

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型研究プロジェクトのうち高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立	担当開発官等名	農産局果樹・茶グループ
		連携する行政部局	
研究期間	R元年～R5年（5年間）	総事業費（億円）	0.8億円（見込）
研究開発の段階	基礎		
	応用		
	開発		

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

国内外の抹茶（※1）需要の拡大から、原料となるてん茶（※2）の生産拡大が求められているが、熟練した生産者数が限られることから、生産量の増加が進んでいない。そこで、てん茶生産に必要な被覆作業の判定指標の解明と簡易測定技術や高度被覆技術、被覆栽培（※3）に適合した肥培・病害虫管理技術等の開発を通じ、熟練者の経験に頼らない被覆管理体系の構築を目指す。さらに、構築したこれらの技術体系化を異なる地域で実証するとともに、システム化・マニュアル化し、てん茶生産量の増大を目指す。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

- 令和4年度までに、被覆栽培における被覆適期の判定指標等を解明し、令和5年度までに熟練者判断の代替となる簡易測定技術を開発する。また、これらも活用し、高品質なてん茶栽培を可能とする高度被覆技術を令和4年度までに開発する。
- 令和5年度までに、被覆栽培で多発が懸念される病害虫の合理的な管理技術や持続的てん茶栽培を可能とする適正な施肥管理技術を確立し、地域や被覆条件の違いにも対応した被覆栽培管理体系を構築する。
- 令和5年度までに、開発した高度被覆技術や肥培・病害虫管理技術を環境条件や被覆条件等が異なる3地域以上の実証地に合わせてそれぞれ体系化・実証し、システム化・マニュアル化を図る。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R7年）

- 適期被覆技術体系の確立により、てん茶生産量を10%程度増加させる。
- 開発技術・体系の普及等により、「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（312億円）の達成に約14%寄与する。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

近年、国内外で抹茶需要が拡大しており、原料となるてん茶の生産拡大を図る農業者の増加が今後も見込まれている。てん茶の生産拡大のためには、被覆作業の高度化や被覆栽培に適した合理的で適切な栽培・生産管理技術の導入等が不可欠であるが、多くの茶産地ではてん茶栽培に精通した熟練者がほとんどいないか極めて限られている。このため、点在している茶園ごとの被覆適期の判断等が追いつかないこと、被覆下での病害虫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等がボトルネックとなり、てん茶等の生産量が増加しないのが実情であり、こうした課題解決のための技術開発が望まれている。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

・被覆作業の判定指標の解明等については、摘採適期の判断指標を確立し、撮影画像と人工知能を活用して生育ステージを推定し被覆適期判定に活用するシステム及びデジタル端末等で取得した画像を解析するシステムを開発しており、各実証地での精度検証とともに生産現場での実用性評価を進めている。また、葉焼け症状を軽減する被覆資材の利用法や直掛け二段（階）被覆栽培技術等、高品質で

ん茶の栽培に寄与する技術も開発した。さらに、光センシング技術等を用いた茶樹のストレス診断手法や茶樹の生理・生態特性の解明等の基盤的技術開発の開発、これらを下支えする科学的知見の蓄積等も進んでおり、概ね計画通りの進捗である。研究目標の達成可能性は高い。

・被覆栽培に適合した肥培・病害虫管理の高度化等については、被覆栽培下で多発化や顕在化が懸念されるカンザワハダニやチャノホソガを主対象に、AIやIoT技術等を活用した高度発生予察技術やBT生菌剤（※4）の合理的使用方法を含めた防除法等を開発している。更に、令和3年度までに現地実証を見据えた土壌・肥培管理技術の試験や「チャノホソガと炭疽病」、「カンザワハダニともち病」等の各産地で問題となる病害虫の被覆前防除の効果試験等が開始され、それぞれ令和4年度から現地実証試験を行う等している。概ね計画通り進捗しており、研究目標の達成可能性は高い。

