

養成環境下におけるズワイガニ雌ガニの生残、産卵、ふ化に及ぼす水温の影響およびふ化幼生の質の判定の試み

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-04-24
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 森田, 哲男
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014559

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



養成環境下におけるズワイガニ雌ガニの生残, 産卵, ふ化に及ぼす水温の影響およびふ化幼生の質の判定の試み

森田 哲男^{*1}

Effects of water temperature on survival, spawning and hatching in adult female snow crab, *Chionoecetes opilio*, under laboratory conditions, and a trial to determine larval quality

Tetsuo MORITA

Ovigerous females of the snow crab, *Chionoecetes opilio*, caught from the Japan Sea were kept in the tanks in which temperature was regulated at 1, 3, 5, and 7°C for five months or two years. The time of larva release, numbers of newly hatched larvae, spawning rates of females, as well as survival rates of females and larval quality were recorded. As a result, it was seen that there was no difference in spawning and survival rates of females upon the first larva release, but numbers of newly hatched larvae decreased at 5°C or more. Spawning rates, survival rates and larval quality decreased with increasing temperature at 5°C or more upon the second and third larva release, and markedly decreasing size and numbers of the newly hatched larvae became apparent.

On the other hand, there was a relationship between survival rates up to the second zoeal stage, and body size (rostral-dorsal spine distance) of newly hatched larvae or mortality rates of larvae until day 6 under non-feeding conditions. This result suggests that body size and mortality rate of larvae until day 6 under non-feeding conditions may be used as a practical indicator of the quality of snow crab larvae.

2005 年 5 月 23 日受理

ズワイガニ *Chionoecetes opilio* はクモガニ科の大型カニ類で, グリーンランド西岸域から北米メイン州沿岸, ベーリング海, アリューシャン列島, 日本海, 朝鮮半島東海岸まで広く分布する¹⁾ 重要な漁業資源である。本種は日本近海では水深 200~450 m に生息し²⁾, 水深から推察した生息域の水温は 1~2°C 程度とされている。漁獲量は 1968~1972 年までは 4.2~6.2 万トンのレベルで推移したが, その後乱獲等により減少し, 1982 年には 1 万トン以下となった³⁾。そこで, 1967 年から 1989 年にかけて, 日本海に面した数県で資源増殖を目的とした種苗生産の技術開発が行われたが^{4, 5)}, 飼育の難しさから安定した種苗生産に成功した事例はほとんどない。さらに, 本種のふ化ピークは 2~3 月の 1 週間程度に限られ⁶⁾, しかもふ化から稚ガニまでの飼育期間が約 2~3 カ月^{7, 8)}と長期にわたり, 毎年、ふ化時期に飼育実験を繰り返し実施できないことが, 技術開発が進まない一因となって

いる。

水産総合研究センター小浜栽培漁業センター(以下, 小浜栽培漁業センター)は 1984 年から本種の種苗生産技術開発を実施しており⁷⁾, 種苗生産試験へふ化幼生を天然抱卵雌ガニより早期に供給し, 1 年間に複数回飼育実験を行うことを目的に, ふ化終了後の天然雌ガニをやや高温の 3°C 海水で 1~2 年養成し, 1 年間にふ化幼生を得られる期間を長期化させている⁹⁾。しかし, ズワイガニ雌ガニの養成水温について比較検討し, 適正養成水温の範囲を明らかにした研究事例はない。

そこで, 本研究では, 1~7°C の範囲で数段階に調整した水温で雌ガニを長期間養成して, その生残, 産卵およびふ化状況を調べた。また, 雌ガニの養成試験で得られたふ化幼生の質(活力)を評価する基準を模索するため, ふ化幼生の背額棘間長等を測定するとともに, 飢餓耐性試験(無給餌飼育)を実施した。

^{*1} 独立行政法人水産総合研究センター小浜栽培漁業センター 〒917-0117 福井県小浜市泊 26 号 (Fisheries Research Agency, Obama Station, National Center for stock Enhancement, Obama, Fukui 917-0117, Japan).

材料と方法

1. ふ化幼生の質の判定

雌ガニの入手と養成 供試した雌ガニは2000年から2001年にかけて福井県越前町漁業協同組合および石川県西海漁業協同組合（現、石川とぎ漁業協同組合）に水揚げされたもので、900 l 断熱水槽（縦1.8 m×横0.8 m×高0.6 m）に70尾/槽以下になるよう収容した。水槽は外部の光を完全に遮断した屋内に設置し、照明は昼間（原則的に9時から17時）のみ蛍光灯により行ったが、水槽上面は発泡スチロール製平板で覆って遮光しているため、給餌や観察以外には直接光の照射はなかった。養成は紫外線殺菌装置（照射量：30,000 $\mu\text{W}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ 以上）を組み込んだ循環ろ過冷却方式で行い、1日当たり総水量の約10%を新鮮海水で交換した。養成水温は3~7℃に調整した。餌料には冷凍アサリ（中華人民共和国大連産）、または、これに水深200 m付近から籠網により採取し、冷凍保存しておいたクモヒトデ類やエビジャコ類を一定量添加して、週に2回の程度に残餌が出る頻度で与えた。

