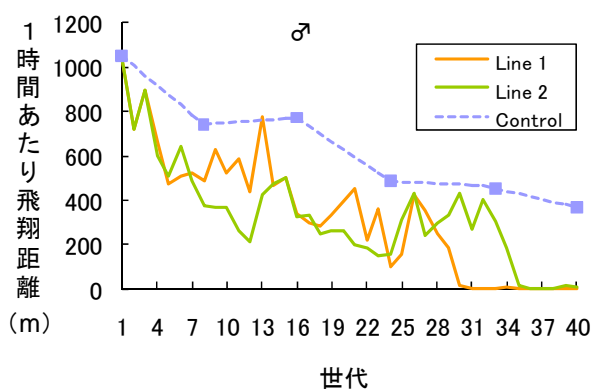
飛ばないナミテントウの効果的な利用法の研究開発

温度別に見た飛ばないナミテントウのアブラムシ捕食数と歩行活動量	19
飛ばないナミテントウ成虫の移動・分散	20
飛ばないナミテントウの簡易放飼法	21
株間移動補助資材の利用による成虫の移動分散	22
株間移動補助資材の利用による2 齢幼虫の移動分散	23
育苗期のシシトウにおける飛ばないナミテントウの利用	23
コマツナにおける効果的な利用法	24
洋ニンジン(トンネル栽培)における効果的な利用法	25
露地キク(全面被覆ネット使用時)における効果的な利用法	26
露地シシトウ(全面被覆ネット使用時)における効果的な利用法	27
ナス(多種類のアブラムシが発生する施設栽培)における効果的な利用法	28
イチゴにおける効果的な利用法	29
飛ばないナミテントウと併用可能な薬剤	30
薬剤散布が飛ばないナミテントウの活動に与える影響	31

引用文献	32
------	----

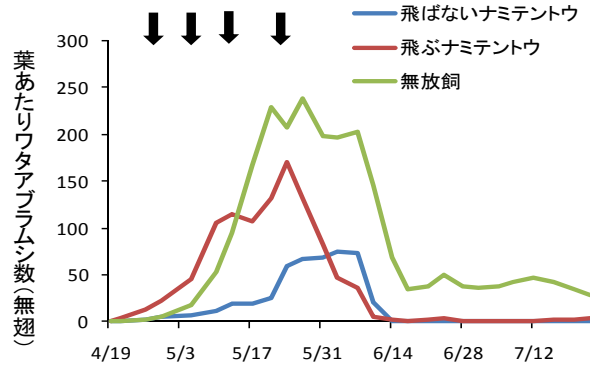
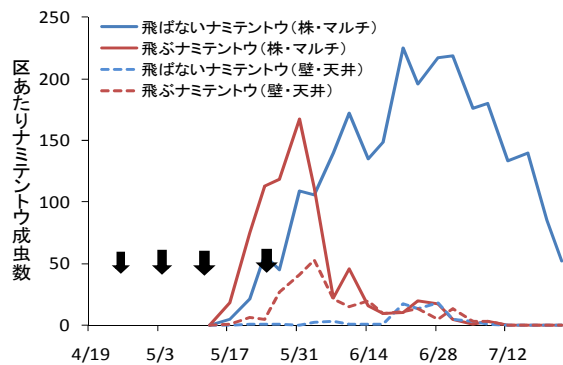
人為選抜により育成した飛ばないナミテントウ系統

昆虫の飛翔測定装置であるフライトミルを利用し、飛翔能力の低い個体を選抜することで遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ(飛ばないナミテントウ)を育成することができます。この飛ばないナミテントウは、飛翔能力を持つナミテントウ(飛ぶナミテントウ)に比べて栽培作物上によく定着します。また遺伝的に飛翔不能なので、幼虫の発育段階で利用することもできます。



(Nakayama et al., 2010) 改変

フライトミルを使ってナミテントウ成虫の1時間あたり飛翔距離を個体ごとに測定し、飛翔距離の短い個体を選抜する操作を各世代で繰り返すことによって飛ばないナミテントウ系統を育成できます。選抜を開始してから、およそ 30~35 世代時点で系統内のほとんどの個体が飛翔不能になります。Line1および Line2は選抜を繰り返して育成した飛ばないナミテントウ系統で、Control は選抜を行わずに維持している系統です。

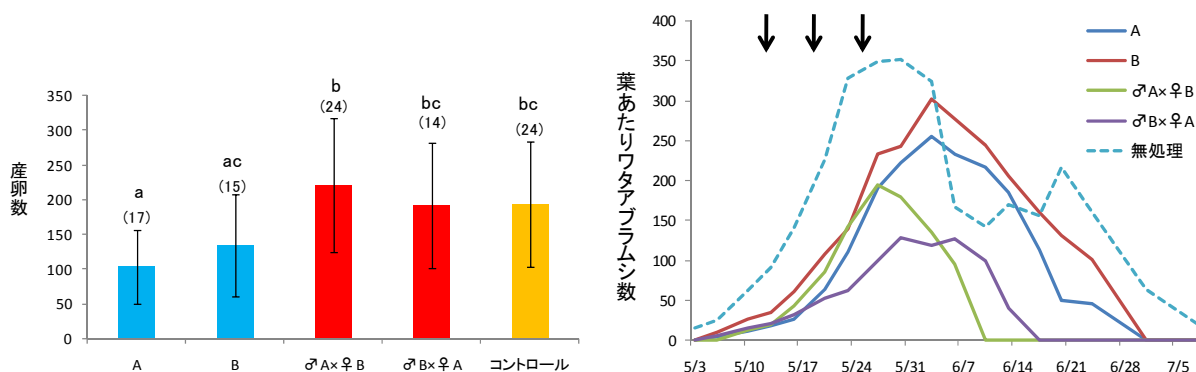


(Seko et al., 2014) 改変

飛ぶナミテントウの2齢幼虫を4回放飼したハウスでは、発生したナミテントウ成虫の多くが飛翔してハウスの壁や天井に移動していますが、飛ばないナミテントウ幼虫放飼区では、ほとんどの個体がナスの株上またはマルチ上にいます(左図)。飛ばないナミテントウを放飼することで、ワタアブラムシの発生を抑制することができます(右図)。

系統間交雑を利用した飛ばないナミtentウの品質管理

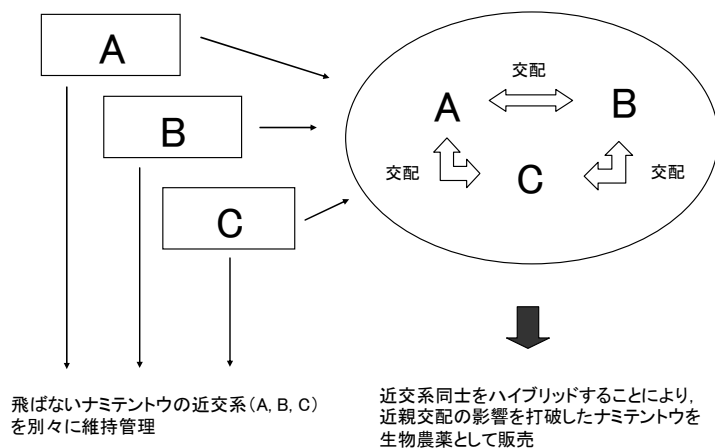
飛ばないナミtentウの系統は、長期にわたる人為選抜の影響により、生存や繁殖能力などの天敵としての品質が低下しています。これらの特性は、近親交配が進行した結果であり、独立に育成した飛ばないナミtentウ系統同士を交雑することによって回復させることができます。この系統間交雑を利用することで、飛ばないナミtentウ系統の品質を高い状態で維持することが可能になります。



(Seko et al., 2012) 改変

2つの飛ばないナミtentウ系統(AとB)を交雑させることで、産卵数が飛翔能力を持つナミtentウ(コントロール)と同等の値にまで回復します。

飛ばないナミtentウ系統(AとB)を交雑させて得られた成虫を放飼した施設内では、無処理やA系統またはB系統を放飼したところよりも高いアブラムシ防除効果を示しました。



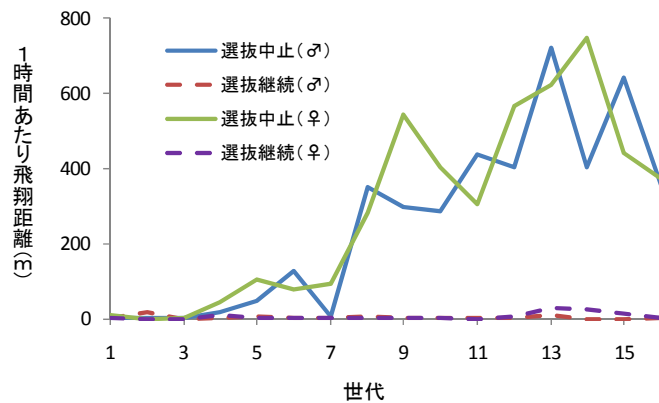
系統間交雑を利用した飛ばないナミtentウの品質管理モデルを構築しました。そのポイントは次の3つです。

- 1) 大量増殖系において飛ばないナミtentウ系統(近交系)を複数維持
- 2) 回復効果の高い系統および雌雄の組み合わせで交雑
- 3) その交雑で得られた個体を生物農薬として販売

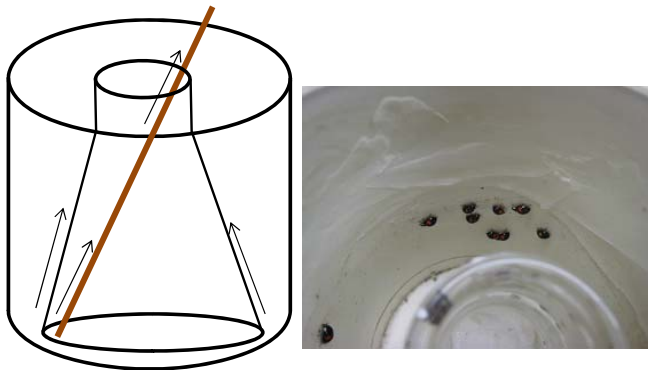
飛翔能力の回復を防止するための簡易選抜法

飛ばないナミテントウの系統は、人為選抜を中止すると世代が更新するにつれて系統内の飛翔能力が回復する傾向があります。人為選抜を継続すれば飛翔能力の回復は防止できますが、フライトミルを用いると労力がかかります。そこで飛ばないナミテントウの飛翔能力の回復を防止するための簡易選抜法を開発しました。容器の中に 24 時間ナミテントウ成虫を入れておくだけで、飛ぶナミテントウ個体と飛ばないナミテントウ個体を分離することができます。

確立した飛ばないナミテントウ系統を、人為選抜を行わずに累代飼育すると1時間あたり飛翔距離(平均)は世代が進むにつれて長くなります。人為選抜を継続していれば、飛翔能力の回復は見られません。



(世古・三浦, 2013) 改変



ナミテントウの成虫は上方へ登る性質があり、棒の頂上付近で飛翔を試みます。その時、飛翔能力を欠く個体は落下して容器内に回収され、飛翔能力を持つ個体は外に出て行きます。タルク等を容器の内壁に塗布することで、飛ばないナミテントウ成虫が壁を歩いて出て行けないような仕組みになっています(表1)。

表1. ナミテントウ成虫が24時間容器内に留まった割合(%)

系統	n	無処理	タルク	ワセリン	テフロン
飛ぶナミテントウ	30	-	3	10	3
飛ばないナミテントウ	30	0	100	100	100

人工飼料とアブラムシを餌とした時の産卵数の違い

ナミテントウは人工飼料で飼育することが可能です。しかし、人工飼料で飼育した場合、アブラムシで飼育した時と比べて産卵数が低下してしまいます。そこで、人工飼料とアブラムシを併用して飼育したところ、アブラムシだけで飼育した時よりも2倍近く産卵することが判明しました。

表1. アブラムシの違いによるナミテントウの1頭あたりの1日あたり産卵数の違い

	マメアブラムシ	ソラマメヒゲナガアブラムシ	ムギクビレアブラムシ
産卵塊数	2.0	0.7	0.7
卵塊当りの卵数	22.5	9.4	18.6
産卵数	45.0	6.6	13.0

表2. 飼料の違いによるナミテントウ1頭あたりの1日あたり産卵数の違い

	スジコナ卵	人工飼料A	人工飼料B	人工飼料C	人工飼料D	人工飼料E	A+マメアブラムシ
産卵塊数	1.1	0.1	0	0	0.1	0	1.7
卵塊当りの卵数	20.5	5.1	0	0	2.0	0	50.2
産卵数	22.6	0.5	0	0	0.2	0	85.3



写真1. 採卵用人工飼料



写真2. 幼虫用人工飼料

幼虫と成虫は、それぞれ専用の人工飼料を用いて、飼育しています。

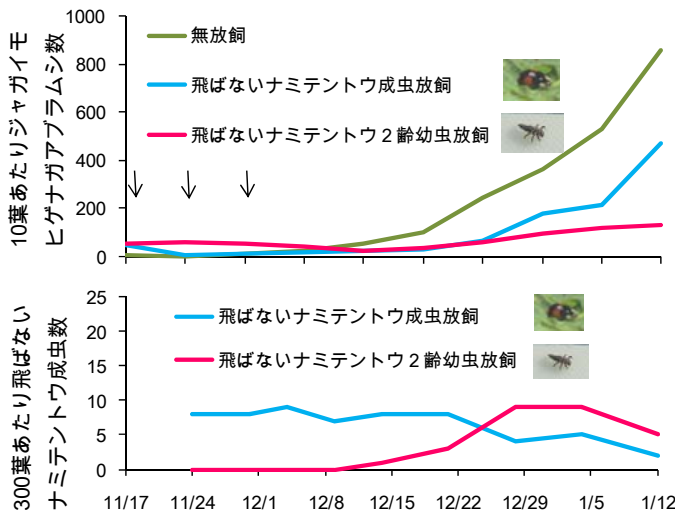


写真3. 餌による卵の違い

成虫に与える餌によって、卵の色、1卵塊あたりの卵数が異なります。(左:アブラムシのみを餌とした場合 右:アブラムシ+人工飼料を餌とした場合)

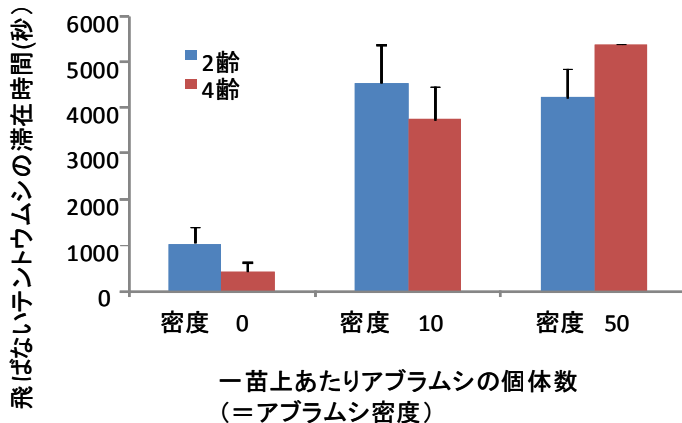
2齢幼虫が放飼齢期として適している

飛ばないナミテントウは遺伝的に飛翔不能なので、成虫だけでなく卵や幼虫段階で利用することができます。成虫1頭分の生産コストで、2齢幼虫を9~10頭生産できます。成虫と2齢幼虫を放飼したところ、2齢幼虫を放飼した方が高い防除効果が得られました。幼虫期の苗上の滞在時間を調査したところ、アブラムシ密度が低い条件では2齢幼虫の方が4齢幼虫よりも作物上に長く滞在しました。これらの調査結果から、2齢幼虫が放飼齢期として適していると考えられます。



飛ばないナミテントウ成虫を株あたり2頭放飼したハウスよりも、飛ばないナミテントウ2齢幼虫を株あたり10頭放飼したハウスの方が長期にわたってナス上でのジャガイモヒゲナガアブラムシの発生を抑制しました。矢印は、飛ばないナミテントウを放飼した日を示しています。

(Seko et al., 2014) 改変



4齢幼虫はアブラムシ密度が高い条件ではソラマメ苗上に長く滞在しますが、アブラムシ密度が低いとすぐに出て行ってしまいます。一方2齢幼虫ではアブラムシ密度が低い条件では、4齢幼虫よりも長く滞在する傾向があります。

(Nakayama et al., 2013) 改変

内訳(ナミテントウ1万頭分)	成虫 	2齢幼虫 
アブラムシ経費	31,349.1円*	1,334.1円
飼育時間等に基づく人件費	42,777.3円	8,020.7円
各齢期に至るまでの生存率/成虫に至るまでの生存率	1	1.17
合計	(A) 74,126.4円	(B) 7,995.6円

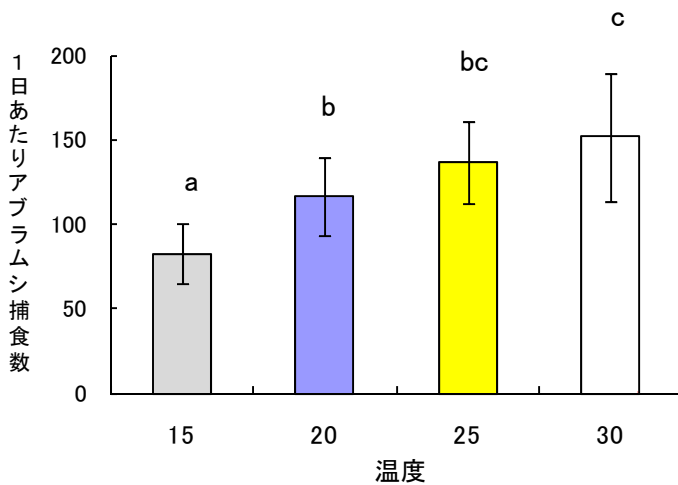
各齢期のアブラムシ捕食数、生存率、発育日数などのパラメーターをもとに、成虫と2齢幼虫1万頭分の生産コストを計算しました。成虫1頭あたりの生産コストは、2齢幼虫の9~10頭分に相当します。

*引用先: 平成14年度アグリビジネス創出技術開発事業 事業成果集
人件費: 時給800円で換算

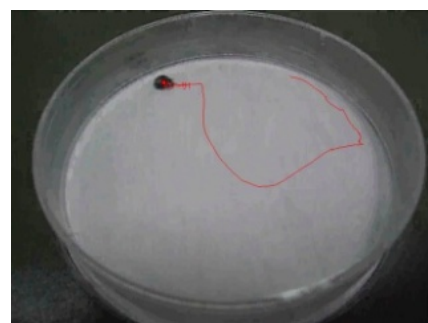
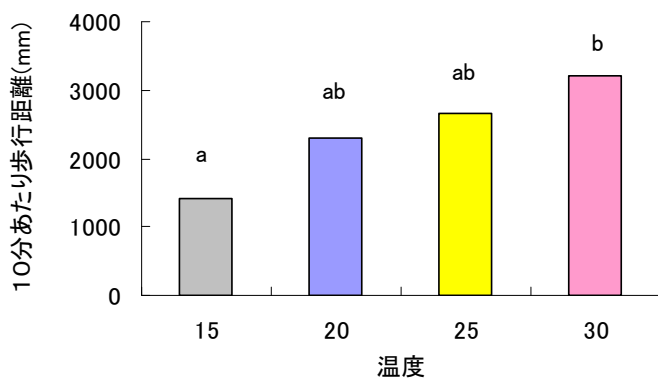
(A/B): 9.27

温度別に見た飛ばないナミテントウのアブラムシ捕食数と歩行活動量

多くの天敵において、低温条件では防除効果が低下する傾向にあります。飛ばないナミテントウにおいても、温度が低いほどアブラムシ捕食数や歩行活動量が低下します。飛ばないナミテントウを効果的に利用するためには、平均 20℃以上の温度条件が望ましいと推定されます。



飛ばないナミテントウ雌成虫の1日あたりワタアブラムシ捕食数。温度条件が高いほど捕食数が多い傾向にあり、15℃条件での捕食数は30℃条件の半分近くにまで低下します。各温度処理区とも、サンプル数は10頭ずつ。

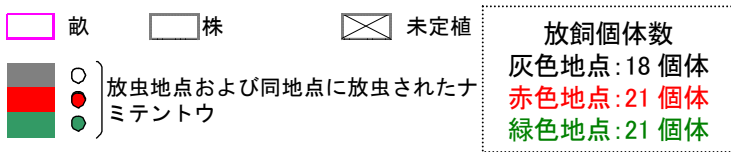
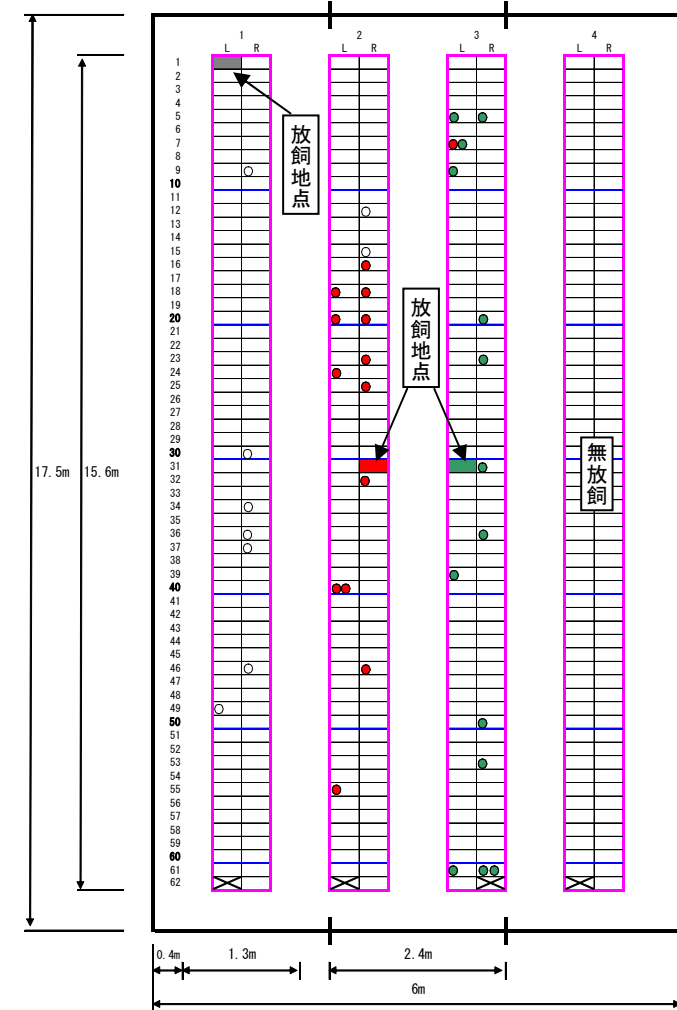


飛ばないナミテントウ雌成虫の10分あたり歩行距離。成虫の歩行様子をカメラで撮影し、動画解析装置を用いて成虫の歩行活動量を計測しました(写真)。15℃条件では、他の温度条件に比べて歩行距離が低下する傾向にあります。各温度処理区とも、サンプル数は20頭ずつ。

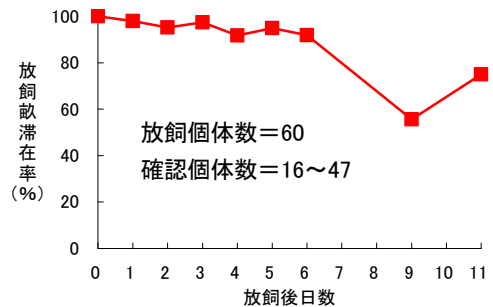
飛ばないナミテントウ成虫の移動・分散

施設イチゴ栽培ほ場において、個別にマーキングした飛ばないナミテントウ成虫を放飼し、放飼後の滞在位置を確認することにより、移動・分散特性を明らかにしました。飛ばないナミテントウ成虫は、歩行により放飼された畝上を移動・分散する傾向が強く、分散距離は3日で5m、10日で10m程度でした。

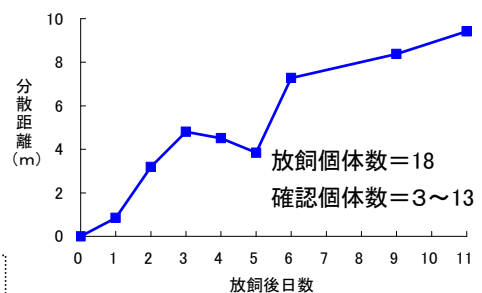
★放飼6日後の移動・分散の様子



★放飼した畝への滞在率



★分散距離



(田中ら, 2012) 改変

飛ばないナミテントウ成虫は放飼した畝上を歩行により移動・分散し、畝間移動は少ないので(左図、右上図)、畝ごとに放飼する必要があります。分散距離は、3日で5m、10日で10m程度でした(右下図)。

飛ばないナミテントウの簡易放飼法

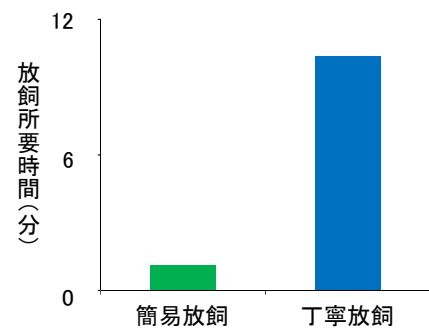
飛ばないナミテントウを放飼する時に筆を用いて2齢幼虫を1頭ずつ丁寧に放飼すると、大変長い放飼所要時間と作業労力がかかってしまいます。そこで施設栽培コマツナにおいて、飛ばないナミテントウ2齢幼虫の簡易放飼法を開発しました。プラスチックカップ側面に穴を開けて、容器内のおがくずごと2齢幼虫を株上にふりかける簡易放飼法(パラパラ放飼法)を用いると、丁寧放飼法と同等のアブラムシ密度抑制効果が得られ、放飼所要時間を9分の1程度に短縮できます。



