

身近に使える寒剤を見つけよう

福岡県立鞍手高等学校普通科

鶴川 和真、安村 響生、早田 圭佑、田中 龍平、竹松 敏希、城戸 大樹

指導教員 藤本 直樹

身近にある物質を氷と混ぜて寒剤を作り、溶かす量と温度低下の関係を調べることで、それぞれの物質の寒剤としての特徴を調べた。同じ質量の物質を加えた時、食塩や塩化アンモニウムは温度低下が大きく、塩化カルシウムは溶かす量によらず、ほぼ一定の温度低下を示すなど、目的によって使い分けることができることが分かった。

1. はじめに

以前から氷に塩を加えると温度が下がるのは知っていたが、なぜ温度が下がるのか気になり調べることにした。また、他の身近な物質ではどのように温度が下がるのかも気になり調べることにした。

2. 原理

氷に物質を加えると温度が低下するが、その原因はいくつか考えられる。氷と食塩の場合を例にとってその原因を調べた。

氷は水になるときに周囲の熱を奪いながら溶けるため周囲の温度を低下させる。その熱量を融解熱という。溶けた水に食塩が溶けるとき、食塩を構成する塩素とナトリウムの結び付きが切れて塩素がマイナス、ナトリウムがプラスの電気を帯びてイオン化し、その周囲に水分子を電気的に結合させて安定させる。この時に必要な熱量を溶解熱という。これらによって周囲から熱エネルギーを奪うため、周囲の温度が下がる。

3. 実験

3-1. 試薬の選定

今回の実験に使用する物質として、身近にある化学物質の中から、次の表にあげる物質を使

用した。

表1 使用した物質

物質名 (主成分)	化学式	式量
食塩 (塩化ナトリウム)	NaCl	58.5
窒素肥料 (塩化アンモニウム)	NH ₄ Cl	53.5
吸湿剤 (塩化カルシウム)	CaCl ₂	111
重曹 (炭酸水素ナトリウム)	NaHCO ₃	84
草木灰 (炭酸カルシウム)	CaCO ₃	100
味の素 (グルタミン酸ナトリウム)	C ₅ H ₈ NO ₄ Na	169
クエン酸 (クエン酸)	C ₆ H ₈ O ₇	192
グラニュー糖 (ショ糖)	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	342

3-2. 実験操作

ブロック状の氷を市販のカキ氷機で細かく砕き、砕いた氷 50 g に各物質を 5~30 g 加えて 30 秒間かき混ぜる。その後、デジタル温度計で温度を測り、温度変化を調べて、最低になった温度を記録する。

4. 結果

図1のグラフの通り、塩化ナトリウム (NaCl) と塩化アンモニウム (NH₄Cl) が -10.0 を下回った。この二つの物質は他のものと比べて急激に反応していることが見てとれる。実際この二つは手を入れてみたところ、少し混ぜると手が痛くなるくらいの冷たさで、ピーカーの周り

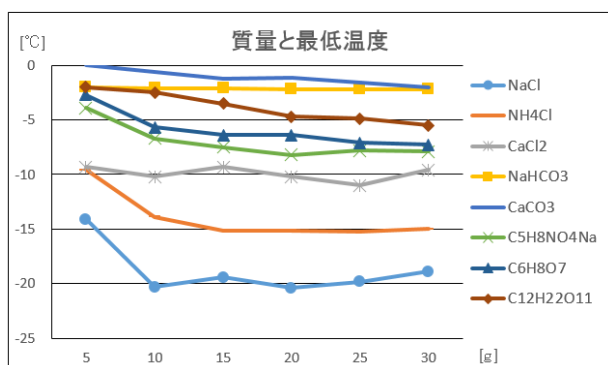


図1 質量と最低温度

に発生した水滴が少し凍っていた。しかし、塩化ナトリウムは20~25g、塩化アンモニウムは10~15gから溶け残りができ始め、その後、温度低下はあまりみられなくなった。

炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) はすべての範囲で -2°C 付近と、ほぼ一定の値を保った。

