

あなたのレポーター The Aquaculture

育てる漁業

令和3年10月1日
NO.495

発行所／公益社団法人北海道栽培漁業振興公社
発行人／川崎一好
〒060-0003 札幌市中央区北3条西7丁目
(北海道水産ビル3階)
TEL (011) 271-7731 / FAX (011) 271-1606
ホームページ <http://www.saibai.or.jp>
ISSN 1883-5384



▲大樹旭浜漁港に設置した養殖用いけす



▲栽培水産試験場の水槽中で活発に摂餌するサクラマス



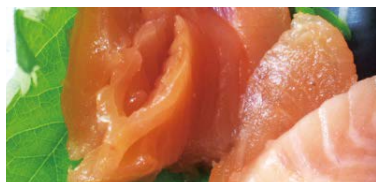
▲いけすの中を元気に泳ぐサクラマス



▲1kg以上に成長したサクラマス



▲魚体測定して成長や飼料効率を把握する



▲養殖魚は刺身(左)はもちろん、押寿司(中)や焼き物(右)でも美味しくいただけます

サクラマス養殖研究

道総研さけます・内水面水産試験場、栽培水産試験場では、水産庁の「養殖業成長産業化技術開発事業」に参画してサクラマスの養殖に関する研究を行っています。

北海道の海面では過去にサクラマスの養殖が行われましたが、輸入養殖サケマスの増加や生産魚が小型で魚価が低迷したことなどにより、採算性が合わずに生産がなくなりました。現在は成長が良く大型になる系統の作出や、取り上げ時のサイズを2kg以上にするために必要な種苗サイズを明らかにすることなどを主たる目的として、水産試験場の水槽に加え、大樹町で現在行われているサクラマス養殖試験とタイアップする形で、海面のいけすでも成長等のデータを収集しています。今後は採算性の向上、海洋環境の変化に対応した、高水温耐性を持つ系統の作出なども検討する必要があると考えています。

CONTENTS 目次

漁業士発 アクアカルチャーロード……………2

青年漁業士（利尻漁協鵜泊本所） かまだ ひろあき
鎌田 広彰さん

栽培公社紙上大学◆今月の講座……………3～7

ケガニ資源の回復に向けて
東京農業大学生物産業学部海洋水産学科
水圏生産科学研究室 准教授 市川 卓

浜のトピックス……………8

令和3年度北海道開発局優良工事等表彰を受賞
伊達事業所のマツカワ種苗放流終了

独自漁法、養殖漁業、浅海漁業 魅力いっぱいの利尻の漁業を次世代に

利尻漁協鰯泊本所に所属する鎌田広彰さんは現在48歳。妻と1男1女の4人家族です。地元の高校を卒業後、道立稚内漁業研修所(当時)で基礎知識を1年間学び、利尻島へ戻った後、漁業後継者として腕を磨きました。現在は父の権利を承継し、島外出身の漁業就業者への技術指導にあたるなど、島を代表するリーダーの一人として活躍しています。師匠でもある父からの「自分に逃げ道を作るな」との教えに今も忠実な鎌田さんに、日々の操業や今後の目標について話を聞きました。

独特の漁法「オオナゴすくい網漁」

鎌田さんの1年は、3月のナマコ桁曳網漁から始まります。6月から天然コンブとウニ・ナマコの採取、ウニ漁終漁直後の9月1日からは特採のサケ刺網漁に着業し、特別採捕期間が終了次第、年末までイカやヒラメを漁獲しています。以前はカレイ刺網漁も手掛けていましたが、海獣被害の拡大などにより現在、操業を見合わせています。

この他に鎌田さんが着業しているのが、4月中旬～6月中旬にかけて利礼地区のみで行われるオオナゴすくい網漁。これは、網地を袋状に取り付けた3本の鉄管を船から下ろして網を海中で扇状に広げ、魚群に向けて船を回しながら進めて一気にすくい上げる漁法です。鉄管の1本に浮きを取り付け、網の入口を大きく広げて魚群を捕らえ、多い時は1日で25ト超を漁獲します。「魚群があると海上に渦が出現します。その渦を早く見つけ、網に入った大量の

