奈良県在来のサトイモ，ナスおよびツケナの食味特性に関する研究

‘味間いも’，大和丸ナスおよび大和マナについて

誌名	奈良県農業研究開発センター研究報告
ISSN	21894515
著者名	西本,登志
発行元	奈良県農業研究開発センター
巻/号	49号
巻号補足	
掲載ページ	p. 41-87
発行年月	2018年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

AgriKnowledge

奈良農研セ研報（Bull. Nara. Agr. Res. Cen.） 49:41-87. 2018

特別報告

奈良県在来のサトイモ，ナスおよびツケナの食味特性に関する研究

－‘味間いも’，大和丸ナスおよび大和マナについて－

西本登志

Studies on the Characteristics of Local Strains of Taro, Eggplant, and Rape Native to Nara, with Special Reference to Cooking Properties of ‘Ajimaimo’, Yamato-Marunasu, and Yamato-Mana

Toshi NISHIMOTO

Summary

These studies were conducted to clarify the diversity of the taste quality and texture of taro corms and eggplant fruits, and to clarify the suitability for cooking of local strains of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), eggplant (*Solanum melongena* L.) and rape (*Brassica rapa* L.) native to Nara.

1. Differences among taro cultivars in corm stickiness and firmness

Investigations of the physical properties of boiled corm and a sensory evaluation were conducted with seven taro cultivars including ‘Ajimaimo’, a native strain in Nara. No correlation was found between the viscosity measured with a rotary viscometer and the texture to stickiness. A significant positive correlation was found between the tensile resistance of a disk-shaped plunger close-contacted to the cut surface of corm and the texture to stickiness. Therefore, the tensile resistance was considered an effective means to evaluate stickiness. Significant correlations were found between the moisture content of corms before boiling and the texture to stickiness or firmness. Actually, differences among cultivars in the moisture contents of corms were almost the same before and after boiling. Therefore, from the moisture contents of fresh corms, it might be possible to estimate the texture after boiling. In sensory evaluation, ‘Ajimaimo’ was evaluated as medium in both stickiness and firmness among cultivars.

2. Peeling method effects on boiled corm texture and physical properties

Texture and physical properties of corms peeled in two ways and boiled were investigated. When corms were peeled by rubbing of sufficiently wrinkled aluminum foil, thin peels remained on the boiled corm surface. Comparerd with corms peeled using a knife, stickiness near the thin peel was felt strongly.

3. Differences among taro cultivars in suitability for cooking

The effects of four processing methods on the taste quality and texture were investigated based on a sensory evaluation of seven cultivars including ‘Ajimaimo’. Four processing methods were compared: steaming, steaming and seasoned with miso, boiling in seasoning, and cutting into 1.5 × 1.5 ×1.5 cm cubes and boiling in miso soup. The taste quality and texture to stickiness, firmness and mealiness were evaluated. Significant differences were found among cultivars in the taste quality of the two steamed dishes, but no significant difference was found in the taste quality of the two boiled dishes. Significant differences were found among cultivars in every texture parameter with all processing methods. Steamed corms were evaluated as delicious as mealy cultivars. Steamed corms with miso tended to be evaluated similarly. Boiled corms in miso soup tended to be evaluated as delicious as firm cultivars. Significant negative correlation was found between the textures to stickiness and firmness of steamed corms. ‘Ajimaimo’ was evaluated as more than moderately delicious among the seven cultivars in every cooking.

4. Differences among eggplant cultivars in the physical properties of fruit before and after cooking

Investigations of the physical properties of fruit before and after cooking and a sensory evaluation after cooking were conducted with five eggplant cultivars including ‘Yatakei’, a native strain of Yamato-Marunasu in Nara. Yamato-Marunasu is a strain group selected from ‘Kamonasu’, a native strain in Kyoto. The moisture content and firmness were measured of flesh cubes of 2 × 2 × 2 cm before and after steaming or frying with salad oil. The fried flesh was then evaluated with respect to its taste quality and texture related to the oiliness.

Results show that the total weight of flesh was increased by steaming and decreased by frying. The moisture content of flesh was highest in 'Mizunasu' and lowest in 'Kurowashi' before cooking. It was slightly increased in all cultivars, but no significant differences were found among five cultivars after the steaming. By contrast, a marked decrease and a significant difference in the moisture content of flesh were found in the five cultivars by frying. The moisture content of the fried flesh was higher in 'Yatakei' and 'Kurowashi', although they contained lower oil levels than the others. A significant negative relation between the moisture and oil contents of fried flesh was found. Before cooking, the flesh firmness was significantly different among the five cultivars: highest in 'Kurowashi' and lowest in 'Mizunasu'. It was markedly lower after cooking. It was highest in 'Yatakei' and lowest in 'Senryonigo' after steaming, but highest in 'Mizunasu' and lowest in 'Senryonigo' and 'Shoyaonaga' after frying. Sensory evaluation revealed a significant difference in the texture related to oiliness among cultivars, with higher levels of oiliness found in 'Shoyaonaga' and 'Mizunasu' than in 'Yatakei'. A strong relationwas found between the texture related to oiliness and the moisture or oil content of the fried flesh.

5. Differences among eggplant cultivars in suitability for cooking

To estimate the differences in the suitability of eggplant fruit for Japanese-style cooking, the effects of processing on the taste quality and texture were investigated based on a sensory evaluation of seven cultivars including 'Yatakei', treated as a high-grade ingredient in the market. Six processing methods were compared: salting, pickling in seasoning liquid, deep frying and soaking in seasoned soup stock, boiling with seasoning, steaming, and grilling over an open flame. Moisture contents of fruits before and after salting and the contents of chlorogenic acid and total polyphenols, affecting astringency, were also measured. Marked variations were found among the cultivars in terms of the taste quality for all processing methods except deep frying, the astringency of salted, steamed, and grilled fruits, the firmness of flesh and succulence with all processing methods, and the pericarp firmness of salted, pickled, boiled, and steamed fruits. Significant variations were also found for oiliness when deep fried, flavor permeability when boiled, and sweetness when grilled. Significant correlations were found between the taste quality score and texture parameters including astringency, firmness of flesh, succulence, and sweetness. Chlorogenic acid and total polyphenol contents of fresh flesh were positively associated with the astringency of salted, pickled, and deep fried fruits. 'Yatakei' was the most suitable for deep frying and grilling among the cultivars, as the taste quality score was the highest for firmness and sweetness.

6. Evaluation of taste characteristics of Yamato-Mana compared with Komatsuna

To assess differences in taste characteristics between Yamato-Mana, a native rape strain group in Nara, and Komatsuna, the most popular rape cultivar group in Japan, the effects of processing methods on the taste quality were investigated based on a sensory evaluation. Seven processing methods were compared: steaming, boiling, salting for two periods, pickling in seasoning liquid for two periods, and boiling with seasoning. From comparison between 'Ymamatomana', a commercial purebred cultivar of Yamato-Mana, and 'Rakuten', a commercial hybrid cultivar of Komatsuna, no significant difference was found in the taste quality between two cultivars. In only three combinations of processing methods, sample parts and evaluation parameters, of all 70 combinations, significant differences were found between two cultivars. From comparison between two hybrid strains of Yamato-Mana and 'Rakuten', no significant difference was found between Ymamato-Mana strains and 'Rakuten'. Of all 126 combinations, only in 7 combinations of processing methods, sample parts and evaluation parameters, significant differences were found between Yamato-Mana and Komatsuna. In terms of taste quality, Yamato-Mana was equivalent to Komatsuna.

Key words: cooking, physical property, sensory evaluation, texture

本論文は岡山大学博士（農学）学位論文に加筆し，修正を加えたものである．また，本研究の一部は，園芸振興松島財団平成17年度研究助成およびJST奈良県地域結集型研究開発プログラム「古都奈良の新世紀植物機能活用技術の開発」の一環で実施した．

目　次

緒言

第１章　奈良県在来のサトイモ‘味間いも’の食味特性
　第１節　‘味間いも’を含むサトイモ数品種・系統間における水煮した球茎の物性と粘りと硬さに対する食感の差異
　第２節　剥皮方法が異なるサトイモ球茎の水煮後の食感と物性
　第３節　‘味間いも’を含むサトイモ数品種・系統間における調理・加工適性の差異
　第４節　摘要

第２章　奈良県在来の丸ナス‘矢田系’の食味特性
　第１節　‘矢田系’およびナス F_1 数品種間における調理前後の物性の差異
　第２節　‘矢田系’およびナス F_1 数品種間における調理・加工適性の差異
　第３節　摘要

第３章　奈良県在来のツケナの系統群大和マナの食味特性
　第１節　大和マナの固定種とコマツナの調理・加工適性の比較
　第２節　大和マナ雑種第一代の２系統とコマツナの調理・加工適性の比較
　第３節　摘要

第４章　総合考察

第５章　摘要

謝辞

引用文献

緒言

野菜は，ヒトの健康維持に極めて有用な食品であるうえに，豊かな食生活には不可欠な味わいや彩りによって食事に季節感をもたらす重要な食材である．我が国では，キク科，ウリ科，ナス科，マメ科，セリ科，アブラナ科，ユリ科など100種類前後の野菜が栽培されている[67]．

奈良県では，戦前に県内で生産されていたことが確認されていて，味，形態，来歴などに特徴ある野菜を「大和の伝統野菜」に認定し，生産・消費の振興のための施策を講じ，地域文化資源としての保存に努めている．「大和の伝統野菜」には葉菜類，根菜類，果菜類，イモ類など20品目が認定されているが，専業的な個人の生産者が主力品目として栽培しているのは，ナスとツケナの系統群である「大和丸なす」と「大和まな」の2つに過ぎない．

「大和丸なす」（以下，系統群として，大和丸ナスと表記する）は，‘賀茂ナス’から独自に選抜された[44]大型の丸ナス‘平和系’，および‘平和系’由来の‘矢田系’と‘大柳生系’から成り，それぞれ異なる地域で栽培されている．栽培面積は約3 haであり，4月下旬から7月下旬に，首都圏と京阪神の卸売市場において1 kg当たり350～800円の高価格で販売され，高級食材として飲食店や旅館，ホテルなどの宿泊施設で利用されている．また，近年は，県内の飲食店が食材として生産者から直接購入する事例も増え始めている．一方で，市場価格が大きく下落する場合があり，産地の生産者には量販店などを通じた一般消費者への販売促進が必要との認識が広がっている．しかし，店頭での販売価格が高価であるため，家庭消費向けの販売はわずかな量にとどまっている．

「大和まな」（以下，系統群として，大和マナと表記する）は採油用のナタネが野菜として利用されるようになったツケナ[73]とされるが，従来の栽培種は，表現型における個体間のばらつきが大きく[54]，コマツナやシロナのF_1品種のように一斉収穫することが難しい固定種であった[53]．そこで，産学官共同研究事業「奈良県地域結集型研究開発プログラム　古都奈良の新世紀植物機能活用技術の開発」（2006～2010年）の取り組みの中で，F_1品種‘夏なら菜’[62]と‘冬なら菜’[61]が育成され，軟弱野菜農家の主要な栽培品目に位置付けられるようになった．そのため，近年は，五條市，大和高田市および宇陀市で周年栽培され，首都圏への出荷も行われるようになり，県内では日常的な野菜として定着してきた．しかし，F_1品種育成に着手した当初は，生産・流通量が極めて少なく消費者に馴染みのない大和マナを，県内消費に限ったとしても，代表的なツケナとして全国で生産消費されるコマツナに替わって，あるいは並行して定着させることができるのかという不安が拭えなかった．

一方，「大和の伝統野菜」に認定されているサトイモの‘味間いも’は，専業的な生産は行われておらず，磯城郡田原本町，天理市および奈良市においてわずか50a程度で栽培され地元の直売所で販売されるに過ぎないが，近隣の直売所において1 kg当たり700円程度と市場出荷の2倍以上の価格で販売できること，栽培に手間がかからず，収穫労力は要するものの収穫適期幅が広くて労働分散が可能なことなどから水田を利用して容易に栽培できる特産品目として生産拡大の要望が高まっている．しかし，他の野菜に替わって利用される品目ではなく，全国的に消費が低迷しているサトイモは，栽培面積を増やす際には，食べる習慣のない消費者に購入を勧めて消費を喚起する必要がある．なお，‘味間いも’は，昭和初期に奈良県磯城郡田原本町味間の生産者が奈良県農事試験場（現在，農業研究開発センター）から譲り受け，現在まで維持したとされる系統であるが[50]，当時の農事試験場での扱いが不明であり，品種名が判らないために，戦後維持されてきた地域名を冠して‘味間いも’と呼ばれるようになったサトイモである．

ナス，ツケナおよびサトイモは，いずれも我が国への導入は古く[67]，全国各地に多くの在来種が存在している[5, 82]．在来種の多くは，青果での流通範囲が限られた地域内であることが多く，それぞれの地域において地域特産野菜として利用されている．一方，現在全国で栽培されているナスの主要品種は長卵から中長形のF_1品種であり，サトイモでは大産地が生産・出荷する品種だけが広域流通している[82]．また，ツケナの中で最も市場流通量が多いのはコマツナで，次いで多いチンゲンサイの2倍以上であり[58]，民間企業が育成した様々な品種が全国各地で栽培されている[82]．

このように，全国各地に多くの在来種が存在し，広域流通品種が育成され生産されているナス，ツケナおよびサトイモであるが，ほとんど生食されることがないにも関わらず，在来種と広域流通品種について，調理・加工特性や美味しさを広く比較した事

例は極めて少ない[13]．奈良県在来種に関しても，調理・加工特性が明らかにされておらず，山形の「だだちゃ豆」[77]や長野県の「信州地ダイコン」[76]のように特徴を活かして地域の活性化に活用するまでには至っていない．特に，地域特産野菜として生産拡大の気運が高まっているサトイモ‘味間いも’については，宮崎県，千葉県，静岡県および鹿児島県といった遠地物が量販店で販売される中，他の品種との食味特性に関する違いを明らかにして，食べ方に関する細やかな情報を消費者へ提供することによって，直売所等での販売を一層活発化することが重要と考えられる．また，首都圏市場と京阪神市場を経て高価格で業務利用者に販売されている大和丸ナスについては，高値取引される理由を美味しさの点から明らかにし，店頭での高価な販売価格に見合った美味しさを家庭で容易に実現できる調理方法を提案できれば，これまで難しかった家庭消費向けの販路拡大が大いに期待できる．ツケナの在来種である大和マナについては，育成中のF_1品種の食味特性について，最も一般的なツケナであるコマツナとの違いを説明し，美味しく食べる方法についての提案ができれば，育成後，速やかに新品種の需要を喚起し消費現場に浸透させることができると考えられた．

そこで，本研究では，‘味間いも’，大和丸ナスおよび大和マナの加工調理用素材としての食味特性を広域流通品種と比較して明らかにすることを試みた．

第１章　奈良県在来のサトイモ‘味間いも’の食味特性

サトイモ（*Colocasia esculenta* (L.) Schott）は，縄文時代後期に我が国へ渡来したと考えられており，16世紀末に渡来したとされるサツマイモやジャガイモと比較して食料利用の歴史は遙かに長い[67]．そのため，様々な日常食や行事食の材料として広く利用されており[15, 16, 26, 41, 74]，地域の食文化の創造に重要な役割を果たしている．また，サトイモには数多くの地方品種が存在し，国内各地で栽培されているサトイモは15品種群，35代表品種に分類される[32]．

我が国におけるサトイモの年間出荷量は1985年が225,300トン，1995年が147,500トン，2005年が108,500トン，2014年が106,300トンと1985年から2005年までの20年で半減し，その後は微減傾向にある[59]．一方，冷凍サトイモの年間輸入量も2004年の5万2千トンから2012年に3万9千トンに減少している[89]．また，1世帯（2人以上，農林漁家世帯を除く）当たりのサトイモに対する年間支出金額は，2000年が1223円，2005年が1005円，2010年が900円，2015年が964円と2000年からの10年で急激に低下し，2010年以降は900～950円前後で推移している[69]．

このように生産・供給と消費が落ち込む中，近年は，地域ブランドを鮮明にするために，小売店においてそれぞれ固有の品種名や「海老芋」，「こえびちゃん」，「殿芋」（以上，‘唐芋’の系統），「京芋」（‘筍芋’）などの特別な呼称を表示して販売されることが多くなり，奈良県内の直売所においても在来種の‘味間いも’を地域ブランドとして系統名を明示して販売する事例が増えている．

‘味間いも’は，昭和初期に奈良県磯城郡田原本町味間の生産者が奈良県農事試験場から譲り受けたサトイモに起源するとされている[50]．現在の栽培面積は，磯城郡田原本町，天理市および奈良市内のわずか50a程度に過ぎないが，近隣の直売所において1 kg当たり700円程度と市場出荷の2倍以上の価格で販売できること，栽培に手間がかからず，収穫労力は要するものの収穫適期幅が広くて労働分散が可能なことなどから水田を利用して容易に栽培できる特産品目として生産拡大の要望が高まっている．「大和の伝統野菜」に認定されている‘味間いも’を他府県産のサトイモと差別化して販売量を増やすことができれば，地域農業の活性化を進めるための有力な品目の一つとなり得る．しかし，全国的に消費が低迷しているサトイモは，他の野菜に替わって利用される品目ではないため，販売量を増やすには，食べる習慣のない消費者に購入を勧める必要がある．昭和時代までの青果店のように販売員から調理法の説明を受けることがないセルフ販売の量販店や直売所においては，品種ごとの調理適性を明示することがサトイモの消費を促すうえで重要と考えられる．

サトイモの球茎（以下，芋）の美味しさは，サツマイモやジャガイモには見られないなめらかな口当たりにある[21]．そこで，奈良県在来の‘味間いも’の食味特性を明らかにするため，芋の物性・食感と食味の関係について全国的に流通する主要な品種・系統と比較した．

第１節　‘味間いも’を含むサトイモ数品種・系統間における水煮した球茎の物性と粘りと硬さに対する食感の差異

サトイモの美味しさは，サツマイモやジャガイモには見られないなめらかな口当たりにあり[21]，この口当たりを構成する主要な食感として粘りと硬さが考えられる．これまでに，硬さに関する物性調査[23,33]や，品種分類の中での食感の大まかな評価[32]を行った報告は見られるが，粘りと硬さに関し食感と物性を併せて評価した事例は見当たらない．また，奈良県ではサトイモの在来種‘味間いも’が「大和の伝統野菜」に認定され，一部の地域で生産・販売されているが，その調理特性は明らかにされていない．そこで，‘味間いも’の調理特性に関する基礎的知見を得るとともに，サトイモの調理特性に関する品種間差の有無を明らかにするため，‘味間いも’を含む7品種・系統について，粘りと硬さに関する物性と食感を，それぞれ機器測定と官能評価により調査した．

材料および方法

1. 試料

葉身と葉柄の色が，ともに緑色の‘味間いも’(奈良県田原本町味間在来種)，‘上庄系’(福井県大野市上庄地区在来種)[27,29]，および‘大野芋’，それぞれ緑色と黒褐色から緑色の‘セレベス’，‘石川早生’および‘烏播’，ならびに，それぞれ濃緑色と赤紫色の‘唐芋’を奈良県農業技術センター(現在，農業研究開発センター)で栽培・収穫し，供試した．いずれの品種・系統も，ほぼ平均重量の芋を用いた(第1-1表)．

第1-1表　供試したサトイモの収穫時の球茎重

品種・系統	球茎重[z](g/個)	
	2003年収穫	2005年収穫
味間いも	47.3 ± 4.6 [y]	42.2 ± 4.9
セレベス	58.4 ± 11.7	42.4 ± 11.3
石川早生	41.1 ± 14.1	38.8 ± 6.2
上庄系	48.3 ± 8.5	41.3 ± 6.3
大野芋	60.3 ± 9.4	47.6 ± 6.6
唐芋	41.9 ± 3.7	28.5 ± 3.7
烏幡	53.0 ± 8.0	48.8 ± 3.8

[z]親芋と出芽した球茎を除き，株当たりの球茎重と球茎数を測定して算出

[y]標準偏差(2003年はn=5，2005年はn=6)

2. 物性の測定

2003年11月に収穫した芋を用い，12月～2004年1月に，水煮した芋(以下，水煮芋)の粘度，切断面における引っ張り抵抗，貫入抵抗および水分含有率を測定した．さらに，水分含有率の年次変動と水煮前後の変化を確認するために，2005年11月に収穫し室内で保持していた芋を用い，2006年3月に水煮前後の水分含有率を測定した．

芋は，剥皮せずに重量比4倍量の沸騰した水道水で25分間煮沸後，直ちにステンレス製のざるに取り上げ室温(15 ℃)まで自然冷却し，試料とした．

粘度は，道具を用いずに手で剥皮した後，等重量の蒸留水を加えホモジナイザー(AM-8，(株)日本精機製作所)で1000 rpm・30秒撹拌した試料を内径35 mmのサンプル瓶に入れ，回転式粘度計(VISCOMETER B8H，東機産業(株))を用いて測定した．ローターの直径は21 mm，回転速度は20 rpmとした．

引っ張り抵抗と貫入抵抗は卓上型物性測定器(クリープメータ RE-3305，(株)山電)を用いて最大荷重を測定した．引っ張り抵抗は，芋を赤道方向に切断して切断面に直径30 mmの円盤状プランジャーを密着させた後，糸を用いてロードセルに連結したプランジャーを引っ張り，切断面からプランジャーが剥離するときの最大値を求めた．芋は切断面が水平となるように静置し，測定中は芋の傾きと浮上を防止するために芋を手で支持した．貫入抵抗は直径8 mmの円筒形プランジャーを用い，芋の切断面に垂直に貫入させたときの最大値を求めた．貫入深度は2 mmとし，移動速度はいずれの測定においても0.5 $mm \cdot s^{-1}$とした．

水分含有率は，生鮮の芋は包丁で剥皮後，また，水煮芋は粘度測定時と同様に剥皮後，通風乾燥器を用いて80℃で乾燥させ，乾燥前後の重量から算出した．

各品種・系統の調査芋数は，2003～2004年調査の粘度で4，引っ張り抵抗で15，貫入抵抗と水分含有率で10とし，2006年調査の水分含有率で15とした．

3. 官能評価

2003年11月に収穫した芋を用い，12月に実施した．試料は，物性の測定時と同様に調製した．粘りと硬さについて，各品種・系統を‘味間いも’と比較して評価した．粘りは「非常に弱い」を-3，「非常に強い」を3として，硬さは「非常に軟らかい」を-3，

「非常に硬い」を 3 として，また，いずれの官能評価項目においても「同じ」を 0 として，7 段階の評点法で評価した．官能評価は，評価経験が豊富な農業技術センター職員，男性 7 人と女性 2 人が行った．評価指数の最大値と最小値の差を，-3~3 の評点範囲の 6 で除して 100 を乗じた値を評価指数の変動率とした．

結　果

1. 物性

2003～2004 年の測定結果を第 1-2 表に示した．粘度は‘唐芋’が大きかった．切断面における引っ張り抵抗は‘セレベス’，‘石川早生’および‘烏播’で大きく，‘唐芋’と‘大野芋’で特に小さかった．貫入時の荷重はいずれも貫入途中で最大となった．貫入抵抗は，特に，‘唐芋’で大きく，‘烏播’で小さかった．また，水分含有率は‘セレベス’，‘石川早生’，‘味間いも’および‘烏播’が大きく，‘唐芋’，‘上庄系’および‘大野芋’が小さかった．

2006 年に調査した水煮前後の水分含有率を第 1-3 表に示した．‘味間いも’と‘上庄系’では水煮することで水分含有率が有意に大きくなったが，他の品種では水煮前後で有意な差が認められなかった．水煮芋の水分含有率に関する品種・系統間の相対的な関係は 2003～2004 年の結果とほぼ同様であった．

2. 官能評価

粘りは‘味間いも’と比べて‘烏播’と‘セレベス’が強く，‘唐芋’と‘大野芋’が弱いと評価される傾向があった（第 1-4 表）．また，硬さについては，‘唐芋’，‘上庄系’および‘大野芋’硬いと評価され，‘セレベス’，‘烏播’および‘石川早生’が軟らかいと評価された．評価指数の変動率は，粘りにおいて 38.9%であったのに対して，硬さでは 64.8%であった．

3. 物性と官能評価結果の関係

2003～2004 年に調査した水煮芋の物性と食感について，相関を第 1-5 表に示した．粘度と引っ張り抵抗ならびに水分含有率の間，引っ張り抵抗と貫入抵抗の間，貫入抵抗と水分含有率の間でそれぞれ有意な負の相関が認められた．粘りに対する食感との間で有意な正の相関が認められた物性は引っ張り抵抗と水分含有率であり，有意な負の相関が認められた物性は貫入抵抗であった．硬さに対する食感と有意な正の相関が認められた物性は粘度と貫入抵抗であり，有意な負の相関が認められた物性は引っ張り抵抗と水分含有率であった．粘りと硬さに対する食感の間には有意な負の相関が認められた．

考　察

サトイモの粘りと硬さについて，奈良県在来系統である‘味間いも’を含む 7 つの品種・系統を対象に，物性調査と官能評価を行った．サトイモ料理には多くの種類があるが，揚げ物[16]やもち[41]を除くほとんどの料理が煮る過程を含んでいるので，水煮し

第1-2表　水煮したサトイモ球茎の物性の品種・系統間差（2003～2004年）

品種・系統	粘度[z] (Pa·s)	引っ張り抵抗[y] (N)	貫入抵抗[x] (N)	水分含有率 (%)
味間いも	5.48 a [w]	0.604 ab	5.65 ab	79.7 ab
セレベス	5.08 a	0.759 b	4.14 ab	81.0 b
石川早生	4.98 a	0.743 b	5.79 ab	80.6 b
上庄系	9.40 a	0.570 ab	6.56 bc	77.6 a
大野芋	8.63 a	0.401 a	6.64 bc	76.4 a
唐芋	14.98 b	0.379 a	8.73 c	75.8 a
烏幡	7.90 a	0.702 b	2.96 a	79.4 ab

[z]等重量の蒸留水を加えホモジナイザーで撹拌した試料を回転式粘度計を用いて測定

[y]赤道方向の切断面に密着させた直径30mmの円盤状プランジャーを引き離す際の最大荷重

[x]赤道方向の切断面に直径8mmの円筒形プランジャーを貫入させる際の最大荷重

[w]Tukey法により異なるアルファベット間に5%水準で有意差あり（粘度はn=4，引っ張り抵抗はn=15，貫入抵抗と水分含有率はn=10）

第1-3表　サトイモ球茎の水煮前後の水分含有率（2006年）

品種・系統	水分含有率（%）		有意性[z]
	水煮前	水煮後	
味間いも	78.9 b[y]	81.1 cd	**
セレベス	79.7 bc	80.1 c	n.s.
石川早生	81.7 c	81.9 d	n.s.
上庄系	75.7 a	77.4 b	**
大野芋	76.1 a	77.0 b	n.s.
唐芋	74.4 a	73.8 a	n.s.
烏播	80.7 bc	80.0 c	n.s.

