

学 位 論 文 題 名

Ecological study on spawning and early life stage of the
brackish water bivalve *Corbicula japonica* in Lake Abashiri

（網走湖におけるヤマトシジミの産卵及び
初期生活史に関する生態学的研究）

学位論文内容の要旨

Corbicula 属の二枚貝は赤道を中心にアメリカ大陸を除く各大陸とその周辺の汽水から淡水域に分布しており、熱帯地方を分布の中心とする属である。日本はその分布の北側への張り出し部分に位置する。日本には3種の *Corbicula* 属（マシジミ、セタシジミ、ヤマトシジミ）が生息している。北海道にはヤマトシジミのみが生息しており、ヤマトシジミは最も北方に生息地を広げた種である。日本でヤマトシジミは年間約2万トン漁獲されており食料として重要である。

本研究は、ヤマトシジミ生息域の北限近くに位置する網走湖において、ヤマトシジミの生態学的な基礎知見を得ることを目的として、（1）産卵生態、（2）浮遊幼生生態、（3）好適着底環境、（4）稚貝成長を明らかにした。本研究により得られた知見は、南方の生息地で得られていた知見とは大きく違う部分があり、北方の生息地における資源管理および環境保全に役立つ重要な基礎的情報を与える。

（1）産卵生態

網走湖ではヤマトシジミの浮遊幼生の出現が極端に少ない年がある。この原因を明らかにするために、①卵巣・精巣の組織観察、②水温・塩分と産卵確率の関係解明、③発生と塩分の関係解明、④産卵期における水温・塩分と浮遊幼生出現状況との比較、⑤過去の産卵状況と水温・塩分との関係調査を行った。

その結果、①浮遊幼生の極端に少ない年はほとんど産卵および放精をしていない。②産卵には水温約24°Cおよび塩分2psu以上が必要である。③卵が正常なD型幼生に発生するには塩分3.1psu以上が必要である。④室内実験で求めた産卵と水温・塩分の関係は、野外での浮遊幼生の出現状況と一致している。⑤網走湖では過去21年のうち10年は主に低水温のため産卵しなかったと推察される。

（2）浮遊幼生生態

満潮時に海水が流入するため、網走湖は水深約 6m を境界として高塩分で嫌気的な底層と低塩分で好気的な上層の二層構造を持つ。上層部の塩分は年により変動し(0.3~6psu)、浮遊幼生の発生に十分な塩分が常に維持されている環境ではない。ヤマトシジミが孵化してから着底するまでの過程を明らかにするために、①浮遊幼生の密度とサイズの垂直変動、②環境(水温、塩分、濁度、蛍光値)の垂直変動、③浮遊幼生期間と着底サイズおよび浮遊幼生期間の延長の有無を調べ浮遊幼生の着底過程を検討した。

その結果、①大型の浮遊幼生(殻長 180~200 μ m)は表層(水深 0.2m)に分布しており、小型の浮遊幼生(150~170 μ m)は二層の境界付近に多く分布している。②大型が多い水深の塩分は幼生の発生にはやや不十分な 2.7psu、小型が多い水深 6m の塩分は幼生の発生に十分な 3.7psu であった。③浮遊期間は底質が砂の場合は 2~6 日であり、底層が海水の場合浮遊期間は延長され 5~10 日になった。着底サイズは 160~180 μ m であった。

ヤマトシジミの浮遊幼生は、その発生に塩分が必要な時期は十分な塩分がある境界付近で過ごし、低塩分に耐性が備わった時点で風向流による輸送が期待できる表層に移動すると考えられる。水平輸送のシステムとしては、スカラー量である塩分に対して浮遊幼生が能動的に移動しているとは考え難い。おそらく表層の風向流と境界付近の逆向きの流れによって、浮遊幼生は輸送されると考えられる。低塩分に耐性が備わった時点での上方への移動に関しては能動的に行っている可能性がある。

(3) 好適着底環境

ヤマトシジミの好適な着底環境を明らかにするために、湖内の水深 1~5m の 33 地点について、着底稚貝量と底質の環境(有機炭素・窒素量、有機炭素/窒素比、強熱減量、水分含量、全硫化物量、粒度組成)を調べた。

その結果、稚貝は有機物とシルト・クレイの少ない砂質の地点に着底し、有機物とシルト・クレイの多い地点には着底しないことが分かった。各環境変数は互いに強い相関が見られたので、どれか一つの環境変数を基準に好適環境を判断することが出来る。着底に適した底質は、微細砂とシルト・クレイの合計が 37%以下の地点である。

底質環境がヤマトシジミの湖内での分布を制限している大きな要因である。漁場の造成やヤマトシジミの移殖を検討する場合は底質環境に十分配慮する必要がある。

(4) 稚貝成長

網走湖でのヤマトシジミ稚貝の成長は、殻表面の年輪構造の解析から南方の生息地の場合と同様に速く、満 1 年で殻長約 5mm まで成長するとされてきた。しかし、微細な稚貝が年中見られ、稚貝の成長は過去の報告よりも遅いことが推察されていた。ヤマトシジミの産卵規模は 95 年、96 年および 98 年に著しく小さく、97 年に中規模

の産卵が観察され、稚貝の成長モニタリングに好都合の条件が揃った。そこで、網走湖におけるヤマトシジミ稚貝の成長を明らかにするために、97年級群の殻長を約2年間追跡した。また、網走湖の環境を同時にモニタリングし、差分法と最尤法を用いた環境-成長モデルを開発し、稚貝の成長と環境の関係を解析した。

