

6. チャの最新技術

常緑の永年性作物であるチャを加害する病害虫の種類はきわめて多く、病害の種類はおよそ50種、害虫種は100種を超える。そのうち、主要な病害は炭疽病、輪斑病、もち病、赤焼病、褐色円星病等で、主要害虫はチャノコカクモンハマキ、チャハマキ、ヨモギエダシヤク、チャノホソガ、チャノキイロアザミウマ、クワシロカイガラムシ、チャノミドリヒメヨコバイ、コミカンアブラムシ、ツマグロアオカミカメ、ナガチャコガネ、カンザワハダニ等である。これらの防除では多くの化学合成農薬が使用されているが、環境への負荷軽減や農産物の安全性に対する関心の高まりとともに、IPMによる化学農薬使用量の削減の努力が続けられている。

既刊の「IPMマニュアル」においては、現在利用できるチャのIPMに組み込める個別技術として以下の技術が取り上げられた。病害虫に強い抵抗性品種の利用。深整枝による炭疽病の耕種的防除。発生予察技術として、輪斑病の簡易モニター法、有効積算温度によるクワシロカイガラムシの予察法、ハマキガ類、チャノホソガに対する電撃型自動計数フェロモントラップの利用。生物的防除として、顆粒病ウイルスによるハマキガ類の防除やカンザワハダニの土着天敵であるケナガカブリダニの保護利用さらにはBT剤の利用。性フェロモンの利用としてハマキガ類の交信かく乱。また、体系化技術として、静岡県南部の平坦地域茶園、三重県の中山間地茶園におけるIPM防除体系が取り上げられた。

本章では、チャのIPM防除を更に推進するための生物機能を利用した病害虫管理の最新技術として、2つの体系化技術、3つの個別技術、および3つの将来技術を収録している。次にそれぞれの技術について、「IPMマニュアル」との関係とその概要を簡単に紹介する。

体系化技術のうち、「交信かく乱剤の利用を基幹とした温暖地茶園における減農薬防除体系」では、「IPMマニュアル」の静岡県南部の平坦地域茶園を対象にしたIPM防除体系の改訂と

し、ハマキガ類の交信かく乱剤の導入と新たな生物農薬や選択性殺虫剤の利用によりクワシロカイガラムシの土着天敵類の保護利用を図るIPM体系について解説した。年間4～5回発生するハマキガ類に対する化学合成農薬による防除は天敵類に与える影響も大きく、土着天敵利用のネックとなっている。そこでハマキガ類へのフェロモン剤の導入を基軸とした減農薬防除によって土着天敵の保護、活用を図ることを目的とした技術である。



図1 チャコカクモンハマキ幼虫による食害
一方、「複合抵抗性品種「みなみさやか」を活用した暖地茶園における減農薬防除体系」では、「IPMマニュアル」では取り上げられなかった暖地向けの減農薬防除体系として、複合抵抗性品種を用いたIPM体系を構築した。「みなみさやか」は宮崎県総合農業試験場茶業支場で育成され、クワシロカイガラムシおよび炭疽病、輪斑病、新梢枯死症、もち病などに抵抗性を有した新しい品種である。



図2 「みなみさやか」の新芽

個別技術のうち、「チャ赤焼病の防霜による発生抑制」は、防霜ファンを利用した赤焼病の物理的な防除法を示した。赤焼病は晩秋期から初春期にかけて発生し、葉や枝に壊死病斑を生じる。感染期間が長期にわたるため防除が困難な

病害であり、収益性の高い一番茶への影響が大きいことから早急な効率的防除の確立が望まれていた。



図3 赤焼病

「乗用型送風式捕虫機によるチャノミドリヒメヨコバイ、カンザワハダニの防除」では、「IPMマニュアル」でごく概略が紹介された乗用型送風式捕虫機について解説し、防除効果に関する実証試験の結果を示した。本技術は、新芽のチャノミドリヒメヨコバイやカンザワハダニを捕虫機を用いて捕殺し、新芽の吸汁加害を抑制する物理的防除法である。



図4 チャノミドリヒメヨコバイによる被害

「有効積算温度と微小昆虫捕獲装置を使ったクワシロカイガラムシ防除適期の判定」では、「IPMマニュアル」にある有効積算温度則によるクワシロカイガラムシの幼虫孵化盛期予測法について解説し、新たに開発した微小昆虫捕獲装置を用いた防除適期の簡便かつ省略的な判定法を示した。

将来技術のうち、「チャ摘採面付近の気温を用いたチャノホソガ発生時期の予測」では、チャノホソガ発生時期の予測により防除時期、防除要否等を判定する手法について検討した。チャノホソガは新葉を巻葉加害して巻葉内部に糞を堆積するため、製茶品質を低下させる重要害虫であり、その被害は成虫の発生時期とチャ葉の

生育時期との関係に大きく依存している。

「水分センサとGPSを利用したナガチャコガネ被害箇所のマッピングによる局所防除技術」では、水分センサとGPSを使いナガチャコガネの被害箇所を自動検出・地図化する装置の概略と被害地図に基づく局所防除の実証試験結果を示した。ナガチャコガネ幼虫による根の加害は一番茶芽の発育不良を招き、収量に大きな影響を与える。幼虫は地下部に生息するため、防除には多量の薬剤が投入される難防除害虫である。本技術は局所施用によって薬剤の使用量を削減するための新しい技術である。



図5 ナガチャコガネ幼虫による食害

「プラントアクティベータによる炭疽病と輪斑病の発病抑制」では、植物に病害抵抗性を誘導するプラントアクティベータを使った新しい防除技術の利用可能性を示した。炭疽病は新芽生育期に感染し、葉に壊死病斑を生じる。輪斑病は摘採後の傷口から感染し、葉や枝に壊死病斑を生じる。いずれの病害も二番茶～秋芽に発生し、落葉と樹勢の低下を招く。本技術は、今後特定防除資材等への登録が可能になれば使用できる技術である。



図6 炭疽病(左)および輪斑病

(吉富 均：野菜茶業研究所)

交信かく乱剤の利用を基幹とした温暖地茶園における 減農薬防除体系

1. はじめに

茶園における主要害虫は10種類程度に限られるが、近年はクワシロカイガラムシの被害が問題となっている。クワシロカイガラムシの防除では、寄生部位である樹冠下の茶枝に薬剤を均一に付着させる必要があるため、10a当たり1,000Lの多量の殺虫剤散布が必要となっている。また、防除の適期が幼虫のふ化時期の数日間に限られるため、幼虫のふ化最盛日を正確に把握する必要があり、このことが防除をより難しくしている。防除適期の把握については、有効積算温度によるふ化最盛日予測法が開発され、正確な予察情報が得やすい状況になっているものの、静岡県では既存の薬剤に対する薬剤感受性の低下が顕在化しており、コストや労力負担の面からも薬剤に依存した防除には限界がある。

一方、茶園には寄生蜂類や捕食性コウチュウ類などクワシロカイガラムシの多様な土着天敵が生息することが判明している。しかし、これら土着天敵類は、殺虫剤に対する感受性が高いため殺虫剤散布の影響を受けやすく、慣行防除園では土着天敵がクワシロカイガラムシの密度抑制要因として十分に活用されていない。従って、土着天敵をクワシロカイガラムシの密度抑制手段として利用するためには、まず殺虫剤の散布回数を削減するとともに、天敵類に影響の少ない防除体系を構築し、土着天敵を保護する必要がある。

ところで、クワシロカイガラムシと並ぶ重要害虫であるチャノコカクモンハマキとチャハマキについても、静岡県では現場で広く普及している脱皮ホルモン系 IGR 剤に対する薬剤抵抗性の発達が確認され、薬剤に依存した防除はクワシロカイガラムシ同様に難しくなっている。幸い、ハマキムシ類に対しては、新しい交信かく乱フェロモン剤であるトートリルア剤が利用できる。本剤を防除体系に組み入れることで、ハマキムシ類に対する殺虫剤の散布回数を大幅に削減することが可能であり、ハマキ剤の削減

を出発点として減農薬を進めることでクワシロカイガラムシの土着天敵が保護され、その活動が活発化することでクワシロカイガラムシの密度を抑制できる。また、減農薬を進めることで、クワシロカイガラムシの天敵だけでなく、カブリダニ類や寄生蜂、クモ類などの様々な土着天敵の保護が可能となり、これらの土着天敵の活動性の向上により、殺虫剤の散布回数がさらに削減されることが期待できる。

また、防除体系に組み込む化学農薬については、天敵類に対する影響が少なく、かつ既存剤に比べて防除効果が優れる新規の選択性殺虫剤がいくつか上市されており、これらの選択性殺虫剤を効率的に体系に組み込むことで、より実用的な IPM 体系が構築される。

本稿では、上記のような考え方に基づき、ハマキムシ類の交信かく乱剤の利用を基幹とした IPM・減農薬防除体系について解説する。

2. 新たに組み込む個別技術

既刊の「IPMマニュアル」では、茶の IPM 体系へ組み込みが可能な個別技術として、病害虫抵抗性品種、深整枝、顆粒病ウイルス、ケナガカブリダニの保護利用、BT 剤（チョウ目害虫対象）、性フェロモンによる交信かく乱法、有効積算温度によるクワシロカイガラムシの防除適期予測法などの発生予察技術が掲載されている。ここでは、これら以外の個別技術を解説する。

1) 生物的防除法

(1) クワシロカイガラムシの土着天敵の保護利用

茶園に生息するクワシロカイガラムシの土着天敵の種類は多いが、静岡県の一般管理茶園で確認されている天敵種は、チビトビコバチ *Arrhenophagus albitibiae*、サルメンツヤコバチ *Pteroptrix orientalis*、ナナセツトビコバチ *Thomsonisca amathus*、クワシロミドリトビコバチ *Epitetracnemus comis* などの寄生蜂、捕食性タ

マバエの1種 *Dentifibula* sp., ハレヤヒメテントウ *Pseudoscymnus hareja*, ヒメアカホシテントウ *Chilocorus kuwanae*, キムネタマキスイ *Cybocephalus nipponicus* である。寄生蜂類の中では、チビトビコバチ(図1)が第1 優占種であり、次いでサルメンツヤコバチが多い。また、世代や場所によっては、タマバエの1種が多いこともある。捕食性コウチュウ類では、ハレヤヒメテントウ(図2)が優占種である。



図1 チビトビコバチの雌成虫(左)とマミー(右)

チビトビコバチは単寄生性の非常に小さな寄生蜂で、クワシロカイガラムシの1 齢幼虫に寄生する。蜂の羽化はクワシロカイガラムシのふ化時期に認められるが、クワシロカイガラムシの雄の羽化時期にも成虫がみられる。これは、寄主の雄に寄生した蜂が、寄主の発育に同調して羽化するためと考えられる。

サルメンツヤコバチは、クワシロカイガラムシの1～2 齢幼虫に寄生し、寄主のふ化ピークから1～2 週間遅れて成虫が羽化する。本種は、寄主の雌幼虫のみに寄生すると考えられ、チビトビコバチのように寄主の雄が羽化する時期に成虫はみられない。

ナナセツトビコバチは、交尾期のクワシロカイガラムシ雌成虫に寄生する。雌成虫が放出する性フェロモンをカイロモンとして利用して寄主を探索するとされている。クワシロカイガラムシの雄成虫が羽化する時期(6月, 8月, 10月)に、寄生蜂の成虫も発生する。

ハレヤヒメテントウは、小型のテントウムシで、幼虫は白い分泌物を背負っているため、クワシロカイガラムシの雄繭の中に紛れると見分けにくい。成虫で越冬すると考えられ、卵はク



図2 ハレヤヒメテントウの成虫(左)と幼虫(右)
ワシロカイガラムシ雌成虫の介殻の下に産み込む。クワシロカイガラムシの世代と比較的同調して発生し、成虫はクワシロカイガラムシのふ化ピーク以後と雄繭発生期の年5～6回発生のピークがみられる。また、ハレヤヒメテントウは寄主に対する高い密度依存性があり、クワシロカイガラムシの多発している場所に多く集まる習性がある。

タマバエの1種は、幼虫(ウジ)が雌成虫の介殻の下に潜り込んで寄主を捕食する。成虫は樹冠下に吊した粘着トラップにもよく捕獲される。クワシロカイガラムシの世代とほぼ同調して発生し、クワシロカイガラムシのふ化時期前後の年3回程度の発生ピークがみられる。また、寄主の密度が相対的に低くなると、チビトビコバチなどが既に寄生した雌成虫(マミー)も捕食することが観察されている。

こうした土着天敵類を保護利用するためには、天敵類に影響の少ない選択性殺虫剤を使用するとともに、優占天敵種であるチビトビコバチやサルメンツヤコバチの活動時期(=羽化時期)には、影響の強い農薬の使用を控える。具体的には、クワシロカイガラムシのふ化ピークの前後2週間は有機リン剤や合成ピレスロイド剤などの非選択性殺虫剤は使用しない。

なお、チビトビコバチに対する農薬の影響一覧を表1に示す。ただし、影響程度の分類は室内検定(処理枝接触法)による試験結果に基づいており、残効期間などについては考慮していないので、ほ場における影響の強さとは必ずしも一致しない場合のあることに注意されたい。

(2) ナガチャコガネに対するBT剤

静岡県牧之原地域などで被害が問題となって

表1 チビトビコバチの成虫に対する各種農薬の影響

成虫の死虫率%	殺虫・殺ダニ剤	殺菌剤
0~30% (影響なし~やや弱)	アセタミプリド, エチプロール, エトキサゾール, エマメクチン安息香酸塩, ジアフェンチウロン, チアクロプリド, テブフェノジド, ビフェナゼート, ピリプロキシフェン, フェンピロキシメート, フェンピロキシメート・ブプロフェジン, ブプロフェジン, フルフェノクスロン, フルベンジアミド, フロニカミド, マシン油, メキシフェノジド, ルフェスロン, BPPS, BT	塩基性塩化銅, クレソキシムメチル, ジフェノコナゾール, テブコナゾール, トリフロキシストロビン, フェンブコナゾール, フルアジナム, TPN
30~70% (影響やや強い)	イミダクロプリド, ジノテフラン, チアメキサム, トルフェンピラド, ニテンピラム, ピレトリン	
70~99% (影響強い)	アクリナトリン, アセフェート, スピノサド, ビリダベン, ミルベメクチン, メソミル	
100% (影響たいへん強い)	イソキサチオン, クロチアニジン, クロルピリホス, クロルフェナピル, ビフェントリン, ピリミホスメチル, プロフェノホス, DMTP	

注) 常用濃度を用いた処理枝接触法による薬剤検定

いるナガチャコガネに対する防除法としては、成虫発生初期のテフルトリン粒剤の雨落ち部土壌混和と10~12月のME P乳剤の土壌かん注のみであった。これらはともに非選択性殺虫剤であり、土壌中の標的外生物に対する悪影響が懸念されている。しかし、コガネムシ類に対する活性の高い系統のBT剤（商品名：ブイハンターフロアブル）が、茶のナガチャコガネに対して適用拡大され、本剤が環境に優しい生物農薬として使用可能となった。処理方法は、幼虫発生初期の7月下旬頃に、本剤125倍希釈液を5L/m²土壌かん注する（約¥144/m²）。

（3）交信かく乱剤の処理本数の拡大（低コスト化）

ハマキムシ類の交信かく乱剤であるトートリルア剤（商品名：ハマキコン-N）は、従前は250本/10aの設置本数であったが、現在は使用基準が150~250本/10aに拡大されている。これにより本剤のコスト削減（150本では、約¥5,400/10a）が可能となった。初期密度が非常に低い場合や、密度が高まりやすい第2~3世代幼虫に対して防除効果の高い薬剤を使用することを前提としている場合は、150本/10aの設置も可能である。なお、250本設置と150本設置との比較では、越冬~第1世代成虫では、交信かく乱効果にほとんど差がみられないが、第2世代成虫では若干の差がみられる場合がある。処理茶園におけるフェロモンの気中濃度は、150本区は250本区の20~25%程度低くなる。

2) 化学的防除法

近年、いくつかの新しい選択性殺虫剤が茶に農薬登録され、これらはIPM体系に組み込みことが可能である。ここでは、土着天敵類への影響が少なく、IPM体系へ組み込みことで、より実用的・効率的な体系の構築が期待できる薬剤について解説する。

（1）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MC）

幼若ホルモン様活性化化合物系のIGR剤であり、同成分の製剤としては施設トマトのコナジラミ類を対象としたテープ資材（商品名：ラノーテープ）などがある。茶に新たに登録されたピリプロキシフェン・マイクロカプセル剤は、現在のところ、茶のクワシロカイガラムシのみの登録となっている。

本剤は、昆虫の体内で幼若ホルモン様の活性を示し、昆虫の羽化や産卵、ふ化などを阻害する。クワシロカイガラムシの場合は、歩行幼虫が固着する時期に作用すると考えられている。茶では、越冬期・萌芽前の冬期の1回散布（摘採45日前まで）により、その後の第1世代および第2世代の発生を抑制する。従って、これまでのように、毎世代の散布や幼虫ふ化期の適期散布に縛られることのない防除が可能であり、茶農家にとっては散布労力の削減や防除の失敗が少なくなるメリットがある。ただし、浸透移行性はないとされているので、クワシロカイガラムシ専用の散布ノズルを用いて、1,000L/10a

を付着むらの無いように丁寧に散布する必要がある。なお、本剤は、カイコに対する毒性がたいへん強いので、桑園のある地域では使用が規制されている。また、薬剤費（約¥19,000/10a）が他の薬剤に比べて高いので、I P M体系への採用に当たっては、原則として土着天敵の保護・活用を基本とし、密度が高く被害が予想される茶園や部分のみの散布とする。

本剤はI G R剤の1種であり、チビトビコバチなどの寄生蜂類に対する影響はないが、クワシロカイガラムシの土着天敵であるハレヤヒメテントウに対しては、散布後3ヶ月以上の長期間影響のあることが確認されている。従って、ハレヤヒメテントウの密度が高い場合は、本剤の使用を避けるか、部分的な散布に止める。

（2）フルベンジアミド水和剤（商品名：フェニックス顆粒水和剤）

従来の殺虫剤とは異なる作用を示す選択性殺虫剤で、茶ではハマキムシ類などのチョウ目害虫にのみ防除効果がある（適用害虫は、チャノコカクモンハマキ、チャハマキ、ヨモギエダシヤク、チャノホソガ）。チョウ目害虫の幼虫に作用し、幼虫は筋肉が収縮して死亡する。残効期間は長いですが、浸透移行性はない。現在のところ、他系統の殺虫剤との交差抵抗性は確認されておらず、脱皮ホルモン系I G R剤抵抗性のチャノコカクモンハマキに対しても防除効果は高い。なお、経費は約¥2,300/10a。

