

加工食品の素材に関する研究

蒟蒻成型に及ぼす唐辛子の影響（2）

Studies on the Materials of Processed Foods

Effects of Red Pepper on the Formation of Konnyaku（2）

道家晶子

Shoko DOKE

渡辺優子

Yuko WATANABE

Abstract

Glucomannan are important food ingredients that make the gel. We examined the effects of the variety and component of additional red pepper on the formation of gelation in the glucomannan in our previous report. Red pepper is a hot seasoning,, two kinds of red pepper(material D and F) were analyzed for the ferrous levels, they were significantly higher in material D(the Korean red pepper) than in material F(the domestic one). When the Korean red pepper was added to paste of glucomannan, the elasticity of paste was inhibited lower than that of the domestic red pepper. By the ferrous component in the red pepper, the gel strength was decreased. The hardness in the formation of glucomannan was not conceded by vitaminC. It was very important for the ferrous levels in the gelation of konnyaku in order to chew them healthily. .

Keywords：グルコマンナン，唐辛子粉，鉄分

はじめに

蒟蒻は、芋の皮を剥いた後に粉末にして乾燥させた蒟蒻精粉から作る白色蒟蒻とアラメなどの海草を入れて出来上がりを黒くした蒟蒻の2つが主流である。近年、胡麻を入れ食感と風味を向上したものや、青海苔を加えて青海苔特有の緑色と磯の風味を生かしたもの、唐辛子粉入りの赤味と辛味を生かしたものなどカラフルなタイプの蒟蒻が販売されるようになった。学生の食品加工実習でも、副材料を使用しないプレーンタイプとお好みタイプの2種類の蒟蒻製造をすると、唐辛子粉を副材料に選ぶグループが近年、殊に多くなってきたように思う。これは、日本人にも唐辛子粉の辛味が好まれる傾向になり、赤色に代表される明るい楽しいイメージが食卓を彩る食材としてフードコーディネイト的にも健康イメージ的にも期待されているのであろう。蒟蒻は、今や白と黒の比較的シンプルな食品からカラフルで栄養価を付加した新たな食品に変化しつつあると言ってもよからう。

前報¹⁾で蒟蒻精粉に唐辛子粉を加えると蒟蒻の硬度や伸展度に変化し、添加する唐辛子粉の種類によっても、それらの硬度や伸展度が異なることが明らかとなった。特に、韓国産唐辛子粉の使用で蒟蒻の硬度は、約0.1kg 減少し、一方、一味唐辛子粉では、硬度が約0.1kg 上昇することがわかった。凝固のための静置時間を通常の約12倍に延長しても硬度や伸展度の変化

に明らかな影響が認められず、凝固に必要な最小限の静置時間は2分間であった。また、蒟蒻精粉に加える水分量を減らすと成型しにくく、水分量が多いと弾力に欠けるため、蒸発水分量には最適があり、適切な水分添加量は蒟蒻精粉重量の約31倍に相当した。唐辛子粉の添加量による蒟蒻の硬度に差異は認められなかったため、最も適した辛味量から判断して蒟蒻粉重量の約1/25倍の唐辛子粉添加量となった。

唐辛子粉の種類の中では、一味唐辛子や荒挽きの唐辛子粉で作った蒟蒻の硬度は高く弾力もあったが、韓国産唐辛子粉を添加したものは凝固が緩く、形を保つことも容易ではなく最も差異が見られた。また、1辛～5辛で辛味度の違いで凝固に影響はほとんどなく、辛味成分のカプサイシンは凝固に影響していないと考えられた。また、細粒の唐辛子粉は、最も色彩が鮮やかで色素成分のカロテノイドが多く含まれていると考えられたが硬度には関係なく、赤色色素はゲル化には関係しないと推察された。さらに、香氣成分は、調整中や灰汁抜きのための水さらし中に減少したせいもあって凝固に及ぼす香氣成分による影響は認められなかった。

