

資 料

市場で見られるバナナの栄養成分値

春日 敦子*¹ 片野 喜世良*²

Nutritional Components of Bananas Found on the Market

Atsuko KASUGA*¹ and Kiyora KATANO*²

For the purpose of identifying the basic nutritional components and taste ingredients of table bananas and plantains recently found on the market, we analyzed proximate and mineral composition, sugar composition, free amino acid composition, organic acid composition, total polyphenol contents and radical scavenging activity. Four cultivars of table bananas were found, Cavendish (Philippines product), Senorita (Ecuador product), Senninsyo (Taiwan product), and Molado (Ecuador product). One brand name of a table banana was Sweetio (Philippines product, cultivar was Cavendish), which was sweet due to its cultivation in a high-altitude region and it has often appeared in the market. The three cultivars of plantains were Cardava (Philippines product), Tindok (Philippines product) and Platana (Ecuador product).

The proximate composition, sugar composition and organic composition of table bananas were different from those of plantains. Depending on the cultivars, there were large differences in the free amino acid composition and radical scavenging activities. The radical scavenging activities were considerably affected by total polyphenol contents and the coefficient of correlation between them was $r=0.83$ ($p<0.05$).

1. 緒 言

バナナ *Musa species* は摂取が非常に容易な果物の一つであり、輸入果実の代表的なものである。バナナの価格はここ30年ほどは安値一定であり、この手頃な価格、利便性から消費量も果物の中では最も多い。五訂増補日本食品標準成分表によると、エネルギーは100g当たり86 kcal、カリウム360mg、マグネシウム32mgと果実としては栄養価が高く、食物繊維も1.1g含まれている。

一般に日本人にとってバナナは生食するデザート (Table Banana) であるが、バナナの品種は世界中に何百種と存在し、これらは生産地の多くで主食として利用される¹⁾。日本で売られているバナナは、メーカーが独自のブランド名や生産国別の栽培種に商品名を付けたり、あるいは通称名、品種名のままで市場で売られている。しかし現在日本で市販されているバナナの品種は、限られた極少数の品種のみ²⁾である。最近スーパーや青果物小売り店で、従来からのバナナ以外に、皮が赤色のもの、小型のバナナなど栽培種の異なるバナナや調理加工専用のバナナ (Plantain) が店頭に並べられるようになった。

また高地栽培などの栽培法により甘味を増強させたバナナが、数種のブランド名で売られるようになった。しかし成分表では「バナナ生」と「バナナ乾」の成分が表示されているのみであり、その値は備考欄に「生は国産品を含む」との表記がある程度である。バナナに関する研究はバナナの追熟³⁻⁵⁾、低温障害^{6, 7)}、ポリフェノール活性⁸⁻¹⁰⁾ に関しては多いが、最近の市場に出回るバナナでは高地栽培バナナの成分^{11, 12)} に関して僅かにあるのみである。そこで、現在市場で見られるバナナについて、栄養成分、嗜好成分に関する基礎資料を得る目的で、一般成分、無機質含量、糖、アミノ酸、有機酸組成、総ポリフェノール含量およびラジカル捕捉活性を測定したので、その結果をここに報告する。

2. 方 法

1) 試料および試薬

実験に用いたバナナは生食用 (Table Banana) として、キャベンディッシュ (フィリピン産)、セニョリータ (エクアドル産)、仙人蕉 (台湾産)、モラード (エクアドル産) の4品種、キャベンディッシュ種でも高地栽培

*¹ 食品化学研究室, 女子栄養大学短期大学部: Laboratory of Food Chemistry, Junior College of Kagawa Nutrition University*² 女子栄養大学: Kagawa Nutrition University

Table 1. The summary of the samples

	Cultivar or brand name	Production country	Notes
Table banana	Cavendish	Philippines	brand name : StaReyna
	Senorita	Ecuador	popular name: Monkey banana, brand name: Orito
	Senninsyo	Taiwan	brand name: Taiwan banana
	Molado	Ecuador	popular name: Red banana
	Sweetio (Cavendish)	Philippines	similar brand name: Precious, Kanjyuku-ou and so on
Plantain	Cardava	Philippines	
	Tindok	Philippines	
	Platana	Ecuador	

等の栽培法により甘味を増強させ、最近市場に多く出回ようになったスウィーティオの1ブランドを用いた。また、料理用バナナ (Plantain) として、カルダバ (フィリピン産)、ツンドク (フィリピン産)、プラタナ (エクアドル産) の3品種を試料とした。試料の概要を Table 1 に示した。

