

養成環境下におけるズワイガニ雌ガニの産卵とふ化

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, 野上, 欣也
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014549

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産卵とふ化

森田 哲男^{*1}・野上 欣也^{*1,*2}

Spawning and Hatching of Adult Female Snow Crab *Chionoecetes opilio* under Laboratory Conditions

Tetsuo MORITA, and Kinya NOGAMI

Ovigerous females of snow crab *Chionoecetes opilio* caught from the Japan Sea were kept at constant temperature of 3°C in tanks, and reproductive parameters such as duration of larva-releasing, the number of larvae and the rate of females spawned were recorded for two to three years. Larva-releasing and successive spawning occurred once per year. A peak of larva-releasing was shifted two to three months earlier than that of the first releasing during the second to fourth rearing cycles, which enabled an earlier start and longer duration of experiments on development during seed production. The number of newly-hatched larvae per female was almost the same as that for both the first and the second hatching. On the third releasing, however, decreases were seen in some year classes, and numbers were significantly lower than in the first hatching. In addition, spawning rates which were determined on the seventh day after all females released their eggs decreased with increasing culture period, especially after the third and fourth hatchings. Spawning rate decreased with prolonged rearing period, as shown remarkably in the third and fourth spawning. It is considered that rearing conditions, particularly feeding conditions, should be improved to obtain a large number of newly hatched larvae for a longer duration of time.

2003年8月12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⁾。本種は日本近海では水深200~450 mに生息し²⁾、鳥取県では「松葉ガニ」、福井県・石川県では「越前ガニ」、山形県では「ヨシガニ・タラバガニ」と呼ばれ¹⁾、重要な漁業資源を成している。雌ガニは第10齢にまで成長すると、夏~秋^{3,4)}にかけて生涯最後の脱皮を行い成熟型に達し、交尾、産卵する。最初のふ化は1年半後の冬~春に起こり⁴⁾、ふ化終了数日後に再び産卵する。その後は毎年冬~春にふ化と産卵が繰り返され、生涯4~5回産卵すると考えられている⁵⁾。受精は最後の脱皮後の交尾により雌の貯精嚢に蓄えられた精子を用いて行われ、再交尾による精子の補給があるかは分かっていない。

本種の漁獲量は1968年から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⁶⁾。将来の種苗放

流による資源増殖を目標とした種苗生産に関する研究は1967年から1989年にかけて日本海に面した数県で開始されたが⁷⁻¹¹⁾、1980年に福井県で稚ガニ1,023尾を生産した以外は¹²⁾、種苗の量産に成功した事例はない。これは、一つには本種のふ化時期が2~3月に限られ¹³⁾、しかもふ化から稚ガニまでの飼育期間が約2~3ヵ月^{14,15)}と長期にわたり、毎年このふ化時期に飼育実験を繰り返し実施できないことに起因するところが大いものと考えられる。

日本栽培漁業協会小浜事業場は1984年から本種の種苗生産技術開発に着手しており¹⁶⁾、卵をふ化させた後の再利用を目的に天然雌ガニを1年以上養成したところ、ふ化時期が早期化され、従来よりも長期にわたるふ化幼生の供給が可能になった。ここでは、養成下における天然ズワイガニ成雌のふ化時期、ふ化幼生数および産卵状況を報告する。

^{*1} 日本栽培漁業協会小浜事業場 〒917-0117 福井県小浜市泊26号 (Obama Station, Japan Sea-Farming Association, Obama, Fukui 917-0117, Japan).

^{*2} 現所属: 日本栽培漁業協会企画課 〒101-0047 東京都千代田区内神田3-14-8.

