

特集：総合的病害虫管理技術の取り組み

中山間雨よけハウスでの コマツナ周年無農薬栽培における虫害軽減対策

中央農業総合研究センター ^{なが}長 ^{さか}坂 ^{こう}幸 ^{きち}吉
 近畿中国四国農業研究センター ^{あべ}安部 ^{じゅんいちろう}順一朗・^{おじま}尾島 ^{かずし}一史
 九州沖縄農業研究センター ^た田 ^{なか}中 ^{かず}和 ^お夫

はじめに

生産現場で具体的に総合的害虫管理技術 (an IPM program) を組み立てるためには、対象とする作物・作型で生産の安定と経営の向上が計れるよう、複数の防除手段を合理的に統合することを検討していく必要がある。その際、害虫は当然複数種を対象とすることになり、加えて、病害防除、雑草防除との整合性も求められる。さらには、栽培技術上の制約や経営的な制約も加わることとなる。

農薬の使用に制限のある条件での栽培 (例えば、有機農産物、特別栽培農産物等) についても、総合的病害虫管理 (IPM) の概念 (深谷・桐谷, 1973; 中筋, 1997) に基づいて害虫防除を考えていくことが肝要である。ただし、農薬使用に制限があるので、慣行栽培で農薬により抑えられていた潜在害虫が顕在化すると考えられる。したがって、もともと存在する害虫がどの要因によって抑えられているのか確認する必要があるだろう。

近畿中国四国農業研究センター野菜部 (現 綾部研究拠点) では、京都府北桑田郡美山町 (現 南丹市美山町) を現地実証試験地として、地域先導技術総合研究「中山間水田における害虫総合防除等による高品位野菜生産システムの確立」(農研機構交付金プロジェクト, 2001～05 年度) に取り組んだ。本課題では、様々な分野の研究者が協力して、減化学農薬、減化学肥料による野菜生産における問題点の把握と、それを解決するための技術を検討した。そして、小規模な生産者を組織化して町独自の認証制度を立ち上げ、それをもって消費者団体と結びつけ、販路を確保した (萩森ら, 2005; 尾島ら, 2006)。

本稿では、上記取り組みの中から、小規模な経営で毎

週一定量の無農薬栽培コマツナを契約出荷している農家の雨よけハウスを対象として、防除対象害虫の洗い出し、防草用シートによる発生源対策、塩化ビニールパイプを利用したトラップによる物理的防除、天敵バンカー法による生物的防除を試みた事例を紹介する。

I 問題の把握：中山間農業地域の無農薬 コマツナ生産圃場での害虫

1 圃場周辺環境で発生する害虫

対象地域で発生する害虫をモニターするために、プラランターにコマツナを植え、これを露地圃場 4 箇所に定期的に設置・回収して、害虫の種類と数を調査した。その結果、モンシロチョウ、コナガ、ヨトウガ等のチョウ目 (27%) や、ニセダイコンアブラムシ (*Lipaphis erysimi* (KALTENBACH)) を主とするアブラムシ類 (25%)、キスジノミハムシ (*Phyllotreta striolata* (FABRICIUS)), ダイコンサルハムシ (*Phaedon brassicae* BALY) 等のコウチュウ目 (21%)、ハモグリバエ類やカブラハバチ類などが多く見られた (図-1; 長坂ら, 2003)。

2 コマツナ圃場での害虫の発生

美山町内 2 箇所のコマツナ生産圃場 (K 圃場: 6 棟, 1.0～2.2 a, M 圃場: 4 棟, 各 2.5 a) では、無農薬栽培を 5 年以上継続し、2001 年度に有機 JAS 認証を取得した。これら計 10 棟の雨よけハウスでは、虫害軽減策として、1 mm 目合いの防虫ネットを用いたハウス側面開口部被覆 (K 圃場)、あるいは長繊維不織布によるべたがけ (K, M 両圃場) を実施していた。調査は、コマツナ 1 作につき 3 回程度、各畝 60～100 株について、害虫の種類と数、コマツナの本葉数、食害を受けた本葉数を記録した。

