

## 常緑キリンソウの栄養成分と抗酸化活性

白井 睦子・河野由希子

Nutritional Components and Antioxidant Activity of Evergreen *Sedum Kamtschaticum*

Mutsuko SHIRAI and Yukiko KONO

### 要 旨

常緑キリンソウは、日本在来のキリンソウを品種改良し、常緑化した植物であり、栽培のしやすさから、将来、宇宙ステーションの緑化、宇宙飛行士の宇宙食としての利用が期待される。本研究では、これまで明らかにされていない常緑キリンソウの栄養成分を分析することを目的とし、抗酸化活性についても検討した。栄養成分の分析は、水分、たんぱく質、脂質、炭水化物、灰分、カルシウム、リン、鉄、 $\beta$ -カロテン、 $\alpha$ -トコフェロール、ビタミンC、総ポリフェノール、抗酸化活性（DPPHラジカル捕捉活性）について行った。その結果、常緑キリンソウの栄養成分は、葉物野菜（キャベツ、青ジソ、ハウレン草、春菊など）と比較して大きな差は認められなかった。キャベツ、青ジソと比較すると、 $\alpha$ -トコフェロール含量、総ポリフェノール含量が高く、DPPHラジカル捕捉活性を示し、強い抗酸化活性を有することが明らかとなった。

キーワード：常緑キリンソウ、栄養成分、ポリフェノール、抗酸化活性、DPPHラジカル捕捉活性

### は じ め に

常緑キリンソウ（種苗登録：トットリフジタ1号）は、日本在来のキリンソウ（*Sedum kamtschaticum*）を品種改良し、常緑化した植物であり、屋上緑化、道路緑化、雑草防止、土壌流出対策などで利用されている。常緑キリンソウは、耐暑性、耐寒性、耐乾性、耐多湿性、耐塩性、耐日陰性に優れており、雨水だけで栽培することができる<sup>1)</sup>。栽培のしやすさから、将来、宇宙ステーションの緑化、宇宙飛行士の宇宙食としての利用が期待される。これまでに、常緑キリンソウの緑化植物としての研究報告はあるが<sup>2) 3) 4)</sup>、食料として栄養成分を分析した研究報告はまだない。そこで、本研究ではこれまで明らかにされていない、常緑キリンソウの栄養成分の分析を行った。さらに、常緑キリンソウの抗酸化活性を検討するために、常緑キリンソウの総ポリフェノール含量およびDPPHラジカル捕捉活性を測定した。

## 材料および方法

## 1. 試料と試薬

実験試料の常緑キリンソウは2017年1月31日に岡重株式会社より入手した。また、一度に多量の試料を分析することができないので、試料を湿らせたペーパータオルに包み暗所で0～2日間保存した。ビタミン類、総ポリフェノールおよび抗酸化活性の測定用試料は、秤量後、 $-80^{\circ}\text{C}$ で凍結保存した。

試薬は市販特級試薬、または高速液体クロマトグラフ（HPLC）用溶媒を用いた。

## 2. 栄養成分の分析

栄養成分と分析方法を表1に示した。試料は秤量後、日本食品標準成分表2015年版（七訂）分析マニュアル・解説に従って、すみやかに分析に供した<sup>5) 6) 7)</sup>。全ての分析は1試料1～5 g、試料数3～5個で行った。

無機質（カルシウム、リン、鉄）は、試料を $550^{\circ}\text{C}$ にて灰化後、希塩酸に溶解して測定した。

$\beta$ -カロテン、 $\alpha$ -トコフェロール、総ポリフェノールおよびDPPHラジカル捕捉活性の測定は、試料2.0～5.0 gを秤量し、乳鉢で摩砕後、5倍量のジメチルスルホキシド（DMSO）を加え、超音波処理（3分）し、遠心分離（ $4^{\circ}\text{C}$ 、12000rpm、20分間）後、上清を測定用試料とした。

ビタミンCの測定は、試料2.0～5.0 gを秤量し、5%メタリン酸溶液を加え乳鉢で摩砕後、50ml容メスフラスコで定容し、遠心分離（3000rpm、10分間）後、上清をビタミンC測定用試料溶液とした。