供試幼生 試験は2001年から2002年にかけて小浜栽培漁業センターで実施した。幼生は雌ガニを養成している水槽のオーバーフロー口に設置したプランクトンネット（目合い150 μl 、容量約30 l）で採集した。

幼生の質の判定方法の検討 ふ化は2001年9月20日~2002年3月30日までの間に191回みられ、そのうち無作為の17回について、ふ化ゾエアの乾燥重量および背棘と額棘間の長さ（背額棘間長）を測定した。また、ふ化幼生を無給餌で飼育し、魚類およびカニ類のふ化幼生の飢餓耐性を評価する指標に用いられている¹⁰⁻¹²無給餌生残指数（Survival Activity Index: SAI）を求めた。各指標の測定方法は以下のとおりである。

乾燥重量：幼生を50尾抽出し、60℃で24時間乾燥後に重量を計測した。各ロットについて測定の繰返し数を3回とし、結果は平均で示した。

背額棘間長：幼生を30尾抽出し、万能投影機を用いて10倍に拡大して背棘と額棘先端間の長さを計測し、平均値を求めた。

SAI：ふ化幼生30尾を水温12℃の1 L ビーカーに直接収容し、無給餌下で飼育した。飼育期間中には毎日生残個体と死亡個体を計数し、新聞ら¹⁰に従い次式によりSAIを求めた。飼育は各ロットについて3例行い、SAIはその平均値で示した。

$$\text{SAI} = \sum_{i=1}^k (N - hi) \times i / N$$

ここで、 N は幼生数、 hi は i 日目の死亡幼生累積尾数、 k は生残尾数が0となった日を示す。

一定期間（ i 日目）までの死亡率：SAIを求めた幼生群について、次式より飼育開始 i 日目までの死亡率を算出

し、 i 日目までの死亡率とした。

$$i \text{ 日目までの死亡率} = hi / N \times 100$$

幼生の給餌飼育：SAIを求めた無給餌飼育と同じ飼育容器3個にそれぞれ30尾のふ化幼生を収容し、第2齢ゾエアに脱皮するまで飼育を行った。飼育水は12℃に調温し、毎日ピペットを用いて新鮮な海水を入れた飼育容器に移し変えた。餌料として、L型ワムシを2個/ml、アルテミアを0.5個/mlの基準で給餌した。第2齢ゾエアまでの生残率は3水槽の平均値で示した。

これらの各指標と、同時に行った同一環境条件下での給餌飼育における第2齢ゾエアへの脱皮直後までの生残率との関係を調査することによって、これらが幼生の質の判定指標となり得るか検討した。

2. 3, 5, 7℃による適正養成水温の検討（養成試験1）

試験区の設定 試験は1999年から2002年に小浜栽培漁業センターで実施した。試験区として、養成水温を3℃、5℃、7℃とする区を設定し、2年間養成した。各試験区には順に41尾、41尾、40尾の天然抱卵雌ガニを供試した。

供試雌ガニ 供試した雌ガニは1999年12月29日に西海漁業協同組合に水揚げされた個体の中から、胚発生が進み、ふ化が近いと判断された122尾を入手した。雌ガニは水温1℃に調整した海水を入れた1 k l 容器に収容し、自動車を用いて同センターまで5時間かけて輸送した。

養成方法 入手した雌ガニは甲長を1 mmの単位で測定し、400 l 断熱水槽（縦1.8 m×横0.8 m×高0.3 m）3槽に収容した。養成水温の平均値（範囲）は、3℃、5℃、7℃区の順に3.6℃（2.8~6.5℃）、5.3℃（3.1~8.8℃）、7.4℃（4.1~9.6℃）であった。餌料は中国産冷凍アサリを週2回の頻度で残餌が出る程度与えた。その他の養成方法はふ化幼生の質の判定試験における雌ガニの養成に準じた。雌ガニの養成は、水槽内で3回目のふ化終了1週間後まで行った。養成期間中は週に2回の頻度で、雌ガニの生死を確認した。ふ化幼生は各水槽のオーバーフロー口に設置したプランクトンネットで回収した。幼生の計数は容量法で原則的に毎朝10時前後に実施した。雌ガニ1尾当たりのふ化幼生数は、養成期間中にふ化した幼生の総尾数を、養成雌ガニ尾数で除して求めた。ただし、ふ化前に死亡した個体は養成雌ガニ尾数に含めなかった。雌ガニはふ化後ほぼ1週間以内に再抱卵することから（未発表）、雌ガニ群のふ化終了1週間後に全個体の産卵状況を観察し、産卵個体の割合（産卵率、%）を求めた。

評価方法 雌ガニの生残率、産卵率、幼生のふ化期間とふ化幼生数を養成水温の評価指標として用い、各項目について測定した。養成環境下における2回目のふ化では、幼生のふ化後6日目までの死亡率（以下、初期死亡率、別項定義）、背額棘間長、乾燥重量も指標として測定した。危険区間の有意差の検定には分散分析と多重比較を用い、危険率を5%とした。

3. 1, 3, 5℃による適正養成水温の検討（養成試験2）

試験区の設定 試験は2001年から2002年に小浜栽培漁業センターで実施した。試験区として、養成水温を1℃, 3℃, 5℃に調整する区を設定し、ふ化終了1週間後まで養成した。各試験区には順に30尾, 30尾, 29尾の天然抱卵雌ガニを供試した。

