

みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち
農林水産研究の推進（委託プロジェクト研究）

現場ニーズ対応型研究

「高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立」

令和５年度 最終年度報告書

課題番号	19191026
研究実施期間	令和元年度～令和５年度（５年間）
代表機関	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門
研究開発責任者	佐藤 安志
研究開発責任者 連絡先	TEL : 0547-45-4101
	FAX : 0547-46-2169
	E-mail : lucifer@affrc.go.jp
共同研究機関	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 植物防疫研究部門
	静岡県農林技術研究所茶業研究センター（兼・農林水産業者等）
	福岡県農林業総合試験場八女分場（兼・農林水産業者等）
	鹿児島県農業開発総合センター（兼・農林水産業者等）
	国立大学法人 静岡大学 学術院農学研究領域
	国立大学法人 山口大学 教育学部生物学教室
	株式会社 システムフォレスト（兼・（普及・実用化支援組織））
普及・実用化支援組織	株式会社 システムフォレスト（前出）
	鹿児島県南薩地域振興局農政普及課（前出）
	静岡県志太榛原農林事務所（協力機関）
	福岡県筑後農林事務所八女普及指導センター（協力機関）

<別紙様式3>最終年度報告書

I-1. 年次計画

研究課題	研究年度					担当研究機関・研究室		研究担当者
	1	2	3	4	5	機関	研究室	
代表機関						農研機構果茶研		
研究開発責任者						農研機構果茶研	茶業研究領域長	◎佐藤安志
1. 被覆作業の判定指標の解明と簡易測定技術及び高度被覆技術の開発	○	○	○	○	○	農研機構果茶研	茶品種育成・生産グループ	○廣野祐平
1-1 直掛け被覆栽培における最適被覆技術の開発と被覆作業の判定指標の解明	○	○	○	○		鹿児島県農業開発総合センター	茶業部	△伊地知 仁 (2022.04～) △深水裕信 (～2020.03) △内村浩二 (2020.04～) 古川宗志郎 (2022.12～) 赤川博文 (～2021.03) 浅井淳也 (～2021.03) 野邊勝郎 栢木琢磨 (2021.04～) 脇野早織 (2020.04～) 中村隼樹 (2021.04～ 2022.03)
1-2 棚掛け被覆栽培における被覆作業の判定指標の解明	○	○	○	○		福岡県農林総試八女分場	茶・中山間地作物チーム	△平尾 瞳 (2021.04～) △小熊光輝 (～2023.03) △井上梨絵 (～2022.03) 妹川和史 池田浩暢
1-3 人工知能を用いたチャ新芽生育ステージの簡易測定技術の開発	○	○	○	○		静岡県農林技研茶研セ	茶生産技術科	△中野敬之 (～2020.03) △大石哲也 (2020.04～ 2022.03) △鈴木利和 (2022.04～) 亀山阿由子 (～2020.03) 土屋雄人 (2020.04～ 2021.03) 古屋 聡 (2020.04～ 2023.03) 長谷川和也

							(2021. 04～)
1－4 被覆資材の特性解明と高度被覆技術（二段（階）被覆技術）の開発	○	○	○	○		福岡県農林総試八女分場	茶・中山間地作物チーム △小熊光輝 井上梨絵（～2022. 03） 坂井佑輔（～2021. 03） 南家進吾 平尾 瞳（2021. 04～） 酒井明日香（2022. 04～）
1－5 分光反射特性を活用したチャ樹のストレス診断法の開発	○	○	○	○	○	静岡大学大学院農学領域	広域生態学研究室 △菌部 礼
1－6 被覆栽培下におけるチャ樹生理特性の変動解析と適正被覆技術の開発	○	○	○	○	○	農研機構果茶研	茶品種育成・生産グループ △大井彩子 佐波哲次（～2021. 03） 廣野祐平 廣野久子 石井貴也（2022. 04～）
2. 被覆栽培に適合した肥培・病虫害管理技術の確立	○	○	○	○	○	農研機構果茶研	茶業研究領域長 ○佐藤安志
2－1 遮光栽培条件下で多発するカンザワハダニ抑制法の開発と直掛け被覆栽培下における病虫害管理体系の確立	○	○	○	○		静岡県農林技研茶研セ	茶環境適応技術科 △片井秀幸（2022. 04～） △内山 徹（～2022. 03） 吉田達也（～2021. 03） 鈴木幹彦（～2020. 03） 市原 実（2020. 04～2023. 03） 村上源太（2021. 04～） 鈴木海平（2023. 04～）
2－2 被覆栽培下におけるチャノホソガ防除法の確立と効率的病虫害管理体系の構築	○	○	○	○		鹿児島県農業開発総合センター	生産環境部病理昆虫研究室 △松比良邦彦（～2020. 03） 福田 健（～2020. 03） △下津文宏（2020. 04～） 西 八束（～2022. 03） 西岡一也（2022. 04～） 鹿子木 聡（2022. 04～） 池之上祐紀（2021. 04～） 湯田達也（2021. 04～2022. 03） 福田 健

								(2020.04～ 2021.03) 西 裕之 (2020.04～ 2021.03) 西 菜穂子 (2022.04～)
2－3 輸出用てん茶栽培を 想定したチャノホソガ のスマート発生予察法 の開発と微生物資材の 利活用技術の開発	○	○	○	○	○	農研機構植防研	果樹茶生物的防 除グループ	△佐藤安志 (～2023.03) △須藤正彬 (2023.04～) 羽野愛理
2－4 遮光条件がチャ樹体 内成分の代謝・吸収に 及ぼす影響の解明と地 域や栽培特性に合わせ た適正施肥基準の構築	○	○	○	○	○	静岡大学大学院農 学領域	植物機能生理学 研究室	△一家崇志 森田明雄 (～2020.03) 山下寛人 (2022.04～)
2－5 遮光条件がチャ樹体 内成分の代謝・吸収に 及ぼす影響の解明と地 域や栽培特性に合わせ た適正施肥基準の構築	○	○	○	○	○	鹿児島県農業開発 総合センター	生産環境部土壌 環境研究室	△松比良邦彦 (～2020.03) △中村憲知 (2020.04～ 2022.03) 餅田俊之 (2020.04～ 2022.03) △中川路光庸 (2020.04～) 上藺一郎 (2023.04～) 白尾 吏 (2023.04～) 川寄諒也 (2023.04～) 田中正一 (2022.04～ 2023.03) 相本涼子 (2020.04～ 2023.03) 小牧有三 (2022.04～ 2023.03) 窪田瑛水 (2021.04～) 中川路春香 (2022.04～)
2－6 中山間地域における 持続的てん茶栽培を可 能とする施肥管理体系 の構築	○	○	○	○	○	静岡県農林技研茶 研セ	茶環境適応技術 科	△内山道春 左高あかね (～2021.03) △小野嵩知 (2021.04～ 2023.03) △白鳥克哉 (2023.04～)
3. 高品質茶生産のための 高度被覆栽培管理体系の 実証と普及	○	○	○	○	○	福岡県農林総試八 女分場	茶・中山間地作 物チーム	○中園健太郎 (2023.04～) ○小熊光輝 (～2023.03)

3－1 直掛け被覆栽培における高度被覆栽培体系の構築と実証				○	○	静岡県農林技研茶研セ	生産技術科	△鈴木利和 (2022. 04～) △大石哲也 (2020. 04～ 2022. 03) △中野敬之 (～2020. 03) 亀山阿由子 (～2020. 03) 土屋雄人 (2020. 04～ 2021. 03) 古屋 聡 (2020. 04～ 2023. 03) 長谷川和也 (2021. 04～) 鈴木海平 (2023. 04～) △片井秀幸 (2022. 04～) △内山 徹 (～2022. 03) 吉田達也 (～2021. 03) 鈴木幹彦 (～2020. 03) 市原 実 (2020. 04～ 2023. 03) 村上源太 (2021. 04～) △内山道春 左高あかね (～2021. 03) 小野嵩知 (2021. 04～ 2023. 03) 白鳥克哉 (2023. 04～)
							茶環境適応技術科	
3－2 棚掛け被覆栽培における高度被覆栽培体系の構築と実証				○	○	静岡県志太榛原農林事務所	企画経営課	
						福岡県農林総試八女分場	茶・中山間地作物チーム	△中園健太郎 (2023. 04～) 平尾 瞳 (2021. 04～) △小熊光輝 (～2023. 03) 井上梨絵 (～2022. 03) 妹川和史 池田浩暢 南家慎吾 (～2023. 03) 酒井明日香 (2022. 04～) 末次雄哉 (2023. 04～)

[illegible]

					農研機構植物防疫 研究部門	果樹茶生物的防 除グループ	佐藤安志 (～2023. 03) 須藤正彬 羽野愛理
					静岡県農林技術研 究所茶業研究セン ター	茶環境適応技術 科	△片井秀幸 (2022. 04～) △内山道春 内山 徹 (～2022. 03) 吉田達也 (～2021. 03) 鈴木幹彦 (～2020. 03) 市原 実 (2020. 04～ 2023. 03) 村上源太 (2021. 04～) 左高あかね (～2021. 03) 小野嵩知 (2021. 04～ 2023. 03) 白鳥克哉 (2023. 04～) 鈴木利和 (2022. 04～) 大石哲也 (2020. 04～ 2022. 03) 中野敬之 (～2020. 03) 亀山阿由子 (～2020. 03) 土屋雄人 (2020. 04～ 2021. 03) 古屋 聡 (2020. 04～ 2023. 03) 長谷川和也 (2021. 04～) 鈴木海平 (2023. 04～)
					福岡県農林業総合 試験場八女分場	茶・中山間地作 物チーム	△中園健太郎 (2023. 04～) 平尾 瞳 (2021. 04～) 小熊光輝 (～2023. 03) 井上梨絵 (～2022. 03) 妹川和史 池田浩暢 南家慎吾 (～2023. 03)

						鹿児島県農業開発 総合センター	茶業部栽培研究 室 生産環境部病理 昆虫研究室・土 壌環境研究室	酒井明日香 (2022. 04～) 末次雄哉 (2023. 04～) △伊地知 仁 (2022. 04～) △内村浩二 脇野早織 古川宗志郎 中村憲知 (～2022. 03) 中川路光庸 (2022. 04～) 下津文宏 △松永圭史 井上孔伸 姥田祥希 (～2023. 06) 北村翔太
						株式会社システム フォレスト	クラウドインテ グレーション部 (UNIT1)/IoTイノ ベーションチー ム	
3－5 被覆栽培下における チャの生育・収量推定 モデルの開発	○	○	○	○	○	山口大学教育学部	生物学研究室	△柴田 勝
3－6 被覆栽培の高度化を 支援するIoTシステム の構築と実証	○	○	○	○	○	株式会社システム フォレスト	クラウドインテ グレーション部 (UNIT1)/IoTイノ ベーションチー ム	△松永圭史 井上孔伸 姥田祥希 (～2023. 06) 北村翔太 (2020. 04～)

(注1) 研究開発責任者には◎、小課題責任者には○、実行課題責任者には△を付してください。

I－2．研究目的

近年、国内外で抹茶需要が拡大しており、今後も抹茶原料となるてん茶の生産拡大を図る農業者の増加が見込まれる。てん茶の生産拡大のためには、被覆作業の効率化・高度化や適切な栽培・生産管理技術の導入等が必要であるが、多くの茶産地ではてん茶栽培に精通した熟練者が限られており、点在している茶園毎の被覆適期の判断が追いつかないこと、被覆下での病虫害管理や肥培管理等に関する知見や対処技術が不足していること、被覆作業等に多大な労力を要すること等がボトルネックとなり、てん茶等の生産量が容易に増加しないのが実状である。

このため、本研究では、以下の3つの小課題、すなわち

小課題1．被覆作業の判定指標の解明と簡易測定技術及び高度被覆技術の開発

小課題2．被覆栽培に適合した肥培・病虫害管理の高度化技術の開発

小課題3．高品質茶生産のための高度被覆栽培管理体系の実証と普及を実施し、

これらにより、

- ・被覆適期の判定指標等を解明し、熟練者判断の代替となる簡易測定技術を開発する。また、これらを活用し、高品質なてん茶栽培を可能とする高度被覆技術を開発する。

- ・被覆栽培で多発や顕在化が問題となるチャ病虫害の効率的な管理技術及び多収型てん茶栽培や中山間地における持続的てん茶栽培を可能とする合理的施肥管理技術を開発する。

- ・上記諸開発技術を体系化し、異なる地域で実証するとともに、システム化・マニュアル化する。

ことを目標とする。

その結果、

- 1．日本の各茶産地で実装可能な茶の被覆栽培体系の高度化・効率化の実現

- 2．付加価値がより高いてん茶等の高品質茶の生産量の増大

等が期待される。

なお、期待されるアウトカム数値目標は以下の通り。

- ・適期被覆技術や高度被覆栽培技術体系の確立と普及によるてん茶生産量の10%以上の増加

- ・農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」における茶の輸出目標（令和7年度輸出額：312億円）達成に約14%寄与

I-3. 研究方法

(1) 被覆作業の判定指標の解明と簡易測定技術及び高度被覆技術の開発

直掛け被覆栽培、棚掛け被覆栽培における適切な被覆開始時期、被覆期間および摘採適期を判定する指標等を明らかにするために、鹿児島県及び福岡県の一番茶期を中心に、被覆開始時期や被覆期間を変えた被覆栽培を行い、生葉収量、新芽の性状、クロロフィル等の内容成分、製茶品質等を調査した。「AIによる適期判定システム」については、新芽の生育ステージ指標の一つである開葉数を樹冠面画像からAIを推定する開発システムと慣行調査法との結果を比較から、推定値の精度検証を行うとともに、「やぶきた」以外の品種への適合性、樹冠面画像の適切な撮影条件の検討等を行った。また、積算温度を用いた摘採適期予測法を検討した。

また、一番茶の更なる高品質化を目指した二段階被覆技術確立のため、低遮光資材（遮光率60～70%）と高遮光資材（遮光率80～85%）を用い、様々な二段階被覆（2葉期から各資材を被覆し、その後もう一方の資材を期間を変えて重ね掛け）を行う処理区を設け、収量や新芽の性状、てん茶品質等の比較調査を行った。さらに、二番茶の被覆による葉焼けの軽減化を図るため、アルミ蒸着資材による被覆を1.5葉期、2葉期、2.5葉期から開始し、その後14日間直掛け被覆した区、同資材による被覆を2葉期から開始し、その後12日間、14日間、16日間の直掛け被覆を行った区等を設け、新芽の生育や収量、製茶品質についての比較調査から、最適な被覆法を検討した。また、また、高価なアルミ蒸着資材の代替となる被覆資材（市販品、試作品）について検討した。

被覆開始時期等における茶樹の状態評価手法の確立を目指し、茶樹の生産性や品質評価の重要成分であるクロロフィルおよびカロテノイドを簡便に測定・評価する手法の開発に取り組んだ。安価なマイクロ分光器をベースとしたリーフスケールでの計測システムの利用可能性を検討した。続いて、このマイクロ分光器をベースとした無人航空機（UAV）に搭載可能なセンサを使用し、茶うねの面的なクロロフィル・カロテノイド含量の推定を試みた。

品種による被覆効果の違いおよび連年被覆栽培による影響の評価法を検討するため、「やぶきた」、「さえみどり」、「おくみどり」の3品種について、一番茶期と二番茶期の連続被覆栽培試験（令和2～5年度の4年間）を行った。令和4年度までは、被覆開始時期を1～3葉期に設定し、摘芽調査、成分分析から茶樹の反応性を評価した。令和5年度は同調査を継続するとともに、調査後の茶樹の掘り取り調査を行い、デンプン含量等の樹体状況を調査した。

(2) 被覆栽培に適合した肥培・病害虫管理の高度化技術の開発

長期被覆栽培下における主要病害虫の効果的な防除法を検討するため、被覆栽培条件下における主要病害虫の発生動態について調査し、二番茶期の要防除対象病害虫を特定した。二番茶期の被覆栽培下で防除が必要とされる炭疽病、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマ、チャノホソガについて、有望な殺菌剤および殺虫剤を選定と被覆前各時期の混用散布による防除効果の検証試験を実施し、有効な薬剤散布、効果的な散布時期等の検討を行った。

