

サツマイモ葉の機能性：脂質代謝に関する検討

農研機構 九州沖縄農業研究センター
畑作物生理・遺伝グループ 上級研究員

くらた りえ
倉田 理恵

1 はじめに

日本におけるサツマイモ茎葉部の利用は、えぐみが少なく食べやすい茎葉利用品種の‘すいおう’などがリリースされているが、地域や用途に限られた活用にとどまっている。しかし、アフリカ、東南アジア、台湾や韓国においては、一般的にサツマイモの茎葉も葉物野菜として食べられており、その栄養価は、食物繊維¹⁾だけでなくタンパク質やビタミン・ミネラルが豊富に含まれ、緑黄色野菜以上である^{2,3)}。さらにサツマイモ茎葉には、機能性成分であるルテインやポリフェノールが高含量であることが特徴的で、他の野菜と比較すると群を抜いて多い⁴⁾。そのポリフェノールは、カフェ酸 (CA) とカフェオイルキナ酸類であるクロロゲン酸 (ChA)、3,4-ジカフェオイルキナ酸 (3,4-DCQA)、3,5-ジカフェオイルキナ酸 (3,5-DCQA)、4,5-ジカフェオイルキナ酸 (4,5-DCQA)、そして3,4,5-ジカフェオイルキナ酸 (3,4,5-TCQA) を主体としており、先の機能性特集号 No.135 で特性が詳細に説明されている⁵⁾。また、それらの機能性は抗酸化能だけでなく、抗変異原活性⁶⁾、がん細胞増殖抑制活性⁷⁾ など多岐にわたる。さらに、これらのカフェ酸およびそれぞれのカフェオイルキナ酸類

は、含量の差はあるものの、すべてのサツマイモの品種系統に存在することが報告されているため⁸⁾、機能性素材としての茎葉は十分に確保できる。

現在日本では、飽食と高齢化の影響で生活習慣病患者数が増加しており、その一つである脂質異常症が疑われる人は1,400万人で、予備軍まで含めると4,200万人といわれている。脂質異常症は血液中の中性脂肪 (TG) もしくは、総コレステロール (T-CHO)、LDL-コレステロール (LDL-C) 値が高いこと、HDL-コレステロール (HDL-C) 値が低いことのいずれかが続く状態であり、動脈硬化症に関わる大きな要因になる。この改善には体脂肪を減少させることが有効であるため、食事療法と運動療法が行われる。その食事療法では、総摂取エネルギー・栄養素配分の適正化とともに食物繊維の摂取が推奨されている。また近年、ポリフェノール類の摂取による体脂肪の減少がいくつか報告された^{9,10,11)}。これらを考慮し、食物繊維とポリフェノールの両方を多量に含み、未利用資源として豊富に存在するサツマイモ葉を対象に、高脂肪食で飼育したラットの脂質代謝へ与える影響について検討を行った¹²⁾ので、その内容を紹介する。

2 サツマイモ葉の基本成分とポリフェノール

サツマイモ葉（品種名：コガネセンガン）100g新鮮重量当たりの栄養素は、水分89.0g、タンパク質3.9g、脂肪0.8g、炭水化物1.0g、灰分1.2g、食物繊維4.1gを含んでいた。また、エネルギーは35Kcalで、食塩は3mg含んでいた（表1）。

表1 サツマイモ品種‘コガネセンガン’の栄養成分¹²⁾

	成分 (100g生重)
水分 (g)	89.0
タンパク質 (g)	3.9
脂質 (g)	0.8
炭水化物 (g)	1.0
灰分 (g)	1.2
食物繊維 (g)	4.1
エネルギー (kcal)	35.0
食塩 (mg)	3.0

つまり、Ishidaら²⁾の報告と同様に、コガネセンガンの葉における栄養成分は、野菜としてはタンパク質含量が高く、炭水化物含量が低く、食物繊維含量も高いという特徴が今回も示されている。また、サツマイモ葉には、豊富なポリフェノールが含まれていることが報告されているが、今回のコガネセンガン葉サンプルには11.50gクロロゲン酸 (ChA) 換算量/100g乾燥重量と乾物重量の10%以上もの量が含まれていた。その内、カフェオイルキナ酸類 (CQAs) はChAが1.42g、3,4-DCQAが1.81g、3,5-DCQAは3.12g、4,5-DCQAは0.48g、3,4,5-TCQAは0.10g/100g乾燥重量含まれており、ジカフェオイルキナ酸の3種類を合わせると5.41g DCQAs/100g乾燥重量と全

