



## 序

本マニュアルは、東北地域の主幹果樹であるリンゴの農薬削減技術について解説したものです。これらの多くの技術は、農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）交付金プロジェクトの地域農業確立総合研究「東北地域における農薬 50%削減リンゴ栽培技術体系の確立」の研究成果となっています。このプロジェクトは、東北4県の農業関係試験研究機関と農研機構果樹研究所、東北農業研究センターが共同して、平成17年から5年計画で取り組まれました。

本プロジェクトでは、「リンゴ栽培における農薬の50%削減技術」と「樹種複合における農薬の効率的散布技術」開発の研究課題が重要な柱となりました。それぞれの課題に対応して、技術マニュアルを分冊発行しますが、本編はそのうち、岩手県を中心に試験が進められた「リンゴ栽培における農薬の50%削減技術」に関する研究成果で構成されています。

近年、リンゴの消費量は低迷し、生産者価格にも同様の状況が続いています。こうした状況を打破するために、新たな特徴を備え、消費者にアピールが可能な高品質リンゴを生産し、産地振興の柱とすることが求められています。また、原油価格の高騰を受けて、農薬など生産資材の価格が上昇しており、生産コストの低減も重要な課題になっています。

そこで本プロジェクトでは、リンゴの病虫害防除などに使用される農薬を地域の慣行防除に対して50%以下に削減し、特別栽培農産物の認証を取得することが可能な栽培技術体系の確立に取り組まれました。さらに、特別栽培認証を活用した産地マーケティングを展開し、高い販売価格を実現することで、農家経営の収支を改善し、産地を活性化することもプロジェクトの目的に含まれます。

リンゴ生産には手強い病虫害が多く、慣行防除で散布される薬剤はどれ一つ取っても簡単に削除できるものではありません。しかし、幸いに実証試験を実施した地域では、生産者グループによる予察活動が根付いており、基幹技術とした性フェロモン剤についても、地域を挙げた取り組みが続けられてきています。こうした生産者の経験と知識の中に、これまでの試験研究の成果を融合させ、プロジェクトの初年度から農薬50%削減体系の実証試験を開始することができました。その後5年の実施期間に、特別栽培認証の取得率には変動がありましたが、実用的な技術として体系化が図られました。こうして収穫された“特別栽培りんご”には、差別化による販売面の有利性も確認されつつあります。

リンゴの病虫害相は地域により異なるため、ここに示す技術体系が他の産地に直に適用できるものではありません。しかし、農薬削減に向けた基本的なアプローチには、多くの共通した要素技術があります。今後、本マニュアルが広範な地域のリンゴ産地で活用され、その地域特性に応じた農薬削減技術に貢献すること祈念いたします。

本プロジェクト研究の推進には多くの方のご支援、ご尽力をいただきました。現地実証試験に圃場を提供いただいたリンゴ生産者グループ、これを支援された地元普及行政機関、農協の方々、相対取引の実態調査にご協力いただいた流通、小売業関係者に心より感謝申し上げます。最後に、本研究プロジェクトに参画され、研究成果とともに、本マニュアルの取りまとめにご尽力をいただいた各試験研究機関の皆様に、併せて心よりお礼申し上げます。

平成22年2月

東北農業研究センター所長  
(地域確立研究「農薬削減リンゴ」主査)  
岡 三徳

# 農薬50%削減リンゴ栽培技術マニュアル

## 目次

I 農薬50%削減リンゴの背景と技術開発	1
II 農薬削減リンゴの基礎技術	
(1)主要病害の生態と防除の効率化	
1)5～6月の薬剤選択に基づく夏期における殺菌剤の散布回数の削減	3
2)8～9月の薬剤選択に基づく9月特別散布回数の削減	6
3)褐斑(かっぱん)病の越冬生態と初期感染動態に関する新知見	8
4)QoI剤に対する薬剤耐性菌発生リスクの評価	10
5)リンゴ病害防除へのフィールドサーバ活用の試み	12
(2)補完防除対照害虫の生態と防除の効率化	
1)トビハマキとミダレカクモンハマキ越冬世代成虫の効率的防除	13
2)スモモヒメシクイの生態と被害の防止	15
3)ナシマルカイガラムシの生態と防除	17
(3)除草剤を減らすための基礎研究	
1)ヒメオドリコソウの生態と除草剤感受性	19
2)ナギナタガヤ類の耐凍性とリビングマルチとしての適性	20
3)機械除草が草種とナミハダニの樹上密度に及ぼす影響	21
(3)防除を効率化する調査技術	
1)ハマキムシ類の越冬繭脱出時期の調査法	23
2)ハダニの簡易な密度推定法	26
3)ナミハダニの簡易な薬剤感受性検定法	30
(4)農薬削減と市場価格形成に関する基礎的研究	
1)アンケート調査に基づく農薬削減の消費者評価	32
2)生協における食品安全性評価の新しい流れ	33
III 農薬削減リンゴの実用体系	
(1)特別栽培防除暦の基本設計	34
(2)特別栽培体系のコストと経営評価	38
IV 地域ぐるみでの特別栽培と産地マーケティング	
(1)農協部会組織による集団的防除マネージメント	40
(2)農薬削減リンゴを上手に用いた産地マーケティング戦略	42

# I. 農薬 50%削減リンゴの背景と技術開発

## (1) 研究の背景

気候が冷涼な東北地域はリンゴ生産に比較的適しているため、我国のリンゴ生産量の約 73%を占める主要生産地域となっています。しかし、世界のリンゴ生産地帯に比べて湿潤であることなどから、経済的被害を生じる病害虫の種数が多く、他国のリンゴ栽培や国内の他樹種に比べてとりわけ多い回数、成分の薬剤散布が行われています。「リンゴは農薬で採る作物」と定義されることもあるように、日本におけるリンゴの産地形成は、病害虫との闘いの歴史といっても過言ではないでしょう。そのため、現在においても、年間十数回に及ぶ防除の中で、多種多様な農薬が数多く散布されています。適正に使用される農薬は決して危険なものではありませんが、生態系に及ぼす影響の低減や、農作業をする人の健康への配慮、さらには病害虫の薬剤抵抗性発達の問題もあり、農薬の使用をなるべく減らす努力を続けることは重要です。

地域農業確立総合研究「東北地域における農薬 50%削減リンゴ栽培体系の確立」は、地域一体となってリンゴの特別栽培（地域慣行に対し化学農薬と化学肥料の使用を半分以下に削減した栽培）に取り組み、環境に優しいりんご作りを前面に出した産地マーケティングで有利販売を実現し、農家所得の向上と産地の活性化を図る試みです。単に農薬削減という技術的な課題だけでなく、作ったものを売るから、買ってもらえる商品を作るという発想の転換で、産地を活性化する試みといえるかも知れません。

## (2) 営農試験地のこれまでの取り組み

現地実証試験地である JA いわて中央りんご部会は、私どものプロジェクト研究が始まる以前から地域を挙げての農薬削減に取り組んでいましたが、その方向性は昭和 55 年旧乙部農協による病害虫発生予察活動の開始が発端となっています。その後、広域合併を繰り返しながらも、予察活動を基礎とした農薬削減路線を一貫して歩んで来た歴史があります。平成 8 年の性フェロモン剤の試験的利用、平成 14 年の無登録農薬問題などの契機を経て、平成 15 年には全地域予察とコンフューザ R 使用による農薬削減防除体系の地域統一化、翌 16 年からはいよいよ全域特別栽培の取り組みが始まっています。このような、JA いわて中央りんご部会の農薬削減路線は、「集団的な防除管理」とも称せられる、ユニークな取り組みによって支えられています。

## (3) 特別栽培防の認証制度

特別栽培とは地域の慣行に対し、化学合成農薬と化学肥料をそれぞれ半分に減らした栽培のことです。岩手県のリンゴ防除基準では、主力品種である「ふじ」で 43 成分回数の化学農薬が使用されることとなっています。従って、特別栽培の認証を得るためには、21 成分回数が化学農薬使用の上限値になります。



図 1. 特別栽培農産物の認証シール



#### (4) リンゴの農薬削減のキーテク

殺虫剤の代替技術としては性フェロモンを利用した交信攪乱法があります。害虫の雌雄はお互いの位置を確認して交尾を効率的に行うために、性フェロモンという匂い物質を利用します。そこで、その性質を逆手に取り、人為的に作った同じ匂いを園地内に充満させることで交尾を阻害し、害虫の次世代を崩壊させることができます。現在では主要害虫複数の性フェロモン成分を含む、複合交信攪乱剤が実用化されています。害虫の発生予察に使われるトラップにも、人為合成された性フェロモンが誘引源として利用されています。誘殺数が少なければ防除を省くなどの判断に使うことが出来ます。



図2. リンゴ用複合交信攪乱剤

一方、殺菌剤については農薬に変わる有力な代替資材がありません。そこで、病原菌の感染生態を解明して、重点防除時期を特定する、地域で最も深刻な病害を特定し、それに合わせて他の病害を効率的に同時防除する、などの方策で散布間隔をできるだけ開け、少ない成分回数で生育期間をカバーする方策を考えます。

また、岩手県で普及しているわい性台木のリンゴ樹では、下枝の位置が低いので、幹廻りの雑草を除草剤以外で防除するのが難しく、農薬削減の支障になっています。

そこで、下枝をかいくぐって幹の近くまで刈れるアームの付いた乗用草刈り機の利用や、防草マルチの利用について検討しました。

農薬の中には天然物由来である等の理由から、カウントされずに済む特定防除資材があります。交信攪乱剤や BT 剤、マシン油乳剤などがこれに当たります。こうしたノーカウントの防除資材を積極的に取り込む試験にも努めました。

#### (5) マーケティング研究と経営的評価の実施

農薬削減のキーテクである交信攪乱剤は価格が高く、特別栽培体系はコストが高くなるというのが一般的な評価でした。そのうえ、病虫害の発生により被害を生じるリスクが高く、植調剤や除草剤を削減すると、労働荷重が増えることも覚悟しなければなりません。このような不利益を乗り越えて、農薬削減体系が広まるためには、販売価格の向上が必要です。そのため、このプロジェクト研究ではマーケティング研究の実施により、有利栽培の可能性を追求し、その効果を含めた農薬 50%削減体系の経営的評価を行いました。

#### (6) 研究推進体制

地域確立「農薬削減リンゴ」は東北農業研究センターと果樹研究所が中心となり、東北 4 県と連携し、技術系、社会科学系の各専門分野の研究者を結集して研究開発を進めました。青森県を除く 3 県には現地実証試験地を設けて、研究成果の営農レベルでの評価を行い、その結果をふたたび研究現場にフィードバックすることで技術のブラッシュアップを図りました。また、各県で順次現地検討会を開催し、研究担当者をはじめ、普及指導機関、農協、農家が参加しての意見交換を行い、現場とともに歩む技術開発を心掛けました。

(東北農業研究センター 高梨祐明)

## Ⅱ. 農薬削減リンゴの基礎技術

### (1) 主要病害の生態と防除の効率化

#### 1) 5～6月の薬剤選択に基づく夏期における殺菌剤の散布回数削減

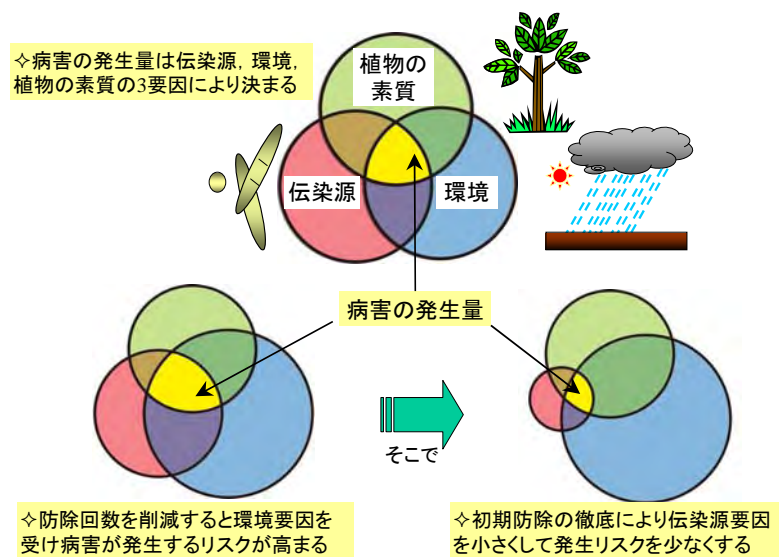
##### 1. はじめに

リンゴの殺菌剤散布は、晩生種の「ふじ」では4～9月にかけて10日間隔で14～15回実施されてきました。今後、散布間隔を広げながら防除回数や成分数を削減するためには、園地や地域における病害の発生状況に合わせて防除薬剤を選択することが必要です。本稿では、5～6月の薬剤選択に基づき7～8月の夏期の殺菌剤散布回数を削減する防除体系を紹介します。

##### 2. 技術の内容

#### ① 防除回数を削減した防除体系の原理 (第1図)

病害は圃場内に伝染源(病原菌)が存在すれば必ず発生するわけではなく、病害が起こりやすい環境要因(気温、降雨)や植物の素質(品種、感受性)の3要因が重なって初めて発生します。防除回数を削減することで、露地栽培のリンゴはより環境要因の影響を受け、病害が発生するリスクが高まります。そこで、環境要因の影響にかかわらず病害発生リスクを小さくするためには、伝染源の要因を小さくすることを目的として、初期防除を徹底します。



第1図 防除回数削減体系の原理

#### ② 岩手県における主要病害の感染時期と防除適期

第2図には、岩手県におけるリンゴ病害の感染時期と防除時期を示します。定期的な防除で対象となる病害は、モニリア病をはじめとする10種類です。夏期に発生する病害の中で、岩手県では主たる防除対象となるのは斑点落葉病ですが、近年は褐斑病や炭疽病の被害も顕在化しています。夏期は、発生する病害の種類が多く感染期間も長いので、慣行防除では適用病害の広い殺菌剤やその混合剤が10日おきに散布されてきました。

一方で、いずれの病害についても「防除のツボ」といえる防除適期(図中の◎印)があります。主要10病害のうち実に7病害の防除適期が5～6月に集中し、この時期が病害防除の要であることが分かります。そこで、地域で例年問題となる病害に合わ

せてこの時期の定期散布剤の中から効果の高い薬剤を選択することで、初期発生を抑え、7月以降の気象変動に関わらず各病害の発生を抑制することができます。

上記対策に加えて、7月以降は輪紋病を主たる防除対象とし抗菌スペクトラムが広い殺菌剤（有機銅剤、ペフラン液剤、ストロビルリン系等）を散布することにより防除可能です。輪紋病の発生が例年少ない岩手県中北部では、7～8月を15日間隔としても輪紋病の実害はないため、この時期の散布回数を削減できると判断されます。すなわち、7～8月を15日間隔で防除し、年間12回の殺菌剤散布（最少13成分）で防除することができます。

病害名/ 生育ステージ	4		5		6			7			8			9月		
	芽出 当時	芽出 10日後	開花 直前	落花期	落花 10日後	落花 20日後	6月 下旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下
モニリア病	(*)	◎1	*													
黒星病			◎2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
赤星病			◎2	*												
うどんこ病			◎2	*												
斑点落葉病				*	*	*	◎3	*	*	*	*	*	*	*	*	*
褐斑病					◎4	◎4	◎4									
黒点病				*	*	*	*									
炭疽病					◎5	◎5	*	*	*	*	*	*				
輪紋病							*	*	*	*	*	*				
すす斑病					*	*	*	*	*	*	◎6	*	*	◎7		
本成果の防除回数	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
従来の防除回数	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

※横棒は感染時期、網掛けは重点防除時期を示す。  
 ※※\*は定期散布による同時防除、◎は効果の高い薬剤を散布する時期を示す。①ペフラン液剤25、②EBI剤、③ユニックスZ水和剤又はナリアWDG、④マンゼブ水和剤、デランフロアブルおよびラビライト水和剤、⑤：アントラコール顆粒水和剤、⑥フリントフロアブル、⑦アリエッティC水和剤、オーソサイド水和剤又はストライド顆粒水和剤

第2図 岩手県におけるリンゴ主要病害の感染時期と防除適期

③ 主要病害に対する効率的な防除法

各病害に対する薬剤選択の方法は以下のとおりです。

ア. 斑点落葉病：6月下旬にユニックスZ水和剤やナリアWDGを選択

本病は、梅雨入りから発生が見られ7月に急増します。一般に発病率が5%を超えると防除が困難になります。岩手県では、7月上旬に初発生がみられると、7月下旬に多発生する傾向があります。そこで、7月上旬の初発生を抑えることを目的として6月下旬にユニックスZ水和剤やナリアWDGを散布することで、7月の防除間隔を開けても本病の発病増加を抑えることができます。

イ. 褐斑病：落花期～落花20日後にデランフロアブル等を選択

本病は、8月下旬頃に初発生し秋期になると急激に増加します（第3図左）。従来の防除体系では、発病がまだみられない7月中下旬に褐斑病専用剤（トップジンM水和剤やベンレート水和剤）を散布することにしていました。また、本病の発生後も、有機銅剤やキャプタン剤等の定期散布剤では発病増加を抑えることは困難であるため、専用剤を再散布する必要性がありました。そのため、本病が発生する園地では専用剤を1～2回追加散布していました。

