

# 溶解熱を利用した硝酸カリウムの溶解度の測定

2年A組 阿久津莉子

指導教員 松浦 紀之

## 1. 概要

硝酸カリウムは、水に溶解するときに吸熱反応が起こる。そこで、水に溶解させた硝酸カリウムの質量に比例して水溶液の温度が低下する現象を利用することで、硝酸カリウムの溶解度を求められないか確かめた。実験より求めた硝酸カリウムの溶解度は文献の値と一致し、精度よく溶解度を求めることができることが確かめられた。

キーワード 固体の溶解度 硝酸カリウム 吸熱反応 溶解熱

## 2. はじめに

昨年、中学1年の夏休みの宿題で、ミョウバンの八面体の結晶を作成した。そして理科の授業で固体の溶解度や再結晶について学習した。飽和水溶液を冷却すると、溶解度が小さくなり結晶が析出することや、水溶液から溶媒の水を蒸発させても結晶が析出することを学んだ。それでは、他に固体の溶解度を精度よく求める方法はないだろうか。

硝酸カリウムは天然では硝石として産出し、黒色火薬の原料や窒素肥料として利用されている。硝酸カリウムは水に溶解するときに熱エネルギーを吸収する吸熱反応が起こる。そこで、水に溶解させた硝酸カリウムの質量に比例して水溶液の温度が低下する<sup>1)</sup>と考え、この方法を利用することで硝酸カリウムの溶解度を求めることができな<sup>2)</sup>いか、実験で確かめた。

## 3. 固体の溶解度を求める一般的な方法

固体の溶解度は、溶媒 100 g に溶ける溶質の質量 [g] で表す。固体の溶解を求める

方法を調べると、次のようなものがあった<sup>3)</sup>。

(1) 投入法：初めに薬品瓶に入った固体の質量を測定しておく。一定量の水に結晶を加えて溶かす。全部溶けたら、さらに少しずつ加えてよくかき混ぜ、それ以上溶けなくなるまで加える。温度計でそのときの温度を測定してから、薬品瓶に残った固体の質量を測ると、水に加えた固体の質量が求められる。これより、ある温度での溶解度が求まる。

(2) 温度変化法：一定量の固体を容器に入れて、一定量の水を加える。加熱してちょうど溶解したときの温度を記録する。完全に溶けたときの温度から数℃高い水溶液から冷却していき、固体が析出し始めたときの温度を求める。これらの中間の温度から溶解度を求める。

(3) 蒸発法：ある温度で飽和水溶液を作り、この溶液の一定量を取って質量（飽和水溶液中の溶質＋溶媒の質量）を測定する。そしてこの飽和水溶液を加熱して溶媒の水を完全に蒸発させ、溶質の質量を測定

する。これより、蒸発した水の質量と蒸発乾固して残った溶質の質量が求められるので、ある温度での溶解度が求まる。

これらの方法では、飽和水溶液を調製する必要があった。また、その際に目視での溶け残りの確認を行うので注意が必要である。

#### 4. 方法

水 10.0 g を入れたガラス製の試験管 (内径 24 mm) に、乳鉢ですりつぶして粉状にした硝酸カリウム 1.0 g を素早く入れた。マグネチックスターラーでかき混ぜながら、10 秒ごとに溶液の温度を測定した。加える硝酸カリウムの質量を 2.0 g, 3.0 g, 4.0 g, 5.0 g, 6.0 g に変えて、同様に実験を行った (図 1)。

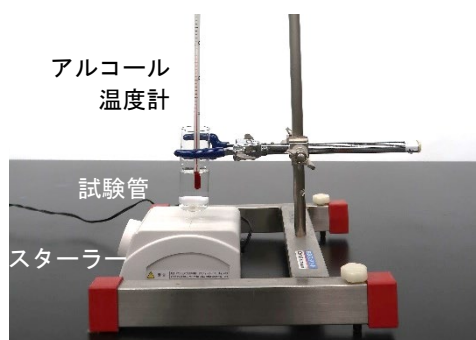


図 1. 溶解度測定の様子

#### 5. 結果と考察

固体の溶解度は、溶媒 100 g に溶ける溶質の質量 [g] で表す。実験では、固体は溶解しやすいように粉末状態にすりつぶしておくことが必要で、純度が高い薬品を用いると正確な値が求められると考えた。

10.0 g の水 (14.5°C) に 1.0 g の硝酸カリウムを加えてかき混ぜると、硝酸カリウムが溶解するとともに水溶液の温度は

低下した (図 2)。硝酸カリウムが水に溶けたとき、水溶液の液温は 11.2°C まで低下した。また、1.0 g の硝酸カリウムの質量を 2.0 g に変えて 10.0 g の水にとかすと、水溶液の温度は 8.0°C まで低下し、このとき少量の硝酸カリウムが溶け残った。加える硝酸カリウムの質量を 3.0 g, 4.0 g … と増やしていくと、水溶液の温度は 3.0 g のときと同じ 8.0°C まで低下し、すべてで溶け残りがあった。これより 8.0°C のとき、水 10.0 g には硝酸カリウム 2.0 g 以上溶けないことが分かった。さら