・高度被覆栽培管理体系の実証と普及等については、遠隔地に配置した各圃場から試験研究開発に必要な環境情報や生育情報等を自動で取得・収集・蓄積するシステムを導入・稼働させ、これらの活用により被覆栽培下におけるチャの生育や収量を予測するシステム等を開発した。また、これまでに開発した被覆作業の判定手法、被覆栽培における病害虫管理、肥培管理、被覆作業技術等の栽培管理技術の体系化や複数地域での体系実証試験等も進めている。また、これらのマニュアル化等も進めており、研究目標の達成の可能性は非常に高い。

**3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性と
その実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性**

ランク： A

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

茶は「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」において輸出重点品目に位置づけられており、2025年の輸出目標は312億円である。中でもてん茶から作られる抹茶は、茶の主な輸出先国となっている米国を中心に人気が高く、特に輸出拡大が期待されている茶種である。

2019年の輸出額のうち抹茶を含む粉末状茶が占める割合は61%、2019年の粉末状茶の輸出単価は4,043円/kg、これらのデータが維持されると仮定すると、輸出目標312億円のうち粉末状茶の占める額は190億円、この目標を達成するために必要な輸出量は4,707tと推計される。2019年の粉末状茶の輸出量は2,200tであるため、今後追加的に必要な輸出量は2,507t。なお、2019年と比較し、直近(2021年)ではプロジェクト参画県(静岡県、福岡県、鹿児島県)のてん茶生産量は約9%増加している。本課題で確立される適期被覆技術体系を今後参画県において更なる開発技術と普及促進を進めるとともに他県への横展開を図ること等により、てん茶生産量(2019年：3,464t)は10%程度(346t)の増加が見込まれる。海外で抹茶のニーズが高いことを踏まえ、この生産の増加分を全て輸出に仕向けると仮定すると、輸出目標の達成に約14%寄与することが期待される。

② アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

研究コンソーシアムには、茶生産上位2県である静岡県、鹿児島県、GI「八女伝統白玉露」産地を有する福岡県と複数の主要茶産地の農業者、普及指導機関、公設試、および民間、大学、研究独法が参画しており、生産現場における研究成果の事業化・普及・実用化や産地施策への波及効果を想定した構成となっている。

また、これまでに「知」の集積と活用場「未来茶業」研究開発プラットフォームシンポジウムや日本茶業学会研究発表会、日本気象学会、土壌肥料学会、日本写真測量学会学術講演会、農業・工業原材料生産と光技術研究会などにおいて、開発する技術の広報や関連研究の成果紹介等を実施している。令和5年度11月には「高度被覆栽培技術と日本茶輸出の拡大」（仮）シンポジウム（茶被覆適期プロジェクト研究成果発表会）を開催予定であり、技術の受け手となる各セクター向けの情報提供にも積極的に取り組んでいる。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本プロジェクトで取得した農研機構圃場での茶園画像データやチャ新芽等のデータから、茶の新芽の生育量および収量を予測することを可能とする知見が得られたため、これらについて知財化を進めており、現時点で特許出願済みである。また、本研究課題で開発する「高品質茶生産のための高度被覆栽培管理体系」及びその関連技術の開発研究は、てん茶園だけでなく煎茶園も含めた日本各地の茶園の管理体系の高度化やスマート化への技術的貢献やスマート化を目指した実証系試験研究（農水省のスマート農業実証プロジェクト等）への波及効果等は非常に高いと考える。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

① 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

被覆適期判定システム等開発した試作システムは、試験研究の経過とともに数多くの問題点が洗い出されたが、フィードバックした情報や対応により、最適な被覆適期を見出す改良が速やかに行われた。AI解析開葉数（※5）推定システムにおいては、期間途中でシステムが使用できなくなる可能性や実用を想定した利用システムの欠落等の問題が惹起されたが、当該システムを利用したアプリのプロトタイプ開発を外部委託することとなり、最終目標への影響はない。全体的に柔軟性の高い対応により、研究期間全体を見通した的確な修正が行われており、研究計画の妥当性は高い。

② 研究推進体制の妥当性

外部有識者や農産局・技術会議事務局担当者を参集した運営委員会を実施し、推進会議では研究プロジェクトの進捗状況を管理しつつ、研究実施計画の見直し等を行っている。また、関連課題や分野ごとにWeb会議等を適宜開催し、研究推進方向の確認や情報共有、情報交換に努めるなど、適切な推進体制としている。

