

2021 年度東海大学北海道臨海実験所活動報告

櫻井 泉, 木原 稔, 大橋正臣, 野坂裕一
生物学部海洋生物科学科

Annual report on Hokkaido Marine Laboratory at Tokai University in the fiscal years 2021

Izumi SAKURAI, Minoru KIHARA, Masami OHASHI and Yuichi NOSAKA
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、イワガキ及びアサリ垂下養殖試験にも取り組んでいる。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年度末に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、2021年度に開催した活動報告会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。

なお、2021年度は昨年度と同様に新型コロナウイルス感染防止のため、寿都本所においては参加者を10名に限定した報告会とし、留萌支所においては自治体の判断により関係者のみを集めた説明会とした。また、豊浦支所においては研究活動を休止したため、報告の記載は割愛する。

2. 2021年度東海大学北海道臨海実験所寿都本所活動報告

日 時：2022年2月21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
(計10名)

議 事：

1) 2021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年生の卒業論文作成を目的とした調査研究のため、2021年4月より毎月1～3回の頻度で臨海実験所を利用し、現地観測、試料採集、処理および計測を行った。
- ・臨海実験所活動報告会を2月21日に開催した。

2) 2022年度活動計画について

(臨海実験所長 櫻井 泉)

- ・2022年度においては海洋生物科学科4年生の卒業論文に加えて、大学院生物学研究科院生の修士論文作成のための調査研究を目的として、月に数回程度実験所を利用し、現地観測、試料採集、処理および計測を実施する。
- ・東海大学附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。
- ・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月に実施する。
- ・北海道寿都高等学校の生徒を対象とした出前授業を9月上旬に実施する。

- ・臨海実験所活動報告会を2月下旬に開催する。

3) 2021年度研究成果報告(概要)

(1) 寿都漁港における垂下養殖アサリの成長に及ぼす環境要因について

(生物学部海洋生物学科 高橋芽以)

全国におけるアサリ *Ruditapes philippinarum* の漁獲量は1986年を境に低下しており、その一因としてアサリの生息場である干潟の減少が挙げられている。このため、アサリの垂下養殖が全国で行われ、寿都町においても寿都漁港内に着底した天然アサリ稚貝を用いた垂下養殖が検討されている。そこで、本研究では、アサリ垂下養殖の事業化に向けて寿都漁港内で採苗したアサリ稚貝を用いて成長に及ぼす環境要因を検討した。

本研究では、ケアシエルを敷き詰めた網カゴ(直径40cm、高さ10cm、目合1mm)を3つ用意し、これらに2020年11月に寿都漁港内で採集したアサリ(殻長 $22.2 \pm 2.9\text{mm}$; 平均±標準偏差)を100個体ずつ収容した後、港中央部の水深1mに垂下した。その後、2021年11月まで月に一度の間隔でアサリの殻長 L と全重量 W を計測し、日間成長率 $\text{SGR} [=100 \times (\ln L_{n+1} - \ln L_n)/t]$ と日間増重率 $\text{SWG} [=100 \times (\ln W_{n+1} - \ln W_n)/t]$ を求めた。また、2021年2月～11月には一部のカゴ内から毎月15個体ずつアサリを無作為に抽出し、殻長、全重量、殻高 H 、殻幅 B および軟体部重量 SW を計測した後、肥満度 $[=10^5 \times SW/(L \times H \times B)]$ を求めた。併せて、網カゴの横にメモリー式水温計、電磁式流速計およびワイパー式クロロフィル濁度計を垂下し、水温を2020年11月～2020年11月、流速およびクロロフィル a 量を2021年2月～11月にかけて観測した。

アサリの殻長と全重量の増加は6～7月の期間に最も大きくなることが確認された。また、回帰分析の結果から SGR および SWG と流速の移流成分の間に強い相関が認められ(それぞれ $R^2=0.885$ および 0.852)、アサリの成長は潮流の影響を強く受けることが示唆された。これは満潮時にクロロフィル a 量が増加することから(沼口2001)、上げ潮時の流速上昇によってアサリの餌料となる植物プランクトンの供給量が増加したことが一因と考えられた。一方、アサリの肥満度は、6月にピーク値に達したが、水温 17°C を超えた

7月から9月にかけて減少した。肥満度が減少し始めた水温はアサリの産卵誘発水温（清水 2006）とも一致しており、寿都漁港におけるアサリの産卵期は水温が 17℃以上となる 7～9 月の 3 か月間と考えられた。また、アサリの生残率は 8 月以降に急激に低下しており、この原因として産卵による活力低下が推察された。

