

学 位 論 文 題 名

北海道津軽海峡沿岸における
マコガレイ Pleuronectes yokohamae 仔稚魚の
時空間分布と摂餌生態に関する研究

学位論文内容の要旨

マコガレイは北海道南部から大分県付近、朝鮮半島南部、東シナ海の沿岸に生息する温水性種である（松原, 1955; 川崎・佐々木, 1980; 塩垣, 1985）。北海道函館湾から木古内湾に至る津軽海峡沿岸においてマコガレイは 1985-1999 年に年間 173-349 トン漁獲され（石野・佐野, 1997; 北海道, 未発表）、この地域における重要な漁業資源となっている。資源の持続的有効利用策定を目的とした成魚・未成魚の調査は 1994 年に始まり、北海道側の集団は対岸の青森県側の集団とは生殖的に隔離されていること（石野・佐野, 1996）、他の海域に比べて満 3 歳以降の魚体が大型であること（Shafieipour et al., 1999）が明らかとなった。また、高水準の資源状態が維持されている要因として、水温環境が好適であること、餌生物であるマクロベントスの生物量が高いことが指摘されている（高橋, 1998）。さらに、主分布域の木古内湾では本種と強い食物競争関係にある種はほとんどみられないこと（高木ら, 1997）、摂餌の活発な時期には種内において年齢群による明瞭な生息場所の分離が生じること（Shafieipour, 1999）が明らかとなった。一方、初期生活期に関しては、稚魚が浅所で採集されること（松田・伊藤, 1997）以外知見がない。

マコガレイの卵・仔稚魚の研究は、飼育実験による卵の発生時間、仔稚魚の形態変化（山本, 1939）に始まり、その後種苗生産技術（陣之内, 1971 など）や種苗放流

技術（宮城県水産試験場，1975 など）の開発が行われてきた。一方，天然海域から得られた仔魚の形態は加藤ら（1974）によって初めて記載され，南（1981）は若狭湾における仔稚魚の形態変化，出現時期・水深帯，食性などの概要を明らかにした。また，仙台湾において高橋ら（1986）は仔魚の分布パターンから潮汐選択的な輸送の可能性を示し，大森・靄田（1988）は稚魚が塩分濃度の低い沿岸域には出現せず，イシガレイ *Kareius bicoloratus* と比較して底質粒度が小さい場所を好むことを報告した。このように卵・仔稚魚に関する定性的な知見は蓄積されてきたが，年級群強度の決定を支配する発育段階や環境要因を検討できる段階までに至っていない。そこで本研究では，函館湾に出現するマコガレイ仔稚魚を継続的に採集することで仔魚の時空間分布と輸送過程，摂餌生態，餌生物環境を明らかにし，それらを経年比較することにより，マコガレイの初期生活史における加入量変動機構の解明を試みた。

マコガレイ仔稚魚の時空間分布を明らかにするため，函館湾および木古内湾において1997-1999年2-7月にプランクトンネット（口径80cm，目合0.335mm）および小型ソリネット（網口幅60cm，高さ40cm，目合0.5mm）を用いて採集を行った。発育段階は卵黄仔魚，仔魚，眼球移動期仔魚，稚魚に区分した。これらはそれぞれ南（1981）の発育段階のA, B, C-F, G-I, Jに対応する。プランクトンネットの鉛直曳きおよび傾斜曳き採集により，卵黄仔魚は3月に函館湾湾口部の水深10-20m付近に多く出現した。また，仔魚は主に函館湾奥部水深10-15m地点に多く出現し，函館湾湾口部から木古内湾では個体数密度が低かった。プランクトンネットの水平各層曳き採集により，卵黄仔魚や仔魚は主に水深5m以深で採集され，採集時期と発育段階の進行に伴って分布層は次第に深くなっていた。眼球移動期仔魚はソリネットの着底曳きにより，主に4月中旬から5月下旬まで函館湾内の水深3-15m地点で多く採集された。稚魚は4月下旬以降採集され，採集時期が進むにつれて水深5m地点へ移動していた。ソリネットで採集された仔魚の集中度は，他の発育段階や採集方法

に比べて有意に高かった。また、4月上・中旬に行ったプランクトンネット採集では仔魚は水深10, 15m地点で同様に個体数密度が高かったが、ソリネットでは水深15m地点のみ個体数密度が高かった。このような分布の偏りは、水深10m以浅に多く生息するエビジャコ属の1種Crangon uritaiによる被食 (Nakaya, 2001) によって生じた可能性がある。1997-1999年における季節風の北西成分は、3月には一様に強く4月には弱まるが、4月まで北西成分が強かった1997年は他の年に比べて個体数密度が高かったことから、浮遊仔魚の沖合から沿岸への輸送には表層吹送流の底層補償流が重要な役割を果たしていると推察された。

