

2018 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 2018

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支所では、2013 年度より地域の自治体、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、2018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. 2018年度東海大学北海道臨海実験所寿都本所活動報告

日 時：2019年2月18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43名

議 事：

1) 2018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3名の卒業論文作成を目的とした調査研究のため、2018年4月15～16日、5月18～19日、6月10～11日、7月13～14日、8月20～31日、9月12～13日、10月19～20日、11月19～20日、12月17～18日、2019年1月18～19日、2月18～19日および3月15～16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27～29日に実施した。内容は、寿都湾における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45名を対象とした臨海実習を8月20～24日および8月27日～31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9月13日に実施した。
- ・臨海実験所活動報告会を2月18日に開催した。

2) 2019年度活動計画について

(臨海実験所長 櫻井 泉)

- ・2019年度においても海洋生物科学科4年生4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。また、他の研究室においても実験所を利用した標本採集等を予定している。

- ・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19～23日に実施する(履修者多数の場合は8月12～16日にも実施)。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) 2018年度研究成果報告(概要)

(1) 北海道寿都漁港における垂下養殖アサリの成長と成熟

(生物学部海洋生物学科 森 健貴)

北海道寿都町沿岸では磯焼けが進行し、ウニやアワビといった磯根資源の減少が深刻化するとともに、ホッケ漁業の不振や養殖ホタテガイの大量死亡も加わるなど、主幹産業である水産業が疲弊した状態にあることから、新たな水産資源の開拓が喫緊の課題となっている。そこで本研究では、寿都町沿岸にも僅かながら生息しているアサリに着目し、寿都漁港内の蓄養水面において本種の垂下養殖の可能性を検討した。

寿都漁港の蓄養水面においてアサリの垂下養殖試験を実施した。試験には直径40cm、高さ10cmおよび目合1mmの網カゴ4つを使用し、2017年11月に殻長23～30mmのアサリを100個体ずつ収容した後、蓄養水面に設置された延縄に垂下した。その後、2018年10月までの間に月1回の間隔で全ての個体の殻長と全重量を測定するとともに、4つのカゴから順次30個体ずつ回収し、殻長、殻高、殻幅、全重量および軟体部重量を測定後、肥満度を算出した。また、軟体部より切り出した生殖巣をパラフィン包埋した後、厚さ5 μ mの組織切片を作成するとともに、HE染色を施し、生殖巣の発達過程を観察した。さらに、試験

期間中の水温を 2017 年 11 月～2018 年 10 月、流速を 2018 年 8 月、10 月の 2 期間、クロロフィル a 量を 2018 年 1 月～5 月、8 月、10 月の 3 期間測定し、流速にクロロフィル a 量を乗じたクロロフィルフラックスを算出した。

アサリの殻成長および増重は 6 月から 10 月まで認められた。この時の水温は 14.0℃(6 月)～20.8℃(9 月)、流速は 8 月、10 月ともに 0.4～1.9cm/s、クロロフィル a 量は 8 月が 1.3～3.2 $\mu\text{g/L}$ 、10 月が 0.4～3.2 $\mu\text{g/L}$ 、クロロフィルフラックスは 8 月が 0.6～5.1 $\mu\text{g/L}\cdot\text{cm/s}$ 、10 月が 0.4～4.7 $\mu\text{g/L}\cdot\text{cm/s}$ であった。肥満度は 5 月にピークを迎えた後、変動を伴いながら推移した。アサリの生殖巣発達過程を未分化期、成長初期、成長後期、成熟期、放出期、退行期の 6 区分した結果、雌雄ともに 2017 年 11 月～2018 年 3 月には未分化期に属していたが、4 月には成長初期に移行し、その後は雌雄ともに 7 月には成長後期に発達した後、8 月には成熟期に達し、9～10 月には放出期および退行期に移行した。

