氏名	田　村　　祥　雄
学位の種類	博　士（　　農　学　　）
学位記番号	博　甲　第　９０７１　号
学位授与年月日	平成　３１年　３月　２５日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当
審査研究科	生命環境科学研究科

学位論文題目
質量分析計を用いたメタボローム解析による農畜産物食味特性評価法の開発

主査	筑波大学教授　博士（農学）	草野　　都
副査	筑波大学教授　博士（農学）	柴　　博史
副査	筑波大学教授　博士（理学）	菅谷　純子
副査	筑波大学助教　博士（生物資源工学）	王　　寧
副査	筑波大学助教　博士（農学）	Asikin　Yonathan
副査	筑波大学教授　理学博士	繁森　英幸

論　文　の　要　旨

我が国における農畜産物の付加価値をより高める上で、国内外の消費者のニーズに合った品質を提供するための「おいしさ」に対する客観的な判断基準の構築は重要であると考えられる。本論文において著者は、農畜産物に含まれる代謝物群を網羅的に解析可能なメタボロ―ム解析技術を適用し、数値データから「おいしさ」を判断する農畜産物食味特性評価法の開発を行うこと、および開発した手法を用いた食味特性評価の有効性を検証することを目的としている。

第１章で著者は、従来用いられている食味特性評価法の現状とその問題点について議論し、農畜産物含有代謝物検出の網羅性・再現性を実現するメタボロ―ム解析が食味特性評価に応用できる可能性について言及している。

第２章で著者は､農作物の中でも植物工場における栽培が盛んにおこなわれているレタスを研究対象とし、実際に流通している植物工場条件に合わせた生育環境を再現することに重点を置いて、メタボロ―ム解析による代謝物群変動を比較した。植物工場で生産されるサニーレタスの代表品種である２品種（ブラックローズおよびレッドファイヤー）を用い、代謝物生産に影響を与えると考えられる要因（種子の購入先、液肥、光強度、光質、生育段階）を可能な限り揃えた上で、植物工場で多く適用されている水耕栽培と露地栽培を模倣する土耕栽培でレタス栽培を行った。両栽培条件からサンプリングしたサニーレタスについて、メタボロ―ム解析を実施した結果、検出した数百の化合物ピークから、両栽培条件において「旨味」「甘味」「苦味」の要因となりうる化合物を検出し、その栽培条件による違いを明らかにした。さらに、水耕および土耕栽培において、ストレス応答に関わるアントシアニン類、レタス特有の二次代謝物、および LED 光源の波長構成の違いから変化する脂質類等の蓄積パターンを解析した。そして得られた結果を基に、メタボローム解析によるサニーレタスの食味特性評価の有効性について考察している。

第３章で著者は、畜産物の中で食味特性評価が求められているものの、衛生面から生食では食味評価が不可能な豚肉を研究対象とし、生肉とロースト肉のメタボロ―ム解析結果を比較することで、生肉とロースト肉の代謝物構成成分の共通性および特異性について検証した。カナダ産、アメリカ産および国内産の豚ロース生肉サンプルと生肉をローストして得たサンプルについてメタボロ―ム解析を行った結果、加熱調理の有無よりも生産地の違いが代謝物の構成成分に大きく寄与すること、生肉およびロースト肉で変化する化合物群の量的変動はほぼ同じ傾向であったことから、メタボローム解析による豚肉の生肉状態での食味特性評価

が可能であると結論付けている。

第 4 章で著者は、豚肉の「おいしさ」の要因として考えられる生肉の熟成日数と加熱処理時に発生する香気成分に対しメタボローム解析技術を適用することで、食味に関連する化合物検出が可能かどうか検証した。熟成日数の異なる生肉（0 日、7 日、14 日）について、食肉において鮮度指標として活用されている K 値による鮮度判定後、メタボロ―ム解析を行い、保存日数に応じて増加したアミノ酸 （12 種）、糖類（2 種）、核酸（2 種）および脂肪酸（4 種）を見出した。一方、香気成分捕集のために、可能な限り香気成分の損失が少なく、分析の再現性が高くなるようバイアル内で焼成する手法を確立した。本法を用いて前述の熟成日数が異なるサンプルについて 2 種類の加熱温度（140℃および 180℃）による処理を行うことで発生する香気性成分を対象としたメタボロ―ム解析により、低温加熱で生成する好ましくない香りの因子であるアルデヒド類が 140℃での加熱処理により発生すること、熟成日数増加に伴い香ばしさに関連する化合物が増加することを明らかにするなど、メタボローム解析による豚肉の食味特性評価の高い有効性を示した。さらに、メタボローム解析が豚肉の食味特性評価を数値データドリブンで客観的に食味を表現できる手法になり得るかについても考察している。

審　査　の　要　旨

現在行われている農畜産物の化学分析による食味特性評価法は、糖，アミノ酸および有機酸等特定の呈味成分に焦点を当てた化学分析が主流である。本審査対象論文において著者は、既存の化学分析による問題点である数種類の化合物を測定対象として比較定量する農畜産物の食味特性評価のためのデータの取りこぼしの解消、および味関連成分のバランス、すなわち多種多様な化合物の含有成分の各割合を検出可能にするために、メタボローム解析の適用の可能性について検証を行い、その有効性を明らかにした。この成果は食品の分析化学的観点から評価できるものである。またレタスのメタボロ―ム解析により、植物工場で採用されている水耕栽培と露地栽培の模倣である土耕栽培による代謝物構成成分の違いを評価し、メタボロ―ム解析が食味および機能性成分に関わる代謝物生産の客観的評価に有効であることを示した。さらに、既報の光質や施肥条件により変化する代謝物と本審査対象論文で得た代謝物変動に対する関係性について、引用文献を交えつつ学術的に考察した点は評価できる。また、豚肉のメタボロ―ム解析による食味特性評価法の確立を通じて、著者は生肉の状態でも豚肉の食味特性評価が可能であること、熟成日数や加熱温度で変化する化合物をメタボローム解析で捉えることができることを明らかにした。これらの成果は、学術的観点のみならず、豚肉の食味特性評価法の新たな可能性を拓くものとして畜産生産・流通現場への応用が期待されるなど高く評価できる。

平成 31 年 1 月 24 日、学位論文審査委員会に置いて、審査委員全員出席のもと、論文の審査および最終試験を行った。本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有する者として認める。