しかし、落花期～落花20日の定期散布剤としてマンゼブ水和剤、デランフロアブルおよびラビライト水和剤を選択することにより、本病菌の一次感染が防止され、秋期の発病増加を抑制できます。本防除法による防除効果は、上述の褐斑病専用剤による防除法と同等です。

### ウ. 炭疽病：落花 10 日～20 日後にアントラコール顆粒水和剤を選択

本病は果実腐敗性の病害で、病患部に橙色の噴出物（分生子塊）をつくるのが特徴的です（第 3 図右）。病原菌は、病原性の強いコレトトリカム・グロエオスポリオイデスと、病原性の弱いコレトトリカム・アキタータムの 2 種類があり、岩手県では後者による被害が圧倒的です。本病の伝染源は園地周辺のニセアカシアのほか、リンゴ樹上越冬菌があり、岩手県では後者による発生事例が多いようです。この場合、病原菌は 5～6 月にかけて前年の着果痕で孢子（分生子）をつくり、雨水とともに飛散し近接する果実に感染します。長期間の潜伏を経た後、9 月から収穫期および貯蔵中に発病します。

防除適期は孢子飛散が活発な落花 10 日後～落花 20 日後であり、この時期の定期散布剤としてアントラコール顆粒水和剤を散布すると効果的です。なお、本県の発生種（コレトトリカム・アキタータム）は病原性が低いため、二次伝染による被害は少ないと考えられます。

### 3. 留意点

- ① 7～8 月の防除回数削減は、輪紋病の実害がない地域とします。岩手県では県中北部を対象とします。
- ② 本稿では、岩手県における病害の感染時期に合わせて作成しています。本県よりも南に位置する地域では輪紋病等の高温性の病害が発生するリスクが高まりますし、北に位置する地域では黒星病等の低温性の病害が発生するリスクが高まります。リンゴ病害は各地域の気温や梅雨期の違いによって発生時期や発生量の多少が異なります。したがって、岩手県以外で防除回数削減を実施するにあたっては、各地域の営農指導者と相談のうえ、例年の病害の発生状況に合わせて防除薬剤や防除回数の削減時期を決定してください。
- ③ 落花期～6 月は 10 日間隔散布を基本とします。この時期の防除間隔を空けると年によって黒点病の被害が発生することがあります。
- ④ 7～8 月の定期散布剤は、斑点落葉病や輪紋病をはじめとして各種病害に対する適用の広い、有機銅水和剤、イミノクタジン（ベフラン、ベルコート）、ストロビルリン系（ストロビー、フリント、ナリア）等を用います。



第 3 図 褐斑病（左）と炭疽病（右）の病徴

（岩手県農業研究センター・猫塚修一）



## 2) 8~9月の薬剤選択に基づく9月特別散布回数の削減

### 1. はじめに

前項では、5~6月の薬剤選択により7~8月を15日間隔とし年間12回散布(最少13成分)とする防除体系を紹介しました。さらに防除回数を削減しようとした場合、対象病害が少ない9月が考えられます。9月の対象病害は「ふじ」等の晩生種に発生する「すす斑病」(写真)であり、岩手県における従来の防除体系では9月上旬と中旬の2回、特別散布が実施されてきました。そこで、本稿では、まず本病を効果的に防除するための薬剤選択の方法を、次いでこの方法を活用した削減体系を紹介します。

### 2. 技術の内容

#### ① 防除回数を削減した防除体系の原理(第1図)

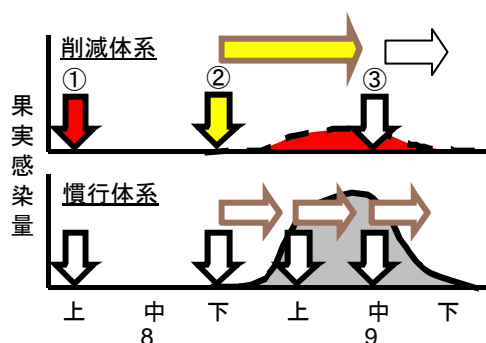
病原菌は糸状菌(カビ)であり、リンゴの枝が伝染源となり、果実に感染します。病原菌は果実表面に菌糸を伸ばし、薄墨を塗ったような病徴を呈します。感染の適温は18~22℃であり、岩手県では9月上・中旬に果実感染が多くなります。さらに、9月の気温が平年より高い年は9月下旬まで続きます。感染から発病までの潜伏期間は長く、晩生種では10月下旬頃から発病が見られるようになります。

従来の防除体系では、9月上・中旬の果実感染を防止するために、岩手県では中生種では9月上旬、晩生種では9月上旬と中旬の2回防除が実施されてきました(第1図、慣行体系)。9月中旬の1回だけでも防除効果は認められますが、すす斑病の発生が多い岩手県では十分な防除効果が得られません。そこで、すす斑病の削減体系(第1図、削減体系)では、①8月上旬の薬剤選択により9月の果実感染量を低減させ、②8月下旬に防除効果の持続性に優れた薬剤を選択することで散布間隔を広げ、この期間に感染した病原菌に対しても③9月中旬に病斑の進展を抑制する薬剤を散布することにしています。



リンゴすす斑病の病徴

★果面に病原菌の菌糸(右下)が繁殖してすす斑を生じる



第1図 すす斑病の削減体系(上)と現行体系(下)のイメージ図

図中の ↓ は散布時期、→ は薬剤の果面保護効果の持続性を示す。

★慣行体系は、9月上・中旬の散布で果実感染を防止。

★削減体系は、①9月の果実感染量の低減、②防除効果の長期持続性、③感染後の治療効果を総合するもの。

#### ② 薬剤選択の方法と防除効果

##### ア. 8月上旬: フリントフロアブル 25 (2,000倍)

本剤を8月上旬に散布することで、9月の果実感染量を低減させることができます。この時期に慣行的に用いられてきたアリエッティC水和剤に比べて、9月の果実感染量が少なく(第2図)、9月を無防除としても防除効果が認められます。この理由として、枝幹等の表面に存在する病原菌に対して防除効果を示し、これによって樹冠内の

伝染源密度が低下することが考えられます。また、後述のベフラン液剤とともに果面保護効果の持続性にも優れ、かつ炭疽病にも優れた効果が認められるため、果実病害の感染が少ない8月上旬散布であれば次回の散布まで防除間隔を3週間程度空けることができるかと期待されます。

**イ. 8月下旬：ベフラン液剤 25（1,500倍）**

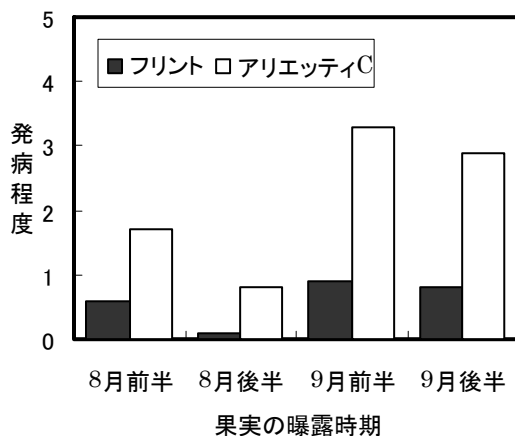
防除効果の持続性に優れた薬剤であり、3週間程度の防除効果の持続性が期待されます。

**ウ. 9月中旬：ストライド顆粒水和剤（1,500倍）、アリエッティC水和剤（800倍）およびオーソサイド水和剤 80（800倍）のいずれか**

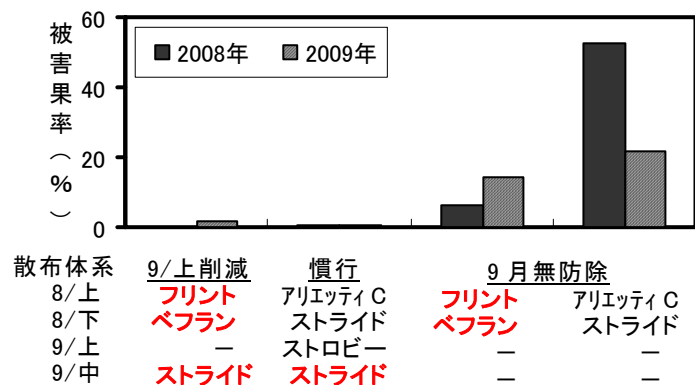
9月上旬の防除を省略し、9月中旬1回の散布において防除効果が優れます。この理由として、9月上旬に感染した病原菌に対して防除効果を示し、果面での菌糸の伸長を抑制することが考えられます。

**③8～9月の薬剤選択による9月上旬散布の省略**

特別散布を9月中旬に1回実施する散布体系においては、8月上旬、8月下旬および9月中旬に上記薬剤を選択することで、特別散布を9月上旬と中旬の2回実施する散布体系とほぼ同等の防除効果が認められます。（第3図）



第2図 8月上旬の薬剤選択と以降の樹冠内での感染量の推移



第3図 8～9月の薬剤選択と防除効果

**3. 留意点**

- ①岩手県ではすす斑病の発生が例年多いので、9月上旬と9月中旬の2回の特別散布を基本とします。9月上旬散布の省略は、本病の発生が例年少ない園地で実施する技術です。
- ②9月上旬散布の省略は、すす斑病だけでなく他の病害の発生リスクを考慮したうえで実施する必要があります。例えば、褐斑病は秋期に発生量が増加し本防除体系だけでは十分に防除できないので、生育期前半に効果の高い薬剤を選択します。
- ③本防除体系の最終散布時期は9月中旬に設定していますが、これは9月の気温が平年より高い多発年でも対応できるようにしています。

(岩手県農業研究センター・猫塚修一)

### 3) 褐斑（かっぱん）病の越冬生態と初期感染動態に関する新知見

#### 1. はじめに

リンゴ褐斑病は、子のう菌 *Diplocarpon mali* が 6 月から 10 月の長期にわたって葉での二次感染を繰り返し早期落葉を引き起こすとともに、多発生下では果実病斑を作ります。本病の被害を抑えるためには、感染初期の防除が大切です。本菌の越冬形態として、落葉上に形成される子のう胞子の重要性が指摘されてきましたが、本病の感染初期の生態については、不明の点が多く残されていました。そこで、感染初期における病斑集団の遺伝的多様性を解析し、初期感染動態を解明することで、本病防除法を考えるための基礎知見を得ることを目的としました。

#### 2. リンゴ褐斑病菌の個体識別法の開発

①リンゴ褐斑病菌の分離株から DNA を抽出し、AFLP 法で多型のみられるピーク（図 1）を複数組み合わせることで、個々の菌の個体識別が出来るようになりました。

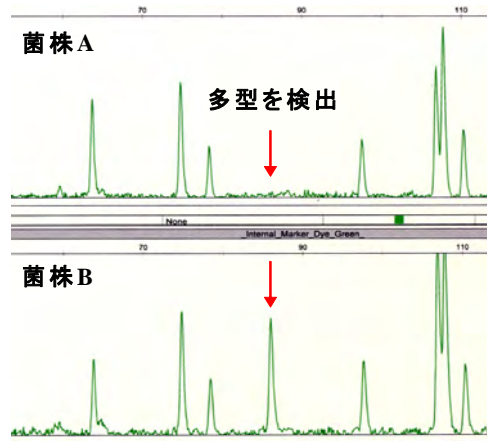


図 1. ジェネティックアナライザによる多型検出

②一般的に子のう菌類の子のう胞子は、交配して減数分裂を経て形成されることから遺伝的に多型であり、無性的に繁殖する分生子は遺伝的に同一なクローンであると考えられます。上記 AFLP 法で、褐斑病菌の分生子由来菌株は同一のジェノタイプに、越冬落葉上に形成される子のう胞子由来菌株は異なるジェノタイプになることを確認しました。

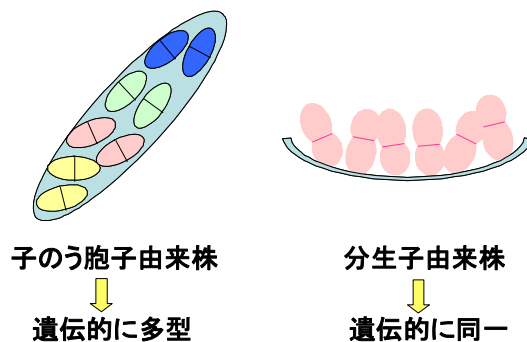


図 2. 褐斑病菌の子のう胞子と分生子

### 3. 褐斑病菌の初期感染動態の解明

①同一樹において2年連続で、初期に発病した葉から菌を分離しました。AFLP法でこれらの菌の個体識別を試みたところ、経年的に同じジェノタイプが出現したことから、本菌が無性的に樹上で越冬することが分かりました。このことから、初期感染が分生子でも起こりうると考えられます。

②同時に、感染初期の病葉から分離された菌の集団に遺伝的多様性があることから、子のう胞子による一次感染も示唆されました。

### 4. 留意点など

今後は、落葉からの子のう胞子の飛散による感染のみならず、樹上での越冬を考慮にいたった防除を考える必要があります。樹上での越冬部位の特定も必要です。

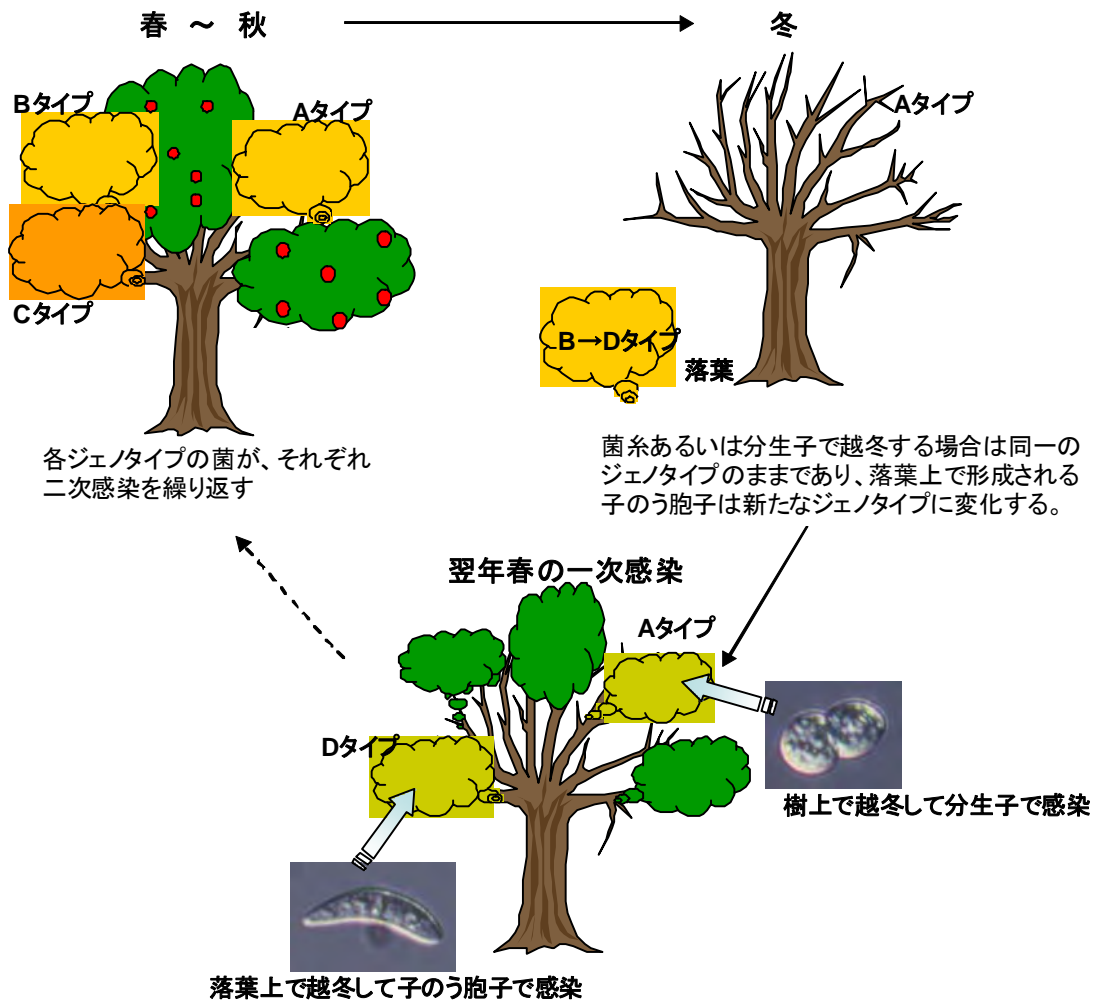


図3. リンゴ褐斑病の発生生態の模式図

(果樹研究所 兼松聡子)



#### 4) QoI剤に対する薬剤耐性菌発達リスクの評価

##### 1. はじめに

ミトコンドリアの電子伝達系に存在するQo部位に作用して、病原糸状菌の呼吸を阻害する一群の殺菌剤はQoI剤と呼ばれています。リンゴで使われるQoI剤は、化学物質の構造からストロビルリン系殺菌剤とも呼ばれます。QoI剤は、防除スペクトラムが広く複数病害に対する同時防除が期待できること、卓越した残効を有することなどから、リンゴにおいても広く使用される薬剤となっています。しかし、本剤においては耐性菌の発達リスクが著しく高いことが既に明らかにされており、国内外の多くの植物病原糸状菌で耐性菌の発生事例が報告されています。

