

氷食への探求 3

～より均一の味の氷食を作るためには？～

浜松市立高台中学校

3 年 鄒 譚天

1 動機

昨年、最後まで美味しい氷を食べ続けるためには、ゼラチンを利用して二重構造のような氷を作った。しかし、均一な味が出来なかった。その原因としてゼラチンを利用した時にゼラチンを溶かせずに、粉末をそのまま入れて凍らせていたことによって、ゼラチンの効果が表れなかったことが考える。

また、味の均一に関して、上部と下部のみの糖度を測るのではなく、いくつかの部分に分けて糖度を測ることも重要かと考える。

どのようにしたら最後まで味が均一な氷を作れるのかという疑問は変わらずに、昨年度の反省を踏まえながら、溶かしたゼラチンを利用して均一の味が出てくるか、ゼラチンと同様性質ある寒天を利用しても味の均一性がでてくるか、またゼラチンと寒天の差異はあるかという目的で本研究を行った。

2 材料および研究方法

1) 材料

ゼラチン：クックゼラチン（森永製菓（株））、
寒天：かんてんクック（伊那食品工業（株））、
なっちゃん（1.5ℓ）：30%混合果汁入り飲料（サントリーフーズ（株））、
ポカリ（1.5ℓ）：ポカリスエット（大塚製薬（株））、
オレンジ（900 ml）：果汁 100%オレンジジュース（東京めいらく（株））、
110 ml クリアカップ、60 ml クリアカップ、冷凍庫、電子てんびん、糖度計、皿、時計、筆記用具、
メモ帳、セロハンテープ、はさみ、箸、包丁、まな板、水道水

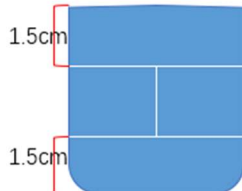
2) 溶かしたゼラチン、寒天を利用して均一の味がでてくるかの実験方法

- ① 110 ml クリアカップを 5 つ準備してそれぞれを A、B、C、D、E とする。
- ② まず、皿になっちゃんを 49.5 g、ゼラチンを 0.5 g 入れる。10 秒程かき混ぜたら電子レンジで 500w13 秒加熱する。（寒天を利用した場合は 500w30 秒加熱する。）
 - ※ 500W13 秒の計算方法 ゼラチンが溶けるのは 55℃位なので、水温 25℃だとすると 30℃上昇すればよい。 t 秒加熱すればよいと考え、 $50\text{ ml} \approx 50\text{ g}$ だから、水の比熱を 4.2 J とすると $4.2 \times 50, 500Wt / (4.2 \times 50) = 30^\circ\text{C}$ 、 $t = 12.6$ 、そこで、切りのよい数字にして 13 秒にした。
 - ※ 500W30 秒の計算方法 寒天が溶けるのは 95℃位なので、水温 25℃だとすると 70℃上昇すればよい。 t 秒加熱すればよいと考え、 $50\text{ ml} \approx 50\text{ g}$ だから、水の比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とすると $4.2 \times 50, 500Wt / (4.2 \times 50) = 70^\circ\text{C}$ 、 $t = 29.4$ 、そこで、切りのよい数字にして 30 秒にした。
- ③ 加熱し終わったものになっちゃん 50 g を入れながら、30 秒程混ぜる。少し冷めてきたら B に入れる。B（濃度 0.5%）
- ④ B を冷凍庫に入れる。
- ⑤ ②、③、④のように A、C、D、E も同じようにやる。加熱し終わったものに、なっちゃんを 50 g 入れる事は共通で、加熱する前に皿に入れる量は、

- A なっちゃん 50.00 g、ゼラチン 0.00 g (Aは濃度 0%だから加熱しなくてもよい)
 B なっちゃん 49.50 g、ゼラチン 0.50 g
 C なっちゃん 49.25 g、ゼラチン 0.75 g
 D なっちゃん 49.00 g、ゼラチン 1.00 g
 E なっちゃん 49.85 g、ゼラチン 1.50 g となる。

(A濃度 0% B濃度 0.5% C濃度 0.75% D濃度 1% E濃度 1.5%)

⑥ 全て凍ったら包丁で4つにカットする。図1のように、上部、中央左、中央右、下部の4つに分ける。上部と下部は厚さを1.5cm 目安で切る。(図1 参照)



(図1：4つになる切り方白線部分を切ればよい)

