

# 長野県における露地葉菜の IPM への取り組み

長野県野菜花き試験場佐久支場 お ぎ そ ひで き  
くり ほら 小 木 曾 秀 紀  
 長野県南信農業試験場 栗 原 じゅん 潤

## はじめに

長野県は南北に長く、野菜畑も低標高（300 m）～高標高（1,400 m）に及ぶため、多種多様な野菜栽培が行われている。特にレタス、キャベツ等の露地葉菜は栽培面積、生産額とも大きく、長野県野菜生産の基幹的位置を占めている。長野県では高品質野菜の安定生産に努めてきたが、近年は生産第一主義から環境に配慮した野菜生産への転換がより一層求められている。

施設野菜では栽培環境を制御しやすいうえ、各種の生物的・耕種的・物理的防除対策が適用可能であり、既に全国で様々な IPM への取り組みが行われている。しかし露地野菜は、開放系で環境条件の影響を受けやすく、適用できる防除対策メニューが少ないため、IPM への難易度が高い。露地野菜では、個別防除技術の研究は行われても、体系的かつ実践的な IPM への取り組みは少ない。

本稿では、長野県における露地野菜の IPM への取り組みについて紹介する。個々の病害虫に対する IPM への取り組みについては、既に本誌にて報告した（小木曾ら、2000；豊嶋、2002；2005；藤永・小木曾、2005；小木曾、2008）。本稿はそれらを総括し、最新の知見を加えた続編という位置付けで述べてみたい。なお本稿を校閲いただいた長野県農業技術課の豊嶋悟郎氏に厚くお礼申し上げる。

## I 露地葉菜病害の IPM（レタス根腐病の場合）

### 1 発生状況と防除対策の基本

レタス根腐病が国内で初発生したのは古く歴史を遡ることになるが、発生が顕在化し、深刻な病害となり始めたのは近年のことである。1990年代以降、国内外で相次いで発生が報告され、近年ではレタス栽培上の重要病害となっている。現在、国内では9都道県で発生の報告がある。

一般に、土壌病害に対する基幹的な防除対策となるの

が土壌消毒、抵抗性品種の利用、輪作のいずれか、または組合せである。長野県における本病対策の基本方針は、土壌消毒に依存することなく、各種耕種の防除対策を組合せることによる総合防除である（小木曾ら、2000）。これは長野県で根腐病が発生した当初より、試験研究、行政、現地指導機関等の関係者で防除方針について議論を重ねた結果である。作付け体系の見直しや品種選定等の各種耕種の防除技術、土壌管理技術等について総合的に検討し、環境保全型農業に適応した総合防除技術を確立することで長期的な産地維持を図ることとした。土壌消毒に依存しない総合防除が基本方針であるが、土壌消毒を否定するものではなく、恒常的な土壌消毒を前提としたレタスの連作を避けることを主眼としている。新たな産地で根腐病が初発生したり、新規レースによる根腐病が産地内で初確認された場合等では、当該圃場をいったん土壌消毒することがある。そのうえで、レタスは連作せず、アブラナ科野菜などを利用した輪作体系に移行する。

長野県では、1995年に根腐病が初発生した後、発生面積が漸増し、2001年には約68 haに達した。これは長野県におけるレタス栽培面積の約1%に相当する。その後発生面積は減少に転じ、2010年の新規発生圃場は3.9 haとなった（長野県病害虫防除所調査）。これは抵抗性品種や輪作体系の導入等の、耕種的防除対策による成果と考えられる。

現状の根腐病対策として基幹的な位置を占めるのが抵抗性品種の利用と輪作である。根腐病既発生圃場で、レタスを作付けしようとした場合、感受性品種では輪作体系下でも持続的なレタス生産は困難であり、抵抗性品種の必要性は高い。根腐病が長野県で発生した当初は、実用的な抵抗性玉レタス品種が存在しなかったが、ここ数年で根腐病に抵抗性を有する複数の品種が市販されるようになった。長野県野菜花き試験場では、根腐病菌のレース1, 2に対して単独、または複合レース抵抗性品種を育成した。また民間種苗会社においても品種育成が進み、根腐病抵抗性品種が市販されている。今後の育成品種、特に初夏～夏秋どりのレタスには根腐病抵抗性の付与は必須条件と言える。