現在、リンゴでの使用は散布回数を年2回程度に制限しつつ、収穫直前まで使用可能という特性を活かして、実際には8～9月に専ら使用される場合がほとんどとなっています。しかしながら、本剤を輪紋病等の重点防除期(6～7月)などにさらに使用できれば、卓越した残効を活かして殺菌剤のさらなる削減につながる可能性があります。

こうした可能性を含め本剤のより効率的で持続的な使用を考える上では、防除対象となる病原菌の薬剤感受性に関するデータを集積し、耐性菌の発達リスクを評価する必要があります。そこで、リンゴ褐斑病および斑点落葉病を対象として、

##### ① 現在の現地リンゴ園におけるQoI剤耐性菌の発生状況

##### ② 研究所内に設けたQoI剤を年4～5回散布する試験園での耐性菌の発生推移

を調査して、リンゴにおけるQoI剤耐性の発達リスクを評価することにしました。

##### 2. 現地リンゴ園におけるQoI剤耐性菌の発生状況

2006～2008年に岩手県各地よりリンゴ褐斑病菌および斑点落葉病菌を採集し、QoI剤に対する感受性を調査しました。その結果、まず褐斑病菌の中には、耐性菌と考えられるものは検出されませんでした(図1)。

一方、斑点落葉病菌については、県南部(一関市、藤沢町および奥州市)では低頻度(1～5%)、県中部(盛岡市、紫波町および花巻市)ではさらに高頻度(約30～40%)で耐性菌が既に分布していることが明らかになりました(図2)。現在のところ、耐性菌の存在によって、斑点落葉病の防除に支障が出ているという段階ではありません。これはQoI剤だけでなく他の様々な殺菌剤を組み合わせ、うまく斑点落葉病を防除して

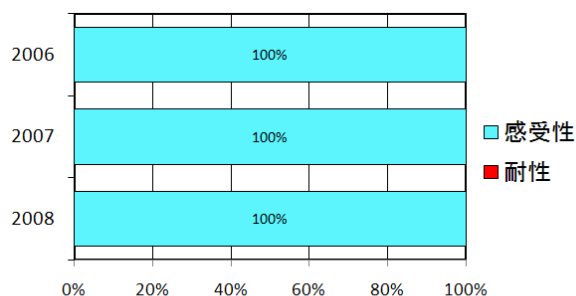


図1. 岩手県におけるリンゴ褐斑病菌のQoI剤に対する耐性菌の検出割合

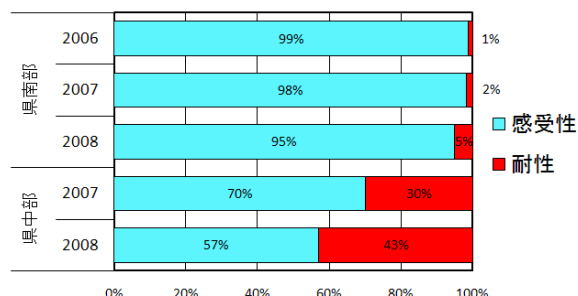


図2. 岩手県におけるリンゴ斑点落葉病菌のQoI剤に対する耐性菌の検出割合

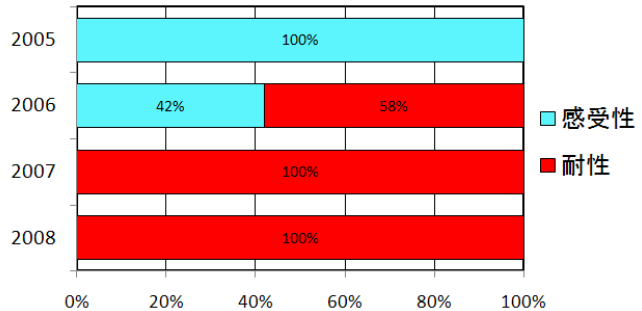
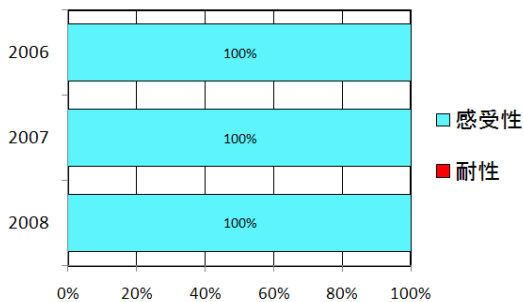
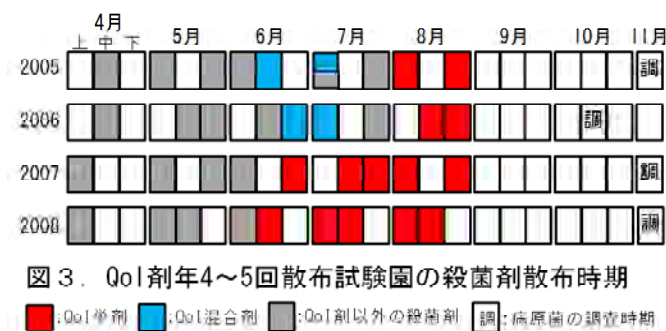
いる成果だと考えられます。しかし、QoI剤の耐性菌が既に分布していることには注意を払う必要があります。

### 3. QoI剤を年4～5回散布する試験園でのQoI剤耐性菌の発生状況

2005～2008年にQoI剤を年4～5回散布する試験園を設定し、リンゴ褐斑病菌および斑点落葉病菌のQoI剤感受性の推移を調査しました。こうした極端な試験によって、両者の耐性菌リスクの違いが明らかになると考えました。実験園では年9回の殺菌剤散布を実施し、6月中旬以降8月下旬までに行われる5回の散布のうち、2005～2006年は4回、2007～2008年は5回全てについてQoI剤を散布しました(図3)。

試験の結果、リンゴ褐斑病菌については、4年間で調査した菌株全てがQoI剤感受性を示し、耐性菌は検出されませんでした(図4)。

一方、斑点落葉病菌では、2005年(1年目)には耐性菌は検出されませんでした、2006年(2年目)には調査した菌株の約60%が、2007年(3年目)には全ての菌株がQoI剤耐性を示しました(図5)。



以上のように、QoI剤の連用を繰り返した場合でも、褐斑病菌では高い薬剤感受性が維持されるのに対し、斑点落葉病菌においては年々急速に耐性菌が選抜される可能性が示されたことから、よりリスクの高い病原菌であると考えられました。

2つの試験で明らかになった斑点落葉病のQoI剤に対する耐性リスクを考慮しますと、年間使用回数を2回程度に制限する現在の体系に、QoI剤をさらに追加する可能性については否定せざるを得ないと考えます。また、1年の間にQoI剤を続けて連用することにも十分注意が必要です。

優れた性能を有するQoI剤を限られた中で、いかに効率よく持続的に使用していくかは、大きな課題です。防除スペクトラムの広いQoI剤については、輪紋病やすす斑・すす点病など他の病害についても、耐性菌リスクの評価が望まれます。

(東北農業研究センター 足立嘉彦)

## 5) リンゴ病害防除へのフィールドサーバー活用の試み

### 1. 背景・目的

果樹の殺菌剤散布回数の削減を図るためには、地域を限定してきめ細かな発生予察が必要となります。フィールドサーバー（以下、FS）の活用により、病害感染の条件である温度や濡れ継続時間がほ場ごとに観測できるため、FSを活用した感染予測システムは有効と考えられます。ここでは、リンゴにおいて、FSを用いた発生予察システムの実用の可能性について解説します（図1）。

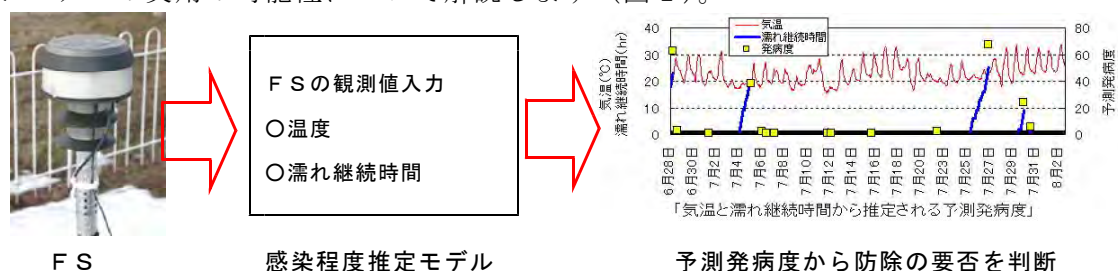


図1 フィールドサーバーを活用した発生予察システム概念

### 2. リンゴ褐斑病および斑点落葉病の感染程度推定モデル

病害の感染・発病には、温度や植物体の濡れ継続時間が影響します。リンゴに発生する主要病害のうち葉に発生する褐斑病や斑点落葉病には、Duthieが考案した感染程度推定式  $Y = h(w, t) = g(t) \cdot (1 - \exp\{-[B(w - C)]^p\})$  に実測値（温度  $t$ 、濡れ継続時間  $w$ ）を当てはめて感染程度推定モデルを作成しました（図2、斑点落葉病については省略）。図2から分かるように、褐斑病の感染には22.3℃が最適で、わずかな濡れ継続時間で感染は成立します。

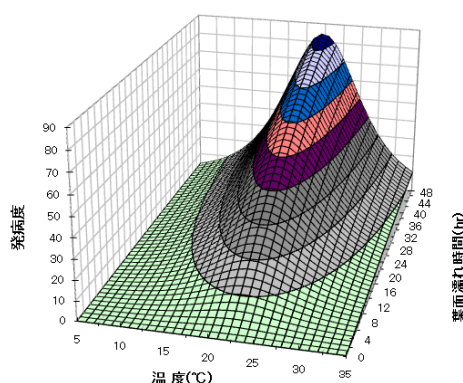


図2 褐斑病の感染程度推定モデル

### 3. フィールドサーバーを活用した発生予察の信頼性

褐斑病や斑点落葉病について、ほ場の発病度とFSおよび感染程度推定モデルから得られた予測発病度は必ずしも一致しません。病害によって発病推移を予測できる場合もありますが、発病程度の予測精度は低くなり、FSを活用した発生予察による信頼性は十分でないことが判明しました。

### 4. 今後の方向

感染程度推定モデルの信頼性が低い原因として、FSのセンサから得られる濡れ継続時間と実際の葉における濡れ継続時間との乖離が考えられます。また、感染程度推定モデルの精度も原因として挙げられますので、これらの検証が必要です。

しかし、感染推定モデルの再検証により信頼性が増したとしても、複数病害の予測を同時に行うことは、感染好適条件の頻発を招き、散布回数が増加すると予想されます。したがって、その地域の重要病害を十分に絞り込み、防除要否の判定条件に農薬個々の効果を加えた中で、システム化する必要があると考えられます。

（福島県北農林事務所 菅野英二）

## (2) 補完防除対象害虫の生態と防除の効率化

### 1) トビハマキとミダレカクモンハマキ越冬世代幼虫の効率的防除

#### 1. トビハマキとは

トビハマキは幼虫がリンゴの葉を巻いて食害するハマキムシ類の一種です(図1)。年2世代発生し、越冬は主に2齢幼虫で行われます。主に葉を食害しますが、葉と果実が接している場合、果実の表面も食害します。現在利用できる交信攪乱剤は、いずれも本種に対する防除効果がないため、交信攪乱剤を利用して殺虫剤を削減した防除を行うことで、本種の被害が増加する場合があります。



図1 トビハマキ幼虫

#### 2. ミダレカクモンハマキとは

ミダレカクモンハマキも、トビハマキと同じハマキムシ類の一種ですが、年1世代発生し、越冬は幹や枝の表面に産み付けられた卵塊で行われます。ふ化後の幼虫は花そうや葉そうなどを食害しますが(図2)、好んで花をつづって加害し、落花期以降は幼果も食害します。



図2 ミダレカクモンハマキ幼虫

#### 3. 越冬世代幼虫の防除適期推定

トビハマキをはじめとした幼虫越冬性のハマキムシ類は、発生予察の項で紹介する方法で越冬世代幼虫の活動開始時期を調査することにより、春季における防除適期を正確に知ることができます。しかし、この調査法は定期的な調査が必要なため労力がかかることと、ハマキムシ類の小さな越冬巣を観察するのに慣れが必要という問題があります。

トビハマキ越冬世代幼虫の活動開始時期を何年か調査すると、春季の気温が高い年には

表1 リンゴ樹の芽の季節現象

季節現象*	定義
発芽日	頂芽の頂部が破れ、青みの現れたものを3個以上認めたとき
展葉日	正しい葉形をした葉を1枚でも認めたとき
開花日	1～2花開花したとき
落花期	頂芽花の70～80%が落花したとき

\*園地内で代表的な観測樹を3樹選定し、そのうち2樹が上記の季節現象を示した日を起日とする



活動開始時期が早く、気温が低い年には遅くなる傾向が見えてきます。一方、リンゴ樹の芽の季節現象（表1）が起こる時期も、春季の気温が高い年には早く、気温が低い年には遅くなり、トビハマキ越冬世代幼虫の活動開始時期とほぼ同調しています。このため、リンゴ樹の芽の季節現象を観察することで、トビハマキ越冬世代幼虫の活動開始時期を推定することができます、防除適期を決定することができます。

同じようにミダレカクモンハマキの越冬卵からのふ化時期も気温に左右され、リンゴ樹の芽の季節現象の早晩とほぼ同調します。このため、ミダレカクモンハマキもリンゴ樹の季節現象を観察することで、越冬世代幼虫のふ化時期の推定と防除適期の判断が可能です。

#### 4. トビハマキ及びミダレカクモンハマキ越冬世代幼虫の防除適期

リンゴ樹の芽の季節現象とトビハマキ越冬幼虫の活動開始時期ならびにミダレカクモンハマキ越冬卵からの幼虫のふ化時期との関係を模式図にしたのが図2です。この図のように、その年の気温により両種とも活動開始時期やふ化時期が早くなったり遅くなったりしますが、リンゴ樹の芽の季節現象が起こる時期との相対的な関係は変化しません。

トビハマキは発芽日～展葉日頃までの間に幼虫が活動を開始し、展葉日～展葉1週間後頃の間にはその割合が半数を超え、開花日までには全ての幼虫が活動を開始します。トビハマキの防除適期は多くの幼虫が活動を開始する展葉1週間後頃になります。

一方、ミダレカクモンハマキは展葉1週間後頃を過ぎたあたりからふ化が始まり、開花日頃には半数を超え、落花日までには全ての個体がふ化を終了します。ミダレカクモンハマキは前述のように花や幼果を好んで食害するために実害が大きく、被害が進行する前に防除する必要があります、発生が多い場合の防除適期は開花直前及び落花直後頃となります。発生が少ない場合には落花直後のみの防除でも問題ありません。

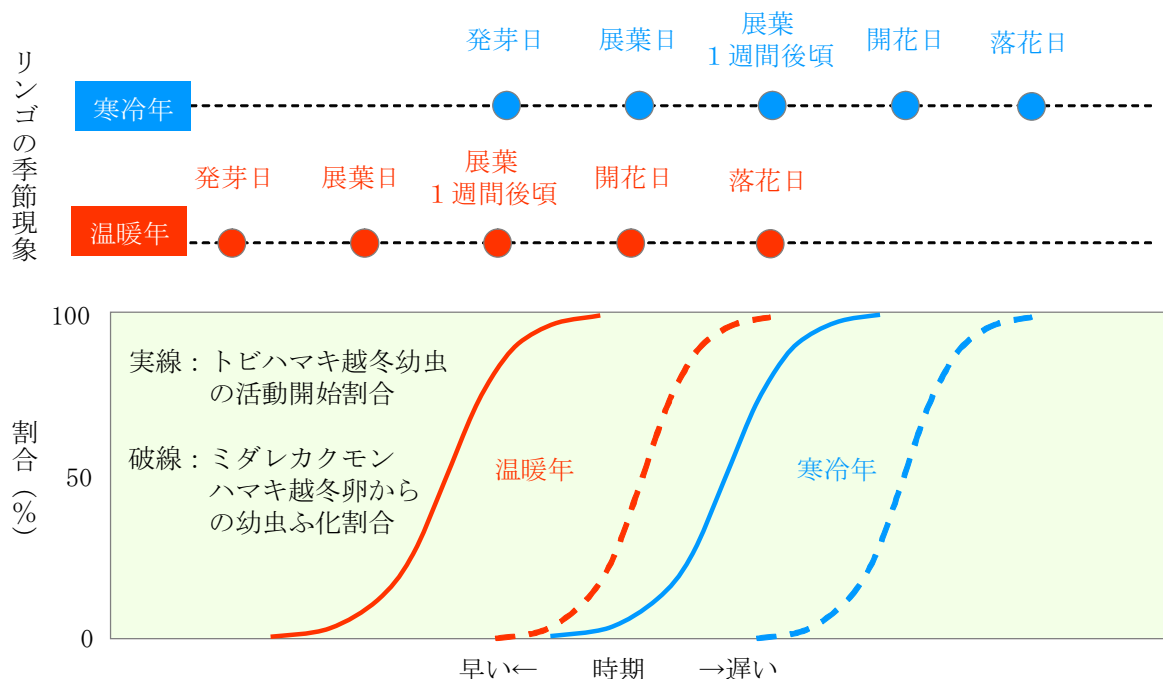


図2 リンゴ樹の季節現象とハマキムシ類の活動開始時期の関係（模式図）

（青森産技セリんご研 石栗陽一）

## 2) スモモヒメシンクイの生態と被害の防止

### 1. リンゴ害虫化の経緯

スモモヒメシンクイは1970年代にスモモの害虫として記録されましたが、当時はリンゴに対する被害は発生しないと考えられました。しかしながらこの害虫は、近年各地のリンゴ産地でリンゴに対する加害が報告されるようになりました。スモモヒメシンクイの幼虫は果実表皮下の果肉を食害します。スモモヒメシンクイはナシヒメシンクイに酷似した害虫で、写真のように、雄成虫の後翅の形状で識別できます。東北地方北部におけるスモモヒメシンクイのリンゴ加害時期を解明するため、フェロモントラップを利用した成虫発生時期とリンゴにおける果実被害発生時期を調査しました。



