

沖縄本島の海岸に自生するホソバワダン（*Crepidiastrum lanceolatum*）と市販されているホソバワダンのポリフェノール含量の比較

誌名	沖縄県農業研究センター研究報告 = Bulletin of the Okinawa Prefectural Agricultural Research Center
ISSN	18829481
著者名	前田,剛希 広瀬,直人 与那覇,恵 藤野,哲也 高江洲,賢文
発行元	沖縄県農業研究センター
巻/号	4号
掲載ページ	p. 47-51
発行年月	2010年6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



沖縄本島の海岸に自生するホソバワダン (*Crepidiastrum lanceolatum*) と市販されているホソバワダンのポリフェノール含量の比較

前田剛希¹・広瀬直人²・与那覇恵³・藤野哲也³・高江洲賢文⁴

¹ 沖縄県農業研究センター宮古島支所 (〒906-0012 沖縄県宮古島市平良字西里 2071-40)

² 沖縄県農業研究センター (〒901-0336 沖縄県糸満市真壁 820 番地)

³ 株式会社琉球バイオリソース開発 (〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 5-1)

⁴ 沖縄県農業研究センター名護支所 (〒905-0012 沖縄県名護市名護 4605-3)

Comparison of polyphenol content between wild strain and cultivated strain of Hosobawadan (*Crepidiastrum lanceolatum* (Houtt.) Nakai).

Goki MAEDA¹, Naoto HIROSE², Megumi YONAHARA³, Tetsuya FUJINO³, Yoshifumi TAKAESU⁴

¹Okinawa Prefectural Agricultural Research Center Miyakojima Branch, 2071-40, Nishizato, Hirara, Miyakojima city, Okinawa 906-0012, Japan

²Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, 820, Makabe, Itoman city, Okinawa 901-0336, Japan

³Ryukyu Bio-Resource Development Co., Ltd. 5-1, Suzaki, Uruma city, Okinawa 904-2234, Japan

⁴Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, Nago Branch, 4605-3, Nago, Nago city, Okinawa 905-0012, Japan

Abstract

Hosobawadan (*Crepidiastrum lanceolatum* (Houtt.) Nakai) is a local vegetable in Okinawa. We have previously shown that Hosobawadan contains anti-oxidative constituents such as D(+)-chicoric acid (ChA), chlorogenic acid (ChGA), caffeic acid (CA), luteolin 7-O-β-D-glucuronide (LU-glc), and luteolin 7-O-β-D-glucoside (LU-glc). In the present study, we compared the polyphenol contents, leaf length, and leaf weight of 9 wild strains and 7 cultivated strains of Hosobawadan. We found that the wild strains are richer in polyphenols than the cultivated strains. Conversely, the leaves of the wild strains are smaller than those of the cultivated strains. Moreover, the wild strains cultivated in farms were bigger than other wild strains and had a high polyphenol content. The polyphenol composition does not vary much between the 2 types of strains.

Keyword: Hosobawadan, *Ixeris dentate*, *Crepidiastrum lanceolatum*, polyphenol, chicoric acid,

結 言

ホソバワダン(*Crepidiastrum lanceolatum* (Houtt.) Nakai) は、本州西部から四国、九州、沖縄までの広い範囲に分布しているキク科の多年生草本である。ホソバワダンは紡錘状の葉を有しており、一見すると小松菜に似た野菜であるが、特徴的な強い苦みを呈する。沖縄では方言でニガナと言われ、沖縄料理のイカ墨汁の具や白和え、炒め物などにして食べられている伝統野菜の一つである(前田, 2004)。著者らはこれまでの研究で、ホソバワダンはポリフェノールが豊富で強い抗酸化能を有する野菜であること、主要なポリフェノール成分はチコリ酸やルテオリン配糖体であることを明らかにしている(Maeda *et al.*, 2006) (図1)。ホソバワダンに含まれるチコリ酸は抗酸化能(Maeda *et al.* 2006) や LDL 抗酸化能(前田ら, 2006)、血管平滑筋弛緩作用(桜井ら, 2003)、抗 HIV 作用など(Lamidey *et al.*, 2002; Plumeyers *et al.*, 2000; King *et al.*, 1998) が、また、ルテオリンには強い LDL 抗酸化能(Hirano *et al.*, 2001; Brown *et al.*, 1998) や抗アレルギー活性(Ueda *et al.*, 1998)、抗炎症作用

