

## 冷やしても柔らかい求肥の作成

### 目的

家庭でできる、冷凍庫で冷やしても固くならない求肥の作成方法を調べる。

### 原理

- 求肥とは

求肥とは、白玉粉、または餅粉に、砂糖や水アメを加えて練ったものである。製造方法には、粉に水分を加えて練ってから砂糖や水アメを加えて加熱する「水練り」や、粉に水分を加えて練ってから茹で、さらに砂糖や水アメを加えて練る「茹で練り」、粉に水分を加えて練ってから蒸し、さらに砂糖や水アメを加えて練る「蒸し練り」等がある<sup>1</sup>。本実験では、家庭で手軽に作る方法を調べるため、電子レンジを用いた、水練りに近い方法で求肥を作成する。

- 餅が固くなる理由

餅がやわらかくなる現象は「 $\alpha$ 化(糊化)」、固くなる現象は「 $\beta$ 化(老化)」と呼ばれる。もち米の $\alpha$ 化は、加熱や水分の増加によって引き起こされる。もち米について餅にするとき、もち米の中のデンプンに水分と熱が加わり、それまでくっつきあっていたデンプンの粒同士に隙間ができ、もち米がふっくらと柔らかく消化しやすい形に変化する。逆に、 $\beta$ 化は冷やされたり乾燥したりすることで起きる。餅が固くなる時、冷却や乾燥によってデンプンの粒同士の隙間は小さくなり、再び固く消化しにくい状態に戻る<sup>2</sup>。

- 砂糖

加熱したデンプンの多い食品に砂糖を入れてよく混ぜると、砂糖が水分を引き寄せ、また引き寄せた水分を離さないで、デンプンの成分が再び絡みつくことを防ぐことが出来る<sup>3</sup>。つきたての餅は冷めるとすぐに固くなるが、求肥は砂糖を含んでいるため、常温で置いておいても柔らかさを維持する事ができる。

---

<sup>1</sup> 日本の食べ物用語辞典 『ぎゅうひ (求肥)』 <http://japan-word.com/archives/2173404.html> (平成 29 年 1 月 25 日閲覧)

<sup>2</sup> 東京大学サイエンスコミュニケーションサークル CAST 『お餅のお話』 <http://ut-cast.net/science/1201/> (平成 29 年 1 月 18 日閲覧)

<sup>3</sup> 大東製糖株式会社 『料理とお砂糖』 <http://daitoseito.co.jp/knowledge/cook.html> (平成 29 年 1 月 18 日閲覧)

- 白玉粉

もち米よりでん粉を生成して得られる白玉粉は、アミロペクチンによって構成される。冷凍しても柔らかくて適度な弾力を持つという特徴は、アミロペクチンより構成されるでん粉を使用して始めて得られるものであって、普通のでん粉を使用したのでは得られない。これは普通のでん粉はアンロペクチン以外に 20~35%のアミロースを含有することが知られているが、このアミロース含有のためと解される<sup>4</sup>。

- 雪見だいふくの作成方法

雪見だいふくとはロツテアイスから販売されている、求肥でアイスを包んだ冷菓である（図 1 参照）。雪見だいふくの求肥の作成方法は「被覆冷菓およびその製造法」という特許（特許第 1537351 号）が取られている。以下上記の特許中に記載される雪見だいふくの作成方法を記す。

麦芽糖 45kg を熱水 90kg に溶解する。縦型ミキサに白玉粉 100kg 仕込み、麦芽糖液を投入して混練しビスケットの生地状のものを得る。これを蒸練機にて 30~60 分セイロ蒸しする。蒸上った物を縦型ミキサに入れ、フックにて低速で混練し、砂糖 135kg を 3 回に分けて投入混練し、異性化糖 20kg を 2 回に分けて投入混練を続け、水 125kg を投入し更に混練し、次に縦型ミキサで予め卵白 25kg、水 17.5kg ホイツピングしたものを投入して中速、高速にて 10 分前後混練して粘弾性物 423kg を得た。レオン自動機インクラスティングマシン（包装機）のセンタホッパにアイスクリームを、サイドホッパに粘弾性物を投入して得られた被覆アイスクリームをトレーに入れ、包装機にてトレーをヒートシール後急速凍結庫で凍結後、低温倉庫で保存する。<sup>5</sup>

この特許は雪見だいふく販売当時の雪見だいふくの作成方法で、現在の雪見だいふくに関する特許は第 4315607 号となっている。これはまだ公開されていないが、ロツテお客様相談室に問い合わせたところ、現在の雪見だいふくの求肥は、ホイップした卵白ではなく乾燥卵白を直接加えているようだ。