有効積算温度を活用したチャノホソガの発生予測法を開発するため、温度勾配室内飼育試験から、発育ステージ別の発育零点、有効積算温度等を推定した。推定した発育パラメータから発生予測式を開発するとともに、鹿児島県内の試験圃場（鹿児島県南九州市知覧町永里）および現地茶園（同市知覧町菊永）のフェロモントラップ誘殺データから、第1、第2世代予測の実用性を検証した。

茶葉上に生残するBT菌を定量PCR法を使って定量する新規定量法を開発した。令和3～5年度の一発茶期、二番茶期に、BT剤を散布した茶葉上に生残するBT菌を希釈平板法と定量PCR法

を用いて、経時的に定量し、一般化線形混合モデルを用いた解析から、被覆の有無がBT剤の減衰に及ぼす影響を確認評価した。また、チャノホソガの齢期を画像判定する技術を開発するため、静岡県及び鹿児島県の茶園圃場において4000枚程度の教師画像を撮影し、うち3512枚に写っていた卵および幼虫の存在部位をラベル付けしたデータセットを整備した。このデータセットを用いて、チャノホソガの卵、潜葉、葉縁巻葉、三角巻葉の4クラスそれぞれを画像からカウントする物体検出モデルを開発した。

また、中山間地の一番茶期の有機被覆栽培で多発が懸念されるカンザワハダニについて、被覆による紫外線強度の変化が生存や増殖に及ぼす影響を調査するとともに、有機JAS認証殺ダニ剤による被覆前防除の有効性を検証した。さらに、被覆処理が炭疽病ともち病の発生に及ぼす影響を調査し、もち病に対する被覆前の銅水和剤散布の有効性を検証した。

被覆栽培による土壌・施肥管理については、被覆茶の品質に関わる葉色やアミノ酸含量などの要素向上に重要な因子である窒素と、クロロフィルの配位元素であるマグネシウムに着目して試験を行った。

まず、基礎的なデータを得るため、幼茶樹「やぶきた」を用いた水耕栽培試験により、被覆環境下における窒素およびマグネシウム栄養処理に対する生理応答を評価した。次に、圃場レベルでの調査を行った、被覆栽培条件下での適切な窒素施用条件を明らかにするため、ライシメータを用いた窒素収支の評価、圃場試験による時期別施肥配分の評価、窒素安定同位体 (^{15}N) を用いた時期別窒素吸収特性の調査を実施した。また、土壌中の窒素栄養状態を連続的にモニタリングするために、茶園に土壌センサを設置し、地温、土壌水分、電気伝導度 (EC) 値を連続測定し、土壌中の硝酸態窒素含量の推定を試みた。

マグネシウムの施用効果の有無を確認する圃場試験については、鹿児島県および静岡県でマグネシウムの施用量を変えた圃場試験を実施し、新芽および土壌への影響を調査した。

(3) 高品質茶生産のための高度被覆栽培管理体系の実証と普及

新芽の生育や病害虫の発生に影響を及ぼす環境情報やチャの生育情報等を自動収集、データ蓄積するIoTシステムについては、福岡、鹿児島、静岡の遠隔・分散試験地3地点にシステムを設置し、3～4年間、データの収集・蓄積の実証試験を行った。また、データを自動で取得・収集・蓄積・可視化するシステムのプロトタイプについて、修正のための課題抽出を行った。

非破壊的な収量予測を行うため、チャの生長関数と形態的な特徴から樹木としての生長ポテンシャルを関数化するとともに茶栽培を関数化して組み合わせた基本的予測モデルを構築した。次にこれらモデルのパラメータ設定のため、福岡県内の収量の異なる茶園で、採取した枝の形態的な特徴および複数年にわたる樹冠および収量の調査を行った。さらに、被覆栽培での収量調査および静岡県、鹿児島県での調査データを追加し、年次間差や地域間差についての検討も行った。

各茶産地における被覆栽培のニーズに応じて必要とされる個別技術を体系化した実証試験を行った。

【福岡県実証】

棚掛け被覆栽培における最適被覆技術体系を主体とした実証試験計画を策定した。「やぶきた」茶園において、1葉期、2葉期から被覆を行い、20日後に柶摘みおよび摘採を行い、摘芽性状等を調査した。摘採した生葉はてん茶炉で製茶し、茶商を招聘して官能評価を行った。また、二段階被覆技術の実証のために、「やぶきた」茶園において、2葉期に遮光率60

～70%の低遮光資材を直掛け被覆し5日後に遮光率80～85%の高遮光資材を重ね掛けする区、2葉期に高遮光資材を直掛けし10日後に低遮光資材を重ね掛けする区、現地慣行のアルミ蒸着資材一重掛けの区を設け、被覆開始から約20日後に摘採・てん茶炉による乾燥を行い、摘芽性状や荒茶の品質について、現地慣行区との比較を行った。

【鹿児島実証】

鹿児島向け直掛け被覆栽培体系の実証を主体とした体系化試験を設計した。被覆試験では、現地実証園として「やぶきた」「おくみどり」を供試し、令和4年に、2葉期20日間被覆または3葉期15日間の被覆を行い、生葉収量、新芽生育と各種成分分析を調査した。また、令和5年は、85%遮光資材を2葉期から被覆し、積算温度300日度と現地判断の摘採適期に摘採し、収量、各種成分等を比較した。

病害虫管理技術では、二番茶期の現地茶園において、別試験から選定された殺菌剤・殺虫剤を、被覆開始前かつ散布適期とした二番茶萌芽～0.5葉期に混用散布する試験を行った。対象は、炭疽病、チャノホソガ、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマ等。を対象とした薬剤を小課題2で散布適期とした二番茶萌芽～0.5葉期に混用散布した。被覆終了後に各主要病害虫の発生状況を調査するとともに、防除価、防除率、被害防止率を算出し、防除効果を評価した。

【静岡実証】

現地の「やぶきた」有機栽培茶園を主体とした実証試験を行った。一番茶期～二番茶期に被覆処理を行い、多発が懸念されるカンザワハダニ及びもち病の殺ダニ剤・銅剤を用いた効果的な防除法を検証した。また、一番茶の品質向上をねらいとし、標高差による地温差を配慮した春肥の施用時期（早期施用区、慣行区）を検討した。さらに、一番茶期及び二番茶期における有機液肥施用の効果を検討した。また、生育ステージ簡易推定技術の利用について、現地茶園での条件の異なる複数の茶園の株面画像を取得し、AIによる開葉数推定技術の精度検証と適切な撮影条件の抽出等を行った。

I-4. 研究結果

（1）被覆作業の判定指標の解明と簡易測定技術及び高度被覆技術の開発

一番茶の直掛け被覆栽培では、2.0葉期を目安に被覆を開始する。品質を重視する場合は1.0葉期からの被覆も良いが、この場合収量は劣る。これは、被覆後15～25日の間は品質と収量との間にトレードオフの関係が成り立つためである。「AIによる適期判定システム」は摘採面画像の新芽開葉数/葉期推定をAIを用いて自動判定するシステムで、システム利用のテスト用専門アプリも試作した。本システムを活用することで熟練者の判断によらない簡易判定が可能である。なお、開発システムの実証試験では、一番茶での推定値が実測値に比べ概ね1枚程度小さくなった。適用範囲を実開葉数1枚以上に限定すれば開葉数の推定は可能と考えられたが、画像の取得時期（生育ステージ）や撮影条件等に留意する必要がある、画像データ取得方も含めた利用法の検討が必要である。

最適な被覆期間や摘採適期判断の指標としては、収量データの他、クロロフィル量やSPAD/葉厚などが利用できる。収量と品質のトレードオフを考慮すると、適切な被覆期間は被覆開始後20日間被覆が目安となる。また、被覆中の新芽のクロロフィル量と積算温度との関係から、被覆開始後の積算温度300日度が摘採適期の目安となる。

さらに高品質な被覆栽培茶を製造する技術として、低遮光資材の被覆5日後に高遮光資材を

重ね掛けする二段階被覆技術を検証した。本被覆法は、慣行の被覆栽培と比べて摘芽性状や収量に有意差が見られない一方、葉色は緑色が強く、全窒素や遊離アミノ酸は多く、官能評価も優れた。また、主に二番茶期の葉焼軽減効果が期待される被覆資材を探索した。二番茶期の1.5葉期～2.0葉期にアルミ蒸着資材で14日間被覆すると、葉焼けは見られず、てん茶品質も優れた。ただし、本資材は高価なため、葉焼け軽減が期待される比較的安価な被覆資材の特性を調査した。ホワイトシルバーライトは収量が多いが、吸水時重量が5.4倍と重く、作業性が劣った。青＋シルバー資材（試作品）は葉焼けの発生を比較的軽減化し、アルミ蒸着資材と比べて摘芽性状や生葉収量は有意差がなく、官能評価も同程度であった。

茶園の生産性や品質情報の非破壊測定法の開発を目指した分光反射特性の利用法（将来技術）を検討した。安価なマイクロ分光器に基づくリーフスケールでのクロロフィルおよびカロテノイド含量の評価方法を開発するとともに、UAVによる分光反射計測手法を確立し、放射伝達モデルを適用することによって、地上分解能25cmでのクロロフィルおよびカロテノイド含量の評価を実現した（特許出願中）。

被覆栽培を行った茶園での一、二番茶では、過去3年間被覆栽培をし、4年目に露地栽培とした試験区の一、二番茶は、4年間露地栽培してきた試験区の一、二番茶より採摘み乾燥重がやや小さくなったが、収量やクロロフィル含量には差は見られなかった。しかし、連続被覆栽培をしてきた区の樹体内（太根）のデンプン含量は、4年間露地栽培してきた区のデンプン含量より少なくなる傾向が見られた。

（２）被覆栽培に適合した肥培・病虫害管理の高度化技術の開発

被覆栽培で多発や顕在化が問題となるチャ病虫害の効率的管理体系を開発した。炭疽病は、萌芽後の無被覆期間が主な感染時期となるため、長期被覆栽培が発病を抑制することがある。一方、二番茶期は降雨が多いため、保護殺菌剤よりも治療・保護殺菌剤による効果が安定して高くなった。被覆開始後に薬剤散布が難しいチャノミドリヒメヨコバイやチャノキイロアザミウマ（新芽加害性害虫）に対しては、萌芽～0.5葉期の薬剤散布の効果が高かった。被覆前の萌芽～0.5葉期に有効な殺菌剤・殺虫剤を混用散布し、その後被覆栽培を行うことで、安定した防除効果が期待される。

チャの新芽に産卵し、三角巻葉の被害を生じるチャノホソガの発生予察法を確立した。本種の発育態別の発育零点・有効積算温度を推定し、第1、第2世代での実用性を検証した。本種の羽化時期や防除適期予測、防除要否や防除薬剤選択等へ応用が期待される。

チャノホソガを含む鱗翅目害虫対象殺虫剤の被覆栽培下での利用法を検討するため、定量PCR法を活用したBT生菌の定量法を開発した。被覆はBTの減衰に影響を及ぼすものの、一番茶の全荒茶サンプルで一般生菌数は基準値以下となったため、通常のBT（生菌）剤散布が一般生菌検出に及ぼす影響は小さいと考えられた。

なお、将来技術としての画像解析によるチャノホソガに発育状況の自動調査については、物体検出モデルで本種の三角巻葉の存在比を算出するPythonプログラムを開発した。本種の老齢幼虫、とりわけ三角巻葉に対してはテストデータセットについて mAP（平均適合率）＝0.6 程度、葉縁巻葉で 0.3 程度の検出精度が達成され、製茶品質の悪化を引き起こす三角巻葉がより若齢の幼虫に対して占める比率に基づいて防除適期が手遅れか否かを判断する手順が提示された。

また、中山間地の一番茶期の有機被覆栽培では、カンザワハダニの発生やもち病の発病が助長されやすい。カンザワハダニに対しては被覆直前の殺ダニ剤の散布、もち病に対しては萌芽

前～萌芽期の銅水和剤を散布が有効である。

被覆栽培条件下における適切な施肥管理法を開発するために、水耕栽培をした幼茶樹を用いて被覆条件下での窒素とマグネシウム施用の効果を評価した。被覆栽培に伴うクロロフィル蓄積の誘導は、被覆処理自身の影響が大きいですが、窒素栄養状態が律速因子の一つであることが示唆された。ライシメータ試験において、10a当たり年間施肥窒素量を慣行50kgに対し80kg、100kgに増肥にすることで、生葉収量および全窒素含量は増加するものの、窒素溶脱量が著しく増加することが確認された。また、圃場試験の結果から、施肥配分の違いによるてん茶の生葉収量および窒素持ち出し量は、夏肥を減肥し、秋肥または春肥に配分した施肥体系で、二番茶後に更新する直掛けてん茶栽培を3年間実施しても、生葉収量は対照区と同等以上で、また窒素含有率、遊離アミノ酸含量は対照区と同程度であった。

土壌中の窒素含量を経時的にモニタリングするために、土壌センサが測定する体積含水率およびEC値から、土壌中の硝酸態窒素量を推定する手法を確立した。この手法により、公設試内試験茶園および現地茶園のEC値から硝酸態窒素を概ね推定することができた。現地茶園では、一、二番茶の生育期（4～6月）にEC値等が上昇していなかったことから、時期別施肥の効果に関する結果も活用して、窒素施肥の時期別配分の改善が必要であることが明らかになった。一方、マグネシウムの施用がクロロフィル含量におよぼす効果について、マグネシウムの増施がクロロフィル含量を増加させることを示唆する明確な結果は、水耕栽培においても圃場試験においても観察されなかった。このことから、被覆栽培条件下においてクロロフィル含量を増やすことをねらいとしたマグネシウム施用の効果は、少なくとも期待される効果に対してコストが大きいと考えられた。

なお、将来技術として遅延蛍光スペクトルの利用法の検討については、被覆期間が10年以上となる「やぶきた」過剰被覆茶園において、被覆期間が3年以下の茶園とは異なる遅延蛍光スペクトルが示された。過剰被覆茶園では、遅延蛍光の減衰曲線が顕著に異なり、その積算値が顕著に増加していたことから、特定の時間の遅延蛍光量を評価することで、被覆ストレス状態を推定できる可能性が示唆された。

（３）高品質茶生産のための高度被覆栽培管理体系の実証と普及

茶園用IoTシステムとして、遠隔・分散地の茶園環境・生育情報の自動収集と蓄積、ダッシュボードで必要なデータを逐次確認・利用できるシステムを構築し、福岡、鹿児島、静岡の3地点で継続稼働の実証を行った。いずれの地点においても、稼働後のデータはクラウド上に集積できており、Webブラウザにて確認が可能である。CSVとしてダウンロードすることで、小課題1の摘採適期の判定や小課題2の害虫の発育予測等と連携させることが可能である。今後、生産者の意思決定支援システムへの活用等が期待される。

将来技術として、被覆栽培においても全国で実用的に利用できる収量予測モデルと方法を示した。予測モデルの最適化により、年次誤差は露地栽培：9.2%、被覆栽培（70%遮光）：9.6%、被覆栽培（85%遮光）：11.0%であり、最終的にそれぞれ、4.8%、3.5%、4.8%誤差まで縮小させることを示した。これにより、栽培条件として出開き度、摘採高、年間窒素施肥量、被覆条件（遮光率、開始葉期）および実用化に必要な地域間、年次間による誤差が出ないことを示した。

各開発課題等で開発した個別技術を各茶産地のニーズに合わせて体系化した被覆栽培体系の実証試験を行った。

【福岡実証】

棚掛け被覆栽培における最適被覆技術の体系化実証 1 葉期、2 葉期から20日間被覆を行うと生葉の葉厚が薄く、官能評価が優れ、高品質となることを現地茶園でも実証・確認した。また、低遮光資材の被覆5日後に高遮光資材を重ね掛けする二段階被覆法により、全窒素含有率が高く、官能評価が優れ、高品質な被覆茶が安定して生産できることを確認した。

