

学 位 論 文 題 名

シシャモの産卵に及ぼす河川物理環境の
影響に関する研究

学位論文内容の要旨

シシャモは、増殖および資源管理の事業が進められているが、全道の生産量は1968年(3,996トン)の水準に達しておらず、特に、北海道太平洋側の西部海域における生産量は減少傾向にある。その主な要因は明らかではないが、本種は人間活動の影響が生じやすい河川下流域で産卵するため、産卵域は治水、利水、道路整備など河川工事にも影響を受けていることが考えられる。シシャモの遡上河川における産卵域を保全、あるいは修復(ミティゲーション)することは、資源の保護および増大の方策として重要な要素となり、産卵域および物理環境に関する知見を得ることは必須である。しかし、シシャモの産卵域に関しては、沙流川、十勝川、新釧路川および小規模な河川における産着卵の分布と密度が報告されているが、長期的な調査結果に基づいたシシャモの産着卵分布および産卵場所の物理環境条件は解析されていない。本研究の目的は、シシャモの遡上河川における産着卵分布域および産着卵密度と物理環境条件の関係を明らかにすることであり、「産着卵分布域と産卵場所の物理環境条件」、「成魚の産卵行動および産着卵の生残に及ぼす河川流速の影響」、「遡上河川の流量と産卵有効面積」、「発生初期の受精卵に及ぼす海水の影響」、「人工産卵場造成の効果と課題」に関する調査、実験および解析を行った。

1. 産着卵分布域と産卵場所の物理環境条件

厚真川、鵠川、沙流川、十勝川、茶路川、庶路川、阿寒川、新釧路川における産着卵の分布と密度、産着卵密度と水深、流速、底質、勾配の関係を解析した。その結果、各河川における経年的な産着卵分布域が特定された。産卵域の延長距離、経年的な平均産着卵密度、沿岸の漁獲量を考慮すると、鵠川および沙流川、新釧路川は、シシャモ遡上河川の中で資源の再生産にとって重要な河川であると考えられた。産着卵分布域における下限距離の変動は各河川とも小さかったが、上限距離は、成魚の遡上障害となる河川横断工作物

がない限り、河川勾配および成魚遡上数と関係することが明らかとなった。産着卵密度の累積割合と底層流速、底質および水深との関係は、以下のようになった。底層流速は0.6 m/sec 未満の場所で高く、それ以上の場所では低い。また、底質は、庶路川および茶路川を除くと、粗砂主体(Fredle Index 2以下)の場所で高い傾向があった。水深は、各河川で大きく異なっていたが、茶路川を除くと、0.6 m 以深で高い傾向があった。

2. 成魚の産卵行動および産着卵の生残に及ぼす河川流速の影響

産着卵密度の増減は、流速の要因と大きく関わっていることが考えられたことから、バイオテレメトリーシステムを用いた成魚の河川内行動と流速の関係、流速の変化が成魚の産卵行動に与える影響、成魚における流速と底質の産卵場所選好性および流速が産着卵の剥離に与える影響を実験により検証した。その結果、流速の速い場所は成魚の遡上経路として選好されず、底層流速0.6 m/sec 以上の場所は、成魚の産卵が困難になった。実験水路での成魚は、底層流速が0.6 m/sec 未満であり、底質が粗砂(粒径; 0.425-2 mm)主体の地点を産卵場所として選好していた。さらに、受精卵が産卵基質に付着しても、その後に底層流速が0.6 m/sec 以上に増加すると、産着卵は基質から剥離しやすくなることが解明された。

