

学 位 論 文 題 名

近赤外分光法による穀物の品質測定に関する研究

学位論文内容の要旨

本論文は、7章で構成され、図207、表79、写真2、引用文献292を含む348頁の和文論文である。

近赤外線とは、可視光の近傍から長波長方向に広がる赤外線の一部で、通常700～2,500nmの範囲を指す。近赤外分光法とは、近赤外域に生ずる物質特有の吸収スペクトルを利用して試料の成分及び品質を分析する手法であり、①化学分析のように試薬、溶媒が不要で、安全、無公害である、②迅速な測定が可能である、③同時に多成分の定量ができる、④非破壊分析なので、同一試料を反復して測定できる、などの特長がある。

本研究では、これらの特長を生かして、まず、国内産の主要穀物の測定法の確立を目的に、対象として米、小麦、大豆の3つを選び、これら穀物の主要成分の近赤外分光法による測定の精度の検討を行い、また、近赤外分光法による穀物の成分測定の精度に影響を与える要因の解明を行っている。

ついで、現在の乾燥調製過程における問題点の解明と品質向上のために、生産段階での主要成分の分布の推移及び主要成分の産地間、年度間変動の解明を行っている。

つぎに、近赤外分光法による穀物の品質の変動の推定の可能性の検討を目的に、小麦の糊化特性の推定の検討、米の食味評価値の推定精度の向上、貯蔵中の品質劣化の推定の検討を行っている。

第1章では、近赤外分光法の基礎、国内及び国外における研究の歴史と現状、研究の目的が述べられている。

第2章では、小麦、米、大豆の主要成分であるタンパク質、デンプン、油脂、水などのスペクトルの解明を行い、全粒粉スペクトルの吸収バンドの帰属を明らかにしている。

第3章では、国内産穀物の成分測定法の確立のために、小麦、米、大豆の成分測定の精度の検討を行っている。結果を要約すると、（1）小麦では水分、タンパク質及び灰分の測定精度の検討を行い、水分、タンパク質で良好な精度が得られた。（2）米では玄米及び精白米の水分、タンパク質、脂肪酸度の測定精度の検討を行い、小麦と同じく、水分、タンパク質で良好な精度が得られた。（3）大豆では水分、タンパク質、脂質の測定精度の検討を行い、いずれの成分でも良好な精度が得られた。

第4章では、近赤外分光法による測定値に影響を与える要因を取り上げ、これらの影響を検討している。結果を要約すると、（1）穀物の種類・品種と粉碎条件が粒度

と水分に及ぼす影響を検討し、その結果、穀物の種類・品種、粉碎機、粉碎温度は粒度と水分にそれぞれ有意な影響を及ぼすことを明らかにしている。(2) 粒度と測定温度がキャリブレーションの精度に及ぼす影響を検討し、その結果、粒度と測定温度はキャリブレーションの標準誤差に影響を及ぼさないこと、測定温度は測定値のバイアスに影響を与えることを明らかにしている。したがって、近赤外分光法による穀物の成分測定では、キャリブレーションの作成時の条件と測定時の条件を同一にする必要があることを明らかにしている。(3) 品種と収穫年度がキャリブレーションに及ぼす影響と機器の経時変化を検討し、その結果、品種間のキャリブレーションに有意な差があること、収穫年度はタンパク質のキャリブレーションに有意な影響を及ぼすので、キャリブレーション作成には試料を数年にわたって収集する必要があることを明らかにしている。

第5章では、まず、現在の乾燥調製過程における問題点の解明のために、小麦、米、大豆の品質の重要な指標であるタンパク質、油脂などの主要成分の乾燥調製過程における分布の推移を明らかにすることを目的にして調査を行っている。その結果、いずれの穀物でも、収穫時に大きくばらついていた成分分布が乾燥調製過程で均一になっていくことが明らかにされている。また、産地間、年度間で主要成分の変動がどの程度あるのかの検討を行い、生産現場での問題点の解明を行っている。その結果、十勝地方の「チホク」小麦では、同一地方でも産地によってタンパク質含量に差があること、また、同一産地でも年度間で差が認められる地域があることを見いだしている。ついで、北海道産の米「きらら397」のタンパク質含量の産地間変動の調査を行い、米も小麦同様に産地間でタンパク質含量に差があることが認められ、産地間に食味の差があることが示唆され、また、米のタンパク質含量は土壌条件の影響を強く受けることを見いだしている。