本剤は、チョウ目に特化した殺虫活性を有するため、カブリダニ類など土着天敵類に対する影響は少ないと考えられ、クワシロカイガラムシの土着天敵であるチビトビコバチに対する殺虫活性は、ほとんどない。

（3）フロニカミド水和剤（商品名：ウララD F）

従来の殺虫剤とは異なる吸汁阻害作用を示す選択性殺虫剤で、アブラムシやヨコバイなどのカメムシ目害虫とアザミウマ目害虫に殺虫活性を示す。茶では新芽害虫のチャノミドリヒメヨコバイとチャノキイロアザミウマに適用がある。静岡県では、チャノミドリヒメヨコバイとチャノキイロアザミウマは、ともにネオニコチノイド系殺虫剤に対する薬剤感受性の低下が問題と

なっている。本剤は作用性の違いからネオニコチノイド系とは交差しないと考えられ、ローテーション防除に有効な剤である。本剤は、浸透移行性と比較的長い残効を有しており、筆者らが行った試験では、特にチャノミドリヒメヨコバイに対して防除効果が高い。茶では、二番茶または三番茶萌芽期の防除に適する。なお、経費は約¥1,600/10a。

本剤も選択性の高い殺虫剤であることから、土着天敵類に対する影響は少なく、クワシロカイガラムシの土着天敵であるチビトビコバチに対する殺虫活性は低い。

3. 実施可能なI P Mマニュアルの事例

静岡県の主要茶産地は、牧之原平地などの県南部の平坦地や丘陵地に集約されている。ここでは、南部平坦地における栽培を基本としたI P M体系を提示する（表2）。なお、北部山間地では、気温や降水量などの気象条件だけでなく、一番茶のみの収穫など栽培管理方法も南部平坦地とは異なる場合があるので、病虫害の発生様相も平坦地とは異なる。

南部平坦地では、通常、4月下旬～5月上旬に一番茶摘採を、6月中旬～下旬に二番茶摘採を行い、その後は三番茶を摘採せずに三番茶枝を管理育成し、場合によっては8月中旬前後に三番茶徒長枝を整枝して9月下旬～10月上旬に秋冬番茶を摘採する。秋冬番茶は、需要との関係で摘採を中止することもある。このような三番茶不摘採園において防除対象となる主な病虫害は、害虫ではクワシロカイガラムシ、ハマキムシ類、カンザワハダニ、チャノキイロアザミウマ、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノホソガ、チャノナガサビダニ、チャノホコリダニ、ナガチャコガネなど、病害では炭疽病、輪斑病、新梢枯死症などである。これらの病虫害で、近年、特に問題となっているのはクワシロカイガラムシ、ハマキムシ類、チャノミドリヒメヨコバイである。これらは、既存の殺虫剤に対する薬剤抵抗性の発達が難防除化の主な原因となっている。病害に関しては、現在のところ、主要殺菌剤であるDMI系統の殺菌剤に対する耐性菌は確認されていない。

表2 温暖地茶園におけるIPM体系の事例

作物・品種 茶・「やぶきた」

栽培法・作型 普通煎茶用栽培・一番茶、二番茶および秋冬番茶摘採園

時期	作業・生育状況	対象病害虫	IPM体系防除(薬剤防除回数)	慣行防除(薬剤防除回数)
2月下旬	萌芽前	クワシロカイガラムシ	ピリプロキシフェン・マイクロカプセル剤(1)*	
3月上旬	萌芽前	カンザワハダニ	スピロメシフェン水和剤(1)**	エトキサゾール水和剤(1)
3月下旬	萌芽前	チャノコカクモンハマキ チャハマキ	トートリルア剤	
4月上旬	一番茶萌芽期	コミカンアブラムシ		ピリミホスメチル乳剤(1)
5月上旬	一番茶摘採			
5月中旬	一番茶摘採後	チャノコカクモンハマキ チャハマキ	顆粒病ウイルス剤***	クロルピリホス乳剤(1)
		カンザワハダニ チャノナガサビダニ	土着カブリダニ類	ビフェナゼート水和剤(1)
5月下旬		クワシロカイガラムシ	土着天敵類	フェンピロキシメート・ブプロフェジン水和剤(2)
6月上旬	二番茶萌芽期	炭疽病		テブコナゾール水和剤(1)
		チャノキイロアザミウマ	チアクロプリド水和剤(1)	クロチアニジン水溶剤(1)
		チャノドリヒメヨコバイ		
		チャノホソガ ナガチャコガネ		テフルトリン粒剤(1)****
6月下旬	二番茶摘採			
6月下旬	二番茶摘採後	輪斑病		アゾキシストロビン水和剤(1)
7月上旬	二番茶摘採後	炭疽病	深整枝	
		チャノコカクモンハマキ チャハマキ		スピノサド水和剤(1)
7月中～下旬	三番茶萌芽期	炭疽病 新梢枯死症	フルアジナム水和剤(1)	フルアジナム水和剤(1)
		チャノキイロアザミウマ	フロニカミド水和剤(1)	アセフェート水和剤(1)
		チャノドリヒメヨコバイ		
		ナガチャコガネ	BT水和剤****	
7月下旬	三番茶生育期	クワシロカイガラムシ	土着天敵類	DMTP乳剤(1)
7月下旬～8月上旬	三番茶生育期	炭疽病		フェンブコナゾール水和剤(1)
		チャノキイロアザミウマ チャノドリヒメヨコバイ チャノホソガ	フルフェノクスロン乳剤(1)	アセタミプリド水溶剤(1)
8月上～中旬	三番茶生育～硬化期	チャノコカクモンハマキ チャハマキ ヨモギエダシヤク	フルベンジアミド水和剤(1)	メキシフェンジド水和剤(1)
8月下旬	三番茶硬化期	チャノコカクモンハマキ チャハマキ		エマメクチン安息香酸塩乳剤(1)
8月下旬～9月上旬	秋芽萌芽期	炭疽病		銅水和剤
		チャノキイロアザミウマ	ジアフェンチウロン水和剤(1)	トルフェンピラド乳剤(1)
		チャノドリヒメヨコバイ		
		チャノホソガ カンザワハダニ		ミルベメクチン乳剤(1)
9月下旬	秋冬番茶摘採			
10月上旬	秋整枝後	チャノコカクモンハマキ チャハマキ カンザワハダニ		プロフェノホス乳剤(1)
11～12月		ナガチャコガネ		MEP乳剤(1)****
薬剤防除回数合計(化学薬剤のみカウント)			8	22
防除資材費合計(労働費含まず)			¥ 44,330	¥ 43,068
防除資材費合計(労働費含まず):IPM体系にピリプロキシフェン・マイクロカプセル剤と顆粒病ウイルス剤を組み入れなかった場合			¥ 22,380	

注1)*:クワシロカイガラムシの被害が予想される場合のみ散布する。**:カンザワハダニの寄生葉率が3%以上の場合に散布する。
:ハマキムシ類の密度が高く、被害が予想される場合のみ散布する。*:一番茶でナガチャコガネの被害が発生し、翌年も被害が
予想される場合にスポット処理する。

注2)混合剤は、1回の散布でも成分数を防除回数として数えた。

注3)ナガチャコガネの防除は、原則として発生場所のみのスポット散布であるので、防除経費には含めなかった。

注4)防除経費は10a当たりの経費とし、散布薬量はクワシロカイガラムシでは1,000L/10a、カンザワハダニでは400L/10a、その他は200L/10aとした。

こうした現状において、もっとも有効と考え

られるIPM体系(表2)では、ハマキムシ類に

対しては交信かく乱剤であるトートリルア剤を導入し、これに顆粒病ウイルス剤や新規の選択性殺虫剤であるフルベンジアミド剤を組み合わせる。トートリルア剤のディスペンサーの設置本数は、250本/10aを基本とするものの、ハマキムシ類幼虫の越冬密度が非常に低い場合（概ね0.1頭/m²以下）には、150本/10aも可能である。ただし、150本/10a設置の場合は、夏期の第3世代幼虫の発生量に注意して、適宜、フルベンジアミド剤の散布などを組み合わせる。なお、一番茶摘採後にせん枝（中切り更新）を予定している茶園もトートリルア剤を3月に設置して、せん枝後には再設置する。

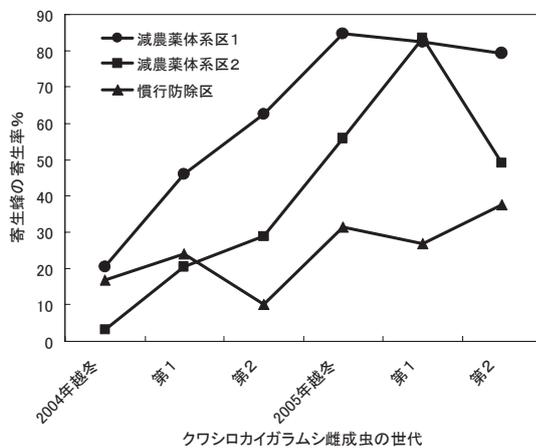


図3 交信かく乱剤を基幹とした減農薬防除体系を導入した茶園におけるクワシロカイガラムシに対する寄生蜂の寄生率の推移

クワシロカイガラムシに対しては、土着天敵の保護利用（図3）を基本とし、被害が予想される場合のみ冬期の1回散布で長期間の密度抑制が可能な新規選択性殺虫剤であるピリプロキシフェン剤を用いる。

チャノミドリヒメヨコバイに対しては、二番茶摘採後の深整枝による残り芽の除去とともに、選択性殺虫剤のフロニカミド剤を用いる。本剤は、ネオニコチノイド系殺虫剤に対して感受性の低下した個体群に対しても有効と考えられる。

ナガチャコガネに対しては、本虫に対して登録されたBT水和剤を若齢幼虫期の7月下旬に土壌かん注する。ただし、本剤は、価格が高いため、一番茶期に被害が確認された場所のみのスポット処理にする。

カンザワハダニに対しては、越冬密度が高い

場合（寄生葉率で3%以上）には、3月中～下旬の産卵盛期に新規殺ダニ剤であるスピロメシフェン水和剤を使用する。本剤は、カンザワハダニの卵や幼虫に特に活性が高いが、チャノナガサビダニに対しても長期の残効が期待でき、3月の散布により6月の二番茶生育期までサビダニの密度抑制が可能である。一番茶摘採後は、ケナガカブリダニなど土着のカブリダニ類の活動に期待する。

4. その他

病害虫の発生は気象条件に左右されやすく、例えば降雨が少ない場合は、乾燥が増殖に好適なカンザワハダニやクワシロカイガラムシの発生が多くなりやすい。また、ナガチャコガネについても、7～8月に積極的にかん水を行った茶園では翌年の一番茶の被害が出にくい傾向が観察されている。従って、スプリンクラーなどかん水設備が整っている茶園では、干ばつが予想されるような年には積極的にかん水を行い、樹勢を維持するとともに害虫の発生の抑制を期待する。クワシロカイガラムシについては、卵期の高湿度がふ化を阻害することが分かっているので、本害虫の防除を目的としたスプリンクラーなどによるかん水も有効である。

参考文献

- 1) 小杉由紀夫(2006)：茶研報 102(別)：100～101.
- 2) Ozawa, A. (2007)：Proceedings of The 3rd International Conference on O-CHA(Tea) Culture and Science (CD-ROM).
- 3) 小澤朗人ら(2007)：茶研報 104(別)：84～85.
- 4) 小澤朗人(2008)：関西病虫研報 50：65～69.
- 5) 小澤朗人(2008)：茶大百科Ⅱ，農文協，東京，pp. 639～641.
- 6) 小澤朗人(2008)：今月の農業 52(8)：101～105.
- 7) 小澤朗人ら(2008)：茶研報 105：13～25.
- 8) 佐藤邦彦(2008)：茶研報 104：33～42.

(小澤朗人：静岡県農林技術研究所茶業研究センター)

複合抵抗性品種「みなみさやか」を活用した 暖地茶園における減農薬防除体系

1. はじめに

宮崎県の暖地茶園においては、基幹防除が必要な害虫は10種類程度、病害は5種類程度であるが、近年、カンザワハダニやクワシロカイガラムシ、チャノホソガなどの発生が増加し、また温暖化の影響もあって「やぶきた」を中心に高温期に発生が多い輪斑病が増加傾向にある。このため防除に要する化学農薬の散布回数や散布量も増加傾向にあるが、一方では、消費者の農産物の安全性に対する関心の高まりや環境への負荷を軽減するため、これまでよりも農薬の使用量を削減した防除体系の確立が望まれている。そこで、本稿では、複合抵抗性品種である「みなみさやか」の各病害虫に対する抵抗性の評価とBT剤のチャノホソガに対する実用性について検証し、これらの技術と顆粒病ウイルス、さらには、土着天敵に影響の少ない薬剤を組み合わせたIPM・減農薬防除体系について解説する。

2. 新たに組み込む個別技術

「みなみさやか」は、宮崎県総合農業試験場茶業支場で育成され、1991年に農林登録された品種で、クワシロカイガラムシおよび炭疽病、輪斑病、新梢枯死症、もち病などに抵抗性を有していることから、個別技術としてこの品種の持つ特性を最大限に活用する。また、既刊の「IPMマニュアル」では、BT剤は、チャノコカクモンハマキおよびチャハマキ、ヨモギエダシャクを対象としてIPM防除体系に組み込まれていたが、今回はチャノホソガを対象とした新たな個別技術としてIPM防除体系に組み込む。

1) 「みなみさやか」のもつ抵抗性の利用

(1) 炭疽病に対する実用性

暖地茶園では降水量が多いため、炭疽病の発生も多い。本病は、二番茶期～秋期にかけて発生し、発病した葉は容易に落葉するため樹勢が低下し減収する。「やぶきた」では、特に二番茶残葉と秋芽での発生が多く、年間

に3, 4回の殺菌剤の散布が必要であるが、「みなみさやか」では、無防除栽培でも炭疽病の発病は極めて少なかった。このことから、「みなみさやか」は炭疽病に対して十分な抵抗性を有すると考えられ、炭疽病に対する防除は省略可能である(図1)。

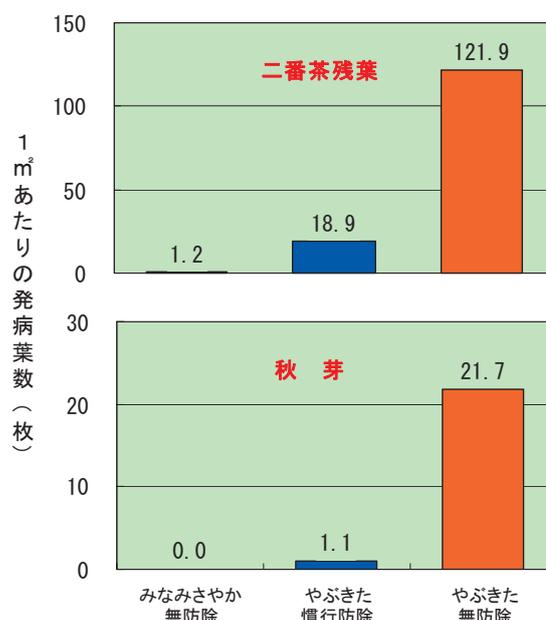


図1 二番茶残葉および秋芽における炭疽病の1㎡あたりの発病葉数
数字は2ヵ年の平均値。

(2) 輪斑病に対する実用性

輪斑病は、主に高温期の三番茶摘採後に発病するが、近年は温暖化の影響もあり、一番茶摘採後や秋整枝後にも発病するため、防除回数が増加傾向にある。本病は発病すると容易に落葉するだけでなく、摘採面付近の枝枯れにより茶芽の枯死や樹勢の低下を引き起こすため、翌茶期以降に芽数が減少し、減収する。このため、「やぶきた」では、三番茶の摘採直後に殺菌剤の散布が必要であるが、「みなみさやか」では無防除でも発病はみられず、輪斑病に対する防除は省略可能である(図2)。

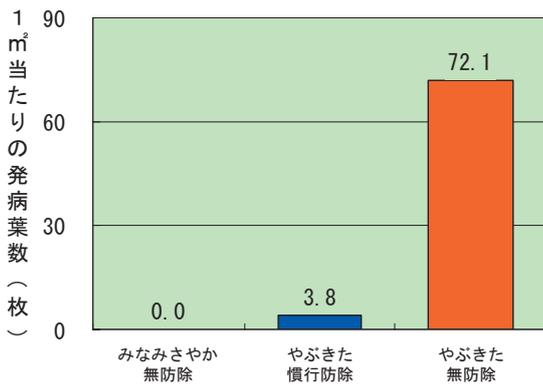


図2 三番茶残葉における輪斑病の1㎡あたりの発病葉数
数字は2ヵ年調査の平均値。

(3) 新梢枯死症に対する実用性

新梢枯死症は、輪斑病と同じ菌により発症し、秋芽枝条が枯死する。少発生の場合には大きな影響はないが、多発生の場合には翌年の一番茶が減収する。このため、「やぶきた」では、秋芽萌芽期～3葉期頃に殺菌剤の散布が必要であるが、「みなみさやか」では無防除でも発生はみられず、防除の必要はない(図3)。

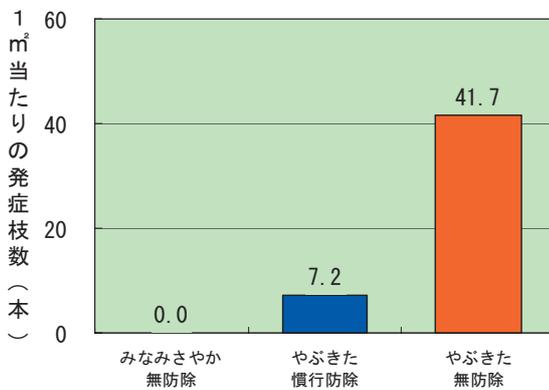


図3 秋芽における新梢枯死症の1㎡あたりの発症枝数

(4) クワシロカイガラムシに対する実用性

クワシロカイガラムシは、近年全国的に発生が増加している重要害虫で、多発すると枝が枯れ著しく減収する。また、樹冠下の茶枝に寄生しているため、1回の防除で10aあたり1,000Lもの多量の薬剤を散布する必要がある。さらに暖地茶園では1年間に3～4回発生するため、1年間に数回の防除を実施し

