

2017年度東海大学北海道臨海実験所活動報告

櫻井 泉, 木原 稔
生物学部海洋生物科学科

Annual report on Hokkaido Marine Laboratory at Tokai University in the fiscal years 2017

Izumi SAKURAI and Minoru KIHARA
School of Biological Science, Tokai University
Sapporo Hokkaido 005-8601, Japan

1. はじめに

東海大学北海道臨海実験所は、1996年11月に本学と寿都町との間で地域連携協定が締結されたのを契機として、寿都町樽岸に旧樽岸小学校の校舎跡地を活用して開設された教育研究施設である。また、2003年7月には留萌市三泊町、2008年10月には豊浦町海岸に本学と各自治体との連携・交流協定の一環として研究施設が開設され、現在は寿都の施設を本所、留萌・豊浦の2施設を支所として水産増養殖学、海洋生態学および動物生理学を主体とした教育研究活動を展開している。

とりわけ、寿都町に所在する本所は日本海に面する寿都湾の湾奥部に立地しており、周辺海域は荒天時においても比較的静穏であることから、周年を通した海産生物の採集・調査が可能となっている。この特性を生かし、本所では卒業研究履修生を対象としてガラモ場における生物群集の形成に関する研究や、河口・藻場に生息する稚魚類の食性に関する研究が進められている。また、本所は収容定員30名の宿泊施設を有することから、本学生物学部海洋生物科学科3年生を対象とした臨海実習や、本学付属高等学校生を対象とした体験実習等を実施している。

一方、本学臨海実験所が立地する3市町では、漁業・水産業が地域経済を支える重要な産業となっている。

このため、本学では各自治体や漁業協同組合など地域と連携した水産増養殖に関する試験研究に取り組んでいる。例えば、寿都本所では、大型海藻群落が衰退し、これらを餌料とする海産動物が減少することで海域の漁業生産力が低下する磯焼けに直面していることから、海藻類を食害する小型巻貝の生態と防除に関する研究を寿都町産業振興課並びに寿都漁業協同組合と連携して行っているほか、基幹産業のホタテガイ及びマガキ養殖に次ぐ第3の養殖種確立を目的として、2017年度よりアサリ垂下養殖試験にも取り組み始めたところである。また、留萌支所では、近年需要が増加しているマナモコの資源増大に向けて、種苗生産や放流に関する試験研究を留萌市農林水産課並びに新星マリン漁業協同組合と共同で実施している。さらに、豊浦支所では、地域に適した新たな魚種の漁獲・養殖・加工方法を確立することで、漁村地域の活性化につなげる研究を進めている。例えば、温泉などの廃熱を活用した陸上加温養殖の研究であり、エゾアワビの飼育技術の開発に取り組んでいる。このほか、実験施設を、大学生の研究はもちろん、産官学連携研究のインキュベーターとして活用している。

こうした中、寿都本所および留萌・豊浦支所では、地域の自治体、漁業協同組合および関係団体を参集して活動報告会を開催しており、毎年多数の参加者のも

と、当該年度に実施した実習や研究成果に関する報告を行っている。そこで、本稿では、北海道臨海実験所活動報告として生物学部紀要の紙面を借用し、昨年度に引き続いて2017年度に本所および留萌・豊浦支所で開催した活動報告の内容を紹介するとともに、臨海実験所を活用した研究成果の概要を記載する。

2. 2017年度東海大学北海道臨海実験所寿都本所活動報告

日 時：2018年2月19日13:30～16:30

場 所：東海大学北海道臨海実験所寿都本所講義室

参加者：寿都町役場、寿都漁業協同組合、島牧村役場、島牧漁業協同組合、北海道庁後志総合振興局、漁業者、水産加工業者、建設業者など計42名

議 事：

1) 2017年度活動実績について

(臨海実験所長 櫻井 泉)

