

# 凍らせたスポーツドリンクの糖度を保つには

群馬県立高崎高等学校  
相澤 正守 佐藤 颯 根津 理希

## 要旨

本研究ではスポーツドリンクを凍らせる際の部位による糖度の違い、溶けだす際の糖度の変化を抑えるために、スポーツドリンクの濃度を濃くすることで解決を試みた。その結果、スポーツドリンクを飽和させて凍らせれば、部位による濃度の変化が抑えられ、溶けだす際の糖度の変化も抑えられることがわかった。飽和させることによって、全体の糖度が均一になり、凝固点降下が抑えられたと考えられる。

## 1. はじめに

凍ったスポーツドリンク（以下スポドリ）は溶け始めの濃度が高く、徐々に濃度が低くなるため、最後は味が薄くておいしく飲めない。予備実験としてペットボトルに入れたスポドリを凍らせて、5等分してそれぞれの部位の糖度を測定したところ、下部の糖度が高いことを見出した。先行研究で高崎高校の中後ら<sup>1)</sup>は、ペットボトル下部に断熱材を巻くことでその問題を解決した（予備実験①）。我々は、凍らせるときに全体の糖度を一定にして凍らせられれば、スポドリを溶かしたときに一定の濃度を維持できると考え、研究を開始した。

## 2. 予備実験

### 2-1. 予備実験① スポドリを溶かした際の時間経過による糖度変化を測定

【先行研究】中後らの研究<sup>1)</sup>によると凍らせたスポドリの糖度は外側より内側のほうが、また上部より下部のほうが高いとわかった。そこで、先行研究の結果を再現できるか調べた。

【方法】凍らせた500mLのスポドリの温度を50°Cに設定した保温庫に入れ、20分ごとに溶け出た中身の糖度を3回ずつ測定した。

【結果】図1から、溶け始めでは糖度が20%Brixとスポドリ本来の糖度よりかなり高くなっている。しかし、急激に糖度が下がり、最終的に0.6%Brixとなった。糖度の最大値と最小値の差を糖度変化として、19.6%Brixの糖度変化となった。