(Wingard *et al.*, 1998) などがそれぞれ報告されていることから、ホソバワダンは機能性を付加した加工食品への応用も期待される。

沖縄では海岸の岩場周辺に自生しているホソバワダンを採用して食用にする習慣が根強く残っている。ホソバワダンの栽培品種は育成されておらず、生産者が自生している株から自家選抜した系統を栽培するなど、市販されているホソバワダンの苗履歴は様々であり、葉の形状や大きさが異なる複数の系統が市場に流通している。ホソバワダンは解熱や下痢、心臓病、高血圧などに対する効果が伝承され、薬草としても利用されている(多和田・大田, 1998)。含有する有用成分に対する消費者の関心は他の野菜と比較しても高いと予想されるが、系統が多様化しているために成分含量も大きく変動していることが推察される。農産物の生産・流通現場において消費者の信用を得るためには、安定した品質の生産物を確保することが重要であり、ホソバワダンの消費拡大を考える上で、栽培品種が育成されていないことは大きな課題である。また、加工品への応用を考えた場合、品質管理という観点からも原料の成分と成分含量を把握してお

前田ら：沖縄本島の海岸に自生するホソバワダン (*Crepidiastrum lanceolatum*) と市販されているホソバワダンのポリフェノール含量の比較

くことが必要だが、ホソバワダンの系統間における成分差異に関する情報は少なく、海岸で自生している野生のホソバワダン (以後自生種) と、栽培されて市場に流通しているホソバワダン (以後市販品) の違いについては、これまで報告されていない。

そこで本研究では、沖縄本島の海岸から採取した自生種と市場から収集した市販品のポリフェノール含量と組成を比較した。

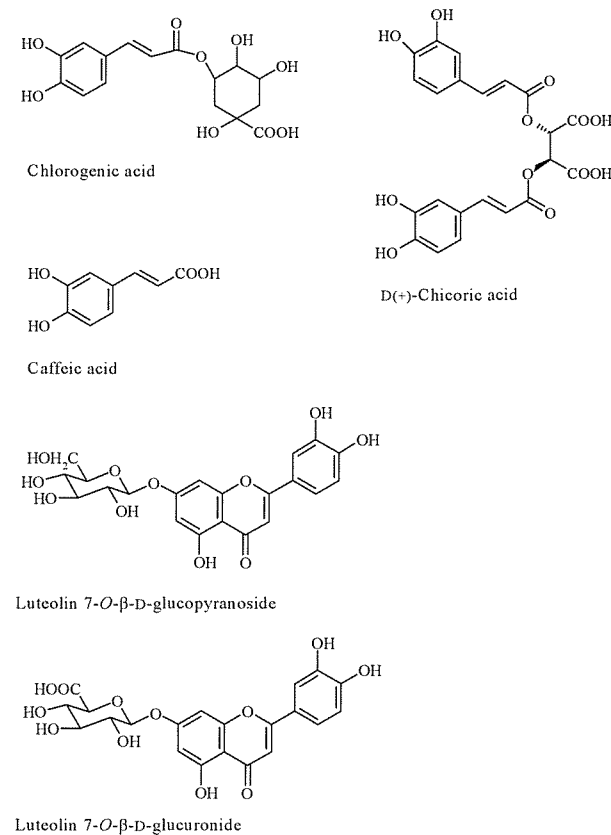


図1 ホソバワダンに含まれるポリフェノール

実験材料および方法

試薬

既報 (Maeda *et al.*, 2006) でホソバワダンに含まれることを確認したポリフェノール 5 成分 (図 1) を標準物質として用いた。チコリ酸 (ChA) とルテオリン-7-O-β-グルクロニド (LU-glc) は、ホソバワダンから単離した (Maeda *et al.* 2006)。カフェ酸 (CA) とクロロゲン酸 (ChgA) は和光純薬工業 (株)、ルテオリン-7-O-β-グルコシド (LU-glc) は Sigma Chemical Co. よりそれぞれ購入して用いた。その他は市販の特級試薬を用いた。

試料

試料のホソバワダンは、2004 年 7 月、9 月、11 月および 2005 年 2 月に自生種 9 系統と市販品 7 系統を収集した。自生種 9 系統 (系統 A~I) は沖縄県内の海岸 9 カ所 (沖縄本島北部、中部および南部の各 3 箇所) で 5 m×5 m の範囲からそれぞれ 5~10 株を採取した。市販品は、道の駅やスーパーなどの小売店あるいは生産者から、生産地が異なる 7 系統 (系統 J~P) を入手した。市販品の 3 系

