

学 位 論 文 題 名

クロソイの種苗生産に関する生殖生物学的研究

学位論文内容の要旨

クロソイ *Sebastes schlegeli* はカジカ目フサカサゴ科メバル属の胎生魚で、わが国各地の沿岸から朝鮮沿岸に分布し、水深100m以浅の岩礁や根および人工魚礁などに蟄集し、一本釣りや延縄、底建網、定置網などにより漁獲されるほか、磯釣りの対象種として地域的には重要な根付け資源である。

メバル属魚類は全世界で102種が知られているが、このグループには商業的な漁業や遊漁の対象とされる魚種が多く含まれることから、米国でも漁業資源としてのメバル属魚類への関心が高まり、資源管理と天然生産に関する研究がなされている。一方、200海里体制定着後の日本では、沿岸域での強い定着性と高い増殖ポテンシャルをもつクロソイには放流効果が期待され、栽培漁業の重要対象種としての増殖用の、また最近では活魚による高価買付けに刺激され養殖用の種苗生産の研究がなされてきた。しかし、クロソイの種苗生産上の問題点として未受精卵の放出、産仔の未熟、死産、奇形の出現などを防止する技術開発と、高い仔稚魚期の減耗の防止策の確立が課題となっている。

クロソイの生理、生態に関する研究知見が殆どない状態で出発した本研究では、健全な仔魚を安定的に確保するために、1) クロソイ雌雄の成熟、妊娠魚の胚発生過程、妊娠魚の飼育管理および出産などの生殖生物学的基礎知見を収集すること、2) 産仔の生態、初期成長、産仔の生残に及ぼす餌料の影響を調査して餌料系列を明らかにすること、および3) 初期餌料の安定培養法を確立することが主な目標とされ、それらの知見に基づいて、親魚・産仔の飼育に関する技術および餌料生物生産技術などを検証し、これらを総合してクロソイの種苗生産の工程と合理的量産手段を検討した。

本研究によりクロソイの生殖周期は年1回の単一型であることが明らかにされた。熟度係数は雄では12～1月（交尾期）、雌では5～6月（孕胎期）に最高であった。交尾期には雄の外部生殖突起は肥大し、その先端部は通常の白桃色から多少赤黒く色づく変化をみせた。また孕胎期の雌成魚では卵巣の発達により肛門、生殖口及び泌尿突起が膨隆し、胚発生が進むにつれてその程度を増し、出産期直前には生殖口周辺部位に青紫色の胎仔の眼が透視されるなどの形態的变化を

見せることが明らかにされた。これらの変化から、クロソイ雌雄の性成熟度を外部的に判定することが可能となった。

卵形成期（4月）と孕胎期の卵巢の重量は雌魚の全長と一定の相関をみせた。卵形成期の卵巢重量の増加は全長の増加にともなう卵巢卵数の増加によることが確かめられた。しかし、孕胎期には卵巢卵数が卵形成期と比べて減少する傾向が常に見られた。また孕胎期に胚発生が進むにつれて卵重量と卵径が増加することが明らかにされた。孕胎期の卵巢卵数は、本種の生物学的最小形である全長32～33cm（魚齢3⁺歳）で38,000～43,000、最も漁獲が多い42～43cmで125,000～139,000で、これまでに漁獲された最大全長60cmで600,000であった。

孕胎期の卵巢の色は胚発生に伴う胚の色調の変化を反映し、孕胎期初期には黄色、中期には明るい灰緑色、出産直前には暗灰緑色に変化した。孕胎期の胚の形態変化を調べ、胚発生段階を未受精成熟卵（st. 1）から出産直後の仔魚（st.33）までを33の段階に区分し、各发育段階の特徴を記載した。胚の受精から出生までに要した日数と胚の発生段階との間には相関があり、その相関式から孕胎期間は9.8℃で48日間と推定された。

出産直前の妊娠魚では、飼育水温より2～3℃昇温させた温度条件を与えると出産を誘発できることが確認された。出産は8～18℃で行われ、平均出産水温は15℃とみられた。また出産は夜間に行われ、出産に要する時間は約1～1.5時間で、この間に一腹の胎仔を2～3回に分けて出産することが明らかにされた。各出産毎に親魚は寒天状基質に埋もれた仔魚を胸鰭による「あおり」で水中に拡散させる行動を示した。その「あおり」行動がなされなかった場合には仔魚は死亡したので、親魚の出産時の「あおり」が産仔の生残を左右する重要な行動であることが明らかとなった。出産時に親魚の活力が低下している場合は「あおり」が見られないことが飼育観察を通して確かめられた。その活力低下の原因は漁獲、輸送などの際の妊娠魚母体への衝撃、および漁獲から出産までの長期間飼育における飢餓などにあると示唆された。

産仔は平均全長6.3mmであり、既に卵黄を体内に吸収し終え、摂餌と遊泳が可能であり、正の走光性と走流性をみせた。産仔の出生後約1年半までの飼育観察で得られた形態変化、行動、食性などの特徴に基づき、6.3～12mmまでを仔魚期、約50mmまでを稚魚期、約200mmまでを若魚期、それ以後初回出産までを未成魚期と区分した。

産仔を出産水温を下回らない温度で飼育し、出産直後から摂餌できるようにシオミズツボウムシ（ワムシ）を充分に給餌する必要性が明らかにされた。餌料系列として、平均全長7.8mmまではワムシ、6.8～18mmまではアルテミア、15～25mmまでスケトウダラ卵（スケトウ卵）20～25mmまではイサザアミの給餌が有効であった。スケトウ卵は全長15mm前後の稚魚の餌料として、生物餌料から死餌に切り換える際の効果的な餌料であることが分かった。この給餌系列と飼育水温15

