

ドローン空撮画像からの茶樹列検知を用いた 茶園の改植計画作成システムの提案

西川 慶[†] 中村 順行[‡] 湯瀬 裕昭[†]

静岡県立大学大学院経営情報イノベーション研究科[†]

静岡県立大学食品栄養環境科学研究所・茶学総合研究センター[‡]

1 はじめに

高齢化による担い手不足解消や生産コストの削減を踏まえ、農業の省力化に向けた取り組みに期待が集まっている。茶業においても、省力化に向けた機械化生産の可能な茶園形成が望まれるが、新・改植への取り組みは進んでいない。そこで、本研究では、新・改植を推進するため、機械化生産茶園に適した効率的な改植計画作成システムの提案を目的とする。提案システムでは、まずドローンにより空撮された茶園の画像から茶畑の形状や茶樹列の位置を抽出する。図1にドローンで茶園を空撮し茶樹列を抽出するイメージを示す。次に、茶園を効率的に機械で管理するための、茶樹改植計画作成を支援するプログラムを試作する。

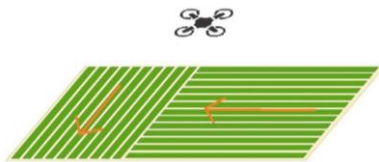


図1 ドローンによる茶園の空撮

2 ドローン空撮画像からの茶樹列検知

2.1 ドローンによる空撮

2020年1月から2021年1月にかけて、DJI社のMavic Miniを用いて約600枚の茶園画像を定期的に空撮した。茶園の様子は茶葉摘採や台下げ（茶樹の高さを落とす作業）によって異なるため、年間を通して撮影を行うことで茶園の変化を記録した。

空撮した茶園画像の一例を図2と図3に示す。図2は6月に撮影された画像で、茶葉摘採前の様子を表す。また、図3は7月に撮影された画像で、台下げ前後の様子を表している。



図2 空撮された茶園（2020年6月15日）



図3 台下げ前後の茶園（2020年7月2日）

2.2 列検知手法

本研究では、Hough変換[1]を用いて列検知を行う。Hough変換とは、画像から直線を検知する手法で、数式1によって表される。なお、 ρ を原点と直線の距離、 θ を線の法線がx軸と成す角度とする。また、プログラム作成に際し、トウモロコシに対して列検知を行った[2]を参考にした。

$$\rho = x \cdot \cos(\theta) + y \cdot \sin(\theta) \quad (\text{数式 1})$$

3.2 空撮画像に対する列検知

空撮された茶園画像に対する列検知結果を図4に示す。実行環境は（OS: Windows 10・CPU: Intel Core i5）が搭載されたノートパソコンを用いた。また、列検知用のプログラムはPython 3.8とOpenCV4.1.2を使用した。



図4 空撮された茶園画像への列検知

Proposal of tea plantation replanting plan creation system using tea tree row detection from images captured by UAVs

Kei Nishikawa[†], Yoriyuki Nakamura[‡], Hiroaki Yuze[†]

[†]Graduate School of Management and Information of Innovation, University of Shizuoka

[‡]Tea Science center, Graduate Division of Nutritional and Environmental Sciences, University of Shizuoka

3 茶園の改植計画作成システムの提案

3.1 茶園機械化の条件

静岡県が発行する茶生産指導指針[3]によると、機械化に適した茶園の条件は次の5つである。

- ① 茶園の傾斜度は5度(8%)以下にする
- ② 畝の長さは50~100m程度とする
- ③ 区画内の畝方向と畝幅を統一する
- ④ 幅3m以上の枕地を確保する
- ⑤ 隣接する道路から茶園への進入路では段差をできるだけなくす。

本研究では、①、⑤は既に満たされていると仮定し、②、③、④を考慮し茶園の改植計画作成支援プログラムを試作することにする。

3.2 茶園の改植計画作成支援プログラムの概要

本研究では、実際の茶園を参考に、方向が異なる茶樹列を持つ茶畑を組み合わせたサンプルデータ作成し、そのデータから茶園の改植計画作成を支援できるプログラムを試作する。プログラムでは、サンプルデータの茶樹列座標を基に、全列の長さ合計・向きごとの長さ合計・長辺もしくは短辺に合わせて改植した際に残る列と改植される列の長さ合計を表示する。

作成したサンプルデータの一例を図5に示す。このデータでは、横(長辺)56m、縦(短辺)35mの長方形の茶園を想定し、各茶樹列の始点と終点の座標を用いて線として描画している。なお、今回は例として2方向列のみのデータを挙げたが、プログラムは斜めの茶樹列も想定して試作した。

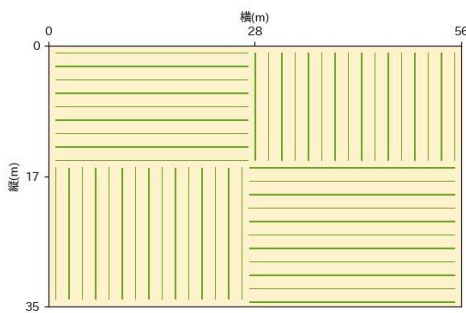


図5 茶園サンプルデータの一例

3.3 改植計画作成支援プログラムの実行結果

図5に示したサンプルデータをプログラムで処理した結果を表1にまとめる。なお、プログラムの実行には列検知と同様の環境を用いる。

このサンプルデータでは、長辺に合わせて改植する場合は499.8mの茶樹列が残り、534.4mの茶樹列が改植される。また、短辺に合わせて改植する場合の結果も得られる。それらの情報は、改植計画作成時の参考となると考えられる。

表1 プログラムによる出力例

<ul style="list-style-type: none"> ・全列長さ合計 (1034.2m) ・向きごとの情報 長さ合計1番目の向き 横 長さ合計:539.8m 長さ合計2番目の向き 縦 長さ合計:494.4m
<ul style="list-style-type: none"> ・残す列と改植する列の長さ合計 長辺に合わせて改植する場合: 残す列合計:499.8m 改植する列合計:534.4m 短辺に合わせて改植する場合: 残す列合計:432.4m 改植する列合計:601.8m

4 茶園改植計画作成システムに関する考察

本研究で提案したドローンによる空撮画像からの茶樹列検出と茶園の改植計画作成支援プログラムを組み合わせれば、茶園の改植計画作成システムになると考える。

本研究では茶園の改植計画作成システムの基礎となる2つの要素についての提案を行ったが、それを実用化するためには、統合したシステムの作成を行い、現実の茶園で使用し評価することが考えられる。統合したシステムでは、GPSと連携させて地図に茶樹列を表示させるなどの機能があると、実際に改植作業を行う際のイメージが分かりやすくなると思われる。今後の課題としては、列検知の精度向上や複雑な形の茶園への対応が挙げられる。

5 おわりに

本研究では、ドローンにより空撮された茶園の画像から茶畑の形状や茶樹列の位置の検出方法を示し、茶樹改植計画作成を支援するプログラムの試作し、茶園の改植計画作成システム構築のための基礎的な研究を行った。今後、提案した2つの機能統合を図り、茶園の改植計画作成システムを開発したいと考えている

参考文献

- [1] P. V. C. Hough, "A method and means for recognizing complex patterns," patterns. U.S. Patent Office No. 3069654., 1962.
- [2] M. Basso, E. P. d. Freitas, "A UAV Guidance System Using Crop Row Detection and Line Follower Algorithms," Journal of Intelligent & Robotic Systems, 97, p. 605- 621, 2020.
- [3] 静岡県産業部, "茶生産指導指針", pp. 27-29, 2008.