

ウコギの成分特性と抗酸化能

Composition Characteristics and Antioxidative Activity
of Ukogi (*Acanthopanax sieboldianum*)

山田 則子・田村 朝子・田 淵 三保子

Noriko Yamada, Asako Tamura, Mihoko Tabuchi

ABSTRACT

In order to develop new effective use of the Ukogi (*Acanthopanax sieboldianum*) leaf, the composition characteristics, i. e., proximate component, free amino acids, dietary fiber, minerals, vitamins, polyphenol contents, and the antioxidative property, i. e., DPPH radical-scavenging activity, superoxide dismutase (SOD) like activity, were investigated. The ukogi leaf contains more vitamin C and calcium than other common vegetables. Among the free amino acids, the content of glutamine was the highest and that of γ -aminobutylic acid was also high. It was indicated that the unique flavor and taste of ukogi is attributable to glutamine and other amino acids. The content of dietary fiber, especially soluble dietary fiber, was also high. Both SOD like activity and DPPH radical-scavenging activity of ukogi leaf were extremely strong and the highest among dark green or yellow vegetables examined.

Key words : Ukogi (*Acanthopanax sieboldianum* MAKINO), free amino acid, polyphenol content, DPPH radical-scavenging activity, superoxide dismutase (SOD) like activity

1. 緒 言

ウコギは中国大陸を中心に多種類が自生しているが、日本でみられるウコギは北海道のエゾウコギ、本州の山野に自生するヤマウコギ、中国より渡来し生垣などに利用されているヒメウコギの3種類である。ウコギの根皮を剥いで乾燥したものを「五加皮」といい、これに麴を加えて醸造したものが「五加皮酒」で不老長寿の薬酒として知られている。また、五加皮には鎮静、血圧降下、免疫賦活、利尿作用などがあるとされ、疲労回復、強壮、冷え性、腹痛や神経痛などの治療を目的とし¹⁾、漢方薬の原料として使用されている。

山形県米沢地方で栽培されるウコギはヒメウコギ (*Acanthopanax sieboldianum*) であるが、江戸時代、上杉9代目藩主、鷹山公 (上杉治憲公) が救荒作物の1つとして民家の垣根に植栽を奨励して以来、その新芽や葉を「切りあえ」「おひたし」「ウコギごはん」などに調理し、野菜の1つとして使用したり、葉を乾燥させて「お茶」としても飲用²⁾ されてきた。

ヒメウコギの根や葉の成分については、これまでにサポニンやクロロゲン酸が多く含有されている^{3,4)} ことが明らかになっているが、その薬理効果については不明の点が多い。昔から漢方薬やお茶として用いられてきた「ウコギ」の機能性を明らかにし、それらを活用することによりウコギの新たな有効利用が期待できる。そこで本研究では、これまでに明らかにされていなかった、ヒメウコギの葉の機能性成分の分析を行った。さらに、ウコギの抗酸化

活性の特性を明らかにするために、ウコギのスーパーオキシド消去活性およびDPPHラジカル捕捉活性を測定するとともに、既知の抗酸化物質であるビタミンC、ビタミンE、ポリフェノール含量を測定し、一般的な緑黄色野菜のにんじん、ほうれん草、パセリ、ピーマンのそれらと比較検討した。

2. 実験方法

(1) 試料

ウコギの葉は、平成13年6月米沢市の垣根から採取した。水洗後、凍結乾燥を行い、ミルミキサー（東芝ミキサー MX-L20GA）で粉末にしたものを実験用試料とした。にんじん、ほうれん草、パセリ、ピーマンは米沢市内の畑で栽培されたものを同様に処理し、実験に用いた。