【鹿児島実証】

直掛け被覆栽培における被覆開始葉期は2葉期、被覆期間は20日または被覆後からの積算温度300日度が適切である。この条件での被覆栽培で、繊維が少なく、クロロフィル量が多いてん茶の安定生産が可能なることを現地茶園でも実証・確認した。被覆栽培下で問題となる病害虫については、被覆前の混用散布で、炭疽病、チャノホソガ、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマの発生を効果的に抑えることができた。

【静岡実証】

中山間地域の有機栽培も想定した被覆栽培の体系化試験を行った。中山間地域・有機被覆栽培下において多発が懸念されるカンザワハダニに対しては、被覆直前に殺ダニ剤、もち病に対しては、萌芽前～萌芽期の銅水和剤散布が効果的であることを示した。また、一番茶期、二番茶期における萌芽期以降の有機液肥散布に、収量・窒素含有量を向上させる可能性があることを示した。なお、現地茶園での撮影画像からAIを用いて開葉数推定を行った結果、AIによる推定値は実測値よりも0.2～1枚程度少なく、公設試内試験茶園での結果と類似の傾向がみられ。適用する生育ステージや実測値との差を考慮した上で、現地での被覆や摘採時期の決定に活用できると考えられたが、樹冠面画像を撮影する際の注意が必要であった。

なお、各実施課題で得られた成果について「技術の概要」や「技術を導入する上での留意点」等について整理し、技術導入支援マニュアルを作成した。また、現地に導入するまでには至らない将来技術については、コラムとして紹介した。

I-5. 今後の課題

本プロジェクトで得られた成果を取りまとめた技術導入支援マニュアルについては、まずは府県の普及・指導担当者など配布範囲を限定し、必要に応じて内容の修正等を行いながら、段階的に配布範囲を広げる。また、令和6年度から、配布と合わせて各県のコンソーシアムメンバーを中心としたメンバーが、JAや生産者向けセミナー、各種研究会などを通じて技術の紹介等を行い、各茶産地への成果の実装を進める。

樹冠面画像からのチャの新芽の生育ステージの推定技術については、取得した画像のアップロード、構築された学習モデルの稼働、結果の出力のためには、クラウド使用料等の負担が必要となり、そのための継続的な予算確保が課題となっている。なお、本システムの開発主体となった静岡県は、「AIを用いた開葉数推定では、適用する生育ステージや実測値との差を考慮した上で、天候・日照、画角、機種等の撮影条件に留意する必要がある。」としている。

茶園の環境情報を取得するためのIoTシステムについては、継続したデータ取得が可能であることが確認されたが、本システムの利用についても、クラウド使用料等の負担が必要となり、そのための継続的な予算確保が課題となっている。本プロジェクトで得られた害虫の発育や摘採適期の判定技術への活用を進めるために、今後、茶園の状況や生産者の要望に応じ

てカスタマイズを行いながら現地導入を進める。

その他、樹冠面の情報を用いた収量予測、ハイパースペクトルデータを用いた茶園情報の取得、遅延蛍光測定技術を用いた茶樹の状態診断などの、本プロジェクトで得られた今後有望な基盤的な技術については、データ取得の自動化、研究事例の蓄積などの課題が残されている。今後、社会実装可能な技術の開発へ繋げるためには、基礎・基盤技術を含めた試験研究開発の継続が必要である。

実行課題番号	0101	実行課題研究期間	令和元～4年度
実行課題名	1－（１）直掛け被覆栽培における最適被覆技術の開発と被覆作業の判定指標の解明		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	鹿児島県農業開発総合センター茶業部・栽培研究室・内村浩二、伊地知仁、赤川博文、浅井淳也、野邊勝郎、脇野早織、朽木琢磨、中村隼樹、古川宗志郎		

II. 実行課題ごとの研究進捗状況等

1) 研究目的

温暖地における直掛け被覆栽培において、遮光条件下の新芽の生育状況、収量、形質、化学成分を測定し、株式会社システムフォレストが構築するシステムから得られる環境・生育データと併せて、遮光条件下の新芽の生育状況等から収量・品質等を推定できる技術を確立する。

2) 研究方法

一番茶において、直掛け被覆資材の被覆開始時期を3段階（1葉期、2葉期、3葉期）、被覆期間を3段階（15日、20日、25日）に分けて、生葉収量、新芽生育（SPAD、葉厚）、てん茶の化学成分・測色値、2葉期被覆開始後から摘採までの日平均気温の積算温度を調査した。被覆資材はバロンスクリーン#1000（遮光率70%）と同B&S（遮光率：85%）（いずれも小泉製麻株式会社）を使用した。

3) 研究結果

直掛け被覆てん茶栽培において、「やぶきた」一番茶の生葉収量は摘採時期が遅くなるほど多くなるが、てん茶品質の指標である粉末の色相角度 h^* や全窒素量は低下し、中性デタージェント繊維（NDF）は増加する（図 1-1-1）。収量と品質のバランスを考慮すると、2葉期までに被覆を開始し、20日間程度の被覆が適している（図 1-1-1）。覆い香の程度を考慮した香気評点は2葉期被覆開始20日被覆区が最も高い。

一番茶のてん茶粉末の測色値は70%遮光資材より85%遮光資材を使用することで色相角度は大きく、より鮮緑色となる（図 1-1-1）。なお、85%遮光資材の使用による生葉収量や全窒素量などへの影響は小さい（有意差なし、データ省略）。

直掛け被覆てん茶栽培の「やぶきた」一番茶の新芽クロロフィル量は、2葉期被覆開始後からの日平均気温の積算温度と相関が高い（図 1-1-2）。クロロフィル量は積算温度が約300日度で一定の値となり摘採の目安となる（図 1-1-2）。このとき被覆期間は20日程度である。

4) 成果活用における留意点

試験圃場の防除は南薩地域防除暦に従い、施肥はN-47.6、P-5.2、K-8.0（kg/10a）で年7回行った。試験圃場は、摘採前年の二番茶後6月に深刈り、8月上中旬に整枝し、10月中旬に秋整枝を行った。2葉期被覆開始後の平均気温の積算は、被覆日を基準（0日度）として、試験を実施した知覧圃場近隣のアメダス喜入地点の日平均気温を積算した。

被覆開始が遅れないように留意し、3葉期頃の被覆開始となった場合、15日程度の被覆とすることで、品質の低下を低減できる（図 1-1-1）。

5) 今後の課題

本情報は、令和4年度鹿児島県普及に移す研究成果として県ホームページで公表している。
また、令和4～5年度に地域技術員や生産者へ研修会などで直接説明も行った。今後も、地域普及指導員等を通して情報提供し、普及を図っていく。

<引用文献>

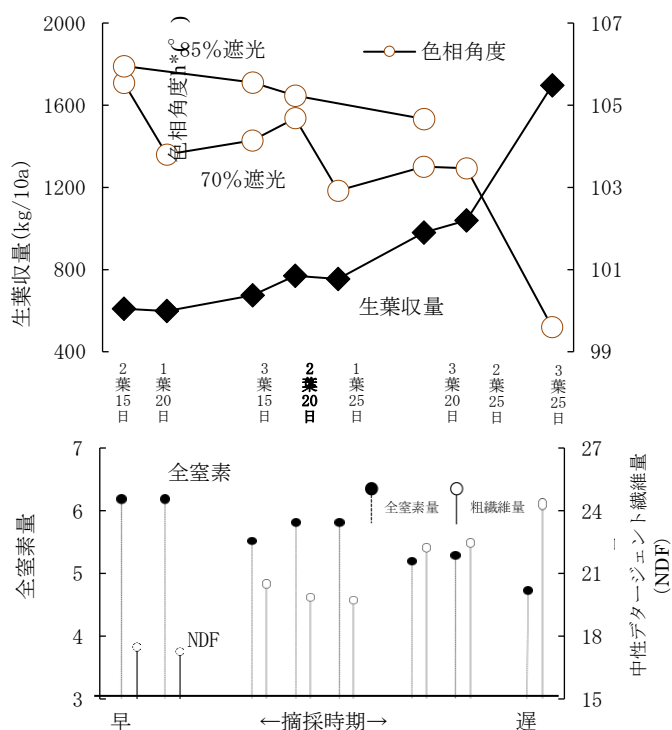


図 1-1-1 被覆条件の違いによる生葉収量とてん茶品質の関係（やぶきた、一番茶）

注) 令和2～4年一番茶の同一被覆条件区の平均値
85%遮光の数値は令和4年のみ

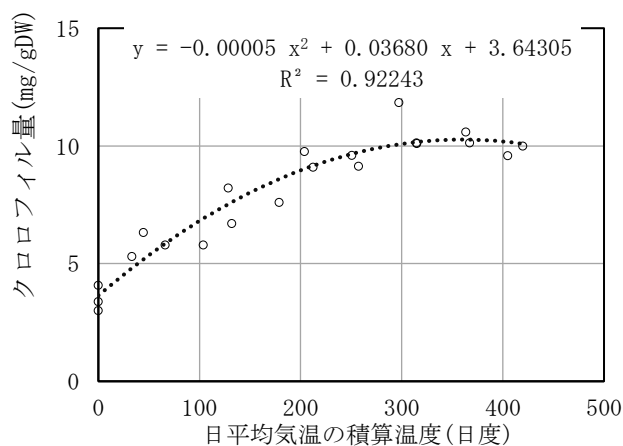


図 1-1-2 直掛け被覆てん茶栽培における「やぶきた」一番茶の2葉期被覆開始後日平均気温積算温度と新芽クロロフィル量との関係

注) クロロフィル量は新芽のうち、葉のみの値
令和2～4年に得られた数値をプロットした

実行課題番号	0102	実行課題研究期間	令和元～4年度
実行課題名	1－(2) 棚掛け被覆栽培における最適被覆技術の開発と被覆作業の判定指標の解明		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	福岡県農林業総合試験場八女分場・茶・中山間地作物チーム・平尾瞳、中園健太郎、妹川知史、酒井明日香、池田浩暢		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

棚掛け被覆栽培において、遮光条件下の新芽の生育状況、収量、形質、化学成分を測定し、株式会社システムフォレストが構築するシステムから得られる環境・生育データとあわせて、遮光条件下の新芽の生育状況等から収量・品質等を推定できる技術を確立する。一番茶における被覆開始及び摘採時期の判定指標の検証を行うとともに、高度被覆技術体系のシステム化、マニュアル化に使用可能な測定項目の選定を行う。

2) 研究方法

福岡農林試八女分場の「やぶきた」成木園を使って試験を行った。試験区として1葉期、1.5葉期、2葉期、3葉期被覆開始区を設置し、黒寒冷紗ダイオネット1002（遮光率70%）で6日間、黒寒冷紗ダイオネット1020（遮光率85%）で6日間、その後は両資材を重ねて（遮光率95%）被覆した。被覆開始から5日おきに25日間、20cm枠で前回摘採面から1.5cm上で枠摘みし、新芽の性状（新芽長、新葉数、葉色、葉厚、SPAD値、色差など）および内容成分（クロロフィル、アミノ酸）を調査した。枠摘みは各試験区とも6反復行い、色差、SPAD、葉厚は中庸な芽6本の第3葉を計測した。被覆開始から15、20、25日後に摘採を行い、収量調査後に製茶した。その後、茶成分分析計により内容成分（全窒素、遊離アミノ酸、テアニンなど）を分析し、令和3、4年度については官能評価を行った。

3) 研究結果

葉厚は被覆開始時期が早いほど薄く、1葉期、1.5葉期に被覆を行うと200 μ m以下となるが、2葉期に被覆を行うと200 μ m以上、3葉期に被覆を行うと240 μ m以上となった。200 μ mまでは葉厚が薄いほど品質が向上し、それ以下では品質は頭打ちとなる（辻ら、1999）。このことから被覆開始時期は1、1.5葉期が望ましいと考えられる。生葉のSPAD値、色相角度は被覆開始から15日までは増加し、その後は被覆開始時期に関係なく概ね一定となる。また、クロロフィル総量（a+b）は被覆開始が遅いほど多く、被覆日数の経過に伴い20日まで増加する。その後は被覆開始時期に関係なく、概ね同等量で一定となる。よって、外観色向上のためには、15～20日間の被覆が必要と考えられる。生葉中のアミノ酸量は被覆開始時期が早いほど多く、被覆日数の経過に伴い減少した。官能評価の結果、外観、滋味は被覆開始時期が早く、被覆期間が短いほど得点が高かった。から色は令和3年度は被覆期間が長いほど高得点だったが、令和4年度は被覆期間の推移による傾向は見られなかった。合計点では、1葉期から15、20、25日間被覆、2葉期から20日間被覆を行った試験区で、高評価となった。令和4年度は1葉期から15、20、25日間被覆、1.5葉期から15、20日間被覆を行った試験区で高評価となった。

以上の結果より、1、1.5葉期から15～20日間被覆を行った場合は高品質なてん茶を栽培

でき、2葉期から20日間被覆を行った場合は品質にばらつきが生じることが考えられる。

4) 成果活用における留意点

2葉期から20日間被覆を行った場合は、年度により品質にばらつきが生じるため注意が必要である。

1葉期、1.5葉期から15～20日間被覆を行うと品質は優れるものの、収量が456～814kg/10aと少なくなることが考えられる。2葉期から20日間被覆を行うと1、1.5葉期と比較して品質は劣るものの、収量が947～1,114kg/10a確保できる。生産者は目標とする品質や収量に基づき被覆開始時期を選択することが必要である。

5) 今後の課題

2葉期から20日間被覆を行った場合は、年度によって官能評価に差がみられた。よって、てん茶の品質に関しては、被覆開始時期、被覆期間以外に品質に影響を及ぼす要因があり、今後の解明や対応技術が求められる。

棚掛け被覆栽培の判定指標や被覆適期期間について、令和6年から、てん茶の生産者や関係機関に対してマニュアル等を用いた研修を開催し、現地への技術普及を図る。

<引用文献>

- 1) 辻正樹、高橋成徳、西郷知博、生葉形質の計測数値によるてん茶品質の推定、愛知農総試県報、31:43-50 (1999)

実行課題番号	0103	実行課題研究期間	令和元～4年度
実行課題名	1－(3) 人工知能を用いたチャ新芽生育ステージの簡易測定技術の開発		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	静岡県農林技術研究所茶業研究センター・茶生産技術科・鈴木利和、大石哲也、中野敬之、亀山阿由子、土屋雄人、古屋聡、長谷川和也		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

新芽の生育ステージ判定法による被覆開始時期の判定は、多大な労力を要するほか調査者による個人差が生じやすい。そこでこれに代わる手法として樹冠面を撮影した画像から、人工知能（AI）を活用して生育ステージを推定する技術を開発し、本技術の推定精度及び適用範囲について検証する。

2) 研究方法

茶業研究センター圃場及び現地茶園において新芽の開葉数を慣行調査法で計測するとともに、樹冠面画像を取得してAIによる開葉数推定法と比較し、新技術の精度検証を行う。

3) 研究結果

茶業研究センター内の「やぶきた」茶園において、一番茶新芽開葉数の実測値とAI推定値との相関係数は0.9以上と高く、適用範囲を1～3.5葉期程度とした場合は、生育ステージの推定が可能と考えられた。また、「やぶきた」以外の7品種でも同様の傾向がみられ、他の品種への適用も可能である。

現地茶園における開葉数実測値とAI推定値との関係はセンター内とほぼ同様の傾向がみられ、摘採期の生葉成分を測定した結果、AI推定値の開葉数が多くなる（被覆開始時期が遅くなる）ほど、生葉の全窒素含有量（T-N）とクロロフィル含有量（Chl）は少なくなる傾向がみられた。

以上のことから、現地茶園においても、AIによる開葉数推定値を指標として目標品質に応じた被覆適期を判定することは可能と考えられた。

4) 成果活用における留意点

画像の取得時期（生育ステージ）や撮影条件等に留意する必要がある。

5) 今後の課題

実用化に向けては、適切な撮影条件等を明らかにする必要がある。本実行課題は令和4年度に終了のため、令和5年度は実行課題3－1において研究を継続する。

<引用文献>

実行課題番号	0104	実行課題研究期間	令和元～4年度
実行課題名	1－（４）被覆資材の特性解明と光度被覆技術（二段（階）被覆技術）の開発		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	福岡県農林業総合試験場八女分場・茶・中山間地作物チーム・中園健太郎、平尾瞳、妹川知史、酒井明日香、池田浩暢		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

