

にがり成分を含んだ食塩を活用することによる減塩達成の可能性調査

石川 匡子

秋田県立大学生物資源科学部

概要 <目的> 食塩は、味付けはもちろんのこと、野菜における脱水浸透、肉や魚のタンパク質に作用し身を引き締める効果など、食感へ果たす役割も大きく、調理において欠かすことの出来ない調味料である。一方、食塩の過剰摂取は生活習慣病の一因であるため、減塩が推奨されている。しかし、減塩は、味付けだけでなく、素材の食感へも影響を与えることから、家庭における調理においても、食品の食感を損ねない減塩調理法について検討する必要があると考えた。にがり成分に含まれるマグネシウムイオンやカルシウムイオンと云った2価のイオンは、通常の食塩とは脱水浸透作用が異なると言われている。この塩を用いることで家庭での漬物製造や肉や魚への振り塩が、より短時間で十分な効果が得られれば、その分、減塩できるのではないかと考えられる。本研究では、にがり成分が、食材内部への脱水浸透挙動、それに伴う食品中の成分間相互作用に影響を及ぼし、最終的に味や食感の違いとなって現れるか否かを浅漬け加工工程での変化から検討した。

<研究方法> にがり含有塩3種(高純度塩(300-600 μm)にMgCl₂2%、CaCl₂2%、MgCl₂2%+CaCl₂2%になるよう添加)を、10×25×25 mmに裁断したダイコン表面に振りかけ、0.25、0.5、1、3、6、24時間静置した。所定時間経過後、塩を取り除き、浅漬ダイコンサンプルとした。これらサンプルを用いについて、脱水率測定、物性測定、成分分析、ペクチン組成分析、官能評価を実施した。対照として、NaClのみを添加し、比較検討を行った。

<結果および考察> NaCl およびにがり含有塩を用いて浅漬加工を行った。その結果、脱水率はいずれの時間においてもにがり含有塩添加区のほうが高かった。破断強度は、最大試験力を感知したストローク距離で比較したところ、にがり含有塩添加区がNaClをわずかに上回っていた。3時間塩漬けした浅漬を用いて官能評価を実施したところ、にがり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。塩蔵後1時間、3時間経過時の浅漬におけるペクチン量を求めた。1時間経過時では、NaClで塩蔵した浅漬は塩蔵未処理ダイコンのペクチン組成に近い状態だが、にがり含有塩で塩蔵したものは既にペクチン組成が変化していることが分かった。3時間以降は、硬さに影響するP-S区の割合がにがり成分の有無で異なっていたことから、にがり成分の2価イオンとP-S区の結合による硬度保持が、歯ごたえ、漬かり具合に影響したと考えられる。

以上の結果から、にがり成分を含んだ塩は、浅漬加工時の漬け上がりを早める効果を持つことが示唆された。

1. 研究目的

食塩は、味付けはもちろんのこと、野菜における脱水浸透、肉や魚のタンパク質に作用し身を引き締める効果など、食感へ果たす役割も大きく、調理において欠かすことの出来ない調味料である。一方、食塩の過剰摂取は生活習慣病の一因であるため、厚生省は2015年度からは男性8g未満、女性7g未満を食塩摂取基準と設定した。しかし、

減塩は、味付けだけでなく、素材の食感へも影響を与え、最終的なおいしさを損ねることに繋がる。そこで我々は、料理のおいしさを損なうことなく、他の味成分との相互作用を最大限利用することで、減塩を達成できないかと研究を進め、酸味と塩味の相互作用が有効であることを発表した⁽¹⁾。現在、市場では食感改良のために食塩を使用する食品の代表であるソーセージやハムなども減塩化が進ん

でいる。そこで、家庭における調理においても、食品の食感を損ねない減塩調理法について検討する必要があると考えた。家庭での漬物製造や肉や魚への振り塩が、より短時間で十分な効果が得られれば、その分、減塩できるのではないかと考えられる。食塩の有する脱水浸透やタンパク質への身の引き締め作用は、ナトリウムイオン、塩化物イオンのような1価のイオンとマグネシウムイオンやカルシウムイオンと云った2価のイオンでも変わってくると推察される⁽²⁾。これら2価イオンは、にがり中に含まれ、にがり成分を含んだ食塩は、漬物やなど、主に塩粒を直接食材に振りかける料理に用いると美味しいと言われることから、愛用する消費者が多い。