試料は2006年3月末に生食用バナナは埼玉県内の大型スーパーにて、料理用バナナは東京都内の大型スーパーにて各種およそ1.5~2.5kg (7~38本) を購入した。購入後バナナは剥皮し、一部は生鮮品の水分分析用に細切し、残りをただちにビニール袋に入れ-40°Cのフリーザーで冷凍した。これを凍結乾燥機を用いて凍結乾燥後、ミキサーを用いて粉碎し、プラスチック製容器に入れ-40°Cのフリーザーにて実験に供するまで保存した。

実験に用いた試薬は Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) は Aldrich Chem. Co. 製であるが、他は全て和光純薬工業株式会社製であり、アミノ酸分析の溶離液と pH2.2 クエン酸リチウム緩衝液はアミノ酸分析用、アセトニトリルは液体クロマトグラフ用、無機質分析用の標準液および20%塩酸は精密分析用を使用し、それ以外は全て特級品を用いた。

2) 分析方法

① 一般成分

凍結乾燥後の粉末試料の一般成分は、水分は105°C常圧加熱乾燥法、脂質はソックスレー抽出法、灰分は550°C灰化法、タンパク質はケルダール窒素定量法を用い分析し、窒素たんぱく質換算係数は6.25を使用した。炭水化物は差し引きにより算出した。一般成分に限らず、全ての項目の分析はダブルまたはトリプルで行い、値が5%以内になるまで分析を繰り返した。

② 無機質

ナトリウム、カリウムは1%塩酸抽出法、その他の元素は乾式灰化法を用いて無機質を抽出後、適宜希釈し、原子吸光光度計 (Spectra A 55B, Varian, Ltd.) を用いて分析した。リンはバナドモリブデン酸吸光光度法により分析した。

③ 糖

抽出：粉末試料2gに70%エタノールを加え、100°Cに設定した恒温槽中で30分還流加熱し抽出を行った。氷冷し濾過後、残渣を再度還流加熱抽出し、この抽出操作を合計3回繰り返した。濾液は合わせて少量まで濃縮後、イオン交換水を用いて定容し抽出液とした。

カラムクロマトグラフィー：あらかじめ2本のガラスカラム (内径2.1×13cm) に陽イオン交換樹脂 Dowex 50WX8 50-100 メッシュ (ムロマテテクノス株式会社)、陰イオン交換樹脂 Amberlite CGIR45 (オルガノ株式会社) を充填後連結させ、イオン交換水を用いて平衡化させたものを用意した。抽出液を一定量吸着させ、イオン交換水100mlで洗浄し、非吸着画分を濃縮乾固し、HPLC溶離液を用いて糖分析用試料溶液とした。HPLCに先立って、メンブランフィルター (PTFE 0.20 μm 東洋濾紙株式会社) を用いて濾過した。

分析：分析は蛍光検出器を用い、ポストカラム法で行った。HPLCの条件は次の通りである。移動相はアセトニトリル・水混液 (3:1)、流速 1 ml/min、反応液は50 mM 塩酸グアニジン・1.5 mM NaIO₄・0.1 M H₃BO₄ 溶液 (5% NaOH で pH10.5 に調整)、流速 0.3 ml/min、反応温度 150°C (RO-2061 Reaction Oven 日本分光工業株式会社)、カラム NH₂P-504E 4.6 mm×25 cm (昭和電工株式会社)、ガードカラム NH₂P-500 4.6 mm×3 cm (同)、検出 励起波長 325 nm、蛍光波長 420 nm (F 1000 蛍光検出器 株式会社日立製作所)、ポンプ 880-PU (日本分光株式会社)、反応液ポンプ 880-PU (同)、データ処理はソフト (JASCO-Bowin/Hss-2000 日本分光工業株式会社) がインストールされた PC を用い、標準液の保持時間に対するピーク面積に比例して算出した。

④ 遊離アミノ酸

糖の分析に用いた連結カラムを分離し、陽イオン交換樹脂充填カラムを遊離アミノ酸試料溶液調製に用いた。即ち、カラムに2 mol/l のアンモニア水100mlを流し遊離アミノ酸を溶出させ、溶出液を少量まで濃縮し、アミノ酸分析用 pH2.2 クエン酸リチウム緩衝液を用いて定容した。メンブランフィルター (Cellulose Acetate 0.2 μm 東洋濾紙株式会社) で濾過後、アミノ酸アナライザー (835型高速アミノ酸分析計 株式会社日立製作所) を用いてアミノ酸42種の生体成分分析を行った。

