

## 嗜好飲料の DPPH ラジカル消去能

下 橋 淳 子\*

### Radical Scavenging Ability of Preference beverage

Atsuko SHIMOHASHI\*

#### Abstract

Preference beverages have spread in market widely, to expect the hydration and supplementation of nutrients, such as vitamins, minerals, and dietary fiber.

In the present study, an author determined 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging ability of ingredients in tea and coffee beverages, fruit juices, and mixed vegetable/fruit juice.

Green tea, including relatively high green tea ingredients, and coffee beverages had high antioxidative activities of 800 ~ 1000  $\mu\text{mol}$  Trolox eq. per 100mL. Fruit juices with high vitamin C contents showed a tendency to have high DPPH radical scavenging ability.

High values of nearly 500 ~ 700  $\mu\text{mol}$  Trolox eq. per 100g fresh weight of DPPH radical scavenging ability were observed in *shungiku* (leaf portion of *Chrysanthemum coronarium*) and *moroheiya* (leaf portion of *Corchorus olerarius*) with high  $\beta$ -carotene content and in burdock and eggplant rich in chlorogenic acid, respectively among vegetables.

Among fruits, acerolas (*Malpighia spp.*) rich in vitamin C and banana rich in chlorogenic acid showed high values of DPPH radical scavenging ability of nearly 1400 and  $\geq 1000 \mu\text{mol}$  Trolox eq. 100g fresh weight, respectively, whereas avocado rich in vitamin E showed a low antioxidant activity of nearly 155  $\mu\text{mol}$  Trolox eq. per 100g fresh weight.

It was suggested that a wide range of factors, such as the contents of antioxidant ingredients, interaction with other ingredients, varieties, cultivation method, and freshness, may have individual effects on the antioxidant ability of the vegetables and fruits used as materials in preference beverages.

#### はじめに

ライフスタイルの変化やコンビニエンスストア、自動販売機の普及などに伴い、ペットボト

ルや缶を容器として販売される嗜好飲料の利用が増加している。

糖分を含まない茶系飲料や、間食、気分転換

---

\*人間健康学部 健康栄養学科

のためのコーヒー飲料や果実飲料、野菜不足解消を期待して需要が伸びている野菜飲料などの嗜好飲料は、民間の市場調査によると2011年以降、5兆円規模の市場を維持している。<sup>1)</sup>

最近、生の野菜や果実をミキサーにかけて作るスムージーも様々なレシピが紹介され、健康志向の人々に注目されている。

今回は、市販の嗜好飲料とスムージーなどの材料とされる野菜、果実類のDPPHラジカル消去能を測定し、抗酸化性を中心に嗜好飲料と健康について考えてみた。

## 実験

### 1. 試料

市販飲料	茶系飲料 13種類
	コーヒー飲料 3種類
	果汁飲料 5種類
	その他清涼飲料水 3種類
野菜類	2019年5月～7月にかけて 稲城市周辺のスーパーマ ケットより購入した野菜類 27種類
果実類	2019年5月～7月にかけて 稲城市周辺のスーパーマ ケットより購入した果実類 12種類

### 2. 実験方法

#### ① 試料液の調製

市販飲料
茶系飲料（緑茶・紅茶・ウーロン茶・ブレンド茶など） 13種類
コーヒー飲料（ブラック） 3種類
果汁飲料（濃縮還元果汁100%） 5種類
その他清涼飲料水 3種類
試料は、必要に応じて80%エタノールで希釈して試料液とした。

### 野菜・果実類

可食部を20g程度秤量し、少量の80%エタノールを加えてブレンダーで粉碎し、吸引ろ過後80%エタノールで定容とし、必要に応じて80%エタノールで希釈して試料液とした。

#### ② DPPHラジカル消去能の測定

試料の抗酸化性は、6-Hydroxy-2,5,7,8-Tetra-methylchromate-2-carboxylic acid (Trolox) (Fluka Chemica社製)を標準物質として、分光測定法<sup>2)</sup>によりDPPHラジカル消去能を測定した。2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) はSIGMA社製を用いた。

