

ムペンバ効果と溶存酸素量

2年3組 有岡 舞

2年3組 永田 彩花

2年3組 藤岡 夏海

指導者 浦辻 規幸

1 研究の背景

ムペンバ効果について、先行研究では水に溶けている物質との関係性が示唆されている(中西ら 2017)。しかし、その関係性についての実験は行われていないため、実際に実験を行い、水に溶けている物質との詳しい関係性を明らかにしたいと考え、本研究を行った。

2 仮説

- (1) ムペンバ効果とは、温度に差のある二つの水を冷却したとき、特定の条件下において温度の高い水のほうが先に凍るとい現象のことである。
- (2) 溶存酸素量に着目し、溶存酸素量の変化が冷却時間に影響するという仮説を立てた。溶存酸素が増えると早く冷えると予想した。

3 実験・研究の方法

(1) 実験器具

冷凍庫 (FJ-HS17X)、溶存酸素計 (No.312-115)、温度計(MAS838)、ガスバーナー、理科実験用ガスコンロ(GS-2000)、プラスチックコップ、割り箸、500mL ビーカー、水槽

(2) 方法

- ・溶存酸素の測定は、溶存酸素計 (図 2) を水に入れて 10 秒後の値をとる。
- ・20℃から 1℃までの温度変化を 30 秒ごとに記録 (図 5) する。



図 1 冷凍庫に入れられたプラスチックコップ



図 2 溶存酸素計



図 3 ガスバーナーで熱する水



図 4 氷水で冷やす水



図5 温度計

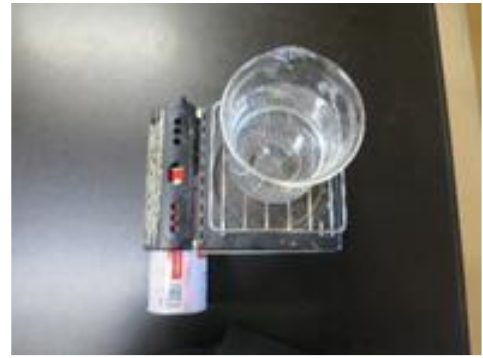


図6 ガスコンロで熱する水

ア 溶存酸素を増やす。

ペットボトルに蒸留水をいれる。酸素スプレーで蒸留水に酸素を加える。ペットボトルを振る。蒸留水をプラスチックコップに移し、含まれる溶存酸素を測定（図2）する。蒸留水 20ml をプラスチックコップに入れ、冷凍庫で冷却（図1）する。

イ 溶存酸素を減らす。

ガスバーナーとガスコンロを用い、蒸留水を熱し（図3、図6）、蒸留水中にある酸素を減らす。水を入れた水槽につけ、ある程度冷やした後に氷水（図4）で25度程まで冷却する。空気が入ってしまわないように気を付けて、溶存酸素を測定（図2）する。蒸留水 20ml をプラスチックコップに入れ、冷凍庫で冷却（図1）する。

4 結果と考察

ア 溶存酸素を増やす

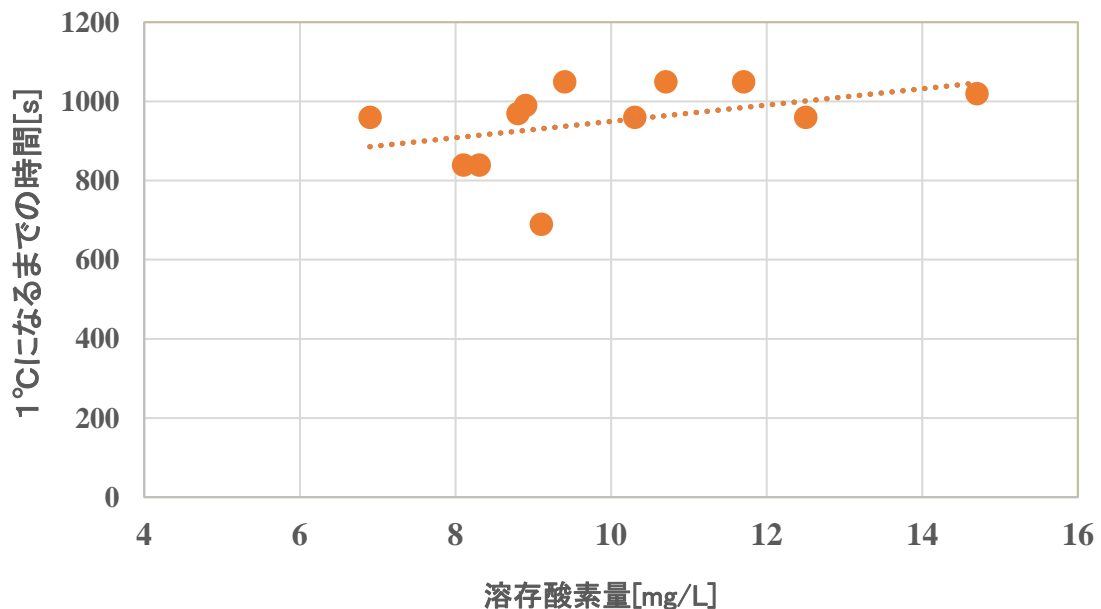


図7 溶存酸素と冷却時間の関係

溶存酸素を増やすとき溶存酸素量が多いほど、冷却にかかる時間が長いという傾向が見られた。水に含まれる酸素の量が増えることで、比熱が大きくなり、冷却に時間がかかると考えられる。

