

総説特集：「減塩食品の開発とうま味」

味覚対比効果の減塩食品への応用

石川 匡子

(秋田県立大学 生物資源科学部)

調理における食塩の役割は大きく、塩味の付与だけでなく、他の味成分を増強あるいは抑制する効果を持つ。そのため過度な減塩は、塩味だけでなく料理の味全体のバランスを崩し薄味になるため、美味しさを損なうことから意識しているものの実行に移せないという人が多い。そこで、食塩の有する他の味を増強、抑制する効果とは逆に、種々の味成分が塩味を増強する効果を最大限利用することで、減塩による味の物足りなさを補うことができれば、美味しさを損なわない減塩ができるのではないかと考えられる。本稿では、塩味と酸味の相互作用による塩味増強（対比効果）について紹介する。

キーワード：味の対比効果、官能評価、有機酸

はじめに

食塩は私たちの食生活に不可欠であるが、過剰摂取は生活習慣病の一因とされ、減塩が推奨されている。2015年度より食事摂取基準で日本人の成人の1日の食塩摂取量は、男性8.0g、女性7.0gが適塩であるとされた。食塩摂取量は徐々に減少しているものの、平成28年国民健康・栄養調査において、成人の1日の食塩摂取量は、男子が10.8g、女子が9.2gであり、調味料由来の食塩相当量が約7割を占めていた。食品加工において食塩は、脱水やタンパク質変性、腐敗防止など食品の品質や安全性の保持の役割もあるが、家庭調理においては主に味付けとして利用されることが多いであろう。食塩は味の基本であり、塩味の付与はもちろん、相互作用により他の味成分を増強あるいは抑制する効果を持つ。つまり、対比効果（2種類の異なる味を同時に味わったときに、一方の味が他方の味を引き立たせる現象）と抑制効果（2種類の異なる味を同時に味わったときに、どちらか一方もしくは両方の味が弱く感じられる現

象）である。「お汁粉やあんこを作るときに少量の食塩を加えることで甘味が引き立つ」「ダシ汁をとるときに少量の食塩を加えようま味が強調される」「酢の物や酢飯に少量の食塩を加えると酸味がまるやかに感じられる」といった料理の技法は、これら相互作用の応用であり、食塩は数多くの料理の中で「隠し味」として使用される。そのため過度な減塩は、塩味だけでなく料理の味全体のバランスにも影響し、最終的においしさの低下へと繋がるため、食事摂取基準まで現在の食生活を改善するのは容易ではない。しかし、減塩しても塩味が従来品と同等に感じる事ができれば、料理のおいしさを損なうことがないため、より減塩に取り組みやすくなると考えられる。我々はその手段として、先にも述べた塩の有する他の味を抑制、増強する効果とは逆に、種々の味成分が塩味を増強する作用に着目している。本稿では浜島による酢酸、坂本ら、小笠原らによる食酢、我々が実施したクエン酸を用いた塩と酸味との対比効果による塩味増強について紹介する。

Application of taste contrast effect to reduced salt food

Kyoko Ishikawa: Department of Biotechnology, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

241-438 Kaidobata-Nishi Nakano Shimoshinjo Akita City 010-0195 Japan ; TEL: 018-872-1588 ; FAX: 018-872-1676 ; E-mail: kyoko_ishikawa@akita-pu.ac.jp

石川 匡子

対比効果について

対比効果の中でも、甘味へ少量の食塩を添加することで甘味が強く感じられるという現象はよく知られている¹⁻³⁾。浜島は、10%、25%、50%、60%と4つのシヨ糖溶液に0%、0.05%、0.10%、0.15%、0.20%と5段階濃度の食塩を添加した水溶液の甘味強度変化を、順位法や二点識別法にて評価している^{1,2)}。表1に、二点識別法による結果を抜粋したものを示す。10%、25%シヨ糖溶液では0.15%食塩添加、50%シヨ糖溶液では0.05%食塩添加が最も甘味が強く感じられており、60%シヨ糖溶液においては食塩を添加しない方が甘いという結果であった。シヨ糖濃度に対する最適食塩添加量は、それぞれ3/200、3/500、1/1000、0と、シヨ糖濃度が高くなるにつれて低下しており、甘味が確認できる食塩添加量は、対象となるシヨ糖濃度によって異なっていることが分かる¹⁻³⁾。よって、対比効果は、混合する成分の濃度関係によって現れ方が異なるため、減塩食品に利用するには、対象とする食品の味質成分量と食塩量の関係を考慮する必要があることが示唆された。

