

1.

溶液の「凝固性質」とは、溶液が純粋な溶媒とは異なる性質を示す現象を指し、溶質の種類ではなくその濃度に依存する特性である。溶質が溶媒に加わることで、蒸気圧降下、沸点上昇、凝固点降下といった物理的性質の変化が引き起こされる。これらの現象は、科学技術や日常生活においても広く応用されており、その理解が重要である。

凝固性質を議論する際には、溶液中の溶質濃度を適切に表現する必要がある。この場合、一般的なモル濃度（溶質量を溶液全体のリットルで割った値）ではなく、モル質量（molality）という指標が使用される。モル濃度は温度や圧力によって変化する溶液全体の体積に依存するのに対し、モル質量は溶媒の質量を基準としているため、温度や圧力の変化の影響を受けにくい。モル質量は溶媒 1kg あたりの溶質のモル数を表し、小文字の「m」で表記される。たとえば、10g のヨウ素を 30g のジクロロメタンに溶かした場合、この溶液のモル質量は約 1.31 mol/kg となる。このように、モル質量を用いることで、凝固性質に関連する現象をより正確に計算・記述することが可能となる。

溶質が溶液中に存在することで引き起こされる現象の一つが「蒸気圧降下」である。液体はその表面から分子が蒸発し、一定の蒸気圧を持つが、溶質粒子が液体表面を占有することで、溶媒粒子の蒸発が妨げられる。この結果、溶液の蒸気圧は純粋な溶媒よりも低くなる。蒸気圧降下の度合いは溶液中の溶媒のモル分率に依存し、純粋な溶媒の蒸気圧にモル分率を掛けた値で表される。この現象は、例えば塩を加えた水の蒸気圧が純水よりも低くなる例で観察できる。

次に、「沸点上昇」という現象について説明する。純粋な溶媒を加熱すると、特定の温度で沸騰するが、溶液では溶質粒子が溶媒粒子の蒸発を妨げるため、沸点が上昇する。この沸点上昇の大きさは溶液のモル質量に比例し、溶媒ごとに異なる沸点上昇定数 (K_b) を用いて計算される。沸点上昇の式は、 $\Delta T_b = K_b \cdot m$ で表される。ここで、 ΔT_b は沸点上昇、m はモル質量である。溶質濃度が高いほど、この効果は顕著になる。例えば、塩水の沸点が純水よりも高いことは、この現象の代表的な例である。

さらに重要な現象が「凝固点降下」である。液体が固体になる際には、分子が規則的な結晶格子を形成する必要がある。しかし、溶液では溶質粒子がこの結晶形成を妨げるため、固化するにはより低い温度が必要になる。凝固点降下の大きさも溶液のモル質量に比例し、凝固点降下定数 (K_f) を用いて計算される。凝固点降下の式は、 $\Delta T_f = K_f \cdot m$ で表される。ここで、 ΔT_f は凝固点降下である。この性質は冬季の道路管理において応用されており、塩を撒くことで水の凝固点を下げ、氷の形成を抑制することができる。これにより道路の凍結が防がれ、交通の安全性が向上する。

これらの凝固性質はすべて、溶質粒子が溶媒分子の物理的な挙動を妨げることで生じる現象である。蒸気圧降下、沸点上昇、凝固点降下はいずれも溶質の濃度に依存し、その影響をモル質量を用いて定量的に分析できる。これらの性質を理解することで、溶液の性質を深く把握するだけでなく、科学技術や日常生活における課題解決にも応用できる。

具体的な応用例としては、食品の保存方法や寒冷地での凍結防止剤の開発が挙げられる。食品の保存においては、塩や砂糖を使用することで水分活性を低下させ、微生物の増殖を抑制する効果が得られる。また、寒冷地では道路や橋に塩化カルシウムや塩化ナトリウムを撒くことで凍結を防ぎ、事故のリスクを軽減することが可能である。

凝固性質は物理化学や化学工学の基礎的な概念であるが、その応用範囲は非常に広い。溶質濃度の正確な測定と現象の理解を通じて、理論を実用的な問題解決に結びつけることができる。

2.

0.800 molal のグルコース水溶液を作成した場合、その沸点と凝固点はそれぞれどのような値になるかを求めよ
(沸点上昇定数 $K_b=0.51^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 、凝固点降下定数 $K_f=1.86^{\circ}\text{C}/\text{m}$ を用いる)。

沸点上昇の計算

$$\Delta T_b = mK_b$$

この式は沸点上昇を求める式であり、溶液のモル質量と溶媒の沸点上昇定数の席として計算される。

この式にモル質量 $m = 0.800\text{mol}$, $K_b = 0.51^{\circ}\text{C}/\text{m}$ を代入して計算すると次のようになる

$$\Delta T_b = 0.41^{\circ}\text{C}$$

この式によって沸点は 0.41°C 上昇することを示している。

純粋の沸点は 100°C であるため、沸点上昇分を加算すると溶液の沸点は 100.41°C となる。

凝固点効果の計算

$$\Delta T_f = mK_f$$

この式は、凝固点降下を求める式であり、モル質量と凝固点降下定数の席として計算される

実際にモル質量と凝固点降下の値を代入してけさいさんすると凝固点は 1.49°C 下がることがわかる。

純粋の凝固点は 0°C であるため、凝固点降下分を減算すると溶液の凝固点は -1.49°C となる。