

# 過冷却

平岡 蒼汰

指導教員 三宅 美緒

## 要約

私たちの身近にある水は、特殊な物質だ。本来水は0度以下になると氷に状態が変化する。しかし、ある一定の条件を満たすとき0度以下になっても水の状態を保つことがある。それが過冷却だ。過冷却の状態の液体に衝撃を与えると凍るところからシャーベット飲料水を作ることが出来ないか考えた。身近にある冷却剤を用いて確実に過冷却を起こせる条件を検討するため、いくつかの仮説の元で実験を行うことにした。

濃度の違う3種類の溶液200グラムを2時間冷凍庫に入れて観察した。結果はどれも過冷却現象を起こさなかった。しかし、その中で凝固点降下を起こした溶液があった。そこで溶液の温度の上がり方と凍り方の関係を調べる必要があると考え実験を行い、過冷却現象を起こすことができた。

## Abstract

I'm interested that water doesn't freeze even in the freezing point, and thinking about how to utilize the effect in my daily life. The purpose of this study is to make sherbet with supercooling, so I have researched condition to cause supercooling, although it can't cause supercooling for occur by decreasing the amount of water.

**キーワード** 過冷却 凝固点降下 寒剤

**Keywords** supercooling, depression of freezing point, freezing mixture

## 1. 序論

過冷却現象は本来水が氷になるはずの温度になっても水のままの状態を保つことであり、その変化の面白さから子供向けの科学番組、TVやインターネットなどでもたびたび紹介されている。また、昨今、運動時の水分不足による熱中症なども問題になり、多くの事故例が紹介される。

そこで、過冷却現象を自分の生活に利用できないかと考え、部活動中に過冷却を利用したシャーベット飲料を作ることを目的とした。部活動中に飲むことを想定し、身近にある冷却剤を用いて確実に過冷却を起こせる条件をそれぞれ検討した。

## 2. 材料と方法

装置：かき氷器、発泡スチロール、プチプチ、ペットボトル、マグネシックスターラー、ビーカー、デジタル温度計、クリップ、試験管

試薬：ポカリスウェットの粉

(砂糖、果糖ぶどう糖液、果汁、食塩、酸味料、香料、塩化K、乳酸Ca、アミノ酸、塩化Mg、ビタミンCが含まれる)

<実験1>シャーベットの作製

①濃度の違うポカリスウェット溶液ABCを用意する。

(図1)

②ペットボトルを装置に入れる。(図2)

装置は段ボールや発泡スチロールに入れたものとする。

③二時間冷凍庫に入れて取り出す。

④冷却前後の溶液の温度を測定する。

溶液の濃度

- A: 6.9% (粉末 13.7 g) ・ 表示通り
- B: 3.5% (粉末 6.9 g) ・ ・ 美味しい濃度
- C: 0% (水のみ) ・ ・ ・ ・ 対照実験用



図1. 濃度の異なるポカリスウェット溶液ABC



図2. 装置内の様子

<実験2>冷却温度と凍り方を調べる

- ①実験1の溶液C(水)をビーカーに200g入れる。
- ②寒剤を作る。(水100gに対して食塩30g)
- ③溶液Cを寒剤に入れ、5分毎に温度を測り、溶液の下がり具合と溶液の状態を観察する。

<実験3>温度と状態変化を調べる

- ①実験1の溶液C(水)を試験管に5gずつ入れる。
- ②寒剤を作り、試験管に入れる。
- ③寒剤と試験管にデジタル温度計を入れ、溶液の温度と状態を観察する。
- ④振動を与え過冷却を起さるか確認する。

### 3.結果

<実験1>シャーベットの作製

段ボールに入れた結果を表1に、発泡スチロールを表2に示す。

表1. 段ボール内の結果

溶液温度 (冷却前)	A:6.9% (表示通り)	B:3.5% (美味濃度)	C:0% (対照用)	溶液温度 (冷却後)	段ボール内 温度
28°C(常温)	x	x	x	約3°C	測っていない
3°C(チルド)	1cm程度 のかたまり	x	表面に 氷膜	A: -0.8°C B: -0.5°C C: 0°C	-17.5°C

表2. 発泡スチロール内の結果

溶液温度 (冷却前)	A:6.9% (表示通り)	B:3.5% (美味濃度)	C:0% (対照用)	溶液温度 (冷却後)	段ボール内 温度
AC:常温 B:冷蔵庫	x	緩いシャー ベット状	x	測っていない	測っていない
28°C(常温)	x	x	x	A: -1.0°C B: 1.0°C C: -0.5°C (続く)	-8°C
3°C(続き)	数cm程度 のかたまり	x	容器に そって 氷結	A: -0.8°C B: -0.5°C C: 0°C	-12°C

どの溶液も過冷却現象を起こさなかった。また、冷却前の溶液の温度が常温から冷やしたら零下とならず冷蔵庫で冷やした後、冷凍庫に入れた時は零下になった。緩いシャーベット状の写真を図3に示す。



図3. 緩いシャーベット

#### <実験2>冷却温度と凍り方を調べる

寒剤の実験では50分後に $-0.5^{\circ}\text{C}$ になった。



図4. 装置図

#### <実験3>温度と状態変化を調べる

寒剤を使った溶液は $-8.1^{\circ}\text{C}$ まで下がった。試験管内の水は $-5.5^{\circ}\text{C}$ まで液体の状態を保っていた。過冷却現象を起こした。

## 4. 考察

実験1では過冷却をおこさなかった。また、濃度と温度が比例関係になっていることより、凝固点降下が観察されていると考えられる。よって2時間の冷却時間では、凝固点より低い温度まで冷却することは難しい。

寒剤を使った実験では過冷却現象を起こしたことから温度が深く下がれば過冷却現象を起こすと考えられる。

## 5. 今後の課題

よい食感になるような過冷却の温度を探す。

A, Bの溶液を使って実験3をすること。

実験回数の増加。

過冷却現象を起こしやすいのは溶液の量が少ない時なのか、または温度が深く下がっているときなのかを研究すること。

## 6. 謝辞

岡山大学名誉教授 坪井貞夫先生

神奈川工科大学非常勤講師 橋爪史明先生

岡山大学院 教育学研究科 喜多雅一先生

岡山大学院 自然科学研究科 森麻美先生

ありがとうございました。

## 7. 参考文献

過冷却について

[http://book.geocities.jp/white\\_rime/kareikyaku.htm](http://book.geocities.jp/white_rime/kareikyaku.htm)

寒剤について

<http://www.osaka-c.ed.jp/kak/rika1/jik-db/jik3-2.htm>

<http://d.hatena.ne.jp/kimi-ok/20050830/1125974951>