3. 遡上河川の流量と産卵有効面積

流量がどれくらいあれば、産着卵の分布に有効となる物理環境条件の面積が広がるかは不明である。さらに、産卵有効面積が広がりすぎても越冬期に流量が低下するので、低水深の河床に産み着けられた受精卵は干出する可能性が高い。沙流川におけるシシャモの主要産卵場所で流量と産卵有効面積について流量増分式生息域評価法解析(IFIM)を行った。その結果、産卵期に流量が75 m³/sec までの範囲の中で上昇すると、産卵有効面積も増加するが、流量が減少する越冬期(25 m³/sec)には、低水深の河床が干出し、産着卵の減耗が生じるということが明らかとなった。将来的にシシャモの産卵および産着卵の生残に配慮した二風谷ダムの弾力的管理放流が検討される可能性はある。従って、シシャモの河川遡上予報が公表された後に数日間でも流量を適正に減少させることが可能となれば、産着卵が越冬期に減耗することを防ぐ対策になると考えられる。

4. 発生初期の受精卵に及ぼす海水の影響

鵠川では、1997年の産卵期に大增水(流量567 m³/sec)が発生し、ほとんどの産着卵が海水の浸入域まで流下したと推定された。しかし、海水が桑実期から囊胚期の受精卵に及ぼす影響を判断する基準は、これまでになかった。海水が

受精卵の生残率および孵化率、仔魚の生残に与える影響を解析した結果、発生初期の受精卵に濃度17 psu 以上の海水を恒常的に曝露させると、受精卵の生残率と孵化率に悪影響を及ぼすことが解明された。また、14 psu の海水は、受精卵の生残率および孵化率、仔魚の生残率に影響を及ぼさないことが明らかとなった。

5. 人工産卵場造成の効果と課題

沙流川におけるシシャモ産卵場の修復を目的として、水制工による人工産卵場が造成された。この人工産卵場は、流速の速い場所に木杭の水制工(延長110 m × 川幅30 m)を設置したものであり、その役割は流速を低減させ、粗砂を堆積させることにより、シシャモの好適な産卵場を創出させることである。人工産卵場の造成後に河川物理環境の調査を実施した結果、流速および底質が産着卵分布にとって好適な条件に変化した。また、人工産卵場におけるシシャモの総産着卵数(約4千万粒)は、沙流川の主要産卵域の約18%を占めると推定されたことから、人工産卵場は、シシャモの産卵場所として有効に機能したことが明らかとなった。従って、同規模の人工産卵場を6基設置すれば、沙流川における主要産卵域の総産着卵数を補える場所が形成されると推察された。しかし、造成2年目の大增水(1,232 m³/sec)によって人工産卵場を構成する水制工の木杭が流出するとともに、河道が大きく変化し、修復が不可能な状態になった。シシャモ人工産卵場の造成については、その効果が検証されたとともに、施設の耐久性を重視した設計を検討する必要があるという課題が抽出された。

6. 産卵域の保全および修復に向けた本研究成果の適用

本研究により、シシャモ産卵域の保全すべき範囲や物理環境条件が明らかとなった。また、シシャモ産卵域の修復計画を策定する場合に、産着卵分布域の特定および産着卵の海水耐性の成果は、シシャモの産卵に配慮すべき範囲の選定に、産着卵の分布に好適な水深、流速、底質、流量の条件は、河川流路の断面設計に役立つと考えられた。特に、流量と産卵有効面積の解析結果は、将来的にシシャモの産卵および産着卵の生残に配慮したダム弾力的管理の放流方法を提示することが可能となった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 上 田 宏
副 査 教 授 埴 山 雅 秀
副 査 助 教 授 松 石 隆
副 査 教 授 中 村 太 士 (農学院)

学 位 論 文 題 名

シシヤモの産卵に及ぼす河川物理環境の 影響に関する研究

シシヤモは、北海道の重要な水産資源であり、増殖および資源管理の事業が進められているが、北海道太平洋側の西部海域における生産量は減少傾向にある。また、本種は我が国の固有種であり、地理的な分布の特異性、および個体群の減少から保護を要する野生生物の対象となり留意種として北海道レッドデータブックに記載されている。シシヤモの遡上河川における産卵域を保全あるいは修復することは、資源の保護および増大の方策として重要な要素となり、産卵域および物理環境に関する知見を得ることは必須である。本研究は、水産資源および学術的に重要なシシヤモの産卵河川における産着卵分布域、および産着卵密度と物理環境条件の関係を明らかにし、産着卵分布域の保全あるいは修復の条件を提示することを目的として行った。

