

リンゴ園におけるトビハマキ幼虫の越冬巣からの脱出時期と防除適期

(地独)青森県産業技術センターりんご研究所 石 栗 陽 一

はじめに

トビハマキ *Pandemis heparana* は各種落葉広葉樹を寄主とするハマキムシ類の一種で、リンゴ園でも広く発生が認められる。幼虫が葉をつづって食害したり、葉と果実の隙間に潜み、果実表面に食害痕を残して被害をもたらす。青森県のリンゴ園では年2化の生活史を示し、成虫の発生盛期は7月上～中旬および9月中旬ころである(図-1)。

本種は幼虫で越冬する。樹皮のしわや割れ目、窪みなどに幼虫が絹糸による薄い膜を張った越冬巣を形成し、その中で越冬する(口絵①)。幼虫越冬性のハマキムシ類では、春季に越冬幼虫が越冬巣から脱出し、葉などの寄生部位へ移動する時期が重要な防除適期の一つとされ(奥, 1970)、効果的な防除のためには幼虫の越冬後の活動開始時期を知ることが不可欠である。

そこで、トビハマキ越冬幼虫の越冬巣からの脱出時期について2006年から調査を開始し、その結果に基づいて本種の防除適期について検討した。2006年の結果はすでに報告しているが(石栗・櫛田, 2007)、ここでは、2007年と08年に調査した結果も加え、脱出時期の年次変化についても合わせて紹介する。

なお、本稿では *hibernaculum* に相当する語句を「越冬巣」として表現した。応用動物学・応用昆虫学術用語集第3版(日本応用動物昆虫学会, 2000)では、*hibernaculum* に「越冬場所」という訳を当てているが、トビハマキの越冬幼虫は絹糸による特徴的な構造を形成するので、単なる *hibernating site* と区別する意味で、このような表現とした。

I 春季の気温とリンゴ樹の生育ステージ

春季のリンゴ樹は、発芽や展葉等、ハマキムシ類の餌資源の有無にかかわる重要な生育ステージを経過する。そのため、トビハマキ越冬幼虫の活動開始時期について

述べる前に、試験を実施した3年間におけるリンゴ樹の各生育ステージへの到達日(表-1)と、その早晚を決定する主要因である気温の推移について記す(表-2)。

青森県産業技術センターりんご研究所(青森県黒石市)の生育観測樹3樹(品種:ふじ)と、隣接して設置されている気象観測装置を用いた調査結果によると、2006年の春季は気温が低く、平年に比べて3月中～下旬が0.4～0.7℃、4月の各旬が1.3～3.1℃低かった。それに伴い、発芽、展葉、開花等の各生育ステージへの到達日は、平年に比べ3～7日遅かった。2007年は3月上旬および下旬がそれぞれ平年より1.1℃および0.5℃高かったのに対し、3月中旬は平年より3.0℃低かった。4月は気温が低く推移し、上旬および中旬が平年と比べてそれぞれ1.2℃および2.3℃低かった。リンゴ樹の各生育ステージへの到達日は、発芽日が平年並みであったが、展葉および開花はそれぞれ2日および3日遅かった。2008年は気温が高く、3月の各旬は平年と比べて1.4～3.0℃、4月の各旬は1.2～1.5℃、それぞれ上回った。各生育ステージへの到達日は、平年に比べ7～9日早かった。

リンゴの発芽時期は3月の気温によって強く影響を受けることが明らかになっており(今村, 2006; 藤沢・小林, 2007)、3月各旬の気温が高かった2008年の発芽日が平年に比べて9日も早かった結果と一致する。また、開花時期は発芽後の気温との間に高い相関関係があるとされ(野呂ら, 1986)、発芽後の気温が低く推移した2006年や07年には、開花日における平年値からの遅れが、発芽日における平年差よりも拡大している。

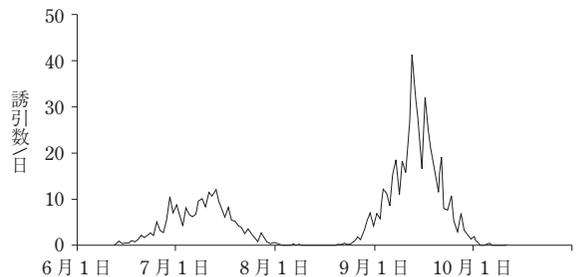


図-1 フェロモントラップによるトビハマキ雄成虫の誘引消長(2005～11年の平均値)

