

# 沖縄産カンショ茎葉部の葉酸とポリフェノール含量および季節変動

平良淳誠

沖縄産カンショの有用活用を見出す目的で、11品種の葉、葉柄、茎の部位別の葉酸およびポリフェノール含量を測定した。カンショ可食部の葉酸含量はハウレン草同様に高含量であった。沖縄100号を除く全ての品種で葉に多くの葉酸とポリフェノールが含まれていた。春に収穫した宮農36号の葉酸含量は他の品種に比べて多かったが、夏においてはその含量が低くなった。一方、備瀬は夏に含量が増加し、沖夢紫は季節による変動がほとんどなかった。宮農36号、沖育01-1-1と沖育01-1-7のポリフェノール含量は葉酸同様に夏に減り、備瀬と沖夢紫はむしろ夏に増加した。これらの結果は沖縄県の夏場の野菜収量不足を踏まえた場合、カンショに多く含まれているビタミンCやミネラルに加えて葉酸およびポリフェノールの機能性成分含量の高い備瀬や沖夢紫が、夏野菜として十分に期待できる食素材になることを示唆した。本研究で得られたデータは、今後の品種の選抜試験研究における重要な基礎データとなった。

## 1 緒言

カンショは昔から広く栽培され、その塊根は食用、デンプン原料、菓子素材として利用されている。しかしながら、茎葉部についてはほとんどが飼料用として利用されているのが現状である。沖縄県では、ある品種においては茎葉部も食材として利用されているが多くなく、野菜として広く普及していない。しかしながら、カンショ茎葉は繰り返し収穫が可能であるという利点から、積極的な利用が試みられ、カンショ茎葉部に含まれるビタミンC、 $\alpha$ -トコフェロール、 $\beta$ -カロテンやミネラル類、そして機能性成分のポリフェノールの分析が行われた<sup>1)</sup>。特にポリフェノールについては、クロロゲン酸、ジカフェオイルキナ酸誘導体、トリカフェオイルキナ酸等のカフェ酸誘導体の成分が明らかにされている<sup>2)</sup>。ポリフェノール類は一般にその抗酸化活性により糖尿病や高血圧などの生活習慣病の予防剤として注目され、食品素材として積極的に利用されている。ポリフェノール含量の高いカンショ茎葉にも肝害抑制、抗変異原性および抗癌作用の生理活性が試験管レベルや細胞を用いた試験で明らかにされている<sup>3-4)</sup>。このようにカンショのポリフェノールについては、詳細な研究が展開されているが、その他の機能性成分については、まだ検討されていないのが現状である。

葉酸はDNAやRNAを構成している核酸の合成、赤血球の合成やアミノ酸(グリシン、セリン、メチオニン)の合成およびたんぱく質の生成を促進する作用がある<sup>5-6)</sup>。特に、妊婦初期における作用は重要で、この期間の葉酸摂取不足は、胎児の神経管閉鎖障害を起こし脳形成に影響を及ぼすことによって、下肢の運動障害までも引き起こす<sup>7-8)</sup>。最近では葉酸による大腸癌の予防効果も示され、その作用機序が遺伝子レベルで解明されつつある<sup>9-11)</sup>。著者も一酸化窒素ラジカルの酸化ストレス細胞によるアポトーシス誘導の系で、葉酸の効果を明らかにしている<sup>12)</sup>。

厚生労働省は1日あたりの葉酸摂取量を成人男女で200 $\mu$ g、妊婦においては2倍量の400 $\mu$ gと定めている。葉酸は野菜類や穀類等から摂取するため、食品素材の葉酸含量は広く分析されているが、カンショ茎葉においては食習慣として定着されていないこともあって分析報告がない。沖縄県ではこれまでにカンショの選抜試験を行い、多品種のカンショを独自に選抜してきた。本研究ではこれらのカンショ類を葉と葉柄の可食部および茎の部分に分けて葉酸含量を分析した。また、沖縄県が夏場に野菜供給量が不足する事情も踏まえて、春と夏の季節変動を比較検討した。併せて同試料について、ポリフェノール含量も測定した。その結果、カンショの食素材としての有用性を示唆するとともに、品種の選抜試験およびカンショを夏野菜として利用する場合の重要な基礎データを得られたので報告する。

## 2 実験方法

### 2-1 実験材料

カンショは沖縄県農業研究センターで栽培し、春(5月)と夏(8月)に収穫した試料の11品種を実験に供した。茎葉は、可食部の葉と葉柄および茎の部分に分けて温風乾燥機で乾燥させた。乾燥物はミキサーで粉状にした1gに10mlエタノールを加えてオーバーナイトで振とう抽出した。抽出サンプルはろ紙でろ過後に遠心濃縮した(Centrifugal Evaporator、日立)、濃縮物は1mlエタノールに溶解して0.2 $\mu$ Mフィルター(ミリポア)でろ過後、分析用試料とした。

### 2-2 葉酸の測定

葉酸の測定はアミドカラム(Shodex Asahipak、NH2P-50 4E、昭和電工)を用いて溶離液25mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ とアセトニトリルの混合溶液(20:80v/v、pH2.0)、注入量40 $\mu$ l、流速0.8 ml/min、カラムオープン40、検出器210nmの条件でHPLC(LCADvp、島

津製作所)分析を行った。葉酸の定量は葉酸標準液(ワコー純薬)で検量線を作成して求めた。

### 2-3 ポリフェノールの測定

ポリフェノールは Folin-Ciocalteu 法を 96 穴マイクロプレート容量に改変し、マイクロプレートリーダー(パイオラッド社、モデル 500 マイクロプレートリーダー)で 660nm の吸光度を測定した<sup>13)</sup>。検量線は没食子酸をポリフェノール標準液として作成し、試料中の濃度を求めた。

## 3 実験結果および考察

### 3-1 カンショの茎葉部の葉酸含有量と季節変動

カンショの茎葉部の葉酸含量を図1に示した。今回の測定法で定量したハウレン草の可食部(葉と葉柄)の葉酸含量(141μg)と比較すると、品種間で差はあるもののカンショの可食部も葉酸含量が高いことが明らかになった。葉、葉柄および茎での部位別含量は、沖縄100号が可食部の葉と葉柄で葉酸総量の50%程度で若干低いものの、他の品種では70~80%を占めており、有用な食素材になる可能性が示唆された。沖夢紫は備瀬を母体とした品種で、両品種の茎葉中の葉酸含量はほぼ同じであった。しかしながら、沖夢紫を母体とする系統品種の沖育01-1-7と沖育01-1-1の両品種の葉酸含量は、葉、葉柄、茎の何れの部位でも減っていた。本結果は同一系統による品種の選抜試験に、成分含量を指標にすることが有用な方法になることを示唆するものであった。宮農36号の茎葉部の葉酸は、他の品種に比べて2倍程度多く含まれていた。しかしながら、葉酸含量の季節変動を調べた結果(表1)夏に収穫した本種の含量は著しく減少し、春の収穫物に比べて1/3程度の含量になった。おきひかりと沖育01-1-1の両品種も同様な傾向であった。一方、備瀬は夏に葉酸含量が増加した。沖夢紫は季節による影響を受けず、含量に大きな変化は認められなかった。沖縄県は夏場に野菜の収量が不足するため、夏場に葉酸含量の増加する備瀬および春と夏の両季節とも一定の成分含量を維持している沖夢紫が、葉酸を指標とした場合には有望品種であることが示唆された。

