

# 栽培漁業センター技報

第11号

平成22年3月

## 目 次

ブリ早期採卵における卵質の向上 堀田卓朗・吉田 一範・本藤 靖・中川雅弘・服部圭太	1
最終脱皮した雄ズワイガニの甲殻硬度の変化 山田達哉・森田哲男・藤本 宏・山本岳男・高橋庸	6
クロソイの飼育において共食いが発生する条件 野田 勉・長倉義智・熊谷厚志・青野英明	11
種苗生産に適したクロソイ仔魚の摂餌率による判定 野田 勉・中川雅弘・大河内裕之	14
マダラ受精卵の発生とふ化に及ぼす水温の影響 手塚信弘・荒井大介・小磯雅彦・友田 努・島 康洋・榮 健次	19
ズワイガニ稚ガニに見られた形態異常 山本岳男・藤本 宏・山田達哉・高橋庸	22
2006年に放流したマダラ当歳魚の再捕状況と成長 手塚信弘・荒井大介・小磯雅彦・友田 努・島 康洋・榮 健次	26
長崎魚市場資料からみたクエの漁獲傾向 中川雅弘・本藤 靖・堀田卓朗・吉田 一範・服部圭太	29

## ブリ早期採卵における卵質の向上

堀田卓朗・吉田一範・本藤 靖・中川雅弘・服部圭太

(五島栽培漁業センター)

ブリ *Seriola quinqueradiata* は日本の海産魚類養殖の中で最も生産量が多く、年間約10万トンが生産されている。近年は消費、流通のニーズにより、周年にわたって一定のサイズおよび品質のものを安定的に供給することが要求されている。しかし、本種の養殖は天然の稚魚（モジャコ）を採捕、餌付けたものを種苗として用いるため入手時期およびサイズに限られ、1歳魚では商品サイズに到達しない時期が生じる。そのため成熟、産卵による体重減、増肉計数等が低下する2歳魚を出荷しており、これが養殖経営を圧迫する要因となっている。このため、人為環境下で養成したブリ親魚を用いて、通常よりも早い時期に採卵、種苗生産した人工種苗を養殖に用いることができれば、天然稚魚よりも大きいため早く商品サイズに到達、出荷することができ、2歳魚を出荷する必要がなくなり養殖経営にとってプラスになると考えられる。

早期に卵を得る方法として、これまで親魚の飼育環境のうち日長と水温を人為的にコントロールし、通常よりも2カ月早い2月、さらには4カ月早い12月の採卵が可能となった<sup>1-3)</sup>。また、得られた受精卵から生産した人工種苗を親魚に育成し、これらの個体から12月に採卵することにも成功している<sup>4)</sup>。しかし、12～1月上旬の採卵では得られた卵のふ化率や仔魚の生残率が低く、卵質や仔魚の活力に問題が残されている。本試験では、従来の早期採卵方法に若干の改良を加え、従来の早期採卵結果と比較したのでその概要について報告する。

### 材料と方法

**供試魚** 試験には2004年12月に採卵、生産した人工種苗を、海上小割生簀で3年間養成した親魚3歳魚(以下、人工養成魚)、および天然種苗を養殖業者が約2

年間、その後は五島栽培漁業センターの海上小割生簀で約1年半養成した親魚(以下、天然養成魚)を用いた(表1)。人工養成魚と天然養成魚を、それぞれ2007年9月14日と9月26日に陸上水槽(八角形、実用量90kℓ)に収容し、試験を開始した。

海上小割生簀での養成時は、餌料に市販配合飼料(うみさち;日清丸紅飼料)およびモイストペレットを2～3回/週与えた。陸上水槽では、これまでは市販配合飼料(ハマチソフトドライペレット;坂本飼料)のみを用いた<sup>3,4)</sup>が、本試験ではモイストペレットを併用し、それらを3～4回/週交互に与えた。モイストペレットはアジ:サバ:イカ:マッシュ(ハマチモイスト FUNE;日清丸紅飼料)を2:1:1:4の割合で混合したものを使用した。

**環境制御** 環境制御は10月9日より開始した。本試験では水温の制御方法に改良を加えた。従来の制御方法では自然水温が19℃を下回るまでは無制御、その後は19℃を維持としたが、本試験では冷却海水を用いて人工養成魚では環境制御開始から50日目までに、天然養成魚では30日目までに19℃まで下げ、その後は19℃を維持した。日長の制御は従来の方法と同様で、短日処理(明期8時間、暗期16時間)の後、長日処理(明期16時間、暗期8時間)を行った。各処理の期間は、人工養成魚は、それぞれ10日間および80日間、天然養成魚ではそれぞれ30日間および60日間とした。

**成熟度調査** 人工養成魚と天然養成魚の成熟状態を把握するために、カニキュレを用いて個体別に卵巣卵の一部を採取し、万能投影機(V-12;ニコン)を用いて卵径の経日変化を調査した。採取した卵巣卵の中で、比較的大きな30個を測定し、その平均値を平均卵巣卵径とした。成熟度の調査は、人工養成魚は水槽収容時、環境制御開始40日目(短日処理10日、長日処理30日)、および90日目(短日処理10日、長日処理80日)

表1 早期採卵に使用した親魚の大きさ

由来	年齢	尾数 (雌雄比)	平均尾叉長±SD* <sup>1</sup> (cm)	平均体重±SD* <sup>1</sup> (kg)	平均肥満度±SD* <sup>1</sup>
人工養成魚	3	13 (7:6)	70.0±1.5 (67.5~72.5)	6.9±0.8 (6.1~8.1)	20.2±1.8 (17.3~24.3)
天然養成魚	3	11 (7:4)	73.9±2.6 (70.5~78.5)	8.7±1.1 (7.4~10.5)	21.5±1.7 (20.1~24.3)

\*1 SDは標準偏差を示す

に、天然養成魚では水槽収容時、環境制御開始30日目（短日処理30日）および90日目（短日処理30日、長日処理60日）に行った。

**産卵の誘発** 環境制御90日目（1月7日）に、産卵を誘発するためにヒト胎盤性性腺刺激ホルモン（human chorionic gonadotropin：HCG；あすか製薬）を魚体重1kgあたり600IUとなるように背部筋肉に注射により投与した。ホルモンを投与した個体は再び産卵水槽に収容し、水槽内に産出された卵は直径50mmのホース4本を用いたサイホン方式により、採卵ネット（直径70cm×深さ60cm、ゴース地）に集めて回収した。回収した卵はメスシリンダー（容量1ℓまたは2ℓ）を用いて浮上卵と沈下卵に分離し、それぞれの容積を測定した。その後、浮上卵のみを水槽内（8kℓコンクリート製、水温20℃）に設置したふ化ネット（直径90cm×深さ75cm、ゴース地）に収容し、卵の発生が桑実期以降に達した段階で約100粒を採取し、顕微鏡と万能投影機を用いて受精卵数と平均卵径を調査した。これらの調査結果を元にして、卵径と単位容積あたりの卵数との関係式<sup>5)</sup>から浮上卵数と沈下卵数を推定し、両者の合計を総採卵数とした。受精率は総採卵数に対する受精卵の割合で算出した。また、浮上卵100粒を蓋付のプラスチック製容器（500ml）に封入し、ウォーターバス（0.5kℓ、水温20℃）に3日間収容した後、容器の中のふ化仔魚数を計数しふ化率

を求めた<sup>6)</sup>。無給餌生残指数<sup>7)</sup>（Survival Activity Index：SAI）の算出には、500ℓアルテミアふ化槽（20℃）でふ化させたものを用いた。

## 結 果

**環境制御** 日長および水温制御の結果を図1に示した。両条件とも、計画通りの制御が行えた。

**成熟度調査** 成熟度調査の結果を図2に示した。人工養成魚の試験開始時の個体別の平均卵巣卵径は136～151μm、環境制御開始40日目（短日処理10日および長日処理30日）は127～143μm、90日目（短日10日、長日80日）は159～730μmであった。天然養成魚では試験開始時の個体別の平均卵巣卵径は131μm、環境制御開始30日目（短日処理30日）は135～147μm、90日目（短日30日、長日60日）は377～692μmであった。

**採卵結果** 採卵結果を表2に示した。人工養成魚、天然養成魚ともHCGを投与した2日目の1月9日に最初の産卵が認められた。人工養成魚の採卵結果は、総採卵数147.7万粒、浮上卵数115.7万粒、受精卵数108.8万粒であり、ふ化仔魚81.5万尾が得られた。総採卵数に対するふ化率は55.2%であった。翌日にも総採卵数47.3万粒の産卵が認められたが、ふ化には至らなかった。天然養成魚では、総採卵数50.3万粒が得られ浮上卵数43.6万粒、受精卵数42.6万粒であり、ふ化仔

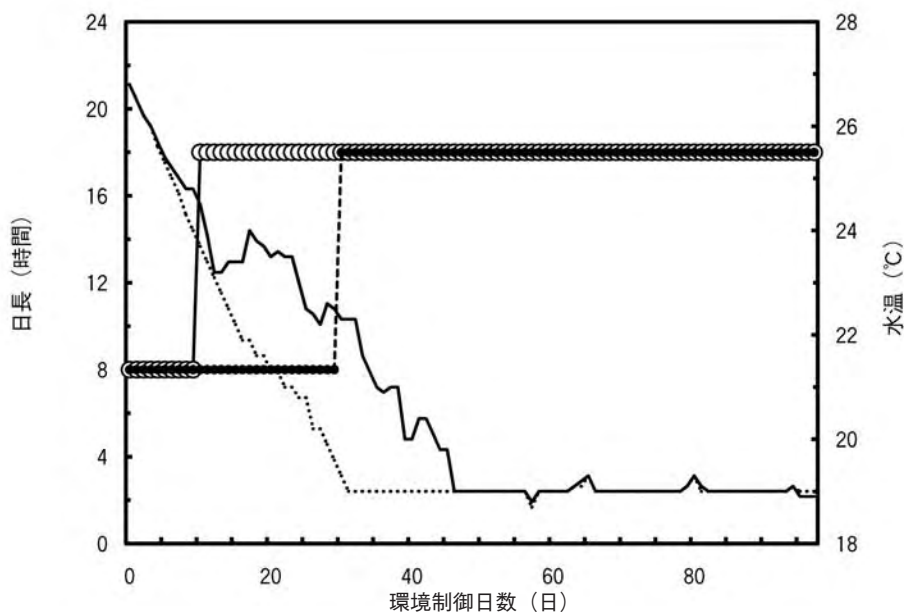


図1 プリ早期採卵における日長および水温の推移

○—人工養成魚 日長      ●---天然魚養成 日長  
—人工養成魚 水温      .....天然養成魚 水温

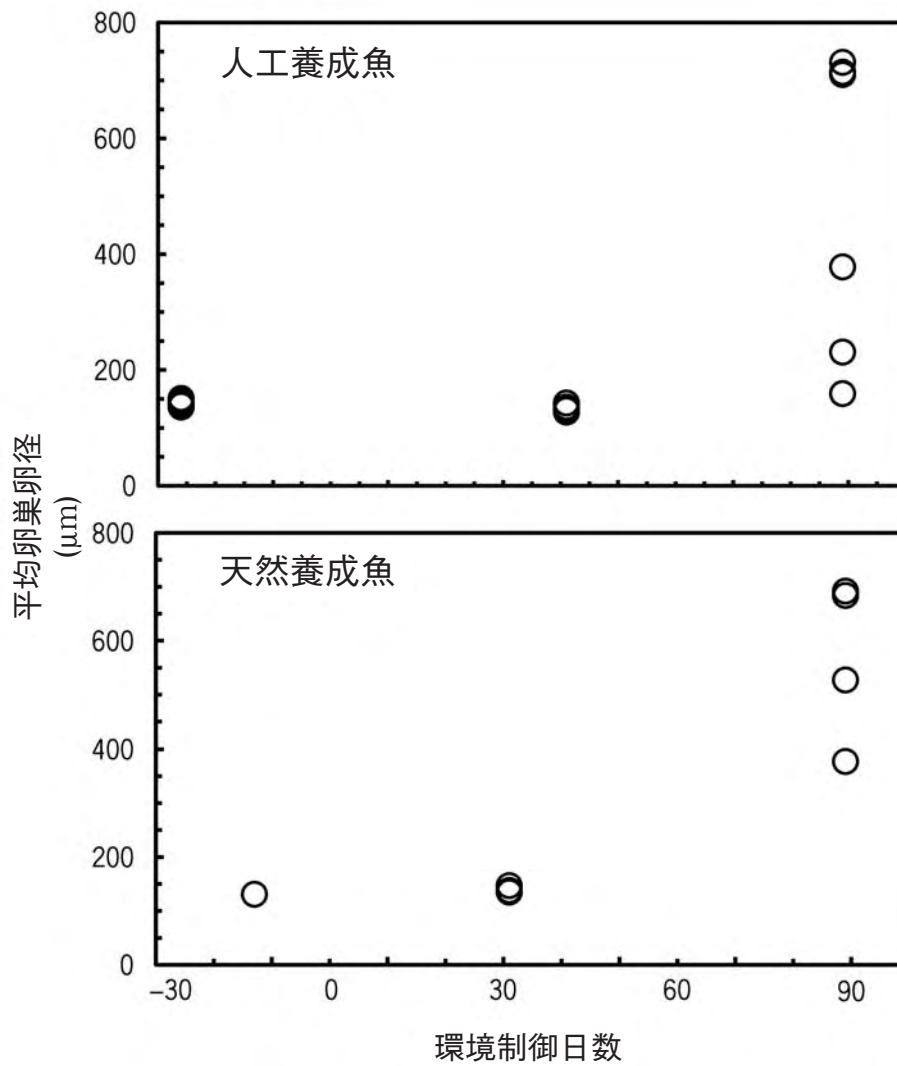


図2 早期採卵したブリ人工養成魚と天然養成魚の平均卵巣卵径の推移

表2 ブリ早期採卵における採卵結果

親魚の由来	採卵日 <sup>*1</sup>						
	1/9	1/10	1/11	1/12	1/13	1/14	
人工養成魚	総採卵数 (万粒)	147.7	47.3				
	浮上卵数 (万粒)	115.7	12.9				
	受精卵数 (万粒)	108.8	8.3				
	ふ化仔魚数 (万尾)	81.5	0.0				
	ふ化率 (%) <sup>*2</sup>	55.2	—				
天然養成魚	総採卵数 (万粒)	50.3		3.3	2.8		13.6
	浮上卵数 (万粒)	43.6		0.0	0.0		4.3
	受精卵数 (万粒)	42.6		0.0	0.0		3.5
	ふ化仔魚数 (万尾)	41.4		0.0	0.0		0.4
	ふ化率 (%) <sup>*2</sup>	82.3		—	—		2.9

<sup>\*1</sup>: 1月7日にHCGを注射,

<sup>\*2</sup>: ふ化率=ふ化仔魚数/総採卵数

魚41.4万尾を得た。総採卵数に対するふ化率は82.3%であった。天然養成魚では投与後4日目および5日目にも産卵が認められたが、すべて未受精卵であった。また投与後7日目には総採卵数13.6万粒を得たがふ化仔魚数は0.4万尾であった。人工養成魚、天然養成魚とも産卵のピークはHCG投与後の2日目に見られ、天然養成魚の採卵数は人工養成魚より少なかった。

HCG投与後2日目の卵から得たふ化仔魚についてSAI値を調べたところ、人工養成魚では24.1、天然養成魚では24.9であった。

## 考 察

本試験では、ブリ親魚の飼育条件である日長と水温の内、水温の制御に若干の改良を加えたが、天然より早い時期（本試験では1月）の採卵を再現できた。

得られた卵のふ化率およびSAI値は、従来の環境制御で12～1月上旬に得た採卵事例<sup>3,4)</sup>と比べて高かった。また、本試験で得られた卵を用いた種苗生産試験<sup>8)</sup>では、日齢10の生残率が47.1%および68.1%と高く、これまでの2月および通常産卵時期に得られた卵を用いた種苗生産試験<sup>9,10)</sup>と同等の結果が得られたことから、卵質に問題はないと考えられた。

ブリの成熟水温は19℃以下<sup>11)</sup>であるが、これまでの12～1月上旬に採卵した事例<sup>3,4)</sup>では、9月の水温25℃以上の時期に日長の制御を開始し、水温制御は自然水温が19℃を下回るまでは行われていない。このため、卵黄形成の時期はほとんど19℃以上の水温域であったと考えられるが、2月採卵<sup>2)</sup>および本試験では卵黄形成時期は19℃もしくはそれ以下が維持されており、これが卵質の向上につながったと考えられた。また、本試験で用いた市販配合飼料とモイストペレットの併用が卵質の向上に有効だった可能性も考えられ、さらに飼育試験の事例を積み重ね栄養学的な面からその効果を実証して行く必要がある。

HCG投与から2日目の総採卵数には、人工養成魚と天然養成魚で顕著な差があった。ブリでは、平均卵巣卵径が650 $\mu\text{m}$ 以上であればHCGの投与により排卵を誘導できるが、投与時の平均卵巣卵径が700 $\mu\text{m}$ 以上の親魚からは同650～700 $\mu\text{m}$ の親魚より倍の卵が得られる<sup>12)</sup>。今回の試験で平均卵巣卵径が650 $\mu\text{m}$ 以上であった親魚数は、人工養成魚が6尾中3尾、天然養成魚が4尾中2尾、さらに平均卵巣卵径はそれぞれ710～731 $\mu\text{m}$ および684～692 $\mu\text{m}$ であり、人工養成魚に比べて天然養成魚ではHCG投与による産卵誘発が可能な個体が少なく卵巣卵径が小さかったことが採卵結果に表れたと考えられた。

