

# モクズガニ種苗生産技術の再構築

石川 徹・稲葉太郎・中城 岳・高月 明・渡辺 貢（高知県内水面漁業協同組合連合会）

## 1 目的

高知県では、高知県内水面漁業協同組合連合会の努力により、平成10年代にモクズガニの種苗生産技術が定着し、県内に安定的にモクズガニ人工種苗の供給ができるようになった。

一方、近年は親ガニの確保など採苗に関するコスト高や、同一施設内で種苗生産を行うアユの防疫管理に支障が出るといった懸念など、複数の問題が指摘されていた。そのため、このような問題点に対処するための新しい手法の導入等を検討し、同連合会におけるモクズガニ種苗生産技術の再構築を支援する。

## 2 材料と方法

### 1) 未成熟及び成熟親ガニの確保及び管理

#### (1) 未成熟及び成熟親ガニの採捕

従前、河川中上流域で採捕された未成熟の雌雄の親ガニ候補（以下、未成熟親ガニと表記）を10～11月頃に採捕し、暫く淡水で飼育した後、12月以降に海水馴致して交尾させ、種苗生産用の親ガニとしていた。しかし、飼育期間が長いことや、カニ同士が傷つけあうため生残が悪く、多くの未成熟親ガニを必要とするうえ（1シーズン雌雄併せて500尾程度）、10月から2月頃までの親ガニの飼育に関する管理コストも大きかった。今回は、従前の未成熟親ガニを仕立てる手法の他に、成熟した親ガニ（1月から3月に、汽水から海水域で採捕された、交尾後と考えられるモクズガニ、以下、成熟親ガニと表記）を入手することを試みた。

未成熟親ガニは、令和4年11月に高知県東部の奈半利川の中流域及び支流（柏木（本流）、西谷川）で、奈半利川淡水漁業協同組合の組合員がカニ籠を用いて採捕したモクズガニを購入した（図1）。

成熟親ガニは、令和5年1月～3月に高知県中央部の浦戸湾で高知県漁協の組合員がカニ籠及び刺し網でモクズガニを採捕したモクズガニを購入した（図1）。さらに、令和5年3月に高知県西部の四万十川水系の支流（中筋川、竹島川）の合流点から上流に2km以内の範囲で、高知県内水面漁業センター（以下、当所と表記）がカニ籠を用いてモクズガニを採捕した（図1）。