(2) ヒメエゾボラの交尾行動と孵化に及ぼす水温の影響

（生物学部海洋生物学科 浜中ななせ）

北海道寿都町沿岸では磯焼けの持続要因の一つに高密度分布する植食性小型巻貝による海藻幼体の食害が指摘されており、これらを捕食するヒメエゾボラ *Neptunea arthritica* の増殖が本種の漁獲量増大に加えて小型巻貝の駆除対策として期待されている。そこで、ヒメエゾボラ種苗生産技術開発の一環として、本種の交尾行動とサイズ比の関係および卵塊の孵化に及ぼす水温の影響を室内実験により調べた。

寿都漁港においてヒメエゾボラを 35 個体採集し、個体識別を行った後、これらを 180L 水槽 3 基にそれぞれ 11～12 個体ずつ収容し、交尾行動を観察した。また、飼育中に産出された卵塊を水温 15、16 および 17℃に調温した 3L 水槽（それぞれ低温区、中温区および高温区と表記）において飼育し、稚貝の孵化率と平均孵化日数を算出するとともに、孵化稚貝の殻高と殻幅を計測した。

交尾行動をとったヒメエゾボラの雌雄のサイズ比は 1.02 であり、雌雄によるサイズに差は認められなかったことから ($p > 0.05$)、本種の雄は同サイズの雌と交尾することが示唆された。一方、低温区、中温区および高温区において孵化したヒメエゾボラ稚貝の平均殻高はそれぞれ 8.0、7.2 および 5.6mm、平均殻幅はそれぞれ 5.2、5.1 および 4.4mm であり、殻高には各区の間に有意差が認められるとともに ($p < 0.05$)、殻幅には低・中温区と高温区の間には有意差がみられた ($p < 0.05$)。また、孵化率は低温区では 4.3%、中温区では 23.0%、高温区では 53.0%と算出され、孵化日数は低温区では 151 日、中温区では 132 日、高温区では 66 日となった。さらに、殻高/殻幅比は、低温区、中温区および高温区においてそれぞれ 1.53、1.43 および 1.28 と算出され、中温区は高温区に比べて有意に大きく ($p < 0.05$)、低温区は中温区と高温区に比べ

て有意に大きい値を示した ($p < 0.05$)。以上のことから、ヒメエゾボラ稚貝は水温 15～17℃の範囲では水温が高いほど孵化日数が短縮するとともに小型で球形に近い形態で孵出すると考えられた。また、本種稚貝の孵化率は、水温 15～17℃の範囲では高温ほど高くなることが示され、このような孵化率の違いは、低水温ほど卵嚢内の稚貝の発育が遅れ、孵化に到達することなく死亡する個体が多くなることによって生じると推察された。

(3) 未利用植物質の給餌によるキタムラサキウニの生殖巣発達

（生物学部海洋生物学科 影山眞子）

近年、北海道日本海沿岸において磯焼けに起因した餌不足によるキタムラサキウニの身入りの悪さが問題となっている。商品価値を付与するには、これらのウニを肥育することで身入りを改善する必要がある。そのため、海藻類の代替餌料となり安価で大量入手が可能な未利用植物質の検索が求められている。一方、フキは北海道では春から夏にかけて大量に繁茂するが、葉身は雑草扱いされている状況にある。そこでフキの葉身に着目し、これをキタムラサキウニに与えた際の成長や生殖巣の発達、色・味について検討した。

2021 年 4 月～7 月に、北海道寿都町において採集したキタムラサキウニ 40 個体を 20 個体ずつ 2 つの実験区に分けて飼育実験を行った。100L 水槽内にカゴ（容量 43L）を 2 つ並べ、それぞれをコンブ区・フキ区としてウニを収容し、前者にはマコンブ、後者にはフキを飽食させた。実験開始時には別に採集した 10 個体のウニをイニシャル区とし、殻径・全重量 W ・生殖巣重量 GW の測定と生殖巣指数 $GI (=100 \times GW/W)$ の算出および生殖巣の組織学的観察による熟度の評価を行った。また、実験終了時には上記に加え、年齢査定と生殖巣の色味・食味試験を行った。色味・食味試験では 5 段階評価、すなわち 5 を非常に明るい・非常に甘い・非常に苦い、4 をやや明るい・甘い・苦い、3 を普通、2 をやや暗い・やや甘い・やや苦い、1 を非常に暗い・甘くない・苦くないとしてスコア化し、評価者 5 名の平均を算出した。さらに、各実験区から 5 個体ずつ計 15 個体を抽出し、生殖巣の成分分析を実施した。分析項目は、水分、グリコーゲン、遊離アミノ酸に含まれる旨味・甘味・苦味成分（そ

