

「ちばエコ農産物」ナシ生産の技術開発を目指して

千葉県農業総合研究センター ^{うめ}梅 ^{もと}本 ^{せい}清 ^{さく}作

はじめに

減農薬栽培の農作物に対して消費者の強い関心が示されてから久しい。また、2006年5月29日からポジティブリスト制度が施行され、農薬の適正な使用と残留農薬への配慮が強く求められている。千葉県農業試験場（現千葉県農業総合研究センター）では、1993年から「環境にやさしい農業技術開発」のプロジェクト研究が始まり、筆者はナシを対象とした病害担当者として2001年3月まで従事した。行った研究の成果については、「殺菌剤の散布回数半減をめざしたナシ病害の防除体系の検討」で既に報告した（梅本ら、2003）。千葉県では、2002年から慣行栽培の化学合成農薬の成分×使用回数（以下使用回数とする）と化学窒素肥料の使用量を基準とし、それらを半減以下で栽培することによって得られた農産物を「ちばエコ農産物」として認証する制度を発足させた。

「ちばエコ農産物（以下「ちばエコなし」とする）」の認証を得ようとする場合、前作の終了直後からその栽培が始まる。そのために、栽培計画を記した計画書を前作の収穫が始まる前に作成し、県の指導機関から栽培承認を得なければならない。栽培承認が得られたら、その計画書に従って栽培管理を続け、収穫前にこれまでの栽培管理経過を記した資料を提出し、認証の申請をする。栽培管理経過が基準に従っていれば、晴れて「ちばエコなし」の認証が得られる。

「ちばエコなし」の栽培基準は、化学合成農薬の使用回数は26回以下で、化学窒素肥料の使用量は草生栽培では13 kg/10 a以下、清耕栽培では10 kg/10 a以下である。

筆者は、2001年4月から06年3月まで千葉県農業大学校（以下、農大と略す）に勤務し、学生の卒論テーマにナシの減殺菌剤防除体系の開発を取り上げ、また03年からは「ちばエコなし」生産技術実証試験を農大圃場および現地ナシ園で行ってきたので、その概要を報告する。

I 減殺菌剤病害防除体系の確立

前章までに記したように、減殺菌剤病害防除体系の基本的データは千葉県農業試験場時代に行った試験で得られた。ここでは、その防除の基本的な考え方について触れておき、具体的内容については、既報（梅本ら、2003）を参照していただきたい。なお、これらの減殺菌剤防除の基本的概念と防除体系は、2001年以降農大で実施した試験に中心的に取り入れた。

1 病害防除の基本的概念

従来に比べて薬剤散布回数を大幅に削減した防除体系を組み立てるに当たっては、重要病害の黒星病を主な防除対象とし、その他重要病害である輪紋病などの防除は、黒星病防除に合わせて防除効果の高い殺菌剤を同時に散布するか黒星病と同時防除が可能な殺菌剤を選択した。また、ナシ病害の発生生態等防除に役立つ情報（梅本、1993；尾形、1999；岩波、2000）も活用した。さらに、ナシでは化学合成農薬に代わり得る生物農薬などの代替物がなかったため、耕種防除（梅本、1993）を可能な限り取り入れることにした。

2 病害防除体系の作成

ナシの減農薬防除技術は、1993年から2000年まで行った場内試験の結果および沼南町の一般ナシ園で1998年から2001年まで行った実証試験の結果に基づいて作成され（梅本ら、2003）、農大における以下の試験ではこれを基本的防除体系とした。

防除を行うに際しては、殺菌剤は防除効果が高く残効が長く、また薬害発生が基本的にないものを選択した。また、黒星病の耕種防除では落葉の除去や発病果叢基部の切除を行った。なお、耐性菌対策として、ステロール脱メチル化阻害剤（DMI剤）とストロビルリン系薬剤の使用時には、作用機構が異なり効果の高い保護剤を同時に散布することとした。

