

Studies on Interaction with Sweet and Salty Taste

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-03-03 キーワード (Ja): キーワード (En): taste, sweet taste, salty taste, taste sensor, interaction 作成者: 内田, あゆみ, 高木, 菜央, 堀切, 理恵子, 松江, 美穂, 内山, 裕美子, 大森正司 メールアドレス: 所属:
URL	https://otsuma.repo.nii.ac.jp/records/5780

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



塩味と甘味の対比効果に関する研究

内田あゆみ・高木菜央・堀切理恵子・松江美穂・内山裕美子・大森正司

大妻女子大学家政学部食物学科

Studies on Interaction with Sweet and Salty Taste

Ayumi Uchida, Nao Takagi, Rieko Horikiri, Miho Matsue,
Yumiko Uchiyama and Masashi Omori

Key Words: 味覚 (taste), 甘味 (sweet taste), 塩味 (salty taste), 味覚センサー (taste sensor), 相互作用 (interaction)

要旨

食物の味は様々な味の混合味として味わわれることが多く、各種の味は互いに関連しあっている。塩味と甘味の相互作用の例として、お汁粉に塩化ナトリウム（以下、食塩と表記）を添加すると甘味が増すことが広く知られている。本研究では5種の糖による甘味の比較を行い、また、使用頻度の高いスクロースとフルクトースにおける添加物質（食塩、リンゴ酸ナトリウム、塩化カリウム）の甘味に及ぼす影響について官能評価及び味覚センサーを用いて検討した。

官能評価により、スクロースの甘味度に及ぼす食塩の影響は、スクロース濃度が増加するに伴い食塩濃度も増加し、甘味の増すことが感じられた。食塩の代用にリンゴ酸ナトリウムや塩化カリウムを用いたところ、リンゴ酸ナトリウムにおいては食塩と類似の効果が認められたが、塩化カリウムの効果は認められなかった。

また味覚センサーを用いてスクロースの甘味度に及ぼす食塩、リンゴ酸ナトリウム、塩化カリウムの影響を検討したところ、リンゴ酸ナトリウムの濃度が増すに伴い、官能評価と同様に味覚センサー値においても甘味が増加したことが認められた。

序論

ヒトは五種の感覚器官を有しており、味覚はヒトの感覚器官の一つである。味を受容する味覚受容器は味蕾と呼ばれ、舌の先端を中心に広い範囲で存在する茸状乳頭と、舌の奥の限定された範囲に存在す

る有郭乳頭、葉状乳頭に存在している。味蕾は細長い味細胞と呼ばれる細胞と、基底細胞から構成される細胞集合体である。味細胞は微線毛を舌面に向かって出し、細胞底部では味蕾に侵入する味神経線維とシナプスを作り、我々が普段感じている味を、味覚情報として味神経を経て脳に送られ認知する¹⁻⁴⁾。

甘味は美味しいものとして、本能的にひきつけられるものである。それは、羊水に砂糖を注入すると、唇で吸い込もうとすることからも実証されている。生まれてから数日は本能的に味というものを感じとってはいるが、この段階ではまだ、脳においては“良い味”“良くない味”などの認識はされていないという。生後7カ月ごろになると、味覚情報を意識として解釈する能力が徐々に発達し、本能的反応から味の違いや、好きな味を判断できるようになる⁵⁾。

また、味蕾の発達としては胎生14週目には成人のものに似た形態を示し、胎生後期から哺乳期にかけて最もその数は多く存在している。発達経過と共に次第にその数が減少し、1つの有郭乳頭に存在する味蕾の平均数は20歳頃までは約245、壮年から老年にかけては約208、75歳以上になると約88個まで減少する。ただし、味覚の老化現象は味蕾の数の減少だけでなく、味蕾中の味細胞機能の減退や、脳における味情報を受容する機序の老化なども考えられる⁶⁾。

味覚についての研究は様々行われているが、未だに判明されていないことが多い分野である。欧米では、味の体系化を試みたヘニングの報告(Henning, 1916)やそれ以前の報告が、甘味、苦味、酸味、塩味を代表的な味として取り上げており、このことから20世紀初めまでには基本的な味覚はこの4つと

考えられるようになったといえる。1970 年代以降は、心理学者の間で甘味、苦味、酸味、塩味の 4 味が味質の独立したものであるか、独立していない連続体であるかについての議論が行われた。1974 年、マックバーニーは 4 基本味説の論拠として、4 味質間で交叉順応が起きないことなど 11 項目を挙げた。一方、1977 年にエリクソンは食品の味の近くは分析的と言うよりも総合的であると述べ、基本味の定義を 4 つに限ることに疑問を投じた。

