

クワシントメタマバエの発生生態に 関する調査研究

鈴木 繁 実

クワシントメタマバエ *Diplosis mori* YOKOYAMA は、岩手県における桑栽培上、最も重要な害虫の1つである。本種は、桑の頂芽の内部に食入して枯死させ、いわゆる芯止まり状態にさせる害虫として古くから知られている。⁶⁾⁸⁾

春から夏にかけて降水量が多く、低温で経過した年ほど、その後の被害は激しくなる。

特に1980年および1988年の異常冷夏年には、県下全域で大発生し、掃立計画の縮小を余儀なくされたところである。

本種の発生は気象条件と密接な関係があるほか、桑園の管理状況によっても、大きく左右される。雑草が繁茂したり、草生栽培が行われている圃場や土壌水分が高い圃場では、本種の発生は多い。¹⁾

現在、本種の薬剤防除法としては、土中から羽化してくる成虫を対象とした地表面散布と、芽を加害している幼虫を対象とした頂芽散布とがあるが、散布適期が年により、地域により変動することから、両者ともに、薬剤の散布時期の適・不適により、防除効果は大きく左右される。

そこで、気象変動に対応したクワシントメタマバエの防除適期を予測することを目的として、本種の年間発生活消長、老熟幼虫から成虫までの発育速度および第1世代幼虫の初発時期と気象との関係等について調査し、研究の中途ではあるがとりまとめたので、その概要を報告する。

材料および方法

1. 幼虫の発生時期

クワシントメタマバエの成虫の外観は、ハエというよりむしろカを小さくした感じのする弱々しい昆虫で、体長が僅かに2mm程度であり、圃場で成虫を見つけることは極めて困難である。したがって、本種の発生活消長を調査するに当たって、その対象を頂芽内に食入している幼虫および芽から脱出して地表面へ跳び降りる老熟幼虫とした。

1) 幼虫寄生芽数の年間発生活消長

幼虫が寄生している頂芽数の推移を1985年から1988年までの4カ年にわたって調査した。

調査圃場は胆沢町小山の当該附野桑園である。春切り桑園と夏切り桑園において、7月上旬から10月上旬までの期間、半旬ごとに桑の頂芽を無作為に30芽摘芽し、実験室に持ち帰り、実体顕微鏡によって幼虫寄生の有無を確認し、幼虫の寄生している頂芽数を調査した。

2) 老熟幼虫の年間発生活消長 (水盤トラップ法)

1985年から1988年までの4カ年にわたって、芽から跳び降りる老熟幼虫を、春切り・夏切り桑園の株間に配置した水盤²⁾(直径30cmのポリプロピレン製の洗い桶に水を満たしたもの)により捕捉した。7月1日から10月1日までの3カ月間、半旬ごとにトラップされた老熟幼虫数を調査した。調査圃場は5.7aの当該構内桑園であり、1985年以降無耕耘で、除草剤を散布せず、除草管理は専ら、機械と人力で実施している圃場である。水盤トラップの配置数は春切り・夏切りともに各々40~50個である。

2. 老熟幼虫から成虫までの発育速度（夏世代）

供試虫は頂芽に寄生していた老熟幼虫あるいは水盤トラップ法により捕捉した老熟幼虫である。直径9cm、高さ7.5cmの腰高シャーレに桑園土壌を4分目程度入れ、適度に水を加えて、その中に老熟幼虫（20～30個体）を放した。15℃、18℃、21℃、24℃および27℃の低温恒温器に納め、全暗条件下に保護した。

調査は毎日、一定時刻に行い、羽化数を記録した。発育速度は、老熟幼虫から成虫出現までの発育期間から求め、伊藤³⁾の方法に従って発育零点と有効積算温度を算出した。

3. 第1世代幼虫の初発時期の予測

桑の芽を加害している第1世代幼虫を初めて確認したのは、1985年は7月14日、1986年は7月26日、1987年は7月16日、1988年は7月12日であった。この4カ年の観察資料を利用して、第1世代幼虫の初発時期と高い相関関係をもつ気象要因を求め、その要因と初発時期との間に成立する回帰式を求め、第1世代幼虫の初発時期を統計的に予測しようと試みた。基準日は6月30日とした（6月30日=0）。採りあげた気象要因は、平均気温、最高気温、最低気温、地温（10cm）、（平均気温+地温）/2および降水量である。

結果および考察

1. 幼虫の発生時期

1) 幼虫寄生芽数の年間発生消長

1985～1988年の4カ年にわたり、胆沢町小山の当场附野桑園において、7月上旬から10月上旬までの期間、半月ごとに無作為に30芽を摘芽し、幼虫の寄生している頂芽数を調査し、図1に示した。

