

チャの減農薬栽培に関する研究

八女茶ブランド力の向上を目指して

誌名	福岡県農業総合試験場特別報告
ISSN	0913509X
著者名	吉岡, 哲也
発行元	福岡県農業総合試験場
巻/号	36号
巻号補足	
掲載ページ	p. 1-75
発行年月	2012年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



チャの減農薬栽培に関する研究
ー八女茶ブランド力の向上を目指してー

吉岡 哲也

2 0 1 2

目 次

はじめに	1
第1章 クワシロカイガラムシの効果的防除	4
第1節 主要な天敵相とその発生活長	5
第2節 天敵寄生蜂チビトビコバチに対する農薬の影響	9
第3節 寄生蜂に影響する農薬の排除効果	14
第4節 ピリプロキシフェン剤の冬期散布による長期密度抑制効果	18
第2章 チャのダニ類に対するマシン油乳剤の効果的利用法	25
第3章 化学合成農薬に頼らない防除法	35
第1節 防虫ネットの直がけによる茶主要害虫の防除	35
第2節 交信攪乱法によるチャノコカクモンハマキ防除	42
第3節 浅刈りや銅水和剤を利用した炭疽病防除	48
第4節 黄色ナトリウム灯によるチャノホソガの防除効果	51
第4章 黄色高圧ナトリウム灯と非化学合成農薬を組み合わせたチャの減農薬栽培	55
総合考察	62
要 約	67
引用文献	69
Summary	74

はじめに

茶は中国、インド、ケニアをはじめとする30カ国以上の国々で生産されている。2008年の生産量は380万t以上であり、このうち緑茶の生産量は1,162,892tである(日本茶業中央会編, 2010)。緑茶生産量のうち926,587tは中国が占めており、日本の生産量は92,500tであり、世界の緑茶生産量の8%足らずである(日本茶業中央会編, 2010)。日本国内では北海道と東北地方を除くほとんどの都府県でチャが栽培されている。福岡県の栽培面積は、静岡県、鹿児島県、三重県、熊本県、宮崎県に次いで全国第6位の1,580haであり、生産量は2,330tで全国第7位である(農林水産省大臣官房統計部編, 2010)。福岡県内で生産される茶は「八女茶」と呼ばれ、福岡県南部を東西に流れて有明海にそそぐ矢部川とその支流である星野川の流域に位置する八女地域を主として久留米地域、京築地域などでも生産されている。

この八女茶は、品質、特に香気や滋味の向上を主眼においてブランドを確立してきた。特に玉露では、全国茶品評会において10年連続で一等一席を獲得するなど、日本有数の高級茶生産県となっている。近年、消費者の食に対する安全志向や健康志向が高まっているため、福岡県では「減農薬・減化学肥料栽培認証制度」を2002年度から導入して化学資材を50%以上削減した農産物の生産を振興している。また、茶はカテキンに代表される機能性成分が脚光を浴び、健康飲料としての消費量が飛躍的に増加している(日本茶業中央会編, 2010)。このため、生産現場からはそのイメージを更に高めるため、有機農産物の日本農林規格(以下、有機JAS制度と略す)で利用可能な性フェロモン剤等の農薬を除く化学合成農薬(以下、化学合成農薬)の散布回数を削減できる病虫害防除技術の開発が求められている。

歴史を遡ると、1191年、中国(宋)に学んだ栄西禅師がチャの種子を持ち帰り、背振山に播き、1195年には博多に聖福寺を建立して境内にチャを植えたのが八女茶の起源といわれている。さらに1423年、中国(明)で学んだ周瑞禅師が庄屋村(現八女市黒木町笠原)に霊巖寺を建立し、茶の製法、喫茶法を伝えることにより八女地域のチャ栽培が広まった。以来、1960年代頃までの茶園の多くは在来茶園と呼ばれ、自然交雑した種子をまいて作られていた。在来茶園では遺伝的多様性が保持されていたと考えられ、特定の害虫、病害が爆発的に発生することは希であったのではないかと推察される。しかし、1970年代以降、急速に挿し木によって増殖した苗を植えて作られる栄養系品種茶園が増加した。全国における栄養系品種茶園の割合は、1954年には栽培面積の3.5%に過ぎなかったが、1970年には29.5%、1980年には57.5%、2000年には92%以上が栄養系品種茶園となった(日本茶業中央会編, 2010)。特に、「やぶきた」は全茶園の75%以上を占めるため、病虫害対策は「やぶきた」を中心に考えられるようになった。

チャ栽培において、農薬利用以外の病虫害防除技術として、まず、抵抗性品種の利用が考えられる。ただ、多くの虫害に対しては品種間の被害差はほ場でも認められる(萬屋ら, 2009)ものの、これまでに再現性の高い抵抗性検定手法が確立されたのは、輪斑病 *Pestalotiopsis longiseta* (Spegazzini) Dai & Kobayashi, *Pestalotiopsis theae* (Sawada) Steyaert (Takeda, 2002), 炭疽病 *Discula theae-sinensis* (I. Miyake) Moriwaki & Toy. Sato (Yoshida and Takeda, 2006), もち病 *Exobasidium vexans* Masee (佐藤, 2004), クワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni) (水田, 2005)のみであり、この4病虫害に対してさえも複合抵抗性を持つ品種は育成されていない。福岡県における「やぶきた」の栽培面積は全国同様に圧倒的に多いが、本品種はこの4病害

虫に対して全く抵抗性を持っていない。

‘やぶきた’に対してはアザミウマ科 Thripidae のチャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* Hood, ヒメヨコバイ科 Cicadellidae のチャノミドリヒメヨコバイ *Empoasca onukii* Matsuda, カンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* Kishida, チャノナガサビダニ *Acaphylla theavagrans* Kadono などのダニ目 Acarina, チャノコカクモンハマキ *Adoxophyes honmai* Yasuda やチャノホソガ *Caloptilia theivora* (Walsingham) などのチョウ目 Lepidoptera が当地域での主要害虫となっている。高級ブランドである八女茶にとって、病虫害に強くても内質が少しでも劣る品種の栽培は農家に受け入れられないため、抵抗性品種の積極的な利用は現在のところ難しい。従って、チャ栽培において化学合成農薬の散布回数を削減するには、化学合成農薬に頼らない防除技術を確認し、それを組み合わせた防除体系を構築する必要がある。しかし、これまでに散布する農薬の種類を制限したり散布回数削減を試みた研究は少ない。

現在、日本国内のチャ栽培において最重要害虫となっているのはクワシロカイガラムシである。新芽加害性害虫であるチャノキイロアザミウマやチャノホソガなどに対する薬剤散布量は 200～300 L/10a であるのに対して、本害虫は茶株内の枝幹に生息するため、十分な防除効果を上げるには 1,000 L/10a もの薬剤を散布する必要がある(片井・小澤, 2006)。また、既存剤の散布時期は土着天敵、特に寄生蜂類の活動が盛んな時期と重なるため、化学合成農薬の大量散布は天敵類に与える影響が懸念される(本多ら, 2008; 小澤ら, 2008a; 吉岡ら, 2009)。これらのことから、防除効果が高く従来の散布時期にとらわれない薬剤の開発が望まれている。

一方、多々良ら(1997)は無防除茶園におけるクワシロカイガラムシの発生量が防除茶園より少ない理由として、天敵類による密度抑制効果を指摘している。このため、防除を行う際には寄生蜂の活動を阻害しない選択的農薬を使用することで、クワシロカイガラムシの発生密度を抑制できる可能性がある。本種の寄生蜂については、鹿児島県ではナナセツビコバチ *Thomsonisca amathus* (Walker) が優占種となっており(神寄ら, 1997)、静岡県においてはチビトビコバチ *Arrhenophagus albitibiae* Girault が優占種となっている(小澤ら, 2008a)。これらの寄生蜂による本種の密度抑制効果を活用した防除体系を構築するには、本県における土着の天敵類を調査し、チャにおいて利用されている農薬が天敵に与える影響を明らかにする必要がある。さらに、土着天敵に影響が大きな化学合成農薬の散布制限が、天敵類の活動や害虫発生に及ぼす影響を調査する必要がある。

以上の観点から、福岡県においてクワシロカイガラムシを効果的に防除するには、天敵類に対して影響が小さい農薬の選択や農薬散布回数の削減が重要であると考えられる。このような防除法を採用することによって天敵類への影響が減少し、害虫被害が減少する可能性がある。そこで、化学合成農薬散布に替わる防除技術を開発するとともに、減農薬栽培がチャの収量や品質に及ぼす影響について検討し、これら一連の研究をとりまとめた。

本論文の第1章では、チャの重要害虫であり、最も防除が困難なクワシロカイガラムシの天敵類に関する研究を行い、八女地域における天敵種構成や有力な寄生蜂に対する農薬の影響を明らかにした。さらに、天敵寄生蜂に対して影響がない時期に散布できるピリプロキシフェン剤によるクワシロカイガラムシの長期密度抑制効果を明らかにした。第2章では、クワシロカイガラムシ同様に防除が困難であり、化学合成農薬の散布回数が多いダニ類に対して、非化学合成農薬であるマシン油乳剤の効果的な使用方法を明らかにした。第3章では、その他の病虫害に対して、化学合成農薬に頼らない防除法を検討した。すなわち、チャノミドリヒメヨコバイに対して防虫ネットを利用した物理的防除法、チャノコカクモンハマ

キの交信攪乱法による防除、炭疽病に対する耕種的防除法や非化学合成農薬の効果的な使用法、チャノホソガに対する黄色高圧ナトリウム灯の物理的防除効果を明らかにした。第4章では黄色高圧ナトリウム灯や非化学合成農薬を組み合わせた減農薬栽培体系の実証試験を行い、その実用性について検討した。総合考察では減農薬栽培体系による八女茶ブランドの更なる飛躍の可能性を検討した。

本論文のとりまとめに際して、九州大学大学院農学研究院附属生物的防除施設教授 高木正見博士には終始懇切丁寧な指導、有益なご助言を賜った。ここに衷心より感謝の意を表する。また、九州大学大学院農学研究院教授 土屋健一博士および九州大学大学院農学研究院生物的防除施設准教授 上野高敏博士には、本論文のご校閲と懇切なご教示を賜った。ここに深甚の謝意を表する。また、九州大学名誉教授 河原畑勇博士には研究の構成と本論文のとりまとめにご助言いただいた。ここに感謝の意を表する。

ピリプロキシフェン剤の試験では、茶園をご提供いただいた八女中央茶協同組合の皆様、試験薬剤の提供や文献に関する情報をいただいた住友化学の関係諸氏にお礼申し上げます。性フェロモン試験では、茶園の提供やトートリルA剤の設置にご協力いただいた小椎尾茶組合の方々、剤を提供いただいた信越化学工業株式会社、協友アグリ株式会社の関係者に厚くお礼申し上げます。

本研究を進める課程で、野菜茶業研究所 武田光能博士、同 佐藤安志氏、農業環境技術研究所 山村光司博士、静岡県農林技術研究所茶業研究センター 小澤朗人博士、埼玉県農林総合研究センター茶業研究所 小俣良介博士、元宮崎県総合農業試験場茶業支場 佐藤邦彦氏、福岡県農業総合試験場 元場長 山中正博氏には、ご指導、ご助言をいただいた。実際に研究を遂行するにあたっては、農業総合試験場をはじめとする福岡県農林水産部関係職場、農業関係団体、農薬メーカーの皆様には様々な支援をいただいた。以上の方々に深く感謝申し上げます。

本試験を行った福岡県農業総合試験場八女分場 元分場長の原田皓二氏、豆塚茂実博士、林三徳氏(現アリスライフサイエンス株式会社)、分場長 中原隆夫氏、元茶チーム長 中村晋一郎氏(現福岡県茶業振興推進協議会)、前茶チーム長 仁田原寿一氏、茶チーム長 久保田朗氏をはじめ、福岡県農業総合試験場八女分場職員諸氏には、本研究の遂行に際し、多大なご支援とご協力をいただいた。特に、茶園の管理や調査では大隈英明氏、松延真一氏、西林英厚氏と非常勤職員の方々、実習生の諸兄にご協力をいただいた。本研究は非常に多くの方々からのご指導、ご助言、ご協力のもとに行えたものである。この場をお借りして皆様にお礼申し上げます。

第1章 クワシロカイガラムシの効果的防除

クワシロカイガラムシのチャにおける発生は、1949年頃に静岡市周辺の茶園に発生したのをきっかけとして、以後急激に発生面積が拡大して全国的に発生が認められるようになった(南川, 1960)。本虫が大面積で発生するようになった原因として、DDTやホリドールなどの使用回数の多い茶園に多発するので、これらの薬剤が本虫の天敵に悪影響を与えている可能性が指摘されている(南川, 1960)。

福岡県における発生面積は、1990年には65ha(率にして4.1%)に過ぎなかったが、全国的に大発生した1995年には450ha(同28.7%)に急増した。その後は小康状態を保っていたが、2007年には1,052ha(同66.7%)にまで発生面積が拡大し、新たな防除対策が求められるようになった。また、本害虫の防除適期はふ化最盛日後の数日間程度に限られ(Tatara, 1999)、同一茶園内でも中央部と周縁部では微気象の違いからふ化時期が異なる場合があることが経験的に知られているため、防除適期の判断が難しく、難防除害虫となっている。福岡県における防除適期は、5月、7月および9月であるが、5月は管理作業が年間で最も集中する時期であること、7月と9月は酷暑のなかでの作業となることから、農家にとって本害虫の防除は大きな負担となっている。

クワシロカイガラムシには多くの寄生性または捕食性天敵が存在することが明らかとなっている(例えば、南川・刑部, 1979; Hanks and Denno, 1993)。イタリアでは1905年から1910年にかけてベルレーゼコバチ *Encarsia berlesei* Silvestriを導入し、本種の生物防除に成功している(立川, 1959)。また、多々良(1997)は無防除茶園におけるクワシロカイガラムシの発生量が防除茶園より少ない理由として、天敵類による密度抑制効果を指摘している。さらに小澤ら(2008b)は、静岡県の茶園ではチビトビコバチが天敵としてクワシロカイガラムシの密度抑制に深く関与していることを明らかにしている。こうしたことから、寄生蜂の活動を阻害しない選択的農薬を使用することで、クワシロカイガラムシの発生密度を抑制できる可能性がある。

一方、化学合成農薬は害虫個体群が農作物に被害を与えることが予想される密度となったとき、素早い対応が可能である。我が国で登録されている農薬は、殺虫効果以外にも人畜毒性や環境への残留等について厳しく審査され、その安全性が確認されている。また、対象ほ場以外にドリフトしにくい剤型や散布方法が開発されている。2007年12月にチャのクワシロカイガラムシに対して農薬登録されたプルートrMCは、昆虫成長制御剤(IGR)であるピリプロキシフェンを9.0%含有した殺虫剤であり、クワシロカイガラムシに対して高い基礎活性がある(諫山・津田, 2008)。本剤を冬期の農閑期に散布すれば、7月の第2世代以降まで本種の密度を抑制することから、従来の防除時期にとらわれず、かつ毎世代の薬剤散布を必要としない効率的な防除が可能であることが報告されている(小澤ら, 2009a)。

そこで、本章では、八女地域の茶園におけるクワシロカイガラムシの効果的な防除技術の開発を目指すため、まず、クワシロカイガラムシの天敵発生実態を調査し(第1節)、特に重要な天敵と考えられるチビトビコバチに対して、チャで利用されている農薬が寄生蜂の生存率や増殖に与える影響を評価する(第2節)とともに、土着天敵に影響が大きな農薬散布を制限することが天敵類の活動に及ぼす影響を評価する(第3節)ことを試みた。さらに、天敵類が活動しない冬期に散布できるピリプロキシフェン剤の本害虫に対する防除効果やその特性について検討した(第4節)。

第1節 主要な天敵相とその発消長

静岡県のカイガラシに生息するクワシロカイガラシの土着天敵類については、小澤ら(2008a)によって明らかにされている。それによると寄生蜂ではチビトビコバチ、サルメンツヤコバチ *Pteroptrix orientalis* (Silvestri)、ナナセツトビコバチの3種が主要種であり、さらにチビトビコバチがほとんどの茶園で主要種であった。一方、福岡県のカイガラシにおけるクワシロカイガラシの土着天敵類については、これまで報告が無い。今後、土着天敵の保護、活用による密度抑制方法を構築するには、天敵の種類や発消長など、天敵を活用するための基礎的な知見を得る必要がある。そこで、本節では、福岡県のカイガラシに生息するクワシロカイガラシの主要な土着天敵の種類、種構成、発消長を調査した。

材料と方法

1. 羽化調査によるクワシロカイガラシ天敵類の種構成

現地慣行に従って防除されている福岡県内24カ所(図1参照)のカイガラシ茶園から、2004年から2008年にかけて、クワシロカイガラシ各世代の産卵期に1茶園当たり約10本の寄生枝を、雌成虫が寄生しているのを確認して採取した。これをアクリル製の飼育箱(内径19cm、高さ25cm、上面は目合い0.2mmの防虫ネットで覆った)に水挿しし、室温に約4~5週間放置し、飼育箱内で羽化した天敵を種類別に計数した。また、各茶園における羽化天敵類の占有率をクワシロカイガラシ雌成虫の世代ごとに集計した。

2. 粘着トラップによる主要な天敵類の発消長

2005年に福岡県八女市の北西部に位置する山内地区(以下、八女市山内)にある農家茶園(品種‘やぶきた’、1973年定植)と、2008年に福岡県八女市黒木町本分にある福岡県農業総合試験場八女分場(以下、八女分場)内の茶園(品種‘おくゆたか’、1989年定植)に、白色粘着トラップ(サンケイ化学(株)、10×20cm、片面)を摘採面下5cmのところに、1茶園につき3枚ずつ設置した。粘着トラップは、4月から11月に、約7日間隔で取り替え、福岡県において主要な天敵と考えられる、チビトビコバチ、サルメンツヤコバチ、タマバエ類 *Dentifibula* sp.とクワシロカイガラシ雄成虫を実体顕微鏡下で種別に数えた。なお、寄主であるクワシロカイガラシ各世代の幼虫ふ化期を確認するために、幼虫ふ化期の雌成虫約100頭の介殻を実体顕微鏡下で剥がし、卵数と幼虫が脱出した後の卵殻数を調査した。なお、卵殻数をふ化幼虫数とした。ふ化幼虫数が卵数より多かった卵塊を50%ふ化卵塊とし、全卵塊数に対する50%ふ化卵塊の割合(以下、50%ふ化卵塊率と称す)を算出した。

結 果

1. クワシロカイガラシ天敵類の種構成

2004年から2008年に、八女地域の24茶園から採取したチャ枝から羽化した土着天敵類の種名を表1に示した。ハチ目4種とハエ目1種、コウチュウ目1種の天敵が確認された。これらの天敵については小澤ら(2008a)を参考に同定した。また、調査した各茶園における主要な天敵類の種構成を図1に示した。調査した24茶園の全てでチビトビコバチが確認され、そのうち13地点ではチビトビコバチが第1優占種であった。特に、広川町-2では、羽化個体の93.1%がチビトビコバチであった。チビトビコバチの占有率は24茶園の平均で47.1%と、約半数を占めた。しかし、広川町-3では8.1%であり、チビトビコバチの占有率が低い茶園もみられた。次に優先率が高かったのはサルメンツヤコバチであった。調査した24茶園すべてで発生が確認され、10茶園において第1優占種となっていた。また、24茶園の平均占有率は

32.4%であり、調査した茶園の中では八女市龍ヶ原が68.8%で最も高く、逆に八女市黒木町-4は5.4%と最も低かった。ナナセツトビコバチについては、24茶園のうち16茶園で発生が確認され、その平均占有率は7.3%と低かった。最も占有率が高かったのは八女市黒木町-4の27.0%であった。タマバエ類については調査した24茶園のうち21茶園において発生が確認され、その平均占有率は17.9%であった。広川町-8の占有率は45.8%であり、本地点のみ第1優占種となっていた。この他に、八女市龍ヶ原、広川町-4、八女市星野村-1でクワシロミドリトビコバチ *Epitetracnemus comis* Noyes & Renが各1頭、八女市上陽町-2でキムネタマキスイ *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Youngaが1頭、確認された。

羽化した主要な天敵類の種構成を、クワシロカイガラムシ雌成虫の世代ごとに集計したものを図2に示した。チビトビコバチは越冬世代、サルメンツヤコバチとナナセツトビコバチは第1世代、タマバエ類は第2世代で占有率が最も低下する傾向を示した。

表1 福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
ハチ目	<i>Arrhenophagus albitibiae</i> Girault	チビトビコバチ
	<i>Pteroptrix orientalis</i> (Silvestri)	サルメンツヤコバチ
	<i>Thomsonisca amathus</i> (Walker)	ナナセツトビコバチ
	<i>Epitetracnemus comis</i> Noyes & Ren	クワシロミドリトビコバチ
ハエ目	<i>Dentifibula</i> sp.	捕食性タマバエの一種 (和名なし)
コウチュウ目	<i>Cybocephalus nipponicus</i> Endrödy-Younga	キムネタマキスイ

2. 主要な土着天敵類とクワシロカイガラムシ雄成虫の発生活消長

2005年に農家茶園において調査したチビトビコバチ成虫、サルメンツヤコバチ成虫、クワシロカイガラムシ雄成虫の発生活消長とクワシロカイガラムシの50%ふ化卵塊率を図3に示した。チビトビコバチは、5月上中旬、6月中旬、7月中旬、8月中旬、9月中旬、10月中旬に6回、サルメンツヤコバチは、6月上旬、8月上旬、9月下旬に3回の発生ピークが観察された。クワシロカイガラムシの50%ふ化卵塊率は、5月下旬(5月25日)では76%、7月下旬(7月26日)で88%、9月中旬(9月20日)で71%であった。また、クワシロカイガラムシ雄成虫は、6月中旬、8月中旬、10月中旬に3回の発生ピークがみられた。

タマバエ類の発生活消長を2006年に八女市山内の茶園で調査した結果と、2008年に八女分場内の茶園で調査した結果を図4に併せて示した。平坦地に位置する農家茶園では、タマバエ類の発生ピークは5月上旬、6月中旬、7月下旬にみられ、8月以降は少発生状態が9月中旬まで続いた。中山間地に位置する八女分場内の茶園では5月中旬、6月中旬、7月中旬、9月上旬に発生のピークがみられた。2つの茶園における発生時期は概ね一致した。

考 察

本試験によって、福岡県におけるクワシロカイガラムシの主要な天敵は、チビトビコバチ、サルメンツヤコバチ、タマバエ類、ナナセツトビコバチであることが明らかになった。小澤ら(2008a)の調査によると、静岡

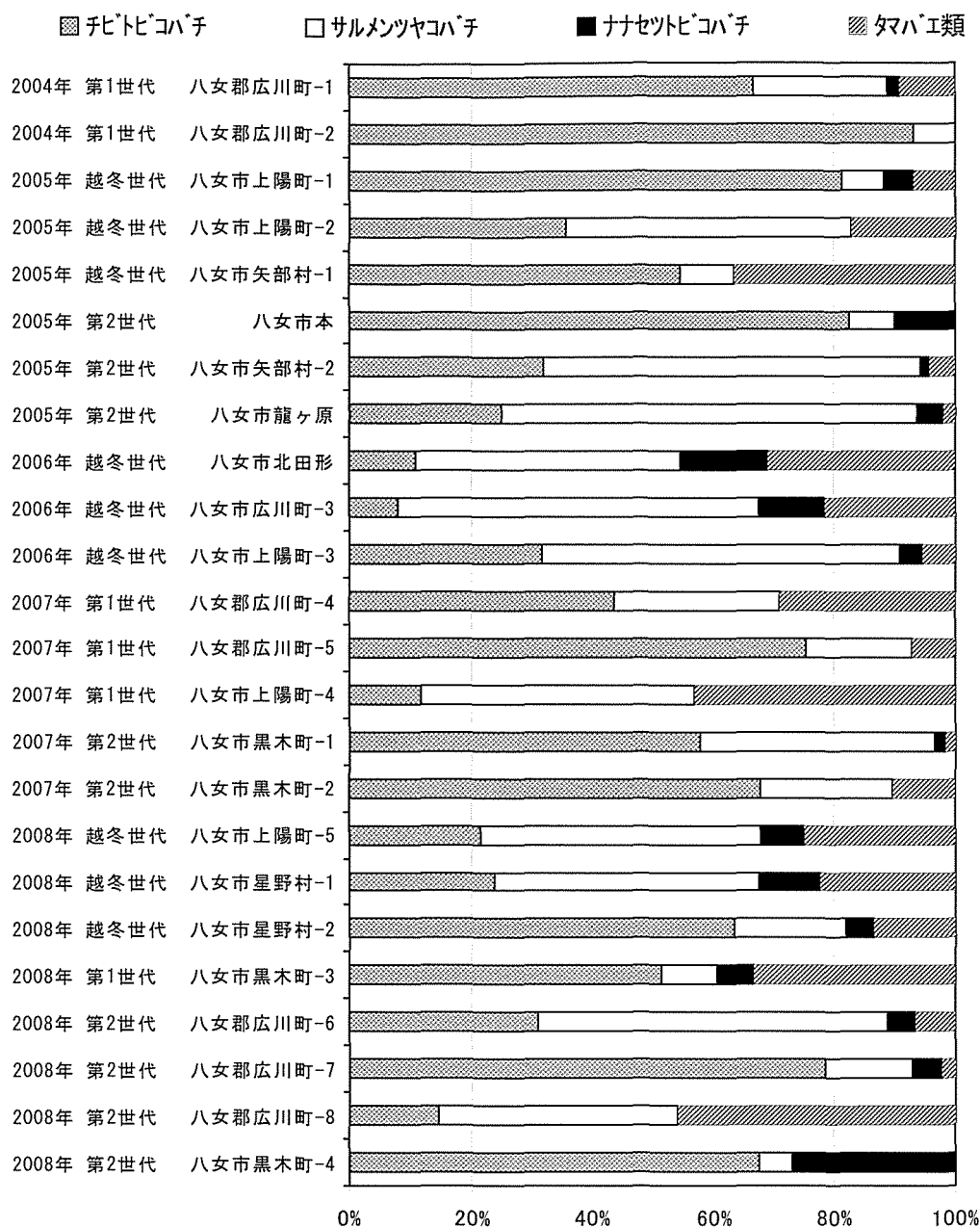


図1 クワシロカイガラムシ雌成虫から羽化した天敵類の地点別種構成

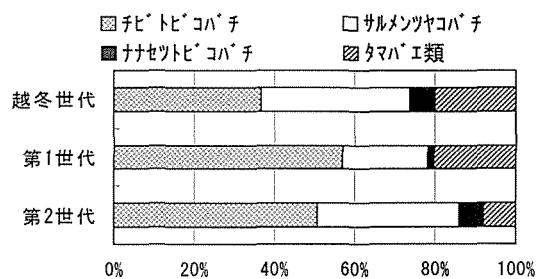


図2 羽化天敵類の世代別種構成
(2004年～2008年の平均)

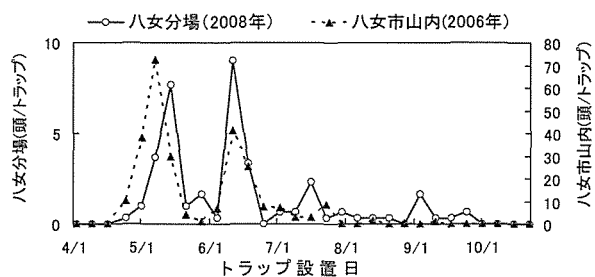


図4 ハ女分場とハ女市山内におけるタマバエ類の発消消長

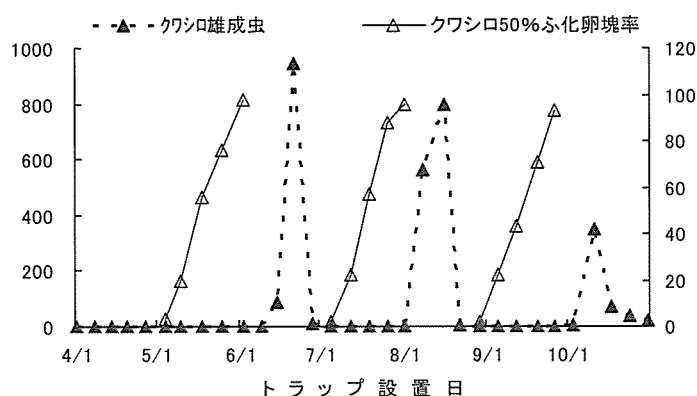
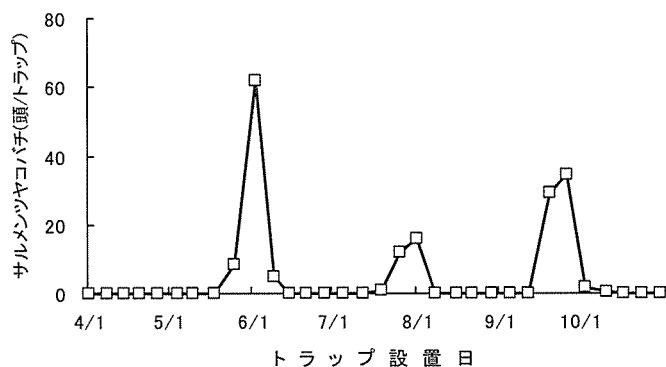
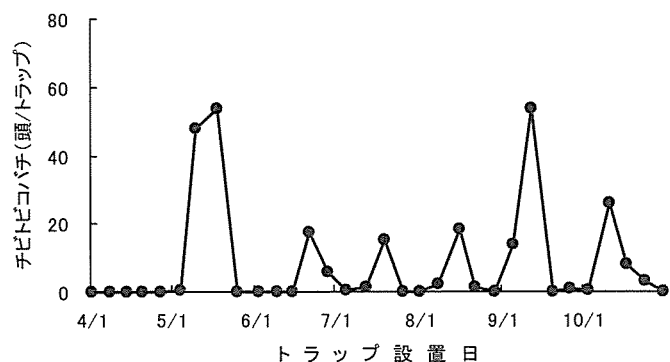


図3 チビトビコバチとサルメンツヤコバチとクワシロカイガラムシ雄成虫の発生消長とクワシロカイガラムシ 50%ふ化卵塊率の推移
(2005 年, 八女市山内)
注) クワシロカイガラムシ 50%ふ化卵塊率は調査日を示した。

県中部においては、これ以外にハレヤヒメテントウ *Pseudoscymnus hareja* Weise, ヒメアカボシテントウ *Chilocorus kuwanae* Silvestriなどが天敵として確認されている。本県においては、キムネタマキスイは1茶園でのみ確認できたが、ハレヤヒメテントウやヒメアカボシテントウは確認できなかった。ただ、白色粘着トラップを茶株内に設置した試験においては、ハレヤヒメテントウと思われる個体も捕獲されることがあったため(吉岡, 未発表), 本試験の調査法では確認できなかったことも考えられる。今後, 調査方法

も含めて検討する必要があると考えられた。

八女地域で土着天敵として最も重要であると考えられるチビトビコバチは、寄主であるクワシロカイガラムシ幼虫のふ化初期と考えられる5月上中旬、7月上中旬、9月中旬に捕殺数がピークとなった。また、本害虫の雄成虫が捕殺される6月中旬、8月中旬、10月中旬にもピークを迎えた。これは、チビトビコバチが幼虫の雌雄を区別することなく産卵し、雌に寄生した場合と雄に寄生した場合では、羽化までに要する期間が異なることを示している。クワシロカイガラムシ雌成虫に寄生したチビトビコバチは、羽化場所の近くで次世代を残すことができるが、雄成虫から羽化した個体は産卵できずに死亡するか、他の寄主を求めて移動すると考えられている(武田, 2006)。

単寄生蜂であるサルメンツヤコバチは、6月上旬、8月上旬、9月下旬の3回、発生のピークがみられた。この時期は、寄主幼虫のふ化が概ね終了したと考えられる時期と一致する。また、本虫は寄主の雌成虫から羽化していると考えられることから、雌雄を判別し、雌のみに産卵している可能性が高い。佐藤(1978)はベルレーゼコバチの産卵行動を調査し、本虫が雄成虫の出す綿状分泌物を避け、2齢幼虫の雌にだけ寄生すると述べている。本種も同様の産卵行動を行う可能性が考えられ、今後の解明が待たれる。

タマバエ類の発生時期は、2つの茶園で若干異なり3回ないし4回のピークがみられた。いずれの茶園も5月と6月の発生量が多く、7月以降の発生量は少ない傾向であった。チャ栽培で害虫の発生が多い時期は、翌年一番茶の収量に影響する秋芽の生育期である7月下旬から9月上旬であり、この期間は殺虫スペクトラムの広い殺虫剤の使用が増加する。実際に、八女分場茶園では7月25日にアセフェート水和剤(商品名:オルトラン水和剤, 北興化学工業(株)), 8月12日にクロルフェナピル水和剤(商品名:コテツフロアブル, 日本農薬(株))が散布されていた。一般的に捕食性天敵であるタマバエ類は、寄生蜂より薬剤を浴びる可能性が高い。これらのことが7月以降、タマバエ類の発生量が減少していることと関係している可能性がある。

本県で主要な天敵と考えられる3種の発生消長は、小澤(2008a)が静岡県で調査した結果と概ね一致した。これは、福岡県八女地域と静岡県中部の気象条件が非常に似通っており、クワシロカイガラムシ幼虫のふ化最盛期もほぼ同様の時期であるためであろう。

24地点で調査した天敵類の種構成割合は、調査地域の影響はみられず、同一地域内でもそれぞれの茶園で構成割合は大きく異なっていた。今回調査した茶園は、いずれも化学合成農薬による防除を実施している茶園であることから、種構成割合の違いに農薬散布が影響している可能性が考えられる。特に、クワシロカイガラムシの防除薬剤は、その他の害虫を対象とした薬剤の2.5~5倍の量を樹冠内に散布するため影響が大きいと考えられる。八女地域におけるクワシロカイガラムシの防除には、散布単価が安いDMTP乳剤も多用されているが、本剤は天敵類に与える影響が大きいことが指摘されている(多々良, 1997; 小澤ら, 2004)。さらに、クワシロカイガラムシのふ化時期に散布されることから、この時期に成虫が羽化、産卵するチビトビコバチやサルメンツヤコバチに悪影響を及ぼしている可能性が高い。今後、土着天敵類を保護、活用する防除体系を考える上では、クワシロカイガラムシの防除には寄生蜂に影響の大きな農薬散布を避けるか、もしくは天敵が活動しない時期に薬剤散布をする必要がある。

