

性転換した雄(偽雄)を使って生まれる子を全部雌にする魚の話

水産庁 養殖研究所 企画連絡室長 加藤 禎一

Dr. Teiichi Kato
Director of Research Planning and Coordination Division,
National Research Institute of Aquaculture, Fisheries Agency



鶏のひなの雌雄鑑別技術は日本人が世界一と言われていますが、このような技術が必要なのは、卵を生まない雄を早く取り除く方が効率的だからです。

生まれてくるひなの雌雄は、受精時の性染色体の組み合わせで決まるのですが、それぞれの出現する確率が1:1であることから、例えば雌のひな10万羽を得るには2倍の20万個の卵をふ化させることが必要になります。

もし、生まれるひな全部を初めから雌にすることが出来たとしたら、難しい鑑別技術やその手間がいらなくなるばかりか、ふ化させる卵の数もこれまでの半分ですむことになるので、それこそ画期的な技術として脚光を浴びるに違いありません。ところが、鶏で夢のような技術、実は魚では10年以上も前から実際に使われているのです。地味な水産分野の話ということもあって、夢のような新技術も一般にはあまり知られていないようです。そこで、ここでは魚で開発された興味深い技術のいくつかを取り上げてみました。

性の決定の鍵を握る精子

鶏ほどでないにしても、魚でも、雌雄比べると、卵を持つ雌が高く売れることや、養殖した時に雄よりはるかに大型になることなどのため、雌の方が有利というのが普通です。こんなことから、多くの人々が雌だけを養殖したいと考え、これまでいろいろな選別法が試みられました。しかし、魚の場合、産卵期近くという例外を除けば、生きたままで雌雄を見分けることは今でも出来ないのです。

ところで、多くの魚の場合、性の決定に係わる染色体は、雌ではXと呼ばれる染色体1種類だけですが、雄にはXとYの2種類があります。卵がX染色体をもつ精子と受精するとXXとなり雌になるのですが、Yの精子と受精するとXYとなって雄になります(別図参照)。

サケの精子の大きさは、直径が5ミリもある卵に比べると、体積で約63万分の1に過ぎないのですが、脇役のように見えるこの精子が性の決定の場面では主役を演じるのですから面白いものです。

偽雄を使って生まれる子を全部雌にする

X精子で受精させると雌になることが判っているのなら、X精子だけを使うことで雌が作れそうですが、残念ながら現在の技術ではX精子を見分けることは出来ないのです。

XとYの見分けが出来ないのなら「X精子しか持た

ない雄を作ろう」と夢のようなことを考え、自らそれを実現させたのが北海道立水産孵化場の岡田さんです。

ホルモンによる性転換魚を利用する方法ですが、ユニークなのは、雌が欲しいのに男性ホルモンで雌を雄に性転換していることです。この逆の発想が、生まれる子は雌ばかりというニジマスの全雌生産の成功の元になったのです。それは、雌が雄に性転換しても性染色体はXXのまま変わらないことが判り、X染色体しか持たない雄が出来たためです。この精子で受精させればすべてXXすなわち雌になるというわけです。

卵の遺伝子だけで子を作る方法(雌性発生)

優秀な親魚が得られた時、その優れた性質をそっくり受け継いだ子が欲しいと考えるのは当然のことです。しかし、卵は精子との受精で発生するのですから、父親の遺伝の影響を受けないわけにはいきません。ところが、母親の遺伝子だけで子供を作るという不可能のように思えることが、魚で成功しているのです。雌性発生と呼ばれるこの方法は、サケ、ニジマス、ヒラメ等で成功しています。卵の遺伝子だけで発生させるには精子の遺伝子が邪魔なので、受精前にこれを紫外線で破壊します。遺伝子を壊して使用するくらいなら、初めから精子を使わなければ良さそうですが、そこが生物の持つ不思議さで、遺伝子が壊れた抜け殻のような精子でも、活発に動き回る運動性があれば、受精の刺激だけで卵の発生が始まるのです。こうして発生させた卵は父親から来るはずの遺伝子を持っていないの

