

アブラムシ類
対策のための **バンカー法**
技術マニュアル 2011年版



近畿中国四国農業研究センター 環境保全型野菜研究チーム

目次

1. バンカー法について.....	1
1) 技術の概要.....	1
2) 実用化されているバンカー法.....	2
2. ナス科果菜類栽培で問題となるアブラムシ類.....	4
3. バンカー法の利用.....	5
1) 技術の適用場面.....	5
2) 天敵、バンカー植物、代替餌について.....	5
3) バンカーの準備と設置.....	7
4) ショクガタマバエの定着の確認.....	10
5) バンカー法を使用するうえでの注意点.....	11
4. バンカー法の使用事例.....	12
1) 実証の方法.....	12
2) 万願寺とうがらし上の害虫アブラムシ類の発生を抑えることができたか.....	12
3) バンカー上で代替餌と天敵の数を維持できたか.....	12
4) 薬剤散布などの防除回数を減らすことができたか.....	13
5. 残された問題と今後の展望.....	14
1) バンカー法を利用できる時期について.....	14
2) 対象作物について.....	14
3) アブラムシ類以外の小型害虫に対するバンカー法について.....	15
6. 付録.....	16
1) ショクガタマバエの生活史.....	16
2) ショクガタマバエの寄主範囲.....	17
3) ショクガタマバエの幼虫、成虫に対する殺虫剤の影響.....	18
4) ショクガタマバエの幼虫、成虫に対する殺菌剤の影響.....	19
7. Q & A.....	20
8. 参考文献.....	22
9. 謝辞.....	23

1. バンカー法について

1) 技術の概要

安全・安心な農産物に対する消費者の関心が高まり、以前にも増して、化学農薬の使用削減が求められるようになりました。このような状況のなか、農薬に代わる害虫防除技術として、目合いの細かい防虫ネットや交信攪乱剤（フェロモン剤）の利用が進められています。しかし、これらの方法だけでは十分に害虫を防除できないのが現状です。とくに、アザミウマ類、アブラムシ類、ハダニ類などの小型害虫は、目合いの細かい防虫ネットでも侵入を防ぐことが困難です。

こうした小型害虫類に対する防除技術の一つとして、現在、天敵の利用が進められています。施設野菜栽培で問題となるアザミウマ類、アブラムシ類、コナジラミ類、ハダニ類、ハモグリバエ類などに対しては、それぞれに対応する天敵が販売され、主に接種的に利用されています。しかし、接種的利用では、天敵を有効に働かせるための放飼のタイミングの決定が難しいこと、害虫を防除すると天敵が分散あるいは餓死してしまうこと、天敵製剤が高価であり害虫発生の際に購入するのが困難であることが問題となっています。このような問題を解決するために開発されたのが『バンカー法』です。バンカー法とは、保護対象とする農作物以外の植物『バンカー植物』上に、農作物の害虫にはならず天敵の餌になる生物『代替餌（あるいは代替寄主）』を人為的に接種し、そこに天敵を放すことによって施設内で天敵個体群を維持し、長期にわたって害虫を予防的に防除する技術です（矢野、2004；大野、2009；長坂ら、2010）（図1）。天敵はバンカー植物上の代替餌を食べてハウス内に住み着き、常に害虫の発生に備える状態となります。

本マニュアルでは、ナス科果菜類の施設栽培で問題となるアブラムシ類への対策として、天敵としてショクガタマバエ、バンカー植物としてソルガム、代替餌としてヒエノアブラムシを利用したバンカー法の利用方法について説明します。

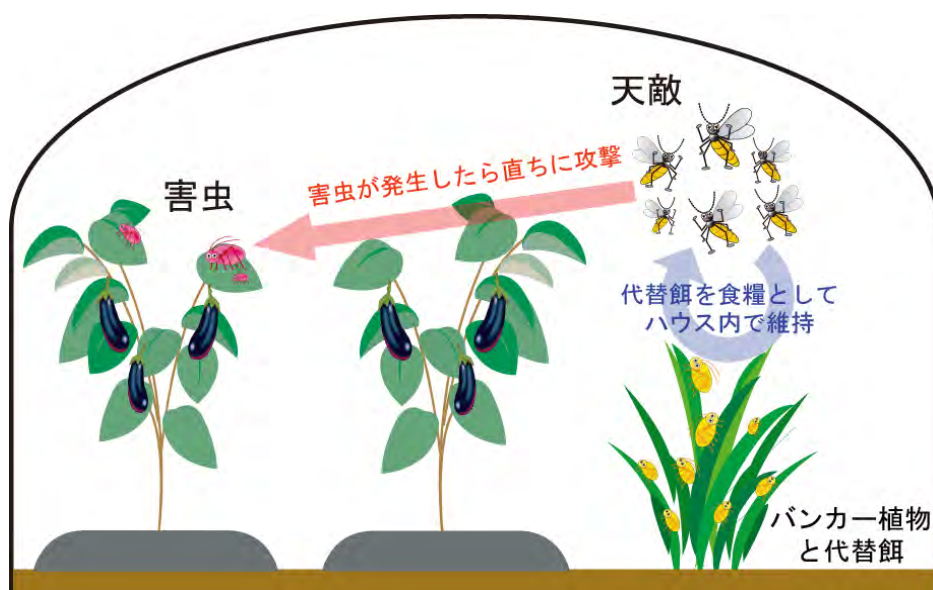


図1 バンカー法の概要

2) 実用化されているバンカー法

ナス科果菜類の促成栽培で問題となるアブラムシ類への対策として、天敵寄生蜂である『コレマンアブラバチ』を利用するバンカー法の実用化研究が試され、成功事例が蓄積されています（長坂ら、2010）。



図2 コレマンアブラバチを利用するバンカー法

コレマンアブラバチを利用するバンカー法では、バンカー植物としてムギ類、代替寄主としてムギクビレアブラムシを利用します（図2）。このバンカー法の利用方法については、近畿中国四国農業研究センターのホームページで配布されているマニュアルに詳細が解説されています（以下のURL参照）。

アブラムシ類対策としての「バンカー法」技術マニュアル（技術者用）

http://www.naro.affrc.go.jp/warc/original_contents/tech/category6/index.html

（2012年5月現在）

しかし、コレマンアブラバチを利用するバンカー法では、以下のような問題点があります。

- ①夏秋栽培などでは盛暑期にムギ類が十分に生育せず、効果が低下する恐れがある（Kim and Kim, 2004）
- ②春から秋にかけての温かい季節には、コレマンアブラバチの二次寄生蜂類が発生することがあり、防除効果が低下する恐れがある（佐藤ら、1998；Nagasaka et al., 2010）
- ③ナス科果菜類で問題となる4種のアブラムシ（ジャガイモヒゲナガアブラムシ、チューリップヒゲナガアブラムシ、モモアカアブラムシ、ワタアブラムシ）のう

