

バイオ技術を利用した地域農林産物からの新規機能性食品の開発

— 県産果実の抗酸化活性評価 —

木村 英生・辻 政雄・恩田 匠・長沼 孝多

Development of Functional Food made from Local Agricultural Products

— The antioxidative activity of fruits —

Hideo KIMURA, Masao TSUJI, Takumi ONDA and Kota NAGANUMA

要 約

山梨県産果実、スモモ、ブドウ、モモ、ウメ、カキ、プルーン、ネクタリン、リンゴ、ナシ及びサクランボの10種類、36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。果実中で高い抗酸化性を示したのは、スモモとプルーンであり、ポリフェノール含量の高い果実は、高い抗酸化性を示す傾向にあった。また、果皮を含む試料では果肉のみの試料に対して抗酸化性は向上した。

Abstract

The antioxidative activity and polyphenol content of plum, grape, peach, mume, persimmon, prune, nectarin, apple, pear and cherry were investigated, respectively. Plum and prune showed the high antioxidative activity as compared with other fruits. Moreover, fruits of high polyphenol contents suited the tendency which shows high antioxidative activity. The antioxidative activity of fruits increased by including the peel.

1. 緒 言

近年、ヒトの健康保健に対する関心はますます高まり、食品開発においては「機能性」の付与・増強が最も重要視されてきている。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。

そのため、全国的にも野菜、果実及び水産物などの地域産物を用いて、抗酸化、高血圧予防、抗ガン及び抗アレルギーなどの機能性の探索が行われているが、本県においては、多くの農林産物が存在するにもかかわらず、このような機能性評価を広域的に実施した報告は見られない。

そこで、本県の農林産物である野菜、果実、きのこ類及びこれらの発酵産物を用いて各種機能性評価や機能性成分の解析を行い、生活習慣病やアレルギーに対する予防効果を持つ新しい機能性食品の開発を試みることにした。本研究開発により、食がヒトの健康増進に寄与するとともに、地域資源の高度利用、高付加価値化をもたらし、さらに地域活性化や食関連企業の発展を促すものである。

今回は県産果実を対象に、その機能性を明らかにすることを目的とした。山梨県は果樹王国として全国に知られ、モモ、ブドウ、スモモは生産量日本一を誇る。また、「甲州小梅」で知られるウメの産地でもあり、秋の風物詩として干し柿のつるし風景が毎年のようにニュース映像として取り上げられるカキの産地でもある。さらに地域ごとに注目してみると、南アルプス市や塩山市のサクランボ、北杜市のリンゴ、中道町のナシ、増穂町の西洋ナシ（ラ・フランス）など、気候や風土などその地域の特徴を生かした果樹栽培が盛んである。こうした背景の中で県産果実の抗酸化活性について調査した。

2. 実験方法

2-1 供試果実

供試果実には、モモ、ブドウ、スモモ、ウメ、ナシ、プルーン、カキ、リンゴ、ネクタリン、サクランボの10種類、36品種を用いた（表1）。これらの果実はいずれも山梨県産であり、県内の農園（農家）、農協などの直売所、スーパーなどで購入した。

表1 供試試料 (果実類)

果実名	品種名
1 モモ	白鳳、日川白鳳、長沢白鳳、浅間白桃、川中島白桃、ゆめしらね、黄美娘
2 ブドウ	デラウエア、巨峰、ロザリオ、ピオーネ、ロザキ、甲斐路甲州、マスカット・ベリーA、ネオマスカット
3 スモモ	大石、李王、サンタローザ、ソルダム、太陽、貴陽、ケルシー
4 ウメ	小梅、豊後
5 サクランボ	高砂
6 カキ	富有、次郎
7 プルーン	スタンレイ、セネカ、ハニープルーン
8 ネクタリン	フレアトップ
9 ナシ	幸水、豊水、西洋ナシ(ラ・フランス)
10 リンゴ	ふじ

2-2 分析試料の調製

果実(果肉のみ、あるいは果皮と果肉)20gを細断し、破砕後の終濃度が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℃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)果実抽出液とエタノールの混液(1:4)と、(b)DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)のエタノール溶液(400 μ M)、MES(2-morpholinoethanesulphonic acid) buffer(200mM, 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 μ l加え、さらに(a)液をそれぞれ0, 30, 60, 120, 180, 240 μ l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質量(Trolox相当量)を算出した。

