

解 説
読物企画

天敵農薬利用の現状と問題点

行 徳 裕*

熊本県農業研究センター生産環境研究所

(平成 17 年 2 月 21 日受理)

Keywords: natural enemy, integrated pest management, biological control, pesticide.

はじめに

地球温暖化やオゾン層破壊、環境ホルモンなど、地球環境問題が顕在化し、農業に関しても環境保全に必要な環境と調和した持続的な農産物生産への取り組みが要望されている。病虫害防除も例外ではなく、これまで使用されてきた化学合成農薬の使用回数を低減し、環境への負荷が小さいとされる生物学的あるいは物理的、耕種的防除法を活用した病虫害総合管理技術 (Integrated Pest Management, 以下 IPM) の開発および生産現場への普及が急務とされている。

主要な生物学的防除法の一つに天敵の利用がある。天敵の利用方法は、伝統的生物学的防除法、保護利用、放飼増強法に分類される¹⁾。これまで広く利用されてきた伝統的生物学的防除法は、侵入害虫に対して害虫の発生地域から有力な天敵を導入し、永続的な防除効果を期待する方法で、ヤノネキイロコバチ *Aphytis yanonensis* DeBach et Rosen とヤノネツヤコバチ *Coccobius fulvus* (Compere et Annecke) を利用したヤノネカイガラムシ *Unaspis yanonensis* (Kuwana) の防除²⁾ やチュウゴクオナゴコバチ *Torymus sinensis* Kamij を利用したクリタマバチ *Dryocosmus kuriphilis* Yasumatsu の防除など多くの成功例がある³⁾。しかし、伝統的生物学的防除法の成功例は永年作物の固着性害虫に偏っており、利用可能な作物や害虫に限られている。一方、増殖した天敵を放飼する放飼増強法 (= 生物農薬の利用) は広範囲の作物、害虫に対して適用が可能な利用法であり、IPM の主要な防除技術として位置付けられている。近年、様々な天敵農薬が放飼増強法に使用する資材として企業から登録・販売され、現地でも利用されるようになってきている。天敵農薬には、天敵昆虫製剤や昆虫寄生性線虫製剤、昆虫病原微生物製剤など

性質の異なる資材が含まれるが、本稿では、捕食性あるいは捕食寄生性の節足動物を製剤化した農薬 (以下、天敵農薬) を取り上げ、その開発や普及の現状と利用上の問題点、今後開発が期待される技術について述べてみたい。

1. 天敵農薬の開発

日本における天敵農薬の歴史は古く、井関助三郎氏が 1951 年にルビーアカヤドリコバチ *Anicetus beneficus* Ishii et Yasumatsu をルビーロウカイガラムシ *Ceroplastes rubens* Maskell に対して農薬登録したのが最初である。次いで、1970 年に武田薬品工業 (株) がクワコナカイガラムシ *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) の天敵、クワコナカイガラヤドリコバチ *Pseudaphycus malinus* Gahan の製剤 (商品名: 寄生蜂剤クワコナコバチ) を登録した。後者は、日本で本格的に製造販売された最初の天敵農薬であったが、他の病虫害防除のために散布された農薬の影響や土着天敵との競争などにより十分な効果が得られず、1971 年に販売が中止され、1973 年に失効した⁴⁾。その後、両剤の登録が失効して 20 年以上、新たな天敵農薬の登録はなかった。

1990 年代にはいり、有機農業、生態系活用型農業あるいは持続的農業などをキーワードとした施策や研究が行われるようになった。1991 年には生物農薬の開発を支援する生物農薬利用円滑化推進事業が開始され、1995 年には (社) 日本植物防疫協会が実施する農薬登録試験から生物農薬連絡試験が独立して生物農薬の委託試験が強化されるなど、天敵農薬を登録する環境は整備された。このような流れの中で、1995 年にトーメン (株) (現: アリスタライフサイエンス (株)) からオンシツツヤコバチ製剤 (商品名: エンストリップ) とチリカブリダニ製剤 (商品名: スパイデックス) が登録された。その後、コパード社やチバパンテイング社など外国の天敵製造会社から輸入した製剤に加えて、国内で製造された外国産の天敵や土着天敵が開発、登録さ