寿都漁港内で垂下養殖したアサリの増重は、水温が 7℃以上となる 4 月以降にみられたが、殻成長は水温が 14℃以上となる 6 月以降に認められ、この結果はサロマ湖における本種の成長(五嶋ら 1996)と一致した。また、アサリの肥満度は 5 月にピークに達した後、顕著な変化を示さなかった。この要因として本種の良好な成長に必要とされるクロロフィルフラックス(10 $\mu\text{g/L}\cdot\text{cm/s}$; 張ら 2013)を満たしていなかったことが挙げられた。一方、寿都漁港のアサリは未分化期から成長・成熟期を経て 9～10 月に産卵期を迎えることが明らかとなり、この結果は同様の水温の季節変化を示すサロマ湖(五嶋ら 1996)、野付湾(山本 2017)および落石漁港(高橋 2017)における産卵期と一致した。以上の結果から、寿都漁港においてアサリの垂下養殖は可能であるが、現状より大きいクロロフィルフラックスを確保することにより成長量の増加を図ることが期待できるものと考えられた。

(2) 寿都漁港蓄養施設におけるコタマガイの垂下養殖に関する研究

(生物学部海洋生物学科 松原圭佑)

コタマガイは砂浜性海岸の汀線から水深 5 m にかけて普遍的に分布し漁獲される。近年、ハマグリやチヨ

ウセンハマグリなど有用貝類の減産を補う有用種として産業的にも重視されるようになってきている(安永 1980)。本研究の対象地である寿都湾は天然のコタマガイの生息が認められるが安定的な資源量の確保には至っていない。一方、二枚貝類(特にアサリ)の垂下養殖は天然干潟に比べ成長が早いことが報告(石樋ら 2017)されており、低水温の北海道においても成長が良い事例が報告されている(日向野・浅尾 2017)。よって、寿都湾のコタマガイを対象に垂下養殖を実施することで安定供給および地域振興の可能性が示唆される。本研究は寿都漁港においてコタマガイ垂下養殖試験を実施し、成長量や死亡率などの基礎的な知見を得ることを目的とする。

2018 年 7 月 2 日に北海道寿都町地先(寿都湾奥の砂浜域)にてコタマガイを船外機から桁網により採集した。採集されたコタマガイは直径 40cm、高さ 10cm の網籠に収容した。ここで生息基質として粒径 2 mm 程度の砂利とケアシエルの混合物を厚さ 10cm になるよう敷設した。寿都漁港蓄養施設において延縄と浮きを投入し、海面から 1～1.5m の深さに垂下した。毎月一回引き上げ、殻長、重量をそれぞれ精度 0.1mm および 0.1g で計測し記録した。一方、生息環境を把握するために寿都漁港内の水温、波高、クロロフィル a 量を測定、餌料環境の推定に用いた。波高のデータは設置型の水圧式波高計によるデータと気象庁が配信する GPV データを用い、これら波高データから流速を求めた。

採集されたコタマガイは全 64 個体、殻長 25.8～61.5mm であった。7 月 2 日～12 月 17 日まで(計 169 日)の垂下試験で、平均殻長は mm 程度の増減で測定誤差を考慮すれば成長しているとはいえない。また、個体数は 38 個体まで減少した(全 64 個体のうち 26 個体が死亡)。ここで斃死個体の死骸には食痕などは見られなかった。本試験の生息環境については、水温は垂下地点で 6.5～23.71℃の範囲で推移し、平均水温は 18.33℃であった。クロロフィル a 量の平均は 1.94 $\mu\text{g/L}$ であった。変動の傾向として夏季の日変動が大きく、冬期は 0.3～3.1 $\mu\text{g/L}$ 程度で推移した。以上の結果から算出されたクロロフィルフラックスは 0.54～20.06 $\mu\text{g/L}\cdot\text{cm/s}$ となり、平均で 4.36 $\mu\text{g/L}\cdot\text{cm/s}$ であった。