抵抗性品種といえども連作は避けるべきである。抵抗

Integrated Pest Management of Lettuce in Nagano Prefecture.  
 By Hideki OGISO and Jun KURIHARA

（キーワード：IPM, 天敵, レタス, 根腐病, ナモグリバエ, 体系防除）

性品種はその適用できる作型、圃場条件等を限定したうえで、輪作や圃場衛生等の耕種の対策とともに利用することが指導されている。これらを考慮せず、抵抗性品種の無秩序な作付けを行った場合、抵抗性品種の罹病化などの将来的な弊害が予想される。

## 2 総合防除

レタス根腐病の総合防除は、栽培管理（輪作含む）、土壌管理等の耕種の対策を行いながら、抵抗性品種を活かして長期的な産地維持を図ろうとするものである。その総合防除対策は「レタス根腐病防除対策マニュアル」として体系化され、利用されている（小木曾，2009）。内容は試験研究で得られた技術、情報等を総合化・体系化したものである。本体系では、圃場のレースを判定したうえで、圃場の栽培履歴を勘案し、前作の発病程度に応じた輪作体系の中で抵抗性品種を利用する。圃場の病原菌レースに応じて、栽培できる抵抗性品種が限定されることから、まず圃場のレースを確認し、レースが判明したら、前作レタスの発病程度に応じて、次作レタスの作付け可能な時期を判断するとともに、輪作作物を選定する。また、輪作体系下で作付け可能なレタス品種を、抵抗性検定結果の一覧から選定することもできる。レタス品種は、輪作体系下で圃場衛生などの耕種的対策を併用して利用する。

例えばレース1発生圃場の場合、レース1抵抗性品種は、作付け予定年の春作にレタス類を作付けしない圃場、かつ2か年以上異科作物による輪作を実施した圃場で作付け可能であると、現地実証試験などの結果から判断された。さらに前年が極少発生圃場（スポット的発生）でも作付け可能であった。そこで前年の根腐病発病程度に応じて、次作レタスの作付け可能な時期を判断するとともに、輪作作物を選定することとした。本体系で

は、圃場の汚染程度が高くなればなるほど、次作レタス作付けまでの期間が延びる。

## 3 新たな課題

長野県では本病の発生面積の抑制に成功しつつあるが、近年問題になっているのは産地内、あるいは圃場内での根腐病菌レースの混在化である。長野県では1995年にレース1およびレース2による根腐病が異なる産地で同時に初発生し、その後被害が拡大したが、産地内の根腐病菌レースは単一であった。ところが産地Cでは2000年に産地内でのレース1およびレース2の混在が確認された（表-1）。さらに、その2年後には圃場内でのレース1およびレース2の混在が確認された。初発以降レース1のみが発生していた産地Aでは2008年にレース2の発生が確認され、その後レース2汚染圃場が徐々に増加した。また初発以降レース2のみが発生していた産地Dでは2010年にレース1、さらにレース3による根腐病が確認された（小木曾，2011）。

現在の根腐病抵抗性品種はレース1またはレース2に単独あるいは両者に抵抗性を有する。現状ではレース3に対する実用的な玉レタス品種はなく、玉レタスにおけるレース3の発生は脅威である。現在のところ、レース3発生圃場の拡大は認められていないが、今後は汚染圃場の拡大に十分注意しなければならない。長野県野菜花き試験場ではレース3に対する抵抗性品種の育成を進めているが、複数レースに対する実用的な抵抗性品種の育成は難易度が高い。国内に目を転じて、長野県以外の2県でレース1とレース2の両菌による根腐病が発生している。特に圃場内で病原菌レースが混在した場合、品種選定が極めて困難になる。今後は、汚染土壌の飛散や移動にさらに注意を払い、汚染圃場の拡大を阻止しなければならない。

表-1 長野県におけるレタス根腐病の発生産地と根腐病菌のレース

発生産地	発生年																	
	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12
産地 A	レース 1												レース 2					
産地 B	レース 1															レース 2		
産地 C						レース 1												
産地 D	レース 2												レース 1				レース 3	

