

資料

味認識装置 TS-5000Z の導入とその活用例

木藤 伸夫・石原 三妃・矢内 和博・水野 尚子・小木 ひかる

The Installation of the Taste Sensing System TS-5000Z and Examples of Its Use

KIDO Nobuo, ISHIHARA Miki, YANAI Kazuhiro, MIZUNO Naoko
and OGI Hikaru

要 旨

令和3年度の「私立大学等研究設備整備費補助金及び私立学校施設整備費補助金」により、人間健康学部に「味認識装置 TS-5000Z」が導入された。本稿では味認識装置の紹介と、装置を使ってどのような情報が得られるか、得られた情報はどのように活用できるかを例示し、授業や研究での学内外を問わない装置の活用をお願いしたい。

キーワード

味認識装置 五味 味の数値化 野沢菜漬け わらび

目 次

- I. 緒言
- II. 装置の概要と使用方法
- III. 味認識装置による食品の測定例
- IV. まとめと今後の活用

資料

文献

I. 緒言

筆者らは令和3年度の「私立大学等研究設備整備費補助金及び私立学校施設整備費補助金」を申請し、その助成により人間健康学部にて「味認識装置」を導入することができた。本稿では味認識装置の紹介を兼ね、どのような情報が得られるか、得られた情報はどのように活用できるか述べてみたい。

管理栄養士養成施設として毎年多くの管理栄養士、栄養士を輩出している本学科の学生教育では、食品の栄養成分や調理法、給食経営管理等管理栄養士に求められる様々な知識や技術の習得に加え、学生の食味に対する感覚の涵養も重要と考えた。主観的な味覚は様々な要因により変化するため、調理や食品の製造において客観的評価法の導入は不可欠であり、本装置による客観的、科学的味覚評価と主観的官能評価との相関を明らかにすることは、新たな商品開発や事業所等における献立作成において有益となろう。本装置は「甘味」、「塩味」、「酸味」、「苦味」、「うま味」などの5つの基本味、いわゆる五味の評価に加え、口に残る味覚物質の定量からうまみコク、苦味、渋味などの味覚評価を行う。これら呈味物質の定量により、味覚を客観的に評価、比較検討できることから、学生の味に対する興味・関心の育成や、嗜好に対する味覚の複合的な影響の検討が可能になると考えられる。そして、本装置の導入により、科学的、理論的な考察に基づく味作りの基礎を修得するという教育的効果が期待された。申請にあたって具体的に設定した当面の課題は以下のとおりであった。

食感(テクスチャー)が食品のおいしさに大きな影響を及ぼすことはよく知られている。最近では咀嚼や嚥下機能が低下した高齢者等の誤嚥防止を目的とした食品のテクスチャーコントロールも注目されている。石原は様々な食品のテクスチャーに着目して研究を行っているが、嚥下困難者用食品や食物アレルギー患者を対象とした代替食品の開発は重要である。そこで、アレルゲンを含まない食材、調味料を混合することで、テクスチャーだけではなく、味についてもアレルギー患者に配慮した代替食品の開発が可能と考えている。また、地域の食材の特徴を味覚の点からとらえることも検討している。

矢内は、産学官連携による6次産業化推進による、

食品の素材開発や商品開発を行っている。資源の有効活用の観点で実績が多数あり、新たに開発された素材を用いた商品も多く発売されている。コロナ禍において食への認識や市場の動向が変化し、プライマリーな食の評価として「おいしさ」の重要性がより高まる傾向が見られる。すなわち、一般商流はもとより、外食産業、観光市場、大量調理などの現場においてもおいしさの重要性が増し、さらにHACCPによる安全性の担保など、食品業界は厳しい制約の中でのづくりを強いられている。本装置は飲食店、商品開発の現場などでの味のコンサルタントにも使用できると考えている。具体的な課題として、蕎麦のおいしさの評価、ツユの評価を行い、さらに蕎麦+ツユの組合せによる総合的な評価を行う。そして、味認識装置の評価結果と人による官能評価との相関を明らかにしたい。また、蕎麦店などから試料をいただけた場合は、同様の評価と「ぐるなび」などの評価との相関を探る。さらに、果物などの収穫期は果皮の色や糖度などで判断されているが、本装置を用いて野菜や果物の適正な収穫期を数値で示すことにもチャレンジしたい。

近年、食塩の過剰摂取は高血圧、脳卒中、心臓病、腎機能の低下、骨粗しょう症、胃がんなどの健康リスクを生じるとされており、健康寿命の延伸・生活習慣病の重症化予防等を図るため、食塩摂取量が多い日本人には減塩食が推奨されている。水野は少量の食塩を簡便に測り取る計量器が無い点に着目し、微量の食塩を計量できる計量器を開発した。この開発をもとに、少量の食塩でも十分な塩味を感じさせるためには他の調味料をどの程度共存させるとよいかなど、人による塩味の感じ方(官能評価)と塩味を十分に感じるための他の味覚との組合せの相関を定量的に解析する。酸味が塩本来の塩味を強調することは経験的に知られており、味覚の組み合わせにより特定の味覚を強調する研究が行われているが、本研究では味覚の数値化によりこれらの研究成果を再検討する。得られた成果は、生活習慣病予防、高血圧症や腎臓病患者等への減塩指導や食事提供へ直接応用できる。さらに、減塩を心がけるための食塩摂取量の簡便な評価法として用いられる塩分チェックシートでは、選択回答の一つとして「外食と比べて薄味」などの表現が用いられているが、比較基準があいまいで現状では主観的な評価となっている。そ