採捕したモクズガニは、性別及び個体数を把握し、特に成熟親ガニについては採捕時期別の抱卵個体の割合を把握した。

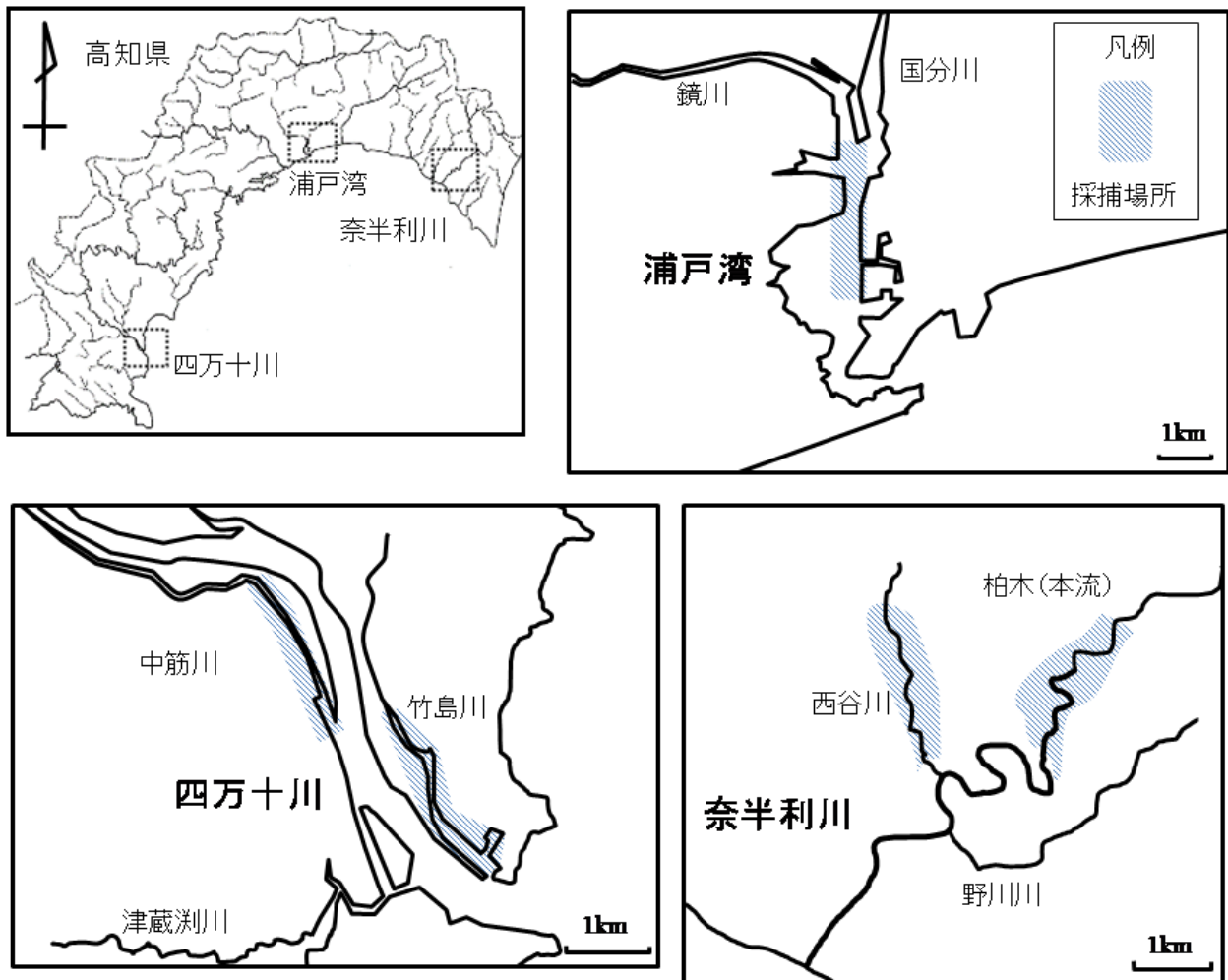


図1 モクスガニの採捕場所

## (2) 親ガニの飼育

購入した未成熟親ガニは当所に移送し、雌雄に分け 10 尾程度ごとにプラスチック製の蓋付き籠 (758mm×508mm×400mm) に収容した。籠には、シェルターとして厚さ 150mm の穴あき建築ブロック 2 個を設置した。これらの籠 12 基を、当所の 30t の円形水槽内に円を描くように放射状に配置した。水槽内の水量は 5t 程度で、水深 5~10cm 程度を維持するようにし、注水には当所の地下からくみ上げた井水 (淡水、飼育期間内の水温 19~20℃) を用いた。換水率は、令和 4 年 11 月 25 日から 12 月 16 日の間は時間 5~6 回転程度、12 月 16 日から 12 月 21 日までの間は 10 回転程度とした。餌は、煮干しや当所の水路に自生していたミズゴケ類を週 1 回程度与えた。飼育期間中の雌雄別生残率の推移及び斃死個体の個体重を把握した。

12 月 21 日時点で生残していた未成熟親ガニは、高知県内水面種苗センター (以下、種苗センターと表記) に移送し、ナンバリングした後、雌雄をまとめてシェルターとなる穴あき建築ブロックを多数配置した、種苗センター屋外の 4t 円形水槽 1 基に収容し、4 日間かけて海水馴致を行った。その後、抱卵個体が現れ、受精卵の発生が進んだ段階で、種苗

センター屋内に設置した仮設ビニールハウス内の水槽に移した。なお、海水馴致後の交尾を経た個体は成熟親ガニとした。

浦戸湾及び四万十川で採捕された成熟親ガニは、種苗センターに移送し、採捕水域ごとに別の4t円形水槽にナンバリングして収容した。成熟親ガニも、受精卵の発生が進んだ段階で種苗センターの屋内水槽に移した。

4t円形水槽での飼育における水量は500L(水深15cm)程度とし、換水量は海水で1t/h(時間2回転程度)とした。餌は、アユの稚魚(0.5g前後、種苗センターで発生する選別後の不要アユを冷凍したもの)をカニ1尾あたり2~3尾を午前中に1回給餌した。翌日に残餌を回収した後、新しい餌を給餌した。

### (3) 親ガニの保菌検査

種苗センターでは、モクズガニの生産時期にアユの種苗生産も行っているため、アユに対する疾病の持ち込みを防ぐ必要がある。特に、未成熟親ガニを採捕する10~11月頃はアユの産卵期にあたり、免疫力の低下したアユの冷水病発症も多いうえに、産卵後に斃死したアユを捕食しているモクズガニが散見される時期でもある。このため、種苗生産施設内に冷水病菌等の疾病の持ち込みを危惧する声もあることから、その対策として親ガニを屋内水槽に持ち込む前の、4t円形水槽での飼育段階における排水の検査を行うこととした。

排水の検査は、飼育排水1Lを採水し、孔径0.1mmのGF/Fガラスフィルター(cytiva)で濾過した。濾過した排水をさらに孔径0.2 $\mu$ mのメンブレンフィルター(cytiva)で濾過し、2つのフィルターの残留物からQUIGEN社製のキットを用いてDNAを抽出し、AEバッファーで100 $\mu$ Lに溶解した。その後、リアルタイムPCRにより、冷水病菌(フラボバクテリウム・サイクロフィラム)及びエドワジェラ・イクタルリのDNAが含まれていないか確認した。

冷水病のリアルタイムPCRは、今城ら(2017)のプライマー及びプローブ(PPIC131-QT-f, PPIC131-QT-r, PPIC131-QT-p)を用いて行った。PCR反応液の調整は、2 $\times$ Probe qPCR Mix(TAKARA社)5 $\mu$ L、10 $\mu$ Mプライマー(f,rとも)0.25 $\mu$ L、10 $\mu$ Mプローブ0.2 $\mu$ Lを合わせ、これに精製水を加えて8 $\mu$ Lとし、DNA抽出物2 $\mu$ Lを加えた。リアルタイムPCRの反応は、Light Cycler 96 System(Roche)を用いて行い、反応条件は95 $^{\circ}$ Cで30秒の熱変性を行った後、95 $^{\circ}$ Cで5秒、60 $^{\circ}$ Cで30秒の温度変化を50回繰り返した。一方、エドワジェラ・イクタルリのリアルタイムPCRは、Bilodeau et al., (2005)のプライマー及びプローブを用いて行った。PCR反応液の調整は、2 $\times$ Probe qPCR Mix(TAKARA社)10 $\mu$ L、10 $\mu$ Mプライマー(f,rとも)0.4 $\mu$ L、10 $\mu$ Mプローブ0.8 $\mu$ Lを合わせ、これに精製水を加えて18 $\mu$ Lとし、DNA抽出物2 $\mu$ Lを加えた。リアルタイムPCRの反応は、冷水病と同様の手法で実施した。

