

博士論文

クロダイ稚魚に寄生する サヨリヤドリムシの生態学的研究

Ecological studies on *Mothocya parvostis* parasitic on the juveniles of
black sea bream *Acanthopagrus schlegelii*

(要約)

令和5年3月

広島大学大学院統合生命科学研究科

藤田 大樹

魚類寄生虫ウオノエ科 Cymothoidae (甲殻亜門・等脚目) は 42 属 368 種が含まれる等脚目の中でも大きな科であり、淡水性・汽水性・海水性魚類に寄生する。ウオノエ類は形態の異なる複数の成長段階を持ち、まずマンカが成体雌の育房から離脱し、自由遊泳期間を経たのちに宿主となる魚類に寄生する。マンカは宿主上で成長し、幼体を経て成体雄となる。その後、成体雄は性転換して成体雌となる。寄生様式は、鰓腔、口腔、腹腔もしくは体表に寄生するタイプに分けられ、寄生部位は属や種に特異的である。ウオノエ類は高い宿主特異性を有すると考えられているが、分布や宿主嗜好のパターンは不明瞭な種がほとんどである。ウオノエ類は本邦、特に瀬戸内海で重要な水産資源であるクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* にも寄生することが知られている。特に、クロダイの稚魚にはエラヌシ属未同定種 *Mothocya* sp. (ウオノエ科) のマンカや幼体が寄生することが知られていた。しかし、日本産エラヌシ属の分類体系には混乱が存在すること、ウオノエ類の分類形質は成体雌に依存し、マンカや幼体は形態による種同定が困難であること、DNA 情報が不足していたことなどが原因となり、これまでクロダイ稚魚に寄生するエラヌシ属の種同定は行われてこなかった。また、このエラヌシ属がクロダイ資源に影響を与えている可能性もあるが、検証した知見は無かった。本研究では、クロダイ稚魚に寄生するエラヌシ属の種同定を行ったうえで、クロダイと本寄生虫の宿主-寄生虫関係の全体像を把握することを目的とした。

第 1 章の緒言に続き、第 2 章ではクロダイ稚魚に寄生するエラヌシ属の候補である 2 種の分類学的検討を行った。瀬戸内海に生息するエラヌシ属としては、*Mothocya parvostis* と *Mothocya sajori* の 2 種が知られていたが、その形態には類似点が多く、同一の魚類(サヨリ *Hyporhamphus sajori*) を主な宿主とすることから、識別が困難な場合があった。そこで、2 種のタイプ産地を含む日本全国 7 地点においてサヨリに寄生するエラヌシ属を計 635 個体採集し、分子遺伝学的解析を行った。また、日本で唯一 2 種が同所的に生息されているとされる瀬戸内海産の成体雌 246 個体および 2 種のパラタイプ標本 (*M. parvostis*: 長崎県産、*M. sajori*: 宮城県産) に対して定量的な形態解析を行った。その結果、*M. parvostis* と *M. sajori* の間には分子遺伝学的にも形態学的にも差異は認められなかったため、2 種は同一種である可能性が高い。本種の本研究における呼称としてはサヨリヤドリムシ *Mothocya parvostis* を採用した。

第 3 章では、まずクロダイ稚魚に寄生するエラヌシ属を DNA バーコーディングによってサヨリヤドリムシであると同定した。寄生率の経時的変化を記録したところ、着底直後(6月中旬から7月上旬)のクロダイ稚魚にマンカが寄生し、宿主と共に成長

していることが明らかになった。また、着底から 2 ヶ月ほど経過し、クロダイ稚魚が成長するとサヨリヤドリムシはクロダイから離脱していた。次に、クロダイとは異なる時期にギンイソイワシ *Hypoatherina tsurugae* (7 月から 10 月) およびキチヌ *Acanthopagrus latus* (10 月から翌年 1 月) にもサヨリヤドリムシのマンカおよび幼体が寄生しており、クロダイ同様、稚魚が成長すると離脱していた。ライトトラップを用いて自由遊泳するサヨリヤドリムシのマンカを採集したところ、サヨリヤドリムシの繁殖期は 6 月から 12 月であり、6 月および 10 月から 12 月の 2 回のピークを持つと推定された。また、宿主から離脱した後と思われる自由遊泳するサヨリヤドリムシ幼体も採集された。DNA メタバーコーディングを用いて、自由遊泳する幼体 7 個体の消化管から魚類 DNA の検出を行った結果、キチヌとギンイソイワシを含む 7 魚種が検出された。これらの魚類は離脱前の宿主である可能性が高い。さらに、宿主から離脱後のサヨリヤドリムシ幼体の生存期間を調べるため、クロダイ稚魚から分離した幼体および成体雌の育房から取り出したマンカに対し、単独での飼育実験を行った。その結果、サヨリヤドリムシのマンカは宿主に寄生しない状態では成長せず、1 週間程度で死亡したが、クロダイ稚魚から分離した幼体はマンカの 3 倍程度の期間生存した。

