

## 味覚センサーを利用した市販調味料の呈味特性についての解析

前川 隆 嗣<sup>1)</sup>, 香西 彩 加<sup>1)</sup>, 湯浅 正 洋<sup>2)</sup>, 榎原 周 平<sup>3)</sup>, 根来 宗 孝<sup>3)</sup>,  
渡邊 敏 明<sup>1,3)</sup>

(<sup>1)</sup>マエカワテイスト株式会社 前川 TSH 研究所\*, (<sup>2)</sup>神戸大学大学院\*\*, (<sup>3)</sup>大阪青山大学\*\*\*)

(受付 2023 年 8 月 28 日, 受理 2023 年 10 月 5 日)

### Analysis of characteristics of commercial seasonings using taste response by a taste sensor

Takatsugu MAEKAWA<sup>1)</sup>, Ayaka KOZAI<sup>1)</sup>, Masahiro YUASA<sup>2)</sup>, Shuhei EBARA<sup>3)</sup>, Munetaka NEGORO<sup>3)</sup>,  
Toshiaki WATANABE<sup>1,3)</sup>

<sup>1)</sup>Maekawa TSH Laboratory, Maekawa Taste Co., Ltd.

<sup>2)</sup>Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

<sup>3)</sup>Department of Health and Nutrition, Faculty of Health Science, Osaka Aoyama University

#### Summary

In recent years, various foods have been scientifically characterized by taste recognition devices, referred to as a “taste sensor”. Taste Sensing System (TS-5000Z) with multielectrode taste sensors have a mechanism similar to the sensory cells in the taste buds and can quantify the taste of various foods including Udon-dashi and soy sauce. Therefore, in this study we clarified the characteristics of commercial seasonings using the taste sensor and investigated the effects of food additives and raw materials on the taste response.

Products on the market, “Ginger soy sauce” (A, B, C, D) and “Shirodashi”(E, F, G, H, I), were obtained from 4 food companies, respectively. As compared with “soy sauce” which is the raw material in Ginger soy sauce (A), “Ginger soy sauce” (C, D) had a response of 5 ~ 10 times or more bitter stimulus and general bitterness, and a decrease in sourness was observed. However, “Ginger soy sauce” (A, B) did not see these peaks. The presence of these peaks was consistent with the presence of vitamin B<sub>1</sub> supplementation. Shirodashi (F, G, H, I) showed a high response to sourness and astringent stimuli, and a low saltiness. In addition, Shirodashi (I) showed peaks characteristic of bitter stimulus and general bitterness, which coincided with the supplementation of vitamin B<sub>1</sub>.

When thiamin sodium lauryl sulfate was added as vitamin B<sub>1</sub> to “condensate Udon dashi”, the taste response of bitter stimulus, astringent stimulus, astringency, and umami richness increased, but the sourness decreased. These taste responses were consistent with the taste response patterns of commercial Ginger soy sauce and Shirodashi supplemented with vitamin B<sub>1</sub>. In addition, when shiroshoyu (white soy sauce) was added to “additive-free Shirodashi” (E), the sourness response increased while the saltiness decreased. These responses coincided with the peaks of commercial Shirodashi mixed with soy sauce (F, G) and shiroshoyu (white soy sauce) (H, I).

From these findings, taste responses by the taste sensor are a useful means for adjusting the taste of the food when food additives are used.

食物の味は、五感の一つである味覚で感知される<sup>1)</sup>。味覚の種類には基本五味と呼ばれる5つの味がある<sup>1,2)</sup>。おもな呈味成分として、ショ糖やブドウ糖などによる「甘味」、食塩による「塩味」、酢酸や乳酸などによる「酸味」、

カフェインやキニーネによる「苦味」、グルタミン酸や核糖による「うま味」が知られている<sup>3,4)</sup>。基本味の化学受容器はヒトの場合、おもに舌の味蕾の中の味細胞先端にある味覚受容体として存在する。これらの受容体に呈味物質

\*所在地：兵庫県姫路市土山6-4-1 (〒670-0996)

\*\*所在地：神戸市灘区鶴甲3-11 (〒657-8501)

\*\*\*所在地：大阪府箕面市新稲2-11-1 (〒562-8580)

連絡先：E-mail: takatugu@taste.co.jp 〒670-0996 兵庫県姫路市土山6-4-1 TEL: 079-296-3927 FAX: 079-298-9848

が結合することなどにより、味を認識することができる<sup>2)</sup>。

近年、味認識装置、いわゆる「味覚センサー」によって種々の食品の味について科学的な評価が行われている<sup>5-7)</sup>。味覚センサーは、人工の脂質膜からできており、ヒトの舌上で味細胞が呈味物質によって膜電位を変化させて味を感じするメカニズムと同様に、呈味物質によって得られるセンサーの電位出力パターンから、様々な食品の味を数値化できる<sup>8)</sup>。この装置は、複数のセンサーを用いて、食品、飲料、医薬品などの呈味を科学的に評価できる。これまでに、種々の食品メーカーは、味噌、清酒、ビール、ジュース、コーヒーなどの開発に利用している<sup>9-11)</sup>。

