

## 論文の内容の要旨

氏名：伊藤 洸

博士の専攻分野の名称：博士（生物資源科学）

論文題名：北西太平洋海域におけるメジナおよびクロメジナ（スズキ目メジナ科）の生活史戦略

スズキ目メジナ科の魚類はメジナ属 (*Girella* 属) 15 種と *Grau* 属 1 種からなり、太平洋、大西洋、およびオセアニア近海に広く分布している。このうち太平洋北西海域に分布しているのは、メジナ *Girella punctata*, クロメジナ *G. leonina*, およびオキナメジナ *G. mezinga* の 3 種である。南方系のオキナメジナは日本沿岸でほとんど漁獲されていないが、メジナとクロメジナは比較的漁獲量の多い種であり、日本沿岸各地で重要な水産資源として利用されている。

メジナとクロメジナの両種はいずれも広域的に分布しており、複数の国の排他的経済水域にまたがって生息している。太平洋側の分布域は、クロメジナでは千葉県房総半島沿岸から中国の香港沿岸、メジナでは房総半島から中国の福建省沿岸にかけての海域と見なされている。日本国内だけでなく台湾や中国でも市場価値の高い水産魚として取引されていることから、両種の資源を適切に管理するためには、分布域全体を視野に入れ、国の垣根を越えて両種的生活史特性を明らかにする必要がある。

そこで本研究では、台湾の国立台南大学との共同研究により台湾近海で漁獲されたメジナ属成魚を収集し、成熟度分析を実施して両種の繁殖特性の種間差を推定した。また、関東-伊豆地方および九州南部地方の海岸でメジナ属の稚魚を採集し、DNA 分析に基づいて両種の出現種組成を調べることにより、成育場利用特性の種間差を推定した。さらに、メジナ属魚類が何を栄養源にして成育しているかを推定するため、消化管の内壁および内容物について消化酵素活性試験を実施した。最終的に、これらの結果を総合することによりメジナとクロメジナの繁殖に関する生活史戦略を考察した。

### 1. 黒潮上流域におけるクロメジナの性成熟

日本近海におけるメジナ属魚類の繁殖生態は、これまで主にメジナについて報告されてきた。生殖腺指数 (Gonadosomatic Index: GSI) や生殖腺の組織形態に基づき、メジナの産卵場は 3-5 月に九州北西部から伊豆半島南部にかけての広い範囲にわたって形成されるとみなされている。一方、クロメジナの成熟個体については日本列島のどこからも報告例がない。本種の産卵期は 11-12 月あるいは 10-2 月であると記載されているが、種子島や伊豆半島南部の沿岸で漁獲されたクロメジナの生殖腺は、秋から冬にかけての時期においても未発達であることが報告されている。ただし、種子島産クロメジナの GSI の最大値は伊豆半島の個体の値より高く、卵巣の組織形態も種子島産クロメジナの方が成熟に近い段階にあると報告されていることから、種子島は伊豆半島よりもクロメジナの産卵場に近い可能性が高い。そこで本研究では、クロメジナの産卵海域と産卵期を推定するため、種子島より南方の台湾近海、奄美大島沿岸、および沖縄本島沿岸で漁獲された成魚を収集して成熟度を分析した。

2014-2017 年の 12-3 月に台湾近海で漁獲されたクロメジナ成魚を計 104 尾収集した。また、2013 年 12 月と 2014 年 2 月に奄美大島沿岸で漁獲された成魚 8 尾、および 2016 年 1 月と 2017 年 2 月に沖縄本島で漁獲された成魚 3 尾も収集した。魚体各部の長さや湿重量を計測した後、背鰭中央下側線上方横列鱗数と有孔側線鱗数、および鰓蓋後縁部の色に基づいて種判別を行った。GSI は、生殖腺重量 (GW, g) と体重 (BW, g) を用いて  $GSI = (GW/BW) \times 10^2$  の式により算出した。また、生殖腺の組織形態を観察するため、卵

巢には凍結切片作製法、精巣にはパラフィン切片作製法を用いて組織標本を作製した。いずれについてもヘマトキシリン・エオジン染色を施し、光学顕微鏡で組織形態を観察した。

台湾近海の雌では、1月にGSI値が上昇し、伊豆半島(0.23)や種子島(4.01)の報告値より顕著に高い値(8.06)を示した。また、台湾近海の雌からは、12-3月に完熟期の卵細胞が検出され、2-3月に退縮期の卵細胞が検出された。一方、奄美大島沿岸の雌では、GSI値が6.89で台湾近海の値より低く卵細胞も卵黄球期までしか達していなかった。沖縄本島沿岸の雌に至ってはGSI値が0.01しかなかった。以上の結果から、クロメジナは台湾近海で12-3月に性成熟し産卵していると推察された。

## 2. メジナ属稚魚の成育に及ぼす黒潮の影響

黒潮上流域がクロメジナの産卵海域ならば、クロメジナの仔稚魚は黒潮によって上流域から輸送され、日本沿岸各地に着底していると予想される。そこで本研究では、黒潮がメジナ属稚魚の成育に及ぼす影響を検討するため、黒潮に直接晒されていない相模湾の稚魚を採集して種組成を調べ、黒潮に晒された相模湾の種組成に関する先行研究の報告結果と比較した。また、房総半島、東京湾、九州南東部、および種子島の海岸でも稚魚の採集調査を実施し、成育場の地理的差異について検討した。

