



Title	侵入害虫と導入天敵
Author(s)	矢野, 栄二
Citation	makoto. 2015, 170, p. 2-7
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/85663
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

侵入害虫と導入天敵

近畿大学 農学部

教授 矢野 栄二

はじめに

現在、地球規模の物流の速度と量の拡大にともない、外来種の侵入が、生息地の破壊・悪化・分断、病気などとともに生物多様性の減少の大きな一因となっている。また海外から侵入した外来害虫の農作物への被害が問題となっている。さらに害虫の防除のために導入された外来天敵の在来生物への影響まで問題視されるようになった。ここでは我が国における害虫の侵入および天敵の導入を中心に概略を紹介し、それらの侵入する環境や生物学的特徴、および農業や環境への影響について述べる。

害虫の侵入の歴史

我が国における明治の開国以来の外来害虫としては、外国産果樹の導入にともなうイセリアカイガラムシ、ヤノネカイガラムシ、ルビーロウカイガラムシなどのカイガラムシ類の侵入があげられる。第二次大戦後の食糧不足を補うため大量の穀物が輸入されるとともにマメゾウムシ類やスジマダラメイガなどの貯穀害虫が侵入した。また同時に園芸樹木害虫アメリカシロヒトリの侵入をもたらした。1970年代以後の施設園芸の拡大とそれにもなう輸入植物の増大により、オンシツコナジラミ、ミナミキイロアザミウマ、マメハモグリバエなどの多くの施設園芸害虫が持ち込まれた。我が国における発生が確認された侵入害虫の多くはその後東アジア各国でも侵入が確認された。またこれらの施設栽培の侵入害虫の多くは薬剤防除が困難であり、薬剤散布回数の増加をもたらした。その結果コナジラミ類やアザミウマ類の薬剤抵抗性の発達をもたらした。

侵入の成功に関する仮説

生物の侵入成功についてはいくつかの仮説があり、害虫の侵入成功もそれらのいくつかに該当すると思われる。

① 生物抵抗仮説

同じ資源をめぐる競争する在来種や在来捕食者がいないと侵入は成功し易い。影響は持続的である。外来種を捕食する在来捕食者が出現すると外来種が減少することもある。

② 天敵解放仮説

元の分布域で増殖を抑えていた天敵が新しい場所には存在しないため、侵入・増殖に成功し易い。侵入害虫に対し、害虫の原産地に生息する天敵を導入して防除する伝統的生物的防除の基礎となる仮説である。

③ 攪乱仮説

洪水、火事のような自然攪乱や農地開発など人為的攪乱が侵入種の定着する機会を提供する。

④ 導入圧仮説

外来種の定着は、外来種の導入密度や回数が多いほど高くなる。どちらかといえば有用種の意図的導入において重要な要因となっていると思われる。

⑤ 競争能力の増大進化仮説

新天地では天敵から解放されて、天敵対策に使う必要が無くなった資源やエネルギーを在来種との競争に回すことができるため、定着率が高まる。

⑥ 侵入溶融仮説

外来種どうしの相互作用（共生関係など）が、外来種の定着、個体数増加、分布拡大を促進させる。影響が現れるのは遅いが、影響は持続的である。

侵入害虫の定着する環境条件と生物学的特性

移入してきた外来昆虫が定着し、さらに害虫化するのには簡単ではない。侵入の成功に関する仮説のうち、比較的一般性があると思われる生物抵抗仮説、天敵解放仮説、攪乱仮説に基づく、我が国の戦後の侵入害虫は生物相が単純で天敵の影響が少なく、人為的攪乱の大きい環境で定着し害虫化したと考えられる。またそのような環境に適応して増殖できる生物学的特性を持っていると考えられる。

外的要因としては物理的環境条件、つまり、温度や日長に対する適応も重要である。侵入害虫となるための生物的特性としては、定着、増殖のため単為生殖し、増殖能力が高いことが有利である、また非休眠性である方が適応しやすい。農業生態系は農薬による選択圧が強く、寄主植物である作物が収穫のため消滅することもある。したがって殺虫剤に抵抗性で、寄主範囲が広く、他の作物や周辺の雑草でも生存できることが条件となる。さらに侵入害虫の場合、国外からの侵入や国内での分布拡大は、苗等の移動による人為的持ち込みによる場合が多い。そのためには高い移動能力よりは小型で固着性で目立たない方が適している。