以上の結果より、韓国産唐辛子粉を使用した時の蒟蒻の凝固性の違いを明らかにするため以下の実験を行った。

韓国産唐辛子粉の成分が凝固を緩める何らかの影響を及ぼしていると考え、唐辛子粉の成分分析を行い、違いの多かった成

分について、グルコマンナンに添加して凝固に及ぼす影響について調べた結果を以下に報告する。

唐辛子の栄養価は、 β -カロテン含量が高く、ビタミンCも含まれる。また、無機質ではカリウム、カルシウム、鉄含量や不溶性の食物繊維も含む。そこで、唐辛子粉中のビタミン含量や無機質含量の違いが凝固に影響を及ぼしているのではないかと考え、蒟蒻硬度に最も差異が大きかった韓国産唐辛子と一味唐辛子について、鉄含量とビタミンC含量を測定し、グルコマンナンの架橋形成に及ぼす影響について検討した。

方法

1. 試料

唐辛子粉は前報で使用した試料のうち、試料D：ハウス一味唐辛子（ハウス食品製）、試料F：韓国唐辛子粉末（朝岡スパイス製）を実験に供した。

2. 試薬

灰化抽出に用いた塩酸は塩酸（WAKO 製薬製）特級を用いた。鉄の定量に使用したオルトフェナントロリン、ヒドロキノン、クエン酸緩衝液、クエン酸ナトリウム溶液（いずれも WAKO 製薬製、特級）を使用した。また、グルコマンナンにはキサンタンガム（東京化成製、特級）を用いた。ビタミンC定量に用いたアスコルビン酸、リン酸一カリウムは WAKO 製薬製、特級、凝固剤の水酸化カルシウム（ワコー製薬製）特級の粉末を用いた。試薬はすべて伊勢久（株）から購入した。

3. 実験方法

①試料の灰化

精秤した試料 10g を磁製蒸発皿にとり、550℃に設定したマッフル炉（ISUZU 制 AT-E58）で白色になるまで加熱した後、炉内で放冷し灰化した。

②試料溶液の調製

灰化した試料に塩酸：水（1：1）10mlを加え湯浴中にて蒸発乾固し、さらに塩酸：水（1：3）10mlを加え2～3分加温し、蒸発乾固物を溶解した。その後、濾過を行い濾液を100mlに定容し試料溶液とした。

③鉄定量法

鉄の含有量測定にはオルトフェナントロリン比色法を採用した。各試料における試料溶液10mlおよび鉄標準溶（0.01mgFe/ml）を0, 5, 10, 15ml に1%ヒドロキノン溶液1ml、0.5%オルトフェナントロリン溶液1ml、クエン酸緩衝液8mlを加えた後、試料溶液のみpH3.5になるように、25%クエン酸ナトリウム溶液を必要量（今回は1.6ml加えた。加える25%クエン酸ナトリウム溶液の量はあ

らかじめ予備試験として試料溶液10 mlにBPB指示薬を1滴加えクエン酸ナトリウムをビュレットより滴下し液色が淡緑色になった点を終点としてクエン酸ナトリウムの必要量を求めておいた。）さらに全量が25 mlになるよう各々純水を加え、20℃以上の室温で60分放置した後、発色した赤橙色の鉄錯化合物の510nmにおける吸光度を分光光度計（SHIMADZU UV-1800）にて測定した。

④ビタミンCの定量法

ビタミンCの測定は、HPLC法で分析した。分析条件を以下に示した。

HPLC 用カラム：ODS—M（4.6ID×150mm）島津テクノリサーチ（株）製

HPLC ポンプ：LC-10A 島津製作所（株）

インジェクター：7125 型サンプルインジェクター（容量20 μ l）RHEODYNE（USA）

検出器：SPD-6A 島津製作所（株）

データ処理：C-R7A 島津製作所（株）

溶出溶媒：20mMKH₂PO₄（pH2.8）

温度：室温

流速：1.0ml/min

波長：254nm

カラム：ODS—M

溶媒：水、エタノール系

検出感度：ABS；0.32

ビタミンC標準溶液（1 μ g/20 μ l）は、アスコルビン酸を測定直前に溶出溶媒に溶かして実験に供した。分析終了後、クロマトチャートをデータ処理して求めたピーク面積からビタミンC標準溶液に対する試料溶液の濃度を求めた。

