

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 11 日現在

機関番号：21401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23700882

研究課題名（和文） 塩の結晶粒径ならびににがり成分が食品の調理特性に及ぼす影響

研究課題名（英文） Effect of salt diameter and bitter component on cooking properties

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

研究成果の概要（和文）：結晶粒径ならびににがり成分が異なる塩の食品表面上における溶解性および浸透度合を、電気インピーダンスを用いた方法により、非破壊かつリアルタイムでモニタリングした。また、塩の結晶粒径の違いは、野菜の短時間の調理において塩味に影響を及ぼし、にがり成分の違いは野菜の調理において主に食感に影響を及ぼすことが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：We developed a new evaluation system that enables non-destructive measurement of the dissolving state of salt which were consisted of bitter components with various diameters on food using electric impedance. It was revealed that the difference in particle size and bitter components of salt affected saltiness of vegetables cooked in short time and texture of vegetables, respectively.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：調理と加工、塩の成分

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様々な塩が販売されるようになった。これらの塩を、漬物や焼き魚などの調理に用いた際、高純度塩（専売法時代から販売されている旧専売塩）よりも塩味がまるやかで美味しく感じるという理由から愛用する消費者が増加している。我々は、にがり成分が異なる市販塩やそれらを用いた調理加工における呈味性への影響について研究し、市販塩の種類によって食品の味に違いが生じることを報告してきた。これらにがり成分を含んだ塩は、高純度塩とは異なり、結晶粒径が大きく、製造方法ごとに結晶形状が異なるため、付着性や溶解速度が一定ではない。同じ添加法で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、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。そ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の呈味性の相違について検討していく必要があるのではないかと考え、平成 21～22 年度文部科学省科学研究補助金(21700741)の助成により、結晶粒径が異なる高純度塩を用いた呈味性の相違について検討してきた。現在までの研究で、食品表面上での塩の溶解性には結晶粒径が影響することが分かった。また、従来食品中の塩分濃度測定は、食品の水抽出物の成分分析しかなく、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。我々は LCR メーター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開発した。食品における塩の呈味には、粒径のみならず、にがり成分に含まれる特定のミネラルも関係すると考えられるため、高純度塩と同一粒径で、成分組成が異なる塩でもさらに検討する必要があり、本研究に着手した。

2. 研究の目的

上記の課題を検証するため、同一粒径でにがり成分含量が異なる塩の呈味性の相違について検討する必要がある。そこで、本研究では、同一粒径でにがり成分含量が異なる塩の食品表面上での溶解性の違いの測定について、我々が開発した電気インピーダンスによる非破壊かつリアルタイムでのモニタリングシステムが応用可能かどうかを検討する。また、同一粒径で成分組成が異なる塩の溶解性など塩の物性変化、ならびに塩が浸透したことによる食品内部での化学変化を調べることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 塩の調製

市販大粒塩、小粒塩をエタノールで洗浄後、300~600 μm 、1000~1180 μm の塩をふるい分けし、同一成分で粒径が異なる塩を得た（それぞれ小粒塩、大粒塩）。得られた小粒塩（300-600 μm ）に MgCl_2 および CaCl_2 溶液をそれぞれ 2% の濃度になるよう添加し、再度ふるい分け、乾燥後、 $\text{Mg}2\%$ 混合塩、 $\text{Ca}2\%$ 混合塩、 $\text{Mg}2\%+\text{Ca}2\%$ 混合塩の 4 種にがり含有塩を調製した。これらの 6 種類の塩を用いて、以下の実験を実施した。

(2) インピーダンス測定法を用いた食品表面上における塩の溶解性の検討

インピーダンス測定には、4 端子対法による LCR メーターを用いた（3532-50、日置電気（株））。プラスチックセル（25 mm \times 25 mm \times 12 mm）にステンレス電極を取り付けた後、寒天ゲルを流し固め、テストピースを作製した。大粒塩、小粒塩、にがり含有塩だけでなく、その塩の水溶液モデルとして 26% NaCl 水溶液に $\text{Mg}0.52\%$ 、 $\text{Ca}0.52\%$ 添加した水溶液を調製した。調製したにがり塩および水溶液をそれぞれゲル上に一様に振りかけ表面上のインピーダンス値を測定した。