Table 2. Proximate and mineral composition of banana

(g/100g fresh matter)

	Cultivar or brand name	Proximate compositions					Mineral compositions										Disposal rate (%)
		Moisture ^a	Protein ^b	Lipid ^c	Carbohydrate ^d	Ash	Na ^e	K ^e	Ca ^e	Mg ^e	P ^f	Fe ^e	Zn ^e	Cu ^e	Mn ^e		
Table banana	Cavendish	76.4	1.0	0.1	21.8	0.7	0.2	330	4	21	23	0.1	0.1	0.12	0.20	38	
	Senorita	72.0	1.2	0.2	25.8	0.8	0.1	350	4	24	23	0.1	0.2	0.11	0.07	28	
	Senninsyo	72.7	1.6	0.2	24.6	1.0	0.1	400	4	30	33	0.4	0.2	0.18	0.57	41	
	Molado	76.4	1.0	0.1	21.6	0.8	0.2	330	9	28	22	0.2	0.1	0.07	0.30	46	
	Sweetio (Cavendish)	73.2	1.0	0.2	24.8	0.8	0.2	360	3	22	23	0.2	0.1	0.10	0.20	41	
Plantain	Cardava	60.3	1.3	0.1	37.3	1.0	0.2	380	6	47	49	0.4	0.3	0.11	0.19	56	
	Tindok	68.2	1.2	0.2	29.4	1.1	0.2	500	1	27	28	0.4	0.1	0.15	0.14	26	
	Platana	64.2	1.0	0.2	33.6	1.1	0.2	440	5	28	45	0.4	0.2	0.09	0.14	42	

a: dried at 105°C by ordinary pressure.

b: Nitrogen-protein conversion factor is 6.25.

c: Soxhlet extraction with ether.

d: estimated by subtracting the amount of protein, lipid, moisture and ash from 100%.

e: analyzed by the atomic absorption spectrophotometer.

f: determined by the vanadomolybdate spectrophotometric method.

⑤ 有機酸

糖の分析に用いた連結カラムを分離し、陰イオン交換樹脂充填カラムを有機酸試料溶液調製に用いた。即ち、カラムに 2 mol/l のアンモニア水 100 ml を流し、溶出液を濃縮乾固させた。新しいガラスカラム（前述と同サイズ）に陽イオン交換樹脂 Dowex 50WX8 を充填し、イオン交換水で平衡化させ、少量のイオン交換水で溶解させた濃縮液を流した。イオン交換水 100 ml を流し、非吸着画分を有機酸分析用とした。この溶液を少量まで濃縮し、有機酸分析用の HPLC 溶離液を用いて定容した。HPLC に先立って、メンブランフィルター（Cellulose Acetate 0.2 μm 東洋濾紙株式会社）を用いて濾過した。HPLC の条件は以下の通りである。カラムは RSpak KC-811 8.0 mm×30 cm（昭和電工株式会社）、ガードカラム RSpak KC-G 8.0 mm×3 cm（昭和電工株式会社）、移動相は 0.1% リン酸溶液、流量 1 ml/min、カラム温度 60°C、カラムオープン CTO-6A（株式会社島津製作所）、検出 495 nm 875-UV（日本分光工業株式会社）、ポンプ 655 型（株式会社日立製作所）。

⑥ ラジカル捕捉活性

抽出液はバナナ粉末 2 g に 20 ml の 70% エタノール溶液を加え、室温にて 2 時間攪拌後、遠心して上澄液を得た。測定はこの抽出液原液を適宜希釈した。ラジカル捕捉活性は Yamaguchi¹³⁾ らの方法に従って測定し、ラジカル捕捉活性をバナナ 100 g 当たりの μM Trolox 当量として表した。分析に用いた HPLC は以下の通りである。カラムは ZORBAX ODS 4.6 mm×15 cm (Du Pont Instruments Com.), 移動相は 70% MeOH, 流量 1 ml/min, 検出 517 nm SPD-10AV (株式会社島津製作所), ポンプ 655 型 (株式会社日立製作所)。

⑦ 総ポリフェノール量の測定

ラジカル捕捉活性に用いた抽出液を、適宜希釈し、総ポリフェノール量を測定した。ポリフェノールの定量は Folin-Denes 法¹⁴⁾ に従って行い、総ポリフェノール量をバナナ生果 100 g 当たりの没食子酸相当量として算出した。

