クローイングポリマー

分岐構造に魅せられて

田 聖

自然界が織りなすさまざまな構造には、ときにはとさせられるような美しさを感じることがある。小学生の頃初めて見た雪の結晶は美しくもあり、不思議でもあった。そんな純粋な感動を忘れかけていた大学4年生に筆者は石津浩二研究室に所属し、「星型高分子の合成と秩序構造形成」に関する研究が始まった。当時(今もだが)不勉強だった筆者は星型高分子がどのようなものかも知らず、ただ星型高分子を合成し測定するだけのいわゆる「目先のデータを求める」生活が続いていた。

ご存知の方も多いと思うが、星型高分子はある点から何本かの高分子鎖が伸びた構造をしている。通常の直鎖状の高分子が分子量や分子量分布というパラメーターで物性が変化するのに加え、星型高分子では腕数(分岐数)も重要なパラメーターとなる。腕数が少ないときは直鎖状高分子に近い挙動を示すが、腕数が多くなると直鎖状高分子からのずれは大きくなり一種の微粒子に近い挙動を示す。このような微粒子性の予想は20年も前に理論的に報告されている。では星型高分子で何か面白いものができるのだろうか? そう考え始めてから徐々にルーチンワークの毎日から星型高分子の意味を考える毎日へと変わっていった。そしてそのとき自然に注目することを子供のころ以来久しぶりに思い出した。どうしてウニはあんな形をしているのだろうか? ヒトデのあの形には何か意味があるのだろうか? そんな高分子を取り扱う上ではまったく意味をなさない子供じみた疑問がわいては消えてと繰り返された。結局、この自然をモチーフとした新しいテーマの創造は実現しなかったが、自然を再認識するということは強烈に印象づけられ、いつしか興味の対象は星型構造だけでなく他の分岐構造(樹枝状構造)やゲルのネットワーク構造、さらには雪の結晶のような自然が形成するさまざまな構造にも向けられていた。樹枝状構造とは字のとおり樹木の枝の構造で、川の分岐形態や体内の血管の広がり、変わったところでは軍隊の指揮系統も含まれる。このようにいろいろな分野で樹枝状構造が存在するというはこの構造自体に興味があるということで、この構造の本質は多数の末端へ、あるいは末端から短時間で伝達するためのもっとも効率のよい構造だと筆者は考えている。残念ながら星型構造に関する明確な意味はいまだに見つかっていないが、形状に対する関心はもち続けている。

①生年 ②大学(院)の研究室名
と研究テーマ ③現在の専門分野

①1971年 ②東京工業大学大学院理工学研究科/石津浩二研究室/スター・ブロック共重合体の合成と秩序構造形成に関する研究 ③ロッド-コイル型ブロック共重合体の合成とマイクロ相分離

そんな自然界に存在するいろいろな構造や形状に興味をもっていったとき、V. Percec教授のところへポストドクとして行くことになった。Percec研究室ではデンドリマー(デンドロン)の合成とその液晶性という大きなテーマがあり、デンドロンの外側にアルキル鎖を伸ばした分子をいろいろ取り扱っている。このデンドロンが扇形や円錐形に形状が変化しながら空間で配列し、カラムナー相やキュービック相などの液晶相を形成するのだが、初めて自分で合成したデンドロンがキュービック相を形成しているのをX線散乱測定で観察したとき、分子の形状(円錐形)が液晶相を支配しているのを目の当たりにして、ますます分子の形状の重要性を感じた。

結局、高分子を分岐させるということは高分子で形をつくるということではないだろうか? もともとは1次元の直鎖高分子を分岐させることにより2次元、3次元の形状へとつくりあげることができる。思いどおりの形状が得られるかどうかは合成の進歩にも影響されるだろうが、いつかは平板や立方体の形状をした高分子が合成されるかもしれない。

現在は分岐高分子ではなく、ロッド-コイル型ブロック共重合体を扱っている。分岐構造はないがロッド鎖という棒状の形状に起因するマイクロ相分離構造や凝集挙動はたいへん興味深い。まだまだ形状に関する研究も不十分だが、星型高分子のように多くの手を伸ばしている人からのアドバイスを参考に研究を進めていきたいと思う。

(UCHIDA, Satoshi 東京工業大学大学院理工学研究科・助手、博士(工学))

Wondering the Branched Structures