第2節 天敵寄生蜂チビトビコバチに対する農薬の影響

前節で述べたとおり、寄生蜂の活動を阻害しない選択的農薬を使用することで、クワシロカイガラムシ

の発生密度を抑制できる可能性がある。寄生蜂による本害虫の密度抑制効果を活用した防除体系を構築するには、チャにおいて利用されている農薬が寄生蜂の生存率や増殖に与える影響を明らかにする必要がある。

福岡県において、クワシロカイガラムシの優占天敵種となっているチビトビコバチ成虫に対する農薬の影響は小澤ら(2004)の報告があるが、農薬に暴露した雌雄成虫による次世代増殖数についてはこれまで試験例がない。そこで、本県で使用頻度が高い農薬がチビトビコバチ成虫の死亡率に及ぼす影響を調査し、農薬に暴露された成虫による次世代増殖数を調査した。

材料と方法

1. チビトビコバチ雌雄成虫に対する農薬の影響

2004年9月6～8日に、静岡県島田市金谷にある独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構(現農業・食品産業技術総合研究機構)野菜茶業研究所内の茶園において、羽化直前のチビトビコバチのマミーが多数着生したチャ枝を採取し、羽化回収用の箱に入れ24℃、16L-8Dの環境下で、24時間以内に羽化したチビトビコバチ成虫を、10%ハチミツ希釈液を微量塗布した試験管(直径18mm×高さ180mm)に1頭ずつ放飼した。試験にはチャに登録のある農薬から表2に示した殺虫剤13剤を選び、蒸留水で常用濃度に希釈して供試した。

殺虫作用の検定法は小澤ら(2004)の処理枝接触法に準じて行った。すなわち、品種‘やぶきた’の2年生茶枝をクワシロカイガラムシの寄生がないことを確認して長さ約10cmに切り揃え、薬液に10秒間浸し、風乾後にチビトビコバチ雌成虫を放飼している試験管(上部は紙栓にて閉じた)に入れ、24℃、16L-8Dの環境下で24時間後の生存状況を実体顕微鏡下で観察し、併せて雌雄を判別した。対照は蒸留水とし、同様の方法で処理した。1農薬につき53～60頭のチビトビコバチ成虫を供試し、正常歩行が困難な虫は死亡虫に含め、次のAbbott(Abbott, 1925)の補正式から補正死亡率を算出した。

$$\text{補正死亡率(\%)} = \frac{\text{無処理区の生虫率} - \text{処理区の生虫率}}{\text{無処理区の生虫率}} \times 100$$

チビトビコバチ成虫に対する農薬の殺虫作用は、それぞれの農薬について24時間後の死亡数と生存数を雌雄で比較した(Fisher's exact test)。なお、蒸留水を用いた対照区においても同様に比較した。

2. 農薬に暴露したチビトビコバチの次世代増殖数

テトロンゴースで上蓋に換気口を設けたプラスチック製容器(120mm×200mm、高さ130mm)内に、クワシロカイガラムシの卵を200個程度接種したカボチャ果実(品種‘黒皮カボチャ’)を入れ、試験1において24時間後に生存していた成虫を雌雄5頭ずつ(ビフェントリン水和剤のみ各4頭)放虫し、25℃、16L-8Dで産卵させた。チビトビコバチ成虫には餌として10%ハチミツ液を10日間与えた。

次世代成虫の調査は、プラスチック容器内で羽化後に死亡したチビトビコバチ成虫を実体顕微鏡下で計数した。また、カボチャ果実表面のマミー内で羽化できずに死亡しているチビトビコバチについても調査し、これらの合計を次世代数とした。

結 果

1. チビトビコバチ雌雄成虫に対する農薬の影響

各農薬のチビトビコバチ雌雄成虫に対する殺虫作用を、24時間後に調査した結果を表2に示した。対照とした蒸留水による雌雄合計死亡率は18.3%であった。雌雄合計の補正死亡率が50%を超えたのは、ビフェントリン水和剤、DMTP乳剤、クロチアニジン水溶剤の3剤のみであった。一方、アセタミプリド水溶剤、メキシフェノジド水和剤、ビフェナゼート水和剤、エマメクチン安息香酸塩乳剤の補正死亡率は0%であり殺虫作用は低かった。

ネオニコチノイド剤のクロチアニジン水溶剤、チアクロプリド顆粒水和剤、アセタミプリド水溶剤の補正死亡率はそれぞれ53.1%、19.8%、0%であり、同一系統の薬剤においても成分による違いがみられた。

チビトビコバチ雌雄成虫に対する殺虫作用は、供試した農薬のうちビフェントリン水和剤、フェンピロキシメート+ブプロフェジン水和剤、スピノサド水和剤の3剤においては雌雄間に有意差がみられ ($P<0.05$)、雌の方が農薬の影響をより大きく受けたが、他の農薬では雌雄間に有意差がみられなかった ($P>0.05$)。なお、対照の蒸留水では雌雄の死亡率に有意差がみられなかった ($P>0.05$)。

表2 チビトビコバチ雌雄成虫に対する農薬の殺虫作用

供試薬剤名	希釈 倍率	供試サンプル数			補正死亡率		
		♀	♂	雌雄計	♀	♂	雌雄計
	(倍)	(頭)	(頭)	(頭)	(%)	(%)	(%)
合成ピレスロイド剤							
テラスター水和剤(ピフェントリン)	1,000	29	31	60	83.1	56.6	69.4
有機リン剤							
スプラザイト®乳剤40(DMTP)	1,000	36	24	60	72.7	44.0	61.2
オルラン水和剤(アセフェート)	1,000	26	33	59	5.6	29.6	19.1
ネオニコチノイド剤							
ダントツ水溶剤(クロチアニジン)	2,000	22	38	60	61.0	48.5	53.1
ハリアート®顆粒水和剤(チアクロプリド®)	2,000	24	34	58	28.4	13.7	19.8
モスビラン水溶剤(アセタミプリド®)	2,000	35	18	53	0.0	0.0	0.0
IGR剤							
ファルコンフロアブル(メキシフェノジド®)	4,000	25	35	60	0.0	0.0	0.0
殺ダニ剤+IGR剤							
アプロート®エースフロアブル (フェンピロキシメート+ブプロフェジン)	1,000	28	31	59	29.9	1.4	14.9
殺ダニ剤							
ミルベック®乳剤(ミルベメクチン)	1,000	18	42	60	18.2	0.0	4.1
マイトコーネフロアブル(ピフェナゼート®)	1,000	21	37	58	0.0	0.0	0.0
ピロール剤							
コテツフロアブル(クロルフェナピル®)	2,000	25	35	60	46.0	26.7	34.7
マクロライト®剤							
アファーム乳剤(エマメクチン安息香酸塩)	2,000	38	22	60	0.0	5.6	0.0
スピノシン剤							
スピノエース®顆粒水和剤(スピノサド®)	4,000	25	35	60	46.0	0.0	18.4
対 照		27	33	60	(18.5)	(18.2)	(18.3)

注) 供試薬剤名の () は成分名を示した。補正死亡率の () は死亡率(%)。

2. 農薬に暴露したチビトビコバチの次世代増殖数

24時間農薬に暴露したチビトビコバチの次世代数を調査した結果を表3に示した。なお、対照である蒸留水の1雌あたりの次世代数は22.2頭であった。また、次世代数に占める死ごもり数は対照区で 2.7 %、薬剤処理区で0～20.6%であった。

供試した農薬の中では、スピノシン剤のスピノサド水和剤の影響はみられず、次世代数は18.4頭（対照の82.9%）であった。次いでIGR剤のメトキシフェノジド水和剤が6.8頭（同30.6%）と影響が小さかった。その他の農薬は次世代増殖数に与える影響が大きく、特に、ネオニコチノイド剤であるクロチアニジン水溶剤やアセタミプリド水溶剤、マクロライド剤であるエマメクチン安息香酸塩乳剤では全く次世代が認められなかった。

表3 農薬に暴露したチビトビコバチの次世代増殖数

供試薬剤名	希釈倍率 (倍)	羽化数 (頭/雌)	死ごもり (頭/雌)	次世代数 (頭/雌)
合成ピレスロイド剤				
デルスター水和剤(ピフェントリン)	1,000	2.0	0.0	2.0 (9.0)
有機リン剤				
スプラサイト®乳剤40 (DMTP)	1,000	0.4	0.0	0.4 (1.8)
オルラン水和剤(アセフェート)	1,000	0.8	0.0	0.8 (3.6)
ネオニコチノイド剤				
ダントツ水溶剤(クロチアニジン)	2,000	0.0	0.0	0.0 (0)
バリアート®顆粒水和剤(チアクロプリド®)	2,000	3.6	0.0	3.6 (16.2)
モスピラン水溶剤(アセタミプリド®)	2,000	0.0	0.0	0.0 (0)
IGR剤				
ファルコンフロアブル(メトキシフェノジド®)	4,000	5.4	1.4	6.8 (30.6)
殺ダニ剤+IGR剤				
アプロート®エースフロアブル (フェンピロキシメート+アプロフェジン)	1,000	1.2	0.0	1.2 (5.4)
殺ダニ剤				
ミルベノック乳剤(ミルベメクチン)	1,000	0.4	0.0	0.4 (1.8)
マイコーネフロアブル(ピフェナゼート)	1,000	1.8	0.0	1.8 (8.1)
ピロール剤				
コテツフロアブル(クロルフェナピール)	2,000	2.8	0.4	3.2 (14.4)
マクロライド剤				
アフーム乳剤(エマメクチン安息香酸塩)	2,000	0.0	0.0	0.0 (0)
スピノシン剤				
スピノエース顆粒水和剤(スピノサド®)	4,000	17.4	1.0	18.4 (82.9)
対 照		21.6	0.6	22.2 (100)

注) 次世代数は羽化数と死ごもり数の合計で、() は対照を100とした指数。

チビトビコバチ雌雄合計の補正死亡率と次世代数の関係を図 5 に示した。農薬の殺虫作用と次世代数との間には相関がみられなかった($r = -0.1180$)。また、24 時間後の雌雄合計補正死亡率が 0 であったアセタミプリド水溶剤やエマメクチン安息香酸塩乳剤では、チビトビコバチの次世代増殖はみられなかつた。

った。

考 察

福岡県のチャ栽培において、カンザワハダニ、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマ、ハマキガ類等の重要害虫に対して防除効果が高く、広く利用されている農薬を供試し、クワシロカイガラムシの寄生蜂であるチビトビコバチ成虫に対する殺虫作用を調べた。その結果、農薬の種類によって殺虫作用に差がみられた。概観すると、殺虫スペクトルが広い農薬はチビトビコバチに対して殺虫作用が高く、殺

虫スペクトルが狭い農薬は殺虫作用が低い傾向にあった。この結果は寄生蜂に対する農薬の影響を調べたこれまでの試験(行成・中西, 1994; 松比良・神寄, 2001; 小澤ら, 2004; 多々良, 1997)の結果とよく一致した。

チビトビコバチ成虫の農薬による雌雄別死亡率を比較したところ、供試した農薬の中でビフェントリン水和剤、フェンピロキシメート+ブプロフェジン水和剤、スピノサド水和剤の3剤においては雌の補正死亡率が高かった。雌成虫は農薬を処理したチャ枝でクワシロカイガラムシを探索する行動がよく観察されたことから、雄よりも農薬に多く接触していたために影響を受けやすいと考えられたが、供試した他の10剤は雌雄に対する殺虫活性に差がみられず、多くの農薬は雌雄に対して同程度の殺虫活性を示すものと推察される。

日本においてクワシロカイガラムシの天敵類への農薬の影響に関しては、松比良・神寄(2001)、小澤ら(2004)、多々良(1997)の報告があるが、いずれも成虫や蛹に対して農薬の直接的な致死作用を調査しているにすぎない。宮田・吉田(2000)はクロルフルアズロンをハスモンヨトウ幼虫に処理したところ、産卵数の減少や産下卵のふ化率の低下を認めており、芦原ら(1998)はチオファネートメチルや水酸化トリヘキシルスズ剤をチリカブリダニ成虫に処理した場合、成虫の生存には影響を与えないが、産卵抑制効果を認めている。また、加藤(1987)は、寄生蜂は産卵対象の寄主を探すために植物体上を徘徊するため農薬との接触が大きくなり、農薬の影響を受けやすいと指摘している。そこで、本試験では農薬と接触したチビトビコバチ成虫の次世代数に及ぼす影響を確かめるために、処理枝接触法により24時間農薬に接触させたチビトビコバチ成虫の次世代数を調査した。その結果、スピノサド水和剤を除くほとんどの農薬が次世代数の減少を引き起した。この原因が産卵数の減少にあるのか、それとも産下卵のふ化率の低下によるものかはさらに検討を要するが、多くの農薬は成虫に対する殺虫作用が示す以上に増殖に悪影響を及ぼすことが明らかとなった。また、各農薬の殺虫作用と次世代数との間には相関がみられないことから、天敵類に対する農薬の影響を評価する場合は、天敵類の成虫に対する殺虫作用だけではなく次世代増殖に及ぼす影響についても検討することが必要である。

小澤ら(2008b)は静岡県のカキ園において2年間、計6世代にわたってクワシロカイガラムシとチビトビコバチの密度変動パターンを調べたところ、寄主と天敵の密度関係の経時変化を示す左回りの周期性を認め、チビトビコバチはクワシロカイガラムシの密度抑制要因として重要であることを明らかにしている。福

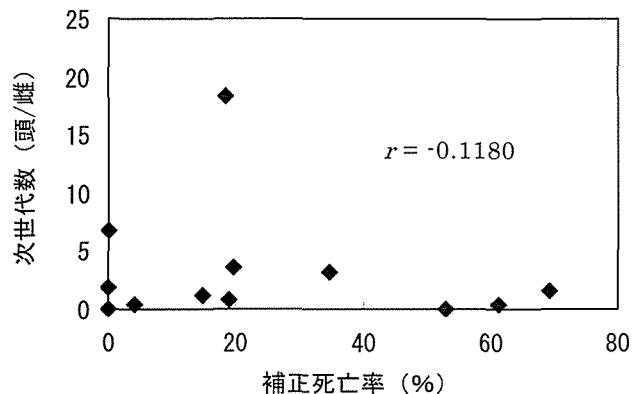


図 5 各種農薬に暴露したチビトビコバチ雌雄成虫の補正死亡率と次世代数の関係

注) 補正死亡率は24時間後。

岡山におけるクワシロカイガラムシの寄生蜂はチビトビコバチとサルメンツヤコバチが優占種となっている。これら土着の天敵寄生蜂によるクワシロカイガラムシの密度抑制効果を活用した防除体系を構築するには、寄生蜂が羽化、産卵する時期に他害虫の防除が必要な場合は、寄生蜂に対して影響の小さい農薬を使用する必要がある。そこで、次節ではチビトビコバチに対して影響が大きな農薬の使用を制限することがクワシロカイガラムシの発生量に影響するのかどうかを検討した。

第3節 寄生蜂に影響する農薬の排除効果

化学合成農薬がクワシロカイガラムシの土着天敵類に及ぼす影響については、これまでにいくつかの報告がある(松比良・神寄, 2001; 小澤ら, 2004; 多々良, 1997)。概観すると、合成ピレスロイド剤や有機リン剤などの殺虫スペクトルが広い農薬は天敵類に対して殺虫作用が高く、殺虫スペクトルが狭い農薬は殺虫作用が低い傾向にある。そこで、天敵類に影響が大きな農薬を可能な限り排除し、散布が不可避な場合は福岡県において主要な寄生蜂となっているチビトビコバチやサルメンツヤコバチの活動時期であるクワシロカイガラムシふ化最盛日の前後1週間を避けて散布することで、土着天敵類がクワシロカイガラムシの密度抑制要因として有効に機能するかどうか検討した。

材料と方法

試験には第1節で天敵類の発消長を調査した八女市山内の農家茶園を使用した。クワシロカイガラムシに対して影響の大きな農薬の散布を制限した茶園(品種‘やぶきた’, 1973年定植, 面積16.2a, 以下制限区)と制限しない茶園(品種‘やぶきた’, 1973年定植, 面積13.6a, 以下無制限区)を設定した。農薬散布制限は2004年8月から開始し、2006年まで行った。農家には合成ピレスロイド剤と有機リン剤を使用しないように、また、第2節においてチビトビコバチへの影響が比較的大きかったクロチアニジン水溶剤やクロルフェナピル水和剤については、天敵の成虫が茶園で活動する時期の前後1週間程度は散布を控えるように依頼した。なお、その他の病虫害防除を目的とした農薬散布の可否や回数は農家の判断に任せた。各茶園で試験期間中に散布された農薬の散布日、農薬名、希釈倍率を表4に、農薬種類別の散布成分数を年ごとにとりまとめて表5に示した。なお、試験期間中にはクワシロカイガラムシの防除は行っていないが、無制限区では試験開始前の2004年5月18日にフェンピロキシメート+ブプロフェジン水和剤(1,000倍)により本害虫防除が行われた。

天敵の寄生率は、2005年の越冬世代から2006年の第2世代まで調査した。クワシロカイガラムシの産卵期に雌成虫が寄生している枝を各区から5～10本採取し、実体顕微鏡下で介殻を剥がし、マミーとなっているものを寄生、産卵の有無にかかわらず生存している雌成虫を未寄生と判断した。

クワシロカイガラムシの雄繭発生程度は、幼虫ふ化最盛期の3～4週間後に調査した。日本植物防疫協会の新農薬実用化試験実施要領に準じ、2004年は各区25カ所、2005年は各区24カ所、2006年は各区15カ所について葉層を手で押し広げ、被寄生枝の雄繭発生量を表6に示した基準Ⅰにより数値化し、平均を求めた。

結果

試験茶園における農薬散布実績を表4に、年次および農薬の種類ごとにまとめたものを表5に示した。制限区における試験期間中の農薬散布成分数は、殺虫剤20剤、殺ダニ剤7剤、殺菌剤10剤で

表4 試験ほ場における農薬散布実績

制限区				無制限区			
散布日	農薬名 商品名	一般名	希釈 倍率	散布日	農薬名 商品名	一般名	希釈 倍率
2004/8/5	アクタラ顆粒水溶剤	チアメトキサム水溶剤	2,000	2004/8/5	アクタラ顆粒水溶剤	チアメトキサム水溶剤	2,000
"	マッチ乳剤	ルフェヌロン乳剤	3,000	"	マッチ乳剤	ルフェヌロン乳剤	3,000
"	カスミンボルドー水和剤	カスガマイシン +塩基性塩化銅水和剤	1,000	2004/8/28	コテツフロアブル	クロルフェナピル水和剤	2,000
2004/8/17	パダンSG水溶剤	カルタップ水溶剤	1,500	"	ダコニール1000	TPN水和剤	700
"	バロックフロアブル	エトキサゾール水和剤	1,000	2004/11/20	オマイト乳剤	BPPS乳剤	1,500
2004/9/4	カスケード乳剤	フルフェノクスロン乳剤	4,000				
"	モスピラン水溶剤	アセタミプリド水溶剤	2,000				
2004/9/23	カスミンボルドー水和剤	カスガマイシン +塩基性塩化銅水和剤	1,000				
"	アタブロン乳剤	クロルフルアズロン乳剤	2,000				
2005/3/12	カーラフロアブル	クロフェンテジン水和剤	2,000	2005/3/9	カーラフロアブル	クロフェンテジン水和剤	2,000
2005/4/13	DDVP75乳剤	DDVP乳剤	1,500	2005/4/9	DDVP75乳剤	DDVP乳剤	1,500
2005/6/7	カネマイトフロアブル	アセキノシル水和剤	1,200	2005/5/24	カネマイトフロアブル	アセキノシル水和剤	1,000
"	バリアード顆粒水和剤	チアクロプリド水和剤	4,200	"	ダントツ水溶剤	クロチアニジン水溶剤	2,000
2005/7/16	パダンSG水溶剤	カルタップ水溶剤	1,500	2005/7/16	モスピラン水溶剤	アセタミプリド水溶剤	2,000
"	モスピラン水溶剤	アセタミプリド水溶剤	2,000	"	マトリックフロアブル	クロマフェノジド水和剤	1,000
"	スコア10水和剤	ジフェノコナゾール水和剤	4,000	2005/8/14	アクタラ顆粒水溶剤	チアメトキサム水溶剤	2,000
2005/8/7	カスミンボルドー水和剤	カスガマイシン +塩基性塩化銅水和剤	900	"	マッチ乳剤	ルフェヌロン乳剤	3,000
"	カスケード乳剤	フルフェノクスロン乳剤	4,000	"	バイレトン水和剤	トリアジメホン水和剤	3,000
2005/8/22	アクタラ顆粒水溶剤	チアメトキサム水溶剤	2,000	2005/8/28	コテツフロアブル	クロルフェナピル水和剤	2,000
"	マッチ乳剤	ルフェヌロン乳剤	3,000	"	ダコニール1000	TPN水和剤	700
2005/9/17	バロックフロアブル	エトキサゾール水和剤	2,000	2005/9/16	ミルベノック乳剤	ミルベメクチン乳剤	1,000
"	アタブロン乳剤	クロルフルアズロン乳剤	2,000	2005/11/20	アタックオイル	マシン油乳剤	80
2006/4/10	DDVP75乳剤	DDVP乳剤	1,500	2006/3/17	バロックフロアブル	エトキサゾール水和剤	2,000
2006/6/11	ミルベノック乳剤	ミルベメクチン乳剤	1,000	2006/4/16	アクテリック 乳剤	ピリミホスメチル乳剤	1,500
"	マッチ乳剤	ルフェヌロン乳剤	2,000	2006/5/25	カネマイトフロアブル	アセキノシル水和剤	1,000
2006/8/2	カスミンボルドー水和剤	カスガマイシン +塩基性塩化銅水和剤	1,000	"	ダントツ水溶剤	クロチアニジン水溶剤	2,000
"	モスピラン水溶剤	アセタミプリド液剤	2,000	2006/7/17	コテツフロアブル	クロルフェナピル水和剤	2,000
"	カスケード乳剤	フルフェノクスロン乳剤	4,000	2006/8/6	カスケード乳剤	フルフェノクスロン乳剤	4,000
2006/8/25	ダントツ水溶剤	クロチアニジン水溶剤	2,000	"	バイレトン水和剤	トリアジメホン水和剤	3,000
"	バイレトン水和剤	トリアジメホン水和剤	3,000	2006/8/26	マトリックフロアブル	クロマフェノジド水和剤	1,000
"	アタブロン乳剤	クロルフルアズロン乳剤	2,000	"	バイレトン水和剤	トリアジメホン水和剤	3,000
2006/9/15	ピラニカEW	テブフェンピラド乳剤	1,000	2006/9/20	ミルベノック乳剤	ミルベメクチン乳剤	1,000
"	テデオン乳剤	テトラジホン乳剤	1,000	"	モスピラン水溶剤	アセタミプリド液剤	2,000
				2006/10/16	カスミンボルドー水和剤	カスガマイシン +塩基性塩化銅水和剤	1,000
				2006/11/17	オサダンフロアブル	酸化フェンブタスズ	2,000

注) 薬剤名を太字にした薬剤は、天敵類に影響が大きいと考えられる薬剤。

表5 現地茶園における農薬散布回数（成分数）

	2004年（8月以降）			2005年			2006年		
	殺虫剤	殺ダニ剤	殺菌剤	殺虫剤	殺ダニ剤	殺菌剤	殺虫剤	殺ダニ剤	殺菌剤
制限区	6	1	4	8	3	3	6	3	3
無制限区	3(1)	1	1	7(2)	4	2	6(2)	4	4

注) () は天敵類に影響が大きいと考えられる薬剤を天敵の活動時期に散布した回数。

あった。無制限区では、殺虫剤 16 剤、殺ダニ剤 9 剤、殺菌剤 7 剤が散布された。無制限区と比較して、殺虫剤は 4 剤、殺菌剤は 3 剤多く散布されたが、殺ダニ剤は 2 剤少なかった。

クワシロカイガラムシ雄繭発生程度の推移を図 6 に示した。散布農薬の制限は 2004 年の 8 月から開始したため、2004 年の 7 月にふ化する第 2 世代までは試験の影響がなく、試験開始時の雄繭発生程度は、制限区で 1.3 であるのに対して無制限区では 1.5 であり、差はなかった。2004 年第 3 世代の発生程度は、制限区では 1.3 と第 2 世代と同程度であったが、無制限区では 0.6 へと減少した。2005 年の雄繭発生程度は、制限区が無制限区より少なく推移した。無制限区では第 1 世代から第 3 世代にかけて、1.8, 2.1, 2.0 の発生程度を示したが、制限区では 0.8, 0.1, 1.1 と少なく推移した。2006 年の発生程度は、第 1 世代では無制限区の 0.7 に対して制限区で 0.6, 第 3 世代では無制限区の 0.8 に対して制限区は 0.6 と大差なかったが、第 2 世代のみ無制限区の 0.7 に対して制限区で 0.1 と発生程度が少なかった。

クワシロカイガラムシ雌成虫における天敵寄生率を、世代ごとに調査した結果を図 7 に示した。制限区における天敵寄生率は、調査を開始した

表6 雄繭発生程度の評価基準 I

発生程度	発生状況
0	繭が全く見つからない。
1	雄繭が枝幹に点々とみられる
2	雄繭が株の1/4以上にみられるか、枝幹の一部に集中し、枝幹を環状に覆う
3	雄繭が株の1/2以上にみられ、幹を環状に覆う
4	雄繭が株の3/4以上にみられ、幹を環状に覆う

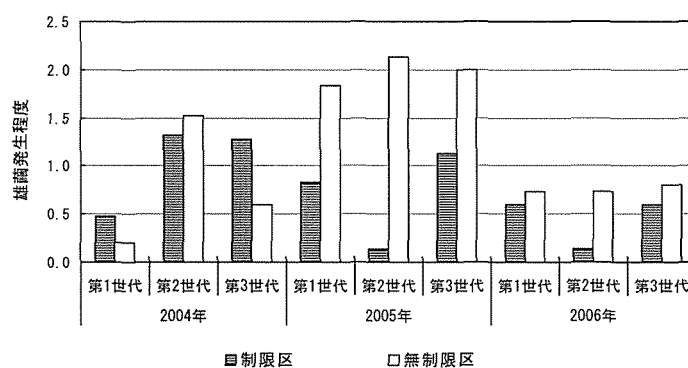


図6 農薬散布制限区と無制限区におけるクワシロカイガラムシ雄繭発生程度の推移
(八女市山内)

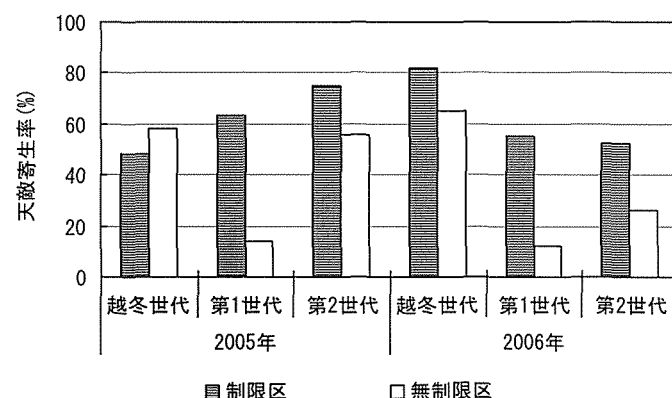


図7 農薬散布制限区と無制限区におけるクワシロカイガラムシ雌成虫の天敵寄生率推移
(八女市山内)

2005 年越冬世代では 48.0%であったが、その後は世代を追うごとに上昇し、2006 年の越冬世代では 82.2%に達した。その後の寄生率は低下がみられ、第 1, 第 2 世代では 55%程度であった。無制限区为天敵寄生率は、調査開始時の 2005 年越冬世代では 58.1%であったが、第 1 世代では 13.9%と急激に低下した。2005 年第 2 世代, 2006 年越冬世代は 60%程度に上昇したが、2006 年第 1 世代では 12.5%と前年同様に低下した。さらに、2006 年の第 2 世代の寄生率は、やや増加したものの 26.3%と低かった。

考 察

農薬散布無制限区为天敵寄生率が低下した理由として、無制限区では2005年、2006年の第1世代幼虫ふ化最盛期である5月下旬にクロチアニジン水溶剤、2006年の第2世代幼虫ふ化最盛期である7月中旬にクロルフェナピル水和剤が散布されたことが影響している可能性がある。これらの農薬は表2に示したとおり、チビトビコバチに対して影響がみられる殺虫剤である。本試験園における主要な寄生蜂はチビトビコバチとサルメンツヤコバチであり、これらはクワシロカイガラムシの幼虫ふ化期前後に成虫が産卵のために活発に活動する。このため、両農薬の散布が寄生率の低下を招いた可能性がある。なお、制限区でも、これらの寄生蜂に対して影響があると考えられるDDVP乳剤やクロチアニジン水溶剤が散布されたが、いずれも天敵類の活動がみられない4月上旬と8月下旬であったことから、天敵類に対して影響がみられなかったものと思われた。

このように、寄生蜂に悪影響を及ぼす農薬の散布を制限した場合、クワシロカイガラムシの雄繭発生程度が低下する傾向がみられた。これは、天敵寄生率の上昇が雌成虫の生存率低下を引き起こし、ふ化幼虫数の減少を招いたために雄繭発生程度が減少したと考えられた。

多々良(1997)は、無防除園では慣行防除園よりクワシロカイガラムシの発生量が少ないことを報告している。また、本県において有機栽培や無農薬栽培を実践している農業者にとって、本害虫はさほど問題視されていない。これらのことを考え合わせると、本害虫の密度を抑制するには、天敵類に影響のある農薬散布を排除することで実現できる可能性がある。しかし、茶園では様々な害虫が発生するため、チャの収量や品質の向上に化学合成農薬が果たす役割は大きい。そこで、土着天敵を保護、活用するには、天敵の産卵活動期に、天敵に影響の大きい農薬を散布しないことが重要である。また、影響が小さな農薬であっても天敵の活動時期には葉層内部に農薬が到達しないような散布法を実行し、天敵への影響を最小限に抑えるような農薬散布上の工夫が必要と考えられる。実際に、Kawaiら(1999)は茶樹の摘採面上から散布した農薬の付着量を解析し、葉層下部での付着量が極端に低下することを認めている。今後は、土着天敵寄生蜂に影響が小さい農薬の選抜とともに、茶園における様々な農薬散布法が寄生蜂の生存率やクワシロカイガラムシへの寄生率に与える影響について研究する必要がある。

クワシロカイガラムシの防除はこれまで幼虫ふ化最盛期に行われてきた。この時期は、福岡県の土着寄生蜂として重要なチビトビコバチやサルメンツヤコバチの産卵時期に近い。チビトビコバチに影響がみられる DMTP 剤やフェンピロキシメート+ブプロフェジン水和剤は、クワシロカイガラムシ防除剤として幼虫ふ化最盛期前後に散布されるため、天敵に対して少なからず影響しているものと推察される。土着天敵類を活かした防除体系を構築するには、天敵類に全く影響がない農薬の開発、もしくは幼虫ふ化最盛期以外に散布できる農薬の開発が必要であろう。

第4節 ピリプロキシフェン剤の冬期散布による長期密度抑制効果

ピリプロキシフェン剤を冬期の農閑期に散布することで7月の第2世代までクワシロカイガラムシの密度を抑制することが報告されている(小澤ら, 2009a)が, それ以降における効果については明らかにされていない。また, チャでは数年に一度, 樹高の抑制や枝条, 幹の更新を目的とする中切りが地上約30~50cmの高さで行われる。中切りによりクワシロカイガラムシが寄生していた枝条が除去されることから物理的な防除効果が期待でき(小澤, 2006), 本剤との相乗効果が期待できる。さらに, 本種は樹冠内の枝幹に生息するため薬剤が到達しにくいいため, 通常1,000L/10aもの散布が推奨されているが, 農家からは薬剤費の節減や労働時間短縮の観点から散布量削減を求める要望が強い。

そこで, 本節ではチャ寄生クワシロカイガラムシに対するピリプロキシフェンの効果が散布翌年以降も持続するのを中心検討するとともに, 散布の時期や量, 中切りとの組み合わせが密度抑制効果に及ぼす影響について調査した。

材料と方法

供試薬剤としてピリプロキシフェンマイクロカプセル剤(商品名: プルートRMC, 有効成分9.0%, 住友化学(株), 以下供試薬剤), 対照薬剤としてフェンピロキシメート+ブプロフェジン水和剤(商品名: アプロードエースフロアブル, 有効成分4%+20%, 以下対照薬剤)1,000倍を使用した。クワシロカイガラムシ幼虫ふ化期に散布する対照薬剤は散布適期が極めて短いため, 幼虫のふ化が揃う第1世代での防除が最も重要かつ効率的である(多々良, 1999)。このため, 本試験では, 対照薬剤の散布時期を第1世代幼虫ふ化最盛期(50%ふ化卵塊率が70%に達した日)の0~2日後とし, 防除回数は年1回(試験4では調査開始直前の1回のみ)とした。一方, 供試薬剤は各試験開始時の1回散布とした。なお, 各試験における供試薬剤と対照薬剤の散布日, 供試品種, 調査日, 試験区の面積は表7にとりまとめて記載した。

