

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：21401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350096

研究課題名(和文) 調理加工における振り塩及び酢の効果を評価可能にする新規計測システムの開発

研究課題名(英文) Development of novel system for measuring effects of shaking salt and marinating vinegar on cooking process

研究代表者

石川 匡子 (ISHIKAWA, Kyoko)

秋田県立大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：80315598

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：振り塩および酢加工における、最適な漬け上がり、塩分濃度、有機酸濃度、加工条件を非破壊かつリアルタイムで測定出来る新規評価法の確立を目的に実験を行った。LCRメータを用いた電気インピーダンス測定より、食塩や有機酸が食品内部へ浸透する様子をモニタリング可能であり、インピーダンス値の変化と食塩や有機酸濃度は相関性が高いことが分かった。

研究成果の概要(英文)：We measured favorite conditions for pickling time, salt concentration, organic acid concentration of sprinkled salt and marinating vinegar in cooking process, and we developed a novel-destructive and real-time monitoring system for them. The impedance method for measurement with LCR meter can monitor salt and organic acid osmosis in the food interior nondestructively and in real time. As the results, the relationships between the concentrations of chloride ion and organic acid in the agar gel and the electrical impedance measurement seems to be high.

研究分野：食品科学

キーワード：調理と加工 調味料の作用 振り塩 酢 有機酸

1. 研究開始当初の背景

塩専売法が廃止されて以降、にがり成分を含んだ塩が多数販売されるようになり、漬物や焼き魚などの調理に用いた際、高純度塩よりも塩味がまるやかで美味しく感じるというという理由から愛用する消費者が増加している。これらにがり成分を含んだ塩は、高純度塩と比較して結晶粒径が大きく、製造方法により結晶形状が一定でないため、付着性や溶解速度が異なる。同じ量を使用しても料理の味が異なる理由として、塩の成分の相違のみならず、用いる塩の物性が重要であり、それらが食品表面上での溶解性や、内部への浸透性に影響を及ぼすことで最終的に食品の味に影響するのではないかと考えられる。これらを検証するためには、同一成分で結晶粒径だけを変えた塩および同一粒径で成分組成が異なる塩を調製し、呈味性の相違について検討する必要がある。従来は食品内部への塩の浸透度合は、食品の水抽出液を用いた塩分濃度測定のような成分分析しかなく、食品表面上の塩溶解挙動のような微量測定ならびに非破壊測定は不可能であったが、申請者らは LCR メータによる電気インピーダンス測定により、食品表面上での塩の溶解速度を非破壊かつリアルタイムで測定する技術を確立した(平成 21~22 年度文部科学省科学研究費補助金(21700741)、平成 23~24 年度文部科学省科学研究費補助金(23700882))。

食品の調理加工においては、塩単独よりもむしろ他の調味料と混合して用いることが多い。特に酢と云った伝統的な調理手法は、あらかじめ塩で下処理をした後に、食酢につけるという 2 段階の工程を要する。そこで、他の調味料との相乗効果により、食品成分にどのような影響を及ぼすのか、また塩で申請者らが確立した非破壊計測法が応用できるのかを検討する必要があり、本研究に着手した。

2. 研究の目的

日本料理では、食品素材に下味をつける、身を引き締めることでうま味を閉じ込めるという調理技法があり、振り塩や酢はその代表的な手法である。これらは、食品表面上での塩の溶解および塩や食酢の食品内部への浸透により食品成分と相互作用を引き起こすと考えられるが、食材に対する最適な調理条件は経験に頼らざるを得ないのが現状である。そこで本研究では、食品加工において、最適な漬け上がり、塩分濃度、食酢濃度、加工条件を非破壊かつリアルタイムで測定できるようなシステムを開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) モデル食品を用いた有機酸浸透挙動に伴うインピーダンス測定

対象とする食品には、寒天ゲルならびに卵白ゲルを用いた。寒天ゲルは 0.8%濃度、卵白ゲルは 7.5%濃度に調製した。また酢加工を想定した食塩含有モデル食品として、各ゲルに食塩(0.1%、0.25%、0.5%、1.0%)をそれぞれ添加したのもも調製した。これらを 25 mm×25 mm×12 mm の PP 容器に流し込み、テストピース(25 mm×25 mm×10 mm)を作製し、サンプルゲルの両端にステンレス電極を取り付けた。各ゲル表面に有機酸(酢酸(穀物酢)、クエン酸、リンゴ酸、酒石酸、乳酸)の 0.05 M および 0.5 M 水溶液を添加し、LCR メータ(3532-50 日置電気(株))を用いて、インピーダンス値を測定した。さらにガラスゲル(5 mm×25 mm×50 mm)を用いて表面部のみ塩分を含んだ寒天ゲルを作製した。絶縁スプレーにて一部分のみがゲルと直接接触できるように加工した 4 種類のステンレス製棒電極(寒天表面、上段、中段、下段のみと接触)を用い、同様に有機酸溶液をゲル表面に添加し、インピーダンス値を測定した。また、塩および有機酸浸漬後、蒸留水にてゲルの抽出液を作製し、有機酸濃度を測定した。