この雨よけハウスのコマツナでは、前述の露地プランターで多かったチョウ目害虫やハモグリバエ類、カブラハバチ類等の密度は、被覆資材の利用によって低く抑えられていた (図-1)。しかし、アブラムシ類は防ぐことができず、特にニセダイコンアブラムシが多かった。コウチュウ目ではキスジノミハムシやダイコンサルハムシ

An IPM Program for the Production of Cruciferous Green Vegetables throughout the Year with No Insecticide at Green Houses in a Hilly Area of Japan. By Koukichi NAGASAKA, Junichiro ABE, Kazushi OJIMA and Kazuo TANAKA

(キーワード：コマツナ, 無農薬栽培, ニセダイコンアブラムシ, キスジノミハムシ, ダイコンサルハムシ, ヤサイゾウムシ, 防除)

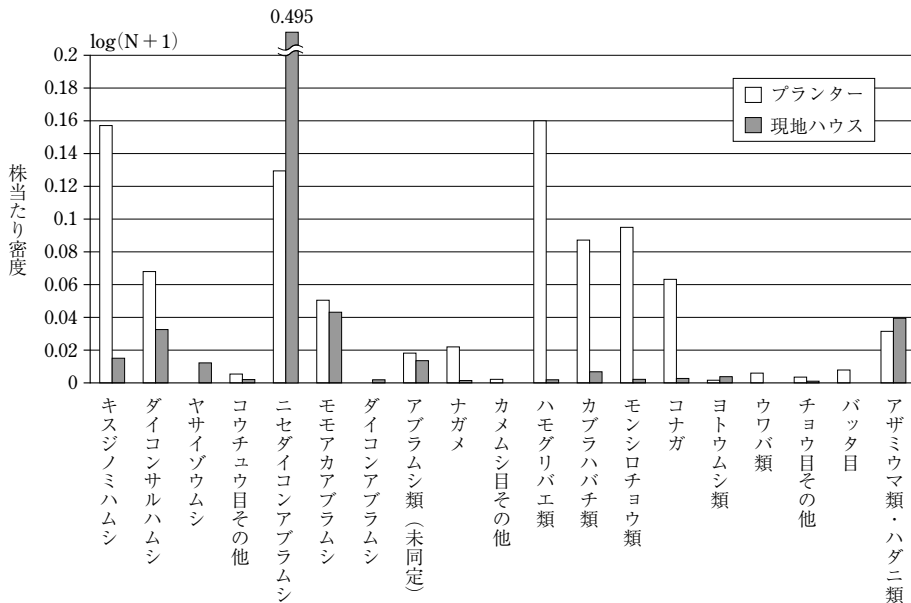


図-1 露地プランターとハウス内でのコマツナの害虫相 (2001年度)

美山町内4箇所の露地に設置したプランター植えコマツナの害虫 (無防除状態、冬期は除く) と、無農薬周年栽培圃場 (防虫ネットによる側窓被覆あるいは長繊維不織布のべたがけ) における各種害虫の株当たり密度の年平均値。

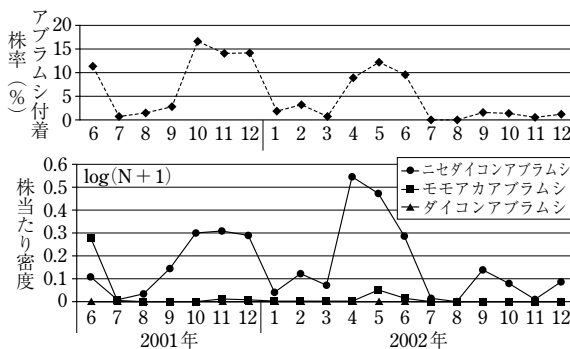


図-2 コマツナ圃場におけるアブラムシ類の発生消長と付着株率の推移
美山町内2圃場 (10棟のハウス) における月平均値。

が多く発生し、ヤサイゾウムシ (*Listroderes costirostris* SCHÖENHERR) も多く見られた。

これら主要な害虫の発生消長を見ると、アブラムシ類は春と秋に多く発生し、ピーク時には10%を超えるコマツナ株でアブラムシ類の寄生が見られた (図-2)。コウチュウ目は、キスジノミハムシが夏を中心に春から秋まで、ダイコンサルハムシが秋に、ヤサイゾウムシが冬に発生し、年間を通して害虫の発生は途切れることはなかった (図-3)。食害のある本葉の割合は50%を超える