スモモヒメシンクイ成虫



ナシヒメシンクイ成虫



スモモヒメシンクイ雄成虫  
後翅の外周は角張る。



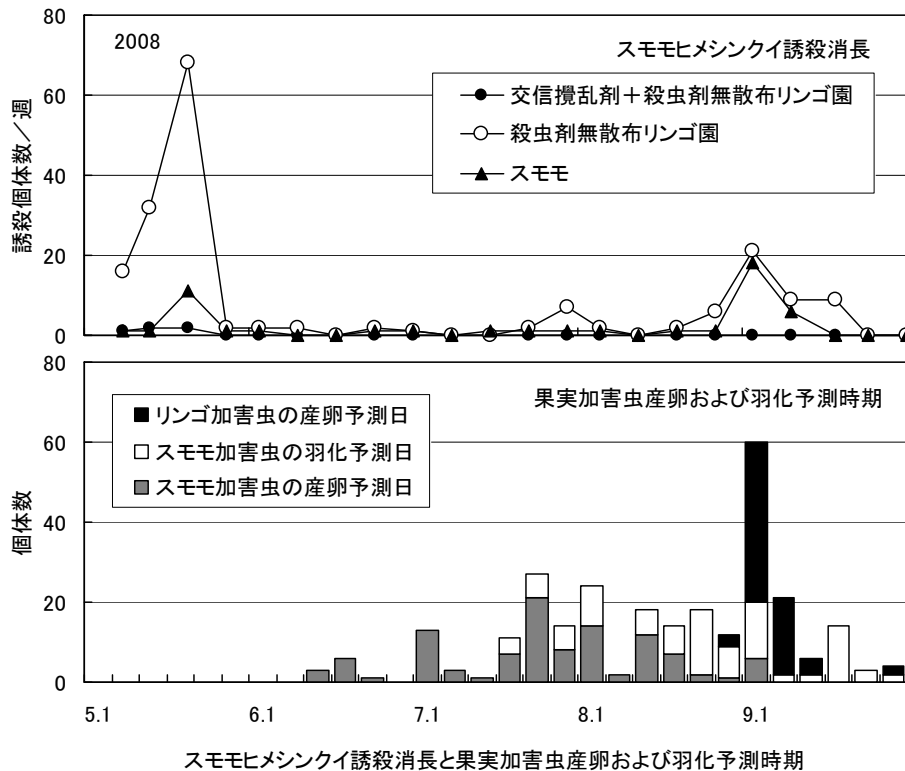
ヒメシンクイ雄成虫  
後翅の外周は曲線状で、外部が白みがる。

### 2. スモモヒメシンクイのフェロモントラップ誘殺時期

スモモおよびリンゴにおけるスモモヒメシンクイのフェロモントラップ誘殺時期から、岩手県では年3回発生し、越冬世代成虫は5月中旬～6月上旬、第1世代成虫は7月下旬、第2世代成虫は8月下旬～9月中旬に発生すると考えられました。複合交信攪乱剤を設置したリンゴ園ではフェロモントラップに誘殺されませんでした。

### 3. スモモおよびリンゴ果実加害虫の加害および羽化時期

スモモおよびリンゴ果実の被害発生時期と、果実加害虫の羽化時期から、8月中旬頃まではスモモを主な寄主としていますが、第2世代成虫が羽化する8月下旬～9月中旬には産卵に適するスモモ果実が少なくなるため、産卵に適する果実を求めてリンゴなどの果樹園に飛来すると考えられます。このため、リンゴ園では8月上旬まで被害はほとんど発生しませんが、第2世代成虫が飛来する8月中旬以降第3世代（越冬世代）幼虫による果実被害が発生すると考えられます。



### 3. 被害防止に向けた留意点

スモモヒメシンクイはナシヒメシンクイのフェロモン成分が含まれる複合交信攪乱剤により交信攪乱が起こりますが、スモモなどリンゴ園外で発生した、交尾を済ませた雌成虫がリンゴ園に飛来するため、交信攪乱剤を設置したリンゴ園でも被害が発生します。

リンゴに対する飛来時期は8月下旬から9月中旬に多くなります。スモモヒメシンクイのリンゴにおける産卵時期は第2世代成虫のフェロモントラップ誘殺時期と一致しており、被害が発生する地域ではフェロモントラップを利用して飛来時期を把握し、リンゴに対する加害時期を把握することができます。被害が発生する地域では飛来する時期に合わせた防除が必要になります。リンゴでは早生・中生品種の被害が多い傾向です。

スモモヒメシンクイはリンゴ園で世代を繰り返すことができず、スモモなどリンゴ園外の寄主植物で世代を繰り返していると考えられることから、リンゴに対する被害を防ぐためにはそのような発生源を絶つことも重要です。

(果樹研究所 新井朋徳)

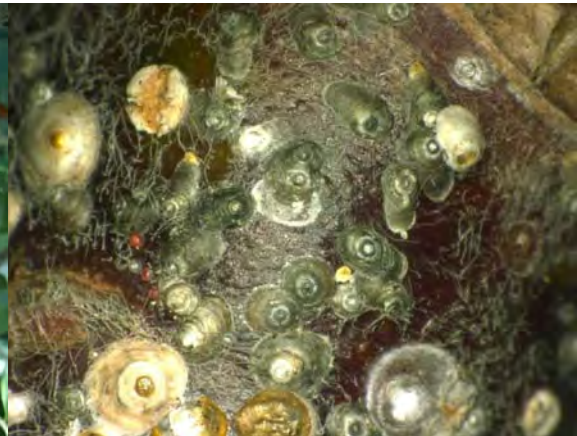
### 3) ナシマルカイガラムシの生態と防除

#### 1. ナシマルカイガラムシとは

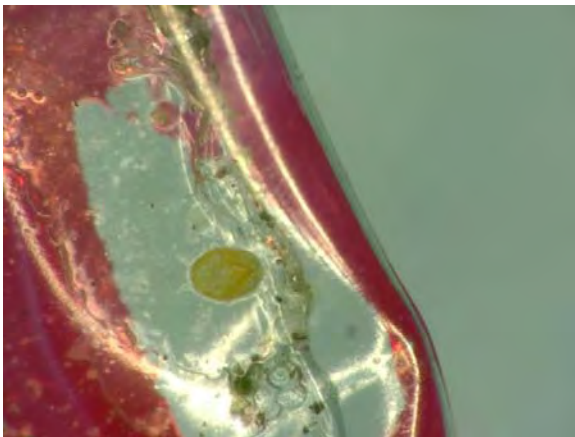
ナシマルカイガラムシは世界中の果樹生産地に分布する害虫で、国内ではリンゴ・ナシなどの落葉果樹に加え、カンキツやビワなどの常緑果樹も加害する広食性の害虫です。この害虫が多発すると果実への直接的な被害が発生するうえ、枝枯れや樹勢の低下などが発生し、その被害は複数年に及ぶこともあります。ナシマルカイガラムシは天敵により密度抑制されない害虫であるため、発生が認められた場合は殺虫剤による密度抑制が必要となります。東北地方北部ではナシマルカイガラムシの発生生態が未解明であったため、歩行幼虫発生時期の調査と、歩行幼虫発生時期と気温との関係を調査しました。



ナシマルカイガラムシ被害果



ナシマルカイガラムシ



ナシマルカイガラムシ歩行幼虫



羽化直後のナシマルカイガラムシ雄成虫

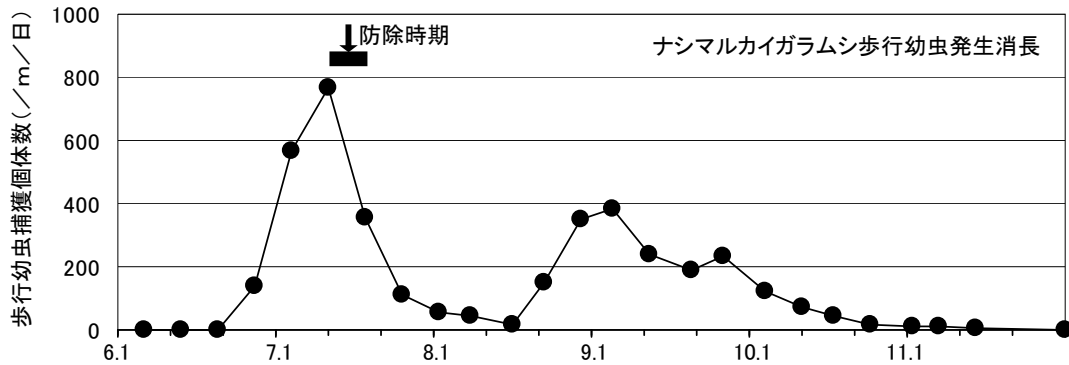
#### 2. 歩行幼虫発生時期の解明

歩行幼虫の両面テープ捕獲消長から、東北地方北部では歩行幼虫は6月下旬～7月中旬、8月下旬～9月中旬の2回発生することが明らかになりました。

#### 3. 歩行幼虫発生時期と気温の関係

歩行幼虫発生は3月1日を起点とした有効積算温度（10.5～32.2）がある一定の値に達したときに認められたことから、この関係をもとに歩行幼虫の発生時期が未解明な地域でも歩行幼虫の発生時期や防除時期の推測が可能になると考えられます。





ナシマルカイガラムシ歩行幼虫発生消長と防除時期

表 1 幼虫発生時期と有効積算温度（3月1日起点、10.5~32.2℃）との関係

	平均	標準誤差	最大値	最小値
第1世代幼虫発生初期	333.7	19.9	372.7	307.6
第1世代幼虫発生ピーク	428.8	23.2	456.3	382.8
第2世代幼虫発生初期	1013.1	22.3	1053.9	977.3
第2世代幼虫発生ピーク	1155.1	15.8	1181.7	1127.0

#### 4. 留意点

ナシマルカイガラムシにはテントウムシ類や寄生蜂などの天敵がありますが、密度抑制が十分働かないため、防除対策を行わないと密度が年々高くなります。発芽前のマシン油乳剤や歩行幼虫発生時期に殺虫剤の散布を何年間省いた場合、密度が高くなる場合があります。

ナシマルカイガラムシ第2世代歩行幼虫発生時期は早生リンゴの収穫時期と重なることから、防除は発芽前か、第1世代歩行幼虫発生時期に行う必要があります。

ナシマルカイガラムシ第1世代歩行幼虫発生時期の防除は、歩行幼虫の発生ピーク時から5日間くらいが最も効果的で、発生ピークから10日後くらいまでも防除効果が高いことが示されています。

(果樹研究所 新井朋徳)

### (3) 除草剤を減らすための基礎研究

#### 1) ヒメオドリコソウの生態と除草剤感受性

##### 1. はじめに

ヒメオドリコソウはリンゴの重要害虫ナミハダニの発生源となるため、この草が多い園地ではナミハダニの被害増加が懸念されます。生産者の間では、ヒメオドリコソウは開花するとラウンドアップマックスロードなどグリホサート系の除草剤では枯れにくくなると言われることから、除草剤感受性を調査しました。

##### 2. ヒメオドリコソウの生態

ヒメオドリコソウは種子で増殖する草で夏から秋に発芽し、岩手県盛岡市周辺では4月上旬から5月中旬が開花期となります。開花期間中は一本の株の中で次々と新しい花を咲かせ、5月上旬には発芽能力のある種子を形成しています。なお花は葉の付け根に着生しているため、咲き終わると葉に隠れて見えにくくなることがあります。枯死するのは5月下旬から6月上旬で種子が発芽を始める8月までは見られなくなります。

##### 3. ヒメオドリコソウにおける除草剤感受性

除草剤感受性は、バスタ液剤とラウンドアップマックスロードを100倍または200倍に希釈して10a当たり100L相当の量を散布して調べました(表1)。11月上旬に処理すると、ラウンドアップマックスロードでは全ての個体が、バスタ液剤でもほぼ全ての個体が翌年の春までに枯死しました。開花期である4月下旬に行った処理では、ラウンドアップマックスロードは葉の萎凋や褐変が現れるのに1週間から2週間ほどかかりましたが、処理3週間後には全ての個体が枯死しました。一方バスタ液剤は処理後数日で葉が褐変したものの、処理濃度200倍では再生が認められました。従ってヒメオドリコソウはラウンドアップマックスロードよりもバスタ液剤のほうが枯れにくいと考えられます。

表1 除草剤によるヒメオドリコソウの殺草効果

除草剤	秋処理(11月上旬)		春処理(4月下旬)	
	100倍	200倍	100倍	200倍
ラウンドアップマックスロード	+++	+++	+++	+++
バスタ液剤	+++	++	++	+

+++: 全個体が枯死、++: ほぼ全ての個体が枯死、+: 再生する

##### 4. 留意点など

除草剤によりヒメオドリコソウの発生量を確実に減らしたい場合は、グリホサート系の剤による秋処理が適していると考えられます。なお散布液量の効果は検討していませんが、バスタ液剤でヒメオドリコソウを枯らすには、薬液濃度を高くして散布量も増やす必要があると考えられます。

(東北農業研究センター 省農薬リンゴ研究チーム 土師 岳)

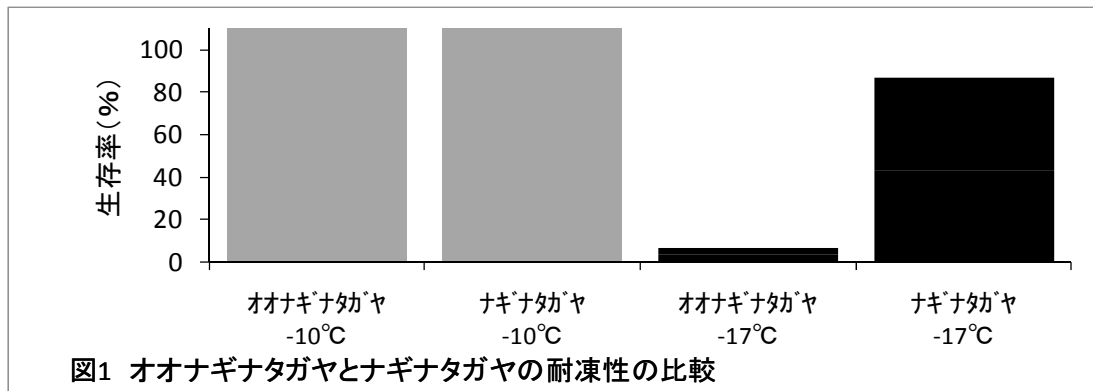
## 2) ナギナタガヤ類の耐凍性とリビングマルチとしての適性

### 1. はじめに

ナギナタガヤはイネ科の一年草で、近縁種にはオオナギナタガヤなどが知られています。関東地方や西日本ではナギナタガヤ類をリビングマルチとして利用している果樹園があり、最近では種苗会社から種子が市販されています。ところがこの市販品はオオナギナタガヤであり、東北地方北部では冬季に枯死すると言われています。一方ナギナタガヤは青森県や岩手県でも自生していることから、オオナギナタガヤより耐凍性が強いと予想されます。

### 2. オオナギナタガヤとナギナタガヤの耐凍性の比較

福岡市で採取したオオナギナタガヤと盛岡市で採取したナギナタガヤの種子から育てた苗で耐凍性を比較しました。試験は2007年12月に行い、それぞれ30本の苗を温度制御が可能なフリーザー(冷蔵庫)に入れ-10℃と-17℃で処理しました。その結果(図1)、-10℃処理ではオオナギナタガヤ、ナギナタガヤともにほぼ全ての個体が生存し、低温処理による葉の損傷も認められませんでした。-17℃処理では、オオナギナタガヤはほぼ全個体が枯死したのに対して、ナギナタガヤは低温に遭遇した葉が枯れた後に約40%の個体で新たに発芽した芽が生長しました。この結果からナギナタガヤはオオナギナタガヤよりも耐凍性が強く、東北地方北部でも越冬すると考えられました。



### 3. リビングマルチとしての適性

盛岡市に自生するナギナタガヤは、夏から秋にかけて種子から発芽し、越冬前には5~10cm程度になります。越冬後しばらくはこの程度の大きさですが、4月下旬から5月上旬になると急速に草丈が伸び始め、6月になると出穂・倒伏し、7月には枯死します。倒伏したナギナタガヤは長さ40~60cmほどで、枯死後もワラを敷いたように地表面を覆うため、市販品と同様リビングマルチとしての適性を備えていると期待されます。