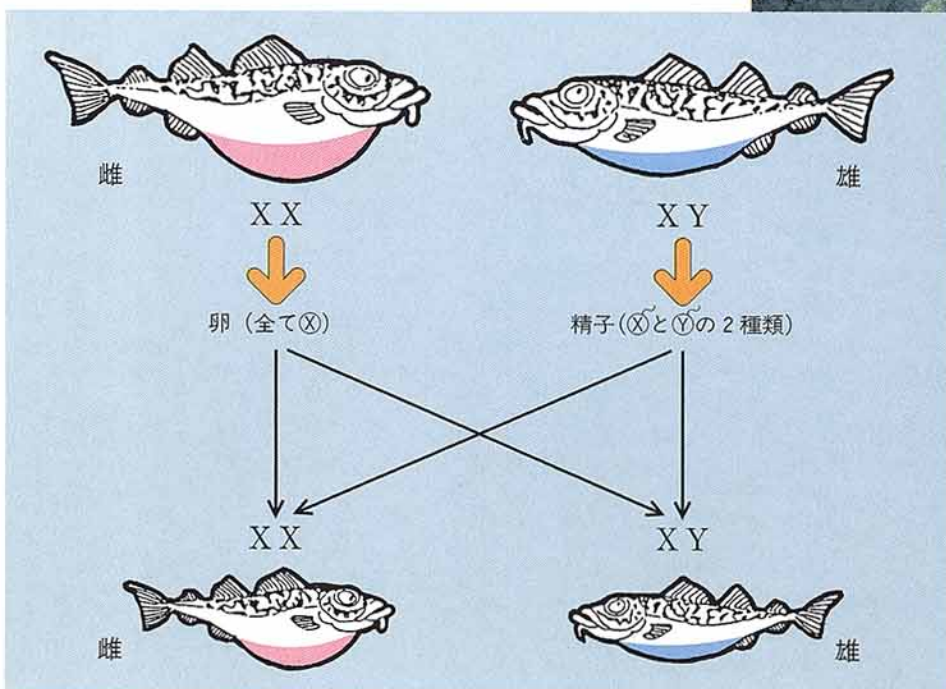
で、染色体数は通常の半分しかありません（半数体と呼んでいます）。半数体のままだと発生途上で奇形になるか死亡してしまうので、受精直後に高水圧や温度刺激を与えて染色体数を2倍に増やす必要があります。この方法で生まれる子は、卵の染色体Xが2倍のXXになるので、全部雌というおまけも付きます。

親と全く同じ遺伝子を持つ子、クローン

兄弟や姉妹はよく似ていますが、双子ほどではありません。それは同じ母親の卵でも一つ一つの卵を見ると遺伝子の組み合わせが同じになっていないためです。したがって、一回の雌性発生だけではクローンはできないのです。雌性発生で出来た子を育て、もう一度雌性発生を繰り返すと、今度は遺伝子の組み合わせが母親と全く同じというクローンが大量に出来るのです。サケ科の魚のアマゴでは既にクローンが育っています。

精子の遺伝子だけで子を作る方法（雄性発生）

卵の遺伝子だけで子を作る雌性発生に対して精子の遺伝子だけで発生させるのが雄性発生です。精子の遺伝子だけで発生させるために、受精前に卵の遺伝子を紫外線により強力なガンマーで破壊します。その後の操作は雌性発生と同じです。サクラマスで成功しています。ニワトリの卵を使用して絶滅寸前のトキを増やすことを想像していただければ、この技術が画期的なものであることがご理解いただけると思います。



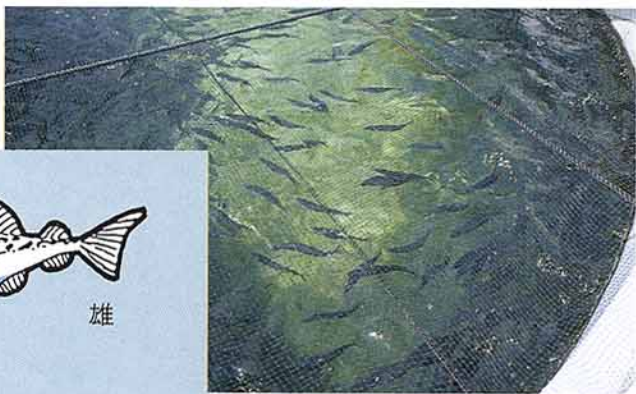
性決定の仕組み

成熟しない魚を作る

魚は成熟すると体色が黒くなり脂もなくなるため、商品価値がゼロになるようなことも珍しくありません。その上、成長が止まったり病気に罹りやすくなることもあって、養殖する側にとって成熟は好ましくない現象の一つです。しかし、成熟そのものを止めることは今でも出来ません。そこで考えられたのが成熟しない魚作りです。三倍体（普通の魚は母親と父親からの染色体を1セットずつ持つ二倍体）と呼ばれるため3倍も大きくなると誤解されることの多いこの魚、昨年三重県下で開催された「祭り博」のバイオテクノロジーのコーナーで全期間通して展示されました。

以上、水産分野の最先端技術のいくつかをご紹介しましたが、水産では自然に増え育ったものを漁獲するだけで漁業が成り立つということが最近まで続いてきました。狩猟時代と変わらないようなことが通用してきただけに、人の手で増やそうとすると、解決しなければならない問題が山ほどあるのです。

魚屋さんの店先を見るとすぐに気が付くことですが、値段の高い魚は「天然もの」と表示されたもので、手間もお金もかかっている「養殖もの」はどんな上物でも天然魚より安いのが普通です。やらなくてはならない問題は意外と身近なところにあるようです。



いけす実験魚



雄より1～2年遅れて成熟するため雌のほうが大型になる（写真はニジマス）