

‘難波’ネギの呈味特性および抗酸化性

中村 絵美^{1)†}, 湯浅 正洋²⁾

(¹⁾羽衣国際大学人間生活学部食物栄養学科*, (²⁾神戸大学大学院人間発達環境学研究科**)

(受付 2024年8月31日, 受理 2024年10月1日)

Taste characteristics and antioxidant activity of Namba green onions (*Allium fistulosum* L.), a traditional vegetable from Osaka

Emi NAKAMURA^{1)†}, Masahiro YUASA²⁾

¹⁾Department of Human Life Science, Haboromo University of International Studies

²⁾Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

Summary

In this study, we investigated the taste characteristics and antioxidant activity of Namba green onions (*Allium fistulosum* L.), a traditional variety in Osaka prefecture, and green onions. The taste characteristics were evaluated by measuring taste responses using the taste sensing systems (electronic tongues), total soluble solids (TSS, Brix), and sugar content. Antioxidant activity was evaluated by determination of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) value, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, and contents of total polyphenol total vitamin C, and carotenoids. Compared with green onions, Namba green onions had significantly higher initial tastes (acidic bitterness, umami, saltiness) and aftertastes (bitterness, astringency) ($p < 0.05$). In Namba green onions, TSS (Brix), sucrose content, total sugar content, and degree of sweetness were significantly higher ($p < 0.05$), while D-fructose content was significantly lower ($p < 0.05$) comparing green onions. Namba green onions had significantly higher lipophilic and total-ORAC values and DPPH radical scavenging activity ($p < 0.05$). The total polyphenol, total vitamin C, β -carotene, and β -cryptoxanthin content of Namba green onions were significantly higher ($p < 0.05$) than that of green onions. This is the first study to report the taste characteristics and antioxidant activity of Namba green onions. In addition, Namba green onions have stronger umami, saltiness, and sweetness than green onions, and exhibit higher antioxidant activity.

‘難波’ネギ (*Allium fistulosum* L.) (Fig.1) は株立 (分げつ) が多い葉ネギであり, 葉の繊維がやわらかく, 強いぬめりと濃厚な甘みが特徴とされる¹⁾. 大阪市難波周辺で江戸時代からさかんに栽培されていたことから‘難波’の名がつき, 京都の‘九条’ネギ, 東京の‘千住’ネギのルーツである可能性が高いといわれている^{2,3)}. 似た品種の‘九条’ネギとの違いは, 葉鞘部の一部が赤色を呈する個体の発生割合にあり, ‘九条’ネギが1%前後に対して‘難波’ネギでは25%前後であることが報告されている²⁾. 大阪府の特産野菜であった‘難波’ネギだが, 収穫や流通の時間に加え³⁾, ぬめりのために切断時に困難を伴うことから生産農家は減少して一時市場から姿を消したが, 2017年4月に「なにわの伝統野菜」の18番目の品目に認証されたことから,

普及に向けた機運が高まった⁴⁾. 「なにわの伝統野菜」と



Fig. 1 The visual appearance of Namba green onion. The Namba green onion on the right has a red base. As shown in the image, red individuals appear at a certain rate²⁾. In this study, only white individuals were used for the experiment.

*所在地: 大阪府堺市西区浜寺南町1-89-1 (〒592-8344)

**所在地: 神戸市灘区鶴甲3-11 (〒657-8501)

†連絡先: E-mail: enakamura@haboromo.ac.jp

は、2005年に大阪府が定めた認証制度である。おおむね100年以上前から府内で栽培されていることや、品種の来歴が明らかでありそれが府内に由来することなどを基準として、田辺大根や天王寺蕪など現在22品目を認証している(2024年8月現在)¹⁾。大阪府立環境農林水産総合研究所では大阪特有の農産物としてブランド化することを意識し、「難波葱栽培マニュアル」を2022年3月に公表した⁵⁾。

近年、「なにわの伝統野菜」で最も栽培面積の大きい²⁾‘難波’ネギのエタノール抽出物が、その関与成分についてはまだ明らかではないものの、マスト細胞の脱顆粒反応を抑制することによって抗アレルギー効果を示す可能性があるという報告はあるが⁶⁾、呈味特性の客観的評価や抗酸化性については報告がみられない。‘難波’ネギの普及を目指すにあたり、呈味特性の情報は消費者にとって重要であると考えられる。また、食品の抗酸化性は重要な食品機能のひとつであり、体内の活性酸素を除去して過酸化脂質の生成を抑制することは各種疾患の予防や免疫機能の低下を防ぐことにつながる。総ポリフェノール、ビタミンCなどを含むネギ類植物には高い抗酸化性が認められており^{7,8)}、各地域の特産野菜となっているネギの抗酸化性を調べた報告が数多くある⁹⁻¹³⁾。

そこで本研究は、‘難波’ネギの呈味特性と抗酸化性を評価し^{14,15)}、類似食品である葉ネギと比較してその特徴を見出すことで、‘難波’ネギを大阪府のブランド野菜として普及していくための基礎資料を得ることとした。