ている生産者もあり、茶業経営の面からも早急な防除対策の確立が求められている。

「やぶきた」のようなクワシロカイガラムシに感受性の品種では、クワシロカイガラムシに対する防除ができなかった場合には、図4の2007年の第1世代や第4世代のように激発することがあるが、その後は生息環境の悪化などで急激に減少することが多い。しかし、一旦多発生となるとチャは枝枯れなどで著しく減収するため、通常は第1世代の幼虫ふ化期(5月上旬頃)に防除を行っている。その年の気象条件によっては、この1回の防除でその後のクワシロカイガラムシの発生を抑えることが可能な場合もあるが、近年は、第3世代や第4世代の幼虫ふ化期に乾燥が続くため多発生となり、翌年の一番茶が減収することが多いことから、この時期の防除も必要となることが多い。

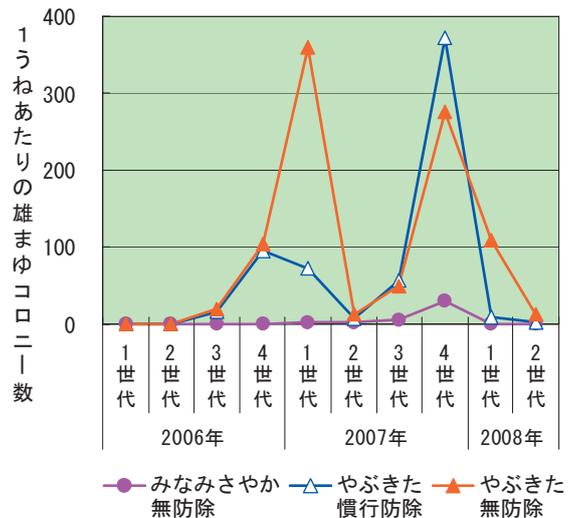


図4 世代別のクワシロカイガラムシ雄まゆコロニー数の推移

1うね(14カ所調査)あたりのコロニー数
クワシロカイガラムシの防除は、2007年と2008年の第1世代に実施した。

一方、「みなみさやか」では、クワシロカイガラムシ幼虫を放飼するとそのまま寄生し発育するが、茶樹に被害を及ぼす密度とはならない。これは、「みなみさやか」などの抵抗性品種では、クワシロカイガラムシが篩細胞に口針を挿入した際に「やぶきた」などの感受性品種に比べて篩管液が出にくく、栄養摂取量が不足して発育や増殖が抑制されるため

であると考えられている。実際にクワシロカイガラムシを放飼して行った今回の実証試験でも「みなみさやか」のクワシロカイガラムシの発生は非常に少なく推移したことから、クワシロカイガラムシに対する防除は省略可能である（図4）。

2) チャノホソガに対するBT剤の利用

BT剤は、バチルス・チューリンゲンシスという細菌がその菌体内に生成する結晶毒素を有効成分としているため、防除効果を発現させるためには、防除対象となる幼虫がBTの付着した葉を摂食するなどして、BTを体内に取り込む必要がある。チャノホソガの場合、葉裏に産卵された卵からふ化した幼虫は、そのまま葉裏表皮下に潜って食害し、その後葉縁期幼虫を経て三角巻葉期幼虫へと発育するため、BT毒素を体内に取り込むことができるのは、葉縁潜行から三角巻葉に移行する時期だけである。また、BT剤の残効性は短いため、チャノホソガの一般的な防除適期である卵～葉縁潜行期の散布では、防除効果が不安定となることから、これまで本種を対象とした防除剤としてはほとんど利用されていなかった。これらの課題を解決するため、幼虫の半数程度が葉縁潜行期に達した時期に1回目の散布を行い、その5日後に2回目の散

布を行う2回散布によりチャノホソガに対する防除効果を検討した結果、化学農薬を1回散布した場合と同等の高い防除効果が得られた。このことから、BT剤は散布時期や散布回数を工夫することで、チャノホソガに対する防除剤として利用可能である（図5）。

3. 実施可能なIPMマニュアルの事例

宮崎県の平坦地茶園では、通常、一番茶（4月下旬～5月上旬）、二番茶（6月上旬～中旬）、三番茶（7月上旬～中旬）と年間に3回の摘採を行っており、防除対象となる主な害虫は、クワシロカイガラムシ、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマ、チャノホソガ、チャノコカクモンハマキ、カンザワハダニなどで、病害では、炭疽病、輪斑病、新梢枯死症などである。このような茶園で実施可能なIPM防除体系を表1に示す。本体系では、「みなみさやか」のもつ抵抗性を柱とし、これに加えて、チャノコカクモンハマキに対しては顆粒病ウイルス、チャノホソガに対してはBT剤を組み込む。

「みなみさやか」は、クワシロカイガラムシおよび炭疽病、輪斑病、新梢枯死症に対して実用上十分な抵抗性を有しているため、これらの病害虫に対する防除は不要である。チャノホソガに対してはBT剤の利用が可能であるが、防除効果を高めるためには、5日間隔での2回の散布が必要であり、散布労力や薬剤費が増加する。このため、チャノミドリヒメヨコバイやチャノキイロアザミウマとの同時防除が可能な場合には、土着天敵に影響の少ない薬剤で同時防除を行った方が低コストで効率的である。

カンザワハダニやチャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマに対しては化学農薬を用いて防除を行うが、この際にも天敵に影響の少ない剤を選択することで土着天敵の保護、活用を図る。

IPM防除体系における化学農薬の散布回数は7回、防除資材費の合計は28,501円で、慣行防除区と比較すると散布回数で11回、防

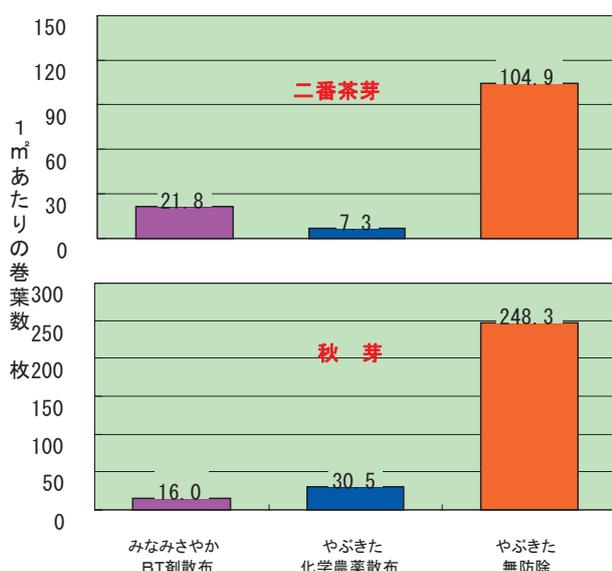


図5 二番茶芽および秋芽におけるチャノホソガの1m²あたりの巻葉数
数字は2ヵ年調査の平均値

表1 温暖地茶園における「みなみさやか」を活用したIPM体系の事例

作物・品種 茶 IPM防除体系:「みなみさやか」、慣行防除体系:「やぶきた」

栽培法・作型 普通煎茶栽培 一番茶、二番茶および三番茶摘採園

時 期	作業・生育状況	対象病虫害	IPM防除体系(みなみさやか) (薬剤防除回数)	慣行防除体系(やぶきた) (薬剤防除回数)
2月下旬	萌芽前	カンザワハダニ	エトキサゾール水和剤(1)	BPPS乳剤(1) テトラジホン乳剤(1)
4月上旬	一番茶萌芽期	カンザワハダニ	ミルベメクチン乳剤(1)	ミルベメクチン乳剤(1)
5月上旬		クワシロカイガラムシ	防除不要	フェンピロキシメート・ ブプロフェジン水和剤(2)
5月上旬		チャノコカクモンハマキ	チャハマキ顆粒病ウイルス・ リンゴコカクモンハマキ顆粒病ウイルス	クロマフェノジド水和剤(1)
5月下旬	二番茶萌芽期	炭疽病	防除不要	TPN水和剤(1)
		チャノホソガ	BT剤	
		チャノミドリヒメヨコバイ	フロニカミド水和剤(1)	チアクロプリド水和剤(1)
		チャノキイロアザミウマ		
6月下旬	三番茶萌芽期	炭疽病	防除不要	フルオルイミド水和剤(1)
		チャノミドリヒメヨコバイ	フルフェノクスロン乳剤(1)	フルフェノクスロン乳剤(1)
		チャノキイロアザミウマ		
7月中旬	三番茶摘採後	輪斑病	防除不要	アゾキシストロビン水和剤(1)
8月中旬	秋芽萌芽期	炭疽病	防除不要	TPN水和剤(1)
		チャノミドリヒメヨコバイ	アセフェート水和剤(1)	アセフェート水和剤(1)
		チャノキイロアザミウマ		
9月上旬		クワシロカイガラムシ	防除不要	DMTP乳剤(1)
9月中旬		チャノコカクモンハマキ		ピラクロホス乳剤(1)
秋芽2葉期	秋芽2葉期～ 3葉期	炭疽病	防除不要	テブコナゾール水和剤(1)
		新梢枯死症		
		チャノホソガ	BT剤	
		チャノミドリヒメヨコバイ	ピリダベン水和剤(1)	アセタミプリド液剤(1)
		チャノキイロアザミウマ		
12月上旬		カンザワハダニ	マシン油乳剤	マシン油乳剤
薬剤防除回数合計(化学薬剤のみ)			6	17
防除資材費合計(労働費含まず)			28,501 円	33,048 円
IPM体系において、チャノホソガの防除にBTを使用せず、慣行防除と同じ剤を使用した場合の防除資材費合計(労働費含まず)			17,613 円	

注1) 混合剤は、1回の散布でも成分数を防除回数として数えた。

注2) 防除経費は10aあたりの経費とし、10aあたりの散布薬量は、クワシロカイガラムシでは1,000L、カンザワハダニでは400L、その他の病虫害は200Lとした。

参考文献

- 1) 古野鶴吉(1997): 宮崎総農試報 31:1~10
- 2) 水田隆史(2005): 宮崎総農試報 40:1~52
- 3) 佐藤健一郎ら(2005): 茶研報 100(別): 28~29
- 4) 佐藤邦彦(2002): 九防協成績書 87~91

(佐藤邦彦・佐藤健一郎: 宮崎県総合農業試験場茶業支場)

除資材費で4,500円程度の削減が可能である。また、チャノホソガに対してBT剤を使用せずに他の剤でチャノミドリヒメヨコバイとチャノキイロアザミウマと同時防除を実施した場合には、化学農薬の散布回数には変化がないが、防除資材費は17,613円となり、慣行防除体系に較べて15,000円程度の経費削減が期待される。

チャ赤焼病の防霜による発生抑制

1. はじめに

チャ赤焼病（以下、赤焼病）は、主に晩秋から初春期の低温期に発生する細菌性の病害で、チャで最も収益性の高い一番茶に対して大きな被害を与える。しかし、その発生は年次間差やほ場間差が激しく、発生予察が困難なため、農家に対応に最も苦慮する病害となっている。また、赤焼病に対する防除は現在のところ銅を含む殺菌剤の予防的な散布に頼らざるを得ず、農家は殺菌剤散布に多大な労力とコストを費やすことから、効率的な防除体系の確立が求められている。

本稿では、赤焼病の被害解析を基とした要防除水準、発生生態に関して得られた知見、および防霜施設を活用した総合的な赤焼病防除体系について紹介する。

2. 技術の概要

1) 要防除水準の策定

赤焼病の被害許容水準（一番茶減収 10%）は、一番茶萌芽期の 4 月上旬での発病葉率で 6.6% であることが示されている（富瀨，2005）。要防除水準策定のためには、赤焼病の発生推移を予測する必要がある。そこで、1～3 月にかけて、現在の発病葉率から、1 ヶ月後の発病葉率を予測するために、無防除もしくは銅剤で防除した場合の発病状況の推移を調査した。その結果、現在の発生で無防除もしくはカスガマイシン・銅水和剤で防除した場合の 1 ヶ月後の発生を予測する関係式が得られた（表 1）。

表 1. 現在の発生状況から 1 ヶ月後の発生状況を予測する回帰式

無防除	$Y=50 \times (1-\exp(-0.0855 \times X))$ $r=0.93 (n=57)$
カスガマイシン・銅水和剤	$Y=50 \times (1-\exp(-0.0535 \times X))$ $r=0.97 (n=27)$

注) X=現在の発病葉率 (%), Y=1 ヶ月後の発病葉率 (%)

この予測式および被害許容水準を基に、要防除水準および防除有効水準を算出してみると、3 月上旬（春整枝時）の発病葉率でそれぞれ 1.6 および 2.6% となった（富瀨，2005）。このことから、3 月上旬の春整枝時での赤焼病の発生を 1.6～2.6% の範囲に制御できる防除体系を確立することが目標となった。

2) 赤焼病細菌の感染と低温

一般に植物病原細菌は、葉裏に多数存在する気孔や葉先にある水孔から葉の組織内に侵入（感染）する。赤焼病は寒霜害発生年に多発すること（安藤，1988）、チャに存在する氷核活性細菌により赤焼病の発生が助長されることも明らかにされている（富瀨ら，2006）。これらのことから、低温が赤焼病細菌の感染に及ぼす影響について調査した。

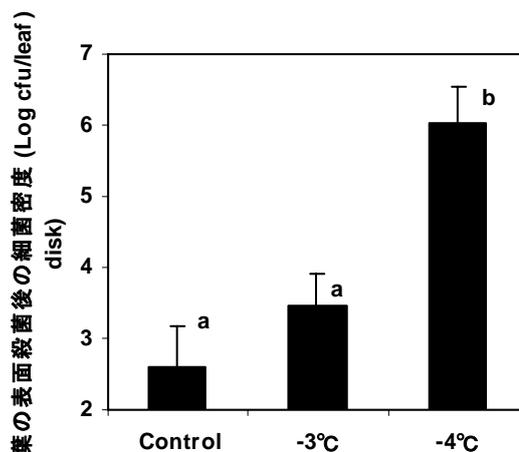


図 1 低温処理による赤焼病細菌のチャ葉への侵入。

チャ葉組織内の赤焼病細菌は、葉が凍結する -4°C の低温処理で著しく高まるが、凍結しない -3°C の低温処理では、無処理と同程度に低い。

赤焼病細菌を葉裏に接種後、葉が凍結しない -3°C もしくは凍結する -4°C の低温処理を実施した。その結果、 -4°C の低温処理ではチャ葉の組織内に侵入している（感染）細菌数が著しく高まったが、 -3°C の低温処理では感染細菌数は無低温処理と同じ程度であった（図 1）。これは、氷の形成が赤焼病細菌の葉裏の気孔か

らの感染を促進することが原因であった(図2)。このことから、葉の凍結(結氷)を阻害する防霜が赤焼病の防除に有効と考えられた。

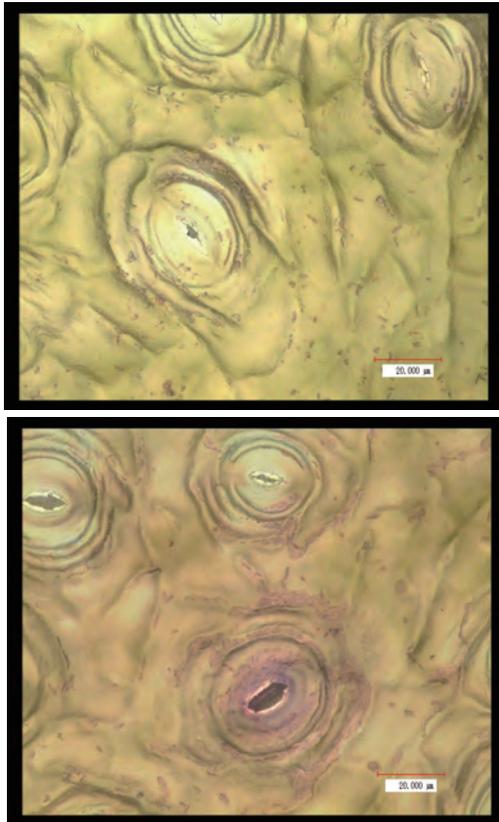


図2 低温処理による赤焼病細菌の気孔からのチャ葉への侵入。

葉が凍結しない場合(上図)、赤焼病細菌は葉裏の表皮のくぼみに存在するが、葉が凍結した場合では(下図)、気孔の中や周辺に存在する。

3) 赤焼病の発生と秋冬期の低温

試験場内の同一ほ場において、赤焼病の発生の多かった1986年度と発生の少なかった1987年度の最低気温の推移を比較した(図3)。発生の多かった1986年度では秋冬期の10~11月にかけて最低気温が低く推移し、初霜も早く観測された。逆に発生の少なかった1987年度では秋冬期の最低気温は高く推移し、初霜も遅く観測された。これは、降霜により赤焼病細菌の早期感染が起こることが要因と考えられた。この発生の年次間差は、1978~1987年および2002~2007年度でも同様の傾向が見られた。このことから、秋冬期の低温(降霜)は赤焼病の発生

を助長すること、また、赤焼病の発生を抑制する防霜の実施時期として秋冬期が適切であると考えられた。

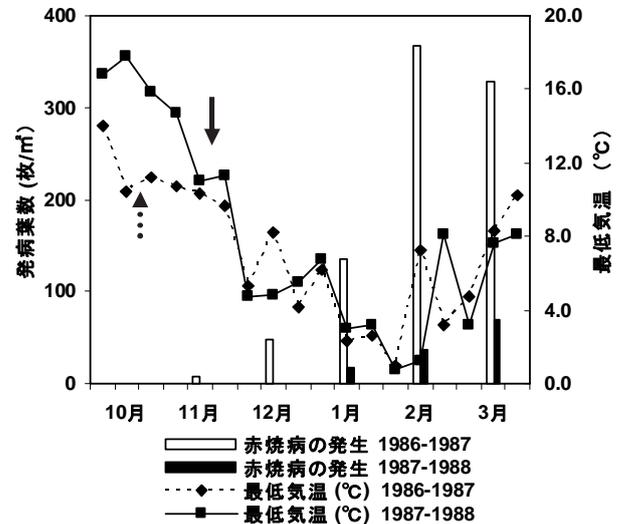


図3 晩秋期の気温と赤焼病の発生。

点線矢印は1986年の、実線矢印は1987年の初霜日を示す。

4) 防霜による赤焼病の発生抑制

以上の結果から、まず、トンネル被覆による防霜により赤焼病の発生抑制効果を検討した。試験は、同一ほ場内を最低気温が高い区画と最低気温が低い区画に分けて(ほ場に傾斜があり、最低気温が異なったため)、秋整枝後に接種を行い、トンネル被覆を秋整枝後から12月1日までの間に12回実施した。試験期間中は、防霜により葉の結氷を完全に防ぐことができた。その結果、赤焼病の発生は、トンネル被覆による防霜により著しく減少した(図4)。また、発病抑制の程度は最低気温が高い区画より低い区画で高くなった。一方、防霜終了後に接種を行っても赤焼病の発生が防霜を実施したことにより多くなることはなかった。このことから、秋冬期の防霜により、赤焼病の発生を抑制できることが明らかとなった。

