

「飛ばテンプロジェクト」の成果と今後の課題

(独)農研機構 近畿中国四国農業研究センター 世古智一

はじめに

アブラムシは多くの作物を加害する重要害虫であり、化学農薬に対する抵抗性を発達させやすい。また生産量の少ないマイナー作物においては登録されている農薬が少なく、防除手段が限られている。化学農薬に替わる防除技術の一つに天敵利用による生物防除法が挙げられるが、既存の生物農薬では使用できる環境が施設栽培条件に限られること、また一部のアブラムシ類に対しては防除効果がない等の問題が生じており、多種多様な作物とその栽培環境において、アブラムシ防除に有効な技術が望まれている。

テントウムシ類はアブラムシの有力天敵であり、生物防除への利用が期待されている。しかしテントウムシの成虫は飛翔能力が高いために、放飼後すぐに飛翔して作物上から離れてしまう問題がある (DIXON, 2000)。そこで近年では、飛翔能力の低いテントウムシを生物防除に応用するための研究が進んでいる (KURODA and MIURA, 2003; 手塚, 2003; LOMMEN et al., 2008; OHDE et al., 2009)。農研機構近畿中国四国農業研究センター (以下、近中四農研) では、飛翔能力の低い個体を人為選抜し、交配を繰り返すことによって、遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統 (以下、飛ばないナミテントウ) を育成した (SEKO et al., 2008; NAKAYAMA et al., 2010)。この系統は、施設栽培だけでなく露地栽培条件でも作物上への高い定着性を示しており (SEKO et al., 2008; 世古, 2009 a), 様々な栽培条件での利用が期待される。

この飛ばないナミテントウの実用化を目的として、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業の助成を受けて、「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技術の開発」の研究プロジェクト (略称: 飛ばテンプロジェクト) が2008年度から10年度にかけて実施された。本プロジェクトにおいて、飛ばないナミテントウの有効性が多くの作物、アブラムシ、および栽培環境に対して確認され、効果的な利用方法が検討され

た。同時に、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、品質管理や大量増殖の技術開発が行われた。本稿では、これまでに得られた成果を紹介するとともに、飛ばないナミテントウが有効に働かない条件や、残された課題についても触れたい。

I 「飛ばテンプロジェクト」の概要

本プロジェクトは、大きく分けて二つの課題で構成されている。一つは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技術開発で、飛ばないナミテントウの大量増殖法の開発や、近親交配等の影響によって低下した飛ばないナミテントウの生存率や繁殖能力を回復するための品質管理法の開発等がそれにあたる。当課題については、主に近中四農研、岡山大学、および(株)アグリ総研が担当した。二つめは、飛ばないナミテントウの効果的な利用法の開発である。アブラムシの被害が深刻な野菜類・花き類で飛ばないナミテントウの放飼試験を行い、飛ばないナミテントウを放飼するタイミングや放飼回数等、効果的にアブラムシを防除するための利用方法が検討された。調査が行われたのは、①マイナー作物で登録薬剤が少ない条件: コマツナ、洋ニンジン、およびクワイ、②露地 (防虫ネット被覆) 条件: キクおよびシシトウ、③多種類のアブラムシが発生する施設条件: イチゴおよびナス、の合計7品目にわたる。当課題は、近中四農研、兵庫県立農林水産技術総合センター、大阪府環境農林水産総合研究所、奈良県農業総合センター、和歌山県農林水産総合技術センター、および徳島県立農林水産総合技術支援センターが担当した。

II 飛ばないナミテントウを天敵製剤として商品化するための技術開発

1 大量増殖技術の開発

大量生産に基づく天敵利用が実用的な技術として普及するためには、生産コストの低減は必須である (矢野, 2003 a)。本プロジェクトでは、飛ばないナミテントウの生産コストの低減に向けて、簡易増殖法の開発や幼虫・成虫の低労働回収手法等が検討された。ナミテントウにおける大量増殖用の餌については、これまでにミツバチ雄蜂児の粉末などの代替餌や合成飼料の利用が検討されてきたが、コストが高い、あるいは栄養的に不足部

Development of Augmentative Biological Control of Aphids Using Flightless *Harmonia axyridis* on Field and Greenhouse Crops and the Future Perspectives. By Tomokazu SEKO

