

日本植物学会誌創刊 120 周年記念公開シンポジウム「21 世紀の植物科学を展望する」

2aSB1 ダーウィン仮説から考える進化の行方~進化ゲノム学入門~

清水 健太郎 (チューリヒ大・理・植物生物学)

地球上にはきわめて多様な生物が生存しているが、この生物多様性の分子遺伝学的な基礎はほとんど分かっていなかった。21 世紀に入り、ゲノム学、とくに進化ゲノム学によって、いわゆるマイクロ系の分子研究とマクロ系の進化・生態研究の統合的な研究が進んでいる。とくに、19 世紀のチャールズ=ダーウィン以来の生物多様性をめぐる疑問に答え、さらに未来の進化の予測に向かおうとしている。

ダーウィンの時代から、植物は、ヒトを含む生物全体を研究するためのよいモデルとなってきた。ダーウィンは、なぜ近交弱勢が存在するにもかかわらず自殖(自家受精)する生物が多いのだろうか?という疑問を持ち、植物を用いて大規模な自殖実験を行った。彼は 10 年にわたる自殖によって、生育のよい植物が時に現れることを発見し、**Hero** と名付けた。これは比較的短期間に劣性有害遺伝子が除かれうることを示している。これに基づき、交配相手が少ない状況では、自殖が進化的に有利になって自然選択がはたらくという繁殖保証モデルを 1876 年に提唱した。

我々は、モデル生物シロイヌナズナを用いた進化ゲノム学的解析により、このモデルの検証を行った。ヨーロッパ全域の 33 系統のシロイヌナズナのゲノム配列を解析したところ、自家和合をもたらす遺伝子 *pseudoSCR1* の変異が減少しており、自然選択が働いたことが支持された。さらに、進化の年代推定を行ったところ、数万年から数十万年前という、進化的にみて比較的短いタイムスケールで起こったことが示唆された。これは、氷期-間氷期サイクルの環境激変期であり、分布の急速な変化によって交配相手が少なかったと考えられる。こうした解析により、ダーウィンの繁殖保証モデルを分子レベルから支持することができた。さらに、アフリカのシロイヌナズナも表現型では同じく自殖性(自家和合性)だが、分子レベルの解析により、独立に自殖が進化したことがわかった。

人工的な地球温暖化によって、多くの生物の分布変化や絶滅が懸念されている。本研究は、それらに加えて、生物が非可逆な進化を起こす可能性も考える必要があることを示唆する。

2aSB2 ゲノムズベース作物戦略 ~人類共存の基盤を作る~

白須 賢 (理化学研究所 植物科学研究センター)

20 世紀において人口爆発がおり、世界人口は着実に増え続け 2007 年現在では 66 億人となっている。現在は毎日約 21 万人の割合で増加している。さらに 2050 年には世界人口は 90 億人以上になると予想されているわけだが、この今そこにある現実に対して食糧生産は追いついていけるのであろうか?現在の穀物生産量は約 20 億トンであるが、これを 30 億トンにするのは簡単ではない。この人類史上最大のチャレンジを解決するために植物学はどんどん重要になってくる。

今世紀初頭にシロイヌナズナ、イネなどの全ゲノム情報が明らかにされ、植物学は新時代に入った。だがこれらゲノム情報をどう利用すればこれまでの農業を発展させ、食糧問題を解決できるのだろうか?思い起こせば 2002 年 12 月小泉前首相により、イネゲノム解読終了宣言がなされた。これは歴史的な出来事であったが、同時にイネゲノムシーケンズプロジェクトが終了してしまったような印象を与えてしまった。非常に残念なことである。実際には本当のイネゲノムプロジェクトの開始を宣言するべきであったのだから。ゲノム情報は 1 植物のゲノム解析ではなく、同種の複数のゲノムを解析することによって、本当のパワーを発揮する。つまりゲノム(GENOME)ではなくゲノムズ(GENOMES)を解析しなければならない。例えば、24 種ほどある野生イネのゲノムもすべて解析することによって、イネがどのように環境に適応してきたかをうかがい知ることができるし、それを担う重要一塩基多型(Single Nucleotide Polymorphism, SNP)を選択的に導入していくことが可能となる。またコシヒカリは日本人の最も好む品種であり、このゲノムを解析して、日本人がどの遺伝子(あるいはどの SNP)を好むのか(つまり個々の文化が反映された SNP)を知るべきであり、また守るべきである。この数年のシーケンズテクノロジーの革命的発達でこんな計画が夢物語ではなくなってきた。つまりゲノムズベースでの作物戦略を考えていくことが可能になってきたのである。

## 2aSB3 生態系の構造・機能を衛星生態学で読み解く ～地球環境時代の生態学～

小泉 博（岐阜大学・流域圏科学研究センター）

21 世紀に入り、温暖化や二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）濃度の上昇などの気候変動、酸性雨や窒素流失などの環境汚染、土地劣化、資源枯渇など深刻な生態系の機能不全が顕在化している。このような地域・地球スケールの環境問題を包括的に捉える総合的・実践的な科学、「衛星生態学」の創生を目指して、岐阜大学では 21 世紀 COE プログラムを平成 16 年度から展開している。これにより、異質の機能と時空間スケールを持つ系が連続して分布しているような流域圏や地域生態系など、いわば複合生態系の統一的な理解の推進を可能にするアプローチを模索している。本プログラムの特長は、研究対象スケールおよび時空間分解能の異なるリモートセンシング研究と生態プロセス研究の完全な統合にある。生態プロセス研究では、従来の観測（バイオマス、生物生理活性）に加え、単位生態系全体の CO<sub>2</sub> フラックスを観測する手法が開発されている。リモートセンシングは従来、広域・同時・反復観測を最大の利点とし、砂漠化や森林破壊など主に地球環境の監視に利用されてきた。しかし 2000 年以降、人工衛星の地上観測センサーの時間・空間・波長分解能の向上に伴い、数 100m ～数 km 四方の範囲に含まれる生態系のもつ諸機能（植生の光合成活性、土壌の炭素貯留量など）を生態プロセス観測が対象とする数 m オーダーの空間分解能（例えば樹木 1 個体）で直接計測できる可能性が高まった。加えて、近年の気象学における数値モデルの発達により、小規模生態系と同じスケール（100m）での総合的議論が可能になった。これら 3 分野の研究手法の急速な進化は、単位生態系に含まれる構造と機能の成り立ちの解明に加えて、隣り合う生態系の相互関係—すなわち地域・地球レベルの生態系の成り立ち—の解明にも迫る新たな学問分野である衛星生態学の創生を可能としている。本講演では岐阜大学が取り組んでいる 21 世紀 COE プログラムを例にしながら、地球環境時代の生態学の一つの方向性について述べる。