

# チャのハマキガ類の卵に寄生する キイロタマゴバチに対する農薬の影響

農研機構 中央農業研究センター <sup>いし</sup>石 <sup>じま</sup>島 <sup>ちから</sup>力

## はじめに

チャノコカクモンハマキ *Adoxophyes honmai* Yasuda およびチャハマキ *Homona magnanima* Diakonoff (以下、ハマキガ類) は、関東から沖縄まで広く分布するチャの重要害虫である。ハマキガ類は、幼虫が葉を糸でつづり合わせた巻葉を作り、その中で葉を摂食する(南川・刑部, 1979)。大量に発生した場合には、被害が茶園全体に及び、それに伴って新梢・新葉の生育にも影響を与え、収量が低下する。また、加害された巻葉が混入すると製茶品質が低下する。そのため、ハマキガ類の幼虫を対象とした化学合成農薬による防除が必須となっている。しかしながら、ハマキガ類での化学合成農薬に対する著しい抵抗性の発達(例えば, UCHIYAMA and OZAWA, 2014)や、対象外生物への影響を含めた周辺環境に対する負荷への懸念、さらには消費者の安全・安心のニーズから、化学合成農薬以外の防除手段の開発が求められている。

このような要望に対し、合成性フェロモン剤による交信攪乱法や顆粒病ウイルス製剤の利用等の代替防除法が実用化されてきた。一方、ハマキガ類には様々な土着天敵が存在し、なかでも寄生蜂類は、ハマキガ類の密度制御に重要な役割を担っていることが報告されている(高木, 1974)。寄生蜂類のうち、キイロタマゴバチ *Trichogramma dendrolimi* Matsumura は、他の作物においても天敵として利用されており、チャでも有力な天敵として注目されてきた(高木, 1974; KODOMARI, 1995)。一方、寄生蜂類は農薬に弱く、本種を含むタマゴバチ類でも、化学合成農薬に対する感受性が高いという報告(SMITH, 1996)がある。チャではハマキガ類を含め病害虫防除手段の主体が化学合成農薬であるため、本種为天敵としての働きを低下させる懸念がある。実際、筆者が調査した例では、農薬を散布しない無農薬茶園において

は本種を含めたタマゴバチ類の発生量が夏以降増加したが、慣行防除を行っている茶園では発生量は低く推移していた(図-1)。そのため、本種をハマキガ類の天敵として保護利用するためには、影響の少ない農薬を選択することが重要と思われる。本稿では、本種に対して影響の少ない農薬を選択するために行った室内実験による各種農薬の影響の評価と、実際の圃場に近い条件における網室内での農薬散布実験の結果について紹介する。

## I キイロタマゴバチに対する 農薬の影響についての室内試験

室内実験には、野菜茶業研究所(現:農研機構果樹茶業研究部門)金谷茶業拠点の茶園から採集し、その後、チャハマキ卵を寄主として、累代飼育をしたキイロタマゴバチを供試した。成虫の実験は、羽化する直前のチャハマキの被寄生卵塊を24℃, 16L8Dに設定した恒温室に静置し、翌日、羽化した成虫を用いた。実験方法は、小澤ら(1998)が行った壁面接触法で行った。すなわち、小型管瓶(直径14×55mm)に99.5%アセトンで常用濃度に希釈した農薬を0.1ml入れ、すばやく管瓶を回転させ内壁に農薬の薄膜を作成した。その後、羽化直後の成虫を1頭入れ、パラフィルム®でふたをし、24℃, 16L8Dに設定した恒温室に24時間静置した後、成虫の生死を確認した。対照区はアセトン処理とした。蛹の実験は、チャハマキ卵塊に寄生させた本種を蛹まで育成させ、蒸留水で常用濃度に希釈した農薬に5秒間浸漬処理することで行った。浸漬処理した卵塊は、24℃, 16L8Dの恒温室に、成虫の羽化が完全に終了するまで静置した。羽化終了後、成虫を計数するとともに実体顕微鏡下で卵塊を解剖し、卵内で死亡している蛹を計数し、死虫率を算出した。対照区は蒸留水とした。成虫および蛹の死虫率は、対照区の死虫率からABBOTT(1925)の方法に従い補正を行った。また、IOBC(国際生物的防除機構)の基準に従い次の4段階に分けて死虫率を評価した; 1(死虫率<30%, 影響なし), 2(30≤死虫率<80%, 影響は小さい), 3(80≤死虫率<99%, 影響は中程度), 4(死虫率≥99%, 影響は大きい)。