魚を逃げないように上手く船を回すのがこの漁法の醍醐味です」と鎌田さんは、すくい網漁の魅力語りまします。利尻島では現在、鰯泊4隻・脊形1隻の計5隻がすくい網漁に着業。漁獲されたオオナゴは主に、養殖ハマチの出荷直前の餌料として利用されます。

今年はサケとコンブが好漁

令和3年漁期の利礼地域の秋サケ刺網漁は出足から好調です。鎌田さんも出漁のたびに150尾前後を漁獲しており「これまで経験したことがないくらい順調」と頬が緩みます。鎌田さんの刺網漁は全て日網です。「カレイ網をやっていた頃は留網で数量を稼いでいましたが、海獣による漁具被害もあり、今は鮮度の良い魚を適量獲るようにしています。タコ漁もトド被害の影響を最小限に抑えるために漁場と漁法を変えました」と、時代に合わせて操業形態を変化させています。

利尻島では天然コンブ漁場の保全対策としてチェーン振りによる岩盤清掃を行っており、チェーン振り開始から3年を経過した小泊地区ではコンブの着生が安定に向かうなど成果が見えつつあります。鎌田さんは天然のみを採取し、加工用を除く全量を丁寧にしわ伸してから出荷しています。昨年は全体の3分の2を長切1～4等級として出荷、今年は1等級が5駄以上できる見込みです。「今年は天候に恵まれ、付着物も少なかった。良い条件が揃いました」と、今期の漁模様を振り返ります。



利尻漁協鰯泊本所 指導漁業士
かまた ひろあき
鎌田 広彰さん

漁船漁業の魅力を伝えたい

利尻漁協では全4支所で指導・青年各1名の計8名(今年は9名)の漁業士が活躍しています。利尻地区漁業士会は毎年10月と2月に島内の小学生を対象とした出前授業を開催し、地場で漁獲される魚や漁業の魅力、漁師の仕事などを子どもたちに伝えています。新型コロナウイルス感染症拡大の影響で令和2年度の出前授業は残念ながら中止となりましたが、鎌田さんら漁業士は、地域教育と未来の担い手確保に貢献できるよう努力を続けています。

利尻島では漁業後継者対策として、島外出身の就業希望者を積極的に受け入れています。若い担い手が増え、活気が戻りつつある利尻の水産業ですが、一方で鎌田さんから指導的立場を担う40歳代から50歳代前半の年齢層が少なく、特に漁船漁業従事者の将来的な減少が懸念されています。そのような中、鎌田さんは「若い漁業者に漁船漁業の魅力を伝えていきたい」と言います。「沖に出ると常に新しい発見があります。渦や潮目、鵜の動きなどから魚の動きを読むのが漁船漁業の面白いところ。新たに挑戦する漁業者が増えて欲しい」と、若い力の躍動に期待を寄せています。

東京農業大学生物産業学部
海洋水産学科水圏生産科学研究室

准教授 市川 卓

今月の講座

ケガニ資源の回復に向けて

1.はじめに

ケガニ *Erimacrus isenbeckii* は、ペーリング海から樺太、千島列島、太平洋側では福島以北、日本海側では鳥取以北まで広く分布し、道民の皆様にとってはなじみ深いカニだと思います。卵からふ化した直後のケガニは、「カニ」の姿をしていません。ふ化した幼生はゾエアと称し、このゾエアを5齢期（以下、Z1～Z5と称します）、メガロパ1期（MG）を経て稚ガニへと脱皮して成長します（図1）。ケガニは雄がより大きく成長し、これま

でに報告された最大の甲長は雄で15cm、雌で12cmです。本種の成長は遅く、雄が甲長8cmに達するには7年以上が必要と考えられています。

ケガニの水揚げ量は昭和30年27,385トンピークにして、その後は乱獲のために急激に減少し、2000年代は2,000トン台で推移しました。しかし近年漁獲量は再び低迷し、2019年は1,156トンでした（図2）。筆者の勤務地があるオホーツク管内におけるケガニ漁獲量は近年減少しており、2019年は170トンでした（図3）。ケガニの漁獲量減少に対処するため、1957年以

降様々な漁業規制が、1968年からは許容漁獲量制が導入されて、現在に至っています。これらの漁業管理だけでなく、減少したケガニ資源の維持・増殖方策として人工繁殖技術に基づき、ケガニを人工的に生産し、天然海域に放流して天然資源とともに管理する栽培漁業が計画されました。その栽培漁業のなかでケガニの種苗生産技術の開発が行われました。本稿ではケガニの種苗生産技術開発を振り返り、ケガニ資源の回復に必要な取り組みについて、私見を述べたいと思います。

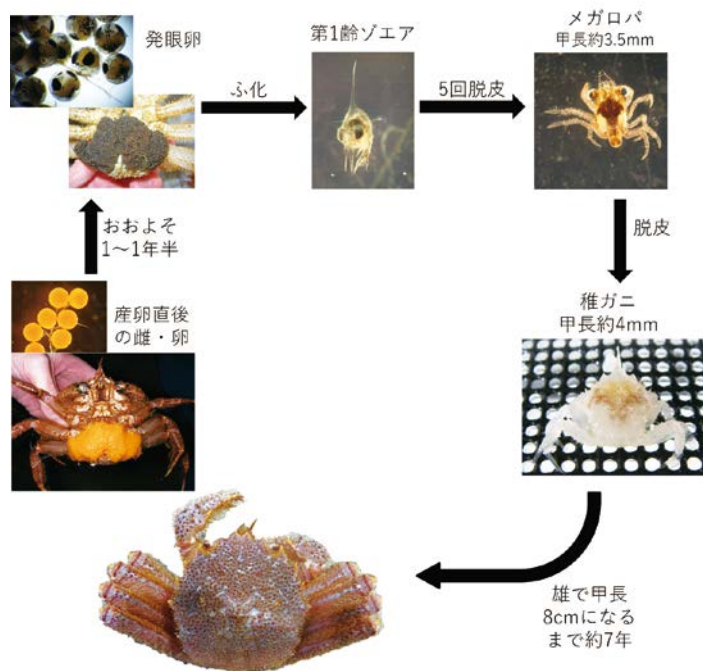


図1. ケガニの生涯(写真とイラスト)

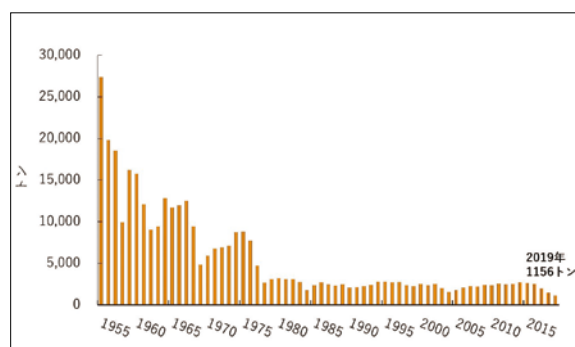


図2. 北海道におけるケガニ漁獲量の推移

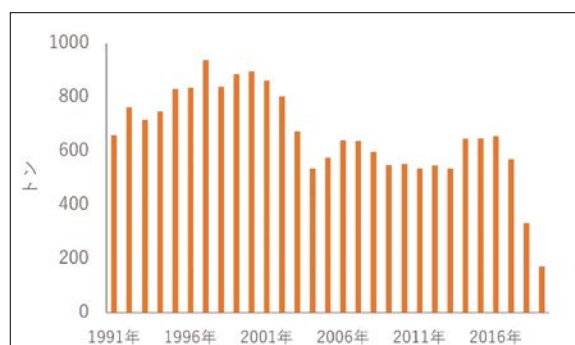


図3. オホーツク管内におけるケガニ漁獲量の推移

2. 資源を増やす取り組みとは

資源が減少した、もしくは減少してきた時にこれを回復させて、または積極的に資源の維持・増大を図ることを増殖といいます。この増殖には、①漁期や漁具の制限・禁止、漁獲物の大きさ制限などを行う漁業管理、②増やしたい生物の種苗を大量に移植・放流して直接資源を増やす、③生息環境を直接・間接に改善、管理して天然水域の生産力を利用しつつ対象生物の繁殖と生育を補助する、の三つの方法に大別できます。③を発展させたものが栽培漁業です。ケガニでは①と③が実施されてきたことになります。ところがケガニの栽培漁業は、放流用種苗である稚ガニを安定的に生産出来なかったこと、放流した稚ガニの資源添加効果が不明等、複数の理由により中止されました。

