

2020 年度トランスコスモス財団調査研究助成成果報告書

令和 3 年 4 月 1 日

研究者所属：琉球大学大学院理工学研究科博士後期課程

研究者氏名：城間康

研究タイトル：画像データに基づくマンゴアの等級判別の研究

研究期間: 2020 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日

助成金額：1000 千円

1. はじめに

マンゴーは沖縄県の重要な特産物であり、夏の風物果物として非常に親しまれている。特に、沖縄県のマンゴー生産量は全国一であり、その生産高は2,040トン、総売上高は約21億円超である。現在、沖縄県のマンゴアの等級は視認で果実の色合いに基づき、『秀品』、『優品』、『良品』の順にランクが付けられている。全体的に赤色を帯びた個体が贈答用として出荷され、『秀品』をA級、『優品』をB級、『良品』をC級と分類している。秀品・優品は一般的に市場に出ているマンゴーで、贈答用や家庭用にも最適なマンゴーと説明されており、良品は傷や色合いが悪いので贈答用には不向きで家庭用と説明されている。中でもAクラスの高級贈答用は1kgあたり3000円以上で販売されており、海外でも1kgあたり5000円以上で取引されている。このように高級果物の品質は味も重要であるが見た目も重要であり、優良な換金作物であるマンゴーは等級の差異が農家の収入や大きく関わってくる。そのため、JAや沖縄県農研センターが沖縄県産のマンゴーのブランド化を目指して規格の取り決め、等級による価格の設定を行っているのだが、が市場対応せず、農家がそれぞれ市場対応したことが大きな問題となっている。沖縄県では農家間がつながって産地を形成しておらず、生産した農場単位で等級を決めて直売や通信販売を行っている。ここが沖縄県で高品質マンゴーを生産できず、ブランド化までたどりつけない原因となっている。つまり統一規格、あるいは統一的な品質の取り決めがないことから、粗悪品が流通している。

また、ブランド化には、商品の希少性を売り物にすることも大切であり、マンゴーという希少性のある農産物を、低品質で規格外となったマンゴーをもって安易にダンピングすることは、全体のブランドイメージを破壊する行為となることが問題視されている。

今後、生産者の安易な販売をさせないような定品質を保証する販売体制の規範を作らなければ、統一的な規格がない状況下での農家の販売行動は沖縄県産マンゴー全体の評価を下げかねないと評している。

現状として、現場での判別は生産者の視認によって行われているため、クラスレベルでの判別は個人差によるばらつきがでてしまい、品質が統一されない(4)。また、事前実験でJAのスタッフと農研センターの双方にそれぞれ同じマンゴーの画像を渡し、視認によるマンゴアの等級判別を行ってもらった。その結果、専門家であるJAスタッフと農業研究センタースタッフによる判別結果も一致しない箇所があることがわかった。

そこで、本研究では画像によるマンゴ어의等級判別アルゴリズムを提案する。ことは効果的であり、品質向上だけでなく、沖縄の特産物であるマンゴ어의ブランド化を目指すにあたって有益である。マンゴ어의画像サンプルデータでより細かく画像処理を行い、各個体の局所性を考慮して等級を判別する。同時に判別の客観性の確保し、マンゴ어의品質保証を図る。

さらに、果実等級判定は農業専任者による果実表面の色、形状、テクスチャなどの目視確認が現在おもに行われているが、その計測は膨大な時間がかかるだけでなく、作業員の確保の問題が大きい。そのため、計算機を用いた等級判定の確立に期待が高い。世界で流通しているマンゴ어의種類の多くは、国内外でデータ収集が行われている一方、沖縄のアーウィン種(赤色)は国内のみの流通であるため、データ収集は未整備である。さらに、色情報が他種と比較すると特徴が異なっていることから、多くの研究で収集されたマンゴ어データを直接利用できない。本研究では今回、機械学習への応用を目指し、その準備検討として、アーウィン種マンゴ어表面の特徴解析(色情報)およびマンゴ어의撮像装置の整備を報告する。