各種農薬の本種成虫に対する死虫率とその評価を表-1に示した。有機リン系殺虫剤および合成ピレスロイド系

Effects of Pesticides on *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an Egg Parasitoid of the Tea Tortrix. By Chikara ISHIJIMA

(キーワード: キイロタマゴバチ, チャ, チャノコカクモンハマキ, チャハマキ, 農薬)

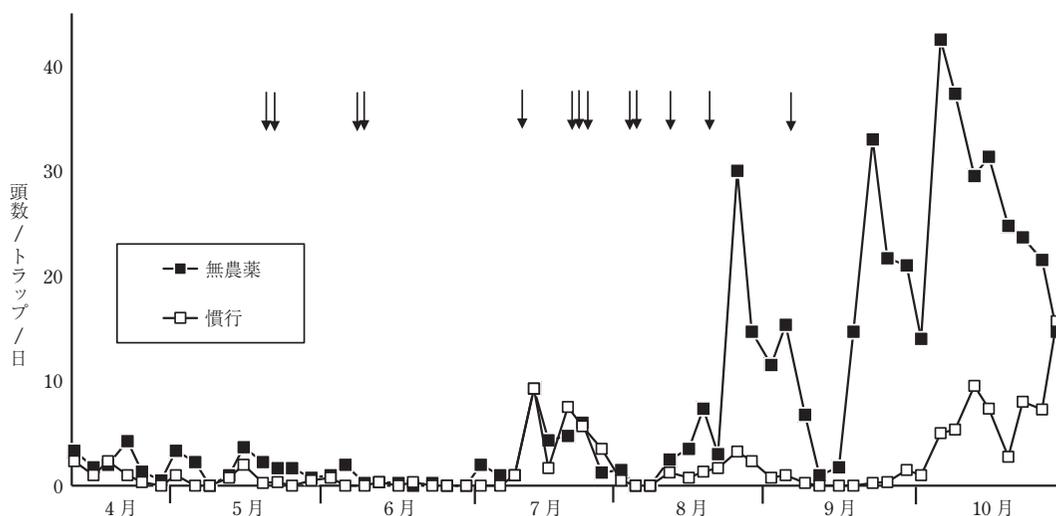


図-1 吸引粘着トラップで捕獲されたタマゴバチ類の捕獲消長(2009年)

野菜茶業研究所金谷茶業拠点の無農薬茶園および慣行防除茶園に吸引粘着トラップを設置。粘着板は週2回交換。図中の矢印は農薬散布を示す。なお、タマゴバチ類は粘着トラップに捕獲されているため、正確な同定はできないが、過去の文献や当調査圃場で採集された個体のDNA分析により、タマゴバチ類の大部分はキイロタマゴバチと思われる。

