

MAY

2025

Vol.80

化学

CHEMISTRY 5

解説

動的結晶化で
天然物合成の選択性の
歴史に挑む

解説

1分子レベルの酵素活性を見て疾患を知る

プロテオフォーム機能解析による疾患診断



身近な合成高分子化合物(Part 1)

西村能一
駿台予備学校化学科

身のまわりにはプラスチック製品があふれています。ジュースはペットボトルに入っており、スポーツウェアのタグを見るとポリエステルやナイロンと書いてあります。スーパーなどのレジ袋はポリエチレン製で、水族館の巨大水槽は有機ガラスです。履いている靴の底は弾力があって歩きやすいゴム製ですね。これらはみな、石油などからつくられた合成高分子化合物です。今回は、身近な合成高分子化合物についてお話しします。

高分子化合物とは

高分子化合物は、1種類または数種類の小さな分子が、数百から数千個以上つながってできた大きな分子です。もともになる小さな分子を「モノマー（単量体）」、生じた高分子化合物を「ポリマー（重合体）」と呼びます。高分子化合物のうち、植物や動物を構成する物質のような自然界に存在するものは「天然高分子化合物」、石油などから人工的につくられるものは「合成高分子化合物」と呼ばれます。

合成高分子化合物の例を表1に示します。おもな特徴としては、① 木や金属などの天然素材より軽いものが多い、② 壊れにくく腐らない、③ いろいろな形に加工しやすい、④ 安価な原料で大量生産できるためコストを抑えられる、などがあげられます。

合成高分子化合物の課題

このように便利な合成高分子化合物ですが、問題もあります。たとえば、その多くは石油を原料にしてつくられるため、石油がなくなると供給が難しくなります。また、合成高分子化合物の多くは自然に分解されにくく長いあいだ残ってしまい、とくにプラスチックごみは海や地球環境を汚染する大きな原因になっています。この問題を解決するために、最近では新しい技術がいくつか開発されています。たとえば、トウモロコシやサトウキビからつくられるポリ乳酸のように、土や水のなかで自然に分解される「生分解性プラスチック」というものがあります。また、ペットボトルから新しい衣類をつくるなど、プラスチックのリサ

表1 合成高分子化合物の分類と身近な例

分類	製品	特徴	例
合成樹脂	PET (ポリエチレンテレフタレート)	軽い、丈夫、形を自由に変えられる	ペットボトル、食品トレー、スマホケース
	メタクリル樹脂	ガラスのように透明、軽い、割れにくい	有機ガラス、水槽、アクリル板
合成繊維	ナイロン	丈夫、伸びやすい、シワになりにくい	水着、ストッキング、リュック
	ポリエチレン	軽い、丈夫	レジ袋、紐、ロープ
合成ゴム	ポリエステル	軽い、シワになりにくい、乾きやすい	スポーツウェア、Tシャツ、カーテン
	ブタジエンゴム、 クロロプレンゴムなど	よく伸びてもどる、弾力がある	タイヤ、輪ゴム、ゴム手袋

イクル技術も進歩しています。

合成高分子化合物は、使い方やごみの処理方法もしっかり考えることが必要です。身のまわりのもの、どのような合成高分子化合物が使われているのか探してみてください。

ここからは合成高分子化合物の種類を詳しく見ていきましょう。今回は合成樹脂について説明します。

PET ってなに？

PET, ペット……かわいいボトル？ いやいやそうではありません。PETはポリエチレンテレフタレート (polyethylene terephthalate) の頭文字をとったものです。1941年ごろ、キャリコ・プリンターズ社 (イギリス) のJ. R. ウィンフィールドとJ. T. デイクソンによって開発されました。彼らは、エチレングリ

表2 PETの特徴

おもな用途	ペットボトル, 食品容器, 繊維 (ポリエステル), フィルムなど
透明性	高い (光の透過率が高い)
耐熱性	約 60 ~ 80 °C (耐熱 PET は 100 °C 以上)
強度	割れにくく, 引っ張り強度が高い
耐薬品性	酸・アルカリにやや弱い
リサイクル性	高い (ペットボトルはリサイクルが一般的)
吸湿性	低い (水をほとんど吸わない)
加工性	成形しやすく, 薄くても強度を保てる

コール (アルコール) とテレフタル酸 (カルボン酸) を脱水縮合させ, エステル結合で分子を重合させて, 高分子化合物のPETを製造する方法を発明しました (図1a)。PETは強度が高く, 乾きやすくしてシワになりにくいという特徴があり, おもに飲料容器や衣料などに使われています (表2)。