Phenology of Larval Emergence from Hibernaculum in *Pandemis heparana* and Optimum Timing for Control in Apple Orchard.
By Yoichi Ishiguri

(キーワード: 越冬幼虫, トビハマキ, フェノロジー, 防除適期, リンゴ)

表-1 2006～08年におけるリンゴ‘ふじ’の生育ステージ到達日^{a)}

生育 ステージ	2006年		2007年		2008年		平年値 ^{b)}
	到達日	平年差	到達日	平年差	到達日	平年差	
発芽	4月12日	+3	4月9日	0	3月31日	-9	4月9日
展葉	4月26日	+7	4月21日	+2	4月11日	-8	4月19日
開花	5月15日	+7	5月11日	+3	5月1日	-7	5月8日

^{a)} 生育観測樹3樹のうち2樹以上が以下の基準に達した日を到達日とする。

発芽：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：正しい葉形をした葉を1枚でも認めたとき。

開花：1～2花開花したとき。

^{b)} 1976～2005年の平均。

表-2 2006～08年における旬別平均気温^{a)}

	2006年		2007年		2008年		平年値 ^{b)} (℃)
	旬別 平均気温(℃)	平年差	旬別 平均気温(℃)	平年差	旬別 平均気温(℃)	平年差	
3月上旬	0.4	+0.3	1.2	+1.1	1.5	+1.4	0.1
3月中旬	1.2	-0.7	-1.1	-3.0	4.9	+3.0	1.9
3月下旬	3.2	-0.4	4.1	+0.5	6.6	+3.0	3.6
4月上旬	3.5	-3.1	5.4	-1.2	7.8	+1.2	6.6
4月中旬	7.5	-1.3	6.5	-2.3	10.0	+1.2	8.8
4月下旬	9.1	-1.7	10.8	+0.0	12.3	+1.5	10.8
5月上旬	11.7	-0.8	13.6	+1.1	14.7	+2.2	12.5
5月中旬	15.0	+1.0	13.2	-0.8	12.3	-1.7	14.0
5月下旬	15.1	-0.3	15.5	+0.1	14.8	-0.6	15.4

^{a)} りんご研究所(青森県黒石市)の気象観測装置による。

^{b)} 1976～2005年の平均値。

II 越冬巣からの幼虫脱出時期

トビハマキ幼虫が越冬巣から脱出する時期を知るために、生育観測樹が植栽されている圃場に隣接した殺虫剤無散布で管理している圃場で調査を行った。圃場に植栽されているマルバカイドウ台の‘ふじ’(2006年で樹齢17年生)の主幹、主枝および垂主枝に形成されたトビハマキの越冬巣を調査対象とした。

越冬巣から幼虫が脱出すると、表面に小さな穴が開くため、外見から幼虫が脱出したかどうかを容易に判断できる(口絵①)。しかし、越冬中に越冬巣内で幼虫が死亡した場合は、いつまで経っても穴が開くことはないため、脱出率が実際より低く見積もられる恐れがある。そこで、調査時毎に越冬巣を分解し、内部の幼虫の有無と生死を確認した。内部に生存幼虫が確認された場合には、まだ幼虫が活動を開始していないものと判断し、越冬巣に穴が開いており、内部に幼虫が存在しない場合には、すでに幼虫が脱出して活動を開始したものとして判

断した。また、死亡幼虫が確認された越冬巣は、脱出率の計算から除外した。

なお、トビハマキ以外でもリンゴ樹上に越冬巣を形成する幼虫越冬性のハマキムシ類が存在するが、これらを越冬巣の形態によって区別することはできない。そのため、越冬巣から取り出した生存幼虫は人工飼料で飼育し、羽化した成虫から種を確認した。その結果、羽化した個体はすべてトビハマキであり、調査対象とした越冬巣はトビハマキのものであると判断した。

