

ジャガイモの栄養化学(Ⅱ)

～自然のチカラ、ファイトケミカル～

カルビー株式会社

R&DDE センター基礎研究チーム

奈良 一寛 (Nara, Kazuhiro PhD)

一般にジャガイモは、デンプンが主成分であるが、ビタミンB₁、C、葉酸、カリウムなどの優れた摂取源となることが知られている^{1, 2)}。その他にもいくつかの有効成分についての報告がある。

1. ポリフェノール

食品に含まれる代表的な機能性成分として注目されているポリフェノールには、低分子のフェノール酸から、フラボノイドや高分子のタンニンまで様々な化合物がある。植物の中では、紫外線、細菌および動物による捕食から逃れるためなど、生体防御ならびに種の保存のためにはなくてはならない重要な成分である。

近年、ポリフェノールの生体利用性に関する研究は著しい進展をみせているが、機能としては、抗酸化作用、抗ガン作用および虚血性心疾患の予防効果などが明らかにされ、その有効性が注目されている^{3, 5)}。

ジャガイモの主要なポリフェノールには、クロロゲン酸があるが、それはナス科およびキク科など様々な植物に含まれており^{6, 8)}、抗酸化作用のほかにも、肝ガン細胞の浸潤を抑制することが培養細胞の実験で確かめられている⁹⁾。ジャガイモにおけるクロロゲン酸は、特に周皮で多く、次いで外髄、内髄の順に多くなっている(図1)。また、ジャガイモ周皮には、細胞壁多糖類

にエステル結合したフェルラ酸の存在も確認されている(表1)¹⁰⁾。糖に結合したフェルラ酸は多糖間で架橋構造を形成し、細胞壁の伸展性の調節および強化に寄与している¹¹⁾。フェルラ酸もクロロゲン酸同様にフェノール類であることから抗酸化作用を示し(図2)、最近では、認知症の予防作用や血圧降下作用についても報告もされている^{12, 13)}。クロロゲン酸およびフェルラ酸は、周皮に多いことから、周皮を含む加工品においてはそれら成分による機能が期待できると思われる。

さらに、ポリフェノールの一種であるアントシアニン色素を表皮および肉質に含有する、紫や赤色といった有色ジャガイ

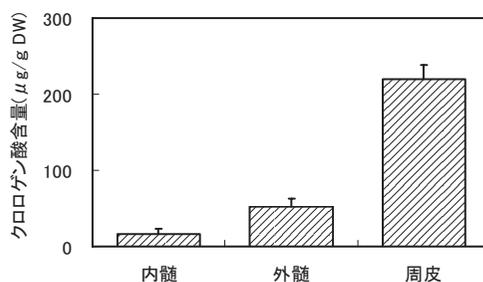


図1 ジャガイモの部位におけるクロロゲン酸含量の差異

表1 髄部および周皮におけるフェルラ酸含量

部 位	フェルラ酸含量 (μg/g 乾燥重量)
	結合型
髄 部	1.9
周 皮	71.7

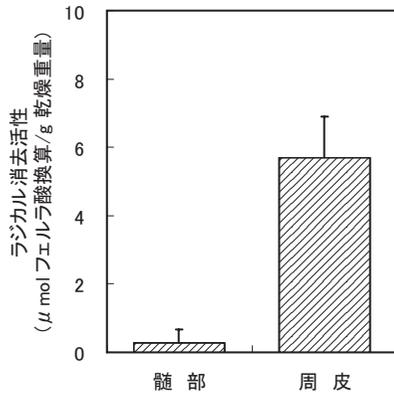


図2 髓部および周皮におけるラジカル消去活性

モが生食用ならび加工品として販売されている。それら有色ジャガイモのアントシアニンは抗酸化成分であるが、その他にもヒトおよびマウスの胃ガン細胞のアポトーシス誘導を引き起こすこと、抗インフルエンザ活性を有することなどが報告されている^{14, 15)}。

2. アミノ酸およびタンパク質

γ -アミノ酪酸 (Gamma-Amino Butyric Acid; GABA) は、動物、植物問わず広く天然に存在するアミノ酸の一種であり、ヒトの体内では脳内の神経伝達物質として働いているとともに、血圧上昇抑制効果が得られるなど、様々な効果が期待できるとされる¹⁶⁾。GABAは、発芽玄米、お茶、チョコレートなど多くの食材に含まれているが、ジャガイモにも含まれている。生食用、加工用および有色品種など22品種のジャガイモについてGABA含量を測定したところ、100gあたり16~61mgと品種によって異なり (表2)、生食用および加工品品種に比べ有色品種で高い傾向にあった¹⁷⁾。また、加工品種である“トヨシロ”では、総遊離アミノ酸含量とGABA含量との間に正の相関が認められ、総遊離アミノ酸含量