### 結果および考察

図1～3に市販飲料のDPPHラジカル消去能の測定値を示した。

市販飲料の中では、図1に示したように、緑茶飲料とコーヒー飲料のDPPHラジカル消去能が非常に高かった。緑茶飲料の中では、表示による成分濃度が高い緑茶Aは100mLあたり1100 $\mu$ mol Trolox相当量、抹茶を加えた緑茶Bは850 $\mu$ mol Trolox相当量程度の高値を示し、カテキン類の抗酸化性が示唆された。また、コーヒー飲料も100mLあたり820～950 $\mu$ mol Trolox相当量のDPPHラジカル消去能を示し、クロロゲン酸やカフェインの抗酸化性<sup>3)</sup>が示唆された。また、コーヒーの焙煎によりアミノカルボニル反応で生じた色素メラノイジンが多く含まれる水色の濃いコーヒーほどDPPHラジカル消去能が高い傾向にあった。<sup>4)</sup>

その他の茶系飲料の中では、図2に示したように、「特定保健用食品」で、ポリフェノールやビタミンCを多く含むブレンド茶Aが100mLあたり800 $\mu$ mol Trolox相当量に近い

DPPH ラジカル消去能を示し、次いでウーロン茶も600 $\mu$ mol Trolox 相当量以上の値を示した。

ブレンド茶には、緑茶、ウーロン茶に加え、ドクダミ、杜仲茶、ハスの葉、高麗ニンジンなどの健康茶の原料や、プアール茶、黄茶などの中国茶の他、さまざまな雑穀類を加えたものがあったが、特定保健用食品の表示があったもの以外は、DPPH ラジカル消去能はそれほど高くはなかった。麦茶は、夏季の水分補給としても幅広い年代で消費されているが、DPPH ラジカ

ル消去能は100mL あたり50 $\mu$ mol Trolox 相当量ほどで、市販の嗜好飲料の中ではかなり低値を示した。

緑茶やブラックコーヒーは、抗酸化性がかなり高かったが、カフェインが含まれている。カフェイン感受性は、個人差が大きいのでカフェインの一日摂取許容量は設定されていないが、欧州食品安全機関（EFAS）からは、健康な成人では、カフェイン摂取量が1回当たり200mg以下であれば安全性に問題はないとの科学的意

