

天然素材との相乗効果を利用した塩味が強く感じられる調味塩の開発

石川 匡子

秋田県立大学生物資源科学部

概要 <目的> 塩は味の基本で、調味料として欠かすことのできないものである。調理で果たす味付けの役割は大きく、塩味をつけるだけでなく、他の味成分と相互に作用し、増強あるいは抑制する効果を持つ。その一方で、塩の過剰摂取は生活習慣病の一因であると言われ、減塩が薦められている。しかし、減塩は、料理の味全体のバランスにも影響し、最終的においしさを損ねることになる。そこで、料理の美味しさを損ねることなく、他の味成分の持つ相乗効果による塩味増強効果を最大限生かすことで減塩へ繋げることができないかと考えた。本研究では、クエン酸やリンゴ酸などの酸味物質や、その成分にクエン酸やリンゴ酸などの有機酸を含む食品により、塩味増強効果が認められるか、また溶液の状態だけでなく、固体の場合でも同様の効果が認められるかを検討した。

<研究方法> 1. 有機酸添加食塩水の官能検査: クエン酸、リンゴ酸それぞれについて酸味の認知閾値、検知閾値を決定し、それぞれの閾値濃度の溶液を塩味の強さが異なる 0.234% (甘味を伴った塩味)、0.584% (塩味) 食塩水に添加し、有機酸添加と無添加の場合で、どちらがより塩味が強いかを2点識別法により評価した。

2. 有機酸塩の作製: 各有機酸粉末および梅パウダーを食塩と混合した混合塩、各有機酸水溶液および梅酢を食塩表面に噴霧後に乾燥させたコーティング塩を作製し、30 mg ずつ口に含み、塩味の強さを評価した。

<結果および考察> 初めに2種の有機酸の認知閾値、検知閾値を測定し、この結果を基に食塩水に対してクエン酸、リンゴ酸それぞれの各閾値濃度を添加した。その結果、0.234% 食塩水においては、クエン酸、リンゴ酸共に検知閾値相当の濃度添加で塩味が抑制され、認知閾値以上の濃度添加で塩味が増強された。また、食塩濃度 0.584% でさらに官能検査を行ったところ、有機酸添加による塩味抑制効果は見られなかったが、認知閾値以上の濃度添加で塩味増強効果が確認された。対象となる食塩濃度により塩味増強効果が異なること、添加する有機酸の種類により口内での滞留時間が異なることが分かった。次に有機酸塩を作製し、溶液の状態だけでなく、固体においても同様な効果が現れるか検討したところ、今回試作した塩は、食塩よりも塩味が強く感じられることが分かった。この塩味増強効果は、塩と有機酸との共存効果によるものであると考えられる。また、その効果は塩の結晶状態によって大きく異なることが分かった。

1. 研究目的

塩は味の基本となるものであり、調味料として欠かすことのできないものである。調理で果たす塩の役割は大きく、塩味をつけるだけでなく、他の味成分と相互に作用し、その味を増強あるいは抑制する効果を持つ。その一方で、塩の過剰摂取は生活習慣病の一因であると言われ、減塩が薦められている。しかし、減塩は、塩味だけでなく、料理の味全体のバランスにも影響するため、最終的においしさの低下へとつながる。そこで、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へ繋げることができないかと考えた。塩の有する他の味を抑制、増強する効果とは逆に、種々の味成分が塩本来の塩味を増強する作用に着目した。これまでも、酸味と塩味を混合させた溶液において、少量の酸を添加した場合は塩味が強く感じられるという報告や¹⁾、最近では酢酸溶液を用い、塩味増強を見出したという論文も発表されている²⁻⁴⁾。本研究では、クエン酸やリンゴ酸など他の酸味物質や天然素材としてクエン酸やリンゴ酸などの有機酸を含む