イ 溶存酸素を減らす

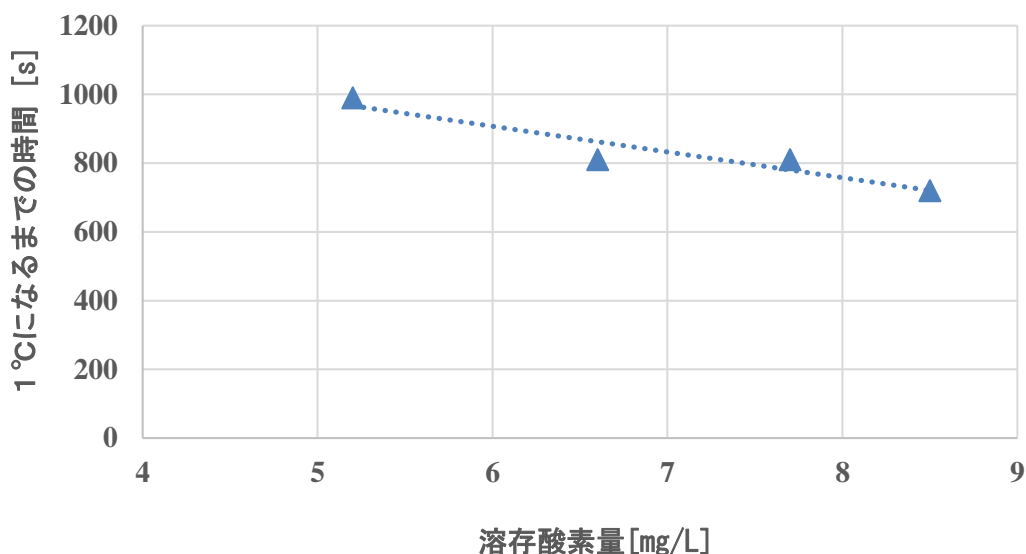


図8 溶存酸素と冷却時間の関係

溶存酸素量が多いほど、冷却にかかる時間が短い。このことより、酸素を減らす過程において、水中の酸素以外の物質も減り、冷却時間が短くなると考えられる。また、酸素が直接関係している場合、常磁性体である酸素が反磁性体である水分子を整列させることで冷却速度を大きくした可能性も考えられる。

ウ すべて

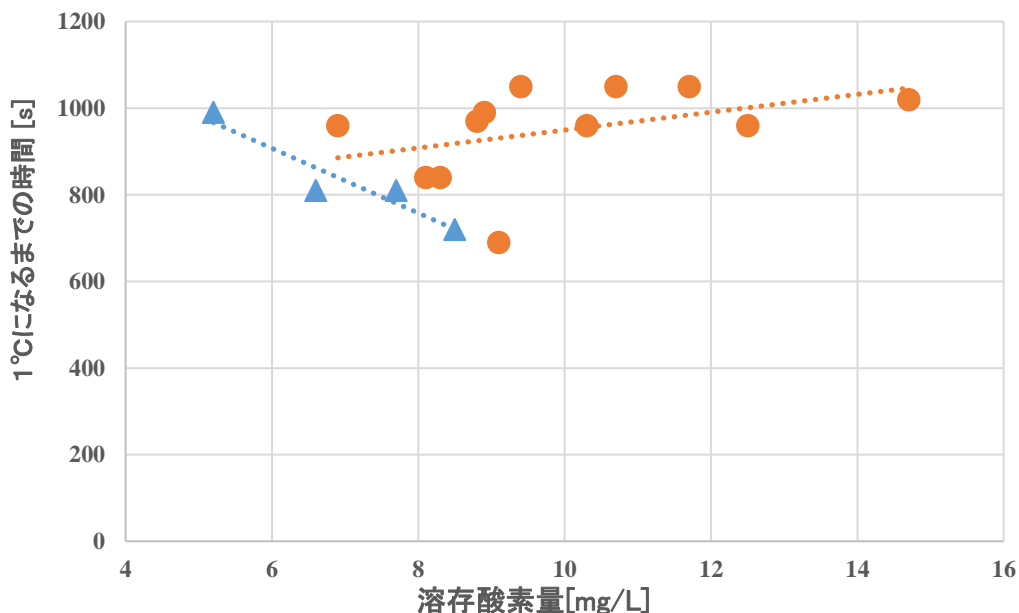


図9 溶存酸素と冷却時間の関係

最も冷却速度が大きいのは8 mg/L 付近である。これは気体である酸素が溶けることで比熱が大きくなり冷却速度が小さくなることと、酸素が水分子を整列させることで冷却速度が大きくなることの均衡がとれている値が8 mg/L 付近であると考えられる。