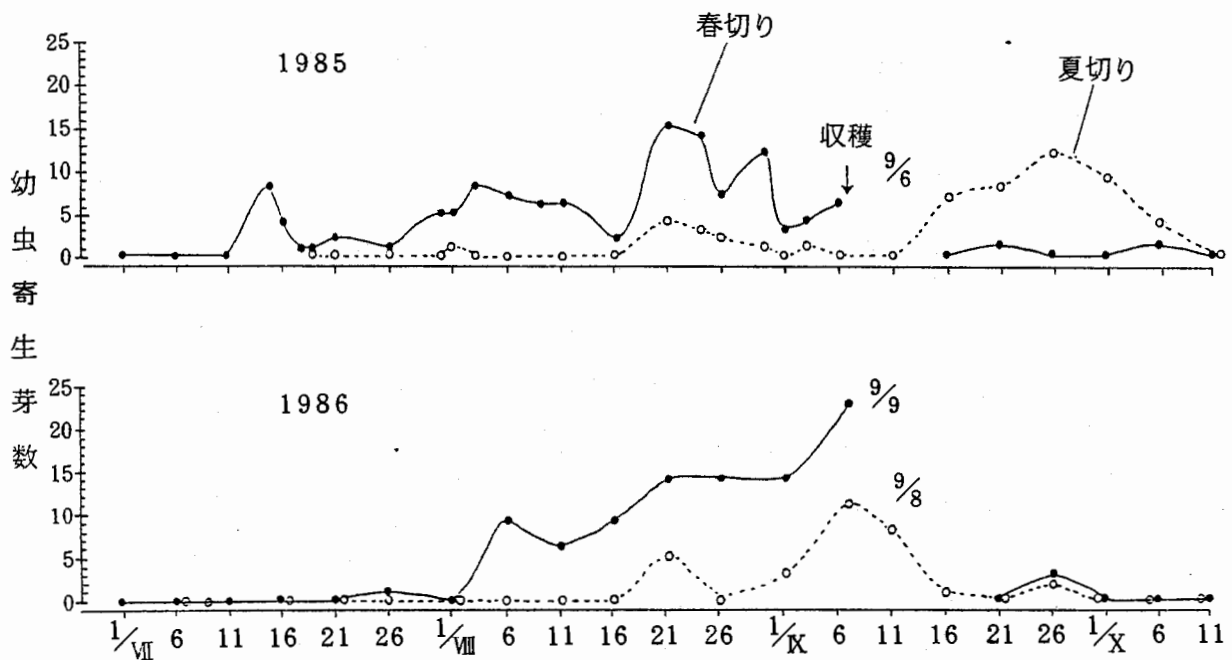


図1-1 無作為に抽出した頂芽30芽当たりのクワシントメタマバエ幼虫寄生芽数の推移

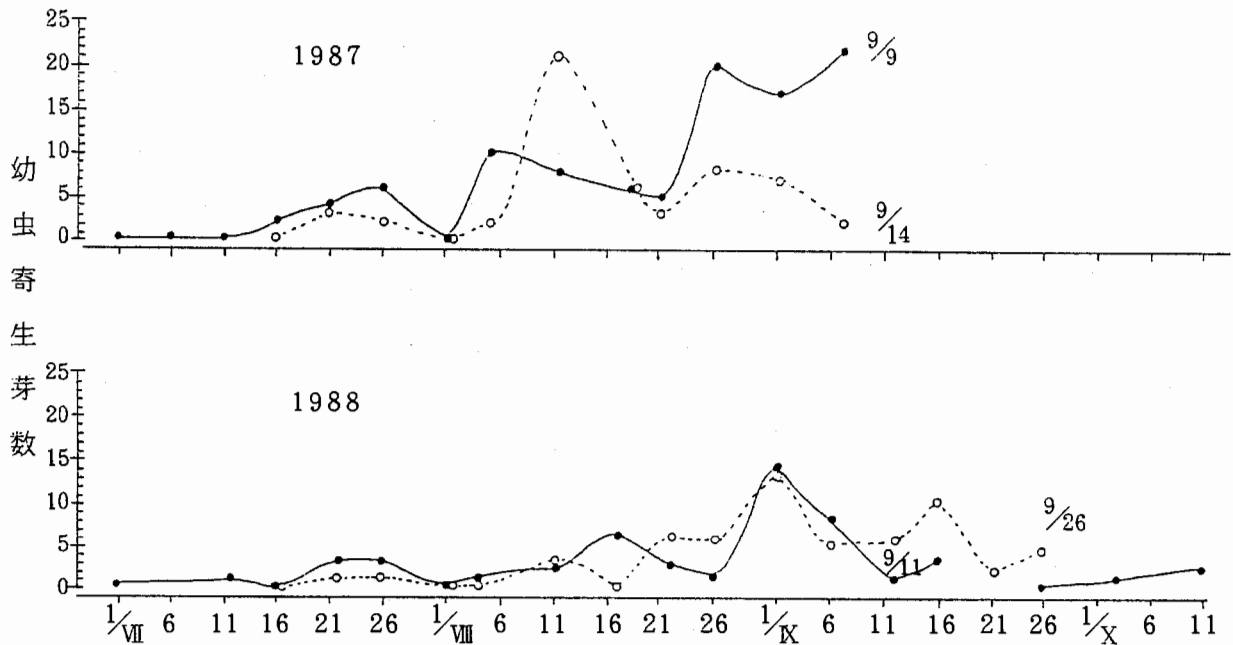


図1-2 無作為に抽出した頂芽30芽当たりのクワシントメタマバエ幼虫寄生芽数の推移
(胆沢町小山、蚕試附野桑園、改良単返)

