

# 博士論文要約 (Summary)

平成 28 年入学

連合農学研究科農水圏資源環境科学 専攻

氏 名 鹿子木 聡

タイトル	チャ栽培における農薬散布量削減に関する研究
------	-----------------------

キーワード 農薬散布量 茶樹葉層 天敵類

鹿児島県のチャ栽培における農薬散布量は、新芽加害性害虫を対象とする場合は 10 a 当たり 200 L が「標準」とされている。茶生産現場において農薬散布量は害虫の種類や寄生部位別で一律に決められることが多く、害虫の発生量や茶樹の生育状況、チャ品種等に応じて散布量を調整する事例は稀である。一方、茶園管理に不可欠な農薬散布の影響を天敵類が受けていることは明らかになっているうえ、葉層下部への農薬到達の抑制が図られれば、天敵類は保護されるとの先行研究による指摘もあった。現在の乗用型茶園管理機械に対応した鹿児島県内の茶樹は、60 ～100 cm 程度の水平型のうねに仕立てられ、摘採される新芽は摘採面から数 cm の範囲に揃う。さらに、茶うねをまたいで走行する乗用型防除機によって農薬散布を行う場合は、新芽の至近距離からの安定した農薬噴霧も可能であるうえ、虫体に直接付着しなくても防除効果を発揮する農薬が現在が多い。

そこで、チャ栽培における農薬散布の標的を新芽が形成される茶樹摘採面付近にスポット化することで、農薬散布量を慣行 (200 L/10 a) 比の約 1/2 以下にする農薬散布方法 (少量スポット散布) および装置 (かごしま式防除装置) を著者ら鹿児島県農業開発総合センター茶業部と松元機工株式会社は共同開発した。茶園における「本当に必要な農薬散布量」の解明と新しい農薬散布技術の現場への普及に向けて、削減可能な農薬散布量 (散布濃度は各農薬の登録濃度と同じ) と農薬散布量を削減した場合の害虫や天敵類、その他の昆虫類の個体数等について研究を行った。なお、かごしま式防除装置を搭載した乗用型防除機を、本研究では少量農薬散布機 (少量散布機) とした。

害虫の防除効果や天敵類の保護効果を左右するのは茶樹の摘採面付近および葉層内における農薬被覆状況であると考えたため、少量散布機で農薬散布量を削減した場合における茶樹葉層の農薬被覆状況を調べた。さらに、農薬散布量の削減が害虫、天敵類およびその他の昆虫類の個体数に及ぼす影響や、散布量削減を連年継続した場合の防除効果等についても知見を得るため、農薬散布量による差を検出しやすくすることをねらいとした非選択性農薬を主に使用する非選択性農薬茶園と、茶生産現場の実態に合わせて選択性農薬を主に使用する選択性農薬茶園の 2 ヶ所の研究茶園を、鹿児島県農業開発総合センター茶業部内 (鹿児島県南九州市知覧町) に設けた。

少量散布機によって 10 a 当たりの農薬散布量を 40 L (以下、40 L/10 a 散布) もしくは 70 L (以下、70 L/10 a 散布) に削減した場合は、茶樹摘採面上を農薬でほぼ被覆することができるが、葉層下部に向かうほど慣行防除機による 200 L/10 a 散布 (以下、200 L/10 a 散布) よりも農薬被覆面積率が下がる傾向にあること、また、成葉裏面はほとんど農薬で被覆されないことが判明した。

チャ主要害虫のチャノミドリヒメヨコバイ *Empoasca onukii* Matsuda (Hemiptera: Cicadellidae) に対する新芽被害防止効果は、40 L/10 a 散布および 70 L/10 a 散布が 200 L/10 a 散布と同等となった事例も多く得られたが、農薬散布量が多いほど安定する傾向にあった。一方、各年の調査期間を通じた 200 L/10 a 散布におけるチャノミドリヒメヨコバイの個体数は、40 L/10 a 散布と同等からやや少ない程度に止まり、さらに、無処理区より多い結果もあった。チャノミドリヒメヨコバイの個体数については、葉層の上部は最下部よりも有意に多かったが、最下部の個体数が上部比で 94 %に至った事例もあったことから、最下部でも多数の個体が行動していると考えられた。これらのことから、チャノミドリヒメヨコバイは葉層内における農薬被覆状況を認知して、農薬被覆面積率が低く安全な葉層最下部や成葉裏等へ回避行動をとっている可能性があり、また、チャ新芽の被害程度は、新葉やその周辺の葉柄、成葉、枝等を被覆している農薬の程度に対するチャノミドリヒメヨコバイの回避行動の差によると推測された。チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) の新芽被害防止効果については、40 L/10 a 散布と 200 L/10 a 散布が同等の場合が多く、さらに、茶樹葉層内におけるチャノキイロアザミウマとヒメグモ上科の相関関係が高く、40 L/10 a 散布は 200 L/10 a 散布よりもアザミウマタマゴバチ *Megaphragma* sp. の個体数も多い傾向にあるなど、チャノキイロアザミウマの防除効果に対する天敵類の寄与の大きさも示唆された。チャノホソガ *Caloptilia theivora* (Walsingham) (Lepidoptera: Gracillariidae) の巻葉抑制効果については、少発生の場合は 40 L/10 a 散布および 70 L/10 a 散布と 200 L/10 a 散布が同等となった事例が多かったが、多発時においては、農薬散布量が多いほど効果が高い傾向にあると考えられた。