のため、食品の具体的な測定結果や数値を用いた減塩指導が今後必要であることは言を俟たない。例えば代表的な副菜であるサラダでは、厚生労働省による1日の野菜摂取量を指導の目安としているが、そこにたんぱく質や海藻類を加えることで、栄養価をあげることもできる。その際各食材がもつ本来の味のバランスに加え、上記研究により明らかにした塩分と調味料の組み合わせによる塩味強調を参考にした味付けをすることで、それぞれの味覚のバランスが取れ、かつ適正な塩分を含むサラダレシピを、本装置の測定結果や数値データを提示しながらの減塩指導に活かしていく。

小木は、ジビエとしてのシカ肉の利用と普及に取り組んできた。近年シカをはじめとした野生鳥獣による農作物被害が問題となっている。環境省や農林水産省により全国的な鳥獣捕獲対策が打ち出され、野生鳥獣の捕獲数は増加したものの、シカにおいて食資源として利用されているものは10%にも満たない状況である。この理由の一つは、シカ肉は一般に「匂いがきつい」などの理由で敬遠されているためだと考えられる。しかし、栄養学的特徴として、低エネルギー、高たんぱく質、鉄分含量の多さに加え、機能性表示食品の関与成分であり、疲労感の軽減や尿酸値降下作用、認知機能向上が報告されているジペプチド、アンセリン・カルノシンが含まれていることが明らかになっている。シカは捕獲方法によって肉の柔らかさや色が変化するという報告があることから、本装置の活用により捕獲方法の違いによる食味特性を明らかにすることで、シカ肉に付加価値をつけるとともに、栄養学的特性をもった一般に浸透しやすい商品の開発を行う。

卒業研究などで上記研究課題に取り組むことにより本装置の活用を図るとともに、食品の官能評価・鑑別法などの専門科目の授業での活用も考えている。さらに、本学は地域との協働、あるいは地域貢献できる人材育成を教育の基本方針としていることから、本装置を有効活用して長野県内企業との共同研究を推進することで本装置の稼働効率を上げたい。後者については、本装置に関心をもたれた菅谷学長の松本商工会議所への働きかけにより、「松本特産品振興協会」加盟団体(漬物、そば、味噌、醤油、菓子、地酒などの団体、組合など)に対して、松本大学への本装置の導入・設置と、外部事業者による利用方

法を周知していただいた。本稿の最後に「利用案内」を資料として添付したので、参考にしていただき外部事業者の方々による本装置の活用をお願いしたい。

II. 装置の概要と使用方法

味認識装置の開発は、九州大学の都甲潔特別主幹教授(現九州大学高等研究院)と、アンリツ株式会社研究所の池崎秀和氏(現株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー(以下インセント)代表取締役社長)の共同研究により、1989年に味覚センサーの開発が始まったことに端を発する¹⁻⁴⁾。その後何回かのモデルチェンジを経て、本学で導入した味認識装置TS-5000Z(図1)が発売された。PCにより動作をコントロールし、実際の測定における操作は手前パネルから入力する。現在8種類の味覚センサーが販売されているが、通常の味測定では、そのうち5種類のセンサーと2種類の参照電極、1本の温度センサーを用いて行う。これらのセンサーを用いて甘味以外のうま味、塩味、酸味、苦味に加えて渋味を測定し、味の評価項目として食物が口に入ったときに感じる塩味、酸味、うま味、苦味雑味、渋味刺激、飲み込んだ後に続く味として苦味、渋味、うま味コクという8項目で評価する。インセントでは前者を「先味」、後者を「後味」と呼んでいる。現時点では甘味を同時に測定できない点が短所と言えれば短所であるが、糖度計などを本装置と併用することでこの短所は補えることができると考えている。測定に用いるセンサーは人工脂質膜(脂質膜)で構成されていて、食品中の呈味物質がセンサーの脂質膜に結合することに



図1. 味認識装置 TS-5000Z の外観

より生じる電位変化を測定して呈味物質を定量している。一般に苦味、渋味を呈する物質は疎水性で脂質膜から離れにくい性質があるため、最初にセンサー出力を計測した後で基準液(30 mM 塩化カリウム-0.3 mM 酒石酸水溶液)で洗浄すると酸味、塩味、うま味などの親水性の呈味物質を脂質膜から洗い流すことができ、これらの味を区別することができる。前者を後味、後者を先味とする所以である。各センサーは酸味や苦味などの基本味に特異的に反応するように設計されているが、それぞれの基本味に対しては広域選択性をもっている。たとえば苦みセンサーは塩酸キニーネ、塩酸セチリジン、塩酸ヒドロキシジンなど苦味を呈する物質には広く反応するが、それ以外の呈味物質には反応しない²⁾。

測定試料の調製法は食品の形状や組成によりかなり異なるため、具体例がインセントのホームページで参照できるようになっている。さらに、そこに掲載されていない試料については、インセントの技術者により事前に試料調製法と測定の至適条件が検討され報告されるというサービスが行われている。具体的な試料作製例は以下に述べる具体例で明示し、実際に本学に導入された装置を用いて測定した結果とその解釈について以下に述べる。

Ⅲ. 味認識装置による食品の測定例

味認識装置 TS-5000Z は国立や公共の各種試験場、大学や各種企業に納入され、様々な食品の味の測定や商品開発において実績をあげている。地方自治体でも活用されており、例えば島根県産業技術センターと味香り戦略研究所は、島根県産品58種類の味データをまとめ、「島根のおいしさエビデンスブック」という立派な冊子を発行した⁵⁾。そこでは島根県産の様々な食品の味が測定され、香りデータや食感データなどとともに示されているが、様々な食品の味を評価する本装置の応用範囲の広さを知ることができる。長野県でも同様の試みがなされており、県産の甘酒、ワイン、ビール、日本酒の測定が長野県食品工業会、長野県産業労働部、長野県工業技術総合センターなどの事業として行われ、それぞれパンフレットが作られている。

野沢菜漬けは長野県を代表する漬物として全国に

知られ、農林水産省の「うちの郷土料理、次世代に伝えたい大切な味」でも紹介されている⁶⁾。松本大学での本装置の最初の測定試料としてふさわしいものと考え、株式会社まるたかの好意により同社の野沢菜漬けを分与いただき試料としたので、その測定結果を報告する。

1. 市販されている野沢菜商品の味比較

株式会社まるたかより分与いただいた試料のうち、市販商品となっている野沢菜浅漬(野沢菜)、野沢菜古漬(大樽漬(古漬)、野沢菜古漬(キムチ)の3種類の商品を比較した結果について述べる。

1) 試料作製法と測定

漬け汁を切った野沢菜漬け40 gを量り取り、フードミル(岩谷産業、サイレントミルサー IFM-S30G)で30秒攪拌処理した。160 gの純水を加え、さらに60秒間攪拌後紙茶こしでろ過し、濾液を試料とした。測定は甘味センサー以外の5種類のセンサーを用いて行った。本装置ではうま味物質の濃度が高い場合、使用センサーの相対値(うま味の先味)の出力が飽和に達し、うま味物質の濃度とうま味センサーの出力値が比例しなくなるという欠点がある。野沢菜試料もうま味物質濃度が高い試料に相当するため、一度試料測定を行った後、希釈試料を用いてうま味だけを再測定し、その値を用いて結果のグラフを作成した。

2) 結果と考察

図2に、野沢菜の味を基準とした、各商品の相対的味評価をレーダーチャートで示した。味の評価は塩味、酸味、うま味、苦味雑味、渋味刺激の5項目の味覚に加え、うま味コク、苦味、渋味の全8種類の味覚項目で行った。前者5項目は先味と呼ばれ、食べ物を口に入れた時に感じる味覚とされている。後者3項目は後味と呼ばれ、口に残る味覚とされている。本装置のセンサーは人工脂質膜で構成されているため、洗われやすい味覚物質と人工脂質膜に残る味覚物質を区別でき、このような評価が可能となっている。古漬、キムチの両商品は酸味、苦味雑味、渋味刺激、塩味の項目において、基準とした野沢菜よりも低い数値であった。本稿の図で示す数値目盛りで「1」以上差があると人は味の違いとして差を感じられるとされており、レーダーチャートから酸味、苦味雑味、渋味刺激、うま味、塩味などは、味の違

いととして認識される範囲にあると推測された。差が見られた味覚項目はいずれもいわゆる先味と呼ばれる項目で、口に入れた時にこれらの味の違いが認識されると考えられた。酸味の数値が高い場合、すっぱいと感じる以外にキレがある、爽やかななども表現されることが官能評価から明らかにされており、数値が低い場合はまろやか、あっさりなどと表現される。苦味雑味、渋味刺激などの数値が低いと、さっぱり、すっきりなどと表現されることから、これら2種類の商品は、野沢菜に比べ塩味控えめで、まろやか、さっぱりした味わいだが、うま味がしっかり感じられる野沢菜漬けの商品、といった評価ができると思われた。一方、基準とした野沢菜については、他商品よりも酸味やキレがある濃厚な味わいで、深みのあるコクや複雑さが感じられる商品と評価できる。このように各商品の味を表現することにより、消費者は複数の商品からより好みに近い商品を選ぶことができ、場合によっては味の比較のために複数商品の購入につながるかもしれない。

レーダーチャート以外に、2種類の味覚項目を抽

出して2次元散布図を作成し味の比較を強調するデータ処理も可能で、図3Aに塩味とうま味の結果を用いたグラフを示した。現在健康維持のために塩分の摂取量を減らす減塩が勧められているが、塩味は低いがうま味がしっかりしている商品として、「健康に良く旨い」などと宣伝する場合の客観的な裏付けデータとならないだろうか。

また、後味として評価される3商品間で差が出なかったうま味コクと、先味のうま味を抽出した2次元散布図(図3B)では、口に残るうま味コクでは違いを感じないが(横軸の数値の差が0.2より小さいので、人は味の差として認識できない)、口に入れた時のうま味は古漬けやキムチの方がしっかり感じることができるとして販売しても良いかもしれない。

近年浅漬けタイプの野沢菜漬けが流通の主体であるようだが、本格的な野沢菜漬けはべっこう色をし、ほど良い酸味を呈するものとされている。そのため長野県工業技術センターなどでは野沢菜漬けに乳酸菌を添加し、色や香りの変化を調べたりしている⁷⁾。今回調べた中では野沢菜浅漬けとして販売されてい

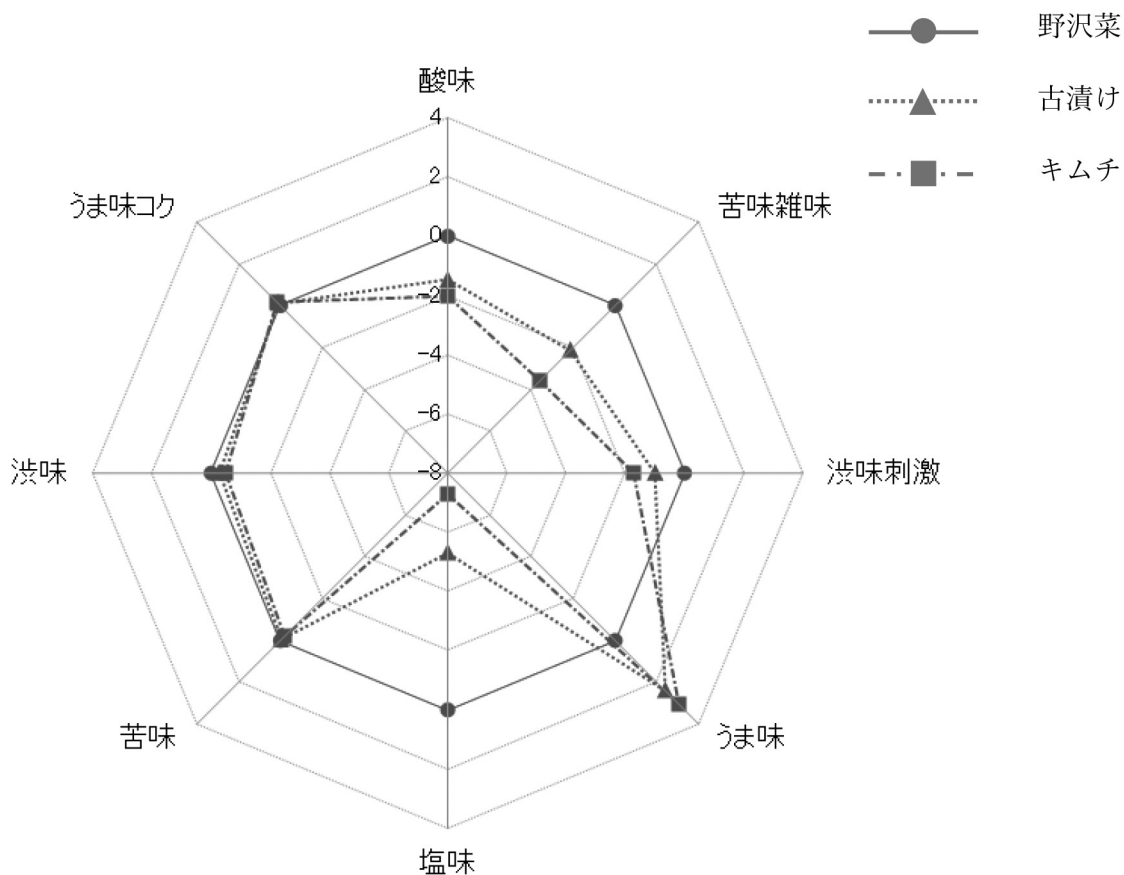


図2. 野沢菜浅漬けを基準として比較した各商品のレーダーチャート

る商品が最も酸味が強かったが、発酵食品としての野沢菜本来の味に近いのかもしれない。

2. わらびの味の比較

1) 試料作製法と測定

松本市内の旅館からの依頼で、わらびとその類縁種と考えられるうさぎわらびの味覚を比較した。「う

さぎわらび」をインターネットで検索すると、カンガルーの仲間のウサギワラビーやうさぎの形をしたわらび餅がヒットするが、今回使用したうさぎわらびは栽培品種や系統名としてインターネットの検索では見つけることができなかった^{8,9)}。依頼主の旅館周辺で採取される地域に限定されたわらびの系統かもしれない。採取前の写真を見せていただいたが、可食部となる若芽(葉)に産毛のような白い毛がびっ