- (1) 1985年：頂芽に食入している幼虫を初めて確認したのは7月14日であった。幼虫の発生には年4回のピークが認められた。春切り桑園における発生のピークは7月14日、8月3日および8月下旬の3回であり、9月6日に中間伐採収穫したが、その後の再発芽にも寄生が認められた。夏切り桑園では8月下旬および9月中～下旬に発生のピークが認められた。当年は8～9月に雨が少なく、高温気象が続いたため、発生は全般に少なかった。
- (2) 1986年：頂芽に食入している幼虫を初めて確認したのは、1985年より12日も遅い7月26日であった。前年8～9月の高温干ばつの気象により越冬個体数が少なかったためか、当年の7月の発生量は極めて少なく、そのピークを確認できなかった。年間の発生ピークをみると、1回目不明、2回目8月上旬、3回目8月下旬、4回目9月上旬、5回目9月下旬であり、1986年には年5回発生したものと推定され、岩手県における本種の発生は通常年4回であるが、1986年は8～9月に高温気象が続いたことから、1世代多く発生するに十分な有効温量があったものと考えられた。
- (3) 1987年：頂芽に食入している第1世代幼虫を初めて観察したのは7月16日であった。
春切り桑園と夏切り桑園では、幼虫発生のピークに若干の差異があり、春切り桑園では、7月26日、8月5日、8月下旬～9月上旬であった。夏切り桑園では8月11日、8月26日、9月中旬であった。
- (4) 1988年：頂芽に食入している第1世代幼虫を初めて確認したのは、7月12日であった。
春切り桑園の発生のピークは、7月下旬、8月中旬、9月上旬の3回であり、晩秋蚕期収穫後の再発芽にも寄生が見られた。夏切り桑園では7月下旬、8月11日、8月下旬～9月1日、9月16日に、発生のピークが見られた。

クワシントメタマバエの発生量は一般に6～9月の気象条件に影響されるが、岩手県にお

る4カ年の発生状況をみると、高温乾燥年の1985年と1986年は発生が少なく、低温多湿で、平年より約2週間梅雨明けの遅れた1987年はやや多発した。さらに低温多雨の異常冷夏年となった1988年は激発した。

ところが、この調査圃場における発生程度は図1に示したように、1985～1987年は多発したのに対し、1988年は少発生にとどまった。このように少発年に多発し、多発年に少発生にとどまったのは、圃場管理にその原因があると推定された。すなわち、この圃場では、1985～'87年は雑草草生栽培を実施したのに対し、1988年は畦間をロータリー耕耘し、株間には除草剤を散布し、清耕管理に努めた結果によるものであろう。

このことは、耕種的防除法の重要性を示唆しているものと考えられる。

2) 老熟幼虫の年間発消長 (水盤トラップ法)

