

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23570020

研究課題名(和文) 雌の産子調節における受精時期の重要性に関する研究

研究課題名(英文) A study of the importance of fertilization period for maternal manipulation of offspring traits

研究代表者

狩野 賢司 (KARINO, KENJI)

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号：40293005

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、卵胎生魚類グッピーを用いて、雌は配偶後に卵を受精する時期を操作することで産む子の数を調節しているという仮説を検証した。その結果、好みの雄と配偶した雌は、早く卵を受精させていたことが明らかになった。また、卵を受精させていなかった雌を分析したところ、配偶相手の雄が派手だった場合、多くの熟卵を持っていることが判明した。これらの結果から、本種の雌は配偶相手の雄に応じて卵の受精時期やつくる卵数を操作していることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Female guppies *Poecilia reticulata*, a live-bearing fish, are known to adjust the number of offspring according to the attractiveness of their mates. In this study, I tested a hypothesis that females may adjust the number of offspring by manipulating fertilization period of eggs. Results of this study indicated that females fertilized their eggs immediately after mating with males, when the males were preferred by the females in female preference test. On the other hand, some females did not fertilize eggs even 22 days after mating. These females held many ripe eggs according to the extent of sexual ornamentation of their mates. These results suggest that female guppies may manipulate fertilization period and the number of ripe eggs until fertilization depending on the attractiveness of their mates.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：産子調節 受精時期 性淘汰 配偶者選択 行動生態学

1. 研究開始当初の背景

(1) 行動生態学で最も盛んに研究されている分野の1つである性淘汰に関しては、近年、雌雄が配偶した後のプロセスに高い関心が寄せられている。配偶相手の雄の質や、栄養状態など雌自身のコンディションによって、卵の受精や子への投資配分を操作する雌の隠れた選択 (cryptic female choice) もそのプロセスの一部である。しかし、雌が子の数や大きさなどをどのように調節しているか、詳細なメカニズムは多くの場合明らかにされていない。

(2) 卵胎生魚類の1種グッピーにおいても、配偶相手の雄の性的魅力などに応じて、雌が子の数や性を調節していることが先行研究によって明らかにされている。例えば、雌が好む代表的な形質であるオレンジ色の斑点 (オレンジスポット) の大きな雄と配偶した雌は、多くの子を産む。その際、多くの子を産んだ雌は、雄と配偶してから産子するまでに長い日数を要することが判明している。本種の雌は、一腹の卵を一斉に受精させることが知られており、また、卵が受精してから孵化した子魚が産子されるまでの発生期間には個体による差異は少ないと考えられる。さらに、本種においては、受精した胚に対して雌親からの栄養供給は行われず、胚は卵黄に含まれる栄養だけを使って発生する。これらのことから、派手な形質を持つ魅力的な雄と配偶した雌は、一腹の卵を受精させる時期を遅らせて、その間に多くの熟卵をつくることで、多くの子を産んでいるのではないかという着想を得た。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、グッピーの雌が配偶相手の雄の魅力に応じて子の数などを調節する場合、雄と配偶してから卵を受精させるまでの時期を操作しているという仮説を検証することで、雌が子の数などの産子形質を操作しているメカニズムを明らかにすることを目的とした。本種の雌は重複受精を行わず、一腹の卵を同時に受精させて、孵化した一腹の子魚を一斉に産子する。したがって、多くの子を産む場合、雌は受精させるまでに多くの熟卵をつくる必要がある。配偶相手の雄が魅力的で、多くの子を産む場合、雌は雄と配偶してから卵を受精させるまでの時期を遅らせて、その間に多くの熟卵を作成していると考えられる。

(2) 本研究計画を立案するにあたり、以下のような予測を立てた。雌と配偶させる雄が派手で魅力的だった場合、雌は卵の受精時期を遅らせて多くの熟卵をつくり、その結果、多くの受精胚を保持していると考えられた。一方、配偶相手の雄が地味で魅力的でなかった場合、雌は配偶後すぐに卵を受精させており、保持している受精胚の数も少ないと予測