* 〒861-1113 熊本県菊池郡合志町大字栄 3801

E-mail: gyoutoku-y@pref.kumamoto.lg.jp

© Pesticide Science Society of Japan

表 1. 農薬登録のある捕食性および捕食寄生性天敵の種類と対象害虫^{a)}

和名	学名	対象害虫名
チリカブリダニ	<i>Phytoseiulus persimilis</i> Athias-Henriot	ハダニ類, ナミハダニ
ククメリスカブリダニ	<i>Amblyseius cucumeris</i> (Oudemans)	アザミウマ類, ケナガコナダニ
デジェネランスカブリダニ	<i>A. degenerans</i> Berlese	アザミウマ類
ミヤコカブリダニ	<i>A. californicus</i> (McGregor)	ハダニ類
アリガタシマアザミウマ	<i>Frunklinothrips vespiformis</i> (Crawford)	アザミウマ類
ヤマトクサカゲロウ	<i>Chrysoperla cernea</i> (Stephens)	アブラムシ類
タイリクヒメハナカメムシ	<i>Orius strigicollis</i> (Poppus)	アザミウマ類
ナミヒメハナカメムシ	<i>O. sauteri</i> (Poppus)	ミナミキイロアザミウマ, ミカンキイロアザミウマ
イサエアヒメコバチ	<i>Diglypus isaea</i> (Walker)	ハモグリバエ類, マメハモグリバエ
オンシツツヤコバチ	<i>Encarsia formosa</i> Gahan	コナジラミ類, オンシツコナジラミ
サバクツヤコバチ	<i>Eretmocerus eremicus</i> Rose & Zolnerowich	コナジラミ類
コレマンアブラバチ	<i>Aphidius colemani</i> Vierick	アブラムシ類
ハモグリコマユバチ	<i>Dacnusa sibirica</i> Telenga	マメハモグリバエ
ナミテントウ	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)	アブラムシ類
ショクガタマバエ	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Rondani)	アブラムシ類

^{a)} 2005年1月31日現在の登録

れ、2005年1月現在、捕食性天敵10種類、捕食寄生性天敵5種類を成分とした(表1)、28薬剤が登録されている(図1)。2004年度も新たに2種類の天敵昆虫と1種類の捕食性ダニ類が生物農薬連絡試験に委託されており、天敵農薬の種類数は今後も増加すると考えられる。

2. 利用技術の開発状況

天敵農薬の登録は、それまで困難だった天敵の入手を容易にし、天敵利用技術の開発を促進する契機となった。また、アリガタシマアザミウマなど研究機関が探索した有力な土着天敵を企業と協力して登録することが可能となり、土着天敵に対する基礎的な研究も促進された。

TVや新聞、専門誌、情報誌などを通じて情報が提供されることで消費者や農家、指導者の天敵農薬に対する認知度が高まったことや、環境保全や安全な食品に対する消費者の意識が高まったことで、行政が天敵の研究を支援するようになったことも、利用技術の開発が促進された要因の一つである。農林水産省では総合防除技術確立推進事業(1995~98年)や環境負荷低減のための病虫害群高度管理技術の開発(2000~04年)などの事業を実施し、天敵農薬の利用を含むIPMの試験研究、現地実証および普及試験を推進している。また、都道府県においても、普及事業や試験研究課題として天敵や天敵農薬の利用を積極的に取り入れるようになり、事業や研究の中心的存在となっている。さらに、農薬製造会社においても、天敵農薬に対する化学