[z]同一品種・系統の水煮前後において，t検定によりn.s.は有意差なし，**は1%水準で有意差あり（n=10）

[y]各列における異なるアルファベット間にはTukey法により5%水準で有意差あり（n=10）

第1-4表　水煮したサトイモ球茎の食感の品種・系統間差

品種・系統	官能評価指数[z]	
	粘りに対する食感	硬さに対する食感
味間いも	0.00　a[y]	0.00　b
セレベス	0.44±0.44 a	-1.56±0.38 a
石川早生	-0.56±0.44 a	-0.33±0.50 ab
上庄系	-0.67±0.44 a	1.11±0.35 bc
大野芋	-1.33±0.44 a	0.67±0.50 bc
唐芋	-1.67±0.47 a	2.33±0.17 c
烏播	0.67±0.37 a	-0.56±0.56 ab
変動率（%）[x]	38.9	64.8

[z]平均値±標準誤差（n=9）
各項目の評価指数は以下のとおり7段階の評点法で評価し算出
粘り（非常に弱い：-3～普通：0～非常に強い：3）
硬さ（非常に軟らかい：-3～普通：0～非常に硬い：3）

[y]各列における異なるアルファベット間にはSteel-Dwass法により5%水準で有意差あり

[x]次式により算出した値
(Imax－Imin)÷6×100　(Imax：各品種・系統における評価指数の最大値，Imin：各調理における評価指数の最小値)

第1-5表　水煮したサトイモ球茎の物性と食感の間の相関係数

	粘度	引っ張り抵抗	貫入抵抗	水分含有率	粘りに対する食感
引っ張り抵抗	-0.795 *				
貫入抵抗	0.699	-0.805 *			
水分含有率	-0.876 **	0.964 **	-0.756 *		
粘りに対する食感	-0.696	0.853 *	-0.945 **	0.831 *	
硬さに対する食感	0.887 **	-0.869 *	0.883 **	-0.901 **	-0.855 *

ピアソンの相関係数の検定により**は1%水準で有意，*は5%水準で有意（n=7）

た芋を対象に調査した．

官能評価時の品種・系統間における粘りと硬さに対する食感の評価指数の変動率は，評点範囲に対しそれぞれ38.9%，64.8%といずれも大きかった．柳本[81]は，食品を摂取する際の感覚特性を味，匂い，テクスチャー（食べ物の組織，構造，あるいは成分の分散状態などに起因して現れる物理学的性質に対応した感覚的応答）[51]，外観，品温，音の6種類に分けると，テクスチャーと味が食品の美味しさに関わる二大重要特性であるとしている．サトイモの粘りと硬さに対する食感はテクスチャーであり，品種・系統による差が認められたことから，調味を加えた調理後の美味しさも品種・系統間で異なる可能性がある．なお，奈良県在来系統である‘味間いも’は，供試品種・系統の中で，粘りと硬さがともに中程度と評価された．

‘味間いも’と‘上庄系’は正確な来歴が不明で品種群を特定できないが，熊沢ら[32]の分類によると‘セレベス’と‘大野芋’は赤芽群，‘石川早生’は石川早生群，‘唐芋’は唐芋群，‘烏播’は黒軸群に属する．熊沢らは分類に際し肉質を調査し，赤芽群と唐芋群はやや粉質，石川早生群と黒軸群は粘質としている．本試験では，黒軸群の‘烏播’と赤芽群の‘セレベス’は粘りが強く，唐芋群の‘唐芋’と赤芽群の‘大野芋’は粘りが弱いと評価され，‘セレベス’を除き熊沢らの結果と一致した．地方品種が数多く存在するサトイモは，‘親責’のように呼称が同じであっても栽培地域により属する品種群が異なる場合がある[32]．また，近年育成された品種を除き，イチゴのように一元的な品種の供給システムが存在しないため，異品種に同一品種名，あるいは同一品種に異なる品種名が用いられている可能性は否めず，

本研究で調査対象とした‘セレベス’が，熊沢らが分類するものと異なるとも考えられる．なお，著者ら[56]は，本試験で調査対象とした品種・系統のうち‘大野芋’を除く6品種・系統に関してAFLP法によるアレル解析と形質評価を行い，‘味間いも’，‘上庄系’および‘石川早生’，ならびに‘セレベス’と‘烏播’がそれぞれ近縁であるとする結果を得ているが，本試験においても．粘りに対する食感は，‘味間いも’と‘上庄系’は‘石川早生’と同等の評価であり，‘味間いも’と‘上庄系’が石川早生群に属することが示唆された．

粘りを評価する手法として回転式粘度計による測定を試みた．水煮し，剥皮しただけの状態では粘度計による測定ができないため，等重量の水を加えホモジナイザーで撹拌した試料を用いたところ，粘度と粘りに対する食感との間には正の相関は認められず，むしろ比較的高い負の相関が認められた．サトイモに含まれる粘質物はアラビノースとガラクトースのモル比が1：6の水溶性多糖類であり，生芋には重量で0.85～1.13%含まれる[72]と報告されている．水煮芋の乾物率は20%前後であり，流体内でローターが回転する際の抵抗値を測定する回転式粘度計を用いたために，試料中にわずかに含まれる粘質物よりも，むしろ，乾物中の他の物質が粘度測定値に大きく影響したと推察される．

また，芋の切断面に密着させた円盤状のプランジャーの引っ張り抵抗を測定し，官能評価結果との関連性を検討したところ，粘りに対する食感との間で高い正の相関が認められたことから，粘りに対する食感を数値化する手段である可能性を認めた．

水煮芋の切断面における貫入抵抗と水分含有率との間には負の相関が認められ，5品種の水煮芋について貫入抵抗と乾物率との間に正の相関があるとする[33]の実験結果と一致した．さらに，栗波らは貫入抵抗とデンプン含量との間にも正の相関を認めたうえで，貫入抵抗すなわち物性としての硬さは球茎に含まれる固形物の大部分を占めるデンプンの含量と密接に関係すると考察している．本試験において，貫入抵抗と硬さに対する食感の間で高い正の相関が見られたことを考え合わせると，デンプン含量が高いほど，硬いと感じる傾向があると推察される．収穫期のサトイモ球茎には，直径1～3 μmの多くのデンプン粒を含有する長径20 μm前後のアミロプラストが数多く存在する[25]ことが知られているが，本試験において硬いと評価された‘上庄系’，‘大野芋’および‘唐芋’では，‘味間いも’，‘セレベス’，‘石川早生’および‘烏播’と比べて特に多くのアミロプラストが観察されている[55]．

水分含有率は水煮芋の粘りに対する食感と硬さに対する食感のいずれとも高い相関が見られ，水煮前後で水分含有率の品種間の相対的な関係がほとんど変化しなかったことから，生芋の水分含有率を測定することで水煮後の食感を容易に推定できる可能性が見出された．

なお，本試験の供試品種・系統は，粘りが強いと軟らかく，粘りが弱いと硬い傾向があった．熊沢ら[32]の分類では，‘唐芋’と‘八つ頭’はやや粉質で粘質ではないと評価されているが，‘唐芋’の1系統である京都府産の‘えびいも’や‘八つ頭’には，極めて細かい粉質であるがゆえの粘りをしばしば感じるため，これら品種に対しては，ここで得られた食感と物性の関係が成立しない可能性がある．

第２節　剥皮方法が異なるサトイモ球茎の水煮後の食感と物性

前節では，水煮したサトイモ球茎の粘りと硬さに対する食感について品種・系統間差があり，幾つかの物性が官能評価結果と高い相関を有することを見いだした．

サトイモの球茎（以下，芋）は剥皮後に煮る場合が多いが，剥皮の際に「芋車」と呼ばれる道具が用いられることがある．サトイモの産地である福井県大野市では，「芋車」を用いて剥皮すると包丁を用いるよりも美味しいと評価する生産者が多い（山本，私信）ことから，剥皮方法の違いにより食感が異なる可能性がある．そこで，サトイモの新たな調理方法を見いだすことを目的として，剥皮方法の違いが水煮後の物性と食感に及ぼす影響について調査した．

材料および方法

東京都内で購入した千葉県産の‘石川早生’を用いて2006年8月に実施した．皺を施したアルミホイルで摩擦すると「芋車」を用いた際と同様に剥皮できるため，処理区として，十分に皺を施したアルミホイルで摩擦して剥皮したアルミホイル区と包丁で剥皮した包丁区を設けた．剥皮した芋は，重量比4倍量の水に投入後加熱し，沸騰後25分間煮沸した．

煮沸後直ちにステンレス製のざるに取り上げ室温（25℃）まで自然冷却し，試料とした．

粘りに対する食感を官能評価し，赤道部の貫入抵抗と貫入後の引き抜き抵抗を測定した．

官能評価は，評価経験が豊富な奈良県農業総合センター（現在，農業研究開発センター）職員3名が行った．各区から一つずつ任意に取り出した芋について，粘りに対する食感を比較し，1名につき3～4回反復調査した．調査の都度，粘りに対する食感について，処理区間の差と，差がある場合には違いを感じる部位を聞き取り調査した．

物性は，アルミホイル区では口触りで感じられた薄皮を，また，包丁区では冷却時に乾燥した部分をそれぞれ除去するために，赤道部の表層部分を薄くナイフで切除した後，球形プランジャーの貫入抵抗と貫入後の引き抜き抵抗を卓上型物性測定器で測定した．プランジャーの直径は7 mm，移動速度は0.5 mm･s^{-1}，貫入深度は7 mmとし，貫入抵抗と引き抜き抵抗はいずれも最大荷重とした．また，引き抜きに要するエネルギーを，新井ら[3]が行ったヤマイモの曳糸特性の評価法に倣い，プランジャーの移動距離による引き抜き時の荷重の積分値として算出した．

結　果

官能評価ではすべての回答で，アルミホイル区では表層部分に薄皮が残っているのが口触りで感じられ，薄皮に近い部位は包丁区と比較し粘りが強く，他の部位では粘りに関して差がないとの評価を得た．

貫入抵抗と引き抜き抵抗は処理区間で有意差は見られなかったが，引き抜きに要するエネルギーは包丁区と比較しアルミホイル区で有意に大きかった（第1-6表）．

考　察

剥皮方法により水煮後の粘りに対する食感に差が生じた．皺を施したアルミホイルを用いた剥皮では周皮あるいは皮層[13]が残存し，包丁による剥皮では水煮中に溶出する[22, 23]とされる粘質物が流出せず皮層に近い部分に残っているために，粘りが強いと感じられたと考えられる．さらに，加熱前よりも沸騰後の水に芋を投入する方が粘質物の溶出が少ない[22]と報告されており，加熱前の水に芋を投入したことが剥皮方法による粘りに対する食感の差異を一層拡大させたと推察される．剥皮方法の違いは，味付けを施した調理後の美味しさにも影響を及ぼす可能性があり，アルミホイルの摩擦による剥皮は，様々な調理に新たな食感による美味しさを付与する調理技術かもしれない．なお，本試験は8月に実施したため，10月以降に収穫される‘味間いも’を供試できなかったが，‘味間いも’を販売する際に提案する調理方法として検討したい．

また，球形プランジャーを用いて貫入抵抗と引き抜き抵抗を測定したところ，貫入抵抗と引き抜き抵抗には剥皮方法による有意な違いは認められなかった．しかし，引き抜き抵抗の積算値としてエネルギー量を算出すると，官能評価でより粘りが強いと評価されたアルミホイルを用いた剥皮において有意に大きかったことから，引き抜きに要するエネルギーによって，粘りに対する食感をより明確に数値化できる可能性がある．

第1-6表　剥皮方法の違いが水煮後のサトイモ球茎の物性に及ぼす影響

剥皮に用いた道具	貫入抵抗[z] (N)	引き抜き抵抗[z] (N)	引き抜きに要するエネルギー[y] (μJ)
皺を施したアルミホイル	3.46	0.507	15.5
包丁	3.81	0.477	11.9
有意性[x]	n.s.	n.s.	*

[z]ナイフで表面を薄く削いだ面に直径7mmの球形プランジャーを貫入・引き抜きする際の最大荷重

[y]ナイフで表面を薄く削いだ面に貫入させた直径7mmの球形プランジャーを引き抜く際のエネルギーを次式により算出　$En = \int_0^{l_1} Pdl$

（En：エネルギー，P：荷重，l：プランジャーの移動距離，l_1：引き抜き終了点）

[x]t検定によりn.s.は有意差なし，*は5%水準で有意差あり

第３節　‘味間いも’を含むサトイモ数品種・系統間における調理・加工適性の差異

サトイモやカボチャの肉質は，ほくほくした食感の「粉質」と粘り気のある「粘質」に大きく分けられることが多い[32]．近年，生産と消費が落ち込む中，小売店においてそれぞれ固有の品種名や「海老芋」，「こえびちゃん」，「殿芋」（以上，‘唐芋’の系統），「京芋」（‘筍芋’）などの特別な呼称を表示して販売されることが多くなり，奈良県内の直売所においても在来種の‘味間いも’を地域ブランドとして系統名を明示して販売する事例が増えている．しかし，セルフ販売の量販店や直売所では，昭和時代までの青果店のように販売員から調理法の説明を受けることがないため，品種ごとの調理適性も併せて明示することが，サトイモの消費を促すうえで重要と考えられる．

第 1 節では，水煮した球茎について物性と食感を評価し，品種・系統間差を見いだした．味とともに美味しさに関わる二重大特性の一つであるテクスチャー[81]において品種・系統による差が認められたことから，調味を加えた調理後の美味しさと食感についても，‘味間いも’と他の品種・系統間に差異が認められる可能性がある．そこで，第 1 節で調査対象とした‘味間いも’を含む 7 品種・系統について調理法が美味しさと食感に及ぼす影響について解析した．

材料および方法

1. 試料

奈良県農業技術センターで栽培し，2004 年 12 月に収穫した‘味間いも’，‘セレベス’，‘石川早生’，‘上庄系’（福井県大野市上庄地区在来種），‘大野芋’，‘唐芋’，および‘烏播’を供試した．収穫から供試までの期間，芋は室温で保存した．いずれの品種・系統も，ほぼ平均重量の芋を用いた（第 1-7 表）．

第1-7表　供試したサトイモの収穫時の球茎重

品種・系統	球茎重[z](g/個)
味間いも	62.5 ± 13.1 [y]
セレベス	57.9 ± 4.4
石川早生	45.4 ± 2.8
上庄系	46.7 ± 11.9
大野芋	55.5 ± 7.4
唐芋	35.7 ± 5.5
烏播	56.7 ± 4.8

[z]親芋と出芽した球茎を除き，株当たりの球茎重と球茎数を測定して算出

[y]標準偏差（n=6）

2. 試料の調製

以下の 4 種の調理を行った．

1) 蒸し芋

切断・剥皮していない芋を，蒸し器を用いて，竹串が容易に貫通するようになるまで 15～20 分間蒸した．剥皮は官能評価時に評価者が行った．

2) 田楽

蒸し芋と同様に調理し，官能評価時に評価者が剥皮し，任意量の市販の田楽味噌を塗布した．

3) 煮っ転がし

剥皮した芋を，充分量の沸騰水中で 3 分間煮沸した．煮沸後，ざるに取り上げ，流水をかけながら芋表面の粘質物を除去した．さらに，出し汁と調味料とともに鍋に入れ，落とし蓋をして加熱した．出し汁と調味料の量は，煮沸前の表皮剥離した芋 600g 当たり出し汁 400 ml，醤油 30 ml，砂糖 16 g およびみりん 37.5 ml とし，加熱時間は沸騰後 20 分間とした．

4) 味噌汁

剥皮した芋を約 1.5 cm 角に切断し，沸騰した出し汁で 15 分間加熱した．味噌を溶き入れて，さらに，5 分間加熱した．出し汁と味噌は，煮沸前の剥皮した芋 100 g 当たりそれぞれ 120 ml，6 g とした．

なお，蒸し芋，田楽および煮っ転がしは室温（15℃）まで放冷後に，味噌汁は煮沸直後にそれぞれ供試した．

3. 官能評価

美味しさと，粘り，硬さおよびほくほく感に対する食感を官能評価した．2005 年 1 月 20 日に蒸し芋と田楽について，1 月 27 日に煮っ転がしと味噌汁について，それぞれ‘石川早生’，‘唐の芋’および‘烏播’を‘味間いも’と比較して，また，2 月 22 日にすべての調理法について‘セレベス’，‘上庄系’および‘大野芋’を‘味間いも’と比較した．美味しさは「非常に不味い」を-3，「非常に美味しい」を 3 として，粘りは「非常に弱い」を-3，「非常に強い」を 3 として，硬さは「非常に軟らかい」を-3，「非常に硬い」を 3 として，ほくほく感は「非常にほくほく感がない」を-3，「非常にほくほく感がある」を 3

として，また，いずれの官能評価項目においても「同じ」を0として，7段階の評点法で評価した．官能評価は，評価経験が豊かな奈良女子大学の学生と教員が主に行い，評価者数は，1月20日と1月27日がともに男性4人と女性14人，2月22日が男性4人と女性21人とした．評価指数の最大値と最小値の差を，-3~3の評点範囲の6で除して100を乗じた値を評価指数の変動率とした．

結　果

1. 蒸し芋

すべての官能評価項目において有意な品種・系統間差が認められた（第1-8表）．美味しさの評価指数は，‘唐芋’が0.56と高く，‘石川早生’が-1.22と低く，他の5品種・系統は-0.72～0.280であった．粘りの評価指数は，‘セレベス’が0.56と高く，次いで‘烏播’が0.33と高く，‘唐芋’と‘大野芋’がそれぞれ-1.56，-0.68と低かった．硬さの評価指数は，‘唐芋’が1.78と特に高く，次いで‘大野芋’が0.72と高く，‘烏播’と‘セレベス’がそれぞれ-0.33，-0.32と低かった．ほくほく感の評価指数は，‘唐芋’が1.22と特に高く，次いで‘上庄系’と‘味間いも’が同等であり，‘石川早生’が-0.89と特に低かった．

美味しさに関する評価指数の変動率は，29.6%と他の調理法と比べて大きかった．

2. 田楽

すべての官能評価項目において有意な品種・系統間差が認められた．美味しさの評価指数は，‘セレベス’と‘唐芋’がそれぞれ0.24，0.22と高く，‘石川早生’が-1.44と，‘烏播’を除く他の5品種・系統と比べて有意に低かった．粘りの評価指数は，‘セレベス’が0.76と高く，次いで‘烏播’が0.39と高く，‘唐芋’と‘大野芋’がそれぞれ-1.61，-0.80と低かった．硬さの評価指数は，‘唐芋’が1.78と特に高く，次いで‘大野芋’が0.68と高く，‘烏播’と‘セレベス’がそれぞれ-0.44，-0.32と低かった．ほくほく感の評価指数は，‘唐芋’が1.33と特に高く，次いで‘上庄系’が0.20と高く，‘石川早生’が-1.06と特に低かった．

粘りとほくほく感に関する評価指数の変動率がそれぞれ39.5%，39.8%と他の調理法と比べて大きかった．

3. 煮っ転がし

粘り，硬さおよびほくほく感において有意な品種・系統間差が認められたが，美味しさでは有意な品種・系統間差が認められなかった．粘りの評価指数は，‘烏播’が1.00と高く，‘唐芋’と‘上庄系’がそれぞれ-0.94，-0.40と低かった．硬さの評価指数は，‘唐芋’が1.06と特に高く，次いで‘上庄系’が0.36と高く，‘セレベス’，‘石川早生’および‘烏播’がそれぞれ-1.52，-1.11，-0.89と低かった．ほくほく感の評価指数は，‘唐芋’と‘上庄系’がそれぞれ0.61，0.44と高く，‘石川早生’が-1.06と特に低かった．

美味しさとほくほく感に関する評価指数の変動率はそれぞれ16.7%，27.8%と蒸し芋および田楽と比較して小さく，硬さに関する評価指数の変動率は42.9%と他の調理法と比べて大きかった．

4. 味噌汁

粘り，硬さおよびほくほく感において有意な品種・系統間差が認められたが，美味しさでは有意な品種・系統間差が認められなかった．粘りの評価指数は，‘烏播’が0.67と高く，‘唐芋’がそれぞれ-0.89と特に低かった．硬さの評価指数は，‘上庄系’が0.32と高く，次いで‘味間いも’が高く，‘石川早生’と‘セレベス’がそれぞれ-1.28，-1.24と低かった．ほくほく感の評価指数は，‘上庄系’と‘唐芋’がそれぞれ0.60，0.39と高く，‘セレベス’が-0.80と低かった．

すべての評価項目に関して，評価指数の変動率が他の調理法と比べて小さかった．

5. 各調理法における官能評価項目間の相関

各調理法における官能評価項目間の相関を第1-9表に示した．蒸し芋の美味しさとほくほく感の間，煮っ転がしの硬さとほくほく感の間，味噌汁の美味しさと硬さ，ならびに硬さとほくほく感の間において，それぞれ有意な正の相関が認められた．蒸し芋ならびに田楽の粘りと硬さの間において，それぞれ有意な負の相関が認められた．田楽における美味しさとほくほく感の間の相関係数は0.750（p<0.1）であり，煮っ転がしにおける粘りと硬さならびにほくほく感の間の相関係数は-0.750（p<0.1）であった．

6. 官能評価指数の各調理法間における相関

官能評価指数の各調理法間における相関を第1-10表に示した．美味しさの評価指数については，蒸し芋

第1-8表　各調理法におけるサトイモ品種・系統の官能評価結果

調理法	品種・系統	官能評価指数[z]			
		美味しさ	粘り	硬さ	ほくほく感
蒸し芋	味間いも	0.00 b[y]	0.00 b	0.00 a	0.00 b
	セレベス	0.28 b	0.56 b	−0.32 a	−0.20 ab
	石川早生	−1.22 a	−0.11 ab	0.33 ab	−0.89 a
	上庄系	0.16 b	−0.04 b	0.04 a	0.04 b
	大野芋	−0.72 ab	−0.68 ab	0.72 ab	−0.32 ab
	唐芋	0.56 b	−1.56 a	1.78 b	1.22 c
	烏播	−0.56 ab	0.33 b	−0.33 a	−0.61 ab
	変動率（%）[x]	29.6	35.3	35.2	35.2
田楽	味間いも	0.00 b	0.00 bc	0.00 a	0.00 a
	セレベス	0.24 b	0.76 c	−0.32 a	−0.20 a
	石川早生	−1.44 a	−0.06 abc	0.44 ab	−1.06 a
	上庄系	−0.12 b	0.04 bc	−0.04 a	0.20 ab
	大野芋	−0.16 b	−0.80 ab	0.68 ab	−0.32 a
	唐芋	0.22 b	−1.61 a	1.78 b	1.33 b
	烏播	−0.44 ab	0.39 bc	−0.44 a	−0.50 a
	変動率（%）	28.1	39.5	37.0	39.8
煮っ転がし	味間いも	0.00 a	0.00 a	0.00 c	0.00 bc
	セレベス	−0.20 a	0.12 ab	−1.52 a	−0.64 ab
	石川早生	−0.56 a	0.22 ab	−1.11 ab	−1.06 a
	上庄系	0.36 a	−0.40 a	0.36 cd	0.44 c
	大野芋	0.12 a	0.16 ab	−0.40 bc	0.20 bc
	唐芋	−0.44 a	−0.94 a	1.06 d	0.61 c
	烏播	0.44 a	1.00 b	−0.89 ab	−0.39 abc
	変動率（%）	16.7	32.4	42.9	27.8
味噌汁	味間いも	0.00 a	0.00 bc	0.00 c	0.00 ab
	セレベス	−0.12 a	0.40 bc	−1.24 a	−0.80 a
	石川早生	−0.56 a	−0.06 abc	−1.28 a	−0.33 ab
	上庄系	0.28 a	−0.40 ab	0.32 c	0.60 b
	大野芋	0.16 a	0.32 bc	−0.36 bc	−0.04 ab
	唐芋	−0.11 a	−0.89 a	−0.44 abc	0.39 ab
	烏播	0.00 a	0.67 c	−0.72 ab	−0.11 ab
	変動率（%）	13.9	25.9	26.6	23.3

[z]以下の7段階の評点法で評価し，算出した平均値
美味しさ（‘味間いも’と比較して，非常に不味い：−3，同じ：0，非常に美味しい：3）
粘り（‘味間いも’と比較して，非常に弱い：−3，同じ：0，非常に強い：3）
硬さ（‘味間いも’と比較して，非常に軟らかい：−3，同じ：0，非常に硬い：3）
ほくほく感（‘味間いも’と比較してほくほく感が，非常にない：−3，同じ：0，非常にある：3）
[y]異なるアルファベット間ではSteel-Dwass法により5%水準で有意差あり（n=18，またはn=25）
[x]次式により算出した値
(Imax−Imin)/6*100　(Imax：各調理における評価指数の最大値，Imin：各調理における評価指数の最小値)