エ 温度変化

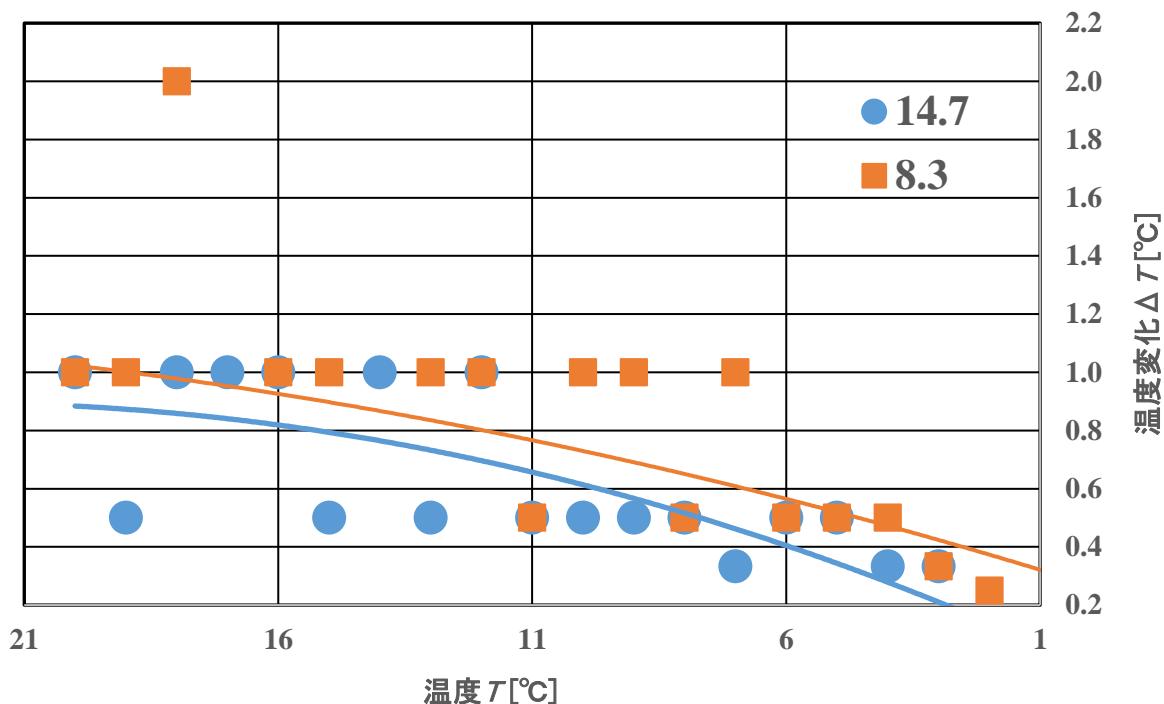


図 10 水の溶存酸素による温度と温度変化の関係

溶存酸素量が 8.3 mg/L のときと 14.7 mg/L のときの温度変化について、どちらにも共通して温度が下がると温度が下がりにくい。しかし、8.3 mg/L のほうが温度変化が大きい。

5 まとめと今後の課題

今回の研究では、溶存酸素量によって水の温度変化に差がみられるという結果が得られた。今後は、実験の回数を増やすことによってデータの精度を上げていきたい。また、冷凍庫内の温度を計っていないので、水の温度変化に与える影響を明らかにしたい。

さらに、今回冷却に要する時間が特に短かった 9.1mg/L に近いデータを増やしていきたい。また、磁場中での冷却速度の違いを測定することで水の冷却に対する常磁性体である酸素の振る舞いについて明らかにしたい。

謝辞

本論文の作成にあたり、終始適切な助言を賜り、丁寧に指導して下さった先生方に感謝します。また、みかん研究所所長加美豊先生、愛媛大学教授井上敏憲先生、宇和島南中等教育学校長河野昇治先生にはたくさんの助言をしていただきました。本当にありがとうございました。

参考文献

- ・藤岡勇揮、兵頭歩、矢野皓己「流体の運動とムペンバ効果の関係性」、宇和島東高等学校平成 29 年度 SSH 生徒課題研究論文集
- ・中西恵、鈴木花奈、西田光孝、宮原優希、「ムペンバ効果に関する研究」、宮城総文 2017