

令和 4 年 5 月 14 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06314

研究課題名(和文) 可視・赤外分光計情報に基づいたワインの包括的品質評価手法の構築

研究課題名(英文) Development of a comprehensive quality evaluation method for wine based on visible/infrared spectroscopic information

研究代表者

橋本 篤 (Hashimoto, Atsushi)

三重大学・生物資源学研究科・教授

研究者番号：40242937

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はソムリエの感性を模倣したオプティカル・テイスティング(Optical Tasting)の概念を提唱することを目的としている。「味わいを確認する」ためのワイン(液相)を特徴付ける赤外分光情報解析法、「香りを感じる」ためのワインの蒸散成分(気相)の赤外吸収スペクトル計測・解析法、および、「外観をみる」ためのワイングラス中におけるワインの色彩情報のグラデーション解析法を確立した。さらに、それら解析手法を組み合わせることにより、ワインの総合的な特性を客観的かつ定量的に評価できる可能性が実験的に示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

複雑な製造プロセスを経て生産されるバイオ食品としてのワインの光センシング情報に基づいた包括的品質情報の定量化の可能性を見いだした点は、本研究の特色であるとともに学術的に意義のあることである。また、開発した手法は非破壊かつリアルタイムでの計測が可能のため、最終的な品質だけではなくその製造プロセスの動的挙動をリアルタイムで定量的に把握できる可能性があり、ワインなどのアルコール飲料の生産や製品開発において新たな道筋を開いたものといえる。

研究成果の概要(英文)： This study aimed to develop the comprehensive quality evaluation method of wines based on the concept of "optical tasting" that imitates the sensibility of sommeliers by combing the multi-band optical sensing methods. By combining the infrared spectroscopic analysis on characterizing wine (liquid phase) for "confirming the taste", infrared absorption spectral measurement / analysis on the volatile components of wine (gas phase) for "feeling the aroma" and the analysis on the color parameters of the image of wine in the glass for "confirming the appearance", it was experimentally found that the comprehensive characteristics of wine could be objectively and quantitatively evaluated.

研究分野：食品工学

キーワード：ワイン 品質評価 赤外分光法 可視分光法 色彩画像解析 官能評価

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) ワインは世界的に多くの消費者に親しまれており、ブランドごとに特徴的な品質を有している代表的な嗜好飲料である。そこで、ブランドごとに消費者のニーズに合わせた味を有する製品製造が重要な課題のひとつとなっている。

(2) ワインのように風土や気候の影響を大きく受けるブドウを原料とし、不均一な構造物の発酵を伴う複雑なバイオ食品の加工程序においては、そのプロセス評価はおもに経験と勘に委ねられてきた。また、ワインの官能評価から得られた情報は、評価するパネラー(ソムリエなど)に左右され、その資格を有する高い判別レベルを持った人が少ないことが問題となっている。

(3) ワイン品質に関する研究例は多いが、それらの多くはワイン成分やその機能性、もしくは官能評価に関する研究であり、包括的かつ簡便な科学的評価法に関する研究はほとんどない。

2. 研究の目的

(1) 代表的な嗜好飲料であるワイン生産において、客観的かつ科学的エビデンスに基づいたブランドの特徴付けと消費者のニーズに合わせる事が重要な課題となっている。本研究では、ソムリエの感性を模倣したオプティカル・テイスティング (**Optical Tasting**) の概念を提唱するとともに、その要素技術の構築を目的とする。

(2) 「外観をみる」ためのワインの色彩情報解析、「香りを感じる」ためのワイン香気成分の赤外分光情報解析、「味わいを確認する」ためのワイン成分の赤外分光情報解析、～の分光センシング情報に基づいて「ワインを評価する」ための評価手法の構築、に関する研究をおこなう。

3. 研究の方法

(1) 「外観をみる」ためのワインの色彩情報解析： ワインのテイスティングでは、光沢(てり)や濁りを確認し、複雑な形状をしたワイングラスを動かし、ワイングラス中のワインの状態を視覚情報として取得する。そこで、ワイン 40mL をカットしたワイングラスに入れ、グラスの角度を 70° に調節し、デジタル一眼レフカメラを用いて構築した色彩画像計測システム内にて撮像した。また、取得したワインの色彩画像情報と可視分光スペクトル情報とを比較した。