酢酸と食塩との相互作用による塩味増強について

酸味と塩味による相互作用は、「酢の物や酢飯に少量の食塩を入れると酸味がまろやかに感じられる」といった料理の技法に代表されるように、酸味を和らげる抑制効果を思い浮かべることが多い。しかし塩味強度に対しては、酸味と塩味の相互作用による対比効果と抑制効果の両方が確認されている^{2,4)}。浜島は、対比効果は食塩に対してごく少量の酸味添加により起こり、1~2%食塩溶液に酢酸を0.01%添加、10~20%食塩溶液に対して0.1%の酢酸添加することで、塩味が増強すると報告している^{2,4)}。一方、抑制効果は、多量の酢酸添加により起こり、1~2%食塩溶液に対して0.05%以上の酢酸

添加、pH3.4以下、10~20%食塩溶液に対して0.3%以上の酢酸添加、pH3.0以下で塩味が抑制されると報告している^{2,4)}。このことから、甘味の対比効果と同様、食塩量と添加する酸味の量との濃度比が味質に影響することがわかる。

食酢とダシを用いた食塩との相互作用による塩味増強について

実際に私たちが普段口にする食品は、塩味と酸味という2つの味だけではなく、うま味や甘味など、様々な味が複雑に絡まって一つの味を作り出している。酸味と塩味だけでなく、うま味が加わることで、塩味強度はどのように変化するか、坂本ら、小笠原らによって報告されている^{5,6)}。坂本らは、食塩濃度が0.9%で米酢を添加していない鶏がらだしと食塩濃度が0.8%で米酢を加えた鶏がらだし、および、食塩濃度が0.8%で米酢を加えていない鶏がらだしと食塩濃度が0.7%で米酢を加えた鶏がらだしについて、塩味強度を二点識別法にて評価している(図1)⁵⁾。その結果、ほぼ全ての組み合わせで有意差が認められず、塩味増強が確認され、減塩効果が認められたと報告している⁵⁾。

坂本らが酸度0.005%、0.01%、0.02%と少量の米酢添加であったのに対し、小笠原らは、酸度0.135%と多量の米酢を添加した際の塩味強度について検討している⁶⁾。食塩濃度0.6%、0.8%、1.0%の鶏だし液に酸度0.135%相当の米酢を加えた溶液を調製し、これら3つの溶液について、塩味強度を順位法にて評価している⁶⁾。その結果、塩味強度は食塩濃度0.6%と1.0%では識別できたが、0.6%と0.8%、および0.8%と1.0%では塩味強度に有意差が認められておらず、強い酸味による高い塩味増強効果が確認されている⁶⁾。以上のように、うま味が加わっても塩味と酸味の対比効果は確認されていた。さらに、うま味との併用によって、浜島の結果と比較し

表1：シヨ糖溶液に対する食塩添加の影響¹⁻³⁾

シヨ糖濃度	添加した食塩濃度と溶液の甘味強度順位					シヨ糖量に対する最適食塩添加量
	1位	2位	3位	4位	5位	
10%	0.15%	0.10%	0.05%	0%	0.20%	3/200
25%	0.15%	0.10%	0.05%	0%	0.20%	3/500
50%	0.05%	0%	0.10%	0.15%	0.20%	1/1000
60%	0%	0.05%	0.10%	0.15%	0.20%	0

味覚対比効果の減塩食品への応用

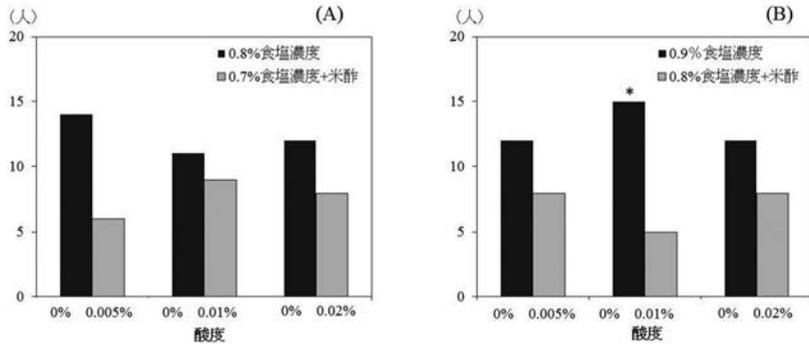


図1：米酢を添加した鶏ガラスープの官能評価⁵⁾

米酢無添加鶏ガラスープと米酢添加鶏ガラスープの塩味強度を二点識別法にて評価した。塩味が強いと選択した人数を表記した。*: $p < 0.05$

て高濃度の酸味添加が可能になり、より高い減塩効果を示した。しかし、強い酸味を利用できる料理の種類は限られるため、塩味増強だけでなく嗜好性への影響も同時に考慮する必要がある⁶⁾と考察されている。