材料と方法

供試雌ガニ 養成試験は1997年から2002年に日本栽培漁業協会小浜事業場で実施した。供試した雌ガニは1997年から2000年の年末あるいは年始に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に水揚げされた甲幅70 mm以上の個体のうち、外傷が少なく、胚発生が進み、ふ化が近いと判断されたものを32～139尾入手した（表1）。雌ガニは水温1～3℃に調整した0.5～1 kℓ容器に収容し、自動車を用いて事業場まで2～5時間かけて輸送した。

養成方法 搬入した雌ガニは甲幅を1 mmの単位で測定し、900ℓ断熱水槽（縦1.8 m×横0.8 m×高0.6 m）1～3面に50尾/槽以下になるよう収容した。水槽は野外の光を完全遮光した屋内に設置し、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（以下、発泡板）で覆って遮光しているため、直接照射はなく、給餌や観察以外は発泡板と水槽の隙間からみれ入る程度であった。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。養成水温は使用熱交換機の限界温度である3℃を目処に調整した結果、2.9～3.5℃（平均3.2℃）の範囲を推移した。餌料には冷凍養殖アサリ（中華人民共和国大連産の冷凍アサリ）を用い、週に2回の頻度で残餌が出るように与えた。

ふ化と産卵 1997年と1998年購入群では水槽内で4回目のふ化終了まで、1999年と2000年の群では3回目のふ化終了まで産卵とふ化状況を調査した。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。

ふ化した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（目合い150 μm 、容量約30ℓ）で回収した。幼生の計数は容量法で行い、原則として毎朝10時前後に実施した。数日間まとめて計数した場合は平均値を算出し、1日当たりのふ化幼生数とした。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数で除して算出した。なお、ふ化途

中あるいはふ化終了前に死亡した雌ガニは養成雌ガニ数に含めた。また、1999年購入群の養成下2回目のふ化における幼生の計数は、2群に分けた1群（60尾中21尾）について、水槽数の不足からふ化ネットを設置するのが困難な水槽を一時的に用いたため実施しなかった。

産卵の観察はすべてのふ化が終了して1週間後に行い、密度調整のため、未産卵個体と外傷の多い個体を中心に選別除去（表1）し、残りの再抱卵雌の養成を継続した。また、同じくふ化前の抱卵雌の一部を除去した場合もあった（表1）。なお、1997年の群では2回目のふ化前に抱卵雌ガニ8尾を日本栽培漁業協会宮津事業場に搬出し、1998年の群では1回目のふ化後にふ化終了直後の抱卵雌ガニ16尾を同事業場から搬入した。産卵率は、ふ化終了1週間後における産卵（再抱卵）尾数を生残雌ガニ数で除して算出した。

結 果

養成下1回目（以下、天然抱卵群）のふ化は年により多少差があるが、概ね1月中旬頃に数十～数百尾で始まり、2月中旬～3月上旬をピークとし、3月下旬～4月上旬で終了した（図1、表2）。ふ化期間は68～92日間であった。雌ガニ1尾当たりのふ化幼生数は、平均甲幅により多少増減するものの、6万尾前後で安定していた（表2）。産卵率（再抱卵率）は99～100%であった（表3）。

養成下2回目のふ化は11月下旬～12月に数十～数百尾で始まり、概ね1月をピークとし、2月頃まで続いた。ふ化期間は55～67日間であった。天然抱卵群と比較すると、ふ化開始は1～2ヵ月、ふ化のピークは約2ヵ月早くなった。また、ふ化期間は3～25日間短縮された。雌ガニ1尾当たりのふ化幼生数は1998年購入群で9.0万尾と多かったが、他の年は5～7万尾であった。産卵率は83.3～97.3%であった。

養成下3回目のふ化は9月下旬～11月下旬に数十～数百尾で始まり、1ヵ月前後低水準で推移した後、11月下旬～12月中旬または2月初旬にピークに達して2月下旬頃まで続いた。ふ化期間は86～147日間であった。

表1. ズワイガニ成雌の飼育尾数、ふ化終了までの死亡数およびふ化前の除去数とふ化後の選別数

飼育年群	購入年月日	購入尾数 (尾)	平均甲幅±標準偏差 (mm)	供試雌数（死亡数/ふ化前除去数*1/ふ化後選別除去数*2）			
				天然抱卵	2回目ふ化	3回目ふ化	4回目ふ化
1997	1997.12.28～98.1.6	139	77.2±4.3	139 (15/0/4)	120*3 (16/20/10)	76 (2/31/11)	22 (3/10/—)
1998	1998.12.23～25	118	76.1±5.6	118 (5/0/3)	126*4 (16/0/6)	104 (3/2/67)	32 (0/21/—)
1999	1999.12.22	71	79.0±5.1	71 (2/0/3)	66 (6/0/3)	57 (6/0/—)	
2000	2000.12.28	32	76.8±5.2	32 (1/0/7)	24 (1/0/4)	19 (3/0/—)	