⑦ 冷凍庫の外に出して30分後に溶けた液体を糖度計で測る。糖度は小数点以下第一位まで見る。
 ※ポカリ、100%オレンジも①～⑦の方法でやった。①～⑦にある「なっちゃん」という言葉に「ポカリ」、「100%オレンジ」を代入すればそれぞれの研究方法となる。

※寒天の場合は、①～⑦の方法で寒天をゼラチンに代入すれば、溶かした寒天の研究方法となる。

⑧ 標準偏差値の算出

今回の研究で、味の均一性(糖度)を測るために、各方向(上部、中央左、中央右、下部の4つに分ける)においての糖度のばらつきの計算が必要であり、つまり、ばらつきが小さい程、味の均一性がよい。

ここで、データのばらつきを調べるために標準偏差という数値を利用する。

標準偏差とはデータのばらつきの大きさを表わす指標で、記号 σ または s で表わされる値。 σ で表すときは母集団の標準偏差、 s で表すときは標本の標準偏差を指すことが多い。標準偏差は、「各データの値と平均の差の2乗の合計を、データの総数 n で割った値の正の平方根」という公式で求められる。

Step1 平均値を求める。

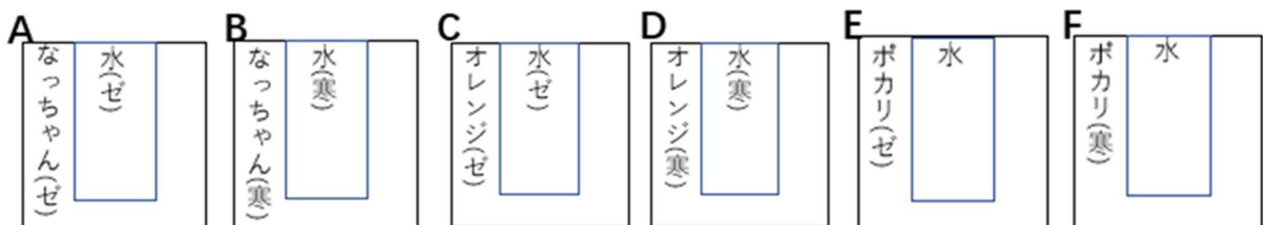
Step2 偏差を求めて二乗する。

Step3 偏差の二乗の合計をデータの総数で割る。

Step4 分散の正の平方根を求める。

3) 二重構造にした場合の方法

① 合計6カップ作るので、それぞれをA、B、C、D、E、Fとする。



※(ぜ)はゼラチンが含まれていることを示す。(寒)は寒天が含まれていることを示す。

※昨年実験の結果を参照、A (B)、C (D)、E (F) の2層構造にし、ゼラチンと寒天の濃度とも0.5%にしている。

② 皿を準備して・・・(最初に外側の部分の氷を作っていく)

A なっちゃん 39.6 g、ゼラチン 0.4 g

- B なっちゃん 39.6 g、 寒天 0.4g
- C オレンジ 39.6 g、 ゼラチン 0.4 g
- D オレンジ 39.6 g、 寒天 0.4 g
- E ポカリ 39.6 g、 ゼラチン 0.4 g
- F ポカリ 39.6 g、 寒天 0.4 g

をそれぞれ皿の中に入れて、10 秒程かき混ぜる。

③ 液体の中にゼラチンが含まれている、A、C、Eは電子レンジで 500W24 秒加熱する。

液体の中に寒天が含まれている、B、D、Fは電子レンジで 500W10 秒加熱する。

④ 加熱し終わったものに、その液体の 40 g を追加で加えて 30 秒程混ぜる。

⑤ できたものを 150 ml クリアカップに入れる。

⑥ 次は 60 ml クリアカップを用意し、セロハンテープを下の写真 1 のように貼り付ける。セロハンテープはクリアカップの中から貼っていき、半分は貼らずに外側に出しておく。

⑦ ⑥で作ったカップをA、B、C、D、E、Fの 150 ml カップの中央の部分に入れ、(150 ml カップの底には付かない)残っている半分のセロハンテープを 150 ml カップの外側にくくりつける (写真 2)。

写真1



写真2



写真3 外側の氷ができた状態



⑧ ⑦でできたものを冷凍庫の中に入れる。

⑨ 全部凍ったらクリアカップについているセロハンテープを外す。また、60 ml のクリアカップを取り出す。

※周りが固まっていて取り出せないことがあるが、その時はカップの中に温かい水を入れると取りやすくなる。

⑩ E と F は型に 60g の水を入れて、再び凍らせる。

⑪ 再び皿を準備して・・・(今から内側の氷を作っていく)

