

論文の内容の要旨

生圏システム学専攻
平成 19 年度博士課程 進学
氏 名 杉原 奈央子
指導教員名 岡本 研

論文題目 東京湾湾奥部における外来種ホンビノスガイ (*Mercenaria mercenaria*)
の生態に関する研究

第 1 章 緒言

水生の外来生物による生態的および経済的被害は世界的に問題になっている。水生生物の多くは浮遊幼生期を持つことから、いったん移入・定着すると根絶させることが困難なため、移入経路、生活史、生態を把握した上で新たな移入や分布の拡大を防ぐことが求められる。ホンビノスガイ (*Mercenaria mercenaria*) は 1990 年代後半に東京湾への移入が確認された埋在性二枚貝である。本種の原生息地はアメリカ合衆国のフロリダ半島からカナダにかけてと広く、成長様式や繁殖期が生息地によって異なることが知られている。本種が移入した東京湾湾奥部は塩分変動が大きく、また富栄養化に伴って夏季に青潮が発生するため、底生生物にとって過酷な環境になっている。外来種が移入先で定着するためには、遺伝的多様性、生活史特性と環境耐性が重要であると考えられるが、東京湾湾奥部に生息するホンビノスガイについて、遺伝的多様性や野外における生態を明らかにした知見はほとんどない。一方、本種は日本国内で既に水産物として流通していることから、今後東京湾以外の海域にも人為的移動によって分布を拡大させる恐れがある。そこで東京湾湾奥部において本種の定着の状況を明らかにし、野外個体群の適切な管理方針を明らかにする必要がある。本研究ではまず 2 章で本種の遺伝的多様性と移入源推定のためにミトコンドリア DNA COI 領域の解析を行い、原生息地との比較を行った。3 章では東京湾湾奥部におけ

る本種の個体群動態を明らかにした。また 4 章では高水温および低塩分が本種の成長に与える影響を貝殻断面の微細成長線解析と環境との相関から調べた。5 章では得られた知見をもとに東京湾のホンビノスガイ個体群の今後の管理方法や国内他海域への移入の可能性について検討をした。

第 2 章 遺伝的多様性の把握および移入源の推定

外来生物は一般に遺伝的多様性が低いと予測されるが、近年の研究によって水生外来種では、遺伝的多様度が高い事例が報告されている。これはバラスト水や船体付着による複数地点からの移入や、繰り返し移入によるものと推定されている。ホンビノスガイでは既に原生息地である北米東海岸のミトコンドリア DNA COI 領域の遺伝情報が明らかにされていることから、本章では東京湾個体群との比較を行うことによって遺伝的多様性を把握し、移入源の推定を行うことにした。東京湾湾奥部の 5 地点（横浜、京浜運河、お台場、船橋、富津）から採集した計 135 個体を解析した結果、46 のハプロタイプと 44 の塩基変異が見つかった。このうち 9 ハプロタイプは北米東海岸で既に報告されているものであり、残りは新たに見つかったものであった。最も頻度が高かったものは、北米東海岸でも同様に頻度が高かったハプロタイプ 1 であり、出現頻度は 54 個体であった。次いで北米東海岸では Cape Hatteras 以南でのみ出現が確認されたハプロタイプ 3 が、全ての地点で計 11 個体に見つかった。残りのハプロタイプの出現頻度は 3 個体以下であり、原生息地でもこのようなマイナーハプロタイプが多く出現したことから、ホンビノスガイのミトコンドリア DNA COI 領域については多様なハプロタイプが存在することが明らかとなった。地点間の遺伝構造に有意差が見られなかったことから、東京湾湾奥部のホンビノスガイ個体群は同一のものであると考えられた。5 地点のハプロタイプ多様度は 0.828 と原生息地 (0.851) と同程度であったのに対し、塩基多様度は 0.0054 と原生息地 (0.0073) よりも低い値であった。また遺伝的多様度は奥まった運河で低くなる傾向が見られたことから、これらの場所には東京湾で産まれた浮遊幼生の分散によって分布が広がったものと考えられた。系統解析の結果、東京湾湾奥部の個体群はフロリダ半島周辺の個体群と類似性が高いことが明らかとなった。本種の移入については、遺伝的多様度の高さから、船舶に付随した繰り返し移入が起きている可能性と、遺伝的多様性の高い個体群からの移入の双方が考えられた。

第 3 章 個体群動態

ホンビノスガイは 1990 年代後半に移入が確認された比較的新しい外来種である。本種の個体群動態を明らかにするために、湾奥部の人工海岸である千葉県船橋市三番瀬海浜公園の潮間帯（以下船橋）、東京都港区お台場海浜公園（以下海浜公園）の 3 水深（0.5 m、2 m、