- ・海洋生物科学科4年生5名の卒業論文作成を目的とした調査研究のため、2017年4月16～17日、5月19～20日、6月11～12日、7月14～15日、8月30～31日、9月11～12日、10月13～14日、11月17～18日、12月17～18日、2018年1月19～20日、2月19～20日および3月23～24日に臨海実験所を利用し、試料採集、処理および計測を行った。
- ・東海大学付属高等学校の生徒20名を対象とした体験実習を7月28～30日に実施した。内容は、寿都湾における船釣り体験および寿都町矢追地先の潮間帯における磯採集である。
- ・東海大学生物学部海洋生物科学科3年生47名を対象とした臨海実習を8月21～25日および8月28日～9月1日の2回に分けて実施した。内容は、マガキの人工受精と発生観察、岩礁潮間帯における生物群集調査と解析、藻場における稚魚採集と食性解析である。また、実習最終日には成果報告会を開催した。
- ・ホタテガイ養殖場の環境調査を8月31日に実施した。
- ・臨海実験所活動報告会を2月19日に開催した。

2) 2018年度活動計画について

(臨海実験所長 櫻井 泉)

- ・2018年度においても海洋生物科学科4年生3名の

卒業論文作成のための調査研究を目的として、月1回実験所を利用し、試料採集、処理および計測を実施する。

- ・東海大学付属高等学校の生徒を対象とした体験実習を7月下旬の金～日曜日に実施する。内容は、寿都湾における船釣り体験および寿都町矢追地先の潮間帯における磯採集である。
- ・東海大学生物学部海洋生物科学科3年生を対象として臨海実習を8月20～24日および8月27日～31日に実施する。内容は、マガキの人工受精と発生観察、岩礁潮間帯における生物群集調査と解析、藻場における稚魚採集と食性解析である。また、実習最終日には成果報告会を開催する。
- ・ホタテガイ養殖場の環境調査を8月下旬に実施する。
- ・臨海実験所活動報告会を2月下旬に開催する。

3) 2017年度研究成果報告(概要)

(1) 寿都漁港周辺の藻場における葉上性端脚類の群集構造

(生物学部海洋生物学科 稲村瑞穂)

ガラモ場は稚魚類の餌となる葉上動物が多く生息していることから成育場として重要である。一方、ガラモ場の構成種であるホンダワラ類は夏季に枯死・流出が起こるが、それに伴う海藻現存量の変化に対して葉上性端脚類がどのように個体群を維持しているかについては不明である。本研究では、葉上性端脚類群集と海藻の季節的消長の関係を明らかにすることを目的とし、ガラモ場に生息する葉上性端脚類の種類や個体数の季節変化を海藻種ごとに調べることにより、海藻の季節的消長に伴う端脚類群集の維持機構を検討した。

寿都漁港の外郭施設周辺に形成されているガラモ場を対象に、2017年1月、3月、5月、7月、9月および11月において、フシスジモク、スガモおよびフジマツモを採集した。その際、葉上動物が逃散しないように藻体を目合1mmの網袋で覆いながら、1/4m²の範囲内全ての藻体を坪刈りした。その後、実験室にてぬるま湯で藻体から葉上動物を洗い落とし、これらを5%ホルマリン海水で固定するとともに、海藻については湿重量を測定した。固定した葉上動物の中から端脚類を選別し、科のレベルまで同定した後、種類別の個体数と湿重量を計測し、海藻100gあたりの個体数および湿重量を算出した。1m²当たりの密度に換算

した個体数データを用いて、Shannon-Weaner の多様度指数 H' と Bray-Curtis 指数を求めた後、Mountford の平均連結法に基づくクラスター分析を行った。

水温は1月から7月にかけて上昇する傾向を示し、7月から11月は低下を続けた。調査期間中に出現した端脚類は、 1 m^2 換算で9種 22,203 個体であり、フシスジモクおよびスガモではヒゲナガヨコエビ科、フジマツモではモクズヨコエビ科とヒゲナガヨコエビ科が優占する月が多くみられた。フシスジモク 100 g あたりの個体数および湿重量は、1月のヒゲナガヨコエビ科が最も高い値を示した。スガモおよびフジマツモ 100 g あたりの個体数および湿重量は、出現傾向が異なる月が多く認められた。また、個体数、個体数密度、湿重量および湿重量密度のデータを用いたクラスター分析に基づき作成したデンドログラムを用いて、葉上性動物群集をそれぞれ3つのグループに区分した。

フシスジモクは枯死・流出、スガモは水温の変化、フジマツモは他種による生長の抑制によって現存量が変動するものと考えられた。また、端脚類は海藻現存量の増減に伴って、海藻間を移動していることが示唆された。さらに、クラスター分析の結果、端脚類は移動の際により適切な環境を提供する海藻種へ選択的に移動しているものと考えられた。

