

飛躍の期待される縮合系高分子

高分子合成の領域の中で、重縮合、重付加関係の分野に焦点を絞って、ここ 30 年間の研究の流れを、高分子年次大会における講演件数を一つの尺度として眺めてみよう（付加縮合関係の講演も含む）。1950 年代は数件であったものが、1964 年から急増し、以後、例外を除けば 20~30 件となっている。1970 年代に入ってもこの水準は続き、むしろ漸増の傾向をみせている。最近では、年に 30 件内外の講演が行なわれ、ほぼ定常状態に入っているように思われる。以上はこの分野における研究の量の推移であるが、研究の質、言いかえれば研究の対象については、さらに大きな変化がみられた。つぎに、わが国における研究内容の推移について、ごく大ざっぱにたどってみる。

高分子学会が設立された 1951 年から同年代の終り頃までは、合成繊維としてのポリアミドやその他の新しい縮合系ポリマーの合成研究がその主流を占めていた。それは、Carothers のナイロンの発明による大きな衝撃により 1941 年に設立された日本合成繊維研究協会（高分子学会の前身）が、国策として合成繊維の研究を推進したことによっている。その当時、八浜、小田、岩倉らの諸先生を中心として、新しい縮合系ポリマーの合成研究が活発に行なわれていたのであり、その模様は初期の頃の研究論文誌「高分子化学」などによりうかがい知ることができる。この中で、岩倉らは、ジイソシアナートをはじめとする累積二重結合化合物とジアミン、ジオールなどとの反応を精力的に研究し、この種の合成反応を重付加反応として分類し、体系化している。彼らは、引続いて、ビスエチレンジアミン、ビスエポキシドなどの複素環状化合物とジアミンなどとの反応に研究を展開し、新しい開環重付加反応の基礎を築いた。これらの重付加反応や開環重付加反応による各種の新しい縮合系ポリマーの合成はその後も継続されており、この分野における岩倉らの貢献は非常に大きい。このほか、野口らはポリ- α -アミノ酸の研究を 1950 年代から一貫して行なっており、すぐれた業績を残している。

1950 年代も終りに近づいた頃、米国において界面重縮合法や低温溶液重縮合法が相ついで開発され、各

種の縮合系ポリマーを簡便に合成する方法が確立された。ほぼ時を同じくして、米国、ソ連を中心とする宇宙開発時代の幕明けとともに、耐熱性高分子材料に対する要求が一段と高まり、新たに複素環状構造からなる耐熱性高分子の探索研究が華々しく展開されていった。わが国においてもこの新しい動きに触発されて、1960 年代に入ると、耐熱性を有する複素環状ポリマーの合成研究が活発化していった。なかでも、岩倉らによって開発されたポリリン酸溶液重縮合法はこの種のポリマーの簡便な合成法を提供したのもとして高い評価を受けている。1960 年代を通して、岩倉らによる上述の研究や 1,3-双極性環化重付加反応、依田らの閉環重縮合などにより数多くの新しい複素環状ポリマーが生み出され、この分野の進歩に大きく貢献している。なお、新しい型の重付加反応として、長谷川らが光固相四点重合を見いだしたのも、この年代である。

1970 年代に入ると、研究の対象が少しずつ変化のきざしを見せはじめ、耐熱性高分子の研究がぼつぼつ下火となり、代わって、ポリアミド生成反応をはじめとする基礎的な研究の比重が増してくる。緒方、讚井らは、初期のアクリル酸誘導体の Michael 型重付加反応の研究から、活性エステルなどを用いる活性化重縮合の研究に入り、ポリアミド生成反応の基礎的研究の面で先導的な役割を果たしている。彼らは、さらに高分子添加剤を用いるマトリックス重縮合へと研究の展開を図っている。今井、上田らは、新しい複素環状ポリマーの合成研究のかたわら、ポリアミド生成反応の体系化に着手し、温和な条件下でポリアミドを生成するのに適した活性カルボン酸誘導体の分子設計を進め、ついで開環重付加反応によるポリアミドの合成を総括し、加えて、新しい高分子生成反応としてのビネログの求核置換重合の確立を図っている。三価のリン化合物を用いる直接重縮合の研究では、緒方、讚井らのほか、山崎、東らの寄与が大きく、特に高分子量のポリアミド、ポリエステルを直接合成する方法を開発した点は注目されている。一方、藤沢、小林らは一連の含硫黄縮合系ポリマーの合成を行ない、横山、佐藤らは新しい含リン縮合系ポリマーを求めて息の長い研究を続けている。セルロース系や糖残基を含む縮合系ポリマーの合成に関しては、大野らと岩倉、栗田らの研究が注目をひく。このように、1980 年代に入った現在、この分野の基礎研究はいずれも国際的に高い水準に達しており、特定の課題についてはむしろわが国