### 4. 留意点など

盛岡市に自生するナギナタガヤを実際にリンゴ園に播種する試験は行ってないので、リビングマルチとしての実用性の評価は今後の課題となります。また日本に自生するナギナタガヤの種子は今のところ市販されていません。

(東北農業研究センター 土師 岳)

### 3) 機械除草が草種とナミハダニの樹上密度に及ぼす影響

#### 1. はじめに

リンゴの重要害虫ナミハダニはリンゴと雑草の両方に生息するため、除草作業は雑草のみでなくナミハダニの発生にも影響する可能性があります。このことを検討するため、2009年に盛岡市にある農家のわい化リンゴ園において同一園地の樹冠下で以下に示す2通りの地表面管理を実施しました。

**除草剤区** リンゴの開花直前にバスタ液剤を散布、その後は機械除草、ラウンドアップマックスロードの散布の順で作業した。

**機械除草区** リンゴの開花直前に1回目の機械除草、その後も機械除草で管理し除草剤は使用しなかった。

両区とも機械除草にはラビットモア RMK160（オーレック社）を用いました。

#### 2. 樹冠下に発生する雑草の変化

除草剤区、機械除草区ともに1回目の除草直前となった4月下旬にはオオイヌノフグリ、ハコベ、ヒメオドリコソウが主要草種でした（図1、図2）。

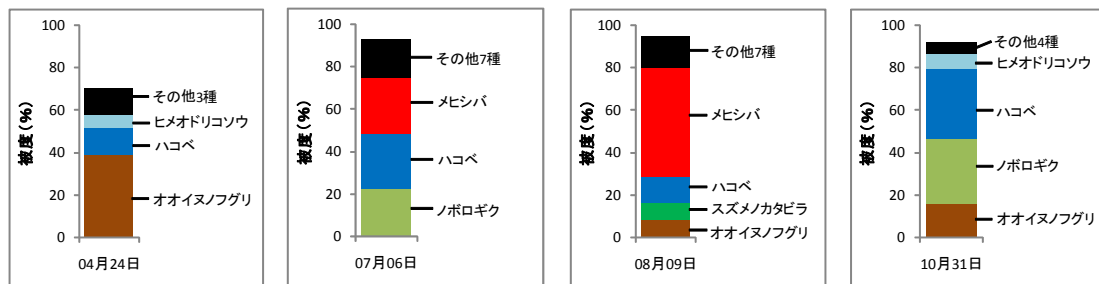


図1 除草剤区における草種構成、4/28バスタ液剤、7/11機械除草、8/11ラウンドアップマックスロード

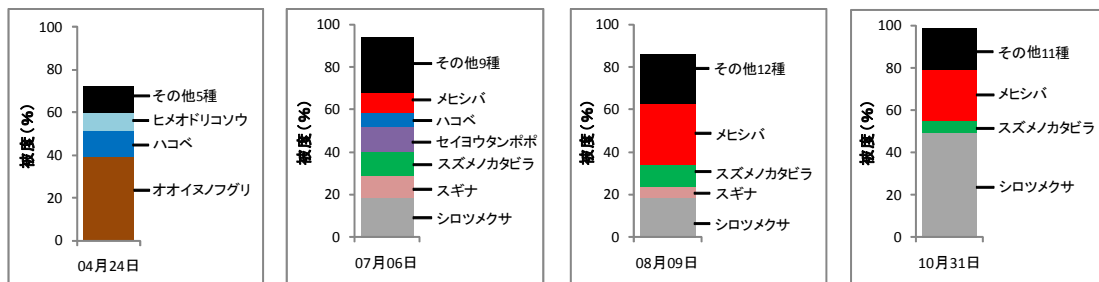


図2 機械除草区における草種構成、4/25と7/11に機械除草

除草剤区（図1）では4月下旬にバスタ液剤を散布したところ6月から7月にかけてノボロギク、ハコベ、メヒシバが多く発生し、7月上旬に機械除草を行うとメヒシバが顕著に増加しました。メヒシバは8月になると出穂し高さが30cm程度になったので8月上旬にラウンドアップマックスロードを散布しました。その結果メヒシバは消滅しオオイヌノフグリ、ノボロギク、ハコベが主要草種になりました。機械除草区（図2）では除草剤区と同時期になる4月下旬に1回目の除草を行うと、6月から7月にかけてはシロツメクサ（別名クローバー）など様々な草が生えました。2回目の機械除草を7月上旬に行うと、メヒシバの他に草丈



の低いシロツメクサが比較的多くなり、8月上旬における雑草の繁茂は除草剤区より少なくなりました。ここは早生品種‘さんさ’の単植園で、8月から収穫期までは果実肥大により下垂した枝が樹冠下での乗用モアの走行を妨げたので、収穫が終わるまで除草作業を行わなかったところ、シロツメクサがさらに増えたことから収穫後も除草を行いませんでした。その結果10月下旬には樹冠下の半分がシロツメクサに覆われました。シロツメクサは年間を通して草丈が低くこの草の増加は除草回数削減につながると期待されます。

### 3. リンゴ樹におけるナミハダニの発生

ナミハダニ雌成虫の葉当たり密度（図3）は、5月になるまでは除草剤区、機械除草ともに密度は0.2以下でした。リンゴの開花直前（4月下旬）に除草剤区で

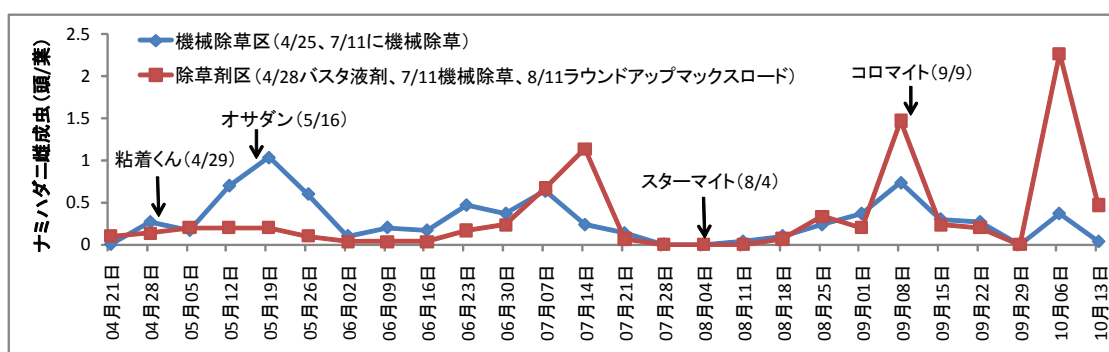


図3 同一園地内で地表面管理を変えた場合のリンゴにおけるナミハダニの密度

は、雑草を殺ダニ活性があるバスタ液剤で処理してからリンゴ樹に粘着くんを散布するとナミハダニの密度上昇は起こりませんでした。しかし機械除草区では、同時期に行った除草後に粘着くんを散布してもナミハダニが増加し5月中旬には密度が1.03に達したので、全園にオサダンを散布して密度を低下させました。このケースでは機械除草の後にナミハダニが下草からリンゴ樹に移動し密度が上昇したと推測されます。また1回目の除草前に樹冠下に繁茂していたオオイヌノフグリ、ハコベおよびヒメオドリコソウは秋から春に生育し夏には枯れる草なので4月下旬以降はそれほど伸びません。従って1回目の機械除草をリンゴの開花後に行いオサダンを散布すれば5月の増加は防げたかもしれません。オサダン散布後は8月上旬にスターマイト、9月上旬にコロマイトを全園に散布したところ機械除草区では除草剤区よりも秋におけるナミハダニの密度が低くなりました。

### 4. 留意点など

この事例では、除草剤を使用しないとシロツメクサが増加し年間除草回数は2回になりましたが、草種構成が違う園地では増加する草種や年間の除草回数は異なると考えられます。また本試験ではダニ剤を同じ日に全園で散布したので、地表面管理の違いがナミハダニの発生に影響することが示唆されました。しかし除草剤を使用すると秋にナミハダニが多くなった理由を明らかにするには、下草の草種構成がナミハダニやその天敵に及ぼす影響などを研究する必要があります。

(東北農業研究センター 土師 岳)

### (3) 防除を効率化する調査技術

#### 1) 幼虫越冬性ハマキムシ類の春季における発生予察

##### －越冬幼虫の活動開始時期の調査法－

#### 1. 幼虫越冬性ハマキムシ類の越冬生態

リンゴを加害するハマキムシ類のうち、トビハマキやリンゴコカクモンハマキなどは幼虫が越冬巣<sup>えつとうそう</sup>を作ってその中で越冬します。越冬巣はリンゴ樹の枝幹表面にある亀裂や溝などに薄い絹糸の膜を張って作られ、幼虫が直接外界の環境にさらされないようにしたものです(図1)。春になると越冬巣内部の幼虫は、この薄い膜に穴をあけて脱出し、発芽した芽の内部や展開した葉に移動して加害をはじめます(図2)。なお、幼虫越冬性のハマキムシ類はどの種も同じような越冬巣を作るので、越冬巣の形態から種を特定することは困難です。



図1 幼虫が脱出した後の越冬巣  
(幼虫が脱出した穴が見える)



図2 越冬後に活動を開始した幼虫

#### 2. 効果的な薬剤散布時期

幼虫越冬性ハマキムシ類の春季防除では、幼虫の活動開始時期(越冬巣からの脱出時期)を調査することで防除適期を判断することができます。まだ幼虫の多くが越冬巣から脱出していない時期に薬剤散布を行うと、越冬巣の中には薬剤が到達しないため効果は発揮されません(図3の①の時期)。反対に散布時期が遅すぎると、早い時期に活動を開始した幼虫による被害が進行してしまったり、幼虫が葉を巻きはじめるので、薬剤がかかりにくくなります(③の時期)。そのため、活動を開始した幼虫がほぼ出揃うタイミングが薬剤散布の適期となります(②の時期)。

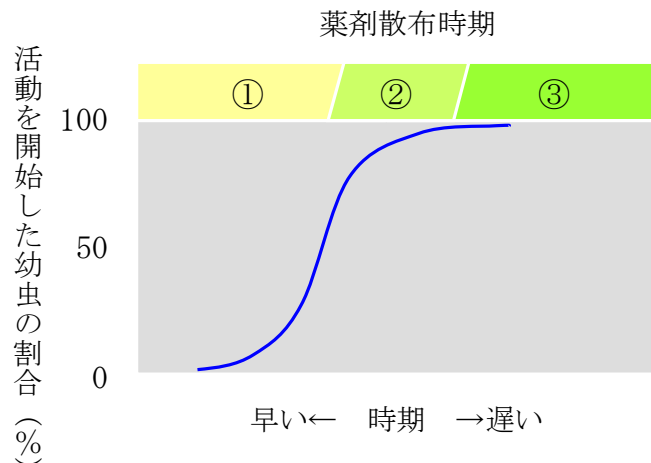


図3 幼虫の活動開始割合と薬剤散布時期

そのため、活動を開始した幼虫がほぼ出揃うタイミングが薬剤散布の適期となります(②の時期)。

### 3. 薬剤散布適期の推定手順

#### ①越冬巣の密度調査

幼虫の活動開始時期から防除適期を推定するためには、多数の越冬巣を調査する必要があります。そのため、まず自園において越冬巣が見られるかどうか観察します。この観察で越冬巣があまり見られない園地は、幼虫越冬性ハマキムシ類の越冬世代幼虫に対する春季の防除が必要ない園地であるとも言えます。

調査する越冬巣の数はできるだけ多い方がよいですが、最低でも100個程度は必要です。枝の上面や南向きなど日当たりのよい位置にある越冬巣では、幼虫の脱出時期が早くなる傾向があるので、樹のさまざまな位置の越冬巣を選ぶようにします。

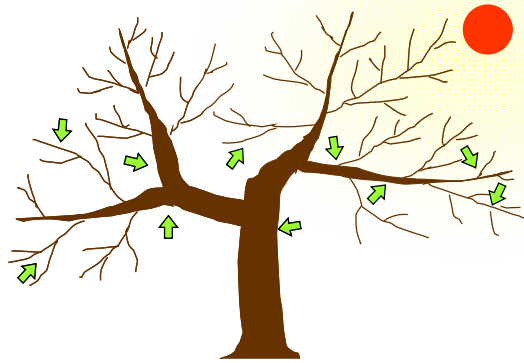


図4 調査する越冬巣の位置を示す模式図  
(日当たりを考慮して、枝幹のいろいろな部位を選ぶ)

#### ②越冬巣からの幼虫脱出時期調査

越冬巣から幼虫が脱出すると、図1のように越冬巣の白色の膜に丸い穴が開きます。越冬巣を観察して、穴の開いている割合を調査することで、幼虫脱出率（活動を開始した幼虫の割合）を推定することができます。ただし、越冬巣の中で幼虫が越冬中に死亡してしまうことがあり、その場合はいつまで経っても越冬巣の膜に穴が開くことはありません。そのため、この死亡率を補正する必要があります。補正のやり方には2通りあり、調査可能な越冬巣の数が多い場合と少ない場合で使い分けます。

##### 【越冬巣の数が多い場合（図5）】

越冬巣を観察し、穴が開いている場合、幼虫はすでに「脱出」したとみなします。穴が開いていない場合には、越冬巣の膜をはがして内部の幼虫を観察し、「生存」と「死亡」に分類します。気温が低い時には幼虫の動きが鈍く、生存幼虫でも一見死亡しているように見えるかもしれませんが、越冬中に死亡した幼虫の多くは、体が乾燥していることが多いので、区別は容易です。この調査を4月中旬頃から時期を追って繰り返し行い、毎回調査数から死亡数を差し引いて脱出率を計算し、その推移を調査します。

例えば、4月中旬～5月上旬まで5回調査を行い、1回の調査で50個の越冬巣を調べるとすると、250個の越冬巣が必要になります。一度調査した越冬巣は、誤って再び調査することのないように、きれいにはがしておきます。

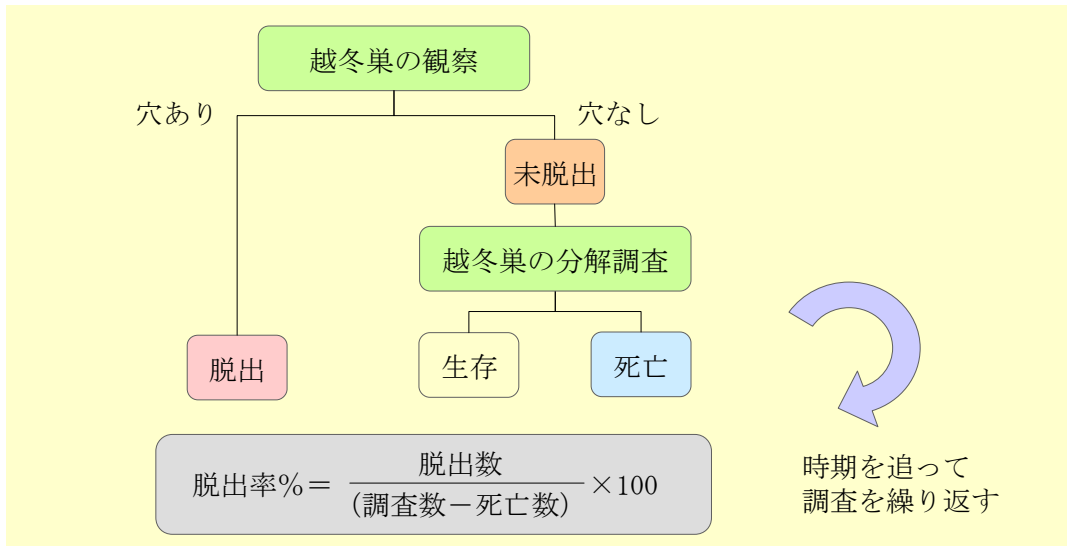


図5 越冬巣の数が多い場合の脱出率調査

【越冬巣の数が少ない場合（図6）】

幼虫の脱出が始まる前の4月上旬頃に、いくつかの越冬巣の膜をはがして、生存割合を調査しておきます（生存割合の事前調査）。その後は、別の越冬巣をマークし、継続的に同じ越冬巣を観察します（脱出率の調査）。その際、穴の有無だけ調査し、越冬巣の分解調査は行いません。毎回の調査において、事前に調べておいた生存率で補正することによって、マークした同じ越冬巣を継続的に調査することができます。