結果および考察

唐辛子粉のどのような成分が蒟蒻凝固に影響を及ぼしているのかを検討するため、唐辛子粉の栄養価について五訂増補食品成分表²⁾による成分値から特徴を調べた。100gあたり419kcalで炭水化物が66.8gで最も多く、次いでタンパク質が16.2g、脂質9.7gを含む。他の香辛料のしょうが365kcal、黒胡椒364kcalなどと比べてエネルギーが多いのはタンパク質が多いことによる。

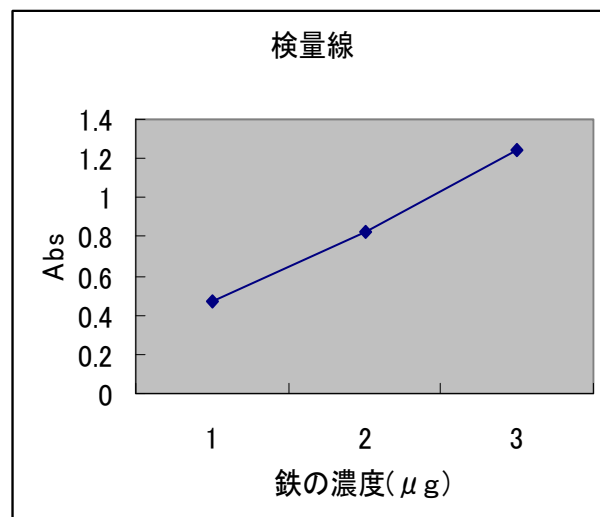
微量成分にも特徴があり、レチノール720 μ g、ビタミンB₁0.43mg、B₂1.15mg、ビオチン9.1 μ gは、香辛料類の中でも多く含まれていた。無機質についてもカルシウム110mg、鉄12.5mg、モリブデン1 μ gあり、特にカリウム2700mgは香辛料類の中で際立って多いことがわかった。（表1参照）

そこで、前報で使用した唐辛子粉中の鉄分含有量をオルトフェナントロリン比色法³⁾で測定するため、鉄の標準溶液にて検量線を作成（図1参照）し、灰化して塩酸に抽出した試料溶液

を測定した結果を表2に示した。

表1 唐辛子粉の栄養価(可食部 100 g あたり)

エネルギー	419kcal
水分	1.7 g
たんぱく質	16.2 g
脂質	9.7g
炭水化物	66.8 g
灰分	5.6 g
ナトリウム	4mg
カリウム	2700mg
カルシウム	110mg
マグネシウム	170mg
リン	340mg
鉄	12.1mg
亜鉛	2.0mg
銅	1.20mg
マンガン	—
ヨウ素	3 μ g
セレン	5 μ g
クロム	17 μ g
モリブデン	41 μ g
レチノール	(0)
α カロテン	140 μ g
β カロテン	7200 μ g
β -クリプトキサンチン	2600 μ g
β -カロテン当量	8600 μ g
レチノール当量	720 μ g
ビタミンD	(0)
ビタミンE(α 、 β 、 γ 、 σ)	—
ビタミンK	—
ビタミンB ₁	0.43mg
ビタミンB ₂	1.15mg
ナイアシン	11.3mg
ビタミンB ₆	—
ビタミンB ₁₂	—
葉酸	—
パントテン酸	—
ビオチン	49.1 μ g
ビタミンC	Tr
コレステロール	(0)
食物繊維(水溶性、不溶性、総量)	—
食塩相当量	0



鉄の標準溶液 1 : 50 μ g、2 : 100 μ g、3 : 150 μ g を示す

図1 鉄の濃度と吸光度の関係(検量線)

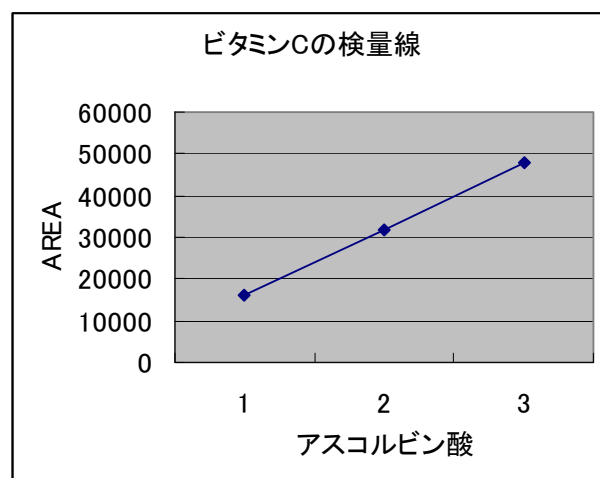
表2 唐辛子粉の鉄分含有量 (mg/100 g)

D : 一味唐辛子粉	8.07*
F : 韓国産唐辛子粉	12.5

*数値は平均 (n = 3)

一味唐辛子粉と韓国産唐辛子粉の灰化により調製した試料を用いて発色後、吸光度を求め検量線より鉄分含有量を調べたところ、試料Fの韓国産唐辛子粉の方が試料Dの一味唐辛子粉よりも鉄分含有量が約1.5倍多いことがわかった。

また、ビタミンCについてもアスコルビン酸標準溶液により検量線を作成し(図2参照)、唐辛子粉をHPLC法の溶媒で抽出後、メンブレンフィルターで濾過した後、すぐに測定した。



アスコルビン酸の標準溶液は 1 : 1 μ g、2 : 2 μ g、3 : 3 μ g を示す

図2 ビタミンCの濃度と面積の関係(検量線)

表3 唐辛子粉のビタミンC含有量 (mg/100g)

D: 一味唐辛子粉	14.0*
F: 韓国産唐辛子粉	68.8

*数値は平均 (n = 3)

次いで、ビタミンC量をHPLC法⁴⁾を用いて分析したところ、表3のように韓国産唐辛子粉のビタミンCは、一味唐辛子粉より多く含まれ約4.9倍となった。

そこで、鉄とビタミンCが蒟蒻凝固を阻害しているのではないかと考え、蒟蒻の主成分で知られるグルコマンナンを用いて鉄とビタミンCが凝固に及ぼす影響について検討した。食品成分表によると蒟蒻中の食物繊維総量は100gあたり2.2gである。そこで、グルコマンナン2.2gを純水に溶かし100mlとすることにした。今回、グルコマンナンは別名でキサンタンガムを使用した。FFI Technical Reports⁵⁾によると、キサンタンガムは、マヨネーズやドレッシング、たれ、ソースなど様々な食品へ粘度を付与、粘性を改良、安定性向上などの目的でゲル化剤として世界各国の今日の食品加工現場で広く用いられているようである。また、天然多糖類の中で、最も酸性領域での粘度安定性に優れているとのことであった。

蒟蒻の主成分であるグルコマンナンは、D-グルコースとD-マンノースがほぼ2:3含まれ、分子量は100万以上で、臭いや味はない水溶性食物繊維である。その粘性は食塩、PH、熱に比較的安定であると言われる。前報¹⁾による実験でも用いた9種類の唐辛子中の塩分量やPHに大きな違いはなく、塩分濃度やpHがグルコマンナンのゲル化へ影響しているとは考えにくいことがわかった。

そこで、キサンタンガムを用いて鉄とビタミンCを加えた時のゲル化に及ぼす影響について検討した。蒟蒻の食物繊維量に従い、キサンタンガム2.0gを水98mlに溶解したが、だまになってしまい完全に溶解することが出来なかった。1.0gに減らし、少しずつ純水で溶かしながら、だまを作らないようにして調製した。pHを測定したところ中性付近を示した。この溶液は、キサンタンガムの濃度増加につれて、粘度は上昇しゾル状態となった。しかし、アルカリ性の凝固剤を加えていないので、時間経過に伴う大きな変化は認められなかった。

凝固剤として、水酸化カルシウムの1~3%溶液を調製し、上記の溶液に加えると、ゾル状態のPHはすぐにアルカリ性となった。この時、加熱しても、加熱せずに静置してもいずれもゲル状に凝固することを確認した。

しかし、これらの凝固剤にビタミンCを加えると、pHは酸性を示し、ゲル状態にならなかった。これは、蒟蒻マンナンは、アルカリ性の状態で付加逆的にゲル化するものであり、ビタミンCを加えたことにより、ゲル化を阻害したと考えられた。

さらに、これらの凝固剤に鉄を加えると、pHはアルカリ性にもかかわらず、ゲル状態にならなかった。鉄の添加濃度を上げると粘度は上昇する傾向にあったが、ゲル化を阻害していた。これらの結果を表4に示した。

表4 キサンタンガムと水酸化カルシウムにビタミンCと鉄を添加したときの溶液状態

溶液組成 (添加物の種類)	添加物の濃度	溶液状態
キサンタンガムのみ	なし	ゾル
キサンタンガム+ 水酸化カルシウム	なし	ゲル
キサンタンガム + (ビタミンC)	1%	水溶性
キサンタンガム + 水酸化カルシウム+ (ビタミンC)	0.1%	ゾル
キサンタンガム + 水酸化カルシウム+ (ビタミンC)	1%	ゾル
キサンタンガム + 水酸化カルシウム+ (ビタミンC)	10%	ゾル
キサンタンガム + (鉄)	1%	水溶性
キサンタンガム + 水酸化カルシウム+ (鉄)	0.1%	ゾル
キサンタンガム + 水酸化カルシウム+ (鉄)	1%	ゾル
キサンタンガム + 水酸化カルシウム+ (鉄)	10%	ゾル

以上の結果より、唐辛子粉中のビタミンCや鉄分含量の存在が水酸化カルシウムによるキサンタンガムの凝固に明らかに阻害していることがわかった。ビタミンCの添加群の場合は、PHの低下がゲル化への阻害と考えられるが、鉄の添加群ではPHはアルカリ性を保っており、PHによるゲル化阻害は考えにくい。蒟蒻を使用した前報でも、唐辛子粉のPHは、一味唐辛子粉より、韓国産唐辛子粉の方が低い値を示したが、凝固剤の水酸化カルシウムを加えると、PHはどちらもアルカリ性となり、唐辛子粉のPHの影響は考えにくいのではないかと思ったが、

キサンタンガムを使用した単純系では、ビタミン C による PH 低下は無視できないものであるとわかった。

蒟蒻には、表 1 で示したように食物繊維だけでなくプラスイオンやマイナスイオンをもつ様々な食品成分を有するため、より複雑にゲル化に影響を及ぼすと考えられる。また、蒟蒻に副材料を加えると、副材料に含まれる成分がプラスイオンやマイナスイオン状態に影響を与えることも考慮しなければならない。

滝口⁶⁾らによると、市販蒟蒻の品質調査でも固形分と測定値の相関性はさほど高くないようである。むしろ、攪拌に関する諸条件が異なるためという指摘もある。他の成分についても今後、詳細に検討したい。

参考文献

- 1) 道家晶子、渡辺優子 岐阜市立女子短期大学紀要 第 60 輯 pp.31-37 2011
- 2) 五訂増補日本食品標準成分表 医歯薬出版 2010
- 3) 藤田修三、山田和彦編 食品学実験書第 2 版 pp.69-70 2010 医歯薬出版
- 4) 水谷令子、藤田修三編 食品学実験書 pp.84-85 2000 医歯薬出版
- 5) FFI レポート FFI ジャーナルレポート
- 6) 地域食材大百科 農文協 2011

(提出日 平成 24 年 1 月 11 日)