第 4 章ではまず、広島県江田島市能美島の 13 地点において、クロダイ稚魚に対するサヨリヤドリムシの寄生率を比較し、淡水流入のある低塩分環境では寄生率が低い傾向があった。また、堤防などで覆われた閉鎖的な環境より、開放的な地点で寄生率が高い傾向が認められた。次に、サヨリヤドリムシのマンカおよび幼体のクロダイ稚魚に対する寄生実験を行い、動画で記録した。10 時間の実験中、計 79 個体のうち 37 個体で寄生成立が確認され、多くの場合クロダイ稚魚がサヨリヤドリムシを摂食しようとした際に寄生されていた。また、餌生物としてアルテミアを添加した環境で寄生実験を行うと、寄生率が有意に低下した。これらの結果から、サヨリヤドリムシはクロダイ稚魚の摂餌行動を利用し、寄生成功率を高めている可能性が高い。さらに、サヨリヤドリムシの幼体もマンカと同様にクロダイ稚魚に対する寄生能力を有していたため、宿主から離脱後の幼体は次の宿主に寄生出来る可能性がある。

第 5 章では、サヨリヤドリムシの寄生がクロダイ稚魚の成長に与える影響について調べた。クロダイ稚魚の被寄生魚および非寄生魚の体長を経時的にモニタリングすると、被寄生魚は非寄生魚に比べて成長が抑制されていた。しかし、クロダイ稚魚に対する絶食耐性試験では、被寄生魚と非寄生魚の生存期間に有意差は認められず、寄生の影響は軽微で、致命的なものではないと考えられた。

クロダイ、ギンイソイワシ、キチヌ等の稚魚に対するサヨリヤドリムシの寄生は一時的であること、寄生している間にサヨリヤドリムシはマンカから幼体に成長すること、離脱後の幼体が自由遊泳していることから、3種の稚魚はサヨリヤドリムシの中間宿主であると考えられる。ウオノエ類のマンカはクロダイが稚魚の段階で寄生すると考えられており、マンカがサヨリに寄生する際には、サヨリ稚魚に寄生すると考えられる。しかし、サヨリ稚魚が瀬戸内海に出現するのは、サヨリの産卵期後の4月から7月のみである。サヨリ稚魚が存在する時期に放出されたマンカは可能であればサヨリ稚魚に直接寄生すると考えられる。しかし、サヨリ稚魚に寄生出来なかったマンカや、サヨリ稚魚の存在しない時期(8月から12月)に放出された個体は、この時期に存在する中間宿主(ギンイソイワシやキチヌの稚魚)に寄生し、成長した後にサヨリ成魚への寄生を目指すと考えられる。今後、中間宿主から離脱後、サヨリへの寄生がどのように起こるのか明らかにする必要がある。サヨリヤドリムシは多様な魚類の稚魚と生態系の中で関わりあっている可能性が高く、瀬戸内海の生態系を把握する上では、サヨリヤドリムシが果たしている役割を考慮する必要がある。

謝辞

本研究を行うにあたり、主指導教員である広島大学大学院統合生命科学研究科生物資源科学プログラムの海野徹也教授には、修士課程から引き続き、多岐にわたり温かいご指導をいただき、多くの貴重な経験を積む機会をご恵与いただきました。心より感謝し、この場を借りて御礼申し上げます。また、同研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センターの大塚攻教授ならびに同プログラムの西堀正英教授には、学位論文の副指導ならびに審査委員としてご指導いただき、多くのご助言を賜りました。深く御礼申し上げます。

研究生活、調査、実験および論文執筆について、様々なご助言・ご協力を賜りました、同プログラムの河合幸一郎教授、河合賢太郎助教、Panakkool Thamban Aneesh 助教、本学自然科学研究支援開発センター遺伝子実験部の彦坂智恵博士、京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験の下村通誉准教授、愛媛大学沿岸環境科学研究センターの北村真一准教授、沖縄科学技術大学院大学分子遺伝学ユニットの Sanchez Silva Luis Gustavo 博士、葉山しおさい博物館の倉持卓司博士、株式会社水土舎の齋藤暢宏氏に心より御礼申し上げます。

同プログラムに在籍されていた、吉田悠馬氏、嵐俊右氏、檜崎彩賀氏、下田直輝氏、中越耀生氏、小澤里保氏、本学院生物圏科学研究科生物資源科学専攻に

在籍されていた、菅野哲史博士、谷口良太氏、山下裕太郎氏、牟田圭司氏、本学大学院統合生命科学研究科生物資源科学プログラムの Deville Caceres Diego Arturo 氏、大下竜輝氏、雑賀達生氏、有田帆乃果氏、大崎聖太氏、大中健嗣氏、中山慎太郎氏、長谷川歩杜氏、宮本真花氏、本学生物生産学部水圏統合科学プログラムの出田涼也氏、伊藤翔太氏には、調査・サンプリングにご協力いただきました。また、本学大学院統合生命科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センターの岩崎貞治氏には、小型調査船カラヌス丸を用いた調査についてご協力いただきました。以上の方々に感謝申し上げます。

本研究は、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2132 の支援を受けたものです。

また、幼少期から現在に至るまで温かく見守ってくださった、中原信恵主任牧師、中原茂生名誉牧師、中原淳子牧師、浦田智明教師をはじめ、日本アッセンブリーズ・オブ・ゴッド教団所属広島神愛キリスト教会の皆様にご感謝いたします。最後に、快く博士課程への進学の機会を与え、様々な面で支えてくれた両親と家族に深く感謝します。