サツマイモの葉にはルテインが豊富に含まれる

誌名	農業および園芸 = Agriculture and horticulture
ISSN	03695247
著者名	石黒,浩二
発行元	養賢堂
巻/号	81巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 345-349
発行年月	2006年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

サツマイモの葉にはルテインが豊富に含まれる

石黒 浩二*

〔キーワード〕：カンショ，カロテノイド，キサントフィル，黄斑変性症，白内障

1．はじめに

サツマイモ塊根は食用のほか，澱粉や焼酎原料，加工用などとして利用されている．近年では，肉色が紫色や橙色の品種が続々登場し，食用色素やパウダー，ペースト原料としての利用や（吉永 2004），それを使ったお菓子など加工品としての割合が増えている．紫サツマイモを原料としたジュースや酢はアントシアニン色素の機能性効果（山川ら 1998）と消費者の健康志向がマッチし，人気の商品となっている．また，近年の芋焼酎ブームで，焼酎用サツマイモは需要が急増し，原料確保が困難な状況である．一般にサツマイモというと，このような需要の多い塊根つまり芋をイメージするが，茎葉部も利用できる．サツマイモの茎葉はアジア諸国では多少利用されているが，わが国では沖縄県など一部の県，地域においてわずかに食されている以外は，ほとんど利用されていない．われわれはサツマイモ茎葉の積極的な利用を促進するために，茎葉部の収量性，葉身と葉柄部の食味に優れる品種「すいおう」を育成した（Ishiguroら 2004）．「すいおう」には葉身部に高い栄養成分やポリフェノールが含まれており（石黒ら 2004），ポリフェノール成分による抗酸化能（石黒ら 2004）や抗変異原性（Yoshimotoら 2003），血糖値上昇抑制作用（鍔田ら 2004）などが明らかにされた．「すいおう」は青汁や飲料，パウダー等の原料として利用され始めており，生鮮野菜としても一部導入されている．サツマイモ茎葉のさらなる付加価値を目的としてカロテノイド成分を分析したところ，眼病予防等に有効とされるルテインが高濃度で含有していることが明らかになった．本稿では，ルテイン含量の部位別比較，他の野菜との比較，収穫時期による変動および品種間差等について報告する．

2．ルテインとは

ルテインとはカロテノイドのキサントフィルの一種であり，野菜や果物に含まれている黄色～橙色の色素成分である．とくに，ホウレンソウやケールなどの濃緑色野菜に多く含まれている（Mangels 1993）．ルテインはヒトの体内において水晶体や網膜黄斑部などに存在し，活性酸素を誘発する青色光のフィルターとして働くとともに，生成した活性酸素を消去すると考えられている（Alves-Rodrigues and Shao 2004）．ヒトはルテインを合成できないので，野菜等から摂取する必要がある．欧米における疫学調査において，ルテインの摂取量や血清中の含量は黄斑変性症や白内障などの眼病疾患と負の相関があることが報告されている（Seddonら 1994，Galeら 2001）．さらに，介入試験でもルテイン摂取は眼病予防に有効とされている（Massacesiら 2001，Olmedillaら 2003）．また，ルテインは心疾患予防（Mares-Perlmanら 2002）や皮膚の紫外線保護（Stahlら 2000）にも効果がある．

3．サツマイモ茎葉部のルテイン含量

茎葉利用サツマイモ「すいおう」の茎葉部を葉身，葉柄，茎に分別し，部位ごとにルテイン含量を測定した．葉身部の平均含量は生鮮重100g当たり36.8mgであり，茎と葉柄部の含量はそれぞれ1.8mgと1.6mgで葉身部と比べると極端に少なかった（表1）．ルテインは植物では光合成に関わる色素であるため，葉身部に多量に含まれていると推測される．葉身部のルテイン含量はサツマイモと同じヒルガオ科サツマイモ属のエンサイ（空芯菜）葉身部（11.9mg）やホウレンソウ（7.4mg）を上回った（表1）．Mangelsら（1993）は120種の野菜と果物の各種カロテノイド含量について報