*1 ふ化前除去数：ふ化前に実施した落卵、外傷の多い個体の選別数。

*2 ふ化後選別除去数：ふ化終了1週間後に実施した未産卵、外傷の多い個体の選別数、—は試験が終了したためデータを記載していない。

*3 2回目のふ化前に日本栽培漁業協会宮津事業場へ8尾を搬出した。

*4 1回目のふ化後に日本栽培漁業協会宮津事業場より16尾を搬入した。

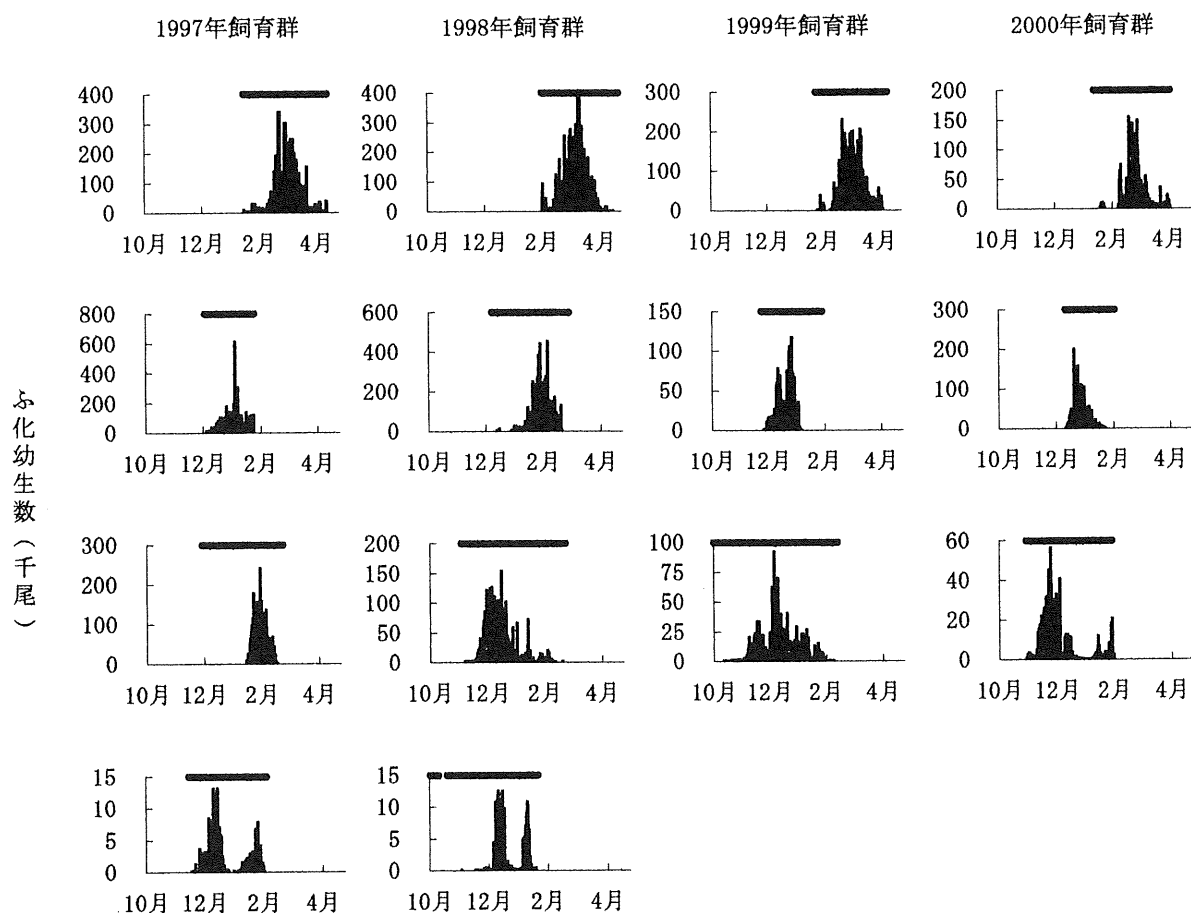


図1. ふ化回次ごとのふ化幼生数の推移
上段より順に、養成下1回目（天然抱卵のふ化）～4回目のふ化を示す。表上部のバーはふ化期間を示している。

表2. ふ化回次ごとのふ化期間と雌1尾当たりのふ化幼生数

飼育年群	ふ化期間（日数）				1尾当たりのふ化幼生数：万尾（養成雌数）			
	天然抱卵	2回目	3回目	4回目	天然抱卵	2回目	3回目	4回目
1997年	1月16日～ 3月25日 (68)	12月4日～ 2月7日 (65)	11月30日～ 2月24日 (86)	11月16日～ 2月4日 (80)	5.4 (139)* ¹	7.2 (76)	8.3 (33)	2.0 (9)
1998年	2月2日～ 4月25日 (82)	12月28日～ 3月1日 (63)	11月5日～ 2月25日 (112)	10月2日～ 2月5日 (126)	5.9 (113)	9.0 (110)	3.0 (99)	1.2 (11)
1999年	1月11日～ 4月13日 (92)	11月25日～ 1月31日 (67)	9月20日～ 2月14日 (147)		6.7 (69)	5.3 (39)* ²	3.1 (53)* ¹	
2000年	1月15日～ 3月26日 (71)	12月12日～ 2月5日 (55)	10月30日～ 3月15日 (136)		6.2 (32)* ¹	7.5 (24)* ¹	7.6 (17)* ¹	

*¹ ふ化の途中あるいは完了後に死亡した雌を含む。

*² 水槽保有数の関係から雌60尾のうち39尾のふ化幼生を回収して計数した。

養成下2回目のふ化と比較すると、ふ化開始は1～2ヵ月、ふ化のピークは約1ヵ月早くなった。すなわち、天然抱卵群と比較してふ化開始は2～3ヵ月、ふ化のピークは約3ヵ月早くなった。しかし、ふ化期間は天然抱卵群や養成下2回目のふ化より長期化した。雌ガニ1尾当たりのふ化幼生数は購入した年により大きく異なり、1997年と2000年購入群はそれぞれ8.3万尾と7.6万尾

で多かったが、1998年と1999年購入群はそれぞれ3.0万尾と3.1万尾で少なかった。産卵率は39.6～66.7%であった。

養成下4回目のふ化開始は11月16日と10月2日であり、養成下3回目のふ化と比較すると半月～1ヵ月早くなった。ふ化のピークは12月下旬および1月下旬の2回観察された。ふ化期間は80～126日間であり、養成下

表3. ふ化終了1週間後の産卵率

飼育年群	産卵率: % (産卵雌数/養成雌数)			
	天然	2回目	3回目	4回目
1997	99.2 (123/124)	86.8 (66/76)	66.7 (22/33)	44.4 (4/9)
1998	99.1 (112/113)	97.3 (107/110)	62.6 (62/99)	45.5 (5/11)
1999	100.0 (69/69)	95.0 (57/60)	39.6 (21/51)	
2000	100.0 (31/31)	83.3 (20/24*)	47.1 (8/17*)	

*1 産卵確認時に産卵を完了して死亡していた雌を含む。

3回目のふ化とはほぼ同程度であった。雌ガニ1尾当りのふ化幼生数は1.2万尾と2.0万尾であった。産卵率は44.4%と45.5%であった。

雌ガニのふ化終了までの死亡率を、ふ化前の抱卵雌を除去しなかった1999年と2000年購入群について算出すると、養成下1～3回目のふ化でそれぞれ2.8～3.1%, 3.1～11.7%, 17.6～21.0%であり、ふ化回数にともない増加する傾向を示した。

考 察

天然抱卵群のふ化は、概ね2月中旬～3月上旬をピークに2ヵ月ほど続いた。新潟県佐渡沖¹⁷⁾や福井県若狭湾沖³⁾の日本海における第1齢ゾエアの採集は2月～4月に限定されていること、成雌の生殖腺指数は2月～3月に低下し、4月にはふ化していること¹⁸⁾などから、天然海域でのふ化のピークは2月～3月と考えられ、今回の天然抱卵群のふ化期間はこれらとよく一致した。ところが、天然抱卵群を引き続き水温3℃で養成した場合、2回目のふ化ピークは天然抱卵群と比較して約2ヵ月、3～4回目のふ化では約3ヵ月早くなった。このように天然抱卵雌を水温3℃で長期間養成することにより、11月～3月の長期にわたってふ化幼生を得ることが可能となった。

