

多様性の階層構造のダイナミクス

千葉 聡

東北大学・生命科学研究科

生物システムには遺伝子から細胞、組織、個体、集団、生態系、そして景観という境界が認識可能な階層構造が認められる。生物学では伝統的にそれぞれの階層にシステムとしての独自性を認め、階層ごとの特性の理解を試みてきた。しかし分子レベルの研究手法の飛躍的な発展とともに、あらゆる階層の現象をマイクロレベルの現象に還元することが、生物システム全体の構造やパターンの本質を理解するために不可欠であるという立場が強く採られるようになった。一方で、生態学やシステム生物学などでは、依然として階層構造の意義を認め、創発を生物的ダイナミクスの本質と捉え、それをもたらす統一的な素過程を検出しようという視点に立つケースも多い。

このようなアトミズムとホリズム、あるいはボトムアップかトップダウンかという視点は、特に進化生物学において強い対立を引き起こしてきた。古生物学者 S. J. Gould と遺伝学者 R. Dawkins の間で長年にわたって闘わされた生物進化の機構に関する激しい論争は、このような2つの立場の対立の代表的なものである。しかし近年劇的に進んだゲノム研究の結果、この対立は意味をなさなくなりつつある。たとえば生態系の中で生じる生物間の相互作用というマクロな現象が、適応やシステムのソーティングを経て、どのようにゲノムレベルの構造を規定するか、つまりマクロな現象がどのようにマイクロな構造を決めるかという問題が注目されるようになってきた。また同時に、たとえば遺伝子発現のネットワーク構造が、表現型の可塑性を介してどのように群集構造に影響するか、という問題のように、マイクロレベルの現象がどのようにマクロレベルの現象に波及するか、という問題への興味も高まっている。つまり重要なのは、生物システムの異なるレベル間で、どのような相互作用が起きているかを知ることである。方法論として還元的アプローチが不可欠であることを認めつつ、全体の構造や各レベル独自の性質、そしてそれらの関係の理解が必要となっている。

本講演では、こうした研究の例として、マイクロレベル（遺伝子レベル）のダイナミクスとマクロレベル（群集・生態系レベル）のダイナミクスの相互作用の効果について紹介する。いくつかの仮定をもとに構成された生物のマイクロマクロシステムのモデルの解析結果に基づいて、遺伝子間相互作用の違いが群集・生態系レベルに波及し、群集構造や種多様性のダイナミクスの違いをもたらすことを示す。そして同時に、このような遺伝子レベルの性質を反映しつつ高次レベルのプロセスによって形成された群集構造や種多様性のダイナミクスが、今度は遺伝子レベルの性質やそのシステムに与える効果を規定することを示す。このようなマイクロからマクロに至るレベル間のフィードバックループの存在が、生物多様性の構造やそのダイナミクスの理解に必要であると考えられる。