殺虫剤の死虫率はすべて100%を示し、これら殺虫剤の成虫に対する殺虫活性は高く、影響は大きいと評価された。IGR剤は、供試した6剤のうち、ピリプロキシフェンマイクロカプセル剤の死虫率は67%と他の剤に比べ高かったが影響は少ないと評価され、それ以外の5剤の死虫率は7~23%とさらに低く、影響はないものと評価された。ただし、同じ属の *Trichogramma pretiosum* Riley では、IGR剤に浸漬した卵を成虫に与えると、産卵数が減少するなどの影響が報告されている (VIANNA et al., 2009) ことから、本種についても、IGR剤に対する産卵数などの影響について調査が必要であろう。ネオニコチノイド系の殺虫剤は、供試した6剤のうち、チアクロプリド水和剤の死虫率が28%と低かったが、イミダクロプリド水和剤の死虫率が83%で影響は中程度、それ以外の4剤の死虫率は100%で影響は大きいと評価された。殺ダニ剤は、供試した7剤のうち、ミルベメクチン乳剤とピリダベン水和剤を除く5剤の死虫率は0~17%と低く、影響はないと評価された。ミルベメクチン乳剤は死虫率が100%で、影響は大きいと評価された。ピリダベン水和剤は死虫率が73%で、影響は小さいと評価されたが、クワシロカイガラムシの天敵寄生蜂であるチビトビコバチ (小澤, 2004) やチャトゲコナジラムシの天敵であるシルベストリコバチ (山下・屋嘉比, 2011) に対する影響は大きく、土着天敵を保護利用する際には注意を必要とする剤である。その他の殺虫剤に関

しては、主にハマキガ類の防除に用いるエマメクチン安息香酸塩乳剤、主に新芽加害性害虫の防除に用いるトルフェンピラド乳剤およびジアフェンチウロン水和剤の死虫率は100%と高く、影響は大きいと評価された。また、フロニカミド水和剤は死虫率が90%で、影響は中程度と評価された。エチプロール・チアクロプリド水和剤およびピリフルキナゾン水和剤は、他の新芽加害性害虫に登録のある殺虫剤に比べると死虫率は低く、影響は少ないと評価された。殺菌剤は、供試した9剤のうち、フルアジナム水和剤以外の死虫率は3~17%と低く、影響はないと評価された。

各種農薬の蛹に対する死虫率およびその評価を表-1に示した。IGR剤、殺ダニ剤、および殺菌剤の死虫率は0~36%を示し、蛹に対する殺虫活性は低く、影響はない、もしくは少ないと評価された。これらの結果は、成虫に対する評価と同様の傾向であった。また、タマゴバチ類の他の種でも、蛹に対するIGR剤や殺菌剤の影響はない、もしくは少ないものがほとんどであった (HASSAN et al., 1987; CONSOLI et al., 1998)。以上のことから、これらの剤の蛹に対する影響はない、もしくは少ないことが示唆された。一方、*T. pretiosum* では、幼虫期や前蛹期にIGR剤のテブフェノジドを処理することにより、発育期間が延長したり、産卵数が減った (CONSOLI et al., 1998) ことから、今後、本種の幼虫や蛹についてIGR剤処理を行い、発育期間や産卵数に対する影響につ

表-1 キイロタマガゴバ成虫と蛹に対する各種薬剤の影響 (石島ら 2010; 2015 を改変)