表7 クワシロカイガラムシに対する長期密度抑制効果試験の概要

試験 No.	供試薬剤 散布日 (年/月/日)	対照薬剤 散布日 (年/月/日)	供試品種	発生程度調査日 (年/月/日)	面積 (/区)	備考(検討事項)
1	2004/1/27 または3/23	'04/5/17 '05/5/20 '06/5/25	‘やぶきた’	'04/6/10 '05/6/15,8/11,10/6 '06/6/19,8/23,10/13	18m ²	散布時期
2	2005/3/14	'05/5/20 '06/5/25 '07/5/24	‘やぶきた’	'05/6/15,8/11,10/6 '06/6/19,8/23,10/13 '07/6/20,8/9,10/9	27m ²	中切り処理 の効果
3	2006/2/27	'06/5/29 '07/5/21	‘さえみどり’	'06/6/19,8/23,10/13 '07/6/20,8/9,10/9	18m ²	残効性
4	2008/3/7	'08/5/26	‘おくゆたか’	'08/6/13,8/20,10/21 '09/6/18,8/19,10/19	18m ²	散布薬量
5	2008/3/7	無し	‘やぶきた’	'08/6/13,8/20,10/21 '09/6/18,8/19,10/19	27m ²	散布濃度
6	2008/2/20,21	無し	‘やぶきた’	'08/6/13,8/20,10/21 '09/6/18,8/19,10/6	20a	現地での長期 密度抑制効果

本研究では, 供試薬剤の散布時期(試験1), 散布翌年の中切り処理(試験2), 散布薬量(試験4), 散布濃度(試験5)が防除効果に及ぼす影響について検討した。また, 散布当年に各世代の幼

虫に対する殺虫活性の残効期間(試験3)を調査した。さらに、農家茶園において大規模実証試験(試験6)を行い、散布後2年間、発生程度の推移を調査した。

試験1～5は八女分場の茶園、試験6は八女市本の農家茶園で行った。いずれの茶園もクワシロカイガラムシ以外の病虫害防除は八女地域の慣行に準じて防除されている。供試薬剤は希釈倍率による効果を検討した試験5を除き1,000倍に希釈して散布した。薬剤散布は、試験1～3ではクワシロカイガラムシ専用のアーチ型噴霧器、試験4～6では乗用型防除機にて行った。薬剤散布量は、散布量を比較した試験4を除き1,000L/10aとした。

各試験におけるクワシロカイガラムシ雄繭発生程度は、幼虫ふ化最盛期の3～4週間後に調査した。日本植物防疫協会の新農薬実用化試験実施要領に準じ、各区10カ所について葉層を手で押し広げ、被寄生枝の雄繭発生程度を試験1～3では表8、試験4～6では表9に示した基準により数値化した。

表8 雄繭発生程度の評価基準Ⅱ(試験1～3)

発生程度	発 生 状 況
0	繭が全く見つからない。
0.5	枝幹にみられる雄繭が2カ所以下で、極小さい塊である
1	雄繭が枝幹に点々とみられる
2	雄繭が株の1/4以上にみられるか、枝幹の一部に集中して枝幹を環状に覆う
3	雄繭が株の1/2以上にみられ、幹を環状に覆う
4	雄繭が株の3/4以上にみられ、幹を環状に覆う

表9 雄繭発生程度の評価基準Ⅲ(試験4～6)

発生程度	発 生 状 況
0	繭が全く見つからない
1	1割未満の枝に繭が見つかる
2	1～2割未満の枝に繭が見つかる
3	2～4割未満の枝に繭が見つかる
4	4～7割未満の枝に繭が見つかる
5	7割以上の枝に繭が見つかる

1. 薬剤散布時期が防除効果に及ぼす影響

供試薬剤は2004年1月27日または3月23日に散布し、3反復で実施した。雄繭発生程度は、処理開始当年は第1世代のみ、その翌年と翌々年は第1世代から第3世代を調査した。

2. 薬剤散布翌年の中切り処理が防除効果に及ぼす影響

試験は3反復で実施した。供試薬剤区、対照薬剤区、無散布区では、試験開始翌年の2006年5月13日に中切り(中切り前の樹高92cm、中切り後48cm)した。また、供試薬剤区には、中切りしない中切り無し区も設定した。雄繭発生程度は処理後3年間、第1世代から第3世代まで調査した。

3. クワシロカイガラムシ幼虫に対する残効性

試験は3反復で実施した。2006年5月17日(第1世代)、7月28日(第2世代)、9月20日(第3世代)に、対照薬剤区を除く供試薬剤区と無散布区から2年生の枝を3本ずつ採取して30cmに切り揃えた。定着しているクワシロカイガラムシを除去後、無防除園から採取した卵を枝に接種し、水挿しした。約3週間後に枝に定着した幼虫の生存数、死亡数を実体顕微鏡下で計数し、次のAbbott(Abbott, 1925)の補正式から補正死亡率を算出した。

$$\text{補正死亡率(\%)} = \frac{\text{無処理区の生虫率} - \text{処理区の生虫率}}{\text{無処理区の生虫率}} \times 100$$

また、試験園における雄繭発生程度を、処理後2年間調査した。

4. 薬剤散布量が防除効果に及ぼす影響

薬剤散布は乗用型防除機(カワサキ機工(株)製, 型式:KJS4, 散布圧:2.2MPa)を使用し, 噴口(ヤマホ工業(株)製, 型式:D-6)数は上部22と左右各3, さらにキャタピラーの上部に取り付けられたクワシロカイガラムシ専用ノズル(左右各1:内向きのみ使用)を同時に用いて散布した。また, 走行速度を調整することで1,000L/10a, 700L/10aとなるように散布した。対照薬剤は1,000L/10aを散布した。試験は3反復とし, 雄繭発生程度を処理後2年間調査した。

5. 薬剤の散布濃度が防除効果に及ぼす影響

供試薬剤を1,000倍, 1,500倍, 2,000倍に希釈し, 前項の乗用型防除機で散布した。試験は5反復で実施し, 雄繭発生程度を処理後2年間調査した。

6. 大規模実証試験

現地の農家茶園を用いて試験した。無散布区では, クワシロカイガラムシの防除は行っていない。供試薬剤区は14反復, 無散布区は4反復とした。防除には乗用型防除機(落合刃物工業(株)製, 型式:OMS-7D, OMS-7DA, OMS-8BT)を使用した。雄繭発生程度は, 処理後2年間調査した。

7. 統計解析

供試薬剤によるクワシロカイガラムシの雄繭発生程度は, 各世代の処理区間について, 試験1~5はKruskal-Wallisの検定法により, 試験6はMann-WhitneyのU検定により有意差を判定した。クワシロカイガラムシ幼虫に対する死亡率は, 角変換値を用いたt検定により有意差を判定した。

結 果

1. 薬剤散布時期が防除効果に及ぼす影響

供試薬剤の散布時期を変えた各区の雄繭発生程度の推移を図8に示した。各供試薬剤区の散布翌年の発生程度は, 対照薬剤区より少なく推移する傾向を示した。また, 1月下旬散布と3月下旬散布を比較すると, 散布翌年の第3世代では1月散布区の発生程度がやや多い傾向を示したが, 有意差はみられなかった(Kruskal-Wallisの検定法, $P>0.05$)。

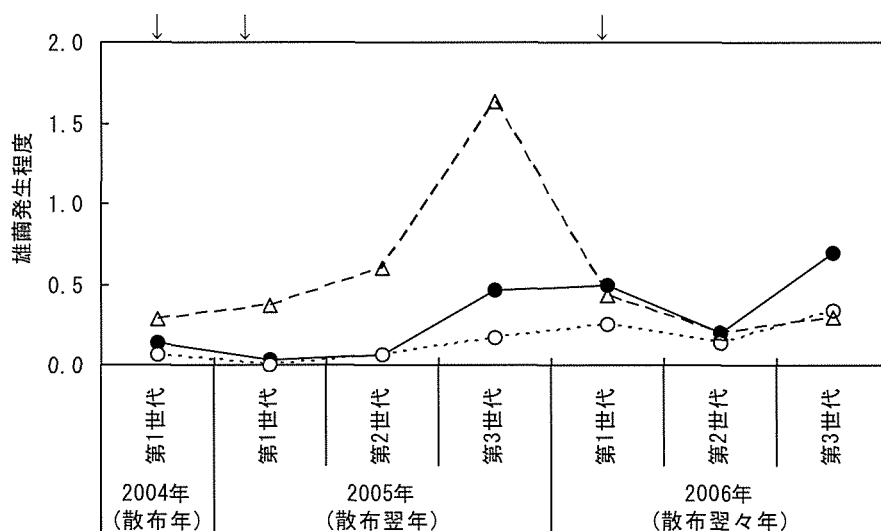


図8 ピリプロキシフェン MC 剤の散布時期がクワシロカイガラムシ雄繭発生程度の推移に及ぼす影響 (2004 年散布)

注) ●:ピリプロキシフェン MC 剤-1 月散布, ○:ピリプロキシフェン MC 剤-3 月散布, △:フェンプロキシメート・ブプロフェジン水和剤。図上部の↓はフェンプロキシメート・ブプロフェジン水和剤の散布時期 (以下, 同じ)。

2. 薬剤散布翌年の中切り処理が防除効果に及ぼす影響

散布翌年の中切り処理の有無が、その後の雄繭発生程度に及ぼす影響を図9に示した。本試験では、散布後1年以上経過した2006年5月13日に中切りを行った。供試薬剤区における発生程度は、散布当年は無散布区より少ない傾向で推移した。中切りを実施した区の発生程度を処理区間で比較すると、散布翌年(中切り当年)は無散布区の発生程度が減少したため判然としなかったが、散布翌々年(中切り翌年)は3世代とも無散布区より供試薬剤区が有意に少なかった(Kruskal-Wallisの検定法, $P<0.05$)。

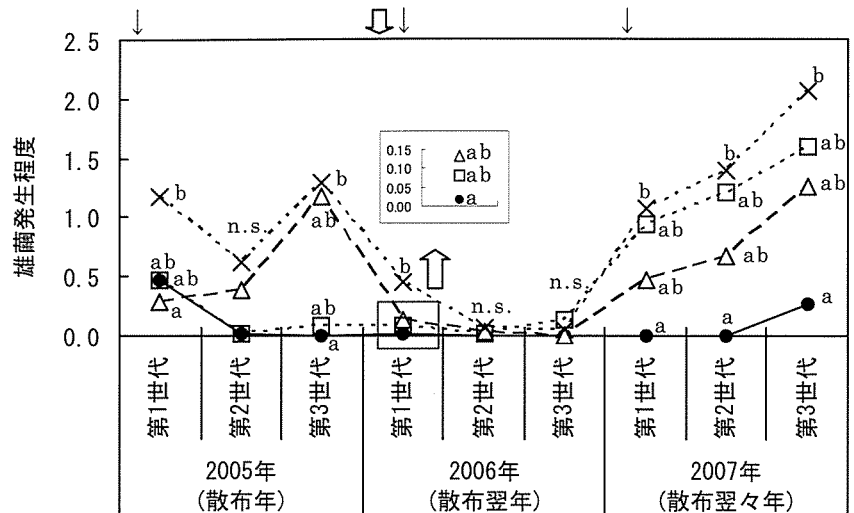


図9 ピリプロキシフェン MC 剤散布翌年の中切り処理がクワシロカイガラムシ雄繭発生程度の推移に及ぼす影響

(2005年散布)

注) ●:ピリプロキシフェン MC 剤・中切り, □:ピリプロキシフェン MC 剤・中切り無し, △:フェンプロキシメート・ブプロフェジン水和剤・中切り, ×:無散布・中切り。↓印は中切り時期, 図中の↑は下部を拡大して上部に示した。同一世代の異なる英文字は処理区間に有意差がある(Kruskal-Wallisの検定法, $P<0.05$)ことを示す(以下, 同じ)。

3. クワシロカイガラムシ幼虫に対する残効性

供試薬剤のクワシロカイガラムシ幼虫に対する殺虫活性の残効期間について調査した結果を表10に示した。供試薬剤区の死亡率は、各世代とも無散布区より有意に高かった(t検定, $P<0.05$)。また、供試薬剤区における補正死亡率は、第1世代で98.0%, 第2世代で78.0%, 第3世代では20.6%であり、世代が進む毎に低下した。

各試験区における雄繭発生程度の推移を図10に示した。供試薬剤区の発生程度は、散布後2年間、対照薬剤区と同程度で推移した。また、散布当年の第3世代から散布翌年の第3世代まで無散布区より有意に少なかった(Kruskal-Wallisの検定法, $P<0.05$)。

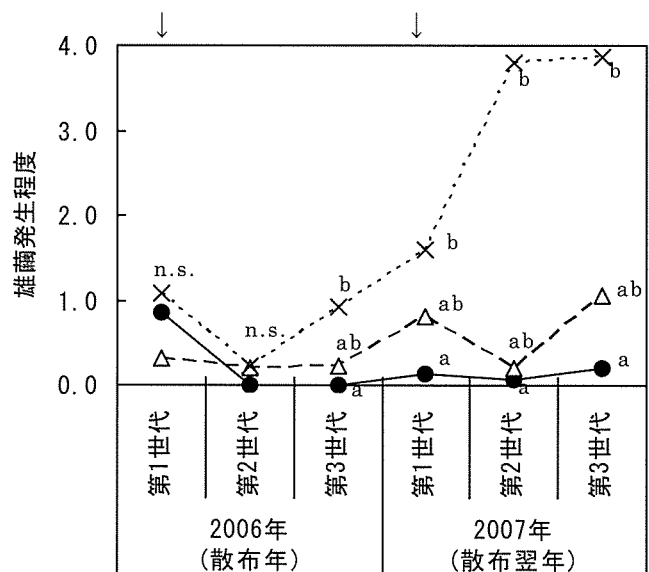


図10 ピリプロキシフェン MC 剤散布後のクワシロカイガラムシ雄繭発生程度の推移

(2006年散布)

注) ●:ピリプロキシフェン MC 剤, △:フェンプロキシメート・ブプロフェジン水和剤, ×:無散布。

表10 ピリプロキシフェンMC剤のクワシロカイガラムシ幼虫に対する残効性(2006年)

供試世代	試験区	生虫数 (頭)	死虫数 (頭)	死亡率 (%)	補正死亡率 (%)
第1世代	ピリプロキシフェンMC剤	5	257	98.1 **	98.0
	無 散 布	173	10	5.5	
第2世代	ピリプロキシフェンMC剤	51	221	81.3 **	78.0
	無 散 布	222	39	14.9	
第3世代	ピリプロキシフェンMC剤	258	118	31.4 *	20.6
	無 散 布	400	63	13.6	

注) 3反復合計の虫数. 数値横の記号は角変換後の値に無散布区と有意差あり (t-test, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$).

4. 薬剤散布量が防除効果に及ぼす影響

供試薬剤の散布量が異なる各区における雄繭発生程度の推移を図11に示した。本剤の1,000L／10a区と700L／10a区の発生程度は試験期間中ほぼ同程度で推移した。散布翌年は対照薬剤区と無散布区の発生程度が増加したが、供試薬剤区の発生程度は極わずかであった。

5. 薬剤の散布濃度が防除効果に及ぼす影響

供試薬剤の散布濃度を変えた各区における雄繭発生程度の推移を図12に示した。本剤の1,000倍希釈区、1,500倍希釈区、2,000倍希釈区における発生程度は、処理翌年まで無散布区より少なく推移した。なお、散布翌年の2,000倍希釈区における発生程度は、他の濃度区よりやや高く推移する傾向を示したが有意差はみられなかった(Kruskal-Wallisの検定法, $P > 0.05$)。

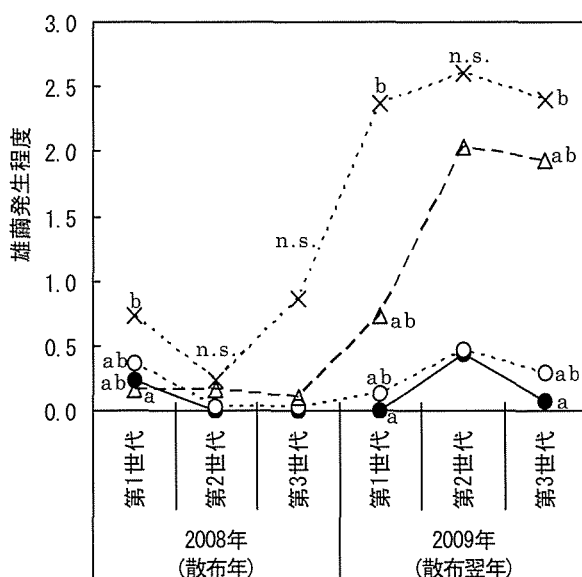


図 11 ピリプロキシフェン MC 剤の散布量がクワシロカイガラムシ雄繭発生程度の推移に及ぼす影響 (2008 年散布)

注) ●:1000L/10a 散布, ○:700L/10a 散布, △:フェンピロキシメート・ブプロフェジン水和剤 1000L/10a 散布, ×:無散布.

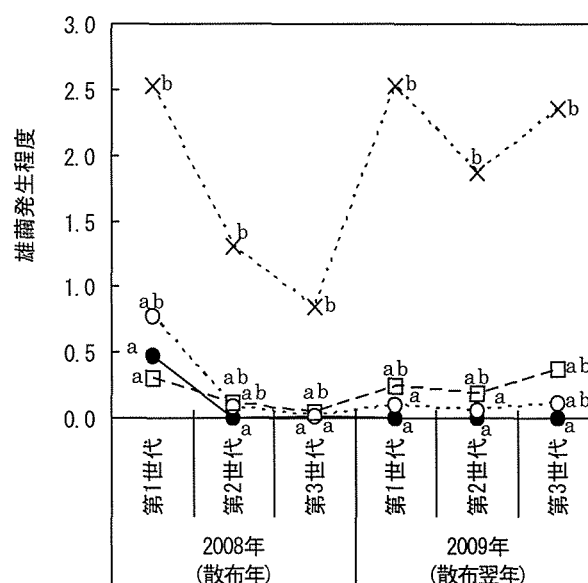


図 12 ピリプロキシフェン MC 剤の散布濃度がクワシロカイガラムシ雄繭発生程度の推移に及ぼす影響 (2008 年散布)

注) ●:1000 倍希釈, ○:1500 倍希釈, □:2000 倍希釈, ×:無散布.

6. 大規模実証試験

農家が栽培管理する茶園における供試薬剤の効果を確認するために、農家茶園において雄繭発生程度の推移を調査した結果を図13に示した。供試薬剤区の発生程度は、散布直後の第1世代では無散布区と有意な差はみられなかったが、第2世代以降、散布翌年の第3世代まで有意に少なく推移した(Mann-WhitneyのU検定, $P<0.01$)。

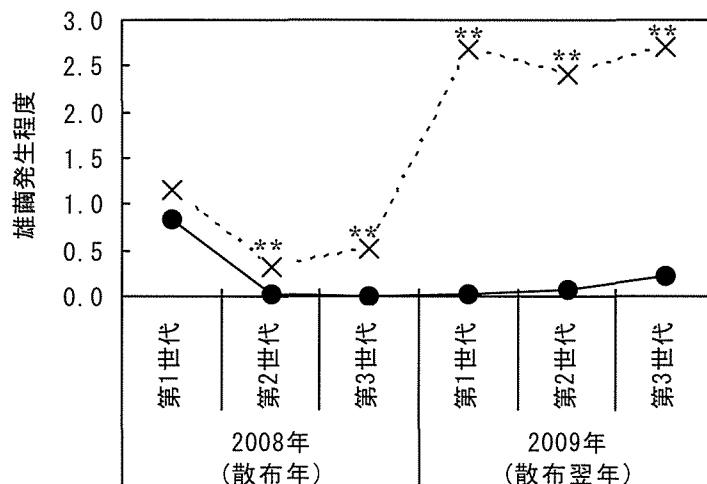


図 13 農家ほ場におけるピリプロキシフェン MC 剤散布後のクワシロカイガラムシ雄繭発生程度の推移 (2008 年散布)

注) ●:ピリプロキシフェン MC 剤, ×:無散布. 図中の**は, 同一世代の処理区間に有意差があることを示す (Mann-Whitney の U 検定, $P<0.01$).

考 察

供試薬剤は散布直後の第1世代に対する密度抑制効果は不安定であったが, 全ての試験において第2世代から散布翌年の第3世代まで本害虫の発生を抑制した。また, 試験 No.1~3 における供試薬剤区の雄繭発生程度は, 散布翌年においても対照薬剤区と同等の密度で推移した。現地茶園でも散布直後の第1世代を除き, 第2世代から散布翌年の第3世代まで密度抑制効果が認められた。これらのことから, 本剤の見かけ上の密度抑制効果は, 散布後約2年間持続する可能性があると考えられた。

茶園内の枝条を用いて残効期間を調べた試験における補正死亡率は, 第1世代で98.0%と高く, 第2世代ではやや低下したものの78.0%を示し, 第3世代においても20.6%であった。諫山・津田(2008)は本剤の残効期間をポット植えの茶樹で調査し, 処理後100~150日間は高い密度抑制効果が持続することを確認している。本試験における卵接種は, 第1世代は薬剤処理79日後, 第2世代は151日後, 第3世代では205日後であった。供試した枝の状態や試験条件は異なるが, 本試験でも150日程度の残効期間が確認された。前述のように, 本剤は2年余りの長期にわたる密度抑制効果がみられたが, これは散布当年の第1世代と第2世代の幼虫寄生密度が著しく減少し, その後の密度上昇に数世代を要したためと推察される。

小澤ら(2009a)はピリプロキシフェン剤を1月31日と3月10日に散布した場合, 散布直後の第1世代に限れば散布日の早晚は影響ないと述べている。本試験では1月27日と3月23日に散布したが, どちらの時期に散布しても散布翌年の発生程度は同程度であったことから, 1月下旬から3月下旬の期間に限れば, 散布当年に限らず散布翌年も密度抑制効果に散布日の早晚は影響しないと考えられた。

供試薬剤散布と散布翌年の中切り処理が発生程度に及ぼす影響について検討した試験では、中切りを樹高の約50%の高さで行った。小澤(2006)は樹高50%の深さで中切りした場合、雌成虫の除去率は約60%となり、中切りによる物理的な防除効果は高いと述べている。本試験でも、無散布区の発生程度は、中切り当年は低密度で推移したものの翌年は増加に転じた。一方、供試薬剤の散布翌年に中切りした場合、中切り翌年まで発生程度は低密度で推移した。このことから、本剤散布と散布翌年の中切りを組み合わせることで、さらに長期間、発生程度を抑制できる可能性が示唆された。なお、散布当年に中切りした場合に同様の効果があるかどうかについては、今後の検討を待ちたい。

これまで、クワシロカイガラムシの薬剤防除には、樹冠内の枝条に薬剤が均一に付着するように1,000L/10aもの薬液が必要とされてきた(片井・小澤, 2006)。本害虫防除にかかる多大な労力やコストを削減するには、散布液量を減らすか、もしくは薬剤の濃度を薄くする必要がある。そこで、薬剤散布量を通常の7割に削減した場合の防除効果を検討した。その結果、1,000L/10a散布と700L/10a散布では同程度の高い防除効果を示した。このことから、本剤の利用は従来より散布量を削減できる可能性が示唆された。ただし、本試験は乗用型防除機による結果であるため、様々な散布器具が使用されている手散布でも散布量の削減が可能であるかは、別途、検討が必要である。薬液の付着量が不均一であった可能性がある700L/10a散布においても本剤の効果が高く、散布直後の第1世代では発生程度の抑制効果が不安定な事例(試験3や試験6)がみられるものの、第2世代以降の発生程度はいずれの試験においても少なかった。この理由として、Itohら(1994)のネッタイシマカ(*Aedes aegypti*)成虫や中村ら(2007)のタバココナジラミ(*Bemisia tabaci*)成虫におけるピリプロキシフェンの昆虫による運搬事例が報告されているので、樹冠内に生息している昆虫等がピリプロキシフェンを枝条に拡散している可能性もある。一方、供試薬剤の濃度を、適用濃度(1,000倍希釈)の0.67倍(1,500倍希釈)または0.5倍(2,000倍希釈)に薄めて散布した試験では、濃度が低くなるほど散布翌年の防除効果が低下する傾向はみられるものの、全ての濃度で散布翌年まで高い密度抑制効果が維持された。これは、本剤の基礎活性が高いためと考えられた。しかし、薬剤の濃度を薄めて散布することは、感受性低下を引き起こす可能性がある。本害虫でも薬剤感受性の低下が一部の薬剤において指摘されている(小澤, 2010)ことから、農家への指導に当たっては、適用濃度を遵守させる必要があるだろう。

以上のように、ピリプロキシフェン剤を冬期に散布すると、散布後2世代の幼虫生育を阻害し、クワシロカイガラムシの発生程度を散布翌年まで抑制できること、さらに、散布翌年に中切りを行うことで散布翌々年までクワシロカイガラムシを抑制できる可能性が示された。また、散布薬量の削減も可能であることが示された。これにより、散布毎に必要なであった幼虫ふ化期の把握が不要であること、隔年散布で本害虫を低密度に維持できる可能性があることから、省力的なクワシロカイガラムシ防除技術として活用できることが明らかとなった。なお、本剤の適用内容は、希釈倍数 1,000 倍、散布液量 1,000L/10a(2011 年 7 月 20 日現在)である。

第2章 チャのダニ類に対するマシン油乳剤の効果的利用法

茶樹に寄生するダニ類として我が国では9種類が知られ(日本応用動物昆虫学会編, 2006), これらのなかではカンザワハダニの発生量が最も多く, 被害も大きい。本種は一部の殺ダニ剤に対して感受性が低下している(小澤・劉, 2006; 西島, 1994; 小澤, 1994; 小澤, 2005)ことから, 効率的, かつ抵抗性の発達を回避させるような防除体系の開発が急務となっている。また, 1995年頃よりチャノナガサビダニによる被害が一番茶の収穫後期や二番茶期に多くなり, 要防除害虫としての重要度が高まりつつある(松田ら, 2000)。本害虫は微小であるため肉眼での確認は難しく, 被害が生じてから寄生に気づき, 防除が手遅れになる場合が多い。このため, 本種に対しては多発生とならないように予防的な防除対策を講じる必要がある。

マシン油乳剤は, 日本において1948年に農薬として登録され, チャではハダニ類のほか, カンザワハダニ, クワシロカイガラムシ, チャトゲコナジラミ*Aleurocanthus camelliae* Kanmiya & Kasaiに適用があるが, チャノナガサビダニに対する防除効果が評価された事例は少ない(長ヶ原, 2008)。これらの薬剤は有機JAS制度で利用可能な農薬であり, 人畜に対する毒性が低く, 天敵類に対して悪影響が少ないこと(小澤ら, 2004; 伊澤ら, 2000; 橋本ら, 1985)から, その効果を評価し, 効果的な使用方法を検討することは重要である。

マシン油乳剤のカンザワハダニに対する薬剤感受性を調査した事例では, 感受性が低下した報告はない(西島, 1994; 小澤, 2005)。このため, 福岡県においては1990年頃より越冬期のカンザワハダニ防除剤として晩秋期に散布されてきた(福岡県, 1990)。また, 近年上市されている殺ダニ剤と比較して安価であることから, 有機栽培農家だけでなく, 慣行栽培農家の関心も高い。しかし, 本剤の晩秋期散布は赤焼病の発生を著しく助長する場合があります(長ヶ原, 2008; 富濱, 2009a), 現在は赤焼病の発生が危惧される地域では本剤を使用しないよう指導している。そこで, 赤焼病の発生を助長する可能性が低いと考えられる3月中旬以降(長ヶ原, 2008)に散布した場合の有効性を検討する必要がある。ただし, この時期は一番茶の摘採を控えているため, 収穫する茶葉にマシン油が残留した茶葉が混入することにより, 浸出液に油膜が形成される可能性が危惧される。

そこで, まず, チャノナガサビダニに対するマシン油乳剤の防除効果を明らかにし, 次に一番茶萌芽前に本剤を散布した場合のチャノナガサビダニとカンザワハダニに対する密度抑制効果を検討した。さらに, 一番茶収穫期の新芽や古葉乾燥物の熱湯浸出液における油膜形成について調査した。

材料と方法

試験は八女分場内の成木園にて実施した。供試した茶園はすべて秋整枝(供試前年の10月中旬)を行い, 秋冬期には殺ダニ剤を散布しなかった。

1. チャノナガサビダニに対するマシン油乳剤の防除効果

マシン油乳剤のチャノナガサビダニに対する基礎的な殺虫活性を調査するため, 本虫が発生した2004年に, ‘やぶきた’(1993年定植)を用いて試験した。マシン油乳剤区にはマシン油97.0%乳剤(商品名:ハーベストオイル, (株)バイエルクロップサイエンス社), クロルフェナピル水和剤区にはクロルフェナピル10.0%水和剤(商品名:コテツフロアブル, (株)日本農薬)を, 水道水を用いてそれぞれ100倍および2,000倍に希釈して使用した。薬剤は2004年8月11日に, 10a当たり400L相当量を

小型動力噴霧器で処理した。なお、試験区の規模は、1区5.4m²(1.8m×3m)の3反復とした。

チャノナガサビダニの虫数調査は、8月11日の処理前、処理7日後の8月18日、処理14日後の8月25日に行った。各区から新芽20本を任意に採取し、上から第3位葉の葉裏に寄生する成若虫数を実体顕微鏡下で計数した。また、防除率を次式(浜村, 1996)により算出した。

$$\text{防除率(\%)} = (1 - (\text{Cb} / \text{Tb}) \times (\sum_{i=1}^n \text{Ta} / \sum_{i=1}^n \text{Ca})) \times 100$$

ここで、i: 処理後i回目調査(i=1~2), Cb: 無処理区の処理前生息数, Tb: 薬剤処理区の処理前生息数, Ta: 薬剤処理後i回目調査時の処理区の生息数, Ca: 処理後i回目調査時の無処理区の生息数を示す。

2. 一番茶萌芽前散布によるチャノナガサビダニとカンザワハダニの密度抑制

一番茶萌芽前のマシン油乳剤処理がチャノナガサビダニとカンザワハダニの寄生密度に及ぼす影響を検討するため、‘おくみどり’(1992年定植)と‘さえみどり’(1992年定植)の2茶園に、マシン油乳剤を散布した。本剤を一番茶の萌芽前(一番茶の萌芽日は‘おくみどり’では2005年4月15日, ‘さえみどり’では2005年4月6日)である2005年3月16日に散布したマシン油3月区と、一番茶摘採後の5月17日に散布したマシン油5月区を設けた。マシン油乳剤は前述の剤を、前述の方法で処理した。なお、対照として慣行区を設定した。慣行区では、福岡県八女地域の栽培暦に準じて3月16日にクロフェンテジン40.0%水和剤(商品名: カーラフロアブル, (株)日本農薬), 一番茶摘採後の5月17日にビフェナゼート20.0%水和剤(商品名: マイトコーネフロアブル, (株)日産化学工業)を、それぞれ2,000倍および1,000倍に希釈し、前述の方法で処理した。試験規模は1区9m²(1.8m×5m)の3反復とした。

チャノナガサビダニの虫数は‘おくみどり’で調査した。処理直前の2005年3月16日、処理後の3月31日、4月15日、4月27日、5月6日、5月16日、5月23日、5月30日、6月7日、6月16日に成若虫数を調査した。カンザワハダニの虫数調査は、‘おくみどり’ではチャノナガサビダニの調査と同時(3月31日と6月16日を除く)に行い、‘さえみどり’では3月16日(処理前)、5月17日、5月24日、5月30日、6月13日、6月20日に行った。チャノナガサビダニは、一番茶摘採までは樹冠面から任意に採取した成葉20枚、一番茶摘採後は一番茶の残葉20枚を任意に採取し、葉裏に寄生する成若虫数を実体顕微鏡下で計数した。カンザワハダニは、一番茶摘採までは樹冠面と裾葉から各25枚の成葉を、一番茶摘採後は樹冠面のみから一番茶の残葉50枚を任意に採取し、実体顕微鏡下で葉裏に寄生する各生育ステージの個体数を調査した。なお、一番茶の摘採日は‘おくみどり’では5月12日, ‘さえみどり’では5月4日であり、‘さえみどり’の二番茶摘採日は6月20日であった。

3. 一番茶萌芽前に散布したマシン油乳剤の残留状況

一番茶萌芽前にマシン油乳剤を散布した場合の新芽への薬剤残留状況を調査するため、‘やぶきた’(1993年定植)を用いて、2007年の3月から5にかけて試験した。前述したマシン油乳剤を20倍、30倍、50倍、80倍、100倍に希釈して、前述の方法で3月12日に処理した。また、80倍と100倍に希釈して処理した区では降雨の影響を排除するためにビニールでトンネル被覆する区も設けた。試験規模は1区7.2m²(1.8m×4m)の3反復とした。露地では5月8日(散布54日後), ビニール被覆では5月1日(散布47日後)に新芽30本と古葉30枚を任意に採取し、新芽は1分、古葉は3分間蒸熱後、60℃の通風乾燥機で24時間乾燥し、分析まで窒素充填して4℃に保管した。

また、マシン油乳剤の古葉における残留状況の推移を調べるため、本剤を50倍および100倍に希釈して3月12日に処理した露天栽培茶園から、3月16日、3月26日、3月28日、3月30日、4月2日、4月4日、4月10日、4月13日、4月16日、4月17日、4月19日、4月23日、4月24日、5月1日に古葉30葉を任意に採取し、前述の方法で処理後に保管した。

茶葉におけるマシン油乳剤の残留状況調査は、保管していた古葉もしくは新芽3.0gを審査茶碗に入れ、熱湯を200mL注いで5分間静置後、浸出液の表面に形成された油膜を肉眼で観察し、油膜の形成量を表11に従って指数化した。

表11 油膜指数の判別基準

指数	判別基準
0	全く油膜がない
0.5	注視すれば、ごく小さな油膜が認められる
1	注視すれば、油膜が認められる
2	茶碗の縁に幅1mm以下の油膜が部分的に認められる
3	茶碗の縁、全周に幅1mm程度の油膜が認められる
4	指数3より大きな油膜が認められる

4. 統計解析

チャノナガサビダニとカンザワハダニの寄生虫数は、100葉当たりの寄生虫数を対数変換($\log_{10}(\text{寄生虫数} + 0.5)$)後に検定に使用した。チャノナガサビダニに対するマシン油乳剤の防除効果は、重複測定分散分析により有意差の有無を判定し、処理前と処理14日後はそれぞれTukey-KramerのHSD検定を用いて多重比較検定を行った。一番茶萌芽前散布によるチャノナガサビダニとカンザワハダニの寄生虫数については、処理前、一番茶と二番茶の摘採直前にあたる各調査日について、それぞれTukey-KramerのHSD検定を用いて多重比較検定を行った。一番茶摘採日の新芽と古葉の油膜指数は、それぞれ一元配置分散分析を行い、新芽についてはTukey-KramerのHSD検定を用いて多重比較検定を行った。

