

2024 年度

修士論文・卒業論文 発表会要旨集

2025 年 2 月 12 日（水）～2 月 14 日（金）

共通教育棟 210 番教室

高知大学大学院 総合人間自然科学研究科 理工学専攻 生物科学コース

高知大学理工学部 生物科学科

発表会プログラム

第1日目 2月12日(水)

開会の挨拶(学科長)

8:55 - 9:00

【 修士論文 】 発表 15 分(13 分に予鈴あり), 質疑応答 5 分

小川 峻輔 北西太平洋外洋域から得られたハナダイ亜科稚魚の形態と同定 9:00 - 9:20

筒井 優太郎 日本産ナミノハナ属魚類の分類学的研究 9:20 - 9:40

山上 竜生 高知県産イドミミズハゼ種群の分布, 形態および生態に関する研究 9:40 - 10:00

李 月軒 無脊椎動物アラニンラセマーゼの機能と進化 10:00 - 10:20

< 休憩 > 10:20 - 10:35

伊藤 颯真 鮮新統唐ノ浜層群穴内層産フジノハナ科貝類に関する分類学的検討 10:35 - 10:55

高橋 美羽 南関東における現生, および化石イタヤガイ類の微細殻成長・酸素同位体比分析 10:55 - 11:15

長谷川 慶悟 鮮新世以降の日本海に生息したイタヤガイ科二枚貝の生息環境と生活史の復元 11:15 - 12:35

井熊 一翠 浮遊性有孔虫遺伝子型の殻形態による分類方法の確立 11:35 - 11:55

< 昼休み > 11:55 - 13:00

重河 光希 ナラワスサビノリの高効率タンク生産研究 13:00 - 13:20

村瀬 拓次 オオバアサクサノリの陸上養殖に向けた培養条件の検討 13:20 - 13:40

渡部 勇哉 紅藻カギケノリの陸上養殖研究 13:40 - 14:00

< 休憩 > 14:00 - 14:15

中川 幹大 土佐湾および飼育下におけるオトヒメエビ下目エビ類幼生の発生と形態 14:15 - 14:35

福塚 理佐子 砂浜に生息するスナガニ類の分布生態に対する人為的影響 14:35 - 14:55

田中 宇輝 徳島県の海岸におけるアカウミガメ *Caretta caretta* の上陸産卵に影響する砂浜環境と暗度の検証 14:55 - 15:15

※発表者の交代を速やかに行うため, 次の発表者は次回発表者席に早めに座ってください。

第2日目 2月13日(木)

【卒業論文】発表10分(9分に予鈴あり), 質疑応答2分

< 海洋生物学研究室 >

小崎 翔馬	日本産フウリュウオ属魚類の分類学的研究	9:00	-	9:12
熊本 慧弥	北西太平洋産ダイニチホシエソ属魚類の分類学的研究	9:12	-	9:24
高梨 佑真	日本産オニガシラ属魚類の分類学的研究	9:24	-	9:36
田中 勇丞	日本産アカグツ属魚類の分類学的研究	9:36	-	9:48

< 休憩 > 9:48 - 10:00

玉田 健太朗	北西太平洋産ロウソクチビキ属魚類の分類学的研究	10:00	-	10:12
津野 義大	日本産チゴダラ属魚類の分類学的研究	10:12		10:24
肥後 寛太郎	北西太平洋外洋域から得られたキンチャクダイ科稚魚の形態と同定	10:24	-	10:36
松永 翼	日本産イトウダイ属魚類の分類学的研究	10:36	-	10:48

< 休憩 > 10:48 - 11:00

< 比較生化学研究室 >

小松 澄空	輪形動物ヒルガタワムシの新規グルタミン酸ラセマーゼ	11:00	-	11:12
園岡 優太	植物の D-アミノ酸アミノ基転移酵素の機能解析	11:12	-	11:24
又川 藍	海綿動物アミノ酸ラセマーゼの基質認識に関与するアミノ酸残基	11:24	-	11:36
東 亮太	対馬で発見された食肉目哺乳類の糞の DNA 解析	11:36	-	11:48

