

「凍らせたペットボトルの水」で涼をとる

北区立西浮間小学校
第6学年

1. 研究した理由

今年の夏も地球温暖化の影響か世界中が異常気象で猛暑が続き、乾燥による山火事などの自然災害も多発している。国内に目を向けても、8月の頭に台風6号によって沖縄で停電や断水が発生した。真夏の停電でいちばん困るのは、この暑さだ。猛暑日、熱帯夜が続き、クーラーなしの生活は考えられない。電気がストップして冷蔵庫やクーラーが使えなくても、熱中症にかからないように涼しく過ごす方法はないだろうか。

台風7号が近づくなか、停電への備えとして「今からできる！備え3カ条」が報じられていた。1つは、スマホやモバイルバッテリーの充電、2つめは浴槽に水を張る（生活用水）、3つめはペットボトルに水を入れ凍らせる（保冷剤）だった。この3つめに関しては、大きな台風が来ると3日停電も当たり前の沖縄県民の知恵から来ている。台風対策としてポリ袋に水を入れて巨大氷を作っておくと、停電時に冷蔵庫の持ちがよくなり、解凍して飲み水にも使えるのだそうだ。これを聞いて、私も早速実践してみようと思った。きっと他にも良い使い道がありそうだ。

日本には古くから打ち水という文化がある。気化熱を利用した涼み方だ。氷も解けて水になるのだから、この気化熱の原理を応用できないだろうか。そこで、氷はどのような条件のもと、どのくらいの間、氷として形をとどめ、冷たさを与えるのかを調べ、保冷剤としてだけでなく、涼をとるための「凍らせたペットボトルの水」の有効な活用方法を考えてみることにした。

2. 研究の内容

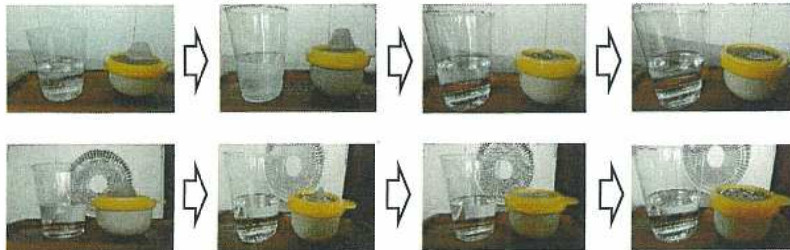
(1) 予想

- ① 汗をかいているときに扇風機の風が当たると、ひんやり涼しい。汗が風にあたり、水分（汗）が気化して熱を奪う作用で涼しくなっている。氷を凍らせたペットボトルに当てれば、風を冷やすだけでなく、水分が気化するときにも熱を奪うので、さらに効果は増す。したがって、ポータブルファンやうちわを使って、凍らせたペットボトルに風を当てたらもっと涼しくできるのではないだろうか。
- ② お風呂を追い炊きしたときに湯船の底の方が冷たいことがある。また、クーラーの送風口の向きを水平か上向きにすることで、冷気が上から下へ降りながらムラなく部屋を冷やす。これらのことから、冷気や冷水は下のほうに移動すると考えられる。涼しくするためには、室内の高い場所で凍らせたペットボトルに風を当てたほうが効果的ではないだろうか。

(2) 方法と結果

① 水中と空気中、風の有無での氷の解け方を比較、観察する。

1. 室温28℃の濾し器の上と28℃の100ccの水の中で、それぞれ16.0gの製氷機の氷の解け方を見る。また、それぞれにサーキュレーター5/8段階の風量で風を当てた場合の解け方と比べる。



【氷が解けて消えるまでにかかった時間】

	水中	空気中
風無し	6分30秒	72分00秒
風あり	5分00秒	23分30秒

氷は空気中よりも水中のほうが1.2倍のスピードで圧倒的に早く解けた。

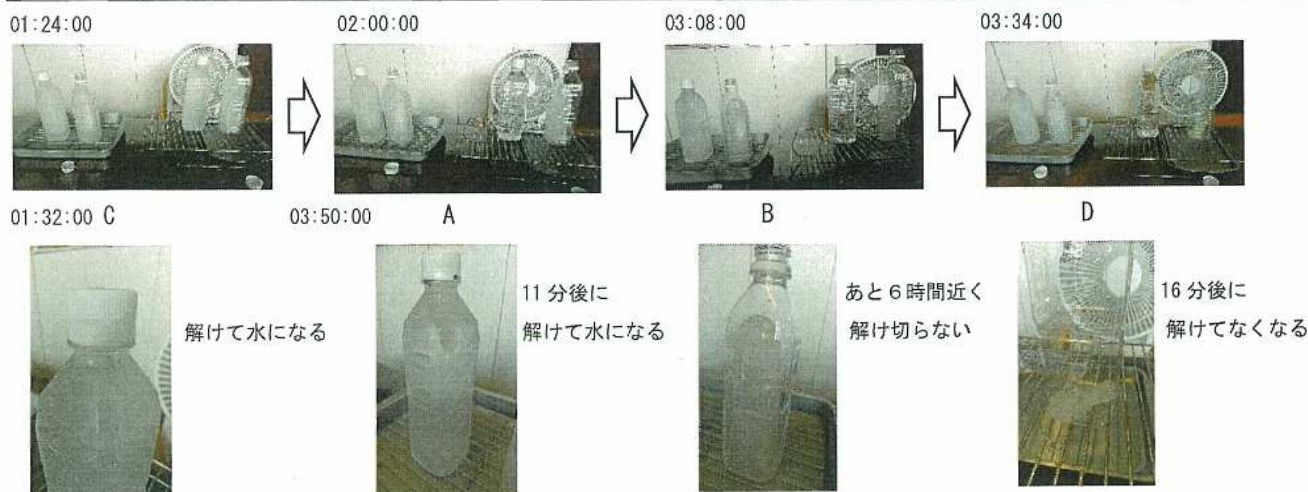
空気中で氷を解かすためにサーキュレーターで風を当てると、何もせずに氷を放置するよりも、3倍のスピードで氷は早く解けた。

