

ジュースの凍り方

2611 太田夏芽 2503 伊藤静香 2517 熊澤咲季

要旨

私たちは、ジュースを凍らせたとき、融け始めがとても甘くだんだん味が薄くなってしまふことに疑問を持った。そこで、凍るとき条件が関係して、均等に凍らないという仮説のもと実験を行った。実験から、凍らせるとペットボトルの中央に糖分が集まっていることが分かった。凍らせたペットボトル内には既に糖度の差ができていて、それが原因で融けるときにも糖度に差ができてしまふと考えられる。今後は、ジュースを均等に凍らせる方法を考えていく。

1. 目的

ジュースを凍らせたときに、なぜ融け始めが甘いのか明らかにする。また、融け始めから終わりまで、均等なジュースを作る方法を見つける。

2. 仮説

凝固点降下が関係して、糖度に差が生じる。

<凝固点降下>

溶液の凝固点は純溶媒の凝固点より低くなるという現象。

つまり、純溶媒よりも溶液は融けやすく、凍りにくい。

3. 実験で使用した道具

- ・糖度計
- ・ビーカー
- ・ガラス棒
- ・清涼飲料水(アクエリアス)
- ・果汁 100%ジュース
- ・果汁 30%ジュース
- ・清涼飲料水(1.5L)
- ・ペットボトル
- ・のこぎり
- ・食紅
- ・水道水

4. 実験の手順・結果

問1 なぜジュースは均等に凍らないのか

【実験①】

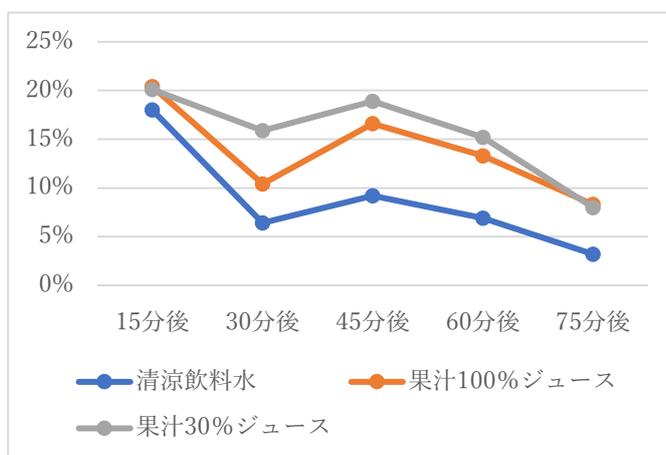
凍らせたジュースの融ける時間と糖度の関係を調べる。

[手順]

- 1) 清涼飲料水、果汁 100%ジュース、果汁 30%ジュースを 200mL ずつ用意し、ビーカーに入れる。
- 2) 手順 1 のものを冷凍庫に一日入れ、完全に凍らせる。
- 3) 手順 1 のものを冷凍庫から取り出し、融けてきた溶液の糖度を 15 分ごとに測る。

[結果]

全ての溶液で時間とともに糖度がだんだんと低くなっていった。(グラフ 1)



グラフ 1 融解時間と融け出した溶液の糖度

[考察]

時間が経つほど糖度が低くなっていることから、糖分→水の順番で融け出すと考える。また、30分後の値が急に低くなることから、この15分の間では水が多く融けたことが分かる。これは、ペットボトルの温度が水の融点に達したからであり、凍ったペットボトルの内部には、水を多く含んで凍る部分と、糖分を多く含んで凍る部分があると考えられる。

【実験②】

ジュースを凍らせた時、内部に糖度の差が生じているのかを確かめ、どこの部分が一番糖度の高い部分なのかを調べる。

[手順]

- 1) 1.5Lのペットボトル入りジュースを冷凍庫に一日入れ、完全に凍らせる。
- 2) 手順1のペットボトルを横に5等分し、それをさらに縦に9等分する。(図1)
- 3) 計45個の固体を融かしたものの糖度を測る。

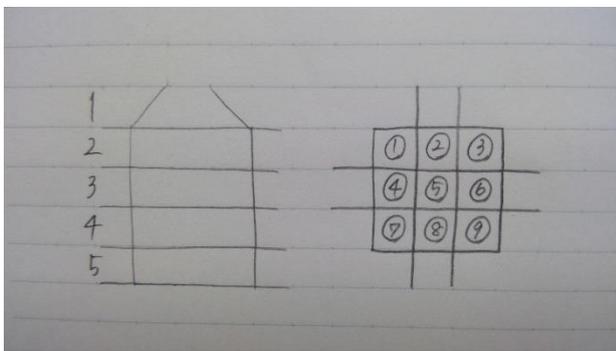


図1 ペットボトルの切り方

[結果]

真ん中の⑤の部分が、一番糖度が高くなった。また、ペットボトルの底の部分にいくほど、(1→5)糖度が高くなっていることが分かる。(表1)