* 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構九州沖縄農業研究センター（Koji Ishiguro）

0369－5247/06/¥500/1論文/JCLS

表1　サツマイモ茎葉部の部位別ルテイン含量および他の作物との含量比較

	ルテイン含量（mg/100g生鮮重）	
	平均値（中央値）	最小値－最大値
サツマイモ（品種　すいおう）[1]		
葉身	36.8	31.5－42.6
茎	1.8	0.6－3.0
葉柄	1.6	0.4－2.8
エンサイ（葉身）[1]	11.9	8.5－14.5
ホウレンソウ[2]	7.4	－
ケール[3]	(21.9)	14.7－39.6
ホウレンソウ[3]	(10.2)	4.4－15.9
ブロッコリー[3]	(1.9)	1.8－2.1
レタス[3]	(1.8)	－

[1] 2003～2004年度に同一圃場で栽培.
[2] 市販品を供試.
[3] Mangelsら（1993）によるデータ（中央値）を抜粋.

告している．このデータベースにおいて，ルテイン含量はケールの21.9mgが最も高く，ホウレンソウが10.2mgでそれに続いている．「すいおう」の葉身にはケールと同等以上にルテインが含まれており，これまで報告されている野菜，果物の中で最も高含量の範疇に属すると思われる．

4．収穫時期によるルテイン含量の変動

サツマイモの茎葉部は一度収穫しても，残った茎の節から新しい蔓が成長するため，繰返し収穫が可能である．13の茎葉利用品種または育成系統を供試し，苗床において種芋から生育した茎葉葉身部の，収穫時期によるルテイン含量の変動を調査した．2元配置分散分析で収穫時期と品種間で有意差が認められた．ルテイン含量は収穫ごとに減少し，13品種・系統の平均含量は1回目から5回目の収穫で約50％まで減少した（図1）．温度，日照量，降水量などの気象条件，または繰返し収穫による養分欠乏などがこの減少の原因と考えられる．サツマイモ茎葉の利用にあたっては，品種間差や収穫時期によるルテイン含量の変動に留意する必要がある．

5．他の光合成関連色素との関係

ルテインは植物において光合成を担う役割を果たしている．そこで，他の光合成色素であるクロロフィルやβ-カロテン含量との関係を調べた．上記の収穫時期を異にする13品種・系統のサンプルについて，葉身部のクロロフィルa，bおよびβ-カロテン含量を測定したところ，これらの光合成色素含量は品種や収穫時期で変動し，各成分ともルテインと高い関連性を示した（表2）．つまり，ルテイン含量の高い品種や収穫時期において，クロロフィルやβ-カロテンも高含量含まれることが明らかとなった．クロロフィルやβ-カロテンにもさまざまな機能性が報告されている．とくにβ-カロテンは視機能に関わるロドプシンの材料となるビタミンAの前駆体であり，眼病予防の観点からルテインとの相乗効果が期待される．

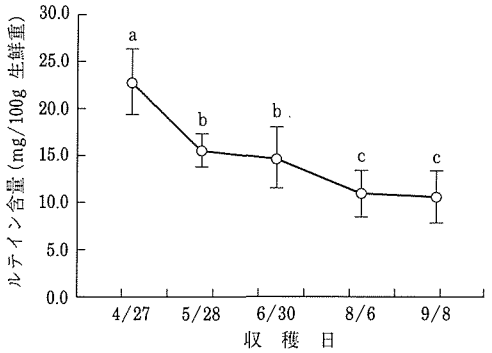

図1　葉身部におけるルテイン含量の収穫時期による変動

茎葉利用品種および育成系統から13品種・系統を供試．苗床に伏せ込んだ種芋から生育した全茎葉部を地際から5cm残して収穫．約1カ月ごとに再生した地上部を繰返し収穫．縦線は標準偏差．英異文字間には1％水準で有意差有り．