クエン酸と食塩との相互作用による塩味増強について

酸味を伴う物質である有機酸には、酢酸の他にクエン酸やリンゴ酸、酒石酸、乳酸などがある。我々のグループでは、主にクエン酸を利用した塩味増強について、検討を進めている⁷⁾。これまで酸味の強さが塩味増強に影響すると報告されていたことを考慮し^{2,4,-6,8)}、クエン酸の味質調査を実施した。その結果、食塩水に添加するクエン酸濃度を、①水との違いを識別できる濃度（検知閾値）である0.013%、②酸味をわずかに識別できる濃度（認知閾値濃度）である0.0018%、③酸味を明確に認識できる濃度（認知閾値以上）である0.0025%、以上3種類に設定した⁷⁾。食塩水の味質も濃度によって異なっているため、甘味を伴った塩味であり塩味の認知閾値濃度に相当する0.234%⁹⁾、塩味として判断可能な濃度である0.584%⁹⁾、以上2種類に設定した。食塩水中にクエン酸を0.0013%、0.0018%、0.0025%になるよう添加した溶液を調製し、これら溶液とクエン酸無添加食塩水との塩味強度を二点識別法にて評価した⁷⁾。図2に0.234%食塩水にクエン酸を添加した際の官能評価結果を示す。クエン酸0.0013%添加食塩水では塩味が抑制される傾向にあったが、他のク

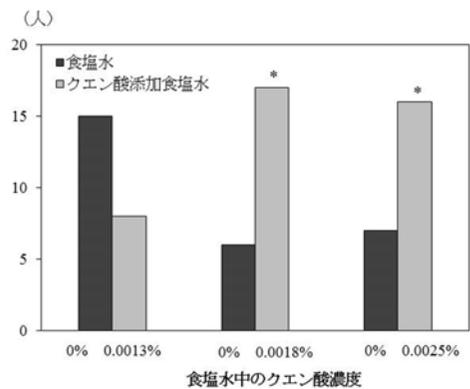


図2：クエン酸を添加した0.234%食塩水の官能評価⁷⁾

クエン酸無添加食塩水とクエン酸添加食塩水の塩味強度を二点識別法にて評価した。塩味が強いと選択した人数を表記した。*: $p < 0.05$

エン酸濃度では塩味が有意に増強された。0.234%食塩水は甘味伴う塩味であるが、クエン酸0.0018%、0.0025%添加濃度では強くはっきりとした塩味であると評価されており、塩味の検知閾値濃度を下げる効果も確認できた。図3に0.584%食塩水にクエン酸を添加した際の官能評価結果を示す。0.284%食塩水のような塩味抑制は確認できず、クエン酸添加濃度増加に伴い塩味は強く感じられた。以上の結果から、クエン酸を利用した酸味と塩味の相互作用は、酢酸と同様、対象となる食塩濃度によって、対比効果および抑制効果の両方を示すことが分かった⁷⁾。

クエン酸と食塩を利用した対比効果による塩味増

石川 匡子

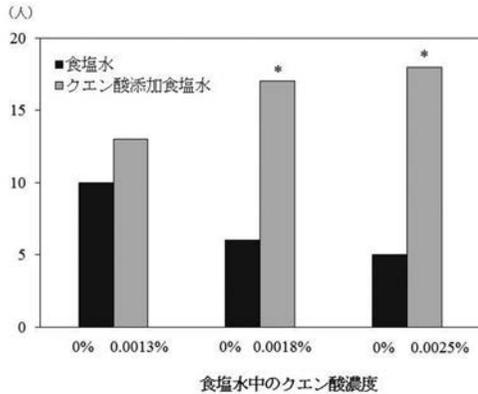


図3：クエン酸を添加した0.584%食塩水の官能評価⁷⁾

クエン酸無添加食塩水とクエン酸添加食塩水の塩味強度を二点識別法にて評価した。塩味が強いと選択した人数を表記した。*: $p < 0.05$

強は、食塩水だけでなく食品にも応用可能か、お粥を用いて検討を行った。クエン酸粉末と食塩を混合した混合塩（クエン酸濃度：0.3, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10%）を作製し、お粥（7分粥）の重量に対して0.5%になるように各食塩を添加した。クエン酸無添加食塩との比較により塩味強度を二点識別法にて評価した（図4）。クエン酸添加により、塩味が強く感じられる傾向にあり、クエン酸0.5%、1%、5%添加では有意差も認められた。しかし、10%クエン酸混合塩では、食塩とほぼ同等の塩味強度であると評価された。これは、強すぎる酸味により塩味が弱く感じられたことや塩味識別が困難であったことが影響したと考えられる。以上の結果から、食品に応用した場

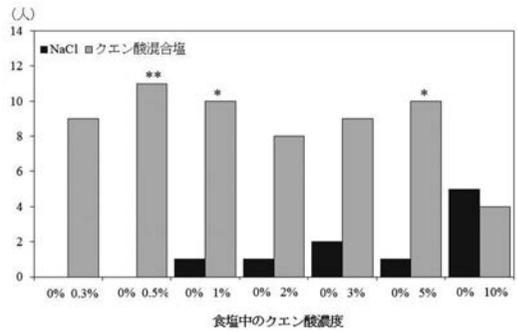


図4：クエン酸添加食塩を用いたお粥の官能評価

食塩にクエン酸を0.3%-10%添加した食塩を作製した。お粥の重量に対して0.5%になるよう各食塩を添加した。クエン酸添加食塩とクエン酸無添加食塩により作られたお粥の塩味強度を二点識別法にて評価した。塩味が強いと選択した人数を表記した。*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

合にも、酸味と塩味の対比効果による塩味増強が確認でき、食塩水よりもさらに高濃度のクエン酸添加が可能であることがわかった。

梅塩の塩味増強について

クエン酸を多く含む食品である梅を利用して2種類の梅塩を作製し、梅塩の形態の違いが及ぼす塩味強度への影響について検討した⁷⁾。梅塩は、脱塩した梅干しを凍結乾燥後、粉碎し得られたパウダーを食塩に添加した梅パウダー塩（パウダー添加濃度：0.7, 1.0, 2.0, 3.0%）と、梅干しを作製した際に得られた梅酢を食塩表面に混合し良く乾燥させた梅酢添



図5：梅塩の作製方法

味覚対比効果の減塩食品への応用

加塩（梅酢添加濃度：食塩 5g に対して 10, 25, 50, 100 μ l）、以上 2 種類を作製した（図 5）。これら梅塩 30 mg を直接口を含み、食塩との比較により塩味強度を評価した（図 6）。梅パウダー添加塩は、いずれの添加量においても、食塩より塩味が強く感じられた。しかし、パウダーの添加割合によって、塩の味質は異なっていた。0.7%、1.0% 添加塩では、酸味は感じられず塩味のみが強く感じられたのに対し、2.0%、3.0% 添加塩では酸味が存在することにより、塩味が強いというよりはむしろ刺激が強く感じられたことが味識別の判断に繋がったと考えられる。梅酢コーティング塩は、梅パウダー添加塩と同様、い

ずれの梅酢添加量においても食塩より塩味が強く感じられた。図 7 に梅塩中に含まれるクエン酸量を示す。梅酢コーティング塩は、梅パウダー添加塩よりも少ないクエン酸量で塩味増強が発揮されていた。一方で、梅酢添加塩を口にした際、食塩よりも塩味が強いと感じられる時間が梅パウダー添加塩より短いという意見が多くあった。梅パウダー添加塩は、食塩と梅パウダーが混合された状態であり、塩味と酸味の刺激がほぼ同時に来る。また、口に含んだ際に食塩の結晶は溶解するが、梅パウダーは溶解せず、口内に残る。そのため梅パウダーからクエン酸が徐々に唾液中に溶出し、塩味増強に繋がる対比効果の継続時間が長くなったと考えられる。一方、梅酢添加塩は塩の表面を梅酢がコーティングした状態のため、口内中では最初に酸味刺激、続いて塩味刺激があると考えられる。このような 2 つの梅塩の形態の違いが、対比効果の持続時間に影響を及ぼしたと推察される⁷⁾。

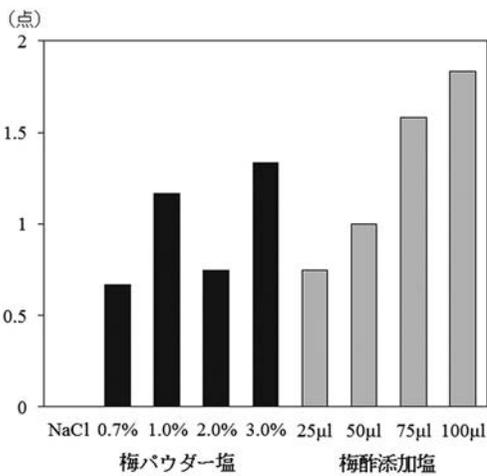


図 6：梅塩の官能評価⁷⁾

食塩の塩味強度を 0 としたときの塩味強度を評点法にて評価した。評価値は、強い、やや強い、差なし、やや弱い、弱いをそれぞれ +2 点、+1 点、0 点、-1 点、-2 点とし、平均値を表記した。