例えば、死亡率の調査に50個の越冬巣を用い、その後の調査のためにマークする越冬巣を50個とした場合、何回調査しても必要な越冬巣の数は100個となります。

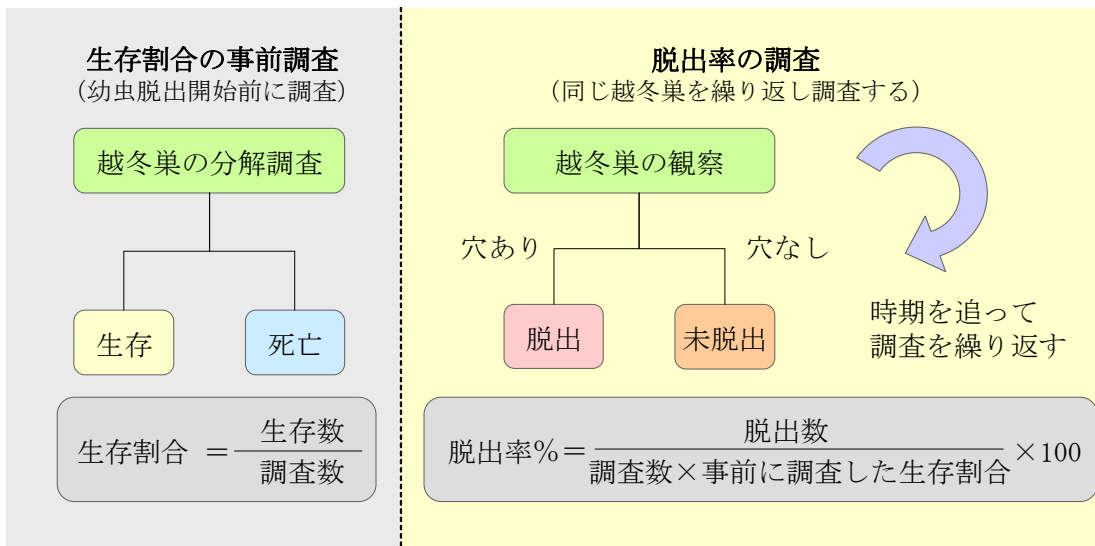


図6 越冬巣の数が少ない場合の脱出率調査

③防除適期の推定

上記の調査を繰り返す行くと、図3のように時期を追って脱出率が上昇していきます。脱出率が80%前後を越えたら、防除適期と判断し、薬剤散布を行います。

(青森産技セリんご研 石栗陽一)



## 2) ハダニの簡易な密度推定法

### －払い落とし・押し潰し法－

#### 1. はじめに

ナミハダニは、発生初期に適切な殺ダニ剤を散布すると効果的に防除できるので、発生初期の寄生密度を正確に推定する必要があります。現在活用されているルーペを用いたハダニ密度推定では、少数の葉を観察してナミハダニ寄生の有無を判断することが多く、寄生を見落とししたり、加害された部位だけを観察して過大に推定する場合があります。試験研究機関では、ナミハダニの寄生密度を正確に推定するために、多数の葉を採集してブラッシングマシンで寄生するハダニを払い落とし、実体顕微鏡下でハダニ種ごとに計数しています。しかし、専用の機器を用いる方法では、生産者は利用できないので、ナミハダニの発生初期の密度を把握して防除適期を判断するため、ブラッシングマシンと実体顕微鏡に代わる密度推定法を考案しました。

#### 2. 作業の工程

##### ① 払い落とし

ブラッシングマシン（写真①）の代替手法として、2本のブラシでリンゴ葉を挟んで寄生するナミハダニを払い落とします（図1）。ナイロンの毛を有した試験管洗浄用ブラシ（ブラシ部分の直径30mm～40mm、ブラシ幅80mm～105mm）のようなブラシを2本準備して、トング状に加工します（写真②）。そのブラシを使ってガラスの円筒（写真③）の内側に、葉に寄生するナミハダニを払い落とすと、葉の葉裏に寄生する90%以上の雌成虫を払い落とすことができます。



写真①



写真②



写真③

## ②押し潰し

実体顕微鏡の代替手法として、払い落としたナミハダニを紙に押し潰して得られる斑点を計数します（図1）。ブラシで払い落としたナミハダニの上にコピー用紙などの白色の紙を載せ、ガラスの円筒を転がして均一に押し潰すと、ナミハダニの斑点（図2）が得られます。

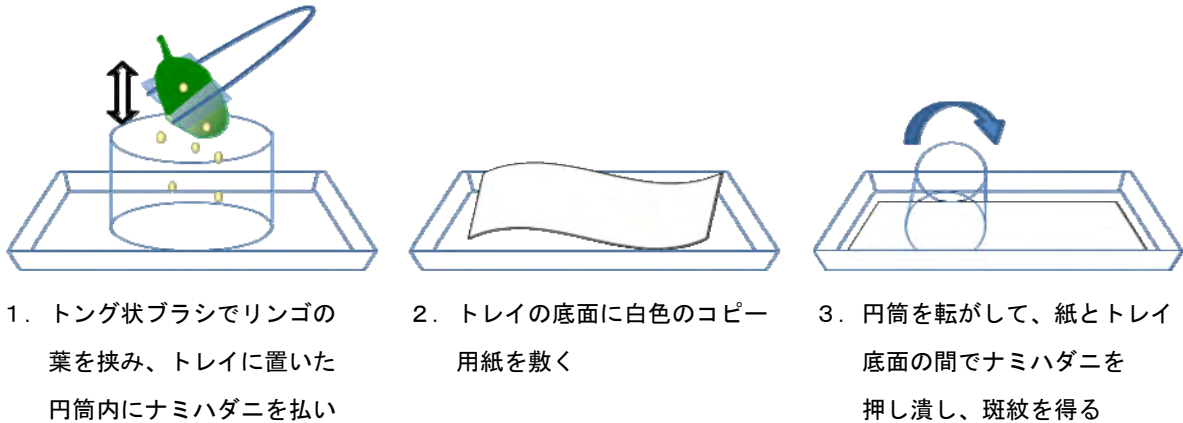


図1. 払い落としと押し潰しの手順

## ③判別と計数

得られた斑点（図2の右）を計数する前に、ナミハダニ雌成虫の斑点（直径約1mmの黒色斑点）の見本を観察します（図2の左）。よく似た斑点を選んで計数すると、比較的正確（相関係数0.9）にハダニの寄生密度を推定することができます。



図2. 雌成虫のみを押し潰した斑点（左）と发育ステージが混在する斑点（右）  
雌成虫の斑点の見本（左）を確認してから実際の斑点を計数します。

### 3. 実際の寄生個体数との相関

はじめて斑点を見た生産者でも、計数した斑点数と実際の寄生数との相関関係が高くなりました（相関係数が0.8以上の生産者が5割）（図3）。

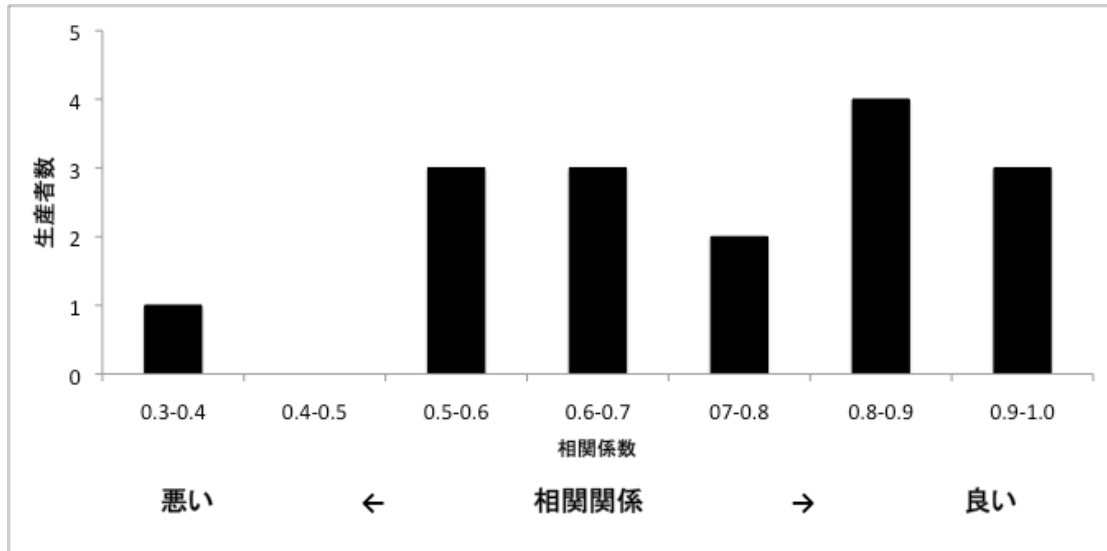


図3. 生産者による斑点計数値の相関係数の頻度分布

試験結果では、葉あたり寄生数が雌成虫8頭以下の場合において、実際の寄生個体数と斑点数の間に高い正の相関関係が得られ、 $y=0.68x+1.55$  の回帰式で発生初期の寄生密度を推定することが確認されました（図4）。つまり、計数した斑点数（x）を0.68倍して1.55を足すと、葉あたり雌成虫数（y）を推定できます。

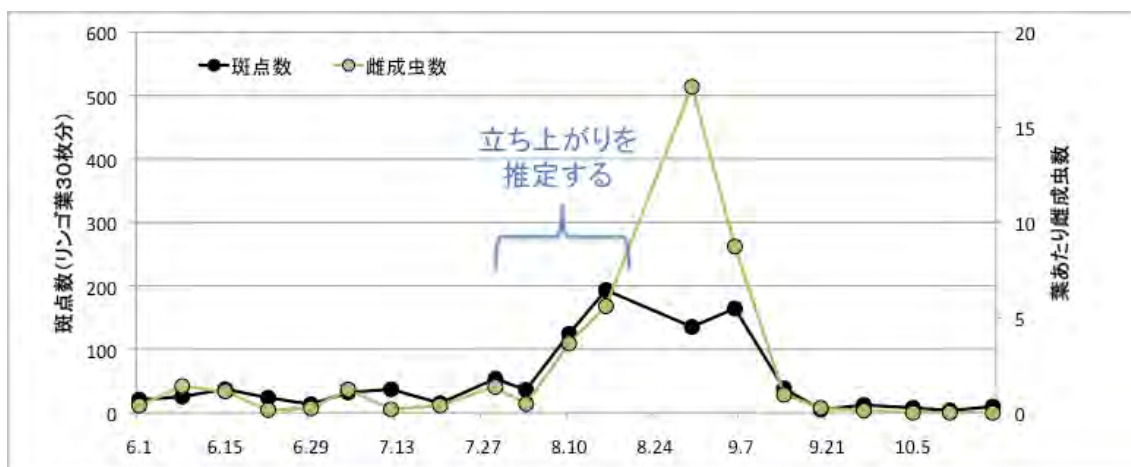


図4. ナミハダニ寄生数の変動と斑点数

#### 4. 使用上の留意点

- ① ナミハダニが主に発生するリンゴ園で活用します。
- ② ナミハダニが発生しやすい箇所で発生初期を確認し、全体から採集したサンプルで散布可否を決定するといった2段階で判断するとよいでしょう。そのためには、発生初期を確認するため、リンゴ園内で発生しやすい1樹とその周辺の5樹からランダムにリンゴ葉を5枚ずつ採集して、第1のグループとします。また、全体の発生密度を推定するか、リンゴ園全体から10樹をランダムに選定し、各樹から3枚をランダムに集めて、第2のグループとします。
- ③ トング状に加工しやすいブラシを入手すると、リンゴ葉を挟みやすいでしょう。紙は斑点を確認しやすい白色用紙がよいでしょう。
- ④ 雌成虫の斑点の見本をよく観察して、斑点の計数に慣れる必要があります。
- ⑤ 斑点の計数に慣れたら、斑点数と寄生数の関係を調べて、寄生数を推定するための係数を算出します。

(果樹研究所豊数 豊島真吾)

### 3) ナミハダニの薬剤感受性を手軽に確かめて防除に活用する

#### 1. はじめに

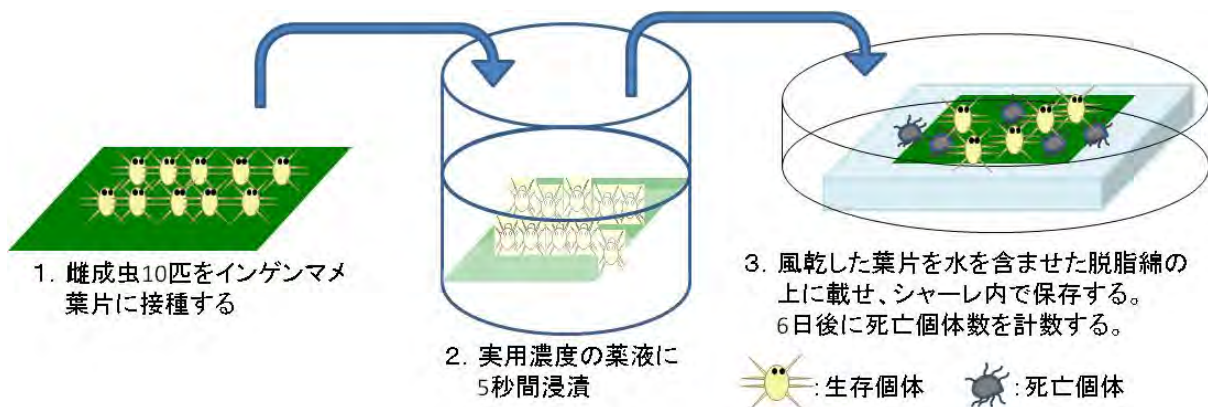
岩手県のりんご栽培は毎年のようにナミハダニの多発に苦しめられています。その原因は、薬剤散布を繰り返すうちに、薬剤があまり効かないタイプのハダニ個体が選抜されてくるためと考えられています。このような現象を薬剤感受性の低下といいます。そこで、薬剤の効き目を予め確かめて、効果の高い薬剤を散布することが推奨されるのですが、感受性の検定には専用の機械や高度な分析技術が必要とされ、生産現場で手軽に行うことはできません。そこで、手軽で実用的な感受性検定法を考案し、防除への活用を試みました。



図1 ナミハダニ雌成虫と卵

#### 2. 浸漬法による検定

まず、りんご園でナミハダニを採集します。次に、栽培したインゲンマメの葉から4×4cmの正方形(葉片)を切り取り、そこにナミハダニの雌成虫を10個体載せます。この葉片を殺ダニ剤の水溶液(登録濃度の上限)に5秒間浸します。取り出した葉片は、余分な薬液を吸い取ってから水を含んだ脱脂綿の上に置いて保存し、6日目にそれまでに死亡した個体数を数えました。1つの園地について5葉片(雌成虫50個体)を試験しました。この方法で、盛岡市から紫波町一帯の22園地について、13薬剤の効果を検定しました。その結果、園地別にも、薬剤別にも、薬剤の効き目に大きなばらつきを検出することができました。





### 3. 防除への活用

この結果から、Aさんが自分の園地に最適な薬剤を選ぶ際には、図3のA列で黒点が一番高い位置にある薬剤を選ぶことになります。また、共同防除組合など、複数の園地を同じ薬剤で防除する場合には、図4でマークの分布範囲が狭く、高い位置にある薬剤を選ぶことが推奨されます。平成19年度には、この検定結果に基づく殺ダニ剤選択で、ナミハダニの密度を低く抑えることに成功した園地がありました。

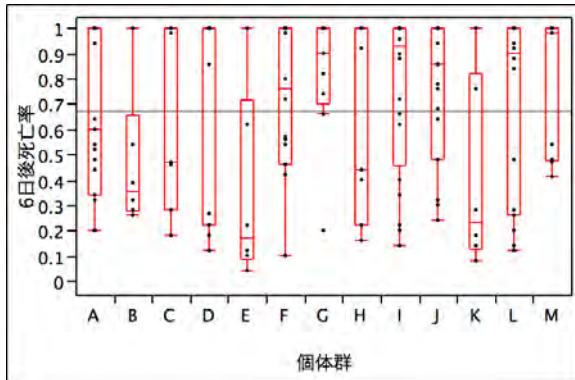


図3：りんご園地ごとの感受性の差異  
黒点は各薬剤の死亡率を、中ほどの横線は分布の中央値を、赤棒は中央値の上下に位置する黒点のうち、それぞれ4分の1が収まる範囲を、上下の横線は最大、最小値をそれぞれ示す。

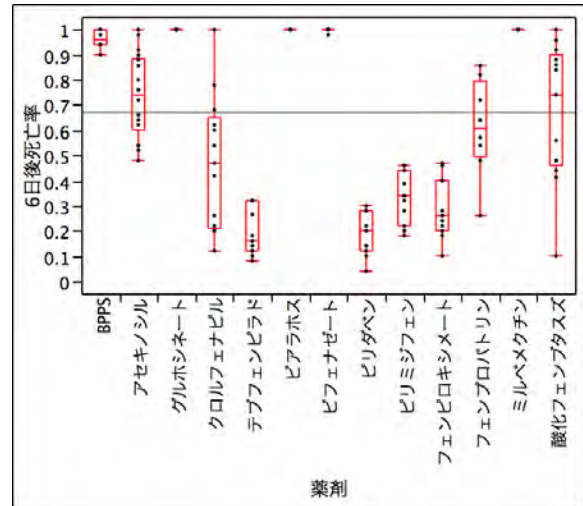


図4：薬剤ごとの感受性の差異  
図中のマークについては図3を参照

### 4. 今後の改善点

りんごの葉には微毛が密生するため、薬液に浸したときに気泡に覆われて、ハダニに薬液が触れない可能性があります。そのため、インゲンマメの葉を使用しましたが、インゲンマメを栽培し、ハダニを移し替えるのには手間がかかります。展着剤を使うなどして、りんごの葉ごと浸漬して正確な検定ができれば、より便利になると考えています。