(キーワード: ナミテントウ, 飛翔不能化, アブラムシ, 生物防除, 大量増殖, 品質管理, 薬剤への影響, 環境リスク)

分がある等の問題が指摘されている (岩佐, 1997)。そこで(株)アグリ総研において、飛ばないナミテントウの増殖に優れた人工飼料が開発された。この人工飼料は、単体で与えても飛ばないナミテントウはほとんど産卵しないが、アブラムシとともに与えることによって産卵数を大幅に増やすことができる (図-1)。この人工飼料を利用した給餌システムを構築することによって、狭い空間でも飛ばないナミテントウを大量生産することが可能になった。

2 品質管理法の開発

飛ばないナミテントウの系統は、野外から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同士を交配させるという操作を30世代近く継続することによって育成されたものである (SEKO et al., 2008; NAKAYAMA et al., 2010)。その飛翔能力に対する長期にわたる人為選抜は近親交配を促進し、ナミテントウの生存率、繁殖力、および歩行活動性に負の影響をもたらすことが判明している (SEKO and MIURA, 2009; NAKAYAMA et al., 2010)。これらの天敵としての品質の低下は、防除効果のみならず

天敵の大量生産における増殖効率への影響も懸念される。近交弱勢による影響を回避するには、雑種強勢を利用することが有効であると考えられている (FALCONER and MACKAY, 1996)。そこで飛ばないナミテントウの系統を複数確立し、系統同士を交雑させることによる回復効果を検証した。その結果、交雑して得られた系統はもとの系統よりも産卵数が増加する傾向が見られ、飛翔能力を持つ系統と同等のレベルにまで回復した (図-2: SEKO et al., 2012)。これらの結果をもとに、系統間交雑を基盤とする飛ばないナミテントウの品質管理モデルが考案された (図-3)。卵期や幼虫期の生存率については、交雑する系統や雌雄の組合せによって回復の効果が異なるため、相性の良い系統および雌雄の組合せを検討する必要がある。歩行活動性は交雑によって回復しなかったが (NAKAYAMA et al., 2010)、イチゴ圃場において放飼地点からの成虫の分散行動を調査したところ、3日で5m、10日で10m程度まで歩行によって分散することが確認された (田中ら, 投稿中)。したがって飛ばないナミテントウは、依然として高い歩行分散能力を維持している

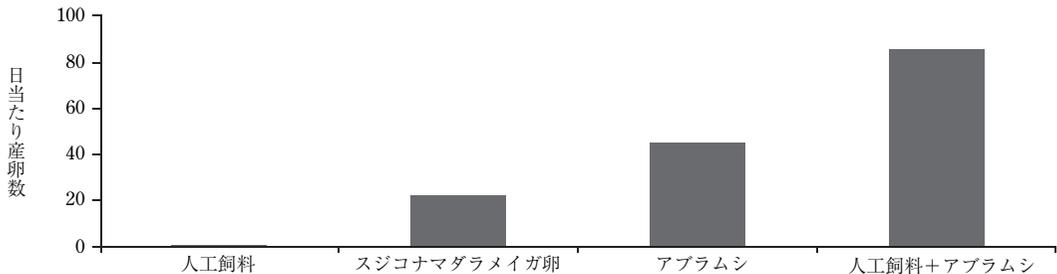


図-1 異なる餌条件における、飛ばないナミテントウ1頭当たりの日当たり産卵数

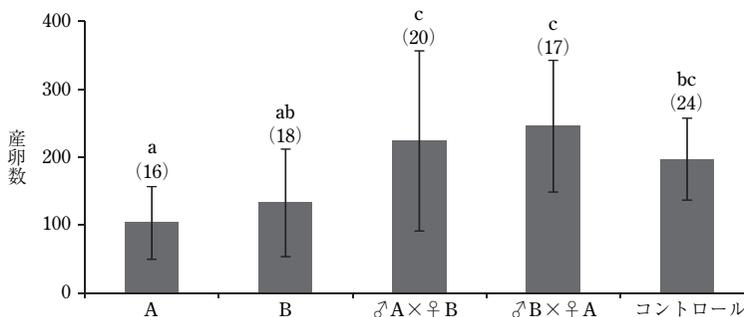


図-2 異なる飛ばないナミテントウ系統同士を交雑させることによる産卵数の回復効果

産卵数は、産卵開始から10日分の卵数 (平均値±標準偏差)。コントロールは、飛翔能力を持つナミテントウ系統。異なる英文字の処理区間で有意差あり (Tukey-Kramer 検定, $p < 0.05$)。括弧内の数値は、測定した雌成虫数。

