令和３年度

兵庫県立農林水産技術総合センター

水産技術センター研究発表会

講　演　要　旨　集

令和３年度兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター

研究発表会プログラム（予定）

日時：令和３年９月１７日（金）１４：００～１６：２５

場所：オンライン配信【見逃し配信 9 月 17 日(金)～9 月 26 日(日)】

		資料ページ
14:00	開会	
14:10	スモールデータで探る日本海但馬沿岸における暖海性大型いか（ソデイカ）の来遊資源水準 鈴木雅巳（但馬水産技術センター　主任研究員）	・・1
14:35	最近の調査でわかった養殖ノリの食害状況とクロダイの行動 谷田圭亮（水産技術センター水産増殖部　研究員） 高倉良太（水産技術センター水産環境部　研究員）	・・3
15:20	・・・・・・・・・・・・・・・休　憩・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
15:35	突然変異育種による養殖ノリの高水温耐性品種作出に向けた取り組み 岡本繁好（水産技術センター水産増殖部　主席研究員）	・・6
16:00	ナマコの種苗生産を始めました 東　大輔（ひょうご豊かな海づくり協会　主査）	・・7
16:25	閉会	

スモールデータで探る日本海但馬沿岸における
暖海性大型いか（ソデイカ）の来遊資源水準

鈴木雅巳（但馬水産技術センター）

ビッグデータとは巨大で複雑なデータの集合です。例えばネット検索や SNS（ソーシャルネットワークサービス)、ネットショッピング、交通系 IC カードの利用履歴など日々膨大に生成、記録される時系列性、リアルタイム性のあるものです。これらのデータは大規模(広域的)プロセスを経て大型サーバーにデータを自動収集されるようなデータであり、一般的なデータ管理・処理ソフトウエアで扱うことが困難です。

一方で、私たちの身の回りにはスモールデータ（小さなデータ、シンプルなデータ、あるいは小規模・局所的なデータ）もたくさんあり、通常は一般的なデータ管理・処理ソフトウエアで扱うことが可能です。水産分野では水揚伝票や操業日誌などがそうですし、水産技術センターの調査・観測データなどもあり、これらが長年蓄積されて利用されています。ビッグデータと違って膨大、過度に複雑にならないので扱いやすく、解釈がしやすいとった利点があります。また、気象・海象データ、衛星データ、海洋動態モデルなど比較的大きいデータと組み合わせて利用することもできます。本発表では、スモールなデータを用いた例として、ソデイカの来遊資源水準を探ってみます。

ソデイカは温熱帯域の外洋に広く生息する大型のいか類ですが、対馬海峡を通って日本海の対馬暖流域にも来遊し夏から冬にかけて漁獲されます。本県日本海側の沿岸いか釣りにとって、初秋から初冬の漁獲対象として非常に重要な資源であり、1990 年代後半から 2000 年代前半は漁獲量が多く、年に 1,000 トンを超える年もありました。しかし、2000 年代半ばから漁獲量は減少するとともに、年による変動が大きくになっています。ここでは、来遊量指標としている単位漁獲努力量当たりの漁獲量（CPUE：Catch per unit Effort）のデータのバイアス（偏り）を、統計モデルを用いて取り除くことで来遊資源水準を再評価しました。

バイアスを取り除いていないもの（ノミナル CPUE: nominal CPUE）と、バイアスを取り除いたもの（標準化 CPUE：standardized CPUE）とでは、26 年間（1995 年～2020 年）の年トレンドには大きな差はみられませんでしたが（図 1)、一部の過大・過小が見直され、計 8 年分（1995 年、1996 年、1997 年、2002 年、2003 年、2005 年、2016 年、2018 年）の水準が修正されました（図 2)。

標準化 CPUE を用いて試算した漁獲量は、来遊資源水準が高い場合は、延べ 4,900 隻の操業では潜在的な漁獲量を含めておよそ 700～1,000 トン､より現実的に近年の操業隻数を考慮した延べ 1,750 隻の操業ではおおよそ 200～300 トンとなりました（図 3)。台風などの荒天で出漁機会が減ることもありますが、操業する漁船・漁業者が減少しており、特に来遊水準が高い年では資源が有効に利用されていないことが示されました。

