

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：32670

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06652

研究課題名(和文)メダカを用いた性的嗜好性の獲得に関する研究

研究課題名(英文)Acquired sexual preferences in medaka

研究代表者

上條 槿子(Kamijo, Makiko)

日本女子大学・理学部・研究員

研究者番号：80758722

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、メダカのオスにおける性的嗜好性の形成について検討した。実験には体色の異なる2系統を用い、孵化直後から性成熟するまで様々な環境で飼育を行った。性成熟した後に、両系統のメスを同時に提示した。メスに対する追尾行動の回数をカウントすることで、オスの嗜好性を検討した。孵化後から性成熟まで同系統の群れと成長した条件では、どちらの系統も自身と同じ系統のメスを好んだ。一方で、別の系統と混合して飼育された条件や、孵化直後から一匹のみで飼育された条件では、他系統への嗜好性が増加した。これらの結果から、メダカのオスの性的嗜好性は生育過程における環境に応じて形成されることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Mate-choice experiments of male Medaka were conducted between two skin-color variants, color interfere (ci) and Actb-SL :GFP (soma), which are different in the skin color regulated by a single gene. These strains were reared with various tank mates from hatch until sexual maturation. Matured males were allowed to mate with novel two females of different strains for 30 minutes, and the number of courtship behaviors to each female was counted to assess his preference. Preference test with pair of two strains female was repeated for four successive days. When these strains had been reared separately, the males strongly preferred females of the same strain. However, if the strains had been reared in a mixed condition or each fish was reared individually, the males increased interests in females of the other strain. These results indicate that sexual preferences of males are established being affected by fish they grow up with.

研究分野：比較心理学

キーワード：性的嗜好性 学習 メダカ

1. 研究開始当初の背景

動物の重要な行動の一つとして、生殖行動がある。動物が配偶者を選択する際には、単に生殖可能であるというだけでなく、個体ごとの好みが反映され交尾相手が選択される。ヒトが性的な興奮を得られる刺激に対しては、個人差が非常に大きく、成長過程における個人的な経験による、後天的な学習のメカニズムによって獲得されるものである可能性が指摘されている。そのため、この性的嗜好性の獲得に関わる学習過程を明らかにすることは、社会的にも大きな重要性があると考えられる。

ヒトにおける性的嗜好性の獲得に関する研究は、倫理的な理由から困難であり、特に成人に限られるため、その時点において性的嗜好性がすでに確立されている可能性が高い。これに対し、動物を対象とした研究では、性的な経験の時期や行動を統制・操作が可能である。このような利点から、動物をモデルとした研究は必要不可欠であると考えられる。しかし、動物の性的嗜好性獲得とその変化に関する学習過程のメカニズムは、未だ明らかにされていない。

小型魚類のメダカにおいて、自系統の相手との交尾に固執する2系統が発見されている。これらの2系統のメダカは、一般に選り好み弱いとされているオスですら、ほとんどが自系統のメスに求愛し、異系統のメスには興味を示さないことが確認されている(Fukamachi et al., 2009)。両系統ともニホンメダカ (*Oryzias latipes*) であり、実際、異系統の異性しか存在しない状況下では異なる系統間での交尾が起こり、妊性のある子どもが生まれる。つまり、これらの排他的な配偶行動は、同種他個体の認識が不可能なわけではなく、性的嗜好 (sexual preference) に基づいていることが示唆されている。また、この2系統のメダカにおいても、(1)幼魚時の飼育環境により配偶者選択における好みが変わること、(2)これらの性的嗜好性が、嗅覚刺激や聴覚刺激ではなく、視覚刺激によるものであり、特に形や動きではなく色の認識に基づくものであることが確認されている。つまり、これら2系統のメダカにおける性的嗜好性は、生育過程における経験により形成されている可能性が考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、動物の生育過程における環境や社会経験からの性的嗜好性獲得に着目し、その獲得時期と学習要因について基礎的な知見を得ることを目的とした。実験対象には小型魚類であるメダカを用いた。soma と ci という2系統のメダカは、相互の遺伝子変異が1つであるにも関わらず、オスは強く自系統のメスを配偶相手に好み、お互いに異系統のメスには興味を示さない。これら2系統のメダカを用い、生育過程における性的嗜好性の獲得に関わる要因の特定を試みた。