第1-9表　各調理法における官能評価項目の間の相関係数

		美味しさ	粘り	硬さ
蒸し芋	粘り	0.071		
	硬さ	0.036	−0.964**	
	ほくほく感	0.857*	−0.250	0.321
田楽	粘り	0.143		
	硬さ	0.036	−0.964**	
	ほくほく感	0.750	−0.214	0.286
煮っ転がし	粘り	0.214		
	硬さ	0.143	−0.750	
	ほくほく感	0.250	−0.750	0.929*
味噌汁	粘り	−0.009		
	硬さ	0.884*	−0.321	
	ほくほく感	0.688	−0.679	0.857*

スピアマンの順位相関係数の検定により**は1%水準，*は5%水準で有意（n=7）

第1-10表　官能評価指数の各調理法間における相関係数

		蒸し芋	田楽	煮っ転がし
美味しさ	田楽	0.893*		
	煮っ転がし	−0.071	−0.179	
	味噌汁	0.027	−0.045	0.813*
粘り	田楽	0.964**		
	煮っ転がし	0.357	0.321	
	味噌汁	0.714	0.643	0.750
硬さ	田楽	0.964*		
	煮っ転がし	0.536	0.500	
	味噌汁	0.143	0.107	0.750
ほくほく感	田楽	1.000**		
	煮っ転がし	0.821*	0.821*	
	味噌汁	0.750	0.750	0.893*

スピアマンの順位相関係数の検定により**は1%水準，*は5%水準で有意（n=7）

と田楽ならびに煮っ転がしと味噌汁の間において，粘りと硬さの評価指数については蒸し芋と田楽の間において，ほくほく感の評価指数については，蒸し芋と田楽の間，蒸し芋と煮っ転がしの間，田楽と煮っ転がしの間，および煮っ転がしと味噌汁の間において，それぞれ有意な正の相関が認められた．また，粘りと硬さの評価指数については，煮っ転がしと味噌汁の間の相関係数が0.750（$p<0.1$）であった．

考　察

本節では，国内で生産・消費の歴史が古く[42, 67]，多くの地方品種[32]・郷土料理[15, 16, 26, 41, 74]が存在するサトイモについて，調理方法と品種・系統に着目し，美味しさと食感に関する官能評価を実施した．調理法は，手順が簡素で容易な蒸し過程を含む蒸し芋と田楽，最も代表的な煮っ転がしおよび汁を多く含む味噌汁とした．

蒸し芋では，ほくほく感を強く感じる品種・系統ほど美味しいと評価された（第1-9表）．

田楽では，ほくほく感を強く感じる品種・系統ほど美味しいと評価される傾向があったが（$p<0.1$），その傾向は蒸し芋より小さかった(第1-9表)．これは，蒸し芋に田楽味噌を付けて食する田楽では，田楽味噌の味が加わることで，テクスチャーであるほくほく感の美味しさに対する寄与度が蒸し芋と比較して低下するためと考えられる．また，蒸し芋と田楽の間では，物理的食感である粘り，硬さおよびほくほく感については品種・系統間の相対的な関係にほとんど差異が認められないのに対して，調味を施すだけで，美味しさについての品種・系統間の相対的な関係にわずかに差異が現れた(第1-8表,第1-10表)．

煮っ転がしでは，美味しさと他の官能評価項目間で高い相関が認められなかった（第1-9表）．美味しさについて評価指数の変動率が低く，品種・系統間で有意差が認められなかった（第1-8表）ことは，煮っ転がしが多様な品種・系統に適していることを示しており，煮っ転がしがサトイモの代表的な料理であることと一致した．また，粘りの官能評価指数について，蒸し芋ならびに田楽と煮っ転がしの間の相関係数がそれぞれ0.357, 0.321と小さかった(第1-10表)．蒸し芋と田楽が剥皮しないで蒸すのに対して，煮っ転がしでは剥皮後水煮し，しかも加熱途中で粘質物を水洗で除去したために，粘りに関する官能評価結果が蒸し芋や田楽と異なったと考えられる．

味噌汁では，硬い品種・系統ほど美味しいと評価される傾向が認められた(第1-8表,第1-9表)．1.5 cm角という小さな切片としたために，食感として認識しやすい硬い品種・系統が好まれたのかもしれない．また，美味しさおよび各食感の評価指数の変動率が他の3つの調理法と比較して小さかったのも，切断した芋の大きさが小さく，品種・系統間での差を感じることが困難だったためと推察される．

蒸し芋と田楽では粘りと硬さの間に高い負の相関が認められ，剥皮せずに水煮した芋を官能評価した第1節の結果と一致した（第1-9表）．また，ほくほく感についてはすべての調理法間における相関係数が0.75以上であり，ほくほく感は，粘りや硬さと異なり，加熱，調味および切断といった調理方法の影響を受けにくい可能性がある（第1-10表）．

7品種・系統を比較した本試験の結果から推定される各調理に適した品種・系統は以下のとおりである．

蒸し芋には，粘りが弱く，硬く，ほくほく感のある‘唐芋’と，やや粘りがあって，やや軟らかく，中程度のほくほく感を有する‘味間いも’，‘セレベス’および‘上庄系’が適する．

田楽には，粘りが強く，軟らかく，ややほくほく感が少ない‘セレベス’，粘りが弱く，硬く，ほくほく感のある‘唐芋’，および，やや粘りがあって，やや軟らかく，中程度のほくほく感を有する‘味間いも’と‘上庄系’が適する．

煮っ転がしにはすべての品種・系統が適するが，粘りが強く，軟らかく，ややほくほく感が少ない‘烏播’と，粘りが弱く，やや硬く，ほくほく感のある‘上庄系’が好まれた．

味噌汁にはすべての品種・系統が適したが，粘りが弱く，硬くてほくほく感のある‘上庄系’と，粘りがあり，中程度の硬さとほくほく感を有する‘大野芋’が好まれた．

奈良県の在来種である‘味間いも’は，いずれの調理においても，供試した7品種・系統の中で中程度以上に美味しいと評価され，調理適性の幅が広い可能性が示された．

なお，官能評価後，複数の評価者から，‘石川早生’で同一の芋内で部位により食感に違いがあり，一部分が非常に硬く感じられる芋があるとの指摘があった．‘石川早生’の美味しさに関する評価が低かった原因の一つとして，当品種で多く発生するとされ外観では判別できない水晶症状[65, 78]，すなわち，芋の一部が水浸状に透明化し加熱後は過度に硬化あるい

は軟化する[77]症状を発生した芋が含まれていたことが考えられる．

第4節　摘要

第 1 章では，奈良県が「大和の伝統野菜」に認定しているサトイモの‘味間いも’について，生産拡大の兆しがある中，他府県産のサトイモと差別化して円滑に販売するために，芋の物性と食味・食感を全国的に流通する主要な品種・系統と比較し，その食味特性を明らかにしようとした．

第 1 節ではサトイモの粘りと硬さについて，‘味間いも’と，‘セレベス’，‘石川早生’，‘上庄系’，‘大野芋’，‘唐芋’および‘烏播’を対象として，物性調査と官能評価を行った．サトイモ料理には多くの種類があるが，揚げ物やもちを除くほとんどの料理が煮る過程を含んでいるので，水煮した芋を対象に調査した．粘りを評価する手法として回転式粘度計による測定を試みたが，粘度と粘りに対する食感との間には正の相関は認められず，むしろ比較的高い負の相関が認められた．また，芋の切断面に密着させた円盤状のプランジャーの引っ張り抵抗を測定し，官能評価結果との関連性を検討したところ，粘りに対する食感との間で高い正の相関が認められたことから，粘りに対する食感を数値化する手段である可能性を認めた．水煮する前の芋の水分含有率は水煮芋の粘りに対する食感と硬さに対する食感のいずれとも高い相関が見られ，水煮前後で水分含有率の品種間の相対的な関係がほとんど変化しなかったことから，生芋の水分含有率を測定することで水煮後の食感を容易に推定できる可能性が見出された．官能評価によって，粘りは‘味間いも’と比べて‘烏播’と‘セレベス’が強く，‘唐芋’と‘大野芋’が弱いと評価される傾向があり，硬さについては，‘唐芋’，‘上庄系’および‘大野芋’が硬いと評価され，‘セレベス’，‘烏播’および‘石川早生’が軟らかいと評価された．奈良県在来の‘味間いも’は，供試品種・系統の中で，粘りと硬さともに中程度と評価された．食品を摂取する際の感覚特性を味，匂い，テクスチャー，外観，品温，音の 6 種類に分けると，テクスチャーと味が食品の美味しさに関わる二大重要特性であるとされており，サトイモの粘りと硬さに対する食感はテクスチャーであり，品種・系統による差が認められたことから，調味を加えた調理後の美味しさも品種・系統間で異なる可能性があると考えられた．

第 2 節では，剥皮方法の異なる芋の水煮後の食感と物性を調査し，十分に皺を施したアルミホイルの摩擦により剥皮し水煮すると，表層部分に薄皮が残っているのが口触りで感じられ，包丁により剥皮した場合と比較し，薄皮に近い部位は粘りが強く，他の部位では粘りに差異が感じられないことを見いだした．皺を施したアルミホイルを用いた剥皮では「芋車」による剥皮と同様に周皮あるいは皮層が残存し，包丁による剥皮では水煮中に溶出するとされる粘質物が流出せず皮層に近い部分に残るために，粘りが強く感じられると考えられた．さらに，加熱前よりも沸騰後の水に芋を投入する方が粘質物の溶出が少ないとされており，加熱前の水に芋を投入したことが剥皮方法による粘りに対する食感の差異を一層拡大させたと推察された．アルミホイルの摩擦による剥皮は，様々な調理に新たな食感による美味しさを付与する調理技術である可能性があり，‘味間いも’を販売する際に提案する調理方法とするために，さらに味付けを施した調理についても検討するべきと考えられた．また，球形プランジャーを用いて貫入抵抗と引き抜き抵抗を測定したところ，貫入抵抗と引き抜き抵抗には剥皮方法による有意な違いは認められなかった．しかし，引き抜き抵抗の積算値としてエネルギー量を算出すると，官能評価でより粘りが強いと評価されたアルミホイルを用いた剥皮において有意に大きかったことから，引き抜きに要するエネルギーは粘りに対する食感をより明確に数値化できる可能性があると考えられた．

第 3 節では，第 1 節で供試した‘味間いも’を含む 7 品種･系統を対象として，調理法が美味しさと食感に及ぼす影響について解析した．調理法は，手順が簡素で容易な蒸し過程を含む蒸し芋と田楽，最も代表的な煮っ転がしおよび汁を多く含む味噌汁とした．蒸し芋では，ほくほく感を強く感じる品種・系統ほど美味しいと評価され，田楽では，ほくほく感を強く感じる品種・系統ほど美味しいと評価される傾向があったが，その傾向は蒸し芋より小さかった．蒸し芋に田楽味噌を付けて食する田楽では，田楽味噌の味が加わることで，テクスチャーであるほくほく感の美味しさに対する寄与度が蒸し芋と比較して低下するためと考えられた．また，蒸し芋と田楽の間では，物理的食感である粘り，硬さおよびほくほく感については品種・系統間の相対的な関係にほと

んど差異が認められないのに対して，調味を施すだけで，美味しさについての品種・系統間の相対的な関係にわずかに差異が現れた．煮っ転がしの美味しさについては品種・系統間で有意差が認められず，煮っ転がしが多様な品種・系統に適したサトイモの代表的な料理であることが再認識された．味噌汁では，硬い品種・系統ほど美味しいと評価される傾向が認められた．また，蒸し芋と田楽では粘りと硬さの間に高い負の相関が認められ，剥皮せずに水煮した芋を官能評価した第1節の結果と一致した．また，ほくほく感についてはすべての調理法間における相関係数が0.75以上であり，ほくほく感についての品種・系統間の相対的な関係は，粘りや硬さと異なり，加熱，調味および切断といった調理方法の影響を受けにくい可能性がある．なお，7品種・系統を比較した本試験の結果から推定される各調理に適した品種・系統は以下のとおりである．蒸し芋には，粘りが弱く，硬く，ほくほく感のある‘唐芋’と，やや粘りがあって，やや軟らかく，中程度のほくほく感を有する‘味間いも’，‘セレベス’および‘上庄系’が適する．田楽には，粘りが強く，軟らかく，ややほくほく感が少ない‘セレベス’，粘りが弱く，硬く，ほくほく感のある‘唐芋’，および，やや粘りがあって，やや軟らかく，中程度のほくほく感を有する‘味間いも’と‘上庄系’が適する．煮っ転がしにはすべての品種・系統が適するが，粘りが強く，軟らかく，ややほくほく感が少ない‘烏播’と，粘りが弱く，やや硬く，ほくほく感のある‘上庄系’が好まれた．味噌汁にはすべての品種・系統が適したが，粘りが弱く，硬くてほくほく感のある‘上庄系’と，粘りがあり，中程度の硬さとほくほく感を有する‘大野芋’が好まれた．奈良県の伝統野菜である‘味間いも’は，いずれの調理においても，供試した7品種・系統の中で中程度以上に美味しいと評価され，調理適性の幅が広い可能性が見いだされた．

第２章　奈良県在来の丸ナス‘矢田系’の食味特性

ナス（*Solanum melongena* L.）はインドが原産地とされ，日本へは8世紀以前に渡来し，全国に広まって重要な野菜として定着したと考えられている[67]．広域流通する主要品種の多くが長卵から中長形のF_1品種であるが[82]，サトイモと同様に，全国各地に果実の形状・色において変化に富む多くの在来品種・系統が分化しており，地域内流通を中心に生産・消費されている[43,44]．

奈良県では，京都府在来の‘賀茂ナス’から独自に選抜された大型の丸ナス[44]‘平和系’，および‘平和系’由来の‘矢田系’と‘大柳生系’が，それぞれ異なる地区で栽培されている．‘矢田系’以外の2系統は種子と株が門外不出であり，3系統間における近年の遺伝的交流は認められないが，これらすべての系統が奈良県の伝統野菜「大和丸なす」に認定されている．大きさ，形および色つやとともに，多めの食用油を用いて焼き，調味味噌をつけて食べる田楽[36]としての食味が業務用高級食材として高く評価されており，5月から7月に首都圏や京阪神の卸売市場で1kg当たり350～800円の高価格で販売され，主に都市部の料理店や旅館で利用されている．一方で，市場価格が大きく下落する場合があり，産地の生産者には量販店などを通じた一般消費者への販売促進が必要との認識が広がっている．しかし，店頭での高価な販売価格に見合った美味しさを家庭で容易に実現できる調理方法を提案するには至っておらず，家庭消費向けの販売はわずかな量にとどまっている．

ナスは，味が淡泊なことから，1年を通じて様々な料理に利用されるが，渋み成分であるポリフェノール含量に品種間差があり[13,36]，同じ調理法であっても品種によって渋みの感じ方が異なることが知られている[36]．これまでに，ナス独特の渋みと調理法との関係[34,35,37,38,39]，渋味[36]や呈味成分[13]の品種間差異，特定の地域特産品種の調理特性[7,12,13,17,20,49,57]について報告されている．しかし，広域流通品種や大和丸ナスを含む丸形群などの調理特性の違いについては未解明の部分が多い．

そこで，大和丸ナスの加工調理特性を明らかにして消費拡大を図るため，‘矢田系’および果形の異なる主要な広域流通品種を用いて，加熱調理前後の物性の変化と加熱後の食味・食感の差異を調査した．さらに，食事に供される形にまで味付けを施して官能評価を行い，業務用高級食材として流通する‘矢田系’の特徴について考察した．

第１節　‘矢田系’およびナスF_1数品種間における調理前後の物性の差異

「大和の伝統野菜」に認定されている大和丸ナスは業務用高級食材として高く評価されており，5月か

ら7月に首都圏や京阪神の卸売市場で1 kg当たり350～800円の高価格で販売され，主に都市部の料理店や旅館で利用されている．一方で，市場価格が大きく下落する場合があり，産地の生産者には量販店などを通じた一般消費者への販売促進が必要との認識が広がっている．しかし，店頭での高価な販売価格に見合った美味しさを家庭で容易に実現できる調理方法を提案するには至っておらず，家庭消費向けの販売はわずかな量にとどまっている．そこで，大和丸ナスの調理特性に関する基礎的知見を得るとともに，ナスの調理特性に関する品種間差の有無を明らかにするため，大和丸ナスの 1 系統である‘矢田系’を含む5品種･系統について調理前後の物性を比較し，調理後の食味と食感について官能評価を実施した．

材料および方法

1. 試料

供試した品種・系統は，果形が球形で大型であり果皮色が黒紫色の‘矢田系’(奈良県大和郡山市在来系統，丸ナス）のほか，果形と肉質が異なる以下の4品種，‘くろわし’(米ナス群)，‘みず茄’(長卵形群)，‘千両二号’(長卵形群)，および‘庄屋大長’(大長形群)（いずれもタキイ種苗（株））とした．‘くろわし’，‘みず茄’，‘千両二号’および‘庄屋大長’は奈良県農業技術センターの露地栽培圃場において，また，‘矢田系’は大和郡山市城町の雨除け栽培圃場において，それぞれ収穫した果実を用いた．いずれの品種・系統も栽培には自根苗を用いた．

2005年7月14日～8月22日に，‘くろわし’は300～350 g，‘みず茄’と‘千両二号’は100～150 g，‘庄屋大長’は150～200 g，‘矢田系’は250～300 gを目安に収穫し，収穫当日に供試した．

2. 物性の測定

へたを切除した果実全体の水分含有率と比重，ならびに外果皮破断時の荷重，プランジャーの貫入距離および歪み率を測定した．また，へたと外果皮を除いた部位（以下，果肉）の調理前後の水分含有率と硬度を測定した．

調理は 2 cm 角に切断した果肉を 5 分間蒸す方法（以下，蒸し）と180℃の食用油（食用ナタネ油と食用ダイズ油の混合油）で1分30秒間素揚げする方法（以下，揚げ）により行った．加熱は電磁調理器（KZ-321G，パナソニック（株））を用いて行った．蒸しは，深さ約5 cmとなるよう水を入れたステンレス製の鍋（直径27 cm，高さ26 cm）の中に，ステンレス製のざる（上部直径22 cm，下部直径12 cm，深さ10 cm，目合い2 mm，以下同）を下向きに置いて加熱し，沸騰後直ちに，切断した果肉を入れたざるを鍋の中のざるの上に置き，鍋のふたをして行った．また，揚げには直径 24 cm の鉄製の鍋を用いた．蒸し後は果肉の入ったざるを取り出して，また，揚げ後は果肉をざるに取り出して，それぞれ室温（25℃）下で自然冷却した後，果肉の水分含有率と硬度を測定した．

水分含有率は，通風乾燥器を用いて80℃で4日間乾燥させ，乾燥前後の重量から算出した．揚げた果肉の水分含有率測定時には，調理に用いたものと同一の食用油をシャーレに入れて重量測定し，乾燥中に油が蒸発しないことを確認した．さらに，揚げた果肉については，調理後の乾燥重量から，調理前の重量と水分含有率より推定した調理前の乾燥重量を減じて油分含有量を算出した．

比重算出時の体積測定は，へたを除去した果実を，水を満たしたガラス容器に完全に沈めた後に取り出し，その前後の容器全体の重量を電子天秤(EB-3200D,（株）島津製作所）で測定する方法により行った．

外果皮破断時の荷重と果肉の硬度測定には，卓上型物性測定器(クリープメータ RE-3305S,(株)山電)を用いた．外果皮破断時の荷重測定では直径5 mmの円筒形プランジャーを果実の最大径部に，表皮に対して垂直に貫入させた．外果皮破断時の荷重を測定するとともに，プランジャーの貫入距離を測定し，測定部の果実径で除して，果実の歪み率とした．生果の果肉の硬度は，果実の最大径部を厚さ25 mmに切断して，果実の中心と外果皮の 2 等分点に直径 8 mmの円筒形プランジャーを垂直に5 mm貫入させた時の最大荷重とした．調理後の果肉の硬度は，直径8 mm の円筒形プランジャーを試料に対して垂直に 5 mm貫入させた時の最大荷重とした．プランジャーの移動速度はいずれの測定においても 1.0 $mm \cdot s^{-1}$ とした．

果実全体の水分含有率，果肉の水分含有率および比重の調査には，品種・系統当たりそれぞれ，16～20果，10果，20果を供試した．また，外果皮破断時の荷重，貫入距離および歪み率，ならびに果肉の硬度の調査には品種･系統当たり18～20果を供試した．調理後の測定では，品種・系統当たり 5 果以上の果実を用いて果肉試料を作製した．蒸し後の水分含有

率と硬度の調査試料数は品種・系統当たりそれぞれ10個，27～38個とし，揚げ後の水分含有率と硬度の調査試料数は，品種・系統当たりそれぞれ20個，23～31個とした．

3. 官能評価

官能評価は2005年8月15日に，12名の評価経験が豊かな奈良県農業技術センター職員が行い，揚げたナスの果肉について，美味しさと油っこさに対する食感を7段階の評点法で評価した．美味しさと油っこさに対する食感は，「非常に不味い」と「全く油っこくない」を-3，「普通」を0，「非常に美味しい」と「非常に油っこい」を3として，それぞれ7段階で評価し，平均値を品種・系統ごとの評価指数とした．果肉の切断，揚げおよび冷却の方法は物性の測定に準じた．

結　果

1. 物性の品種・系統間差

果実全体の水分含有率と比重，ならびに外果皮破断時の荷重，貫入距離および歪み率を第2-1表に示した．果実全体の水分含有率は，‘くろわし’と‘庄屋大長’ではそれぞれ93.4%，93.5%と，‘みず茄’の94.0%と比較して有意に小さかった．果実の比重は‘矢田系’と‘みず茄’がそれぞれ0.677 $g \cdot cm^{-3}$，0.662 $g \cdot cm^{-3}$と大きく，次いで‘くろわし’と‘千両二号’がそれぞれ0.598 $g \cdot cm^{-3}$，0.583 $g \cdot cm^{-3}$，‘庄屋大長’が0.557 $g \cdot cm^{-3}$と最も小さかった．外果皮破断時の荷重は‘矢田系’で41.6 Nと特に大きく，次いで‘くろわし’と‘千両二号’でそれぞれ33.0 N，28.6 N，‘庄屋大長’では15.9 N，‘みず茄’では11.6 Nと小さかった．外果皮破断時のプランジャーの貫入距離は‘矢田系’と‘千両二号’でそれぞれ11.2 mm，10.9 mmと大きく，次いで‘くろわし’の8.4 mm，‘庄屋大長’の7.3 mmの順で，‘みず茄’では5.9 mmと最も小さかった．外果皮破断時の果実の歪み率は，‘千両二号’と‘庄屋大長’においてそれぞれ20.9%，19.4%と大きく，他の品種・系統では10.9～13.3%であった．

加熱調理前後の物性の測定結果，ならびに測定値から算出した果肉の2 cm角切片当たりの全重量と揚げた果肉の油分含有量を第2-2表に示した．加熱調理

第2-1表　ナス果実の物性の品種・系統間差

品種・系統	水分含有率 (%)	比重 ($g \cdot cm^{-3}$)	外果皮破断時		
			荷重 (N)	貫入距離 (mm)	歪み率 (%)
くろわし	93.4 a[z]	0.598 b	33.0 c	8.4 c	10.9 a
みず茄	94.0 b	0.662 c	11.6 a	5.9 a	11.3 a
千両二号	93.8 ab	0.583 b	28.6 c	10.9 d	20.9 c
庄屋大長	93.5 a	0.557 a	15.9 b	7.3 b	19.4 c
矢田系	93.8 ab	0.677 c	41.6 d	11.2 d	13.3 b

[z] 各列における異なるアルファベット間にはTukey-Kramer法により5%水準で有意差あり (n=16～20)

第2-2表　加熱調理前後のナス果肉の物性の品種・系統間差

品種・系統	加熱調理前			蒸し後			揚げ後			
	水分含有率 (%)	全重量[z] (g)	硬度 (N)	水分含有率 (%)	全重量[zy] (g)	硬度 (N)	水分含有率 (%)	全重量[z] (g)	油分含有量[zx] (g)	硬度 (N)
くろわし	92.6 a[w]	4.79 b	18.6 e	93.3 a	5.37 b	0.95 b	73.7 c	3.91 ab	0.67 a	0.68 ab
みず茄	94.0 c	4.65 b	5.2 a	94.2 a	4.85 ab	1.11 b	53.2 ab	4.22 b	1.68 c	0.96 b
千両二号	93.4 b	4.02 a	10.4 c	93.9 a	4.35 a	0.70 a	57.5 b	3.70 a	1.31 b	0.57 a
庄屋大長	93.6 bc	3.88 a	7.3 b	93.9 a	4.09 a	0.94 b	47.5 a	3.81 a	1.75 c	0.55 a
矢田系	93.3 b	5.02 b	13.6 d	93.5 a	5.20 b	1.40 c	77.2 c	3.91 ab	0.54 a	0.77 ab

[z] 2 cm角の切片当たりの重量

[y] 切断時の体積誤差を考慮し，測定値を調理後の乾燥重量で除して，蒸し調理前の果肉切片の重量と加熱調理前の果肉の水分含有率から推定した乾燥重量値を乗じた値

[x] 調理後の乾燥重量から，調理前の重量と水分含有率より推定した調理前の乾燥重量を減じた値

[w] 各列における異なるアルファベット間にはTukey-Kramer法により5%水準で有意差あり (n=10～38)

前の果肉の水分含有率は果実全体の値と同様に，‘みず茄’で94.0%と最も大きく，‘くろわし’は92.6%と最も小さかった．他の3品種・系統は93.3～93.6%で品種・系統間に有意な差は認められなかった．蒸した果肉の水分含有率は，いずれの品種・系統においても加熱調理前と比較して微増し，‘みず茄’で94.2%，‘千両二号’と‘庄屋大長’で93.9%，‘矢田系’で93.5%，‘くろわし’で93.3%であったが，品種・系統間に有意な差は認められなかった．揚げた果肉の水分含有率は，加熱調理前と比較して著しく減少し，減少程度は品種・系統により異なった．すなわち，‘矢田系’と‘くろわし’の水分含有率はそれぞれ77.2%，73.7%と大きく，他の品種では47.5～57.5%と小さかった．