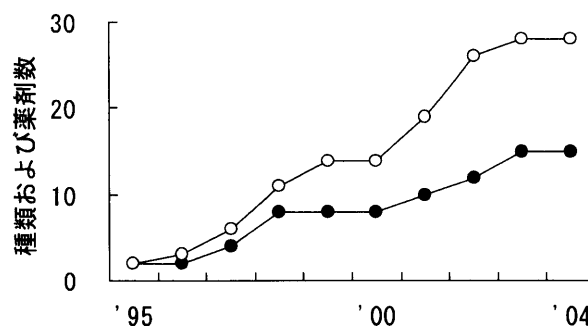


図1. 天敵農薬に使用されている捕食性および捕食寄生性天敵の種類と登録薬剤数の年次推移。

●: 種類, ○: 薬剤数

合成農薬の影響評価や天敵農薬への影響が小さい選択性農薬の開発を積極的に行うようになってきている⁵⁾。

天敵や天敵を利用したIPM体系に関する多数の研究論文⁵⁾や研究成果(図2)の増加が示すように、これらの社会環境の変化によって、天敵利用技術の開発および情報の集積は急速に進んでいるといえる。

3. 天敵農薬の普及状況

オンシツツヤコバチおよびチリカブリダニ製剤が登録されてから10年が経過した。この間、開発された天敵農薬の数は増え、農家における天敵農薬の利用や研究機関における天敵農薬試験の実施は容易になった。また、研究機関に

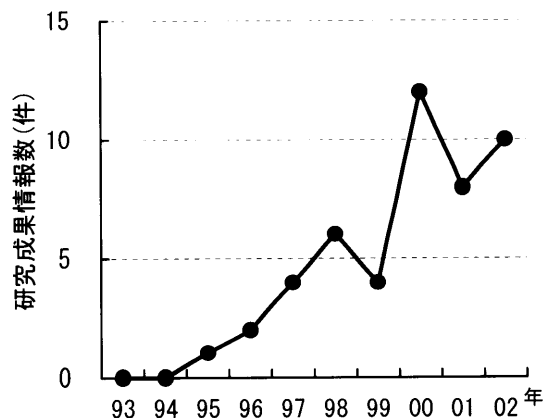


図2. 捕食性および捕食寄生性天敵を利用した天敵農薬に関する年次別研究成果情報数。

農林水産研究 WWW サーバー (<http://www.affrc.go.jp/index-j.html>) に登録された国公立研究機関の研究成果情報にもとづく。

おける試験や農家における天敵農薬の使用が増加したことで、情報の集積が進み、天敵農薬の利用環境は従来に比べて改善されている。その一方で、開発の速度に比べて天敵農薬の普及や利用の拡大が進まないことも事実である。2003 農薬年度の天敵農薬出荷額は約 2 億円で、天敵農薬の販売が開始された 1995 農薬年度の 10 倍に増加したが、農薬の総出荷額 (3550 億円) の 0.06%、殺虫剤の総出荷額 (1168 億円) の 0.18% にすぎない (図 3)。また、最も普及が進んでいるトマト、イチゴ、ピーマンにおける利用面積は栽培面積の 1~2%⁷⁾ と少なく、天敵農薬の普及が進んだ、といえる状況にはない。

4. 普及上の問題点

新たな技術が農家へ導入されるためには、既存の技術と同等以上のメリットが必要である。メリットとして、「防除

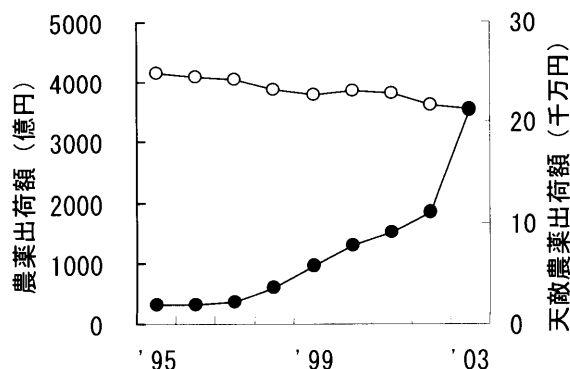


図3. 年次別の農薬と天敵農薬^{a)} 出荷額。

●: 天敵農薬の出荷額, ○: 農薬の総出荷額

^{a)} 捕食および捕食寄生性天敵を成分とした生物農薬 (農薬要覧 1995~2004 年から抜粋, 改変)。

効果が高い」、「防除経費が安い」、「安全性が高く環境負荷が小さい」などが考えられる。この項では、普及の問題点を明らかにするため、これらの点を化学合成農薬を主体とした慣行防除体系と天敵農薬を活用した IPM 体系で比較してみた。

4.1. 天敵農薬の防除効果

化学合成農薬は、決められた方法で使用することで、「誰でも」、「どこでも」、「いつでも」安定した効果が得られる優れた防除資材である。一方、天敵農薬は適期に放飼することで対象害虫の密度を経済的許容水準以下に抑制することが可能であり、化学合成農薬に優る持続性が期待できる防除資材である。ただし、天敵農薬は、対象害虫の低密度時、つまり発生初期に放飼を開始する必要がある、使用適期の幅は化学合成農薬に比べるとはるかに狭い。放飼効果は対象害虫の密度低下や天敵の寄生率を調査して判断されるが、その調査には専門知識と労力が必要である。また、作物や品種によって害虫の増殖率⁸⁾ や天敵の探索能力が異なり⁹⁾、天敵農薬の効果に差が認められるため^{10,11)}、放飼方法が一定ではなく、その利用は難しい。さらに、天敵を効果的に使用するためには、温度や湿度など、ハウス内の環境を天敵の活動に適した状態に保つ必要もある^{12,13)}。このように、天敵農薬の利用には、天敵および対象害虫に対する専門的な知識や経験、技術が不可欠である。

天敵農薬を使用する場合、天敵に悪影響がある農薬の使用が制限されるため、現在使用している農薬を天敵に影響が少ない選択性農薬に置き換える必要がある。一般に、選択性農薬の殺虫スペクトルは狭く、マイナー害虫の発生が問題となる例がしばしば見られる¹⁰⁾。また、放飼効果が不十分な場合や放飼に失敗した場合の補完的な防除対策を用意する必要もある。このように、天敵農薬を利用するためには、天敵に影響がない、複雑な防除体系を新たに組み立てる必要がある、農薬に対する十分な知識も要求される。

天敵農薬による防除を常に成功させるためには、「天敵や害虫、農薬の知識を持った人間が」、「作物や栽培方法に合った方法で」、「適期に」放飼を行う必要がある。しかし、研究者がしばしば失敗することでわかるように、放飼適期や放飼回数、放飼回数の判断は難しい。天敵農薬の利用者である農家は、研究者に比べて害虫や天敵に対する知識、経験が乏しい場合が多い。農家では放飼適期や放飼効果を確認するためのモニタリングを行うこと自体が難しく、放飼が成功する確率は必ずしも高くない¹¹⁾。当然、化学合成農薬を利用した慣行防除体系に比べて天敵農薬を利用した防除体系は複雑でそのリスクは高く、普及を妨げる大きな要因となっている。

4.2. 天敵農薬の防除経費

天敵農薬は密度抑制効果が長期間維持されるため、その使用により栽培期間における化学合成殺虫剤の散布回数を削減することが可能である。しかし、天敵農薬の価格は、放飼1回当たり6000~20000円/10aと農家慣行で使用される農薬の2~5倍と高く、さらに複数回の放飼が必要である。表2に抑制栽培ミニトマト¹⁴⁾、表3に秋冬作メロン¹⁵⁾の実例を示したが、天敵を利用したIPM体系の農薬費は、それぞれ農家慣行の1.7倍、2倍に増加した。この結果は、天敵農薬による農薬費の増加を殺虫剤の散布回数の削減による農薬費の減少で吸収できないことを示している。

天敵農薬を利用した場合、散布回数の削減により、散布労働時間の縮減効果が期待される。表2に示したとおり、抑制栽培ミニトマトのIPM体系では、散布労働時間が農家慣行の1/3以下となった。この結果、農薬費の増加分は労働費の減少分で吸収され、さらに余剰労働時間が発生した。一方、表3に示した秋冬作メロンでは、殺菌剤の使用回数が多く、殺虫剤と殺菌剤が混用散布されるため、IPM体系の労働費を含む防除経費は農家慣行の約2倍と、縮減効果は認められなかった(表3)。このように、天敵農薬の利用による労働時間の縮減効果は全ての作物・作型で認められるわけではなく、殺虫剤の散布回数が殺菌剤より多い、対象作物の栽培期間が長い、などの条件を満たす必要がある。また、労働時間の縮減効果には天敵の放飼方法も影響する。例えばククメリスカブリダニやチリカブリダニを利用する場合、株単位の放飼が必要となるため、植栽本数が多い作物では農薬散布と同程度の処理時間を必要とし、農家慣行に比べて労働時間が多くなることも予想される。

