

分光分析によるハーブティの効能の推定手法に関する基礎研究

大前 洸斗, 佐々木 慎吾, 飛島 陸玖

Basic research on the method of estimating the efficacy of herbal tea by spectroscopic analysis

Hiroto Oomae, Shingo Sasaki, Riku Tobishima

Abstract

The present study confirmed the reflectance and fluorescent in 32 kinds of herbal tea. The fluorescence spectrum was measured using LEDs of four different UV wavelengths. Different fluorescence intensity characteristics were obtained for 32 types of herbs. It was suggested that it is possible to classify these herbs using reflectance and fluorescence.

Keyword: herbal tea, transmittance, reflectance, fluorescent

1. はじめに

ハーブティとして飲用される茶葉の種類は150種類にのぼり、飲用者はそれぞれの薬効や効能を目的として、茶葉を選択し飲用する。一方で、飲食物に偽物が販売される問題も後をたたない。消費者が簡易的な方法で茶葉の真贋を鑑定できる手法が要求される。

工場における茶葉の評価方法には赤外を用いる方法がある[1,2]。しかし、一般の消費者が赤外分光をおこなうことは容易ではない。

近年、スマートフォンの普及とともに、スマートフォンを用いた様々な分析ツールが登場してきている。スマートフォンのカメラを利用した可視光分光器も販売されている。

可視光分光法を利用する方法として、白色光を分析対象に照射し、その透過または反射を測定する方法と、紫外光を照射し、対象から発せられた蛍光光を測定する方法が考えられる[3,4]。どちらも十分な光強度を持つため、一般の消費者でも分光分析が可能ではないかと考えられる。

このような背景から、本研究では基礎実験として、ハーブティの茶葉の可視光における反射率と蛍光を分析した結果、それらの結果に基づいてハーブティの茶葉の特定の可能性が図られたので報告する。

2. 実験方法

2. 1 試料

32種のハーブを対象に実験をおこなった。対象としたハーブを表1に示す。おまか

な使用部位ごとに分類した。いずれも日本の茶専門店で購入した。

表1. 実験対象としたハーブの一覧

大まかな使用部位	ハーブの名称
種子	アニスシード, フェスグリークシード
花・葉・茎	エキナセア, エルダーフラワー, カモミールジャーマン, セントジョーンズワート, パッションフラワー, ハニーブッシュティ, マリーゴールド, マローブルー, リンデン, ローズマリー
花	ハイビスカス, ラベンダー, ローズバズ
葉	グリーンマテ, スペアミント, セージ, ネットル, フェンネル, ペパーミント, マルベリー, ラズベリーリーフ, レディースマントル, レモングラス, レモンバーベナ, レモンバーム
果皮	オレンジピール, レモンピール
根	ジンジャー, ダンデルライオンハート
果実	ローズヒップ

2. 2 分光測定

ハーブの葉に対しては反射率測定と蛍光測定をおこなった。

透過率と反射率の測定の光源にはハロゲンランプを用いた。蛍光用の励起光には発光波長が 375, 385, 405, 415 nm の紫外線 LED を用いた。分光にはファイバマルチチャンネル分光器 (OceanOptics 社製, USB2000+) を用いた。

3. 実験結果と考察

3. 1 ハーブの反射率スペクトル

図 1 に試料の反射スペクトルを示す。いずれの試料でも、近赤外領域の反射率よりも可視光領域での反射率の方が小さい。550 nm の反射率と近赤外領域の反射率の比が 3 以上の試料が 17 種類、3 未満が 15 種類あった。また多くの試料で 680 nm 付近で反射率が減少している。これはクロロフィルが 450 nm と 680 nm の波長を吸収するためである。680 nm で大きく反射率が落ちる試料は 21 種類、減衰率が小さい試料は 3 種類、残り 8 種類は反射率の低下が見られなかった。減衰率が小さい試料を例に挙げるとラベンダーなどが該当する。680 nm で反射率の低下が見られない試料は例えばエルダーフラワーなどがあげられる。エキナセアなどは 680 nm で明確な反射率の減少が確認できる。