II 減殺菌剤防除実証試験

2001年に、農大のナシ園で「ナシの減殺菌剤防除」実証試験を行った。農大のナシ園面積は10 a、主要品種は「幸水」および「豊水」で、いずれも23年生であった。このナシ園では、数年前までは果実に黒星病が多発する（特に「幸水」）ので、有袋栽培をしていた。試験区の設

表-1 「ちばエコなし」栽培実証試験における病虫害防除体系（2004年）

散布時期	散布月日	散布薬剤
開花直前	4月6日	イミベンコナゾール水和剤, ダイアジノン水和剤
開花終了直前	4月16日	チアジジン水和剤
開花終了数日後	4月21日	チアクロプリド水和剤
開花終了10日後	4月26日	ジフェノコナゾール水和剤, 有機銅水和剤
5月上旬	5月7日	有機銅水和剤
5月中旬	5月14日	コンフューザー N ^{a)}
5月中旬	5月18日	イミノクタジナルベシル酸塩水和剤, アラニカルブ水和剤, パラフィン系展着剤
6月上旬	6月2日	キャプタン・ベノミル水和剤, アセタミプリド水溶剤, パラフィン系展着剤
6月下旬	6月18日	クレソキシムメチル水和剤, キャプタン水和剤
7月上旬	7月5日	ヘキサコナゾール水和剤, イミノクタジナルベシル酸塩水和剤
7月中旬	7月12日	コンフューザー N ^{b)}
ク	7月14日	ミルベメクチン乳剤
7月下旬	7月21日	クレソキシムメチル水和剤, チオファネートメチル水和剤, チオジカルブ水和剤
8月下旬	8月25日	フェンプロバトリン水和剤

展着剤の使用は「ちばエコ農産物」では農薬の使用回数に計上しない。a) 250本（梨園：150本，周辺：100本）。
b) 150本（梨園：100本，周辺：50本）。

定に当たっては園を2等分し、一方を2001年版千葉県なし病虫害防除暦に準じて散布する慣行区とし、他方は散布回数を可能な限り削減することを目標とする減殺菌剤散布区とした。この試験では、使用殺菌剤などの推定残効期間については既に公表されている値（梅本ら、2003）を参考にして防除を行った。殺菌剤の種類と散布時期はほぼ既報（梅本ら、2003）に従って行ったが、その内容については表-1に示したものとほぼ同じであった。すなわち、薬剤の選択では、薬害の発生がなく効果が高く、また残効が長くて薬剤耐性菌が発生しにくいことなどを基準とした。黒星病の重要防除時期にはステロール脱メチル化阻害剤、また、輪紋病の重要防除時期にはストロビリン系薬剤を中心に選択したが、これらの薬剤は耐性菌の発生が心配されるので、既に述べたような対策を行った。散布時期では、関東のナシ生育時期を基準にすると、4月は黒星病の重要防除時期である開花直前および満開約10日後と満開時の合計3回、5月は満開25日ごろ（関東では5月10日ごろ）に1回、6月は満開と下旬の2回、7月は上旬と中旬の2回、さらに秋季防除として11月上旬に1回散布した。薬剤散布は動力噴霧機を用いて行い、散布液量は300 l/10 aであった。薬剤散布は、通常学生の農場実習日である平日の午後に行った。

その結果、「豊水」における萌芽期から収穫直前までの殺菌剤散布回数は慣行区が10回、使用回数17であったのに対し、減殺菌剤区では8回で使用回数15であった。黒星病などの諸病害の発生は、減殺菌剤区は慣行区と同

表-2 殺菌剤の散布状況と葉および果実の黒星病の発生程度（2001年）

試験区	品種	調査部位	調査数	6月6日	7月30日
				発病率 (%)	発病率 (%)
減殺菌剤	幸水	葉	900	0	0
		果実	250	0	0
	豊水	葉	900	0	0.1
		果実	300	0	0
慣行	幸水	葉	900	0	0
		果実	300	0	0
	豊水	葉	900	0	0
		果実	300	0	0