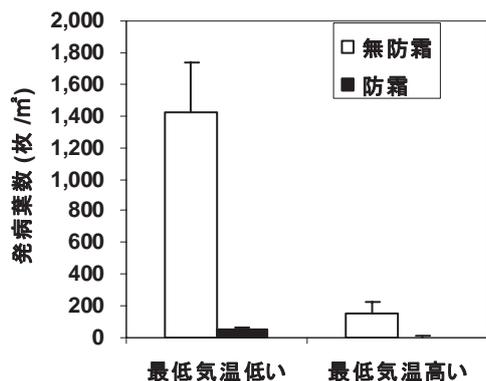


図 4 秋冬期のトンネル被覆が赤焼病の発生に及ぼす影響。

調査は防霜終了後の12月1日に行った。

3. 技術の利用方法

1) 防霜と薬剤防除を組み合わせた総合防除

温度制御可能な防霜ファンは、一番茶の霜害を防ぐために、全国で約21,000haの茶園に設置されており、効果的な防霜法として普及している。また、赤焼病に対する薬剤防除時期として、初発生確認後が最も重要であること、さらに、初発生確認後の防除と、その後の定期的な防除で赤焼病の発生を抑制できることが示されている(富瀆, 2006)。そこで、防霜ファンを用いた秋冬期の防霜と薬剤散布を組み合わせた総合防除体系の効果を検討した。

防霜ファンは、秋整枝後から12月末までの間に15日稼動し、7回の降霜を防いだ。防霜により防霜期間中の赤焼病の発生はほとんど見られなかった(図5)。また、3月上旬では無防霜区での赤焼病の発生は甚大であったが、防霜区では防霜終了後に薬剤防除を2回実施することにより、赤焼病の発生を無防霜区に比べて著しく抑制でき、要防除水準以下に抑えることができた(図5)。

その結果、総合防除体系は赤焼病の発生による一番茶の減収を著しく軽減した(図5)。本試験による防霜ファンの稼動経費は1回の薬剤防除とほぼ同等であった。

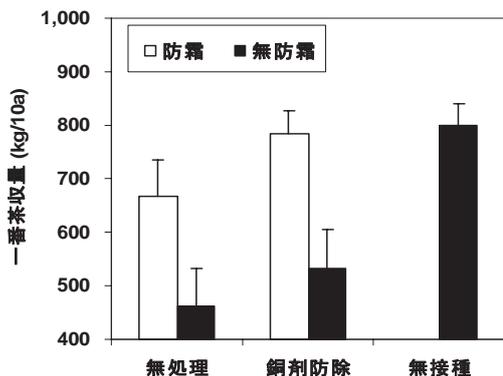
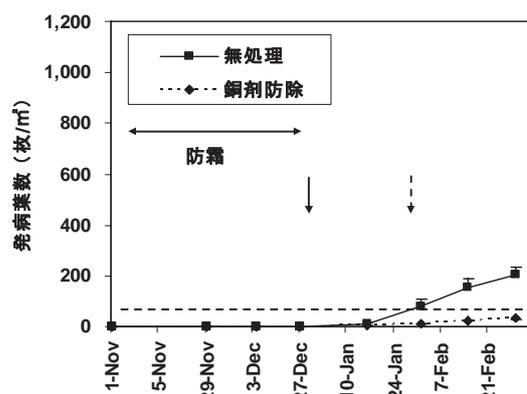
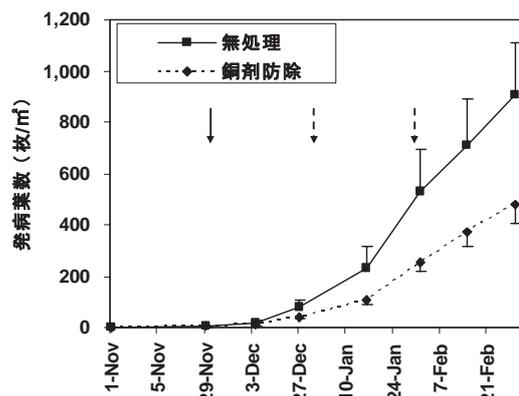


図 5 防霜ファンによる秋冬期防霜と薬剤防除体系による赤焼病の発生抑制と一番茶収量。

無防霜区(上図)および防霜区(中図)の無処理(実線)および防除区(点線)の赤焼病の発生を示す。実線矢印はカスガマイシン・銅水和剤、点線矢印は銅水和剤の500倍液を400L/10a相当量散布したことを示す。中図の点線は要防除水準を示す。下図は試験区の一発茶収量(5月2日摘採)および無接種区の一発茶収量を示す。

2) 赤焼病の発生を助長する栽培管理

赤焼病の発生は、同一耕作者のほ場に集中することがあり、栽培管理にも赤焼病の発生を左右する要因があると考えられたことから、各種

栽培管理が赤焼病の発生に及ぼす影響について検討した。

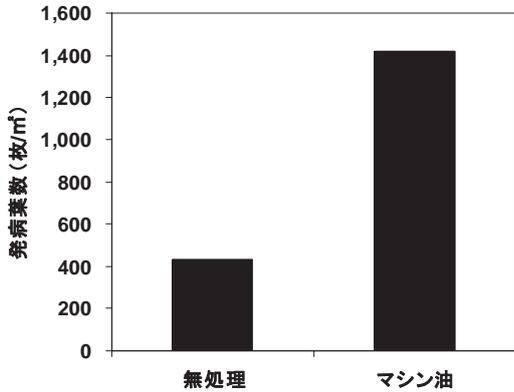


図 6 マシン油乳剤散布による赤焼病の発生助長

マシン油乳剤 100 倍液を 11 月 8 日に 400 リットル/10a 相当量散布, 10 日後に赤焼病細菌を接種し, 発病状況を調査した。数値は一部実施要因計画による 8 反復の平均値。

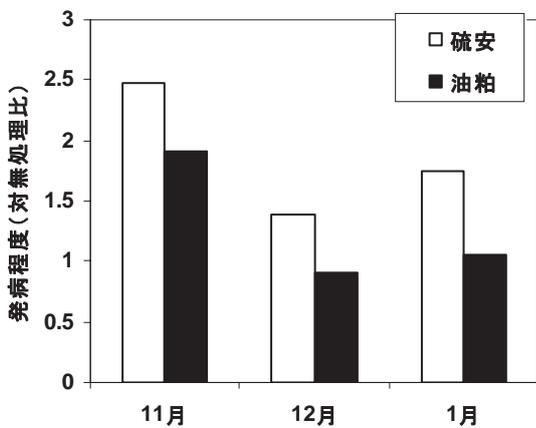


図 7 施肥時期および施肥資材による赤焼病の発生

硫安および油粕を 11 月 1 日, 12 月 1 日および 1 月 4 日に窒素分で 20kg/10a 相当量施肥, 自然発生条件による発病状況を調査した。数値は 3 反復の平均値の対無処理比を示す。

その結果, チャの大害虫であるカンザワハダニの防除に用いられるマシン油乳剤の散布により赤焼病の発生が著しく増加することが明らか

となった (図 6)。また, 秋整枝時期である 10 ~ 11 月に多量の施肥を行うと発生が増加することも判明した (図 7)。これらの発生助長の詳細な機構はいまのところ明らかではないが, 赤焼病の発生が始まる秋冬期でのこれらの栽培管理の実施は避ける必要がある。

4. おわりに

得られた試験結果から赤焼病の総合防除体系は図 8 のようにまとめられる。防霜ファンによる秋冬期防霜は, 赤焼病の非常に有効な物理的防除法であり, これを核とした総合的防除法は, 一番茶の安定生産および環境に配慮した防除技術として活用できる。なお, ファンの稼動については各電力会社との契約時間内の使用とする必要がある。

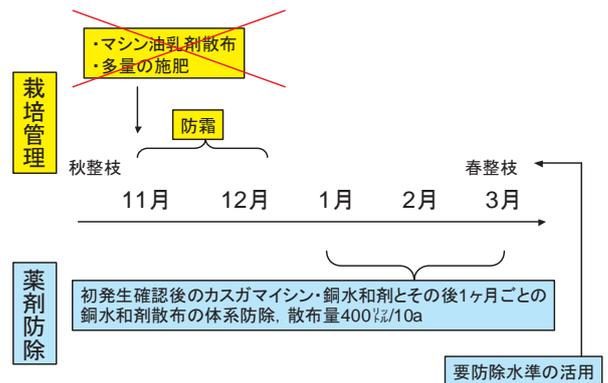


図 8 赤焼病の総合防除体系

参考文献

- 1) 富濱 毅(2005) : 九病虫研会報 51 : 35~39.
- 2) 安藤康雄 (1988) : 野茶試研報 B (金谷) 2 : 41~45.
- 3) 富濱 毅ら (2006) : 日植病報 72 : 14~21.
- 4) 富濱 毅 (2006) : 茶研報 102 : 7~16.

(富濱 毅 : 鹿児島県農業開発総合センター茶業部)

乗用型送風式捕虫機によるチャノミドリヒメヨコバイ、カンザワハダニの防除

1. はじめに

チャノミドリヒメヨコバイ、カンザワハダニはチャの重要害虫で、これらの防除のために年間に7, 8回の薬剤散布を実施している。一方、化学農薬を使用しない有機栽培茶園などでは、これらの害虫に対する有効な天敵や防除手段が少ないため、多発生した場合には、収量が皆無となる場合もみられるなど、大きな被害を与えている。そこで、本稿では農薬を使用しない物理的防除法である乗用型送風式捕虫機の両害虫に対する利用方法を紹介する。

2. 送風式捕虫法と乗用型送風式捕虫機

1) 送風式捕虫法

チャノミドリヒメヨコバイやチャノキイロアザミウマは、新芽を加害するチャの重要害虫である。送風式捕虫法は、これらの害虫等を物理的に除去することを目的に考案された方法で、送風機で発生させた強制風と水タンクから滴下し強制風により霧状にした水（ミスト風）をチャ新芽に吹き付け、ここに生息する新芽加害性害虫等を吹き飛ばし、後方の回収袋で捕獲または死傷させる（図1）。

本法では、吹き付ける強制風の風速と滴下する水の量が害虫の除去効果を大きく左右する。

例えば、チャノミドリヒメヨコバイでは、風速を上げても強制風の直撃で圧死する個体は少

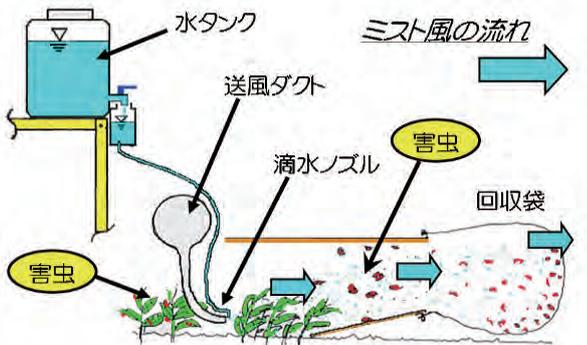


図1 送風式捕虫法の概略



図2 ミスト風により翅を損傷したチャノミドリヒメヨコバイ

ないが、ミスト風を利用することで圧死を免れた個体の多くが翅等を損傷したり（図2）、水滴にトラップされるなどして、24時間以内にほとんどの個体が死亡する（図3）。

また、カンザワハダニでは、風速20m/秒の強制風を受けた雌成虫の多くはほぼ0.7秒以内に吹き飛ばされるが、卵の除去率は5%以下である。しかしミスト風を利用することで、雌成虫の除去率をさらに上昇させ、卵の除去率を大幅

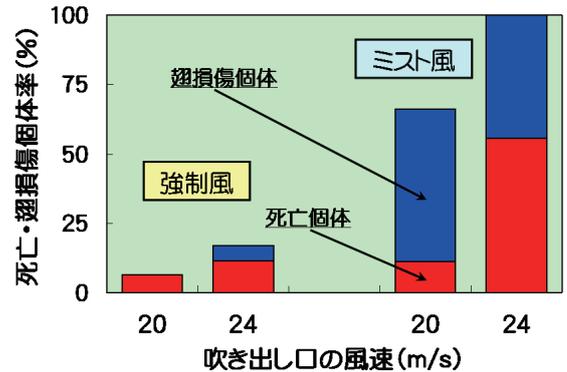


図3 強制風・ミスト風の強弱とチャノミドリヒメヨコバイの死傷個体の割合

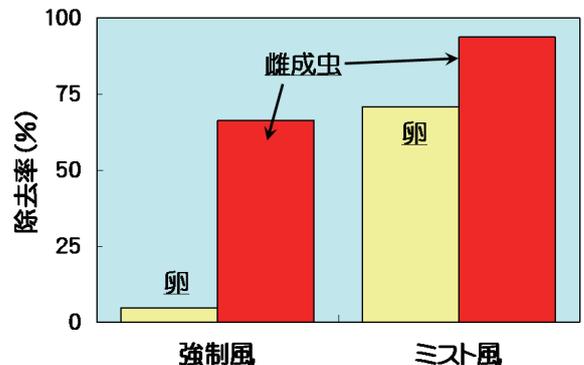


図4 強制風・ミスト風とカンザワハダニの除去率

に上げることが可能である（図4）。

2) 乗用型送風式防除機

送風式捕虫法に関する試験結果をもとに、小型の乗用型摘採機をベースに開発したものが、茶園用乗用型送風式捕虫機である。本機は、摘採機の送風機能を強化し摘採面全面に均一な強制風を当てる送風部、アタッチメントとして着脱可能なウォーターアシスト部（ミスト風を発生させる）とトラップ部（吹き飛ばした害虫を捕獲する）から構成される（図5）。

本機の作業性能については、労働強度は慣行の手散布による薬剤散布作業と比べ著しく小さく、10aあたりの作業時間も27分程度で慣行と同程度の水準にある。また防除作業時間と全作業時間の割合である作業効率は75%と高く、防除作業が効率的に行える。

なお、本機使用時に新芽がミスト風を受ける暴露時間は約1秒程度である。これは、新芽に寄生している害虫類を吹き飛ばすのに充分でありながらも極短時間であるため、新芽の傷みは観察されない。



図5 茶園用乗用型送風式捕虫機

3. 技術の利用方法

1) チャノミドリヒメヨコバイに対する利用方法

チャノミドリヒメヨコバイは、おもに二番茶期と秋期に発生が増加し、成虫、幼虫ともに新芽を吸汁加害する。加害された新葉は黄化し葉脈が浮き上がり、ひどい場合には生長が停止する。

チャノミドリヒメヨコバイの成虫は飛翔能力

が高く、本機が低速で近づくと隣のうねや茶園外に逃亡することがあるので、捕虫処理は高速で走行しながら実施する。成虫、幼虫ともに、捕虫処理時のミスト風により容易に吹き飛ばされ、回収袋に捕獲されるため、1うねを一方向で1回処理する方法（片道処理）でも、比較的高い防除効果が得られる。しかしながら、1うねを往復して2方向から合計2回処理する処理法（往復処理）の方が、より高い防除効果を得ることができる（図6）。このため、本害虫の被害を受けやすい時期や発生量が多い中山間地茶園で利用する場合には、往復処理を基本とする。

本機は、農薬を使用せずに害虫の密度を低下させる機械であるが、化学農薬のような残効は期待できない。継続して防除効果を維持するた

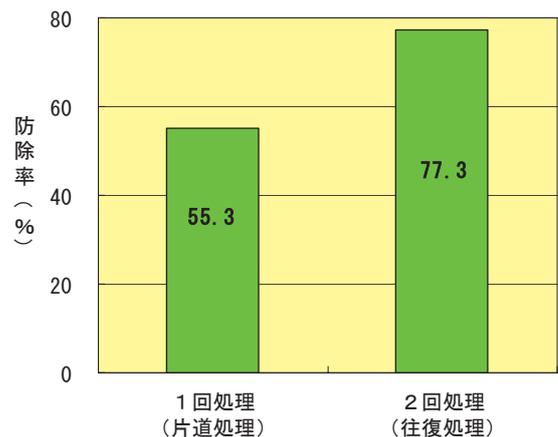


図6 送風式捕虫機の処理法の違いによるチャノミドリヒメヨコバイの防除効果

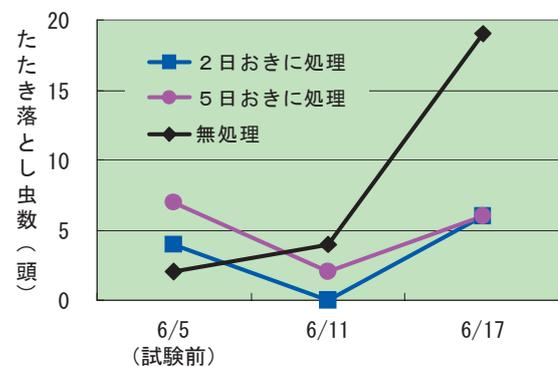


図7 二番茶期におけるチャノミドリヒメヨコバイのたたき落とし虫数

注) たたき落とし調査は、捕虫処理直前に各区4カ所について実施した数字は、12カ所あたりの成虫と幼虫の合計値

めの処理間隔は害虫の種類によって異なる。チャノミドリヒメヨコバイでは処理間隔を2日おきにした場合と5日おきにした場合のたたき落とし虫数に大きな差はみられなかった(図7)。また、二番茶および三番茶において、摘採時の被害調査を行ったところ、両処理間隔区の防除効果はほぼ同等であった(図8)。

以上から、チャノミドリヒメヨコバイを対象に乗用型送風式捕虫機を使用する場合、防除効果はもとより、作業に要する時間やコストなどを考慮し、5日おきに高速で走行しながら往復処理するのがよい。

