

茶園におけるクワシロカイガラムシの 土着天敵類の発生実態

静岡県農林技術研究所茶業研究センター 小 澤 朗 人

はじめに

クワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* (TARGIONI) は、古くからチャの重要害虫として知られているが、静岡県の茶園では1994年ごろから多発生が続いており、常に警戒を要する状況となっている。本種の多発が続く原因としては、気象条件(久保田, 2001)、農薬の変遷、天敵の減少、薬剤感受性の低下(小澤, 2003)、リサーチエンス、せん枝頻度の増加等、様々な要因が考えられるが、現在のところはっきりとしていない。ただ、本種の密度変動に寄生蜂などの土着天敵類の活動が深く関与していることは、桑園や果樹園で多様な寄生蜂類などが確認されていること(柳沼ら, 1972; 安田, 1981)から、容易に推測される。しかし、茶園に生息する土着天敵に関する情報は比較的少なく(高木, 1974; 小澤, 1994)、天敵類の正確な種名や種構成、発生活長、さらに寄主であるクワシロカイガラムシとの相互関係など不明な点が多い。一方、本種の防除では、他の病害虫の2.5~5倍量にも及ぶ1,000 l/10 aの殺虫剤散布が必要である(片井・小澤, 2006)。こうした多量の殺虫剤の散布は、コストや労力の増大ばかりでなく、様々な土着天敵類に大きな影響を及ぼすと考えられ、本種に対する薬剤散布の削減がチャにおけるIPM体系構築には必要不可欠である。したがって、薬剤散布に代わる手段として、クワシロカイガラムシの土着天敵の保護利用はチャのIPMを成功させるための必須技術であり、そのためには土着天敵に関する基礎的な知見を蓄積する必要がある。

本稿では、筆者らがこれまでに明らかにした静岡県の茶園におけるクワシロカイガラムシの土着天敵類の発生実態を紹介する。なお、天敵類の調査方法などの詳細については、小澤ら(2008a; b)を参照されたい。

本文に入るに当たり、寄生蜂に関する有益なご意見をいただいた山口県農林総合技術センターの東浦祥光氏、

タマバエを同定していただいた(独)近畿中国四国農業研究センターの安部順一郎博士に深謝する。

I 調査方法

今回の土着天敵の実態調査では、静岡県茶業試験場内(現:茶業研究センター)や現地の数箇所の慣行防除茶園において、茶株内に吊した黄色粘着トラップ、寄主雌成虫からの天敵の羽化調査、寄主雌の解剖調査、および観察を実施した。

II クワシロカイガラムシの土着天敵の種類

種名が確認された土着天敵類を表-1に示した。ハチ目6種とハエ目1種、コウチュウ目3種の天敵昆虫が確認された。ここで、チビトビコバチ、サルメンツヤコバチ、ナナセツトビコバチ、クワシロミドリトビコバチ(仮称)、マルカイガラクロフサトビコバチ(?)の5種は、大英博物館のNOYES博士の同定による。サルメンツヤコバチは、我が国の研究者の間では存在そのものはよく知られていたものの、これまで学名が不明であった。マルカイガラクロフサトビコバチ(?)は高次寄生者と思われる(NOYES博士、私信)。なお、マダラツヤコバチも高次寄生者とされている(植松, 1972)。高次寄生者と考えられるマダラツヤコバチとマルカイガラクロフサトビコバチ(?)は、今回の調査では個体数が極めて少なかった。捕食性コウチュウ類では、ハレヤヒメtentウとヒメアカホシtentウ、キムネタマキスイの3種が確認された。捕食性タマバエについては、*Dentifibula* sp. (*D. viburni* (FELT)の可能性が高い)が確認された。

III 寄生性天敵の種構成と寄生率

2002~03年にかけて実施した調査では、6箇所の茶園から採集した寄主から羽化した天敵の種類を調べた。図-2には、2002年に羽化調査で確認した天敵類の種構成の一部を示した。越冬世代から羽化した天敵の中では、採取したいずれの場所でもチビトビコバチが90%以上であり、本種が優占種であった。同年第1世代から羽化した天敵では、チビトビコバチがほぼ第1優占種であることに変化はないものの、本種以外の種の頻度が高

