

地域農産素材等の機能性解明と高付加価値製品の開発

木村 英生・長沼 孝多・小松 正和・恩田 匠

Elucidation of Functionality of Local Agricultural Products and Its Application to Functional Food

Hideo KIMURA, Kota NAGANUMA, Masakazu KOMATSU and Takumi ONDA

要 約

山梨県産野菜31品種を対象に、その抗酸化活性とポリフェノール量を調査した。野菜中で高い抗酸化性を示したのは、モロヘイヤとクレソンであり、ポリフェノール含量の高い野菜は、高い抗酸化活性を示す傾向にあった。

Abstract

The antioxidative activity and polyphenol content of vegetable were investigated. Molocheiya and cresson showed the high antioxidative activity as compared with other vegetables. Moreover, vegetables of high polyphenol contents suited the tendency which shows high antioxidative activity.

1. 緒 言

近年、食品においては安全性と健康効果が強く求められるようになり、食品の役割の中で、特に生体調整機能（病気の予防に働く等の機能）を持つことが重要になってきている。これは日本人の3大死因であるガン、脳卒中及び心疾患の原因となる生活習慣病（高血圧、肥満、高脂血症及び糖尿病）の増加、また花粉症や食物などによるアレルギー発症者の増大によるもので、今後はこれら疾病予防のための医薬品や食品開発に焦点が絞られることが予想される。

そこで、本研究では、山梨県内の農産物素材を対象に、その機能性を明らかにし、機能性成分を豊富に含む農産物の育成やこれら農産物を用いた新たな機能性食品の開発などを実施することで、農、工融合の産業の創出に供することを目標とする。本研究は山梨県工業技術センター、山梨県総合農業技術センター及び山梨県酪農試験場の3機関が担当し、工業技術センターでは、県産野菜を対象に、その機能性を明らかにすることを研究目的としている。

山梨県内で生産量の多い野菜としては、トマト、キュウリ、スイートコーンなどが挙げられるが、一方で、ある限られた地域で長年生産されてきた伝統・特産野菜（おちあいいも（丹波山村）、大塚にんじん（市川三郷町）、やはたいも（甲斐市）、鳴沢菜（鳴沢村）、長禅寺菜（甲府市）、大野菜（身延町）、クレソン（道志村）、長かぶ（上野原市）など）も数多く見られる。今年度はこれら伝統・特産野菜類及び一般野菜類を対象として、その抗酸

化活性について調査した。

2. 実験方法

2-1 供試野菜

供試野菜を表1に示した。これらの野菜はいずれも山梨県産であり、平成16～17年度に農園（農家）、農協などの直売所、スーパーなどで購入した。ここでは、県農政部で紹介している8種の野菜に早川町の茂倉うり及び甲斐市のやはたいもを加えて「伝統・特産野菜」とし、それ以外の野菜を「一般野菜」とした。

表1 供試野菜

区分	名称・品種
伝統・特産野菜	大野菜、おちあいいも、大塚にんじん 長禅寺菜、水掛菜（水菜、冬菜）、長かぶ クレソン、鳴沢菜、茂倉うり やはたいも（静岡早生）
一般野菜	ジャガイモ（メークイン、キタアカリ、男爵 アンデスレッド、デジマ） スイートコーン（甘々娘、味来、おひさまコーン ゴールドラッシュ） モロヘイヤ、野沢菜、ズッキーニ、きゅうり 白うり、大根（浅尾ダイコン） ハウレンソウ、小松菜、トマト、水菜 ブロッコリー

2-2 分析試料の調製

野菜（可食部）20gを細断し、破碎後の終濃度が80%となるよう99.5%エタノールを加え、15分間加熱還流を行った。冷却後ホモジナイズし、ろ紙（ADVANTEC No.2）でろ過した。残さは回収し、80%エタノールを加えて同様に加熱還流を行い、ろ紙（ADVANTEC No.2）でろ過した。ろ液はすべて合わせて45~50℃下で減圧濃縮を行い、蒸留水で50mlに定容した。この液をろ紙（ADVANTEC No.5C）でろ過したものを分析試料とした。