表2 ジャガイモ各品種の塊茎における総遊離アミノ酸およびGABA含量

品 種	総遊離アミノ酸含量 (mg/100gFW)	GABA含量 (mg/100gFW)	
加工用品種	スノーデン	358	16
	シンシア	404	21
	ホックイコガネ	510	21
	コナフブキ	450	22
	デイジー	377	23
	農林1号	467	24
	アトランチック	489	26
	ワセシロ	819	29
	トヨシロ	416 *	31 *
	生食用品種	キタアカリ	469
ユキラシャ		361	25
花標津		239	27
ベニアカリ		312	29
ムサマル		406	30
トウヤ		351	30
男爵		529	30
スタークイン		443	34
メークイン		500	37
有色品種	インカパープル	533	35
	アンデス	540	40
	インカレッド	409	43
	インカのめざめ	732	61

n=6 (平均値)

*n=30 (平均値)

の約7～8%をGABAが占めていた。したがって、ジャガイモもまたGABAの効果が期待できる食品である可能性が示唆された。しかしながら、収穫時期における差異や貯蔵中における変動も考えられることから、さらに検討が必要かもしれない。

次にジャガイモ中に約2%程度含まれるタンパクであるが、ジャガイモ由来のタンパクは、コレシストキニン（満腹感を惹起するホルモン）の分泌を促進し、満腹であるという感覚を誘発するということ¹⁸⁾、さらにジャガイモは、パンと比較しても満腹感を得やすい食品であること¹⁹⁾なども報告されている。古くから、ヨーロッパではジャガイモが主食とされているが、栄養価が高いというだけでなく、満腹感も得やすいといった理由から消費されていたとも推察される。

また、福嶋らによってジャガイモ由来のタンパクを酵素分解し、得られたペプチドをラットに餌として与えた実験において、悪玉のLDLコレステロールを減らすとともに、善玉のHDLコレステロールを増やす作用が確認されている²⁰⁾。これは、動脈硬化のリスクを高める高脂血症をジャガイモタンパク由来のペプチドが予防できる可能性を示唆しており、大変興味深い素材であると思われる。

3. 多糖類

デンプンはグルコースを構成単位とした重合体である。ジャガイモのデンプンは、グルコースにリン酸基がエステル結合したものが多くの特徴であり、そのリン酸基の存在によって酵素分解されにくいという性質を持っている²¹⁾。そのため、ヒトの生

体内においてもジャガイモデンプンは消化速度が遅く、血清中の遊離脂肪酸およびトリグリセリド、さらには肝臓中のトリグリセリドを減少させるという報告もある²²⁾。

さらに、リン酸基の多いジャガイモデンプンを酵素分解し、それによって得られたリン酸基を有するオリゴ糖のカルシウム塩が歯の再石灰化（歯を修復する作用）を促進することも明らかとなっている²³⁾。

デンプン以外の代表的な多糖類としてペクチンがある。ペクチンは、細胞壁の構成成分としてあらゆる植物に含まれる水溶性食物繊維の一種で、ガラクトuron酸を主成分とし、その一部がメチルエステル化された多糖類であり、細胞間を接着している成分である。ジャガイモには、粉質系や粘質系などといった肉質の違いがあるが、ペクチンがその肉質の違いに関与すると考えられている。したがって、加熱処理時の物性変化や加工性にも影響を与えるとされ、加工中のペクチンの変化についてもいくつかの報告がある。ペクチンの機能性としては、整腸作用が知られているが、他にも高コレステロール血症の患者のコレステロール値が有意に改善される²⁴⁾といった報告もある。さらに最近では、ビタミンCの酸化を抑制するということが明らかとなっている²⁵⁾。一般にジャガイモでは、デンプンがビタミンCを包み込んで保護するため、加熱しても壊れにくいとされるが、ペクチンもまた、調理におけるビタミンCの酸化抑制に関与している可能性が考えられる。したがって、ビタミンCと多糖類の関連性についてさらに検討することが必要であると思われる。

4. その他の成分

その他のジャガイモの成分として、グリコアルカロイド、ポリアミンの一種であるクコアミン、さらに果実および野菜に多く含まれる酵素であるポリフェノールオキシダーゼなどがある。

ナス科植物であるジャガイモやトマトには、有害だとされるグリコアルカロイドが含まれている。ジャガイモに含まれるグリコアルカロイドには、ソラニジンとアグリコンとする α -チャコニンおよび α -ソラニンがある²⁶⁾。通常の条件下でジャガイモを食用にした場合には、有害ではないが、表皮が緑になっているもの（緑化）、芽、花あるいは成長の盛んな部分には一般的に多く含まれ、その様な部位を食べた場合、食中毒を引き起こす可能性があると考えられる。しかしその一方で、 α -チャコニンおよび α -ソラニンがガン細胞の増殖を抑制するといった薬学的効果を示すことも報告されている²⁷⁾。したがって、グリコアルカロイドについてはさらに十分な検討が必要であると思われる。

