

果実の近赤外波長域における反射光の特性を用いた ウェアラブルな糖度計開発

小出 佑^{†‡} 芦田 和毅[†] 金澤 靖[‡]

長野工業高等専門学校[†] 豊橋技術科学大学[‡]

1 はじめに

日本の果樹栽培では中小規模の果樹農家が多く、農家数とその栽培面積は近年減少傾向にあり、作業の効率を向上させる必要がある。特に作業別労働時間の内、労働のピークが収穫期等の短期間に集中することから、臨時的な雇用の確保が必要となっている [1]。収穫時に収穫に適さないものを収穫してしまうと等級が下がり、収益も減ってしまうため、果実の収穫時期の判定を正しく行うことが課題となる。

そこで本研究では、誰でも簡単に収穫時期の判定を行えるようなウェアラブルな機器を開発することを目指す。

2 糖度計測の原理と糖度計

果実などの糖度計には、大別すると破壊型と非破壊型に分けられ、破壊型は正確な糖度が測れる一方、計測した果実は出荷できないという問題がある。非破壊型は果実に近赤外波長の光を照射し、ショ糖が近赤外の波長の光を良く吸収することを利用して、反射強度から糖度を計測している [2]。非破壊型はハンディタイプのものも市販されているが [3, 4, 5]、測定の際、片手で果実を固定し、もう一つの手で糖度計を押し当てて測定しなければならず、そのままスムーズに収穫作業を行うことは難しい。そこで本研究では、片手に装着可能で収穫作業の邪魔にならないウェアラブルなシステムを提案する。

3 提案糖度計測システム

3.1 システム構成

ハードウェアの構成を図 1 に示す。システムは、近赤外波長の光を照射する LED、反射光を受け取る受光センサ、外部からの自然光による接触検知照

度センサと、これらの制御を行うコントローラ部により構成されている。コントローラ部を手の甲に、それ以外を指先に装着することで、ウェアラブル化を実現する。処理の流れを図 2 に、そして糖度計測時の模式図を図 3 に示す。

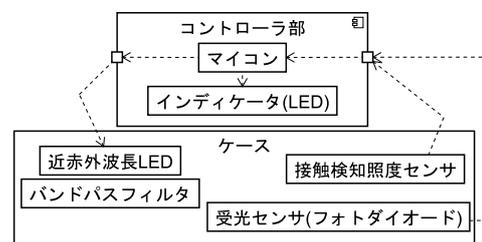


図 1 ハードウェア構成

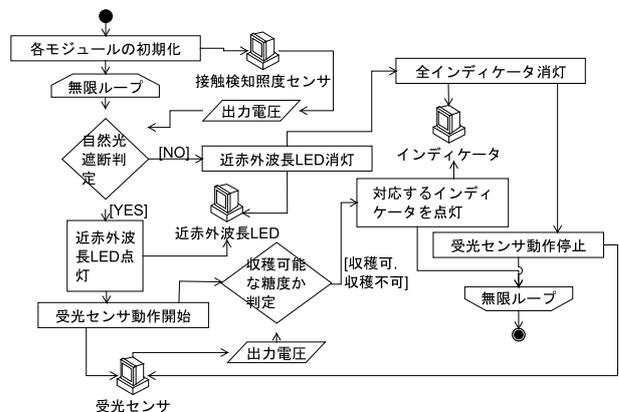


図 2 処理の流れ

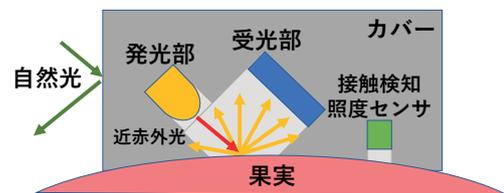


図 3 糖度計測時の模式図

3.2 近赤外波長の決定

提案システムで用いる近赤外の波長を決定するために、分光分析を用いて果実の糖度と果実表面の

各近赤外波長での反射率から、波長毎の相関係数を求めた。本研究では、リンゴの一種である“ふじ”について糖度計測と分光計測を行った。

リンゴは部位によっても糖度が異なるため、計12の部位に分け、各部位に対して糖度計測と分光計測を行った。分光分析の結果を図4に示す。この結果より、730[nm]~900[nm]の波長の範囲で反射率が安定して分かれているため、740[nm]の波長の光を用いて糖度を計測することとした。740[nm]の波長の反射率と糖度の相関係数は-0.3172であった。

