

資源管理・海洋環境シリーズ

飼育実験によるシシャモの生態研究

キーワード：シシャモ、生態、飼育、仔魚、稚魚、成熟、野外調査

はじめに

シシャモは、北海道の太平洋沿岸海域のみ生息し、産卵期になると河川に遡上する遡河性魚類*です。毎年、産卵期間近の10～11月になると、遡上のために河口域に集まりつつある魚群を対象に、主に「ししゃもこぎ網漁業」によって漁獲され、その多くが干物として加工されます。シシャモの干物は、北海道を訪れる観光客のお土産品としての知名度は非常に高く、なかでもむかわ町で加工されたものは「鶴川ししゃも」と呼ばれ、北海道を代表する特産品の一つとなっています。

主に鶴川に産卵遡上すると考えられている胆振～日高海域に生息しているシシャモは、漁獲され水産物として利用される漁獲対象資源である一方、環境省により「絶滅のおそれのある地域個体群」

(<http://www.env.go.jp/press/101457.html>)に指定されている保護の必要な希少な水産生物でもあり、これまで資源の管理に向けた様々なとりくみが行われてきました。ところが、近年、仔稚魚期に大きく減耗（死亡）してしまう年が連続して起こった結果、資源量は過去最低水準にまで減少しており、希少種でもあるシシャモ資源の持続的な利用を考えるうえで、その原因の究明が急がれています。そこで、栽培水産試験場では、複数の研究機関と共同でシシャモ資源量の変動要因を明らかにすることを目的とした調査・研究（鶴川系シシャモ資源の加入量変動機構解明に向けた基礎的研究）¹⁾を開始しました。

これら調査・研究は、春～秋にシシャモ仔稚魚を採集し、様々な角度から減耗原因を調べるという野外調査を中心とした研究課題で構成されていますが、制約の多い野外調査だけでは限界があるのも事実です。そこで、野外調査の不得意な部分を飼育実験で補えないかと考え、栽培水試では、2013年から繰り返しシシャモ仔稚魚の飼育を試みてきました。

シシャモ仔稚魚の飼育は、これまでに数名²⁾により試みられてきたようなのですが、失敗例が多かったためか記録として残された情報があまりにも少なく、最初は手探り状態からのスタートでした。それでも、飼育水温などの物理環境や餌生物の栄養成分を工夫することにより、なんとか仔稚魚の飼育に成功し、ここ数年はコンスタントに成魚にまで育てることが出来るようになりました。また、飼育実験により野外仔稚魚の減耗要因を探るために役立つ情報もいくつか得られてきましたので、併せて紹介いたします。

シシャモ飼育の進捗状況

これまでに行った飼育実験のうち最も順調に飼育できた試験区の結果をご紹介しますと、孵化後50～60日目に7～8%が死亡するという、比較的急速な生残率の低下が見られたものの、それ以外の時期は目立った死亡は観察されず、114日齢になっても85%を超える高い生残率を実現できました（図1上段）。もちろん、毎回このような高い生

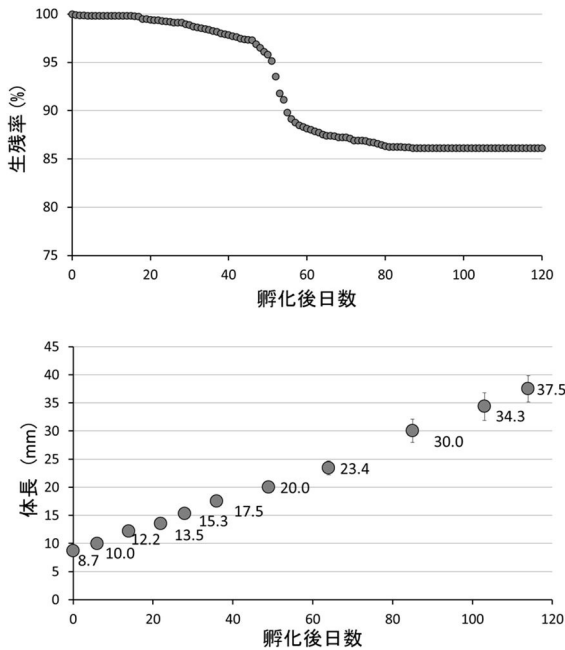


図1 飼育下におけるシシャモ仔魚の生残率（上段）および平均体長（下段）の推移

残率は得られていませんが、2015年以降に行われた飼育では、100日齢時の生残率が50%を下回ることはなくなっています。

孵化時に8.7mmであった平均体長は、64日目には23.4±1.2mmに、85日目になると30.0±2.0mmに達し（図1下段）、この飼育により、シシャモ仔魚が稚魚へと発育していく様子を初めて連続的に観察することが出来ました（図2）。また、鶴川河口域で採集された野外仔稚魚の体長は、孵化後およそ2ヶ月で16~23mm、3ヶ月では23~33mm³⁾と報告されており、飼育仔稚魚と大差は見られません。魚種により、飼育下では野外仔稚魚と同じような成長速度が得られないという話をよく耳にするのですが、シシャモについてはそのようなことはなく、野外仔稚魚の成長過程を飼育下で再現する、といった程度の飼育実験は可能な段階に来ていると思われまます。