## 2) 種苗生産

### (1) 孵化及び收容尾数

前出の排水検査の結果が陰性であった抱卵個体を種苗センターの屋内水槽に移し、抱卵量や受精卵の発生状況を確認した。抱卵量が多く、受精卵の発生が順調に進んでいる個体を選定し、1個体ずつ200Lの孵化水槽に收容した。孵化開始から24時間以上経過させて親ガニを取り上げ、攪拌しながら容量法で孵化槽内の全幼生の密度を計数した。また、これらの幼生の中には、孵化後すぐに斃死した幼生も含まれるため、幼生計数時に動く個体と（活性個体）動かない個体（非活性個体）に分けてカウントし、全幼生に占める活性個体率（活性個多数 / (活性個体数 + 非活性個体数)）とした。全幼生密度に孵化水槽内の水量を乗じて孵化尾数、全幼生密度に活性個体率と飼育水槽内に孵化水槽から移した水量を乗じて收容尾数（池入れ尾数）とした。

### (2) 飼育条件等

モクズガニ人工種苗の到達ステージはCIからC2程度を目安とし、約1月間の飼育を行った。飼育水槽は2tの角形水槽を用い、ヒーターを用いて23～25℃を維持した。飼育水は、内水面種苗センターの紫外線殺菌済み地下海水（塩分濃度18‰程度）を用い、飼育終盤には淡水に切り替えた。換水率は、生育状況を見ながらゾエア期は1日あたり10～30%程度（減水及び継ぎ足し）、メガロパ期以降は1日あたり240～500%程度（連続換水）とした。

### (3) 餌料系列

#### ①ワムシ

栄養強化は行わず、1日齢の朝に（3回目以降は、池入れ前に）、1mlあたり10個体以上の密度となるよう1,500～2,000万個体を給餌した。その後は、ワムシの在池個体数を見ながら淡水生クロレラを1日あたり40～100mを添加した。14日齢までは、在池個体数が10個体を切らないよう管理し、その後は換水により流失させた。

#### ②アルテミア

栄養強化は行わず、幼生のステージを見つつ6～8日齢程度から給餌を開始し、21～23日齢頃まで1日あたり40～160万個体を2回に分けて給餌した。

#### ③冷凍コペポータ

幼生のステージを見つつワムシの給餌が終了する14日齢頃から取り上げまで1日あたり20～220gを2回に分けて給餌した。

#### ④配合飼料

1回目及び2回目では、3～4日齢から取り上げまで、3回目では11日齢から取り上げまで、1日あたり2～10gを2回に分けて給餌した。

## 4) 取り上げ

飼育水中の種苗を手網で掬うほか、排水溝に手網を設置して種苗を回収した。回収した

種苗は全個体アルコール固定し、その後、全ての種苗の数を直接計数した。

### 3 結果及び考察

#### 1) 未成熟及び成熟親ガニの確保及び管理

##### (1) 未成熟及び成熟親ガニの採捕

入手または採捕した未成熟及び成熟親ガニの性別個体数を表 1 に示した。未成熟親ガニは、雄 55 尾、雌 82 尾（雌雄 55 尾は令和 4 年 11 月 25 日、雌のみ 27 尾を令和 4 年 12 月 5 日に追加）を入手した。なお、これらは奈半利川淡水漁業協同組合の蓄養水槽に収容されていたカニ籠から抽出したため、漁獲状況を反映していない。

浦戸湾では、雌の成熟親ガニ 58 尾（うち抱卵個体 36 尾）を入手した。なお、浦戸湾では漁業者が雄を採捕時に除去しており、漁獲状況を反映していない。

四万十川水系の中筋川下流では雄 25 尾、雌 44 尾（うち抱卵個体 18 尾）を採捕し、四万十川水系の竹島川下流では雄 14 尾、雌 19 尾（うち抱卵個体 10 尾）を採捕した。

成熟親ガニの採捕水域別の抱卵個体率を表 2 に示した。浦戸湾では、1 月下旬から 3 月中旬まで、四万十川水系（中筋川、竹島川）では 3 月上旬から下旬まで採捕をおこなったが、いずれも採捕したモクズガニは雌が多く、開始当初から抱卵個体が概ね 50% 以上の高い比率で採捕された。一方、外観での判断になるが、抱卵個体のもつ抱卵量は時期が遅くなるにつれて少なくなる印象であった。採捕された場所は、浦戸湾では水深 10m 程度の航路沿いの斜面、四万十川水系では河口感潮域の水深 2m 以深の場所であり、いずれも底質は砂泥、塩分濃度は 30‰程度で安定した箇所だと思われる。

表 1 入手又は採捕した未成熟及び成熟親ガニの性別個体数

個体数	未成熟		成熟					
	奈半利川		浦戸湾		中筋川		竹島川	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌
	55	82	0	58	25	44	14	19

表 2 採捕水域別の成熟親ガニの抱卵個体率（抱卵個体数/全雌個体数）

	浦戸湾	中筋川	竹島川
1月下旬	100%		
2月上旬	50%		
2月中旬	100%		
2月下旬	100%		
3月上旬	58%	100%	-
3月中旬	75%	0%	-
3月下旬		48%	52%

(- : 出漁したが漁獲なし、0% : 抱卵個体の漁獲なし)

##### (2) 未成熟及び成熟親ガニの飼育

奈半利川産の未成熟親ガニの淡水飼育期間における生残率の推移を図 2 に示した。令和 5 年 11 月 25 日に収容した未成熟の親ガニは、収容直後から雌雄ともに 1 日数尾程度が斃

死し、期間を通しての日間斃死率は雄で3.2%、雌で2.8%であった。12月21日までの飼育で、雄では7尾(13%)、雌では21尾(27%)が生残した。いずれの個体も斃死する際は自切している場合が多く、個体間闘争やストレスがあったものと思われる。

