

# 青森県におけるリンゴ病害虫防除回数削減の取り組み

青森県農林総合研究センター りんご試験場 ゆき た きん すけ  
 県南果樹研究センター 雪 田 金 助

## はじめに

青森県でリンゴ病害虫防除暦が初めて作成されたのは1918年であり、「試してごらんさい」と提示された当時の防除回数は年間5回である。これ以降、新たな病害虫の出現や新農薬の登場などにより、防除回数は次第に増え続け、1977～81年には過去最高の年間16回になっている。これを削減するための試験研究が1980年代半ばごろから始まり、1987年までに2回の防除回数削減がなされた。しかし、リンゴ生産者はさらなる防除回数の削減を求めた。そこで、1993年から本格的な試験研究を開始し、2003年までにさらに3回の防除回数を削減した。現在、さらに1回の防除回数を削減するための試験を行っているが、その見通しも含めて、これまでの防除回数削減の取り組み状況を紹介する。

## I 目標の防除体系

試験研究を開始した1993年当時の防除回数は年間14回であり、これを2005年までに年間10回の防除体系を確立することにした(表-1)。具体的には、4月上・中旬の発芽・展葉から8月下旬までの生育期間、さらに収穫後の休眠期を含めた各時期における重要病害虫の防除に欠くことのできない基準散布のうち、①1回目「芽出し当時」から3回目「開花直前」までの3回散布を2回散布に、②3回目「開花直前」から6回目「落花20日後頃」までの4回散布を3回散布に、③8回目「7月上旬」から13回目「8月下旬」までの6回散布を5回散布に、④14回目「収穫後(11月中旬)」の削除である。なお、実際の実用化は②、③、④、①の順に行うことにしたので、それにあわせて記述する。

## II 開花期前後の防除回数削減

基準散布の3回目「開花直前」は‘ふじ’の開花(平年:5月9日)1～2日前であり、これ以降おおむね10日間隔で「落花直後」,「落花10日後頃」,「落花20日後頃」と基準散布が続く。黒星病の防除を主体にしたこれ

ら4回の基準散布を、3回に削減するための試験研究が数多く行われた。

1980年代に登場したトリフルミゾール水和剤やピテルタノール水和剤などのDMI(EBI)剤は、黒星病やうどんこ病、赤星病に高い防除効果を示し、本県では1987年に黒星病の子のう胞子の飛散消長にあわせた「落花直後」の1回使用、次いで1994年に子のう胞子の飛散が早い年にも対応させた「開花直前」と「落花直後」の2回使用で、それぞれ普及に移された。

これらDMI剤の実用化試験において、DMI剤は病原菌の感染前の散布だけでなく、感染後の散布での発病阻止や発病初期の散布での分生子形成抑制などの治療的な防除効果を示し、さらに「開花直前」から「落花20日後頃」までの15日間隔・3回散布で、同時期のキャプタン剤の10日間隔・4回散布に優る防除効果を示すことが明らかになった(中沢・福島,1990)。しかし、DMI剤の多数回使用による耐性菌出現の懸念や黒星病の果実感染防止におけるDMI剤の効果不足(浅利・高橋,1989)、黒点病との同時防除などの問題が残された。

DMI剤の耐性菌対策として、作用機作の異なるジラム・チウラム剤やマンゼブ剤との混用が効果的と考えられ、フェナリモル・ジラム・チウラム水和剤やピリフェノックス・ジラム・チウラム水和剤などの混合剤を用いた防除回数削減の基礎試験が行われた。その結果、黒星病の果実感染に対するDMI剤の保護効果は、単剤では散布後6日未満と短いのにに対し、混合剤では散布後12日以上に及ぶと判定された。また、治療的な防除効果は接種3日後と接種6日後の散布試験で、単剤、混合剤とも3日以上であった。これにより、DMIの混合剤は理論的に15日間隔の散布体系を想定しても問題ないと結論できた。しかも、DMIの混合剤は黒点病にも農薬登録を取得し、懸案であった黒点病との同時防除も可能になった。

