

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24370006

研究課題名(和文) 魚類における配偶システム・雌雄同体性の系統進化と脳内ホルモン遺伝子に関する研究

研究課題名(英文) Studies on evolution of mating system and sexuality, and pituitary peptide hormone in fish

研究代表者

須之部 友基 (Sunobe, Sunobe)

東京海洋大学・その他部局等・准教授

研究者番号：00250142

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,400,000円

研究成果の概要(和文)：単系統群を形成するハゼ科ベニハゼ属・イレズミハゼ属を用いて、一夫一妻、一夫多妻を示す種について、繁殖行動への関与が知られるアルギニンバソトシン(VT)およびイソトシン(IT)の上流域を種間で比較し、配偶システムとの関連を探索した。配偶システムは5種で一夫一妻、7種で一夫多妻であった。一夫一妻3種、一夫多妻2種について、VT遺伝子及びIT遺伝子上流域の塩基配列を決定した。配偶システムと関連は見られなかったが、雌雄異体のカスリモヨウベニハゼと雌雄同体の他種の間塩基配列の変異が認められた。これはVTが性転換に関係した転写調節機構を有している可能性を示唆している。

研究成果の概要(英文)：We studied relationship between mating system and sequence of promoter of pituitary peptide hormone, arginine vasotocin (AVT) and isotocin (IT) in the gobiid genera Trimma and Priolepis, which comprise a monophyletic group. Mating system was identified as monogamy in five and polygyny in seven species. Although we determined sequences of three monogamous and two polygynous species, we did not find any difference in sequences between species of these mating systems. However, there was a deletion in the sequence of Trimma marinae. As this species is a gonochore and the other four species are bidirectional sex changers, this difference implies that VT has a promoter related to sex change.

研究分野：行動生態学

キーワード：行動生態 内分泌

1. 研究開始当初の背景

魚類における隣接的雌雄同体現象(性転換)については、体長・有利性モデルによる「大きな雄が雌を独占する配偶システムでは雌性先熟が進化し、ランダム配偶では雄性先熟が進化する」という予測に沿って実証的な研究が行われ、配偶システムが雌雄同体・異体の進化に選択圧として働くことが示されてきた(Kazancıoğlu and Alonzo, 2010). 一方で脳内ペプチドホルモンのアルギニンバソトシン(VT)/イソトシン(IT)が雌雄同体性魚類において配偶行動を制御していることが報告され、配偶システムとの関わりが示唆されている。しかし、進化と内分泌の成果が中々結びつかないのが現状である(Godwin, 2010). 本研究の位置づけは、多様な配偶システムとその遺伝的基盤を明らかにし、行動生態学・系統解析・内分泌機構という異分野の成果を初めて統合し、遺伝子-配偶システム-雌雄性における進化過程を包括的に説明することである。

2. 研究の目的

ハゼ科ベニハゼ属、イレズミハゼ属、シマイソハゼ属は単系統群を形成し、各種が一夫一妻、一夫多妻、ランダム配偶等の多様な配偶システムを持つと共に、系統解析から雌雄異体 双方向性転換 雌雄異体と進化したことが示された。本研究では雌雄性の分岐の鍵となる多様な配偶システムが進化した要因を野外観察と実験により解明する。配偶行動を制御する脳内ペプチドホルモン(VT/IT)および受容体(VTR/ITR)遺伝子の転写調節領域の種間変異を解析し、配偶システムとの対応関係を示す。結果を統合し配偶システムと雌雄性の進化を行動生態学・系統解析・内分泌機構から包括的に解明する。

3. 研究の方法

双方向性転換・雌雄異体が近縁種間で分化

する選択圧となった配偶システムを明らかにするため、シマイソハゼ属シマイソハゼ、*Trimmatom pharus*、ベニハゼ属アオギハゼ、オヨギベニハゼ、カスリモヨウベニハゼの野外観察を鹿児島県口永良部島・奄美大島・沖縄県瀬底島で、飼育実験を広島大学生物生産学部・東京海洋大学館山ステーションで実施し、結果を種間比較する。

各種の脳内ペプチド(VT/IT)とそれらの受容体(VTR/ITR)の遺伝子を単離、各遺伝子の転写調節領域内において配偶システムと対応関係を示す変異を探索し、配偶システムの遺伝的基盤を特定する。これらを統合し「配偶システムの遺伝的基盤の変異 配偶システムの進化 雌雄性の進化」という流れを示す。

4. 研究成果

配偶システムを明らかにするため、鹿児島県奄美大島及び千葉県館山市にて、1種を飼育観察、2種を野外観察、2種をサンプリングすることで配偶システムの解明を試みた。その結果、一夫一妻で性転換を行わない種、ハレム型の一夫多妻社会を形成し双方向に性転換する種の繁殖生態を明らかにし、さらに、3種において一夫一妻・一夫多妻の配偶システムを推定した。これを既知の知見と統合すると、系統群内で配偶システムが明らかになった種は12種で、その内5種が一夫一妻、7種が一夫多妻であることが判明した(Fig. 1).