(2) 有機酸の味質強度評価

(1) で使用した 8 種類の有機酸を導電率確保のため 10mM KCl を用いて水溶液を調整し、味覚センサ測定(味認識装置 SA402B((株)インテリジェントセンサーテクノロジー社)により酸味、塩味(味の重厚感)、うま味、苦味、渋味、うま味コク、渋味刺激、苦味雑味について測定し、個々の有機酸が持つ味質を評価した。0.4%および 1%寒天ゲルに食塩 0.584%、クエン酸 0.0075%、0.008% を添加したモデル食品を対象に官能評価を行った。これら寒天ゲルを蒸留水と共に物性測定装置にて直径 4 cm の円柱プランジャーを用いて圧縮試験を実施し(圧縮回数 1~20 回、圧縮率 60%)、溶出する塩分および有機酸量を測定し、官能評価結果と比較した。さらにこれら溶出液を対象に、味覚センサ測定により味質評価も実施した。

(3) 食品を用いた有機酸浸透挙動に伴うインピーダンス測定

本マグロを 25 mm×25 mm×10 mm に裁断し、両端にステンレス電極を取り付けた PP 容器に入れた。マグロ表面に食塩および有機酸(クエン酸、酢酸(穀物酢))溶液を添加し、インピーダンス値を測定した。

4. 研究成果

(1) モデル食品を用いた有機酸浸透挙動に伴うインピーダンス測定

寒天および卵白ゲル表面に有機酸溶液を添加した後、インピーダンス値を測定した結果、いずれの有機酸も添加濃度増加に伴い、インピーダンス値が低下した(Fig. 1)。

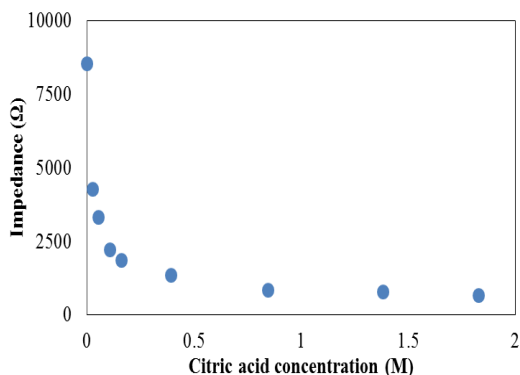


Fig. 1 クエン酸添加による寒天ゲル中のインピーダンス値変化

さらにゲル中の有機酸濃度を測定した結果、ゲル中の有機酸濃度とインピーダンス値は反比例し、食品内部への浸透性も認められたことから、食品表面上における有機酸浸透挙動の計測に本法が有効であることが確認できた。

酢の調理法は、食品表面上に振り塩をした後、酢に漬けるというものであるが、この実際の調理手法に近い環境で調べるため、食塩を添加したサンプルゲルで模擬的に振り塩を行った状態にし、有機酸を添加してインピーダンス値を測定した。その結果、有機酸の種類に関わらず食塩無添加ゲルと同様の結果が確認できた。このことから、塩蔵食品においても本法は有効であることが考えられる。また、浸透挙動をより詳細にモニタリングできるかを確認するため、食塩濃度に勾配をつけた高さのあるサンプルゲルで浸透挙動を調べた。始めに 5 mm×25 mm×50 mm のガラスケルを用い、寒天ゲル内で各電極の測定部に接する部位のみに既知濃度食塩(1.0、7.0、14、21%)が含まれた食塩含有寒天を作製し、その部位における電気インピーダンス測定した。その結果、いずれの電極を用いても、塩分濃度が同じであれば、ほぼ同一のインピーダンス値を示すことが確認できた (Fig. 2)。

