

タラバガニ種苗生産試験の現状について

田村 亮一

キーワード：タラバガニ、種苗生産、幼生飼育、餌

はじめに

タラバガニは主にアラスカ沿岸の北極海と日本海、ベーリング海、オホーツク海を含む北太平洋の水深30～360mに分布し、英名は Red King Crab です。成長すると10kg以上、歩脚を広げると1m以上にもなり、一見するとまさに「カニの王様」といった姿・形・大きさですが、分類学上はカニ（短尾類）ではなく、ヤドカリ（異尾類）の仲間です。食べごたえのある大ぶりの身が魅力の北海道を代表する海の幸のひとつで、観光の目玉やお土産、贈答品として人気があります。しかし、近年、北海道での漁獲量は100～500トンと少なく（図1）、高い需要を支えていたロシアからの輸入量は減少しています（図2）。これに伴い価格は上昇し、2017年の単価は2,000円/kgを超え、過去最高値となっています（図1）。このためタラバガニ増養殖の技術開発が強く求められています。

増養殖と種苗

有用な水産生物の生産性を高め利用しようとする取り組みに増殖と養殖があります。これら用語の定義は時代とともに変遷し、養殖は増殖の一部として混合されている場合もあったようですが、今日では区別されています。本題に入る前に、両者の違いと種苗について整理しておきます。

増殖は天然において資源を増やそうとする手段や技法のことで、環境改善、漁業管理、移植・放流に大別されます。魚介類の仔稚は総じて脆弱で、

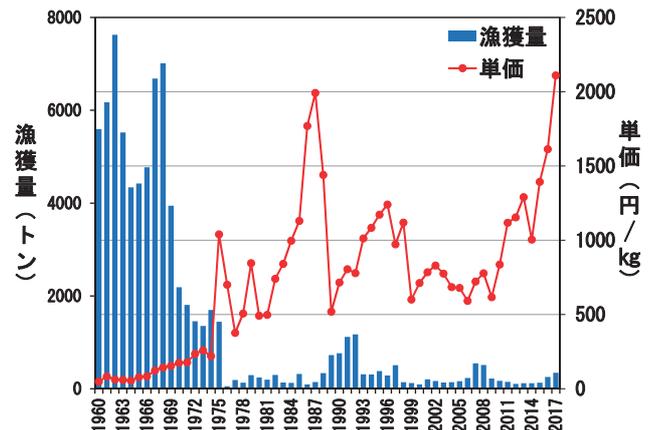


図1 北海道におけるタラバガニ漁獲量と単価の経年変化（出典：北海道水産現勢）

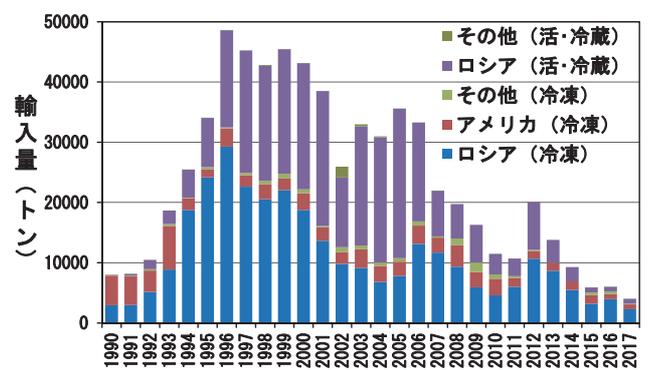


図2 タラバガニ輸入量の経年変化（出典：財務省貿易統計）

他の生物に食べられたり、生息場所から散逸したり飢餓のために死亡する個体が非常に多いと考えられます（図3）。栽培漁業は、自然界では死亡率が高いと考えられる稚仔の期間を人為的な設備、環境下で守り育て（図3種苗生産）、自然界で生き残る力をつけた後（図3中間育成）放流し、経済的に適正な大きさになってから漁獲しようという考えで実施されています。なお、栽培漁業における種苗は一度自然界に放流してしまうと育てた生