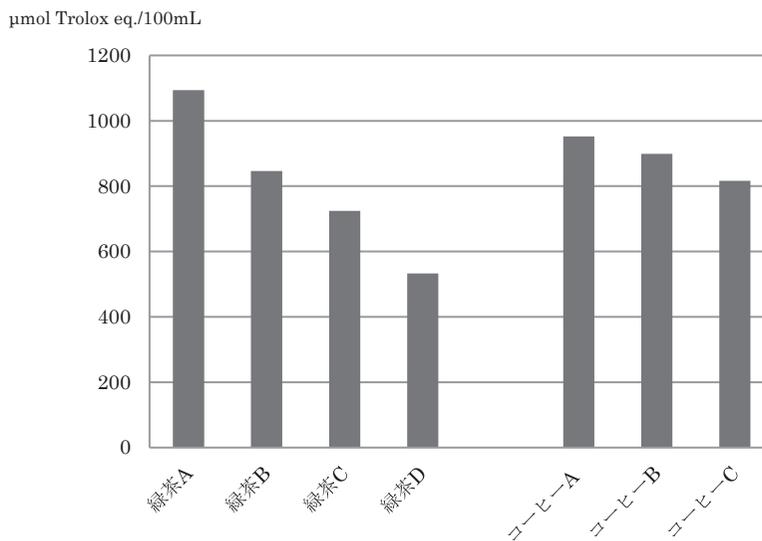


図1 緑茶・コーヒー飲料のDPPH ラジカル消去能

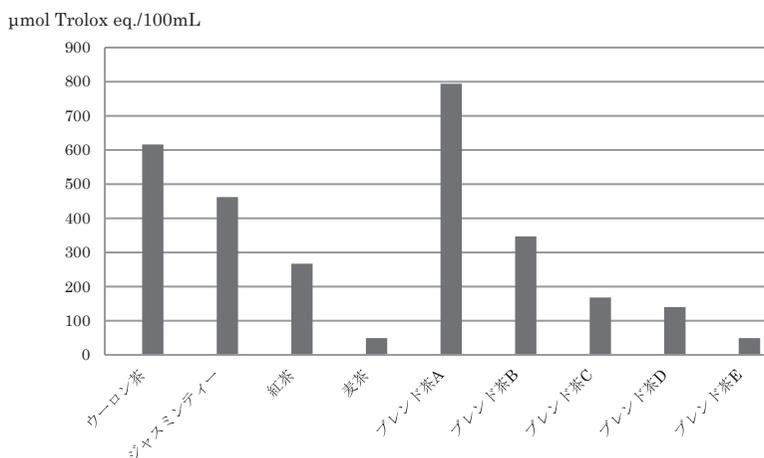


図2 茶系飲料のDPPH ラジカル消去能

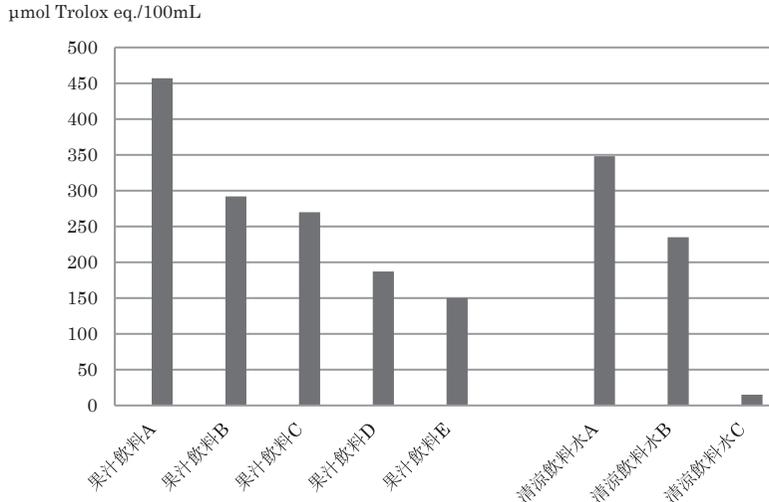


図3 果汁飲料・その他清涼飲料の DPPH ラジカル消去能

見書が公表されている一方、世界保健機構 (WHO) からは妊娠中のカフェイン摂取量は制限するよう注意喚起もなされている。緑茶やコーヒー飲料の抗酸化性はかなり高いが、カフェイン感受性の高い人や妊婦、授乳婦および子どもに対しては、緑茶やコーヒー飲料の摂取量に注意が必要と思われる。日本人は、1日に嗜好飲料から摂取するポリフェノール化合物  $853 \pm 512 \text{mg}$  の50% をコーヒーから、34% を緑茶から摂取しているとの報告<sup>5)</sup>もあり、抗酸化成分であるポリフェノール化合物の給源としての緑茶やコーヒーの役割は大きい。コーヒーには弱い利尿作用もあるが、コーヒーの利尿作用については研究が少ない実情もあり、水分補給効果においては、適量であれば水の摂取と同等であるとも考えられている。

果汁飲料とその他の清涼飲料水では、図3に示したように、ポリフェノール含量の表示のある果汁飲料 A が100mL あたり  $460 \mu\text{mol Trolox}$  相当量程度の DPPH ラジカル消去能を示したが、それ以外の果汁飲料では100mL あたり  $150 \sim 290 \mu\text{mol Trolox}$  相当量程度であった。清涼飲料水 A と B は、ビタミン C を添加した果汁

入り飲料で、A には「栄養機能食品」の表示があり、 $350 \mu\text{mol Trolox}$  相当量 /100mL 程度の値を示してビタミン C による抗酸化力を示唆していた。清涼飲料水 C は、乳性飲料であるが、DPPH ラジカル消去能は  $15 \mu\text{mol Trolox}$  相当量 /100mL 程度で抗酸化性はほとんど認められなかった。

糖を添加していない果汁100%の飲料でも日本食品成分表によると推定値で10%前後の利用可能炭水化物が含まれるため、水分やビタミン C などの補給を期待して摂取しているうちに、糖質やエネルギーの取りすぎにつながる可能性も大きいと考えられる。