程度で極めて少なかった（表-2）。

なお、シンクイムシ類やハマキムシ類の防除に性フェロモン剤（商品名：コンフューザー N、以下性フェロモン剤とする）を常法（千葉県農林水産技術会議、2006）に従って5月25日と8月1日に設置した。

III 減殺菌剤・殺虫剤防除実証試験

2002年に、「ナシの減農薬防除」試験をスタートさせた。農大のナシ園を2等分し、一方を2002年版千葉県なし病虫害防除暦に従って農薬散布する慣行区、他方を減農薬区とし、殺菌剤無散布区として「幸水」および「豊水」の2年生苗木を各区の中央部に3反復で4月上旬に植えた。これらの苗木が散布する農薬にかからない

ようにするため、散布直前に透明なポリエチレン製の袋を被せ、散布が終了して葉上の薬液がほぼ乾いたことを確認した直後に取り除くようにした。薬剤の散布は、2001年の病害防除体系で高い病害防除効果が実証されたので、この体系を基本とし、これに害虫の防除を加えた体系に従って行った。その内容は、「ちばエコなし」の防除体系としてほぼ完成された表-1と基本的に違いはない。なお、苗木に害虫の発生を確認したときは、その時期に使用する殺虫剤を肩掛け噴霧器で散布した。また、以下の試験でも無防除の苗木は殺菌剤無散布を意味する。なお、この試験におけるデータ類は省略した。

1 薬剤の使用状況

萌芽期から「豊水」の収穫直前までの農薬の散布回数は、慣行区は13回で殺菌剤の使用回数は18、ダニ剤を含めた殺虫剤の使用回数は8で合計26であった。一方、減農薬区と同期間の散布回数は10回で、殺菌剤の使用回数は12、ダニ剤を含めた殺虫剤の使用回数は7で合計19であり、殺菌剤の削減回数が多かった。なお、両区に共通して性フェロモン剤を常法に従って5月16日に設置し、6月23日に追処理した。

2 病害の防除効果

葉の黒星病の発生率は、慣行区の中の無防除「幸水」では6月7日は調査葉数が168枚で10.7%、7月30日は197枚調査で6.1%、「豊水」では「幸水」と同日の調査で257枚で0.4%と344枚で7.6%であった。これらに対し、減農薬区の中の無防除「幸水」では同日の調査で、244枚で0%、308枚で3%、「豊水」では同じく270枚で4%、220枚で3%であった。これらに対し、減農薬区および慣行区の「幸水」および「豊水」の葉での発病率は各品種300枚調査で、減農薬区「幸水」の7月30日調査で0.3%認められただけで、他の品種および調査時期では0%であった。一方、果実の黒星病の発生は、減農薬区および慣行区の「幸水」および「豊水」とも認められず、いずれも防除効果高いものと判断された。なお、苗木は着果しなかった。

減農薬区および慣行区から収穫した果実50個を25℃で5日間貯蔵後に輪紋病の発生状況を調査したところ、減農薬区および慣行区の「幸水」および「豊水」とも発生は認められず、防除効果は高かったものと判断された。

3 害虫の防除効果

減農薬区、慣行区および殺菌剤無散布区ともに、開花前後ごろにナシアブラムシ、6月下旬ごろにワタアブラムシの発生がわずかに認められただけであった。また、7月下旬に慣行区および減農薬区共に、カンザワハダニの発生がわずかに認められただけで、シンクイムシ類によ

る果実被害の発生はよく抑えられた。しかし、殺虫剤の使用削減に伴うと思われるマイナー害虫であるコメツキムシ類による果実の食害が、「豊水」果実にわずかに発生した。

以上の試験結果から、本防除体系は「ちばエコなし」の農薬使用基準である前作の収穫後から今作の収穫直前までの総使用回数26以下の条件を達成できる可能性は十分高いと判断され、次章に記すような栽培承認の申請を行った。