てん茶の高度被覆栽培体系を開発するため、一番茶では直掛けでの最適な二段階被覆方法を明らかにする。二番茶では高温・強日射条件でも新芽に葉焼け症状を起こさないアルミ蒸着資材を用いて、最適被覆開始時期と最適被覆期間を解明するとともに、葉焼け症状を軽減する被覆資材を検討し、適した資材を明らかにする。

2) 研究方法

【試験】二段階被覆実施時期の違いによる新芽の生育と品質の経時的変化の解明

福岡農林試八女分場の「やぶきた」成木を供試した。令和2～3年度は低遮光資材（遮光率60～70%、黒色PEカラミ織）と高遮光資材（遮光率80～85%、黒色PEカラミ織）を用い、2葉期から各資材を被覆後、もう一方の資材を重ね掛けする時期を複数水準設けた二段階被覆の区その他、被覆開始時から二重掛けの区、一重掛けのみの区を設定した。被覆中の新芽の性状や成分含有率を追跡調査し、被覆開始20日後に摘採・製茶し、収量およびてん茶品質の調査を行った。令和4年は過年度の結果から、低遮光資材を被覆5日後に高遮光資材を重ね掛けする区と、高遮光資材を被覆10日後に低遮光資材を重ね掛けする区に絞り、高遮光資材一重掛けの慣行区と収量やてん茶品質等を比較調査した。

【試験2】アルミ蒸着資材等を利用した高品質てん茶用原料栽培技術の確立（二番茶）

福岡農林試八女分場の「やぶきた」成木を供試した。アルミ蒸着資材（遮光率85%、PE平織り、表面に蒸着加工）による最適被覆開始時期の検討のため、1.5葉期、2葉期、2.5葉期のそれぞれの時期から14日間直掛けし、生育や収量、製茶品質について慣行資材（遮光率80～85%、黒色PEカラミ織り）と比較した。また最適被覆期間の検討のため、2葉期から12日間、14日間、16日間の直掛けをそれぞれ行い、前述同様の調査を実施した。葉焼け軽減が可能でアルミ蒸着資材より安価な被覆資材を検討するため、市販品、試作品を供し、2葉期から14日間直掛けを行い、慣行資材と比較した。

3) 研究結果

【試験1】二段階被覆実施時期の違いによる新芽の生育と品質の経時的変化の解明

新芽第3葉の色相角度は、いずれの被覆区も被覆開始から10日後まで増大し、以降25日後まで同程度か25日後に漸減し、クロロフィル総量は20日後に最大となり25日後に減少する傾向がみられた。また、被覆開始から二重被覆を行った区では、一重掛けの区に比べて同一日の出開度は低く芽重は小さい生育遅延の傾向がみられたが、二段階被覆を行った複数の区では顕著な傾向はみられなかった。被覆開始から20日後のてん茶の製茶品質については、二段階被覆の複数の区において、高遮光資材一重掛けの慣行区に比べて、全窒素や

遊離アミノ酸の含有率は高く、中性デタージェント繊維は低く、粉末の色相角度は大きい傾向であった。また、茶商による官能評価では、二段階被覆のてん茶の外観やから色等は総じて慣行区より高く、これらのうち低遮光資材の被覆5日後に高遮光資材を重ね掛けする区が安定して高評価であった。

【試験2】アルミ蒸着資材等を利用した高品質てん茶用原料栽培技術の確立（二番茶）

アルミ蒸着資材の被覆開始時期の検討試験では、2.5葉期開始区の生葉収量が1.5葉期、2葉期開始区より多いものの、てん茶の内容成分および粉末の色相角度、官能評価から品質面で劣る傾向がみられた。被覆期間の検討試験では、被覆期間を14日間とした区において、生葉収量は被覆期間16日間と同程度で12日間より多い傾向で、官能評価等から品質が高かった。以上から、被覆開始時期は1.5～2葉期、被覆期間は2葉期開始の場合に14日間とする方法が、アルミ蒸着資材による高品質てん茶の生産に適することが明らかとなった。

また、葉焼け軽減資材の検討試験では、「ホワイシルバーライト（遮光率85～90%、灰PE白PE二重縫製）」は、葉焼けの発生程度は少なく、対照のアルミ蒸着資材より生葉収量が多かったものの、吸水時重量が5.4倍と作業性が劣った。また「青黒Wスクリーン（遮光率80～85%、青PE黒PE二重縫製）」は、てん茶の全窒素含有率は対照資材より高かったが、葉焼けの発生は比較的多く、生葉収量も少ない傾向であった。試作品の「青シルバー（遮光率80～85%、青PE灰PE二重縫製）」は葉焼けの発生程度は少なく、てん茶全窒素含有率や粉末の色相角度は対照資材と同程度であった。

4）成果活用における留意点

本課題の二段階被覆は低遮光資材（遮光率60～70%、黒色PEカラミ織）と高遮光資材（遮光率80～85%、黒色PEカラミ織）を組み合わせたものである。またアルミ蒸着資材等のいずれの葉焼け軽減資材も慣行の黒色資材の価格より2～3倍程度と高価である。「青シルバー」は試作品である。

5）今後の課題

二段階被覆による高品質化技術について、令和6年度から、てん茶の生産者や関係機関に対してマニュアル等を用いた研修を開催し、現地への技術普及を図る。

<引用文献>

小熊 光輝・井上 梨絵（2023）二番茶における高品質てん茶栽培のためのアルミ蒸着資材の直掛け被覆方法．福岡農林試研究報告．9:33-40．

実行課題番号	0105	実行課題研究期間	令和元～5年度
実行課題名	1－（5）分光反射特性を活用したチャ樹のストレス診断法の開発		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	静岡大学・広域生態学研究室・菌部礼		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

光合成色素含量を簡便に測定・評価し、被覆開始時期等におけるチャ樹の状態の評価が可能なツールを開発した。また、様々なスケールでチャ葉の分光反射特性を観測し、チャ樹の健康状態の季節変化を捉え、栽培管理に活用するための技術開発も行った。

2) 研究方法

市販の分光放射計は高価かつ海外製であるため、導入及びメンテナンスに要するコストが高く、社会実装に不向きである。そこで、本研究では安価なマイクロ分光器（浜松ホトニクス社製C12880MA-10）をベースとしたリーフスケールでの計測システム（ATシステム社製ColorCompass-LF）の利用可能性を検討した。続いて、このマイクロ分光器をベースとしたUAV搭載可能なセンサを使用し、面的なクロロフィル・カロテノイド含量の推定を試みた。

3) 研究結果

2013年4月12日もしくは4月15日に定植され、2022年まで被覆処理がなされてきた苗（北園6号（東））を対象に、2023年7月26日にチャ葉のサンプリング及びATシステム社製ColorCompass-LFによる分光反射特性の計測を実施した。図 1-5-1 はサンプリングし計測したクロロフィル/カロテノイド含量比の分布を示したグラフである。サンプリング時点で、新芽の生育が良好であった「さえみどり」に注目すると、二葉期被覆開始と露地の間には有意な差を確認することができた($p < 0.01$)。しかし、最も強いストレスを受けているはずの一葉期被覆開始のサンプルと露地の間に有意な差を確認することができなかった。また、生育が十分でなかった品種は、分光反射特性とクロロフィル、カロテノイド含量の関係の調査を目的に三葉以外をサンプリングしたため、傾向が明確ではなかった。

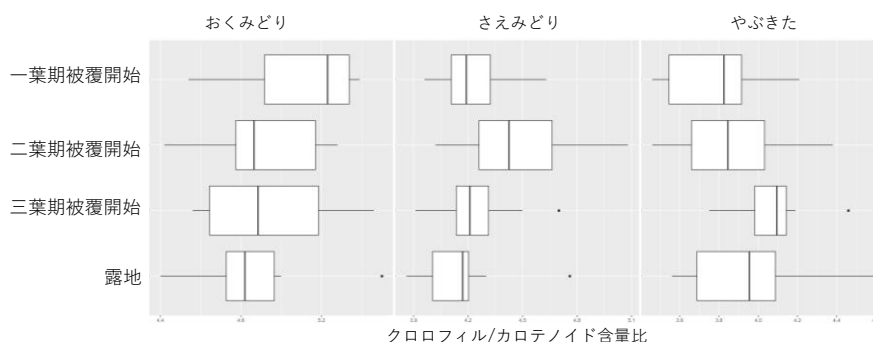


図 1-5-1 クロロフィル/カロテノイド含量比

ColorCompass-LFによる分光反射特性からクロロフィル及びカロテノイド含量の推定モデルを作成するにあたって、全160の計測結果を、50%、25%、25%の3つのデータセットに分割し、

それぞれを、学習、評価及びテストデータとした。学習データを用いて、機械学習アルゴリズムの1つCubistに基づく回帰モデルを作成し、Cubistのハイパーパラメータは評価データをもとに調整した。回帰モデルを確定させたのち、テストデータをもとに推定精度を算出した。なお、データセットの分割からテストデータに対する推定の処理は100回繰り返した。表 1-5-1 はCubistに基づく回帰モデルのテストデータに対する推定精度をまとめた表である。RPDは2.0を超え、マイクロ分光器による計測結果から、クロロフィル及びカロテノイド含量を推定する優れたモデルを作成することができた。

表 1-5-1 分光反射特性および機械学習 (Cubist) を用いた場合の推定精度

	RPD	RMSE ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	決定係数
クロロフィル含量	5.32	2.95	0.96
カロテノイド含量	3.51	0.67	0.92

続いて、2022年の茶葉のサンプリングと同期して取得したUAV搭載型ハイパースペクトル画像センサ (DSI社製HSI) によって取得した分光反射計測を活用したクロロフィル及びカロテノイド含量の推定を試みた。なお、DSI社製HSI はColorCompass-LF同様に、安価なマイクロ分光器 (浜松ホトニクス社製C12880MA-10) をベースとしている。飛行高度は15 m、飛行速度は1 m/sで観測を実施することにより、25cmの地上分解能で340から850 nmにおける反射強度を取得することができた。UAVによって取得した反射強度を反射率に変換したのちに、PROSPECT-D+SAILモデルによる逆推定を適用することによって、茶園全体におけるクロロフィル及びカロテノイド含量のマップを作製した。

3回のUAV観測により得られた78点の地上観測地点 (5月10日は76点であるため、合計232点) における推定値と実測値の比較を実施した。クロロフィル及びカロテノイド含量をRMSE=4.83及び0.98 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の誤差 ($R^2=0.572$ 及び0.490) で推定することができた。また、RPDはクロロフィル、カロテノイド含量ともに1.4を超えており、利用可能性を確認することができた。

4) 成果活用における留意点

UAVデータによる推定結果を観測日ごとに評価した場合のRMSEは、クロロフィル含量に対して4.53から5.39 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、カロテノイド含量に対して0.94から1.03 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ と安定していたものの、実測値の標準偏差の違いに由来し、いずれの観測日に対してもRPDは1.4を下回った。

5) 今後の課題

リーフスケールでの評価を可能とするColorCompass-LFの類似機種はATシステムから購入可能であり、様々な環境で動作確認することが可能である。また、解析に使用したソフトはフリーの統計ソフト (R version 4.3.1) 及びCubistパッケージであり、利用するにあたって制限はない。

<引用文献>

実行課題番号	0106	実行課題研究期間	令和元～5年度
実行課題名	1－(6)被覆栽培下におけるチャ樹生理特性の変動解析と適正被覆技術の開発		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	農研機構果樹茶業研究部門（金谷）・茶品種育成・生産グループ・大井彩子、廣野祐平、廣野久子、石井貴也		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

3年間連続して一番茶、二番茶の被覆栽培を実施した茶園において、被覆処理が樹体へ及ぼす影響を明らかにする。

2) 研究方法

令和2～5年度の4年間連続して「やぶきた、さえみどり、おくみどり」の早晩性の異なる3品種において、ダイオラッセル85P（一番茶）、ワイドスクリーンBK1210（二番茶）を用いて被覆栽培を行った。令和4年度までは露地区と被覆開始時期を1～3葉期に設定し、令和5年度は露地区、3年間1葉期から被覆栽培を実施し令和5年度から露地栽培を行った試験区（被覆→露地区）、2葉期からダイオラッセル85Pで20日間遮光の試験区（被覆区）を設定し、摘芽調査、成分分析を行った。令和5年度はさらに調査後の茶樹において品種ごとに露地区、被覆区から1株選び取り、掘り取り調査を実施した。

3) 研究結果

令和2～4年度に実施した被覆開始葉期を変えた試験では、被覆開始期間が長くなるとアミノ酸、クロロフィル量に処理による差が見られなくなり、また品種による顕著な差もないことがわかった。秋整枝量については被覆開始時期が早くなるにつれて整枝量が減少する傾向が見られた。令和5年度に実施した茶樹の掘り取りでは、太根中のデンプン含量は被覆区でより少なくなる傾向であったが、太枝ではほぼ同程度か「やぶきた」では被覆区のデンプン含量は露地区を上回った。

4) 成果活用における留意点

本課題では、農研機構金谷茶業研究拠点内の茶園における調査であり、茶園の状態や気候条件によっては同様の結果が得られるとは限らない。また早晩性の異なる主要な3品種を利用したが、その他の品種への適用の可否は調査していない。

5) 今後の課題

今年度で連続被覆に供試した茶園は抜根しているため更なる被覆栽培は不可能であるが、本課題の成果を利用し茶樹の状態を調べることで被覆栽培が可能かどうかの判断指標の開発につなげる。

<引用文献>

実行課題番号	0201	実行課題研究期間	令和元～4年度
実行課題名	2－(1) 遮光栽培条件下で多発するカンザワハダニ抑制法の開発と直掛け被覆栽培下における病害虫管理体系の確立		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	静岡県農林技術研究所茶業研究センター・茶環境適応技術科・片井秀幸、内山 徹、吉田達也、鈴木幹彦、市原 実、村上源太、茶生産技術科・鈴木海平		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

被覆栽培下で多発が懸念される病害虫の合理的な管理体系の確立を目指す。特に遮光栽培において多発が懸念されるカンザワハダニについて、遮光栽培に伴う紫外線強度の低下等の環境要因の変化が生存や増殖等に及ぼす影響等を解明する。また、直掛け被覆が病害の発生程度に与える影響は不明であるため、中山間地域で問題となるもち病について、被覆栽培が発病に及ぼす影響を解明する。

2) 研究方法

被覆条件下で多発が懸念されるカンザワハダニについて、紫外線を照射し被覆資材を用いて紫外線強度を変化させることで生存や増殖に及ぼす影響を調査するとともに、被覆時の殺ダニ剤散布でカンザワハダニの密度を抑制できるか調査する。

被覆処理がもち病の発生に及ぼす影響を調査し、被覆前の銅水和剤散布がもち病の発生に及ぼす影響を調査する。

3) 研究結果

リーフディスク上にカンザワハダニ雌成虫を20個体接種し、上からUV-B光を照射した結果、3日後にはすべての個体が死亡または逃亡したが、ダイオラッセル85P（遮光率85%）を被覆すると3日後の生存率は90%を上回り、被覆により紫外線強度が低下することで生存個体数を減少させる効果が弱まる可能性が示唆された。また、当センター内圃場試験において、一番茶期の被覆処理により摘採面新葉に多発するカンザワハダニが、ミルベノック乳剤またはダニコングフロアブルを被覆処理直前に散布することで効果的に防除できることを明らかにした。もち病については増加する傾向にあったが、被覆前の萌芽前から萌芽期における銅剤散布によりもち病の発病を抑制できると考えられた。

4) 成果活用における留意点

カンザワハダニを対象とした被覆前の薬剤散布タイミングについては、各種薬剤の特性に留意する必要がある。

5) 今後の課題

カンザワハダニの防除については、被覆前に散布する各種殺ダニ剤の散布タイミングを明らかにする必要がある。また、被覆時に多発するカンザワハダニ・もち病の防除について、成果情報の公表や近隣のJAや生産者に向けセミナーを開き、技術指導を行う。

