

寒剤使用時の 吸水性ポリマーの作用について

I-B (30) 藤田兼続

1. 導入

私は暑がりて、氷や保冷剤、冷えピタなどが大好きで使用してきて、ずっとそれらがどのような仕組みで低温を得ているか気になっていた。調べてみると、

氷に多量の塩を混ぜると、氷の表面を溶かしながら濃厚溶液ができていき、それが氷と平衡になろうとする。その際、氷の水分子と強く反応して、いわば無理やりはぎとって $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ をつくる。これは吸熱反応だから温度が下がり、最終的に三相の共存温度（共融点と呼ぶ） -21°C （B点）まで冷える。（木村優 1998、p.185）

上のような記述を見つけた。この文献より、塩化ナトリウム（以下塩）と氷にさらに吸水性の物質を混ぜることで、氷から水分子を更に多く奪い温度を更に下げられないかと疑問に感じた。そこから今回は、たくさんある吸水性物質のうち、市販されておりおむつなどにも使われることがあるほど安全で、塩とも反応しないポリアクリル酸ナトリウムの架橋したものと、同じく広く流通しており塩とも反応しないポリビニルアルコールを吸水性の物質として塩と氷に混ぜ塩と氷を混ぜたときよりもより温度を下げられないか実験する。

2. 目的

塩と氷の寒剤に2種類の吸水性ポリマーを加え、塩と氷のみの寒剤と温度変化を比較する。

3. 方法

【使用する器具、薬品】

- 100mlビーカー1つ
- 200mlビーカー1つ
- 300mlビーカー1つ
- 500mlビーカー1つ
- 薬さじ5つ
- アイススライサー（ホシザキ製ISR-2D使用）
- 電子天秤（島津製作所製AUY120使用）
- 薬包紙4枚
- 温度計
- （佐藤計量器製作所SK-1120使用）
- 乳鉢
- 乳棒

【方法】

- 以下をそれぞれ薬包紙に図りとり。
塩 $5\text{g} \times 3$ 、ポリアクリル酸ナトリウム（架橋） $8.18\text{g} \times 2$ 、PVA $8.18\text{g} \times 2$
- 氷をアイススライサーで粉碎する。
- ビーカーの500ml、300ml、200mlにいれる。200mlビーカーは500mlビーカーの中に入れる。
- 200mlビーカーから氷を 16.36g 、100mlビーカーに入れた後、300mlビーカーに斜めにして入れる。
- 塩 5g を100mlビーカーに入れ、10回かき混ぜる。
- 温度計で開始から15秒毎に温度を計測し、120秒になるまで続ける。

以上の手順を以下の組み合わせすべて試すまで繰り返す。

- 塩のみ、
 - ポリアクリル酸ナトリウム（架橋）と氷、
 - ポリアクリル酸ナトリウム（架橋）と塩と氷
 - PVAと氷、PVAと塩と氷
- 今回はこの工程を2回行った。