そこで本研究では、にがり成分が、食材表面上での食塩の溶解性や食品内部への脱水浸透挙動、それに伴う食品中の成分間相互作用に影響を及ぼし、最終的に味や食感の違いとなって現れるか否かを浅漬け加工工程での変化から検討した。

2. 研究方法

2.1 にがりコーティング塩の調製

市販小粒塩を食塩飽和エタノール溶液中に懸濁させ攪拌し、エタノール溶液が濁らなくなるまで何度も洗浄した後、乾燥させた。乾燥後、電磁式ふるい振とう機にてふるい分けした。得られた直径300~600 μmの塩にMgCl₂、CaCl₂溶液を添加し、最終濃度がMgCl₂ 2%、CaCl₂ 2%、MgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%になるよう調製した。それぞれの溶液が均一になるようビニール袋中で一晩静置した後、乾燥させ水分量を揃えた。

2.2 浅漬け加工

ダイコンは、維管束方向の向きを揃え、根に近い部分を底面にし、10 mmの輪切りにした後、半分に裁断した。さらに半円のダイコンを25 mm×25 mm×10 mmに裁断し、PP容器に入れたものをテストピースとした。2.1で調製した塩をテストピース表面に振りかけ、0.25、0.5、1、3、6、24時間静置した。所定時間経過後、塩を取り除き、浅漬ダイコンサンプルとした。

2.3 成分分析

NaCl、MgCl₂ 2%塩、CaCl₂ 2%塩、MgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%塩にて浅漬加工したサンプルに、サンプル重量の4倍量の蒸留水を加えホモジナイズ後、ろ過し、得られた抽出

液中を原子吸光分析装置により分析し、試料中のカルシウムイオン濃度、マグネシウムイオン濃度を求めた。

2.4 脱水率測定

NaCl、MgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%塩にて浅漬加工したサンプルの重量を測定し、塩を振りかける前のダイコンの重量の差を引くことにより脱水量を求め、塩を振りかける前の重量に対する脱水量の割合として算出した。さらに、MgCl₂ 2%塩、CaCl₂ 2%塩にて、3時間および6時間浅漬加工したサンプルについても同様に脱水量を算出した。

2.5 物性測定

NaCl、MgCl₂ 2%塩、CaCl₂ 2%塩、MgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%塩にて3、6時間浅漬加工したサンプルについて、テクスチャーアナライザー(島津製作所; EZ Test)により、直径3 mmの円柱プランジャーを用いて、侵入速度60 mm/minで貫入試験を行い、最大破断強度(N)を測定した。また、測定開始地点を0、測定終了時を1とし、最大破断強度を感知した地点の距離をストローク比として求め、比較した。

2.6 ペクチン測定

試料中のペクチンは、新・食品分析法に従って定量した⁽³⁾。NaCl、MgCl₂ 2%塩、CaCl₂ 2%塩、MgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%塩にて1、3時間浅漬加工したダイコンサンプルおよび加工処理をしない生のダイコンサンプルを凍結乾燥した。凍結乾燥サンプルを粉碎後、エタノールで洗浄し、水溶性ペクチン(W-S区)、ヘキサメタリン酸可溶性ペクチン(P-S区)、塩酸可溶性ペクチン(H-S区)、水酸化ナトリウム可溶性ペクチン(S-S区)を順次抽出した。カルバゾール試薬で発色させた後、520 nmで吸光度測定し、ガラクトuron酸を定量した後、ペクチン量を算出した。

2.7 官能評価

NaCl、MgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%塩にて0.5および3時間浅漬加工したサンプルを用い、塩味の強さと漬かり具合を2点比較法により官能評価した。なお、この官能評価は秋田県立大学研究倫理規範第5条「人を対象とする研究」研究倫理委員会において許諾された後、実施した。

