

## 酸味と塩味の相互作用による塩味増強を用いた減塩方法の検討

石川匡子<sup>1</sup>, 佐藤理央<sup>1</sup>, 櫻田光佳里<sup>1</sup>, 高橋美子<sup>1</sup><sup>1</sup> 秋田県立大学生物資源科学部応用生物科学科

生活習慣病予防の観点から減塩が推奨されている。しかし、食塩は調理において塩味の付与はもちろん、他の味成分と相互に作用し増強あるいは抑制する働きを持つ。そのため、過度な減塩は料理の味バランスを崩し、おいしさの低下へ繋がる。そこで、我々は食塩と他の味成分との相互作用により生じる味増強を利用し、おいしさを損なわない減塩方法について検討した。その結果、酸味と塩味の相互作用は、クエン酸だけでなくリンゴ酸でも有効であることがわかった。さらにうま味が添加された場合でも同様の効果が現れることが確認できた。少量のリンゴ酸の添加では、塩味のみを増強するが、リンゴ酸濃度が増加するにつれて味全体は強く感じられるものの、塩味・うま味・酸味のバランスが徐々に変化することが明らかになった。塩味・うま味・酸味の味強度は温度によって異なって感じられることから、実際に口に入れる温度を考慮して、調味料を配合する必要があることが示唆された。

**キーワード：**リンゴ酸, 塩味増強, 味の相互作用

食塩は私たちの生活に不可欠なものであるが、一方で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。食塩は調理における味付けの役割が大きく、塩味の付与はもちろん、相互作用により他の味を増強あるいは抑制する効果を持つ。そのため、過度な減塩は塩味が物足りなく感じられるだけでなく、料理の味全体のバランスを崩すため、最終的においしさの低下に繋がる。そのため、減塩の必要性は理解しているものの実行に移せない人が多く、日本人の食事摂取基準にて設定された食塩摂取量を上回っているのが現状である。しかし、減塩しても塩味が従来品と同等に感じられることができればおいしさの低下を防ぐことができ、減塩に取り組みやすくなると考えられる。そこで我々は、食塩が他の味を増強・抑制する効果とは逆に、他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、味バランスを保ちながら減塩可能な方法を探っている。これまで、食塩と酢酸を混合させた溶液において、多量の酢酸の添加では塩味の抑制、少量の酢酸添加では塩味増強効果が認められたという報告があり

(浜島, 1976)、食酢でも塩味増強効果が認められていた(坂本ら, 2009)。また、食酢とだしの相互作用による味増強(坂本ら, 2009)、料理に利用した場合の効果(小笠原ら, 2009)についても報告されている。我々もクエン酸や梅を用い、同様の効果を確認している(石川ら, 2013)。酸味を呈する物質は、酢酸や食酢、クエン酸以外にも他にも多々あるが、それぞれ苦味や後味など味質が異なるため(島津ら, 2009)、相互作用は異なると考えられる。また、塩味、酸味、うま味の強度は温度によって異なる(伏木, 2003)と言われており、口に含む際の温度によって味バランスも異なって感じられるのではないかと推察される。そこで本研究では、リンゴ酸の味増強効果を明らかにするため、他の味成分と混合状態での味バランスならびに幅広い温度条件下での味強度変化を評価するとともに、減塩調理への応用の可能性について検討した。

## 材料と方法

## 試料

食塩は特級精製塩（日本食塩製造株式会社）を用いた。リンゴ酸は DL-リンゴ酸（扶桑化学工業株式会社：食品添加物）、うま味物質はグルタミン酸ナトリウム（キリン協和フーズ株式会社：食品添加物）を用いた。官能評価に使用する食塩水の濃度は、塩味として判断可能な濃度である 0.584%（橋本と村上，2003）に設定した。食塩水に添加するリンゴ酸の濃度は、事前に蒸留水を比較対象に、水との違いを識別できる濃度（検知閾値）、酸味をわずかに認識できる濃度（認知閾値）、酸味を明確に認識できる濃度を検討し、それぞれ 0.0010%、0.0019%、0.0020% に設定した。グルタミン酸ナトリウムについても検知閾値、認知閾値、うま味を明確に認識できる濃度を検討し、それぞれ 0.015%、0.03%、0.08% の 3 段階を設定した。本実験では 0.08% の添加にて行った。

## 食塩水へのリンゴ酸添加による味増強効果の検討

リンゴ酸を食塩水中に 0.0010%、0.0019%、0.0020% になるよう添加した食塩水と、リンゴ酸無添加食塩水の塩味の強さを、2 点識別法にて評価した。供試は 70 mL プラスチックカップ を用い、室温にて行った。評価結果は、2 点識別法の有意差基準を用いて判定した。本官能評価は訓練された男女のパネル計 23 人で行った。

