

金平糖 角と濃度の関係性

北海道札幌啓成高等学校 理数科 (2020 年入学) 7 班

村上正樹 久保璃生 白石あめり 中野絵梨華

We thought wanted to quantitatively establish a method for producing beautiful confetti made by craftsmen. Therefore, we tried to make the number of edges, diameter, and scattering close to the ideal while paying attention to the amount and concentration of molasses based on the confetti of Tofu Honpo. As a result, the appearance of the most similar to Tofu Honpo was when molasses was added 40 times at a concentration of 70% for the diameter, and when molasses was added 40 times at a concentration of 62.5% for the number of edges. The scattering in the number of edges was when the concentration was 70%.

1. はじめに

金平糖は 1546 年にポルトガルからもたらされた異国の品々のひとつである。金平糖は銅鑪の中に核となるケシ粒やザラメ糖を入れ、そこに熱い糖蜜を少しずつかけながら 1 週間から 2 週間ほどかけて粒を成長させていくことで作られる。このとき釜にくっついた部分が伸びることで、角が形成されると言われている。金平糖の特徴である角をきれいにつくるためには、工場内の気温、回転釜の温度・傾斜角度・回転速度、そして回し掛ける糖蜜の量といった条件が必要であり、それらをうまく職人がコントロールすることで、形や大きさが揃った美しい金平糖が作られる。(和菓子の季節.com, 春日井製菓株式会社より)

今回行った研究は、職人により作られている金平糖を自分たちの手で作れるようにすることを目的とした。市販の金平糖を観察時では、金平糖の大きさや角の数にばらつきが見られた。豆富本舗の金平糖は粒が小さく個数がそろっていたようだった。そこで私たちは粒の大きさや角の個数が最も揃っていた豆富本舗の金平糖を目標としてそれを作成する事にした。

先行研究では、フライパンの温度が上がりすぎると核やグラニュー糖が溶けてしまい金平糖は作ることができないこと、1 回に入れる糖蜜の量には限度があること、糖蜜を入れる回数をある程度重ねると角はできなく丸くなってしまうことが分かっていた。(小野関真央, 2015 より)これらを参考

にしながら私たちは糖蜜の濃度や入れる回数という条件と角の大きさ、角の数、金平糖自体の大きさの関係性を明らかにしてみようと試みた。

2. 目的と仮説



予備実験で金平糖を作る中で次のような傾向がみられた。そこで、次の仮説について検証を試みた。

仮説 1 糖蜜を入れる回数が多くなれば、角の数が減り、粒の直径が大きくなる。

仮説 2 糖蜜の濃度が高くなれば、角の数は減り、角の数のばらつきも減る。

3. 予備実験

予備実験をする中で、糖蜜や金平糖の作成方法やデータの計測方法を次のように定めた。

3.1 実験器具

直径 25 cm × 高さ 8 cm のスタンダードフッ素樹脂、スタンダードプライマーの内面 2 枚のフライパンを使用した。

3.2 糖蜜の作成方法

砂糖と水の中火で透明になるまで加熱した。各濃度の砂糖と水の分量は以下の東りとする。

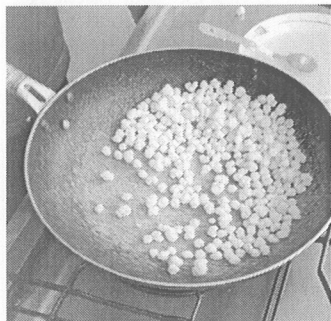
(濃度 55%) 砂糖 200 g、水 16 g

(濃度 62.5%) 砂糖 200 g、水 120 g

(濃度 70%) 砂糖 200 g、水 86 g

3.3 試行回数と間隔

ザラメ糖を核として使用し、糖蜜を入れて箸でかき混ぜながら加熱した。フライパンの表面温度は 80℃になるように火力を調節した。糖蜜を入れるタイミングは、1 回ごとに金平糖の表面に付いた糖蜜が乾いた時(40 秒から 60 秒とした)。



3.4 取得データの記録方法

食紅などで、金平糖の角の先端に印をつけて角の数を数えた。またノギスを使い金平糖の角を含む直径を粒の大きさとして計測した。

4. 実験 1

4.1 目的

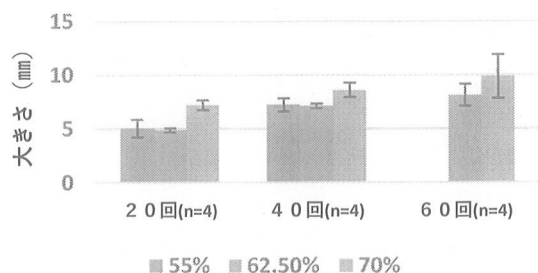
糖蜜を入れる回数と角の数や直径の関係性を仮説 1 について検証する。

4.2 方法

- ①濃度 55%、62.5%、70%の糖蜜を使用した。
- ②糖蜜を入れる回数 20 回、40 回、60 回ごとに金平糖を 4 つ採取して角の数と大きさを調べた。