実験方法

1. 試料

‘難波’ネギ(学名, *Allium fistulosum* L.; n=5) および葉ネギ(学名, *Allium fistulosum* L.; n=5) は、2019年1月29日に南河内地域にあるJA大阪南の直売所から朝採り品を入手した。今回入手した‘難波’ネギはすべて白色個体であった。各ネギは根を切り落としてフリーザーで予備凍結後、バイアル瓶に入れて凍結乾燥し、ミルサーで粉末化したものを実験試料とした。

2. 測定項目

(1) 味覚応答

乾燥試料0.45gに純水85mLを加えてホモジナイズ後、ろ紙JIS5種(アドバンテック東洋株式会社)で濾過した濾液を味覚応答測定用の試料とした。

味覚応答は味認識装置TS-5000Z(株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー)により測定した。味覚センサーは、酸味センサーCA0、苦味センサーC00、渋味センサーAE1、旨味センサーAAEおよび塩味センサーCT0の5種を用いた。

味覚応答の測定は、基準液(30mmol/L塩化カリウム、0.3mmol/L酒石酸:株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー)における各センサーの膜電位応答値を測定

後、試料溶液における膜電位応答値を測定して、基準液と試料溶液間の電位差を先味(酸味, sourness; 苦味雑味, acidic bitterness; 渋味刺激, astringency; 旨味, umami; 塩味, saltiness)とした。その後、センサーを基準液で洗浄し、基準液の膜電位応答値を再測定後、はじめの基準液の膜電位応答値との差を後味(苦味, bitterness; 渋味, astringency; 旨味コク, richness)とした。各味覚応答値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、葉ネギを基準(0)とした時の差分値で示した。味覚応答測定では、差分値に1以上の差がある場合、呈味の違いが識別できるとされる。なお、基準液の解析値(無味点)未満を示した酸味と渋味刺激については、味覚応答評価の対象外とした。

(2) 可溶性固形物含量(total soluble solids(TSS); Brix 値)

乾燥試料0.1gに5mLの超純水を加えてホモジナイズ後に、3,000rpmで10分間遠心分離後の上清を回収した。この上清を用い、ポケット糖度計APAL-1(アズワン株式会社)で測定し、新鮮重量あたりの%で示した。

(3) 糖含量測定

可溶性固形物含量測定時の上清を用いて、F-キット(株式会社J.K.インターナショナル、製品番号716260)によりD-グルコース、フルクトースおよびスクロースを定量した。糖含量は新鮮重量あたりのg/100gで示した。D-グルコースとフルクトースの甘味度は、それぞれスクロースの0.65倍および1.25倍である。これを加味して、今回測定した糖類全体に由来する甘味度を次式で算出した¹⁶⁾。

$$\text{甘味度} = (\text{D-グルコース濃度} \times 0.65) + (\text{フルクトース濃度} \times 1.25) + (\text{スクロース濃度} \times 1.00)$$

(4) Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) 値

ORAC値は既報¹⁶⁾を参考に、OxiSelect™ ORAC Activity Assay Kit(Cell Biolabs, Inc., 製品番号STA-345)を用いて測定した。

乾燥試料0.02gにPBS(-)(pH7.4:富士フィルム和光純薬株式会社)1mLを加えてホモジナイズ後に、15,000rpm, 4℃, 10分間遠心分離して上清を得た。残渣に再度PBS(-)(pH7.4)を1mL加えて懸濁後、15,000rpm, 4℃, 10分間遠心分離して上清を得た。これらの上清を合わせた水溶性画分を、親水性抗酸化能(hydrophilic(H)-ORAC値)の測定に用いた。次に、水溶性画分を取り除いた後の残渣にアセトン(富士フィルム和光純薬株式会社)1mLを加えて60分間攪拌後に、15,000rpm, 4℃, 10分間遠心分離して得た上清(アセトン抽出物)を親油性抗酸化能(lipophilic(L)-ORAC値)の測定に用いた。H-ORAC値とL-ORAC値の合計を、総(Total(T)-)ORAC値とした。ORAC値は新鮮重量あたりのμmol 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid

(Trolox) equivalents (eq) /100 g で示した。

(5) 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ラジカル消去活性

DPPH ラジカル消去活性は既報¹⁷⁾を参考に、Prominence Ultra-Fast Liquid Chromatography (UFLC) システム (株式会社島津製作所) を用いて測定した。乾燥試料 0.02 g に 10 mL の 100 mM トリス緩衝液 (pH 7.4: 富士フイルム和光純薬株式会社) を加えてホモジナイズし、3,000 rpm で 10 分間遠心分離後の上清を回収した。この上清 200 μ L に 500 μ mol/L DPPH (東京化成工業株式会社) を 200 μ L 加えて混和後、暗所・室温で 20 分間放置したものを 0.22 μ m フィルター (Hawach Scientific Co., Ltd) で濾過し、UFLC 用試料とした。分析カラムは TSKgel Octyl-80 Ts (5 μ m, 4.6 mm i.d. \times 150 mm) (東ソー株式会社) を用い、注入量 10 μ L, 移動相は 70% (v/v) メタノール (メルク株式会社), 流速 1 mL/min, カラムオープン温度 40 $^{\circ}$ C, 検出波長 517 nm (0.064 AUFS) の条件で DPPH を検出した。標準液には濃度の異なる Trolox (メルク株式会社) 溶液を用いて検量線を作成し、各試料中の DPPH ラジカル消去活性を新鮮重量あたりの Trolox 当量 (μ mol Trolox eq/100 g) で算出した。

