

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 黄立翰

サトウキビは鹿児島県奄美諸島および沖縄県における主要農産物のひとつであり、現地の製糖工場で加工されている。近年農作業の機械化が望まれ、特にハーベスタの導入による収穫作業の機械化が推進された。これにより、作業効率は高くなったものの、製糖原料となるサトウキビの茎と、梢頭部がハーベスタで切断され、混在した状態で工場に持ち込まれることになり、新たな問題が生じた。梢頭部はサトウキビの葉と茎に介する部分であり、これに多く含まれるでんぷんが蔗糖の結晶化を阻害する。このため、工場では手作業で梢頭部を分別している。梢頭部分別の機械化は従来から研究されているが、梢頭部の色と形状が原料形に似ているため、機械による分別が困難で、いずれの研究でも良い結果が得られていない。本研究はレーザー光を用いて、従来に無い方法で梢頭部の識別を行ったものである。

論文は4章で構成されている。第1章では、研究の背景と意義が述べられ、続く第2章では表面粗さによる梢頭部の識別について述べられている。梢頭部と原料茎の物性は似ているが、表面粗さが異なる。申請者はこのことに着目し、レーザー光によって対象物を走査し、その後方反射強度のパターンを分析することで、梢頭部を識別する方法を考案した。試作した試験装置を用いてサトウキビのサンプルを軸方向に移動させながら、緑色のレーザー光を軸と垂直方向に走査し、後方反射強度を測定した。照射位置と後方反射強度の関係性を分析した結果、梢頭部と原料茎の表面粗さのちがいが、後方反射強度のパターンに反映されることが実証された。反射光のパターンから各種のパラメータを計算して、その値により梢頭部と原料茎の判別を行った結果、パターンの尖りの程度を示す「尖度」パラメータによって、正答率の高い判別を行えることが判明した。表面が滑らかな原料茎では正反射が強いので、後方反射強度のパターンには中央付近に高いピークが生じ、尖度が大きくなった。尖度による判別の結果、全正答率は約80%で、誤判別の主な原因は原料茎の汚れ、原料茎から分泌されたワックス成分であった。

第3章では改良された試験装置と新たな判別法が述べられている。第2章の試験で見られた誤判別の問題を解消するため、申請者は梢頭部表面のテクスチャをより詳細に分析し、梢頭部表面に存在する微細な凹凸を検知することを試みた。このためにレーザー光を更に集光し、サトウキビ表面における照射光のスポット直径を縮小した。また装置に、レーザー照射強度の調節、反射鏡の高精度化、受光法の改善、光および電磁ノイズの低減などの改良を施すことで、S/Nを向上させた。その結果、梢頭部に存在する微細な凹凸が受光強度の周期的変化として検知された。判別には、前述の尖度パラメータに加えて、梢頭部表面の凹

凸を反映すると思われる受光パターンのパワースペクトルを導入した。受光パターンを空間周波数領域にフーリエ変換し、特定領域のパワースペクトルの和をとることで、梢頭部表面のテクスチャの特徴が検出された。尖度とパワースペクトルのパラメータを組み合わせ、線形判別分析を行うことで、正答率が向上し、全正答率は約 **95%** となった。

第4章では研究結果をまとめるとともに、本研究を実用に供する際の提案が述べられている。例として石垣島製糖工場の現状を調査し、そのデータに基づいて、実用化の際に必要な装置の規模と処理速度を推算した。更にそれを達成するための装置の構成を提案した。

以上のように本研究はレーザー光の走査によって対象物の表面状態を検知し、サトウキビ梢頭部の識別を行えることを実証したものであり、高い独創性を持つ。開発された方法にはサトウキビ以外の農産物の識別や品質評価に適用できる可能性も期待される。また農産物表面の微細な形状とレーザー光の後方反射パターンを関連づけたことは新たな知見であり、学術上貢献するところが少なくないと考えられる。よって審査員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。