ケガニの種苗生産技術開発は1980年代から精力的に行われ、1989年社団法人日本栽培漁業協会宮古事業場の屋外100kL水槽においてMG幼生68万尾、生残率28%で生産しました。その後大型水槽の飼育では大量死が発生し、MG幼生までの飼育も困難な状況となったことから、この大量死の原因究明が行われました。ケガニ幼生の飼育はビーカー等の小型容器では比較的容易であることから、水温等飼育要素が小型容器を用いた飼育実験により詳細に調べられました。ケガニ幼生の成長および生残が良い水温および塩分は9～12℃、30～35psuであることが明らかにされました（神保ら2007, 2012）。また、本種幼生の飼育では珪藻*Thalassiosira* sp.が必要とされてきました（Ichikawa et

al. 2013）。神保ら（2005）は、動物プランクトン（アルテミア）の単独給餌で稚ガニまで飼育可能であり、従来の大型水槽での種苗生産では珪藻に依存し、アルテミアの給餌量が不足していたこと、アルテミアの最適な給餌密度は2個体/mL以上であることを精緻な飼育実験から明らかにしました。

3. 種苗生産における大量死の原因

それでは、50kLといった大型水槽で飼育した場合にケガニ幼生が大量死した原因はどのように考えられるでしょうか。大量死が発生する直前から幼生が水槽底に大量に沈下・蜷集したことが報告されています。ズワイガニ等の知見から、ケガニ幼生の大量死は水槽底に堆積した有機物に幼生が接触することで細菌感染症に罹病したことが原因と考えられました。

そこで、ガザミの種苗生産において実用化され、さらにズワイガニ幼生を沈降させない飼育方法として顕著な有効性が認められている攪拌機（写真1）による「飼育水を攪拌する飼育方法を試みました。また、甲殻類の幼生の行動は光から強い影響を受けることが知られているため、ケガニ幼生の飼育実験では光環境が異なる透明ポリカーボネート製と黒色ポリエチレン製の水量が500Lの飼育水槽（以下、透明水槽と黒色水槽）を用いて、飼育水の攪拌と水槽内の光環境の影響を調べました。飼育実験では飼育水槽を上層、中層および下層の三層に区分し、毎日、昼間（10～11時）と夜間（19～20時）に柱状サンプリングを行い、各層に分布している幼生の個体数を推定しました。その結果、MGにおける生残

率は透明水槽を用いた方が高かった（図4）ののですが、取り揚げた幼生中のMGの割合は黒色水槽を用いた方が高くなりました（図5）。また定期調査で得た幼生の齢期を調べたところ、透明水槽では齢期進行が遅く、発育が停滞していました。水槽の層別に推定した幼生の個体数から、下層に分布している幼生の割合を沈降



写真1. 攪拌機を設置した水槽の様子

率として統計解析した結果、沈降率は昼夜とも日齢にともない有意に増加しました。その一方で昼間の沈降率は攪拌機による飼育水の攪拌の有無には影響を受けず、透明水槽が平均50～60%程度、黒色水槽が平均20～30%程度の値で、後者が有意に低くなりました。夜間の沈降率は黒色水槽と飼育水の攪拌がある場合に有意に高くなりましたが、平均15～33%程度で水槽間の差は小さく、昼間に比較して低く推移する傾向を示しました（図6）。