図-2に各調査年における脱出率の推移を示した。2006年は、4月5日および13日の調査において、幼虫が脱出した越冬巣はまだ見られなかった。4月18日の調査で初めて幼虫の脱出が認められ、その後、4月下旬から5月上旬にかけて、幼虫が脱出した越冬巣の割合が高まった。5月9日の調査では脱出率が99%に達した。

2007年の脱出率は2006年と同様に推移し、4月9日と16日の調査では幼虫が脱出した越冬巣は見られなかったが、4月19日の調査で幼虫の脱出が確認され、4月

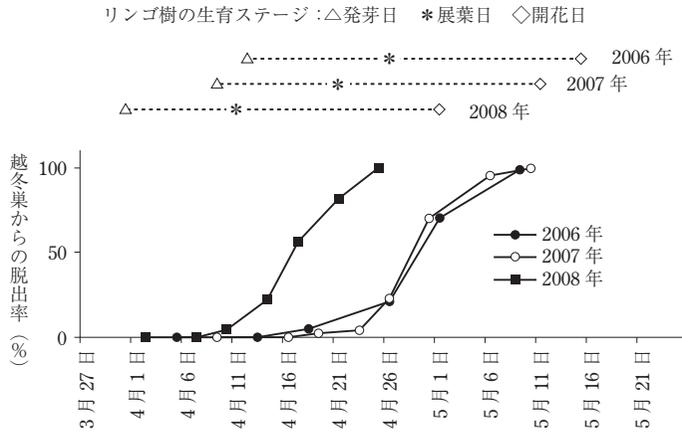


図-2 トビハマキ幼虫の越冬巣からの脱出時期とリンゴ‘ふじ’の生育ステージ

下旬から5月上旬にかけて脱出率が高まった。5月6日には脱出率が96%、5月10日には100%に達した。

2008年は、4月2日と7日の調査では、幼虫が脱出した越冬巣はまだ見られなかった。4月10日の調査で幼虫が脱出した越冬巣が確認され、2006年および07年と比較して脱出の開始時期が早かった。その後、脱出率は4月中旬に高まり、4月25日の調査ではすべての越冬巣で脱出が完了していた。

一般に休眠覚醒後の越冬昆虫の発育に影響を与える環境要因として温度が重要であるが、トビハマキの越冬巣からの幼虫脱出時期も2008年のように春季の気温の高い年には早く、2006年や07年のように気温の低い年には遅い傾向が認められた。このため、同じく気温の影響を受けるリンゴ樹の各生育ステージ到達日の早晩と比較的よく同調する。気温がリンゴの生育に及ぼす影響とトビハマキ幼虫の越冬巣脱出時期に及ぼす影響は必ずしも同じではないと考えられるため、多少のずれは生じるものの、越冬巣からの幼虫脱出はリンゴ樹の展葉日ころに開始し、開花日までにはほぼすべての越冬巣で幼虫の脱出が完了することから、実用的にはリンゴ樹の生育ステージによっておおよそのトビハマキ越冬幼虫の脱出時期を推定できると考えられる。

III トビハマキ越冬幼虫の齢期

一般にハマキムシ類の幼虫に対する殺虫剤の効果は若齢の個体で高く、齢期が進むと低くなる。越冬幼虫を対象にした防除を考えるうえで、越冬齢期を知ることは重要である。トビハマキの越冬齢期に関する調査は、過去に北海道札幌市の個体群で行われており、2齢幼虫が主体であるという結果が報告されている(奥, 1966;

1970)。

青森県における幼虫の越冬齢期を知るために、2006年4月5日における越冬巣の分解調査で得られた越冬幼虫をエタノール標本とした後、マイクロメーターを装着した実体顕微鏡を用いて頭幅を測定した。その結果、0.35～0.40mmを最頻値とする一山型の頻度分布が得られ、越冬幼虫はほぼ単一の齢期でそろっていると考えられた(図-3B)。