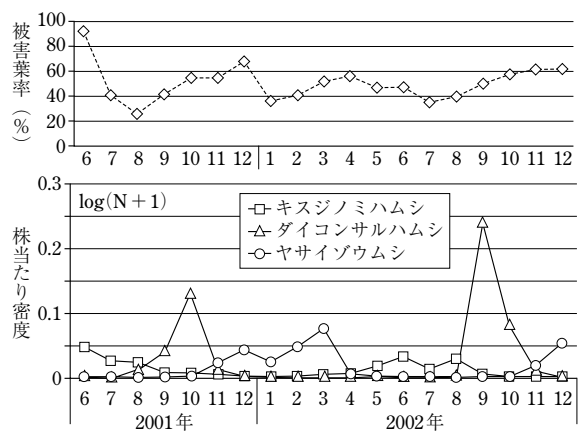


図-3 コマツナ圃場でのコウチュウ目3種の発生消長と被害率の推移
美山町内2圃場 (10棟のハウス) における調査での月平均値。

時期が多く、被害率はコウチュウ目3種の密度と有意な相関関係にあった。

以上のように、5年以上無農薬栽培を続けたこの事例では、一年中害虫の被害に悩まされ、生産が著しく不安定な状態になった。特に、アブラナ科葉菜類の慣行栽培では主要な防除対象とされてこなかったヤサイゾウムシやダイコンサルハムシ、ニセダイコンアブラムシによる

被害が目立った。

II 発生源対策：防草用シートによる害虫発生源の除去

圃場で害虫密度を抑制するためには、害虫の生活史を理解し、害虫を増加させない方策を講じる必要がある。例えば、①害虫の発生源を断ち切ることで、②圃場への侵入を阻止すること、③圃場内での増殖を抑制すること、④収穫後の害虫の移動を阻止すること等があげられる。これらのうち、今回調査した圃場では②の圃場への侵入阻止策として、被覆資材がある程度機能していた。また、③、④についても、ハウス内に植物がない状態が一時的にでもできるように播種スケジュールの改善を行った。問題としているコウチュウ目3種（キスジノミハムシ、ダイコンサルハムシ、ヤサイゾウムシ）の移動は跳躍あるいは歩行によっており、行動範囲は比較的狭いと考えられる。そこで、生産者が管理可能なハウス周囲の発生源（①）に着目し、対策を検討した。

1 ハウス周囲のアブラナ科雑草における害虫の発生状況

ハウス周辺で一年中見られるアブラナ科の雑草として、イヌガラシ (*Rorippa indica* (L.) HIERN.) があり、対象圃場でも数百株程度確認された。このイヌガラシ上の害虫を調査したところ、キスジノミハムシ、ダイコンサルハムシ、ニセダイコンアブラムシを含む、コマツナと共通の害虫が13種以上観察された（長坂，2009）。特に、キスジノミハムシはハウス内でコマツナが収穫されてしまうとイヌガラシに待避していることがあった。また、ダイコンサルハムシにとっては雑草が休眠場所となっている可能性があった。