老熟幼虫の発消長を1985～'88年の4カ年調査し、図2に示した。

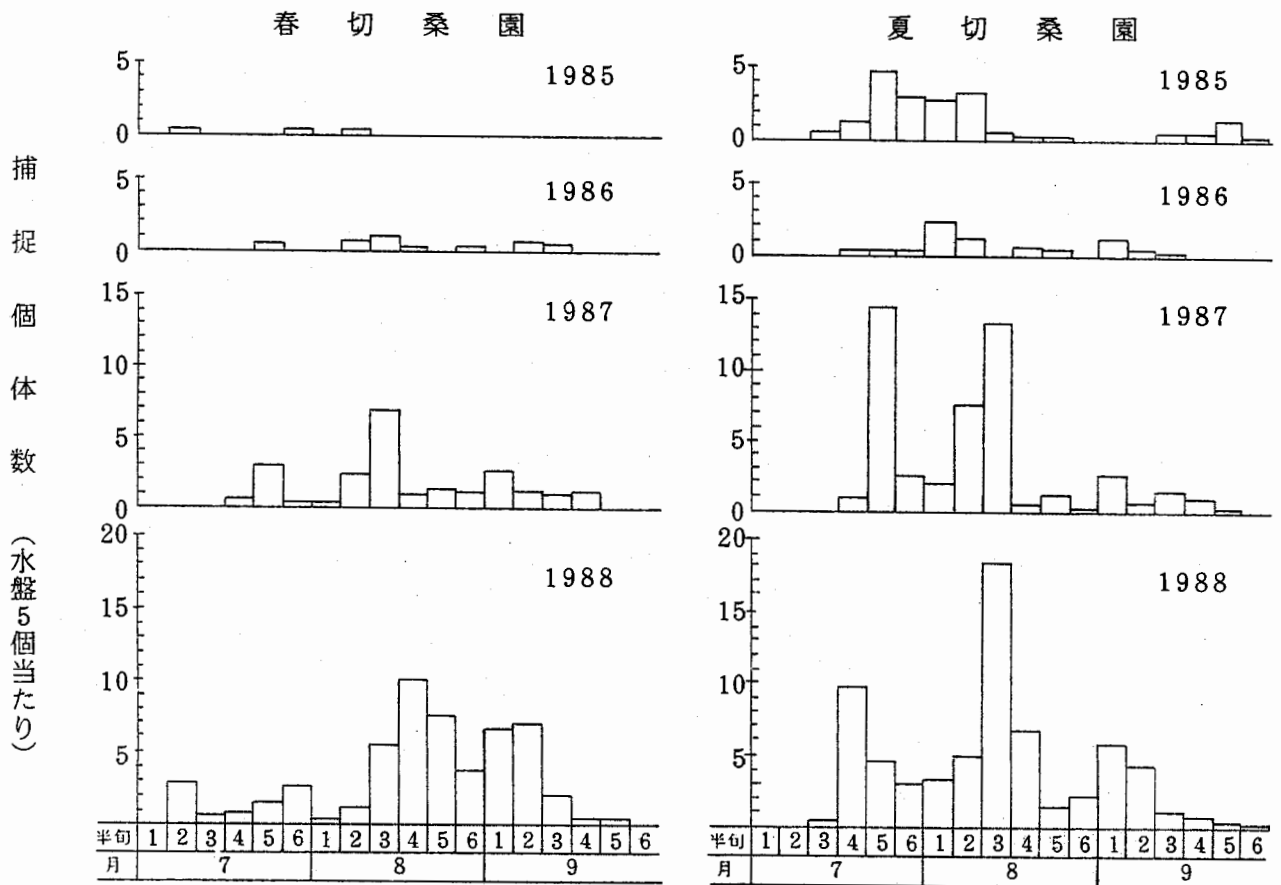


図2 水盤法により捕捉したクワシントメタマバエの老熟幼虫数の推移

老熟幼虫の捕捉時期は、夏切り桑園に比べ、春切り桑園で早く、両者では発生時期に差のあることが認められた。老熟幼虫の捕捉数のピークは、春切り桑園では7月2半旬、7月5～6半旬、8月3～4半旬および9月1～2半旬であり、夏切り桑園では7月4～5半旬、8月3半旬、9月1半旬および9月5半旬であった。このように、春切り桑園と夏切り桑園で老熟幼虫の発生時期

に15～20日間の差が認められたのは、越冬幼虫の生息場所である表層土壌に直射日光の到達する割合の高い春切り桑園の地温が夏切り桑園に比べ、早期に高くなると推定され、そのための発育に差を生じ、越冬世代成虫の発生時期の違いとなって現れたものであろう。

捕捉数についてみると、春切り桑園より夏切り桑園で多く、また、年次を経過するにしたがって、多くなってきた。4カ年にわたって畦間無耕耘、除草剤無散布の桑園管理を続けたため、本種の生息環境が良好に保たれた結果と考えられる。

