

なにわ伝統野菜の栄養成分組成の解明

油谷藍子、岸 映理、尾崎麻子、紀 雅美、大嶋智子、中間昭彦

Analysis of nutritional constituents of *Naniwayasai*, the traditional vegetables of Osaka

Aiko YUTANI, Eri KISHI, Asako OZAKI, Masami KI, Tomoko OOSHIMA and Akihiko NAKAMA

Abstract

The contents of water, vitamins, minerals and dietary fiber in total seven parts from five kinds of *Naniwayasai*, the traditional vegetables of Osaka, were measured. The water contents were not different between *Naniwayasai* and common vegetables listed in Japanese food composition table, while the dietary fiber contents of seven samples except leaves of *Tanabe Daikon* were 1.3-1.6 times higher than that of common vegetables. The manganese contents of *Tanabe Daikon* and *Kotuma Nankin* were 1.8-2.2 times higher than those of common vegetables. Vitamin B₁, vitamin C and folic acid contents of *Naniwayasai* were same or lower than those of common vegetables, while vitamin B₂ contents of *Tababe Daikon* and *Kotuma Nankin* were 5.0 times and 1.8 times higher, respectively. Niacin content of *Kotuma Nankin* and vitamin A content of *Tamatsukuri Kuromon Sirouri* were 3.3 times and 2.0 times higher compared to common vegetables. The results suggest that nutritional constituents of *Naniwayasai* presented in the form of food composition table are available for nutrient calculation, promote utilization of *Naniwayasai* for school lunch, and support dietary education or activation of regional economy.

Key words: *Naniwayasai*; traditional vegetable; vitamin; mineral; dietary fiber

I 緒言

江戸時代に大阪で栽培されたなにわ野菜は、戦後、農地の宅地化や流通の発達、生産性の高い品種への転換などから栽培量が低下していった。しかし、近年、自家消費用に採種・栽培されていたこれらの野菜が、消費者の健康志向や食文化への関心の高まりから再発見、再評価されるに至り、注目を集めている。大阪市内の小学校でなにわ野菜の栽培が行われたり、寺社においてなにわ野菜の栽培や祭りが開催されるなど、伝統野菜を通して大阪の食文化を再認識し、継承していくという機運が高まっている。

また、大阪府・市による認定制度が設けられ、地産野菜の栽培が奨励されている[1-2]。しかし、なにわ野菜の一般家庭における消費は非常に少ない。これは生産量が少なく、販路が限られていることに加え、一般の野菜と比較し、なにわ野菜の特性が解明されていないことも一因となっていると考えられる。

伝統野菜の栄養成分調査については、筒井らによる京野菜[3]、山口らによる大和野菜[4]、須田らによる沖縄野菜[5]など全国で取り組まれているが、なにわ野菜に関しては報告されていない。なにわ野菜を介した地産地消の促進は、農業振興さらには漬物等の加工品

の開発などの産業振興の一助となると考えられることから、今回、我々はいかになにわ野菜の基本的な特性を明らかにするため、食品成分表に準じた栄養成分分析を行なった。

II 実験方法

1) 試料

成分分析を行なったなにわ野菜は、田辺大根(写真 1)、天王寺蕪(写真 2)、毛馬胡瓜(写真 3)、玉造黒門越瓜(写真 4)、勝間南瓜(写真 5)で、田辺大根と天王寺蕪は葉と根に分け、5 品種 7 試料を実験に供した。

無機質、水溶性ビタミンおよび食物繊維の実験に供した野菜は、平成 17 年 6 月から 11 月にかけて、各品種の収穫最盛期に大阪市内の小売店で購入あるいは寺社から分与されたものを用いた。玉造黒門越瓜の 3 検体のうち 1 検体は平成 26 年 7 月に入手した。

脂溶性ビタミンの実験に供した野菜は平成 25 年 6 月から 12 月にかけて、購入した。

また、無機質の測定に対照野菜として大根、蕪、胡瓜、白瓜、日本かぼちゃを大阪市内の小売店で購入し、用いた。



写真1 田辺大根



写真2 天王寺蕪



写真3 毛馬胡瓜



写真4 玉造黒門越瓜



写真5 勝間南瓜

2) 測定項目

測定項目は日本食品標準成分表 2015[6]に準じて水分、無機質(ナトリウム(Na)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、リン(P)、鉄(Fe)、亜鉛(Zn)、銅(Cu)、マンガン(Mn))、水溶性ビタミン(ビタミン B₁(VB₁)、B₂(VB₂)、ナイアシン、ビタミン B₆(VB₆)、葉酸、パントテン酸、ビタミン C (VC))、脂溶性ビタミン(ビタミン A(VA)として α -カロテン、 β -カロテン、クリプトキサンチン、ビタミン E(VE)としてトコフェロール(α 、 β 、 γ および δ)、ビタミン K(VK))および食物繊維とした。

3) 試薬

(1) 無機質

試料の分解には関東化学社製の有害金属測定用硝酸を使用した。Na、K、Ca、Mg および P の測定では SPEX 製 ICP 用汎用混合標準溶液 XSTC-622、Fe、Zn、Cu および Mn の測定には関東化学社製金属標準溶液 1000 mg/L を使用し、それぞれ適宜希釈し、検量線用の標準溶液とした。またマトリックス修飾剤として MERCK 社製硝酸マグネシウム六水和物 (Suprapur) と関東化学社製原子吸光用パラジウムマトリックス修飾剤を用いた。

(2) ビタミン

標準試薬として、VB₁ はチアミン塩酸塩標準品、VB₂ はリボフラビン標準品、ナイアシンはニコチン酸標準品、VB₆ は塩酸ピリドキシン標準品、葉酸は葉酸標準品、パントテン酸は D-パントテン酸カルシウム、VC は L(+)-アスコルビン酸特級、VA のうち、 α -カロテンは α -カロテン特級、 β -カロテンは β -カロテン特級、クリプトキサンチンは β -クリプトキサンチン、VE は VE 定量用標準試薬、VK は HPLC 用のフィロキノン(VK₁)標準品とメナ