結 果

1. チャノナガサビダニに対するマシン油乳剤の防除効果

新芽における薬剤処理時のチャノナガサビダニ成若虫の寄生葉率は各区の平均で53.3%であり、散布前の成若虫数には処理区間に有意差はみられなかった(Tukey-kramer test, $P>0.05$)。薬剤処理前後における100葉当たり成若虫数の推移を図14に、防除率を表12に示した。寄生虫数は薬剤処理により有意に少なく推移した(重複測定分散分析, $P<0.01$)。寄生虫数は薬剤処理後に急激

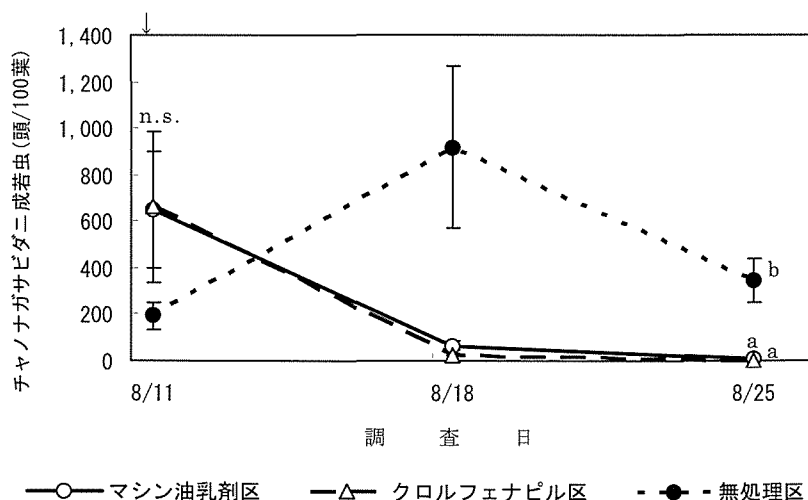


図14 マシン油乳剤処理後のチャノナガサビダニの密度推移

(2004年)

注) 図の上部に示した↓印は殺ダニ剤散布日、バーは標準誤差($n=3$)を示す。同一調査日の異なる英文字は処理区間に有意差あり(Tukey-Kramer test, $P<0.05$)。

に減少し、処理7日後にはマシン油乳剤区では63.3頭、クロルフェナピル区では26.7頭となり、処理14日後には前者で8.3頭、後者で3.3頭まで減少した。マシン油乳剤の防除率は処理7日後では98.0%、14日後では98.3%と高く、クロルフェナピルとほぼ同程度であった。

表12 チャノナガサビダニに対するマシン油乳剤の防除率

供試薬剤 (成分%)	希釈倍率	薬剤処理後日数	
		7日後	14日後
マシン油乳剤 (97.0%)	100倍	98.0%	98.3%
クロルフェナピル水和剤 (10.0%)	2,000倍	99.2%	99.3%

2. 一番茶萌芽前散布のチャノナガサビダニに対する密度抑制効果

100葉当たりのチャノナガサビダニ密度の推移を図15に示した。試験開始時の寄生葉率は各区の平均で32.5%、平均寄生虫数は595.4頭であり、処理区間に有意差はみられなかった (Tukey-Kramer test, $P>0.05$)。

3月16日の調査開始以降、無処理区では成若虫数の増加がみられたが、マシン油3月区における成若虫数は減少し、3月31日 (処理15日後)と4月15日 (処理30日後)には0.0頭、4月27日は40.0頭であり、無処理区や慣行区より少なかった。一番茶の摘採期にあたる5月6日の調査では138.3頭であり、無処理区の2.2%と少なかった。一番茶摘採後は調査部位を成葉から一番茶の摘採残葉に変更したため、みかけ上虫数の急激な増加がみられた。無処理区の虫数は5月16日には32,193頭であったが、マシン油3月区では390頭と無処理区の1.2%に過ぎなかった。一番茶摘採後の調査でも無処理区より少なく推移した。

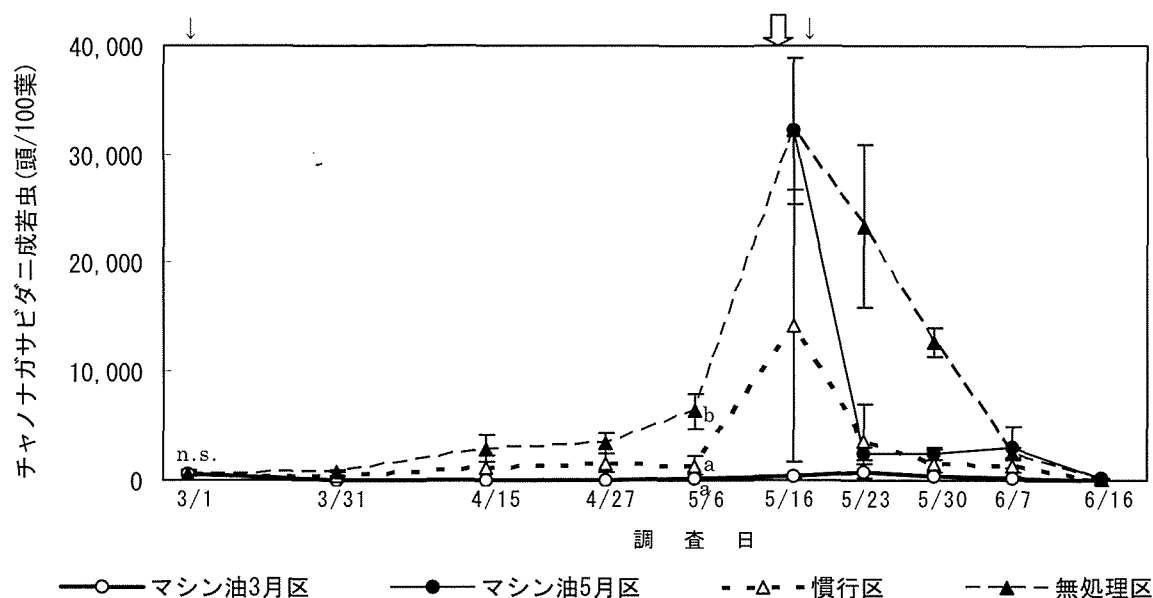


図15 マシン油乳剤処理後のチャノナガサビダニの密度推移 (2005年)

注) バーは標準誤差 ($n=3$. ただし、無処理区の3月16日から5月16日まででは $n=6$), 図上部の↓印は殺ダニ剤の散布日, ↑印は摘採日を示す。摘採日までは成葉, それ以降は一番茶の残葉を調査した。同一調査日の異なる英文字は処理区間に有意差あり (Tukey-Kramer test, $P<0.05$)。

マシン油5月区では5月17日に薬剤処理を行ったが、この時点における無処理区のチャノナガサビダニの寄生葉率は98.3%、寄生数は32,193頭であった。マシン油5月区の寄生虫数は処理7日後で2,542頭、14日後で2,482頭であり、無処理区の23,358頭、12,710頭と比較して1～2割程度に減少した。

3. 一番茶萌芽前散布のカンザワハダニに対する密度抑制効果

品種‘おくみどり’における100葉当たりのカンザワハダニ密度の推移を図16に示した。試験開始時の生育ステージ別密度は処理区間に有意差はみられなかった(Tukey-Kramer test, $P>0.05$)。

無処理区における成虫数は、3月16日には2.3頭であったが、約1カ月後の4月15日には6.0頭、4月27日には31.0頭、一番茶摘採期の5月6日には57.7頭と緩やかに増加した。一番茶摘採後は調査部位を成葉から一番茶の摘採残葉に変更したためみかけ上虫数が急激に減少し、5月16日には10.7頭となった。その後再び緩やかに増加し、5月23日には12.0頭、5月30日には20.7頭となった。マシン油3月区と慣行区の成虫数も無処理区と同様の増加や減少を示したが、無処理区の虫数より少なく推移した。マシン油3月区の成虫数は、摘採期に当たる5月6日には無処理区の7割程度まで密度が上昇したが、その他の調査日ではいずれも無処理区の1割程度と少なかった。マシン油3月区における幼若虫数や卵数も成虫数と同様に無処理区より少なく推移した。最も密度が高かった5月6日の幼若虫数は無処理区の12%、卵数は32%であった。また、マシン油5月区の幼若虫数や卵数も、薬剤処理後は無処理区より少なく推移した。

品種‘さえみどり’における薬剤処理後のカンザワハダニの密度推移を図17に示した。試験開始時(3月16日)の生育ステージ別密度の処理区の平均は成虫1.0頭、幼若虫0.0頭、卵1.3個であり、処理区間に有意差はみられなかった(Tukey-Kramer test, $P>0.05$)。

試験開始2カ月後の5月17日における成虫数は、無処理区では30.7頭であったのに対し、マシン油3月区では10.0頭、慣行区では16.0頭と少なかった。その後、調査を終了した6月20日までの期間では、マシン油3月区とマシン油5月区の成虫数は無処理区と同程度で推移し、二番茶摘採期の6月20日には有意差がみられなかった。一方、慣行区の成虫数は5月24日以降、無処理と比較して少なく推移した。

マシン油3月区における幼若虫数は、5月17日の調査では無処理区の15%と少なかった。マシン油3月区とマシン油5月区における5月24日以降の幼若虫数は、無処理区の5割以下で推移した。一方、慣行区の幼若虫数は5月24日以降、他の処理区より少なく推移した。

マシン油3月区における卵数は、5月24日以降、無処理区の6%～41%と調査時期により差はみられるが少なく推移した。マシン油5月区の卵数は、薬剤散布1週間後の5月24日には無処理区の1割程度に減少し、その後の調査でも少ない傾向がみられた。慣行区の卵数は5月24日以降、無処理区より低密度で推移した。

4. 一番茶萌芽前に散布したマシン油乳剤の残留状況

マシン油乳剤を一番茶萌芽前の3月12日に処理し、古葉における油膜指数の推移を摘採日まで調査した結果と調査期間中の日別降水量を図18に示した。薬剤処理後から試験期間が終了する5月8日までの累積降水量は244mmであった。

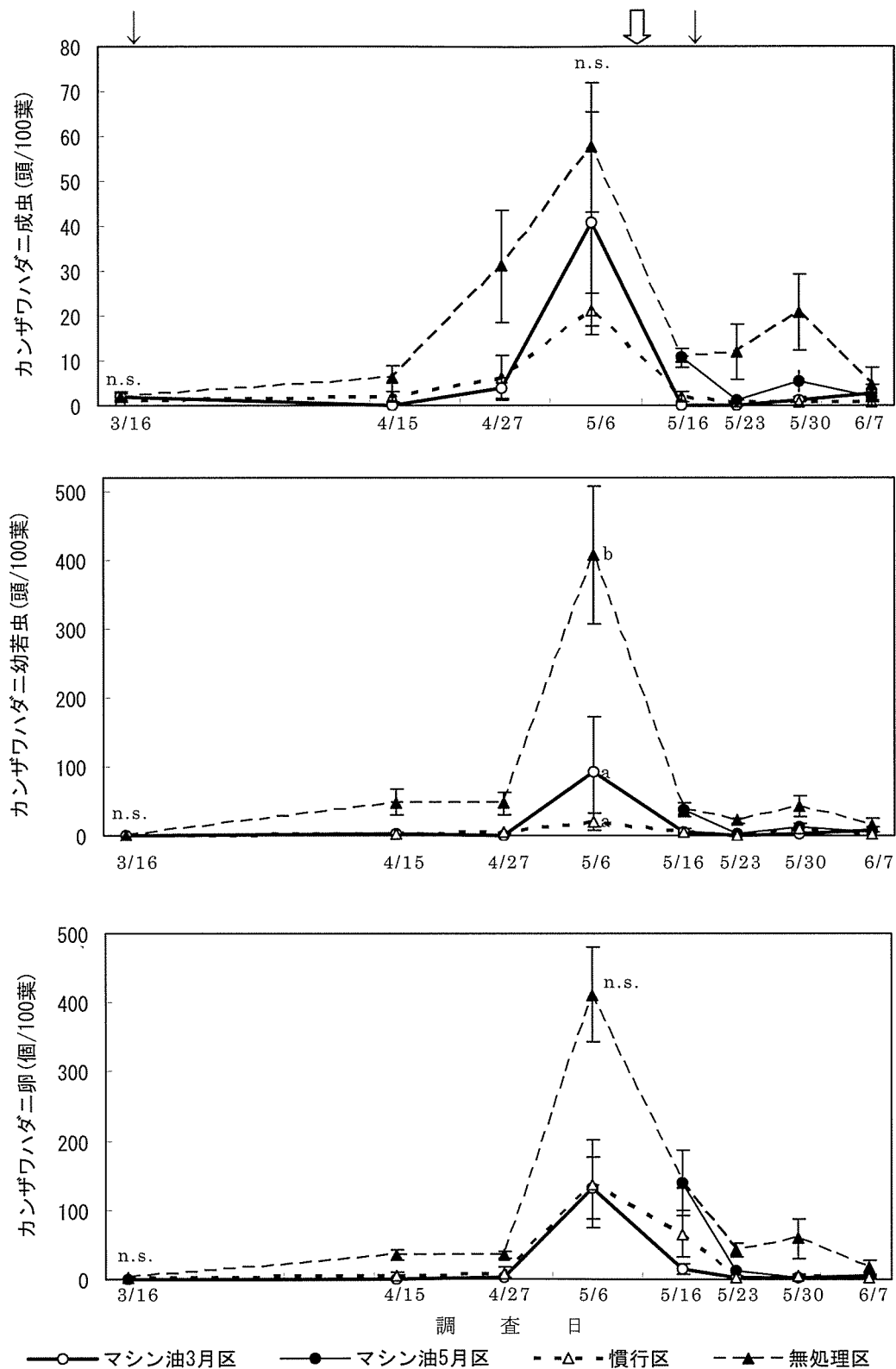


図 16 マシン油乳剤処理後のカンザワハダニの密度推移
(2005 年, 供試品種 ‘おくみどり’)

注) バーは標準誤差 ($n = 3$. ただし, 無処理区の3月16日から5月16日までには $n = 6$), 図上部の ↓印は殺ダニ剤の散布日, ⇓印は摘採日を示す. 摘採日までは樹冠面と裾葉の成葉, それ以降は一番茶の残葉を調査した. 同一調査日の異なる英文字は処理区間で有意差あり (Tukey-Kramer test, $P < 0.05$).

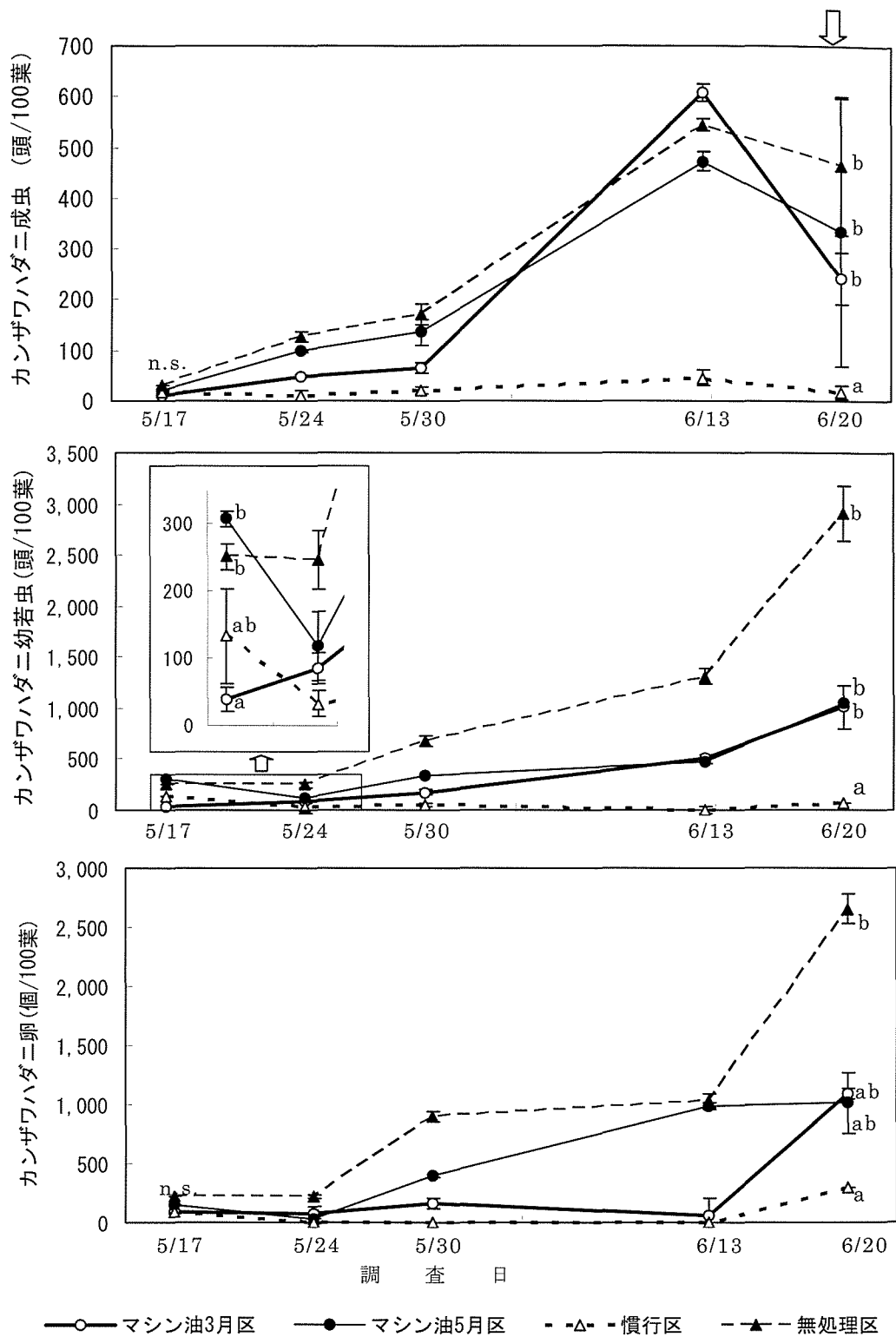


図 17 マシン油乳剤処理後のカンザワハダニの密度推移

(2005 年, 供試品種 'さえみどり')

注) バーは標準誤差 ($n = 3$), 図上部の ↓ 印は殺ダニ剤の散布日, ⊥ 印は摘採日, 図中の ⊐ は下部を拡大して上部に示した. 同一調査日の異なる英文字は処理区間で有意差あり (Tukey-Kramer test, $P < 0.05$).

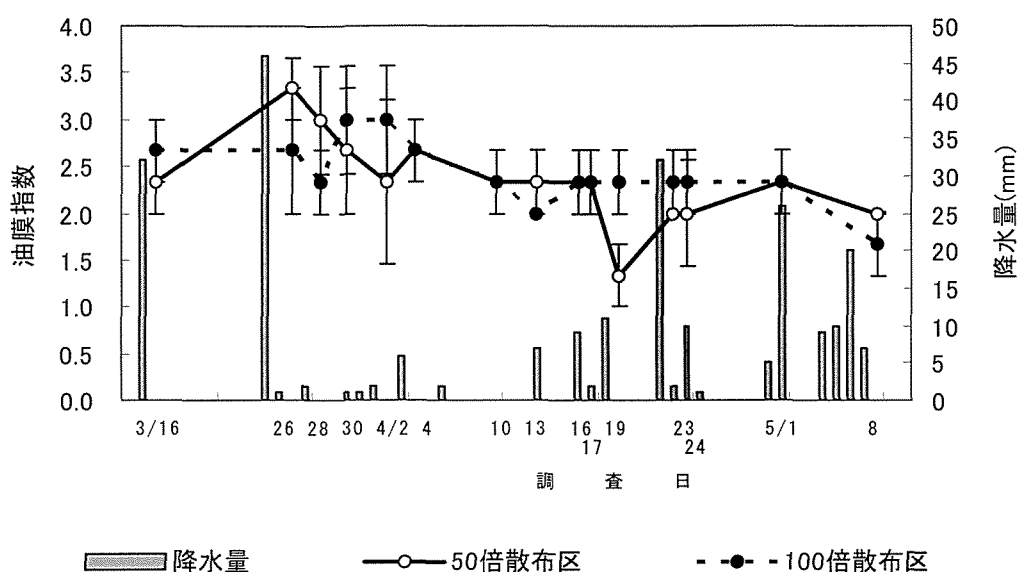


図 18 マシン油乳剤を処理した古葉における油膜指数の推移（2007 年）

注）供試品種は‘やぶきた’．マシン油乳剤の散布は3月12日．バーは標準誤差を示す($n=3$)．

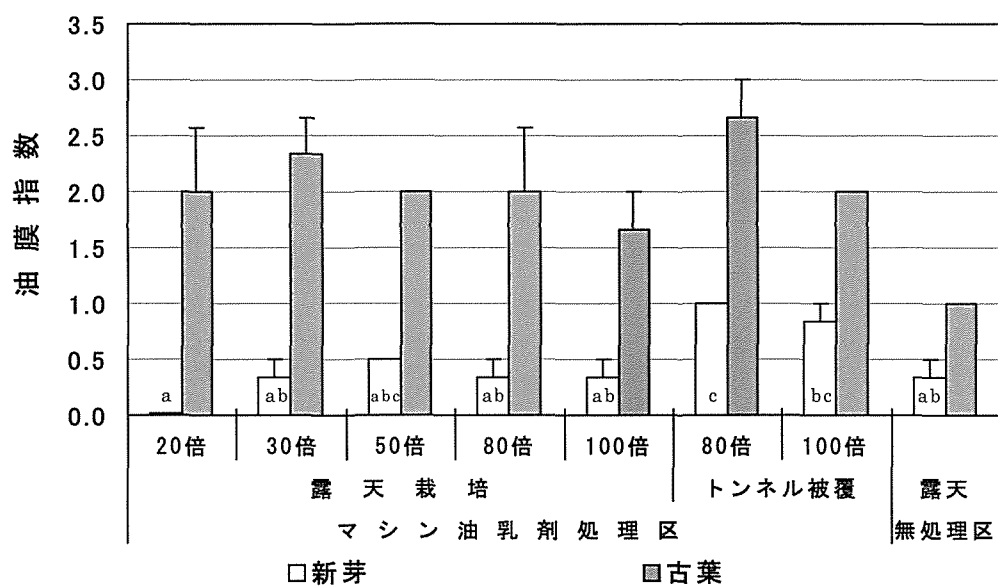


図 19 マシン油乳剤の処理濃度と雨よけ処理が茶葉の油膜指数に及ぼす影響

注）供試品種は‘やぶきた’．バーは標準誤差を示す($n=3$)．新芽における異なる英文字は処理区間で有意差あり(Tukey-Kramer test, $P<0.05$)．

処理 3 日後の 3 月 15 日に 32mm の降雨があり、その翌日に採取した古葉における油膜指数は 50 倍散布区で 2.3, 100 倍散布区で 2.7 であった。50 倍散布区では処理 38 日後である 4 月 19 日の 1.3, 100 倍散布区では処理 57 日後である 5 月 8 日の 1.7 を除き、古葉の油膜指数は摘採日の 5 月 8 日まで 2.0 から 3.0 の間の高い値で推移した。露天栽培では薬剤処理 57 日後、トンネル被覆では処理 50 日後の摘採日における新芽および古葉の油膜指数を図 19 に示した。一番茶の新芽では、マシン油乳剤を処理せず露天栽培した無処理区でもわずかに油膜がみられ、油膜指数は 0.3 であった。薬剤の希釈倍率を変えて処理し、露天栽培した区の油膜指数は 0.0 から 0.5 の範囲にあり、無処理と有意差はみられなかった (Tukey-Kramer test, $P>0.05$)。一方、トンネル被覆した場合、新芽の油膜指数は 80 倍処理で 1.0 と無処理より有意に高く ($P<0.05$)、100 倍処理では 0.83 と高い傾向を示した。

一番茶摘採時の古葉における油膜指数は、露天栽培では処理濃度にかかわらず 2.0 程度のレベルであり、有意差はみられないものの無処理の 1.0 より高い傾向を示した。また、ビニールで被覆して降水の影響を排除したトンネル被覆では露天栽培より油膜指数がやや高い傾向を示した。

考 察

福岡県におけるチャノナガサビダニの発生は、4 月頃から増加し、5 月に密度がピークに達する (松田ら, 2000; 清水ら 1999)。本試験でも無処理区の寄生密度は 4 月中旬から増加を始め、5 月中旬にピークに達しており、同様の傾向を示した。本試験では、無処理区における 100 葉当たりの寄生虫数は 30,000 頭を超え、寄生葉率は 98.3% と甚発生状態となった。寄生密度がピークに達した 5 月中旬にマシン油乳剤を散布することで、散布 7 日後の寄生数は無処理区の 1 割程度に減少した。これに対して、マシン油乳剤を寄生密度が増加する前の 3 月に散布した場合、4 月下旬から寄生密度の増加がみられはじめるものの、一番茶の摘採期にあたる 5 月上旬の寄生密度は無処理区の 1.2%, 寄生密度がピークに達した 5 月下旬でも無処理区の 4% 以下に過ぎなかった。松田ら (2000) は本虫に効果の高いクロルフェナピルを 3 月下旬の一番茶萌芽前に散布することで、一、二番茶の新芽生育期の寄生虫数を顕著に抑制し、一、二番茶芽の被害を回避できることを報告している。また、長ヶ原 (2008) はマシン油乳剤の 3 月散布はチャノナガサビダニの密度を速やかに低下させ、一番茶摘採期まで低密度に抑制できることを報告している。本試験でもマシン油乳剤を 3 月中旬に散布すると、二番茶の摘採期である 6 月中旬まで本虫の発生量は顕著に抑制された。これらのことから、本虫の密度が増加し始める前の 3 月にマシン油乳剤を散布することで、一番茶期から二番茶期の密度を抑制できる可能性が示唆された。

本試験では、マシン油を一番茶萌芽前に散布したところ、その後 2 カ月以上、カンザワハダニの寄生密度は低く推移した。また、本剤を一番茶摘採後に散布すると‘さえみどり’では幼若虫数と卵数の減少、‘おくみどり’では全生育ステージにおいて寄生密度の低下が一時的ではあるが観察された。これらのことから、マシン油乳剤はカンザワハダニの各生育ステージに対して密度抑制効果があることが示唆された。マシン油乳剤の殺虫作用は、ダニの体表面を覆い窒息死させることにあると考えられている (南川・刑部, 1979) が、ミカンハダニではその他に成虫の生存期間の短縮、産卵数の低下、逃亡虫の増加など生理的な作用が認められている (足立ら, 1979; 大久保, 1982)。今後、本剤のチャへの散布がカンザワハダニの各生育ステージに対してどのような作用を示すのか、より詳細な研究が望まれる。

八女地域では通常 6 回 7 成分の殺ダニ剤散布が指導されている (八女地域農業振興推進協議会

特産部会, 2009)が、実際はこの他に有機リン剤や合成ピレスロイド剤などがダニ防除のために使用されている。散布回数の増加は薬剤費の増加に直結するだけでなく、現在は高い効果を示す殺ダニ剤でも過去の事例(小澤・劉, 2006; 西島, 1994; 小澤, 1994; 小澤, 2005)が示すように、カンザワハダニが抵抗性を獲得する可能性は高い。これを回避するために、殺ダニ剤については、異なる系統のローテーション散布の重要性が指摘されている(小澤, 2005)。殺虫作用が化学合成農薬と異なり、抵抗性が発達しにくいとされるマシン油乳剤の利用は、薬剤感受性の低下を回避できる有効な手段の一つと考えられる。

茶葉には油脂が含まれていることから、茶園に散布したマシン油乳剤の残留量を定量するのは困難である。また、新芽に本剤を散布した場合には、荒茶浸出液の表面に油のような油膜が形成されることがある(日本植物防疫協会編, 1982)。堀江ら(2002)は、“油”のようにも観察される油膜が、ウーロン茶ほど多くないものの緑茶においても生成されると述べている。本試験においても、注視しないとわからない程度ではあるが、無処理区の新芽や古葉の熱湯浸出液には油膜が形成されていることが観察された。

マシン油乳剤を一番茶萌芽前に処理した場合、古葉では摘採日においても本剤は残留している可能性が示された。一方、新芽においては無処理と同程度の油膜形成量であり問題ない程度であった。これは、本剤の散布時が萌芽前であることから、薬剤が付着した包葉の多くは摘採時には脱落し、残っている場合でも摘採面より低い位置にあるため、機械では摘採されないことが理由として考えられる。しかし、降雨の影響を排除した場合、新芽における油膜形成量はわずかに多かった。ただし、無処理区の古葉と同程度の形成量であることからマシン油乳剤に由来するものか、あるいは被覆によって生じたものかどうかは、今後さらに詳細に検討する必要がある。これらのことから、本剤を散布した場合、古葉が混入しないような摘採方法を採用する必要がある。可搬型摘採機を利用する場合は古葉が混入する可能性が高いため、細心の注意が必要である。しかし、近年、急速に普及しているクローラとバリカン刃を装備した乗用型摘採機は摘採精度が非常に高く、摘採時の古葉や赤茎の混入が少ない(鹿児島県ほか, 2001)。本機の利用により、古葉の混入リスクを減少させることが可能と考えられる。

以上のように、マシン油乳剤を3月の一番茶萌芽前に散布することで、チャノナガサビダニやカンザワハダニの密度を抑制でき、新芽にはマシン油の残留がほとんどみられないことが明らかとなった。本剤は有機JAS制度において散布が可能な数少ない殺ダニ剤の一つであるため、今後、ダニ対策に苦慮している茶の有機栽培における防除薬剤として利用できるものと考えられる。また、本剤を一番茶摘採後の5月に散布した場合でも両害虫に対する効果が認められた。このため、一番茶の萌芽前散布と一番茶摘採後の散布を組み合わせることで、二番茶期のダニ類の発生密度をさらに抑制できる可能性がある。

なお、今回の試験ではマシン油乳剤としてハーベストオイルを使用しているが、他のマシン油乳剤については粘度や複合物が異なることから、ダニ類に対する効果や茶葉での残留状況については、同様の検討が必要である。また、茶葉由来の油分とマシン油由来の油分を区別することができないため、どちらかの油分を正確に測定する技術の確立が望まれる。

第3章 化学合成農薬に頼らない防除法

農薬を全く使用しない無農薬栽培において、一番茶は害虫の発生が少なくあまり問題となっていない(後藤ら, 1995; 白木・大橋, 1992)が、一番茶摘採後から9月中旬までは病虫害の発生が多く、何らかの防除法確立が課題となっている。

物理的な防除技術としては、近紫外線反射フィルムマルチや光反射テープの活用が検討された(小俣, 1998; 望月・本間, 2001)が、十分な防除効果を得るには至っていない。また、新芽加害性害虫であるチャノミドリヒメヨコバイやカンザワハダニの物理的除去を目的に送風式捕虫機が開発されている(深山ら, 2009)。さらに、散水施設と十分な水量が確保できる茶園では、水散布によりクワシロカイガラムシの防除が可能であり(佐藤, 2007)、南九州の一部茶園では普及しつつある。しかしながら、防虫ネット被覆による害虫防除法については、主として野菜類で検討が行われ、害虫の種類によって有効な目合いや被覆期間、被覆方法が異なることが報告されているが(小寺, 1992; 熊倉ら, 2003; 村井, 1999)、チャではこれまで検討されていない。そこで、チャ栽培において防虫ネットを利用する場合の効果的な被覆時期や資材の種類、また、各種害虫に対する防除効果を検討した。

化学合成農薬が利用できないチャの有機栽培においては、有機JAS制度で利用可能な交信攪乱剤の利用が可能である。チャの交信攪乱剤としては合成性フェロモン剤であるトートリルA剤(商品名: ハマキコン-N, 信越化学工業株式会社)が上市されている。本剤による防除を成功させるには、広い面積に設置することが必須条件である(小川・ウィツガル, 2005)が、福岡県におけるチャ栽培地域は中山間地から山間地の傾斜地に多く点在しており、1集団茶園の面積は1~5ha程度である。そこで、3ha程度の茶園でも有効な本剤の設置法について検討した。

一方、耕種的防除技術としては、整せん枝による炭疽病防除技術が過去に静岡県(後藤ら, 1996)や埼玉県(小俣, 2004)において検討されており、本病の発生を抑制できることが明らかとなっている。しかし、チャ栽培においては、地域ごとに摘採や整せん枝の時期や深さなどの管理や気象条件が異なるため、八女地域における整せん枝が炭疽病の発生に及ぼす影響を検討した。また、本病害に対しては天然物農薬である銅化合物が古くから殺菌剤として利用されており、ボルドー液のほか、塩基性塩化銅、塩基性硫酸銅、水酸化第二銅などを含有する製剤が市販されている(農薬ハンドブック1994年版編集委員会, 1994)。そこで、これらの防除効果を併せて検討した。

物理的な防除法として、果樹園では夜蛾類防除に黄色蛍光灯が利用されている。近年、野菜や花き栽培においても、夜間、黄色蛍光灯の点灯により夜蛾類が行動抑制もしくは忌避作用を示すため、被害が軽減される事例が確認されている(八瀬, 2004)。チャ栽培においてもチャノコカクモンハマキやチャノホソガを対象として黄色高圧ナトリウム灯の利用が検討され、被害が抑制される事例がみられている(村上・小野, 2003)。そこで、八女地域において黄色高圧ナトリウム灯による夜蛾類の防除効果をチャノホソガを対象として検討した。

第1節 防虫ネットの直がけによる茶主要害虫の防除

野菜や花き類における防虫ネットを利用した害虫防除法については数多くの検討がなされているが、チャではこれまで検討されていない。この理由として、チャは経営面積が広く、管理作業を行ううね間が約20cmと狭いうえに、被覆期間中も施肥や除草等の管理作業が必要であることが挙げられ