れぞれ Glu, Thr+Ser+Gly+Ala, Val+Met+Ile+Leu+Phe+Arg) である。

実験終了時の殻径, 全重量, GI・熟度および食味試験や成分分析による苦味には実験区による有意差はみられなかったが ($p > 0.05$), 生殖巣の色味と食味試験および成分分析による甘味はコンブ区がフキ区に比べて有意に高い値を示した ($p > 0.05$)。これより, フキを給餌したキタムラサキウニは, 生殖巣の色味や甘味は薄いものの, 成長や生殖巣の発達はコンブ給餌と遜色はなく, 苦味も同程度と考えられ, 成熟までの期間をフキ給餌で代替させることにより, 苦味を発生させることなく, 安価に身入りさせることが可能と考えられた。また, コンブ区・フキ区において熟度に有意差は見られなかったが, 傾向的にフキ区の方が熟度が低い結果となった。これより, フキ給餌はコンブ給餌に比べてキタムラサキウニの成熟が遅れることが示唆され, この性質を利用することによりウニの成熟をコントロールし, 身溶けを防ぐことができるものと推察された。

(4) 寿都湾岩礁域におけるアサリ増殖場の基質安定性に関する現地試験

(生物学部海洋生物学科 安里嶺志)

寿都町では, 比較的浅い岩礁域を人工的に岩盤掘削し, 基質(砂や砂利)を入れることで, アサリ増殖場とする計画がある。アサリの増殖に適した環境としては, 餌や水温, 基質などが適正に存在する必要があるが, 過年度調査では, 施工後から基質は減少を続け安定していない。このことから本増殖場において現地試験を行うとともに, 外力要因と考えられる波浪について波動場解析と漂砂量式から基質安定性について検討した。

対象とする増殖場は, 平均標高 -0.6m の岩礁域に深さ約 30cm, 幅約 50cm, 長さ約 12.5m の掘削し, 海岸砂を投入したもので, 区画は全 4 区 (1~4 区) である。本試験は最も沖側の 4 区の一部に長さ 1m に基質を投入し, その周囲を土嚢で囲うことで基質を保護した。試験は 7 月 23 日から 10 月 8 日まで実施し, 砂面高および基質の粒径を計測した。一方, 試験中の波浪状況を把握するために波動場解析を行った。ここで支配方程式は非定常緩勾配不規則波動方程式である。

砂面高測量の結果, 2021 年 7 月~11 月の期間にて砂面高は 104.4mm 低下し, 最終的に 0.052m³ 程度の基質が流失した。また, 粒度分析の結果, 投入基質の中央粒径は 0.25mm から試験終了時には 0.5mm となり, 基質投入時から中砂の成分が多く流出したが, 土嚢を設置していない場合と比べて, 流出量が少なくなっていた。波動場解析結果としては, 増殖場の波高は潮位が高いもしくは周期が長い場合に波高が大きくなった。これらは沖合波高の大小にかかわらず, 増殖場の水深が浅いため岩礁帯の手前で碎波することによって考えられる。また, 流出した基質について漂砂量式を用いて検討し, 波高, 流速の関係を算出した結果, 土嚢の設置によって, 底面流速振幅が小さくなり, 基質の流出が抑えられたと考えられる。つまり, 基質砂面から土嚢高さ(約 20cm)分の嵩上げすることにより, 基質安定の効果が期待できることが示唆された。

(5) 漁港泊地内の魚類を対象としたバイオテレメトリ技術の検討

(生物学部海洋生物学科 見世亮輔)

近年, 海洋環境の変動などで漁業資源量が減少しており, 漁業環境を改善し生態系の底上げを図る水産環境整備が推進されている。これには対象とする水産生物の生活史や行動生態に加えて, 捕食生物や餌生物の動態など様々な知見が必要となる。しかし, 水産有用種の一部の知見はあるものの, 多くの生物のそれは知られていないのが現状である。また, 漁港や港湾は, 泊地水域が魚類の生息場となっているが詳細な行動特性などわかっていないことが多い。これに対して近年, バイオテレメトリによる魚類行動の解明が進んでいる。本研究では, 寿都漁港において(国研)寒地土木研究所により実施されたバイオテレメトリのデータを用い, 生息する魚類の位置特定方法について検討するとともに魚類の行動把握を目的とした。