2 コマツナ圃場における防草用シートによる虫害軽減効果

ハウス周囲の害虫発生源をなくすために、M圃場において2002年9月に4棟のハウス（各7.2×35m）の周囲約1.5mとハウス棟間（約3m）に防草用シートを敷設した。その後、ハウス内の害虫密度と被害率の年次変化を見たところ、キスジノミハムシとダイコンサルハムシは、防草用シート敷設後に密度が低下し、2003年と04年の2年間は低く推移した（図-4；長坂，2009）。これら2種のハウス外での密度をプランター植えのコマツナでモニターしたところ、2002年と03年は少発生であったが、04年は01年並みに多かった。したがって、防草用シートにより両種の圃場内密度が低下し、被害率も低下したと考えられる（図-4；長坂，2009）。

しかし、防草用シートの敷設によって、ヤサイゾウムシ

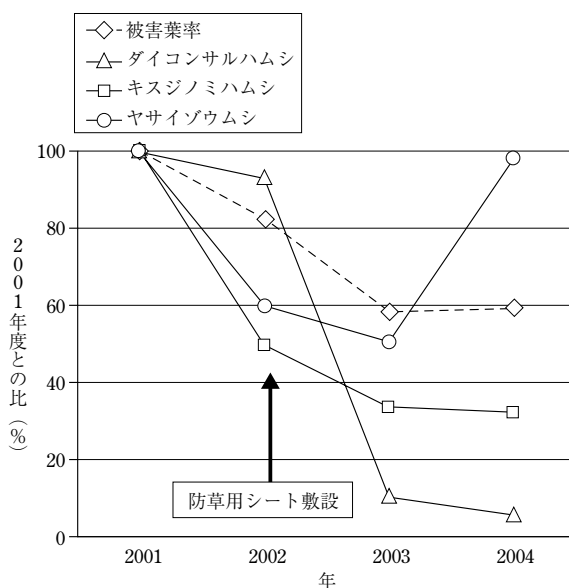


図-4 主要害虫の株当たり密度と被害率の年次変化
M圃場ハウス4棟の株当たり密度、および被害率の年平均（4月～翌年3月）について、2001年度の値を100とした各年度の値。

の密度は減少しなかった（図-4）。冬期に発生するヤサイゾウムシにとって、雪に覆われたハウス外の雑草は発生源ではなく、むしろハウス内に居着いていた可能性がある。

III 物理的防除：ヤサイゾウムシ捕獲用トラップの検討

ヤサイゾウムシに対して、簡易な捕殺用トラップを考案し、成虫除去（③圃場内での増殖阻止）による被害軽減効果を検討した。

1 ヤサイゾウムシ捕獲用トラップの構造

トラップとして溝幅が15mm程度になるように、直径50mm程度の塩化ビニールパイプを縦方向に削ったものを用いた。トラップの溝を地表面に出して、パイプを埋めることで、中に落ちた成虫が反りのある壁面により脱出が困難となる（図-5）。継ぎ足しや、折れ曲がりの形状も市販のジョイントで容易に作成できる。また、トラップ両端はキャップ（水抜き用の小さな穴をあけておく）で塞いでおく。コマツナ播種直後に設置し、収穫時にはトラップの上を運搬車が支障なく通ることができる。以降、このトラップを「C字溝トラップ（仮称）」と呼ぶ。

2 C字溝トラップ設置の効果

M圃場の隣接する4棟のハウスのうち2棟のハウス（M3、M4）で、2004年11月から、C字溝トラップ（長さ3m）を、栽培畝方向と直角に7m間隔で4本設



図-5 ヤサイゾウムシ捕獲用トラップの形状と被害軽減効果

置した。ハウス内には二つの畝があり、トラップをそれぞれの畝の播種直後に設置した。なお、2003年冬のヤサイゾウムシの発生量は4棟のハウスではほぼ同等であり、04年冬には増加傾向にあった。

11月から翌年3月までの間に、M3ハウスでは18頭、M4ハウスでは93頭のヤサイゾウムシ成虫がトラップに捕獲された。成虫が数百の卵を産むことを考えると、数千から数万の幼虫を防除したことに匹敵する。

作ごとのヤサイゾウムシの最高密度を比較すると、トラップなしのハウスでは平均0.4頭/株であったのに対し、トラップを設置したハウスでは0.2頭/株と、約半分となった。被害軽減効果は生産者にも一目瞭然であった(図-5)。