キノン-4 (VK₂)標準品を用いた。 β -クリプトキサンチンはフナコシ社製、その他は和光純薬工業社製を用いた。

VB₁ および VB₂ の測定におけるリン酸加水分解酵素は三共製薬社製ビタミン B₁ 定量用タカジアスターゼ B を用いた。パントテン酸の測定におけるハト肝臓アセトンパウダーは SIGMA 社製 Liver acetone powder from pigeon、アルカリホスファターゼはニッポンジーン社製 Alkaline Phosphatase (Calf intestine)、アクチナーゼ E はナカライテスク社製 Actinase E from *Streptomyces griseus* を用いた。葉酸の測定に用いるコンジュガーゼ溶液は豚腎臓を「五訂日本食品標準成分表分析マニュアル」[7] に示された方法で調製した。トコフェロール(α 、 β 、 γ および δ)の測定には、残留農薬試験用の酢酸エチルおよび *n*-ヘキサンを、VK の測定には、HPLC 用の 2-プロパノール、*n*-ヘキサン、エタノール、クロロホルムを用いた。その他の試薬は特級を用いた。

微生物法によるビタミンの測定において、VB₆ の検定には酵母の一種である *Saccharomyces carlsbergensis* strain 4228 ATCC 9080(ATCC 9080) を、ナイアシンおよびパントテン酸の検定には乳酸菌の一種である *Lactobacillus arabinosus* 17-5 ATCC 8014 (ATCC 8014) を、葉酸の検定には乳酸菌の一種である *Streptococcus faecalis* R ATCC 8043(ATCC 8043) を用いた。培地は VB₆ には VB₆ 定量用基礎培地、ナイアシンにはニコチン酸定量用基礎培地、パントテン酸にはパントテン酸定量用基礎培地、一般乳酸菌接種用培地および一般乳酸菌保存検出用培地のいずれも日水製薬社製を用いた。

(3) 食物繊維
SIGMA 社製総食物繊維定量キット TDF-100A を用いた。

4) 装置

凍結乾燥機:東京理化社製 EYELA FDU-810
マイクロウェーブ分解装置(MW):Anton Paar 社製 Multiwave
誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (ICP-AES):サーモジャーレルアッシュ社製 IRIS 1000
グラフアイトファーン原子吸光分析計(GF-AAS):Parkin Elmar 社製 AAnalyst 600
高速液体クロマトグラフ分析装置 (HPLC):Agilent Technology 社製 HP 1100
分光光度計:島津製作所社製 UV-1700
マイクロプレートリーダー:コロナ電気社製 MTP-300
バイオミキサー:日本精機社製 エースホモジナイザーAM
水浴:TAITEC 社製 ウォーターバス MM-10
振とう機:IWAKI 社製 KM shaker V-DX

5) 試料の調製および測定方法

入手した試料は付着した埃、土壌等を水洗いして除去した。試料毎に可食部をセラミック包丁で細切しミキサーでペースト状にした。

食物繊維、無機質および水溶性ビタミンの測定には、試料毎に 3 個体を混合して 1 検体とし、1 試料につき 3 検体を分析用試料とした。チャック付きビニール袋(ポリエチレン製)にペースト状にした試料を入れ、試料重量を量り、板状に伸ばした状態で凍結した。その後、凍結乾燥機に入れ、完全に乾燥したことを確認して凍結乾燥試料とした。秤量後の凍結乾燥試料は -20°C で冷凍保存し、無機質、水溶性ビタミンおよび食物繊維分析用試料とした。無機質の対照野菜として、一般野菜を用い、3 個体を混合して 1 検体とし、1 試料に 5 検体を分析用試料とした。

脂溶性ビタミンの測定には、1 個体を 1 検体とし、1 試料につき 2 検体を分析用試料とした。脂溶性ビタミンは凍結乾燥による酸化が懸念されるため、凍結乾燥前のペースト状の試料 3 g にピロガロール 3 g を添加し、凍結保存しておいたものを試料として用いた。

分析法として無機質は一斉分析法、水分は凍結乾燥法、VA は「五訂日本食品標準成分表分析マニュアル」[7] に示された方法を用いた。VB₁、VB₂、VC、VE、VK および食物繊維は上記分析マニュアル[7] を一部改変した方法を用い、試液の調製法は分析マニュアル[7] に従った。

(1) 水分

試料を凍結乾燥し、乾燥前の湿重量と乾燥後重量の差から水分量(%)を算出した。

水分量(%)

$$= (\text{乾燥前重量} - \text{乾燥後重量}) / \text{乾燥前重量} \times 100$$

(2) 無機質

凍結乾燥試料 0.2 g に硝酸 5mL を加えマイクロウェーブ分解装置で分解した。硝酸を 5mL 追加し再分解を行った後、ビーカーに移し、ホットプレート上で濃縮し、0.1 mol/L の硝酸で 20 mL に定容し適宜希釈したものを試験溶液とした。マイクロウェーブ分解は分解開始 5 分間で出力 100 W から 500 W に徐々に上昇させ、開始後 5 分後から 15 分間 800 W で保持した。主要元素(Na、K、Ca、Mg および P)は ICP-AES で、微量元素(Fe、Mn、Cu および Zn)は GF-AAS で測定を行なった。ICP-AES の測定条件は、高周波出力 1150 W、プラズマガス(アルゴン(Ar)) 14L/min、補助ガス(Ar) 0.5L/min、ネブライザー圧力 26 psi とした。測定波長は Na が 589.5 nm、P が 214.9 nm、K が 766.4 nm、Ca が 393.3 nm、Mg が 285.2 nm とした。GF-AAS の測定条件は Table 1 に示した。なお、試料と同時に認証標準物質(NIST SRM 1570a Trace elements in spinach leaves)を試験し、分析の精度が良好であることを確認した。

Table 1. GF-AAS 測定条件

元素	測定波長 (nm)	修飾剤	灰化温度 (°C)	原子化温度 (°C)
Fe	248.3	Mg(NO ₃) ₂	1400	2100
Zn	213.9		700	1800
Cu	324.8	Pd+Mg(NO ₃) ₂	1200	2000
Mn	279.5		1300	1900

(3) HPLC で測定する水溶性ビタミン (VB₁、VB₂、VC)