2-3 DPPHラジカル消去能評価試験

試験は須田らの方法¹⁾に従った。はじめに、(a) 野菜抽出液とエタノールの混液 (1:1) と、(b) DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) のエタノール溶液 (400 $\mu\text{mol/l}$)、MES (2-morpholinoethanesulphonic acid) buffer (200mmol/l, pH6.0) 及び20%エタノールの混液 (1:1:1) を調製した。1サンプル（抽出液）につき、6本の試験管を用意し、1本毎に0.9mlずつ (b) の混液を分注した。次に6本の試験管に80%エタノールをそれぞれ300, 270, 240, 180, 120, 60 μl 加え、さらに (a) 液をそれぞれ0, 30, 60, 120, 180, 240 μl 加えて反応させた。この反応液を石英セルに入れ、分光光度計により、(a) 液を加えてから20分後の520nm吸光度を測定した。

また、Troloxの80%エタノール溶液 (0.2mM) を調製し、同様の操作をおこなった。Trolox量と吸光度の検量線を作成し、この検量線から各抽出液に含まれる抗酸化物質（Trolox相当量）を算出した。

2-4 ポリフェノール含量の測定

ポリフェノール含量は、既報²⁾に準拠してフォーリン・チオカルト試薬を用いて定量し、没食子酸として算出した。

すなわち、試験管に2-2の野菜抽出液0.1ml、蒸留水0.9mlを加え、10倍に希釈した後、蒸留水で2倍希釈したフォーリン・チオカルト試薬1mlを加えて攪拌した。3分後、炭酸ナトリウム水溶液 (0.4M) 5mlを加え攪拌した後、試験管を50℃の恒温槽に入れ、5分間保持した。試験管を1時間水冷させた後、分光光度計で765nmの吸光度を測定した。

標準物質として没食子酸を用い、その水溶液 (1, 2, 4, 6, 8mg/100ml) を調製し、上記の操作を行って検量線を作成した。没食子酸の検量線から抽出液中のポリフェノール量を算出し、さらに野菜中の含量に換算して示した。

3. 結果

3-1 伝統・特産野菜の抗酸化活性とポリフェノール含量

伝統・特産野菜の抗酸化活性について、図1に示した。伝統・特産野菜11種で比較すると、クレソンが最も抗酸化活性が高く、558 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。続いて水かけ菜（冬菜）及び長かぶがそれぞれ346及び337 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。逆に抗酸化活性が低いものは、茂倉うり、大塚にんじん、おちあいいも及びやはたいもであり、いずれも100 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 以下であった。

次に抗酸化活性の主要原因物質と考えられるポリフェノール含量について測定した。図2に伝統・特産野菜のポリフェノール含量について示した。ポリフェノール含量は、クレソン、水かけ菜（冬菜）及び長かぶにおいて100mg/100g以上の値を示し、水かけ菜（水菜）、大野菜及び長禅寺菜が50mg/100g以上の値を示した。一方、ポリフェノール含量が低いのは、茂倉うり、大塚にんじん、やはたいも及びおちあいいもであり、25mg/100g以下の値であった。

