

コメデンプンの糊化に及ぼす香辛料の影響

伊藤 知子*

The Effects of Saffron and Turmeric on the Gelatinization of Rice Starch

Tomoko Fujimura-Ito *

Abstract

The effects of saffron and turmeric on the gelatinization of rice starch were investigated. Flours made from *Japonica* and *Indica* rice were heated in solutions of saffron and turmeric extract. In the case of *Japonica*, the solubility and swelling power during the gelatinization of rice starch heated at 90°C were suppressed by the addition of saffron and turmeric. On the other hand, the solubility was suppressed only slightly by the addition of turmeric in the case of *Indica*.

The swelling power of *Indica* starch was low compared with that of *Japonica*. The swelling power of *Japonica* starches was suppressed by the addition of saffron, while that of *Indica* was not affected by the addition of both spices.

These results showed that the gelatinization of starches in *Japonica* was affected by the addition of saffron and turmeric in comparison with that of *Indica*.

キーワード

コメデンプン サフラン ターメリック 糊化

I. 緒言

デンプンの糊化は、一般に糖類、塩類などの水溶性低分子物質の添加によって影響を受けることが知られている(鈴木、1993)。系の水分活性が低下することによって、糊化が抑制されるといわれており、特に糖類を添加した場合、それらの脱水作用により糊化は著しく抑制される(Spies、1982およびEvans、1982)。塩類はその濃度により影響が異なり、低濃度添加の場合は抑制的に働くが、高濃度添加の場合はデンプンのミセル構造を不安定化するために糊化を促進する(高橋、1978および高橋、1980)。酢酸およびエタノールは、

*いとう ともこ：大阪国際大学人間科学部教授 (2015.7.10受理)

水の構造に影響を及ぼし、糊化を促進させることが報告されている (Gerlisma, 1970)。また、水溶性成分ではないが、飽和脂肪酸を添加すると、デンプン中のアミロースと複合体を形成することにより、糊化が抑制される (Donovan, 1979)。これらの低分子物質はいずれも調味料の主要成分であり、調味料の添加がデンプンの糊化に影響を及ぼし (平島、2003aおよび2003b)、その結果として、デンプン質食品の物性に影響を及ぼすことが考えられる。また、調味料以外でも、香辛料などの低分子物質がデンプンの糊化に影響を及ぼすことが考えられる。

本研究では、コメデンプンの糊化に及ぼす香辛料の影響に着目した。世界の米の品種は多種多様であるが、ジャポニカ米 (short grain rice) およびインディカ米 (long grain rice) に大別される。伊藤らは、これらの米の炊飯時に添加される調味料等 (食塩、醤油、清酒、食酢、上白糖、カレー粉およびトマトペースト) により、炊飯特性が変化し、米飯の仕上がりに影響することを報告している (伊藤、2004aおよび2004b)。和食だけでなく、広く米料理に着目すると、スペイン料理のパエージャのように、香辛料と一緒に調理する場合もあり、香辛料が糊化に対して何らかの影響を有することが考えられる。

香辛料として主として着色目的で使用されるサフランに着目した。サフランは鮮やかな黄色と独特の芳香を賦与する香辛料であり、スペイン料理のパエージャなどに用いられる。主色素成分は水溶性カロテノイドであるクロシンである。サフランは非常に高価な食材であるため (中谷、2010)、パエージャなどの米料理の場合には、同様の色を賦与するターメリックがその代用として用いられる場合がある。色素成分はポリフェノール化合物であるクルクミンである。

サフランを添加することにより、米飯は粘りが少なくなることが報告されている (大寫、2001)。その理由については、コメデンプンの糊化がサフランの添加により抑制されるためであると考えられるが、詳細については明らかにされていない。また、サフランの代用として用いられることが多いターメリックについても、コメデンプンの糊化に対する影響は明らかにされていない。

そこで、本研究では、サフランおよびターメリックがコメデンプンの糊化に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

II. 実験方法

(1) 試料

ジャポニカ米 (short grain rice) として滋賀県産コシヒカリ、インディカ米 (long grain rice) としてインド産バスマティを用いた。いずれも大阪府および兵庫県で市販されているものを購入し、コーヒーマルで粉碎した後、200メッシュの篩を通したものをコメ試料とした。一般成分分析は既報 (藤村、1993) に従い、常法にて行った。

