

近赤外光による日本酒と焼酎の分析



研究ノート

糸崎 秀夫*

Near infrared spectra of sake and shochu

Key Words : Near infrared, Sake, Shochu, Alcohol, Analysis

1. はじめに

近赤外光を用いた分析技術は果実の糖度分析をはじめとして、その応用研究が盛んに行われてきている。筆者は、近赤外光を用いた液体検査に着目し、空港などに持ち込まれるペットボトルやビンなどの容器に入った液体物を容器に入ったまま検査が可能な装置開発を進めてきた¹⁻³⁾。この装置は、成田国際空港や関西国際空港で運用試験を実施しているほか、欧州の審査 (ECAC)⁴⁾ にも適合している。

本論文では、この液体検査技術の展開として、酒類の分析を近赤外光で試みた。酒類は、店頭で購入する場合には、価格と銘柄で適当に決めて購入することを繰り返す中で、自分の好みを見つけてゆくことになる。酒好きの友人からこれはというものを推薦してもらっても、必ずしも自分の趣向に一致するとは限らない。日本の酒類について近赤外光による分析研究はこれまでも報告されているが⁵⁾、必ずしも身近に実用に供しているわけではない。そこで、比較的簡便な近赤外分光を用いて日本酒と焼酎を分析し、どの程度判別できるか初期的な検討を実施した。

2. 実験方法

分析評価は、純水とエチルアルコールの混合液体を用いたエチルアルコールの濃度推定、および日本

酒と焼酎のエチルアルコール濃度推定を行った。さらに、日本酒や焼酎の近赤外光スペクトルからこれらの酒の分類を試みた。

近赤外光吸収スペクトルは、試料液体を石英ガラスセルに入れ、紫外可視近赤分光光度計 (Perkin Elmer 製、LAMDA750) により計測した。石英ガラスセルは、876nm から 1100nm の波長範囲では光路長 50mm のセル、1400nm から 1460nm の波長範囲では光路長 1mm のセルを用いた。また、スペクトルは、吸光度スペクトルのほか必要に応じて二次微分処理 (25 点の Savitzky-Golay 移動平均) を行った。スペクトルの解析には、多変量解析ソフトである The Unscrambler 8.1 (CAMO 社) を用いて、回帰分析および主成分分析を行った。

3. 実験結果

3.1 酒のアルコール濃度推定

酒の主成分は水とエチルアルコールである。そこで近赤外光スペクトルを用い、酒のエチルアルコール濃度推定の可能性を検討した。

まず、酒に含まれる不純物の影響をなくした実験として、純水とエチルアルコール混合溶液のエチルアルコール濃度推定について、近赤外光による検討を行った。図1にエチルアルコール濃度の異なる水の 876nm から 1100nm の吸光度スペクトルを示す。970nm 付近の水による吸収と、910nm と 1010nm 付近のエチルアルコールによる吸収が観察され、濃度変化にともない大きく変化している。このスペクトルとエチルアルコール濃度により回帰係数を求めた。この濃度回帰係数を用いて、エチルアルコール濃度を推定した結果を図2に示した。横軸のエチルアルコール濃度は、酒ビンのラベルに示されたアルコール度数を用いた。推定したアルコール濃度はラベル表示から少し分散しており、焼酎では5から



* Hideo ITOZAKI

1950年10月生
ノースウェスタン大学材料科学博士課程
修了 (1982年)
現在、大阪大学大学院基礎工学研究科
教授 PhD セキュリティセンシング
超伝導エレクトロニクス
TEL : 06-6850-6310
FAX : 06-6850-6310
E-mail : itozaki@ee.es.osaka-u.ac.jp

