

平成 23 年度厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究奨励補助金報告書

日本産イトヨ 2 型の初期発生過程における塩分耐性に関する研究

岐阜経済大学地域連携推進センター 研究員

久米 学

岐阜県世界淡水魚園水族館 学芸員

池谷 幸樹

緒言

日本周辺に生息するトゲウオ科イトヨ *Gasterosteus aculeatus* には、遺伝的・系統的に分化した日本海型と太平洋型が存在し、同所域では2型間に生殖的隔離が存在する (Kitano et al., 2007, 2009). そのうち、交配前隔離機構に関しては、これまでの申請者らの研究によって、イトヨ日本海型と太平洋型の生殖的隔離機構において、特に2型の繁殖場所が河川の上下流に分かれるという繁殖場所利用様式の違いが重要であることが示された (Kitano et al., 2009 ; Kume et al., 2010). また両者の塩分耐性能が異なることから、塩分濃度が両者の生殖的隔離に重要な環境因子であると推察される (久米ほか, 2010 ; Kume et al., 2010). 環境が生殖的隔離の進化に与える影響は、進化生物学や行動生態学の主要な課題である (Hendry, 2009). すなわち、その個体にとって不利な生理環境での適応度が低下するなどの理由により、生態的分岐が生じ、生殖的隔離に影響を与えると考えられる (Hatfield and Schluter, 1999 ; Nosil et al., 2005). そこで本研究では、塩分勾配がある飼育環境下において、イトヨ2型の卵および仔魚の生残率を比較し、繁殖場所における塩分環境の差異が、イトヨ2型とその雑種の適応度に与える影響の解明を目的とした。

材料および方法

試魚は、イトヨ2型の同所的生息地である北海道釧路支庁厚岸町を流れる別寒辺牛川で採集する。イトヨ2型の遡上期である5月上・中旬に、厚岸湖のシラウオ定置網（遡上経路に位置する ; Kume et al., 2005）で混獲された個体を採集した。採集されたイトヨは、岐阜県各務原市にある水族館（岐阜県世界淡水

魚園水族館) に輸送し、成熟するまで飼育した。なお、成熟の判別は、Kume et al. (2005)に従って行った。イトヨの成熟後、純系と正逆雑種の4通りの組み合わせ各5家系を作成した。人工授精を行い、組み合わせ毎に人工孵化機で飼育した。孵化仔魚は60cm水槽に移し、組み合わせ、および家系毎に分けた。塩分濃度0psu, 11psu, 22psu, 33psu (人工海水により作製) の4実験区を設定し、各家系の卵塊を4等分し、それぞれの塩分濃度条件下で約4ヶ月飼育した。卵の孵化までは1日1回、孵化後は3日に1回、死亡数を確認し、それを基に各家系の孵化率、および生残率を算出した。この実験によって、塩分濃度が移住種や雑種の適応度を低下させる要因となるのか、を明らかにできる。また、Swarup (1958) を参考にして、卵および孵化仔魚の初期発生過程の記載も同時に行った。

結果および考察

本研究では、1実験区(0psu)で各組み合わせ1家系の観察に成功した(図1)。

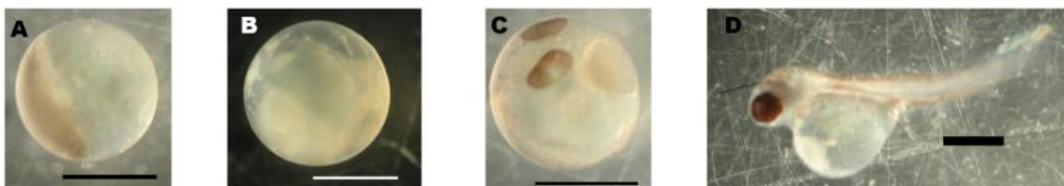


図1. イトヨ日本海型の発生段階. A: 胚盤形成(受精後1.5時間), B: レンズ形成(受精後3日), C: 発眼(受精後4日), D: 孵化仔魚(受精後7日). バーは1mmを示す.

すべての組み合わせにおいて、発眼期の前後に急激な生残率が低下したが、その程度は組み合わせによって異なっていた(図2). 発眼期の生残率は、純系である太平洋型♀×太平洋型♂と日本海型♀×日本海型♂では比較的高く、正逆雑種である日本海型♀×太平洋型♂と太平洋型♀×日本海型♂では低かった.