2012-2017年に各地の岩礁海岸でメジナ属の稚魚を採集し、ミトコンドリアDNAのPCR-RFLPによる種判別法を用いて種を同定した。相模湾で採集されたメジナ属稚魚2,638個体のうち、851個体をDNA分析に供した結果、全体の89.3%に当たる760個体がメジナと同定され、クロメジナはわずか89個体しか検出されなかった。黒潮沿いの相模湾で1-3月にクロメジナの稚魚が豊富に採集されている先行研究の結果と対照的に、冬季の相模湾には本種は全く出現しなかった。相模湾では冬季の海岸水温が低すぎるため、稚魚が生残できないと考えられる。一方、3月中旬の種子島ではクロメジナの稚魚が30個体採集された。種子島沿岸のクロメジナ成魚の成熟度分析では成熟個体が検出されていないことから、これらの稚魚は台湾近海から黒潮によって輸送されてきた個体である可能性が高い。クロメジナは黒潮流路沿いの各地に輸送されて着底し成育していると考えられる。

メジナの着底稚魚は、晩春から初夏にかけて相模湾内で豊富に採集された。日本沿岸におけるメジナの産卵期は3-5月でありクロメジナより約2ヶ月遅いため、メジナの着底稚魚は春季の昇温後の環境で成育することができると考えられる。

## 3. メジナ属魚類における海藻からの栄養摂取

メジナ属魚類の主な栄養源は、仔稚魚期には動物プランクトンであるが、成長に伴い海藻類などの植物性餌生物へと移行することが胃内容物分析に基づいて報告されている。摂餌器官の形態においてもメジナとクロメジナは藻食性の特徴を有していることから、両種は海藻類から栄養を摂取していると考えられている。一般に、海藻類の主成分である多糖類は、アルギン酸などの細胞間粘質多糖、紅藻デンプンなどの貯蔵多糖、およびセルロースなどの細胞壁骨格多糖からなる。メジナ属の海藻利用に関する従来の研究では、後者の細胞壁骨格多糖に焦点が当てられてきた。陸上の反芻動物では胃内共生微生物が牧草を発酵させることにより生じる短鎖脂肪酸が主な栄養源になっていることから、メジナ属についても消化管内の短鎖脂肪酸の濃度が測定され、細胞壁骨格多糖の発酵が起きているかが調べられている。その結果、メジナ属の短鎖脂肪酸濃度は近縁のイスズミ属の濃度より明瞭に低かったことから、メジナ属では共生微生物による発酵があまり起きていないことが示唆されている。これは即ち、メジナ属が反芻動物やイスズミ属と違い細胞壁骨格多糖を栄養源にしていないことを意味している。本研究では、メジナ属魚類が本当に細胞壁骨格多糖を栄養源として利用していないのかを検証するため、主要な細胞壁骨格多糖であるセルロースにつ

いて消化管内における分解酵素活性の検出試験を実施した。

2016-2017年に伊豆半島東部の岩礁海岸と漁港でメジナ属の若魚と稚魚を採集した。採集個体から消化管を摘出し、カルボキシメチルセルロースの培地を用いて消化管壁と内容物のセルロース分解酵素活性を調べた。

両種とも、若魚(N=68)と稚魚(N=125)の消化管壁における活性反応の検出率は低かった。活性反応が認められた場合には、胃内容物に小型甲殻類が含まれていることが多かったことから、この反応はメジナ属魚類自身が産生した酵素によるものではなく、胃内の餌生物が産生した酵素によるものであると考えられる。この結果から、メジナ属の消化管内では細胞壁骨格多糖の消化分解は進んでおらず、こうした多糖類はメジナ属の主な栄養源にはなっていないことが示唆された。メジナ属は海藻類を嚙り取って生食するため、藻体に含まれる貯蔵多糖などの可溶性物質を海水中にあまり溶出させずに消化管内へ送り込むことができる。こうした可溶性物質がメジナ属魚類の主要な栄養源になっていると考えられる。

#### 4. 総括

本研究の結果に基づき、メジナとクロメジナの生活史を繁殖戦略の観点から特徴付けることができる。クロメジナの繁殖戦略は低緯度地方の高水温環境に依存する傾向が強く、日本沿岸のクロメジナ資源は黒潮の輸送によって支えられていることが示唆された。成魚は台湾近海の熱帯・亜熱帯海域を産卵場として利用するため、冬季であっても温かい海水中で繁殖できる。この海域で生まれた稚魚の一部は、黒潮に輸送されて太平洋側の日本沿岸域に來遊し、流路沿いの比較的温かい環境に着底して主に海藻を摂食しながら成育する。こうした特徴から、クロメジナは言わば「暖水海域依存型」の繁殖戦略をとっていると見なすことができる。一方、メジナは日本沿岸各地で春に環境水温が上昇してから繁殖するため、稚魚は黒潮から離れた場所でも着底し海藻を摂食しながら成育することができる。こうした特徴から、メジナは言わば「春季昇温依存型」の繁殖戦略をとっていると見なすことができる。メジナとクロメジナは北西太平洋海域において対照的な繁殖戦略をとりながら資源を維持していると考えられる。