(2) 寿都町沿岸の落ち葉堆積場におけるマクロベントスの群集構造と魚類による餌利用

(生物学部海洋生物学科 河合史佳)

近年、森林などの陸域と河川・沿岸域などの水域の関係に関心が持たれるようになった。日本では、北海道日本海沿岸の濃曇川河口域に形成される落ち葉堆積場において、端脚類群集が年間を通して安定的に存在し、稚魚類の成育場として機能していることが知られている。しかし、落ち葉堆積場の知見は乏しく、生物生産に対する重要性を敷衍するには至っていない。本研究では、寿都町樽岸沿岸に形成される落ち葉堆積場およびマクロベントス群集の季節変化の関係を調べるとともに、その周辺に生息する魚類の食性を調査することにより、北海道日本海沿岸における落ち葉堆積場の共通性や有用性を検討した。

寿都町樽岸地区に形成される落ち葉堆積場を対象とした。2017年1月～12月の間に月1回の頻度で計12回、落ち葉堆積場内に方形枠を設置し、その中の有機物およ

びマクロベントスを採集すると同時に、気温、水温および塩分を測定した。有機物は陸および海起源に分け、湿重量と乾燥重量を計測した。マクロベントスは5%ホルマリン海水で固定した後、 0.5 mm 篩上に残った生物を対象に選別・計数・同定し、個体数と湿重量を計測した。群集構造解析として Shannon-Wiener の多様度指数 H' を算出し、Bray-Curtis 指数を用いた Mountford の平均連結法に基づくクラスター解析を行った。2017年5月、8月および11月に月1回の頻度で計3回、地曳網によって魚類を採集し、10%ホルマリン海水で固定した。魚種を同定・計数し、全長と湿重量を計測した後、消化管内容物を摘出し実体顕微鏡下で同定後、個体数と湿重量を計測した。食性解析として相対重要度指数 IRI 、肥満度 CF 、胃内容物重量指数 SCI および餌選択性指数 E を算出した。

落ち葉堆積場の構成物は、年間を通して陸起源有機物が60%以上を占めた。落ち葉堆積場の有機物量は、4月～5月にかけて増大し、その後8月まで減少したが、10月に再び増加し、その後変動しつつ横ばいとなった。マクロベントスではヘッピリモクズとトンガリキタヨコエビが優占した。マクロベントス群集の個体数・種数は4月～5月に増加した後、6月に減少したが、7月には最高値に達し、以後は低下した。 H' は4月～7月および10月に比較的高い値となった。クラスター解析の結果、季節や優占種で特徴付けられる4つのグループに区分された。魚類は16種 132 個体採集され、調査期間を通してイソバテング稚魚が出現した。イソバテングの IRI 値は端脚類で高く、 CF は経時的に高まる傾向を示した。 SCI は各月間に差があったほか、 E はヨコエビ亜目にのみ正の選択性を示した。

落ち葉堆積場の消長は、周辺河川の融雪出水や落葉の時期および台風などの天候などの影響を受け、マクロベントス群集は落ち葉堆積場の動態とともに変化すると考えられた。魚類は端脚類を主要な餌として利用しており、落ち葉堆積場の餌場としての機能が示唆された。北海道日本海沿岸に形成される落ち葉堆積場は、形成状態が出水や落葉など季節的なイベントに影響を受け、端脚類を中心としたマクロベントス群集が形成される点で共通した。また、稚魚の成育場としての有用性が示された。

(3) 寿都湾におけるホタテガイ養殖場の環境評価Ⅲ (生物学部海洋生物学科 佐藤真実)

海面養殖業では、飼育個体の排泄物や残餌に起因した有機物負荷により底層の貧酸素化や硫化水素の発生が問題となっている。寿都湾ではホタテガイ養殖が行われてきた半世紀の間に養殖場の底質環境が調べられた例がなく、長期に及ぶ養殖に起因した底質悪化が懸念されていたが、2015年と2016年に底質性状とマクロベントス群集の比較が実施され、底質環境の劣化は認められないことが示された。本研究では引き続き当該海域において底質環境の調査を実施し、3年間の経年変化の観点から環境評価を行った。

