

規格外野菜を原材料として開発した新規機能性食品の 官能評価および味認識装置による味評価

Sensory Device and Taste Sensor Based Evaluation of
a Newly Developed Functional Food Made from Imperfect Vegetables

安武健一郎・澤野香代子・浜島 弘史・山口 生子・
古賀 重美・堀田 徳子・安田みどり

Kenichiro YASUTAKE, Kayoko SAWANO, Hiroshi HAMAJIMA,
Shoko YAMAGUCHI, Shigemi KOGA, Noriko HORITA,
Midori YASUDA

規格外野菜を原材料として開発した新規機能性食品の 官能評価および味認識装置による味評価

安武健一郎^{1,2}・澤野香代子¹・浜島 弘史³・山口 生子¹・
古賀 重美²・堀田 徳子^{1,2}・安田みどり^{1,2}

(¹西九州大学 健康福祉学部 健康栄養学科, ²西九州大学 大学院健康福祉学研究科,
³佐賀大学 産学・地域連携機構)

(平成25年10月28日受理)

Sensory Device and Taste Sensor Based Evaluation of a Newly Developed Functional Food Made from Imperfect Vegetables

Kenichiro YASUTAKE^{1,2}, Kayoko SAWANO¹, Hiroshi HAMAJIMA³,
Shoko YAMAGUCHI¹, Shigemi KOGA², Noriko HORITA^{1,2},
Midori YASUDA^{1,2}

¹Department of Health and Nutrition Science, Faculty of Health and Social Welfare Science, Nishikyushu University

²Graduate School of Health and Social Welfare, Nishikyushu University

³Organization for Cooperation with Industry and Regional Community, Saga University

(Accepted: October 28, 2013)

Abstract

Through sensory evaluation, preference survey, and objective taste evaluation performed using taste sensors, we examined the taste characteristics of a new functional food that was developed from imperfect vegetables. The results indicated that the functional food was sweeter than commercially available soup and juice and was rated “good” in the sensory evaluation as well as in the preference survey. We concluded that the functional food could be included in everyday diets since its taste compares favorably with that of commercially available soup and juice.

キーワード：規格外野菜，野菜不足，官能評価，嗜好調査，味認識装置

Keywords : imperfect vegetables, a lack of vegetables, sensory evaluation, preference survey, taste sensors

背 景

野菜は、人間の健全な食生活に欠かすことができない重要な食品群であることが、数多くの研究によって明らかになっている。たとえば、デンマークの研究において野菜摂取量の増加に伴い寿命の延長、がん発症率が低下することが報告されている¹⁾。また、ヨーロッパの大規模前向き調査では、野菜・果物摂取が高くなると主要な慢性疾患や心疾患の発症率が低下することが示されている²⁾。さらに、1997年のニュージーランドで行われた研究の死亡要因解析結果では、死亡率の6%が野菜・果物の低摂取量に関連していると結論づけられ、野菜摂取の改善ができれば死亡率が22.2%低下すると予測された³⁾。これらの結果の多くは、野菜摂取が癌^{4,5)}、心疾患⁶⁾、高血圧症⁷⁾などの疾患発症やそれによる死亡リスクを抑制することに起因している。

本邦における「健康日本21」では、野菜の重要性を鑑み、野菜摂取量を350g/日以上、緑黄色野菜120g/日以上の摂取を目標値として掲げたが、ベースライン時である平成12年の292gから、最終評価時である平成21年の野菜摂取量は295gと全く変化していなかった⁸⁾。さらに、食料需給表からみた1人あたりの野菜供給量は年々低下傾向にある⁹⁾。佐賀県においても、平成23年度県民健康・栄養調査報告による野菜摂取量が260gと全国平均値に比較して低い状況であった¹⁰⁾。このような野菜摂取不足は、健康状態に影響を及ぼす栄養素不足や種々の疾患リスクとなることから、早急に解決すべき重要な栄養問題のひとつであるが有効な手段は現時点においてあまりない。