6．葉の位置によるルテイン含量の相違

サツマイモ蔓における葉身の位置でルテイン含量に相違があるかどうか調査した．展開葉を茎頂から1～5，6～10，11～15および16～20の位置でグループ分けし，ルテイン含量を比較した．その

表2　葉身部のルテイン，クロロフィルおよびβ-カロテン含量の相関関係

	ルテイン	クロロフィル b	クロロフィル a	β-カロテン
ルテイン	1.0000 －			
クロロフィルb	0.9722 **	1.0000 －		
クロロフィルa	0.9731 **	0.9897 **	1.0000 －	
β-カロテン	0.9652 **	0.9371 **	0.9581 **	1.0000 －

** は1％水準で有意相関（n＝65）.

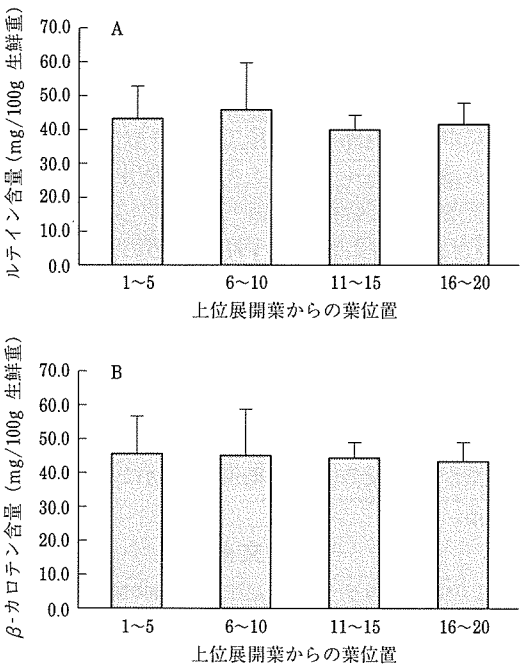

図2　葉の位置によるルテイン（A）およびβ-カロテン含量（B）の相違

品種：すいおう．上位展開葉より1~5,6~10,11~15,16~20位でグループ分けし，各グループのルテイン含量を測定．縦線は標準偏差（n＝6）．

結果，グループ間で有意差は認められず，ルテイン含量の葉の位置による相違はなかった（図2A）．同様にβ-カロテン含量も葉の位置による相違は認められなかった（図2B）．若く柔軟な上位部ほど，葉身のタンパク質は高含量で，毒性のあるシュウ酸は少ないことが報告されている（AVRDC 1976）．このことから蔓の上位部が利用されることが好ましいが，ルテインやβ-カロテンは，少なくとも20位程度までの葉身で含量がほぼ一定していることが明らかとなった．

7．茎葉収穫後のルテイン含量の変動

収穫されたサツマイモ茎葉は，加工または調理されるまでに数日を要することも想定される．そこで，茎葉収穫後のルテイン含量の変動を調査した．

収穫した茎葉を，15℃および25℃（設定湿度100％，弱光）で茎葉全体のまま貯蔵し，収穫直後から4日後まで毎日葉身部のルテイン含量を測定した．両温度において，収穫後3日目までは顕著な形態変化は認められなかったが，4日目には一部の葉身において黄化が認められた．ルテイン含