表1 栄養成分と分析方法

成分		分析方法
1. 水分		常圧加熱乾燥法（ $105^{\circ}\text{C}$ ）
2. たんぱく質		ケルダール法
3. 脂質		ソックスレー抽出法
4. 炭水化物		差引き法
5. 灰分		直接灰化法
6. 無機質	1. カルシウム	過マンガン酸カリウム滴定法
	2. リン	モリブデンブルー比色法
	3. 鉄	フェナントロリン比色法
7. ビタミン	1. $\beta$ -カロテン	高速液体クロマトグラフ法
	2. $\alpha$ -トコフェロール	高速液体クロマトグラフ法
	3. ビタミンC	ヒドラジン比色法
8. その他	1. 総ポリフェノール	フォリン-デニス法
	2. 抗酸化活性	DPPH 法

### 3. ビタミン類の定量

$\beta$ -カロテンの分析は、高速液体クロマトグラフ；日立L-4705、カラム；TOSOH TSKgel Silica-150 (4.5×250mm)、移動相；アセトニトリル/メタノール=60/40/v/v、流速；1ml/min (ポンプ：TOSOH Dp-8020)、検出波長；474nmで行った<sup>8)</sup>。

$\alpha$ -トコフェロールの分析は、高速液体クロマトグラフ；日立L-4705、カラム；TOSOH TSKgel Silica-150 (4.5×250mm)、移動相；n-ヘキサン：2-プロパノール=99.5/0.5/v/v、流速；1 ml/min (ポンプ：TOSOH Dp-8020)、検出波長；280nmで行った<sup>9)</sup>。

データ処理は、SHIMADZU C-R6A クロマトバックを用い標準試料 ( $\beta$ -カロテン、 $\alpha$ -トコフェロール) のピーク面積より検量線を作成し、試料のピーク面積から $\beta$ -カロテンおよび $\alpha$ -トコフェロール量を算出した。

ビタミンCの定量は、既報に従って、2,4-ジニトロフェニルヒドラジン法で測定した<sup>10)</sup>。

### 4. 総ポリフェノールの定量

総ポリフェノールの定量は、既報に従ってFolin-Denis 法で行った<sup>10)</sup>。没食子酸を標準物質として用い検量線を作成し、これより総ポリフェノール含量を算出した。

### 5. 抗酸化活性の測定

抗酸化活性の測定は、既報に従ってDPPHラジカル捕捉活性を測定した<sup>10)</sup>。システインを標準物質として用い、1molのシステインが1molのDPPHを捕捉するとして、DPPHラジカル捕捉活性 ( $\mu\text{mol DPPH trapped}/100\text{ml sample}$ ) を算出した。

## 結果および考察

### 1. 常緑キリンソウの栄養成分

本研究は平成29年2月に実施されたものである。分析値はいずれも新鮮重 (可食部) 100gあたりで示した。表2に常緑キリンソウの栄養成分の分析結果と4種類の葉物野菜 (キャベツ、青ジソ、ホウレン草、春菊) の日本食品標準成分表2017 (七訂) 記載値<sup>11)</sup>を示した。無機質は、カルシウム、リン、鉄の3種類、ビタミンは、 $\beta$ -カロテン、 $\alpha$ -トコフェロール、ビタミンCの3種類に限定して分析を行った。 $\beta$ -カロテンと $\alpha$ -トコフェロールは、HPLC分析にて検出されるピークをそれぞれの標準物との溶出時間の一致により同定し、定量を行った。

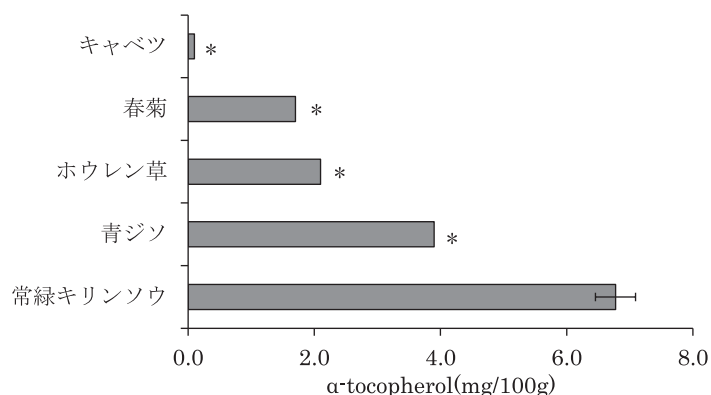
常緑キリンソウの水分含量は4種類の葉物野菜と比べると少ないが、青ジソと近い値を示した。たんばく質含量はキャベツ、ホウレン草、春菊と比べるとわずかに多く、青ジソと近い値を示した。脂質、炭水化物含量は4種類の野菜と比べると多かった。灰分はキャベツより多いが、青ジソ、ホウレン草、春菊より少なく、無機質のカルシウム、リン、鉄の含量はいずれも4種類の野菜より少なかった。 $\beta$ -カロテン含量 (238mg) は、キャベツ (49mg) より多いが、青ジソ (11000mg)、ホウレン草 (4200mg)、春菊 (4500mg) より少なく、ビタミンC含量は4種類の野菜より少なかった。 $\alpha$ -トコフェロール含量 (6.8mg) は、4種類の野菜 (キャベツ0.1mg、青ジソ3.9mg、ホウレン草2.1mg、春菊1.7mg) より多かった (図1)。常緑キリンソウの栄養成分は、他の葉物野菜と比較して大きな差は認められず、栄養面から常緑キリンソウの優位性を示すデータは得られなかった。