---

<sup>4</sup>日本国特許庁 公開特許公報 『皮膜冷菓およびその製造方法』 [https://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/tokujitsu/tkbs/TKBS\\_GM301\\_Detailed.action](https://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/tokujitsu/tkbs/TKBS_GM301_Detailed.action) （平成 29 年 1 月 18 日閲覧）

<sup>5</sup> 〃



図 1 雪見だいふくのパッケージ

## 実験 1

- 目的

砂糖の配合率による求肥の柔らかさの違いを調べる。

- 方法

- 実験器具

白玉粉（川光物産 玉三白玉粉）、三温糖、水、小麦粉、スプーン、ジップロックスクリューロック、クッキングスケール（はかり、0.5g 単位で測れるもの）、サランラップ、メジャー、セロテープ、保冷剤、電子レンジ

- 求肥の作成

求肥の作り方は和菓子屋早稲田屋のホームページ上に載っていた「求肥の作り方」を参照にした。

1. ジップロックスクリューロックに白玉粉を入れる。水を少しずつ加え、ダマにならないように混ぜ合わせ、砂糖を加えさらに混ぜる。
2. 混ぜ合わせたら、蓋を少しずらしてかぶせ、電子レンジで 30 秒～1 分(500W)加熱する。
3. スプーンでよく練り合わせ、2、3 を 1~3 回程度繰り返す。
4. 加熱し終わったらスプーンでよく練り合わせ、ひとまとめにする。
5. まとまったら、求肥を小麦粉の上に取り出し、求肥全体に小麦粉をまぶして 1~5mm 程度の厚さになるまで伸ばす。
6. サランラップで求肥をくるみ、冷凍庫に入れる。

- 実験方法

1. 白玉粉、水、三温糖の量を変えて上記の方法で求肥を作成した。水の量は白玉粉、砂糖、水重さの総量の約 40%になるようにした。

表 1 実験 1 における白玉粉、砂糖、水の量

白玉粉(g)	砂糖(g)	水 (g)
10.0	0.0	10.0
10.0	10.0	13.0
10.0	20.0	20.0
5.0	15.0	15.0
5.0	25.0	20.0
5.0	50.0	36.5
5.0	125.0	86.5
5.0	150.0	103.5

- 2 時間以上冷凍庫で冷やした後、求肥から 4~5mm 程度の厚さのある部分を切り取り、図 2 のように求肥の弾力を測定するための装置を組み立てた。求肥の一端を固定し、その逆側の端をゆっくり引っ張り、完全に求肥が切れるまでどの程度伸びるか、その長さを測定した。1 で作成した求肥以外に、雪見だいふくの求肥を切り出して同様に測定した。以下この測定方法を引っ張り弾力測定法と呼ぶ。

求肥を冷凍庫から取り出してからは、なるべく保冷剤の上に置いておいた。

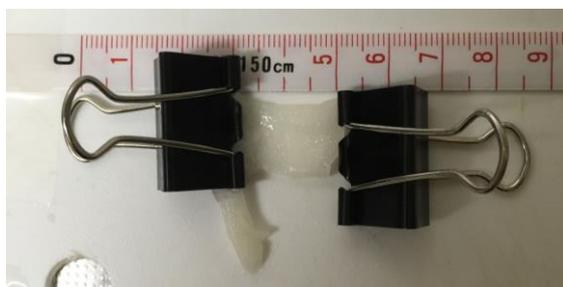


図 2 引っ張り弾力測定装置

3. 求肥の一部を切り取り、実食した。

- 結果

実験 1 の結果を表 2 にまとめる。表中のかっこ内の数字は実際に実験で使用した量で、かっこ外の数字は白玉粉を 10.0g として換算した時の量である。以下、白玉粉 10.0g とした時の砂糖の量で各試料について呼ぶ。電子レンジ加熱時の容器の様子と加熱後の求肥生地の様子をそれぞれ図 3、4 に示す。

100.0g は上記の求肥の作成方法だと固まらなかった。そのため途中から、求肥生地を鍋に移し、蓋をせずに加熱することで水分を蒸発させて固まる程度の硬さにした。250.0g、300.0g は 100.0g と同様に水分を蒸発させたが、水あめ状のままであり、餅状にはならなかった（図 5 参照）。そのためこの二つについて、その後の実験は行うことができなかった。



図 3 電子レンジ加熱時の様子



図 4 電子レンジでの加熱後の求肥生地 (20.0g)



図 5 煮詰めているときの様子(250.0g)

