

～希薄溶液の性質を示す濃度の限界～

茨城県立緑岡高等学校

佐川 颯 岡崎 主真 北畠 歩夢 河野 颯太

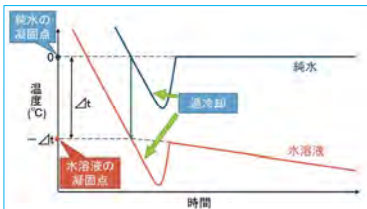


はじめに

化学の教科書には、「希薄溶液の性質」について記載されている。希薄溶液であるならば、溶液の蒸気圧が純溶媒の蒸気圧より低くなる「蒸気圧降下」、沸点が純溶媒より高くなる「沸点上昇」、溶液の凝固点が純溶媒の凝固点より低くなる「凝固点降下」の性質を示す。しかし、希薄と言える濃度の基準については教科書に記載されていない。「希薄」とわざわざ限定しているのであれば、濃度により性質が異なるはずである。そこで、私たちは希薄と言える濃度の基準を見つけるために研究を始めた。

実験①

凝固点降下の性質についての実験



希薄溶液で凝固点降下が起こる理由は、溶質粒子が存在する分だけ溶液中の溶媒分子の数が純溶媒に比べて減り、凝固する分子の数が減ってしまうからである。

<方法>

- ①塩化ナトリウムを純水に溶かす。
- ②溶かした溶液を二重にした試験管に入れる。
- ③大きいサイズのピーカーに、ミキサーでかき氷状に砕いた氷と再結晶させた塩化カルシウムを入れ、混ぜる。

氷に再結晶させた塩化カルシウムを入れ、混ぜることで、氷の冷却能力を上げることができる。



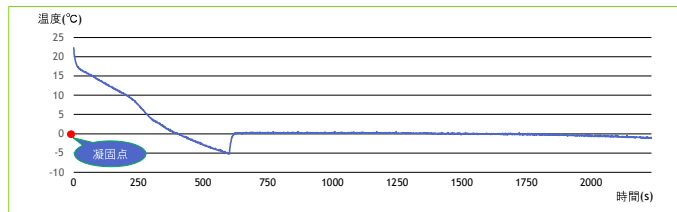
- ④氷の中に、溶液が入った試験管を入れ、溶液を冷却する。
- ⑤溶液の凝固点が計測出来たら、凝固点降下度と質量モル濃度の関係の公式と、実験結果の値が合致するかを調べる。

～凝固点降下度と質量モル濃度の関係～

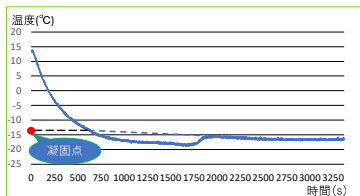
$$(\ast) \cdots \Delta t = K_f m \quad \Delta t: \text{凝固点降下度 (K)} \quad m: \text{質量モル濃度 (mol/kg)} \\ K_f: \text{溶媒の種類によって決まる比例定数 (K} \cdot \text{kg/mol)}$$

結果と考察

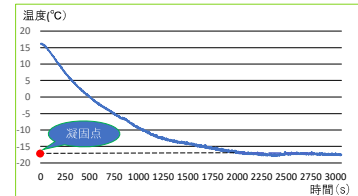
<参考> 純粋な水での実験



① 3.78mol/kg ($\Delta t = 14$) の溶液の場合 ② 4.05mol/kg ($\Delta t = 15$) の溶液の場合



①の結果、凝固点は-14°Cであった。
濃度の値を(*)に代入した結果、 Δt の値は14となった。
→この溶液は希薄であることが分かった。



②の結果、凝固点は-17°Cとなった。
濃度の値を(*)に代入した結果、 Δt の値は15となり、実験結果と一致しなかった。
→この溶液は希薄ではないことが分かった。

以上の結果より、希薄と言える濃度の限界は塩化ナトリウム水溶液の場合だと、
3.78mol/kg ($\Delta t = 14^\circ\text{C}$) ~ 4.05mol/kg ($\Delta t = 15^\circ\text{C}$)
の間にあると考えられる。

実験②

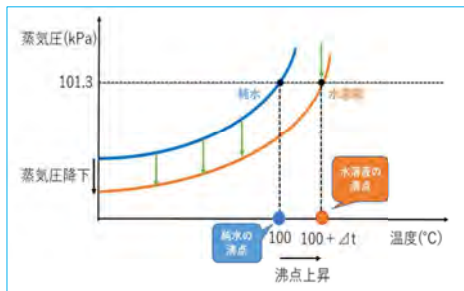
沸点上昇・蒸気圧降下の性質についての実験

<方法>

- ①加熱した水が入っているピーカーに、溶液を入れた丸型フラスコを浸す。
- ②アスピレーターで減圧し、フラスコの内部を蒸気圧のみにする。
- ③熱平衡状態になったらホットスターラーでの加熱をやめ、フラスコ内部の温度と圧力をデータロガーで記録する。

～沸点上昇度と質量モル濃度の関係～

$$\Delta t = K_b m \\ \Delta t: \text{沸点上昇度 (K)} \\ m: \text{質量モル濃度 (mol/kg)} \\ K_b: \text{溶媒の種類によって決まる比例定数 (K} \cdot \text{kg/mol)}$$



結果と考察

純水の蒸気圧を測定したが、
実験値と文献値との間に大きなずれが見られた。

温度(°C)	92	93	94	95	96
文献値(kPa)	75.6	78.5	81.5	84.5	87.7
測定値(kPa)	78.8	81.4	84.4	88.2	90.8
誤差	+3.2	+2.9	+2.9	+3.7	+3.1

考えられる原因

- ・最初の減圧が不十分である。
- ・測定中にわずかな隙間から外気が流入している。
- ・センサーの精度に問題がある。

今後の展望

- ・蒸気圧降下の実験について、装置を改良し、より正確なデータを出す。
- ・凝固点降下と蒸気圧降下で限界値が一致するか調べる。
- ・溶質や溶媒を変えたときに変化があるかを調べる。

参考文献

- ・「化学」数研出版-希薄溶液の性質-
- ・生活と化学-溶液化学(希薄溶液の束一性)
<http://sekatsu-kagaku.sub.jp>
- ・蒸気圧測定の研究 兵庫県立柏原高等学校 理数部
- ・水蒸気圧表(kPa) <https://hitoridedeki.wp-x.jp>