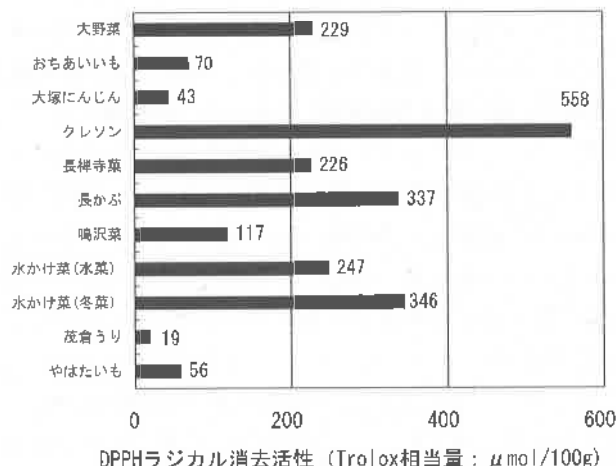


図1 伝統・特産野菜の抗酸化活性

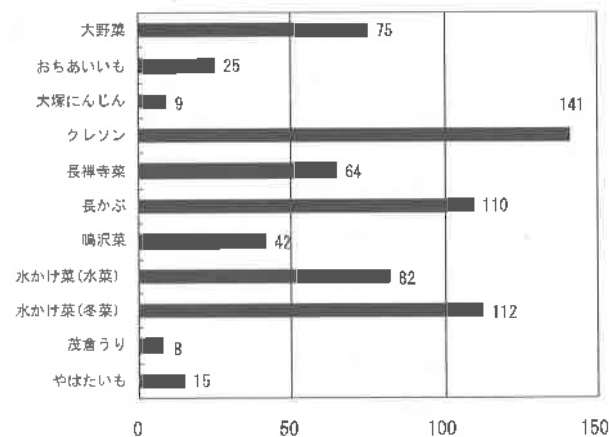


図2 伝統・特産野菜のポリフェノール含量

3-2 一般野菜の抗酸化活性とポリフェノール含量

一般野菜の抗酸化性について、図3に示した。一般野菜20種で比較すると、モロヘイヤが最も抗酸化性が高く、2685 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。続いてブロッコリー、水菜及びびスイートコーン（甘々娘）がそれぞれ388, 177及び173 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。逆に抗酸化活性が低いものは、白うり、きゅうり、ズッキーニ、アンデスレッド、トマト、大根（浅尾大根）であり、いずれも50 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 以下であった。

次に3-1と同様にポリフェノール含量について測定した。図4に一般野菜のポリフェノール含量について示した。ポリフェノール含量は、モロヘイヤで最も高く、388mg/100gを示した。ついでブロッコリーが100mg/100g以上の値を示し、水菜及び小松菜が50mg/100g以上の値を示した。一方、ポリフェノール含量が低いのは、きゅうり、白うり、トマト、大根（浅尾大根）であり、10mg/100g以下の値であった。