<引用文献>

実行課題番号	0202	実行課題研究期間	令和元～4年度
実行課題名	2－（2）被覆栽培下におけるチャノホソガ防除法の確立と効率的病害虫管理体系の構築		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	鹿児島県農業開発総合センター生産環境部・病理昆虫研究室・下津文宏、西岡一也、池之上祐紀、鹿子木聡、病虫害防除室・西菜穂子		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

被覆期間の長いてん茶栽培で多発化や被害の顕在化が懸念されるチャノホソガや炭疽病等の効率的な病害虫管理技術を構築する。

2) 研究方法

【研究1】チャノホソガの有効積算温度を活用した発育予測法の開発

室内飼育試験により求めたチャノホソガの発育ステージ別の発育零点および有効積算温度（以下、「発育パラメータ」）により第一、二世代の羽化最盛日を予測し、現地2地点における50%誘殺日（各世代の誘殺累計数の50%を越えた日）及び誘殺最盛日（各世代で連続5日間の誘殺数の合計が最多となった期間の中心日）と比較した（令和2～4年度）。

【研究2】長期被覆栽培の二番茶期における主要病害虫の効果的な防除法の検討

二番茶期の主要病害虫（炭疽病、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）に対して、長期被覆栽培下における発生動態調査（令和元～2年）に基づき有望な殺菌剤および殺虫剤の被覆前の混用散布による防除効果について各種調査を行い、効果的な散布時期や散布薬剤について検討した（令和2～4年）

3) 研究結果

【研究1】チャノホソガの有効積算温度を活用した発育予測法の開発

- ・発育パラメータを用いて予測対象地域の日平均気温実測値から求めた第一世代および第二世代の羽化予測日はフェロモントラップによる雄成虫の第一世代および第二世代の50%誘殺日や誘殺最盛日と概ね合致した（表 2-2-1）

【研究2】長期被覆栽培の二番茶期における主要病害虫の効果的な防除法の検討

- ・炭疽病には保護殺菌剤より保護・治療殺菌剤の防除効果が安定して高かった（表 2-2-2）。
- ・新芽加害性害虫（チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマ）は萌芽期から吸汁加害を始めることから、殺虫剤は萌芽～0.5葉期散布の効果が高かった（表 2-2-3）。
- ・散布時期は萌芽～0.5葉期が適切であると考えられた。

4) 成果活用における留意点

【研究1】チャノホソガの有効積算温度を活用した発育予測法の開発

- ・発育予測の起算日は、第一世代予測は一番茶萌芽期以降の越冬世代の誘殺最盛日、第二世代予測の場合は二番茶萌芽期以降の第一世代の誘殺最盛日とする。

【研究2】長期被覆栽培の二番茶期における主要病害虫の効果的な防除法の検討

- ・二番茶摘採後に更新予定の圃場、耐病性品種等では、炭疽病の防除は不要である。
- ・殺虫剤は対象害虫に抵抗性のない地域慣行殺虫剤を使用する。

5) 今後の課題

本課題で得られた成果については、令和5年度までにマニュアルとしてとりまとめ、ホームページ等での公開や、技術員を対象とした技術研修会等での情報提供を行う。

<引用文献>

表 2-2-1 第一、二世代の発育予測日とフェロモントラップにおける50%誘殺日・誘殺最盛日

調査場所	調査年	世代	発育パラメータ による予測	フェロモントラップによる実測 および予測との日差			
			羽化最盛日	50%誘殺日	日差	誘殺最盛日	日差
			①	②	①-②	③	①-③
南九州市 知覧町永里	2020 (R2)	第一世代	5月25日	5月25日	0	5月24日	+1
		第二世代	6月28日	6月29日	-1	7月3日	-5
	2021 (R3)	第一世代	5月16日	5月17日	-1	5月17日	-1
		第二世代	6月22日	6月20日	+2	6月20日	+2
	2022	第一世代	5月22日	5月22日	0	5月24日	+2
		第二世代	6月27日	6月29日	-2	6月25日	+2
南九州市 知覧町菊永	2021 (R3)	第一世代	5月9日	5月10日	-1	5月8日	+1
		第二世代	6月19日	6月19日	0	6月20日	-1
	2022	第一世代	5月11日	5月12日	-1	5月10日	+1
		第二世代	6月22日	6月21日	+1	6月17日	+5

注) 日平均気温は知覧町永里は鹿児島県農業開発総合センター茶業部による気象観測値、知覧町菊永はデータロガ (SK-320BT: (株) 佐藤計量器製作所製) による現地実測値を使用した。

表 2-2-2 作用の異なる殺菌剤の炭疽病に対する防除効果 (2020, 2021年 二番茶期)

供試薬剤	散布時期	2020年 (R2)				2021年 (R3)			
		6/23 (新芽)		7/8 (摘採残葉)		6/8 (新芽)		6/22 (摘採残葉)	
		散布日	被覆終了・摘採時 最終散布13日後	散布日	摘採15日後 最終散布28日後	散布日	被覆終了・摘採時 最終散布14日後	散布日	摘採14日後 最終散布28日後
			発病葉数 (枚/㎡) 防除価		発病葉数 (枚/㎡) 防除価		発病葉数 (枚/㎡) 防除価		発病葉数 (枚/㎡) 防除価
フロンサイドSC	萌芽〜0.5葉期	6/5	0.1 a 94.1	6/5	276.3 b 36.1	5/22	0.7 b 41.2	6/5	9.3 b 69.8
インダーフロアブル	萌芽〜0.5葉期	6/5	0.1 a 94.1	6/5	232.3 b 46.3	5/22	0.1 a 94.1	6/5	4.0 ab 87.1
インダーフロアブル	1.5葉期	6/10	0.0 a 97.1	6/10	62.0 a 85.7	5/25	0.0 a 97.1	6/10	1.9 a 93.7
無処理	—	—	1.6 b —	—	432.5 c —	—	1.3 c —	—	30.6 c —

注1) 数値は3反復の平均値、以下同じ

2) 希釈倍数はフロンサイドSC (2000倍)、インダーフロアブル (5000倍)

3) 被覆期間: 令和2年; 6月6日〜22日 (16日間)、令和3年5月25日〜6月8日 (14日間)、以下同じ

4) 防除価 = (1 - 処理区の発病葉数 / 無処理区の発病葉数) × 100、以下同じ

5) 異なる英小文字間は有意差あり (Tukey-Kramer 法、 $p < 0.05$)

表 2-2-3 殺虫剤の異なる散布時期による主要害虫への防除効果 (2020, 2021年 二番茶期)

供試薬剤	散布時期	散布日	調査日	被覆終了・摘採時					
				チャノミドリヒメヨコバエ		チャノキイロアザミマ		チャノホリガ	
				被害芽率 (%)	被害防止 率 (%)	被害芽率 (%)	被害防止 率 (%)	三角巻葉数 (枚/㎡)	防除率 (%)
ウララDF+ディアナSC 混用	萌芽〜0.5葉期	R2/6/5	R2/6/23	20.4 a	68.6	18.0 a	72.4	0.0	100.0
〃	1.5葉期	R2/6/10	R2/6/23	40.7 b	37.5	24.0 a	63.1	0.0	100.0
無処理	—	—	R2/6/23	65.1 c	—	41.8 b	—	0.3	—
ウララDF+ディアナSC 混用	0.5葉期	R3/5/22	R3/6/8	9.4 a	76.3	0.8 a	73.7	1.2 a	85.4
〃	1.5葉期	R3/5/25	R3/6/8	16.0 a	59.9	1.3 ab	55.6	0.5 a	93.8
無処理	—	—	R3/6/8	39.9 b	—	2.9 b	—	8.0 b	—

注1) 希釈倍数はウララDF (2000倍)、ディアナSC (5000倍)

2) 被害防止率 (%) = (1 - 処理区の被害芽率 / 無処理区の被害芽率) × 100、以下同じ

3) 防除率 (%) = (1 - 処理区の三角巻葉数 / 無処理区の三角巻葉数) × 100、以下同じ

4) 異なる英小文字間は有意差あり (被害芽率は arcsin 変換後、Tukey-Kramer 法、 $p < 0.05$)

実行課題番号	0203	実行課題研究期間	令和元～5年度
実行課題名	2－（3）輸出用てん茶栽培を想定したチャノホソガのスマート発生予察法の開発と微生物資材の利活用技術の開発		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	農研機構果樹茶業研究部門・茶業研究領域長・佐藤安志、農研機構植物防疫研究部門（金谷）・果樹茶生物的防除グループ・須藤正彬、羽野愛理		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

本小課題では、生産した茶の海外輸出も念頭に、被覆栽培下で多発化や顕在化が懸念されるチャノホソガやカンザワハダニ等のチャ病虫害を主対象に、AIやIoT技術等を活用した高度発生予察技術や微生物資材等の合理的な利用による防除法等を令和4年度までに開発し、令和5年度までにこれらの実用性を野外圃場等で検証する。

2) 研究方法

チャノホソガの齢期画像判定については、農研機構の金谷茶業研究拠点および枕崎研究拠点の試験圃場において4000枚程度の教師画像を撮影し、うち3512枚に写っていた卵および幼虫の存在部位をラベル付けしたMS COCO形式のデータセットを整備した。このデータセットを用いて、チャノホソガの卵、潜葉、葉縁巻葉、三角巻葉の4クラスそれぞれを画像からカウントする物体検出モデルを開発した。

茶葉上に生残するBT菌の新規定量法として、令和2年度までに定量PCR法を開発した。令和3～5年度の一番茶期、二番茶期に希釈平板法と定量PCR法を用いて、BT剤を散布した茶葉上に生残するBT菌の定量化を経時的に行った。令和3年～5年度の3年間のサンプルの希釈平板法の結果について一般化線形混合モデルを用いて解析して、被覆の有無がBT剤の減衰に影響を及ぼすかどうかを確認した。

3) 研究結果

チャノホソガの老齢幼虫、とりわけ三角巻葉に対してはテストデータセットについてmAP（平均適合率）＝0.6程度、葉縁巻葉で0.3程度のBBOX検出精度が達成され、三角巻葉がより若齢の幼虫に対して占める比率に基づいて防除適期が手遅れか否かを判断する手順が提示された。

令和3年度～5年度の3年間の圃場試験結果から、改めて被覆の有無が減衰に及ぼす影響やBT剤の予想減衰速度、BT菌の生残菌数から見た微生物資材の最適な散布時期の提示が可能になる見込みであったが、被覆がBTの減衰に影響を及ぼすことが判明した。しかし、少なくとも一番茶においては全荒茶サンプルで一般生菌数が基準値以下であったため、通常のBT剤散布（被覆前に散布）を行うことについては、一般生菌数への影響は考えなくとも良いと思われる。

4) 成果活用における留意点

開発した定量PCR法は、従来の希釈平板法に加えて茶園におけるBT菌の動態を研究するツールとして有効である。一方、もともと死菌由来のDNAが製剤に含まれる等の状況が考えられる場合、必ずしもBT菌の生存密度を反映しないことに注意が必要である。

5) 今後の課題

チャノホソガの卵および潜葉は、巻葉と同じ条件での撮影がそもそも困難であり、かつ物体検出の精度が著しく低いことが確認された。若齢での防除が必要な殺虫剤の防除適期判定については、生産者レベルでの画像診断技術の社会実装に適さないタスクであると結論される。この検出精度の下での齢構成比推定が実際に生じさせる統計学的誤差の大きさについて追加の基礎研究を行い、論文化を進める予定である。

本課題で開発されたBT菌の定量技術については、2024年以降直ちに論文による公知化を進め、試験機関が煩雑なライセンス契約なしで利用できる状態にする。なおBT剤のラベルには摘採1日前まで散布可能と記載されており、棚掛け等の栽培体系では摘採前1週間以内に被覆下で散布される可能性がある。この場合の残留リスクについては、当初より直掛け被覆を想定してきた本実行課題の目的外であり直ちに評価できないことに注意を要する。

<引用文献>

実行課題番号	0204	実行課題研究期間	令和元～5年度
実行課題名	2-（4）遮光条件がチャ樹体内成分の代謝・吸収に及ぼす影響の解明と地域や栽培特性に合わせた適正施肥基準の構築		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	静岡大学学術院農学領域・植物機能生理学研究室・一家崇志、山下寛人		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

被覆茶の需要拡大に伴い、被覆茶栽培の効率化や高度化が求められている。特に、被覆茶の品質に関わる葉色やアミノ酸含量を維持・向上するために、栽培環境に適した最適な肥培管理技術と炭素代謝を指標とした樹体の状態診断技術を構築する必要がある。本研究では、肥培管理項目として植物栄養学的観点から被覆茶の品質要素向上に重要な因子である窒素(N)とChlorophyll (Chl)の配位元素であるマグネシウム(Mg)栄養に着目し、被覆環境下でのこれら栄養応答性について解析する。また、これまでの知見より、茶樹の樹勢と呼ばれる状態診断には樹体内の炭水化物の状態(炭素の代謝)を見極めることが有効であることが明らかになりつつある。遅延蛍光は、光合成の電子伝達系の正常さを反映する指標の一つであり、炭素の代謝を間接的に評価する手法として有望である。そこで、遅延蛍光測定システムによる樹体診断技術法を確立し、期待される品質と生産性を併せ持つ栽培環境に適合した最適施肥基準を構築することを目指す。

2) 研究方法

水耕栽培した幼チャ樹「やぶきた」について、被覆茶の品質に関わる葉色やアミノ酸含量などの要素向上に重要な因子である窒素(N)栄養とクロロフィルの配位元素であるマグネシウム(Mg)に着目し、水耕栽培試験により被覆環境下におけるN並びにMg栄養処理に対する生理応答を評価する。また、被覆履歴の異なる「やぶきた」成木茶樹を対象に、遅延蛍光特性を計測し、品質と生産性を維持するための樹体診断の可能性を検証する。

3) 研究結果

被覆茶樹において、N施用量に依存して、新葉のChl含量が増加した(図 2-4-1)。被覆処理に伴うChl蓄積(濃緑化)は、N欠乏および低N処理区でその誘導性が高いことが示された(図 2-4-1)。以上の結果は、被覆栽培に伴うChl蓄積誘導は、被覆処理自身の影響が大きいが、N栄養状態が律速因子の一つであることを示唆した。Chl含量は、いずれの光環境においてもN欠乏処理により減少したが、Mg欠乏処理による影響は観察されず、両者の共欠乏処理における相加的な影響も観察されなかった(図 2-4-2)。また、いずれの光環境においても高N、高Mgおよび両者の共高処理によるChl含量の変動は観察されなかった(図 2-4-2)。つまり、被覆茶樹のChl含量において、栽培土壌環境のMg栄養状態やMg施用(苦土施用)の影響は小さいことが考えられた。

被覆履歴の異なるやぶきた茶園を対象に、夏季の成葉における遅延蛍光スペクトルを測定した結果、被覆期間が10年以上となる過剰被覆茶園において、被覆期間が3年以下の茶園とは異なる遅延蛍光スペクトルが示された。過剰被覆茶園では、遅延蛍光の減衰曲線が顕著に異なり、その積算値が顕著に増加した。この結果は、令和3-5年度の調査において、再現良く示

された。つまり、特定の時間の遅延蛍光量を評価することで、被覆ストレス状態を推定できる可能性が示された。

4) 成果活用における留意点

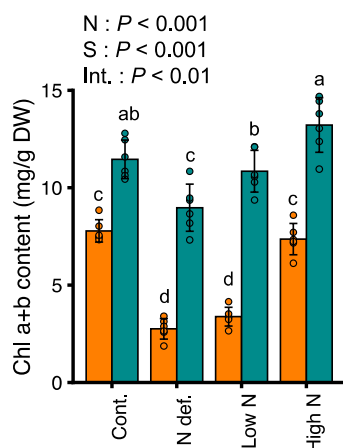


図 2-4-1 N栄養条件および被覆環境が新葉のChlorophyll含量に及ぼす影響

図中の値は、平均値±標準偏差を示す (n = 6). 2元配置分散分析の結果を図上に示す. N, nitrogen treatment; S, Shading treatment; Int, Interaction (交互作用). 異なるアルファベットは、有意差を示す (Tukey's test, $P < 0.05$).