その結果、網走湖におけるヤマトシジミは満1年で殻長0.6mm、満2年で殻長2.1mmまでしか成長しないことが分かった。また、殻長の日間相対成長率(s)は環境変数と稚貝の年齢を説明変数として $s = 0.011 / \{1 + \exp[-(-18.3A_1 - 10.0A_2 + 0.68T + 0.44WF)]\}$ (A_1 , 貝の年齢が0または1歳の時に1、その他の時に0の値をとるカテゴリカル変数; A_2 , 貝の年齢が2歳の時に1、その他の時に0の値をとるカテゴリカル変数; T , 水温; S , 塩分; WF , 蛍光値)で表された。網走湖におけるヤマトシジミ稚貝は水温が10℃以下では成長せず、水温が10℃を越える時期は水の蛍光値(水中の植物プランクトンの量を反映する環境変数)に大きく依存して変動することが分かった。

本研究で開発した成長モデルと網走湖でのヤマトシジミで求めたパラメーター値を用いて、宍道湖の環境データを基にヤマトシジミの成長をシミュレートすると、その結果、満1年で1.4mmまでしか成長しないという結果になった。これは実際の宍道湖での成長(初めの冬までに6.7mmまで成長する)よりも明らかに過小評価である。このことは両生息域での成長差が環境の違いだけでは説明できないことを示しており、網走湖でヤマトシジミ稚貝の成長が著しく遅いのは遺伝的特性である可能性がある。多くの二枚貝では高緯度に生息するものほど初期成長が遅く寿命が長いことが報告されている。網走湖でヤマトシジミの初期成長が著しく遅いのは、この現象の極端な例であると考えられる。

< 結論 >

本研究で北方の生息地に特有なヤマトシジミの生態学的知見が得られた。①水温の低い冷夏の年は産卵に失敗する。②初期成長が著しく遅い。これらの特徴は、北方の生息地におけるヤマトシジミの人為的増殖は南方よりも遥かに難しいことを示しており、北方の生息地では環境保全がより重要となる。環境保全として重要なのは、生息域の塩分濃度(産卵に必要な2から5psu)の維持と、流入河川からの泥の流入防止である。塩分濃度は定期的なモニタリングにより適量の淡水および海水の流入が維持されているか監視していく必要がある。泥の流入防止に関しては、湖および流入河川周辺の森林やヨシ原の保全が重要である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 中 尾 繁

副 査 教 授 池 田 勉

副 査 助 教 授 五 嶋 聖 治

学 位 論 文 題 名

Ecological study on spawning and early life stage of the brackish water bivalve *Corbicula japonica* in Lake Abashiri

(網走湖におけるヤマトシジミの産卵及び
初期生活史に関する生態学的研究)

この研究は、ヤマトシジミ生息域の北限近くに位置する網走湖において、ヤマトシジミの生態学的な基礎知見を得ることを目的として、1) 産卵生態、2) 浮遊幼生生態、3) 好適着底環境、4) 稚貝成長について明らかにしたものである。

- 1) 卵巣・精巣の組織観察、水温・塩分と産卵確立の関係、発生と塩分の関係、産卵期の水温・塩分と浮遊幼生出現の関係、および過去の産卵状況と水温・塩分の関係調べた結果から、産卵には水温 24°C 、塩分 2psu 以上が必要であること、卵の正常なD型幼生発育には塩分 3.1psu 以上が必要であることを明らかにし、また、室内実験の産卵と水温・塩分の関係は野外の浮遊幼生の出現状況と一致し、網走湖では過去 21 年のうち 10 年は低水温のため産卵しなかったと推察している。
- 2) 海水が流入する網走湖は水深 6m を境にして、好氣的で低塩分の上層と嫌氣的で高塩分の下層の二層構造を持つ。
浮遊幼生の密度とサイズの垂直変動、環境要因の垂直変動、浮遊幼生期間と着底サイズ、および浮遊幼生期間の延長の有無を調べた結果、大型浮遊幼生は塩分 2.7psu の表層、小型浮遊幼生は塩分 3.7psu の水深 6m 付近に多いこと、浮遊期間は底質が砂の場合は 2~6 日、底層が海水の場合は 5~10 日であること、着底サイズは $160\sim 180\mu\text{m}$ であることを明らかにした。
- 3) 着底稚貝量と底質環境の関係から、微細砂とシルト・粘土が少ない (37%

以下) 底質が好適な環境であるとし、この環境が網走湖のヤマトシジミの分布を制限しているという。

- 4) 産卵が比較的順調であった 97 年級群の殻長を 2 年間追跡した結果、満 1 年で殻長 0.6mm、満 2 年で 2.1mm まで成長した。また、差分法と最 法を用いた環境—成長モデルから、稚貝の成長と環境の関係を解析した結果、水温 10°C 以下では成長せず、 10°C 以上では植物プランクトン量に成長が依存することを明らかにした。

このモデルと網走湖のヤマトシジミのパラメーター値、宍道湖の環境データを用いて、成長をシミュレートすると、満 1 年で 1.4mm までしか成長せず、宍道湖で報告されている成長より明らかに小さい。このことより、網走湖の本種の小さい成長量は環境だけでなく、遺伝的特性もあることを推測している。

得られた知見は、南方の生息地のそれとは大きく違う部分があり、北方の生息地におけるヤマトシジミの資源管理や環境保全に役立つ貴重な情報を提供するものである。審査委員一同は本論文が博士（水産科学）の学位を授与される資格があるものと判定した。