

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 1 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580297

研究課題名（和文） 近赤外分光法による冷凍食材の品質指紋検査法に関する研究

研究課題名（英文） Study on the Quality Finger-prints Checking Methods of Frozen foods by Near-Infrared Spectroscopy

研究代表者

河野 俊夫（KAWANO TOSHIO）

高知大学・教育研究部自然科学系・教授

研究者番号：60224812

研究成果の概要（和文）：

冷凍食材の個体管理を目的として、食材成分の違いに由来する反射スペクトルの変化に着目した。魚介類を中心とするミンチ冷凍品、および調味料（塩、糖、香辛料）に関する拡散反射分光特性を、近赤外検出器を装備するフーリエ変換赤外分光光度計により調査した結果、個体管理に有用な調味料として糖分が有効であることが分かった。また、供試した香辛料 9 種の中では、シナモンシュガーの分光特性が他のものよりもきわだって異なる特性を示し、個体管理用マーカースの材料候補となり得ることが分かった。

研究成果の概要（英文）：

For managing frozen foods individually, we have focused on the changes in reflectance spectroscopic characteristics due to difference of ingredients on the surface of the frozen foods. Diffuse reflectance spectroscopic characteristics for frozen minced fish meat and few kinds of seasonings (salts, sugars and spices) were measured by FT/IR with near-infrared detector. It revealed that sugar was nominated an effective seasoning for managing frozen foods among the seasonings tested. During seasonings tested, cinnamon sugar has very different spectroscopic characteristics than others and therefore it will be a candidate marking material for food management.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業情報工学

キーワード：非破壊計測、冷凍食材検査法

1. 研究開始当初の背景

外食産業における食材のほとんどは顧客に調理提供まで冷凍により保存されている。

食材の種類は多岐に亘り、その多くを海外に依存する我が国においては、レストラン等の外食産業を始めとして、一般家庭において

も、その利用頻度はきわめて高い。

冷凍食材の検査は現在、食材の一部をサンプリングした検体を化学分析することで行われている。この方法は確かに精密な検査方法ではあるが、分析に時間がかかり、化学分析の性質上分析室での検査が前提で、検査室外での即応検査には対応できない。携行型の新しい迅速検査機器があれば、安全性の疑わしい冷凍食材の篩い分けを広範囲に、かつ分析室外で行うことができる。その上でこの初期チェックにかかる冷凍食材に対して従来の化学分析を行えば、食品全数のスピーディーなチェックができるものと考えられる。

また国内の食材流通では、主としてパッケージ管理による流通品の管理が行われている。しかしパッケージによる管理は、パッケージそのものを変えれば、中身の実質的な価値とは比較にならない、違法な付加価値を付けることも可能であるため管理が難しい。パッケージラベルの改変等により消費者や外食産業が偽物の食材をつかまされる産地偽装事件も多発しており、一見しただけでは品質の信憑性を判断できなくなりつつある。これに対して「トレーサビリティ」と呼ばれる食材の流通履歴を管理する手法があるが、この手法は「良識ある流通」を前提とした高度流通管理法と考えられ、ラベルの張り替えなどの違法な人為操作の前では役立たない。むしろ食材管理を長く手がけてきた、老練な流通管理者の厳しい目が直接に生鮮食材を見る方が食材の真贋を峻別できるケースが多い。

ところが生鮮食材の場合とは異なり、冷凍食材の場合は凍結により表面の状態が著しく変化するため老練な流通管理者でも食材の真贋を区別できないことがある。したがって、食材の品質を厳密に管理するには、食材そのものが有する固有情報を指紋管理する

手法を用いる必要がある。その手法の最たるものは、食材のサンプルを DNA 分析することであるが、最初に述べた輸入食材の化学分析と同様に分析に時間がかかる上、サンプリングが前提であるため全数管理は困難で、代表サンプルの分析結果から冷凍食材ロットの品質と真贋を推定する他ない。非破壊・非接触による冷凍食材の迅速な品質指紋検査法が求められるところである。

2. 研究の目的

本研究では、冷凍食材の表面数カ所に近赤外線による内成分のチェックポイントを設け、得られる近赤外スペクトルを食材の固有情報（品質指紋）として、冷凍食材の品質と来歴とを高度に管理する手法について検討する。近赤外線は可視光線と赤外線の間位置する電磁波の一種で、食品中の成分分布により固有のスペクトル情報を得ることができる。近赤外分光光度計を用いて水分・タンパク質・脂肪など冷凍食材に含まれる成分由来の分光スペクトルをポイントスキャンし、冷凍食品の種類および個体ごと、表面位置ごとに異なるスペクトル上の違い(個別性)を食材管理に利用しようとするものである。