食品により、塩味増強効果が認められるか、また溶液の状態だけでなく、固体の場合でも同様の効果が認められるか検討を行った。

2. 研究方法

2.1 有機酸添加による食塩水の塩味強度変化

2.1.1 有機酸(クエン酸およびリンゴ酸)の酸味閾値濃度検出

クエン酸(和光純薬工業株式会社 食品添加物)を、蒸留水を用いて 0.0011%、0.0019%、0.0027%、0.0035%、0.0043%、0.0051%、0.0059%、0.0067%、0.0075%の9種類の濃度の水溶液を調製した。リンゴ酸(和光純薬工業株式会社 食品添加物)は、蒸留水を用いて 0.0020%、0.0030%、0.0040%、0.0050%、計4種の水溶液を調製した。各有機酸の閾値濃度は蒸留水を対照とした3点識別試験法⁵⁾を用い、何らかの味を感じる濃度(検知閾値)、酸味を感じる濃度(認知閾値)を選択させることで推定した。供試は70 mLプラスチックカップを用い、室温にて行った。パネルは訓練された男女計8~12人である。

2.1.2 有機酸添加食塩水の官能評価

有機酸の検知閾値、認知閾値濃度に調製した溶液を食塩水に添加し、食塩水と有機酸添加食塩水の塩味の強さを2点識別試験法⁶⁾にて評価した。有機酸溶液はそれぞれ1.0%水溶液を調製した。クエン酸は溶液を食塩水中に0.0013%(検知閾値濃度相当)、0.0018%(認知閾値濃度相当)、0.0025%になるよう添加し、リンゴ酸は0.0010%(検知閾値濃度相当)、0.0019%(認知閾値濃度相当)、0.0020%となるよう添加した。食塩水の濃度は塩味の検知閾値濃度に相当する0.234%⁷⁾、認知閾値濃度に相当する0.584%⁷⁾の2種類に設定した。供試は70 mLプラスチックカップを用い、室温にて行った。パネルは訓練された男女計9~15人である。

2.2 有機酸添加による食塩の塩味強度変化

2.2.1 有機酸混合塩の調製

特級精製塩(日本食品製造株式会社)(以下食塩とする)にクエン酸(和光純薬工業株式会社 食品添加物)、リンゴ酸(和光純薬工業株式会社 食品添加物)をそれぞれ添加し、有機酸混合塩を調製した。クエン酸混合塩は0.1、0.2、0.3、1.0、2.0、3.0%の6種類、リンゴ酸混合塩は1.0、2.0、3.0%の3種類を調製した。

2.2.2 有機酸コーティング塩の調製

有機酸溶液を作製した後、食塩に添加・乾燥し、有機酸コーティング塩を作製した。クエン酸コーティング塩は、10%クエン酸溶液を食塩50gに対して0.5 mL、1.0 mL、1.5 mL添加し、食塩100g当たりのクエン酸濃度を0.1%、0.2%、0.3%濃度になるよう調整した。リンゴ酸コーティング塩は、2.0%リンゴ酸溶液を食塩50gに対して0.5 mL、1.0 mL、1.5 mL添加し、食塩100g当たりのリンゴ酸濃度を0.02%、0.04%、0.06%濃度に調整した。いずれの場合も食塩に添加後、良く混合した。また、水分量を統一にするため、有機酸溶液を0.5 mL、1.0 mL添加する場合は、食塩にさらに飽和食塩水をそれぞれ1.0 mL、0.5 mL添加した後、よく混合した。

2.2.3 梅パウダー塩の調製

自作した梅干しを蒸留水にて脱塩、凍結乾燥後、粉碎した梅パウダーを食塩に添加し、0.7%、1.0%、2.0%、3.0%梅パウダー添加塩を調製した。得られた梅パウダーの有機酸量はキャピラリー電気泳動にて定量した。(梅パウダーの濃度は、有機酸量ではなく粉末量を示した。)

2.2.4 梅酢コーティング塩の調製

梅干しを漬けた際に得られた梅酢を用い、食塩5gに対して、梅酢を10、25、50、100 μL添加し、よく混合した。梅酢の有機酸量はキャピラリー電気泳動にて定量した。

2.2.5 有機酸混合塩ならびに有機酸コーティング塩の官能評価

調製した有機酸混合塩ならびに有機酸コーティング塩を直接口に含んだ場合に、食塩と比較して塩味の強さに違いがあるか官能評価を行った。クエン酸混合塩の官能評価は、食塩とクエン酸混合塩3種の計4つの塩を各30 mgずつ口に含み、4試料の塩味の強さおよびおいしさを順位法により評価した。リンゴ酸混合塩、クエン酸コーティング塩、リンゴ酸コーティング塩も同様の方法で行った。パネルは訓練された男女計4~12人である。