ち、コレマンアブラバチが防除できるのは2種（モモアカアブラムシ、ワタアブラムシ）のみである（Takada, 2002）

このような問題点を解決するために開発されたのが、ショクガタマバエを利用するバンカー法（図3）です。本マニュアルではショクガタマバエの特徴やバンカー法の利用方法を解説します。

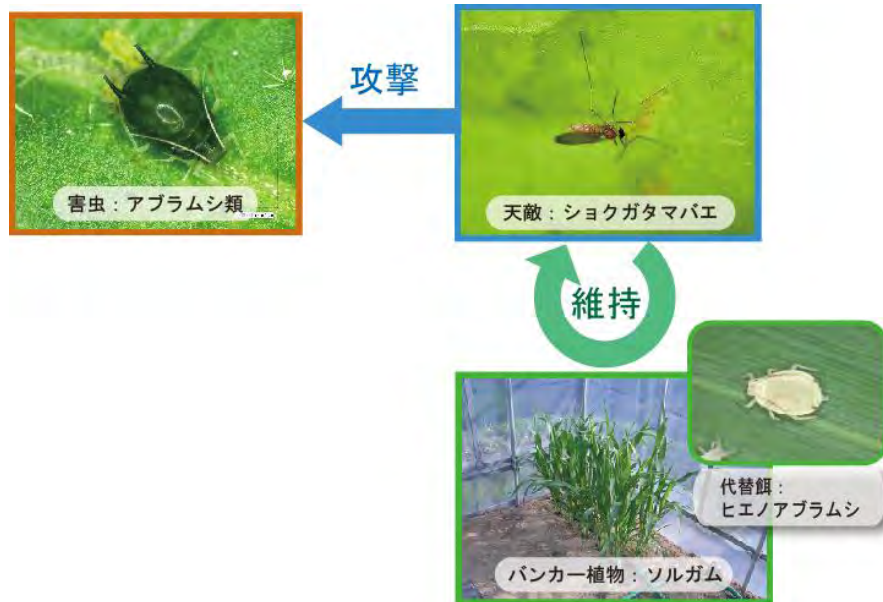


図3 ショクガタマバエを利用するバンカー法

害虫防除への天敵利用の機運が高まるとともに、様々な場面で、「バンカー」、「バンカー法」、「バンカー植物法」という言葉が使われるようになりましたが、それに伴い、これらの用語の意味合が非常に曖昧となっています。本マニュアルでは、長坂ら（2010）に準じて、施設栽培におけるバンカーシステムによる天敵放飼法あるいは害虫防除法を「バンカー法」と呼びます。また、バンカー法に利用する植物については、原則として、代替餌のついていない状態の植物を「バンカー植物」、天敵の有無に関わらず、代替餌が定着した状態の植物を「バンカー」と呼びます。

2. ナス科果菜類栽培で問題となるアブラムシ類

ナス科果菜類の施設栽培では、ジャガイモヒゲナガアブラムシ、チューリップヒゲナガアブラムシ、モモアカアブラムシ、ワタアブラムシの4種のアブラムシが問題となります(図4~7)。これらのアブラムシは種ごとに発生生態が異なりますが、化学農薬を使用する慣行の防除体系でとくに問題となりやすいのが、モモアカアブラムシとワタアブラムシです。これらのアブラムシは増殖能力が非常に高いうえ、化学農薬に対する抵抗性の発達が報告されており(例えば西東、1989)、化学農薬だけでは十分に防除できなくなり始めています。また、天敵としてコレマンアブラバチを利用し、アブラムシ類に対する薬剤散布回数が減少すると、ジャガイモヒゲナガアブラムシやチューリップヒゲナガアブラムシが顕在化します(長坂ら、2010)。前述のように、コレマンアブラバチはこれらのアブラムシを防除できませんので、防除に際しては、アブラムシの種類をしっかりと見極めることが重要です。アブラムシ類の見分け方に関しては、鳥倉(2008)などに詳細が書かれています。



図4 ジャガイモヒゲナガアブラムシ



図5 チューリップヒゲナガアブラムシ



図6 モモアカアブラムシ



図7 ワタアブラムシ

3. バンカー法の利用

1) 技術の適用場面

本マニュアルで紹介するバンカー法は、ナス科果菜類の夏秋施設栽培での利用を目的に開発したものです。バンカー植物であるソルガムの生育には高温の環境が必要であり、播種適期は日平均気温が 16℃を上回る時期とされています（大泉ら、1967）。また、天敵であるショクガタマバエは休眠性を持っており、晩秋から初春かけては十分に活動しません。このような背景から、本技術の適用場面は農作物の栽培期間中、比較的長期にわたって高温の環境を経過する作型に限られます。

2) 天敵、バンカー植物、代替餌について

天敵「ショクガタマバエ」

ショクガタマバエ（図 8、9）は、ハエ目タマバエ科の昆虫です。幼虫が 80 種以上のアブラムシ類を捕食します（Harris, 1973; Yukawa et al., 1998）。ショクガタマバエの寄主範囲には多くの害虫種が含まれており（詳細は付録 2）参照）、ナス科果菜類で問題となる主要なアブラムシ類（ジャガイモヒゲナガアブラムシ、チューリップヒゲナガアブラムシ、モモアカアブラムシ、ワタアブラムシ）をすべて捕食することができます。成虫は、アブラムシを捕食せず、花蜜などを食べていると考えられています。成虫、幼虫（終齢）ともに、体長は 2~3mm です。ショクガタマバエの生活史の詳細については、付録 1）をご参照下さい。



図 8 ショクガタマバエの成虫



図 9 ショクガタマバエの幼虫

本マニュアルでは、ショクガタマバエの日本在来系統を利用した研究成果をもとに、バンカー法の利用方法を解説しています。しかし、2011年3月現在、日本在来系統は市販されていません。日本では海外系統のショクガタマバエが商品名「アフィデント」として、アリストライフサイエンス(株)から販売されています。高知県ではこの製品を利用したバンカー法の成功事例も報告されており（長坂ら、2010）、本マニュアルの活用にあたっては、アフィデントを利用できると考えられます。

バンカー植物「ソルガム」

ソルガムはイネ科の夏作物であり、いくつかのタイプがあり、その一つにソルゴー型ソルガムがあります。本技術ではソルゴー型（主に飼料用として栽培される）を使用します。ソルガムは高温、乾燥に強いのが特徴ですが、生育には高温条件が必要であることから、春～秋にかけての栽培に適しており、わが国での標準的な播種期は5～6月とされています（魚住ら、2000）。