(6) 総ポリフェノール

総ポリフェノールは既報¹⁶⁾に従い、Folin-Ciocalteu 法によって測定した。乾燥試料 0.02 g に 2 mL の 80% (v/v) メタノール (メルク株式会社) -0.5% (v/v) 塩酸 (富士フイルム和光純薬株式会社) を加えてホモジナイズ後、室温で 24 時間抽出し、15,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 10 分間遠心分離後に上清を回収した。この上清を 96 穴マイクロプレートに分注して Folin-Ciocalteu 試薬 (キシダ化学株式会社) を加えた後、2% (w/v) 炭酸ナトリウム (富士フイルム和光純薬株式会社) 水溶液を加えて反応後、マイクロプレート分光光度計 Viento XS (DS ファーマバイオメディカル株式会社) を用いて検出波長 765 nm で吸光度を測定した。標準液には濃度の異なる没食子酸 (東京化成工業株式会社) を用いて検量線を作成し、各試料中の総ポリフェノール濃度を新鮮重量あたりの没食子酸当量 (mg gallic acid eq/100 g) で算出した。

(7) 総ビタミン C

総ビタミン C は既報¹⁶⁾を参考に、UFLC システム (株式会社島津製作所) を用いて測定した。乾燥試料 0.05 g に 5% (w/v) メタリン酸 (富士フイルム和光純薬株式会社) を加えてホモジナイズして 15 mL にメスアップ後、3,000 rpm で 10 分間遠心分離後の上清を回収した。この上清中のビタミン C を 2,4-ジニトロフェニルヒドラジン (富士フイルム和光純薬株式会社) を用いて誘導体ビス-2,4-ジニトロフェニルヒドラジンを形成し、酢酸エチル

(メルク株式会社) に転溶した。転溶後の酢酸エチル層を 0.22 μ m フィルター (Hawach Scientific Co., Ltd) で濾過し、UFLC 用試料とした。分析カラムは Inertsil SIL-100 A (5 μ m, 4.6 mm i.d. \times 250 mm: ジーエルサイエンス株式会社) を用い、注入量 10 μ L, 移動相は酢酸エチル: *n*-ヘキサン (メルク株式会社): 酢酸 (富士フイルム和光純薬株式会社) (50:40:10 (v/v/v)), 流速 1.5 mL/min, カラムオープン温度 40 $^{\circ}$ C, 検出波長 495 nm の条件でビタミン C を検出した。標準液には濃度の異なる L-アスコルビン酸 (富士フイルム和光純薬株式会社) 溶液を用いて検量線を作成し、各試料中の総ビタミン C 濃度を新鮮重量あたりの mg/100 g で算出した。なお、本法は食品中の還元型ビタミン C と酸化型ビタミン C の両者総量を定量する方法である。

(8) カロテノイド

カロテノイドは、既報¹⁶⁾を参考に、UFLC システム (株式会社島津製作所) を用いて測定した。乾燥試料 0.03 g に 10 倍量の超純水を加えて膨潤後、0.8 mL のアセトン (富士フイルム和光純薬株式会社) を加えてホモジナイズし、室温で 15 分間振とう抽出した。その後、15,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 10 分間遠心分離後に上清を回収し、残渣に対して 0.5 mL のアセトンを加えてさらに室温で 15 分間振とう抽出し、15,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 10 分間遠心分離後に上清を回収した。この操作をもう 1 度繰り返して得られたこれら上清を合わせた後、アセトンで 3 mL にメスアップし、0.22 μ m フィルター (Hawach Scientific Co., Ltd) で濾過したものを UFLC 用試料とした。分析カラムは Inertsil ODS-3 (5 μ m, 4.6 mm i.d. \times 150 mm: ジーエルサイエンス株式会社) を用い、注入量 10 μ L, 移動相 A は 90% (v/v) アセトニトリル (メルク株式会社), 移動相 B は酢酸エチル (メルク株式会社) とした。移動相はグラジエントシステムを用い、B の濃度が 0% \rightarrow 50% \rightarrow 50% \rightarrow 0% (0 分 \rightarrow 7.8 分 \rightarrow 13.8 分 \rightarrow 22.0 分) となるように変化させた。流速は 1.5 mL/min, カラムオープン温度は 40 $^{\circ}$ C, 検出波長 450 nm (0.064 AUFS) の条件でカロテノイドを検出した。標準液には濃度の異なる α -カロテン (富士フイルム和光純薬株式会社), β -カロテン (富士フイルム和光純薬株式会社), β -クリプトキサンチン (株式会社えひめ飲料) 溶液を用いて検量線を作成し、各試料中のカロテノイド濃度を新鮮重量あたりの μ g/100 g で算出した。

