

## 学位論文の要旨

論文題目 マンボウ属魚類の分類および生態に関する研究

広島大学大学院生物圏科学研究科

生物資源科学 専攻

学生番号 D102716

氏名 澤井悦郎

## 第1章 諸言

マンボウ属 *Mola* はフグ目マンボウ科に属し、全長3 m以上、体重2 t以上にも成長する大型回遊魚である。マンボウ属は尾鰭の要素を完全に欠き、代わりに舵鰭と呼ばれる背鰭と臀鰭の一部が変形してできた鰭を持つ。これら特徴的な巨大さや独特の外観などから、マンボウ属は古来より人々の興味関心を引き付けてきた。しかし、その巨体さが大きな制約となり、データを集めるには多大な労力と時間が必要となるため、マンボウ属に関する研究はあまり進展していない。標本を得る困難性から、マンボウ属の名義種は過去に30種以上にも膨れ上がった。しかし、Fraser-Brunner (1951) によって分類学的再検討が行われ、現在では *Mola mola*, *Mola ramsayi* の2種が一般的に広く認知されている。

近年、系統分類に関する研究にミトコンドリア DNA を用いた手法が取り入れられ、本研究の先行研究にあたる Yoshita et al. (2009) によって、マンボウ属は少なくとも独立した3種 (*Mola* spp. A-C) が世界に存在することが提唱された。また、山野上・澤井 (2012) はそれらの3種のうち日本周辺水域に出現する *Mola* sp. A と *Mola* sp. B に、それぞれウシマンボウ、マンボウと和名を提唱した。本論文では Yoshita et al. (2009) の手法による種同定に基づく山野上・澤井 (2012) の和名定義に従い、これら3種をそれぞれウシマンボウ *Mola* sp. A, マンボウ *Mola* sp. B, C種 *Mola* sp. C と呼ぶ。

Yoshita et al. (2009) は日本近海に出現するウシマンボウとマンボウの形態を比較し、全長1.8 m以上の個体において、頭部や舵鰭の形状などに差異が見られることを見出した。しかし、Yoshita et al. (2009) の形態比較で用いられた個体数は少なく、タイプ標本との照合は行われていない。本研究では、新たに世界各地からマンボウ属のDNAサンプルを集め、各地域にどのような種が分布しているのかを調査し、各種の形態や生態の比較から、それぞれの生物学的特徴を明らかにすること、またタイプ標本との照合や種の記載論文の精査から、遺伝的に分けられたマンボウ属各種の学名を再検討することの2点を目的とした。

## 第2章 mtDNA を用いたマンボウ属の分子系統解析および分布域

世界各地から356個体のマンボウ属のサンプルを収集し、ミトコンドリア DNA の D-loop 領域を用いたマルチプレックス PCR 法やダイレクトシーケンス法により種同定した。その結果、先行研究と同様にマンボウ属は3種で構成された。本研究ではウシマンボウが大西洋やインド洋にも分布することが新たに確認された。またマンボウ種内において、大幅にヨーロッパ周辺海域のサンプルを追加したことで、大西洋と太平洋のクレードが明瞭に分かれた。これはマンボウ属各種にいくつかの地域集団が存在する可能性を示唆する。本章で種同定された個体は以降の章でも解析に用いた。

## 第3章 マンボウ属3種の形態的特徴および画像を用いた種同定

第1節では日本近海からマンボウ属2種の形態異常個体(胸鰭変形、背鰭短縮、背鰭軟条配置異常、舵鰭臀部側欠損、舵鰭欠損、人為的な損傷、幼形形態、精巣肥大)の知見を得た。これら形態異常個

体は自然的要因と人為的要因に大きく分けられた。これら種内変異を詳細に知ることで、種間で比較した時の形態的差異が明瞭化できるものと推察された。

第2節では国内の博物館関連施設で展示されているマンボウ属の大型剥製4標本(全長2.5 m以上)について、種の再同定を行った。以前までこれら4標本はすべて *Mola mola* と同定されていたが、研究の結果、ミュージアムパーク茨城県自然博物館、アクアワールド茨城県大洗水族館、北九州市立自然史・歴史博物館に展示されている3標本はウシマンボウと同定され、海とくらしの史料館に展示されている1標本はマンボウと同定された。また研究の中でウシマンボウとマンボウは鱗の形状が異なることが示唆され、新たな分類形質として利用できる可能性を示唆した。

第3節では写真の同定から国内におけるウシマンボウの新たな分布を見出した。北海道で確認されたウシマンボウは本種の北限記録を更新し、大分県で確認されたウシマンボウは九州で初めて確認された。これらの結果は、全長1.8 m以上のマンボウ属は形態的に識別できると示唆した先行研究を支持し、新たな分布や回遊を推察できる可能性を示唆した。