## II 露地葉菜害虫の IPM

### 1 IPM の現状

長野県では、レタスの主要害虫としてナモグリバエ、オオタバコガ、タマナギンウワバ、アブラムシ類が、キャベツの主要害虫としてコナガ、タマナギンウワバ、アブラムシ類が挙げられる。多くの場合でキャベツ、レタス、ハクサイ等の栽培圃場がパッチ状に入り組んで栽培されており、害虫管理上は個々の栽培作物ではなく、葉菜類の害虫群として考える必要がある（豊嶋, 2005）。

露地野菜の IPM は、性フェロモン剤を核として検討されてきた。2000 年にコナガの交信かく乱用性フェロモン剤ダイアモルアによりオオタバコガの交信かく乱が可能であることが明らかとなった（豊嶋ら, 2001）。さらにコナガ、オオタバコガ以外にタマナギンウワバ、ヨトウガ、ハスモンヨトウ、シロイチモジヨトウを対象とする複合性フェロモン剤（アルミゲルア・ウワバルア・ダイアモルア・ビートアーミルア・リトルア剤）も開発された。これら性フェロモン剤を核とし、定植時の土壤処理殺虫剤と生育期の選択性殺虫剤を組合せた IPM プログラムが構築された（豊嶋, 2009）。これは慣行防除と比較して、収量をほとんど落とすことなく、殺虫剤の使用回数を削減できるものであった。

性フェロモン剤を核とした IPM プログラムは普及が図られ、性フェロモン剤の利用面積も拡大した。ところが近年、ジアミド系殺虫剤（廣岡, 2007；島, 2009）の上市により害虫防除体系は大きく変化した。ジアミド系薬剤はチョウ目害虫やナモグリバエに卓効を示し、また残効性に優れる。性フェロモン剤は、農家にとって防除効果が見えにくく、コスト面や作業性で難点を抱える。ジアミド系薬剤の上市以降、性フェロモン剤に対する現地ニーズは低下した。

このような状況の下、新たな IPM 体系を構築する必要が生じた。現在の露地葉菜の慣行防除では、地域全体の栽培期間を通してジアミド系薬剤やネオニコチノイド系薬剤の使用に偏重しており、薬剤抵抗性害虫が発生する危険性を抱える。さらに野外には多様な土着天敵が生息しているにもかかわらず、慣行防除では薬剤の土着天敵への影響がほとんど考慮されておらず、その能力を活かせていない。

開放系である露地栽培では、施設栽培で一般的な天敵の放飼は現実的ではなく、土着天敵の利活用を図るべきである。IPM で利用される殺虫剤には、土着天敵に悪影響を与えない特性が求められる。育苗期後半から定植時に使用される土壤処理殺虫剤は、苗の根の部分に局所

的に処理されるため、土着天敵に与える悪影響が少ない。また土着天敵に影響を与えない選択性殺虫剤は、IPM 体系に重要な役割を果たす。そこで、土着天敵に影響を与えない土壤処理殺虫剤と選択性殺虫剤の散布を組合せ、効果的に害虫防除できる新たな体系を検討した。以下、レタスでの取り組みについて述べる。

### 2 ナモグリバエの土着天敵

1990 年代前半まではレタスに発生する主要害虫種はアブラムシ類やヨトウガであったが、近年では前述の通り、多様な害虫種が発生している。それらはいずれも難防除害虫となり、薬剤防除回数の増加を招いた。なかでもナモグリバエは薬剤抵抗性が発達し（西東, 2004）、加害が出荷部位に及ぶため、十分な防除対策を講じないと実害が大きい。一方、ナモグリバエには天敵として多種の寄生蜂が確認されており、その密度を抑制している（TAKADA and KAMIJO, 1979；小西, 2007）。このナモグリバエを主対象としたレタス害虫の IPM 体系を構築するため、長野県のレタス産地におけるナモグリバエの土着天敵寄生蜂（以後「寄生蜂」と表記）の構成種とその密度抑制能力を調査した。