農薬の系統	殺虫剤の種類 (希釈倍率)	成虫		蛹	
		死虫率 (%) <sup>1)</sup>	判定 <sup>2)</sup>	死虫率 (%) <sup>1)</sup>	判定 <sup>2)</sup>
有機リン系殺虫剤	プロフェノホス乳剤 (× 1,000)	100	4	91	3
	クロルピリホス乳剤 (× 1,000)	100	4	73	2
	アセフェート水和剤 (× 1,000)	100	4	0	1
	DMTP 乳剤 (× 1,000)	100	4	—	—
ピレスロイド系殺虫剤	ビフェントリン水和剤 (× 1,000)	100	4	—	—
昆虫成長制御剤 (IGR)	フルフェノクスロン乳剤 (× 4,000)	23	1	—	—
	メトキシフェノジド水和剤 (× 4,000)	7	1	0	1
	クロマフェノジド水和剤 (× 1,000)	13	1	—	—
	ルフエヌロン乳剤 (× 2,000)	10	1	0	1
	テブフェノジド水和剤 (× 1,000)	13	1	0	1
	ピリプロキシフェンマイクロカプセル剤 (× 1,000)	67	2	—	—
ネオニコチノイド系殺虫剤	チアクロプリド水和剤 (× 2,000)	28	1	0	1
	イミダクロプリド水和剤 (× 5,000)	83	3	0	1
	ジノテフラン水溶剤 (× 2,000)	100	4	13	1
	クロチアニジン水溶剤 (× 2,000)	100	4	21	1
	アセタミプリド水溶剤 (× 2,000)	100	4	0	1
	チアメトキサム水溶剤 (× 2,000)	100	4	18	1
殺ダニ剤	スピロメシフェン水和剤 (× 2,000)	7	1	0	1
	エトキサゾール水和剤 (× 1,000)	0	1	10	1
	クロフェンテジン水和剤 (× 2,000)	10	1	0	1
	ビフェナゼート水和剤 (× 1,000)	0	1	0	1
	シフルメトフェン水和剤 (× 1,000)	17	1	1	1
	ピリダベン水和剤 (× 1,000)	73	2	36	2
	ミルベメクチン乳剤 (× 1,000)	100	4	4	1
その他の化学合成殺虫剤	フルベンジアミド水和剤 (× 2,000)	7	1	0	1
	エチプロール・チアクロプリド水和剤 (× 2,000)	67	2	—	—
	ピリフルキナゾン水和剤 (× 2,000)	40	2	—	—
	フェンピロキシメート・アプロフェジン水和剤 (× 1,000)	63	2	9	1
	フロニカミド水和剤 (× 1,000)	90	3	1	1
	トルフェンビラド乳剤 (× 1,000)	100	4	52	2
	ジアフェンチウロン水和剤 (× 1,000)	100	4	—	—
	クロルフェナピル水和剤 (× 2,000)	100	4	3	1
	エマメクチン安息香酸塩乳剤 (× 1,000)	100	4	13	1
スピノサド水和剤 (× 2,000)	100	4	97	3	
殺菌剤	TPN 水和剤 (× 700)	14	1	0	1
	アゾキシストロピン水和剤 (× 2,000)	3	1	0	1
	テブコナゾール水和剤 (× 2,000)	17	1	0	1
	フェンブコナゾール水和剤 (× 5,000)	7	1	0	1
	ジフェノコナゾール水和剤 (× 2,000)	17	1	0	1
	フルアジナム水和剤 (× 2,000)	93	3	—	—
	銅水和剤 (× 500)	7	1	0	1
	カスガマイシン・銅水和剤 (× 500)	10	1	0	1
水酸化第二銅水和剤 (× 500)	13	1	—	—	

<sup>1)</sup> 死虫率は ABBOT (1925) の式で補正した。

<sup>2)</sup> 成虫および蛹の死虫率 (%) : 1 (死虫率 < 30%, 影響なし), 2 (30 ≤ 死虫率 < 80%, 影響は小さい), 3 (80 ≤ 死虫率 < 99%, 影響は中程度), 4 (死虫率 ≥ 99%, 影響は大きい); IOBC の室内試験の基準により評価した。

いて調査が必要であろう。

ネオニコチノイド系殺虫剤, アセフェート水和剤, エ

マメクチン安息香酸塩乳剤, クロルフェナピル水和剤, およびミルベメクチン乳剤の死虫率は, 0 ~ 21% であっ

た。これらは、成虫に対する殺虫活性は高かったが、蛹に対する殺虫活性は低く、影響はないと評価された。これは、タマゴバチ類の蛹や幼虫は寄主の卵内で生存し、寄主の卵殻による保護作用で成虫よりも農薬の影響を受けにくい (HASSAN et al., 1987) と推測される。プロフェノホス乳剤やスピノサド水和剤等蛹に対する影響が中程度と評価された殺虫剤もあるが、今回供試した薬剤のほとんどは、成虫に対する場合と異なり、蛹に対しては殺虫活性が低く、影響はない、もしくは少ないと評価された。