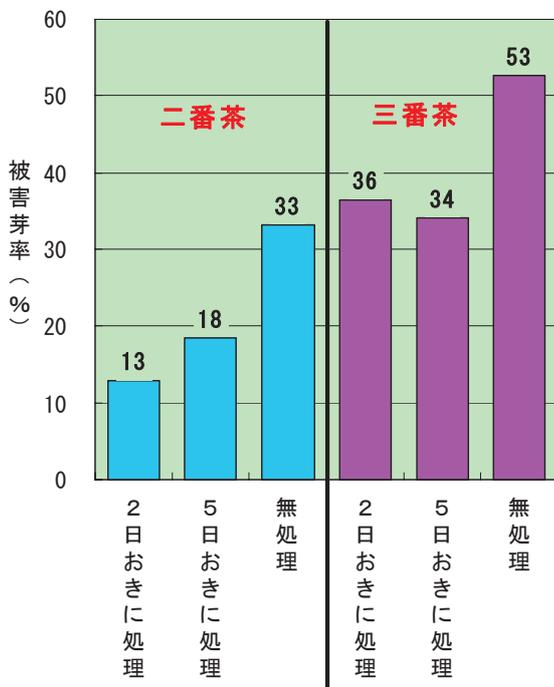


図8 二番茶および三番茶におけるチャノミドリヒメヨコバイの被害芽率

2) カンザワハダニに対する利用方法

カンザワハダニはチャの葉裏に寄生し、茶芽の生長とともに新芽に移動し新葉を吸汁加害する。加害された新葉は、徐々に淡黄緑色となりひどい場合には落葉するため、収量や品質に与える影響が大きい。

本機はチャの摘採面にミスト風を吹き付ける構造であるため、摘採面よりも下にある成葉に生息するカンザワハダニに対しては、防除効果は期待できない。そこで本種については、新芽に移動してきた個体を対象に捕虫処理を行い、防除効果を検討した。

まず、高速走行の片道処理と往復処理について防除効果を比較したところ、両者に差は認められなかった。また、低速走行で片道処理しても防除効果は高まらなかった(図9)。これら

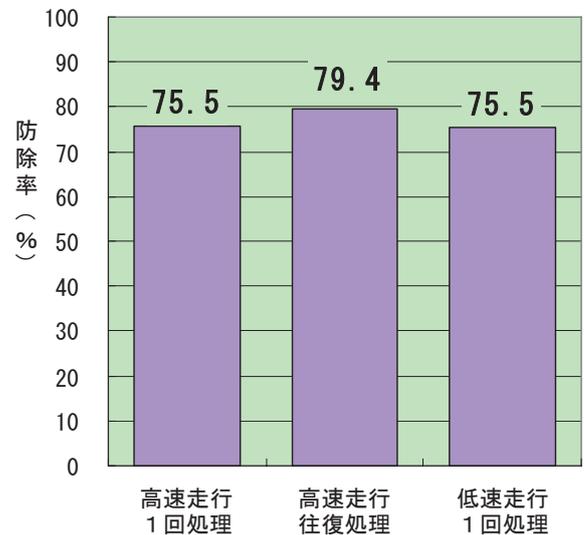


図9 送風式捕虫機の処理法の違いによるカンザワハダニ成虫の除去効果

捕虫処理前後に50本の一番茶芽を採取し、寄生しているカンザワハダニの成虫数を計数した。
品種：おくみどり(3葉期) 反復数：3

のことから、カンザワハダニに対する捕虫処理は、高速走行の片道処理が基本となる。

本機はカンザワハダニが多発条件下でも70%~80%の成虫の除去が可能であり、処理区のカンザワハダニはその後も無処理区より低い密度で推移し、捕虫処理の効果はある程度持続する。しかしながら、本法は残効性がないため、成葉で増殖した個体が新たに新葉に移動してくると、処理の2~3日後には新芽の生息密度は処理前のレベルにまで回復する(図10)。そこで、捕虫処理を1日おきに実施する区と3日おきに実施する区を設け、一番茶摘採時における新葉の被害程度を比較した。

その結果、両区とも被害を受ける新葉の割合は、無処理区に比べて減少した。処理区では、特に新葉が部分的に褐変するような大きな被害の葉の割合が減少するため、被害の低減効果は高かった。処理間隔と被害との関係では、3日おきの処理よりも処理間隔が短い1日おきの処理で、被害程度がより軽くなった(図11)。

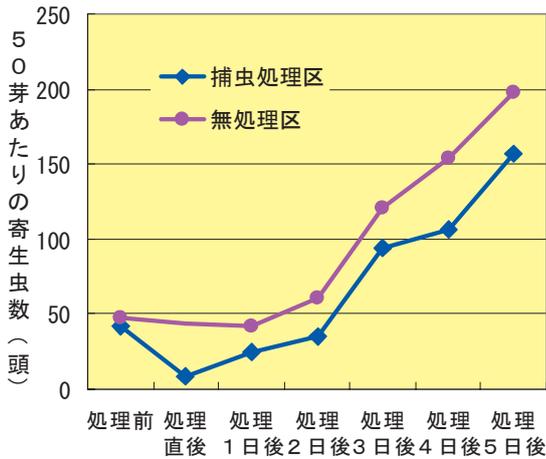


図10 捕虫処理の有無とカンザワハダニ成虫の寄生虫数の推移

カンザワハダニの発生量：多発生
品種：あさつゆ（3葉期）

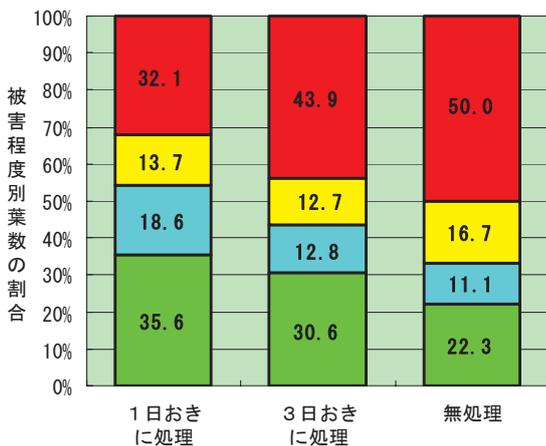


図11 カンザワハダニの被害程度別葉数の割合

被害程度
■ 葉が部分的に褐変している
■ 葉の一部が黄化している
■ 葉に僅かに吸汁痕がみられる
■ 無被害

品種：あさつゆ
 処理期間：4/19~4/27
 処理回数：2日に1回は5回、4日に1回は3回

これらのことから、カンザワハダニを対象に本機を使用する場合は、高速走行の片道処理を1日おきに実施するのがよいと考えられた。しかしながら、カンザワハダニの発生が増加する時期は、一番茶や二番茶の摘採直前にあたることが多く、他の作業との関係からこの時期に1日おきに捕虫処理を繰り返すのは困難と思われる。それを考慮すると、3日おきの処理を基本としながら、カンザワハダニが多発生し、大きな被害が予想されるような場合に、処理間隔を

出来るだけ短くすることが適当である。

4. 利用上の留意点と活用場面

本機の捕虫効果は、チャノミドリヒメヨコバイおよびカンザワハダニに対しては認められるが、チャノキイロアザミウマに対しては認められない。また、本法は残効性がないため、これらの害虫の多発生条件下では、一般的に使用される化学合成農薬と同等の防除効果を得るのは難しい。

本機は、特にカンザワハダニやチャノミドリヒメヨコバイの加害により一番茶や二番茶の収穫が不安定になることが多い有機栽培茶園などで利用価値が高いと考えられ、これにより生葉の安定生産が期待できる。また、慣行防除を実施している茶園でも、摘採直前にこれらの害虫が急激に増加し、摘採前の使用期間の関係で化学農薬が散布できない場合の防除手段として活用できる。

5. 技術の課題等

チャノミドリヒメヨコバイやカンザワハダニは、地域により発生状況が異なるため、今回示した処理方法を基本としながら、それぞれの茶園での発生状況に応じた処理法を組み立てる必要がある。

参考文献

- 1) 宮崎昌宏ら (2003) : 茶研報 96 (別) : 40 ~41.
- 2) 宮崎昌宏・武田光能 (2004) : 農業技術 59 : 410~413.
- 3) 武田光能ら (2002) : 茶研報 94 (別) : 28 ~29.
- 4) 佐藤邦彦 (2007) : 茶研報 104 (別) : 92~93

(佐藤邦彦・佐藤健一郎：宮崎県総合農業試験場茶業支場，佐藤安志：野菜茶業研究所)

有効積算温度と微小昆虫捕獲装置を使った クワシロカイガラムシ防除適期の判定

1. はじめに

チャの難防除害虫の1種クワシロカイガラムシ *Pseudoaulacaspis pentagona* (Targioni) は、幼虫や雌成虫がチャ樹の枝幹部に寄生し、吸汁加害することで樹勢を低下させ、著しい場合は枯死させる。本種は、防除適期が孵化最盛日前後のごく短い期間に限られること、枝幹部に寄生するため散布薬液が生息部位に到達しにくいこと等から、その防除には1000L/10a という多量の薬剤が必要とされる。このため、生産者に与える経済的・労力的な負担は大きく、また土着天敵相や周辺環境に与える影響も懸念されている。

現在本種の防除法としては、介殻を持たない孵化直後の幼虫(図1)を対象に薬剤を散布する方法が最も効果的とされている。このため、散布適期を予測するための孵化消長の調査や孵化盛期の把握が重要である。孵化盛期の把握法としては、茶園から採取してきた枝に寄生している雌成虫の介殻を剥がし、卵塊の孵化状況や幼虫の発生状況を直接調べる「卵塊調査法」と茶株内に両面粘着トラップを設置し、これに捕獲される孵化幼虫の消長を調べる「株内粘着トラップ法」が知られる。しかし、卵塊調査法では調査者にある程度の熟練が要求されること、株内粘着トラップ法ではトラップの取扱いが面倒なことや頻繁なトラップ交換および調査を必要とすること、捕獲虫の計数に多大な労力を要すること等の欠点がある。また、本種の孵化幼虫は体長0.2mmと極めて小型であるため、こ

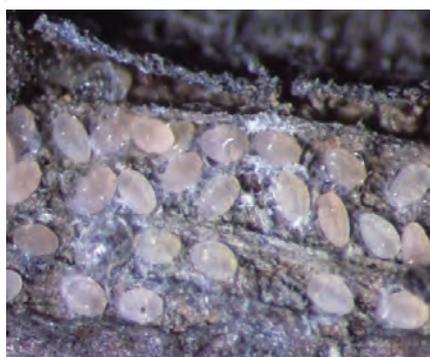


図1 クワシロカイガラムシの孵化幼虫
定着直後のこの時期が防除適期

れらの方法では調査に実体顕微鏡やマイクロスコプなどが必要となり、普及性にも問題がある。そこで、誰もが手軽に行えて省力的で簡便なモニタリング法を開発したので、本稿で紹介する。

2. 開発した技術

1) 有効積算温度則の利用

(1) 積算起算日

一般に害虫の発生時期の簡便な予測法として、有効積算温度則の利用が知られる。これは、変温動物である昆虫の発育が一義的には温度に支配されるという性質を利用したものである。ただし、昆虫が活動を休止している休眠期についてはこの法則は当てはまらない。

クワシロカイガラムシは、わが国の大部分のチャ栽培地域で年3世代、山間冷涼地では年2世代、南九州などの温暖地では年4世代を繰り返すが、いずれの地域においても交尾後の雌成虫が卵巣内の卵の発育を停止させた状態で休眠・越冬する。休眠した雌成虫は、春先の温度上昇とともに卵巣発育を再開させるが、果たして春先のいつ頃から活動を再開させるのかは不明であった。そこで、秋から春にかけて段階的に野外から雌成虫を採集し、これを発育に好適な環境下で飼育することにより休眠の覚醒期を調べた。その結果、雌の生殖休眠は冬至頃までは維持されているが、正月までにはほとんどの個体が覚醒していることが分かった(図2)。このことから積算温度計算の起算日は、1月1日とするのが適当と判断した。



図2 越冬世代雌成虫の休眠覚醒時期

(2) 発育零点と有効積算温度

休眠覚醒後の越冬世代の雌成虫の産卵や第1世代の卵の孵化などの発育は、温度に支配される。そこで、野外調査および飼育試験から、休眠覚醒後の発育零点を推定したところ、 10.5°C が得られた。次に野外条件下で雌成虫の発育を継時的に調査し、1月1日を起算日とした際の有効積算温度と産卵雌率および50%孵化卵塊率（介殻内の卵の半数以上が孵化している雌の割合で、防除適期予測の基準となる）の関係を調べると、図3のようになった。

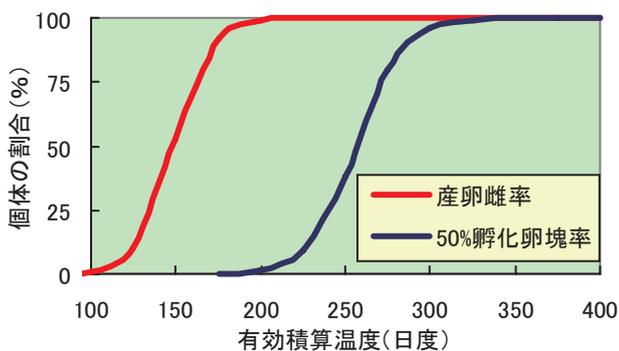


図3 有効積算温度と産卵雌率・50%孵化卵塊率
静岡県金谷，1998－2001年

2) 微小昆虫捕獲装置

(1) 微小昆虫捕獲装置

株内粘着トラップの代わりにクワシロカイガラムシの孵化消長調査を行うための装置として、「微小昆虫捕獲装置」を考案した（図4）。この装置は、単1型乾電池2本を電源とし、軸流モーターで回転させた前方のファンで微小昆虫を吸引し、後方に配した粘着シートでこれを捕獲する構造を有する。本体は直径60mmの塩ビ管を成



図4 微小昆虫捕獲装置

型・加工して作製し、モータやファンは市販品を用いた。本装置のファンは、少なくとも3週間程度は必要な回転数が維持され、安定的に吸引・捕獲調査することができる。

さらに本装置では、従来の株内粘着トラップが両面粘着方式でベタつきやすく設置や回収に手間取ったことから、カートリッジ式の粘着シートを採用した。これは、35mmのスライドマウントに透明粘着シート（商品名：ITシート）を挟み込んだもので、従来の粘着トラップに比べて格段に取り扱いやすく、回収後は直接検鏡・調査することが可能である。

(2) 画像処理自動計数法

粘着トラップで調査対象とする昆虫は、クワシロカイガラムシの孵化幼虫やその天敵寄生蜂などいずれも体長1mmに満たない小型の種類であり、その観察や同定・計数等の調査には実体顕微鏡等の使用が欠かせない。微小昆虫捕獲装置のカートリッジ式粘着シートは、取扱いが容易な上、従来の粘着トラップと比べて粘着面すなわち調査対象面積が極端に小さく、検鏡調査がよりスムーズに行える。また、粘着シート枠に35mmスライドマウントを利用したことで、粘着シートの画像を家庭用のスキャナ等で簡単に取り込み、これをパソコンで拡大表示しながら調査することも可能である。

なお、画像処理自動計数ソフトウェア「画像処理システム」（株式会社寺田製作所より販売）では、クワシロカイガラムシ孵化幼虫の形態の特徴（白色ないし淡紅色で、扁平な小判形である）を利用し、イメージスキャナで取り込んだ粘着シートの画像データを、輝度、彩度、色相の閾値を使って二値化し、面積や円形度等のデータ等と併せてクワシロカイガラムシの孵化幼虫を自動抽出・計数することができる。

3. 技術の利用方法

1) 有効積算温度

アメダスデータ等信頼できる気温データを使い、1月1日を起算日、発育零点 10.5°C として積算温度を計算する。算出にあたっては、日平均気温ではなく、毎正時の気温データを使うことで高精度の予測が可能となる。図3に示した

有効積算温度(x)と50%孵化卵塊率(y)の間には、以下の式が成り立つ。

$$y=100/1+e^{-(-18.8015+0.07329x)}$$

ここで、50%孵化卵塊率が50%になるまでの積算温度は287日度であり、この頃が幼虫の孵化盛期にあたりと予測する。また、寄生枝の孵化状況等の調査を行う場合は有効積算温度270日度、微小昆虫捕獲装置や株内粘着トラップ等で発消長を調べる場合は250日度が調査開始の目安となる。

なお、第二世代、第三世代の孵化盛期把握法として、前世代の孵化盛期を起算日とし、発育零点10.8℃で有効積算温度が688日度(30℃以上の場合には高温発育停止の処理が必要)に達した日を孵化盛期とする予測法も報告されている。

これら2つの予測法は、各府県の試験場、普及所等で検討され、どちらも適合性が高いことが確認されており、現在ではJPP-NETや製茶機械メーカー等が開発した害虫発生予測システム等でも利用できる。また、これらの予測法を利用した専用の警報システムも市販されている。

2) 使用する装置

(1) 微小昆虫捕獲装置

有効積算温度による目安日近くになったら、茶株内に本装置を設置する。設置に際しては、クワシロカイガラムシ雌成虫の寄生密度が高い枝条付近に本装置の吸引ファンが位置するように留意する。粘着シートは出来るだけ毎日交換し、捕獲消長を調査する。消長調査による捕獲最盛日後の数日間が、薬剤散布による本種の防

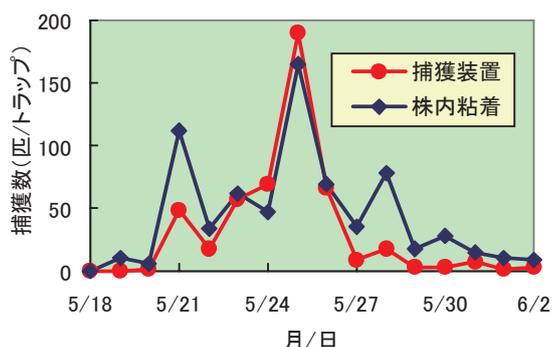


図5 微小昆虫捕獲装置と株内粘着トラップによるクワシロカイガラムシ孵化幼虫の捕獲消長

除適期となる。

本装置と株内粘着トラップを使って調べたクワシロカイガラムシ孵化幼虫の捕獲消長調査の一事例を示す(図5)。図5に示した2006年の第1世代幼虫孵化期の調査では、本装置による捕獲消長と株内粘着トラップによる捕獲消長はほとんど一致し、防除適期決定の基準となる捕獲最盛日も一致した。これらの傾向は他の調査年・調査時期の調査でもみられており、これは本法が従来の株内粘着トラップ法の代替法として利用可能であることを示している。なお、本装置はクワシロカイガラムシ孵化幼虫を効率よく捕獲でき、トラップ1台あたりの捕獲数は、粘着面が20倍以上ある株内粘着トラップと同程度である。

