

溶媒

基礎学習のすすめ

信州大学理学部教授
伊豆津 公佑

溶媒は物質を溶かすための媒体である。しかし、化学反応の大部分が溶液中で起こるために、反応環境としての溶媒の役割も非常に重要である。水は最も普遍的な溶媒であるが、水以外の適切な溶媒（非水溶媒や混合溶媒）を用いると、水に不溶なものを溶かし、水中で不可能な反応を可能にすることができる。最近では、化学の基礎及び応用分野で、非水溶媒や混合溶媒がほぼ日常的に用いられており、リチウム電池やリチウムイオン電池のように実用面で重要な非水溶媒の用途もある。読者の中にも非水溶媒や混合溶媒を利用されている方が多いと思われる。

溶媒の種類はほぼ無限であり、その性質も多様である。また、化学過程への溶媒の影響は予想以上に大きい。それぞれの場合に最適の溶媒を選んで用いるには、溶媒及び溶媒効果についての知識が必要である。近年、溶媒及び溶媒効果についての専門書はいくつも出版されている。しかし、非水溶媒や混合溶媒を用いた研究の報告を見ると、溶媒の役割について意外に無関心であると感じることが多い。類似の研究例に倣って気軽に用いる場合もあると思われる。非水溶媒や混合溶媒の利用が日常化し、また非水溶液の化学がかなり進歩した現在、溶媒についての初歩的あるいは特徴的な事項を、化学の全ての関係者が基礎知識として学ぶことが望ましい。

この提言を書くに当たって、筆者は一般化学、分析化学、物理化学、無機化学、有機化学の大学学部用テキストをいくつか調べてみた。筆者の専門である分析化学では、非水溶媒滴定が盛んであった1960～1980年に書かれたテキスト（またはその改訂版）には酸塩基反応と溶媒の関係が比較的良好に扱われているが、非水溶媒滴定の多くがクロマトグラフィーによって置き換えられるに従って、この記述は減少し、最近では皆無のものもある。非水溶媒をよく利用する有機化学においても、溶媒と溶媒効果をある程度詳しく扱った高度なテキストがあるものの、一般的には扱いが非常に簡単である。他の分野のテキストもほぼ同様で、学部レベルで溶媒と溶媒効果について十分な記述のあるものはほとんど見当たらなかった。逆に、溶媒の存在（影響）を無視したために、溶液中の重要な化学的現象について、現実と乖離した記述がときどき見られた。

筆者は、次のような事項を学部レベルで教えることが妥当であると考えている。

- 1) 溶媒の最重要な性質としての比誘電率と酸性・塩基性（ドナー性・アクセプター性）とくに両性溶媒と非プロトン性溶媒の区分及びそれに基く主要な溶媒の分類。
- 2) 溶媒の性質（区分）と分子・イオンの溶媒和との関係。イオンの反応性や電解質の挙動と溶媒の関係についても簡単に扱う。
- 3) 溶媒の性質（区分）と酸塩基反応との関係。非プロトン性溶媒中で起こるホモ共役反応^{*1}についても簡単に扱う。
- 4) 溶媒の性質（区分）と酸化還元反応との関係。とくに水中と非プロトン性溶媒中における有機化合物の電極還元反応機構の差異^{*2}について簡単に扱う。

これらの事項については、テキスト中に数ページ記述し、授業を一回（90-120分）行えば十分であろう。どの分野で扱うかは大学によって事情が異なるが、一般的にいえば酸塩基、酸化還元などの溶液反応を扱う場（現状では基礎分析化学コースが多い）で、水溶液と対比しながら教えるのが最適であろう。この対比は、溶媒としての水の理解にも役立つはずである。また反応環境としての溶媒の役割の面白さを理解すれば、若い世代の化学への関心も高まると期待できる。

従来から用いられてきた溶媒の中には有害化学物質に指定され、使用が規制されているものがある。分析化学用の溶媒も例外でなく、とくに溶媒抽出に有用な数種の溶媒は規制の対象になっている。またそれ以外の溶媒でも、不注意に使用すれば、人体や環境に悪影響を及ぼすものが多い。そのため、最近では分析化学の分野でも脱溶媒の動きが見られる。溶媒抽出法に代わって固相抽出法が次第に普及しているのも、その一例である。それでも非水溶媒や混合溶媒の重要性は今後も増大すると思われる。溶媒の使用を慎重に行う一方で、有用で安全な溶媒の開発や使用溶媒量の微少化に努力すべきである。ここで提案するように、学部レベルでの基礎教育によって溶媒への関心を高めることができれば、二十一世紀における溶媒との新しい関係の構築にも役立つと思われる。

*1 弱酸HAが解離 ($HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$) のあと、 $HA + A^- \rightleftharpoons HA_2^-$ により HA_2^- を生じる反応。非プロトン性溶媒中で起こり易く、このために非プロトン性溶媒中の酸塩基挙動が水溶液中と著しく異なることがある。

*2 有機化合物Rの還元の第一段階は、非プロトン性溶媒中では1電子過程 $R + e \rightleftharpoons R^-$ である。しかし水溶液中では水からのプロトン (H^+) が関与して2電子過程 $R + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons RH_2$ となる。



筆者略歴

1956年 京都大学理学部化学科卒業
 1961年 同大学院理学研究科博士課程修了、京大理博
 日本学術振興会奨励研究員
 1961 - 1963年 米國ミネソタ大学留学（コルトフ教授）
 1963年 京都大学理学部助手
 1972年 信州大学理学部助教授
 1975年 信州大学理学部教授

主な要職、受賞歴

1985 - 1987年 国際純正応用化学連合（IUPAC）
 電気分析化学委員会委員長
 1991 - 1993年 IUPAC分析化学部会互選委員
 1991 - 1994年 日本学術会議化学研究連絡委員会委員
 1995 - 1998年 Analytical Sciences編集委員長
 1998年（現在）日本分析化学会会長
 1987年 日本分析化学会学会賞受賞