(3) インピーダンス測定法を用いた食品内部への塩浸透挙動の検討

ガラスセル（25 mm \times 25 mm \times 50 mm）に寒天を流し固め、テストピースを作製した。電極はステンレス電極を絶縁スプレーにて

被膜し、一部分のみが寒天ゲルに直接接触できるようにしたものを用いた。塩を寒天ゲル上に一様に振り掛け、表面上および内部のインピーダンス値を LCR メーターを用い測定した。同時に、塩を振り掛けた後の寒天ゲルの Cl^- 濃度を定量し、食塩の浸透挙動について確認した。

(4) 塩が食品の調理へ及ぼす影響

対象とする食品としてダイコンを用いた。ダイコンは、維管束方向に向きを揃え、根に近い部分を底面に輪切りし、25 mm \times 25 mm \times 10 mm に裁断した。25 mm \times 25 mm \times 12 mm の PP 容器に入れた後、ダイコン表面に 6 種の塩を振りかけた後、0.5、1、3、6、24 時間（大粒塩および小粒塩は 1.5、3、6、15、30、60、90、180 分）室温で静置した。所定時間が経過したダイコンから水抽出を行い、成分濃度 (Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+}) の測定を行った。同様に得られたサンプルを破断強度、弾性率、離水率の測定に用いた。対照として、 NaCl を添加したもの、塩を振り掛けないものを比較し検討を行った。

(5) 官能検査

ダイコンのテストピースについて官能検査を実施した。小粒塩、大粒塩はダイコン表面上にそれぞれ 1 g ずつ振り掛け、15 分および 30 分静置後、表面から塩を取り除いたものをサンプルとした。にがり含有塩は、 $\text{Mg}2\%+\text{Ca}2\%$ 混合塩と NaCl をダイコンにそれぞれ 1 g ずつ振り掛け 0.5 時間および 3 時間静置後、表面から塩を取り除いたものをサンプルとし、いずれも塩味の強さと漬かり具合を二点比較法により官能評価した。

4. 研究成果

(1) インピーダンス測定法を用いた食品表面上における塩の溶解性の検討

寒天ゲル表面上に同一成分で粒径が異なる塩を振り掛け、ゲル表面上のインピーダンス値を測定した結果、小粒塩のほうがインピーダンス値の減少速度が速く、粒径が溶解度に反映されていた。同一粒径で成分含量が異なる塩の場合も同様に、塩がゲル表面で溶解するにつれて徐々にインピーダンス値が低下した。しかし、塩に含まれるにがり成分はわずか 2% であり、そのわずかな成分がインピーダンス値に反映しているのかをさらに検討する必要があり、 NaCl と Mg および Ca を添加した水溶液を調製し、寒天ゲル上に塗布した後、インピーダンス値を測定した。 Mg および Ca のみを添加した水溶液では、 NaCl のみを添加した水溶液のインピーダンス値よりも高い値を示した。 NaCl に Mg および Ca を添加した水溶液では、 Mg および Ca のみを添加した水溶液のインピーダンス値よ

りも低下し、NaClのみを添加した水溶液よりもわずかに低い値を示した (Fig. 1)。Mg濃度を4%に増量して測定した場合も、同様な結果を示し、わずかの添加量ではあるが、にがり成分の違いを識別可能であることが分かった。以上のことから、にがり含有塩においてもインピーダンス値を用いて塩の溶解性を測定可能であった。