簡易放飼(パラパラ放飼)

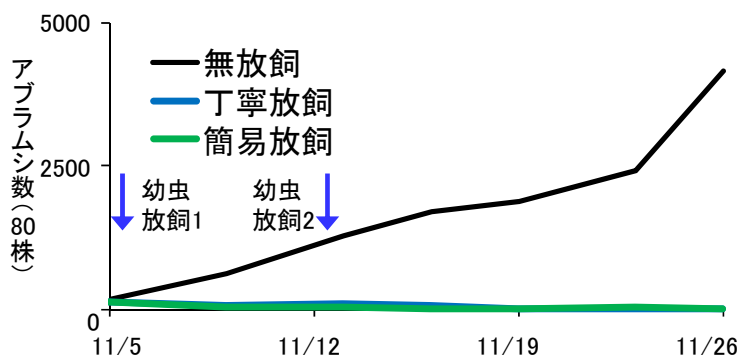


丁寧放飼

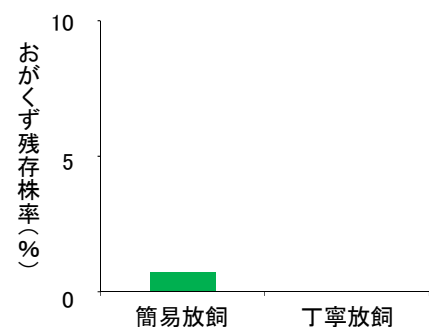


簡易放飼法(プラスチックカップ側面に穴を開けておがくずごと株上にふりかける放飼法)と丁寧放飼法(筆を用いて1頭ずつ葉上に放飼する放飼法)の2種類の方法で放飼し、放飼所要時間とアブラムシの密度抑制効果を調査します。

10 m²あたりの放飼所要時間は、簡易放飼で1分6秒、丁寧放飼で10分20秒です。



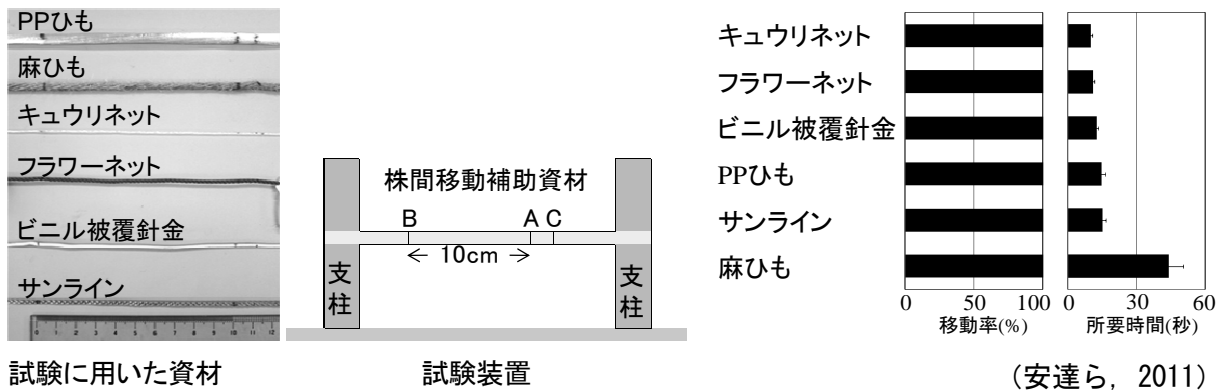
簡易放飼をすることで丁寧放飼と同等にアブラムシ密度を抑制できます。



簡易放飼をする際に株上にふりかけたおがくずは収穫時(2回放飼13日後)にほとんど残っておらず、作物への悪影響はみられません。

株間移動補助資材の利用による成虫の移動分散

飛ばないナミテントウは飛翔能力が失われているため、移動手段は歩行のみになります。株間が離れている栽培環境では、飛ばないナミテントウは株から株へと移動するのが困難です。そこで株間の移動を補助する資材を検討しました。クワイ栽培条件においてフラワーネットを設置したところ、飛ばないナミテントウ成虫がフラワーネット上を歩行し、株間の移動分散が補助されることが確認されました。



資材(図左)を支柱の間に張り渡します(図中)。飛ばないナミテントウ成虫を A に置き、B までの移動率と所要時間を計測します。3分以内に到達しなかった個体と C に到達した個体はその時点で試験終了とします。

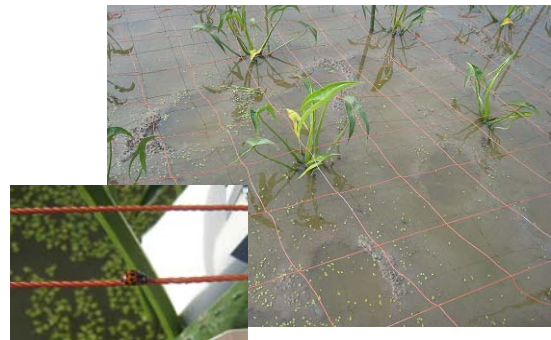
キュウリネットとフラワーネットは成虫の移動率が高く、移動の所要時間も短い(図右)ことから有望と考えられます。

フラワーネット付

1				
	1	1	1	
	1	1	1	
	1			

フラワーネットなし

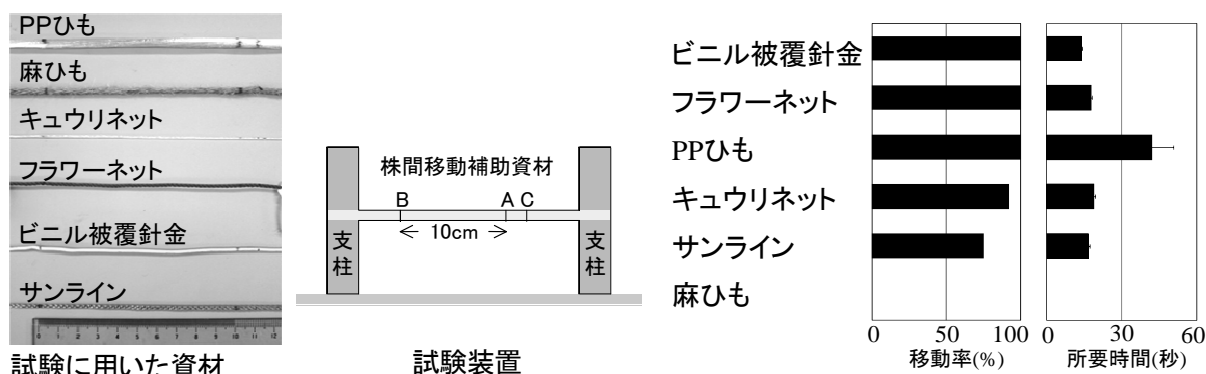
		7		



80cm 間隔で 25 株定植したクワイ栽培条件において、フラワーネットを設置した区画では飛ばないナミテントウ成虫は活発に株間を移動分散し(写真)、1 日後には他の株に移ることが確認されました(左図)。それぞれのマスはクワイの株、数値は確認されたナミテントウ成虫数、黄色いマスは飛ばないナミテントウ成虫の放飼地点です。補助資材による飛ばないナミテントウにおける移動分散の促進効果は、様々な作物や栽培環境で期待されます。

株間移動補助資材の利用による2齢幼虫の移動分散

飛ばないナミテントウ幼虫の移動手段は歩行のみです。株間が離れている栽培環境では、幼虫は株から株へと移動するのが困難です。そこで、2齢幼虫の株間の移動を補助する資材を検討したところ、ビニル被覆針金とフラワーネットが有望であることがわかりました。