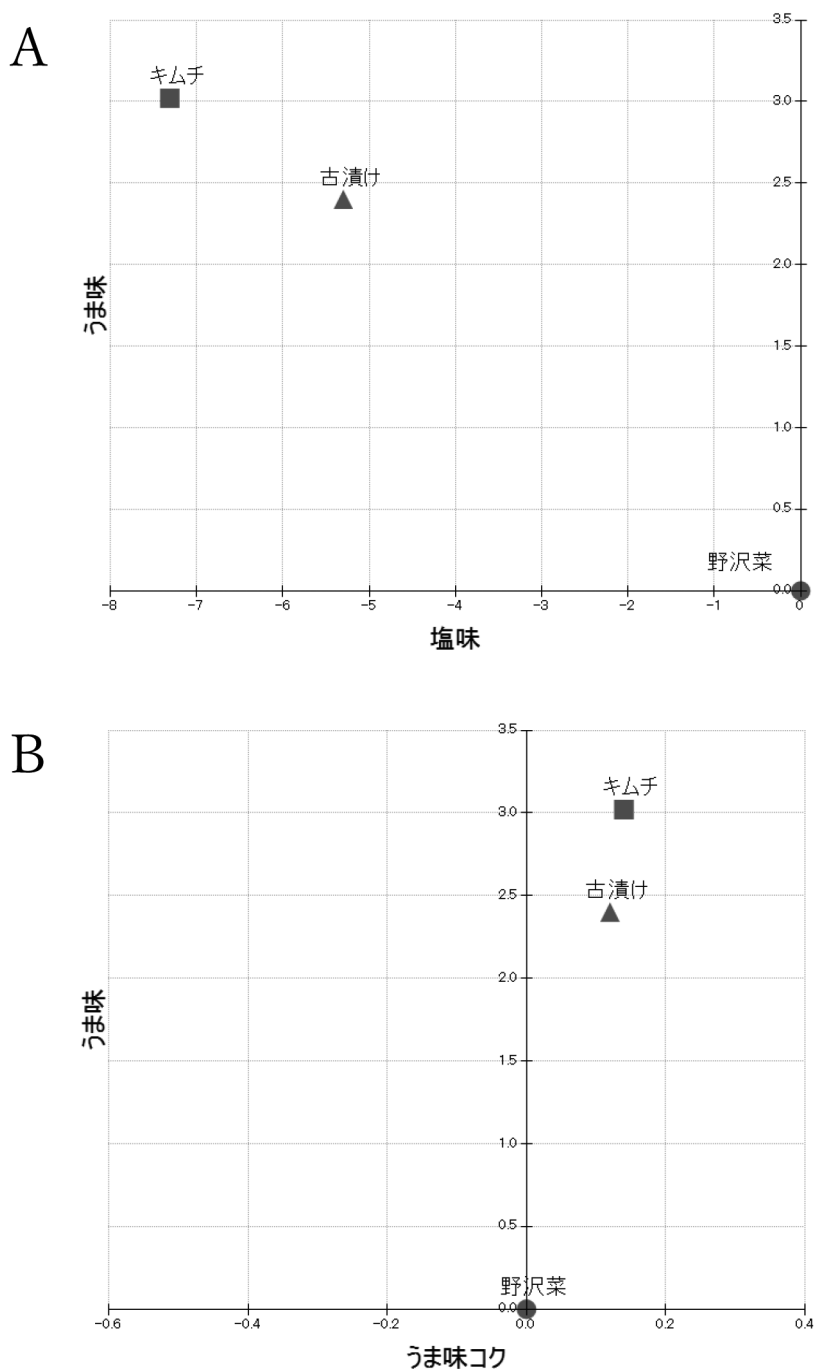


図3. 塩味、うま味コクを横軸に、うま味を比較した2次元散布図

しりと生えていて、名前の由来を想像させた。この白い毛には毒があると言われていたようで、この毛を除いた後温泉水であく抜きをしているとのことであった。依頼主からあく抜きをした通常のわらびとうさぎわらびを分与いただき、ランダムに選んだわらびを細断した40 gの試料を、上述したフードミルで160 mlの純水と攪拌処理し、400 rpm、15分の遠心処理上清を試料として用いた。わらびについても、上述したうま味物質濃度が高い試料に相当するというので、希釈試料を用いてうま味のみ再測定を行い、測定したうま味データを用いて結果のグラフを作成した。

2) 結果と考察

試料のpH測定から、わらび、うさぎわらびの試料はいずれも中性を示したため、酸味は結果の表示から除去した。また、試料は調製後に電気伝導率を測定するが、わらびの試料については両者とも伝導率が0.244 mS/cm、0.526 mS/cm(それぞれ、わらび、うさぎわらび)と低値であった。伝導率を塩化ナトリウム濃度に換算するとそれぞれ0.003%、0.018%

となり、人が感じる塩味の限界値とされる0.058%を下回っていた。さらに、わらびのあく抜きには重曹(炭酸水素ナトリウム)が使用され、うさぎわらびのあく抜きには温泉水が利用されていたことから、前処理が異なる試料で陰イオンに反応する塩味センサーの結果を比較することは適切ではないと考え、塩味も結果の表示から削除した。厳密な意味では、この前処理の違いが他のセンサーの結果に全く影響しないとは言えないが、各センサーの応答特性を考慮し、わらびについては苦味雑味、渋味刺激、うま味の3種類の先味と、苦味、渋味、うま味ココの3種類の後味、計6種類の味覚項目で比較を行った。図4にこれらの味覚を比較したレーダーチャートを示す。6種類中4種類の味覚項目では差が見られなかったが、口に入れた時に感じる先味の苦味雑味、うま味でうさぎわらびが明らかに高い値を示した。苦味雑味の数値が高い場合、苦いという感覚以外にココや複雑な味、素材感が感じられるというように表現される。さらに、うま味の数値が通常のわらびよりも高かったことから、「旅館でうさぎわらびを提供するとお