(9) 統計解析

結果は平均値, あるいは平均値 \pm 標準偏差 (SD) で示した。データの集計には Excel2019 (日本マイクロソフト株式会社) を用いた。'難波'ネギと葉ネギの比較検定は、Mann-Whitney の U 検定を用いた。統計ソフトは SPSS Statics Version29.0 (日本アイ・ビー・エム株式会社) を用い、有意水準は 5% とした。

結果および考察

(1) ‘難波’ネギの呈味特性

‘難波’ネギおよび葉ネギの味覚応答を Fig. 2 に示した。葉ネギと比較し、‘難波’ネギの先味（苦味雑味、旨味、塩味）および後味（渋味）が有意に高値を示し（ $p < 0.05$ ）、後味（苦味）が有意に低値を示した（ $p < 0.05$ ）。以上より‘難波’ネギは葉ネギに比べて口に入れたときにしっかりとした味わいであるネギであると考えられた。味認識装置の塩味センサーは親水性の塩味物質に応答するが¹⁸⁾、有機酸由来の陰イオンにも応答することから、タマネギ¹⁴⁾や清酒¹⁹⁾における塩味応答は、塩味そのものではなくその食品の味わいの深さを示す指標とされている。このため、‘難波’ネギは葉ネギよりもネギの味わいの深さを示す呈味であることが示唆された。また、野菜に含まれる硝酸イオンは味認識装置の塩味、苦味雑味および苦味と正の相関を示したことを野田ら（2015）はコマツナおよびホウレンソウにおいて報告している²⁰⁾。このことから、‘難波’ネギにおいて硝酸イオンが葉ネギよりも多く含まれている可能性が示唆された。一方、‘難波’ネギの苦味（後味）は、葉ネギと比べてわずかではあるが統計学的に有意に低値を示したが、味覚応答は通常、1 以上の差分がある場合にヒトでも味の強度に差を検出できると考えられていることから、両者の苦味（後味）には大きな差はないと考えられる。他の項目についても、両試料の味覚応答に差はあるものの苦味（後味）と同様に 1 未満の差であるため、今後はこれらの味の差分がヒトにおいて違いが分かるレベルか否かを、官能評価にて検証する必要があると考えている。

‘難波’ネギおよび葉ネギの Brix 値、糖含量および甘味度を Fig. 3 に示した。‘難波’ネギの Brix 値、スクロース含量、総糖含量および甘味度は葉ネギに対して有意に高値（ $p < 0.05$ ）を示し（Fig. 3 A, D, E, F）、D-フルクトース含量は有意に低値（ $p < 0.05$ ）を示した（Fig. 3 C）。とりわけ、‘難波’ネギのスクロース含量は 0.93 ± 0.13 g/100 g であり、葉ネギの 0.19 ± 0.07 g/100 g と比べ約 4.9 倍高値（ $p < 0.05$ ）を示した（Fig. 3 D）。このため、‘難波’ネギの強い甘味はスクロース由来であり、葉ネギよりも強い甘味を持つ可能性が明らかとなった。

以上の結果より、‘難波’ネギの苦味雑味や渋味刺激は葉ネギよりも高いなどの、一般に野菜においては不味と予想される特性も見られるものの、旨味や塩味が高値であることから葉ネギよりも濃厚な呈味性を示すことが示唆された。また、Brix 値、糖含量および甘味度が高いことから、濃厚な甘味を持つ¹⁾という特徴を支持する結果であるといえよう。

(2) ‘難波’ネギの抗酸化性

‘難波’ネギおよび葉ネギの ORAC 値、DPPH ラジカル消去活性を Fig. 4 に示した。葉ネギと比べ、‘難波’ネギの L-ORAC 値、T-ORAC 値および DPPH ラジカル消去活性

は有意に高値を示した（ $p < 0.05$ ）。H-ORAC 値では有意差は認められなかったものの、‘難波’ネギが $1,158 \mu\text{mol Trolox eq}/100 \text{ g}$ に対して、葉ネギは $882 \mu\text{mol Trolox eq}/100 \text{ g}$ と、前者で高い傾向にあった（ $p = 0.076$ ）。T-ORAC 値に対する H-ORAC 値の割合は、‘難波’ネギおよび葉ネギいずれも 85% 以上であったことから、ネギ類の抗酸化性はポリフェノール類やビタミン C などの親水性抗酸化物質に起因することが示唆された。この結果は、葉ネギ¹⁶⁾や新タマネギ²¹⁾などの先行研究と一致している。

