

氏名	後藤 正 ^{ただし}
学位(専攻分野)	博士 (農学)
学位記番号	論農博第 2305 号
学位授与の日付	平成 12 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	近赤外分光分析法とケモメトリックスを用いた茶の客観的品質評価に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 池田善郎 教授 梅田幹雄 教授 笈田 昭

論文内容の要旨

我が国における茶の生産と飲用の歴史は古いため旧来の技術や習慣が数多く残り、茶の製造技術と品質の評価には未だ経験と勘を要する官能検査が重用されている。官能検査による品質管理は迅速であるが、客観性に乏しく消費者の理解を十分に得ているとは言い難い。また、同様に製造工程中における茶葉水分の判定や原料茶の品質評価においても官能検査は採用されているが、いずれの場合も客観性、再現性に乏しく、製造工程の自動化や原料茶の合理的評価には適さず、このため機器等を用いた客観的な品質評価法の確立が求められている。

本論文は、製品としての茶の品質評価、製茶工程における茶葉水分の計測、及び原料生葉の客観的品質評価法の確立を目的にシステムの構築と装置の開発を想定し、近赤外分光分析法とケモメトリックスの解析手法を主要な技術として、茶の各種特性値の予測モデルを構築すると共にその有用性を実証したものである。

本論文は 7 章より構成されている。第 I 章では、本研究の背景と目的及び本論文の構成を述べている。第 II 章では品質評価における官能検査の問題点について製品評価、製造工程、及び原料評価の各段階で言及し、近赤外分光分析法とケモメトリックスの導入の必要性を論じている。第 III 章では本研究の中心的手法である近赤外分光分析法とニューラルネットワークを含めた各種ケモメトリックスの手法について、その概要を述べている。

第 IV 章では、製品である茶から得られた近赤外域吸光度と可視域測色値に対して主成分分析とニューラルネットワークを融合した新しいモデル化手法 (PCA-ANN 回帰モデル) を適用し、従来の官能検査による評価基準を踏襲しながら、機器を用いて評価の客観性を向上させた茶の品質評価モデルを構築し、その有効性を未知試料において検証している。ここでは吸光度及び測色値と茶の品質との間に非線形関係や変数相互の高い相関関係の存在を明らかにしている。著者は主成分分析から新たに得られた 7 つの潜在変数に対してニューラルネットワークモデルを適用し、PCA-ANN 品質評価モデルを構築した。これは成分値の算出段階を経ることなく、直接吸光度及び測色値から茶の品質を評価し得るものであり、未知試料への適用性についても多くの試料を用いて実証している。

第 V 章では、近赤外分光分析法が製茶工程中の茶葉に対して示す水分の計測性について論じている。ここでは広い範囲で変化する水分と吸光度との間に非線形関係が存在することを示し、従来の単波長回帰モデルや線形重回帰モデルの適用では十分な予測精度が得られないことを明らかにした。このような吸光度と水分の関係に見られる非線形性と多変量間の高い相互相関に起因する多重共線性の 2 つの問題に対して、前章同様に主成分分析とニューラルネットワークモデルを融合した PCA-ANN 水分予測モデルが有効であることを示すとともに、その測定精度は工程全般において十分に高いことを実試料によって検証している。

第 VI 章では、従来の官能検査による原料評価では外観中心の評価に陥り易いことから内容本意の原料評価の必要性を論じた上で、原料である茶生葉の近赤外吸光度データに対して遺伝的アルゴリズム (GA) と部分最小自乗回帰法 (PLS) 及びニューラルネットワーク (ANN) を適用し、生葉の品質指標として重要である複数のアミノ酸含有量を同時に予測する新しい成分定量モデル (GA-PLS-ANN 回帰モデル) を構築した。モデルによるアミノ酸の定量性は、全遊離アミノ酸含量 200 ~

6000 mg/100 g の広い範囲にある未知試料において検討され、実測値とモデル予測値とがよく一致し、実用性の高いことを確認している。また、予測変数の最適化を図り、モデルの規模を縮小することに成功し、研究手法の独創性だけでなく簡易な光学系においても実用レベルの測定が可能であることを示唆している。

第 VII 章では、本研究によって得られた成果を要約し、近赤外分光分析法とケモメトリックスを用いたこれら 3 つのモデルは製品と原料、及び工程葉の客観的品質評価に有用であり、しかも新しいモデル化手法は他の分野においても十分な効果が期待できるものであると総括している。

論文審査の結果の要旨

茶は嗜好飲料として位置づけられ世界中で広く愛飲されている。近年、その成分の持つ高い薬理効果が明らかにされ、国内のみならず海外においても再評価されてきている。しかし、一方で茶の品質評価や管理においては旧来の官能検査法が踏襲され、客観的な品質管理や製茶機械の自動化の妨げとなっている。本論文は、茶の原料、加工及び製品の各場面における実用的品質評価装置を想定しながら、迅速かつ非破壊的である近赤外分光分析法と最適化及びモデル化機能の高いケモメトリックスの手法を融合し、官能検査に代わり得る機器による客観的品質評価法の実用化を検討したものであり、評価される点は以下の通りである。

1. 本研究は、広く品質の異なる茶を収集し、実験に供したことより得られたモデルの信頼性を確かなものとし、成果の適用範囲は大きい。研究の規模は大きく充実し、成果の適用性は高く、茶の品質評価の研究として十分に意義がある。

2. 本論文で採用されているケモメトリックスの手法は、従来の近赤外分光分析法の実用化において問題視されてきた変数相互の高い相関関係とそれに起因する多重共線性の問題、目的変数と吸光度データとの非線形性、及び広域波長帯における分光データの大量データの取り扱いの困難性にひとつの有効な回答を示すものであり、実際的な問題に対する実用的なモデル化の試みである。特に、変数選択と複数の目的変数を同時に予測する GA-PLS-ANN 回帰モデルの提案は、近赤外分光分析法にとどまらず、この種のデータ解析法として先駆的な試みであり、学術的にも十分に意義のある解析法として高く評価できる。

3. 近赤外分光分析法とケモメトリックスを用いた茶の客観的品質評価モデルは製品の品質評価、加工工程における水分計測、及び原料評価の各場面において、十分な予測精度を示すことが多くの実試料を用いて実証されており、研究成果は既に十分な実用レベルに達していると評価できる。

特に高度な専門性を必要とした個別アミノ酸の定量に関しても本論文で提案する GA-PLS-ANN 回帰モデルを用いることにより茶生葉を対象に高い精度で予測できることを示したことは、他の機能性成分の定量の可能性を示唆するものであり注目される。

以上のように、本論文の成果は茶の客観的品質評価にとどまらず、茶業界の今日的な課題である環境負荷軽減ための施肥合理化、茶樹の栄養診断、さらには茶の成分育種に大きな貢献を果たすものであり評価される。

同時に学術的にも注目される光計測技術とケモメトリックスの融合により伝統的な食品の分野に新しい評価法と解析手法を導入した先駆的研究であり意義がある。研究成果が現場で活用され、しかも多大な成果を上げた研究例としても高く評価され、農産加工学及び農産物品質管理技術にも多大な貢献を果たすものと期待される。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成 12 年 2 月 17 日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。