加熱調理前の果肉の全重量は，‘矢田系’，‘くろわし’および‘みず茄’でそれぞれ5.02 g，4.79 g，4.65 gと，4.02 gの‘千両二号’ならびに3.88 gの‘庄屋大長’と比較して有意に大きかった．蒸した果肉の全重量は，いずれの品種・系統においても調理前と比較して増加し，‘くろわし’と‘矢田系’でそれぞれ5.37 g，5.20 gと大きく，次いで‘みず茄’で4.85 g，‘千両二号’と‘庄屋大長’ではそれぞれ4.35 g，4.09 gと小さかった．揚げた果肉の全重量は，いずれの品種・系統においても調理前と比較して減少し，‘千両二号’と‘庄屋大長’でそれぞれ3.70 g，3.81 gと小さく，次いで‘くろわし’と‘矢田系’がともに3.91 g，‘みず茄’が4.22 gと最も大きかった．揚げた果肉の油分含有量は，‘庄屋大長’と‘みず茄’でそれぞれ1.75 g，1.68 gと大きく，次いで‘千両二号’で1.31 gであり，‘くろわし’と‘矢田系’ではそれぞれ0.67 g，0.54 gと小さかった．

加熱調理前の果肉硬度は，最も大きい‘くろわし’で18.6 N，最も小さい‘みず茄’で5.2 Nと差が著しく，いずれの品種・系統間においても有意な差が認められた．蒸しと揚げのいずれの調理後も，果肉硬度は顕著に低下した．蒸した果肉の硬度は，‘矢田系’で1.40 Nと他の品種と比較して有意に大きく，‘千両二号’で0.70 Nと特に小さかった．また，揚げた果肉の硬度は，‘みず茄’で0.96 Nと，0.57 Nの‘千両二号’ならびに0.55 Nの‘庄屋大長’と比較して有意に大きかった．

2. 物性の相関関係

加熱調理前後の果肉の物性間の相関係数を第2-3表に示した．加熱調理前の果肉の水分含有率と蒸した果肉の水分含有率の間，加熱調理前の果肉の全重量と蒸した果肉の全重量の間，蒸した果肉の水分含有率と揚げた果肉の油分含有量の間，および揚げた果肉の全重量と硬度の間において，それぞれ0.934，0.954，0.905，0.946と有意な正の相関が認められた．加熱調理前の果肉の水分含有率と硬度の間，加熱調理前の果肉の硬度と蒸した果肉の水分含有率の間，加熱調理前の果肉の硬度と揚げた果肉の油分含有量の間，および揚げた果肉の水分含有率と油分含有量の間において，それぞれ-0.977，-0.966，-0.894，-0.991と有意な負の相関が認められた．

これらの関係のほか，加熱調理前の果肉の全重量と揚げた果肉の水分含有率の間，加熱調理前の果肉の硬度と揚げた果肉の水分含有率の間，蒸した果肉の水分含有率と揚げた果肉の水分含有率の間，蒸した果肉の全重量と揚げた果肉の水分含有率の間，および蒸した果肉の全重量と揚げた果肉の油分含有量

第2-3表　加熱調理前後のナス果肉の物性間の相関係数

		加熱調理前			蒸し後			揚げ後		
		水分含有率	全重量	硬度	水分含有率	全重量	硬度	水分含有率	全重量	油分含有量
加熱調理前	全重量	-0.338								
	硬度	-0.977 *	0.500							
蒸し後	水分含有率	0.934 *	-0.501	-0.966 *						
	全重量	-0.564	0.954 *	0.687	-0.641					
	硬度	0.083	0.768	0.082	-0.234	0.568				
揚げ後	水分含有率	-0.727	0.817	0.856	-0.861	0.867	0.506			
	全重量	0.385	0.549	-0.308	0.344	0.439	0.511	-0.026		
	油分含有量	0.779	-0.734	-0.894 *	0.905 *	-0.801	-0.434	-0.991 *	0.156	
	硬度	0.381	0.672	-0.248	0.292	0.530	0.598	0.143	0.946 *	-0.011

*ピアソンの相関係数の検定により5%水準で有意（n=5）

第2-4表　揚げたナスの果肉の美味しさと食感の品種・系統間差

品種・系統	評価指数[z]	
	美味しさ	油っこさに対する食感
くろわし	-1.00±1.26 a[y]	0.50±1.24 ab
みず茄	-0.58±1.38 a	1.25±1.48 b
千両二号	0.67±0.89 a	0.75±1.29 ab
庄屋大長	-0.55±1.37 a	1.42±1.08 b
矢田系	0.42±1.51 a	-0.50±1.09 a

[z] 平均値±標準誤差（n=12）
各項目の評価指数は以下のとおり7段階の評点法で評価し算出
美味しさ（非常に不味い：-3～普通：0～非常に美味しい：3）
油っこさ（全く油っこくない：-3～普通：0～非常に油っこい：3）
[y] 各列における異なるアルファベット間にはSteel-Dwass法により5%水準で有意差あり

第2-5表　揚げたナスの果肉の物性，美味しさおよび食感の間の相関係数

	水分含有率	全重量	油分含有量	硬度	美味しさ
美味しさ	0.121	-0.481	-0.162	-0.198	
油っこさに対する食感	-0.915 *	0.145	0.917 *	-0.097	-0.460

*ピアソンの相関係数の検定により5%水準で有意（n=5）

の間において，検定結果は有意ではないものの，相関係数の絶対値が0.8（$0.05<p<0.11$）より大きかった．

3. 揚げた果肉の美味しさと食感の品種・系統間差

官能評価の結果，油っこさに対する食感について品種・系統間で有意な差が認められ，‘庄屋大長’と‘みず茄’は‘矢田系’と比較して油っこいと評価された（第2-4表）．美味しさについては品種・系統間に有意な差が認められなかった．

4. 物性と官能評価結果の関係

揚げた果肉の物性，美味しさおよび食感について，相関を第2-5表に示した．水分含有率と油っこさに対する食感の間で有意な負の相関が，油分含有量と油っこさに対する食感の間で有意な正の相関がそれぞれ認められ，他の調査項目の間では有意な相関は認められなかった．

考　察

本試験では，5つの品種・系統を対象に，調理前後の物性測定と揚げ調理後の官能評価を実施した．ナス料理は多様であるが，漬け物加工を除くほとんどの料理で加熱を伴うため，蒸しと揚げに着目して調査を行った．

果肉の水分含有率は，蒸した場合には変化が少なかったが，揚げると著しく変化し，品種・系統間の相対的な関係が調理前後で大きく変化した．このことは，加熱調理前の測定値では揚げた果肉の水分を説明できないことを示しており，消費場面を想定した品質評価を行うためには，調理を行ったうえで比較することが重要と考えられる．また，‘くろわし’と‘矢田系’は，揚げた際の油分含有量が特に小さく，水分が多く残存した．後藤ら[9]は，本研究で供試した5品種・系統を含む7品種・系統を対象に，生果の断面を実体顕微鏡で観察し，‘くろわし’と‘矢田系’の細胞間隙が，‘庄屋大長’，‘千両二号’，および‘みず茄’と比較して小さかったと報告している．‘くろわし’と‘矢田系’は加熱調理前の全重量が大きかったことから，果肉の細胞密度（比重）や細胞間隙の大きさと水分の損失および油の吸収との間に何らかの関係がある可能性があり，一層の調査が必要である．

加熱調理後の果肉硬度の品種・系統間の相対的な

関係も調理前とは大きく異なった．このことは，揚げた果肉の水分と同様に，加熱調理前の測定値では調理後の硬度を説明できないことを示している．

‘みず茄’の果肉硬度が，加熱調理前に最も小さく，加熱後に相対的に大きい傾向が認められたことについては，ナスの硬さに影響を及ぼすとされるペクチン含量[40]や，調理前後の水分含有率の変化と同様，組織構造の違いに基づく可能性が考えられる．しかし，ペクチン含量の品種間差異に関する調査事例[17]は少なく，組織構造と調理との関係とともに，今後，検討が必要である．

なお，生果の比重と加熱調理前の果肉の硬度に関する‘くろわし’，‘千両二号’および‘庄屋大長’の相対的な関係，ならびに調理前の外果皮破断時の荷重に関するこれら 3 品種の相対的な関係は，夏季のハウス栽培で得られた果実について調査した堀江・安藤[13]の報告とそれぞれ一致しており，これらの果実特性の品種間の相対的関係が高温期において安定していることが示唆された．

揚げたナスについて実施した官能評価では，油っこさに対する食感において，品種・系統間で統計的に有意な差が認められ，さらに揚げた果肉の水分含有率あるいは油分含有量との間で高い相関があった．このことは，揚げた際の油の吸収程度の品種・系統間での違いを，ヒトが食べて明確に感じられることを示している．一方，美味しさに関しては品種・系統間で有意な差が認められず，美味しさと油っこさに対する食感との間で相関が認められなかったことから，素揚げという味付けをしない調理であれば，2 cm 角のナス果肉に含まれる程度の油分の多寡は，もともと淡泊な味のナス果肉の美味しさに大きな影響を及ぼさないと考えられる．なお，揚げた際の油の吸収程度が少なかった‘矢田系’が属する丸ナス群と‘くろわし’が属する米ナス群は，多めの食用油を用いて焼き，調味味噌をつけて食べる田楽[36]，油で揚げる工程がある西洋料理[2]にそれぞれ適しているとされており，油を吸収し過ぎないことがこれらの料理の美味しさをもたらしている可能性がある．

生鮮野菜の購入先の全国調査結果によると，96.8%の人が量販店で購入しており，青果店を利用する人は 28.1%である[10]．青果店では，購入の際に，野菜の知識を有する販売者から簡単な調理法について助言を受ける機会がある一方で，セルフ販売を行う量販店では，料理法が示されずに販売されていることが多く，複数の品種・系統が販売されている場合には，選択に戸惑う場面が少なくないと考えられる．特に，食する際に調理が必要で，多様な品種・系統が存在するナスについては，消費者が利用しやすい簡便な調理法を情報として品種・系統ごとに提供すれば，特徴的な品種・系統の円滑な販売環境が整備できると考えられる．そのためには，生産，流通，販売ならびに研究に携わる者が，これまで以上に品種・系統の調理特性に関心を持つ必要があろう．なお，本研究の結果，油を使った焼き調理に適するとされる丸ナス[36]の‘矢田系’は，他の 4 品種と比べ，加熱後にやや硬めで型崩れしにくく，揚げた際に水分が多く残り油分が少ないことが明らかになった．しかし，揚げた果肉の官能評価では美味しさについて他品種との明確な差は認められなかったことから，料理店での特殊な食材として高単価で取引される業務用の‘矢田系’を，一般消費者向けに差別化して高値販売することは当面困難と考えられた．産地としては，食材としての特性を十分に理解して付加価値の高い商品を作出できる事業者を数多く開拓し，業務用消費の拡大を図ることが妥当と考えられた．

食品を摂取する際の感覚特性の中で，テクスチャーと味が食べ物の美味しさに大きく寄与する二大重要特性とされている[81]．本研究では 2 種類の加熱調理に関して物性調査を行い，味付けを施さない素揚げについて官能評価を実施したが，硬さや油っこさなどの食感が大きく異なる品種・系統の間においても美味しさの違いを見いだすことはできなかった．ナスについては，味が淡泊で強い香りもないことが様々な調理法に適する大きな要因と考えられるが，以前から果肉の物性が異なる品種群はそれぞれ適する調理法も異なることが指摘されている[31, 87]．果実の物性と調理方法に対する適性との関係について検討するためには，食事として供される形，すなわち味付けを施した料理を対象として，品種特性評価を行う必要があると考えられた．

第２節　‘矢田系’およびナス F_1 数品種間における調理・加工適性の差異

前節では，奈良県在来の丸ナス‘矢田系’の調理特性に関する基礎的知見を得るとともに，ナスの調理特性に関する品種・系統間差を明らかにするため，‘矢田系’および‘千両二号’，‘みず茄’，‘くろわし’，‘庄屋大長’の計 5 品種・系統について調査を

行い，加熱調理前後の物性の変化と，加熱後の美味しさとテクスチャーに品種・系統間差があることを見いだした．しかし，味付けを施さない状態では品種・系統間の美味しさの違いを官能評価によって見いだすことは難しく，‘矢田系’が1 kg当たり350～800円の高価格帯で流通する理由を，調理・加工特性という視点から明らかにすることはできなかった．

本節では，食事に供される形にまで味付けを施して官能評価を行い，業務用高級食材として流通する‘矢田系’の特徴を明らかにすることを目的とした．上記の5品種・系統に単為結果性を有する実用品種‘あのみのり’と長形群の‘筑陽’を加えて，和風の調理法が美味しさ，テクスチャーおよび食味に及ぼす影響を調査し，調理・加工特性を比較した．また，塩漬け前後の水分含有率の変化と，渋味に影響を及ぼすとされるクロロゲン酸含量と総ポリフェノール含量を測定し，官能評価結果との関係を解析した．

材料および方法

1. 試料

供試した品種・系統は，果形が球形で大型であり果皮色が黒紫色の‘矢田系’(奈良県大和郡山市矢田地区在来系統，丸ナス群)と奈良県への導入が始まった単為結果性を有する‘あのみのり’((株)日本農林社，長卵形群)[88]のほか，果形と肉質が異なる以下の5品種，‘筑陽’(長形群)，‘くろわし’(米ナス群)，‘みず茄’(長卵形群)，‘千両二号’(長卵形群)，および‘庄屋大長’(大長形群)(以上，タキイ種苗(株))とした．いずれの品種・系統も，2006年5月に奈良県農業総合センター(現在，農業研究開発センター)内の露地圃場に自根苗を定植し，6月から収穫を行う慣行作型で栽培した．‘あのみのり’，‘みず茄’および‘庄屋大長’は150～200 g，‘筑陽’と‘千両二号’は100～150 g，‘くろわし’は350～400 g，‘矢田系’は250～300 gをそれぞれ目安に収穫し，収穫当日に供試した．

2. 調理適性評価

1) 試料の調製

以下の6種の調理を行い，塩漬けと調味漬けには‘あのみのり’を除く6品種・系統を，他の調理には全7品種・系統を供試した．果実の切断にはセラミック製の包丁(FKR-160WH, 京セラ(株))を用い，室内の温度設定は27℃とした．加熱は，焼き以外では電磁調理器(KZ-321G，パナソニック(株))を，焼きではガスコンロ(RT-1KS，リンナイ(株))をそれぞれ用いて行った．

なお，ナスの漬け物については，しば漬け，辛子漬け，ぬか漬けなどがあるが，いずれも標準的な漬け込み条件を設定して加工することが難しいため，条件を均一化しやすい塩漬けと調味漬け2種類の浅漬け加工のみとした．また，他の加熱調理においても，全般に淡泊な味のナス果実に対する濃厚な味付けは避け，和風調味料による薄めの味付けとした．

(1) 塩漬け

へた部分と果頂部を切除し，‘筑陽’，‘みず茄’および‘千両二号’は2つに，‘くろわし’と‘矢田系’は4つに，それぞれほぼ等分となるように果実の縦方向に切断し，また，果実径が3～4 cmと特に小さい‘庄屋大長’は縦方向には切断せずに，それぞれ厚さ5 mmとなるよう横方向に切断した．ポリエチレン製の袋内に切断した果実を並べ，重量比1.25%の食塩を振りかけ，手早く混合した．果実の厚さを5 mmと薄く切断したため，塩味を浸透させるための静置時間は10分間とした．その後，ペーパータオル(キムタオル，日本製紙クレシア(株))を敷いたステンレス製のざる上で果肉表面の水分を除去し，供試した．

(2) 調味漬け

果実の切断は塩漬けと同様とした．ポリエチレン製の袋内で，切断した果実と等重量の市販の浅漬け用調味料(浅漬けの素，エバラ食品工業(株))を2分間混ぜ合わせた後，調味料を浸透させるために13分間静置した．塩漬けに準じ，果肉表面の水分を除去して供試した．

(3) 揚げ出し

へた部分と果頂部を切除し，‘あのみのり’，‘筑陽’，‘みず茄’および‘千両二号’は4つに，‘くろわし’と‘矢田系’は8つに，‘庄屋大長’は2つに，それぞれほぼ等分となるように果実の縦方向に切断した．その後，果実の縦方向の長さが5 cmとなるよう切断し，長さが5 cmに満たない部分は廃棄した．果皮から果肉方向へ最深5 mm程度となるよう，また，果実の伸長方向に対して30～45°の角度で3本ずつ格子状に，計6本の切れ込みを入れて，直径24 cmの鉄製の鍋を用いて，180℃の食用油(日清サラダ油，日清オイリオグループ(株))で1分30秒間素揚げした．揚げた果実は，ペーパータオルを敷いたざるに

取り出した後，鉄製の鍋の中で沸騰させた調味液に速やかに浸した．室温まで放冷した後，供試した．調味液は，市販の出し粉末（だしの素，(株) シマヤ）で作った出し汁，淡口醤油（うすくちしょうゆ，ヒガシマル醤油（株)），みりん（タカラ本みりん，宝酒造（株)）および清酒（菊正宗，菊正宗酒造（株)）を体積比 20：3：3：2 の割合で混合して作製した．

(4) 煮浸し

揚げ出しと同様に果実を切断し切れ込みを入れた．鉄製の鍋の中で沸騰させた調味液に，調味液と同重量の切断果実を，果皮を上にして入れて，25 分間加熱した．室温まで放冷した後，供試した．調味液は，出し汁，淡口醤油，みりんおよび清酒を体積比 800：4：3：3 の割合で混合して作製した．

(5) 蒸し

へた部分と果頂部を切除した後，‘あのみのり’と‘みず茄’は切片重量が約 17～23 g となるよう果実の縦方向に 8 つに切断した．また，‘筑陽’と‘千両二号’は切片重量が約 15～23 g となるよう 6 つに，‘くろわし’は約 19～22 g となるよう 16 に，‘矢田系’は約 19～23g となるよう 12 に，それぞれ果実の縦方向に切断した．‘庄屋大長’は果実の縦方向に 4 つに切断した後，切片重量が約 17～23 g となるよう横方向に 2 つに切断した．切断した果実を，前節と同様の方法で 7 分間蒸した．蒸した後はざるに取り上げ，室温まで放冷した．供試直前に柑橘果汁を含有する市販の調味醤油（味ぽん，(株) Mizkan Holdings）をかけた．

(6) 焼き

‘あのみのり’，‘みず茄’および‘庄屋大長’では約 4～5 分間，‘筑陽’と‘千両二号’では約 4 分間，‘くろわし’では約 6～7 分間，‘矢田系’では約 5～8 分間，それぞれ果実を軟らかくなるまで焼き網の上で直火焼きした後，表皮を剝離した．果実の縦方向の長さが 5 cm となるよう切断し，長さが 5 cm に満たない部分とへた部分は廃棄した．室温まで放冷し，すり下ろしたショウガの汁を少量混ぜた醤油（キッコーマンしょうゆ，キッコーマン（株)）を供試直前にかけた．

2) 官能評価

美味しさ，歯ごたえおよび渋味をすべての調理について，水気を塩漬け，調味漬け，蒸しおよび焼きについて，油っこさを揚げ出しについて，味の浸透を煮浸しについて，甘味を焼きについて，それぞれ官能評価した．歯ごたえは外果皮（以下，果皮）とその他の部分（以下，果肉）について評価した．2006 年 7 月 7 日に塩漬けと調味漬けについて，7 月 19 日に揚げ出しと煮浸しについて，7 月 27 日に蒸しと焼きについて，それぞれの品種・系統を‘千両二号’と比較して評価した．美味しさは「非常に不味い」を-3，「非常に美味しい」を 3 として，渋味，歯ごたえ，油っこさおよび甘味は「非常に弱い」を-3，「非常に強い」を 3 として，水気は「非常に少ない」を-3，「非常に多い」を 3 として，味の浸透は「非常に悪い」を-3，「非常に良い」を 3 として，また，いずれの官能評価項目においても「同じ」を 0 として，7 段階の評点法で評価した．評価指数の最大値と最小値の差を，-3~3 の評点範囲の 6 で除して 100 を乗じた値を評価指数の変動率とした．

官能評価は，主に，評価経験が豊かな農業総合センター職員が行い，評価者数は，7 月 7 日と 27 日は男性 8 人と女性 8 人の 16 人，7 月 19 日は男性 9 人と女性 10 人の 19 人とした．

3. 塩漬け前後の水分含有率

2006 年 6 月 29 日～7 月 10 日に，‘あのみのり’を除く 6 品種・系統の果実を収穫し供試した．官能評価時と同様に果実を切断して，同一果実から切片を 20 個作製した．切片 20 個のうち 10 個は官能評価時と同様に塩漬けし，切片 10 個当たりの乾燥前後の重量から，塩漬け後の水分含有率を算出した．また，塩漬けしなかった切片について 10 個当たりの乾燥前後の全重量を測定し，塩漬け前の水分含有率を算出した．調査は，品種・系統当たり 10 果について行った．乾燥には 80℃設定の通風乾燥器（FV-830，アドバンテック東洋（株））を用いた．

4. クロロゲン酸含量と総ポリフェノール含量

8 月 15 日に収穫した 7 品種・系統の果実を供試した．果実からへたを切除した後，セラミック製のピーラー（CP-NBK，京セラ（株））を用いて果実の外側約 1.5～1.6 mm の部分（以下，果皮部）とそれ以外の部分（以下，果肉部）に切り分け，速やかに液体窒素で凍結させた．凍結試料は-80℃設定の冷凍庫（CLN-35C，日本フリーザー（株））で保存し，順次，凍結乾燥機（RLE-103，共和真空技術（株））を用いて乾燥させた．凍結乾燥機による乾燥時の試料加熱温度は 20℃に設定した．乾燥後は，粉砕器（IFM-800DG，岩谷産業（株））を用いて粉末化した．

測定までは-80℃設定の冷凍庫で保存した．品種・系統当たり3果を供試し，1果ずつ試料調製した．

粉末試料50 mgを秤量し，99%メタノール5.4 mLと5%酢酸水溶液を0.6 mL加えた．2分間撹拌後，1400×g，4℃で遠心分離（himac CR20F，日立工機（株））を10分間行い，上清を孔径0.45 μmのフィルター（コスモナイスフィルターW 13 mm，ナラカイテスク（株））でろ過し試料溶液とした．

クロロゲン酸含量をジアゾ法[47]に準じて測定した．すなわち，試験管に試料溶液1 mL，1%亜硝酸ナトリウム溶液0.5 mLおよび0.15 N酢酸溶液0.5 mLを入れて撹拌し，5分後に1 N炭酸ナトリウム溶液0.25 mLを加えた．撹拌後，分光光度計（UV-2100，（株）島津製作所）で530 nmの吸光度を測定し，果皮部および果肉部100 g当たりのクロロゲン酸量を算出した．

総ポリフェノール含量を山口ら[80]の方法に従い，フォーリン・チオカルト法により測定した．すなわち，試験管に試料溶液0.2 mL，7.5%炭酸ナトリウム溶液0.8 mLおよびタンパク質測定用フェノール試薬1 mLを入れて撹拌し，30分後に分光光度計で765 nmの吸光度を測定し，果皮部および果肉部100 g当たりの総ポリフェノール量を算出した．

結　果

1. 官能評価

1)塩漬け

すべての官能評価項目において有意な品種・系統間差が認められた（第2-6表）．美味しさの評価指数は，‘筑陽’が0.13と高く，‘矢田系’と‘くろわし’がそれぞれ-1.06，-1.13と低く，他の3品種は-0.56～0.00であった．渋味の評価指数は，‘くろわし’が0.88と高く，次いで‘千両二号’と‘みず茄’がほぼ同等であり，‘筑陽’と‘矢田系’が-0.25，‘庄屋大長’が-0.63と低かった．果肉の歯ごたえの評価指数は，‘矢田系’と‘くろわし’がそれぞれ1.69，1.00と特に高く，次いで‘筑陽’が‘千両二号’とほぼ同等であり，さらに‘庄屋大長’が-0.75であり，‘みず茄’は-1.56と低かった．果皮の歯ごたえの評価指数は，‘矢田系’と‘くろわし’がそれぞれ1.75，1.19と特に高く，次いで‘筑陽’と‘庄屋大長’が‘千両二号’と同等であり，‘みず茄’が-1.25と特に低かった．水気の評価指数は，‘みず茄’が1.19と特に高く，他の5品種・系統は-0.69～0.06であった．

渋味，果肉の歯ごたえ，果皮の歯ごたえおよび水気に関する評価指数の変動率は，それぞれ25.0%，54.2%，50.0%，31.3%と他の調理法と比べて大きかった．

2)調味漬け

渋味を除くすべての官能評価項目において有意な品種・系統間差が認められた．美味しさの評価指数は，‘筑陽’が0.13と高く，‘くろわし’が-0.88と低く，他の4品種・系統は-0.63～0.06であった．果肉の歯ごたえの評価指数は，‘くろわし’と‘矢田系’が1.38と特に高く，次いで‘筑陽’と‘庄屋大長’が‘千両二号’とほぼ同等であり，‘みず茄’が-1.50と特に低かった．果皮の歯ごたえの評価指数は‘くろわし’と‘矢田系’がそれぞれ1.38，1.25と特に高く，次いで‘庄屋大長’，‘筑陽’，‘千両二号’の順で，‘みず茄’が-0.75と低かった．水気の評価指数は，‘みず茄’と‘筑陽’がそれぞれ0.75，0.44と高く，‘くろわし’が-0.75と低く，他の3品種・系統では-0.19～0.00であった．

