

応用面での多様な展開のために 着実な基礎を

筆者は「高分子反応」の専門家ではない。編集委員会からこの分野の研究内容の推移について意見・感想を求められたのは、岡目八目を期待されてのことであろうか。

年次大会・討論会での研究発表についての統計資料を見ると、「高分子反応」として分類された発表は、数から見ると比較的定常的なタイプの一つとなっており、年次大会についていえば第10回～20回まで20～40件、それ以降が40～60件といったところである。しかしこの分野についてはこれをそのままに受けとることはできない。研究内容としては「機能性高分子」と不可分の関係にあるからである。

高分子反応の研究は実用ととりわけ密接に結びついて発展してきた。セルロースからのいろいろな誘導体の合成や、ポリ酢酸ビニルからのポリビニルアルコールの合成に見るように、高分子反応の中心をなすのは官能基の変換であり、これによって高分子材料の改質からまったく新しい高分子の合成にいたる、多様な高分子材料への多彩な手法が用意されることになる。

この分野のはじめての成書は E. M. Fettes 編の 'Chemical Reactions of Polymers' (Interscience) で、1964年(第13回年次大会に当たる)の刊行である。それにつぐのは大河原信著の '高分子の化学反応' (上・下) (化学同人, 1972年) で、その下巻には「機能性高分子」という副題がつけられている。

*

そのことも示しているように、現在いう機能性高分子の多くが高分子反応を利用して合成され、またその機能の多くも高分子の反応に基づくものである。橋かけポリスチレンのスルホン化と、そのスルホン基によるイオンの交換は古典的で実用化されている代表例である。

高分子の官能基の変換は低分子有機化合物の反応と同じだけ多様で、これらを組合せることによって、いわゆる汎用高分子を基本にその多様な「機能化」を行なうことができるわけで、実用と直結しており、学会での発表には現われてこない非常に多くの研究が行なわれている分野と考えられる。

先に例をあげたイオン交換樹脂のほかにも、「機能性高分子」の分類に入っている高分子触媒、高分子錯体、感光性高分子等々は、まさに高分子反応そのものの応用の多様な面の例のいくつかと見ることができる。

実際、非常に近い内容の研究が「高分子反応」と「機能性高分子」のそれぞれの分類の中で発表されている場合が少なからず見受けられる。例えば、「スチレン共重合体に担持した金属フタロシアニンの触媒作用」と「高分子担持 RuO₂/Ru(bpy)³⁺ 系による水の酸化」のどちらがどちらの分類の中で発表されているかをいい当てるのはまず不可能であろう。

これはもちろん発表者がどちらの分類で発表したいかという意志を反映したものであるが、とりもなおさず高分子反応の研究が現在の「機能性高分子」の研究の発展の母体となっていることを示している。

「高分子反応」の中の小分類で発表件数の多いものの一つは「高分子と低分子の反応」であるが、そこでも何らかの意味の「機能」、例えば新しい反応性基の導入を目的とした研究が多く、そのための反応自体に重点を置く研究がここで発表されることが多いが、最終的に意図される「機能」に重点を置く立場との間で上に述べたように「機能性高分子」との重なりが生じる。これが「高分子反応」として分類されている研究発表の最近の状況の一面である。

*

「高分子反応」の中で独自の領域となっているのは「橋かけ・ゲル化」と「分解・劣化」である。

橋かけはゴムの加硫という古い歴史を持つ技術と関連した重要な分野で、件数は多くはないが常に研究発表を見ることができる。

分解・劣化も実用と直結した分野で、第2回の年次大会で「高分子合成」の件数3よりも多い4件の発表が行なわれていることは、この分野への関心の高さを示している。発表件数から見たピークは第21～25回年次大会にあり、このことは、数からだけではわからないことだが、高分子科学とその応用の経験した歴史の重要な一コマがそこにあることと対応している。

分解・劣化は文字通り高分子材料にとってマイナスの現象である。劣化は、高分子材料のふつうの用途においては、防止すべき変化であり、分解反応の研究はその基礎となるものである。第19回、20回年次大会の発表を見ても、光劣化と熱分解の研究が中心になっ