侵入害虫の事例

カイガラムシ類は薬剤に耐性のある固着性のステージをもち、侵入種は雌のみで増殖できる種の比率が高い。また施設園芸の主要害虫となったオンシツコナジラミ、タバココナジラミ（図1）のバイオタイプB、Q、ミナミキイロアザミウマは、すべて非休眠性、かつ多食性で単為生殖が可能である。小型の吸汁性昆虫であり少数であれば目立たないで持ち込まれることも共通している。またこれらの種は侵入当初から多くの殺虫剤に抵抗性であり、新しく開発された殺虫剤にも急速に抵抗性を発達させた。

タバココナジラミは、在来種であるが、多くのバイオタイプがあることが知られてい

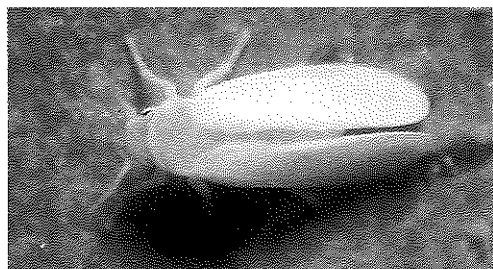


図1 タバココナジラミ成虫

る。日本では4種のバイオタイプが存在していたが、それほど主要な害虫ではなかった。しかし海外から1989年にバイオタイプB、2004年にバイオタイプQが侵入し、急速に全国に分布を広げ、施設栽培野菜の難防除害虫となった。バイオタイプの違いにより寄主植物に差があり、在来バイオタイプは野菜類を加害することはないが、バイオタイプB、Qは多くの種類の野菜を寄主とする。侵入した両バイオタイプはともに高い殺虫剤抵抗性を示すが、耐寒性は低い。そのため国内の野外での越冬は困難と考えられているが、温室内では越冬可能である。またトマト黄化葉巻病や退緑黄化病というウイルス病を媒介し、施設栽培のトマトやメロンに大きな被害をもたらした。

地球温暖化と侵入害虫

近年、熱帯または亜熱帯原産と考えられる昆虫が温帯地域に侵入・定着し、分布拡大し害虫化することが問題となっている。また西南暖地に限定的に生息していた南方性昆虫が北方へと分布を拡大している。これらの一因が地球温暖化であると考えられている。南方性昆虫が温帯域に定着するための条件としては、食物、低温、日長、天敵等が考えられるが、食物が制限要因とならない場合は、低温と日長が主要な制限要因となる。非休眠性の昆虫は低温耐性が低く、温室などでは定着可能であるが、野外での分布は制限される。休眠性の昆虫の場合は、定着には日長への適応が必要となる。

ワラビー委縮症とよばれるトウモロコシの

ウイルス病害は1904年にオーストラリアで発見され、フタテンチビヨコバイによって媒介されることが確認された。その後1940年代でフィリピンで確認されたが、1980年代になって中国、台湾、沖縄、1988年には熊本で発生が確認された。フタテンチビヨコバイは南方系の害虫であり、分布の拡大には地球温暖化が影響していると考えられる。

ミカンキジラミは熱帯のカンキツ類の最重要病害であるカンキツグリーニング病を媒介する害虫である。近年アメリカ合衆国南部のカンキツ栽培地帯に分布を広げたため注目されるようになった。また沖縄、奄美地方でもカンキツグリーニング病が発生するようになった。本種は耐寒性は弱い、地球温暖化にともない、九州では分布を拡大すると考えられている。

ミナミキイロアザミウマは東南アジアや南アジアでは発生が確認されていた害虫であるが重要害虫であるとはみなされていなかった。我が国では1978年に宮崎県の施設栽培ピーマンで発生してから急速に分布を拡大し施設栽培果菜類の重要害虫となった。現在ではアジア、中南米、オセアニアなどの露地栽培でも重要害虫となっている。本種は非休眠性、かつ多食性で単為生殖が可能である。また殺虫剤抵抗性を発達させやすい。したがって施設園芸害虫としての特性を備えている。最近ではメロン黄化えそ病、キュウリ黄化えそ病を媒介することが問題となっており、また地球温暖化により以前より越冬可能分布域を広げている可能性が示唆されている。