3. 結果と考察

1) 一般成分および無機質含量

生食用及び料理用バナナの一般成分、無機質含量および廃棄率を Table 2 に示した。生食用バナナはいずれも似通った値であったが、仙人蕉のタンパク質と灰分が若干、高値であった。5 訂増補日本食品標準成分表のバナナは、生と乾の値が 1 つずつ掲載されており、今回分析した生食用バナナの値は成分表の値と似通っていた。一方料理用バナナ 3 種は生食用バナナと比較して、水分は 60~68% と少なく、炭水化物が 29~37%、灰分 1~1.1% と全体に高値であり、料理用バナナは生食用バナナとその成分値を異にしていた。成分値は品種、産地、収穫時期、鮮度等の変動要因によりかなりその値は影響を及ぼされるが、これは一般成分のみならず全ての成分に該当することである。今回分析した試料は一回の購入時の試料であるため、今回の結果は今後の基礎資料の一つとしたい。

無機質含量を成分表と比較すると、ここでも生食用バナナは仙人蕉がカリウム、リン、鉄、銅、マンガンが多い傾向が認められ、一方料理用バナナは全体にカリウム、鉄が多く、マンガンは少なかった。また、カルダバはマグネシウム、リン含量が高かった。

主食という視点からみると、料理用バナナは水分、炭水化物は精白米のめしと同程度であるが、タンパク質、脂質は低く、一方カリウム、鉄、マグネシウムが高かった。料理用バナナは米、小麦、トウモロコシ、ソバ等の他の穀類と比較してもタンパク質含量が低かった。廃棄率は成分表では 40% とあるが、小型であるセニョリータは皮が薄く 28%、最も大型のツンドクは 26%、長さがやや短めで太く角ばったツンドクは 56% であった。

2) 糖組成

Table 3 にバナナの糖組成を示した。生食用バナナはスクロースが最も多く 8.0~10.3% であり、グルコースとフルクトースは同程度で 1.1~5.0%、総糖含量は 12.6~

Table 3. Sugar composition of banana

(g/100 g fresh matter)

	Cultivar or brand name	D-fructose	D-glucose	Sucrose	Maltose	Total
Table banana	Cavendish	2.9	2.9	8.0	0.0	13.8
	Senorita	2.2	2.0	9.6	0.0	13.7
	Senninsyo	4.4	4.4	9.0	0.0	17.8
	Molad	1.3	1.1	10.3	0.0	12.6
	Sweetio (Cavendish)	4.9	5.0	9.5	0.0	19.5
Plantain	Cardava	0.1	0.1	0.7	0.0	0.9
	Tindok	0.0	0.0	0.3	0.0	0.4
	Platana	0.7	0.5	0.7	0.0	1.9

Sugars were extracted by 70% EtOH and passed through the combined column filled with cation and anion reign.
Non-adsorbed fraction was measured by post-column HPLC.

Table 4. Amino acid composition of banana

(mg/100 g fresh matter)

		Table banana					Plantain		
		Cavendish	Senorita	Senninsyo	Molado	Sweetio (Cavendish)	Cardava	Tindok	Platana
Asp	L-aspartic acid	6.1	7.3	23.6	0.4	5.2	51.6	39.9	31.4
Thr	L-threonine	5.8	8.7	9.9	7.7	4.6	2.3	2.1	3.6
Ser	L-serine	12.2	14.7	19.5	21.5	11.5	7.0	4.2	12.2
Glu	L-glutamic acid	3.2	3.1	9.0	1.6	2.3	8.2	2.0	23.5
Gln	L-glutamin	85.7	10.1	136.0	19.3	31.5	158.6	15.4	67.8
Gly	Glycine	4.4	3.2	5.5	7.1	3.3	0.5	0.6	1.1
Ala	L-alanine	4.0	3.5	5.0	4.1	2.1	3.5	4.0	3.3
Val	L-valine	6.7	7.3	15.7	13.8	10.1	1.3	0.8	2.4
Cys	L-cystine	1.0	2.6	1.1	0.0	0.8	2.1	0.9	0.6
Met	L-methionine	0.1	0.3	0.1	0.4	0.2	0.2	0.0	0.0
Ile	L-isoleucine	2.7	6.8	3.9	6.3	2.4	0.6	0.9	1.7
Lew	L-leucine	19.0	18.8	31.5	32.9	26.2	1.3	2.2	2.4
Tyr	L-tyrosine	4.7	6.8	4.1	8.3	3.8	0.0	0.2	0.6
Phe	L-phenylalanine	2.5	4.3	1.9	1.8	1.6	2.9	2.4	1.2
Trp	L-tryptophan	0.9	0.6	0.3	1.0	0.4	0.0	0.0	0.4
Lys	L-lysine	7.3	8.2	12.7	9.2	7.0	2.1	4.3	2.3
His	L-histidine	61.0	74.7	91.6	65.7	62.3	44.9	42.9	35.8
Arg	L-arginine	18.7	19.9	25.1	11.6	12.4	12.2	25.5	11.8
Asn	L-asparagine	92.0	30.0	344.0	40.9	99.7	278.4	41.5	50.8
Pro	L-proline	8.0	3.6	6.8	13.5	4.4	1.5	0.0	3.5
γ -ABA	γ -aminobutyric acid	9.2	15.4	15.0	10.9	5.6	15.7	14.9	18.1
Total		342.6	238.4	752.0	265.0	289.9	588.1	201.7	268.8