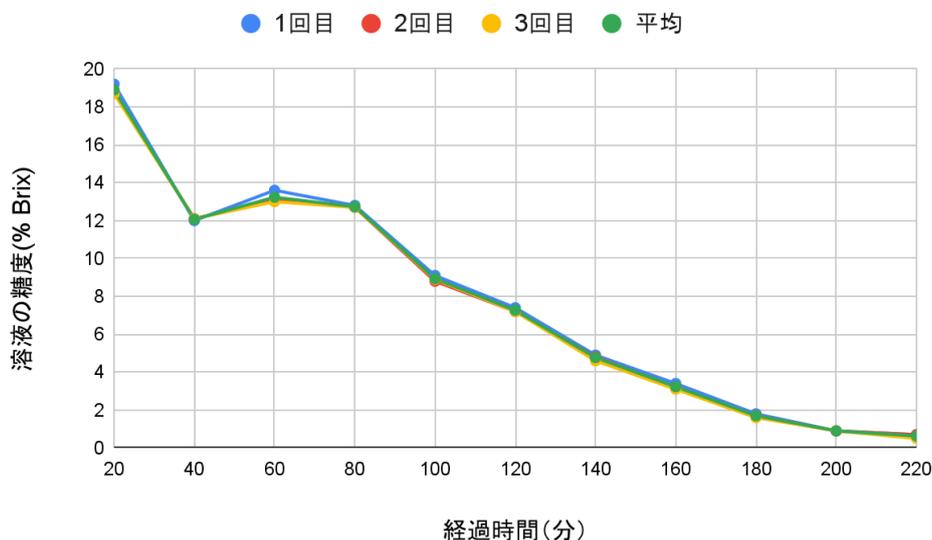


図1 スポドリの時間経過による糖度変化のグラフ

## 2-2. 予備実験② スポドリの部位ごとの糖度を測定

【方法】凍らせた500mlのスポドリを5等分し、中心部分を切り抜く。常温ですべて溶かしきり、糖度測定器で糖度を測定した（図2）。

【結果】図3のように、外側より内側の方が、また、上部より下部の方が糖度が高いことが確認できた。

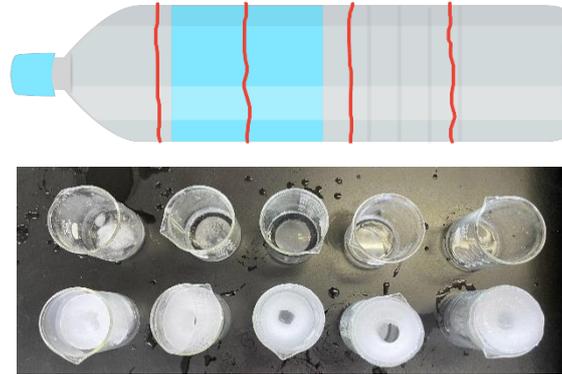


図2 ペットボトルを5等分した様子

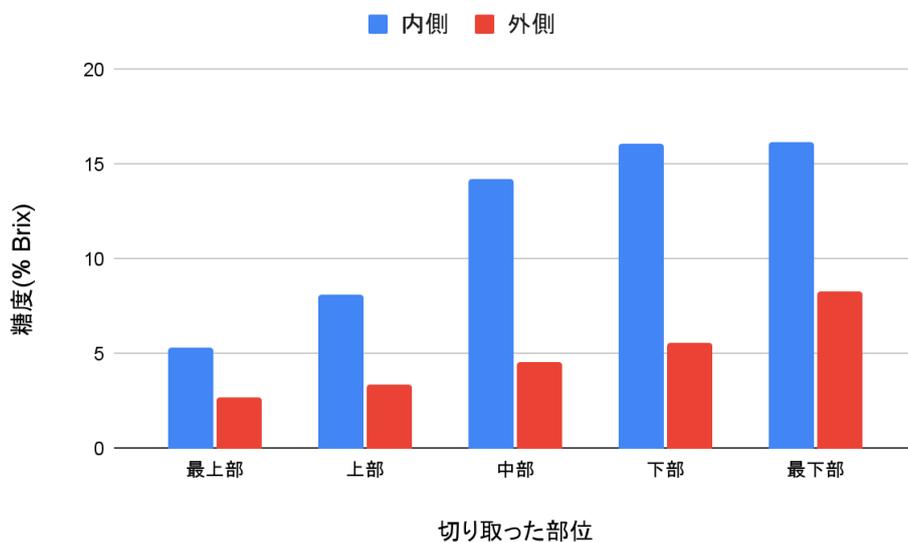


図3 スポドリの部位ごとの糖度

## 2-3. 予備実験の考察

凝固点降下により糖度が高い部分が下部の内部に集中することが、糖度に偏りが見られる原因だと考えられる。そして、糖度が下部で高くなった原因はペットボトルを冷蔵庫の床に直接おいたことにより冷気が上部に比べて十分に伝わらなかったからだと予想される。

### 3. 実験① 吊るしたスポドリの部位ごとの糖度を測定

#### 3-1. 仮説

ペットボトルを床においたから冷気が下部に伝わらなかったのだとすれば、ペットボトルを床から離して凍らせることで下部に冷気が十分に伝われば上下の糖度の差が小さくなるのではないかと。

#### 3-2. 方法

図4のように吊るして凍らせたポカリスエットを5等分して、中心部分を切り抜いてすべて溶かしきり、糖度測定器で糖度を測定した。

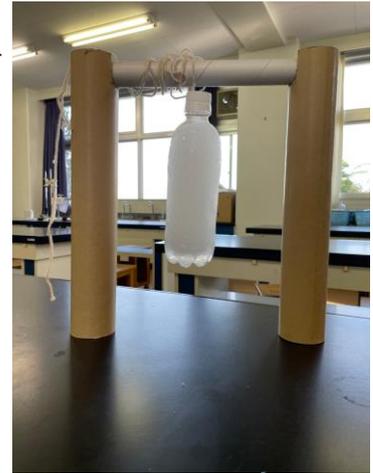


図4 吊るした様子

#### 3-3. 結果・考察

予備実験②の結果と大きな変化がなかった(図5)。

重力がはたらい糖の粒子が下に集まるため、冷やし方を変えてもこおり方に変化はないと考えられる。または宙吊りにするのでは溶液の外側には均等な冷気を与えられないと予想される。