2.2.6 梅塩の官能評価

調製した梅パウダー塩、梅酢コーティング塩を直接口に含んだ場合に、食塩と比較して塩味の強さに違いがあるか官能評価を行った。梅パウダー塩の官能評価は、食塩と梅パウダー塩4種の計5つの塩を各30 mgずつ口に含み、食塩を対照(強度=0)としたときの塩味の強さおよびおいしさを評点法により評価した。梅酢コーティング塩も

同様の方法で行った。パネルは訓練された男女計 7 人である。

3. 結果および考察

3. 1 有機酸添加による食塩水の塩味強度変化

3. 1. 1 有機酸(クエン酸およびリンゴ酸)の酸味閾値濃度検出

クエン酸水溶液 9 種類 (0.0011%, 0.0019%, 0.0027%, 0.0035%, 0.0043%, 0.0051%, 0.0059%, 0.0067%, 0.0075%) について、3点識別試験法により酸味閾値濃度検出を実施し、検定により有意差が得られた最小濃度を閾値とした。その結果、本実験パネルにおいて、検知閾値濃度は 0.0011%、認知閾値は 0.0018%であると推定された。またリンゴ酸水溶液 4 種類 (0.0020%, 0.0030%, 0.0040%, 0.0050%) についても同様に、3点識別試験法により酸味閾値濃度検出を実施した結果、検知閾値濃度は 0.0005%、認知閾値濃度は 0.0014%であると推定された。各有機酸の味質は、クエン酸はすっきりとして清涼感のある酸味であり、リンゴ酸はまろやかな酸味があり、クエン酸と比較し後味が持続するという評価であった。

3. 1. 2 有機酸添加食塩水の官能評価

有機酸の検知および認知閾値相当の濃度を食塩水に添加し、酸味が塩味強度に与える影響を官能検査により

検討した。クエン酸は濃度が 0.013% (検知閾値濃度相当)、0.018% (認知閾値濃度相当)、0.0025% (認知閾値濃度以上) になるよう食塩水に添加した。またリンゴ酸は濃度が 0.0010% (検知閾値濃度相当)、0.0019% (認知閾値濃度相当)、0.0020% (認知閾値濃度以上) を食塩水に添加した。食塩水は、検知閾値濃度に相当する 0.234%、認知閾値濃度に相当する 0.584% の 2 種類の濃度を設定した。

初めに、塩味の認知閾値濃度に相当する 0.234% に各濃度のクエン酸を添加した結果について検討した (Fig. 1)。その結果、クエン酸 0.0013% 添加で塩味が抑制され、0.0018%、0.0025% の添加で塩味が増強された。

塩味抑制効果が見られた 0.0013% クエン酸添加食塩水は、飲み込んだ際、後味がすっと消えることで塩味が弱く感じられると評価したパネルが多かった。塩味増強効果が見られた 0.0018%、0.0025% 添加食塩水では、強くはつきりとした塩味であると評価したパネルが多かった。リンゴ酸もクエン酸同様、0.0010% 添加で塩味が抑制され、0.0019%、0.0020% 添加で塩味が増強された (Fig. 1)。塩味抑制効果が認められた 0.0010% リンゴ酸添加食塩水では飲み込んだ際、塩味がまろやかになり味が弱く感じられると評価したパネルが多く、塩味増強効果が見られた 0.0019% 添加食塩水では、リンゴ酸の後味が長く、口内に