うま味については 1909 年に池田菊苗によって昆布から抽出された。そこで、うま味は他の 4 味とは異なる独特の味をもち、基本的な味の一つであると提唱された。しかし、欧米ではうま味が認知されにくく、基本味として理解されにくかったが、近年うま味物質の受容体が発見されるなどし、注目されるようになった⁷⁾。

味覚は、前述したように舌や口腔粘膜に広く分布している味の感覚受容器である味蕾に化学物質が作用することによって生じる特殊感覚である。しかし、我々は純粋に味蕾で受け取った味覚だけで食品の味を判断するわけではない。嗅覚が関与したフレーバー、食品の歯ざわりや食感などのテクスチャー、視覚が関与した色、さらには温度なども食品の味を判断することに影響する⁸⁾ ため、不明の部分が多く残されている。

基本味とは、甘味、苦味、酸味、塩味、旨味の五味とされている。食品はこれらの呈味物質が 2 つ以上混合したものが多く、これらの間には味の複雑な相互作用が起り、互いに影響しあう⁹⁻¹¹⁾。

味の相互作用のひとつである対比効果の例として、お汁粉に食塩を添加すると甘味が増すことが広く知られている。そこから、塩味による甘味の対比効果について着目をした。甘味を呈する物質といえは糖である。しかし、一口に糖といっても、スクロースやフルクトースなど数多くの種類があり、甘味の強さもさまざまである。スクロースはトウキビや砂糖大根から抽出され、砂糖として日常で使用される頻度が高い糖である。甘味度が一番強い糖はフルクトースであり、果実に多く含まれ果糖とも呼ばれている。また、塩味を呈する物質には、食塩が代表として挙げられるが、最近では高血圧などの疾患が問題視されているため、塩化カリウムやリンゴ酸ナトリウムなどを添加した食塩を用いた食品が出回っている。平田、高野らは減塩調味料や食塩代替として塩化カリウムを使用している事例を報告している^{12,13)}。

本研究では、日常でよく使われており比較的甘味度の高い糖と 3 種の塩味を呈する物質（食塩、塩化カリウム、リンゴ酸ナトリウム）での対比効果における味の違いについて実験し、知見が得られたので報告する。

方法

1. 試料の調製

官能評価、味覚センサーによる解析を行うにあたり、以下の試料を調製した。

① 各種甘味料の甘味度の順位付け（% 濃度とモル濃度との比較）に用いる試料として、スクロース、フルクトース、グルコース、マルトース、ラクトースを用いて各 10% 濃度、0.5 M 濃度の溶液を調製した。

② 味覚センサーでの濃度依存性を測定するため、スクロース、フルクトース、グルコース、マルトースの各糖において 3~15% 溶液を調製した。

③ スクロースおよびフルクトースにおける食塩添加の相互作用を知るため、スクロースおよびフルクトースを各々個別に 3~15% 溶液とし、食塩を 0~0.3% となるように溶解し、調製した。

④ 相互作用を検討する各物質の塩味の強さを比較するため、食塩、リンゴ酸ナトリウム、塩化カリウムを各 0~0.3% となるように溶解し調製した。

⑤ スクロースにおけるリンゴ酸ナトリウムおよび塩化カリウムの添加による相互作用を知るため、スクロース 3~15% 溶液に、リンゴ酸ナトリウムおよび塩化カリウムを各々個別に 0~0.3% となるように溶解し、調製した。

2. 官能評価

前述した ①、③、④、⑤ の試料を用い、訓練されたパネル 5 名により、順位法¹⁴⁾ を用いて、甘味度、嗜好性について順位づけを行った。

3. 味覚センサー

前述した ②、③、④、⑤ の試料を用い、(株) インテリジェントセンサーテクノロジー製 (SA402B) による解析を行った。

結果および考察

1. 各種の糖液の甘味度の相違

(1) 官能評価結果からの検討

方法 1.-① を用いて官能評価を行った結果、甘味が強い順に 10% 溶液ではフルクトース、スクロー

ス、グルコース、マルトース、ラクトースとなり、0.5 M 溶液ではフルクトースとスクロースの順位が 10% 溶液のときとは逆の結果となっていた。またその他 3 つの溶液では 10% 溶液での甘味順位と違いは現れなかった。