2017年8月24日に寿都湾のホタテガイ養殖場において、底質およびマクロベントスの採集を行った。養殖場内の水深20～35mおよび養殖場外の16～40mの範囲に計9地点を設定し、スミス・マッキンタイヤー型採泥器を用いて1地点当たり2回の採泥を行った。採集した底泥から底質分析用試料を採取した後、残りを1mm目合の篩に掛け、残留物を5%ホルマリン海水で固定した。その後、マクロベントスの群集構造と経年変化を解析するため、地点間の類似度指数としてBray-Curtis指数を算出し、単純連結法によるクラスター分析を行った。底質分析用試料については、有機物量の指標として強熱減量を分析するとともに、ふるい分け法により中央粒径、淘汰度および泥分率を算出した。また、 H_2S 検知管を用いて酸揮発性硫化物量を計測した。

強熱減量は、養殖場内では水深の増加に伴って増加する傾向がみられたが、養殖場外では25m地点と35m地点で過去2年より値が有意に減少した。酸揮発性硫化物については、全地点において検出されなかった。中央粒径は養殖場内より養殖場外で有意に小さい値となったほか、養殖場内の35m地点では過去2年に比べ粗粒化した。淘汰度は各水深とも養殖場内の方が養殖場外よりも有意に低かったほか、2017年は過去2年に比べて有意に低い値を示した。泥分率は各年とも養殖場外が高い値を示したが、明瞭な年変動は認められなかった。一方、マクロベントスは4動物門15種が採集され、汚染指標種は確認されなかった。また、種構成を過去2年と比較すると、2015年は端脚類を含む節足動物が卓越し、2016年には多毛類を含む環形動物が優占したが、2017年は環形動物に加

えて二枚貝類からなる軟体動物が優占し、マクロベントス群集の経年変化がみられた。このような優占種の変化は、淘汰度の低下に示される波浪環境の激化により堆積物食者から懸濁物食者へのシフトが進行した結果と推察された。さらに、クラスター分析によりマクロベントス群集を4グループに区分した結果、湾央～湾奥部の地点は調査年ごとに区分されたグループに属したことから群集構造は年変動していることが示唆されたが、湾口部の地点は2年にわたって共通したグループに含まれたことから時空間的に安定した群集を形成していることが示された。これより、本研究においても2015～2016年と同様にホタテガイ養殖による底質環境への影響はないものと考えられ、現状において養殖場の底質は健全な状態に保たれているものと判断された。

(4) 寿都町沿岸におけるコシダカガンガラの生活年周期

(生物学部海洋生物科学科 澤 大和)

北海道南西部日本海沿岸ではキタムラサキウニの摂食活動による磯焼け現象が深刻化している。一方、三陸沿岸ではエゾサンショウやエゾチグサなどの植食性小型巻貝の摂食活動が海藻群落の消失を持続させていることが指摘されている。植食性小型巻貝は北海道南西部日本海沿岸の磯焼け地帯でも高密度に分布するため、当該海域の海藻群落形成にも何らかの影響があると考えられる。そこで、当該海域に優占する植食性小型巻貝のコシダカガンガラが海藻群落形成に及ぼす影響を評価するため、生殖周期および摂餌活動を調査し、本種の生活年周期を明らかにすることを目的とした。

本研究は、寿都町矢追沿岸の磯焼けが発生している潮間帯で実施した。まず、当該海域において2017年1月～12月の間に月1回の間隔でコシダカガンガラを毎回30個体無作為に徒手採捕し、10%ホルマリン海水中で固定した。固定したサンプルはノギスにより殻高を0.1mmの精度で計測した。また、電子天秤を用いて総重量、軟体部重量、内臓塊重量および中腸線を含む生殖腺重量を0.1gの精度、消化管重量を0.1mgの精度で計測した。その後、生殖腺指数および消化管内容物指数を算出した。次に、生殖周期の検討で供試した30個体のうち10個体を無作為に抽出した。これらの個体から消化管内容物を生物顕微鏡で撮影し、その

画像を用いて海藻の破片・配偶体・幼胚体・幼孢子体を含む大型藻類、底生珪藻類、砂粒およびその他に区分した後、各々の面積の割合を求めた。なお調査期間中、調査海域の水温環境を把握するため、潮間帯と潮下帯に自記水温計を設置し、水温を10分間隔で観測した。