図-3には、5月12日、22日、6月5日に試験圃場の被害葉から採集し、同様に測定したトビハマキ幼虫の頭幅の頻度分布(図-3C, D, E)と、試験圃場で採集した幼虫をもとに室内で飼育・採卵し、得られた卵からふ化した直後の幼虫の頭幅の頻度分布(図-3A)を併わせて示した。すべての頭幅データを合わせると、ふ化幼虫のピークから数えて三つめまでの山は明瞭に現れ(図-3F)、それぞれ1～3齢幼虫に相当すると考えられた。これにより、越冬巣から採集した越冬幼虫の齢期は2齢が主体であると考えられ、青森県のトビハマキも北海道と同じ齢期で越冬していることが明らかになった。

IV 防除適期

本種の越冬ステージは、比較的薬剤感受性の高い若齢幼虫であることが明らかになったので、一般的な幼虫越冬性ハマキムシ類と同様に幼虫が越冬巣から脱出する時期が防除適期の一つになると考えられた。

青森県のリンゴ園における薬剤散布の指針となる「りんご病害虫防除暦」では、第1回目の薬剤散布時期を「展葉1週間後頃」、2回目を「開花直前」という名称で呼んでいる(雪田, 2004)。これは、薬剤散布時期が暦日で決定されるのではなく、リンゴ樹の生育ステージを基

準にして決定されるため、その年の生育の早晚によって薬剤散布の時期が異なる。リング害虫には春季の発生時期とリング樹の生育ステージの早晚との間に高い相関が見られる種が多い(津川, 1972) ために、このような薬剤散布時期の決定がなされるが、トビハマキ幼虫の越冬巣からの脱出時期もリング樹の生育ステージの早晚と

比較的よく同調するため、これらの薬剤散布時期に合わせて本種の防除を行うことができると考えられる。

2006年, 07年, 08年における「展葉1週間後ころ」の実際の散布時期は、それぞれ5月2~3日, 4月29~30日, 4月17~18日ころであった。図-2から、これらの時期は越冬巣からの幼虫脱出盛期~盛期を過ぎたころに当たることがわかる。そこで、この時期における薬剤散布の防除効果を検討した。

試験は春季の気温が低めに推移した2007年と高めに推移した2008年の2か年にわたって実施した。いずれの年も「展葉1週間後ころ」に、クロルピリホス水和剤(ダズバン DF)の3,000倍希釈液を散布することによって被害を抑制することができ、十分な防除効果を示した(表-3)。

殺虫剤散布のタイミングとして、幼虫の脱出が完了する時期に当たる「開花直前」も考えられるが、青森県のリング園で授粉のために広く普及しているマメコバチ *Osmia cornifrons* の活動期に重なるので、訪花昆虫保護の観点から殺虫剤の種類が制約される。また、散布時期が遅くなるほど幼虫の齢期は進み、2006年の調査では「開花直前」の時期までに4齢幼虫に達しているものも見られた(図-3)。齢期が進むにつれて食害量も大きくなるのに加え、開花期になると実害につながる花器の被害が生じるため、「展葉1週間後ころ」の薬剤散布が実用的であると判断した。

おわりに

リングでは(Z)-11-テトラデセニルアセテートを共通の性フェロモン成分として持つハマキムシ類のリングコカクモンハマキ, ミダレカクモンハマキ, リンゴモンハマキを対象に、交信攪乱剤を用いた防除法が実用化されている(川嶋, 1993; 櫛田ら, 2002)。トビハマキの性フェロモンもこの共通成分を含むが、市販の製剤に含