防除効果が 200 L/10 a 散布と同等となったその他の最低限の散布量事例は、チャノナガサビダニ *Acaphylla theavagrans* Kadono (Acari: Eriophyidae) では一番茶摘採直後の 40 L/10 a 散布、チャハマキ *Homona magnanima* Diakonoff (Lepidoptera: Tortricidae) およびチャノコカクモンハマキ *Adoxophyes honmai* Yasuda (Lepidoptera: Tortricidae) については 70 L/10 a 散布であった。チャ栽培において削減可能な農薬散布量の変動要因としては、害虫の発生量や摘採面から葉層内にかけての農薬被覆程度に影響する農薬散布方法および葉層の状態、被害許容水準が主にあげられた。また、徹底した害虫防除を目指さないことや、収量および品質に影響しない加害（痕）はカウントしない等の虫害判定基準の再検討も、農薬散布量の削減を進めるためには重要と思われた。

少量スポット散布は農薬散布の標的を茶樹摘採面付近にスポット化するため、葉層内に農薬で被覆されない部分が多く残り、天敵類の「巻き添え死」が抑制されることも特徴である。本研究茶園におけるクモ類の個体数をたたき落とし方法にて調べたところ、40 L/10 a 散布と無処理区では同様に推移したが、それとは対照的に、葉層内が農薬で広く被覆され、農薬の種類によっては散布後約 2~3 週間の残効があった 200 L/10 a 散布では、クモ類の個体数が大幅に減少した。また、クモ類の個体数減少は農薬散布後数日間で顕著であった。慣行量 (200 L/10 a) の農薬散布が行われると、農薬の殺虫スペクトラムによっては葉層内に生息しているクモ類が一時的に大きく減少するリスクがあることが示唆された一方で、葉層内の農薬被覆面積を狭める農薬の散布方法もしくは量であれば、農薬を使用したとしてもクモ類を保護することが可能だと思われた。

葉層内に設置した白色粘着板にてアザミウマタマゴバチ、*Encarsia* spp. およびその他の寄生蜂類の個体数を調べたところ、これらは農薬の被覆面積率が低い成葉裏面等のスペースにて生

存できる可能性が高いことと、葉層内の農薬被覆面積が抑制されるほど個体数への悪影響が緩和される傾向にあると考えられた。一方、茶葉面上を歩行する機会が多いなど、葉面上の農薬と接触しやすい生態の寄生蜂類であるほど、葉層内の農薬被覆面積の差による影響は生じにくいとも推察された。このように、茶樹葉層内の農薬被覆は天敵寄生蜂類に対しても悪影響を及ぼすが、その程度は農薬の散布方法および量や散布する農薬の種類、寄生蜂類の生態によって異なると考えられた。

研究茶園ではニセラーゴカブリダニ *Amblyseius eharai* Amitai and Swirski (Acari: Phytoseiidae)、チリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)、コウズケカブリダニ *Euseius sojaensis* (Ehara) (Acari: Phytoseiidae)、ニセトウヨウカブリダニ *Amblyseius obtuserellus* Wainstein and Begljarov (Acari: Phytoseiidae)、フツウカブリダニ *Typhlodromus vulgaris* Ehara (Acari: Phytoseiidae) が確認された。2015年5月～2017年10月のカブリダニ類総合計頭数は農薬を散布した区と無処理区において有意差が認められなかったが、個体数が最多であったニセラーゴカブリダニは農薬から忌避することが屋内試験によって確認された。また、ニセラーゴカブリダニに次いで個体数が多かったチリカブリダニは、フェンプロパトリン、ペルメトリン、ビフェントリンおよびシペルメトリン処理葉に接触した後もほとんどの個体が正常な行動を続け、シペルメトリンでは供試虫のうち約40%が忌避したように農薬の影響を受けにくいことが確認された。一方、試験開始前に優占種だったコウズケカブリダニは、多くの個体が合ピレ剤処理葉に接触するとすぐに苦悶し、正常な行動が不能になった。コウズケカブリダニは、農薬散布から約2年半後の研究終了時まで200 L/10 a 散布においては確認されず、40 L/10 a 散布および無処理区では若干数の確認となった。摘採面から5 cm 下部の成葉表面における農薬被覆面積率は、40 L/10 a 散布で約40%以上、200 L/10 a 散布は約90%以上であり、さらに成葉裏面に対する農薬被覆面積率は40 L/10 a 散布で0.2%の際に、200 L/10 a 散布では11.3%であった。このことから、コウズケカブリダニに対する農薬の悪影響は、40 L/10 a 散布においては200 L/10 a 散布よりも緩和されていた可能性がある。ニセトウヨウカブリダニの個体数については、40 L/10 a 散布および無処理区よりも200 L/10 a 散布において少ない傾向にあった。茶樹葉層内へ多量の農薬が到達せず、カブリダニ類が忌避できる空間が残る農薬散布方法であれば、農薬を使用したとしてもカブリダニ類の保護と多様性の維持を図ることができると考えられた。