これらの結果は、水槽内の下層

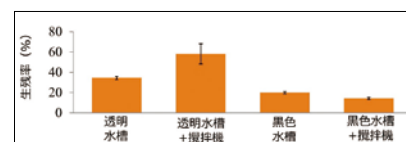


図4. 攪拌機を用いた飼育実験の生残率

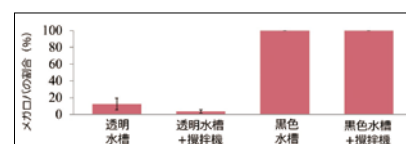


図5. 実験終了時に生残していた幼生におけるメガロパ幼生の割合

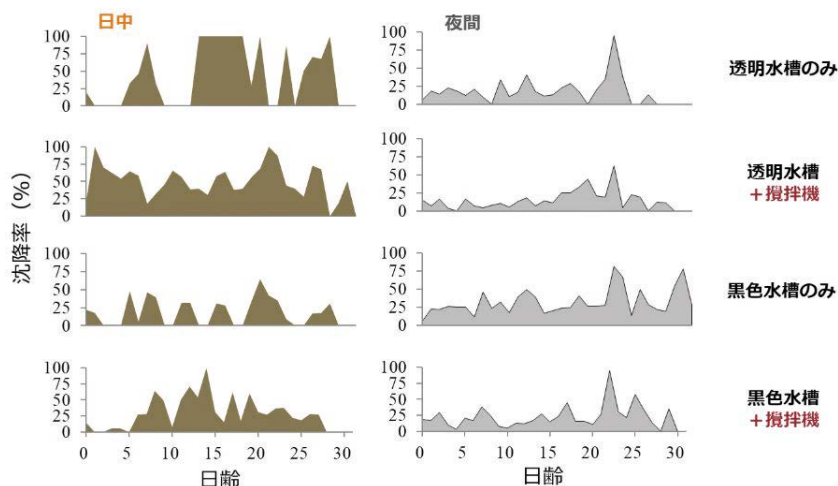


図6. 幼生の沈降率の変化を示す

に分布したケガニ幼生の割合（沈降率）は日齢とともに大きくなり、これまで大型水槽を用いた種苗生産で観察されていた「幼生が水槽底に沈下・蟄集する現象」を再現できたと考えられます。この実験において、飼育水の攪拌は昼間の幼生の水槽内分布に対して影響を与えませんでした。幼生の沈降率は透明水槽を使用した場合に高く、黒色水槽では低くなることが明らかになりました。また、沈降率は昼間より夜間の値が低く、幼生は夜間には飼育水中に浮遊、分散する傾向が強まるものと考えられました。昼間の水槽内の光量を調べたところ、上方向からのみ光が入射する黒色水槽では水深に比例して減少したのに対して、横方向からの光も入射する透明水槽では表層より中層と下層がより大きな数値でした。このことから、ケガニ幼生の水槽内分布は水槽の種類に起因する光環境から影響を強く受け、光環境の制御により幼生を浮遊させ、水槽底に沈下することを防止できる可能性が考えられました。

実験において、その種類により水槽内部の光量に違いが認められた

ため、ケガニ幼生の分布の違いは光環境に基づく、換言すれば幼生の光に対する行動（走光性）に起因したと考えることが出来そうです。また、幼生の発育が遅延した理由は、餌料であるアルテミアに対する視認性の低下、幼生とアルテミアの分布の不一致により幼生の摂餌効率が低下し、発育が遅延したものと推察されました。このようにケガニ幼生の飼育では水槽内の光環境は重要な要素であることから、ケガニ幼生の光に対する反応である走光性を調査しました。

ケガニ幼生の光に対する反応は？

光を構成する要素として量と色である波長があります。ケガニ幼生を水平の浅い容器に静置して、照射している光に対して近づく場合を「正の」、光から遠ざかる場合を「負の」反応を示すと判定し、光量と波長について走光性を調査しました。暗黒条件の下においては実験容器の中に入れたケガニ幼生は静止していました。ふ化した直後のZ幼生は光に向かう正の走光性を示し、成長に伴い負の走光性が強く発現しました。また、光の刺激がない環境下では幼生は自発的に遊泳しないと考えられました。他の甲殻類幼生では正の走光性を示す波長でもケガニ幼生は負の反応を示すことから、ケガニの光に対する反応は特異的といえます。

幼生の平均体密度はふ化直後には 1.0509g/cm^3 、1日齢には 1.0822g/cm^3 へと増加し、Z幼生の期間は 1.080g/cm^3 前後で推移しました（図7）。さらにケガニ幼生の体密度は通常の海水比重（ 1.025 ）よりも大きいことから、遊泳しなければ幼生は沈むことが明らかになりました。

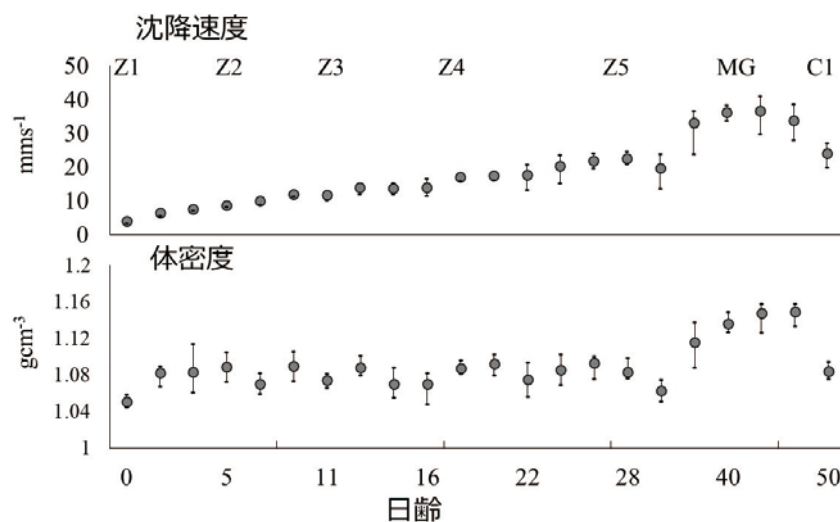


図7. ケガニ幼生の沈降速度と体密度の推移

光周期が幼生の成長・生残に及ぼす影響

ケガニ幼生は、強い負の走行性と海水比重より重い体密度という生物特性を有するため、水槽で飼育する場合には自発的に遊泳する環境をその生物特性に基づいて整える必要があります。例えば、幼生を24時間光のない状態（24時間暗期）にして飼育することも考えられます。しかし、24時間暗期という光がない状態（恒暗条件）で幼生を飼育で

きるのでしょうか。そこで24時間明期から24時間暗期まで、5つの光周期を設定してふ化ゾエアを稚ガニまで飼育しました（Ichikawa et al. 2018）。その結果、ケガニ幼生は24時間暗期の恒暗条件下でも稚ガニまで发育したが生残率は16%と低く、生残および发育速度は明期の長さ に比例して向上し、さらに明期が長くなるほど稚ガニの甲長は大型化し、有意差が認められました（図8～10）。種苗生産では