一般にうどんだしはそれぞれの店舗において、特製の味に調合されている。著者らは、市販されているだし・つゆおよび店舗で提供しているうどんだしの成分について調査を行ってきた<sup>12-17)</sup>。これまでに、味覚センサーによって、店舗で提供しているうどんだしでは先味である「塩味」や「うま味」が強くなっており、これらによってうどんだしのコクが強く出されていることを確認した<sup>16)</sup>。また、「塩味」や「うま味」が強いうどんだしで、「酸味」や「渋味刺激」が弱かった一因として、アミノ酸組成の違い、とりわけヒスチジンが高値であることやジペプチドであるアンセリンやカルノシンが含まれていたことが関与した可能性を明らかにしてきた<sup>16)</sup>。このような先行研究より、味覚センサーおよびアミノ酸分析、味グラフによってうどんだしの呈味特性の科学的な分析が可能となり、店舗で提供されているうどんだしのおいしさの向上に繋げることができる。

また、だしつゆの味覚応答について、戸井田と蟻川<sup>11)</sup>は、味覚センサーによる製品開発、品質管理等への利用を検討している。みそへグルタミン酸、乳酸を意図的に添加した場合の旨味、酸味の変化を味覚センサーにより評価した。グルタミン酸、乳酸添加に伴い、うま味センサー、酸味センサーの値の増加が認められたが、それぞれ単純にうま味、酸味のみの変化ではなかったことを報告している。このように味覚センサーを利用することにより、付加価値のある商品開発を進めることも可能となることなどが示唆されている。

食品添加物は、食品の製造、加工や保存のために使用されるもので、保存料、甘味料、着色料、香料、酸化防止剤、栄養強化剤などの種類がある。人の健康を損なうおそれのない範囲に限って、成分の規格や、使用の基準を定めたいと、使用を認められている<sup>18)</sup>。食品に美味しさを付与したり、栄養価を高めたり、品質を保つ目的で使われている。つまり食生活を豊かにするだけでなく、食料資源の有効活用にも貢献しており、我々の食生活に不可欠なものである。しかし、近年健康や食の安全性に対する消費者の意識が高まり、食品添加物の使用に対する健康障害が懸念されるようになってきた<sup>19)</sup>。このため、食品添加物無添加や酵母エキス不使用でも美味しく、長期保存が可能な食品の開発が行われている。

食品添加物を使用した場合、原則として、すべての添加物の物質名を表示する必要がある<sup>20)</sup>。しかし、栄養強化を目的として使用した添加物は、表示が免除されている。栄養強化剤とは、栄養成分の強化のために使用される添加物で、ビタミン類（ビタミンB<sub>1</sub>（チアミン）、アスコルビン酸など）、ミネラル類（塩化カルシウムなど）、アミノ酸類（グルタミン酸など）がある。これらが添加された場合、食品の味にどのような影響を及ぼしているのかは十分に分かっていない。

そこで、本研究では味覚センサーを用いて市販調味料の呈味特性を明らかにするとともに、食品添加物と原材料が味覚応答へ及ぼす影響を調べた。

## 実験方法

### 試料の特性

本実験で用いた試料としては、しょうが醤油（A, B, C, D）および白だし（E, F, G, H, I）は各々4社の製品を用いた。ビタミンB<sub>1</sub>が添加されていない「しょうが醤油（Ginger soy source）」（A, B）の2製品およびビタミンB<sub>1</sub>が添加されている「しょうが醤油」（C, D）の2製品を対象とした。「白だし（Shirodashi）」としてビタミンB<sub>1</sub>が添加されず、かつ、白しょうゆが不使用の「無添加白だし（additive-free (Mutenka) Shirodashi）」（E）、ビタミンB<sub>1</sub>が添加されていない「白だし」（F, G, H）、ビタミンB<sub>1</sub>が添加されている「白だし」（I）である。これらの試料の対照として、それぞれ「しょうが醤油」の原料の一部である「醤油」（soy sauce）および「無添加白だし」（E）を基準にした。

添加試験には、基本だしとして「濃縮うどんだし（condensate Udondashi）」を用い、チアミン塩酸塩（thiamin hydrochloride）（富士フイルム和光純薬（株）、東京）およびチアミンラウリル硫酸塩（thiamin sodium lauryl sulfate）「ビタゲン<sup>®</sup>」（タイショウテクノス（株）、東京）を添加して味覚応答の変化を確認した。醤油が使われていない「無添加白だし」（E）に「白しょうゆ」（ビタミンB<sub>1</sub>無添加）（J）を1:1に加えて、白しょうゆの味覚応答への影響を調べた。