る。また、茶樹の仕立てや枝条の更新をはかるため、前回摘採面より低い位置で枝条や幹をせん除する作業が行われ、成葉が残る程度に浅くせん枝する「浅刈り」や地上30～50cmの幹の太いところでせん除する「中切り」などに区別される。これらのせん枝作業後は、新芽数が少ないことから集中的に害虫の加害を受けることが多く、特に有機栽培や無農薬栽培では壊滅的な被害を受けることがあるため、その対策が急務となっている。

本節では、まず、生産者に対して防除が困難な病虫害の聞き取り調査を行った。次に、茶園に直がけする防虫ネット資材の目合いや被覆開始時期について検討し、防除可能な害虫を明らかにした。

材料と方法

1. 有機または無農薬栽培実践者への聞き取り調査

有機または無農薬栽培を実践している生産者16名を対象に、2001年冬から2002年春にかけて、防除が困難で被害が問題となる病虫害を聞き取り調査した。なお、16名のうち、平坦地のみでチャを栽培している生産者は1名、中山間地のみ栽培している生産者は13名、平坦および中山間地両方で栽培している生産者が2名である。

2. 防虫ネットの目合いおよび被覆開始時期

試験は、2002年に八女分場内の茶園にて実施した。供試品種は‘やぶきた’（1992年定植）とし、一番茶摘採直後の5月9日に樹高48.5cmで中切り更新した（摘採面下40cm）。その一週間後（5月16日）に防虫ネットを被覆した。防虫ネットの被覆方法は、樹冠面だけでなく茶樹をすっぽり包むように直がけし、両端はひも、裾部はひもや洗濯ばさみを利用して2mおきにチャの枝条に固定した（図20参照）。使用した防虫ネットはチッソ（株）製のライトネット（透明）で、目合い0.6mm、1.0mmの2種類を供試した。防虫ネット内の温度はタバイエスペック（株）製の RT-11で測定した。

また、防虫ネットの被覆開始時期を中切り直後の5月16日のほか、再生芽の萌芽期である6月20日から、目合い1.0mmの防虫ネットを被覆する区を設けた。対照は無被覆（無防除）とし、1区9㎡（1.8m×5m）の3反復とした。被覆区は8月2日に防虫ネットを除去し、その日のうちに害虫による被害程度および再生芽の生育を調査した。なお、整枝量調査は樹高57.2cmで行い、チャノミドリヒメヨコバイによる被害度は次式により求めた。

$$\text{被害度} = \frac{\Sigma (\text{被害指数}^1) \times \text{芽数}}{\text{調査芽数} \times 3} \times 100$$

1) チャノミドリヒメヨコバイの被害指数

- 0:被害がない、もしくはあっても微細な吸汁痕である
- 1:軽微な葉の黄化が認められる葉を含む被害芽
- 2:1葉でも50%以上の黄化が認められる被害芽
- 3:1葉でも褐変、萎縮した葉が認められる被害芽

3. 中切り園における害虫防除効果

試験は2003年に八女分場内で品種‘おくみどり’（1992年定植）を用いて実施した。試験園は一番茶摘採後の5月15日に、樹高49cmで中切り更新した（摘採面下35cm）。防虫ネット区には、目合い1.0mmの防虫ネットを5月22日から7月31日まで直がけした。有機栽培区は有機JAS制度

で利用可能なピレトリン乳剤，慣行防除区は場内慣行の化学合成農薬により防除した(表13)。試験は1区19.8㎡(畝幅1.8m×11m)の3反復で実施した。

7月31日の被覆除去当日，害虫による被害芽率を調査した。チャノミドリヒメヨコバイは微細な吸汁痕がある葉，チャノキイロアザミウマは線状痕がある葉，チャノホソガは葉潜りおよび巻葉が認められる葉，ツマグロアオカスミカメ *Apolygus spinolae* (Meyer-Dür)，カンザワハダニ，ヨモギエダシヤク *Ascotis selenaria* (Denis et Schiffermüller) およびチャノコカクモンハマキはわずかな食害が認められる葉を含む芽を被害芽として計数し，被害芽率を求めた。

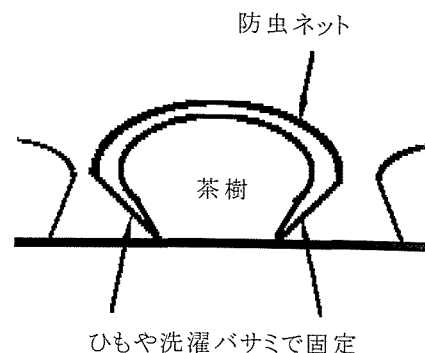


図 20 防虫ネットによる直がけの方法

表13 中切り茶園における慣行防除区と有機栽培区の農薬散布実績（2003年）

散布日	慣行防除区		有機栽培区	
	商 品 名	一 般 名	商品名	一般名
6月26日	パダンSG水溶剤	カルタップ塩酸塩水溶剤	除虫菊乳剤3	ピレトリン乳剤
7月9日	アドマイヤー水和剤 カスケード乳剤	イミダクロプリド水和剤 フルフェノクスロン乳剤	除虫菊乳剤3	ピレトリン乳剤
7月17日	—	—	除虫菊乳剤3	ピレトリン乳剤

4. 浅刈り園における害虫防除効果

試験は2003年に八女分場内で，品種‘めいりよく’（1992年定植）を用いて実施した。二番茶摘採後の6月17日に，樹高61cmで浅刈りし（摘採面下4cm），試験3と同様に6月17日から8月25日まで被覆した。なお，被覆後，再生芽が萌芽・伸育する時期には，週に1回程度，試験期間中に3回程度，防虫ネットは被覆したままの状態，再生芽が突き抜けているところのみを上方に指先でつまんで持ち上げ，ネットを突き抜けてくる芽が少なくなるように留意した。有機栽培区は 有機JAS制度で利用可能なピレトリン乳剤やBT水和剤，慣行防除区は場内慣行の化学合成農薬により防除した(表14)。

表14 浅刈り茶園における慣行防除区および有機栽培区の農薬散布実績（2003年）

散布日	慣行防除区		有機栽培区	
	商 品 名	一 般 名	商品名	一般名
7月9日	アドマイヤー水和剤 カスケード乳剤	イミダクロプリド水和剤 フルフェノクスロン乳剤	除虫菊乳剤3	ピレトリン乳剤
7月17日	—	—	除虫菊乳剤3	ピレトリン乳剤
8月1日	マトリックフロアブル	クロマフェノジド水和剤	—	—
8月4日	—	—	ゼンターリ顆粒水和剤	BT水和剤
8月19日	オルトラン水和剤	アセフェート水和剤	バシレックス水和剤	BT水和剤

5. 統計解析

各試験区における再生芽の性状と整枝量は、Tukey-kramer の HSD 検定を用いて多重比較を行い有意差を判定した。害虫による被害芽率と被害度は、角変換値を用いて Tukey-kramer の HSD 検定により多重比較を行い有意差を判定した。ただし、各区の分散が等しくない場合は、角変換値を用いて Kruskal Wallis test (Scheffe の対比較) により有意差を判定した。

結 果

1. 有機または無農薬栽培実践者への聞き取り調査

チャの有機または無農薬栽培に取り組んでいる生産者 16 名が問題とする病虫害を図 21 に示した。チャノミドリヒメヨコバイの被害に悩まされている生産者が全体の 5 割を占め、最も多かった。次に問題となっているのは炭疽病であった。その他の害虫ではハダニ類で 6 名の方が対策に苦慮されていた。また、チャノキイロアザミウマやハマキムシ類が問題視されていた。

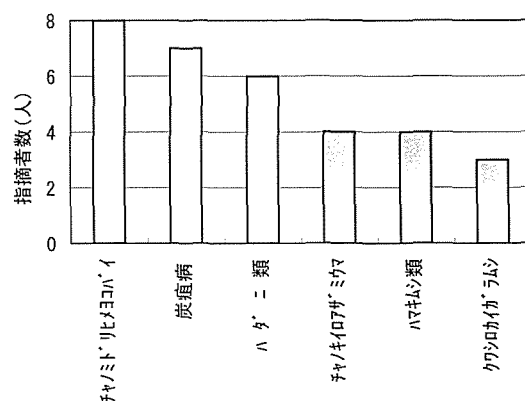


図 21 有機・無農薬栽培実践者が問題とする害虫

注) 16 名の複数回答。

2. 防虫ネットの目合いと被覆開始日がチャノミドリヒメヨコバイ被害に及ぼす影響

防虫ネットの目合いと被覆開始時期がチャノミドリヒメヨコバイ被害に及ぼす影響を表 15 に示した。無被覆区では萌芽期から開葉初期に本害虫の被害を受け、幼芽の伸育が止まったり新葉が萎縮、枯死するものが多くみられ、被害芽率 100%，被害度 87.3 と甚大な被害が発生した。一方、防虫ネットを被覆したいずれの区も、無被覆区より被害芽率、被害度とも有意に低かった (Tukey-kramer test, $P < 0.05$)。1.0mm 目合いの防虫ネットを使用し、中切り直後の 5 月 16 日から被覆した区と萌芽期の 6 月 20 日から被覆した区の被害芽率、被害度に有意差はみられないものの、中切り直後から被覆した区の方が被害度が小

表 15 防虫ネットの被覆方法とチャノミドリヒメヨコバイによる被害状況 (2002 年)

防虫ネットの目合い	被覆開始時期 (被覆開始月日)	被害芽率 (%)	被害度
0.6mm	中切り直後 (5/16)	62.4 a	23.7 a
1.0mm	中切り直後 (5/16)	55.2 a	24.6 a
1.0mm	萌芽期 (6/20)	69.9 a	40.0 a
無被覆	—	100.0 b	87.3 b

注) 被覆期間は中切り直後が 5/16～8/2，萌芽期が 6/20～8/2。異なる英文字は処理間に有意差有り (Tukey-Kramer test, $P < 0.05$)。

表 16 防虫ネットの被覆方法と中切り後の再生芽生育 (2002 年)

防虫ネットの目合い	被覆開始時期 (被覆開始月日)	百芽重 (g)	新芽長 (cm)	新葉数 (枚)	整枝量 (kg/10a)
0.6mm	中切り直後 (5/16)	230 a	11.4 a	5.4 a	237 a
1.0mm	中切り直後 (5/16)	238 a	11.2 a	5.4 a	241 a
1.0mm	萌芽期 (6/20)	241 a	10.9 a	5.6 a	222 a
無被覆	—	142 b	7.3 b	4.6 a	96 b

注) 被覆期間は中切り直後が 5/16～8/2，萌芽期が 6/20～8/2。異なる英文字は処理間に有意差有り (Tukey-Kramer test, $P < 0.05$)。

さくなる傾向を示した。また、目合いの違いによる被害程度の差を検討するため、0.6mm目合いと1.0mm目合いの防虫ネットを5月16日から被覆して検討したところ、被害芽率、被害度に有意差はみられなかった。

防虫ネットの目合いおよび被覆開始時期の違いが、中切り茶園における再生芽の生育に及ぼす影響を表16に示した。防虫ネットの被覆によりチャノミドリヒメヨコバイによる被害が減少したため、被覆区の生育は無被覆区より優れた。被覆により再生芽の萌芽は0.6mm目合いで一週間程度、1.0mm目合いで3日程度、無被覆より遅れたものの、再生芽を整枝した8月2日の百芽重、新芽長、整枝量は、目合いに関わらず防虫ネットを被覆した区が有意に優れた(Tukey-kramer test, $P<0.05$)。

防虫ネットの目合いの違いが茶株内の気温に及ぼす影響について調査した結果を図22に示した。最も気温が高くなる13時の気温は、無被覆と比較して目合い0.6mmで7.2℃、1.0mmで2.7℃高かった。

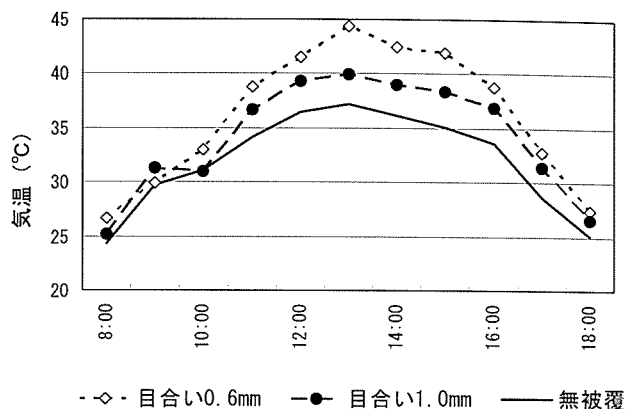


図22 防虫ネットの目合いと茶株内温度の推移

注) 2002年6月27日(晴天日)に測定。

3. 中切り園における害虫防除効果

中切り園における夏整枝時の害虫被害芽率を表17に示した。チャノミドリヒメヨコバイ、ツマグロアオカスミカメおよびチャノホソガによる被害芽率は、防虫ネットの直がけにより無処理区より有意に減少し、慣行防除区や有機栽培区と同等かそれ以下に抑えられた(Tukey-kramer test, $P<0.05$)。チャノキイロアザミウマによる被害芽率は、無処理区と有意な差は認められなかったものの、慣行防除区とほぼ同程度まで低下した(Tukey-kramer test, $P>0.05$)。

表17 中切り園における害虫被害芽率(2003年)

試 験 区	チャノミドリ ヒメヨコバイ (%)	ツマグロアオ カスミカメ (%)	チャノホソガ (%)	チャノキイロ アザミウマ (%)
防虫ネット	5.8 a	0.8 a	0.8 a	32.5 a
有機栽培	19.2 ab	14.2 b	19.4 ab	46.7 a
慣行防除	11.7 a	18.3 bc	3.3 a	30.0 a
無 処 理	49.2 b	30.0 c	38.6 b	49.2 a

注) 防虫ネットは目合い1.0mmを使用した。異なる英文字は処理間に有意差あり(Tukey-kramer test, $P<0.05$)。

4. 浅刈り園における害虫防除効果

二番茶摘採後の浅刈り園における被覆除去時の害虫被害芽率を表18に示した。防虫ネットの直がけによりチャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマおよびチャノホソガによる被害は慣行防除区や有機栽培区と同等かそれ以下となり、無処理区より減少した(Tukey-kramer test, $P<0.05$)。カ

ンザワハダニは発生量が少なく判然としなかったが、各試験区の被害芽率に有意差はみられなかった。しかし、ヨモギエダシヤクやチャノコカクモンハマキは無処理区と有意な差は認められないものの被害が増加する傾向がみられた。

表18 浅刈り園における害虫被害芽率(2003年)

試 験 区	チャノミドリ ヒメヨコバイ	チャノキロ アサミウマ	チャノホリカ	カンザワ ハダニ	ヨモギ エダシヤク	コカクモン ハマキ
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
防虫ネット	2.0 a	7.4 a	0.6 a	6.7 a	35.3 a	47.1 A
有機栽培	9.4 ab	19.4 ab	18.8 bc	2.0 a	11.8 a	13.5 AB
慣行防除	7.7 ab	14.8 ab	10.8 ab	1.8 a	25.1 a	2.7 B
無 処 理	13.1 b	22.6 b	28.5 c	5.2 a	26.4 a	15.5 AB

注) 防虫ネットは目合い1.0mmを使用した。異なる英小文字は処理間に有意差あり(Tukey-Kramer test, $P<0.05$)。異なる英大文字は処理間に有意差あり(Kruskal Wallis test(Scheffeの対比較), $P<0.05$)。

考 察

チャの有機または無農薬栽培に取り組んでいる生産者は、チャノミドリヒメヨコバイの被害に悩まされていた。本害虫に発芽初期の幼芽が加害された場合、ひどいときには新芽全体が萎縮、硬化して生育が停止し、幼芽より生育が少し進んだ新芽が加害された場合は、その後の生育が遅延、極端なときは葉先が萎れ、後に褐変、ついには落葉する(南川・刑部, 1979)。このため中切り等の更新作業後の萌芽から開葉初期の幼芽が被害に遭うと伸育できず、翌年一番茶の収量が皆無になるほどの被害を受けることがある。さらに、有機栽培において利用できる農薬には、本害虫に対して登録がある農薬はない。これらのことが本害虫を生産者が問題視する要因であり、その防除対策が望まれている。

そこで、まず、チャノミドリヒメヨコバイによる被害を軽減することを目的に、防虫ネットの目合いについて検討した。その結果、目合い0.6mmと1.0mmでは被害程度に大差なかった。成虫の体長は約3.0mmであり、体幅は約1.0mmであることから、1.0mm目合いの防虫ネットは通過できるものの0.6mm目合いのネットを通過することは困難であり、成虫がネット内に侵入し被害を及ぼしたと仮定すると、0.6mm目合いのネットの方が被害は小さくなるはずである。この理由として、再生芽が防虫ネットの網目から突き抜けていたことが関係していると考えられた。0.6mm目合いのネットにおいても1.0mm目合い程多くはないものの、再生芽が防虫ネットを突き抜ける現象がみられた。このため、ネットを突き抜けた再生芽が本害虫の産卵場所となり、そこでふ化した幼虫は目合いより小さいため、ネット内に侵入し、被害をもたらしたものと推察された。このことから、防虫ネットの目合いは0.6mmでも1.0mmでも、チャノミドリヒメヨコバイによる被害は同程度であると考えられた。

ところで、防虫ネットの被覆により再生芽の萌芽が遅れた原因は、高温障害と考えられた。防虫ネットを被覆することで、茶株内の気温は2.7~7.2℃上昇した。これは単に防虫ネットの被覆により気温が上昇しただけではなく、中切りにより茶樹には葉がなくなるため、茶樹の蒸散作用が著しく低下したことも一因であると推察される。このため、茶樹に直がけする資材としては、被覆内が高温になりにくい1.0mmの防虫ネットが妥当であると考えられた。

目合い1.0mmの防虫ネットを被覆開始時期をかえて中切り後の茶園に被覆したところ、中切り直

後から直がけした区が、再生芽の萌芽期から直がけした区に比べチャノミドリヒメヨコバイによる被害度が小さくなる傾向がみられた。中切り直後の茶園には本害虫の餌となる新梢や新葉はなく、中切り直後から被覆すれば、たとえ被覆時に侵入したとしても餌となる新梢がないため餓死すると思われるが、萌芽期から被覆した場合、既にチャノミドリヒメヨコバイ成虫が定着もしくは産卵していることが推察された。このため、萌芽初期から本害虫に加害され、被害度が大きくなる傾向を示したものと考えられた。

茶園に防虫ネットを被覆する方法としては、浮きがけと直がけが考えられるが、本試験では直がけを選択した。この理由として、福岡県内で有機または無農薬栽培を実践する農業者一人あたりの実践面積を平均すると150a以上であり、より省力的で安価な方法で被覆する必要があること、2カ月以上被覆するため台風等の強風ではがれにくい被覆方法であること、被覆期間中にもうね間は施肥や中耕による除草作業を行うことから、機械がうね間を通れる被覆方法を選択する必要があった。直がけ被覆は浮きがけに必要な支柱が不要なため、低コスト化、省力化が図られる。また、筆者の経験では台風等の強風でも浮きがけよりはがれにくい。さらに、被覆中に施肥機や中耕機を無被覆の茶園と同様に使用できる。当初、直がけ被覆による高温障害により葉焼けの発生が心配されたが、ほとんど発生しなかった。以上のことから、被覆方法については直がけが浮きがけより普及性が高いと考えられた。

本試験では、再生芽の萌芽から開葉期に防虫ネットを持ち上げる処理を行った。本処理にかかる時間は、正確には調査していないものの10aあたり10分から15分程度である。この処理を行っていない表15と処理を行った表17に示した試験結果では、試験時期や無被覆（無処理）区の被害芽率が異なることから単純な比較はできないが、防虫ネットを本処理と組み合わせることで、チャノミドリヒメヨコバイによる被害は減少する傾向にあることから、本処理は本害虫による被害を軽減させる有効な手法であると推察される。

本試験では、チャノキイロアザミウマの防除効果はそれほど高くないものの認められた。チャノキイロアザミウマ雌成虫の体長は0.8-0.9mmと微小（多々良，1995）であるため、本試験に使用した1.0mm目合いの防虫ネットは通過できるものと推察される。ただ図22に示したとおり、防虫ネットを直がけした区は茶株内が高温になっていた。チャノキイロアザミウマは36℃以上だと卵は孵化できず、38.5℃以上になると雌成虫は1日以内に死亡する（多々良，1995）。防虫ネット区は無処理区より茶株内が高温になり、36℃以上になる時間も長いと考えられることから、チャノキイロアザミウマに何らかの障害が発生したことで密度が低下し、被害が減少したと推察される。

ツマグロアオカスミカメは茶園の周辺雑草で発生した成虫が茶園に飛来し、茶樹の枝梢部の組織内に産卵し、これからふ化した幼虫が新芽を加害する（池田，1975）。本虫の成虫は、体長4～6mmであり（南川・刑部，1979）、中切り後に1.0mm目合いの防虫ネットを直がけすることで、成虫の侵入をほぼ完全に防止することができたため、被害芽率が減少したと考えられる。

防虫ネットの直がけは、チャノホソガに対して高い防除効果を示したにもかかわらず、同じチョウ目害虫であるヨモギエダシヤクやチャノコカクモンハマキによる食害が8月上旬から数多く観察された。ヨモギエダシヤクは、喬木の樹皮下や器物の間隙などに数十粒から数百粒をまとめて産下する（南川・刑部，1979）。ふ化直後の幼虫は体長2mm前後、体幅は0.4mm前後であり、著しい離散性を持っている（南川・刑部，1979）。また、チャノコカクモンハマキは茶葉の裏面に30～40粒の卵塊を産下し、ふ化幼虫の体幅は0.3mm程度であり、すぐに分散し加害を始める（南川，1950）。ヨモギエダシヤクやチャノコカクモンハマキはともにふ化直後の幼虫が離散性を有しているため、防虫ネットを通り

抜けて被覆内に侵入した可能性があると考えられるが、詳しい侵入経路については今後さらに調査する必要がある。一方、チャノホソガは、茶芽の心から第1～3葉の裏面、特に第2葉を中心として1粒ずつ、通常1枚の葉に1粒か2粒、点々と産下する(南川・植田, 1960)。幼虫は卵底からふ化し、直接表皮下に侵入し、線状に潜行して葉縁に達し、そこから初めて他の若葉に移り巻葉を作る(南川・植田, 1960)。チャノホソガ成虫の体長は約4mmであるため、1.0mm目合いの防虫ネットを通過することは不可能であり、防虫ネット越しに新葉に産下することも困難であったと推察される。また、ふ化幼虫は産下された新葉を食害することから、防虫ネットを通り抜ける幼虫がいることは考えにくい。このため、防虫ネットの直がけにより被害が減少したと考えられる。

防虫ネットの使用は多くの害虫の侵入を阻止する反面、いったん侵入を許してしまうと内部が虫かご状態になってしまい、かえって被害を助長することが指摘されている(熊倉ら, 2003; 村松, 1995)。本研究においても、防虫ネットの被覆によりチャノコカクモンハマキやヨモギエダシヤクによる被害が助長される傾向がみられた。茶園ではクモ類、鳥類、ハチ類等の多くの天敵が活動していることが知られており(後藤ら, 1995; 松浦, 2004; 寺田ら, 1978)、これらの天敵がチャノコカクモンハマキやヨモギエダシヤクの密度抑制に寄与していると考えられるが、防虫ネット被覆により天敵類が侵入できなかったことも被害が助長された一因と考えられる。

以上のことから、茶の有機、無農薬栽培において有効な防除手段がなかったチャノミドリヒメヨコバイに対しては、中切りや浅刈り等のせん枝処理後、すぐに1.0mm目合いの防虫ネットを直がけし、防虫ネットの間隙から再生芽が突き抜けられないよう定期的に防虫ネットを持ち上げるような処理を行えば、その被害を軽減できることが明らかとなった。また、チャノホソガやツマグロアオカスミカメに対しても防除効果が高かった。一方、防虫ネットの直がけでは防除できないチャノコカクモンハマキやヨモギエダシヤクに対しては、交信攪乱剤の設置や生物農薬の散布等を併用した防除も有効であると考えられるため、検討する必要がある。

第2節 交信攪乱法によるチャノコカクモンハマキ防除

トートリルア剤はチャノコカクモンハマキに対して交信攪乱効果を発揮し、交尾を阻害することで次世代数を減少できるとされている。本剤の利用により、本害虫を対象とした農薬散布を省略することができれば、化学合成農薬使用回数の削減が期待される。ただ、合成フェロモン剤は風が強い場所や斜面の上部、急傾斜地など合成フェロモンが失われやすい場所では防除効果が得られにくい(佐藤, 1992; 川島, 1993; 田付, 1993; 若村, 1993)ことが指摘されている。しかも、福岡県におけるチャ栽培地域は中山間地から山間地に集中しており、72%の茶園が5度以上、32%の茶園は10度以上の傾斜地に位置する(日本茶業中央会編, 2010)。このため、福岡県において本剤の利用を推進するには、傾斜地における防除効果について詳細に検討する必要がある。さらに、中山間地域の茶園には10ha以上の規模のものは少なく、せいぜい1～5ha程度である。本剤の小規模処理では、風上のフェロモン濃度が減少することが指摘されている(大泰司ら, 1991)。このため、集団茶園周辺部には中央部分より多くのフェロモン剤を処理することで交信攪乱効果が維持できる可能性がある。また、フェロモン剤を利用した防除を行う場合、一般に成虫密度が高まると性フェロモンによらない交信、すなわち接触や視覚刺激などによる交信により交尾する機会が増加するために交信攪乱効果が低下するとの報告もある(若村, 1993)。そこで、本試験では傾斜地の比較的小規模な集団茶園において、茶園周辺部ではトートリルア剤の処理本数を中央部より多くし、越冬成虫発生初期

からトートリルア剤を処理した場合の防除効果を評価した。

材料と方法

1. 試験期間および試験区

試験は2003年から2006年の4年間、福岡県八女市の北西部に位置する山内地区の中山間傾斜地茶園に、以下の試験区を設置して行った(図23)。標高130mから160mの傾斜地に位置する約3.4haの集団茶園にトートリルア剤を処理(以下、処理区と略す)した。処理区は中央部の標高が最も高く、その南側の緩傾斜部(傾斜4度)に茶園が広がっており、さらにその南側は下りの急斜面となっている。中央部北側は中程度の傾斜部(傾斜8度)、さらにその北側は急傾斜部(傾斜12度)となっており、処理区の北側が最も標高が低くなっている。処理区の北側、標高145mに位置する約0.7haの茶園(傾斜2度)を無処理区に設定した。いずれも反復は設けなかった。

試験茶園における病虫害防除を目的とした薬剤散布の要否や回数は各農家の判断に任せたため、試験したいずれの茶園もチャノコカクモンハマキに効果のある殺虫剤が散布された。

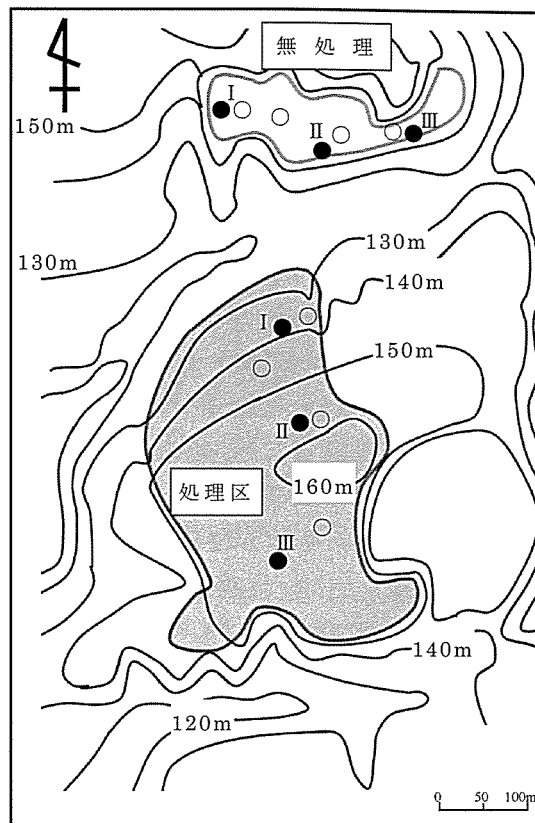


図 23 八女市山内地区の概略図

注) 黒丸はモニタートラップの設置位置、白丸は巻葉被害の調査地点を示す。処理区内の傾斜度はⅠが12度、Ⅱは8度、Ⅲは4度。無処理区の傾斜度は2度である。

2. 供試薬剤の設置方法

試験に供試したトートリルア剤は長さ約30cmのチューブタイプのディスペンサーで、有効成分として(Z)-11-テトラデセニル・アセテートが59.6%、(Z)-9-テトラデセニル・アセテートが12.7%、(Z)-9-ドデセニル・アセテートが3.1%、11-ドデセニル・アセテートが1.5%、10-メチル-ドデシル・アセテートが1.5%、(Z)-11-テトラデセン-1-オールが0.8%、さらに安定剤等が20.8%含まれ、1本あたり約370mgの有効成分が含まれている。これを、図23に示した処理区内にある茶園の茶株面下10cmに、3.7m間隔ですべてのうねに歩測して取り付け付けた。設置本数は10a当たり150本としたが、処理区の周辺部には250本/10a(2.2m間隔)の割合で本剤を設置した(以下、高密度設置と記す)。高密度設置帯の幅は2003年は28.8m、2004年と2005年は5.4m、2006年は18mとし、越冬成虫初発時期の3月中下旬に設置した(表19)。ただし、2003年の一番茶後に中切り更新した茶園109aでは、中切り作業により本剤が破碎されたため、5月30日に本剤を再設置した。2004年と2006年の一番茶後に中切りした茶園25aと15aでは、3月には設置せず中切り後の6月上旬にのみ設置した。

表19 トートリルア剤の年次別設置方法

トートリルア剤の設置方法	2003年	2004年	2005年	2006年
ほ場周辺部の高密度設置帯 設置幅 (m)	28.8	5.4	5.4	18
ほ場平均設置本数 (本/10a)	214	164	154	195
設置月日	3月19日	3月16日	3月18日	3月24日

注) ほ場周辺部のトートリルア剤設置本数は250本/10a. ほ場中央部の設置本数は150本

3. 誘引阻害率

処理区における交信攪乱効果および無処理区での発生消長を調査するため、チャノコカクモンハマキ発生予察用フェロモン誘引剤(信越化学工業株式会社製 SE ルアー・チャノコカクモンハマキ用, (Z)-9-テトラデセニル・アセテートが 0.65mg, (Z)-11-テトラデセニル・アセテートが 0.35mg, (E)-11-テトラデセニル・アセテートが 0.05mg, 10-メチルドデシル・アセテートを 2.0mg 含んだゴムキャップ)を誘引源とした粘着トラップ(サンケイ化学株式会社製 SE トラップ, 以下モニタートラップ)をそれぞれ3基設置した。処理区では、傾斜度が4度, 8度, 12度の茶園にそれぞれ1基, 無処理区では約100m間隔で、地上から約0.8mの高さにトラップを設置した。トラップは成虫発生初発後の3月下旬から発生がほぼ終焉する10月下旬～11月中旬まで約1週間毎に回収し、捕殺雄成虫数を記録した。誘引剤は約1カ月間隔, 粘着トラップは調査ごとに交換した。なお, 誘引阻害率は次式により算出した。

$$\text{誘引阻害率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{処理区の誘殺数}}{\text{無処理区の平均誘殺数}}\right) \times 100$$

4. チャノコカクモンハマキによる巻葉被害

2003年から2006年に処理区と無処理区において、チャノコカクモンハマキ幼虫による被害調査を行った。越冬世代～第3世代成虫の発蛾最盛期の約1カ月後に、図23に示した地点において、1区18m²(10m×1.8m), 各区4カ所についてチャノコカクモンハマキによる巻葉数を調査した。なお, 調査地点は4年間, 同一とした。

結 果

1. チャノコカクモンハマキ誘殺消長

無処理区での年間誘殺数が最も多かった2005年のモニタートラップによるチャノコカクモンハマキ雄成虫の誘殺消長を図24に示した。処理区における誘殺消長は、越冬世代と第1世代の誘殺がほとんどみられなかったため判然としないが、第2世代と第3世代では無処理区の誘殺消長とほぼ一致した。また, 処理区における誘殺数は無処理区と比較して著しく少なかった。

2. 誘引阻害効果

試験した4年間に、処理区と無処理区のモニタートラップに誘殺されたチャノコカクモンハマキ雄成虫数と誘引阻害率を各世代毎にまとめて表20に示した。誘殺数は、試験年次間, 発生世代間, 処理間のいずれにも有意な差がみられた(3元配置分散分析, $P<0.001$)。第3世代の誘殺数は他の世代より有意に多く, また, 処理区の誘殺数は無処理区より有意に少なかった。

(Tukey-kramer test, $P<0.01$)。

チャノコカクモンハマキ雄成虫の誘引阻害率には、試験年次間には有意な差がみられなかったが、発生世代間では有意な差がみられた(アークサイン変換値, 2元配置分散分析, $P<0.05$)。試験した4年間の誘引阻害率は、越冬世代では98.9%~99.8%, 第1世代では98.6%~99.6%, 第2世代では93.1%~98.8%と高かった。しかし、第3世代の誘引阻害率は83.8%~97.7%と試験年次によっては低下がみられ、越冬世代や第1世代より有意に低かった(Tukey-kramer test, $P<0.05$)。

発生世代毎の誘引阻害率を傾斜度別に図25に示した。傾斜度に関わらず、越冬世代は99%以上、第1世代では98%以上の高い誘引阻害率がみられた。第2世代では94.3%~97.1%と誘引阻害率がやや低下する傾向がみられた。第3世代においては、急傾斜部では95.9%と高かったが、中程度傾斜部では90.3%, 緩傾斜部では88.8%と低かった。傾斜度別の誘引阻害率には、発生世代間には有意な差がみられ(アークサイン変換値, 2元配置分散分析, $P<0.01$), 越冬世代と第2世代および第3世代, 第1世代と第3世代には有意な差がみられた(Tukey-kramer test, $P<0.05$)。しかし、傾斜度間には有意な差がみられなかった(アークサイン変換値, 2元配置分散分析, $P>0.05$)。