体の約半分を占める。また、CQAsの抗変異原活性はChA < DCQAs < TCQAと強くなることから⁶⁾、DCQAsおよびTCQAの摂取による健康機能性効果が期待される。

3 サツマイモ葉と高脂肪食をラットに35日間与えた変化

高脂肪食 (HFD) に対してサツマイモ葉 (SPL) を1%、3%、5%の割合 (v/v) で添加した3群を設定し、ラットに35日間の食餌摂取をさせた。35日間飼育後の結果、HFD群は十分な肥満を起こした。一方、SPLを摂取したすべての群は濃度依存的に体重増加が抑制され、SPL 5%群はHFD群に対して有意に減少した（表2）。また、解剖後の肝臓および腎臓重量は群間に差はなかったが、脂肪組織重量に顕著な差が現れ、すべてのSPL群はHFD群に対して有意に減少した。またその減少量は、SPL添加量に対して濃度依存的である傾向が見られた。これらの結果より、SPLの食餌摂取は、体脂肪のみを減少させる効果があることが示された。この効果がSPLに含まれる何に由来するものなのか（例えば食物繊維、ビタミン類、ポリフェノール類など）、もしくは複合的に効果があるものなのかについては今後の解明すべき課題である。

次に、35日間のSPLとHFDの同時摂取が血漿の脂肪組成および血糖値に対する影響を、表3に示した。血漿の中性脂肪 (TG) 値はSPLの添加量が増加するにつれて減少し、SPL 5%群でHFD群に対して有意差が得られた。総コレステロール (T-CHO) 値はSPL 1%、3%群でHFD群に対して

表2 サツマイモ葉と高脂肪食を35日間摂取したラットの体重、食事摂取量と組織量¹²⁾

	HFD	HFD +SPLP		
		1%	3%	5%
体重 (g)				
開始時	147.3 ± 5.16	147.3 ± 4.80	147.3 ± 5.09	147.3 ± 4.84
終了時	425.0 ± 24.97 ^a	409.2 ± 10.53 ^{ab}	403.2 ± 8.11 ^{ab}	390.6 ± 15.69 ^b
食事摂取量 (g/rat/35d)	588.4 ± 25.91 ^a	567.8 ± 23.23 ^{ab}	548.2 ± 9.80 ^b	581.5 ± 20.94 ^{ab}
エネルギー摂取量 (kcal/rat/35d)	3020.93 ± 133.01 ^a	2903.64 ± 118.81 ^{ab}	2782.01 ± 49.74 ^b	2928.27 ± 105.45 ^{ab}
組織量 (g /100g of body weight)				
肝臓	21.75 ± 1.70	20.58 ± 2.91	20.70 ± 2.38	20.88 ± 2.05
腎臓	3.19 ± 0.33	3.08 ± 0.20	3.11 ± 0.17	2.85 ± 0.17
脂肪組織	8.85 ± 1.32 ^a	7.23 ± 1.01 ^b	7.01 ± 0.51 ^b	6.25 ± 0.95 ^b

平均値 ± 標準偏差 (n = 7).
 同じ列で異なるアルファベットを記したものは有意に異なる (p < 0.05).
 HFD: 高脂肪食、HFD + SPLP: 高脂肪食 + サツマイモ葉粉末.

表3 サツマイモ葉と高脂肪食の同時摂取が血漿中の脂質と血糖値および肝臓の脂質に及ぼす影響¹²⁾

	HFD	HFD +SPLP		
		1%	3%	5%
血漿				
中性脂肪 (mg/dl)	178.63 ± 44.76 ^a	134.08 ± 44.41 ^{ab}	110.67 ± 61.23 ^{ab}	66.96 ± 35.29 ^b
総コレステロール (mg/dl)	93.64 ± 17.29 ^a	74.31 ± 6.31 ^b	76.43 ± 6.66 ^b	79.64 ± 17.29 ^{ab}
HDL - コレステロール (mg/dl)	63.46 ± 10.37	57.48 ± 6.90	60.92 ± 8.90	61.85 ± 8.70
グルコース (mg/dl)	139.53 ± 19.30 ^a	120.99 ± 8.41 ^b	127.55 ± 7.31 ^a	124.74 ± 8.19 ^a
肝臓				
中性脂肪 (mg/g)	95.27 ± 10.51	118.94 ± 14.12	110.68 ± 15.08	111.14 ± 28.32
総コレステロール (mg/g)	8.57 ± 0.39 ^a	7.99 ± 0.94 ^a	7.49 ± 0.37 ^a	7.07 ± 1.03 ^b

平均値 ± 標準偏差 (n = 7).
 同じ列で異なるアルファベットを記したものは有意に異なる (p < 0.05).
 HFD: 高脂肪食、HFD+SPLP: 高脂肪食 + サツマイモ葉粉末.