‘難波’ネギおよび葉ネギの総ポリフェノール含量、総ビタミン C 含量、 β -カロテン含量および β -クリプトキサンチン含量を Fig. 5 に示した。葉ネギと比べ、‘難波’ネギの総ポリフェノール含量、総ビタミン C 含量、 β -カロテン含量および β -クリプトキサンチン含量は有意に高値を示した（ $p < 0.05$ ）。‘難波’ネギの総ポリフェノール含量は $42.5 \text{ mg gallic acid eq}/100 \text{ g}$ であったが、これはカボチャ、タマネギ、ホウレンソウ、ピーマン（ $30 \sim 50 \text{ mg gallic acid eq}/100 \text{ g}$ ）²²⁾などに匹敵する。‘難波’ネギの総ビタミン C 含量は $54.5 \text{ mg}/100 \text{ g}$ であったが、日本食品標準成分表（八訂）増補 2023 年に掲載されている‘九条’ネギの総ビタミン C 量 $27 \text{ mg}/100 \text{ g}$ よりも高い²³⁾。一方で、‘難波’ネギの β -カロテン濃度は $2,254 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ で緑黄色野菜（ $600 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 以上）に相当する。

以上の結果より、‘難波’ネギは類似食品である葉ネギより高い抗酸化性を有することが期待されるとともに、種々の抗酸化物質の供給源として有用であることが示唆された。

(3) 本研究の限界

本研究では、2019 年にのみ収集した‘難波’ネギサンプルによる評価であった。作物は土壌や肥料などの栄養要因、

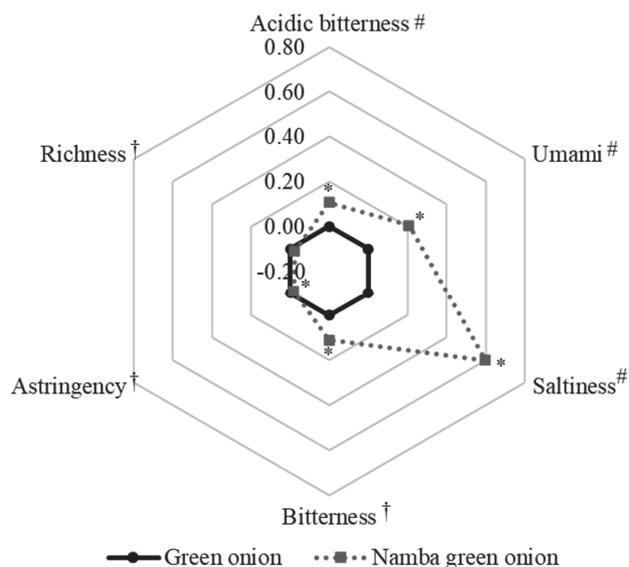


Fig. 2 Taste response of green onion and Namba green onion. #Initial taste, †Aftertaste. Values are the mean (n=5). Values are expressed the difference values by subtracting the values of taste responses of the green onion from those of Namba green onion in each taste. * $p < 0.05$ (Mann-whitney U-test).