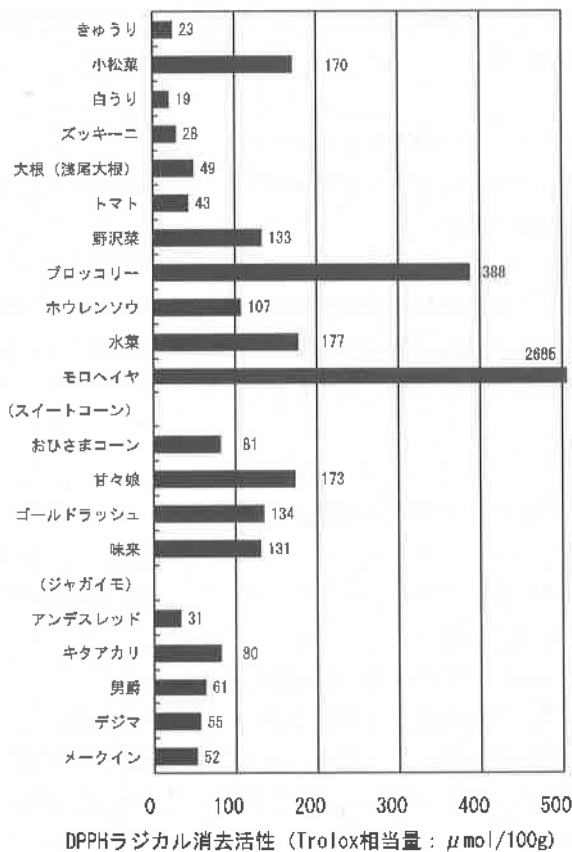


図3 一般野菜の抗酸化活性

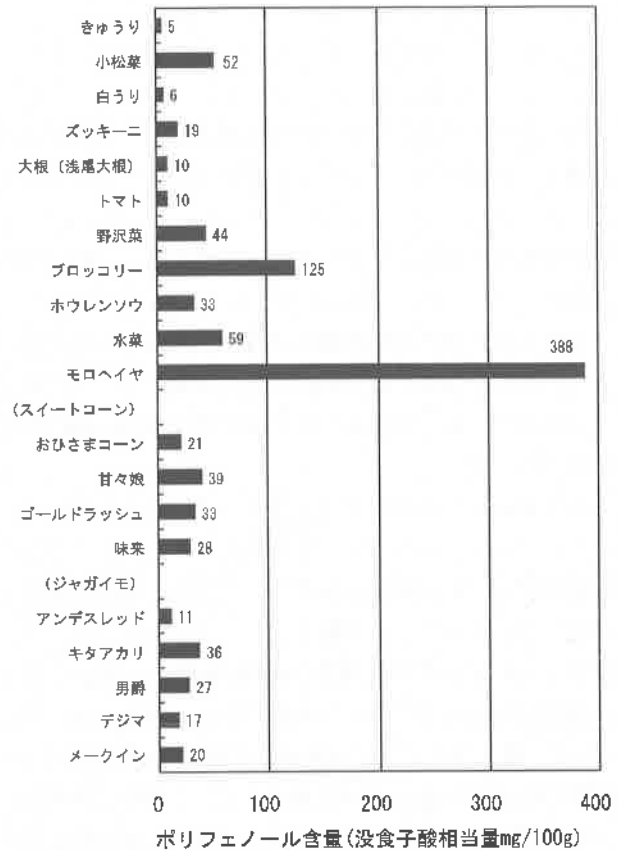


図4 一般野菜のポリフェノール含量

4. 考 察

4-1 野菜の抗酸化活性とポリフェノール量

野菜に含まれる抗酸化物質としては、ポリフェノール類以外にも、カロチノイド、ビタミンC、ビタミンEなどが知られている。特にポリフェノール類については、津志田ら³⁾が43種類の野菜を用いて抗酸化性の評価を行った結果、それらの抽出液中のポリフェノール含量と抗酸化活性には高い相関があることを報告している。

今回、県産野菜に対して実施した抗酸化活性とポリフェノール含量の分析結果（図1～図4）においても、抗酸化活性は抗酸化物質であるポリフェノール含量と高い相関を示しており（図5）、これが抗酸化活性を示す主要原因物質であることが推察された。

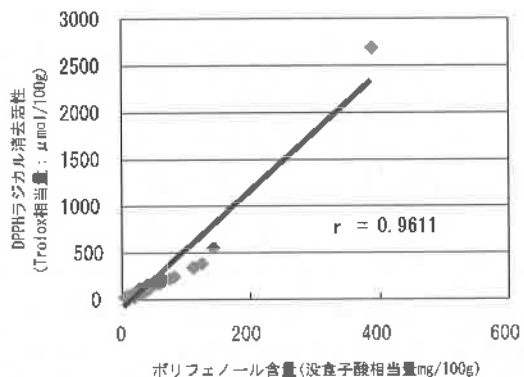


図5 野菜試料の抗酸化活性とポリフェノール含量との相関について

4-2 伝統・特産野菜の抗酸化活性

4-2-1 根菜類（おちあいいも、やはたいも、大塚にんじん、長かぶ）

おちあいいもは、丹波山村で栽培されている赤皮の馬鈴薯で、小型、大きさや形が不揃いといった特徴を有する。おちあいいも及び他のジャガイモ（アンデスレッド、キタアカリ、男爵、デジマ及びメイクイン）の抗酸化活性及びポリフェノール含量を図6に示した。

これらジャガイモの抗酸化活性は、可食部（皮を含めない）試料では11~81 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ の数値を示し、この中でおちあいいも（可食部）の抗酸化活性は70 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。

おちあいいもの皮は赤色を呈することから、皮中にアントシアニン等を有することが期待される。そこで他の品種も含め、皮を含む試料について同様に抗酸化活性を評価した。図6において◆で示した（おちあいいもは◇で示した）が、このときの抗酸化活性は、83~147 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であり、おちあいいもは147 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ を示した。

一方、ポリフェノール含量は、可食部（皮を含めない）試料では11~36 $\text{mg}/100\text{g}$ の数値を示し、この中でおちあいいも（可食部）のポリフェノール含量は25 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。また皮を含む試料のポリフェノール含量は、31~43 $\text{mg}/100\text{g}$ であり、おちあいいもは43 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ を示した。

