

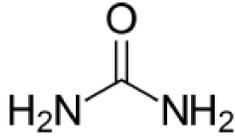
ホームセンターで購入した尿素肥料を用いた 尿素の結晶化と水への溶解に伴う温度変化について（途中報告）

竹内優稀（理学部3年）

はじめに

そもそも尿素ってなに？

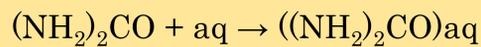
- ・示性式 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ で表される化学物質。
- ・アルコール・水に易溶で弱アルカリ性を示す。
- ・ヒトや他の動物の尿中に存在し、植物中にもわずかに存在する。
（ヒトの尿のうち約98%が水分、2%近くが尿素、他Na, K, アンモニアなど）
- ・無機化合物から初めて合成された有機化合物。（1828年、フリードリヒ・ヴェーラー）
- ・身近には尿素肥料、尿素樹脂原料、化粧品などに含まれる。



尿素の構造式

注目すべき特徴

- ・溶解度が大きい（水にととも溶けやすい！）
→20℃で100gの水に対して108gの尿素顆粒が溶ける。
- ・水に溶解するとき吸熱反応である（水に溶けると冷たくなる！）



尿素の水に対する標準溶解エンタルピー（反応熱） = 15.4kJ/mol（吸熱）

これらの特徴を利用して今回行ったのが…

実験

実験Ⅰ：尿素の結晶を作ろう！（ケミカルフラワー）

実験Ⅱ：冷却効果が一番大きい尿素顆粒と水の比を調べよう！

実験Ⅰ：尿素の結晶を作ろう！（ケミカルフラワー）

方法

①下の材料をビーカーに入れてよく混ぜる！

- ・尿素肥料（60g）
- ・水（50 mL）
- ・PVA系洗濯のり（1.65 mL）
- ・台所用洗剤（2滴）
- ・クレンザー（2, 3滴）



材料一覧

②ビーカーにコーヒーフィルターを設置して尿素溶液を投入。

③あとは放置するだけ！

実験Ⅱ：冷却効果が一番大きい尿素顆粒と水の比を調べよう！

方法1（尿素の量を固定させる）

- ①尿素20gをビーカーに入れて、水を加えてよく混ぜる。
- ②加える水の量は10mL, 15mL, 20mL, 25mL, 30mLについて調べた。
- ③それぞれについて20分間1分ごとに温度変化を記録。

方法2（水の量を固定させる）

- ①水20mLをビーカーに入れて、尿素を加えてよく混ぜる。
- ②加える尿素の量は5g, 10g, 15g, 20g, 25g, 30gについて調べた。
- ③それぞれについて20分間1分ごとに温度変化を記録。

※お詫び

本来であれば、実験Ⅱは操作を何回か繰り返してデータを集め、それらを総合的に評価する必要がありますが、時間の都合上、今回は一回の操作で得られたデータのみで考察・検討しております。あくまで途中報告ということでご了承下さい。



