

生物多様性・進化・保全生態学

鷲 谷 いづみ

地球規模でも、個別の地域においても「生物多様性」が危機に瀕している。生態系における一次生産者の役割を担う植物の多様性は、生物群集の多様性を規定する。したがって、植物の種多様性や種内の遺伝的多様性とその維持機構を把握することは生態系における生物多様性維持機構を明らかにするための前提となる。そのメカニズムの解明は、進化過程と生態的過程の両面からなされねばならない。

すべての生物の繁殖と存続がDNAの複製とタンパク質の発現という統一的な原理の支配のもとにあるにも拘らず、その基本的過程の共通性とは裏腹に、この地球上には様々な生き物が存在する。そのような多様性は、この地球の物理的・化学的環境のいろいろなレベルでの不均一性と変動、それに応じたダイナミックな環境と生物の相互作用、生物間の相互作用、さらにはそれらの歴史の変遷を考慮することによってはじめて理解が可能となる。「適応」、すなわち環境に適合した形質の獲得は、他生物をも含めた環境と生物の相互作用の進化的帰結であり、生物界における多様性を形作る原理でもある。

これまでの植物生理生態学は、適応的な生理的・形態的形質を種々指摘することに数々の成果をあげてきた。その一部は、植物の生態的挙動の生理・生化学的な機構を探る研究のなかからうまれるものである。私自身の数年前までの研究も、専らそのような性質のものであり、主として先駆植物の種子がギャップ(植被の間隙)を発芽場所として検出する機構や各種草本植物の種子が発芽季節を選択する機構を、自らの開発した発芽試験法や数学モデルに依拠して研究してきた。数学モデルは非休眠種子の発芽の温度・時間依存性の一般則を与えるもので、これにより異なる種子集団間の発芽挙動のより厳密な比較を可能とするものである。また、発芽試験法は2種類の段階的温度処理に対する種子の反応を比較することにより、種子集団の発芽・休眠温度特性に関する各種情報を得られるように考慮されており、これを用いることにより多数の種を対象としたスクリーニングが可能となる。野外でのフェノロジー調査、実生の成長解析、微環境測定と実験室での発芽実験を有機的に組み合わせ、多数の種を個別に、あるいは比較生態学的に扱った分析を行い、適応的なストラテジー(生態学的に共通点の認められる種群に繰り返し現われる共通の性質)を抽出し、そこに関与している生理的機構の多様性を明らかにした。

しかし、これまでの研究法では、見いだされる「適応的意義」はあくまでも「推測」にとどまる。適応的形質と言われているものが真に適応的であるか?、さらにはどのような状況のもとでどの程度に適応的であるか?を実証的に明らかにすること、すなわちその形質の「自然選択」を定量的に把握すること、換言すればその形質が適応度(fitness)に及ぼす影響を定量的に把握することが、「推

測」の域から脱して、「適応」に関するわれわれの科学的理解を一步前に進めるために是非とも必要である。自然集団における特定形質の表現型の自然選択は、数理統計的には適応度と当該表現形質値の「共分散(covariance)」として捉えることができる。ただし、個体の適応度には、その個体が死亡するまでに発現する多数の表現形質のみならず、空間的・時間的に変動する各種環境因子が個別に、あるいは相互作用的に影響を及ぼす。蛾の工業暗化の研究などを一部の例外として、これまで自然選択の科学的研究の主要な成果が集団遺伝学分野での理論的研究成果に限られていたのは、そのような複雑さが自然選択の実測を大きく妨げていたためであろう。しかし、計算手段が飛躍的に発展しつつある現在では、多変量解析的手法を駆使することによって、対象とする形質と状況さえ適切に選べば、自然選択を実測することは不可能ではなくなっている。その際、きわめて重要でありながら、しかもこれまでの研究で軽視されていたことは、個体間の適応度の差異におよぼす非生物的・生物的環境条件の空間的不均一性の影響の分析である。固着性の植物にとっては、光であれ花粉媒介昆虫であれ、利用可能な資源量の違いは、個体間の遺伝的変異よりも、はるかに大きな適応度あるいは適応度成分の違いをもたらす可能性があるからである。また、植物の無限成長能力に由来する資源獲得最適化への可塑的な形態形成は、環境要因の空間的不均一性の効果を一層複雑なものにする。

筑波大学に職を得てから今までの6年間、初歩的な段階ではあるが、草本群落および森林のいくつかの場面における実生の成長・生存に及ぼす光条件の空間的不均一性の影響の分析にも手を染めた。イネ科草本と競争条件にある大型一年生草本の実生についての研究では、種子形質(発芽時期と種子サイズ)とマイクロサイトの光条件の影響を併せて解析した。そのような研究の前提として、群落内の光条件の空間的不均一性と時間的変動をやや詳細に把握し、群落内マイクロサイトの実生個体が経験する複雑な光条件パラメータ群を少数の指標値に縮約する方法を検討した。これまでの研究では、比較推論に十分な例数には足りないが、異なる場面、異なる種について得られた結果から、光条件の空間的不均一性のスケールと種特異的な可塑的形態形成能力との関係によって、適応度(成分)におよぼす光の不均一性の効果が大きく左右されることが示唆された。今後は物理的・生物的環境要因とそれらの相互作用が個体群レベルの繁殖成功におよぼす影響をその時間的・空間的不均一性も含めて総合的に評価していきたいと考えている。

以上のようなアプローチによって種多様性や種内の遺伝的多様性の維持機構を明らかにしていく研究は、その研究対象として保全上重要な植物や植物群落、あるいは侵略的な外来植物などを選ぶことによって、種や種多様性の保護・保全の実際に役立つ有用な保全生態学的知見を得るための研究としてデザインすることができる。そのような一石二鳥が生物科学と環境科学に二股をかけている私の最適戦略であると思われる。しかし、私の研究は最近では必要に迫られて日に日に保全生態学的性格だけを増し、同時に保全生態学的「雑用」がドッと押し寄せてくるようになった。あちらでもこちらでも生物多様性が危機に瀕しているような現状ではそれはいたしかたない事と諦めて、学問と実務のごった煮のような仕事を結構楽しんでいく。環境科学というものはそのようなものなのかもしれないと自分だけで納得しながら。