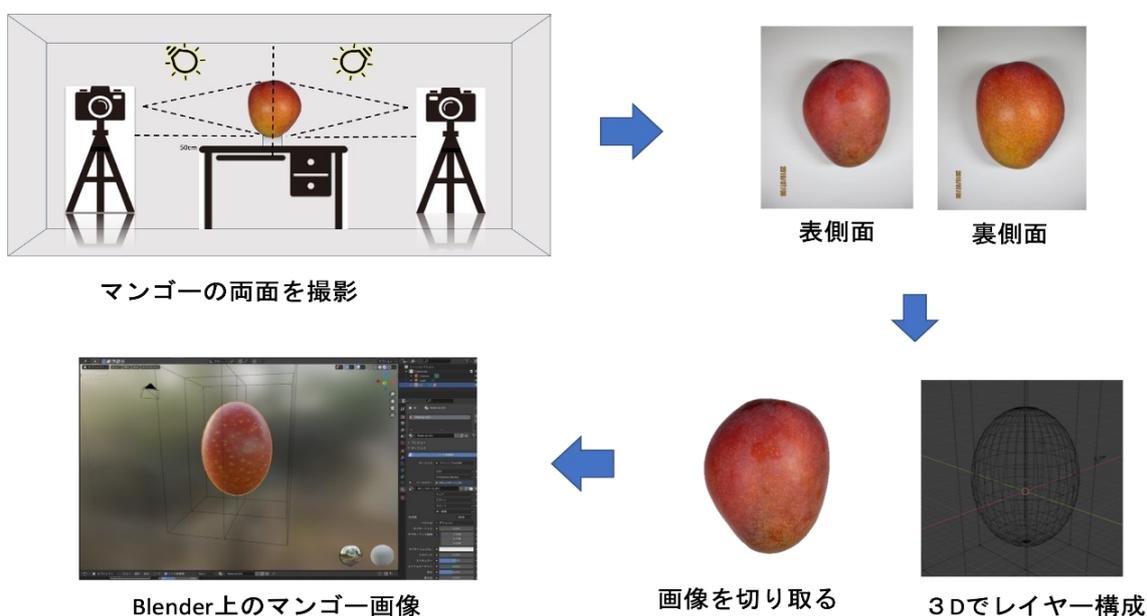


図1 マンゴ어撮像環境の研究構成

2. 対象マンゴ어의等級判別

〈2・1〉 研究構成

等級判定は一般的に裏表の表皮の色味の合計値(裏 A、表 B ならば最終的な等級の判別は B)で判別されるが、専任者の目視による主観評価のため、計算機を用いて客観評価を目指す。本研究では対象マンゴ어의データ取得を行うため、図1の装置を構成した。この装置により、色味、テクスチャ、形状の特徴抽出が可能であるが、今回、取得されたデータのうち、色特徴から検討を行う。さらに、本研究では機械学習での解析が今後の目的なので、データ拡張を考慮し、仮想空間上で3次元レンダリング可視化を導入する、対象マンゴ어は、事前に沖縄県農業連合(JA)の協力のもと、200個で解析を行った。また等級の内訳は、A、B、C(表面のヤニ確認あり)それぞれ、120、60、20個である。以下、アーウィン種マンゴ어의等級比較を示す(図2、図3参照)。

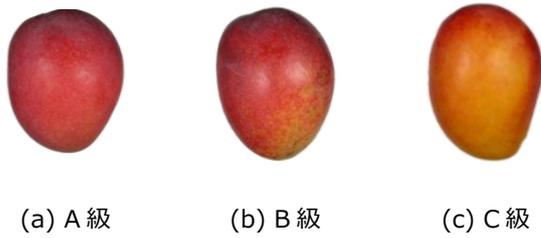


図2 アーウィン種マンゴアの等級比較

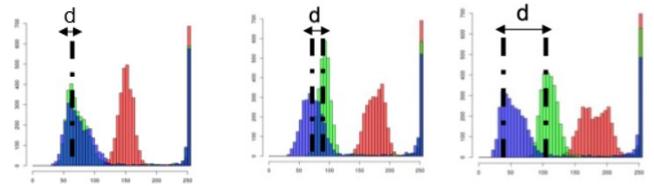


図3 等級ごとのヒストグラムの比較

〈2・2〉 色情報にもとづく等級判定

果実の等級判別として、リンゴの等級判別としてカメラ画像から赤色の領域の面積比、赤色の彩度の平均値を特徴量とした等級判定が提案されている。マンゴーについては海外産のチョコナンマンゴーの RGB ヒストグラムによる特徴解析が挙げられるが、本研究の対象となるアーウィン種は赤みが強く、この種の色と大きくことなるため、直接の解析に用いることはできないため、まずデータ取得と色情報の取得を行う必要がある。

先行研究では、関連研究を踏まえ、通常のカメラから取得したアーウィン種に対し、画像内における輝度値の閾値に基づき等級判別を行った。本研究ではこの手法を発展させ、最頻度差の特徴に着目し、ヒストグラム解析と専任者の判定間の関連性を用いて解析を行う。

具体的には、マンゴー画像の中心部分を切り取り、次に切り取った画像の RGB 成分の各ヒストグラムの最頻度差を特徴量として比較した。図3から等級AのマンゴーはヒストグラムのB成分とC成分間の最頻度がほぼ等しい一方、等級B、Cと等級が低くなるにつれ、その最頻度に差が発生することを確認した。専任者の目視による色特徴は、この最頻度差の違いを捉えていると示唆される。

