

水温制御による安全かつ簡易なヒメマス全雌生産技術の開発

あずま てるお 東 照雄 (中央水産研究所 内水面研究部)

はじめに

ます類養殖に代表されるわが国の内水面養殖産業は、生産コスト上昇、疾病対策、環境負荷軽減対策、低価格の輸入品との競合などといった複数のマイナス要因に取り囲まれている。一方では、今日、安心・安全な魚づくりが強く求められている。両者は対立軸ではなく、消費者に受け入れられる新しい養殖生産技術の確立は、内水面養殖を取り巻くマイナス要因を払拭する一つの大きな突破口としてきわめて重要な意味を持つに違いない。このような観点から、中央水産研究所内水面研究部育成生理研究室では、環境にも魚にも優しい育成技術の確立を目指した研究に取り組んできた。今回、初期生活期における高水温処理により、安全かつ簡便なヒメマス全雌生産技術を栃木県水産試験場との共同研究として開発した。以下、その概要を紹介したい。

全雌生産のしくみ

一般に、さけます類では雄性先熟の傾向が認められる(松下 1964)。カラフトマスに代表されるような生活史パターンに変異をもたない種を除けば、成熟時期の違いはしばしば成熟年齢の違いとして現われる。また、成熟年齢が同一でも雄の成熟期のピークは雌に先じる傾向がある。このため、たとえば、母川に回帰する親魚に占める雌の割合が高まってくると、回帰シーズンもそろそろ終盤に近づいてきたなと予測することも可能だ。こうした現象は河川に回帰するさけます類だけに限ったことではない。飼育環境下でもやはり雄のほうが成熟の開始時期は早い。ニジマスやサクラマスの早熟雄を除けば、サケ属の種はすべての個体が成熟とともにその生涯を閉じる。生理的にもその終焉に向けた変化が生じる。食品原料の品質という観点からすれば、成熟と共にブナ毛の進んだバサバサの身は、銀毛で脂の乗った身にはかなわない。

魚の成熟を早めることなく、あるいは全く成熟させずに魚を大きく育てられれば、消費者に好まれる良好な肉質を維持できる。しかし通常の養殖生産では、魚を大きく育てようとがんばると、得てして成熟も早めてしまいがちだ。そしてその傾向は雄で顕著にみられる。こうしたジレンマを解消すべく生まれたのが、全雌生産技術や全雌三倍体作出技術である。全雌生産では早期成熟による肉質劣化を伴う雄を排除し、全雌三倍体では成熟そのものを抑制できる。それでは生まれてくる魚をどうすればすべて雌にできるだろうか。我々ヒ

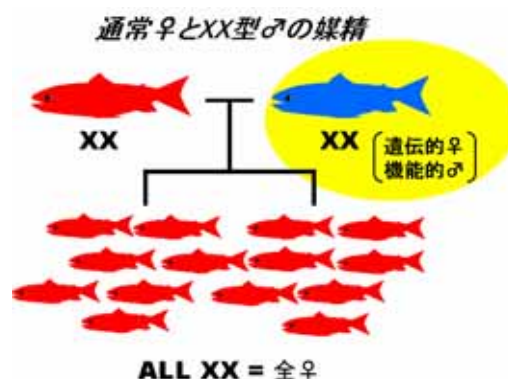


図1. 全雌生産のしくみ。

トと同じXX-XY型の性染色体をもつサケ科魚類の全雌生産には、遺伝的には雌でありながら、機能的には雄であるXX型雄、いわゆる“偽雄”が不可欠なのだ(図1)。以下に、中央水産研究所と栃木県水産試験場が取り組んだ偽雄ヒメマスの効率的生産技術開発の経過を説明しよう。

これまでの雄化誘導技術を顧みて

1970年代よりサケ科魚類における雄化誘導には、メチルテストステロン(MT)という雄性ホルモン(合成ステロイド)の有効性が明らかにされてきた(Yamazaki 1976; Johnstone et al. 1979; Goetz et al. 1979)。今日の全雌生産では、生殖腺が卵巣または精巣へ未分化な発育初期の段階にある魚に対してMTを浸漬・経口投与の形で使用している。MT処理技術は農林水産大臣の特性評価確認を受けた方法であり、その処理魚は偽雄として使用されるだけで食卓に上るわけではない。しかし、一方で、MT使用により性転換魚の輸精管に閉塞奇形が生じ通常通りの腹部圧搾で採精できない事例が報告されている(Bye and Lincoln 1981)。また、現在は防除策が取られているとはいえ、MTが誤って環境水中へ溶出するような予期せぬ事故の発生も起らないとは限らない。こうした懸念材料を考えると、これからの全雌生産にはMTに依存しない全く新しい偽雄作出手法の開発が必要であることが理解されよう。今日の安全、安心志向に照らせば、その新技術は、環境にも魚にも優しい技術でなければならない。