すべての官能評価項目に関して，評価指数の変動率が塩漬けよりも小さかった．

3)揚げ出し

果肉の歯ごたえと油っこさについて有意な品種・系統間差が認められた．美味しさの評価指数は，‘矢田系’が0.68，‘みず茄’が-0.50であり，他の4品種は-0.16～0.28であった．果肉の歯ごたえの評価指数は，‘矢田系’が0.89と高く，次いで‘あのみのり’が0.37であり，さらに‘くろわし’，‘千両二号’，‘みず茄’，‘筑陽’の順で，‘庄屋大長’が-1.37と低かった．油っこさの評価指数は，‘みず茄’が0.68と高く，次いで‘庄屋大長’，‘くろわし’，‘千両二号’，‘筑陽’の順で，‘矢田系’と‘あのみのり’がそれぞれ-0.68，-1.00と低かった．

渋味と果皮の歯ごたえに関する評価指数の変動率は，それぞれ7.9%，13.2%と他の調理法と比べて小さかった．

4)煮浸し

渋味を除くすべての官能評価項目において有意な品種・系統間差が認められた．美味しさの評価指数は，‘庄屋大長’が0.44と高く，‘くろわし’と‘あのみのり’がそれぞれ-0.58，-0.82と低く，他の4品種・系統は-0.44～0.26であった．果肉の歯ごたえの

第2-6表　各調理法におけるナス品種・系統の官能評価結果

調理法	品種	官能評価指数[z]							
		美味しさ	渋味	果肉の歯ごたえ	果皮の歯ごたえ	水気	油っこさ	味の浸透	甘味
塩漬け	筑陽	0.13 b[y]	-0.25 a	-0.06 b	0.31 b	0.06 a	—	—	—
	くろわし	-1.13 a	0.88 b	1.00 c	1.19 c	-0.69 a	—	—	—
	みず茄	0.00 ab	-0.19 ab	-1.56 a	-1.25 a	1.19 b	—	—	—
	千両二号	0.00 ab	0.00 ab	0.00 b	0.00 b	0.00 a	—	—	—
	庄屋大長	-0.56 ab	-0.63 a	-0.75 ab	0.00 b	-0.19 a	—	—	—
	矢田系	-1.06 a	-0.25 a	1.69 c	1.75 c	-0.38 a	—	—	—
	変動率[x] (%)	20.8	25.0	54.2	50.0	31.3			
調味漬け	筑陽	0.13 b	-0.13 a	-0.25 b	0.31 b	0.44 b	—	—	—
	くろわし	-0.88 a	0.38 a	1.38 c	1.38 c	-0.75 a	—	—	—
	みず茄	0.06 ab	0.06 a	-1.50 a	-0.75 a	0.75 b	—	—	—
	千両二号	0.00 ab	0.00 a	0.00 b	0.00 ab	0.00 ab	—	—	—
	庄屋大長	-0.63 ab	-0.25 a	-0.44 b	0.69 b	-0.13 ab	—	—	—
	矢田系	-0.19 ab	-0.06 a	1.38 c	1.25 c	-0.19 ab	—	—	—
	変動率 (%)	16.7	10.4	47.9	35.4	25.0			
揚げ出し	あのみのり	0.00 a	-0.05 a	0.37 bc	0.05 a	—	-1.00 a	—	—
	筑陽	0.28 a	-0.26 a	-0.53 ab	0.22 a	—	-0.16 ab	—	—
	くろわし	0.05 a	-0.05 a	0.11 bc	0.37 a	—	0.16 b	—	—
	みず茄	-0.50 a	-0.11 a	-0.05 b	0.16 a	—	0.68 b	—	—
	千両二号	0.00 a	0.00 a	0.00 b	0.00 a	—	0.00 b	—	—
	庄屋大長	-0.16 a	-0.47 a	-1.37 a	-0.37 a	—	0.42 b	—	—
	矢田系	0.68 a	-0.26 a	0.89 c	0.42 a	—	-0.68 a	—	—
	変動率 (%)	19.7	7.9	37.7	13.2		28.1		
煮浸し	あのみのり	-0.82 a	-0.18 a	-1.24 a	-1.00 a	—	—	-0.29 a	—
	筑陽	-0.37 ab	0.00 a	-0.21 b	0.05 b	—	—	-0.61 a	—
	くろわし	-0.58 a	0.21 a	-0.37 ab	-0.21 ab	—	—	-0.50 a	—
	みず茄	-0.44 ab	-0.05 a	-0.63 ab	-0.05 ab	—	—	-0.21 a	—
	千両二号	0.00 ab	0.00 a	0.00 b	0.00 ab	—	—	0.00 a	—
	庄屋大長	0.44 b	-0.28 a	-1.11 a	-1.00 a	—	—	0.89 b	—
	矢田系	0.26 ab	0.00 a	-0.42 ab	-0.50 ab	—	—	0.26 ab	—
	変動率 (%)	21.1	8.1	20.6	17.5			25.1	
蒸し	あのみのり	-0.06 bc	-0.44 ab	0.31 abc	-0.13 a	0.06 ab	—	—	—
	筑陽	0.50 c	-0.56 a	-0.44 a	-0.56 a	0.56 b	—	—	—
	くろわし	-0.50 b	0.40 c	0.73 bc	-0.44 a	-0.56 a	—	—	—
	みず茄	-0.06 bc	-0.27 abc	-0.38 ab	-0.13 a	0.13 ab	—	—	—
	千両二号	0.00 bc	0.00 bc	0.00 ab	0.00 a	0.00 ab	—	—	—
	庄屋大長	-0.06 bc	0.00 bc	-0.25 ab	-0.19 a	0.50 b	—	—	—
	矢田系	-1.69 a	0.25 bc	1.81 c	1.81 b	-1.13 a	—	—	—
	変動率 (%)	36.5	16.0	37.5	39.6	28.1			
焼き	あのみのり	-0.38 ab	0.19 ab	0.19 bc	—	0.25 ab	—	—	-0.13 ab
	筑陽	-0.53 ab	0.31 ab	-0.69 ab	—	0.56 ab	—	—	-0.63 a
	くろわし	-0.80 a	0.75 b	-1.50 a	—	1.06 b	—	—	-0.88 a
	みず茄	-0.20 ab	0.20 ab	-0.50 abc	—	0.50 ab	—	—	-0.25 ab
	千両二号	0.00 b	0.00 ab	0.00 bc	—	0.00 a	—	—	0.00 b
	庄屋大長	-0.75 a	0.56 b	-0.56 ab	—	0.50 ab	—	—	-0.27 ab
	矢田系	0.19 b	-0.63 a	0.69 c	—	0.25 ab	—	—	0.63 b
	変動率 (%)	16.5	22.9	36.5		17.7			25.0

[z]以下の7段階の評点法で評価し，算出した平均値
美味しさ（‘千両二号’と比較して，非常に不味い：-3，同じ：0，非常に美味しい：3）
渋味，歯ごたえ，油っこさ，甘味（‘千両二号’と比較して，非常に弱い：-3，同じ：0，非常に強い：3）
水気（‘千両二号’と比較して，非常に少ない：-3，同じ：0，非常に多い：3）
味の浸透（‘千両二号’と比較して，非常に悪い：-3，同じ：0，非常に良い：3）

[y]異なるアルファベット間ではSteel-Dwass法により5%水準で有意差あり（揚げ出しと煮浸しはn=19，その他はn=16）

[x]次式により算出した値
(Imax－Imin)÷6×100　(Imax：各調理における評価指数の最大値，Imin：各調理における評価指数の最小値)

評価指数は，‘筑陽’が-0.21と‘千両二号’に次いで高く，‘庄屋大長’と‘あのみのり’がそれぞれ-1.11，-1.24と低く，他の3品種・系統は-0.63～-0.37であった．果皮の歯ごたえの評価指数は，‘筑陽’が0.05と高く，‘あのみのり’と‘庄屋大長’が-1.00と低く，他の4品種・系統は-0.50～0.00であった．味の浸透の評価指数は，‘庄屋大長’が0.89と高く，次いで‘矢田系’が0.26であり，他の5品種は-0.61～0.00であった．

果肉の歯ごたえに関する評価指数の変動率は20.6%と他の調理法と比べて小さかった．

5)蒸し

すべての官能評価項目で有意な品種・系統間差が認められた．美味しさの評価指数は，‘筑陽’が0.50と高く，次いで‘あのみのり’，‘みず茄’および‘庄屋大長’が‘千両二号’とほぼ同等で-0.06であり，さらに‘くろわし’が-0.50であり，‘矢田系’は-1.69と特に低かった．渋味の評価指数は，‘くろわし’が0.40と高く，‘筑陽’が-0.56と低く，他の5品種・系統は-0.44～0.25であった．果肉の歯ごたえの評価指数は，‘矢田系’が1.81と高く，次いで‘くろわし’が0.73であり，‘筑陽’は-0.44と低く，他の4品種では-0.38～0.31であった．果皮の歯ごたえの評価指数は，‘矢田系’で1.81と特に高く，他の6品種は-0.56～0.00であった．水気の評価指数は，‘筑陽’と‘庄屋大長’がそれぞれ0.56，0.50と高く，‘くろわし’と‘矢田系’がそれぞれ-0.56，-1.13と低く，他の3品種は0.00～0.13であった．

美味しさに関する評価指数の変動率は36.5%と他の調理法と比べて大きかった．

6)焼き

すべての官能評価項目で有意な品種・系統間差が認められた．美味しさの評価指数は，‘矢田系’が0.19と‘千両二号’よりわずかに高く，‘庄屋大長’と‘くろわし’がそれぞれ-0.75，-0.80と低く，他の3品種は-0.53～-0.20であった．渋味の評価指数は，‘くろわし’と‘庄屋大長’がそれぞれ0.75，0.56と高く，‘矢田系’が-0.63と低く，他の4品種は0.00～0.31であった．果肉の歯ごたえの評価指数は‘矢田系’が0.69と高く，次いで‘あのみのり’，‘千両二号’，‘みず茄’，‘庄屋大長’，‘筑陽’の順で，‘くろわし’は-1.50と低かった．水気の評価指数は，‘くろわし’が1.06と高く，標準品種の‘千両二号’が低く，他の5品種・系統は0.25～0.56であった．甘味の評価指数は，‘矢田系’が0.63と‘千両二号’より高く，‘筑陽’と‘くろわし’がそれぞれ-0.63，-0.88と低く，他の3品種は-0.27～-0.13であった．

美味しさと水気に関する評価指数の変動率は，それぞれ16.5%，17.7%と他の調理法と比べて小さかった．

7)美味しさと他の官能評価項目の相関

各調理法における美味しさと他の官能評価項目との相関を第2-7表に示した．塩漬けと調味漬けでは水気と美味しさの間で有意な正の相関が認められた．焼きでは，渋味と美味しさの間で有意な負の相関，果肉の歯ごたえならびに甘味と，美味しさの間で有意な正の相関が認められた．

8)官能評価指数の各調理法間における相関

官能評価指数の各調理法間における相関を第2-8表に示した．美味しさの評価指数については，塩漬けと調味漬けならびに塩漬けと蒸しの間において，渋味の評価指数については，塩漬けと調味漬けならびに塩漬けと揚げ出しの間において，果肉の歯ごたえについては，塩漬けと調味漬けの間ならびに揚げ出しと蒸しの間において，水気の評価指数については塩漬けと調味漬けの間において，それぞれ有意な正の相関が認められた．また，焼きについては，果肉の歯ごたえにおける揚げ出しとの間を除き，他の調理法との間の相関係数の絶対値が，すべて0.5未満であった．

2. 塩漬け前後の水分含有率

塩漬け前の水分含有率は，‘矢田系’が‘筑陽’，‘みず茄’，‘千両二号’および‘庄屋大長’より有意に大きかったが，塩漬け後は‘筑陽’と‘矢田系’の間においてのみ有意な差が認められた（第2-9表）．水分含有率は塩漬け前後の間で有意な正の相関が認められたが，塩漬けしたナスの水気と塩漬け前あるいは塩漬け後の水分含有率との間には高い相関は認められなかった（第2-10表）．

3. クロロゲン酸含量と総ポリフェノール含量

果肉部におけるクロロゲン酸含量は，‘くろわし’と‘みず茄’でそれぞれ184 mg･100 g^{-1}FW，168 mg･100 g^{-1}FWと特に多く，次いで‘千両二号’，‘あのみのり’，‘矢田系’の順に多く，‘筑陽’と‘庄屋大長’

第2-7表　各調理法における美味しさと他の官能評価項目の間の相関係数

	塩漬け	調味漬け	揚げ出し	煮浸し	蒸し	焼き
渋味	-0.200	-0.200	-0.054	-0.143	-0.670	-0.964 **
果肉の歯ごたえ	-0.557	-0.471	0.509	0.179	-0.750	0.857 *
果皮の歯ごたえ	-0.500	-0.771	0.741	-0.027	-0.313	—
水気	0.900 *	0.886 *	—	—	0.750	-0.768
油っこさ	—	—	-0.652	—	—	—
味の浸透	—	—	—	0.750	—	—
甘味	—	—	—	—	—	0.929 *

スピアマンの順位相関係数の検定により**は1%水準，*は5%水準で有意（塩漬けと調味漬けはn=6，その他はn=7）

第2-8表　官能評価指数の各調理法間における相関係数

		塩漬け	調味漬け	揚げ出し	煮浸し	蒸し
美味しさ	調味漬け	0.929 *				
	揚げ出し	-0.186	-0.029			
	煮浸し	0.043	-0.086	0.080		
	蒸し	0.900 *	0.700	-0.170	0.036	
	焼き	0.243	0.429	0.152	0.250	-0.036
渋味	調味漬け	0.929 *				
	揚げ出し	0.943 *	0.814			
	煮浸し	0.729	0.600	0.429		
	蒸し	0.400	0.414	0.134	0.473	
	焼き	0.129	0.086	-0.196	0.071	0.080
果肉の歯ごたえ	調味漬け	0.986 *				
	揚げ出し	0.829	0.814			
	煮浸し	0.429	0.471	-0.071		
	蒸し	0.829	0.814	0.857 *	-0.107	
	焼き	0.200	0.071	0.607	-0.286	0.429
果皮の歯ごたえ	調味漬け	0.843				
	揚げ出し	0.814	0.543			
	煮浸し	-0.186	-0.543	0.223		
	蒸し	0.043	-0.143	0.027	-0.205	
水気	調味漬け	1.000 **				
	蒸し	0.657	0.657			
	焼き	-0.157	-0.157			0.339

スピアマンの順位相関係数の検定により**は1%水準，*は5%水準で有意（塩漬けならびに調味漬けと他の調理法間はn=6，その他はn=7）

第2-9表　塩漬け前後のナスの水分含有率の品種・系統間差

品種・系統	水分含有率（%）	
	塩漬け前	塩漬け後
筑陽	93.7 a[z]	91.9 a
くろわし	93.9 ab	92.2 ab
みず茄	93.8 a	92.2 ab
千両二号	93.7 a	92.1 ab
庄屋大長	93.7 a	92.1 ab
矢田系	94.2 b	92.6 b

[z]異なるアルファベット間ではTukey法により5%水準で有意差あり（n=10）

第2-10表　ナスの塩漬け前の水分含有率と塩漬け後の水分含有率並びに水気の間の相関係数

	水分含有率	
	塩漬け前	塩漬け後
塩漬け後の水分含有率	0.938 **	
塩漬け後の水気	-0.543	-0.543

**ピアソンの相関係数の検定により1%水準で有意（n=6）

第2-11表　ナスのクロロゲン酸含量と総ポリフェノール含量

品種・系統	クロロゲン酸含量 (mg·100g^{-1}FW)		総ポリフェノール含量 (mg·100g^{-1}FW)	
	果肉部	果皮部	果肉部	果皮部
あのみのり	113 bc[z]	642 d	196 bc	817 cd
筑陽	74 a	478 c	167 ab	605 b
くろわし	184 d	703 e	293 d	999 e
みず茄	168 d	616 d	225 c	730 cd
千両二号	148 cd	634 d	199 bc	841 d
庄屋大長	61 a	335 a	154 a	443 a
矢田系	93 ab	394 b	193 bc	511 a

[z]異なるアルファベット間ではTukey法により5%水準で有意差あり（n=3）

第2-12表　生果実のクロロゲン酸含量ならびに総ポリフェノール含量と調理後の渋味の間の相関係数

	塩漬け	調味漬け	揚げ出し	煮浸し	蒸し	焼き
果肉部のクロロゲン酸含量	0.929 *	1.000 **	0.875 *	0.536	0.366	0.071
果皮部のクロロゲン酸含量	0.986 *	0.886 *	0.768	0.464	0.116	-
果肉部の総ポリフェノール含量	0.929 *	1.000 **	0.875 *	0.519	0.366	0.071
果皮部の総ポリフェノール含量	0.986 *	0.886 *	0.714	0.571	0.205	-

スピアマンの順位相関係数の検定により**は1%水準，*は5%水準で有意（塩漬けと調味漬けはn=6，その他はn=7）

ではそれぞれ74 mg·100 g^{-1}FW，61 mg·100 g^{-1}FWと特に少なかった（第2-11表）．果皮部におけるクロロゲン酸含量は，‘くろわし’で703 mg·100 g^{-1}FWと最も多く，次いで‘あのみのり’，‘千両二号’，‘みず茄’で多く，‘庄屋大長’では335 mg·100 g^{-1}FWと最も少なかった．

果肉部における総ポリフェノール含量は，‘くろわし’で293 mg·100 g-^{1}FWと最も多く，次いで‘みず茄’，‘千両二号’，‘あのみのり’，‘矢田系’で多く，‘筑陽’で167 mg·100 g^{-1}FWであり，‘庄屋大長’では154 mg·100 g^{-1}FWと最も少なかった．果皮部における総ポリフェノール含量は，‘くろわし’で999 mg·100 g^{-1}FWと最も多く，次いで‘千両二号’と‘あのみのり’で多く，さらに‘みず茄’，‘筑陽’の順で，‘矢田系’と‘庄屋大長’ではそれぞれ511 mg·100 g^{-1}FW，443 mg·100 g^{-1}FWと特に少なかった．

塩漬け，調味漬けおよび揚げ出しでは，渋味と，果肉部のクロロゲン酸含量ならびに総ポリフェノール含量の間において，0.875～1.000と有意な正の相関が認められた（第2-12表）．塩漬けと調味漬けでは，渋味と，果皮部のクロロゲン酸含量ならびに総ポリフェノール含量の間において，0.886～0.986と有意な正の相関が認められた．煮浸し，蒸しおよび焼きでは，クロロゲン酸含量あるいは総ポリフェノール含量と渋味の間において，有意な相関は認められなかった．

考　察

本研究では，6～7の品種・系統を対象に調理後の官能評価と塩漬け前後の水分含有率ならびに生果実のクロロゲン酸含量と総ポリフェノール含量を測定した．ナス料理は多様であるため，加熱を伴わない漬け調理に加え，揚げ，煮，蒸しおよび焼きの4種の加熱法を用いる調理を選定して調査を行った．

塩漬けでは，水気が多い品種・系統ほど美味しいと評価された（第2-7表）．塩漬け前後の水分含有率については有意な品種・系統間差が認められたものの（第2-9表），水分含有率と塩漬け後の水気の間において正の相関は認められず（第2-10表），食した際の水気は水分含有率を感じているのではないことが示唆された．ナスの果肉の細胞構造には品種・系統間差があることが報告されており[9]，細胞間隙の形と大きさの違いが，咀嚼時の果肉から出る水分の量に影響を及ぼしている可能性がある．

調味漬けでは，塩漬けと同様に，水気が多い品種・

系統ほど美味しいと評価された（第 2-7 表）．また，果皮の歯ごたえが弱いほど美味しいと評価される傾向があった（p=0.08）．これらのことは，大阪府の‘水なす’が，果皮が軟らかく多汁性であることで漬物業者に高く評価されている[46, 71]ことと符合している．また，調味漬けでの渋味について，品種・系統間の相対的な関係は塩漬けと同様であったが（第 2-8 表），評価指数の変動率が小さく，品種・系統間で認められた評価の差異は塩漬けほど明確ではなかった（第 2-6 表）．調味漬けの複雑な味付けが渋味を感じにくくさせているのであろう．

揚げ出しでは，他の調理法と異なり，果皮の歯ごたえが強いほど美味しいと評価される傾向があった（p=0.07，第 2-7 表）．揚げ出しには，揚げた果肉を器に盛り，その上に別に揚げた果皮を散らし載せて，出し汁をかける[6]という果皮だけの食感を味わうための調理法もあることから，油で揚げた果皮の歯ごたえは，本試験のような品種・系統間の比較で認められた以上に，揚げ出しの美味しさに影響を及ぼす重要なテクスチャーである可能性が高い．また，前節の素揚げしただけのナスの官能評価においても，本試験と同様に，油っこさについて，‘矢田系’と，‘庄屋大長’ならびに‘みず茄’の間に有意な差が認められた．このことは，味付けしても油っこさの感じ方が大きく変化しないことを示唆している．渋味について，品種・系統間の相対的な関係が塩漬けと同様であったが（第 2-8 表），評価指数の変動率が小さく，品種・系統間で認められた評価の差異は調味漬けと同様，塩漬けほど明確ではなかった（第 2-6 表）．ナスを食用油で調理すると渋味の感じ方が弱まる[37]ためと考えられる．

煮浸しでは味の浸透が良いほど美味しいと評価される傾向があり（p=0.07），渋味と美味しさの間，果肉ならびに果皮の歯ごたえと美味しさの間に，一定の関係性は認められなかった（第 2-7 表）．このことは，煮浸しは，複雑な味付けで渋味が感じにくくなっており，また，物理的性質への応答であるテクスチャーよりも味付けで美味しさを感じる調理法であることを示している．

蒸しでは果肉の歯ごたえが弱いほど美味しいと評価される傾向があり（p=0.07），焼きでは果肉の歯ごたえが強いほど美味しいと評価された（第 2-7 表）．また，蒸しでは水気が多いほど美味しいと評価される傾向があり（p=0.07），焼きでは水気が少ないほど美味しいと評価される傾向があった（p=0.06）．加熱方法が異なる調理法で全く反対のテクスチャーが好まれる理由については不明であるが，蒸しが食べる直前に単純な味付けをする調理法であるために，しっかりと味を染み込ませて食べる煮浸しと比較して，果肉の歯ごたえや水気といった物理的な官能がより強く美味しさに影響する可能性がある．

焼きでは，渋味が弱いほど，また，甘味が強いほど美味しいと評価された（第 2-7 表）．焼きは，とろっとした食感と甘味を引き出す調理法とされており[10]，果肉の歯ごたえがあり水気が少ないことがとろっとした食感につながり，また，渋味の弱さがより甘味を強調し，美味しさをもたらしていると推察される．官能評価指数について，焼きと他の調理法との間の相関係数の絶対値が，果肉の歯ごたえにおける揚げ出しとの間を除き，すべて 0.5 未満であったことから（第 2-8 表），焼きに対する官能は他の調理法と大きく異なることが示唆された．また，調理に要する時間がそれぞれ 6～7 分，5～8 分と長かった大型の‘くろわし’と‘矢田系’においても，果肉が焼け焦げることなく中心部まで加熱することができた．直火によって果皮だけを焦がしながら加熱する焼きは，水分含有量が多いナスに極めて適した調理法と考えられる．なお，焼きナスに利用される福岡県の‘博多長’[87]と同じ大長形の‘庄屋大長’が，クロロゲン酸含量が少ないにもかかわらず（第 2-11 表），渋味が強く感じられ美味しさの評価が低かった（第 2-6 表）ことについては，他の品種と比べて果径が小さいために，果皮の焦げた部分の味がより多く果肉表面に残った可能性が考えられる．果実径が小さい大長系品種の焼きについては，調理に熟練を要するのかもしれない．

ナス果実の渋味はクロロゲン酸を含むポリフェノールによるもの[36, 37]と報告されているが，本試験においては，生果実のクロロゲン酸含量あるいは総ポリフェノール含量と調理後の渋味の間で，塩漬け，調味漬けおよび揚げ出しではそれぞれ高い相関が認められた一方で，煮浸し，蒸しおよび焼きでは相関が認められなかった（第 2-12 表）．クロロゲン酸については，①そのままあるいは脱気水に溶解して食すると渋味を感じないが，ポリフェノールオキシダーゼを含む水に溶解して食すると著しい渋味を感じる[34]，②果実重量当たりの含有量は焼いた場合にわずかに低下し，蒸す，煮る，炒めるおよび揚げるという調理では増加する[37]，③加水分解によって生じるカフェ酸はナス特有の渋味を呈する[34]という特徴が報

告されている．しかし，調理過程における分解，酸化といった化学変化については明らかにされておらず，生果実のクロロゲン酸含量と調理後の渋味の関係を解明するためには更なる調査が必要である．

なお，果肉部におけるクロロゲン酸含量に関する‘筑陽’，‘くろわし’，‘千両二号’および‘庄屋大長’の相対的な関係（第2-11表）は，夏季のハウス栽培で得られた果実について調査した堀江・安藤[13]の報告と一致した．

7品種・系統を比較した本試験の結果から推定される品種・系統ごとの調理適性は以下のとおりである．

単為結果性の実用品種‘あのみのり’は，揚げ出し，蒸しおよび焼きでは7品種・系統の中で中程度に美味しいと評価されており，これらの調理に適した品種である．

‘筑陽’は，塩漬けあるいは調味漬けをすると水気が多く感じられ，これらの漬け調理に適しており，また，蒸しにも，調理後の果肉の歯ごたえが弱く適している．

‘くろわし’は，揚げ出しにおける美味しさの評価が標準品種‘千両二号’とほぼ同等であり，本研究で行った調理の中では揚げ出しに最も適している．米ナスは西洋料理の素材として油とチーズを使う料理によく用いられている[60, 66]ことから，本研究で行った調理がいずれも洋風でなかったために，‘くろわし’の美味しさが高く評価されなかった可能性がある．

‘みず茄’は，塩漬けと調味漬けには，調理後の水気が多く，果皮の歯ごたえが弱く，大阪府の‘水なす’と同様に[46, 71]，適している．

‘千両二号’はいずれの調理法においても中程度以上に美味しいと評価され，本試験で行ったいずれの調理法にも適した品種である．育成・発表が1964年と古いにもかかわらず，長卵形ナスの代表的品種として全国で最も広く栽培されている[87]理由の一つが，調理適性の広さであると考えられる．

