

特集：最近問題になっている茶の病害虫

## 有効積算温度によるクワシロカイガラムシの発生予測法と JPP-NET を用いた検証

静岡県茶業試験場 小 澤 朗 ひと  
静岡県病害虫防除所 鈴 木 智 子\*

### はじめに

チャを加害するクワシロカイガラムシは、防除適期が幼虫のふ化・定着期（図-1）のわずか3～4日間の短期間に限られ（久保田，1997；多々良，1999），適期を外すと防除効果が急激に下がること（久保田，1997；小澤，1994；多々良，1999）や，散布薬剤が付着しにくい樹冠内の枝条に寄生することなどから，チャ栽培における難防除害虫となっている。

薬剤防除を成功させる要因として，まず，ふ化時期の正確な把握があげられる。ふ化時期を知る方法としては，実体顕微鏡下で雌成虫の介殻をはがして卵塊のふ化状況を直接調べる方法（卵塊調査法）や，より簡便な調査方法として粘着板を利用したふ化幼虫のモニタリング法（粘着トラップ法）がある（久保田，1993）。

ところで，害虫の発生時期の簡便な予測方法として，有効積算温度を利用した予測法がよく知られている。これは，既に様々な害虫に適用されてきた一般的な予察技術で，あらかじめ室内試験などによって算出された対象害虫の発育に要する有効積算温度と発育零点を利用して，気温から幼虫のふ化や羽化時期を予測・推定する方法である。チャ寄生のクワシロカイガラムシについては，発育と温度との関係が不明であったが，最近になって本種の有効積算温度と発育零点が明らかにされ（久保田，2001），さらに第1世代幼虫のふ化最盛日を1月1日以降の有効積算温度に基づいて推定する方法（TAKEDA，2001；武田，2002）も提案された。

そこで，本稿では，第1世代幼虫のふ化時期については武田（2002）の予測法を，第2，3世代のふ化時期については久保田（2001）が示した有効積算温度を適用し

て，茶園における本種のふ化最盛日を予測可能かどうかを検証した結果（小澤・久保田，2006）について紹介する。また，現地茶園における本予測法の適合性について，JPP-NETの病害虫発生予測システムに新たに組み込まれたクワシロカイガラムシの予測システム（2005年4月，Ver.10.0）を用いて検証したので，その結果もあわせて紹介したい。

### I 有効積算温度によるクワシロカイガラムシのふ化最盛日予測

静岡県茶業試験場内には，茶園に隣接してアメダスの観測点（菊川市牧之原）がある。そこで，場内茶園におけるクワシロカイガラムシの実際のふ化最盛日と，アメダスの毎正時気温データに使った有効積算温度によるふ化最盛予測日とを比較して，予測値の実測値への適合性を検討した。

#### 1 卵塊調査と粘着トラップ調査による実際のふ化最盛日

静岡茶試内の‘やぶきた’成木園の2園（慣行防除園）において，2002年と03年の2か年，下記の二つの方法で本種のふ化状況を調べた。

まず，茶株内に黄色粘着トラップ（10 cm 四方，ITシート® 使用，両面粘着）を各園5または3箇所設置し，これらを毎日または2日間隔で交換して，粘着トラップ

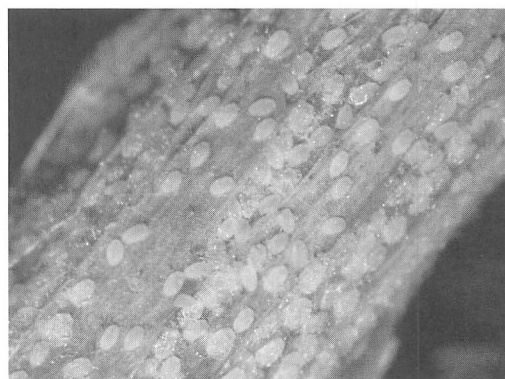


図-1 クワシロカイガラムシのふ化幼虫，定着直後のこのころが防除適期

Verification of the Method of Predicting Hatch Timing of Mulberry Scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (TARGIONI), by Effective Accumulative Temperature in Tea Fields and Utilization of the Predicting Computing System Included in JPP-NET. By Akihito OZAWA and Tomoko SUZUKI