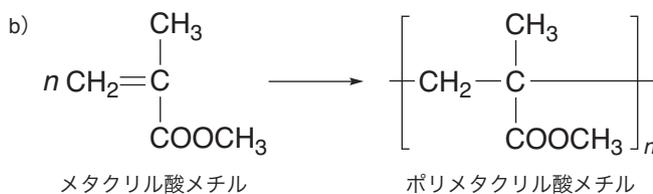
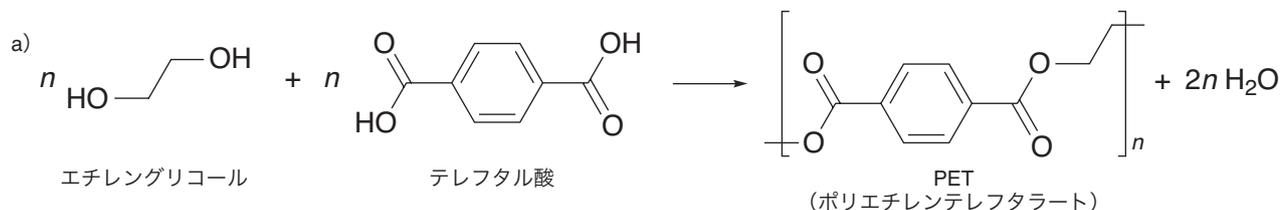


図1 PETの構造(a)と
ポリメタクリル酸メチルの構造(b)



図2 沖縄美ら海水族館の「黒潮の海」(a)と
中国の「珠海長隆海洋王国」(b)
a) ©Jordy Meow Licensed under CC BY-SA 3.0.
b) ©Trifonneke Licensed under CC BY-SA 4.0.

表3 ガラスと有機ガラスの違い

	ガラス	有機ガラス(アクリルガラス)
材料	二酸化ケイ素(天然の砂)	プラスチック(アクリル樹脂)
重さ	重い	軽い(ガラスの約半分)
割れやすさ	割れやすい(粉々になる)	割れにくい(ヒビが入る程度)
透明度	高い(光の透過率90%程度)	より高い(光の透過率92%以上)
強度	硬くて傷がつきにくい	傷がつきやすい
耐熱性	高い(500℃以上でもOK)	低い(100℃くらいで変形)
加工のしやすさ	硬くて加工しにくい	切ったり曲げたりしやすい
おもな用途	窓ガラス, 食器, 鏡, 光学レンズ	水族館の水槽, 飛行機の窓, 看板, スマホケース

巨大水槽をつくる有機ガラス

水族館の巨大水槽は、普通のガラスではなく有機ガラスからできています。一般的に有機ガラスは、ポリメタクリル酸メチルなどからなるアクリル樹脂を指します(図1b)。有機ガラスは透明性が高く、ガラスに代わる材料として広く利用されています。その優れた透明性と加工性により、今後も多く分野で重要な素材としての地位を保つと考えられています。

日本一の巨大水槽は、2002年にオープンした沖縄県の「沖縄美ら海水族館」にある「黒潮の海」という水槽です(図2a)。容量が約7500 m³(深さ10 m, 幅35 m, 奥行き27 m)あり、25 m プール約18杯分に相当します。約70種の魚がおり、世界最大級のジンベエザメやナンヨウマンタが泳いでいます。また、世界一の巨大水槽は、2023年にオープンした中国・広東省珠海市の「珠海長隆海洋王国」にある水槽です(図2b)。容量は約56,450 m³と美ら海水族館の約7.5倍もあります。これらの巨大水槽を構成している有機ガラスは、どちらもNIPPURA株式会社という日本のメーカーのものです。

ガラスを水圧に耐えられる強度にするには厚みが必要となります。普通のガラスを厚くするのは難しいですが、有機ガラス(アクリル)はパネルを接着させると厚みを増すことができます(表3)。美ら海水族館の有機ガラスの厚さは約60 cmありますが、最初から60 cmの厚さをもつのではなく、4 cmのパネルを15層も接着させてつくっています。このときに使う接着剤は、アクリル板と同質で屈折率もまったく同じものです。アクリルはガラスよりも透明度が高く、まったく濁りがない素材です。厚みを増しても透明度

を保てるため、水圧にも耐える透明で強いガラスをつくることのできるのです。また、アクリルは熱をかけると柔らかくなるので、曲げたり、ガスを入れて膨らませたりして、いろいろな形に加工できます。接着してから高温で成形するため、接着剤には透明度だけでなく耐熱性も求められます。

美ら海水族館では、このようにしてつくられた厚みのある有機ガラスを現地で7枚接着させて、つなぎ目のないパネルに仕上げた水族館の巨大水槽に使用しています¹⁾。



PETもアクリル樹脂も、私たちの生活にもはや欠かせないものになっていますね。それぞれの特徴の違いに応じて、さまざまな場面で使われています。今回は合成樹脂についてお話ししました。次回は、合成繊維と合成ゴムについてお話しします。

参考文献

1) いきものわ、「水族館の巨大水槽はどうやって作られているの? NIPPURAが誇るアクリル技術」, 2025年3月確認(<https://midori-ikimono.com/2024/04/11/nippura-suizokukan-interview-2024/>).



にしむら・よしかず ● 学校法人駿河台学園 駿台予備学校化学科講師, 1996年明治大学理工学部工業化学科卒業, <研究テーマ> 高等学校化学の教授法の研究とその普及, <趣味> 野球観戦, ランニング