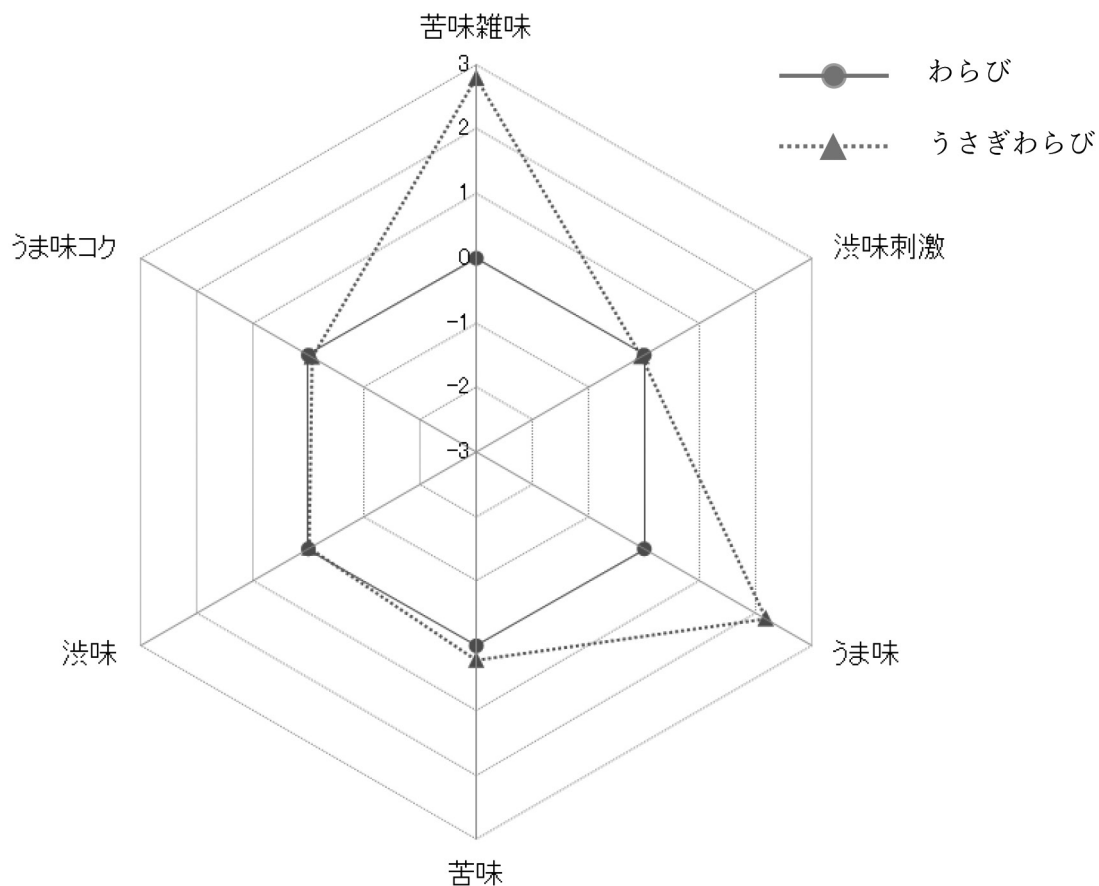


図4. わらびに対するうさぎわらびの味覚項目をレーダーチャートで比較

いしいと評判が良いので、その理由を知りたくて分析を依頼した」という依頼主には、顧客への説明に使えるデータが得られたと好評であった。わらびのデータで、両者に差が無かった渋味刺激と、差が見られたうま味、苦味雑味(いずれも先味)を抽出して2次元散布図を作成すると、後者の味覚の強さが強調されるグラフが得られた(図6)。食品を口に入れた時に感じる味覚(先味)では、うさぎわらびのうま

味が強く(図6A)、コクや味の複雑さ(図6B)もうさぎわらびの方が強く感じられるであろうという結果となった。逆に普通のわらびはあっさりした味、軽くさっぱりした味を好む人に向いているといえる。なお、食感については筆者らが試食した限りでは両者に差は感じられなかった。