IV 「ちばエコなし」栽培実証試験

1 農業大学校ナシ園における「ちばエコなし」栽培の実証

「ちばエコなし」栽培技術は2003年から05年の農業大学校の実証試験でほぼ完成されたと判断される。その中で、2004年の病害虫の防除方法およびその結果とも「ちばエコなし」の状況をよく示しており、03年はシンクイムシ類およびハマキムシ類の防除に問題を残し、05年の試験では04年の防除法を確認したものであったので、ここでは04年の卒論内容を中心に記し、03年と05年についてはそれを補足するに留めた。

(1) 試験方法

2002年の収穫後から、「ちばエコなし」の栽培承認を得て、03年の試験を開始した。農大のナシ園全体を1区とした。2004年試験では対照の無散布区は園内中央部にそれまで鉢植しておいた「幸水」と「長十郎」を4月上旬に2反復で定植し、園外無散布区はナシ園から約20m離れた場所に同じく「幸水」を2反復で定植した。2004年萌芽期から「豊水」の収穫直前までの総農薬散布回数は19であった。その他に、前年秋の秋季防除で1回、さらに剪定痕への塗布剤の処理で1回、休眠期の白紋羽病の防除で1回使用したので、総使用回数は22であり、「ちばエコなし」基準を下回った。シンクイムシ類およびハマキムシ類の防除として、性フェロモン剤を5月14日に通常より多い250本、7月12日に追加として150本をナシ園内およびその周辺に設置した(千葉県農林水産技術会議, 2006)。薬剤の種類と散布時期は表-1に示した。なお、2003年は、前年の収穫後から「豊水」の収穫直前までの総使用回数は22であり、05年は、前年の収穫後から「豊水」の収穫直前までの総農薬使用回数は21であった。性フェロモン剤は常法に従い、2003年は6月11日と7月16日に、05年は6月20日と7月20日に処理した。

(2) 病害の防除効果

1) 黒星病

2004年における葉の黒星病の発生は5月24日、7月

5日の2回の調査で、「ちばエコなし」区では‘幸水’と‘豊水’でいずれも認められなかった(表-3)。一方、園内の無防除区では‘長十郎’は2回の調査ともに発病が認められなかったが、‘幸水’は5月24日の発病葉率は0.5%、7月5日は1.5%であった。園外の無防除区では落葉の処分を行わなかったところ、‘幸水’の発病葉率は5月24日では8.5%、7月5日では40%に達し、多発生となった。

果実に発生する黒星病は、‘幸水’と‘豊水’共に5月24日および7月5日の調査で発病が認められなかった(表-3)。

2003年および05年の試験で、葉の黒星病が「ちばエコなし」区で最も多発した品種とその発病葉率は、05年7月22日の‘豊水’で0.7%であったが、それ以外では発病率は0%か極めて微かな発生であった。

同じく、果実に黒星病が最も多発したのは2003年の‘豊水’で、その発病果率は6月9日は1.3%、7月4日は2.0%あり、その他の年および品種では発病率は高くても0.3%であり、多くは無発病であった(データ省略)。

2) 果実の輪紋病および心腐れ症

2004年の果実の輪紋病および胴枯病菌に起因する心腐れ症(梅本, 1995)については25℃で7日間貯蔵後に調査したが、両品種共に発生は認められなかった。また、2003年および05年の同方法による調査でも、果実の輪紋病および心腐れ症の発生は認められなかった。

(3) 害虫の防除効果

1) アブラムシ類とハダニ類

2004年はアブラムシ類やハダニ類はわずかに発生したが、必要に応じて防除したところ微かな発生にとどまった。

2003年および05年も04年と同様の防除を行ったところ、アブラムシ類やハダニ類の発生は微かであった。なお、2005年はダニの発生が少なく、ダニ剤の散布は行わなかった。

表-3 「ちばエコなし」実証試験における葉および果実黒星病の発生推移(2004年)

区	品種	調査部位	調査数	発病率(%)	
				5月24日	7月5日
ちばエコなし区	幸水	葉	300	0	0
		果実	150	0	0
	豊水	葉	300	0	0
		果実	150	0	0
園内無防除区	幸水	葉	200	0.5	1.5
	長十郎	葉	200	0	0
園外無防除区	幸水	葉	200	8.5	40

2) ハマキムシ類およびシンクイムシ類

2004年のハマキムシ類およびシンクイムシ類による‘幸水’および‘豊水’の果実被害は皆無に近かった(表-4)。

一方、2003年のハマキムシ類による果実被害は、‘幸水’では収穫果の11.9%、‘豊水’では11.7%であった。また、シンクイムシ類による果実被害は、‘幸水’では収穫果の3.9%、‘豊水’では4.5%であった(データ省略)。2005年は両害虫による被害は認められなかった。

2003年にハマキムシ類とシンクイムシ類の被害が多発生した原因として、以下のことが考えられる。性フェロモン剤を設置していたので、両害虫の重要防除時期である7月下旬の散布をこの年に限り試験的に省略した。ところが、8月上旬になって両害虫が爆発的に発生した。このことから、性フェロモン剤の処理面積として10aは狭すぎるのではないかと思われた。また、減農薬栽培下であっても両害虫を防除対象とした7月下旬の殺虫剤の定期散布は必須であることを確信した。

なお、一連の減殺虫剤防除下において特徴的であった点は、天敵として寄生バチ類、テントウムシ類、ヒラタアブ類、クサカゲロウ類が目立つようになるとともに、営巣する蜘蛛の数が目立って多くなったことであった。これらの天敵類は、ナシ害虫の密度低下に効果的に作用したと思われる。

2 現地ナシ園での「ちばエコなし」栽培の実践

2003年から05年の3年間、約20aの現地ナシ園において、「ちばエコなし」の防除体系による病害虫の防除を実施し、実用性を検証した。

3年間の試験とも表-1の防除体系を基本とし、スピードスプレーヤーで散布した。2003年の萌芽期から‘豊水’の収穫直前までの総農薬使用回数は21であり、前年秋の秋季防除で2回、さらに剪定痕への塗布剤の処理で1回使用したので、総使用回数は24であった。同じく2004年は22、05年は21であり、いずれも「ちばエコなし」の栽培基準を下回った。性フェロモン剤の設置は、2003年は5月13日、04年は5月12日、05年は5月20日に1回だけ行った。

病害虫の発生では、葉に黒星病が最も多く発生した

表-4 「ちばエコなし」実証試験におけるナシ果実収穫時の害虫被害調査結果(2004年)

品種	総調査果数	被害果(%)	
		ハマキムシ類	シンクイムシ類
幸水	1,731	0.05	0.05
豊水	1,247	0.001	0.002

表-5 「ちばエコなし」現地実証試験における黒星病の発生推移 (2004 年)

農薬散布	品種	調査部位	調査数	発病率 (%)		
				6月25日	8月8日	8月29日
ちばエコなし	幸水	葉	300	0	0	0
		果実	150	0	0	—
	豊水	葉	300	0.6	0	1
		果実	150	0	0	0

—は収穫終了。

表-6 「ちばエコなし」現地実証試験における黒星病の発生推移 (2005 年)

農薬散布	品種	調査部位	調査数	発病率 (%)		
				6月24日	7月29日	8月29日
ちばエコなし	幸水	葉	300	0	1	0
		果実	150	0	0	—
	豊水	葉	300	0.3	0.3	1
		果実	150	0	0	0