Research on the Natural Enemies of the Mulberry Scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (TARGIONI), in Tea Fields. By Akihito OZAWA

(キーワード:チャ,クワシロカイガラムシ,土着天敵,寄生蜂,生物的防除)

表-1 静岡県の茶園におけるクワシロカイガラムシの土着天敵類

目	学名	和名	備考
ハチ目	<i>Arrhenophagus albitibiae</i> GIRAULT	チビトビコバチ	寄生蜂では第1優占種
	<i>Pteroptrix orientalis</i> (SILVESTRI)	サルメンツヤコバチ	寄生蜂では第2優占種
	<i>Thomsonisca amathus</i> (= <i>indica</i> ?) WALKER	ナナセツトビコバチ	交尾期の雌成虫に寄生
	<i>Epitetracnemus comis</i> NOYES & Ren	クワシロミドリトビコバチ (仮称)	クロマルカイガラトビコバチに似る
	<i>Marietta carnesi</i> (HOWARD)	マダラツヤコバチ	二次寄生蜂
	<i>Zaomma near lambinus</i> (WALKER)	マルカイガラクロフサトビコバチ (?)	おそらく二次寄生蜂
ハエ目	<i>Dentifibula</i> sp.	和名なし	<i>Dentifibula viburni</i> (FELT) と同種か?
コウチュウ目	<i>Pseudoscymnus hareja</i> WEISE	ハレヤヒメテントウ	捕食性コウチュウでは優占種
	<i>Chilocorus kuwanae</i> SILVESTRI	ヒメアカホシテントウ	クワシロ以外のカイガラムシも補食
	<i>Cybocephalus nipponicus</i> ENDRÖDY-YOUNGA	キムネタマクスイ	発生園は限られる

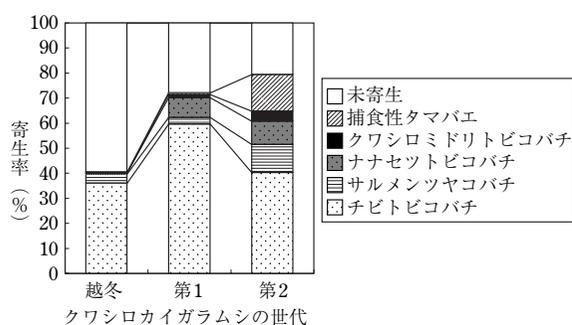


図-1 クワシロカイガラムシ雌成虫における天敵の寄生率の推移 (2002年, 茶試 B3 園)

まり、特に茶試より標高が低く気温の高い牧之原市仁田ではナナセツトビコバチが約4割を占めていた。また、同年第2世代では、前世代に比べてタマバエの占める割合が増加し、特に茶試 B3 園では本種が羽化個体の49.8%を占めて第1優占種となっていた。寄生蜂の中では、3園ともチビトビコバチが優占種であったが、茶試 D8 園ではサルメンツヤコバチの割合が前世代の0%から30.1%に増加していた。翌2003年の調査においても、おおむねチビトビコバチが第1優占種となっていたが、一部の茶園ではタマバエの割合が70%に達したケースも見られた。なお、タマバエの幼虫は、チビトビコバチのマミーも捕食する (小澤ら, 2008)。

次に、実体顕微鏡下で雌成虫の介殻をはがして天敵の種別寄生率の推移を調べた。図-1には、茶試 B3 園の2002年越冬世代から第2世代までの寄生率の推移を示した。ここでは、全体の寄生率は世代を経るごとに上昇して、第2世代では79.4%に達した。種別では、チビトビコバチが優占種であったが、第2世代ではサルメンツヤコバチなど他種の割合が増し、チビトビコバチの寄生