サフラン (スペイン産) およびターメリック (アメリカ産) は市販されているものを購入し、以下の方法によりそれぞれの抽出液を調製した。すなわち、サフランの場合は100倍量の蒸留水を加えて、7分間微沸騰させた後、90分間放冷したものを50倍希釈した (20mg/100mL)。ターメリックの場合は、その重量に対して312.5倍量の蒸留水を加えて微

沸騰させ、放冷した後、ろ紙No.5Aを用いてろ過した。いずれもパエージャのレシピを参考に濃度を決定した。これらの抽出液の可視吸収スペクトルを測定した。

(2) コメデンプンの溶解度、膨潤力、偏光十字消失割合の測定

貝沼らの方法に準じて、試料を一定温度で加熱した際のデンプンの溶解度、膨潤力を測定した(貝沼、1967)。すなわち、試料約0.2gを精秤し、サフランおよびターメリック抽出液8mLを加えた。攪拌しながら一定温度(60、70、80、90℃)の湯浴中で1時間加熱した後、冷却し、遠心分離により上澄液と沈殿部に分離した。上澄液はフェノール硫酸法により溶解したデンプン量を測定し、沈殿部は重量を測定した。溶解度、膨潤力は次式により算出した。

$$\text{溶解度}(\%) = (A/S) \times 100$$

$$\text{膨潤力} = B/(S-A)$$

A：上澄液中のデンプン量 (g)

B：沈殿部の重量 (g)

S：試料中のデンプン量 (g)

従って、本研究のコメ試料の場合、膨潤力は厳密にはデンプンの膨潤力ではなく、デンプンを含むコメ試料の膨潤力となるが、これをデンプンの膨潤力と見なした。

偏光十字消失割合は、既報(藤村、1993)と同様に、以下の方法で求めた。すなわち、溶解度、膨潤力の測定で得られた沈殿部を適当に水で懸濁、希釈したものをを用いて、偏光十字が完全に見える場合を1個、粒子の約1/2が光る場合を1/2個、かすかに光る場合を1/4個、光らない場合を0個として、偏光十字を示す粒子数(偏光十字粒子数)を求めた。全粒子数に対する、全粒子数から偏光十字粒子数を差し引いたものの割合を百分率で表し、これを偏光十字消失割合とした。

コントロールとして、サフランおよびターメリック抽出液の代わりに蒸留水を用いて同様の実験を行った。

Ⅲ. 結果および考察

(1) コメ試料の一般成分分析

コメ試料の一般成分分析結果をTable 1に示した。ジャポニカ米の方がタンパク質含量が低く、糖質含量が高かった。水分含量はジャポニカ米が12.9%、インディカ米は13.8%であった。

Table 1 Composition of rice flour of Japonica (short grain rice) and Indica (long grain rice)

Component	Composition(%)*	
	Japonica	Indica
Protein	7.1	9.2
Fat	1.0	1.7
Carbohydrate**	91.3	88.2
Fiber	0.2	0.2
Ash	0.4	0.7

* Percentage of each component was expressed to the weight of the total solid.

** The content of carbohydrate was estimated by subtracting the contents of protein, fat, fiber and ash from 100%.

(2) サフランおよびターメリック抽出液の吸収スペクトル

サフランおよびターメリック抽出液の可視部における吸収スペクトルをFig.1に示した。サフランおよびターメリック抽出液の吸収極大波長はそれぞれ440nmおよび415nmであり、その吸光度はいずれも約1.2であった。両者の吸収極大波長および吸光度は近似していることが明らかになった。