実験では、様々な飼育条件を設定して、2系統メダカの求愛行動を観察することで、性的嗜好性の形成に関わる生育環境の検討を行った。また、2系統のオスをそれぞれ自系統または異系統のメスと細かく設定した条件下で飼育を行うことで、性的嗜好性が形成される期間を特定することを試みた。

3. 研究の方法

メダカは性決定遺伝子 (Matsuda et al. 2002) が特定されているため、遺伝子からの雌雄判定が可能である。本研究では、外見からは雌雄の判別が不可能である稚魚の段階からの雌雄同定を行った。この手法を用いることにより、集団の性比の操作や孵化後間もない時期からのオスの単独飼育といったより細かな飼育環境の設定と効率的な実験が可能になるため、メダカにおける性的嗜好性の要因の解明と、形成される生育期間の特定を明らかにすることができると考えた。

本研究では、以下の二点について検討した。

(1)メダカの性的嗜好性の獲得に関わる飼育条件の特定

2系統のメダカを以下の飼育条件で飼育を行った。

- (A)同系統のオスのみ
- (B)2系統のオスのみ混合
- (C)同系統のオスとメス
- (D)オスと別系統のメス
- (E)オス1個体を単独

これらの個体が性成熟した後(約3か月)に、オスに対して、新奇な2系統のメスを同時に提示した。本研究では、メダカの交尾行動のうちの追尾行動の回数をカウントしオスの性的嗜好性の指標とした。

これらの飼育条件によるオスの性的嗜好性を定量し、比較することで、()群れを構成する系統による影響(条件A・B・E)、()メスとの接触機会による影響(条件A・Cと条件B・D)、について明らかにすることが可能であると考えられる。

(2)性的嗜好性の獲得に関わる生育期間の特定

(1)の実験終了後、条件 a: 系統別飼育後に異系統の異性, 条件 b: 異系統異性での飼育後に系統別、の2条件で飼育を行い、各飼育条件の期間を操作することで、メダカの性的嗜好性が形成される時期を特定する。これまでに行われた実験結果から、系統別飼育後7週目から混合飼育を行うと自系統を好む結果が得られている。本実験では、系統別から異系統異性の飼育条件に切り替える時期を早めていくことで、孵化後から性成熟までずっと異系統異性と飼育する条件と、同程度に異系統への嗜好性を示すようになる時期を特定する。また条件 b では、異系統異性から系統別飼育に切り替える時期を生後間もない時期から徐々に遅くしていくことで、条件 D

と同程度に異系統への嗜好性を示すようになる時期を特定する。これら2条件の結果を総合することで、メダカの性的嗜好性の形成に関わる期間を特定することができるだろう。

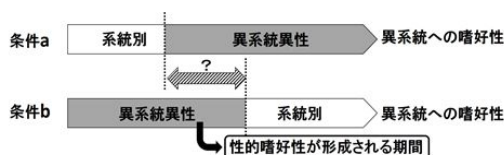


Figure 1.

4. 研究成果

(1) メダカの性的嗜好性の獲得に関わる飼育条件の特定

実験1として、前述の5条件で飼育を行った。条件(E)以外は1水槽内に計4匹となるように飼育を行った。その結果(Figure 1), 条件(C)では両系統とも自身と同じ系統のメスに対して強い嗜好性を示した。また, 条件(E)においてはどちらの系統も条件(C)よりも同系統への嗜好性の偏りは減少した。系統別に結果を見ると, *ci* においては, 条件(C)以外のすべての条件において他系統の嗜好性が増加していた。一方で *soma* は, 条件(B)においては *ci* と同様に異系統への嗜好性の増加が見られたが, その他の条件では自身と同系統のメスへの強い嗜好性が見られた。これらの結果から, この2系統のメダカはもともと性的な嗜好性の偏りを持たないが, 生育する環境によって偏った嗜好性が形成されている可能性が示唆された。