が世界をリードしているといっても過言ではない状況にある。

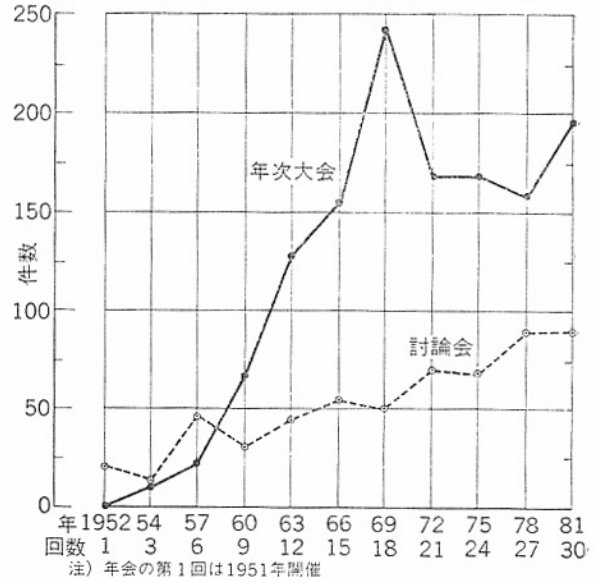
以上においては、主として基礎研究の流れについて述べてきたが、応用研究の面でも着実な進歩が見られる。本来、ヘテロ原子を主鎖に組込んで得られる縮合系ポリマーは、炭素鎖のみからなるビニル系ポリマーにくらべて、多様性に富んでいる。昨今、耐熱性、高結晶性、高強力高弾性率などの高性能を有する高分子材料や、医用高分子材料をはじめ、導電性、分離機能などをもつ多くの機能性高分子材料に対する要求が高まっているが、多様性に富む縮合系ポリマーこそが、これらの要求を満たすことのできるポリマーであるといえる。実際に、先に得られた基礎的な知見を生かして、高性能材料、機能性材料などを目指した応用的研究も多くなされており、この分野の、ひいては高分子工業の進歩に大きく貢献している。

すでに述べてきたことでわかるように、重縮合、重付加関係の分野の研究が、大別して、新しい縮合系ポリマーの合成と既存のポリマーの新合成法の開発の二つに焦点が絞られることは、今後とも変わらない。しかも、基礎研究と応用研究とを問わずである。この分野が、ビニル重合系の場合と比べて本質的に有機化学的色彩の強い分野であることを考えると、言い換えれば、応用有機合成化学の立場からすれば、有機化学の進歩とともに縮合系ポリマーの合成化学も進歩を続けるはずである。したがって、新しい縮合系ポリマーの出現の可能性は依然として強く、また、新しい合成法が見いだされる可能性も極めて大きい。その意味で、この分野は大変魅力的な研究分野であり、着実な基礎研究の進展とともに、近い将来、飛躍的發展につながるような新しいポリマー、新しい技術が生み出される可能性を秘めている。と同時に、今後、高分子工業の中で高性能、機能性などのファインな縮合系ポリマーの占める地位がますます大きくなるものとみられるため、応用的見地から新しい縮合系ポリマーの探索が続けられるならば、必ずや実り多いものとなる信じて疑わない。このように、縮合系ポリマーの研究分野は、一層の飛躍の期待される1980年代に入った今、基礎から応用まで多くの若い有能な研究者の参加を待っている。わが国のこの分野の高水準を維持し、さらに向上させるために、ともに携えて努めていこうではないか。

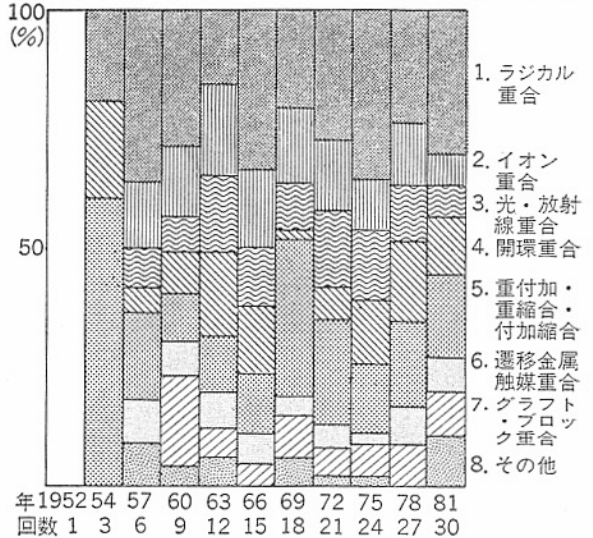
(東京工業大学工学部・教授、専門=高分子合成化学)

高分子合成

第1表-年会・討論会発表件数の推移



第2表-高分子学会年次大会研究内容の推移



第3表-高分子討論会の研究内容の推移