③ 研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

コンソメンバーのうち、研究圃場を持たない機関の研究課題については、研究圃場を持つ近隣機関の課題との連携を深める課題構成となっている（静岡大学：農研機構果茶研（金谷）、山口大学：福岡農林試八女、（株）システムフォレスト：鹿児島農開セ・福岡農林試八女・静岡茶研など）。また、本課題では、小課題1および2で開発された高度被覆技術や肥培・病虫害管理技術等を、令和4年以降に体系化するとともに、静岡県、福岡県、鹿児島県の異なる3地域で現地実証する等、開発技術の迅速な現場実装に向けた課題構成上の工夫がなされており、研究目標を確実に達成するための課題構成は妥当である。

④ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

静岡県、福岡県、鹿児島県の被覆栽培試験で採取した試料の一部を静岡大学・農研機構果茶研（金谷）に集積し、同一手法での成分分析・比較が行える体制を整え、担当機関に分析経費を重点配分する等の工夫をした。これは、精度管理が求められる分析成分の相互比較や地域間比較のために有効な手段となっている。また、静岡県、福岡県、鹿児島県の担当課題は、4年目以後は主に現地実証課題に重点化し、3年目までに開発した技術とその体系化技術を小課題3において現地実証するため、これら課題に重点配分する等した。

以上のように、研究の進捗状況等を踏まえた予算配分を行っており、予算配分の妥当性は高い。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・国内外での抹茶需要の拡大に対応した栽培・生産管理技術の開発に関する研究課題であり、その成果は研究開始と同様の意義を有する。
- ・概ね研究計画通り進捗しており、十分目的を達成できると評価される。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・最終年度に向け、技術の受け手への情報提供の強化を期待したい。
- ・多くのお茶の生産者がしっかりと実装して成果を享受できるような取組を期待したい。
- ・研究のフォーカスではないが、土の中で何が起きているのかという土壌中のメカニズムの解明をしっかりと今後進めた上で、科学的な裏付けされた技術の確立を目指していただきたい。
- ・研究成果は多く得られているが、普及に移しうる成果、繋がるような取組を期待したい。

[研究課題名] 農林水産研究推進事業のうち「高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立」

用語	用語の意味	※ 番号
抹茶	てん茶を臼等で挽き微粉にしたもの。茶の湯に用いるが、最近では国内外で、菓子や飲食物の原料としての需要が高まっている。	1
てん茶	被覆したチャの新芽を用い、蒸熱して揉まずに乾燥し、茎や葉脈などを除いた茶。抹茶の原料となる。	2
被覆栽培	高級茶を生産する等の目的で、茶園を寒冷紗等の資材で被覆する栽培方法。直接被覆と棚かけ被覆、トンネル被覆がある。光を遮ることで、露地で栽培される煎茶にはない、鮮緑色と独特の芳香やまろやかな旨味や甘味のある茶になる。	3
BT剤	天敵微生物を利用した生物農薬の一種。 <i>Bacillus thuringiensis</i> 菌の産生する結晶性タンパク質、孢子等を製剤化した殺虫剤。散布されたBT生菌が生残するとの理由から、被覆栽培下での使用を制限する産地もあるが、生産物への生残実態は不明。	4
開葉数	新芽の展開葉の枚数。展開葉は中央脈が全部見えた葉とされる。新芽の無作為抽出または一定面積を調査し、平均で表す。	5

⑫ 高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立【継続】

- てん茶生産拡大のためには被覆作業の効率化や適切な栽培・生産管理技術の導入が必要だが、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、被覆下での防除や肥培管理等に関する知見の不足、被覆作業の労働力不足がボトルネックとなっている。
- そこで、**茶園の被覆適期の判定指標を明らかにするとともに、当該判定指標を簡易で迅速に測定できる技術を開発**する。併せて、**地域**の特性に合わせた被覆茶園での防除や肥培管理方法の確立及び被覆作業の効率化を図る。
- これらの技術により、被覆栽培体系の高度化・効率化が図られ、高品質なてん茶等の生産が拡大される。

