

モリンガ *Moringa oleifera* の葉に含まれるミネラル, ビタミン C, 抗酸化成分の定量的評価

岩見 結衣[†], 吉田 宗弘
(関西大学化学生命工学部食品栄養化学研究室*)
(受付 2023年8月28日, 受理 2023年9月26日)

Quantitative evaluation of minerals, vitamin C, and antioxidants in the leaves of *Moringa oleifera*

Yui IWAMI, Munehiro YOSHIDA
Laboratory of Food and Nutritional Sciences, Faculty of Chemistry, Materials and Bioengineering, Kansai University

Summary

To quantitatively evaluate the constituents of Moringa (Drumstick tree, *Moringa oleifera*) leaves, the content of various minerals (potassium (K), calcium (Ca), iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn) and copper (Cu)) and vitamin C in Moringa leaves and Aojiru (green juice) powder made from them were measured and compared with Aojiru powder made from other plants, and green tea powder. In addition, total polyphenol content and antioxidant activity were measured and evaluated. Compared to the estimated average requirement (EAR) or adequate intake (AI), except for manganese in pine needles, no Aojiru or tea powder, including moringa, were found to be a valuable source of minerals and vitamin C. The freeze-dried powder of fresh Moringa leaves had a higher vitamin C content than the Aojiru powder, but the minerals content was comparable. Total polyphenol content and antioxidant activity were generally correlated, with green tea powder having the highest in both. Although Moringa contains some minerals, vitamin C, and antioxidants, the amount of these components were not found to be superior to those of other Aojiru ingredients and tea leaves. We concluded that Moringa is insignificant as a food rich in minerals, vitamin C, and antioxidants.

標準和名がワサビノキであるモリンガ *Moringa oleifera* (Fig.1) は, インド北西部を原産とする木本植物で, アジア諸国, アフリカ諸国, 中南米諸国などの熱帯・亜熱帯地域に広く分布している^{1, 2)}。これらの地域において, モリンガはその葉や未成熟な種鞘などが食糧, 種子が油糧として用いられている³⁾。モリンガの葉は, 東南アジアやアフリカにおいて野菜として一般化しており³⁾, わが国においては葉を用いた青汁が多数販売されている。青汁とは, 空腹をしのぐ目的で食べられていた葉を摂取しやすくするために誕生したもので, 「生の緑黄色野菜を搾った汁」というのが本来の定義である。一方, 現在の青汁は, 液状のほかに粉末, 錠剤, 冷凍製品が販売され, ビタミンやミネラルなどの栄養素を補う食品として, 健康への効果を期待して利用されるものとなっている⁴⁾。中でも, モリンガは一種のスーパーフードに位置付けられ, ビタミン, ミネラル,



Fig. 1 Moringa (*Moringa oleifera*) leaves
This image was taken of moringa from the Ogasawara Islands purchased through mail order.

[†]連絡先 (Corresponding author), Tel: +81-6-6368-0970 E-mail: k060856@kansai-u.ac.jp

*所在地: 大阪府吹田市山手町3-3-35 (〒564-8680)

抗酸化成分などを豊富に含むことを謳って販売されている。しかし、モリンガの葉が含有する微量栄養素や機能性成分を定量評価した研究は見当たらない。このような食品の実態を正しく理解するため、栄養学的な基本情報を明らかにし、定量的に評価を行うことは重要である。本研究では、モリンガの葉、およびこれを原料とした青汁に含まれる各種ミネラル、ビタミンC、総ポリフェノールおよび抗酸化活性を測定し、他の植物を原料とした青汁や茶葉と比較することにより、定量的な評価を行った。

実験方法

1. 試料

モリンガ生葉（小笠原諸島産）は、通信販売をとおして購入し、凍結乾燥後ミキサーで細粉化したものを実験試料とした。また、モリンガ葉を原料とする3製品を含む青汁粉末17製品と茶粉末2製品も通信販売をとおして購入した。その内訳はTable 1のとおりである。

