

ポリプロピレンの油化実験について

三木 勝仁

今日、持続可能な社会の実現に向け、体験的な学習を通して、児童生徒が環境保全等の具体的な行動を主体的に選択する資質を身につけることが求められている。理科教育においては、児童生徒に科学が生活に役立っていることに気づかせるため、理科の学習指導において日常生活との関連を図ることが重視されている。

そこで、生徒が実験を通して「資源の有効利用」や「科学の有用性」について考えることのできる教材について検討した。本稿においては、触媒を用いたプラスチックの油化実験について述べる。

[キーワード] 科学の有用性 環境 プラスチック 熱分解 触媒 ゼオライト

はじめに

中学校・高等学校理科では、「科学技術と人間生活との関わり」などについて学ぶが、体験的に学ぶことが少ないため、生徒が実感を伴って理解することは難しい。そこで、実験を通して生徒に理科の学習と日常生活との関わりを見出させ、「資源の有効利用」や「科学の有用性」について関心をもたせたいと考えた。

また、化学反応を学ぶ上で非常に重要な触媒についても、対照実験を実施することにより生徒の理解を深めさせたいと考えた。

それで、ポリプロピレンなどプラスチックの油化を行う際に、ゼオライト触媒を用いることにより熱分解の速度を高め、残渣も残らない実験方法について検討した。

1 プラスチックの熱分解

準備

ガスバーナー、スタンド、試験管（A：外径30mm 3本、B：外径18mm 3本）、ガラス管付きゴム栓、天然ゼオライト、合成ゼオライト、ポリプロピレン（洗濯ばさみ）、ニッパー、時計、蒸発皿

方法

- (1) 図1のように、ニッパーで細分した洗濯ばさみ6gを入れ、ガラス管付きゴム栓をした試験管Aと、熱分解によって得られた液体を回収するための試験管Bとをそれぞれスタンドに固定し、ガスバーナーを用いて中火で試験管Aの下部を加熱する。
- (2) 加熱中、ポリプロピレンが熱分解する様子を計時しながら観察し、熱分解が終わったら加熱を止める。

- (3) 熱分解によって試験管Bに得られた液体のにおいを調べる。また、蒸発皿に少量取って点火し、燃え方を観察する。
- (4) 別の試験管Aにポリプロピレン6gと天然ゼオライト5gを混ぜて入れ、方法(1)～方法(3)と同様に操作する。
- (5) 別の試験管Aにポリプロピレン6gと合成ゼオライト2.5gを混ぜて入れ、方法(1)～方法(3)と同様に操作する。
- (6) ゼオライトを加えない場合、天然ゼオライトを加えた場合、合成ゼオライトを加えた場合の結果を比較する。

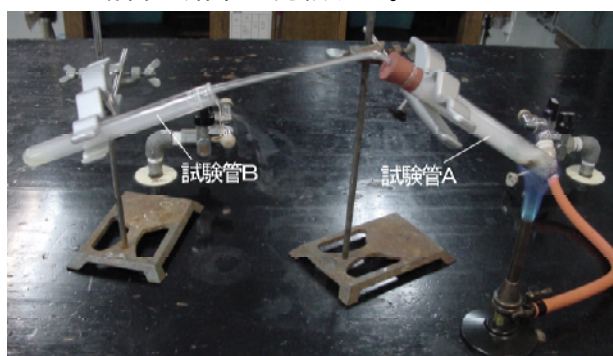


図1 試験管の下部を加熱する様子

結果と考察

- (1) 熱分解の様子を、次の～について、観察した結果を表1に示す。
ガラス管の先端から空気より重い白煙が出るまでの時間
白煙が液体となってたまり始めるまでの時間とたまった液体の色
ポリプロピレンが溶けた液体が試験管内から無くなるまでの時間

表 1 熱分解の様子

	ゼオライトなし	天然ゼオライト 5 g	合成ゼオライト 2.5 g
	2分	2分	2分
	5分 無色～ 薄い黄色	4分 黄色	4分 黄色
	15分以上	10分	10分

白煙が試験管 A 内にはあるが、試験管 B に到達しない状態が続いた。

- (2) 熱分解により得られた液体は、どれも透明であったが、液体の温度が下がるにつれ、「ゼオライトなし」、「天然ゼオライト 5 g」の液体は濁ってゲル状になった。
- (3) 「ゼオライトなし」の実験では分解されなかった残渣があったが、ゼオライトを加えた実験では残渣はなかった。また、熱分解の速度も高まったことから、ゼオライトがポリプロピレンの熱分解における触媒としてのはたらきをもつことが分かる。

また、天然ゼオライトよりも合成ゼオライトの方が液体の収量が多かったことから、今回用いた Y 型合成ゼオライトがポリプロピレンの熱分解により適した触媒であることが分かる。

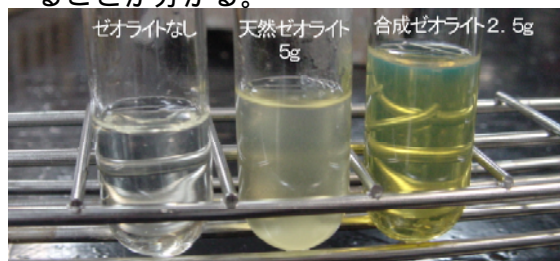


図 2 熱分解により得られた液体

- (4) 熱分解により得られた液体はどれも油の臭いがし、炎を上げてよく燃えた。燃料等の資源として活用できることが分かる。

2 熱分解によって得られた液体の性質

準備

ガスバーナー、ピーカー、試験管、温度計、三脚、セラミック付き金網

方法

- (1) 熱分解によって得られた液体を試験管 B に取り、その中に温度計を入れる。
- (2) ピーカーに水を取り、その中に方法 1 の試験管を入れておだやかに加熱し、透明に

なる温度を測定する。

- (3) 熱分解によって得られた液体が透明になる温度から、液体を構成する炭化水素のおよその炭素数を推定する¹⁾。

結果と考察

- (1) 熱分解によって得られた濁った液体が透明になる温度を調べた結果を表 2 に示す。合成ゼオライトを用いて得られた液体は、0 まで冷却しても透明のままであった。

表 2 温度による状態の様子

	ゼオライトなし	天然ゼオライト 5 g	合成ゼオライト 2.5 g
透明	35	44	-

- (2) 表 3 より熱分解により得られた液体は主に炭素数が 6 ~ 22 程度の炭化水素と推定される。また、合成ゼオライトを用いて得られた液体は 0 でも透明であり、ゲル状にならなかったことから、他の 2 つに比べ炭素数が少ないと推測される。

参考

表 3 炭化水素の融点と沸点^{1), 2)}

	融点 [°C]	沸点 [°C]
C ₅ H ₁₂	- 129	36
C ₁₉ H ₄₀	32	330
C ₂₂ H ₄₆	44.4	
C ₂₃ H ₄₈	47.4	

おわりに

本実験により、以下の成果が期待される。

- ・ プラスチックが熱分解により資源として活用可能な油となることから、資源の有効利用の観点から廃プラスチック等を見直す。
- ・ 廃プラスチックを資源とできることやそれに適した触媒が開発・合成されていることなどから、科学の有用性を体験的に学ぶ。環境保全や資源の有効利用について考えることは、理科教育の充実のため理科の学習と日常生活との関連を図ることにつながる。今後は一層、環境について考えたり、科学の有用性に改めて気づく教材やそれらを用いた授業についての検討を深めていきたい。

参考文献

- 1) 化学の応用と人間生活 北海道立理科教育センター 理科教育指導資料第 24 集(1992)
- 2) 化学データブック 大木道則 培風館(1990)

(みき かつひと 化学研究室研究員)