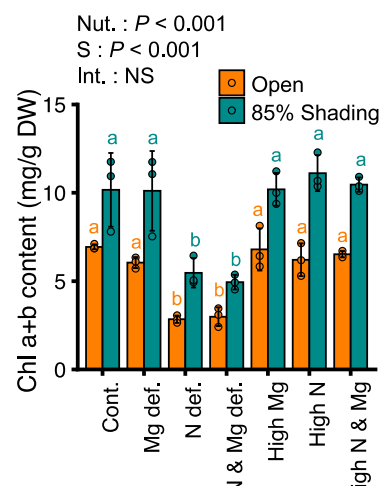


図 2-4-2 N, Mg栄養条件における被覆処理が新葉のChlorophyll含量に及ぼす影響

図中の値は、平均値±標準偏差を示す (n = 3). 2元配置分散分析の結果を図上に示す. Nut, nutrient treatments; S, Shading treatment; Int, Interaction (交互作用). 異なるアルファベットは、有意差を示す (Tukey's test, $P < 0.05$).

被覆茶樹の葉色や品質におけるN・Mg栄養に対する応答については、生育初期（幼茶樹）かつ水耕栽培を中心とした結果であり、成木茶樹に対する応答とは若干異なることが予想される。そのため、実際の施肥設計において本データを活用する場合は、樹体の状態や土壌条件といった複合的な要因に対する総合的な判断が必要である。また、遅延蛍光測定装置（微弱発光計数装置、C13796、浜松ホトニクス株式会社）を用いた樹体診断には、得られたパラメータの解釈に専門的な計算と解釈を必要とするため、普及の際はソフトウェア開発も含めたリソースの提供が必要である。

5) 今後の課題

本研究で明らかにした被覆茶樹の栄養応答性については、代表品種の「やぶきた」での実験結果に限られており、他品種における応答性の評価が今後の課題である。また、過剰被覆茶樹において遅延蛍光減衰曲線が顕著に変化することを再現よく観測できたが、その詳細な機構に対する生理的な解明には至っておらず、今後の究明が必要とされる。

<引用文献>

実行課題番号	0205	実行課題研究期間	令和元～5年度
実行課題名	2－（5）温暖地の多収型てん茶栽培を可能とする施肥管理体系の構築		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	鹿児島県農業開発総合センター生産環境部・土壌環境研究室・中川路光庸、上藺一郎、白尾吏、窪田瑛水、中川路晴香、川寄諒也		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

温暖地で見られる一番茶、二番茶、（秋冬番茶）の年間複数回の直掛け被覆栽培下での年間窒素収支を評価し、てん茶栽培の窒素吸収特性を明らかにする。さらに、年間複数回の被覆栽培による最適な施肥量、施肥配分ならびに樹勢の低下対策として想定される樹勢回復を狙った土壌管理技術について検証する。また、被覆条件下で増施することにより葉色の向上効果が報告されている苦土について、品質向上の面から最適な施用技術を検討する。これらの知見をもとに、多収型てん茶栽培のための土壌肥培管理技術体系を構築する。

2) 研究方法

【試験1】施肥量に関する試験

窒素収支はライシメータ供試品種に「やぶきた」を用い、令和元年から継続して施肥量を3水準（年間窒素量；50、80、100kg/10a）設け、一番茶、二番茶の年間複数回の直掛け被覆栽培下における養分吸収特性での収支について検討した。

施肥量 (kg/10a)	試験区	施肥配分 (kg/10a)								
		秋肥Ⅰ	秋肥Ⅱ	秋肥Ⅲ	春肥Ⅰ	春肥Ⅱ	芽出し	夏肥Ⅰ	夏肥Ⅱ	年計
N施用量	50k区	5.0	5.0	5.0	7.0	7.0	8.0	8.0	5.0	50.0
	80k区	8.0	8.0	8.0	11.2	11.2	12.8	12.8	8.0	80.0
	100k区	10.0	10.0	10.0	14.0	14.0	16.0	16.0	10.0	100.0
P ₂ O ₅ 施用量		各試験区								
K ₂ O施用量		共通								
		6.0	6.0		6.0	6.0				24.0
		6.0	6.0		6.0	6.0				24.0

注1) 窒素は硫酸，リン酸は過リン酸石灰，カリは塩化加里

【試験2】施肥配分に関する試験

多収型てん茶栽培における最適な施肥配分に応じた施肥管理技術について検討した。

施肥量 (kg/10a)	試験区	秋肥Ⅰ	秋肥Ⅱ	秋肥Ⅲ	春肥Ⅰ	春肥Ⅱ	芽出し	夏肥Ⅰ	夏肥Ⅱ	秋肥計	春肥計	夏肥計	年計
N施用量	春増	5	5		9	9	9	8	5	10 (20)	27 (54)	13 (26)	50
	秋増	5	5	5	7	7	8	8	5	15 (30)	22 (44)	13 (26)	50
	秋春増夏減	5	5	5	9	9	9	5	3	15 (30)	27 (54)	8 (16)	50
	対照	5	5		7	7	8	8	10	10 (20)	22 (44)	18 (36)	50
P ₂ O ₅ 施用量		各試験区											24
K ₂ O施用量		共通											24
		6	6		6	6				12	12		24
		6	6		6	6				12	12		24

注1) 窒素は硫酸，リン酸は過石，カリは塩化カリを供試した。

2) 各時期の施肥計で、芽出しは春肥に計上した。（ ）内は年間施肥窒素量に対する割合；％

【試験3】窒素吸収特性に関する試験

15N標識窒素（硫酸）を用いて、施肥時期別窒素吸収特性について調査した。

【試験4】苦土施用試験

硫酸苦土の春肥施用が収量、品質に及ぼす影響について検討した。

試験区	(kg/10a)										合計
	施肥時期	秋肥Ⅰ 8月上	苦土石灰 8月中	秋肥Ⅱ 9月上	秋肥Ⅲ 10月上	春肥Ⅰ 2月上	春肥Ⅱ 3月上	芽出し 3月下	夏肥Ⅰ 5月上	夏肥Ⅱ 6月中	
	N施用量	5.0		5.0	5.0	7.0	7.0	8.0	8.0	5.0	
	P ₂ O ₅ 施用量	6.0		6.0		6.0	6.0				
試験区	K ₂ O施用量	6.0		6.0		6.0	6.0				合計
	苦土石灰施用 CaO施用量		41.1								
	有		10.0					10.0	5.0		
	MgO施用量		10.0					20.0	10.0		
1区 硫酸苦土区	有		10.0					10.0	5.0		25.0
2区 硫酸苦土倍量区	有		10.0					20.0	10.0		40.0
3区 対照区	有		10.0					0.0	0.0		10.0
4区 硫酸苦土区	無							10.0	5.0		15.0
5区 硫酸苦土倍量区	無							20.0	10.0		30.0
6区 対照区	無							0.0	0.0		0.0

注) 1 窒素は硫酸安、リン酸は過石、カリは塩化カリを施用
 2 苦土石灰施用区は苦土石灰（アルカリ分55%、苦土10%）を現物で100kg/10a施用
 年間施肥量（N；50、P₂O₅；24、K₂O；24kg/10a）

3) 研究結果

【試験1】施肥量に関する試験

10a当たり年間施肥窒素量を慣行50kgに対し80kg、100kgに増肥にすることで、生葉収量および全窒素含量は増加した。また、一番茶及び二番茶の収穫に伴う窒素持出量の1.0～1.9kg増加に対し窒素溶脱量は8.5～14.0kg増加し、窒素溶脱量の増加が著しく、80kg区及び100kg区における地下浸透水の硝酸態窒素濃度は環境基準の10mg/Lを超過した。

【試験2】施肥配分に関する試験

施肥配分の違いによるてん茶の生葉収量および窒素持ち出し量は、夏肥を減肥し、秋肥または春肥に配分した施肥体系で、二番茶後に更新する直掛けてん茶栽培を3年間実施しても、生葉収量は対照区と同等以上で、また窒素含有率、遊離アミノ酸含量は対照区と同程度であった。

【試験3】窒素吸収特性に関する試験

前年摘採後の秋肥の施肥窒素、春肥、芽出し肥の寄与率の合計は、一番茶では秋春増夏減区の50.4%、二番茶では秋増区の56.2%で他の試験区より高く、施肥配分を変えることで寄与率が高まる傾向がみられた。

【試験4】苦土施用試験

生葉収量は、2年間ともに秋に苦土石灰施用、各茶期前に苦土施用すると多い傾向であったが、処理区間に有意差はみられなかった。また、てん茶加工後の粉末茶の品質は、2年間の一番茶、二番茶ともに官能審査評点、色相角度、近赤外分光光度による化学成分値のいずれにおいても、処理区間で差がみられなかった。

4) 成果活用における留意点

供試品種はライシメータ試験が「やぶきた」、施肥配分試験、標識窒素及び苦土施用試験が「おくみどり」で、供試土壌は各試験とも厚層多腐植質黒ボク土の試験結果である。

5) 今後の課題

得られた試験データを参考に、令和6年度に生産者及び技術員と農業開発総合センターで現地実証試験について検討し、令和7年度以降の現地実証データを収集する。

<引用文献>

実行課題番号	0206	実行課題研究期間	令和元～5年度
実行課題名	2－（6）中山間地域における持続的てん茶栽培を可能とする施肥管理体系の構築		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	静岡県農林技術研究所茶業研究センター・茶環境適応技術科・内山道春、左高あかね、小野嵩知、白鳥克哉		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

中山間地における持続的てん茶栽培を可能とする合理的施肥管理技術を開発する。マルチセンサを用いた茶園土壤中の肥料成分をモニタリングする手法を確立する。また、直接被覆のてん茶栽培一番茶における苦土肥料増肥による葉色改善効果を検証する。

2) 研究方法

【試験1】マルチセンサによる茶園土壤中養分モニタリング手法の確立

METER社製5TE型マルチセンサを当センター内圃場のうね間深度20cmに設置し、設置方法を検討する。また、METER社製5TEマルチセンサを島田市及び川根本町の現地茶園にも設置し、地温、水分、EC値を連続測定し、慣行栽培と有機栽培で比較し、肥効のタイミングについて評価する。

さらに、METER社製5TE型マルチセンサを室内試験において、マルチセンサのVWC（体積水分率）及びECの応答性を確認した上で、EC値をpF1.5相当に換算し、土壤中の硝酸態窒素量との相関を検討する。

【試験2】苦土肥料増肥による葉色改善効果の検証

当センター内「やぶきた」成木園において、3月初旬に硫酸マグネシウム48kg/10a (MgO12kg/10a) または水酸化マグネシウム20kg/10a (MgO12kg/10a) を施用し、1区9㎡、3反復で、苦土施用区（硫マグ区、水マグ区）と無施用区（慣行区）の一番茶新芽中のクロロフィル含量について比較する。また、苦土施用後3か月間の作土層のpH、EC及び交換性マグネシウム含量の推移を調査する。

3) 研究結果

【試験1】マルチセンサによる茶園土壤中養分モニタリング手法の確立

マルチセンサの埋設法及び測定法を確立した。センサの埋設は、土壌断面に約5cmのくぼみを作り、わずかに上向きでセンサを挿入し、くぼみを丁寧に埋め戻してから、全体を埋め戻すことで設置直後から安定した測定が可能となった。また、ケーブルはやや下方向に垂下させて埋め戻し、センサ部への水伝搬を防止する必要がある。

静岡県島田市及び川根本町の現地茶園3か所でマルチセンサによる地温、水分、EC値の連続測定を行った。現地茶園は標高180mから680mに分散しており、標高による地温差やEC値の推移の違いが明らかとなった。

室内試験においてマルチセンサEC値（Bulk EC）とVWC（体積水分率）、VWCと土壌水分、pFと土壌水分の相関は高いことを確認し、pF1.5に相当するBulk ECは土壤中の硝酸態窒素量と相関することを確認できた。このことから、マルチセンサEC値（Bulk EC）より土壤中

の硝酸態窒素量を推定することが可能となった。

室内試験と同じ土質の当センター内圃場において、Bulk ECより試算した硝酸態窒素量と土壌中の無機態窒素量で正の相関 ($R^2=0.622$) が確認され、無機態窒素量の推定が可能となった。

静岡県川根本町おろくぼ等の現地茶園においては、Bulk ECより試算した硝酸態窒素量とEC (1:5) 及び無機態窒素量との相関はやや低かったが、概ね推定することができた。

現地茶園では、一・二番茶生育期 (4～6月) にEC値が上昇していない茶園が確認されたことから、今後の肥培管理の改善に活用できると考えられた。

【試験2】 苦土肥料増肥による葉色改善効果の検証

苦土肥料の増肥により、2020年の一番茶では、新芽中のクロロフィル含量が慣行区よりも高い傾向が見られたが、その他の年度については統計的に有意な差はなかった。

4) 成果活用における留意点

METER社製5TE型マルチセンサのEC値 (Bulk EC) から土壌中の無機態窒素量を推定する手法を確立したが、換算式の精度を高めるためには、土質ごとに補正式を策定する必要がある。村田製作所製土壌センサのBulk ECについても、METER社製5TE型マルチセンサと同様にBulk ECからの試算値と土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ で相関が得られ、施肥管理ツールとして活用可能である。ただし、両者のBulk EC、VWC等の測定値は異なるため、換算式はセンサごとに策定する必要がある。

5) 今後の課題

土壌EC等の推移については、降雨量等の年次変動があるため、継続的にモニタリングを行い、施肥管理体制を改善していくことが重要である。今後、今回の成果をまとめた技術マニュアルの活用や成果情報の公表、講習会等での情報発信により技術の普及を図る。

<引用文献>

実行課題番号	0301	実行課題研究期間	令和4～5年度
実行課題名	3－（１）直掛け被覆栽培における高度被覆栽培体系の構築と実証		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	静岡県農林技術研究所茶業研究センター・茶生産技術科・鈴木利和、 古屋 聡、長谷川和也、鈴木海平、茶環境適応技術科・片井秀幸、市 原 実、村上源太、内山道春、小野嵩知、白鳥克哉		

Ⅱ. 実行課題ごとの研究目的等

１）研究目的

令和3年度までに開発した技術等を高度被覆栽培体系として構築し、静岡県農林技術研究所茶業研究センター内圃場や静岡県川根地区の現地茶園・KAWANE抹茶（株）（協力機関）等で実証する。なお、現地茶園での実証にあたっては、静岡県志太榛原農林事務所（協力機関）と連携する。検証結果はマニュアル等に反映させ、直掛け被覆栽培における高度被覆栽培体系の普及に資する。

２）研究方法

【試験１】カンザワハダニ及びもち病の効果的な防除方法

静岡県島田市川根町の現地茶園「やぶきた」において、一番茶期～二番茶期に被覆処理を行い、多発が懸念されるカンザワハダニ及びもち病の効果的な防除方法を殺ダニ剤・銅剤を用いて検証する。

【試験２】一番茶の摘芽窒素量等の向上

標高差による地温差を配慮した春肥の施用時期（早期施用区、慣行区）を検討する。また、総合防除体系に併せ、一番茶期及び二番茶期における有機液肥施用の効果を検討する。

【試験３】生育ステージ簡易推定

現地茶園での条件の異なる複数の茶園の株面画像を取得し、AIによる開葉数推定技術の精度検証と適切な撮影条件の設定を行う。

３）研究結果

【試験１】カンザワハダニ及びもち病の効果的な防除方法

被覆直前にミルベノック乳剤を散布することにより、カンザワハダニの密度を抑制できることが明らかになった。また、二番茶被覆前の萌芽前から萌芽期に銅水和剤を散布することにより、もち病を効果的に防除できた。