(2) 画像処理自動計数法

次に、野外調査データを使って画像処理自動計数ソフトウェア「画像処理システム」による自動計数精度の検証を行った。

まず、本ソフトウェアによる解析事例を示す(図6)。図6の左図は、市販のフラットスキャナによるカートリッジ式粘着シートの取り込み画像で、クワシロカイガラムシの孵化幼虫の他に天敵寄生蜂のチビトビコバチや調査対象外の双翅目昆虫等が多数捕獲されている。一方、右図は、左図を「画像処理システム」にかけ、輝度、彩度、色相、面積、円形度の各閾値を使って孵化幼虫を自動抽出したもので、孵化幼虫のみが黒点で表されている。「画像処理システム」は、この後自動抽出した孵化幼虫数を自動計数する設定となっており、図6の場合、左図中の孵化幼虫数は「54」、本システムによる自動抽



図6 画像処理の一例

左;フラットスキャナによる取り込み画像
右;孵化幼虫を抽出した画像 後自動計数

出・計数値は「52」であった。

同様にいくつもの粘着シートの画像をスキャナで取り込み、「画像処理システム」で自動計数し、粘着シートの実捕獲数との関係を示したものが、図7である。本システムによる自動計数値は、捕獲虫数が多くなると過少評価される傾向がある。これは、抽出対象外の虫を含めて粘着シートに捕獲される虫の数が多くなると、虫同士が重なり、抽出時に検出できなくなるためである。しかし、この計数誤差はそれ程大きいものではないため、総合的に見て実用レベルにあると判断された。

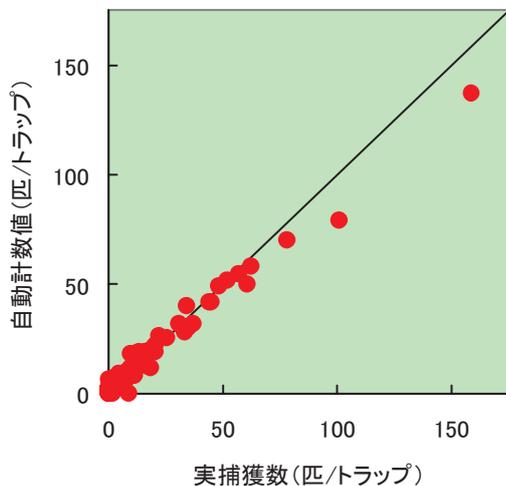


図7 微小昆虫捕獲装置と株内粘着トラップによるクワシロカイガラムシ孵化幼虫の捕獲消長

4. 技術の利用上の留意点

これまでに有効積算温度によるクワシロカイガラムシ孵化盛期の予測法は、アメダスの気温データ等精度の高いデータを使えば高精度に予測可能であることが実証されている。

しかし、実際の個々の圃場では、微気候や立地条件、周辺環境の影響等を受ける上に利用できる気温データが限定されること等から、これらの予測式だけで薬剤散布を行うことはリスクが大きいと考えられる。実際に個々の圃場に対して薬剤散布を行う際には、孵化状況の調査との併用が望ましい。

微小昆虫捕獲装置や株内粘着トラップは、この孵化状況調査に利用する。これらの調査をしない場合は、圃場から寄生枝を採取してきて孵

化状況を直接確認した後に、薬剤散布を行う。圃場の異なる場所から寄生枝を5, 6本採取し、介殻を剥がしてメスが抱卵している卵塊の孵化状況を調べる。各枝につき20匹程度の雌について調査し、卵塊の半数以上が孵化しているメス成虫の割合が60~80%であれば、孵化盛期と判断する。この方法は調査に顕微鏡等が必要なことと調査者にある程度の熟練が必要であること等が欠点あるが、これらの条件をクリアすれば最も手軽な方法である。JAや茶工場単位で、予め温度データ等を使っておおよその時期を予想し、一斉調査日等を設け、生産者が持参した枝を調べて個々の防除適期を予測すれば良い。

「画像処理システム」を使って捕獲虫を自動抽出・計数する場合、スキャナの機種によっては、取り込み時の設定や抽出する際の閾値を調整する必要がある(デフォルト値は変更できる)。

5. 技術の課題等

微小昆虫捕獲装置は、市販されている(現在は受注生産扱い)が、1台10,000円と高価であり、大量生産による低価格化が望まれる。単純な構造で自作も可能であるので、自作する場合は農研機構野菜茶業研究所に相談されたい。

参考文献

- 1) 小澤朗人ら (2004): 先端技術等地域実用化研究促進事業研究成果, pp117.
- 2) 小澤朗人 (2006): 農業技術 61: 126~130.
- 3) 小澤朗人・久保田栄 (2006): 静岡茶試報 25: 23~31.
- 4) 佐藤安志ら (2006): 平成17年度野菜茶業研究成果情報: 61~62.
- 5) 佐藤安志・武田光能 (2007): 農業技術 62: 250~255.
- 6) Takeda, M. (2004): Appl. Entomol. Zool. 39(1): 15~26.
- 7) Tatara, A. (1999): JARQ 33:155~161.

(佐藤安志・武田光能・大泰司誠・石島力: 野菜茶業研究所)

将来技術 チャ摘採面付近の気温を用いた チャノホソガ発生時期の予測

1. はじめに

チャノホソガ(図1)は、我が国の茶栽培地帯で年5~7回発生する。本種は、チャの新芽にのみ産卵し、幼虫が潜葉期(1, 2齢)、葉縁巻葉期(3齢)を経て三角巻葉(4, 5齢)を作り、葉を食害する。本種によるチャへの被害は、三角巻葉(図1C)の収穫茶芽への混入であり、2%以上の混入(重量割合)で茶浸出液の色が赤黒くなる(図2)等して、荒茶品質を悪化させる。このため、新芽に産下された卵が摘採期までに三角巻葉に生育するか否かが防除対策上重要である。

さらに、葉縁巻葉期以降の薬剤散布では防除効果が低下するため、防除は潜葉期幼虫までを対象として新芽生育初期に行われるのが普通である。

このようにチャノホソガでは、虫の発生時期とチャ新芽の生育時期とのタイミングが被害の軽重や防除の要否に大きく影響する。そこで、これらの予測技術の開発を行い、将来実用化が見込まれる結果が得られたので、その概要を紹介する。

2. 対象害虫と作用機作

チャノホソガは、チャの新芽にのみ産卵する。このため、成虫が多発しても、その時期に産卵に好適な新芽がなければ産卵は回避され、被害が大幅に軽減される。したがって、萌芽期から新芽生育期におけるチャノホソガの発蛾予測は、防除時期の決

定や防除要否の判断に不可欠である。

また、新芽に産卵された場合でも、荒茶品質を悪化させる三角巻葉が形成される前に摘採できるならば、防除を省略しても被害を軽減できる可能性

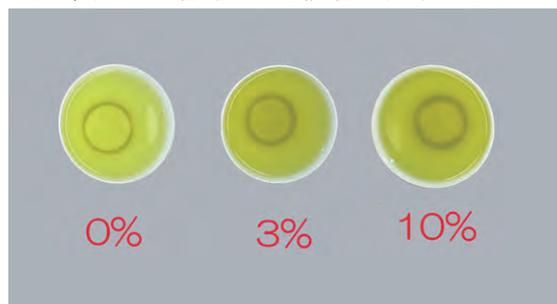


図2 三角巻葉の混入による品質低下

混入割合が増加すると浸出液の色が赤黒くなる

が高く、萌芽期から新芽生育期にかけての新芽とチャノホソガの生育を予測することで、防除要否の判断が可能になると考えられる。

一般に、昆虫の発育や年間発生回数、変態の時期等の予測には、有効積算温度の法則が用いられることが多い。これは、ある虫の発育が完了するには、それぞれの虫・発育ステージが固有に持つ発育限界温度(発育零点、 T_0)と生育温度との差の時間積算値(有効積算温度、 K)が一定となることを利用した手法である。チャノホソガの世代ごとの発生および生育予測においても、この有効積算温度の法則が利用できる。

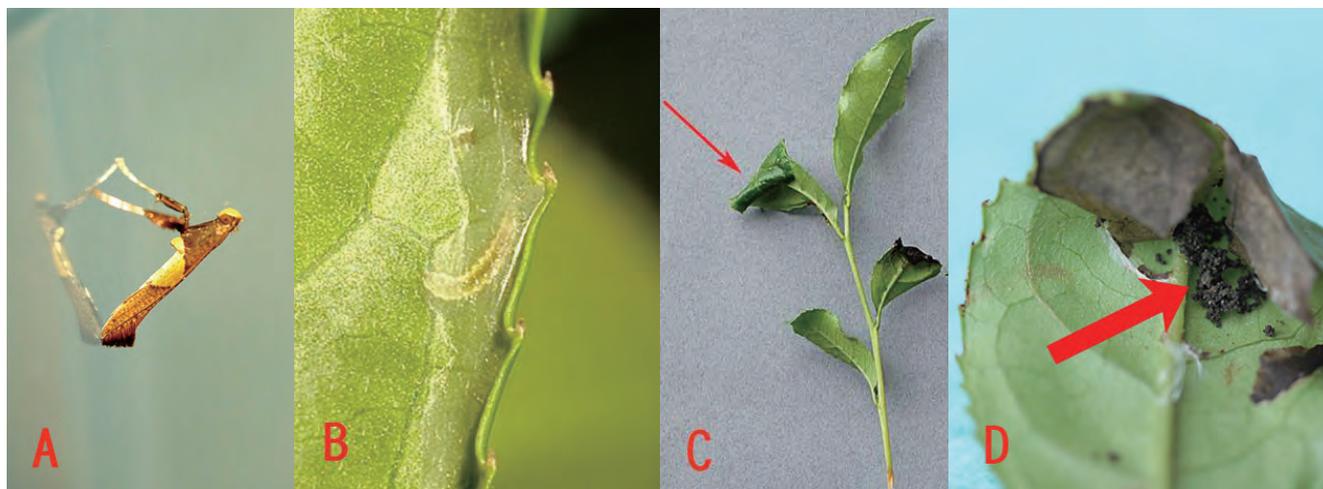


図1 チャノホソガとその被害芽

A: 成虫, B: 潜葉期幼虫, C: 三角巻葉 (矢印), D: 三角巻葉内に堆積した糞 (矢印)

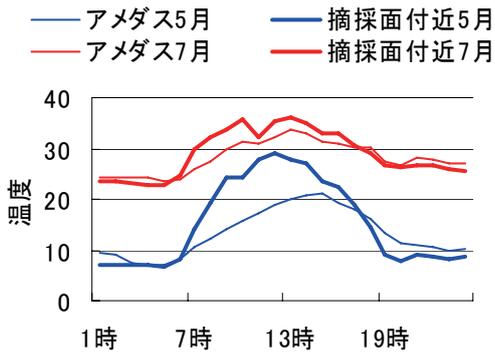


図3 アメダスの気温と摘採面付近の気温
2006年5月3日および7月26日の同一ほ場の気温データを示した。
アメダス気温データはアメダス(亀山市椿世町, 三重県農業研究所茶業研究室敷地内)のデータを用いた。

3. 技術の概要

1) 利用する気温データ

一般的な弧状仕立ての栽培茶園では、大部分の新芽は摘採面のエリアに存在する。チャノホソガは卵から三角巻葉期の発育ステージをチャの新芽で過ごすため、本種の発育は摘採面付近の温度の影響を大きく受けることが予想される。ところが、チャの摘採面付近の気温は、気象観測で用いられる地上高 1.5m付近の気温と比較して、日中は高く、夜間や放射冷却の起こる早朝時などでは低くなることが多い(図3)。このため、気温データを自動的に記録保存するデータロガー等を摘採面付近に設置し、これらにより得られた気温データをもとに以下の予測を行うことが望ましい。

なお、近年開発されたフィールドサーバ(図4)



図4 茶園に設置されたフィールドサーバ

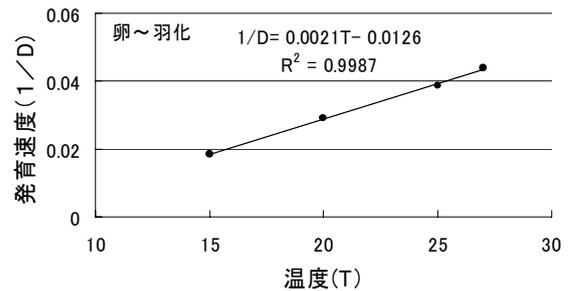


図5 チャノホソガの卵期から羽化までの温度と发育速度との関係

は、各種の気象データ等を自動的に計測し、無線ネットワークを通じてパーソナルコンピュータに送信する機能を有しており、本機を用いて摘採面付近の気温を自動的に測定・保存することが可能である。

2) チャノホソガの発生時期予測

実験室内でチャノホソガの恒温飼育試験を行い、チャノホソガの発育と温度との関係を調べた。チャノホソガの卵が羽化するまでの温度と发育速度の関係は図5のようになり、ここから産卵から成虫羽化までの发育零点(T_0 ; 6.0°C)と有効積算温度(K; 476 日度)が推定された。

次に、2006年と2007年のフェロモントラップによるチャノホソガの誘殺消長データを用いて、上記の数値が実際の野外データに適合するか否かを検証した。

摘採面付近の気温を用いた有効積算温度とフェロモントラップによる日当たり誘引数の推移は、図6のようになった。有効積算温度は、チャノホソガの発生世代ごとに、越冬世代成虫のフェロモントラップ初誘引日ないし前世代の有効積算温度が 476 日度に達した日の翌日を起算日として積算している。有効積算温度が 476 日度に達した時期と各世代の誘引始期はほぼ一致する。夏期の高温期にはチャノホソガ成虫の発生がばらつき、誘引始期が不明瞭となることもあるが、各世代の発蛾最盛日を起算日として積算し直せば、次世代の発蛾最盛日の予測が可能であった。これらのことから、发育零点と有効積算温度を使いチャノホソガの成虫発生期を予測することが可能であると考えた。

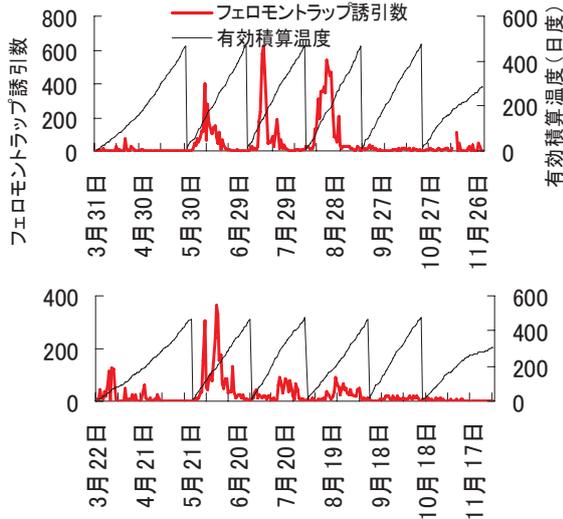


図6 チャの摘採面付近の有効積算温度とフェロモントラップ誘引数との関係
上段：2006年，下段 2007年

なお、有効積算温度の算出にあたっては、日平均気温ではなく、毎正時の気温データを使い、日毎の積算温度を計算することで、予察精度が向上する。また、30℃以上の高温はチャノホソガの幼虫の発育に悪影響を与えるため、有効温度として積算しない等の補正が必要である。

3) チャ新芽での三角巻葉形成時期の予測

同様に室内試験で、チャノホソガの卵が三角巻葉を形成するまでの温度と発育速度の関係を調べ(図7)、本種の卵が三角巻葉を形成するまでの発育零点(T₀;6.9℃)と有効積算温度(K;169.5日度)を推定した。これより、ある時点で産下された卵が三角巻葉を形成するまでの期間を予測することが可能となった。チャノホソガによる被害(荒茶品質の低下)は、収穫したチャ芽に三角巻葉が混入する

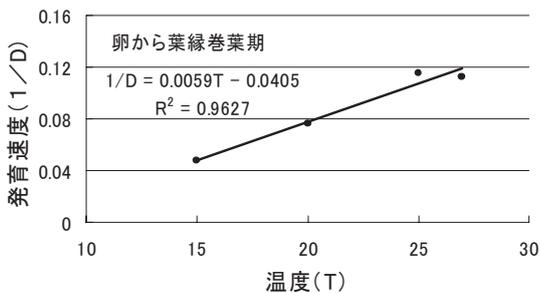


図7 卵期から葉縁巻葉期までの温度と発育速度の関係

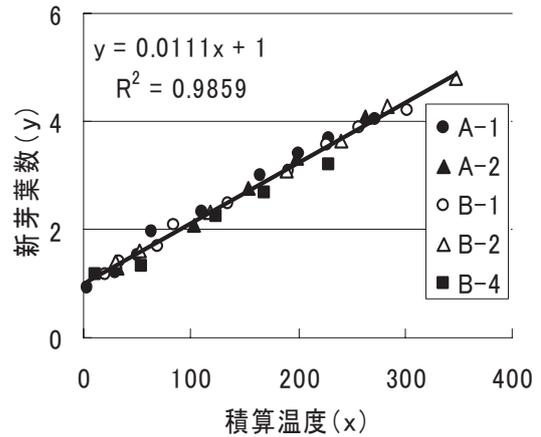


図8 チャの新芽葉数と積算温度との関係
A および B は場における1葉展開時からの摘採面付近の積算温度。一番茶芽生育期：1，二番茶芽生育期：2，秋芽生育期：4

ことによって生じるため、予め三角巻葉の形成時期が予測できれば摘採時期や防除要否の決定に際し、重要な判断基準となることが期待される。

一方、チャの新芽の発育も気温の影響を受けることが知られている。図8は、1葉期到達日を起算日とした摘採面付近の気温の積算値と新芽の開葉数との関係を調べた結果である。各調査ほ場・茶期により若干の違いはあるものの、積算温度(x)と開葉数(y)との間に直線関係が認められることが確認された。

積算温度とチャ新芽の開葉数との関係式およびチャノホソガの卵が三角巻葉を形成するまでの発育零点・有効積算温度の推定値を使い、ある時点で産下された卵が三角巻葉を形成する時点でチャの新芽が何枚開葉しているかを予測することができる(図9)。これは、防除要否の判断や三角巻葉形成前の摘採が可能か否か等の判断に役立つ。

