博　士（水産科学）　甲　本　亮　太

学位論文題名

秋田県沿岸におけるハタハタ*Arctoscopus japonicus*の初期生活史に関する研究

学位論文内容の要旨

【目的】

ハタハタ *Arctoscopus japonicus* は，日本海沿岸や北海道における重要な漁業資源である。なかでも，日本海に生息し秋田県沿岸を主産卵場とする日本海北部系群の漁獲量は，この 60 年間で大きく変動している。1962 年以降の秋田県における漁獲量の最大値と最小値の差は 200 倍以上に達することから，資源変動要因の解明が求められている。一般に，海産魚類の資源量の変動要因は，生活史初期段階における生残率の年変動によって生じる加入量の変動である。従って，ハタハタの資源変動要因を解明するためには，本種の初期生残過程を明らかにする必要がある。ハタハタの初期生活史については，産卵生態，成長，仔稚魚の分布域や分布密度，食性，仔稚魚の行動などが報告されているほか，種苗生産に関する研究も進められてきた。しかし，ハタハタの主要な産卵場が分布する秋田県沿岸の天然個体については，餌生物や水温を含めた仔稚魚の生活様式の検討は行われていない。そこで本研究では，秋田県沿岸におけるハタハタの産卵生態や仔稚魚の発育過程，食性，時空間分布，成長を調べて初期生活史を明らかにし，本種の資源変動機構について考察した。

【材料と方法】

ハタハタ仔稚魚の形態的特徴は，2007 年 1–5 月に秋田県男鹿市椿漁港の海面網生け簀で天然餌料のみを摂餌させて飼育した仔稚魚，および 2006 年から 2010 年の間に採集した天然魚を用いて，軟骨・硬骨二重染色標本を施した透明標本として，骨格および各鰭条の形成過程を観察した。仔稚

魚の食性は，2009 年 2–5 月に男鹿半島北浦沿岸でソリネットおよびオッタートロールネットで採集した仔稚魚の消化管および胃内容物の種組成と体積を用いて調べた。ハタハタ親魚の産卵場への来遊特性と卵塊密度の年変動は，2009 年と 2010 年の 1–2 月に，秋田県北部の岩館，中部の北浦および南部の平沢の 3 定点で，卵塊密度とヒバマタ目褐藻の被度を調査した。同時に，岩館と北浦の 2 定点は 11–12 月における定置網と刺網の日別漁獲量を聞き取りした。仔稚魚の分布は，2009 年 2–5 月と 2010 年 1–6 月に，男鹿半島北浦沿岸で仔稚魚の水深別分布密度を水温環境と併せて調査した。仔稚魚の成長は，2007–2009 年の 1–4 月および 2010 年の 2–4 月に，椿漁港の海面網生け簀で天然の餌料プランクトンのみを摂餌させて飼育した人工種苗と，2009 年 2–5 月および 2010 年 1–6 月に北浦沿岸で採集した天然仔稚魚の成長を調査した。人工種苗の飼育期間中における餌料プランクトン豊度の指標として，網生け簀に蝟集する動物プランクトンを，エアーリフト装置を用いて採集した。

【結果と考察】

1. ハタハタ仔稚魚の形態的特徴

ハタハタ仔稚魚の発育段階は，脊索後端の形状および各鰭条数から判断して，孵化から脊索長（以下 NL）12 mm までの前屈曲期，15 mm NL までの屈曲期，標準体長（以下 SL）30 mm までの後屈曲期，30 mm SL 以降の稚魚期に区分された。尾部骨格は，孵化から 10 日齢にかけて急速に発達し，30 mm SL には各鰭条数が定数に達したことから，尾部を用いた遊泳力は稚魚期にかけて増大し続けると考えられた。人工種苗では，尾部骨格に異常を示す個体の割合が 59%と高かったが，天然魚においても同様の異常が 66%出現し，ともに外部形態の変形をほとんど伴っていなかったことから，飼育下の骨格異常が種苗の健苗性を低下させる可能性は低い。

2. ハタハタ仔稚魚の食性

ハタハタの孵化仔魚は他の海産魚類仔魚に比べて口器および形態が発達した段階で孵化した。体

長（脊索長と標準体長の総称，以下 BL）12–30 mm の仔稚魚の餌は，浮遊性あるいは底生性のかいあし類コペポダイトが高い割合を占め，40 mm BL 以上ではアミ類が優占した。コブヒゲハマアミ *Xenacanthomysis pseudomacropsis* は稚魚と同期的・同所的に出現し，コペポダイトよりも大型であることから，稚魚期の重要な餌生物の一つであると考えられた。