(キーワード：チャ，クワシロカイガラムシ，有効積算温度，JPP-NET，発生予察，防除適期)

\*現所属：静岡県西部農林事務所

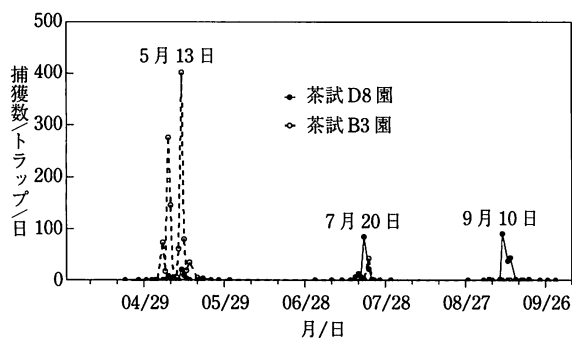


図-2 粘着トラップによるクワシロカイガラムシ幼虫の捕獲消長 (2002年, 静岡茶試)

に捕獲されたふ化幼虫数を調べた。並行して、雌成虫の寄生枝3～5本をランダムに採取し、実体顕微鏡下で枝上の雌成虫の介殻をはがして産卵とふ化状況を調べた。

その結果、2002年の調査では、トラップによる第1世代幼虫の捕獲は5月上旬から認められ、5月10～11日の雨(60mm)によりそのピークは2山型に分かれたものの、最も大きな捕獲ピークは調査した両園とも5月13日に認められた。第2世代幼虫については、7月20日と7月22日に明瞭な捕獲ピークが認められた。第3世代については、両園とも9月10日にピークが認められた(図-2)。

2003年の調査では、D8園におけるトラップによる第1世代幼虫の捕獲は5月19日～27日に認められたが捕獲数は極めて少なく、そのピークは5月22日の1頭/トラップ/日であった。第2世代幼虫は、7月28日と7月29日に捕獲のピークが認められたが、捕獲数はともに極めて少なかった。第3世代幼虫は、1園で9月16日に1トラップのみ1頭の捕獲が認められた。

次に、卵塊調査では、半数ふ化卵塊率(全調査卵塊の中で50%以上の卵がふ化した卵塊の割合)が50%に達した日をふ化最盛日とした。2002年の第1世代は調査した2園ともふ化最盛日は5月13日ごろであった。同様に第2世代卵塊では、2園とも7月22日ごろ、第3世代卵塊では、2園とも9月12日ごろであった。

2003年の調査では、第1世代卵のふ化状況は、半数ふ化卵塊率が約50%に達した日は5月23日～27日の間であった。第2世代卵塊では、未交尾と考えられる未産卵雌を除いて半数ふ化卵塊率が約50%に達した日は7月28日であった。第3世代では9月24日であった。

## 2 有効積算温度によるふ化最盛予測日の適合性

有効積算温度を用いたふ化最盛予測日と、トラップ調査による捕獲ピーク日および卵塊調査によるふ化最盛日とを比較した。ここで、第1世代のふ化最盛予測日は、

1月1日からの有効積算温度が287日度(発育零点10.5℃)に達した日を、第2および3世代では前世代ふ化最盛日からの有効積算温度が688日度(発育零点10.8℃)に達した日をふ化最盛予測日とした。

その結果、2002年は、第1世代ふ化最盛予測日は5月14日となった。5月14日以降の有効積算温度が688日度(発育零点10.8℃)に達した日(第2世代ふ化最盛予測日)は7月21日となった。さらに、7月22日以降の有効積算温度が688日度(発育零点10.8℃)に達した日(第3世代のふ化最盛推定日)は9月5日になったが、夏期は高温による発育抑制が働くと考えられることから、ここでは30℃以上の温度を有効温度0とした高温補正を行ったところ、予測日は9月11日となった。