2. 分析

(1) ミネラル

ミネラルは、蛍光X線分析装置（島津、EDX-7000）を用いて粉末試料を直接分析した。分析における主成分は

$C_6H_{12}O_6$ とした。標準試料6点について測定を行い、カリウム、カルシウム、鉄、マンガン、亜鉛、銅について保証値と測定値との間の換算式を求めた。用いた標準試料は次のとおりである：Apple Leaves (SRM1515), Peach Leaves (SRM1547), Tomato Leaves (SRM1573a), Citrus Leaves (SRM1572), Corn Kernel (RM8413), Spinach Leaves (SRM1570a)。試料のミネラル濃度は、装置が示す測定値に換算式を適用した値とした。

(2) ビタミンC (L-アスコルビン酸)

ビタミンCは既報^{5, 6)}を参考に分析した。粉末試料0.2gを精秤し、5% (w/v) メタリン酸溶液10 mLを加えて十分に攪拌した。これを30分間振とう抽出した後、遠心分離 (1711×g, 10分) して上清を回収した。回収した上清を適宜希釈し、0.45 μmのフィルターでろ過したものをビタミンC測定用試料溶液とした。

試料溶液中のビタミンCは、L-アスコルビン酸を標準物質として、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いて定量した。HPLCの条件は以下のとおりである。カラム, Develosil ODS-HG-5 (4.6φ × 150 mm); 移動相, メタノール:0.5%メタリン酸 (5:95), 流速, 1.0 mL/min; カラム温度, 30℃; 検出波長, 254 nm。

Table 1 Aojiru (green juice) powder and tea powder used as samples in this study

Japanese name	English name	Nomenclature	Production area
ワサビノキ (モリンガ)	Moringa (Horse radish tree, Drumstick tree, Ben oil tree)	<i>Moringa oleifera</i>	Okinawa Shiga Philippines
アシタバ	<i>Ashitaba</i>	<i>Angelica keiskei</i>	Shiga Tokyo, Hachijo Island
オオムギ (大麦若葉)	Barley grass	<i>Hordeum vulgare</i>	Shimane New Zealand
クワ	Mulberry leaves	<i>Morus</i> sp.	Kumamoto Japan
ケール	Kale	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>	Oita Kagoshima
ボタンボウフウ	<i>Botanboufuu</i>	<i>Peucedanum japonicum</i>	Okinawa, Yonaguni Island Kagoshima, Kikai Island
マツ (リュウキュウマツ) (アカマツ)	Pine needles	<i>Pinus luchuensis</i> <i>Pinus densiflora</i>	Okinawa, Ishigaki Island Tokushima
ヨモギ	Japanese mugwort	<i>Artemisia</i> sp.	Aomori Okinawa
チャ (煎茶) (抹茶)	Green tea (<i>Sencha</i>) Green tea (<i>Matcha</i>)	<i>Camellia sinensis</i>	Kagoshima Shizuoka

(3) 総ポリフェノール

総ポリフェノール量は既報⁷⁾を参考に分析した。粉末試料 0.1 g を精秤し、純水 10 mL を加えて十分に攪拌した。これを 15 分間振とう抽出した後、遠心分離 (760 × g, 5 分) して上清を回収した。回収した上清を適宜希釈し、0.45 μm のフィルターでろ過したものを抽出試料溶液とした。抽出試料溶液 1 mL にフェノール試薬 0.5 mL, 0.4 M 炭酸ナトリウム溶液 5 mL を加えて速やかに混合した。これを 40°C で 30 分間静置したものを吸光度測定用試料溶液とした。