ている。「……による紫外線劣化防止」は代表的な例である。

ところが第 21 回年次大会になると「高分子化合物の光酸化崩壊促進法」と題する研究発表が出現する。劣化防止とは正反対に崩壊を促進しようというのは、安定な高分子材料の汎用化、大量生産にともない、当時顕在化したいわゆるプラスチック廃棄物の環境への影響に対する「対策」を目標としたものであった。ケトン基をもつ高分子の光分解の研究がそのころ多いが、同じ主旨からきている。しかし、これらの場合分解生成物の運命も当然明らかにされなければならない。さらに、この問題は個々の技術が生産—消費—廃棄または回収という、システム全体の中に位置づけられてはじめて意味をもつことを認識させるよい例となったといえるだろう。

*

より積極的な形では「プラスチック廃棄物の有効利用に関する研究」といった発表が、第 23 回から 24 回の年次大会にかけて行なわれている。微生物による高分子の分解の研究発表が見られるのもこの時期（第 25 回）の特徴である。

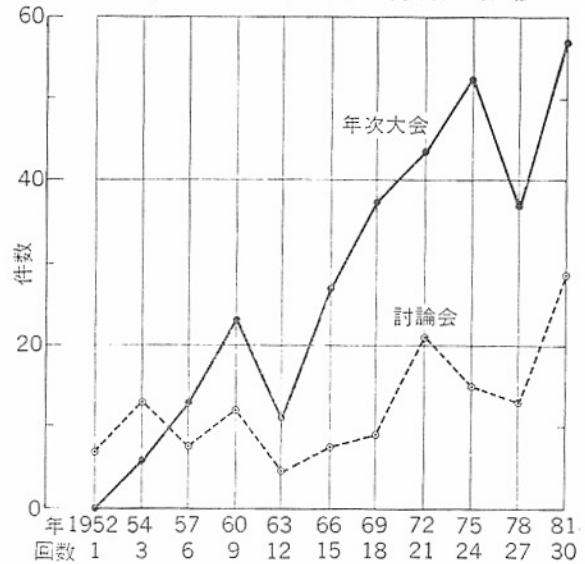
しかしその後は、上述のような目標をあらわにした研究発表は見当たらなくなり、分解・劣化についての研究は再びより基礎的な、ある意味では地味なものに戻ったように見える。第 27 回年次大会以降は、それまでであった「分解・劣化」という分類がなくなり、「高分子反応」という大分類の中に含まれる形となっている。

今後も、高分子反応の研究は、とくに応用とつながる面では、ますます多様に展開していくであろう。そのような多様性こそ、高分子の本質の一つだからである。この場合元になる高分子の構造は結合様式や分子量の点で不均一であっても、それほど問題でない。それをそのままに使いこなしてきた従来の考え方は、依然有効である。

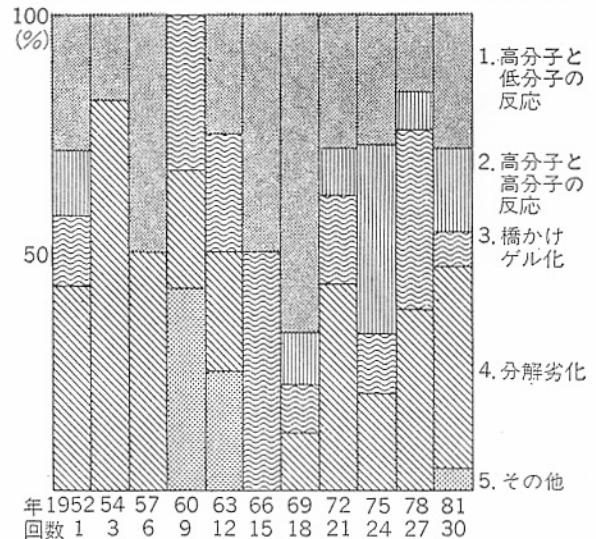
しかし真に基礎的な意味での高分子反応の理解にとっては、結合様式も分子量もそろった高分子が必要となる。すでに、マクロな意味では、高分子の上の反応基の協同作用とか、高分子のつくる微環境の効果は十分に認められている。一方、高分子の両末端の間での反応をその形態と確率的に関連させる試みも始まっている。高分子合成の規制方法の進歩は、これらを結びつけ、高分子反応の特質を明らかにし、新しい応用への展開をはかるための鍵となるだろう。

(東京大学工学部合成化学科・教授、専門=高分子合成・生体関連高分子)

高分子反応
第1表-年会・討論会発表件数の推移



第3表-高分子討論会の研究内容の推移



第2表-高分子学会年次大会研究内容の推移