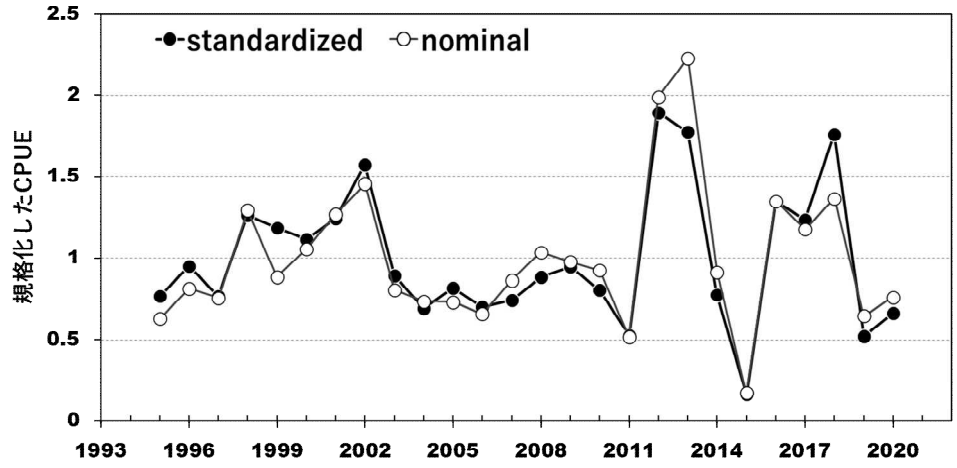


図 1 平均が 1 になるように規格化したノミナル CPUE（○）と標準化 CPUE（●）

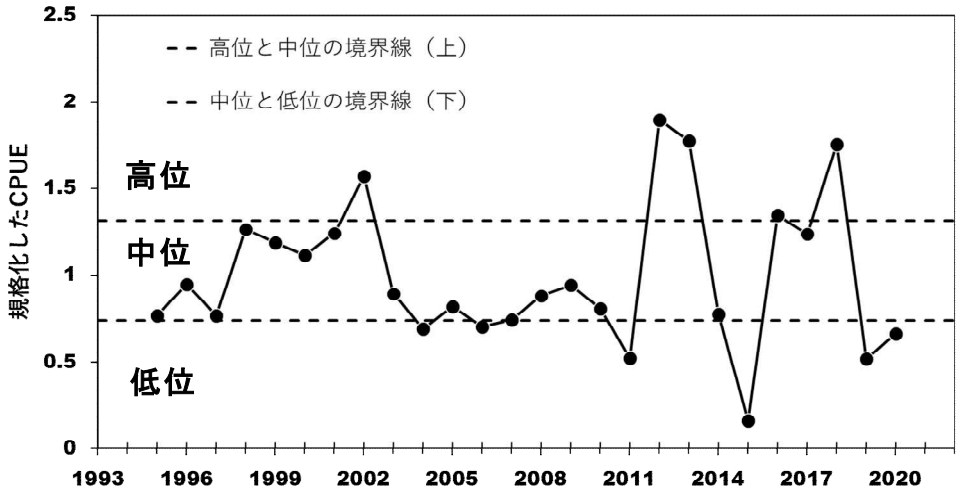


図 2 標準化 CPUE（●）による来遊資源水準

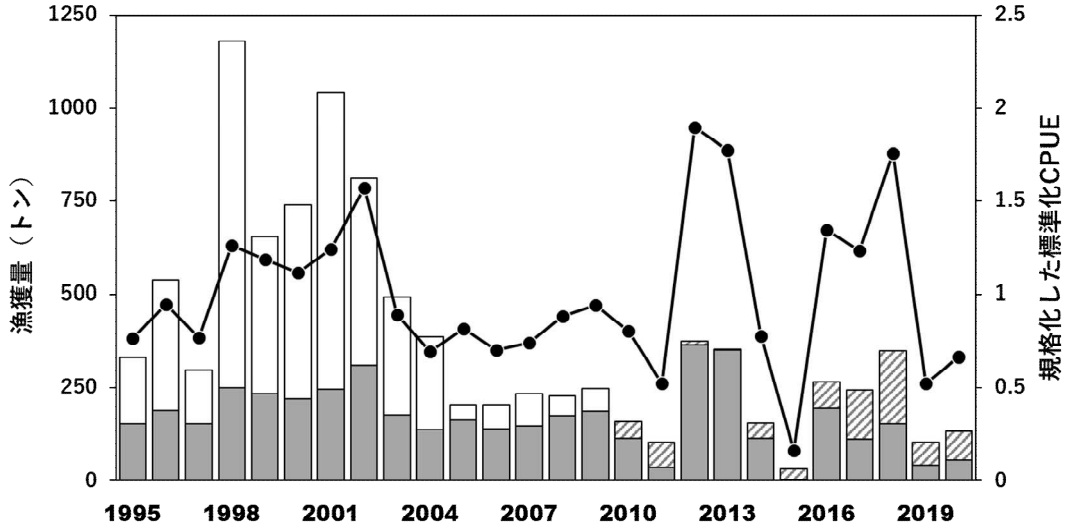


図 3 盛漁期の 9～11 月の操業日数を 70 日、1 日の最大操業隻数を 25 隻の延べ 1,750 隻と仮定して、各年の標準化 CPUE を乗じて試算した潜在的な漁獲量（▨）、（□）は実際には延べ 1,750 隻よりも多い操業隻数のためこの試算では空積みとなる部分

最近の調査で明らかになった養殖ノリの食害状況

谷田圭亮・高倉良太（水産技術センター水産増殖部・水産環境部）

I. カメラ調査

本県では、平成30年度漁期以降、養殖ノリの食害実態およびその防除技術の開発についての研究を行っています。

令和元年度漁期は、12月に東播地先および神戸市地先漁場、3月に淡路南浦漁場でタイムラプスカメラを用いた食害実態調査を行いました。さらに、令和2年度漁期には神戸市地先漁場で12月から3月にかけての詳細な調査を行いました。

