

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：82708

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24780195

研究課題名(和文) 雌性先熟魚類に対する現行の漁業は適切? : 繁殖生態に基づいた適切な漁業管理策の検討

研究課題名(英文) Is the current fishery for protogynous fish resources appropriate?: Examination of the appropriate fishing regulations based on the reproductive ecology

研究代表者

佐藤 琢 (Sato, Taku)

独立行政法人水産総合研究センター・西海区水産研究所・研究員

研究者番号：20455504

交付決定額(研究期間全体) : (直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文) : 熱帯から温帯において重要な水産資源である大型雌性先熟魚類の性転換について、シロクラベラ *Choerodon schoenleinii* をモデル魚種として調べることによって、現行の漁業活動が雌性先熟魚類資源の再生産に与えている影響を明らかにすることを目的とした。飼育実験の結果、雄の集団からの消失後に雌が機能的な雄に性転換するまでには非常に長い時間がかかることがわかった。そのため、繁殖期前および繁殖期中に集団から雄を漁獲することは資源の繁殖成功を大きく制限しうることが示された。

研究成果の概要(英文) : Protogynous fishes are important fishery resources in tropical and subtropical areas. To understand effects of current size selective harvesting (i.e., size limits) in the protogynous fish resources on their reproductive potentials, the present study examined pattern of sex change in black-spot tuskfish *Choerodon schoenleinii*, one of the large protogynous fish species, after removal of male from its harem in laboratory. As a result, a sex change from female to sexually functional male took a long time to complete. In addition, most females exhibited no signs of sex change in behaviors, body color, and concentrations of sex hormones after removal of male although they were the largest female in each harem. These results indicated that black-spot tuskfish females cannot immediately response to disappear of male from their harem. Therefore, fishing males from harem just before and during the reproductive season can sharply decreased reproductive output of this species.

研究分野：行動生態学

キーワード：雌性先熟魚類 漁業管理 ベラ 性転換

1. 研究開始当初の背景

(1) ハタ科やベラ科をはじめとした雌性先熟魚類は、熱帯から温帯域にかけて重要な水産資源であるが、近年は資源状態の悪化が世界的にみられており、ハタ科では 26 種、ベラ科では 20 種が国際自然保護連合によって絶滅危惧種に指定されている。

(2) 近年の雌性先熟魚類における資源量低迷の原因のひとつとして漁業活動が考えられる。雌性先熟魚類では大きく成長した個体は雄として複数の雌と繁殖を行い、資源の再生産に大きく貢献する。しかし、一般に漁業活動は大きな個体を漁獲対象とする性質があるため、そのような大型雄ほど漁獲対象となりやすい。

(3) 雌性先熟魚類では漁獲等によって雄が集団からいなくなった場合、一般に集団内の一番大きな雌が雄に性転換するため、雄を漁獲しても過度に集団全体の個体数(生息密度)が低下しなければ、漁獲による雄個体数の不足が個体群増殖率へ与える悪影響は少ないと想定されている。しかし、雌による雄への性転換は即座に行われるのか? 雌は性転換の直後から即座に雄として十分な繁殖能力(受精能力)を有するのか? などについては重要な水産資源である大型雌性先熟魚類において調べられていない。

(4) 雌が機能的な雄となるのにある程度の期間を要するならば、また性転換直後の雄の受精能力は低いものならば、特に繁殖期前および繁殖期中の雄の漁獲は個体群増殖率を著しく低下させる危険性がある。雌性先熟魚類資源に対する適切な資源管理の達成には、まず繁殖生態学的知見の収集と現行の漁業活動による資源への影響を把握する必要がある。

2. 研究の目的

(1) 熱帯から温帯、我が国では特に西日本において重要な水産資源である大型の雌性先熟魚類の繁殖生態学的知見を、大型雌性先熟魚類の一種で熱帯から亜熱帯域において重要な漁業対象種であるシロクラベラ *Choerodon schoenleinii* をモデルとして調べることによって、現行の漁業活動が雌性先熟魚類資源の再生産に与えている影響を解明するとともに、雌性先熟魚類の繁殖生態を考慮した適切な資源管理策を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

野外では収集が極めて困難な、大型雌性先熟魚類の繁殖生態学的知見を飼育実験によって明らかにする。大型 110 t 水槽を複数面利用して、複数のシロクラベラの親魚群(1 群あたり雄 1 個体と雌 3 個体(雌 1、雌 2、雌 3))をほぼ通年にわたって飼育した。繁殖