割合は天敵全体の半分程度となった。翌2003年越冬世代では、B3 園の寄主密度が激減したため、調査は行わなかった。別の茶園 D8 園でも、やはりチビトビコバチが優占種であったが、2003年越冬世代では寄生率が76.3%以上に上昇し、その後はクワシロカイガラムシが激減した。したがって、寄生率が80%程度まで高まると、次世代のクワシロカイガラムシは寄生蜂類に制圧されて激減することが示唆された。

IV 主要天敵の発生消長パターン

天敵類の発生消長は、茶株内に吊した黄色粘着トラップに捕獲される種別の個体数を数えることで調べた。あわせて、寄主であるクワシロカイガラムシのふ化幼虫と雄成虫の発生消長パターンと比較した (表-2)。

(1) チビトビコバチ

場内茶園における調査では、5月中旬、6月下旬、7月中旬、8月下旬および9月中旬の五~六つのピークが認められた (図-3)。特に、クワシロカイガラムシのふ化ピーク時期に当たる5月中旬、7月中旬、および9月中旬の三つのピークが大きかった。雌雄の捕獲数を比べると、雄の捕獲数が雌より多い傾向が見られた。

本寄生蜂の捕獲ピークは年間5~6回認められたが、寄主雌成虫から羽化した奇数回目のピーク日は、寄主ふ化幼虫の捕獲ピーク日とほとんど同じか、2~4日早かった。雄成虫から羽化した偶数回目のピークでは、6回目は捕獲数が少なく判然とはしないものの、2回目と4回目では寄主の雄成虫のピーク日とほぼ一致した。これは、雄に寄生した蜂の発育は寄主の発育に同調していることを示す。しかし、雄の寄主から羽化した個体は、羽化時期には寄生すべき幼虫がいないので寄生できずに死滅すると考えられる。この現象の適応的な意義は不明である。また、チビトビコバチのピーク日とクワシロカイ

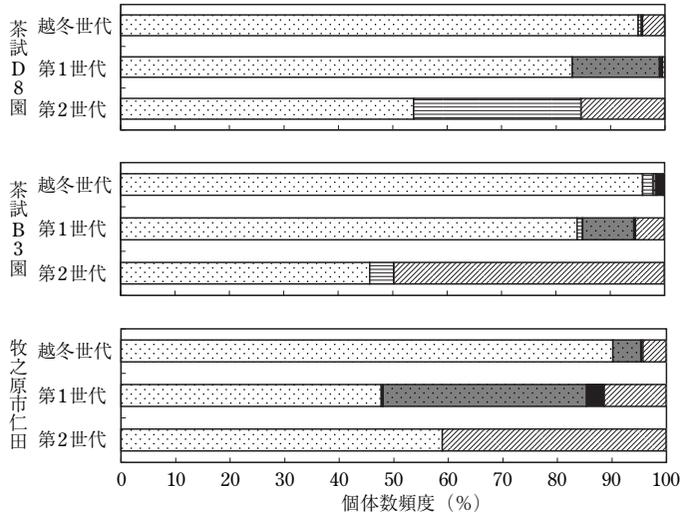


図-2 クワシロカイガラムシ雌成虫の各世代から羽化した土着寄生蜂の種構成 (2002年)
 □：チビトビコバチ, ▨：サルメンツヤコバチ, ▩：ナナセツトビコバチ, ■：クワシロミドリトビコバチ, ▤：捕食性タマバエ.

表-2 黄色粘着トラップによるクワシロカイガラムシと土着天敵類の捕獲ピーク日の比較 (場内慣行防除茶園)

クワシロの世代	ステージ	クワシロ	チビトビ	サルメン	ナナセツ	捕食性
		カイガラムシ	コバチ	ツヤコバチ	トビコバチ	タマバエ
		ピーク日	ピーク日	ピーク日	ピーク日	ピーク日
2002年						
第1世代	幼虫	5/13	5/13	5/31		5/10
	雄成虫	6/21	6/21		6/19	
第2世代	幼虫	7/20	7/18	7/30		7/26
	雄成虫	8/20	8/20		8/9	
第3世代	幼虫	9/10	9/10	9/27		10/11
	雄成虫	11/1	10/25		10/18	
2003年						
第1世代	幼虫	5/22	5/19	6/4		5/16
	雄成虫	—	6/27		—	
第2世代	幼虫	7/28	7/29	8/4		7/29
	雄成虫	9/1	—		8/29	
第3世代	幼虫	9/16	9/19	—		10/9
	雄成虫	11/4	10/17		10/26	

ピーク日は、月/日。—は調査なし、または捕獲数0.