室内実験の結果を各種病害虫に登録のある農薬別に見ると、ハマキガ類、カンザワハダニおよび殺菌剤に登録のある農薬については、成虫の死虫率が低く、影響がない、もしくは少ないと評価された剤が多かった。また、クワシロカイガラムシについては、ピリプロキシフェンマイクロカプセル剤が影響は少ないという評価に加え、散布のタイミングが冬季の1回で本種成虫の発生ピーク (図-1) と重ならないため、成虫に与える影響はほとんどない剤であると推測される。一方、チャノミドリヒメヨコバイやチャノキイロアザミウマ等新芽加害性害虫に登録のあるネオニコチノイドなどの殺虫剤の多くは、成虫に対して殺虫活性が高く、影響が中程度、もしくは大きいと評価される剤が多かった。これらのことから、本種を保護利用するための防除体系を構築するためには、新芽加害性害虫に登録のある殺虫剤の使用方法が重要と思われる。具体的には、本種成虫の発生のピーク期を避けてこれらの殺虫剤を散布するか、本種成虫発生時期にどうしても殺虫剤散布が必要な場面では、本種成虫に影響ない、もしくは少ない殺虫剤を選択する等の対策が必要となる。

## II 野外網室条件において農薬散布がキイロタマゴバチの寄生率に及ぼす影響

前章の室内実験によりチャノミドリヒメヨコバイやチャノキイロアザミウマ等の新芽加害性害虫に登録のある殺虫剤の多くが、キイロタマゴバチ成虫に対して影響があると評価された。しかしながら、チャ樹は植物体の構造が複雑 (KAWAI, 1997) で葉裏や樹体内等農薬が直接かからない場所も多く、野外における本種に対する農薬の影響が、室内実験の結果と異なる可能性もある。そこで、野菜茶業研究所の茶園内に設置された網室 (4.5 × 4.5 × 1.8 m) を使って、実際の圃場に近い条件における本種に対する農薬の影響を評価するため、本種成虫を放飼した網室内のチャ樹に新芽加害性害虫に登録のある農薬を散布し、チャハマキ卵に対する寄生率を調査した。

実験は、室内実験により本種成虫に影響が少ないと評価されたエチプロール・チアクロプリド水和剤 2,000 倍希釈液 (以下 E 区) と、影響は大きかったが、チャでは使用頻度の高いトルフェンピラド乳剤 1,000 倍希釈液 (以下 T 区) をそれぞれ 2 棟の網室に散布した。実験手順は、まず上記殺虫剤を網室内のチャ樹に散布し、散布 2～3 時間後にハチが羽化する直前の被寄生チャハマキ卵塊をチャ葉上に接種し、翌日にチャハマキ卵塊をチャ葉上に接種した。寄生率は、実験時の気温から寄生された卵が黒化すると推測された日にチャハマキ卵塊を回収して調査した。回収した卵塊は実体顕微鏡下で写真を撮り、撮影した卵塊の写真から黒化した卵を被寄生卵として計数し、寄生率を算出した。

実験の結果、本種のチャハマキ卵に対する寄生率は E 区で 74.0%、T 区で 9.4% となり、E 区の寄生率が T 区

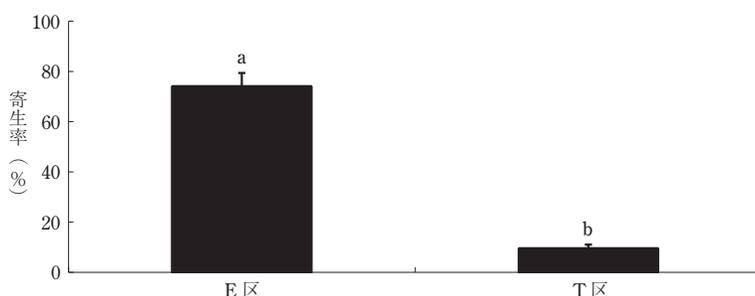


図-2 網室内におけるチャハマキ卵に対するキイロタマゴバチの寄生率 (石島ら, 2011 改変)

