

# 液体の種類によって凍る時間に違いはあるのか

小金井市立小金井第二小学校

6年 石澤 樹

## 1 研究動機

家でアイスを食べようとして、家にあったジンジャエールをシャーベットにしようとしたときに、水道水で氷を作るときよりも遅く感じた。

そこから、「液体の種類によって凍る時間が異なるのか」

「液体の凍り方は、種類によって異なるのか」

に疑問をもった。

## 2 予想

- ・炭酸水は水道水の中にガスが入って出来ているから、冷えるまでに時間がかかって水道水よりも遅く凍ると思う。
- そのことからジンジャエールが凍りにくい原因は、炭酸水が使われていることと関係があると予想した。
- ・一方で食塩水は、氷の上に塩をかけるとより冷たくなるから、食塩水が早く冷えて早く凍ると思う。
- ・砂糖水も食塩水と一緒に、水道水よりも早く凍ると思う。
- ・より濃度が高い砂糖水は、より早く凍ると思う。
- ・レモン汁は、液体が凍るということと酸性であることは、あまり関係ないと思い、水道水と凍る時間、凍り方は変わらないと思う。
- ・油は水道水よりも粘度が高いから、あまり凍らずにシャーベット状になると思う。
- ・牛乳はアイスの原材料で、アイスは氷よりも早く溶けることから凍る温度が低いと考え、凍るまでに時間がかかって水道水よりも遅く凍ると思う。

## 3 研究方法

それぞれの液体を冷凍庫に入れ、凍るまでの温度変化とその凍り方について確認をする。

### (1) 実験で比較に使用するもの

水道水、炭酸水、砂糖水(濃度3%)、濃い砂糖水(濃度10%)、食塩水(濃度3%)、レモン汁、サラダ油、牛乳

### 【砂糖水、食塩水の作り方】

- ・砂糖水(濃度3%)：砂糖3gをカップに入れそこに水を入れて合計100gとした。

※写真1、2に作り方を示す。



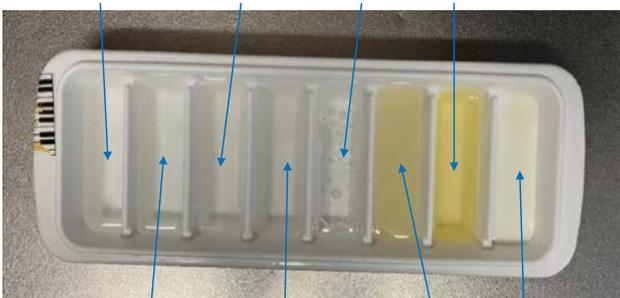
写真1：砂糖3g投入

写真2：水を入れて攪拌

- ・濃い砂糖水(濃度10%)、食塩水(濃度3%)も同様の方法で製作した。製氷皿に入れて冷蔵庫で冷やし、同一の約20°Cとする。

※写真3

- 水道水 ●砂糖水(10%) ●炭酸水 ●油



- 砂糖水(3%) ●食塩水(3%) ●レモン汁 ●牛乳

写真3：研究対象を製氷皿に入れる

## (2) 実験方法

- ① 液体を入れた製氷皿を冷凍庫に入れる。
- ② 30分おきに温度計を使って、上記の液体の温度を順番に測定し記録する。※写真4、5 に温度計、測温方法を示す。



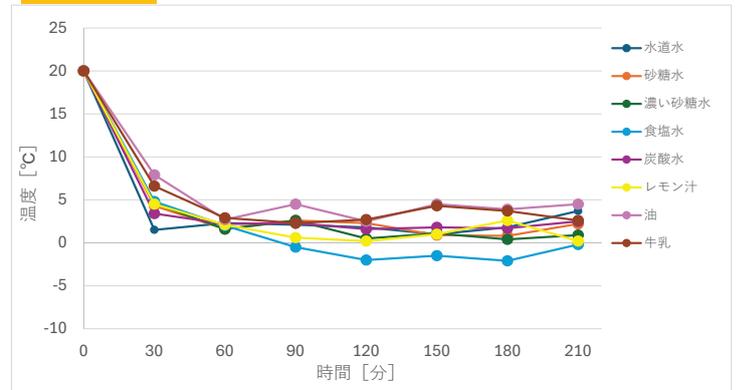
写真4：温度計



写真5：測温方法

## 4 結果

### (1) 温度変化



グラフ1：液体の時間に対する温度変化

- ・食塩水以外の液体は、最初の30分で急激に温度が下がり、その後温度測定終了の210分まで0°Cから5°Cで安定していた。
- ・食塩水は最初の30分で急激に温度が下がったのちに、90分で0°C以下になり、その後温度測定終了の210分まで0°C以下で安定していた。

