高湿度と湛水条件がクワシロカイガラムシ卵のふ化に与える影響と茶園でのスプリンクラー散水による防除

宮崎県総合農業試験場茶業支場*

佐藤 邦彦

(平成19年4月9日受理)

Effects of High Humidity and Submerged Conditions on Hatchability of *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) and a Control Method of High Humidity Conditions against Eggs Using a Sprinkler Spray in Tea Fields

Kunihiko Satoh

Tea Branch Facility, Miyazaki Agricultural Research Institute

Summary

Hatchability of *Pseudaulacaspis pentagona* (Hemiptera: Diaspididae) was investigated under a high humidity (relative humidity was 100%) and submerged conditions in the laboratory. After eggs had experienced 7 days of the high humidity and submerged conditions, the hatchability dropped to 20 and 7% under a suitable condition (70% in relative humidity) for hatching, respectively. No larvae were found after keeping the submerged condition for 10 days. A control method of high humidity conditions against *P. pentagona* eggs beneath their mother's scale was tested using a sprinkler in tea fields. Tea branches were always wet by the intermittently sprinkling water (120 to 150t/ha per day) during day time and *P. pentagona* eggs discolored and died under mother's scale. The high humidity conditions using the sprinkler for 16 days after initiated the first hatching of *P. pentagona* eggs gave effective control against *P. pentagona* in tea fields.

Key words: *Camellia sinensis*, *Pseudaulacaspis pentagona*, sprinkler spray, high humidity condition, submerged condition

1 緒 言

クワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) (以下、クワシロ

と略す) は、1995年には全国での発生面積率が40%を超えるなど、発生が増加し、大きな問題となっているチャの重要害虫である¹⁾。本虫は、防除適期がふ化最盛期の数日間と短

* 〒889-1301 宮崎県児湯郡川南町大字川南17070

いことやふ化時期のばらつきが大きいいため、防除適期を逸することが多く、また、防除を行っても十分な効果が得られないこともあり、難防除害虫として位置づけられている。

本虫はチャの枝条に寄生するため、薬剤による防除を行う場合には、樹冠内部の枝条に薬液を均一に付着させる必要があり、10aあたり1,000Lもの多量の薬液が必要である²⁾。そのためクワシロの防除は、生産者の労力的、経済的な負担を増大させる原因となっているだけでなく、環境に与える影響も懸念されていることから、省力的で環境にやさしい防除法の開発が望まれている。

本虫は、宮崎県の平坦地茶園では年間3～4世代発生するが、各世代のふ化時期に降雨が少ない場合には密度が高く、逆に降雨が多い場合には密度が低いことが経験的に知られている。また、静岡県においても、降水日数が少なくなると、クワシロの発生が増加傾向を示すことが報告されており³⁾、本虫の発生量には、降水時期や降水日数が大きく関与していると考えられる。水田⁴⁾は、チャにおける本虫の生態を調査する中で、ふ化に及ばず湿度の影響について検討し、本虫卵のふ化率は、低湿度条件下および高湿度条件下で低下することを報告している。

これらのことから、クワシロの寄生部位である樹冠内の枝条への付着水分量や湿度を人為的に制御することにより、本虫の密度を抑制できる可能性がある。そこで本研究では、高湿度条件および湛水条件下での経過日数が本虫卵のふ化に与える影響を明らかにした上で、茶園において断続的なスプリンクラー散水による本虫の防除効果について検討したので、その結果を報告する。

2 材料および方法

2. 1 高湿度条件および湛水条件がクワシロ卵のふ化に与える影響

2003年の5月9日～5月30日に、以下の方

法で調整したクワシロの卵を用いて試験した。

クワシロの産卵期に、場内で栽培している‘やぶきた’（37年生）からクワシロの雌成虫が寄生している枝条を採取し、実験室に持ち込んだ。その後、実体顕微鏡下で雌の介殻を剥ぎ、紙上に落下させた卵の中から、小筆を用いて雌卵のみを採取した。この際、雌雄の識別は卵色で行い、南川⁵⁾らの識別方法にしたがって、橙色の卵を雌卵として採取した。卵の発育を揃えるため、採取した卵のうち既に眼点期に達している卵を全て除去し、翌日以降に眼点期に達した卵のみを供試した。