吉川によるとスクロースを 1 としたときの甘味度は、フルクトースは 1.1~1.7、グルコースは 0.5~0.7、マルトースは 0.3~0.6、ラクトースは 0.2~0.3 であり¹⁵⁾、10% 溶液のときの本実験の結果と一致する。だが 0.5 M 溶液の結果は文献とは異なる結果となった。

以上よりパーセント濃度と M 濃度では、甘味の強さが異なることが分かった。これはパーセント濃度に対し、M 濃度にはスクロースの 2 倍フルクトース分子が水に溶け込んでいるため、比較的甘く感じられたと考えられる。だがフルクトースと同様、スクロース溶液の 2 倍分子が溶け込むグルコースではスクロース溶液より甘みを強く感じる事ができなかった。

M 濃度では 1 分子あたりの甘味度を比較することができる。そのため実験結果より 1 分子あたりの甘味度が最も高いのはスクロースであると考えられる。スクロースはグルコースとフルクトースから成るが、その 2 種よりも甘味が高い。このことからグルコースとフルクトースが結合することにより甘みを増す何らかの物質が生成されるのではないかと考えられる。

(2) 味覚センサー結果と官能評価結果との比較

方法 1.-②を用いて味覚センサーによる解析を行った結果、各種甘味度の糖溶液の濃度勾配について図 1 に示した。官能評価を行った 10% 溶液では甘味度が高い順にフルクトース、グルコース、マルトース、スクロースとなった。スクロースが最も甘味度が低い結果となり、官能評価とは異なる結果が得られた。またスクロースは濃度が濃くなるにつれて甘味度が下がり、その他の糖は濃度に変化が生じても、甘味度に大きな変化が見られなかった。

これらの結果より、味覚センサーと官能評価では甘味の感度表現法に異なりのある事が認められた。

2. 食塩添加による糖との相互作用実験

(1) 食塩とスクロースの相互作用実験

方法 1.-③を用いて官能評価を行い、食塩添加によるスクロースの甘味度および嗜好性の変化について表 1 に示した。スクロース 3 および 5% 溶液では甘味自体が薄く食塩を添加しても甘味が引き立つような相互作用があまり感じられなかった。また食塩

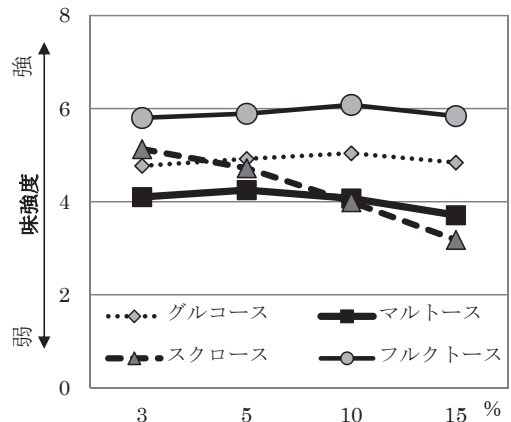


図 1 味覚センサーによる各種甘味料の濃度勾配の変化

表 1 食塩添加によるスクロースの甘味度・嗜好性の変化

食塩濃度	スクロース濃度			
	3	5	10	15%
0	2(3)	2(3)	3(3)	3(3)
0.1	1(2)	1(2)	1(1)	1(1)
0.2	3(1)	3(1)	2(2)	2(2)
0.3%	4(4)	4(4)	4(4)	4(4)

() 中は嗜好性

濃度 0.3% では、甘味よりも塩味が際立ち相互作用を感じることは困難となった。以上の結果より甘味と塩味の相互作用を強く期待できるのは、糖はある程度甘味を感じ取れる濃度（本実験では 10 および 15% 溶液）であることが第一条件であり、かつ食塩濃度は 0.1~0.2% であるものと考えられる。

調整した 12 種の溶液の中で最も甘味が強く感じられたものはスクロース 15% 溶液に食塩を 0.1 または 0.2% 添加したものであり、最も好みのものはスクロース 15% 溶液に食塩 0.1% 添加した溶液、またはスクロース 10% 溶液に食塩 0.2% 添加した溶液であった。市販の清涼飲料水のスクロース濃度は 13% 前後であり、本実験で最も好みであると感じた溶液のスクロース濃度と一致した。

どの濃度においてもスクロースのみの溶液はさらりとした甘味であるが、食塩を少量添加すると味に深みが出て、単なる甘味と塩味ではない味を感じ取れた。それが顕著に認められたのはスクロース 15% 溶液のときの食塩 0.1% 添加と 0.2% 添加を比