〜18℃の飼育条件下で全長25mmの稚魚（種苗）を生産するには約50日間を要し、平均生残率は26%であった。なお、産仔数5,000〜42,000/トンの飼育条件では収容密度と生残との関係は明瞭ではなかった。

仔稚魚期には、出生時から約10〜14日間に全ての産仔群でみられる初期減耗と体色黒化魚の死亡、アルテミア過剰給餌によるカタル性腸炎、スケトウ卵給餌期間の纖毛虫寄生、原因不明の腹部膨満症などを主因とする減耗が認められた。腸炎の予防に適量給餌が、また纖毛虫の駆除にはホルマリン薬浴が効果的であった。全長20mmころから60mmまでの稚魚期には共喰いがみられ、飼育魚の全長差が1.5倍以上になった場合に特に顕著であった。この対策として選別による同体長魚同士の飼育が有効であった。

これまでの生殖生物的知見と産仔の飼育知見に基づいて、クロソイの大量種苗生産の工程として妊娠魚の入手、その出産までの管理、出産、仔稚魚の飼育（全長23mmまで）、生物餌料生産の5工程を確立し、その手法の詳細を明らかにした。また15トン水槽を用い、全長23mmの種苗500,000尾を生産する場合の種苗生産規模、生物餌料生産規模ならびに種苗生産と餌料生産との関係について考察した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 高 橋 裕 哉

副 査 教 授 箕 田 嵩

副 査 教 授 山 崎 文 雄

クロソイ *Sebastes schlegeli* は日本沿岸に広く分布する卵巣腔内妊娠型の胎生魚で、北海道においても商業的漁業はもちろん、栽培漁業の重要対策種とされている。しかしながらクロソイの種苗生産には飼育親魚の出産や産仔の成育などに様々な問題点が存在し、その増殖事業の大きな隘路となっている。その原因の多くは、クロソイ増殖の問題解決の根拠となるべき生殖生物学上の基礎的知見に乏しかったことにある。申請者はこの点に着目して昭和47年以降一貫してクロソイの親魚の成熟、妊娠過程、出産、産仔の成育過程および餌料効果などに関する基礎的研究に従事してきた。本論文はそれらの研究の成果を述べ、それに基づいて親魚および産仔の養成と餌料生物の生産に関する技術的側面からの検証を行い、これらを総合してクロソイ種苗の事業規模での大量生産の工程を論じたものである。審査委員は主に以下の知見と考察に特に高い評価を与えた。

親魚雌雄の成熟度、および妊娠の進行度の確実な判定は種苗生産の起点として重要であるが、申請者は天然親魚および養成親魚についての緻密な観察から雌雄の成熟度を魚体の外部形状の変化に基づいて判定する方法を確立し、さらに交尾期が12～1月、妊娠期が5～6月であることを確認した。また、胚の受精から出産までの段階を33段階に区分し、各発生段階の進行に要する日数を確定して、水温9.8℃における全妊娠期間を48日間と推定している。

種苗生産規模の策定に重要な卵巢卵数については、クロソイの生物学的最小形とみられる全長32～33cmの雌魚で40,000粒前後、漁獲雌魚中最大の全長60cmの個体で約600,000粒であり、雌魚の全長と正の相関をみせて増加する卵黄重量が卵巢卵数の増加によることを確かめた。また妊娠の進行に伴って卵巢卵数が逆に減少する傾向が常に認められること、および胚発生と共に卵重量と卵径が増大することを明らかにし、卵巢腔内妊娠型の本種の胚の栄養がその一部を何等かの方式で母体に依存している可能性を指摘し、本種の妊娠機構に関する生理学的解明の重要性を強調している。

本研究によってクロソイが年1回産卵型の生殖周期をみせることが明らかとなった。さらに申請者は、出産直前の雌親魚に8～18℃（平均15℃）の温度条件を与えることにより出産を誘発することに成功し、その観察結果から胎仔が夜間に2～3回に分けて出産され、その出産には約1～1.5時間を要することを確認した。興味あることに、胎仔は寒天状基質に埋没した状態で出産され、出産直後の雌親魚の胸鰭による「あおり」が産仔を水中に拡散させるが、この「あおり」行動が産仔の生残の決定的要因であった。申請者は漁獲、輸送、飼育時の飢餓など多様な原因による親魚の出産時の活力低下がこの「あおり」行動を減退させ、産仔の顕著な減耗を惹起する原因となると主張し、親魚の適正管理の重要性を力説している。

クロソイの稚仔の養成に関しては、平均全長6.3mmの産仔が出生時に既に卵黄吸収を完了しており自由遊泳と摂餌が可能な状態にあるので、出生直後からシオミズツボウムシ（ワムシ）を十分に給餌する必要性が示されている。申請者は増殖用種苗としての全長25mmの稚魚までの成育段階に対応する餌料系列としてワムシ・アルテミア・スケトウダラ卵・イサザアミの有効性を立証し、この餌料系列と水温15～18℃の飼育条件での全長25mmの種苗の生産に約50日を要し平均生残率が約26%であることが明らかにされている。さらに稚仔魚の減耗の原因と対策についても詳細な検討が加えられている。

これらの研究結果を総合しても申請者は最終的に、クロソイの大量種苗生産について親魚入手、親魚管理、出産、稚仔魚養成、および生物餌料生産の5工程を確立し、総合考察においてその手段を詳細に論述している。

このように本研究は水産増殖上の重要魚種であるクロソイについて、生殖生物学上の貴重な新

知見をもたらし、また種苗生産技術の確立に多大なる貢献を果たしたものとして高く評価される。よって審査委員一同は本研究が博士（水産学）の学位を受けるにふさわしい内容を持つものと判定した。