

第1章



基本構造と求められる資質

高分子工業の基幹用語において、フィラー(Filler)という言葉は世間一般の認知度がとりわけ低い。そのことはフィラーに関わっていると、切実なほどに実感させられる。高分子工業と接点のない方々でも「老化防止剤」や「加工助剤」「顔料」などの用語は、違和なく理解されることが多い。漢字の功名は大きく、初めて出会う異分野の用語でさえも類推は可能だ。ところが「フィラー」といった途端、「それって何ですか?」との問いに遭うことは珍しくもない。

次善の策として「フィラー」を止めて「充填材」と言葉を替えても、やはり理解は得られにくい。高分子組成物などと無縁な市井の方々は、「充填材」と聞かされてもその存在や具体的な用途などは思いつかないのだろう。身近にあふれている高分子製品だが、その外観からフィラーを視認することはできない。ポリマーに囲まれているような現代生活にも関わらず、フィラーのありように気づく機会は訪れないようだ。

大きな規模の公立図書館で、フィラーの技術書を探してみる。フィラーの組成要素から焦点を外すことのない、鉦物図鑑的な分析データや解説の類は書架に並ぶ。ただ、それ以上の内容に踏み込んだ、技術者にとって参考となるような成書はなかなか見あたらぬ。

書籍から離れ、インターネットに目を移す。そこにはマーケティング論の指南が行き届いている証左なのか、フィラーメーカーのホームページに技術情報の広報戦が展開されている。フィラーの情報や分析値は、容易に入手できる時代を迎えている。

組成物を対象としたフィラーの技術論を振り返ってみる。提唱された報文を見ると、バブル期(期間には諸説あるが、1986～1991年を指していることが多い)と括られた1980年代後半に、それなりの数が確認できる。玉石混交というより、玉と光るものは見つけれず“独善的な経験論”や、論拠薄弱な“フィラー選択論”などが葬り去られることもなく生息している。

ポリマーの選択が高分子組成物における設計の基本とするならば、フィラーの選定は「組成物製品の命運を握る」と表現するのがふさわしい。それほどまでにフィラーの影響力は群を抜いている。どのようにフィラーを選定し、それを活かす混練加工方法を選び、目的とするコンパウンドを完成させるのか。この問いは高分子系技術者に投げられた深い命題である。

フィラーの選定に定石などない。主役であるポリマーと混練装置の組み合わせに依

第3章

混練の基幹技術

1. 「混ざりやすい」と「混ざりにくい」の論理

コンパウンドの混練を行っているとき、感覚として「混ざりやすいフィラー」と「混ざりにくいフィラー」を感じ取る作業者は多い。彼らの会話表現としては「(このフィラーは)入りやすい・入りにくい」が多い。経験を積むほどに、その感覚は鋭敏化されるようだ。

混ざりにくさの原因に「回分の投入量が多過ぎる」を思いつく方は多い。事実、投入量を少なくすれば、フィラーのコンパウンド形成に要する時間は短くなる。ところが「配合指定されたフィラーの全量を、何を基準にして分割すれば完成までの時間が最短化されるのか？」という基本的な疑問は、現場レベルでは解決に至らない。

分割の方法に関しても均等割りが良いのか、回分差をつけるべきなのかなどの疑問に対して、明解な答えを用意することは難しい。そのような混練に関する素朴な疑問に対して、よどみなく答えられるような基礎実験を行える余裕は、少なくとも日本のコンパウンド製造業には与えられていない。

回分最適投入量というひとつの問題に絞ったとしても、コンパウンド形成に関与する要素が多岐に亘る。どの要素から実験を開始すれば効率的なのかとの問いには、五里霧中の世界が待っている。会社の枠を越えた共感性を有する実験法は、なかなか定まらない。

このような背景もあり、コンパウンド形成を目的とする混練と呼ばれる工程は、科学的あるいは客観的な考証が入りにくい領域として残され続けている。というより、誰も手を付けたがらないのかも知れない。自社の混練工程を同業他社に積極的に開示できる会社は存在しない。それほどに、日本では閉鎖性を感じさせる工程領域となっている。

多くの会社では、研究開発部門が組成物の配合設計業務を担う。少なくとも混練現場に比べれば、基礎的検証や実験に向いている環境にある。定量的なデータが揃えば、配合設計の根拠に説得力も生まれる。ところが、混練作業に対して研究開発部門が積極的に関与する体制となっている会社は少ない。配合は研究開発部門、混練は工場サイドが主導するメーカーがコンパウンド製造業の主流を成している。

配合設計を完成させるための実験や完成品の性能試験は、測定され管理されている

第5章



フィラーの性質と組成物への作用

第4節 鈳物系フィラー

鈳物系フィラーを厳密に定義することは難しい。もともと科学的な概念ではなく、産業上の区分概念に留まる用語だからである。理学的には、黒鉛粉も重質炭酸カルシウムも鈳物系フィラーである。それでは組成物技術者は混乱し、今まで受け継がれてきた業界の共通概念を乱すことになる。

本書では鈳物系フィラーの定義を「二酸化ケイ素(SiO_2)を主成分あるいは副成分とする鈳物において、その二次加工操作に化学反応を伴わないもの」とする。二次加工とは、採掘した鈳物に対する粉碎や分級操作、脱水目的の加熱工程を指す。

1990年代以降のコンパウンド配合論における鈳物系フィラーは、日のあたらなかった脇役といえる。今では、全容を語ることのできる配合技術者を探すことも難しくなった。合成系のフィラー選択では、属性に留意すれば大きな選択ミスは考えにくい。ところが、鈳物系フィラーは自然鈳物に対する自身の材料観が確立されないと、選択は茫洋化しやすい。

1. クレー (Clay)

直訳すれば粘土である。粘土の定義は、それぞれの学会が独自の考え方で決めている。そこに共通性や汎用性への配慮などは微塵もない。この状況が、他の分野の技術者が粘土を理解する際の障壁となっている。

たとえば、国際土壌学会と名乗る組織では「球状粒子の直径が $0.002[\text{mm}]$ 以下で構成されるもの」を粘土の定義として掲げている。鈳物の化学的側面を無視した定義であり、乱暴でもある。これではフィラーの多くが、粘土に区分されてしまう。ならば抽象的な「水を加えると粘る土になる」との説明の方が、はるかに腑に落ちる。

化学的には、含水層状ケイ酸塩を主成分とする鈳物を指すことが多い。1930年代以降、分析機器の発達に依って粘土の構造が把握され始めた。その結果を受けて、次第に層状に重なった結晶構造を取るケイ酸塩鈳物の総称となった。その後、非晶質や結晶に類似の構造を取る鈳物も粘土成分に含まれていることが判明した。現在では、