

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

Studies on the Materials of Processed Foods Effects of Red Pepper on the Formation of Konnyaku

道家晶子 渡辺優子

Shoko DOKE Yuko WATANABE

Abstract

Some processed foods are necessary for our dining table. Japanese “Konnyaku” is an elastic solid, this paste which made from the arum root of potatoes called as Konnyaku Imo is congealed by calcium hydroxide. Red pepper is a hot seasoning, it has been expected to be a healthful food by recent studies. When red pepper was added to paste made from the arum root, the elasticity of paste was low and hard to solidify. By addition of red pepper, the gel strength was decreased. The hardness in the formation of konnyaku had no connection with the pungent taste, salty and PH. Red pepper made in Korea among other kinds of red pepper was not so hot and bright red, but it was the most loosely in the formation of Konnyaku. Glucomannan was a main ingredient of Konnyaku, it was very important for the gelation of konnyaku. in order to hinder its from solidifying. It was suggested that the gelation of glucomannan were hindered by the strong affinity of some ingredients except capsaicin involved in Korean red pepper.

Keywords：蒟蒻、唐辛子粉、グルコマンナン

はじめに

蒟蒻は、学名 *Amorphophallus konjac* K. KOCH、英名 Elephant foot というサトイモ科の多年性作物の塊茎である蒟蒻芋を原料にして作るゲル状食品である。¹⁾ こんにやく協会によると平成 21 年度の県別生産量は、群馬が収穫量 59,900 トンで断トツに多い。蒟蒻芋は成長するまで 2～3 年を要し、蒟蒻の花は濃い赤紫色で開花すると強烈なおいがする。芋には、強烈なえぐ味があり、シュウ酸やフェノール誘導体などのえぐ味は蒟蒻を固める働きもある灰汁で取り除く。蒟蒻芋を洗浄し、3～4 mm の薄切り後、加熱または天日乾燥して荒粉とし、鉄製の臼で搗いて製粉したのから飛粉を除くと精粉となる。精粉 100g 中の成分は、水分 6.0g、たんぱく質 3.0g、脂質 0.1g、炭水化物 85.3g でエネルギー 177kcal である。カリウムが 3000mg と多く、食物繊維 79.9g も豊富で、ビタミンも葉酸 65μg を含む。²⁾

唐辛子は、ナス科の植物で 15 世紀末にコロンブスがアメリカ大陸発見後、はじめてヨーロッパに持ち帰って紹介したもので、日本には 16 世紀後期に伝えられていたようである。唐辛子の辛味成分は、カプサイシンおよびその同族体で、トウガラシ果実の胎座部に最も辛味成分の含量が高いとされる。³⁾

唐辛子の美しい赤色素と、辛味を生かした各種加工品が、唐辛子の健康効果の積極的活用もあってキムチだけでなく多く

見受けられる昨今である。そこで、こんにやく精粉に唐辛子粉を加え、色彩と呈味性を加味した蒟蒻を加工したところ、唐辛子粉無添加のプレーンタイプの蒟蒻に比べ、明らかに凝固性に違いが見受けられた。

本研究では、加工食品の素材に関する研究として、蒟蒻成型に及ぼす唐辛子の種類、辛味度、水分量、塩分、PH などがゲルの凝固性に関与しているのではないかと考え、各種の唐辛子粉を用いて蒟蒻成型に及ぼす唐辛子の影響について検討した。

方法

1. 材料

蒟蒻は、こんにやくの素（1 袋 25g）をベターホーム協会で購入した。

唐辛子は、粒状や辛味の異なる A から I の 9 種類を選んだ。A：韓国産荒挽き唐辛子、B：韓国産粉末唐辛子 C：S&B 韓国産唐辛子（S&B 食品製）、D：ハウス一味唐辛子（ハウス食品製）、E：韓国唐辛子荒挽き（朝岡スパイス製）、F：韓国唐辛子粉末（朝岡スパイス製）、G：辛さと甘味の韓国唐辛子 1 辛（ハウス食品製）、H：ピリッと辛いあらびき唐辛子 2 辛（ハウス食品製）、I：ヒリヒリ辛い大辛唐辛子 5 辛（ハウス食品製）の 9 つの試料を、はんぐ屋、パロー島店、東急ハンズから購入して実験に供した。