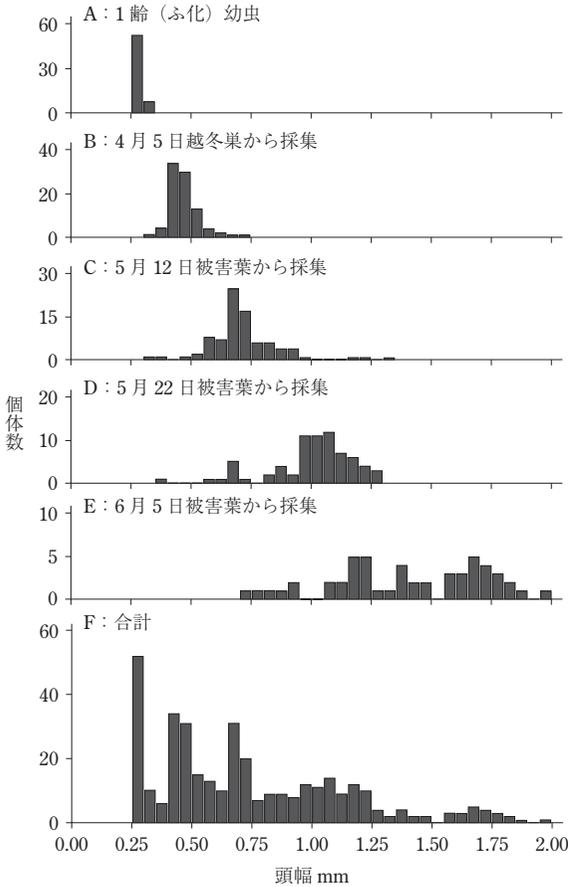


図-3 トビハマキ幼虫頭幅の頻度分布

表-3 「展葉1週間後ころ」におけるクロルピリホス水和剤のトビハマキに対する防除効果

区	調査年	散布 月日	散布前の1主枝 当たり越冬巣数 ^{a)}	散布後の被害花そう ・葉そう率% ^{b)}
クロルピリホス水和剤 (75%製剤) 3,000倍	2007年	4月30日	42.0	4.1
	2008年	4月17日	19.7	0.2
無散布	2007年	—	16.5	50.8
	2008年	—	22.0	20.0

^{a)} 18年生(2007年時点)の'ふじ'/マルバカイドウを供試。2007年は1区2樹、2008年は1区3樹。1樹当たり1主枝について越冬巣数を調査した。

^{b)} 2007年は5月7日に各区1,000花そう・葉そう、2008年は4月21日に各区450花そう・葉そうを調査。

まれる (E)-11-テトラデセニルアセテートがトビハマキに対する交信攪乱活性を阻害する (MINAMISHIMA, 1996) ため、トビハマキに対しては交信攪乱剤として利用できないことが知られている (奥, 1993; 新井ら, 2010)。そのため、交信攪乱剤の利用に伴って殺虫剤の削減が進むと、本種の被害が顕在化してくると予想される。トビハマキの被害が交信攪乱剤の普及の妨げとならないように、今回明らかになった越冬幼虫の活動開始時期および防除適期が補完的な防除の参考となることを期待する。

引用文献

1) 新井朋徳ら (2010): 北日本病虫研報 61: 225 ~ 231.

- 2) 藤沢茉莉子・小林和彦 (2007): 農業気象 63: 185 ~ 191.
- 3) 今村友彦 (2006): 東北の農業気象 50: 10 ~ 16.
- 4) 石栗陽一・櫛田俊明 (2007): 北日本病虫研報 58: 166 ~ 169.
- 5) 川嶋浩三 (1993): 植物防疫 47: 508 ~ 511.
- 6) 櫛田俊明ら (2002): 東北農業研究 55: 171 ~ 172.
- 7) MINAMISHIMA, M. et al. (1996): Appl. Entomol. Zool. 31: 475 ~ 480.
- 8) 日本応用動物昆虫学会 (2000): 応用動物学・応用昆虫学学術用語集第3版, 日本応用動物昆虫学会, 東京, p. 167.
- 9) 野呂昭司ら (1986): 園学雑 54: 405 ~ 415.
- 10) 奥 俊夫 (1966): 昆蟲 34: 144 ~ 153.
- 11) ——— (1970): 北海道立農試報告 19: 1 ~ 52.
- 12) ——— (1993): 性フェロモン剤等使用の手引き, 日本植物防疫協会, 東京, p. 75 ~ 77.
- 13) 津川 力 (1972): 青森りんご試報 16: 1 ~ 73.
- 14) 雪田金助 (2004): 植物防疫 58: 515 ~ 519.