ソルガムの品種には様々な種類がありますが、バンカー植物として利用する場合、生育しても草丈が1～1.5mの「三尺ソルゴー（図10、11）」のような品種が適しています。



図10 三尺ソルゴーの種子



図11 施設内で栽培中の三尺ソルゴー

代替餌「ヒエノアブラムシ」

ヒエノアブラムシ（図12、13）は、カメムシ目アブラムシ科に属し、主にサトウキビやトウモロコシなどを寄主とするため、これらの農作物栽培では、害虫となります。



図12 ヒエノアブラムシの成虫



図13 ソルガムの葉上のヒエノアブラムシのコロニー

ソルガムを寄主とした場合のヒエノアブラムシの増殖力は非常に高く（表1）、とくに高温時の増殖力は、重要害虫であるワタアブラムシやモモアカアブラムシと同等か、それ以上となります（詳細は安部ら、2011b）。

ヒエノアブラムシは2011年3月現在、販売されていません。しかし、本種は熱帯、亜熱帯を中心に温帯地方まで広く分布し（Moritsu et al., 1971；瀬戸口、1980）、西日本ではソルガムの害

虫として知られていることから(森津、1983)、わが国に広く分布していると考えられます。そのため、バンカー法への利用にあたっては、ヒエノアブラムシの土着個体群を採集、維持することが可能です。屋外でソルガムを栽培すると、ヒエノアブラムシが発生することがありますので、これを採集し、別途栽培したソルガムの苗に移すことで維持可能です。ヒエノアブラムシの採集・維持方法の詳細は、近畿中国四国農業研究センターのホームページ (p. 21 参照) より、お問い合わせ下さいれば、担当者がご説明します。

表1 オオムギ、ソルガム上での4種のアブラムシの内的自然増加率

植物	アブラムシ*	温度(°C)			
		15°C	20°C	25°C	30°C
オオムギ	トウモロコシ	0.17	0.26	0.39	0.41
	ムギクビレ	0.18	0.24	0.33	0.34
	ムギミドリ	0.15	0.26	0.24	0.47
ソルガム	トウモロコシ	0.16	0.24	0.29	0.35
	ヒエノ	0.19	0.28	0.39	0.45
	ムギクビレ	0.16	0.20	0.23	0.33
	ムギミドリ	0.15	0.23	0.30	0.40

*トウモロコシ：トウモロコシアブラムシ、ムギクビレ：ムギクビレアブラムシ、ムギミドリ：ムギミドリアブラムシ、ヒエノ：ヒエノアブラムシ
注) ヒエノアブラムシはオオムギには寄生しません

3) バンカーの準備と設置

ソルガムの生育、ヒエノアブラムシの発育と増殖、シヨクガタマバエの発育および増殖、捕食量などは温度や日長によって大きく左右されます。そのため、バンカー法の準備時期や設置時期は、気候や農作物の作型によって大きく異なります。ソルガムの播種適期は日平均気温が16°Cを上回る時期であること(大泉ら、1967)、シヨクガタマバエの活動適温が15~30°Cであることから(根本、2004)、日平均気温が15°Cとなる時期を基準にして、バンカー法の導入の準備をします。ここでは近畿中国四国農業研究センターが実施した試験(詳細は4章を参照)の結果をもとに、京都府北部の2aのハウス(無加温栽培)を想定した場合のバンカー法導入の準備および設置について説明します。

ソルガムの準備

ソルガムを育てる場所は、ハウス内の空いているスペースで構いません。ヒエノアブラムシとシヨクガタマバエを長期にわたって維持するためには、バンカー植物(ソルガム)を更新していく必要がありますので、ハウス内の4箇所(仮にバンカーNo. A、B、C、Dとします)でソルガムを栽培できるようにしておきます(ここでは仮にバンカーNo. A、B、C、Dとします)。それぞれのバンカーの間には少なくとも1m以上の間隔をとります。ソルガムは1株5本とし、1箇所あたり6株(計30本)を栽培します。時期を20~30日ずらして、それぞれの場所に播種または苗を定植していきます(図14)。播種の場合は15cm間隔で5粒ずつ播種、移植の場合は小型のポリポットなどでポットあたり1株(5本)を育苗し、15cm間隔で定植します。1列にして栽培する場合、30×140cm程度の面積が必要になります。

無加温ハウスの二重被覆などを行ってトマト、ナスなどを春先、早めに定植する作型では、その時期の施設内気温はまだ低く、ソルガムを直播したのでは生育が確保できない場合がありますので、その場合は加温のできる育苗ハウスでソルガムを草丈 20~30cm (3~4 葉) になるまで育苗してから本圃へ定植します。京都府北部の無加温ハウスでは、5 月以降は日平均気温が安定して 15°Cを上回ります (2010 年の調査)。

