

さけます・内水面シリーズ

さけます養殖生産の効率化を目指した 性転換雄の若齢成熟方法

キーワード：ギンザケ、性転換雄、光周期、若齢成熟

はじめに

ギンザケの海面養殖は宮城県その他、2012年以降、新潟、千葉、鳥取、香川、愛媛県と相次いで開始されました。これら海面養殖で使用される網生け簀には、本州で育成された200g程度の種苗（幼魚）が秋に投入されますが、これらの種卵の8割は北海道で生産されています。

人工授精に用いる雄は、雌3尾に対して1尾程度であるにもかかわらず、種卵（次世代）生産に向けて、ほとんどが雌雄比1：1で親魚を飼育しています。人工授精に用いる雌雄比3：1で親魚を飼育できれば、飼育スペースや用水を有効に利用することになります。そこで、親魚の雌雄比を改善するため全雌生産が実施されています。サーモンの性はXXとXY型の遺伝子型で決定されます（図1）。すなわち、X卵とX精子が受精するとXXで雌、X卵とY精子でXYの雄、性比は1：1になります。全雌生産では、雌を男性ホルモンであるメチルテストステロンで性転換した偽雄の精子で受精させることで、子供は全てXXで雌となります。

北海道で種卵生産を目的に陸上養殖されるギンザケは、生後1年半で海水でも生きられるよう、体色が銀色に変化したスマルト（図2）に変態した後、急速に成長し約3年で成熟します。これに対して、生後1年以内にスマルトを生産できれば、1年目秋に成熟し、性転換雄の精子を得るまでの期間を1年短縮することが期待されます。

ここでは、昼と夜の時間を変える光周期処理を稚魚に施してスマルト生産期間の短縮が可能な光周期操作を明らかにし、性転換雄を若齢で成熟させることができましたので紹介します。



図2 ギンザケ稚魚（上）とスマルト（下）

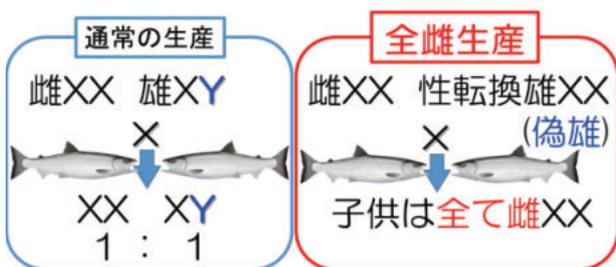


図1 通常生産と全雌生産

成長とスマルト出現

2016年10月31日に(株)吉原水生の小清水分場（小清水町）において、性転換雄から得られた精子で受精した全雌卵をさけます内水試へ輸送しました。ふ化後メチルテストステロン溶液へ浸漬し、浮上後2ヶ月間メチルテストステロンを添加した飼料



図3 長日 (16L8D) に設定した水槽

を与え、試験魚を生産しました。2017年2月27日に、昼の長さを16時間、夜の長さを8時間の長日(16L8D、図3)と、その逆の短日(8L16D)、および自然日長の3群に分け、約4ヶ月間タイマーで光周期操作と給餌を実施しました。光周期操作終了後の試験魚は自然日長で飼育し、2017年7月14日に、異なる鰭を切除することで3群を標識して混養しました(長日処理群は左腹鰭、短日処理群は右腹鰭、自然日長群は両腹鰭を切除)。7月25日、試験魚を小清水分場へ輸送して飼育を継続しました。輸送後、夏季に成長が停滞しました(図4)。試験魚は警戒心が強く、人影に対して逃避行動が見られたことから、成長に必要な飼料を十分に得ることができなかったことによるかもしれません。秋には長日処理群を除き良好な成長を示しました。

11月中旬には短日処理群で全個体がスモルトに変態し、スモルトの出現率は自然日長群、長日処理群の順に低下しました(図5)。このように、秋季には短日処理群の全個体が生後12ヶ月でスモルトへ変態したことから、スモルト出現期間を6ヶ月短縮することができました。また、6月に自然日長群16個体のうちスモルトが1個体出現しました。わずか1個体でしたが、生後7ヶ月でスモルトを春季に得ることができたことから、今後さらに飼育条件を検討することで、高い確率でスモルト