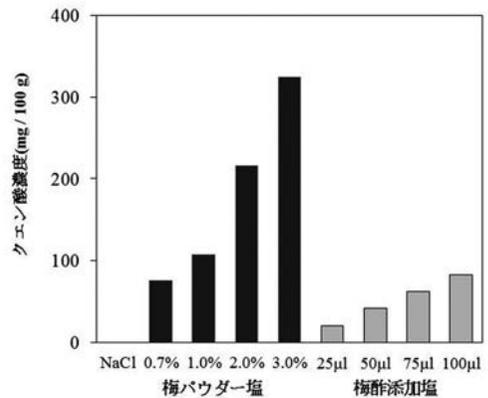


図 7：梅塩 100 g 中に含まれるクエン酸濃度⁷⁾

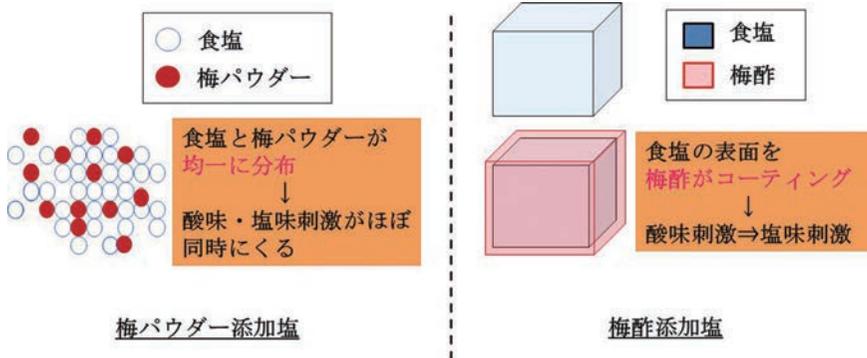


図 8：梅酢パウダー添加塩と梅酢添加塩の結晶予想図

石川 匡子

おわりに

本稿では、酸味と塩味との対比効果による塩味増強について、酢酸や食酢、我々が実施したクエン酸を例に紹介した。うま味など他の味成分を混合すること、咀嚼を伴う食品中に添加することで、食塩水に添加した場合よりもさらに高濃度の酸味添加も可能になった。塩味増強を引き起こすために必要な酸味添加量には、酸味は感じられず塩味のみが強く感じられる添加量、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の2つが存在することが分かった⁷⁾。私たちが普段口にする食品では、強い酸味を有する食品は限られており、塩味増強はもちろん、嗜好性への影響も考慮する必要はあるが⁶⁾、これらの知見は様々な減塩食品の開発へ応用可能であると考えられる。

謝 辞

本研究は秋田県立大学生物資源科学部応用生物科学科食品醸造研究グループで行われたものです。共同研究者の皆さん、共に研究に励んだ卒業生の小笠原美穂さん、佐藤史奈さん、高橋美子さん、遠藤由香さん、櫻田光佳里さんに深く感謝致します。

本研究の一部は、ソルト・サイエンス研究財団の助成を受けて実施しました（助成番号 1141,1239）。

参考文献

- 1) 浜島教子: 味の相互作用について (第1報) 塩から味と甘味の関係. 家政学雑誌 20, 19-23 (1969)
- 2) 浜島教子: 基本的四味の相互関係について. 調理科学 8, 132-136 (1975)
- 3) 杉田浩一: 調味料としての食塩. 調理科学 14, 76-80 (1981)
- 4) 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 (1979)
- 5) 坂本真里子, 岡田千穂, 井上あゆみ, 吉田達郎, 小笠原靖, 赤間裕文, 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)
- 6) 小笠原靖, 吉田達郎, 岡田千穂, 坂本真里子, 赤間裕文, 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)
- 7) 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)
- 8) 坂本真里子, 岡田千穂, 井上あゆみ, 小笠原靖, 赤間裕文, 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)
- 9) 橋本壽夫, 村上正祥子: 塩の科学, 朝倉書店, 東京, pp. 152 (2003)

<著者紹介>

石川 匡子 (いしかわ きょうこ)

- 1996年3月 秋田大学大学院鉱山学研究科物質工学専攻修了
- 1996年4月 秋田県総合食品研究所 臨時職員
- 1997年4月 秋田県総合食品研究所 非常勤職員
- 1999年4月 秋田県立大学生物資源科学部応用生物科学科食品科学講座 助手
- 2006年4月 公立大学法人秋田県立大学生物資源科学部助教
- 2011年4月 公立大学法人秋田県立大学生物資源科学部准教授 (現在に至る)

