

学 位 論 文 題 名

陸奥湾におけるマダラ *Gadus macrocephalus* の
初期生活史に関する研究

学位論文内容の要旨

青森県陸奥湾はマダラの産卵場のひとつであり(川村・小久保, 1950; Hattori *et al.*, 1992), 毎年12月から2月にかけて産卵回遊群が底建網および底刺網などで漁獲されている。陸奥湾におけるマダラ漁獲量のおよそ3分の2を占める脇野沢村では, 1985~1990年度に720~1,305トンの高い漁獲水準を記録したがその後減少し, 1996年度漁期には16トンにまで落ち込んだ(青森県水産増殖センター, 1995; 青森県, 未発表)。このため1991年より, 青森県水産増殖センターと日本栽培漁業協会によってマダラ稚魚の種苗放流が行われている。陸奥湾における本種の生活初期に関しては, 仔魚の形態(Inaba, 1931), 仔稚魚の採集例(川村・小久保, 1950), 生活史のレビュー(Yusa *et al.*, 1977)以外の報告はなく, 餌生物環境を含めた検討は陸奥湾を含めて過去に行われたことがない。本研究は陸奥湾に出現するマダラ仔稚魚の時空間分布, 食性, 餌生物環境を調べて初期生活史を明らかにすることで, マダラの資源量変動機構の解明を試みた。

青森県陸奥湾において1989年3月, 5月, 7月と1990年4月, 6月に北海道大学水産学部研究調査船うしお丸(107.85トン)を用いて, ビームトロールネット(網口: 2.0m × 2.5m, 胴尻目合: 0.33mm)の中層曳きとオッタートロールネット(網口: 4.4m × 5.9m, 胴尻目合: 12mm)の着

底曳きによってマダラ仔稚魚を採集し、消化管および胃の内容物を調査した。全長7mm以下のマダラ後期仔魚は初期餌料として体幅範囲67.5-195 μ mのかいあし類ノープリウス、特にPseudocalanus属およびOithona属のノープリウスを捕食した。また、全長7-70mmの仔稚魚はかいあし類カラヌス目コペポダイトを、70mm以上の個体はヨコエビ亜目と魚類を主に捕食した。浮遊性巻貝、エビ類ゾエア、カニ類メガロパといった大型餌生物は、主要餌生物がカラヌス目からヨコエビ亜目や魚類に転換する間、代替の餌生物として重要な役割を果たしているものと推察された。

1991年および1992年冬季の陸奥湾において、うしお丸と青森県水産増殖センター所属のなつどまり(24.96トン)を用いて、マダラ仔魚の初期餌料であるかいあし類ノープリウス標本を採集し、同定と計測を行った。体幅67.5-195 μ mのノープリウスは、湾内では表層域で、湾口部では密度躍層内で分布密度が高いことが明らかになった。ノープリウスの分類群組成は採集年によって大きく異なり、1991年2月にはCentropages属が、1992年1-2月にはOithona属ノープリウスが優占した。このような違いは津軽暖流水と湾内水との間に生じる密度差に起因する津軽暖流水の流入量の年変化と、メス成体が卵を抱えて運ぶか(Pseudocalanus属やOithona属)、卵を水中に放出するか(C. abdominalis)といった、かいあし類の再生産戦略の違いに起因するものと判断された。1992年1月上旬・下旬の水深10m層におけるノープリウスの分布密度は中央値で14.7 inds. \cdot l⁻¹、13.3 inds. \cdot l⁻¹と幾分低かったが、1991年2月と1992年2月の水深15m層における中央値はそれぞれ22.4 inds. \cdot l⁻¹と32.8 inds. \cdot l⁻¹であった。マダラ仔魚と形態的に類似し、同様なノープリウス分類群を餌として利用するスケトウダラ仔魚の知見(Paul, 1983; Haldorson et al., 1989; Paul et al., 1991)を

適用して考えると、 $20 \text{ inds.} \cdot \ell^{-1}$ を上回る兩年2月下旬のこれらの分布密度はマダラ仔魚にとっても生残に十分な餌密度と判断された。