黒星病の多発園地での大規模実証試験を経て、1996年に基準散布の「開花直前」にDMIの単剤、同じく「落花直後」と「落花15日後頃」にDMIの混合剤を使用し、防除回数をそれまでの4回散布から3回散布に削減した新しい防除体系が全県対象で普及に移された。ところが、普及当年に太平洋側の県南地域で黒点病が多発

表-1 リンゴ病害虫防除暦における目標の防除回数削減体系<sup>a)</sup>

体系	4月		5月		6月		7月		8月		11月			
	中旬	下旬	上旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	中旬			
	春期		開花期前後				夏期				収穫後			
当時 <sup>b)</sup> (1993年)	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	6 ○	7 ○	8 ○	9 ○	10 ○	11 ○	12 ○	13 ○	14 ○
目標 <sup>c)</sup> (2005年)	1 ○	2 ○	3 ○	4 ○	5 ○	6 ○	7 ○	8 ○	9 ○	10 ○	なし			

<sup>a)</sup> 数字は防除回数, ○は基準散布を示す. <sup>b)</sup> 1993年当時の体系では, 1: 芽出し当時(‘ふじ’の発芽8~9割), 2: 芽出し10日後, 3: 開花直前, 4: 落花直後, 5: 落花10日後頃, 6: 落花20日後頃, 7~13: 7月上旬~8月下旬, 14: 収穫後の基準散布を示す. <sup>c)</sup> 2005年目標の体系では, 1: 芽出し10日後, 2: 開花直前, 3: 落花直後, 4: 落花15日後頃, 5: 6月中旬, 6: 7月初め, 7: 7月半ば, 8: 7月末, 9: 8月半ば, 10: 8月末の基準散布を示す.

し, 大きな問題になった。本病の多発要因として, 落花10~40日後頃の多雨と激感染条件下でのDMIの混合剤の効果不足が指摘され(新谷ら, 1997), 1997年の病害虫防除暦では黒点病の多発園地に限って, 従来の基準散布「落花10日後頃」と「落花20日後頃」にジラム・チウラム剤またはマンゼブ剤を使用する旧防除体系に逆戻りした。

このような地域限定の防除体系を改善するために, DMIの混合剤の黒点病に対する防除効果の再評価試験が行われた。その結果, ジフェノコナゾール・マンゼブ水和剤のみが15日間以上の残効を示すことが明らかになり, 2003年に黒点病の多発園地でも使用できるDMIの混合剤として, 改めて普及に移された。これにより, ようやく全県対象の「開花直前」にDMIの単剤, 「落花直後」と「落花15日後頃」にDMIの混合剤を使用する開花期前後の防除回数削減体系が完成した。

### III 夏期の防除回数削減

7~8月の夏期は斑点落葉病や黒星病, 褐斑病, 炭疽病, すず斑病, モモシンクイガ, リンゴコカクモンハマキ, キンモンホソガなどの防除対象となる病害虫が最も多くなる時期である。この時期の防除回数削減は重要病害の一つである斑点落葉病主体の防除試験により, 可能性が高いとの結果が得られている(福島ら, 1989; 倉館ら, 1999)。しかし, 本病に対して高い感受性を示す‘スターキングデリシャス’との関係で, その実用化には慎重な検討が必要とされてきた。ところが, 今日では‘スターキングデリシャス’の作付面積が急激に減少し,

その環境が整いつつあるので, ほかの病害虫との同時防除を組み合わせながら, 15日間隔・5回散布の防除回数削減体系の早期実用化を目指した。

試験を開始した1998年のリンゴ病害虫防除暦に採用, またはその後の採用予定にある防除剤の多くは, おおむね10日間隔の防除体系で各種病害に農業登録を取得している。そこで, これら十数種類の防除剤を供試して, 目標の15日間隔の防除体系でも同様な効果が得られるかの再評価試験が行われた。その結果, ‘スターキングデリシャス’や‘ふじ’などを用いた防除試験により, 斑点落葉病と黒星病ではいずれの防除剤とも, 10日間隔と同様の高い防除効果を示すことが明らかになった。