有意に低下した。このことから、T-CHO 値に関するサツマイモ葉の効果は、TG 値に比べて低濃度で効果があることが想定される。一方、HDL - コレステロール (HDL-C) 値は群間に差は認められなかった。サツマイモ葉に含まれるCQAsは糖尿病の要因の一つである α -グルコシダーゼ阻害活性が報告されている¹³⁾。そのため、HFD摂取で肥満に対する血糖値に影響を与えるかを検証した。血糖値(グルコース)はSPL 1 %群でHFD群に対して有意に減

少した。血糖値も T-CHO 値と同様に、TG 値に比べると低濃度での効果があるのではないかと推測される。

以上の結果より、HFDと共にSPLを摂取することで、血中のTGは濃度依存的な減少効果が見られ、T-CHOおよびグルコース値については、TG値に比べると少量のSPLから減少効果を示すことが示された。SPLの摂取により体脂肪の減少が認められただけでなく、血漿の脂肪組成および血糖値においても低減効果が認められたことか

ら、食事で摂取した脂肪と糖の代謝メカニズムをについてSPLがどのように作用するのか非常に興味深い。

35日後のラット肝臓重量は各群間において差がなかった(表2)が、肝臓に含まれるT-CHO値は、SPL 5%群で有意差が認められた(表3)。しかし、TGは群間の差がなかった。今回の試験では、解剖時の所見においてHFD食の全ての群において肝臓に脂肪の蓄積を始めているように見えたが、程度が軽度であったため、変化が見えにくかったと考える。脂肪肝の主な原因の一つは肥満とされており、今回の試験では、体重において十分に肥満を生じたため、差が得られることを期待したが、肝臓自体への変化は総コレステロールのみであった。SPLの脂肪肝への影響は今後の課題である。

4 血中の抗酸化能

食餌摂取35日間後の血中抗酸化濃度は、

SPLの添加量が増加するにつれて濃度依存的に増加し、SPL 5%群でHFD群に対して有意差が得られた(図1)。

野菜や果物に含まれる抗酸化物質であるフラボノイド類を摂取することで、血中抗酸化能が上昇することは報告されている¹⁴⁾。サツマイモ葉には、フラボノイドではないが、同じポリフェノール類であるCQAsが非常に多く含まれていることから、これらのポリフェノール類が影響していると推測される。ただし、今回の試験はサツマイモ葉の摂取であったため、ビタミン類等の影響や、複合的な要素も排除できない。そのため、次回はサツマイモ葉由来のポリフェノールのみを与える試験を行いたいと考えている。

5 おわりに

以上の結果のように高脂肪食とサツマイモ葉の食事摂取がモデル動物への脂質代謝を改善する効果が得られた。つまり、サツ

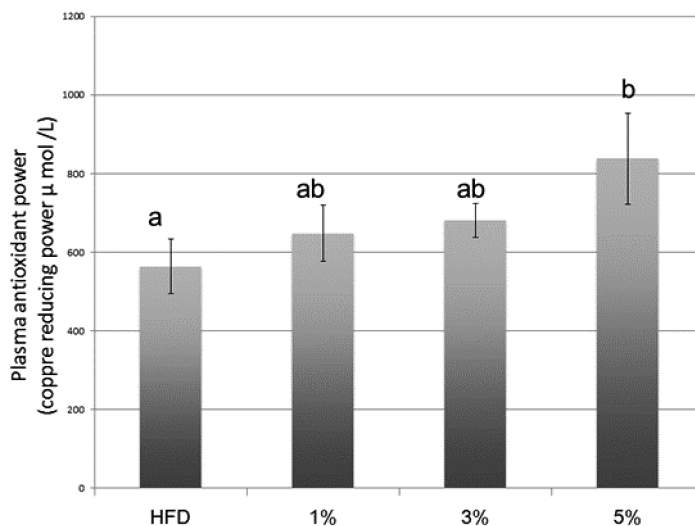


図1 サツマイモの葉と高脂肪食を同時摂取したラットの血漿中の抗酸化力に及ぼす影響¹²⁾

同じ列で異なるアルファベットを記したものは有意に異なる (p<0.05).
HFD: 高脂肪食、HFD+SPL: 高脂肪食+サツマイモ葉粉末.