### 味覚応答

味認識装置 TS-5000Z（（株）インテリジェントセンサーテクノロジー、厚木市）を用いて、定法<sup>16)</sup>に従って8種類の味覚応答を数値化した。味覚センサーには、酸味センサー CA0、苦味センサー C00、渋味センサー AE1、うま味センサー AAE および塩味センサー CT0 を用いた。測定した味覚応答は付属の解析アプリケーションを用いて補間加算処理後、それぞれ「醤油」（しょうが醤油の原料の一部）、「無添加白だし」（E）及び「濃縮うどんだし」を基準（0）とした時の差分で示した。それぞれの値は3回の平均値である。相対値に1以上の差がある場合、呈味の

強度差を感じる事ができる。なお、味覚応答のうち、先味とは「酸味・苦味雑味・渋味刺激・うま味・塩味」の5つの応答を指し、後味とは「苦味・渋味・うま味コク」の3つの味覚応答を指している。

### 添加試験

ビタミンB<sub>1</sub>の塩酸塩、硝酸塩およびラウリル硫酸塩などが食品添加物として使用が認められている。ビタミンB<sub>1</sub>は苦味を持つとされるため<sup>21-23</sup>、「濃縮うどんだし (condensate Udondashi)」にビタミンB<sub>1</sub>の塩酸塩およびラウリル硫酸塩を0.5% (w/v) となるように溶解し、味覚応答を測定した。なお、ラウリル硫酸塩は常温では溶解度は低いため、ホットプレート付きのスターラーを用いて、加熱溶解した。

「無添加白だし」(E)の原料は、風味原料、食塩、砂糖のみであり、醤油は使用されていない。風味原料としては、いわしぶし、とびうお煮干し、こんぶ、椎茸であり。この「無添加白だし」に「白しょうゆ (Shiroshoyu (white soy sauce))」(ビタミンB<sub>1</sub>無添加) (J)を加えて、味覚応答への影響を測定した。

なお「白だし (Shirodashi)」は1971年に白醤油にだしや化学調味料を加えて「しらつゆ」(ヤマシン醸造(株)、碧南市)という商品名で発売されている。1978年に他のメーカーが「白だし」(七福醸造(株)、碧南市)とした商品名で発売したのが最初とされている。それ以降、数多くのメーカーから多種多様の「白だし」が発売されるようになった。このように白だしとは、白しょうゆや淡口醤油にみりんや砂糖を加えて作られた色の淡い(うすい)だし風の調味料であるが、本来、だし原料を熱水や水で抽出して得られるだしそのもので、醤油を混ぜないものを指している<sup>12)</sup>。

### ビタミンB<sub>1</sub>の測定

「しょうが醤油」(C, D), 「白だし」(I)に添加されているビタミンB<sub>1</sub>の含有量、及び対照として「無添加白だし」(E)のビタミンB<sub>1</sub>含有量は、前処理として酵素処理を行い遊離型に変えた後、蛍光検出器付HPLCで分析す

ることにより定量した<sup>24)</sup>。詳細は下記のとおりである。

試料1-2gを秤量し、100mL容抽出瓶に入れて、1mol/L塩酸5mL、10%チオ尿素溶液1mL、蒸留水45mLを加え、時々攪拌しながら15分間沸騰水浴中に保持した。これをpH4.5に調整し、2.5%酸性ホスファターゼ溶液3mLを加え、酢酸緩衝液(pH4.5)で一定量に定容し、38-42℃で一晩放置した。この溶液をろ過後、酢酸緩衝液(pH4.5, 0.1%チオ尿素含有)で適宜希釈しHPLCにて測定した。

HPLC条件は次の通りである。機種: LC-20AD (株式会社 島津製作所), 検出器: 蛍光分光光度計 RF-20AXS (株式会社 島津製作所), 前処理カラム: CAPCELL MF SCX S-5, φ4.0mm × 10mm (株式会社 大阪ソーダ), カラム: L-column ODS, φ4.6mm × 250mm (一般財団法人 化学物質評価研究機構), カラム温度: 40℃, 移動相: 0.01mol/Lリン酸二水素ナトリウム溶液 - 0.15mol/L過塩素酸ナトリウム緩衝液(pH2.2)及びメタノールの混液(95:5), 流量: 1.0mL/min, 蛍光励起波長: 375nm, 蛍光測定波長: 440nm, 注入量 20μL, ポストカラム: 反応試液; 0.03%フェリシアン化カリウム含有15%水酸化ナトリウム溶液, 反応液流量: 0.5mL/min, 反応温度: 40℃。

### 統計解析

データの集計にはExcel 2019 (日本マイクロソフト(株), 東京都港区)を、統計解析にはEZR (version 1.61, 自治医科大学附属さいたま医療センター, さいたま市)<sup>25)</sup>を用いた。味覚応答は平均値で示し、平均値の有意差検定にはTukey's honestly significant difference (HSD) test, Dunnett testあるいはWelch's *t* testを用い、有意水準は5%未満とした。

### 実験結果

Fig. 1は市販されている「しょうが醤油」の味覚応答である。しょうが醤油(A)の原料である「醤油」に比較して、「しょうが醤油」(C, D)では苦味雑味および苦味が5-10倍以上の有意に高い応答がみられ、酸味の低下が認められた。これらの製品(C, D)にはビタミンB<sub>1</sub>が添