(東北農業研究センター 高梨祐明)

## (4) 農薬削減と市場価格形成に関する基礎的研究

### 1) アンケート調査に基づく農薬削減の消費者評価

#### 1. はじめに

農薬削減リンゴのマーケティングを進めるに当たってぶつかる最初の壁は農薬削減リンゴは通常のリンゴと比較して品質的な優位性が認められないということです。優位性が有るとすれば「農薬削減」がもたらす安心や環境への優しさです。そこで、農薬削減リンゴのマーケティングでは「農薬削減」という差別化要因を消費者がどのように評価してくれるかを確認することが重要になります。それを梃子に、種々のブランド要素と、差別化されたブランド価値を結びつける連想を消費者の頭・こころの中に育んでいく活動であるブランディングを展開していくことが求められます。

#### 2. アンケート調査と分析方法

アンケートはリンゴの最大の消費地である東京都の消費者を対象にインターネットによって実施しました。回答していただいたのは、インターネットリサーチ会社のモニターである 20代～60代までの女性 1,382名です。まず、モニターの方々には、農薬削減リンゴの詳細を説明した文書を読んでもらいました。農薬削減リンゴについて正しい知見をもってもらうことはこのアンケートの必須条件ですので、文書の最後に説明をきちんと理解しているか否かを確認するための質問項目を設け、不正解であればもう一度説明文書を読んでもらう、という手順を採用しました。アンケートでは普通栽培のリンゴが1個100円の時、農薬の削減率(25%、50%、75%)と他の属性(表示情報や認証マーク)を組み合わせた仮の農薬削減リンゴの選好度を答えてもらいました。その結果をコンジョイント分析という方法で解析し、農薬の削減率と支払意志額の関係調べてみました。

#### 3. アンケートから分かったこと

農薬削減率と支払意志額の関係は表1に示すように削減率が増えるにつれ支払意志額も増えるという関係にあります。このことによって、消費者は農薬削減の価値を正當に評価してくれていることが分かります。

しかし、ここで留意しなければならないことは、この結果は農薬削減リンゴの内実をよく学習してもらった上で得られたものであるということです。農薬削減リンゴについてその詳細を知る一般消費者はほとんどいません。ここに、農薬削減リンゴのマーケティングを進めるための課題とヒントが有りそうです。

#### 4. ブランド確立のために何をすればよいか

マーケティングの究極の課題はブランドを確立することにあります。農薬削減リンゴの場合、マーケティングにおける差別化要因は農薬削減による安心や環境への優しさです。ブランドを確立する(ブランディング)のためには、このことを消費者に強烈にアピールする必要があります。そのためのロゴの作成、連想をかき立てるネーミング、地域に根ざした物語性の創作等が欠かせません。その上でこれらの相乗効果によって消費者の共感を獲得していく活動が極めて重要となるでしょう。

(東北農業研究センター 下山 禎)

表1 農薬削減率と支払意志額

属性	水準	支払意志額(円)
農薬削減率	25%	15.2
	50%	30.4
	75%	45.6

注)支払意志額は普通栽培リンゴが1個100円の時  
上積みしても良いと考える金額。

## 2) 生協における食品安全性評価の新しい流れ

### 1. はじめに

生協は、小売業であると同時に消費者運動であり、その事業は消費者の意向を反映している度合いの高いものといえます。また、農薬削減に対し積極的であり、農薬削減農産物の流通を担う組織の一つです。また、生協が作成した農薬に関する資料を他の小売業も参考にする傾向があります。このため、生協の農薬削減に対する態度を明らかにすることにより、市場における農薬削減に関するトレンドの一翼をとらえる事が出来ます。

### 2. 農薬のリスト

消費者の安全性に関する関心が高まる中で、1980年代に生協は農薬の「毒性」に関するリストを作成しました。このリストは化学物質としての人体に対する影響を示したものでした。そのため実際の散布条件は考えられていません。純粋に情報として提供されたものでしたが、できるだけ使用しないものとする生協が多くみられました。このとき、作物別や地域性は考慮されませんでした。

### 3. 農薬削減率と価格

農薬削減率と価格との関係は、図に見るようなものと考えられますが、もし使用しない農薬のリストが取引の基準となるならば、図のような価格モデルが適応されない作物が生じます。気候・地理的条件によって取り組めない地域も生じます。

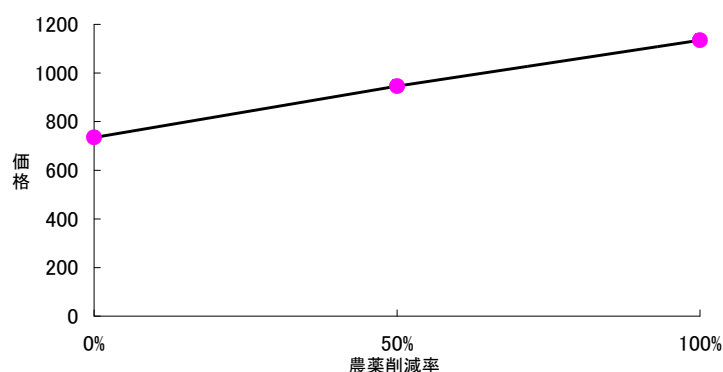


図 農薬削減率と価格  
(ホウレンソウ・2005～8年・kg当)

### 4. 新しい動き

現在、F生協連合（九州）では、使用しない薬品を決めるのではなく、適正に使用しているかどうかを評価の基準とする方向へ転換しています。また、農薬削減率に応じた価格設定に移行

しつつあります。G生協連合（九州）では、農薬に関する基準をもうけず、削減率を示して消費者の判断に任せるものとしています。

### 5. 農薬リストから削減率へ

農薬に関する資料は現在生協では組織的に作成されていません。日本生協連はF生協連合の動きを全国的なものとしたいとしています。今後は農薬削減率に応じた図のような価格モデルにより近づいてゆくと考えられます。

### 6. 留意点など

消費者・流通業者に対して農薬の正しい知識の普及を働きかけること、技術開発および生産の現場では、農薬削減にむけた努力がなされていることを周知することが重要です。

(東北農業研究センター 野中章久)

### Ⅲ. 農薬削減リンゴの実用体系

#### (1) リンゴの農薬 50%削減防除暦の基本設計

##### 1) 数値的な目標

岩手県の慣行基準は「ふじ」では 43 成分回数、それ以外の品種では 41 成分で構成されています。岩手県の特別栽培認証に必要な化学合成農薬を 50%削減するためには、「ふじ」では 21 成分回数以内、それ以外の品種では 20 成分で防除体系を作ることが必要です。

表 1 岩手県リンゴにおける慣行と特別栽培の成分回数比較(H20)

	慣行栽培	特別栽培
殺菌剤	14回 (22成分)	11回 (9~10成分)
殺虫剤	8回 (12成分)	6回 (8~9成分)
除草剤	3回 (3成分)	1~2回 (1~2成分)
植調剤		
摘果	3回 (3成分)	0~1回 (0~1成分)
落下防止	1回 (1成分)	1回 (1成分)
摘葉	2回 (2成分)	0回 (0成分)
合計	14回 (43成分)	11回 (21成分)

##### 2) 殺虫剤削減の基本的な考え方

複合交信かく乱剤を使用することにより、ガ類害虫を対象とした防除を大幅に減らすことができます。表 2 に交信かく乱剤を設置した場合の、典型的な殺虫剤削減体系を示しました。慣行の防除体系はモモシクイガの防除タイミングに合わせて、キンモンホソガやハマキムシ類が同時防除されるようにできていますが、補完防除のタイミングを選択する場合にも、それらの害虫の発生生態に合わせて、効率的な防除薬剤と時期を選択することになります。

表 2 岩手県の一般的な殺虫剤体系と交信かく乱剤使用による防除の削減例

防除時期	薬剤	対象害虫
3月下旬~4月上旬	マシン油乳剤	リンゴハダニ
4月下旬	有機リン剤	ハマキ、ケムシ、アブラムシ
5月上旬	BT剤	ハマキ
5月中下旬	有機リン剤、IGR剤、BT剤	キンモンホソガ、ハマキ、ケムシ、アブラムシ、カメムシ、チョッキリゾウムシ
5月中~6月上旬	交信攪乱剤	シクイ2種、ハマキ3種
6月下旬	ネオニコチノイド剤 殺ダニ剤	モモシクイガ、ハマキ、キンモンホソガ、アブラムシ、カメムシ ハダニ
7月上旬	有機リン剤	モモシクイガ、ハマキ、キンモンホソガ、ギンモンハモグリガ、ケムシ
7月中旬	有機リン剤、合ピレ剤	モモシクイガ、ハマキ、キンモンホソガ
7月下旬	有機リン剤	モモシクイガ、ハマキ、キンモンホソガ、ケムシ
8月上旬	有機リン剤 殺ダニ剤	モモシクイガ、ハマキ、キンモンホソガ、ケムシ ハダニ
8月中旬	ネオニコチノイド剤	モモシクイガ、ハマキ、キンモンホソガ
8月下旬	IGR剤、カーバメート剤	モモシクイガ、ハマキ、キンモンホソガ

○緑帯の時期に交信攪乱剤を使用すると、その後少なくとも3回の殺虫剤散布を省くことができ、成分回数の削減目標を達成できる。(緑字の薬剤はノーカウント)

●従来の殺虫剤体系で、同時に防除されていたキンモンホソガやケムシなどに対する合理的な補完防除体系の確立が課題となる。



### 3) 交信かく乱法

人為合成した害虫の性フェロモン成分を封入した特殊チューブを園地に均一に設置し、害虫の交尾過程をかく乱、阻害して後代を減ぼす防除法です。対象とした種だけに効果を持ち、食毒性及び残留性がなく生態系に優しい、農薬カウントされないなどの利点を持ちます。



図1 リンゴ用複合交信かく乱剤コンフューザR(信越化学工業製) (赤い紐状のもの)

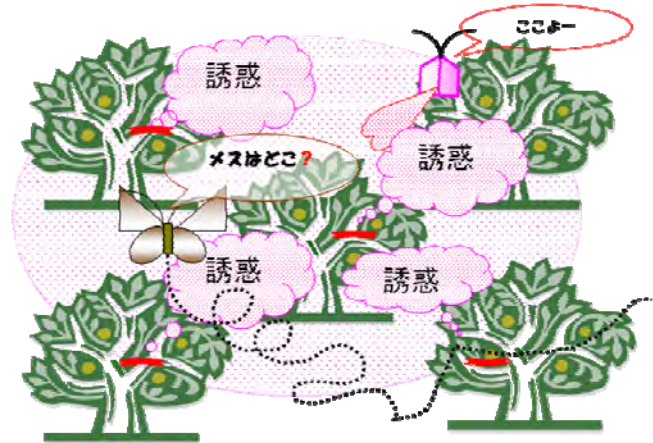


図2 交信かく乱法のイメージ

初めて性フェロモン剤を使う場合は、「性フェロモン剤を利用したりんご害虫防除マニュアル」(平成14年12月、岩手県)、「りんごの交信攪乱剤利用マニュアル～環境に配慮した安全・安心なりんご生産に向けて～平成16年3月、青森県りんご果樹課資料372号」などを参照して下さい。それらのマニュアルにも書いてありますが、交信かく乱剤を設置した初年度は、いきなり大幅な農薬削減は危険です。害虫密度や被害の発生を確認しながら、徐々に殺虫剤散布を抜いていくことが重要です。

### 4) 殺菌剤削減の基本的な考え方

基礎編「5～6月の薬剤選択に基づく夏期における殺菌剤の散布回数削減」では、岩手県中北部では7月上旬から防除間隔を広げ年間12回(13成分回数)で防除できることを紹介しました。さらに特別栽培で目標とする殺菌剤10成分回数をクリアするためには、病害発生のリスクを勘案しながら取り組む必要があります。現地試験を実施した紫波・矢巾地域は斑点落葉病と輪紋病の発生が著しく少ない地域であるため、これに基づき6月下旬の防除回数を削減しました。また、すす斑病の発生は例年少ないの、基礎編「8～9月の薬剤選択に基づく9月特別散布回数の削減」で示した方法により、9月上旬の特別散布を省略しました。一方で、この地域で例年問題となるのは褐斑病であるため、落花直後～落花10日後に本病に効果の優れる薬剤、落花30日後に比較的效果の高い薬剤を選択しました。以上により、現地試験では基礎編で示した13成分回数より3成分少ない10成分回数で防除体系を作り、主要病害を抑えることができました。このように、地域において問題となる病害、問題とならない病害を勘案し、これに基づき合理的な薬剤選択を行うことで防除回数の削減に取り組めます。



表3 現地実証試験に供した農薬50%削減防除体系の1例

散布時期	殺菌剤	殺虫剤	殺ダニ剤	除草剤	植物調整剤	合計
芽出当時	—					
展葉期	(ベフラン)	有機リン	マシン油			
開花直前	アンビル	BT	デンブン	グルホシネート		
落花直後(5月下旬)	オンリーワン	有機リン	(殺ダニ剤)			
満開2週間後					マイクロデナボン	
落花10日(6月上旬)	マンゼブ	交信攪乱剤				
落果20日(6月中旬)	アントラコール	モスピラン	殺ダニ剤			
6月下旬	—					
7月上旬	パスポート	—				
7月中旬	有機銅	有機リン		グリホサート		
7月下旬	—	—				
8月上旬	プリント	ネオニコチノイド	殺ダニ剤			
8月中旬	—	—		—		
8月下旬	ベフラン	(合ピレ)			ストップール	
9月上旬	—					
9月中旬	ストライド					
成分回数	9~10	5~6	2~3	2	2	21

※1 太字は化学合成農薬としてカウントされない資材

※2 括弧書きは防除対象となる病害虫やリンゴの品種に合わせて時期を選択

※3 —は薬剤防除の省略

## 5) リンゴ農薬 50%削減防除暦の各回のポイント

農薬 50%削減防除暦の基本的な内容を表 3 に示しました。11 回の散布の中で 21 成分回数を使う防除暦になっています。以下に、各時期の防除のポイントを記します。

**展葉期** ハダニ類を対象としてマシン油乳剤 100 倍を散布します。病害ではモニリア病、害虫では樹上越冬性のアブラムシや年多化性ハマキムシ類が防除対象となります。それらが多い園地ではベフラン液剤 1,000 倍、ダズバン 1,000 倍等有機リン剤を散布します。

**開花直前** 黒星病、赤星病等を防除対象として EBI 剤を散布します。モニリア病の発生が懸念される園地ではアンビルフロアブル等を選択します。訪花昆虫に配慮して殺虫剤の使用は控えますが、ミダレカクモンハマキの発生が多い園地では BT 剤を使用します。

**落花直後** 黒星病、赤星病、黒点病、褐斑病等が防除対象となります。殺菌剤は黒星病を主たる防除対象とし EBI 剤や有機硫黄系を選択します。EBI 剤は、オンリーワンフロアブル等の適用病害の広い薬剤を選択します。芽出 10 日期に有機リン剤を使用しなかった場合は、ケムシ類などを対象にミツバチ撤去後に使用することができます。

**落花 10 日** 斑点落葉病、黒点病、黒星病、炭疽病、褐斑病などが対象となり、有機硫黄系の中から選択します。褐斑病の発生が懸念される園地ではマンゼブ、デランフロアブルを散布します。この前後に、コンフューザ R を 100 本/10a 設置します。ケムシ類やモモチョッキリゾウムシなど多様な害虫が発生しますが、摘果剤として使用する NAC 剤はカーバメート系殺虫剤なので、摘果剤を使用する品種では効果を期待することができます。

**6 月中旬** 炭疽病、褐斑病、斑点落葉病、黒星病、黒点病、キンモンホソガ、飛来性アブラムシ類、ハダニ類が防除対象となります。炭疽病の発生が例年問題となり園地ではアントラコール顆粒水和剤を選択します。キンモンホソガ第 2 世代の発生期に当たるこの時期に効果の



図3 幼果に発症した黒星病



図4 ナミハダニ雌成虫と卵

高いモスピラン 4000 倍を散布すると、その後の防除を軽減できます。殺ダニ剤はこの時期に予定しますが、密度が高まった場合は前倒し散布します。

**7 月上旬** 斑点落葉病、輪紋病、褐斑病、炭疽病、ギンモンハモグリガ、シンクイムシ類などが防除対象となります。褐斑病が例年発生する園地ではパスポートフロアブルを選択します。

**7 月中旬** 斑点落葉病、輪紋病、褐斑病、炭疽病、シンクイムシ類、カメムシ類が主な防除対象となります。殺菌剤は病害適用の広い有機銅剤、殺虫剤は有機リン剤を散布します。



図5 斑点落葉病の病斑



図6 キンモンホソガの成虫

**8 月上旬** 斑点落葉病、褐斑病、輪紋病などが主な防除対象となります。しかし、すす斑病を対象とした 9 月上旬の殺菌剤散布を省略するためにはこの時期にプリントフロアブルを散布します。2 回目の殺ダニ剤はこの時期に予定しますが、増殖の兆しがあれば早めに散布します。その年使用できる剤の中で、最も効果が高く、残効が長いものを使用します。