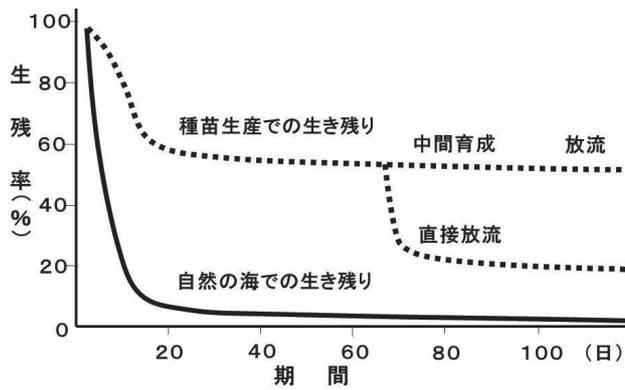


図3 自然界と種苗生産における生き残りの概念図

物の所有権はなくなり、天然物と同様の扱いとなります。

一方、養殖は種（または苗）を蒔き育てて作物を収穫する農業に似ています。すなわち、一定の区画を占有し、区画内の環境や自分が所有する対象生物の生活を管理して目的の大きさまで育ててから漁獲（収穫）し出荷する生産方式が養殖です。

天然水域での資源増大を図る栽培漁業と利益を直接的に追求する養殖ではいくつか違いはありますが、どちらも種苗がなければ始められません。種苗には天然種苗と人工種苗があります。人工種苗の生産（以下、種苗生産と呼びます）が難しい種類（例：ウナギ）や天然種苗を容易に確保でき

る種類（例：ホタテガイ、カキ）では天然で孵化成育した仔稚を採集して種苗としています。タラバガニの場合、天然の幼生や稚ガニを生きたまま大量に採集する方法はありません。入手できるのは親ガニです。種苗を確保するためには、これら親ガニを飼育し、得られた仔稚を一定期間育てなければなりません。タラバガニの増養殖を行うためには、先ず種苗生産技術の開発が必要です。

タラバガニの生活史

タラバガニの交尾（図4A）・産卵は主に2～4月に行われます。雄は脱皮直後の雌の腹節（ふんどし）の中に精莢（精子が入った袋状のもの）を付着させ、その後、雌は自分の腹節の中にある腹肢に受精させつつ卵を産み付けます。雌はいわゆる外子として幼生の孵化まで卵を抱え（図4B）、そこで卵発生が進行します（図4C、D）。抱卵期間は1年弱、主に1～3月にエビのような形態のプレゾエア（図4E）と呼ばれる幼生が孵化します。遊泳力が弱いプレゾエアは直ぐに脱皮してゾエア幼生（図4F）となり、浮遊生活を送ります。ゾエア期は4ステージあり、水温約8℃でゾエアIか