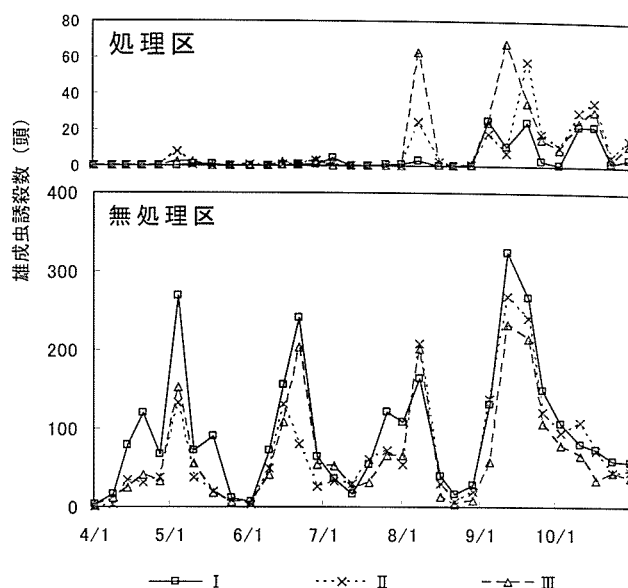


図24 モニタートラップによるチャノコカクモンハマキ誘殺消長(2005年)

注) 凡例のⅠ~Ⅲは図23のモニタートラップ番号と同一箇所を示す。

表20 世代別誘殺数と誘引阻害率

試験年	区名	越冬世代		第1世代		第2世代		第3世代	
		誘殺数	誘引阻害率	誘殺数	誘引阻害率	誘殺数	誘引阻害率	誘殺数	誘引阻害率
		頭	%	頭	%	頭	%	頭	%
2003年	処理区	1.0 *	99.1	0.3 **	99.6	7.7 ns	97.1	11.0 **	97.3
	無処理区	113		75.0		268		406	
2004年	処理区	0.7 **	99.7	4.7 *	98.8	1.3 *	98.8	24.3 *	91.5
	無処理区	259		390		107		287	
2005年	処理区	1.7 *	98.9	6.3 *	98.6	31.7 **	93.1	179 **	83.8
	無処理区	458		454		462		1,105	
2006年	処理区	0.3 *	99.8	0.7 **	98.6	6.3 *	93.7	37.0 *	97.7
	無処理区	140		47.0		100		1,639	

注) 誘引阻害率 = (1 - 処理区の誘殺数 / 無処理区の誘殺数) × 100. 誘殺数はモニタートラップ3カ所の平均値. *, **は, 5%, 1%水準で処理間差に有意差あり (Welchのt検定)。

3. チャノコカクモンハマキによる巻葉被害

トートリルア剤処理区と無処理区のチャノコカクモンハマキによる巻葉被害数の調査結果を表21に示した。各処理区には表22に示すとおり、チャノコカクモンハマキ幼虫に対して殺虫効果がある薬剤が散布された。2003年と2004年はチャノコカクモンハマキ成虫の発生が少なかったため、処理区ではほとんど巻葉被害がみられなかったが、無処理区では1枚／ m^2 以下と少ないものの巻葉被害が散見された。成虫の発生が多かった2005年は、処理区では0.0～2.0枚／ m^2 の巻葉被害が発生した。一方、無処理区では、処理区より3回も多くチャノコカクモンハマキ防除剤が散布されたが、2.0～10.0枚／ m^2 の被害が発生した。2006年においても、無処理区では0.9～2.7枚／ m^2 の被害が発生したが、処理区ではチャノコカクモンハマキ防除剤の散布が2～3回少ないにもかかわらず無処理区より被害が有意に少なかった(t検定、 $P<0.01$)。

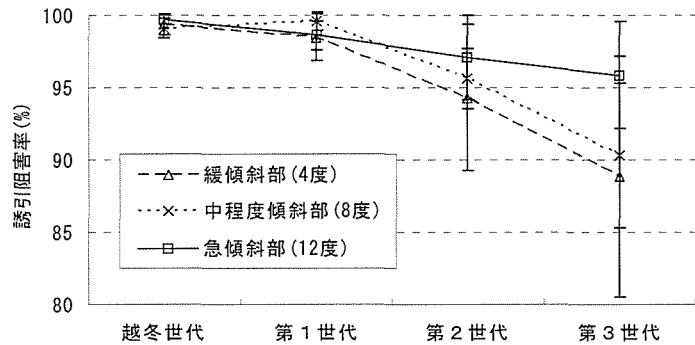


図 25 傾斜地茶園におけるトートリルア剤のチャノコカクモンハマキ雄成虫誘引阻害率

注) 2003～2006 年の 4 カ年平均値。図中のエラーバーは標準偏差を表す。

トートリルア剤処理区における傾斜度別の巻葉数を表 23 に示した。巻葉被害が多かった 2005 年は緩傾斜部で 1.0 枚／ m^2 の被害がみられたが、急傾斜部では 0.5 枚／ m^2 と被害が少ない傾向はみられるものの、傾斜度間の巻葉被害数には有意な差はみられなかった(2 元配置分散分析、 $P>0.05$)。

表21 トートリルア剤処理区と無処理区の巻葉数

幼虫世代	巻 葉 数 (枚／ m^2)							
	2003年		2004年		2005年		2006年	
	処理区	無処理区	処理区	無処理区	処理区	無処理区	処理区	無処理区
第1世代	0.0*	0.2	0.0ns	0.1	0.0**	2.0	0.0**	0.9
第2世代	0.0*	0.2	0.0**	0.7	0.0**	6.4	0.0**	1.5
第3世代	0.0*	0.4	0.0ns	0.3	0.8**	10.0	0.8**	1.6
第4世代	0.0ns	0.3	0.0ns	0.0	2.0**	6.2	0.2**	2.7

注) 両区ともチャノコカクモンハマキに対して効果のある薬剤が散布された。数値横に示した*と**は、無処理区と比較して有意差あり (t検定, *: $P<0.05$, **: $P<0.01$)。

表22 試験ほ場におけるチャノコカクモンハマキ防除剤散布回数

区 名	2003年	2004年	2005年	2006年
処理区-急傾斜部	2 (5)	5 (9)	4 (8)	4 (6)
処理区-中程度傾斜部	3 (7)	5 (9)	4 (8)	4 (7)
処理区-緩傾斜部	8 (12)	4 (9)	4 (7)	3 (6)
無処理区	7 (10)	5 (9)	7 (13)	6 (13)

注) チャノコカクモンハマキに対して登録がある薬剤の成分数を数えた。処理区はそれぞれフェロモントラップを設置した茶園、()は殺虫剤の総散布回数。

表23 各傾斜度におけるチャノコカクモンハマキ巻葉数

傾 斜 度	2003年	2004年	2005年	2006年
	枚/m ²	枚/m ²	枚/m ²	枚/m ²
急傾斜部	0.0	0.0	0.5	0.1
中程度傾斜部	0.0	0.0	0.7	0.0
緩傾斜部	0.0	0.0	1.0	0.1

注) 第1世代から第4世代の巻葉数を平均して示した。

考 察

トートリルア剤の設置により、チャノコカクモンハマキ成虫の越冬世代と第1世代、第2世代に対し、4年間を通して93%以上の高い誘引阻害効果がみられた。しかし、第3世代では2003年と2006年では97%以上の誘引阻害率を示したものの、2004年は91.5%、2005年は83.8%と誘引阻害率が低下する傾向が認められた。交信攪乱法では、多発生時には交尾阻害効果や防除効果が低下する事例が認められている(奥ら, 1989; 大泰司, 1988;)。本試験において、2005年第3世代より無処理区における誘殺数が多かった2006年第3世代では、高い誘引阻害率を示した。このことから、2005年第3世代に誘引阻害率の低下がみられ、少発生ではあるものの巻葉被害がみられたのは、多発生が原因ではなく、交信攪乱効果が不十分であったことが主要因と考えられた。2006年は高密度設置帯の幅が18mと広く、集団茶園全体の平均設置本数が2005年より41本/10a多くなったことにより、合成フェロモン濃度が秋季まで高く維持され、誘引阻害率が高く推移したものと推察された。

ただ、本県においては、チャノコカクモンハマキ以外のチョウ目害虫としてチャノホソガ、ヨモギエダシヤク、ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* (Fabricius) の発生がみられ、防除が必要となる。これらのチョウ目害虫は7月下旬以降に発生が増加し、防除を怠ると次年度の一番茶の品質や収量に大きく影響するため、8~9月だけでも3~5回の化学合成農薬の散布が必要である。これらの剤はチャノコカクモンハマキにも効果があるため、慣行防除茶園で秋季に誘引阻害効果がやや低下しても大きな被害が発生することはないと推察される。そこで、慣行栽培では高密度設置帯の幅を5.4m程度とすることで、茶園全体の設置本数が削減され、薬剤費の低減が図られる。一方、有機栽培や減農薬栽培では化学合成農薬による防除が行われることが少ないため、秋季まで安定した効果を発揮させるには、高密度設置帯の幅を18m~28.8m程度とする必要がある。

トートリルア剤のチャノコカクモンハマキに対する誘引阻害率を傾斜度別に比較した場合、越冬世代、第1世代、第2世代に対する誘引阻害率は、4年間の平均で94%以上と高かった。傾斜度と誘引阻害率には有意な差はみられなかったものの、第3世代における誘引阻害率は急傾斜地においては95%程度、中程度傾斜地と緩傾斜地では90%程度と差がみられた。佐藤(1992)はモモシンクイガに対するフェロモンによる交信攪乱試験において、傾斜度の大きな地点では防除効率が低下することを認めている。本試験の結果は佐藤の報告と異なっていたが、これは緩傾斜部と急傾斜部周辺の地形が異なっていたことが要因の一つと考えられた。図23に示すとおり、緩傾斜部の南側は下りの急斜面になっているため、空気より重いフェロモンが拡散したものと推察された。一方、急傾斜部に位置する茶園はほぼ谷底まで広がっており、さらにその北側は上りの急斜面となっているため、フェロモンの流出が比較的少なかったと考えられた。奥ら(1989)、大泰司ら(1991)が指摘して

いるように、風によりフェロモンは流されて希釈されやすい。これらのことから、傾斜地における誘引阻害率は、傾斜度よりも周囲の地形や風の影響を大きく受ける可能性がある。ただ、本試験では、フェロモン濃度が不安定になることが予想される傾斜地に位置する比較的小規模な集団茶園において、効果を安定させるために、集団茶園の周辺部に高密度設置帯を設けた。これにより、チャノコカクモンハマキに効果のある薬剤の散布回数が削減されても、巻葉被害を慣行防除を行った無処理区より低く抑えることができた。さらにその効果は多発年次ほど顕著であった。県内のチャ栽培地域の多くを占める傾斜地茶園においても、傾斜 12 度程度までなら薬剤散布回数の削減が可能であることから、本剤の利用は有機栽培や減農薬防除体系のみならず、慣行防除体系を構築する上でも有効と考えられる。

第 3 節 浅刈りや銅水和剤を利用した炭疽病防除

炭疽病はチャにおける重要病害であり、夏秋期の中山間地や多雨時の平坦地で多発する。炭疽病菌は病斑内で主に菌糸の形態で越冬し、翌春、分生子を形成して第一次伝染源となる(安藤, 1994)。雨水に流出した分生子が飛散し(永田, 1953)、新葉の毛茸から感染する(浜屋, 1982)。感染は新芽の上位 3~5 葉に限られ、10 時間以上の濡れが必要である(安藤, 1994)ことから、新芽の生育期に降雨が続くと発生が増加する(江塚・安藤, 1994)。

福岡県で栽培される主要品種の‘やぶきた’をはじめ‘さやまかおり’や‘おくみどり’は炭疽病に極めて弱く、‘めいりよく’や‘さえみどり’、‘おくゆたか’も抵抗性を持たないため本病の防除対策は重要である。

八女地域の平坦地では二番茶摘採後は三番茶摘採に備えるため、通常、二番茶摘採面と同一の高さで整枝する。しかし、三番茶が収益に占めるウエイトは小さく、実際に摘採される茶園は少なくなっている。中山間地では三番茶を摘採する茶園は極一部に限られ、大部分の茶園では一番茶のみ、もしくは二番茶までの摘採となっている。また、チャでは枝条の更新を図るため、前回摘採面より低い位置で枝や幹をせん除するせん枝が一番茶や二番茶摘採後に行われる場合がある。このため、二番茶摘採後に親葉が樹冠面に多少残る程度にせん枝する浅刈りを行い、摘採面の炭疽病罹病葉を除去することで、秋芽の炭疽病発生を抑制できる可能性がある。

また、永田(1954)は本病の防除試験を行い、6斗式ボルドーや銅水銀剤の散布が本病の防除に有効であり、せん枝を併行するとより効果的であると述べている。ただ、この試験が行われた茶園は手摘みにより摘採されていることから、現在の機械化に対応した茶園とは様相が大きく異なると思われる。

そこで、まず、化学合成農薬に替わる防除手段として、浅刈りによる耕種的防除法や非化学合成農薬である銅水和剤の効果的な散布時期や散布回数について検討した。次に、浅刈りと銅水和剤を組み合わせた防除効果について検討した。

材料と方法

1. 2002年の試験

試験は八女分場内で実施した。供試品種は‘やぶきた’、試験の規模は1区 8.6 m² (1.8 m × 4.8 m) の3反復とした。二番茶は6月14日に摘採した。7月2日に摘採面と同一の高さで整枝する整枝区と、摘採面より5 cm 低くせん枝して炭疽病罹病葉を除去する浅刈り区を設定した。また、整枝

区には薬剤を散布しない無防除区，化学合成農薬を散布する慣行防除区，銅水和剤区を設定した。なお，銅水和剤区には塩基性塩化銅44.0%水和剤（商品名：サンボルドー，サンケイ化学（株））を水道水で500倍に希釈し，萌芽から1葉期にあたる7月11日に1回散布する銅剤1回区と，1回目散布の7日後（7月18日）に再び散布する銅剤2回区を設定した。また，慣行防除区は，7月11日にTPN40.0%水和剤（商品名：ダコニール1000，（株）エス・ディー・エス バイオテック）700倍，その7日後の7月18日にイミベンコナゾール15.0%水和剤（商品名：マネージ水和剤，北興化学（株））1,000倍を散布した。薬剤はいずれも200L/10a相当量を肩掛け噴霧器で散布した。

調査は2回目の薬剤散布26日後の8月13日に，各区の炭疽病罹病葉数を調査した。また，試験開始前および期間中の日別降水量を調査した。なお，各試験区における炭疽病の罹病葉数は，1㎡当たりの罹病葉数を対数変換（ $\log_{10}$ （罹病葉数））後に，Fisherの最小有意差法を用いて検定した。

2. 2003年の試験

試験は八女分場内で実施した。供試品種は‘めいりよく’，試験規模は1区19.8㎡（1.8m×11m）の3反復とした。二番茶は6月17日に摘採し，同日に摘採面より4cm下げて浅刈りせん枝した。銅剤2回区には前述の塩基性塩化銅44.0%水和剤を水道水で500倍に希釈し，萌芽から1葉期にあたる7月9日，その8日後（7月17日）の計2回散布した。また，慣行防除との効果を比較するために，7月9日にジフェノコナゾール10.0%水和剤（商品名：スコア水和剤10，シンジェンタ ジャパン（株））2,000倍，8月1日にアゾキシストロビン20.0%水和剤（商品名：アミスター20フロアブル，シンジェンタ ジャパン（株））2,000倍，8月19日にフェンブコナゾール22.0%水和剤（商品名：インダーフロアブル，ダウ・ケミカル日本（株））を散布する慣行防除区を設定した。薬剤はいずれも200L/10a相当量を肩掛け噴霧器で散布した。さらに，薬剤を散布しない無防除区も設置した。調査は8月6日，8月25日の2回，各区の炭疽病罹病葉数を摘み取りながら計数した。

なお，各試験区の炭疽病葉数は，前述の手法によりFisherの最小有意差法を用いて検定した。

結 果

1. 2002年の試験

試験開始前および試験期間中の日別降水量と整枝園および浅刈り園における秋芽萌芽日を図26に示した。萌芽日は整枝園は7月6日，浅刈り園は7月19日であり，浅刈り園における萌芽日は整枝園より13日遅かった。7月17日から20日にまとまった降雨が続いたことにより，炭疽病に感染しやすい状況が発生した。この時の整枝園の新芽は概ね2～3葉期であったため，炭疽病に非常に感染しやすい状態であった。一方，浅刈り園の萌芽日は7月19日であったことから，本降雨による感染の可能性は低いものと考えられた。7月21日以降，10mm以上のまとまった降雨は8月下旬までみられず，少雨傾向で推移した。

8月13日に調査した炭疽病葉数を図27に示した。慣行整枝・無防除区における罹病葉数は417.3枚/㎡であったが，浅刈り・無防除区では7.0枚/㎡に過ぎず，慣行整枝・慣行防除区の74.0枚/㎡よりも有意に少なかった（Fisher's LSD, $P<0.05$ ）。慣行整枝後に銅剤を2回散布した区の罹病葉数は4.3枚/㎡であり，慣行防除区の74.0枚/㎡より有意に少なかった（Fisher's LSD, $P<0.05$ ）。また，銅剤1回区の罹病葉数は127.7枚/㎡であり，無防除区より少ない傾向であるものの，銅剤2回区より有意に多かった（Fisher's LSD, $P<0.05$ ）。

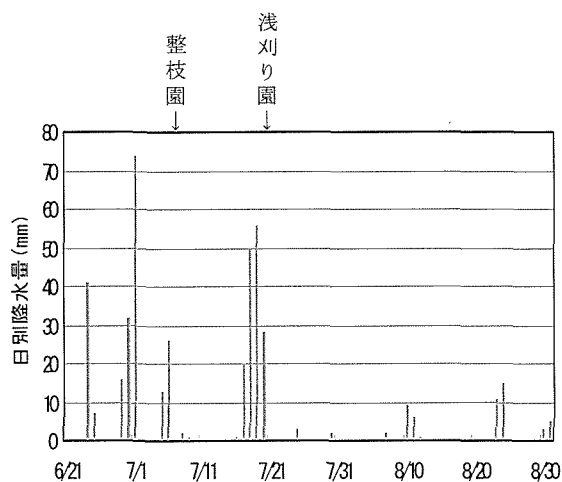


図 26 調査期間中の降水量と秋芽萌芽時期
(2002 年)

注) 図中に示した↓は、整枝園と浅刈り園の萌芽日。

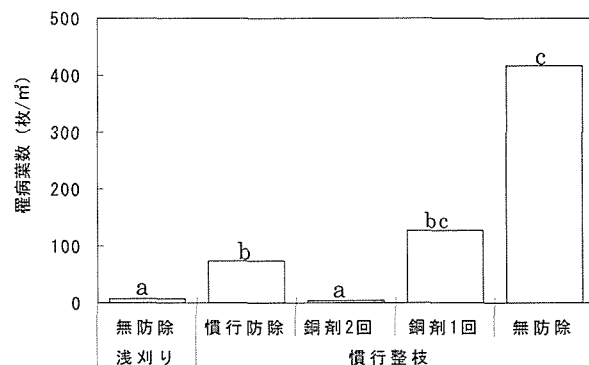


図 27 浅刈りや銅水和剤の炭疽病抑制効果
(2002 年)

注) 7 月 2 日に整せん枝. 8 月 13 日に罹病葉数を調査した. 異なる英文字は処理間に有意差あり (Fisher's LSD, $P<0.05$).

2. 2003年の試験

試験開始前および試験期間中の日別降水量と秋芽萌芽日を図 28 に示した。浅刈り後の萌芽日は 7 月 4 日であった。7 月 7 日から 13 日, 7 月 19 日から 20 日に降雨がみられた。この時点における更新園の新芽生育ステージは概ね 1~3 葉期であり, 炭疽病に非常に感染しやすい状態であった。本茶園における銅剤の炭疽病防除効果を検討した結果を図 29 に示した。銅剤 2 回区における罹病葉数は 6.1 枚/ m^2 であり, 無防除区の 50.1 枚/ m^2 より有意に少なかった (Fisher's LSD, $P<0.05$)。また, 慣行防除区の 2.7 枚/ m^2 と比較してほぼ同程度の罹病葉数であり, 有意差はみられなかった (Fisher's LSD, $P>0.05$)。

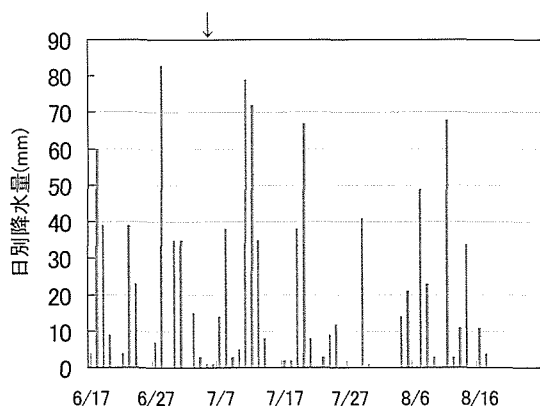


図 28 調査期間中の降水量と秋芽萌芽日
(2003 年)

注) 図中に示した↓は萌芽日。

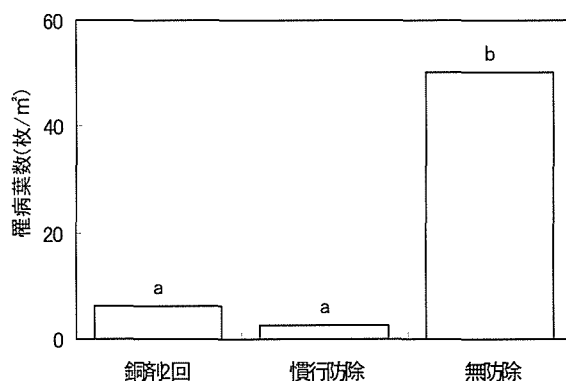


図 29 二番茶摘採浅刈り後の銅水和剤散布による炭疽病防除効果 (2003 年)

注) 8 月 6 日, 8 月 25 日に調査し, その合計数を示した. 異なる英文字は処理間に有意差あり (Fisher's LSD, $P<0.05$).

考 察

茶園の更新処理の一手法である浅刈りにより炭疽病の発生が減少した理由は、摘採面上に残って感染源となる罹病葉が除去されたことによるものと考えられた。さらに、わずかに罹病葉が残っていた場合でも、浅刈り後の萌芽時期が梅雨明け後であれば新芽生育期間に降雨が少なく、分生子の飛散がほとんど無かったと推察される。これらのことから、二番茶後の浅刈りせん枝により罹病葉を除去し、かつ、浅刈り後の萌芽が7月下旬の梅雨明け後となるような時期にせん枝することで、秋芽における炭疽病の発生を防止することが可能であることが明らかとなった。

永田(1954)はチャ炭疽病の防除にボルドー液や銅水和剤が有効であり、開葉直後から2回以上散布することを推奨している。現在では機械を用いた整せん枝が一般的に行われていることから、手鋏等で管理されていた当時とは茶樹の仕立て方法が異なるため単純に比較はできないが、二番茶摘採後に整枝した本試験でも1回散布より2回散布の効果が顕著に高く、2回防除の重要性が再確認された。薬剤の散布時期としては、萌芽から1葉期に1回目を散布し、その7日後に2回目を散布する体系においてその効果は十分発揮され、慣行防除体系と同等以上の高い効果を示した。二番茶摘採後すぐに浅刈りした場合においても、前述の生育時期に銅水和剤を2回散布することで慣行防除体系と同程度の高い防除効果が示された。

以上、二番茶摘採後に整枝もしくは浅刈りせん枝し、その後に生育する三番茶芽の萌芽期から1葉期およびその1週間後に銅水和剤を散布することで炭疽病の発生を防止でき、また、梅雨明け頃に萌芽するように浅刈り処理を行う時期を調整することで、本病害の感染を防ぐことが可能であることが明らかとなった。

第4節 黄色ナトリウム灯によるチャノホソガの防除効果

チャノホソガ成虫はチャの新芽に産卵し、ふ化した幼虫が新芽を加害する。老齢幼虫はチャの新芽を三角に綴り、この中に虫糞を溜め込む。これが茶浸出液の色や味に強く影響することから、チャの重要害虫となっている。本害虫に対しては、一番茶から秋芽生育期までの新芽生育期毎に防除が必要であることから、年間4～5回の防除が行われているが、夏秋期は新芽の生育や本害虫の発生がばらつくため、防除回数が増える傾向にある。また、本害虫の防除適期は摘採する芽の生育初期(1～2葉期)であるため、防除作業が消費者の関心を引きやすい。

黄色灯は総合的害虫管理(IPM)における主要な防除手段の一つとなっており、果樹では加害虫を直接の防除対象としていたが、野菜や花きでは、成虫の産卵阻止による次世代幼虫密度の抑制を目的としている(八瀬, 2004)。黄色灯はこれまでに多くの作物で利用され、夜蛾類に対する高い防除効果が知られている。そこで、八女地域において被害が大きいチャノホソガを中心として、黄色高圧ナトリウム灯の防除効果を検討した。

材料と方法

1. 八女分場試験

試験は八女分場内で品種‘おくゆたか’(1989年定植)を用い、2003年に実施した。ライト区には黄色高圧ナトリウム灯(商品名:エコイエロー、岩崎電気株式会社製、NHR270LS-Y)を1灯、高さ5mの位置に防霜ファンの支柱を利用して、最低照度が2lx以上になるように取り付け、また、ナトリウム灯のすぐ横にアルミ板で作成した遮光板を取り付け、無設置区には光が照射されないように処

理した。ナトリウム灯は照度センサーを用いて80lx以下で自動点灯するように設定し、8月11日から12月1日まで点灯した。試験規模は1区400㎡とし、反復は設けなかった。なお、試験期間中は、チャノホソガに効果のある薬剤は散布しなかった。

ライト区におけるチャノホソガ雄成虫の活動状況を調査するため、誘引剤としてチャノホソガ発生予察用フェロモン誘引剤(信越化学工業株式会社製SEルアー)1個を取り付けたフェロモントラップ1基を、地上から約0.8mの高さに設置し(鉛直照度16.6lx)、雄成虫誘殺数を調査した。なお、無設置区として、ナトリウム灯から約100m離れたところにも同様のトラップ1基を設置した。

チャノホソガによる巻葉被害は2003年10月3日に調査した。各区より任意に選択した8カ所(1㎡/カ所)の巻葉を摘み取りながら計数した。フェロモントラップによる誘殺数は、3日移動平均により日別誘殺数を求め、半旬別に合計した。誘引剤は約1カ月間隔で交換した。なお、侵入阻害率は次式により算出した。

$$\text{侵入阻害率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{ライト区の誘殺数}}{\text{無設置区の誘殺数}}\right) \times 100$$

2. 現地試験

試験は2004年と2005年に、福岡県八女市矢部村北矢部で無農薬の有機栽培を行っている茶園(品種‘やぶきた’)を用いて実施した。ライト区には防霜ファンの支柱を利用して、黄色高圧ナトリウム灯(商品名:イエローガード, 松下電工株式会社製, 220W)を2灯、高さ5mの位置に取り付けた。ナトリウム灯はタイマーを利用して日没30分前に点灯するように設定し、4月中旬から9月末まで点灯した。また、光が届かない隣接した茶園を無設置区とした。試験規模は1区15aとし、反復は設けなかった。

チャノホソガによる巻葉被害は2004年8月24日、2005年8月12日に調査した。各区より任意に選択した4カ所(1㎡/カ所)の巻葉を摘み取りながら計数した。

結果

1. 八女分場試験

2003年に八女分場内で調査したチャノホソガ雄成虫の誘殺消長とトラップ侵入阻害率を半旬別に集計したものを図30に、世代ごとに集計したものを表24に示した。無設置区における発蛾最盛期は、第4世代では9月2半旬、第5世代は10月3半旬、第6世代は11月2半旬であった。ライト区における誘殺消長は誘殺数が著しく少なかったため判然としなかった。侵入阻害率は10月4半旬、11月の2, 3半旬で突発的に90%を下回った

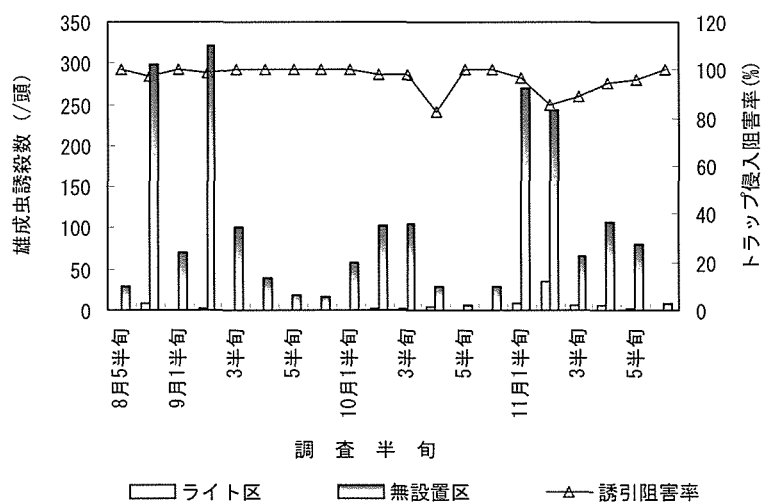


図30 チャノホソガの誘殺数とトラップ侵入阻害率の推移
(八女分場, 2003年)

が、世代別にみると第4世代で98.7%，第5世代で97.2%，第6世代で92.6%と世代が進むごとに低くなる傾向はみられるものの、各世代とも高い侵入阻害率を示した。

黄色高圧ナトリウム灯を設置したライト区と無設置区のチャノホソガによる巻葉被害数の調査結果を表25に示した。巻葉数は、ライト区で4.3枚／㎡であるのに対し、無設置区では72.1枚／㎡と多かった。ナトリウム灯設置による防除率は94.1%であり、高い防除効果がみられた。

表24 世代別誘殺数とトラップ侵入阻害率（八女分場，2003年）

区 名	第4世代		第5世代		第6世代	
	誘殺数 (頭)	侵入阻害率 %	誘殺数 (頭)	侵入阻害率 %	誘殺数 (頭)	侵入阻害率 %
ライト区	11	98.7	9	97.2	59	92.6
無設置区	877		317		801	

注) 第4世代は8月5半旬から9月5半旬，第5世代は9月6半旬から10月5半旬，第6世代は10月6半旬から11月6半旬までを集計した。

表25 ナトリウム灯のチャノホソガ防除率（八女分場，2003年）

区 名	巻葉数 (枚/㎡)	防除率 %
ライト区	4.3	94.1
無設置区	72.1	

2. 現地試験

矢部村の農家茶園において、黄色高圧ナトリウム灯を設置したライト区と無設置区のチャノホソガによる巻葉被害数の調査結果を表26に示した。2004年8月の巻葉数は、ライト区が3.3枚／㎡であるのに対し、無設置区では20.8枚／㎡であり、ナトリウム灯設置による防除率は84.3%と高かった。2005年8月の調査では、ライト区の巻葉数が5.8枚／㎡であるのに対し、無設置区は14.0枚／㎡であり、防除率は58.9%とやや低かった。

表26 ナトリウム灯のチャノホソガ防除率
(現地試験)

	区 名	巻葉数	防除率
		(枚/㎡)	%
2004年	ライト区	3.3	84.3
	無設置区	20.8	
2005年	ライト区	5.8	58.9
	無設置区	14.0	

考 察

野村ら(1965)は、電灯照明の果実吸蛾類に対する効果は、吸害活動の抑制や飛来防止が統合されたものであると述べている。八女分場における試験では、黄色高圧ナトリウム灯の夜間照射下に設置したフェロモントラップには、チャノホソガ成虫がほとんど誘引されなかったことから、成虫の飛来が光により阻害された可能性があると考えられた。また、2003年の八女分場試験、2004年と2005年の現地試験において、ナトリウム灯の夜間点灯により、チャノホソガ巻葉被害数は大きく減少した。この理由として、成虫飛来の減少により産卵数が減少し、巻葉数の低下につながったものと推察された。

黄色灯はアケビコノハ(例えば、野村ら:1965, 内田:1979)やハスモンヨトウ(宮ら:2003, 水上・

小田原：2005), オオタバコガ(例えば, 内田：2002, 八瀬：2004)に対しても高い防除効果を示す。チャではチャノホソガ以外にもチャノコカクモンハマキやヨモギエダシヤク, ハスモンヨトウ等のチョウ目害虫の発生も多いことから, これら害虫に対する効果も期待できるため, 今後, 設置方法等も含めて検討する必要がある。

黄色高圧ナトリウム灯は地上5m程度の高さに取り付ける必要がある。福岡県内の茶園では70%以上に防霜ファンが整備されているため, 多くの茶園では防霜ファンの支柱にライトを取り付けることが可能である。また, 電気設備も整備されているため, 本装置設置のための新たな電気配線はごく僅かで済むため, 1灯あたり5万円程度で取り付けが可能である。

以上, 黄色高圧ナトリウム灯を夜間点灯することで, チャノホソガの被害を防止できることが明らかになった。

第4章 黄色高圧ナトリウム灯と非化学合成農薬を組み合わせたチャの減農薬栽培

八女茶は高級茶として全国に知られており、生産現場にはチャの品質や収量を見越した技術は受け入れられない。福岡県が推進する減農薬・減化学肥料栽培認証制度の栽培基準を満たすチャの防除体系を構築するには、一番茶、二番茶への影響が特に大きい病害虫に対しては化学合成農薬を必要最小限使用しつつ、病害虫の物理的・耕種的防除や有機JAS認定農薬(非化学合成農薬)を組み合わせた体系が、収量や品質に及ぼす効果を明らかにする必要がある。第3章までは、病害虫による被害を化学合成農薬を使用した場合と同等かそれ以下となるような個別技術について論じてきたが、これらの技術を減農薬防除体系に合理的に取り入れることで、化学合成農薬の使用量を削減しつつ、品質や収量を維持できるか検討する必要がある。

そこで、本章では、個別の化学合成農薬代替技術と黄色高圧ナトリウム灯を組み合わせた減農薬防除体系が、収穫対象物である一番茶や二番茶の病害虫被害芽率や荒茶の品質や収量、農家所得に及ぼす影響について、慣行防除体系と比較、検討した。また、クワシロカイガラムシの発生状況と土着寄生蜂の寄生率を調査した。