厚真川、鵲川、沙流川、十勝川、茶路川、庶路川、阿寒川、新釧路川における産着卵の分布と密度、産着卵密度と水深、流速、底質、勾配の関係を解析し、主要産卵8河川における経年的な産着卵分布域が特定され、鵲川、沙流川および新釧路川は、シシヤモ遡上河川の中で資源の再生産にとって重要な河川であることが判明した。産着卵分布域における下限距離の変動は各河川とも小さかったが、上限距離は成魚の遡上障害となる河川横断工作物がない限り、河川勾配および成魚遡上数と関係することを明らかにした。また、産着卵密度は各河川とも底層流速と大きく関係し、底層流速が0.6 m/sec 未満の場所で高くそれ以上の場所では低いこと、底質は庶路川および茶路川を除くと粗砂主体の場所で高い傾向があること、水深は各河川で大きく異なっていたが、茶路川を除くと0.6 m 以深で高い傾向があることを明らかにした。

産着卵密度の増減は、流速の要因と大きく関わっていることが考えられたため、バイオテレメトリーシステムを用いた成魚の河川内行動と流速の関係、流速の変化が成魚の産卵行動に与える影響、成魚における流速と底

質の産卵場所選好性および流速が産着卵の剥離に与える影響を実験により検証した。その結果、流速の速い場所は成魚の遡上経路として選好されず底層流速0.6 m/sec 以上の場所は、成魚の産卵が困難であることを明らかにした。実験水路での成魚は、底層流速が0.6 m/sec 未満であり、底質が粗砂(粒径0.425-2 mm)主体の地点を産卵場所として選好すること、および受精卵が産卵基質に付着しても、その後に底層流速が0.6 m/sec 以上に増加すると、産着卵は基質から剥離しやすくなることを解明した。

沙流川におけるシシャモの主要産卵場所で流量と産卵有効面積について流量増分式生息域評価法解析(IFIM)を行った結果、産卵期に流量が75 m³/sec までの範囲の中で上昇すると、産卵有効面積も増加するが、流量が減少する越冬期(25 m³/sec)には、低水深の河床が干出し、産着卵の減耗が生じるということを明らかにした。従って、シシャモの河川遡上予報が公表された後に数日間でも流量を適正に減少させることが可能となれば産着卵が越冬期に減耗することを防ぐ対策になることを示唆した。

鵠川では、1997年の産卵期に大增水(流量567 m³/sec)が発生し、ほとんどの産着卵が海水の浸入域まで流下したと推定された。しかし、海水が桑実期から囊胚期の受精卵に及ぼす影響を判断する基準は、これまでになかった。海水が受精卵の生残率および孵化率、仔魚の生残に与える影響を解析した結果、発生初期の受精卵に濃度17 psu 以上の海水を恒常的に曝露させると、受精卵の生残率と孵化率に悪影響を及ぼすことを解明した。また、14 psu の海水は、受精卵の生残率および孵化率、仔魚の生残率に影響を及ぼさないことを明らかにした。

沙流川においてシシャモの好適な産卵場を創出することを目的として、流速の速い場所に木杭の水制工を設置して、流速を低減させ、粗砂を堆積させる人工産卵場が造成された。人工産卵場の造成後に河川物理環境の調査を実施した結果、流速および底質が産着卵分布にとって好適な条件に変化し、人工産卵場はシシャモの産卵場所として有効に機能したことを明らかにした。しかし、造成2年目の大增水(1,232 m³/sec)によって人工産卵場を構成する水制工の木杭が流出するとともに、河道が大きく変化し、修復が不可能な状態になった。シシャモ人工産卵場の造成については、その効果が検証されたとともに、施設の耐久性を重視した設計を検討する必要があるという課題が抽出された。

以上のように、本論文はシシャモの産着卵分布域、および産着卵密度に及ぼす河川物理環境の要因に多くの新知見を提供しており、その成果は水産科学の基礎および応用の両面から高く評価され、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。