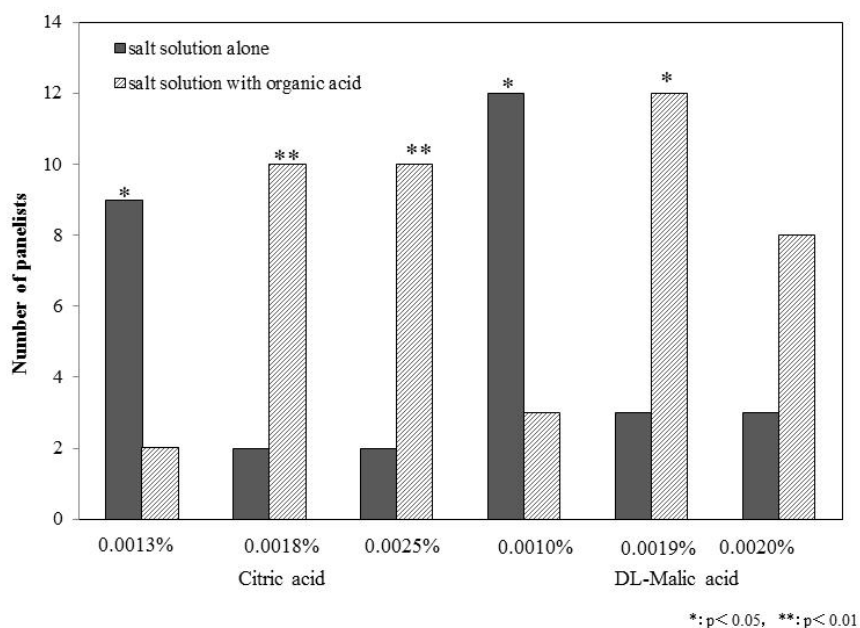


Fig. 1. Sensory evaluation of salt solution at 0.234% (W/V) with some organic acids. The axis represents number of panelists who answered that the taste of the sample was saltier.

長く留まることでの共存効果により塩味が強く感じられると評価したパネルが多かった。クエン酸 0.0025%、リンゴ酸 0.0020%は食塩水に添加した際、どちらも少量の酸味を呈するが、クエン酸の後味がすっきりし、塩味を純粋に増強するのに対し、リンゴ酸は口内滞留時間が長い為、酸味も同時に強く感じられ、有意差が認められなかったと考えられる。以上より、各有機酸の検知閾値濃度で塩味を抑制し、認知閾値以上の添加で塩味が増強されることが分かった。また 0.234% 食塩水は、甘味を伴う塩味と言われているが、2種類の有機酸を添加することで、純塩味として感じられ、閾値濃度を下げる効果が確認できた。

続いて、塩味の検知閾値濃度に相当する0.584% 食塩水に各濃度のクエン酸、リンゴ酸を添加した。クエン酸添加食塩水の場合、添加濃度が増加するにつれ、食塩水よりも塩味が強く感じられ、0.0025%では有意差が認められた(Fig. 2)。また、0.234% 食塩水で見られた塩味抑制効果は、今回の食塩濃度では認められなかった。また、0.234%の食塩水では 0.0025%(認知閾値濃度以上)クエン酸添加の場合だけでなく、0.0018%添加でも塩味が増強され有意差が認められたのに対し、0.584%では同様の傾向は見られたものの、有意差は認められなかった。一方、リンゴ酸においては、0.0019%(認知閾値相当)の添加で塩味が増強され、有意差も認められた(Fig. 2)。しかし、ク

エン酸同様、0.234% 食塩水で見られた塩味抑制効果は今回の食塩濃度では見られなかった。また、認知閾値濃度を越えた 0.0020% リンゴ酸添加食塩水では、明確に酸味だと認識することはできないが、塩味以外の味を同時に感じるという意見も多かった。0.234% 食塩水での実験時より食塩濃度が高く設定したため、酸味を感じづらくなり、えぐ味のようなリンゴ酸特有の味をパネルが認識したと考えられる。

クエン酸、リンゴ酸を 0.584% 食塩水に添加した場合、0.234% 食塩水で見られた効果が確認できなかったことから、食塩濃度によって各有機酸の塩味増強効果、塩味抑制効果が現れる濃度は異なることが示唆された。

3. 2 有機酸添加による食塩の塩味強度変化

3. 2. 1 有機酸混合塩ならびに有機酸コーティング塩の官能評価

有機酸混合塩ならびに有機酸コーティング塩を作製し、固体状態での官能評価を実施した。初めに、クエン酸 1.0%、2.0%、3.0%濃度混合塩 3種および食塩の計4種の塩を順位法により評価し、各パネルの順位合計により評価した。その結果、クエン酸混合塩の塩味の強さは、食塩より強くなる傾向にあることが分かった(Fig. 3)。