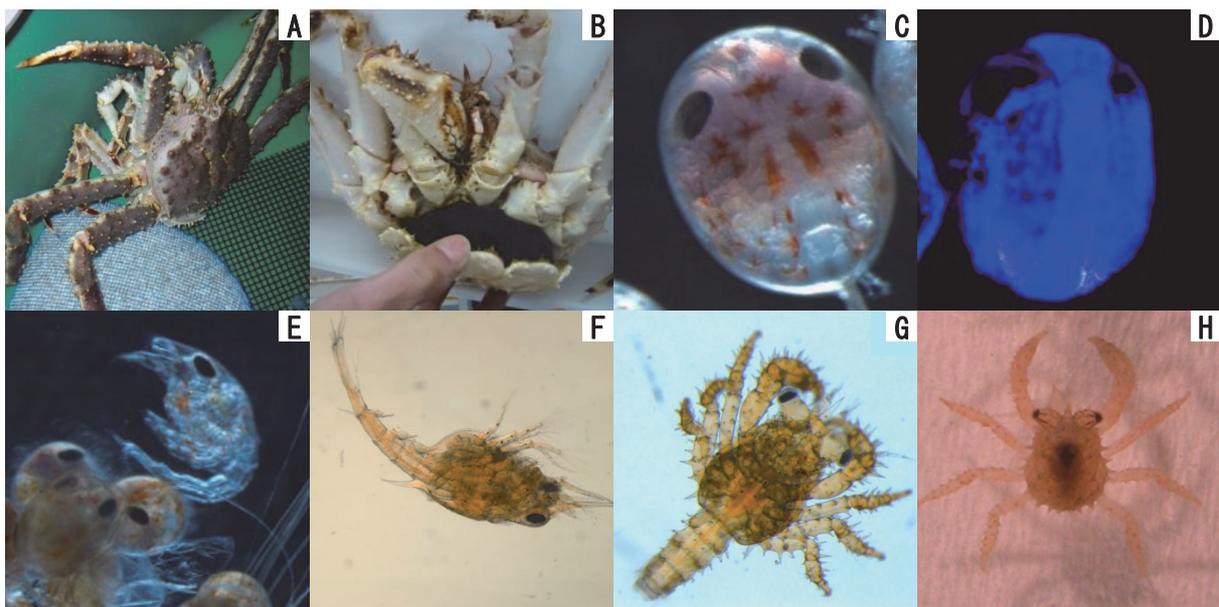


図4 タラバガニの生活史 (A：交尾の様子 (背面が雄)、B：抱卵雌、C、D：卵発生の様子 (複眼形成・心臓拍動期)、E：プレゾエア、F：ゾエア幼生、G：メガロパ幼生、H：第1齢稚ガニ (C1))

らⅢ期は7～8日ごとに、ゾエアⅣ期は10～12日で脱皮し、エビとカニの中間のような形態のメガロパ幼生(図4G)になります(短尾類の幼生をメガロパ、異尾類の幼生をグロウコトエと区別する場合がありますが、本稿ではメガロパを用います)。メガロパ幼生も変態直後は盛んに泳ぎますが、日数の経過とともに歩脚でものにしがみついたり底でじっとしている時間が長くなり、次の脱皮直前には、ほぼ全ての個体が着底します。メガロパ幼生は水温約8℃で20～30日(孵化から概ね60日前後)で成体の形態に近い第1齢稚ガニ(図4H以下、C1と呼びます)に変態します。その後も脱皮を繰り返して成長し、飼育下の例では、雌は6歳で性成熟し、脱皮直後に、交尾・産卵しました(試験研究は今No.811 <https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/att/ima811.pdf>)。

タラバガニの種苗はC1

種苗の齢期やサイズをどこにするのかという問題があります。タラバガニの生活史における自然界での生き残りや減耗過程についての情報はありませんが、特に浮遊生活期(ゾエア期～メガロパ期)における生き残りが悪いと考えられます。そこで本格的な底生生活に入るC1を種苗としました。タラバガニの種苗生産では、「抱卵ガニの確保と孵化まで養成する技術」、「孵化した幼生をC1(種苗)まで飼育する技術」両方を開発する必要があります。抱卵ガニの確保・養成から孵化までは本誌第87号などで報告してきましたので、本稿では孵化後からC1までの幼生飼育技術の現状について紹介します。

基盤的技術の開発～ゾエア幼生の餌の検討～

各種の試験条件を比較検討するために、まずは100L規模の小型水槽で技術開発を行いました。初

年度(2008年12月～2009年4月)の試験・観察結果や近縁種の知見から、ゾエア幼生の栄養状態、つまりゾエア幼生の餌がC1までの生き残りの鍵であると考えられました。そこで様々な餌条件を設定して試験を行いました。疾病が発生して餌条件を比較できない年もありましたが、2012年に行った試験で栄養を強化したアルテミアノープリウス幼生(図5左以下、栄養強化アルテミアと呼びます)に加えて別途培養した大型で連鎖性の珪藻の1種(図5右以下、培養珪藻と呼びます)を給餌した試験区において、高い生残率でC1を生産することができました(図6)。そこで翌2013年の試験では、同一親で餌条件を変えた試験区間で生残を比較したところ、栄養強化アルテミアと培養珪藻を給餌した試験区が最も良い結果となり、再現性が確認されました(図7)。別途行った1Lビーカー(10個体/水量0.5L)を用いた飼育試験



図5 タラバガニゾエア幼生の好適餌料(左:アルテミアノープリウス幼生、右:珪藻の1種)

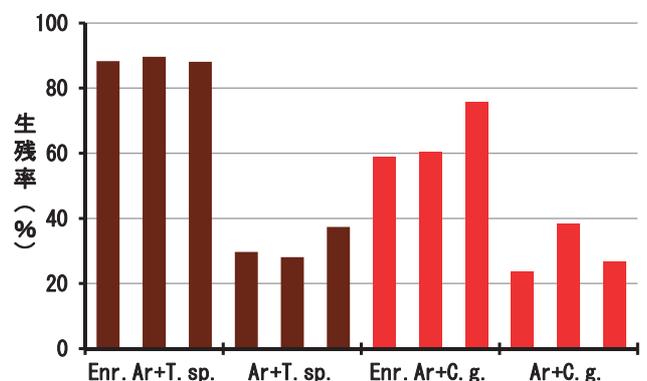


図6 餌条件別飼育によるC1までの生残率(2012年、100L水槽・天然抱卵雌使用、同色は同じ親、同一餌条件で3回繰り返し、Enr.Ar:栄養強化アルテミア、Ar:無強化アルテミア、T.sp.:培養珪藻、C.g.:小型・単体の市販珪藻)