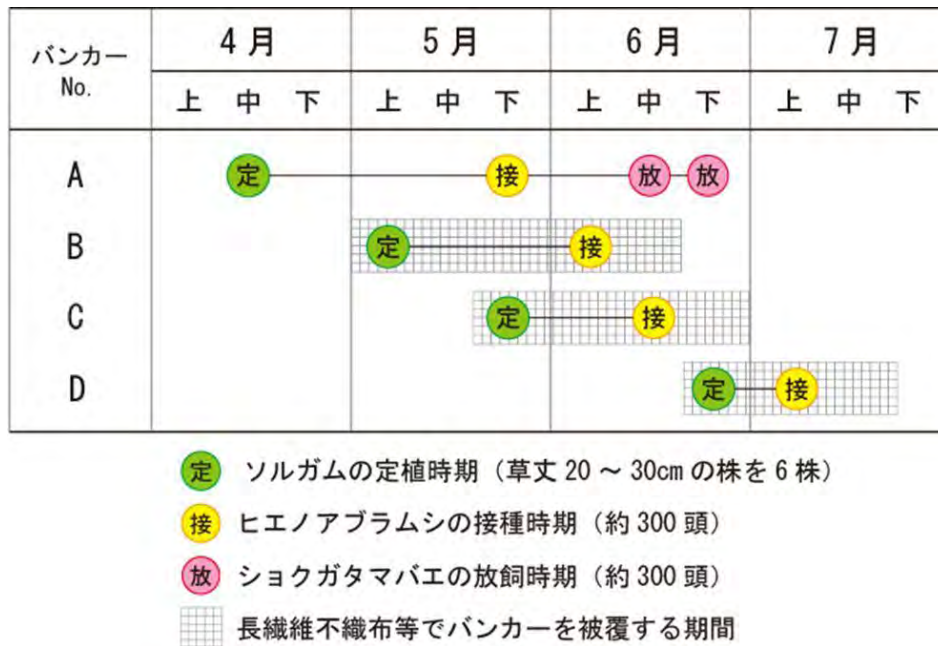


図 14 京都府北部の無加温ハウス (2a) を対象とした場合のバンカーの設置スケジュール

農作物の定植時に粒剤タイプの殺虫剤を使用する場合は、粒剤の効果が切れる頃にショクガタマバエを放飼しますので、その時期にソルガムが草丈 60cm 以上でしっかり活着している状態にしておきます。粒剤の効果持続期間は剤の種類によって異なり、例えばイミダクロプリド粒剤 (商品名: アドマイヤー 1 粒剤) では 1~2 ヶ月とされていますが、圃場の土壌条件や気温、害虫の薬剤感受性によって変化します (上室ら、2008)。通常は、メイン作物の定植と同時か、定植後 2 週間以内にソルガムを定植するのが適切と考えています。施設内の気温が十分に高い場合は、メイン作物の定植の 2~3 週間前にソルガムを直播することも可能ですが、ハウス内の準備が整っていない場合や気温が不安定な場合は、育苗したものを定植するほうが確実です。



図 15 ハウス内に定植されたソルガム

ショクガタマバエの幼虫は、植物上でアブラムシ類を捕食して成熟すると、地面に落下し、地中に潜って蛹になります。そのため、バンカーの周囲 30cm

程度は、マルチなどを敷設せず、地面を露出させておけば、シヨクガタマバエの幼虫が蛹になることができます（図 15）。雑草対策が必要ならば土表面に雑草種子の含まれていない購入培土やピートモスなどを敷き詰めておくのもよいでしょう。バンカーの周囲に土が露出していない場合、シヨクガタマバエが蛹になることができず、次世代が羽化しなくなりますので、バンカーの効果が失われてしまいます。

ソルガムには頻繁に灌水する必要はありませんが、極度に乾燥してきたら灌水が必要です。灌水チューブを枝分かれさせるなどの対策を講じておいてください。

ヒエノアブラムシの接種

最初に播種（定植）したソルガムの草丈が 60～70cm（6～7 葉）になったら、ヒエノアブラムシを 300 頭程度、接種します。接種のしかたは、あらかじめヒエノアブラムシを寄生させたポット植えのソルガムの幼苗を準備しておき、葉を切って対象とするソルガムの上に置くだけです（図 16）。その後、他のバンカー箇所のソルガムが草丈 60～70cm に生長したら、すでにヒエノアブラムシが寄生した最初のバンカーのソルガムから、シヨクガタマバエの食痕（p. 10、「シヨクガタマバエの定着の確認」参照）や幼虫が見あたらない葉を切り取り、200～300 頭を順次、他のソルガムの葉上に置いていきます（図 16）。2 箇所目以降のバンカーにヒエノアブラムシを接種した直



図 16 ヒエノアブラムシの接種の様子



図 17 長繊維不織布で被覆したソルガム

後は、他のバンカーで維持されているシヨクガタマバエがすぐに産卵できないようにするため、1～2 週間、長繊維不織布等（例えばパオパオ 90）でソルガムを被覆します（図 17）。

シヨクガタマバエの放飼

最初に播種したソルガムで、ヒエノアブラムシの密度が 200 頭／葉程度に増殖したら、シヨクガタマバエ 300 頭を放飼します。

シヨクガタマバエの卵から成虫までの全生存期間（卵～成虫までの期間）は、21～22 日（21～24℃で飼育した場合）であり（安部ら、2008）、次世代が出現するまでに 3 週間程度を要します。そのため、1 回の放飼では、次世代が出現するまでにシヨクガタマバエが不在となる期間が生じ、防除効果が低下する恐れがあります。そこで、最初にシヨクガタマバエを放飼した 1 週間後、同

じバンカーにさらにシヨクガタマバエ 300 頭を放飼します。

市販のシヨクガタマバエ「アフィデント」を利用する場合は、ボトル 1 本あたりおよそ 1000 個の繭が含まれていますので、ボトルの中身を 3 分の 1 程度、別の容器（底の浅いカップなど）に移し、ソルガムの株元に設置します。

4) シヨクガタマバエの定着の確認

シヨクガタマバエの成虫は夜行性であり (Harris, 1973)、日没後に活発に活動しますので、成虫の活動を肉眼で確認するのは困難です。また、蛹期間は土中で過ごしますので、蛹を確認することもできません。

シヨクガタマバエの発育ステージのうち、肉眼で容易に観察できるのは終齢 (3 齢) 幼虫期のみです (図 18)。そのため、バンカーへのシヨクガタマバエの定着を確認する際は、シヨクガタマバエの終齢幼虫の形態を知っておく必要があります。



図 18 ソルガムの葉上のヒエノアブラムシとシヨクガタマバエの終齢幼虫

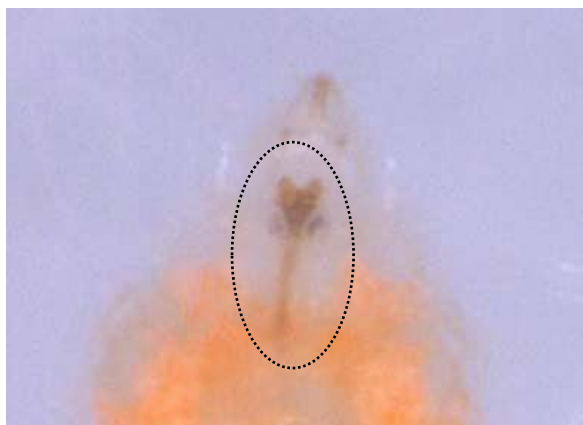


図 19 シヨクガタマバエの終齢幼虫の胸骨



図 20 シヨクガタマバエに捕食されたヒエノアブラムシ

シヨクガタマバエの終齢幼虫は図 9 の写真のような姿です。体長 2~3mm 程度で、鮮やかなオレンジ色ですが、食べるアブラムシの種類によって、多少、色が薄くなったり、濃くなったりすることがあります (Harris, 1973)。

シヨクガタマバエの終齢幼虫の胸部腹面には、胸骨 (図 19) と呼ばれるタマバエ特有の器官が存在します。胸骨の形はタマバエの種類によって様々ですが、シヨクガタマバエの胸骨は、先端が図 19 のようにハート型になっています。胸骨を肉眼で確認することはできませんが、実体顕微鏡下 (倍率 45 倍程度) であれば、容易に確認できます。