工業製品の場合は IC タグと呼ばれる、電波を自発する特殊なラベルを用いて食材管理ができるが、食品の場合は、IC タグのような、可食でない材質のものは、安全上使用できない。そこで本研究では、食材そのものの表面成分にもとづくスペクトル上の個別性や、調味料などの付加材料のスペクトル上の固有性を、品質指紋(Quality Finger-prints)点と呼び、これを用いて冷凍食品を個別管理する手法について検討する。品質指紋 QF は冷凍食材の特定点における近赤外スペクトルを用いた成分分布情報であり、流通途上の温度管理や食材内部の酵素反応などにより

変化する可能性があるため、温度管理や保存状態との関係についても調査する。

3. 研究の方法

魚介類をミンチ材料として、冷凍させたもの、および、表面添加物としての調味料(塩、砂糖、香辛料などの基本材料)を用いて、それらの表面における拡散反射分光スペクトルを測定した。測定には、フーリエ変換赤外分光光度計(日本分光、FT/IR-4100)に、拡散反射測定ユニット(日本分光、NRF PRO410-N)を取り付け、高感度 InGaAs 型近赤外検出器を内蔵させたものを用いた。測定波長は 833.3nm~2,500nm(波数 12,000 cm^{-1} ~4000 cm^{-1})、波長スキャン(分解能)4 cm^{-1} でスペクトルを取得した。

供試材料は、約 100mm 径のガラス製シャーレに入れて拡散反射測定ユニット上部に載せ、下部から照射されるハロゲン光の反射光についてスペクトル分析した。スペクトル分析時の供試材料厚さについては供試材料ごとに光の反射率が異なるため、拡散反射率を確認しつつ、反射率(および反射スペクトル)が安定する厚さとした。測定口径(直径)は約 10mm で、ブランク測定は、フーリエ変換赤外分光光度計に附属する白板を、上記シャーレに入れて行った。氷解による反射分光スペクトルの影響を調査するため、冷凍した供試材料については、常温解凍から 1 時間経過まで、10 分ごとにスペクトルを測定した。

4. 研究成果

図 1 は、魚ミンチ(じゃこ)の冷凍ものに対する拡散反射分光スペクトル結果である。多水分系食品を対象とする場合、水分による影響を考慮する必要がある。含有水分の予測モ

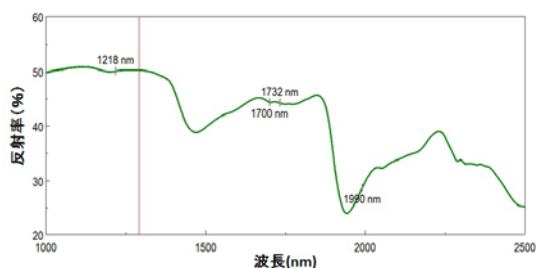


図1 魚ミンチの反射分光スペクトル(じゃこ)

デルに用いられる、水分波長には、例えば 1218nm, 1700nm, 1732nm, 1990nm が挙げられるが、魚ミンチの場合、1990nm 付近のバレー部分を除いては大きな変化を示していない。魚ミンチの氷解(解凍)に伴って、これらの液状水分にかかわるスペクトル固有波長で変化を生じた。この傾向は、肉類の冷凍ミンチについても同様に観測された。

一方、この魚ミンチと、調味料の塩および糖(三温糖)のスペクトルとの比較を、スペクトルの二次微分値によって行ったものが、図 2 である。波長 1000nm 未満では、ノイズの影響が大きくなるため、測定域は 833.3nm から行っているが、表示は 1000nm 以上としている。

