

北太平洋亜寒帯域におけるコヒレハダカ

Stenobranchius leucopsarus の生活史と生態に関する研究

学位論文内容の要旨

【目的】

世界で約 250 種が生息するハダカイワシ科魚類の中で、コヒレハダカ *Stenobranchius leucopsarus* は北極海を除く亜寒帯北太平洋の外洋域に広く分布し、その推定生物量は約 2,100 万トンと、マイワシなどの多獲性魚類の高水準時よりも多いことが知られている。本種は、夜間に中深層から表層へ移動し、橈脚類やおきあみ類を捕食し、日中には中深層へ移動して、代謝の抑制や表層性の視覚捕食者から回避するとされている。このような日周鉛直移動によって、本種は表層で摂餌して得た生物エネルギーを中深層で代謝や捕食されることにより、中深層へ素早く輸送する生物ポンプの働きを担っている。本種は海洋生態系において、海産哺乳類、海鳥類、魚類および頭足類などの高次捕食者と、甲殻類動物プランクトンの食物網を繋ぐ重要な生態的鍵種となっている。また、本種は、サンマやスケトウダラの幼稚魚などの動物プランクトン食性の魚類との競争種に位置づけられている。コヒレハダカ的生活史や生態に関して、生活史を通した分布回遊や海洋環境と系群構造の関係、さらに生活史を通した分布と食性との関係などについては、不明な点が多い。

そこで本研究は、ベーリング海および北太平洋亜寒帯海域で膨大な生物量を誇るコヒレハダカの再生産、成長、成熟を含む生活史、海洋環境と分布回遊との関係、および生活史を通した分布と食性との関係などについて明らかにすることを目的とした。

【材料と方法】

調査は、2002 年 9 月と 2003 年 7, 9 月, および 2006 年 6 月にベーリング海海盆域, 2003 年 8 月および 2006 年 2 月にアラスカ湾, 2006 年 2, 4, 6 月に西部・中央部北太平洋において、水産庁漁業調査船開洋丸により行った。コヒレハダカおよび動物プランクトンの水平分布を調べるため、2002 年 9 月(10 地点), 2003 年 7 月(16 地点), 8 月(6 地点), 9 月(10 地点)において、日没 1 時間後に RMT ネットの傾斜曳き(500-0 m)を行った。また、2006 年 2 月(9 地点), 4 月(12 地点), 6 月(17 地点)において、日没 1 時間後にコヒレハダカを MOHT ネットの傾斜曳き(300-0 m), 動物プランクトンを BONGO ネットの傾斜曳き(100-0 m)で採集した。さらに、動物プランクトンの鉛直分布を観測するため、ベーリング海東部海盆域の 1 地点において、昼夜 1 セットで 2003 年 7, 9 月に MOCNESS ネットを用いて採集を行った。各調査地点では水温・塩分を観測し、クロロフィル *a* 量を計測した。コヒレハダカおよび動物プランクトン採集試料は、10 %中性ホルマリン溶液で固定して持ち帰り、種査定、個体数の計数、および湿重量を測定した。採集した動物プランクトンは、種毎に分けて個体数と湿重量を計測し、主要な橈脚類は発育段階、prosome length と前体部の幅、おきあみ類は全体長と頭胸部の幅を計測した。採集したコヒレハダカは、標準体長、湿重量、生殖腺重量を計測し、肝臓重量指数(HSI)と生殖腺指数(GSI)を算出した。また、2006 年のコヒレハダカは-40℃で冷凍して持ち帰り、耳石を用いて年齢査定を行った。さらに、1 地点につき最大 30 個体のコヒレハダカの胃内容物を分析した。胃内容物中より出現した餌生物は、可能な限り低位分類群まで査定し、個体数および湿重量を計測した。なお、摂餌強度の季節および年比較するために胃内容物重量指数(SCI)を用いた。

【結果と考察】

コヒレハダカの 1 歳魚は、西部北太平洋では亜寒帯領域に主に分布し、特にアラスカ湾か

らアラスカンストリームの影響がある海域で多かった。この東部亜寒帯循環流に乗り、本種の1歳魚はアラスカ湾からベーリング海へ生息域を拡大すると考えられた。本種の大型個体は、中冷水が存在する海域では少なく、アリューシャン列島の海嶺や島嶼周辺で多い傾向が認められた。これは、地理的に餌生物の多い海域に、本種の大型個体が集中分布するためと推定された。