期前もしくは繁殖期中に親魚群から雄を除去することによって雄の漁獲を再現した。本種では多くの雌性先熟魚類と同様に、集団構造に依存して社会的に性が決定されるため、雄の除去後はその群において最も大きな雌が雄へと性転換することが予想される。そこで、各群の体サイズ組成は同程度に設定し、雄除去後に性転換するであろう最も大きな雌の体サイズは野外における 50%性転換体サイズ(半数以上の個体が雄である体サイズ)より大きなサイズとした。

雄除去後に雌が性転換をして雄として機能するまでに要する期間や性転換の可否、性転換直後の個体の雄としての繁殖能力について明らかにするために、繁殖期中は毎日、各群での産卵、受精の有無、受精率、総受精卵数について調べた。雄除去後における雌の性転換の動向を把握するため、繁殖期前から繁殖期終了時まで毎月 1 回、雌全個体の排精の有無や性ホルモン(11-ketotestosterone (11-KT) と estradiol-17 $\beta$  (E2))の血中濃度を Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA 法)によって、卵黄タンパク前駆体(ピテロジェニン)の有無をオクタロニー法によって調べた。これにより繁殖期前および繁殖期中の雄の漁獲が資源の再生産に与える影響を推測した。

4. 研究成果

(1) 繁殖期前に雄を除去した群において、雌が性転換して機能的な雄になった群は 4 つの群のうちひとつの群だけであった。その群で性転換した一番大きな雌(雌 1)では、雄除去から 1 カ月後に血中 11-KT 濃度の顕著な増加(図 1)と雄除去から 2 カ月後における血中ピテロジェニンの消失(図 2)が認められた。雄の除去から約 1 カ月半後に、その群から初めて受精卵が得られ、雌が受精能を有する機能的雄に性転換したことが示された。本種が性転換に要した期間はこれまで報告されている小型の雌性先熟魚類の性転換に要する期間に比べて長かった。

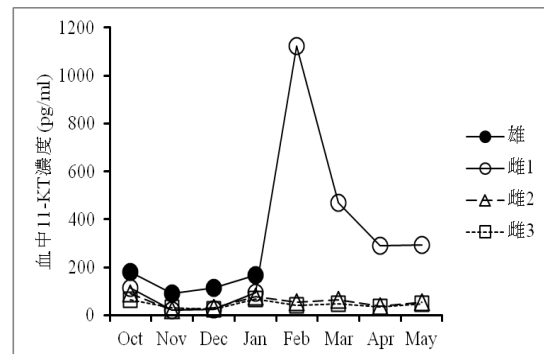


図 1. 繁殖期前に集団から雄を除去したグループのうち、雌が機能的雄へ性転換したグループにおける血中 11-KT 濃度の変化。雌 1、雌 2、雌 3 の順番に体サイズが小さくなっている。

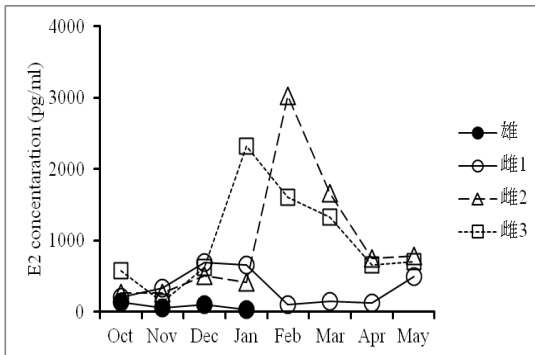


図 2. 繁殖期前に集団から雄を除去したグループのうち、雌が機能的雄へ性転換したグループにおける血中 E2 濃度の変化。雌 1、雌 2、雌 3 の順番に体サイズが小さくなっている。

(2) 性転換直後の雄の受精能力(受精率)を、繁殖期のはじめから雄である個体のそれと比べたところ、性転換直後の雄でその受精率は有意に低かった。

(3) 繁殖期中に雄を除去した群では 4 つの群全てにおいて機能的雄への性転換は観察されなかった。ただ、ある群の一番大きな雌(雌 1)において雄除去の 2 カ月後に血中 11-KT 濃度に増加が認められた(図 3)。繁殖期終了後にその雌の生殖腺の組織学的に観察したところ、生殖腺の一部に精子が確認され、雌が性転換を開始していたことがわかった。