【試験２】一番茶の摘芽窒素量等の向上

春肥の早期施用区は一番茶の収量が多い傾向にあったが、摘芽窒素含有率には差は見られなかった。マルチセンサBulk EC値から試算した土壌中の硝酸態窒素濃度と土壌分析による硝酸態窒素濃度、硝酸態窒素・アンモニア態窒素合計値等と照合を行ったところ、同一の土壌である当センター内のほ場試験では試算値と硝酸態窒素・アンモニア態窒素合計値の間に相関が認められた。しかし、土質が異なる現地ほ場においては相関が認められなかった。また、各茶期前に有機液肥を施用することにより、収量及び窒素含有率が上回る

傾向が見みられ、品質の向上の可能性が示された。

【試験3】生育ステージ簡易推定

現地茶園での撮影画像からAIを用いて開葉数推定を行った結果、適用する生育ステージや実測値との差を考慮した上で使用することにより、現地での被覆や摘採時期の決定に活用できると考えられた。ただし、天候・日照、画角、機種等の撮影条件に留意する必要がある。

4) 成果活用における留意点

【試験1】カンザワハダニ及びもち病の効果的な防除方法

特になし。

【試験2】一番茶の摘芽窒素量等の向上

特になし。

【試験3】生育ステージ簡易推定

AIを用いた開葉数推定では、適用する生育ステージや実測値との差を考慮した上で、天候・日照、画角、機種等の撮影条件に留意する必要がある。

5) 今後の課題

【試験1】カンザワハダニ及びもち病の効果的な防除方法：カンザワハダニの防除については、被覆前に散布する各種殺ダニ剤の散布タイミングを明らかにする必要がある。

【試験2】一番茶の摘芽窒素量等の向上：有機液肥の施用条件については、引き続き検討が必要である。

【試験3】生育ステージ簡易推定：実用化には、クラウド使用料の負担が必要となる。生育ステージ推定アプリの現地普及のため、クラウド使用料の負担等について関係機関やメーカー等への説明、働きかけを行う。

得られた技術について、成果情報の公表や近隣のJAや生産者に向けセミナーを開き、技術指導を行う。

<引用文献>

実行課題番号	0302	実行課題研究期間	令和4～5年度
実行課題名	3－（2）棚掛け被覆栽培における高度被覆栽培体系の構築と実証		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	福岡県農林業総合試験場八女分場・茶・中山間地作物チーム・中園健太郎、平尾瞳、妹川知史、酒井明日香、池田浩暢		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

令和4年度の小課題1で作成した摘採適期判定モデルと二段（階）被覆技術を生産現場に実装可能な技術として、福岡県八女市黒木地区の現地実証圃・徳永慎太郎氏および八女美緑園製茶の圃場（協力機関）で実証する。なお、実証にあたっては、福岡県筑後農林事務所八女普及指導センター（協力機関）と連携する。検証結果はマニュアルに反映させると共に、特に一番茶てん茶の高品質化のための高度被覆栽培体系の普及に資する。

2) 研究方法

【試験1】棚掛け被覆栽培における最適被覆技術の実証

「やぶきた」を用いた。1葉期、2葉期から被覆を行い、20日後に摘採を行った。摘採は可搬型摘採機で行い、同日に採摘し、摘芽性状を調査した。摘採した生葉はてん茶炉で製茶し、茶商を招聘して官能評価を行った。

【試験2】二段階被覆技術の実証

「やぶきた」を用いた。2葉期に遮光率60～70%の低遮光資材を被覆直掛けし5日後に遮光率80～85%の高遮光資材を重ね掛けする区、および2葉期に高遮光資材を直掛けし10日後に低遮光資材を重ね掛けする区、現地慣行のアルミ蒸着資材一重掛けの区を、各区とも反復なしで180㎡程度設け、被覆開始から約20日後に摘採・てん茶炉による乾燥を行った。摘芽性状や荒茶の品質について調査し、現地慣行区と比較した。

3) 研究結果

【試験1】棚掛け被覆栽培における最適被覆技術の実証

1葉期、2葉期から約20日間被覆を行った場合、摘芽第3葉の葉厚は200μm以下、生葉の色相角度は約122°であった。令和4年度の官能評価の結果、1葉期区が2葉期区よりも評価が低いものの、ともに高評価であった。この時の荒茶中の全窒素は1葉期区は6.1%、2葉期区は5.8%であった。令和5年度の官能評価の結果、1葉期区、2葉期区は同等で高評価であった。この時の荒茶中の全窒素は1葉期区は6.9%、2葉期区は6.6%であり、令和3年度とは異なる傾向を示した。これらの結果より、1葉期、2葉期から約20日間被覆した場合、てん茶の品質はともに優れると考えられる。

【試験2】二段階被覆技術の実証

2つの二段階被覆の区は、アルミ蒸着資材一重掛けの現地慣行区と比べ、生葉収量の違いは小さく、てん茶の全窒素、遊離アミノ酸含有率は高くカフェイン含有率は低い傾向であった。2つの二段階被覆区のうち、官能評価の外観、から色、総合点が安定して優れ、

粉末の色相角度も大きい傾向を示した、低遮光資材の被覆 5 日後に高遮光資材を重ね掛けする方法は、高品質な一番茶直掛けてん茶の安定生産に寄与するものと判断された。

4) 成果活用における留意点

【試験 1】棚掛け被覆栽培における最適被覆技術の実証

1 葉期、2 葉期から被覆を行った結果、年度により傾向が異なったため、追加検証が必要である。また、本試験は標高500mの山間部にある茶園において行われたもので、地理的条件の異なる場所では結果が異なる可能性がある。

【試験 2】二段階被覆技術の実証

低遮光資材（遮光率60～70%、黒色PEカラミ織）と高遮光資材（遮光率80～85%、黒色PEカラミ織）を組み合わせた結果である。また技術の利用には被覆の追加や撤去に要する労働力の確保が必要である。

5) 今後の課題

棚掛け被覆栽培の判定指標や被覆適期期間、また直掛け被覆の二段階被覆技術について、てん茶の生産者や関係機関へのマニュアルを用いた研修を令和6年から開催し、産地への速やかな技術普及を図る。

<引用文献>

実行課題番号	0303	実行課題研究期間	令和4～5年度
実行課題名	3－（3）温暖地大規模多収茶園における高度被覆栽培体系の構築と実証		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	鹿児島県農業開発総合センター茶業部・生産環境部・伊地知仁、内村浩二、脇野早織、古川宗志郎、中村憲知、中川路光庸、下津文宏		

Ⅱ. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

令和3年度までに開発した技術等を温暖地大規模多収茶園における高度被覆栽培体系として構築し、鹿児島県農業開発総合センター茶業部内圃場や鹿児島県南九州市知覧町の菊永茶生産組合（協力機関）等の現地実証圃等で実証する。なお、現地実証圃での実証にあたっては、鹿児島県南薩地域振興局農政普及課（協力機関）と連携する。検証結果をマニュアルに反映させ、温暖地大規模多収茶園の直掛け被覆栽培における高度被覆栽培体系の普及に資する。

2) 研究方法

- ・被覆試験では、現地実証圃として「やぶきた」「おくみどり」を供試し、2葉期20日間被覆または3葉期15日間の被覆を行い、生葉収量、新芽生育と各種成分分析を調査した（令和4年）。また、「やぶきた」85%、「おくみどり」70%遮光資材を2葉期から被覆を開始し、積算温度300日度と現地判断の積算温度で収量、各種成分を比較した（令和5年）。
- ・病害虫管理技術では、二番茶において小課題2で選定された薬剤および散布時期に基づき、現地実証茶園において被覆前散布による防除効果を検証した。実証茶園における殺菌剤は、炭疽病に対して保護・治療効果を持つ殺菌剤のスコア顆粒水和剤（ジフェノコナゾール10.0%）、チャノホソガ対策として殺虫剤のディアナSC（スピネトラム11.7%）、チャノミドリヒメヨコバイ（以下、ヨコバイ）、チャノキイロアザミウマ（以下、アザミウマ）対策として令和4年はウララDF（フロニカミド10.0%）、令和5年はコルト顆粒水和剤（ピリフルキナゾン20.0%）を供試した。供試薬剤は小課題2で散布適期とした二番茶萌芽～0.5葉期に混用散布して、調査は被覆終了後に各主要病害虫の発生状況（炭疽病は発病葉数、チャノホソガは三角巻葉数、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマは被害芽率）を計数し、防除価、防除率、被害防止率を算出した。
- ・施肥技術では、現地実証圃として「おくみどり」を供試し、令和3年8月の秋肥の石灰窒素資材と土壌反転処理の効果について検討した。

3) 研究結果

- ・2葉期被覆開始と3葉期被覆開始では生葉収量、化学成分については大きな差は見られなかったが、官能審査においては2葉期の方が優れるとの評価を得た。
- ・「やぶきた」では積算温度が307日度は19日被覆となり、現地判断は347日度・21日被覆と2日間の差となった。収量は現地判断がやや多くなったが、307日度で繊維含量は少なく、生葉のクロロフィル量は多かった。「おくみどり」では303日度は18日、現地判断

は376日度・22日被覆となった。収量と化学成分、官能審査の傾向は同様であった。

- ・実証茶園における炭疽病の発病葉数は令和4、5年ともに少なく、永里地区に設置した無防除茶園の発病葉数と比較すると防除価90台の高い防除効果を示しており、慣行防除園と比較して同等の効果が得られた。
- ・令和4年のウララDFとディアナSCの組合せによる防除は各主要害虫に対し、慣行防除園と同等の高い防除効果が得られたが、令和5年のコルト顆粒水和剤とディアナSCとの組合せでは、ヨコバイおよびアザミウマに対し、一定の防除効果は示すものの、ウララDFを散布した慣行防除園と比較すると防除効果はやや劣る結果となった。
- ・施肥技術の実証において、生葉収量及び摘芽中の窒素含有率は土壌反転処理1年目、2年目ともに農家慣行と同等であった。
- ・土壌化学性は、令和3年8月の実証前と比較して可給態リン酸及び石灰含量に差がみられたものの、生葉収量及び窒素含有率に差が無いことから、生育に及ぼす影響は少ないと考えられた。
- ・実証開始から2年間土壌pH(H2O)と無機態窒素含量を測定したところ、秋肥(令和3年8月)の石灰窒素資材の施用の影響による土壌pH(H2O)の上昇がみられたが、その後は実証区と同程度で、無機態窒素含量も同程度で推移した。

4) 成果活用における留意点

- ・2葉期被覆開始のため、確実な葉期判定を行うことが必要である。
- ・ウララDFの主成分フロニカミドは残留しやすく、輸出茶等では使用を控える圃場や産地もあるが、代替剤のコルト顆粒水和剤は、ウララDFと比較し、効果はやや劣るものの一定の防除効果は得られると推察される。ただし、ヨコバイおよびアザミウマの発生が多い場合は、ウララDFの使用が望ましい。
- ・施肥技術の実証で実施したうね間の土壌反転処理は、連年処理では根量減少による減収が予想されることから、行わない。

5) 今後の課題

本課題で得られた成果については、令和5年度までにとりまとめ、ホームページ等での公開や、技術員を対象とした技術研修会等での情報提供を行い、県内産地における実装を図る。

<引用文献>

実行課題番号	0304	実行課題研究期間	令和 4～5 年度
実行課題名	3－(4) 高品質茶生産のための高度被覆栽培管理体系のマニュアル化		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	農研機構果樹茶業研究部門・廣野祐平、大井彩子、廣野久子、石井貴也、佐藤安志、植物防疫研究部門・須藤正彬、羽野愛理		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

令和3年度までに参画各機関が開発・確立・構築した技術等を取りまとめ、各茶産地に適応した高度被覆管理体系の構築やマニュアル化に必要な課題等を検討する。必要に応じて課題講成の見直しや新たな参画機関等の検討も行う。参画3公設試は、令和4年度から、公設試圃場（いずれも現地実証圃として認定）だけでなく、それぞれの普及・指導担当機関（いずれも協力機関）と協力の下、各現地圃場（協力機関）で、それぞれ構築した高度被覆栽培体系を実証する。令和5年度を目処に検証結果をマニュアルにとりまとめ、全国の茶産地に適用可能な高度被覆栽培体系を構築する。

2) 研究方法

令和4年度に各実施課題の進捗状況を踏まえて、技術導入支援マニュアルの構成原案を作成した。その後、令和5年度に、主要な成果について「技術の概要」や「技術を導入する上での留意点」等についてまとめた。

3) 研究結果

冒頭で、被覆茶の高品質化へ向けての課題について整理した。次章において、最も重要なポイントである被覆開始と摘採のタイミングが各種成分、形態に及ぼす影響や開葉数の簡易測定技術についてまとめた。その後の章で、より高品質な被覆茶栽培のために、一番茶の段階的な被覆処理の効果や二番茶期の葉焼けによる品質劣化を防ぐ技術、被覆栽培において問題になる病虫害対策、高品質化へ寄与する土壌管理技術および現地実証試験の結果を紹介した。なお、まだ現地に導入するには至らないものの、今後有望な技術等についてはコラムとして紹介した。

4) 成果活用における留意点

特になし。

5) 今後の課題

技術導入支援マニュアルについては、まずは府県の普及担当者など配布範囲を限定し、必要に応じて内容の修正を行いながら、段階的に配布範囲を広げる。また、配布と合わせて、コンソーシアムのメンバーが各種研究会などでプロジェクト成果の発表を行い、各産地への成果の普及を進める。

<引用文献>

実行課題番号	0305	実行課題研究期間	令和元～5年度
実行課題名	3－（5）高品質茶生産のための高度被覆栽培管理体系の実証と普及		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	山口大学教育学部・生物学研究室・柴田勝		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

被覆栽培下におけるチャの新芽の収量と品質を予測し、目標とする品質に合わせた摘採日を予測する技術を開発する。福岡県の試験圃場を研究対象に、被覆による収量および収量減少量を予測するモデルを開発する。その後、他地域への適用可能性や妥当性を評価し、全国で利用できるモデルに改良する。

2) 研究方法

非破壊的な収量予測を行うために、チャノキの生長関数、形態的な特徴から樹木としての生長ポテンシャルを関数化し、次いで、茶栽培を関数化し、組み合わせることで基本的予測モデルの作成を行った。モデルのパラメータ設定のために、福岡県八女の試験場内で収量の異なる茶園から採取した枝の形態的な特徴および複数年にわたり樹冠および収量の調査を行った。次いで被覆栽培での収量調および静岡、鹿児島での調査を行うことで、年次間差や地域間差についても検討を行った。

3) 研究結果

露地および特定の遮光資材における栽培での収量予測は誤差をある程度含むが、達観による茶園の判断に比べてより客観的な数値判断が可能と考えられる。現在、モデルに組み込んでいる栽培管理として、年間施肥量・摘採高さ・出開き度であり、被覆栽培の場合では、上記に加えて遮光資材（遮光率）・遮光開始葉期に対応している。

2019～2023年度での予測と実際の収量を比較したところ、モデルで示すことができる収量要素以外の要素は見られたが、次間差は小さく抑えられていた。さらに、地域による影響を調べるために、鹿児島、静岡での測定を行ったところ、福岡県と同程度の精度で予測が可能であった。被覆栽培では、被覆開始時期と被覆資材が収量に大きく影響を与える事が知られていることから、これらの因子を含めた予測式の作成を行った。その結果、誤差を小さく抑えて予測ができることができた。

これらのことから、露地および被覆時の収量予測を行うことができるモデルおよびパラメータ設定が可能となった。

4) 成果活用における留意点

本成果は、予測の基本モデル作成、精緻化、実装に必要な精度向を行うことで、露地や被覆栽培での茶の収量を非破壊的に予測できることを示した。しかし、予測に必要な樹冠の計測には、煩雑であることから、大規模茶園への展開は、現状難しい。また、品種として「やぶきた」のみにしか対応しておらず、他の品種については予測値が分散する可能性がある。

5) 今後の課題

- ・収量予測可能な茶樹の品種として「やぶきた」のみであることから、より汎用的に利用するには予測可能な品種の幅を広げる必要がある。このために、さえみどりなどの他の品種について検討を行う。
- ・秋の樹冠の計測が手動のため、広大な茶園の予測を行う事は難しい。社会実装には、自動で収量を予測するシステム開発へ移行が課題であるが、すでに一部のデータセットを学習させたシステムがあり、様々な検証後に利用可能な状態にする。