## うま味添加食塩水へのリンゴ酸添加による味増強効果の検討

リンゴ酸を添加したうま味・食塩混合溶液とリンゴ酸無添加うま味・食塩混合溶液の味の強さを、2 点識別法にて評価した。さらに選択した溶液を口に含んだ際に感じられた味を強い順に順位付け（1 位：3 点，2 位：2 点，3 位：1 点）し、(i) 式にて各味の割合を評価した。なお、リンゴ酸濃度は、0.0019%（認知閾値）、0.0020%（認知閾値以上）、以降は適宜濃度を上げて添加した。評価結果は、2 点識別法の有意差基準を用いて判定した。本官能評価は訓練された女性パネル計 12～15 人で行った。各味の割合 (%) = (各味の点数合計 / 全味の点数合計) × 100 … (i)。

## 温度による味バランスの変化の検討

食塩 0.584%、グルタミン酸ナトリウム 0.08%、寒天粉末 1% を添加した水溶液を加熱した後、さらにリンゴ酸 0.04% を添加し、よく攪拌した。PP 容器に寒天溶液を移した後、2.5 cm×2.5 cm×1.0 cm に成形した。容器に入った寒天を、4°C、10°C、室温 (24°C)、40°C、60°C にて静置し、保温した。実験計画ならびに解析処理は、シェッフェの一对比較法の変法にて行った。本官能評価は訓練された女性パネル計 12 人で行った。

## 被験者への倫理的配慮

本官能評価は、ヘルシンキ宣言に準拠した申請に基づき、秋田県立大学研究倫理規範第 5 条「人を対象とする研究」研究倫理委員会にて承認された後、実施した（承認番号第 17-21、17-22）。

## 結果および考察

リンゴ酸が塩味強度に与える影響を検討するため、塩味の認知閾値濃度に相当する 0.584% 食塩水にリンゴ酸を添加した溶液での官能評価を実施した（表 1）。リンゴ酸 0.0019%、0.0020% 添加した際に塩味が有意に増強された。クエン酸添加食塩水においても、酸味を認識できる濃度以上添加した際に、塩味増強が確認されており、同様の傾向が確認できた。酸味と塩味の混合溶液における塩味増強効果は対比効果によるものであるが、対比効果は混合する味成分の濃度によって現れ方が異なる（石川，2018）。本実験で添加したリンゴ酸は、食塩と混合した際には認知閾値濃度ではほとんど酸味が感じられなかった。酸味と塩味のバランスが味増強に影響を及ぼしたと考えられる。

表 1 食塩水中にリンゴ酸を添加した際の官能評価結果

リンゴ酸添加濃度	味が強いと評価した人数		
	0.00100%	0.00190%	0.00200%
NaCl	6	3	5
NaCl+リンゴ酸	14	17**	15*

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01

表 2 NaCl と MSG の混合溶液中にリンゴ酸を添加した際の官能評価結果

リンゴ酸添加濃度	味が強いと評価した人数								
	0.00190%	0.00200%	0.00225%	0.00250%	0.00275%	0.00300%	0.00400%	0.00500%	0.00600%
NaCl+MSG	10	11	3	2	1	3	0	0	0
NaCl+MSG+リンゴ酸	5	4	12*	13**	14***	12*	12***	12***	12***

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, \*\*\*:p<0.001

※MSG:グルタミン酸ナトリウム

私たちが普段口にする食品の調理には、すまし汁や煮物のように「だし」を効かせたものが多い。これは「だし」が有する嗜好性向上効果を利用させたものである（巴と外山, 2011）。このように日本人になじみ深い「だし」はおいしさを損なわない減塩調理法として有効であると言われており、だし中のうま味（石田ら, 2011; Manabe, et al., 2009; Yamaguchi and Takahashi, 1984）、だしと食酢（小笠原ら, 2009; 坂本ら, 2009）を利用した食品の減塩効果が報告されている。同じ有機酸であっても、種類によって苦味や後味など味質や風味が大きく異なる（正井, 1980; 島津ら, 2009）ため、うま味との相互作用も異なると思われる。そこで、食塩とリンゴ酸による塩味増強を減塩調理に応用するために、さらにグルタミン酸ナトリウムを添加し、官能評価を実施した。その際、うま味の添加によって味質が大きく異なることから、塩味ではなく味全体が濃く感じられた方を選択するよう指示した。その結果、食塩水では有意差が認められたリンゴ酸 0.0019%, 0.0020% 添加では味増強は確認できず、0.00225% 以上の添加から有意に味が増強した（表 2）。酸味による塩味増強効果は、必ずしも少量であれば有効というわけではなく、有効な有機酸濃度は対象となる溶液の食塩濃度によって異なる（浜島, 1976）。本実験では同じ食塩濃度であったが、うま味成分のように他の味成分の存在下では、有機酸をより高濃度添加しないと効果が発揮できないことが確認できた。味バランスを比較すると、味増強が確認されたリンゴ酸 0.00225% 添加では、塩味が半数以上を占めていた（図 1）。この溶液を口に含んだ際は、酸味はほとんど感じられなかったことから、塩味のみを強く感じさせる対比効果として有効な濃度であることが示唆された。リンゴ酸 0.0025% 添加以降は、酸味の割合の増加に伴い、塩味・うま味が減少した。小笠原ら（2009）は、料理