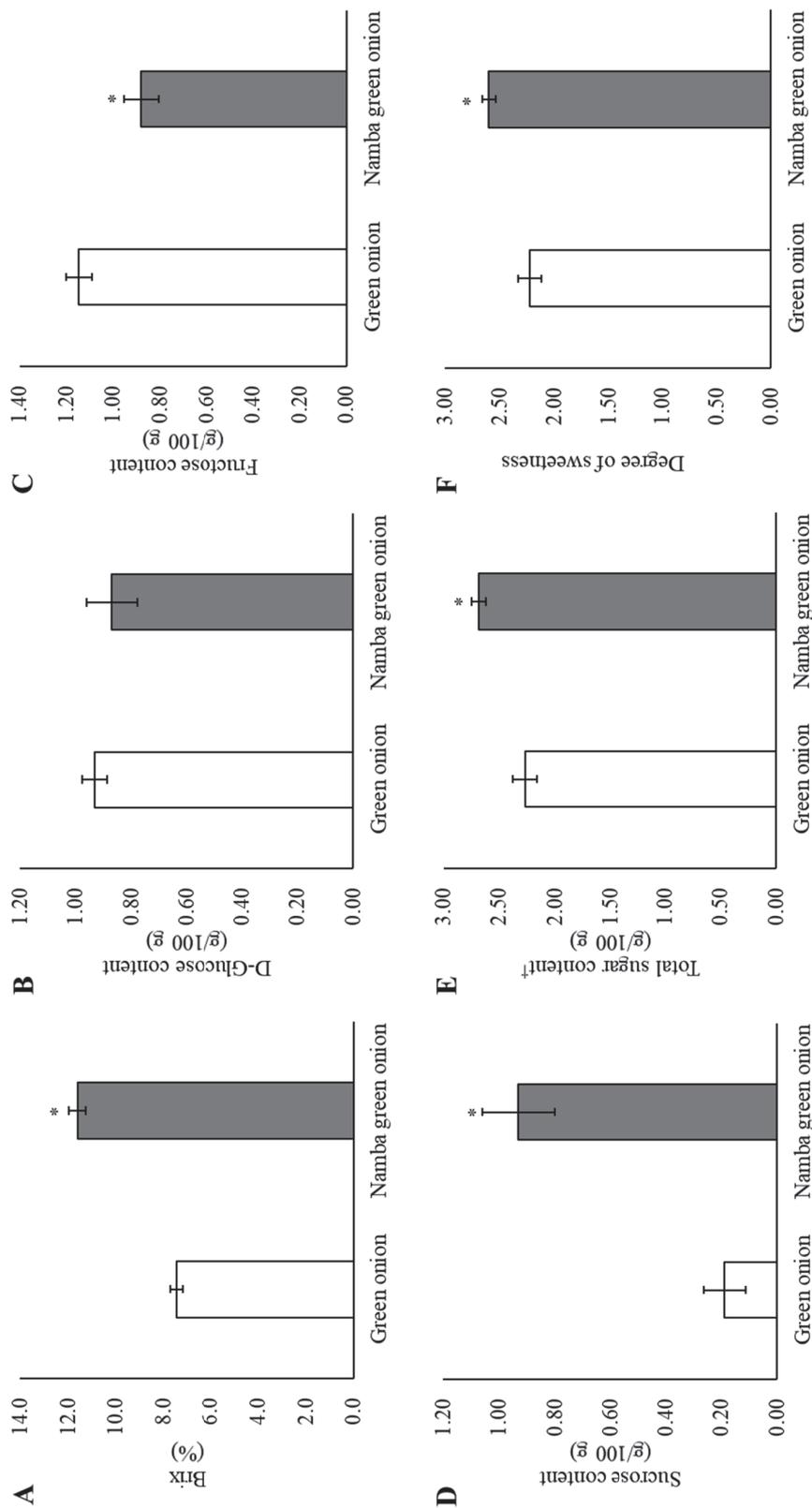


Fig. 3 Brix, sugar content, and degree of sweetness of green onion and Namba green onion. A, Brix; B, D-Glucose content; C, fructose content; D, sucrose content; E, total sugar content; F, degree of sweetness. †Sum of D-Glucose, fructose, and sucrose. Values are the mean \pm SD (n=5). * $p < 0.05$ (Mann-whitney U-test).

天候、日照時間や気温などの環境要因をはじめとする栽培条件が変化することで、その味や栄養成分が異なってくるため、今後は数年にわたりサンプリングを行い、より平均的な‘難波’ネギの特性を調べる必要がある。また、今回利用した‘難波’ネギサンプルは白色固体のみであるが、‘難波’ネギは赤色個体の発生割合が高いネギでもあるので²⁾、

今後はこの赤色個体における呈味特性と抗酸化性を調査したいと考えている。一方、今回は *in vitro* 試験のみの結果であることから、今後は官能評価などによって‘難波’ネギが持つこれら呈味特性がおいしさとのように関連しているか、*in vivo* 試験によって生体においても *in vitro* の場合と同様に抗酸化性を示すか否かを評価する必要がある