天敵農薬を使用したIPM体系で生産された収穫物は農家慣行と同等の品質、収量を確保できる^{15,16)}。IPM体系の収穫物を、農家慣行より高価格で販売できれば、農薬費や防除経費の増加分を吸収し、収益性を高めることができる。天敵農薬を使用した収穫物を、個別の農家が「こだわり商品」として相対取引など独自の販路で販売し、市場価格より高値で販売することは可能である。また、環境保全型栽培トマトでは慣行栽培より10%程度高く市場販売できる可能性が示唆されており¹⁵⁾、天敵農薬を使用することで農家慣行に比べて収益性が高まることが予想される。ただし、IPM体系と農家慣行の収穫物に価格差が生じる原因は、その希少性にある。天敵農薬を使用した収穫物の販売量が増加すれば希少性が失われ、価格差が縮小、最終的には等価販売になると考えられる。したがって、天敵農薬を導入する場合、長期的には農家慣行で栽培された生産物と等価で販売することを前提にする必要がある。

4.3. 天敵農薬の安全性と環境負荷

天敵農薬の使用目的として、使用者に対する安全性の向

表2 抑制ミニトマトにおけるIPM体系と農家慣行体系の防除経費比較¹⁴⁾

	IPM体系	農家慣行
天敵農薬 ^{a)}	2×3回	0回
殺虫剤散布回数	8回	28回
殺菌剤散布回数	5回	8回
合計	15回	36回
農薬費	79,331円	46,437円
労働費 (散布労働時間)	40,500円 27hr	100,500円 67hr
防除経費 ^{b)}	119,831円	146,937円

^{a)} 捕食性および捕食寄生性天敵を利用した天敵農薬の種類数と使用回数

^{b)} 農薬費と労働費の合計

表3 秋冬作メロンにおけるIPM体系と農家慣行の防除経費比較¹⁶⁾

	IPM体系	農家慣行
天敵農薬 ^{a)}	3×2回	0回
殺虫剤散布回数	2回	6回
殺菌剤散布回数	6回	7回
合計	8回	13回
農薬費	74,500円	35,400円
労働費 (散布労働時間)	18,000円 12hr	21,000円 14hr
防除経費 ^{b)}	92,500円	56,400円
定植株数 ^{c)}	2,000株	2,000株
収穫果率	95.7%	90.7%
秀優果率	90.8%	85.5%
平均単価/果	781円	797円
販売収入 ^{d)}	149,483千円	144,576千円

^{a)} 捕食性および捕食寄生性天敵を利用した天敵農薬の種類数と使用回数

^{b)} 防除経費は農薬費と労働費の合計

^{c)} 定植株数は10a当たりの平均定植株数

^{d)} 販売収入は(定植株数×収穫果数×平均単価)

上や環境負荷軽減効果があげられる。しかし、近年登録される化学合成農薬の多くは、人畜を含む標的外生物に対する毒性が低く、易分解性である¹⁷⁾。したがって、天敵農薬を使用することで、散布労働時間の縮減効果は期待できる

が、使用者の安全性が高まるとは考えにくい。一方、露地圃場で広域に化学合成農薬が使用された場合、選択性が高い易分解性の化学合成農薬であっても圃場および周辺環境に大きな負荷を与えることが懸念される。しかし、天敵農薬が使用される場面、すなわち施設内での使用を考えた場合、散布された化学合成農薬はガラスやビニル、防虫ネットなどの施設構造物に遮られ、ハウス外に飛散することは少ない。また、近年開発された農薬の大部分は易分解性であり¹⁷⁾、施設内や周辺環境への負荷が大きいとは考えにくい。