一般的に、果汁飲料ではビタミン C 含量の多いものほど抗酸化性が高く、ポリフェノール量や機能性成分の表示のあるものは、他の類似商品と比較して DPPH ラジカル消去能が高かった。

果汁が10%以下で、ビタミン C やクエン酸に人工甘味料を加えて低カロリーにした清涼飲料水も多く、果実飲料については飲用目的を考え、表示を見て選択することが必要であると思われる。

最近は、野菜と果実を組み合わせるアメリカ由来の飲み物「スムージー」が野菜不足の解消、野菜を手軽に摂取する方法の一つとして普及し、さまざまなレシピも紹介されている。スムージーは、現代の日本人に不足している食物繊維が摂取でき、凍らせた材料をミキサーにかけて使用することも多く、加熱によるビタミン等の損失が少ないとされる一方、糖分の多い果実やはちみつを加えたり、牛乳やヨーグルト、アイスクリームなどを加え、嗜好性を高めることでエネルギーや脂肪の過多につながる場合もあり、必ずしも健康的な食生活につながらない面もあると考えられる。

図4、図5に、スムージーにも利用される野

菜類のDPPHラジカル消去能を示した。

今回測定した野菜の中では、シュンギクが100gあたり780 $\mu$ mol Trolox相当量で最高のDPPHラジカル消去能を示した。生で100gあたり10000 $\mu$ gもの $\beta$ -カロテンを含むモロヘイヤは、650 $\mu$ mol Trolox相当量/100gのDPPHラジカル消去能を示し、同じく $\beta$ -カロテンの多いパプリカやサニーレタス、クロロゲン酸の多いナス、ジングロールを含むショウガも100gあたり400～500 $\mu$ mol Trolox相当量の抗酸化性を示した。コマツナやホウレンソウ、チンゲンサイなどの葉菜類も $\beta$ -カロテン含量は多いが、DPPHラジカル消去能は220～260 $\mu$ mol Trolox相当量/100gで $\beta$ -カロテン含量だけで