調査海域の水温は、潮間帯・潮下帯ともに1月が最低、8月が最高となった。コシダカガンガラは夏季に潮間帯で多数確認できたが、冬季には個体数が激減し、潮下帯に移動したものと推察された。本種の生殖腺指数は、雌雄とも6月から上昇し、7月～8月にピークに達した後、10月にかけて減少した。したがって、本種の産卵期は雌雄とも7月～10月の年1回と推測された。また、水温と生殖腺指数のピークが7月と8月に一致したことから、水温上昇が本種の生殖腺発達や放卵放精に関与しているものと推察された。一方、本種の消化管内容物指数は7月～8月に大きく減少したが、9月～11月にかけて上昇した。消化管内容物の組成は、7月～9月にかけて大型藻類が底生珪藻類の割合を下回ったが、11月には大型藻類の割合が上回った。以上のことから、本種は繁殖のため夏季に摂餌活動を大幅に抑制していることが推察された。また、冬季になると生殖腺の回復のため潮下帯に移動し、ホソメコンブなどの配偶体や幼胚体を摂餌しているものと考えられた。さらに、周年を通して消化管内容物に占める大型藻類の割合が高かったことから、本種は夏季に潮間帯の小型藻類を摂餌し、冬季は潮下帯で大型海藻を摂餌している可能性が示唆され、寿都町矢追沿岸における海藻群落の形成に何らかの影響を与えていることが推察された。

(5) 寿都漁港周辺のガラモ場に生息する稚魚類の食性 (生物学部海洋生物科学科 島津 毅)

北海道日本海沿岸では水深1～3mにガラモ場と呼ばれるホンダワラ類が濃密な純群落を形成している。ガラモ場は、魚類に対して葉上に生息する小動物を餌料として供給する餌場機能や、藻体が創り出す複雑な立体構造により捕食者からの逃避場所を提供する隠れ場機能を有しており、水産資源を含む海産魚介類の成育場として重要な役割を果たしている。一方、ガラモ場の生態学的機能については、カサゴ目稚仔魚の成育場としての役割に関する研究が国内外で行われている

が、多種で構成される魚類群集が各々の生活史の中でガラモ場の資源をどのように利用しているのかといった資源利用の実態、とりわけ餌料をめぐる種間・種内競争や資源分割といった群集生態学的な視点での研究についてはほとんど行われていない。また、魚類の成育場として必要な餌場や隠れ場が形成されるための環境条件に関する知見も乏しく、ガラモ場を造成するための技術開発に必要な情報が十分に得られていないのが実情である。そこで、本研究では、北海道日本海西南部に位置する寿都漁港周辺のガラモ場を対象として、周年定住種と季節定住種の間の餌を巡る競争の有無や食べ分けの可能性を検討した。

寿都漁港の外郭施設周辺に形成されているガラモ場を対象に、2017年2月、5月、8月および11月の計4回、曳網による魚類採集を行った。採集した魚類の全長、湿重量、消化管重量および胃内容物重量を計測した後、胃内容物を実体顕微鏡下で科のレベルまで同定するとともに、科ごとに個体数および湿重量を計測した。

本研究では調査期間を通してカズナギおよびハナジログジを含む22種299個体の稚魚類が採集された。このうち、各月で最も採集された魚種は5月がウグイ、8月がアオタナゴおよび11月がアゴハゼであり2月はすべて1個体ずつであった。そこで各月において2個体以上採集できた15魚種について食性解析を行った。胃内容物中に出現した科別の餌生物について相対的な重要度を表す相対重要度指数 *IRI* を算出した後、*IRI* を基にクラスター分析を行った結果、ハルパクチクス目のカイアシ類を主食としたグループ、イソガニや魚など大きい餌種を主食としたグループ、ゴカイ科の一種を主食としたグループ、アミ目の一種を主食としたグループ、ワレカラの一種を主食としたグループ、ドロクダムシ科の一種を主食としたグループに区分された。また、選択性指数 *E* を算出した結果、8月に季節的に現れた種は、概ねドロクダムシ科の一種を選択的に摂食していたことが示唆された。また、肥満度 *CF* および胃内容物重量指数 *SCI* を算出した結果、カズナギおよびハナジログジなど周年定住種は、アオタナゴやスジアイナメなど季節定住種がガラモ場に移入した際にも餌を巡る競争を起さずに必要量を摂食できていることが示されたほか、アサヒアナハゼのようにアミ目の一種を摂食するなど他とは異なる食性を有する