通常の産卵期には全ての親魚で、また、2月採卵で

は大半の親魚で産卵誘発が可能な状態に成熟していることが経験的に知られている。本試験では、HCG投与時に産卵誘発が可能な成熟段階に達していたのは供試親魚の50%であった。また、12～1月上旬の採卵事例<sup>3)</sup>では産卵誘発が可能な親魚は半分以下、平均卵巣卵径は543～690 $\mu\text{m}$ と、本試験と同様に受精卵は得られるが採卵技術としては、まだまだ不十分な段階である。

今後は、前卵黄形成期、卵黄形成期、最終成熟の各成熟段階への移行を進行させる環境条件について検討を加え、安定的な早期採卵技術の確立を目指して行きたい。

## 文 献

- 1) Mushiake, K., K. Kawano, T. Kobayashi, and T. Yamasaki (1998) Advanced spawning in yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, by manipulations of the photoperiod and water temperature. *Fisheries Sci.*, **64**, 727-731
- 2) 今泉 均・堀田卓朗・河野一利・山崎哲男 (2002) ブリ2月採卵における日長制御方法の改良. 栽培技研, **30**, 1-6.
- 3) 浜田和久・虫明敬一 (2006) 日長および水温条件の制御によるブリの12月採卵. 日水誌, **72**, 189-192.
- 4) 浜田和久・虫明敬一 (2007) ブリ人工種苗を2年間養成した親魚を用いた12月採卵の成功. 栽培技研, **34**, 73-76.
- 5) 中野昌次・虫明敬一・崎山一孝・藤本 宏 (1997) ブリ親魚養成技術開発. 栽培技術シリーズ5, 日本栽培漁業協会, 東京, 41-44pp.
- 6) 藤本 宏 (2006) ブリの種苗生産技術開発. 栽培技術シリーズ12, 水産総合研究センター, 横浜, 5-6pp.
- 7) 中野昌次・虫明敬一・崎山一孝・藤本 宏 (1997) ブリ親魚養成技術開発. 栽培技術シリーズ5, 日本栽培漁業協会, 東京, 49-50pp.
- 8) 吉田一範・本藤 靖・中川雅弘・堀田卓朗・服部圭太 (2010) ブリの早期採卵によって得られた受精卵を用いた種苗生産事例. 栽培漁業センター技報, **10**, 26-34.
- 9) 塩澤 聡 (2006) ブリの種苗生産技術開発. 栽培技術シリーズ12, 水産総合研究センター, 横浜, 37-38pp.
- 10) 山崎英樹・塩澤 聡・藤本 宏 (2002) 日本栽培漁業協会におけるブリ種苗生産の現状. 水産増殖, **50**, 503-506.

11) 榎田 晋 (1991) 成熟・産卵リズム・ブリ. 「海産魚の産卵・成熟リズム」(廣瀬慶二編), 恒星社厚生閣, 東京, 92-100pp.

12) 中田 久 (2002) トラフグおよびブリの親魚養成と採卵技術に関する研究. 長崎県水産試験場研究報告, **28**, 27-98.

## 最終脱皮した雄ズワイガニの甲殻硬度の変化

山田達哉<sup>\*1</sup>・森田哲男<sup>\*2</sup>・藤本 宏<sup>\*1</sup>・山本岳男<sup>\*1</sup>・高橋庸一<sup>\*1</sup>

(\*1 小浜栽培漁業センター, \*2 屋島栽培漁業センター)

山陰・北陸沿岸における重要産業種であるズワイガニは、マツバガニ（鳥取県）、エチゼンガニ（福井県・石川県）、ヨシガニ、トラバガニ（山形県）等様々な地方名<sup>1)</sup>があり、古くからカニ漁が盛んな福井県ではエチゼンガニと称されズワイガニを代表するブランド名となっている。

漁獲されたズワイガニは、漁業者により直ちに船上で抱卵した雌ガニと雄ガニに分けられ、さらに雄ガニは、「カタガニ・上ガニ」と「ミズガニ」に選別される<sup>2)</sup>。これらの区分は漁業関係者の経験に基づいて行われるため基準は極めて不明瞭であるが、カタガニ・上ガニ（以下、硬ガニ）は最終脱皮<sup>3)</sup>後1年以上を経過し、鉗脚が大きく甲殻が硬く肉質は良く締まり肝臓が十分に発達した個体<sup>2)</sup>とされ価格は高い。一方、ミズガニ（以下、水ガニ）は、甲殻は硬いが鉗脚の小さい個体（未最終脱皮）と最終脱皮個体ではあるが甲殻が柔らかく硬ガニになる前の段階の個体の総称であり、価格は硬ガニの1/8程度である<sup>\*1</sup>。このため、一定期間水ガニを畜養し硬ガニとして出荷することで経済価値を高める可能性が期待されている。

また、水ガニはこれまで魚市場では別種のカニとして扱われることがあった<sup>2)</sup>が、鉗脚の大型化を伴う雄ガニの最終脱皮の存在が報告<sup>3)</sup>されたことで、現在では同じズワイガニであると認識されている。漁獲量に占める水ガニの割合は高く<sup>2)</sup>、価値の高い硬ガニの資源量を維持するという観点から水ガニの資源保護が必要である。鳥取県では、殻の硬さが漁期中には差があるものの5月の終わりには差が無くなること、DNA分析の結果両者は遺伝的距離が近いことから両者は同種であることを漁業者に説明しているが<sup>\*2</sup>、鉗脚の大きさ、甲殻の硬さ、漁獲場所の違いから水ガニを別種と考え、いくら獲ってもよいと現行の漁獲規制に異を唱える漁業者も少なくない<sup>\*3</sup>。

本試験では、漁業関係者らが経験的に行っている硬ガニと水ガニの判別について客観的な硬度判定手法を検討するとともに、水ガニを長期飼育して甲殻硬度の経時的な変化を測定した。

## 材料と方法

**硬ガニと水ガニの甲殻硬度の比較（試験1）** 硬ガニの硬度基準を求めるため、水ガニとの甲殻硬度の比較を行った。供試ガニは、2007年2月14日に兵庫県柴山港漁業協同組合に活魚で水揚げされた最終脱皮終了個体で、魚市場の専門業者により選別された硬ガニと水ガニを用いた。入手した硬ガニは5個体、水ガニは3個体で、冷蔵で輸送後直ちに体測と甲殻硬度を測定した。なお、甲幅、体重、肥満度（体重/甲幅<sup>3</sup>×10<sup>5</sup>）は両者間で有意差はなくほぼ同サイズであった（表1）。硬度の測定は、頭胸甲、左第1および第2歩脚、右第1および第2歩脚のそれぞれ背側と腹側について行った。

**水ガニの甲殻硬度の変化（試験2）** 長期養成した水ガニの甲殻硬度の変化の測定には、2006年9月12日に京都府立海洋センター海洋調査船「平安丸」で採集された最終脱皮前の20個体を用いた。採集された個体は約5℃の冷却海水を満たしたポリエチレン製の断熱水槽（300ℓ）で小浜栽培漁業センターへ搬入し、400ℓ FRP水槽（0.76×1.76×0.3m）2面に収容した。飼育には3℃に冷却（冷却機の型式TC-2200, 2.2KW；小糸工業）したろ過海水を5～10回転/日循環させた。餌料には南極オキアミとむき身の中国産冷凍アサリを用い、週2～3回残餌が出る程度与えた。

脱皮は12月5日から始まり、最終脱皮齢となった5個体（No.1～5）を試験に供した。各個体の甲幅は、No.1が123.0mm（脱皮前100.3mm）、No.2が125.5mm（同103.1mm）、No.3が127.1mm（同110.8mm）、No.4が132.3mm（同110.3mm）、およびNo.5が141.5mm（同121.7mm）であった。

硬度の測定は、頭胸甲の背側と腹側、および第1、第2歩脚の左右の背側と腹側の計10カ所について行った（表1）。測定部位は、頭胸甲の背側では中胃域と後胃域の膨らんだ部分（図1-A）、腹側では左の第V域（図1-B）、歩脚では長節を5等分して基部から2/5の位置で最も幅の広い部位（図1-CおよびD）と

\*1 鳥取県水産振興局水産課, 鳥取県におけるズワイガニの漁獲量・金額の推移, 鳥取統計ナビ・漁獲情報提供システム, <http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=92184>

\*2 鳥取県水産試験場（2006）「若松葉」「松葉がに」は同種？それとも別種？、「かにフェスティバル」発表資料

\*3 日本海新聞（2006）松葉ガニ＝若松葉「脱皮して変身」と結論, 日本海新聞2006年11月26日

表1 魚市場の専門業者が区分したズワイガニの硬ガニと水ガニの甲殻硬度の比較 (試験1)

硬度の測定部位	硬ガニ (N=5)		水ガニ (N=3)		平均硬度の差 <sup>*1</sup>
	平均±標準偏差	範囲	平均±標準偏差	範囲	
甲幅 (mm)	109.3±0.5	108.6-110.0	109.9±0.2	109.7-110.1	-
体重 (g)	509±13.9	492-521	502±5.7 <sup>*3</sup>	498-506	-
肥満度 <sup>*2</sup>	39.0±1.4	37.2-40.3	37.9±0.7 <sup>*3</sup>	37.4-38.4	-
頭胸甲					
背側	63.8±14.5	51.3-84.3	51.8±8.1	46.7-61.2	なし
腹側	46.7±4.6	39.5-50.5	44.3±1.9	43.0-46.5	なし
左第一歩脚					
背側	62.8±2.3	60.5-66.7	47.3±2.9	44.3-50.2	有
腹側	67.0±1.3	65.5-69.2	62.2±1.8	60.7-64.2	有
右第一歩脚					
背側	64.7±2.3	61.5-67.7	48.4±3.5	44.7-51.7	有
腹側	68.7±1.1	67.8-70.3	64.3±3.4	60.3-66.3	有
左第二歩脚					
背側	65.4±1.3	63.5-66.7	57.9±3.4	54.0-60.5	有
腹側	69.5±1.6	67.7-71.8	61.1±4.6	56.3-65.5	有
右第二歩脚					
背側	65.7±2.3	62.5-68.3	55.2±4.2	51.0-59.3	有
腹側	66.7±1.6	65.2-69.5	59.1±6.3	51.8-63.3	有

\*1 Mann-Whitney U 検定 ( $p < 0.05$ ), \*2 肥満度 = 体重 / 甲幅<sup>3</sup> × 10<sup>5</sup>.

\*3 歩脚欠損のため2個体のみ測定

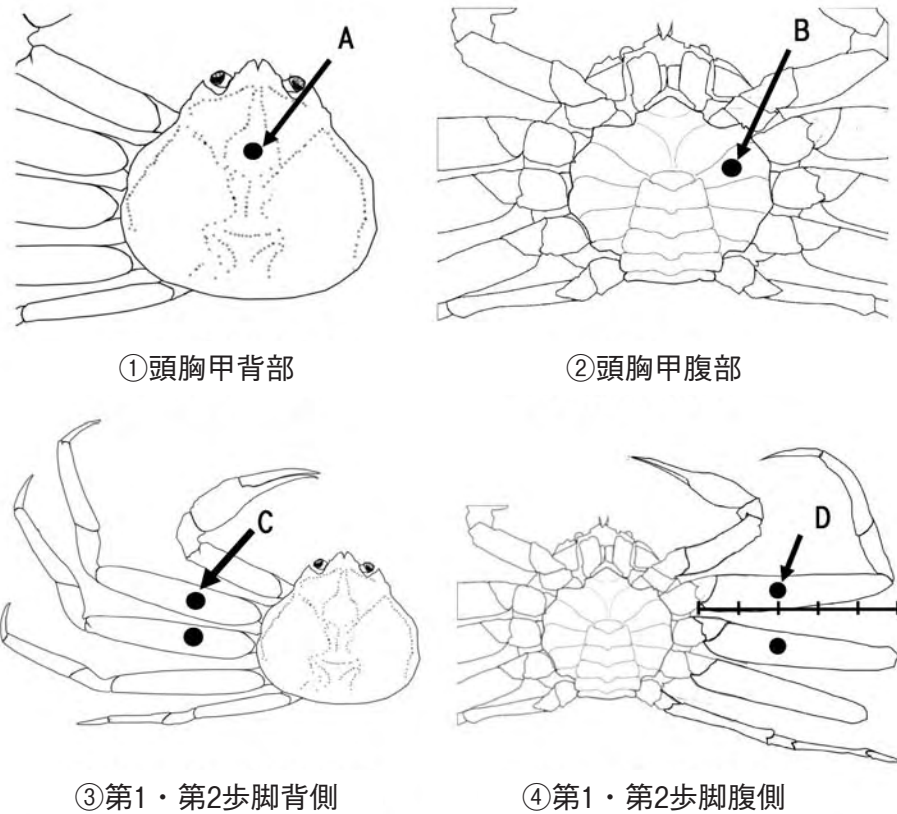


図1 ズワイガニ甲殻の硬度測定部位



した。なお、各部位の名称は三宅<sup>7)</sup>に従った。

**硬度の測定方法** 甲殻硬度の測定にはゴム・プラスチック用硬度計（デュロメーター GS721N TYPE-E；楦テックロック）を用いた。測定値は、バネによって取り付けられた半球体（突出部2.5mm）への反発力で表され単位はない。本試験ではこの反発力を硬度とした。当硬度計による測定は鳥取県水産試験場の方法<sup>5)</sup>を参考にした。

測定は、測定する個体を木製の台に載せ、毎回同じ職員が一定の力で各部位の体表に硬度計を押し当てて数値を読み取る方法で行った。測定は各部位とも6回ずつ行いその平均値を測定値とした。試験2では、脱皮後1カ月間は2～5回、その後は約1カ月間隔で測定した。なお、測定結果の検定にはMann-WhitneyのU検定法 ( $p < 0.05$ ) を用いた。

## 結 果

**硬ガニと水ガニの甲殻硬度** 硬ガニおよび水ガニの各部位の硬度の測定結果を表1に示した。頭胸甲では、背側の硬度は硬ガニと水ガニで平均値に差は見られたが有意差はなかった。また、腹側でも両者の硬度に有

意差は認められなかった。

一方、第1および第2歩脚では、背側および腹側とも調査した全ての部位で硬ガニの硬度は水ガニより有意に高くなった。特に、第1歩脚では左右とも硬ガニおよび水ガニの平均硬度の差は背側で大きく、第2歩脚の差より大きかった。

**脱皮ガニの硬度変化** 試験1の結果により、最終脱皮した雄ガニの飼育経過に伴う硬度変化として、左側第1歩脚の背および腹側の測定結果を用いた。また、試験1では有意差は認められなかったが、魚市場での判定基準である頭胸甲の測定結果も用いた。本試験では、硬ガニの基準として、硬ガニの左第1歩脚の背側の最小値60.5と腹側の最小値65.5から（表1）、硬度が背側60以上、腹側65以上の両方を満たした時点で硬ガニと判定した。

左側第1歩脚の背側および腹側の硬度変化を図2に示した。背側の硬度の増加は腹側とほぼ並行に増加したが、硬ガニの基準とした硬度60以上に達したのはNo.2（104日目）のみであった。腹側では脱皮後20～30日目にかけて硬度が急激に上昇し、No.1では172日目、No.2では104日目、No.3およびNo.5では122日目に硬ガニの基準とした硬度65以上に達した。試験は冷