幼虫の寄生芽数と老熟幼虫の捕捉数の年間発生消長調査に基づいて、岩手県県南地方におけるクワシントメタマバエの生活史のモデルを作成し図3に示した。

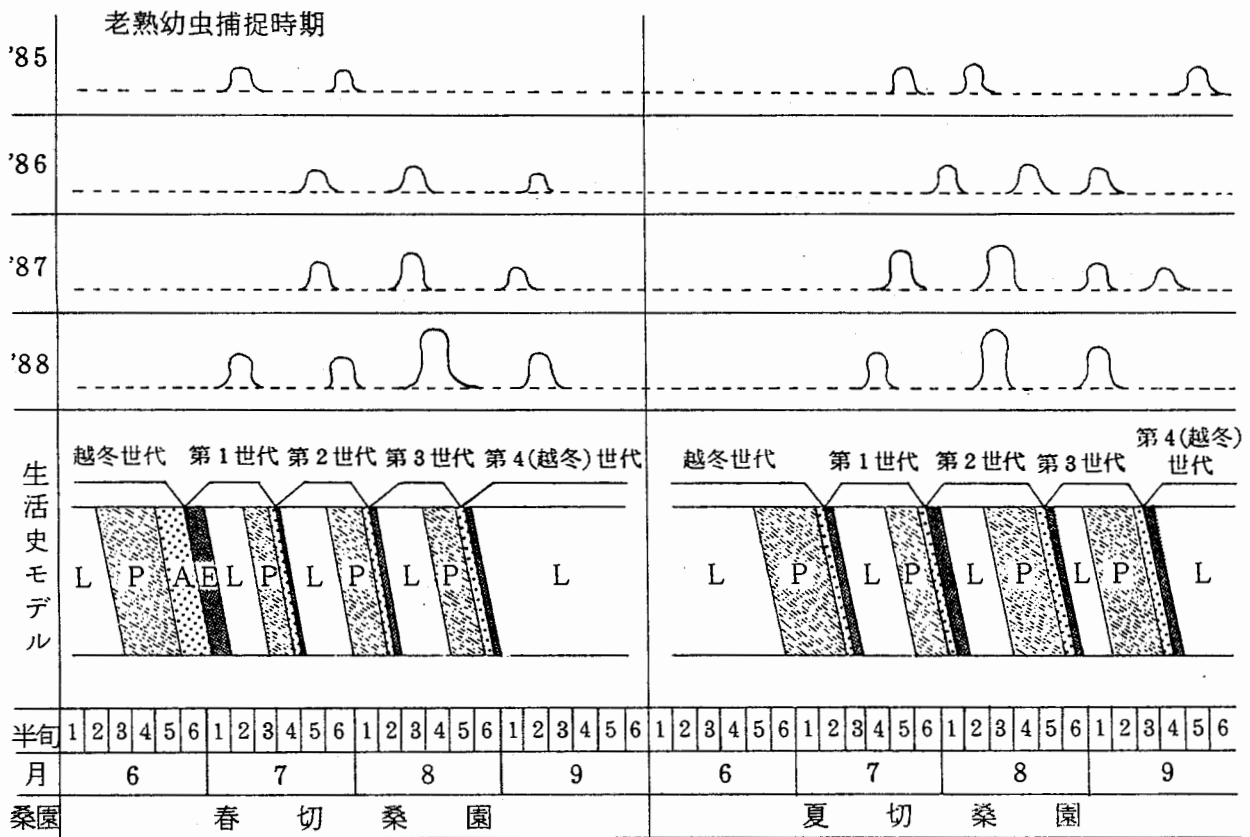


図3 クワシントメタマバエの生活史のモデルと実際の老熟幼虫捕捉時期
(図中のLは幼虫、Pは蛹、Aは成虫、Eは卵を示す)

このように、本種の発生量および時期は、気象条件、桑園管理の良否および春切り・夏切り桑園で異なることが明らかとなり、平年における本種の発生は図3のとおりと考えられる。

従来、岩手県における本種の発生回数は、年4回とされてきたが、8～9月の高温気象年で、土壌水分の高い圃場では年5回発生の可能性があり、今後検討を要する課題である。

2. 老熟幼虫から成虫までの発育速度 (夏世代)

各温度条件における老熟幼虫から成虫までの発育期間を表1に示した。

表1 老熟幼虫から羽化までの発育期間

温度 (°C)	※ 標本数 (n)	発育日数 (平均値±標準偏差)		
		初 発 日	50%羽化日	羽化最終日
27	4	7.75 ± 0.50	9.75 ± 1.50	13.25 ± 3.59
24	5	9.20 ± 0.84	10.20 ± 0.84	15.40 ± 3.85
21	2	12.50 ± 0.71	13.50 ± 0.71	14.50 ± 0.71
18	3	16.67 ± 1.15	18.33 ± 0.58	21.33 ± 1.53

※ 羽化個体数10以上の標本を抽出

ここでは、羽化数が10個体以上の区のみを資料の作成に用いた。50%羽化日の平均値は、27°Cで9.75日、24°Cで10.20日、21°Cで13.50日、18°Cで18.33日となった。15°Cでは羽化数がいずれも10個体以下と少なかったので除外した。