(1) 高湿度条件（相対湿度100%）がクワシロ卵のふ化に与える影響

縦20cm×横28cm×高さ10cmの蓋付きプラスチックケースにロックウールを8cmの高さに敷き詰め、蒸留水をロックウールの上部が少し水面から出る程度まで注入した後、蓋をしてテープで密封し、25℃、14L-10Dの恒温器の中に静置した。この作業は、試験開始時にケース内の相対湿度が100%になるように試験の数日前に実施した。

直径55mmの濾紙の中心を通るように、鉛筆で十字線を記入して4等分し、直径60mmのプラスチックシャーレに敷いた後、濾紙の各区分の中央部に供試卵をそれぞれ30卵ずつ重ならないように移した。このシャーレを前述したプラスチックケースに素早く入れ、再度テープで密封し試験を開始した。

処理期間は、1、3、5、7、10日間とし、所定の処理期間終了後は、25℃、14L-10D、70±10%RH条件の恒温器内で維持し、以降ふ化状況を調査した。

(2) 湛水条件がクワシロ卵のふ化に与える影響

高湿度試験と同様に供試卵を配置した濾紙の上に別の濾紙をのせ、静かに蒸留水を注ぎ、

卵が常に濡れた状態にして25℃, 14L-10Dの恒温器内に静置した。処理期間は1, 3, 5, 7, 10日間とし, 処理終了後は, 別の濾紙で余分な水分を取り除き, 細針を用いて供試卵を傷つけないように取り出し, 乾いた濾紙を敷いた別のシャーレに移して, 25℃, 14L-10D, 70±10%RH条件の恒温器内でふ化状況を調査した。

2. 2 スプリンクラー散水による防除試験

(1) 場内試験

試験は, 2004年のクワシロ第3世代を対象に, 場内の‘さえみどり’(10年生)を用いて, 無散水区とスプリンクラー散水区(以下, 散水区と略す)を設けて実施した。試験区の面積は約77m²(1.7m×15m×3うね)とし, 反復は設けなかった。いずれの区も2004年はクワシロに対する薬剤防除を行わなかった。

散水区は, 摘採面に直径25mmの塩化ビニール製のパイプをうねと同一方向に置き, スプリンクラー(サンホーブ製 LB900)を7m間隔で設置し摘採面上から散水した。散水期間は, クワシロのふ化を確認した8月19日から9月3日までの16日間とし, 散水コンローラー(サンホーブ製 DS-1S 20mm)で散水時間と散水間隔を制御した。散水時間と散水間隔は, あらかじめ実施した予備試験で枝条の濡れ方や樹冠内の湿度を調査して, 毎日6時~18時までの間, 10分間散水, 20分間無散水を繰り返す方法とした。

ふ化状況の調査は, 雌介殻内の卵を卵塊とし, 介殻内の卵の半数以上がふ化した卵塊を50%ふ化卵塊として, 未ふ化卵塊や一部の個体がふ化した卵塊と区分した。散水開始前の8月10日から散水を終了した9月3日までの間, 試験区からクワシロが寄生している枝条を2~6日間隔で採取し, 実体顕微鏡下で雌の介殻を剥いて行った。調査卵塊数は, ふ化を確認するまでは100卵塊~150卵塊, それ以降は200卵塊とした。

散水後の卵の死亡状況について以下の方法で調査した。散水を終了した9月3日に試験区からクワシロが寄生している枝条を10本採取し, 200卵塊について卵の褐変程度を表1の基準で分類した。

防除効果を雄まゆの発生程度で評価するため, 雄まゆ発生期の9月16日に, 各区40カ所について調査した。調査は, 摘採面の枝条を両手で開き, 樹冠内の枝条に付着している雄まゆの発生程度を表2の基準で6段階に分類した。