垂下試験期間中、コタマガイの成長は見られず、死

亡率が40%であった。斃死の原因としては食害等の要因ではないと考えられる。成長が見られず斃死が多かった要因として、殻長30mm以上の個体は低水温耐性が弱く生存限界低水温は6～8℃との報告(安永1980)があるが、本試験ではこれ以上の水温帯であり水温の影響は考えにくい。一方、餌の不足については、コタマガイが成長時に要求するクロロフィルフラックスは不明であるが、アサリは一般に10 $\mu\text{g/L}\cdot\text{cm/s}$ といわれている(張ら2013)。これに対し本試験期間では10 $\mu\text{g/L}\cdot\text{cm/s}$ を超えた期間は、138時間程度であり試験期間のおよそ4%であった。このことからクロロフィルフラックスの不足により成長が抑制された可能性が考えられる。

(3) 北海道寿都湾におけるホタテガイ養殖場の環境評価に関する研究IV

(生物学部海洋生物学科 阿保あかり)

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。北海道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～2017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、4年間の経年変化の観点から環境評価を行った。

2018年9月13日に北海道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の範囲に設定された計9地点において、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35m地点を除いて年々増加する傾向がみられたが、養殖場外では30m地点において過去3年より高い値を示した。酸揮発性硫化物は養殖場外40m地点でのみ0.008mg/gの値が検出された。中央粒径は、養殖場内では30m地点の値が比較的小さく、養殖場外では明瞭な傾向は認められなかった。淘汰度は、養殖場内外とも水深の増加に伴って淘汰が悪くなる傾向がみられた。泥分率は、養殖場内では水深の増加に伴って値が上昇し、養殖場外では16mおよび40m地点でそれぞれ最小および最大値を示した。マクロベントスは6動物門66種が採集され、貧酸素耐性のシズクガイが少なからず確認された。また、種構成を過去3年と比較すると、2015年は端脚類を含む節足動物が、2016年には多毛類を含む環形動物が、2017年に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たが、2018年は軟体動物、環形動物の他に2015年から減少し続けていた節足動物が増加するなど、マクロベントス群集の経年変化がみられた。このうち、2018年に増加した節足動物は、タナイス目の一種が近くのカラモ場から移入したことで割合が増加したものと推察された。さらに、クラスター分析によりマクロベントス群集を4群集に区分した結果、湾口部の30～40m地点および湾奥部の20m地点は年変動が起こりにくく安定していたが、湾中央部では年変動が確認されたほか、湾奥部の16m地点では少数種に偏っていた。これより、本研究においても2015～2017年と同様にホタテガイ養殖による底質環境への顕著な影響は認められなかったが、マクロベントス群集の年変化や強熱減量の経年的な増加が認められたことから、今後もモニタリング調査を継続する必要があると考えられた。

3. 2018年度東海大学北海道臨海実験所留萌支所活動報告

日時：2019年3月25日15:00～17:00

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、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52名

議 事：

1) 2018 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 3 名の卒業論文作成を目的とした調査研究のため、2018 年 6 月 26～28 日、10 月 2～3 日および 12 月 4～7 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 3 月 25 日に開催した。

2) 2019 年度活動計画について

(臨海実験所長 櫻井 泉)

- ・2019 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）および放流・育成時期（8～12 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) 2018 年度研究成果報告（概要）

(1) マナマコ中間育成施設を利用した着底稚仔放流の有効性検討

(生物学部海洋生物科学科 岡本 優)

マナマコは、近年香港を中心とする中国からの需要が高く、特に北海道産は高値で取引されるため漁獲圧が高まり資源量は年々減少している。このため、北海道内では各地で本種の種苗生産が展開されている。しかし、現状におけるマナマコ種苗放流には課題があり、そのうちの 1 つが放流サイズ問題である。大型種苗を放流することで高い残留率が期待できるが、大型種苗を生産するには陸上飼育による多大なコストがかかる。着底初期の小型種苗（着底稚仔）での放流が可能となれば、陸上飼育の期間が短縮され生産コストを大幅に縮減することが可能となる。そこで、本研究では着底初期の稚ナマコを放流した場合と、着底後一定期間陸上飼育した稚ナマコを放流した場合の成長、生残および生産コストを比較することにより、着底稚仔放流の有効性を検討した。