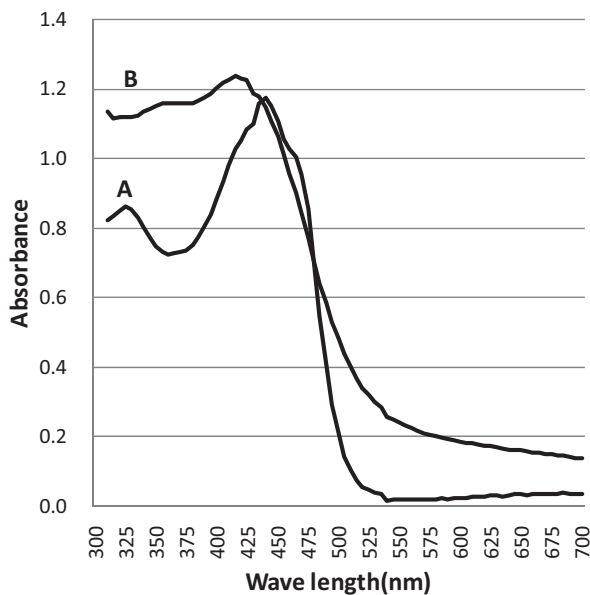


Fig.1 Visible absorption spectra of extract solutions of saffron and turmeric

A ; saffron B ; turmeric

(3) 偏光十字消失割合

デンプンの糊化に伴って生じる理化学的性状変化として、偏光十字の消失について検討を行った。図には示していないが、いずれのコメ試料の場合も70℃以上に加熱した場合は

完全に消失していた。サフランおよびターメリック抽出液添加の影響は認められなかった。

但し、顕微鏡観察の結果、デンプン粒の状態については、コントロールの場合は80℃加熱すると粒形が崩れかけていたのに対し、サフランおよびターメリック抽出液添加の場合は、偏光十字は完全に消失していたもののデンプンの粒形は保たれていることが観察された。このことから、いずれのコメ試料の場合もサフランおよびターメリック抽出液添加により、デンプンの結晶構造は崩壊するが、粒構造の崩壊はやや抑制されていたことが明らかになった。

デンプンの糊化は、過剰の水の存在下で水和したデンプン粒を加熱することにより、結晶構造の崩壊、粒の崩壊、さらなる水和による膨潤および一部のデンプン分子の溶解という一連の現象である。サフランおよびターメリック抽出液添加により偏光十字消失割合はコントロールの場合と変わらなかったものの、デンプン粒の崩壊が抑制されることから、その後に生じる水和、膨潤などが抑制される可能性が示唆された。

(4) 溶解度

糊化に伴うデンプンの溶解度を測定した。溶解度に及ぼす加熱温度の影響をFig.2に示した。ジャポニカ米のコメ試料の場合 (Fig.2, A)、60~80℃加熱では大きな差は見られなかったが、90℃加熱では、サフランおよびターメリック抽出液中で加熱した場合に溶解が抑制されていた。インディカ米の場合 (Fig.2, B) は、70℃までの加熱の場合、サフランおよびターメリックが糊化を促進する傾向にあったが、80℃以上での加熱では、コントロールと比較して溶解度は低いものの、その程度はわずかであった。

90℃加熱の場合で比較すると、ジャポニカ米の場合、溶解度はサフランおよびターメリック添加により抑制されたが、インディカ米の場合は抑制の程度は小さかった。いずれのコメ試料の場合も、サフランよりもターメリック添加により溶解が抑制される傾向にあった。

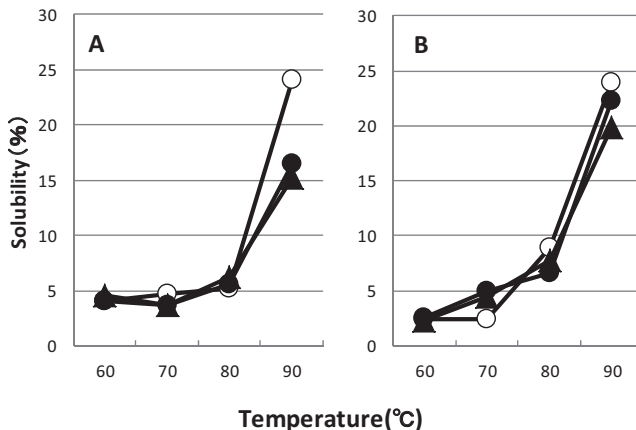


Fig.2 Effect of heating temperature on solubilization patterns of rice starches

Rice flour of Japonica and Indica were heated in extract solutions of saffron or turmeric for 1 hour.