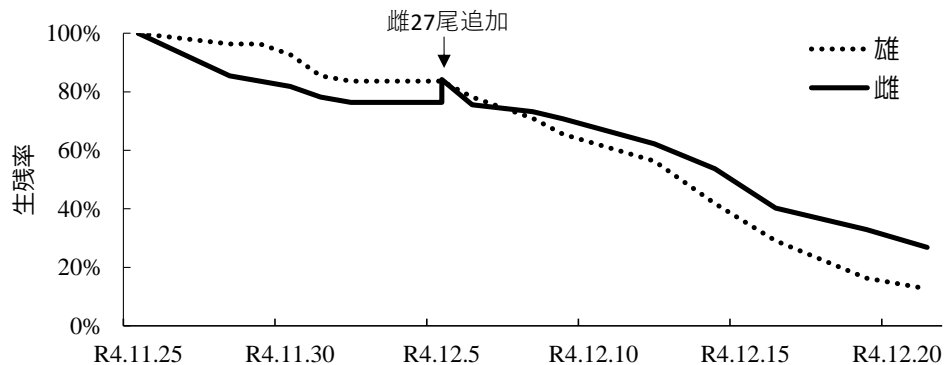


図2 奈半利川産親ガニ(未成熟)の淡水飼育期間における生残率の推移

淡水飼育期間中に斃死した未成熟親ガニの雌雄別体重組成を図3に示した。雄の斃死個体の体重は56~363gで、中央値は137g、最頻区間は100g以上150g未満の区間であった。雌の斃死個体の体重は82~156gで、中央値は106g、最頻区間は100g以上150g未満の区間であり、雄よりもやや小型であった。また、斃死個体の体重に偏りは見られず、斃死個体の体重が、生残個体を含む親ガニ全体の体重をある程度反映しているものと思われる。

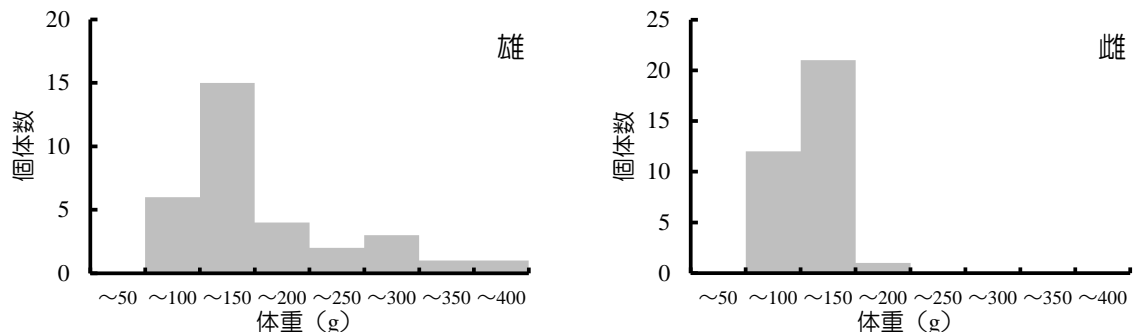


図3 斃死した未成熟親ガニの体重組成(左:雄、右:雌)

※自切個体の場合、欠損部位も含めた体重

奈半利川産の未成熟及び成熟親ガニの海水飼育期間における生残率の推移を図4に示した。令和5年12月21日に雄7尾、雌21尾を収容した後、海水馴致を開始した。

雌は、1月19日まで2日で1尾程度が斃死し(期間平均日間斃死率2.6%)、それ以降は斃死数は少なくなったが、4月1日までに全てが斃死した(同0.2%)。

雄は、初期の収容尾数が7尾と少なかったこともあるが、2~3週間に1尾程度の斃死があり、5月1日までに全てが斃死した(期間平均日間斃死率0.8%)。

海水飼育期間の初期に雌の斃死率が高かった理由として、雄の交尾前後のしがみつきによる影響が考えられる。大きい雄個体に拘束されたメスが脚を自切し、その後斃死する事例が散見された。

交尾は1月中旬から下旬にかけて散発的に観察されたが、先述の理由で交尾後に斃死した個体も多く、最終的に抱卵が確認されたのは2尾のみであった。

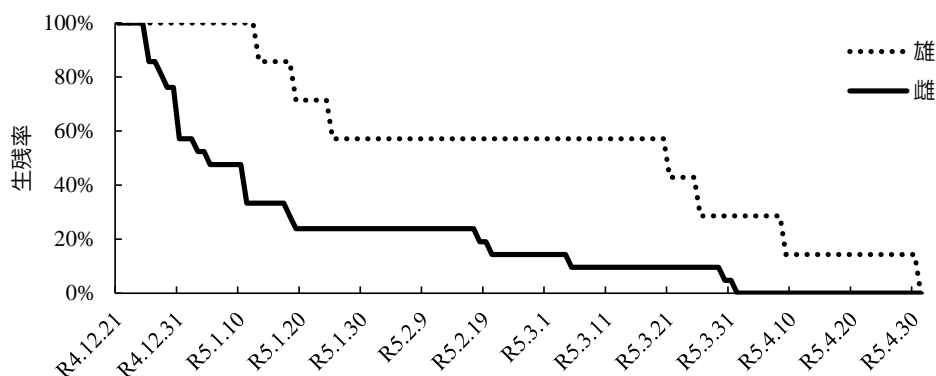


図4 奈半利川産親ガニ（未成熟→成熟）の海水飼育期間中における生残率の推移

浦戸湾産の成熟親ガニの海水飼育期間における生残率の推移を図5に示した。令和5年1月23日に収容した後、2月20日まではほぼ斃死がなく（期間平均日間斃死率0.1%）、その後4月28日まで1日あたり1尾程度の斃死が続き（同1.3%）、その後斃死尾数は減ったものの6月4日までに全ての個体が斃死した（同0.3%）。