材料と方法

試験は2004年から2006年にかけて、八女分場で実施した。1993年に定植した‘やぶきた’茶園を使用し、減農薬防除体系区(以下減農薬区)と慣行防除体系区(以下慣行区)を設定した。試験規模は各区約300㎡(1.8m×11畝×15m)とし、反復は設けなかった。各体系区に散布した農薬は、2003年までは同一であったが、2004年は減農薬区の農薬の一部を有機JAS制度で使用可能な農薬に置き換えた。また、2004年は両体系ともクワシロカイガラムシの発生が多かったため、慣行区では第1世代、減農薬区では第2世代の幼虫発生初期にフェンピロキシメート+ブプロフェジン水和剤(1,000倍希釈)を1,000L/10a散布した。2005年以降は、2004年に散布した農薬を基本に、病害虫による被害が一番茶や二番茶の収量や品質に影響しない範囲で農薬を省いた。各区における2004年から2006年までに散布した農薬の散布日、種類、希釈倍率を表27に、散布成分数を年ごとにとりまとめて表28に示した。農薬散布量は、防除対象がクワシロカイガラムシの場合は1,000L/10a、ハダニ類の場合は400L/10a、その他は300L/10aとした。また、減農薬区には黄色高圧ナトリウム灯(岩崎電気(株)製、前述)を高さ5mに設置し、80lx以下で自動点灯するように設定した。農薬散布に必要な労働時間は10aあたり1.5時間/回としたが、クワシロカイガラムシ防除については散布薬量が多いことを考慮して5時間/回とした。さらに、農薬の計量や混合に0.1時間/農薬が必要と考え加算した。労働単価は1,400円/時間とし、各体系にかかる防除経費を試算した。

2005年の一番茶摘採は5月8日、整枝は5月17日、二番茶摘採は6月29日に行い、二番茶摘採後すぐに浅刈りした。2006年の一番茶摘採は5月11日、整枝は5月22日、二番茶摘採は6月28日、浅刈りは7月7日に行った。なお、浅刈りは二番茶摘採面から50mm下(2005年)もしくは40mm下(2006年)で、葉層が若干残る程度で行った。一番茶、二番茶の生葉収量は乗用型摘採機で全刈り後に計量し、10aあたりに換算した。摘採した新芽の形質(摘芽数、摘芽長、摘葉数、百芽重、出開度)は、各区9カ所で20cm×20cm枠内の新芽を摘採面で摘み取り、調査した。また、摘採した生葉は60K製茶機を用いて、各区それぞれ3点ずつ荒茶に加工し、品質、価格調査に供した。荒茶の官能評価は標準審査法により、形状、色沢、水色、香気、滋味の各項目をそれぞれ20点満点

の減点法で審査員6名の合議により採点した。なお、荒茶の価格評価はJAふくれん茶取引センター査定員に依頼した。

病害虫による被害芽率は各区から無作為に選んだ新芽270本について調査した。チャノミドリヒメヨコバイとカンザワハダニは吸汁痕が鮮明で葉の一部でも黄化しているもの、チャノキイロアザミウマは線状痕がみられるもの、チャノホソガとチャノコカクモンハマキは巻葉しているもの、ツマグロアオカスミ

表27 各防除体系区の農薬散布実績

散布日	減農薬防除体系区			慣行防除体系区		
	商品名	一般名	希釈倍率	商品名	一般名	希釈倍率
2004/3/16				カーラフロアブル	クロフェンテジン水和剤	2,000
2004/4/5				DDVP乳剤75	DDVP乳剤	1,500
2004/5/21				アブロードエースフロアブル	フェンピロキシメート ＋プロプロフェジン水和剤	1,000
2004/6/4	バリアード顆粒水和剤	チアクロプリド水和剤	2,000	バリアード顆粒水和剤	チアクロプリド水和剤	2,000
				スパットサイド水和剤	フルオルイミド水和剤	1,000
	サンボルドー	*塩基性塩化銅水和剤	500	オルトラン水和剤	アセフェート水和剤	1,000
2004/7/13	除虫菊乳剤3	*ピレトリン	1,000	マトリックフロアブル	クロマフェノジド水和剤	1,000
				アミスター20フロアブル	アゾキシストロビン水和剤	2,000
2004/7/28	アブロードエースフロアブル	フェンピロキシメート ＋プロプロフェジン水和剤	1,000			
	サンボルドー	*塩基性塩化銅水和剤	2,000	アクタラ顆粒水溶剤	チアトキサム水溶剤	2,000
2004/7/29	除虫菊乳剤3	*ピレトリン	1,000	マツチ乳剤	ルフェヌロン乳剤	3,000
				スコア顆粒水和剤	ジフェノコナゾール水和剤	2,000
	サンボルドー	*塩基性塩化銅水和剤	500	コテツフロアブル	クロルフェナビル水和剤	2,000
2004/8/5				カスケード乳剤	フルフェノクスロン乳剤	4,000
				ダコニール1000	TPN水和剤	700
2004/8/13	エスマルクDF	*BT水和剤	1,000			
2004/8/20				ミルベノック乳剤	ミルベメクチン乳剤	1,000
				モスピラン水溶剤	アセタミプリド水溶剤	2,000
				インダーフロアブル	フェンブコナゾール水和剤	5,000
2004/8/23	ガードジェット水和剤	*BT水和剤	1,000			
	ハーベストオイル	*マシン油乳剤	100			
2004/9/9	エスマルクDF	*BT水和剤	1,000	ファルコンフロアブル	メキシフェノジド水和剤	4,000
				コサイドボルドー	*水酸化第二銅	500
2005/3/16				バロックフロアブル	エトキサゾール水和剤	3,000
2005/4/13				DDVP乳剤75	DDVP乳剤	1,500
2005/5/21				アブロードエースフロアブル	フェンピロキシメート ＋プロプロフェジン水和剤	1,000
2005/6/9	バリアード顆粒水和剤	チアクロプリド水和剤	2,000	バリアード顆粒水和剤	チアクロプリド水和剤	2,000
				スパットサイド水和剤	フルオルイミド水和剤	1,000
	サンボルドー	*塩基性塩化銅水和剤	500	コテツフロアブル	クロルフェナビル水和剤	2,000
2005/7/20				マトリックフロアブル	クロマフェノジド水和剤	1,000
				ダコニール1000	TPN水和剤	700
2005/8/3	サンボルドー	*塩基性塩化銅水和剤	500	インダーフロアブル	フェンブコナゾール水和剤	5,000
	アファーム乳剤	エマメクチン安息香酸塩	2,000	アファーム乳剤	エマメクチン安息香酸塩乳剤	2,000
2005/8/22				オルトラン水和剤	アセフェート水和剤	1,000
2005/8/26	カスケード乳剤	フルフェノクスロン乳剤	4,000	カスケード乳剤	フルフェノクスロン乳剤	4,000
2005/9/1	コサイドボルドー	*水酸化第二銅	500	アミスター20フロアブル	アゾキシストロビン水和剤	2,000
2006/2/21	ハーベストオイル	*マシン油乳剤	100	ハーベストオイル	*マシン油乳剤	100
2006/3/22				バロックフロアブル	エトキサゾール水和剤	2,000
2006/4/13				アクテリック乳剤	ピリミホスメチル乳剤	1,000
2006/5/25				アブロードエースフロアブル	フェンピロキシメート ＋プロプロフェジン水和剤	1,000
2006/6/9	バリアード顆粒水和剤	チアクロプリド水和剤	4,000	バリアード顆粒水和剤	チアクロプリド水和剤	4,000
				オンリーワンフロアブル	テブコナゾール水和剤	2,000
2006/7/12				マトリックフロアブル	クロマフェノジド水和剤	1,000
2006/7/27	サンボルドー	*塩基性塩化銅水和剤	500	コテツフロアブル	クロルフェナビル水和剤	2,000
				ダコニール1000	TPN水和剤	700
	コサイドボルドー	*水酸化第二銅	500	スコア10	ジフェノコナゾール水和剤	2,000
2006/8/8				ファルコンフロアブル	メキシフェノジド水和剤	4,000
				ジェイエース水溶剤	アセフェート水和剤	1,000
2006/8/22	アファーム乳剤	エマメクチン安息香酸塩	2,000	アファーム乳剤	エマメクチン安息香酸塩乳剤	2,000
2006/8/25	モスピラン水溶剤	アセタミプリド水溶剤	2,000	モスピラン水溶剤	アセタミプリド水溶剤	2,000
2006/9/14				ランネットDF	メソミル水和剤	1,000

注) 一般名の前に*を付して太字にした薬剤は非化学合成農薬。

カメとヨモギエダシャクは食害痕がみられるものを被害芽とした。

クワシロカイガラムシの雄繭発生程度は、2005年第1世代から2007年の第1世代まで、幼虫ふ化最盛期の3～4週間後に調査した。日本植物防疫協会の新農薬実用化試験実施要領に準じ、各区30カ所について葉層を手で押し広げ、被寄生枝の発生程度を表8に示した基準により数値化し、平均を求めた。また、天敵寄生率を2005年と2006年の越冬世代について調査した。クワシロカイガラムシの産卵期に、前年の夏秋期に伸長した枝を各区から10本採取し、実体顕微鏡下で介殻を剥がし、マミーとなっているものを寄生、産卵しているものを未寄生と判別して計数した。種の識別は小澤ら(2004)を参考にし、一部はマミーを解剖して行った。また、介殻内にタマバエの幼虫が確認された個体はタマバエ寄生として扱った。

各体系ごとの収益は、収入(荒茶販売額)から経費を差し引いて試算した。経費の内訳は、前述した防除費、荒茶の委託加工料、その他経費とした。生葉1kg当たりの委託加工料は、八女地域の標準的な加工費である一番茶220円、二番茶120円とした。また、これ以外に栽培管理に必要な費用は、試験区間に差がないことから、2年間とも80,000円/10aと仮定し、その他経費として計上した。

結果および考察

各防除体系における農薬散布実績を表27に、化学合成農薬の散布成分数を年次ごとにまとめて表28に示した。減農薬区における化学合成農薬の散布成分は、試験期間を通して殺虫剤のみであり、使用回数は年3回であった。慣行区では2004年は19剤、2005年は14剤、2006年は15剤の化学合成農薬が散布された。減農薬区の非化学合成農薬の散布成分数は、2004年は慣行防除からの移行初年目で積極的な防除を心がけたため、のべ9剤を散布した。しかし、2005年以降は農薬散布を必要最小限としたため、化学合成農薬の使用回数は年3回であった。各体系ごとに算出した2005年と2006年の防除経費を表29に示した。2005年の慣行区における農薬散布は9回であったが、減農薬区では4回少ない5回であった。散布された農薬数も7剤少なかったため、防除に必要な推定労働時間は、慣行区の18.3時間に対し、10.2時間少ない8.1時間であった。減農薬区ではナトリウム

灯設置費とその電気料が必要であるが、それらを合計した防除費計では慣行区より

表28 各防除体系区における化学合成農薬の散布成分数

試験区	2004年			2005年			2006年		
	殺虫剤	殺ダニ剤	殺菌剤	殺虫剤	殺ダニ剤	殺菌剤	殺虫剤	殺ダニ剤	殺菌剤
減農薬	3(5)	(1)	(3)	3	0	(3)	3	(1)	(2)
慣行	12	2	5(1)	9	1	4	11	1(1)	3

注) ()は非化学合成農薬の散布成分数。

表29 各防除体系区に必要な防除経費

試験年	試験区	薬散回数	労働時間	労賃	農薬費	ナトリウム灯設置費	電気料金	防除費計
		回	hr	円	円	円	円	円
2005年	減農薬	5(6)	8.1	11,340	8,281	7,143	12,960	39,724
	慣行	9(13)	18.3	25,620	25,895	—	—	51,515
2006年	減農薬	6(6)	9.6	13,440	9,388	7,143	12,960	42,931
	慣行	11(15)	21.5	30,100	32,988	—	—	63,088

注) ()はのべ散布薬剤数。ナトリウム灯は7年間使用できるものとして経費を算出した。

10,000円程度少なかった。2006年の慣行区における農薬散布回数は11回であったが、減農薬区はそれより5回少ない6回であった。散布された農薬数も9剤少なかったため、防除に必要な推定労働時間は慣行区の21.5時間に対し、11.9時間少ない9.6時間であった。このため、減農薬区の防除費は慣行区より20,000円以上少なかった。

各防除体系区における一番茶と二番茶の生葉収量を図31に示した。2005年、2006年とも一番茶の収量は慣行区がわずかに多い程度で、ほぼ同等であった。二番茶では2005年、2006年とも慣行区が120kg/10a程度多かった。一番茶の摘芽形質を表30に、二番茶の摘芽形質を表31に示した。一、二番茶とも慣行区の摘芽数は減農薬区より多かった。摘芽長は一番茶では減農薬区が、二番茶では慣行区がやや長い傾向がみられた。摘葉数には差がみられなかった。百芽重は2005年の一番茶では減農薬区がやや重い傾向がみられたが、その他は差がみられなかった。出開き度は2005年の一番茶と2006年の二番茶では減農薬区が高かったが、2005年の二番茶と2006年の一番茶では慣行区が高く、統一した傾向はみられなかった。

これらのことから、慣行区の二番茶収量が増加した理由は、摘芽数が増加したことによると考えられた。一番茶においても慣行区の摘芽数は増加しているが、減農薬区より百芽重がやや軽いために収量には顕著に反映されていないものと考えられた。しかし、二番茶においては、両試験区の百芽重が同程度であることから、摘芽数の差が収量差として現れたものと思われた。また、減農薬区の二番茶では、摘芽長が慣行区よりやや短かった。さらに、減農薬区では慣行区に比べて芽伸びがやや遅れているように感じられたことから、収量が減少した理由としては二番茶の萌芽が遅れたことによるものと推察された。減農薬防除体系において萌芽が遅れた原因としては、黄色ナトリウム灯の夜間点灯が関係している可能性もあるが、本試験では詳しい調査は行っていないため、今後、検討する必要がある。

摘採した一番茶新芽における害虫被害芽率を表32に示した。2005年はカンザワハダニの被害芽率が両試験区とも高かった。また、2005年、2006年のツマグロアオカスミカメの被害芽率は

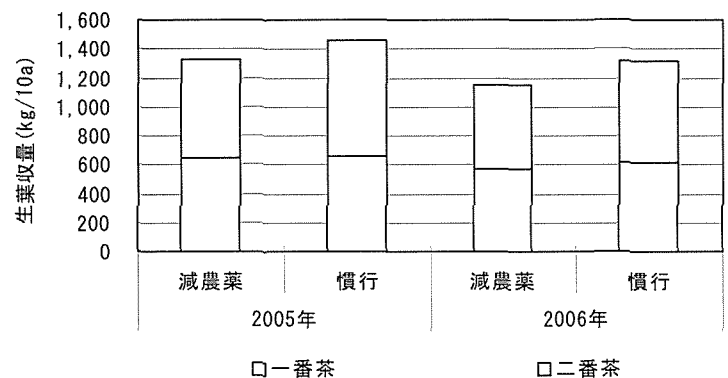


図31 各防除体系区における生葉収量

表30 各防除体系区における一番茶の摘芽形質

試験年	試験区名	摘芽数 (本/m ²)	摘芽長 (cm)	摘葉数 (枚)	百芽重 (g)	出開度 (%)
2005年	減農薬	1,017	7.7	3.6	66.0	40.4
	慣行	1,144	7.5	3.5	62.2	28.6
2006年	減農薬	706	8.7	3.5	82.1	23.7
	慣行	769	8.3	3.5	81.5	26.7

表31 各防除体系区における二番茶の摘芽形質

試験年	試験区名	摘芽数 (本/m ²)	摘芽長 (cm)	摘葉数 (枚)	百芽重 (g)	出開度 (%)
2005年	減農薬	1,008	6.8	3.8	70.4	75.5
	慣行	1,283	7.3	3.9	70.0	86.9
2006年	減農薬	591	8.5	4.0	101.3	76.3
	慣行	680	8.8	4.0	103.3	70.4

減農薬区が低い傾向がみられた。その他の害虫については、試験区間に差がみられなかった。二番茶の害虫被害芽率を表 33 に示した。2005 年はチャノキイロアザミウマとカンザワハダニの被害芽率が両区とも高かった。慣行区ではヨモギエダシヤクの被害がみられたが、減農薬区ではみられなかった。2006 年は、チャノミドリヒメヨコバイとヨモギエダシヤクは減農薬区が、チャノキイロアザミウマは慣行区の被害芽率が低い傾向を示した。試験を行った 2005 年～2006 年の 2 年間では、両試験区の害虫被害芽率に大きな差はみられなかった。これらのことから、黄色高圧ナトリウム灯の夜間点灯と有機 JAS 認定農薬を組み合わせた減農薬防除体系によって、摘採芽の病虫害被害程度を慣行防除とほぼ同程度に抑えることができ、農薬散布回数を年間 4～5 回、化学合成農薬の散布成分数は 11～12 剤、のべ薬剤散布成分数を 8～10 剤減少させることが可能であると考えられた。

表32 各防除体系区における一番茶の害虫被害芽率（％）

試験年	試験区	チャノミドリ ヒメヨコバイ	チャノキイロ アザミウマ	カンザワ ハダニ	ツマグロアオ カスミカメ	チャノホソカ	チャノコカ モンハマキ
2005年	減農薬	0.4	3.4	39.2	2.3	0.2	0.0
	慣行	0.0	4.8	32.6	18.1	0.0	0.0
2006年	減農薬	0.4	3.3	1.1	9.3	0.0	0.0
	慣行	0.0	2.6	0.4	15.6	1.9	0.4

表33 各防除体系区における二番茶の害虫被害芽率（％）

試験年	試験区	チャノミドリ ヒメヨコバイ	チャノキイロ アザミウマ	カンザワ ハダニ	ツマグロアオ カスミカメ	チャノホソカ	チャノコカ モンハマキ	ヨモギ エダシヤク
2005年	減農薬	0.0	39.4	29.3	0.4	0.0	0.0	0.0
	慣行	0.4	46.3	28.9	0.4	0.0	0.0	4.1
2006年	減農薬	2.2	20.7	0.8	0.3	0.0	0.0	5.1
	慣行	13.1	11.9	1.0	1.0	1.0	0.0	10.0

減農薬栽培体系におけるクワシロカイガラムシ雄繭発生量の推移を図 32 に示した。慣行区では、2005 年と 2006 年の第 1 世代幼虫に対して、化学合成農薬による防除を行ったこともあり、2005 年第 1 世代から 2006 年第 3 世代まで極少発生で推移した。しかし、2007 年は第 1 世代の防除を省いたところ、発生量が急激に増加した。減農薬区では、2005 年の第 1 世代こそ少発生であったが、その後、2006 年の第 3 世代まで慣行防除と同等の微発生で推移した。また、2007 年の第 1 世代も微発生であった。

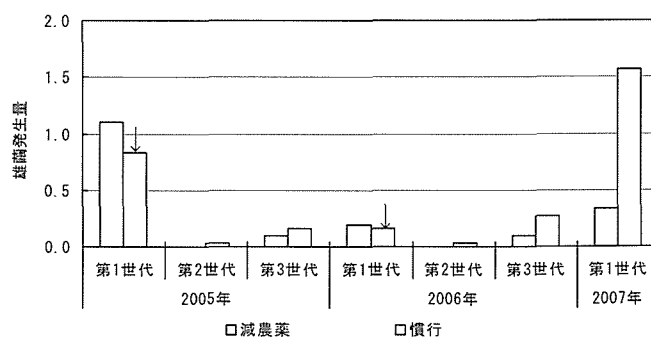


図 32 減農薬栽培体系におけるクワシロカイガラムシ雄繭発生量の推移

注) 図中の↓矢印は化学合成農薬による防除を実施したことを示す。

クワシロカイガラムシ越冬雌成虫における天敵寄生率と寄主生存率を表 34 に示した。減農薬区における天敵寄生率の合計は、2005 年は 84.9%，2006 年は 78.8%と高かったが、慣行区ではそれぞれ 33.2%，30.7%と低かった。両区ともチビトビコバチの寄生率が最も高く、次いでタマバエ類が高かった。ナナセツトビコバチの寄生率は非常に低かった。減農薬区における産卵雌率は 8.1%（2005 年）から 9.4%（2006 年）と低かったが、慣行区では 44.9%（2005 年）から 56.2%（2006 年）と高かった。減農薬区において産卵雌率が低かったのは、天敵寄生率が高かったためと考えられた。本試験園で主要な天敵となっているチビトビコバチとタマバエ類の寄生率は慣行区の 2 倍以上と高くなっていることから、これらの土着天敵類に影響の大きな化学合成農薬の散布を制限したり、散布回数を削減することで、天敵類の寄生率は向上する可能性があるかと推察された。また、減農薬区では、産卵雌率の低下によりクワシロカイガラムシ雄繭発生量が減少したものと考えられた。

表34 クワシロカイガラムシ越冬雌成虫における天敵寄生率と寄主生存率（%）

試験年	試験区	天敵寄生率				寄主生存率		寄主 死亡率
		チビトビ コバチ	ナナセツ トビコバチ	タマバエ類	合計	産卵 雌率	未産卵 雌率	
2005年	減農薬	68.0	1.4	15.5	84.9	8.1	0.0	7.0
	慣行	29.0	0.5	3.7	33.2	44.9	7.2	14.7
2006年	減農薬	65.4	0.3	13.2	78.8	9.4	0.8	11.0
	慣行	27.3	0.0	3.4	30.7	56.2	3.4	9.7

荒茶の官能評価を表 35(一番茶)、表 36(二番茶)に示した。2005 年、2006 年とも一番茶では減農薬区が優れる傾向を示したが、二番茶では慣行区が優れる傾向を示した。JA ふくれん茶取引センター査定員に依頼した荒茶の価格評価は一番茶、二番茶とも減農薬区が高かった(表 37)。この理由として、減農薬区は「福岡県減農薬・減化学肥料認証制度」の栽培基準を満たしているため、最低でも評価額より 10%高い価格で販売できることによる。このため、収入となる荒茶販売高は、二番茶では慣行区がやや高いものの一番茶では減農薬区が高いことから、年間の合計では減農薬区が 4 万円前後高かった(表 38)。経費の中で最も大きな割合を占める委託加工料は生葉収量に比例するため、慣行区が 16,000 円程度(2005 年)～23,000 円程度(2006 年)高かった。前述したとおり、防除費も慣行区が高いことから、収益は減農薬区が 72,000 円程度(2005 年)～78,000 円程度(2006 年)高かった(表 38)。このことから、的確に防除の判断(害虫種の確認と効果の高い剤を的確な時期に散布する)ができれば、減農薬防除体系は八女地域において収益性の高い栽培技術になり得るものと考えられる。

表35 各防除体系区における一番茶荒茶の官能評価

試験年	試験区	形状	色沢	水色	香気	滋味	合計
2005年	減農薬	19.5	19.7	19.7	19.7	19.7	98.3
	慣行	19.5	19.5	19.0	19.7	19.3	97.0
2006年	減農薬	19	19.0	19.0	19.3	19.0	95.3
	慣行	18.7	19.0	18.3	18.7	19.0	93.7

表36 各防除体系区における二番茶荒茶の官能評価

試験年	試験区	形状	色沢	水色	香気	滋味	合計
2005年	減農薬	19.3	19.3	19.2	19.8	19.8	97.4
	慣行	19.7	19.8	19.5	19.8	19.5	98.3
2006年	減農薬	19.3	18.3	18.7	18.3	17.3	91.9
	慣行	18.7	19.0	19.0	18.3	19.0	94.0

表37 各防除体系区における荒茶販売高の内訳

試験年	試験区	一番茶			二番茶		
		荒茶収量	荒茶単価	荒茶販売高	荒茶収量	荒茶単価	荒茶販売高
		kg/10a	円/kg	円/10a	kg/10a	円/kg	円/10a
2005年	減農薬	143.1	3,257	466,077	150.0	851	127,650
	慣行	144.4	2,875	415,150	186.1	722	134,364
2006年	減農薬	108.9	3,557	387,357	128.0	816	104,448
	慣行	117.4	2,967	348,385	160.5	677	108,659

表38 各防除体系区における収益の比較 (/10a)

試験年	試験区	収 益	収入（荒茶販売高）		
			一番茶	二番茶	合計
		円	円	円	円
2005年	減農薬	249,823	466,077	127,650	593,727
	慣行	177,259	415,150	134,364	549,514
2006年	減農薬	172,974	387,357	104,448	491,805
	慣行	94,236	348,385	108,659	457,044

表38 つづき

試験年	試験区	経 費				合計
		防除費	委託加工料		その他	
			一番茶	二番茶		
			円	円		
2005年	減農薬	39,724	142,340	81,840	80,000	343,904
	慣行	51,515	143,660	97,080	80,000	372,255
2006年	減農薬	42,931	126,060	69,840	80,000	318,831
	慣行	63,088	135,960	83,760	80,000	362,808

総 合 考 察

1. 現在の防除体系における問題

本研究では、チャ栽培に導入可能な化学合成農薬代替技術を開発し、八女茶産地に減農薬栽培体系を普及させることを目標としている。従来型のチャ病虫害防除は化学合成農薬に依存しており、農薬によっては茶園に生息する様々な土着天敵類への影響が大きい。化学合成農薬に依存せず、効果的で経済性に優れた防除体系を構築するには、化学合成農薬に代わる防除技術を開発する必要がある。しかし、害虫個体群がチャに大きな影響を及ぼす密度になると予想される場合には、化学合成農薬を利用して速やかに密度を低下させることが有効である。ただし、この場合もできるだけ土着天敵類に悪影響を及ぼさない農薬を選択したり、散布時期を調整することが重要である。

チャでは主要な病虫害に対して効果の高い農薬が開発されているが、上市後、数年から10数年で薬剤感受性が低下する事例が、カンザワハダニ(小澤・劉主, 2006), クワシロカイガラムシ(小澤, 2010), チャノコカクモンハマキ(小澤ら, 2007), 輪斑病(富濱ら, 2009b)などにおいて報告されている。この理由として、農薬に依存した防除体系を現場が採用していることが考えられる。例えば、一番茶や二番茶の新芽生育期では、病虫害による経済的損失を過度に恐れるあまり、必要以上に化学合成農薬を散布する傾向にある。摘採する新芽の生育期間は一番茶で約28日、二番茶では約20日と短く、この期間に何度も農薬を使用することは、八女茶ブランドの柱の一つである「安全・安心」イメージの崩壊につながる恐れがあることから、早急な対策が必要である。

一番茶ではチャノホソガ、ツマグロアオカスミカメやコミカンアブラムシ *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) が問題となる。二番茶ではこれらに加え、チャノキイロアザミウマやチャノミドリヒメヨコバイも問題となる。八女茶を「安全・安心」な農産物としてブランド化していくためにも、新芽生育期間に化学合成農薬の使用をなるべく控えるような方法を模索すべきである。この問題に対処するため、吉岡(2008)はジノテフラン水溶剤を萌芽期に散布した場合の効果を検討し、コミカンアブラムシに対する効果はやや不安定であるものの、チャノホソガやツマグロアオカスミカメに対しては十分な防除効果がみられることを明らかにしている。本剤はチャノキイロアザミウマやチャノミドリヒメヨコバイに対しても登録があるため、萌芽前から萌芽期に新芽加害性害虫を防除できる剤として現時点では有望である。この他にも同様の利用方法が可能な剤があると思われるため、検討を進める必要がある。

FAOは1965年に、今後の理想的有害生物管理法として、総合的病虫害管理(IPM)を、「あらゆる適切な技術を相互に矛盾しない形で使用し、経済的被害を生じるレベル以下に害虫個体群を減少させ、かつその低いレベルに維持するための害虫管理システム」(FAO, 1966)と定義した。この定義は「複数の防除法の合理的統合」、「経済的被害許容水準」、「害虫個体群管理システム」といった3つの重要な概念を含んでいた(中筋, 1997)。また、この概念は時代とともに変化し、現在では種々の防除手段を調和的に組み合わせて病虫害を管理するシステムをIPMと呼ぶことが多い(梅川ら, 2005)。つまり、経済性に配慮しながら、物理的、生物的、化学的防除手段を適切に組み合わせた病虫害管理体系を構築することが求められている。この考え方は、チャの減農薬栽培に関してもそのまま当てはまる。土着天敵類の活用と農薬利用を両立させるには、天敵類の発生時期や農薬ごとの天敵への影響を把握しておくことが必要不可欠である。そこで、全国のチャ栽培地域で難防除害虫となっているクワシロカイガラムシを対象として、天敵を活用した防除の可能性について議

論する。また、チャ栽培において化学合成農薬の使用回数を削減するため、代替可能な防除技術の効果的な使用法を明らかにした。さらに、これらの技術を導入した減農薬栽培茶による八女茶ブランド力向上の可能性について検討した。本章では、様々な栽培体系における問題点とその解決策を含む今後の課題についても議論する。

2. 土着天敵を活用したクワシロカイガラムシ防除とそれを補完するピリプロキシフェンの冬期散布による化学合成農薬散布回数の削減

クワシロカイガラムシがチャで重要害虫となった理由として、南川(1960)は化学合成農薬の多用による天敵の減少を指摘している。茶園の樹冠内部は、生態的な多様性に優れ土着天敵類の重要な生息場所となっていることから、樹冠内部への農薬散布は生態的攪乱を引き起こし、天敵類の密度を低下させる原因となる可能性が指摘されている(Kawai et al., 1999)。本害虫は化学合成農薬による防除が行われている慣行栽培茶園においては最重要害虫となっているが、第1章でも述べたとおり無防除茶園ではほとんど問題となっていない。この理由として多々良(1997)も指摘しているように土着天敵類の寄与が大きいと考えられる。八女茶産地においてクワシロカイガラムシを採取し、調査した結果、天敵としては寄生蜂が主体であった。特にチビトビコバチとサルメンツヤコバチは、調査した24地点の全てで確認されたことや、国内の別の茶産地にも分布(本多ら, 2008; 小澤ら, 2008a)することから、日本各地の広い範囲に生息している可能性が高い。今回の調査から、チビトビコバチとサルメンツヤコバチは羽化・産卵する時期がわずかにずれており共存・共栄できる可能性が高い。これらのことから、2種の寄生蜂が八女地域においてクワシロカイガラムシの密度抑制に重要な役割を果たしていると考えられた。これらの寄生蜂を活用してクワシロカイガラムシの密度を低下させるには、天敵類の生存を脅かす農薬の使用を抑えることが重要である。実際、天敵類への影響が疑われる農薬の使用を制限した茶園における寄生蜂の寄生率は、農薬使用を制限しなかった茶園より安定して高く推移し、雄繭発生程度は低く推移したことから、これら寄生蜂による本害虫の抑制効果は高いと考えられる。しかしながら、その発生程度は慣行薬剤により防除した場合の発生水準まで抑制できるとは言い難い。このため、寄生蜂と併用して成虫や卵を捕食する天敵類の活用により、クワシロカイガラムシ密度をさらに抑制できる可能性がある。雌成虫や卵を捕食すると考えられるタマバエ類は八女地域における調査でも頻繁に見つかる。静岡県においてはテントウムシ類やキムネタマキスイ(小澤ら, 2008a)がクワシロカイガラムシの寄生枝から見い出されている。また、チャコウラナメクジはチャハマキやチャノコカクモンハマキの卵塊を捕食する(小杉, 2008)ことが確認されている。このチャコウラナメクジは梅雨時期に発生が多く、八女分場内の茶園ではごく普通に生息している。さらに、粘着版に捕殺された虫を全て食べ尽くすこともあることから、クワシロカイガラムシの幼虫、場合によっては成虫さえも捕食している可能性がある。今後、チビトビコバチやサルメンツヤコバチ等の寄生蜂の利用に加え、タマバエやテントウムシ類、チャコウラナメクジ等の捕食者の生態や密度抑制効果を検討し、寄生蜂との併用によるクワシロカイガラムシ防除の可能性について総合的に評価する必要がある。

ところで、チャにクワシロカイガラムシが多発すると、枝梢や幹まで枯死するため茶園は荒廃し、収量はほとんど皆無となる(南川・刑部, 1979)。このため、本害虫の個体群密度を安定して経済的被害許容水準以下に抑える必要があるが、本害虫はこれまでも数年おきに大発生を繰り返している(河合ら, 1997)。一旦、大発生となった状況では、殺虫効果の高い化学合成農薬により個体群密度を抑制するほうが経済的損失は小さい。農薬によるクワシロカイガラムシの防除は、これまで幼虫

ふ化最盛期を中心に行われてきた。この時期は、福岡県の土着寄生蜂として重要なチビトビコバチやサルメンツヤコバチの産卵時期と前後する。チビトビコバチに対して影響がみられるDMTP乳剤やフェンピロキシメート+ブプロフェジン水和剤はクワシロカイガラムシ防除剤として幼虫ふ化最盛期前後に散布されるため、天敵に対して少なからず影響しているものと推察される。土着天敵類を活用するためには天敵類に全く影響がない、もしくは幼虫ふ化最盛期以外に散布できる農薬の開発・普及が重要である。そこで、ピリプロキシフェン剤の冬期散布によるクワシロカイガラムシ密度抑制効果について検討した。その結果、本剤は非常に高い残効性を示し、散布後5カ月程度経過した後でも幼虫の成育を強く阻害すること、散布後2年間は防除の必要がないほど本害虫を低密度に抑制することが明らかとなった。さらに、本剤散布と耕種的防除である中切りを組み合わせることで、散布後3年間、本害虫に対する防除を省略できる可能性も示された。本剤はクワシロカイガラムシの寄生蜂であるチビトビコバチに対して影響しないことが明らかとなっており、また、本剤の冬期散布はチビトビコバチの寄生率に影響しない(小澤, 2009b)。ピリプロキシフェン剤の利用により、天敵相を攪乱する既存剤の使用が省略できることから、樹冠内部で形成されているであろう天敵相を保護、活用できる可能性がある。

以上のことから、ピリプロキシフェン剤をチャの減農薬防除体系の基幹剤の一つに位置づけることで、クワシロカイガラムシに関しては2年ないし3年に一度の防除とすることが可能である。本剤の利用により、これまで年に数回の防除が必要であったクワシロカイガラムシに対する化学合成農薬の散布回数は大幅に削減できる可能性があると考えられる。