羽化初日から羽化最終日までのいわゆる羽化期間は、27°Cでは5.5日、24°Cでは6.2日、21°Cでは2.0日、18°Cでは4.7日であった。

羽化期間の最も短い21°C前後の地温が、老熟幼虫から羽化までの発育適温と言えよう。

次に保護温度と50%羽化日までの平均発育日数、さらに平均発育日数の逆数から算出した発育速度との関係をプロットし、図4に示した。

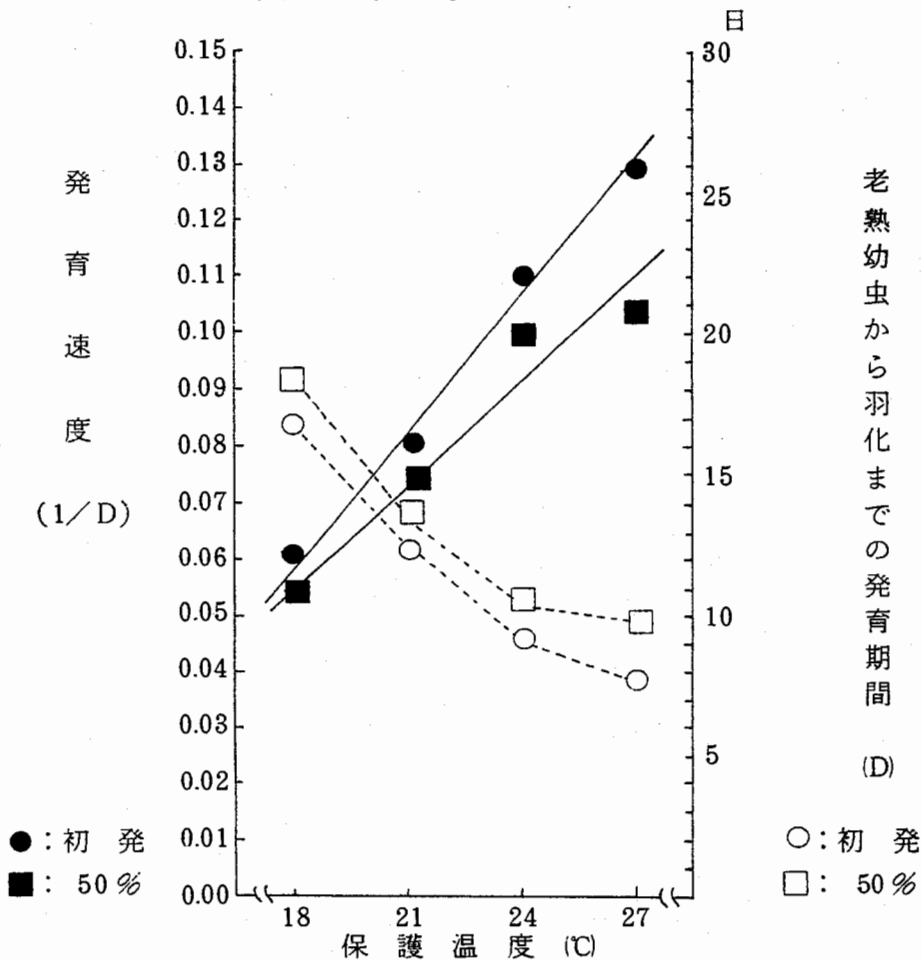


図4 老熟幼虫から羽化までの発育速度・発育期間

老熟幼虫から成虫までの発育速度 (y) は、18℃から27℃の間では、保護温度 (x) と正の高い相関が認められた。

羽化初日および50%羽化日までの発育速度は、それぞれ回帰直線式が得られ、さらに、これから算出した発育零点と有効積算温度を表2に示した。

表2 老熟幼虫から羽化までの発育速度、発育零点および有効積算温度

ス テ ー ジ	発 育 速 度	発育零点	有効積算温度
老熟幼虫→羽化初日	$y_1 = 0.0078566x - 0.0823485$ ($r = 0.997$ ※※)	10.5℃	127 日度
老熟幼虫→50%羽化日	$y_2 = 0.0055966x - 0.0435985$ ($r = 0.972$ ※)	8.0℃	178 日度

※※ 危険率 $\alpha = 0.01$ で有意
 ※ 危険率 $\alpha = 0.05$ で有意

多くの昆虫の発育零点は10℃前後に位置していると言われ⁷⁾、老熟幼虫から成虫までの期間ではあるが、本種もそれとほぼ同程度か、やや低いものと推定される。

以上のことから、クワシントメタマバエの夏世代の土中潜伏期間は地表下2~3cmの地温(気温に近似していると思われる)が高いほど短縮することが明らかにされた。越冬世代については不明である。

一方、羽化成虫から卵、さらに老熟幼虫までの、いわゆる地上加害期間の発育速度、発育零点および有効積算温度については、幼虫の室内飼育法等が確立されていないこともあって不明であり、今後の研究の進展が待たれる。

3. 第1世代幼虫の初発時期の予測

本種の防除法としては、土中から羽化してくる成虫を薬剤で駆除する方法が主流であり、散布時期は成虫の羽化直前が最適であるが、圃場で羽化してくる成虫を調査観察するのは極めて困難である。

そこで、観察の容易な幼虫を対象として、その初発時期を予測し、それから成虫の初発時期を逆算し、1回目の防除適期を予測しようとした。すなわち、幼虫寄生芽数の発生消長調査圃場(春切り桑園)において、桑の芽に食入している第1世代幼虫を初めて観察した日を初発時期として、これを統計的に予測しようとした。