マコガレイ仔魚の餌の転換と摂餌強度を調べるため、1998-2000年2-5月の函館湾の水深10, 15m地点において、プランクトンネットおよび小型ソリネットによりマコガレイ仔稚魚を、6L型バンドン採水器により微小プランクトンを採集した。1998-2000年とも5m以深の平均水温は3月中に最低値となり、1999年は3月下旬から4月中旬まで低温で推移した。卵黄吸収中のStage Bの仔魚はすでに捕食を開始しており、主に有鐘繊毛虫類とワムシ類を捕食していた。仔魚は発育に伴い主要餌生物をかいあし類ノープリウスに転換し、大型個体ほど大型餌生物の捕食が可能であった。仔魚1個体当たりの平均捕食個体数は同じ体長グループ内でも採集年によって異なり、3月下旬以降低温であった1999年は他の年に比べてかいあし類ノープリウス、ワムシ類および有鐘繊毛虫類ともに捕食個体数が少なかった。これら3種類の餌に対する脊索長3.1-4.0mmの仔魚の摂餌率は7.5℃未満で低かった。環境中におけるワムシ類の個体数密度は1998-2000年ともに3月までは低く、4月に急増した。一方、かいあし類ノープリウスの個体数密度は年による差が小さく、3月には低く、4月以降増加した。このことから1999年の摂餌強度の低下は環境中の餌の個体数密度よりも低水温による影響が大きいものと判断された。

ソリネットで採集された仔魚の主要餌生物はかいあし類ノープリウスであったが、眼球移動中に枝角類、さらにハルパクチクス目へと転換した。また、摂餌率の

低下および仔稚魚1個体当たりの平均捕食個体数の減少から、眼球移動期には一時的に捕食活動が低下することが示唆された。

マコガレイ稚魚の摂餌特性を調べるため、1996年および1997年には岩部漁港および函館湾奥部において、小型ソリネットまたはたも網によりマコガレイ稚魚を、コアサンプラー（内径5cm、長さ約7cm）によりハルパクチクス目を採集した。稚魚は着底直後から標準体長30mmまではハルパクチクス目を主食していたが、30mmを超えると個体数組成ではヨコエビ亜目、クーマ目、タナイス目が、重量組成では多毛類がそれぞれ高い割合を占めていた。着底直後の稚魚はハルパクチクス目のうち雄の成体を偏食していた。この偏食は雄のハルパクチクス目が繁殖活動のために海底付近で活発に動き回るため、マコガレイ稚魚に発見されやすくなり、結果として多く捕食されるためと推察された。

本研究の結果と他海域におけるマコガレイの産卵期および仔魚の生活環境を比較した結果、本種の産卵は浮遊仔魚が低水温と低餌料密度を経験する時期に行われていることから、摂餌開始期の生残率を高めることよりも、仔魚の輸送や着底期以降の生残が補償される時期を優先する再生産戦略をとっていると推定された。比較的流速が速い当海域において、他の異体類に比べてマコガレイの生物量が最も高い理由は、沈性粘着卵、小型での変態の完了、短い産卵期といった本種固有の生活史の特徴に起因し、津軽暖流の流速が比較的弱い時期である3月での産卵と津軽暖流によって好適な水温が維持されているという当海域特有の条件も本種の再生産に不可欠な要因であると推察された。

今後、マコガレイの年級群強度決定機構の詳細を解明するためには、函館湾内での水塊挙動と風との応答を調べることで、摂餌の成功が成長率や栄養状態に与える影響を評価すること、海底近くに分布する仔魚期を含めて被食を定量的に把握すること、ハルパクチクス目の個体群動態を解明することが必要であると考えられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 高 橋 豊 美

副 査 教 授 菅 野 泰 次

副 査 助 教 授 中 谷 敏 邦

学 位 論 文 題 名

北海道津軽海峡沿岸における

マコガレイ Pleuronectes yokohamae 仔稚魚の

時空間分布と摂餌生態に関する研究

マコガレイ Pleuronectes yokohamae は北海道南部から大分県付近、朝鮮半島南部、東シナ海北部の水深100m以浅の砂泥底に生息する温水性のカレイであり、産業上重要魚種である。北海道函館湾から木古内湾に至る津軽海峡沿岸においては、本種の成魚・未成魚の生産生態学的特性が明らかにされているが、初期生活期に関しては、稚魚が浅所で採集されること以外全く不明であった。本研究は、1996年5月～2000年4月までの期間、函館湾およびその周辺海域に出現するマコガレイ仔稚魚を継続的に採集することで仔稚魚の時空間分布と輸送過程、摂餌生態、餌生物環境を明らかにし、加入量変動機構の解明を試みたものである。本論文で評価される点は次の通りである。