3. ハタハタ親魚の産卵場への来遊特性と卵塊密度の年変動

2009 年と 2010 年のハタハタの卵塊密度は，岩館と北浦では差は認められず，平沢では 2009 年が 2010 年よりも高密度であった。一方，ハタハタの卵塊が海藻から外れて海岸に打ち上がる「漂着卵」の量は北浦沿岸では 2009 年が 2008 年に比べて 6.2 倍多かった。このことから，漂着卵の量はトランセクト調査よりも広い範囲での産卵を知る目安になると判断された。また，ヒバマタ目褐藻の被度と平均卵塊密度との間には有意な正の相関が認められたことから，ヒバマタ目褐藻群落の存在は産卵量を決定する非常に重要な要素である。

4. ハタハタ仔稚魚の分布

ハタハタ仔稚魚は昼間は常に底生性を示し，2009 年と 2010 年ともに生息に適さない沿岸の 13°C 以上の水塊を避けるとともに，適水温の範囲内において成長に伴って深い水域に移動した。仔稚魚の分布密度は，2010 年級群が 2009 年級群よりも高い傾向を示し，両年級群における最大密度の差はソリネット採集では 7 倍，オッタートロールネットでは 62 倍に達し，特に 2–4 月の差が大きかった。2009 年に比べて 2010 年は，特に 4–5 月の水温が 1.4–2.0°C 低く，より浅所にも生息したが，両年の分布様式は基本的に同様であった。

5. ハタハタ仔稚魚の成長

人工種苗の飼育結果は，餌料プランクトンの豊度が高いほど仔魚期の成長率は高く，低い餌豊度に加えて 2–3 月の高水温は，低成長率と低生残率をもたらした。一方，天然魚の平均体長の経時変化は，2009 年級群と 2010 年級群間に成長差はなく，2–5 月の成長率は 2009 年が 0.268 mm/日，

2010 年が 0.261 mm/日とほぼ同様であり，人工種苗が 2–3 月に示した 0.041–0.150 mm/日のような低い成長率は認められなかった。これらのことから，ハタハタ仔稚魚においても，発育初期における成長率が高い個体ほど生残率も高い成長率選択的な生残過程が働いている可能性が示された。

秋田県沿岸は，ごく沿岸の岩礁域にヒバマタ目褐藻が優占し，その沖側には水深 100 m 付近まで海底勾配が緩やかで，アミ類が生息できる砂泥域が広がることから，ハタハタの産卵や仔稚魚の生息に好適な環境条件であるといえる。特に，冬季から春季の波浪に対抗する付着性の卵と，比較的大型で孵化して環境中に高密度に生息するかいあし類コペポダイトから摂餌を開始する特性が再生産を支えているものと考えられた。今後は，秋田県沿岸における春季の餌生物環境と水温条件を継続して調査すると同時に，ハタハタ仔稚魚の成長率と年級群豊度との関係を調査して本系群の資源量変動要因を明らかにし，再び 1992–1995 年のような禁漁措置が必要となる前に適正な漁獲圧へと調整できるモニタリング体制の整備と種苗放流効果の検証が必要であると考えられた。

学位論文審査の要旨

主　査　　教　授　　桜　井　泰　憲
副　査　　教　授　　髙　津　哲　也
副　査　　准教授　　中　谷　敏　邦
副　査　　准教授　　今　村　　央

学 位 論 文 題 名

秋田県沿岸におけるハタハタ*Arctoscopus japonicus*の初期生活史に関する研究

【目的】

日本海に生息し，秋田県沿岸を主産卵場とするハタハタ日本海北部系群の漁獲量は，この 60 年間で大きく変動しており，資源量変動要因の解明が求められている。一般に海産魚類の資源量の変動は，生活史初期における生残率の年変動によって生じるため，本研究は，秋田県沿岸におけるハタハタの産卵生態，仔稚魚の発育過程，食性，時空間分布，成長を調べて初期生活史を明らかにした。

【材料と方法】

ハタハタ天然仔稚魚は，2009 年 2–5 月と 2010 年 1–6 月に，男鹿半島北浦沿岸でソリネットおよびオッタートロールネットを用いて水深帯別に採集し，同時に海洋環境調査を実施した。また人工種苗は，2007–2010 年の 1–4 月に椿漁港の海面網生け簀で，自然蝟集する天然プランクトンを摂餌させて飼育した。網生け簀に蝟集する動物プランクトンの一部は，エアーリフト装置を用いて採集し，餌料プランクトン豊度の指標とした。一部の仔稚魚には軟骨・硬骨二重染色を施し，骨格および各鰭条の形成過程を観察した。2009 年 2–5 月に北浦沿岸で採集された仔稚魚は，魚体測定と胃内容物調査を実施した。