6月30日を基準日として、それ以前の期間毎の気象要因と第1世代幼虫の初発時期との相関係数を算出し、表3に示した。

表3 第1世代幼虫の初発時期の予測

— 6月30日以前の期間毎の気象要因との相関 —

5/12 5/17 5/22 5/27 6/1 6/6 6/11 6/16 6/21 6/26 6/30	相 関 係 数 (r)					
	平均気温	最高気温	最低気温	地温 (10cm)	(平均気温+地温)/2	降水量
5日	-0.937	-0.741	-0.981*	-0.783	-0.880	0.724
10日	-0.956*	-0.993**	-0.618	-0.705	-0.860	0.735
15日	-0.830	-0.727	-0.046	-0.633	-0.762	0.894
20日	-0.158	0.272	-0.355	-0.315	-0.046	0.893
25日	-0.053	0.127	-0.606	-0.203	-0.132	0.665
30日	-0.019	0.172	-0.516	-0.046	-0.031	0.501
35日	-0.098	0.236	-0.702	-0.139	-0.017	0.400
40日	-0.045	0.242	-0.861	-0.329	-0.219	0.237
45日	-0.234	-0.029	-0.783	-0.502	-0.428	0.298
50日	-0.320	0	-0.860	-0.495	-0.490	0.086

** 危険率 $\alpha = 0.01$ で有意 * 危険率 $\alpha = 0.05$ で有意

6月30日以前の期間毎の気象要因のうち、相関の高かったものは10日間の平均気温 ($P < 0.05$)、10日間の最高気温 ($P < 0.01$) および5日間の最低気温 ($P < 0.05$) であった。

また、15日間の降水量とも関係がありそうであった。いかえると、平均気温、最高気温を説明変数とした場合は期間を10日間とすればよく、最低気温の場合は5日間、降水量の場合は15日間でよいことを示している。

次に、6月30日以前のどの期間の10日間 (平均気温、最高気温)、5日間 (最低気温)あるいは15日間が最も相関が高くなるかについて、1日ずつ期間をスライドさせて相関係数を算出し、表4に示した。

表4 第1世代幼虫の初発時期の予測

— 期間10日間および15日間を基準として、その時期毎の気象要因との相関 —

6/10 6/15 6/20 6/25 6/30	相 関 係 数 (r)		6/5 6/10 6/15 6/20 6/25 6/30	相 関 係 数 (r)
	Σ 平均気温-10.5	Σ 最高気温		
6/21	-0.963*	-0.993**	6/16	0.894
6/20	-0.887	-0.856	6/15	0.875
6/19	-0.921	-0.601	6/14	0.856
6/18	-0.945	-0.641	6/13	0.860
6/17	-0.849	-0.714	6/12	0.860
6/16	0.065	-0.519	6/11	0.956*
6/15	0.355	-0.317	6/10	0.860
6/14	0.597	-0.129	6/9	0.509
6/13	0.564	0.363	6/8	0.512
6/12	0.570	0.531	6/7	0.607
6/11	0.562	0.556	6/6	0.579

** 危険率 $\alpha = 0.01$ で有意 * 危険率 $\alpha = 0.05$ で有意

表4から、6月21日から30日までの10日間の平均気温と最高気温、6月26日から30日までの5日間の最低気温および6月11日から25日までの15日間の降水量はそれぞれ第1世代幼虫の初発時期と高い相関があることが明らかになった。

各々の説明変数を用いて第1世代幼虫の初発時期の予測式を作成した。

表5 第1世代幼虫の初発時期の予測式

期 間	気 象 要 因	予 測 式 (6月30日を0とする)	予 測 値 (日)			
			60	61	62	63
6月21~30日	Σ (平均気温-10.5)	$y = -0.727x + 75.305$	13.8	24.8	18.5	11.1
6月21~30日	Σ 最 高 気 温	$y = -0.681x + 172.605$	14.9	25.7	16.5	11.2
6月26~30日	Σ 最 低 気 温	$y = -0.870x + 83.693$	14.7	25.2	17.3	10.8
6月11~25日	Σ 降 水 量	$y = 0.194x + 8.737$	16.0	25.6	13.7	12.6
6月21~30日 6月11~25日	Σ 最 高 気 温 (x) Σ 降 水 量 (y)	$z = -0.599x + 0.026y + 152.716$	15.0	25.8	16.0	11.3
6月21~30日 6月11~25日	Σ (平均気温-10.5)(x) Σ 降 水 量 (y)	$z = -0.409x + 0.100y + 45.529$	14.7	25.8	16.1	11.4
観 測 値 →			14	26	16	12

予測式から算出した予測値は観測値と概ね適合した。とりわけ、2つの説明変数（最高気温と降水量、平均気温と降水量）から作成した重回帰式の適合度が高かった。

以上のことから、第1世代幼虫の初発時期 z は、6月21日から30日までの10日間の（平均気温-10.5℃）の積算値 x_1 、あるいは最高気温の積算値 x_2 と、6月11日から25日までの15日間の降水量 y を説明変数とする重回帰式

$$z_1 = -0.409 x_1 + 0.100 y + 45.529 \quad (r \quad z_1 \cdot x_1 \ y = 0.996)$$

および

$$z_2 = -0.599 x_2 + 0.026 y + 152.716 \quad (r \quad z_2 \cdot x_2 \ y = 0.993)$$

