

冷却パックの作成と再利用

化学班：奥村 康平 門谷 健太郎
共同研究者：金 文一 能澤 佑宜

キーワード：吸熱反応 冷却パック 再利用 肥料

1. はじめに

私たちは今年度の六月に、吸熱反応に興味を持ち、そのなかでも特に溶解熱が負を示す物質にはどのようなものがあるかを研究することから始めることにした。しかし、反応熱測定器は非常に高価であるため、自分達でより精密な反応熱測定器を作成することにした。またそれと同時に、瞬間冷却パック（以下、「冷却パック」）が使い捨てられることに疑問をもち、その再利用として肥料にできる冷却パックが作成できないかと研究するに至った。

2. 研究内容

(1) 測定器作成

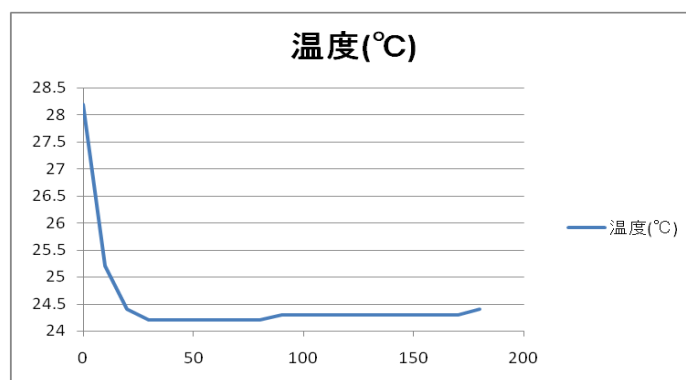
測定器の作成に用いた材料は、大きめの発泡スチロールの容器、カップめんの容器、フィルムケース、竹ひごである。工夫した点は、密封性を極限まで高めて外部の空気を遮断すること、発泡スチロールなどの断熱効果を持つ材質のみで完成させること、測定物質を素早く溶解させることなどである。完成までに2度の改良を加え、約1ヶ月を費やして完成させることができた。なお、攪拌にはマグネチックスターラーを、温度測定には電子温度計を使用した。



(写真 1)自作測定器

(2) 硝酸カリウムの溶解熱の測定

自作測定器を作成した後、それを用いて硝酸カリウムの溶解熱を測定した。硝酸カリウムを用いた理由は、溶解熱が負であることと、溶解度が大きいこと、比較的安価であることなどがあげられる。以下のグラフは縦軸に温度、横軸に時間をとった測定結果の一例である。硝酸カリウムの溶解熱は文献値では -35.0 kJ/mol であった。一方、自作測定器では計算の結果、 -33.3 kJ/mol となり、誤差5%以内に収めることができた。これらの結果より、自作測定器はほぼ正確に溶解熱が測定できるとの結論を出した。



(グラフ 1) KNO_3 水溶液の液温と時間変化

(3) 冷却パックの廃液の再利用

前述の実験で出る廃液を有効利用できないかと考え、廃液の再利用へと研究を移行した。市販の冷却パックには、溶解熱が負で溶解度も大きい硝酸アンモニウムがよく用いられている。すなわち、窒素を多く含むことに着目し、カリウムやリンを含む薬品を添加し、肥料の三要素を含む冷却パックを作成することを考えついた。その際、溶解熱が負、溶解度が比較的大きい、カリウムと窒素を含む、などの理由から「硝酸カリウム」をベースにすることとした。また、添加する薬品の条件としては、リンを含んでいること、溶解熱が負であること、比較的大きい溶解度があることなどを重視した。また、パッケージの条件としては、破れにくく、袋が丈夫であることと考えた。