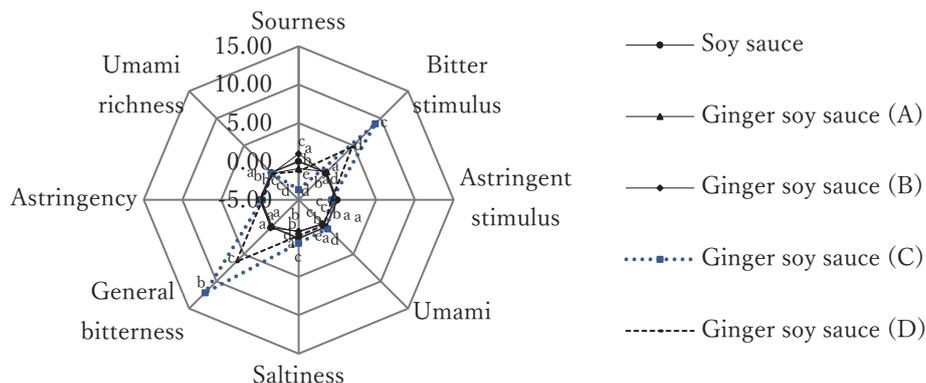


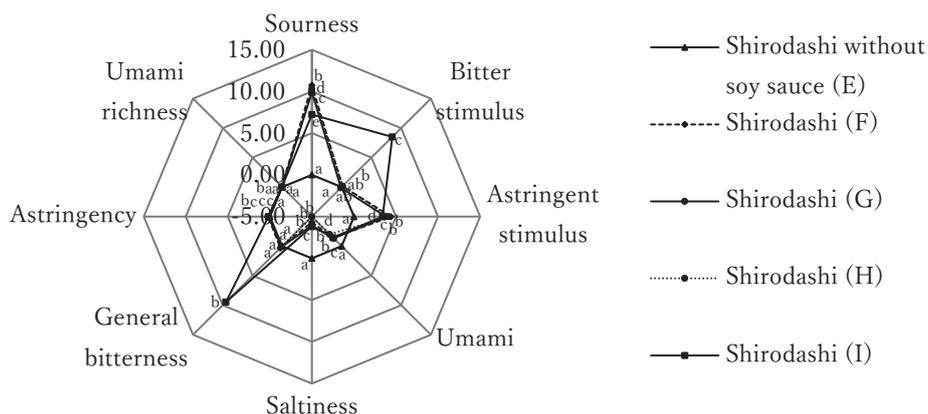
Fig. 1 Comparison of taste response by Taste Sensing System (TS-5000Z) in Ginger soy sauce. Values are the mean (n=3). \*\* *p* < 0.05 (Tukey's HSD test), compared between samples in each taste.

**Table 1** Ingredient comparison of the commercially available “Ginger soy sauce”

Product names <sup>1</sup>	A	B	C	D
Ingredients	soy sauce	soy sauce	soy sauce	soy sauce
	ginger	ginger	sugar	sugar mixture fructose glucose liquid sugar
	sugar		dried and roasted bonito-seasoning extract	starch syrup
	sake		rice-fermented seasoning	rice-fermented seasoning
	salt		fresh ginger	ginger
	dried and roasted bonito		salt	sugar
	dried and roasted urume sardines		kelp extract	seasoning (amino acids, etc)
	dried and roasted soda bonito		yeast extract	alcohol drink
	kelp dashi		fermented seasoning	caramel pigment
	dried urume sardines		seasoning (amino acids, etc)	acidifiers
	dried marckerel		alcohol drink	sweeteners (stevia, licorice)
	dried and roasted marckerel		vitamin B <sub>1</sub>	vitamin B <sub>1</sub>
	dried shiitake mushroom		sweeteners (stevia)	(partially including soy and wheat)

<sup>1</sup>abbreviations

<sup>2</sup>in no particular order



**Fig. 2** Comparison of taste response by Taste Sensing System (TS-5000Z) in Shirodashi samples. Values are the mean (n=3). <sup>a-c</sup>  $p < 0.05$  (Tukey’s HSD test), compared between samples in each taste.

加されていた (Table 1)。一方、「しょうが醤油」(A, B) ではこれらのピークは見られなかった。これらのピークの有無は、ビタミン B<sub>1</sub> は添加の有無と一致していた。

Fig. 2 は、市販されている「白だし」の味覚応答を示したものである。白だし (E) に比べ他の白だし (F, G, H, I) では酸味、渋味刺激に高い応答が見られ、塩味が低値を示した。このほか白だし (I) では、苦味雑味および苦味に特徴的なピークが見られた。この白だし (I 社) のみビタミン B<sub>1</sub> が使用されていた (Table 2)。一方、白だし (F, G, H) では、これらのピークは見られず、ビタミン B<sub>1</sub> を使用していなかった。