4 m) およびお台場海浜公園近くの船の科学館の棧橋下 (以下船の科学館) 水深 2~4 m に おいて毎月または隔月で採集を行い、得られた殻長頻度データをもとにコホート解析を行 った。調査期間は船橋が 2007 年 5 月から 2009 年 1 月まで、お台場の 2 地点は 2008 年 5 月 から 2010 年 5 月までとした。個体群密度は、船橋では 2007 年 10 月の最大密度 41 個体/m² から漸減する傾向が見られ、2008 年 12 月には 12 個体/m² となった。海浜公園では水深 2 m および 4 m に分布し、密度は 23~63 個体/m² であった。船の科学館では 31~63 個体/m² の 間で密度が変化した。コホート解析の結果、船橋では 3 つのコホート、海浜公園では 5 つ のコホート、船の科学館では 2 つのコホートが分離された。各コホートの平均殻長の変化 を地点ごとに von Bertalanffy の成長式に近似させたところ、船橋の成長が最も良かった。船 橋と船の科学館ではそれぞれ卓越年級群が存在し、それらは高い生残率を示した。東京湾 の湾奥部では夏季に溶存酸素濃度が著しく低下するが、個体群は維持されていた。加入は 船橋において 2007 年 5 月、10 月、2008 年 10 月の 3 回確認され、お台場においても 5 月頃 と 9 月~11 月にかけて加入した。しかし、それらの密度は低く、今後大規模な加入がなけ れば個体群が縮小する可能性が示唆された。

第 4 章 貝殻微細成長線からみた高水温および低塩分ストレスが成長に与える影響

本種の貧酸素に対する耐性は 3 章の生残率の高さから明らかになった。しかし、東京湾 の潮間帯では致死的でなくとも、夏季の高水温や低塩分が本種の成長や繁殖に影響を与え る可能性がある。本章では潮汐サイクルに伴って貝殻断面に形成される微細成長線解析に より、水温および塩分がホンビノスガイの成長に与える影響を調べた。

実験は 2010 年 6 月から 2011 年 7 月まで、千葉県習志野市の谷津干潟において行った。 標識再捕獲実験を干潟内で毎月繰り返し、再捕獲した個体を用いて微細成長線解析を行っ た。実験は干潟内の 2 地点で行い、それぞれの地点に生息する個体を用いた。地点 A では 3 つのサイズ (2010 年 6 月時点の殻長が大型 : 殻長 65 mm 以上、中型 : 45-55 mm、小型 : 45 mm 以下) について、地点 B では 1 つのサイズ (地点 A の中型とほぼ同サイズ) について 標識再捕獲を行った。実験期間中はデータロガーを用いて水温および塩分をモニタリング した。また毎月採集した個体の生殖腺の組織学的観察から成熟度の判定を行うとともに、 グリコーゲン含量を測定した。環境要因として底質および海水の植物色素量、底質中の有 機物含量と酸化還元電位を測定した。

再捕獲した個体の微細成長線解析の結果、地点 A の大型個体はほとんどの月で成長が見 られなかったため、解析から除外した。中型、小型個体では 3 月の後半から 10 月の後半に かけて成長したが、朔望日輪幅の平均値は中型個体では 9 月に、小型個体では 5 月に最も 大きくなった。また成熟度指数は 8 月と 4 月に高くなった。どちらの場合も翌月の 9 月お

よび 5 月には低下したことから、産卵期は年に 2 回あることが示唆された。グリコーゲン含量は成熟度指数と同様の傾向を示した。

植物色素量は 2 地点とも底質は 8 月に、海水は 7 月にピークが見られた。また底質中の有機物含量は 2 地点でピークが異なり、地点 A は 1 月、地点 B は 10 月に最も高かった。酸化還元電位はほとんどの月で地点 A の方が低く嫌氣的であった。

微細成長線解析を行った全ての個体の朔望日輪幅と水温および塩分の相関をプロットしたところ、原生息地の北米で報告されている高水温による成長停止は見られなかった。ただし、7 月は底質が好氣的でクロロフィル量が高く、水温が好適条件であったにも関わらず、地点 B では成長線形成本数が少なく、朔望日輪幅が 8 月、9 月に比べてせまくなり、成長の低下が見られた。これは 7 月に観察された低塩分 (8 psu) によると考えられた。また低塩分・高水温の成長に対する影響は小型個体よりも中型個体でより顕著であった。

第 5 章 総合考察

2 章の結果から東京湾のホンビノスガイ個体群は高いハプロタイプ多様度を有することが明らかになった。系統解析の結果からフロリダ半島の個体群との類似性が示唆されたことから、東京湾の個体群は北米東海岸の南方の個体群に由来すると考えられた。3 章の個体群動態の解析結果から、加入は最大で年に 2 回あるが、現在の個体群を維持しているのは過去に加入に成功した年級群で、これらの大型の卓越年級群の生残率は高いことが明らかになった。4 章の結果から、本種は東京湾湾奥部における夏季の低塩分、高水温にも耐性を持ち、成熟しうることが明らかとなった。本研究の結果から、ホンビノスガイは少ない加入、高い生残率という K 選択的な生活史戦略によって個体群を維持していることが明らかとなった。今後の個体群拡大を防止するためにはさらなる移入を防止するとともに、大型サイズを段階的に駆除することが有効であると考えられる。大型個体を間引くことによる加入への影響については今後精査する必要があるが、大規模加入が起きる前に可能な限り大型個体を駆除することが本種の管理にとって有効であると考えられる。既に本種は水産対象種として千葉県で漁獲されていることから、漁業を活用した外来種の駆除について、今後検討を行う必要がある。