4.3 結果と考察

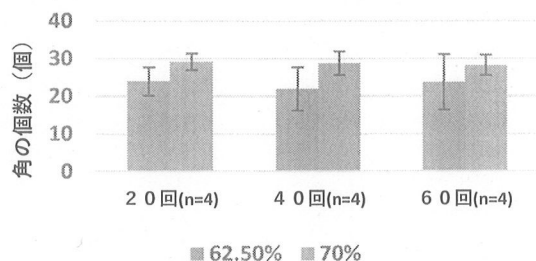
図 1 糖蜜を入れる回数と直径の関係



(大きさ) 図 1 の結果より糖蜜の入れる、回数が 20 回、40 回、60 回と多くなるにつ

れて直径の平均が大きくなる傾向が見られた。ちなみに濃度 55%の糖蜜を 60 回入れた金平糖の結果は角が作成中になくなってしまい実験方法の条件を満たさないため記録が得られなかった。以上のように仮説 1 を支持する結果となった。

図 2 糖蜜を入れていく回数と角の数の関係



(角の数)糖蜜を入れた回数ごとの角の数について、62.5%と 70%2 種類の濃度 (55%は角と確認できるものが得られず記録なし) で調べた結果を図 2 に示す。20 回、40 回、60 回のどの回数においても濃度 62.5%よりも 70%の糖蜜のほうが角の数が多く、濃度が高くなるにつれて、角の数が増える傾向が見られた。また、糖蜜を入れる回数 60 回までの時点では、回数と角の数の傾向は分からなかった。

5. 実験 2

5.1 目的

仮説 2 について、糖蜜の濃度と角の数の多さとばらつきの関係性を検証する。

5.2 方法

- ①62.5%、70%の糖蜜を使用した。
- ②各濃度の 60 回、70 回の金平糖を 50 個ずつ採取して角の数とばらつきを調べた。

5.3 結果

実験 2 の 60 回糖蜜を入れた時の金平糖の角の数は 62.5%が平均 30.44 個、標準偏差 6.70、70%が平均 25.28 個、標準偏差 3.63 という結果であった (図 3)。70 回糖蜜を入れた時の金平糖の角の数は 62.5%が平均 22.94 個、標準偏差 6.35、70%が平均 22.72、標準偏差 4.53 となった (図 4)。結果から濃度が高い方が角の数の平均と標準偏差は減少している傾向が見られた。したがって、

濃度が高いほど角の数が減少し、ばらつきも少なくなるという仮説 2 を支持する結果であった。

はじめに表 1 直径と角の数の比較

	直径	角の数
豆富本舗	9.2mm	16.97個
自作(70%)40回	8.61mm	28.75個
自作(62.5%)40回	7.13mm	22個

表 2 ばらつき（標準偏差）の比較

	標準偏差
豆富本舗	2.36
自作(70%)	3.63
自作(62.5%)	6.70

※表 1、表 2 とも実験回数 1 回

糖蜜を入れる回数が多いほど金平糖の角の数が減り、直径が大きくなる。また糖蜜の濃度が高いほど角の数が減り、直径が大きくなり、ばらつきが少なくなる。それはどちらの場合も濃度高くなることで、核の部分にまわりつく糖が増えるため、凹凸が少なくなり直径が大きくなるのではないかと考えた。ばらつきも糖が多くまわりつくので他の個体との差が比較的少ないのではないかと考えられる。

7. 結論

仮説 1 と仮説 2 を支持する結果が得られた。糖蜜の濃度が 70% の金平糖がそれぞれの角の数のばらつきが少なく、さらに 40 回糖蜜を入れた金平糖が直径において市販のものと似ていた。

糖蜜の濃度が 62.5%、40 回糖蜜を入れて作った金平糖が角の数が市販のものと似ていた。

8. 今後の課題

金平糖の角の数を計測する際、私たちは見た目により角かどうか判断して数えていたが、それだと数えるのに個人差が生じてしまった。実験後にいくつかの文献から、「着色料をトレーの上に引き、その上から

金平糖を転がして突起部分に付着した数を数える」という方法を見つけた。これなら付着した部分を数えれば良いため、個人差が生じない。よって今後はその数え方で検証することでより客観的に評価することができる。また今回時間が足りなく、濃度のみでしかばらつきを比較できなく、糖蜜を入れる回数も規則性をもたない回数で比較してしまった（20 回、40 回、60 回…など）。したがって、今後は糖蜜を入れる回数でもばらつきを調べ比較し、回数も規則性のある回数で比較することでより詳細な条件を検討することができる。

9. 参考文献

- ・小野関真央(2015), 金平糖の研究, 千葉市立花園中学校
<https://www.city.chiba.jp/kyoiku/gakkokyoiku/kyoikushido/documents/27konpeitou.pdf>
- ・中田友一(1955), 金平糖の数理モデル, 中京大学教養部 3 月号 p165~169
http://www.orsj.or.jp/~archive/pdf/bul/Vol.40_03_165.pdf
- ・塚本勝男(2019), 金平糖の不思議, 東北大学大学院理学部研究科
https://www.alic.go.jp/johos/joho07_001977.html
- ・気になる和菓子を詳しく説明和菓子の季節.com
<https://wagashi-season.com/%E9%87%91%E5%B9%B3%E7%B3%96/>
- ・春日井製菓株式会社
<https://www.kasugai.co.jp/enjoy/factorytour/konpeito/>