二次微分処理を行うことで、反射率の絶対的な大きさに左右されず、スペクトル曲線の特徴点比較を行うことができる。図 2 によれば、

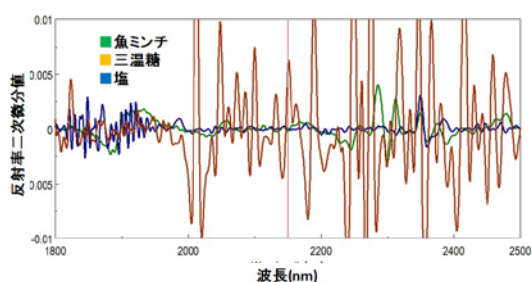


図2 魚ミンチ(じゃこ)と調味料2種の二次微分値比較

魚ミンチの冷凍ものでは、2285nm 付近で、調味料との違いが分かる。調味料では塩分のスペクトルの変化は非常に小さいが、三温糖の場合は、二次微分値の絶対値が魚ミンチよりも大きく、違いが鮮明である。

図 3 は、供試した 9 種の香辛料(粉末)の拡散反射分光スペクトルを比較しものである。

レッドペッパーとコリアンダーの拡散反射分光スペクトルは非常に似ているため、二次微分処理を行っても、その違いが明確にはならない。また、ジンジャー、カルダモン、ターメリックおよび山椒についてもスペクトルの

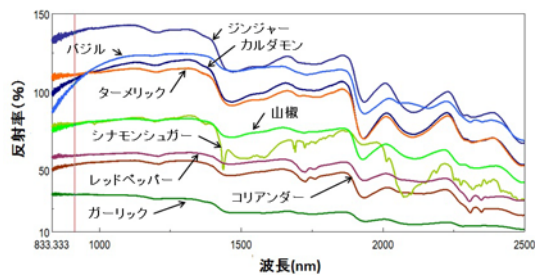


図3 調味料(香辛料9種)の反射分光スペクトル比較

傾向は著しく似ており、これらは二次微分処理によっても明確な差として認識できなかった。供試した9種の香辛料のなかでは、シナモンシュガーがきわだって異なるスペクトル特性を示し、魚ミンチにマーキングとして付着させても、魚ミンチ本体との反射スペクトルとの違いがはっきりする。したがって、食味に影響がない程度の分量、魚ミンチ冷凍品に付着させて用いれば、個体管理に利用するマーカーとして活用できると考えられる。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 10 件)

- ①河野俊夫、山本由徳、疋田慶夫、食用カナ澱粉を用いた製パンの品質評価に関する研究、農業機械学会、2012年9月28日、宇都宮大学(栃木県宇都宮市)。
- ②河野俊夫、山本由徳、疋田慶夫、食用カナ澱粉を用いたパスタの品質評価に関する研究、日本調理科学会、2012年8月24日、秋田大学(秋田県秋田市)。
- ③河野俊夫、藤原郁絵、疋田慶夫、村井正之、極多収性ジャポニカ水稻品種(候補)の米粉を用いた製パンとその品質評価に関する研究、日本食品保蔵科学会、2012年6月21日、KKR ホテル大阪(大阪府大阪市)。
- ④河野俊夫、石川勝美、疋田慶夫、夏播き小麦を用いた製パンの品質評価に関する研究、農業機械学会、2011年9月28日、弘前大学(秋田県弘前市)。
- ⑤河野俊夫、山本由徳、疋田慶夫、食用カナ澱粉を用いた製パンの品質評価に関する

研究、農業機械学会、2011年9月28日、弘前大学(秋田県弘前市)。

⑥春藤一葉、石川勝美、河野俊夫、施設園芸における竹炭の培養液利用に関する研究、農業機械学会、2010年9月15日、愛媛大学(愛媛県松山市)。

⑦疋田慶夫、林周都、河野俊夫、流通過程におけるカンキツの含有成分と果実硬度の変化、農業機械学会、2010年9月15日、愛媛大学(愛媛県松山市)。

⑧河野俊夫、疋田慶夫、使用済み発泡スチロール(EPS)の悪臭除去法に関する研究、農業機械学会、2010年9月15日、愛媛大学(愛媛県松山市)。

⑨河野俊夫、雑穀パン由来パン粉を用いた冷凍フライの食感品質予測モデルに関する研究、日本調理科学会、2010年8月27日、中村学園大学(福岡県福岡市)。

⑩河野俊夫、川口岳芳、岡田牧恵、ワケギ種球の機能性段ボール貯蔵とその品質評価に関する研究、日本食品保蔵科学会、2010年6月26日、沖縄県男女共同参画センター(沖縄県那覇市)。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河野 俊夫 (KAWANO TOSHIO)

高知大学・教育研究部自然科学系・教授

研究者番号：60224812

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし