

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	Jannok Piyamart
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 芝山 道郎
	副査 鹿児島大学 准教授 紙谷 喜則
	副査 琉球大学 教授 弘中 和憲
	副査 鹿児島大学 教授 北原 兼文
	副査 佐賀大学 教授 田中 宗浩
審査協力者	鹿児島大学 特任教授 河野 澄夫
題 目	Development of nondestructive quality evaluation techniques for agricultural products by near infrared (NIR) spectroscopy (近赤外分光法による農産物の非破壊品質評価技術の開発)

青果物を選別するために、近赤外分光法による食品成分の定量分析が用いられている。近赤外分光法による検量モデルの作成では、多くの化学成分の情報が重畳しているスペクトルから、PLS 回帰などのケモメトリックスを用いて、目的成分以外の影響を取り除き、その検量精度を向上させている。しかし、現在は単一品目、単一温度での測定が主であるが、さらに実用的で汎用性の高い非破壊選別装置を開発するためには、測定対象物の種類や温度等の変動条件の影響を受けない共通検量モデルの構築が必要であり、長い間、これらの技術開発は成功しなかった。申請者は、このような問題に鑑み、多品目に適用可能な共通検量モデルの作成方法、及び測定対象物の温度の影響を受けない温度補償型の検量モデルの簡易作成方法を新たに開発した。特に、外乱要因として、品目の違い及び測定対象物の温度の変化をスペクトルに取り込んだところに新規性がある。

まず、申請者は、品目の違いを外乱要因として取り込む研究を行った。近赤外分光法による果実等の品質を評価する検量モデルは、一般にこれまで一品目のみに適用可能だった。そこで、複数の品目の品質を単一の検量モデルで測定可能であれば利便性が高まると考え、多くの品目に応用可能な共通検量モデルの開発方法について検討した。インタラクタンス法（二重光路光ファイバを果実表皮にあて、照射した光の果肉内散乱反射

光を検出する方法)を用い、リンゴ、ナシ及びカキの短波長域のスペクトルを測定し、得られたデータの2次微分スペクトルについて品目ごとのデータセット、及び品目を統合したデータセットを作成し、糖度測定用のPLS回帰を行った。品目ごとの検量モデルを用いて同一品目を測定する場合は、従来の知見から予想されたように、測定誤差(SEP)は小さく(0.34~0.40°Brix)、偏り誤差(バイアス)も小さかった(0.01~0.08°Brix)。しかしながら、この検量モデルを異なった品目に適用する場合、SEPは増大し、無視できないバイアスも発生した。一方、複数の品目のスペクトルデータを統合して新たに開発した共通検量モデルは、リンゴ、ナシ及びカキの糖度を精度良く(SEP:0.43°Brix、バイアス:-0.03°Brix)測定できることを明らかにした。

次に、申請者は、測定対象物の温度を外乱要因として取り込む研究を行った。特に、温度補償型検量モデルの簡易作成方法について検討した。異なる温度条件のもとでの果実等の糖度測定における検量モデルは、これまで様々な温度で測定したスペクトルを統合したスペクトルを基にPLS回帰を行う方法が一般的であった。しかし、この方法では、検量モデルの作成のために毎回異なる温度でのスペクトルの測定が必要で、長時間を要するうえ、試料の温度調整中に試料の品質自体が変化することが危惧された。本研究では、20°Cから30°C間の温度変動範囲における果実の人工的な2次微分スペクトルの適正な作成手法を開発し、その能力を評価した。すなわち、モモ、ナシ及びカキ果実のスペクトルをインタラクタンス法により25°Cで測定した。そして、20°C及び30°Cにおける人工的な2次微分スペクトルを、25°Cの2次微分スペクトルと2次微分温度差スペクトルとを用いて作成した。それぞれの対象果実を基に作成した2次微分温度差スペクトルはそれぞれの対象果実に対して有効であったのに対し、3品目の対象果実から作成した共通2次微分温度差スペクトルはそれぞれの品目のみならず、2次微分温度差スペクトルの作成には使用しなかったリンゴに対しても有効であった。共通2次微分温度差スペクトルを用いて開発したリンゴ糖度用の温度補償型検量モデルは、高い測定精度(SEP:0.45°Brix、バイアス:0.09°Brix)を示すとともに、20°C、及び30°Cにおいても有意なバイアスもなく正確に測定できることを明らかにした。

更に、共通2次微分温度差スペクトルを用いた温度補償型検量モデルの開発方法を先に開発した果実品目間共通検量モデル作成にまで拡張し、温度補償型の共通検量モデルの開発が可能であることを明らかにした。

以上のように、本論文は、近赤外分光法による非破壊選別装置の実用化に大きく寄与する重要な技術的知見を述べていることから、審査員一同は、本論文は博士(学術)の学位論文としての価値を十分に満たしているものと認めた。なお、本論文の研究は農学と工学にまたがる学際的内容であるので、博士(学術)の学位が適当と判断した。