< 昼休み > 11:48 - 13:00

< 分子古生物学研究室 >

浜村 恭季	細胞・核観察による底生有孔虫 <i>Allogromia laticollaris</i> の環境適応能力の検証	13:00	-	13:12
-------	--	-------	---	-------

< 植物生態学研究室 >

城本 夏美	高知県の社叢林における維管束着生植物の群集構造と環境特性	13:12	-	13:24
松岡 夏希	ノキシノブの葉含水特性に関する研究	13:24	-	13:36

< 休憩 > 13:36 - 13:50

大井 愛莉沙	ツバキ属植栽樹の異常花粉とその樹冠下における土壌表層花粉の堆積様式	13:50	-	14:02
湯山 雅大	福島県桧原湖湖底遺跡（桧原宿跡）に関する花粉学的研究	14:02	-	14:14
咲花 伊久美	長野県上高地の亜高山帯域における過去約7千年間の植生史	14:14	-	14:26
坂本 未妃	宮崎県加久藤盆地における最終氷期最盛期の植生分布	14:26	-	14:38

< 休憩 > 14:38 – 14:50

< 動物生理学研究室 >

百田 有沙	原生生物繊毛虫コルポータのシスト形成過程におけるオートファジーについて	14:50	-	15:02
金田 悠太郎	原生生物肉質虫マヨレラの白化株の作製	15:02	-	15:14
加山 結菜	ヒドラ飼育水のブラインシュリンプに対する毒性評価	15:14	-	15:26

第3日目 2月14日(金)

【卒業論文】発表10分(9分に予鈴あり), 質疑応答2分

< 細胞生物学研究室 >

安部 菜月美	サンゴのプラヌラ幼生における褐虫藻の取り込み	9:00	-	9:12
小出水 梨乃	渦鞭毛藻トラコスファエラの細胞外被形成	9:12	-	9:24
森数 朋也	渦鞭毛藻ピロキスティスにおける微小管破壊剤の形態に与える影響	9:24	-	9:36
田野下 日菜	渦鞭毛藻ピロキスティスの細胞壁形成に関わる小胞と細胞微細構造	9:36	-	9:48

< 休憩 > 9:48 - 10:00

< 植物分類学研究室 >

石井 陽子	徳島県西部国見山の地衣フロラ	10:00	-	10:12
那須田 匠	宇都賀山周辺(土佐市宇佐町)の地衣フロラ	10:12	-	10:24
和田 健太郎	いの町下八川地区の地衣類相	10:24	-	10:36

< 休憩 > 10:36 - 10:50

松永 成理	高知大学朝倉キャンパス(高知市)におけるコケ植物相, 基物による生育種の違いに注目して	10:50	-	11:02
野々宮 隆雅	佐川ナウマンカルスト(高知県佐川町)における石灰岩上に生育するコケ植物について	11:02	-	11:14
中島 太志	樽の滝(高知県須崎市)におけるコケ植物相	11:14	-	11:26

< 休憩 > 11:26 - 11:40

< 古生物学研究室 >

木村 あきら	イベント堆積作用に伴う攪乱からの漸深海性底生群集回復過程: 下部中新統豊浜層の例	11:40	-	11:52
遠山 ケビン 拓美	中新統白浜層に記録された泥火山堆積作用が及ぼす生痕化石群集への影響	11:52	-	12:04

< お昼休み > 12:04 - 13:10

< 海洋植物学研究室 >

宇陀 公平	褐藻クロメ配偶体の培養条件比較	13:10	-	13:22
-------	-----------------	-------	---	-------

< 海洋動物学研究室 >

有海 悠作	土佐湾仁淀川河口沖におけるシャコ類幼生相とその季節的変動	13:22	-	13:34
-------	------------------------------	-------	---	-------

松田 日那	孵卵温度の日内変動がアカウミガメの胚発生に与える影響	13:34	-	13:46
-------	----------------------------	-------	---	-------

< 休憩 > 13:46 - 14:00

< 理論生物学研究室 >

鶴岡 莉空	ヘビトンボ類に着目した瀬と淵における底生無脊椎動物群集の比較	14:00	-	14:12
-------	--------------------------------	-------	---	-------