高水温による新しい偽雄作出技術

自然界では環境因子により性転換する魚は数多く知られている。温度、pH、こみあい度、社会的相互作用などがそうした因子として知られてい

る。これらの中から我々は温度に着目した。環境温度が性決定に重要な役割を果たしていることは、1966 年に爬虫類ではじめて明らかにされた (Charnier 1966)。魚類では、Conover and Kynard (1981) が、水温による性誘導効果の存在をタイセイヨウトウゴロウイワシではじめて報告している。以来、カダヤシ、ティラピア、キンギョ、ドジョウ、マコガレイ、マツカワ、ヒラメなどでも温度による性転換の誘発が確認されてきた。一方、さけます類の仲間は遺伝的な性が極めて安定していて、環境因子により性転換することはないと長らく考えられてきた。しかし、2004 年に我々はヒメマスを対象として初期生活期における高水温処理により、遺伝的雌から機能的雄へ性転換できることをサケ科魚類ではじめて明らかにした (Azuma et al. 2004)。この処理手法を応用すれば、安全かつ簡便に偽雄を大量生産することが可能かもしれない。ただし、これまでの方法では、生残率が低く、処理期間が 3 か月という長期間に及び、実用化にはまだまだ大きな溝があった。そこで、我々はこれまでの研究を進展させて、処理期間を大幅に短縮し、雄化率・生残率とも大きく高めることを目的として、改良型温度処理技術の開発を目指した。

今回の実験では、Azuma et al. (2004) により作出された偽雄と通常雌の媒精により得た個体を供試魚とした。すなわち、そのまま通常環境下で育てれば、全てが雌として育つことになる。通常飼育温度 9 に対して、18、16 及び 14 の高水温処理区を設けた。雄化率・生残率をとも高めるためにはどのようなタイミングでどれくらいの期間、高水温に晒すかがキーポイントとなる。本研究では、高水温処理を施す期間として、18、

16 及び 14 それぞれの高水温区ごとに、ふ化直前から 1 週間単位で 4 週間までの 4 区、またその 1 週間後から同じく 4 週間までの 4 区、計 24 区験区を設けた。その結果、ふ化開始直前から高温処理を始めると、18 -1 週間で 90% 以上の雄化率・生残率が得られた (図 2)。開始時期が 1 週間遅れると雄化率は顕著に低下した。処理温度が低いほど、雄化率も低下したが、14 -1 週間処理でも、46% の雄化率が得られた。

おわりに

以上のような経過をたどり、飼育水温制御による環境と魚に優しい、安全、簡便かつ大量処理可能な実用レベルの偽雄生産技術が確立された。平成 18 年 8 月 22 日、当技術を導入した「全雌ヒメマス・全雌三倍体ヒメマス種苗生産および養殖技術」は「三倍体魚等の水産生物の利用要領」へ適合していることが水産庁より確認され、栃木県の中禅寺湖漁業協同組合がその使用許可を得、早速、事業に適用している。今後、より多くの生産者にこの手法をご活用いただければ幸いである。

引用文献

- Azuma, T., K. Takeda, T. Doi, K. Muto, M. Akutsu, M. Sawada, and S. Adachi. 2004. The influence of temperature on sex determination in sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. *Aquaculture*, 234: 461-473.
- Bye, V. J., and R. Lincoln. 1981. Get rid of the males and let the females prosper. *Fish farmer*, 4: 1-3.
- Charnier, M. 1966. Action de la température sur la sex-ratio chez l'embryon d'*Agama agama* (Agamidae, Lacertilien). *C. R. Soc. Biol. Paris*, 160: 620-622.
- Conover, D. O., and B. E. Kynard. 1981. Environmental sex determination: interaction of temperature and genotype in a fish. *Science*, 213: 577-579.
- Goetz, F. W., E. M. Donaldson, G. A. Hunter, and H. M. Dye. 1979. Effects of estradiol-17 β and 17 α -methyltestosterone on gonadal differentiation in the coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Aquaculture*, 17: 267-278.
- Hunter, G., and E. M. Donaldson. 1983. Hormonal sex control and its application to fish culture. In *Fish Physiology*, Vol. 9B (edited by W. S. Hoar, D. J. Randall, and E. M. Donaldson). Academic Press, New York. pp. 223-303.
- Johnstone, R., T. H. Simpson, A. F. Youngson, and C. Whitehead. 1979. Sex reversal in salmonid culture. Part II. The progeny of sex-reversed rainbow trout. *Aquaculture*, 18: 13-19.
- 松下友成. 1964. 北洋におけるサケ・マス資源 II 分布、回遊. 水産研究叢書, 6 - 2, 日本水産資源保護協会, 東京. 110 p.
- Yamazaki, F. 1976. Application of hormones in fish culture. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 33: 948-958.

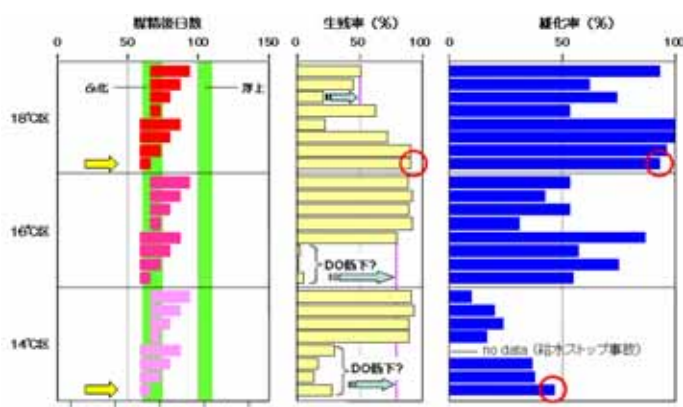


図2. 高水温処理における試験区別生残率および雄化率。