

性配分はいったいどう決まる？ —同時的雌雄同体ミネフジツボから探る最適な性配分—

為近 昌美 (Tamechika, M. Masami)

皆さんは「^{どうじてきしゆうどうたい}同時的雌雄同体」という性システムをご存知でしょうか？ この性システムをとる動物は、1個体で雄としても雌としても繁殖します。私たち人間の場合、性比（雄と雌の比率）は産んだ子供の性で決まります。しかし、同時的雌雄同体動物では、性配分は自分が雄として、雌としてどのくらい繁殖に資源を投資するか？ という1個体の雌雄機能への資源配分（＝性配分）によって決まります。この性配分が何の要因から影響を受け、どのようにして決まっているのかという疑問は長年多くの研究者を魅了し続けてきました。

Charnov 博士の性配分理論

この性配分問題を定式化したのが、進化生物学者の Charnov です。彼は、固着性の同時的雌雄同体動物の性配分は「(潜在的な) 配偶相手の数によって変化すること」を数式によって説明しました (Charnov 1982)。この理論は性配分理論と呼ばれています。今回は性配分理論がどのような内容か、簡単に見ていきたいと思います (図 1)。まず①配偶相手の数が少ないときを考えます。自分が雄として授精する(相手に精子を渡す)ことのできる卵数が少ないため、雄への配分は少なくても十分です。そのため、1個体の性配分は雌に偏ったものになると予測されます。次に②配偶相手の数が増えてい

くと、どんどん授精させることのできる卵数も増えていき、雄投資の割合も増えていくでしょう。そして最後に、③配偶相手の数がさらに増えると、雄投資が雌投資を上回りそうなのですが、そうはいきません。同時的雌雄同体動物にとって周りの配偶相手は雌としてのパートナーでもあるのですが、雄としてのライバルでもあります。配偶相手の数が増えていくと、雄として相手の卵を授精させる際に、今度は自分と周りの個体の精子間で授精を巡る“精子間競争”が起こってしまうのです。そのため、雄への投資はある値に到達すると頭打ちになるだろうというのが性配分理論の大枠です。

モデル生物となったフジツボ類

この Charnov 博士の性配分理論でモデル生物となったのが“フジツボ”です (図 2)。海に出かけると岩にびっしりと張り付いているので、見かけたことのある方も多いのではないのでしょうか？ フジツボ類はその見た目から貝の仲間と思われることが多いのですが、実はエビ・カニの仲間であらね類に属します。そして、岩礁潮間帯でみかける多くのフジツボは同時的雌雄同体なのです。

同時的雌雄同体動物の交尾様式

フジツボ類はどのように交尾をするのでしょうか？ 同時的雌雄同体動物の交

尾の仕方には大きく分けて片側交尾、両側交尾の2つのパターンがあります。片側交尾では、1回の交尾で片方が雄役を、片方が雌役を行うことで交尾が成立します。一方、両側交尾では2個体が同時に雌雄の役割を行います。

同時的雌雄同体のフジツボ類のほとんどは、交接器を用いて片側交尾を行います (Anderson 1993)。もちろんフジツボは動けないので、交接器がとても長くなっていて、それを用いて雌役個体まで精子を届けます。そして、彼らの交尾は常に1対1ではなく、1個体の雌役個体に対して、数個体の交接器が何本も差し込まれていることもあるのです (Anderson 1993, Murata et al. 2001)。

Charnov 博士の性配分理論では全ての個体に対して雄としての配偶相手の数も、雌としての配偶相手の数も同じであることが仮定されていました。しかし、片側交尾を行い、交接器の長さによって配偶相手の数が制限されるフジツボでは、ひょっとすると雄としての配偶相手の数(雄として精子を渡すことのできる相手の数)と、雌としての配偶相手の数(雌として精子を受け取る相手の数)は異なるかもしれません (図 3)。では、それらが異なる場合、彼らの性配分はそれぞれの配偶相手の数からどのように影響を受けているのだろうか？ という疑問が私の中で沸き上がってきました。そこで調べてみることにしたのです。