統 (系統 N, O, P) は、海岸で採種した自生種の株を圃場に移植したものであり、その他の市販品 4 系統 (系統 J~M) について、導入前の来歴は不明である。

試料溶液の調製

入手したホソバワダンは葉重、葉身長を測定後、可食部の葉身を直ちに凍結乾燥し、ミルで粉碎、分析に用いるまで -20°C で保存した。凍結乾燥試料 (生鮮物重量で 1.6 g 相当量) に 80% エタノール 8 mL を加え、80°C で 30 分間抽出後、1600 g、10 分間の遠心分離で得られた上清を試料溶液とした。

総ポリフェノール含量の測定

総ポリフェノール含量は Folin-Denis 法 (Maeda *et al.*, 2006) で測定した。蒸留水で適宜希釈した試料溶液 2 mL にフォーリン試薬 2 mL を加えて 3 分後、10% 炭酸ナトリウム溶液 2 mL を加えて室温で 1 時間静置し、700 nm の吸光度を分光光度計 (UV-160A, (株) 島津製作所) で測定した。検量線は没食子酸を用いて作成し、総ポリフェノール含量を生鮮物 100 g あたりの没食子酸相当量として算出した。

ポリフェノール組成の分析

ポリフェノール組成は、試料溶液を 0.45 μm のメンブレンフィルター濾過後、島津製作所製の HPLC (LC-10A システム) を用いて、次の条件で分析した。カラム; Wakosil II 5C 18RS (250×4.6 mm I.D., 和光純薬工業 (株)), 移動相; A) 0.1% ギ酸および B) 0.1% ギ酸/メタノール, グラジエントパターン; 5→100% B (0~30 min, リニアグラジエント), 流速; 1 mL/min, カラム温度; 40°C, 検出波長; 330 nm. 成分 (CA, ChgA, ChA, LU-glc, LU-glc) は溶出時間と 190~400 nm の UV/VIS スペクトルの標準物質との照合で同定し、検出波長での標準物質に対する各成分のピーク面積比を算出して定量した。

結果

ホソバワダンの葉重、葉身長

ホソバワダンの葉身長と葉重について、自生種と市販品を比較すると、市販品は葉身長が約 3 倍長く、葉重も約 10 倍重い傾向を示しており、市販品は顕著に大型化していることが明らかになった (表 1)。

表 1 ホソバワダンの自生種及び市販品の葉重と葉身長

収穫月	系統	葉重 (g/葉)	葉身長 (cm)
7月	自生種 (9系統)	0.3 ± 0.1	7.2 ± 1.7
	市販品 (4系統)	3.3 ± 2.0	22.0 ± 9.4
9月	自生種 (9系統)	0.3 ± 0.1	6.4 ± 1.5
	市販品 (2系統)	1.3 ± 0.3	16.6 ± 0.2
11月	自生種 (9系統)	0.4 ± 0.1	7.4 ± 2.1
	市販品 (5系統)	3.8 ± 3.0	25.6 ± 7.2
1月	自生種 (9系統)	0.7 ± 0.4	8.7 ± 2.6
	市販品 (4系統)	6.5 ± 4.5	27.0 ± 8.0
平均	自生種	0.4 ± 0.2	7.4 ± 0.5
	市販品	3.7 ± 1.8	22.8 ± 4.1

注) 値は平均値±標準偏差で示した。

ホソバワダンのポリフェノール含量と組成

ホソバワダンの総ポリフェノール含量は、葉重や葉身長と同様に自生種と市販品の違い、採取地域によって大きく異なった(図2)。

総ポリフェノール含量については、葉重、葉身長とは逆に自生種が市販品と比較して多い傾向を示した。市販品の総ポリフェノール含量が約 215.9 mg/100 g 生鮮物であったのに対し、自生種は約 462.2 mg/100 g 生鮮物と、市販品に対し 2 倍以上のポリフェノールを含んでいることが明らかになった。ポリフェノールの組成については、自生種と市販品のいずれにおいても、チコリ酸が主要な成分であり、自生種は平均して約 325.2 mg のチコリ酸を含んでいることが明らかになった(表2)。