Fig. 3 は「濃縮うどんだし」にビタミン B<sub>1</sub> を添加した場合の味覚応答を示したものである。チアミン塩酸塩は、苦味雑味および苦味のほかに酸味の強度を上昇させた。チ

アミンラウリル硫酸塩は、苦味雑味、渋味刺激、渋味、旨味コクの味覚応答を上昇させたが、酸味は低下した。ビタミン B<sub>1</sub> の添加によって苦味雑味および苦味が大きく上昇した点は、ビタミン B<sub>1</sub> 添加のしょうが醤油や白だしの味覚応答パターンと一致していた (Figs. 1, 2)。

実際、「しょうが醤油」(C, D) および「白だし」(I) には、ビタミン B<sub>1</sub> がそれぞれ 1.38 mg, 0.64 mg および 0.87 mg/100 g 含まれていた。苦味雑味及び苦味の味覚応答は、ビタミン B<sub>1</sub> 添加量と関連していた。なお、「無添加白だし」(E) のビタミン B<sub>1</sub> 含量は 0.03 mg/100 g で、上記のビタミン B<sub>1</sub> が含まれた製品の 1/20 以下であった。

Fig. 4 は、「無添加白だし」(E) に「白しょうゆ」を加えた時の味覚応答をみたものである。白だしとは、色の付いていないだしで、本来醤油を加えていないものである。

**Table 2** Ingredient comparison of the commercially available “Shirodashi”

Product names <sup>1</sup>	E <sup>2</sup>	F	G	H	I
Ingredients <sup>3</sup>	taste raw materials*	condesate dashi (kelp, dried bonito)	dried and roasted fishes**	mixed dashi***	mixed dashi****
	salt	soy sauce	soy sauce	organic shiroshoyu (white soy sauce)	organic shiroshoyu (white soy sauce)
	sugar	sugar	sugar	starch syrop	starch syrop
		protein hydrolysate*****	protein hydrolysate	wheat zymolysis liquid	wheat zymolysis liquid
		salt	salt	salt	salt
		roughly crushed dried bonito	dried and roasted bonito extract	dried and roasted bonito extract	dried bonito extract
		roughly crushed dried soda bonito	mackerel extract	kelp extract	kelp extract
		condesate chicken gullah dashi	yeast extract	a clear liquor	mirin (sweet sake)
		kelp extract	kelp extract	mirin (sweet sake)	seasoning (amino acids, etc)
		yeast extract	kelp	yeast extract	vitamin B <sub>1</sub>
		seasoning (amino acids, etc)	alcohol drink		
		alcohol drink	brewed vinegar		
			mirin (sweet sake)		
			fish sauce (seafoods)		
		seasoning (amino acids, etc)			

\*dried and roasted sardine, dried flying fish, kelp, shiitake mushroom.

\*\*dried and roasted bonito, dried and roasted soda bonite, dried and roasted mackerel, dried and roasted urume sardine, dried and roasted tuna shavings, dried and roasted muroaji horse mackerel, dried and roasted bonito shavings.

\*\*\*dried and roasted bonito with mold shavings, dried and roasted soda bonito shavings, dried and roasted tuna shavings, dried and roasted horse mackerel shavings, dried shiitake mushroom.

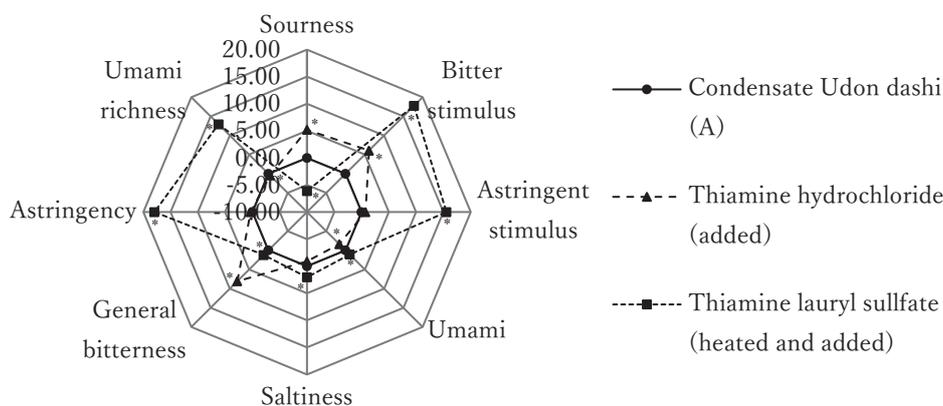
\*\*\*\*dried and roasted bonite with mold shavings, dried and roasted horse mackerel shavings, dried and roasted soda bonito shavings, dried and roasted tuna shavings, dried shiitake mushroom.

\*\*\*\*\*including soy and wheat gelatin.