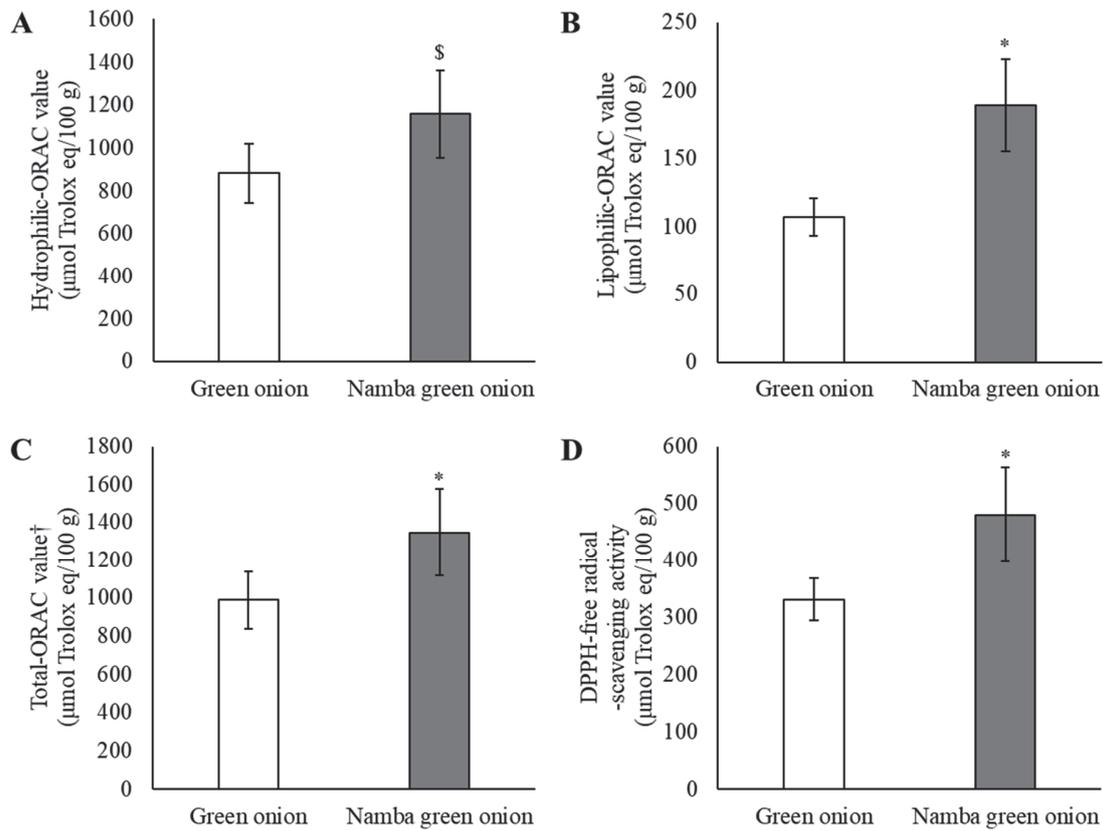


Fig. 4 Antioxidant activity of green onion and Namba green onion. ORAC, oxygen radical absorbance capacity; DPPH, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl; Trolox, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid. A, hydrophilic-ORAC value; B, lipophilic-ORAC value; C, total-ORAC value†; D, DPPH-free radical-scavenging activity. †Sum of hydrophilic and lipophilic ORAC values. Values are the mean \pm SD (n=5). [§] $p < 0.10$, ^{*} $p < 0.05$ (Mann-whitney U-test).

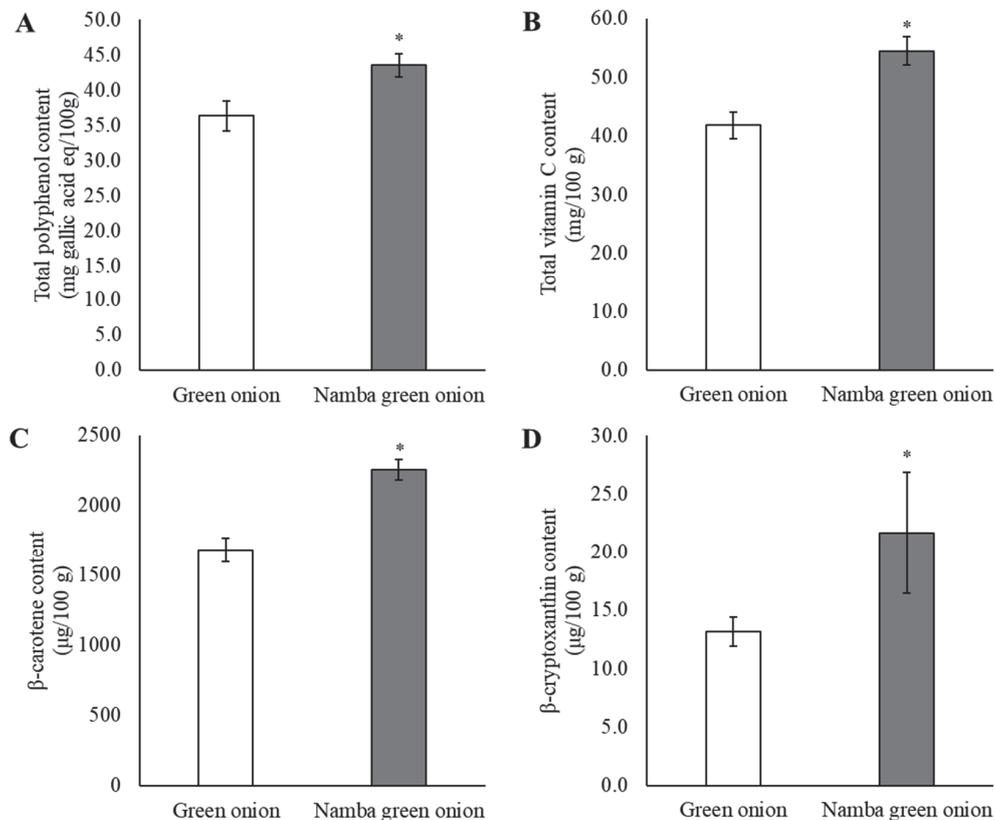


Fig. 5 Antioxidant content of green onion and Namba green onion. A, total polyphenol content; B, total vitamin C content; C, β -carotene content; D, β -cryptoxanthin content. α -carotene was not detected in each sample. Values are the mean \pm SD (n=5). ^{*} $p < 0.05$ (Mann-whitney U-test).