結果

実験Ⅰ：尿素の結晶を作ろう！（ケミカルフラワー）

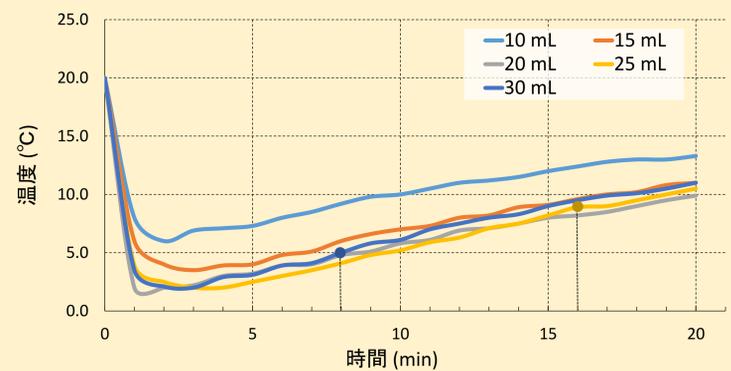


一日経過した尿素結晶

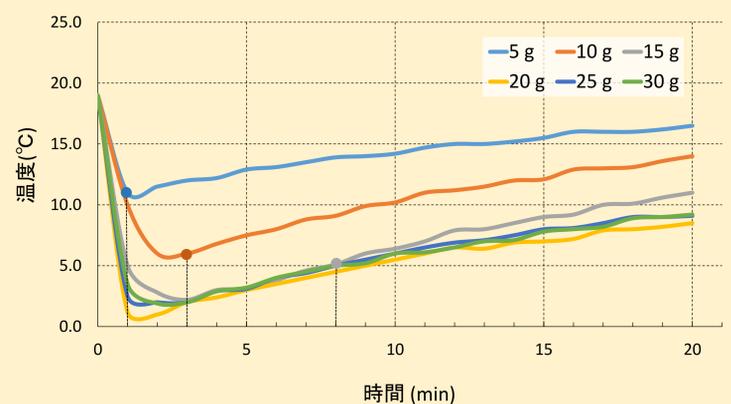
モニターのタイムラプス動画、
テーブル上の実物をご覧ください！

実験Ⅱ：冷却効果が一番大きい尿素顆粒と水の比を調べよう！

結果1（尿素20gに水を加えたときの温度変化）



結果2（水20mLに尿素を加えたときの温度変化）



実験Ⅱの二つの方法の結果を結果1、結果2にグラフで示した。図中のマーカーが施されている箇所は投入した尿素顆粒が完全に溶けきった時点を示している。例えば、結果1の青いマーカーは尿素20gに30mLの水を加えてから8分経過した時点で尿素顆粒が完全に溶けきったことを示している。マーカーが施されていないものは20分の観察時間中に顆粒が完全に溶けきらず、最後まで残っていたことを示す。結果1のそれぞれが記録した最低温度は、10mL, 15mL, 20mL, 25mL, 30mLにおいて、6.0℃, 3.5℃, 2.0℃, 2.0℃, 2.0℃であった。温度の降下速度としては20mLが1分経過で最低温度の2.0℃に達しており最速である。しかし、3分経過で最低温度の2.0℃に達した25mLが3分から15分経過において他よりも低い温度を保持している。15分以降においては20mLが逆転し、20mLが再びその時点において他よりも低い温度を記録した。結果2において、それぞれが記録した最低温度は、5g, 10g, 15g, 20g, 25g, 30gにおいて、11.0℃, 6.0℃, 2.2℃, 1.0℃, 2.0℃, 1.9℃であった。水20mLに対して尿素20gを加えた溶液が全体における最低温度を記録し、20分間全体においても他よりも低い温度を維持している。尿素5g, 10gと比較すると、残りの15g, 20g, 25g, 30gの温度変化は似通ったものとなっており、特に3分から8分経過までの間はその4つの溶液のグラフの重なりが大きい。

考察

以上より、効率のよい冷却効果を得るための尿素顆粒と水は尿素：水 = 20g : 20mL と言えそうである。結果2では20mLの水に対して尿素20gが全体的に他よりも低い温度を維持している。また、結果1では3分から15分経過においては尿素20gに対して水25mLが他よりも低い温度を維持しているが、溶液中の尿素顆粒がすべて溶けきった時点付近の15-16分経過以降は20mLが他よりも低い温度を記録している。尿素：水 = 20g : 20mL が最適だと考えられる理由として、最後まで尿素顆粒が完全に溶けきることがないという条件を満たし、それでいて水の量が最も少ないからだと考えられる。尿素顆粒が完全に溶けきってしまうと、それ以降は冷却効果が得られないため温度上昇は進む一方である。適度な溶け残りが存在することがより効率のよい冷却効果を得るための条件となる。また、加える水の量が多いとその分溶液全体の温度を降下させる吸熱が必要になる。ゆえに多量の水は温度降下を阻害する要因になりうる。反対に加える尿素の量が多い場合は、その温度における尿素の溶解度は決まっているため、飽和状態における尿素の溶解による冷却効果は得られない。結果2の20g, 25g, 30gの温度変化は似通ったものとなっている原因としては、多量の尿素顆粒が存在する溶液は飽和状態であり、わずかな溶解に対して得られる吸熱は微々たるものであるから、溶液全体が周囲から得る熱の方がそれらの冷却効果を上回ったためだと考えられる。これらの検証については尿素の各温度における溶解度の資料とより精密な実験データが必要になる。