(2) 各成分の分析

1) ビタミンCの定量

試料100mgに2%メタリン酸溶液を加えてテフロンホモジナイザーで混和（3,000rpm、3分）抽出した後、10mlに定容した。これを遠心分離（3,000rpm、10分）し、得られた上清を分析試料とした。分析用試料に50mMジチオスレイトール溶液を加えて混和後、窒素ガス置換により酸化型ビタミンCを還元型とし、高速液体クロマトグラフにより以下の条件で分析した。高速液体クロマトグラフ；日立L-7100、カラム；Inertsil ODS（ ϕ 4.6×250mm、ジーエルサイエンス製）、溶離液；0.03mM-EDTAおよび5mMテトラアミルアンモニウムブロミドを含む20mMリン酸カリウム-メタノール（20：80）溶液、カラム温度；40℃、流速；1.0ml/分、検出波長；254nm。なおデータ処理は日立D-2500クロマトインテグレータを用い、ピーク面積より標準試料（L-アスコルビン酸）と試料の面積比から、ビタミンC量を算出した。

2) ポリフェノールの定量

試料100mgに50%メタノール溶液を15ml加え、ポジトロンホモジナイザーで混和（3,000rpm、3分）した後、25mlに定容した。これを遠心分離（3,000rpm、10分）し、上清をポリフェノール定量用試料とした。定量はFolin-Denis法⁵⁾で行った。標準試料には、クロロゲン酸を用い、その検量線よりポリフェノール量を求めた。

3) 還元糖の定量

還元糖の定量は、Somogyi-Nelson法により行った。すなわち、試料1.0gに蒸留水を加え、60分間攪拌抽出後、100mlに定容した。ろ過後、ろ液1mlに同量の濃塩酸を加え、沸騰水浴中で60分間加水分解を行った。その後、減圧濃縮乾固させ、蒸留水1mlを加えて分析用試料とした。還元糖の標準試料にはグルコースを用い、その検量線より還元糖量を求めた。

4) 遊離アミノ酸量の測定

試料1.0gに蒸留水を加え、60分間攪拌抽出後、100mlに定容した。ろ過後、ろ液をさらに0.45 μ m水系フィルターに通し、遊離アミノ酸分析用試料とした。遊離アミノ酸の分析には、日立L-8800アミノ酸分析システムを用い、ニンヒドリン法で行った。アミノ酸標準液と試料の面積比から遊離アミノ酸量の定量を行った。

5) ミネラルの測定

試料0.5gに王水（硝酸：塩酸＝1：3）1ml、フッ化水素酸1mlを加え加圧分解し、5時間常温放置後、ホウ酸1gを加え、さらに30分放置した。これを0.45 μ mのセルローズ混合エステル製フィルターでろ過し、ろ液を50mlに定容し、ミネラル分析用試料とした。分析は

原子吸光法で、日立170-30を用いて測定した。

6) その他の成分の測定

ビタミンE含量および食物繊維量、水分量、タンパク質量、脂質量、炭水化物量、灰分量は、財団法人日本食品分析センターに分析依頼した(分析試験成績書 第101083710-001号)。

(3) 抗酸化活性の測定

試料100mgに50%エタノール溶液を加えポジトロンホモジナイザーで1分間攪拌抽出後、100mlに定容し、遠心分離(3,000rpm、10分)により得られた上清を分析用試料とした。抗酸化活性は、スーパーオキシド消去活性とDPPHラジカル捕捉活性の2種類の測定を行った。

1) スーパーオキシド消去活性

スーパーオキシドジスムターゼ(SOD)様活性とし、ヒポキサンチン(HPX)-キサンチンオキシダーゼ(XOD)系をスーパーオキシド発生系とする電子スピン共鳴(ESR)スピントラップ法⁶⁾により測定した。すなわち、2mM-HPX50 μ l、5.5mM diethylene triamine-penta acetic acid (DTPA) 35 μ l、試料50 μ l、9M 5,5-dimethyl-1-pyrroline-N-oxide (DMPO) 15 μ l、0.4U/g-XOD50 μ lを順に加え混合した。XOD添加60秒後に測定を開始し、得られたスーパーオキシドのシグナル強度をESR装置(JES-FR30 Spectrometer JEOL製)で測定した。SODを標準物質として検量線を作成し、SOD様活性をSOD(U/g)に換算した。

2) DPPHラジカル捕捉活性

Yamaguchiらの方法⁷⁾に従って測定した。試料0.2mlに0.5mM DPPH(1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)を1.0ml加え、0.8mlの酢酸緩衝液(pH5.5)で全量を2.0mlとし、室温暗中で20分間反応させ、反応液を高速液体クロマトグラフにより以下の条件で分析した。高速液体クロマトグラフ;日立L-7100、カラム;TSK-gel Octyl-80Ts(東ソー製)、カラム温度;40 $^{\circ}$ C、溶離液;70%メタノール水溶液、流量;1.0ml/分、検出波長;517nm。標準物質としてTrolox(6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid)を用い、Trolox濃度と減少ピークの面積からラジカル捕捉活性をTrolox当量で示した。

3. 結果および考察

(1) ウコギ成分

ウコギに含有される一般栄養成分およびビタミン、ミネラル、食物繊維の分析結果をTable 1に示した。これらの値は凍結乾燥粉末ウコギのものであり、またウコギはお茶として用いられることも多いことから、五訂日本食品標準成分表⁸⁾の緑茶の成分と比較した。水分、脂質含量はほぼ同程度であったが、タンパク質はウコギが16.6gであるのに対して、緑茶は24.5gとやや少なく、炭水化物は、ウコギが62.2gで緑茶が47.7gと、やや多く含有されていた。

ミネラルは、Mg、Fe、Cuは緑茶と同程度含有されていた。しかしウコギのCa含量は非常に高く、緑茶の4倍以上含まれることが明らかになった。生のウコギ葉には水分が77%含有されていることから、生葉に換算すると100gあたりのCa含量は428mgとなる。一般的にCaが多い食品として知られている、小松菜 170mg、牛乳 110mg、乾燥大豆 240mgと比較しても非常に高い。植物性食品でCa含量の高い食品は少ないことから、ウコギはCa源として非常に有用な食品であるといえる。

ビタミン類では、ウコギのビタミンC含量は712mgと高く、緑茶の2倍含有されていることが明らかになった。また、生のウコギ葉に換算して成分表記載の緑黄色野菜と比較すると、ウコギのビタミンC含量は100g当り123mgで、これはほうれん草35mgやモロヘイヤ65mgなどと比較しても非常に高い含量である。ビタミンEについては、 β -トコフェロールが含有され

ておらず、総トコフェロール含量も、6.7mgと緑茶の10分の1程度しか含有されていないことが明らかになった。

食物繊維については、ウコギは31.0g(不溶性 25.9g, 水溶性 5.1g)で、緑茶46.5g(不溶性 43.5g, 水溶性 3.0g)と比較すると、総量は少ないものの、水溶性繊維の含有量が高いことが明らかになった。水溶性食物繊維はコレステロールの吸収抑制や食後血糖値の上昇抑制などの作用を有することから、これらを多く含むウコギは生活習慣病の予防が期待できる食品であるといえる。

還元糖については表には示していないが、炭水化物の含量が高いことから分析した結果、試料100gあたり9.4g含有されていた。緑茶には、炭水化物のうち、グルコース+フラクトースが0.3~0.8%、シュクロースが1~2%、複合多糖類が0.6%含有⁹⁾されており、これを合計すると1.5g程度となる。このことから、ウコギには緑茶に比較して還元糖が非常に多く含有されている。

(2) 遊離アミノ酸含量

ウコギ中に含有される遊離アミノ酸の分析結果をTable 2に示した。その結果、グルタミン、 γ -アミノ酪酸(GABA)が多く含有されていることが明らかになり、ウコギの独特の旨味はこれらのアミノ酸によるものと推測された。グルタミンは、アカザ科に属する南米のキノアには多く含有されていることが報告¹⁰⁾されており、またキノアにはCaも多く含まれていることも報告¹⁰⁾されている。ウコギの成分はこのキノアの成分と類似している。ウコギ科に属するタラノキ、ウドなどを分析し、同様にグルタミン、Caが多く含有されているかどうかについて今後検討したい。

