

遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウを活用した生物防除法の開発

世古 智一（農研機構 近畿中国四国農業研究センター）

sekot@affrc.go.jp

わが国において、農業害虫の防除は主に化学農薬が使われているが、農産物の安全・安心に対する消費者の関心が高まっていること、化学農薬の大量散布が生産者にとって負担になること、重要害虫において化学農薬に対する抵抗性の発達が深刻化していることなどから、化学農薬に替わる防除手法の開発が求められている。本稿では、国内における遺伝的に飛翔能力を欠くテントウムシ系統（飛ばないナミテントウ）の育成と実用化に向けた取り組みについて紹介するとともに、本技術を現場に普及させるための課題と今後の展望について述べる。

はじめに

天敵を放すことによって栽培圃場内の害虫密度を減らす方法、すなわち放飼増強法を成功させるには、天敵の分散能力が適度であることが重要である¹⁾。天敵の分散能力が低すぎると防除効果は放飼地点の周辺に限定されるし、反対に天敵の分散能力が高すぎると、栽培圃場の外に出て行かれてしまうという問題が起きやすい。天敵の放飼は、一般に害虫の発生初期の段階に行うのがよいとされている²⁾しかし害虫密度が低い状況は、天敵にとっては餌が少なく生存・繁殖に不適な環境であり、特に分散能力が高い大型の捕食者は、対象害虫の密度が低いと捕食せずに分散してしまう可能性がある²⁾。

テントウムシの飛翔不能化

アブラムシは、多くの作物に被害を及ぼす難防除害虫であり、近年ワタアブラムシのネオニコチノイド系の化学農薬に対する抵抗性の発達が各地で問題になっている。テントウムシの一種であるナミテントウはアブラムシの有力な天敵として古くから知られ、生物的防除資材としての利用が期待されているものの、飛翔能力が高いため放飼後の定着が不安定であることが課題となっている^{3,4)}。国内ではナミテントウの翅を物理的に奇形化することによって飛翔不能化した成虫が天敵製剤として生産・販売されていたが、次世代は飛翔するので防除効果の持続期間が短いこと、また成虫にまで飼育する費用が高いことが課題であった。ヨーロッパでは、遺伝的に飛翔不能化したテントウムシの系統を育成し、生物防除に利用するための研究が進められている^{5,6,7,8)}。系統ができれば、生産コストが低い卵や幼虫の発育段階で利用でき、また羽化した後も飛翔しないため定着し、長期的な防除効果が期待される（図1）。そこで国内においても遺伝的に飛翔能力を欠く系統を育成し、実用化することを目的に研究が開始された。

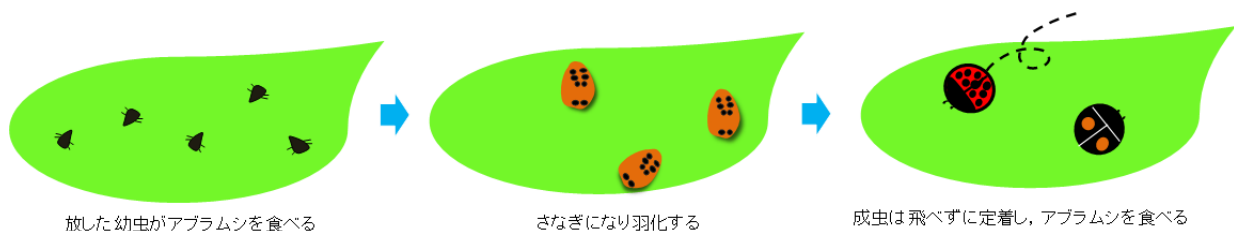


図1 飛ばないナミテントウの利用イメージ

飛翔能力を欠く系統の育成と有効性の向上

野外のナミテントウ集団において飛翔能力に遺伝的変異があれば、飛翔能力の低い個体を選抜する手法を開発することによって系統を育成できる。一方、野外から採集されたナミテントウ成虫はほぼ全ての個体が飛翔できるため、飛翔能力の低い個体を選抜するには各個体の飛翔能力を定量的に測定する必要がある。そこで、昆虫の飛翔能力を測定する装置として利用されている「フライトミル」を応用し（図2）、飛翔能力の個体差を検出できる技術を確認した。人為選抜を開始して、およそ30世代経過した時点で、系統内のほぼ全ての個体が飛翔不能になっていた。本系統は閉鎖系の施設栽培をはじめ、開放系の露地栽培においても放飼試験が行われ、定着性が向上していることによって高いアブラムシ防除効果を発揮することが確認された^{9,10,11}。