ことにより餌を確保している魚種も認められた。このように当該ガラモ場では、各魚種が餌を食い分けることにより、稚魚群集が形成・維持されているものと推察された。

3. 2017年度東海大学北海道臨海実験所留萌支所活動報告

日 時：2018年2月26日13:00～17:10

場 所：留萌市産業会館会議室

参加者：留萌市役所、新星マリン漁業協同組合漁、北海道開発局留萌開発建設部、北海道庁留萌振興局、留萌地区水産技術普及指導所、北海道立総合研究機構稚内水産試験場、公立はこだて未来大学、漁業者、水産加工業者、建設業者など計55名

議 事：

1) 2017年度活動実績について

(臨海実験所長 櫻井 泉)

- ・海洋生物科学科4年生1名の卒業論文作成を目的とした調査研究のため、2017年6月26～29日および12月5～7日に臨海実験所を利用し、マナマコの人工採苗、育成試験および放流を行った。
- ・臨海実験所活動報告会を2月26日に開催した。

2) 2018年度活動計画について

(臨海実験所長 櫻井 泉)

- ・2018年度においても海洋生物科学科4年生の卒業論文作成のための調査研究を目的として、マナマコの人工採苗時期(5～6月)、育成時期(10月)および放流時期(12月)に実験所を利用する。
- ・臨海実験所活動報告会を3月下旬に開催する。

3) 2017年度研究成果報告(概要)

(1) マナマコの給餌飼育に関する研究

(生物学部海洋生物科学科 小里佳輝)

近年、中国での需要増加に伴ってマナマコの輸出量が急増していることから、本種の資源増大を目的とした種苗生産や放流が各地で行われている。しかし、マナマコでは有効な中間育成技術が未確立のため、放流種苗の生残率向上が課題となっている。こうした中、演者が所属する研究室では空気ポケットフェンスを特徴とする施設を中間育成に用いることにより、マナマコ

種苗の生残率を飛躍的に向上できることを明らかにしたが、収容した体長25mm種苗の成長が35～40mmで停滞し、その原因として餌不足が示唆された。そこで、本研究では、大型種苗の成長停滞を解消するための方策として、給餌による効果を検証した。

本研究は、北海道日本海西南部に面する古平漁港内で実施した。使用した試験施設は、空気層を保持するためのポケットを内外に設けた構造となっており、試験は施設2基(それぞれA礁・B礁と表記)のポケット内に空気を充填した状態で行った。また、施設の底面には種苗の着底基質としてヘチマロンを敷き詰めた。A礁およびB礁には2016年6月に人工採苗された平均体長 22.9 ± 3.5 mmのマナマコ種苗をそれぞれ948個体および949個体収容した。その後、両礁において1か月間隔で種苗の体長を計測するとともに、A礁には2週間間隔でガニアシ粉末の給餌を行った。さらに、A礁では348日後、B礁では349日後に全個体回収し、体長計測を行った。一方、施設内の環境条件を把握するため、自記式水温計を用いて水温を計測するとともに、施設内外の底泥を採取し、強熱減量および酸揮発性硫化物量を求めた。また、マナマコの食性と給餌の効果を明らかにするため、炭素・窒素安定同位体比分析を行った。

A礁およびB礁に収容したマナマコ種苗の平均は5～6月にそれぞれ最大値の38.8mmおよび40.5mmとなったが、回収時の11月には退縮しており、この結果2016年度試験と一致した。また、生残率はそれぞれ58.6%および68.3%となり、2016年度試験の値(12.5%)を大幅に上回った。さらに、A礁およびB礁に堆積した底質の、強熱減量はそれぞれ11.8%および12.7%、酸揮発性硫化物量はそれぞれ0.64mg/gおよび0.42mg/gとなった。一方、マナマコ種苗およびその餌候補となるガニアシ粉末、底質、懸濁態有機物および付着珪藻の炭素および窒素安定同位体比を調べたが、食物連鎖関係を示す結果は得られなかった。以上のことから、本施設を用いて飼育したマナマコ種苗の成長は体長35～40mmで頭打ちとなるため、今後は種苗の平均体長が35～40mmに到達した時点で放流を行うべきであると考えられた。また、本施設に収容したマナマコ種苗に給餌することは、残餌による有機物負荷を引き起こす結果、溶存酸素の低下による硫化物発生の原因となり、本種の成長や生残を阻害する