蒟蒻製造に用いた水は、ミネラルウォーターあずみ野の水2 L入り（COOP製）を使用した。

凝固剤は、食品添加物用の水酸化カルシウム（大晃化成、富田製薬製）の粉末を用いた。

使用器具は、ホーロー鍋、ステンレス型缶、木杓子などすべてアルカリ性に強い素材を選び、実験結果に影響しないようにした。

2. 実験手順

蒟蒻の基本的な製造手順は以下の通りとした。

- ① 凝固剤（水酸化カルシウム）1.5gを50mlの水に入れよく溶かした。
- ② ホーロー鍋に850mlの水を入れ、こんにゃくの素25gを振り入れて木べらで良く混ぜた。
- ③ さらに2回混ぜながら5分間吸水させた。
- ④ 木べらで絶えずかき混ぜよく練りながら火にかけ、煮立つまで強火、煮立ったら中火で8分加熱した。
- ⑤ 火を止め、唐辛子を投入してかき混ぜ、42~43℃になるまで冷ました。
- ⑥ 蒟蒻液を手で混ぜながら、凝固剤を2~3回に分けて加えた。最初は握りつぶすように手早く、馴染んできたら指を広げて円を描くようにしてひとまとめにした。
- ⑦ 水でぬらした容器に入れ、表面を平らに馴染し手で押さえて脱気して、2分間放置した。凝固剤投入から成型までの一連の作業は2分30秒で行うようにした。
- ⑧ 鍋にたっぷりの水を入れ、容器から出した蒟蒻を入れて火にかけ、沸騰後20分茹でた。
- ⑨ 冷水にとり、1時間以上、水道水にさらしてから各種測定を行った。

3. 測定項目

出来上がった蒟蒻について、硬度、伸展度、水分量、塩分濃度、PHの測定および官能検査を行い、物性については、それぞれの実験条件における対照群の数値と比較して評価した。硬度の測定には、硬度計KM型（株式会社藤原製作所製）を、塩分量の測定には塩分計SS-31（積水化学工業株式会社製）、PH測定にはPHメーターF-21（株式会社堀場製作所製）、伸展度の測定には、一定の力で蒟蒻を引っ張り、破れない点まで伸長した長さを物差しで測定した。また、出来上がった蒟蒻の真上と真横から写真に記録し、各種料理に利用して外観や食感などを評価した。

結果

1. 静置時間による硬度変化

蒟蒻の硬さには、加工時の蒟蒻成型における静置時間の影響があると予想して、こんにゃく粉のみ（プレーンタイプ）、試料

Fの韓国産唐辛子をこんにゃく粉重量の10%添加したもの、試料Dの一味唐辛子粉を24%添加したものの計3種類を用いて、蒟蒻の硬度と伸展度を比較した。糊状になった凝固前の蒟蒻を成型容器に入れた後、静置時間を2分、10分、20分、30分と変えて成型を行った。硬度の測定は1蒟蒻あたり9箇所行い、それぞれ平均±標準偏差で示した。蒟蒻の硬度結果を表1に、伸展度を表2に示した。また、成型物を図1~6に写真で示した。加熱時間は8分と一定にして、中火の調整が一定になるよう努めた。

表1 静置時間の違いによる硬度変化（単位：kg）

時間	2分	10分	20分	30分
対照	0.19±0.01	0.17±0.005	0.17±0.01	0.18±0.01
F	0.12±0.008	0.12±0.008	0.10±0.02	0.13±0.009
D	0.30±0.002	0.29±0.03	0.27±0.01	0.27±0.02

対照：蒟蒻粉のみ F：韓国産唐辛子入り蒟蒻 D：一味唐辛子入り蒟蒻 数値は平均（n=9）±標準偏差SD

表2 静置時間による伸展度の変化(単位：cm)