コヒレハダカの生殖腺を用いて、成熟体長と年齢を求めた。その結果、雌の標準体長は63.5 mm以上、雄は54.2 mm以上で成熟すると判断された。また、その成熟年齢は耳石による年齢解析から、雌が4歳以上、雄が3歳以上と考えられた。

次に、本種の生殖周期を検討した。成熟個体は2月に多く、4月にも出現した。また、4月以降に採集された仔稚魚は、標準体長から2~3月生まれと推定された。さらに、仔稚魚と成熟個体の出現海域と海流から、その産卵場は中央部北太平洋の亜寒帯領域と移行領域の境界付近であると推定された。

本種の食性に関して、夏期ベーリング海では、小型個体は橈脚類の*Metridia pacifica*、大型個体がおきあみ類の*Thysanoessa*属を主に捕食しており、体サイズによる食性の変化が認められた。これは、夏期ベーリング海海盆域に多く生息する*Thysanoessa*属の体サイズが大きいために、小型個体は物理的に捕食できないと判断された。また、季節によって本種の食性に変化が認められ、冬~春期は橈脚類の*Neocalanus*属を多く捕食していた。*Neocalanus*属は冬~春期に表層で摂餌を行い、夏季には深層へ移動する季節的な鉛直移動を行う。よって、夏期には本種の分布水深より深い水深まで移動し、休眠するために捕食されなかったと推定された。さらに、本種の肝臓重量指数は夏期に高く、冬に低くなることから、夏期における栄養摂取により冬期の産卵のための栄養を蓄えていると考えられた。

次に、本種の摂餌強度の年変化について検討した。ベーリング海海盆域において、本種

の小・中型個体の摂餌強度は、2003年の方が2002年よりも高く、*M. pacifica*をより多く捕食していた。両年の物理環境の違いは、ベーリング海海盆域における亜表層水温が、2003年9月の方が2002年9月より高かった。また、2003年のベーリング海海盆域は、2002年よりアラスカンストリームの影響が海盆域に大きく広がっていることから、より高水温の表層が形成されていたと判断された。この暖流によって、世代時間が短くなり生物量も多くなる*M. pacifica*は、アリューシャン列島沿いから海盆域に輸送される。そのことによって、小・中型のコヒレハダカは同所的に分布する個体数が多い*M. pacifica*を捕食したと推定された。

以上のことから、雌が4歳以上、雄が3歳以上のコヒレハダカ成魚は、2～3月の中央部北太平洋の亜寒帯域と移行領域の境界で産卵し、卵と仔魚は亜寒帯海流によってアラスカ湾に受動輸送され、アラスカ湾で稚魚期を過ごす。さらに、アラスカ湾からアラスカンストリームによって多くの個体はベーリング海に受動輸送されて、索餌・成長する。索餌期の食性は*Neoclanus* 属が中心であり、その生物量が減少すると、小型・大型個体はそれぞれ*M. pacifica*とおきあみ類を主に捕食する。そして、冬期の産卵のために、夏期の摂餌によって肝臓にエネルギーを蓄え、成熟個体は中央部北太平洋の産卵場へ移動する。このように、本種は東部亜寒帯循環の広い分布域を利用する生活史を持つと推測された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 桜 井 泰 憲

副 査 教 授 矢 部 衛

副 査 准教授 綿 貫 豊

副 査 室 長 山 村 織 生 (北海道区水産研究所)

学 位 論 文 題 名

北太平洋亜寒帯域におけるコヒレハダカ

Stenobranchius leucopsarus の生活史と生態に関する研究

【目的】

ハダカイワシ科魚類に属するコヒレハダカ *Stenobranchius leucopsarus* は、北極海を除く亜寒帯北太平洋の外洋域に広く分布し、その推定生物量は約 2,100 万トンと、マイワシなどの多獲性魚類の高水準時よりも多いことが知られている。本種は、夜間に中深層から表層へ移動し、橈脚類やおきあみ類を捕食し、日中には中深層へ移動して、代謝の抑制や表層性の視覚捕食者から回避するとされている。このような日周鉛直移動によって、本種は表層で摂餌して得た生物エネルギーを中深層で代謝や捕食されることにより、中深層へ素早く輸送する生物ポンプの働きを担っている。本種は海洋生態系において、海産哺乳類、海鳥類、魚類および頭足類などの高次捕食者と、甲殻類動物プランクトンの食物網を繋ぐ重要な生態的鍵種となっている。コヒレハダカ的生活史や生態に関して、生活史を通した分布回遊や海洋環境と系群構造の関係、さらに生活史を通した分布と食性に関する点については、不明な点が多い。