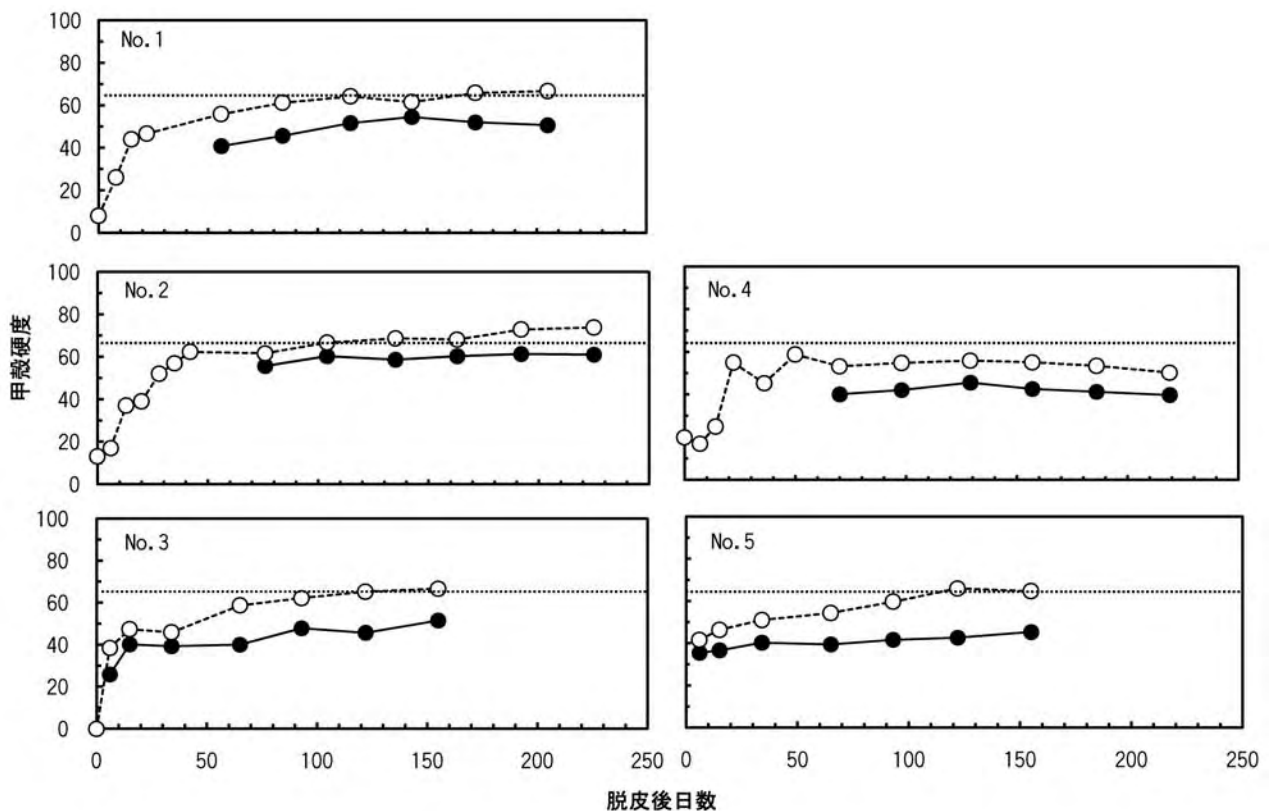


図2 最終脱皮した雄ズワイガニの左側第一歩脚背側（●）および腹側（○）の甲殻硬度の変化（試験2）  
No.1～5は個体番号、図中の破線は硬ガニの基準とした腹側の硬度（65以上）

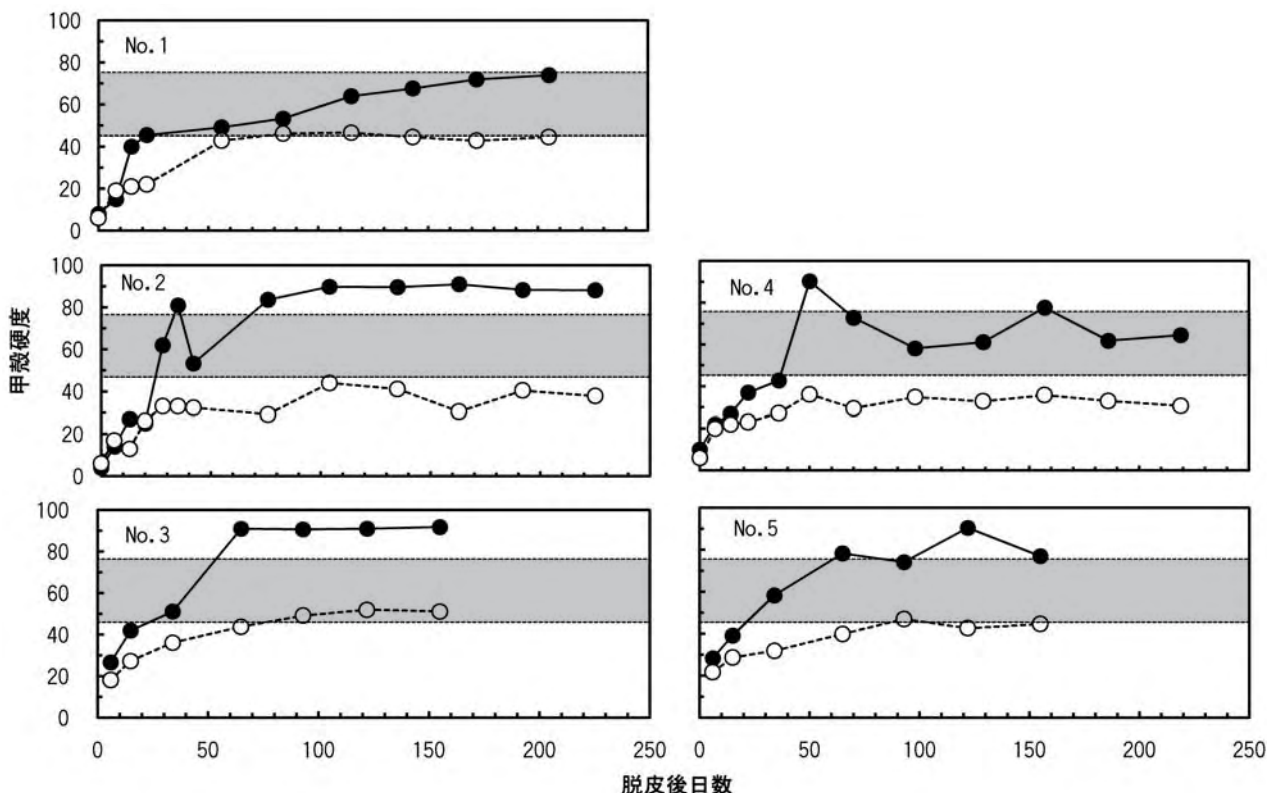


図3 最終脱皮した雄ズワイガニの頭胸甲背側 (●) および腹側 (○) の甲殻硬度の変化 (試験2)  
No.1~5は個体番号,  硬ガニ頭胸甲背側の硬度の平均±標準偏差の範囲 (表1から)

却機の故障により全滅した225日目まで行ったが、この期間内に背側および腹側の硬度が硬ガニの基準値に達したのはNo.2 (背側60.3, 腹側66.7:104日目)のみであった。No.1, 3, 5では腹側のみ基準値に達したが、No.4では両側とも達しなかった。

頭胸甲の背側および腹側の甲殻硬度の変化を図3に示した。脱皮直後の背側の硬度は10~30であったが急激に増加し、脱皮後25~45日頃には硬ガニの平均値±標準偏差の範囲 (表1) に達した。腹側の硬度変化は背側に比べて緩やかであり、No.4を除いて50~100日で硬ガニの平均値±標準偏差の範囲 (表1) に達した。

### 考 察

ズワイガニの甲殻硬度の測定方法として、これまで果実硬度計<sup>8)</sup> や粘弾性測定装置<sup>9)</sup> が試されたが、これらの手法は対象物に穴を開ける時のせん断粘度を測定する方法であるため、いわゆる“活け”の状態での測定は難しい。ズワイガニの外観を損なわずに活きた状態で測定可能な方法として、本試験で用いたゴム・プラスチック用硬度計は、甲殻の硬さと肉質のしまり具合も合わせた体表からの反発力を測定する方法であ

り、測定によるズワイガニへの影響はほとんど認められなかった。

水ガニと硬ガニの違いとして、甲殻硬度の他に第一長節の色調<sup>10)</sup> や水分量<sup>3)</sup> が指摘されているが、これらは脱皮後の甲殻の硬度変化に伴う色彩の違いや肉質のしまり具合すなわち相対的な水分量の変化による光透過量の差等であり、本試験で基準とした硬度は甲殻の硬さと肉質の締め具合を表していると考えられた。本試験では、甲殻硬度の測定部位には頭胸甲の背および腹側と第1および第2歩脚の長節を用いたが、頭胸甲の背および腹側では硬ガニと水ガニの違いは明らかでなかった。これは、頭胸甲の背側には凸面が多くさらに甲殻の内側は内臓であり反発力が乏しいこと、また、腹側では逆にほとんどの部位が凹面であることから両面とも測定誤差が生じやすいことが原因と考えられた。一方、甲殻面に凹凸が少ない第1歩脚と第2歩脚では安定した測定値が得られたと考えられた。

今回の硬ガニの基準は、魚市場の関係者が銘柄分けしたものについて測定した結果であるが、区分の基準は曖昧で時期やカニの大きさ、市場および担当者によっても基準が異なり、また、最終脱皮前の雄ガニが硬

ガニとして扱われる場合<sup>2)</sup>もあることから、さらに測定事例を増やしながらかデータの精度を向上させて行きたい。また、本試験では殻の表面での反発力のみを指標としており、ズワイガニ本来の価値である十分な身入りや肝臓等のいわゆる「カニミソ」の発達状況は必ずしも反映されておらず、より精度の高い判別指標を確立するためには大谷・原田<sup>9,10)</sup>らの品質評価手法を組み入れた手法の開発を行っていく必要がある。

硬ガニは、最終脱皮を終えて少なくとも1年が経過した個体<sup>2)</sup>とされているが、飼育による脱皮ガニの硬度変化を見ると、脱皮後1カ月以内に急速に硬度を増したがそれ以降の変化は緩やかであった。長期飼育した5個体の内、104日目に1個体が硬ガニの基準に達したが、残りの4個体は5～7カ月を経過しても硬ガニには至らなかった。最終脱皮の時期について、天然では9～10月が盛期<sup>2)</sup>とされているが、水槽飼育下での脱皮は12月～1月と約3カ月の遅れが見られた。この原因として飼育水温や餌等の違いが考えられるが、雄ガニの飼育方法の開発を進める中で、さらに脱皮個体に関する知見の蓄積を進めていく。

今回の試験で、水ガニを長期飼育することで甲殻が硬くなり硬ガニになることが判ったが、硬ガニになるには早い個体でも3カ月以上を要し、遅い個体では7カ月以上経過しても硬ガニにならないこと、さらに飼育に必要な3℃以下の水温維持に要するコストを考慮すると、畜養により経済価値を高める可能性は産業的には厳しいと言える。

## 謝 辞

調査にあたり、兵庫県柴山港漁業協同組合でのカニの入手に尽力いただいた兵庫県立農林水産技術総合研究センター但馬水産技術センター 大谷徹也氏、最終脱皮前のカニの入手に尽力いただき水産京都府立海洋センター 山崎 淳氏に感謝いたします。

本調査は水産庁委託「我が国周辺水域資源調査」の一環として実施された。

## 文 献

- 1) 尾形哲男 (1974)「日本海のズワイガニ資源」水産研究叢書26. (社)日本水産資源保護協会, 東京, 1-61pp.
- 2) 桑原昭彦・篠田正俊・山崎 淳・遠藤 進 (1995)「日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理」水産研究叢書44, (社)日本水産資源保護協会, 東京, 1-89pp.
- 3) 山崎 淳・桑原昭彦 (1991) 日本海における雄ズワイガニの最終脱皮について. 日水誌, 57, 1839-1844.
- 4) 三宅貞祥 (1983) 原色日本大型甲殻類図鑑Ⅱ, 保育社, 大阪, 277p.
- 5) 伊藤勝千代 (1967) 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究Ⅰ. 初産卵時期と初産群から経産群への添加過程について. 日水研報告, 17, 67-84.
- 6) 原田和弘・大谷徹也 (2003) ズワイガニの軟甲ガニ (いわゆる水ガニ) と硬甲ガニ (硬ガニ) の特性比較. 平成13年度兵庫県但馬水産事務所試験研究室事業報告, 110-111.
- 7) 原田和弘・大谷徹也 (2006) ズワイガニの硬ガニと水ガニの品質. 日水誌, 72, 1103-1107.

## クロソイの飼育において共食いが発生する条件

野田 勉・長倉義智・熊谷厚志・青野英明

(宮古栽培漁業センター)

クロソイ *Sebastes schlegeli* は、本邦の北海道から九州まで全域、中国大陸、朝鮮半島の沿岸に広く分布するメバル属の底棲性魚類である<sup>1)</sup>。本種はソイ・メバル類の中で極めて成長が速く<sup>2)</sup>、放流後の移動範囲も比較的狭いことから<sup>3)</sup>、栽培漁業および養殖の重要な対象種として2006年には全国で190万尾の種苗が生産された<sup>4)</sup>。

宮古栽培漁業センターでは、1980年からクロソイの栽培漁業技術開発を実施しており<sup>5)</sup>、年間約50万尾の種苗を平均50%以上の生残率で生産するなど、量産の基礎技術は概ね確立している<sup>6)</sup>。種苗放流の効果調査では20%以上の高い回収率が得られた例もあり、経済回収率は約1.0である<sup>3,7)</sup>。中川らは本種の生産コストを調べ、種苗単価を下げるためには生残率の向上が重要であることを報告した<sup>8)</sup>。一方、本種では種苗生産の後半や中間育成の初期において、成長差が原因で共食いが頻繁に発生し、生残率を下げる要因となっている<sup>7,9)</sup>。このため、本種の飼育では共食い防除手法の確立が重要である。

魚食性の強いヒラメやブリでも、共食いは大きな減耗要素となることが知られており<sup>10,11)</sup>、個体間の成長差が共食い現象の発現に強く影響すると推察されている<sup>11)</sup>。クロソイにおける共食いは、小型魚が噛まれることによって死亡する場合、捕食魚が被食魚を完全に飲み込んでしまう場合、そして捕食魚が被食魚を完全に飲み込むことができずに窒息し両者とも死亡する場合（以下、共倒れ）の3タイプが存在する。特に共倒れは、共食い現象の開始直後から始まり死亡も増加することから問題が大きい。また、共倒れを詳細に観察することで、クロソイにおける共食い現象の全般を把握することが可能となる。

そこで、著者らは種苗生産期および中間育成期に共倒れしたクロソイについて、捕食魚と被食魚の全長を調べ、共食い現象を明らかにするとともにその防除手法についても検討した。

### 材料と方法

種苗生産期の試料は、2009年に宮古栽培漁業センターの20kℓ水槽2面で飼育した群から、共倒れの死亡後間もないと考えられる個体を採取し、観察に供した。得られた試料26組（52個体）は1尾ずつ捕食魚と被食

魚に分離し、それぞれの全長を測定した。一方、中間育成期の試料は、2009年に3.3×3.0×2.0mの生け簀網2面で飼育した群から、前述同様29組（58個体）を採取し測定した。得られた全長のデータは、捕食魚と被食魚の間で相関性を検討した。また、両者の全長比（捕食魚/被食魚）の組成から種苗生産期および中間育成期それぞれで共倒れが生じるサイズの指標を明らかにした。

### 結果と考察

種苗生産期に共倒れで死亡した捕食魚の平均全長±標準偏差（値の範囲）は21.98±1.85mm（17.96～25.43mm）、被食魚の値は13.47±1.49mm（10.16～17.00mm）であった。一方、中間育成期における捕食魚の値は34.72±1.37mm（32.47～37.92mm）、被食魚の値は20.43±1.10mm（17.82～22.26mm）となった。

両期における捕食魚と被食魚の全長の相関関係を図1に示した。両者の全長は、一次相関式  $Y=1.6867X-0.2129$ （ $Y$ : 捕食魚の全長,  $X$ : 被食魚の全長）で現され、強い相関関係が見られた（ $R^2=0.903$ ）。

種苗生産期における捕食魚と被食魚の全長比を図2に示した。全長比の平均値は1.64、最大値は2.14、最小値は1.41となり、1.4～1.9の範囲が96.2%を占めていた。中間育成期における捕食魚と被食魚の全長比を図3に示した。全長比の平均値は1.70、最大値は1.98、最小値は1.57となり、1.6～1.7の範囲が62.1%を占めていた。両区における全長比の平均値間には大きな差が見られなかったが、全長比の範囲は中間育成期の方が狭かった。

以上の結果より、クロソイの飼育において共食いが起こりにくい全長の平均値と範囲を算出したところ（表1）、種苗生産期は20mmでは16.6～23.4mm、25mmでは20.8～29.2mm、30mmでは24.9～35.1mm、中間育成期は35mmでは27.3～42.7mm、40mmでは31.2～48.8mm、50mmでは39.0～61.0mmであった。

オニオコゼでは、共倒れが発生する値のモードは1.7前後にあり、値が1.5を超えると共食いが可能になること、また、値が2.0以上になると捕食魚が被食魚を完全に飲み込むことが可能になることが確認されている<sup>12)</sup>。これに対し、本試験では、クロソイの種苗生産期において共食いが可能になる値は1.41、捕食魚が