### (2) 経過時間ごとの状態

- 30分
- ・20°Cでスタートしたすべての液体の温度が急激に低下した。
  - ・油と牛乳以外は、5°C以下まで低下した。
  - ・油は7.9°C、牛乳は6.6°Cまでしか低下しなかった。

- 60分
- ・水道水、砂糖水、濃い砂糖水、牛乳は表面の一部が凍りだした。
  - ・水道水が一番凍っていて、表面の一部と底面が厚く凍っていた。
  - ・すべての液体が5°C以下になっていた。

液体	●水道水	●砂糖水	●濃い砂糖水	●食塩水	●炭酸水	●レモン汁	●油	●牛乳
氷	△	△	△	×	×	×	×	△
凍り方	表面	表面	表面	—	—	—	—	表面
氷の厚さ	1位	2位	4位	—	—	—	—	3位

氷：○ 全体、△ 一部、× 氷無

氷の厚さ：1位・・・厚い ～ 8位・・・薄い

- 90分
- ・油以外は凍り始めていた。
  - ・レモン汁は他の液体と違い、シャーベット状に凍っていた。
  - ・食塩水の水温が-0.5°Cと一番低いのに関わらず、表面の氷は他の液体よりも面積が小さく、4分の1程度しか凍っていなかった。
  - ・牛乳は他の液体と比べて氷の面積が大きく、表面の全体が凍っていた。

液体	●水道水	●砂糖水	●濃い砂糖水	●食塩水	●炭酸水	●レモン汁	●油	●牛乳
氷	△	△	△	△	△	△	×	△
凍り方	表面	表面	表面	表面	表面	シャーベット状	—	表面
氷の厚さ	1位	3位	6位	7位	4位	5位	—	2位

- 120分
- 水道水は表面が厚く凍っていて、底面も厚く凍っていた。
  - 砂糖水は、水道水よりも表面の氷が薄かった。
  - 濃い砂糖水は、砂糖水と比べてより表面の氷が薄かった。
  - 食塩水は、水温が-2°Cなのに表面の一部しか凍っていない。
  - 炭酸水は、表面の氷は薄かったが底面の氷が厚くて硬かった。
  - レモン汁は、よりシャーベット状になって氷の粒が細かった。
  - 油は、全く凍っていなかった。
  - 牛乳は、表面が砂糖水の次に凍っていた。

液体	●水道水	●砂糖水	●濃い砂糖水	●食塩水	●炭酸水	●レモン汁	●油	●牛乳
氷	△→○	△	△	△	△→○	△	×	△
凍り方	表面、底面	表面	表面	表面	表面、底面	シャーベット状	—	表面
氷の厚さ	1位	2位	6位	7位	4位	5位	—	3位

- 150分
- 砂糖水の表面の氷が120分の時よりも厚くなった。
  - 濃い砂糖水の表面の氷は、砂糖水の氷よりも薄かった。
  - 炭酸水の表面の氷は水道水の次に薄かった。
  - レモン汁、油、は120分の時と変わらなかった。
  - 牛乳は表面も底面も120分の時よりも氷が厚くなっていった。

液体	●水道水	●砂糖水	●濃い砂糖水	●食塩水	●炭酸水	●レモン汁	●油	●牛乳
氷	○	△	△	△	○	△	×	△→○
凍り方	表面、底面	表面	表面	表面	表面、底面	シャーベット状	—	表面、底面
氷の厚さ	1位	4位	5位	7位	2位	6位	—	3位

- 180分
- 食塩水とレモン汁と油以外の液体は側面と底面の氷が厚くなった。
  - 食塩水は表面の氷が増えた。
  - レモン汁は細かい氷がまとまって固い氷になった。
  - 油は全く凍っていなかったが、ドロドロとして粘度が高くなっていった。
  - 牛乳の氷は水よりも凍って見えた。

液体	●水道水	●砂糖水	●濃い砂糖水	●食塩水	●炭酸水	●レモン汁	●油	●牛乳
氷	○	△→○	△→○	△	○	△	×	○
凍り方	表面、底面	表面、底面	表面、底面	表面	表面、底面	シャーベット状	—	表面、底面
氷の厚さ	2位	4位	5位	7位	3位	6位	—	1位

- 210分
- 牛乳はややシャーベット状に凍っていて、水温計が刺さる程度の固さだった。
  - 氷の厚さは、水道水が二番目、レモン汁が三番目、その次が炭酸水だった。
  - 食塩水と油は、全く凍っていなかった。
  - 砂糖水と濃い砂糖水の表面の氷が厚くなっていった。

液体	●水道水	●砂糖水	●濃い砂糖水	●食塩水	●炭酸水	●レモン汁	●油	●牛乳
氷	○	○	○	△	○	○	×	○
凍り方	表面、底面	表面、底面	表面、底面	表面	表面、底面	シャーベット状	—	表面、底面
氷の厚さ	2位	5位	6位	7位	4位	3位	—	1位