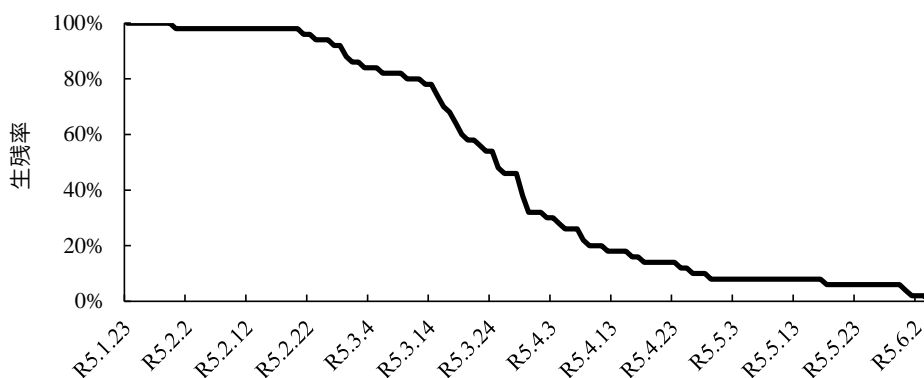


図5 浦戸湾産成熟親ガニの海水飼育期間中における生残率

四万十川水系産の成熟親ガニの海水飼育期間における生残率の推移を図6に示した。令和5年3月14日に収容した後、3月29日までは斃死がなかったが、その後、飼育終了した6月4日まで1日あたり1尾程度の斃死が続き（期間平均日間斃死率1.3%）、最終的に6尾が生残した。

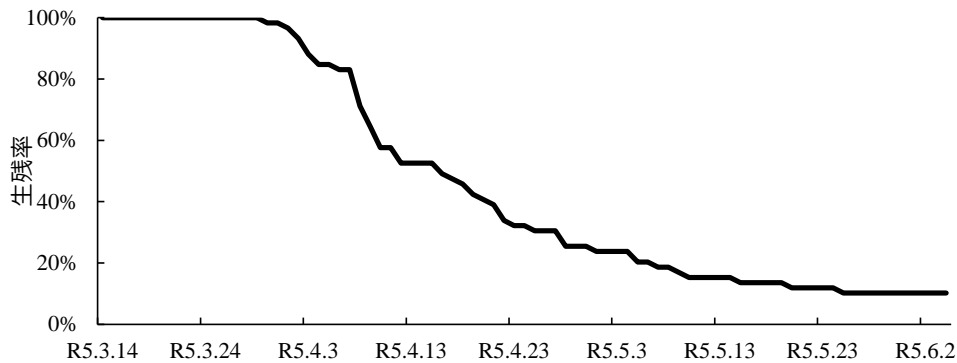


図6 四万十川水系（中筋川、竹島川）産成熟親ガニの海水飼育期間中における生残率

浦戸湾産、四万十川産の成熟親ガニでは、ともに抱卵個体が途中で卵を脱落させる事例が散見された。一方で、再度抱卵する個体も見られ、最終的には10個体以上が孵化までたどり着いた。本試験における種苗生産4回分の孵化幼生は、全て浦戸湾又は四万十川産の成熟親ガニ由来であり、抱卵個体を採捕する方法で種苗生産できることが確認できた。

### (3) 親ガニの保菌検査

未成熟及び成熟親ガニの飼育排水等（輸送後排水、淡水飼育排水、海水飼育排水）における病原菌（冷水病菌、エドワジェラ・イクタルリ）の検出結果を表3に示した。

令和4年11月25日に、奈半利川で入手した未成熟親ガニを輸送した4個のクーラーボックス（柏木雄、柏木雌、西谷川雄、西谷川雌）の排水全てから冷水病菌が検出された。その後、当所の30t水槽にこれらの未成熟親ガニを収容して淡水飼育を行い、12月16日に検査を行ったところ、再び冷水病菌が検出された。そのため、12月16日以降、換水量を約2倍に増やし、12月20日に再度検査を行ったところ、冷水病菌は検出されなかったため、種苗センターの5t水槽②に移送し、海水馴致を行った。その後、令和5年1月30日、2月8日にも排水検査を行ったが冷水病菌は検出されなかった。また、エドワジェラ・イクタルリは全ての検査で検出されなかった。

令和5年1月23日に浦戸湾で入手した成熟親ガニを種苗センターの5t水槽①及び③に収容した。1月30日、2月8日、2月13日、2月20日に排水検査を行ったところ全ての検査で冷水病菌及びエドワジェラ・イクタルリともに検出されなかった。

今回の結果から、秋に河川で採捕される未成熟親ガニは冷水病菌を保菌（感染するかは不明）又は付着させている可能性が高いといえる。淡水飼育期間中に高換水による菌の除去を試みたが、最終的に排水から菌が検出されなくなるまでには1月近い期間を要した。除去に関しては、換水量や流速などが影響を及ぼすと考えられるが、未成熟親ガニを雌雄別に管理するための籠への収容やシェルター等の設置は、水の交換の妨げとなるため負の要因として働く可能性があると考えられた。