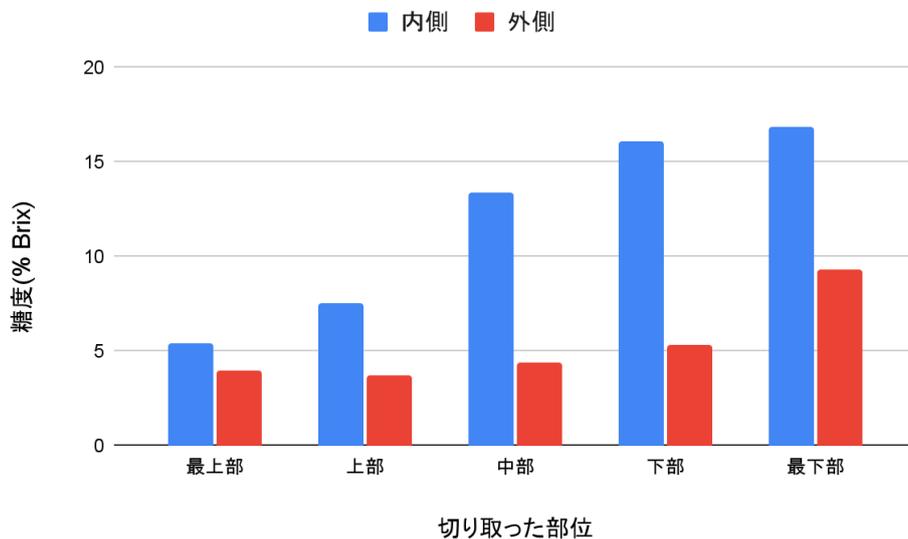


図5 吊るしたスポドリの部位ごとの糖度

## 4. 実験② 飽和させたスポドリを溶かした際の時間経過による糖度変化を測定

### 4-1. 仮説

通常のスポドリでは濃度を均等にして凍らせることができないのであれば、スポドリを飽和させれば凝固点降下が起きずに、糖度を一定に保って凍らせることができるのではないか。

飽和溶液で凝固点降下が起こらない理由としては、飽和していない溶液では濃度の濃い箇所の凝固点が高いため優先的に凝固し、濃度に差が出てしまう(図6のI)。すでに飽和している状態では、図6のIIに示したように凝固点が高くないはずなので、溶解しても濃度が変化しないと予想される。

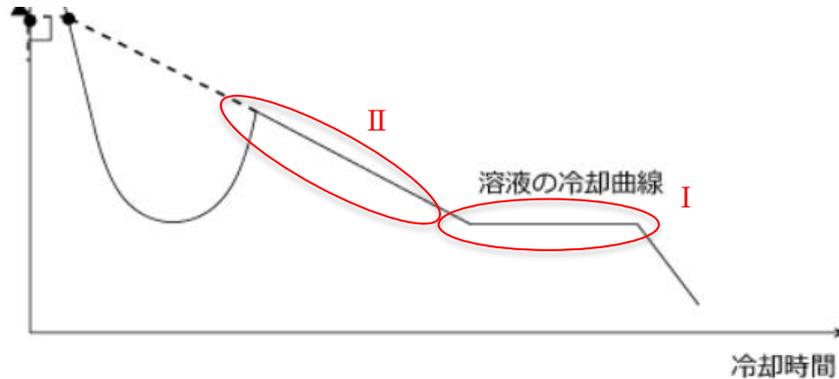


図6 溶液の冷却曲線<sup>2)</sup> ※参考文献から一部抜粋。赤字部分は筆者らで加筆。

### 4-2. 実験

粉末ポカリスエットの元を既成の250mlポカリスエットに入れて、濃度をノーマル(6%Brix)、甘い(25%Brix)、飽和(55%Brix)と分ける。その後、それらを凍らせたものを温度を50°Cに設定した保温庫に入れ、20分ごとに溶け出した中身の糖度を測定した。

### 4-3. 結果・考察

結果は図7のようになった。「ノーマル」は160分、「甘い」は120分、「飽和」は80分で溶け切ったため、その時点で計測を終了した。20分と160分の糖度差は、「ノーマル」の糖度変化は21.2%Brix、「甘い」の糖度変化は21.7%Brix、「飽和」の糖度変化は4.8%Brixとなった。