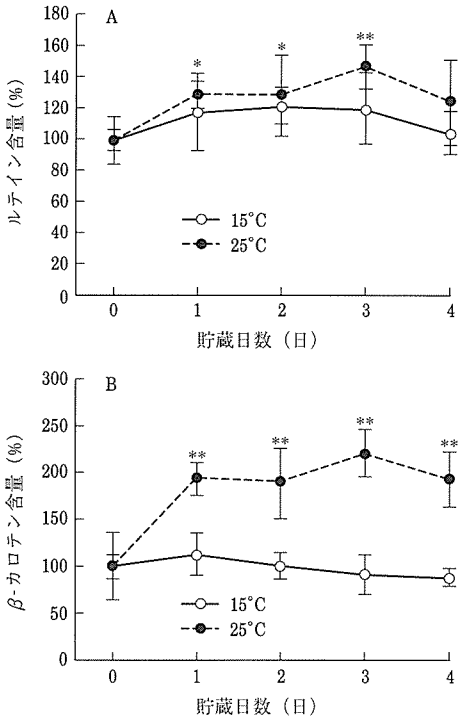

図3　ルテイン（A）およびβ-カロテン含量（B）の茎葉収穫後の変動

品種：すいおう．25℃および15℃（弱光，設定湿度100％）で収穫した茎葉を貯蔵し，収穫日から4日後まで葉身のルテイン含量（凍結乾燥粉末当たり）を測定．縦線は標準偏差（n＝5）．
**は貯蔵開始日に対して，1％水準で有意差有り，*は5％水準で有意差有り．

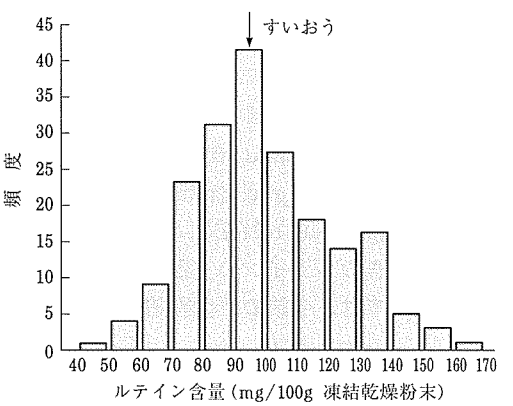

図4　ルテイン含量の度数分布

遺伝資源保存193品種の葉身部を苗床に伏せ込んだ種芋から収穫．

量は25℃において3日後まで有意に増加し，4日後にやや減少した．15℃では貯蔵中の有意な変化は認められなかった（図3A）．β-カロテンは25℃貯蔵で，収穫翌日から有意に増加した．一方，15℃では貯蔵中の有意な変化は認められなかった（図3B）．このことから，収穫した茎葉部は3，4日の貯蔵中に，25℃では，ルテイン，β-カロテンとも収穫直後以上に増加し，15℃では収穫直後の含量が維持されることが明らかとなった．

8．ルテイン含量の品種間差異

九州沖縄農業研究センター畑作研究部で所有しているサツマイモ保存品種の中から193品種についてルテイン含量を測定した（図4）．ルテインは凍結乾燥粉末100g当たり47.0mg～165.1mgの範囲で，平均99.5mgであった．「すいおう」は98.0mgであり，ほぼ平均的な値であった．今後，1,000品種を越える遺伝資源保存品種について，さらにルテイン含量を調査する予定である．

9．どの位摂取したらよいのか

黄斑変性症や白内障の予防に有効なルテイン摂取量は1日当たり6～14mgと試算されている（Seddonら 1994，Brownら 1999）．「すいおう」葉身の生鮮重量16.3～38.0g（乾燥重量で3.2～7.4g）で，この量に相当する．ルテインは脂溶性であるので，水やお湯では抽出が不十分である．葉身を料理に利用するか，茎葉乾燥粉末の青汁を飲むと十分量摂取できる．「すいおう」を使った料理レシピはホームページ等を参考にしていただきたい（http://konarc.naro.affrc.go.jp/acre/Imoiku/VARIETY/suiou_recip.pdf，http://www4.synapse.ne.jp/anet/recipi/）．サツマイモ茎葉を調理したときのルテインの安定性や体内への吸収効率については，今後の研究課題である．