北海道日本海沿岸に建設された古平漁港内および留萌港内において、空気ポケットフェンスを特徴とするマナマコ中間育成施設を用いて実施した。それぞれの港内からマナマコを採集し放流用稚ナマコを採苗した。古平試験区においては採苗から約 1 か月後の着底稚仔

の一部を 2018 年 9 月 6 日に潜水により古平の施設に放流した。留萌試験区には採苗から約 3 か月後の稚ナマコの一部を 2018 年 10 月 2 日に潜水により留萌の施設に放流した。両港ともに放流しなかった稚ナマコについては、東海大学生物学部水槽実験室（以下、水槽室と表記）および留萌市三泊漁港蓄養施設（以下、蓄養施設と表記）において、継続飼育した。放流個体に関してはビデオカメラで撮影した映像を用いて放流から 1 週間後、1 か月後および 3 か月後、陸上飼育個体に関しては実体顕微鏡を用いて飼育開始より 1 か月毎に（蓄養施設は飼育開始時と 2 か月後）に個体数計数および体長の測定を行った。

古平に放流した着底稚仔および水槽室における陸上飼育を開始した時の個体数と平均体長は、それぞれ 218,928 個体と 0.53mm であり、放流 3 か月後にはそれぞれ 238 個体と 7.57mm となった。水槽室における陸上飼育 3 か月後の稚ナマコの個体数と平均体長は、それぞれ 576 個体と 3.53mm であった。一方、留萌に放流した着底稚仔および蓄養施設における陸上飼育を開始した時の個体数と平均体長は、それぞれ 43,672 個体と 1.85mm であり、放流 3 か月後にはそれぞれ 21 個体と 9.30mm となった。また蓄養施設における陸上飼育 2 か月後の稚ナマコの個体数と平均体長は、それぞれ 33,263 個体と 4.40mm であった。人件費、光熱水費および餌料費に基づいて種苗生産コスト（種苗単価）を計算した結果、古平では着底稚仔円 35/個/mm に対して陸上飼育個体 70 円/個/mm、留萌では着底稚仔 48 円/個/mm に対して陸上飼育個体 1.4 円/個/mm となった。以上の結果から、古平試験区での着底稚仔放流は陸上飼育より成長、生残が良好であり、コストも安いと着底稚仔放流の方が効率的であると判断された。留萌試験区では着底稚仔放流によって大型種苗を生産できたが、浮泥の影響でビデオ映像が不鮮明となり見かけ上の生残数が大きく減少した。したがって、着底稚仔の生残数と平均体長は過小評価となっている可能性があり、今後は全数回収により生残数と平均体長を計測し改めて種苗単価を評価する必要がある。

(2) マナマコ中間育成施設における餌料供給量と最適収容密度の推定

(生物学部海洋生物科学科 堀田愛美)

近年、中国での需要増加に伴ってマナマコの輸出量が増加していることから、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、当該施設を用いた中間育成では収容数によっては餌不足による成長停滞を引き起こす可能性が示唆された。そこで本研究では、当該施設に供給される有機物量を調べるとともに、マナマコの活動以外の要因により消費される有機物量を計測することにより、本種の成長に適した収容密度を推定した。

