

## 予察灯

## 農薬製剤と機能性高分子

製剤技研

辻 孝三 (つじ こうぞう)

農薬製剤には多くの高分子が使用されている。それは高分子には非常に多くの種類やグレードがあり、またそれらは共重合やグラフト重合、置換反応などにより、自由に修飾でき、多様な物性を付与することができるからである。そして担体、結合剤、固着剤、分散剤、懸濁剤、増粘剤、ドリフト防止剤、物性改良剤、放出制御製剤等に用いられてきた。

しかし最近では作業者および環境に対する安全性の向上、省力化、生物効力の向上等が求められ、農薬製剤に要求される性能が非常に高度化している。このような高度な要求の達成のためには、高度の機能を持った機能性高分子の利用が重要になっている。そして、農薬送達システム (Pesticide Delivery System PDS) の理念も重要である。これは「必要なときに、必要な場所に、必要な量の農薬を送達する」という理念である。

このような理念が実現されれば、施用された農薬が有効に利用され、効力が向上し、環境負荷が少なくなり、作業者および一般の住民に対する安全性が向上し、省力化でき、かつ省資源も実現できる。このPDSはDDS (薬物送達システム) の考え方と類似しているが、種々の制約のためにDDSより極めて難しい (表-1)。

このPDSの理念に合った新しい技術が開発されるためには、主として放出制御技術と標的指向化技術の開発が非常に重要になる。放出制御技術は、主として農薬と高分子材料との相互作用を利用して達成することができ、機能性高分子材料が大きな役割を果たす。

放出制御技術には、時間的な放出制御と場所的な放出制御がある。時間的な放出制御技術は、徐放性製剤や時

限放出製剤が代表的なものである。また、温度、光、水分、微生物、標的等の刺激に応答する刺激応答性放出制御製剤もある。ここでは種々の刺激応答性を持った機能性高分子が用いられる。

標的指向化技術には、①能動的標的指向性、②受動的標的指向性、および③標的に関係した場所特異的放出等がある。

能動的標的指向性は製剤自身が標的に向かって移動するものである。通常は製剤で、このような機能は期待できず、現状では施用技術に依存し、標的の近くに施用する技術がいくつか開発されている。そして箱施用で用いる粒剤では機能性高分子が重要な役割を果たしている。

受動的標的指向性は標的が製剤に近寄ってきて、選択的に防除されるものである。ここでも機能性高分子材料が大きな役割を果たす。例えば農薬マイクロカプセルを標的害虫が物理的に破壊する場合はこれにあたる。この場合、高分子の強度が重要な因子になる。

場所特異的放出では、ワタの上だけで農薬を放出する機能性高分子や害虫の消化管の中でのみ農薬を放出する機能性マイクロカプセル製剤が報告されている。

最近の高分子科学では、合成二分子膜、単分子膜、超薄膜、ナノシート、ナノカプセル、ベシクル等の研究が進展し、さらに分子の自己組織化、分子認識、超分子、分子間力、疎水性相互作用等多くの機能を引き出す研究も広く行われている。さらにナノテクノロジーの発達やバイオミメティックスの考え方を応用した新しい技術が開発され、高度の機能性高分子材料が開発されていけば、現在では達成されていない種々の要望に応える非常に機能性の高い農薬製剤も可能になると考えられる。

また今後期待されるPDSの理念に合致した技術としては、自ら標的を検知し、必要な農薬を選択し、放出するような機能を持ったスマート製剤が考えられる。これが実現されれば、農薬の施用は環境負荷が少なく、非常に省力的、かつ安全で効率的なものになる。高度の機能性高分子などを含んだ種々のスマート材料やセンサー技術の開発が進めば、それらを農薬製剤に応用することによって、農薬の理想的なスマート製剤を開発することができる。今後の研究、開発の飛躍的な発展を期待したい。

表-1 PDSとDDSの比較

	PDS (農薬)	DDS (医薬)
対象系の状態	開放系	閉鎖系
環境条件	変化が大	一定 (体内)
材料・技術の制約	安価なもの	余裕あり
運搬媒体	なし	あり (血液、体液)
環境への影響	あり	なし