試料溶液中の総ポリフェノール量は、カテキンを標準物質として、分光光度計 (日立, U-2900) を用いて 660 nm での吸光度を測定することで定量した。

(4) 抗酸化活性

抗酸化活性は、DPPH Antioxidant Assay Kit (同仁化

学社製) を用いて測定した。粉末試料 0.2 g を精秤し、(3) 総ポリフェノールと同様に抽出操作を行った。試料濃度とラジカル消去率の関係を調べ、50% 消去率をはさむ 2 点間での直線の式より、消去率が 50% となる試料濃度 IC₅₀ (μg/mL) を求めた。標準試料 Trolox については、4 点から作成した回帰直線の式より IC₅₀ (μg/mL) を求めた。以下の式を用い、Trolox を基準とした各試料の抗酸化活性 Trolox-Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) (μg TE/μg) を算出した。

$$\text{TEAC} = \text{Trolox の IC}_{50} / \text{サンプルの IC}_{50}$$

結果と考察

パッケージの摂取目安量から 1 日あたりの粉末摂取量を 3 g として、そのうちの各種ミネラル、ビタミン C の含有量を算出して Table 2 に示した。また、成人の推定平均必

Table 2 Content of minerals and vitamin C in 3 g (daily intake of Aojiru) of powder samples

Samples		K	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	Vitamin C
Moringa	Freeze-dried powder of fresh leaves	58.6	61.3	0.28	0.08	0.076	0.050	8.89
	Okinawa	76.3	75.1	0.34	0.09	0.094	0.062	5.02
	Shiga	78.0	57.6	0.21	0.16	0.040	0.027	1.46
	Philippines	62.1	69.0	0.59	0.09	0.059	0.039	0.29
Ashitaba	Shiga	103.8	25.3	0.14	0.13	0.029	0.017	0.23
	Tokyo, Hachijo Island	112.3	46.3	0.20	0.34	0.131	0.035	1.45
Barley grass	Shimane	58.7	2.2	0.70	0.03	0.079	0.020	0.18
	New Zealand	86.0	4.3	0.23	0.02	0.052	0.010	0.87
Mulberry leaves	Kumamoto	84.3	82.6	0.31	0.29	0.071	0.023	0.36
	Japan	68.2	64.0	0.33	0.19	0.106	0.021	0.42
Kale	Oita	126.0	59.0	0.16	0.11	0.083	0.019	6.54
	Kagoshima	88.1	52.6	0.18	0.09	0.124	0.014	1.53
Botanboufuu	Okinawa, Yonaguni Island	79.5	62.6	0.21	0.23	0.142	0.027	1.13
	Kagoshima, Kikai Island	95.0	71.7	0.35	0.16	0.126	0.034	1.54
Pine needles	Okinawa, Ishigaki Island	25.4	3.8	< 0.10	9.95	0.051	0.010	4.23
	Tokushima	15.0	10.6	0.43	1.42	0.086	0.007	2.76
Japanese mugwort	Aomori	92.3	14.2	0.20	0.46	0.085	0.029	< 0.01
	Okinawa	96.2	23.4	1.62	0.27	0.124	0.044	< 0.01
Green tea	Kagoshima (<i>Sencha</i>)	76.5	5.6	0.47	2.38	0.118	0.028	7.80
	Shizuoka (<i>Matcha</i>)	65.8	11.2	0.26	3.78	0.083	0.061	4.89
EAR or AI for adults ⁸⁾ *	Male	2500	600	6.5	4.0	9	0.7	85
	Female	2000	550	9.0*	3.5	7**	0.6	85

Content of minerals and vitamin C of powder samples are shown in mg.

* EAR (estimated average requirement) for Ca, Fe, Zn, Cu, and AI (adequate intake) for K and Mn

** EAR for menstruating women aged 30-49 and 50-64

Table 3 Content of total polyphenol in 3 g (daily intake of Aojiru) of powder sample and antioxidant activity TEAC

