

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18580256

研究課題名（和文） 高性能ベルトコンベア型炒り葉機の開発に関する研究

研究課題名（英文） Study of the Development of the Conveyer Type Tea Patcher

研究代表者

槐島 芳徳（GEJIMA YOSHINORI）

宮崎大学・農学部・准教授

研究者番号：10253828

研究成果の概要：

本研究では、高品質な釜炒り茶を生産する機械を開発するために、①ベルトコンベア型炒り葉機の開発、②生葉ふるいの導入効果、③多チャンネル型葉色計測用システムの構築および④品質評価ソフトウェアの性能向上について検討した。①では殺青に関する設計要素、②では大小に分類された茶葉の乾燥状態に差があること、③では4チャンネルの葉色計測システムを導入したもののフィードバック制御には至らなかったことおよび④では茶の品種、エビ、ムレ、コゲ等の判別が可能と考えられる指標を見出すことができた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,200,000	0	2,200,000
2007年度	800,000	240,000	1,040,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	390,000	3,890,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業環境工学

キーワード：生物生産機械、釜炒り茶、炒り葉機、品質評価、画像処理

## 1. 研究開始当初の背景

釜炒り茶は、宮崎県を始めとする九州の山間地において古来の製法に準じた量産機械体系で生産されているお茶である。このお茶は、生産量が少ないために製茶機械の技術的更新が見られないこと、および機械操作に熟練した経験を要するため、安定した品質で大量での生産が難しいことから消費が減退し生産量が減少している。しかし、昨今のペットボトル茶のブームの中で釜炒り茶は、ペットボトル茶にした際の風味の劣化が少ないことが注目され、新たな需要を生み出すお茶

とされている。

そこで本研究では、高品質な釜炒り茶を量産化する新たな機械化体系を確立するため、品質変動の原因となった“炒り葉機”の加工精度を改善する高性能「ベルトコンベア型炒り葉機」の開発に関する基礎研究を行う。

## 2. 研究の目的

本研究では次の2課題で研究を進める。

- ・ベルトコンベア型炒り葉機の開発
- ・炒り葉評価システムの開発

(1)ベルトコンベア型炒り葉機の開発

本課題はハードウェアの開発研究である。研究内容は、①メッシュベルト上を茶葉がムラなく炒られるベルトコンベア型炒り葉機の試作および②炒りムラを解消する生葉ふるいの導入効果の検証である。

①で試作するベルトコンベア型炒り葉機は、一般の炒り葉機で行う葉温め、殺青および葉打ちの3工程のうち、葉温め工程を省いた殺青と葉打ち工程をセラミックプレートヒータ（遠赤外線を使用）とシーズヒータ（近赤外線を使用）を用いて行うものである。さらに、本機による殺青不足（詳細は研究成果で後述）を解消するためにベルトコンベア型殺青機と回分式殺青機を試作して各機の性能試験を行い、ベルトコンベア型炒り葉機に必要な設計要素を取得する。生葉ふるいの検証②は、釜炒り茶で問題とされる炒りムラが、茶葉と円筒釜とが接触する際に小さい葉が高温、大きな葉が低温で加熱され炒られることで生じるものと考えられる。そこで、大小に分類した茶葉を別々に加工する加工方法の効果を検証し、ベルトコンベア型炒り葉機における生葉ふるい機構の導入の必要性を検討する。

## (2) 炒り葉評価システム

本課題は、③多チャンネル型葉色計測システムの構築と④品質評価ソフトウェアの性能向上に関する研究である。これまでの研究で、釜炒り茶の葉色を画像処理によって定量化した評価指標と乾燥に伴って変動する茶葉水分との間に相関関係があることがわかっている。そこで、これらの評価指標を前述のコンベア型炒り葉機や従来の炒り葉機に用いて良質な炒り葉状態に制御する多チャンネル型葉色計測システム③を構築する。一方④では、③の制御ソフトウェアにおける品質評価の精度を向上するために、生葉における品種判別および品質の劣る殺青状態を表すエビヤムレ等についても判別方法の確立を検討する。

## 3. 研究の方法

①～④に関する研究方法を以下に述べる。

### (1) ベルトコンベア型炒り葉機の開発

ベルトコンベア型炒り葉機の試作①では、市販の耐水性ネットコンベア（マルヤス機械㈱製、FNF-1-09-300-150-U-180、ステンレス製メッシュベルト幅300mm、長さ1800mmを装着）の前半に殺青を担う遠赤外線ヒータおよび後半に葉打ちを担う近赤外線ヒータをそれぞれ配置した1号機を試作した。本機はヒータ上面を覆うステンレス製カバー（排蒸用ファン装着）によって茶葉から生じる蒸気密度を調整する予定であったが、蒸気の低密度が原因の殺青不足が見られた。蒸気密度を高くするために、セラミックプレートヒータ（ノリタケカンパニーリミテッド製、