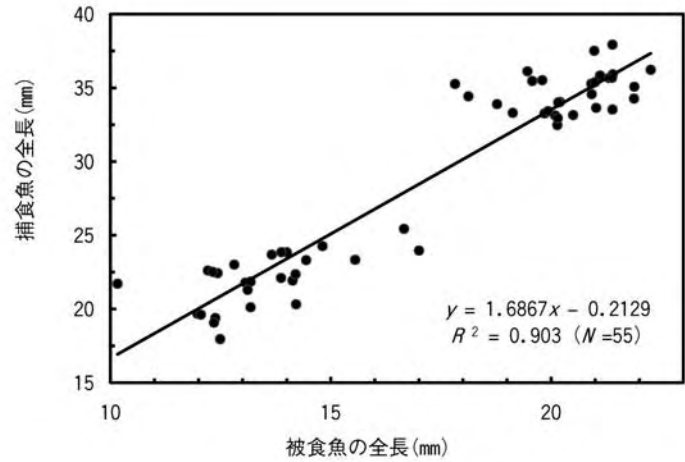


図1 捕食魚と被食魚の全長における相関関係

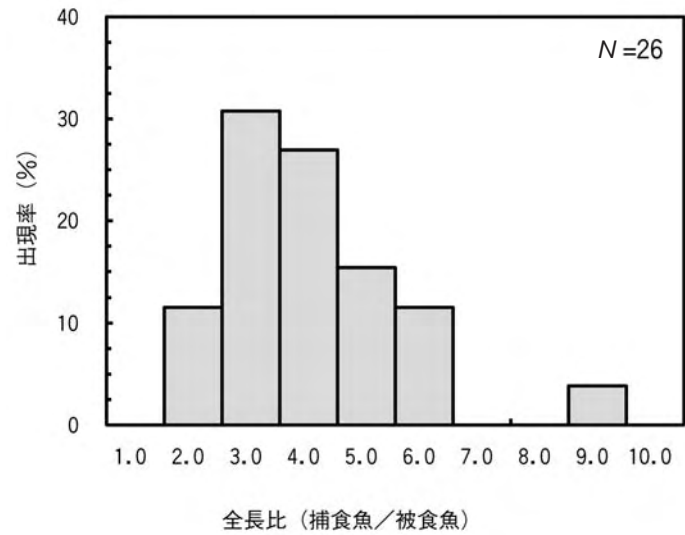


図2 種苗生産期における捕食魚と被食魚の全長比

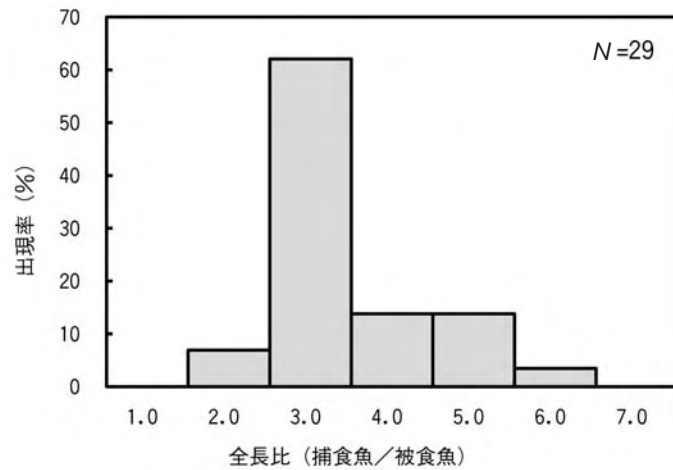


図3 中間育成期における捕食魚と被食魚の全長比

表1 クロソイの飼育において共食いが起こりにくい全長の平均値と範囲

区分	平均全長 (mm)	最小全長 (mm)	最大全長 (mm)
種苗生産期	20	16.6	23.4
	25	20.8	29.2
	30	24.9	35.1
	35	27.3	42.7
中間育成期	40	31.2	48.8
	50	39.0	61.0

被食魚を完全に飲み込むことが可能になる値は2.14以上と考えられ、本種ではオニオコゼより広い範囲で共倒れを起こすことが明らかとなった。一方、中間育成期では捕食魚と被食魚の全長比は1.57~1.98となり、オニオコゼと同様の値であった。

クロソイ同様、共食いが頻発するオニオコゼやヒラメ、ブリでは、その防止対策としてサイズごとに群を分ける選別が行われている<sup>10-12)</sup>。これまでも経験的にクロソイの中間育成期に共食いや共倒れが多発した場合、大小2群に飼育魚を選別し、対処してきた。今回の結果から中間育成期の共食いや共倒れを防除するには、飼育群の全長の最小値と最大値の比が概ね1.5以上になった段階で選別することが有効であると考えられた。

しかし、クロソイが選別等のハンドリングに耐えられるのは、概ね全長30mm以上であり(野田未発表)、これより小さいサイズでは死亡する個体が多くなるため、種苗生産期や中間育成期の全長30mm未満の小型魚はサイズ選別で共食いの対処をすることが難しい。一方、クロソイの共食いは、餌料不足も発生原因の一つと考えられている<sup>7)</sup>。このため、取り上げに耐えられない種苗生産期や中間育成期の全長30mm未満の小型群に全長比1.4~1.5の成長差が生じた場合、給餌量の検討やこまめな給餌を心がけるなど、共食いを誘発しないような飼育を行うことが必要である。

クロソイの種苗生産では、成長差を少なくする飼育手法として、ワムシの粗放連続培養と組み合わせた初期飼育の有効性が示されている<sup>13)</sup>。本種の共食いや共倒れは、上記の手法で根本的な解決が図れる可能性があり、今後こうした飼育を安定して普遍的に実施できるよう、技術のさらなる向上が重要であると考えられる。

## 文 献

- 1) 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫(1984)日本産魚類大図鑑, 東海大学出版会, 297-299pp.
- 2) 永沢 亨(2001)日本海におけるメバル属魚類の初期生活史. 日水研, 51, 1-132.
- 3) NAKAGAWA, M., OKOUCHI H., and ADACHI J.(2004) Stocking effectiveness of black rockfish *Sebastes schlegeli* released in Yamada bay evaluated by a fish market census. In "Stock Enhancement and Sea Ranching" (ed. By K. M. LEBER, S. KITADA, H. L. BLANKENSHIP and T. SVASAND), Blackwell, Oxford, 501-511pp.
- 4) 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会(2008)平成18年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績(全国), 8-12pp.
- 5) 岩本明雄・芦立昌一(1982)クロソイの種苗生産. 栽培技研, 11, 35-44.
- 6) 中川雅弘・大河内裕之(2007)アルテミア単独給餌によるクロソイ *Sebastes schlegeli* 仔魚の成長, 発育段階組成および生残に与える影響. 水産増殖, 55(4), 607-612.
- 7) 中川雅弘(2008)クロソイの栽培漁業技術開発に関する研究. 水研センター研報, 25, 223-287.
- 8) 中川雅弘・大河内裕之・有瀧真人(2006)クロソイの種苗単価の試算. 栽培漁業センター技報, 5, 28-33.
- 9) 草刈宗晴(1995)クロソイの種苗生産に関する生殖生物学的研究. 北水試研報, 47, 41-124.
- 10) 山崎幸夫・柳田洋一・薮 伸一・児玉正碩(1988)ヒラメが共食いを起こす体長差について. 茨城水試研報, 26, 193-197.
- 11) 水産総合研究センター(2006)ブリの種苗生産技術開発. 栽培漁業技術シリーズ, 12, 38-39pp.
- 12) 八木秀志(1996)オニオコゼ種苗生産時に共食いが発生する条件について. 栽培技研, 24(2), 121-122.
- 13) 野田 勉・長倉義智・熊谷厚志(2009)ワムシ粗放連続培養の収穫槽と連結したクロソイの種苗生産初期飼育の有効性. 水産技術, 2, 49-56.

## 種苗生産に適したクロソイ仔魚の摂餌率による判定

野田 勉<sup>\*1</sup>・中川雅弘<sup>\*2</sup>・大河内裕之<sup>\*3</sup>

(\*1 宮古栽培漁業センター, \*2 五島栽培漁業センター,  
\*3 本部研究推進部)

クロソイ *Sebastes schlegeli* は、本邦では北海道から九州まで、中国、朝鮮半島の沿岸に広く分布するメバル属の底棲性魚類である<sup>1)</sup>。本種はソイ・メバル類の中では極めて成長が速く<sup>2)</sup>、放流後の移動範囲も比較的狭いことから<sup>3)</sup>、栽培漁業および養殖の対象種として2006年には全国で約190万尾の種苗が生産された<sup>4)</sup>。

宮古栽培漁業センターでは、1980年からクロソイの種苗生産試験を実施し<sup>5)</sup>、近年は年間約50万尾の種苗を平均50%以上の生残率で生産するなど、基礎的な技術を概ね確立している<sup>6)</sup>。また、生産した種苗の放流効果調査では水揚げ量の増加や20%以上の高い回収率が推定された例があるが<sup>3,7,8)</sup>、経済回収は約1.0に留まっている<sup>3,7)</sup>。種苗単価を低減させるには、親魚養成、種苗生産、標識付けおよび輸送などの栽培漁業の工程で40%以上と最も多くのコストを占める種苗生産について<sup>9)</sup>、生残率の向上等の検討により放流までに要する経費を削減することが必要である。

クロソイの種苗生産過程では、初期死亡、ガス病、共食い等により減耗するが、そのうち最も大きな生残率低下の要因は初期死亡である<sup>7)</sup>。この死亡は収容した仔魚の状態が最も大きく関係すると推察され、飼育初期の日齢3～7頃に発生する<sup>7)</sup>。これまでのクロソイの種苗生産では、出産された仔魚の状態を観察し、遊泳異常や死亡魚の割合などを基に経験的、あるいは感覚的に種苗生産に供する仔魚を決定してきたため<sup>7)</sup>、初期死亡の程度を事前に調査できる指標が種苗生産の効率化のために必要である。

そこで、これまで宮古栽培漁業センターで行われたクロソイ種苗生産の結果を整理し、出産当日に数値化が可能な仔魚の全長および初回給餌後の摂餌率と、初期死亡が終了し、生残状況が安定する日齢10までの生残率および日間死亡率の関係を調べた。その結果から、出産当日に得られた仔魚が種苗生産に適しているかを判定する指標について検討した。

### 材料と方法

**親魚の飼育** 試験に用いた仔魚は、宮古栽培漁業センターで種苗生産された稚魚を養成した親魚群から出産された個体である。親魚は5～17歳（試験開始時は

5～13歳）であり、全ての試験で同一の群を用いた。親魚は出産期以外（7月～3月）には150klコンクリート水槽に収容し、自然水温で養成した。養成密度は約1個体/klとした。一方、出産期（4月～6月）には雌のみ加温が可能な10kl水槽（以下、出産水槽）で約2個体/klの密度で養成し、水温管理は4月中旬まで無加温、それ以降は0.3℃/日の速度で13.0℃まで昇温した<sup>10)</sup>。

**仔魚の回収** 仔魚は水面付近を遊泳するため、出産水槽壁面の排水口からオーバーフローした海水とともに2槽の500ℓポリカーボネート製水槽（以下、回収水槽）に集めて回収した。その後、回収水槽ごとに仔魚数を容積法で計数し、加温が可能なコンクリート製50kl水槽（以下、飼育水槽）へ速やかにサイフォン方式で収容した。なお、出産日を日齢0とした。

**仔魚の飼育** 本報告では、宮古栽培漁業センターで2002～2006年の5年間に行われた計8例の種苗生産試験から得られた数値を用いた。試験期間は日齢10までとした。餌料として水温20℃で16～24時間栄養強化（添加量50g/kl、プラスアクアラン；BASF ジャパン）したアルテミア *Artemia* sp. 幼生（以下、アルテミア）を与えた。アルテミアの給餌は0.2～0.3億個体（飼育水槽内の密度は0.4～0.6個体/ml）を仔魚の収容1～2時間後に行い、翌日以降、1日あたり0.4～2.2億個体/水槽を目安に与えた。

飼育水温は、収容時に出産水槽と同じ13.0℃に設定し、以降1.0℃/日の速度で18.0℃まで昇温した。飼育水には濃縮淡水クロレラ（生クロレラ V12；クロレラ工業）を200～500ml、1日に1～2回添加した。1日あたりの換水率は0～5日齢は50%、6～10日齢は100%とした。通気は飼育水がごく緩やかに循環するような強さに調節した。なお、飼育水には砂ろ過海水を用いた。

**全長の測定および摂餌率の調査** 仔魚の平均全長は、収容直後に飼育水槽から無作為に30尾ずつ採取し、万能投影機で拡大後、ノギスを用いて測定した。また、摂餌率は初回給餌の4～5時間後に30個体の仔魚を採取し、実体顕微鏡下で個体毎に胃内容物の観察を行い、採取個体に占める摂餌個体の割合で示した。なお、アルテミア5個体以上の確認ができた個体を摂餌個体とした。

**死亡数の調査および生残率の推定** 水槽の底掃除は日齢1から毎日行い、残餌や糞とともに吸い出された死魚を200ℓ容器に回収し、容量法により死亡数を推定した。生残尾数は、前日の生残尾数から毎日の死亡数（以下、日間死亡数）を引いて求めた。さらに、生残尾数と日間死亡数から日間死亡率を算出し、試験期間中でこの値が最も高かった日の値を最大日間死亡率とした。試験終了時（日齢10）における生残率（以下、生残率）は生残尾数を収容数で除して算出した。

**相関関係の検討** 得られた結果は試験区毎に整理し、①全長と摂餌率、②全長と生残率、③親魚群の中で最も高い年齢（以下、最高年齢）と生残率、④摂餌率と生残率、⑤摂餌率と最大日間死亡率の5つの項目について、Spearmanの順位相関係数を求め検定した。

## 結 果

**試験の概要** 飼育試験の結果概要を表1に示した。収容した仔魚数の平均値（範囲）は、51.2万尾（40.0

～65.0万尾）であった。また、全長の平均値（範囲）は7.0mm（6.6～7.2mm）、摂餌率は79.8%（46.7～100.0%）、生残率は82.0%（56.9～95.9%）であった。日間死亡率は、日齢6（日齢4～8）において最大になり、その値の平均（範囲）は4.7%（0.6～15.4%）であった。摂餌率、生残率、日間死亡率には試験区間で顕著な差が認められた。

**収容時の全長と摂餌率および生残率** 日齢0の仔魚の平均全長と摂餌率の関係を図1に示した。これを見ると、産出時の全長が大きいほど摂餌率が高くなる傾向が示されたが、相関に有意差は認められなかった（ $p>0.05$ ,  $r=0.74$ ）。仔魚の平均全長と日齢10時の生残率の関係（図2）では、全長が大きい試験区で生残率が高くなる傾向が見られたが、相関に有意差は認められなかった（ $p>0.05$ ,  $r=0.55$ ）。

**親魚群の年齢と生残率** 各親魚群の年齢構成は不明であるが、2003年（6～14歳）と年齢が1歳高くなった2004年（7～15歳）では、得られた仔魚の生残率で20%、摂餌率で38%の差が見られたことから、各群の

表1 クロソイ仔魚の初期飼育試験の概要

年	親魚の年齢	試験区	収容月日	日齢0			日齢10		死亡率の最大値 およびその日齢	
				収容尾数 (万尾)	平均全長 (mm)	摂餌率 (%)	生残尾数 (万尾)	生残率 (%)	死亡率 (%)	日齢
2002	5～13	1	5月9日	65.0	7.2	100.0	60.5	93.0	1.5	7
			5月10日	50.0	7.1	93.3	45.9	91.7	2.4	6
			5月12日	40.0	7.1	90.0	35.3	88.2	1.9	4
2003	6～14	1	5月12日	50.8	6.9	91.4	47.6	93.6	1.0	5
2004	7～15	1	5月8日	59.3	7.1	53.3	43.6	73.5	7.8	6
2005	8～16	1	5月8日	48.8	6.6	50.0	30.6	62.8	9.9	8
2006	9～17	1	5月9日	52.7	6.6	46.7	30.0	56.9	15.4	7
			5月11日	48.7	7.1	73.3	37.7	77.4	6.1	6
平均				51.9	7.0	74.8	41.4	79.6	5.7	6