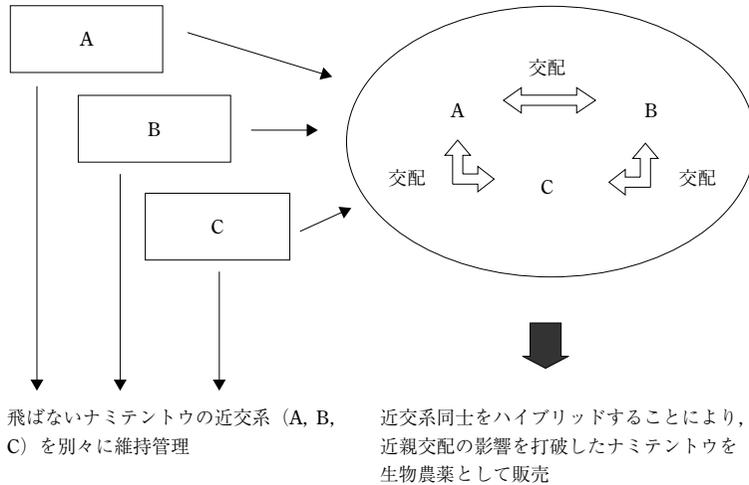


図-3 飛ばないナミテントウの品質管理モデル

飛ばないナミテントウ系統（近交系）をいくつか独立に維持し、回復効果の高い系統同士を交雑させ、そこで得られた個体を生物農薬として販売。

表-1 ナミテントウ成虫および2齢幼虫における生産コストの違い（概算値）

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 ^a	1,334.1円
飼育時間などに基づく人件費 ^b	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 ^c (A/B) : 9.27

^a平成14年度アグリビジネス創出技術開発事業・事業成果集から引用。

^b人件費は時給800円と想定。

^c飼育段階での費用であり、製剤段階での費用とは異なる可能性あり。

と考えられる。

III 飛ばないナミテントウの利用法の開発

1 幼虫利用によるコスト削減

飛ばないナミテントウは遺伝的に飛翔不能であるため、成虫だけでなく1頭当たりの生産コストが低い幼虫の時点においても利用することができる（世古, 2009 a）。放飼した幼虫は羽化した後も定着し、アブラムシ防除に貢献する（世古, 2011 a）。例えば成虫1万頭分の生産コストは、概算で2齢幼虫の9～10万頭分に相当すると考えられる（表-1）。ナミテントウの1齢幼虫のアブラムシ捕食能力はかなり低いこと（KAWAI, 1976；SEKO and MIURA, 2008），また卵期および1齢幼虫期は温度条件によって生存率が大きく異なることから（SEKO and MIURA, 未発表），2齢幼虫時点での放飼が有効であると考えられた。徳島県で実施された施設ナスでの放飼試験において、飛ばないナミテントウ成虫を1株当たり2頭

または2齢幼虫10頭をそれぞれ3回放飼したところ、ジャガイモヒゲナガアブラムシに対する防除効果は幼虫放飼区のほうが高い効果を示した（須見ら, 未発表）。また施設ナスにおいて、2齢幼虫を10頭/m²放飼した処理区と5頭/m²放飼した処理区間では、アブラムシ防除効果は変わらなかった（兼田, 2011）。これらの結果は、飛ばないナミテントウを幼虫の時点で放飼するほうが、成虫で放飼するよりも低コストでアブラムシを防除できることを示唆する。そこで本プロジェクトでは、飛ばないナミテントウの成虫とともに2齢幼虫放飼の有効性も検証された。

2 高い防除効果が見られた作物と栽培環境

各作物および栽培環境における飛ばないナミテントウの有効性を表-2に示す。成虫放飼で高いアブラムシ防除効果が確認されたのは、施設栽培ではコマツナ、ナス、イチゴ、キュウリ、シシトウ（育苗ポット）、露地ではコマツナ、キク、シシトウ、ナスであった。2齢幼虫放