しかし, 褐斑病防除ではキャプタン・有機銅水和剤とキャプタン・ホセチル水和剤の2剤, 炭疽病防除ではプロピネブ水和剤, ジラム・チウラム・メバニピリム水和剤, キャプタン・ホセチル水和剤, イミノクタジリアルベシル酸塩・キャプタン水和剤およびクレソキシムメチル水和剤の5剤において, それぞれの病害の多発条件下で効果不十分と判定された。このことから, 15日間隔の防除体系を実用化するためには, 個々の園地における病害の発生状況に応じて最適な防除剤を選択できる情報の提示が必要と考えられた。

なお, すず斑病でのジラム・チウラム水和剤やプロピネブ水和剤などの各防除剤は, 保護効果が11日以内と短いものの, 接種7日後の散布で高い防除効果を示したことから, 15日間隔の散布でも問題ないと結論できた(雪田ら, 2000)。

モモシンクイガふ化幼虫の, リンゴ果実内への食入に

対する各種殺虫剤の防止期間を表-2に示した。ベルメトリン水和剤やトラロメトリン水和剤、シベルメトリン水和剤などの合成ピレスロイド剤は、ふ化幼虫の食入防止期間が約10～35日と長いので、15日間隔の防除体系でも問題ないと判定された。しかし、有機リン剤やカーバメート剤、ネオニコチノイド剤は食入防止期間が1～2日と短く、8～10日の卵期間と散布直後の産卵忌避効果を加えても15日間隔の防除体系は難しいと考えられた。

そこで、基準散布の「7月上旬」に合成ピレスロイド剤を使用して第1世代幼虫の発生を徹底的に抑え込み、これによって「7月中旬」以降の有機リン剤やカーバメート剤、ネオニコチノイド剤使用による防除漏れをカバーしながら、第2世代幼虫の発生も抑え込むという考え方で、15日間隔の防除体系は可能と判断した。また、合成ピレスロイド剤のうち、食入防止期間が25日以上のシベルメトリン水和剤やフルシトリネート液剤などを使用すると、前年に被害がなく、周辺に放任園などの発生源がみられない園地に限り、次のモモシクイガの防除を省略できると考えられた。

基準散布の「7月上旬」に合成ピレスロイド剤を使用すると、リンゴコカクモンハマキの第1世代とキンモンホソガの第2世代を同時防除できた。これまでの年3回から年2回へと発生型が変化し(石栗, 2004)、防除適期に年次変動や地域間差の大きいリンゴコカクモンハマキの防除においても、「7月上旬」の合成ピレスロイド剤の使用は最も効果的であった。なお、合成ピレスロイド剤は7月1日頃(7月初め)の使用が最も効果的であり、この時期を起点に15日間隔・5回散布の病害虫同時防除体系を組み立てる必要があると考えられた。

1998～2002年の現地リンゴ園における大規模実証試験を経て、2003年に全県対象で、①褐斑病や炭疽病の多発条件下で使用できないキャプタン・有機銅水和剤やキャプタン・ホセチル水和剤などの防除剤を明記する、②基準散布の「7月上旬」にモモシクイガやリンゴコカクモンハマキ防除のための合成ピレスロイド使用を指定する、③各種病害に高い防除効果を示し、かつ収穫直前まで使用できる基幹防除剤、トリフロキシストロピン水和剤を含むストロピルリン系殺菌剤の複数回使用による耐性菌出現を回避するため、同系統の使用を年2回以内に限定する、④7月1日頃を起点に防除回数削減体系が始まるので、基準散布の時期の名称をこれまでの「7月上旬」、「7月中旬」などから、「7月初め」、「7月半ば」、「7月末」などに変更する、などの条件で7～8月の防除体系をこれまでの10日間隔・6回散布から15日間