しかし、3.0% 混合塩では酸味を感じ、食塩より塩味が弱く感じられたという意見もあった。おいしさについては、

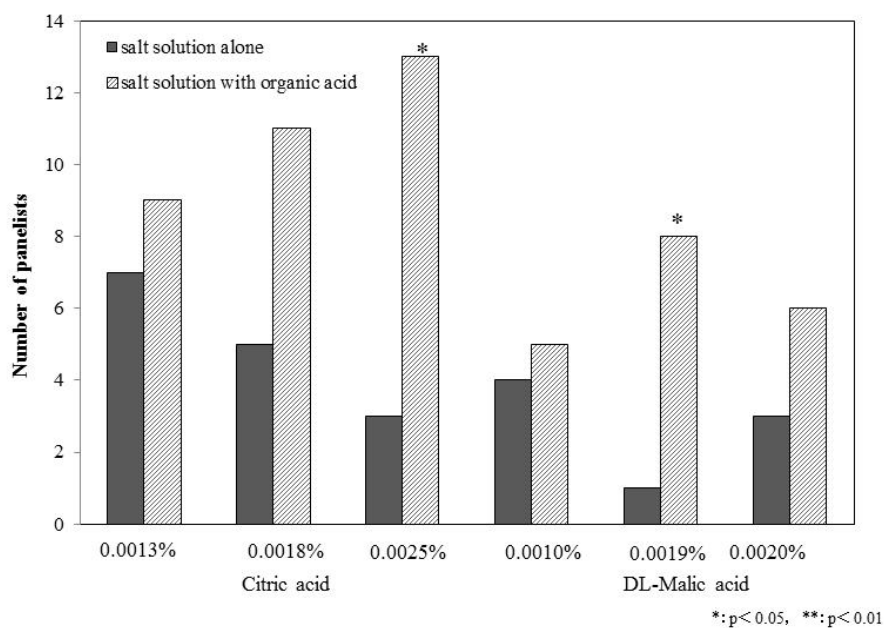


Fig. 2. Sensory evaluation of salt solution at 0.538%(W/V) with some organic acids. The axis represents number of panelists who answered that the taste of the sample was saltier.

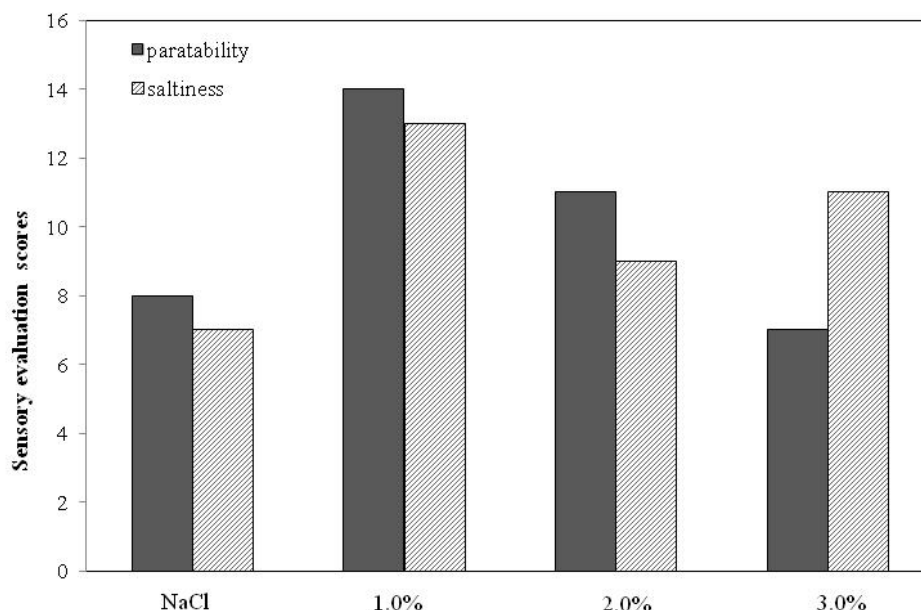


Fig. 3. Sensory evaluation of citric acid-added solid salts. The axis represents number of panelists who answered that the taste of the sample was saltier and better-tasting.