野菜摂取量が改善しない主な理由は、野菜摂取量と所得の問題^{11,12)}、朝食の欠食や外食およびインスタント食品の利用増加などをはじめとした食環境の問題が大きい¹²⁾。まず、野菜価格をとりまく問題として、低所得者は高所得者に比較して野菜摂取量が少ないことがシステムティックレビューで示されている¹¹⁾。本邦における平成23年国民健康・栄養調査結果においても、野菜を含む生鮮食品の価格の高騰が、これらの購入を阻む最も大きな要因であるとされており、さらに年間所得600万円以上の家庭に比較して、200万円未満の家庭では男性の野菜摂取量が低値である¹²⁾。

最近、インターネットを通じて、規格外で廃棄されていた野菜¹³⁾を、抽選で無料提供あるいは通常より安価かつ大量に販売することで、野菜廃棄量の減少および野菜摂取量増加を目指すシステムの確立が大きな反響を呼び、多くのメディアから注目されている¹⁴⁾。実際に、このシステムを利用した消費者は、規格外野菜を安価かつ大量に購入することができ、一方で生産者は規格外野菜の販売促進による利益の向上と野菜廃棄量の減少が成立

している¹⁴⁾。この現象は、規格外野菜の有効利用が、国民の野菜摂取量を増加させる可能性を示している。しかし、このインターネットを通じたシステムの確立だけでは、朝食の欠食をはじめとした食生活の多様化に対応できない。今回、我々は、この問題への対策の一助として、県内野菜生産者、県内野菜直売所、県庁、学校栄養士および地域栄養士らと連携し、規格外野菜を原材料として、1日野菜摂取量の30%程度を朝食など1回の摂取で手軽に補給できる新規機能性食品を開発した¹⁵⁾。この機能性食品の開発は、様々な規格外野菜について組み合わせを試み、外部の専門職による食品開発検討会においてレシピの検討を行った。機能性食品は、数種類の規格外野菜を組み合わせ合わせて加熱調理し加工された「ポタージュの素」という位置づけの食品であり、簡単な調理を経ることによって野菜の1品料理になるというものである。また、調理をせずにそのまま食べることも可能であり、血糖降下作用、便秘改善作用を有することが示されている¹⁵⁾。今後、この機能性食品を広く普及し、多数の人々に摂取してもらうための条件としては、一般的に市販されている野菜スープ・ポタージュ、野菜ジュースなどと比較して遜色のない味であることが重要である。

そこで、本研究では、新たに開発した機能性食品について、官能評価および嗜好調査による主観的評価と、味認識装置による客観的評価を併用した次世代型の味評価を行うことで日常の食生活に受け入れられる味であるか否かについて検討を行った。

試 料

我々が開発した機能性食品は図1のような外観であり、主な製法の概要は、次のとおりである。まず、佐賀県産規格外野菜である人参、キャベツ、玉葱を2:1:1の割合で準備し、これを適当な大きさに切り、鍋に入れ、材料の30%の水を加えた後、分量が1/2になるまで加熱し煮込む。次に、フードミキサーで均一に混合し、



図1：機能性食品の外観

手早く冷却する。最後に、真空包装機でパウチ化して加工するという流れである。この機能性食品は、調味料などで味付けはされていないため、調理をする段階で、献立に応じて味をつけるようになっている。

本研究では、機能性食品に豆乳と粉末コンソメで調味したものを試料（機能性食品スープ）として用いた。この機能性食品スープに食材料および栄養価が類似した市販野菜スープをコントロールとして用いた（にんじんスープ、マルサンアイ株式会社：コントロールA）。

1. 官能評価

2.1 試料

試料は、それぞれ50ml ずつ同じ種類の白い紙コップへ移し、盲検化した。

2.2 パネリスト

西九州大学健康福祉学部健康栄養学科に所属している健康状態良好な学生29名（男性6名、女性23名）、年齢21.7±1.4歳を被験者とした。

2.3 環境評価

官能評価を実施する部屋の温度は21 - 23℃、湿度50 - 60%の間に設定し^{16,17)}、作業に集中できるよう静かな環境で行った。パネリストの座席は、互いの影響を極力受けないように十分に配慮し、私語は禁止した。