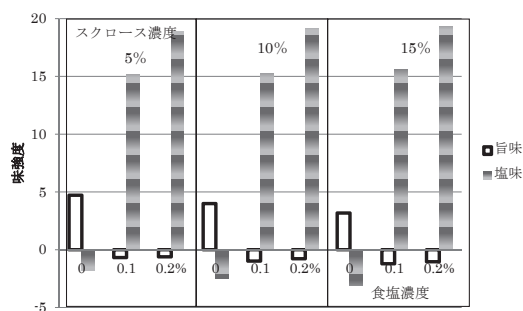


図2 味覚センサーによる食塩添加時のスクロース甘味度の変化

較したときであり、食塩を 0.1% 添加した溶液よりも 0.2% 添加のもののほうがとりとした甘味があり、味の重厚さが増したように感じられた。小野らの研究¹⁰⁾ ではスクロース 10% 溶液のときブランクより甘味が増すとされる閾値は食塩添加量 0.75% であったと報告されており、またスクロース 10% 溶液のとき、0.15% 食塩を添加した時が最も甘いとの報告もある¹⁶⁾。今回の官能評価結果はこれらの報告とほぼ一致した結果となった。

次に味覚センサーによる食塩添加によるスクロースの甘味度の変化を図 2 に示した。味覚センサー結果では 5～15% 溶液すべてにおいて、甘味が食塩によって強調されたことは結果に現れず、反対に食塩を添加すると甘味が負の値になるという不可思議な結果となった。対して塩味は添加量が増すにつれて強くなることが顕著に現れている。つまり、濃度勾配と同様に味覚センサーと官能評価では甘味の感度に違いが見られた結果となった。

(2) 食塩とフルクトースの相互作用実験

方法 1.-③ を用いて官能評価を行い、食塩添加によるフルクトースの甘味度および嗜好性の変化について表 2 に示した。フルクトース 3% 溶液の 0.1% 食塩添加では甘味の強調を感じなかった。だが同濃度スクロース溶液の 0.1% 食塩添加では甘味の強調を感じることができた。フルクトース 5% 溶液と同濃度スクロース溶液の相互作用結果はどちらも食塩 0.1% 添加のときが最も強く甘味を感じていた。そして 10% および 15% フルクトース溶液では食塩 0.2% 添加が最も強く甘味を感じたが、同濃度スクロース溶液ではそれよりも少ない食塩 0.1% 添加が最も甘味を強く感じた結果となった。

以上から、フルクトース溶液において 3% という低濃度では食塩による甘味の強調を感じなかった

表 2 食塩添加によるフルクトースの甘味度・嗜好性の変化

食塩濃度	フルクトース濃度			
	3	5	10	15%
0	1 (1)	2 (2)	3 (3)	3 (3)
0.1	2 (2)	1 (1)	2 (2)	2 (2)
0.2	3 (3)	3 (3)	1 (1)	1 (1)
0.3%	4 (4)	4 (4)	4 (4)	4 (4)

() 中は嗜好性

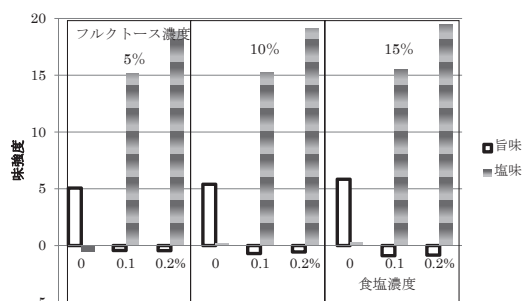


図3 食塩添加時のフルクトース甘味度の味覚センサーによる変化

が、5% になるとスクロース溶液と同様に甘味が強くなるのを感じとることができ、さらに高濃度の 10 および 15% では同濃度スクロース溶液よりも多い食塩添加量で最も甘味を強く感じる結果となった。

今回の実験により、糖の種類によって食塩による相互作用の強さは異なることが認められた。

次に味覚センサーによる食塩添加によるフルクトースの甘味度の変化を図 3 に示した。図 2 と比較しても分かる通り、スクロース溶液のときと同様、食塩を添加すると甘味が負の値になるという官能評価とは異なる結果となった。

3. 塩化カリウム、リンゴ酸ナトリウムの塩味

前述のように食塩による相互作用は認められたが、その作用はナトリウムイオンと塩素イオンのどちらが主に関与しているのかという疑問を持った。そこで方法 1.-④ を用いて官能評価を行った結果、食塩は濃度が濃くなるにつれ塩味が増したことを明確に感知でき、リンゴ酸ナトリウムは 0.3% 溶液のみ塩味を呈した。塩化カリウムは 0.3% 溶液までは塩味を感じることができなかったが、0.3% 溶液よりも高濃度の溶液を調製したところ、塩味を認める