ガラムシのふ化ピーク日がほぼ一致することから、本寄生蜂は寄主の1齢幼虫に寄生することがわかる。いずれにしても、チビトビコバチは寄主の雌雄を識別せずに寄生する。

(2) サルメンツヤコバチ

場内茶園における調査では、5月下旬から6月上旬、7月下旬から8月上旬、および9月下旬から10月中旬の三つの明瞭なピークが認められた。サルメンツヤコバ

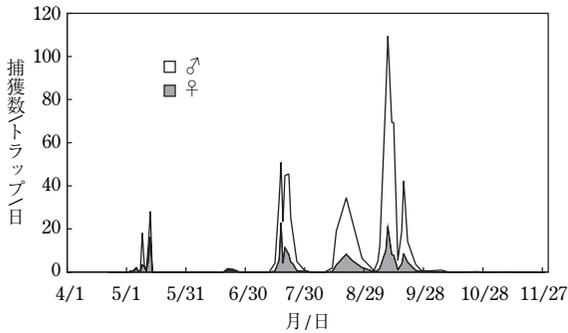


図-3 黄色粘着トラップによるチビトビコバチの捕獲消長 (2002年, 茶試D8園)

チの捕獲ピークは、寄主幼虫のピークよりやや遅れて認められ、寄主と寄生蜂のピークの間隔は、第1世代で13～18日、第2世代で6～10日、第3世代で17～27日であった。本種は、バルレーゼコバチ (佐藤, 1978) と同様に、雄幼虫の出す綿状分泌物が寄生行動を阻害している可能性があり、2齢幼虫の雌のみに寄生すると考えられる。

(3) ナナセツトビコバチ

6月中～下旬、8月中～下旬、10月中～下旬の比較的明瞭な年間3回の捕獲ピークが認められた。ナナセツトビコバチは、交尾期の雌成虫に寄生することが知られている (神寄, 1998) が、本寄生蜂のピーク日はクワシロカイガラムシ雄成虫のピーク日よりやや早く認められることが多く、雄成虫のピーク日と本寄生蜂のピーク日との間隔は、2002年の調査では第1世代で0～2日、第2世代で11日、第3世代で7～14日早かった。なお、本寄生蜂は、クワシロカイガラムシの合成性フェロモンに強く誘引されるが (松比良・神寄, 2001)、静岡県 の 個 体 群 で も 同 様 で あ り、フェロモンを使って年間の発生消長を把握することが可能である (小澤ら, 2007)。

(4) クワシロミドリトビコバチ (仮称)

クワシロミドリトビコバチについては、捕獲数が少ないためピークは明瞭ではないが、クワシロカイガラムシ産卵期の5月上旬と7月中旬にやや多くの個体が捕獲された。

(5) マダラツヤコバチ

比較的多くの個体数が捕獲された磐田市富丘の茶園では、6月までは捕獲数が少なかったものの7月以降に増加し、寄生蜂類の中ではチビトビコバチに次いで捕獲数が多くなった (小澤ら, 2008b)。その他の茶園では、確認できなかった。本種は二次寄生蜂であるが、茶園での寄主 (一次寄生者) ははっきりしない。

(6) 捕食性タマバエ

5月中旬と9月中旬、および11月以降を除いてほぼ捕獲され続け、山と谷があまり明瞭でない消長を示したが、5月上中旬、7月下旬、および10月中旬の3回程度のピークが認められた。本種については、ピークはあまり明瞭でないものの、クワシロカイガラムシ幼虫の捕獲ピーク日近辺にピークが認められることが多かった。捕食性タマバエのピーク日は、第1世代では寄主幼虫のピークよりやや早めであったが、第2世代では遅めであった。第3世代では、寄主幼虫の捕獲ピークより24～31日遅れていた。