2.4 官能評価法

官能評価法は2種類の試料間の質的な差とその程度を明らかにすることを目的として評点法を用い、「色」、「風味」、「匂い」、「野菜の甘味」、「舌触り」および「おいしさ」を評価項目とした。機能性食品とコントロールAを外見から判断できないよう盲検化したうえで、コントロールAの各味項目を基準「ゼロ：0点」として、機能性食品の味について感じた度合いを-3点から+3点の7段階カテゴリースケールで点数化した（表1）。供食方法は、最初に、基準としたコントロールAを食べ、その後に機能性食品を自由に摂取してもらった。各試料の試食の間には、常温の水で口腔内をクリアにするよう指示した。試料の一口量や飲み方などに特別な指示は与えなかった。

2.5 統計処理

データは平均値±標準偏差で示した。統計解析は JMP 9（SAS Institute, Cary, NC, USA）を使用した。統計手法は、paired-t 検定を用い、p<0.05を有意差ありとして処理した。

表1 機能性食品スープの嗜好検査アンケート

1)性別を教えてください。（男・女）
2)年齢を教えてください。（ ）才
3)各項目について標準、Aのサンプルを味わい、標準を0点とし、標準と比較して「良」の場合は+1～+3に、「悪」の場合は-1～-3に○をつけてください。また、好みの欄には、各項目について、好ましい方に○をつけてください。コメント欄には自由に意見を記入してください。

		A		
(例)	香 り	悪	基準	良
		-3	0	+3
色		悪	基準	良
		-3	0	+3
香り	風味	悪	基準	良
		-3	0	+3
	匂い	悪	基準	良
		-3	0	+3
味	甘味	弱	基準	強
		-3	0	+3
舌触り		悪	基準	良
		-3	0	+3
総合評価	おいしさ (好み)	悪	基準	良
		-3	0	+3

ご意見がありましたら記述をお願いします。

2. 嗜好調査

3.1 試料

官能検査に用いた機能性食品スープ70mlを白い紙コップに移し、250食を試料として準備した。

3.2 対象

平成25年2月11日（月・祝日）の午前11時から午後1時の間に、佐賀市大和町の道の駅そよかぜ館に来館した一般者250名に試料を試飲してもらい、アンケートへの回答が得られた90名（男性15名／女性72名／性別無回答

3名), 年齢51.0±18.3歳(6歳-87歳)を対象とした。

3.3 嗜好調査の評価方法

嗜好調査は試料試飲後のアンケートから必要項目を抽出し評価した。アンケートの内容は、色、味、市販された場合の購入希望の有無と希望価格および日常の野菜摂取量と摂取意識などであり、本研究では嗜好調査に関連する、「色」、「味」について、「良い、どちらかといえば良い、どちらかといえば悪い、悪い」の4段階で、その回答割合を調査した。

3. 味認識装置による味評価

4.1 試料

開発した機能性食品スープの味の位置づけを知るために、材料が類似した市販食品をインターネット上で検索した。その結果、人参ベースのスープと人参100%飲料の計5種類が抽出され、これらを本実験に用いた。試料の詳細は、実験1で用いた機能性食品スープとコントロールAの他に、人参ベースのスープ1種(人参と玉葱のポタージュ, JAふらの: コントロールB)と人参100%飲料3種(やさしいしほりおいしさの黄金比, カゴメ: コントロールC), (やさしいしほり贅沢キャロット, カゴメ: コントロールD), (充実野菜キャロット100%, 伊藤園: コントロールE)を用いた(表3)。すべての試料は、各3セットずつ準備し実験前に常温に戻した。

各試料は、同量の超純水を加えてフードミキサーで攪拌し、コニカルチューブに分注した後、3000rpmの回転数に設定した遠心分離機で10分間遠心し、上清をガーゼで濾過した。

4.2 統計処理

味認識装置による豆腐の味の数値化は、味認識装置付属の解析システムを用いて行った。

4.2.1 基準液をコントロールとした試料の味評価

基準液(無味, ゼロとして処理)をコントロールとして、機能性食品スープとコントロール5種類(コントロールA, B, C, D, E)を比較し、味の強度とバランスを解析した。試料の味覚項目の強度を測定し、判定基準を(酸味>-13, 苦味雑味>0, 渋味刺激>0, 旨み>0, 塩味>-6, 苦味>0, 渋味>0, コク>0, 甘味>0)とした。また、測定誤差の平均(以下, g), 各試料の平均値(以下, s1)および標準偏差(以下, s2)を算出した。次に、測定の精度(以下, m1)を, $g/s1 \times 100(\%)$ で求め, $m1 < 10$ を基準とした。また, $g/s2 \times 100(\%)$ で求めた測定値の有意差(以下, m2)が $m2 < 50$ である場合、試料間に有意差を認めると判定した。(全体としての有意差判定であるため、どの試料間に有意差があるかという具体的な判定は不可能であるため、標準偏差のエラーバーの重複具合より試料間の