そこで本研究は、ベーリング海および北太平洋亜寒帯海域で膨大な生物量を誇るコヒレハダカの再生産、成長、成熟を含む生活史、海洋環境と分布回遊との関係、および生活史を通した分布と食性に関する点などについて明らかにすることを目的とした。

【結果と考察】

コヒレハダカの1歳魚は、西部北太平洋では亜寒帯領域に主に分布し、特にアラスカ湾からアラスカンストリームの影響がある海域で多かった。この東部亜寒帯循環流に乗り、本種の1歳魚はアラスカ湾からベーリング海へ生息域を拡大すると考えられた。本種の大型個体は、アリューシャン列島の海嶺や島嶼周辺で多い傾向が認められた。これは、地理的に

餌生物の多い海域に、本種の大型個体が集中分布するためと推定された。

コヒレハダカの生殖腺を用いて、成熟体長と年齢を求めた。その結果、雌の標準体長は63.5 mm以上、雄は54.2 mm以上で成熟すると判断された。また、その成熟年齢は耳石による年齢解析から、雌が4歳以上、雄が3歳以上と考えられた。

次に、本種の生殖周期を検討した。成熟個体は2月に多く、4月にも出現した。また、4月以降に採集された仔稚魚は、標準体長から2~3月生まれと推定された。さらに、仔稚魚と成熟個体の出現海域と海流から、その産卵場は中央部北太平洋の亜寒帯領域と移行領域の境界付近であると推定された。

本種の食性に関して、夏期ベーリング海では、小型個体は橈脚類の*Metridia pacifica*、大型個体がおきあみ類の*Thysanoessa*属を主に捕食しており、体サイズによる食性の変化が認められた。これは、夏期ベーリング海海盆域に多く生息する*Thysanoessa*属の体サイズが大きいために、小型個体は物理的に捕食できないと判断された。また、季節によって本種の食性に变化が認められ、春期は橈脚類の*Neocalanus*属を多く捕食していた。*Neocalanus* 属は春期に表層で摂餌を行い、夏季には深層へ移動する季節的な鉛直移動を行う。よって、夏期には本種の分布水深より深い水深まで移動し、休眠するために捕食されなかったと推察された。さらに、本種の肝臓重量指数は夏期に高く、冬に低くなることから、夏期における栄養摂取により冬期の産卵のための栄養を蓄えていると考えられた。

ベーリング海海盆域において、本種の小・中型個体の摂餌強度は、2003年の方が2002年よりも高く、*M. pacifica*をより多く捕食していた。2003年のベーリング海海盆域は、2002年よりアラスカストリームの影響が海盆域に大きく広がっていることから、より高水温の表層が形成されていたと判断された。この暖流によって、*M. pacifica*はアリューシャン列島沿いから海盆域に輸送される。そのことによって、小・中型のコヒレハダカは同所的に分布する個体数が多い*M. pacifica*を捕食したと推察された。

以上のことから、雌が4歳以上、雄が3歳以上のコヒレハダカは、2~4月の中央部北太平洋の亜寒帯域と移行領域の境界で産卵し、卵と仔稚魚は亜寒帯海流によって餌生物の多い北太平洋の北辺へ受動輸送されて、索餌・成長する。春期の食性は*Neocalanus* 属が中心であり、その生物量が減少すると、小型・大型個体はそれぞれ*M. pacifica*とおきあみ類を主に捕食する。そして、冬期の産卵のために、夏期の摂餌によって肝臓にエネルギーを蓄え、成熟個体は中央部北太平洋の産卵場へ移動する。このように、本種は東部亜寒帯循環の広い分布域を利用する生活史を持つと推測された。これらの成果は、北太平洋亜寒帯域における包括的な生態系の構造と機能の解明に大きく寄与するものと評価される。

よって、審査員一同は、申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。