2-3 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の果実抽出液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, 8 mg/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、さらに果実中の含量に換算して示した。

3. 結果及び考察

3-1 県産果実の抗酸化活性とポリフェノール量

果実類の可食部(果肉のみ、但しウメ及びサクランボは果肉と果皮を含む)の抗酸化性について、図1に示した。果実10種類の代表的な品種で比較すると、スモモが最も抗酸化性が高く、約500 μ mol/100gであった。続いてサクランボ、プルーン及びリンゴがそれぞれ323, 278及び224 μ mol/100gであった。逆に抗酸化性が低いものは、ブドウ、ナシ及び西洋ナシであり、いずれも100 μ mol/100g以下であった。

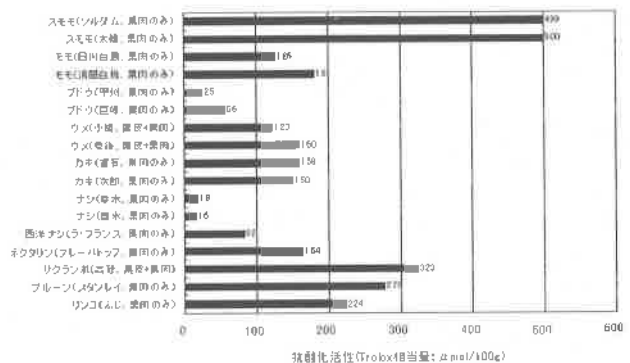


図1 果実の抗酸化活性

次に抗酸化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10種類の果実の可食部(果肉のみ、但しウメ及びサクランボは果肉と果皮を含む)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、スモモ、プルーンにおいて100mg/100g前後と高く、続いてサクランボ及びリンゴが50mg/100g前後と高い値を示した。一方、ポリフェノール含量が低いのは、ナシ、洋ナシ及びブドウであり、10~30mg/100g程度であった。

果実類など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

性には高い相関があることを報告している。

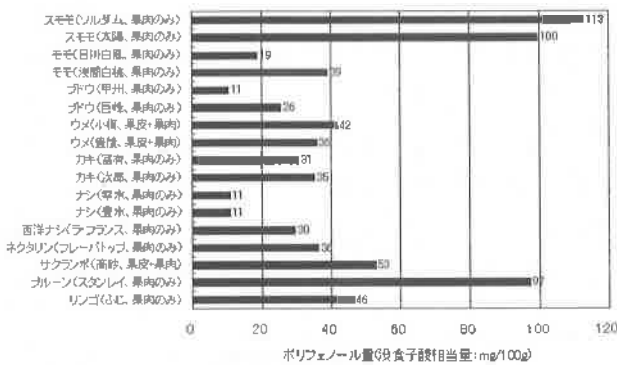


図2 果実のポリフェノール量

今回、県産果実に対して実施した抗酸化性とポリフェノール含量の分析結果においても、図3（図1，図2に示した10種類17品種の抗酸化性及びポリフェノール含量を表示した）に示したように抗酸化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た。

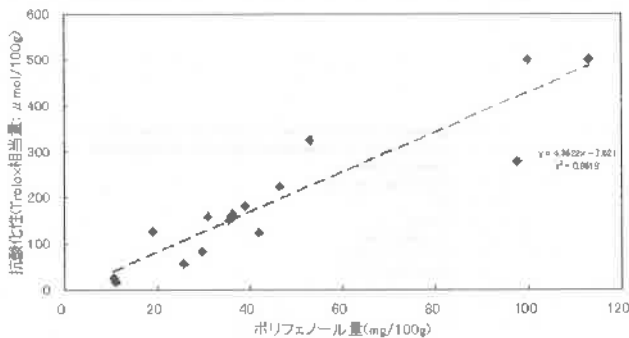


図3 県産果実（10種類17品種）の抗酸化性とポリフェノール量

3-2 スモモの抗酸化性とポリフェノール量

高い抗酸化性を示したスモモについては、さらに多くの品種について検討した。県内産スモモ7品種の果肉のみ、及び果皮と果肉を含む試料を調製し、抗酸化性を評価した（図4）。