本実験では、でん粉（白玉粉）と砂糖の割合が 1:2~3 だと冷凍庫で冷やしても柔らかく、求肥としての食感が十分にあった。砂糖を含まないと凍結してしまい噛み切れないほどの硬さに、1:1 だと食べられる固さではあるが通常の求肥のような柔らかさは感じられなかった。1:25 以上に砂糖を含むと、水あめ状になり餅状にはならなかった。求肥の形状を取れたもののうち、食感・触感、測定値から判断して柔らかい順に並べると、20.0g、30.0g、10.0g、50.0g となった。

表 2 砂糖の量、伸びた長さ、食感の関係

白玉粉(g)	砂糖(g)	水 (g)	伸びた長さ(cm)	食感・触感
10.0	0.0	10.0	0.0	歯で噛みきれないほど硬い
10.0	10.0	13.0	3.0	柔らかくないが食べられる
10.0	20.0	20.0	5.0	雪見だいふくを除き、もっとも柔らかい
10.0(5.0)	30.0(15.0)	26.0(13.0)	4.5	砂糖 20g より硬いが柔らかい
10.0(5.0)	50.0(25.0)	40.0(20.0)	0.0	砂糖 10g より硬いがもちもちとした食感もある
10.0(5.0)	100.0(50.0)	73.0(36.5)	0.0	求肥というよりべっこう飴に近い
10.0(5.0)	250.0(125.0)	173.0(86.5)	-	-
10.0(5.0)	300.0(150.0)	207.0(103.5)	-	-
雪見だいふく			4.5	もっとも柔らかい

- 考察

引っ張り弾力測定方の問題点として、1 引っ張る前の求肥の厚さにより測定値が変わる、2 伸びた長さを目視で確認するため正確性に欠ける、3 引っ張り方によって測定値が変わる、というものが挙げられる。

問題点 1 について、自分で作成した求肥を測定する際、それぞれの厚さは目視で確認できる程度でそろえた。しかし、それぞれの求肥の厚さの誤差は、0~1mm 程はあったと推測される。これが測定値にどの程度の影響を及ぼすのかわからなかったが、求肥の柔らかさについて、食感・触感から考えた順位と測定値から得られる順位は一致した。なので、自分で作成した求肥の測定において、柔らかさの順序付けをするという点では厚さの誤差は無視できるといえる。一方、雪見だいふくの求肥は食感・触感的には最も柔らかく、測定値ももっとも大きくなると予測されたが、測定値は 30.0g と同じであった。雪見だいふくの求肥の厚さは 2~3mm 程度であり、自分で作成した求肥の厚さよりもかなり薄い印象を受けた。そのため、測定値が予想よりも小さくなってしまったと考えられる。以上よりこの測定方法で柔らかさの順序を考える時、各求肥の厚さを 4、5mm にそろえる場合の誤差は 1mm 程度以内に納める必要があると考えられる。

問題点 2 について、どこで切れたか目視で確認するため、0.5cm よりも細かい単位で測定を行う事が難しかった。よってそれぞれの測定値に±0.25cm 程度の誤差があると考えられる。今回の実験では、この誤差を考慮しても自分で作成した求肥の柔らかさの順序に影響は無かったが、詳細な柔

らかさの測定は困難である。

問題点3について、引っ張る速度は手で調節するため一定ではなかった。またある程度引っ張ったところで引っ張るのをしばらく停止すると、次第に求肥が切れていくというようなことも観察された。できるだけ引っ張る速度は一定になるように努めたが、これによる誤差は存在すると考えられる。

以上の3点より、本実験の測定値は柔らかさの順序を出す目安にはなるが、不正確な点が多く、どの程度柔らかさに違いがあるのかといった測定には不向きであるといえる。

他の問題点として、求肥生地の加熱時間が挙げられる。異なる配合の場合、生地が餅状になるまでにかかる加熱時間が異なる。完成時の硬さも異なるため、どの程度加熱すれば良いのかは筆者の感覚で調節した。実際、求肥作成は蒸し上げる前の生地の硬さ、蒸し時間、砂糖を入れるときのタイミング、こね上げる時の熱の具合、生地への空気の抱き込み具合などなど、これらの総合的な状況で仕上がり具合は違ってくる。筆者は和菓子作りに関して素人なので、仕上がりきっていない時点で加熱を止めてしまったり、加熱し過ぎてしまったりということが起きたと考えられる。実際、加熱が不足していると十分に餅状にならず、求肥として扱えないが、加熱しすぎると硬くなるということが観察された。以上より、正しい加熱時間であった場合に比べて、本実験で作成した求肥の柔らかさが異なってしまった可能性がある。

砂糖の含有率がある程度以上高くなると固くなった理由として、砂糖の水分を引き寄せてデンプンが絡みつくことを阻害する作用よりも、砂糖自身の固まる作用の影響が強くなってしまった事が考えられる。よって、これらの作用のバランスが取れた砂糖の含有率の時に最も柔らかい求肥が作成できたと考えられる。