3. 化学合成農薬代替技術によるチャノミドリヒメヨコバイ防除

福岡県内でチャの有機または無農薬栽培に取り組んでいる生産者への聞き取り調査によれば、チャノミドリヒメヨコバイの被害に悩まされている生産者が最も多く、その防除対策が望まれている。本研究では防虫ネットを使用することで一定の防除効果を得ることができたが、本手法はコストや労働力の面から数ha規模の大面积への導入には適しているとはいえない。本方法以外に有機栽培で利用できる有効な防除手段を早急に検討する必要がある。本害虫は主に新梢の表皮に産卵する(南川・刑部, 1979)。この卵とふ化直後の若齢幼虫に対し、マシン油乳剤は効果がある可能性がある。これまで、夏季のマシン油乳剤散布は三番茶や秋冬番茶摘採、新芽への薬害が危惧されたことから試験されなかった経緯がある。しかし、八女地域では三番茶以降の摘採はごく限られていること、30倍～100倍に希釈した高度精製マシン油乳剤を、8月の酷暑時の新芽に散布しても薬害が発生しないこと(吉岡, 未発表)から、夏季におけるマシン油乳剤の各種害虫に対する防除効果について、今後、積極的に検討する必要がある。

4. 福岡県における減化学合成農薬栽培体系

福岡県の減農薬・減化学肥料栽培認証制度では、年間の化学合成農薬散布成分数を煎茶栽培では4回、玉露栽培では5回までとしている。この基準を満たし、かつ農家はその体系を利用しやすくするには、物理的防除法や耕種的防除法を取り入れつつも、非化学合成農薬をスケジュール的に散布する防除体系を基本とし、突発的に発生量が増加した害虫に対しては化学合成農薬による防除を選択できるように準備しておくことが合理的と考えられる。ただし、化学合成農薬の使用にあたっては、土着天敵類の活動を阻害しないことも重要であるため、天敵に対して影響が小さい薬剤を使用する必要がある。

本体系においては、トートリルア剤と黄色高圧ナトリウム灯のどちらか、もしくは両方を使用するとともに、二番茶摘採後には炭疽病の罹病葉が樹冠面に残らない深さでせん枝を実施する。これらの化学合成農薬に頼らない防除に加え、スケジュール的に非化学合成農薬（マシン油乳剤、銅水和剤）を使用して基幹防除する。三番茶や秋芽の伸育期には突発的に害虫が発生することがあるため、そのときには一時的に害虫密度を下げる化学合成農薬を使用することを基本的な防除戦略とするべきである。

八女地域は玉露やかぶせ茶といった「おおい茶」の産地であるが、チャは野菜や花き栽培のような加温施設はほとんどなく、一般的に露地栽培である。このため、病虫害の発生量や時期は気温、降水量、日照時間などの気象要因に大きく左右され、年次変動も大きい。慣行栽培では害虫の種類を判断し、適切な農薬を選択して使用することが基本であるが、このことはわずかな害虫発生でも農薬を散布してしまうことにつながる。減農薬栽培を推進する上では、経済的被害許容水準や要防除密度を生産者へ提示することも重要となる。今後は、農家が単独で明確な防除要否の判断ができるような要防除密度の基準策定にも取り組む必要がある。ただし、チャ栽培に専門的に取り組んでいない兼業農家等に対しては、スケジュール散布を推奨した方がかえって農薬散布回数が少なくなる可能性が大きい。このような場面では表39に示すような防除体系の提示も必要である。

5. 減化学合成農薬栽培茶を活用した八女茶ブランド力の向上

岩崎（2008）が東京の消費者を対象として行ったブランド・イメージの調査によると、八女茶のイメージは「品質が優れている」「高級感がある」となっている。ブランド力の向上には、消費者が「八女茶が飲みたい」と思わせる仕掛けが必要であり、それには付加価値が大きなポイントとなる。八女地域では玉露やかぶせ茶といった高付加価値茶の生産割合が高い。これと減農薬栽培によるイメージアップによりブランド力の向上を図ることも可能であろう。消費者はリーフや急須で飲む緑茶に「一息」や「くつろぎ」を求めていることから、緑茶ビジネスをリラックス・ビジネスとして再定義することが顧客価値の実現という観点からは効果的（岩崎，2008）である。「安全・安心」というイメージも、リラックス・ビジネスを展開する上で一助となるであろう。また、八女茶産地には「星野茶」、「奥八女茶」等の地域ブランドがあり、それぞれ異なるイメージを持つが、これらは八女茶ブランドの高級イメージを引き上げている。これらの地域ブランドは中山間地を中心としており、幸いにも虫害の発生が少なく、減農薬栽培を導入しやすい地域である。減農薬茶が消費者に安心感を与えることができれば、八女茶ブランドの高級化戦略の一つとなり得るはずである。今後は、ブランド・イメージに合致した適切な防除戦略の導入とともに、ゆとりを求める現代人のための癒し系飲料として八女茶ブランドを深く認知させることが必要である。

表39 中山間地の煎茶栽培（一・二番茶摘採）における減農薬防除体系（例）

時期	生育状況	対象病虫害	商品名	一般名 (化学合成農薬成分数)
2月	越冬期	クワシロカイガラムシ	プルートMC	ピリプロキシフェン剤(0.5)*
3月中旬	萌芽前	カンザワハダニ チャノナガサビダニ チャトゲコナジラミ	ハーベストオイルなど	マシン油乳剤
3月下旬	萌芽前	チャノコカクモンハマキ	ハマキコン-N	トートリルア剤
4月上旬	萌芽前	チャノホソガ		黄色高圧ナトリウム灯 (点灯開始)
4月中旬	一番茶萌芽期	チャノホソガ		(黄色高圧ナトリウム灯)
5月上旬	一番茶摘採			
6月上旬	二番茶萌芽期	カンザワハダニ チャトゲコナジラミ チャノホソガ チャノキイロアザミウマ チャノミドリヒメヨコバイ	ダニゲッターフロアブル スタークル顆粒水溶剤	スピロメシフェン水和剤(1)* (黄色高圧ナトリウム灯) ジノテフラン水和剤(1)
6月下旬	二番茶摘採			
6月下旬	二番茶摘採後	炭疽病		(せん枝)
7月下旬	三番茶萌芽期	チャノホソガ 炭疽病	サンボルドーなど	(黄色高圧ナトリウム灯) 塩基性塩化銅水和剤
8月中旬	三番茶伸育期	チャノホソガ チャノコカクモンハマキ ヨモギエダシャク チャノキイロアザミウマ 新梢枯死症・炭疽病	スピノエース顆粒水和剤 コサイドボルドー	スピノサド水和剤(1) 水酸化第二銅水和剤
8月下旬 9月上旬	秋芽伸育期	ヨモギエダシャク チャノキイロアザミウマ チャノミドリヒメヨコバイ チャノコカクモンハマキ	カスケード乳剤	フルフェノクスロン乳剤(1)
10月上旬	秋整枝			黄色高圧ナトリウム灯 (点灯終了)
10月下旬	越冬期	カンザワハダニ チャトゲコナジラミ	ハーベストオイルなど	マシン油乳剤
使用農薬数(基本防除+補助防除)			8+1.5	
化学合成農薬成分数(基本防除+補助防除)			3+1.5	

注) *は対象害虫が多発した場合に散布する。また、ピリプロキシフェン剤は隔年散布とする。

要 約

福岡県内で生産される茶は「八女茶」と呼ばれている。この八女茶のブランド力をより向上するためには、チャの減化学農薬栽培体系を確立する必要がある。そこでまず、福岡県で最も防除が困難な害虫、クワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni) と、難防除害虫として知られるハダニ類の効果的な防除法の検討を行い、次に、化学合成農薬に頼らない各種病虫害防除法の検討を行い、さらに、これらの病虫害防除法を組み合わせた現地実証試験も行い、八女茶の減農薬栽培体系の確立を目指した。その主要な結果は以下のように要約される。

1. 福岡県におけるクワシロカイガラムシの主要な天敵は、チビトビコバチ *Arrhenophagus albitibiae* Girault, サルメンツヤコバチ *Pteroptrix orientalis* (Silvestri), タマバエ類 *Dentifibula* sp. であった。
2. チビトビコバチ成虫に及ぼす13農薬の殺虫作用を、切り枝接触法で調査した。さらに、本処理法で24時間にわたって農薬に暴露したチビトビコバチ成虫の次世代数を調査した。成虫に対して殺虫作用の低い農薬は、メキシフェノジド水和剤、エマメクチン安息香酸塩乳剤であった。次世代数への影響はスピノサド水和剤では認められず、メキシフェノジド水和剤では小さかった。その他の剤は次世代数に及ぼす影響が大きく、特に、クロチアニジン水溶剤、アセタミプリド水溶剤、エマメクチン安息香酸塩乳剤では次世代成虫は認められなかった。また、各農薬の成虫生存率と次世代数には相関がみられなかった。
3. クワシロカイガラムシの寄生蜂に影響が大きな薬剤の散布を制限することで天敵寄生率が上昇し、本害虫の発生程度が減少した。このことから、天敵は本害虫の主要な密度抑制要因として働いている可能性が示唆された。
4. ピリプロキシフェンMC剤の冬期散布によるクワシロカイガラムシへの効果は、1回の散布で約5カ月間持続した。また、1月下旬と3月下旬に散布した場合では防除効果に差はなかった。さらに、本剤散布と散布翌年の中切りを組み合わせた場合、散布後3年間、発生程度は低密度で推移した。一方、乗用型防除機を用いた1,000L/10a散布と700L/10a散布では同等の防除効果が認められた。また、本剤散布後の雄繭発生程度は、散布翌年まで、毎年散布する慣行防除と同等かそれ以下であり、本種に対する本剤以外の防除は2年間不要であった。これらのことから、本剤は農閑期の冬季散布により労力分散が図られること、長期密度抑制により薬剤散布回数の削減が可能ながことが明らかとなった。
5. マシン油乳剤の一番茶萌芽前散布によるカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* Kishida とチャノナガサビダニ *Acaphylla theavagrans* (Kadono) の密度抑制効果、および新芽への残留状況について検討した。マシン油乳剤のチャノナガサビダニに対する防除効果は高かった。本剤の一番茶萌芽前散布は、チャノナガサビダニとカンザワハダニの発生密度を1カ月以上抑制でき、一番茶の新芽にはほとんど残留しないことが明らかとなった。これらのことから、天然物由来のマシン油乳剤は、有機栽培におけるダニ類の基幹防除剤の一つとして利用できると考えられた。
6. 茶の有機または無農薬栽培実践者に対して、被害が問題となる害虫を聞き取り調査したところ、チャノミドリヒメヨコバイ *Empoasca onukii* Matsuda に対する防除の必要性が高かった。そこで、防虫ネットによる防除試験を行った結果、目合い1.0mmのネットを中切りや浅刈り後、すぐに直がけすることで被害が軽減された。また、防虫ネットの直がけはチャノミドリヒメヨコバイだけでなくチャノホソガ *Caloptilia theivora* (Walsingham), ツマグロアオカスミカメ *Apolygus spinolae*

(Meyer-Dür)に対しても高い防除効果を示した。

7. 勾配4度から12度の傾斜地に位置する茶園にトートリルア剤を処理し、交信攪乱法によるチャノコカクモンハマキ *Adoxophyes honmai* Yasuda の防除効果を検討した。集団茶園の周囲に、年次により5.4mから28.8mの幅にトートリルア剤を250本／10a、その内側には150本／10aを処理すると、フェロモントラップに誘殺されるチャノコカクモンハマキ雄成虫数は無処理区より著しく減少した。処理区におけるチャノコカクモンハマキの巻葉数は無処理区より顕著に少なかった。以上の結果、トートリルア剤は傾斜地茶園においてもチャノコカクモンハマキの交信を攪乱し、防除効果が高いことが明らかとなった。
8. 二番茶後の浅刈りせん枝により罹病葉を除去し、かつ、浅刈り後の萌芽が7月下旬の梅雨明け時期となるような時期にせん枝することで、秋芽における炭疽病 *Discula theae-sinensis* (I. Miyake) Moriwaki & Toy. Sato の発生を減少させることが可能である。さらに、銅水和剤を利用して防除する場合は、三番茶芽の萌芽期から1葉期、およびその1週間後に合わせて2回散布すると炭疽病の防除効果が高いことを明らかにした。
9. 黄色高圧ナトリウム灯を夜間点灯することで、チャノホソガの被害を防止できることを明らかにした。
10. 本研究により、八女茶の減農薬栽培体系の有効性が実証された。この体系は、黄色高圧ナトリウム灯を利用した物理的防除、浅刈りを利用した耕種的防除、非化学合成農薬である有機JAS認定農薬の利用を組み合わせたものである。本体系は、化学合成農薬の散布成分数を年間4剤以下にすることができ、しかも、慣行栽培より高い収益性を確保することが可能である。

引用文献

- Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol., 18:265-267.
- 足立年一・藤本 清・藤富正昭・山口福男(1979)マシン油乳剤のミカンハダニに対する密度抑制機構. 兵庫農総セ研報, No.28:105-110.
- 安藤康雄(1994)第14章 チャの病害と防除 第2節 各論 (2)炭そ病. チャの栽培と利用加工(岩浅 潔編), 養賢堂, pp.271-274.
- 芦原 亘・井上晃一・刑部正博(1998)チリカブリダニの発育と産卵に及ぼす数種農薬の影響. 果樹試報, E7:51-58.
- 江塚昭典・安藤康雄(1994)炭疽病. チャの病害, 日本植物防疫協会, pp.182-204.
- FAO(1966)Report of the FAO/UNEP panel of experts on integrated pest control 1965, Rome. Part 1: 91pp. Part 2: 186pp. Part 3: 129pp.
- 福岡県(1990)1990年度果樹・茶病虫害防除基準. pp.113-125.
- 後藤昇一・鈴木康隆・小林栄人(1995)山間地における茶の無農薬・有機栽培が病虫害, クモ類等の発生と収量, 品質に及ぼす影響. 静岡茶試研報, 19:25-36.
- 後藤昇一・鈴木康隆・小林栄人(1996)無農薬栽培茶園における病害防除としてのせん枝処理. 静岡茶試研報, 20:25-29.
- 浜村徹三(1996)第6章 実験法 第3節 薬剤実験法. 植物ダニ学(江原昭三・真梶徳純編), 全国農村教育協会, pp.323-330.
- 浜屋悦次(1982)チャ炭そ病菌の感染経路. 茶技研, 63:33-37.
- 橋本祥一・河野通昭・白山久之(1985)マシン油剤を散布したポンカン園の捕食性天敵相. 九病虫研究会報, No.31:206-209.
- Hanks L. M. and R. F. Denno (1993) Natural Enemies and Plant Water Relations Influence the Distribution of an Armored Scale insect. Ecology, 74: 1081-1091.
- 本多利仁・古賀亮太・寺井清宗・森川亮一(2008)茶難防除害虫クワシロカイガラムシのメッシュ気象情報を活用した防除適期予測法の現地適合性と天敵相の解明. 長崎総農林試験報(農業部門), 34:69-90.
- 堀江秀樹・氏原ともみ・木幡勝則(2002)ウーロン茶浸出液表面に生成する油膜様物質. 日食工誌, 49(5):345-347.
- 池田二三高(1975)茶を加害するウスミドリメクラガメの生態と防除. 植物防疫, 29:437-440.
- 諫山真二・津田尚己(2008)新規農薬製剤プルートルMCの開発ー茶の難防除害虫クワシロカイガラムシへの適用拡大ー. 住友化学, 2008-II:4-13.
- Itoh, T., H. Kawada, A. Abe, Y. Eshita, Y. Rongsriyam and A. Igarashi(1994): Utilization of bloodfed females of *Aedes aegypti* as a vehicle for the transfer of the insect growth regulator ptriproxyfen to larval habitats. J. Am. Mosq. Control Assoc., 10(3): 344-347.
- 岩崎邦彦(2008)緑茶のマーケティング. 農文教, 東京, 136pp.
- 伊澤宏毅・藤井和則・的場達矢(2000)交信攪乱剤を用いたナシ害虫防除における殺虫剤削減の試み. 応動昆, 44:165-171.

- 鹿児島県・鹿児島県茶業技術協会・鹿児島県茶生産協会(2001)茶生産技術指針(四版), pp.48-54.
- 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, 48:11-15.
- 加藤 勉(1987)導入天敵利用と農薬散布. 今月の農業, 31(2):85-89.
- 河合 章・多々良明夫・神寄保成(1997)1994, 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, 85 :13-25.
- Kawai A., Kohata K., Yamaguchi Y.(1999) Deposition of chemicals on various parts of tea bushes sprayed on the plucking surface. Appl. Ent. Zool., 34: 387-389.
- 川島浩三(1993)交信かく乱法によるリンゴの鱗翅目害虫の防除. 植物防疫, 47:508-511.
- 小寺孝治(1992)べたがけ栽培による葉菜類の害虫防除技術. 東京都農試研報, 24:71-79.
- 小杉由紀夫(2008)チャコウラナメクジによるハマキガ卵塊の捕食. 茶研報, 105:27-34.
- 神寄保成・櫛下町鉦敏・松比良邦彦(1997)寄生枝採取法による茶園でのクワシロカイガラムシ天敵類の発生活消長. 九農研, 59:85.
- 熊倉裕史・長坂幸吉・中川 泉・藤原隆広・田中和夫(2003)露地栽培のコマツナおよびハクサイに対する防虫ネットトンネルと太陽熱処理の併用効果. 近中四農研報, 2:27-40.
- 松田和也・清水信孝・中村晋一郎・森山弘信・堺田輝貴(2000)福岡県における煎茶園及び玉露園でのチャノナガサビダニの発生活消長と防除法. 福岡農総試研報, 20:27-30.
- 松比良邦彦・神寄保成(2001)クワシロカイガラムシに対する合成性フェロモンを用いた生物的防除と天敵寄生蜂の薬剤感受性. 鹿児島県茶試研報, 15:11-21.
- 松浦 誠(2004)ハマキムシ類の天敵(捕食性蜂). 天敵大辞典, 農文協編, 719-735.
- 南川仁博(1950)コカクモンハマキの生態学的研究. 茶技研, 3:36-47.
- 南川仁博(1960)茶園害虫と天敵. 植物防疫, 14:503-505.
- 南川仁博・植田熊治(1960)チャノホソガの生態学的研究. 茶技研, 23:17-22.
- 南川仁博・刑部 勝(1979)茶樹の害虫. 日本植物防疫協会, pp.322.
- 深山 大介, 吉田 克志, 佐藤 安志, 角川 修, 荒木 琢也, 宮崎 昌宏(2009)二番茶生産における生育期の送風式捕虫処理が害虫発生活消長, 収量および品質に及ぼす影響. 農作業研究, 44:No. 2, 81-88.
- 宮 睦子・伊村 務・出口美里・癸生川 真也(2003)黄色蛍光灯を用いたイチゴのハスモンヨトウ防除技術の評価. 関東東山病虫研報, 50: 151-155.
- 宮田 正・吉田和史(2000)昆虫生育制御剤の次世代増殖に及ぼす影響. 植物防疫, 54: 503-505.
- 水上 宏二・小田原 孝治(2005)アスパラガス半促成栽培におけるハスモンヨトウ防除に使用する黄色蛍光灯の効果的な設置法. 福岡農総試研報, 第24号:108-112.
- 水田隆史(2005)チャの重要害虫クワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni) (Hemiptera: Diaspididae)における抵抗性品種の実用化と抵抗性発現機構に関する研究. 宮崎総農試研報, 40:54pp.
- 望月雅俊・本間健平(2001)近紫外線反射フィルムマルチを利用した幼木茶園におけるチャノキイロアザミウマの被害軽減. 茶研報, 91:13-19.
- 村井智子(1999)被覆資材を利用した害虫管理. 植物防疫, 53:216-221.

- 村上公朗・小野亮太郎(2003)茶園における黄色高圧ナトリウムランプがハマキムシ類及びチャノホソガの発生活動に及ぼす影響(講要). 茶研報, 96(別):78-79.
- 村松 功(1995)軟弱野菜栽培における被覆資材の利用効果. 農業および園芸, 70:799-805.
- 永田利美(1953)茶タンソ病に関する研究(第2報)発生に及ぼす二, 三の条件について. 茶研報, 2:33-35.
- 永田利美(1954)茶樹タンソ病に関する研究. 東近農試研報(茶), 2:97-131.
- 中村知史・井上雅夫・藤本博明・笠松紀美(2007)タバココナジラミ成虫によりテープ製剤から運搬されたピリプロキシフェンの殺卵効果. 応動昆, 51:58-59.
- 中筋房夫(1997)総合的害虫管理学. 養賢堂, 東京. 273pp.
- 日本応用動物昆虫学会編(2006)農林有害動物・昆虫名鑑増補改訂版. 日本応用動物昆虫学会, pp.195-196.
- 日本植物防疫協会編(1982)V残臭試験. 茶農薬連絡試験成績, 日本植物防疫協会, pp.188-199.
- 日本茶業中央会編(2010)茶関係資料. 平成22年版, 社団法人日本茶業中央会, 東京, 195pp.
- 西島卓也(1994)静岡県東部地域におけるチャのカンザワハダニに対する防除実態とその薬剤感受性. 静岡茶試研報, No.18:29-35.
- 農林水産省大臣官房統計部編(2010)作物統計. 平成20年産, 農林統計協会, 東京, 193pp.
- 野村健一・大矢慎吾・渡部一郎・河村広巳(1965)電燈照明による吸蛾類の防除 第1報 照明の効果解析とそれに及ぼす各種光条件の影響について. 応動昆, 9:179-186.
- 農薬ハンドブック1994年版編集委員会編(1994)農薬ハンドブック1994年版. 日本植物防疫協会, pp.160-167.
- 小川欽也・ピーターウィツガル(2005)フェロモン利用の害虫防除. 農文協, 東京, 144pp.
- 奥俊夫・若公正義・大平喜男(1989)合成性フェロモンの交信攪乱効果によるモモンクイガの防除. 果樹試報, C16:63-81.
- 小俣良介(1998)近紫外線反射フィルム及び光反射テープによるチャノミドリヒメヨコバイの物理的防除. 関東東山病虫研報, 45:215-218.
- 小俣良介(2004)整せん枝による炭疽病とチャノミドリヒメヨコバイの発生抑制効果. 平成15年度関東東海北陸農業研究成果情報Ⅱ. 170-171.
- 大久保宣雄(1982)マシン油乳剤のミカンハダニに対する残効性. 九病虫研会報, 28:209-211.
- 大泰司誠(1988)生理活性物質による害虫の管理-茶園における性フェロモンの利用-. 植物防疫, 42:535-538.
- 大泰司誠・内嶋善兵衛・山本昭(1991)チャノコカクモンハマキの交信攪乱圃場における大気中の合成性フェロモン濃度と交尾率の関係. 応動昆, 35(3):207-211.
- 小澤朗人(1994)静岡県中遠小笠地区におけるチャ寄生カンザワハダニの薬剤感受性. 茶研報, 79:1-14.
- 小澤朗人・久保田栄・片井祐介・米山誠一・神谷直人・灰方正穂・森川亮一・佐藤邦彦・水田隆史(2004)茶害虫クワシロカイガラムシの環境保全型防除技術の実用化. 静岡県茶業試験場, 117pp.
- 小澤朗人(2005)茶におけるカンザワハダニの発生動向と防除. 今月の農業, 49(6):48-54.

- 小澤朗人(2006)チャ樹におけるクワシロカイガラムシの樹内分布. 関東東山病虫研報, 53: 149-152.
- 小澤朗人・劉 主(2006)各種薬剤に対するカンザワハダニの薬剤感受性. 静岡茶試研報, No.25: 39-44.
- 小澤朗人・吉崎真紀・劉 主・大石剛裕・吉田礼子(2007)チャノコカクモンハマキの脱皮ホルモン系IGR剤に対する薬剤抵抗性の発達. 茶研報, 104(別): 84-85.
- 小澤朗人・久保田栄・金子修治・石上 茂(2008a)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(第1報)天敵の種類および寄生性天敵の種構成. 茶研報, 105: 13-25.
- 小澤朗人・久保田栄・金子修治・石上 茂(2008b): 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(第2報)天敵類の発生活消長と寄生-寄生者間の相互関係. 茶研報, 106: 39-52.
- 小澤朗人・金子修治・小杉由紀夫(2009a)ピリプロキシフェン剤のチャ寄生クワシロカイガラムシに対する防除効果と天敵類に対する影響. I. 茶園のクワシロカイガラムシに対する防除効果. 関西病虫研報, 51: 95-97.
- 小澤朗人・金子修治(2009b)ピリプロキシフェン剤のチャ寄生クワシロカイガラムシに対する防除効果と天敵類に対する影響. II. クワシロカイガラムシの土着天敵に対する影響. 関西病虫研報, 51: 99-101.
- 小澤朗人(2010)チャ寄生クワシロカイガラムシの薬剤感受性. 応動昆, 54: 205-207.
- 佐藤邦彦(2004)チャ主要品種・系統におけるチャもち病の品種間差異. 九州沖縄農業研究成果情報, 19: 467-468.
- 佐藤邦彦(2007)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. 茶研報, 104: 33-42.
- 佐藤敏夫(1978)クワシロカイガラムシの寄生バチの生態 I 寄生時期と世代数. 蚕糸研究, 109: 152-159.
- 佐藤力郎(1992)落葉果樹害虫防除への性フェロモンの利用. 福島果試報, 15: 27-91.
- 清水信孝・中村晋一郎・森山弘信・江上修一(1999)茶園におけるチャノナガサビダニの発生活消長. 九農研, 61: 22.
- 白木与志也・大橋 透(1992)慣行防除茶園と, 無農薬茶園における主要害虫と天敵の発生活消長. 神奈川園試研報, 42: 33-39.
- 武田光能(2006)茶樹のクワシロカイガラムシ防除. 植物防疫, 60(8): 365-368.
- Takeda, Yoshiyuki(2002): Genetic analysis of gray blight resistance in tea plants. JARQ, 36: 143-150.
- 多々良明夫(1995)チャノキイロアザミウマのカンキツにおける生態と防除に関する研究. 静岡柑試特報, 7: 1-98.
- 多々良明夫(1997)クワシロカイガラムシの天敵類に対する農薬の影響と茶園における寄生蜂の寄生率. 静岡茶試研報, 21: 23-29.
- 多々良明夫(1999)粘着トラップによるチャのクワシロカイガラムシの防除適期把握. 植物防疫, 53(6): 229-232.
- Tatara, A. (1999) Determination of Optimum Spraying Time for Chemical Control of

Mulberry Scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni) (Hemiptera: Diaspididae) in Tea Fields. JARQ, 33: 155-161.

立川 哲三郎 (1959) クワシロカイガラムシの天敵に関する研究 (2). 植物防疫, 13: 75-82.

田付 貞洋 (1993) 性フェロモン研究の現状と応用. 植物防疫, 47: 476-479.

寺田 孝重・今西 実・信濃 和喜 (1978) 茶園におけるクモ類相の研究 (第2報). 茶研報, 47: 42-47.

富濱 毅 (2009a) チャ赤焼病防除における展着剤の活用. 植物防疫, 63(4): 218-221.

富濱 毅・野中 壽之・尾松 直志・西 八束 (2009b) チャ輪斑病菌におけるQoi剤耐性菌の発生. 九病虫研会報, 55: 83-88.

長ヶ原 智 (2008) 一番茶前のマシン油乳剤散布がチャノナガサビダニ, 赤焼病の発生および荒茶品質に及ぼす影響. 茶研報, 106(別): 120-121.

梅川 學・宮井 俊一・矢野 英二・高橋 賢司 編 (2005) IPMマニュアル. 総合農業研究叢書, 55: 236pp.

内田 一秀 (2002) 黄色高圧ナトリウムランプによるスイートコーンのオオタバコガ防除. 農業電化, 第55巻, 第4号: pp.18-22.

内田 正人 (1979) ナシを加害する果実吸蛾類の生態と防除. 農業および園芸, 第54巻: 415-421.

若村 定男 (1993) 性フェロモン防除法の適用条件. 植物防疫, 47: 499-502.

八女地域農業振興推進協議会特産部会 (2009) 平成20年度八女茶業年報, pp.150-151.

八瀬 順也 (2004) 第3章 黄色灯による害虫管理. 黄色灯による農業害虫防除 (江村 薫・田澤 信二編), (社)農業電化協会, pp.35-46.

Yoshida, Katsuyuki and Yoshiyuki Takeda (2006) Evaluation of Anthracnose Resistance among Tea Genetic Resources by Wound-Inoculation Assay. JARQ, 40: 379-386.

吉岡 哲也 編 (2008) チャノホソガの効率的な防除. 九防協連絡試験成果集, 14: 20pp.

吉岡 哲也・堺田 輝貴・中園 健太郎 (2009) 福岡県におけるチャ害虫クワシロカイガラムシの天敵相と寄生率に及ぼす薬剤散布の影響 (講要). 九病虫研会報, 55: 200.

行成正 昭・中西 友章 (1994) カンキツカイガラムシの寄生蜂に対する農薬の影響. 徳島果試研報, 22: 1-13.

萬屋 宏・谷口 郁也・吉田 克志・田中 淳一・荻野 暁子・根角 厚司 (2009) 環境保全型防除下における各チャ品種の虫害程度と虫害特性. 九病虫研会報, 55: 162-167.

Summary

Studies on a Tea Cropping System with Reduced Application of Chemical Pesticides—For Enhancing the Reputation of Yame Green Tea

In order to enhance the reputation of the “Yame Green Tea” brand, a tea produced in the Fukuoka prefecture, a tea cropping system was established with reduced application of chemical pesticides. In this study, first, we evaluated pest management methods for the most threatening pests on tea trees in the Fukuoka prefecture, such as the mulberry scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni) and spider mites. Next, several pest control methods were studied with reduced application of chemical pesticide against other tea pests and diseases. Finally, an integrated pest management system was tested in a commercial tea field. The results of the studies and tests are summarized as follows:

1. The main natural enemies of the mulberry scale are *Arrhenophagus albitibiae* Girault, *Pteroptrix orientalis* (Silvestri), and *Dentifibula* sp. in Fukuoka prefecture.
2. The effects of 13 pesticides on *A. albitibiae* adults were evaluated using a dipping method with tea branches for contact toxicity. In addition, the number of progeny was examined after exposure to the pesticides for 24 h. Methoxyfenozide and emamectin benzoate were found to be slightly harmful to the parasitoid. Spinosad had no effect on the next generation, while methoxyfenozide had a minor effect. Stronger harmful effects on reproduction were observed with other pesticides, and the next-generation adults were not observed when clothianidin, acetamiprid, and emamectin benzoate were applied. No significant correlation was found between the survival rate of the adults and the number of progeny in the pesticides.
3. Reduced application of the harmful pesticide increased the rate of parasitism and decreased the density of scales on the mulberry shoots. It is suggested that the natural enemies of mulberry scales are important factors for controlling this pest in a tea field.
4. The effect of pyriproxyfen on mulberry scales persisted for approximately 5 months after the spraying in winter. There was no difference in the effectiveness of pest control when pyriproxyfen was sprayed in late January and late March. The occurrence of mulberry scales was decreased for 3 years by using a combinational approach of spraying pyriproxyfen and then medium pruning the twigs in the following year. A similar pest-control effect was observed at application rates of 1000 L/10 a and 700 L/10 a. Moreover, spraying of pyriproxyfen resulted in effective control of *P. pentagona* density at all the time points examined in a 2-year period. These results indicate that when sprayed in winter, pyriproxyfen can serve as an important control agent of the mulberry scales. Because winter is not a busy season for tea farmers, it is possible to save labor cost in the busy season. In addition, the frequency of spraying the

insecticide can be reduced by the long-term effect of pyriproxyfen.

5. The efficiency and residual effects of winter spraying of petroleum oil emulsifiable concentrate (POEC) was examined in controlling the growth of the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida and the pink tea rust mite, *Acaphylla theavagrans* Kadono. It was revealed that spraying POEC before the sprouting of the first crop of tea resulted in effective control of the density of *T. kanzawai* and *A. theavagrans* for 1 month or longer. Moreover, the oily film was not observed on the surface of the tea infusion. These results indicate that POEC can serve as an important mite control agent when sprayed just before the sprouting of the first crop of tea.
6. The tea farmers using organic and/or chemical-free approaches have reported that the most harmful tea pest is the tea green leafhopper, *Empoasca onukii* Matsuda. Results showed that the damage was reduced by directly covering the tea plants immediately after pruning with insect-proof nets of 1.0-mm mesh. In addition to controlling the tea green leafhopper, this netting exerted high control against tea pests such as the tea leafroller, *Caloptilia theivora* (Walsingham) and *Apolygus spinolae* (Meyer-Dür).
7. The effect of disrupting sex pheromone communication in the smaller tea tortrix, *Adoxophyes honmai* Yasuda was investigated in tea fields located on a 4-12° slope. Dispensers of synthetic sex pheromones were installed around the circumference of the tea field (250 dispensers/10 a) and inside the tea fields (150 dispensers/10 a) using dispensers of varying widths (5.4-28.8 m) depending on the year. The pheromone traps decreased the population of the tea tortrix by capturing them, and a high control effect of the sex pheromone communication disruption was observed. These results suggest that disruption of communication using synthetic sex pheromones is useful as a control tool for the smaller tea tortrix in hilly tea fields.
8. Anthracnose, *Discula theae-sinensis* (I. Miyake) Moriwaki & Toy. Sato in the autumn shoot can be decreased by light trimming of the canopy at the end of the rainy season. In addition, a high control effect was noted when the plants were sprayed twice with copper wettable powder during the third crop of tea. Plants were first sprayed at the opening of the first leaf, and again after 1 week.
9. The results showed that tea leafroller could be controlled using a yellow high-pressure sodium lamp in a tea field at night.
10. A tea cropping system with reduced application of chemical pesticides was established for Yame Green Tea. The system included a combination of physical control using a yellow high-pressure sodium lamp, cultural control by moderate trimming of the canopy, and use of non-synthetic chemical pesticides. The application of the system could cut pesticide consumption by a quarter. It was suggested that the system might also increase the farmers' income over conventional systems.