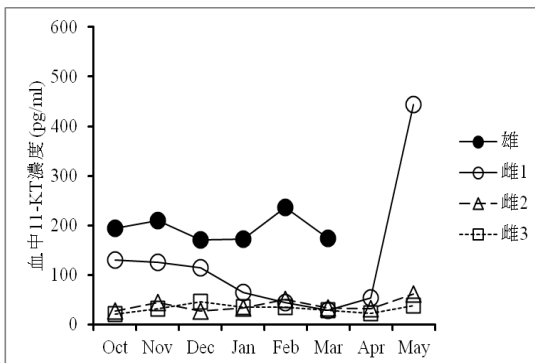


図 3. 繁殖期中に集団から雄を除去したグループのうち、繁殖期終了後に雌による精子の保有が確認されたグループにおける血中 11-KT 濃度の変化。雌 1、雌 2、雌 3 の順番に体サイズが小さくなっている。

(4) 集団からの雄除去に対する雌の反応は個体によって大きく異なった。機能的雄へ性転換した雌や性転換を開始していた雌以外の雌では、集団から雄を除去しても血中の性ホルモン濃度に大きな変化は認められず、性転換を行おうとしている様子は認められなかった。そのため、本種の雌には雄除去に即座に反応して性転換をおこなうという形質を備えていないかもしれないこと、また繁殖

期中には性転換を行いきにくいというような性転換に関する時期的な制約があるかもしれないことが考えられた。

(5) ほとんどの群において雄の除去に反応した雌の性転換が認められなかったため、また性転換直後の雄の繁殖能力は低かったため、繁殖期前および繁殖期中における雄の除去は各群から得られる繁殖期あたりの総受精卵数を著しく低下させた。具体的には、繁殖期前および繁殖期中に雄を除去した群から得られた総受精卵数は、その比較対象として雄を除去しなかった群のそれに対して、わずか 4.9%および 23.4%に留まった(図 4)。

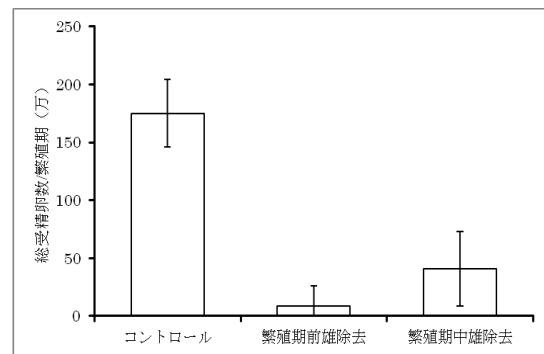


図 4. 繁殖期中に各グループから得られた総受精卵数。コントロール：雄を除去せず、繁殖期前に雌 1 を集団から除去；繁殖期前雄除去：繁殖期前に集団から雄を除去；繁殖期中雄除去：繁殖期中に集団から雄を除去。

(6) 以上の結果から、繁殖期前および繁殖期中における雄の漁獲は大型雌性先熟魚類の繁殖機会の喪失および受精能力の低下を通して、資源の再生産に大きな影響を与えることが示唆された。大型雌性先熟魚類では、性比が大きく雌に偏っているにもかかわらず、大きな体サイズに起因して雄個体が漁獲されやすい。そのため、他の雌雄異体の魚類資源に比べて『資源の再生産における大型雄の重要性』が高いことが予想される。それに加えて、本研究で明らかにされたように、大型雌性先熟魚類の性転換は小型種に比べて長い期間を要すること、雌は雄の消失に即座に反応して性転換をしないことから、少なくとも本種では繁殖期前および繁殖期中の雄個体の保護が適切な資源管理には必要であると考えられた。

(7) これまで大型の雌性先熟魚類の性転換に関する繁殖生態学的知見は小型種に比べてほとんど解明されてこなかった。その主な原因として、その生息深度や行動範囲の広さ等によって野外調査が困難であることや飼育にはその体サイズから大規模な飼育施設が必要とされること等が挙げられる。そこで本研究では、本種集団を飼育することができる大型水槽を複数面利用することにより、こ

れまでとることができなかった大型種における繁殖生態学的知見を収集した。本研究の成果は、本研究のモデル魚種であるシロクラベラだけではなく、他の大型雌性先熟魚類に対しても、資源管理策を構築する際に有用なものとなり、国内外においてそれら資源の管理に大きく貢献するものと考えられる。本研究によって得られた繁殖生態学的知見は『雌性先熟魚類資源における雄保護の重要性』を示しており、雄保護を目的とした大型雌性先熟魚類に特異的な新しい資源管理技術の提案に繋がる。例えば、性別（もしくは体サイズ）かつ時期特異的な slot size limits による質的漁業管理がひとつの資源管理手法として提案できる。

## 5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計0件)

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

佐藤 琢 (SATO, Taku)

独立行政法人水産総合研究センター

西海区水産研究所

研究者番号：20455504