図1 試作したベルトコンベア型殺青機（左）と回分式殺青機（右）

PLR-320、最大出力2kW）を上下に各2枚の計4枚を配置して、殺青のみに特化したベルトコンベア型殺青機2号機を図1左のように試作した。さらに、殺青に関する基礎資料を得るため、上下の位置にセラミックプレートヒータ（前記）が配置された密閉空間（ブローヤによる排蒸機能有）へ手前から網箱に入れた茶葉を供給する回分式殺青機を図1右のように製作した。これらの炒り葉機を使用した性能試験を実施した。

一方、②生葉ふるいの導入効果については、図2左のようにふるい分けた茶葉を宮崎県総合農業試験場茶業支場で所持する図2右の試験用炒り葉機（森鉄工所製、生葉投入量2kg）を始めとする試験用の釜炒り茶製造ライン（炒り葉・揉捻・水乾・棚乾）に投入し、炒り葉工程終了後の含水率およびフラットベット型スキャナによる画像を取得した。



図2 生葉ふるいと試験用炒り葉機

### (2) 炒り葉評価システム

多チャンネル型葉色計測システム③では、図3左に示すCCDカメラ3台（最大接続数4台）を炒り葉機（宮崎県総合農業試験場茶業支場所有）の生葉投入口、第2円筒釜出口および葉打ち機出口に据え付け、各カメラの画像を図3右に示すワークステーションに保存解析する構成とした。また、これらのCCDカメラを切り替えてデータを解析・保存するソフトウェアは、MATLAB（Mathwork製）を使用して開発した。本システムの性能試験



図3 多チャンネル型  
葉色計測システム

は、茶業支場の加工試験において行った。

一方品質評価システム④では、CCDカメラと照明（インバータ制御付き蛍光灯）を備えた暗箱用いて生葉の情報取得を試みた。本実験では宮崎県総合農業試験場茶業支場内の育種圃場で栽培されている全登録品種の中から選抜された4品種に施肥量が適・不足の「やぶきた」を加えた計6種類の経日変化を調べた。さらに「エビ」、「ムレ」および「コゲ」が発生した低品質殺青の茶葉画像（CCDカメラとイメージスキャナ使用）を前述①の性能試験において取得し、4表色系における平均葉色値を求め、良品との差異を見た。

#### 4. 研究成果

ベルトコンベア型炒り葉機①では、1号機の性能試験の結果、重量減割合（（乾燥前重量-乾燥後重量）/乾燥前重量×100[%]）で約40%の最適重量減割合の実験条件を見出すことができたものの、品質評価で殺青不足と判断された。これは、発生した蒸気を滞留させる空間が大き過ぎて適切な蒸気密度が得られなかったために茶葉に十分な凝縮潜熱が与えられず、殺青できなかつたものと考えられる。この結果を受けて殺青処理に必要な設計要素を得る2号機と回分式殺青機による性能試験を実施した。その結果、両機では、茶葉がヒータからの熱で温められて乾燥されると同時に、その乾燥に伴って生じた自らの水蒸気により殺青が十分に行えること、並びに接触伝熱による焦げのない良好な品質の茶葉が得られた。さらに官能審査では、香气以外の審査項目において従来と同等かそれ以上の品質を有することが確認できた。

生葉ふるいの導入効果②では、図4に示す葉の大小による含水率の違いにおいて危険率1%の有意差が見られた。これは、密度の高い小さい葉の方が大きい葉より乾燥速度が高くなっていることを表したものと考えられる。よって大小に分けた生葉を同じ含水率で乾燥させるためには、大きい葉を小さい葉より長時間加工する必要があることがわかった。また画像解析に用いたスキャナ画像を図5～8に示す。炒り葉評価システムで用いている評価指標の面積割合P（良好な乾燥状

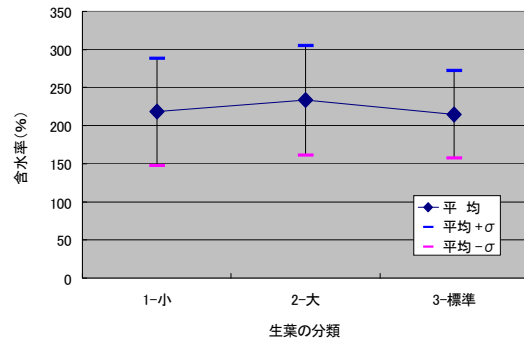


図4 ふるい分け茶葉による含水率の違い  
(4月30日と5月2日のデータ)