2019 年 9 月 11 日から翌年 1 月 28 日まで, 寿都漁港でバイオテレメトリ調査が実施された。調査は泊地内, 港口, 港外で合わせて 7 カ所超音波受信機を設置し, 超音波発信機を装着した体長約 20cm のエゾメバル 11 尾, クロソイ 4 尾を放流したものである。発信位置(魚の位置)の特定には時刻同期された受信器 3 台以上の受信が必要であり, 受信の時間と音速から魚と受信器の距離を算出する。これにより 2 組の双曲線

方程式が得られ、この交点座標を求めることで、発信位置（魚の位置）を特定した。

結果として全 15 尾、全受信機から合計で約 74 万回分のデータを受信することができた。しかし、泊地内の受信信号は、防波堤や岸壁等の直立壁に超音波が多重反射することから、適切な信号の抽出には難しい場合があった。また、受信機の交信により、時間とともに受信機の時計にずれが生じており、交信毎の同期が必要となった。その中で、放流後、港外へ移動した魚を含めて、エゾメバル 4 匹とクロソイ 3 匹は位置特定ができなかった。位置を特定できた個体においても、夜間の位置特定は可能であったが、昼間（10 時～16 時）には位置特定ができなかった。これはエゾメバルやクロソイは、昼間は不活性の種として知られており、昼間はブロックなどの物影に生息することで、複数の受信機に発信信号（超音波）が到達しなかったものと考えられる。これに対し、夜間は約 200m の範囲内を縦横自在に動き回っていることが本研究の結果からも明らかとなった。本研究のように構造物に囲まれた泊地におけるバイオテレメトリを用いた魚類行動を把握する技術は、様々な課題があるが、技術の発展が進むと生育場に応じた詳細な情報を得ることができると考えられる。

(6) 寿都町の 4 つの港におけるプランクトン現存量と海洋環境

（生物学部海洋生物学科 林 明日人）

沿岸域の海洋環境は潮汐や降雨、河川水等を通した陸起源物質の供給などにより急激に変化するため、短期的な調査による海洋環境の把握は難しい。そこで本研究は寿都町沿岸における海洋環境の把握を目的に掲げ、2018 年度から調査を実施している。調査 4 年目となる 2021 年度は従来の海洋環境調査に加え、動物プランクトン群集組成や個体密度を解析し、寿都沿岸の海洋環境特性や餌生物としての動物プランクトンの寄与について検討した。

寿都町の 4 つの漁港（政泊漁港、寿都漁港、有戸漁港、横澗漁港）にて海洋調査を行った。調査日は 3 月 23 日、4 月 12 日、5 月 7 日、7 月 20 日、9 月 1 日、9 月 16 日、10 月 12 日、11 月 17 日の計 8 回であった。各漁港において、表層水温、塩分、バケツによる表層採水とバンドーン採水（水深の半分の深度で実施）を

行うとともに、プランクトンネット（目合：0.5mm）による動物プランクトン採集などを実施した。採水した海水は塩分、クロロフィル a 、懸濁態粒子等の試料とした。

調査期間における水温は季節とともに変化し（6.9–27.4℃）、塩分は 26.9–34.3 の範囲にあった。塩分は雪解け水の影響を受け、春季の有戸漁港で最も低い値となったが、それ以外では 33 前後の値を示した。クロロフィル a 濃度は 0.3–15.6mg/m³ の範囲にあり、平均濃度±標準偏差は 1.5 ± 2.1 mg/m³ であった。最高値は 4 月の横澗漁港で見られたが、その他の漁港では目立った増加が無く、春季植物プランクトンブルームの発生のタイミングは漁港によって異なると考えられた。海洋表層の懸濁態粒子濃度は 0.25–2.73g/m³ であり、平均では政泊漁港が最も低く（ 0.5 ± 0.3 g/m³）、横澗漁港で最も高かった（ 1.2 ± 0.9 g/m³）。目視調査の結果より、政泊漁港と横澗漁港の海色は異なることが多く（それぞれ茶色と青色に見える）、懸濁態粒子濃度の違いが海色にも反映されたと考えられた。動物プランクトン検鏡の結果から、カイアシのコペポダイトは一年中殆どの漁港で優占していたことが判明した（0.3–4.9 個体/m³）。7 月においては、ウニのブルテウス幼生がどの漁港でも発生し、特に有戸漁港では他の漁港（7–13 個体/m³）よりも 35 倍程度密度が高くなった（311 個体/m³）。また、7 月にはこの他にもエビのゾエア幼生やヒトデのビビンナリア幼生などが若干出現した（2 個体/m³ 程度）。調査を実施した 4 つの漁港では年間を通してカイアシのコペポダイトが小型魚類等の主要な餌生物であったと考えられるが、他の生物の産卵時期においてはそれらの幼生が寿都沿岸における重要な餌生物となる可能性がある。