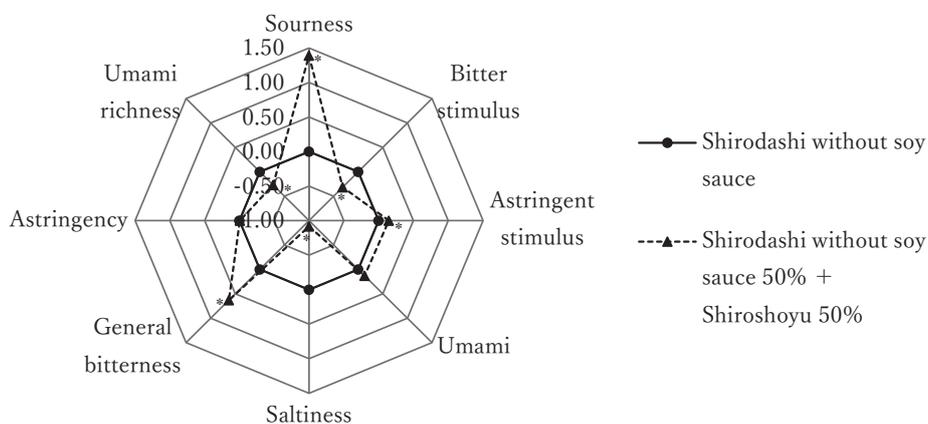
<sup>1</sup>abbreviations

<sup>2</sup>produced additive-free "Mutenka Shirodasi"

<sup>3</sup>in no particular order



**Fig. 3** Effect of vitamin B<sub>1</sub> addition on taste responses in the condensate Udon dashi by Taste Sensing System (TS-5000Z). Values are the mean (n=3). \*  $p < 0.05$  (Dunnett test), compared among the condensate Udon dashi (A) vs other samples.



**Fig. 4** Taste response of the Shiroshoyu (white soy sauce) addition in Shirodashi without soy sauce by Taste Sensing System (TS-5000Z). Values are the mean (n=3). \*  $p < 0.05$  (Welch's  $t$  test), compared between samples in each taste.

「無添加白だし」(E)の原料は、風味原料 (taste raw materials), 食塩 (salt), 砂糖 (sugar) のみであり, 風味原料としては, いわしぶし (dried and roasted sardine), とびうお煮干し (dried flying fish), こんぶ (kelp), 椎茸 (shiitake mushroom) である。この「無添加白だし」に「白しょうゆ」(ビタミンB<sub>1</sub>無添加) (J)を1:1の割合で加えると, 酸味の応答が高くなる一方, 塩味が低下していた。これらの応答は, 「醤油 (soy sauce)」や「白しょうゆ (shiroshoyu)」入りの白だし (F, G, H, I) のピークと一致していた (Fig. 2)。

## 考 察

著者らはこれまでに店舗提供うどんだしについて, 味覚センサーを用いて, 味覚応答について検討してきた<sup>16)</sup>。この結果, 一般に提供されているうどんだしが, 店舗によって塩味, うま味が高値であることや酸味や渋味刺激が弱いことなどを明らかにした。このように味覚センサーなどによるうどんだしの呈味特性の科学的な分析が可能となり, 店舗で提供されているうどんだしのおいしさの向上に繋げることができる。

本研究において, 白だし (I) およびしょうが醤油 (C, D) の味覚応答をみると, 他製品と比べ苦味雑味および苦味が5~10倍以上のピークがみられた。これらの製品は共通して, ビタミンB<sub>1</sub>が添加されており, この有無で苦味雑味と苦味が上昇する可能性が示唆された。ビタミンB<sub>1</sub>は強い苦味を持つことが報告されている<sup>21-23)</sup>。ヒトにおいて, ビタミンB<sub>1</sub>塩酸塩は非常に苦くて不快な味であると評価されることが報告されている<sup>22)</sup>。*In vitro* 試験では, ビタミンB<sub>1</sub>塩酸塩などにより苦味受容体であるTaste 2 receptor (TAS2R) が活性化することが示されている<sup>21, 23)</sup>。カフェインやキニーネの苦味は, TAS2Rファミリーによって感知され, 味覚センサーによっても同様に苦味として検出される<sup>8, 26, 27)</sup>。以上より, 苦味センサーはビタミンB<sub>1</sub>によって応答が得られる可能性が考えられ, ビタミンB<sub>1</sub>が白だし (I) やしょうが醤油 (C, D) の苦味雑味・苦味の上昇に関与すると考えられた。

次にビタミンB<sub>1</sub>添加試験の結果をみると, 濃縮うどんだしへのビタミンB<sub>1</sub>添加によって, ビタミンB<sub>1</sub>塩酸塩では苦味雑味および苦味にピークが見られ, ビタミンB<sub>1</sub>ラウリル硫酸塩では苦味刺激の他に渋味刺激や渋味などのピークが見られた。これらの結果は, ビタミンB<sub>1</sub>が添加されている製品の結果と一致しており, 上述の先行研究<sup>22, 23, 26, 27)</sup>と合わせて総合的に考えると, 白だし (I) およびしょうが醤油 (C, D) においては, ビタミンB<sub>1</sub>添加によって苦味が増強する可能性がある。なお, 今回濃縮うどんだしに各ビタミンB<sub>1</sub>化合物を0.5% (w/v) 添加したが, 塩酸塩とラウリル硫酸塩のビタミンB<sub>1</sub>当量はそれぞれ390 mg および230 mg/100 gであった。これに対し, 白だし (I) としょうが醤油 (C, D) のビタミンB<sub>1</sub>の添加濃