表2 試験食品の100gあたりの食材料栄養価

試料名(使用材料)	重量 (g)	エネルギー (kcal)	たんぱく質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	食塩相当量 (g)
機能性食品スープ (機能性食品, 豆乳, 粉末コンソメ)	100.0	45	1.8	1.4	6.3	0.6
コントロールA (豆乳, スープベース, にんじん, 砂糖, 食塩, 重曹, パプリカ色素)	100.0	42	2.1	1.0	6.2	0.6

コントロールA: にんじんスープ(マルサンアイ株式会社)

表3 味認識装置に用いる試料の100gあたりの栄養価

食品名	エネルギー (kcal)	たんぱく質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	食塩相当量 (g)
機能性食品スープ (機能性食品, 豆乳, 粉末コンソメ)	45	1.8	1.4	6.3	0.6
コントロールA	42	2.1	1.0	6.2	0.6
コントロールB	91	1.8	6.8	6.3	0.8
コントロールC	32	1.0	0.0	6.6	0.2
コントロールD	30	0.7	0.0	6.5	0.2
コントロールE	32	0.7	0.0	7.0	0.3

コントロールA: にんじんスープ(マルサンアイ株式会社),
コントロールB: 人参と玉葱のポタージュ(JAふらの),
コントロールC: やさしいしほりおいしさの黄金比(カゴメ),
コントロールD: やさしいしほり贅沢キャロット(カゴメ),
コントロールE: 充実野菜キャロット100%(伊藤園)

差を判定した¹⁸⁾。

4.2.2 コントロール A を基準とした試料の味評価

コントロール A を基準（ゼロとして処理）として、機能性食品スープとコントロール B, C, D, E を比較し、試料間の味の差を評価した。また、 $m_2 < 50$ で全試料間に有意差を認めると判定した（全体としての有意差判定であるため、どの試料間に有意差があるかという具体的な判定は不可能であるため、標準偏差のエラーバーの重複具合より試料間の差を判定した¹⁸⁾。

結 果

1. 官能評価による評価結果

機能性食品スープとコントロール A の栄養価は表 2 のとおりほぼ同等であった。コントロール A を基準「ゼロ：0 点」とした機能性食品スープの官能評価結果を表 4 に示す。機能性食品スープの特徴は、風味 0.62 ± 1.40 、

匂い 0.57 ± 1.37 、野菜の甘味 0.72 ± 1.19 が有意に高値であり、舌触り -0.90 ± 1.37 が有意に低値であった。また、色とおいしさには有意差を認めなかった（表 4）。

2. 嗜好調査

アンケートによる、機能性食品スープの色は、良い 180 名（88.9%）、どちらかといえばよい 10 名（11.1%）であった。味は、良い 169 名（76.7%）、どちらかといえばよい 17 名（18.9%）、どちらかといえば悪い 3 名（3.3%）、無回答 1 名（1.1%）であった。

3. 味認識装置による評価結果

基準液（無味、ゼロとして処理）をコントロールとした、機能性食品スープとコントロール 5 種類の統計解析結果は表 5 のとおりである。各試料の m_1 （ $g/s \times 100$ （%））は、全ての味項目で 10 未満であり、測定精度に問題を認めなかった。酸味は、味覚項目の強度・判定基準（酸味 > -13 ）を全試料が下回っており、ヒトが検知

