今なぜ無機高分子か？

A Recent Trend of Inorganic Polymers

阿部 芳首

東京理科大学理工学部

ガラス、ダイヤモンド、陶磁器などの粘土鉱物、雲母やアスベストなどのケイ酸塩類が高分子に加えられる、無機高分子の地位が確立してから半世紀以上過ぎている。歴史の一ページに埋もれたものが多い中で、ほぼ同じ頃に工業化されたシリコンは、耐熱性、耐化学安定性、優れた物性故に現在も無機高分子のトップランナーとして開発研究が進められている。Kippingの研究以来省みられることのなかったポリシランも光機能材料、セラミックス前駆体としてよみがえり、今脚光を浴びている無機高分子の一つである。ポリシラン、ポリゲルマン、その他小数のものを除けば、炭素のカテナイションはむしろ例外としても、金属元素のカテナイションで主鎖が構成される無機高分子はほとんど研究されていない。通常ケイ酸塩類などの天然無機高分子、シロキサン、シラザン、カルボシランなどの合成無機高分子には、主鎖が熱力学的に安定なヘテロ結合から構成されているものが多い。有機金属高分子や遷移金属錯体高分子もこれに含まれるが、これらもまだ研究が充分に行われているとは言えない。

共役系不飽和結合を主鎖とする数少ない無機高分子にポリオスファゼンがあり、耐熱性、耐油性、難燃性、特異な物性により材料として実用化されている。擬共役結合のボラジン、アラゾール重合体はポリカルボシラン、ポリシラザンとともに現在特に研究のターゲットになっている非酸化物系セラミックス SiC , Si_3N_4 , BN , AlN の前駆体として、今後ますます先端材料の分野における研究が発展するものと思われる。過去に米、英、露が展開した航空宇宙用材料の開発競争では、天然のケイ酸塩類似のメタロシロキサン化合物 (Si-O-M 結合をもつ化合物で、 M-O-M 結合を有するメタロキサン化合物がその総称) もその対象になっていたが、応用面での成果は少なかった。しかし、その基礎研究はゾル・ゲル法と密接に関連し、この新しい方法によるニューガラス、ニューセラミックスなどの酸化物系材料の合成に生かされている。前述の非酸化物系セラミックスとともに、FRP, FRM, FRC などの複合材料用高性能 SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , $\text{SiO}_2\text{-M}_x\text{O}_y$ セラミックスの調製には、構造の制御されたメタロキサン化合物の新しい合成法が必要であろう。

有機高分子と無機物とが組み合わされた複合材料の多くは、その物性が両界面の化学結合に大きく影響を受ける。そのため、カップリング剤やバインダーを用いたり傾斜機能化して、界面の均一化が試みられている。さらに分子レベルの材料設計法も考えられている。単分子-多分子膜、層間化合物、ハイブリッド化合物などの合成がそれである。有機金属・金属有機化合物の CVD 法による酸化物薄膜、層間化合物への分子あるいはイオンの導入による有機-無機複合体、有機・無機両主鎖構造から構成されるハイブリッド、これらには従来の複合材料にない物性と用途が期待できる。

技術開発にはそれを支える材料が必要であり、無機高分子はそれを提供することのできる化合物である。そのために今当面する課題として、新しい無機高分子合成法、そのための原料、前駆体の構造とそれから得られる材料物性の検討が必要になるであろう。幸いこれまでに、有機金属化合物および金属有機化合物とその化学が蓄積されているので、これを基にして無機高分子を合成することができる。しかし、さらに材料の高性能化を図るには、その構造や物性を反映した前駆体がキーマテリアルになると考えられ、それこそ先端技術の発展に今必要とされているものに他ならない。

Yoshimoto Abe, 東京理科大学理工学部化学科 (278 野田市山崎 2641) 教授, 理博

<略歴>1964 年東京理科大学理学部応用化学科卒業, 1969 年大学院博士課程単位取得退学, 東京理科大学助手, 講師, フロリダ大学博士研究員, 助教授を経て 1989 年教授。