可能性があるため、本施設を用いたマナマコ中間育成は無給餌で実施すべきであると判断された。

4. 2017 年度東海大学北海道臨海実験所豊浦支所活動報告

平成 29 年度豊浦町浜の活力創出事業研究発表会

日 時：2018 年 3 月 23 日 15:00 ～ 16:30

場 所：豊浦町中央公民館 集会室

参加者：豊浦町役場，豊浦町議員，いぶり噴火湾漁業協同組合，漁業者など約 30 名

1) 2017 年度活動概要（生物学部教授 木原 稔）

- ・エゾアワビの陸上養殖方法に関する研究のため，エゾアワビ腸内細菌が産生する酵素，および低温期の加温飼育について支所内の実験施設，および水槽施設を使って検討した。
- ・豊浦産ヨモギの水産飼料への利用に関する研究のため，ヨモギ配合飼料によるサケの成長効果を支所内の水槽施設を使って検討した。
- ・オホーツクホンヤドカリの食材としての利用に関する研究のため，町内で水揚げされたヤドカリの成分分析から利用の可能性を検討した。

2) 2017 年度研究成果報告（概要）

(1) エゾアワビの陸上養殖方法の検討

①「エゾアワビの腸内細菌が産生する多糖類消化酵素の基質による誘導性について」

（生物学部海洋生物学科 河野圭丞）

エゾアワビは主に海藻類を常食とするが，この海藻類の成分には，紅藻類であれば寒天（アガー），褐藻類であればアルギン酸が多糖類として存在する。エゾアワビ腸内細菌が産生し，宿主腸内で作用する消化酵素に関しては不明な点も多い。そこで，エゾアワビ腸内細菌由来の多糖類分解酵素に着目し，基質による酵素誘導を調べることで微生物消化について考察し，エゾアワビを養殖する際の餌の検討材料に資することを目的とした。

エゾアワビ腸内細菌を紅藻成分のアガーを添加した液体培地に懸濁して培養した。同様に，エゾアワビ腸内細菌を褐藻成分のアルギン酸ナトリウムを添加した液体培地に懸濁して培養した。その培養上清を菌体外酵素溶液として，アガー分解酵素活性およびアルギン酸

分解酵素活性を測定した。

その結果，エゾアワビ腸内細菌は，アガーを添加して培養した場合はアガー分解酵素活性が確認された。一方で，アルギン酸を添加して培養した場合はアルギン酸分解酵素活性が確認された。エゾアワビ腸内細菌はアガーおよびアルギン酸分解酵素を産生する能力を持つが，アガーやアルギン酸を添加しない場合いずれの酵素活性も確認できなかったことから，腸内細菌がそれぞれの酵素を産生するには基質による誘導が必要である。

以上のことから，エゾアワビが紅藻類や褐藻類を摂取した際に，その構成多糖に応じた酵素が誘導され，腸内細菌由来の酵素が消化を手助けしているものと考えられた。

②「冬季の飼育水温がエゾアワビの成長におよぼす影響」

（生物学部海洋生物学科 都丸楠月）

エゾアワビ（殻長 30mm）を，10 月から翌年 6 月までの約 8 か月間，15 ～ 19℃の間に水温維持した加温区と無加温区の 2 区に分けてガラス水槽内で飼育した。加温区はサーモスタット付棒ヒーターで加温した。試験期間中は生コンブあるいは乾燥コンブを給餌した。

無加温区の水温は，10 月の 15℃から徐々に低下し，翌年 4 月後半の水温上昇までの間，最低で 2℃を示した。試験終了時，加温区エゾアワビの殻長・殻幅は無加温区よりも有意に大きかった（ $p < 0.05$ ）。生存率も無加温区（50%）に対し加温区（67%）が高かった。日間成長量は，無加温区（5.24 $\mu\text{m}/\text{day}$ ）に対し加温区（24.5 $\mu\text{m}/\text{day}$ ）であり，加温区は無加温よりも 4 倍以上成長が速かった。