(2) 「香りを感じる」ためのワインの香気成分の赤外分光情報解析： グラスを動かさないように鼻に近づけたときの第一香、グラス中のワインを回したときの第二香、一通りのテイスティングが終わった後の第三香の計測が可能な香気成分の赤外分光計測システムを構築し、ワインおよびエタノール水溶液に糖類(グルコース、フルクトース)や有機酸類(酒石酸、酢酸、クエン酸など)を添加したワインモデルの蒸散スペクトルの経時変化を測定した。測定には光路長 10 cm (短光路) および 240 cm (長光路) のガスセルを用い、透過法により経時的に蒸散成分の赤外吸収スペクトルを取得した。シャーレ内の液体試料を二重チャンバーに入れ、チャンバーとガスセルを断熱チューブで繋ぎ、蒸気を循環させながらスペクトルを測定した。

(3) 「味わいを確認する」ためのワイン成分の赤外分光情報解析： **ATR (Attenuated total reflection)** アクセサリを付属した **FT-IR** を用いてワインおよびその主要成分の赤外吸収スペクトルを取得し、ワインの味に影響を及ぼす **pH** の影響について検討した。

(4) 光センシング情報に基づいた「ワインを評価する」ための評価手法の構築： ワイン銘柄の特徴付けが可能と考えられワインの色彩情報、香気成分の赤外吸収帯、および液体成分の赤外吸収帯を抽出し、光センシング情報と官能情報との関係について解析した。

4. 研究成果

(1) 「味わいを確認する」ためのワイン成分の赤外分光情報解析： ワインおよびその主要成分の赤外吸収スペクトルを取得し、その赤外吸収スペクトルパターンを解析することによりワインを特徴付ける赤外吸収波数帯を抽出した。また、抽出した波数における赤外分光情報に基づいて主成分分析を行ったところ、ワインの識別を精度よく行えることが実験的に示された。つまり、ワインの特性の差異をその赤外吸収スペクトルパターンの差異として捉えられることを明らかとなった。これらの結果は、赤外分光解析法がワインの特性把握に有効であること示唆している。

(2) 「香りを感じる」ためのワインの香気成分の赤外分光情報解析： グラスを動かさないように鼻に近づけたときの第一香、グラス中のワインを回したときの第二香、一通りのテイスティングが終わった後の第三香を想定し、エタノール濃度および温度をパラメータとしたエタノール

水溶液の蒸散成分スペクトルを経時变化的に取得した。それらスペクトルを解析することにより、任意のエタノール濃度および温度におけるエタノール蒸気の赤外吸収スペクトルならびにその時間変化挙動の予測が可能となった。また、同じエタノール濃度であってもエタノール水溶液とワイン等の多成分系溶液とではエタノールの蒸散挙動に差異が生じることがわかった。

光路長の異なるガスセルを用いて測定した **12%**エタノール水溶液の蒸散成分の赤外吸収スペクトルを比較したところ、短光路長のガスセルを用いた場合は、エタノールの吸収帯 (**1067, 2901, 2988 cm^{-1}**) において経時的に吸収が強くなり、気液平衡状態のスペクトルパターンが観測できた。一方、長光路長のガスセルを用いた場合は、測定開始直後にエタノールの吸収波数帯においてスペクトルが飽和し、気液平衡状態におけるスペクトルを取得できなかった。しかしながら、実際のワインを対象とした場合には、長光路長のガスセルを用いることにより、有機酸等に起因するものと考えられる銘柄間による微小なスペクトルパターンの変化が確認できた。そこで、長光路長のガスセルを用いて異なる濃度の酒石酸を添加した **12%**エタノール水溶液の蒸散スペクトルを測定したところ、酒石酸の吸収波数帯において添加量の違いがスペクトルパターンの違いとして観察された (図 **1(a)**)。また、酒石酸濃度を变化させたワインモデルに関して図 **1(a)**と同様な傾向が認められた。さらに、ワインの銘柄の違いが酒石酸の吸収波数において観察できた (図 **2(b)**)。これらの結果は、短光路長のガスセルを用いることによりエタノール成分の蒸散挙動を把握でき、また、長光路のガスセルを用いることでエタノール以外のワインの蒸散成分に関する情報が得られたことを示しており、提案した計測法はワインの品質評価に適用できるものと考えられた。

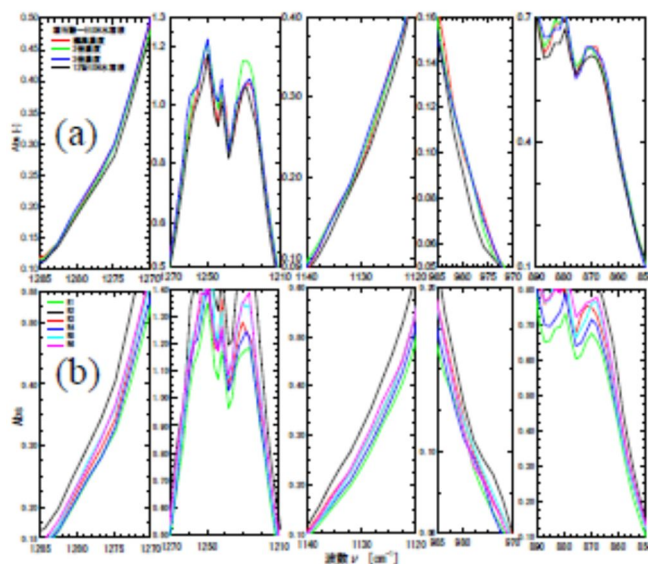


図 1. 酒石酸添加エタノール水溶液(a)とワインの蒸散スペクトル(b)