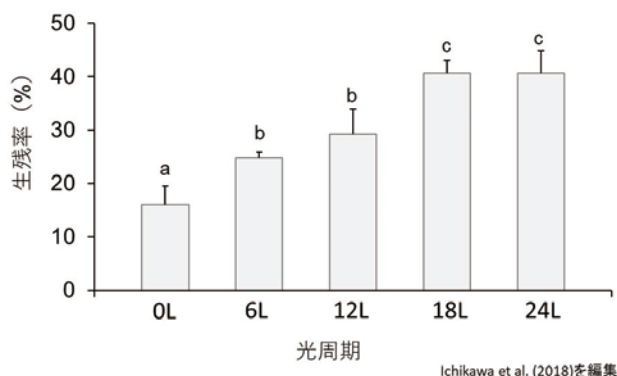


図8. 異なる光周期で飼育した時のふ化から稚ガニまでの生残率

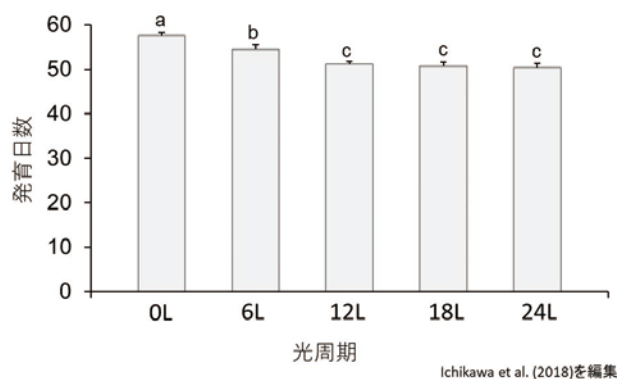


図9. 異なる光周期で飼育した時のふ化から稚ガニまでの所要日数

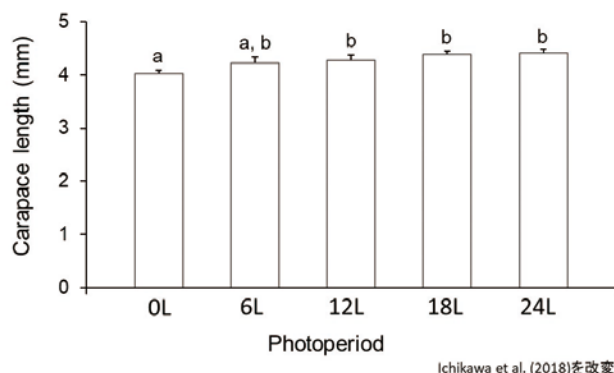


図10. 異なる光周期で飼育した時のメガロバ幼生の甲長

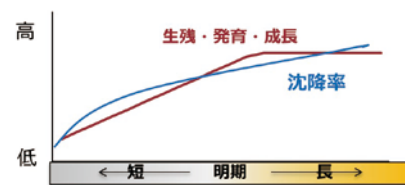


図11. 光環境が幼生の行動および生残・发育・成長に及ぼす、相反する影響の概念図

高い生残が求められることから、ケガニを恒暗条件で飼育することは適切なのでしょうか。種苗生産におけるケガニ幼生の沈降死防除方法を開発するためには、暗期の延長による摂餌不足によって低下する生残率と明期の延長による沈降死リスクによって低下する生残率を比較し、それらが均衡する光周期を検討する必要があります（図11）。

ケガニの資源回復に向けて

このようにケガニの種苗生産はようやく問題点が明確になり、基礎技術に目処が立ち始めたところです。このような状況では放流用稚ガニを大量に生産するのは難しく、栽培漁業の実施は困難といわざるを得ません。このような状況下では私たちがケガニ資源を増やす方法は限定されてきます。

ケガニは成長が遅く、繁殖可能になるまで数年が必要で、雌の産卵間隔が2～3年と推定されています。そのため、子孫を残す「親ガニ」の尾数を減らしすぎない努力が必要です。この「親ガニ」とは、卵を産む雌のみをではなく、雄も含みます。ハナサキガニでは甲長が大きい雄ほど保有精子数が多い等体サイズと繁殖能力に相関があり、大型雄は繁殖について優位性があることが知られています（Sato et al. 2005, 2006）。ケガニでは、雄は

自分よりは小さい雌の中でより大きな個体と交尾する傾向があると推察されています（佐々木2003）。現在、甲長8cm以上の雄のみ漁獲が許可されていますが、漁獲サイズの上限は設定されていません。大型雄が大量に漁獲され、ケガニ資源における小型雄の割合が増えることになれば、交尾・産卵できない大型雌が出てくるかもしれません。大型の雌はより多くの卵を産むと考えられていますから、そのような事態が発生すれば、産卵数の減少など繁殖に影響が出る可能性があります。ケガニの繁殖生態は未だに不明な点が多く、野外調査と飼育実験を組み合わせてデータを収集し、解析していく必要があります。また、高精度の資源量推定に基づく漁業規制の他、地域集団毎に次世代を残す「繁殖集団」を一定水準に保つように漁獲量を制御する必要も出てくるかもしれません。今後、資源量調査や集団構造解析からケガニ資源の知見を収集していく必要があります。また、ケガニは底生生物ですから、底引き網など漁業が資源におよぼす影響を調べる必要もあるでしょう。

種苗放流は保全生物学的手法として、様々な生物の保全活動に用いられています。繁殖集団が大きなダメージを受け、回復が困難な状況に陥った場合には栽培漁業による資源増大も選択肢となるかもしれません。そのようなことが起きないのが最良ですが、最悪の事態を想定し、先行投資として種苗生産の技術開発に取り組むのも良いでしょう。種苗生産は基礎知見および様々な技術で構築されていることから、ケガニの生物特性や生態を理解する取り組みと飼育実験の双方が必要です。この過程で得ら