供試雌ガニ 供試した雌ガニは2001年12月13日と21日に越前町漁業協同組合に水揚げされた個体の中から、胚発生が進み、ふ化が近いと判断された89尾を入手した。雌ガニは前述の容器に収容し、2時間かけて輸送した。

養成方法 入手した雌ガニは甲長を1mmの単位で測定し、前述と同様の400l断熱水槽3槽に収容した。養成方法は養成試験1に準じた。養成水温の平均値（範囲）は、1℃, 3℃, 5℃区の順に1.1℃（0.3～3.9℃）、3.2℃（2.3～3.6℃）、5.6℃（4.7～6.7℃）であった。養成水温の評価指標は養成試験2と同様に観察、測定した。

結 果

1. ふ化幼生の質の判定

無給餌飼育と給餌飼育における生残状況を図1に示し

た。無給餌飼育における生残率は、飼育開始直後から直線的に減少するものから、給餌飼育において第2齢ゾエアが出現する時期から急激に低下するものまで、異なるパターンを示した。次に、給餌飼育における第2齢ゾエアまでの生残率(y)とSAI(x_1)、乾燥重量(x_2)および背額棘間長(x_3)の関係を図2に示した。生残率は25.0～90.9%, SAIは89.2～315.8, 乾燥重量は0.07～0.15 mg, 背額棘間長は4.62～5.25 mmの範囲にあった。生残率は、各評価指標値が増加するにともない、直線的に増加する傾向を示し、各関係に直線回帰式を適用した相関係数は、ふ化幼生の乾燥重量および背額棘間長の場合に比較的高い値を示した（図2）。

次に、同様に第2齢ゾエア生残率と*i*日目までの死亡率(x_4)の関係を直線回帰式を適用した結果、表1の回帰式が得られ、6日目までの死亡率との相関係数が最も高い値を示した（図2）。そのため、最も第2齢ゾエアまでの生残率と相関が強かった6日目までの死亡率を初期死亡率と定義した。