表3 未成熟及び成熟親ガニの飼育排水等における病原菌の検出結果

採捕水域	採捕場所	サンプル採取日	採水種別	その他	qPCR結果	
					PPIC131	Edi (qPCR)
奈半利川	柏木	令和4年11月25日	輸送後排水 (60LクーラーBOX)	雄	(+)	(-)
				雌	(+)	(-)
	西谷川	令和4年11月25日	輸送後排水 (60LクーラーBOX)	雄	(+)	(-)
				雌	(+)	(-)
	柏木 + 西谷川	令和4年12月16日	淡水飼育排水 30t水槽	1回目	(+)	(-)
				2回目	(-)	(-)
		令和4年12月20日	淡水飼育排水 30t水槽	1回目	(-)	(-)
				2回目	(-)	(-)
		令和5年1月30日	海水飼育排水 5t水槽-②	1回目	(-)	(-)
				2回目	(-)	(-)
令和5年2月8日		海水飼育排水 5t水槽-②	1回目	(-)	(-)	
			2回目	(-)	(-)	
浦戸湾	令和5年1月30日	海水飼育排水 5t水槽-①	1回目	(-)	(-)	
			2回目	(-)	(-)	
	令和5年2月8日	海水飼育排水 5t水槽-①	1回目	(-)	(-)	
			2回目	(-)	(-)	
	令和5年2月13日	海水飼育排水 5t水槽-①	1回目	(-)	(-)	
			2回目	(-)	(-)	
令和5年2月20日	海水飼育排水 5t水槽-③	1回目	(-)	(-)		
			2回目	(-)	(-)	

河川で未成熟親ガニを採捕して交尾させる方法では、11月下旬に奈半利川で137尾（雄55尾、雌82尾）を入手したものの、飼育後交尾し、受精卵が得られたのは雌2尾のみと非常に効率が悪かった。この原因として、海水飼育期間に比べ淡水飼育期間の斃死率が高いことが挙げられる。種苗生産施設の予定に合わせ、雌雄隔離と淡水飼育で交尾の時期を調整することを目的に、採捕後一定期間の淡水飼育を行うが、この行為自体が親ガニに負担をかけている可能性がある。飼育方法については、收容容器の数や容積を増やし、親ガニの收容密度を低下させることや、シェルターを増やすなどいくつかの改善点も考えられるが、飼育期間が長くなることから不確定要素も多く、これらの対処だけで生残率が向上するかは不明である。また、防疫的見地から見ても、河川採捕の親ガニの飼育排水から、アユ等の魚類に影響を及ぼす冷水病菌が検出されたこともあり、現時点では、採苗方法として適切ではないといえる。

一方、成熟親ガニを採捕する方法では、1月から3月の期間に汽水域から海水域で比較的高い確率で抱卵個体を確保することができた。飼育期間も前者に比べ2か月から3か月ほど短く、飼育尾数も抑えられることに加え、冷水病菌等の疾病原因菌も検出されなかったことから、淡水の疾病に関するリスクも低減でき、現時点での採苗方法として適していると思われる。改善点としては、輸送した後で海水飼育に移るとすぐに卵塊を脱落させる個体が確認され、採捕後のストック期間や輸送時間をできるだけ短くするなど、親ガニに対するストレス軽減策を講じることや、今回は検証できなかったビブリオ属細菌等、海水の疾病の防疫に関する検討が必要と思われる。

## 2) 種苗生産

計4回の種苗生産を試みたが、採卵時期が遅くなるほど孵化幼生数が減る傾向が見られた。

(1) 1回目

生産概要を表4に示した。浦戸湾産の親ガニ（No.23）を用い、孵化尾数は158,400尾、収容尾数は110,900尾であった。令和5年3月3日に幼生を収容し、種苗生産を開始した。1日齢の幼生の収容密度は74尾/Lであり、ワムシ密度は11個体/mlであった。幼生の捕食量をワムシの増殖量が上回り、10日齢頃にはワムシ密度は41個体/mlを超えるほどになったが、15日齢以降には捕食、流失して（連続換水による）見えなくなった。配合飼料は3日齢から給餌開始し、1日あたり2~6gを取り上げ当日まで給餌した。アルテミアは8日齢から給餌開始し、1日あたり40~160万個体（密度は0.2~1.1個体/ml程度）を給餌した。幼生のアルテミアへの嗜好性は高く、比較的短時間に捕食され見えなくなった。飼育終盤にC1への変態が始まるとアルテミアが残り始めたので、22日齢には給餌を終了した。冷凍コペポダは、ワムシと置き換えるように14日齢から給餌開始し、1日あたり15~80gを25日齢まで給餌した。なお、14日齢頃に大量減耗があり、観察される幼生の数が少なくなったため全ての餌の給餌量も減少させた。

3月27日（25日齢）に取り上げ、回収時に一部逃亡したものがあつたが、合計236尾（C1：225尾、C2：11尾）を回収し、生産期間を通しての生残率は0.2%であった。

表4 1回目生産の概要

日齢	日付	尾数 (尾)	水温 (°C)	注水量 (L)	換水率	ワムシ		クロレラ (ml)	アルテミア (万個体)	冷凍コペポダ (g)	配合飼料 (g)	備考
						(万個体)	(個体/ml)					
1	R5.3.3	110,880				2,166	11.4	40				
2	R5.3.4		25.1				17.6	70				
3	R5.3.5		25.0	200	13%		30.2	80			2	
4	R5.3.6		25.1	100	7%		29.6	40			4	
5	R5.3.7		25.1		0%		27.6	100			6	
6	R5.3.8		24.9	200	13%		28.8	50			6	底掃除
7	R5.3.9		25.1	400	27%		26.8	100			6	換水ネット40目
8	R5.3.10		24.8	300	20%		26.4	100	90		6	
9	R5.3.11		24.7	500	33%		37.4	100	100		6	
10	R5.3.12		25.1	400	27%		41.0	100	160		6	
11	R5.3.13		24.8	500	33%		38.6	100	80		6	アルテミア残有り
12	R5.3.14		24.9	500	33%		33.8	50	60		6	
13	R5.3.15		24.7	700	47%		30.0	0	90		4	
14	R5.3.16		25.1	500	33%		12.8	0	70	30	3	幼生が半分程度しか見えなくなった
15	R5.3.17		25.1	500	28%		4.6	0	70	40	4	水量1.8に増加
16	R5.3.18		25.2	500	28%			0	60	80	4	
17	R5.3.19		23.8	4,320	332%			0	60	80	2	連続注水開始（3L/min）、水量1.3に減少
18	R5.3.20		23.6	4,320	332%			0	70	70	4	
19	R5.3.21		24.0	4,320	332%			0	80	80	4	
20	R5.3.22		23.4	4,320	332%			0	80	80	3	
21	R5.3.23		24.1	4,320	332%			0	80	80	3	
22	R5.3.24		24.4	4,320	332%			0	60	60	4	
23	R5.3.25		24.7	4,320	332%			0	40	30	4	
24	R5.3.26		23.9	4,320	360%			0	0	70	4	M見えなくなる、水量1.2に減少
25	R5.3.27	236	23.2	1,440	120%			0	0	15	4	