この結果、ノリ網の下ではいろいろな魚が確認されましたが、食害の主な原因となっているのはクロダイであること、クロダイによる食害は、沿岸近くのノリ網で多くみられ、沖合では少ない傾向があること、ノリを食べているのは大型のクロダイで、数尾～数十尾の群が数分～数十分、同じ場所でノリを食べていること、漁場周辺には複数のクロダイの群が存在する可能性があることなどがわかりました（図1)。また、時間帯別にクロダイの出現・摂食頻度をみると、東播地先および神戸市地先漁場では主に午後の時間帯に盛んにノリを食べていることもわかりました（図2)。

しかし、カメラによる調査は、その性能上、日中の明るい時間帯かつ数日間の定点調査しかできません。有効な防除対策につなげるには、夜間の状況や長期間のクロダイの行動を把握するため、異なる方法での調査が必要です。

II. 超音波バイオテレメトリー調査

令和2年度漁期に神戸市地先で超音波バイオテレメトリー法を用いたクロダイの行動追跡を試みました。令和2年12月に、釣りや底曳網等によって漁獲されたクロダイの成魚10尾（体長29～40cm）の腹腔内に外科的手術により超音波発信機を装着し、調査海域に放流しました。その後、令和3年3月までの間、ノリ養殖施設周辺に配置した設置型超音波受信機10基によって、クロダイの行動をモニタリングしました（図3)。得られた行動データ（個体ID、受信時刻、位置、深度）と環境条件等を突き合わせ、解析を行ったところ、新たな知見が得られました。

