

論文審査および最終試験結果報告書

論文提出者氏名：坂 上 治 郎

論 文 題 目：パラオ海域において同所的に産卵集団を形成するフエダイ科魚類

バラフエダイ *Lutjanus bohar* およびイレズミフエダイ *Symphorichthys spilurus* の繁殖生態

審査の概要：

本研究は、フエダイ科魚類のバラフエダイ *Lutjanus bohar* およびイレズミフエダイ *Symphorichthys spilurus* の2種について、生態調査、室内実験を通じて繁殖生態解明を行った論文である。フエダイ科魚類は亜熱帯から熱帯を主分布域とし、熱帯域を中心とした国々では重要な水産資源に位置づけられている。フエダイ科魚類が産卵群を形成することは古くから知られていたが、戦後の漁業活動の活発化と共に群れは見られなくなり、近年ではカリブ海域やインド洋南西部で資源の減少が特に顕著であることが報告されている。資源管理のためには、繁殖生態の解明が欠かせないが、漁獲などの影響を受けていない産卵集団が見られる場所がほとんどないことから、研究が進んでいないのが現状である。こうした背景から、本研究は、これまでほぼ手つかずであった2種のフエダイ科魚類について、漁獲圧を受けていない産卵集団が観察される数少ない場所であるミクロネシアのパラオ共和国において、10年間にわたって、水中撮影機材を用いた約4000回におよぶ潜水調査、海洋計測機器を使った環境調査、卵および仔稚魚の飼育実験を行い、彼らの詳細な繁殖生態を明らかにした。

本論文は3つの章によって構成されている。

第I章「バラフエダイとイレズミフエダイの産卵生態およびそれに関わる海洋環境」

本章では、パラオ共和国ペリリュー島南端部のリーフにおいて、これら2種が同所的に産卵群を形成することを見だし、2006・2015年までの2・5月について、10年間にわたり、両種の出現動態と産卵行動、産卵時の潮汐、流況、水温等を調べた。その結果、産卵に関係した以下の行動を明らかにした。

バラフエダイは、産卵場所から北西300mに位置する水深10・15m前後のリーフの切れ込み部を休息場所として集結し、日の出前に全ての個体が産卵場所に移動して産卵する。産卵終了後は休息場所に戻り再び群れを作り、翌朝の産卵時間前まで同じ場所に留まる。群れは満月2日前に最大個体数に達して産卵を開始し、3日後には産卵群が全く見られなくなる。

イレズミフエダイは、産卵場所から約1・1.5km北の水深15・25m前後の流れの緩やかな休息場所に集結して産卵群を形成し、休息場所と産卵場間の移動を行う。産卵後は休息場所に戻り再度群れを作るものの夜間は休息場所に留まらず、16時前後からやや浅瀬のリーフに移動して単独で過ごす。群れは半月時に最大個体数に達して産卵を開始し、その後徐々に個体数を減らし、新月時に群れは見られなくなる。

以上の定量的な結果は、日周移動の習性を利用した個体数計測方法の確立により得られたものであり、フエダイ科魚類の産卵群の形成から解消に至る一連の行動を、個体数情報も含めて初めて明らか

にしたものである。

産卵行動に関しては、1 分間に 5 回以上の頻度で産卵が行われる状態を集中産卵と定義し、産卵行動時の遊泳速度や時間、進路変更回数などを調べ、以下を明らかにした。

バラフェダイでは産卵開始 30 分後に集中産卵状態となり、産卵開始 2 日目および 3 日目はそれぞれ前日より 30・60 分ほど遅れて産卵が開始される。産卵は干満に同調し満潮前に終了する。メス 1 尾に対し複数のオスがメスを取り囲み水面方向に上昇し産卵する。この行動はフェダイ科魚類の典型的なものであり、多数のオスが放精することによる精子競争型の繁殖戦略をとる。

イレズミフェダイでは、日の出からおおよそ 1 時間後に集中産卵状態となり、産卵開始 2 日目から 4 日目は、同様の産卵行動がそれぞれ前日より約 60・90 分遅れて始まる。5 日目以降は散発的な産卵となる。産卵は干満と同調しない。産卵行動は従来報告されているフェダイ科魚類とは大きく異なり、変異に富んだ素早い泳ぎを行いながら産卵を行うため、メスを追尾出来るオスのみが受精確率を上げられるオス選択型の戦略をとる。