その後、2013年から2016年にかけて、仔稚魚を対象とした、いくつかの飼育実験を行ったのですが、飼育実験の予備用として準備していた仔稚魚を飼

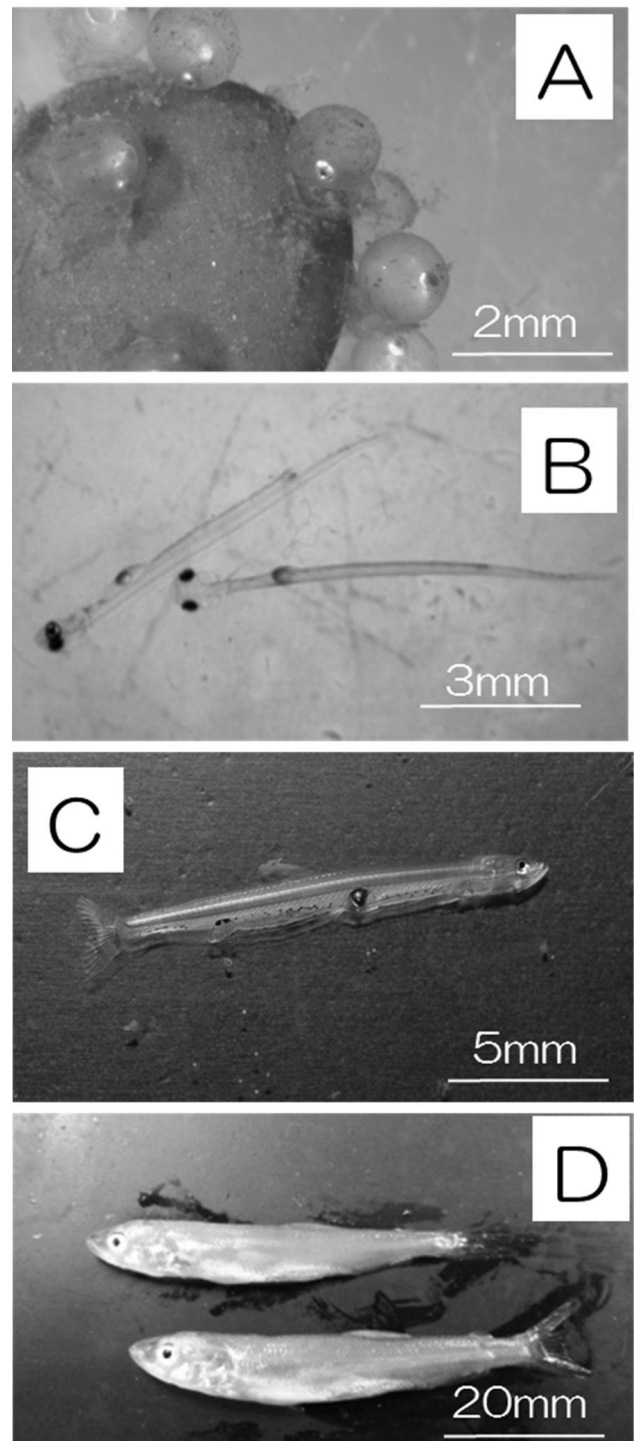


図2 飼育シシャモの発育過程
(A:受精卵、B:0日齢、C:56日齢、D:114日齢)

育し続けたところ、早い個体では0歳の秋（孵化後約6~7ヵ月）に体長100mmを超える大型個体が現れはじめ、大型個体のなかには尻鰭が伸張し体色が黒ずむという成熟雄に特有の特徴を示す個体が外観から確認できるようになりました。開腹



図3 飼育下で成熟した雌成魚（0歳、体長101mm、上段：生存時、下段：開腹後）



図4 飼育下で128~142mmに成長し成熟した雄成魚（1歳、上段：生存時、下段：開腹後）

して生殖腺を観察してみると、外観から成熟雄と判断された個体の精巣は大きく発達し、白濁している様子から、精子形成が完了していることが確認できました。また、卵黄蓄積期、あるいは排卵期に達した成熟した雌の生殖腺の特徴を持つ個体もみられ、雌についても生殖腺（図3）の観察から成熟していたことが確認できました。