長野県の標高 540 m ~ 1,140 m に位置する 5 地域のレタスから、経時的にナモグリバエの被害葉を採取し、羽化トラップ（大野ら, 1999）によりナモグリバエおよび寄生蜂の成虫羽化個体数を調査した。その結果、長野県におけるナモグリバエの寄生蜂は 4 科 25 種が確認された（伊原ら, 2009, 2010；栗原ら, 2010）。すべての調査地点に共通する優占種はイサエアヒメコバチ（*Diglyphis isaea*）であった。イサエアヒメコバチはナモグリバエ発生初期である春季に優占種となり、夏季は多種の寄生蜂が発生した。標高 800 m 以上の地域における優占種は、気温上昇期はイサエアヒメコバチであり、気温下降期はササカワハモグリコマユバチ（*Dacnusa sasakawai*）であった。

次いで寄生蜂のナモグリバエ密度抑制能力についてポット植えレタスで調査した。寄生蜂成虫による寄生体液摂取または産卵寄生により、ナモグリバエ幼虫の日当たり死亡率は、実験的には最高 50% 程度に達した。特に優占種のイサエアヒメコバチは、ナモグリバエ初発期から発生し、密度抑制効果を発揮した。しかし、試験を進めていく過程で、寄生蜂種が単独の条件では、密度抑制効果が不安定になることが示唆された（データ省略）。天敵によるハモグリバエ類の密度抑制効果は、複数種から構成される寄生蜂群集によって安定していることが報告されている（加藤, 1987）。そこで、川上村の現地圃場において、自然発生の寄生蜂群集によるナモグリバエ

密度抑制効果を評価した。ナモグリバエは合成ピレスロイド系殺虫剤に対する感受性が低い(データ略)、本系統薬剤をレタスに連続散布することにより、寄生蜂を除去した。その結果、寄生蜂除去区におけるレタス株上のナモグリバエ密度は、無処理区の約2.9倍となった(図-1)。この寄生蜂除去区の被害葉中におけるナモグリバエ生存個体密度は、無処理区の20倍であった。

以上のとおり、寄生蜂群集の高い密度抑制能力が明らかになった。しかし寄生蜂の自然発生に依存するだけでは、防除効果としては不十分である。さらにレタスの害虫防除に際しては、チョウ目害虫やアブラムシ類の防除

も考慮しなければならない。そのため、「天敵に影響を与えない殺虫剤の利用」+「土着天敵による害虫密度抑制」により、環境負荷が少なく、高い効果が得られる総合的なレタス害虫防除体系を以下の通り検討した。

3 ナモグリバエの土着天敵を温存したレタス害虫の体系防除

レタス害虫の体系防除について2010～12年に長野県川上村および小諸市で試験した。定植時にクロラントラニリプロール・チアメトキサム水和剤またはジノテフラン水溶剤を灌注処理し、その後の害虫発生状況に応じて、生育期茎葉処理剤を散布した。生育期の茎葉処理剤として、BT水和剤、フロニカミド水和剤、ピリダリル水和剤、メトキシフェノジド水和剤、クロラントラニリプロール水和剤を供試した。これらは、いずれも寄生蜂に悪影響を与えないか、影響が少ない選択性殺虫剤である。

試験は3年間で延べ4試験実施し、15通りの薬剤処理の組合せについてナモグリバエ、アブラムシ類およびチョウ目害虫に対する防除効果を評価した。すべての試験で、定植1週間後から1週間おきに全葉のナモグリバエのメイン数を調査するとともに、収穫期に各害虫の生息密度およびチョウ目害虫による程度別被害状況について調査した。さらに収穫期に被害葉を採取し、室内に静置して各試験区におけるナモグリバエおよび寄生蜂の羽化個体数を調査した。

試験の一例を表-2に示す。体系防除区は、いずれも定植時にクロラントラニリプロール・チアメトキサム水和剤を灌注処理した。生育期茎葉処理剤として、結球葉

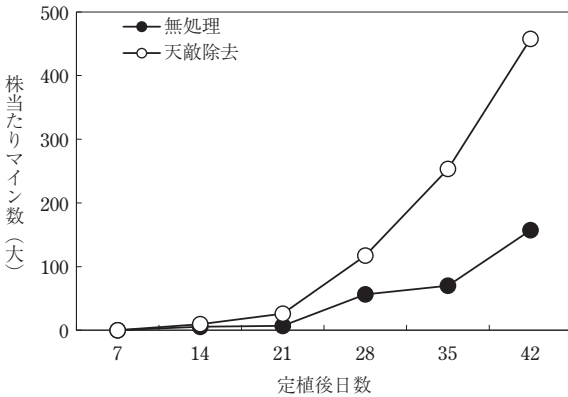


図-1 天敵の化学的除去がナモグリバエの発生におよぼす影響  
天敵除去区: 定植1週間後から1週間おきにベルメトリン乳剤2,000倍液を散布した。

表-2 試験区の防除実績と収穫時の害虫被害程度 (2012年現地試験, 一部抜粋)