5. 普及に必要な技術

前述したように、新たな技術が農家へ導入されるためには、既存の技術と同等以上のメリットが必要である。しかし、天敵農薬の利用には、「使用方法や使用体系が複雑で効果が安定しない」、「農薬費が高い」という問題点があり、既存の技術に替えて導入するメリットは小さい。これらの問題点を解決するためには、「簡単に安定した効果が得られる技術」と「少量・少数回の放飼により低コストで効果が得られる技術」の開発が重要である。

簡単に安定した効果を得る方法として、放飼方法の改善がある。天敵農薬の放飼方法には大きく分けてドリブル法とまき餌法がある⁹⁾。ドリブル法は、圃場へ定期的に天敵を放飼する方法で、現在販売されている天敵農薬の大部分はこの方法で利用されている。これまで、ドリブル法を利用する場合、見取り法や黄色粘着板などを用いて害虫の発生をモニタリングし、放飼適期や放飼比率を決定する方法が一般的であった。しかし、近年ではモニタリングを省略した放飼方法、例えば、過去に蓄積された調査結果から害虫の発生時期と天敵の放飼時期を予測してスケジュール的に天敵を放飼する方法や薬剤によって害虫の発生を調節しながら天敵を放飼する方法が検討され、技術開発の主流となりつつある¹⁹⁾。

まき餌法は、天敵を放飼する前に対象害虫を圃場に導入し、放飼適期を人為的に作る方法で、モニタリングを必要としない放飼技術である。バンカー植物法はまき餌法の一つで、放飼圃場に天敵の餌となる対象害虫あるいは代替寄主が寄生した植物を持ち込み、天敵の定着と増殖を助ける方法である。バンカー植物法を利用した場合、モニタリングが不必要となる他、天敵がバンカー植物上の害虫や代替寄主を餌として増殖するため、少量・少数回放飼技術としても利用できる。現在、バンカー植物法は、コレマンアブラバチで実用化され、代替寄主であるムギクビレアブラムシ *Rhopalosiphum padi* Linne が寄生したムギも販売されている²⁰⁾。バンカー植物法は他の天敵および害虫にも応用が可能な技術であり、今後の技術開発が望まれる。

天敵農薬を普及するためには、放飼方法を改善するだけ

でなく、天敵利用に対応した防除体系を準備することも重要である。近年、化学合成農薬の天敵に対する直接殺虫効果や影響期間に関する情報が集積されるとともに、天敵農薬と併用できる選択性農薬の登録が増加し、天敵と化学合成農薬を組み合わせた防除体系の組み立てが可能となっている。しかし、新たな体系の組み立てには天敵と農薬に関する知識が要求されるため、農家が個々に体系を準備することは難しい。現在、研究機関や企業が、IPM マニュアルや天敵利用マニュアル等、天敵を利用する防除体系を作成し、農家に提供するようになりつつある^{5,7,21)}。これらのマニュアルは、「簡単に安定した効果が得られる天敵体系」を目標に天敵農薬の放飼時期や農薬の散布時期などを時系列で示したもので、農家の天敵利用を支援する重要な体系である。今後、再現性の向上や低コスト化を図るため、改善あるいは新たに開発される放飼方法等を組み込み、マニュアルの完成度を高めることが望まれる。また、現在のマニュアルは、主要な作物や作型を対象に作成されている。産地での普及に利用するためには、産地毎の病害虫の発生時期や種類に適したマニュアルを作成することが必要であり、今後の課題のひとつである。