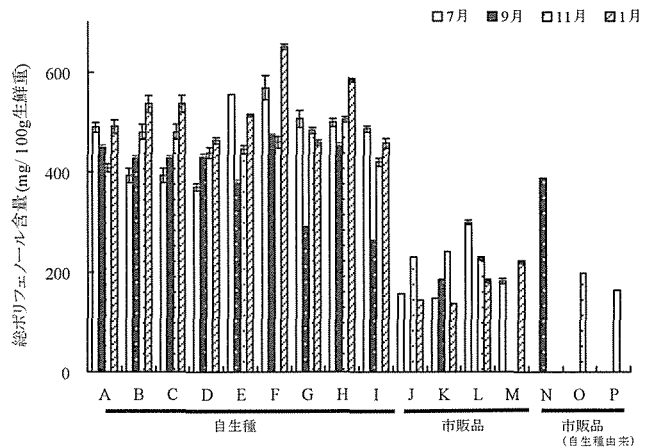


図2 採取地域が異なるホソバワダンの総ポリフェノール含量

表2 ホソバワダンの自生種及び市販品のポリフェノール含量

収穫月	系統	(mg/100g 生鮮重)					
		総ポリフェノール	CA	ChgA	ChA	Lu-glc	Lu-glucu
7月	自生種(9系統)	473.1 ± 67.7	1.9 ± 1.2	104.1 ± 26.8	315.3 ± 62.8	25.2 ± 9.5	39.1 ± 17.9
	市販品(4系統)	196.2 ± 60.3	0.7 ± 0.1	19.9 ± 3.6	104.3 ± 52.9	6.9 ± 2.5	20.2 ± 1.8
9月	自生種(9系統)	397.7 ± 70.8	0.9 ± 0.3	59.7 ± 18.9	251.2 ± 59.3	21.9 ± 7.6	28.5 ± 7.5
	市販品(2系統)	285.8 ± 101.7	0.5 ± 0.1	18.7 ± 8.1	206.7 ± 99.5	8.6 ± 3.9	14.4 ± 3.3
11月	自生種(9系統)	457.2 ± 30.4	1.2 ± 0.5	53.6 ± 26.4	322.2 ± 31.8	20.6 ± 8.9	28.3 ± 8.9
	市販品(5系統)	211.2 ± 28.0	0.5 ± 0.2	10.4 ± 3.9	159.3 ± 35.3	8.0 ± 4.7	17.5 ± 8.3
1月	自生種(9系統)	520.7 ± 61.1	1.6 ± 0.4	83.4 ± 39.8	412.0 ± 64.1	37.5 ± 14.9	25.8 ± 8.5
	市販品(4系統)	170.4 ± 33.5	1.3 ± 0.6	12.5 ± 6.7	123.2 ± 38.4	6.6 ± 2.7	13.9 ± 2.8
平均	自生種	462.2 ± 18.5	1.4 ± 0.3	75.2 ± 7.5	325.2 ± 13.2	26.3 ± 2.8	30.4 ± 4.2
	市販品	215.9 ± 33.7	0.8 ± 0.2	15.4 ± 1.9	148.4 ± 25.7	7.5 ± 0.9	16.5 ± 2.5

注1) 値は平均値±標準偏差で示した。

注2) CA: カフェ酸, ChgA: クロロゲン酸, ChA: チコリ酸, LU-glc: ルテオリン-7-O-β-グルコシド, LU-glucu: ルテオリン-7-O-β-グルクロニド

表3に自生種由来の市販品の葉重と葉身長、総ポリフェノール含量を示した。自生種由来の市販品は、いずれも自生種と比較して葉重、葉身長が高い値を示したが、ポリフェノール含量は系統によって大きく異なった(表3)。系統Nは自生種の2倍以上の葉身長でありながら、総ポリフェノール含量は自生種の平均値に近い 387.5±1.6 mg/100 g 生鮮重という高い値であった。一方、系統O、Pは自生種より大型化しているが、ポリフェノール含量については市販品の平均値と同程度であった。

表3 ホソバワダンの市販品(自生種由来)の葉重と葉身長、総ポリフェノール含量

系統	葉重(g)	葉身長(cm)	総ポリフェノール(mg/100g生鮮重)
N	1.1	16.4 ± 1.4	387.5 ± 1.6
O	1.8	28.9 ± 3.5	198.0 ± 7.2
P	0.8	17.0 ± 1.2	162.9 ± 0.9
自生種平均値	0.4	7.4 ± 0.5	462.2 ± 18.5
市販品平均値	3.7	22.8 ± 4.1	215.9 ± 33.7