試験区名	防除実績				収穫時の害虫被害程度			
	定植時 (7月17日)	定植21日後 (8月7日)	定植29日後 (8月15日)	定植37日後 (8月23日)	ナモグリバエ <sup>a)</sup>	アブラムシ類 <sup>a)</sup>	チョウ目害虫 <sup>a)</sup>	被害度 <sup>b)</sup>
体系防除 A	クロラントラニリプロール・チアメトキサム	—	BT	フロニカミド	10.0	0.4	0.3	5.0
体系防除 B	クロラントラニリプロール・チアメトキサム	—	ピリダリル	フロニカミド	0.9	0.3	0.3	3.4
定植時灌注のみ	クロラントラニリプロール・チアメトキサム	—	—	—	10.3	34.3	0.4	21.7
慣行防除	ジノテフラン	カルタップ	クロルフェナピル	トルフェンピラド	0.2	14.5	0.1	0.0
無処理	—	—	—	—	114.4	4.2	1.6	56.7

a) 株当たり個体数。

b) チョウ目害虫による程度別被害状況について下記の基準により調査した。

被害指数 0:被害が認められない 1:外葉に食害痕が認められる 2:結球葉にわずかな食害痕が認められる  
3:結球内部に食害痕が認められる

被害度 =  $\sum(\text{程度別株数} \times \text{指数}) / (\text{調査株数} \times 3) \times 100$ 。



にチョウ目害虫による被害が生じる時期と考えられる結球中期に BT 水和剤またはピリダリル水和剤を散布した。さらに、定植時土壌処理剤のアブラムシ類に対する残効が失する時期と考えられる結球後期にフロニカミド水和剤を散布した。

体系防除区は、いずれも定植 29 日後の 2012 年 8 月 15 日までナモグリバエの発生は認められなかった。その後生息数がやや上昇し、最終調査の定植 44 日後では、株当りのマイン数が 0.9 ~ 10.0 となった(表-2)。無処理区では定植 8 日後からジャガイモヒゲナガアブラムシの寄生が認められ、その後漸増したが最終調査時には天敵の発生(主にヒラタアブ幼虫)により生息数が激減した(データ略)。

生育期に処理した殺虫剤の違いによって、アブラムシ類およびチョウ目害虫(主にタマナギンウワバ)の発生および被害に差異が生じた。チョウ目害虫に対する生育期茎葉処理剤を散布していない試験区では、チョウ目害虫による被害度がやや高かった。さらにフロニカミド水和剤を散布しなかった体系区ではアブラムシ類の生息数が無処理区より高くなった(データ略)。一方、結球中期に BT 水和剤またはピリダリル水和剤を散布し、結球後期にフロニカミド水和剤を散布した体系防除 A, B 区はアブラムシ類の生息数、チョウ目害虫による被害とも低く、効果的な防除体系と考えられた(表-2)。

収穫期に全試験区において寄生蜂の種構成を調査した結果、合計 3 科 8 種の寄生蜂が認められた。いずれの体系区とも、イサエアヒメコバチが優占種で、次いでササカワハモグリコマユバチが確認された(表-3)。いずれの体系区とも殺虫剤処理の寄生蜂に対する影響は認められず、寄生蜂は温存されていると判断された。一方、慣行防除区では寄生蜂が確認されなかった。

以上により、定植時にクロラントラニリプロール・チアメトキサムをセルトレイに灌注処理し、さらに結球初期~中期に BT 剤および結球後期にフロニカミドを散布することで、ナモグリバエ、アブラムシ類、チョウ目害