3. 2021 年度東海大学北海道臨海実験所留萌支所活動報告

(1) 中間育成施設に放流したマナコ稚仔の初期減耗に関する研究

（生物学部海洋生物科学科 金子佑真）

マナコは近年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。また、大型種苗を放流することで高い残留率が期待できるため、種苗を放

流に適したサイズまで育てる中間育成が行われている。しかし、北海道留萌港において空気ポケットフェンス施設を用いて行った中間育成では放流から半年の間に稚ナマコが著しく減耗したため、生残率向上が資源増大に向けた課題となっている。そこで、本研究では過去に撮影された映像データをもとに放流初期における稚ナマコの減耗過程を検討した。

北海道日本海沿岸に建設された留萌港内において、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。港内からマナマコを採集し放流用稚ナマコを人工採苗した。採苗から約3か月後の稚ナマコの一部を着底稚仔として2018年10月2日に潜水により一方の施設に放流した。放流しなかった稚ナマコについては、陸上飼育個体として留萌市三泊漁港蓄養施設において継続飼育した後、2018年12月5日に他方の施設に放流した。着底稚仔に関しては、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、2か月後、3か月後、4か月後および5か月後に個体数計数および体長測定を行った。陸上飼育個体に関しては実体顕微鏡を用いて飼育開始時と2か月後、および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か月後に個体数計数および体長の測定を行った。また、各月における空気ポケットフェンス施設内部の堆積物の状況および侵入した生物種を記録した。

放流した着底稚仔の個体数と平均体長はそれぞれ43,672個体と1.9mmであり、放流5か月後にはそれぞれ200個体と13.0mmとなった。また、飼育開始時に着底稚仔の放流数と同数であった陸上飼育個体の2か月後の個体数と平均体長は、それぞれ33,263個体と4.4mmであった。これより、着底稚仔の段階で放流することによって大型種苗が得られるものの、生残率は低くなることが示された。一方、ビデオ解析によって施設内部の付着基質が堆積物によって徐々に埋没していく様子や堆積物のない部分に稚ナマコが蟄集する様子が確認された。これらのことから、堆積物への埋没に加え、堆積物によって生息空間が狭まり、一部の場所に分布が集中したことによるストレスで稚ナマコが死亡した可能性が示唆された。また、施設内部の壁面には懸濁物食性のホヤ類が多数みられ、餌料の競合によって稚ナマコの成長や生残に負の影響を与えている可能性も示唆された。したがって、今後は付着基質

の埋没防止策を検討するとともに、施設内部のホヤ類を駆除することで稚ナマコの生残率を向上させることができると考えられた。

(2) 稚ナマコの移動能力に及ぼす体長および水温の影響

(生物学部海洋生物科学科 田中 海)

マナマコ *Apostichopus japonicus* は水産上重要種であるが、近年中国からの需要増加に伴う漁獲量の増大により資源量が減少している。このため、資源増強を目的とした放流に向けて、種苗生産の技術開発が多くの研究機関で行われている。種苗放流では、食害、初期減耗および放流時の活力低下による死亡等が報告されており、より質の高い大型種苗を効率的に生産することが重要である。特に、種苗生産時の成長速度に顕著な個体差が生まれることは、生産効率を低下させる大きな問題とされている。そこで、本研究では種苗生産時の成長差の原因の一つとして、索餌能力に直接的に関連すると考えられる移動能力について、標準体長および水温による行動の変化を検討した。

本研究には、北海道留萌市三泊漁港蓄養施設において生産された標準体長13.0～58.6mmのマナマコ人工種苗100個体を用いた。実験は、水温条件を6～18℃の範囲に2℃刻みで7段階設定し、気温変化に合わせて水槽の水温を調節し、設定水温となった時点で無作為に25個体を抽出し、移動距離の測定を行った。測定は、タイムラプスカメラを用いて撮影間隔を3分とし、撮影した画像(72時間×2回)をそれぞれ4時間ずつのデータに区分した後、稚ナマコの開口部に点を打ち、その点を順に直線で結ぶことにより行った。なお、解析はデータを標準体長により25mm未満の小型群、25mm以上35mm未満の中型群および35mm以上の大型群の3群にグループ化して行った。