時間	2分	10分	20分	30分
対照	10	11	10.5	11
F	11	10	11.5	11.5
D	10	10	10	10.5

対照・F・Dは表1と同じ



図1 静置時間を変えて成型した蒟蒻(プレーンタイプの場合)

左上：2分

右上：20分

左下：10分

右下：30分静置



図2 静置時間を変えて成型した蒟蒻(プレーンタイプの場合)
左から 2分、10分、20分、30分静置



図5 静置時間を変えて成型した蒟蒻(一味唐辛子入りの場合)
左上: 2分 右上: 20分
左下: 10分 右下: 30分静置



図3 静置時間を変えて成型した蒟蒻
(韓国産唐辛子入りの場合)
左上: 2分 右上: 20分
左下: 10分 右下: 30分静置



図6 静置時間を変えて成型した蒟蒻
(一味唐辛子入りの場合)
左から 2分、10分、20分、30分静置

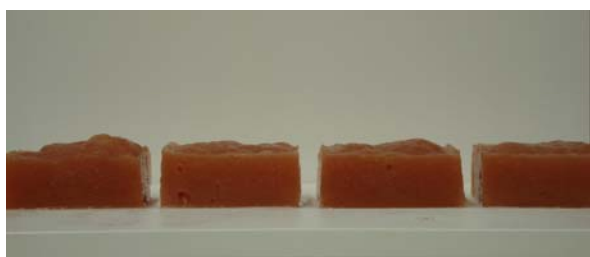


図4 静置時間を変えて成型した蒟蒻
(韓国産唐辛子入りの場合)
左から 2分、10分、20分、30分静置

表1より、プレーンタイプでは、静置時間による硬度変化はほとんど見られなかった。韓国産唐辛子粉を加えた蒟蒻についても静置時間による変化は、プレーンタイプと同様、硬度に変化が見られなかった。しかし、こんにやく粉にFの韓国産唐辛子を加えると、プレーンタイプの対照に比べ硬度は低くなり、緩く仕上がった。唐辛子の種類による違いでDの一味唐辛子を加えると静置時間による変化は見られなかった。しかし、韓国産唐辛子のように緩くなる現象は見られず、硬度は若干高くなる傾向にあった。2分～30分の静置時間内では、いずれの試料も硬度の違いは認められなかった。また、表2より伸展度には、3種類の試料間で差異は見られなかった。

表3 静置時間と硬度の関係(単位: kg)

時間	2分	120分	240分
対照	0.27±0.01	0.27±0.01	0.26±0.01
F	0.16±0.007	0.22±0.02	0.19±0.01

対照: こんにやく粉のみ

F: こんにやく粉に韓国産唐辛子(粉末状)を添加
値は平均(n=9)±標準偏差

表3では、静置時間をさらに 240 分まで延長して比較した。対照としたプレーンタイプの蒟蒻は静置時間を長くしても硬度に変化は見られなかったが、韓国産粉末状唐辛子粉入りは、時間と共に硬度は増加した。しかし、240 分静置しても、プレーンタイプに比べ軟らかく、型から外すことは不可能で、型ごと茹でなければならなかった。また、表4より静置時間と伸展度に比例関係は見られなかった。

表4 静置時間と伸展度の関係 (単位: cm)

時間	2分	120分	240分
対照	10	10	10
F	10.5	11	11

対照・Fは表3と同じ

2. 水分量による硬度変化

加熱時間は8分と一定に保つたが、火力の違いのためか、出来上がりの蒟蒻に水分の蒸発量の違いがあるように見受けられた。そこで、蒸発水分量が一定になるよう火力を調整して、こんにやく粉 25g に水 850ml を加えた 875g から始め、約8分の加熱で 755~760g になった時点(水分蒸発量は 120~125g に相当) で火を止めた。また、蒸発水分量をさらに 50g 控えて 805~810g (水分蒸発量 70~75g 相当) になるよう調整した。さらに、30g 控えて 835~840g (水分蒸発量 40~45g 相当) になるよう加熱した。加熱時間を 8 分に統一したまま、添加した 850ml の水分量から蒸発水分量を計算し、硬度と伸展度の差異を検討した。その結果は、表5および表6となった。