Samples		Total polyphenol (mg/3 g)	TEAC ($\mu\text{g TE}/\mu\text{g}$)
Moringa	Freeze-dried powder of fresh leaves	64.7	0.016
	Okinawa	44.9	0.008
	Shiga	38.9	0.007
	Philippines	52.3	0.010
<i>Ashitaba</i>	Shiga	39.8	0.024
	Tokyo, Hachijo Island	50.0	0.053
Barley grass	Shimane	14.1	0.005
	New Zealand	23.8	0.009
Mulberry leaves	Kumamoto	38.1	0.005
	Japan	32.8	0.001
Kale	Oita	20.4	0.005
	Kagoshima	19.4	0.004
<i>Botanboufuu</i>	Okinawa, Yonaguni Island	47.9	0.006
	Kagoshima, Kikai Island	47.4	0.040
Pine needles	Okinawa, Ishigaki Island	52.7	0.074
	Tokushima	89.6	0.028
Japanese mugwort	Aomori	97.0	0.082
	Okinawa	43.8	0.028
Green tea	Kagoshima (<i>Sencha</i>)	232.8	0.146
	Shizuoka (<i>Matcha</i>)	220.3	0.099
Average		63.5	0.033

要量（カルシウム，鉄，亜鉛，銅，ビタミンC）または目安量（カリウム，マンガン⁸⁾も Table 2 に併記した。モリンガと茶を含めた市販粉末試料 3 g あたりの含有量は，カリウムが 15 ~ 126 mg，カルシウムが 2 ~ 83 mg，鉄が < 0.1 ~ 1.6 mg，マンガンが 0.02 ~ 9.95 mg，亜鉛が 0.029 ~ 0.142 mg，銅が 0.010 ~ 0.062 mg，ビタミンC が < 0.01 ~ 7.80 mg であった。推定平均必要量または目安量に対して，粉末試料 1 日摂取量中のカリウム，亜鉛は 1 割未満，カルシウム，銅，ビタミンC は 1 割前後またはそれ以下にすぎない。鉄は，沖縄県産のヨモギが推定平均必要量の約 2 割であるが，青森県産のヨモギは 1 割未満であり，原料と含有量の関連がみられない。また，沖縄県産のヨモギ以外は 1 割以下である。マンガンはマツ，茶に多く含まれており，他は 1 割以下である。すなわち，マツ葉粉末や茶粉末のマンガンを除いて，ミネラル・ビタミンC の摂取源として意味のあるものはなかった。

モリンガ青汁粉末については，カルシウム含有量が比較的高値（58 ~ 75 mg / 3 g）であったものの，他の原料と比較してミネラル，ビタミンC が特に豊富な原料だとい

う結果は得られなかった。モリンガ生葉の乾燥粉末は，ミネラル含有量について市販モリンガ青汁粉末との差がなかった。一方で，ビタミンC 含有量は，青汁粉末と比較して葉乾燥粉末の含有量（8.89 mg / 3 g）が多かった。これは，青汁粉末製品の製造工程中におけるビタミンC の損失によるものであると考えた。青汁粉末製品には，葉そのものを乾燥させるものと搾汁を乾燥させるものがあり，その乾燥方法にも熱風乾燥，低温乾燥，凍結乾燥など様々な方法がある。本研究で使用した各製品の製造方法は不明であるが，乾燥や殺菌などの熱を加える工程を含む製造工程中の損失が，葉凍結乾燥粉末の作成工程での損失よりも大きかったと考えた。

Table 3 に総ポリフェノールと抗酸化活性の測定結果，Fig. 2 に抗酸化活性と総ポリフェノールの関係を示した。総ポリフェノール含有量は，オオムギ，ケールで低値，茶で高値であった。特に茶は，全試料平均の 3 倍以上かつ茶の次に多い青森県産ヨモギの 2 倍以上と，含有量が突出して多かった。抗酸化活性と総ポリフェノール濃度は概ね相関 ($r = 0.8697$) しており，総ポリフェノールと同様，抗