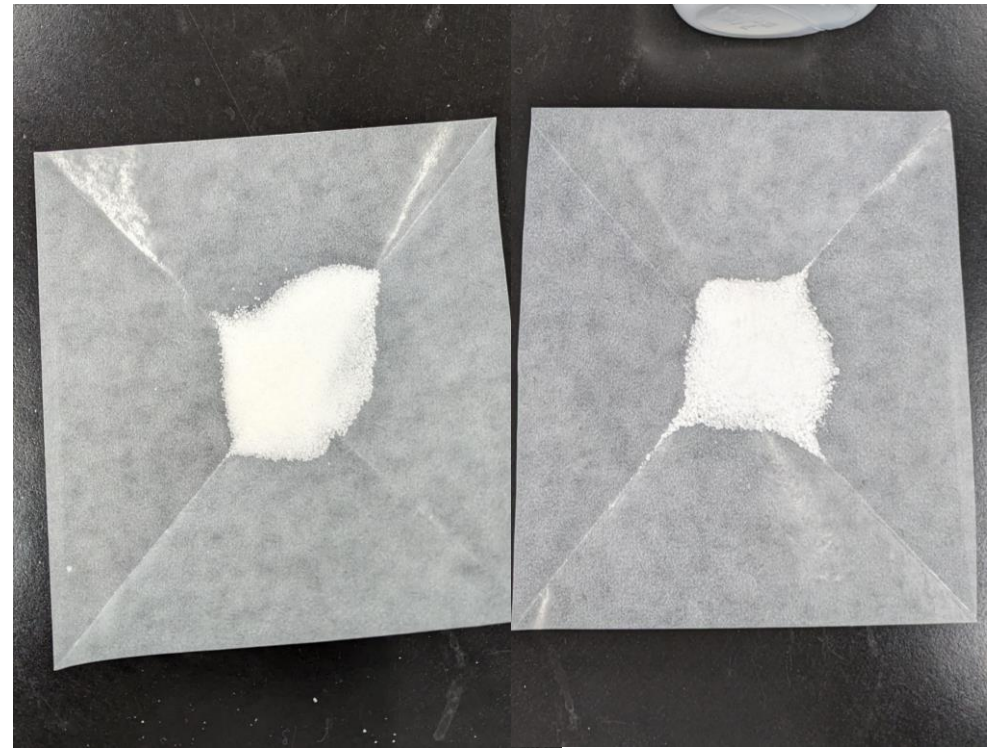


図1 ポリアクリル酸ナトリウム(左)とポリビニルアルコール(右)