卵塊調査に基づくふ化最盛日と有効積算温度によるふ化最盛推定日を比較すると、第1世代では推定日が実測日より1日遅く、第2および3世代では調査した2園ともに推定日は実測日より1日早かった(表-1)。

同様に2003年は、第1世代の予測日は5月22日となった。ふ化卵塊調査による実際のふ化最盛日は5月23～27日ごろで、予測日は実測日より1～5日早めとなった。第1世代幼虫のふ化最盛日を5月25日として、この日以降の有効積算温度が688日度(発育零点10.8℃)に達した日は7月29日となった。実際のふ化ピーク日は7月28～29日であり、第2世代幼虫のふ化最盛日の予測日は実測日とほぼ一致した。さらに、7月30日以降の有効積算温度が688日度(発育零点10.8℃、発育停止温度30℃で高温補正)に達した日は9月21日であった。実際のふ化最盛日は卵塊調査によると9月22～24日ごろであり、予測日は実測日より1～3日程度早かった。

なお、2003年は、第1世代ふ化時期の5月14～16日(50.0mm)と5月19～20日(10.5mm)に、第3世代ふ化時期の9月20～22日(132.5mm)にまとまった降雨があった。降雨(水)は卵のふ化を抑制する作用があるとされ(佐藤・水田, 2003)、ふ化時期に降雨が続く場合は、ふ化最盛日が予測日より遅れる傾向があるので注意が必要である。

## II JPP-NETの病害虫発生予測システムへの導入

以上のように、有効積算温度によるふ化最盛日予測法は、予測日と実測日とが1日程度の誤差でよく一致し、予測値の実測値への適合性は極めて高かった。本予測法では、気温とパソコン(表計算ソフト含む)だけでふ化最盛日が予測可能である。本予測法は、岐阜県(米山・

表-1 有効積算温度によるふ化最盛日の予測日と実測日との比較 (2002 年, 静岡茶試場内)

ふ化世代	計算値		実測値 (D8 園)		実測値 (B3 園)	
	有効積算温度 (日度)	予測日	実測日	差	実測日	差
第1世代	287	5月/14日	5/13	+1	5/13	+1
第2世代	688	7/21	7/22	-1	7/22	-1
第3世代	688	9/11	9/12	-1	9/12	-1

注1) 予測日は, 第1世代は1月1日以降の有効積算温度が287日度(武田式), 第2, 3世代は前世代のふ化ピーク以降の有効積算温度が688日度(久保田式)に達した日, ただし, 第3世代は30℃以上で高温補正した。  
 注2) 実測日は, 卵塊調査法で半数ふ化卵塊率が50%に達したと考えられる日。  
 注3) 気温は, 牧之原アメダスの毎正時気温を使用。

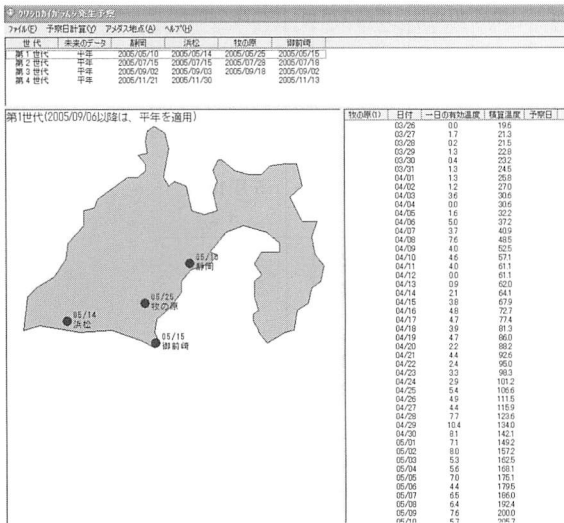


図-3 JPP-NETのクワシロカイガラムシ予測システムの計算結果出力画面

神谷, 2003), 京都府(灰方, 2003)および長崎県(森川, 2003)でも同様に適合性が検討された結果, 誤差は総じて3日以内であり, 全国的にも適用できることが示された。このことから, 日本植物防疫協会 JPP-NETの病害虫発生予測システムに今回検証したクワシロカイガラムシのふ化最盛日予測法が組み込まれ, 2005年4月(Ver.10.0)から運用が開始されている(図-3)。