Amino acids were extracted by 70% EtOH and passed through the combined column filled with cation and anion reign.

Cation reign adsorbed fraction was extracted by NH_4OH and evaporated. Amino acid analyzer (HITACHI 835) was used for analysis of each amino acids.

19.5%であった。甘味が強いと言われるスウィーティオや台湾バナナの仙人蕉は予想通り総糖含量が高く、他よりフルクトースとグルコース含量が高かった。一方料理用バナナは総糖含量は0.4~1.9%と非常に低く、生食用バナナと糖組成では全く異なり料理用バナナの特徴であった。マルトースはいずれのバナナにも認められなかった。

バナナのデンプン含量はクライマクテリック期の前後で約20%から1%以下に激減し、それに伴いグルコース、フルクトース、スクロースが増加することは報告^{15, 16)}

されている。また鈴野ら¹¹⁾は高地栽培バナナの成分特性に関する研究で、バナナの熟度分別ステージ1（カラーチャートがNo.3 ハーフグリーンとNo.4 ハーフイエロー）では7~8%だったデンプン含有量が、ステージ1からステージ2（カラーチャートNo.5 グリーンチップ、No.6 フルイエロー）にかけて急激に減少し、ステージ3（No.7 スター、No.8 ダッフル）では1~2%であったことを報告している。本研究では生食用バナナの購入時の写真を示さなかったが、実験で求めた炭水化物、総糖

Table 5. Organic acid composition of banana

(mg/100 g fresh matter)

	Table banana					Plantain		
	Cavendish	Senorita	Senninsyo	Molado	Sweetio (Cavendish)	Cardava	Tindok	Platana
Oxalic acid	7.4	17.9	10.9	8.0	16.7	46.2	103.3	109.1
α -ketoglutaric acid	1.1	1.0	1.4	0.8	1.5	1.5	2.2	1.1
Citric acid	233.1	227.4	309.3	129.6	347.2	473.3	292.0	265.4
Tartaric acid	19.2	35.8	33.1	23.3	22.8	13.3	40.2	60.9
Malic acid	417.2	556.2	462.3	692.3	380.5	181.9	193.7	150.9
Succinic acid	56.2	90.0	78.3	42.8	83.1	186.6	38.3	88.1
Fumalic acid	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.3
Pyroglutamic acid	16.9	3.5	32.7	6.8	7.8	39.7	3.7	18.6
Total	751.2	932.0	928.1	903.8	859.7	942.8	673.7	694.4

Organic acids were extracted by 70% EtOH and passed through the combined column filled with cation and anion reign.

Anion reign adsorbed fraction was extracted by NH₄OH and evaporated. After dissolving with the water, it was passed through new cation reign column. Non-adsorbed fraction was measured by HPLC.

含量と約1%の食物繊維量を考慮するとデンプン含量は4.3~11.1%程度と考えられ、熟度はステージ1~2と予想される。従って、シュガースポットと言われる褐色斑点が表皮に現れるステージ3の熟度に至る経過で、糖組成は当然ながら変わることが示唆される。また本実験ではマルトースがいずれのバナナにも認められなかったが、これは Adisa らの報告¹⁷⁾ や、久本¹⁸⁾ のバナナに存在する2種の酸性 α -グルコシダーゼが α -、 β -アミラーゼによって生じたマルトオリゴ糖やマルトースに素早く作用しグルコースを生成したとの報告と一致していた。しかし鈴野¹¹⁾ の値と比較して、本実験で得られた糖含量の方が全体に高値であった。