2. 養成試験1

ふ化、生残および産卵結果の概要を表2、ふ化状況を図3に示した。

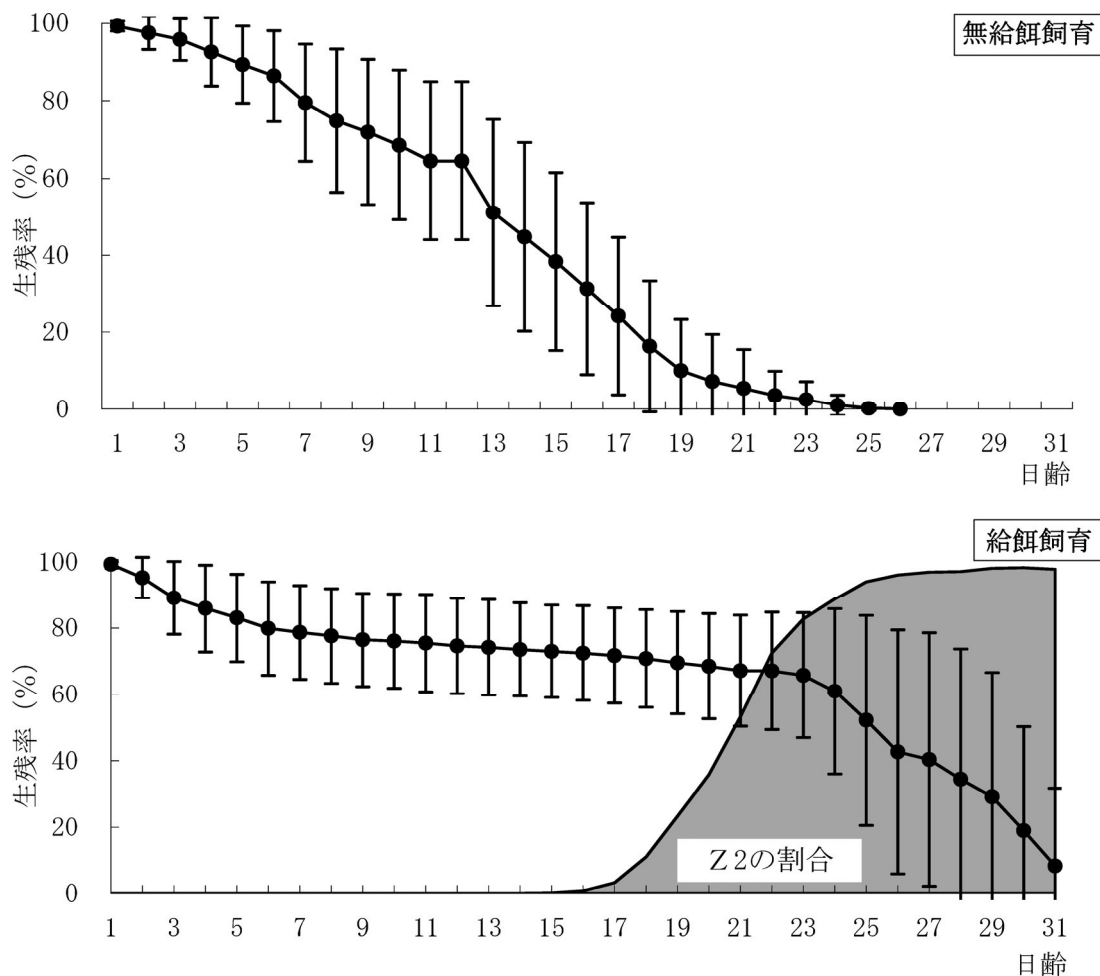


図1. 無給餌飼育と第2齢ゾエア (Z2) までの給餌飼育における生残状況

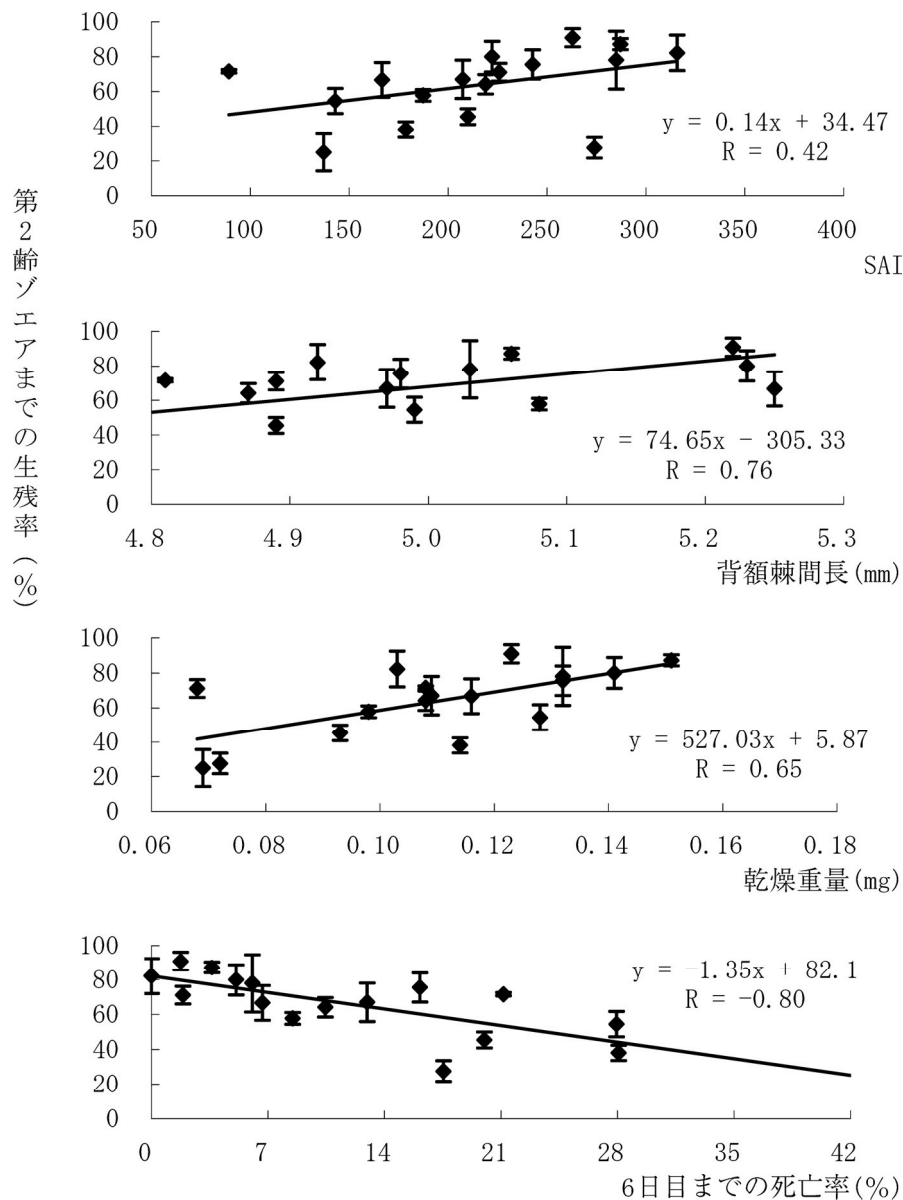


図2. 幼生の SAI, 背額棘間長, 乾燥重量, ふ化後6日目までの死亡率と第2齢ゾエアまでの生残率の関係

天然抱卵雌ガニ（以下、天然抱卵群）の養成環境下における1回目のふ化終了までの生残率は、全試験区で100%であったが、翌年の2回目のふ化終了までは3℃、5℃、7℃区に順に75.6%、58.5%、55.0%、3回目のふ化終了までは51.2%、29.3%、19.5%であった。天然抱卵群の1回目ふ化終了後の産卵率は、全試験区100%であったが、2回目ふ化終了後は順に100%、57.7%、5.3%、翌々年の3回目ふ化終了後は3℃、7℃区に順に52.4%、14.3%であった。なお、3回目ふ化終了後の5℃区では試験終了直前の事故により抱卵雌ガニが死亡した。

第1回目の天然抱卵群におけるふ化開始時期は水温により大差なかったが、ふ化期間は水温が高くなるほど短くなった。また、7℃区におけるふ化幼生の目視観察では、活力がなく、沈降する個体が多かった。ふ化のピークは3℃、5℃、7℃区に順に概ね2月下旬、2月初旬～中旬、1月下旬～2月初旬であり、雌ガニ1尾当たりのふ化