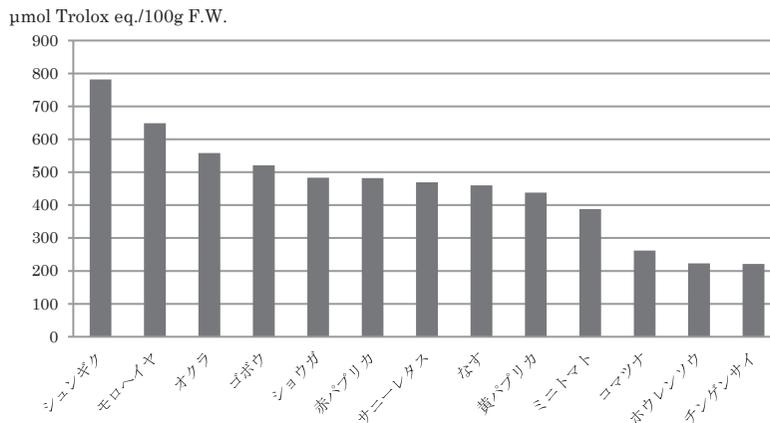


図4 DPPHラジカル消去能の高い野菜類

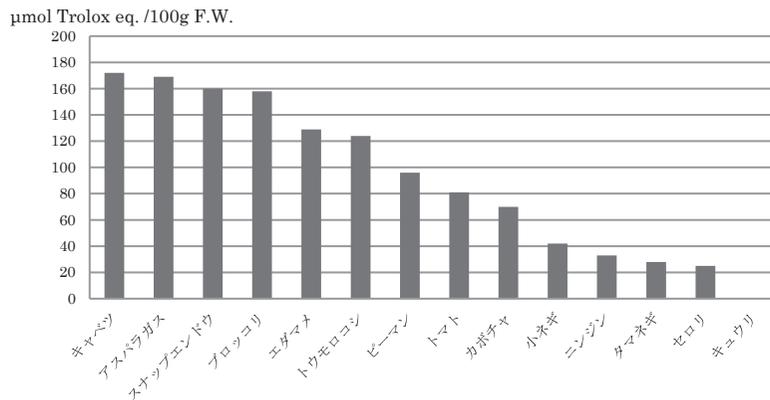


図5 DPPHラジカル消去能の低い野菜類

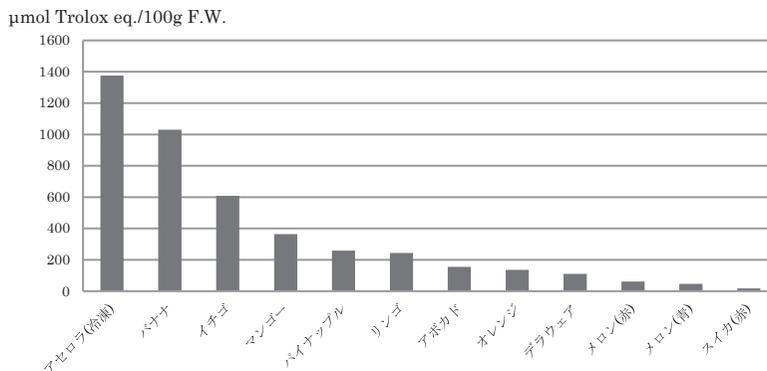


図6 果実類のDPPHラジカル消去能

抗酸化性を推定できるものではないと考えられた。トマトは、リコピン含有率が高く色の濃いミニトマトの方が、今回は普通のトマトの約5倍ものDPPHラジカル消去能を示した。野菜ジュースに使われることの多いニンジン、セロリなどは100gあたり、30μmol Trolox相当量前後のDPPHラジカル消去能で抗酸化性は低く、キュウリでは、抗酸化性が認められなかった。

果実の中では、冷凍ではあるが、ビタミンC含量が非常に多く、アントシアニン類のポリフェノール化合物も豊富なアセロラが100gあたり約1400μmol Trolox相当量の高い抗酸化性を示し、β-カロテンやビタミンC含量が果実類の中ではそれほど多くはないが、クロロゲン酸などのポリフェノール化合物を多く含むバナナも1000μmol Trolox相当量/100g以上の高値を示した。ビタミンCの多いイチゴは約600μmol Trolox相当量/100g、βカロテンの多いマンゴーは360μmol Trolox相当量/100gのDPPHラジカル消去能を示したが、抗酸化ビタミンであるビタミンEを多く含むアボカドのDPPHラジカル消去能は155μmol Trolox相当量/100g程度で、予想より抗酸化性は低かった。しかし、アボカドは果実の中でもカリウム含量が非常に多いので、スポーツで汗をかいた時の

水分補給を目的としたスムージーなどの材料としては適している。また、アントシアニン系色素を含む皮を除くと、デラウエアも110μmol Trolox相当量/100gで抗酸化性は低く、キュウリと同じウリ科のメロンは50μmol Trolox相当量/100g前後で、スイカは20μmol Trolox相当量/100gにも満たない低値であった。

スムージーの材料として用いられることの多いコマツナとミカンについては、冷凍7日後でもビタミンC含量はほとんど変化しなかったという報告<sup>6)</sup>もあり、冷凍保存の野菜、果実の活用も抗酸化性にはほとんど影響ないものと推察された。

野菜、果実類の成分には個体差もあり、産地、収穫時期や鮮度、栽培法などによってもビタミンなどの抗酸化性に関わる成分値は変動し、加熱等による成分の損失もあると考えられるが、以前、著者が測定した野菜類のDPPHラジカル消去能<sup>7)</sup>のデータと比較してもβ-カロテンやクロロゲン酸の多いものには抗酸化性の高いものが多く、ホウレンソウやブロッコリ、ニンジンのように健康的なイメージのある野菜でも抗酸化性に関してはそれほど高い値は示さないものもあり、水分が95%前後を占めるセロリやキュウリでは抗酸化性はほとんど期待できないような傾向がみられ、抗酸化性の高いもの、

中程度のもの、低いものに分類すればスムージーや野菜ミックスジュースなどの材料を選択する場合の一つの参考にできると考えられた。また、野菜、果実の中には、キュウリ、ニンジン、キャベツ、セロリ、バナナ、リンゴなどアスコルビン酸分解酵素活性の高いものもあるので、これらを使用する場合には、酵素活性を抑制するような pH の低下<sup>8)</sup>、低温処理、調製後すぐに摂取するなどの注意も必要と思われる。