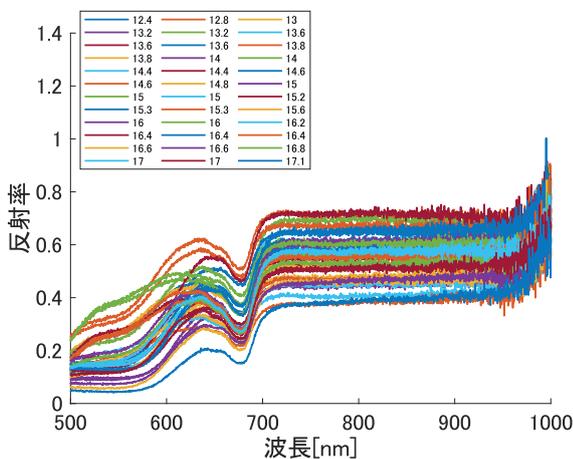


図4 各波長での反射率

4 評価実験

合計5つのふじのそれぞれについて計12の部位に分け、各部位に対して糖度計測と機器の出力電圧の計測を行った。なお、標準白色板を計測した際の出力電圧を糖度が0の時のデータとした。糖度と出力電圧の相関を求めた結果を図5に示す。この相関係数は0.3308で、これは近赤外波長の決定を行う計測時の720[nm]の波長の相関と絶対値がほぼ一致している。実際のシステムでは、この回帰から求めた糖度が指定の糖度を越えたときにインディケータを点灯させる。

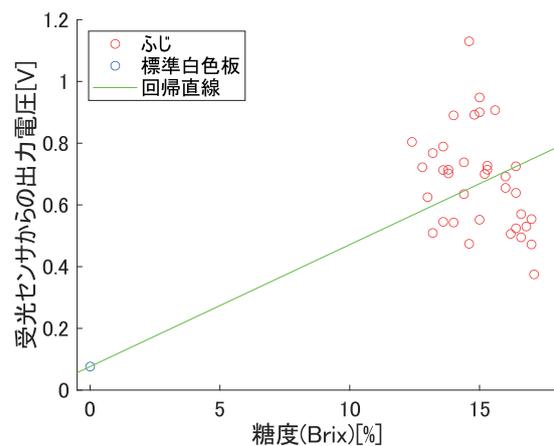


図5 ふじに対する評価実験の結果

5 まとめ

本研究では、果実の収穫が可能かどうかの判別が簡単に行えるようなウェアラブルな非破壊式糖度計を開発した。今後の課題として、糖度の推定精度の向上と、糖度以外にも水分量や酸度も計測可能とすることで総合的な品質を判別できるようにすることが挙げられる。

6 謝辞

本研究は、2022年度高専連携教育研究プロジェクト及びJSPS 科研費20K06319による。

参考文献

- [1] 農林水産省, “果樹農業に関する現状と課題について”, pp.9-10, https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kazyu/r01_1_kajyu/attach/pdf/index-19.pdf, (最終閲覧 2023-01-12).
- [2] 河野 澄夫, “近赤外分光法による果実糖度の測定”, 食糧 = Food science and technology : その科学と技術, 43, pp.69-86, https://www.naro.affrc.go.jp/org/nfri/publications/pdf/sousetsu/kanko_sou43/p069.pdf, (最終閲覧 2023-01-12).
- [3] 株式会社メカトロニクス, “非破壊糖度計 N-1”, <https://mechatronics.co.jp/>, (最終閲覧 2023-01-12).
- [4] 株式会社アタゴ, “PAL-光センサー”, <https://www.atago.net/japanese/new/products-hikari-top.php>, (最終閲覧 2023-01-12).
- [5] 千代田電子工業株式会社, “非破壊測定器 おいし果”, <https://oishika.net/>, (最終閲覧 2023-01-12).