により推定された。

この予測式より算出した初発時期の値から、幼虫期間3日、卵期間4日および成虫期間3日の合計10日を減じた値が越冬世代成虫の初発時期、すなわち、薬剤の地表面散布適期であると推察した。

以上、限られた説明変数（気象要因）と第1世代幼虫の初発時期についてのわずか4カ年の調査資料から、越冬世代成虫の初発時期を間接的に予測したが、精度の高い予測式の確立に向けて、さらに長期にわたる観察資料にもとづいて、予測式を作成しなおす必要がある。

ところで、桑園の表層土壌で越冬した幼虫の休眠を覚醒させる因子は何であろうか。また、休眠覚醒の時期はいつであろうか。一般的に推論すれば、地温であろうが、地表下2~3cm以内の表層土壌に生息していることから気温の影響が大きいものと考えられる。あるいは、夏至を中心とする時期以降に羽化することから日長時間であろうか。いずれにせよ、これらのことが不明であることから、夏世代で明らかになった老熟幼虫から成虫までの発育速度に関する知見を越冬世代に応用することはできない。

過去のデータを利用して、ある地域の特定の病害虫の発生を予測する統計的予測法では、地域毎に独自の予測式をつくっておかなければならないことや異常発生や大発生には不相当であること等

から、遠藤ら¹⁾が指摘しているように、ある時期に越冬幼虫が生息している表層土壌を採集し、加温・加湿をしながら、その後の⁴⁾発育経過を推定する実験的予測法を検討する必要がある。

摘 要

気象変動に対応したクワシントメタマバエの防除適期を予測することを目的として、幼虫の年間発生活消長、老熟幼虫から成虫までの発育速度および第1世代幼虫の初発時期と気象との関係について調査検討した。

得られた結果は次のとおりである。

1. クワシントメタマバエ幼虫の発生量および発生時期は気象条件、地域、桑園管理の良否で異なり、さらに春切り・夏切り桑園で異なった。
2. 幼虫の年間発生活消長調査に基づいて、岩手県南地域における本種の生活史のモデルを春切り桑園・夏切り桑園毎に作成した。
3. 夏世代における幼虫から成虫までの発育速度 (Y) は、18℃から27℃の間では、保護温度 (x) と高い正の相関が認められた。

羽化初日および50%羽化日までの発育速度は、それぞれ次の回帰直線式が得られた。

- (1) 羽化初日までの発育速度 (Y_1)

$$Y_1 = 0.0078566x - 0.0823485 \quad (r = 0.997^{**})$$

発育零点：10.5℃

有効積算温度：127日度

- (2) 50%羽化日までの発育速度 (Y_2)

$$Y_2 = 0.0055966x - 0.0435985 \quad (r = 0.972^*)$$

発育零点：8.0℃

有効積算温度：178日度

4. 春切り桑園で桑の芽に食入している第1世代幼虫の初発時期についての4カ年の調査資料と気象要因を利用して、第1世代幼虫の初発時期を予測し、それをもとに越冬世代成虫の初発時期を推定しようと試みた。

6月30日を基準として、それ以前の期間毎の気象要因と第1世代幼虫の初発時期との関係を検討したところ、第1世代幼虫の初発時期 Z は、6月21日から30日までの10日間の(平均気温-10.5℃)の積算値 x_1 、あるいは最高気温の積算値 x_2 と、6月11日から25日までの15日間の降水量 y を説明変数とする重回帰式

$$Z_1 = -0.409x_1 + 0.100y + 45.529 \quad (r \quad Z_1 \cdot x_1 y = 0.996)$$

および

$$Z_2 = -0.599x_2 + 0.026y + 152.716 \quad (r \quad Z_2 \cdot x_2 y = 0.993)$$

により推定された。

5. この予測式より算出した初発時期の値から、幼虫期間3日、卵期間4日および成虫期間3日の合計10日を減じた値が越冬世代成虫の初発時期、すなわち、薬剤の地表面散布適期であると推察した。

文 献

- 1) 遠藤 弘・桜木武敏・須見典明 (1982) : 徳島県蚕業試験場報告、16、1～31
- 2) 池田 豊 (1978) : 蚕糸研究、105、123～128
- 3) 伊藤嘉昭 (1976) : 動物生態学 (上巻)、226pp. 古今書院、東京
- 4) 岸野賢一 (1988) : 植物防疫講座・害虫編 (植物防疫講座編集委員会編)、pp 81～87、日本植物防疫協会、東京
- 5) 及川英雄・鈴木繁実 (1979) : 東北蚕糸研究報告、4、37
- 6) 酒井 績 (1981) : 長野県蚕業試験場報告、13、9～97
- 7) 内田俊郎 (1957) : 日本応用動物昆虫学会誌、1、46～53
- 8) 横山桐郎 (1929) : 最新日本蚕業害虫全書、569 pp. 明文堂、東京