



学位論文審査結果の要旨

博士（工学）申請者 合田 元清

審査委員

| | | | |
|----|----|----|-----|
| 主査 | 教授 | 小島 | 洋一郎 |
| 副査 | 教授 | 竹澤 | 聡 |
| 副査 | 教授 | 三橋 | 龍一 |
| 副査 | 教授 | 堀内 | 寿晃 |

多種機器計測と分析データを活用した食品の分類評価に関する研究

本論文は、多種機器計測と分析データを活用した食品の分類評価に関する研究である。

昨今、日本においても注目されている計量化学(ケモメトリクス)は、数理科学、統計学、機械学習、パターン認識等を複合し、化学分野における様々な問題解決の一助となる手法として注目されている。食品科学の分野においても例外なく、膨大な物性測定結果から、品質管理手法に直結する1つの結果を見出す手法として研究が進められている。先行研究では、食肉を含めた食料品の品質管理、産地情報等の安全保障を確保可能なシステムの構築に向けた計量化学的手法の適応、特に画像処理、近赤外分光法、ハイパースペクトルカメラによるスペクトルデータ解析等により、食肉製品の物理的特性を確認し、動物種類の特定や品質管理に応用する技術を検討している。

一方、食肉製品そのものに含まれ、多様な機器で測定される化学成分に着目した品質管理手法については研究が進めておらず、食肉製品中の無機成分、脂質測定による食肉製品の特性に関わる研究に留まり進展がない。したがって、本論文は、その化学成分に着目した品質管理手法の確立を目指し、文部科学省が定量・データ化している食品の化学成分含有量と計量化学的手法を用いた食品の分類について、主に必要な化学成分の抽出を中心に評価・検討した。

本論文において、検証に用いた手法は、主に2種類である。これらを用いて、食肉製品(豚肉・牛肉)、水産製品に対しそれぞれの種類(「製品種類」「部位」「調理法」等)について分類可能となる化学成分の特定、手法の有用性について評価し考察した。

本論文は、7章より構成されている。以下に各章の概要を述べ、評価を加える。

第1章「序論」では、食品の分類評価に寄与する化学成分の特定を目的とすることを述べており、その結果に至るまでのプロセスとして、多変量解析及びニューラルネットワークによる検証を述べている。

第2章「計量化学的手法の原理」は本論文で使用した多変量解析手法、ニューラルネットワークの原理について説明し、本検討における手法を明確化している。

第3章「食品分類に関わる先行研究」として、食肉製品を中心とした新たな品質管理手法として、画像処理技術、ラマン分光法によるデータ解析と物理的特性並びに化学成分値をもとにした計量化学的手法を用いた先行研究を整理し、本研究における立ち位置を把握可能な整理を実施している。

第4章「多変量解析手法を用いた食肉製品分類評価の検討」は、豚肉製品及び牛肉製品に対し多変量解析により分類を検討した結果を整理・考察している。豚肉製品は、「製品種類」、「部

位」に分類可能となる化学成分の特定とその結果を評価している。その結果「製品種類」は、無機成分で4成分、ビタミン成分で12成分を定量すれば76.1%、85.2%の正判別率を示すことを確認した。同様に「部位」は、無機成分13種類を用い72.7%、ビタミン成分は10成分にて65.9%の正判別率を示すことを整理した。牛肉製品への検討は「製品種類」「部位」「牛の種類」について分散分析後、判別分析による分類を検討し、クラスター分析による分類傾向を確認している。加えて、測定誤差等を考慮したダミーデータを用いて検証している。結果は、「製品種類」では12成分で75.0%、「部位」は12成分で66.4%、「牛の種類」は15成分で69.2%との正判別率であることを示している。

第5章「ニューラルネットワークを用いた食肉製品分類評価の検討」は、豚肉製品及び牛肉製品の化学成分値を用いた分類の可能性について、非線形回帰分析であるニューラルネットワークにて検討した。豚肉製品は、ICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析)により定量される11の無機成分を対象に「製品種類」「部位」「調理法」への分類が可能か検討した。また、牛肉製品は測定誤差を考慮したダミーデータを用いている。豚肉製品の最大正判別率は、「製品種類」が89.4%、「部位」が86.7%、「調理法」が92.8%であった。牛肉製品は、「製品種類」「部位」「牛の種類」について検討し、「製品種類」は正判別率:84.6%、「部位」:91.2%、「牛の種類」:93.9%と化学成分を用いた簡易分類の可能性を提示した。

第6章「水産食品の分類に寄与する化学成分の評価」は、水産食品に含まれる無機成分を用い、「製品種類」(魚類、貝類、いか・たこ類、えび・かに類、水産練り製品、水性生物類)への分類可能性を検討した。判別分析では、6成分の無機成分含有量を把握すれば7割程度の精度で特定できることが確認された。ニューラルネットワークは、無機成分8種類、中間層9、学習回数5,000回で正判別率80.4%という結果を示し、無機成分を用いた簡易分類の可能性を示している。

第7章では、前章までの結果を基に化学成分値を用いた食品分類の可能性と化学センサを中心とした応用による品質管理研究の方針、今後の研究への発展性を示している。

以上、本論文は、食肉製品を中心に多種機器計測によって測定される化学成分を利活用した食品簡易分析評価を構築するための新たな知見や有用性を提示するものであり、今後の食品科学のみならず、センサ工学技術への活用に資すること大である。

よって、著者は博士(工学)の学位を授与される資格があるものと判断する。