高濃度添加になるにつれて好まれないという結果だった (Fig. 3)。これは食塩を直接口を含むことで、強い酸味と塩味が同時に感じられたことが原因であると考えられる。クエン酸高濃度混合塩が好まなかったことから、添加濃度を下げ、0.1%、0.2%、0.3%濃度混合塩を作製し、同様に評価した。塩味、おいしさ共に 0.2% 混合塩が塩味、おいしさとも食塩よりやや好まれる傾向にあったが、有意差は認められず、酸味添加による塩味の影響は確認できなかった。クエン酸高濃度塩の 10 分の 1 濃度であるため、酸味が感じられたという意見はなかった。

一方、リンゴ酸混合塩は 3.0% 添加では純塩味ではないという意見も聞かれたが、おいしさに影響することはなく、添加量が高濃度になるにつれてより好まれる傾向だった。高濃度添加になるにつれて好ましが低下したクエン酸混合塩とは異なり、リンゴ酸混合塩は高濃度添加しても、おいしさを損なう可能性は少ないと考えられた。また、塩味の強さは添加濃度が増加しても食塩と同等の評価であった。

クエン酸コーティング塩の塩味の強さについても検討した。食塩と比較して、0.1%は同等の塩味の強さであり、0.2%は塩味が抑制、0.3%で増強される傾向にあったが、有意差は認められなかった。しかし、食塩水の場合と同様、クエン酸を高濃度添加することで塩味を増強する効果が

あることが示唆された。おいしさについては、クエン酸の呈する塩味と酸味が一度に感じられ、あまり好まれないという意見が多かった。一方、リンゴ酸コーティング塩においては、食塩と比較していずれの添加濃度においても塩味が強く感じられる傾向があり、特に 0.02% 添加塩では有意差が認められた (Fig. 4)。また、おいしさについては、いずれの濃度においても食塩より好まれる傾向にあった (Fig. 4)。強い酸味を呈したクエン酸コーティング塩とは異なり、リンゴ酸コーティング塩はまるやかさがあり、食べやすいという意見が多かった。

3. 2. 2 梅塩の官能評価

梅パウダー添加塩の官能評価結果について Fig. 5 に示す。塩 30 mg を直接口を含み、食塩を対照 (強度=0) として塩味の強さを評価した。その結果、いずれの添加量においても食塩よりも塩味が強く感じられることが分かった。また、パウダーの添加割合によって、酸味は感じられず塩味のみが強く感じられる添加量 (0.7, 1.0%) 酸味がわずかに存在することにより、刺激が強く感じられる添加量 (2.0, 3.0%) が存在することが分かった。塩化ナトリウム溶液に徐々にクエン酸を添加し、塩味と酸味の関係について調べた際 (本稿 3. 1. 2) にも、ある一定のクエン酸濃度までは塩味のみが増強されるが、それ以上の濃度では塩味よりも酸味が強くなっており、梅パウダー添加塩の有機酸分

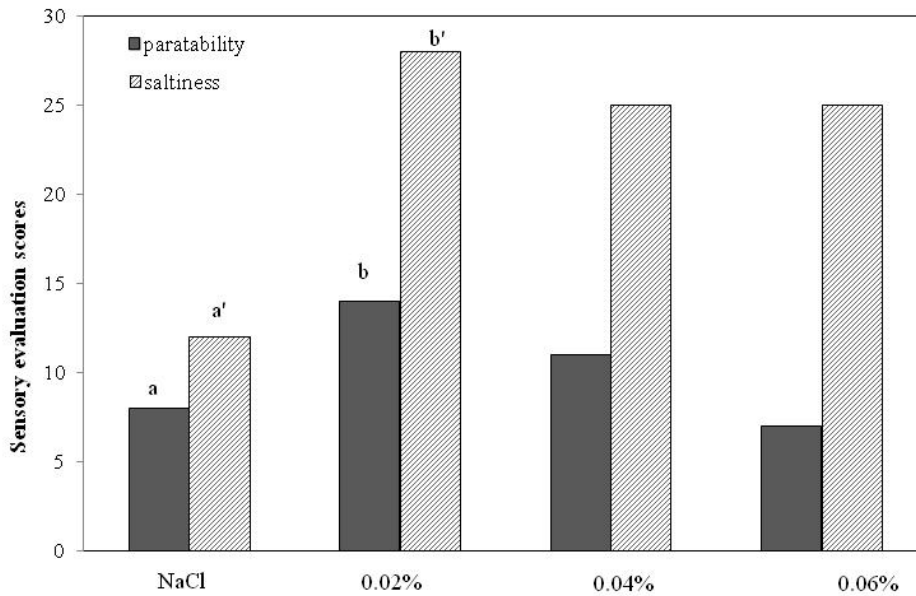


Fig. 4. Sensory evaluation of malic acid sprayed solid salts. The axis represents number of panelists who answered that the taste of the sample was saltier and better-tasting.