度は約1 mg/100 gであった。このように, ビタミンB<sub>1</sub>濃度として230~390倍の差があるため, 今後は1 mg/100 g程度の濃度の添加試験が必要と考える。

一般論として, 食品添加物, チアミンラウリル硫酸塩やチアミン塩酸塩などは, 栄養強化の目的での使用が認められている。またラウリル硫酸塩は, 抗菌作用に優れているため, 食品を腐敗させるカビや酵母菌, 細菌 (バクテリア) などの増殖を抑える。このため, 日持ち向上剤 (ビタミンB<sub>1</sub>製剤) として, チアミンラウリル硫酸塩が広く使われている。白だしやしょうが醤油をはじめとする調味料類において, ビタミンB<sub>1</sub>は保存性を高めるうえでは必要な添加物である。本研究では, ビタミンB<sub>1</sub>添加により苦味が増強されることが明らかになった。強い苦味はだしなどの調味料類の嗜好性を低下させる可能性があることから, これら製品においては, 今後味を変化させない保存料の使用や, 食品添加物無添加でも長期保存可能な製品開発が必要であろう。

白だしの検討では, 白だし (E) と比べ他社製品 (F, G, H, I) の酸味と渋味刺激が高値を, 塩味が低値を示した。これは, 醤油をはじめとする様々な調味料やエキス類が含まれるためであると推察される。例えば, 醤油は遊離アミノ酸や有機酸が豊富であり<sup>28)</sup>, 酵母エキスは遊離アミノ酸のみでなくペプチドや核酸を含む<sup>29)</sup>。今後はこれら他の原材料由来と考えられる遊離アミノ酸や核酸などの呈味物質濃度を測定し, 白だして酸味, 渋味刺激, 塩味に差が見られた理由を考察する必要がある。

本研究により, 味覚センサーの利用拡大として2つの可能性がある。一般的に食品添加物については, 個々の食品添加物の化学的特性に応じて, 化学分析が行われ, 同定されている。しかし, 食品添加物が食品の味や嗜好性にどのような影響を与えているのか, 十分に分かっていない。そこで, 1) 味覚センサーを用いて食品添加物の味覚応答の特徴が明らかにできれば, 食品に使用されている食品添加物のスクリーニングのみでなく, 食品添加物が食品の味に及ぼす影響を評価するためにも有用な手段となる可能性がある。さらに, 2) 味覚センサーは, ヒトの官能評価によって識別できない閾値以下の味覚応答を見出すことができる。このため, 食品開発において, 使用した食品添加物の味を加味して, 食品の味を調整できるために, 味覚センサーは有用な手段となることが考えられる。

## まとめ

本研究では, 味覚センサーを用いて調味料の特性および食品添加物の味覚に対する応答を調べた。

1. ビタミンB<sub>1</sub> (チアミン) が添加されている「しょうが醤油」では, 苦味雑味および苦味に高い応答がみられた。
2. 市販の「白だし」では, 酸味, 渋味刺激に高い応答が見られ, 塩味が低値を示した。
3. 「濃縮うどんだし」にビタミンB<sub>1</sub> (チアミンラウリル

硫酸塩)を添加すると、苦味雑味および苦味の上昇がみられた。

4. 「無添加白だし」に「白しょうゆ」を加えると、酸味の応答が高くなると共に、塩味が低下した。
5. 使用されている食品添加物および原材料によって味覚応答に変化がみられることが明らかになった。このため、食品開発時には、食品添加物が味に及ぼす懸念がある点に留意すべきである。
6. 味覚センサーによって食品添加物が食品の味に及ぼす影響をスクリーニングすることが可能になると共に、味覚センサーは食品添加物を用いる場合の食品開発における味の調整に有効な手段となる。