例えば、一番茶の1葉期にチャノホソガの産卵状況を調査した場合を考えてみる。一番茶芽生育期の平均気温は16℃位であるので、その後気温が16℃で推移すると仮定した場合、1葉期に産下された卵が三角巻葉を形成する時点でチャ新芽の開葉数は4.3となっているものと予測される(図9)。このことから、1葉期に卵が産下されたとしても、4葉期までに摘採を終える予定であれば実質的な被害を抑制できる可能性が高いが、摘採を5葉期以後に延ばした場合には三角巻葉が形成され、被害が

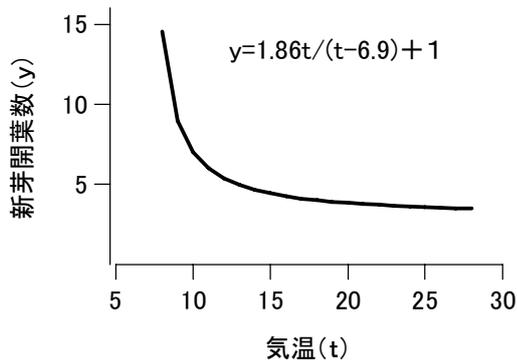


図9 チャ開葉期における気温と産下されたチャノホソガ卵が三角巻葉期に達する時点での新芽開葉数の予測値

生じる可能性が高いことなどが予想できる。また、気温 16℃で推移し、5葉期に摘採を行うと仮定した場合では、2葉期以降に産下された卵は摘採までに三角巻葉に到達することはなく、防除は不要となる可能性が高いこと等も予想される。

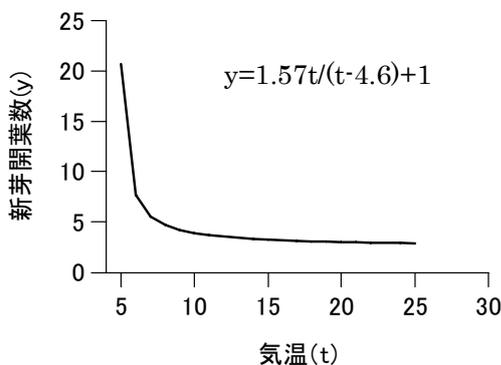


図10 チャ開葉期における気温とチャノホソガ孵化幼虫が三角巻葉期に達する時点での新芽開葉数の予測値

同様に、ふ化から三角巻葉を形成するまでの気温とチャの新芽の開葉数との関係は図10のようになる。萌芽期から新芽生育期にかけてチャノホソガの産卵状況を調査し、既に卵がふ化して潜葉期幼虫が観察された場合、その被害予測や防除要否の判断にはこの関係式が利用可能である。

4. 今後の技術開発の方向

30℃以上の高温が続く時期は、チャノホソガの発生が減少し、発生が不揃いとなり、予測が困難となることが多い。高温による発育阻害が示唆される



図11 電撃型自動計数フェロモントラップ

ため、チャノホソガの発育と温度の関係について今後精査するとともに、各予測式の適合性についても検証していく必要がある。また、フェロモントラップ誘引数と被害程度との関係についても今後さらに調査を行う必要がある。

チャノホソガの発生消長を調査するためのフェロモントラップとして、粘着式、ファネル式が普及しているが、どちらも目視による誘引数の計数が必要で、多大な労力を要する。本種については、電撃型自動計数フェロモントラップ(図11)も実用化されており、これを利用することで日毎の誘引数を確実かつ自動的に調査することができる。また、摘採面付近の気温の測定方法として、気温データを自動的に保存できるデータロガーやフィールドサーバ(図4)等が市販されている。フィールドサーバでは、収集した気温データを自動的に積算する機能を持つソフトウェアが2008年末に開発された。

これらの技術の普及にあたっては、フィールドサーバの実用化や電撃型自動計数フェロモントラップとフィールドサーバのネットワーク化等が必要となる。また、フィールドサーバの設置に当たっては100V電源や有線・無線LANの通信条件等が整う必要があるほか、技術的なサポート体制の確立も必要である。

現在、フィールドサーバ導入に必要なコストは約80万円、電撃型自動計数フェロモントラップはデータの送受信システムも含めて約200万円であり、普及のためにはシステムの低価格化が必要である。

(磯部宏治・富所康広：三重県農業研究所茶業研究室)

将来技術 水分センサとGPSを利用したナガチャコガネ被害箇所のマッピングによる局所防除技術

1. はじめに

ナガチャコガネによる茶の被害は1974年に静岡県山間部茶園で初めて確認され、1978年頃からは牧之原台地においても被害発生が認められるようになった。現在では埼玉、滋賀、京都、奈良、長崎、福岡、佐賀等においても被害が確認されており、幼虫がチャの地下部を食害するため、防除が困難な害虫である。

本種は年1回の発生で、成虫は6月～7月に発生する。幼虫が3齢に達する10月半ば以降の摂食量が多くなり、被害が進むと白根や細根が無くなり、時にはかなり太い根も食害される。食害は翌春まで続き、根部を著しく加害された被害株では一番茶芽がほとんど生育しない(図1)。被害は一番茶で顕著であるが、その後、地下部の回復によって芽は生育し、二番茶以降は被害が目立たなくなることが多い。本種の防除は、成虫を対象とした合成ピレスロイド粒剤の土壤用法および幼虫を対象とした有機リン剤の土壤灌注法が確立されているが、多量の薬剤の処理が必要であり、また、幼虫期防除では極めて多大な労力を要す。



図1 一番茶の被害

本種の雌成虫には飛翔筋が退化して全く飛べない個体と飛翔筋を保有して飛べる個体の2型があり、茶園で発生する雌の多くは飛ぶことはできない。そのため、被害は毎年茶園内の同じ部分かその周辺部分に現れる傾向があり、茶園全体ではなく、一番茶芽で被害の出た場所とそ

の周辺を中心に防除すると効率的であるとされる。そこで、ナガチャコガネの茶園内における生息分布を一番茶の被害に基づいて地図化し、それに基づく局所防除を行うことで、農薬使用量と作業時間の大幅な削減が見込まれる。

2. 技術の概要

1) 茶園における成虫の発生分布と生息分布の推定法

茶園内におけるナガチャコガネの分布の変動要因を明らかにするため、標識虫を茶園内に放飼し、ピットホールトラップによる再捕獲によって成虫の移動能力を調査した。その結果、雌が茶うねを越えて隣のうね間へ移動することは稀で、多くの雌の移動がうね間に沿って行われること、飛翔筋を持つ雄に比較し、雌の移動力は極めて小さいことが明らかとなった(表1)。

表1 標識虫の再捕獲数と推定移動距離

性別	♂	♀
放飼数	269	408
再捕獲数	13	54
平均移動距離 (m/日)	5.4	1.3
最大移動距離 (m/日)	22.1	7.0
最小移動距離 (m/日)	0.6	0.6

うね長 36m, 6畝の茶園のほぼ中央2箇所に放飼し、各うね間の雨落ち部に1m間隔で設置したトラップで再捕獲して移動距離を求めた。

同様にピットホールトラップを用いて3年連続して成虫の分布を経年調査したところ、無防除の条件下において、発生分布は3年間ほぼ同じパターンを示した。これは雌成虫の移動能力が小さいことを反映したものと考えられる。これから、茶園内におけるナガチャコガネの生息分布を明らかにし、被害をもたらす生息密度部分に限定して薬剤処理を実施する局所防除が有効であることが示唆された(図2)。

茶園におけるナガチャコガネの分布は、ピットホールトラップによる成虫分布調査に代え、一番茶の被害分布調査により把握可能である。

すなわち、4月～5月の一番茶で把握された分布が、6～7月の成虫期防除、11月からの幼虫期防除に利用できる。

要防除箇所の推定手順は以下の通りである。
 (1)一番茶生育期に新芽の生育不良箇所を調査記録し、茶園ごとにマップにする。
 (2)二番茶またはそれ以降の新芽生育期にも同様に新芽の生育不良箇所を調査記録する。
 (3)生育不良箇所を比較し、一番茶期だけに見られる生育不良箇所をナガチャコガネによる被害箇所とする。
 (4)ナガチャコガネによる被害箇所周辺部を要防除箇所と特定する。

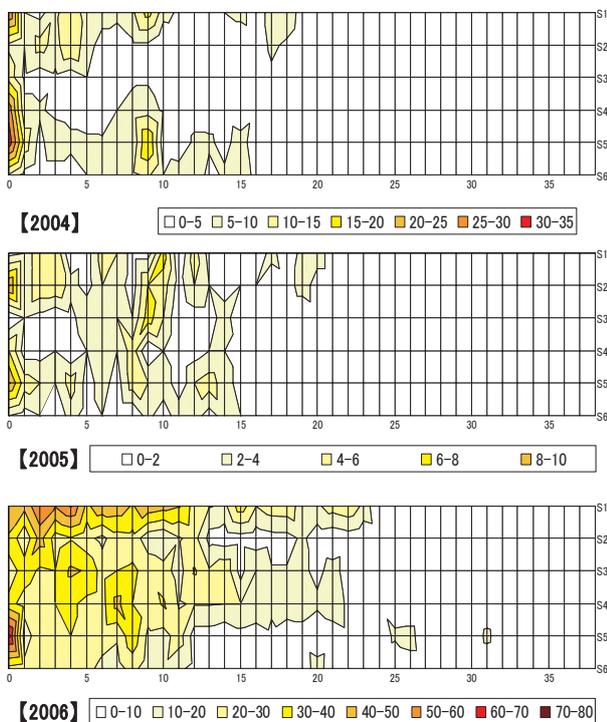


図2 ピットホールトラップ調査によるナガチャコガネ成虫の圃場内密度分布 (2004～2006)

うね長 36m, 1.8m間隔6うねの茶園の片側雨落ち部に1m間隔でトラップを設置。但し, S1, S2 の2うねはうね長25m。図6, 8, 10で示す茶うねは右うねから本図のS1～S6畝に対応する。

2) 新芽生育不良箇所計測システム

上記に示したナガチャコガネの要防除箇所特定法は、新芽状態の観察や生育不良箇所の記録など、煩雑で多大な労力を必要とする。そこで、新芽の生育状態を機械でセンシングし、新芽生育不良箇所の検出と位置の記録を自動的に行う計測システムを開発した。計測システムは、新

芽の有無や繁茂状態を検出するセンサ、茶園内の位置を計測するGPS、センサとGPS信号を処理するコントローラで構成され、乗用型茶摘採機に搭載できる(図3)。



図3 計測システムの概要



図4 計測作業状態

新芽の繁茂状態を検出するためのセンサとしては、透過型マイクロ波水分センサを利用した。センサの送信機・受信機は、1.6mの間隔で対向させ、樹冠面頂部と同じ高さで葉層を両側から挟むように乗用型摘採機に設置する(図4)。マイクロ波は、葉層を透過する間に茶芽の水分量に応じて減衰するため、新芽の有無や繁茂状態が把握できる(図5)。

測定時の機体位置を計測するGPSとしては、普及型の1周波GPSを利用した。これは、搬送波位相情報から移動速度と移動方向を高精度に計測できる。今回試作した機械では、移動速度と移動方向の積分値から毎秒5回の頻度で茶園内の位置を得る。誤差は経時的に累積するが、一般的な1周波型の単独測位GPSやディファレンシャルGPSより高精度であり、約1時間

の計測における誤差は 1.5m 程度であった。さらに、機上の GPS とは別に同じ GPS を固定計測用として用意し、両者の測位データを後処理で干渉測位計算することで、測位誤差を 0.02m 程度まで低減することも可能であった。

なお、マイクロ波水分センサ出力と GPS の出力はコントローラ (PLC) で処理され、システムを搭載する乗用型摘採機が 5cm 進むごとに圃場内の位置と、その位置でのマイクロ波減衰量として、SD カードに記録される。

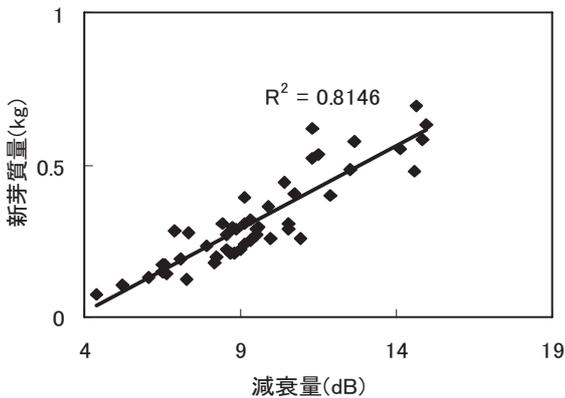


図5 マイクロ波減衰量と新芽生育量との関係

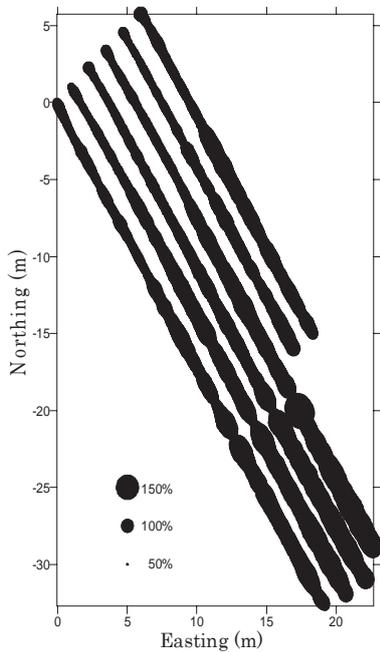


図6 新芽の生育状態

6 うねからなる茶園の新芽の繁茂状態を示す。圃場内平均に対する割合(%)で表示し、生育不良箇所は幅が狭く表示される。横軸は東西方向、縦軸は南北方向。

試作機では、センサを機体前端部に取り付けているため、摘採作業と同時に新芽の生育量を計測することができる。また、摘採時以外に計測のみを行う場合でも、最大作業速度 0.8m/s まで対応できるため、作業能率は高い。図6に示す面積約 380m² の茶園の計測に要する時間は 15 分であった。

計測終了後、SD カードに記録したデータを PC で可視化すると、圃場内の新芽生育分布が得られる (図6)。図6の結果は、約 4000 点の計測データを含む。計測結果に局所的な生育不良箇所を含まない時、計測データのヒストグラムは正規分布のように単峰性を示す。一方、局所的な生育不良箇所を複数含む場合は、ヒストグラムは双峰性を示す。双峰性の有無の判定方法は統計処理により定量的に判断可能であり、双峰性が確認できれば、判別分析法により、計測値のヒストグラムを 2 群に分ける閾値を決めることができる (図7)。閾値により分けられた 2 群をそれぞれ生育不良箇所と正常な箇所とみなし、新芽生育期における圃場内の新芽生育状況をマップ化したものが図8である。このように試作機では新芽生育状況を省力的かつ定量的に判別し、マップ化することができる。これらの作業を、一番茶期と二番茶以後の茶期に行い、一番茶期にのみ現れる新芽生育不良箇所をナガチャコガネによる被害と特定すればよい。

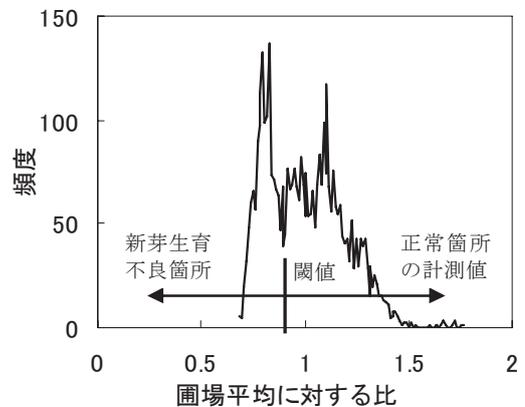


図7 計測値のヒストグラム

3) 計測作業と新芽生育不良箇所の判別法

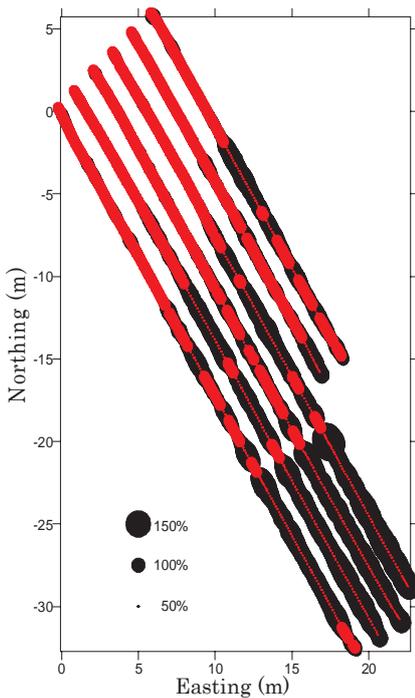


図8 生育不良箇所の特
判別分析処理により、新芽生育が不
良と判断された箇所を赤で示す。

4) 局所防除

2007年一番茶の生育不良箇所(図8)は2006年(前年)のナガチャコガネ成虫の分布(図2)とよく一致した。そこで、局所防除として、2007年6月に図8で示された生育不良箇所にテフルトリン粒剤を処理した。本試験による薬剤の投入量は全面処理の場合の65%であった。この結果、テフルトリン粒剤処理区の成虫捕獲数は前年の約1/3に減少した。また、翌2008年の成虫発