注1) 葉身長は15枚の平均、葉重は全重量を葉数で乗じて算出した。

注2) 自生種と市販品の平均値は、調査した4回(7,10,11,12月)の平均値より算出した。

考 察

供試したホソバワダン 16 系統は葉身長、葉重、ポリフェノール含量のいずれも大きな差異があった。導入前の履歴が様々な市販のホソバワダンについては成分含量が広い分布を示すことが明らかになった。抗酸化成分であるポリフェノールは植物の紫外線などに対する抗ストレス物質でもあることから、海岸における潮風や強い日差し、水分ストレスなどの過酷な環境ストレスが自生種のポリフェノール含量の増減に影響していることは十分に予想される。また、ホソバワダンは自家不和合性植物であるために、自生している株は自然淘汰を免れ繁殖場所に適した個体のみが増殖して群落を形成しており、繁殖している地域の違いも、内部品質の変動に大きく影響しているものと予想される。

本研究で、ホソバワダンの市販品は自生種と比較すると大型化し、ポリフェノール含量は顕著な減少傾向を示すことが明らかになった。生産者による自家選抜は栽培管理の容易さや多収性、外観などを指標にすることが多く、成分を指標にした選抜は行われない。生産農家が栽培している系統は栽培が容易で植物体が大葉のものを選抜していくうちに、ポリフェノール含量は少ない系統が選抜されていった可能性が考えられる。また、ポリフェノールの多くは苦みや渋みを呈することから(葛西ら, 2007; 山本ら,

前田ら：沖縄本島の海岸に自生するホソバワダン (*Crepidiastrum lanceolatum*) と市販されているホソバワダンのポリフェノール含量の比較

2006; Peleg et al., 1999) 苦みが弱くて食べやすい系統が市販品として残り、結果として市販品のポリフェノール含量が少なくなっていることも十分予想される。しかしながら、自生種由来の市販品の中でも、系統 N のように、植物体が大きいだけでなくポリフェノール含量も多い系統が確認された。この結果は、自生しているホソバワダンからポリフェノール含量を指標とした選抜育種を行うことで、多収且つ自生種と同等にポリフェノール豊富な系統を得られる可能性を示唆する。一方、ポリフェノール含量が市販品の平均値と比較して少ない系統 O, P については、植物体が市販品の中でも大きい部類に属しており、栽培条件が成分含量に強く反映していることも示唆された。栽培条件が収量と抗酸化成分含量に及ぼす影響に関しては、幾つかの報告がある。アブラナ科スプラウトは栽培中の光強度を高めることで胚軸長は短くなるがポリフェノール含量は増加すること(前川ら, 2006), 山菜のコシアブラでは強光下で穂木が長いほど食用とする若芽重が増え、抗酸化成分であるクロロゲン酸含量も増加すること(村山ら, 2007)などが明らかにされている。ホソバワダンについても、ポリフェノール含量が多く、且つ高収量の系統を自生種の中から選抜するとともに、安定した内部品質を再現できるような栽培条件の検討が今後の重要な課題と考えられる。

謝 辞

本研究は、2004年度沖縄産学官共同研究推進事業「独自の発酵技術を駆使し抗炎症(抗アレルギー)作用を強化させた発酵ニガナ製造技術の実証検討」の一環として実施した。本研究の遂行にあたり、多大なご協力を頂いた旧沖縄県農業試験場 流通加工研究室の皆様深く感謝いたします。

引用文献

- Brown, J. E., Rice-Evans, C. A. (1998), Luteolin-rich artichoke extract protects low density lipoprotein from oxidation in vitro. *Free Rad. Res.* **29**, 247-255
- Hirano, R., Sasamoto, W., Matsumoto, A., Itakura, H., Igarashi, O. and Kondo, K. (2001), Antioxidant ability of various flavonoids against DPPH radicals and LDL oxidation. *J Nutr. Scis. Vitaminol.* **47**, 357-362
- 葛西真知子・石川由花・酒巻且子・奥山知子・芦谷浩明・上脇達也・飯田文子(2007), カカオ豆産地とチョコレートのおいしさとの関係. *食科工* **54**, 332-338
- King, P.J. and Robinson, W.E.Jr. (1998), Resistance to the anti-human immunodeficiency virus type 1 compound L-chicoric acid results from a single mutation at amino acid