シヨクガタマバエの幼虫は、アブラムシを捕食する際、口吻を刺して毒液を注入し、アブラムシを麻痺させた後、体液を吸います (Harris, 1973)。捕食されたアブラムシは死にますが、体液を吸われた後も植物上に残されたままになります。シヨクガタマバエに捕食された後、少なくと

も1週間が経過すると、アブラムシは黒色になります(図20)。シヨクガタマバエの幼虫を発見できない場合でも、植物上にシヨクガタマバエに捕食されたアブラムシの残骸が残っていれば、シヨクガタマバエが発生していると考えられます。

5) バンカー法を使用するうえでの注意点

ハウスの管理について

バンカー法は、施設栽培の閉鎖空間で効果を発揮します。ハウス栽培ではとくに、側面や入り口などの開口部に隙間のないように防虫ネット(0.8~1mm程度の目合い)を展張しておく必要があります。開口部に隙間があると、シヨクガタマバエが逃げ出す原因になるばかりか、様々な害虫や予定外の天敵が侵入する原因となり、バンカー法の効果が低下してしまうことがあります。

化学農薬の併用

バンカー法が効果を発揮すればアブラムシ類の発生を抑制できますが、そのほかの病害虫が発生した場合は、やむを得ず、農薬を散布することがあります。また、バンカー法の効果が不十分な場合や、バンカーにシヨクガタマバエが定着する以前に害虫アブラムシが発生した場合は、農薬を散布する必要があります。農薬の種類によってシヨクガタマバエに与える影響が異なりますので、バンカー法を維持するためには、なるべく影響の少ない農薬を散布することが重要です。シヨクガタマバエに対する農薬の影響に関しては、付録3)、4)に記していますので、ご参照下さい。

シヨクガタマバエに影響の少ない農薬であっても、散布する際は、バンカーへの影響を極力軽減するため、散布前にバンカーにシートや新聞紙などを被せておいてください。バンカー上のヒエノアブラムシやシヨクガタマバエを保護することができます。

アリの発生について

ソルガム上でアリが大量に発生すると、ヒエノアブラムシやシヨクガタマバエの定着が悪くなる恐れがあります。このような場合は、いったん、ソルガムを抜いて、アリがいなくなってから、再度、定植する必要があります。

4. バンカー法の使用事例

万願寺とうがらしの夏秋栽培ハウスにおけるバンカー法の効果の実証

1) 実証の方法

京都府舞鶴市の生産者の協力を得て、本マニュアルで紹介したバンカー法（バンカー植物一代替餌－天敵の組み合わせとして、ソルガム－ヒエノアブラムシ－シヨクガタマバエを利用するバンカー法；以下ではソルガムバンカー法と呼びます）の効果を万願寺とうがらし夏秋栽培で検証しました。比較対照としたのは、促成栽培で成功例の多い従来のバンカー法です。これはムギ類－ムギクビレアブラムシ－コレマンアブラバチを利用するバンカー法で、以下ではムギバンカー法と呼びます。

2) 万願寺とうがらし上の害虫アブラムシ類の発生を抑えることができたか

ムギバンカー法を導入したハウスでは、6月、8月、10月にアブラムシが発生し、ピメトロジン剤の散布やアブラムシに寄生された枝葉の除去作業が必要となりました（図 21a）。これに対し、ソルガムバンカー法を導入したハウスは、バンカー法の導入前に一度、アブラムシが発生したものの、導入後は、防除対策が必要のないレベルに抑制されました（図 21b）。

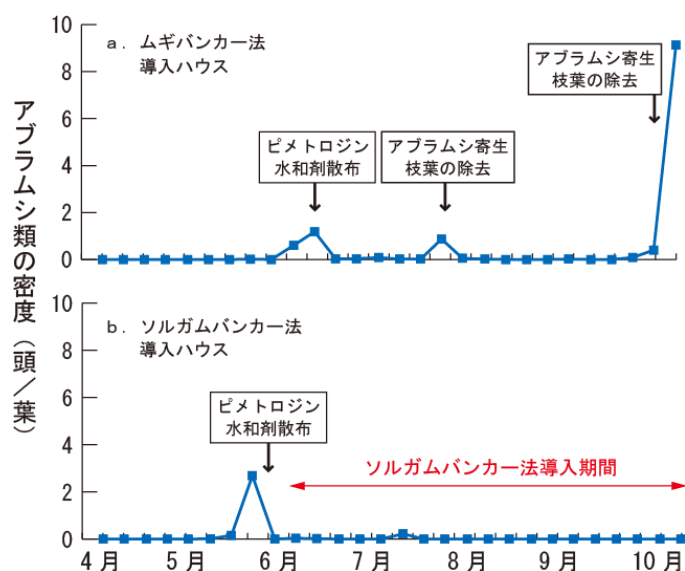


図 21 万願寺とうがらし上における害虫アブラムシ類の密度の推移

3) バンカー上で代替餌と天敵の数を維持できたか

ソルガムバンカー上のヒエノアブラムシの数は、5月下旬から万願寺とうがらしの栽培が終了する10月下旬まで維持され、ピーク時には全バンカー上のヒエノアブラムシの個体数の合計が50万頭近くになりました（図 22）。ソルガムバンカー上では飛び込みの寄生蜂類やテントウムシ類の発生も見られました。

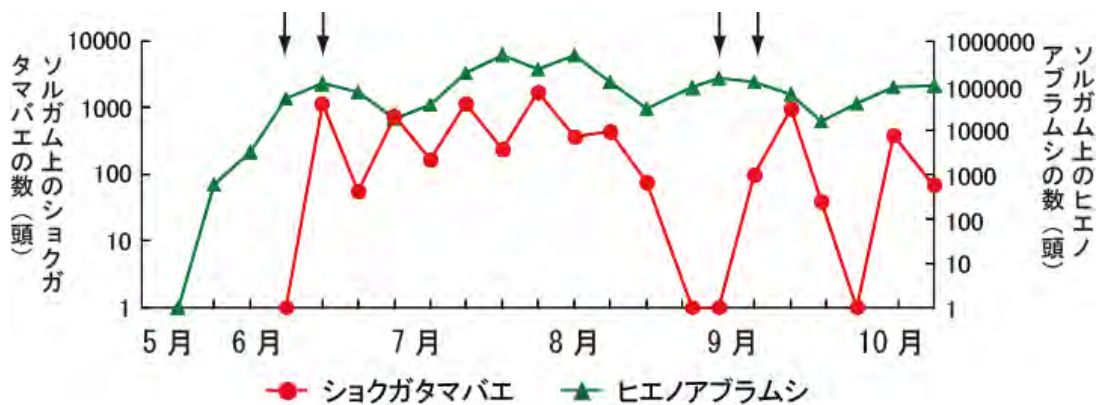


図 22 ソルガムバンカー上におけるヒエノアブラムシとショックガタマバエの個体数の推移
 注) 矢印はショックガタマバエを放飼したことを示す。

放飼したショックガタマバエは、6月上旬の放飼後、9月上旬までバンカー上で確認されました。しかし、9月上旬にヒエノアブラムシの個体数が減少し、ショックガタマバエの幼虫が確認されなくなりましたので再放飼を行ったところ、10月下旬まで維持されました（図 22）。すなわち、6月上旬から10月下旬までの夏秋栽培の期間中に、ショックガタマバエを4回放飼（春期：300頭×2回、秋期：100頭×2回）することでショックガタマバエがハウスに住み着いている状態を保つことができそうです。

