

性を変える魚，変えない魚

国吉 久人

われわれ人間の感覚では、「性は遺伝的に決まってい
て、一度決まった性は、手術でもしない限り変えられる
ものではない」と考えてしまう。ところが、同じ脊椎動
物で下等と位置づけられる魚類では、そうでもない。魚
の世界を、ちょっと覗いてみよう。

人の性はY染色体の有無で決まる。一般に、哺乳類は
XX/XY型の性染色体を持つ。XXの性染色体セットを
持つ個体がメスになり、XYの性染色体セットを持つ個
体がオスになる。哺乳類のY染色体上にはSRYという
性決定遺伝子が存在する¹⁾。SRY遺伝子は、転写因子の
一種をコードしていて、中胚葉由来の未分化生殖腺から
精巣への分化を誘導し、その結果、オスへと性分化させ
る。SRY遺伝子がなければ、未分化生殖腺は卵巣になり、
その個体はメスに性分化する。

さて、魚類の中ではメダカがXX/XY型の性染色体を
持つ。哺乳類と同様、メダカのY染色体にも性決定遺伝
子が存在する。しかしそれはSRY遺伝子ではなく、
DMYという別の遺伝子であった。DMY遺伝子も転写因
子の一種をコードしていて、オスへの性分化に必要な
十分な遺伝子であることが示された²⁾。

DMY遺伝子の発見で、魚類の性分化の共通原理が理
解できるものと期待されたが、そうはいかなかった。
DMY遺伝子は、メダカとその近縁種であるハナナメ
ダカでは見つかったが、それ以外のメダカ属魚種で
は見つからない。むしろDMY遺伝子を持つ方が少数派
のようである。おそらく、DMY遺伝子は、メダカ属の
種分化が進む過程で出現したものと考えられる。

一方、魚類の中にはメダカのように生涯一つの性を全
うするのではなく、環境によって性を変える、つまり性
転換をする魚も数多く確認されている。メスからオスに
性転換する雌性先熟魚（ベラ類、ハタ類など）もいれば、
オスからメスに性転換する雄性先熟魚（クマノミ類など）
もいる。中にはメスからオスへ、さらにその後メスに戻
ったりする双方向性転換魚（ハゼ類など）もいる。興味深
いことに、ベラ類やハタ類の雌性先熟魚では、集団内
での大きさの順位に依存して性転換することが知られてい
る³⁾。すなわち、集団の中で最大の個体が唯一のオスで
あり、そのオスがなくなると、残されたメスの中で最
も大きな個体のみがオスへと性転換する。それよりも小
さなメスは、メスのままである。このように、メスが性
転換するかしないかは、自分よりも大きな魚がいるか
いなかで決まる。

ここから先は、雌性先熟魚に関する知見を中心に紹介
していく。まず、卵巣が精巣へと変わるメカニズムにつ
いて説明したい。現在までに、性転換の誘導機構として、
2種類の性ステロイドホルモン（雌性ホルモンと雄性ホ
ルモン）の関与が強く示唆されている。多くの性転換魚
で、メスに雄性ホルモンを注射すると、オスへの性転換
が誘導される⁴⁾。また、雌性ホルモンの生合成阻害剤を
メスに注射した場合にもオスへと性転換する⁵⁾。以上の

結果から、性転換に際してメス体内で雌性ホルモンが減
少し、雄性ホルモンが増加することが性転換開始のスイ
ッチになっていると考えられる。

この考え方に基づいて、雌性ホルモンや雄性ホルモ
ンの生合成酵素の発現変動に注目した研究が、多くの性
転換魚で進められている。たとえば、ハタ類性転換魚で
はメスからオスへの性転換に伴って、雄性ホルモンの生
合成酵素11 β -ヒドロキシラーゼを発現する細胞が卵巣内
に出現し⁶⁾、それと並行して、雌性ホルモンの生合成酵
素であるアロマターゼの発現が失われていく⁷⁾。逆に、
クマノミ類などの雄性先熟魚では、オスからメスへと性
転換するにつれて11 β -ヒドロキシラーゼは減少し⁸⁾、ア
ロマターゼは増加する⁹⁾。

では、雌性ホルモンの減少と雄性ホルモンの増加を引
き起こすシグナル分子は何であろうか？ メス個体が、
集団内で一番大きいことを認識し、性転換を決断するの
は、脳でおこなわれるはずである。そうすると、脳から
性転換の指令が発信されることになる。脳から放出され
て、卵巣の性ホルモンの生合成に影響を与える因子と
して、生殖腺刺激ホルモンが有名である。最近、カンモ
ンハタのメスに生殖腺刺激ホルモンの1つである濾胞刺
激ホルモンを注射すると、オスへと性転換することが報
告された¹⁰⁾。このことから、生殖腺刺激ホルモンが脳
由来の性転換誘導シグナルの最有力候補と考えられる。

さらに遡って、生殖腺刺激ホルモンの放出を引き起こ
す脳内ホルモンGnRH（生殖腺刺激ホルモン放出ホルモ
ン）が「性転換の決断」の化学的実体であることが予想
される。これまでに2種のベラ類性転換魚で、GnRHを
産生する細胞の数が、性転換に伴って増加することが報
告されている¹¹⁾。実際にこのホルモンが性転換を誘導し
うかどうかについては今後の研究が待たれる。

魚類には、メダカのように、遺伝的要因によって厳密
に性が決定する種もいれば、性転換魚のように、環境要
因で性が変化するという、可塑的な性分化を示す種もい
る。どうやら魚類全体に共通の性分化機構というのとは
なく、それぞれの種が種分化の過程で独自の性分化機構
を発達させた、と考えるのが自然に思える。

- 1) Sinclair, A. H. *et al.*: *Nature*, **346**, 240 (1990).
- 2) Matsuda, M. *et al.*: *Nature*, **417**, 559 (2002).
- 3) de Mitcheson, Y. S. and Liu, M.: *Fish Fish.*, **9**, 1 (2008).
- 4) Frisch, A.: *Rev. Fish Biol. Fish.*, **14**, 481 (2004).
- 5) Nozu, R. *et al.*: *Gen. Comp. Endocrinol.*, **161**, 360 (2009).
- 6) Alam, M. A. *et al.*: *Mol. Reprod. Dev.*, **73**, 206 (2006).
- 7) Huang, W. *et al.*: *Mol. Cell. Endocrinol.*, **307**, 224 (2009).
- 8) Miura, S. *et al.*: *Zool. Sci.*, **25**, 212 (2008).
- 9) Kobayashi, Y. *et al.*: *Comp. Biochem. Physiol. A*, **155**, 237 (2010).
- 10) Kobayashi, Y. *et al.*: *Biol. Reprod.*, **82**, 1030 (2010).
- 11) Godwin, J.: *Front. Neuroendocrinol.*, **31**, 203 (2010).