



機能をもつ高分子のデザイン とその応用化学

竹 本 喜 一*

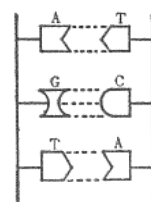
従来の高分子化学が石油化学に立脚して、プラスチック、ゴム、繊維など有用な材料を提供するための基礎学問であったことは申すまでもないことである。種々な方法で広汎な用途をもつ合成高分子が数多く産み出され、また天然高分子の改質などによって、よりすぐれた性質をそなえた樹脂材料が創造され、利用されて今日に至っている。

しかしながら時代の要求とともに化学者の欲望も限りがなく、これら高分子材料についてもさらに高度かつ複雑な機能をそなえた分子の合成に興味をもたれるようになって来た。初期にはイオン交換樹脂が、またそれにつづいて酸化還元樹脂、金属吸着性樹脂などが現われ、その研究内容もますます多彩になってきている。

われわれの研究室のメインテーマは、生体高分子として生命現象に直接にかかわり合いをもつ、もっとも重要な核酸と酵素を手本とし、これらが行なう機能を分子レベルで単純化して合成高分子の形でデザインし、工業化学的に応用の道を見出していこうとするものである。

その一つの核酸は生物体の細胞の中に広く存在し、生体の遺伝現象と、タンパク質の生合成とを化学的レベルでごく自然にやっつけのける仕事をしている。遺伝には複写(Copy)という操作があり、またタンパク質合成はもっと複雑で写しかえ(transcription)や翻訳(translation)という手段がふくまれてくるが、とりあえずわれわれがフラスコの中で“自然のまね”をしようとして始めた化学は、より単純な複写の化学である。核酸は割合と複雑な構造の高分子で、DNA という核酸では、2本の鎖がらせん状にからまっているが、このからまり合いは

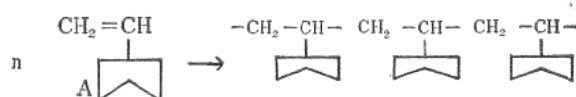
模式図に示したように4種の塩基が2種ずつ特



核酸の模式図

異的な対を形成する(その結合は水素結合などによる)ことででき上っている。遺伝情報の伝達などの本質が、こんな塩基間相互作用に秘められていることは大へん面白いことである。

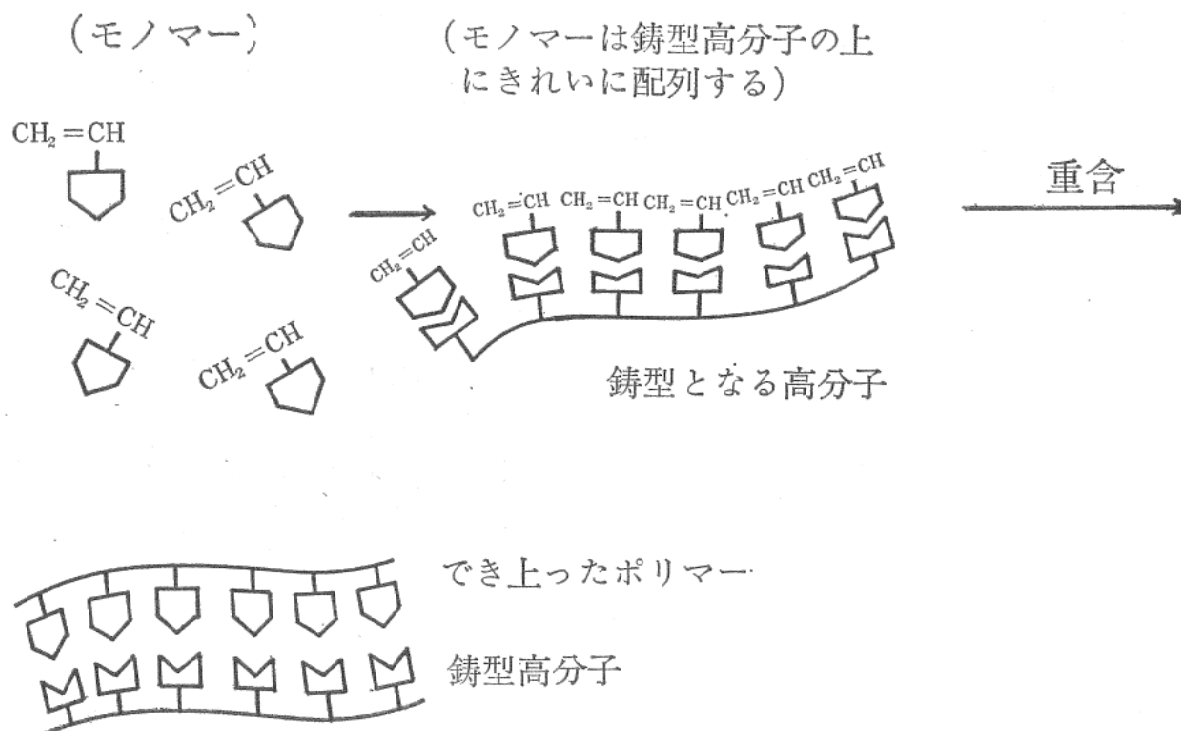
このA, T, G, Cといった塩基はプリンやピリミジンという複素環化合物に属するもので、有機化学的とはそうむづかしい構造のものではない。この点に着目してわれわれは、数年前からこれらの単位を含んだ重合性の有機化合物をつくり、種々の方法で高分子化して、いろんな構造と性質をもつ樹脂をつくり上げて来た。