‘庄屋大長’は味の浸透性に優れ，煮浸しに適している．

‘矢田系’は，揚げ出しには，調理後に果肉の歯ごたえが残るために，また，焼きには，果肉の歯ごたえと甘味が強く，渋味が弱く，水気が少なく感じられるために，それぞれ適している．

以上のように，ナスは調理法の適否が品種・系統によって大きく異なることが確認された．しかし，野菜は量販店においてセルフ販売されることが多く，ナスの売り場に調理法を示したリーフレットや「麻婆ナス」など市販の合わせ調味料が並べられることはあっても，昭和時代の八百屋の店頭で見られたように，食べ方に関する助言が直接消費者に対して行われることは極めて少ない．ナス科のピーマン・トウガラシ類はもとより，ダイコン，カブ，ツケナなどの葉根菜類も大きさと形において多様性に富んでおり，地域や品種によって特有の調理方法が発達している品目が多い．我が国で長い栽培の歴史を持ち，各地で多様な在来品種が成立したこれらの野菜については，調理適性の異なる品種がより広く流通し，それらを消費者が上手く利用できるようになれば，日本の食生活が一層豊かになると期待される．今後，地域特産野菜の産地形成を進めるに当たっては，品種ごとの調理適性を踏まえた簡便な調理方法を，売り場での店員による解説や調理実演によって提案することが必要と考えられる．

奈良県在来系統の丸ナス‘矢田系’については，揚げ出しと焼きに適することが判明し，業務用食材として利用している飲食店においても，しっかりとした果肉の歯ごたえと甘み，さらには球状という形を楽しめる調理がなされていると推察される．実際に，大阪市内の料理店からは，‘矢田系’の焼きについて，肉質が細やかで甘さがあり，醤油を少しだけ付けて食べるのが美味しいという評価を得ており，同店では，同じく丸ナスの‘賀茂ナス’を焼き調理することがあり，調理後丁寧に皮をむけば，扁平な球形状に盛りつけができるとのことである（中村，私信）．しかし，本研究のような調理・加工適性からの評価だけでは，‘矢田系’が初夏から盛夏までの期間，高単価で市場取引されるほど業務利用者にとって欠かせない食材となっている理由を明らかにすることはできなかった．今後は，‘矢田系’を実際に利用している飲食店や宿泊施設への聞き取り調査を行い，業務用高級食材としての利用実態を明らかにする必要があろう．‘矢田系’が業務利用上不可欠な野菜である理由を明らかにすることで，他の地域特産野菜についても，経済的に価値の高い野菜として需要を創出するための手掛かりが得られる可能性がある．

第3節　摘要

第2章では，「大和の伝統野菜」に認定されている

大和丸ナスの加工調理特性を明らかにして，家庭利用を促し消費拡大を図るため，大和丸ナスの 1 系統の‘矢田系’および果形の異なる主要な広域流通品種を用いて，加熱調理前後の物性の変化と加熱後の食味・食感の差異を調査した．さらに，食事に供される形にまで味付けを施して官能評価を行い，業務用高級食材として流通する‘矢田系’の特徴について考察した．

第 1 節では，大和丸ナスの 1 系統の‘矢田系’と，果形と肉質が異なる以下の 4 品種，‘くろわし’（米ナス群），‘みず茄’（長卵形群），‘千両二号’（長卵形群），および‘庄屋大長’（大長形群）について，調理前後の物性測定と調理後の官能評価を実施した．ナス料理は多様であるが，漬け物加工を除くほとんどの料理で加熱を伴うため，調理は 2 cm 角に切断した果肉を蒸す方法と食用油で素揚げする方法により行い，自然冷却後の水分含有率と硬度を測定した．官能評価は揚げたナスの果肉について行い，美味しさならびに油っこさに対する食感を評価した．果肉の重量は，いずれの品種・系統においても蒸すと増加し，揚げると減少した．加熱調理前の果肉の水分含有率は，‘みず茄’で最も大きく，‘くろわし’で最も小さかった．蒸した果肉の水分含有率は，いずれの品種・系統においても加熱調理前と比較して微増したが，品種・系統間で有意な差は認められなかった．揚げた果肉の水分含有率は，いずれの品種・系統においても，調理前と比較して著しく減少し，品種・系統間の相対的な関係が調理前後で大きく異なった．このことは，加熱調理前の測定値では揚げた果肉の水分を説明できないことを示しており，消費場面を想定した品質評価を行うためには，調理を行ったうえで比較することが重要と考えられた．‘矢田系’と‘くろわし’は，揚げた際の油分含有量が特に小さく，水分が多く残存した．加熱調理前の果肉硬度はいずれの品種・系統間においても有意差が認められ，‘くろわし’で最も大きく，‘みず茄’で最も小さかった．また，加熱調理後の果肉硬度の品種・系統間の相対的な関係も調理前とは大きく異なった．このことは，揚げた果肉の水分と同様に，加熱調理前の測定値では調理後の硬度を説明できないことを示している．揚げたナスについて実施した官能評価では，油っこさに対する食感において，品種・系統間で統計的に有意な差が認められ，さらに揚げた果肉の水分含有率あるいは油分含有量との間で高い相関があった．このことは，揚げた際の油の吸収程度の品種・系統間での違いを，食感として明確に感じられることを示している．‘矢田系’は，他の 4 品種と比べ，加熱後にやや硬めで型崩れしにくく，揚げた際に水分が多く残り油分が少ないことが明らかになる一方で，揚げた果肉の官能評価では美味しさについて他品種との明確な差は認められなかった．本節では，2 種類の加熱調理に関して物性調査を行い，味付けを施さない素揚げについて官能評価を実施したが，硬さや油っこさなどの食感が大きく異なる品種・系統の間においても美味しさの違いを見いだすことはできなかった．ナスについては，味が淡泊で強い香りもないことが様々な調理法に適する大きな要因と考えられるが，以前から果肉の物性が異なる品種群はそれぞれ適する調理法も異なることが指摘されており，果実の物性と調理方法に対する適性との関係について検討するためには，食事として供される形，すなわち味付けを施した料理を対象として，品種特性評価を行う必要があると考えられた．

第 2 節では，第 1 節で供試した品種･系統に，奈良県への導入が始まった単為結果性を有する‘あのみのり’（長卵形群）と長形群の‘筑陽’を加えて，和風の調理法，すなわち，塩漬け，調味漬け，揚げ出し，煮浸し，蒸しおよび焼きの 6 種の調理を施し，官能評価を行った．また，塩漬け前後の水分含有率の変化と，渋味に影響を及ぼすとされるクロロゲン酸含量と総ポリフェノール含量を測定し，官能評価結果との関係を解析した．美味しさについては揚げ出しを除くすべての調理法において，渋味は塩漬け，蒸しおよび焼きにおいて，果肉の歯ごたえと水気については調査したすべての調理法において，果皮の歯ごたえについては塩漬け，調味漬け，煮浸しおよび蒸しにおいて，それぞれ有意な品種・系統間差が認められた．揚げ出しの油っこさ，煮浸しの味の浸透，焼きの甘味についても，それぞれ品種･系統間差が認められた．美味しさとの間で有意な相関が認められた官能評価項目は渋味，果肉の歯ごたえ，水気および甘味であった．塩漬け，調味漬けおよび揚げ出しでは，果肉のクロロゲン酸含量ならびに総ポリフェノール含量と，調理後の渋味の間で有意な正の相関が認められた．なお，7 品種・系統を比較した本試験の結果から推定される品種・系統ごとの調理適性は以下のとおりである．単為結果性の実用品種‘あのみのり’は，揚げ出し，蒸しおよび焼きでは 7 品種・系統の中で中程度に美味しいと評価されており，これらの調理に適した品種である．‘筑陽’は，塩漬

けあるいは調味漬けをすると水気が多く感じられ，これらの漬け調理に適しており，また，蒸しにも，調理後の果肉の歯ごたえが弱く適している．‘くろわし’は，揚げ出しにおける美味しさの評価が標準品種‘千両二号’とほぼ同等であり，本研究で行った調理の中では揚げ出しに最も適している．米ナスは西洋料理の素材として油とチーズを使う料理によく用いられていることから，本研究で行った調理がいずれも洋風でなかったために，‘くろわし’の美味しさが高く評価されなかった可能性がある．‘みず茄’は，塩漬けと調味漬けには，調理後の水気が多く，果皮の歯ごたえが弱く，大阪府の‘水なす’と同様に適している．‘千両二号’はいずれの調理法においても中程度以上に美味しいと評価され，本試験で行ったいずれの調理法にも適した品種である．育成・発表が1964年と古いにもかかわらず，長卵形ナスの代表的品種として全国で最も広く栽培されている理由の一つが，調理適性の広さであると考えられた．‘庄屋大長’は味の浸透性に優れ，煮浸しに適している．‘矢田系’は，揚げ出しには，調理後に果肉の歯ごたえが残るために，また，焼きには，果肉の歯ごたえと甘味が強く，渋味が弱く，水気が少なく感じられるために，それぞれ適している．このように，奈良県在来系統の丸ナス‘矢田系’は，揚げ出しと焼きにおいて果肉の歯ごたえと甘みに優れ，最も高い適性を有することが判明し，業務用食材として利用している飲食店においても，しっかりとした果肉の歯ごたえと甘み，さらには球状という形を楽しめる調理がなされていると推察された．しかし，本研究のような調理・加工適性からの評価だけでは，‘矢田系’が初夏から盛夏までの期間，高単価で市場取引されるほど業務利用者にとって欠かせない食材となっている理由を明らかにすることはできなかった．今後は，‘矢田系’を実際に利用している飲食店や宿泊施設への聞き取り調査を行い，業務用高級食材としての利用実態を明らかにする必要があろう．‘矢田系’が業務利用上不可欠な野菜である理由を明らかにすることで，他の地域特産野菜についても，経済的に価値の高い野菜として需要を創出するための手掛かりが得られる可能性がある．

第３章　奈良県在来のツケナの系統群大和マナの食味特性

奈良県在来のツケナである大和マナ（*Brassica rapa* L. Oleifera Group）[1]は，生産振興と地域文化資源の保存を目的に行っている県の伝統野菜支援施策により，第1章の‘味間いも’および第2章の大和丸ナスと同様に「大和の伝統野菜」に認定されている．従来の栽培種は，表現型における個体間のばらつきが大きく[54]，コマツナやシロナのF_1品種のように一斉収穫することが難しい固定種であった[53]が，2010年に，F_1品種の‘夏なら菜’[62]と‘冬なら菜’[61]が育成され，軟弱野菜農家の主要な栽培品目に位置付けられるようになった．その結果，近年は，五條市，大和高田市および宇陀市で周年栽培され，首都圏への出荷も行われるようになり，県内では日常的な野菜として定着してきた．大和マナのF_1の2品種は，①表現型を斉一にすること，②固定種で見られる収穫後の外葉の黄化を緩和すること，③機能性成分[45, 48, 64]の一つであるイソチオシアネート含量[70, 79]を安定させることを目標として，*S*ハプロタイプに着目しながら[4]，ナント種苗株式会社，奈良県，奈良先端科学技術大学院大学および奈良女子大学が共同で育成した．夏季栽培用の‘夏なら菜’は生育が遅く，冬季栽培用の‘冬なら菜’は生育が早いことを特徴としている．

育成後，速やかに新品種の需要を喚起し消費現場に浸透させるためには，調理提案を行う必要があると考え，育成初期の段階から大和マナの食味特性調査を開始した．まず，F_1品種の遺伝資源とした固定種について，引き続き，F_1品種育成過程の組合せ検定で有望と認められたF_1系統について，食味特性を全国の生産・流通量が最も多いツケナであるコマツナと比較した．

第１節　大和マナの固定種とコマツナの調理・加工適性の比較

奈良県では，2005年からナント種苗株式会社，奈良先端科学技術大学院大学および奈良女子大学と共同で，斉一性に優れた大和マナのF_1品種の育成を開始したが，育成後，速やかに新品種の需要を喚起し消費現場に浸透させるためには，調理提案を行う必要があると考え，育成初期の段階から大和マナの食味特性調査を開始した．その第1段階として，F_1品種の遺伝資源とした奈良県在来の固定種の食味特性を全国の生産・流通量が最も多いツケナであるコマツナと比較した．

材料および方法

1. 試料

大和マナとコマツナはそれぞれ‘大和真菜’（集団採種による固定種，ナント種苗（株））と‘楽天’（タキイ種苗（株））を供試し，奈良県農業総合センター（現在，農業研究開発センター）の雨除けハウスにおいて，2007 年 11 月 6 日に播種した．草丈が 25～30 cm となった 2008 年 1 月 21 日～2 月 13 日に収穫し，収穫当日に用いた．

2. 試料の調製

調理法は，以下に示すとおり，味付けを施さないで供する蒸しとゆで，ならびに味付けを施す塩漬け，調味漬けおよび煮浸しとした．漬け時間は 2 水準設けた．室内の温度設定は 20℃とし，加熱を伴う調理では，第 2 章，第 1 節と同じ器具を用いた．蒸しとゆでては調理後に，その他では調理前に，葉の軸方向に対して直角に 3 cm 長に切断し，3 cm に満たない部分は廃棄した．

1) 蒸し

第 2 章，第 1 節の方法に準じて，3 分間蒸した．蒸した後は試料の入ったざるを取り出し，室温まで放冷した後，切り分けて供試した．

2) ゆで

調理器具は蒸しと同じとした．鍋に重量比 20 倍量の水を入れ加熱し，沸騰後に試料を投入して 2 分間煮沸した．煮沸後はざるに取り出し，約 30 秒間常温の水道水に浸した後，ペーパータオルで水分を絞り取った．切り分けた後，供試した．

3) 塩漬け

ポリエチレン製の袋内に切断した葉身と葉柄を並べ，重量比 1.0%の食塩を振りかけ，手早く混合した．袋の上にポリエチレンコーティングされた漬物用の重石を載せ，室内で 4 時間，あるいは 5℃設定の冷蔵庫内で 7 日間，それぞれ静置した後，供試した．冷蔵庫から出した試料は，品温が安定するまで室内で放置してから供試した．

4) 調味漬け

ポリエチレン製の袋内で，切断した葉身と葉柄および等重量の調味液（浅漬けの素　レギュラー，エバラ食品工業（株））を混合した．袋の上に重石を載せ，室内で 1 時間，あるいは 5℃設定の冷蔵庫内で 7 日間，それぞれ静置した後，供試した．冷蔵庫から出した試料の扱いについては塩漬けに準じた．

5) 煮浸し

3 L の水に，薄口醤油（本醸造ヒガシマルしょうゆうすくち，ヒガシマル醤油（株））100 mL と調味料（CO-OP だしの素（粉末），日本生活協同組合連合会）30 g を加えて加熱し，沸騰後に，2 × 4 cm に切断した油揚げ 20 枚，約 35 g と切断した試料 500 g を入れて 5 分間加熱した．室温まで放冷した後に供試した．

3. 官能評価

美味しさ，歯ごたえ，舌触り，甘味，辛味およびえぐみをすべての調理について官能評価し，煮浸しについては外観を評価項目に加えた．評価は葉身部と葉柄部を区別して行った．2008 年 1 月 21 日に蒸しとゆでについて，1 月 24 日に 4 時間の塩漬けと 1 時間の調味漬けについて，1 月 31 日に 7 日間の塩漬けと調味漬けについて，2 月 13 日に煮浸しについて，‘大和真菜’をコマツナ‘楽天’と比較して評価した．美味しさは「非常に不味い」を-3，「非常に美味しい」を 3 として，歯ごたえ，甘味，辛味およびえぐみは「非常に弱い」を-3，「非常に強い」を 3 として，舌触りと外観は「非常に悪い」を-3，「非常に良い」を 3 として，また，いずれの官能評価項目においても「同じ」を 0 として，7 段階の評点法で評価した．

官能評価は，主に，評価経験が豊かな農業総合センター職員が行い，評価者数は，1 月 21 日は男性 11 人と女性 4 人の 15 人，1 月 24 日は男性 13 人と女性 4 人の 17 人，1 月 31 日は男性 8 人と女性 4 人の 12 人，2 月 13 日は男性 7 人と女性 6 人の 13 人とした．

結　果

‘大和真菜’は，コマツナ‘楽天’と比べて，蒸しの葉柄において歯ごたえがわずかに弱く，ゆでの葉身において甘味がわずかに弱く，1 時間の調味漬けの葉柄において辛味がわずかに強いと評価されたが，その他の調理法，部位ならびに評価項目においては有意な差は認められず，7 日間の調味漬けの葉柄におけるえぐみと，煮浸しの葉身と葉柄における辛味については，すべての評価者の回答が「同じ」であった（第 3-1 表）．しかし．調理法と試料の部位の各組合せの全評価項目において「同じ」と回答した評価者の割合は，7 日間の調味漬けの葉身で 25.0%，7 日間の塩漬けの葉柄で 16.7%，蒸しの葉柄で 13.3%であり，その他の調理法と部位の組合せにおいては

第3-1表　‘大和真菜’の官能評価結果

調理法	部位	官能評価指数[z]							全項目で「同じ」と回答した評価者の割合（%）
		美味しさ	歯ごたえ	舌触り	甘味	辛味	えぐみ	外観	
蒸し	葉身	-0.40	-0.27	-0.27	-0.33	0.07	0.33	-	0.0
	葉柄	-0.40	-0.53 *[y]	0.00	-0.40	-0.07	0.00	-	13.3
ゆで	葉身	-0.40	-0.33	-0.07	-0.67 *	0.07	-0.07	-	0.0
	葉柄	-0.13	-0.13	-0.07	-0.20	-0.07	-0.07	-	6.7
塩漬け（4時間）	葉身	-0.29	0.00	-0.12	-0.24	0.18	0.12	-	0.0
	葉柄	0.18	0.00	0.18	-0.18	0.12	0.12	-	5.9
塩漬け（7日間）	葉身	-0.42	0.00	-0.08	-0.33	0.08	0.33	-	8.3
	葉柄	0.08	0.33	-0.08	-0.33	0.50	-0.08	-	16.7
調味漬け（1時間）	葉身	-0.41	0.24	0.18	-0.06	0.29	-0.06	-	5.9
	葉柄	-0.29	-0.06	0.06	-0.41	0.59 *	0.18	-	5.9
調味漬け（7日間）	葉身	0.25	0.08	0.08	-0.33	0.42	0.08	-	25.0
	葉柄	0.42	0.33	0.25	-0.17	0.42	0.00 [x]	-	8.3
煮浸し	葉身	0.00	0.15	-0.23	-0.23	0.00 [x]	-0.08	-0.23	7.7
	葉柄	0.00	0.77	0.23	-0.62	0.00 [x]	-0.23	0.08	0.0

[z]以下の7段階の評点法で評価し，算出した平均値
美味しさ（コマツナ‘楽天’と比較して，非常に不味い： -3，同じ： 0，非常に美味しい： 3）
歯ごたえ，甘味，辛味，えぐみ（コマツナ‘楽天’と比較して，非常に弱い： -3，同じ： 0，非常に強い： 3）
舌触り，外観（コマツナ‘楽天’と比較して，非常に悪い： -3，同じ： 0，非常に良い： 3）
[y]ウィルコクソン符号付順位和検定により，コマツナ‘楽天’との間に，*は5%水準で有意差あり
（蒸しとゆではn=15，塩漬け（4時間）の調味漬け（1時間）はn=17，塩漬け（7日間）と調味漬け（7日間）はn=12，煮浸しはn=13）
[x]すべての評価者の回答が「同じ」であった

10%未満であった．

考　察

奈良県在来のツケナである大和マナを改良した新品種の育成に備えて，大和マナの食味特性をコマツナ‘楽天’と比較した．調理法，試料の部位および評価項目の組合せは86に上ったが，有意差が認められたのは，蒸しの葉柄における歯ごたえ，ゆでの葉身における甘味，および1時間の調味漬けの葉柄における辛味のみであった．一方，各調理法・試料の部位の全評価項目において差がないとした評価者の割合は25%以下であり，多くの評価者が何らかの違いを感じたものの，評価者によって違いの感じ方にばらつきが多く有意な差となって現れなかった．大和マナとコマツナを比較した本試験の結果は，複数の調理における美味しさと食感について品種・系統間差異が認められたサトイモやナスとは全く異なっており，再度確認する必要があると考えられた．

第２節　大和マナ雑種第一代の２系統とコマツナの調理・加工適性の比較

前節では，大和マナの F_1 品種の育成を見据え，F_1 品種の遺伝資源である固定種の‘大和真菜’（ナント種苗（株））の食味特性を，7種の調理に対する7つの項目を設けた官能評価によって，コマツナ‘楽天’と比較したが，美味しさについては大和マナとコマツナの間に有意差が認められず，有意な差が認められたのは，蒸した葉柄の歯ごたえ，ゆでた葉身の甘味，および1時間の調味漬けをした葉柄の辛味のみであった．

2010年に育成された‘夏なら菜’と‘冬なら菜’は三元交配による F_1 品種であるが，2007～2008年には組合せ検定試験が実施され，二元交配による F_1 が10系統作出された[52]．そこで，組合せ検定において有望と判断された2系統とコマツナ‘楽天’を供試して，官能評価による食味特性調査を実施し，食味に影響を及ぼすとされる内容成分のイソチオシアネート含量[24]，アスコルビン酸含量および硝酸態窒素

含量[18]，ならびに可溶性固形物の含有率である Brix 値と生体重当たりの総内容成分が占める割合である乾物率を調査した．

材料および方法

1. 試料

F_1 大和マナとして系統 No.3（系統 YM-4-1-1-2×系統 YM-11-14-7-4）と系統 No.20（系統 YM-4-1-1-2×系統 YM-10-13-3-3）[52]，コマツナは‘楽天’（タキイ種苗（株））を供試し，奈良県農業総合センターの雨除けハウスにおいて，2008 年 11 月 11 日に播種した．草丈が 21～25 cm 前後となった 2009 年 1 月 16 日～29 日に収穫し，収穫当日に供試した（第 3-2 表）．

2. 食味特性評価

1) 試料の調製

調理法は，以下に示すとおり，味付けを施さないで供する蒸しとゆで，ならびに味付けを施す塩漬け，調味漬けおよび煮浸しとした．漬け時間は 2 水準設けた．室内の温度設定は 20℃とし，加熱を伴う調理では，前節と同じ器具を用いた．調理後に，前節と同様に，葉の軸方向に対して直角に 3 cm 長に切断し，3 cm に満たない部分は廃棄した．

(1) 蒸し

前節の方法に準じた．

(2) ゆで

前節の方法に準じた．

(3) 塩漬け

漬け物容器（卓上早漬器　手軽る漬け　NM-4.4，アロン化成（株））内で試料を等重量の 6.0%食塩水と混ぜて鎮圧し，5℃設定の冷蔵庫内で 24 時間，あるいは 7 日間，それぞれ静置した．冷蔵庫から出した試料は，切り分けて，品温が安定するまで室内で放置した後，供試した．

(4) 調味漬け

漬け物容器内で，試料を等重量の調味液と混ぜて鎮圧し，5℃設定の冷蔵庫内で 24 時間，あるいは 7 日間，それぞれ静置した．調味液は，調味料（漬物用調味塩（あさ漬の素），つけもと（株））を重量比 15 倍量の水に溶かして作製した．その他は，塩漬けに準じた．

(5) 煮浸し

前節の方法に準じた．

2) 官能評価

前節で評価対象とした，美味しさ，歯ごたえ，甘味，辛味，えぐみおよび外観に，物理的な食感である筋っぽさとしゃきしゃき感ならびに香りに関する評価項目として風味・香りと青臭さを加えて官能評価した．評価は葉身部と葉柄部を区別して行った．2009 年 1 月 21 日に蒸しとゆでについて，1 月 22 日に 24 時間の塩漬けと調味漬けについて，1 月 28 日に 7 日間の塩漬けと調味漬けについて，1 月 29 日に煮浸しについて評価した．美味しさは「非常に不味い」を-3，「非常に美味しい」を 3 として，歯ごたえ，筋っぽさ，しゃきしゃき感，青臭さ，甘味，辛味およびえぐみは「非常に弱い」を-3，「非常に強い」を 3 として，風味・香りと外観は「非常に悪い」を-3，「非常に良い」を 3 として，また，いずれの官能評価項目においても「普通」を 0 として，7 段階の評点法で評価した．なお，甘味，辛味，えぐみおよび青臭さは，感じるかどうかを問い，感じると回答した評価者が評価した．

官能評価は，主に，評価経験が豊かな農業総合センター職員が行い，評価者数は，1 月 21 日は男性 8 人と女性 6 人の 14 人，1 月 22 日は男性 8 人と女性 7 人の 15 人，1 月 28 日は男性 7 人と女性 4 人の 11 人，1 月 29 日は男性 10 人と女性 4 人の 14 人とした．

第3-2表　供試した大和マナとコマツナの生育[z]

品目	品種・系統	株重 (g)	草丈 (cm)	葉数 (枚)	葉身色[y]
大和マナ	系統No. 3	39.9 ± 14.7[x]	25.7 ± 2.4	5.5 ± 0.4	47.4 ± 3.6
	系統No. 20	41.7 ± 9.4	23.2 ± 2.0	5.5 ± 0.6	52.5 ± 4.0
コマツナ	楽天	32.0 ± 3.8	21.1 ± 1.2	5.3 ± 0.4	53.1 ± 3.8

[z]2009年1月16日調査

[y]葉緑素計（SPAD-502，コニカミノルタジャパン（株））示度

[x]標準偏差（大和マナはn=15，コマツナはn=11）

3. 内容成分量と乾物率

1月16日に収穫した各品種・系統12個体を，4個体ずつの3つに分けて，各測定に供した．

総イソチオシアネート含量（以下，イソチオシアネート含量）はZhangら[90]の方法を基に，イソチオシアネートの抽出法と環化縮合反応試薬の濃度を改変した方法で測定した．収穫した株は，水洗浄の後，速やかに-80℃の冷凍庫内で凍結させた．凍結試料は-80℃設定の冷凍庫(CLN-35C, 日本フリーザー(株))で保存し，凍結乾燥機(RLE-103, 共和真空技術(株))を用いて乾燥させた．凍結乾燥機による乾燥時の試料加熱温度は20℃に設定した．乾燥後は，粉砕器(IFM-800DG, 岩谷産業(株))を用いて粉末化した．1試料について3回測定して平均値を算出した．