4) 薬剤散布などの防除回数を減らすことができたか

ムギバンカー法のハウスでは、コレマンアブラバチが上手く定着せず、その効果はきわめて限定的なものでした。そのため、試験した2つのハウスで、アブラムシ防除対策が必要な状態であると判断された株が、計22回の調査のうち4回ずつ確認され、薬剤散布や枝葉の除去作業といった防除対策がそれぞれのハウスで3回ずつ実行されました（表 2）。これに対し、ソルガムバンカー法のハウスでは、0回に抑制されました。

これらの結果から、この事例ではソルガムバンカー法の効果により、アブラムシの発生を抑制できたと考えられました。実証例の詳細に関しては、安部ら（2011a）に記しておりますので参照ください。

表 2 アブラムシ防除を要する株が確認された調査回数と天敵利用以外の防除対策の実行回数

	要防除株が確認された調査回数		天敵利用以外のアブラムシ防除対策の実行回数	
	生産者A	生産者B	生産者A	生産者B
ソルガムバンカー区	0	0	0	0
ムギバンカー区	4	4	3	3

5. 残された問題と今後の展望

1) バンカー法を利用できる時期について

本マニュアルで紹介したバンカー法は、ハウス内の日平均気温が 15℃を上回る時期に効果を発揮しますが、15℃以下の環境では、十分な効果を得られません。このような時期には、バンカー植物-代替餌-天敵の組み合わせとして、ムギ類-ムギクビレアブラムシ-コレマンアブラバチを利用する従来のバンカー法が適しています。夏秋栽培において全作期を通してアブラムシ類を防除する場合、15℃を下回る時期にはコレマンアブラバチを利用するバンカー法を、15℃以上になる時期にはソルガム-ヒエノアブラムシ-ショクガタマバエを利用するバンカー法を使うことで、京都府北部ではナス科果菜類の全作期を通してアブラムシ類の発生および増殖を抑制できると考えられます (図 23)。



図 23 京都府北部での夏秋施設栽培(無加温)を想定した場合の
アブラムシ類の防除スケジュール

本マニュアルでは、夏秋栽培を想定し、ショクガタマバエを利用したバンカー法を紹介しましたが、今後、コレマンアブラバチを利用する従来のバンカー法と組み合わせた、より効果的な方策を検討する必要があります。

2) 対象作物について

本マニュアルでは、ナス科果菜類を対象にした研究成果をもとに、ショクガタマバエを利用するバンカー法の利用方法について説明しました。しかし、ナス科果菜類で問題となるアブラムシ類のうち、とくにモモアカアブラムシ、ワタアブラムシは、他の作目でも問題となる重要害虫です。また、ショクガタマバエの寄主範囲には、マメ科野菜類で問題となるエンドウヒゲナガアブラムシやマメアブラムシ、アブラナ科葉菜類で問題となるダイコンアブラムシやニセダイコンアブラムシなど種々の害虫種が含まれています (付録 2 参照)。そのため、ナス科果菜類以外の夏秋施設栽培でも、本マニュアルで紹介したバンカー法を応用できると考えられます。バンカー法を利用する場合は、ショクガタマバエの産卵選好性が防除効果に影響する可能性があります。すなわち、防除対象とするアブラムシ種に比べ、代替餌とするアブラムシ種への選好性が強すぎる場合は、防除効果が低下する恐れがありますので (Frank, 2010)、これらの点も含めてバンカー

法の利用技術を検討していく必要があります。また、バンカー法に限らず、天敵による害虫防除の効果は気候や作目、作型、生産者の状況によって異なります。そのため、本マニュアルで示した基本的な知見をもとに、状況に合わせてバンカー法の利用方法を発展させることが重要です。

3) アブラムシ類以外の小型害虫に対するバンカー法について

ナス科果菜類の施設栽培では、アブラムシ類に限らず、アザミウマ類、ハダニ類などの小型害虫も問題となります。これらの小型害虫に対するバンカー法は開発途上にありますので、現状では、こうした害虫に対しては、天敵の接種的放飼や薬剤散布で対応せざるを得ません。現在、高知県農業技術センターなどがアザミウマ類に対するバンカー法を、京都府農林水産技術センターなどがハダニ類に対するバンカー法を開発中であり、今後の実用化が期待されます。これらのバンカー法とアブラムシ類対策のバンカー法を組み合わせることで、より安定した総合的害虫管理の体系を確立できると考えています。しかし同時に、天敵間の相互作用（ギルド間捕食など）も研究していく必要があります。

6. 付録

1) ショクガタマバエの生活史

卵 (図 24)

ショクガタマバエの卵は、楕円形で透明がかったオレンジ色をしています。長径およそ0.3mm、短径およそ0.1mmと非常に小さく、肉眼で確認することはできません。通常、アブラムシのコロニー内やコロニーの側に産卵されますが、稀にアブラムシの虫体上にも産卵されることがあります。



図 24 ショクガタマバエの卵

幼虫 (図 25)

ショクガタマバエの幼虫は、卵と同様、透明がかったオレンジ色をしています。幼虫の齢期は3齢まであり、3齢で終齢となります。孵化直後の幼虫の大きさは、卵とほぼ同じですが、3齢になると2~3mmとなり、肉眼でも容易に確認できるようになります。



図 25 ショクガタマバエの幼虫 (終齢)

蛹 (図 26)

ショクガタマバエの幼虫は、アブラムシを捕食して成熟すると植物上から地面へ落下します。落下した幼虫は地表から1~3cm程度の深さに潜り、繭を紡いで、その中で蛹になります。そのため、通常は、蛹を観察することはできません。



図 26 ショクガタマバエの蛹

成虫 (図 27)

ショクガタマバエの成虫は、蚊に似た形をしています。幼虫はアブラムシを捕食しますが、成虫は捕食せず、主に花蜜や結露などを摂食します。成虫は夜行性で、羽化は日没直後に始まり、夜中までにピークを迎えます。成虫は羽化後、ただちに交尾、産卵し、雌成虫は、羽化後数日でほとんどの卵を産み終えます。