10．今後の展開

現在，茎葉部を生食用として利用できるサツマイモ品種は「エレガントサマー」と「すいおう」の2品種のみである．「エレガントサマー」は，葉柄部の利用を主とする品種であり，「すいおう」は，ルテインやβ-カロテン，ポリフェノール，ビタミンおよびミネラルなど有用成分が豊富な葉身部の食味も良い．今後は，遺伝資源保存品種からルテイン高含量の品種を選抜し，さらに高含量，良食味の品種育成を行っていくことを検討している．

現在，農林水産省の農林水産バイオリサイクル研究において，圃場や苗床で廃棄されているサツマイモ茎葉からルテインを大量に抽出する技術開発研究を行っている．マリーゴールドなどから抽出されたルテインは眼病予防のためのサプリメントなどとして，すでに市場に流通しているが，サツマイモの収穫残渣を利用することでより低コストのルテイン生産が期待される．

ルテインは眼病予防を始めとするさまざまな機能性を有するカロテノイドであるが，サツマイモの茎葉が，健康の維持・増進の一助になれば幸いである．

引用文献

吉永優 2004. 多彩なサツマイモ品種と新用途の開発．日本育種学会2004年秋季大会市民公開シンポジウム．植物バイオと私たちのくらし～食と生活を彩る植物の改良～. 16 – 21.

山川理・須田郁夫・吉元誠 1998. 高アントシアニンサツマイモの開発と利用．FFI JOURNAL 178:69 – 78.

Ishiguro, K., J. Toyama, M.S. Islam, M. Yoshimoto, T. Kumagai, Y. Kai, Y. Nakazawa and O. Yamakawa 2004. Suioh, a new sweetpotato cultivar for utilization in vegetable greens. Acta Hort. 637:339 – 345.

石黒浩二・外山潤・吉元誠 2004. 茎葉利用サツマイモ「すいおう」における部位別の栄養・機能性の差異．日本作物学会九州支部会報 70:36 – 39.

Yoshimoto, M., S. Okuno, M.S. Islam, R.A. Kurata and O. Yamakawa 2003. Polyphenolic content and antimutagenicity of sweetpotato leaves in relation to commercial vegetables. Acta Hort. 628:677 – 685.

鍔田仁人・高垣欣也・吉元誠・倉田理恵・山川理 2004. 甘藷若葉末の血糖値改善効果．食品と開発 39:57 – 58.

Mangels, A.R., J.M. Holden, G.R. Breecher, M.R. Forman and E. Lanza 1993. Carotenoid content of fruits and vegetables: An evaluation of analytic data. J. Am. Diet. Assoc. 93:284 – 296.

Alves-Rodrigues, A. and A. Shao 2004. The science behind lutein. Toxicology Letters 150:57 – 83.

Seddon, J.M., U.A. Ajani, R.D. Sperduto, R. Hiller, N. Blair, T.C. Burton, M.D. Farber, E.S. Gragoudas, J. Haller, D.T. Miller, L.A. Yannuzzi and W. Willett 1994. Dietary Carotenoids, vitamins A, C, and E, and advanced age-related macular degeneration. Eye Disease Case-Control Study Group. Jam. 272:1413 – 1420.

Gale, C.R., N.F. Hall, D.I. Phillips and C.N. Martyn 2001. Plasma antioxidant vitamins and carotenoids and age-related

cataract. Ophthalmology 108:1992 – 1998.

Massacesi, A.L., R. Faletra, F. Gerosa, G. Staurenghi and N. Orzalesi 2001. The effect of oral supplementation of macular carotenoids (lutein and zeaxanthin) on the prevention of age-related macular degeneration: a 18 months of follow up study. Assoc. Res. Vision Ophthalmol. 42:S234.

Olmedilla, B., R. Granado, I. Blanco and M. Vaquero 2003. Lutein, but not alpha-tocopherol, supplementation improves visual function in patients with age-related cataracts: a 2-year double-blind, placebo-controlled pilot study. Nutrition 19:21 – 24.