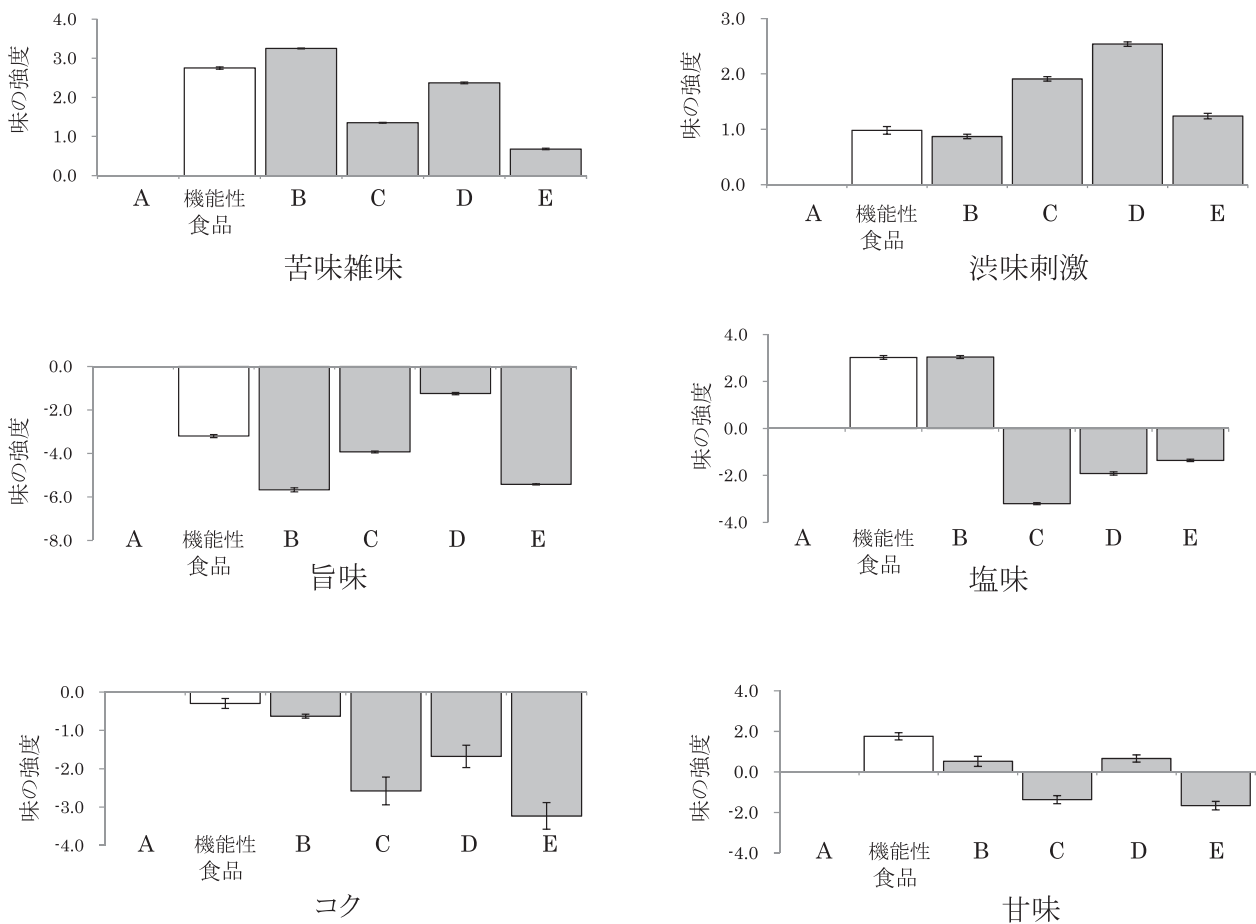


図 2：コントロール A を基準とした機能性食品の味評価結果

機能性食品スープは、コントロール A と比較して、苦味雑味、渋味刺激、塩味および甘味が有意に高値であり、旨味、コクは有意に低値。機能性食品スープをコントロール B, C, D, E と比較すると、苦味雑味はコントロール B, D と有意差を認めない。渋味刺激は、コントロール B, E と有意差を認めない。旨味はコントロール B, E と比較して有意に高値。塩味はコントロール B と有意差を認めない。コクは C, D, E に比較して有意に高値であり、コントロール B と有意差を認めない。甘味はコントロール B, C, D, E に比較して有意に高値。

できないレベルの味であるため評価対象から除外した。また、苦味は、3種類の試料(コントロールA, D, E)で判定基準を下回ったため評価対象から除外した。渋味は、全試料が判定基準内であったが、判定基準+1以下と人間にとっては無味の領域にあるため、評価対象から除外した¹⁸⁾。機能性食品スープの苦味・雑味、渋味刺激、旨味、塩味、コクおよび甘味は、全体的に高値であった。