稚ナマコの移動距離は、小・中型群では10℃、大型群では8℃で最大となった。また、活発に移動できる水温範囲は、標準体長の増加に伴って拡大する傾向が示された。これらのことから、稚ナマコの飼育に際しては、標準体長35mm未満までは10℃前後で水温を管理すべきであるとともに、35mm以上では8～12℃に範囲を広げて飼育管理することにより、索餌能力を高めることができると推察された。また、移動距

離は標準体長の増加に伴って増加し、6℃と16℃では大型群は中型群より有意に大きく ($p < 0.05$)、8℃と12℃では大型群は小・中型群より有意に大きくなること ($p < 0.05$) が示された。このことから、水温が変動する飼育環境下では、体長の異なる個体が混在した場合、狭い温度帯でのみ活発に移動する小型個体は大型個体に比べて索餌能力が劣るため、成長差がより顕著となることが予測された。したがって、稚ナマコの良好な成長を維持するには、体長別に個体を選別し、各々のサイズ群が移動しやすい水温帯で育成することが望ましいと考えられた。また、飼育初期の水温管理が難しい場合においても、不適な水温となることが確認された時点で給餌量を増加させることにより、成長差の拡大を抑制することが可能と推察された。なお、体長の小さな個体ほど囲肛部側をほとんど動かすことなく、囲口部側のみを動かす行動や連続して1～2時間移動を停止する様子が確認された。このことから、小型個体は移動能力が低く、継続的に移動することが困難なことが示唆された。

4. 2021 年度北海道臨海実験所研究成果リスト

- 1) 櫻井 泉：漁港水域等を活用した増養殖について。漁港漁場漁村研報，49：20-26 (2021 年 6 月)
- 2) 梶原瑠美子・大橋正臣・打田拓真・的野博行・門谷 茂：寒冷海域漁港に生息する魚類における高波浪時の避難場機能の評価手法。土木学会論文集 B 3 (海洋開発)，77 巻 2 号，p. I_583-I_588 (2021 年 6 月)
- 3) 伊藤英臣・木原 稔：腸内細菌を利用したアワビの成長促進技術。超異分野学会北海道フォーラム (2021 年 12 月)
- 4) 木原 稔：オホーツクホンヤドカリの食材としての利用に関する栄養分析とアンケート調査，および加工品の試作。超異分野学会北海道フォーラム (2021 年 12 月)
- 5) 木原 稔：高成長アワビに特異的な腸内細菌を利用したアワビ養殖。東海大学第 2 回研究・作品展示交流会 in SAPPORO 2021 (2022 年 2 月)
- 6) 田中 海・櫻井 泉：稚ナマコの移動能力に及ぼす体長および水温の影響。東海大学マイクロ・ナノ啓発会第 14 回学術講演会 (2022 年 2 月)
- 7) 小泉拓夢・櫻井 泉：ウバガイの成熟状態と産卵期間に及ぼす水温の影響。東海大学マイクロ・ナノ啓発会第 14 回学術講演会 (2022 年 2 月)
- 8) 浜中ななせ・櫻井 泉：ヒメエゾボラ *Neptunea arthritica* の交尾行動と孵化に及ぼす水温の影響。東海大学マイクロ・ナノ啓発会第 14 回学術講演会 (2022 年 2 月)
- 9) 木原 稔：オホーツクホンヤドカリの食材としての利用に関する栄養分析とアンケート調査，および加工品の試作。東海大学 2021 年度研究交流会 (2022 年 3 月)
- 10) 田中 海・櫻井 泉：稚ナマコの移動能力に及ぼす体長および水温の影響。令和 4 年度日本水産学会春季大会 (2022 年 3 月)
- 11) 浜中ななせ・櫻井 泉：ヒメエゾボラ *Neptunea arthritica* の交尾行動と孵化に及ぼす水温の影響。令和 4 年度日本水産学会春季大会 (2022 年 3 月)
- 12) 山本汐音・山田俊郎・櫻井 泉：アサリ *Ruditapes philippinarum* の成長および成熟に及ぼす地盤高の影響。東海大学生物学部紀要，10：1-10 (2022 年 3 月)