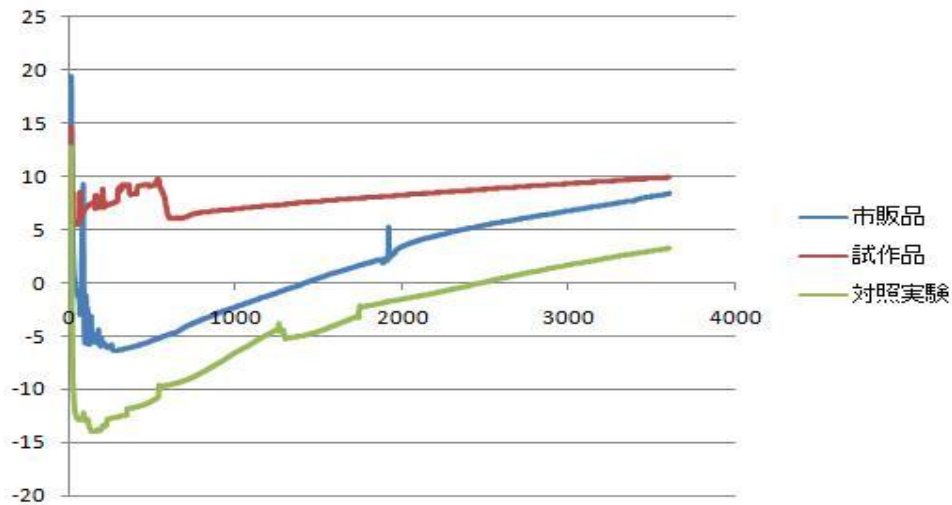
3. 冷却パック作成及び市販品との比較実験

(1) 実験方法

市販品の冷却パックの中身を調べたところ、 NH_4NO_3 140 g (1.75 mol)、水 130 g であることが分かった。使用する薬品を模索した結果、硝酸カリウムとリン酸二水素カリウムを用いることにし、その配分は市販品と同じように総量が 1.75 mol になるように調整した。さまざまな混合比で測定した結果、硝酸カリウムとリン酸二水素カリウムがモル比で 3 : 1 のときに最も吸熱が大きくみられた。また、市販品の内容物が NH_4NO_3 であるかを確かめるために、純度 99% の NH_4NO_3 を用いて同様の実験を行った。

(2) 実験結果

以下のグラフは、市販品の冷却パック、試作品の冷却パック、および純度 99% の NH_4NO_3 をそれぞれ溶解させ、1 時間の温度変化を示したものである。これより、試作品は市販品に比べ冷却能力は劣ってはいるものの、1 時間は市販品と同じく 10°C 以下を保った。また対照実験の結果から、市販品よりも純度 99% の NH_4NO_3 の方が吸熱が大きかったので、市販品に用いられている NH_4NO_3 は純度が低い、または別の物質が混合しているのではないかと考えた。しかし、その検討や調査には至っていない。



(グラフ 2) 市販品および試作品の冷却パックの 1 時間の温度変化

(3) 冷却パック作成実験についての考察

試作品においては冷却能力が低く、液温は 5 °C くらいまでしか下がらなかったが、保冷能力はある程度高かったため、冷却パックとしての商品価値はないとは言えない。

4. 廃液の肥料としての適性実験

(1) 実験方法

作成した冷却パック試作品の廃液が、肥料としてどの程度の効力を示すのか、市販の液体肥料（ハイポネックス）との対比実験を行った。以下に示す写真は、二十日大根の種子を市販されている腐葉土で栽培した時の写真である。左の容器では自作冷却パックの廃液を 250 倍に薄めたものと水を、中央の容器では市販の肥料を 250 倍に薄めたものと水を、右の容器では水のみを、それぞれが同体積になるよう調整しながら与えてそれぞれ 3 週間栽培した。



(写真 2) 使用した種と腐葉土



(写真 3) 栽培 3 週間後の二十日大根

(2) 実験結果

この実験において、市販品の肥料、試作品の廃液、および水のみとの 3 種の結果の違いは見られなかった。

5. 考察

今回用いたリン酸二水素カリウムをはじめ、リン酸のカリウム塩は溶解性がそれほど大きくなく、吸熱が顕著にみられなかった。今後は他のリン酸塩を検討し、より効果的な配合を検討していきたい。4-②の実験において、3つの容器での育ち方に差が見られなかったのは、園芸用の腐葉土を使用したためだと考えられる。今後の育成実験では、全く栄養分を持たない赤土を用いようと考えている。また、土の中の養分の影響を抑えるため、生育期間の長い植物を育てたいと考えている。

6. 参考文献

- ・化学便覧基礎編 改訂3版 (丸善株式会社)
- ・高等学校化学I 改訂版 (啓林館)