図5 生葉



図6 葉温め後



図7 殺青後



図8 葉打ち後

態の茶葉の色の分布割合を表す指標)およびBlue平均値(茶葉の乾燥に伴って変化する指標)による定量化を行い、図9に示すように処理工程の違いで危険率1%の有意差が見られたものの、葉の大小では有意差が見られなかった。このため、有意差の見たれた含水率の違いを表わす評価指標の改善が必要と考えられる。

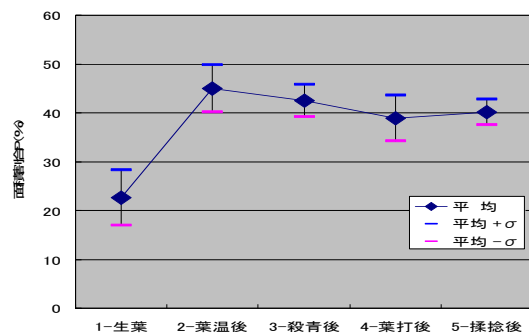


図9 処理工程ごとの面積割合Pの変化(4月30日)



多チャンネル型葉色計測システム③では、任意の時間でCCDカメラを切り替えながら画像を取得して瞬時に評価指標等を算出するソフトウェアの開発に成功したものの、導入したフレームグラバの制御ドライバに致命的なバグがあり、任意のループ回数でしか画像を取得できない状況に陥った。このため、ソフトウェアとフレームグラバの製造元において抜本的改善策の検討を依頼した。

品質評価システム④の品種判別では、図10に示す画像を連結して解析した。その解析結果を図11に示す。図中に平均値の変化が大きい(変化率が5%以上)ものを○で記す。変化率が最も大きい(9.2%)軸は、HSV表色系のSであったが、標準偏差も大きかった。このため、品種判別には変化率6.7%で標準偏差の小さいRGB表色系のGが適当であると考えられる。品種および施肥量の違いを完全に見出すことができなかったものの、新たな解析やセンシング方法を見出すことでそれらを区別できる可能性があることがわかった。

最後にエビ・ムレを判別する解析を行った結果の一部として図12に生葉および図13にエビのRGB表色系における各色平均値を示す。1本のバーは、撮影した画像1枚における平均値を現していることから、バーの数が多いほど分類された画像の数が多いことになる。また図13のエビでは、白色バーが処理直後、茶色バーが放置後(2時間以上)の平均値を示す。図12の生葉ではRが105、Gが110およびBが72程度のほぼ一定の値を



図10 撮影画像

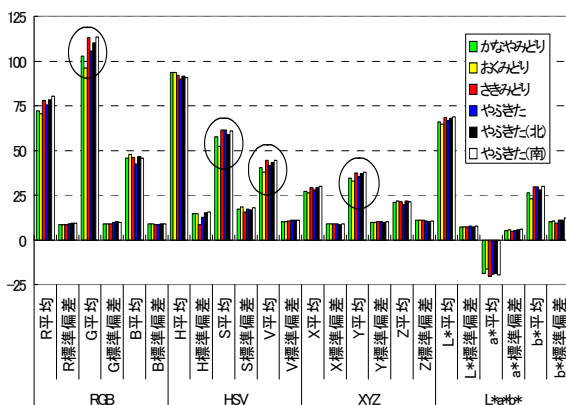


図11 4表色系各軸の平均値と標準偏差(一番茶期)

示した。これに対し、図13のエビの茶葉では、Gの変化が大きく、処理直後の約115より放置後では約110に低下した。この現象は、HSV表色系のSおよびL\*a\*b\*表色系のL\*においても同様に見られ、これら値の変動によるエビの判別が可能であることがわかった。またムレは、図13で見られる放置後の色(茶色バー)に近いことから、Gの低下等で判断可能と考えられたが、生葉のG平均値と大きな差が見られず、判別が容易ではないことがわかった。このため、新しい評価指標の作出または新たな解析方法を検討する必要がある。なおコゲは、Gが約100に低下することで判別できることがわかった。