IV 生物的防除：天敵バンカー法によるアブラムシ対策

アブラムシ類は微小であるため、1mm目合いの防虫ネットや長繊維不織布で被覆してもハウス内に容易に侵入を許してしまう。また、増殖が早いいため、いったんハウス内に侵入すると急激に増加し、生産者が気づいたときには既に手遅れになっていることが多い。特に、コマツナなど葉菜類ではアブラムシ類が付着したまま出荷すると大きな問題を起こすので、出荷調整段階で除去できないほど多く付着している場合には、廃棄するしかない。

こうした問題を解決するためには、圃場へ侵入した直後に防除すること(③圃場内での増殖抑制)が必要であ

る。その方法の一つが、ナス科野菜の促成栽培で利用されている天敵バンカー法である(長坂・大矢, 2003)。害虫ではない天敵の餌をハウス内に用意しておき(バンカー=天敵銀行)、害虫の発生前からこのバンカー上で天敵を維持し、害虫侵入直後の低密度状態で害虫を防除するシステムである。

1 アブラナ科野菜のアブラムシ対策としての天敵バンカー法

ナス科野菜の栽培圃場では、バンカー法としてコレマニアブラバチが用いられるが、この天敵はニセダイコンアブラムシに寄生しないため、アブラナ科野菜のアブラムシ類の防除に使うことはできない。そこで、この地域のアブラバチ類を調査したところ、アブラナ科野菜に発生する3種のアブラムシ(ニセダイコンアブラムシ、ダイコンアブラムシ、モモアカアブラムシ)のすべてに寄生するダイコンアブラバチ(*Diaeretiella rapae* (M'INTOSH))(高田, 1976)が普通に存在していた(巽ら, 2004; 長坂, 未発表データ)。本種の代替餌としては、ムギ類やトウモロコシ類などに寄生するトウモロコシアブラムシ(*Rhopalosiphum maidis* (FITCH))が利用可能である(高田, 私信)。ただし、ハウス内にトウモロコシアブラムシのついたオオムギを置き、ダイコンアブラバチを放飼しただけでは、バンカー上にダイコンアブラバチはほとんど定着しない(巽ら, 2004)。そこで、トウモロコシアブラムシを着生させたオオムギのプランターに網掛け(約0.15mm目合)をして、ダイコンアブ

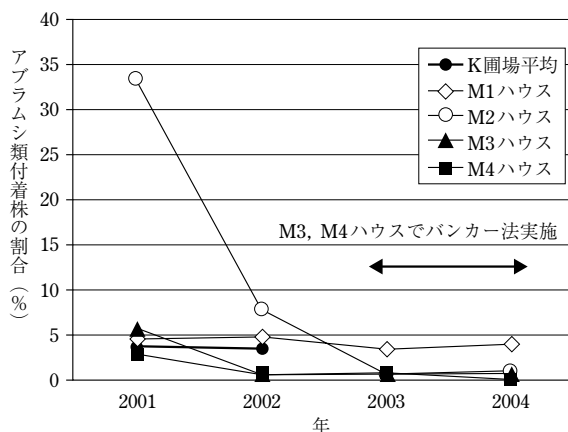


図-6 アブラムシ類付着株率の年次変化

K 圃場全体、あるいは M 圃場の各ハウスで、アブラムシ類が 1 匹でも付着している株（生育途上）の割合の年平均値。

ラバチを放飼したところ、マミーが形成され、成虫も羽化してきた。こうしたマミーつきのプランター（バンカー）を播種直後にハウス内に持ち込むことで、ハウス内にあらかじめ天敵が存在する状態をつくった（長坂・安部, 2005）。

