



学 位 論 文 要 旨

専攻名 生物圏生命科学

氏 名 川瀬 純也



題 目 Studies on genome evolution and gain of sex determination system in *Seriola* species (ブリ類のゲノム染色体進化と性決定様式の獲得に関する研究)

魚類は極めて多くの多様性を獲得した分類群であり、脊椎動物のゲノム進化を考える上で基盤となる分類群である。また、魚類は、XY型の安定した性決定様式を持つ哺乳類とは対照的に、種間のみならず種内でも異なる性決定様式を保つなど、性決定システムと性染色体の進化を研究するのに適した動物でもある。

遺伝子地図はショットガンシーケンスをアセンブルして得られた Scaffold 配列の順列決定や、ゲノム進化を研究する上で不可欠である。染色体レベルのゲノムアセンブリは究極の遺伝子地図であるものの、現行の次世代シーケンサーで得られる配列のアセンブル技術では、得られたゲノム配列を断片的に連結するだけで染色体レベルのアセンブリを構築することは不可能であり、配列を整列するためには高密度の遺伝子地図が必要とされる。遺伝子地図には連鎖地図と物理地図の2種類が存在する。連鎖地図は家系解析や交雑などの遺伝学的な手法を用いて作製されることからマッピングされた遺伝子間の距離が遺伝学的距離により表現されるだけであり、性染色体のように減数分裂時に染色体の組換えを起こさない領域のマッピングが出来ないなどの欠点を持つため、ゲノム配列を整列化するには、正確性と解像度が十分ではないという問題点がある。一方、本研究で用いた Radiation hybrid map (RH マップ) などの物理地図は染色体上のマーカー間の物理的距離をそのまま反映し、染色体の組換えを起こさない領域でも遺伝子のマッピングが可能のため、連鎖地図のような欠点をもたないという特徴がある。

本研究で扱ったブリ類は、水産重要種であることから、本分類群のゲノムについての知見は水産業において非常に価値がある。また、非モデル生物であるブリ類は大型海産魚で、メダカやゼブラフィッシュといったモデル生物とは大きく異なる生態をもつため、脊椎動物の進化とゲノム進化の関係を理解する上でも役立つと考えられる。

第二章では、ブリの RH マップに新たに 181 マーカーをマッピングし、計 1,713 マーカーからなる遺伝子地図を作成した。この地図にブリのゲノムアセンブリ (200 配列、計 601Mbp) を位置づけ、さらにブリの EST の 13,977 配列をゲノム上にマッピングした。この遺伝子地図と統合されたゲノム配列を用いて、ブリゲノムと他 5 魚種のゲノム構造を比較した。ブリとメダカの染色体の間では、いくつかの遺伝子からなるブロックの転座が認められたが、染色体上のほぼすべての領域において発現遺伝子の並び (シンテニー) は保存されていた。硬骨魚類での全ゲノム重複 (TGD) が起こる前のゲノム構造を持つスポッテッドガーをリファレンスとして、TGD を経験した 4 魚種 (ブリ・メダカ・イトヨ・ミドリフグ) の進化の過程で生じた染色体構造の変化を推定した。その中で、ブリの染色体間の転座は他の 3 魚種と比べて、1.5 から 2 倍の頻度で起こったと考えられた。また、本研究において作成された遺伝子地図と統合されたゲノム配列は今後のゲノムワイド相関解析などブリ育種において大いに役立つと考えられた。

第三章では、カンパチのオス 10 個体とメス 10 個体の計 20 個体を用いて、性と相関のある一塩基多型 (SNP) を特定した。

(別紙様式第 6 号)

それらの SNPs は主に第 12 連鎖群上の contig43 と contig168 に位置していた。これらの SNPs の遺伝子型はメスにおいてヘテロ接合であり、ハプロタイプの推定によりメス個体はすべてメス特異的なハプロタイプを保持していることが示されたことから、カンパチは ZW 型の性決定様式を持つことが推定された。また、カンパチの発現遺伝子のマッピングの結果から、性相関 SNPs が位置する領域には、性分化に関わる遺伝子 (estradiol 17-beta-dehydrogenase 1、Sox8、Sox9 など) が存在することが確認された。カンパチの第 12 連鎖群とメダカの第 8 染色体は同祖的な染色体であるが、メダカの性決定因子は第 1 染色体に位置し、XY 型の性決定様式を持つことから、メダカとは異なるメカニズムでカンパチの性決定が制御されている事が示唆された。カンパチとブリのシンテニー解析および第 12 連鎖群全体のアライメントでは、発現遺伝子領域のみならずノンコーディング領域も種間で良く保存されていた。ブリと同じ *Seriola* 属の *S. dorsalis* においても estradiol 17-beta-dehydrogenase 1 が性決定に関与している可能性が報告されていることから、*Seriola* 属の性決定領域は *Seriola* 属の共通祖先において成立し、種分化後もそれぞれの種で保存され、魚類としては安定した性決定システムを保持していることが示唆された。

(備考) 日本語 (2000 字以内) または英語 (500 ワード以内) にまとめて記載してください。