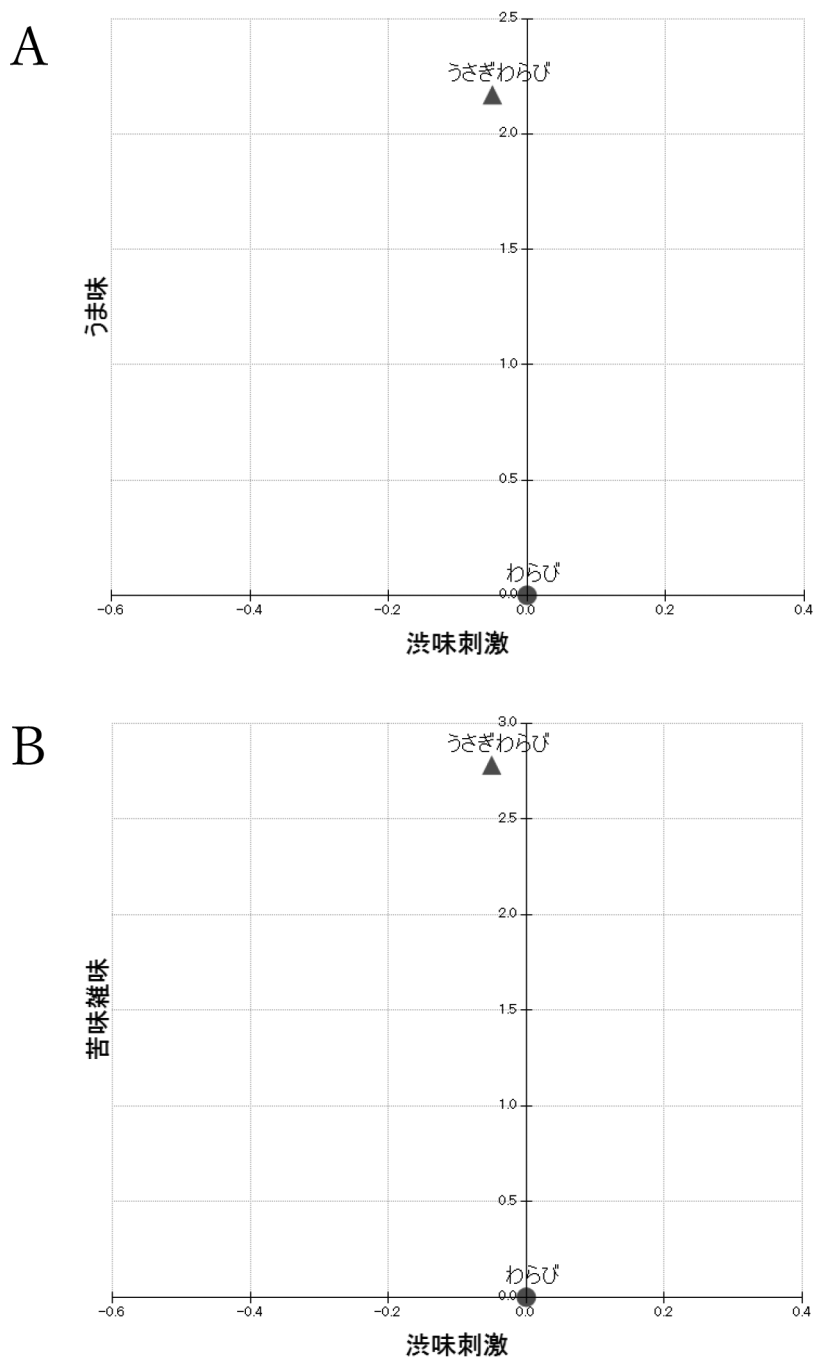


図5. 渋味刺激を横軸に、うさぎわらびのうま味、苦味雑味を強調した2次元散布図

IV. まとめと今後の活用

2021年度(令和3年度)に本学に導入された味認識装置 TS-5000Z の紹介を兼ね、これまでに得られたデータの一部を公表した。長野県を代表する漬物や、市内の旅館で提供されて評判の良かった食材の測定結果をどのように受け止めていただけたらだろうか。食物の味は、たとえそれが数値で表されても、相手に伝える際にどのような言葉でそれを表現し、理解してもらおうかというステップは非常に難しい。本稿の各味覚項目の表現にはインセントの用例を活用させていただいた。インセントの味の表現・意味付けは、人による官能評価と、本装置で得られた数値評価を関連させた表現となっている。今後は本学学生の協力を得て、より多くの人に伝わる味の表現例を豊富にそろえ、本装置の数値評価との関連を充実させていきたい。青年向け(学生)や年配者向け(教員)など、対象者の年齢構成によって相手に伝えやすい味覚表現例が作成できるかもしれない。今回本装置の運用にあたり試料を提供していただいた企業、事業者の方々にこの場を借りて感謝申し上げたい。本稿で分析した食品の味覚項目の表現については著者の一人木藤による表現であり、さらに適切で読者に伝わりやすい説明があるかもしれない。力不足な点をご容赦お願いしたい。

現在、本学科教員や学生による本装置を使用した研究が進められており、成果の公表が期待される。また、今後は本学の他学部他学科を含めた授業での使用、さらに松本商工会議所に関連する企業や、県内民間企業との共同研究等による本装置の活用を進めていきたい。本稿が味認識装置によって得られる結果と、得られた結果の味覚評価や味の表現を、商品や食品の説明にどのように活用するかなどの紹介になれば幸いである。最後に、今年5月に菅谷学長より松本商工会議所を通じて関連企業等へ本装置の活用を依頼した案内を添付し、読者の方々の利用をお願いする。