虫を総合的に防除できた。この体系はナモグリバエの土着天敵寄生蜂を温存し、慣行防除(長野県における同作型では 8 回)と比較して化学合成殺虫剤の使用回数を削減できた。

### III レタスの IPM 総括

本稿では触れなかったが、地上部病害に対する IPM への取り組みとして、生物農薬(シュードモナス・フルオレッセンス水和剤、非病原性エルビニア・カロトボーラ水和剤)を基幹とした体系防除技術がある(小木曾, 2008)。病害防除で利用した生物農薬と、本稿の害虫防除で利用した選択性殺虫剤とは、相互に影響しない。したがって防除時期によっては、同時防除が可能である。

レタス病害虫防除を総括した IPM 体系の一例を図-2 に示した。レタス作付け前に抵抗性品種の選択や輪作等により土壌病害の発生を防ぎ、定植後の地上部病害は銅剤や生物農薬等による体系で防除する。害虫は定植時に土壌処理殺虫剤を灌注したうえで、生育期に選択性殺虫剤を散布して防除する。

### おわりに

本稿ではレタスにおける IPM のモデルを示した。ここで述べたレタス害虫の体系防除は、薬剤の効果や作用性および土着天敵への影響を考慮した防除モデルである。産地や作型により害虫の発生相が異なるため、実際には、圃場における各種害虫の発生に応じた臨機応変な防除が必要である。特にアザミウマ類やオオタバコガ多発時に、本体系が適用できるかは、今後検討を要する。また、産地や農家によっては被害許容水準が低く(害虫の発生をほとんど許容しない)、本体系による防除効果では不十分と判断される可能性がある。さらに慣行防除と比較して大幅に殺虫剤を削減することは、農家に不安を与えると予想される。今後は、現地実証試験の積み重ねにより、産地や栽培条件に適應した防除体系を検討する必要がある。

表-3 異なる防除体系におけるナモグリバエ寄生蜂の種構成および天敵寄生率

試験区	害虫羽化個体数		寄生蜂羽化個体数		天敵寄生率 <sup>a)</sup> (%)
	ナモグリバエ	イサエアヒメコバチ	ササカワハモグリコマユバチ	その他	
体系防除 A	26	17	3	4	48.0
体系防除 B	8	4	1	0	38.5
定植時灌注のみ	27	15	1	8	47.1
慣行防除	9	0	0	0	0
無処理	94	65	6	7	45.3

a) 天敵寄生率 (%) = (寄生蜂羽化個体数 / ((寄生蜂羽化個体数 + ナモグリバエ羽化個体数)) × 100.