3. 結果および考察

NaClおよびにがりコーティング塩3種類を振り掛け、浅漬加工処理したダイコンサンプルのカルシウムイオン濃度、マグネシウムイオン濃度を測定した(Fig. 1, 2)。カルシウムイオン、マグネシウムイオンいずれも時間が経過すると共

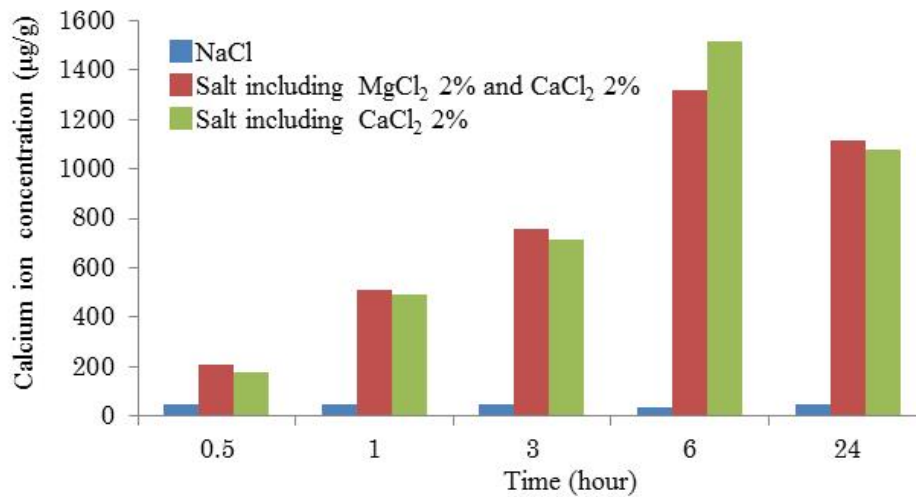


Fig. 1. Time course of concentration of calcium ion in 1g of Japanese radish. Time after we sprinkled salt on Japanese radish.

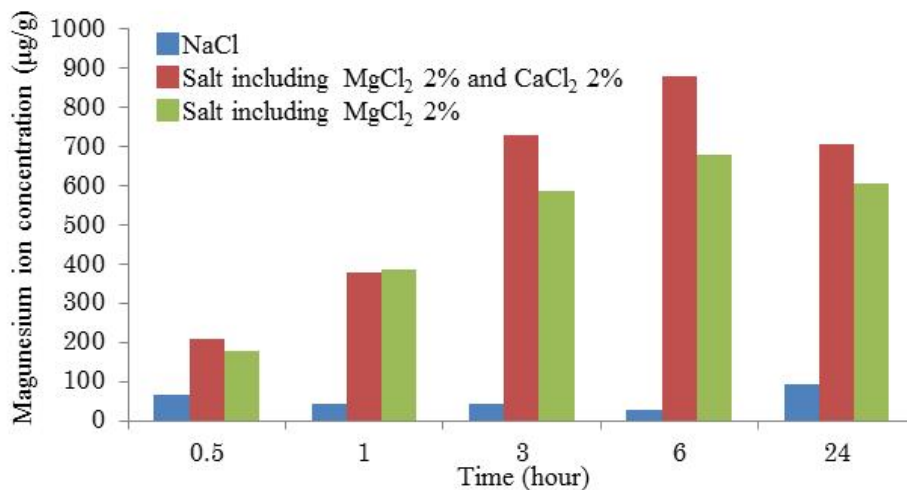


Fig. 2. Time course of concentration of magnesium ion in 1g of Japanese radish. Time after we sprinkled salt on Japanese radish.