(重合でA単位をもつポリマーにする)

さて得られたポリマーは、他の合成高分子ではみられない面白い性質を示すことがわかった。たとえばAの単位を側鎖に並べた構造の樹脂(上式)の中には、A(アデニン)対をつくる相手のT(チミン)をもつ樹脂と高分子間で相互作用するものが見出された。このAとTの結合は大へん特異的で、少しでも構造がちがっていたら全く相互作用しない。このように、従来生体内で核酸機能の本質をにぎっていた“聖域の仕事”をフラスコの中へ、モデル高分子のレベルに引き出し得た興味は大きかった。これを利用して、たとえば一方のAを含む樹脂はTを選択的に吸着してくれるので、クロマトグラフに 응용ができ、分離困難な化合物の混合体中から、1種の貴重な化合物だけを選択分離で

* 竹本喜一 (Kiichi TAKEMOTO), 大阪大学工学部石油化学科, 教授, 工学博士



きる結果もわれわれは得ている。現在粉末状の試剤を膜や繊維状に工夫して分離能の研究をひろげようとしているが、将来は薬学や医用臓器材料への応用にもつながりをもつものと期待している。

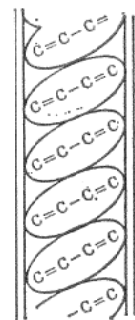
この仕事に関連して鑄型重合の研究も紹介しておきたいと思う。鑄型重合というのは、化学の言葉ではマトリックス重合とも呼んでいるが、要するに高分子を合成する重合や縮合とかの方法を、一つの鑄型となる高分子の存在下で行なおうとするものである。上の式をみて頂ければと思うが、AとTのような対を利用して重合を進めると反応速度も大きく促進され、かつでき上る高分子の分子量や化学構造が鑄型によってうまくコントロールされたものが生成する期待がある。これがうまくいけば情報の技術を化学レベルで合成分野にとり入れることになり、高分子の場合には従来の統計的な合成方法から、単分散（非統計的）な合成への質的転換が実現できるわけまさに革命的なことであろう。この難しいテーマに、われわれの材料を用いる研究を現在始めている。

これに関連してもう一つ、包接化合物を用いる重合（つまり高分子合成）というのを手がけ

てきている。包接化合物というのは一つの化合物（ゲスト分子）を他の化合物（ホスト分子）が一定空間内にとじこめて一種の付加化合物をつくったもので、われわれはホスト分子に天然物に関連したデオキシコール酸をえらび、それがつくる格子状構造の中へいろんな重合性モノマーをとじこめて、そのまま放射線をあてて重合させている。ちょうどホスト分子の中に、きれいに配列できるような、たとえばブタジエンの誘導体の場合には、結晶状のよい trans-1, 4 構造 100% のポリマーが得られるという、興味ある結果が出ている。

核酸塩基をふくむ機能性高分子の研究を押し進めている中心はわれわれのグループであるが、米国などに同業者も二、三あって心強い。このような高分子にはインターフェロン・インデューサーとして有効なものも現われ、薬学的にも興味の大きい分野となっている。

もう一つの研究方向は高分子触媒をテーマとするものである。この手本となるのは、天然の酵素であって、現在いろんな立場から多くの化



学者が酵素モデルの合成と機能に関する研究を押し進めている。われわれは合成高分子を一成分とする高分子触媒系をつくり上げ、それによって、従来の低分子触媒には見られない特異的触媒作用を実現するための基礎研究をここ数年来展開してきた。反応の特異性や高分子効果といった、酵素特有の性質が、デザインの容易なわれわれの触媒系についてもみとめられている。常圧、常温といった緩和な条件下、光照射のもとで特異的に作用する触媒系も開発しており、将来の省エネルギー的志向の化学反応開発の方向にもマッチできるものと期待している。

応用性のある材料研究として、天然高分子の改質についても二、三手がけている。セルロース材料は粉末、繊維状、パルプその他いろんな

形で扱うことができ、またその化学的改質も比較的簡単に行ない得る。セルロースの改質体で10種類ほどのものを誘導し、これらが微量の金属を選択的に吸着することを見出している。またえびやかにの殻から安価に得られるキチンという高分子は、キトサンという物質に誘導すると、金属イオンの種類に応じて異った美しい呈色を示すので、金属の検出剤や着色有機材料として開発できる可能性がある。

このような学問は、高分子化学と生化学との接点に立つもので、合成面と物性面とのつながりは大へん重要である。将来は分子レベルにとどまらず、分子集合体レベルでの考え方も志向されなければならない。それだけに限りない魅力に富んだ境界学問といえよう。