

## 塩の溶解熱を利用した水で冷えるプラスチックの開発

沖縄県立球陽高等学校

仲松日菜子

指導教員：中村元紀

### 研究概要

私は、瞬間冷却材に使われている硝酸アンモニウムに着目し、屋外で簡単に冷たい水を提供できる装置の開発に取り組んできた。各種塩の冷却効果を調べたところ、アンモニウムイオンと硝酸イオンの組み合わせが、最も高い冷却効果を示すことがわかっている。本研究では、硝酸アンモニウムと似た構造をポリマーに取り入れた「水を入れると冷えるプラスチック」の開発を目標とし、炭素部位を持つアミン硝酸塩の冷却性能評価およびポリマーの合成検討を行った。合成したアミン硝酸塩の冷却効果を評価したところ、溶解度の向上を伴ったアニリン硝酸塩が最も冷却を示すことが分かった。そこで、アニリンにポリマー化部位が付いているアミノスチレンに着目し、ポリマー化後、硝酸塩にする反応を試みた。



## 1. 背景と目的

私は、瞬間冷却材の中に、硝酸アンモニウムと水だけが入っていたことに興味を持ち、電気を使わずに屋外でも簡単に冷たい水を提供できる装置の開発に取り組んできた。各種の塩が水に溶けるときの冷却熱を調べたところ、アンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) と硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) の組み合わせである硝酸アンモニウムが最も高い冷却効果を示すことが明らかになった。硝酸アンモニウムと似た構造をポリマーに付けることで、「水を入れると冷えるプラスチック」が開発できると考えて取り組むことにした。本研究では1) モノマーとなるアミンの硝酸塩合成、2) 合成したアミン硝酸塩の冷却性能評価、3) 硝酸イオンを持つポリマーの合成検討の順で取り組むこととした。

## 2. 方法と結果と考察

まず、アミンの硝酸塩の合成を行った。検討を行った結果、アニリン (ジエチルエーテル溶媒)、ベンジルアミン (冷却した THF 溶媒)、ヘキサメチレンジアミン (メタノール溶媒)、ジエチルアミン (ジクロロメタン溶媒)、トリエチルアミン (ジクロロメタン溶媒) を各種溶媒中で硝酸を加え、硝酸塩を合成したところ、アニリン硝酸塩を最も高い収率 (61.0%) で得ることができた。

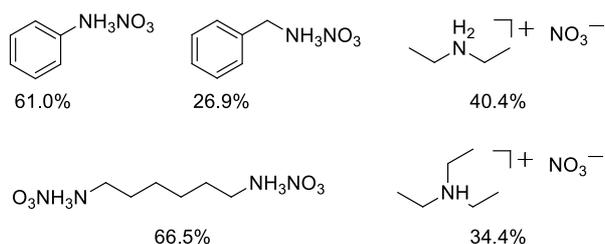


図 1. 合成したアミン硝酸塩の収率

次にアミン硝酸塩を水に溶かした時の温度変化を測定した。壁面が二重構造となっているダブルウォールガラスコップに化合物 1 g と水 10 ml を加え、発砲スチロールを用いて蓋をした後、スターラーと回転子を用いて攪拌した。測定開始時からの温度変化を図 2 に示す。アニリン硝酸塩が最も低い温度変化を示しており、 $2.8^\circ\text{C}$  の冷却を測定することができた。硝酸塩にする前のアニリンは水には全く溶けなかったが、硝酸塩とすることで水によく溶けることも確認している。

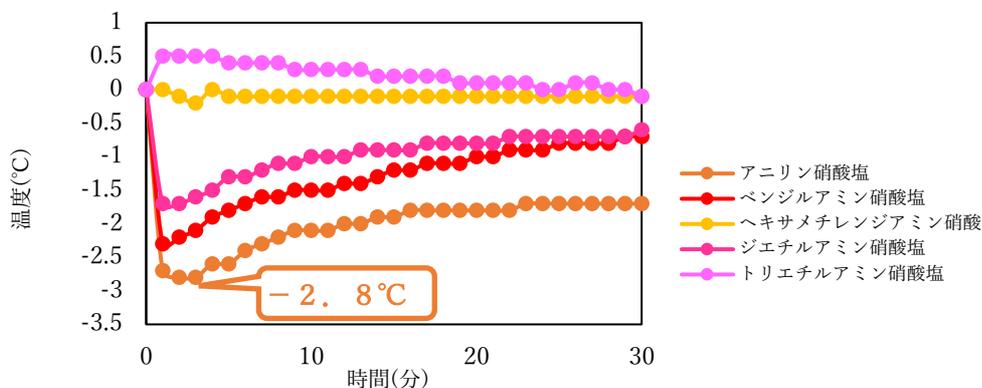


図 2. 塩を水に溶かした時の温度変化

収率、冷却効果共に、アニリン硝酸塩が最適であると判断したため、この部位をもつポリマーの合成検討を行った。1) 重合を行った後、硝酸塩にする、2) 硝酸塩にした後、重合させるの二つの方法が考えられるが、ここでは1つ目の方法を試みることにした。重合の手法として、ブチルリチウムを使う方法が見つけたため<sup>(1)</sup>、試験的にスチレン3 gにブチルリチウム10滴を加えたところ、爆発的に反応して赤茶色のポリスチレンを得ることができた。次に、トルエン溶媒中、アミノスチレン0.5 gにブチルリチウム0.1 gを加えたところ、赤褐色の溶液ができた。温めて溶媒除去を行ったが、全て蒸発したため、ポリマーはできていないと判断した。これはブチルリチウムがNH<sub>2</sub>部分と反応してしまったためと考えている。

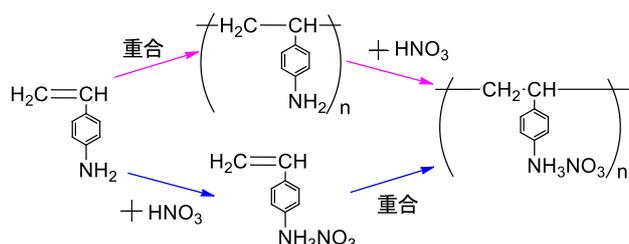


図3. ポリマーの合成戦略

### 3. まとめと今後の課題

これまでの結果によって、水には溶解しないアミンを硝酸塩とすることで、水への溶解度が劇的に改善し、溶解した時に冷却効果を示すことを明らかにできた。中でもアニリン硝酸塩は、収率、冷却効果共に最も良い結果を示した。この結果をもとに、ポリマーの合成を、重合、硝酸塩化の順番で試みたが、ブチルリチウムを用いる方法では作ることができなかった。今後は、硝酸塩化させることで、NH<sub>2</sub>部分をなくし、その後、ブチルリチウムを用いてポリマー化する方法を試みる。得られたものは、高い冷却効果が期待できるので、繰り返し使うことのできる「水を入れると冷えるプラスチック」が作れると信じている。

### 4. 文献

(1) 平尾明, 中浜精一, 有機合成化学, 47(5), 448-456 (1989).