雪見だいふくの求肥の作成において、アミロペクチンより構成されるでん粉（白玉粉）と糖類の使用割合は1:1~25であって、糖類が25以上になると粘弾性の特徴が失われて水飴状になる。糖類が1以下であると低温で凍結して硬くなる<sup>7</sup>と、『皮膜冷菓およびその製造方法』という雪見だいふくの求肥の作成に関する特許に記載があった。これは本実験の結果とほとんど一致するので、この白玉粉と砂糖の割合に関する記述が正しいということが確認できた。

## ● 結論

白玉粉 10.0g に対して砂糖 20.0g を加えると最も柔らかくなる。これを踏まえて、実験2以降の白玉粉と砂糖の配合の割合は、これに統一する。

---

<sup>6</sup> 御菓子・御羊羹処 宇治駿河屋 『菓子 QA コーナー』

[http://www.surugaya.co.jp/fureai/answer/ans\\_0201.html](http://www.surugaya.co.jp/fureai/answer/ans_0201.html) (平成29年1月26日閲覧)

<sup>7</sup> 日本国特許庁 公開特許公報 『皮膜冷菓およびその製造方法』 [https://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/tokujitsu/tkbs/TKBS\\_GM301\\_Detailed.action](https://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/tokujitsu/tkbs/TKBS_GM301_Detailed.action) (平成29年1月17日閲覧)

## 実験 2

- 目的

一般的な求肥の作成方法で柔らかい求肥が作成できるか調べる。特に、水分量の違いによる柔らかさの変化を調べる。

- 方法

- 実験器具

白玉粉（川光物産 玉三白玉粉）、上白糖、水、小麦粉、スプーン、ジップロックスクリュウロック、クッキングスケール（はかり、0.5g 単位で測れるもの）、サランラップ、トリプルセンス TR-3(100 段階で肌の弾力を測定する事ができる機器)、保冷剤、電子レンジ

- 実験方法

1. 白玉粉、水、上白糖の量を表 3 のように変えて実験 1 で記した求肥の作成方法で求肥を作成した。ただし電子レンジにかける時間は、15~20 秒を 3~8 回程度繰り返した。

表 3 実験 2 における白玉粉、砂糖、水の量

白玉粉(g)	砂糖(g)	水 (g)	水分率 (%)
5.0	10.0	2.5	14.3
5.0	10.0	5.0	25.0
5.0	10.0	7.5	33.3
5.0	10.0	10.0	40.0
5.0	10.0	12.5	45.5
5.0	10.0	15.0	50.0

※ 水分量は白玉粉、砂糖、水の重さの総量における、水の重量の占める割合を示した。

2. 2 時間以上冷凍庫で冷やした後保冷剤の上に取り出し、トリプルセンス TR-3 で、設定を 20 歳にして弾力を測定した。雪見だいふくから切り取った求肥でも同様に測定した。
3. 求肥の一部を切り取り、実食した。

- 結果

トリプルセンスによる測定結果を表 4 にまとめる。以下、それぞれの試料は白玉粉を 10.0g とした時の水の量(実験 2 においては全て実際に用いた水の二倍の量)と呼ぶ。5.0g は水が少なく白玉粉、砂糖、水を混ぜた時点で液体状にならなかった。そのためそれ以降の実験を行うことができなかった。トリプルセンスで 10.0g、15.0g を測定すると、エラーとなり測定ができなかった。20.0g、25.0g、

30.0g は水分率が上がるほど弾力が上がっていたが、いずれも雪見だいふくには及ばなかった。

表 4 実験 2 におけるトリプルセンスによる弾力の測定値

水(g)	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値	標準偏差
5.0	-	-	-	-	-	-	-
10.0	-	-	-	-	-	-	-
15.0	-	-	-	-	-	-	-
20.0	67	77	68	73	65	70.0	4.38
25.0	76	80	83	76	88	80.6	4.54
30.0	76	85	92	79	91	84.6	6.34
雪見だいふく	98	95	90	85	88	91.2	4.71
肌	89	80	88	91	86	86.8	3.76