散水が茶芽の生育に与える影響を調査するため, 9月8日に各試験区6カ所について20cm四方を枠摘みし, 新芽長, 新葉数, 百芽重, 出開度について調査した。なお, 枠摘みの高さは, 三番茶の摘採面よりも1cm上げた位置とした。

表1 クワシロカイガラムシ雌成虫介殻内の卵の褐変程度

0	褐変した卵はみられない
1/3	卵塊の1/3程度の卵が褐変している
2/3	卵塊の2/3程度の卵が褐変している
全卵	卵塊のほぼ全卵が褐変している

注) 雌介殻内の卵全体を卵塊とした。

表2 クワシロカイガラムシ雄まゆの発生程度別調査基準

5(甚)	枝の7割以上に雄まゆが付着している
4(多)	〃 5~6割程度に 〃
3(中)	〃 3~4割程度に 〃
2(少)	〃 1~2割程度に 〃
1(微)	〃 1割未満に 〃
0(無)	全くみられない

(2) 現地での実証試験

宮崎県児湯郡高鍋町の生産者茶園において, 2006年のクワシロ第3世代を対象に, 既設の防霜用スプリンクラーを利用した実証試験を行った。

試験を実施した茶園には, ‘やまかい’ 250aと‘ゆたかみどり’ 450aの2品種が栽培

されており、各品種ともに栽培面積の3分の1をスプリンクラー散水区とし、残りを慣行防除区とした。

設置されているスプリンクラー（Rain Bird 製 L20VH）を用いて摘採面上から散水を行った。散水時間と散水間隔の制御は、乾電池式の散水コントローラー（サンホープ製 DS-1S 50mm）で行い、散水期間は第3世代幼虫ふ化期の9月1日～9月15日までの15日間とし、毎日7時～18時までの間に10分散水、20分間無散水を繰り返した。なお、慣行防除区では、クワシロに対する防除として、9月11日にブプロフェジンフロアブル(20%) 1,000倍液を乗用型防除機で10aあたり1,000L散布した。また、散水区においても茶園の最も端のうねについては、風通しが良く枝条が十分に濡れた状態を維持できなかったため、慣行防除区同様にクワシロに対する防除を行い、調査からは除外した。

雄まゆの発生程度について10月13日に調査した。調査は、前世代で発生が多かった部分を中心に、品種ごとに各区60カ所について場内試験と同様の方法で実施した。なお、調査時期が、2004年に場内で実施した試験よりも1カ月ほど遅いが、これは、実証茶園が茶業支場よりも標高がやや高い場所に位置し、クワシロのふ化時期が場内よりも遅れたためである。

2. 3 統計解析

高湿度条件および湛水条件がクワシロ卵のふ化に与える影響に関するデータは、Fisherの正確確率検定で解析した。

場内で実施した試験のうち、散水处理がクワシロ50%ふ化卵塊率の推移におよぼす影響に関するデータはカイ二乗検定で解析し、スプリンクラーによる間断散水が秋芽生育に与える影響に関するデータはUnpaired Student's t-testで解析した。また、場内試験の散水处理がクワシロ卵塊の褐変におよぼす影響と雄まゆの発生におよぼす影響に関するデータおよ

び現地試験の散水区と慣行防除区におけるクワシロ雄まゆの発生程度に関するデータは、Mann-Whitney U-testで解析した。

3 結果および考察

3. 1 高湿度条件および湛水条件がクワシロ卵のふ化に与える影響

(1) 高湿度条件がクワシロ卵のふ化に与える影響

高湿度処理終了後5日間のふ化率は、1, 3, 5日間処理では95%前後で無処理区と差がなかったが、7日間処理では20%に低下した（図1）。10日間処理した区は、処理終了時に供試卵にカビの発生が認められたため調査から除外した。このように、眼点期以降の卵は、7日間以上高湿度条件に置かれるとふ化率が大幅に低下することが明らかになった。なお、全処理区において、処理を終了して6日目以降にふ化した個体はみられなかった。

また、処理期間に関わらず、処理終了時点でふ化している個体は認められなかったことから、高湿度条件はクワシロのふ化を抑制した。このことは、実際の茶園でもふ化時期に降雨が多く、高湿度条件が続く環境では、ふ化時期が遅延することを示している。