本研究は、北海道日本海南北西部に面する古平漁港で実施した。当漁港内には空気ポケットフェンスを付帯したマナマコ中間育成施設が2基並設されている（それぞれA礁・B礁と表記）。本研究では、当該施設に供給される有機物量を明らかにするため、両礁の底面の対角線上に3定点ずつ計6点を設け、各定点にセジメントトラップ（内径4cm、高さ33cm）を設置することにより沈降粒子の採集を月1回の間隔で1年間行った。また、トラップ周辺の底面に堆積した底質をB礁から定量採集した。回収した堆積物については、乾燥→脱炭酸処理→脱塩処理→乾燥を行い、CHNコーダーを用いて炭素および窒素含有量の測定を行った。また、施設におけるマナマコの成長に適した収容密度を推定するため、マコンブ仮根部粉末の最適給餌量の値から本種が必要とする炭素および窒素量を上述と同様の方法により計測した。

トラップに捕捉された堆積物の全有機炭素および全窒素量の季節的変動は、4月および8～10月に増大する2峰型のパターンを示した。C/N比は3月と10月に高く、11月に低い値を示した。また、施設内に堆積した底質の全有機炭素および全窒素量の季節的変動は、いずれも9～11月に増加する傾向がみられるとともに、C/N比は3月が高く、10月に減少する傾向を示した。これらの結果を用いて、マナマコの摂餌活動以外による堆積物の消費量を求めたところ、消費量は6月および10月に高い値を示した。さらに、トラップに捕捉された堆積物からマナマコの活動以外による堆積物の消費量を差し引いた値を本種が餌として

利用できる有機物量と考え、マコンブ仮根部粉末中の炭素および窒素含有量（%）の分析結果からマナマコの成長に必要な炭素および窒素量を算出し、これらを用いて当該施設におけるマナマコの最適収容数を求めた。その結果、11mm種苗で550個体（95個体/m²）、20mm種苗で330個体（57個体/m²）、34mm種苗では189個体（33個体/m²）が最適収容密度と算定され、この結果は当該施設に25mm種苗を487個体収容した時にみられた成長停滞が過密によるものであることを裏付けた。

(3) マナマコの呼吸量と排泄量に及ぼす水温の影響

（生物学部海洋生物科学科 笹原慧哉）

マナマコ *Apostichopus japonicus* は水産重要種であり、近年中国からの需要増加に伴って資源増大に向けた種苗生産から中間育成に至る技術開発が進められている。特に中間育成では成長させた種苗を半閉鎖的環境に収容することになるが、本種に関しては稚仔の生理機能と環境、特に水温との関係について不明な点が多いため、環境条件に応じた収容数の算定が困難な状況にある。このため、マナマコ稚仔の呼吸量および排泄量と水温の関係を明らかにすることは、中間育成施設で本種を飼育する際の収容数を決める上で有益な情報となる。そこで本研究では、5～25℃の水温条件下におけるマナマコ稚仔の呼吸量とアンモニア排泄量を室内実験により計測した。

実験には北海道古平漁港内の空気ポケットフェンス施設内で中間育成されたマナマコ稚仔約200個体（体長 33.7 ± 7.9 mm, 湿重量 1.1 ± 0.7 g）を使用し、このうち20個体を完全密閉止水式の容器に収容した状態で行った。設定水温を5, 10, 15, 20および25℃の5区とし、収容時間は3～12時間の範囲内で低水温の実験ほど長くした。アンモニア態窒素濃度の分析にはサリチル酸塩法、溶存酸素量の分析にはWinkler法を適用した。呼吸量および排泄量については、供試個体の総湿重量および収容時間当たりの値とし、得られた結果をKruskal-Wallis検定とSteel-Dwass多重比較により検定した。

排泄量は、15℃区の $0.59 \mu\text{g/L/g/h}$ から水温の低下に伴って減少し、10℃区では $0.33 \mu\text{g/L/g/h}$ 、5℃区では $0.14 \mu\text{g/L/g/h}$ となった。また、20℃区での排泄量は5区中で最も高い $0.84 \mu\text{g/L/g/h}$ を示したが、

25℃では 0.77 $\mu\text{g/L/g/h}$ に減少した。得られた結果を検定した結果、5℃区および 10℃区は他区との間に有意差が検出されたが ($p<0.05$) 15～25℃の各区分には有意差が認められなかった ($p>0.05$)。また、水温を T (℃)、排泄量を A ($\mu\text{g/L/g/h}$) としたとき、両者の関係は $A=0.1064e^{0.0902T}$ ($R^2=0.5627$) の指数関数式で示された。一方、呼吸量は水温の上昇に伴って増加する傾向がみられ、5, 10, 15, 20 および 25℃区においてそれぞれ 17.5, 27.5, 29.1, 43.6 および 62.8 $\mu\text{g/L/g/h}$ を示した。統計検定の結果、10℃区と 15℃区の間のみ有意差が認められず ($p>0.05$)、それ以外は各区の間に有意差が認められた ($p<0.05$)。また、水温を T (℃)、呼吸量を R ($\mu\text{g/L/g/h}$) としたとき、両者の関係は $R=12.941e^{0.062T}$ ($R^2=0.8436$) の指数関数式で示された。得られた呼吸量の値と 10 月～1 月に空気ポケットフェンス施設内で実測した溶存酸素量に基づいて当該施設における体長 33.7mm、湿重量 1.05 g のマナマコ稚仔の許容収容数を算出した結果、4,244 個体 (10 月)～12,615 個体 (1 月) となり、この値は現在中間育成中の本種稚仔の収容数 (1,000～2,000 個体) を上回っていた。今後は 2 月～9 月の溶存酸素量に基づいて施設内の底質環境が悪化しやすい夏季の許容収容数を求めるとともに、アンモニア耐性も考慮した許容収容数を検討し、マナマコ稚仔の中間育成に適した収容数を明らかにする必要がある。

4. 2018 年度東海大学北海道臨海実験所豊浦支所活動報告

平成 30 年度豊浦町浜の活力創出事業研究発表会

日 時：2019 年 2 月 21 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 35 名

1) 2018 年度活動概要

2018 年 9 月 6 日 (木) 未明に発生した胆振東部地震の影響で、豊浦支所が停電となった。飼育実験中の一部の魚は、停電直後に学生が対処し大量へい死を防げた。しかしながら非常用電源はなく、ほとんどはそのまま放置せざるを得なかった。そのためエゾアワビ 900 個体をはじめ、5 種およそ 1,300 個体の試験魚が死亡した。エゾアワビの生き残りは 20 個体程度であ

り、これまで継続していた「エゾアワビの陸上養殖方法の検討」実験の実施は不可能であった。

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エゾメバルならびにマサバ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部位ごとの脂肪酸、遊離アミノ酸組成を測定し、有用性を検討した。

2) 2018 年度研究成果報告 (概要)

(1) 豊浦産ヨモギの水産飼料への利用

①「エゾメバルにおけるヨモギ配合飼料の効果」

(生物学部海洋生物科学科 才郷匠海)

魚類養殖では酸化ストレスに起因する疾病や耐病性の低下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。マダイにカワラヨモギ粉末を給餌することで飼育成績の改善や病原菌攻撃時の生残率が高くなる報告もあり、カワラヨモギが魚類の生体防御能を賦活化する。いっぽう、豊浦町で多く見かけるオオヨモギについてはその効果は不明である。そこで本研究は、オオヨモギ添加飼料をエゾメバルに給餌し、その効果を検討した。

豊浦町で採取したヨモギをブランピング後乾燥・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。豊浦漁港内で釣獲した平均体重 52g のエゾメバルに毎日朝夕 2 回給餌した。

35 日間の飼育後、各区試験魚の体重、体長、臓器重量に大きな違いはみられなかった。しかしながら腸の長さは 0 % 区にくらべヨモギ粉末添加区が長い傾向にあった。酸化ストレスの指標となる血液中の酸化還元電位は 0 % 区にくらべヨモギ粉末 7 % 添加区が低かった。