3) 遊離アミノ酸組成

Table 4 に遊離アミノ酸のうち、含有量が多かったタンパク質構成アミノ酸20種および非タンパク質構成アミノ酸1種を示した。総遊離アミノ酸量は201.7~752.0 mg/100g と含量にかなり幅があり、仙人蕉が752mg、ついでカルダバの588.1mg と突出して多く、次にジャイアントキャベンデッシュの342.6mg であり、他は200mg 台で似通っていた。個々の遊離アミノ酸で含有量の多いものは、アスパラギン、グルタミン、ヒスチジンであった。非タンパク質性アミノ酸では γ -アミノ酪酸が多く、9.2~18.1mg であった。生食用、料理用バナナで差は認められなかった。

果実のアミノ酸の種類やその含有量は、果実の種類や熟度、また果実の品種、栽培条件、気象、年次の違いによりかなりの幅を示し、また栽培時における窒素施肥量との関係は顕著であること、果実に共通して多量に含まれるのはアスパラギンであり、ついでグルタミン、セリン、プロリン、アルギニン、アルギニン、アスパラギン酸、グルタミン酸、アラニン、 γ -アミノ酪酸等であることが報告¹⁹⁾ されている。本実験結果からバナナは他の果実と比較してヒスチジンが多いことが明らかとなり、バナナの特徴と考えられる。またアミノ酸含量の特に多い果

実(400mg/100g 以上)として、イチジク、ウメ、メロン、甘夏カンなどがあり、普通は200~300mg/100g 前後の果実が大部分である¹⁹⁾ ことが報告されているが、本実験で分析した仙人蕉、カルダバは総アミノ酸含量が非常に多く興味深い。

4) 有機酸組成

Table 5 にバナナの有機酸含量を示した。生食用バナナの総有機酸量は751~932mg/100g であり、その組成はリンゴ酸が最も多く381~692mg、ついでクエン酸であり130~347mg、3番目がコハク酸43~90mg であった。一方、料理用バナナでは総有機酸量は674~943mg であり、その組成はクエン酸が最も多く265~473mg、ついでリンゴ酸が151~194mg であった。しかしカルダバではリンゴ酸182mg よりコハク酸187mg の方が若干多く、また、ツンドクとプラタナは3番目にシュウ酸が多くそれぞれ103mg、109mg と生食用バナナの有機酸組成とかなり異なっていた。

バナナの有機酸組成に関しては、高地栽培バナナではクエン酸が0.17~0.24g/100g、リンゴ酸が0.20~0.34g/100g 検出されたことの報告¹¹⁾ や、緑食果のバナナに含まれる主な有機酸はシュウ酸(50%)、リンゴ酸(35%)、クエン酸(10%)であり追熟の進行に伴いリンゴ酸とクエン酸が増加しシュウ酸が減少するとの報告¹⁹⁾ がある。本実験に用いたバナナは追熟後の市場に売られた試料であるため、リンゴ酸、クエン酸が多く、シュウ酸含量が少なくなったと考えられ、他にも酒石酸、コハク酸、ピログルタル酸などの有機酸が存在し、従来の報告^{11), 19)} より総有機酸含量は約2倍大きいことが明らかとなった。また料理用バナナではシュウ酸が非常に多くこれがエグ味、渋味に影響をしていると思われる。

5) ラジカル捕捉活性およびポリフェノール量

Table 6 にそれぞれの試料のラジカル捕捉活性と総ポリフェノール量を示した。ラジカル捕捉活性の最も高い

Table 6. Radical scavenging activity and total polyphenol contents of banana

	Table banana					Plantain		
	Cavendish	Senorita	Senninsyo	Molado	Sweetio (Cavendish)	Cardava	Tindok	Platana
Radical scavenging activity ($\mu\text{mol trolox eq./100g}$ fresh matter)	488	3,083	237	1,917	212	185	3,784	3,382
Total polyphenol content (mg/100g fresh matter)	63	285	34	298	28	8	174	341

The 70% EtOH extracts were used for radical scavenging activity and total polyphenol content. Radical scavenging activity and polyphenol content were measured according to the method of Yamaguchi¹³⁾ and the Folin-Denes¹⁴⁾ respectively.

