

中和熱の研究 第2報

～潜む希釈熱～

熊本県立第二高等学校 化学部 2年 原 風馬 加納 健至 村上 由和 ほか2名

1 動機・目的 薬品を溶かす際の反応熱に興味を持ったことから、先輩がその中の中和熱についての研究を始めた。昨年度は中和熱の実験値が理論値を常に上回り、中和熱の中には希釈熱が含まれると結論づけた。本研究では、次の3つを目的とした。①希釈熱を詳しく調べる②弱酸や弱塩基の組み合わせで中和熱はどうなるのか検証する。また弱酸の希釈熱について調べる。③②から中和熱と希釈熱はどのような関係性があるのか、酸解離定数を用いて考察する。

2 研究の実際

中和熱とは、酸と塩基の水溶液が反応して水1molを生成するときの反応熱である

希釈熱とは、ある濃度の溶液を溶媒で薄めたときに発生または吸収する熱量のことである

温度管理の仕方 使用する溶液は水槽の中に24時間沈めたものを実験に使用

温度測定の方法 溶液は攪拌機で混ぜながら温度をセンサーにより5分間測定する。温度変化は5分間の最高温度から最低温度をひいたものとし、いずれも3回分のデータの平均をとる。

仮説① 希釈による温度変化は溶液の濃度が大きくなれば大きくなるのか。

実験① 希釈による温度変化の測定 100mLの水に濃度 $6 \cdot 1 \cdot 0.5 \cdot 0.25 \text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液と塩酸をそれぞれ入れ希釈して温度変化を測定する。

結果・考察① 温度変化は濃度 $6 \cdot 1 \cdot 0.5 \cdot 0.25 \text{ mol/L}$ の順に塩酸が 2.27、0.12、0.18、0.12(°C)、水酸化ナトリウムが 2.84、0.71、0.35、0.19(°C)と濃度が高くなり、物質が増えると温度変化も大きくなり、希釈熱が影響することが分かった。

仮説② 弱酸と強塩基の組み合わせでは中和熱はどうなるのだろうか。

実験② 弱酸(酢酸、ギ酸、シュウ酸、クエン酸)と強塩基(水酸化ナトリウム溶液)の中和 1価の弱酸である酢酸とギ酸は水酸化ナトリウム水溶液を完全に中和反応させるため、溶液を少し過剰の60mL加え、シュウ酸とクエン酸については価数の違いから2段階、3段階と段階に応じて水酸化ナトリウム水溶液の量を2倍、3倍と変えて中和実験を行った。

中和熱計算の仕方 $Q=mc\Delta T$ $Q(\text{J})$:熱量 $m(\text{g})$:総質量 c :水の比熱【 $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{°C)}$ 】

$\Delta T(\text{°C})$:温度変化 $\text{kJ/mol} = Q/1000 \div \text{mol/L} \div L$ mol/L : NaOHaqの濃度 L : NaOHaqの体積

結果・考察② 中和熱の理論値 56.5 kJ/mol との比較・酸解離定数(pka)との比較

	温度変化°C	pka	中和熱 kJ/mol
ギ酸	3.19	3.55	59.3
シュウ酸①	3.60	1.04	61.4

シュウ酸の1段目とギ酸のみが理論値 56.5 kJ/mol を上回った。
※スペースの都合上他のデータは省略

仮説③ 理論値を上回った弱酸は、希釈による温度変化が影響しているのではないか

実験③ 弱酸の希釈熱の測定 水100mLに4種類の弱酸をそれぞれ50mLずつ入れての温度測定

結果・考察③ 希釈による温度変化はギ酸 0.05°C ・シュウ酸 0.24°C となり、これを引くと実験値が高かった順に理論値に近づくため、やはり希釈熱は関係していると考えられる。

3 まとめと今後の課題

- ・希釈熱についてはモル濃度が大きくなるほど大きくなり、中和熱にも影響している。
- ・弱酸と強塩基の中和熱について pka が大きくなると、中和熱は小さくなる
- ・反応熱の大小には希釈熱だけではなく、もっと多くの要素が含まれていると考えられるため、その検証を行う
- ・強酸と弱塩基、弱酸と弱塩基の組み合わせについても中和熱測定実験を行う

参考文献 ・化学基礎 数研出版 ・サイエンス・化学総合資料(実教出版)
・化学便覧 四版 日本化学会 ・理化学辞典 第五版 岩波書店