と考えている。

まとめ

本研究では、‘難波’ネギおよび葉ネギの呈味特性および抗酸化性について調査し、‘難波’ネギは葉ネギに比べて強いま味、塩味、甘味を持つことや、高い抗酸化性を示すことを明らかにした。以上の結果から、主観的な評価にとどまっていた‘難波’ネギの特徴を初めて客観化できたと考える。また、本研究結果は‘難波’ネギを大阪府のブランド野菜として普及させるうえでの基礎資料として利用できることが示唆された。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、試料調製に協力いただいた東大阪大学短期大学部教授の源伸介氏に心より御礼申し上げます。

文献

- 1) 大阪府環境農林水産部農政室推進課地産地消推進グループ「なにわの伝統野菜」<https://www.pref.osaka.lg.jp/o120090/nosei/naniwanonousanbutu/dentou.html> (2024年8月25日閲覧)
- 2) 山崎基嘉 (2022) 「なにわの伝統野菜」のブランド化を支える認証制度－大阪府立環境農林水産総合研究所のかかわり－. 美味技術学会誌 21: 121-124.
- 3) なにわ特産物食文化研究会 (2002) なにわ大阪の伝統野菜. 農文協, 東京: pp.135-136.
- 4) 平山弘, 山口晴子 (2020) 大阪府松原市 まったら愛っ娘と難波ネギのブランド化に見る可能性. 阪南論集 55: 53-67.
- 5) 大阪府南河内農と緑の総合事務所農の普及課, 大阪環境農林水産研究所 (2022) 難波葱栽培マニュアル: https://www.knsk-osaka.jp/nourin/info/doc/2022021800023/file_contents/2022316.pdf (2024年8月28日閲覧)
- 6) Jippo T, Kobayashi Y, Kitada K, Kitsuda K (2022) Anti-allergic activity of an ethanol extract of bunching onion (*Allium fistulosum*), a traditional vegetable from Osaka. *Funct Foods Health D* 12: 128-133.
- 7) 内藤茂三, 山口直彦, 横尾良夫 (1981) ネギ類植物からの抗酸化物質の検索. 日本食品工業学会誌 28: 291-296.
- 8) 津志田藤二郎, 鈴木雅博, 黒木証吉 (1994) 各種野菜類の抗酸化性の評価および数種の抗酸化成分の同定. 日本食品工業学会誌 41: 611-618.
- 9) 青山佐喜子, 山本由喜子 (2006) 赤ネギの抗酸化活性と加熱調理による影響. 日本調理科学会誌 39, 283-288.
- 10) 池羽智子, 鹿島恭子 (2006) 県産野菜の抗酸化性の評価と加熱調理による変化. 茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告 14: 27-33.
- 11) 山口智子, 原初代, 西本登志, 的場輝佳, 高村仁知 (2012) 大和野菜の一般成分および抗酸化力の評価. 日本調理科学会誌 45: 197-203.
- 12) 新垣美香, 高橋誠, 城間清, 藤田修二, ホサイン Md. アムザド, 高良健作, 和田浩二 (2014) 沖縄県産ネギ類 (*Allium* spp.) の生育特性および香气成分による分類と機能性分析. 日本食品保蔵科学会誌 40: 109-117.
- 13) 水野貴行, 中根理沙, 貝塚隆史, 石川 (高野) 祐子, 立澤文見, 井上栄一, 岩科司 (2020) 茨城県特産赤ネギ品種‘ひたち紅っこ’に含まれるフラボノイド同定と抗酸化活性評価. 園芸学研究 19: 237-245.
- 14) 湯浅正洋, 赤尾好彦, 川邊田晃司, 富永美穂子 (2018) 長崎県 (南島原) 産超極早生タマネギと葉の抗酸化能および呈味特性. 日本家政学会誌 69: 676-681.
- 15) 宮城淳, 家壽多正樹, 日坂弘行, 本居聡子, 若生忠幸 (2011) ネギの官能評価と成分・物性測定値との関係. 園芸学研究 10: 101-107.
- 16) Yuasa M, Kawabeta K, Morikawa M, Iwami M, Tominaga M (2021) Antioxidant and taste properties of fresh onion (*Allium cepa* L.) leaves. *J Food Meas Charact* 15: 1083-1091.
- 17) Yamaguchi T, Takamura H, Matoba T, Terao J (1998). HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of foods by using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Biosci. Biotechnol. Biochem* 62, 1201-1204.
- 18) 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.
- 19) 豊田健太郎, 池崎秀和, 平林和之, 三村昭彦, 那須賢二, 戸塚昭 (2016) 味覚センサーを用いた清酒の後味評価. 日本醸造協会誌 111, 49-58.
- 20) 野田博行, 幕田武広 (2015) 味覚センサーで測定したコマツナおよびホウレンソウの味覚値に及ぼす硝酸イオン含量の影響. 科学・技術研究 4, 177-181.
- 21) Yuasa M, Akao Y, Kawabeta K, Morikawa M, Iwami M, Tominaga M (2020) Antioxidant activities and taste qualities of fresh onions produced in Minamishimabara city, Nagasaki, Japan. *Food Sci Technol Res* 26: 167-175.
- 22) Takahashi S, Tsutsumi A, Aizawa K, Suganuma H

(2018) Daily radical scavenging and singlet oxygen quenching capacity intake from fruits and vegetables in Japan, Food Sci. Technol. Res. 24 (2018) 921-933.

23) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会 (2023) 日本食品標準成分表 (八訂) 増補 2023 年. https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/mext_00001.html (2024 年 8 月 30 日閲覧)