- 870分
- 油以外の液体はすべて凍っていた。
  - 油は、粘度が高くなってゼリーのようにプニプニしていた。料理を冷蔵庫で保存した翌日のような、白い膜のようになっていた。
  - 砂糖水は完全に凍っていて、表面は飴が溶けたようにべとべとしていた。
  - 濃い砂糖水も完全に凍っていて、表面は砂糖水よりさらにべとべとしていた。
  - 食塩水は完全に凍っていて、全体の中で一番ツルツルしていた。
  - レモン汁は細かい粒がまとまって凍っていて、表面がざらざらしていた。
  - 牛乳は見た目が水の氷などと違って、つやがなく黄色に変色していた。

液体	●水道水	●砂糖水	●濃い砂糖水	●食塩水	●炭酸水	●レモン汁	●油	●牛乳
氷	○	○	○	○	○	○	△	○
凍り方	表面、底面	表面、底面	表面、底面	表面	表面、底面	シャーベット状	ドロドロ	表面、底面
氷の厚さ	1位	1位	1位	1位	1位	1位	—	1位

## 5 分かったこと

### (1)疑問に思ったジンジャールと水道水の凍る早さの違いについて

- 水道水と砂糖水を比較すると、水道水に対して砂糖水は表面の氷の付き方は薄く、濃い砂糖水の方が、砂糖水に対してより氷の成長するスピードが遅かった。水道水に対して、砂糖の濃度が高いと凍るスピードが遅いため、ジンジャールは凍りにくかったと考えられる。
- 水道水と炭酸水を比較すると、水道水に対して炭酸水は表面の氷の付き方は薄かった。これも同じように水道水に対して、炭酸水は、凍るスピードが遅いことが分かった。

ジンジャールは水道水に対して炭酸水が入っているため凍るスピードが遅くなるかと考えていたが、炭酸水であり、さらに砂糖水が入っていることで凍るスピードが遅くなることが分かった。

### (2)水道水と食塩水の凍り方の違いについて

水道水と食塩水を比較すると、水道水に対して塩水は全体が凍るスピードが遅かった。また、食塩水だけ水温が0°C以下になっていた。

予想では食塩水はすぐに凍ると思ったが、水温が0°C以下になっても凍らなかった。

氷に塩をかけることで周りの温度を下げることは知っていたけど、塩を水道水に混ぜることで凍る温度が低下することをこの実験から分かった。これは冬に湖の水が凍るのに対して、海の水が凍りにくいことと関係していると思う。

### (3)水道水とレモン汁の凍り方の違いについて

水道水とレモン汁を比較すると、水道水に対してレモン汁は全体が凍るスピードが遅かった。また、水道水の凍り方に対して異なり、レモン汁はシャーベット状に凍っていた。

これは、砂糖水の凍るスピードの実験から分かったように、レモン汁は糖分があるため凍るスピードが遅くなり、さらに酸味があるため水道水のように凍らずにシャーベット状に凍ったと考えられる。

### (4)水道水と油の凍り方の違いについて

水道水と油を比較すると、油は一切凍らなかった。時間がたつと油は粘度が高くなり、210分まではドロドロした状態になっていた。また、一晩放置(870分)するとゼリーのような弾力のあるさわり心地だった。

これは油の一部が凍ったため、ゼリーの様な滑らかな形になったと思う。このことから油が完全に凍る温度は水以外の成分により0°Cより低くなったと思う。

### (5)水道水と牛乳の凍り方の違いについて

水道水と牛乳を比較すると、水道水に対して牛乳は凍るスピードが遅かった。また、砂糖水よりも速かった。

牛乳は氷に近いが、ややシャーベット状だった。

牛乳の成分を調べてみると、「水分、乳脂肪、乳糖、タンパク質」が主成分であることが分かり、水分が凍り、糖の部分は凍りにくく、乳脂肪は凍らず分離していることから、水道水とは異なりシャーベット状に凍ることが分かった。

## 6 研究のまとめ

今回の研究から、水道水に違う物質を入れると凍る温度の基準が下がってしまうことが分かった。

次の研究では、苦み、酸味、塩味、甘み、うま味、などの成分が違うもので、凍る温度がどれだけ違うのか、またその濃度によって温度が違うのかを確認してみたいと思う。

また、今回は水道水を基準にしたが、水にも種類が多くある。水道水、ペットボトルで売られている天然水、家にある浄水器の水では凍る温度がどれだけ変わるのかを確認して、何か違う物質が入っているのか確認してみたい。

さらに今回の実験では30分間隔で温度を測定したが、より測定時間の間隔を短くすれば氷の付くスピードにより違いが見えたかもしれないので、次回の実験では測定する間隔を短くして、その違いを細かく確認してみたい。