A 水 29.7 g ゼラチン 0.3 g B 水 29.7 g 寒天 0.3g

C 水 29.7 g ゼラチン 0.3 g D 水 29.7 g 寒天 0.3g

皿に入れて 10 秒程かき混ぜる。

⑫ 液体の中にゼラチンが含まれているAとEは電子レンジで 500W8 秒加熱し、

液体の中に寒天が含まれているBとFは電子レンジで 500W18 秒加熱する。

⑬ 加熱し終わった液体に水 30 g をそれぞれ入れる。

⑭ ⑬でできた液体をそれぞれの型の中に入れる (写真 3 参照)、そして冷凍庫の中に入れる。

⑮ 全部凍ったら氷をクリアカップから出す。図 2 のように、4 つの部分に切り分ける。

⑯ 30 分後の糖度を計測する。

⑰ 標準偏差値の算出。

3 結果

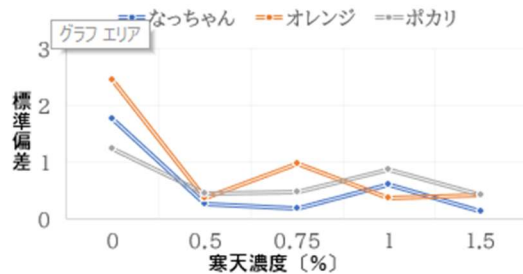
実験1 溶かしたゼラチンを利用して均一の味が出てくるか

ゼラチン濃度の増加に伴い、なっちゃん、オレンジとポカリの標準偏差ともに下がっていった。つまり、ゼラチン濃度の増加により、なっちゃん、オレンジとポカリの味の均一性はよくなる傾向がある（表1と図2参照）。

表1 ゼラチン濃度による標準偏差

ゼラチン濃度	標準偏差値		
	なっちゃん	100%オレンジ	ポカリ
0%	1.777	2.465	1.250
0.5%	0.268	0.357	0.439
0.75%	0.179	0.990	0.485
1.0%	0.599	0.357	0.881
1.5%	0.141	0.415	0.415

図2 ゼラチン濃度による標準偏差



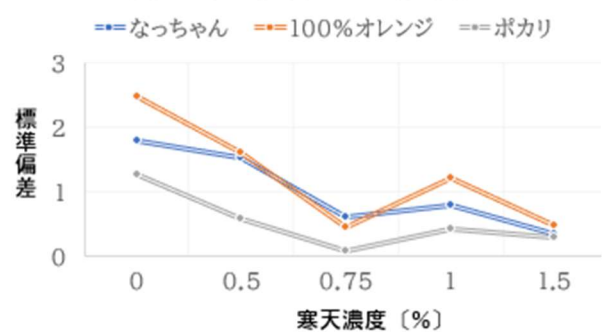
実験2 溶かした寒天を利用して味の均一性がどうなるか（表2と図3参照）

寒天を入れる濃度の増加に伴い、なっちゃん、オレンジとポカリの標準偏差ともに下がっていった。つまり、寒天濃度の増加により、なっちゃん、オレンジとポカリの味の均一性はよくなる傾向がある。

表2 寒天濃度による標準偏差

寒天濃度	標準偏差値		
	なっちゃん	100%オレンジ	ポカリ
0%	1.777	2.465	1.250
0.5%	1.524	1.602	0.576
0.75%	0.594	0.439	0.083
1.0%	0.783	1.214	0.402
1.5%	0.334	0.460	0.296

図3 寒天濃度による標準偏差



実験3 二重構造においてゼラチンと寒天の違いは？（表3）

二重構造においてゼラチンを入れても寒天を入れても、味の均一性ができ、ゼラチンと寒天について大きな違いはなかった。ただ、ゼラチンの場合、若干少し味の均一性が優れている。

表3 二重構造にてゼラチン入れと寒天入れによる味のばらつき（標準偏差）

			内 側		
			水		
			なし	ゼ入れ	寒入れ
外 側	なっちゃん	ゼ入れ		0.481	
		寒入れ			0.55
	100%オレンジ	ゼ入れ		0.593	
		寒入れ			0.712
	ポカリ	ゼ入れ	0.477		
		寒入れ	0.455		