された。さらに、配偶相手の雄が魅力的だった場合は、子への投資を多くし、より大きな子をつくらうとすることから、熟卵サイズも大きい可能性も考えられた。

3. 研究の方法

(1) 本研究では、沖縄県比地川に生息する野生化グッピーの子孫を実験に用いた。この個体群の雌は、オレンジスポットの大きな雄を配偶相手として好むことが明らかにされている。本研究では、雄と配偶した後、雌が保持している卵や胚の状態を確認・計測する必要から、雌を開腹するためその後のその個体の追跡調査はできない。そこで、同腹の姉妹が同じ雄と配偶した場合、雌が産む子の数や、配偶してから産子するまでの期間がほぼ同様な現象を利用して、同腹の姉妹を同一の雄と配偶させた。そして、同じ雄と配偶させた姉妹を、一定期間の間隔を空けて順次開腹することで、雌が保持している卵や胚の状態を経時的に調査した。

(2) まず、雄と配偶経験のない処女雌を1個体の雄と配偶させて産子させ、両親を同じくする同腹の子を得た。それらの中から雌だけを隔離して飼育し、配偶経験のない同腹の姉妹を作成した。それらの雌について、配偶相手の雄に対する選好性を計測した。雌の選好性を計測するにあたり、オレンジスポットの大きさに差異のある、性的魅力の異なる2個体の雄を、透明な仕切り越しに雌に提示した。提示された2個体の雄のそれぞれに、雌が接近していた選好時間を計測し、それぞれの雄に対する雌の相対的な選好性を測定した。

(3) 配偶者選好実験において提示した2個体の雄の一方、派手な雄、あるいは地味な雄のいずれかと雌を配偶させた。その際、上述したように姉妹の雌は同一の雄と配偶させた。また、雌の産子形質に影響を与える可能性のある、雌の体サイズや雄のオレンジスポットの大きさも定量化した。

(4) 環境要因等の影響を排除するため、雄と配偶した雌は単独で、同一の条件において飼育した。雄との配偶後、8日目、15日目、22日目に姉妹の雌を1個体ずつ開腹して、卵や胚の状態を計測した。計測した項目は、卵の受精の有無、受精していない熟卵の数と大きさ、受精した胚の数、発生段階、胚の大きさなどである。平成23年度及び平成24年度には、配偶後8日目と15日目の雌のデータを中心に収集していたが、多くの雌がそれまでに受精していなかったため、平成25年度は配偶後22日目の雌のデータも多く採取した。これらのデータを基に、受精した胚を保持していたそれぞれの雌が卵を受精させた時期を推定した。

4. 研究成果

(1) 雌の配偶者選好実験の結果、先行研究と同様に、提示された2個体の雄のうち、雌はオレンジスポットの大きな雄の方を好むことが確認された。また、雄のオレンジスポットが大きいほど、その雄に対する雌の配偶者選好性が高いことも明らかになった。

(2) 受精した胚の発生段階から推定した、雌が配偶してから卵を受精させるまでの日数を従属変数、雌の体サイズや、配偶した雄への雌の選好性、雄のオレンジスポットの大きさを独立変数、姉妹を反復要因として、一般化線型モデルを用いて解析した。その結果、雌の体サイズが大きく、配偶した雄への雌の選好性が高い場合、雌は配偶してから短い期間で卵を受精していたことが明らかになった。また、雌が配偶してから卵を受精させるまでの期間は、受精した胚の数には影響していなかった。これらの結果は、雌が好んでいた雄と配偶した場合、雌は受精の時期を遅らせて多くの卵をつくるという予測とは異なるものであった。一方、受精した胚の大きさは、受精時期と負の相関を示し、早い時期に受精した胚ほど大きくなっており、受精後発達するとともに胚が大きくなることが示された。

(3) 雄と配偶した後、22日間が経過しても半数以上の雌が卵を受精させていなかった。そこで、それらの受精した胚を保持していなかった雌のデータを用いて、未受精卵の数や大きさに影響を与える要因について分析した。その結果、雌が保持していた未受精の熟卵の数は、雌の体サイズが大きいほど多かった。また、配偶した雄のオレンジスポットが大きかった場合、雌は多くの熟卵を保持していることが明らかになった。この結果は、配偶相手のオレンジスポットが大きく派手だった場合、雌は配偶してから卵を受精するまでの時期を遅らせて、その間に多くの熟卵を作成するという予測を支持するものと考えられる。一方、雌が保持していた熟卵の大きさに関しては、雌の体サイズや配偶した雄への雌の選好性、雄のオレンジスポットの大きさなどは影響を与えていなかった。