生産現場の課題

- ・熟練者による茶園毎の被覆適期判断が追いつかない。（被覆作業の非効率化）
- ・異なる地域における被覆茶園での防除・肥培管理への対応が困難。
- ・てん茶生産の拡大には、被覆栽培体系の高度化が必要。

<イメージ>



長期の被覆は樹体に負担大

熟練者は開葉状態と今後の生育見込みから被覆適期を判定

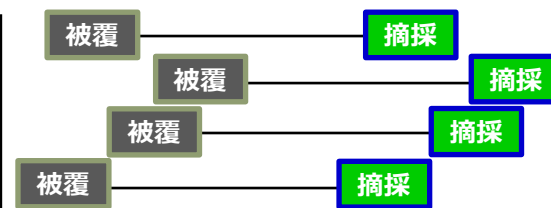
生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・被覆適期の判定指標を明らかにし、当該判定指標を簡素かつ迅速に測定できる技術を確立する。
- ・異なる地域での被覆栽培における栽培管理技術や、被覆作業等の技術の高度化を図る。

<イメージ>



茶園A
茶園B
茶園C
茶園D



被覆・摘採スケジュールの最適管理

社会実装の進め方と期待される効果

- ・既存のてん茶生産者への試験導入により効果を確認し、産地に波及させる。
- ・地域別の被覆栽培マニュアルの普及により、てん茶の生産拡大が加速化される。
- ・てん茶と同様に被覆栽培を行う玉露の生産にも応用が可能。