JPP-NETのシステムでは, 有効積算温度を用いて実際のふ化最盛日以前に予測を行う場合, 未来の気温データが必要となるが, これらは平年値などをダミーデータとして利用する。本システムでは, 平年値だけではなく任意の過去の気温データをダミーとして指定することも可能となっている。予測したい地点がアメダス観測点から離れており, 気温の補正が必要と考えられる場合は, アメダスの気温データを任意の加減値で補正することも可能である。ただし, 予測精度を高め, 現場に適用可能

なきめ細かい予測を行うためには, 予測したい地点・地域の気温とその近隣のアメダスデータとの較差をあらかじめ決めておかねばならないが, 後述のような具体的な気温補正の方法を確立する必要がある。さらに, 未来の気温に用いるダミーデータの選定方法についても検討する必要がある。この点に関して, 近年, 気象庁では週間天気予報などの短期予報に用いる予測手法を, 過去のデータを基にした統計的な予測法から数値予報に基づくアンサンブル予測法に切り替えており, アンサンブル法による予測気温は実測値との適合性が高いという(名古屋地方気象台・鬼頭博尚氏の私信)。今後, アンサンブル予報に基づいた予測気温の利用についても検討する必要があるだろう。なお, 気温補正に関しては, 筆者らの予備調査では, クワシロカイガラムシの生息場所である茶株内の気温は近傍のアメダス観測点のデータとはほぼ同じ値であったが, 自然仕立て園などで被覆する場合にはやや差異が出てくる(灰方, 2003)。このため, 京都府では自然仕立て園における茶株内温度と気温との関係式を別途求め, 関係式に基づいた補正値を用いてふ化最盛日を予測したところ, 実測値との適合性が高かった(灰方, 2003)。したがって, 幼木園のように通常の樹形とは異なる茶園に本予測法を適用する場合は, 別途, 気温を補正する必要があると考えられる。

### III 現地茶園における適合性— JPP-NET の予測システムの適用

次に, 静岡県内の現地茶園におけるふ化最盛日予測法の適合性を, JPP-NETの病害虫発生予測システムを利用して検討した。

有効積算温度の計算には, 原則としてアメダスの気温データを用いるが, 現場では予測したい茶園の近くにアメダス観測点が設置されていない場合が多い。そのため, 茶園の近くにアメダス観測点がない場合, 予測に使

用する気温データの入手方法として、2通りの対応策が考えられる。すなわち、予測したい地点(茶園)において独自に計測した気温データを用いる方法と、アメダスの気温データを任意の加減値で補正した値を使用する方法である。どちらの手法とも、JPP-NETの予測システム上で対応可能であるが、ここでは後者の手法に基づき標高に応じた補正値を用いる方法について紹介する。

### 1 標高による気温補正の検討

表-2には、アメダス観測点からそれぞれ直線距離で約1.8~8km離れた4地点におけるふ化最盛予測日の現地適合性を示した。ここでは、最寄りのアメダスの気温データを用い、JPP-NETのクワシロカイガラムシ予測システムを利用して計算されたふ化最盛日を「予測日」とした。なお、各地点ごとにアメダス観測点との標高差