次に、コントロールAを基準(ゼロとして処理)とした味評価を図2に示す。機能性食品スープは、コントロールAと比較して、苦味・雑味、渋味刺激、塩味および甘味が有意に高値であり、旨味、コクは有意に低値であった。しかし、機能性食品スープをコントロールB, C, D, Eと比較すると、苦味・雑味はコントロールC, Eと比較して有意に高値であるものの、コントロールB, Dとは有意差を認めなかった。機能性食品スープの渋味刺激はコントロールAと比較して有意に高値であったが、コントロールC, Dと比較して有意に低値であり、コントロールB, Eと有意差を認めなかった。機能性食品スープの旨味はコントロールB, Eと比較して有意に高値、コントロールA, Dと比較して有意に低値であり、コントロールCと有意差を認めなかった。塩味はコントロールA, C, D, Eと比較して有意に高値であったが、Bとは有意差を認めなかった。コクはコントロールC, D, Eと比較して有意に高値であり、コントロールA, Bと有意差を認めなかった。甘味はコントロールA, B, C, D, Eと比較して有意に高値であり、最も値が高かった(図2)。

考 察

本研究では、我々が開発した新しい機能性食品が、日常の食生活において一般的に受け入れられる味であるかを検証した。様々な食品について、官能評価による味評価は行われているが、本研究では味認識装置による客観的評価を併用して詳細に味評価を行った点に新規性と価値を認める。

官能評価において、機能性食品の風味、匂い、野菜の甘味はコントロールAと比較して有意に高値であった(表4)。これは、機能性食品が野菜そのものの特徴を生かした製品であることを示唆する結果であると思われる。一方、舌触りの点数は有意に低値であり、これは、機能性食品の食物残渣が影響していると思われる。しかし、両者のおいしさの点数には有意差を認めなかったことから、舌触りの悪さは許容範囲であると考えられた。ただし、官能評価は、パネリストの感覚により評価を行うことから、その判定結果に様々な要因が関与し誤差を生じるとされている¹⁶⁾¹⁷⁾。さらに、本研究のパネリストは、事前に味覚識別テストなどを課していないため、そ

表4 機能性食品スープの嗜好検査結果

項目	機能性食品スープ ^a	p value
色	-0.31 ± 1.11	ns
風味	0.62 ± 1.40	p < 0.05
匂い	0.57 ± 1.37	p < 0.05
野菜の甘味	0.72 ± 1.19	p < 0.01
舌触り	-0.90 ± 1.37	p < 0.01
おいしさ	0.41 ± 1.66	ns

統計解析 paired-t 検定

ns: not significant

a: コントロールAを基準としたときの機能性食品スープの評価
コントロールA: にんじんスープ(マルサンアイ株式会社)

れぞれの味覚検知能力は担保されていないことが研究限界である。しかし、結果的には、官能評価項目の標準偏差は既報¹⁹⁾と比較して小さく一定の信頼性を有するデータになっていると思われる。いずれにしても、パネリストの技量に影響しない「おいしさ」の評価項目で、両者に差を認めなかったことは、機能性食品の味が市販スープと遜色ないことを示唆するものと考えられた。これは、90名の嗜好調査アンケート結果において、機能性食品スープの「色」、「おいしさ」の評価が高かったことによっても支持された。

味認識装置は、生体を模倣した脂質膜を人工的に合成し、性質の異なる複数の脂質膜からの信号をパターン認識することで味を識別する装置である²⁰⁾。この機器は、主観的感覚である味覚を数値化して客観的に判断することができる装置である。本研究では、官能評価で用いた試料と同様のものを味認識装置の試料として使用し、機能性食品スープの味を客観的に評価するとともに、味覚検知能力が担保されていないパネリストでは捉えることの難しいと考えられる味覚項目の特徴を検証した。その結果、機能性食品スープの各味項目は、他のコントロールと比較して、全体的に高値傾向であった(表5)。この数値は、各味項目の強さを表しており、機能性食品スープの各味項目の強度が高値であることが、「はっきり」とした味であることを示している。