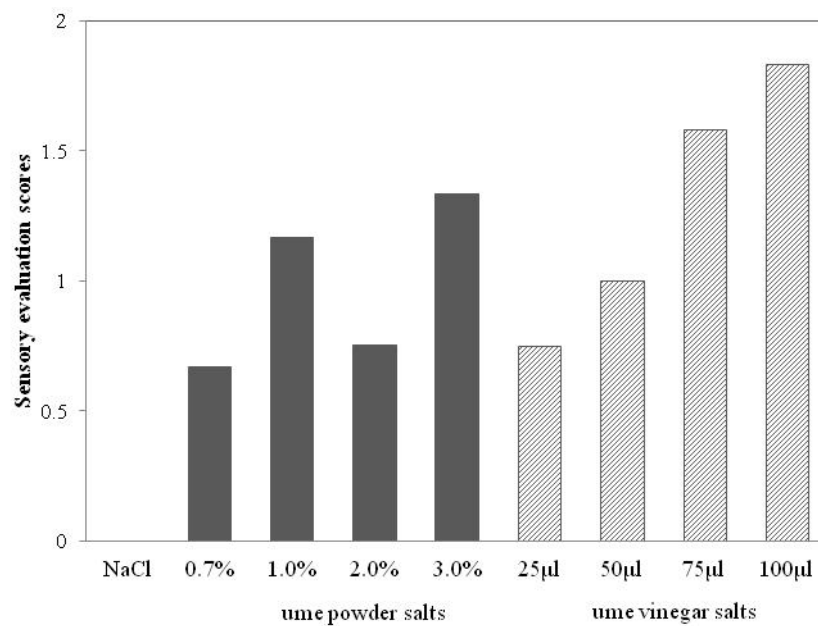


Fig. 5. Sensory evaluation of ume powder salts and ume vinegar salts. The axis represents number of panelists who answered that the taste of the sample was saltier.

析の結果 (Fig. 6)、塩味増強には梅パウダー中の有機酸量に関わっていることが確認され、同時に酸味を感じない限界添加量が存在することも明らかになった。低濃度クエン酸混合塩では、梅パウダー塩中に含まれるクエン酸量とほぼ同程度であるにも関わらず、同様の結果は得られなかった。これは、梅パウダーはクエン酸よりも口内中に

留まる時間が長いことなども影響していると考えられる。また、リンゴ酸添加およびコーティング塩は低濃度であっても塩味増強効果を示したように、本実験においても、梅パウダー中に含まれる少量のリンゴ酸は、塩味の増強に影響を及ぼすことが考えられる。

梅酢コーティング塩について官能評価を実施した (Fig.