GABAは植物においては茶¹¹⁾、桑¹²⁾に多く含有されていることがこれまでに報告されている。茶葉には生葉で通常100g当り20mg程度が含有されているが、窒素処理を行ってGABAを100~200mg程度に富化したギャバロン茶¹³⁾も報告されている。ウコギには窒素処理を行わずともGABAが94mg含有されてい

Table 1 The general nutrient components of *Ukogi*

Moisture	(%)	6.4
Protein	(g)	6.6
Fat	(g)	5.7
Carbohydrate	(g)	62.2
Ash	(g)	9.1

Minerals		
Calcium	(mg)	1860
Magnesium	(mg)	274
Iron	(mg)	12.6
Copper	(mg)	0.9
Manganes	(mg)	6.7

Vitamines		
Ascorbicacid	(mg)	712
Tocophenol	(mg)	6.7
α -	(mg)	3.9
β -	(mg)	—
γ -	(mg)	2.3
δ -	(mg)	0.5

Dietary fiber		
Total	(g)	31.0
Soluble	(g)	5.1
Insoluble	(g)	25.9

(100g of dry matter)		

Table 2. Amino acid composition of *Ukogi*

Aspartic acid	27.5
Threonine	18.1
Serine	20.8
Glutamic acid	21.8
Glutamine	263.0
Glycine	2.3
Alanine	43.8
Valine	33.0
Isoleucine	15.1
Leucine	14.3
Tyrosine	13.9
Phenylalanine	17.5
γ -aminobutyric acid	94.4
Tryptophan	25.4
Lysine	8.3
Histidine	2.1
Arginine	10.9
Proline	41.3
Total	673.5
(mg/100g of dry matter)	

た。GABAには血圧上昇抑制作用があることが報告¹⁴⁾されており、GABA含量の高いウコギは高血圧などの生活習慣病予防への利用も可能であることが示唆された。

(3) 抗酸化活性

ウコギのSOD様活性およびDPPHラジカル捕捉活性、および総ポリフェノール含量の測定結果をTable 3に示した。その結果、SOD様活性、DPPHラジカル捕捉活性ともに、比較した野菜類の中で

Table 3 Superoxide scavenging activity, DPPH radical-scavenging activity, and Polyphenol content of Several Vegetables

	SOD activity (U/g)	DPPH activity (μ MTrolox)	Polyphenol (mg/100g)
Ukogi	1400	266	36. 27
Spinach	185	75	15. 50
Parsley	210	23	17. 00
Pimento	180	72	13. 12
Carrot	45	9	1. 05

ウコギが最も高い値であった。また総ポリフェノール含量も高いことが明らかになった。これは、クロロゲン酸^{3, 4)}などに由来するものと考えられる。しかしポリフェノール含量のみからはウコギの高いSOD様活性、DPPHラジカル捕捉活性を説明することはできないことから、種々のポリフェノール間の相乗作用あるいは抗酸化ビタミンとの相互作用が考えられる。データは示してはいるが、緑茶のSOD様活性は1100U/gであり、ウコギより若干低いほぼ同等であり、ウコギをお茶として飲用することにより緑茶飲用と同様の生理効果が期待できる。

抗酸化作用のある成分としては、 β -カロチン、ビタミンC、ビタミンE、ポリフェノールなどがよく知られている。ウコギには、ビタミンCとポリフェノールの含量が高いことが本研究で明らかになり、SOD様活性やDPPHラジカル捕捉活性は、これらの成分によって高くなったものと推察された。また、ウコギはビタミンE含量が低いこと、またTable 3で示したように、 β -カロチン含量の高いにんじんのSOD様活性、DPPHラジカル捕捉活性が非常に低い値であることから、これらの2つの抗酸化活性は、水溶性の抗酸化物質が関与することが示唆された。