海洋環境との関わりについては、産卵頻度と流向との間に相関を見だし、バラフェダイは平均 215.7°、イレズミフェダイは平均 162.7° の際に産卵し、両種間で有意に異なることを明らかにした。

これらの事実に基づき、両種の産卵が特定の流向を選択して行われ、それが卵や仔稚魚の分散に関連していると考察した。さらに、ブイの漂流実験を基に、特にイレズミフェダイでは調査区域の平均的な流れとは異なる、外洋に向う流れが生じる際に産卵していることを明らかにした。

第Ⅱ章「バラフェダイおよびイレズミフェダイの初期発生と成長およびパラオ海域における両種の稚魚・幼魚の生息状況」

本章では、産卵場で採集した卵を飼育して両種の成長過程を詳細に記録し、第Ⅰ章で明らかにした両種の産卵行動の特性と卵や仔稚魚の分散との関連を以下のように考察した。

両種の卵はともに、一つの油球を持つ分離浮遊性であるが、バラフェダイの卵は 27・29℃環境下で 16・19 時間後に全長約 2.0mm で孵化するのに対し、イレズミフェダイの卵は 20・24 時間後に全長約 2.2mm で孵化する。孵化後の成長については、バラフェダイが約 60・70 時間で開口し能動的に泳ぐ様になるのに対し、イレズミフェダイではおおよそ 80・100 時間を要することから、より長い浮遊生活を送ると推察した。稚魚期になるまでの日数はイレズミフェダイの方が短く、着底までに要する日数はバラフェダイが約 30 日、イレズミフェダイが約 40 日であることを明らかにし、両種の成長の差異が分散および生存戦略に関連したものであることを考察している。

10 年間のパラオ全域における両種の生息調査に基づき、バラフェダイの稚魚・幼魚が様々な場所で恒常的に観察されるのに対し、イレズミフェダイの稚魚は全く観察されず、幼魚の採集は 5 件のみであったことから、前者はパラオ周辺で成長するのに対し、後者はパラオから離れた海域に到達し成長していると考察している。

第Ⅲ章 総合考察

本章では、前Ⅰ、Ⅱ章の結果を踏まえて、両種の繁殖戦略を以下のように考察した。

両種間の様々な生態的差異は、それぞれの成育場および生息環境に向けた分散と生残の結果により

獲得されたものとし、海流や潮汐などの海洋条件と成長過程の特性とを関連付けて両種の繁殖戦略の違いを合理的に説明している。また、両種の生態的特性を従来の定義を基に分類し、バラフエダイは現地生息型産卵群形成種、イレズミフエダイは短期滞在型産卵群形成種と結論づけたが、一方でこの定義に当てはまらない点についても指摘し、近年認識されつつある中間型の定義にも言及している。さらに、バラフエダイは産卵場と成育場が同海域となる近接水域分散戦略を、イレズミフエダイは別海域である広域分散戦略をとると考えられることから、国境を越えた資源管理方策や周辺国との連携体制構築が必要不可欠であると指摘している。

以上、本論文は、知見の乏しかったフエダイ科魚類の繁殖生態を定量的手法を取り入れて詳細に解明したものであり、特に産卵時期や産卵前後を含めた詳しい産卵行動と、潮汐や海流および孵化後の成長過程との関係を明らかにした点において、生物学的、生態学的見地から大いに評価できるものである。また本研究で得られた多くの新知見は、魚類の繁殖・生存戦略の研究のみならず、未だ不明な点が多い魚類の回遊に関する研究や資源管理手法の策定などにも非常に有用であると判断できる。

平成 29 年 2 月 3 日に実施した最終試験において、論文内容および関連分野に関して受審者が学位を受けるに必要な学識を持つことを認め、合格と判定した。

以上の結果から、審査員一同は本受審者を北里大学・博士（水産学）の学位を授与するに値するものと判定した。

論文審査担当者：

主 査 北里大学教授

加 戸 隆 介



副 査 京都大学フィールド科学教育研究センター
准教授

益 田 玲 爾



北里大学教授

天 野 勝 文



北里大学教授

朝 日 田 卓



北里大学准教授

吉 永 龍 起