※ 「肌」は筆者の頬を測定した値を示す

食感・触感などに関して表 5 にまとめた。電子レンジでの加熱前の水分率は、表 3 に示した通りである。今回の測定では、20%以下 (5.0g、14.3%) は求肥を作成することができなかった。20~40% (10.0g、25%と 15.0g、33.3%) は、冷凍前は求肥としての柔らかさがあるが、冷凍後はトリプルセンスで測定できないほど硬く、食感・触感からも求肥として十分な柔らかさがあるとは言えなかった。40~50%(20.0g、40%と 25.0g、45.5%と 30.0g、50%)のものは凍らせても求肥と認識できる程度の柔らかさを維持していた。25.0g と 30.0g は温かい時は柔らかすぎて扱いづらい印象を受けたが、凍らせたものは求肥として十分に柔らかかった。特に、30.0g のトリプルセンスでの測定値は雪見だいふくのそれよりも小さかったが、実食すると雪見だいふくよりも柔らかいように感じられた。30.0g の求肥を手に取り下に引き延ばそうとすると、求肥自身の重みで勝手に伸びていった。このことから 30.0g の求肥の柔らかさがわかった。しかし、柔らかすぎて雪見だいふくのようなもちもちとした噛み応えはあまり感じられなかった。

表 5 実験 2 における食感・触感

水(g)	食感・触感
5.0	-
10.0	硬いが噛める、ほぼ板状で曲げると折れる
15.0	噛み切るのに力がある、折らずに曲げることができる
20.0	柔らかさは十分でないが、求肥と認識はできる
25.0	柔らかいが雪見だいふくより硬い
30.0	柔らかすぎる、もちもち感は少ない

上記のように、実験2の作成方法では、トリプルセンスを用いた値でも、食感・触感いずれの評価からも雪見だいふくのような柔らかさの求肥を得ることはできなかった。

- 考察

この実験の問題点として、トリプルセンスは肌の弾力を測定する機械であり、求肥の作成には向いていないというものがあげられる。トリプルセンスは肌程度の厚さ、柔らかさのものが測定ができるように作られていると考えられるので、その範囲を超えたものについてはうまく測定できないと予測される。従って、固すぎるという理由で15.0g以下のものは測定できなかったと考えられる。他の試料についても、センサーを押し当てる角度、求肥の厚さなどによって値が大きく変わるように感じた。全ての試料の測定において、固すぎる事やトリプルセンスの押し付け方に由来すると思われるエラー、99（最高値）、明らかな外れ値が何度も得られた。外れ値は、筆者の頬を測定した弾力の測定値から判断した（表4）。上記のように、正確な測定が困難である事、外れ値の判断が筆者の主観である事から測定値が必ずしも正確ではないと言える。

『皮膜冷菓およびその製造方法』によると、求肥の水分量は、出来上りに対し20~40%、好ましくは25~35%である。20%以下では粘弾性がなくなり、40%以上では低温で凍結して硬くなる<sup>8</sup>とに記載があった。本実験では、求肥生地加熱中は容器に蓋をしていたので、蒸発量はそれほど多くないと考えられる。そのため、水分率は加熱前の値からそれほど大きくは減少していないと考えた。そこで、加熱中に多少蒸発することも考慮して、15g、33.3%か20g、40%が最も柔らかくなるという仮説を立てていた。しかし実験結果は、33.3%以下だと求肥としての粘弾性が不十分で、14.3%14.3%~50.0%の間では水分量が高いほど柔らかく、40~50%、特に45.5%~50.0%で凍らせても柔らかさを保持している、というものであった。仮説と結果が異なった理由として、1 水分の蒸発、2 加熱時間の影響の2つを考えた。1について、蓋をしていないので蒸発量はそれほど多くはないが、蓋や側面に水滴が確認されたので、その水分率が低下したと考えられる。2について、加熱時間を多くすると次第に生地が固くなることが観察された。『皮膜冷菓およびその製造方法』での加熱は蒸すことにより行われる一方、本実験での加熱は電子レンジで行った。また一度に作る量にも違いがあるため、一概に加熱時間について議論することはできない。しかし、本実験での加熱量が『皮膜冷菓およびその製造方法』で想定された加熱量よりも多かったため、水分率に対して固い求肥ができたと考えられる。

25.0g、30.0gについては凍らせても求肥として十分に柔らかかったが、雪見だいふくのようなもちもち感のある噛み応えはなかった。ロツテお客様相談室に問い合わせたところ、雪見だいふくの求肥の食感の特徴は、白玉粉、砂糖、水の配合量と、卵白を加えることで生み出されると聞いた。

---

<sup>8</sup>日本国特許庁 公開特許公報 『皮膜冷菓およびその製造方法』 [https://www.jp-platpat.inpit.go.jp/web/tokujitsu/tkbs/TKBS\\_GM301\\_Detailed.action](https://www.jp-platpat.inpit.go.jp/web/tokujitsu/tkbs/TKBS_GM301_Detailed.action) (平成29年1月17日閲覧)