表-2 モモシクイガふ化幼虫のリンゴ果実内への食入に対する各種殺虫剤の防止期間

薬剤名	希釈倍数	食入防止期間
<b>【ピレスロイド剤】</b>		
ベルメトリン水和剤	2,000	約10日
ビフェントリン水和剤	1,000	約10日
トラロメトリン水和剤	2,000	約20日
フェンプロパトリン水和剤	1,000	約20日
シベルメトリン水和剤	1,000	約25日
フルシトリネート液剤	1,000	約25日
フェンバレート・MEP水和剤	1,000	約30日
シフルトリン乳剤	2,000	約30日
シハロトリン水和剤	2,000	約35日
<b>【有機リン剤】</b>		
MEP水和剤	800	1～2日
ダイアジノン水和剤	1,000	1～2日
CYAP水和剤	1,000	1～2日
クローピリホス水和剤	1,000	1～2日
PAP水和剤	1,000	1～2日
DMTP水和剤	1,500	1～2日
<b>【カーバメート剤】</b>		
NAC水和剤	1,200	1～2日

隔・5回散布に変更し、普及に移された。

#### IV 収穫後の防除回数削減

基準散布の「収穫後(11月中旬)」は腐らん病単独の防除対策であり、収穫後の晩秋～初冬における採果痕感染やつる折れ果柄感染の防止、菌密度の低下などの役割を担っている。ところが、近年本散布の防除目的とは直接関係しない枝幹部の粗皮での感染・発病が目立っている。この場合、病原菌は粗皮形成に伴う樹皮亀裂部に侵入・感染し(雪田, 2002)、その防除適期は粗皮形成最盛期の7月中～下旬頃になる。

腐らん病の粗皮感染に対して、チオファネートメチル水和剤は比較的高い防除効果を示したので、基準散布の「7月中旬」または「7月下旬」のいずれかに本剤を使用することで、褐斑病との同時防除ができないかを検討した。その結果、チオファネートメチル水和剤は基準散布の「7月中旬」、「7月下旬」のいずれに使用しても、褐斑病に対して高い防除効果を示すことが明らかになった。

基準散布の14回目となる「収穫後」散布は、早い時期の思わぬ降雪やスピードスプレーヤの定期点検などの理由で、極めて実施率の低い状況にある。このような散布実態と腐らん病の発生実態を考慮し、かつ新たな腐らん病対策として、『粗皮感染による胴腐らんの発生が多い園地では、基準散布の「7月中旬(7月半ば)」または

「7月下旬(7月末)」に、チオファネートメチル水和剤またはベノミル水和剤のいずれかを使用する』を提示して、2003年に基準散布の「収穫後」を削減した。本防除対策は褐斑病との同時防除が可能であり、より効率的で実行性も高いことから、これまでの「収穫後」散布と同等～勝る防除効果が期待できるものと考えられた。

## V 春期の防除回数削減

基準散布の1回目「芽出し当時」を削減し、次の基準散布「芽出し10日後」を新たな防除体系の1回目に繰り上げて、モニリア病や腐らん病、リンゴハダニなどの病害虫を同時防除する体系の確立を目指した。なお、「芽出し当時」は「ふじ」の発芽が8～9割に達した時期であり、その10日後を「芽出し10日後」と呼んでいる。

モニリア病防除の基本は、「芽出し当時」と「芽出し10日後」の2回の基準散布であり、これによって発芽間もない稚葉での一次感染(葉腐れ)をほぼ完全に防止できる。しかし、消雪の遅れや剪定作業の遅れなどで、基準散布の「芽出し当時」を実施できないことがある。このような場合、保護効果だけでなく、発病阻止や病斑拡大の抑制、分生子形成の抑制など、治療的な防除効果を示すイミノクタジン酢酸塩液剤(新谷ら, 1994)やシプロジニル水和剤(赤平・雪田, 2001a)を「芽出し10日後」に使用すると効果的であった。なかでも、イミノ