表5 蒟蒻の水分量の違いによる硬度変化 (単位:kg)

蒸発水分量	対照	D	F
120~125g	0.30±0.02	0.30±0.02	0.28±0.02
70~75g	0.27±0.01	0.26±0.01	0.16±0.007
40~45g	0.23±0.01	0.22±0.02	0.14±0.006

値は平均(n=9)±標準偏差 対照・D・Fは表1と同じ

表6 蒟蒻の水分量の違いによる伸展度の変化 (単位:cm)

蒸発水分量	対照	D	F
120~125g	9	10	10
70~75g	10	10	10.5
40~45g	10	12	12

対照・D・Fは表1と同じ

表5、表6より、120~125g 蒸発すると仕上がりが硬めで、40~45g 蒸発すると軟らかめとなった。水分量の違いにより、硬度は明らかに変わり、蒸発水分量が多いほど硬度は増し、伸

展度も低い。表1、表2の実験で最も硬度の低かったFの韓国産唐辛子粉入り蒟蒻でも水分量を減らすと硬度は上がり、型抜きして蒟蒻を成型できた。

3. 唐辛子粉の濃度・種類による硬度変化

唐辛子粉の添加量の違いによる蒟蒻の硬度変化を調べるため、一味唐辛子粉を 1g、2.5g、6g 添加した3種類を調整した。硬度と伸展度の結果を表5に示した。実物写真は、図6および7を参照。6g 添加したものが若干軟らかく感じたが、蒟蒻糊が緩んだような触感はなかったため、唐辛子粉の添加量に伴う蒟蒻硬度の差異はなく、辛味の違いであった。

表7 唐辛子粉の添加量の違いによる蒟蒻の硬度および伸展度の変化

添加量 (g)	1	2.5	6
硬度(kg)	0.28±0.02	0.27±0.01	0.26±0.01
伸展度(cm)	10	10.5	10

値は平均 (n=9) ±標準偏差



図7 一味唐辛子の添加量を変えて成型した蒟蒻
左から 1g 2.5g 6g 添加



図8 一味唐辛子の添加量を変えて成型した蒟蒻
左から 1g 2.5g 6g 添加

次いで唐辛子粉の種類による蒟蒻硬度変化の影響を調べるため、試料 A~I の 6 種類の粒状や辛味度が異なる唐辛子を実

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

験に供した結果を表6に示した。一味唐辛子粉や荒挽き唐辛子粉で作った蒟蒻の硬度は高めで弾力もあったが、細粒の粉末状韓国産唐辛子粉では、蒟蒻糊がゆるくなり凝固しにくかった。

色彩は、図8と9から細粒の韓国産唐辛子が最も鮮やかに仕上がった。

辛味度の違いによる硬度の違いは見られなかった。粉末状の韓国産唐辛子を添加したものは、明らかに仕上がりが緩く、試料BとFは、型ごと茹でなければならなかった。荒挽きは、仕上がりが緩くなることはなかった。

表8 唐辛子の種類による蒟蒻硬度・伸展度の変化

種類	A	B	C
硬度	0.29±0.03	0.19±0.01	0.24±0.01
伸展度	9.5	10	9.5
種類	D	E	F
硬度	0.27±0.01	0.27±0.01	0.16±0.007
伸展度	10.5	9.5	10.5
種類	G	H	I
硬度	0.28±0.01	0.26±0.02	0.27±0.01
伸展度	10	10	10