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| 1 | ① 1.6 | ② 1.8 | ③ 1.6 |
| | ④ 1.9 | ⑤ 3.3 | ⑥ 2.3 |
| | ⑦ 0.8 | ⑧ 2.7 | ⑨ 2.0 |
| 2 | ① 1.9 | ② 2.3 | ③ 2.6 |
| | ④ 2.9 | ⑤ 3.9 | ⑥ 2.4 |
| | ⑦ 1.9 | ⑧ 2.6 | ⑨ 1.8 |
| 3 | ① 2.1 | ② 3.1 | ③ 3.3 |
| | ④ 2.9 | ⑤ 5.2 | ⑥ 3.6 |
| | ⑦ 3.0 | ⑧ 3.9 | ⑨ 2.7 |
| 4 | ① 2.6 | ② 5.2 | ③ 2.9 |
| | ④ 5.1 | ⑤ 8.6 | ⑥ 3.5 |
| | ⑦ 2.4 | ⑧ 3.9 | ⑨ 2.4 |
| 5 | ① 3.1 | ② 4.1 | ③ 3.4 |
| | ④ 4.0 | ⑤ 7.9 | ⑥ 5.4 |
| | ⑦ 4.2 | ⑧ 6.1 | ⑨ 3.7 |

表1 各部分の糖度

[考察]

外側から凍ることで糖分は中央に集まる。また、ジュースを凍らせると水よりも糖分が多い部分の密度が大きくなるので糖分が沈み、底の部分の糖度が高くなると考えられる。

【実験③】

どこに糖分が集まるのかを色水を用いて確かめる。

[手順]

- 1) 水道水に食紅を溶かし、ペットボトルに入れる。
- 2) 手順1のものを冷凍庫に1日入れ、完全に凍らせる。
- 3) それを縦に切り断面を観察する。

[結果]

中央に赤い部分が集まって凍った。(図2) また、断面を見ると下側も赤いことが分かった。(図3)



図2 色水を凍らせたもの



図3 凍らせた色水の断面

[考察]

ジュースは融けるとき、外側のほうが空気に触れていて温められやすいので、先に融け始める。しかし、実験では中央に糖分が集まることが分かった。そのため、どのようにして糖分が出てくるのかという疑問が生まれた。

問2 中央に集まった糖分はどのように出てきているのか。

【実験④】

色水を凍らせたものがどのように融けているのか確かめる。

[手順]

- 1) 水道水と食紅を混ぜペットボトルに入れる。
- 2) 手順1のものを冷凍庫に一日入れ、完全に凍らせる。
- 3) 冷凍庫から出し、一日室温に置いておいて、カメラで様子を撮影する。

[結果]

どこの部分から最初に融けているかは分からなかったが、下の部分の氷の形の変化が大きいように見える。(図4、図5) また、冷凍庫から取り出して6時間経ったものは直後のものより色が薄かった。(図3、図6)



図4 融け方①



図5 融け方②



図6 6時間後の断面

[考察]

実験より、机に接する底のほうが温められやすいので先に融けると考える。また、断面の様子より、6時間後の断面の方が色が薄いので、中央から糖分が融け出てきていると考えられる。しかし、断面の観察は異なる日の実験のため、色水の濃度を同じにしてもう一度行う必要がある。

5. 結論

ペットボトルのジュースを冷凍庫に入れると次のように凍る。

①冷気に冷やされた外側から順に凍っていく。

(図7)

②この時、糖分の粒は水が凍る邪魔になるため、水が凍る過程で中央に集められる。(図8)

③最終的に外側に水、中央に糖分の部分というように分かれて凍る。(図9)

以上より、ペットボトルのジュースは均等に凍らない。

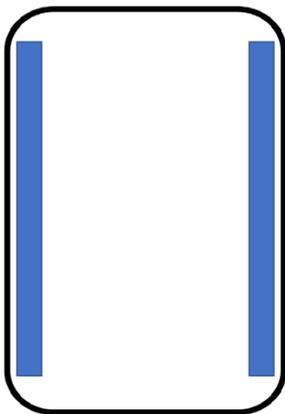


図7 凍り方①

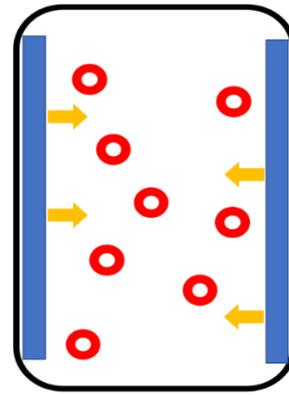


図8 凍り方②

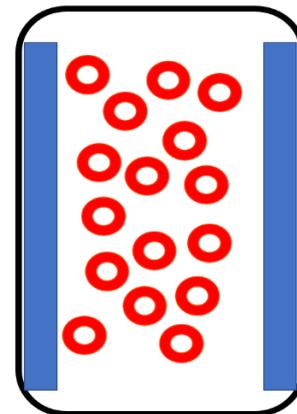


図9 凍り方③

6. 展望

融けるときは空気に触れている外側から温められて融けていくが、実験から外側には水の部分が凍っていることが分かった。そこで、中央に集まっている糖分がどうやって出てきているのかを明らかにしたい。また、中央に糖分が集まらないような凍らせ方を考え、ジュースを均等に凍らせる方法を見つけたい。

7. 謝辞

協力してくださった先生方、ありがとうございました。

8. 参考文献

- ・サントリー <https://www.suntory.co.jp>
- ・東京書籍 改訂 化学教科書