このことは、雑種個体の生残性の低下を示唆している。

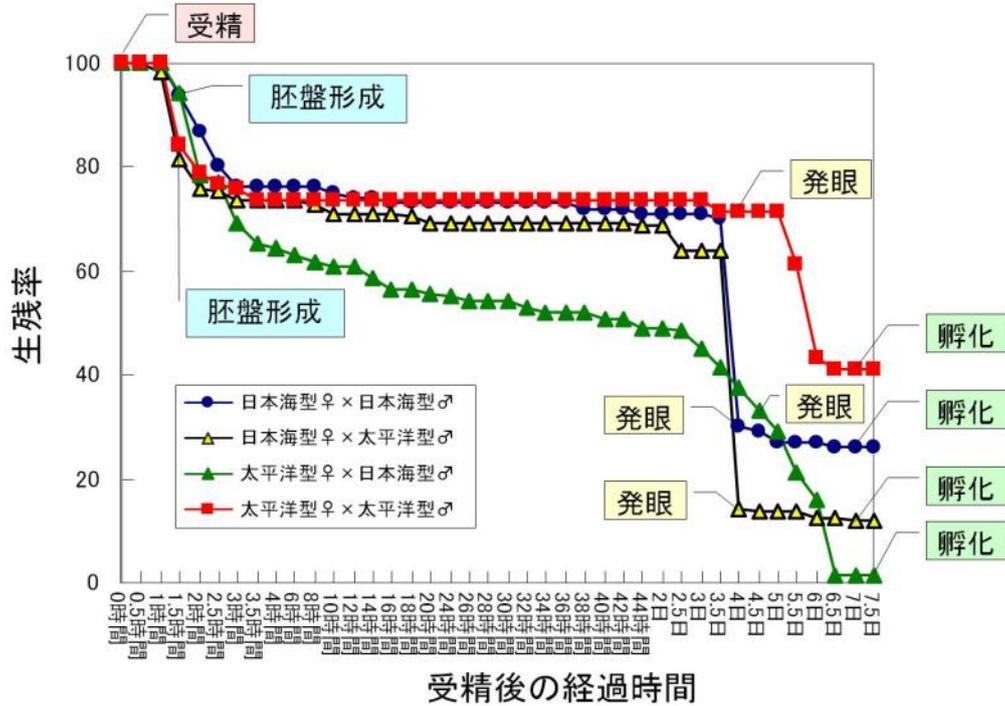


図2. イトヨ2型とその雑種の発生時間（段階）と生残率。

また、孵化体長を組み合わせ間で比較したところ、太平洋型♀×太平洋型♂と太平洋型♀×日本海型♂は、日本海型♀×日本海型♂と日本海型♀×太平洋型♂よりも大きかった（図3）。これは、卵の由来を反映した結果であると考えられる。すなわち、太平洋型の卵は日本海型の卵よりも大きく（Kume, 2011）、その結果として、太平洋型由来の組み合わせの方が日本海型由来の組み合わせよりも孵化体長が大きかったものと推察される。

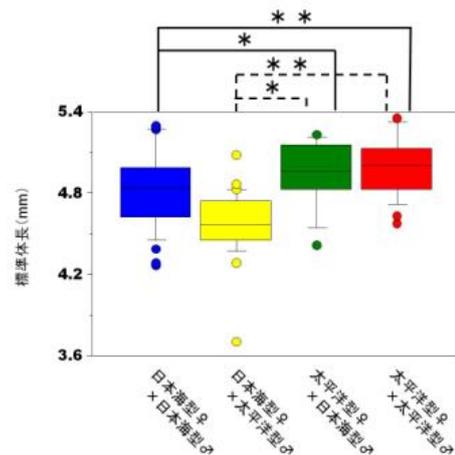


図3. イトヨ2型とその雑種の孵化体長。* : $P < 0.0005$, ** : $P < 0.0001$ (Mann-Whitney's U test)

本研究では、受精率が非常に低く、限られた組み合わせ、かつ家系数しか観察ができなかった。引き続き、受精・飼育条件の検討を行い、繁殖場所における塩分環境の差異とイトヨ 2 型およびその雑種の適応度に与える影響の解明を目指したい。

謝辞

北野 潤博士（国立遺伝学研究所）・石川麻乃博士（国立遺伝学研究所）・吉田恒太博士（国立遺伝学研究所）・丹後谷耕一氏・馬場洋氏（厚岸町漁業者）・武山悟氏（厚岸カキ種苗センター）・安藤忠博士（水産総合研究センター）には、現地調査においてご協力いただいた。また、岐阜県世界淡水魚園水族館の飼育スタッフ各位には、供試魚の飼育にご協力いただいた。以上の方々に感謝の意を表する。

引用文献

Hatfield, T., and Schluter, D. (1999) Ecological speciation in sticklebacks:

environmental-dependent hybrid fitness. *Evolution* 53: 866-873.

Hendry, A.P. (2009) Ecological speciation! Or the lack thereof? *Canadian Journal of*

Fisheries and Aquatic Sciences 66: 1383-1398.

Kitano, J., Mori, S., and Peichel, C.L. (2007) Phenotypic divergence and reproductive

isolation between sympatric forms of Japanese threespine sticklebacks. *Biological*

Journal of Linnean Society 91: 671-685.

- Kitano, J., J. A. Ross, S. Mori, M. Kume, F. C. Jones, Y. F. Chan, D. M. Absher, J. Grimwood, J. Schmutz, R. M. Myers, D. M. Kingsley and C. L. Peichel (2009) A role for a neo-sex chromosome in a stickleback speciation. *Nature* 461: 1079-1083.
- Kume, M. (2011) Clutch and egg sizes in two migratory forms of threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus* in eastern Hokkaido, Japan. *Zoological Studies* 50: 309-314.
- Kume, M., T. Kitamura, H. Takahashi and A. Goto (2005) Distinct spawning migration patterns in sympatric Japan Sea and Pacific Ocean forms of threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus*. *Ichthyological Research* 52: 189-193.
- 久米学・北野潤・森誠一 (2010) 繁殖場所への適応 - 生態的分岐はイトヨの種分化を促進する - . 月刊海洋 42 (6) : 330-336.
- Kume, M., J. Kitano, S. Mori and T. Shibuya (2010) Ecological divergence and habitat isolation between two migratory forms of Japanese threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Journal of Evolutionary Biology* 23: 1436-1446.
- Nosil, P., Vines, T.H. and Funk, D.J. 2005. Perspective: reproductive isolation caused by natural selection against immigrants from divergent habitats. *Evolution* 59: 705-719.
- Swarup, H. (1958) Stages in the Development of the stickleback *Gasterosteus aculeatus* (L.). *Embryol. Exp. Morph.* 6: 373-383.