

論文審査の結果の要旨

氏名 山本 荷葉子

本論文は4章からなる。第1章は、イントロダクションであり、第2章は緑藻ボルボックスの雄特異的遺伝子 *MID* の探索と発現解析、第3章は緑藻ボルボックス2種の性染色体領域 (SDR) と SDR 相同領域 (SDLR) の新規全ゲノム情報からの探索、第4章は総合的な議論が述べられている。

生物の生殖様式転換の進化に関しては、二倍体生物では全ゲノムデータを用いて多くの研究が実施されている。しかし、一倍体性染色体 (UV型) を持つ生物においてこのような進化のゲノムレベルの研究は行われていなかった。ボルボックス系列は一倍体の生活環をもつ有性生殖の進化のモデル生物群であり、ヘテロタリック種 (遺伝的に性が決定) からホモタリック種 (両性の配偶子が同株内に形成) への複数の進化が推測されている。本系列のヘテロタリック種では、両性で遺伝子の組成と並び方の異なる性染色体領域 (SDR) を一倍体性染色体の中に持つ。近年のゲノム解読から、ボルボックス系列の有性生殖の様々な進化段階の SDR の詳細が明らかとなり、卵生殖ボルボックス *Volvox carteri* の SDR は同型配偶・異型配偶の SDR と比較して顕著に長い (約 1 Mb)。しかし、ボルボックスにおける SDR の研究は *V. carteri* 以外は実施されていなかった。また、近縁なホモタリック種において、ヘテロタリック種の SDR がどのように進化したかは解明されていなかった。

本論文では、一倍体性染色体をもつ生物におけるホモタリックという生殖様式の進化基盤の解明を目的に、*V. carteri* が所属する *Volvox* 数種からなる単系統群 (*Volvox* 属 *Merrillo-sphaera* 節) の中の、近縁なホモタリック種 *V. africanus* とヘテロタリック種 *V. reticuliferus* を用いて、両種の雄特異的遺伝子 *MID* オーソログの探索と全ゲノムの比較解析を実施した。

第2章では縮重プライマーを用いて *MID* を探索した。その結果、ホモタリック種でも *MID* オーソログの存在を明らかにし、既知のヘテロタリック種のオーソログと比較して機能的制約に差がないことが示された。また半定量的 RT-PCR による発現解析から、ホモタリック種 *V. africanus* では雄群体での発現上昇と両性群体における発現低下が明らかになった。従って、ホモタリック種においても *MID* は精子束形成へ関与することと、群体の種類に関連した *MID* 発現調節機構が示唆された。第3章ではヘテロタリック種の SDR とホモタリック種の SDLR を新規全ゲノム情報から探索した。その結果、約 1 Mb の SDR が明らかになり、*V. reticuliferus* の SDR には 24 個の gametolog (雌雄相同遺伝子) と雌雄 3 個ずつの性特異的遺伝子が明らかになった。また、ヘテロタリック種 *V. carteri* との比較から、約 1 Mb の SDR が *Merrillo-sphaera* 節の共通祖先で獲得されていたと示唆された。更にホモタリック種 *V. africanus* で同様に新規全ゲノム情報を得て *V. reticuliferus* のものと比較した結果、*V. africanus* では *V. reticuliferus* の SDR を挟む常染色体周辺領域と相同な領域の間に、約 1 Mb の SDR に類似した領域 (SDLR) が明

らかになった。また、第2章で存在が示された *MID* は、同一配列が5つ同方向に並んで別の短い contig (short SDLR) にコードされていた。これらの遺伝子について系統解析を行った結果、SDLR が祖先種の雌の SDR 由来であることが示唆された。また、*V. reticuliferus* の残りの4個の gametolog のオーソログは *V. africanus* の常染色体領域に相同な contig に散らばって存在することが示され、3個が雄 SDR 由来と解析された。従って、*V. africanus* の雌的形質は SDLR、雄的形質はゲノム中に拡散された祖先種の雄 SDR 由来の遺伝子に起因することが示唆された。

以上のように、本博士論文提出者は分子細胞生物学的にはこれまでほとんど使用されていなかった近縁なヘテロタリックとホモタリックの *Volvox* の種を用いる独創性の高い比較生物学的研究手法を実施し、ヘテロタリック種の SDR がホモタリック種へ進化する際、どのようになるかを初めて明らかにした。

なお、本論文第2章と第3章の一部は浜地貴志・豊岡博子・土金勇樹・森稔幸・高橋文雄・関本弘之・Patrick J. Ferris・James G. Umen・松崎令・西村芳樹・河地正伸・水口洋平・野口英樹・豊田敦・野崎久義との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験及び解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。