アスコルビン酸含量，硝酸態窒素含量およびBrix値は，展開第2葉と第3葉について測定した．アスコルビン酸含量と硝酸態窒素含量は小型反射式光度計（RQフレックスPlus，関東化学（株））[75]を用いて，藤原ら[8]の方法に準じて測定した．Brix値は，試料を重量比2倍量の蒸留水とともにホモジナイザーで撹拌した後に測定し，測定値に3を乗じて算出した．

乾物率は，80℃に設定した通風乾燥機を用いて，乾燥前後の重量から算出した．

結　果

1. 官能評価

蒸し，ゆで，7日間の塩漬けおよび24時間の調味漬けの葉柄の甘味，24時間の塩漬けの葉身の歯ごたえ，24時間の塩漬けならびに調味漬けの葉柄の筋っぽさにおいて，それぞれ有意な品種・系統間差が認められ，24時間の塩漬けならびに調味漬けの葉柄の辛味において，大和マナの系統間に有意な差が認められた（第3-3表，第3-4表）．美味しさ，しゃきしゃき間，風味･香り，外観，えぐみおよび青臭さではすべての調理法と部位の組合せにおいて，品種・系統間に有意な差は認められなかった．葉身部と葉柄部でゆでにおいて辛味を感じた評価者はそれぞれ35.7%，50.0%であった．葉身部の煮浸しで甘味とえぐみを感じた評価者はともに57.1%であり，辛味と青臭さを感じた評価者はそれぞれ0.0%，14.3%であった．葉柄部の煮浸しでえぐみを感じた評価者は42.9%であり，辛味と青臭さを感じた評価者はそれぞれ7.7%，14.3%であった．その他の調理法と部位の組合せにおいては，60%以上の評価者が甘味，辛味，えぐみおよび青臭さを感じた．

2. 内容成分量と乾物率

イソチオシアネート含量，アスコルビン酸含量および硝酸態窒素含量については品種・系統間に有意な差が認められなかった（第3-5表）．コマツナ‘楽天’において，Brix値が大和マナの2系統より，また，乾物率が系統No.3より，それぞれ有意に大きかった．

考　察

大和マナ2系統とコマツナ1品種を用いて官能評価を行い，食味に影響するとされる成分含量と，可溶性固形物の含有率であるBrix値と生体重当たりの総内容成分が占める割合である乾物率を調査した．

官能評価では，前節と同様に，美味しさについていずれの調理においても品種･系統間で有意な差が認められず，調理法，試料の部位および評価項目の全140組合せのうち，大和マナとコマツナの間で差が認められたのは7組合せと，極めて少なかった．前節では，歯ごたえ，甘味および辛味について，大和マナとコマツナの間で差が認められることがあったが，本試験において両ツケナの間で差が認められた食感は，歯ごたえ，筋っぽさおよび甘味であった．甘味については，7日間の調味漬けの葉身を除くすべての調理法と試料の部位においてコマツナが最も甘いと評価される傾向があり，調理前のコマツナにおいて，大和マナ2系統と比較して，Brix値が大きく，乾物率が大きい傾向が認められたことと一致した．一方，辛味については大和マナとコマツナの間で差が認められることがなく，辛味を呈する成分のイソチオシアネート[24]についても含有量に有意な差が認められなかった．一般に好ましくない評価項目としてえぐみと青臭さを設けたが，品種･系統間差異は認められず，採油用ではなく，野菜として食すために選抜が繰り返されてきたツケナであることから，当然の結果と考えられる．

なお，本試験の官能評価では，単一品種との比較ではなく，各品種･系統を絶対評価する方法を用いたが，評価者から比較法より難しかったとの意見が出たこと，また，各個人が普通とする官能の基準が異なることから，前節までに行った比較による方法が，食味特性の品種･系統比較には適していると考えら

第3-3表　各調理法における大和マナとコマツナの美味しさ，歯ごたえ，筋っぽさ，しゃきしゃき感，風味・香りおよび外観に対する官能評価結果

調理法	部位	品目	品種・系統	評価指数[z]					
				美味しさ	歯ごたえ	筋っぽさ	しゃきしゃき感	風味・香り	外観
蒸し	葉身	大和マナ	系統No. 3	−0.14	0.36	−0.07	0.36	0.00	−0.07
			系統No. 20	0.00	0.21	−0.14	0.50	0.07	0.07
		コマツナ	楽天	−0.21	0.14	−0.07	0.00	−0.21	0.14
	葉柄	大和マナ	系統No. 3	−0.07	0.07	0.64	0.93	−0.07	0.14
			系統No. 20	−0.21	0.21	0.43	0.79	0.07	0.21
		コマツナ	楽天	0.21	0.64	0.79	1.29	0.43	0.14
ゆで	葉身	大和マナ	系統No. 3	0.21	−0.57	−0.43	−0.57	0.00	−0.07
			系統No. 20	−0.29	−0.43	−0.29	−0.07	0.07	−0.14
		コマツナ	楽天	−0.36	−0.07	−0.36	−0.07	0.21	0.43
	葉柄	大和マナ	系統No. 3	−0.21	−0.64	0.36	0.14	−0.14	−0.07
			系統No. 20	−0.29	−0.14	0.43	0.14	−0.07	0.00
		コマツナ	楽天	0.07	−0.43	0.36	0.29	0.07	0.43
塩漬け（24時間）	葉身	大和マナ	系統No. 3	−0.20	−0.13 a[y]	−0.60	0.67	0.07	−0.53
			系統No. 20	−0.47	−0.07 a	−0.20	0.87	−0.20	−0.27
		コマツナ	楽天	−0.73	1.13 b	−0.27	0.53	−0.20	−0.47
	葉柄	大和マナ	系統No. 3	0.00	0.33	−0.20 a	0.93	0.40	−0.13
			系統No. 20	0.00	0.40	0.73 b	0.87	0.40	0.00
		コマツナ	楽天	−0.53	0.80	0.93 b	1.00	−0.20	−0.20
塩漬け（7日間）	葉身	大和マナ	系統No. 3	−0.09	0.27	0.09	0.27	0.00	−0.36
			系統No. 20	−0.09	0.45	0.00	0.36	0.09	−0.18
		コマツナ	楽天	−0.36	0.27	−0.27	0.09	−0.27	0.00
	葉柄	大和マナ	系統No. 3	−0.09	0.45	0.73	0.73	0.09	0.18
			系統No. 20	0.27	0.27	0.36	0.91	−0.09	−0.09
		コマツナ	楽天	0.00	0.64	0.55	0.64	−0.45	0.27
調味漬け（24時間）	葉身	大和マナ	系統No. 3	−0.67	0.07	−0.27	0.60	−0.27	0.07
			系統No. 20	−0.67	0.33	−0.20	0.60	−0.07	−0.27
		コマツナ	楽天	−0.93	0.53	0.20	0.47	−0.67	−0.13
	葉柄	大和マナ	系統No. 3	0.13	0.13	−0.33 a	0.93	0.07	0.07
			系統No. 20	−0.27	0.60	0.60 b	0.93	0.00	0.00
		コマツナ	楽天	−0.67	0.93	0.80 b	1.07	−0.33	−0.20
調味漬け（7日間）	葉身	大和マナ	系統No. 3	−0.27	0.18	0.00	0.18	0.00	−0,36
			系統No. 20	0.27	0.18	0.27	0.18	0.09	−0.27
		コマツナ	楽天	−0.27	0.18	0.09	0.18	−0.09	−0.36
	葉柄	大和マナ	系統No. 3	0.00	0.55	0.36	1.00	0.09	0.09
			系統No. 20	0.18	0.36	0.55	0.91	0.27	0.09
		コマツナ	楽天	−0.18	0.91	0.73	0.82	−0.27	0.00
煮浸し	葉身	大和マナ	系統No. 3	−0.07	−2.00	−2.00	−2.07	−0.07	−0.29
			系統No. 20	0.07	−1.57	−2.00	−1.79	−0.07	−0.50
		コマツナ	楽天	0.36	−2.00	−2.14	−2.07	0.14	0.07
	葉柄	大和マナ	系統No. 3	0.14	−1.64	−0.50	−0.86	0.07	−0.21
			系統No. 20	−0.14	−1.21	−0.29	−0.07	0.14	0.00
		コマツナ	楽天	0.07	−1.50	−0.29	−1.43	0.21	−0.21

[z]以下の7段階の評点法で評価し，算出した平均値
美味しさ（非常に不味い： −3，普通： 0，非常に美味しい： 3）
歯ごたえ，筋っぽさ，しゃきしゃき感（非常に弱い： −3，普通： 0，非常に強い： 3）
風味・香り，外観（非常に悪い： −3，普通： 0，非常に良い： 3）

[y]同一の調理法・部位における異なるアルファベット間ではウィルコクソン符号付順位和検定により5%水準で有意差あり，有意差のない場合はアルファベットは未表記　（蒸し，ゆでおよび煮浸しはn=14，塩漬け（24時間）の調味漬け（24時間）はn=15，塩漬け（7日間）と調味漬け（7日間）はn=11）

第3-4表　各調理法における大和マナとコマツナの甘味，辛味，えぐみおよび青臭さに対する官能評価結果

調理法	部位	品目	品種・系統	評価指数[z]				感じる回答とした評価者の割合（%）			
				甘味	辛味	えぐみ	青臭さ	甘み	辛み	えぐみ	青臭さ
蒸し	葉身	大和マナ	系統No.3	0.50	-0.18	0.54	0.89				
			系統No.20	0.50	-0.27	0.85	0.33	100.0	78.6	92.9	64.3
		コマツナ	楽天	0.57	-0.73	0.54	0.78				
	葉柄	大和マナ	系統No.3	0.79 ab[y]	-0.10	0.75	0.50				
			系統No.20	0.36 a	-0.10	0.42	0.33	100.0	71.4	85.7	85.7
		コマツナ	楽天	1.21 b	-0.10	0.25	0.58				
ゆで	葉身	大和マナ	系統No.3	-0.30	-0.60	0.25	0.40				
			系統No.20	-0.10	-0.20	0.58	0.10	71.4	35.7	85.7	71.4
		コマツナ	楽天	0.70	-0.40	-0.08	0.10				
	葉柄	大和マナ	系統No.3	-0.07 a	0.29	0.17	0.10				
			系統No.20	-0.29 a	0.71	0.33	0.50	100.0	50.0	85.7	71.4
		コマツナ	楽天	1.14 b	-0.29	-0.17	0.00				
塩漬け（24時間）	葉身	大和マナ	系統No.3	-0.17	-0.57	0.36	0.50				
			系統No.20	0.00	-0.07	0.36	1.08	80.0	93.3	73.3	80.0
		コマツナ	楽天	0.25	0.00	1.27	1.17				
	葉柄	大和マナ	系統No.3	0.23	-0.42 a	0.09	-0.08				
			系統No.20	-0.15	0.75 b	-0.09	0.42	86.7	80.0	73.3	80.0
		コマツナ	楽天	0.31	0.33 ab	0.73	0.92				
塩漬け（7日間）	葉身	大和マナ	系統No.3	-0.57	-0.36	0.22	0.20				
			系統No.20	-0.57	0.18	0.44	0.50	63.6	100.0	81.8	90.9
		コマツナ	楽天	0.29	-0.55	0.78	0.30				
	葉柄	大和マナ	系統No.3	0.11 a	0.36	0.14	-0.25				
			系統No.20	0.44 a	-0.18	-0.14	-0.50	81.8	100.0	63.6	72.7
		コマツナ	楽天	1.67 b	-0.45	0.71	-0.13				
調味漬け（24時間）	葉身	大和マナ	系統No.3	0.33	-0.23	0.69	0.75				
			系統No.20	0.00	0.38	0.69	0.83	80.0	86.7	86.7	80.0
		コマツナ	楽天	0.58	0.54	1.00	1.25				
	葉柄	大和マナ	系統No.3	1.00 b	-0.36 a	-0.10	0.50				
			系統No.20	-0.21 a	0.43 b	0.60	0.67	93.3	93.3	66.7	80.0
		コマツナ	楽天	1.07 b	-0.07 ab	0.90	0.92				
調味漬け（7日間）	葉身	大和マナ	系統No.3	-0.14	-0.11	0.44	0.78				
			系統No.20	-0.14	0.00	0.11	0.44	63.6	81.8	81.8	81.8
		コマツナ	楽天	-0.14	0.00	0.67	0.89				
	葉柄	大和マナ	系統No.3	-0.25	0.20	0.44	0.38				
			系統No.20	-0.13	-0.50	0.22	0.38	72.7	90.9	81.8	72.7
		コマツナ	楽天	1.38	-0.20	0.33	1.13				
煮浸し	葉身	大和マナ	系統No.3	0.13	-[x]	0.13	-				
			系統No.20	0.00	-	-0.13	-	57.1	0.0	57.1	14.3
		コマツナ	楽天	0.38	-	-0.25	-				
	葉柄	大和マナ	系統No.3	0.10	-	-0.14	-				
			系統No.20	-0.10	-	-0.57	-	71.4	7.1	42.9	14.3
		コマツナ	楽天	0.70	-	-0.86	-				

[z]以下の7段階の評点法で評価し，算出した平均値
甘味，辛味，えぐみ，青臭さ（非常に弱い： -3，普通： 0，非常に強い： 3）
風味・香り，外観（非常に悪い： -3，普通： 0，非常に良い： 3）

[y]同一の調理法・部位における異なるアルファベット間ではウィルコクソン符号付順位和検定により5%水準で有意差あり，有意差のない場合はアルファベットは未表記（n=5～14）

[x]感じると回答した評価者が2人以下のため算出せず

第3-5表　大和マナとコマツナの成分含量，Brix値および乾物率[z]

品目	品種・系統	総イソチオシアネート含量 (mg·100g^{-1}FW)	アスコルビン酸含量 (mg·100g^{-1}FW)	硝酸態窒素含量 (mg·100g^{-1}FW)	Brix値 (%)	乾物率 (%)
大和マナ	系統No. 3	10.2 a[y]	63.6 a	85.1 a	6.1 a	9.4 a
	系統No. 20	10.7 a	82.0 a	91.9 a	6.1 a	9.7 ab
コマツナ	楽天	12.6 a	59.6 a	79.1 a	7.3 b	10.7 b

[z]2009年1月16日調査
[y]異なるアルファベット間ではTukey法により5%水準で有意差あり (n=3)

れた．

最も古い「大和マナ」の記載は1964年の青葉[1)]の報告であり，「真菜」の記載は江戸時代の農書「清良記」にまでさかのぼることができる[53)]．一方，コマツナは，在来カブの「くくたち」から作出され，東京の小松川地方の品種に「小松菜」の名称が与えられた[30)]とされ，国内種苗会社が沢山の品種を育成し続けているツケナである．抽苔するまでの幼植物を野菜として利用することを前提とすると，民間育種では言うまでもなく，生産者による自家採種においても，えぐみ，苦味，青臭さといった食べにくさや食感を悪くする毛じは選抜時に排除されてきたはずである．一方，漬け物専用種とするのであれば異なるのかもしれないが，煮炊き，和え，炒めといった料理に利用することを考えると，トマトにおける甘味や酸味のように，美味しさを高めるために付与する特性が見当たらないのがツケナである．そのため，本試験における蒸しとゆでという調味を施さない調理でさえ，美味しさについて，大和マナとコマツナの間に品種・系統間差が認められなかったと考えられる．

以上のとおり，奈良県在来のツケナである大和マナは，全国で広く普及しているツケナであるコマツナと，ほぼ同等の食味特性を有することが明らかとなった．ホウレンソウやコマツナでは冬季の寒さを利用して甘味を高める寒締め栽培が行われているが，寒締めホウレンソウは品種によって食味が異なるとの報告[19)]がある．大和マナの普及地域の一つである奈良県宇陀市は標高300 m以上の高原地域に位置し，冬季は寒さを利用した良食味ホウレンソウの栽培が行われている．冬季の栽培において，ホウレンソウの品種で見られるような食味の差異が，ツケナの種類によって認められる可能性があり，今後の研究テーマとしたい．

第3節　摘要

奈良県在来のツケナである大和マナについて，軟弱野菜農家の主要な栽培品目に位置付けられるような品種育成を目標に掲げ，2005年からF_1品種の共同育種を開始した．育成後，速やかに新品種の需要を喚起し消費現場に浸透させるためには，調理提案を行う必要があると考え，育成初期の段階から大和マナの食味特性調査を行った．

第1節では，F_1品種の遺伝資源とした固定種‘大和真菜’（ナント種苗（株））の食味特性を，全国の流通量が最も多いツケナであるコマツナのF_1品種‘楽天’と官能評価によって比較したところ，7種の調理を施したにもかかわらず，美味しさに関する差異が認められなかった．また，テクスチャーにおいても，調理法，試料の部位および官能評価項目の全70組合せの中で，大和マナとコマツナの間に有意な差が認められたのはわずか3組合せであった．

第2節では，大和マナのF_1品種育成過程の組合せ能力検定で有望と判断された2系統とコマツナ‘楽天’を供試して，官能評価による食味特性調査を行い，食味に影響を及ぼすとされる内容成分のイソチオシアネート含量，アスコルビン酸含量および硝酸態窒素含量，ならびに可溶性固形物の含有率であるBrix値と生体重当たりの総内容成分が占める割合である乾物率を調査した．調理方法は固定種に対する評価時とほぼ同様の7種としたところ，前節同様，美味しさについて，大和マナとコマツナの間に有意な差は認められなかった．また，美味しさ以外の評価項目を固定種評価時の6から9に増やしたが，大和マナとコマツナの間に有意な差が認められたのは，調理法，試料の部位および官能評価項目の全126組合せの中でわずか7組合せであった．甘味については，7日間の調味漬けの葉身を除くすべての調理法と試料の部位においてコマツナが最も甘いと評価され

る傾向があり，調理前のコマツナにおいて，大和マナ2系統と比較して，Brix値が大きく，乾物率が大きい傾向が認められたことと一致した．一方，辛味については大和マナとコマツナの間で差が認められることがなく，辛味を呈する成分のイソチオシアネートについても含有量に有意な差が認められなかった．

以上のとおり，奈良県在来のツケナである大和マナは，全国で広く普及しているツケナであるコマツナと，ほぼ同等の食味特性を有することが明らかとなった．

第4章　総合考察

生鮮野菜の市場流通における末端は小売店であるが，中でも96.8%の消費者が利用しているのは日常の野菜が一通り揃う量販店であり[10]，販売価格をチラシの印刷日までに決める必要がある量販店では，品質の均一な野菜を，安定した価格で納入することを卸売業者に求める．そのため，市場出荷を行う野菜産地は，重さ，大きさ，長さ，色といった出荷規格の遵守と，単位期間当たりの出荷量の安定性が求められる．さらに，近年の量販店では，イチゴやメロンなどの売り場で品種ごとに掲げられたポップにサンプリング調査した糖度を表示するなど，美味しさを強調して販売する場面が増えており，上記2品目の他，スイカやフルーツトマトといった甘みを必要とする果菜類については，高糖度の生産物を出荷することが産地の高い評価につながっている．また，「寒締めホウレンソウ」や「寒締めコマツナ」は，冬の寒さを利用して糖度や栄養価を高めて[63]，産地が積極的に美味しさや高栄養性を強調することで，他産地との差別化を図っている商品である．しかし，これらの品目や商品以外の野菜の多くが，美味しさや味について説明されることなく消費者に販売されている．

一方，「野菜のおいしさ検討委員会」が2006年に実施した調査では，82.8%の消費者が，美味しさに関する情報，すなわち味，香り，食感等の食味に関する情報の店頭表示を望んでいることが明らかになっている[83]．

加熱調理後の物性評価と官能評価によって，奈良県のサトイモの在来種‘味間いも’は適度な粘りと硬さを有し，調理適性の幅が広い可能性が見いだされた．直売所などで販売する際に，‘味間いも’が幅広い料理に適していることを明示し，‘唐芋’や‘烏播’などの食感が明らかに異なる品種と併売して，食べ比べを勧めてみることで，サトイモ全体の売り上げが伸びるかもしれない．また，‘味間いも’が長年にわたって栽培されている地元では，食べ慣れた食材として人気を博しているとも考えられるが，適した調理法が各家庭で伝承されている可能性もあり，今後聞き取り調査等を進めることが必要と考えられる．最近では，奈良市内のスムージー専門店において‘味間いも’を素材として用いる試みがなされている（平野，私信）．奈良を訪れスムージーを食した観光客が‘味間いも’の存在を知り，直売所で生鮮品を買い求めるというような連鎖が，奈良県におけるサトイモの消費拡大につながることが期待される．

奈良県のナスの在来種‘矢田系’について，蒸し後および揚げ後にやや硬めで型崩れしにくく，揚げた際に水分が多く残り油分が少ないこと，揚げ出しと焼きにおいて果肉の歯ごたえと甘みに優れ，最も高い適性を示すことを見いだした．しかし，1kg当たり350～800円，すなわち300gの果実1つが105～240円で市場取引されていることと，1世帯（2人以上，農林漁家世帯を除く）当たりのナスに対する年間支出金額が2015年に1991円[69]であることを考え合わせると，大和丸ナスを家庭消費向けに大量流通させることは無理があると判断せざるを得ない．

奈良県は，矢澤 進 京都大学名誉教授および味の素株式会社との共同で，「大和の伝統野菜」に認定されているトウガラシの在来種‘ひもとうがらし’と，カプシノイドを高含有するトウガラシの‘CH-19甘’[84]を用いて，カプシノイドを安定して含有し，食して美味しいトウガラシ‘HC3-6-10-11’[85]を育成している．本品種の果実は果実重5～7gと‘伏見甘長’（タキイ種苗）よりやや小さく，総労働時間当たりの粗収益を奈良県の夏秋ナス経営と同等の2000円･時間$^{-1}$とするためには，生産者の販売価格を1kg当たり1000円近くに設定しなければならない[86]．‘HC3-6-10-11’は，果実の販売先を飲食店と加工業者に限定して利用許諾しているが，小規模な取引ではあるものの1kg当たり1500円前後での取引が成立している．今後は，高価格・大量販売が実現している大和丸ナスの利用実態を把握し，‘HC3-6-10-11’の販路拡大方策を探りたい．

大和マナは，1991～1992年に奈良県農林部の伝統野菜振興の取り組みとして，産地化と県外流通が試

みられたものの，小売店において外葉の黄化が頻発することが判明し，県による生産振興が打ち切られたツケナである．しかし，外葉が黄化しにくい F_1 品種が開発された後は，生産量が増加し，県内の量販店では一年中購入できる野菜となった．大和マナの F_1 品種開発は，「小松菜」からコマツナへの歩み出しのようであるが，家庭消費される県内産の野菜品目を 1 つ増やす役割を果たしたことは間違いない．コマツナと並んで販売される大和マナの購入の動機を調べることで，官能評価では見えなかった大和マナの食味特性や，消費者から見た伝統野菜・県産野菜の位置付けが改めて判明するかもしれない．

健康増進法に基づく「国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針」，いわゆる「健康日本 21（第 2 次）」では 1 日 1 人当たりの野菜の目標摂取量を 350 g 以上としているが，2014 年の 20 歳以上の日本人の野菜摂取量は 292.3 g であり過去 10 年間有意な変化が認められていない [28]．また，性別にかかわらず 60 歳以上では摂取量 300 g を超えているが，20～59 歳では約 240～290 g であり，年齢が低いほど摂取量が少ない傾向がある．さらに，「21 世紀における国民健康づくり運動」，いわゆる「健康日本 21」の開始時に行われた 1996 年の国民栄養調査の分析結果では，調査時に得られた回答の「自らの食事に問題がある」と，「ゆっくり時間をかけていないこと」，「多様な食品をとらないこと」との間に，また，男性では「外食」，「欠食」，女性では「調理済み食品やインスタント食品の利用」との間に強い関連を認めている．この関連性は，20～59 歳の日本人が，①調理と食事に多くの時間を費やすことができない，あるいは，②時間に余裕があっても，調理と食事に対する関心が希薄であり，欠食，外食，あるいはインスタント食品を利用することが多いために，野菜摂取量が少ないことを示唆している．

①については，外食時や調理済み食品購入時に野菜を多く含む料理を選択する，あるいは，手間のかからない野菜調理を自ら実践することで解決できる．第 1 章では剥皮せずに水煮や蒸しを行ったが，「きぬかつぎ」と呼ばれ親しまれてきた調理法であり，加熱後の剥皮は加熱前と比較して非常に容易であり，剥皮後，あるいは剥皮せずに冷凍保存すれば，改めて食す場合に，調理の手間を省くことができる．第 2 章では焼きナスについて調査したが，直火で焼き，焦げた皮を除いて，調味料をかけるだけの手軽な調理で，米ナスや大型の丸ナスでも数分で容易に火を通すことができた．野菜を調理して食べることを諦めかけている人に対しては，手の込んだ調理方法よりも，手軽さを強調した調理提案が必要であり，人気タレントを使ったテレビ料理番組を提供するなど，行政機関が基本調理の浸透のための取り組みを行うべきと考える．

また，②については，食育基本法に定められるとおり，改めて食に対する適切な判断力を養うための食育が必要と考えられるが，食育によって健康的な食事の重要性に気付くことができたとしても，普段の調理を担う大人がそれまでの生活様式を変えるには相当の決断が必要である．そのため，生まれてくる我が子の健康を大切に思うがゆえに，普段の生活様式の変更を決断できる可能性が高い，妊娠中の女性にこそ食育は有効だとする意見がある（村上，私信）．飽食の時代 [68] に生まれ育った日本人が親となる時代を迎えて 20 年以上経過した現在，かなり重要な意見であると考える．