1989年から1998年まで、うしお丸を用いてマダラ仔稚魚の分布調査を行った。その結果、2月および3月にはマダラ前期仔魚と小型の後期仔魚は湾口部で採集されたことから、陸奥湾ではマダラの産卵は主に湾口部で行われているものと推察された。また、湾口部海底上で孵化した仔魚は中層域へ浮上することで、十分な餌密度(かいあし類ノープリウス)を獲得するだけでなく、密度躍層よりも上層を占める津軽暖流水を利用して餌密度の高い湾内へ移動していた。4月にはマダラ仔稚魚は湾内に広く分布し、主要餌生物であるかいあし類カラヌス目コペポダイトの分布密度が高い水深層に分布した。5月以降のマダラ稚魚は昼間カラヌス目コペポダイトの分布密度が高い海底直上に分布し、稚魚の分布密度が高い水域には採集年による変動がみられた。また、マダラ稚魚の生息上限水温は約 12°C と推定され、6月以降湾内の高水温と餌不足を避けて湾外へ移動するものと考えられた。

1991年、1993年、1995年にはマダラ着底稚魚の体重の増加に伴って胃内容物重量示数($\text{SCI} = \frac{\text{胃内容物重量}(g) \times 100}{\text{体重}(g) - \text{胃内容物重量}(g)}$)は減少していたが、1997年には他の年に比べて摂餌強度が高く、大型の餌を捕食する割合が高かった。対応分析(Hill, 1973)を用いてマダラ着底稚魚の食物組成の座標づけを行った結果、食物組成はまず第1に餌のサイズで規定され、そこへヤムシ類や浮遊性巻貝、エビ類ゾエアといった特異的に出現する餌生物が食物組成を大きく変化させるものと考えられた。マダラ着底稚魚がカラヌス目から大型の餌生物に転換する全長は年によって差がみられ、1991年のよう

にカラヌス目の分布密度が $1.0 \cdot 10^4$ inds. \cdot m²を超える場合には餌の転換は大型の体サイズで生じたが、逆に1997年には小型の全長で餌を転換していた。着底稚魚の全長-体重関係の相対成長式と食物組成を比較した結果、全長70mm以下の小型の稚魚ではカラヌス目が餌として重要であり、全長70mmよりも大型の稚魚ではカラヌス目よりも大型の餌（仔稚魚、エビ類ジュベナイル、ワレカラ、ヤドカリ類メガロパ、カニ類メガロパ、ヨコエビ亜目、クラゲノミ亜目など）に遭遇する確率が高いことが生き残りに重要であると考えられた。

陸奥湾脇野沢村におけるマダラ成魚の漁獲量と、2月のマダラ仔稚魚の平均分布密度との間には比例関係がみられ、成魚の漁獲量と1995年を除いた4月の仔稚魚の分布密度の間にも比例関係が認められた。これらの結果から、冬季から4月までの陸奥湾ではマダラ仔稚魚の生残に著しく不利に働く条件はほとんどなく、年級群変動を生じさせる原因は5月以降にあると推定した。1995年と1997年のそれぞれ4月と6月におけるマダラ仔稚魚の分布密度と相対成長式の比較から、大型個体の栄養状態が良かった1997年の方が1995年に比べて生残率も高かったものと判断した。また、マダラが湾外へ移動するのに適した水温期間が長いことが、稚魚の生き残りに有利に働く可能性も考えられた。

今後は資源量変動を説明する様々な仮説を検証するために、耳石の微細構造解析に基づく絶対成長の評価、マダラ仔稚魚を捕食する生物の特定、親魚の年齢構成や産卵履歴の違いによる卵および仔魚の生残率の違い、稚魚が湾外へ移動した後の減耗要因を解明する必要があると考えられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 高 橋 豊 美