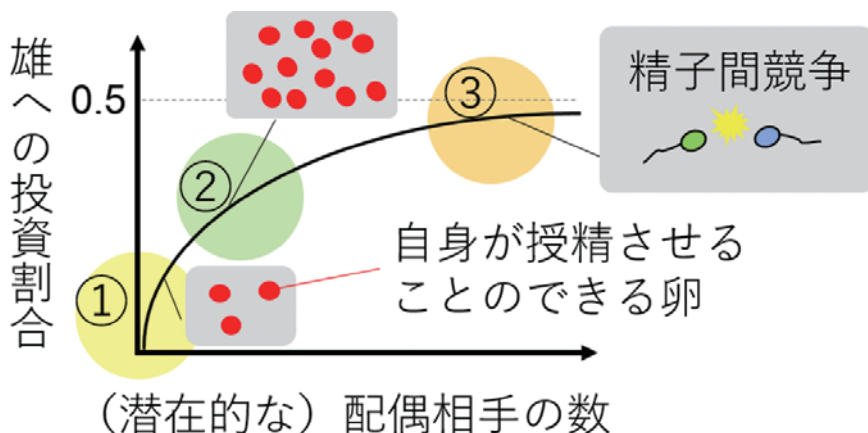


図 1. Charnov の性配分理論の概念図。



図 2. 岩礁潮間帯のフジツボ類。

雌雄機能で配偶相手の数が異なるとき、その性配分は…！？

調査は、青森県で養殖されているミネフジツボ *Balanus rostratus* を用いて行いました（とても美味しいので是非食べてほしい…）。青森県ではホタテの垂下養殖が行われているのですが、ここに運よくフジツボが付いた場合、それを大切に4年程養殖するそうです。そのため、買ってきたミネフジツボは全てホタテの殻上に付いている状態です。購入後は、異なるホタテの殻上の個体同士が交尾できないよう間隔をあけてロープに固定し、繁殖期まで海で養殖を行いました。そしていよいよ生殖腺が最大限に発達した繁殖期直前！ フジツボを回収し、雌としては卵巣、雄としては精巣と貯精嚢の乾燥重量を、そして交接器は乾燥重量と共に

長さの測定を行いました（図4）。また、雌雄それぞれの配偶相手の数は個体間の距離と交接器の長さを元に推定しました。

その結果、性配分〔（精巣と貯精嚢）／（卵巣＋精巣と貯精嚢）〕は雄としての配偶相手の数が増えると雄投資の割合が増え、反対に雌としての配偶相手の数が増えると雄投資の割合が減る傾向を示すことが明らかになりました（図5, Tamechika et al. 2020）。雄として精子を渡すことのできる相手の数が増えるということは、自分が受精させることのできる卵数の増加に繋がることが予測できます。そのため、雄としての配偶相手の数が増えると、性配分理論の予測通り、雄への投資を増やすのでしょうか。一方、雌としての配偶相手の数は、自分の周りの精子間競争の強さを把握する良い指標となっているのか

もしれません。そのため、雌としての配偶相手の数が増えていくと、周りの精子間競争が強いと判断し、自分の精子を無駄にしないよう雄への投資を減らしている可能性が考えられました。

おわりに

性配分はいったいどう決まる？ そんなタイトルから始めてみましたが、同時的雌雄同体動物の性配分の世界をお楽しみいただけたでしょうか？ 性配分は配偶相手の数だけでなく、生活史に関わる様々な要因から影響を受けている可能性があります。最適な性配分がどのようにして決まっているのか、その疑問に対してこれからも色んな角度から理解を深めていきたいです。

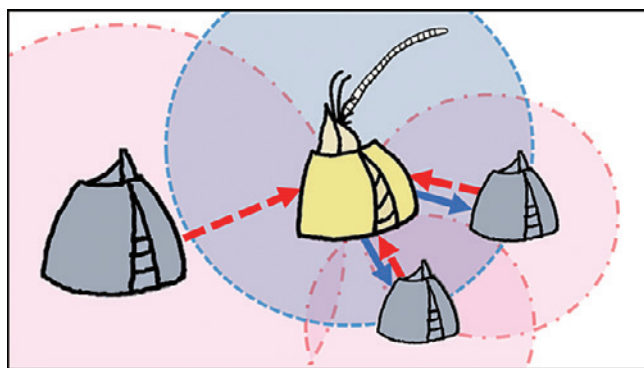


図3. 雌雄それぞれの性機能での配偶相手の数。青色と赤色の円は各個体の交接器が届く範囲を示している。黄色の個体にとって、雄としての配偶相手の数（交接器の届く青色の範囲に入っている個体数）は2個体、雌としての配偶相手の数（相手側の交接器が届く赤色の範囲が黄色の個体に到達している個体数）は3個体である。