- 140 of integrase. *J. Virol.* **72**, 8420-8424
- Lamidey, A.M., Fernon, L., Pouysegue, L., Delattre, C. and Quideau, S. (2002), A convenient synthesis of the Echinacea-derived immunostimulator and HIV-1 integrase inhibitor (-)-(2R, 3R)-chicoric acid. *Helv. Chim. Acta.* **85**, 2328-2334
- 前川健次郎・前田智雄・大島千周・鈴木卓・大澤勝次(2006), 数種アブラナ科スプラウトの抗酸化成分含量及び抗酸化能に及ぼす照射光強度の影響. *園学研* **5** (3), 315-320
- 前田剛希(2004), ニガナ. 津志田藤二郎・新本洋士・須田郁夫・関谷敬三・矢野昌充編著「地域農産物の生理機能・活用便覧」, サイエンスフォーラム, 東京, pp.486-489
- Maeda, G., Takara, K., Wada, K., Oki, T., Masuda, M., Ichiba, T., Chuda, Y., Ono, H. and Suda, I. (2006), Evaluation of antioxidant activity of vegetables from Okinawa prefecture and determination of some antioxidative compounds. *J. Food Sci. Technol. Res.* **12**, 8-14
- 前田剛希・広瀬直人・高良健作・屋宏典・和田浩二(2006), ホソバワダン (*Crepidiastrum lanceolatum*) の LDL 抗酸化成分とラットにおける血中動態. *食科工* **53**, 627-633
- 村山徹・箭田浩士・宮沢佳恵(2007), コシアブラ抗酸化成分の促成栽培条件による変動. *園学研* **6** (2), 241-245
- Peleg, H., Gacon, K., Schilich, P. and Noble, C.A. (1999), Bitterness and astringency of flavan-3-ol monomers, dimmers and trimers. *J. Sci. Food. Agric.* **79**, 1123-1128
- Pluymers, W., Neamati, N., Pannecouque, C., Fikkert, V., Marchand, C., Burke, T.R.Jr., Pommier, Y., Schols, D., Clercq, E.D., Debyser, Z. and Mitvrouw, M. (2000), Viral entry as the primary target for the anti-HIV activity of chicoric acid and its tetra-acetyl esters. *Mol. Pharmacol.* **58**, 641-648
- 桜井信子・飯塚徹・中山繁樹・船山浩子・野口万里子・永井正博(2003), キクニガナおよびスギナより得られたカフェ酸エステルの血管平滑筋弛緩作用. *薬誌* **123**, 593-598
- 多和田真淳・大田文子(1998), 「おきなわの薬草百科」那覇出版, 那覇, p. 3
- Ueda, H., Yamazaki, C., Yamazaki, M. (2002), Luteolin as an anti-inflammatory and anti-allergic constituent of *Perilla frutescens*. *Biol. Pharm. Bull.* **25**, 1197-1202
- Wingard, D. L., Turiel, J. (1988), Long-term effects of exposure to diethylstilbestrol. *West. J. Med.* **149**, 551-554
- 山本(前田)万里(2006), 植物ポリフェノールの化学と茶の抗アレルギー作用, バイオサイエンスとインダストリー, **64**, 500-504.

要 約

海岸付近に自生していたホソバワダン(*Crepidiastrum lanceolatum* (Houtt.) Nakai) 9系統, 市場に流通していたホソバワダ

ンの市販品 7 系統 (3 系統は自生種の増殖, 4 系統は導入前の来歴不明) の葉身長, 葉重およびポリフェノール含量を比較した結果, 次の知見を得た.

1) ホソバワダンの自生種は市販品と比較して植物体は小さいがポリフェノール含量は多かった. ホソバワダンの自生種は約 462.2 mg/100 g 生鮮物, 市販品は約 215.9 mg/100 g 生鮮物のポリフェノールを含んでいた. 両者のポリフェノール組成に明確な違いは確認できなかった.

2) 自生種由来の苗を用いた市販品に, 他の市販品と同等の大きさでありながら, ポリフェノール含量の多い系統が見出された.

以上の結果から, ホソバワダンのポリフェノール含量は系統間で大きく変動することが明らかになり, 海岸で自生している系統は植物体が小さくてもポリフェノールを豊富に含むことが明らかになった. さらに自生種を圃場で栽培することにより, 植物体が大きく, 且つポリフェノールも豊富な系統を得られる可能性が示唆された.

キーワード: ホソバワダン, ニガナ, *Crepidiastrum lanceolatum*, ポリフェノール, チコリ酸