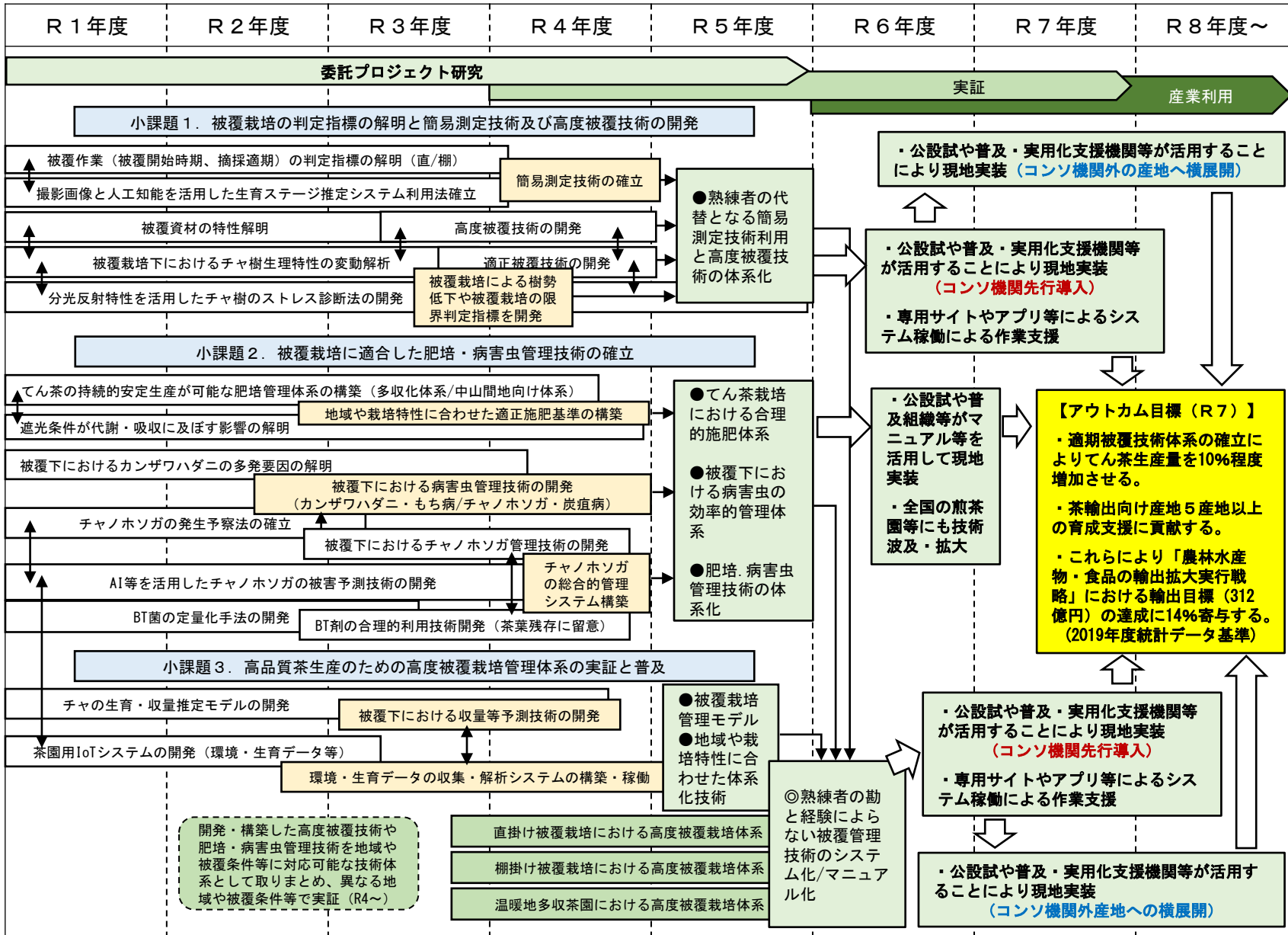
てん茶等の生産量を1割拡大



【お問い合わせ先】
農産局果樹・茶グループ (03-6744-2194)

【ロードマップ（終了時評価段階）】

高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立



アウトカム【R12年度】

- ・拡大する輸出向け抹茶・粉末市場：500億円/1.2万トン生産体制を下支え
- ・全国茶園の20%を輸出向け茶生産園地に転換
- ・日本茶輸出拡大による茶産地振興に貢献

【参考】「輸出拡大戦略」における日本茶の輸出目標

2025年	・輸出額；312億円
	・輸出量；1万トン（輸出額からの推計値）
2030年（令和12年）※	・輸出額；750億円
	・輸出量；2.5万トン ※全体額からの推計値
* 2021年の抹茶・粉末茶の輸出（ ）は比率	
	・輸出額；133億円（65%）
	・輸出量；3024トン（49%）

【アウトカム目標（R7）】

- ・適期被覆技術体系の確立によりてん茶生産量を10%程度増加させる。
- ・茶輸出向け産地5産地以上の育成支援に貢献する。
- ・これらにより「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」における輸出目標（312億円）の達成に14%寄与する。（2019年度統計データ基準）

「高品質茶生産拡大のための適期被覆技術体系の確立」

研究概要

国内外で拡大する抹茶需要に応えるため、てん茶生産に必要な被覆作業の判定指標の解明と簡易測定技術、高度被覆技術、被覆栽培に適合した肥培・病害虫管理技術等を開発し、熟練者に頼らない被覆栽培体系を構築する。さらに、構築したこれら管理体系を異なる地域で実証するとともに、システム化・マニュアル化し、てん茶生産量の10%以上の増大を図る。

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

【開発目標】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。

『2.0葉期を目安に被覆開始』

- 被覆開始適期；2.0葉期を確定
- 品質重視の場合は1.0葉期から被覆
- 品質と収量にはトレードオフあり
- 被覆開始適期のAI診断システム利用

『AIによる適期判定システム開発』

- AIによる新芽開葉数の自動判定
- 摘採面画像の開葉数/葉期推定
- システム利用の専用アプリも開発
- 熟練者判断の代替となる簡易技術

『被覆期間の目安は20日間』

- 摘採適期判断の指標；クロロフィル量、SPAD/葉厚などを特定
- 収量と品質にはトレードオフあり
- 被覆後の積算温度も指標となる

『二段階被覆で品質向上』

- 「低遮光5日後/(重ね掛け)高遮光」で、葉色・品質の向上効果
- 収量や摘芽性状への影響はない
- 外観、から色など官能評価票点も向上

『葉焼けを抑制する被覆資材』

- 「青+シルバー資材」「アルミ蒸着資材」は同等の葉焼け防止効果あり
- 前資材の価格は後資材価格の2/3
- 高価なアルミ蒸着資材の代替資材

『分光反射特性の利用』(将来技術)