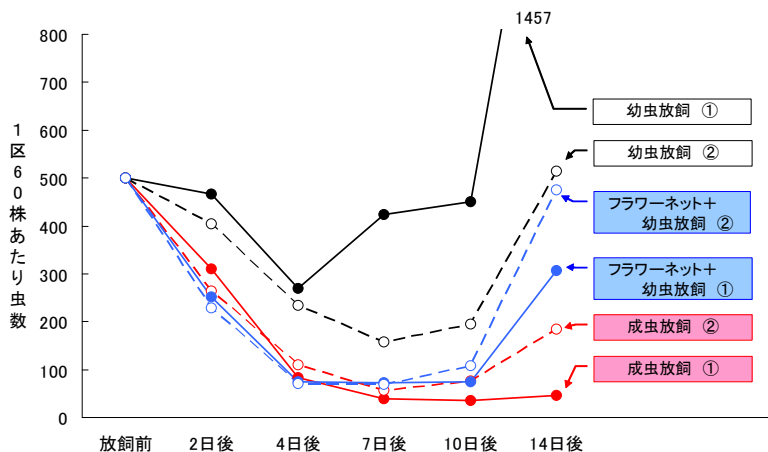
(安達ら, 2011)

資材(図左)を支柱の間に張り渡します(図中)。飛ばないナミテントウ2齢幼虫をAに置き、Bまでの移動率と所要時間を計測します。3分以内に到達しなかった個体とCに到達した個体はその時点で試験終了とします。

ビニル被覆針金とフラワーネットは2齢幼虫の移動率が高く、移動の所要時間も短い(図右)ことから有望と考えられます。

育苗期のシトウにおける飛ばないナミテントウの利用

シトウ育苗期では、モモアカアブラムシやワタアブラムシが発生して問題となっています。このアブラムシに対して、飛ばないナミテントウの成虫を放飼すると有効です。幼虫を放飼する場合は、フラワーネットを利用して幼虫の移動分散を助けてやると効果が高まります。



(井口ら, 2011) 改変

育苗期には、成虫放飼が有効です。幼虫放飼は防除効果が低ですが、幼虫が歩行移動しやすいように育苗ポット上にフラワーネットを設置すると(下写真)、効果が高まります。



コマツナにおける効果的な利用法

コマツナ等の非結球アブラナ科葉菜類ではアブラムシ類が発生して問題となります。しかし、これらはマイナー作物であり登録農薬が少なく、薬剤のみに依存しないアブラムシ防除法の開発が求められています。そこで、施設コマツナおよび露地コマツナにおいてアブラムシの発生初期に、飛ばないナミテントウの放飼によるアブラムシの防除効果を明らかにしました。成虫では2頭/m²の1回、2齢幼虫では10頭/m²の2回放飼によりアブラムシ密度が顕著に抑制され、コマツナの被害も抑制されます。



モモアカアブラムシ
(害虫)



ニセダイコンアブラムシ
(害虫)



飛ばないナミテントウ成虫
(アブラムシの天敵)



飛ばないナミテントウ幼虫
(アブラムシの天敵)



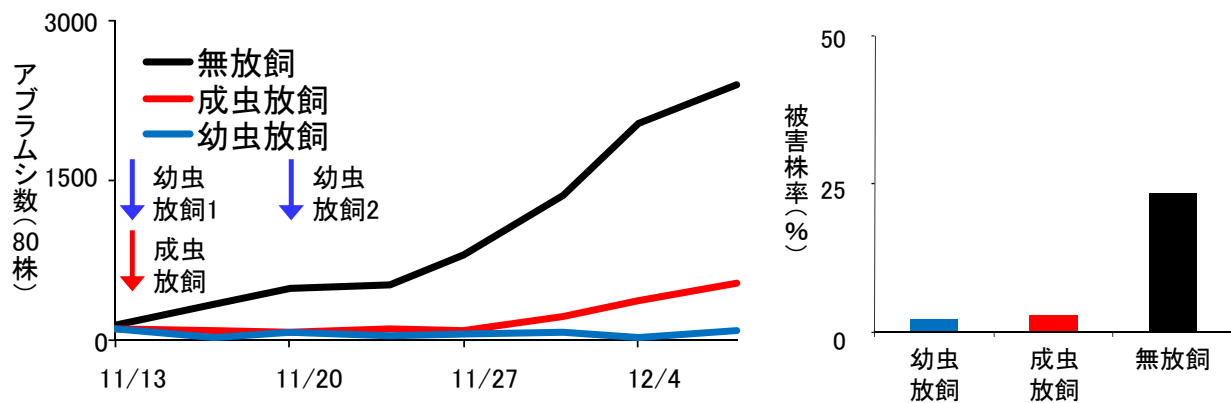
施設コマツナ(ハウス栽培)



施設コマツナ(ハウス栽培)



露地コマツナ(トンネル栽培)

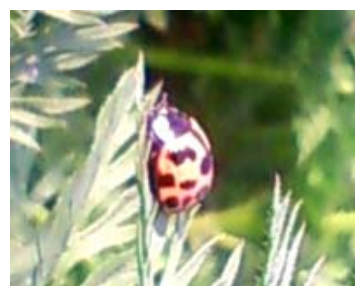
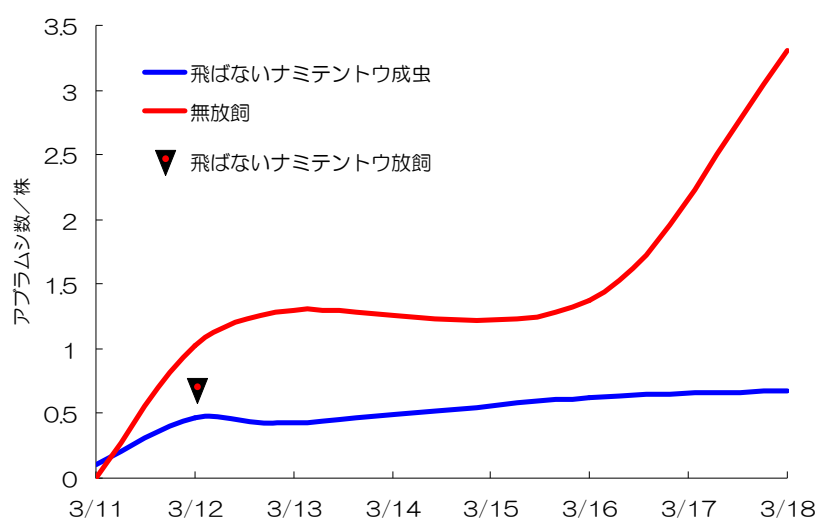


(Adachi-Hagimori et al., 2011) 改変

飛ばないナミテントウの成虫あるいは2齢幼虫を放飼することで、アブラムシの密度を低く抑え(左図)、被害株率を低く抑えることができます(右図)。

洋ニンジン(トンネル栽培)における効果的な利用法

洋ニンジンのトンネル栽培では、春期に発生するモモアカアブラムシにより、収穫の遅延等の影響があり、収益減を招いています。作物体上への定着性が高い飛ばないナミテントウ成虫を放飼することによってアブラムシ被害を軽減することができました。また、飛ばないナミテントウ成虫の分散範囲は5～6mと推定され、放飼地点を中心にアブラムシを捕食しつつ分散していくと考えられます。



飛ばないナミテントウ成虫を放飼することによって、アブラムシ密度を低く抑えることができます(左図)。

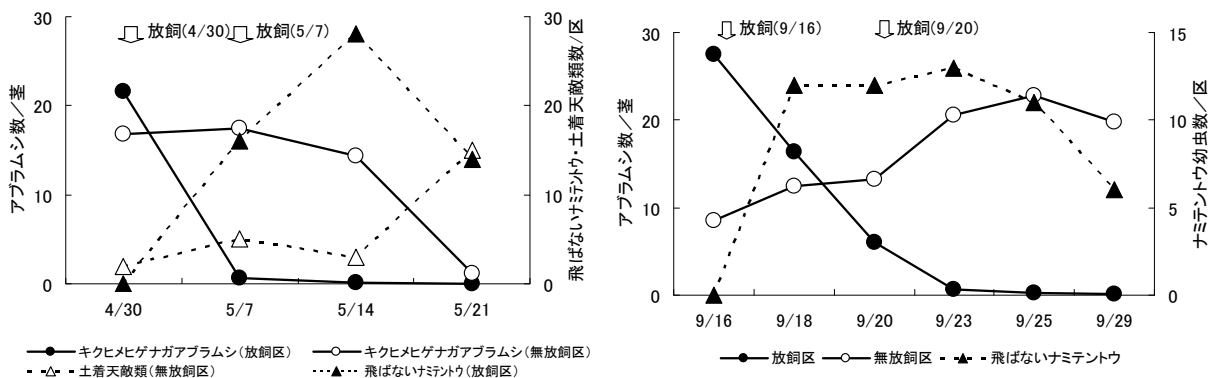
放飼地点からの距離 (m)	放飼直後	3日目	6日目	8日目	10日目	13日目	16日目	20日目	23日目
	3/25	3/27	3/30	4/1	4/3	4/6	4/9	4/13	4/16
0 ~ 1	100	48	13	4	7	2			
1 ~ 2		16	19	10	12	3		1	1
2 ~ 3			12	4	14	8	3	2	1
3 ~ 4			1	2	2	5	2	1	
4 ~ 5				1	2	1	1	1	
5 ~ 6			1	1	0			1	1
6 ~ 7					2				
7 ~ 8									
8 ~ 9									
9 ~ 10									
10 ~								1	
合計	100	64	46	22	39	19	6	7	3