おわりに

天敵農薬を利用した IPM 体系試験の多くは、化学合成農薬の削減率が目標とされ、専門的な知識を駆使し、積極的に生物農薬を取り入れることに主眼がおかれてきた。しかし、このような技術は農家への技術移転が困難であり、普及は難しい。また、IPM とは「あらゆる適切な防除技術を相互に矛盾しないように使用し、経済的被害を生じるレベル以下に害虫個体群を減少させ、かつ低いレベルに維持するための害虫個体群管理システム²²⁾」であり、環境負荷軽減を含む場合もある²³⁾。文章が示すように、IPM とは天敵を優先的に利用しようとするものではなく、防除手段として化学合成農薬も当然含まれる。天敵の効果が不十分であれば、他の技術が選択され、天敵を使用しない体系が組み立てられる場合も想定される。また、天敵農薬に冠される「安心・安全」あるいは「環境に優しい」というキャッチフレーズは消費者の視点を中心であり、今後の病害虫防除を考える上で重要な要素ではあるが、農業という経済活動を行う農家にとって二義的な問題と思える。

農家にとって、天敵農薬は防除手段の選択肢の一つにすぎない。天敵農薬のメニューを増やす、あるいは知識や技術を必要とする IPM 体系を構築するだけでは、天敵を普及できないのは、現状をみれば明らかである。天敵農薬は、簡便でリスクの低い天敵の使用技術や使用マニュアルが確立されて初めて、環境と調和した持続的な農産物生産を行うための資材として、農家に普及し、定着すると考える。

引用文献

- 1) 広瀬義躬：バイオ農薬・生物調整剤開発利用マニュアル，岡田齊夫，玉木佳男，本吉總男編，エルアイシー，pp. 130-142, 1987.
- 2) 古橋嘉一・西野 操：植物防疫 **38**, 258-262 (1984).
- 3) S. Moriya, K. Inoue, A. Otake, M. Shiga and M. Mabuchi: *Appl. Entomol. Zool.* **24**, 231-233 (1989).
- 4) 森 樊須，村上陽三：昆虫学最近の進歩，石井象二郎編，東京大学出版会，pp. 279-285, 1981.
- 5) 橋野洋二：今月の農業 **44** (1), 54-60 (2000).
- 6) 那波邦彦：農薬誌 **26**, 399-407 (2001).
- 7) 和田哲夫：今月の農業 **44** (1), 48-53 (2000).
- 8) 河合 章：野菜試報 **C. 9**, 69-135 (1986).
- 9) 矢野栄二：天敵—生態と利用技術—，養賢堂，p. 296, 2003.
- 10) 岡林俊宏：植物防疫 **57**, 530-534 (2003).
- 11) 岡林俊宏：今月の農業 **47** (2), 70-75 (2003).
- 12) 森 樊須：天敵農薬—チリカブリダニの生態と応用，日本植物防疫協会 pp. 52-57 (1993).
- 13) J. L. Shipp, K. I. Ward and T. J. Gillespie: *Entomol. Exp. Appl.* **78**, 31-38 (1996).
- 14) 杉山恵太郎：今月の農業 **48** (9), 63-67 (2004).
- 15) 岡本昌広，北島晶子，深山陽子，深澤智恵妙，吉田 誠，渡邊清二，奥村 一，浅田真一，小林正伸，小清水正美，阿久津四良，植草秀敏，北 宜裕，佐々木皓二：神奈川農研報 **142**, 17-35 (2001).
- 16) 行徳 裕：今月の農業 **48** (4), 87-91 (2004).
- 17) 行本峰子：植物防疫 **46**, 455-457 (1992).
- 18) 柏尾具俊：今月の農業 **48** (10), 15-20 (2004).
- 19) 長坂幸吉・大矢慎吾：植物防疫 **57**, 505-509 (2003).
- 20) IPM マニュアル編集委員会編：IPM マニュアル，(独) 農業・生物系特定産業技術研究機構中央農業研究センター，2004.
- 21) R. F. Smith and H. T. Reynolds: *Proc. FAO Symposium on Integrated Pest Control* **1**, 11-17 (1966).
- 22) 鈴木芳人：植物防疫 **54**, 217-221 (2000).

略 歴

行徳 裕

生年月日：1959年7月7日

最終学歴：1982年東京農工大学農学部卒業

職歴：1982年に熊本県就職。熊本県果樹試験場，熊本県農業研究センター果樹研究所，同農産園芸研究所を経て，2003年から同生産環境研究所に勤務

研究テーマ：害虫の生態解明および防除技術の開発

趣 味：写真撮影，野鳥観察