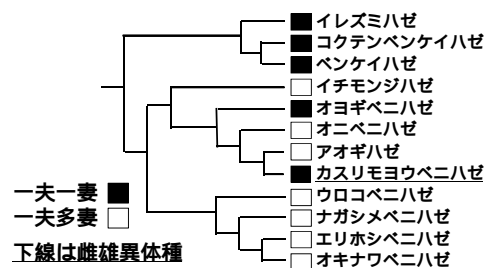


Fig.1 系統関係と配偶システム

次に、系統内の一夫一妻 3 種、一夫多妻 2 種を用いて、VT 遺伝子及び IT 遺伝子上流域の塩基配列を決定した。その結果、VT 遺伝子の転写調節領域には 3 種のステロイドホルモン応答配列（アンドロゲン応答配列、エストロゲン応答配列、グルココルチコイド応答配列）が確認され、IT 遺伝子ではエストロゲン応答配列が認められた。これらについて種間で比較した結果、配偶システムと関連する変異は見られなかったものの、アンドロゲン応答配列およびグルココルチコイド応答配列において、雌雄異体のカスリモヨウベニハゼと雌雄同体の他種の間

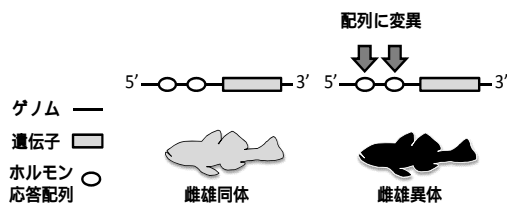


Fig. 2. 雌雄性と応答配列の変

塩基配列の変異が認められた(Fig.2).

アンドロゲン、グルココルチコイドは魚類の社会行動・性転換に関与することが知られているため、VT は性転換に関係した転写調節機構を有している可能性がある。一方、配偶システム進化の遺伝的基盤については、今後転写産物や生理基盤に着目する様な異なるアプローチが望まれる。

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 4 件)

Sunobe, T., S. Sakaida and T. Kuwamura (2015) Random mating and protandrous sex change of the platycephalid fish *Thysanophrys celebica* (Platycephalidae). *J. Ethol.* 34:15-21

Sunobe, T. and K. Hagiwara (2013)

Hermaphroditism in three species of Clupeiformes from Tokyo Bay, Japan: functional or non-functional hermaphroditism? *J. Appl. Ichthyol.* 29: 918-921

Manabe, H., K. Toyoda, K. Nagamoto, S.-I. Dewa, M. Sakurai, K. Hagiwara, A. Shinomiya and T. Sunobe (2013) Bidirectional sex change in seven species of *Priolepis* (Avtinopterygii: Gobiidae).

Bull. Mar. Sci. 89:635-642

Kobayashi, Y., T. Usami, T. Sunobe, H. Manabe, Y. Nagahama and M. Nakamura (2012) Histological observations of the urogenital papillae in the bi-directional sex-changing fish, *Trimma okinawae*. *Zool. Sci.* 29: 121-126

[学会発表](計 11 件)

1. 館山湾におけるベラ科オハグロベラの雌の産卵場所選択. 佐久間光貴・須之部友基. 日本動物行動学会. 2015 年 11 月 20 日~11 月 22 日(東京海洋大学)

2. 野外におけるハゼ科イチモンジハゼのハレム動態と双方向性転換. 福田和也・棚沢友美・須之部友基. 日本動物行動学会. 2015 年 11 月 20 日~11 月 22 日(東京海洋大学)

3. ハゼ科カスリモヨウベニハゼの配偶システムと幼時雌雄同体現象. 福田和也・須之部友基. 日本魚類学会. 2014 年 11 月 14 日~11 月 17 日(神奈川県立生命の星・地球博物館)

4. ダンダラトラギスのハレム雌除去実験: 独身雄の配偶者獲得戦術と逆方向性転換. 小木曾恵太・須之部友基・鈴木祥平・桑村哲生. 日本魚類学会. 2014 年 11 月 14 日~11 月 17 日(神奈川県立生命の星・地球博物館)

5. 館山湾におけるベラ科ホンベラの生活史と性転換. 下光利明・須之部友基. 日本動物行動学会 2014 年 11 月 1 日~11 月 3 日(長崎大学)

6. マゴチ(*Platycephalus* sp.)の雄性先浮く性転換と配偶システム. 原若輝・須之部友基. 日本動物行動学会. 2014 年 11 月 1 日~11 月 3 日(長崎大学)

7. ハゼ科ベニハゼ属 2 種における性転換と配偶システムについて. 戸松紗代・小木曾恵太・須之部友基. 日本動物行動学会. 2013 年

11月29日～12月1日(広島大会)

8. 館山湾に生息するベラ科オハグロベラの配偶者選択. 遠藤周太・福田和也・須之部友基. 日本動物行動学会. 2013年11月29日～12月1日(広島大会)

9. ハタ科クエの一夫多妻ハレム社会と雌性先熟性転換. 野際はるか・塩田寛・須之部友基. 日本動物行動学会. 2013年11月29日～12月1日(広島大会)

10. ベラ科ニシキベラの生活史と性転換. 横川翔大・須之部友基. 日本動物行動学会. 2013年11月29日～12月1日(広島大会)

11. ウバウオ *Aspasma minimum* の同性間競争と配偶者選択. 笠井未来・須之部友基. 日本動物行動学会. 2013年11月29日～12月1日(広島大会)

〔図書〕(計1件)

須之部友基(2013)4章 性転換と行動:61-78.

In 水産学シリーズ176.魚類の行動研究と水産資源管理(棟方有宗・小林牧人・有元貴文編). 恒星社厚生閣, 東京.

〔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

須之部友基(学術指導)(2014)DVD「Sex change オキナワベニハゼの社会と性転換」東京シネマ新社.(第56回科学技術映像祭研究開発・教育部門 文部科学大臣賞受賞作品)

6. 研究組織

(1)研究代表者

須之部友基(Tomoki SUNOBE)
東京海洋大学・学術研究院・准教授
研究者番号:00250142

(2)研究分担者

国吉久人(Hisato KUNIYOSHI)
広島大会・生物圏科学研究科・准教授
研究者番号:60335643

坂井陽一(Youichi SAKAI)
広島大会・生物圏科学研究科・教授
研究者番号:70309946

(3)連携研究者

(無し)