天敵導入の事例

害虫を天敵で防除する方法は生物的防除と呼ばれる。侵入害虫の天敵を海外の原産地で探索して輸入・定着させ、永続的な防除効果を得ることを目的とする方法を、伝統的生物的防除と呼ぶ。室内で大量生産され、商品化された天敵を、温室や圃場で人為的に放飼する方法は生物農薬の利用または放飼増強法と呼ぶ。土着天敵の保護利用は農耕地に生息する土着天敵に対する農薬散布など人間の活動による悪影響を抑え、生息場所としての環境を整えることにより、土着天敵の効果を利用する方法である。生物的防除においては、伝統的生物的防除と生物農薬の利用において、輸入された外来天敵が利用されている。

伝統的生物的防除では、通常、外来害虫をその原産地が同じ外来天敵を利用して防除するが、土着害虫に対して外来天敵を利用する方法も用いられたこともある。イギリスの国際生物的防除研究所の構築した生物的防除の導入記録と成否のデータベースBIOCATによると、これまで543種の害虫に対し、2011種の天敵が導入され、導入記録は4769件、そのうち定着例が1445件、防除成功例が517件となっている。我が国における導入事例、成功事例はともに少ないが、成功事例を表1に示した。果樹のカイガラムシなど固着性の害虫に対する寄生蜂の導入が中心となっている。

生物農薬の利用においては、施設栽培の害虫防除を目的として、これまで多くの寄生蜂や捕食者の外来天敵が利用されてきたが（表2、3）、最近では土着種の利用が中心になり

表1 我が国における伝統的生物的防除の成功事例

導入年	天敵	由来	害虫	作物
1911	ベダリアテントウ	オーストラリア	イセリアカイガラムシ	温州ミカン
1925	シルベストリコバチ	米国	ミカントゲコナジラミ	温州ミカン
1931	ワタムシヤドリコバチ	中国	リンゴワタムシ	リンゴ
1948	ルビーアカヤドリコバチ	中国	ルビーロウカイガラムシ	温州ミカン、チャ、カキ
1970	チュウゴクオナガコバチ	中国	クリタマバチ	クリ
1980	ヤノネツヤコバチ、ヤノネキイロコバチ	中国	ヤノネカイガラムシ	温州ミカン
1988	ヨーロッパトビチビアメバチ	ヨーロッパ	アルファルファタコゾウムシ	レンゲ

表2 我が国において施設栽培の防除に利用されている外来寄生蜂

登録年	寄生蜂	特性	対象害虫	作物
1995	オンシツツヤコバチ	単寄生性内部寄生者	オンシツコナジラミ タバココナジラミ	野菜類
1998	コレマンアブラバチ	単寄生性内部寄生者	モモアカアブラムシ、 ワタアブラムシ	野菜類
2002	イサエアヒメコバチ	単寄生性外部寄生者	ハモグリバエ類	野菜類
2002	ハモグリコバチ	単寄生性内部寄生者	ハモグリバエ類	野菜類
2003	サバクツヤコバチ	単寄生性外部内部寄生者	タバココナジラミ	野菜類
2007	チチュウカイツヤコバチ	単寄生性外部内部寄生者	タバココナジラミ	野菜類

表3 我が国において施設栽培の防除に利用されている外来捕食性天敵

登録年	捕食者	特性	対象害虫	作物
1995	チリカブリダニ	吸汁性捕食者	ハダニ類	野菜類
1998	ククメリスカブリダニ	吸汁性捕食者	アザミウマ類	野菜類
1998	ショクガタマバエ	吸汁性捕食者	アブラムシ類	野菜類
1998	ヤマトクサカゲロウ	吸汁性捕食者	アブラムシ類	野菜類
2003	ミヤコカブリダニ	吸汁性捕食者	ハダニ類	野菜類
2008	スワルスキーカブリダニ	吸汁性捕食者	コナジラミ類、アザミ ウマ類	野菜類