分類のための項目に①550 nm 付近の反射率と近赤外 (750 - 900 nm) の反射率の比、②680 nm の反射率の減衰の大きさを用いると、①が 3 より小さく、②の減衰がないものはジンジャー、ダンデライオンルート、リンデンの 3 つに絞ることができる。

3. 2 ハーブの蛍光スペクトル

図 2 の 375 nm で励起した蛍光特性を示す。400 nm 付近の強いピークは励起光である。450 nm から 650 nm にかけてブロードな蛍光が見られる。また、680 nm と 710 nm に比較的シャープな蛍光が観測された。450 nm から 650 nm にかけてのブロードなピークは、リボフラビン (ビタミン B2) とフラボノイドの一種であるケルセチン、緑色蛍光タンパク質に帰属されると推定される複数のピークで構成されている。680 nm と 720 nm のピークはクロロフィルに帰属される。

385 nm で励起すると、375 nm で励起する場合と異なり、450 nm から 650 nm にかけてのブロードなピークの形状が複雑にな

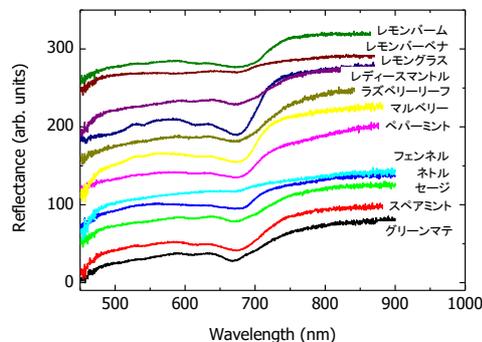
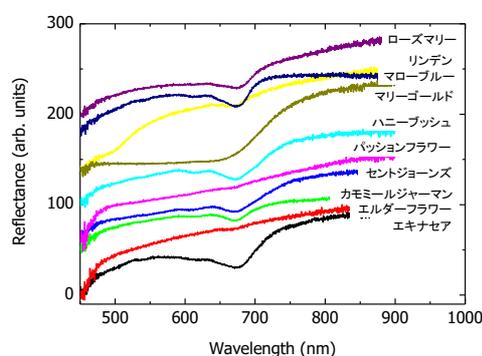
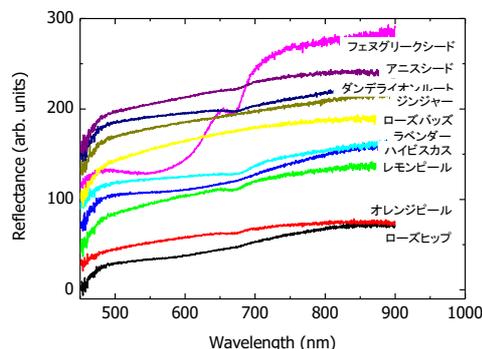


図 1 反射スペクトル

った。アニスシードやローズマリーなどでは明らかに 2 つのピークが含まれていることがわかる。ダンデライオンルートでは 385 nm で励起したほうが 510 nm 付近のピーク強度が増大している。この 510 nm 近傍のピークは緑色蛍光タンパク質によるものと考えられる。680 nm のピークを見ると、385 nm 励起の方が強度が強くなっている。385 nm で励起すると、レモンバームでは 450 - 650 nm のブロードなピークよりも 680 nm のピークのほうが強度が大きくなっており、375 nm での励起と逆転している。