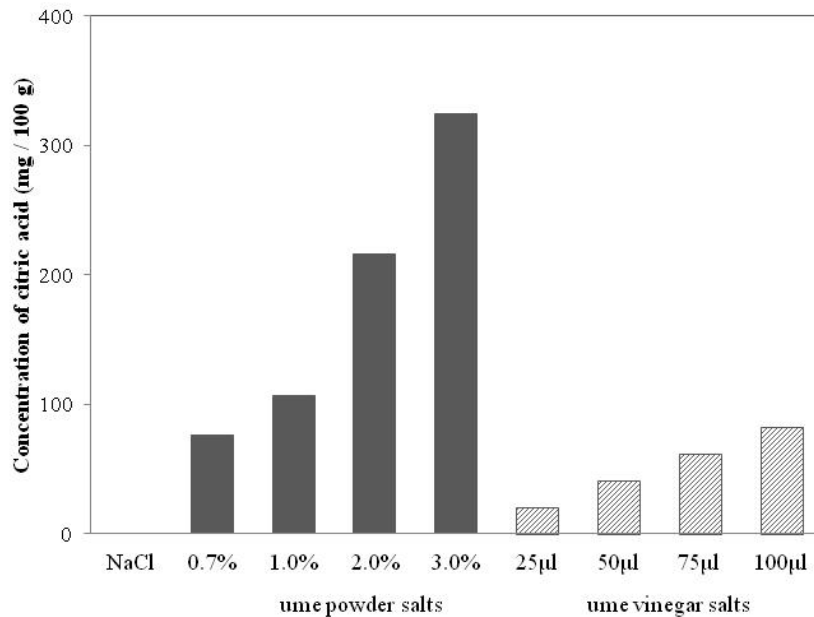


Fig. 6. Concentration of citric acid of ume powder salts and ume vinegar salts

5)。その結果、梅酢コーティング塩でも塩味増強効果を確認でき、その効果は梅パウダー添加塩と比較してごく少量の添加量で発揮されることが分かった (Fig. 6)。

これら塩味増強効果の違いは、2つの塩の異なる結晶形態が引き起こしていると考えられる。梅パウダー塩は有機酸と食塩が共存した状態になっており、口内中で同時に溶解出す際、その共存効果によって塩味増強へとつながるのに対し、梅酢コーティング塩は食塩の結晶表面をコーティングする形になっており、口内中で最初に酸味刺激が、続いて塩味刺激が起こっているためと推察される。

4. 今後の課題

本研究では、少量の酸を添加した塩溶液は、元の塩溶液に比べて塩味を強く感じるという報告をもとに、クエン酸やリンゴ酸などの酸味物質を食塩および食塩水に添加し、塩味が増強されるかを検討した。その結果、食塩水にクエン酸やリンゴ酸を添加した際、塩味を増強し、わずかではあるが認知閾値濃度以下でも塩味として認識できることが確認できた。また、食塩結晶表面に酸味物質をコーティングした場合や食塩に酸味粉末を混合した場合でも同様な効果が認められた。しかし一方で、酸味物質の添加による他の味への影響や、実際の食品における塩味増強効果の検証は課題として残っている。今後はうま味やこくなど他の味物質との相互作用、クエン酸やリンゴ酸など酸味物

質を添加した食塩を、実際に食品に用いた際にも同様な効果をもたらすか検討する必要があると考える。

参考文献

- 1) 浜島教子, 味の相互作用について(第2報)塩から味と酸味の関係, 家政学雑誌, **27**, 255-261 (1976).
- 2) 坂本真理子, 岡田千穂, 井上あゆみ, 吉田達郎, 小笠原靖, 赤野裕文, 畑江敬子, 3種のだしにおける食酢の減塩効果の検討, 日本調理科学会誌, **42**, 159-166 (2009).
- 3) 坂本真理子, 岡田千穂, 井上あゆみ, 小笠原靖, 赤野裕文, 畑江敬子, 食酢希釈液と食塩水溶液の閾値および食酢と食塩の共存が閾値に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, **42**, 167-173 (2009).
- 4) 小笠原靖, 吉田達郎, 岡田千穂, 坂本真理子, 赤野裕文, 畑江敬子, 料理における食酢の減塩効果の検討, 日本調理科学会誌, **42**, 238-243 (2009).
- 5) 古川秀子, おいしさを測る 食品官能検査の実際, 幸書房, 22-23 (1994).
- 6) 古川秀子, おいしさを測る 食品官能検査の実際, 幸書房, 22 (1994).
- 7) 橋本壽夫, 村上正祥, 塩の科学, 朝倉書店, 152 (2003).

Development of Novel Seasoning Salt Enhanced in Saltiness by Natural Materials

Kyoko Ishikawa

Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

Summary

Salt, which is the basis for seasoning, is used in many menus. Salt plays an important role in cooking, giving salting effects to dishes. Moreover, a small addition of salt affects other tastes. Because the excess intake of salt triggers some diseases such as hypertension and cancer, reduction of salt intake is recommended. However, reduction of salt intake also reduces the saltiness and balance of taste in cooking, and ultimately degrades flavor. We sought to achieve salt intake reduction through synergistic effects of other taste components on saltiness without losing flavor in cooking.

In this study, we evaluated whether organic acids, such as citric and malic acids, and foods containing these organic acids enhance saltiness in salt solutions and solid salt. Consequently, the enhancement of saltiness by interaction between sourness and saltiness were recognized in salt solutions and solid salts. Results show that the enhancement of saltiness by organic acids depends on the salt solution concentration, and show that retention times in the mouth differed among organic acids. Panelists reported that organic acid-added solid salts were saltier than salt alone. This result was caused by synergistic effects of salt and organic acids. The effects varied for crystalline salts.