注 ショクガタマバエ、ヤマトクサカゲロウ、ミヤコカブリダニは外来系統

つつある。防除対象害虫は、外来害虫、在来害虫の両方を含んでいる。世界的な植物苗などの流通とともに、施設栽培害虫相の世界的均質化が進んでいる。最近では外来害虫によって媒介されるウイルス病の発生も問題化している。また最近では複数種の害虫を防除できる多食性捕食性天敵の利用が普及しつつある。

外来天敵は、環境リスクの問題から、以前ほど自由には導入できなくなった。伝統的生物的防除においては、寄主特異的な寄生蜂の輸入が、審査を受けた上で行われている。生物的農業的利用においても土着種の利用が主体である。

導入天敵の必要性和問題点

伝統的生物的防除は、外来の天敵を導入、定着させる手法である。一方、生物農業的利用で利用される天敵は、当初は導入天敵が多かったが、我が国をはじめ、多くの国で在来

天敵を利用することが多くなった。しかし、侵入害虫に有効な在来の天敵が存在しない場合、導入天敵の利用は、有力な防除法となり得る。伝統的生物的防除と生物農業的利用において、利用される外来天敵の特性が異なる。伝統的生物的防除では、天敵が野外で定着することが必須条件となるため、温度条件など物理的環境条件への適応や野外での生存能力が重視される。一方、生物農業的利用では、施設栽培での利用や野外での増殖を必要としない利用が主体であり、商業的な理由からも毎年繰り返し放飼が前提となっている。そのため非休眠性で野外で定着・増殖しない種が通常用いられる。しかし、現在では、特に伝統的生物的防除において、外来天敵の導入は環境リスクの有無について厳しく審査される。欧米におけるナミテントウとナナホシテントウの導入・放飼は多食性捕食者が土着生物相に悪影響を与えた例として知られてい

る。その結果、多食性の捕食性天敵の導入はどの国でも難しくなっている。生物農薬的利用についても我が国では、スワルスキーカブリダニのように野外で定着しにくい天敵のみが導入されている。

導入天敵の環境リスクの事例

東アジア原産のナナホシテントウは、種々の作物のアブラムシ類の防除を目的として、1956年から全米各地で導入、放飼された。1987年には全米の大半に分布を拡大した。1988年に侵入した南ダコタ州の調査では、ナナホシテントウの侵入後捕食性テントウムシ類の群集構造が激変し、特に *Coccinella tansversoguttata richardsoni* と *Adalia bipunctata* の2種が激減した。ナミテントウは、1978年から1982年にかけて多くの州で放飼された。1991年にオレゴン州に分布を広げ1993～1994年にかけて大発生して、樹木上では全テントウムシ類の個体数の70%を占めた。西バージニア州のリンゴ園では、1983年以来ナナホシテントウがアブラムシ捕食性テントウムシの優占種であったが、1994年にナミテントウが定着し、翌年にはナナホシテントウに取って代わって優占種となった。ナミテントウは、ヨーロッパでは1964年にウクライナ、1968年にベラルーシで導入されたが、西ヨーロッパでは1982年にフランスで生物的防除に利用されるようになり、1995年に商品化された。1990年後半からヨーロッパで定着し始め、現在では26か国に分布している。ヨーロッパ在来種とのIGP（同じ餌種を持つ天敵間捕食）を調べたところ、ナミテントウは多くの在来種を捕食することがわかった。

Rhinocyllus conicus（ゾウムシの1種）は欧州原産で、北米における侵入雑草である *Carduus* 属（ヤハズアザミ属）のユーラシアアザミの防除を目的として、1968年カナダで、1969年米国で放飼された。放飼前の寄主選択試験で、このゾウムシの寄主範囲に北米原産のアザミが含まれていたが、*Carduus* 属に対する強い産卵選択性や幼虫の同属における発

育のよさから、北米原産のアザミ類は余り利用されないと考えられた。しかし各地の国立公園、保護区での調査では、1992年から1996年にかけて、このゾウムシによる *Cirsium* 属の頭状花の被害はどの場所でも急激に増加した。中でも *C. canescens* はサンドヒルズプレーリー保護区にしか生息しない種であるが、種子生産が甚大な影響を受けた。これらの結果から、*R. conicus* は最近寄主範囲を拡大したものと考えられた。

