

化学教育 徒然草

重合反応の熱化学

SHIONO Takeshi

塩野 毅

広島大学大学院先進理工系科学研究科 教授
令和3~4年度日本化学会 副会長



巻頭言

筆者はこれまで高分子合成に関する研究、特に遷移金属触媒を用いたビニルモノマーの付加重合を中心に研究を行ってきた。ビニルモノマーの重合は活性な成長鎖がモノマーの π 結合と反応し新に σ -結合を作ることにより進行する。数百から数千のモノマーが一本のポリマー鎖となるためエントロピーは減少するが、 π 結合と σ 結合の結合エネルギー差が重合熱として放出される、すなわちエンタルピーが大きく低下するため、全体としてGibbs自由エネルギーの差、 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 、は常温では負の大きな値となる。したがって、高性能触媒を用いると1gの触媒で数トンものポリエチレンを合成することも可能なのである。

現在の私たちの生活は石油なくしては成り立たない。経済産業省エネルギー統計によれば、2019年に日本国内の消費された石油製品1億6千5百万リットルのうち大半は燃料用途であるが、約1/4が石油化学用ナフサとして使われている。石油化学工業協会の調べでは石油化学製品のうち63%を合成樹脂が占め、合成ゴム(12%)、合成繊維(7%)を加えると高分子製品は8割を超える。同年に日本で製造された合成樹脂は1,051万トンだが、そのうちポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン(PS)が779万トンを占める。いずれも石油から得られるビニルモノマーを原料として製造されるコストパフォーマンスに優れた熱可塑性樹脂であり、それがゆえに大量消費・大量廃棄に結びついてしまったともいえる。

廃棄物問題に対しては3R (Reduce, Reuse, Recycle)が重要であるが、廃プラスチック問題と関連して化学と関係が深いのはケミカルリサイクルである。ビニルモノマーの重合において、重合温度を上げていくとある温度で ΔG が0となり(天井温度という)、それ以上では逆反応(解重合)が優先するようになる。PSの熱分解ではスチレンモノマーへの変換率は60%程度であり、米国ではケミカルリサイクルプラントが事業化されている。代表的な光学樹脂であるポリメタクリル酸メチルは熱分解によりほぼ定量的にモノマーに変換されるため、ケミカルリサイクル実証プラントの建設計画が国内で相次いで発表されている。再生可能エネルギーによりこれらのリサイクルを行うことで初めて真の炭素循環が実現することになる。2050年カーボンニュートラルに向けて化学に課せられた使命は大きい。

[連絡先]

739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1 (勤務先)