### おわりに

水分補給あるいはビタミン、ミネラル、食物繊維などの栄養素の補足を期待させるような容器入りの嗜好飲料が数多く出回っている。市販の茶系飲料、コーヒー飲料、果汁飲料及び野菜・果実飲料の材料となるような食材の DPPH ラジカル消費能を測定し、次のような結論を得た。

1. 茶系飲料では、緑茶の DPPH ラジカル消費能が 530 ~ 1100  $\mu\text{mol Trolox}$  相当量 / 100mL で緑茶成分の多いものほど高い抗酸化性を示した。
2. コーヒー飲料は、DPPH ラジカル消費能が 820 ~ 950  $\mu\text{mol Trolox}$  相当量 / 100mL で高い抗酸化性を示した。
3. その他の清涼飲料では、ポリフェノールやビタミン C の含有量が表示され、特定保健用食品や栄養機能食品の表示があるものは、同種の製品より高い抗酸化性を示した。
4. 果汁飲料は、DPPH ラジカル消費能が 150 ~ 450  $\mu\text{mol Trolox}$  相当量 / 100mL でビタミン C 含量の多い製品の抗酸化性が高かった。
5. 野菜・果実飲料の材料となる野菜の中では、 $\beta$ -カロテンの多いシュンギクやモロヘイヤ、サニーレタス、赤パプリカなどが 480 ~ 780  $\mu\text{mol Trolox}$  相当量 / 100g、クロロゲン酸の多いゴボウ、ナスで 460 ~ 520  $\mu$

mol Trolox 相当量 / 100g の高い DPPH ラジカル消費能を示し、健康的なイメージがあり、広く消費されているホウレンソウ、ブロッコリ、キャベツなどは 200  $\mu\text{mol Trolox}$  相当量 / 100g 前後で、ニンジン、タマネギ、セロリなどは 30  $\mu\text{mol Trolox}$  相当量 / 100g 前後と抗酸化性は低かった。

6. 野菜・果実飲料の材料となる果実の中では、ビタミン C の多いアセロラとクロロゲン酸を含むバナナの DPPH ラジカル消費能が 1000  $\mu\text{mol Trolox}$  相当量 / 100g を超える高値を示し、アボカドは、ビタミン E を多く含むにもかかわらず 155  $\mu\text{mol Trolox}$  相当量 / 100g 程度で、メロンやスイカでは 20 ~ 50  $\mu\text{mol Trolox}$  相当量 / 100g と抗酸化性はかなり低かった。
7. 野菜・果実飲料の材料となる食材については、抗酸化成分の含量だけでなく、その他の成分との相互作用、鮮度、品種など様々な要因が抗酸化性に影響していると推測された。

### 利益相反

利益相反に関する事項はない。

### 参考文献

- 1) [https://www.yano.co.jp/press-release/show/press\\_id/1973](https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/1973)
- 2) 篠原和毅, 鈴木健夫, 上野川修一編著 (2000) 食品機能研究法 218-220 光琳, 東京
- 3) グェン・ヴァン・チュエン, 石川俊次共著 (2006) コーヒーの科学と機能 14-18 アイ・ケイコーポレーション 川崎
- 4) 下橋淳子 (2004) 褐変物質の DPPH ラジカル消費能, 駒沢女子短期大学研究紀要, 37, 17-22

- 5) Yoichi Fukushima et al. (2009) Coffee and Green Tea As a Large Source of Antioxidant Polyphenols in the Japanese Population, J.Agric. Food Chem., 57, 1253-1259
- 6) 三宅紀子 他 (2017) スムージーのビタミンC, 日本家政学会第69回大会 ポスター発表
- 7) 下橋淳子 (2015) 野菜摂取による健康増進, 駒沢女子大学研究紀要, 22, 135-142
- 8) 平山悦子 他 (2013) 野菜間でのデヒドロアスコルビン酸加水分解速度の違いとそのpH依存性, 日本家政学会誌, 64, 6, 315-320