次にポリアミンの一種であるクコアミンであるが、ポリアミンは、細胞の増殖や生存に必要な不可欠であるとされ、納豆やチーズに多く含まれる成分である。そのポリアミンの一種であるクコアミンが、ジャガイモ中に見出されており、それは血圧降下作用を持つ成分であるとされている²⁸⁾。

最後に、ジャガイモには褐変反応に寄与しているポリフェノールオキシダーゼがあるが、それが胎児や子供の神経系や行動に悪影響を与えるとされるビスフェノールA（ポリカーボネート樹脂の原料）を分解することも明らかとなっている²⁹⁾。

以上の様に、身近な食材であるジャガイモには、ビタミン類等の栄養成分の他にも様々な有効成分が含まれていることが明らかである。しかしその一方で、まだ十分に理解されていない部分もある。また、単一成分ではなく、様々な成分の相互作用等についても今後検討していくことが重要であると思われる。そうすることで、ジャガイモの新たな「チカラ」を掘り出すことができると考えられる。

5. おわりに

ジャガイモは、ヨーロッパなど多くの国々では主食とされるが、日本では必ずしもそうではない。したがって、栄養面においても十分に注目されないのが現状である。しかしながら、改めてジャガイモについて詳しく見ると、ビタミン類をはじめとして様々な栄養成分、さらには機能性成分など、私たちの体に必要な成分を豊富に備えている食品であることがわかる。さらに、「煮る」「焼く」「炒める」「蒸かす」「揚げる」など、多くの調理法が可能である食材であり、また調理特性を活かした品種を選択できるという面白みもある。

世界的な穀物価格の高騰により各国で食糧危機への懸念が高まっている今日、身近な食材であり、自然の「チカラ」を備えたジャガイモを見直すことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 「野菜園芸大百科13」、(農文協)、ジャガイモ、pp.2-158 (1989)
- 2) Woolfe JA, :食品としての馬鈴薯、(カルビー(株))、pp.28-60 (2003)

-
- 3) Rice-Evans CA, et al. : Free Radical Res., 22, 375-383 (1995)
- 4) Che YF, et al. : J. Agric. Food Chem., 50, 6910-6916 (2002)
- 5) Hertog MG, et al.: Arch. Intern. Med., 155, 381-386 (1995)
- 6) 立山千草他 : 食科工、53 (4), 218-224 (2006)
- 7) 竹中真紀子他 : 食科工、53 (12), 603-611 (2006)
- 8) Iwai K, et al.: J. Agric. Food Chem., 52 (15) , 4893-4898 (2004)
- 9) Yagasaki K, et al.: Cytotechnology, 33 (1-3) , 229-235 (2000)
- 10) Nara K, et al.: Biosci. Biotechnol. Biochem., 70 (6) , 1489-149 (2006)
- 11) Fry SC, et al.: Annu. Rev. Plant Physiol., 37, 165-186 (1986)
- 12) Kim HS, et al.: Biol. Pharm. Bull., 27, 120-121 (2004)
- 13) Suzuki A, et al.: Hypertension Res., 25 (1), 99-107 (2002)
- 14) Hayashi K, et al.: Food Sci. Technol. Res., 12 (1), 22-26 (2008)
- 15) Hayashi K, et al.: Food Sci. Technol. Res., 9 (3), 242-244 (2003)
- 16) Kimura M, et al.: Jpn. J. Pharmacol., 89, 388-394 (2002)
- 17) 中村和哉他 : 食科工、53 (9), 514-517 (2006)
- 18) Hill AJ, et al.: Physiol. Behav., 48 (2), 241-246 (1990)
- 19) Holt SH, et al.: Eur. J. Clin. Nutr., 49(9), 675-90 (1995)
- 20) Liyanage R, et al.: Biosci. Biotechnol. Biochem., 72 (4), 943-950 (2008)
- 21) Takeda Y, et al.: Biochim. Biophys. Acta, 749, 302-311 (1983)
- 22) Kanazawa T, et al.: J. Oleo Sci., 57 (6), 335-343 (2008)
- 23) 釜阪寛 : 日本食生活学会誌、17 (4), 297-303 (2007)
- 24) Cerda JJ, et al.: Clin. Cardiol., 11 (9), 589-594 (1988)
- 25) 早見功他 : 食科工、54 (6), 247-252 (2007)
- 26) 下井俊子他 : 食衛誌、48 (3), 77-82 (2007)
- 27) Friedman M, et al.: J. Agric. Food Chem., 53, 6162-6169 (2005)
- 28) Parr AJ, et al.: J. Agric. Food Chem., 53 (13), 5461-5466 (2005)
- 29) Xuan YJ, et al.: J. Agric. Food Chem., 50 (22), 6575-6278 (2002)
-