表2 常緑キリンソウの栄養成分

成分	単位	常緑キリンソウ	キャベツ*	青ジソ*	ホウレン草*	春菊*
1. 水分	g	83.2	92.7	86.7	92.4	91.8
2. たんぱく質		3.7	1.3	3.9	2.2	2.3
3. 脂質		0.6	0.2	0.1	0.4	0.3
4. 炭水化物		11.4	5.2	7.5	3.1	3.9
5. 灰分		1.0	0.5	1.7	1.7	1.4
6-1. カルシウム	mg	5.3	43	230	49	120
6-2. リン		14.5	27	70	47	44
6-3. 鉄		0.07	0.3	1.7	2.0	1.7
7-1. $\beta$ -カロテン	$\mu$ g	238	49	11000	4200	4500
7-2. $\alpha$ -トコフェロール	mg	6.8	0.1	3.9	2.1	1.7
7-3. ビタミンC		8.4	41	26	35	19

\*日本食品標準成分表（2017）七訂より引用

新鮮重（可食部）100g あたり

図1 常緑キリンソウと各種野菜の $\alpha$ -トコフェロール含量

\*日本食品標準成分表（2017）七訂より引用。

キリンソウ：平均値 $\pm$ 標準偏差。

## 2. 常緑キリンソウの総ポリフェノール含量と抗酸化活性

図2に総ポリフェノール含量の測定結果を示した。常緑キリンソウの総ポリフェノール含量 (2200mg/100g) は、青ジソ (1250mg/100g) の約2倍、キャベツ (60mg/100g) の約35倍高い値を示した。

図3に常緑キリンソウの抗酸化活性 (DPPHラジカル捕捉活性) の測定結果を示した。常緑キリンソウの抗酸化活性 (29000  $\mu$ mol DPPH trapped/100g sample) は、青ジソ (19400  $\mu$ mol DPPH trapped/100g sample) の約1.5倍、キャベツ (230  $\mu$ mol DPPH trapped/100g sample) の約125倍高い活性を示した。