機能性食品スープの各味項目をコントロールAと比較すると、苦味・雑味、渋味刺激、塩味など負のイメージをもつ味項目の数値が高く、旨味など正のイメージをもつ味項目の点数が低いことから、一見好ましくない印象であり、官能検査の結果と矛盾する。一方、機能性食品の甘味はコントロールAを含むすべてのコントロールと比較して有意に高値であり、この結果は官能検査結果と合致する。これらは、官能検査におけるパネリストの味覚検知能力の影響もあるかもしれないが、機能性食品の強い甘味が、他の負の味項目をマスクした可能性もあると考えられる。また、苦味・雑味、渋味刺激、塩味など負のイメージをもつ味項目は、コントロールAと比較すると有意に高値であるが、コントロールB, C, D, E

表5 基準液をコントロールとした味覚認識装置による味評価

CH	酸味	苦味雑味	渋味刺激	旨味	塩味	苦味	渋味	旨味コク	甘味
コントロール A	- 24.42	3.19	1.11	10.00	5.65	- 0.36	0.20	4.73	8.36
機能性食品スープ	- 18.39	5.94	2.08	6.80	9.71	0.24	0.38	4.43	10.12
コントロール B	- 13.90	6.44	1.98	4.33	8.69	0.87	0.64	4.10	8.88
コントロール C	- 15.74	4.54	3.01	6.08	2.45	0.20	0.67	2.16	6.99
コントロール D	- 20.83	5.56	3.64	8.75	3.73	- 0.27	0.33	3.05	9.02
コントロール E	- 13.87	3.87	2.34	4.58	4.29	- 0.12	0.48	1.50	6.70
...味覚項目の強度 (判定基準)	> - 13	> 0	> 0	> 0	> - 6	> 0	> 0	> 0	> 0
g : 測定誤差の平均*	1.14	0.02	0.06	0.06	0.06	0.02	0.02	0.24	0.20
...味覚項目の強度 (判定基準)									
評価対象判定	否	合	合	合	合	否	否	合	合
m 1 : g/s 1 × 100 (%)	6.23	0.32	2.29	0.79	0.90	5.26	4.59	6.77	2.21
...測定の精度 (基準 : < 10)	< 10								
m 2 : g/s 2 × 100 (%)	32.01	1.35	7.69	2.91	2.17	5.58	14.08	21.61	12.89
...測定の有意差 (基準 : < 50)	< 50								

味覚項目の強度の確認をし、判定基準 + 1 以上であり評価対象とする。(判定基準 + 1 が人間にとって味を感じる領域とされる。)

コントロール A : にんじんスープ (マルサンアイ株式会社), コントロール B : 人参と玉葱のポタージュ (JA ふらの)

コントロール C : やさいしぼりおいしさの黄金比 (カゴメ), コントロール D : やさいしぼり贅沢キャロット (カゴメ)

コントロール E : 充実野菜キャロット100% (伊藤園)

と比較すると、決して負のイメージが強いということも正のイメージが弱いということもなく、他の市販食品と遜色なく、同等のレベルの味であることが示されている (図2)。ただし、塩味については機能性食品とコントロール A の食塩含有量が、いずれも100g あたり0.6g (表2) であるにも関わらず、味覚認識装置の結果に有意差を認めるという矛盾する結果となった。この原因として、双方の試料の栄養価は食品成分表による計算値であったことが考えられる。

本研究の結論として、我々が開発した機能性食品を材料として調整したスープの味は、官能評価・嗜好調査および味認識装置により、甘味に特徴があるはっきりとした味であり、市販食品と比較して遜色ない味を有していることが客観的データとして示され、日常の食生活に応用可能であることが示された。近い将来、本機能性食品が安価に販売されることによって、国民の野菜摂取量改善および規格外野菜の廃棄量減少の一助になることを期待する。

【謝 辞】

機能性食品開発検討会メンバーの小野義隆氏 (道の駅大和「そよかぜ館」代表理事), 江口陽子氏 (佐賀県体育保健課指導主事, 現文部科学省スポーツ青少年局学校健康教育課学校給食調査官), 岩石優貴子氏 (県生産者支援課副主査), 福山隆志氏 (御船が丘小学校栄養教諭, 現若木小学校栄養教諭), 竹下純子氏 (西九州大学同窓会会長) および石田蘭子氏 (NPO 法人総合食品研究所理事) に感謝いたします。