に濃度が高くなり、にがり成分が少量含まれるだけでもダイコン内に浸透することが確認できた。また、塩添加後 6 時間以降は、いずれのイオンも濃度の低下が見られた。これは、ダイコン内部の浸透圧が外液よりも高くなることで吸水が起きる復水減少によるものだと考えられる。また、にがり成分を含まない NaCl 添加区でもわずかにカルシウムイオン、マグネシウムイオンが検出されている。これは、ダイコン由来のものであると考えられる。

浅漬サンプルのうち、NaCl 添加区および MgCl₂ 2% + CaCl₂ 2% 塩添加区の脱水率を測定した (Fig. 3)。NaCl 添加区と MgCl₂ 2% + CaCl₂ 2% 塩添加区のいずれにおいて

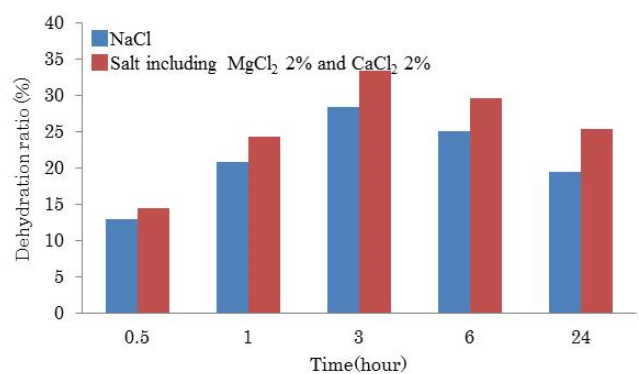


Fig. 3. Dehydration rate of Japanese radish. Time after we sprinkled salt on Japanese radish.

も、脱水率は3時間までは増加し、それ以降は減少した。3時間以降に見られる脱水量の減少は成分分析時と同様に復水現象によるものと考えられる。また、いずれの時間においても、MgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%添加区の浅漬の方が脱水率高かった。このことから、マグネシウムイオンとカルシウムイオンは、ダイコンの脱水を促すことが確認できた。さらに、CaCl₂ 2%塩、MgCl₂ 2%塩を用いて、3時間、6時間塩蔵実験を行い、にがり成分の種類による脱水効果について検討した(Fig. 4)。その結果、いずれの塩蔵時間においても、にがりコーティング塩のほうが脱水率は高いものの、にがり成分の種類による効果の差は認められな

った。以上のことから、脱水にはカルシウムとマグネシウム、どちらも同様に作用していることが示唆された。

脱水率の差が大きかった3時間および6時間塩蔵浅漬サンプルを用いて、破断強度を測定した(Fig. 5)。いずれのにがりコーティング塩添加区の最大試験力も、NaCl添加区と同程度であった。しかし、破断強度測定においてプランジャーが浅漬サンプルに貫入する際、サンプル表面との反発が起こってから亀裂音が生じるが、にがりコーティング塩添加区を測定する際に亀裂音が生じるまでに要する時間が、NaCl添加区よりも長く、浅漬加工における食材への影響が大きいと推測された。そこで、最大破断強度を

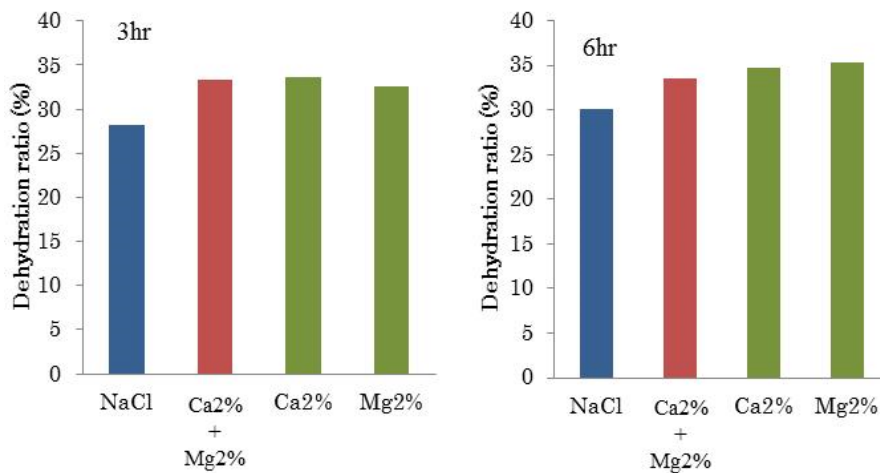


Fig. 4. Dehydration rate of Japanese radish. Time after we sprinkled salt on Japanese radish.