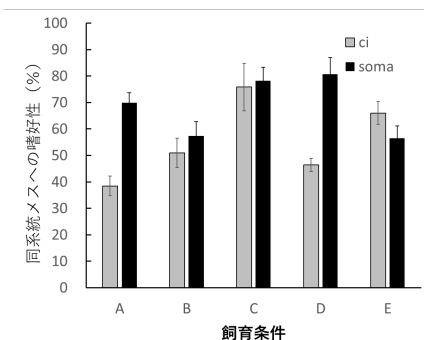


Figure 2.

(2) 性的嗜好性の獲得に関わる生育期間の特定

これまでに行った実験結果より, 孵化直後に雌雄を判別した異系統異性で飼育した場合と, 雌雄関係なく2系統の個体を同数ずつ混合した混合飼育条件を比べて, 嗜好性の偏りに差異は少ないと判断し, 飼育条件を異系統異性から混合飼育条件に変更した。条件 a: 系統別飼育後に混合飼育, 条件 b: 混合飼育後に系統別, の2条件で飼育を行い, 各飼育条件の期間を操作することで, メダカの性的嗜好性が形成される時期を特定しようと試みた。その結果, *ci* では孵化後から性成熟までの期間にわずか2週間でも他系統の個体と

接触する機会があれば, 性成熟後に他系統への嗜好性が増加するという結果が得られた。一方, *soma* においては条件によって多少の増減は見られたが, 一貫して自身と同じ系統への嗜好性を示した。つまり, どちらの系統のメダカもある特定の期間でのみ性的嗜好性が形成されるのではなく, 性成熟までの期間全体で性的嗜好性の形成に影響がある可能性が示唆された。

これらの結果から, 小型魚類であるメダカにおいて, 配偶選択における性的嗜好性は性成熟前の生育過程の環境によって, 後天的に獲得される可能性が示唆された。また, メダカの配偶行動において2系統の間に差異が見られた。*ci* は体色調節に関わる *somatolactine alpha (SLα)* 遺伝子を欠損した突然変異体であり, *soma* は *somatolactine alpha (SLα)* を過剰発現させた *ci* のトランスジェニック体である。この一つの遺伝子の発現の有無が, メダカの配偶行動における行動の変容を産み出した可能性が考えられる。今後この点についても明らかにしていく必要があるだろう。

<引用文献>

- Fukamachi et al. (2009). Dual control by a single gene of secondary sexual characters and mating preferences in medaka. *BMC Biology*, 7: 64
- Matsuda et al. (2002). DMY is a Y-specific DM-domain gene required for male development in the medaka fish. *Nature*, 417, 559-563.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1件)

- Ikawa, M., Ohya, E., Shimada, H., Kamijo, M. & Fukamachi, S. (2017). Establishment and maintenance of sexual preferences that cause a reproductive isolation between medaka strains in close association. *Biology Open*, 6, 244-251. (査読あり)

〔学会発表〕(計 3件)

- Kamijo, M., Ikawa, M., Ohya, E., Shimada, H., & Fukamachi, S. "Effects of social association on sexual preference in small fresh-water fish, *Oryzias latipes*" 18th Meeting of the International Society for Comparative Psychology (ISCP2016) University of Sydney, Australia 14-16 (July, 2016)

- Kamijo, M. & Fukamachi, S. "Effects of genetic and environmental factors on male sexual preferences in medaka"

The 31st International Congress of
Psychology (ICP2016) Pacifico
Yokohama, Yokohama, Japan (July
2016)

Kamijo, M., Ikawa, M., Ohya, E.,
Shimada, H., & Fukamachi, S.
“Acquired sexual preferences
depending on skin colors of
surrounding fish in medaka” 75th
Annual meeting of The Japanese
Society for Animal Psychology , 北海道
大学 , 2016 年 11 月

6 . 研究組織

(1)研究代表者

日本女子大学・理学部・学術研究員

上條 槇子 (KAMIJO, Makiko)

研究者番号 : 80758722