クタジン酢酸塩液剤は腐らん病にも高い防除効果を示すので、「芽出し10日後」を基準散布の1回目にする新しい防除体系に最適な防除剤と考えられた。

DMI剤のヘキサコナゾール水和剤は一次感染における葉腐れの発病初期の使用で、病斑の拡大を抑制し、かつ病斑上における分生子の形成を顕著に抑制した(新谷・藤田, 1997)。フェンブコナゾール水和剤およびシメコナゾール水和剤も、同じような防除効果を示した(表-3)(赤平・雪田, 2001b)。モニリア病菌の分生子は開花中の柱頭に感染して幼果腐敗(実腐れ)を生じるので、分生子形成を抑制するこれらDMI剤の基準散布「開花直前」での使用は幼果腐敗の発生を軽減し、かつ翌年の菌密度を低下させる働きもある。

現在、モニリア病菌の菌密度を人為的に高めた試験圃場で、基準散布の1回目「芽出し10日後」にイミノクタジン酢酸塩液剤、基準散布の2回目「開花直前」にDMI剤のヘキサコナゾール水和剤、フェンブコナゾール水和剤またはシメコナゾール水和剤を使用する防除体系の実用性を検討している(赤平ら, 2004)。津軽地域と県南地域の条件の異なる試験圃場でも、良好な結果が得られており、春期の防除回数削減の実用化は近いと考えられる。

春期の防除回数削減では、リンゴハダニの同時防除も検討しなければならない。基準散布の1回目「芽出し

表-3 モニリア病の葉腐れ病斑に対する各種DMI剤の治療的な防除効果

供試薬剤	希釈倍数	調査時期 <sup>a)</sup>	病斑数	指数 <sup>b)</sup> 別の病斑割合(%)					分生子形成の病斑率(%)
				1	2	3	4	5	
フェンブコナゾール水和剤	5,000	散布直前	113	41	58	1	0	0	0
		散布7日後	122	42	36	20	2	0	0
		散布14日後	102	46	29	22	3	0	2.9
シメコナゾール水和剤	2,000	散布直前	118	35	65	0	0	0	0
		散布7日後	127	24	58	18	0	0	0
		散布14日後	109	27	49	24	0	0	0
ヘキサコナゾール水和剤	1,000	散布直前	117	31	69	0	0	0	0
		散布7日後	126	32	40	28	0	0	0
		散布14日後	107	33	35	26	6	0	6.5
無散布		散布直前	118	36	64	0	0	0	0
		散布7日後	107	22	35	20	17	6	9.6
		散布14日後	107	28	36	10	18	8	26.5

<sup>a)</sup> 子のう胞子の接種8日後に供試薬剤を散布し、散布直前、同7日後および同14日後に発病状況と分生子の形成状況を調査した。<sup>b)</sup> 指数は病斑の長径が5mm以下のものを1、6～15mmのものを2、16mm以上のものを3、葉身から葉柄の基部まで拡大したものを4、花そうの基部まで拡大して花腐れ症状を呈したものを5として区分した。

10日後」におけるマシン油乳剤（97%）200倍の使用は、リンゴハダニの越冬卵に対して高い防除効果を示し、懸念された葉害の発生もさほど問題でないとの試験結果が得られている（石栗，2003）。2004年8月には、一部のマシン油乳剤（97%）で登録拡大が図られ、リンゴハダニの同時防除を組み込んだ春期の防除回数削減体系も、実用化できる見通しになってきた。

## おわりに

青森県のリンゴ病害虫防除暦は、①2万haを超える県内のすべてのリンゴ園に適応できる防除体系であること、②スケジュール散布であること、③病虫害の同時防除体系であること、④メニュー方式で防除剤を提示することなどの諸条件で作成される。日本海側と太平洋側では気象条件が大きく異なり、平野部と山間部では病虫害の発生様相も著しく異なる。このような中で、県下一律の病害虫防除暦を作成すること自体、容易なことではないが、既に年間11回の防除回数削減体系を実用化し、最終目標の年間10回の防除体系も実用化が近い状況に

ある。1980年代前半の年間16回から数えると、実に6回もの防除回数を削減することになる。これはりんご試験場の病虫肥料部の職員が一丸となって取り組んだ成果であり、本稿はその一部を未発表のものも含めて、とりまとめたものである。ここに、関係者各位に深く感謝申し上げる。

## 引用文献

- 1) 赤平知也・雪田金助 (2001 a) : 東北農業研究 54:145 ~ 146.
- 2) ——— (2001 b) : 北日本病虫研報 52:113 ~ 116.
- 3) ———ら (2004) : 日植病報 70:255 (講要).
- 4) 浅利正義・高橋俊作 (1989) : 東北農業研究 42:243 ~ 244.
- 5) 新谷潤一ら (1994) : 日植病報 60:758 (講要).
- 6) ———・藤田孝二 (1997) : 東北農業研究 50:157 ~ 158.
- 7) ———ら (1997) : 北日本病虫研報 48:131 ~ 133.
- 8) 福島千萬男ら (1989) : 東北農業研究 42:245 ~ 246.
- 9) 石栗陽一 (2003) : 北日本病虫研報 54:170 ~ 173.
- 10) ——— (2004) : 同上 55: (印刷中).
- 11) 倉館公子ら (1999) : 東北農業研究 52:187 ~ 188.
- 12) 中沢憲夫・福島千萬男 (1990) : 青森りんご試報 26:15 ~ 38.
- 13) 雪田金助ら (2000) : 北日本病虫研報 51:133 ~ 136.
- 14) ——— (2002) : 同上 53:105 ~ 108.

## 新しく登録された農薬 (16.10.1 ~ 10.31)

掲載は、**種類名**、登録番号：**商品名**：（製造業者又は輸入業者）登録年月日、有効成分および含有量、対象作物：対象病虫害：使用時期および回数等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、適用作物、適用雑草等を記載。（登録番号：21360 ~ 21401）下線付きは新規成分。

### 「殺虫剤」

- **タイリクヒメハナカメムシ** 剤  
21361：トスパック（八洲化学）2004/10/06  
21362：サンケイトスパック（サンケイ化学）2004/10/06  
タイリクヒメハナカメムシ成虫：250頭/250ml  
野菜類（施設栽培）：アザミウマ類：0.5 ~ 2 l/10 a（約500 ~ 2,000頭）：発生初期：放飼
- **臭化メチルくん蒸剤**  
21398：不可欠用専用三光臭化メチル（三光化学）  
2004/10/20  
21399：不可欠用専用メチブロン（帝人化成）同  
21400：不可欠用専用メチルプロマイド（日本化薬）同  
21401：不可欠用専用アサヒメチルプロマイド（洞海化学）同  
臭化メチル 99.5%  
倉庫および天幕：くり：クリシギゾウムシ：1 m<sup>3</sup> 当たり  
48.5 g：1回：くん蒸

### 「殺菌剤」

- **臭化メチルくん蒸剤**  
21393：不可欠用専用サンヒューム（三光化学）  
2004/10/20  
21394：不可欠用専用クノヒューム（帝人化成）同  
21395：不可欠用専用カヤヒューム（日本化薬）同  
21396：不可欠用専用ニチヒューム（日宝化学）同  
21397：不可欠用専用アサヒヒューム（洞海化学）同  
臭化メチル 98.5%  
露地およびハウス：しょうが：根茎腐敗病：30 g/m<sup>2</sup>、ピーマン、とうがらし：モザイク病（PMMV）：50 g/m<sup>2</sup>、メロン：きゅうり緑斑モザイクウイルス（CGMMV）土中のウイルス粒子の不活性化：40 g/m<sup>2</sup>、きゅうり：きゅうり緑斑モザイクウイルス（CGMMV）土中のウイルス粒子の不活性化：20 ~ 50 g/m<sup>2</sup>（れき耕の場合は10 ~ 20 g/m<sup>2</sup>）、すいか：きゅうり緑斑モザイクウイルス（CGMMV）土中のウイルス粒子の不活性化：20 ~ 50 g/m<sup>2</sup>（れき耕の場合は10 ~ 20 g/m<sup>2</sup>）、72時間以上：1回：土壌くん蒸  
(18ページへ続く)