(4) これらの結果から、本研究においては、グッピーの雌は高い選好性を示した雄と配偶した場合は、配偶してから短い期間で卵を受精させることが示された。一方、配偶相手の雄が大きなオレンジスポットを持ち、派手だった場合には、配偶してから胚を受精させるまでの期間が長くなり、雌はその間に多くの熟卵を作成していることが示唆された。全体として雌はオレンジスポットの大きな雄を好む傾向から考えると、これら2つの結果は矛盾しているようにも考えられる。しかし、オレンジスポットの大きな雄に高い選好性を示さない雌個体や、オレンジスポットの大

きさだけでなく他の指標で雄を選好する雌もいると考えられる。実際に、集団におけるオレンジスポットの大きな派手な雄の頻度によって、派手な雄に対する雌の選好性に差異が見いだされることや、オレンジスポットなど雄の視覚刺激よりも匂いなどの雄からの化学刺激をより優先させて雄を選好する雌個体がいることなども明らかになっている。したがって、今後は雄に対する雌の選好性と、雄の視覚的な派手さといった性的魅力を分離して、それぞれの要因が、配偶後に雌が卵を受精させる時期に与える影響や、受精させるまでに雌が作成する熟卵の数に及ぼす影響を検討していく必要があると考えられる。

(5) 本研究の結果から、卵胎生魚類において、配偶相手の雄への選好性に応じて雌が卵の受精時期を調整していること、及び配偶してから卵を受精させる期間を長くすることで受精前に多くの卵をつくることが示唆された。これらの結果は、これまで詳しいことが明らかにされていないことの多い、配偶相手の雄に応じて雌がどのように子の形質を操作しているかという雌の隠れた選択のメカニズムの一部を明らかにしたと考えられる。卵が受精した後も雌親が胎児への栄養供給を行う哺乳類のような動物以外、すなわち鳥類や爬虫類、両生類、及び昆虫類などについても、本研究で提示した受精時期の操作という隠れた雌選択のメカニズムは適用可能である。したがって、本研究で得られた成果は、国内外でそれら多くの動物について雌の隠れた選択を解明しようとする研究に広く用いられ、性淘汰という多くの研究者が従事している研究分野にインパクトを与えることが期待される。

(6) 本研究を立案するにあたり、先行研究の結果を参照して、配偶相手の雄が派手で、その雄に対する雌の選好性が高い場合、雌は配偶してから卵を受精するまでの期間を長くし、その間に多くの熟卵を作成すると予測した。しかし、本研究では、配偶相手の雄に対する選好性の高い雌は、配偶してから受精までの期間が短いという、この予測とは反する結果となった。そこで、多くの先行研究を調べ直したところ、配偶相手の雄に対する選好性が高い雌は、産子までの期間が短く産子数が少ない場合と、産子までの期間が長く産子数が多い場合の2つのケースがあることが見いだされた。これらの研究を比較した結果、雄の視覚刺激を雌に提示する方法や、雌雄を配偶させる条件などが、これらの差異を生じさせている要因である可能性が考えられた。今後は、雌が潜在的な配偶相手である雄を評価する条件や、雄と配偶する環境などが、雄に対する雌の配偶者選好性や、配偶後の隠れた雌の選択に与える影響を検証することにより、子の数の操作などの隠れた雌選択にお

いて、卵を受精させる時期の重要性をより詳細に明らかにしていく必要があると考えられる。

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 2 件)

Aya Sato, Naoko Ozawa, Kenji Karino,
Variation in female guppy preference
for male olfactory and visual traits,
Journal of Ethology, 査読有, Vol. 32,
印刷中

DOI: 10.1007/s10164-014-0402-8

Hiroki Kudo, Kenji Karino, Negative
correlation between male ornament size
and female preference intensity in a
wild guppy population, Behavioral
Ecology and Sociobiology, 査読有, Vol.
67, 2013, 1931-1938

DOI: 10.1007/s00265-013-1600-z

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

狩野 賢司 (KARINO, Kenji)

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号: 4 0 2 9 3 0 0 5

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

()

研究者番号: