

学 位 論 文 題 名

ベラ科魚類を主とする浅海性魚類の雌雄性と  
生殖現象に関する研究

学位論文内容の要旨

硬骨魚類は一般に雌雄異体性とされているが、この動物群にはまた多様な型の雌雄同体現象も出現することが知られている。魚類の雌雄同体性の適応的意義については、雌雄同体性が自然淘汰上有利である場合に、それが雌雄異体性から進化したと考えられている。この自然淘汰上の有利説は興味深いが、その論拠については必ずしも十分な説明がなされていない。魚類に発現する多様な雌雄同体現象には、雌雄性の進化に関する多くの示唆が秘められているものと推察され、その検証には雌雄同体性種の生殖腺の形態形成過程の解析を初めとする体系的な検討が必要と思われるが、そのような研究はむしろ少ない。

本研究では、真骨魚類における雌雄性現象の詳細を知る目的で、主として駿河湾産のスズキ目ベラ科 5 属 5 種、ゴンベ科 3 属 5 種、トラギス科 1 属 2 種の浅海性魚類を対象とし、初期生殖腺の形態形成、および雌雄性現象と生殖現象の関連について形態学および実験的な解析を行い、真骨魚類の雌雄性現象の比較検討を行った。

ベラ科魚類の雌性先熟性種で雄性一型のイトヒキベラ Cirrhilabrus temminckii では、形態形成初期の全ての生殖腺が湾曲伸長し、腹縁と生殖腺間膜基部とが接着して周卵巢腔型の卵巢に分化した。同じく雄性一型のホンソメフケベラ Labroides dimidiatus では、全ての生殖腺は両側縁の伸長接着による周卵巢腔型の卵巢に分化したが、一部の個体には卵巢分化途上で雄性の生殖細胞が出現し間性的な様相を呈した。雄性二型のキュ

ウセン Halichoeres poecilopterus では、初め全ての生殖腺が卵母細胞を出現させて卵巣型の分化をみせたが、後に約半数の個体では生殖腺はその両側縁の伸長接着による周卵巣腔型の明確な卵巣分化を示し、他の約半数では精小嚢形成の進行と卵母細胞の消失を伴う幼時間性現象を経て一次精巣を形成し、本種の一次雄の祖先型が雌雄同体性であることを示唆した。同じく雄性二型のイトベラ Pseudolabrus gracilis の生殖腺も同様な形態形成過程をとるとみられた。一方、ニシキベラ Thalassoma cupido の生殖腺は幼時に直接的に周卵巣腔型卵巣と精巣とに分化した。このように、ベラ科魚類の初期生殖腺の形態形成には種間で明確な差異があった。

駿河湾産のニシキベラ成魚には間性的要素や二次精巣の出現も認められず、飼育実験でも性変化を誘導できなかった事実から、幼若期に雌雄異体性が確立されるものと判断された。三宅島産の本種には雌性先熟型雌雄同体性が低頻度で発現するとされているので、本種の祖先型は雌性先熟型雌雄同体で雌雄異体性への過渡期にあると考えられた。ニシキベラを除くベラ科4種は、一般に産卵後の卵巣実質全域が精小嚢で浸潤され、卵巣腔が遺残する二次精巣に移行する雌性先熟型の性変化を基本とするが、イトベラ、イトヒキベラおよびホンソメワケベラでは、機能中の卵巣にも雄性化現象が生じ、後者の2種では異性組織が共に発達し成熟する例もみられた。またホンソメワケベラの二次精巣では卵巣腔が次第に痕跡化し消失した。イトヒキベラの未成魚のみの個体群には、性変化途上の生殖腺もしくは二次精巣を有する個体が発見し、前成熟型性変化の発現が確認された。同種の未成魚の同居飼育では全個体に性変化現象が発現し、雄性化の進行が全長と正の相関を持つことが示唆された。成魚雌も全て二次雄に変わる性能を有したが、雄から雌への可逆的性変化は認められなかった。

ベラ科魚類の性相と体色相との関連については、ニシキベラとホンソメワケベラでは雌雄が同一の体色相で、イトヒキベラでは始相に雌と間性個体および二次雄が存在し終相には二次雄のみが存在することが判明した。一方キュウセンでは始相に一次雄と雌および間性個体、終相に一次雄と