※畝の中央部に飛ばないナミテントウ成虫 100 頭を放飼した。調査はトンネル内を縦横 1 m 毎に区切り、各格子内の畝及び通路上のナミテントウ成虫数を数え、放飼地点からおおよそ一定距離にある格子内で発見された成虫数を集計した。

飛ばないナミテントウ成虫は最大約5～6m程度の分散性があると考えられます(上表)。

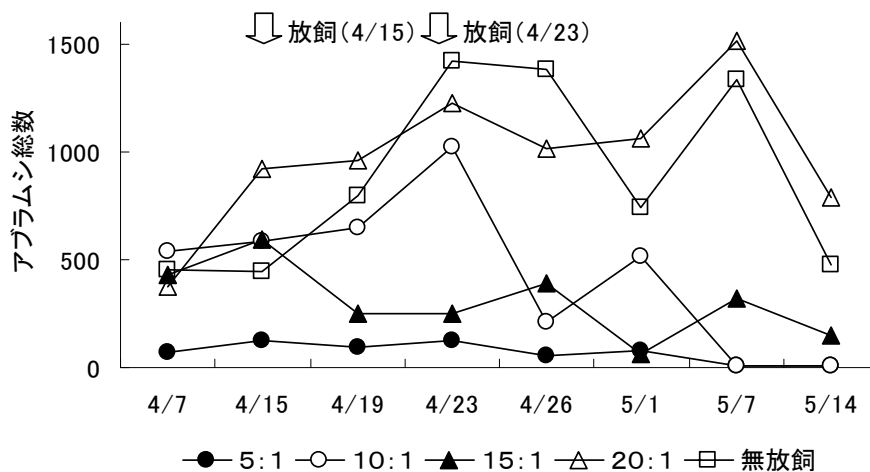
露地キク(全面被覆ネット使用時)における 効果的な利用法

タバコガ類防除のために現地で導入されている全面被覆ネットを使用したキク栽培では、ネット目合いより小さいアブラムシが侵入して問題となります。飛ばないナミテントウ成虫・幼虫を2回放飼すると、ナミテントウはネット内のキクに定着し、アブラムシの密度を2週間程度でほぼ0にまで低下できます。



(国本, 2010) 改変

キク親株に発生したキクヒメヒゲナガアブラムシに対して、飛ばないナミテントウ成虫は約2週間でアブラムシを食い尽くします(左図)。また、現地圃場(奈良県生駒郡平群町)の生育中のキクに発生したワタアブラムシに対して幼虫放飼で高い防除効果が確認できました(右図)。



飛ばないナミテントウ放飼時のアブラムシとナミテントウ幼虫の比率は、アブラムシ5~15:ナミテントウ1で防除効果が得られています(上図)。

露地シシトウ(全面被覆ネット使用時)における 効果的な利用法

シシトウでは、モモアカアブラムシやワタアブラムシが発生して問題となっています。露地栽培では、アブラムシが発生しはじめる5月に、成虫を1株あたり3頭程度放飼すると、アブラムシを低密度に抑えることができます。



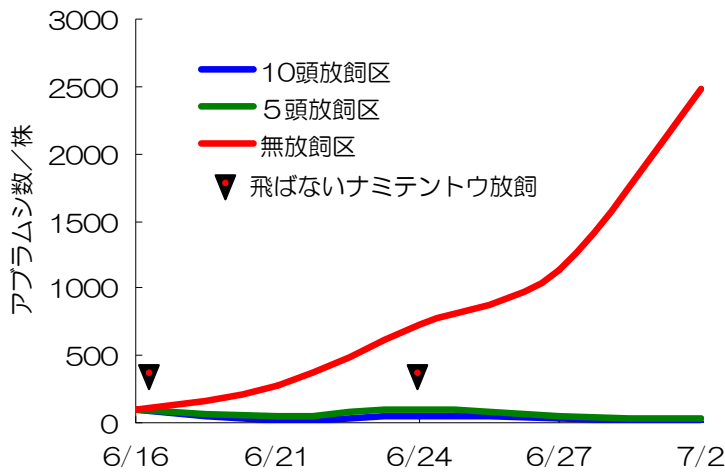
(左上)モモアカアブラムシ
(左下)ワタアブラムシ
(上)ワタアブラムシによるシシトウの被害



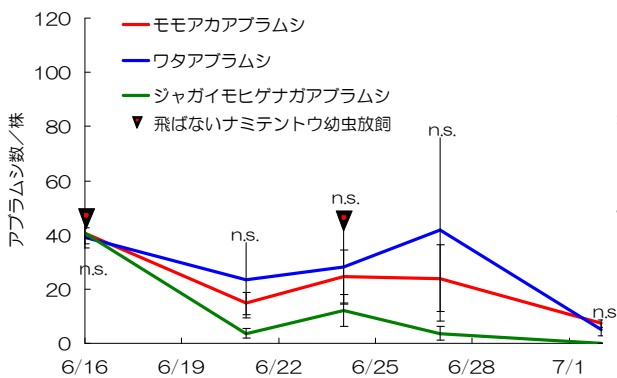
4月中～下旬頃に定植する露地栽培のシシトウでは、5月から6月にかけてアブラムシの発生が急激に増えます。そこで、アブラムシが増え始める前に、飛ばないナミテントウ成虫を放飼比率(アブラムシ:ナミテントウ)20:1程度で放飼すると、アブラムシの発生を抑えることができます。

ナス(多種類のアブラムシが発生する施設栽培)における 効果的な利用法

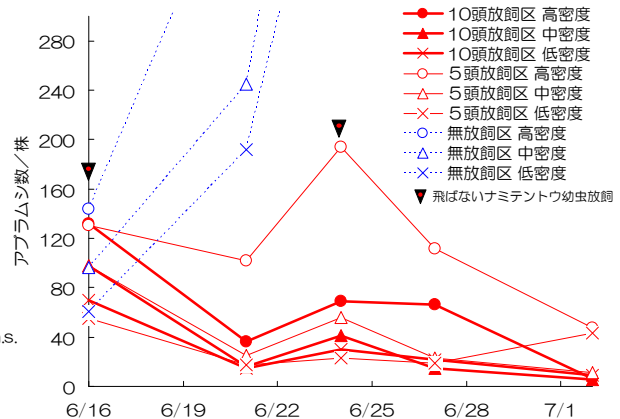
施設ナス栽培では、複数種のアブラムシが発生しますが、中にはアブラムシの防除天敵製剤であるコレマンアブラバチ製剤が効かないヒゲナガアブラムシ類も存在します。そこで、これらを含めたアブラムシについての飛ばないナミテントウの防除効果を検討しました。結果、施設ナスでは、アブラムシ数:飛ばないナミテントウ幼虫数=6~20:1の割合で、8日間隔2回放飼することによって十分な防除効果が得られました。