第6章では、近赤外分光法による穀物の品質の変動の推定の可能性の検討を目的に研究を行っている。結果を要約すると、(1) 低アミロ小麦の選別を簡便に行うための測定法の確立を目的に、近赤外分光法、酵素法、糊化特性の直接測定法の比較検討を行っている。その結果、近赤外分光法のみでは糊化特性による小麦の仕分けは困難であったが、近赤外分光法と直接測定法を組み合わせれば、糊化特性の劣る小麦の迅速な仕分けが可能であることを見いだしている。また、近赤外分光法の高水分域での水分測定器としての可能性を検討している。その結果、近赤外分光法による全粒の水分推定精度は現在実用に供されている水分測定器の精度と同等以上であると考えられ、高水分域で十分な精度を有しており、近赤外分光法は高水分域での水分計として、十分実用可能であることを見いだしている。(2) 米の品種、産地が品質に与える影響を知るため、官能試験〔食味試験〕を実施し、種々の機器分析と併せて近赤外分光法の検討を行い、米の食味の推定精度の向上の可能性を検討している。その結果、4種

類の食味分析計の食味推定値は全て官能試験の総合評価と有意な正の相関が得られた。4種類の食味分析計とも、精白米あるいは炊飯米の外観に関する情報である彩度あるいは透光度を加えると食味の推定精度が向上したが、粘りとタンパク質で推定した結果より劣ることを見いだしている。また、近赤外分光法による食味評価値の推定では、タンパク質の波長に可視光の波長を加えたキャリブレーションが得られている。粘りを推定する試みは精度が得られず、さらに精度を向上させるためには香りに関する測定項目を追加する必要があることを見いだしている。(3) 米の乾燥方法と貯蔵方法を種々に変えたとき、どのように品質が変動するか、また、それが近赤外スペクトルにどのように影響し、さらに、近赤外スペクトルから品質の変動が説明できるかを検討している。その結果、玄米の貯蔵中の品質の変動を示す指標として脂肪酸度が重要であることを見いだしている。そこで、近赤外分光法による玄米粒の脂肪酸度の推定を行ったところ、得られた精度では、乾燥方式、貯蔵方式による微妙な品質の変動を測定することは困難であったが、貯蔵中の玄米の脂肪酸度の増加による品質の甚だしい劣化は十分測定可能であると結論されている。したがって、貯蔵中の玄米を粒のまま定期的に測定し、脂肪酸度上昇の兆しが見えた時点で貯蔵庫の温度を下げるなどの処置をとるための監視装置としては、実用性があることを見いだしている。

第7章では、第2章から第6章までの各章ごとの要約が述べられている。

学位論文審査の要旨

副 査 教 授 伊 藤 和 彦

副 査 教 授 寺 尾 日出男

副 査 教 授 堀 口 郁 夫

副 査 教 授 島 本 義 也

学 位 論 文 題 名

近赤外分光法による穀物の品質測定に関する研究

本論文は、7章で構成され、図207、表79、写真2、引用文献292を含む348頁の和文論文で、別に参考論文10編が添えられている。

近赤外線とは、赤外線の一部で通常700～2,500nmの範囲に存在する電磁波である。近赤外分光法とは、近赤外域に生ずる物質特有の吸収スペクトルを利用して試料の成分及び品質を分析する手法であり、安全、無公害である、迅速な測定が可能である、などの特長がある。