—は収穫終了。

2003 年では、‘豊水’の発病率は 1.3%であったが(データ省略)、その他の年や品種では、1%かそれ以下であった(表-5, 6)。また、果実には黒星病の発生は3年間とも認められなかった。アブラムシ類やハダニ類およびハマキムシ類やシンクイムシ類の発生は、2003 年から 05 年とも無〜微少であった(データ省略)。

その他の害虫の被害として、2004 年の‘豊水’果実にナシマルカイガラムシによる被害が 2.5%発生した(表-7)。このカイガラムシによる被害は、2003 年と 05 年は認められなかった。

2003 年から 05 年にかけて、表-1 に示した「ちばエコなし」栽培基準に適った防除体系におおむねそった実証試験を行い、黒星病を含む諸病害に対する防除で実用的効果が得られた。これは、本防除体系はかなり実用性が高いことを示している。通常発生するアブラムシ類、ダニ類等の害虫防除では実用的効果が得られたが、2004 年にナシマルカイガラムシにより収穫期の‘豊水’果実が凹む被害が発生した。本カイガラムシによる被害は慣行栽培ではまれなことから、殺虫剤の使用回数を減らしたことにより防除が不十分になった可能性が高い。なお、本カイガラムシによる果実被害は 2005 年の農大ナシ園でも確認した。

お わ り に

農業大学校で 2003 年に「ちばエコなし」の認証が得

表-7 「ちばエコなし」現地実証試験における果実の収穫時ナシマルカイガラムシ調査結果 (2004 年)

品種	総調査果数	健全果率 (%)	ナシマルカイガラムシ被害果率 (%)
幸水	1,797	100	0
豊水	1,771	97.5	2.5

られ、果樹部門の第 1 号となった。これにより、「ちばエコなし」の栽培基準に適った病害虫防除技術はほぼ確立されたといえる。今後の課題は、この防除技術の普及であるが、千葉県ではそのために、冊子を作り普及に努めているところである(千葉県農林水産部, 2007)。

「ちばエコなし」の病害虫防除技術において、病気の防除は困難であり、特に黒星病の防除が難しい。そのために、パソコンを活用して黒星病の防除を支援するシステムが開発され(牛尾ら, 2007)、実用化の域に近づきつつある。このシステムが広く利用されるようになれば、黒星病の防除は今よりかなり容易になる可能性が高い。また、現状よりさらに農薬使用回数を削減するためには、‘あきづき’などのような黒星病耐病性品種の普及が重要である。

殺虫剤の使用削減に伴って、ナシマルカイガラムシの密度が異常に高まることがあった。本害虫は海外からの侵入害虫であることから、日本には天敵が存在しないとされており、その防除には「ちばエコなし」の病害虫防除体系に含まれない農薬である機械油乳剤の冬期散布が重要である。

「ちばエコなし」の栽培では、圃場をこまめに見回り、病気や害虫の発生状況をきめ細かに観察するとともに、黒星病などの防除のための耕種的防除を行ったり、散布適期を把握することは極めて重要である。また、剪定に当たっては、風通しを良くするために慣行栽培に比べて結果枝等の数を少なくするなどの配慮が重要である。

引 用 文 献

- 1) 千葉県農林水産技術会議 (2006): 野菜及び果樹の害虫防除におけるフェロモン剤利用の手引き, 千葉県, 千葉, p. 31 ~ 34.
- 2) 千葉県農林水産部 (2007): 平成 18 年度「ちばエコ農産物」栽培事例集, 千葉県, 千葉, p. 30 ~ 33.
- 3) 岩波靖彦 (2000): 植物防疫 54: 269 ~ 273.
- 4) 尾形 正ら (1999): 福島果試研報 17: 23 ~ 32.
- 5) 牛尾進吾ら (2007): 平成 19 年度日本植物病理学会大会講演要旨: 58.
- 6) 梅本清作 (1993): 千葉農試特報 22: 1 ~ 99.
- 7) ——— (1995): 同上 36: 39 ~ 45.
- 8) ———ら (2003): 日植病報 69: 124 ~ 131.