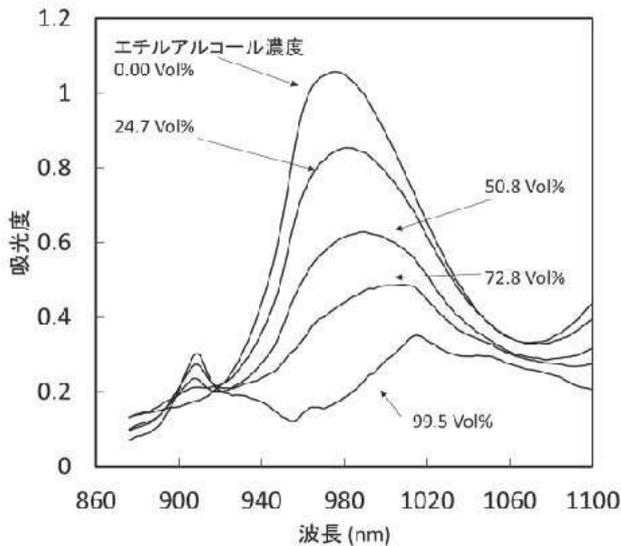


図1 水とエチルアルコールの混合溶液の近赤外光吸収スペクトル

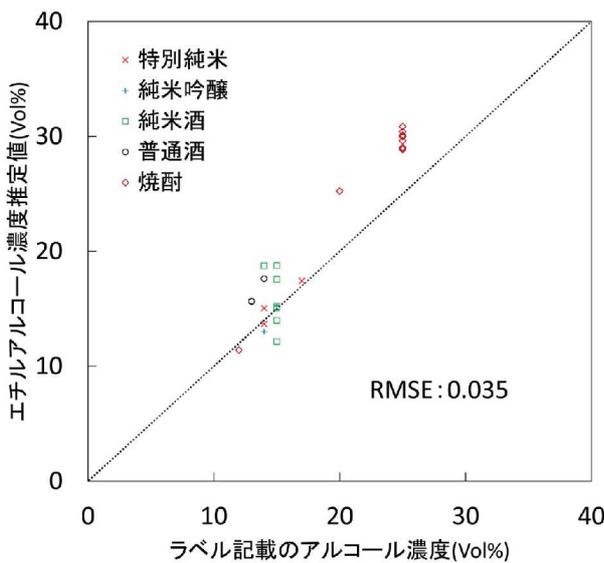


図2 日本酒と焼酎の近赤外光吸収スペクトルによるエチルアルコール濃度推定

10%高めの値となった。その二乗平均誤差は3.5%であった。必ずしも十分な結果とはいえないが、近赤外光によるアルコール濃度推定の可能性を示すことができた。酒類の主成分は水とエチルアルコールであり、それ以外の成分は微量のため、純水とエチルアルコールで作った回帰係数がある程度は有効であったと考えられる。誤差の原因は、糖類などの不純物による影響と、ラベルのアルコール度数の誤差の両方が考えられ、酒の種類ごとの回帰係数を用いることにより、より精度の高いアルコール度の推定

が可能となると考えられる。

酒類の製造にあたっては、酒税の関係から製造工程でエチルアルコール濃度の測定を何回も繰り返す必要があり、そのたびに蒸留により濃縮した液体を比重測定することでエチルアルコール濃度を測る方法が用いられているが⁶⁾、ここで用いた光による方法では蒸留を必要とせず、簡便でかつ短時間で計測ができるようになる。

3.2 日本の酒を分析する試み

日本の酒として代表的なものは、醸造酒である日本酒と蒸留酒である焼酎があり、酒店で入手できた表1に示すような日本酒15種類（特別純米酒3種類、純米吟醸酒2種類、純米酒7種類、普通酒3種類）と焼酎11種類の近赤外吸収スペクトルを検討した。