幼生数は順に6.7万尾、6.2万尾、5.0万尾であった（表2）。2回目のふ化開始時期は水温が高くなるほど早くなり、1尾当たりのふ化幼生数は3℃、5℃、7℃区に順に7.5万尾、6.5万尾、4.7万尾であった。

ふ化幼生の背額棘間長は、養成水温が高くなるにつれて順に5.09 mm、4.97 mm、4.66 mm、乾燥重量は0.111 mg、0.107 mg、0.088 mg、初期死亡率は2.8%、4.0%、32.6%であった（表3）。いずれも3℃、5℃区は7℃区に対して有意な差が認められ、背額棘間長の3℃区と5℃区にも有意な差が認められた。3回目のふ化開始時期は3℃区で最も早く、7℃区は1日ふ化が認められたにすぎなかった。1尾当たりのふ化幼生数は3℃、7℃区に順に2.8万尾、25万尾であった。

3. 養成試験2

ふ化、生残、産卵および幼生の質の判定結果の概要を

表 4, ふ化状況を図 4 に示した。

生残率は 1℃, 3℃, 5℃ 区の順に 100%, 100%, 93.1%, 産卵率は順に 96.7%, 100%, 86.2% であった。ふ化開始時期は水温が高くなるほど早くなり, ふ化期間は 3℃ 区が最も短かった。ふ化ピークは順に概ね 3 月下旬, 2 月下旬, 2 月上旬であり, 1 尾当たりのふ化幼生数は順に 8.2 万尾, 8.5 万尾, 6.4 万尾であった。ふ化幼生の背額棘間長は順に 5.17 mm, 5.20 mm, 4.93 mm, 乾燥重量は

表 1. 幼生の i 日目までの死亡率と第 2 齢ゾエアまでの生残率における回帰直線の係数と相関係数

i	傾き	切片	相関係数
1	0.0	72.0	-0.71
2	-3.4	72.0	-0.73
3	-2.5	74.2	-0.68
4	-1.5	74.6	-0.66
5	-1.5	79.3	-0.74
6	-1.4	82.1	-0.80
7	-0.8	80.8	-0.63
8	-0.6	79.7	-0.59
9	-0.6	79.6	-0.53
10	-0.5	79.3	-0.48
11	-0.4	79.5	-0.46
12	-0.4	79.5	-0.46
13	-0.4	82.0	-0.46
14	-0.3	82.3	-0.42
15	-0.4	86.3	-0.43
16	-0.4	89.9	-0.43
17	-0.3	89.2	-0.35
18	-0.4	100.4	-0.38
19	-0.5	109.6	-0.34
20	-0.6	116.6	-0.35
21	-0.7	127.0	-0.34
22	-1.0	158.8	-0.31
23	-2.0	257.9	-0.47
24	-3.1	373.5	-0.42
25	-12.4	1298.4	-0.40

0.106 mg, 0.105 mg, 0.101 mg, 初期死亡率は 5.1%, 5.1%, 11.7% であった。いずれも 1℃ 区と 3℃ 区には有意差が認められなかったが, 1℃ 区と 5℃ 区, 3℃ 区と 5℃ 区には有意差が認められた。

考 察

ふ化幼生の質の判定 暖水性甲殻類におけるふ化幼生の質の判定は, アミメノコギリガザミ¹³⁻¹⁵⁾ やアサヒガニ¹²⁾ などで, SAI, 乾燥重量, 背額棘間長等を指標に用いて試みられてきた。しかし, 冷水性甲殻類については, これまでふ化幼生の質の判定を試みた事例はない。本研究では, ズワイガニふ化幼生の質を判定する試みとして, 給餌飼育における第 2 齢ゾエアまでの生残率と SAI, ふ化幼生の乾燥重量および背額棘間長の関係を調べた。その結果, 生残率と SAI の間には正の相関関係は認められたものの, 相関係数は低かった。また, SAI を算出するまでに 3~4 週間も要すことから, SAI はズワイガニふ化幼生の質の判定指標として適していないものと考えられた。一方, 生残率と乾燥重量, 背額棘間長および一定期間までの死亡率の間には比較的高い相関係数が得られた。特に初期死亡率とした 6 日目までの死亡率との相関係数が高かった。

以上の結果から, 初期死亡率の高い幼生および乾燥重量, 背額棘間長の小さい幼生を種苗生産試験に用いることは好ましくないと考えることができる。しかし, 乾燥重量および背額棘間長の測定は簡便であるが, 初期死亡率の測定には 7 日間必要であり簡便な手法とは必ずしもいえない。そのため, ふ化幼生の質は, まず簡便な背額棘間長により大まかに判断して極端に小さい幼生群を除去し, 最終的には初期死亡率で評価すべきであると考え