表-2 現地茶園における有効積算温度によるふ化最盛予測日の適合性

幼虫世代	調査年	調査地点			
		磐田市 富丘 標高 30 m	鳥田市 南原 標高 40 m	牧之原市 布引原 標高 176 m	鳥田市 志戸呂 標高 240 m
第1世代	実測日 <sup>a)</sup>	5月18日	5月16日	5月24日	5月25日
	2003年 予測日 <sup>b)</sup>	5月17日	5月16日	5月22日	5月25日
	誤差 <sup>c)</sup>	-1	0	-2	0
	実測日	5月9日	5月11日	5月16日	5月17日
	2004年 予測日	5月11日	5月11日	5月15日	5月18日
	誤差	+2	0	-1	+1
実測日	5月18日	5月20日	5月26日	5月26日	
2005年 予測日	5月18日	5月19日	5月25日	5月28日	
誤差	0	-1	-1	+2	
第2世代	実測日	7月24日	7月21日	7月29日	(8月1日)
	2003年 予測日	※	7月20日	7月28日	8月1日
	誤差	※	-1	-1	0
	実測日	7月8日	7月14日	7月17日	7月18日
	2004年 予測日	7月10日	7月12日	7月18日	7月22日
	誤差	+2	-2	+1	+4
実測日	7月21日	7月24日	7月27日	7月28日	
2005年 予測日	7月20日	7月21日	7月28日	7月30日	
誤差	-1	-2	+1	+2	
第3世代	実測日	9月14日	9月14日	9月21日	9月30日
	2003年 予測日	※	9月12日	9月19日	9月26日
	予測日(修正後) <sup>d)</sup>	※	9月14日	—	9月30日
	誤差	※	-2	-2	-4
	誤差(修正後) <sup>e)</sup>	※	0	—	0
	実測日	9月2日	9月4日	9月7日	9月15日
	2004年 予測日	8月29日	9月2日	9月7日	9月11日
	予測日(修正後)	8月30日	9月3日	—	9月13日
	誤差	-3	-2	0	-4
	誤差(修正後)	-2	-1	—	-2
	実測日	9月10日	9月14日	9月19日	9月23日
	2005年 予測日	9月6日	9月11日	9月18日	9月22日
予測日(修正後)	9月8日	9月12日	—	9月24日	
誤差	-4	-3	-1	-1	
誤差(修正後)	-2	-2	—	+1	

<sup>a)</sup> 寄生枝調査で半数ふ化卵塊率が50%に達したと推定された日、<sup>b)</sup> JPP-NET予測システムによる予測日、<sup>c)</sup> 予測日の実測日との差(日)。-は早め、+は遅め、<sup>d)</sup> 気温を-0.2℃修正し、JPP-NETで予測した日、<sup>e)</sup> 予測日(修正後)の実測日との差。※:アメダスデータ欠測。

表-3 静岡県病害虫防除所巡回調査地点における第1世代ふ化最盛予測日の適合性(2005年)

調査地点	掛川市 上内田	掛川市 つま恋	菊川市 牛浜	沼津市 石川	富士宮市 山本	川根本町 久野脇	川根本町 家山
実測日 <sup>a)</sup>	5月18日	5月17日	5月20日	5月19日	5月20日	5月21日	5月20日
予測日 <sup>b)</sup>	5月17日	5月19日	5月20日	5月17日	5月18日	5月23日	5月18日
誤差 <sup>c)</sup>	-1	+2	0	-2	-2	+2	-2

<sup>a)</sup> 寄生枝調査で半数ふ化卵塊率が50%に達したと推定された日, <sup>b)</sup> JPP-NET予測システムによる予測日, <sup>c)</sup> 予測日の実測日との差.

による補正を行い, 最寄りのアメダス観測点より標高が100 m上がるごとに0.6℃気温が低くなるように補正值を設定した。また, 「実測日」については, 下記のような調査により決定した。まず, 各世代の幼虫ふ化時期に3~4日間隔で調査園からクワシロカイガラムシの寄生枝を数本ランダムに採取し, 半数ふ化卵塊率がほぼ50%に達した日をふ化最盛日の「実測日」とした。