(2) 2回目

生産概要を表5に示した。浦戸湾産の親ガニ（No.29）を用い、孵化尾数は145,440尾、収容尾数は101,800尾であった。令和5年3月5日に幼生を収容し、種苗生産を開始した。1日齢の幼生の収容密度は68尾/Lであり、ワムシ密度は11個体/mlであった。幼生の捕食量をワムシの増殖量が上回り10日齢頃には、ワムシ密度は47個体/mlを超えるほどになったが、15日齢以降には捕食、流失して見えなくなった。配合飼料は4日齢から給

餌開始し、1日あたり2~6gを23日齢まで給餌した。アルテミアは8日齢から給餌開始し、1日あたり70~160万個体（密度は0.4~1.1個体/ml程度）を21日齢まで給餌した。冷凍コペポダは、12日齢から給餌開始し、1日あたり20~100gを23日齢まで給餌した。なお、1回目と同様に飼育中盤に大量減耗があり、観察される幼生の数が少なくなったため全ての餌の給餌量を減少させた。

3月29日（25日齢）に取り上げ合計1,241尾（M：4尾、C1：494尾、C2：743尾）を回収し、生産期間を通しての生残率は1.2%であった。

表5 2回目生産の概要

日齢	日付	尾数 (尾)	水温 (°C)	注水量 (L)	換水率	ワムシ		クロレラ (ml)	アルテミア (万個体)	冷凍コペポダ (g)	配合飼料 (g)	備考
						(万個体)	(個体/ml)					
1	R5.3.5	101,808	22.3	0		2000		80				
2	R5.3.6		22.1	0		800	10.6	40				
3	R5.3.7			0	0%		20.0	80				
4	R5.3.8		25.4	200	13%		20.4	40			2	
5	R5.3.9		25.6	100	7%		25.2	90			2	
6	R5.3.10		25.8	300	20%		24.2	100			2	底掃除
7	R5.3.11		25.5	400	27%		25.6	100			4	
8	R5.3.12		25.8	400	27%		18.2	100	120		4	
9	R5.3.13		25.3	500	33%		32.2	100	120		4	
10	R5.3.14		25.3	600	40%		47.4	100	100		6	
11	R5.3.15		25.3	500	33%		29.0	100	160		6	
12	R5.3.16		25.3	500	33%		19.6	50	140	20	6	
13	R5.3.17		25.8	500	28%		13.4	0	140	30	6	水量1.8tに増加
14	R5.3.18		25.7	500	28%	1500	14.0	0	110	90	6	
15	R5.3.19		25.5	500	28%		12.8	0	110	100	3	
16	R5.3.20		25.7	4,320	240%			0	110	100	6	連続注水開始(3L/min)
17	R5.3.21		24.3	4,320	288%			0	120	100	6	水量1.5tに減少(換水率UP)
18	R5.3.22		23.6	4,320	288%			0	120	100	5	
19	R5.3.23		24.2	4,320	288%			0	120	100	5	
20	R5.3.24		24.6	4,320	288%			0	100	100	6	
21	R5.3.25		25.0	4,320	288%			0	70	90	6	
22	R5.3.26		24.2	4,320	288%			0	0	90	6	
23	R5.3.27		23.4	4,320	288%			0	0	50	6	
24	R5.3.28			4,320	288%			0	0	0	0	
25	R5.3.29	1,241			0%							

### (3) 3回目

生産概要を表6に示した。四万十川産の親ガニ（No.24）を用い、孵化尾数は18,000尾、收容尾数は9,000尾であった。4月16日に幼生を收容し、種苗生産を開始した。3回目では、池入れ当初の餌不足を防ぐため、池入れ前からあらかじめワムシを投与した。初期の幼生の收容密度は6尾/Lであり、初期のワムシ密度は14.2個体/mlであった。先の2例よりも幼生の收容尾数が少なかったこともあり、ワムシ密度は、6日齢頃には64個体/mlを超えたが、15日齢以降は、捕食、流失してほぼ見えなくなった。配合飼料の給餌は、先の2例よりも7日間遅らせた11日齢から給餌開始し、1日あたり4~10gを29日齢まで給餌した。アルテミアは6日齢から給餌開始し、1日あたり50~160万個体（密度は0.3~0.9個体/ml程度）を23日齢まで給餌した。冷凍コペポダは、12日齢から給餌開始し、1日あたり30~220gを29日齢まで給餌した。