○ : control ● : saffron ▲ : turmeric

A : Japonica (short grain rice) B : Indica (long grain rice)

(5) 膨潤力

糊化に伴うデンプンの膨潤力を測定した。膨潤力に及ぼす加熱温度の影響をFig.3に示した。インディカ米の場合 (Fig.3, B) の膨潤力は、いずれの場合もジャポニカ米に比べて低かった。インディカ米の米飯の方がジャポニカ米と比較して、品種間の差が大きいものの、粘りが少なく、硬い傾向にあることが報告されている (田中、2008およびTakahashi、1998)。今回の結果からもインディカ米のコメ試料中のデンプンは膨潤力が低く、米飯としては硬い傾向にあることが想定された。

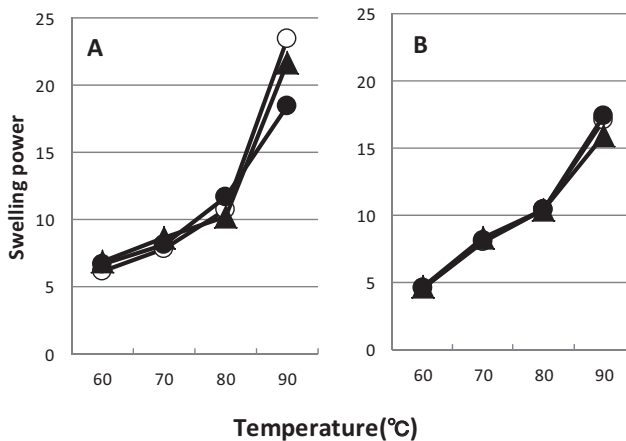


Fig.3 Effect of heating temperature on swelling power patterns of rice starches

Conditions and symbols are the same as those in Fig. 2.

サフランおよびターメリック添加の影響について検討した。ジャポニカ米のコメ試料の場合 (Fig.3, A)、60~80℃加熱では大きな差は見られなかったが、90℃加熱では、サフラン抽出液中で加熱した場合に膨潤が抑制されていた。ターメリック抽出液の場合は、コントロールと比較してその差はわずかであった。インディカ米の膨潤力はサフラン、ターメリック抽出液添加によってほとんど影響を受けないことが明らかになった。

ジャポニカ米とインディカ米を比較すると、ジャポニカ米の場合はサフラン抽出液添加により膨潤が抑制され、その膨潤力はインディカ米の場合とほぼ同程度であった。すなわち、ジャポニカ米を用いる場合、サフランを添加した場合はインディカ米の米飯に近い物性になると考えられるが、ターメリックを用いた場合は、膨潤力は低下せず、サフラン添加の場合と比較して軟らかめの飯になることが示唆された。

低分子物質が単離したデンプンの糊化に及ぼす影響と、そのデンプンを含む組織状食品の物性に与える影響は必ずしも同じではない。これには細胞内デンプン濃度および細胞壁の強靭さが影響を及ぼしていると考えられる。細胞内デンプン濃度が高く、細胞壁が強靭である豆類の場合は、デンプンの糊化に伴う細胞の膨潤が少ないために、デンプンの糊化状態と組織状食品の物性には大きな相関はみられない (伊藤、1997)。しかし、ジャガイ

モなどのように細胞内デンプン濃度が低く、細胞壁がそれほど強靱ではなく、さらに地下デンプンであるため膨潤力が強い場合には、細胞の膨潤の従属事象として組織の軟化が生じるために、デンプンの糊化状態と組織状食品の物性に相互関係が見られる場合がある（釘宮、1996）。今回用いたジャポニカ米およびインディカ米の組織の顕微鏡観察は行っていないが、米の細胞壁は豆類と比較して強靱ではないと考えられるため、デンプンの糊化状態が米飯の物性に影響を及ぼす可能性が高いと考えられる。

ジャポニカ米を用いて実際に調理を行う場合、サフランを用いるか、ターメリックを用いるかで膨潤力が異なるため、飯の物性が異なることが示唆された。インディカ米の飯の状態に近づけるためには、サフラン添加が望ましいと考えられた。

IV. 要約

米調理にサフランやターメリックを用いる場合、一般的に調理に用いられる分量では両者の吸収極大波長および吸光度は近似していたが、コメデンプンの糊化に対する影響は異なっていた。