水溶性ビタミンのうち、VB₁、VB₂、VC は HPLC で分析を行なった。測定条件を Table 2 に示した。

① VB₁ および VB₂

凍結乾燥試料 0.1 g を乳鉢に採り、0.1 mol/L 塩酸溶液 5 mL を加え、試料を磨砕抽出した。試料液を 20 mL 容褐色アンプル管へ移し、封入後、105°C で 15 分間加温した。それを 25 mL 容褐色メスフラスコに移し、4 mol/L 酢酸ナトリウム溶液で pH を 4.5 に調整後、2.5% (w/v) タカジアスターゼ B 溶液を 2.5 mL 添加、37°C で 16 時間加温した。室温に戻してから、酢酸緩衝液(pH 4.5)で定容した。その一部を遠心分離(15,000 rpm、5 分間)し、VB₁ および VB₂ 定量用の検液とした。HPLC 測定前に試験管で一旦チオクロム酸化反応を行うプレカラム法によって定量を行った[8-9]。検液 400 μL に、飽和臭素水溶液と 10%シアン化カリウムから調製したシアン化臭素溶液 50 μL を加え、1 分間振とう後、1 mol/L 水酸化ナトリウム溶液(NaOH)

50 μ L を加え、さらに 1 分間振とうしたものを HPLC 用の試験溶液とした。

Table 2. HPLC測定条件

VB ₁	カラム	Inertsil ODS-3 (4.6 i.d. × 250 mm) (GLサイエンス)
	移動相	アセトニトリル-50 mmol/l リン酸カリウム緩衝液 (pH 7.5) (15:85)
	カラム温度	40°C
	流速	1.0 ml/min
	測定波長 注入量	励起波長375 nm、蛍光波長430 nm 10 μ L
VB ₂	カラム	LiChrosorb RP-18 5 μ m (4.6 i.d. × 250 mm) (Cica-MERCK)
	移動相	メタノール-酢酸緩衝液 (pH 4.5) (35:65)
	カラム温度	40°C
	流速	1.0 ml/min
	測定波長 注入量	励起波長445 nm、蛍光波長 530 nm 10 μ L
VC	カラム	μ BONDASPHERE Silica 5 μ m (4.6 i.d. × 150 mm) (Waters)
	移動相	<i>o</i> -ヘキサノール-酢酸エチル (45: 55)
	カラム温度	40°C
	流速	1.5 ml/min
	測定波長 注入量	可視吸収495 nm 10 μ L
VA	カラム	YMC-Pack ODS-AM 5 μ m (4.6 i.d. × 250 mm) (YMC)
	移動相	アセトニトリル-メタノール-テトラヒドロフラン (55:40:5 V/V/V) 50 μ g/ml の α -トコフェロール含有
	カラム温度	40°C
	流速	1.5 ml/min
	測定波長 注入量	紫外吸収455 nm 10 μ L
VE	カラム	ZORBAX SIL 5 μ m (4.6 i.d. × 250 mm) (Agilent Technologies)
	移動相	メタノール-水 (98:2 V/V)
	カラム温度	40°C
	流速	1.2 ml/min
	測定波長 注入量	励起波長298 nm、蛍光波長325 nm 10 μ L
VK	カラム	YMC-Pack ODS-AM 5 μ m (4.6 i.d. × 250 mm) (YMC)
	移動相	エタノール-メタノール (5:95)
	カラム温度	40°C
	流速	1.5 ml/min
	測定波長 注入量	紫外吸収248 nm 10 μ L

② VC

凍結乾燥試料 0.1 g を乳鉢に採り、5% (w/v) メタリン酸溶液 5 mL を加え、試料を磨砕抽出した。試料液をメスフラスコに移し、5%メタリン酸溶液で 25 mL に定容後、その一部を遠心分離 (15,000 rpm、5 分間) し、上清 300 μ L を共栓付 10 mL 容試験管に採った。そこに 5%メタリン酸溶液 1.7 mL を添加、攪拌後、溶液が薄いピンク色になるまで 0.2%インドフェノール水溶液を滴下した。2% (w/v) チオ尿素-メタリン酸溶液 2 mL、2% (w/v) 2,4-ジニトロフェニルヒドラジン-4.5 mol/L 硫酸溶液 0.5 mL を添加後、50°Cの水浴中で 90 分間加温した。室温まで冷却し、そこに酢酸エチル 2 mL を加え、30 分間振とう抽出を行った。酢酸エチル層を硫酸ナトリウム (無水) で脱水後、HPLC 用の試験溶液とした。

(4) 微生物法で定量を行う水溶性ビタミン (VB₆、ナイアシン、パントテン酸、葉酸)

VB₆、ナイアシン、パントテン酸および葉酸は微生物法により分析を行い、定量に際しては、試験管を用いた従来の方法の代わりに 96 ウェルプレートを用いた [10-13]。なお、ビタミン B₁₂ (VB₁₂) は野菜には含まれていないことから成分表と同様に推定 0 (表では (0) と表現) とした。

① 試験溶液の調製

①-1 VB₆

凍結乾燥試料 0.1 g を乳鉢に採り、0.44 mol/L 塩酸溶液 5 mL を加え、試料を磨砕抽出した。試料液を 20 mL 容褐色アンプル管へ移し、封入後、121°C で 3 時間加温した。それを 25 mL 容褐色メスフラスコに移し、10 mol/L NaOH で pH を 5.0 に調整後、水で定容した。その一部を遠心分離 (15,000rpm、5 分間) し、上清を濾過滅菌し試験溶液とした。

①-2 ナイアシン

凍結乾燥試料 0.1 g を乳鉢に採り、0.5 mol/L 硫酸溶液 5 mL を加え、試料を磨砕抽出した。試料液を 20 mL 容褐色アンプル管へ移し、封入後、121°C で 30 分間加温した。25 mL 容メスフラスコに移し、10 mol/L NaOH で pH を 6.8 に調整後、水で定容した。その一部を遠心分離 (15,000 rpm、5 分間) し、その上清を濾過滅菌し、試験溶液とした。