ことができた。

次に味覚センサーを用いて食塩、塩化カリウム、リンゴ酸ナトリウムの塩味の濃度勾配について解析を行った。その結果、食塩は濃度と塩味が明確な比例関係を示しており、塩化カリウム、リンゴ酸ナトリウムにおいても濃度勾配に応じて塩味が増えていることが確認できた。

官能評価ではリンゴ酸ナトリウムの方が塩化カリウムより塩味を強く感じたにもかかわらず、味覚センサーでは明らかに塩化カリウムの方が、塩味が強い結果となった。

塩化カリウムの塩味が官能評価では感じ取れなかった原因として、塩化カリウムは独特の味が強かったことが考えられる。またリンゴ酸ナトリウムの塩味も食塩のような純粋な塩味でないことから同様のことがいえる。味覚センサーの結果を見ても、リンゴ酸ナトリウムは塩味に対し甘味の方が強く表れており、官能評価では塩味が感じ取りづらかったことも納得できる。

以上の結果より塩味を感じるという現象には、塩素とナトリウムの両方が関係していると思われる。だが官能評価と味覚センサーでは塩味の感じ方に違いが生じたことと、本実験では塩素イオン、ナトリウムイオン以外の物質の影響を分けてとらえることはできなかったため、どちらがより塩味強調に関与するかを断定することは難しいだろう。

4. スクロースと塩化カリウムの相互作用

方法 1.-⑤ を用いて官能評価を行った結果、塩化カリウム添加によるスクロースの甘味度および嗜好性の変化を表 3 に示した。これらの結果をまとめると、どのスクロース濃度であっても甘味の強調を感じ取れていなかった。

また塩化カリウムの独特の違和感が残るため、嗜好性の結果ではほとんどのものがブランクを好む結

表 3 塩化カリウム添加によるスクロースの甘味度・嗜好性の変化

塩化カリウム濃度	スクロース濃度			
	3	5	10	15%
0	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)
0.1	2(2)	2(2)	2(2)	2(2)
0.2	3(3)	3(3)	3(3)	3(3)
0.3%	4(4)	4(4)	4(4)	4(4)

() 中は嗜好性

果となった。

味覚センサーによる解析結果では、塩化カリウムの添加により甘味度は負の値となってしまうことより、甘味の強調を表すことができなかった。

5. リンゴ酸ナトリウムとスクロースの相互作用実験

方法 1.-⑤ を用いて官能評価を行った結果、リンゴ酸ナトリウム添加によるスクロースの甘味度および嗜好性の変化を表 4 に示した。表 4 からわかるとおりリンゴ酸ナトリウムは糖と相互作用をもたらしことが認められた。

リンゴ酸ナトリウムを添加すると 3~5% スクロース溶液において味の強調が認められた。

次に味覚センサーによるリンゴ酸ナトリウム添加によるスクロースの甘味度の変化を図 4 に示した。味覚センサーの結果では 3~15% 全ての濃度において、リンゴ酸ナトリウムを添加した時、甘味の強調が認められた。また、リンゴ酸ナトリウム添加量 0.1% よりも 0.2% の方が顕著に甘味が増すことも認められた。

以上より、本研究ではナトリウムイオンが相互作

表 4 リンゴ酸ナトリウム添加によるスクロースの甘味度・嗜好性の変化

リンゴ酸ナトリウム濃度	スクロース濃度			
	3	5	10	15%
0	2(1)	3(1)	3(1)	4(2)
0.1	1(2)	2(2)	2(2)	3(3)
0.2	3(3)	1(3)	1(3)	2(1)
0.3%	4(4)	4(4)	4(4)	1(4)