本研究では、まず、国内産穀物の主要成分の近赤外分光法による測定の精度の検討を行い、また、近赤外分光法による穀物の成分測定の精度に影響を与える要因の解明を行った。ついで、生産段階での穀物の主要成分の分布の推移及び主要成分の産地間、年度間変動の解明を行い、つぎに小麦の糊化特性の推定の検討、米の食味評価値の推定精度の向上、貯蔵中の品質劣化の推定の検討を行っている。

第1章では、近赤外分光法の基礎、国内及び国外における研究の歴史と現状、研究の目的が述べられている。

第2章では、小麦、米、大豆の主要成分のスペクトルの解明を行い、全粒粉スペクトルの吸収バンドの帰属を明らかにしている。

第3章では、国内産穀物の成分測定法の確立のために、小麦、米、大豆の成分測定の精度の検討を行い、小麦及び米（玄米と精白米）の水分、タンパク質、大豆の水分、タンパク質、脂質のいずれの成分でも良好な精度が得られたとしている。

第4章では、近赤外分光法による測定値に影響を与える要因を取り上げ、これらの影響を検討し、（1）穀物の種類・品種、粉碎機、粉碎温度は粒度と水分にそれぞれ有意な影響を及ぼすこと、（2）粒度と測定温度はキャリブレーションの標準誤差に影響を及ぼさないこと、また、測定温度は測定値のバイアスに影響を与えること、したがって、近赤外分光法による穀物の成分測定では、キャリブレーションの作成時の条件と測定時の条件を同一にする必要があること、（3）品種間のキャリブレーション

ンに有意な差があること、収穫年度はタンパク質のキャリブレーションに有意な影響を及ぼすので、キャリブレーション作成には試料を数年にわたって収集する必要があること、などを明らかにしている。

第5章では、まず、小麦、米、大豆のタンパク質、油脂などの主要成分の乾燥調製過程における分布の推移を調査し、いずれの穀物でも、収穫時に大きくばらついていた成分分布が乾燥調製過程で均一になっていくことを明らかにしている。また、産地間、年度間のタンパク質分布の変動を調査し、十勝地方の「チホク」小麦では、同一地方でも産地によってタンパク質含量に差があること、また、同一産地でも年度間で差が認められる地域があることを見いだしている。ついで、米でも小麦同様、産地間でタンパク質含量に差があること、したがって、産地間に食味の差があることが示唆され、また、米のタンパク質含量は土壌条件の影響を強く受けることを見いだしている。

第6章では、穀物の品質の変動の推定の検討を行い、(1)低アミロ小麦の選別を簡便に行うため、近赤外分光法、酵素法、糊化特性の直接測定法を比較し、近赤外分光法のみでは糊化特性による小麦の仕分けは困難であったが、近赤外分光法と直接測定法を組み合わせれば、糊化特性の劣る小麦の迅速な仕分けが可能であることを見いだしている。また、近赤外分光法による全粒の水分推定精度は現在実用に供されている水分測定器の精度と同等以上であり、高水分域での水分計として十分実用可能であることを見いだしている。(2)米の品種、産地が品質に与える影響を知るため、食味試験を実施し、米の食味の推定精度の向上の可能性を検討し、食味分析計の食味推定値は米の外観に関する情報を加えると推定精度が向上したが、粘りとタンパク質で推定した結果より劣ることを見いだしている。また、近赤外分光法による食味評価値の推定では、タンパク質の波長に可視光を加えたキャリブレーションが得られ、さらに精度を向上するためには香りに関する測定項目を追加する必要があることを見いだしている。(3)米の乾燥方法と貯蔵方法による品質の変動を検討し、玄米の貯蔵中の品質の変動を示す指標として脂肪酸度が重要であることを見いだしている。近赤外分光法による玄米粒の脂肪酸度の推定精度では、貯蔵中の玄米の脂肪酸度の増加による品質の甚だしい劣化は十分測定可能であることを見いだしている。

以上のように、本論文は近赤外分光法による穀物の成分測定と品質測定に関する広範囲にわたる研究の結果を示したもので、その成果は学術的に高い評価を得たとともに、特に実用面に寄与するところ大である。

よって審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果とあわせて、本論文の提出者夏賀元康は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。