観察によると、捕食性タマバエの幼虫は雌成虫の介殻下では寄主の虫体や卵を捕食する。この場合、タマバエにとつての餌サイズは雌成虫が最大であり、特に産卵または抱卵した雌成虫が卵を含めて餌のボリュームとしては最大である。したがって、タマバエ幼虫は、寄主の産卵期頃までに捕食活動を終えて蛹化するのが、餌摂取のための最適戦略と考えられる。本種の羽化ピークは、クワシロカイガラムシ第1と第2世代では、幼虫のふ化ピーク前後であったことから、このような寄主の世代と同調する発育戦略をとることが示唆された。

(7) ハレヤヒメテントウ

捕食性コウチュウでは本種が優占種であり、成虫は黄色粘着トラップによく捕獲される。5月上旬ごろから成虫が捕獲され始め、6月上旬と7月下旬、および9月上中旬頃の3回程度のピークが認められたが、ほとんど捕獲されない期間は5月中旬と8月中旬、および9月下旬の一時期に限られた。卵は、介殻に穴を開けて雌成虫を捕食・排除した後、介殻の下に1～2個ずつ産下される。なお、本種と寄主の発生時期の関係については、KANEKO et al. (2006) を参照されたい。

V チビトビコバチの密度抑制要因としての機能

2002～03年の2年間、計6世代にわたって調査した茶園におけるクワシロカイガラムシの世代ごとの幼虫捕獲数、雄成虫捕獲数と、寄主の各世代の幼虫ふ化期 (5, 7月および9月) に雌成虫から羽化してトラップに捕獲されたチビトビコバチ成虫の捕獲数との相互関係を解析した。2002年の第1世代から第2世代にかけて、いったん寄主の捕獲数が寄生者の捕獲数より増加したが、第3世代にかけては寄主の数が減少し寄生者の数が増加した。さらに、2002年の第3世代から03年第1世代にかけては、寄主の数が急激に減少し、同様に寄生者の数も減少する傾向を示した。2003年の第1から第2世代に

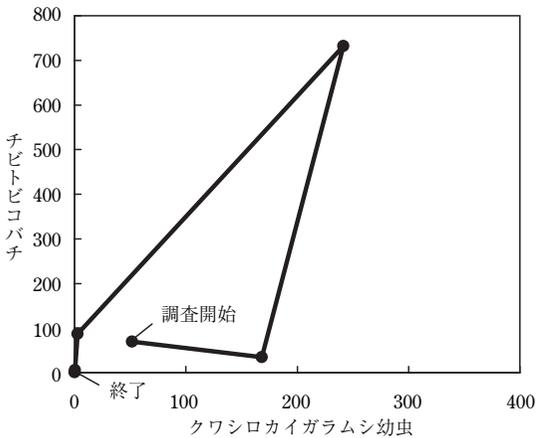


図-4 クワシロカイガラムシ幼虫捕獲数とチビトビコバチ捕獲数との相互関係の変動。2002年第1世代から2003年第3世代までの6世代

においては寄主はほとんど0となり、寄生者の数もさらに減少して第3世代の捕獲数は寄主、寄生者ともに極わずかであった。以上の寄主と寄生者との関係を時系列にプロットすると、幼虫(図-4)、雄成虫ともに世代の経過に従って左回りの挙動を示した。しかし、2年間6世代の時間では、この動きの周期性を確認するには至らなかった。なお、別の茶園で約4年間、計13世代にわたって同様にクワシロカイガラムシ雄成虫とチビトビコバチの捕獲数との関係をプロットしたところ、おおむね2周半の円運動を示した(小澤, 未発表)。このように、寄主と寄生者密度の相互関係を取ると左回りの挙動を示したことから、茶園ではチビトビコバチがクワシロカイガラムシの密度抑制要因として機能していることが示唆された。