() 中は嗜好性

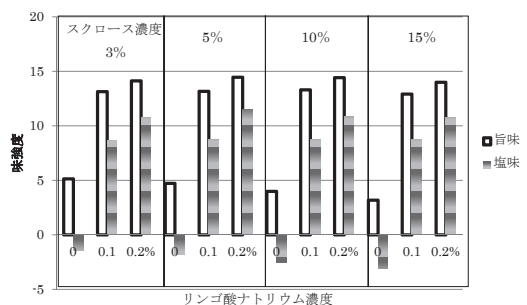


図 4 リンゴ酸ナトリウム添加時のスクロース甘味の味覚センサーによる変化

用に関与していることが示唆された。つまり、負のイオンよりも正のイオンの方が相互作用をもたらすことが考えられる。

また、今回著者らは食塩のほかに用いた添加物は塩化カリウム、リンゴ酸ナトリウムであったが豊島らの研究¹⁷⁾によると甘蔗糖に 0.02% 炭酸カリウムを添加すると甘味の減少が認められたことや、甜菜糖に炭酸カルシウムを 0.02% 添加で甘味の増加が認められたことが報告されている。今後研究を続けていくにあたり、食品を用いた研究を行う際にはこのような点を踏まえて行なっていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 日下部裕子・和田有史・斉藤幸子・河合崇行・国枝里美・藤木文乃・中村明朗・神山かおる・増田知尋・木村敦・坂井信之・檀一平太・岡本雅子・神宮英夫：味わいの認知科学 舌の先から脳の向こうまで、勁草書房，P.4-7 (2011)
- 2) 本郷利憲：第 6 版 標準生理学，医学書院，P.300-308 (2005)
- 3) 松村譲児：イラスト解剖学 第 7 版，中外医学社，P.579 (2011)
- 4) 栗原堅三：味覚，嗅覚／感覚器の仕組と特性，高分子，33(7)，P.535-538 (1984)
- 5) ジャック・ビュイゼ：子どもの味覚を育てる，紀伊國屋書店，P.18-27 (2004)
- 6) 福場博保・小林彰夫：調味料・香辛料の辞典，朝倉書店，P.6-8 (1997)
- 7) 日下部裕子・和田有史・斉藤幸子・河合崇行・国枝里美・藤木文乃・中村明朗・神山かおる・増田知尋・木村敦・坂井信之・檀一平太・岡本雅子・神宮英夫：味わいの認知科学 舌の先から脳の向こうまで，勁草書房，P.4-7 (2011)
- 8) 福場博保・小林彰夫：調味料・香辛料の辞典，朝倉書店，P.6-8 (1997)
- 9) Shizuko YAMAGUCHI・Tomoko YOSHIKAWA・Shingo IKEDA：Studies on the Taste of Some Sweet Substances, Agr. Biol. Chem., (43) No.2, P.181-186 (1970)
- 10) 小野小夜子・菅原すみ・秋元文子：調理に関する味付問題 蔗糖に対する食塩の味覚に及ぼす影響，家政学雑誌，(18)，P.213-217 (1967)
- 11) 木下サキ：味覚検査から見た味の相互作用及び「かくし味」について，熊本女子大学学術紀要，P.29-41 (1968)
- 12) 高野博幸・宮崎祐一・日野明寛・朝来莊一・田中康夫：製パンにおける食塩量の低減と塩化カリウム代替の影響，日本食品科学工学会誌，(43) No. 5, P.148-154 (1995)
- 13) 平田清文：塩化カリウムと減塩調味料，調理科学，(6) No. 3, P.143-149 (1983)
- 14) 長谷川忠男他：フローチャートによる食品学総論実験，地人書館，P.129 (1997)
- 15) 吉川誠次：食品の官能検査法，光琳書院，P.23 (1965)
- 16) 斉藤浩，太田静行：「隠し味の科学」，株式会社幸書房，P.166 (1992)
- 17) 豊島妙子，神津武子，熊谷正子：味覚によりみた甘蔗糖と甜菜糖の甘味の比較研究（第二法），家政学雑誌，Vol.9 No. 5, P.237-241 (1958)

Summary

Often as taste of food is a mixture of various taste are mutually related to each other. As an example of the interaction of a salty taste and sweet taste, if common salt is added to sweet red bean soup with mochi (Oshiruko), it is known widely that sweet taste will increase. In this study, authors have carried out a comparison with the sweet taste by five kinds of sugar, and it was studied the influence of sweet taste which common salt, sodium malate and potassium chloride added sucrose or fructose using a taste sensing system.

The effect of common salt on the sweetness of sucrose were carried out by sensory test. Degree of concentration of sucrose on increasing, common salt concentration also increases, and sweet taste increases by sensory evaluation. When sodium malate and potassium chloride were used for substitution of salt, the effect similar to salt was accepted in sodium malate, but the effect of potassium chloride was not accepted.

Moreover, when the influence of the common salt, sodium malate and potassium chloride exerted on the degree of sweet taste of sucrose using a taste sensing system, the concentration of sodium malate followed on increasing, and it was admitted that sweet taste increased also in the taste sensing system like sensory evaluation.