飛ばないナミテントウ幼虫8日間隔2回放飼によって、十分な防除効果が得られました(左図)。



※エラーバーは標準誤差。各調査日において各区のアブラムシ数について分散分析を行った(n.s.は有意差が認められなかったことを表す $\alpha=0.05$)。

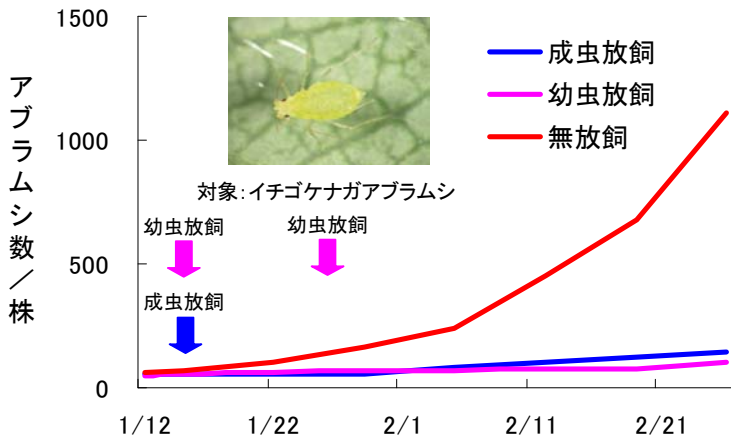


※放飼前のアブラムシの合計寄生密度を「低:1~79頭、中:80~119頭、高:120頭以上(株当たり)」に設定した。

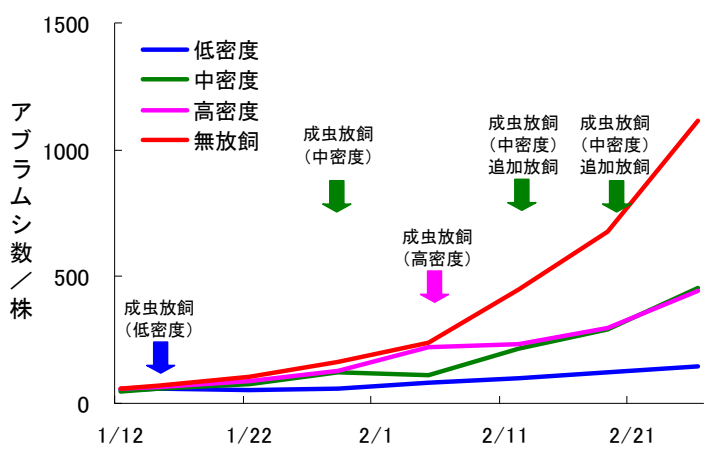
飛ばないナミテントウ幼虫は施設ナスに発生する複数種アブラムシに対して変わらない防除効果が認められました(左図)。アブラムシ数:飛ばないナミテントウ幼虫数=6~20:1の密度割合で放飼することが十分な防除効果が得られる最適密度であると考えられます(右図)

イチゴにおける効果的な利用法

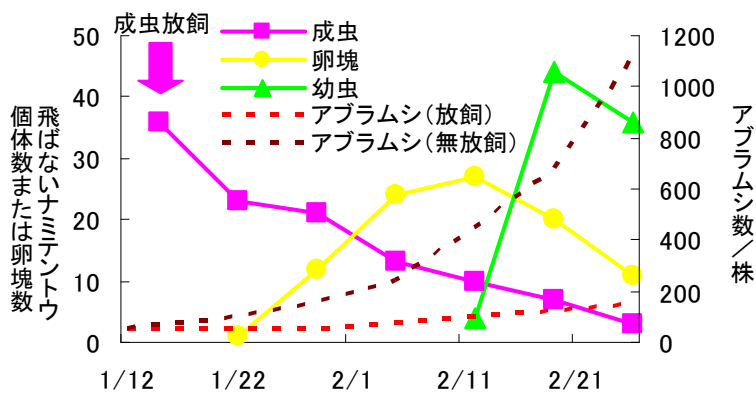
飛ばないナミテントウは、成虫、幼虫放飼のいずれでも施設イチゴに発生するアブラムシを効果的に防除することができます。成虫放飼では、放飼後4～5週間で次世代幼虫が出現し、幼虫の捕食による持続的なアブラムシ防除効果が期待できます。株あたりアブラムシ数が 50 頭以下での放飼が有効と考えられます。



成虫(2頭/m²)の1回放飼及び2齢幼虫(10頭/m²)の2回放飼は、それぞれ1ヵ月程度の安定した防除効果を示しました。成虫、幼虫いずれでも、アブラムシ防除効果が期待できます。



アブラムシ密度が株あたり約 50 頭で成虫を放飼すると、効率よく防除しました。約 100 頭及び約 200 頭の状態では放飼すると、無放飼と比較して効果はありましたが、アブラムシの増加を完全に抑えることはできませんでした。株あたり 50 頭以下が放飼適期であり、密度が高い条件では十分な効果が期待できません。

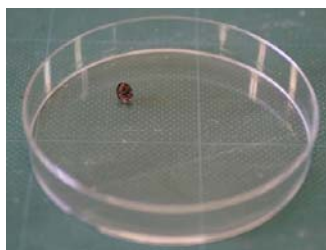


成虫放飼後4～5週間で次世代幼虫が出現しました。放飼した成虫の個体数は減少しましたが、次世代幼虫の働きにより、持続的なアブラムシ防除効果が示されました。

(松原ら, 2012) 改変

飛ばないナミテントウと併用可能な薬剤

アブラムシ防除のために飛ばないナミテントウを放飼したほ場でアブラムシ以外の害虫が発生した時には、飛ばないナミテントウと併用可能な薬剤を用いて防除する必要があります。そこで飛ばないナミテントウと併用可能な薬剤を探索しました。2齢幼虫ではシロマジン(トリガード)液剤、BT(エスマルク)DF、オレイン酸ナトリウム(オレート)液剤、デンブン(粘着くん)液剤、スピノサド(スピノエース)顆粒水和剤、フロニカミド(ウララ)DF、ピメトロジン(チェス)顆粒水和剤、成虫ではボーベリア・バシアーナ(ポタニガード ES)乳剤、ルフエヌロン(マッチ)乳剤、BT(デルフィン)顆粒水和剤、BT(ゼンターリ)顆粒水和剤、BT(エスマルク)DFを併用することができます。



一般名(商品名)	希釈倍数	補正死亡率(%)		
		2齢幼虫	成虫	
〈ネオニコチノイド〉	ジノテフラン(アルバリン)顆粒水和剤	2000	100	100
	アセタミプリド(モスピラン)水溶剤	2000	100	100
	チアメトキサム(アクタラ)顆粒水和剤	2000	96	100
〈有機リン〉	アセフェート(オルトラン)水和剤	1000	100	100
	マラソン(マラソン)乳剤	2000	100	100
〈合成ピレスロイド〉	シベルメトリン(アグロスリン)乳剤	1000	100	100
	アクリナトリン(アーデント)水和剤	1000	100	100
	ペルメトリン(アディオン)乳剤	2000	96	83
〈カーバメート〉	チオジカルブ(ラービン)フロアブル	1000	100	100
〈生物農薬〉	ボーベリア・バシアーナ(ポタニガードES)乳剤	500	100	10
〈IGR〉	フルフェノクスロン(カスケード)乳剤	2000	79	45
	ルフエヌロン(マッチ)乳剤	2000	67	14
	シロマジン(トリガード)液剤	1000	0	—
〈BT〉	BT(デルフィン)顆粒水和剤	1000	41	21
	BT(ゼンターリ)顆粒水和剤	1000	35	3
	BT(エスマルク)DF	1000	15	0
〈気門封鎖〉	脂肪酸グリセリド(サンクリスタル)乳剤	300	59	—
	オレイン酸ナトリウム(オレート)液剤	100	9	—
	デンブン(粘着くん)液剤	100	3	—
〈その他〉	エマメクチン安息香酸塩(アフーム)乳剤	2000	100	39
	トルフェンピラド(ハチハチ)乳剤	1000	100	—
	フルベンジアミド(フェニックス)顆粒水和剤	2000	78	—
	クロルフェナピル(コテツ)フロアブル	2000	55	—
	ピリダリル(プレオ)フロアブル	1000	44	—
	スピノサド(スピノエース)顆粒水和剤	2500	22	—
	フロニカミド(ウララ)DF	2000	0	—
	ピメトロジン(チェス)顆粒水和剤	5000	0	—

飛ばないナミテントウの成虫あるいは2齢幼虫をメッシュ容器に導入し、各種薬剤に浸漬して死亡率を調べます。

(安達ら, 2013) 改変

補正死亡率(%)は処理3日後の値です。この値が小さいほど、飛ばないナミテントウへの影響が小さく、併用可能となります。なお、一は未実施の薬剤です。

薬剤散布が飛ばないナミテントウの活動に与える影響

薬剤が飛ばないナミテントウ成虫の活動に与える影響について調べました。供試した殺菌剤、気門封鎖型殺虫剤による殺虫活性は認められませんでした。殺ダニ剤で一時的な行動異常がみられました。殺菌剤、気門封鎖型殺虫剤の成分が飛ばないナミテントウへ与える影響は小さいと考えられます。しかし、影響がない剤であっても、散布後にマルチへの落下、付着といった物理的な影響が確認されたことから、放飼後の薬剤散布について配慮が必要となります。