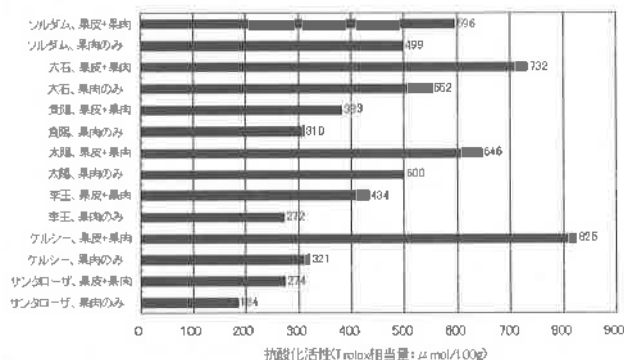


図4 スモモの抗酸化活性

抗酸化性が最も高かったのは、ケルシーの果皮を含む試料で、825 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。しかし、ケルシーの果肉のみの試料では321 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ と、果皮を含む試料との差は約500 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ となり、大きく減少した。このことから、ケルシーの果皮には抗酸化物質が多いことが推察された。また、図5に示したスモモのポリフェノール含量から、ケルシーでは果皮を含むか否かで、ポリフェノール含量の差が大きいことが確認された。

スモモ7品種では、いずれも果皮を含む試料の方が、果肉のみの試料より高い抗酸化性を示した。また、果皮を含む試料の方が、果肉のみの試料より高いポリフェノール含量を示した。

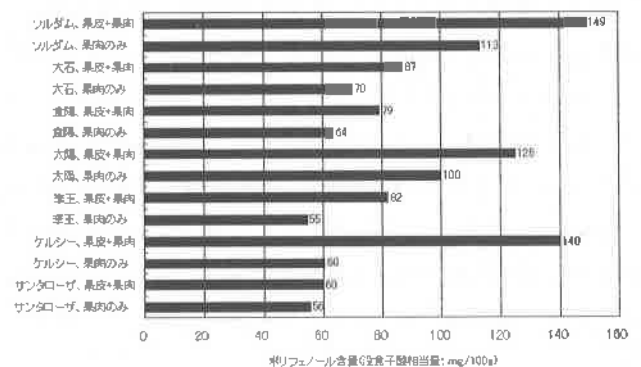


図5 スモモのポリフェノール含量

3-3 ブドウの抗酸化性とポリフェノール量

ブドウの抗酸化性について図6に、またポリフェノール含量について図7に示した。ここでは県内産ブドウ9品種について検討した。

ブドウの可食部（果肉のみ）の抗酸化性は、9品種すべてで100 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 以下と低い値を示したが、果皮を含む試料では、抗酸化性は約2～16倍に増加した。また図7において、果皮を含む試料では果肉のみの試料に比べて、ポリフェノール含量が顕著に高かった。ブドウは、その果皮や種子にアントシアニン色素やポリフェノール類を多量に含むことから、抗酸化性に大きく影響したものと考えられる。