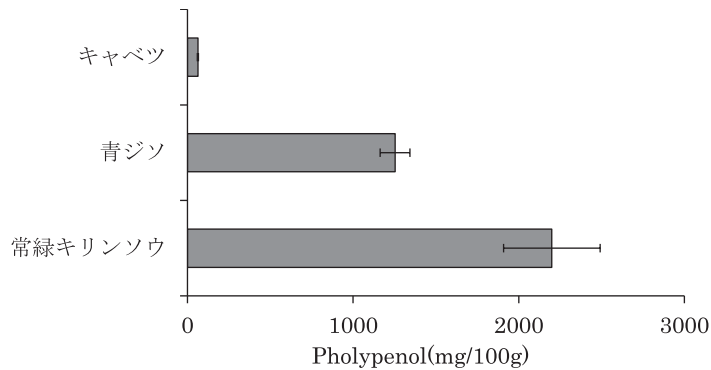


図2 常緑キリンソウと各種野菜の総ポリフェノール含量  
 平均値±標準偏差。

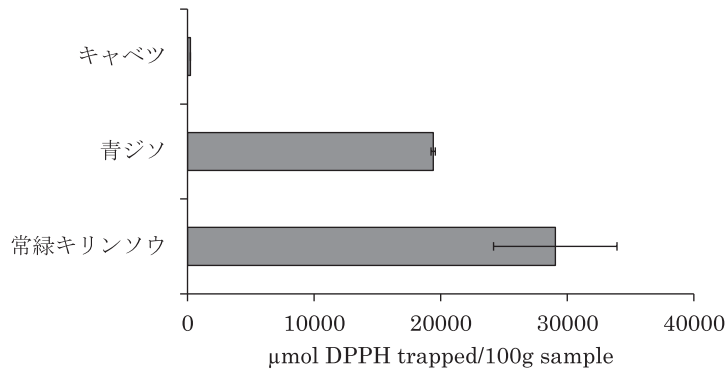


図3 常緑キリンソウと各種野菜の抗酸化活性  
 抗酸化活性：DPPHラジカル捕捉活性。  
 平均値±標準偏差。

常緑キリンソウの抗酸化活性には $\alpha$ -トコフェロールやポリフェノールが関与していることが推測された。特に、常緑キリンソウの高い抗酸化活性は、ポリフェノールが高含有であることが要因であると示唆された。ポリフェノールは、植物に含まれる色素成分や渋味、苦味成分であり、ポリフェノール含有量が高い常緑キリンソウは渋味、苦味が強いことが推測される。また、キリンソウに含まれるアルカロイド類やテルペン類が抗炎症活性に関与しているとの報告もある<sup>12)</sup>。アルカロイド類や、テルペン類は天然に存在する苦味物質であり、常緑キリンソウを食用として利用するには、苦味物質を除去または緩和する調理が必要である。または、青ジソのように料理の味を引き立てる薬味としての利用であれば食用として利用できる可能性はある。今後、より精度の高い栄養成分分析比較、および官能評価等を行い、常緑キリンソウが食用として優位性をもつデータが得られれば、将来、宇宙飛行士の栄養改善のために宇宙食としての利用につながることを期待される。

## ま と め

本研究では、常緑キリンソウの栄養成分と抗酸化活性を測定し、以下の結果を得た。

1. 常緑キリンソウの水分、たんぱく質、脂質含量は、葉物野菜（キャベツ、青ジソ、ホウレン草、春菊など）と比較して大きな差はなかったが、炭水化物含量は高かった。
2. 常緑キリンソウの灰分は、キャベツより多いが、ミネラル類（カルシウム、リン、鉄）は葉物野菜より少なかった。
3. 常緑キリンソウの $\beta$ -カロテンは、キャベツより多いが、葉物野菜より少なく、ビタミンCも少なかった。
4. 常緑キリンソウの $\alpha$ -トコフェロール含量、総ポリフェノール含量は高く、DPPHラジカル捕捉活性を示し、強い抗酸化活性を有することが明らかとなった。

謝辞：本研究を行うにあたり、岡重株式会社より常緑キリンソウを提供していただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## 引 用 文 献

1. 常緑キリンソウ普及協会・常緑キリンソウ緑化協会ホームページ. (2009) 常緑キリンソウとは. <http://www.kirinsou.com/>
2. 森谷慈宙, 山本太平, 田中聡, 井上光弘. (2007) 斜面薄層緑化植物における成長有効水分量の検討. 農業農村工学会論文集, 252 : 79-86
3. 田中聡, 山本太平, 森谷慈宙, 井上光弘. (2008) 屋上緑化の灌漑計画における植物を含めた有効水分量の評価. 農業農村工学会論文集, 258 : 37-44
4. 加藤真司, 鈴木弘孝, 藤田茂. (2015) 関東地域における建物緑化の自生種率評価. 日本緑化工学会誌, 41 (1) : 247-250
5. 文部科学省科学技術・学術政策局政策課資源室監修, 安井明美, 渡邊智子, 中里孝史, 測上賢一編. (2016) 日本食品標準成分表2015年版(七訂) 分析マニュアル・解説. 建帛社
6. 菅原龍幸, 前川昭男監修. (2000) 新・食品分析ハンドブック. 建帛社
7. 藤田修三, 山田和彦. (2002) 食品学実験書 第2版. 医歯薬出版
8. 加藤忠司, 青木和彦, 山西弘基. (1995) 冬期ハウス栽培ホウレンソウのビタミンC,  $\beta$ -カロテン, トコフェロールおよびシュウ酸含有量に対する外気低温の影響. 日本土壌肥科学雑誌, 66 : 563-565
9. 池ヶ谷賢次郎, 高柳博次, 阿南豊正. (1984) まっ茶, 玉露およびせん茶のトコフェロール含量. 日本食品工業学会誌, 31 : 459-461
10. 白井睦子, 高村一知. (2015) カムカム飲料の抗酸化活性. 安田女子大学紀要, 44 : 325-331
11. 医歯薬出版編. (2017) 日本食品成分表七訂. 医歯薬出版
12. Dong WookKim, Kun HoSon, Hyeun WookChang, KiHwanBae, Sam SikKang, Hyun PyoKim. (2004) Anti-inflammatory activity of *Sedum kamtschaticum*. Journal of Ethnopharmacology, 90: 409-414

[2017. 9. 28 受理]

コントリビューター：井上 典子 教授（管理栄養学科）