### 3-2 カンショ茎葉のポリフェノール含量と季節変動

カンショ茎葉のポリフェノール含量については、世界中から収集したジェノタイプ1389品種で調べられている<sup>14)</sup>。本研究では、沖縄産カンショを品種改良した11品種のポリフェノール含量を可食部の葉と葉柄および茎部に分けて測定した。カンショの茎葉部別のポリフェノール含量を図2に、また春と夏に収穫した同一品種のポリフェノール含量の季節変動の測定結果を表2に示した。どの品種においても、葉にポリフェノール含量が多かった。春に収穫した品種の中では、春こがねが最もポリフェノール含量が多かった。おきひかりとアヤムラサキの含量は、他の品種に比べて比較的少なかった。備瀬とそれを母体とする系統の沖夢紫の

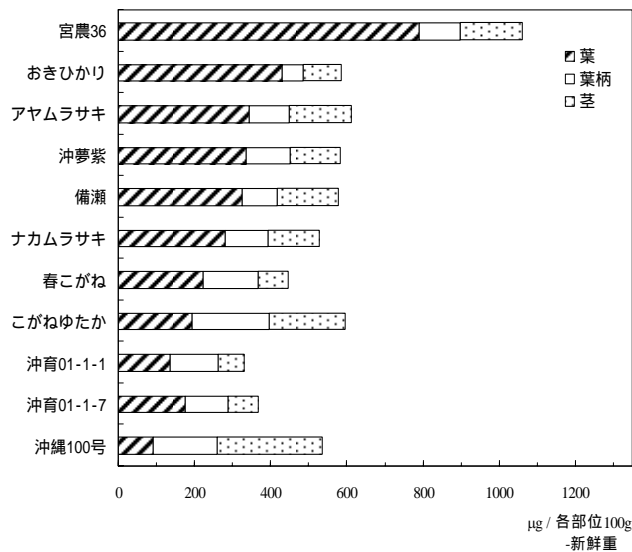


図1 カンショの部位別(葉、葉柄、茎)葉酸含有量

表1 カンショの季節による葉酸含有量

* 品 種	部 位	μg/100g - 新鮮重	
		季 節	
		春	夏
おきひかり	葉 <sup>a</sup>	431.83±35.63	142.83±9.20
	葉柄 <sup>b</sup>	54.45±2.09	83.41±2.62
	茎 <sup>c</sup>	100.97±7.45	118.84±20.13
	全量 (a + b + c)	587.25	345.08
沖夢紫	葉 <sup>a</sup>	336.12±45.94	293.28±15.95
	葉柄 <sup>b</sup>	115.14±3.57	132.63±3.26
	茎 <sup>c</sup>	132.24±11.81	157.53±39.06
	全量 (a + b + c)	583.50	583.45
備瀬	葉 <sup>a</sup>	325.28±35.57	614.56±16.29
	葉柄 <sup>b</sup>	92.88±2.43	126.33±21.16
	茎 <sup>c</sup>	159.19±9.26	283.95±48.03
	全量 (a + b + c)	577.35	1024.83
宮農36号	葉 <sup>a</sup>	789.53±18.97	199.60±3.97
	葉柄 <sup>b</sup>	108.17±1.37	46.48±4.32
	茎 <sup>c</sup>	162.20±25.41	68.14±3.74
	全量 (a + b + c)	1059.89	314.22
沖育01-1-1	葉 <sup>a</sup>	135.95±9.74	69.00±9.63
	葉柄 <sup>b</sup>	126.97±4.11	61.10±8.49
	茎 <sup>c</sup>	66.83±4.59	46.94±0.81
	全量 (a + b + c)	329.55	177.04
沖育01-1-7	葉 <sup>a</sup>	175.96±16.60	236.59±40.43
	葉柄 <sup>b</sup>	112.94±3.29	78.60±6.18
	茎 <sup>c</sup>	80.49±2.81	77.56±9.22
	全量 (a + b + c)	369.39	392.75

\*土壌：国頭マージ

含量は同程度であったが、さらに沖夢紫を母体とする系統品種である沖育01-1-1のポリフェノール含量は多かった。しかしながら、夏に収穫した両品種では葉、葉柄および茎の何れの部位においても、含量が激減していた。一方、備瀬は春に比べて夏場は2.3倍、沖夢紫が3倍量に増加していた。また葉と茎の部位別では、沖夢紫の葉で含量が増加しているのに対して、備瀬は茎部にも著しい増加を認め、品種による部位間差もみられた。系統の異なる品種の宮農36号は沖育01-1-1と沖育01-1-7の場合と同様に、夏には各部位でポリフェノール含量が減少していた。おきひかりは、季節による含量に大きな変動は認められなかった。この結果

は、沖夢紫の葉酸含量に大きな季節変動がなかったことと類似していた。このようなポリフェノール含量変化は、品種間、あるいは同系統品種においても交配を繰り返すことで、気温や太陽光に対するストレスへの耐性が変化することで起きたものと推察される。

表3 カンショの季節によるポリフェノール含有量

		μmol-没食子酸相当量/100g-新鮮重	
* 品 種	部 位	季 節	
		春	夏
おきひかり	葉 <sup>a</sup>	44.08±0.77	26.22±3.29
	葉柄 <sup>b</sup>	8.52±0.74	9.89±0.22
	茎 <sup>c</sup>	13.64±0.29	17.12±0.61
	全量 (a + b + c)	52.60	53.23
沖夢紫	葉 <sup>a</sup>	250.30±6.50	836.39±8.78
	葉柄 <sup>b</sup>	25.30±0.73	24.90±0.51
	茎 <sup>c</sup>	13.55±0.33	25.37±1.65
	全量 (a + b + c)	289.15	886.66
備瀬	葉 <sup>a</sup>	262.77±5.83	622.18±4.94
	葉柄 <sup>b</sup>	44.88±5.23	44.15±0.61
	茎 <sup>c</sup>	9.74±0.90	82.46±1.74
	全量 (a + b + c)	317.43	748.79
宮農36号	葉 <sup>a</sup>	297.10±21.26	52.90±4.38
	葉柄 <sup>b</sup>	75.27±2.71	5.30±0.18
	茎 <sup>c</sup>	80.97±5.88	13.60±0.49
	全量 (a + b + c)	453.34	71.80
沖育01-1-1	葉 <sup>a</sup>	319.70±16.36	13.06±0.89
	葉柄 <sup>b</sup>	99.29±4.66	3.95±0.28
	茎 <sup>c</sup>	65.06±4.26	5.57±0.57
	全量 (a + b + c)	484.05	22.58
沖育01-1-7	葉 <sup>a</sup>	338.50±45.06	13.89±0.84
	葉柄 <sup>b</sup>	40.12±0.61	4.30±0.28
	茎 <sup>c</sup>	11.86±0.47	5.25±0.04
	全量 (a + b + c)	390.48	23.45

\*土壌：国頭マージ

Yaginuma らは可視光が紅花やキュウリのポリフェノール含量を増加させるのに必要なストレスであることを示した<sup>15)</sup>。市場ら<sup>16)</sup>と豊川ら<sup>17)</sup>は、葉草の紫外線カットフィルムと自然日照での栽培による抗酸化活性の比較を行った。紫外線カットで栽培した多くの品種で抗酸化活性が減少し、また紫外線量の多い月に収穫した葉草が、抗酸化活性の高い傾向にあることを示した。葉類、作物などに含まれるポリフェノール含量と抗酸化活性 (DPPH ラジカル阻害活性) は相関が高いことから<sup>18)</sup>、カンショも太陽光で受ける酸化的ストレスに対する防御のために、夏収穫ではポリフェノール含量が増加するものと予想された。しかしながら、本研究では沖夢紫や備瀬のように紫外線量の多い夏場にポリフェノール含量が増加する品種もあるが、沖育01-1-1と沖育01-1-7のように選抜が繰り返された系統ではポリフェノール含量が低下する品種になることも明らかにされた。即ち、ポリフェノール含量が、必ずしも紫外線量に依存して増えるものではなかった。宮農36号では、夏に収穫した葉酸含量が春の収穫に比べて減少していたのと同じく (表2)、ポリフェノール含量も夏場に減少した。本研究の結果から、機能性成分含量