ハタハタ親魚の産卵場への来遊特性と卵塊密度の年変動の解析のために，2009 年と 2010 年の 1–2 月に，秋田県北部の岩館，中部の北浦および南部の平沢の 3 定点で，卵塊密度とヒバマタ目褐藻の被度を調査した。同時に岩館と北浦の 2 定点では，11–12 月の定置網と刺網の日別漁獲量を聞き取りした。

【結果と考察】

1. 仔稚魚の形態的特徴

ハタハタ仔稚魚の脊索後端の形状および各鰭条数から，孵化から脊索長 12 mm までの前屈曲期，15 mm までの屈曲期，標準体長 30 mm までの後屈曲期，30 mm 以降の稚魚期に区分した。尾部骨格は，孵化から 10 日齢にかけて急速に発達し，30 mm には各鰭条数が定数に達したことから，尾部を用いた遊泳力は稚魚期にかけて増大し続けると考えた。尾部骨格に異常を示す個体の割合は，人工種苗で 59%，天然魚でも 66%出現したが，ともに外部形態の変形をほとんど伴っていなかったことから，健苗性が低いことを意味するものではないと判断した。

2. 仔稚魚の食性

ハタハタは，他の海産魚類仔魚に比べて口器および形態が発達した段階で孵化していた。体長（脊索長と標準体長の総称）12–30 mm の仔稚魚の餌は，浮遊性あるいは底生性のかいあし類コペポダイトが高い割合を占め，40 mm 以上ではアミ類が優占した。コブヒゲハマアミ *Xenacanthomysis pseudomacropsis* は稚魚と同期的・同所的に出現し，コペポダイトよりも大型であることから，稚魚期の重要な餌生物の一つである。

3. 親魚の産卵場への来遊特性と卵塊密度の年変動

潜水トランセクト調査の結果，2009 年と 2010 年のハタハタの卵塊密度は，岩館と北浦では差は認められず，平沢では 2010 年よりも 2009 年に高密度だった。ヒバマタ目褐藻の被度と平均卵塊密度との間には有意な正の相関が認められたことから，ヒバマタ目褐藻群落の消長は産卵量を左右する重要な要素と判断した。一方，海藻から外れて海岸に打ち上がる「漂着卵」の量は，北浦沿岸では 2008 年に比べて 2009 年には 6.2 倍に達した。漂着卵の量は潜水調査よりも広範囲に産卵を知る目安になるだろう。

4. 仔稚魚の分布

ハタハタ仔稚魚は，昼間は常に底生性を示し，2009 年と 2010 年ともに成長に伴って深い水域に移動した。また，生息に適さない沿岸の 13 °C 以上の水塊を避けて分布した。2009 年に比べて 2010 年は，4–5 月の水温が 1.4–2.0 °C 低かったために，より浅所にも生息したが，両年の分布様式は基本的に同様であった。仔稚魚の分布密度は，2009 年級群よりも 2010 年級群の方が高く，両年の密度差はソリネット採集では最大 7 倍，オッタートロールネットでは最大 62 倍に達した。

5. 仔稚魚の成長と生残

天然仔稚魚の成長率は，2009 年 2–5 月に 0.268 mm/日，2010 年に 0.261 mm/日とほぼ同様であり，人工種苗が 2–3 月に示した 0.041–0.150 mm/日よりも高かった。人工種苗は，餌料プランクトンの豊度が高いほど仔魚期の成長率は高く，低い餌豊度や高水温の条件下では低成長率と低生残率を示したことから，ハタハタ仔稚魚においても，成長率選択的な生残過程が働いている可能性があることを示した。

秋田県沿岸の岩礁域にはヒバマタ目褐藻が優占し，その沖側は水深 100 m 付近まで海底勾配が緩やかで，アミ類が生息できる遠浅の砂泥域が広がることから，ハタハタの産卵や仔稚魚の生息に好適な環境条件が備わっていると考えた。また，冬季から春季の波浪に対抗して，卵はヒバマタ目褐藻に付着すること，他種に較べて大型で孵化して環境中に高密度に生息するかいあし類コペポダイトから摂餌を開始する特性が，ハタハタの初期生残を支えているものと考察した。

これらの成果を踏まえて申請者は，禁漁措置が必要となる前に適正な漁獲圧へと調整できるように，仔稚魚の成長率と加入量をモニターする調査体制を整え，種苗放流効果も検証する必要であることなど，具体的な方策を提案している。本研究はハタハタの持続的利用に資するものであり，資源管理と加入量予測の効果的な実施を提言した研究として高く評価した。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。