二次雄があり，一次雄は体成長に伴って終相に変化した。しかし，イトベラは始相と終相の両方に雌と間性個体および一次雄，二次雄の 4 者が共に存在した。この事実から，ベラ科魚類の体色相の発現は必ずしも性ステロイドに依存しないと示唆された。

ゴンベ科のオキゴンベ Cirrhitichthys aureus の生殖腺は，両側縁が伸長接着する周卵巢腔型の卵巢形成に続いて，体腔側壁側の生殖腺薄板基部に精巢組織を形成して明瞭な両性生殖腺となった。一部の大型個体の両性生殖腺では卵巢部に精巢部が浸潤して二次精巢への移行がみられた。生殖機能は主に両性生殖腺が果たし，卵巢部または精巢部の一方が拡大発達して雌ないし雄の性機能を果たしたが，明確な先熟性は認められなかった。二次精巢も機能的であった。雌性から雄性への機能的移行および雄性から雌性への機能的移行が実験的に確認された。ゴンベ科の他の 4 種の生殖腺形態と生殖機能もまたオキゴンベのそれと同様とみなされた。

トラギス科のクラカケトラギス Parapercis sexfasciata では，生殖腺は幼期に内卵巢腔型卵巢と精巢に分化し，成魚にも間性現象や二次精巢が出現しなかったことから，本種は雌雄異体性とみなされた。コウライトラギス Parapercis snyderi では，初期生殖腺は全て内卵巢腔型の卵巢に分化したが，卵巢形成途上で雄性生殖細胞の出現をみせる間性的な生殖腺が比較的多数出現した。この生殖腺は繁殖期への移行に伴って，卵母細胞に卵黄形成をみせ雄性要素に変性を生じ，卵巢機能を果たすに至った。本種は基本的に雄性一型の雌性先熟型の性変化を行った。二次精巢では当初その中央部に残存した卵巢腔が後に薄板上皮の吸収によって消失し，同部位には精小嚢内腔が拡大発達して正中側の輸精管と連絡を持った。この事実から，本種には幼時間性－雌性先熟型雌雄同体性－雌雄異体性の連続性が存在するものと考えられた。コウライトラギスでは，未經産雌に機能的二次精巢の実験的誘導が可能であり，成魚の雌性先熟型の機能的性変化を確認できた。雌単独個体での性変化と雄から雌へ性変化は誘導できなかった。雌 2 尾が視覚的に相互を識別できる分離飼育では性変化が誘導

され、雌 2 尾の視覚的認識の不可能な分離飼育でも、飼育海水の交流があった場合に性変化が誘導された。この実験結果から、本種の性変化の発現には複数の雌が必要で、性変化は視覚ないし嗅覚での個体認知の結果として誘導されると推察された。

本研究を通じて、雌性先熟型を主体とする雌雄同体性魚種の初期生殖腺は、卵巣分化をみせると同時に幼時間性現象を発現させることも稀ではなく、発生初期の生殖腺には雌雄の性分化能が併存するものと考えられた。性分化能の機能的二重性は生活史の長期にわたって保持され、さまざまな成長段階で幼時間性、前成熟型性変化、雌性先熟型性変化、両異性組織の平行的な発達成熟、雌性先熟型と同時成熟型の中間的な雌雄同体現象の生起などを可能にしているとみなされた。また、隣接的雌雄同体現象および同時雌雄同体現象は、それぞれが一方および他方の極にある性現象ではなく可変的であり、各雌雄同体現象の間には連続的な性現象が存在するものと判断され、真骨魚類の雌雄同体現象が極めて可塑性に富んだ現象であると示唆された。

## 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 高 橋 裕 哉

副 査 教 授 尼 岡 邦 夫

副 査 助 教 授 山 内 皓 平

### 学位論文題名

ベラ科魚類を主とする浅海性魚類の雌雄性と生殖現象に関する研究

脊椎動物中最大の動物群である魚類は極めて多様な雌雄性をみせることで知られていおり、機能的雌雄同体现象についても 8 目 37 科 300 種以上におよぶ硬骨魚が同時雌雄同体種または隣接的雌雄同体種とされている。しかしながら近年、従来の型区分の何れとも合致しない雌雄同体现象の発見など、魚類の雌雄性の発現様式について再検討する必要性が生じてきている。申請者の研究は、既往の研究の多くがその検討を行っていない雌雄同体现象の個体発生的側面についての詳細な形態学的研究を主軸としてベラ科 5 属 5 種、ゴンベ科 3 属 5 種およびトラギス科 1 属 2 種の浅海性魚類の雌雄性を比較検討し、それらの生殖生物学上の特徴を明らかにしようとしたもので、以下の内容が審査の要点とされた。