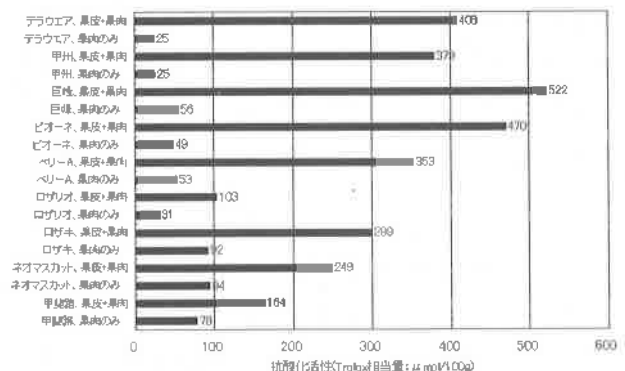


図6 ブドウの抗酸化活性

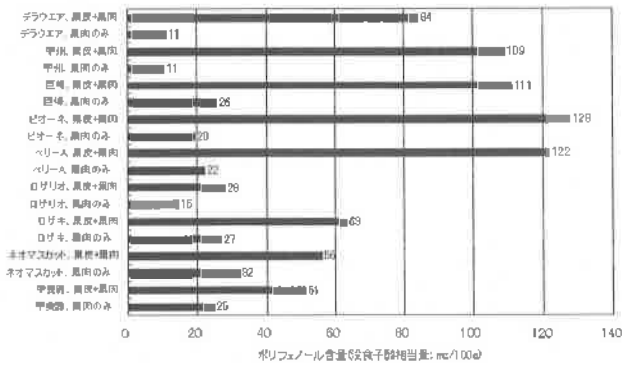


図7 ブドウのポリフェノール含量

3-4 モモの抗酸化性及びポリフェノール含量

モモの抗酸化性について図8に、ポリフェノール量について図9に示した。

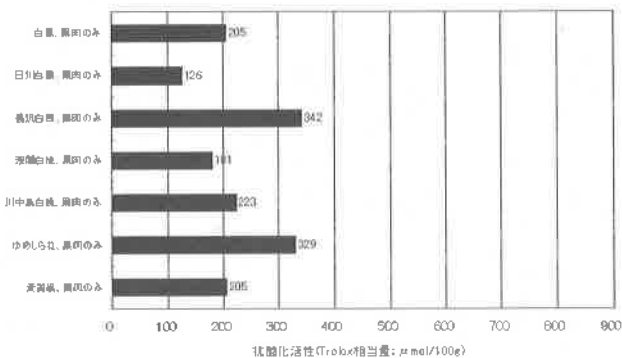


図8 モモの抗酸化活性

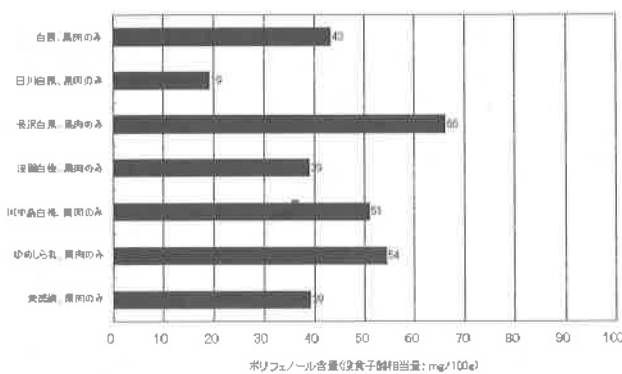


図9 モモのポリフェノール含量

モモ7品種について評価したところ、抗酸化性は126~342 μmol/100gであり、ポリフェノール含量は19~66mg/100gであった。モモについては、果肉のみでの比較であるが、果皮を含む場合ではスモモの場合と同様に抗酸化性及びポリフェノール含量は多くなるものと推察される。モモ果実には、(+)-カテキン、クロロゲン酸、及びプロシアジンなどのポリフェノールが含まれており、石川ら³⁾は、モモの総ポリフェノール量と抗酸化性には高い相関があるとしている。県産果実を対象にした今回の評価試

験においても、図8及び図9に示したように品種間の抗酸化性の大小は、ポリフェノール含量の大小の傾向にほぼ依存していた。

3-5 プルーンの抗酸化性及びポリフェノール含量

プルーンの抗酸化性について図10に、ポリフェノール量について図11に示した。

プルーン3品種について比較したところ、ハニープルーンが抗酸化性及びポリフェノール含量ともに最も高い値を示した。ハニープルーンの果皮を含む試料は、スモモのケルシー（果皮を含む）とほぼ同等の活性を示した。

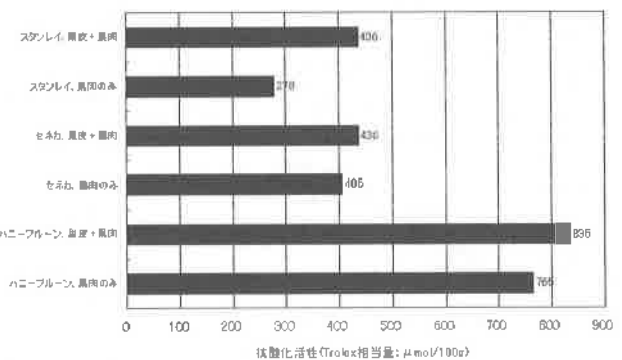


図10 プルーンの抗酸化活性

プルーンの抗酸化性については、深井ら⁶⁾が、長野県産5品種で検討しており、プルーンのポリフェノールはクロロゲン酸を主体として、抗酸化性と高い相関を示すと報告している。

