

# 水の凍結実験において過冷却を抑制する工夫

小学校4年「水のすがた」について

○吉本直弘<sup>A</sup>, 川島啓司<sup>B</sup>

YOSHIMOTO Naohiro, KAWASHIMA Keiji

大阪教育大学<sup>A</sup>, 和歌山市立八幡台小学校<sup>B</sup>

【キーワード】 理科実験, 水の状態変化, 過冷却

## 1 目的

水を冷やすと、温度が0°C以下でも凍結せずに液体のままの過冷却状態になることがあり、教科書通りに「0°Cになると凍り始める」という実験結果が必ずしも得られるわけでない。このため、本研究や川上ほか(2013)が行った大阪府内の公立小学校教員を対象としたアンケート調査では、水の凍結実験に関して子どもの理解度が低いと感じる教員や教科書通りの結果が得られず授業が困難であったと回答した教員がいた<sup>1)</sup>。また、過冷却は高校の「化学II」で学習する内容であり、過冷却について学習していない小学校教員も多いと考えられる。本研究の目的は、水の凍結実験において過冷却を抑制し、教科書通り水が0°Cで凍り始めるように実験方法を工夫することである。

## 2 方法

### (1) 実験装置

実験に用いた主な器具は、300ml ビーカー、試験管(18×180mm)、赤液棒状温度計(-5~105°C)、サーミスタ温度計(ティアンドデイ製 TR52-i)である。寒剤には氷と飽和食塩水を使用した。

### (2) 実験方法

試験管に深さ3~4cm水を入れ、赤液温度計とサーミスタ温度計により水の温度を測定した。赤液温度計は水の冷却開始後1分毎に示度を目視で読み取り、サーミスタ温度計は1秒毎に温度をデータロガーに記録した。

## 3 結果

過冷却状態にある水に衝撃を加えると、水が凍結することはよく知られている。そこで、水の冷却開始後30秒毎に赤液温度計を手で軽く揺らして水に衝撃を加える実験を行った。この実験を10回行ったところ、すべての実験で過冷却が観察され、水の凍結は赤液温度計を揺らしたときに起きた。サーミスタ温度計で測定された凍結前の水温は-8.2~-4.1°C(平均-6.1°C)であった(図1の破線)。凍結前の赤液温度計の示度は-1.5°C以下であり、子どもが実験を行えば水を0°Cまで冷やしても凍り始めないという実験結果が記録されることになる。15秒毎に赤液温度計を揺らした実験でも過冷却は起きたため、水に衝撃を与えるだけでは、過冷却を抑制するには不十分であることがわかった。

次に、30秒毎に赤液温度計を揺らすことに加えて、水の中で氷の核生成を起こす物質、す

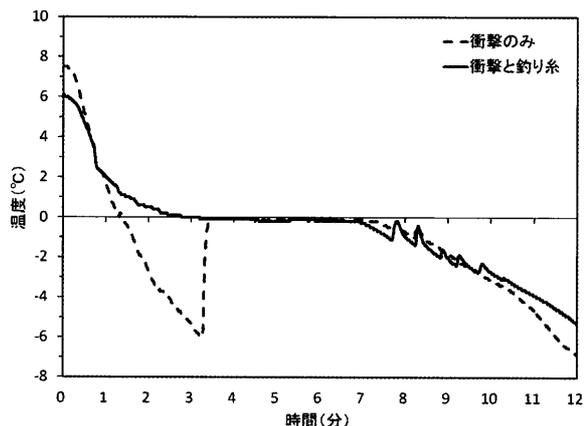


図1 サーミスタ温度計による水の温度変化の測定例

なわち凍結核の助けを借りて水を凍結させる実験を行った。凍結核として、標準直径0.090mmのナイロン製の釣り糸を使用した。この釣り糸はペットボトル中に雪結晶を生成する実験において氷晶核として使用されているものである(平松1997)<sup>2)</sup>。長さ1mの丸めた釣り糸を試験管内の水に浸して実験を行ったところ、10回中4回でサーミスタ温度計、赤液温度計ともに0°Cで水が凍り始めた(図1の実線)。サーミスタ温度計において過冷却が観察された6回の実験においても、釣り糸を用いなかった実験と比べて高い温度(-5.6~-1.7°C)で水が凍結した。

## 4 まとめ

水の0°Cでの凍結には、凍結核として釣り糸の使用が有効であることがわかった。水の中に温度計以外の異物が入っていることに対して子どもが疑問をもつ可能性があり、釣り糸を目立たなくするなどの工夫が必要である。釣り糸の加工や他の凍結核の使用によって、より高い確率で水が0°Cで凍る実験方法を確立したい。

## 参考文献

- 1) 川上雅弘, 仲谷史雄, 片桐昌直, 任田康夫(2013)「平成23年度大阪府下公立小学校における理科指導に関する教員の意識調査」大阪教育大学科学教育センター。
- 2) 平松和彦(1997)「ペットボトルで雪の結晶をつくる」平成9年度東レ理科教育賞第29回受賞作品集。