「飽和」では糖度変化が抑えられていることがわかる。スポドリを飽和させたことで、濃度が最大のまま凍ったため、糖度の変化を抑えて溶かすことができたと考えられる。

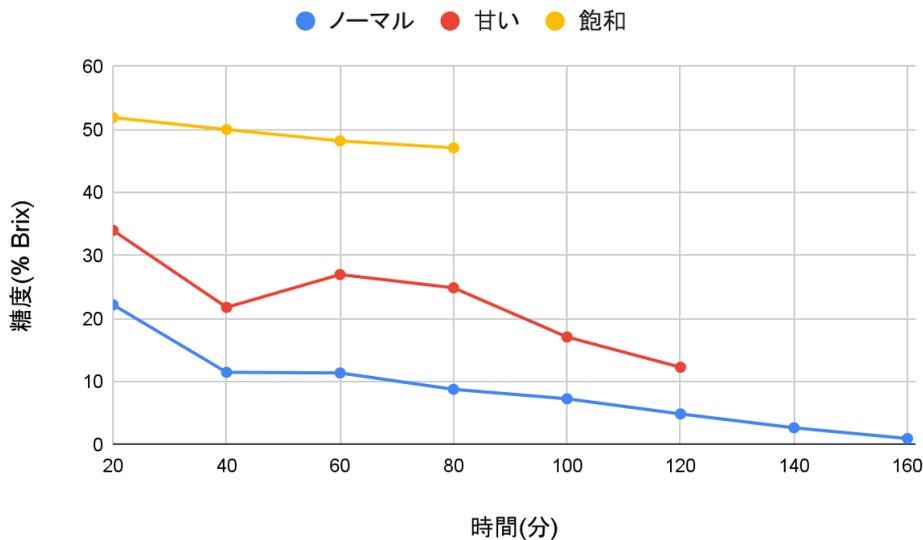


図7 飽和させたスポドリの時間経過による糖度変化のグラフ

## 5. 実験③ 飽和させたスポドリの部位による糖度を調べる

### 5-1. 仮説

通常のスポドリでは濃度を均等にして凍らせることができないのであれば、スポドリを飽和させれば凝固点降下が起きずに、糖度を一定に保って凍らせることができるのではないか。

### 5-2. 方法

実験②と同じ糖度のスポドリを凍らせたものを3等分してそれぞれ糖度を測定する。

### 5-3. 結果・考察

どの部分でも糖度はほぼ一定になった（図8）。

飽和させることで糖の粒子がスポドリ全体に均一に存在していたので、一度凍らせてから溶かしたときにも糖度を一定に保つことができたと考えられる

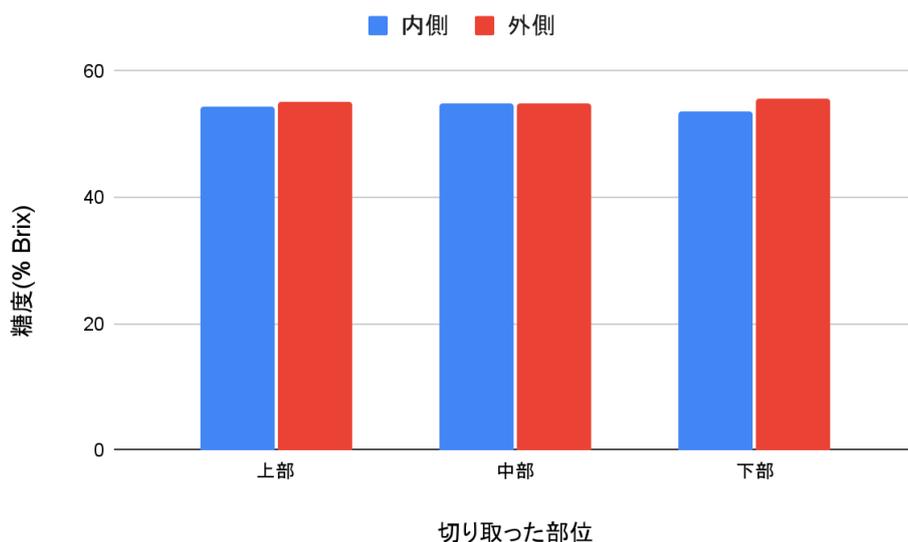


図8 飽和させたスポドリの部位ごとの糖度

## 6. 結論・展望

スポドリを飽和させることで全体の濃度を均一にし、凍らせたスポドリの濃度を一定にすることができた。今後は糖度を市販のスポドリ程度に抑えたまま濃度を均等にして凍らせる方法を考えていきたい。

### 謝辞

群馬県立高崎高等学校の教諭の鈴木幸英先生にはゼミ担当としてご助言をいただきました。心より感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 凍ったスポーツドリンクが均一な甘さで溶けるようにするには（群馬県立高崎高等学校 中後亮哉ら）
- 2) 医学部受験を決めたら 私立・国公立大学医学部に入ろう！ドットコム  
<https://www.sidaiigakubu.com/examination-measure/chemistry/46/>