飼で高い防除効果があったのは、施設栽培ではコマツナ、ナス、イチゴ、露地ではコマツナ、キク、およびナスであった。

コマツナをはじめとする非結球葉菜類では、アブラムシの防除を目的にべたがけや防虫ネットを被覆した条件で栽培されるが、微小なアブラムシの侵入を完全に防止することは困難である。そこで大阪府環境農林水産総合研究所において、コマツナの露地栽培および施設栽培で、飛ばないナミテントウの効果的な利用法が検討された。その結果、アブラムシ発生初期に、成虫を2頭/m²の密度で1回、または2齢幼虫を10頭/m²の密度で2回放飼することによって、収穫時期までアブラムシ密度を抑制できることが明らかとなった (ADACHI-HAGIMORI et al., 2011)。

近畿中国四国地域では、タバコガ類の侵入を防ぐための露地被覆ネットが近年普及してきているが、アブラムシの侵入を防ぐことはできない。そこで奈良県農業総合センター並びに和歌山県農林水産総合技術センターにおいて、キクとシシトウの露地栽培を対象に、飛ばないナミテントウの利用法が検討された。キクでは、成虫を2頭/m²の密度で2回、または2～3齢幼虫を12頭/m²の密度で2回放飼することによって、アブラムシ密度を2週間程度でほぼ0にまで低下させることができた (国本, 2010)。その効果は、現地圃場 (奈良県生駒郡平群町) においても実証された。また、飛ばないナミテントウ幼虫数とアブラムシ数の比率が1:5～15の割合で放飼すると効果的であることが明らかになった。シシトウでは、アブラムシが増え始める5月下旬ごろに、成虫を3頭/m²の密度で1回放飼することによって、土着天敵の発生量が少ない期間中にアブラムシの発生を十分に抑制することができた (IGUCHI et al., 2011)。

施設果菜類では、複数種類のアブラムシが発生する。その中には、アブラムシ防除によく使用されるコレマンアブラバチが寄生しないヒゲナガアブラムシ類もいる。兵庫県立農林水産技術総合センターならびに徳島県立農林水産総合技術支援センターでは、ナスおよびイチゴを対象に、ヒゲナガアブラムシ類が発生した施設栽培における飛ばないナミテントウの利用が検討された。イチゴでは、成虫を2頭/m²の密度で1回、2齢幼虫を10頭/m²の密度で2回放飼することで、高い防除効果が得られた。アブラムシ密度が株あたり約50頭のタイミングで飛ばないナミテントウを放飼すると効率よく防除可能であるのに対し、100頭以上の密度に達した時点での放飼では十分な効果が得られなかった (松原ら, 投稿中)。このようにアブラムシ密度がすでに高い状況では、

気門封鎖型殺虫剤を散布してアブラムシ密度をいったん低下させ、その後飛ばないナミテントウを放飼すると効果的であることを明らかにした (田中ら, 2011)。ナスでは、ナミテントウ幼虫数とアブラムシ数の比率が1:6～20の割合で、飛ばないナミテントウ2齢幼虫を5頭/m²の密度、8日間隔で2回放飼すると、アブラムシ類を低密度に抑えることができた (兼田, 2011)。ただしこれらの効果は飛ばないナミテントウの放飼後1か月程度の期間のものである。ナスの促成栽培およびイチゴでは半年近くにわたってアブラムシの発生に注意する必要があるため、アブラムシ数が急激に増加しやすい10月ごろに2～3回、および3月ごろに再度2～3回放飼する必要がある。

3 防除効果が低い要因

飛ばないナミテントウを様々な作物で活用していくうえで、飛ばないナミテントウが有効に働かない作物と栽培形態、およびその原因を明らかにすることは重要である。本プロジェクトで行われた調査において防除効果が認められなかったのは、育苗中のシシトウとトンネル栽培の洋ニンジン (いずれも幼虫放飼)、および露地のクワイであり (表-2)、その要因について以下に考察する。