おわりに

静岡県の茶園に生息する土着天敵類の種数は、桑園(安田, 1981)に比べると非常に少ない。これは、桑園と茶園の樹相の違いの影響に加え、殺虫剤が散布されない桑園と異なり、茶園では一般に殺虫剤の散布頻度が高く、天敵群集の多様性に及ぼす農薬の影響が大きいことが推察される。このことは、静岡県内でも農薬の散布頻度の高い地域である島田市船木の現地茶園では、寄生蜂がチビトビコバチ1種しか確認されなかったこと(小澤

ら, 2008a)からも推察される。茶園の土着天敵の多様性に及ぼす農薬の影響に関しては、カブリダニ類の種多様性は農薬の散布頻度と関係のあることが指摘され(SANTOSO et al., 2004)、慣行防除園では単一の種(ケナガカブリダニ)の優占頻度が極めて高い。クワシロカイガラムシの天敵群集についても、カブリダニ類と同様の現象があるのかもしれない。現在、筆者らは、2008年度から始まった生物多様性プロジェクト研究において、農薬の散布程度とクワシロカイガラムシ土着天敵類の多様性との関係について調査を進めている。

次に、クワシロカイガラムシの世代と寄生蜂群集の種構成との関係については、越冬世代はチビトビコバチの優占頻度が非常に高いものの、年間の中では世代を経るごとに徐々に他種の頻度が高まる傾向が見られた。種多様性を示す多様性指数 H は、越冬世代、第1世代、第2世代と多様性が徐々に高くなった(小澤ら, 2008a)。この理由として、世代を経るごとに餌(寄主)の数が寄生者に対して相対的に少なくなり、そのため寄主の奪い合いが激しくなり、ギルド内捕食が進んだことが考えられた。なお、チビトビコバチが第1優占種である理由は、本種の雌当たり産卵数が他種に比べて突出して多く(佐藤, 1979)、ふ化直後の1齢幼虫に寄生することから、他種に先んじて寄生できる先取り効果が発揮されるためと考えられる。ただし、チビトビコバチとサルメンツヤコバチなど他の寄生蜂との寄主を巡る種間関係は不明である。寄生蜂間の種間関係は、保護すべき天敵種の特定やその利用を考慮する上で重要な事項であるので、今後の解明が待たれる。

引用文献

- 1) KANEKO, S. et al. (2006): Appl. Entomol. Zool. 41: 621 ~ 626.
- 2) 片井祐介・小澤朗人 (2006): 関西病虫研報 48: 11 ~ 15.
- 3) 神喜保成 (1998): 天敵大事典(下巻), 農山漁村文化協会, 東京, p. 683 ~ 687.
- 4) 久保田栄 (2001): 植物防疫 55: 71 ~ 74.
- 5) 松比良邦彦・神喜保成 (2001): 鹿児島茶試研報 15: 13 ~ 21.
- 6) 小澤朗人 (1994): 関東東山病虫研報 41: 253 ~ 255.
- 7) ——— (2003): 茶研報 96(別): 64 ~ 65.
- 8) ——— (2007): 第51回応動昆虫大会講要: 143.
- 9) ——— (2008a): 茶研報 105: 13 ~ 25.
- 10) ——— (2008b): 同上 106: 39 ~ 52.
- 11) 佐藤敏夫 (1978): 蚕糸研究 109: 152 ~ 159.
- 12) ——— (1979): 同上 111: 148 ~ 154.
- 13) SANTOSO, S. et al. (2004): J. Acarol. Soc. Jpn. 13: 77 ~ 82.
- 14) 高木一夫 (1974): 茶試研報 10: 91 ~ 131.
- 15) 植松秀男 (1972): 応動昆 16: 187 ~ 192.
- 16) 柳沼 薫ら (1972): 福島園試研報 3: 49 ~ 57.
- 17) 安田荘平 (1981): 応動昆 25: 236 ~ 243.