放流した10尾のクロダイのうち1尾（Fish 1）は放流から受信機回収までの延べ109日間のデータが取得され、その他の9尾は放流当日～数日で受信が途絶えてしまいました。令和2年12月21～29日の間、Fish 1は主に深度3～3.5m層を泳ぎながら当該ノリ漁場を東西に繰り返し移動（最大約4.5㎞）し、昼夜問わず間欠的に水面直下に滞在する行動が確認され、この間にノリを摂食していたと推察されました（図4)。また、水温が約10℃を下回る1月中旬頃から東西への移動範囲が狭くなると同時に、水面までの浮上が確認されなくなったことから、当該ノリ漁場で食害が発生する時期は水温が10℃に達するまでのノリ漁期序盤に限定されることが明らかとなりました。

今後は、カメラ調査および超音波バイオテレメトリー調査を継続的に実施し、ノリ漁場周辺のクロダイの行動を把握することによって、積極的な食害防除対策の検討、開発に繋げていきたいと考えています。

なお、本研究は、神戸市漁業協同組合すまうら水産有限責任事業組合および近畿大学農学部水産学科漁業生産システム研究室と共同で実施しました。

図 1　クロダイ群による食害状況　（2019/12/11 神戸市地先）

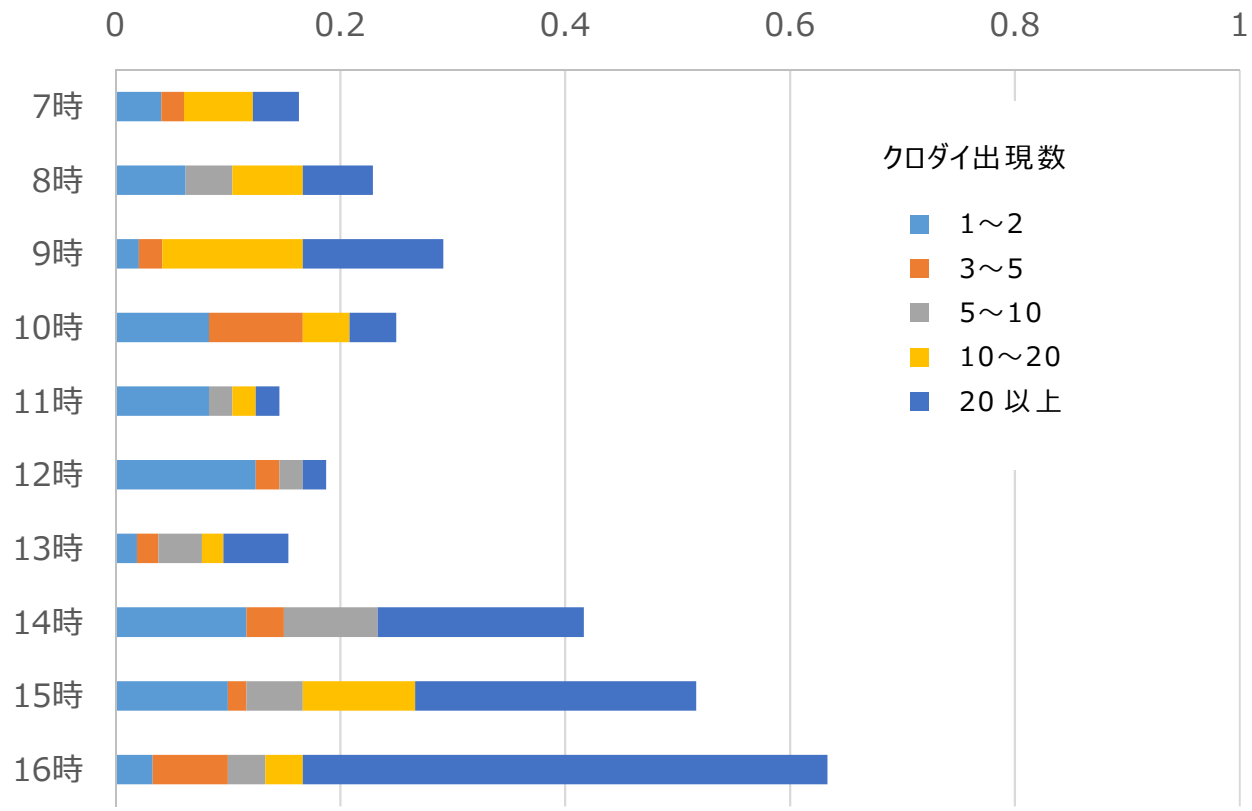


図 2　時間帯別のクロダイの出現状況　（2020/12/10～15 神戸市地先）

図 3　超音波バイオテレメトリー調査漁場（神戸市地先）

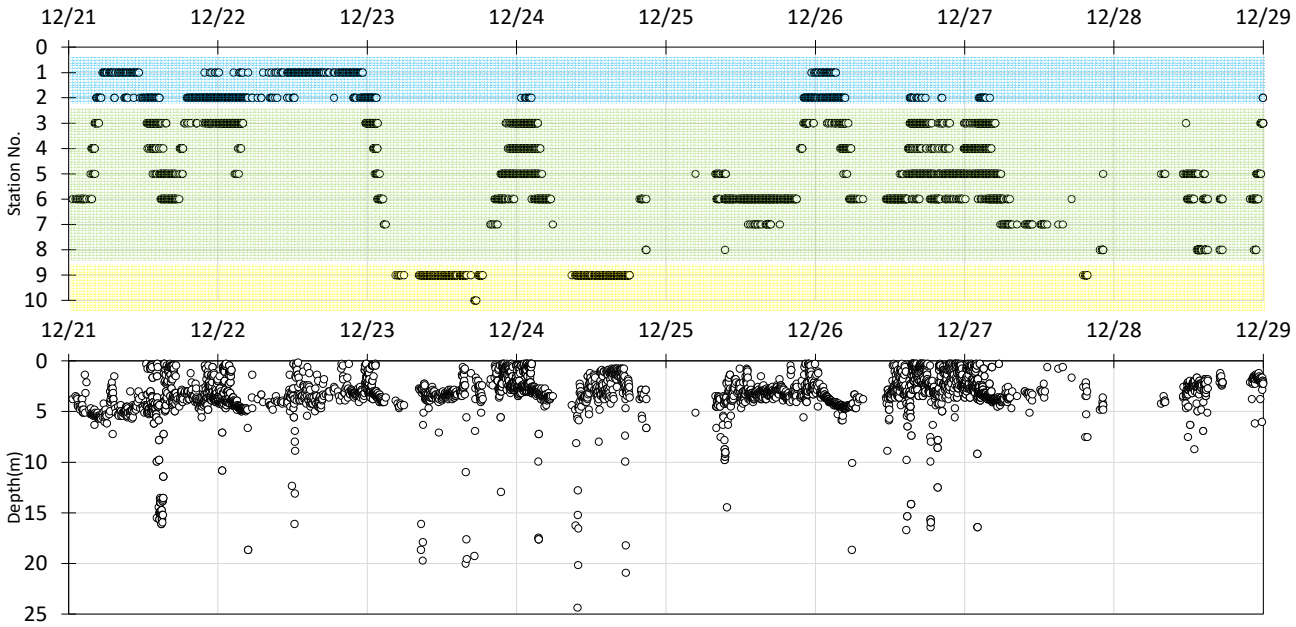