実験2のような一般的な求肥の作成方法では卵白を加えないので、それがもちもち感などが不足した原因と考えられる。

- 結論

加熱前の水分量を全体の重量の 45.5%~50%程度にすると、冷凍庫で冷やしても柔らかい求肥を作成することができる。50%になると柔らか過ぎてもちもちとした食感は不足していた。

### 実験3

- 目的

メレンゲを加えることで、求肥の食感が変化するかどうか調べる。

- 方法

- 実験器具

白玉粉（川光物産 玉三白玉粉）、上白糖、水、小麦粉、スプーン、ジップロックスクリューロック、クッキングスケール（はかり、0.5g 単位で測れるもの）、サランラップ、メジャー、セロテープ、トリプルセンス TR-3、保冷剤、電子レンジ

- 実験方法

1. 卵白 35.0g に上白糖 28.0g を加えツノがピンと立つまで泡だて、メレンゲを作成した。
2. 実験1で記したように白玉粉、上白糖、水を加え混ぜて、電子レンジに 15~20 秒(500W) を 3,4 回かけた。それぞれの量は表6に示す。

表6 実験3・メレンゲ追加後加熱有における白玉粉、上白糖、水、メレンゲの量

白玉粉(g)	砂糖(g)	水 (g)	メレンゲ
10.0	18.0	10.0	4.5
10.0	18.0	15.0	4.5
10.0	18.0	20.0	4.5
10.0	18.0	25.0	4.5
10.0	18.0	30.0	4.5

3. スプーンでよく練り合わせ、3,4 回これを繰り返したらメレンゲを加えて同様に電子レンジにかけ、練り合わせる工程を何度か繰り返した（15~20 秒を 3,4 回程度）。
4. 加熱し終わったらスプーンでよく練り合わせ、ひとまとめにして小麦粉をまぶし、薄く伸ばして（4~6mm 程度）2 時間以上冷凍した。

- 表7に示した分量の白玉粉、上白糖、水を混ぜ合わせて電子レンジで15~20秒(500W)、6~8回程度加熱した。そこにメレンゲを加えてスプーンでよく練り合わせ、ひとまとめたものに小麦粉をまぶし、薄く伸ばして(4~6mm程度)2時間以上冷凍した。

表7 実験3・メレンゲ追加後加熱無における白玉粉、上白糖、水、メレンゲの量

白玉粉(g)	砂糖(g)	水(g)	メレンゲ
10.0	20.0	15.0	4.5
10.0	20.0	20.0	4.5
10.0	20.0	25.0	4.5

- 作成した求肥を冷凍庫から取り出し、保冷剤の上に置く。求肥を半分または1/3の大きさになるようにたたみ、求肥の厚さが1cm程度以上あるようにして、トリプルセンスTR-3で弾力を測定した。6枚分重ねた雪見だいふくの求肥についても同様に測定した。
- 実験1の引っ張り弾力測定器を作成し、求肥から1cm程度の厚さの部分を取り出し、どの程度伸びるか測定した。
- 求肥の一部を切り取り、実食した。

## 結果

以下、それぞれの試料は水の量とメレンゲ追加後の加熱の有無で呼ぶ。

トリプルセンスでの弾力の測定結果について、表8にまとめる。加熱有10.0gを測定すると、エラーとなり測定できなかった。加熱有15.0g、20.0g、25.0gは水分量が増えるほど測定値が大きくなった。加熱有30.0gは加熱有25.0gよりも1.4小さくなったが、雪見だいふくに最も近い値となった。加熱有25.0gの測定値は雪見だいふくよりも大きかった。加熱無は、水の量が増えるほど測定値が大きくなった。加熱無25.0gは雪見だいふくよりも大きく、加熱有・無両方含めた中で、もっとも大きな値となった。

表8 実験3におけるトリプルセンスによる弾力の測定値

	水(g)	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値	標準偏差
加熱有	10.0	-	-	-	-	-	-	-
	15.0	10	8	7	4	7	7.2	1.94
	20.0	24	20	16	20	17	19.4	2.80
	25.0	97	89	95	96	91	93.6	3.07
	30.0	92	93	90	88	98	92.2	3.37
加熱無	15.0	17	7	15	18	10	13.4	4.22

	20.0	93	95	94	93	93	93.6	0.80
	25.0	92	93	98	91	98	94.4	3.01
<b>雪見だいふく</b>	-	90	91	94	96	92	92.6	2.15

引っ張り弾力測定法の結果を表9にまとめる。加熱有・無ともに水の量が増えるほど長く伸びた。加熱有 25.0g、30.0g は雪見だいふくよりも長く、加熱無 25.0g は雪見だいふくと同じであった。