図 27 ショクガタマバエの成虫

2) ショクガタマバエの寄主範囲

ショクガタマバエの寄主として記録されているアブラムシ類 (Harris, 1973; Yukawa et al., 1998) のうち、農作物の害虫である種を抜粋

アブラムシ名	学名	加害農作物
イチゴケナガアブラムシ	<i>Chaetosiphon fragaefolii</i>	イチゴ
エンドウヒゲナガアブラムシ	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	エンドウ等マメ科作物
キクヒメヒゲナガアブラムシ	<i>Macrosiphoniella sanborni</i>	キク、ヨモギ
ギンギシアブラムシ	<i>Aphis rumicis</i>	ダイズ等マメ科作物
ゴボウクギケアブラムシ	<i>Capitophorus elaeagni</i>	ゴボウ、アーティチョーク
ジャガイモヒゲナガアブラムシ	<i>Aulacorthum solani</i>	様々な作物
ソラマメヒゲナガアブラムシ	<i>Megoura crassicauda</i>	ソラマメ
ダイコンアブラムシ	<i>Brevicoryne brassicae</i>	ダイコン等アブラナ科作物
ダイズアブラムシ	<i>Aphis glycines</i>	ダイズ
チンシャミドリアブラムシ	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	レタス
チューリップヒゲナガアブラムシ	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	様々な作物
ニセダイコンアブラムシ	<i>Lipaphis erysimi</i>	アブラナ科作物
ネギアブラムシ	<i>Neotoxoptera formosana</i>	ネギ類
ハゼアブラムシ	<i>Toxoptera odinae</i>	ウド、サンショウ、タラノキ
ハナウドチビクダアブラムシ	<i>Semiaphis heraclei</i>	セルリー、ニンジン等セリ科作物
マメアブラムシ	<i>Aphis craccivora</i>	マメ科作物
マメクロアブラムシ	<i>Aphis fabae</i>	セルリー、ソラマメ、ハウレンソウ
モモアカアブラムシ	<i>Myzus persicae</i>	様々な作物
ユキヤナギアブラムシ	<i>Aphis spiraeicola</i>	キク、ミツバ、モロヘイヤ
ワタアブラムシ	<i>Aphis gossypii</i>	様々な作物

3) ショクガタマバエの幼虫、成虫に対する殺虫剤の影響

日本植物防疫協会（2006）より、ショクガタマバエに対する効果が明らかになっている農薬のみを抜粋

商品名	影響			商品名	影響		
	幼虫	成虫	残効期間		幼虫	成虫	残効期間
アクテリック	—	×	—	バイスロイド	×	×	84
アグロスリン	×	×	84	B T剤	◎	◎	0
アディオン	×	×	84	ビニフェート	×	×	84
アドマイヤー	×	×	—	ピリマー	◎	×	7
アドマイヤー（粒）	◎	◎	0	ペイオフ	—	◎	—
アプロード	△	△	7	マシン油	—	◎	—
アシルメート	○	—	—	マッチ	—	△	—
エイカロール	◎	◎	0	マトリック	—	◎	—
オサダン	—	◎	—	マラソン	△	△	14
オマイト	○	◎	—	マリックス	△	×	—
オルトラン（水）	—	×	28	マイクロデナボン	△	×	—
ガードサイド	—	×	—	ラービン	×	×	—
カーラ	—	◎	—	ランネート	×	×	84
ケルセン	◎	×	—	硫酸ニコチン	—	×	7
ジプロム	—	×	7	ルビトックス	○	—	—
ジメトエート	△	○	—	レルダン	—	×	—
除虫菊乳剤	—	×	14	ロディー（乳）	×	×	84
スプラサイド	—	△	—				
スミサイジン混剤	×	×	84				
ダーズバン	—	×	—				
ダイアジノン（乳・水）	×	×	56				
チェス	◎	◎	0				
DDVP（乳）	—	×	7				
テデオン	—	◎	—				
デミリン	◎	◎	0				
テルスター（水）	×	×	84				
トリガード	—	◎	0				
粘着くん	—	—	0				

注) ◎：死亡率0～25%、○：死亡率25～50%、△：死亡率50～75%、×：死亡率75～100%（野外・半野外試験）

◎：死亡率0～30%、○：死亡率30～80%、△：死亡率80～99%、×：死亡率99～100%（室内試験）

—：影響は不明の意。残効期間の数値は、ショクガタマバエに対してその農薬の影響がなくなるまでの日数

4) ショクガタマバエの幼虫、成虫に対する殺菌剤の影響

日本植物防疫協会（2006）より、ショクガタマバエに対する効果が明らかになっている農薬のみを抜粋

商品名	影響		
	幼虫	成虫	残効期間
アンビル	◎	◎	0
イオウフロアブル	○	○	—
オーソサイド	◎	◎	0
サプロール	◎	○	—
スミレックス	○	○	—
ダイセン	—	◎	—
ダコニール	◎	◎	0
チウラム	○	◎	—
チルト	◎	×	—
銅剤	—	◎	—
トリフミン	◎	◎	0
バイコラル	◎	—	—
バスポート	◎	◎	0
ベンレート	◎	◎	0
マンネブダイセンM	◎	△	—
モレスタン	△	△	—
ユーパレン	◎	◎	—
ロブラール	◎	◎	0

注) ◎：死亡率0～25%、○：死亡率25～50%、△：死亡率50～75%、×：死亡率75～100%（野外・半野外試験）

◎：死亡率0～30%、○：死亡率30～80%、△：死亡率80～99%、×：死亡率99～100%（室内試験）

—：影響は不明の意。残効期間の数値は、ショクガタマバエに対してその農薬の影響がなくなるまでの日数

7. Q & A

Q. ソルガムバンカー法は露地栽培でも使えますか？

A. いいえ。バンカー法は施設栽培を対象に開発された技術です。露地栽培で利用すると、バンカー上で様々な天敵が発生し、代替餌（寄主）であるヒエノアブラムシがすぐに絶滅してしまう恐れがあります。また、天敵を放飼してもすぐに分散してしまい、バンカー上に定着しにくくなると考えられます。

Q. ソルガムバンカー法は、ナス科果菜類以外の農作物でも使えますか？

A. はい。本マニュアルではナス科果菜類を対象として技術を紹介しましたが、本マニュアルを応用することで、ナス科果菜類以外の農作物でもバンカー法を利用することは可能です。ただし、バンカー法の導入時期はショクガタマバエの活動に適した時期（平均気温 15℃以上）である必要があります。また、防除対象は、ショクガタマバエの寄主として記録されているアブラムシ種（p.17、付録2）参照）に限られます。