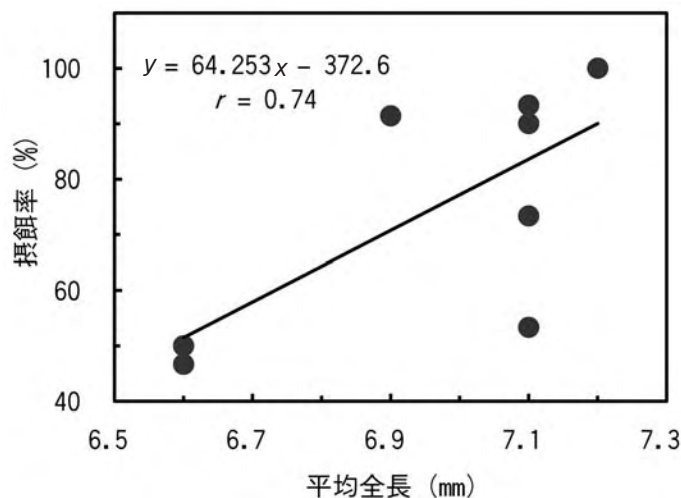


図1 クロソイ仔魚（日齢0）の平均全長と摂餌率の関係



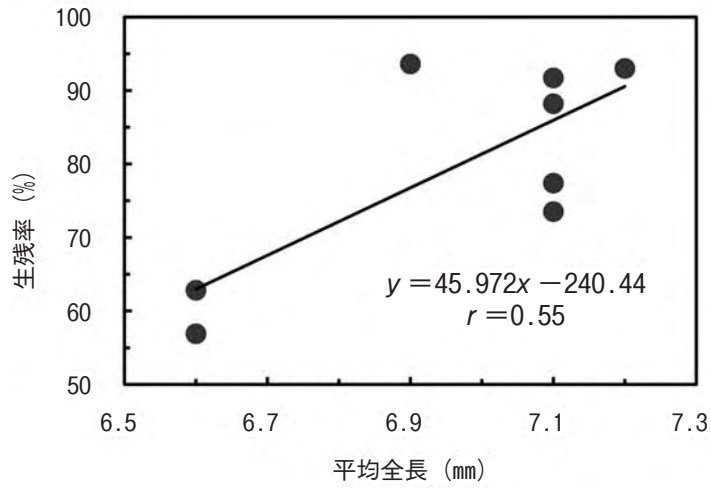


図2 クロソイ仔魚の平均全長（日齢0）と生存率（日齢10）の関係

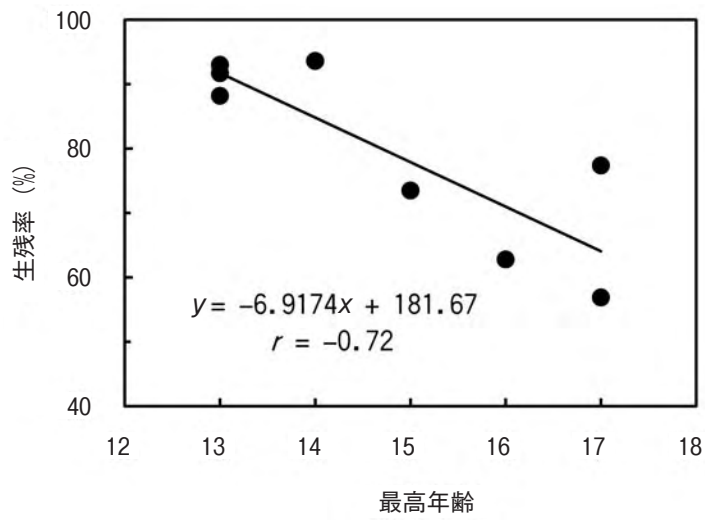


図3 クロソイ親魚群の最高年齢と仔魚（日齢10）の生存率の関係

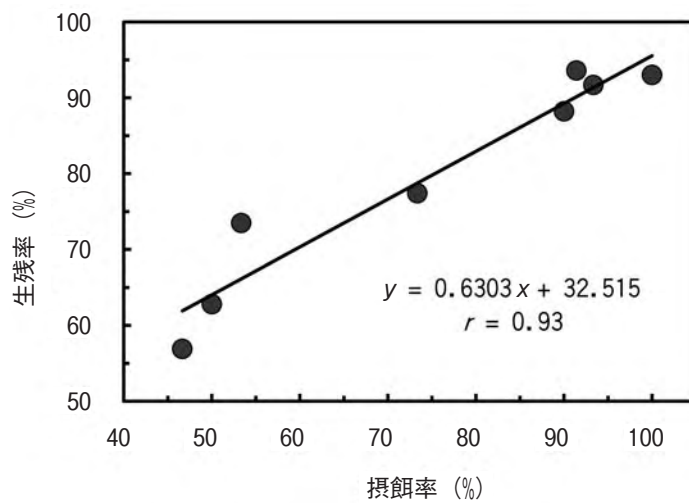


図4 クロソイ仔魚の摂餌率（日齢0）と生存率（日齢10）の関係

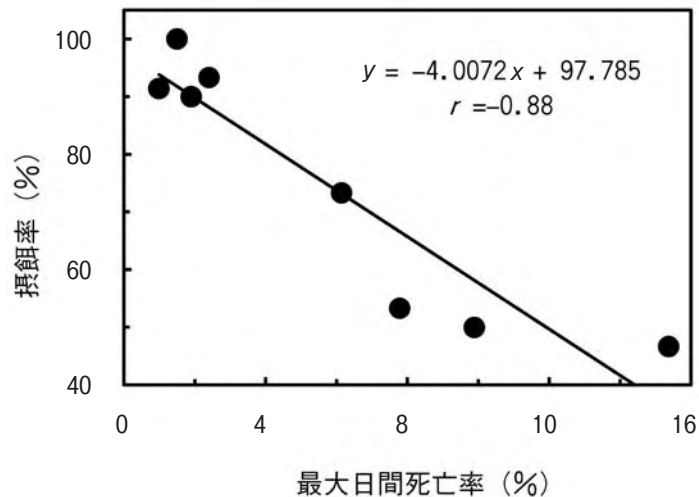


図5 クロソイ仔魚の摂餌率（日齢0）と最大日間死亡率（日齢10）の関係

最高年齢と仔魚の日齢10時の生残率の関係を図3に示した。年齢の高い親魚を含む群では仔魚の生残率が低下する傾向が示されたが、相関に有意差は認められなかった ( $p > 0.05$ ,  $r = -0.72$ )。

**摂餌率と生残率** 仔魚の摂餌率と生残率の関係を図4に示した。摂餌率が高くなるほど生残率も高くなり、有意な正の相関 ( $p < 0.05$ ,  $r = 0.93$ ) が認められた。

**摂餌率と最大日間死亡率** 仔魚の摂餌率と最大日間死亡率（日齢10）の関係を図5に示した。摂餌率が低い試験区では最大日間死亡率が高くなり、有意な正の相関 ( $p < 0.05$ ,  $r = -0.88$ ) が認められた。また、摂餌率が90%未満であった2004年以降の試験区では最大日間死亡率が6%以上となり、50%未満の2006年の1区では15%以上となった（表1）。

## 考 察

カサゴでは、仔魚の無給餌飼育（飢餓耐性試験）を行い、生残数と生残日数から無給餌生残指数 (Survival Activity Index) を求めることが提案された<sup>11)</sup>。この手法は仔魚がほぼ同様の発生段階でふ化するヒラメ、シマアジ、ブリなどにおいて有効性が確認されているが<sup>12-14)</sup>、結果が明らかになるまで数日間を要するため、種苗生産現場では実用的な方法とは言えない<sup>12)</sup>。また、内部栄養を開口当日に吸収し終えるスジアラでは、餌料の大きさや日周条件などが初期摂餌や初期生残に及ぼす影響が検討され、開口当日の摂餌が生残に関係することが確認されたものの<sup>15,16)</sup>、実用的な指標を提案するまでには至っていない。一方、本試験ではクロソイ仔魚の日齢0の摂餌率と日齢10の生残率および最大日間死亡率との間に有意な相関が認められた。本種の

種苗生産における飼育初期の死亡個体では空胃状態や発育の遅れなどが確認されており<sup>7)</sup>、これらの相関関係から摂餌不良が原因と判断される。このことから、収容直後の仔魚の摂餌率を求めることで、即時に種苗生産成績の良否の予想ができる可能性が示された。

仔魚の日齢0の全長と日齢10の生残率の関係には有意な関係は認められなかった。卵群同期発達型の胎生魚であるクロソイは、卵巣内の胚が同一の発生段階である<sup>17)</sup>。一方、胚発生が同じステージにある親魚でも、個体により出産までの日数が異なることが確認されている<sup>17)</sup>。また、本種は加齢によって1回に出産される仔魚数は増加するが、仔魚の全長は小さくなることが報告されている<sup>18)</sup>。これらのことから、クロソイの親魚は個体毎の出産のタイミングに差異が存在し、仔魚の全長が同一でも発生段階は異なる可能性があると推察される。このため、仔魚の発育段階の違いが摂餌状態にも影響を及ぼすと考えられ、産出時の全長を種苗生産に適した仔魚の指標とすることは難しいと言える。

今回の試験の範囲では親魚の年齢構成が不明であったことから、親魚群の最高年齢と日齢10の仔魚の生残率には有意な関係は認められなかった。一方、生残率と相関が認められた摂餌率は親魚の養成方法を評価するための指標として利用できる可能性があり、さらに検討を加えて行きたい。

クロソイの出産時の仔魚は全長が約7mmであり、ヒラメ（約3mm）やメバル（約5mm）などと比べると大きい<sup>13,19)</sup>、大量に死亡すると飼育環境の悪化を引き起こす可能性がある。本種仔魚の摂餌率を調べることは、事前に大量死亡の発生を予測することにもつながり、換水率の増加や底掃除の励行など環境維

持の対策を講じることで対応が可能となる。さらに、年1回出産するクロソイでは<sup>17)</sup>、十分な親魚数の確保と複数回に渡って仔魚が得られるような親魚養成計画を策定し、摂餌率が高い群のみを選択して種苗生産に用いることで、生残率の向上や作業の効率化を図ることも可能になると考えられる。

## 文 献

- 1) 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫 (1984) 日本産魚類大図鑑, 東海大学出版会, 297-299pp.
- 2) 永沢 亨 (2001) 日本海におけるメバル属魚類の初期生活史. 水産研究, 51, 1-132.
- 3) Nakagawa, M., H. Okouchi, and J. Adachi (2004) Stocking effectiveness of black rockfish *Sebastes schlegeli* released in Yamada bay evaluated by a fish market census. In "Stock Enhancement and Sea Ranching" (ed. By K. M. LEBER, S. KITADA, H. L. BLANKENSHIP and T. SVASAND), Blackwell, Oxford, 501-511.
- 4) 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2008) 平成18年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国), 東京, 8-12.
- 5) 岩本明雄・芦立昌一 (1982) クロソイの種苗生産. 栽培技研, 11, 35-44.
- 6) 中川雅弘・大河内裕之 (2007) アルテミア単独給餌によるクロソイ *Sebastes schlegeli* 仔魚の成長, 発育段階組成および生残に与える影響. 水産増殖, 55, 607-612.
- 7) 中川雅弘 (2008) クロソイの栽培漁業技術開発に関する研究. 水研センター研報, 25, 223-287.
- 8) 野田 勉・中川雅弘・大河内裕之 (2008) クロソイの放流効果と資源管理に向けた提言. 第18回日中韓水産研究者協議会論文集, 142-150pp.
- 9) 中川雅弘・大河内裕之・有瀧真人 (2006) クロソイの種苗単価の試算. 栽培漁業センター技報, 5, 28-33.
- 10) Nakagawa, M. and K. Hirose (2004) Individually specific seasonal cycle of embryonic development in cultured broodstock females of the black rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture*, 233, 549-559.
- 11) 新聞脩子・辻ヶ堂 諦 (1981) カサゴ親魚の生化学的性状と仔魚の活力について. 養殖研研報, 2, 11-20.
- 12) 虫明敬一・関谷幸生 (1993) シマアジふ化仔魚の活力判定の試み. 水産増殖, 41, 155-160.
- 13) 虫明敬一・藤本 宏・新聞脩子 (1993) プリふ化仔魚の活力判定の試み. 水産増殖, 41, 339-344.
- 14) 日本栽培漁業協会 (1994) 太平洋北区におけるヒラメ種苗生産技術集, 87.
- 15) 與世田兼三・浅見公雄・福本麻衣子・高井良幸・黒川優子・川合真一郎 (2003) サイズの異なる2タイプのワムシがスジアラ仔魚の初期摂餌と初期生残に及ぼす影響. 水産増殖, 51, 101-108.
- 16) 與世田兼三・團 重樹・藤井あや・黒川優子・川合真一郎 (2003) 異なった日周条件がスジアラ仔魚の初期摂餌, 初期生残および消化酵素活性に及ぼす影響. 水産増殖, 51, 179-188.
- 17) 草刈宗晴 (1995) クロソイの種苗生産に関する生殖生物学的研究. 北水試研報, 47, 41-124.
- 18) 足立純一 (1994) III-1 成体の確保と採卵, E クロソイ. 日本栽培漁業協会事業年報平成4年度, 25-28pp.
- 19) 沖山宗雄 (1988) 日本産稚魚図鑑, 東海大学出版会, 779-789pp.

## マダラ受精卵の発生とふ化に及ぼす水温の影響

手塚信弘<sup>\*1</sup>・荒井大介<sup>\*2</sup>・小磯雅彦<sup>\*1</sup>・友田 努<sup>\*1</sup>・島 康洋<sup>\*3</sup>・榮 健次<sup>\*1</sup>

(<sup>\*1</sup> 能登島栽培漁業センター, <sup>\*2</sup> 水産庁栽培養殖課,

<sup>\*3</sup> 伯方島栽培技術開発センター)

マダラ *Gadus macrocephalus* は冷水系の底棲性魚類で、北部日本の重要な漁獲対象種である<sup>1)</sup>。日本海北部におけるマダラの漁獲量は、1990年まで2,000～5,000トンであったがそれ以降1,000～3,000トンに減少している。また、石川県の漁獲量は1990年までは700～2,400トンであったが、それ以降100～300トンに低下している。この海域においては、種苗の放流や適切な資源管理等によるマダラ資源の維持、増大を早急に検討する必要があると考えられる。

能登島栽培漁業センターでは、マダラの栽培漁業に関する技術開発を目的として1983年から種苗の放流を実施してきた。放流種苗を確保するための種苗生産では、受精卵を入手しふ化まで管理してふ化仔魚を得ることが重要かつ必須である。しかし、受精卵の管理に必要な知見は非常に乏しく、特に受精卵を管理する上で重要な環境要因である水温については、これまで経験的に自然水温である10℃前後で行われてきた<sup>2)</sup>。そこで筆者らは、水温がマダラ受精卵の発生とふ化に及ぼす影響を調べ、マダラ受精卵のふ化に適した水温について検討した。

### 材料と方法

採卵用のマダラ親魚は、当センター近隣の石川県漁業協同組合鰻目支所に水揚げされた成熟個体を用いた。雌親魚は、2007年2月27日と3月2日に水揚げされた標準体長52cmと54cm、体重3.6kgと4.0kgの2尾を、雄親魚は2月27日に水揚げされた標準体長47cm、体重3.2kgの1尾を用いた。親魚は個別に容量40ℓのプラスチック容器に、水温約10℃の海水とともに収容して当センターまで車で約20分かけて輸送した。

雌親魚は、搬入後直ちに腹部を圧迫して卵をバットに搾り出した。この卵に同様に搾り出した雄親魚の精液をかけて水鳥の羽根で攪拌した後に、海水を入れて受精させた。この受精卵から重量法(1,000粒/g換算)で約15万粒を取り分け、水温8～9℃の自然水温の海水を満たしたハッチングジャー(有効水量6ℓ;アース)に収容して受精後0時間とした。試験は2月27日と3月2日に搬入した雌親魚から得た受精卵を用いて2回行った。受精率は2例とも100%であった。

試験区は、受精からふ化までの水温を3, 6, 9, 12および15℃に変えた5区を設け、1区につき1個のハッチングジャーを用いた。各計画水温には海水冷却器(TC-2200ES;山一製作所)と1kwチタンヒーター(TH1-05;ニットー)で調温し、流量は3～4ℓ/分とした。各試験区の水溫管理として、受精から計画水温に達するまでは5～10分間隔で、設定水温に達した後は水温ロガー(TR-72U;T&Dコーポレーション)を用いて1時間毎に測定した。

ふ化仔魚の採集は、ハッチングジャーの排水口から容量20ℓバケツに設置したゴース網製のネット(角型;縦20cm×横15cm×深さ10cm)で受ける方法で行った。全ての卵がふ化するには2～3日間を要するため、毎朝5時にふ化状況を調べ、ふ化仔魚が最初に観察された日をふ化日、5時をふ化時刻とした。ふ化期間は毎日仔魚の計数を行い、ゴース網に集めたふ化仔魚のうち形態が正常な個体のみを容量法で計数した。正常ふ化率はふ化仔魚数を収容卵数で除して算出した。

卵の発生状況は、実体顕微鏡を用いて受精後8時間目までは1時間毎に、それ以降は毎日5時、11時および17時に観察した。

水温以外の環境要因として、毎日5時と17時に溶存酸素と塩分を測定(Model 55;YSI)した。

### 結果と考察

ふ化期間の環境測定結果を表1に示した。各試験区の平均水温はほぼ計画水温を維持できた。平均溶存酸素量は3℃区で10.3mg/ℓと最も高く、水温の上昇に伴って15℃区では7.8mg/ℓまで低下したが、この値は当センターの海水の通常範囲でありふ化には影響を与えない範囲と考えられた。塩分は各区とも33.4psu前後と顕著な差はなかった。

各試験区のふ化状況を表2に示した。ふ化は6, 9および12℃区で見られ、3℃区と15℃区では卵発生が停止しふ化には至らなかった。ふ化率は9℃区(平均正常ふ化率86%)>12℃区(同77%)>6℃区(同73%)となり、9℃でのふ化が最も高かった。3℃区と15℃区で発生が停止した平均時間は、それぞれ受精後162時と42時間であった。これらの結果から、今回の試験

表1 各試験区における環境条件 (平均値±SDと範囲)

試験区	水温(℃)	溶存酸素量(mg/l)	塩分(psu)
3℃区	3.4±0.42 (2.7-4.5)	10.3±0.22 (10.0-10.6)	33.4±0.48 (32.7-34.0)
6℃区	5.8±0.49 (5.0-7.0)	9.0±2.93 (1.2-10.2)	33.4±0.49 (32.8-34.0)
9℃区	9.0±0.39 (8.3-10.1)	9.2±0.38 (8.8-10.0)	33.4±0.47 (32.8-34.0)
12℃区	11.9±0.50 (11.2-13.0)	8.7±0.35 (8.3-9.5)	33.4±0.47 (32.9-34.1)
15℃区	15.2±0.32 (14.5-15.8)	7.8±0.22 (7.5-8.2)	33.5±0.40 (33.0-34.2)

表2 ふ化水温が正常ふ化率に与える影響

試験区	正常ふ化率 (%) <sup>*1</sup>	発生停止時間 (時間)
3℃区	—	162
6℃区	73.9	—
9℃区	86.7	—
12℃区	77.5	—
15℃区	—	42