①-3 パントテン酸

凍結乾燥試料 0.1 g を乳鉢に採り、0.2 mol/L トリス塩酸緩衝液 5 mL を加え、磨砕抽出した。試料液を 20 mL 容褐色アンプル管へ移し、アルミホイルでふたをした後、121°C で 15 分間加温した。25 mL 容メスフラスコに移し、水で定容したうち、5 mL を 10 mL 容目盛り付試験管に採り、炭酸水素ナトリウム溶液 0.1 mL、1 U/mL アルカリホスファターゼ 50 μ L、ハト肝臓アミダーゼ溶液 0.2 mL、トルエン 0.05 mL を加え混和して、37°C で 15 時間加温した。さらに 105°C で 5 分間加温後、室温まで冷却した後、1 mol/L NaOH で pH 6.8 に調整し、水で 6 mL に定容した。一部を濾過滅菌し、試験溶液とした。

①-4 葉酸

凍結乾燥試料 0.1 g を乳鉢に採り、0.1 mol/L リン酸緩衝液 10 mL を加え、磨砕抽出した。試料液を 20 mL 容褐色アンプル管へ移し、アルミホイルでふたをした後、121°C で 15 分間加温した。1%アクチナーゼ E 0.1 mL を添加後、37°C で 2.5 時間加温した。さらに 105°C で 5 分間加温した。そこにコンジュガーゼ 1 mL、50 mg/mL システイン塩酸塩溶液 0.5 mL、トルエン 0.05 mL を加え、37°C で 15 時間加温した。さらに 105°C で 5 分間加温後、冷却し、0.1 mol/L リン酸緩衝液で 25 mL に定容した。その一部を遠心分離 (15,000 rpm、5 分間) し、その上澄みを濾過滅菌し、試験溶液とした。

② 微生物法による測定

VB₆の検定に用いる ATCC 9080 は 13 mL 容滅菌チューブに Yeast Malt peptone 培地 5 mL を入れ、菌懸濁保存液から 1 白金耳を摂菌し、25°C で 16~18 時間培養した。ナイアシンおよびパントテン酸の検定に用いる ATCC 8014 は 50 mL 容滅菌チューブに一般乳酸菌接種用培地 20 mL を入れ、菌懸濁保存液から 1 白金耳を摂菌し、37°C で 12~14 時間培養した。葉酸

の検定に用いる ATCC 8043 は 50 mL 容滅菌チューブに一般乳酸菌接種用培地 20 mL を入れ、菌懸濁保存液から 1 白金耳を接種し、37°C で 6~8 時間培養した。使用時には、培地に含まれているビタミンの除去と菌数を一定にするために、菌を滅菌リン酸緩衝液で 3 回洗浄後、濁度 (600 nm) がそれぞれ ATCC 9080 では 0.5、ATCC 8014 と ATCC 8043 では 0.1~0.15 になるように滅菌水で調製した。

96 ウェル V 底プレートの 1 列目をのぞく、全てのウェルに滅菌水 100 μ L を入れ、1 列目に 1 試料につき 2 ウェルずつ標準溶液および試験溶液を 200 μ L 入れた。1 列目から 100 μ L を吸い取り、次の列へ 100 μ L を移し、攪拌し、順次右へ希釈していった。12 列目は滅菌水のままにして置き、ブランクとして使用した。それぞれのビタミン標準溶液として使用した濃度は、VB₆ は 200 ng/mL、ナイアシンは 200 ng/mL、パントテン酸は 500 ng/mL、葉酸は 50 ng/mL であった。試験溶液は調製時のままの濃度で用いた。

96 ウェル平底プレートのすべてのウェルに滅菌水 20 μ L とビタミン検出用培地 100 μ L を入れ、さらに上記の適正に希釈した菌懸濁液 30 μ L をすべてのウェルに入れた。そこに、試験溶液を希釈した 96 ウェル V 底プレートから 96 ウェル平底プレートのウェルに 50 μ L 検液を移した。プレートシーリングフィルムでプレートをシーリング後、軽くプレートを攪拌した。ATCC 9080 は 20°C で 16~18 時間培養した。ATCC 8014 は 37°C で 24~30 時間培養した。ATCC 8043 は 37°C で 6~8 時間培養した。培養後、マイクロプレート・シェーカーで菌を均一に懸濁させ、プレートリーダーで濁度 (595 nm) を測定した。濃度と濁度によるロジスティック関数近似によって定量計算を行った。

$$y = \frac{c}{1 + e^{-a(x-b)}}$$

上式で y は菌の濁度、 x はビタミン濃度の対数値 a 、 b 、 c がそれぞれのプロットの定数とした。 a ~ c の定数は、実験結果を用いフリーソフト GNU PLOT Version 4.0 (<http://www.gnuplot.info/>から入手)により近似式計算を行い決定した。この近似式の b の値はロジスティック関数の中央の変曲点であり、この濃度における濁度を分析した試料の濃度決定に使用した。

(5) 脂溶性ビタミン (ビタミン A、ビタミン E、ビタミン K)

以下に示すように試料を調製した後、HPLC により分析を行なった。大根の根、蕪の根の脂溶性ビタミン含有量は成分表で 0 であることから、分析の対象外とし、成分値を推定 0 (表では (0) と表現) とした。また、ビタミン D (VD) は野菜には含まれていないことから、分析の対象外とし、成分値を推定 0 とした。測定条件は Table 2 に示した。

① VA

あらかじめピロガロールを添加していた試料 3 g を用いて、分析マニュアル[5]に示されたエタノール抽出法を用いて HPLC 用試験溶液を調製した。野菜にはレチノールが含まれていないため、 α -カロテン、 β -カロテンおよびクリプトキサンチンを VA 分析の対象とした。レチノールについては成分表と同様に推定 0 (表では (0) と表現) とした。レチノール活性当量を VA 量とした。

β -カロテン当量

= β -カロテン + 1/2 α -カロテン + 1/2 β -クリプトキサンチン

レチノール活性当量 (ビタミン A)

= レチノール + 1/12 β -カロテン当量

② VE

あらかじめピロガロールを添加していた試料 3 g に、1%塩化ナトリウム 0.5 mL、エタノール 10 mL を加え、攪拌した。褐色遠心管に移し、60%水酸化カリウム 1 mL を加え、70°C でケン化を 30 分間行った。1%塩化ナトリウム 22.5 mL、酢酸エチル-*n*-ヘキサン (1:9) 15 mL で振とう抽出を行い、溶媒層を減圧下で留去し、*n*-ヘキサン 2 mL で溶解し、HPLC 用試験溶液とした。