40 L/10 a 散布では200 L/10 a 散布よりもクワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) (Hemiptera: Diaspididae) の発生量が少なく、天敵寄生蜂類の個体数が多い傾向にあった。一方、クワシロカイガラムシの天敵として知られているヒメアカホシテントウ *Chilocorus kuwanae* Silvestri (Coleoptera: Coccinellidae) は処理区間の個体数に有意差が認められず、ハレヤヒメテントウ *Pseudoscymnus hareja* (Coleoptera: Coccinellidae) の発生数もわずかであり、処理区間差は判然としなかった。このことから、クワシロカイガラムシ個体数の処理区間差は、*Encarsia* spp.などの天敵寄生蜂類の寄与の大きさによった可能性が高い。少なくとも、チャ新芽を加害する主要3害虫（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）を対象とした慣行量（200 L/10 a）の農薬散布が、非標的であるクワシロカイガラムシの天敵類へ悪影響を及ぼしているとともに、そのことがクワシロカイガラムシの発生量に影響している可能性があると考えられた。本研究では鹿児島県内のチャ栽培現場において必須とされ、多量の農薬散布量を必要とするカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari:

Tetranychidae) (400 L/10 a) およびクワシロカイガラムシ (700~1,000 L/10 a) の専用防除を3年間実施しなかったが、このような多量の農薬が葉層内に到達する10 a 当たり 400 L 以上の農薬散布の省略も、茶樹葉層内の天敵類の保護を介した害虫の許容密度以下における安定化につながった要因と考えられる。茶樹葉層内を殺虫スペクトラムの広い農薬で被覆するような多量の農薬散布を可能な限り行わないことが、天敵類の保護活用を図るための前提であると思われた。なお、茶樹葉層内に生息しているその他の昆虫類の年間個体数に与える農薬散布の影響は、タマバエ科については小さく、キノコバエ科およびクロバネキノコバエ科、トビムシ目およびチョウバエ科については判然としなかった。

一方、茶樹葉層における農薬被覆面積が狭まることで、天敵類のみならず害虫も生き残りやすくなることは、防除効果にとってマイナスの要素となると思われた。しかし、農薬感受性遺伝子を有する害虫個体の生存が促されることは、害虫が許容できる密度以下であるならば、農薬抵抗性害虫の発生抑制につながる可能性があるとも捉えられた。農薬散布時に生存する可能性が高い農薬抵抗性遺伝子をもった害虫を抑制する手段としての天敵類の保護促進と、茶樹葉層内に農薬で被覆されない範囲をあえて多く残すことで害虫の生き残りを許容し、農薬感受性遺伝子を個体群に残すことを促す少量スポット散布の戦略には、農薬抵抗性発達に対するブレーキにつながる要素が少なくともあると考えられる。

チャ新芽加害性害虫からチャ芽を守るには、10 a 当たり 200 L の農薬散布量が必要だと鹿児島県内では長年考えられてきたが、農薬散布の標的を茶樹摘採面付近にスポット化することによって、散布量を半量以下に削減できる場合が多いことが確認された。また、農薬で被覆される範囲が茶樹摘採面付近に止まり、葉層内の農薬被覆面積が抑制されるほど、葉層が農薬散布（害虫防除）の巻き添えから天敵類を保護する「シェルター」として機能しやすくなるとも考えられた。これらのことから、チャ栽培における農薬散布において農薬による直接的な害虫防除効果と、天敵類の保護活用による間接的な害虫の抑制効果をバランスよく得るためには、農薬散布の標的を茶樹摘採面付近にスポット化することで農薬散布量を削減し、葉層内の農薬被覆面積を可能な限り抑制する農薬散布方法が有効であると考えられた。