ジャポニカ米の場合、香辛料は抑制的に作用した。溶解度に対する影響は同程度であったが、膨潤に対してはサフランによる抑制の程度が大きかった。一方、インディカ米の場合、香辛料は溶解度に対して抑制的であったが、膨潤に対してはほとんど影響を与えなかった。

これらの結果から、サフランとターメリックがコメデンプンの糊化に及ぼす影響は同じではなく、サフランの代用としてターメリックを用いた場合、調理後の米の物性は異なることが示唆された。

参考文献

- Donovan, J.W., Phase transitions of the starch-water system, *Biopolymers*, **18**, 263-275 (1979).
- Evans, I.D. and Haisman, D.R., The effect of solutes on the gelatinization temperature range of potato starch, *Starch*, **34**, 224-231 (1982).
- 藤村知子・釘宮正往、小豆の子葉細胞内デンプンの糊化、日食工誌、**40**、490-495 (1993).
- Gerlisma, S.Y., Gelatinization temperatures of starch, as influenced by polyhydric and monohydric alcohols, phenols, carboxylic acids and some other additives, *Starch*, **22**, 3-9 (1970).
- 平島円, 高橋亮, 西成勝好, 澱粉糊の諸特性に及ぼす呈味物質の影響 (第1報) 酸味調味料 (クエン酸および酢酸), 日本調理科学会誌, **36**, 225-233 (2003).
- 平島円・高橋亮・西成勝好、澱粉糊の諸特性に及ぼす呈味物質の影響 (第2報) 甘味調味料 (ショ糖)、日調科誌、**36**、371-381 (2003).
- 伊藤純子・香西みどり・貝沼やす子・畑江敬子、米飯の炊飯特性に及ぼす各種調味料の影響 (第1報)、日本食品科学工学会誌、**51**、531-538 (2004a).
- 伊藤純子・香西みどり・貝沼やす子・畑江敬子、米飯の炊飯特性に及ぼす各種調味料の影響 (第2報)、日本食品科学工学会誌、**51**、539-545 (2004b).
- 伊藤 (藤村) 知子・釘宮正往、インゲン豆の加熱による軟化と組織内デンプンの糊化に及ぼす調味料の影響、日本食品科学工学会誌、**44**、807-811 (1997).
- 貝沼圭二・小田恒郎・鈴木繁男、澱粉のリン酸誘導体に関する研究 (第1報)：無水リン酸による架橋型リン酸澱粉の合成、澱粉工誌、**14**、24-28 (1967).
- 釘宮正往・伊藤 (藤村) 知子、ジャガイモから分離した細胞中に存在するデンプンの糊化、日本食品科学工学会誌、**43**、951-955 (1996).

- 中谷延二、香辛植物の食品機能、南方資源利用技術研究会誌、**28**、1-7 (2012)。
大島悦津子・成田亮子、米の調理におけるオリーブ油と香辛料の影響について、東京家政大学研究紀要、**41**、15-17 (2001)。
- Spies, R.D. and Hoseney, R.C., Effect of sugars on starch gelatinization, *Cereal Chem.*, **59**, 128-131 (1982)。
- 鈴木綾子、調理科学における各種澱粉特性の利用、澱粉科学、**40**、233-243 (1993)。
高橋浩司・白井邦郎・和田敬三・川村亮、示差熱分析による食品中澱粉の熱的性質の検討 食品関連高分子の熱的性質 (第2報)、日本農芸化学会誌、**52**, 441-448 (1978)。
高橋浩司・白井邦郎・和田敬三・川村亮、澱粉の糊化温度に及ぼす塩と糖の影響、澱粉科学、**27**, 22-27 (1980)。
- Takahashi, S., Ebihara, M. and Kainuma, K., Properties and gel characteristics of flour and starch obtained from newly developed rice cultivars : Cooking and processing properties of newly developed rice cultivars (Part 3) , *J. Home Econ. Jpn*, **49**, 235-241 (1998)。
- 田中京子・綾部園子・上田久美子・香西みどり・畑江敬子、ミャンマー産インディカ米と日本産ジャポニカ米の調理特性の比較、日本調理科学会誌、**41**、11-17 (2008)。