資料

令和4年6月6日

松本観光名産品協会
食品関連会員各位

松本観光名産品協会事務局
(松本商工会議所地域振興部)

松本大学に導入された「味認識装置」ご利用のご案内

拝啓 時下ますますご清祥のこととお慶び申し上げます。

さて、当協会が事務局を置く松本商工会議所は、昨年11月に松本大学と産学連携に関する推進協定を締結しました。両者が有する資源を活用し、積極的に産学の連携を深め地域振興および産業振興に資することを目的のひとつにしています。

こうしたなか、松本大学では昨年度、「味認識装置」を国の補助金により導入しました。

味のバランスとおいしさの関係を客観的に明らかにし、教育と研究の両面で活用するものです。松本大学では地域企業との協働によりさまざまな新商品を開発してきましたが、本装置の活用により新たな商品の設計・開発に拍車がかかることを期待しています。

つきましては、商品の研究・開発・販促等にぜひ「味認識装置」をご活用いただきますようご案内申し上げます。

敬具

記

■味覚認識装置の特徴

○人工脂質膜で構成された6種類の味センサー(塩味、旨味、酸味、苦味、渋味、甘味)により味成分の強弱を数値化し、味覚を分析。

- ・辛味には対応していません。
- ・お茶などの液体分析に強く、甘さよりも渋み、苦味、旨味などが得意な領域。
- ・固形物も対応は可能。

○データ編集及び検索、レーダーチャートや二次元散布図表示、統計解析可能

○期待される用途

【商品開発の方向性の参考】

- ・自社製品と他社製品の味の差の具現化
- ・商品開発における情報の共有化、データの客観化など方向性
- ・トレンド調査

【味の客観評価のために使用】

- ・賞味期限の設定
- ・味に関するクレームへの対応
- ・化学成分分析値およびヒトによる官能評価値との関連付け

【その他】

- ・製品説明データの作成、品質管理、センサーの特性評価
- ・病気の方、嚥下困難者などを対象とした特別用途食品
- ・食物アレルギー対応食品などの開発
- ・減塩食でもおいしく食べられる塩味強調レシピ
- ・消費者に受け入れられやすいジビエレシピの開発

○製品概要

- ・機器名 味覚センサー(味覚認識装置、食品感性評価装置)
- ・型式 TS-5000Z
- ・メーカー (株)インテリジェントセンサーテクノロジー
神奈川県厚木市恩名5-1-1
- ・測定内容 食品等の味の数値化測定・解析

■装置対応

松本大学大学院 健康科学研究科／木藤伸夫教授、石原三妃准教授

■使用料金

- (1)最初の2検体まで、15,000円
- (2)3検体目から1検体につき、2,300円
- (3)サンプルによってはサンプル調製の費用、1,000円／1サンプルが必要となる場合があります。
- (4)甘味測定には別途センサー代金(15,000円)を必要とします。
なお、糖度測定については、無料となります。

■お問合せ／お申込み

松本大学／松本大学松商短期大学部

管理課／地域連携課 課長 塩原 忠

電話 0263-48-7200 FAX 0263-48-7290 e-mail t.shiohara@t.matsu.ac.jp

■本件担当

松本商工会議所 地域振興部 戸辺佳典

電話 0263-32-5345 FAX 0263-33-1020 e-mail tobe@mcci.or.jp

以上

文献

- 1) 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー
<https://www.insent.co.jp/>(閲覧日2022.8.24).
- 2) 池崎秀和, 「味認識装置を用いた「飲みやすい」
製剤設計への応用」『薬剤学』71巻, pp.309-314
(2011).
- 3) 都甲潔, 「味覚センサ」『食品・医薬品のおいし
さと安全・安心の確保技術』シーエムシー出版,
pp.27-35(2012).
- 4) 都甲潔, 「味覚センサの開発」『おいしさの科学
とビジネス展開の最前線』シーエムシー出版,
pp.149-159(2017).
- 5) 島根県商工会連合会, 『島根のおいしさ エビ
デンスブック』(2017).
- 6) 農林水産省, うちの郷土料理
[https://www.maff.go.jp/j/keikaku/
syokubunka/k_ryouri/search_menu/menu/
nozawana_zuke_nagano.html](https://www.maff.go.jp/j/keikaku/syokubunka/k_ryouri/search_menu/menu/nozawana_zuke_nagano.html)
(閲覧日2022.9.12).
- 7) 金子昌二・栗林剛・桑原秀明・高波修一, 「野
沢菜漬けに関する研究—市販乳酸菌の添加試
験について—」『長野県工技セ食品部報』33巻,
pp.30-32(2005).
- 8) ワラビの栽培, 雑穀・山菜・その他編, 農作
業便利帳, みんなの農業広場
[https://www.jeinou.com/mobile/benri/
others/wildgrass/2010/09/140940.html](https://www.jeinou.com/mobile/benri/others/wildgrass/2010/09/140940.html)
(閲覧日2022.9.13).
- 9) ワラビ, ウィキペディア
[https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AF%
E3%83%A9%E3%83%93](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AF%E3%83%A9%E3%83%93)
(閲覧日2022.9.13).