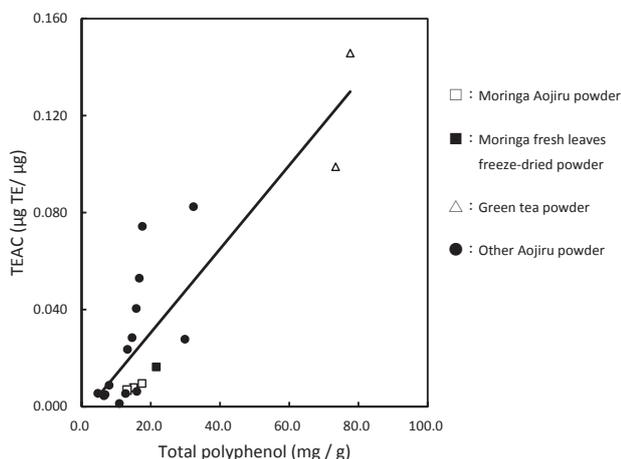


Fig. 2 Relationship between total polyphenol and antioxidant activity TEAC

酸化活性についても茶が突出して高かった。モリンガについては、他の原料と比較して総ポリフェノール量が多い原料だという結果は得られなかった。また、モリンガの酸化活性は青汁平均にも届かなかった。

以上より、青汁全体として、ミネラル・ビタミンCの摂取源として意味があるとはいえず、酸化力についても茶に一段と劣るほどの力しか持たないことが分かった。また、モリンガには、ミネラルやビタミンCがある程度含まれており、酸化力もあるが、その量や強さが他の青汁や茶葉と比較して特別優れているという結果は得られなかった。本研究は、ミネラル、ビタミン、酸化成分が豊富であると謳って販売されているモリンガについて、その成分の定量的な評価を行うため、6種類のミネラルとビタミンC、酸化成分を測定し、他の植物を原料とした青汁や茶葉と比較した。本研究において、分析を行ったビタミン、ミネラルは一部である。またDPPHラジカル消去活性評価法は、化学的な手法であるため必ずしも生体内における酸化活性と同等の評価になり得ず、さらにカロテノイド類が低い値を示すという特徴を持つ⁹⁾。よって、酸化活性を評価するには、正確には他の評価法と組み合わせることが好ましい。以上を踏まえた上で、本研究の結論としては、モリンガはミネラルやビタミンC、酸化成分を

豊富に含む食品としてそれほど意味のあるものとはいいがたいと判断した。

文献

- 1) Ramachandran C, Peter KV, Gopalakrishnan PK (1980) Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable, *Economic Botany* 34 : 276-283.
- 2) Tecson-Mendoza EM (2007) Development of functional foods in the Philippines, *Food Sci Tech Res* 13 : 179-186.
- 3) 尾山廣, 杉村順夫, 山和孝 (2016) ワサビノキ (モリンガ) の種子・葉に含まれる有用成分とその多目的利用. *熱帯農業研究* 9 : 41-51.
- 4) 朝比奈泰子, 本間秀彰, 堀里子, 大谷壽一, 三木晶子, 後藤輝明, 河野弘之, 澤田康文 (2008) 青汁をはじめとする健康食品の使用実態・意識調査, *医療薬学* 34 : 644-650.
- 5) 津志田藤二郎, 深沢美智代 (1980) 高速液体クロマトグラフを用いた茶のアスコルビン酸 (還元型ビタミンC) の定量法. *茶業技術研究* 58 : 29-33.
- 6) 前田剛希, 伊波聡, 津志田藤二郎 (2011) 沖縄伝統野菜のカロテノイド, ビタミンCおよびポリフェノールの定量. *日本食品科学工学会誌* 58 : 105-112.
- 7) 中川裕子, 仲尾玲子, 宇井定春 (2009) 山梨県産果樹および野菜作物葉のポリフェノール含量とDPPHラジカル消去活性. *日本食品保蔵科学会誌* 35 : 135-138.
- 8) 厚生労働省. 微量ミネラル: 「日本人の食事摂取基準 (2020年版)」策定検討会報告書: pp. 244-265, 273-369. <https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf> (2023年8月2日閲覧)
- 9) 近藤知己, 上橋朋佳, 渡辺朋子, 河野朝美, 黒木勝久, 福井敬一, 水光正仁, 榊原陽一 (2017) 食品成分の酸化能の複合的評価について. *日本食品科学工学会誌* 64 : 457-463.