副 査 教 授 菅 野 泰 次

副 査 助 教 授 中 谷 敏 邦

学 位 論 文 題 名

陸奥湾におけるマダラ *Gadus macrocephalus* の 初期生活史に関する研究

青森県陸奥湾はわが国におけるマダラの産卵場の一つであるが、本集団は資源量変動が極めて大きいことが知られている。しかし、本種の初期生活史に関する知見は非常に乏しく、しかも資源量変動機構を明らかにする上で不可欠な餌生物環境を含めた研究はどの海域でも行われていない。本研究は、1989年から1998年までの期間、陸奥湾に出現するマダラ仔稚魚の時空間分布、食性、餌生物環境を調べて、その初期生活史を求めることにより、本種個体群の資源量変動機構の解明を試みたものである。

本研究において評価される点は次の通りである。

1) マダラ仔稚魚の消化管および胃の内容物を精査して、初期餌料として全長7mm以下の後期仔魚では体幅67.5~195 μ mのかいあし類ノープリウス(主に *Pseudocalanus* 属と *Oithona* 属)を、全長7~70mmの仔稚魚ではかいあし類カラヌス目コペポダイトを、また全長70mm以上の稚魚ではヨコエビ類と魚類を主に捕食することを明らかにした。

2) 冬季間にかいあし類ノープリウスの分布調査を行い、体幅67.5~195 μ mの個体は湾口部では密度躍層内で、湾内では表層域で分布密度が高いことを明らかにした。2月は各年とも湾内水深15mでの中央値が20個体/lを超えており、類似の食性を示すスケトウダラ *Teragra chalcogramma* に関する知見からみてマダラ仔魚の生残にとって十分な餌密度であることを推察した。さらに、かいあし類ノープリウスの分類群組成は年によって *Centropages* 属や *Oithona* 属が優占するなど顕著な種交替現象がみられた点について、津軽暖流水の流入量の年変化と、雌成体が卵を抱えて運ぶか、卵を水中に放出するかといったかいあし類の再生産戦略の違いに起因することを指摘した。

3) マダラは湾口部のほか湾内部でも産卵するとされてきたが、前期仔魚と小型の後期仔魚が湾口部でのみ出現したことから、近年マダラの産卵は主に湾口部で行われていることを指摘した。また、湾口部海底上で孵化した仔魚は餌密度の高い中層域に浮上するとともに、津軽暖流水を利用して餌密度の高い湾内表層域へ移動する。その後、5月以降の稚魚は昼間カラヌス目コペポダイトの分布密度が高い海底直上で分布するようになるが、6月以降はマダラ稚魚の生息上限とみられる12°C以上の高水温と餌不足を避けて湾内から湾外へ移動する分布様式をもつことを推定した。

4) マダラ着底稚魚がカラヌス目から大型の餌生物に転換する全長には年による差がみられ、カラヌス目の分布密度が高い場合には餌の転換がより大型の体サイズで生じたことを指摘した。また、着底稚魚の全長と体重関係の相対成長式と食物組成を比較した結果、全長 70mm 以下の小型稚魚ではカラヌス目が重要餌生物であり、全長 70mm を超える大型稚魚では仔稚魚、エビ類未成体、ワレカラ、ヤドカリ類とカニ類のメガロパ、ヨコエビ類、クラゲノミ類などの大型餌生物に遭遇する確率の高いことが生き残りに重要であることを示唆した。

5) 湾口部脇野沢村におけるマダラ成魚の漁獲量と 2 月および 4 月の仔稚魚の分布密度との間に比例関係がほぼ成立することから、冬季から 4 月までの陸奥湾においてはマダラ仔稚魚の生残に著しく不利に働く条件はほとんどなく、年級群変動をひきおこす原因はほぼ 5 月以降にあることを推定した。また、マダラが湾外へ移動するのに適した水温期間が長いことが稚魚の生残に有利に働く可能性を示唆した。

本研究は、マダラ仔稚魚の摂餌生態、餌料環境、初期生残過程を詳細に言及し、本種の資源量変動機構を解明する上で重要な新知見を提供したものとして、審査員一同は、本研究の申請者が博士（水産学）の学位を授与される十分な資格を有すると判定した。

なお、平成 10 年 11 月 20 日の研究科委員会最終審査において、投票の結果、総投票数 27 票、可とするもの 27 票で研究科委員全員が合格と判定した。