クワイ栽培では、7～10月にかけてハスクビレアアブラムシ (クワイクビレアアブラムシ) が発生し問題になっている。また露地栽培であるため、既存の生物農薬は利用できない。そこで飛ばないナミテントウを利用して、ハスクビレアアブラムシに対する有効性が検証された。放飼した飛ばないナミテントウはハスクビレアアブラムシを捕食したが、飛ばないナミテントウの成虫を約10頭/m² (株当たり1頭)、2齢幼虫では約100頭/m² (株当たり10頭) のかなりの高密度で2～4回放飼したにもかかわらず、ハスクビレアアブラムシに対する十分な防除効果が得られなかった (世古, 2011 b)。畑作物においては、飛ばないナミテントウは地面やマルチ上に落下しても、歩行して別の株上に移動することができる。しかし、クワイのように湛水状態で栽培される作物では、水面へ落下した飛ばないナミテントウは再び株上に戻ることが困難であったと考えられる (世古, 2011 b)。

徳島県の洋ニンジン栽培では、3月以降にモモアカアブラムシが多発生しており、登録農薬が少なく、また薬剤抵抗性の発達もあり現場で対応に追われている。さらに、トンネル栽培での薬剤散布は、上部の換気穴に噴霧器のノズルを挿入して行うため、作業性が悪く、作業時間も長いことから、生産者にとって大きな負担になっている。そこで、洋ニンジンのトンネル栽培条件に適した飛ばないナミテントウの利用法が検討された。その結

表-2 様々な作物，アブラムシ，および栽培形態での飛ばないナミテントウ成虫または2齢幼虫放飼によるアブラムシ防除効果

作物	栽培形態	アブラムシ	成虫放飼	2齢幼虫放飼	参考文献
キュウリ	施設	ワタ	○	—	世古 (2009 b)
コマツナ	施設	モモアカ，ニセダイコン	○	○	ADACHI-HAGMORI et al. (2011)
ナス	施設	モモアカ，ワタ，ジャガイモヒゲナガ	○	○	世古 (2011 a)，兼田 (2011)
イチゴ	施設 (土耕)	イチゴケナガ，ワタ	○	○	松原ら (投稿中)
ニンジン	施設 (トンネル)	モモアカ	△	×	中野ら (未発表)
シシトウ	施設 (育苗ポット)	モモアカ	○	×	井口ら (2011)
シシトウ	露地 (防虫ネット被覆)	ワタ，モモアカ	○	—	IGUCHI et al. (2011)
コマツナ	露地 (防虫ネット被覆)	モモアカ，ニセダイコン	○	○	安達ら (未発表)
キク	露地 (防虫ネット被覆)	ワタ，キクヒメヒゲナガ，キククギケ	○	○	国本 (2010)
ナス	露地	ワタ	○	○	SEKO et al. (2008)*
クワイ	露地 (湛水)	ハスクビレ	×	×	世古 (2011 b)

○実用性は高い，△効果はあるがその程度はやや低い，×効果は低い，—は未調査（日本植物防疫協会の定めた基準により防除効果を判定）。

放飼密度：成虫は1～3頭/m²，2齢幼虫は10～20頭/m²，ただクワイのみ成虫は10頭/m²，2齢幼虫は100頭/m²。

*幼虫放飼の効果は未発表。

果，1～2頭/m²での成虫放飼ではモモアカアブラムシに対してある程度の防除効果が確認されたが，2齢幼虫放飼では20頭/m²の密度で放飼しても，ほとんど防除効果が認められなかった。洋ニンジンを栽培している地面には微細な礫が無数にあり，それが飛ばないナミテントウの株間移動を阻害していたものと思われる。飛ばないナミテントウの成虫は歩行分散能力が高いため，2齢幼虫に比べて高い防除効果が得られたものと推察される。

井口ら (2011) は，ポット栽培しているシシトウ苗上に飛ばないナミテントウの成虫および2齢幼虫を放飼し，防除効果を検証した。成虫を放飼した処理区では高いアブラムシ防除効果が確認されたが，2齢幼虫を放飼した処理区ではほとんど効果が見られなかった。これは，隣り合った株の葉と葉が重ならないように，間隔を広げてポットを配置していたため，ナミテントウの若齢幼虫にとってはポット間の移動が困難であったことが原因と思われる。そこで，飛ばないナミテントウのポット間移動を補助する目的で，床より14 cmの高さにフラワーネットを水平に設置したところ，2齢幼虫はポット間をスムーズに移動し，アブラムシ防除効果が高まった (井口ら，2011)。この結果は，飛ばないナミテントウ幼虫の歩行活動は物理的な障壁に阻害されやすく，防除効果に影響することを示唆している。本プロジェクトにおいて確認された栽培条件に限らず，飛ばないナミテントウの歩行分散を阻害する要因，あるいは生存率を低下させるような要因が想定される栽培環境においては，飛ばないナミテントウが有効に働かない可能性があるため注意が必要である。