図 4　Fish 1 のノリ摂食期間の水平移動（上）と遊泳水深（下）

突然変異育種による養殖ノリの高水温耐性品種作出に向けた取り組み

岡本繁好（水産技術センター水産増殖部）

はじめに

本県は全国有数の養殖ノリの生産地です。しかし、近年、養殖の現場では様々な問題が生じており、その一つが秋から初冬にかけての水温降下の遅れです。ノリ養殖は大別して「採苗」、「育苗」、「本養殖（生産）」の 3 つの工程があり、海上で行われる育苗や本養殖の開始に当たっては水温が重要な目安になります。育苗の開始は水温 23℃、本養殖の開始は 18℃前後とされていますが、近年は秋から初冬にかけての水温の降下が遅くなり、育苗や本養殖の開始に遅れが生じています。その結果、比較的良質で単価が高いノリの収穫が見込まれる年内の生産量が減少し、養殖の現場からは高水温に耐性を持つ品種の作出が強く望まれています。このため、水産技術センターでは、「理化学研究所」、「JF 兵庫漁連」と共同で、高水温耐性品種の作出に向けた研究を開始しました。今回は、その取り組み状況を紹介します。

Ⅰ．高水温耐性株の選抜試験

本研究では比較的短期間で効率よく行うために「突然変異育種法」を採用し、人為的に突然変異を誘発させる方法として「イオンビーム」を用いました。イオンビームは、従来のエックス線やガンマ線に比べて多種多様な変異体が得やすいとされています。