(3) 「外観をみる」ためのワインの色彩情報解析： 従来から用いられているワインの色評価指標である **420 nm** と **520 nm** における吸光度比よりも可視吸収スペクトルパターンを用いた方がワインの特徴付けに適していることが実験的に示唆された。

一方、ワイングラスを傾けて観察される色のグラデーション変化にも特性が現れると考えられるため、**420 nm** と **520 nm** における吸光度比や可視領域におけるスペクトル解析などのスポット領域的な評価にくわえ、ワイングラス中のワイン全体を捉えることのできる色彩画像解析を用いたワインの色彩評価解析を試みた。図 **2** は、銘柄の異なるワイン画像の色彩パラメータ変化を示したグラフである。

グラデーションが観察できる画像領域の位置 (**pixel**) に対して銘柄ごとに値の変化挙動が異なることから、グラデーション変化にワイン銘柄の特徴が表れていると考えられた。また、人間の視知覚はワインの外観を評価する際、視覚を含めた様々な要素を複合的に捉えていると考えられるため、グラス最深部のワインの色を基準とし、色差を **$L^*a^*b^*$** 値より算出した。

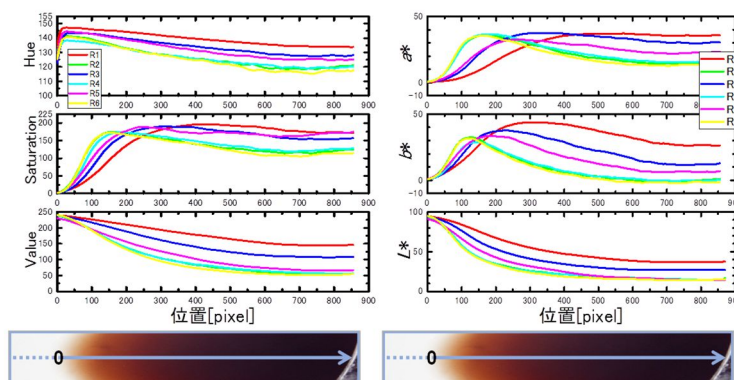


図 2. 銘柄の異なるワイン画像の色彩パラメータ変化

(4) 光センシング情報に基づいた「ワインの評価」： 液体・蒸散成分の赤外吸収スペクトルの差面積吸光度を説明変数、官能評価値を目的変数として重回帰分析を行ったところ、決定係数 **R^2** は **0.83** であった。これに、算出したグラデーションの色差に関する情報を加えて同様に重回帰分析を行ったところ、決定係数 **R^2** は **0.91** となった。このように、味・香りに加え、ワインの外観情報 (ワイングラス中のワインの色彩画像情報) を考慮することの重要性が実験的に示されるとともに、本研究で提案した手法がワインの総合的な評価に有効であるものと考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 橋本篤, 末原憲一郎, 亀岡孝治	4. 巻 7
2. 論文標題 赤外分光情報に基づいた食品の特性把握	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 フォトニクスニュース	6. 最初と最後の頁 114-118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Takahiro Hattori, Ken-ichiro Suehara, Takaharu Kameoka, Atsushi Hashimoto
2. 発表標題 Infrared Spectroscopic Characteristics of Transpiring Ethanol over Alcoholic Beverage Model
3. 学会等名 18th Asia Pacific Confederation Chemical Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 服部孝宏, 末原憲一郎, 亀岡孝治, 藤井聖司, 菅原太郎, 橋本篤
2. 発表標題 赤外分光法を用いたアルコール飲料の蒸散挙動の把握
3. 学会等名 日本食品工学会第20回 (2019年度) 年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Atsushi Hashimoto, Akimasa Yamamoto, Ken-ichiro Suehara, Takaharu Kameoka
2. 発表標題 Development of Multiband Spectroscopic Evaluation of Comprehensive Wine Characteristics
3. 学会等名 5th CIGR International Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	末原 憲一郎 (Suehara Ken-ichiro) (70291614)	三重大学・地域イノベーション学研究科・教授 (14101)	
研究 分担者	亀岡 孝治 (Kameoka Takaharu) (90177600)	三重大学・生物資源学研究科・教授 (14101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------