武田⁶⁾は、有効積算温度を利用してクワシロの防除適期を把握する場合、ふ化盛期の降雨によりふ化が遅延する場合があることを報告しているが、今回の結果はこれを裏付けるものであり、防除を実施する際には、温度だけでなく、ふ化期における湿度条件を考慮し防除時期を決定することが重要となる。

(2) 湛水条件がクワシロ卵のふ化に与える影響

湛水处理を行った卵は、1日間処理では無処理と差がなかったが、3日間処理から褐変する卵がみられはじめ、褐変した卵の割合は5日間処理、7日間処理と処理期間が長くなるにしたがい増加し、10日間処理では全ての

卵が褐変した（写真1）。

処理を終了して5日目のふ化率は、1日間処理では94%で無処理と有意な差はなかったが、3日間処理では59%、5日間処理では53%、7日間処理では7%、10日間処理では0%となり、有意に低下した（図2）。なお、

全処理区において、処理を終了して6日目以降にふ化した個体はみられなかった。

以上のことから、眼点期の卵を7日間以上湛水状態にすることで、高いふ化抑制効果が得られる。

高湿度および湛水処理の結果から、眼点期

図1 高湿度処理期間と処理後5日間のクワシロカイガラムシ雌卵のふ化率の関係

注)**：無処理に対して有意差あり (Fisherの正確確率検定, $p < 0.01$) 棒中の数値は、ふ化個体の割合 (%)

図2 湛水処理期間と処理後5日間のクワシロカイガラムシ雌卵のふ化率の関係

注)**：無処理に対して有意差あり (Fisherの正確確率検定, $p < 0.01$) 棒中の数値は、ふ化個体の割合 (%)

以降のクワシロ卵は、高湿度および湛水条件下でふ化が抑制され、これらの条件が単独または複合的に7日間以上続くとふ化率が大幅に低下することが明らかとなった。

3. 2 スプリンクラー散水による防除試験

(1) 場内試験

試験期間中のクワシロは少発生であった。

散水を開始した時点の茶芽のステージは、秋芽1葉期であった。

1日当たりの散水量は概ね15mm程度で、夜間は、雌介殻内部が湿った状態で維持されるため、クワシロはふ化できなかったと考えられる。

50%ふ化卵塊率は、散水開始前の8月19日では、散水区が13.0%、無散水区が14.5%で差がなかったが、その後無散水区では徐々に上昇し、9月3日には90%を超えた。一方、散水区では散水開始後に50%ふ化卵塊率が上昇することはなく、散水開始時と同程度の10%前後の低い値で推移し、散水によってふ化が抑制された(図3)。

クワシロの卵は、雌成虫の介殻内に個々の卵が詰め込まれた状態となっているため、介

殻を剥がすとばらけた状態になるが(写真2)、散水を開始すると、雌の介殻内が水で満たされ、卵同士が粘着して一つの固まりとなる(写真3)。その後、卵塊の周縁部の卵からしだいに褐変し、最後には死亡する(写真4)。なお、高湿度条件や湛水条件下で卵同士が粘着する理由については不明である。

散水を開始して16日目に卵の褐変(死亡)状況を調査した結果、散水区では、ほぼ全卵が褐変している卵塊が90%を超え、3分の2程度の卵が褐変している卵塊を合わせると98.5%となり、高い防除効果を示した。なお、無散水区でも一部褐変した卵を有する卵塊が認められたが、これは試験期間中に比較的降雨が多く(降水日数:10日、延べ降水量:199mm)、無散水区でも高湿度の状態を経過したためと考えられる(表3)。

雄まゆの発生程度は、前述した気象条件により両区ともに少なく、無散水区においても茶樹の被害は全くない状態であったが、散水区は無散水区に比べて有意に少なかった(表4)。

散水が秋芽の生育に与える影響について、9月8日に採摘により調査した。新芽長および新葉数、出開度には差がみられなかった。

図3 散水処理がクワシロカイガラムシ50%ふ化卵塊率の推移におよぼす影響

●— 散水区 ○— 無散水区

注)**: 無散水区に対して有意差あり (カイ二乗検定, $p<0.01$)