<引用文献>

実行課題番号	0306	実行課題研究期間	令和元年～5年度
実行課題名	3-(6) 被覆栽培の高度化を支援するIoTシステムの構築と実証		
実行課題 代表研究機関・ 研究室・研究者名	株式会社システムフォレスト・松永圭史、井上孔伸、北村翔太		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

全国の生産者が違う環境であっても利用可能となるようなプロトタイプのIoTシステム構築を目的として、参画機関の複数の試験地を対象に、遠隔・分散している圃場茶園の環境・生育データ（気温、相対湿度、土壌水分・地温、新芽の長さ等）を収集、可視化するシステムを構築する。更に、収集したデータを参画機関が開発した栽培管理モデル等と連携することで生産者の意思決定を支援できるようにする。

2) 研究方法

試験研究開発に必要な環境情報や生育情報等を抽出するとともに、これら諸データを自動で取得・収集・蓄積・可視化するモデル（プロトタイプ）システムの課題の洗い出しを行う。プロトタイプベースモデルを構築して、試験地3箇所に設置し諸データ収集・可視化を行う。

3) 研究結果

令和2年3月までに図 3-6-1に示す様に、福岡（八女）と鹿児島（知覧）および静岡（菊川）の現地圃場に機器の設置およびデータ取得を開始している。令和4年度までに機器の一部の機器の不具合など発生しているものの、図 3-6-2に示すように収集したデータに関してはダッシュボードにて逐次状況を確認することが可能となっている。



図 3-6-1 現地設置状況



図 3-6-2 ダッシュボード

4) 成果活用における留意点

屋外での設置であるため、雨や紫外線などの耐候性に留意した機器選定が必要となる。ベースとなるゲートウェイに接続できる機器であればクラウドにデータを上げることが可能な柔軟なシステム構成であるため、環境に応じた機器選定を行うことができる。

5) 今後の課題

現在、「農業DXサービスみえるFarm」を農畜産業対象に提供・運用中である。今回の課題で開発・検証を行ったシステムを基に、各種センサや通信機、ユーザーインターフェース等、顧客のニーズに合わせた最適なIoTシステムを提供する。

<引用文献>

Ⅲ. 研究成果一覧

19191026_研究成果_20231222.xlsx ファイル 参照

Ⅳ. 研究成果概要

研究成果概要ファイル 参照

Ⅲ 研究成果一覧【公表可】

個別課題番号

19191026

課題名 高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立

成果等の集計数

課題 番号	学術論文		学会等発表(口頭 またはポスター)		出版 図書	国内特許権等		国際特許権等		PCT	報道件 数	普及しう る成果	発表会の主催 (シンポジウム・ セミナー等)	アウト リーチ活 動
	和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得	出願				
19191026	2	6	31	0	0	1	0	0	0	0	0	4	1	1

(1)学術論文

区分:①原著論文、②その他論文

整理番 号	区分	タイトル	著者	機関名	掲載誌	掲載論文のDOI	発行 年	発行 月	巻 (号)	掲載 ページ
1	①	Non-destructive detection of tea leaf chlorophyll content using hyperspectral reflectance and machine learning algorithms	Rei Sonobe, Yuhei Hirono, Ayako Oi	静岡大学, 農研機構果茶研	Plants	10.3390/plants9030368	2020	3	9(3)	368
2	①	Quantifying chlorophyll-a and b content in tea leaves using hyperspectral reflectance and deep learning	Rei Sonobe, Yuhei Hirono, Ayako Oi	静岡大学, 農研機構果茶研	Remote Sensing Letters	10.1080/2150704X.2020.1795294	2020	7	11(10)	933-942
3	①	Dissection of hyperspectral reflectance to estimate nitrogen and chlorophyll contents in tea leaves based on machine learning algorithms.	Yamashita H, Sonobe R, Hirono Y, Morita A, Ikka T	Shizuoka Univ. NARO	Scientific Reports	10.1038/s41598-020-73745-2.	2020	10	10(1)	17360
4	①	マイクロ分光器ハイパースペクトルデータを用いた茶葉のクロロフィル含量非破壊評価	蘭部礼, 廣野祐平, 関晴之	静岡大学, 農研機構果茶研	写真測量とリモートセンシング	未登録(2023年付与)	2022	3	61(1)	4-13
5	①	二番茶における高品質でん茶栽培のためのアルミ蒸着資材の直掛け被覆方法	小熊光輝, 井上梨絵	福岡県農林業総合試験場八女分場	福岡県農林業総合試験場研究報告	—	2022	3	8	33-40
6	①	Potential of spectroscopic analyses for non-destructive estimation of tea quality-related metabolites in fresh new leaves	Yamashita H, Sonobe R, Hirono Y, Morita A, Ikka T	Shizuoka Univ. NARO	Scientific Reports	10.1038/s41598-021-83847-0	2021	2	11	4169

7	①	Applying Variable Selection Methods and Preprocessing Techniques to Hyperspectral Reflectance Data to Estimate Tea Cultivar Chlorophyll Content	Rei Sonobe, Yuhei Hirono	静岡大学, 農研機構果茶研	Remote Sensing	10.3390/rs15010019	2022	12	15(1)	19
8	①	Carotenoid Content Estimation in Tea Leaves Using Noisy Reflectance Data	Rei Sonobe, Yuhei Hirono	静岡大学, 農研機構果茶研	Remote Sensing	10.3390/rs15174303	2023	8	15(17)	4303

(2) 学会等発表(口頭またはポスター)

整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	チャの被覆栽培におけるカンザワハダニ多発要因の検討	吉田達也, 内山徹	静岡県農林技術研究所茶業研究センター	第24回農林害虫防除研究会沖縄大会	2019	7
2	チャの被覆栽培におけるカンザワハダニの発生について	吉田達也	静岡県農林技術研究所茶業研究センター	令和元年度静岡県害虫研究会	2020	1
3	なぜチャの被覆栽培でカンザワハダニが多発するのか	吉田達也, 内山徹	静岡県農林技術研究所茶業研究センター	第64回日本応用動物昆虫学会大会	2020	3
4	「収量および品質の同時予測は可能なのか?—数理モデルからの解析—研究」	柴田 勝, 坂井祐輔, 吉岡哲也	山口大学, 福岡県農林総合試験場	2019年度日本茶業学会研究発表会	2019	11
5	放射伝達モデルに基づく被覆茶のクロロフィル含量評価	藺部 礼, 廣野祐平, 大井 彩子	静岡大学, 農研機構果茶研	日本農業気象学会2020年全国大会	2020	3
6	被覆茶樹の栄養応答と遅延発光との関係	山下寛人, 福田佑介, 三原春美, 森田明雄, 一家崇志	静岡大学	令和元年度農業・工業原材料生産と光技術研究会	2019	10
7	被覆茶樹の窒素およびマグネシウム栄養に対する応答	山下寛人, 福田佑介, 三原春美, 森田明雄, 一家崇志	静岡大学	2019年度日本茶業学会研究発表会	2019	11
8	窒素とマグネシウム処理が被覆茶樹の代謝に及ぼす影響	山下寛人, 福田佑介, 三原春美, 森田明雄, 一家崇志	静岡大学	2019年度中部土壤肥料学会	2019	11
9	分光反射指数を用いた被覆茶のカロテノイド含量推定	藺部 礼, 廣野祐平, 大井 彩子	静岡大学, 農研機構果茶研	日本写真測量学会令和2年度年次学術講演会	2020	5
10	機械学習を用いた茶葉の窒素とクロロフィル濃度を推定するハイパースペクトルデータの解剖	山下寛人, 藺部礼, 廣野祐平, 森田明雄, 一家崇志	静岡大学	2020年度土壤肥料学会	2020	9
11	窒素栄養と被覆栽培に伴う茶葉の代謝成分とトランスクリプトームの変動	山下寛人, 廣野祐平, 永野惇, 森田明雄, 一家崇志	静岡大学	2020年度中部土壤肥料学会	2020	11
12	連続体除去を用いた分光反射特性による被覆茶のクロロフィル含量推定	藺部 礼, 廣野祐平, 大井 彩子	静岡大学, 農研機構果茶研	日本写真測量学会令和2年度秋季学術講演会	2020	11
13	チャにおける被覆栽培と銅水和剤散布が炭疽病ともち病の発生に及ぼす影響	市原 実・鈴木幹彦	静岡県農林技術研究所茶業研究センター	日本植物病理学会	2021	3
14	チャ直掛けてん茶向け被覆資材の特性評価	小熊光輝	福岡県農林業総合試験場八女分場	日本茶業学会	2021	11
15	直掛け被覆点茶てん茶栽培での被覆開始時期および被覆期間が新芽生育に及ぼす影響	脇野早織	鹿児島県農業開発総合センター茶業部	日本茶業学会	2021	11
16	マイクロ分光器を活用した茶葉のクロロフィル含量評価	藺部 礼, 関 晴之, 白井 達也, 土屋 祐太, 松澤 武志, 廣野祐平	静岡大学・農研機構	日本写真測量学会 令和3年度秋季学術講演会	2021	10

17	直掛け被覆てん茶栽培における最適被覆条件の検討	脇野早織	鹿児島県農業開発総合センター茶業部	日本茶業学会	2022	11
18	直掛け被覆点茶てん茶栽培における摘採適期指標の検討	小熊光輝	福岡県農林業総合試験場八女分場	日本茶業学会	2022	11
19	棚掛け被覆方法がてん茶の品質に及ぼす影響	平尾瞳	福岡県農林業総合試験場八女分場	日本茶業学会	2022	11
20	茶樹の遅延蛍光計測による過剰被覆ストレスの評価と樹勢診断技術への適用性	小池圭太郎, 廣野祐平, 勝又政和, 山下寛人, 一家崇志	静岡大学・農研機構・浜松ホトニクス	日本茶業学会	2022	11
21	水耕法による被覆茶樹の窒素およびマグネシウムに対する応答性	山下寛人, 若狭琴乃, 森田明雄, 一家崇志	静岡大学	日本茶業学会	2022	11
22	ハイパースペクトルセンサを使用した茶園の品質評価	土屋 祐太, 藺部 礼, 廣野 祐平, 関 晴之, 杉山 絵里香, 吉	静岡大学, 農研機構果茶研	日本写真測量学会 令和4年度秋季学術講演会	2022	11
23	遅延蛍光を用いた過剰被覆ストレス茶樹の樹勢診断技術の評価	小池圭太郎, 廣野祐平, 勝又政和, 山下寛人, 一家崇志	静岡大学・農研機構・浜松ホトニクス	日本植物生理学会	2023	3
24	直掛け被覆てん茶栽培における被覆後積算温度と新芽特性の関係	古川宗志郎, 脇野早織, 伊地知仁, 野邊勝郎, 朽木琢磨	鹿児島県農業開発総合センター茶業部	日本茶業学会	2023	11
25	反応速度論的解析法による被覆栽培下新芽中クロロフィル含量の推定	内村浩二, 脇野早織, 赤川博文, 古川宗志郎, 伊地知仁	鹿児島県農業開発総合センター茶業部	日本茶業学会	2023	11
26	スペクトロミクスによる茶葉品質成分の非破壊形質評価技術の開発	一家崇志, 山下寛人, 藺部礼	静岡大学	第39回近赤外フォーラム	2023	11
27	Non-destructive detection of carotenoid content in tea leaves using a compact spectrometer	Rei Sonobe, Yuta Tsuchiya, Haruyuki Seki, Yuhei Hirono	静岡大学, 農研機構果茶研	2023 Asian Conference on Remote Sensing (ACRS 2023)	2023	11
28	ハイパースペクトルデータによる茶葉のクロロフィル含量推定のための波長選択	藺部 礼, 山下 寛人, 一家 崇志, 齊藤 佑介, 川木 純平	静岡大学, 静岡県農林技術研究所茶業研究センター	日本写真測量学会令和5年度秋季学術講演会	2023	11
29	棚掛け被覆による高品質てん茶栽培管理体系の実証	酒井明日香, 平尾瞳, 小熊光輝, 妹川知史, 南家進吾, 池田浩暢	福岡農林試八女分場, 福岡農林試	日本茶業学会	2023	11
30	直掛け碾茶高品質化のための二段階被覆方法の開発	中園健太郎, 小熊光輝, 平尾瞳, 酒井明日香, 末次雄哉, 池田浩暢	福岡農林試八女分場, 福岡農林試, 八女普及指導センター	日本茶業学会	2023	11
31	物体検出モデルによる茶園のチャノホソガ幼虫の齢構成推定	須藤正彬	農研機構	日本応用動物昆虫学会大会	2024	3

(3) 出版図書

区分: ①出版著書、②雑誌(学術論文に記載したものを除く、重複記載をしない。)、③年報、④広報誌、⑤その他

整理番号	区分	著書名(タイトル)	著者名	機関名	出版社	発行年	発行月
1		該当なし					

(4)国内特許権等

区分:①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

整理番号	区分	特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	機関名	出願番号	出願年月日	取得年月日
1	②	茶樹情報推定方法及び茶樹情報推定プログラム	廣野祐平、藺部礼	農研機構、静岡大学	農研機構、静岡大学	特願2022-126556	2022/8/8	

(5)国際特許権等

区分:①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

整理番号	区分	特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	機関名	出願番号	出願年月日	取得年月日	出願国
1		該当なし							

(6)報道等

区分:①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映、④その他

整理番号	区分	記事等の名称	機関名	掲載紙・放送社名等	掲載年月日	備考
1		該当なし				

(7)普及に移しうる成果

区分:①普及に移されたもの・製品化して普及できるもの、②普及のめどがたったもの、製品化して普及のめどがたったもの、③主要成果として外部評価を受けたもの(複数選択可)。

整理番号	区分	成果の名称	機関名	普及(製品化)年月		主な利用場面	普及状況
1	①	チャノホソガのフェロモントラップと有効積算温度を活用した発生予測法	鹿児島農総生産環境部病昆研	2022	3	長期被覆栽培における二番茶期のチャノホソガ第1, 2世代の発生時期予測に防除時期の目安として利用	県HPや茶業技術研修会等において県内技術員に対し情報提供を実施。
2	①	直掛け被覆てん茶栽培における「やぶきた」一番茶に適した被覆条件	鹿児島農総茶業部	2023	3	直掛け被覆てん茶栽培における「やぶきた」一番茶の被覆条件として利用	県HPや茶業技術研修会等において県内技術員に対し情報提供を実施。
3	②	てん茶栽培の二番茶期における主要病害虫の効果的な防除法	鹿児島農総生産環境部病昆研	2023	3	長期被覆栽培における二番茶期の主要病害虫に対する効果的防除技術として利用	県HPや茶業技術研修会等において県内技術員に対し情報提供を実施。
4	③	直掛けてん茶栽培における年間施肥窒素量及び施肥窒素の配分	鹿児島県農業開発総合センター	2024	3	県内の技術指導員に対する情報提供	令和6年2月に情報提供予定

(8)発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)の状況

整理番号	発表会の名称	機関名	開催場所	年月日	参加者数	備考
1	令和5年度 農研機構果樹茶業研究会シンポジウム「日本茶の輸出拡大に貢献する試験研究開発の現状と展望」	農研機構/「茶被覆適期プロ」コンソ	グランデはがくれ(佐賀市)	2023/11/22	120	「茶被覆適期プロ」コンソーシアム共催

(9)アウトリーチ活動の状況

区分:①一般市民向けのシンポジウム・講演会及び公開講座・サイエンスカフェ等、②展示会及びフェアへの出展・大学及び研究所等の一般公開への参画、③その他(子供向け出前授業等)

整理番号	区分	アウトリーチ活動	機関名	開催場所	年月日	参加者数	主な参加者	備考
1	①	令和元年度IPM技術指導者養成研修第2回研修会茶輸出に関する病害虫防除	20	静岡県農林技術研究所茶業研究センター	2019/11/25	50	農薬メーカー、卸商、JA等	