

特集「形態形成の統合的理解」によせて

平島 剛志

(シンガポール国立大学メカノバイオロジー研究所)

生き物の複雑で多様な形態がどのようにしてつくられるのか。そのしくみを理解することは、古くから続く生物学の大きな目標の一つと言えます。1917年に出版されたD'Arcy Wentworth Thompsonの名著“On Growth and Form”を皮切りに、形態形成に対する機械論的な知見は数多く積み上げられてきました。また、形づくりの設計図とも言えるゲノム配列の解読が進み、遺伝子工学の発展により、働く分子の実体解明も進められてきました。コトとモノの両面でうまく研究が進められてもなお、発生や成長の過程で複雑さを増していく形態形成は謎に満ちた現象で、そのしくみの理解を目指す研究には色褪せない魅力があります。

本特集では全体を4つの章に分け、研究の第一線で活躍されている先生方に最新の知見についてご執筆いただきました。

「Ⅰ. 形態の要素をつくるしくみ」では、形態の要素とも言える形・大きさ・対称性を決定する基本原理に触れます。細胞のサイズが決まるしくみ(原らの稿)や非対称性を生み出す極性形成(茂木の稿)に続いて、細胞集団の協調的な振る舞いがいかにして組織の成長や変形を実現するのかについて解説します(進藤, 近藤の稿)。

続く「Ⅱ. 技術による推進」では、形態形成の理解に資する最先端の技術を紹介します。空間情報を保持した遺伝子発現解析(木村らの稿)や組織変形・細胞動態の厳密な定量解析(森下の稿)は、今後欠かすことのできない研究手法になるでしょう。分析的な方法のみならず、材料工学に基づく生体組織特性の誘導(大山らの稿)や数理モデルのシミュレーション解析(佐藤の稿)といった介入・構成のための技術は、既に形態形成の謎を解き明かすための強力なツールとして活用されています。

「Ⅲ. 再構成系による理解」では、近年、注目が集まる再構成的アプローチに関する最新の研究例をまとめました。分子や細胞を利用し、現象を“つくる”ことでその設計原理を明らかにする挑戦的な試みは、新しい研究の切り口と言えます(宮崎, 戸田の稿)。更に、幹細胞からオルガノイドを誘導する研究は、細胞分化と形態変化を説明するための鍵となる実験系を提供し、基礎原理や疾患の解明などに大きく貢献する広がりを見せています(森本, 玉田らの稿)。

最終章の「Ⅳ. 多様な生物種に学ぶ」では、異なる生物種の形態形成研究を通して、形づくりの本質と多様性を生み出すしくみを紹介します。昆虫やクモ、ホヤなど各種の特徴を活かし、遺伝子制御ネットワークや細胞・細胞外基質の動態を明らかにする独創的な研究からは多くの学びがあります(田尻, 橋本, 秋山-小田, 古関らの稿)。種を越えて通底する、複雑で多様な生き物の形づくりの原理が見えてくるに違いありません。

ご多忙のなか、お時間を割いてご執筆いただきました著者の皆様に感謝申し上げます。