(新しく登録された農業 12 ページからの続き)

茶: チャノホソガ, コミカンアブラムシ, クワシロカイガラムシ, ツノロウムシ, チャノキイロアザミウマ, チャノミドリヒメヨコバイ, コカクモンハマキ: 摘採 14 日前まで
プリムラ: キンケクチプトゾウムシ成虫: —
シクラメン: キンケクチプトゾウムシ成虫, オンシツコナジラミ: —

花き類・観葉植物: オンシツコナジラミ: —

樹木類: カイガラムシ類幼虫: —

いぬまき: キオビエダシヤク: —

庭木: フラーバラゾウムシ: —

イチイ: キンケクチプトゾウムシ成虫: —

げっきつ: ミカンキジラミ: —

すいせん: ネダニ類: —

すいせん: キウコンコナカイガラムシ: — (30 分間球根浸漬)

●クロラントラニブロール・ベンフラカルブ粒剤 ※新混合剤

23031: オーベスト箱粒剤 (大塚アグリテクノ) 12/01/11

クロラントラニブロール: 0.75%, ベンフラカルブ: 5.0%

稲 (箱育苗): イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, セジロウんカ, ヒメトビウんカ, ツマグロヨコバイ, ニカメイチュウ, フタオビコヤガ, コブノメイガ: 移植前 3 日 ~ 移植当日

●BT 水和剤 ※新規参入

23035: トップクエスト (住化グリーン) 12/01/25

パチルスチューリングゲンシス菌の生芽胞及び産生結晶毒素: 10.0%

芝: スジキリヨトウ, シバツトガ, タマナヤガ: 発生初期

●ミヤコカブリダニ剤 ※新製剤

23036: スパイクプラス (アリスタ ライフサイエンス) 12/01/25

ミヤコカブリダニ: 50 頭 / パック

野菜類 (施設栽培): ハダニ類: 発生初期

豆類 (種実) (施設栽培): ハダニ類: 発生初期

いも類 (施設栽培): ハダニ類: 発生初期

花き類・観葉植物 (施設栽培): ハダニ類: 発生初期

●メタアルデヒド粒剤 ※新規参入

23037: ジャンボタニシ退治粒剤 (富士グリーン) 12/01/25

メタアルデヒド: 5.0%

稲: スクミリンゴガイ: 移植後但し, 収穫 90 日前まで

「殺虫殺菌剤」

●フェンプロパトリン・メパニピリム水和剤 ※新混合剤

23026: ウィニングスプレー (住友化学園芸) 12/01/11

23027: ガーデンアシストエーススプレー (キング園芸) 12/01/11

フェンプロパトリン: 0.010%, メパニピリム: 0.020%

花き類・観葉植物 (ばら, パンジーを除く): アブラムシ類, うどんこ病: —

ばら: アブラムシ類, うどんこ病, 黒星病: —

パンジー: アブラムシ類, うどんこ病, 灰色かび病: —

つばき類: チャドクガ: —

きゅうり: アブラムシ類, うどんこ病: 収穫前日まで

なす: アブラムシ類: 収穫前日まで

トマト: アブラムシ類: 収穫前日まで

●クロチアニジン・スピネトラム・イソチアニル・フラメトピル粒剤 ※新混合剤

23033: 箱いり娘粒剤 (住友化学) 12/01/25

クロチアニジン: 1.5%, スピネトラム: 0.50%, イソチアニル: 2.0%, フラメトピル: 4.0%

稲 (箱育苗): いもち病, 紋枯病, 白葉枯病, もみ枯細菌病, 穂枯れ (ごま葉枯病菌), ウンカ類, ツマグロヨコバイ, イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ニカメイチュウ, イネツトムシ, フタオビコヤガ, コブノメイガ: 移植 3 日前 ~ 移植当日

●イミダクロプリド・スピノサド・イソチアニル・チフルザミド粒剤 ※新規参入

23039: シャリオ箱粒剤 (日産化学工業) 12/01/25

イミダクロプリド: 2.0%, スピノサド: 1.0%, イソチアニル: 2.0%, チフルザミド: 3.0%

稲 (箱育苗): イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ類, ツマグロヨコバイ, コブノメイガ, フタオビコヤガ, いもち病, 紋枯病, 白葉枯病: 移植 2 日前 ~ 移植当日

「殺菌剤」

●トリシクラゾール・フルトラニル水和剤 ※新混合剤

23034: ビームエイトモンカットフロアブル (日本農業) 12/01/25

トリシクラゾール: 8.0%, フルトラニル: 16.0%

稲: いもち病, 紋枯病, いもち病, 紋枯病: 収穫 14 日前まで

(33 ページに続く)