**8 月下旬** 斑点落葉病、すす斑病などが主な防除対象となります。9 月上旬の殺菌剤散布を省略するためには、ベフラン液剤 1500 倍を選択します。シンクイ対策として合成ピレスロイド剤を組み込んでいるが、予察結果に応じてなるべく抜くことが推奨されます。ただし、カメムシ類の飛来の多い年は使用します。

**9 月中旬** すず斑病、斑点落葉病などが防除対象となります。すす斑病の病斑拡大の進展を抑えるためにストライド顆粒水和剤等を選択します。

(東北農業研究センター 高梨祐明  
岩手県農研センター 猫塚修一)

## (2) 農薬 50%削減防除体系のコストと経営評価

### 1) 背景・目的

消費者の安全・安心なリンゴ生産に対する近年の消費者ニーズに応え、岩手県内では、農薬の使用成分数を地域の慣行に比較し半分に削減した防除体系によるリンゴ栽培の取り組みが行われています。また、本プロジェクト研究において、リンゴの農薬削減に関する様々な試験研究が実施されてきました。

しかし、リンゴ産地において農薬 50%削減防除体系を導入する際の判断材料となる、経営に及ぼす影響を定量的に示したものは見当たりませんでした。

そこで、産地において、農薬 50%削減防除体系を導入する際の検討や経営計画作成の参考に資するため、これまでの研究成果や農薬 50%削減リンゴ栽培に先駆的に取り組んでいる岩手県内の事例を基に農薬 50%削減リンゴ栽培の経営評価を行いました。

### 2) 経費

J Aいわて中央が農薬 50%削減リンゴに取り組み始めた当初、慣行防除よりも農薬 50%削減体系の方が経費がかかっていました。この経費のかかり増しは、農薬としてカウントされない剤や展着剤が使用されていたことによるものです。

しかし、農協では、農薬の費用を削減する努力を重ね、表 1 に見るように、慣行防除よりも低い経費に抑えることができました。

慣行防除体系では年間 15 回(43 成分)の薬剤散布を行います。農薬 50%削減体系では年間 10 回(21 成分)となります。また、除草剤の散布回数も年 3 回から年 2 回の散布となります。このため、農薬費では 13 千円/10a の削減が期待でき、光熱動力費もスピードスプレーヤで使用する軽油が削減されることになり、5 千円/10a の削減が期待できます。

### 3) 労働時間

作業別の労働時間を表 2 に示します。農薬 50%削減体系では、殺虫剤削減の代替手段である交信かく乱剤の取付作業が 1 時間/10a 必要になります。また、除草剤削減の代替手段である、樹冠下の草刈作業が 2.7 時間/10a 必要になります。

しかし、病害虫防除薬剤散布が 4.14 時間/10a、樹冠下除草剤散布が 1 時間/10a それぞれ削減されるため、年間では 1.44 時間/10a の削減が期待できます。

表 1 慣行と 50%削減体系の経費  
(単位：円/10a)

変動費	慣行防除体系 (A)	50%削減体系 (B)	差 (A-B)
肥料費	12,266	12,266	0
農薬費	69,486	56,279	△ 13,206
光熱動力費	22,078	16,971	△ 5,106
流通経費	150,028	157,896	7,868
その他	60,395	60,395	0
計	314,253	303,808	△ 10,444

注 1) 晩生・赤系品種(ふじ)におけるデータである

注 2) 変動費とは、栽培規模の増減に伴って増減する費用である

注 3) 流通経費の増加は販売単価(売上高)の上昇と連動して市場・系統手数料が増加したものである

注 4) その他の経費には、諸材料費、小農具費、共済費などが含まれている

#### 4) 価格

一般に、農薬削減率に応じて販売価格も高くできると考えられますが、表3のように、JAいわて中央の販売実績を見ても、慣行防除リンゴよりも農薬50%削減リンゴの方が高い価格で販売されていました。表3は2007年産のリンゴの販売実績ですが、この年の農薬50%削減防除体系では、慣行防除と比較して、経費のかかり増しが生じていました。10a 当たりの出荷量を2,000kgとして計算すると、1kg当たり7円程度の増加でした。表3の慣行防除と農薬50%削減の販売価格の差を、実数で表すと1kg当たり18円強となり、かかり増し経費よりも高くなっています。

#### 5) 50%削減リンゴ防除体系の経営評価

アンケートによる消費者の意向調査でも、農薬削減率に応じた販売価格が期待できます。実際の農協の販売価格でも農薬削減率に応じた販売価格となっています。農薬50%削減防除体系は、薬剤の価格が高価となりがちなので、かかり増し経費が生じる事がありますが、これを超える価格が実現できていました。また、今日、農薬50%削減防除体系は慣行防除体系よりも低い経費に抑えられていますので、経営的優位性は拡大しているといえます。

#### 6) 留意点

サイズ分けされずに販売される最も低い等級では、慣行防除と50%削減の価格差が生じていませんでした。この価格差は等級が高くなるほど明瞭に観察されました。このため、この価格差は購買層や小売店の性格によって左右される可能性があります。

表2 慣行と50%削減体系の労働時間  
(単位：時間/10a)

作業項目	慣行防除体系 (A)	50%削減体系 (B)	差 (A-B)
整枝・せん定	39.00	39.00	-
施肥・堆肥散布	3.00	3.00	-
病虫害防除薬剤散布	14.94	10.80	△ 4.14
交信かく乱剤取付	-	1.00	1.00
人工授粉	7.50	7.50	-
摘花・摘果	26.10	26.10	-
樹列間草刈	1.20	1.20	-
樹冠下草刈	-	2.70	2.70
樹冠下除草剤散布	3.00	2.00	△ 1.00
落果防止剤散布	-	-	-
着色管理	44.80	44.80	-
収穫・出荷	38.95	38.95	-
その他の管理	22.80	22.80	-
合計	201.29	199.85	△ 1.44

注1) その他管理には、徒長枝せん定、誘引などの作業時間が含まれる

表3 慣行と50%削減体系の価格

等階級	慣行防除体系	50%削減体系
上位(贈答品)	100.0	126.1
中位(普通品)	100.0	109.6
下位(廉価品)	100.0	105.3

注1) 2007年産のデータである

注2) 慣行防除を100とした場合の50%削減リンゴの価格である

(岩手県農研センター 阿部直行  
東北農業研究センター 野中章久)

## IV. 地域ぐるみの特別栽培と産地マーケティング

### (1) 農協部会組織による集団的防除マネジメント

#### 1) 集団的防除マネジメントとは？

最低限の農薬散布で病虫害を制御しようとする特別栽培をリンゴで導入するためには、防除作業を、予防的なやり方から、発生予察にもとづいた即時的なやり方へ転換する必要があります。特別栽培を産地全体で取り組むには、それを集団的に取り組まなければなりません。リンゴの防除は年間10回以上ありますので、発生予察と防除の意思決定のための組織を産地の中に設置する必要があります。また、特別栽培は販売戦略の一環ですから、実現のためにはこのような防除の組織を、販売組織である農協部会組織の内部に設置することが不可欠です。さらに、そのような防除の意思決定を、零細農家のすみずみまで行き渡らせるには、地域全体の共同防除組織体制を整備し、かつそれを部会組織の傘下に置くことが必要です。以上のような防除のやり方を「集団的防除マネジメント」名付け、産地全体で特別栽培導入を実現している事例にもとづき、その内容を説明します。

#### 2) 集団的防除マネジメントのための産地体制

産地体制にはいろいろありますが、ここで想定しているのは、農協の生産部会組織が中心となる産地体制です。生産部会は産地形成を進めるために、園芸作物を中心に、多くは作目単位で設置されています。市場に対応するために、できるだけ集荷単位を大きくし、なおかつ品質も揃えるということが設置の目的です。この生産部会の中心的な機能となるのが、個々の農家では対応の難しい販売対応と技術普及です。そのため、生産部会の多くは販売担当と技術担当の部分組織を備えています。

さらにリンゴ作では、個々の農家が対応しにくい問題として、防除問題があります。その理由の第一は、リンゴの病虫害は種類が多く、個別対応するには多くのかつ専門的な知識を必要とするためです。そこで各産地では部会の中で防除暦を検討しますが、それにとどまるところがほとんどです。防除暦の作成が部会とは全く別のところでなされる産地も多くあります。

理由の第二は、手作業の多いリンゴ作の中では突出して機械化が進んでおり、小規模農家の多くは機械を所有できないことがあげられます。それに対応して、各地域で共同防除組織が結成されています。しかし、これが部会の傘下に入っていることはほとんどありません。

特別栽培は、最低限の農薬散布で病虫害を抑制しようとする取り組みです。それを地域全体で実現するためには、防除暦の作成後も地域的な病虫害のコントロールが必要ですし、作業レベルで実現するには、共同防除組織の掌握も必要です。そのため、地域全体の特別栽培導入を可能とした産地では、防除暦作成とその後の地域的な病虫害のコントロールを行う組織と共同防除組織を完全に部会組織の中に取り込んでいます(図1)。これにより、販売戦略にもとづいた地域的な防除がなされるのです。



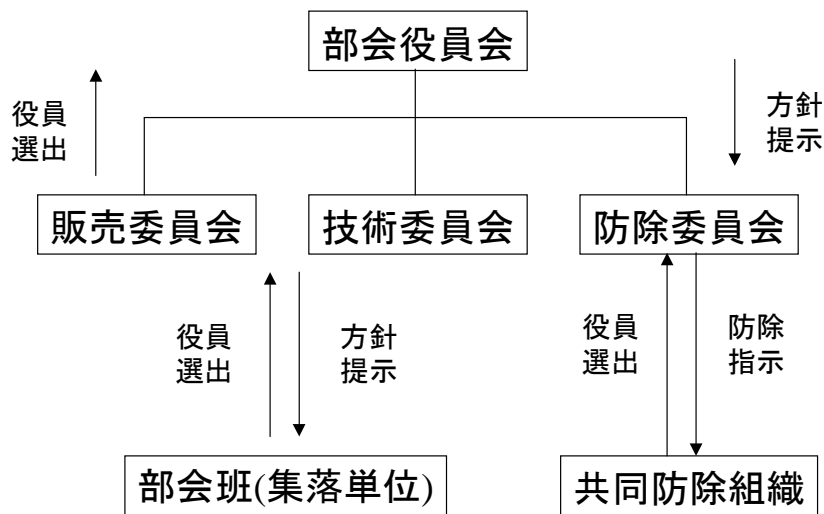


図1 産地全体で特別栽培を導入した産地の組織体制

### 3) 集団的防除マネジメントの実施過程

集団的防除マネジメントは実際どのようになされているのでしょうか。事例では、防除委員会が農協職員とともに防除暦を作成します。そしてその後、11回ある散布時期ごとに発生予察会議を開きます。まず、会議の前に、各委員が出身母体となる共同防除組織が管轄する地区の病虫害発生予察をします。その結果が農協職員によって集計され、発生予察会議で提出されます。発生予察会議ではその内容を審議し、当該回の散布案が農協より提示され、修正の後決定します。病虫害は地区によって発生度合が違いますが、その点はここで修正されます。

リンゴの特別栽培の導入には、以上のような集団的防除マネジメント体制を並行して考える必要があります。

(東北農業研究センター 長谷川啓哉)

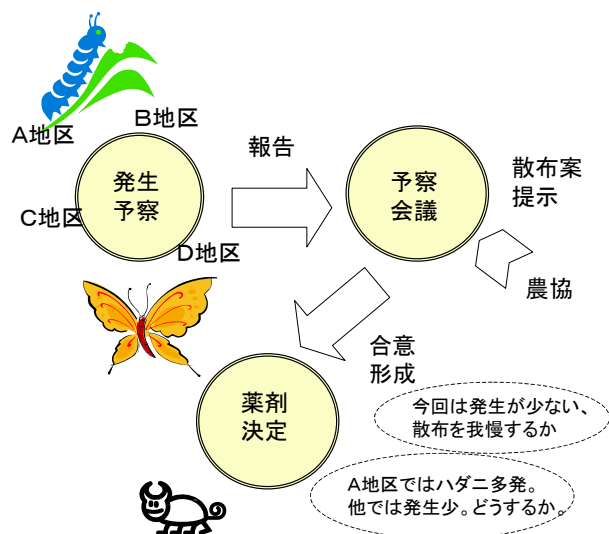


図2 特別栽培導入産地における集団的防除マネジメント体制

## 特別栽培リンゴを上手に用いた産地マーケティング戦略

### 1) 産地マーケティングとは？

一般の企業と違い、農業ではたくさんの農家が集まって産地を形成します。それによって、出荷単位を大きくし、卸売市場や量販店などの大規模な流通単位に対応します。一般の企業では、ある品質をどのくらいの量、生産するか経営者の生産計画の下で決定されますが、たくさんの農家で作られる産地は、農家それぞれがそれぞれの考えに基づいて生産するので、明確には生産計画が立てられません。また、農産物ですから、上級品から下級品まで幅広く生じてしまいます。そのため、マーケティングを計画的に行うのも産地では限界があり、生産された農産物をいかに全部売りさばくかが重要となります。このように、農業では、一般企業とは異なるマーケティングが必要となり、それを産地マーケティングと呼びます。

### 2) 特別栽培リンゴの商品としての特徴

特別栽培リンゴといっても、リンゴを見ただけでは普通のリンゴとの違いはわかりません。どのように生産されたかという情報を得て、はじめて普通のリンゴとの違いがわかります。ですから、市場でのセリのような即時的な取引の仕方よりも、継続的な契約的な取引の方がその能力が発揮されやすい商品です。また、付帯情報が重要なので、消費者が一瞬で購入の意志決定をする店頭よりも、カタログのような販売方法の方が適しているといえます。

### 3) 産地マーケティングで特別栽培リンゴを上手に使う方法

最低限の農薬で病虫害をコントロールするといっても、自然が相手ですから、時には特定の病虫害が大発生する場合があります。そのときは、特別栽培をあきらめ、通常の防除に移行することとなります。また、特別栽培には虫の交尾を阻害するフェロモン剤が用いられますが、同一地域で特別栽培を継続すると、フェロモン剤の対象となっていない虫が増加するので、地域ごとに一定のローテーションが必要となります。こうしたことから、産地で生産するリンゴのうち特別栽培リンゴの比率は 30%ぐらいになります。つまり、特別栽培リンゴ以外のリンゴの方が多いのです。

一方、産地マーケティングで説明したように、産地には上級品から下級品までさまざまなリンゴがあり、すべて売り切ることが求められます。もちろん、なかには買い手がつきにくいリンゴもあるのです。

特別栽培リンゴは、とても難しい取り組みで希少性がありますし、量販店スーパーは安心・安全の保証をもとめますから、国のガイドラインにもとづいた特別栽培リンゴは引き合いがあります。つまり人気商品です。これを産地マーケティングの中で活用するには、いかにこの人気商品をみせながら、産地としては売りにくいリンゴまで全部買ってもらうかということが重要です。そうした取引は、

## 製品戦略

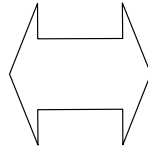


### 特別栽培 リンゴ

## チャネル戦略



### 小売との 契約的取引



一つ一つの商品が別々に取引されるセリでは難しいので、相対取引など小売店との契約的な取引の中で実現することが必要です。マーケティングの用語でいえば、特別栽培リンゴという製品戦略を、契約的取引というチャネル戦略と融合させて、産地の販売戦略を構築するのです。そうして値下がりしやすい中下級品を上手に買ってもらい、価格を下支えします。産地にはそうした等級のリンゴの比率が最も高いので、特別栽培そのものの価格向上もさることながら、この下支え効果によるメリットの方がはるかに高いのです。

#### 4) 関係性から広がるマーケティング

事例産地では、特別栽培により量販店スーパーと深めた関係性をもとに、新たな商品を開発しています。たとえば小玉リンゴは値崩れしやすい下級品的なリンゴですが、それに完熟というあらたな条件を付けることによって、むしろ一般品よりも高い価格を得ています。そして、取引自体も拡大しています(図1)。このようなことは、産地と量販店スーパーが手を組みながら、市場競争に生き残っていこうとする戦略の一環であるといえます。

(東北農業研究センター 長谷川啓哉)

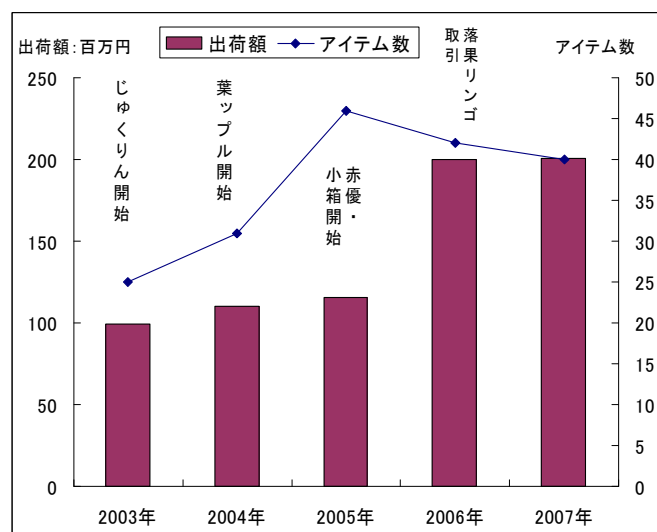


図1 特別栽培導入後の量販店との取引拡大過程