IV 今後の課題

1 各種薬剤の影響

飛ばないナミテントウを生物農薬として利用するには，アブラムシ以外の病害虫を防除するために散布された化学農薬が，飛ばないナミテントウにどの程度の影響を及ぼすのかを知っておく必要がある。この課題については，兵庫県立農林水産技術総合センターと大阪府環境農林水産総合研究所において調査が行われた。その結果，有機リン，カーバメート，合成ピレスロイド，ネオニコチノイド系の殺虫剤に対しては死亡率が高く，これらの農薬の散布は飛ばないナミテントウに悪影響を及ぼすことが明らかになった (安達ら，2009)。イチゴ栽培で使用される殺ダニ剤，殺菌剤，および気門封鎖型殺虫剤については飛ばないナミテントウに対する殺虫活性は見られず，併用しても影響は少ないことが示唆された (田中・八瀬，2011)。一方，飛ばないナミテントウに対する殺虫活性がない薬剤であっても，転落した成虫が散布によって濡れたマルチ面にトラップされ，放飼個体に影響を与えることが観察されている (田中ら，投稿中)。そのため，薬剤成分の影響のみでなく，散布行為自体が虫体へ与える物理的影響についても考慮する必要があると考えられる (田中ら，投稿中)。

2 環境リスクの評価

ヨーロッパやアメリカでは，ナミテントウは侵入外来生物として認識され，ナミテントウの急速な分布拡大やそれに伴う土着生物への影響が議論されている (LENTEREN et al., 2008 など)。我が国においてナミテント

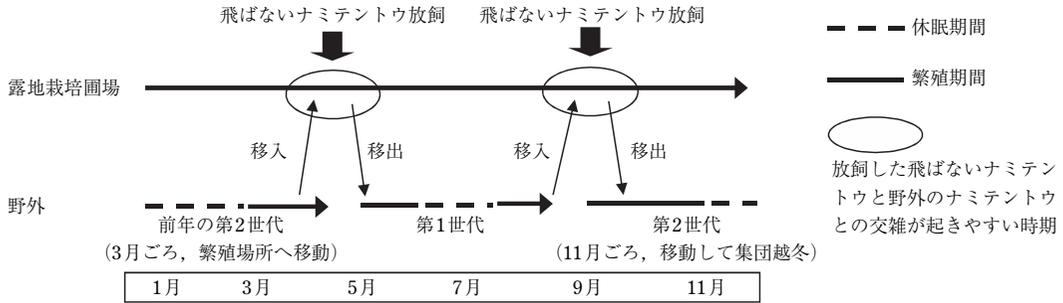


図-4 露地で飛ばないナミテントウが放飼されることによる、野生ナミテントウとの交雑の可能性を示す概略図

ウは土着種にあたるものの、野外ではあまり観察されない飛翔不能化した個体を生物農薬として使用することになるため、そのリスクを事前評価しておくことは重要である。例えば、飛ばないナミテントウと露地に移入した野生のナミテントウ（飛ぶナミテントウ）が交雑し、飛翔不能化をもたらす遺伝子をナミテントウ個体群中に頻繁に持ち運ばれると（図-4）、飛翔不能のナミテントウ個体が急激に増加する可能性がある。飛ばないナミテントウが露地で使用されることによって、ナミテントウ個体群中に飛翔不能のナミテントウ個体がどの程度増加するのか、今後シミュレーションなどによって明らかにする必要があるだろう。一方、秋になると繁殖場所から越冬場所へ、春にはその反対方向へ移動するナミテントウにとって、飛翔分散能力の喪失は生存に極めて不利なものである。そのため野外においては飛翔不能個体のほとんどは淘汰されると考えられ、ナミテントウ個体群へ及ぼす影響は低いものと予測される。