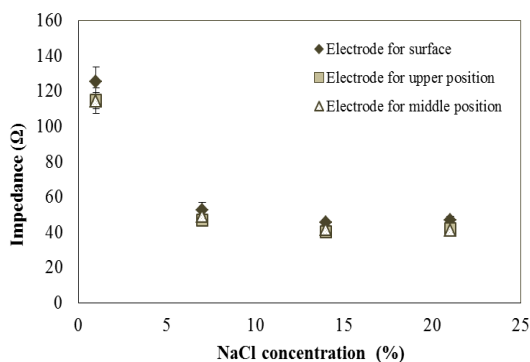


Fig. 2 インピーダンス測定による寒天内部での塩分濃度測定

続いて表面部のみ塩分を含んだ寒天ゲルを作製し、有機酸添加後のインピーダンス値

を測定した結果、食塩無添加ゲルの結果と同様に、ゲル上部から下部へ有機酸が浸透するに伴いインピーダンス値が一定になる時間を要することが確認された。さらにプロモクレゾールグリーンを混合した寒天ゲルを用いて、可視化により有機酸添加後の浸透挙動を観察したところ、インピーダンス値の変化と同様の挙動を示し、有機酸濃度はインピーダンス値の変化と相関性が高いことが分かった。

(2) 有機酸の味質強度評価

各有機酸溶液の味覚センサ測定を実施した。酸味の強さは、酒石酸>クエン酸>リンゴ酸>乳酸>酢酸(穀物酢)の順となり、官能評価による酸味の順位付けの結果とほぼ一致した。有機酸は苦味雑味と渋味刺激が強いクエン酸・リンゴ酸のグループと、酸味以外の味の特徴が少ない酒石酸・乳酸のグループ、香りと甘味を伴う酢酸(穀物酢)以上の3種に大別されることが分かった。また、有機酸濃度増加に伴う味質の増強も確認出来、味覚センサによる有機酸の味識別の有効性が示唆された。食塩および有機酸添加寒天の官能評価を行った結果、ゲルの硬さにより塩味および酸味の味強度が異なって感じられ、寒天が固まる限界濃度の0.4%寒天ゲルの方が少ない咀嚼回数で味が強いと評価されることが分かった。また、0.4%、1.0%いずれの寒天ゲルにおいてもパネリストはクエン酸添加濃度増加に伴う酸味強度の違いを識別可能であった。物性測定装置を用いた試験により、寒天ゲル圧縮に伴う成分の溶出度変化を検討した。その結果、圧縮回数増加に伴いゲルから溶出する塩分および有機酸濃度が増加すること、低速度の方が溶出度が高くなることを確認出来、官能評価結果と一致した。また、これら溶出液を用いて味覚センサ測定を実施した結果、味強度の増加が確認出来た。以上の結果から、塩および有機酸添加食品の味質評価において味覚センサ測定は有効であることが示唆された。

(3) 食品を用いた有機酸浸透挙動に伴うインピーダンス測定

マグロ表面に有機酸(クエン酸、酢酸(穀物酢))溶液を添加し、インピーダンス値を測定した。その結果、モデル食品同様、有機酸添加に伴い、インピーダンス値の低下が確認出来た。有機酸添加に伴うマグロ表面の変色により浸透挙動も可視化可能であり、有機酸濃度とインピーダンス値の変化との相関性も確認出来た。以上の結果から、LCRメータを用いた電気インピーダンス測定より、食塩や有機酸が食品内部へ浸透する様子をモニタリング可能であることが示唆された。

5. 主な発表論文等

[学会発表](計4件)

(1) 竹澤夏菜、秋山美展、石川匡子、有機酸

- との相互作用による塩味増強に及ぼす食品物性の影響、日本調理科学会平成 29 年度大会、2017.8.31-9.1「お茶の水女子大学（東京都文京区）」発表予定（東京）
- (2) 竹澤夏菜、石川匡子、有機酸の味質の違いが塩味に与える影響、日本調理科学会東北・北海道支部平成 29 年度総会、2017.6.17「カレッジプラザ（秋田県秋田市）」
 - (3) Kyoko Ishikawa, Masashi Nako, Shuya Sato, Yoshinobu Akiyama, “Non-destructive Measurement of Salinity Concentration to Evaluate Suitable Food Dipping States During Salting”, ICMR 2017 Akita, 2017. 10.25-10.27「秋田ビューホテル（秋田県秋田市）」
 - (4) 石川匡子、佐藤柊也、秋山美展、酢×調理加工工程における最適浸漬状態を評価可能にする計測システム開発、日本農芸化学会 2016 年度大会、2016.3.30「札幌コンベンションセンター（北海道札幌市）」

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石川 匡子 (ISHIKAWA, Kyoko)

秋田県立大学 生物資源科学部 准教授

研究者番号：80315598