\*1: 各区とも2例の平均値

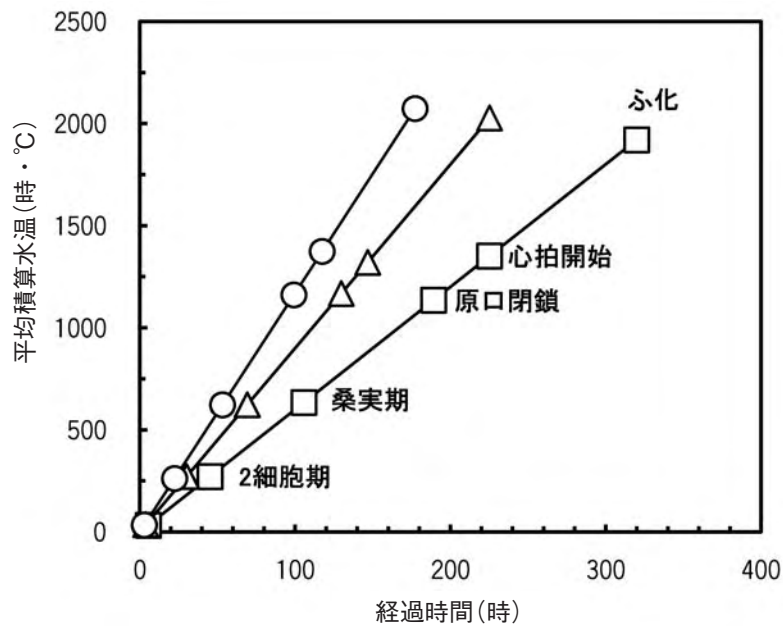


図1 マダラ受精卵の発生状況と積算水温の関係  
□: 6℃区, △: 9℃区, ○: 12℃区

の範囲ではマダラ受精卵のふ化に適した水温は6～12℃の範囲にあり、9℃が最も適していると考えられた。この水温範囲は、当センターの位置する能登島周辺海域において、マダラ受精卵が採取された地点の水温10～12℃<sup>3)</sup>と良く一致する。服部<sup>4)</sup>は、マダラのふ化に適した水温が北海道で5℃、韓国で6～7℃、カナダで3℃<sup>5)</sup>であることを示し、これらの違いはマダラが産卵場に依存した地域的な繁殖群を形成しやすく、このことが繁殖特性に海域間差を持ちやすいためとした。能登島周辺のマダラは日本海系群北区のマダラ集団の南限に位置する個体群と考えられ、このことが他の海域よりも高いふ化水温に適した理由と考えられた。

最もふ化率が高かった9℃区で発生段階と受精からの経過時間を見ると、2細胞期まで4時間、桑実期まで33時間、原口閉鎖まで69時間、クッパー氏胞の出現が130時間、心拍開始まで147時間で、ふ化開始までは225時間であった。ふ化まで至った3試験区において、各発生段階までの経過時間と積算時間(時×℃。以下、h℃)の関係を図1に示した。これを見ると、積算時間は2細胞期まで33～35時℃、桑実期まで262～271h℃、原口閉鎖まで623～634h℃、心拍開始まで1320～1374h℃、およびふ化まで1920～2073h℃であった。卵の発生は水温が高いほど早い傾向が見られた。

カナダのマダラでは、ふ化時間と水温の関係が明らかにされているが<sup>5)</sup>、マダラの発生水温には海域間差が考えられることから、今後は能登島周辺を産卵場とする個体群のふ化時間と水温の関係を明らかにし、ふ化の同調性を目的とした水温の調整技術を開発する必要がある。

## 文 献

- 1) 森岡泰三・山本和久・堀田和夫・大槻観三(1998) 石川県能登島沖に放流されたマダラ人工種苗の成長と移動. 栽培技研, 27, 11-26.
- 2) 手塚信弘(2006) 親魚飼育の具体例-マダラ. 水産総合研究センター研究報告, 別冊4, 147-150pp.
- 3) 輿世田兼三・広川 潤・長倉義智(1992) 石川県能登島周辺海域におけるマダラ成魚の成熟状況と卵・稚仔魚の分布. 栽培技研, 21, 21-30.
- 4) 服部 努(1994) マダラの成長, 成熟および繁殖生態に関する研究. 北海道大学水産学研究科博士論文, 87-128pp.
- 5) 隆島史夫・羽生 功(1989) 魚類の成熟, 発生, 成長とその成魚. 水族繁殖学, 221.

## ズワイガニ稚ガニに見られた形態異常

山本岳男・藤本 宏・山田達哉・高橋庸一  
(小浜栽培漁業センター)

小浜栽培漁業センターでは1984年からズワイガニ *Chionoecetes opilio* の種苗生産試験を実施しており、2005年までにゾエア期の基礎的な飼育条件として、飼育適水温<sup>1)</sup>、餌料系列<sup>2)</sup>、および餌料の栄養強化手法(小金ら, 未発表)を明らかにした。さらに、容量500ℓ以上の水槽では、攪拌機による幼生の強制浮遊<sup>2,3)</sup>と細菌感染症の防除<sup>2,3)</sup>が重要であることを示した。

これらの成果により、2003年以降は年間数千尾レベルで第1齢稚ガニの生産が可能となった<sup>2)</sup>。しかし、生産尾数の増加に伴って、甲羅に形態の異常を有する個体の出現が多く見られるようになり、量産規模における出現割合は数%~30%程度を占める例も見られた。本報告では、形態異常出現の解明への一環として異常個体の生残状況を調査するとともに、形態異常の出現状況について調査した。

### 材料と方法

**稚ガニまでの飼育方法** 親ガニ 供試した稚ガニの生産試験に用いた親ガニは、石川県の能登半島西岸域で漁獲された抱卵個体で、2007年11月16日~2008年1月9日に577尾を購入し小浜栽培漁業センターに搬入した。飼育には700ℓ角形FRP水槽7面と4ℓ角形FRP水槽1面を用い、3℃<sup>4)</sup>の冷却水を循環させた。餌料には冷凍アサリと南極産オキアミを2回/週、飽食量を与えた。

**ゾエア期の飼育** ゾエア期の飼育には20ℓコンクリート水槽1面を用い、2008年3月12~13日にふ出した

16.9万尾のゾエアを收容して飼育を開始した。飼育水には、砂ろ過後に紫外線殺菌(フロンライザ2DL; 千代田工販)した海水を使用し、飼育水温は14℃<sup>1)</sup>、換水率は1回転/日の流水とし、攪拌機による飼育水の攪拌<sup>2,3)</sup>とニフルスチレン酸ナトリウム(水産用ニフルスチレン酸100「リケン」; 理研畜産化薬)による細菌感染の防除<sup>2,3)</sup>を行った。餌料にはシオミズツボワムシ(以下、ワムシ)と北米産アルテミアを用い、第1齢ゾエア期にはそれぞれ栄養強化後に10個体/mlと未強化で0.5個体/mlの密度で与えた。第2齢ゾエア期での添加密度は、ワムシ10個体/mlとアルテミア1個体/mlとし、いずれも栄養強化後に与えた。ワムシの栄養強化は高度不飽和脂肪酸により行い(小金ら, 未発表)、アルテミアはパワッシュA(添加量80ml/kℓ; オリエンタル酵母工業)とマリノオメガ(同2.5ℓ/kℓ; 日清マリンテック)により水温22℃で24時間行った<sup>2)</sup>。

**メガロバ期の飼育と稚ガニの出現** 全てのゾエアがメガロパに脱皮した日齢37に1.0万尾のメガロパを取り上げて、6ℓFRP水槽2面に收容した。水温は10℃程度を維持するように冷却し、換水率は1.5回転/日の流水飼育とした。餌料には栄養強化したアルテミアを3個体/mlの密度で与えた。稚ガニは日齢59から出現した。

**形態異常** 脱皮直後の第1齢稚ガニに見られた形態異常を写真1に示した。形態の異常は、主に甲羅前方の額棘部に見られ、正常個体では両眼は額棘(写真1, 矢印)の外側に位置しており甲殻はほぼ円形である。



写真1 ズワイガニの第1齢稚ガニに見られた形態異常  
正常個体(A): 両眼が2本の額棘(矢印)の外側に位置する  
異常個体(B): 額棘は肥大し、両眼は前方に寄って額棘の下に位置する

一方、異常個体では額棘が肥大し、かつ前方に大きく突き出しているため甲殻は三角形を呈する。さらに両眼は額棘の下に寄って位置しており、一部の個体では眼の周辺に脱皮殻が付着している。正常および異常の判定は、上記の特徴に基づいて目視で行った。

**形態異常個体の生残状況** 形態が正常な個体(以下、正常区)と異常な個体(以下、異常区)について、第1齢での生残状況と第2齢稚ガニへの脱皮状況を観察した。試験は2008年5月19日(日齢69)から開始した。飼育にはプラスチック製容器(250×420×高さ130mm、目合い2.1mm)を用いた。各試験区とも容器は各2個を用い、それぞれの試験区の後に番号を付けて示した。稚ガニは容器1個当たり50尾を収容した。容器は3℃に調温した換水率5回転/日の600ℓ FRP水槽に浮かべ、各容器には共食防止のため長さ20cmに切った人工海藻(エスラン; サカイオーベックス)を2本収容した。餌は3回/週、3~5mmに細片した冷凍イサザアミ5~10gを与えた。

生残および脱皮状況は毎日観察し、生残尾数は週に1回計数した。また、第2齢へ脱皮した個体は、取り上げて形態異常を調べた。両試験区の結果は以下の値で比較した。

- ①生残率(生残尾数/収容尾数×100): 収容尾数に対する生残尾数の割合。
- ②脱皮率(脱皮尾数/収容尾数×100): 収容尾数に対する第2齢へ脱皮した個体の割合。
- ③脱皮成功率(脱皮尾数/脱皮開始時の生残尾数×100): 最初に脱皮個体が観察された時点の生残尾数に対する全脱皮個体の割合。
- ④正常脱皮率(正常脱皮尾数/脱皮尾数×100): 全脱皮個体数に対する正常に脱皮した個体の割合。

**形態異常の出現状況** メガロパは脱皮時には着底することから、水槽底の基質が稚ガニ脱皮後の形態に及ぼす影響を調べた。試験は2回行い(試験1, 2)、試験1では稚ガニへ脱皮する直前の日齢52のメガロパを用いて、基質(砂)の有無が脱皮に及ぼす影響を調べた。飼育には1ℓ白色ポリエチレンビーカーを用い、試験区は底に粒径約0.8mmの海砂を1cm厚で敷いた区(砂敷き区)と何も敷かない対照区を設けた。メガロパは個別飼育とし、各試験区とも30尾を用いた。飼育水温はウォーターバス方式で14℃に調温し、通気は行わず1回/日の全換水とした。餌料は栄養強化したアルテミアを3個体/mlの密度で与えた。生残尾数は毎日計数するとともに、稚ガニへ脱皮した個体は毎日取り上げて形態異常を調べ、生残率、脱皮率、脱皮成功率および正常脱皮率を求めた。

試験2では3種類の基質を用い、メガロパへ脱皮した直後(日齢37)の個体を用いて生残と脱皮への影響

を調べた。飼育には30ℓ透明ポリカーボネート水槽を用い、基質としてエスランの繊維(φ2mm×長さ85mm, 200本。以下、エスラン区)、珊瑚の砂利(φ3~10mm, 300g。以下、珊瑚区)、貝化石の粉末(アラゴマリン; ガイアテック, φ0.4mm以下, 25g。以下、貝化石区)を用いた区と、基質を入れない水槽(対照区)を設けた。なお、それぞれの基質の収容量はエスランおよび珊瑚は基質を底一面に敷き詰めて互いに重ならない量、貝化石は底一面が隠れる量とし、エスランは浮き上がり、珊瑚はメガロパが下敷きになることを防ぐため、底に塩ビ用接着剤(ヒシボンドA; 三菱樹脂)で張り付けた。接着剤を用いた水槽は1週間海水をかけ流しにし、匂いが消えて溶剤が抜けたと判断してから試験に用いた。

各試験区とも水槽1面を用い、メガロパの収容尾数は40尾/水槽とした。飼育水温は自然水温(11~14℃)とし、通気は球径10mmのガラスボールフィルター(木下理化学)から流量60ml/分で行い、換水率は1.5回転/日の流水飼育とした。餌料は強化アルテミアを3個体/mlの密度で与えた。底掃除は2回/週を目安に汚れをピペットで吸い取る方法で行った。生残状況として2回/週の生残尾数の計数を行うとともに稚ガニへ脱皮した個体は毎日取り上げて形態異常を調べ、生残率、脱皮率、脱皮成功率および正常脱皮率を求めた。

## 結 果

**形態異常個体の生残状況** 正常区および異常区が生残状況を図1に、第2齢稚ガニへの脱皮状況を表1に示した。第2齢稚ガニは両試験区とも試験開始70日目から出現した。70日目までの生残状況は試験区間で異なり、正常区では大きな減耗はなかったが異常区では試験開始から14日目までに急激に減耗し、生残率は約60%まで低下した。

第2齢への脱皮期間は、正常区では70~196日目まで、異常区では70~210日目までであった。この間の減耗は異常区で大きく、脱皮成功率は正常区(85%)が異常区(68%)より有意に高くなった( $\chi^2$ 検定,  $p<0.05$ )。両試験区が生残を試験開始から終了までと比較すると脱皮率は正常区(81%)>異常区(38%)となり、両区には2倍以上の差が見られた( $\chi^2$ 検定,  $p<0.05$ )。第2齢に脱皮した個体の形態は、正常脱皮率が正常区(100%)>異常区(53%)となり( $\chi^2$ 検定,  $p<0.05$ )、異常区で出現した第2齢個体は、高い割合で第1齢と同様の形態的特徴を有した。

**形態異常の出現状況** 基質の有無による稚ガニへの脱皮状況を表2に示した(試験1)。試験1では両区



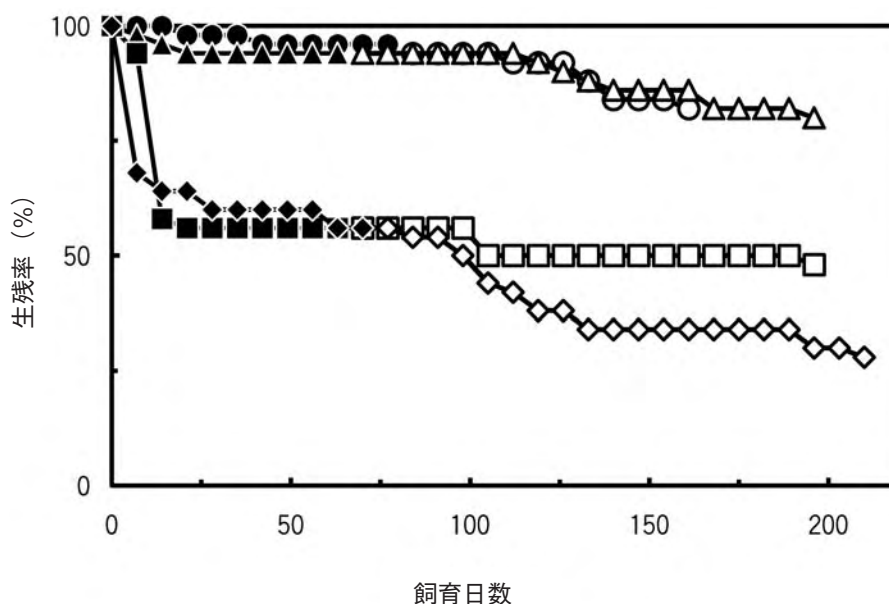


図1 第1齢稚ガニの形態異常が生残と第2齢への脱皮に及ぼす影響  
 ▲△：正常区-1, ●○：正常区-2, ■□：異常区-1, ◆◇：異常区-2  
 黒いマーカーは第1齢稚ガニの生残率, 白は第1齢と第2齢を合わせた生残率を示す

表1 第1齢稚ガニの形態異常が第2齢への脱皮におよぼす影響

試験区	供試尾数 (尾)	試験日数	脱皮率 (%) <sup>*1</sup>	脱皮成功率 (%) <sup>*2</sup>	正常脱皮率 (%) <sup>*3</sup>
正常区-1	50	196	80.0	85.1	100
-2	50	161	82.0	85.4	100
平均			81.0 <sup>a</sup>	85.3 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
異常区-1	50	196	48.0	85.7	58.3
-2	50	210	28.0	50.0	42.9
平均			38.0 <sup>b</sup>	67.9 <sup>b</sup>	52.6 <sup>b</sup>

\*1: 脱皮率 = (脱皮尾数) / (収容尾数) × 100  
 \*2: 脱皮成功率 = (脱皮尾数) / (脱皮開始時の生残尾数) × 100  
 \*3: 正常脱皮率 = (正常脱皮尾数) / (脱皮尾数) × 100  
 \*1-3: 同列内の異なるアルファベットは有意差を示す (χ<sup>2</sup>検定, p<0.05, a>b)