JF 兵庫県漁連のり研究所が保有する 7 品種（A～G）の糸状体を成熟させ、理化学研究所の生物用実験装置でイオンビーム（鉄およびアルゴン）を照射しました。照射した糸状体から殻胞子（種）を放出させ、24～26℃の高温下で 25 日以上培養しました。培養終了時の葉状体の多くは形態異常が生じ、縮れて生長しませんでしたが（特に 25～26℃）、まれに生長する葉状体も認められました。この葉状体を「選抜株」とし、7品種で 45 株選抜しました。

Ⅱ．選抜株と未照射株との生長比較試験

Ⅰ.で選抜した株が本当に高水温耐性を有しているのかを検証するために、品種「G」の選抜株と未照射株（イオンビームを照射していない株）を用いて生長比較試験を行いました。

選抜株と未照射株の成熟した糸状体から殻胞子を放出させ、24℃で 25 日間培養した後、葉長と葉幅を計測しました。その結果、選抜株 7 株のうち 5 株が未照射株より葉長が長く、生長が速いことが確認されました。また、これら 5 株のうち 3 株は葉長幅比（葉長÷葉幅）の値が小さく、未照射株より「幅が広い」特徴を持つことがわかりました。“生長が速く、幅が広い”特徴を持つ葉状体は面積が大きくなり、収穫量の増加にもつながります。

今後の取り組み

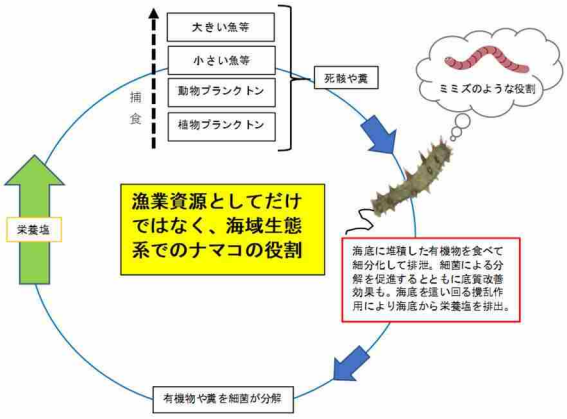
品種「G」以外の選抜株についても未照射株との生長比較試験を実施し、高水温耐性の有無を検証するとともに、“生長が速く、幅が広い”特徴を持つものを「優良株」として選抜します。次に、優良株同士で生長比較試験を実施し、優良株の絞り込みを行います。最後に、絞り込んだ優良株を用いて実際の養殖現場で野外試験を実施し、特性を明らかにする予定です。

ナマコの種苗生産を始めました

東　大輔（ひょうご豊かな海づくり協会　淡路事業場）

ナマコとは？

マナマコ（以下ナマコという）はウニやヒトデと同じ棘皮動物の仲間で、沖縄県を除く日本全国の沿岸域に生息しています。市場では主にアカ、アオ、クロと、色によって区別されています。ナマコは、陸上で例えるとミミズのような役割をする生物で、海底に堆積した有機物を食べて糞として排泄し、海域への栄養塩供給を促進する働きをします。ナマコの特徴として、夏場に水温が 25℃前後まで上昇すると、岩陰などに隠れ餌も食べずに水温が下がるのを数か月間じっと待っています。この行動を「夏眠」と言います。なお、アオナマコの幼少期は夏眠しません。また、危険を察知すると内臓を全て吐き出して逃げる習性があり、2,3 か月程度で内臓は元通りに再生されるすごい能力を持った生物です。



ナマコの利用

ナマコは主に冬場に旬を迎え、日本では「ナマコ酢」として食されるのが一般的です。加工品では内臓を塩辛にした「このわた」や、卵巣を干した「このこ」が有名で、いずれもお酒の肴には最適な高級珍味です。また、中国では乾燥ナマコが中華料理の高級食材として非常に大きな需要があり、高値で取引されていることから「黒いダイヤ」と呼ばれています。そのため、日本で漁獲されているナマコのほとんどが中国へ向けて輸出されています。

乾燥ナマコ（黒いダイヤ）

漁獲量の推移と密漁対策

本県における 2020 年の漁獲量は 300 トンと、北海道、青森、山口に次いで全国 4 位の漁獲量を誇り、重要な漁業資源の一つになっています。過去の漁獲量を振り返ると、2011 年の 635t をピークに急激に減少し、2018 年には 178 トンにまで減少、以降は 200～300 トン前後で推移しています。近年、全国的にナマコの密漁、密輸が問題視されていることから、漁業法の改正に伴いナマコが特定水産動植物に指定され、許可を得ずに採捕することが禁止されました。また、密漁等に対する罰則も大幅に強化されました。

取り組みの経緯

近年、本県瀬戸内海では貧栄養化により海域の生物生産性が低下していると言われています。そのため、兵庫県では豊かな海の再生に向けた栽培漁業の新たな取り組みとして、従来から実施

してきた資源増強のための種苗放流に加え、海域への栄養塩供給を促進し、生物生産性の向上に寄与すると考えられるナマコの種苗放流を実施することになりました。そこで、私たち（公財）ひょうご豊かな海づくり協会が兵庫県から委託を受け、昨年度から種苗生産試験に取り組み始めました。

種苗生産

ナマコの種苗生産は、「親の飼育」→「採卵」→「浮遊期の飼育」→「着底期の波板飼育」→「着底期の網生簀飼育」→「種苗の配付・放流」という順序で進められます。卵からふ化した幼生は約 2 週間浮遊生活を送り、その後、着底生活に移行します。ナマコは大小差が極端に大きいため、着底してから約 70 日経過した頃に一度波板から剥離し、ふるいにかけて選別することで大きさを揃えます。選別後の大型群と中型群は網生簀で放流サイズまで飼育し、小型群は波板に再付着させて継続飼育します。

ナマコの種苗生産を成功させるためのポイントは 2 つあります。1 つ目は、ナマコは水温が 24℃を上回るとほとんど成長しなくなるので、7 月下旬までに放流サイズまで成長させることです。放流サイズに達しなかった個体を再び成長させるには 12 月頃まで飼育を継続する必要が生じ、効率的ではありません。2 つ目は、コペポーダと呼ばれるカイアシ類の混入を防ぐことです。コペポーダが少しでも混入すると爆発的に増殖し、ナマコの体表を這い回ることで傷ついたナマコが大量へい死します。そのため、飼育期間中はコペポーダを混入させないことが必要不可欠となります。

ナマコの成長過程

今後の展望

私自身、ナマコの種苗生産に携わってまだ 2 年目ではありますが、試行錯誤を繰り返しながら生産技術の向上を図っていきたいと考えています。次年度からは本格的な量産化が始まり、1cm サイズの種苗を 20 万個体生産していきます。種苗を放流することで資源量の底上げを図り、数年後には漁業者の方々から、「最近ナマコも魚も増えたな～」という声が聞けるのを目標に、取り組んでいきます。