5月15日（30日齢）に取り上げ、合計2,476尾（C2主体）を回収し、期間を通しての生残率は27.5%であった。

表6 3回目生産の概要

日齢	日付	尾数 (尾)	水温 (°C)	注水量 (L)	換水率	ワムシ		クロレラ (ml)	アルテミア (万個体)	冷凍コペポータ (g)	配合飼料 (g)	備考
						(万個体)	(個体/ml)					
1	R5.4.16	9,000	24.8	0		1,500	14.2	80				水量1.4t
2	R5.4.17		24.8	0			17.2	80				
3	R5.4.18		25.0	0	0%		32.6	90				
4	R5.4.19		25.3	300	18%		58.0	100				水量1.7tに増加
5	R5.4.20		25.3	200	11%		57.6	100				水量1.9tに増加
6	R5.4.21		25.1	400	27%		64.4	100	100			水量1.5tに減少
7	R5.4.22		25.0	300	20%		50.4	100	80			
8	R5.4.23		24.8	300	20%		32.8	100	50			
9	R5.4.24		25.1	300	20%		25.8	100	50			
10	R5.4.25		24.9	300	20%		26.0	100	50			
11	R5.4.26		25.2	300	20%			100	50		4	
12	R5.4.27		24.8	300	20%		34.2	100	60	30	4	
13	R5.4.28		25.2	400	27%		24.2	100	100	0	4	
14	R5.4.29		25.1	400	22%		17.0	100	90	30	4	水量1.8tに増加
15	R5.4.30		24.9	4,320	240%		7.2	0	120	100	4	連続注水開始 (3L/min)
16	R5.5.1		23.9	4,320	240%		0.4	0	100	70	5	
17	R5.5.2		24.1	4,320	240%		0.0	0	130	80	6	
18	R5.5.3		24.1	4,320	240%		0.4	0	130	160	6	
19	R5.5.4		24.9	4,320	240%		0.0	0	150	150	8	
20	R5.5.5		24.7	4,320	240%		0.4	0	160	160	8	
21	R5.5.6		25.3	4,320	240%		0.8	0	160	180	8	
22	R5.5.7		25.2	4,320	240%		0.0	0	160	190	8	
23	R5.5.8		24.5	4,320	240%		0.6	0	160	180	8	
24	R5.5.9		25.0	4,320	288%			0	180	180	8	水量1.5tに減少
25	R5.5.10		24.0	4,320	288%			0	180	180	8	ヒーター温度下げる24→22
26	R5.5.11		21.1	4,320	288%			0	190	190	8	
27	R5.5.12		20.1	7,776	518%			0	200	200	8	淡水馴致開始
28	R5.5.13		20.3	5,760	384%			0	200	200	8	
29	R5.5.14		19.3	5,760	384%			0	220	220	10	
30	R5.5.15	2,476						0	0			

## (4) 4回目

生産概要を表7に示した。四万十川産の親ガニ (No.28) を用い、孵化尾数 8,226 尾、収容尾数は 5,000 尾であった。4月26日に幼生を収容し、種苗生産を開始した。4回目でも3回目と同様に、池入れ当初の餌不足を防ぐため、池入れ前からあらかじめワムシを投与した。初期の幼生の収容密度は4尾/Lであり、初期のワムシ密度は23個体/mlであった。5月1日(6日齢)に大量減耗があり、幼生がほとんど見えなくなったため生産を中止した。

表7 4回目生産の概要

日齢	日付	尾数 (尾)	水温 (°C)	注水量 (L)	換水率	ワムシ		クロレラ (ml)	アルテミア (万個体)	冷凍コペポータ (g)	配合飼料 (g)	備考
						(万個体)	(個体/ml)					
1	R5.4.26	5,000	24.8	0	0	2,000	22.6	80				水量1.3t
2	R5.4.27		27.1	0	0		29.8	80				
3	R5.4.28		26.9	0	0%		40.4	80				
4	R5.4.29		27.3	200	13%		49.8	80				水量1.5tに増加
5	R5.4.30		27.0	300	17%		44.6	100				水量1.8tに増加
6	R5.5.1		24.6		0%							大量減耗につき廃棄

全ての回次をとおして、餌料系列に大きな変更はなかったが、生産結果としては3回目が最も良く、取り上げまでに27.5%が生残した。1,2回目と3回目の大きな違いは収容密度であり、1回目で74尾/L、2回目で68尾/L、一方3回目では6尾/Lと両者には10倍ほどの差があった。事例数が少なく、最適な収容密度には言及できないが、現状では6尾/L程度に抑えることが望ましいと思われた。また、ワムシ給餌のタイミングも、3回目

は孵化幼生の池入れ前にワムシの投与を行っており、飼育開始とのタイムラグをなくすことで良い影響を与えた可能性がある。さらに、1, 2回目では、飼育初期から微量ながら配合飼料を給餌したが、やや水の汚れや匂いがあり、水質の悪化に繋がっていると感じたため、3回目では配合飼料の給餌時期を10日齢頃まで遅らせるようにしたことも良い影響を与えた可能性がある。10日齢までの飼育初期はワムシの増殖速度が勝っており、ワムシのみでも十分に成長できると思われ、環境負荷を抑える方向性が望ましいと思われた。

4回目は、生産初期で大量減耗があり生産を中止したが、当初から遊泳力が弱いなど活力不足が確認されており、種苗性の低さが大きな要因となっていると考えられた。遡上稚ガニが春に多く確認されることから、高知県におけるモクズガニの主な産卵期は、冬から春（1～4月頃）にかけてと推測され、採苗した4月下旬頃は終盤であったといえる。

今回、複数の親ガニを孵化まで観察したが、時期が遅くなるにつれて抱卵、孵化数が減り孵化幼生の質も低下したことから、種苗生産の適期は1～3月頃と思われた。

## 参考文献

今城雅之・山崎憲一・山下はづき・門野真弥・片岡榮彦・大崎靖夫・高橋 徹（2017）高知県鏡川におけるアユ細菌性冷水病の疫学調査. 魚病研究, 52, 141-151.

占部敦史・長岩理央・荻田淑彦・石川徹・隅川和（2021）高知県のアユ資源の維持・増大に向けた取組支援事業. 令和元年度高知県内水面漁業センター事業報告書, 15-29.

Bilodeau et al., Real-time PCR assay of the bacterium *Edwardsiella ictaluri* in channel catfish. US 6,951,726 B2, United States Department of Agriculture patents. 4, October 2005.