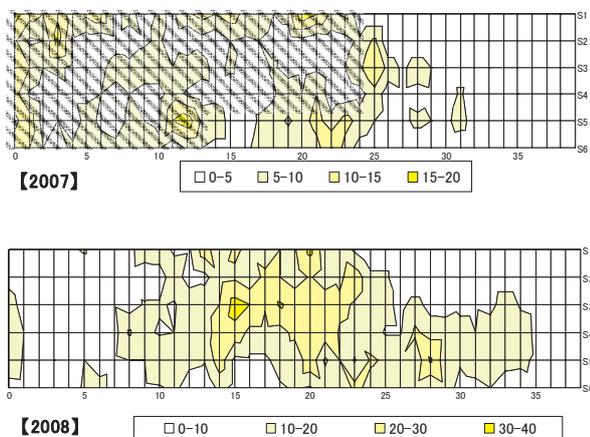


図9 局所防除による成虫発生パターンの変化

2007年の成虫発生初期にテフルトリン粒剤を斜線部に処理した。

生のパターンも大きく変化し、多発生部位の発生数が減少した(図9)。

なお、翌2008年の一番茶新芽の発育状況も圃場内で場所による偏りは見られず、局所防除の効果が確認された(図10)。

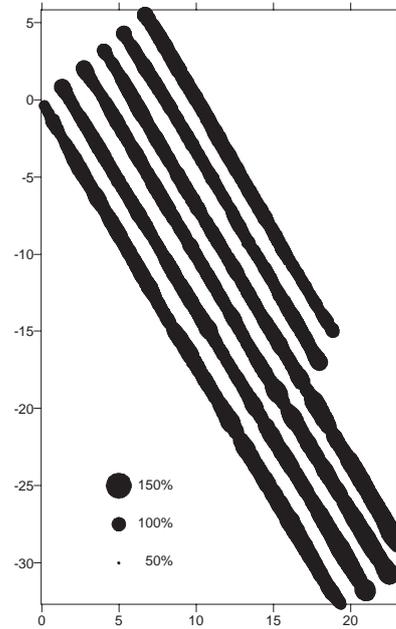


図10 薬剤処理翌年の一番茶生育状況

3. 今後の技術発展の方向

本計測システムの適用できる茶園は、うね幅が1.8mで、いわゆる3000Rの刈刃で摘採管理されている必要がある。また、降雨や露により樹冠面が濡れているときは、使用できない。

本計測システムは、現状は試験研究用途を想定した試作機の段階である。今後は生産者が所有している乗用型摘採機に後付けでき、容易に利用できるように、センサやGPS、PLCなどのハードウェアの小型化やパッケージ化を進める必要がある。また計測からマップ化までの一連のデータ処理を簡便にするソフトウェアの開発も必要である。

なお、一番茶新芽の発育状況を目視によって確認し、被害部分をナガチャコガネの分布位置として圃場の地図上に記録しておけば、成虫期、幼虫期の局所防除に活用できる。その際、被害の著しい圃場においては掘り取りによってナガチャコガネ幼虫の確認が可能である。

(深山大介・大泰司誠・佐藤安志・石島力・荒木琢也・角川修：野菜茶業研究所)

将来技術 プラントアクティベータによる炭疽病と輪斑病の発病抑制

1. はじめに

日本の主要緑茶品種である「やぶきた」は我が国の全茶園面積の約 76%で栽培されている。「やぶきた」一辺倒の栽培体系はチャ炭疽病やチャ輪斑病などの病害の多発を招き、その防除に多くの労力と費用が費やされている。さらに「やぶきた」を交配親として育成された「さやまかおり」や「おくみどり」などの緑茶品種の多くも「やぶきた」と同様に十分な病害抵抗性を持たないため、これらの品種の栽培にも殺菌剤のスケジュール散布が必須となっている。しかしながら、薬剤耐性菌発生を避けるために、作用機作の異なる薬剤を輪番で使用が必要があること、ドリフトの恐れがあるため、チャ新芽の摘採や整枝の直後に行う必要がある輪斑病の薬剤防除は、隣接茶園の摘採が終了していない場合は実施できないなどの防除作業上の問題も生じている。さらに、日常的な飲料として低農薬・有機栽培などの安心・安全な茶を求める消費者の要求が高まっていることから、防除効果が持続するとともに、薬剤耐性菌が発生せず、環境負荷の少ない病害防除資材の開発が求められている。

プラントアクティベータ (plant activator) は病原菌に対する直接的な抗菌性や静菌性は持たないが、植物に持続的かつ複数の病原微生物に有効な病害抵抗性を誘導する薬剤であり、イネではプロベナゾールやチアジニルがいもち病防除に使用され、大きな成果を上げている (有江・仲下, 2007)。また、化学合成されたプラントアクティベータ以外に、パン酵母抽出物やビール酵母細胞壁成分由来の液体肥料が植物に病害抵抗性を誘導することが報告されており (小原ら, 2007; 吉田・荻野, 2007)、これらもプラントアクティベータの範疇に入ると考えられる。本稿ではプラントアクティベータによるチャ炭疽病と輪斑病の発病抑制技術の開発の現状ならびに今後の展望について紹介する。

2. プラントアクティベータの作用機作

植物の病害抵抗性誘導は大きく 2 種類に分類され、サリチル酸がシグナル物質として作用す

る全身獲得抵抗性 (systemic acquired resistance, SAR) とエチレンやジャスモン酸がシグナル物質として作用する誘導全身抵抗性 (induced systemic resistance, ISR) が知られている (有江・仲下, 2007; 図 1)。SAR は寄生性の強い病原菌に対して誘導される病害抵抗性で、抗菌性の酸性 PR タンパク質の蓄積が誘導される。一方、ISR は腐生性の強い病原菌に対して発現する病害抵抗性で、ディフェンシンなどの抗菌性タンパク質の蓄積が誘導される。

プラントアクティベータの作用点は病害抵抗性の情報伝達系であり、チアジニルはサリチル酸合成系の下流に作用して SAR を誘導することが明らかにされている (有江・仲下, 2007; 図 1)。一方、パン酵母抽出物をタバコに処理した場合、エチレン生成や塩基性 PR タンパク質が誘導されることから、本剤は誘導全身抵抗性に作用すると考えられている (小原ら, 2007; 図 1)。

そこで、作用機作が異なると思われるチアジニル (30% フロアブル剤, 日本農薬 (株)) とパン酵母抽出物 ((株) アグリボ) を供試薬剤とし、チャにおける病害抵抗性誘導効果について調査した。

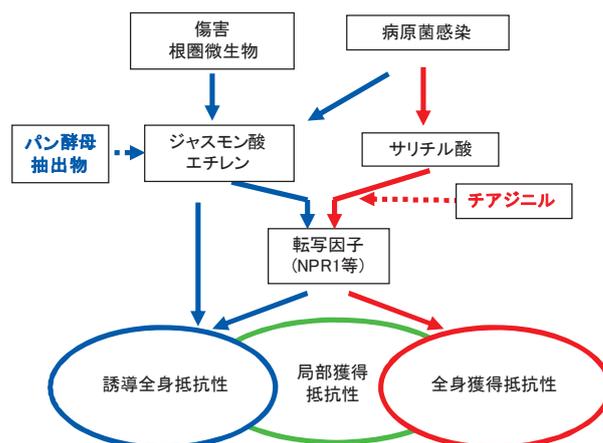


図 1 植物免疫における情報伝達系およびプラントアクティベータ推定作用部位

チアジニルとパン酵母抽出物を圃場で栽培されている「やぶきた」一番茶徒長枝の成葉に散布し、処理 5 日、10 日および 30 日後に成葉 2 枚を付けた切り枝を採取して、チャ炭疽病菌ない

しはチャ輪斑病菌を付傷接種し、2週間後に病斑形成を調査した。その結果、処理5日後に接種した場合、輪斑病と炭疽病のいずれも病斑拡大が著しく抑制され、その効果は処理30日後まで持続することが確認された（表1）。

次に、二番茶萌芽期にプラントアクティベータを茶園に葉面散布し、新芽が成葉となり、十分に硬化した処理30日後に切り枝を採取して、輪斑病菌を接種したところ、プラントアクティベータ処理した場合は病斑拡大が抑制されることが確認された（図2）。

以上の結果、プラントアクティベータ処理により誘導される病害抵抗性は30日間の長期にわたり持続することが確認された。

表1 プラントアクティベータによる持続的な病害抵抗性の誘導

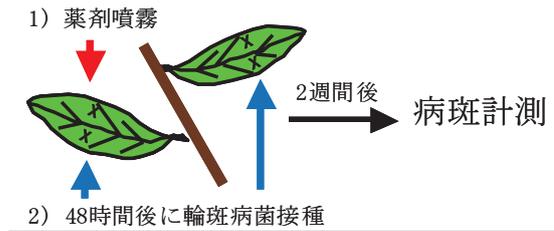
処理区	輪斑病			炭疽病		
	5日 ¹⁾	10日	30日	5日	10日	30日
チアジニル 300ppm	5.6 ²⁾	13.6	32.8	25.7	31.5	35.3
パン酵母抽出物0.1%	10.8	15.0	46.1	17.8	30.1	53.3

1) 薬剤処理から接種までの日数を示す。

2) 対照区を100とした場合の病斑長径の相対値を示す。



図2 プラントアクティベータ処理葉におけるチャ輪斑病の病斑拡大の抑制（萌芽期処理30日後に接種）



薬剤	濃度	病斑の大きさ ^{a)}	
		処理葉	上位葉
チアジニル	500ppm	59.9	58.0
パン酵母抽出物	0.2%	64.1	67.0

a) 蒸留水処理葉の病斑を100とした場合の相対値。

図3 チャへのプラントアクティベータ処理による全身的病害抵抗性の誘導

また、成葉2枚を付けた切り枝の下位葉のみにプラントアクティベータを処理し、48時間培養後に処理した下位葉とその上位葉の両方に輪斑病菌を接種したところ、プラントアクティベータ処理葉と上位葉の両方で輪斑病の病斑拡大が抑制された。直接薬剤が接触していない上位葉で病斑拡大が抑制されたことから、プラントアクティベータによるチャの全身的な病害抵抗性誘導が確認された（図3）。

さらに、ツアベック培地にチアジニルとパン酵母抽出物を添加し、炭疽病菌と輪斑病菌の菌叢生育に及ぼす影響を調査したところ、著しい生育阻害活性は認められなかった。

以上の結果、チアジニルとパン酵母抽出物による炭疽病と輪斑病の病斑拡大の抑制は抗菌活性によるものではなく、植物体の持続的かつ全身的な病害抵抗性誘導の結果であることが確認された。そこで、両剤の処理葉と無処理葉の輪斑病菌接種部位を組織化学的手法で観察すると、チアジニルとパン酵母抽出物を処理した場合には感染部位へのカロース蓄積が無処理葉より早いことが確認された。さらに、接種葉からタンパク質を抽出し、酵素活性を調査したところ、両剤の処理葉ではキチナーゼやペルオキシダーゼの活性の増加が認められた。従って、作用点が異なると思われた両剤をチャに処理した場合、ある程度共通した病害抵抗性が発現することが確認されたが、その発現機構の詳細については、今後の検討が必要である。

3. 茶園における病害防除効果

チャ炭疽病菌は新芽の毛茸からのみ感染し（浜屋, 1982）、チャ輪斑病菌は摘採や整枝などの管理作業により生じた茶葉の傷口から感染する特徴を持っている（堀川, 1984）。そこで、炭疽病と輪斑病に対するプラントアクティベータの防除効果について、三番茶時期に日本植物防疫協会の殺菌剤圃場試験法に準じて調査した。対照薬剤としてはTPN水和剤700倍を供試した。炭疽病防除試験では、三番茶期に供試薬剤を葉面散布し（200L/10a）、3週間後に炭疽病の自然発病を調査した。また、輪斑病の防除試験では、三番茶を摘採直後に輪斑病菌を接種し、同日中に供試薬剤を葉面散布（200L/10a）し、2週間後に発病調査を行った。プラントアクティベータ処理区の炭疽病の発病は対照区に比較して抑制されたが、防除価は55.6～57.9であり、防除

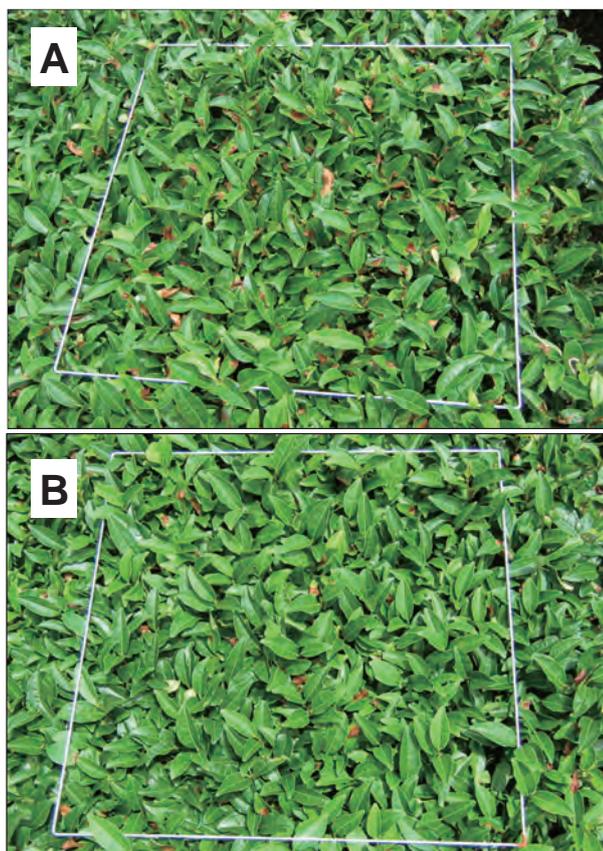


図4 パン酵母抽出物による炭疽病発病抑制
A:無処理区；B:パン酵母抽出物処理区

表2 プラントアクティベータの圃場におけるチャ炭疽病とチャ輪斑病の防除効果

供試薬剤		防除価	
		炭疽病	輪斑病
チアジニル	500ppm	57.9	69.8
パン酵母抽出物	0.2%	55.6	64.7
TPN水和剤	700倍	80.4	90.2

$$\text{防除価} = 100 - \left[\frac{\text{処理区の発病葉数}}{\text{対照区の発病葉数}} \right] \times 100$$

効果はTPN水和剤に劣っていた（図4、表2）。また、輪斑病のプラントアクティベータ処理区の防除価は64.7～69.8であり、TPN水和剤よりやや劣っていた（表2）。以上の結果から、チアジニルとパン酵母抽出物は圃場で処理した場合も、炭疽病と輪斑病の発病抑制効果を持つが、残念ながら、その防除効果はTPN水和剤に劣ることが確認された。

次に、チアジニルとパン酵母抽出物が収量やチャ化学成分含有量に及ぼす影響を調査するため、実際のチャ栽培に準じる形で試験を行った。「やぶきた」二番茶期にPA処理を1回ないし2回行い、二番茶摘採期に30cm×30cm枠内の新芽を採摘し、収量を調査するとともに、新芽の化学成分含有量を近赤外分光分析計およびHPLCで分析を行なった。さらに、採摘5日後に各試験区の炭疽病自然発病葉数を調査した（吉田, 2007）。新芽の収量の平均値は対照区よりやや増えており、処理による生育阻害効果は認められなかった。また、化学成分含有量も対照区とプラントアクティベータ処理区で著しい変化は認められなかった（表3）。一方、炭疽病の発病葉数は無処理の場合に比較して、チアジニルとパン酵母抽出物ともに有意に抑制されたが、散布回数が1回と2回の場合で抑制効果に差異は無かった（表3）。

プラントアクティベータを植物に処理すると、往々にして薬害が生じることが知られている（石井, 2002）。本試験の結果、チアジニルやパン酵母抽出物はチャ炭疽病の発病抑制効果がある濃度において、チャ新芽の収量・化学成分に悪影響を与えないことが確認された。

表3 「やぶきた」二番茶新芽へのプラントアクティベータ処理が生葉収量、化学成分含有量ならびに炭疽病発病に及ぼす影響

試験区	散布日 ^{a)}	収量 ^{b)} (g/m ²)	化学成分含有量(乾燥重%) ^{c)}						炭疽病 ^{d)} 発病葉数 (枚/m ²)
			全窒素	遊離 アミノ酸	テアニン	NDF	タンニン	カフェイン	
対照区	-	326.6	3.6	0.86	0.43	27.1	14.5	1.5	1071
チアジニル 300ppm	5/15	335.5	3.6	0.75	0.37	27.2	14.6	1.5	468
チアジニル 300ppm	5/15, 5/21	346.6	3.5	0.79	0.39	27.0	15.2	1.4	370
パン酵母抽出物 0.2%	5/15	360.0	3.6	0.75	0.36	26.9	14.8	1.5	402
パン酵母抽出物 0.2%	5/15, 5/21	361.1	3.5	0.86	0.43	27.4	14.3	1.4	464

a) 5/15は「やぶきた」の萌芽期、5/21は一葉期の新芽生育に相当する。b) 収量は6/9に30cm枠による枠摘み調査により算出した。c) 6/9に新芽を採取し、化学成分含有量を測定した。d) 炭疽病発病葉数は6/14に調査した。各項目の数値は3試験区の平均値を示す。

4. 今後の技術開発の方向

本稿で示したように、チアジニルやパン酵母抽出物をチャに処理すると、炭疽病や輪斑病に対する病害抵抗性を誘導することが明らかになった。しかし、両剤はチャに農薬登録されていないので、現状では茶園での使用は試験研究に限られる。また、両剤の病害防除効果は一般的に使用されているTPN水和剤に劣っており、これらの資材の実用化には、さらなる基礎研究の進展による防除効果の改善と、農薬ないしは特定防除資材への登録が必要である。

一方、冬季に発生する難防除細菌病であるチャ赤焼病に対するプラントアクティベータの防除効果を試験したところ、赤焼病細菌の接種前にプラントアクティベータ処理をした場合には、銅殺菌剤と同等の病害防除効果があることが見いだされた(Yoshida et al. 2008)。さらに、新たな知見として、プラントアクティベータ処理チャ葉がハダニの食害を受けると、無処理葉に比較してケナガカブリダニ誘引物質の生産量が著しく増加することが明らかにされた(前田ら, 2006)。従って、今後の研究により、チャの植物免疫を最大限に活用した、病害と虫害の両方に有効な防除資材の開発も可能であろう。

プラントアクティベータを用いたチャの病害防除技術はまだ開発途上であり、実用化には多くの課題が残されているが、今後の研究の進展により、環境負荷低減型のチャ病害防除技術の確立に寄与することが期待される。

参考文献

- 1) 有江力・仲下英雄(2007): 植物防疫 61:531~536.
- 2) 浜屋悦次(1982): 茶技研 63:33~37.
- 3) 堀川知廣(1984): 植物防疫 38:275~279.
- 4) 石井英夫(2002): 農業および園芸 77:29~35.
- 5) 前田太郎ら(2006): 応動昆第50回大会講演要旨集 p55.
- 6) 小原直美ら(2007): 日植病報 73:94~101.
- 7) 吉田克志・荻野暁子(2007): 日作記事 76(別1):150~151.
- 8) 吉田克志(2007): 植物防疫 61:542~546.
- 9) Yoshida, K. et al. (2008): J. Plant Path. 90(2, suppl.):S2.264.

(吉田克志・山田憲吾・園田亮一: 野菜茶業研究所)