硬度単位：kg、伸展度単位：cm

値は平均（n = 9）±標準偏差



図9 唐辛子の種類を変えて成型した蒟蒻

左上：A 韓国産唐辛子（荒挽） 右上：C 韓国産唐辛子
左下：B 韓国産唐辛子（細粉） 右下：D 一味唐辛子

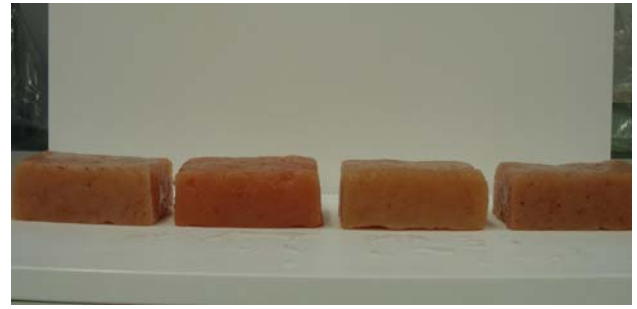


図10 唐辛子の種類を変えて成型した蒟蒻

左から A 韓国産唐辛子（荒挽） B 韓国産唐辛子（細粉）
C 韓国産唐辛子 D 一味唐辛子



図11 唐辛子の種類を変えて成型した蒟蒻

左上：F 韓国産唐辛子（粉末） 右上：H 3辛
左下：G 1辛 右下：I 5辛



図12 唐辛子の種類を変えて成型した蒟蒻

左から F：韓国産唐辛子（粉末） G：1辛 H：3辛 I：5辛

4. 唐辛子粉の塩分量

唐辛子の種類によって溶出した塩分量を測定した結果を表8に示した。唐辛子の種類により塩分量に差異は見られたが、凝固との関連性は見られなかった。

表8 唐辛子粉の塩分量

塩分 (%)	A	B	C	D
1 h 後	0.12	0.1	0.08	0.07
24 h 後	0.12	0.1	0.09	0.08

E	F	G	H	I
0.09	0.09	0.09	0.07	0.07
0.09	0.09	0.09	0.08	0.08

A : 韓国産荒挽き唐辛子、B : 韓国産粉末唐辛子 C : 韓国産唐辛子、D : 一味唐辛子、E : 韓国唐辛子荒挽き F : 韓国唐辛子粉末、G : 韓国唐辛子 1 辛、H : 2 辛、I : 5 辛

5. 唐辛子粉の PH

唐辛子の種類による PH を調べた結果を表9に示した。唐辛子の種類によって水に溶解した場合の PH に差はあるが、水酸化カルシウムを加えると PH に差はなくなった。PH と蒟蒻凝固の緩みとの関連性は見られなかった。

表9 唐辛子粉の PH

	A	B	C
I	4.95	5.06	4.89
II	5.27	5.36	5.17
III	12.24	12.25	12.22
	D	E	F
I	5.44	4.80	4.85
II	5.79	5.08	5.15
III	12.28	12.22	12.24
	G	H	I
I	4.65	5.21	5.18
II	4.90	5.54	5.49
III	12.24	12.31	12.27

I 唐辛子粉 2.5g に水 50ml を加えたもの

II 唐辛子粉 2.5g に水 850ml を加えたもの

III 唐辛子粉 2.5g に水 850ml を加えたものに水酸化カルシウム 1.5g を水 50ml に溶かしたものを加えたもの

試料 A~I は表 8 と同じ

唐辛子 2.5 g を水 850ml に溶かしたものに、水酸化カルシウム 1.5 g を水 50ml 溶かしたものを加えると沈殿物が出来た。この沈殿物と凝固との関連を調べるため、唐辛子 1 g を水 50ml に溶解し、30 分放置後、水酸化カルシウム 1 g を加え攪拌して、1 時間後の沈殿物の重量を測定した。その結果、沈殿物が多かったものは、試料 : B、C、F、G で、少ないものは、試料 : D、

H、E で、その中間のものは、試料 : A、I となった。沈殿物の量が多かったものは粉末状のもので、少なかったものは荒挽き状のものであった。唐辛子の粒子の大きさで沈殿物の状態が異なり、視覚的な量の差が現れた。蒟蒻硬度への影響と関連性はなかった。

考察

表 1、表 2 の実験より、唐辛子を加えると蒟蒻の硬度や伸展度に変化し、唐辛子粉の種類によっても、硬度や伸展度が異なることが判明した。特に、韓国産唐辛子の使用で蒟蒻硬度は、0.07kg 減少した。一方、一味唐辛子では、硬度が 0.1kg 上昇することがわかった。