ジャワマングースは1872～1900年に、西インド諸島、ハワイ諸島、フィジー諸島などに、サトウキビのネズミの駆除を目的として導入された。しかしネズミは減少したが、農業被害やクマネズミの増加をもたらしただけでなく、在来種の昆虫、ヘビ、トカゲ、クイナなどが捕食され絶滅する種も出現した。そのため駆除されるようになった。どういうわけか日本では沖縄本島に1910年、奄美大島には1979年にハブやネズミの防除を目的として導入された。その後定着し分布を拡大したが、奄美大島ではアマミノクロウサギ、アマミヤマシギ、キノボリトカゲなどの地上性の希少種が減少し始めた。また沖縄本島南部地域に導入された本種は北部に分布を拡大し、ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ケナガネズミなどの希少種への影響が危惧されている。なおハブに対する効果はまったく認められなかった。そのため、2000年から環境省主導で沖縄本島北部地域、奄美大島において生態系保護を目的とする駆除事業が開始された。わなによる捕獲が中心であるが、現在に至るまで事業が継続され、希少種の個体数が回復し始めるなどの成果が出ている。

タバココナジラミの生物的防除

タバココナジラミバイオタイプBおよびQは、施設栽培の重要害虫となった。特にトマト黄化葉巻病のウイルスを媒介し、世界中の施設栽培トマトに大きな被害をもたらした。そのため国際自然保護連合（IUCN）が指定した世界の侵略的外来種ワースト100の一つ

となっている。ウイルス病を媒介する場合、保毒成虫がきわめて少数しかいなくても病気の蔓延を引き起こす可能性がある。そのためそれまでコナジラミ類の防除に使用されていた外来寄生蜂オンシツツヤコバチ（図2）のような、成虫に直接効果のない天敵の利用は我が国では行われなくなった。しかし薬剤防除に頼っても成虫を完全に防除することは難しく、かえって薬剤抵抗性を発達させるだけであることがわかり、様々な防除法を組み合わせさせて防除する総合的害虫管理の視点から天敵利用も見直されるようになった。在来捕食性天敵タバコカスミカメ（図3）のようなコナジラミ類に効果の高い天敵の利用がウイルス病防除のため実用化されようとしている。



図2 産卵中のオンシツツヤコバチ雌成虫
(アリスタライフサイエンス社原図)

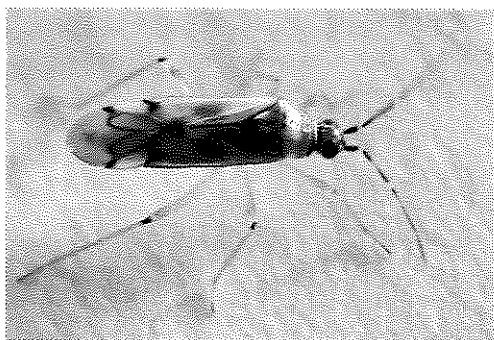


図3 タバコカスミカメ成虫

おわりに

海外から我が国への害虫の侵入は今後もなくなることはなく、さらに増える可能性がある。その対策として在来天敵の利用が望ましいと思われるが、有力な在来天敵が存在しない場合は、外国からの天敵の導入も考慮するべきである。しかし、そのためには国際的な基準に沿った環境リスクの評価を行うべきであろう。

参考文献

- 梅谷 献二編(2012) 原色図鑑 外来害虫と移入天敵. 全国農村教育協会、東京、404頁.
- 日本生態学会編(2002) 外来種ハンドブック. 地人書館、東京、390頁.
- 西川 潮・宮下 直編著(2011) 外来生物－生物多様性と人間社会への影響－. 裳華房、東京、279頁.
- 種生物学会編(2010) 外来生物の生態学 進化する脅威とその対策. 文一総合出版、東京、375頁.
- 積木 久明編(2011) 地球温暖化と南方性害虫. 北隆館、東京、236頁.
- 矢野 栄二(2003) 天敵－生態と利用技術－. 養賢堂、東京、296頁.