2. 500mlの水のペットボトル4本を冷凍庫に2晩入れて凍らせ、サーキュレーター5/8段階の風量で風を当てなかった場合(左写真A, B)と、風を当てた場合(左写真C, D)で解け方を比較する。BとDペットボトルは、中の氷が解けて水になり内側に溜まって、その水が氷に触れないよう蓋キャップを外して飲み口を下に傾け網付きバットの上に置き、途中でペットボトルの底や側面にも穴をあけ、ペットボトルを立てて水が外に流れ出るようにして、実験①と同様、水中の氷と空気中の氷という条件に設定した。(室温28℃)



時間経過	A 風無し・水中	B 風無し・空気中	C 風あり・水中	D 風あり・空気中
00:01:00				水滴が落ち始める
00:05:00		水滴が落ち始める		
00:08:00				水滴が流れになる
00:30:00		〈底・側面に穴をあける〉		〈底・側面に穴をあける〉
00:45:00	〈ペットボトルを立てる〉	〈ペットボトルを立てる〉	〈ペットボトルを立てる〉	〈ペットボトルを立てる〉
01:15:00	〈ラベルをはがす〉	〈ラベルをはがす〉	〈ラベルをはがす〉	〈ラベルをはがす〉

01:32:00			解けて水になる	
04:01:00	解けて水になる			
04:06:00				解ける
09:45:00		解ける		



凍らせたペットボトル氷(500 ml)は解け出した水に触れないように空気中に放置すれば、10時間近くも持つ。

サーキュレーターで風を当てたとしても4時間は持ち、空気を冷たくすることができる。

② 体験から冷水が下方に溜まることを知っているが、色水で可視化し実証を試みる。水と空気は簡単に形を変える流体という似た性質を持つことから、温度の違う水の動きを観察し、空気の流れである風のことを考えてみる。

40℃のぬるま湯100ccが入ったプラスチック製コップの中に、青の食用色素を入れた青い色の氷水と、赤の食用色素を入れた80℃の赤い色の熱いお湯をスポイトで流し込む。



(3) 考察

- ・熱は必ず温度の高いものから温度の低いものへと移動する。氷の温度は最低でも0℃以下で氷の温度よりも、28℃の室温・水温どちらの温度も高いため、それぞれ氷の接触している水と空気から氷に対して熱が移動していく。空気は熱が伝わりにくい物質なので氷が解けにくく、水は熱が伝わりやすい物質のため氷が解けやすいと考えられる。
- ・氷に風を当てることは、氷のまわりにある空気を入れ替えることで氷に冷やされていない温度が高い状態の空気に交換することになるため、氷は風に当てることで早く解けると考えられる。
- ・水抜きのために側面に小さな穴をあけたペットボトルのなかの氷には、直接風が当たるのが少ないため、氷のまわりにある空気の入替わりや、氷の解けるスピードも緩やかだと考えられる。
- ・水は温度によって密度(体積あたりの重さ)が変わる。水分子も温度が高くなると動きが大きくなるので、密度は小さくなる。したがって、熱湯はぬるま湯より密度が小さい(つまり軽い)ので、上のほうに移動し、冷水はぬるま湯より密度が大きい(つまり重い)ので、下のほうに移動したことが分かる。
- ・製氷機の水を使った1.の実験と凍らせたペットボトル(水500 ml)を使った2.の実験の結果から、ペットボトルの氷は小さな製氷機の水よりも8倍長い時間解けなかったため、可能な限りの巨大氷を備えておいた方が氷としての形を留め、活用効果を高めることができる。
- ・氷は水に触れない方が解けずに長持ちするので、ペットボトルの中で解け出した水に氷が浸らないように水を抜いたほうが良い。ただし、その解け出した冷水は、特に災害時には貴重になるため、受け皿などで回収し飲み水として活用することができる。

3. 研究のまとめ

「凍らせたペットボトルの水」を夏場の停電時に有効活用する方法として現実的なのは、2ℓの水のペットボトルを数本凍らせ備え、飲み口を下に大きなボウルや鍋を受け皿にして並べて固定し、そのペットボトルの後ろから、うちわか、ポータブルファンで涼しくしたい方向へ風を送ることである。ただし、涼しくなる範囲は直接風が届く距離に限定されるため、実験で使用したサーキュレーターや強風の扇風機が使えないと部屋全体など広範囲を涼しくすることは難しい。そして、冷気は下に溜まるので、この「凍らせたペットボトルの水」を設置した高さよりも低い位置の床や畳などに座った方が涼しく過ごせる。先人の知恵も理にかなっていると感じた。非常時に限らず、日常の生活の中でも、エコな生活術、節電対策としても取り入れることができそうだ。