図中の異なるアルファベットは処理区間に有意差がある ( $t$  検定,  $p < 0.05$ ) ことを示す。エラーバーは標準誤差を示す ( $n = 2$ )。寄生率は、(黒化した卵粒数/全卵粒数) × 100 で算出した。実験の殺虫剤散布は、2010 年 10 月 1 日に行った。また、チャハマキ卵に対する寄生率の調査は 2010 年 10 月 7 日に行った。

に比べ有意に高かった(図-2)。また、予備試験では、農薬無散布条件で網室に本種を放飼すると、チャハマキ卵に対する寄生率が80～90%に達していた。以上のことから、室内実験結果と同様に、エチプロール・チアクロプリド水和剤は、本種成虫に対する影響は少なく、保護利用するのに適した剤であることが示唆された。ただ、今回の網室での実験は設置されていた網室の数に制限があったため、試みた殺虫剤は2剤のみで、しかも農薬を無散布とする対照区を設けていない実験となった。今後は設置網室数を増やし、対照区を設けたうえで、数多くの剤での実験を行うことが望まれる。

### おわりに

室内実験および網室実験により、チャにおいてキロタマゴバチを保護利用するためには、新芽加害性害虫に登録のある殺虫剤の影響を考慮してチャの病害虫の防除体系を構築することが重要で、そのうちエチプロール・チアクロプリド水和剤は本種を保護利用できる剤であることが示唆された。また、室内実験のデータのみではあるが、新芽加害性害虫に登録のある殺虫剤のうち、ピリフルキナゾン水和剤やチアクロプリド水和剤は室内試験で影響はない、もしくは少ないと評価されており、有望な殺虫剤と思われる。今後は、室内での残効に対する影

響や追加の網室実験を行ったうえで、防除体系の構築を行い、研究所内の圃場や現地で実証していく必要がある。また、本種は、様々な土着天敵類に影響が少ないとされるフロニカミド(森田ら, 2014)に対しては感受性が高いなど、茶園に生息するチビトビコバチやシルベストリコバチ等他の寄生蜂類に比べ農薬全般に対する感受性が高いと推測されるため、有機栽培や減農薬栽培等環境保全型栽培の取り組みを表す指標としての利用も考えられる。

### 引用文献

- 1) ABBOTT, W. S. (1925): *J. Econ. Entomol.* **18**: 265 ~ 267.
- 2) CONSOLI, F. L. et al. (1998): *J. Appl. Entomol.* **122**: 43 ~ 47.
- 3) HASSAN, S. A. et al. (1987): *ibid.* **103**: 92 ~ 107.
- 4) 石島 力ら (2010): *茶研報* **110**: 59 ~ 64.
- 5) ———ら (2011): *同上* **112**: 19 ~ 24.
- 6) ———ら (2015): *同上* **119**: 29 ~ 31.
- 7) KAWAI, A. (1997): *JARQ* **31**: 213 ~ 217.
- 8) KODOMARI, S. (1995): *Proceedings of 1995 international tea-quality-human health symposium (Shanghai)*: 373 ~ 376.
- 9) 南川仁博・刑部 勝 (1979): *茶樹の害虫*, 日本植物防疫協会, p.99 ~ 116.
- 10) 森田雅之ら (2014): *日本農薬学会誌* **39**: 127 ~ 133.
- 11) 小澤朗人ら (1998): *応動昆* **42**: 149 ~ 161.
- 12) 小澤朗人 (2004): *平成15年度 関東東海北陸農業研究成果情報 II*, p.174 ~ 175.
- 13) SMITH, S. M. (1996): *Ann. Rev. Entomol.* **41**: 375 ~ 406.
- 14) 高木一夫 (1974): *茶業試験場研究報告* **10**: 91 ~ 131.
- 15) UCHIYAMA, T. and A. OZAWA (2014): *Appl. Entomol. Zool.* **49**: 529 ~ 534.
- 16) VIANNA, U. R. et al. (2009): *Ecotoxicology* **18**: 180 ~ 186.
- 17) 山下幸司・屋嘉比昌彦 (2011): *茶研報* **112**: 65 ~ 70.