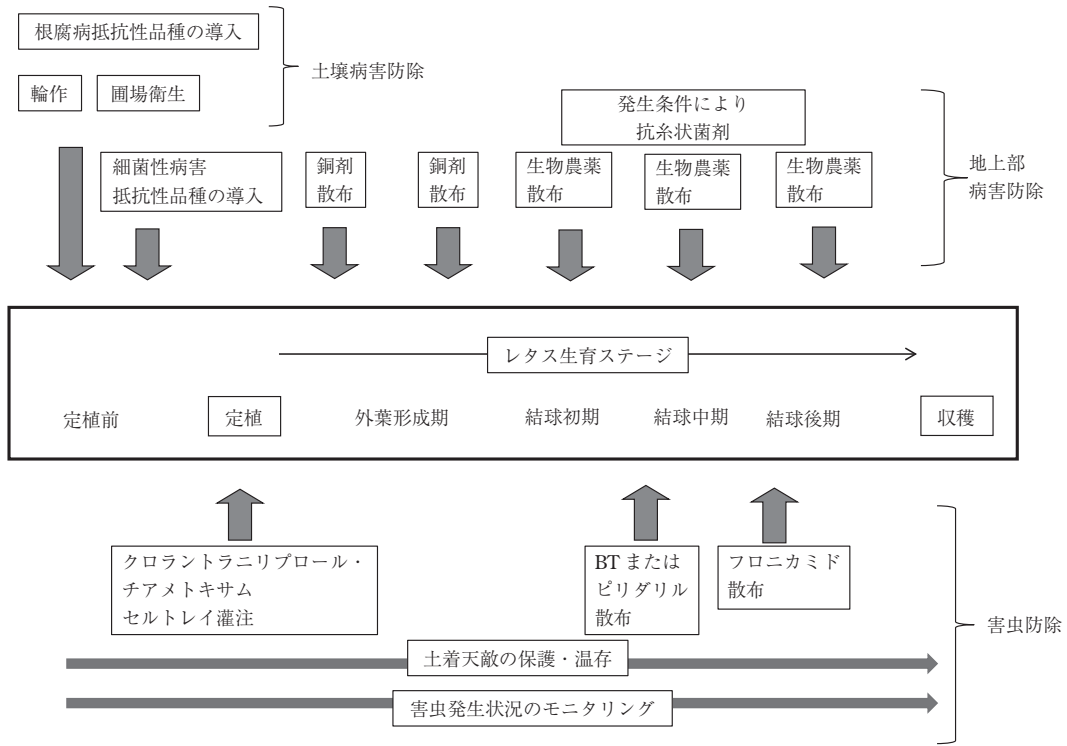


図-2 長野県におけるレタス IPM 体系の一例

本稿とは直接的な関連はないが、殺虫剤抵抗性マネジメントは重要な課題である。前述の通り、現状の慣行防除では、薬剤抵抗性害虫が発生する危険性を抱える。本稿で示した体系は、慣行防除より防除圧がかなり低いものの、地域内で常にこの体系を行うことは、薬剤抵抗性管理上のリスクが考えられる。今後は、連続する害虫の世代が、同一の作用機作薬剤に暴露されないよう、世代別でのローテーション防除の考え方を IPM 体系に組み入れる必要がある。

本稿で述べたレタス害虫の IPM は、土着天敵の保護・温存を最優先に考慮しているものの、結局は化学合成農薬の管理目的、すなわち総合的農薬管理 (integrated pesticide management) (大野・仲井, 2009) の段階とも言える。しかし土着天敵への悪影響をほとんど考慮されていない現状の慣行防除を鑑みれば、一步前進したと言っていいだろう。今後は土着天敵を保護・温存できる圃場デザインや植生管理、さらにインセクタリアープラント (天敵温存植物) の導入等により、土着天敵による害虫密度抑制能力の増強を目指す。

引用文献

- 1) 藤永真史・小木曾秀紀 (2005): 植物防疫 59: 380 ~ 384.
- 2) 廣岡 卓 (2007): 同上 61: 284 ~ 288.
- 3) 伊原竜夫ら (2009): 応動昆 53: 150 (講要).
- 4) ————ら (2010): 同上 54: 7 (講要).
- 5) 加藤 真 (1987): 日本の昆虫群集, 東海大学出版会, 神奈川, p. 33 ~ 41.
- 6) 小西和彦 (2007): Jpn. J. Ent. 10: 53 ~ 61.
- 7) 栗原 潤ら (2010): 応動昆 54: 7 (講要).
- 8) 小木曾秀紀ら (2000): 植物防疫 54: 322 ~ 326.
- 9) ———— (2008): 同上 62: 281 ~ 285.
- 10) ———— (2009): 生物機能を活用した病害虫・雑草管理と肥料削減 最新技術集, 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター, 茨城, p. 137 ~ 142.
- 11) ———— (2011): 関東東山病虫研報 58: 112.
- 12) 大野和朗ら (1999): Jpn. J. Ent. 2: 1 ~ 9.
- 13) ————・仲井まどか (2009): バイオロジカル・コントロール—害虫管理と天敵の生物学—, 仲井まどから編, 朝倉書店, 東京, p. 18.
- 14) 西東 力 (2004): 植物防疫 58: 295 ~ 299.
- 15) 島 克弥 (2009): 同上 63: 723 ~ 729.
- 16) TAKADA, H. and K. KAMUJO (1979): Kontyu 47: 18 ~ 37.
- 17) 豊嶋悟郎ら (2001): 応動昆 45: 183 ~ 188.
- 18) ———— (2002): 植物防疫 56: 30 ~ 33.
- 19) ———— (2005): 同上 59: 462 ~ 465.
- 20) ———— (2009): 生物機能を活用した病害虫・雑草管理と肥料削減 最新技術集, 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター, 茨城, p. 114 ~ 120.