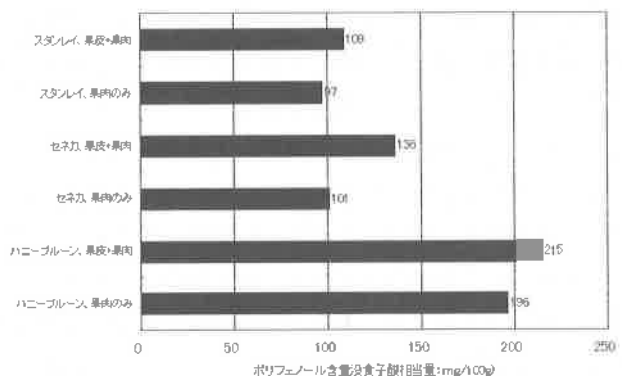


図11 プルーンのポリフェノール含量

ここでは、山梨県産3品種について検討したが、これらの抗酸化性はポリフェノール含量にほぼ依存していた。

3-6 全果実試料の抗酸化性とポリフェノール含量

3-1から3-5に示したように、県産果実10種類36品種について、その果肉からの抽出試料及び果皮と果肉からの抽出試料を調製し、それぞれ抗酸化性及びポリフェノール

ル含量を分析した。この数値を図12に示した。

果実の抗酸化性とポリフェノール含量は高い相関を示し、ポリフェノール含量が高くなるに従い、抗酸化性は高くなる傾向を示した。この中でスモモ、プルーン及びブドウが高い抗酸化性を示しているが、これらの多くは果皮を含む試料であった。また、スモモは他の果実と比較すると、ポリフェノール含量に対して抗酸化性が高い傾向がうかがわれた。これは、ポリフェノール以外の抗酸化物質の寄与やポリフェノール成分の種類及び抗酸化活性の違いなどが原因ではないかと推察される。

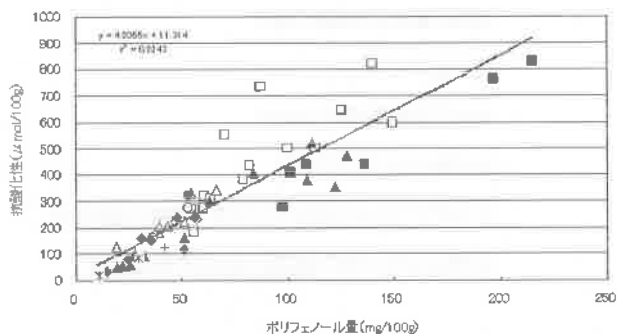


図12 全果実試料の抗酸化性とポリフェノール

(□:スモモ, ■:プルーン, △:モモ, ▲:ブドウ, ○:ネクタリン, ●:サクランボ, ◇:リンゴ, ◆:カキ, +:ウメ, *:ナシ)

4. 結 言

県内産果実10種類36品種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果実は、高い抗酸化性を示す傾向にあった。果実10種類中で高い抗酸化性を示したのは、スモモとプルーンであり、スモモの中ではケルシー（果皮を含む）が、プルーンではハニープルーン（果皮を含む）が高い抗酸化性を示した。

また、果皮を含む試料の抗酸化性及びポリフェノール含量は、果肉のみの試料より全体として高い値を示した。特にブドウではこの傾向が大きく、果実からの機能性食品の開発を検討する際には、果皮の有効利用が重要になるものと考えられる。

参考文献

- 1) 篠原和毅・鈴木建夫・上野川修一編著：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，15，34 (2000)
- 3) 津志田藤二郎・鈴木雅博・黒木証吉：日本食品科学工学会誌，41，No.9，p.611 (1994)
- 4) 佐藤充克：食品と開発，33，No.7，p.11 (1998)

5) Y. Ishikawa: J. Japan Soc. Hort. Sci., 67 (1), p.299 (1998)

6) 深井洋一・松澤恒友：日本食品科学工学会誌，47，No.2，97 (2000)