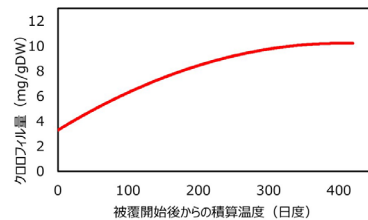
- ドローンによる分光反射特性の測定・解析技術を確立(特許出願中)
- クロロフィル含量のマッピング等に活用
- 茶園生産性・品質情報の非破壊測定

一番茶における被覆条件が収量・品質に及ぼす影響

試験区	摘採取量 (kg/10a)	生葉葉厚 (mm)	てん茶品質				
			全窒素	繊維	L'	C'	h'
1葉期21日	571	195	6.7	18.0	50.1	29.3	96.3
1葉期25日	801	207	6.5	20.9	47.9	29.6	96.9
2葉期20日	872	211	6.5	23.2	45.8	29.2	97.8
2葉期25日	1143	206	5.9	24.7	45.1	29.1	96.7
3葉期20日	1188	226	5.7	24.7	46.2	29.7	96.8
3葉期25日	1697	228	5.4	25.8	45.7	30.3	94.4



AIによる新芽開葉数の自動診断



被覆後の積算温度とクロロフィル量の推移



棚掛け被覆茶園

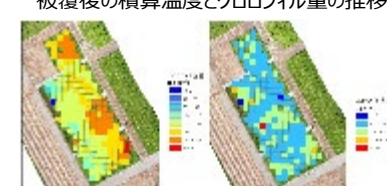


アルミ蒸着資材代替資材の探索



ドローンによる分光反射特性の測定

解析・推定法開発



場内のクロロフィル・カロテノイド含量分布(逆推定)

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

【開発目標】被覆栽培で多発や顕在化が問題となるチャ病害虫の効率的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。

『被覆栽培下における茶病害虫の効率的管理体系』

- 被覆前の殺菌剤・殺虫剤混用が有効
- 散布時期は、萌芽～0.5葉期が適当
- 有効薬剤を組合せ、効果確認・実証

『チャノソガの発生予察法を確立』

- チャノソガ各態の発育パラメータ推定
- 第1、第2世代での実用性を検証
- 防除適期や要否、薬剤選択等に活用
- 過去の予察データからも実用性を確認

『有機・被覆栽培下の病害虫防除』

- 被覆栽培では、カンザワハダニが多発
- 中山間地域では、もち病が多発
- JAS有機認証資材の防除効果確認
- 有機・被覆栽培における被害の低減化

『土壌反転処理の有効性確認』

- 土壌反転処理は樹勢回復に効果あり
- 窒素吸収特性、施肥配分の試験中
- 施用量、施肥時期に関する試験継続
- 多収てん茶用施用量、施肥時期提案

『苦土施用に葉色改善効果なし』

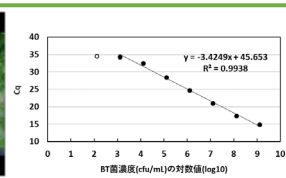
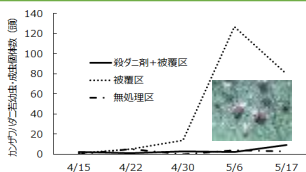
- 圃場でマグネシウムを増施しても、クロロフィル含量増や葉色改善の効果なし
- 水耕栽培もマグネシウム増施効果なし
- 期待されるクロロフィル増等の効果なし

『遅延蛍光スペクトル利用』(将来技術)