孵化後6~7ヵ月目に成熟しなかった個体群を、さらに1年間飼育したところ、0歳時とは比較にならないくらい大きく成長し（図4）、0歳時よりも高い割合（後述）で成熟させることが出来ました。これら成魚からは人工受精と自然産卵により受精卵が得られ、受精卵からは元気な仔魚が孵化してきましたので、雌雄ともに受精可能な段階まで成熟が進んでいたことは間違いありません。

耳石輪紋の形成過程

野外で採集された仔稚魚の成長・生残過程を調べるためには、今や耳石日輪解析は不可欠な手法となっていますが、耳石日輪解析を活用する際には、事前に耳石輪紋が1日に1本形成されていることを確認しておくとともに、孵化後何日目から輪紋が形成されるかを知っておく必要があります。そのための方法はいくつかありますが、孵化日の分かっている仔魚を飼育し、日齢の増加に伴い輪紋数がどのように増えていくのかを観察する方法が、最も信頼性が高いとされています。そこで、飼育したシシャモ仔稚魚を使って日齢と耳石輪紋数を比較してみたところ、耳石輪紋（図5）は、孵化後5~6日目に形成を開始し、その後、1日に1本の頻度で形成されていることが確認できました（図6上段）。また、稚魚の耳石の大きさ（耳石径）と体長の間には、累乗式が良く当てはまること（図6下段）も分かりました。ここでは詳しい解析の仕方⁴⁾は割愛しますが、これら基礎的な情報が得られたことで、仔稚魚が、いつ生まれ、どのような成長過程を経てきたかを個体レベルで知ることが出来るようになり、野外仔稚魚の減耗要因を調べるための準備の一つが整いました。

野外仔稚魚の体長を正確に把握するために

数種の魚種では仔魚期における僅かな体長⁵⁾、あ

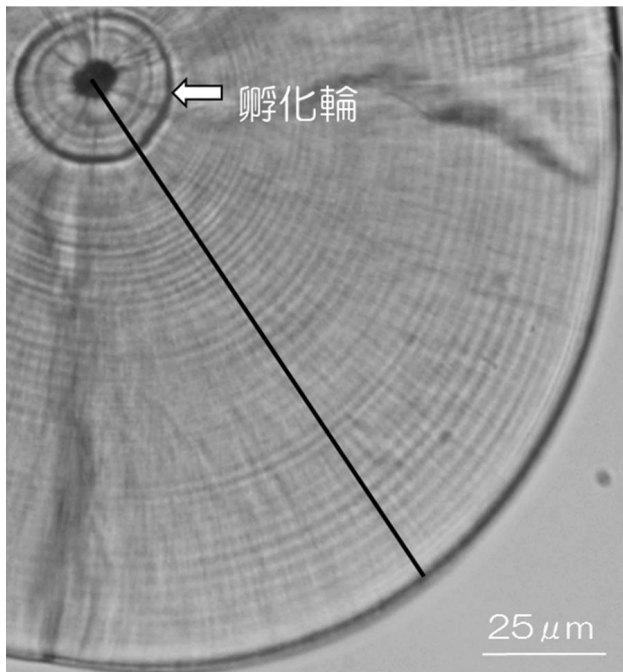


図5 シシャモ稚魚の耳石（体長28.5mm、49日齢）

るいは成長速度⁶⁾の違いが、数倍の生残率の変動を引き起こすことが知られており、仔稚魚の成長・生残過程を調べるためには、可能な限り体長を正確に計測する必要があります。野外調査で採集された仔稚魚、とりわけ体長20mmに満たない仔魚は、死亡直後から急速に腐敗が進むため、採集後速やかに95%程度のエチルアルコールで固定して持ち帰りますが、エチルアルコールの脱水作用により体長は生存時と比較して小さくなってしまいます。一方、秋に採集される体長40mmを超えるような大型個体は、通常、冷蔵、あるいは冷凍で保存し、固定されることなく体長が計測されます。そのため、小型個体の体長の計測結果には縮んだ分の誤差が生じることに加えて、固定されずに計測された大型個体の体長との連続性が保てないという問題が起きます。そこで、飼育仔稚魚を使って固定前後の体長を比較したところ、固定前（生存時）と固定後の体長差は、体長が大きくなるにつれて指数関数的に大きくなること、つまり体長毎にどのくらい縮んでいるかを知ることが出来ました（図