表1 分析に用いた日本酒と焼酎

| 分類 | サンプル番号 | サンプル名 | ラベル表示 アルコール度数(Vol%) |
|-----|--------|-----------|------------------------|
| 日本酒 | 1 | 特別純米酒(甘口) | 14~15 |
| | 2 | 特別純米酒(辛口) | 14~15 |
| | 3 | 特別純米酒(辛口) | 17~18 |
| | 4 | 純米吟醸酒(辛口) | 15 |
| | 5 | 純米吟醸酒(辛口) | 14~15 |
| | 6 | 純米酒(普通) | 15 |
| | 7 | 純米酒(辛口) | 15~16 |
| | 8 | 純米酒(辛口) | 15 |
| | 9 | 純米酒(辛口) | 15 |
| | 10 | 純米酒(甘口) | 15~16 |
| | 11 | 純米酒(辛口) | 13~14 |
| | 12 | 純米酒(辛口) | 15 |
| | 13 | 普通酒(普通) | 13~14 |
| | 14 | 普通酒(普通) | 14~15 |
| | 15 | 普通酒(辛口) | 13~14 |
| 焼酎 | 16 | 黒糖焼酎 | 25 |
| | 17 | 大麦芽焼酎 | 25 |
| | 18 | 米焼酎 | 25 |
| | 19 | 米焼酎 | 25 |
| | 20 | 蕎麦焼酎 | 25 |
| | 21 | 十手焼酎 | 25 |
| | 22 | 芋焼酎 | 12 |
| | 23 | 芋焼酎 | 25 |
| | 24 | 芋焼酎 | 25 |
| | 25 | 芋焼酎 | 20 |
| | 26 | 泡盛 | 25 |

・日本酒と焼酎の近赤外光吸収スペクトル

日本酒と焼酎の1400-1460nmの近赤外吸収スペクトルを図3に示す。これは、1450nm付近のO-H第一伸縮振動による大きな吸収スペクトルの一部である。蒸留酒である焼酎はスムーズなスペクトルであり、やや吸収係数が低くなっている。一方醸造酒は吸収係数も少し高い。そこで、このスペクトルの

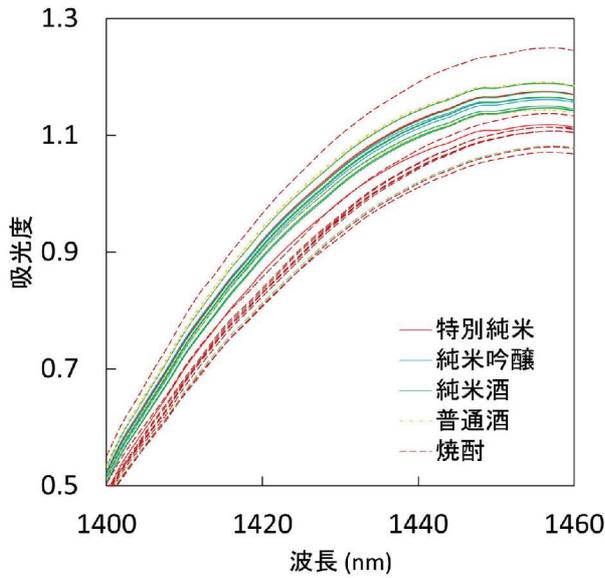


図3 日本酒と焼酎の近赤外光吸収スペクトル

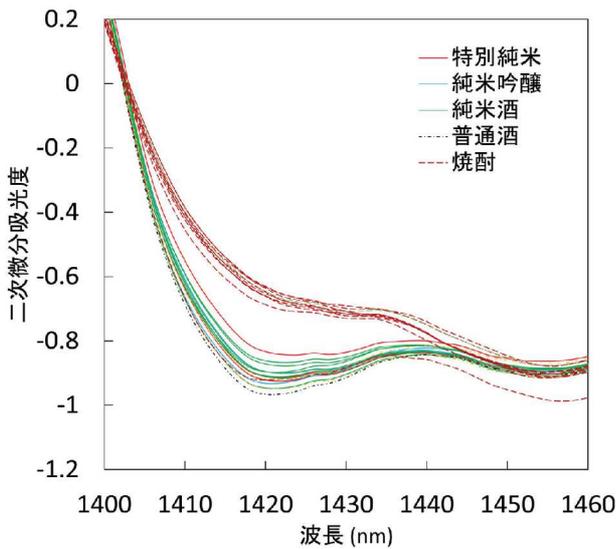


図4 日本酒と焼酎の二次微分近赤外光吸収スペクトル

構造を見やすくするために、二次微分したグラフを図4に示す。O-Hの第一倍音のすそ野付近のスペクトルであるが、二次微分をすることにより吸収ピークが明瞭となり、醸造酒のスペクトルに見られる微小なうねりが、酒類に含有する微量成分を示している可能性がある。それぞれの酒類特有の微量成分の化学分析結果との照合により、より詳細な分析が近赤外光スペクトルでも可能となることが期待される。