表3 散水处理がクワシロカイガラムシ卵塊の褐変(死亡)におよぼす影響(散水处理16日後)

	調 査 卵塊数	褐 変 卵 塊 数 (褐変割合)			
		0	1 / 3	2 / 3	全卵
散 水 区	200	3 (1.5)	0 (0.0)	13 (6.5)	184 (92.0)
無散水区	200	94 (47.0)	95 (47.5)	11 (5.5)	0 (0.0)

注) 調査時にふ化していた卵は褐変程度0とした。

Mann-Whitney U-testで有意差あり ($p<0.01$)。

表4 散水处理がクワシロカイガラムシ雄まゆの発生におよぼす影響

	発生程度
散 水 区	0.9 *
無散水区	1.2

注) 各区40ヵ所調査の平均値。

* : Mann-Whitney U-testで
有意差あり ($p<0.05$)。

百芽重は、両区で有意な差はみられなかったものの、無散水区よりもやや低下する傾向がみられた(表5)。しかしながら、散水終了後の茶芽の生育は順調で、達観調査ではあるが、秋整枝時には無散水区との差はみられなくなり、茶樹または秋芽に対する影響は小さいと考えられる。

(2) 現地での実証試験

1日当たりの散水量は概ね12mmであった。

散水開始時の秋芽は、出開き芽が多くやや硬化した状態であり、散水による病害の発生や生育遅延などの影響はなかった。

散水を開始して13日目には、一部健全な卵が存在する卵塊もみられるものの(写真5)、全卵が褐変して死亡している卵塊が多かった(写真6)。

散水区における雄まゆの発生は、‘やまかい’では全くみられず、高い防除効果を示した。‘ゆたかみどり’では、慣行防除区よりも発生カ所数は多かったものの、発生程度は同等であり、散水により化学農薬と同程度の防除効果が得られた(表6)。

4 本技術の留意点および今後の課題

4. 1 本技術を実施する際の留意点

本技術は、畑地かんがい施設が整備されている等、十分な水量が確保できる茶園で普及

表5 スプリンクラーによる間断散水が秋芽生育に与える影響

	新芽長 (cm)	新葉数 (枚)	百芽重 (g)	出開度 (%)
散 水 区	2.8 ± 1.2 ns	3.4 ± 0.8 ns	37.6 ± 4.9 ns	99
無散水区	2.9 ± 1.3	3.4 ± 0.9	41.9 ± 3.0	99

注) 20cm×20cm枠を用いて、各区6ヵ所調査。数字は平均値±標準偏差。

三番茶摘採面より1cm上げて摘採した。

ns: Unpaired Student's t-testにおいて有意差なし。

表6 散水区と慣行防除区におけるクワシロカイガラムシ雄まゆの発生程度と発生カ所数

	やまかい		ゆたかみどり	
	発生程度	発生カ所数	発生程度	発生カ所数
散 水 区	0.0 ns	0	0.1 ns	7
慣行防除区	0.4	11	0.1	4

注) 各区60ヵ所について調査した。

ns: Mann-Whitney U-testにおいて有意差なし。

が可能である。黒ボク土茶園では、これまで散水に起因する湿害の発生は認められていないが、排水が悪く湿害が懸念される茶園では、排水対策を実施する必要がある。

散水期間は、高湿度条件または湛水条件下で卵が死亡するまでに7日間程度必要であることやふ化時期が比較的揃いやすいといわれる第1世代でも産卵開始から産卵盛期までに8日程度を要する⁷⁾こと、茶園での実証試験の結果などから、ふ化を確認してから2週間程度とする。

実施時期は、地域によってクワシロの発生時期や世代数が異なり、また、栽培されている品種の早晚性や摘採時期、摘採回数なども異なるため、これらを考慮して決定する。

今回の現地試験では、直径50mmの給水管に乾電池式の自動散水コントローラーを取り付けて実施したが(写真7)、この散水制御装置は取りはずしが可能で、他の茶園にも移動させて使用できるため装置の導入コストを下げる事が可能である。現在、本県において畑地かんがい施設の整備が進められている児湯郡の尾鈴地区では、スプリンクラーによる防霜だけでなく、クワシロに対する防除作業の省力化を目指して、積極的に本装置の導入を図っている。