Mares-Perlman, J.A., A.E. Millen, T.L. Ficek and S.E. Hankinson 2002. The body of evidence to support a protective role for lutein and zeaxanthin in delaying chronic disease. Overview J. Nutr. 132:518S – 524S.

Stahl, W., U. Heinrich, H. Jungmann, H. Sies and H. Tronnier 2000. Carotenoids and carotenoids plus Vitamin E protect against ultraviolet light-induced erythema in humans. Am. J. Clin. Nutr. 71:795 – 798.

AVRDC 1976. Nutritional progress and potential for sweet potatoes, Sweet Potato Report. AVRDC, Shanhua, Tainan. 37 – 40.

Brown, L., E.B. Rimm, J.M. Seddon, E.L. Giovannucci, L. Chasan-Taber, D. Spiegelman, W.C. Willett and S.E. Hankinson 1999. A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. Am. J. Clin. Nutr. 70:517 – 524.

外国文献抄録

赤色果肉のキウイフルーツの色素

Montefiori, M, T. K. McGhie, G. Costa and A. R. Ferguson 2005. Pigments in the Fruit of Red-Fleshed Kiwifruit (*Actinidia chinensis* and *Actindia deliciosa*). Agri. Food Chem. 53：9526-9530.

国際的に取引されているキウイフルーツの種類は *Actinidia chinensis* と *Actinidia deliciosa* である．Actinidia 種の成熟時における果肉の色は緑，赤，紫，黄色と変異に富むが，最近まで緑色の Actinidia 種のキウイフルーツしか商業的に生産されていなかった．近年，キウイフルーツの果肉の色に注目が集まっており，黄色や赤の果肉の種が商業的規模で生産され始めている．本研究では，赤色果肉の種におけるカロテノイドとクロロフィルとアントシアニンの量を調査した．

材料としては，ニュージーランドで生育された 15 系統の *A. chinensis* と，10 系統の *A. deliciosa* が用いられた．各系統 10 個体の色を計測した．各個体を赤道面の 2～3 cm を切断した．それぞれの系統で色が平均値な果肉色の 3～4 個体選び，クロロフィルとカロテノイドの抽出のため，果肉の果皮に近い部分をサンプリングした．その後 HPLC で分析した．クロマトグラフのピークから構造を同定した．アントシアニン抽出では果皮の内側と外側の部分の果肉の細胞を用いた．同様に HPLC で分析し，構造を同定した．また LC-MS 分析も行った．

A. deliciosa 系統では，典型的な緑色のキウイフルーツである *A. deliciosa* の品種 Hayward と同様，クロロフィル a とクロロフィル a より少ない量のクロロフィル b，カロテノイドでは最も多いルテインに β-カロチンが続くという構成であった．内側に赤い色素を含む *A. chinensis* においてもクロロフィルとカロテノイドの構成は同じであった．しかしクロロフィルの量は 10 分の 1 から 20 分の 1 程度しかなく，カロテノイドの量も 3 分の 1 程度であった．*A. chinensis* 系統に含まれるアントシアニン量は 0.92 μg/g から 139.97 μg/g まで大きく変動したが，含まれるアントシアニンの少なくとも 60 %以上はシアニジン 3-O-キシロ 1,2-ガラクトシドであった．他方 *A. deliciosa* では 2.58 μg/g から 23.92 μg/g と少量のアントシアニンが確認された．含まれるアントシアニンはシアニジン 3-O-ガラクトシドとシアニジン 3-O-グルコシドの 2 種類だけであった．

キウイフルーツからとれたアントシアニンの量は多くのベリー果実に比べ非常に少なかった．このことからキウイフルーツにおける高い酸化防止剤としての機能において，アントシアニンが必ずしも重要な役割を果たしていない可能性が示唆された．

（東京大学大学院農学生命科学研究科園芸学研究室
本間信一郎）