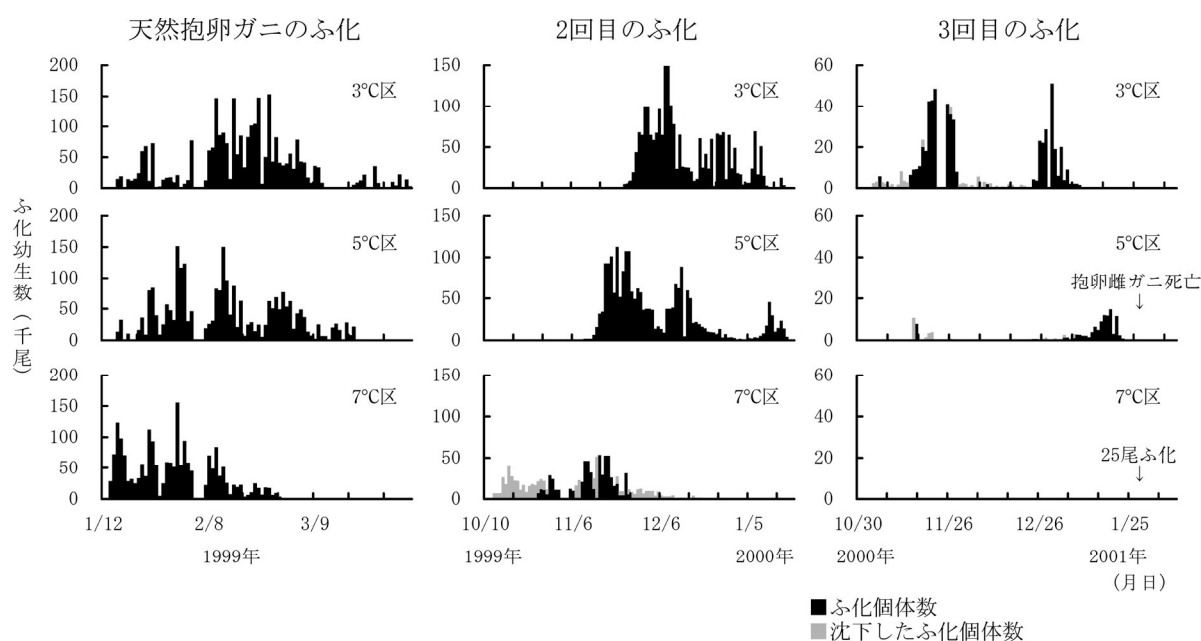


図 3. 養成試験 1 における各水温区のふ化状況

表 2. 養成試験 1 におけるふ化、生残および産卵結果の概要

試験区名	供試尾数 (尾)	平均甲幅 標準偏差 (mm)	平均水温 (範囲) (℃)	ふ化 (天然抱卵)			ふ化 (2 回目)			ふ化 (3 回目)			生残率 (%)	産卵率 (%)	
				ふ化期間 (月日)	幼生数*1 (万尾)	生残率 (%)	ふ化期間 (月日)	幼生数*1 (万尾)	生残率 (%)	ふ化期間 (月日)	尾数*1 (万尾)	生残率 (%)			産卵率 (%)
3℃ 区	41	67.8±3.5	3.6 (2.8~6.5)	1.13~4.6	275.4 (6.7)	100	100	11.23~2.10	233.2 (7.5)	75.6	100	10.31~2.8	59.7 (2.8)	51.2	52.4
5℃ 区	41	67.6±4.5	5.3 (3.1~8.8)	1.14~3.21	253.4 (6.2)	100	100	10.21~2.5	215.3 (6.5)	58.5	57.7	11.18~1.24	13.3 (*2)	29.3	*2
7℃ 区	40	67.9±2.3	7.4 (4.1~9.6)	1.13~3.13	201.4 (5.0)	100	100	10.11~1.23	113.4 (4.7)	55.0	5.3	1.27	25 尾 (0.0)	19.5	14.3

*1 ふ化幼生数の下の () は、ふ化の成功した雌ガニ 1 尾当たりのふ化幼生数を示している

*2 ふ化終了前に死亡個体があったため算出していない

表 3. 養成試験 1 の 2 回目のふ化におけるふ化幼生の質の判定結果の概要

試験区名	棘間長 (mm)	乾燥重量 (mg)	初期死亡率 (%)
3°C 区	5.09*5, 7 (17)	0.111*7 (15)	2.8*7 (30)
5°C 区	4.97*3, 7 (21)	0.107*7 (20)	4.0*7 (40)
7°C 区	4.66*3, 5 (23)	0.088*3 (22)	32.6*3 (44)

() は、測定回数を示している

*3: 3°C 区に対して有意差あり

*5: 5°C 区に対して有意差あり

*7: 7°C 区に対して有意差あり

られる。

雌ガニの養成水温 天然海でのズワイガニ雌ガニの生息水温について記載した事例は少なく、小林が島根県沖合におけるズワイガニ保護礁と底生生物群集を潜水艇で観察した際に¹⁶⁾、調査海域の水温として 1.4~1.5°C 以下であったと記載している程度である。しかしながら、日本海における本種抱卵雌の生息水深については 240~260 m 付近^{17, 18)} が中心であると考えられており、その水深から推して生息水温は 1~2°C 前後であると考えられる。そのため、当センターがこれまで養成水温として採用している 3°C は、天然生息水温より 1~2°C 前後高い温度となる。