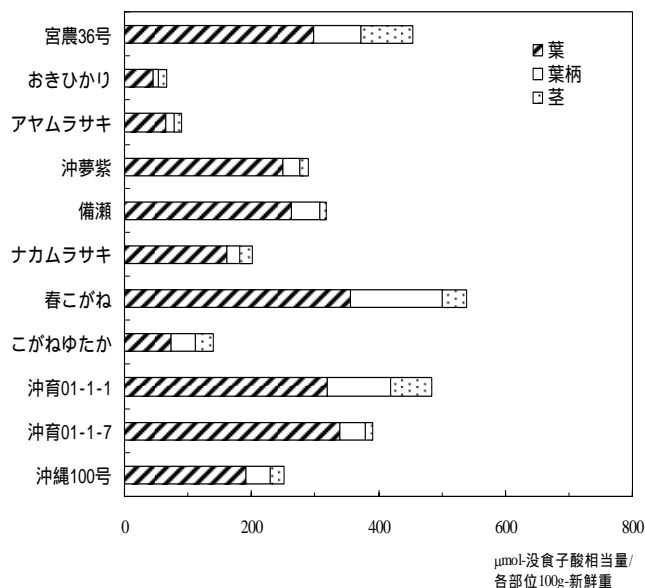


図2 カンショの部位別ポリフェノール含有量

には品種のもつ個々の生理機能も環境因子と同様に重要な因子になっていることが示唆された。また今回検討した品種の中で、沖夢紫や備瀬が、葉酸同様にポリフェノール産生品種として有用であることが示唆された。

#### 4 まとめ

沖縄産カンショ 11 品種の葉、葉柄、茎の部位別および季節変動による葉酸およびポリフェノール含量を明らかにした。沖縄 100 号を除く全ての品種で葉に多くの葉酸とポリフェノールが含まれていた。春に採集した宮農 36 号の葉酸含量は他の品種に比べて多かったが、夏においてはその含量が低くなった。一方、備瀬は夏に含量が増加し、沖夢紫は季節による変動がほとんどなかった。宮農 36 号、沖育 01-1-1 と沖育 01-1-7 のポリフェノール含量は葉酸同様に夏に減り、備瀬と沖夢紫はむしろ夏に増加した。

本結果は沖縄県の夏場の野菜収量不足を踏まえた場合、葉酸およびポリフェノールの機能性成分含量の高い備瀬や沖夢紫などのカンショが、夏野菜として十分に期待できる食素材になることを示唆した。また、今後の品種の選抜試験研究における重要な基礎データを提供した。

#### 謝辞

本研究で測定したカンショは、沖縄県農業試験場 園芸支場 (現 沖縄県農業研究センター) の上地邦彦 室長と大見のり子 研究員より提供頂きました。この誌面を借りてお礼申し上げます。本研究は平成 17 年度沖縄県先導・戦略的研究推進事業で行われた。