表2 水槽底の基質の種類が稚ガニへの脱皮に及ぼす影響

試験	底質	飼育容器	供試尾数 (尾)	供試個体 の日齢	試験 日数	脱皮率 (%) <sup>*1</sup>	脱皮成功率 (%) <sup>*1</sup>	正常脱皮率 (%) <sup>*1</sup>
1	なし(対照区)	10 ビーカー	30	52	8	60.0 <sup>a</sup>	66.7 <sup>a</sup>	38.9 <sup>a</sup>
	海砂 <sup>*2</sup>		30	52	7	66.7 <sup>a</sup>	74.1 <sup>a</sup>	65.0 <sup>a</sup>
2	なし(対照区)	300ポリ カーボネート	40	37	35	52.5 <sup>a</sup>	91.3 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
	エスラン <sup>*3</sup>		40	37	36	30.0 <sup>ab</sup>	80.0 <sup>a</sup>	83.3 <sup>ab</sup>
	珊瑚 <sup>*4</sup>		40	37	33	17.5 <sup>b</sup>	36.8 <sup>b</sup>	42.9 <sup>b</sup>
	貝化石 <sup>*5</sup>		40	37	33	47.5 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>

\*1: 同試験 No. における同列内の異なるアルファベットは, 有意差を示す  
 (試験1: Fisherの正確確立検定, 試験2: χ<sup>2</sup>検定, p<0.05, a>b>c)  
 \*2: 海砂: 粒径約0.8mmの海砂を1cm厚で敷設。  
 \*3: エスラン: エスラン繊維(φ2mm×長さ85mm)約200本を底に糊付けした  
 \*4: 珊瑚: 直径約3~10mmの珊瑚の砂利を, 珊瑚同士が重ならない量(300g)を糊付けした  
 \*5: 貝化石: 粒径0.4mm以下の貝化石粉末を底面が隠れる量(25g)を散布した

のメガロパの行動に違いが観察され、対照区では大半の個体が水槽底で仰向けの状態であったが、砂敷き区ではほとんどの個体が底を歩脚で這い、その後脱皮行動が観察された。なお、両試験区とも遊泳する個体はほとんど観察されなかった。稚ガニへの脱皮は両試験区とも試験開始2～8日目から始まった。脱皮率は対照区(60%)と砂敷き区(67%)で有意差は認められなかった(Fisherの正確確立検定,  $p > 0.05$ )が、正常脱皮率は砂敷き区(65%)が対照区(39%)の1.7倍となり、試験区間に有意差は無かったが砂敷き区で正常脱皮率が向上する傾向が示された。

基質の種類によるメガロパの生残と稚ガニへの脱皮状況(試験2)を表2に示した。脱皮開始までのメガロパの行動に試験区間で違いが見られ、対照区と貝化石区ではほとんどの個体が水槽底付近での遊泳を断続的に行っていた。しかしエスラン区と珊瑚区では、ほぼ全個体は基質の隙間に入り込み、ピペットで軽い水流を送っても動かなかった。脱皮開始までの生残率に試験区間で有意差は認められなかった。稚ガニへの脱皮期間は19～36日目で、この間のメガロパは対照区と貝化石区ではほとんど遊泳しなくなり、対照区では大半が底で仰向けの状態であったが、貝化石区では底を歩脚で這いその後脱皮が観察された。エスラン区と珊瑚区では試験開始時と同様に基質の隙間で動かなかった。脱皮期間中の生残状況は、脱皮率、脱皮成功率および正常脱皮率ともに、対照区と貝化石区が、メガロパが基質の隙間に入り込んだエスラン区と珊瑚区より高く(表2)、脱皮率は対照区(52.5%)>貝化石区(47.5%)>エスラン区(30.0%)>珊瑚区(17.5%)、脱皮成功率は貝化石区(100%)>対照区(91.3%)>エスラン区(80.0%)>珊瑚区(36.8%)、正常脱皮率は対照区=貝化石区(100%)>エスラン区(83%)>珊瑚区(43%)となった。なお、試験1、2の対照区における脱皮成功率および正常脱皮率は、ともに試験1より試験2が有意に高く(Fisherの正確確立検定,  $p < 0.05$ )、脱皮率は試験2(91%)>試験1(67%)、正常脱皮率は試験2(100%)>試験1(39%)となった(表2)。

## 考 察

ズワイガニの第1齢稚ガニに見られる形態異常個体は、稚ガニへの脱皮後2週間以内に大量減耗すること、および生き残った個体は第2齢への脱皮率が低いこ

と、さらに脱皮した個体も半数近くが形態異常であることが分かった。第2齢稚ガニの形態異常個体については継続して飼育を行わなかったが、これらの個体でもその後の生残は低いと推測され、形態異常の出現要因の解明と防除対策が必要である。

今回、水槽底の基質による形態異常個体の出現状況を検討したところ、基質によりメガロパの行動が異なり、行動が脱皮後の形態に影響している可能性が見られた。すなわち、稚ガニへの脱皮直前に砂敷きの水槽に収容したメガロパは砂上を歩脚で這う行動が観察され、何も敷かない水槽の底で仰向けになっていたメガロパよりも正常脱皮率が向上した(表2, 試験1)。このことから、砂を敷いた水槽のメガロパは、稚ガニへの脱皮時に基質を利用したことで正常脱皮率が向上したと考えられ、形態異常個体は基質が無かったために正常な脱皮を行えなかった脱皮不全個体の可能性が考えられた。

しかし、水槽底に何も敷かなかった対照区でも、試験2の対照区の正常脱皮率(100%)は貝化石を敷いた試験区と同様であったこと、試験1の対照区(38.9%)より高かったことから、まず活力のあるメガロパの生産が正常な脱皮に大きく影響すると考えられた。また、基質としてエスランおよび珊瑚を敷いた水槽で見られた生残率、脱皮率および正常脱皮率の低下の原因は、メガロパが基質の隙間に潜り込んでいたことから摂餌行動や脱皮行動が阻害されたことが影響した可能性が考えられ、脱皮時の飼育環境についても更に検討を加えて行く。

## 文 献

- 1) 小金隆之・浜崎活幸・野上欣也(2005)ズワイガニ幼生の生残と発育日数に及ぼす水温の影響. 日水誌, 7, 161-164.
- 2) Kogane, T., S. Dan, and K. Hamasaki (2007) Improvement of larval rearing technique for mass seed production of snow crab *Chionoecetes opilio*. *Fish, Sci.*, 73, 851-861.
- 3) 小金隆之・浜崎活幸・團重樹(2007)ズワイガニ種苗生産における飼育水の攪拌と薬浴による生残率の向上. 日水誌, 73, 226-232
- 4) 森田哲男・野上欣也(2003)養成環境下におけるズワイガニ雌ガニの産卵とふ化. 栽培技研, 31, 5-9.

## 2006年に放流したマダラ当歳魚の再捕状況と成長

手塚信弘<sup>\*1</sup>・荒井大介<sup>\*2</sup>・小磯雅彦<sup>\*1</sup>・友田 努<sup>\*1</sup>・島 康洋<sup>\*3</sup>・榮 健次<sup>\*1</sup>

(<sup>\*1</sup> 能登島栽培漁業センター, <sup>\*2</sup> 水産庁栽培養殖課,  
<sup>\*3</sup> 伯方島栽培技術開発センター)

マダラ *Gadus macrocephalus* は冷水性の底魚類で、北部日本の重要な漁獲対象種である<sup>1)</sup>。日本海北部におけるマダラの漁獲量は、1990年まで2,000~5,000トンであったがそれ以降1,000~3,000トンに減少し、特に石川県では同時期700~2,400トンから100~300トンにまで急激に低下している<sup>2,3)</sup>。従ってこの海域のマダラ資源は種苗の放流や適切な資源管理等による維持、増大を早急に検討する必要があると考えられている。

能登島栽培漁業センターでは1985年からマダラの種苗放流を行い、市場において各種の効果調査を実施している<sup>2,3)</sup>。このなかで、2005年に初めて市場で放流魚の水揚げが確認され、2007年以降は2006年放流群を中心に毎年ある程度まとまった尾数が漁獲されている。そこで筆者らは、調査海域の主要な市場において2006年放流群の混入率(放流魚数尾数/調査尾数%)や成長を把握するとともに、今後の課題等について検討した。

### 材料と方法

放流に供した種苗は2005年12月27日と2006年2月8日に採卵して種苗生産したもので、3月17日と4月24日に放流した。放流魚の平均全長は31.0mm(19~87mm)で、放流尾数は合計41.3万尾であった。放流魚にはALC標識耳石(20ppm, 4時間)を全数装着した。放流場所は七尾北湾に位置する当センターの中間育成場(図1)で、放流は生簀網を沈めて行った。

混入率を調べた魚市場の選定には、今回と同様の海域で標識放流した1歳魚の再捕報告の結果を参考にした。当センターが2001年に能登島沖で放流した1歳魚の再捕は、石川県漁連すず支所、能都支所および七尾公設市場(以下、それぞれ、すず、能都、七尾とする)で86%を占めたため<sup>4)</sup>、本研究で使用したマダラはこの3市場から入手した(図1)。これらの市場は能登半島東部に位置し、すずは主に底曳網、能都と七尾は延縄、刺網および定置網等で漁獲されたマダラが多く



図1 当歳魚放流地点および各市場の位置図

表1 各市場における各年度のマダラの年齢別入手尾数

入手期間	2006年 放流魚の年齢	入手市場	年齢別入手尾数						合計
			当歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳以上	
2006.10.4 - 11.3	当歳	すず	993	35	5	0	0	0	1,033
		能都	0	0	7	9	0	0	16
		七尾	0	0	0	0	0	0	0
		計	993	35	12	9	0	0	1,049
2006.12.1 - 2007.10.31	1歳	すず	58	6,505	1,122	0	1	0	7,686
		能都	0	5	204	119	23	0	351
		七尾	0	3	41	44	8	28	125
		計	58	6,512	1,367	164	33	28	8,162
2007.12.27 - 2008.10.20	2歳	すず	0	138	2,765	0	0	21	2,924
		能都	0	3	938	330	9	0	1,280
		七尾	0	25	785	0	36	14	859
		計	0	166	4,487	330	45	35	5,063
2008.12.1 - 2009.7.1	3歳	すず	777	6,099	8,113	208	408	0	15,605
		能都	0	0	0	677	12	1	690
		七尾	0	1	0	493	54	1	549
		計	777	6,099	8,113	1,378	474	2	16,844

水揚げされる。

マダラは概ね12月から翌年11月下旬を中心に、2006年放流群が混入するようなサイズを目安に上記の市場から入手した(表1)。各市場から入手したマダラは標準体長(以下、体長)と体重を測定後に右側の扁平石を摘出した。耳石は洗浄した後に落射蛍光顕微鏡(BX51N-33-FL-2; オリンパス)でG励起により観察し、ALC標識の有無を調べた。

供試したマダラの年齢別入手尾数は、12月1日から翌年11月30日の間に入手した体長データを水産総合研究センターが開発した年齢解析プログラムを用いて解析して求めた。放流魚の混入率は、各年齢の当歳放流魚の再捕尾数を当該年齢の入手総尾数で除して求めた。なお、本研究ではマダラの年齢は12月1日をもって1歳加齢することとした。

## 結 果

耳石の観察結果から、当歳および1歳の再捕魚はすずからのみ得られ、それぞれ2尾と49尾であった。2歳魚の再捕魚はすずから22尾、能都から6尾、七尾から9尾で、3歳魚はそれぞれ、2尾、6尾および4尾であった(表2)。

入手したマダラの年齢解析の結果、2006年放流群と同年齢と考えられる天然マダラは、当歳魚ではすずのみで993尾であった。同様に1歳魚は、すずで6,505尾、能都以5尾、七尾で3尾の計6,512尾、2歳魚はそれぞれ2,765尾、938尾および785尾の計1,367尾、3歳魚はそれぞれ208尾、677尾および493尾と推定された(表1、2)。

これらの値を用いて得られた年齢別および市場別の

表2 放流魚の再捕尾数と混入率

年齢	入手市場	入手尾数 (尾)	再捕尾数 (尾)	混入率 (%)
当歳	すず	993	2	0.20
	能都	0	0	-
	七尾	0	0	-
	計	993	2	0.20
1歳	すず	6,505	49	0.75
	能都	5	0	-
	七尾	3	0	-
	計	6,509	49	0.75
2歳	すず	2,765	22	0.80
	能都	938	6	0.64
	七尾	785	9	1.15
	計	3,703	37	1.00
3歳	すず	208	2	0.96
	能都	677	6	0.89
	七尾	493	4	0.81
	計	1,378	12	0.87

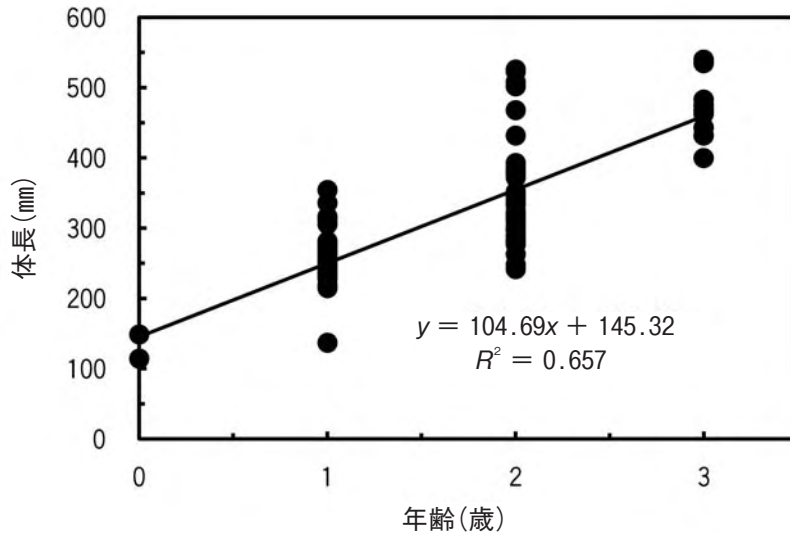


図2 マダラ再捕魚の年齢と体長の関係

混入率は、当歳魚と1歳再捕魚ではすずの0.20% および0.75% で、2歳魚はすずで0.80%、能都以0.64%、七尾で、1.15%、3歳魚はすずで0.96%、能都以0.89%、七尾で0.81%であった(表2)。

再捕魚の平均体長は当歳で131mm、1歳で255mm、2歳で343mm、3歳で475mmとなり、再捕魚の年齢と体長の間には有意な正の相関 ( $p < 0.01$ ) が見られた(図2)。

## 考 察

当歳および1歳の再捕魚がすずからのみ得られたのは、このサイズのマダラが漁獲される漁法がすずの底曳網だけであることを反映したためと考えられた。2歳以降は刺網および延縄で漁獲されるため、能都および七尾からも再捕魚が得られたと考えられた。

秋田県沖での天然マダラの成長は1歳で180mm、2歳で323mm、3歳で444mmとされている<sup>5)</sup>。今回、能登半島東岸で放流したマダラの成長はこれよりも速かった。魚類全般に言われているが、マダラの成長も緯度による水温差や索餌期の長さに強く影響されるとされており<sup>6)</sup>、今後知見の少ない当海域における本種の回遊、摂餌、成長過程を明らかにすることが放流効果調査の基礎データとして重要であると考えられる。

今回の調査によって2006年放流種苗が4年間で100尾漁獲され、さらに年齢解析により年齢別の混入率が明らかとなった。しかし、放流効果を精度高く推定するには、①対象市場におけるマダラ全漁獲物の年齢別漁獲尾数の推定、②①および年齢別混入率からの対

象市場における放流魚再捕尾数の推定、③回収率(再捕尾数/放流尾数)の算出、④費用対効果の算出などを実施していく必要がある。今後も本調査を継続し、マダラの放流技術開発について評価・検討していくことが必要だと考える。

## 文 献

- 1) 森岡泰三・山本和久・堀田和夫・大槻観三(1998) 石川県能登島沖に放流されたマダラ人工種苗の成長と移動. 栽培技研, 27, 11-26.
- 2) 手塚信弘・荒井大介・小磯雅彦・友田 努・島 康洋(2008) 七尾公設市場の記録から推定したマダラの水揚げ量と産卵期. 栽培漁業センター技報, 8, 48-51.
- 3) 手塚信弘・荒井大介・小磯雅彦・友田 努・島 康洋(2008) マダラの市場調査で得られた知見-1 銘柄別の体重-体長等の各種関係式について. 栽培漁業センター技報, 7, 44-47.
- 4) 手塚信弘(2008) マダラは近場で大きくなる~1歳標識魚の再捕報告から~. 日本海リサーチ&トピックス, 3, 12-13.
- 5) 柴田 理(1994) 地先資源漁場形成要因研究事業(マダラの生態と資源に関する研究). 平成5年度 秋田県水産振興センター事業報告書, 103-111.
- 6) 服部 努・桜井泰憲・島崎健二(1992) マダラの耳石薄片法による年齢査定と成長様式. 日水誌, 58, 1203-1210.