③ VK

あらかじめピロガロールを添加していた試料 3 g に、1%塩化ナトリウム 0.5 mL、75%2-プロパノール 2.5 mL を加え、バイオミキサーでホモジナイズし、75%2-プロパノール 2.5 mL、*n*-ヘキサン 6 mL を加えた後、振とう抽出した。*n*-ヘキサン層を 4 mL 分取し、溶媒層を減圧下で留去し、*n*-ヘキサン 2 mL で再溶解し、Sep-Pak SIL カートリッジに負荷した。*n*-ヘキサン 15 mL で洗浄後、ジエチルエーテル-*n*-ヘキサン (4:96) 6 mL で溶出した。減圧下で溶媒留去し、エタノール 1.0 mL で溶解し、HPLC 用試験溶液とした。

(6) 食物繊維

水溶性食物繊維と不溶性食物繊維を区別せずに両者の合計である総食物繊維量を測定した。

凍結乾燥試料を 0.2~0.3 g 測りとり (このときの試料量を A g とする)、300 mL 容ビーカーに移し、0.08 mol/L リン酸緩衝液 (pH 6.0) を 40 mL 加え、耐熱性 α -アミラーゼ 0.1 mL を加えた。アルミホイルでふたをし、ホットプレート上で 95°C で 15 分間加温した。途中、5 分間隔で攪拌をおこなった。室温まで冷却後、0.275 mol/L NaOH で pH を 7.5 \pm 0.2 に調整した。50 mg/mL プロテアーゼ 0.1 mL を加え、アルミホイルでふたをし、60°C で 30 分間加温した。室温まで冷却後、0.325 mol/L 塩酸で pH を 4.3 \pm 0.3 に調整した。アミログルコシダーゼ 0.1 mL を加え、アルミホイルでふたを

し、60℃で30分間加温した。その後、総溶液の4倍量の95%エタノールを加え、室温で一晩放置した。セライトとともに恒量化したるつぼ型ガラスろ過器に、析出した食物繊維を集め、78%エタノールと95%エタノールで洗浄した。105℃±5℃で乾燥後恒量化し、重量を測定した(B g)。その後、同じ試料を525℃±5℃で5時間灰化し、冷却後重量を測定した(C g)。使用した総食物繊維定量キットの添付マニュアルに従い、水溶性食物繊維と不溶性食物繊維を区別せずに両者の合計である総食物繊維量を測定した。総食物繊維量の計算は次式による。xは(1)により分析した野菜の水分量(%)である。

$$\begin{aligned} & \text{総食物繊維量 (g/可食部 100 g)} \\ & = (B - C) (100 - x) / A \end{aligned}$$

III 結果および考察

過去の伝統野菜の栄養成分調査では、測定成分は文献によって異なり、筒井らによる京野菜の調査[3]では水分、タンパク質、糖質、食物繊維、灰分、Ca、P、Fe、Na、K、VB₁、VB₂およびVC、山口らによる大和野菜の調査[4]では水分、灰分、VCおよび総ポリフェノール量、須田らによる沖縄県産果実・野菜類の調査[5]ではポリフェノール量およびラジカル消去活性としている。本調査ではなにわ野菜の基本的な特性を明らかにするため、食品成分表に準じた栄養成分を測定項目とした。

測定に供する試料について筒井らは1 kg相当量を粉砕し、1つの試料として成分値を求めている。須田らは3から5個の個体を、山口らは3個の個体を分析し、平均値を求めている。なにわ野菜は生産者が少なく、試料数を多くとることが困難だったため、今回の調査では水分量、無機質、水溶性ビタミンについては3個体を混合して1つの検体とし、1試料につき3検体を分析し、その平均値を求めた。脂溶性ビタミンについては1個体を1つの検体とし、1試料につき2検体を分析し、その平均値を求めた。

無機質についてはMW分解のあと、ICP-AESおよびGF-AASによる定量を行った。MWによる前処理は分解時間が短く、外部からの汚染が少ないことが利点である。試料と同時に認証標準物質の分析を行い、認証値のある元素(Na、K、Ca、Mg、P、CuおよびMn)および参考値のある元素(Zn)の分析値は、認証値および参考値の99~108%と良好な結果であることを確認した。

ビタミンについては、VB₁、VB₂、VC、VA、VEおよびVKはHPLC法、ナイアシン、VB₆、パントテン酸、葉酸は微生物法による定量を行った。VB₁は成分表で用いられるポストカラム法ではなく、プレカラム法を用いたことにより、迅速に結果を得ることができた。VB₆、ナイアシン、葉酸、パントテン酸について、96 ウェルマルチ

ウェルプレートを用い、微生物の濁度による定量を行った。従来の方法では、定量範囲が狭く、試料中濃度の予測のために予備実験が必要であったが、今回使用した方法では抽出した試験溶液をそのまま希釈せず使用でき、最適の濃度での定量が行えるので正確であり、有用な方法であると考えられた。

Table 3になにわ野菜の可食部100 gあたりの水分および無機質、Table 4に脂溶性ビタミン、Table 5に水溶性ビタミンおよび食物繊維の成分値、またそれぞれの野菜に対応する一般野菜の日本食品標準成分表2015[6]に記載される値を示した。一般野菜の各成分値を1とした場合のなにわ野菜の成分値の割合により、伝統野菜の栄養成分を評価した。比較に用いた一般野菜の成分表での食品名はだいこん(根、皮つき、生)および葉(生)、かぶ(根、皮つき、生)および葉(生)、きゅうり(果実、生)、しろりり(果実、生)および日本かぼちゃ(果実、生)である。