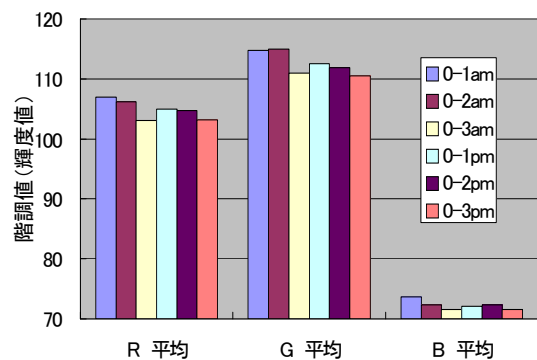


図12 生葉のRGB平均値

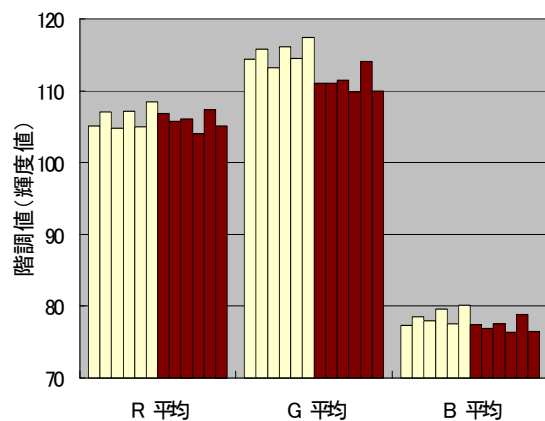


図13 エビ茶葉のRGB平均値

以上、本研究の遂行により高性能ベルトコンベア型炒り葉機を開発するためのハードおよびソフトウェアに関する多くの知見を得ることができた。今後は、得られたデータを基にベルトコンベア型炒り葉機の製品化を目指した研究を推進する。

また本研究を遂行するにあたり本学卒業生の佐藤敏也氏、諸喜田秀昭氏、石井也寸拓氏、大重貴宏氏、坂田浩太氏、前田康紀氏、舛井千賀子氏および宮崎県総合農業試験場茶業支場の関係者各位からの多大なるご支援を頂きました。本紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① Yoshinori Gejima, Masateru Nagata, Kenji Hiyoshi, Susumu Fujita and Hirofumi Matuo, Overview of the Development of Quality Evaluation System for Kamairicha, Proceedings of 2007 International Conference on O-CHA(tea) Culture and Science, Pr-P-503, 2008, 査読なし

[学会発表] (計9件)

- ① 槐島芳徳他4名, 葉色による製茶工程評価システムの開発に関する研究—葉表に限定した炒り葉評価指標の有用性—, 第61回農業機械学会九州支部例会, 2006年8月24日, 福岡市
- ② 槐島芳徳他4名, 釜炒り茶における炒り葉評価システムの開発に関する研究(第6報)—炒り葉の解析結果と茶葉品質—, 農業環境工学関連学会2006年合同大会, 2006年9月12日, 北海道札幌市
- ③ 槐島芳徳他4名, 炒り葉機の評価に関する研究(第7報)—CCDカメラ画像における炒り葉葉色と品質との関係—, 日本茶業技術協会平成18年度研究発表会, 2006年11月14日, 静岡県島田市
- ④ 槐島芳徳他4名, 大小分類の生葉を用いた釜炒り茶の炒り葉評価, 農業環境工学関連学会2007年合同大会, 2007年9月12日, 東京都府中市
- ⑤ Yoshinori Gejima, Masateru Nagata, Kenji Hiyoshi, Susumu Fujita and Hirofumi Matuo, Overview of the Development of Quality Evaluation System for Kamairicha, The 3<sup>rd</sup> International Conference On O-CHA(Tea) Culture and Science, 2007年11月3日, 静岡市
- ⑥ 槐島芳徳他4名, CCDカメラ画像による茶品種判別の可能性, 日本茶業技術協会平成19年度研究発表会, 2007年11月5日, 静岡県島田市
- ⑦ 槐島芳徳他3名, 試験用送带式殺青機の試作, 第63回農業機械学会九州支部例会, 2008年8月20日, 熊本市
- ⑧ 槐島芳徳他3名, カラー画像による茶の品種判別の検討, 日本生物環境工学会松山大会, 2008年9月10日, 愛媛県松山市
- ⑨ 槐島芳徳他3名, 釜炒り茶の炒り葉工程におけるムレ・エビの検出, 日本茶業技術協会平成20年度研究発表会, 2008年11月26日, 鹿児島市

6. 研究組織

(1) 研究代表者

槐島 芳徳 (GEJIMA YOSHINORI)

宮崎大学・農学部・准教授

研究者番号: 10253828