日本海におけるズワイガニ雌ガニの生息水温に関する明確な記載はないが、ズワイガニの増殖を目的に島根県沖の水深220～239 mに設置された人工魚礁周辺の水温が1.4～1.5℃以下であったと記載されている事例がある¹⁹⁾。また、本種の生息水深帯(概ね240～260 m^{3, 5)})の水温²⁰⁾から生息水温を推測すると、夏～秋が2～3℃、冬～春が1～2℃と考えられる。今回、長期に養成した雌ガニでふ化が早期化したのは天然海域より1℃程度高い水温(3℃)で養成したことによって、養成下のガザミ *Portunus trituberculatus* で知られている²¹⁾ように、卵巣と胚発生の発達が促進されたことに起因するものと考えられる。ただし、養成期間が2年以上に及んだ場合(3回目のふ化以降)、ふ化時期の早期化の程度は小さくなり、ふ化期間も長期化し、4回目のふ化では3回目のふ化より

ふ化のピークが遅れる傾向を示した。ふ化終了1週間後に調査した産卵率は養成期間が長期化するにともない低下することから、仮に選別を全く行わないで全ての雌ガニを継続して養成した場合、ふ化終了1週間後に産卵できなかった雌ガニの一部は遅い場合3ヵ月以上も遅れて産卵する観察事例もあり、群としての産卵、ふ化期間はさらに長期化していくものと考えられる。これは一つには人工的な養成環境、特に卵巣の発達が単一餌料(冷凍アサリ)の給餌による栄養の偏りに起因して遅くなることによるものと考えられ、今後餌料条件を改善するとともに、選別のない状態で長期養成し、産卵・ふ化状況を調査する必要がある。

今²²⁾はズワイガニの甲幅とふ化前の抱卵数の関係について以下の回帰式を与えている。

$$N=1,014X-25,366$$

ここで、 N はふ化前の抱卵数(粒)、 X は甲幅(mm)である。今回の養成試験では、養成雌ガニの甲幅測定は試験開始時のみに実施したことから、参考までに開始時の甲幅を用いて上記の回帰式からふ化前の抱卵数を求めると5.3～5.5万粒となる。今回の雌ガニ1尾当たりの平均ふ化幼生数(範囲)は天然抱卵群、養成下2～4回目のふ化の順に6.1(5.4～6.7), 7.2(5.3～9.0), 5.5(3.0～8.4), 1.6(1.2～2.0)万尾であり、天然抱卵群と養成下2回目のふ化では上記のふ化前の推定抱卵数を上回る結果となった。一方、養成下3回目のふ化幼生数は購入した年により3.0～3.1万尾と7.6～8.3万尾の2極化を示し、養成下4回目のふ化幼生数は顕著に減少した。3～4回目のふ化幼生数の減少は、2回目までのふ化は天然海域で発達した卵巣に由来するのに対して、3～4回目のふ化は養成下で発達した卵巣に由来しており、前述のふ化期間の長期化の原因として推察したように、単一餌料による栄養状態の偏りに一因していると考えられる。

ズワイガニは最終脱皮直後に交尾し、貯精囊の精子を用いて複数回の産卵・受精が可能であると考えられている²³⁾。このような現象はガザミ^{21, 24)}でもよく知られているが、ガザミでは一繁殖期の1回目と2回目の産卵ではふ化幼生数に差はないが、3回目以降の産卵では抱卵重量の減少、ふ化幼生数の減少、幼生の活力低下などが生じたと報告されており^{21, 25)}、ふ化幼生数が減少した原因の一つとして、貯精囊内精子数の減少による受精率の低下が考えられている²¹⁾。ズワイガニについても、山崎ら²⁶⁾は最終脱皮時の交尾で得られた精子だけでは多くの場合3～4回の産卵で精子数が不足し、正常な受精が行われないとしており、貯精囊に蓄えられている精子は再交尾に失敗した場合の予備であると考え、天然海域では再交尾が行われている可能性が高いとしている。仮に今回供試した雌ガニが初産卵とした場合、3～4回目のふ化で貯精囊内精子数の不足によりふ化数が減少する可能性があり、初産卵または、再交尾による精子の補給がない場合はその確率はさらに大きくなるものと考えられる。

以上のように、天然抱卵雌を長期養成することによって、ふ化幼生を長期にわたって供給することが可能になった。ただし、大量のふ化幼生を長期にわたり確保するには、長期養成にともなうふ化幼生数の減少や産卵率の低下を改善する必要がある、そのためには養成環境、特に適正な餌料について検討するとともに、貯精嚢内の精子を計数することによって入手している雌ガニの正常な受精可能回数を明らかにする必要がある。さらに、飼育に利用できる良質な幼生を確保するためには、その活力を判定する技術の開発が必要であり、活力判定により、養成条件下で生じるふ化の早期化という特異な現象による幼生の活力を把握することが必要である

謝 辞

雌ガニの養成にご協力いただいた(社)日本栽培漁業協会小浜事業場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当たり、ご校閲いただいた日本栽培漁業協会の古澤 徹常務、廣瀬慶二参与、今村茂生技術部長、小浜事業場塩澤 聡場長および八重山事業場浜崎活幸主任技術員に深謝する。また、雌ガニの入手にご協力いただいた、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、富来漁業協同組合)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。

引用文献

- 1) 三宅貞洋 (1983) 原色日本大型甲殻類図鑑 (II), 保育社, 大阪, pp. 31.
- 2) 青山恒雄 (1980) 底魚資源, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 237.
- 3) 今 攸 (1980) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (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, pp. 1-64.
- 4) 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, 17, 67-84.
- 5) 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, pp. 22-33.
- 6) 農林水産省統計情報部 (1966-2002) 漁業・養殖業生産統計年報.
- 7) 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.
- 8) 今 攸 (1967) ズワイガニに関する漁業生物学的研究—I, プレヅェア幼生について, 日水誌, 33, 726-730.
- 9) 皆川哲夫・野村 元 (1979) ズワイガニの種苗生産研究, 石川県増試資料, 15号, 33-37.
- 10) 小林啓二・三木教立・山本栄一・谷口朝宏 (1985) ズワイガニ増殖試験, 昭和59年度鳥取県試報, 100-105.
- 11) 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.
- 12) 鈴木康仁 (1981) 7~10 m³ による量産試験, 昭和56年度福井試報, 13-15.
- 13) 福井県 (1992) “越前がに” の世界, 福井水試, 18.
- 14) 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, 兵庫水試報, 14, 31-36.
- 15) 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.
- 16) 日本栽培漁業協会 (1985) 種苗生産技術の開発, ズワイガニ, 日本栽培漁業協会事業年報 (昭和59年度), 232-235.
- 17) 伊藤勝千代・池原宏二 (1971) 佐渡近海におけるズワイガニ属浮遊期幼生の出現と分布に関する二・三の考察, 日水研報, 23, 83-100.
- 18) 今 攸・本間義治 (1970) 海産無脊椎動物の生殖腺の成熟に関する研究—III, 水深別にみた分布密度と甲幅組成, 日水誌, 36, 1021-1027.
- 19) 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, 海洋技セ研報, 1991, 267-275.
- 20) 日本海区水産研究所 (1984) 海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究, 北陸沿岸地域調査成果報告, 3-37.
- 21) 浜崎活幸 (1993) ガザミの生殖と発育に関する研究, 日裁協特別研究報告, 8号, 12-41.
- 22) 今 攸 (1974) ズワイガニに関する漁業生物学的研究—VI, 日水誌, 40, 465-469.
- 23) 小林啓二 (1983) 水槽飼育によるズワイガニの産卵・ふ化と, 幼生から成体までの育成経過について, 栽培技研, 12, 35-45.
- 24) 八塚 剛 (1968) ガザミ養成の基礎知識 (1), 養殖, 5(10), 緑書房, pp. 108-112.
- 25) 高橋伊勢雄・松井芳房 (1972) ガザミ種苗生産に関する研究, 栽培技研, 1, 1-14.
- 26) 山崎 淳・藤田真吾・内野憲・戸嶋 孝 (1994) 雌ズワイガニの受精嚢内の精子数, 京都海セ報, 17, 18-22.