4. 2 今後の課題

本技術は、クワシロ卵のふ化開始以降に雌介殻内部を常に高湿度や湛水状態で維持することで高い防除効果が得られることから、本試験では、日中10分間散水、20分間無散水を繰り返す方法で15日～16日間の散水処理を行った。しかし、この方法は、散水期間中毎日1haあたり120～150tの多量の水が必要であり、十分な水の供給ができない地区では実施が困難である。また、この間クワシロ以外の病虫害の防除や茶園管理作業などにより、散水を中断する必要があることも考えられるなど、解決すべき課題もある。そこで、こ

れらの課題に対応するため、今後は、無散水時間を長くした場合や隔日散水した場合の防除効果について検証する必要がある。また、今回用いたタイマーによる散水制御法ではなく、雨量計や樹冠内に設置した湿度センサーと連動した散水制御法などの新たな制御システムを開発し、より少ない散水量と散水回数で、高い防除効果が得られるような散水方法を構築する必要がある。

5 摘 要

(1) 室内試験において、高湿度条件(相対湿度100%)および湛水条件下におけるクワシロ卵のふ化状況を調査した。

高湿度および湛水条件下で7日間保持したクワシロ卵のふ化率は、それぞれ20%と7%に低下し、湛水条件を10日間維持すると卵はふ化しなかった。

(2) 茶園において、雌介殻内のクワシロ卵を高湿度に保つ方法について、スプリンクラーを用いて試験した。

チャの枝が常に濡れた状態になるように、日中断続的に散水(1日1haあたり120～150t)することで、クワシロの卵は雌介殻内で褐変し死亡した。

茶園においては、クワシロ卵のふ化開始以降、スプリンクラーを用いて16日間高湿度状態にすることで、クワシロ卵のふ化を効果的に抑制することが可能である。

6 謝 辞

本稿の御校閲を賜った宮崎県東臼杵南部農業改良普及センター 水田隆史博士に、心より厚くお礼申し上げる。

7 引 用 文 献

- 1) 河合章・多々良明夫・神寄保成(1997): 1994年、1995年のクワシロカイガラムシの多発生と防除・研究上の問題点。茶研報, NO.85, 13-25

- 2) 片井祐介・小澤朗人(2006)：チャ害虫クワシロカイガラムシ用農薬散布ノズルの散布特性と防除効果。関西病虫研報, NO.48, 11-15
- 3) 久保田栄(2003)：クワシロカイガラムシの多発原因と防除対策。今月の農業, 11, 13-18
- 4) 水田隆史(2000)：クワシロカイガラムシ産下卵のふ化に及ぼす湿度の影響。茶研報, NO.90 (別), 18-19
- 5) 南川仁博・久保田幸弘・吉田正義(1958)：クワカイガラムシの生態学研究。茶業技術研究, 18, 24-33
- 6) 武田光能(2002)：チャ寄生クワシロカイガラムシ第1世代幼虫のふ化盛期の予測。平成13年度野菜茶業研究成果情報, 野菜茶業研究所, 65-66
- 7) 寺井清宗・森川亮一・西野敏勝(2005)：茶寄生クワシロカイガラムシ第一世代幼虫の発生消長および各発育齢における薬剤の殺虫効果。九農研, NO.67, 75

高湿度と湛水条件がクワシロカイガラムシ卵のふ化に与える影響と茶園でのスプリンクラー散水による防除

写真1 10日間の湛水処理により褐変した供試卵

写真2 無散水区の産下卵

写真3 散水により粘着して一つの固まりとなった産下卵

写真4 褐変し死亡した産下卵

写真5 褐変した卵と健全な卵が混在する卵塊

写真6 全卵が褐変した卵塊

写真7 取り外しが可能な散水制御装置