4 まとめと考察

実験1 ゼラチンを入れて凍らせた場合

寒天を入れた時と比べれば、糖度と標準偏差にあまり差はなかった。ただ30分後に溶けた液体を見ると溶けているのはほんの少しでゼリー状になっていた。

濃度0%のものは甘さにばらつきがあった。ゼラチンの濃度が高いほどそれぞれの液体の標準偏差が下がっていった。

つまり、ゼラチン濃度の増加により、なっちゃん、オレンジとポカリの味の均一性はよくなる傾向がある。ゼラチンを液体に入れる場合は、ゼリーとして食べるのがよい。

また、コストを含めての観点から、ゼラチン入れる濃度は、なっちゃんが 0.75%、100%オレンジとポカリとも 0.5%である。

実験 2 寒天を入れて液体を凍らせた場合

濃度によって目立った糖度の差はなかったが、標準偏差を見ると濃度 0%の標準偏差は他の濃度の氷よりも高かった。寒天はゼラチンのように凝固するので味の均一性は確かめられた。濃度別に実験をしたが、濃度 1%、1.5%の氷を食べた時に寒天の粉末があり、濃度が濃すぎたと思う。

また、上部と下部で色の違いが見られたが、下部の方は寒天が多く含まれていると考える。なぜなら溶け切れていなかった寒天が下の方へ沈んでいったと思うからだ。

寒天を入れる濃度の増加に伴い、なっちゃん、オレンジとポカリの標準偏差ともに下がっていく。つまり、寒天濃度の増加により、なっちゃん、オレンジとポカリの味の均一性はよくなる傾向がある。また、コストを含めての観点から、寒天濃度は、なっちゃん、100%オレンジとポカリともに 0.75%である。特にポカリの場合、0.75%寒天を入れたものは、味のばらつきがほぼない。

実験 1、実験 2 より ゼラチンと寒天の役割の違いがあるのか

寒天とゼラチンは味の均一性に対してほぼ同じ役割があることが分かる。また、同じ濃度の場合は、ゼラチンの方が寒天より味の均一性が優れることが分かる。

実験 3 昨年の研究で最もおいしかった氷を再度寒天、ゼラチンを使って二重構造にした場合

結果的に二重構造にしないときよりも全体的に糖度が落ちた。昨年作った二重構造の氷よりも糖度が低くなった。その要因として、上、中央左、中央右、下の 4 つの部分に分けたが、水の含有量が多い部分とジュースの含有量が多い部分ができてしまったからではないかと考える。

また、包丁で切るときも大変だった。内側に水が凍っていたからである。水は凍るととても硬くなる。できた氷は硬かった。

二重構造の標準偏差を見ると、ゼラチンと寒天について大きな差はないことが確認できた。ただ、前述のように、糖度が全体的に低かった。だから自分の満足いく結果ではなかった。よって、例えば、内側の液体を水 20%とジュース 80%にした方法で二重構造を活用した方がよいと考える。

実験 1、実験 2、実験 3 より 考察

ゼラチン、寒天濃度の増加により、それぞれ液体の標準偏差が下がっていった、それぞれの液体の味の均一性はよくなる傾向がある。二重構造においてゼラチンを入れても寒天を入れても、味の均一性ができ、ゼラチンと寒天について大きな違いはない。

ゼラチン、寒天は液体に対してゼリー状態になるような役割が働き、味もそのゼリー状態で固定し、凍らせてから溶かしてもゼリー状態のまま変化しないため、味の均一性が出てくると考える。ただ、濃度が高いほど、味の均一性もよくなるものではない。

5 結論及び課題

簡潔にまとめると、寒天を入れることで味は均一になりちょうどよい甘さがある。ゼラチンを入れることで味は均一にすることはできるが、ゼリー状になってしまうため本来の使用目的通りに、ゼリーに使った方がよい。二重構造は均一にはできるが、全体的に糖度が下がり、甘さが十分に引き出せることができないため、さらなる改良が必要である。特に二重構造の場合は、内層に水ではなく、外層を異なる濃度のジュースにしたり、他のジュースにしたりすると、より新しい氷食の開発ができるのではないかと考える。

6 参考文献

- <https://www.akagi.com/> ……ガリガリ君について
- <https://atarimae.biz/archives/5379> ……標準偏差について
- <https://magokoro-care-shoku.com/column/the-effect-of-gelatin> ……ゼラチンについて
- <https://shokulab.unitecfoods.co.jp/article/detail29/> ……寒天について
- <https://halmek.co.jp/qa/698> ……ゼラチンと寒天の違いについて

7 謝辞

本研究の執筆にあたり、多くの方々にご支援をいただきました。

静岡STEMアカデミーの青木先生初め、昨年から研究のアドバイスをいただいている大石先生、学校の豊田先生も実験、本研究の執筆まで多くのご指導をいただきました。心から感謝申し上げます。また家族にも協力をしてもらいました。感謝したいと思います。