2 実証試験圃場での天敵バンカー法によるアブラムシ防除

M 圃場の 2 棟のハウス（M3, M4）において 2003 年と 04 年に上記バンカー法を試みた。3～6 月と 9～12 月にハウス内に 1 a 当たり 1～2 個の割合でバンカーを設置した。これらのバンカーからは 2～3 週間にわたって合計 500～1,000 頭のダイコンアブラバチ成虫が放飼されたと推定された。

天敵バンカー法を実施したハウスでは、アブラムシ類の付着した株の割合が年平均で 0.6% 程度と、当初に比べ低下した（図-6）。さらに、隣のハウス（M2）でも付着株率は 1% 以下となった。これらのハウスでは、アブラムシ類が発生したとしても、ほとんどの場合株当たり 10 匹以下であったため、生産者が収穫時に見つけることはなかった。一方、バンカー法を実施せず、バンカー法実施ハウスと隣接していないハウス（M1）では、付着株率は 4% 程度のままで、減少しなかった。

なお、天敵ダイコンアブラバチと代替寄主トウモロコシアブラムシは市販されておらず、その簡易な利用法について、さらなる検討を続けているところである。

V 害虫防除対策の経営改善効果

前章までに述べた発生源対策、物理的防除、生物的防

除の結果をまとめると、食害のある本葉の割合は、2001 年と 02 年の年平均約 60% から、防草用シート敷設後の 03 年と 04 年には約 40% へと低下した（長坂・安部, 2005）。健全葉の割合の変化（40%→60%）から、防草用シート敷設により収穫量は 1.5 倍程度に増加したと推定される。また、アブラムシ付着株の減少効果も加わり、実際にコマツナの 1 作・10 a 当たりの平均収穫量は 2001 年の 447 kg から 04 年の 784 kg へと 1.75 倍に増加した（尾島ら, 2007）。また、労働時間の面では除草や捕殺の作業が 40% 節減された。食害葉やアブラムシ付着株の減少により収穫調整作業も軽減された。そのため、生産面積の拡大が可能となり、経営全体で見ると各種技術の経費を盛り込んでも農業所得は 2.3 倍となった（尾島ら, 2007）。

おわりに

この事例では、多少の虫食いは許される程度の出荷という条件で、農業を使用しない害虫管理方法の可能性を示した。より厳しいレベルの品質を求められる条件では、例えば、ネット目合いの変更といった技術的な改善の余地が残されている（長坂ら, 2003）。

IPM の概念には、自然制御の機構をできるだけ効率よく利用するという考えが打ち出されている（深谷・桐谷, 1973；中筋, 1997；宮井, 2008）。しかし、今回示した事例では、ネット被覆など物理的防除を行わなければチョウ目害虫などにより収穫が見込めない。また、コマツナは商品部分が直接加害されるため、害虫が発生してから天敵がやってくるのでは、経済的に許容できない被害が生じてしまう。こうした状況においては、物理的防除を強化する一方、圃場内においては天敵を涵養する方法を取り入れていくことも、一つの方向と考えられる。

引用文献

- 1) 深谷昌次・桐谷圭二編（1973）：総合防除，講談社，東京，415 pp.
- 2) 萩森 学ら（2005）：平成 17 年度共通基盤研究成果情報，<http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2005/kinki/ki05005.html>
- 3) 宮井俊一（2008）：今月の農業 特別増大号：18～22.
- 4) 中筋房夫（1997）：総合的害虫管理学，養賢堂，東京，273 pp.
- 5) 長坂幸吉・大矢愼吾（2003）：植物防疫 57: 505～509.
- 6) ————ら（2003）：同上 57: 169～173.
- 7) ————・安部順一郎（2005）：野菜園芸技術 32: 20～21.
- 8) ————（2009）：農業総覧防除・資材編追録 14: 1016 の 2～7.
- 9) 尾島一史ら（2006）：農業経営通信 229: 18～21.
- 10) ————ら（2007）：有機農業研究年報 7: 171～184.
- 11) 高田 肇（1976）：昆虫 44: 234～253.
- 12) 巽えり子ら（2004）：京都府立大学学術報告 人間環境学・農学 55: 87～100.