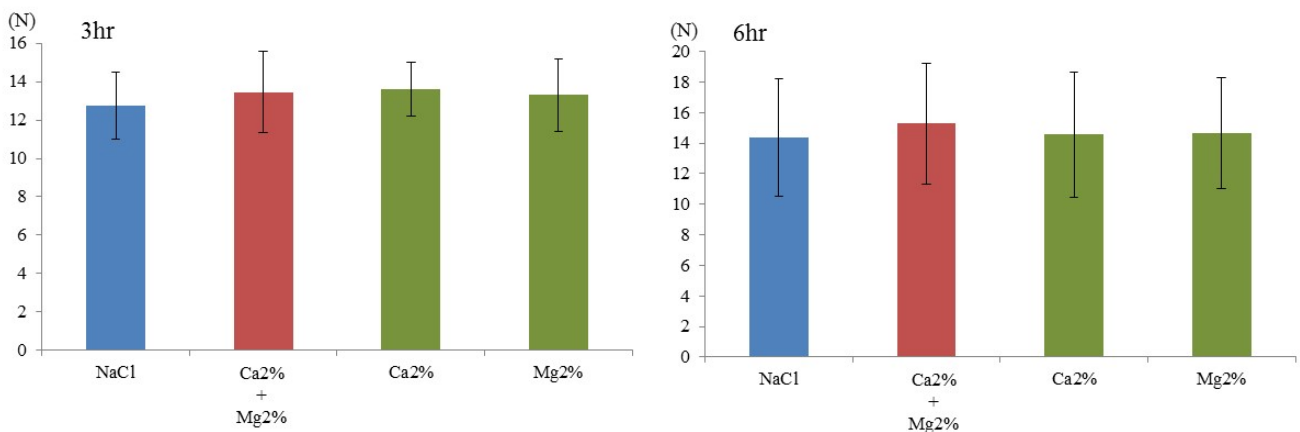


Fig. 5. Breaking strength of Japanese radish after sprinkling various salts on radish roots

感知した時のストローク距離で比較したところ、わずかににがりコーティング塩添加区が NaCl を上回っていた (Fig. 6)。にがり成分であるカルシウムやマグネシウムはダイコンの硬さに影響するとの報告があり⁽⁴⁾、今回の結果を支持するものであった。

浅漬作製時、硬さに影響を及ぼす要因には、野菜の脱水の他にペクチン質の変化も考えられる^(4,7)。ダイコンににがりコーティング塩を振り掛けて 1, 3 時間塩蔵後、各ペクチン含有率を求め、比較検討を行った (Fig. 7, 8)。塩蔵処理をしていない生のダイコンである Blank のペクチン組成に比べ、塩蔵することでペクチン構造が変化していることが分かった。塩蔵 1 時間経過時において、NaCl で塩蔵したダイコンのペクチンはまだ Blank のペクチン組成に近い状態だが、にがりコーティング塩で塩蔵したダイコンは

既にペクチン組成が変化していることが分かった (Fig. 7)。3 時間後は、硬さに影響する P-S 区の割合が、にがり成分の有無で異なっており、NaCl 塩蔵ダイコンで大きく減少している一方、にがりコーティング塩にて塩蔵したダイコンでは、P-S 区は NaCl よりも多くなった (Fig. 8)。にがり成分の 2 価イオンと P-S 区の結合による硬度保持が、ストローク比と云った物性測定結果に影響したと考えられる。また、にがりコーティング塩添加区は、1, 3 時間塩蔵時におけるペクチン含有量、ペクチン組成共に大きな変化は認められなかったことから、1 時間で塩蔵による変性がかなり進んだものと推察される。以上のことから、にがりコーティング塩添加区は、NaCl 添加区よりも浅漬加工促進効果を有することが示唆された。