マイモ葉摂取が高脂血症を改善するかもしれない手がかりを得たと考える。しかし、この結果はあくまでモデル動物における効果であり、ヒトでの結果はまだ得られていない。現在、特定保健用食品の登録を行うには商品別に消費者庁で審査される必要がある、ヒトでの効果の有無が重要視されることは言うまでもない。ヒト試験を行うには綿密な試験設計・被験者設定と潤沢な研究資金が必要であり、そのハードルは非常に高い。それでも社会への訴求効果を考慮すると、サツマイモ葉の機能性の効果が、今後ヒトにおいても確認されることを切に願っている。さらに、今回の結果では均一なモデル動物のラットでさえも個体差が認められ、サツマイモ葉による影響の有意差がつかない箇所がいくつかあった。ヒトにおける機能性の効果はさらに個人差がでると容易に予想できる。サツマイモの栄養バランスは作物の中でもとても良い。健康のためにサツマイモ塊根および茎葉を適度に食べていただくのは推奨したいが、機能性の効果が実感できないからといって、過剰摂取はお勧めしない。他の機能性表示食品や特定保健用食品による効果においても同様である。医食同源という言葉のように、機能性研究には食事で病気の予防ができるのではないかという夢があるが、個人差という壁も確実に存在している。これを少し心に留めておいて頂けると、機能性研究者たちはより研究に励みやすくなると思われる。

引用文献

1) 津久井亜紀夫 (2018). サツマイモの機能性成分 1 食物繊維. いも類振興情

報, **135**, 2-7.

- 2) Ishida, H., Suzuno, H., Sugiyama, N., Innami, S., Tadokoro, T., Maekawa, A. (2000). Nutritive evaluation on chemical components of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* Poir). *Food Chem.*, **68**, 359-367.
- 3) Antia, B.S, Akpan, E.J, Okon, P.A., Umoren, I.U. (2006). Nutritive and anti-nutritive evaluation of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) leaves. *Pak. J. Nutr.*, **5**, 166-168.
- 4) Ishiguro, K and Yoshimoto, M. (2006). Lutein content of sweetpotato leaves. *Sweet potato Res. Front.*, **20**, 4
- 5) 奥野成倫 (2018). サツマイモの機能性成分 3 クロロゲン酸類. いも類振興情報, **135**, 14-23.
- 6) Yoshimoto, M, Yahara, S, Okuno, S. (2002). Antimutagenicity of mono-, di-, and tricaffeoylquinic acid derivatives isolated from sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaf. *Biosci., Biotechnol., Biochem.*, **66**, 2336-2441.
- 7) Kurata, R., Adachi, M., Yamakawa, O., Yoshimoto, M. (2007). Growth suppression of human cancer cells by polyphenolics from sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaves. *J. Agric. Food Chem.*, **55**, 185-190.
- 8) Islam, M., Yoshimoto, M., Yahara, S., Okuno, S., Ishiguro, K., Yamakawa, O. (2002). Identification and characterization of foliar polyphenolic composition in sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) genotypes. *J. Agric. Food*

- Chem.*, **50**, 3718-3722.
- 9) Murase, T., Misawa, K., Minegishi, Y., Aoki, M., Ominami, H., Suzuki, Y., Shibuya, Y., Hase, T. (2011). Coffee polyphenols suppress diet-induced body fat accumulation by down regulating SREBP-1c and related molecules in C57BL/6J mice. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, **300**, E122-E133.
- 10) Aoki, F., Honda, S., Kishida, H., Kitano, M. (2007). Suppression by licorice flavonoids of abdominal fat accumulation and body weight gain in high-fat diet-induced obese C57BL/6J mice. *Biosci., Biotechnol., Biochem.*, **71**, 206-214.
- 11) Bose, M., Lambert, J.D., Ju, J., Reuhl, K.R. (2008). The major green tea polyphenol, (-)-epigallocatechin-3-gallate, inhibits obesity, metabolic syndrome, and fatty liver disease in high-fat-fed mice. *J. Nutr.*, **138**, 1677-1683.
- 12) Kurata, R., Kobayashi, T., Ishii, T., Niimi, H., Niisaka, S., Kubo, M., Kishimoto, M. (2017). Influence of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Leaf Consumption on Rat Lipid Metabolism. *Food Sci. Technol. Res.*, **23**, 57-62.
- 13) Kurata, R., Yahara, S., Yamakawa, O., Yoshimoto, M. (2011). Simple high-yield purification of 3,4,5-tri-O-caffeoylquinic acid from sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaf and its inhibitory effects on aldose reductase. *Food Sci. Technol. Res.*, **17**, 87-92.
- 14) Lottio, B. S. and Frei, B. (2006). Consumption of flavonoid-rich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: Cause, consequence, or epiphenomenon? *Free Radical Biology and Medicine*, **41**, 1727-1746.