田辺大根は、大阪市東住吉区原産である白首大根で、根は白色円筒形で末端が少し膨大し、丸みを帯びている。葉は大根特有の毛がない[14]ため、口当たりが柔らかく食用に適している。根はP、CuおよびMnの含有量がそれぞれ1.6倍、1.7倍、2.2倍と多く、その他の無機質は0.8~1.1倍だった。葉はMnの含有量が1.8倍と多く、Feは0.2倍と少なかった。葉のその他の無機質は0.6倍~1.2倍だった。ビタミンは根でVB₂が5.0倍と多く、その他は0.8倍~1.3倍、葉ではVB₁は0.3倍、α-トコフェロールは0.4倍、VKは0.5倍と少なく、その他は0.6倍~1.4倍だった。食物繊維は根で1.4倍、葉で0.9倍だった。田辺大根は加熱調理による煮崩れがおきにくいと言われている[14]。食物繊維が一般的な品種と比較してやや多いことが、その一因と考えられた。田辺大根の根と葉で比較すると、葉のビタミンは根より多く、1.6倍~4.2倍で、食物繊維は1.9倍だった。

天王寺蕪は大阪市天王寺区を発祥とする蕪で、根は扁平で、葉は切葉と丸葉の2系統が存在する[14]。根のNaは2.8倍、Caは1.6倍と多く、Feは0.3倍、Cuは0.5倍と少なかった。その他の無機質は0.6倍~1.4倍だった。葉はFe、CuおよびMnの含有量がそれぞれ0.4倍と少なく、その他の無機質は0.7倍~1.3倍だった。根のVB₁は0.3倍、葉酸は0.5倍、パントテン酸は0.4倍と少なく、VB₂は1.7倍と多かった。根のその他のビタミンは0.6倍~1.0倍だった。葉のα-トコフェロールおよびVB₁は0.5倍、VKは0.4倍と少なく、葉のその他のビタミンは0.6倍~1.1倍だった。食物繊維は根で1.3倍、葉で1.6倍だった。天王寺蕪の根と葉を比較すると、葉のビタミンは根より多く、1.3倍~4.7倍で、食物繊維は2.3倍だった。

Table 3. なにわ野菜および対照野菜の無機質分析結果

	水分量 (g)	無機質 (mg)										(可食部100 g 当たりの含有量)
		Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	Mn		
田辺大根 成分表*	92.7 ± 0.4	21 ± 5	200 ± 16	24 ± 2	8 ± 1	30 ± 4	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.03 ± 0.02	0.09 ± 0.04		
なにわ野菜 / 成分表**	94.6	19	230	24	10	18	0.2	0.2	0.02	0.04		
対照野菜	93.0 ± 0.7	10 ± 5	200 ± 22	28 ± 5	8 ± 3	20 ± 3	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.02 ± 0.00	0.13 ± 0.10		
田辺大根 成分表*	92.7 ± 0.3	47 ± 15	240 ± 17	190 ± 7	26 ± 2	40 ± 2	0.6 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.03 ± 0.00	0.47 ± 0.24		
なにわ野菜 / 成分表**	90.6	48	400	260	22	52	3.1	0.3	0.04	0.27		
対照野菜	90.7 ± 1.1	39 ± 22	330 ± 42	240 ± 49	30 ± 17	35 ± 8	0.7 ± 0.3	0.4 ± 0.2	0.04 ± 0.02	1.8 ± 1.5		
天王寺蕪 成分表*	93.9 ± 0.5	14 ± 2	170 ± 8	37 ± 5	9 ± 1	24 ± 2	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.02 ± 0.00	0.04 ± 0.01		
なにわ野菜 / 成分表**	93.9	5	280	24	8	28	0.3	0.1	0.03	0.06		
対照野菜	93.2 ± 1.1	8 ± 6	230 ± 50	23 ± 3	10 ± 2	28 ± 5	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.03 ± 0.01	0.09 ± 0.07		
天王寺蕪 成分表*	91.3 ± 1.2	11 ± 4	340 ± 51	220 ± 14	24 ± 2	49 ± 8	0.8 ± 0.0	0.4 ± 0.1	0.04 ± 0.01	0.28 ± 0.05		
なにわ野菜 / 成分表**	92.3	15	330	250	25	42	2.1	0.3	0.10	0.64		
対照野菜	92.7 ± 2.6	14 ± 13	270 ± 83	220 ± 54	27 ± 11	40 ± 6	0.6 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.04 ± 0.01	0.49 ± 0.33		
毛馬胡瓜 成分表*	95.3 ± 0.2	1 ± 0.2	220 ± 14	33 ± 1	16 ± 2	39 ± 4	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.04 ± 0.00	0.08 ± 0.01		
なにわ野菜 / 成分表**	95.4	1	200	26	15	36	0.3	0.2	0.11	0.07		
対照野菜	94.9 ± 0.7	1 ± 0.1	170 ± 87	17 ± 4	15 ± 2	37 ± 6	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.04 ± 0.01	0.18 ± 0.20		
玉造黒門越瓜 成分表*	95.7 ± 0.2	1 ± 0.1	200 ± 6	32 ± 0.1	12 ± 2	31 ± 3	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.03 ± 0.00	0.07 ± 0.02		
なにわ野菜 / 成分表**	95.3	1	220	35	12	20	0.2	0.2	0.03	0.05		
対照野菜	95.3 ± 0.1	2 ± 2	160 ± 38	27 ± 10	13 ± 3	22 ± 4	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.02 ± 0.01	0.13 ± 0.05		
勝間南瓜 成分表*	86.2 ± 2.6	1 ± 0.2	420 ± 53	18 ± 2	14 ± 2	60 ± 4	0.4 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.11 ± 0.02	0.18 ± 0.03		
なにわ野菜 / 成分表**	86.7	1	400	20	15	42	0.5	0.3	0.08	0.10		
対照野菜	84.0 ± 3.1	0.5 ± 0.1	320 ± 40	14 ± 4	22 ± 1	54 ± 9	0.6 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.30 ± 0.10	0.08 ± 0.02		

分析値は平均値±標準偏差(なにわ野菜はn=3、対照野菜はn=5)で示した

* 日本食品標準成分表2015記載値

** 成分表の成分値に対するなにわ野菜の成分値の割合

Table 4. なにお野菜の脂溶性ビタミン分析結果および食品成分表記載値との比較結果
(可食部100 g 当たりの含有量)