おわりに

最近の施設園芸における天敵利用では、予防的放飼と治療的放飼という考え方があられる。前者は比較的安価な天敵を放飼する際に代替寄主や餌を与えて害虫発生前から定着させる方法で、後者は害虫の発生後の捕食性天敵放飼による直接的・即効的な効果をねらいとしている（矢野, 2003 b）。近年、技術開発が進んでいるバンカー法は前者、飛ばないナミテントウは後者としての要素が強い。もし何らかの原因で予防的放飼ではアブラムシを抑えられない状況が生じた場合に、飛ばないナミテントウは治療的放飼用の資材として大きな役割を果たすと思われる。また露地園芸においては、春先の土着天敵の発生量が少ない時期、あるいはべたがけや防虫ネット被覆によって土着天敵が圃場内に移入できない環境等、土着天敵の働きが期待できない状況において、飛ばないナミテントウの活用が期待される。飛ばないナミテントウを

利用するには、生物農薬として認可される必要がある。現在、飛ばないナミテントウは施設野菜類を対象に、生物農薬として登録するための準備が進められている。将来的には露地での登録も目指しており、そのためには残された課題を解決していくことが重要である。

最後に、本プロジェクトにおいて多くのご助言を賜った中筋房夫岡山大学名誉教授並びに専門 PO を担当された藤家 梓博士にこの場を借りて厚く御礼申し上げる。

引用文献

- ADACHI-HAGIMORI, T. et al. (2011): *BioControl* **56**: 207 ~ 213.
- 安達鉄矢ら (2009): 第 19 回天敵利用研究会 (講要): 27.
- DIXON, A. F. G. (2000): *Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control*. Cambridge University Press, Cambridge, 257 pp.
- FALCONER, D. S. and T. F. C. MACKAY (1996): *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th ed. Longman, London, 464 pp.
- IGUCHI, M. et al. (2011): *Entomol. Sci.* (in press).
- 井口雅裕ら (2011): 関西病虫研報 **53**: 31 ~ 36.
- 岩佐智子 (1997): 植物防疫 **51**: 523 ~ 525.
- 兼田武典 (2011): 近中四農研成果情報 http://wenarc.naro.affrc.go.jp/seika/seika_nendo/h22/pdf/02_kankyo_byochuga/i/10_0215.pdf (2011 年 9 月 22 日閲覧)
- KAWAI, A. (1976): *Res. Popul. Ecol.* **18**: 123 ~ 134.
- 国本佳範 (2010): 関西病虫研報 **52**: 115 ~ 117.
- KURODA, T. and K. MIURA (2003): *Appl. Entomol. Zool.* **38**: 271 ~ 274.
- LENTEREN, J. C. van et al. (2008): *BioControl* **53**: 37 ~ 54.
- LOMMEN, S. T. E. et al. (2008): *Biol. Control.* **47**: 340 ~ 346.
- NAKAYAMA, S. et al. (2010): *J. Econ. Entomol.* **103**: 1564 ~ 1568.
- OHDE, T. et al. (2009): *Mol. Biol.* **18**: 571 ~ 581.
- 世古智一 (2009 a): 植物防疫 **63**: 297 ~ 301.
- (2009 b): 応動昆虫中国支会報 **51**: 1 ~ 6.
- (2011 a): 農研機構発—農業新技術シリーズ第 3 巻 農業・農村環境の保全と持続的農業を支える新技術, 農林統計出版, 東京, p. 30 ~ 35.
- (2011 b): 応動昆虫中国支会報, (印刷中).
- SEKO, T. et al. (2012): *BioControl* (in press).
- et al. (2008): *Biol. Control* **47**: 194 ~ 198.
- and K. MIURA (2008): *Appl. Entomol. Zool.* **43**: 341 ~ 345.
- (2009): *ibid.* **44**: 587 ~ 594.
- 田中雅也・八瀬順也 (2011): 兵庫農技総七研報 **59**: 24 ~ 27.
- ら (2011): 第 16 回農林害虫防除研究会 (講要): 34.
- 手塚俊行 (2003): 植物防疫 **57**: 376 ~ 379.
- 矢野栄二 (2003 a): 天敵—生態と利用技術, 養賢堂, 東京, 296 pp.
- (2003 b): 植物防疫 **57**: 495 ~ 499.