天然抱卵群が養成環境下で初めて産卵するまでの期間

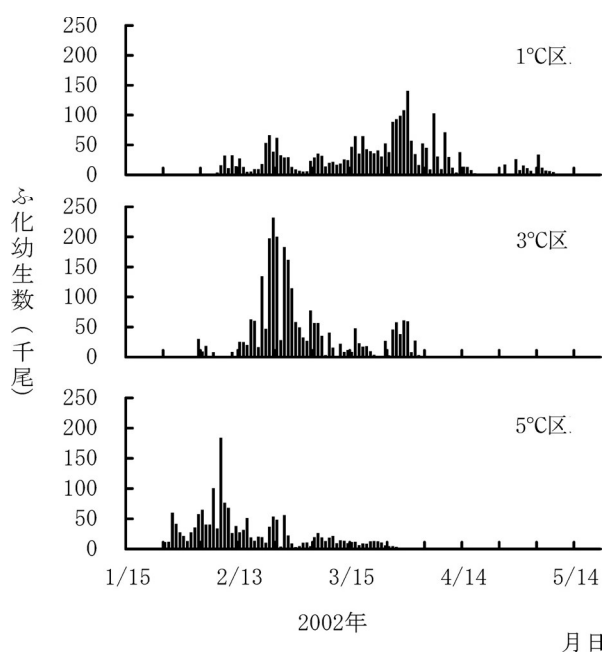


図 4. 養成試験 2 における各水温区でのふ化状況

では、養成試験 1, 2 の結果から判断すると、今回の養成水温の範囲 (1~7°C) では、雌ガニの生残率、産卵率に差はないと考えてよい。ふ化幼生数は、1°C 区と 3°C 区では差はないが、3°C 区に比較して、5°C 区、7°C 区では減少し、特にその傾向は高温の 7°C 区で強い。また、1°C 区と 3°C 区では幼生の乾燥重量、背額棘間長に有意差が認め

表 4. 養成試験 2 におけるふ化、生残、産卵および幼生の質の判定結果の概要

試験区名	試験尾数 (尾)	平均甲幅 標準偏差 (mm)	平均水温 (範囲) (°C)	幼生のふ化 (天然抱卵)		生残率 (%)	産卵率 (%)	幼生の質の判定		
				ふ化期間 (月日)	幼生数*1 (万尾)			棘間長 (mm)	乾燥重量 (mg)	初期死亡率 (%)
1°C 区	30	80.6±5.4	1.1 (0.3~3.9)	1.29~5.17	247.4 (8.2)	100	96.7	5.17* (31)	0.106* (26)	5.1* (66)
3°C 区	30	79.3±6.5	3.2 (2.3~3.6)	1.22~4.6	254.0 (8.5)	100	100	5.20* (23)	0.105* (24)	5.1* (49)
5°C 区	29	78.3±6.7	5.6 (4.7~6.7)	1.16~5.21	172.8 (6.4)	93.1	86.2	4.93 (23)	0.101 (24)	11.7 (58)

*1 ふ化幼生数の下の () は、ふ化の成功した雌ガニ 1 尾当たりのふ化幼生数を示している

*2 幼生の活力判定の下の () は、測定回数を示している

*: 5°C 区に対して有意差あり

られないのに対し、5℃区の乾燥重量、背額棘間長は1℃区および3℃区に比較して有意に低く、小型化した。

天然抱卵雌ガニをふ化が終了するまで5℃前後で養成した事例¹⁹⁻²⁴⁾は他機関でも多数あるが、生残率が著しく低下した事例はなく、高い産卵率も記録¹³⁾されており、短い期間であれば生残、産卵に影響を及ぼさないと考えられる。6~10℃で短期間養成した事例^{19, 20, 25)}についても生残率の低下は起きていないが、10℃前後では雌ガニの活力低下²⁴⁾、産卵率の減少²⁰⁾が報告されている。さらに田畑¹⁹⁾が14℃で養成した事例では、全個体が死亡している。一方、ふ化幼生数については、田畑¹⁹⁾、武田²⁰⁾が少数の雌ガニを用いて比較した事例があるが、水温が高いほど幼生数は減少し、乾燥重量、背額棘間長は低く、小型化するとしている。また、高橋²⁶⁾は4℃と10℃で養成した試験の結果から、高水温養成による抱卵数の減少と卵が腹肢から脱落する現象を報告している。これらの養成事例と今回の試験について総合的に評価すると、天然抱卵群を1回目のふ化が終了するまで養成する場合、養成水温の上限は7℃程度であり、その水温までは生残と産卵に悪影響はみられず、水温が高いほどふ化ピークは早期化される利点があるが、5℃以上ではふ化幼生数の減少や初期死亡率の増加、乾燥重量、背額棘間長が減少する。ただ、初期死亡率の増加やふ化幼生数の減少は5℃区では7℃区の2回目のふ化でみられたように顕著なものではない。

一方、1年以上養成を行った2~3回目のふ化終了までの生残率を養成試験1と比較すると、3℃区では75.6%と51.2%であるのに対して、5℃区と7℃区は、2回目では55.0%、58.5%、3回目では29.3%、19.5%であり、明らかに高水温により生残率が低下し、その傾向は養成期間が長くなるほど顕著であった。2回目のふ化終了までの産卵率についても同様に比較すると、3℃区では100%であったのに対して、5℃区と7℃区では57.7%、5.3%であり、水温が低いほど産卵率が高く、7℃では産卵させることが困難であることが分かる。また、2回目以降のふ化では、ふ化幼生数は水温の影響をより強く受け、7℃区では抱卵はするものの、3回目のふ化はほとんどみられないといってよい。さらに、高水温ほどふ化幼生の乾燥重量、背額棘間長の減少や初期死亡率の増加が見られた。さらに、沈下幼生個体の増加や初期死亡率が3℃区と比較して10倍以上となることから、質の低下が顕著であり、種苗生産にこれらの幼生を用いることは不可能と考えてよい。