以上の結果から、おちあいいもは、他の品種と比較して同等以上の抗酸化活性とポリフェノール含量を示すことが明らかとなった。

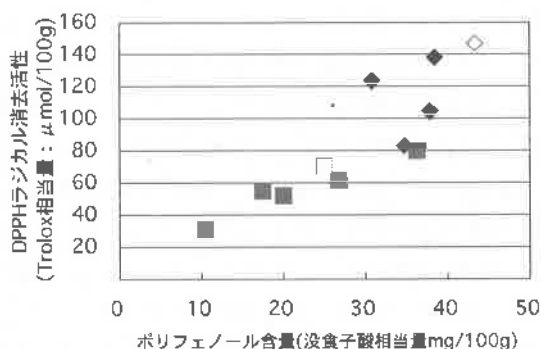


図6 ジャガイモの抗酸化活性とポリフェノール含量との相関について (■: 可食部 (皮無) 試料, ◆: 皮付試料, ◇: おちあいいも)

やはたいもは、甲斐市八幡地区を中心に栽培されている里芋である。今回、他の里芋について分析を実施していないが、やはたいもの抗酸化活性及びポリフェノール含量は56 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 及び15 $\text{mg}/100\text{g}$ であり、ジャガイモと比較して、ほぼ同程度の活性及び含量を示していた。

大塚にんじん、長かぶはそれぞれ市川三郷町（旧三珠町）、上野原市（旧秋山村）で栽培されている野菜である。長かぶは伝統・特産野菜の中でクレソン、水かけ菜について高い活性を示したが、大塚にんじんの抗酸化活性及

びポリフェノール含量はともに低い値であった。

4-2-2 茎葉菜類（大野菜、クレソン、長禅寺菜、鳴沢菜、水かけ菜）

大野菜、クレソン、長禅寺菜、鳴沢菜及び水かけ菜はいずれもアブラナ科の野菜であり、身延町大野地区、道志村、甲府市、鳴沢村及び都留市・富士吉田市を中心に栽培されている。水かけ菜は、湧水をかけ流しにした畑で栽培されているが、品種は水菜（淡緑色、在来の早だし品種）と冬菜（紫がかった濃緑色）がある。

これらの野菜は、食卓に上ることの多いホウレンソウ、小松菜及び野沢菜と比較して、同等以上の抗酸化活性及びポリフェノール含量を示した（図1~4）。特にクレソンは高い抗酸化活性及びポリフェノール含量を示し、抗酸化活性はホウレンソウの約5倍、小松菜の約3倍であり、ポリフェノール含量はホウレンソウの約4倍、小松菜の約3倍であった。しかし、全野菜の中で最も高い抗酸化活性及びポリフェノール含量を示したモロイヤと比較すると、抗酸化活性は約1/5、ポリフェノール含量は約1/3であった。

4-2-3 果菜類（茂倉うり）

茂倉うりは、早川町茂倉地区を中心に栽培されている在来品種である。

きゅうりや白うりと比較すると、抗酸化活性及びポリフェノール含量はほぼ同程度の値を示していたが、全野菜の中でこれらの野菜は抗酸化活性及びポリフェノール含量ともに低いグループに属していた。

4. 結 言

県内産野菜31種類の抗酸化性とポリフェノール含量について調査したところ、ポリフェノール含量の高い野菜は、高い抗酸化性を示す傾向にあった。野菜31種類の中で高い抗酸化活性を示したのは、モロヘイヤ、クレソンであり、その他茎葉菜類も高い抗酸化活性を示した。

伝統・特産野菜の茎葉菜類は、一般野菜と比較して十分に高い抗酸化活性を示しており、抗酸化活性に着目した機能性食品の開発を検討する際には、茎葉菜類の利用が有効と考えられる。

参考文献

- 1) 篠原和毅・鈴木建夫・上野川修・編著：食品機能研究法，光琳，p.218（2000）
- 2) 辻 政雄・木村英生：山梨県工業技術センター研究報告，vol.15，P.34（2000）
- 3) 津志田藤二郎・鈴木雅博・黒木柁吉：日本食品科学工学会誌，41，No.9，p.611（1994）