表 9 実験 3 における引っ張り弾力測定法の結果

	水 (g)	1回目	2回目	3回目	平均 (cm)	標準偏差
<b>加熱有</b>	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
	20.0	3.0	2.5	3.0	2.8	0.24
	25.0	5.0	4.0	4.0	4.3	0.47
	30.0	6.0	4.0	4.5	4.8	0.85
<b>加熱無</b>	15.0	1.0	1.0	1.5	1.2	0.24
	20.0	5.0	4.5	3.0	4.2	0.85
	25.0	5.0	3.5	5.0	4.5	0.71
<b>雪見だいふく</b>	-	3.5	5.0	5.0	4.5	0.71

食感・触感について表10にまとめる。加熱有よりも無の方がもちもち感があり、雪見だいふくの求肥に近い触感が得られた。またメレンゲを加えないもの（実験2）に比べ、加熱の有無に関わらずメレンゲを加えたものは柔らかさ、もちもち感ともに高いように感じた。さらに加熱無の方がよりも柔らかいように感じた。

表 10 実験 3 における食感・触感

	水 (g)	食感など
<b>加熱有</b>	10.0	噛み切るのに力がある、ほぼ板状で曲げると折れる
	15.0	硬いが、折らずに曲げることはできる
	20.0	柔らかさは十分でないが、求肥と認識はできる
	25.0	柔らかいが、雪見だいふくよりは硬い
	30.0	柔らかすぎる、もちもち感が少ない

加熱無	15.0	硬いが、メレンゲなし 15g より柔らかい
	20.0	雪見だいふくより少し硬いが、もちもち感、柔らかさはある
	25.0	柔らかさ、もちもち感ともに最も雪見だいふくに近い食感

トリプルセンス、引っ張り弾力測定法での測定値の相関係数は 0.93 であった。食感・触感については主観的な判断であるが、これらの値と正の相関が見られた。

- 考察

実験 1 の考察で記したように、加熱時間の影響で本来なるべきはずの柔らかさにならなかった可能性は大いに有る。また加熱有 10.0g は固過ぎたため、加熱有 30.0g は柔らか過ぎて扱いづかったため、加熱無 10.0g、30.0g は作成しなかった。

実験 1、2 の考察で記したように、トリプルセンス、引っ張り弾力測定法の測定値は正確さに欠ける。これらの測定の正確さを上げる方法を考えた。トリプルセンスについては、肌の様子に近い方が正確な値が出やすいのではないかと考えた。厚さがある程度ある方が肌の様子に近くなるのではないかと考え、求肥の厚さが 1cm 以上になるようにして測定した。引っ張り弾力測定法については、実験 1 の考察を踏まえて厚さを約 1cm 程度に揃えて測定した。実際には、トリプルセンスは実験 2 同様、エラーや外れ値が何度も出た。しかし、これについては回数などを数えたわけではないのではっきりとは言えないが、その頻度は実験 2 よりも少なかったように感じた。また引っ張り弾力測定法については、厚さの調節が困難で実験 1 同様不正確が多かった。ただ、3 種の測定方法でそれぞれ正の相関が見られたので、それぞれが不正確さを含んでいたとしても、大まかな傾向はつかむことができると考えられる。

メレンゲを加えることで柔らかさが増した理由について考察する。卵白は約 12.5%のたんぱく質と、約 87%の水分からなる<sup>9</sup>。卵白 35.0g と上白糖 28.0g を混ぜ合わせたメレンゲ 4.5g 中に卵白は 2.5g 含まれ、そのうちタンパク質は 0.3g、水分は 2.2g である。実験 2 より、水分率が上昇すると求肥の柔らかさは増すと言える。メレンゲを加えたことで水分率は 1.05~1.15 倍になった。これが、柔らかさが増した一因であると考えられる。

メレンゲと食感の変化について考察する。卵白は泡立性があり、卵白中に含まれるたんぱく質の働きで泡立つ。またオボアルブミンなどのタンパク質が空気に触れて変性し、膜状に硬くなることで弾力のある泡が生まれる<sup>10</sup>。この性質を利用して卵白を泡立てたものがメレンゲである。泡構造

<sup>9</sup>農林水産省 aff 09 年 11 月号『特集 2 食材まるかじり マルゴトタマゴ』

[http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/0911/spe2\\_01.html](http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/0911/spe2_01.html) (閲覧平成 29 年 1 月 25 日)