・日本の酒の近赤外光スペクトルの主成分分析

前節で得られた日本酒と焼酎の近赤外光スペクトル

ルについて、主成分分析を試みた。主成分分析とは、複雑なスペクトルを単純な変数に変換してスペクトルの比較を容易にする方法である。図5は、第一主成分と第二主成分で表示したグラフである。大きく2つのグループに分かれている。右には蒸留酒である焼酎が集中している。右には蒸留酒である焼酎が集中している。サンプル22番のみ左下に来ているが、この焼酎のみアルコール度数が半分であったためと思われる。

醸造酒である日本酒は、左上に分布している。サンプル3番はアルコール度数が高いために、やや右上にシフトしている。このように近赤外光吸収スペクトルの主成分分析により日本酒と焼酎を明瞭に分類することができた。

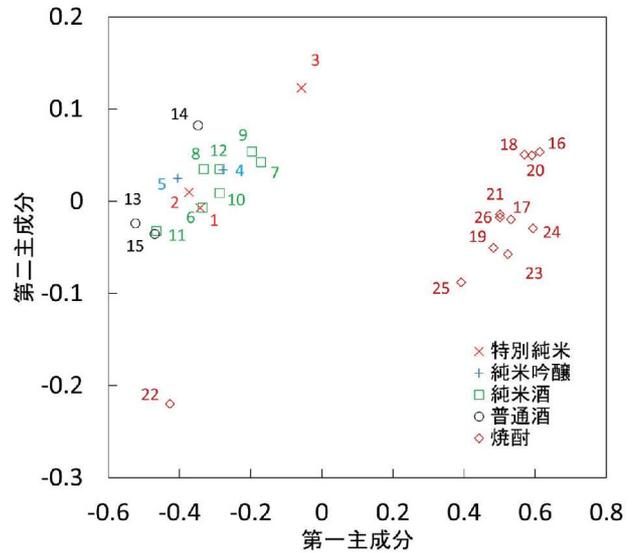


図5 日本酒と焼酎の近赤外光吸収スペクトル主成分分析 (第一主成分と第二主成分)

4. まとめ

本論文では、日本酒や焼酎の近赤外光吸収スペクトルを取得し、アルコール度の推定ができることを確認した。さらに、それぞれの酒の吸収スペクトルの特徴を主成分分析により試みた。日本酒と焼酎を明瞭に分類することができた。酒ごとにスペクトルは違っており、データベースを構築すれば、銘柄を当てることや、似た種類を選び出すことも可能になると考えられる。

今後さらに酒の微量不純物や味覚などとの相関関係を研究することにより、近赤外光吸収スペクトルの有用性が確認でき、これまで以上に定量的なお酒の分類ができるようになると、酒を購入するときの

よい参考になるかもしれない。

参考文献

- 1) Hideo Itozaki, Yuji Yamauchi : "近赤外光によるペットボトルに入った液体爆発物の検知 /Detection of liquid explosive in bottles by NIR", J. Jpn. Soc. Infrared Science & Technology, (2009), 18巻2号 P42-46.
- 2) Hideo Itozaki, Hideo Sato-Akaba : "Detection of bottled explosives by near infrared", SPIE Proceedings, (2013) Vol. 8901_No.2 (CD). P890103-1 ~ 890103-4.
- 3) Hideo Itozaki, Ryu Miyamura, Hideo Sato-Akaba : "Detection of bottled explosives by near infrared", Proc. SPIE, (2012) Vol. 8546_No.14 (CD), P85460E-1 ~ 85460E-4.
- 4) ECAC: European Civil Aviation Conference (<https://www.ecac-ceac.org/>)
- 5) 佐藤朋覚、熊谷昌則、天野敏男、小川信明：“ケモメトリックを用いるポータブル近赤外分光分析装置による酒類の分類” BUNSEKI KAGAKU (2003) Vol. 52, No.9, pp.653-660.
- 6) 国税庁所定分析法 (平成19年国税庁訓令第6号).