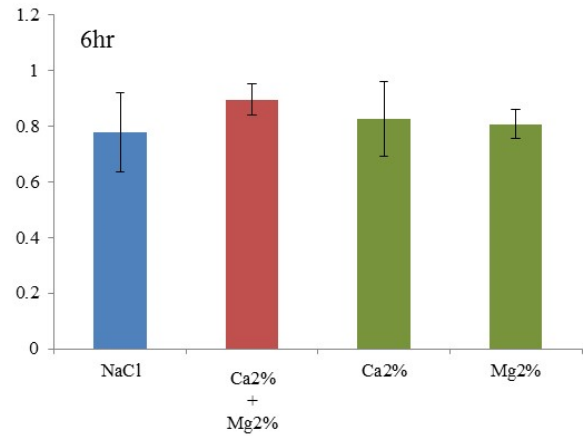
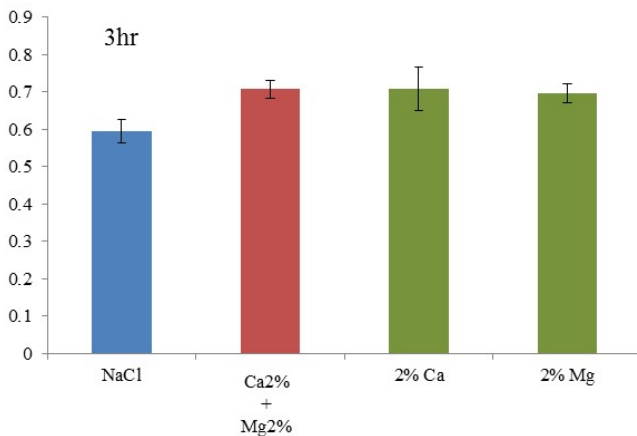


Fig. 6. Stroke ratio of Japanese radish after sprinkling various salts on radish roots

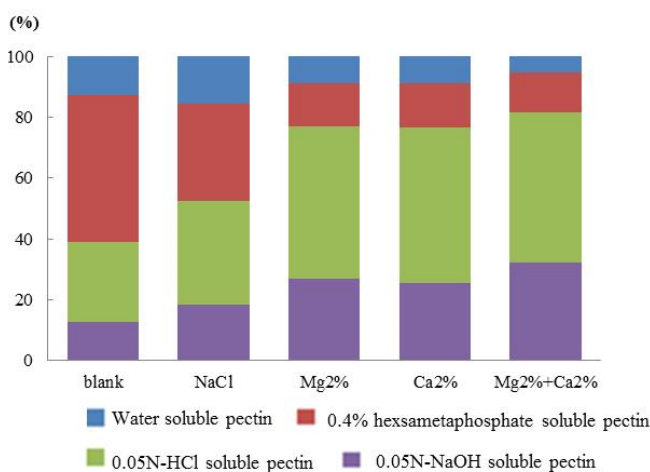


Fig. 7. Changes of soluble pectin by some solvents at 1h after sprinkling various salts on radish roots

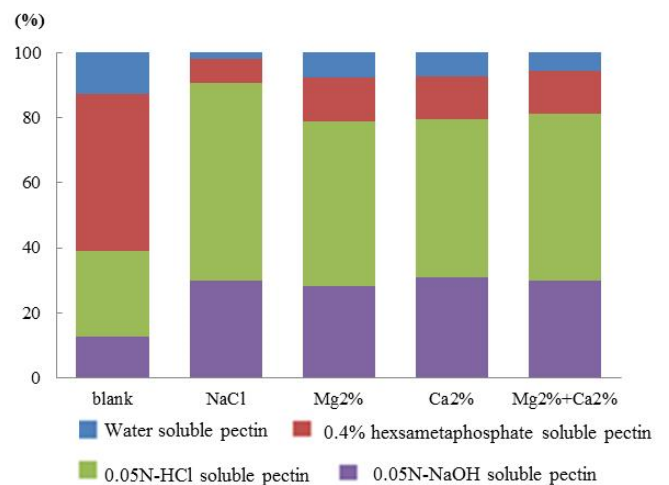


Fig. 8. Changes of soluble pectin by some solvents at 3h after sprinkling various salts on radish roots

NaClとMgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%塩を振りかけた後、0.5時間、3時間塩蔵させた浅漬サンプルの塩味の強さと漬かり具合を、2点比較法を用いて官能評価した(Fig. 9, 10)。0.5時間では、塩味の強さ、漬かり具合共にNaCl添加区とMgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%塩添加区とで大きな差は認められなかった(Fig. 9)。しかし、3時間塩蔵後の浅漬サンプルは、NaCl添加区に比べMgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%塩添加区は良く漬かっているという評価であり、有意差も認められた(Fig. 10)。短時間での塩蔵処理では、にがり成分による影響は小さいが、長時間塩蔵処理することで両者に差が見られることが分かった。また、3時間経過後のMgCl₂ 2%

+CaCl₂ 2%塩添加区浅漬ダイコンは、脱水率が高く、ストローク比が高く、ペクチン組成で硬さに影響するP-S区の割合が異なると云ったように、物性を示す指標に特徴があったが、食感としてヒトが認識出来る程の違いであることが分かった。塩味については、NaCl添加区に比べ、MgCl₂ 2%+CaCl₂ 2%塩添加区はまるやかな塩味であると評価される傾向にあった。にがり成分含有塩は、にがりを持つ特有の苦味が塩辛さを緩和させること⁽⁸⁾、浅漬加工時において塩味の強さに影響は少ないものの他の味が強く感じられる傾向にあることから⁽⁹⁾、本研究においても同様の現象が起きたものと推測される。

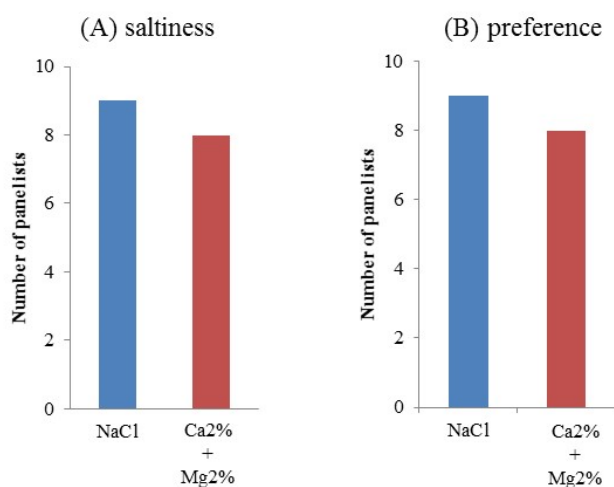
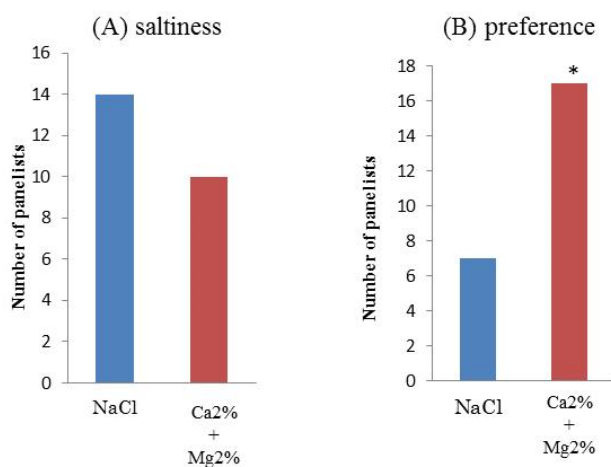


Fig. 9. Sensory evaluation of Japanese radish preserved in salt for 0.5 hour.

(A): Ordinate shows the number of panelists who answered that the sample tasted saltier.

(B): Ordinate shows the number of panelists who answered that the sample was more palatable when pickled.



* $p < 0.05$

Fig. 10. Sensory evaluation of Japanese radish preserved in salt for 3 hour.

(A): Ordinate shows the number of panelists who answered that the sample tasted saltier.

(B): Ordinate shows the number of panelists who answered that the sample was more palatable when pickled.