味認識装置の利用提供をしていただいた, さが機能

性・機能性開発拠点徐福フロンティアラボスタッフ (運営委員長: 柳田晃良 西九州大学教授) の皆様に感謝いたします。

本研究は西九州大学健康福祉教育研究の助成を受け行われた。

文 献

- 1) Gundgaard, J., Nielsen, J. N., Olsen, J. & Sorensen, J. Increased intake of fruit and vegetables: estimation of impact in terms of life expectancy and healthcare costs. *Public health nutrition* 6, 25-30, doi:10.1079/PHN 2002355 (2003).
- 2) Hung HC, Joshupura KJ, Jiang R, Hu FB, Hunter D, Smith-Warner SA, Colditz, GA, Rosner B, Spiegelman D & Willett WC. Fruit and vegetable intake and risk of major chronic disease. *J Natl Cancer Inst* 96, 1577-1584, 2004
- 3) Stefanogiannis, N., Lawes, C. M., Turley, M., Tobias, M., Hoorn, S. V., Mhurchu, C. N. & Rodgers, A. Nutrition and the burden of disease in New Zealand: 1997-2011. *Public health nutrition* 8, 395-401 (2005).
- 4) Riboli, E. & Norat, T. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *The American journal of clinical nutrition* 78, 559S-569S (2003).
- 5) Gonzalez, C. A., Navarro, C., Martinez, C., Quiros, J. R., Dorronsoro, M., Barricarte, A., Tormo, M. J., Agudo, A., Chirlaque, M. D., Amiano, P., Ardanaz, E., Pera, G.,

- Sanchez, M. J. & Berenguer, A. [The European prospective investigation about cancer and nutrition (EPIC)]. *Revista espanola de salud publica* 78, 167-176 (2004).
- 6) Gillman, M. W., Cupples, L. A., Gagnon, D., Posner, B. M., Ellison, R. C., Castelli, W. P. & Wolf, P. A. Protective effect of fruits and vegetables on development of stroke in men. *JAMA : the journal of the American Medical Association* 273, 1113-1117 (1995).
 - 7) Miura, K., Greenland, P., Stamler, J., Liu, K., Daviglus, M. L. & Nakagawa, H. Relation of vegetable, fruit, and meat intake to 7-year blood pressure change in middle-aged men: the Chicago Western Electric Study. *American journal of epidemiology* 159, 572-580 (2004).
 - 8) 厚生労働省 . 「健康日本21」最終評価 . (2011) .
 - 9) 農林水産省 . 平成23年度食料需給表 . (2011) .
 - 10) 佐賀県健康福祉本部 . 平成23年度県民健康・栄養調査報告 . 58 (2011) .
 - 11) Kamphuis, C. B., Giskes, K., de Bruijn, G. J., Wendel-Vos, W., Brug, J. & van Lenthe, F. J. Environmental determinants of fruit and vegetable consumption among adults: a systematic review. *The British journal of nutrition* 96, 620-635 (2006).
 - 12) 厚生労働省 . 平成23年国民健康・栄養調査 . (2013) .
 - 13) 農林水産省 . 平成23年度食品廃棄物等の年間総発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率について . (2011) .
 - 14) タダヤサイドットコム . < <http://www.tadayasai.com/page/53/#116> >
 - 15) 安武健一郎, 澤野香代子, 堀田徳子, 安田みどり & 遠城寺宗近 . 規格外野菜等の有効利用による新規機能性食品の開発と有用性の検討 . 平成23年度西九州大学健康福祉教育研究報告書 (2012) .
 - 16) 松本伸子 . 食品の官能評価・鑑別演習 . 15-23 (建帛社, 1999) .
 - 17) 古川秀子 . おいしさを測る - 食品官能検査の実態 - . 1 -11, 111 (幸書房, 1994) .
 - 18) 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー . 味覚認識装置活用ユーザーズガイド第1版 . 28 (2009) .
 - 19) 中川力夫 . 大豆品種タチナガハとサチユタカの豆腐加工適正比較 . 茨城県工業技術センター研究報告書 34 (2005) .
 - 20) Kobayashi Y, Habara M, Ikezaki H, Chen R, Naito Y & Toko K. Advanced taste sensors based on artificial lipids with global selectivity to basic taste qualities and high correlation to sensory scores. *Sensors (Basel)* 10, 3411-3443 (2010).