第4節ではオマーン近海から得られたマンボウ属の誤同定の要因を考察した。オマーン近海から得られたマンボウ属2個体は、Fraser-Brunner (1951) の分類を用いて、先行研究 (Jawad et al., 2012; Jawad, 2013) で形態的に別種 (*Mola mola*, *Mola ramsayi*) と同定された。しかし、第2章でDNA解析した結果、両個体とも同種 (ウシマンボウ) と同定された。本節で両個体の写真から形態調査を行った結果も、ウシマンボウと同定された。本研究と先行研究での種同定の食い違いから、Fraser-Brunner (1951) の分類は再検討の余地があることを示唆した。またこれら2個体はウシマンボウの中で最も小さく、ウシマンボウの特徴とされていた頭部の隆起がみられないことから、大型個体と形態が異なる可能性が考えられた。

#### 第4章 三陸沿岸域におけるウシマンボウとマンボウの生態比較

6月～11月の期間に東北沿岸域に出現するウシマンボウとマンボウについて生態調査を行った。本研究の結果、マンボウ属2種は出現の時期、体の大きさ、性比、水温が異なった。マンボウは調査期間すべてに、雌雄ともに大小様々な体の大きさの個体が出現した。一方、ウシマンボウは夏季(7月～8月)に、全長2 m以上の雌のみが出現した。これはウシマンボウがマンボウより出現水温が高いことと一致する。マンボウは様々な体の大きさが出現したことから、東北沿岸域を摂餌場、生育場として利用していることが推察された。一方、ウシマンボウは小型個体が出現しないことから、東北沿岸域は大型個体のみが摂餌場として利用していることが推察された。またマンボウは大型個体と小型個体で出現時期や出現水温が異なったことから、マンボウ属は成長段階によって回遊パターンが変化する可能性が考えられた。

#### 第5章 遺伝的に分かれたマンボウ属3種の予備的な分類学的再検討

ここまでに得られた知見から遺伝的に分けられた3種とタイプ標本の照合を行った。Catalog of fishesによると、現存するマンボウ属のタイプ標本は *Mola mola* の新参異名とされる *Ozodura orsini* と *Mola ramsayi* のもととなった *Orthragoriscus ramsayi* の2標本のみだった。これらの形態を調査した結果、*Ozodura orsini* Ranzani, 1839 はマンボウ、*Orthragoriscus ramsayi* Giglioli, 1883 はウシマンボウの形態的特徴と一致した。しかし、これらの調査中に行方不明とされていた *Mola mola* の新参異名とされる *Orthragoriscus alexandrini* Ranzani, 1839 のタイプ標本が再発見され、形態調査を行った結果、ウシマンボウと一致した。学名を決定するために、種の記載論文の精査を行ったところ、*Mola mola* のもととなった *Tetraodon mola* Linnaeus, 1758 は複数の論文を基にして記載されていたことが明らかとなり、タイプ標本はないものと考えられた。また Linnaeus (1758) は同じマンボウ科のクサビフグとマンボウ属を混同して記載していたことも明らかとなったが、マンボウを指す引用論文が含まれていたことから、*Tetraodon mola* をマンボウ属の最初の種として有効とした。また Linnaeus (1758) から Ranzani (1839) までの種の記載論文の中に *Orthragoriscus alexandrini* と一致する種は他にみられなかったことから、*Orthragoriscus alexandrini* をマンボウ属の2番目の種として有効とした。これらの結果より、ウシマンボウの学名は *Mola alexandrini* (Ranzani, 1839)、マンボウの学名は *Mola mola* (Linnaeus, 1758) と考えられた。C種は詳細な形態的特徴がわかっていないため、学名の決定は今後の課題とした。

## 第6章 総合考察

マンボウ属は生態的知見がほとんどないため、他の大型回遊魚を参考にして分布や回遊に関して考察した。これまでの結果、マンボウは南太平洋や主要なインド洋では確認されていない。一方、ウシマンボウは南北両半球広い分布が確認された。また、C種は北半球では確認されなかった。これらより、マンボウ属各種はそれぞれ種ごとに異なる分布域を持つ可能性が示唆された。また、日本近海や地中海に出現するウシマンボウは大型であることに着目し、仮説を提唱した。成長段階によって分布や回遊が変わることは多くの回遊魚で知られており、その要因は魚体が大きくなるほど体が冷めにくく、また遊泳能力が上昇することに関係していると考えられた。例えばマグロ類では大型个体になるにつれ、行動範囲を冷水域に広げることが知られている。以上より、マンボウ属は種ごと、また成長によって回遊パターンが異なり、これまで考えられていた以上に複雑な回遊様式を持つものと考えられた。