塩化カルシウム (CaCl_2) も、すべての範囲で -9°C ~ -11°C 付近とほぼ一定になった。

グルタミン酸ナトリウム ($\text{C}_5\text{H}_8\text{NO}_4\text{Na}$) とクエン酸 ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) は互いに似た形の温度曲線を示し、30gで、クエン酸は -7°C 、グルタミン酸ナトリウムは -8°C になった。

炭酸カルシウム (CaCO_3) は最も温度が下がらなかった。

ショ糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) は5gで -2°C まで下がり、そこから -6°C 近くまで温度が低下した。

5. 考察

実験結果から、今回使用した物質には、寒剤として次のような特徴があると考えられる。

- 1) 炭酸水素ナトリウム、炭酸カルシウムは温度の低下が少なく、寒剤には向いてない。
- 2) 塩化ナトリウム、塩化アンモニウムは少量でも温度の低下が大きく良い寒剤である。
- 3) グルタミン酸ナトリウム、クエン酸は、食塩や塩化アンモニウムほど温度が下がらないが、少し冷やしたい場合などは寒剤として十分使える。
- 4) 塩化カルシウムは溶かす量によらず、 -9°C ~ -11°C 辺りで一定の温度を保つ。塩化カルシウムはタンスの湿気とりとして身近にあるので、使いやすい寒剤である。
- 5) ショ糖は溶かす量に比例して温度が低下し、30gで -6°C 近くまで低下する。溶かす量によって温度を調節でき、身近にあるので使いやすい寒剤である。

また、今回の実験結果を、モル数と最低温度の関係でグラフ化すると図2のようになる。

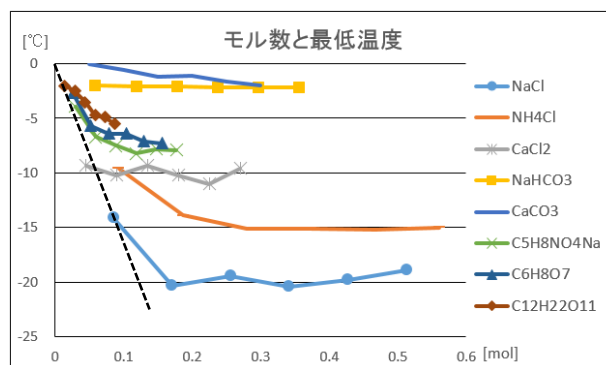


図2 モル数と最低温度

塩化ナトリウムや塩化アンモニウムの実験から、温度低下が止まるのは、加えた物質の量が溶解度を超え、それ以上溶けなくなるためと考えられる。今回の実験では温度低下が止まっていないショ糖やクエン酸でも、量を増やすと温度低下が止まる可能性がある。

温度低下が止まる前の範囲での温度低下率は、図2の点線のように、加えた物質のモル数に比例し、多くの物質で温度低下率がほぼ同じになるという結果が出た。今回、常に一定の温度低下を示した物質も、モル数が少なくなると比例関係が現れる可能性がある。

ショ糖の温度低下率は他の物質の約半分、塩化カルシウムは、少ないモル数で比例関係が現れるとした場合、他の物質よりも温度低下率が高くなる。このように、温度低下率が他と違って見える物質については、もっと広い範囲で細かく実験を行って、詳しい動きを確認する必要がある。

6. 今後の課題

炭酸カルシウムは水に溶けにくい物質なのに温度が低下したのは、実験に使った草木灰に水に溶けやすい炭酸カリウムが含まれているためと考えられる。身近な物質では、使用する製品ごとに成分に違いがあるため、純粋な物質で実験を行って、今回の結果が物質固有の性質なのかを確認をする必要がある。

謝辞

今回の課題研究にあたり、私たちの研究をご指導してくださいました先生方に感謝いたします。

参考文献

- [1]大阪府教育センター理科実験ガイドブック
<http://www.osaka-c.ed.jp/kak/rika1/jik-db/jik3-2.htm>