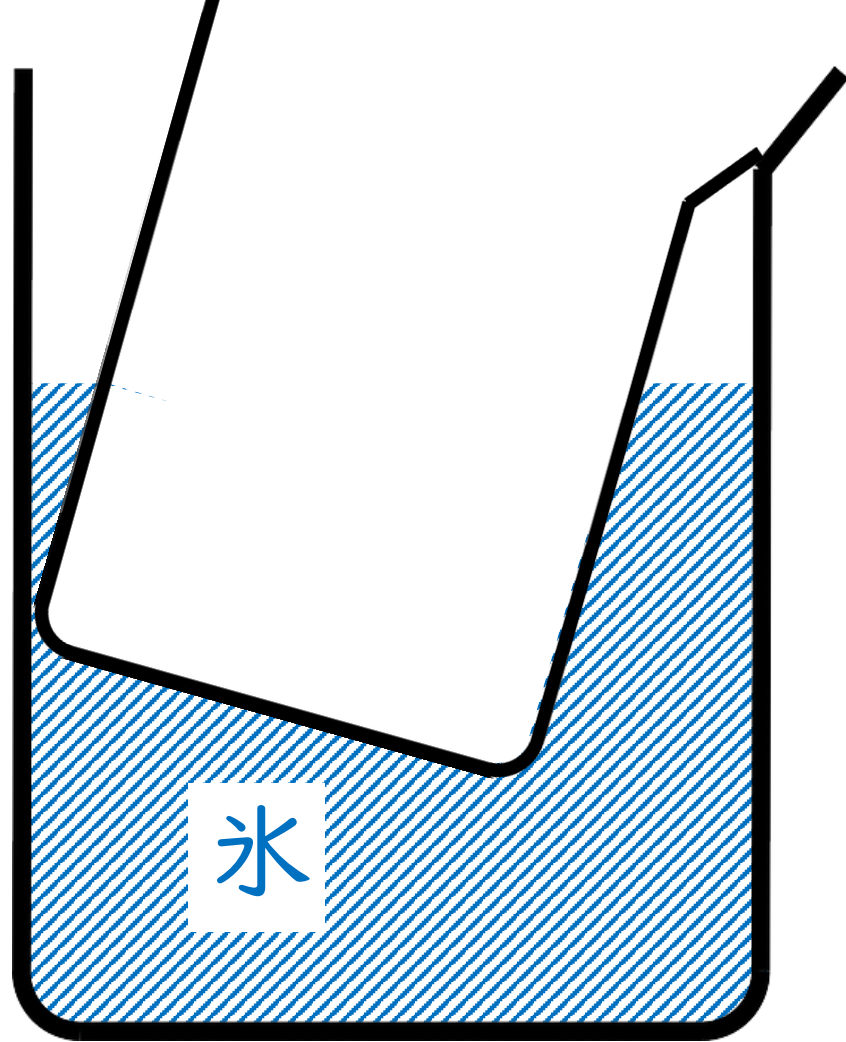


図2 方法4の時の様子



4. 結果

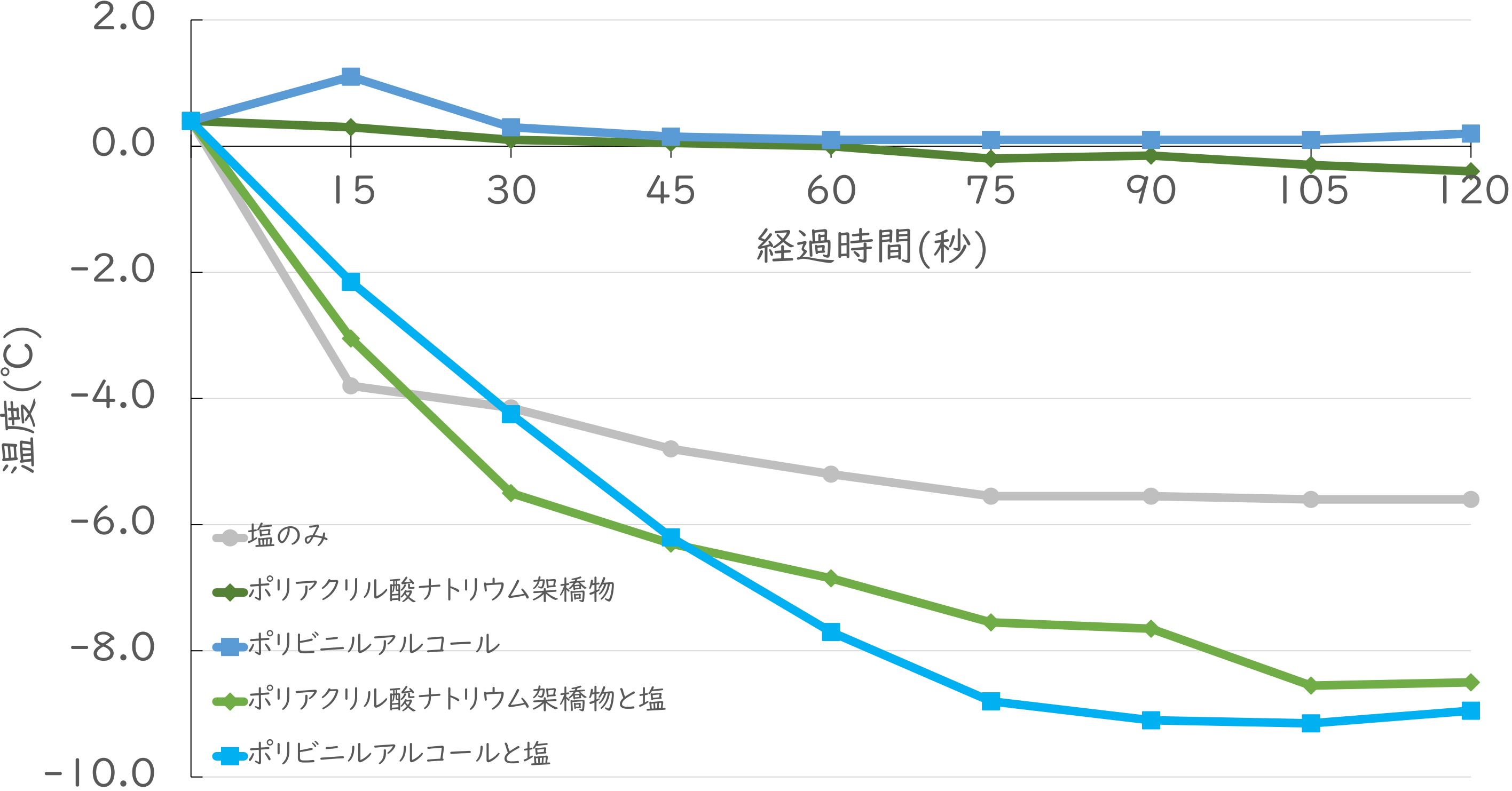


図6 ポリマー混合後の経過時間と温度

5. 考察

塩のみよりもポリマーありのほうが温度が下がったことから、ポリマーが寒剤の温度を低下させる効果があるとわかる。しかし、どちらのポリマーでも単独で氷と混ぜたときには温度が上昇したため、導入で立てた浸透圧によって温度が更に下げられるという予想とは違った。

原因として、例えば、塩化ナトリウムが電離して Na^+ と Cl^- ができ、これがポリマーの拡散などに影響しより温度が低下したなど、塩とポリマーが混ざることでそれぞれを単独で氷とぜたときとは違う性質を示すようになり、それが原因となり温度低下が促されたと考えられる。

今後は、ポリマーを混ぜた際にどのような現象がおこり、温度の低下に繋がったかを実験で確認していく。そして、寒剤のさらなる効率化に貢献できるように研究を進めていきたい。

6. 参考文献

木村優. 「氷+硫酸」は冷えるー寒剤の物理化学」. 化学と教育. 1998年, 46巻, pp. 184-185