論文審査の結果の要旨

氏名　伊藤　萌

本論文は５章からなり、第１章は general introduction、第２章はミトコンドリア DNA によるホソウミニナの集団構造解析、第 3 章はホソウミニナの系統地理学的研究のためのマイクロサテライト解析系の開発、第４章はマイクロサテライトマーカーによるホソウミニナの集団構造解析について述べられており、第５章は general discussion である。

日本列島の周辺海域は、更新世の氷期間氷期サイクルに伴う水温変化、海流系の変動や氷期における日本海の環境悪化など大きな環境変動を受けてきた。近年、こうした環境変動が、海洋生物の種分化や特徴的な集団構造の形成を引き起こして来た事が分子系統学的研究から明らかになってきた。地域集団間の遺伝的分化は分散能力の低い生物種で特に顕著である。日本周辺の干潟域の優占種で、プランクトン幼生期を持たない直達発生種のホソウミニナはその代表例で、黒潮沿岸と対馬暖流沿岸に分布する遺伝的に分化した２つのグループの存在が知られている。一方、人間活動に伴う人為的移動が様々な海洋生物で報告されており、本種でもカキ種苗の輸出に伴う北米への移入と爆発的な増加や国内でのアサリの輸送に伴う非意図的な輸送が報告されている。これまでの本種の集団構造に関する研究は、短いミトコンドリア DNA の塩基配列の基づくため、地域集団の形成過程や人為的移動の詳細を解明するに十分な解像力を持たなかった。本研究は、より長いミトコンドリア DNA の塩基配列データと、新たに開発したマイクロサテライトマーカーによる解析結果を総合する事で、こうした課題に取り組んだものである。

第 2 章では、日本、韓国および北米の計 47 地域で採集された 918 個体のホソウミニナについて、ミトコンドリアＤＮＡのＣＯＩ遺伝子の塩基配列（1020 塩基対）を決定し、集団構造解析をおこなっている。その結果、既往研究より詳細な種内の遺伝的多様性と遺伝的地理構造を明らかにするとともに、青森県尾駮沼と愛知県汐川干潟、岩手県宮古湾と宮城県万石浦、東京湾と瀬戸内海の地域集団間に人為的移動を示唆する遺伝的類似性を見出した。更に coalescence theory に基づく解析により、２グループの分岐以降の約４０万年間の集団の変遷過程を推定し、海洋環境変動との関連について議論した。

第 3 章では Lian 法および次世代シークエンサーを用いてホソウミニナのマイクロサテライトマーカー開発をおこない、２回の反応で 14 遺伝子座を解析する multiplex 系を構築した。マイクロサテライトは核ＤＮＡ上に存在する数塩基対の反復配列で、ミトコンドリア遺伝子に比べて遥かに進化速度が速いので、この解析系を用いる事で、本種のより詳細な集団構造やより短い時間スケールで個体移動の実態が、比較的簡便に解析する事が可能になった。

第４章では、このマイクロサテライト解析系を用いて、ホソウミニナの詳細な集団構造を明らかにした。その結果、黒潮沿岸と対馬暖流沿岸に分かれた２つのグループが三陸海岸で融合し、核遺伝子が混じり合う事で第 3 のグループを形成している事が示された。また、北海道を縦断する最近の人為的移動または鳥類による輸送によると考えられ

る長距離分散が検出された。また従来言われていた東北地方に加えて、西日本太平洋岸の個体も北米へ移入している可能性を示した。

第５章では、ミトコンドリアとマイクロサテライトマーカーによる結果を比較し、正確な集団構造の解明と個体移動の実態解明のためには、独立に遺伝するミトコンドリアＤＮＡとマイクロサテライトを併用する事が重要である事、移入種による生態系の撹乱を防ぐために、こうした手法による人為的移入のモニタリングが望まれる事などを論じている。

本博士論文は、ホソウミニナのミトコンドリアＤＮＡと核ＤＮＡ（マイクロサテライト）という遺伝様式が異なる遺伝子マーカーを用いて、遺伝的集団構造と人為的移動によると考えられる長距離間の個体移動が起きている事を明らかにした。得られた成果は過去の海洋環境変動が生物の遺伝的多様性に及ぼした影響に関する貴重な知見になるのみならず、地球温暖化などの人間活動に由来する将来の海洋環境変動の影響予測にも役立つ事が予想される。また日本内外における人為的移動を定量的に評価する事で、移入による在来生態系への影響評価や対策に有用な情報が得られるものと期待される。以上の事から、本研究は日本の沿岸生物の進化生物学および保全生態学の発展に大きく貢献するものと評価できる。なお本論文第２～４章は小島茂明、第２章は柚原 剛、第３章は上村了美、武島弘彦との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上より、博士（環境学）の学位を授与できると認める。

以上 1996 字