3. マンゴーデータの撮像構成3次元モデリングにおけるデータ拡張の検討



図4 Blenderによる擬似マンゴアの作成

本研究では客観的な評価のため、計算機によるマンゴアの等級判別の確立が目的である。精度向上のため機械学習での等級判別学習も視野に入れ、マンゴアの画像データを3D上で再現を検討している。機械学習を行うためには多量のデータセットが必要であるのに対し、沖縄県のアーウィン種の生産性より、画像データを短期間で収集するのは極めて難しい。ゆえに、これまで収集したマンゴアの果皮の画像を有効的に扱うためにも、3次元空間上で擬似マンゴー情報生成を検討する。本研究ではBlenderを用いて擬似マンゴーを3次元可視化空間で生成し、機械学習用の画像データ拡張として試みている(図4.参照)。この手法の利点は裏表の果皮の画像を組み合わせることで、新しいマンゴアの3Dデータが作成できるため、画像枚数N枚とすると、2のn乗の3Dデータを取得することが可能となる。また、単にデータを増やすだけでなく、元画像の少ないA-C等級やB-C等級の組み合わせも擬似的に作成することができる。

今回対象となるアーウィン種は日本で最も流通されているが、データが未整備であり先行のマンゴー種と比較するとそのデータ数は圧倒的に少ないため、機械学習の解析は不十分となるため、データ数確保は急務であることから、この手法によって解決が期待できる。

4. おわりに

本研究では機械学習への応用を目指し、その準備段階として、アーウィン種マンゴー表面における特徴解析(色情報)およびマンゴアの撮像装置の整備についての検討をした。次の研究では擬似データを農業専任者が主観評価で確認した際のヒアリングをフィードバックしていくことや、RGB空間で画像処理の際、本物のマンゴー画像にどれだけ近いかを精査することが重要である。そのため画像データを農業専任者への共有化ならびに専任者たちの意見に特化したシステムの開発が重要となる。今後も判別システムの精度の向上や、機械学習のデータセット作成のためデータ取得と現場の判別ルールの改定に向けて農学部と連携していく所存である。

謝辞

本研究はトランス・コスモス財団の助成のもと、遂行した。ここに謝意を示す。

文 献

- (1) 沖縄県” 沖縄県の農業 ” . 農林水産部園芸振興課 . 平成 27 年 . 第 3 章
<https://www.pref.okinawa.jp/site/norin/norinkikaku/kenkyu/documents/21-28okinawakennonougyou.pdf>、(参照 2020-3-9)
- (2) ” マンゴアのランク(選別基準) ” . 宮古島マンゴー市場 .
<http://www.miyakojimamango.com/index.php?> マンゴーランク、(参照 2020-3-20).
- (3) 菊地香; 平良英三. 沖縄本島北部におけるマンゴー産地の経営管理. 沖縄農業.2010-8、Vol.44、no.1、 p.11 -25.
- (4) 菊地香; 平良英三. 沖縄県産マンゴアの非破壊品質評価に関する研究. 沖縄農業. 2010 vol70 Supplement p. 29-30.
- (5) 菊地香; 平良英三. 沖縄県産マンゴアの非破壊品質評価に関する研究. 沖縄農業. 2010 vol70

Supplement p. 29-30.

- (6) 玉城史朗、金城篤史、平良英三、城間康、殿岡裕樹：マンゴアの早期収穫と品質向上を目指した施設園芸システムの開発、電気学会次世代システム研究会、IIS-17-108、(2017年9月22日)
- (7) Y Shiroma et. Al. :” Development of Next-Generation Horticulture PlantBased on Wireless-Sensor-Network”、ITC-CSCC2016、Okinawa、Japan、July 10-13、CD-ROM、(2016))
- (8) (8) Y Shiroma et. Al. : “Development of mango facility horticulture system based on IoT that realizing high quality and early harvesting”、ITC-CSCC2018、July4-7、2018、Bangko、Thailand、CD-ROM、(2018))

発表履歴等

論文投稿 1件

画像データに基づくマンゴー等級判別手法の比較研究

電気学会論文誌 D (産業応用部門誌) IEEJ Transactions on Industry Applications Vol.141 No.2 pp.168-172

DOI: 10.1541/ieejias.141.168

研究会発表 1件

2020年 8月 電気学会 産業応用部門 沖縄型サステナブル研究会 (沖縄高専)

Lab 表色系に基づくマンゴー等級判別支援の開発

2021年 3月 電気学会 産業応用部門 沖縄型サステナブル研究会 (沖縄県合同庁舎)

画像解析によるマンゴー等級判定の高精度化の検討と果実撮像構成