これらのことから、ズワイガニ雌ガニの適正養成水温は、1回目のふ化終了までは1~5℃前後であるが、より健全な幼生を得るには1~3℃前後であり、2回目以降のふ化では3℃以下であると考えられる。また、1℃と3℃の養成では、ふ化幼生の質に差はないことから、ふ化の早期化や冷却コストの削減を考えると、3℃での養成が適していると考えられる。

謝 辞

雌ガニの養成にご協力いただいた独立行政法人水産総合研究センター小浜栽培漁業センター小金隆之技術開発員をはじめとする職員各位に厚くお礼申し上げます。さらに本論文を取りまとめるにあたり、ご校閲いただいた東京海洋大学海洋科学部濱崎活幸博士、独立行政法人水産総合研究センター小浜栽培漁業センター塩澤 聡場長に深謝する。また、雌ガニの入手にご協力頂いた、越前町漁業協同組合の濱田敬次郎氏、西海漁業協同組合（現、石川とき漁業協同組合）の瀬川浩之氏をはじめとする関係各位にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 三宅貞祥 (1983) 原色日本大型甲殻類図鑑 (II). 保育社, 大阪, 31 pp.
- 2) 青山恒雄 (1980) 底魚資源. 恒星社厚生閣, 東京, 237 pp.
- 3) 農林水産省統計情報部 (1966-2002) 漁業・養殖業生産統計年報.
- 4) 今 攸 (1981) ズワイガニの幼生飼育に関する現状と問題点. 栽培技研, 10, 125-136.
- 5) 田畑和男・益田恵一・原田和弘 (1989) ズワイガニ種苗生産試験. 平成元年度兵庫水試報, 124.
- 6) 福井県 (1992) “越前がに”の世界. 福井水試報, 18.
- 7) 松田泰嗣・鎌田 厚 (1974) ズワイガニ幼生の飼育における成長について. 兵庫水試事業報告, 14, 31-36.
- 8) 今 攸 (1970) ズワイガニに関する漁業生物学的研究—IV 飼育によるふ化幼生の浮遊期間の推定. 日水誌, 36, 219-224.
- 9) 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.
- 10) 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. 養殖研報, (2), 11-20.
- 11) 日本栽培漁業協会 (1996) シマアジおよびブリの親魚養成技術の開発に関する研究. 日裁協特別研究報告, 9号, 12-41.
- 12) 浜田和久・濱崎活幸・虫明敬一 (2001) アサヒガニふ化幼生の活力判定の試み. 水産増殖誌, 50, 79-84.
- 13) 日本栽培漁業協会 (1990) 成体の確保と採卵. アミメノコギリガザミ. 日裁協事業年報 (昭和63年度), 78-81.
- 14) 日本栽培漁業協会 (1991) 成体の確保と採卵. アミメノコギリガザミ. 日裁協事業年報 (平成元年度), 68-70.
- 15) 日本栽培漁業協会 (1993) 成体の確保と採卵. アミメノコギリガザミ. 日裁協事業年報 (平成3年度), 70-72.
- 16) 小林啓二・永井浩爾 (1991) 島根県沖合におけるズワイガニ保護礁と底生生物群集の観察. 海洋技術セ試験研究報告, 1991, 267-275.
- 17) 今 攸 (1980) ズワイガニ *Chionoecetes opili* (O. FABRICIUS) の生活史に関する研究. 新潟大学理学部附属佐渡臨海実験所特別報告第2集, 1-64.
- 18) 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, 22-33.

- 19) 田畑和男・益田恵一 (1991) 異なった水温で飼育されたズワイガニ雌ガニからのゾエア孵出状況. 兵庫水試研報, **29**, 69-72.
- 20) 武田雷介・田畑和男・原田和弘 (1991) 異なった飼育水温からのズワイガニ孵化幼生について. 兵庫水試研報, **30**, 11-16.
- 21) 福井県水産試験場 (1980) カニ類増殖技術開発試験研究報告書, 福井水試報告昭和 55 年第 7 号.
- 22) 福井県水産試験場 (1981) カニ類増殖技術開発試験研究報告書, 福井水試報告昭和 56 年第 17 号.
- 23) 野村 元・吉田敏泰 (1981) ズワイガニの種苗生産研究. 石川増殖試資料 24 号, 27-30.
- 24) 沖山宗雄 (1974) 対馬暖流, 3. 日本海々域の生物的特性. 水産学シリーズ, **5**, 42-55.
- 25) 福井県水産試験場 (1976) カニ類増殖技術開発試験研究報告書. 福井水試報告昭和 51 年第 112 号.
- 26) 高橋庸一 (1986) ズワイガニ. 日裁協小浜事業場昭和 61 年度事業場報告.