- 過剰被覆茶園の遅延蛍光スペクトルデータ取得、パターン解析中
- 生産性に関わる生理学的データと突合
- 被覆履歴診断への有効性を検証

チャノホソガの発育パラメータ

	発育零点 (°C)	有効積算温度 (日度)
卵期	9.5	43.8
幼虫期	6.3	200.0
蛹期	8.6	196.1
産卵〜羽化	8.2	485.0



乗用型土壌反転機と土壌反転処理

被覆・殺ダニ剤とカンザワハダニの発生

チャノホソガ齢期画像診断モデルの診断

定量PCR法によるBT菌の検量線

土壌反転処理区が収量・品質に与える影響 (1年目)

試験区	生葉収量(kg/10a)		T-N (%)	
	一番茶	二番茶	一番茶	二番茶
試験区	—	—	—	—
実証区	1,165	859	2,024	5.73 5.10
慣行区	1,188	814	2,002	5.54 5.04

マグネシウム施肥の葉色等改善効果

試験区	収量 (kg/10a)	全窒素含有率(%)	クロロフィル含量 (mg/100g乾物)		
			a	b	a+b
硫マグ区	570	5.2	586	276	861
水マグ区	690	5.0	565	267	832
慣行区	628	5.2	557	247	804

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

【開発目標】開発諸技術を体系化し、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。分散・遠隔地茶園対策も実施。

『各茶産地で被覆栽培体系の実証』

- ▶ 小課題 1、2 の開発課題等を各産地のニーズに合わせて体系化
- ▶ 産地ニーズ毎の被覆栽培体系を実証
 - ・静岡県川根地区；中山間地・有機栽培・直掛け被覆
 - ・福岡県八女地区；棚掛け被覆
 - ・鹿児島県南薩地区；温暖地・大規模多収茶園・直掛け被覆
- ▶ 実・検証による課題抽出と対策検討
- ▶ 高度被覆栽培管理体系マニュアル化
 - マニュアル等を使って他産地へ横展開

『茶園用IoTシステムの構築』

- ▶ 遠隔・分散地の茶園環境・生育情報の自動収集・蓄積システムを構築
- ▶ データはダッシュボードで確認、利用可
 - 生産者の意思決定支援システムに活用



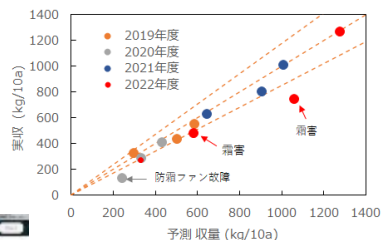
環境・生育情報自動収集装置



新芽生育自動撮影画像

『生育・収量予測モデル』(将来技術)

- ▶ 露地向けの頑健な生育・収量予測モデル式を確立 被覆茶園では要補正
- ▶ 霜害があると予想は外れる
 - 被覆向けの補正でより頑健な予測式に



秋剪枝後の一番茶の収量予測モデル



多様な生産現場のニーズに対応した被覆栽培の体系化



Webブラウザで観測データを確認できるダッシュボード

社会実装に向けた今後の方針

- ・公設試や普及組織等がマニュアル等を活用して現地実装加速 (コンソ産地・先行導入)
- ・専用サイトやアプリ等のシステム稼働による作業支援
- ・成果報告会・研修会等を実施 コンソ外機関・産地での試験導入支援 (横展開)

アウトカム目標 (令和7年)

- ・適期被覆技術体系の確立等により、てん茶生産量を10%程度増加
- ・茶輸出向け産地 5産地以上の育成支援に貢献
 - 「輸出拡大実行戦略」における茶の輸出目標 (312億円) の達成に約14%寄与 (2019年度統計データ基準)

茶の輸出目標

バックキャスト

アウトカム目標 (令和12年)

- ・拡大する輸出向け抹茶・粉末市場 (500億円/1.2万 t) の生産体制を下支え
- ・全国茶園の20%を輸出向け茶生産園地転換に貢献

“「輸出拡大実行戦略」における茶の輸出目標 (750億円/2.5万 t) の達成に貢献”

「輸出拡大戦略」における日本茶の輸出目標

- 2025年 (令和7年)
 - ・輸出額；312億円
 - ・輸出量；1万 t (輸出額からの推計値)
- 2030年 (令和12年) ※
 - ・輸出額；750億円
 - ・輸出量；2.5万 t
 - ※全体額からの推計値

横展開