バナナは料理用のツンドクであり 3,784 $\mu\text{mol Trolox eq./100g}$ 、次に料理用バナナのプラタナで 3,382 μmol 、生食用のセニョリータ 3,083 μmol であった。これら以外はラジカル捕捉活性は低く、最も低いものが料理用バナナのカルダバで 185 μmol 、次に生食用バナナのスイーティオが 212 μmol と栽培種によってかなりの差が認められた。総ポリフェノール量は最も高いものがプラタナであり 341 mg/100g、ついで生食用のモラードが 298mg、セニョリータが 285mg であった。最も低いものは料理用バナナのカルダバの 8 mg、ついで生食用バナナのスイーティオの 28mg であった。ポリフェノール含量はラジカル捕捉活性に非常に影響を及ぼしており、両者の相関係数は $r=0.83$ ($p<0.05$) であり、バナナのラジカル捕捉活性の主たる要因はポリフェノールと考えられる。

バナナのラジカル捕捉活性を木村ら²⁰⁾の果実のラジカル捕捉活性を測定した報告と比較すると、ラジカル捕捉活性の高かったツンドク、プラタナ、セニョリータは脱渋前の渋柿と同程度であり果実の中では非常に高く、キャベンディッシュでも脱渋後の柿、イチゴ、ラズベリー、ブルーベリーと同程度の活性が認められた。Mura ら²¹⁾は追熟前のバナナ果肉には 103 mg/100g のポリフェノール成分が含まれ、これらはロイコアントシアニンやカテキンからなるプロアントシアニンであり、追熟過程でこの渋味が消失するのはポリフェノール成分の重合による不溶化に起因することを報告^{19, 21)}している。また、Rompophak ら¹⁰⁾はバナナ果肉中にドーパミン、L-DOPA、チラミン、チロシンが存在し、L-DOPA、チラミン、チロシンは追熟中に増加したことを報告している。バナナに含まれるポリフェノールはこれらの成分が主成分と考えられるが、それ以外に種々のフラボノイドの存在も考えられ、ラジカル捕捉活性にはアスコルビン酸も影響を及ぼしていると思われる。

バナナは 2006 年よりアレルギー表示推奨品目に追加された食品ではあるが、その成分、機能には未だ知られていない成分がある。市場ではあまり見かけることのなかった料理用バナナや異なる品種の登場によって、健康の維持増進に貢献する成分のさらなる探索が望まれ、これに関しては今後の課題としたい。

4. 要 約

最近市場で見られるバナナについて、生食用 (Table Banana) として、キャベンディッシュ、セニョリータ、仙人蕉、モラードの 4 品種およびキャベンディッシュ種でも高地栽培等の栽培法により甘味を増強させ、最近市場に多く出回るようになったスイーティオの 1 ブランド、また料理用バナナ (Plantain) として、カルダバ、ツンドク、プラタナの 3 品種を試料として、栄養成分、嗜好成分に関する基礎資料を得る目的で、一般成分、無機質含量、糖、アミノ酸、有機酸組成、総ポリフェノール含量およびラジカル捕捉活性を測定した。

1. 一般成分は生食用バナナはいずれも成分表の値と似通った値であったが、仙人蕉がタンパク質と灰分が若干、高値であった。一方、料理用バナナ 3 種は生食用バナナと比較して、水分、炭水化物、灰分が全体に高値であり、料理用バナナは生食用バナナと異なっていた。無機質含量は成分表と比較すると、生食用バナナでは仙人蕉がカリウム、リン、鉄、銅、マンガンが多い傾向が認められ、一方料理用バナナは全体にカリウム、鉄が多く、マンガンは少なかった。
2. 糖組成は生食用バナナはスクロースが最も多く、グルコースとフルクトースは同程度で、総糖含量は 12.6 ~ 19.5% であった。一方料理用バナナは総糖含量は 0.4 ~ 1.9% と非常に低く、生食用バナナと糖組成では全く異なり料理用バナナの特徴であった。マルトースはいずれのバナナにも認められなかった。
3. 総遊離アミノ酸量は 201.7 ~ 752.0 mg/100g と含量にかなり幅があり、仙人蕉ついでカルダバが突出して多かった。個々の遊離アミノ酸で含有量の多いものは、アスパラギン、グルタミン、ヒスチジンであった。非タンパク質性アミノ酸では γ -アミノ酪酸が多く、生食用、料理用バナナで差は認められなかった。
4. 生食用バナナの総有機酸量は 751 ~ 932 mg/100g であり、その組成はリンゴ酸が最も多く、ついでクエン酸、コハク酸であった。一方、料理用バナナでは総有機酸量は 674 ~ 943 mg であり、その組成はクエン酸が最も多く、ついでリンゴ酸であった。しかしカルダバではリンゴ酸 182mg よりコハク酸 187mg の方が若干多く、また、ツンドクとプラタナは 3 番目にシュウ酸