Q. コレマンアブラバチとショクガタマバエを併用することはできますか？

A. はい。コレマンアブラバチとショクガタマバエを併用し、害虫アブラムシを防除した事例が報告されています（Bennison and Corless, 1993）。また、ナス科果菜類の促成栽培においてバンカー法でコレマンアブラバチを利用する場合は、温暖な季節に二次寄生蜂類の発生が問題となりますが、ショクガタマバエを併用することで全栽培期間を通して害虫アブラムシ類の防除に成功した事例が報告されています（Nagasaka et al., 2010）。そのため、二次寄生蜂類が発生する時期にショクガタマバエを利用する方策が検討され始めています（長坂ら、2010）

Q. バンカー植物(ソルガム)の生育には液肥などの施肥が必要ですか？

A. いいえ。ソルガムには通常の灌水だけで十分です。ただし、ソルガムの草丈が高くなった際に水を与えすぎると倒れやすくなる場合がありますので、状況を見て適度に灌水する必要があります。

Q. ショクガタマバエは、野外にもいますか？

A. はい。ショクガタマバエは、少なくとも北海道から鹿児島県までの日本各地に広く分布しています（Yukawa et al., 1998）。雑草や家庭菜園の作物上でアブラムシが発生した際、ショクガタマバエが発生することがあります。ただし、野外ではショクガタマバエと形の似た別種のタマバエ類（例えば、ハダニ類を捕食するハダニタマバエやサビ病菌の菌糸や胞子を摂食するサビタマバエ類）が、ショクガタマバエと同じ植物上に発生していることがあります。タマバエ類の正確な種名を知る必要がある場合は、近畿中国四国農業研究センターまでお問い合わせ下さい（お問い合わせ先については p. 21 参照）。

Q. ショクガタマバエに寄生する天敵はいますか？

A. はい。海外ではショクガタマバエに寄生する天敵寄生蜂が報告されています。しかし、日本からはまだ報告されていません。今後、さらに研究が進めば、寄生蜂の存在が明らかになるかもしれません。

Q. ヒエノアブラムシが施設から逃亡して害虫化することはありませんか？

A. 本マニュアルのなかで紹介した試験（「4. バンカー法の使用事例」参照）では、ヒエノアブラムシが施設から逃亡して害虫化することはありませんでした。しかし、ヒエノアブラムシはソルガムの重要害虫ですので、ハウスの近隣でソルガムを栽培している場合は、注意が必要です。

このほか、バンカー法の利用方法について、ご不明な点やご質問などがございましたら、近畿中国四国農業研究センターのホームページより、担当者へお問い合わせ下さい。

近畿中国四国農業研究センター
<http://www.naro.affrc.go.jp/warc/>
担当：安部順一郎

8. 参考文献

- 安部順一郎・菖蒲めぐみ・熊倉裕史・矢野栄二 (2008) 近中四農研報 7: 109-118.
- 安部順一郎・熊倉裕史・矢野栄二 (2011a) 関病虫研報 53: 37-46.
- 安部順一郎・光永貴之・熊倉裕史・矢野栄二 (2011b) 応動昆 55: 227-239.
- アリスタライフサイエンス (2010) 天敵殺虫剤アフィデント (シヨクガタマバエ剤).
http://www.agrofrontier.com/catalog/html/p_aphidend.html (2011年3月現在)
- Bennison, J. A. and S. P. Corless (1993) Bull. IOBC/WPRS 16: 5-8.
- Frank, S. D. (2010) Biol. Control 52: 8-16.
- Harris, K. M. (1973) Bull. Ent. Res. 63: 305-325.
- 上室剛・福田健・山口卓宏・牟田辰朗 (2008) 九病虫研会報 54: 64-68.
- Kim, Y. H. and J. H. Kim (2004) Proceedings of the California Conference on Biological Control IV: 124-126.
- Moritsu, M., O. Setokuchi and T. Tokumoto (1971) Bull. Fac. Agr. Yamaguchi Univ. 22: 209-214.
- 森津孫四郎 (1983) 日本原色アブラムシ図鑑. 全農協、東京、p. 414.
- Nagasaka, K., N. Takahasi and T. Okabayashi (2010) App. Entomol. Zool. 45: 541-550.
- 長坂幸吉・高橋尚之・岡林俊宏・安部順一郎・大矢慎吾 (2010) 中央農研報 15: 1-50.
- 根本久 (2004) シヨクガタマバエ. 天敵大事典 生態と利用 (上巻) (農文協編). 農文協、東京、p.93-99.
- 日本植物防疫協会 (2006) 生物農薬+フェロモンガイドブック 2006 (日本植物防疫協会編). 日本植物防疫協会、東京. 367pp.
- 西東力 (1989) 応動昆 33: 204-210.
- 大泉久一・犬山茂・井口武夫 (1967) 中国農試報 A14: 119-146.
- 大野和朗 (2009) 土着天敵保護による生物的防除. バイオロジカル・コントロール—害虫管理と天敵の生物学— (仲井まどか・大野和朗・田中利治編). 朝倉書店、東京、p.51-65.
- 佐藤佳郎・高田肇・片山順 (1998) 京都府立大報・人・農 50: 75-86.
- 瀬戸口脩 (1980) 鹿児島農試研報 8: 1-41.
- Takada, H. (2002) Appl. Entomol. Zool. 37: 237-249.
- 鳥倉英徳 (2008) 水稻・畑作物のアブラムシ類. アブラムシ類の見分け方. 日本植物防疫協会、東京、p.6-13.
- 魚住順・清水矩宏・黒川俊二 (2000) 日草誌 45: 367-373.
- 矢野栄二 (2003) 天敵、生態と利用技術. 養賢堂、東京、p.85-87.
- Yukawa, J., D. Yamaguchi, K. Mizota and O. Setokuchi (1998) Appl. Entomol. Zool. 33: 185-193.

9. 謝辞

本マニュアルは、農林水産省『新たな農林水産政策を推進するための実用技術開発事業；(2021)施設園芸害虫防除のための在来捕食性天敵バンカーの開発』の助成を受けて実施した研究の成果です。本マニュアル内で紹介しましたバンカー法の試験（4. バンカー法の使用事例）では、京都府舞鶴市の万願寺とうがらし生産者の皆様にご協力いただきました。また、試験に際しましては、京都丹の国農業協同組合の小村谷秀樹係長、京都府中丹東農業改良普及センターの澁谷貞之主査、曾根秀樹主任に大変お世話になりました。これらの方々に、心からお礼を申し上げます。

2011年3月31日
安部順一朗、熊倉裕史