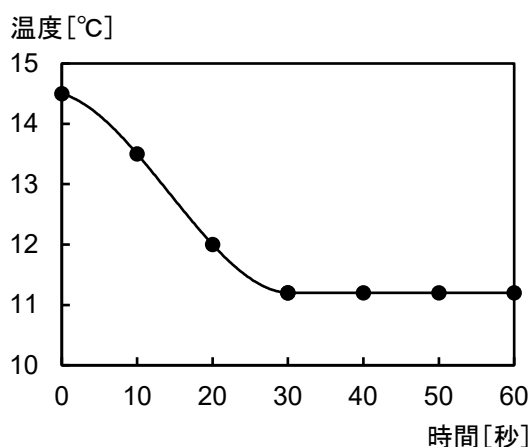


図 2. 硝酸カリウム 1.0 g を水 10.0 g に溶かしたときの温度変化

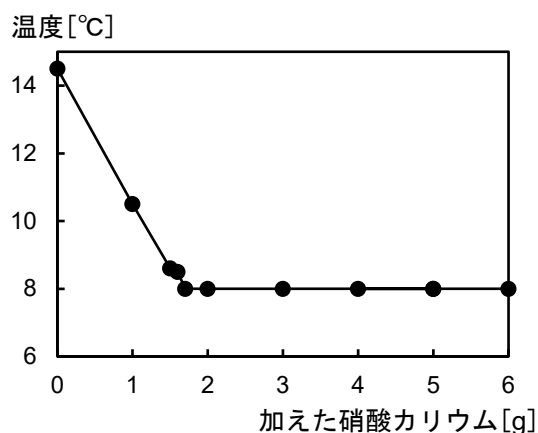


図 3. 加えた硝酸カリウムに質量と水溶液の温度

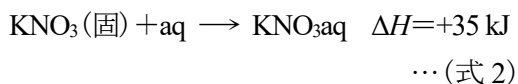
に、水 10.0 g に加える硝酸カリウム質量 2.0 g 付近を 0.1 g 単位で測定した。水 10.0 g に様々な質量の硝酸カリウムを加えた後の水溶液の最も低くなったときの温度をグラフにした (図 3)。

グラフの折れ曲がりには縦軸 8.0°C、横軸 1.7 g のときであり、これより 8.0 g のときの硝酸カリウムの水 100 g に対する溶解度は 17 g と求められた。この値は、教科書の溶解度曲線から求めた値と一致した<sup>3)</sup>。

ところで実験結果より、1.7 g の硝酸カリウムを水 10 mL に溶かして飽和水溶液にしたとき、水温は 6.5°C 低下していた。硝酸カリウムを水に溶かしたときに、系の外側から吸収された熱は、式 1 より求めることができる。

$$\text{反応熱 } Q [\text{J}] = \text{質量 } m [\text{g}] \times \text{比熱 } c [\text{J/g} \cdot \text{°C}] \times \text{温度変化 } \Delta t [\text{°C}] \dots (\text{式 1})$$

水の比熱は 4.18 J/g·°C、ガラスの比熱は 0.84 J/g·°C より<sup>4)</sup>、水溶液 (11.7 g) とガラス容器 (23.0 g) がどちらも 6.5°C 低下したときの熱は、それぞれ 317.9 J と 125.6 J と求められ、合計 443.5 J となった。硝酸カリウムの溶解エンタルピーは 35 kJ で、吸熱反応である (式 2)。



実験で求めた 443.5 kJ を硝酸カリウム 101 g (1 mol) 当たりに換算すると、26.1 kJ と求められた。文献値は 35 kJ (式 2) であり実験値とは一致しないが、近い値を示す。この差は、容器のまわりの空気やガラスの温度計を冷やすのに使われたと考えた。

## 6. まとめ

溶解熱を利用することで、硝酸カリウムの溶解度を精度よく求めることができた。この方法は、一般的な溶解度を求める方法と異なり目視で溶け残りの確認を行う必要がない点で、客観性が高く有効な方法である。今後は、様々な温度での溶解度を求めることで、溶解度曲線を作成したい。

本研究は、日本化学会近畿支部第 39 回高等学校・中学校化学研究発表会 (2022 年 12 月 26 日、大阪大学) で発表した (奨励賞)。

## 引用文献

- 1) 山本勝博, 化学と教育 1994, 42, 773.
- 2) 赤堀四郎, 山本大二郎, 増訂化学実験辞典, 講談社, 1973, pp.860-862.
- 3) 霜田光一, 森本信也ほか, 中学校科学 1, 学校図書, 2021, p.90.
- 4) 日本化学会編, 化学便覧基礎編 II 改訂 5 版, 丸善, 2004.