(図8)でも、二つの餌を与えることでほぼ100%の生残率でメガロパ幼生まで飼育可能でした。これらのことから、栄養強化アルテミアと培養珪藻を同時に給餌することがタラバガニゾエア幼生の好適飼育条件のひとつと考えられました。

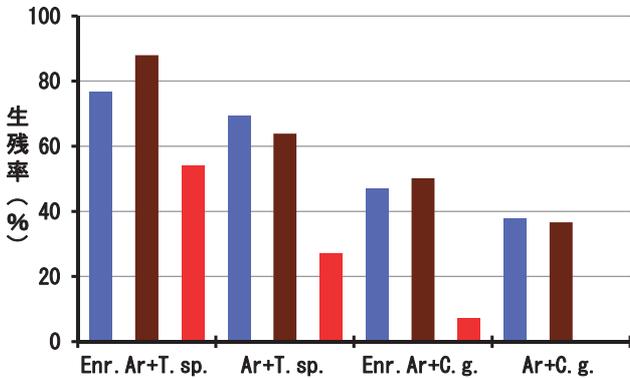


図7 餌条件別飼育によるC1までの生残率(2013年、100L水槽使用、同色は同じ親、青色は長期飼育雌、赤・褐色は天然抱卵雌、餌の凡例は図6と同じ)

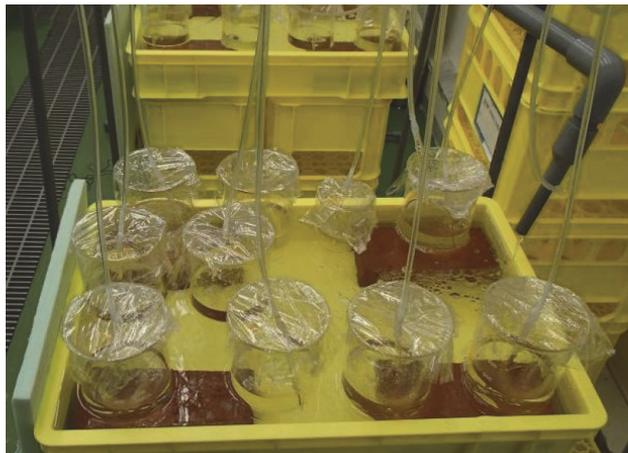


図8 ビーカーを用いた幼生飼育の様子

用いる親ガニ～天然抱卵雌と長期飼育雌～

雌を陸上水槽で長期間飼育して脱皮・交尾・産卵を繰り返すと、天然個体と比べて体色が青っぽく、卵と孵化幼生の色は薄くなります(図9)。2013年の試験では飼育期間5年の雌も用いましたが、その生残率は天然抱卵雌と同等かむしろ高い値でした(図7)。見た目の色に違いはあるものの、この年までの試験で長期飼育雌が問題視されることはありませんでした。

しかし、2014年と2015年の試験において、栄養強

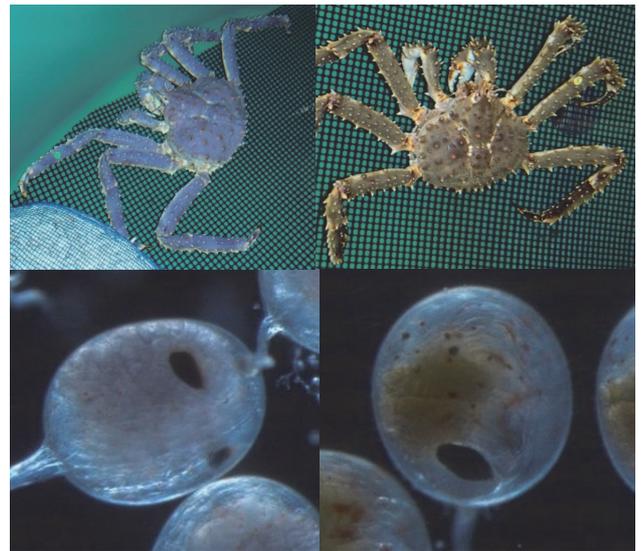


図9 体色と卵色の違い
長期飼育抱卵雌(左上)とその卵(左下)
天然抱卵雌(右上)とその卵(右下)