参考文献

- 1) 小泉 英夫、安井 明美、鈴木 忠直、堤 忠一、かんしょ塊根部および茎葉部中のビタミン、ポリフェノール、無機成分の定量、食総研報：551-558(1991)
- 2) Yoshimoto M., S. Yahara, S. Okuno, M. Islam, S. Ishiguro and O. Yamakawa, Antimutagenicity of mono-, di-, and tricaffeoylquinic acid derivatives isolated from sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaf. Biosci. Biotechnol. Biochem: 66 (11) 2336-2341 (2002.)
- 3) Yamakawa O and M. Yoshimoto, Sweetpotato as food material with physiological functions. Acta Hort: 583. 179-184 (2002)
- 4) Islam S., M. Yoshimoto, K. Ishiguro and O. Yamakawa. Bioactive compounds in *Ipomoea batatas* leaves. Acta Hort: 628. 693-699 (2003)
- 5) Kamen B., Folate and antifolate pharmacology. Semin Oncol: 24. S18-30-S18-39 (1997)
- 6) Zittoun J., Anemias due to disorder of folate, vitamin B12 and transcobalamin metabolism. Rev. Prat: 43 (11) 1358-1363 (1993)
- 7) Milunsky A., H. Jick, S.S. Jick, C.L. Bruell, D.S. MacLaughlin, K.J. Rotman and W. Willet. Multivitamin/folic acid supplementation in early pregnancy reduces the prevalence of neural tube defects. J. Am. Med. Assoc: 263 (20) 2747-2749 (1988)
- 8) Mulinare J., J.F. Coladero, J.D. Erickson and R.J. Berry. Periconceptional use of multivitamins and the occurrence of neural tube defects. Int. J. Epidemiol: 260 (21) 3141-3145 (1989)
- 9) Freudenheim J.L., S. Graham, J.R. Marshall, S. Cholewinski and G. Wilkinson. Folate intake and carcinogenesis of colon and rectum. Int. J. Epidemiol: 20 (2) 368-374 (1991)
- 10) Giovannucci E., M.J. Stampfer, G.A. Colditz, D.J. Hunter, C. Fuchs, B.A. Rosner, F.E. Speizer and W.C. Willett. Multivitamin use, folate and colon cancer in women in the nurses' health study. Ann. Intern. Med: 129.517-524 (1998)
- 11) Jaszewski R., B. Millar, J.S. Hatfield, K. Nogothu, R. Finkenauer, A.K. Rishi, J.A. Naumoff, O. Kucuk, B.N. Axelrod, A.P.N. Majumdar. Folic acid reduces nuclear translocation of  $\beta$ -catenin in rectal mucosal crypts of patients with colorectal adenomas. Cancer Lett: 206, 27-33 (2004)
- 12) 平良淳誠、一酸化窒素ラジカル誘導PC12細胞のアポトーシスと葉酸化合物による抑制、沖工技センター研報8: X-XX (2006)
- 13) 沖 智之、増田 真美、納 美由紀、小林 美緒、吉田 収、西場 洋一、須田 郁夫、サツマイモ「シモン1号」葉部抽出液のラジカル消去活性、食科工：49, 683-687 (2002)
- 14) Islam S., M. Yoshimoto, S. Yahara, S. Okuno, S. Ishiguro and O. Yamakura. Identification and characterization of foliar polyphenolic composition in sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) genotype. J. Agric. Food. Chem: 50. 3718-3722 (2002.)
- 15) Yaginuma S., T. Shiraishi, H. Ohya, K. Igarashi. Polyphenol increase in safflower and cucumber seedlings exposed to strong visible light with limited water. Biosci. Biotechnol. Biochem: 66 (1) 65-72 (2002)
- 16) 市場 俊雄、喜屋武(湧田) 祐子、有用生物資源の多目的利用のための加工製造システムの研究開発、沖工技センター研報2: 1-22 (2000)
- 17) 豊川 哲也、喜屋武(湧田) 祐子、知念 光浩、市場 俊雄、沖縄産薬草の機能性品質管理指標の確立、沖工技センター研報6: 65-91 (2004)
- 18) 須田 郁夫、沖 智之、西場 洋一、増田 真美、小林 美緒、永井 沙樹、比屋根 理恵、宮重 俊一、沖縄県産果実類・野菜類のポリフェノール含量とラジカル消去活性、食科工：52 (10) 462-471 (2005)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

TEL (098)929-0111

FAX (098)929-0115

URL : <http://www.pref.okinawa.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。