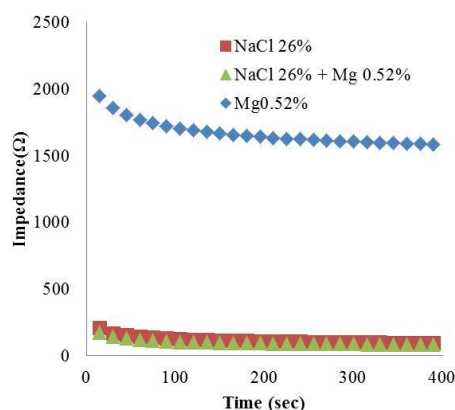


Fig. 1 にがり成分によるインピーダンス変化量の違い

(3) インピーダンス測定法を用いた食品内部への塩浸透挙動の検討

寒天ゲルの上部、中部、下部のみでそれぞれ直接寒天に接触できるように一部を被膜で覆ったステンレス電極を用い、寒天ゲル内への浸透挙動について検討した。その結果、電極の接触部位を上部から下部に移行すると、塩がゲル下部に浸透するまでに時間がかかり、インピーダンス値が低下するまでの時間が長くなった。また、寒天ゲルを上部、中部、下部に裁断し、各ゲルのCl濃度を定量したところ、インピーダンス値が一定になるまでの時間と寒天ゲル中のCl濃度は相関が高かった。以上の結果から、インピーダンス測定は、食品における食塩の溶解性ならびに浸透挙動を非破壊かつリアルタイムでモニタリングできることが示唆された。

(4) 塩が食品の調理へ及ぼす影響

ダイコン表面に同一成分で粒径が異なる塩を振り掛け、1.5、3、6、15、30、60、90、180分静置した後、Cl濃度、弾性率測定を行った。Cl濃度は、15分までの短時間では小粒を添加したダイコンのほうが高かったが、30分以降はほぼ一定であり、粒径による差は小さかった。弾性率の結果では、Cl濃度で差があった15分ではまだ生の状態に近く、それ以降の静置時間では差は認められなかったことから、粒径の差は、短時間の処理のCl濃度でのみ効果が現れることが分かった。同一粒径で成分が異なる塩をダイコンに振り

掛け、0.5、1、3、6、24時間静置した後、Mg²⁺濃度、Ca²⁺濃度、破断強度、離水率を測定した。いずれの時間においてもNaClよりにがり混合塩添加区のほうが高く、また3時間経過までは増加する傾向にあるが、それ以降は徐々に減少した。これは復水によるものであると考えられる。また、3時間、6時間静置において、NaCl、Mg2%+Ca2%混合塩、Mg2%混合塩、Ca2%混合塩をそれぞれ同時に振り掛けたダイコンを調製し、にがり成分間での効果を比較したところ、にがり混合塩添加区はいずれもNaCl添加区より高い収縮率、離水率を示したが、混合塩間での差は認められなかった。以上のことから、にがり成分は、破断強度や離水など主に食感に影響を与えると推定された。

(5) 官能検査

粒径の異なる塩を振り掛けたダイコンの官能検査を実施した結果、15分では、塩味の強さ、漬かり具合共に小粒塩を選択した人が多かったが、30分ではこの差は認められなかった。これは、短時間では塩の粒径による影響はあるが、長時間になると影響は小さいというCl濃度や物性値の結果と一致し、これらの違いは味や食感の違いとして識別可能であることが示唆された。

成分含量が異なる塩を振り掛けたダイコンの官能検査を実施した結果、0.5時間塩漬けしたダイコンでは、NaClとMg2%+Ca2%混合塩とでほとんど差は感じられなかったが、3時間塩漬けしたダイコンではMg2%+Ca2%混合塩のほうが良く漬かっており、塩味はまろやかで長続きするという評価であった。以上の結果から、にがり成分を混合した塩は、NaCl単独よりもダイコンの離水を促進し、漬け込み時間を短縮する効果があるものと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計4件)

(1) 黒澤隆紀、築館亜由美、遠藤由香、郡司花梨、石川匡子、塩のにがり成分が調理特性へ与える影響、日本農芸化学会2012年度大会、2012年3月4日、京都女子大学

(2) 築館亜由美、黒澤隆紀、遠藤由香、郡司花梨、石川匡子、市販塩の理化学特性並びに調理加工へ与える影響、2012年度日本海水学会63年会、2012年6月2日、日本大学生産工学部

(3) 石川匡子、築館亜由美、鈴木晶、菅原弘

人、秋山美展、調理時における塩の溶解性および浸透挙動の計測システムの開発、日本農芸化学会 2013 年度大会、2012 年 3 月 25 日、東北大学川内キャンパス

(4) 築館亜由美、郡司花梨、佐藤可奈、米山直樹、黒澤隆紀、石川匡子、市販塩の粒径及び成分が野菜の調理加工へ及ぼす影響の解明、2013 年度日本海水学会 64 年会、2013 年 6 月 6 日、山梨県立図書館

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