表 3、表 4 の結果より静置時間を 240 分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ないため、必要最小限の静置時間は 2 分となった。

表 5、表 6 で、水分量を減らすと成型が容易でなく、逆に水分量が多いと弾力に欠けるため、蒸発水分量 70~75g が最も成型しやすい最適条件と判定した。実質水分量は 775~780g となりこんにやく粉重量の約 31 倍に相当した。

表 7 の実験より、一味唐辛子粉を使用する場合、蒟蒻硬度に差異はないため、最も適した辛味をもつ 1 g 添加が妥当であると判断した。

表 8 の唐辛子粉の違いによる硬度や伸展度の変化より、唐辛子粉を使用する場合、一味唐辛子や、荒挽きの唐辛子以外では凝固に影響することがわかった。また、予想に反して、1 辛~5 辛で凝固に影響はほとんどなく、ゲル化は唐辛子の辛味度の違いによるものではないと推察された。よって、辛味成分のカプサイシンは、凝固に影響していないと推察された。一方、硬度は保てなかったが、細粒の唐辛子粉は、最も色彩が鮮やかだったことから、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。赤いバプリカ色素に含まれているカプサンチンなどが多く含まれているのであろう。赤みが強い蒟蒻も容易に加工できたことから、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ものと考えられ、9 種類の試料間で色彩に比べて香氣成分の違いは認められなかった。

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 の割合で β -1,4 結合していて、糖残基 19 個に 1 個の割合でアセチル化されており、糖 50~60 個に 1 個の割合で分岐を持っている。分子量は 100 万以上、重合度約 6200 で分子が長い。グルコマンナンには臭いや味はなく、水溶性食物繊維である。非常に高い粘性をもつが、その粘性は食塩、PH、熱に比較的安定である。⁴⁾ 本実験でも唐辛子中の塩分量や PH によるゲル化への影響は示していないことと一致した。

凝固剤のアルカリにより不可逆性の蒟蒻ゲルを形成するのは

分子内のアセチル基が加熱によって離脱し、カルシウムイオンによる架橋が出来て、熱不可逆性のゲルを形成すると考えられている。⁴⁾ 韓国産唐辛子粉中の成分が、このカルシウムイオンによる架橋を阻害している可能性が考えられた。この成分として考えられるのは、本実験より辛味成分のカプサイシンではないと示唆された。唐辛子の栄養成分には、β-カロテン含量が高いが、辛味種にも甘味種にも多い。ビタミンCも両方の種に含まれているが、特に辛味種に多い。また、無機質ではカリウム含量が多く、辛味種にはカルシウム、鉄含量が多い。不溶性の食物繊維も多い。³⁾ 凝固剤のカルシウム量が相殺すると考えると今回、無機質含量の定量まで行っていないが、韓国産唐辛子は、一味唐辛子と比べ比較的甘いいためビタミンCや鉄の含量の違いがグルコマンナンの架橋形成に影響を及ぼしたのかもしれない。

唐辛子の主要成分であるカプサイシンには、神経の興奮作用である急性効果や知覚神経の感受性亢進と脱感作、体熱産生作用、副腎からのアドレナリン分泌亢進、エネルギー消費効果、減塩効果、抗酸化作用、抗菌作用、免疫細胞の応答制御と抗炎症作用、アポトーシスによるガン抑制遺伝子の発現調節による阻害、鎮痛作用、発汗作用、かゆみの治療に至るまで広範囲にわたる生理機能が報告されている。³⁾ カプサイシンの健康効果を活用するためにも、食生活上で唐辛子の積極的活用が望ましい。蒟蒻への応用も大いに期待されるべきであろう。

参考文献

- 1) 総合食品事典 第6版 桜井芳人編 同文書院 p.360-361 2000
- 2) 五訂増補日本食品標準成分表 実教出版 2010
- 3) 改定増補 トウガラシ 辛味の科学 岩井和夫、渡辺達夫編 幸書房 2008
- 4) 食品多糖類 国崎直道、佐野征男著 幸書房 2001

(提出期日 平成22年11月29日)