<sup>10</sup>重里徳太・日本分析化学専門学校(2004)『知っておきたい化学の豆知識』化学同人

は、食品に特有の軽い感触、食感を付与する<sup>11</sup>ので、メレンゲ中の泡が食感に変化をもたらしたと考えられる。加熱有よりも無の方がもちもちとした食感が得られた理由として、1 加熱や加熱後の攪拌によるメレンゲ中の泡の消失、2 加熱によるたんぱく質の変性の2点を考えた。1について、メレンゲ追加後に加熱すると求肥生地が膨らんだ。これはメレンゲ中の泡が膨張したことに由来すると考えられるが、その際に気泡が破裂して泡が消失したと考えられる。また何度か加熱を中断して求肥生地をかき混ぜた時に泡が破壊されたことも予測される。2について、上記の通り卵白の12.5%はタンパク質であり、加熱により変性する。メレンゲを焼いた菓子である焼きメレンゲは、サクサクとして、口の中でシュワっと溶けるような食感<sup>12</sup>が特徴である。このように、メレンゲを加熱するとメレンゲ独特の弾力が失われて硬くなってしまうので、これが、加熱無が加熱有よりも柔らかくなった理由と考えられる。

また20.0gについて、メレンゲを追加していないもの（実験2参照）の測定値が70.0なのに対し、メレンゲ追加後加熱有は19.4、無は93.6であった。これはメレンゲを追加した方が柔らかくなるという傾向と矛盾が見られる。この理由として、加熱有の測定値が大きく外れていることが考えられる。食感・触感的に柔らかい順に並べると、メレンゲ追加・加熱無、加熱有、メレンゲ追加していない、であった。上記の通り、トリプルセンスでの測定は不正確さを含むので、加熱有20.0gの測定がうまく行えなかった可能性は大いにある。ただ、他のものと測り方が大きく違ったことは無いように思う。なぜ加熱有20.0gだけ異常に外れ値が多く出たのか、もしくはこの値が実は正しいのか、といったことについてはわからなかった。

## ● 結論

通常の作成方法で求肥を作成し、その加熱後にメレンゲを加えると冷凍後の柔らかさ、もちもち感がともに増す。特に、メレンゲ追加後は加熱しない方がその効果が大きくなる。

## 今後の課題

現在の雪見だいふくに用いられる、乾燥卵白を用いて求肥を作成するとどうなるのか調べたい。また加熱時間の影響についても調べたい。メレンゲを入れた時の食感が変化する理由は考察で記したが、これは筆者の推測である。なので、この理由について詳しく知りたいと思った。さらに、今回の弾力の測定方法は問題点を多く含むので、別の方法を用いて弾力の測定を行えば、さらに正確なデータが得られるのではないかと思った。

## 結論

---

<sup>11</sup>西成勝好(2007) 『食品ハイドロコロイドの開発と応用』シーエムシー出版

<sup>12</sup>cotta 『焼きメレンゲ』 <http://recipe.cotta.jp/recipe.php?recipeid=00003009> (平成29年1月25日閲覧)

白玉粉 20.0g に対し、上白糖 20.0g、水 25.0g を混ぜたものを電子レンジで加熱後、メレンゲ 4.5g（うち、卵白 2.5g、上白糖 2.0g）を加えて混ぜ、整形後冷凍すると、凍らせても柔らかくもちもちとした食感のある求肥が得られる。

#### 参考文献

- 日本の食べ物用語辞典 『ぎゅうひ（求肥）』 <http://japan-word.com/archives/2173404.html> （平成 29 年 1 月 25 日閲覧）
- 東京大学サイエンスコミュニケーションサークル CAST 『お餅のお話』 <http://ut-cast.net/science/1201/>（平成 29 年 1 月 17 日閲覧）
- 大東製糖株式会社 『料理とお砂糖』 <http://daitoseito.co.jp/knowledge/cook.html> （平成 29 年 1 月 17 日閲覧）
- 日本国特許庁 公開特許公報 『皮膜冷菓およびその製造方法』 [https://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/tokujitsu/tkbs/TKBS\\_GM301\\_Detailed.action](https://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/tokujitsu/tkbs/TKBS_GM301_Detailed.action)（平成 29 年 1 月 17 日閲覧）
- 早稲田屋 『お手軽簡単・和菓子のレシピ 求肥の作り方』 <http://waseda-ya.com/original73.html>（平成 29 年 1 月 17 日閲覧）
- 農林水産省 aff 09 年 11 月号『特集 2 食材まるかじり マルゴトタマゴ』 [http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/0911/spe2\\_01.html](http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/0911/spe2_01.html) （閲覧平成 29 年 1 月 25 日）
- 重里徳太・日本分析化学専門学校(2004)『知っておきたい化学の豆知識』化学同人
- 成勝好(2007) 『食品ハイドロコロイドの開発と応用』シーエムシー出版
- cotta 『焼きメレンゲ』 <http://recipe.cotta.jp/recipe.php?recipeid=00003009> （平成 29 年 1 月 25 日閲覧）