ト出現期間を11ヶ月短縮できる可能性もあると考えています。

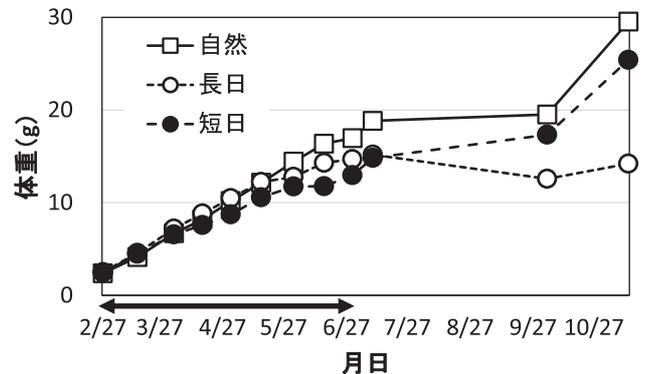


図4 試験魚の平均体重の推移
矢印は光周期操作期間を表す。

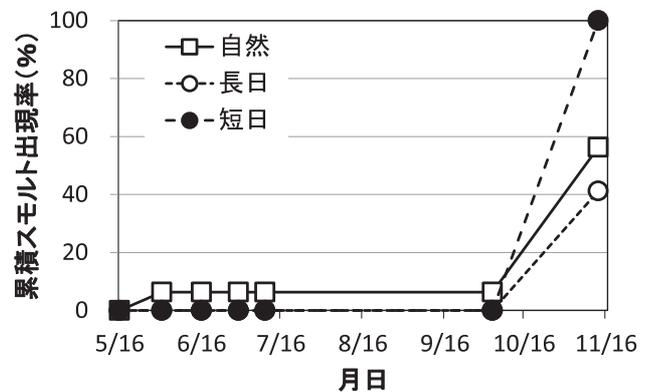


図5 各群の累積スモルト出現率の推移

性転換の確認

成長ホルモン遺伝子(GH)は高分子から低分子に向けて、GH-I、GH-II、偽遺伝子(GH-ψ)の順に3本のバンドが確認できました(図6)。試料には、電気泳動像の左から雄親魚3個体、雌親魚2個体、試験魚11個体を用いました。GH-ψは雄特異遺伝子と報告されており¹⁾、電気泳動像でも雄親魚のみで確認されました。一方、雌親魚と試験魚にはGH-ψを欠くことから遺伝的に雌であることが確認できました。

また、11月に各群から抽出した試験魚を開腹したところ、いずれもひも状の未発達な精巣を保持していました(図7)。これらの結果から、遺伝的

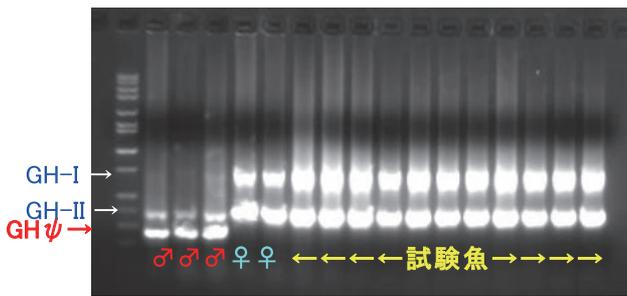


図6 ギンザケ成長ホルモン遺伝子の電気泳動像
偽遺伝子 (GH-ψ) は雄特異的であり、試験魚は全て遺伝的雌であった。

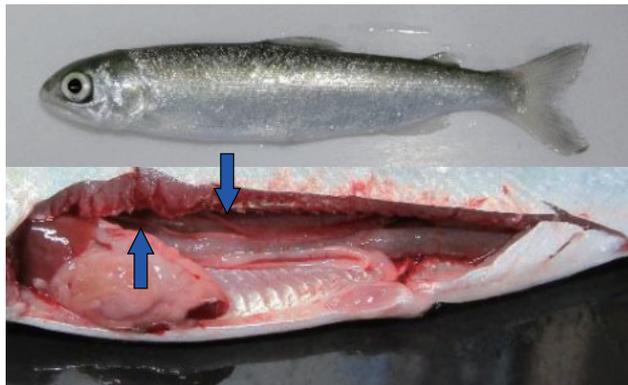


図7 生後12ヶ月(11月)の試験魚の生殖腺(矢印)
生殖腺はひも状の未発達な精巣であった。

雌から性転換した稚魚を、2月から4ヶ月間短日条件で飼育することで、生後12ヶ月でスマルトに変態することを確認し、性転換雄のスマルト生産期間をこれまでより半年短縮することができました。

性転換雄の機能性の確認

2018年11月13日、小清水分場においてギンザケ全雌生産に立ち会い、試験魚のうち体色が茶褐色で精液を出しそうな性転換雄11個体の腹部を押したところ、1個体から精液を得ることができました。左腹鰭が切除されていたことから長日処理群であることが判明しました。網走水産試験場に精液の一部を冷蔵で持ち帰り、顕微鏡下で運動能を確認したところ、9割の精子が高い活性を示す直線運動をしました。この性転換雄は、数日にわたり人工授精に利用され、全雌卵の生産に活用されました。

おわりに

光周期操作によりギンザケのスマルト生産期間を半年短縮し、性転換雄の成熟を1年短縮させることができました(図8)。さらに、成熟個体の排精や精子の運動能と受精能も確認できました。ただし、排精しなかった親魚とスマルト生産期間を半年短縮した短日処理群の成熟については、本研究で十分に調べることができませんでした。今後、性転換雄の若齢成熟の実用化に向けては、排精可能な個体を増加させる養殖工程の検討が必要です。生後24ヶ月の秋に成熟する性転換雄を高率で作出できると、生後2年目の雄親魚の飼育が必要ないことから飼料費の削減と、飼育池のほとんどを全雌親魚とすることで生産卵数の増加が期待され、養殖漁家の経営安定に寄与すると考えます。

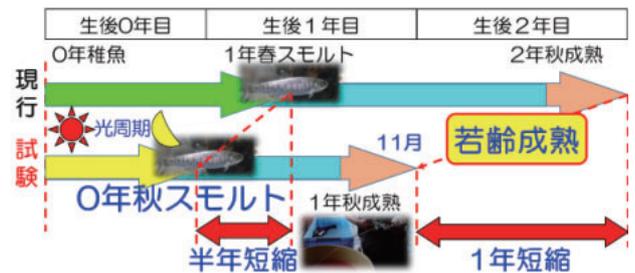


図8 性転換雄の成熟期間を現行より1年短縮

参考文献

- 1) Du, S. J., R.H. Devlin & C. L. Hew (1993) Genomic structure of growth hormone genes in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*): presence of two functional genes, GH-I and GH-II, and a male-specific pseudogene, GH-ψ. DNA and Cell Biol. 12: 739-751.

(楠田 聡 さけます・内水試内水面資源部

報文番号B2454)