れる基礎知見はケガニの生態や資源を理解する上で重要な役割を果たすことが期待できます。

参考資料

- 1) 三宅貞祥 (1983) 原色日本大型甲殻類図鑑 II. 保育社, 大阪, p. 72.
- 2) 社団法人日本栽培漁業協会 (2003) 日本栽培漁業協会40年史
- 3) 佐々木 潤 (2003) 北海道周辺のケガニ. エビ・カニ類資源の多様性 (大富 潤・渡邊精一編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 31-35.
- 4) Toyota, K., Arai, Y., Miyagawa, S., Kogo, Y., Takeuchi, K. (2021) Novel validating indices to indicate sexual differences in the horsehair crab *Erimacrus isenbeckii* (Brandt, 1848). *Aquatic Animals*, 7 March 2021, AA2021-6.
- 5) 神保忠雄・浜崎活幸・芦立昌一 (2005) ケガニ幼生の生残, 発育および摂餌に及ぼすアルテミア給餌密度の影響. 日水誌, 71, 563-570.
- 6) 神保忠雄・浜崎活幸・芦立昌一 (2007) ケガニ幼生の生残, 発育および摂餌に及ぼす水温の影響. 日水誌, 73, 1081-1089.
- 7) 神保忠雄・浜崎活幸・芦立昌一 (2012) ケガニ幼生の生残, 発育および摂餌に及ぼす塩分の影響. 日水誌, 78, 405-412.
- 8) 市川 卓・村上 直人・森岡 泰三・村上 恵祐・浜崎 活幸 (2014) ケガニ

種苗生産における光環境が幼生の沈降と発育に及ぼす影響. 水産増殖, 62, 65-73.

- 9) 市川 卓・那波 洋子・浜崎 活幸・村上 恵祐 (2014) 飼育したケガニ幼生の走光性, 鉛直分布, 体密度と外部形態の発育に伴う変化. 日水誌, 80, 349-359.

- 10) Ichikawa, T., Hamasaki, K., Murakami, K. (2018) Larval survival, development and growth in the horsehair crab, *Erimacrus isenbeckii*, cultured under different photoperiod conditions. *Aquaculture Research*. 49, 2511-2517.

- 11) Sato, T., Ashidate, M., Wada, S., Goshima, S. (2005) Effects of male mating frequency and male size on ejaculate size and reproductive success of female spiny crab *Paralithodes brevipes*. *Marine Ecology Progress Series*. 296, 251-262.

- 12) Sato, T., Ashidate, M., Jinbo, T., Goshima, S. (2006) Variation of sperm allocation with male size and recovery rate of sperm numbers in spiny king crab *Paralithodes brevipes*. *Marine Ecology Progress Series*. 312, 189-199.

浜のトピックス

令和3年度北海道開発局優良工事等表彰を受賞

去る7月15日、当社は、令和2年度旧夕張川魚類影響対策検討業務に関し、国土交通省北海道開発局 札幌開発建設部長表彰を受賞しました。これは、北海道開発局が所管する工事及び業務に関し、優良な業者と技術者を表彰するものです。受賞は8度目となります。業務の内容は、石狩川水系千歳川流域の水産生物等について河川事業の実施による影響の関係性を把握するために、魚類調査等を実施したものです。この度の受賞を糧に、さらに技術力を高め社会的使命を果たしつつ、北海道の沿岸漁業の振興発展にまい進して参りたいと存じます。



▲写真左＝新居久也技術参与、右＝永田光博専務

伊達事業所生産のマツカワ種苗 今期生産分の放流が終了

伊達事業所生産のマツカワ種苗110万尾の放流が、9月17日をもって終了しました。3月2日に採卵を開始し、最初の稚魚が同12日にふ化。中3日のペースで採卵作業を行い、30日までに当初計画数の卵を採取しました。ふ化した稚魚は大きな減耗も無く順調に育ち、7月20日に白老、30日に苫

小牧で、道総研栽培水試との実証試験用50mm種苗各10万尾を放流しました。

残り90万尾は通常サイズの80mmまで育てられた後、8月6日の室蘭を皮切りに太平洋沿岸で順次、成長を願う地元漁業者らの手で放流されました。



▲苫小牧沖での放流の様子(21.7.30)