## 謝 辞

本研究は長崎県立大学の味覚センサーを利用して測定させて頂き、感謝申し上げます。

## 利益相反

本論文の発表に関して、共著者全員に申告すべき利益相反はない。

## 文 献

- 1) 小俣靖 (1987) 美味しさと「うま味」の科学. 調理科学 20:83-90.
- 2) Mouritsen, OG, K Styrbaek (2017) Mouthfeel: how texture makes taste, Columbia University Press, New York: pp. 1-26.
- 3) 国中明 (1960) グルタミン酸ナトリウム. 日農化 26: 45-55.
- 4) 山崎清子, 島田キミエ, 渋谷祥子, 下村道子, 市川朝子, 杉山久仁子, 米田千恵, 大石恭子 (2021) NEW 調理と理論 第二版, 同文書院, pp.4-9.
- 5) 都甲潔 (2001) 脂質膜を用いた味覚センサー. 膜 26: 244-250.
- 6) 都甲潔 (2008) 五感の科学—味を目で見る. 応用物理 77:938-945.
- 7) 都甲潔 (2016) 味覚センサー. 日本味と匂学会誌 23: 95-102.
- 8) Kobayashi Y, Habara M, Ikezaki H, Chen R, Naito Y, Toko K (2010) Advanced taste sensors based on artificial lipids with global selectivity to basic taste qualities and high correlation to sensory scores. Sensors 10: 3411-3443.
- 9) 藤原孝之ほか (2011) 味覚センサーを用いた清酒もろみの発酵状態の評価. 平成 22 年度三重県工業研究所研究報告 35:37-42.
- 10) 内藤悦伸 (2018) 味覚センサー開発の現状と活用事例. 美味技術学会誌 17:67-70.
- 11) 戸井田仁一, 蟻川幸彦 (2011) 味覚センサー (感性評価解析装置) によるみそ, しょうゆの評価. 長野県工技センター研報 F1-F4.
- 12) 前川隆嗣 (2003) 1300 年以上前から伝わるかつおエキス. フードケミカル 10:78-82.
- 13) 前川隆嗣, 甘庶志帆乃, 野村直孝, 榎原周平, 渡邊敏明 (2006) 削りぶしの抽出液におけるアミノ酸組成の比較検討. 微量栄養素研究 23:93-98.
- 14) 前川隆嗣, 甘庶志帆乃, 石盛嘉治, 榎原周平, 渡邊敏明 (2007) かつお節および昆布の抽出液におけるアミノ酸組成の産地による比較検討. 微量栄養素研究 24: 191-197.
- 15) 前川隆嗣, 野村直孝, 大串美沙, 榎原周平, 福井徹, 渡邊敏明 (2005) かつおだしの製法によるアミノ酸組成の比較検討. 微量栄養素研究 22:125-129.
- 16) 前川隆嗣, 香西彩加, 湯浅正洋, 榎原周平, 根来宗孝, 渡邊敏明 (2022) 店舗提供のうどんだしの呈味特性についての科学的評価. 微量栄養素研究 39: 25-31.
- 17) Yuasa M, Koe M, Maeda A, Eguchi A, Abe H, Tominaga M (2017) Characterization of flavor component in Japanese instant soup stocks 'dashi'. Int J Gastron Food Sci 9: 55-61.
- 18) 厚生労働省 食品衛生法第 12 条.
- 19) 長村洋一 (2020) 食品添加物の安全性は今どうなっているか. 生活協同組合研究 27-34.
- 20) 東京都保健医療局 (2023) 食品添加物の表示方法 (一般用加工食品における食品添加物の表示方法), 食品添加物. 食品衛生の窓. <https://www.hokeniryo.metro.tokyo.lg.jp/shokuhin/shokuten/kyokazai.html>. (2023 年 8 月 19 日接続確認).
- 21) Delompré T, Guichard E, Briand L, Salles C (2019) Taste perception of nutrients found in nutritional supplements: a review. Nutrients 11: E2050. <https://doi.org/10.3390/nu11092050>
- 22) Schiffman SS, Dackis C (1975) Taste of nutrients: amino acids, vitamins, and fatty acids. Percept Psychophys 17: 140-146.
- 23) Liu K, Jaggupilli A, Premnath D, Chelikani P (2018) Plasticity of the ligand binding pocket in the bitter taste receptor T2R7. Biochim Biophys Acta Bioenerg 1860: 991-999.
- 24) 消費者庁 (2015) 食品表示基準について (平成 27 年 3 月 30 日消食表第 139 号) 別添 栄養表示関係. 26 ビタミン B<sub>1</sub> (1) 高速液体クロマトグラフ法. pp.132-137. [https://www.caa.go.jp/policies/policy/food\\_labeling/food\\_labeling\\_act/assets/food\\_labeling\\_cms201\\_220830\\_03.pdf](https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/food_labeling_act/assets/food_labeling_cms201_220830_03.pdf)
- 25) Kanda Y (2013) Investigation of the freely available

- easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. Bone Marrow Transplant 48: 452-458.
- 26) Shen H, Habara M, Toko K (2008) Development of caffeine detection using taste sensor with lipid/polymer membranes. Sens Mater 20: 171-178.
- 27) Ishida M, Ide H, Arima K, Zhao Z, Matsui T, Toko K (2022) Identification of the principle of taste sensors to detect non-charged bitter substances by <sup>1</sup>H-NMR measurement. Sensors 22: 2592. <https://doi.org/10.3390/s22072592>
- 28) 山本泰, 田中秀夫 (2013) 味噌・醤油入門 改訂5版, 日本食糧新聞社, pp.175-178.
- 29) 喜多望, 松村伸康, 下川久俊 (2007) 酵母エキスに含まれる呈味寄与物質の解析 : 厚味付与ペプチドの単離精製と構造解析. 日本味と匂学会誌 14:9-20. DOI [https://doi.org/10.18965/tasteandsmell.14.1\\_9](https://doi.org/10.18965/tasteandsmell.14.1_9)