図4. ミネフジツボの解剖図。右図は、左図の殻中の灰色の点線で囲まれた軟体部分を示している。

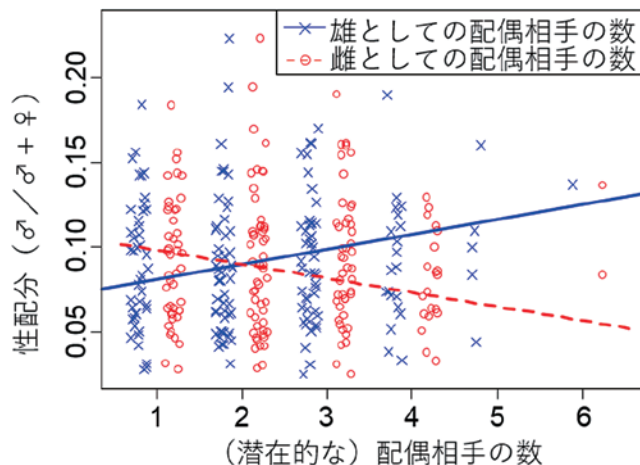


図5. 雌雄それぞれの性機能における配偶相手の数の影響。回帰直線は体サイズの平均値（＝1014.18 mg）と線形モデルの解析結果を用いて計算した（雄としての配偶相手の数； $p = 0.0267$, $y = 0.0089x + 0.0721$, 雌としての配偶相手の数； $p = 0.0501$, $y = -0.0083x + 0.1065$ ）（Tamechika et al., 2020 より改変引用）。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、北海道大学の和田哲氏、松野孝平氏、奈良女子大学の遊佐陽一氏には多大なるお力添えをいただきました。本研究は、北海道大学の宮島侑也氏、小川華乃子氏、村上万龍氏、守村肇氏の協力のおかげで遂行することが出来ました。また、本研究は公益財団法人水産無脊椎動物研究所2018年度個別研究助成の下で行われました。ここに深く感謝申し上げます。

引用文献

- Anderson, D. T. (1993) Barnacles: Structure, function, development and evolution. London, UK: Chapman & Hall.
- Charnov, E. L. (1982) The theory of sex allocation. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Murata, A., Imafuku, M., Abe, N. (2001) Copulation by the barnacle *Tetraclita japonica* under natural conditions. Journal of Zoology, 253, 275-280.
- Tamechika, M. T., Matsuno, K., Wada, S., Yusa,

Y. (2020) Different effects of mating group size as male and as female on sex allocation in a simultaneous hermaphrodite. Ecology and Evolution. <https://doi.org/10.1002/ece3.6075>

うみうしくらぶから

第14回親子で楽しむ海の生き物わくわくウォッチング

今年も観音崎自然博物館にご協力いただき、わくわくウォッチングを開催します。親子を対象とした海の生物観察会です。潮だまりをのぞいて、色々な生き物を見つけてみましょう！

【場所】観音崎自然博物館（神奈川県横須賀市鴨居）

【日時】2020年5月9日（土）9時45分集合

【対象年齢】4歳以上

【参加費】4歳～中学生400円、大人（高校生以上）600円

【定員】80名（定員に達し次第、締め切ります）

【申込締切】4月20日（月）※要申込

【申込・問合せ方法】Webサイト、メール等にてお申込みください。

HP：<http://www.rimi.or.jp/event/2020waku/>

メール：event@rimi.or.jp

第26回磯の生物勉強会

今年の「磯の生物勉強会」は、横須賀市自然・人文博物館附属の自然教育園で「ウミウシの観察」を行います。磯での観察と、ウミウシについてのレクチャーを聞くことができます。天神島（神奈川県天然記念物および名勝に指定）の見学も予定しています。

【講師】横須賀市自然・人文博物館 学芸員 萩原清司氏

【場所】横須賀市天神島臨海自然教育園

（神奈川県横須賀市佐島）

【日時】2020年7月4日（土）9時30分集合

詳細は決まり次第、ホームページ等でご案内します。

【対象】中学生以上（昨年は高校生以上でしたが、今年は日帰り企画のため中学生以上とします）

表紙写真

アオウミウシ *Hypselodoris festiva* (A. Adams, 1861)
体長約35mm

今回は、最も有名なウミウシを表紙写真にしました。これまでにアオウミウシが表紙写真に使われたことがなかったもので、私がなんとかまともに撮影することができた写真を使うことにしました。アオウミウシは一年中磯や浅い海で見ることができ、皆さんがウミウシ探しをする際に一番よく見つけられるウミウシではないかと思います。アオウミウシは黄色線や斑紋、黒色の斑点にさまざまな変異が見られ、個体によってはほとんどの斑紋と斑点を欠くものもいて、同じ種なのかと思うぐらいの変異を示します。（片山）



うみうし通信 No.106

発行日 2020年3月30日

発行人 池田 友之

編集人 片山 英里

発行所 公益財団法人 水産無脊椎動物研究所

Research Institute of Marine Invertebrates (Tokyo)

〒104-0043 東京都中央区湊 1-3-14-801 Tel.03-3537-1791 Fax.03-3537-1792

e-mail maininfo@rimi.or.jp URL <http://www.rimi.or.jp/>

印刷 中西印刷(株) Tel.075-441-3155