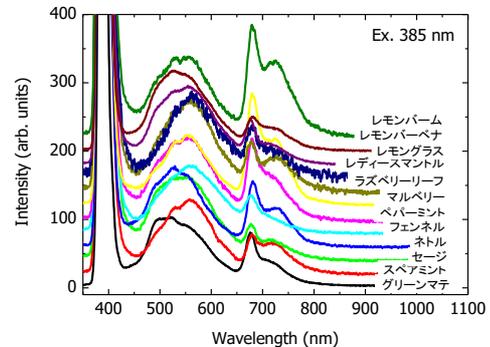
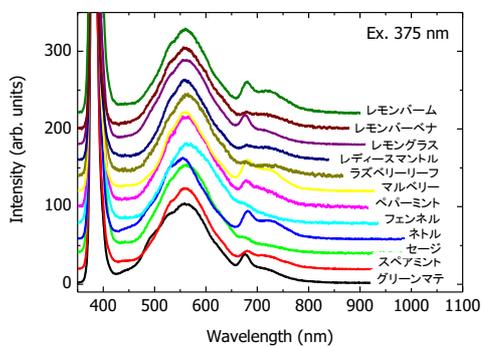
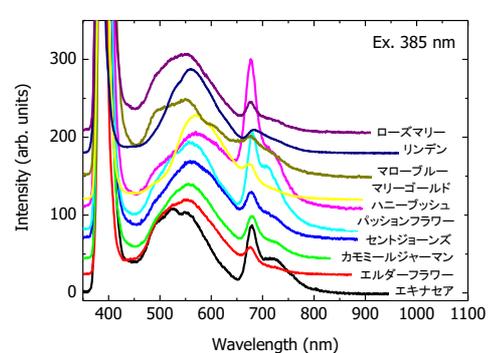
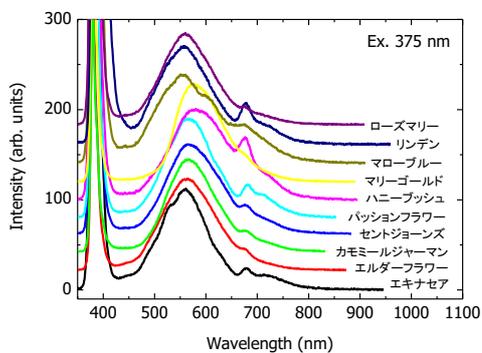
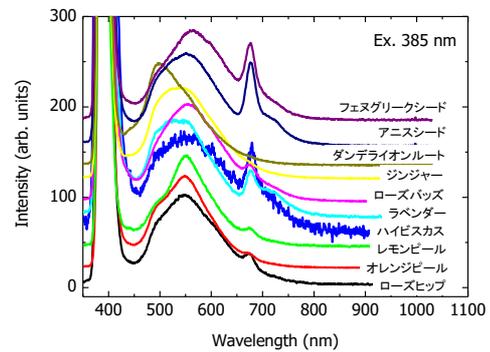
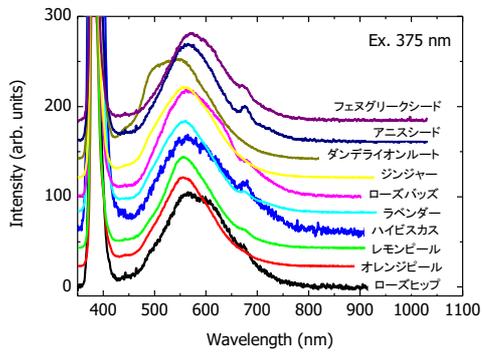


図2 375 nm で励起した蛍光スペクトル

図3 385 nm で励起した蛍光スペクトル

しかし、ローズヒップやリンデンでは励起波長を375 nmから385 nmに変えても680 nmのピーク強度はほとんど変わっていない。

励起光を405 nmと415 nmにすると、ほとんどの試料で680 nmと710 nmのピーク強度が増大していることがわかる。フェスグリーンシードなどでは、相対的に680 nmのピーク強度が450-650 nmのブロードなピークよりも強くなる。また、450-650 nmのブロードなピークのうち、510 nmのピーク強度が強くなる傾向があった。

450-650 nmのブロードなピークについては、多くの試料で、375 nmで励起すると570 nmにピークがあり、385 nmの励起で552 nmが極大となる。405 nmで励起すると520 nm、415 nmで励起すると510 nmが極大となる傾向が見られた。

一方、グリーンマテ、ジンジャー、ラベンダーの3種は405 nm励起で552 nmの蛍光だけでなく510 nmと520 nmの蛍光ピークもはっきりと現れている。

ダンデライオンルートは385-415 nmの励起で500 nmが極大となった。375 nm励

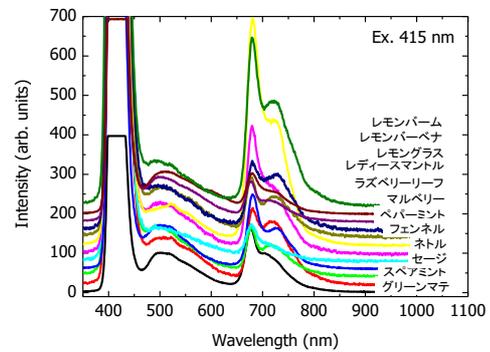
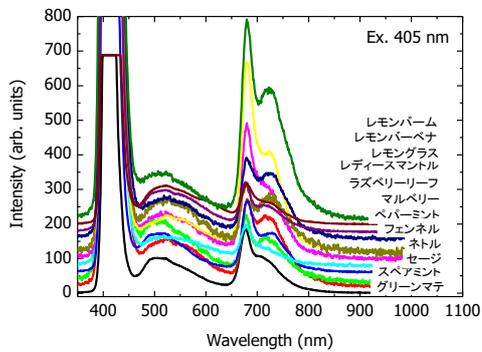
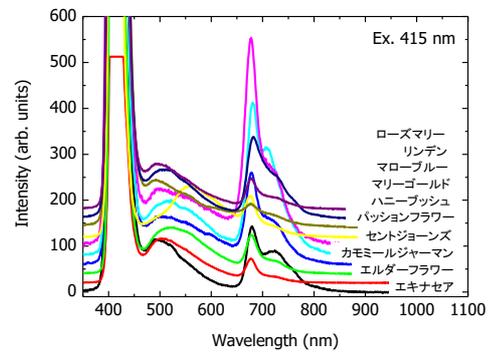
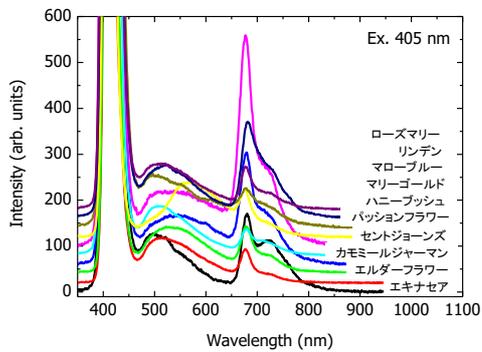
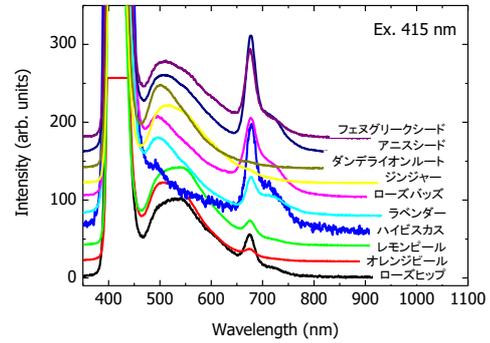
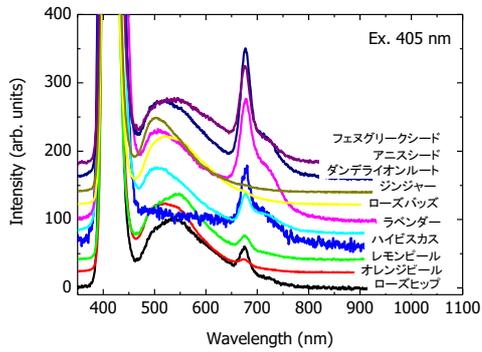


図4 405 nm で励起した蛍光スペクトル

図5 415 nm で励起した蛍光スペクトル

起では 500 nm と 550 nm にピークがあった。

いくつかのハーブは他と蛍光特性が異なるものがある。ハイビスカスは 375 nm と 385 nm の励起でのみ 460 – 650 nm の範囲にピークが表れ、405 nm と 415 nm の励起では明確なピークが見られない。マリーゴールドとマルベリーは、560 – 580 nm の範囲にあるピークが励起波長にほぼ依存しない。

680 nm が光化学系 II によるもので、720 nm が光化学系 I によるものである。この 2 つの蛍光ピークは 405 nm と 415 nm で励

起すると明瞭に観測されている。短波長の 375 nm で励起した場合、他の励起波長よりもピーク強度が弱くなる。680 nm と 720 nm のピーク強度について議論するときは、405 nm か 415 nm の励起波長を選択すべきである。680 nm と 720 nm のピーク強度を比較することで、相対的に光化学系 I のクロロフィルが多いか否かを判定できる。また、680 nm と 720 nm の両方に蛍光がない試料は、ジンジャーとダンデライオンルートの 2 つだけであった。両者とも地中の根茎の部分であるため光合成に寄与するクロ

ロフィルが少なく、蛍光が現れない。680 nm のピークは明確に確認できるが 720 nm のピークが明確には現れないハーブは、フェヌグreekシード、フェネル、マローブルー、ラベンダー、レモンピール、ローズヒップの6つだけであった。

蛍光波長の違いでは試料間の違いが少なく、蛍光波長からハーブを特定することは困難であった。しかし、蛍光ピークの波長間の強度比はハーブごとに異なっており、ハーブの種類を特定するために有用であることが分かった。またピークの強度比は励起光の波長にも依存しており、これもハーブの種類を特定するために利用できる。この二つを合わせて利用することでハーブの種類を特定することが可能であることを示唆された。

例として、680 nm と 720 nm の蛍光強度比が約 2 で、405 nm 励起において 450 - 650 nm のブロードなピークと 680 nm のピーク強度比が約 1 のものはカモミールジャーマンのみとなる。また、680 nm と 720 nm の蛍光強度比が約 2 で、405 nm 励起において 450 - 650 nm のブロードなピークと 680 nm のピーク強度を比較して 680 nm の方が強いものはグリーンマテ、セントジョーンズワート、リンデンの3つに絞られ、さらに反射率スペクトルにおいて 680 nm に落ち込みがあるものを条件にするとリンデンのみに絞られる。

4. まとめ

ハーブの種類を光学的に判断する特徴として有用であるのは、①550 nm 付近の反射率と赤外 (750 - 900 nm) の反射率の比、②680 nm の反射率、③680 nm の蛍光、④720 nm の蛍光、⑤405 nm の LED で励起したときの 460 - 650 nm の蛍光強度と 680 nm の蛍光強度の強度差、⑥励起波長を変えたときの 460 - 650 nm の蛍光波長の変化の6つであった。これらを用いることでハーブを決定できることが示唆されたが、現時点ではいくつかの種類を分離できないものがあるため、これら以外の光学的特徴を見つける必要がある。

引用文献

- [1] 佐田康稔, 小柳津勤, 松浦健雄, 後藤正, 中村順行, 岸本浩志, 近赤外分光法による茶葉成分分析の簡易化, 茶研報 Vol. 77 pp. 35-38 (1993)
- [2] 入江慎二, 下門久, 吉川聡一郎, 小野亮太郎, 近赤外分光光度計による茶の品質評価, 熊本県農業研究センター報告 第11号, pp.64-69 (2012)
- [3] 山崎勝子, 村上哲生, 岡田直己, 寺井久慈, 宮瀬敏男, 佐野満昭, プール茶の蛍光特性, Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi Vol. 60, pp.87-95 (2013)
- [4] 福本由希, 飯淵貞明, 齊藤まゆ美, 大森正司, 澤井祐典, 山口優一, 可視および近赤外線反射スペクトルを用いた茶成分の測定, 日本食品工学会誌, Vol.7 pp.39-44 (2006)