その結果, 第1世代ふ化最盛日については, 予測日と実測日との誤差は2日以内とよく一致した。第2世代ふ化最盛日については, 島田市志戸呂で2004年に4日の誤差が見られた以外は2日以内に誤差がおさまった。第3世代は, アメダス観測点に近い牧之原布引原における適合性は最も高く, 2日以内の誤差であった。一方, 他の地点では, 第1~2世代に比べるとやや誤差が大きく, 最大で4日の誤差が見られ, またすべて予測日の方が実測日より早かった。そこで, 気温をさらに0.2℃低めに補正した値についても検討した結果, 3地点すべてで適合性が高まり, 誤差が2日以内におさまった。さらに, 静岡県病害虫防除所が2005年に実施した巡回調査茶園において, 寄生枝の採取回数は少ないものの前述の4箇所と同様の調査を実施した結果, 第1世代における予測日と実測日との誤差は2日以内とよく一致していた(表-3)。

以上のことから, 第1~2世代においては, 単純な標高補正だけで誤差4日以内のレベルで予測日が実測日に適合することがわかった。しかし, 誤差が大きい地点については, さらに一定の加減値を設定することで適合性は高まると思われる。第3世代については, アメダス調査点からの距離が大きくなると, やや誤差幅が大きくなる傾向が見られたが, この世代に特定した加減値を別途設定することで適合性は高まると考えられる。

## おわりに

クワシロカイガラムシの防除適期は極めて短期間に限られ, この適期を簡便かつ正確に把握することが重要であるとの認識から, 静岡県では粘着トラップ法の開発や

有効積算温度の解明を進めてきた。前述のように, 有効積算温度を用いた予測法は精度が高く, 現場適応性も高いことが明らかとなった。さらに, JPP-NETの病害虫発生予測システムに組み入れたことで, 全国の茶産地でもクワシロカイガラムシの防除適期の予測が可能となり, 今後は, 試験場・防除所など専門機関以外の機関や個人でも利用されることが期待される。

ところで, 近年, 静岡県内のチャ寄生クワシロカイガラムシでは, 既存の薬剤に対する薬剤感受性の低下が確認されており(小澤, 2005a), 感受性の低下に伴って防除適期そのものが変化している可能性もある。今後, 薬剤散布時期あるいは幼虫ステージと防除効果との関係をあらためて検討するとともに, シミュレーションモデルなどを利用した最適防除時期を決定する技術の開発も必要であろう。一方, 現在, 防除適期を選ばない長期残効を有する新薬剤(ピリプロキシフェン)の開発が進められている(丸山ら, 2005)。本剤の登場により適期防除を最重点課題とした従来のクワシロカイガラムシ防除の考え方が変わることが予想されている。本剤に関しては, 既に現場からの期待が大きいので, 天敵への影響(小澤, 2005b)も含めて一層の情報を集め, 普及性を慎重に検討していきたい。

## 引用文献

- 1) 灰方正徳(2003): 今月の農業 47(11): 34~38.
- 2) 久保田栄(1993): 第37回応動昆虫大会講要, p. 80.
- 3) ———(1997): あたらしい農業技術 No. 303, 静岡県農政部(農業技術課), 9 pp.
- 4) ———(2001): 第45回応動昆虫大会講要, p. 113.
- 5) 丸山 威ら(2005): 第49回応動昆虫大会講要, p. 170.
- 6) 森川亮一(2003): 今月の農業 47(11): 39~42.
- 7) 小澤明人(1994): 関東東山病虫研報 41: 257~259.
- 8) ———(2005a): 同上 52: 115~118.
- 9) ———(2005b): 第49回応動昆虫大会講要, p. 119.
- 10) ———・久保田栄(2006): 静岡茶試研報 25: 23~31.
- 11) 佐藤邦彦・水田隆史(2003): 今月の農業 47(11): 43~46.
- 12) TAKEDA, M. (2001): Proceeding of 2001 ICOS (International Conference on O-CHA (Tea) Culture and Science): 221~225
- 13) 武田光能(2002): 平成13年度野菜茶業研究成果情報, p. 65~66.
- 14) 多々良明夫(1999): 植物防疫 53: 229~232.
- 15) 米山誠一・神谷直人(2003): 今月の農業 47(11): 30~33.