以上のことから，エゾアワビは少なくとも冬季の低水温期に加温飼育を行うことで成長が促進されることが明らかとなった。

(2) 豊浦産ヨモギの水産飼料への利用

①「サケにおけるヨモギ配合飼料の成長効果」

（生物学部海洋生物科学科 伊藤太朗・矢崎湧紀）

魚類養殖では酸化ストレスに起因する疾病が問題となっており，近年は抗酸化物質を添加した飼料が多用されている。ヨモギは日本全国で自生しており入手が容易であるにも関わらず，ヨモギ単体を魚類に給餌した

効果は明らかではない。そこで、豊浦産ヨモギ添加飼料を給餌した際の魚類への影響についてサケを用いて実験を行った。

虻田郡豊浦町で採取したヨモギをプランチング後乾燥・粉碎してヨモギ粉末を作製した。このヨモギ粉末を0%, 3%, 5%, 7%の割合で配合した飼料を作製した。海水馴致したサケ(平均体重11.5g)を10尾/水槽にわけ、各々の飼料を31日間、体重の1.25%重量を給餌した。

ヨモギ粉末の総ポリフェノール量は0.6mg/mgであり文献値と同等であったことから、豊浦産ヨモギは抗酸化能を有する。飼育魚の体重は、5%区および7%が飼育20日目から減少しており、肥満度は体重推移と同じく20日目から5%および7%区が低下した。飼料効率において有意差は見られなかった。本実験では抗酸化能を有するヨモギを添加したことによる魚体への影響ははっきりと確認できなかったが、3%区では5%区と7%区で見られたような体重減少や肥満度の低下が起こらなかったため、本実験においてはヨモギ粉末配合量3%の飼料が配合割合としては適正ではないかと推察した。

(3) オホーツクホンヤドカリの食材としての利用

①「ヤドカリの成分分析結果」

(生物学部海洋生物科学科 木原 稔)

豊浦町で水揚げされるオホーツクホンヤドカリの食材としての有効利用検討のため、今年度は重金属類を中心に成分分析を実施した。貝を外したヤドカリおよそ3.5kgぶんをペースト状にホモジナイズして分析した結果、総水銀、鉛、カドミウムは検出限界以下であった。総ヒ素は0.77ppmであり、一般的な海産食材の文献値と比較すると10分の1から60分の1以下

であった。

オホーツクホンヤドカリは、漁師を中心に古くから食経験があるとの報告があり、また今回の分析で特に食材として問題になる値も見当たらなかったことから、食材として利用可能と判断した。

5. 2017年度北海道臨海実験所研究成果リスト

- 1) 春井弘志・櫻井隆丞・櫻井 泉：北海道寿都町沿岸におけるキタムラサキウニ *Mesocentrotus nudus* の成長. 東海大学生物学部紀要, 6号, 11-16 (2018年3月)
- 2) 楊 彩嘉・櫻井 泉：北海道寿都町沿岸におけるイシダタミ *Monodonta confusa* の生殖周期と食性. 東海大学生物学部紀要, 6号, 17-23 (2018年3月)
- 3) 小野寺理恵・櫻井 泉：北海道寿都町沿岸におけるクボガイ *Chlorostoma lischkei* の分布, 生殖周期および食性. 日本水産学会誌, 84巻, 54-64 (2018年1月)
- 4) I. Sakurai, T. Yamada, R. Asabatake and F. Ohno : Growth, dispersal, and survival of juvenile Japanese sea cucumber *Apostichopus japonicus* cultured in a rearing facility with air-pocket fences. *Aquaculture Science*, Vol.65, 395-408 (2017年12月)
- 5) 佐藤真実・松ヶ崎光悦・櫻井隆丞・奥村裕弥・櫻井 泉：北海道寿都湾におけるホタテガイ養殖場の環境評価. 平成29年度日本水産学会北海道支部大会(札幌市, 2017年12月)
- 6) 櫻井 泉・大野史耶・麻島梨沙・山田俊郎・高橋伸次郎：寒冷地におけるマナマコ中間育成技術に関する研究. 第33回寒地技術シンポジウム(札幌市, 2017年12月)