昨年度同様、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成長への影響ははっきりと確認できなかったが、酸化ストレス値が低く、抗酸化物質としての可能性が推察された。

②「ヨモギ配合飼料によるマサバ馬血合筋の褐変抑制効果の検討」

(生物学部海洋生物科学科 大野海斗)

マグロ類やブリ類の血合筋の褐変による商品価値の低下を抑えることは販売上の重要な課題である。褐変の原因となるミオグロビン（以下 Mb）の酸化は抗酸化剤の給餌で抑制できることが知られており、近年はオリーブ葉粉末やユズ果汁などの抗酸化天然食材の給餌による魚肉の品質改善効果が注目されている。豊浦産のヨモギは市販の草餅に使われるなどポピュラーな存在でもある。その成分には抗酸化能を有するポリフェノールが含まれていて、オリーブやユズのような魚肉の品質改善効果も期待できる。そこで豊浦産ヨモギの葉の粉末（以下ヨモギ粉末）をマサバに給餌し、褐変抑制を検討した。

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7%含む飼料と含まない飼料を作成し、豊浦漁港内で釣獲した平均体重 20g のマサバに毎日 17 時に給餌した。

ヨモギ粉末 1 g に含まれるポリフェノール量は 0.96 mg/g であった。飼育終了後の平均体重はコントロール飼料区が 31.7 ± 6.9 g, ヨモギ区で 30.8 ± 7.5 g であり、有意な差はなかった。飼料効率もコントロール飼料区で 69.2%, ヨモギ区で 65.2% であり、ヨモギ区とコントロール飼料区に差はなかった。血合筋の色の悪くなる速度はヨモギ区の方が有意に小さかった。このことから飼料へのヨモギ粉末添加はマサバ血合筋の酸化を遅くする可能性があることがわかった。

(2) オホーツクホンヤドカリの食材としての利用

①「ヤドカリの部位別脂肪酸組成」

(生物学部海洋生物科学科 神部飛雄, 木元麻莉花)

豊浦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、今年度は部位別に成分

分析した。とくに昨年度実施の分析値で特徴的であった脂質、アミノ酸に着目し、食材としての訴求点を見出すことを目的とした。

2018 年 10 月 20 日に採取し、貝殻を外したヤドカリおよそ 3.1kg ぶんから鋏脚部、頭胸部、腹部を採取しペースト状にホモジナイズして各分析に供した。

その結果、どの部位も飽和脂肪酸より不飽和脂肪酸の含量が多く、いずれの脂肪酸も鋏脚部<頭胸部<腹部の順で含量が多かった。腹部においては機能性食品成分であるドコサヘキサエン酸（DHA）およびエイコサペンタエン酸（EPA）含量が多く（DHA, 800mg/100g; EPA, 1,600mg/100g）、とくに EPA が顕著であり、主な魚類の可食部の EPA 含量と比較しても多かった（クロマグロ脂身, 1,400mg/100g; サンマ, 850mg/100g; マイワシ, 780mg/100g, 7 訂日本食品標準成分表より）。DHA 含量もマイワシやマサバと比べて遜色なかった（マイワシ, 870mg/100g; マサバ, 970mg/100g, 7 訂日本食品標準成分表より）。

各部位の遊離アミノ酸含量は部位間に若干の違いがあるものの、ズワイガニやガザミの値に似ていた。

以上の結果より、オホーツクホンヤドカリは機能性食品成分である EPA, DHA 含量が多く、昨年度の分析で食材として問題になる成分も見当たらなかったことから、高い EPA, DHA 含量を特徴とした食材として利用が可能である。

5. 2018 年度北海道臨海実験所研究成果リスト

- 1) 河合史佳・櫻井 泉：北海道寿都町沿岸の落ち葉堆積場におけるマクロベントス群集の特徴と若齢魚による餌利用の実態。東海大学生物学部紀要, 7 号, 1-14 (2019 年 3 月)