## 長崎魚市場資料からみたクエの漁獲傾向

中川雅弘・本藤 靖・堀田卓朗・吉田一範・服部圭太  
(五島栽培漁業センター)

クエ *Epinephelus bruneus* は、スズキ目ハタ科に属し、全長1m、体重30kgを超える大型の魚類である。本種は九州、四国、沖縄などの南日本から南シナ海に分布し、沿岸の岩礁域に生息する<sup>1)</sup>。また、本種の主要な産地は九州地方であり、主に一本釣りや延縄などで漁獲されている<sup>2)</sup>。この地方ではクエはアラとも呼ばれ、白身で美味であるためクエ鍋に代表されるように冬場の味覚として需要が高く、市場では5,000～10,000円/kgの価格で取引される高級魚である。このようなことから、九州地方では本種の資源増大のために種苗放流を望む声大きい。しかし、栽培漁業の事業化を計画するにあたって重要な情報である漁獲量や水揚げ単価などの漁業実態は十分には調査されていない。

このような中で、齋藤ら<sup>2)</sup>は長崎県内の3つの漁協と長崎県地方卸売市場（以下、長崎魚市場）でクエの水揚げに関する聞き取り調査を実施し、漁獲情報を収集した。その結果、長崎県五島列島周辺海域で漁獲されたクエの多くが長崎魚市場に水揚げされることが明らかになった。従って、長崎魚市場における漁獲傾向を明らかにすることは、九州地方のクエの漁獲実態を把握する上で非常に重要であると考えられる。

これらのことから、本研究では、2001年1月から2008年12月までの8年間に長崎魚市場へ水揚げされたクエの重量、金額、単価の年変動および月変動を長崎

魚市場の市場台帳に基づいて調査した。

### 材料と方法

**調査データ** 長崎魚市場では、水揚げされたクエの約90%が活魚で扱われている<sup>2)</sup>。また、水揚げされたクエは1～数尾ごとに競りにかけられ、100g単位で重量が計量される。このため市場台帳には、競りごとに尾数、重量および金額が記録されている。本研究では、活魚で水揚げされたクエを対象に、2001年1月から2008年12月までの記録をデータとして用いた。

**データの集計** 資料に記録されたデータにおいて、月別および年別に水揚げ重量および金額を集計した。また、集計されたデータを基に、1kgあたりおよび1尾あたりの平均単価を算出した。2007年の記録では水揚げ全体の97.9%のクエが1尾ずつ計量されていたため、このことを利用して月別に体重の頻度分布を計算した。

### 結 果

**水揚げ量および水揚げ金額の推移** 水揚げ重量では2001～2003年の3年間はおおよそ10t前後で安定していたものの、2004年以降増加傾向となっていた（表1）。特に、2006年以降は増加率が高くなっており、2007年

表1 長崎魚市場に水揚げされたクエの尾数、重量、金額および単価

年	水揚げ量			単価		1尾あたりの体重 (kg/尾)
	尾数 (尾)	重量 (kg)	金額 (千円)	円/kg	円/尾	
2001	2,571	9,821	60,034	6,113	23,350	3.82
2002	2,317	9,914	62,631	6,317	27,031	4.28
2003	1,526	8,971	49,982	5,572	32,754	5.88
2004	3,561	17,955	89,623	4,992	25,168	5.04
2005	3,336	15,839	96,065	6,065	28,796	4.75
2006	4,906	28,486	182,618	6,411	37,223	5.81
2007	7,300	43,644	257,968	5,911	35,338	5.98
2008	7,090	46,844	284,798	6,080	40,169	6.61
合計(平均)	32,607	181,474	1,083,719	(5,972)	(33,236)	(5.57)

および2008年の水揚げ量は調査当初の約5倍の40トンに達していた。水揚げ金額および水揚げ尾数も水揚げ量と同様の傾向を示したが、2003年はそれまでの2年間に比べて比較的水揚げ尾数が少なかった。

年ごとに月別の水揚げ重量を集計し、それぞれの年において各月が占める割合を算出した結果、各年とも9月から水揚げ重量が顕著に増加し、12月にピークに達した(図1)。9~12月の4カ月間で1年間に水揚げされた量の76.4%を占めていた。1月以降8月まで

は、水揚げ量の割合はそれぞれ5%以下の低い値であった。

**単価の推移** 1kgあたりの単価は、調査期間中では2004年の4,992円が最も低く、2006年の6,411円が最も高くなっており、調査期間全体では5,972円であった(表1)。単価の経年的な変化に一定の傾向は見られず、全体として比較的安定していた。

また、月別の1kgあたりの水揚げ単価は12~3月が比較的高く、6,000~10,000円であった(図2)。

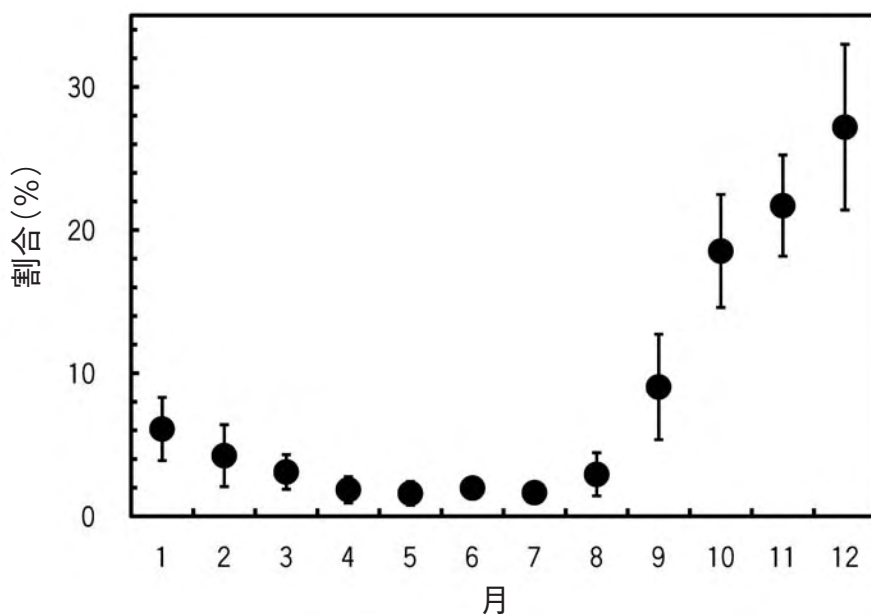


図1 長崎魚市場における月別のクエ水揚げ重量の割合

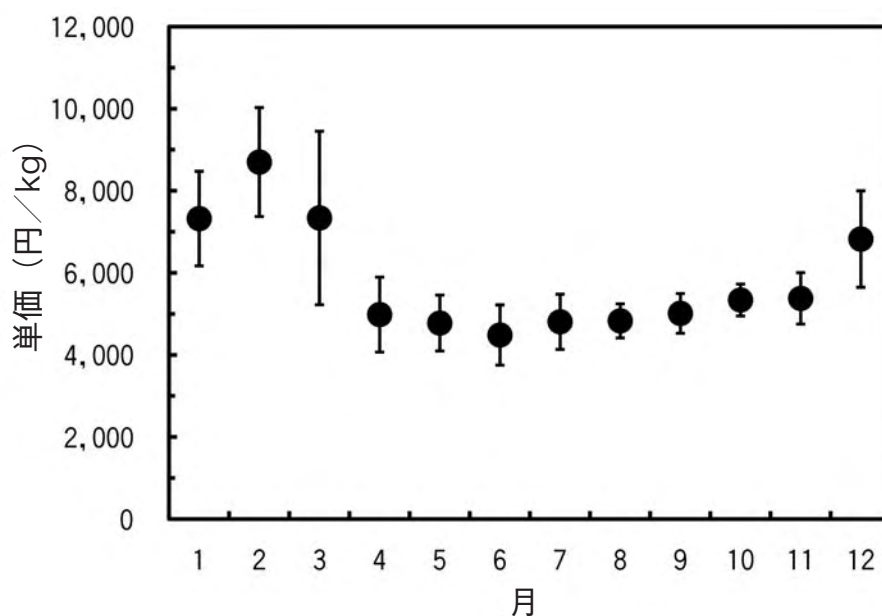


図2 長崎魚市場におけるクエの月別の水揚げ単価

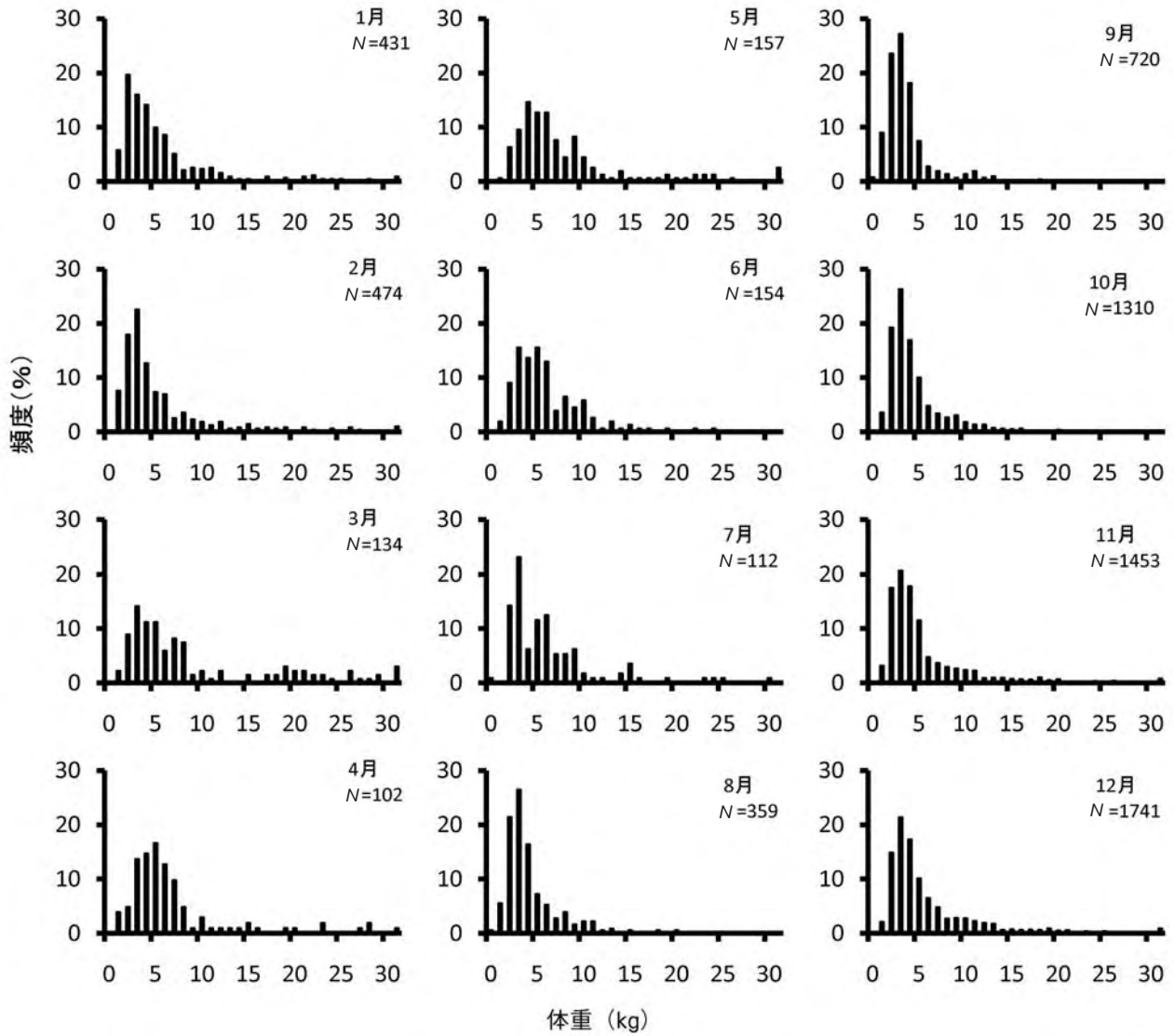


図3 長崎魚市場に水揚げされたクエの体重別の頻度 (2007)



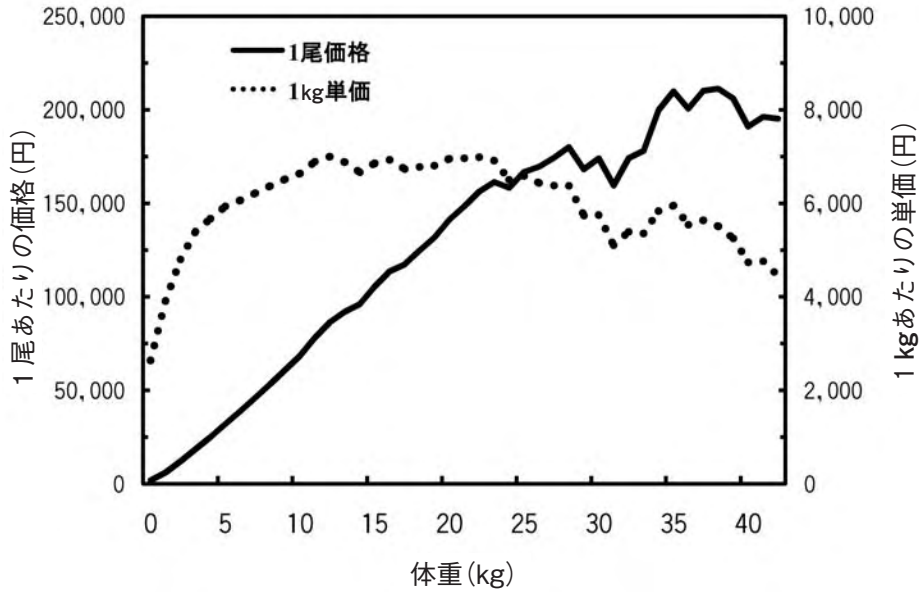


図4 長崎魚市場におけるクエの体重階級別の単価

**体重階級別の頻度** 2007年に水揚げされたクエについて、体重を1kg間隔の階級に分け、月ごとの頻度分布を算出した結果、各月ともに8kgの階級までの個体が全体の概ね80%を占めていた。全体を通して最も頻度が高かったのは3kgの階級であった(図3)。

**体重階級ごとの1kgあたりの単価および1尾あたりの価格** 2001年1月から2008年12月までの間に1尾ずつ計量されていた25,302尾のデータに基づき、1kg毎の各体重階級における1kgあたりの単価と1尾あたりの価格を算出した。その結果、体重階級ごとの1kgあたりの単価の平均は13kg階級付近までは体重の増加とともに上昇し、それ以上の階級では緩やかに減少した(図4)。また、単価の上昇は5kg階級までは顕著であり、6kg階級以降は緩やかであった。

一方、体重階級ごとの1尾あたりの価格の平均は、25kg階級まで直線的に増加し、その後は緩やかな増加傾向を示した。1尾あたり10万円台を示すのは15kg階級以上、20万円台を示すのは35kg階級以上であった(図4)。

## 考 察

本研究における2001~2008年までの水揚げ重量、尾数および金額について、いずれも2003年までは比較的安定して推移していたものの、2004年以降増加傾向となり、2006年以降は増加率が高くなっていた(表1)。2000年以前のデータについては今回得ることができなかったが、岸川<sup>3)</sup>によると1990年代の長崎魚市場に水

揚げされたクエ活魚の水揚げ重量は13~18トンの範囲である。本調査期間中における2001~2005年の水揚げ重量は9~18トンであるため(表1)、1990年代から2005年までの15年間のクエの水揚げ量は、概ね10~20トンの間で推移していたことが推測できる。また、2006年以降の水揚げ量の急激な増加については、この頃よりクエを漁獲対象とした延縄漁業の新規参入者が急激に増加していることが聞き取り調査で示されつつある。従って、2001~2008年の間にみられた水揚げ尾数、重量および金額、水揚げされた個体重の増加は、クエの漁獲を強化したことが影響している可能性が考えられる。

クエの水揚げ全体に占める割合が多いのは9月~12月であり、この4カ月間で1年間に水揚げされる76.4%を占めた(図1)。この期間はクエの延縄の漁期と重なるため<sup>2)</sup>、水揚げ量の増加は、この漁法で漁獲されるクエの影響を強く受けると考える。一方、各月の体重組成をみると、概ね8kg階級までが全体の80%を占めた(図3)。しかし、1kgあたりの単価の変動をみると、12月~翌年の3月までは6,828~8,704円/kgの比較的高い単価を示したが、それ以外の月では4,490~5,384円/kgであり(図4)、その差は1.5倍である。体重階級が同じでも水揚げ時期によって1kgあたりの単価の変動が大きいことがわかった。また、1尾あたりの価格についても、1kg階級では6,069円、2kg階級では11,883円、以降25kg階級まで直線的に価格が増加し、1尾あたり10~20万円以上の価格を示すクエも認められた(図4)。本種はクエ鍋

に代表されるように冬場の食材として需要が高まるため、冬場の単価が上昇する。クエの延縄漁業の漁期はそれに合わせる形で、各地区で冬場に設定されているため、結果として冬場の水揚げ量が増加すると考える。一方、単価の上昇時期と水揚げ量の増加時期に数カ月のずれが見られるが、これは需要がまだある1～2月に延縄漁業者が他の漁法へ変更するためクエの供給量が減少し単価が高くなると考える。

今回は長崎魚市場に水揚げされたクエの漁獲傾向を示したが、長崎周辺海域で漁獲されたクエは、福岡魚市場や佐世保魚市場に水揚げされることもわかりつつある。今後、これらの魚市場についても調査を行い、長崎県周辺海域全体のクエの水揚げ量などを把握する

ことが、クエの栽培漁業の事業化を計画するためにも重要な課題であると考ええる。

## 文 献

- 1) 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫(1984)日本産魚類大図鑑. 東海大学出版, 東京, 129p.
- 2) 齋藤貴行・本藤 靖・服部圭太(2005)長崎県内におけるクエの漁業実態と流通について. 栽培漁業センター技報, 4, 56-60.
- 3) 岸川康幸(2006)天然活クエの長崎魚市ブランド育成. 日水誌, 72, 483.