まずベラ科では、三宅島産の個体では雌性先熟型の雌雄同体现象が知られているニシキベラの駿河湾産の個体の生殖腺が典型的な雌雄異体型の形態分化をみせることを確認して、本種の祖先種を雌雄同体型と示唆している。またイトヒキベラとホンソメワケベラは雄一型の、キュウセンとイトベラは雄二型の雌性先熟型雌雄同体现象をみせることを確認した。さらにホンソメワケベラでは一部の幼魚の分化途上の卵巣が間性型生殖腺の形態を呈すること、また雄二型種でも全ての個体の生殖腺が卵巣への分化をみせ一次雄では生殖腺が幼時間性型を経て精巣に分化する

ことを明らかにして、一次雄と二次雄との個体発生上の連続性を初めて指摘した。またこれらの雌性先熟型種では産卵後卵巢の精巢への転換に加えて未成熟卵巢の前成熟型性変化、成熟卵巢の間性化、および両性組織の成熟の平行的進行などの生起を組織学的に確証して、隣接的雌雄同体における性変化がかなりの時期的可塑性をもって起こることを示唆した点は注目に値する。この性変化の起こる時期を決定する因子は特定されなかったが、申請者はイトヒキビラの生殖腺の雄性化の進行が個体の全長と正の相関を持つ可能性を実験的に示している。

ゴンベ科のオキゴンベ、ミナミゴンベ、サラサゴンベ、スミツキゴンベおよびウイゴンベでは非典型的な雌雄同体現象が認められた。即ちこれらの種の生殖腺では卵巢への形態分化に続いて精巢組織が形成されて全ての個体に両性生殖腺が分化し、両性の組織が明瞭な先熟性をみせることなく共に発達した。両性生殖腺は一部の個体では機能的な二次精巢に変化し、これらの種が基本的には雌性先熟型の雌雄同体であることを示したが、生殖機能は主に成魚の両性生殖腺が果たし、卵巢部または精巢部の一方が発達肥大してそれぞれ雌または雄として機能することが確認された。さらに興味あることに、オキゴンベでは双方向性の性変化、即ち雌性から雄性への性変化に加えて雄性から雌性への性変化も可能であることが実験的に証明されている。申請者はゴンベ科魚種にみられる雌雄同体現象を同時雌雄同体型と雌性先熟型の間間的な現象ととらえ、雌雄同体現象の各型の連続性について論及している。

トラギス科のクラケトラギスは雌雄異体種と判断されたが、コウライトラギスは雄一型の雌性先熟型雌雄同体現象をみせた。同種の全ての個体の生殖腺は初め明確な卵巢へと分化するが、比較的多数の個体では卵巢発達の途上で間性型生殖腺の形態をとる。しかし繁殖期が近づくにつれて雄性要素は退行し雌性要素が成熟して生殖腺は卵巢としての機能を果たし、機能後に精巢へと形態変化を遂げる。これらの事実と生殖腺の形態学的特徴とを総合して、申請者はコウライトラギスには幼時間性

現象、雌性先熟型雌雄同体現象および雌雄異体現象の連続性が認められるとしている。さらにコウライトラギスの雌性先熟型の性変化の発現には複数の雌が必要であり、性変化が視覚ないし嗅覚による個体認知の結果として誘導される可能性を実験的に提示していることも興味深い。

これらの研究結果から申請者は、雌性先熟型雌雄同体種の生殖腺が幼時間性を基本的性質として持ち、この性分化能の二元性が個体発生の上に長期にわたって保持され、様々な成長段階での潜在的性の発現を可能にしているため、雌雄同体現象の形態的表現が極めて可塑性に富み、かつ相互に連続的なものとなっているとする仮説を提唱している。この仮説の妥当性の検証は今後の研究の課題とされるが、申請者の研究は魚類の雌雄性に関する研究分野に新たな視点を与えるものとして高く評価できる。よって審査委員一同は申請者の研究が博士（水産学）の学位を受けるに十分な内容であると判定した。