図2 フライトミルに取り付けたナミテントウ成虫。飛び始めると、その推進力でローターが回転し、その回転数をもとに一定時間あたりの飛翔距離を算出

実用化に向けての取組

本系統を実用化するには、大量増殖技術をはじめ、生存率や産卵数など天敵としての有効性に関わる「品質」を管理する技術、放飼する齢期・回数・密度等の利用技術を開発する必要がある。そこで大学、企業、近畿中国四国地域の農業試験研究機関と共同研究体制を確立し、農水省の助成を受けて研究プロジェクトが実施された（図3）。様々な取組の結果、飛ばないナミテントウは施設野菜類用の天敵製剤（商品名「テントップ」）として登録され、2014年6月より（株）アグリセクトで販売されている^{12,13}。また、飛ばないナミテントウ製剤の効果的な利用法をまとめた技術マニュアルが発行されている^{12,13}。

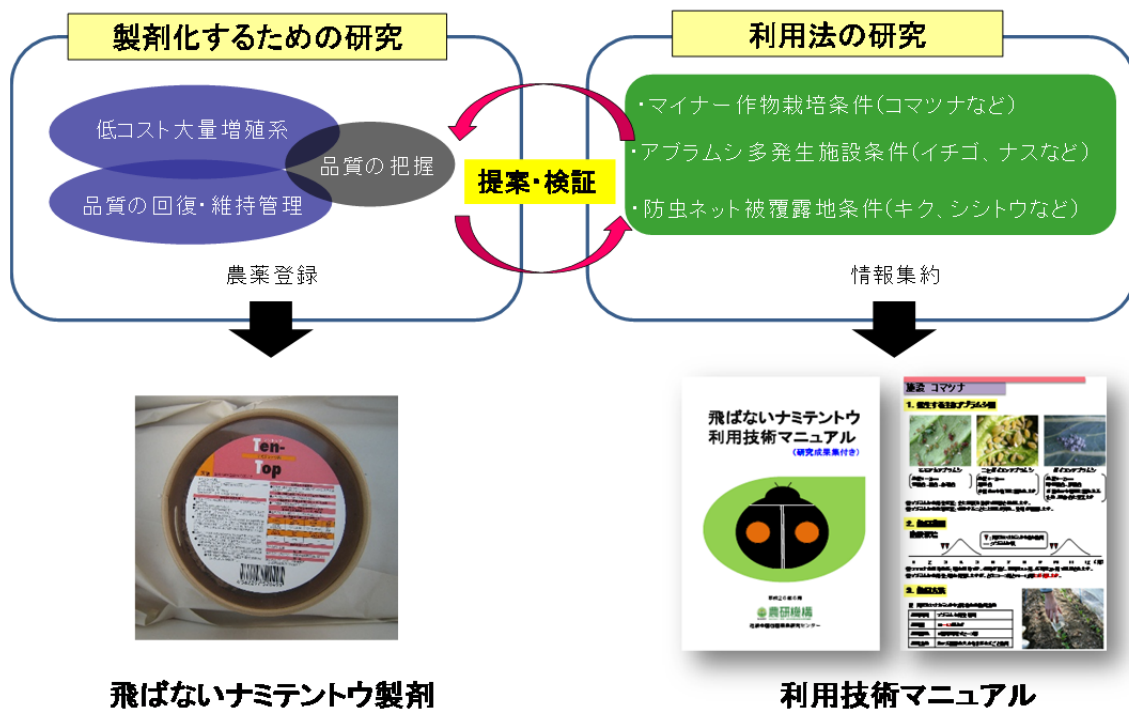


図3 共同研究プロジェクトで実施された研究課題と成果の概要

当技術は実用化された後、新聞やテレビなど多くのメディアに取りあげられ、2014年農林水産研究成果10大トピックスに選ばれた¹²⁾。その他にも学校や塾でのテスト問題や理科の教科書で使用されるなど、本研究成果を通じて生物防除の重要性が社会的に広く知られるようになった。