に強い酸味を添加した際には、酸味によって塩味の識別が困難になるものの、強すぎる酸味によって味の物足りなさが補われたと報告している。本実験において、塩味バランスが低い溶液でも味強度が強いと評価されていたが、これは酸味の強い刺激が味強度の判断に影響を与えたと考えられる。我々が口に含んだ際に感じられ食品の味は、口内中での味成分の複雑な刺激や広がりによって影響される（西村, 2018）といわれており、本実験における味増強は、味バランスの変化によって引き起こされたものであることが示唆された。

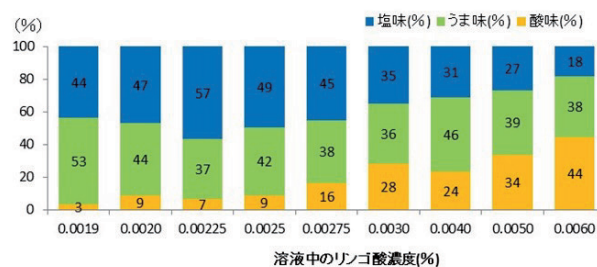


図 1 リンゴ酸を添加した NaCl+MSG 混合溶液の味バランス

味の強さには、食品中の成分濃度の他に温度や物性も大きな影響を与える（清水, 1984）。煮物を咀嚼した際の味強度の変化を想定し、食塩、グルタミン酸ナトリウム、リンゴ酸を添加した寒天を作製した。煮物完成直後から冷蔵庫に保管した後の温度を想定し、4°C、10°C、室温（24°C）、40°C、60°Cにて保温した寒天を口に含んだ後咀嚼し、各味強度および嗜好性を評価した。いずれの味質においても、4°Cや10°Cのような低温で味は弱く感じられた（図 2）。うま味は室温付近で、酸味は 40°C 付近、塩味は室温から 40°C 付近で味強度が強くと感じられた（表 3）。味の濃さや好ましさは、塩味と酸味の味強度推移と同様の傾向を示し、温度による違いが確認できた。本実

表 3 温度間における味強度の有意差結果

評価項目	組み合わせと有意差									
	4°C:10°C	4°C:r.t	4°C:40°C	4°C:60°C	10°C:r.t	10°C:40°C	10°C:60°C	r.t:40°C	r.t:60°C	40°C:60°C
塩味	**	**	**	**	**	**	*			*
うま味	**	**	**	**	**	**	*		**	**
酸味	**	**	**	**	**	**	**	*		*
全体的な濃さ	**	**	**	**	**	**	**	**		**
好ましさ	**	**	**	**	**	**	**	*		*

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01

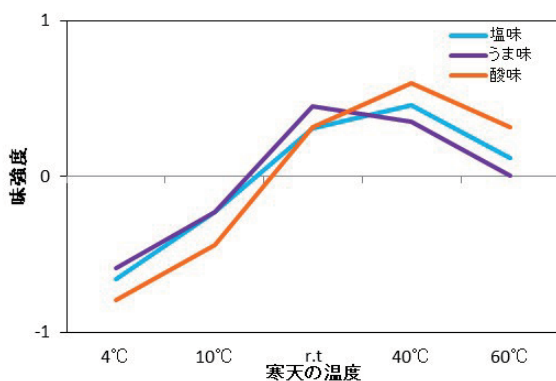


図2 温度による各味強度の推移

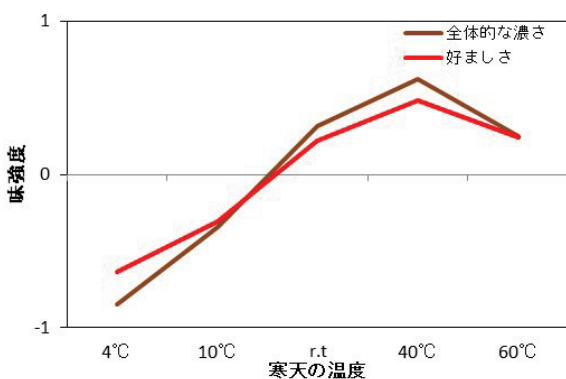


図3 温度による味の濃さと好ましさの推移

験で用いた寒天中の味組成は、室温から40°C付近にて味バランスがよく感じられる濃度にて調整した。そのため、40°C付近にて最も好ましく感じられたと推察される。以上の結果から、温度によって味強度が異なること、塩味・酸味とうま味では味変化の挙動が異なることがわかった。嗜好性に優れた減塩食品を調理する際には、口内中での食品の温度に最適な塩味・うま味・酸味の味バランスを考慮する必要があると考えられる。

### 文献

伏木亨 (2003). 『食品と味』. 光琳. pp.82-84.

浜島教子 (1976). 「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 (4), 255-261.

橋本壽夫, 村上正祥 (2003). 『塩の科学』. 朝倉書店. pp. 152.

石田眞弓, 手塚宏幸, 長谷川知美, 曹利麗, 今田敏文, 木村英一郎, 松本英希, 河野るみ子, 新井平伊 (2011). 「うま味を利用した減塩料理の低塩とその官能評価」『日本栄養・食糧学会誌』 64 (5), 305-311.

石川匡子 (2018). 「味覚対比効果の減塩食品への応用」『日本味と匂学会誌』 25 (2), 117-122.

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 (2013). 「塩味を強調する梅塩の開発」『日本海水学会誌』 67 (4), 219-223.

Manabe, M., Ishizaki, S., Yoshioka, T., Oginome, N. (2009). Improving the Palatability of Salt-Reduced Food Using Dried Bonito Stock. *Journal of Food Science*, 74 (7), 315-321.

正井博之 (1980). 「食酢の味」『日本醸造協会雑誌』 75 (11), 888-892.

西村敏英 (2018). 「コクの要素と寄与成分を活かした食品開発」『食品と開発』 53 (6), 20-23.

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 (2009). 「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 (4), 238-243.

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 (2009). 「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 (3), 159-166.

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 (2009). 「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 (3), 167-173.

島津善美, 藤原正雄, 渡辺正澄, 太田雄一郎 (2009). 「清酒に含まれる有機酸の酸味に及ぼす飲用温度の影響」『日本調理科学会誌』 42 (5), 327-333.

清水哲二 (1984). 「味の混合」『油科学』. 33 (9), 581-587.

巴美樹, 外山健二 (2011). 「うま味調味料添加による料理への嗜好性の増強効果」『日本栄養・食糧学会誌』 64 (3), 151-157.

Yamaguchi, S., Takahashi, C. (1984). Interactions of Monosodium Glutamate and Sodium Chloride on Saltiness and Palatability of a Clear Soup. *Journal of Food Science*, 49 (1), 82-85.

〔 令和 2 年 2 月 29 日 受付 〕  
〔 令和 2 年 3 月 9 日 受理 〕

## A Method for Salt Reduction Using Saltiness Enhancement via Interactions between Sourness and Saltiness

---

Kyoko Ishikawa<sup>1</sup>, Rio Sato<sup>1</sup>, Hikari Sakurada<sup>1</sup>, Yoshiko Takahashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Department of Biotechnology, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University*

Salt reduction is known to contribute to the prevention lifestyle-related diseases. However, as a seasoning (saltiness), salt also interacts with and enhances or suppresses other taste components. It is known that excessively reducing salt content can cause flavor imbalances in foods, making them unappetizing. To solve the problem, we studied how to use other taste components to maintain the deliciousness of dishes while reducing salt intake. It was found that the interactions between sour and salty flavors are effective in cases where citric acid or malic acid was used. It was confirmed that the same effect was exhibited when umami was added, as well. When a small amount of malic acid was added, it was found that the salty flavor was enhanced. In the case of malic acid concentration increment, the overall taste was felt even stronger, but the balance between salty, umami, and sour flavors gradually changed. The flavor intensity of salty, umami, and sour flavors is different depending on the temperature, which suggests that it is necessary to consider the temperature that food is eaten at when mixing seasonings.

**Keywords:** Malic acid, Saltiness enhancement, Taste interaction