近年わが国で増加している癌、糖尿病、高血圧などの生活習慣病は、食生活や生活リズムの乱れ、生体内の酸化ストレスによって発症するものが多いことから、これらの予防や治療に対して、ウコギは有用な食品となり得る可能性が本研究によって得られた。これまでに、ウコギについては、白血病に対する効果が報告¹⁵⁾されているのみで、生活習慣病についての報告ははまだされていない。今後は、SOD様活性やDPPHラジカル捕捉活性以外の抗酸化活性の測定と抗酸化物質の同定を行い、ウコギの抗酸化特性を明らかにするとともに、さらには、ウコギを糖尿病モデルラットや高血圧自然発症ラットなどに投与し、その機能性や生体内における効果を明らかにしたいと考えている。

4. 要 約

本研究では、ウコギの葉の機能性を有効活用することを目的に、まずウコギの葉の成分特性（一般栄養成分、ミネラル、ビタミン、食物繊維、および遊離アミノ酸）を明らかにした。さらに抗酸化性およびポリフェノール含量についても検討した。

- 1) ウコギ葉は、一般的な野菜に比較して、ビタミンCとCa含量が多いことが明らかになった。アミノ酸については、グルタミンの含量が高く、ウコギの独特の旨味はグルタミンによる

ものと推測された。また γ -アミノ酪酸 (GABA) の含量も高いことが明らかになった。食物繊維も多く、特に水溶性食物繊維が多いことが明らかになった。

- 2) SOD様活性およびDPPHラジカル捕捉活性については、ほうれん草やにんじんなどに比較して、ウコギに最も高い抗酸化能が認められた。これらの活性には水溶性の抗酸化物質が関与することが示唆された。

なお、この研究の一部は、平成14年度山形県米沢女子短期大学共同研究費および平成14年度科学研究補助金（若手研究B 14780086）によって行われたものです。ここに付記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 水野瑞夫, 米田該典: 家庭の民間薬・漢方薬, 新日本法規出版, 東京, 144-146(1997).
- 2) 日本の食生活全集山形編集委員会: 日本の食生活全集6 聞き書山形の食事, 農山漁村文化協会, 東京, 180-199(1988).
- 3) Miyakoshi, M., Ida, Y., Isoda, S. and Shoji, J.: *Phytochemistry*, **34**, 1559-1602 (1993).
- 4) Sawada, H., Miyakoshi, M., Isoda, S., Ida, Y. and Shinoda, J.: *Phytochemistry*, **34**, 1117-1121 (1993).
- 5) Folin, O. and Ciocalteu, V.: *J. Biol. Chem.*, **73**, 627 (1927).
- 6) Mitsuta, K., Mitsuta, T., Kohno, M. and Mori, A.: *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **63**, 187 (1990).
- 7) Yamaguchi, T., Takamura, H., Matoba, T. and Terao, J.: *Biosci. Biotech. Biochem.*, **62**, 1201-1204 (1998).
- 8) 科学技術庁資源調査会: 五訂日本食品標準成分表, 科学技術庁, 東京, (2000).
- 9) 高野實, 谷本陽藏, 富田勲, 中川致之, 岩浅潔, 寺本益英, 山田新市: 緑茶の事典, 柴田書店, 東京, 317-320 (2000).
- 10) 渡辺克美: *FFIジャーナル*, **208**, 13-17(2003).
- 11) 浜田尚樹, 村北宏之: *島津評論*, **45**, 183-187(1988).
- 12) 町井博明: *蚕糸学雑誌*, **59**, 381-382(1990).
- 13) 津志田藤二郎, 村井敏信, 大森正司, 岡本順子: *農化*, **61**, 817-819 (1987).
- 14) 大森正司, 矢野とし子, 岡本順子, 津志田藤二郎, 村井敏信, 樋口満: *農化*, **61**, 1449-1452(1987).
- 15) Fan, Bo., Matsumaru, Y., Okada, Y., M. Qin., J. D. Xu and Okuyama, T.: *Natural Medicines*, **52**, 287- 290(1998).