食品名	脂溶性ビタミン									
	A					E				
	レチノール	α	β	γ	δ	トコフェロール	α	β	γ	δ
田辺大根(根)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
成分表*	(0)	0	0	0	(0)	(0)	(0)	0	0	0
なにお野菜 / 成分表**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
田辺大根(葉)	(0)	2500	0	2500	210	(0)	1.6	0.0	0.0	0.0
成分表*	(0)	3900	0	3900	330	(0)	3.8	0	0.1	0
なにお野菜 / 成分表**	-	-	0.6	0.6	0.6	-	0.4	-	0.0	-
天王寺蕪(根)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
成分表*	(0)	0	0	0	(0)	(0)	0	0	0	0
なにお野菜 / 成分表**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
天王寺蕪(葉)	(0)	2100	0	2100	180	(0)	1.6	0.0	0.1	0.0
成分表*	(0)	2800	41	2800	230	(0)	3.1	0.1	0.1	0
なにお野菜 / 成分表**	-	0.8	0.0	0.8	0.8	-	0.5	0.0	1.0	-
毛馬胡瓜	(0)	100	0	100	8	(0)	0.2	0.0	0.0	0.0
成分表*	(0)	330	0	330	28	(0)	0.3	0	0.0	0
なにお野菜 / 成分表**	-	0.0	0.3	0.3	0.3	-	0.7	-	-	-
玉造黒門越瓜	(0)	140	1	140	12	(0)	0.0	0.0	0.1	0.0
成分表*	(0)	65	9	70	6	(0)	0.2	0	0.1	0
なにお野菜 / 成分表**	-	2.2	0.1	2.0	2.0	-	0.0	-	1.0	-
勝間南瓜	(0)	560	0	560	47	(0)	0.8	0.2	1.7	0.1
成分表*	(0)	49	700	3	730	60	(0)	1.8	0	3.2
なにお野菜 / 成分表**	-	0.0	0.8	0.0	0.8	-	0.4	-	0.5	1.0

* 日本食品標準成分表2015記載値に対する成分値の割合

** 成分表の成分値に対するなにお野菜の成分値の割合

- : 成分表記載値が0もしくは(0)の場合

Table 5. なにお野菜の水溶性ビタミンおよび食物繊維の分析結果と食品成分表記載値との比較結果
(可食部100 g 当たりの含有量)

食品名	水溶性ビタミン									
	ナ					パ				
	B ₁	B ₂	B ₆	B ₁₂	C	B ₁	B ₂	B ₆	B ₁₂	C
田辺大根(根)	0.02	0.05	0.4	0.05	(0)	26	0.13	16	2.0	
成分表*	0.02	0.01	0.3	0.04	(0)	34	0.12	12	1.4	
なにお野菜 / 成分表**	1.0	5.0	1.3	1.3	-	0.8	1.1	1.3	1.4	
田辺大根(葉)	0.03	0.11	0.7	0.19	(0)	110	0.28	41	3.7	
成分表*	0.09	0.16	0.5	0.18	(0)	140	0.26	53	4.0	
なにお野菜 / 成分表**	0.3	0.7	1.4	1.1	-	0.8	1.1	0.8	0.9	
天王寺蕪(根)	0.01	0.05	0.6	0.07	(0)	25	0.10	12	2.0	
成分表*	0.03	0.03	0.6	0.08	(0)	48	0.25	19	1.5	
なにお野菜 / 成分表**	0.3	1.7	1.0	0.9	-	0.5	0.4	0.6	1.3	
天王寺蕪(葉)	0.04	0.12	0.8	0.13	(0)	120	0.22	54	4.5	
成分表*	0.08	0.16	0.9	0.16	(0)	110	0.36	82	2.9	
なにお野菜 / 成分表**	0.5	0.8	0.9	0.8	-	1.1	0.6	0.7	1.6	
毛馬胡瓜	0.03	0.04	0.3	0.05	(0)	17	0.35	11	1.5	
成分表*	0.03	0.03	0.2	0.05	(0)	25	0.33	14	1.1	
なにお野菜 / 成分表**	1.0	1.3	1.5	1.0	-	0.7	1.1	0.8	1.4	
玉造黒門越瓜	0.02	0.03	0.1	0.04	(0)	24	0.22	8	1.5	
成分表*	0.03	0.03	0.2	0.04	(0)	39	0.30	8	1.2	
なにお野菜 / 成分表**	0.7	1.0	0.5	1.0	-	0.6	0.7	1.0	1.3	
勝間南瓜	0.07	0.11	2.0	0.14	(0)	66	0.68	16	4.3	
成分表*	0.07	0.06	0.6	0.12	(0)	80	0.50	16	2.8	
なにお野菜 / 成分表**	1.0	1.8	3.3	1.2	-	0.8	1.4	1.0	1.5	

* 日本食品標準成分表2015記載値に対する成分値の割合

** 成分表の成分値に対するなにお野菜の成分値の割合

- : 成分表記載値が0もしくは(0)の場合

毛馬胡瓜は、大阪市都島区が起源とされる半白系の黒いぼきゅうりで、果長は約 40 cmで、太さ約 3 cmである。果頂部よりの 3 分の 2 は淡緑白色で、果肉は柔らかく、果皮はかたいことが特徴である[14]。無機質は、Cu が 0.4 倍と少なく、その他は 0.6 倍～1.3 倍だった。ビタミンは VA が 0.3 倍、VK が 0.5 倍と少なく、ナイアシンが 1.5 倍と多く、その他は 0.7 倍～1.3 倍だった。食物繊維は 1.4 倍だった。

玉造黒門越瓜は大阪市中央区玉造で江戸時代から栽培されていた瓜で、果長は約 30 cm、太さ約 10 cm の長円筒型で、外観は濃緑色で白色の縦筋がある[14]。無機質は P が 1.5 倍と多く、その他は 0.7 倍～1.4 倍だった。ビタミンは VA が 2.0 倍と多く、VK が 0.03 倍、ナイアシンが 0.5 倍と少なく、その他は 0.6～1.0 倍だった。食物繊維は 1.3 倍だった。