4. まとめ

本研究では、塩中のにがり成分が、食材内部への脱水浸透作用、それに伴う食品中の成分間相互作用に影響を及ぼし、最終的に味や食感の違いとなって現れるか否かを浅漬け加工工程での変化から検討した。浅漬加工段階毎の分析結果から、通常の食塩よりも野菜の脱水率が高く、ペクチン組成も塩蔵後早い段階から変化していることを確認した。官能評価においても、塩味はまろやかであるが、歯ごたえがあり漬かり具合が良いと評価された。

以上のことから、にがり成分は、浅漬加工における食感改善に有効であることが示唆された。本研究で設定したにがり成分濃度は、市販にがり含有塩に含まれる濃度範囲内である。家庭における調理においても市販にがり含有塩を用いることで、同様な効果が期待できると考えている。今後は、にがりコーティング塩とNaClとで、同程度の食感が得られる加工時間を明らかにし、通常の食塩を使用した場合と比較して何パーセント減塩可能かを検討する予定である。

5. 参考文献

- 1) 石川匡子, 高橋美子, 遠藤由香, 佐藤史奈, 小笠原美穂, 奥山慧一, 熊谷昌則, 秋山美展, 松永隆司, “塩味を強調する梅塩の開発”, 日本海水学会誌, **67**, 219-223 (2013)
- 2) 金子憲太郎, 前田安彦“漬物の“歯切れ”とペクチン”, 日本食品工業学会誌, **31**, 677-682(1984)
- 3) 日本食品科学工学会 新・日本食品分析法編集委員会編, “新・食品分析法”, 575-581, 光琳(1996)
- 4) 金子憲太郎, 黒坂光江, 前田安彦, “塩蔵中の大根ペクチンに及ぼす Mg・Ca 塩の影響とクリスピー性について”, 日本食品工業学会誌, **29**, 665-671(1982)
- 5) 金子憲太郎, 黒坂光江, 前田安彦, “ダイコンの塩蔵によるペクチン質の変化とその機構について”, 日本食品工業学会誌, **29**, 677-682(1984)
- 6) 小田圭昭, 富岡芳雄, “大根の塩蔵初期における炭水化物, とくにペクチンとそれらの分解に係る酵素活性の変化”, 栄養と食糧, **32**, 13-19(1979)
- 7) 小宮山誠一, 加藤淳, 目黒孝司, 山口敦子, 山本愛子, “ダイコンのテクスチャー評価法と浅漬け加工に伴うテクスチャーの変化”, 園芸学研究, **8**, 101-107(2009)
- 8) 遠藤由香, 石川匡子, “にがり成分が食塩の呈味性に及ぼす影響”, 日本海水学会誌, **69**, 105-110 (2015)
- 9) 石川匡子, 佐藤弘祥, 宇佐美理恵, 熊谷昌則, 松永隆司, “食塩のにがり成分が調理特性に及ぼす影響”, 日本海水学会誌, **62**, 157-162 (2008)

Feasibility Study for Decreasing the Dietary Intake of Salt Using the Salt Including the Bittern Component

Kyoko Ishikawa

Akita Prefectural University

Summary

Salt is necessary for seasoning, and plays important role in the dehydration and penetration of vegetables, and tighten meat and the fish by denaturation of their proteins. Excess intake of salt causes disease and reduction of salt intake is recommended. However, the reduction affects the taste and texture of foods. We thought that the effects of Na^+ or Cl^- in salts on dehydration and penetration in vegetables are seemed to be different from those of Mg^{2+} or Ca^{2+} . If the swing salt including bittern in processing of pickle, meat and a fish at the home leads to shorten time, the use of salt should be suppressed. In the present study, we investigated whether the differences of concentration and composition of bittern in salts with same particle size affect dehydration and penetration in radish preserved with these salts. Furthermore, we studied that the differences are able to change texture or taste of preserved radish. In the preservation of radish with NaCl and salts including bittern components, dehydration and shrinkage by salts including bittern components progressed speedy than those by NaCl alone at all concentrations tested in this study. Moreover, we confirmed that the bittern components had an influence on the hardness of preserved radish. In sensory test, salts including bittern components smoothed saltiness and well pickled radish. We studied the pectic composition of radish in preservation with salts including bittern components. As the results, bittern components changed the pectic composition at early stage of salting, and these changes seemed to affect resistance to the teeth of pickles. In conclusion, it was suggested that salts with bittern components speed up preservation of pickles such as radish.