本研究では，調理を要する野菜の中に，食味特性と調理適性に品種間差が認められる品目があることを明らかにし，奈良県在来の‘味間いも’，大和丸ナスおよび大和マナについて，食味と調理適性の特徴を示すことができた．産地支援に取り組む者が行うべきであり，これまでほとんど着手されていなかった分野の研究を行うことができたと考えている．そして，研究に取り組む中で，野菜の栽培技術に関する研究は，生育状況，収量および幾つかの内容成分の調査で試験を終了するのではなく，実際に食べてみて，食味について気になることがあれば調査対象として追求することが大切であることを実感している．今後も，美味しさや不味さを含む食味に注意を払った研究を行い，野菜の生産振興と消費拡大に尽力したい．

第 5 章　摘要

野菜は，イチゴ等のフルーツや，高糖度ホウレンソウ等の味に特徴がある一部の品目を除き，食材としての「美味しさ」について流通・販売過程で評価される場面が極めて少ない．しかし，80%以上の消費者が野菜の美味しさに関する情報を求めていることが明らかにされており，全国各地では，食味や形状に特徴のある地域伝統野菜の見直しが行われ，地域の活性化につながるような施策や自発的な取り組

みが実施されている．本研究では，食利用の歴史が極めて長く，多様な品種が分化しているサトイモとナスについて，これまで調査されることがなかった食味特性上の多様性の有無を明らかにすることと，奈良県が「大和の伝統野菜」に認定しているサトイモの‘味間いも’，大型のナスの大和丸ナスおよびツケナの大和マナについて，食味と調理適性の特徴を明らかにすることを目的とした．

第1章では，サトイモの‘味間いも’について，生産拡大の兆しがある中，他府県産のサトイモと差別化して円滑に販売するために，芋の物性と食味・食感を全国的に流通する主要な品種・系統（以下,「品種・系統」を「品種」と表記する）と比較し，その食味特性を明らかにしようとした．

第1節ではサトイモの粘りと硬さについて，‘味間いも’と，‘セレベス’，‘石川早生’，‘上庄系’，‘大野芋’，‘唐芋’および‘烏播’を対象として，水煮した芋を対象に物性調査と官能評価を行った．粘りを評価する手法として回転式粘度計による測定を試みたが，粘度と粘りに対する食感との間には正の相関は認められなかった．また，芋の切断面に密着させた円盤状のプランジャーの引っ張り抵抗値は，粘りに対する食感との間で高い正の相関が認められたことから，粘りに対する食感を数値化する手段である可能性を認めた．官能評価により‘味間いも’は，供試品種の中で，粘りと硬さともに中程度と評価された．

第2節では，剥皮方法の異なる芋の水煮後の食感と物性を調査し，十分に皺を施したアルミホイルの摩擦により剥皮し水煮すると，表層部分に薄皮が残っているのが口触りで感じられ，包丁により剥皮した場合と比較し，薄皮に近い部位の粘りが強く感じられることを見いだした．

第3節では，第1節で供試した7品種を対象として4種類の調理を施し，調理法が美味しさと食感に及ぼす影響について解析した．蒸し芋と蒸し芋に田楽味噌を付けて食する田楽では，ほくほく感を強く感じる品種ほど美味しいと評価される傾向があった．サトイモの代表的な料理である煮っ転がしの美味しさについては品種間に有意差が認められなかった．味噌汁では，硬い品種ほど美味しいと評価される傾向があった．‘味間いも’は，いずれの調理においても，供試した7品種の中で中程度以上に美味しいと評価され，調理適性の幅が広い可能性が見いだされた．

第2章では，大和丸ナスの家庭利用を促して消費拡大を図るため，大和丸ナスの1系統‘矢田系’および果形の異なる主要な広域流通品種について果実の物性と食味・食感を比較し，‘矢田系’の食味特性を明らかにしようとした．

第1節では，‘矢田系’と，果形と肉質が異なる‘くろわし’，‘みず茄’，‘千両二号’，および‘庄屋大長’について，調理前後の物性測定と調理後の官能評価を実施した．調理は2 cm角の果肉の蒸しと素揚げとし，水分含有率と硬度を測定した．揚げたナスの果肉を官能評価し，美味しさと油っこさを評価した．すべての品種において，果肉の水分含有率は，加熱調理前と比較して，蒸すと微増し，揚げると著しく減少した．揚げた果肉の水分含有率には品種間差が認められ，品種間の相対的な関係が揚げ調理前後で大きく変化した．加熱調理前後の果肉硬度には品種間差が認められ，加熱調理後の果肉硬度の品種間の相対的な関係も調理前とは大きく異なった．官能評価では，揚げた際の油の吸収程度の品種間での違いを食感として認識できることが示された．‘矢田系’は，他の4品種と比べ，加熱後にやや硬めで，揚げた際に水分が多く残り油分が少ないことが明らかになった．

第2節では，第1節で供試した品種に，‘あのみのり’と‘筑陽’を加えて，塩漬け，調味漬け，揚げ出し，煮浸し，蒸しおよび焼きの6種の調理を施し，官能評価を行った．また，塩漬け前後の水分含有率の変化と，果実のクロロゲン酸含量と総ポリフェノール含量を測定した．美味しさについては揚げ出しを除くすべての調理法において，渋味は塩漬け，蒸しおよび焼きにおいて，果肉の歯ごたえと水気については調査したすべての調理法において，果皮の歯ごたえについては塩漬け，調味漬け，煮浸しおよび蒸しにおいて，それぞれ品種間差が認められた．揚げ出しの油っこさ，煮浸しの味の浸透，焼きの甘味についても，それぞれ品種間差が認められた．果肉のクロロゲン酸含量ならびに総ポリフェノール含量と，塩漬け，調味漬けおよび揚げ出しの渋味の間で正の相関が認められた．大和丸ナスの‘矢田系’は，揚げ出しと焼きにおいて果肉の歯ごたえと甘みに優れ，最も高い適性を有することが判明した．

第3章では，ツケナである大和マナについて，F_1品種開発に際し，新品種育成後の速やかな普及のためには，調理提案を行う必要があると考えられたため，育成初期の段階から大和マナの食味特性を明ら

かにしようとした．

第 1 節では，F_1 品種の遺伝資源とした固定種‘大和真菜’と，全国の流通量が最も多いツケナであるコマツナの F_1 品種‘楽天’に 7 種の調理を施し官能評価によって比較したところ，美味しさについて差異が認められなかった．

第 2 節では，F_1 品種育成過程で作出された 2 系統とコマツナ‘楽天’を供試し，前節にほぼ同様の 7 種の調理を施して官能評価したところ，前節同様，美味しさについて，大和マナとコマツナの間に有意な差は認められなかった．また，テクスチャーについて品目間に有意な差が認められた調理法，試料の部位および官能評価項目の組合せは，第 1 節では全 70 組合中 3 つ，第 2 節では全 126 組合せ中 7 つであった．これらのことから，大和マナがコマツナとほぼ同等の食味特性を有することが明らかとなった．

以上のように，調理を要する野菜の中には，食味特性と調理適性に品種間差が認められる品目があることが明らかとなった．本研究の手法を用いて，多様な在来品種を含むより多種類の野菜の調理適性を解明し，食味に関する情報を豊かにすることは，地域特産野菜，さらには野菜全体の消費拡大の一助となると考えられた．

謝　辞

本論文を取りまとめるに当たり，岡山大学大学院環境生命科学研究科教授の吉田裕一博士には，終始懇切丁寧なご指導と論文の度重なる詳細なご校閲を賜りました．また，吉田博士には，社会人学生である著者のために，早朝・夜間，休日にも多くの時間を割いていただきました．吉田博士の熱意のこもったご指導によって，本論文を取りまとめることができました．ここに深厚なる感謝の意を表します．また，岡山大学大学院環境生命科学研究科教授の中村宜督博士，准教授の安場健一郎博士には貴重なご助言とご鞭撻を賜りました．深く感謝申し上げます．同教授の後藤丹十郎博士，同准教授の田中義行博士には有益なご示唆とご支援を賜りました．厚く御礼申し上げます．

奈良女子大学名誉教授の的場輝佳博士，同大学大学院人間文化研究科教授の高村仁知博士，新潟大学大学院現代社会文化研究科准教授の山口智子博士には，共同研究者として貴重なご助言とご支援を賜りました．株式会社 NHK エンタープライズエグゼクティブ・プロデューサーの山本高穂氏，奈良県中央卸売市場業務課長の前川寛之氏，奈良県農業総合センター元統括主任研究員の黒住　徹氏，同元所長の信岡　尚博士，奈良県農業研究開発センター果樹・薬草研究センター所長の浅尾浩史博士，なら食と農の魅力創造国際大学校主任主査の矢奥泰章氏，同主査の後藤公美氏，奈良県農業研究開発センター主任研究員の米田祥二氏，同総括研究員の濱崎貞弘氏には，共同研究者として本研究を支えていただきました．深く感謝の意を表します．

大和郡山市の大和丸ナス生産者の谷野隆昭氏には研究を進めるに際しての極めて重要な手がかりとなるご提案をいただき，また，同生産者の吉岡秀信氏には貴重な試料をご提供いただきました．深く感謝の意を表します．

奈良県農業研究開発センター総括研究員の仲　照史博士には研究開始の動機となる非常に貴重なご意見をいただきました．深く感謝の意を表します．

奈良県農業総合センター元所長の岡山健夫博士には大学院入学について特段のご配慮をいただきました．深く感謝の意を表します．社会人としての大学院在籍にあたって，奈良県農業研究開発センター所長の谷川元一博士，奈良県中部農林振興事務所所長の土井正彦氏，同主任主査の島　康博氏，奈良県農業研究開発センター部長の渡辺英信氏には寛大なご配慮をいただきました．深く感謝いたします．奈良県農業研究開発センター指導研究員の東井君枝氏，同主任技能員の堀川法夫氏，同主任技能員の吉田弘氏，同主任技能員の三浦伸之氏，なら食と農の魅力創造国際大学校主査の根本明季氏，奈良県中部農林振興事務所主任主事の皆巳大輔氏には大学院在籍中に多大なお気遣いをいただきました．厚く御礼申し上げます．

奈良県農業試験場元総括研究員の故 泰松恒男博士，奈良県農業技術センター元所長の長村智司博士，奈良県農林部農業振興課元課長の木村　衛氏には研究に対する姿勢をご教示いただきました．深く感謝の意を表します．

近畿大学名誉教授の村上哲男博士には食育に関する貴重なご意見をいただきました．ながほり店主中村重男氏，ドリンク・ドランク店主平野奈津氏には奈良県在来野菜の調理に関する貴重な情報を提供していただきました．厚く御礼申し上げます．

岡山県農林水産総合センター専門研究員の森　義

雄博士，広島県立総合技術研究所農業技術センター副部長の福島啓吾博士には，岡山大学大学院の先輩，同輩として多くのご助言と激励をいただきました．厚く御礼申し上げます．

萩原綾子（旧姓：中木）氏を始め，奈良女子大学環境生活学部食物栄養学科の卒業生の皆様には実験の実施に当たり，多大な協力をいただきました．岡山大学農学部作物開花制御学研究室・野菜園芸学研究室の皆様には暖かい激励をいただきました．厚く御礼申し上げます．

引用文献

1．青葉　高．1964．本邦そ菜在来品種の地理的分布と分類に関する研究（第4報）　ツケナ在来品種の分類と地理的分布について．園学雑．32: 311-318.
2．荒井慶子．1991．野菜を美味しく食べる条件．p. 224-258．吉田企世子編著．野菜．畑から食卓まで．女子栄養大学出版部．東京．
3．新井貞子・阿久澤さゆり・澤山　茂・川端晶子．1998．生および凍結乾燥ヤマノイモの曳糸特性．家政誌．49: 1079-1087.
4．浅尾浩史・奥山恵里・矢野健太郎・西本登志・北條雅也・越智康治・梶田季生・高山誠司．2008．採種地が異なる大和マナ（*Brassica rapa* L. Oleifera Group）の*S*ハプロタイプの推定．園学雑．7: 505-510.
5．芦沢正和．2002．地方野菜の復権．p. 11-16．タキイ種苗株式会社出版部編．都道府県別　地方野菜大全．農山漁村文化協会．東京．
6．土井善晴・尾田　学．2003．土井善晴の野菜党宣言．p. 8-9．世界文化社．東京．
7．衛藤夏葉・西森裕夫・藤岡唯志．2007．水ナス優良系統 No.1-1-3 の育成とその特性．和歌山農林水総技セ研報．8: 29-33.
8．藤原隆広・熊倉裕史・大田智美・吉田祐子・亀野　貞．2005．市販ホウレンソウの L-アスコルビン酸および硝酸塩含量の周年変動．園学研．4: 347-352.
9．後藤公美・西本登志・矢奥泰章・米田祥二．2007．ナス果実の組織構造の品種・系統間差．園学研．6（別1）: 400.
10．濱田亮治．2009．生鮮野菜の購入先と選択理由．JA総研レポート．11: 46-51.
11．服部幸應・小西雅子．2005．野菜、大好き。．p. 68．生活情報センター．東京．
12．広田直子．1985．丸ナスの調理に関する基礎的研究（第1報）．長野県短大紀要．40: 55-63.
13．堀江秀樹・安藤　聡．2014．調理を考慮したナスの品種特性評価．野茶研報．13: 9-18.
14．星野忠彦・松本ヱミ子・高野敬子．1998．食品組織学．p. 234-236．光生館．東京．
15．片寄眞木子．2002．近畿の豆といもの食文化．日調科誌．35: 227-231.
16．神田知子・安藤真美・五島淑子・櫻井菜穂子・花井玲子．2004．山口県の豆類・いも類を用いた料理とその地域性．日調科誌．37: 390-400.
17．神田知子・高橋須眞子・重藤祐司・内藤雅浩・刀祢茂弘・安藤真美・足立蓉子・島田和子．2005．山口県伝統野菜‘田屋’ナスの嗜好特性．日調科誌．38: 410-416.
18．加納恭卓・山辺　守・石本兼治・福田秀範．1999．‘加賀太’キュウリ（*Cucumis sativus* L. cv. Kagafutokyuri）の葉および果実における苦味発現と窒素代謝との関連．園学雑．68: 391-396.
19．片岡　園・本城正憲・由比　進．2009．寒締めホウレンソウの食味における品種間差について．園学研．8（別2）: 450.
20．加藤栄美・奥山寛子・本多あゆみ．2011．山形おきたま伝統野菜‘薄皮丸なす’の特性評価．東北農業研究．64: 129-130.
21．河村フジ子．1985．さといもの料理．調理科学．18: 244-246.
22．河村フジ子・海老塚あつ．里芋の調理に関する研究（第2報）予備加熱について．1968．家政誌．19: 258-261.
23．河村フジ子・海老塚あつ・寺崎淑子・松本文子．1967．里芋の調理に関する研究　第1報　粘りと固さに及ぼす各種添加物の影響．家政誌．18: 147-151.
24．河村フジ子・松本睦子・金　和子・小林彰夫．1989．おろし辛味大根の辛味特性について．家政誌．40: 1051-1056.
25．川崎通夫・松田智明・長南信雄．1998．サトイモ球茎のプラスチド-アミロプラスト系におけるデンプン合成と蓄積に関する電子顕微鏡観察．日作紀．67: 200-207.
26．金城須美子・東盛キヨ子・田原美和．2003．沖縄

特産の田芋料理．日調科誌．36: 192-195.
27. 河野通佳・栗波　哲．1992．サトイモ塊茎の可溶性糖類およびヒドロキシプロリンの含量とその変動要因．土肥誌．63: 296-303.
28. 厚生労働省．2015．平成 26 年国民健康・栄養調査結果の概要.
29. 鯨　幸夫・村中智和・登内良太・荻原達彦・寺沢なお子．2006．栽培条件の違いがサトイモの生育，収量および抗酸化活性に及ぼす影響．農業および園芸．81: 499-504.
30. 熊澤三郎・阿部定夫．1956．漬菜．p. 445-458．熊澤三郎編著．蔬菜園芸各論．養賢堂．東京.
31. 熊澤三郎・二井内清之．1956．茄．p. 115-128．熊澤三郎編著．蔬菜園芸各論．養賢堂．東京.
32. 熊沢三郎・二井内清之・本田藤雄．1956．本邦における里芋の品種分類．園学雑．25: 1-10.
33. 栗波　哲・河野通佳．1992．サトイモ塊茎の水煮後の硬さに及ぼす体内成分の影響．土肥誌．63: 304-309.
34. 黒沢祝子．1975．ナスの調理法別による収斂味発生と褐変化の関係．同志社女子大学研年報．26: 119-139.
35. 黒沢祝子．1976．ナスの収斂味発生および褐変化とクロロゲン酸の変動．同志社女子大学研年報．27: 173-183.
36. 黒澤祝子．1986a．ナスの種類とポリフェノールおよび渋みについて．同志社家政．20: 46-52.
37. 黒澤祝子．1986b．ナスの渋みにおよぼす食用油の影響．調理科学．19: 119-124.
38. 黒澤祝子．1988．食用油調理におけるナスの全ポリフェノールとクロロゲン酸について．調理科学．21: 133-136.
39. 黒澤祝子．1989．加熱調理したナスの甘みおよび渋みについて．同志社家政．23: 76-80.
40. 黒澤祝子．2000．ナスの茹で調理におけるペクチン含量について．同志社女子大学研年報．51: 85-94.
41. 峰　弘子・武田珠美・宇高順子・川端和子，2004，愛媛県におけるさといもの栽培とその料理．日調科誌．37: 259-264.
42. 宮崎貞巳・田代洋丞．1992．江戸時代の農書及び本草書類に記載されているサトイモの品種及び品種群について．佐賀大農彙．72: 1-36.
43. 門馬信二．1990．ナス科野菜とイチゴの品種動向と今後の育種．研究ジャーナル．13(10): 14-20.
44. 門馬信二・坂田好輝．1989．東海・近畿地方の在来ナスの収集．農業および園芸．64: 1407-1412.
45. Murakami, A., M. Song, and H. Ohigashi. 2007. Phenethyl isothiocyanate suppresses receptor activator of NF-kappaB ligand (RANKL)-induced osteoclastogenesis by blocking activation of ERK1/2 and p38 MAPK in RAW264.7 macrophages. Biofactors. 30: 1-11.
46. 内藤重之．2002．地域特産野菜「水ナス」の需給構造と産地の課題．大阪農林技セ研報．38: 1-7.
47. 中林敏郎・鵜飼暢雄．1963．酸化酵素による桃果肉のかっ変現象．日食工誌．10: 211-216.
48. 中村 宜督．2004．イソチオシアネートによるがんの化学予防の可能性．環境変異原研究．26: 253-258.
49. 中村　隆・森下正博・原　忠彦・因野要一．1998．水ナス果実特性の品種・系統間差．大阪農技セ研報．34: 1-5.
50. 奈良県農林部農業水産振興課園芸特産係．2014．「味間いも」「黒滝白きゅうり」が大和野菜に仲間入り．報道資料
51. 日本調理科学会．2006．テクスチャー．p. 348-349．日本調理科学会編．新版総合調理科学事典．光生館．東京.
52. 西本登志・浅尾浩史・越智康治・梶田季生・清水浩美・高村仁知．2013．大和マナの雑種第 1 代におけるイソチオシアネート含量．奈良農総セ研報．44: 30-32.
53. 西本登志・北條雅也・浅尾浩史・米田祥二・後藤公美・堀川大輔・黒住　徹．2008．奈良県の伝統野菜‘大和マナ’の来歴についての検証．奈良農総セ研報．39: 42-46.
54. 西本登志・北條雅也・浅尾浩史・米田祥二・後藤公美・堀川大輔・黒住　徹．2009．奈良県の伝統野菜‘大和マナ’における形態的特性と開花時期の品種･系統間差異．近畿中国四国農研．14: 53-58.
55. 西本登志・後藤公美・米田祥二・堀川大輔．2009．サトイモ球茎の組織構造の品種・系統間差並びに加熱による変化．園学研．8（別 2）: 451.
56. 西本登志・加藤　彰・二宮由佳・後藤公美・木矢博之・米田祥二・矢奥泰章．2007．県内在来系統を含むサトイモ品種・系統の類縁関係．園学研．6（別 2）: 506.
57. 西脇俊和・吉水　聡．1999．県産ナスの浅漬加工

適性とその果実性状との関係．新潟農総研・食研セ研報．33: 5-9.
58. 農林水産省．2015. 青果物卸売市場調査.
59. 農林水産省．1985, 1995, 2005, 2014. 野菜生産出荷統計.
60. 落合　務．2000. イタリア料理のおいしい約束. P. 18-19. 柴田書店．東京.
61. 越智康治・梶田季生・浅尾浩史・西本登志・高山誠司・高村仁知．2011. 冬なら菜．品種登録. 24702.
62. 越智康治・梶田季生・浅尾浩史・西本登志・高山誠司・高村仁知．2011. 夏なら菜．品種登録. 24703.
63. 岡田益己・井上めぐる・村井麻理．2005. 根の低温が寒締めホウレンソウの糖度を上昇させる．平成16年度東北農業研究成果情報.
64. Okubo, T., K. Washida and A. Murakami. 2010. Phenethyl isothiocyanate suppresses nitric oxide production via inhibition of phosphoinositide 3-kinase/Akt-induced IFN-γ secretion in LPS-activated peritoneal macrophages. Molecular Nutrition & Food Research. 54: 1-10.
65. 小野敏道・武田英之．1988. サトイモ水晶症状に関する研究　第1報　水晶症状の発生要因と品種間差異．千葉農試研報．29: 71-79.
66. 音羽和紀．2002. 野菜がおいしいシンプルディッシュ．P. 47-49. 柴田書店．東京.
67. 斎藤　隆. 1991. 蔬菜園芸の事典. p. 20-30, p. 77-79, p. 196-197, p. 280-281. 朝倉書店．東京
68. 嶋津　孝．2003. 飽食の時代に無駄なエネルギー消費を究める．日本栄養・食料学会誌．56: 307-3016.
69. 総務省．2000, 2005, 2010, 2015. 家計調査結果.
70. 枡本哲史・西本登志・鷲田和人・浅尾浩史．2012. 栽培時期，収穫サイズおよび収穫部位がツケナの在来品種大和マナ（*Brassica rapa* L. Oleofera Group）のグルコシノレートとイソチオシアネート含有量に及ぼす影響．奈良農総セ研報．43: 51-60.
71. 鈴木敏征・辻　博美・森川信也・吉田建実．2004. 台木品種の違いが水ナス果実の果皮および果肉の硬さに及ぼす影響．園学研．3: 179-182.
72. 滝　基次・山田哲也・中屋謙一・森重洋史．1972. サトイモ（*Colocasia antiquorum* Schott *var. esculenta* Engl.）の粘質物の研究（第1報）．三重大農学術報．43: 105-113.
73. 泰松恒男．1995. ヤマトマナ．p. 113-114. 奈良県農業試験場編．大和の農業技術発達史．農業試験場百周年記念事業実行委員会．奈良.
74. 高橋洋子・佐藤恵美子・荒井冨佐子・村山篤子, 2004, さといもの摂取状況と嗜好性について．日調科誌．37: 202-205.
75. 建部雅子・米山忠克．1995. 作物栄養診断のための小型反射式光度計システムによる硝酸および還元型アスコルビン酸の簡易測定法．土肥誌．66: 155-158.
76. 塚田元尚．2002. 戸隠地大根・ねずみ大根・上野大根・親田辛味大根・灰原辛味大根．p. 107-110. タキイ種苗株式会社出版部編．都道府県別　地方野菜大全．農山漁村文化協会．東京.
77. 梅本俊成．2002. ダダチャマメ．p. 41-42. タキイ種苗株式会社出版部編．都道府県別　地方野菜大全．農山漁村文化協会．東京.
78. Uritani, I., K. Fukuta, R. Mori and N. Yamada. 1992. Inhomogeneity of texture after steaming in crystalline and peeled taro corms. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 39: 1140-1146.
79. Washida, K., M. Miyata, T. Koyama, K. Yazawa and K. Nomoto. 2010. Suppressive effect of Yamato-mana (*Brassica rapa* L. Oleifera Group) constituent 3-butenyl glucosinolate (gluconapin) on postprandial hypertriglyceridemia in mice. Biosci. Biotechnol. Biochem. 74: 1286-1289.
80. 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．日調科誌．45: 197-203.
81. 柳本正勝．2002. 食べ物のおいしさに対する各感覚特性の貢献度．日調科誌．35: 32-36.
82. 野菜茶業研究所．2010. 研究資料第5号 野菜の種類別作型一覧（2009 年度版）．p. 74-81, p. 150-168, p. 293-297. 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所．三重.
83. 野菜と文化のフォーラム．2007. 平成18年度野菜ブランド推進調査事業　野菜のおいしさ検討委員会報告書　第4章　I　野菜のおいしさに関するアンケート調査結果. p. 1-13. 特定非営利活動法人　野菜と文化のフォーラム．東京.
84. 矢澤　進．2002. CH-19 甘．品種登録．11601.
85. 矢澤　進・西本登志・浅尾浩史・佐野太郎・安川人央・静川君枝・矢奥泰章・皆巳大輔・杉山

立志・平野博人．2017. HC3-6-10-11．品種登録. 25973.
86. 米田祥二・西本登志・後藤公美・堀川大輔．2016. 奈良県在来のトウガラシの果実収穫に要する時間．園学研．15（別 1）：353.
87. 吉田建実．2004. ナスの品種生態と特性．p. 142-152. 農文協編．野菜園芸大百科第 2 版 6 ナス．農山漁村文化協会．東京.
88. 吉田建実・齊藤猛雄・門馬信二・松永　啓・佐藤隆徳・斎藤　新・山田朋宏. 2009. あのみのり．品種登録　18149.
89. 財務省．2004, 2012. 貿易統計.
90. Zhang, Y., C-G. Cho, G. H. Posner and P. Talalay. 1992. Spectroscopic quantitation of organic isothiocyanates by cyclocondensation with vicinal dithiols. Anal. Biochem. 205: 100-107.