今後の課題と展望

飛ばないナミテントウの技術を広く普及させるために、解決すべき課題がいくつかある。現地の施設ピーマン生産者圃場において飛ばないナミテントウの放飼試験を行ったところ、アブラムシに対して高い防除効果は確認されたが、餌がなくなると飛ばないナミテントウ幼虫は死亡、または作物上から離れてしまい、防除効果が短期間に限られるケースが見られた。その対策として、幼虫の発育や成虫の定着を補助する代替餌を導入することによって飛ばないナミテントウを長期にわたって定着させることができると思われる。また、他のアブラムシ防除資材と併用することによって、低コストでかつ安定的な防除体系を構築できる。飛ばないナミテントウはアブラムシ密度が低い状況ではあまり捕食できないが、アブラムシ密度がある程度高まった状況下で高い能力を発揮する。そのため、アブラムシの発生初期はコレマンアブラバチなどの寄生蜂で発生を抑制し、それでも抑えきれず増殖してきた株上に飛ばないナミテントウ製剤を使用するという防除体系が効率的と考えられるが¹³⁾、今後実証していく必要がある。

飛ばないナミテントウは露地でも有効性が確認されているため、露地野菜での実用化も検討している。しかし施設栽培とは違って壁や天井に覆われていないため、風雨の影響等でアブラムシの発生が不安定で放飼時期の予測が難しいこと、また鳥やカエルなどの大型捕食者が飛ばないナミテントウを捕食する可能性があるなど、様々な攪乱要因が利用上の問題になる。また単位面積あたりの収益が少ない露地では防除にコストをかけられず、天敵製剤を利用するよりも土着天敵の保護利用を行う方が向いていると考えられている。一方、春期において土着天敵の発生は一般にアブラムシの発生よりも遅いこと、また土着天敵の活動がさかんになる時期は地域や年によって異なることもあるため、土着天敵の効果が期待されない状況において、飛ばないナミテントウを導入する余地はあるように思われる。今後は、露地で飛ばないナミテントウを利用する上でのニーズ、経済性、実現可能性、費用対効果などを検討しつつ、露地で有効な利用法の開発に着手していきたい。

謝辞

平成20年度～22年度に実施された、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技術の開発」のプロジェクトにご参画頂いた皆様に、心より御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Heimpel, G. E. and M. K. Asplen : BioControl 56: 441-450 (2011)
- 2) 矢野栄二: 天敵 生態と利用技術、養賢堂、東京、296pp (2003)
- 3) Ignoffo, C. M., C. Garcia, W. A. Dickerson, G. T. Schmidt and K. D. Biever: J. Econ. Entomol. 70 : 292-294 (1977)
- 4) Frazer, B. D. : Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control Volume 2B (A. K. Minks and P. Harrewijn eds.). Elsevier, Amsterdam, pp 231-247 (1988).
- 5) Ferran, A., L. Giuge, R. Tourniaire, J. Gambier and D. Fournier: BioControl 43: 53-64 (1998)
- 6) Tourniaire, R., A. Ferran, L. Giuge, C. Piotte and J. Gambier: Entomol. Exp. Appl. 96:

33-38(2000)

- 7) Lommen, S. T. E., P. W. de Jong and P. M. Brakefield: *Eur. J. Entomol.* 102: 553-556(2005)
- 8) Lommen, S. T. E., T. C. Holness, A. J. van Kuik, P. W. de Jong and P. M. Brakefield: *BioControl* 58: 195-204 (2013)
- 9) Seko, T., K. Yamashita and K. Miura: *Biol. Control* 47: 194-198(2008)
- 10) 世古智一・三浦一芸: *応動昆* 57: 219-234 (2013)
- 11) Seko, T., A. Sumi, A. Nakano, M. Kameshiro, T. Kaneda and K. Miura: *J. Appl. Entomol.* 138: 326-337(2014).
- 12) 世古智一: *JATAFF ジャーナル* 3(4): 17-22 (2015)
- 13) 世古智一: *JATAFF ジャーナル* 3(2):9-13 (2015)