化アルテミアと培養珪藻を給餌しているにも関わらず生残が悪い例が見られました。当初要因は不明でしたが、その後の京都大学大学院との共同研究で用いた親の影響を示唆する結果が得られました。生残が悪かった試験区で用いた親は、いずれも飼育期間が2年以上の長期飼育雌でした。100L水槽を使用した好適餌条件でのC1までの生残率は、天然抱卵雌あるいは飼育開始後3か月以内に産卵した雌(以下、準天然抱卵雌と呼びます)を用いたときが平均73.7%(N=14、範囲50.9~89.6%)なのに対し、長期飼育雌では平均49.8%(N=10、範囲9.5~85.2%)でした(図10)。

タラバガニ幼生の孵化は1か月程度続きます。同じ長期飼育雌から生まれたの幼生を孵化時期別に飼育しましたが、C1までの生残に一定の傾向はありませんでした。幼生飼育開始前後の早い段階で何らかの特徴や兆候があれば、「生産に用いるか」「飼育を継続するか」「別個体に替えるか」判断できます。しかし、今のところ早期の判断基準は見つかっていません。多くの場合、飼育開始後3週間以上経ったゾエアIV期あるいはメガロパ期に沈降や大量死亡といった異常が現れ、問題を把

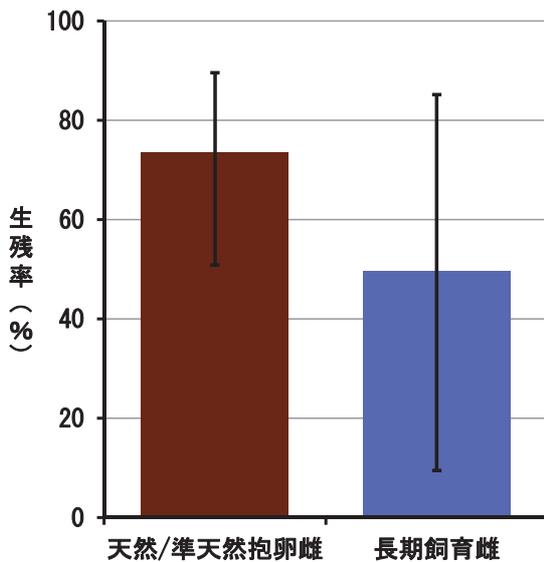


図10 好適餌条件でのC1までの平均生残率 (2012~2015年、エラーバーは範囲、100L 水槽使用)

握したときには既に同じ親からの孵化は終了してしまっています。長期飼育雌から生まれた幼生が問題なくC1まで育つことも多いのですが、現在の技術レベルでは長期飼育雌を用いた種苗生産はリスクが高く、天然抱卵雌か準天然抱卵雌を用いた方が安定した生産が可能です。

C1 種苗の量産試験

種苗生産数を増やすには、小型水槽の数を増やす方法と、用いる水槽を大きくする方法があります。前者では基盤的技術をそのまま応用できますが、水槽数に比例して労力が増えます。例えば上述したビーカー飼育では、あらかじめ餌と海水を入れた別のビーカーを準備し、そこに幼生を毎日手作業で移し替えます。手間がかかり、一人当たりの作業可能なビーカー数には限りがあります。一方、後者では、小型水槽で開発されたものと同じ生産手法・生産効率で飼育することが難しく、新たな技術開発が必要になる場合があります。ウナギの種苗生産が良い例で、研究室レベルでの完全養殖成功はニュース報道されましたが、シラスウナギの大量生産には多くの課題があり、未だ実

現していないようです。

量産化を図るにあたり、水槽の大型化は省力化や効率化が期待されます。目標を単位水量当たりの生産数6,000個体/kLとし、2015年度から大型水槽を用いた量産試験を始めています。

本格的な試験実施に先駆け、2014年11月~2015年4月に幼生飼育工程を大型水槽で試行し、課題や問題点を把握しました。小型水槽で開発された手法をあてはめると水量5kLでは毎日150~300Lもの培養珪藻が必要と試算され、これに代わる餌料の探索が必要と考えられました。また、幼生は光の方向に集まる性質があり、水槽内での幼生の分布集中を防ぐ必要があります。2016年からはこれら問題解決に向けて飼育方法の改善に努め、2017年の量産試験の水槽1で目標数(6,000個体/kL)のC1を生産できました(表1)。水槽2も目標に近く、量産化に向けて飼育管理方法や収容数に目途がついたかに思えました。しかし、翌2018年の量産試験結果は惨憺たるものでした(表1)。