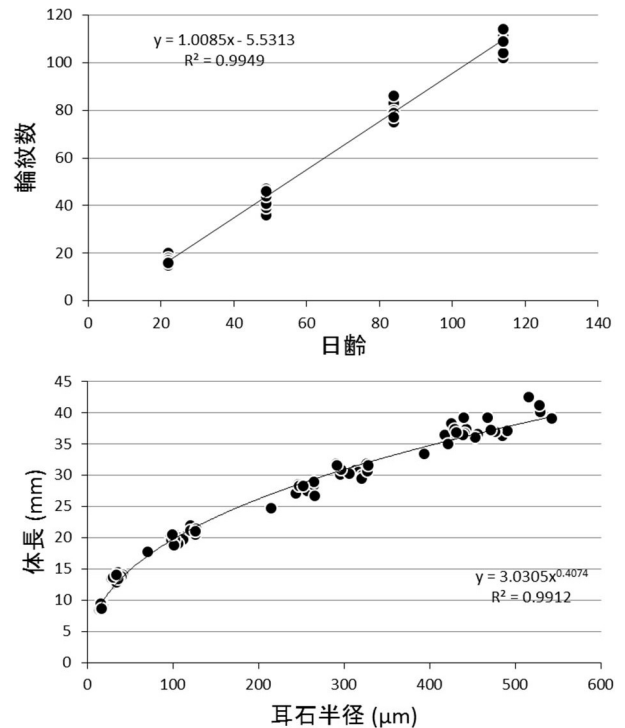


図6 シシャモ仔稚魚の日齢と耳石輪紋数の関係（上段）および耳石半径と体長の関係（下段）

7)。この結果が得られたことで、固定された後の仔稚魚の体長から、生存時の体長を推定できるようになり、固定に伴う問題点が解消されました。

初めて分かったシシャモの成熟生態

今回、シシャモを長期間に亘り飼育出来たことにより、0歳（孵化後6～7ヶ月）で0.1～14.2%（雌雄込）、1歳（孵化後約1.5年）になると雄で65.3%、雌では87.3%の個体を成熟させることが出来ました。自然界のシシャモが0歳で成熟したという報告はないようですが、飼育下では1割を超える個体が成熟する場合もあることから、条件を整えば孵化後6～7ヶ月程度で成熟するためのポテンシャルを備えているのは間違いないでしょう。

どのくらいの体長になったら何割が成熟するといった成熟体長に関する情報は、資源を持続的に利用するための基礎的な情報として不可欠です。栽培水試では、数十年間に亘り、産卵のために河口域に集まってきた成魚を対象に生物測定結果を

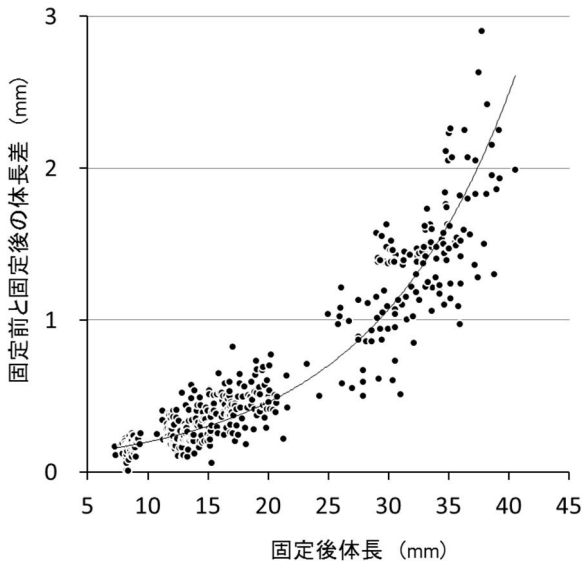


図7 シシャモ仔稚魚を95%エチルアルコールで固定後の体長と固定前（生存時）と固定後の体長差

蓄積してきましたが、成熟しなかった個体群の情報が得られないため、成熟体長は明らかに出来ずにいました。今回、飼育下で成熟させることが出来たことにより、シシャモの体サイズ別の成熟割合が初めて明らかになりました（図8）。飼育下の結果を、そのまま野外の出来事として考えるのは危険ですが、雌で90mm台、雄では100mm台で成熟個体が現れ始める点は、野外での観察結果と共通しており、ある程度、野外での状況を表している可能性はありそうです。