が多く生食用バナナの有機酸組成とかなり異なっていた。

5. ラジカル捕捉活性の最も高いバナナは料理用のツンドクであり 3,784 $\mu\text{mol Trolox eq./100 g}$, 次に料理用バナナのプラタナ, 生食用のセニョリータであった。これら以外はラジカル捕捉活性は低く, 栽培種によってかなりの差が認められた。総ポリフェノール量は最も高いものがプラタナであり 341 mg/100 g, ついで生食用のモラード, セニョリータであった。ポリフェノール含量はラジカル捕捉活性に非常に影響を及ぼしており, 両者の相関係数 $r=0.83$ ($p<0.05$) であり, バナナのラジカル捕捉活性の主たる要因はポリフェノールと考えられた。

文 献

- 1) 小松かおり, 北西功一, 丸尾 聡, 塙 狼星: バナナ栽培文化のアジア・アフリカ地域間比較—品種多様性をめぐって—。アジア・アフリカ地域研究, **6**, 77-119 (2006)
- 2) 中村陽一: 作物の起源を探索。食の科学, **5**, 80-83 (2005)
- 3) 瀬尾康久, 細川 明: 追熟温度スケジュールからのバナナ果肉糖度の推定。農業機械学会誌, **45**, 229-234 (1983)
- 4) Kojima K, Sakurai N, Kuraishi S and Kokubo A: Changes in firmness and chemical constituents of Banana fruits during ripening. Jpn. J. Trop. Agri., **38**, 293-297 (1994)
- 5) 薛 彦斌, 久保康隆, 中村怜之輔: 湿度条件がバナナ果実の追熟特性に及ぼす影響。日食科工, **43**, 541-545 (1996)
- 6) Gemma H, Matsuyama Y and Wang Hong-Gong: Ripening characteristics and chilling injury of Banana fruit. Jpn. J. Trop. Agr., **38**, 216-220 (1994)
- 7) 能岡 浄: 低温障害バナナ果実の追熟に伴う糖質の変化および糖質代謝に関する酵素活性の推移。日本食品工業学会誌, **26**, 57-64 (1979)
- 8) Mura K. and Tanimura W: Change of polyphenol compounds in Banana pulp curing ripening. Food Preserv. Sci., **29**, 347-351 (2003)
- 9) Romephophak Teeranud, Ueda Y, Terai H and Abe K: Study of senescent spotting of Banana peel. Food Preserv. Sci., **31**, 55-60 (2005)
- 10) Romephophak Teeranud, Siriphanich Jingtair, Ueda Y, Abe K and Chachin K: Changes in concentrations of phenolic compounds and polyphenol oxidase activity in Banana peel during storage. Food Preserv. Sci., **31**, 111-115 (2005)
- 11) 鈴野弘子, 石田 裕: 高地栽培バナナの風味に関係する成分の特性。日食科工, **52**, 479-484 (2005)
- 12) 飯島久美子, 小西史子, 嶋田淑子, 香西みどり, 畑江敏子: 高地栽培バナナと従来バナナの嗜好性および物理化学的性質の違い。調理科学, **41**, 49-54 (2008)
- 13) Yamaguchi T, Takamura H, Matoba T and Terao J: HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of foods by using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. Biosci. Biotechnol. Biochem., **62**, 1201-1204 (1998)
- 14) 石田 裕: 野菜の色の測定。調理科学, **26**, 378-384 (1993)
- 15) Young RE, Salminen S and Sornsrivichai P: Enzyme regulation associated with ripening in banana fruit. Coll. Int. CNRS., **238**, 271-279 (1974)
- 16) Marriott J: Banana-physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., **13**, 41-88 (1980)
- 17) Adisa VA and Lkey EN: Carbohydrate and protein composition of banana pulp and peel as influenced by ripening and mold contamination. Food Chem., **25**, 85-91 (1982)
- 18) 久本美亜: バナナの酸性 α -グルコシダーゼの性質。夙川学院短期大学研究紀要, **29**, 13-26 (2004)
- 19) 伊藤三郎: 果実の栄養・食品科学。各種果実の機能特性, 果実の科学 (伊藤三郎 編), p64, p71~74, p160~161, 朝倉書店, 東京 (2001)
- 20) 木村俊之, 山岸賢治, 鈴木雅博, 新本洋士: 農産物のラジカル消去能の検索。日食科工, **49**, 257-266 (2002)
- 21) Mura K and Tanimura W: Change of polyphenol compounds in banana pulp during ripening. Food Preserv. Sci., **29**, 347-351 (2003)