勝間南瓜は大阪市西成区で栽培されていたとされる南瓜で、外観に縦横と瘤のある小型の日本かぼちゃである[14]。無機質は Mn が 1.8 倍と多く、その他は 0.6～1.4 倍だった。ビタミンは VB₂ が 1.8 倍、ナイアシンが 3.3 倍と多く、α-トコフェロールが 0.4 倍、γ-トコフェロールが 0.5 倍、VK が 0.4 倍と少なく、その他のビタミンは 0.8 倍～1.4 倍だった。食物繊維は 1.5 倍だった。勝間南瓜の水溶性ビタミンおよび食物繊維は一般的な品種よりも含有量が多い傾向が見られた。

以上、なにわ野菜 5 品種 7 試料の栄養成分を測定し、成分表や対照野菜と比較した結果、以下のような傾向がみられた。

- ・ 調査対象としたなにわ野菜すべてにおいて、水分は 1.0 倍で一般野菜と同等の水分量であった。
- ・ なにわ野菜の無機質含有量は成分表と概ね同等であったが、田辺大根の葉の Fe や天王寺蕪の葉の Cu および Mn など、成分表の半分以下の無機質もあった。野菜の無機質含有量は土壌などの生育環境、生育時期などの要因で変動すると推測されていることから[15]、一般的な野菜を対照野菜として分析し比較を行った。成分表の半分以下であった無機質について対照野菜と比較すると、なにわ野菜の無機質含有量は一般的な野菜と同等程度であった。また、分析値のばらつきは全般になにわ野菜より対照野菜のほうが大きく、特に Mn でその傾向が強くみられた。今回用いたなにわ野菜は大阪市内で栽培されているため、対照野菜と比較して生育環境に共通する部分が多く、なにわ野菜での分析値のばらつきが小さかった一因だと考えられる。
- ・ なにわ野菜と成分表とを比較すると VA の含有量が毛馬胡瓜で 0.3 倍、玉造黒門越瓜で 2.0 倍であった。一般野菜と比較して毛馬胡瓜は緑色が淡く、玉造黒門越瓜は緑色が濃いことが特徴であり、外観上の特徴と分析値が一致した結果となった。

- ・ 食物繊維は田辺大根の葉で 0.9 倍とやや低めであったが、通常よく食されている根で 1.4 倍と高く、その他 4 品種のなにわ野菜でも 1.3～1.6 倍となり、調査対象としたなにわ野菜は総じて成分表より多くの食物繊維が含まれるという特徴がみられた。

本研究ではなにわ野菜 5 品種 7 試料の水分、無機質、ビタミン、食物繊維を調査し、なにわ野菜の基本的な栄養成分を明らかにした。食品成分表に準じた栄養成分表は、栄養計算の基礎データとして利用でき、今後の学校給食でのなにわ野菜の利用促進、食育活動や地域経済活性化の一助となると考えられる。

謝辞 本調査研究を行うにあたり、玉造黒門越瓜を分与して頂いた玉造稻荷神社の禰宜の鈴木伸廣さまに深謝いたします。

参考文献

- 1) 大阪府 なにわ伝統野菜
<http://www.pref.osaka.lg.jp/nosei/naniwanonousanbutu/dentou.html>
- 2) 大阪市 なにわの伝統野菜について
<http://www.city.osaka.lg.jp/keizaisenryaku/page/0000119574.html>
- 3) Tsutsui T, Adachi T. Analysis of nutritional constituents in endemic vegetables in Kyoto. *Kyotofu Hokankennen Po (Annual Report of Kyoto Prefectural Institute of Public Health and Environment)*. 1994; **39**: 50-55.
- 4) Yamaguchi T, Hara H, Nishimoto T, Matoba T, Takamura H. Evaluation of the proximate components and antioxidant activity of *Yamatoyasai*, the traditional vegetables of Nara. *Journal of Cookery Science of Japan*. 2012; **45** (3): 197-203.
- 5) Suda I, Oki T, Nishiba Y, Masuda M, Kobayashi M, Nagai S *et al.* . Polyphenol contents and radical-scavenging activity of extracts from fruits and vegetables in cultivated in Okinawa, Japan. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi (Journal of Japanese Society for Food Science and Technology)*. 2005; **52** (10): 462-471.
- 6) 文科学省科学技術学術審議会資源調査分科会編 “日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂)” 東京. 全国官報販売協同組合. 2015 (ISBN 978-4-86458-118-9)
- 7) 科学技術庁資源調査会食品成分会編 “5 訂日本食品標準成分表分析マニュアル” 東京. 社団法人資源協会. 1997. (ISBN 4-7679-6110-6)

- 8) Hashizume N. Proposed Standard for Human Blood Thiamin Value Using High-Performance Liquid Chromatography. *Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi (Journal of Japan Society of Nutrition and Food Science)*.1997; **50**(6):445-447
- 9) Ishii K, Sarai K, Sanemori H, Kawasaki T. Concentrations of thiamine and its phosphate esters in rat tissues determined by high-performance liquid chromatography. *J Nutr Sci Vitaminol*. 1979; **25** (6):517-23.
- 10) Eguchi H, Nashimoto K, Satoh J, Kawahara R, Iwasa A. Microbiological Assay of Biotin, Nicotinamide and Pantothenic acid Using Microplate. *Vitamin*.1990; **64** (11): 653-658.
- 11) AOAC(2005) Official Methods of Analysis, 18th ed. MD: Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg.
- 12) Gonthier A, Fayol V, Viollet J, Hartmann D.J. Determination of pantothenic acid in foods: influence of the extraction method. *Food Chemistry*. 1998; **63**(2):287-294.
- 13) Hyun TH, Tamura T. Trienzyme Extraction in Combination with Microbiologic Assay in Food Folate Analysis. An Updated Review. *Experimetal Biology and Medicine*. 2005; **230**(7): 444-454
- 14) Sasai Y. ed. “Osaka Syokubunka Daizen (The complete book of Osaka food culture)”, 1st Ed., Osaka, Nishinohon Syuppansya, 2010. (ISBN 978-4-901908-54-2)
- 15) Tujimura M, Aoki K, Satou T. “Yasai No Vitamin To Mineral (Vitamins and minerals in vegetables)”. 1st Ed., Tokyo, Jyosi Eiyou Daigaku Shuppanbu, 2003. (ISBN 4-7895-5126-1)

(WEB サイトの内容は 2016 年 7 月 1 日に確認した)