さいごに

これまで、シシャモ孵化仔魚を飼育の最高記録は、ふくしま海洋科学館の職員たちによる169日齢（体長39mm）¹⁾だったのですが、ここ数年間に行われた栽培水試の飼育により、この記録を大きく塗り替えることが出来ました。シシャモは、研究の歴史は比較的長いものの、分からないことが多い魚類でもあります。今回、孵化仔魚から成魚までの飼育が実現し、生活史を通したシシャモの飼育実験が行えるようになったことで、シシャモとい

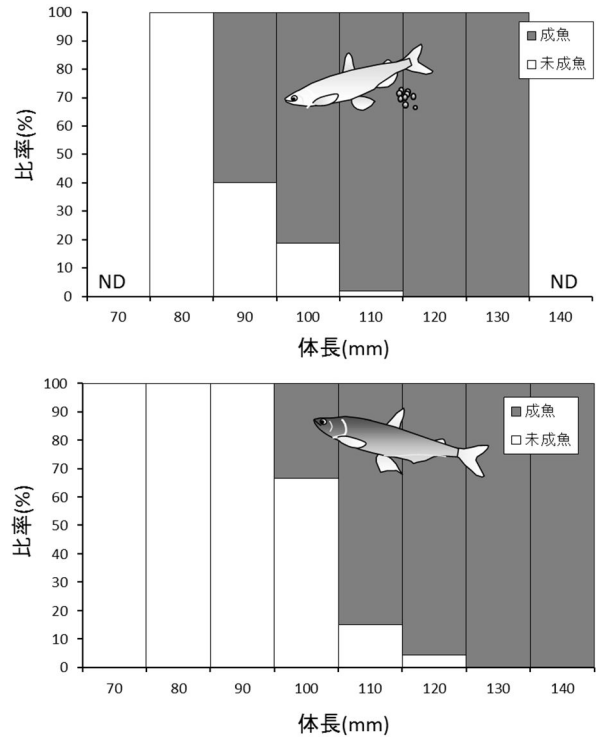


図8 飼育シシャモの成熟体長（上段：雌、下段：雄）

う魚を理解するための、新たな手法が加わったといえます。今後は、野外調査だけでは調べることが難しかったシシャモの生態などの知見が、飼育実験を通じて次々に明らかになっていくかもしれません。

なお、現在、栽培水試ではシシャモの飼育法を確立するための研究課題（生態研究を目的としたシシャモ飼育技術の確立）を、今年から3年間の計画で展開中です。本項では紙面の都合により「シシャモの飼育法」には全く触れられませんでした。シシャモ仔稚魚の飼育には、他の魚にはない、シシャモ特有の注意すべき点は間違いなくあり、この研究課題を通じて健全にシシャモを成長させるための条件を明らかにしていく予定です。機会があれば、この研究課題の結果についても本誌でご紹介できればと考えています。

最後になりましたが、シシャモ飼育を始めるに際して貴重な情報を提供いただいた、公益社団法人 栽培漁業振興公社 岡田鳳二技術顧問、新居

久也部長、公益財団法人ふくしま海洋科学館の松崎浩二環境展示チームリーダーおよび公益財団法人千歳青少年教育財団 サケのふるさと千歳水族館 菊池基弘館長に心より感謝いたします。また、河川内での成魚の採集や受精卵の入手にご協力いただいた鶴川漁業協同組合および釧路市漁業協同組合の皆様、本紙面をお借りしお礼申し上げます。

*：産卵の時などに海から川に生活の場を変える魚類の総称。北海道ではサケやカラフトマスが有名。

参考文献

- 1) 石田良太郎 (2016) 鶴川系シシヤモ資源の加入量変動機構解明に向けた基礎的研究. 平成26年度栽培水産試験場事業報告書, 91-92.
- 2) 松崎浩二・藤井芳・猿渡敏郎 (2010) クレイゼル水槽を使用したシシヤモ仔稚魚の育成. 水産増殖学会 第9回大会講演要旨集, 8-9.
- 3) 工藤 智・春日井潔 (2004) シシヤモの海洋生活初期における資源生態調査 (受託研究). 魚と水, 40, 71-80.
- 4) Campana, S.E. (1990) How reliable are growth back-calculations based on otoliths?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47, 2219-2227.
- 5) Garrido, S, Ben-Hamadou, R, Santos A.M.P., Ferreira, S, Teodósio, M.A., Cotano, U, Irigoien, X, Peck, M.A., Saiz, E, Ré, P (2015) Born small, die young: Intrinsic, size-selective mortality in marine larval fish. *Nature Scientific Reports*, 5: 17065, 1-10.
- 6) Houde, E.D. (2008) Emerging from Hjort's Shadow. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 41, 53-70.

(いしだりょうたろう 栽培水試調査研究部
報文番号 B2401)