★虫体浸漬法による飛ばないナミテントウ成虫に対する各種薬剤の影響（田中・八瀬，2011）改変

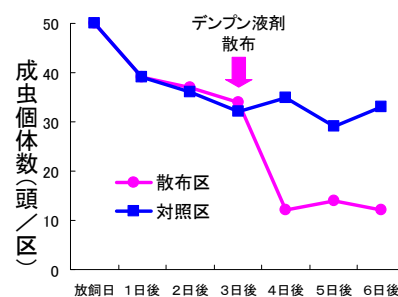
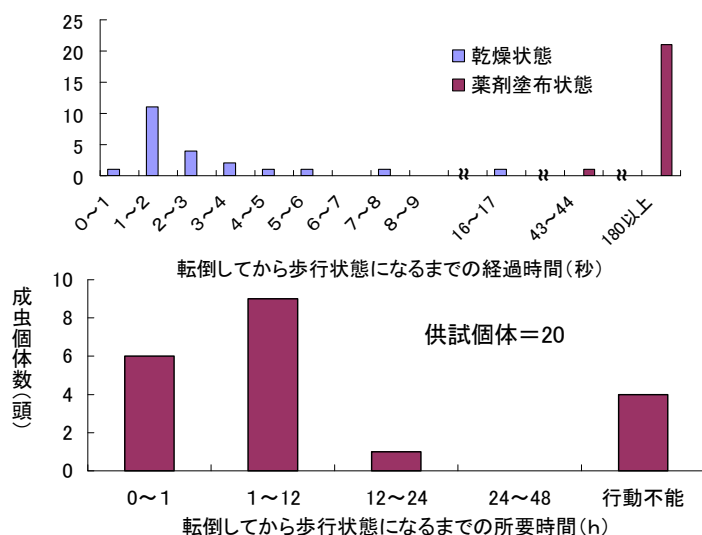
試験区分	薬剤名	希釈倍数	行動不能虫率※（％）					生存虫率※※（％）
			6時間後	10時間後	24時間後	48時間後	72時間後	
殺菌剤	ミクロブタニル乳剤	5000	0	0	0	0	0	100
	アゾキシストロピン水和剤	1500	0	0	5	5	5	80
殺ダニ剤	ミルベメクチン水和剤	2000	30	20	5	5	10	80
殺虫剤	アセタミプリド水溶剤	2000	100	100	100	100	100	0
気門封鎖型殺虫剤	デンブン液剤	100	0	0	0	0	0	95
	オレイン酸ナトリウム液剤	100	0	0	0	5	5	95
展着剤	ラビデン3S®	5000	0	5	5	5	5	95
	アブローチB®	1000	0	5	5	5	5	85
水処理(対照)	—	—	0	0	0	0	0	100

※死亡、苦悶及び活動停止個体の合計／供試個体×100
 ※※処理20日後の生存虫率

(供試個体：各処理20頭)

供試した殺菌剤、気門封鎖型殺虫剤、展着剤の成分が飛ばないナミテントウ成虫に与える影響は認められませんでした。これらの剤は本虫との併用が可能と考えられます。殺ダニ剤のミルベメクチン水和剤では、一時的な行動異常がみられましたが、処理24時間後までに回復しました。

★薬剤散布が飛ばないナミテントウ成虫に与える物理的な影響



(田中ら，2011) 改変

デンブン液剤で濡れたマルチ上では、成虫は転倒してから歩行状態になるまで180秒以上かかり(左上図)、最終的に2割の個体が行動不能のまま死亡しました(左下図)。これは、薬剤散布によりマルチ上へ転落した成虫の鞘翅と濡れたマルチが接着して起き上がることができない(写真)ためであり、イチゴ栽培ほ場においてデンブン液剤を散布したところ、剤そのものに殺虫活性がないにもかかわらず、明らかな放飼個体数の減少がみられました(右下図)。成分的に影響がない剤を散布する場合においても、物理的な影響を考慮する必要があることを示唆しており、このような薬剤散布に伴う物理的な影響は、本虫に限らず普遍的なものであると考えられます。

引用文献

- Adachi-Hagimori, T., M. Shibao, H. Tanaka, T. Seko and K. Miura (2011) Control of *Myzus persicae* and *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) by adults and larvae of a flightless strain of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on non-heading *Brassica* cultivars in the greenhouse. *Biocontrol* 56: 207–213.
- 安達鉄矢・柴尾 学・田中 寛・世古智一・三浦一芸 (2013) ナミテントウ飛翔不能系統の幼虫と成虫に対する各種薬剤の影響. *日本応用動物昆虫学会誌* 57: 189–191.
- 安達鉄矢・田中寛・柴尾学・世古智一・三浦一芸 (2011) ナミテントウ飛翔不能系統の株間移動促進資材(渡り線)の検討. *関西病虫害研究会報* 53: 113–115.
- 井口雅裕・福嶋総子・三浦一芸 (2011) シシトウ育苗期における飛ばないナミテントウ成虫放飼と幼虫放飼によるモモアカアブラムシ密度抑制効果の比較. *関西病虫研報* 53: 31–36.
- Iguchi, M., F. Fukushima and K. Miura (2012) Control of *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) by a flightless strain of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on green pepper plants in open fields. *Entomological Science* 15: 127–132.
- 国本佳範 (2010) 飛翔できないナミテントウを利用したキクでのアブラムシ類防除と幼虫のキク上での分散. *関西病虫研報* 52: 115–117.
- Nakayama, S., T. Seko, J. Takatsuki, K. Miura and T. Miyatake (2010) Walking activity of flightless *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) as a biological control agent. *Journal of Economic Entomology* 103: 1564–1568.
- Nakayama, S., J. Takatsuki, T. Seko, S. Ando, K. Miura and T. Miyatake. Aphid consumption and residence time of larvae of flightless lady beetles, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), on aphid-infested plants. *Applied Entomology and Zoology* 48: 223–227.
- 松原由加里・八瀬順也・田中雅也・山下賢一 (2012) 施設イチゴに発生するアブラムシに対する飛翔能力を欠くナミテントウの放飼適期. *兵庫県農業技術センター研究報告(農業編)* 60: 32–35.
- 世古智一・三浦一芸 (2013) 天敵の育種: 飛翔能力を欠くテントウムシ系統の育成と品質管理. *日本応用動物昆虫学会誌* 57: 219–234.
- Seko, T., A. Sumi, A. Nakano, M. Kameshiro, T. Kaneda and K. Miura (2014) Suppression of aphids by augmentative release of larvae of flightless *Harmonia axyridis*. *Journal of Applied Entomology* 138: 326–337.
- Seko, T., T. Miyatake and K. Miura (2012) Assessment of hybrid vigor between flightless lines to restore survival and reproductive characteristics in the ladybird beetle *Harmonia axyridis*. *Biocontrol* 57: 85–93.
- 田中雅也・松原由加里・八瀬順也・山下賢一 (2012) イチゴ栽培施設に放飼した遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ(飛ばないナミテントウ)の行動特性. *兵庫県農業技術センター研究報告(農業編)* 60: 25–31.
- 田中雅也・八瀬順也 (2011) ナミテントウ(飛ばない系統)に及ぼす各種薬剤の影響. *兵庫県農業技術センター研究報告(農業編)* 59: 24–27.
- 田中雅也・八瀬順也・松原由加里 (2011) 薬剤散布が遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウに与える物理的影響. *日本応用動物昆虫学会中国支部会報* 53: 9–14.

利用技術マニュアルに関する問い合わせ先

農研機構近畿中国四国農業研究センター

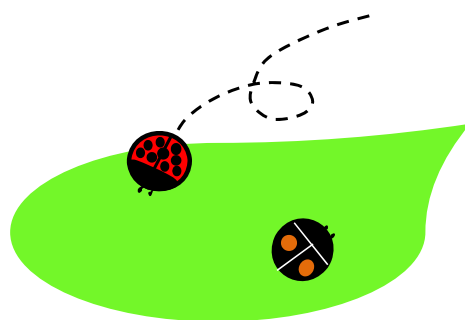
〒721-8514 広島県福山市西深津町6丁目12-1 TEL 084-923-4100(代)

(ホームページ: <http://www.naro.affrc.go.jp/warc/index.html>)

- ・技術相談に関するお問い合わせ: 水田作研究領域 病虫害研究グループ
- ・特許に関するお問い合わせ: 業務推進室

共同研究機関

- ・国立大学法人岡山大学
- ・株式会社アグリ総研
- ・兵庫県立農林水産技術総合センター
- ・(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所
- ・奈良県農業研究開発センター
- ・和歌山県農業試験場
- ・徳島県立農林水産総合技術支援センター



飛ばないナミテントウ利用技術マニュアル(研究成果集付き)

平成 26 年 6 月 発行

発 行 農研機構近畿中国四国農業研究センター

〒721-8514 広島県福山市西深津町6-12-1

TEL:084-923-4100(代)

FAX:084-924-7893

印刷所 三和総合印刷株式会社

本資料の一部または全部の無断転載を禁じます

農研機構は、独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム(通称)です。