- 1) プランクトンネットの鉛直曳きおよび傾斜曳き採集と、ソリネット着底曳きにより、マコガレイの卵黄仔魚期から稚魚期に至る時空間分布を示し、成育場が函館湾の湾口部から湾内に形成されていることを解明した。卵黄仔魚は3月に函館湾湾口部の水深10-20m付近に、仔魚（卵黄吸収後から眼球移動前の個体）は主に函館湾奥部の水深10-15m地点に多く出現する。卵黄仔魚や仔魚は主に水深5m以深に生息し、採集時期と発育段階の進行に伴って分布層は深くなる。卵黄仔魚と浮遊仔魚の沖合から沿岸への輸送には表層吹送流の底層補償流が重要な役割を果たしていると推察した。
- 2) 眼球移動期仔魚は主に4月中旬から5月下旬まで函館湾内の水深3-15m地点の海底近くに生息し、稚魚は4月下旬以降採集され、採集時期が進むにつれて水深5m地点へと移動する。4月上・中旬に行ったプランクトンネット採集では仔魚の個体数密度は水深10m、15m地点で同様に高かったが、ソリネットでは水深15m地点のみ高く、このような分布の偏りは、水深10m以浅に多く生息するエビジャコ属の1種 Crangon uritai による被食によって生じた可能性を指摘した。
- 3) マコガレイ仔魚の餌の転換と摂餌強度の年変動を検討した結果、卵黄仔魚で捕食を開始

し、主に有鐘纖毛虫類とワムシ類を捕食すること、仔魚は発育に伴い主要餌生物をかいあし類ノープリウスに転換し、大型個体ほど大型餌生物を捕食することを明らかにした。仔魚の摂餌率は7.5℃未満で低く、他の年に比べて3月下旬以降低温であった1999年の摂餌強度は低かった。6リットル型バンドン採水器により採集した環境中のワムシ類とかいあし類ノープリウスの個体数密度の季節変動は、年による差が小さかったことから、1999年における摂餌強度の低下は環境中の餌密度よりも低温による影響が大きいことを明らかにした。

- 4) ソリネットで採集された仔魚の主要餌生物はかいあし類ノープリウスから、眼球移動中に枝角類、さらにハルパクチクス目へと転換した。また、眼球移動期には一時的に捕食活動が低下することを示し、本種も他の異体類と同様に急速な形態変化によって摂餌が制限されることを明らかにした。
- 5) 稚魚の主要餌生物であるハルパクチクス目に対する摂餌特性を調べるため、ソリネットまたはたも網により採集したマコガレイ稚魚と、コアサンプラーにより採集した環境中のハルパクチクス目の分類群・サイズ・発育段階組成を比較した。稚魚はハルパクチクス目のうち雄の成体を偏食し、雄成体が繁殖活動のために海底付近で活発に動き回るため、マコガレイ稚魚に発見されやすくなり、結果として多く捕食されることを明らかにした。
- 6) 当海域のマコガレイは、浮遊仔魚が低温と低餌料密度を経験する時期に産卵が行われていることから、加入量変動原因を説明する仮説のうち、摂餌開始期の生残率を高めるクリティカル・ピリオド仮説やマッチ・ミスマッチ仮説よりも、仔魚の輸送が補償される時期を優先する輸送仮説が当てはまることを明らかにした。また、着底期前後には密度依存的に加入量が調節されることから、エビジャコによる被食仮説も有力であることを示した。
- 7) 比較的流速が速い当海域において、他の異体類に比べてマコガレイの生物量が最も高い理由は、沈性粘着卵、小型での変態の完了、短い産卵期といった本種固有の生活史の特徴に起因し、津軽暖流の流速が比較的弱い時期である3月での産卵と津軽暖流によって好適な水温が維持されているという当海域特有の条件も、本種の再生産に不可欠な要因であると結論付けた。

本研究は、マコガレイ仔稚魚の初期生活史を初めて定量的に明らかにし、加入量変動機構の実態について言及し、天然資源の管理および種苗放流を実施する上で重要な基礎的知見を提供したものとして、審査員一同は、本研究の申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。

なお、平成13年11月29日の研究科委員会最終審査において、投票数31票、可とするもの31票で研究科委員全員が合格と判定した。