2018年の飼育条件は前年に目標を達成した水槽の飼育方法を基準に、一部変更したものです。親の多くは準天然抱卵雌を用いています。また、疾病対策として飼育水の紫外線殺菌灯照射も行っており、少なくとも過去に発生した疾病は確認され

表1 量産試験(水量5kL)におけるC1生残数

年	生残数 / KLあたりの生残数 / (収容数)			
	水槽1	水槽2	水槽3	水槽4
2014/15	21,646	7,473	1,552	15,753
	4,329 (43,500)	1,495 (39,000)	310 * (96,280)	3,151 * (107,722)
2016	11,638	8,796	2,889	
	2,328 (92,640)	1,759 (93,180)	578 (84,340)	
2017	32,190	27,732	7,082	
	6,438 (85,845)	5,546 (88,594)	1,416 (78,436)	
2018	735	107	5,768	
	147 (66,131)	21 (71,519)	1,154 ** (69,608)	

無印は準天然抱卵雌、*長期飼育抱卵雌、**一部長期飼育抱卵雌使用一部を除き、栄養強化アルテミア以外の餌の種類や量、組み合わせは異なる

ていません。推定される原因のひとつとして、試験2か月程前に見つかった8℃飼育冷海水を製造する熱交換機の穴あき事故の影響があります。熱交換器内の冷水中には腐食によるサビなどが多く含まれ、それらが8℃飼育冷海水に混入して悪影響を与えたという想定です。これまでの試験でも結露水や塗装、金属片の混入が強く疑われる水槽で生残が悪くなりました。また、冬期間はタラバガニ以外での8℃飼育冷海水の使用量が少ないことや、飼育を始めるかなり前から水槽に海水を貯め、かつ換水量も少なかったことから、混入物質の影響が長期間続いた可能性があります。試験開始の遅い水槽で生残が良かったことも、汚染された後、徐々に海水交換が進んだ結果と考えると説明がつきます。逆に、事故の対処後2か月も経っていることや施設内の他の生物に影響がなかったことは事故の影響を否定する根拠になります。しかし、いずれも傍証からの推論です。混入物質の種類や量、水槽やタンク内での滞留期間が不明のため暴露試験による検証はできません。要因は確定できませんが、2018年の結果はこの年固有の特異的な原因であって欲しいと考えています。

おわりに

タラバガニの種苗生産について基盤的技術はある一定水準で確立できたと考えています。しかし、量産化に向けては当初の思惑と異なることが多く、2018年の結果を除外しても、いくつかの課題が残されています。培養珪藻に代わる餌料については、入手可能な甲殻類用や二枚貝用の市販品を候補として、量産規模と小型水槽の両方で試験していますが、試行錯誤が続いています。市販餌料を用いると同じ餌条件でも生残が良いときと悪いときがあり、安定性が問題です。用量や用法、組み合わせについて引き続き検討が必要です。また、光源



図11 大型水槽を用いた量産試験の様子（水槽上面を遮光幕で覆い、水槽内で幼生の分布が上層に集中することを防げるか試験しています）

の位置や幼生の発育段階にあわせ、給水方法とエアレーションを工夫して水流を起こしたり、水槽内の光量を調整するために市販餌料を連続的に添加して海水を着色し、水槽上面を遮光幕で覆う（図11）ことで改善はしているものの、水槽内での幼生の分布が一様ではなく、スケールメリットを十分に享受できないことも誤算の一つです。適正収容数は単純に水槽容積に比例するのではなく、むしろ表面積に依存するのではないかという感触を得ています。いたずらに収容数を増やしても逆効果になりかねず、少なくすると目標生産数を達成するためには高い生残率が求められます。この点にも難しさがあります。生産数6,000個体/kLという数字は小型水槽で開発した基盤的技術をもとに定めた目標値ですが、かなり高いハードルだったかもしれません。今後もタラバガニの種苗生産の安定化に向け、量産技術の開発を進めていきたいと考えています。

（たむらりょういち 栽培水試栽培技術部

報文番号 B2429)