青木 棕雅	昆虫に対する嫌悪感と昆虫食に対する意識の関係	14:12	-	14:24
-------	------------------------	-------	---	-------

木村 伊織	朝倉地区の田んぼにおけるハウネンエビの分布	14:24	-	14:36
-------	-----------------------	-------	---	-------

田中 友道	ツキノワグマとヤマアラシにおけるエンリッチメントによる行動変化	14:36	-	14:48
-------	---------------------------------	-------	---	-------

閉会の挨拶(学科長)		14:48	-	14:53
-------------------	--	-------	---	-------

< 集合写真撮影 > 14:53～

発表会場内で撮影を行います。教室の後方中央に速やかに集合してください。

判定会議

背景と目的 ハナダイ亜科 Anithiadinac は三大洋の温熱帯域から 32 属 248 種が知られ、北西大西洋には 16 属 67 種が分布する。本亜科成魚の多くは沿岸の岩礁域やサンゴ礁域に生息するが、仔稚魚は外洋表層に出現する。本亜科は計数形質が属および種間で重複しており、仔稚魚では種同定に有用な成魚の色彩や鰭条の伸長などが発現していない。上記のことから、本亜科の初期生活史における知見は乏しく、仔稚魚の形態が知られているのは 19 属 33 種にとどまる。本研究では、北西太平洋の外洋域から新たに得られた本亜科浮遊期稚魚の標本を、形態および遺伝的手法を用い検討し、種多様性の把握と各分類群の形態的特徴の解明を試みた。

材料と方法 2017–2020 年にかけ国立研究開発法人水産研究・教育機構の調査船俊鷹丸により、北西太平洋温熱帯域から夜間の表中層オッタートロールにより得られた 60 標本を用いた。形態観察では計数形質 7 ヲ所、計測形質 30 ヲ所に加え、生鮮時の色彩的特徴や頭部棘の発達様式を検討した。形態形質から識別されたものを、種を想定したタイプとみなし、種の妥当性および同定の正誤を遺伝的解析から試みた。遺伝的解析は観察した全標本を対象に、mtDNA の COI 領域の部分塩基配列を決定し、成魚の配列とともに近隣結合樹を作成して検討した。

結果と考察 観察標本は計数形質および外部形態から I–X の計 10 タイプに分けられた。このうち、タイプ I–IV は間鰓蓋棘が顕著に発達することで他 6 タイプとは明瞭に区別できる (vs. 弱い)。これら 4 タイプはおもに赤色斑および黒色色素胞の分布の組み合わせにより区別可能であり、主上顎骨および主鰓蓋骨の形態からイッテンサクラダイ属 *Odontanthias* もしくはサクラダイ属 *Sacura* の稚魚であると判断された。このうちタイプ II, III, IV は計数形質および本亜科稚魚に関する文献情報からそれぞれサクラダイ *S. margaritacea*, イッテンサクラダイ *O. unimaculatus*, およびマダラハナダイ *O. borbonius* の稚魚と同定された。一方、タイプ I はイッテンサクラダイ属の稚魚と判断されたが、形態形質からは種の特定はできなかった。間鰓蓋棘が弱い 6 タイプのうち、タイプ VI は主鰓蓋棘が 2 本であることで他タイプと区別され (vs. 3 本)、体側の黒色素胞を欠くことなどからミナミハナダイ属 *Luzonichthys* の稚魚と同定されたが、種の特定には至らなかった。残りの 5 タイプのうち、タイプ VIII とタイプ X は体高が高いことで他の 3 タイプと識別でき (ca. 50% SL vs. 35.7–42.9% SL), タイプ VIII と X は体側と腹鰭の黒色斑の有無で異なる。残りの 3 タイプ (V, VII, IX) は、体色、背鰭始部の位置、および体高の組み合わせにより識別可能であり、このうちタイプ V, VII, VIII, X は形態形質からナガハナダイ属 *Pseudanthias* であると判断されたものの、種同定は困難であった。一方、タイプ IX は属の同定も困難であった。遺伝的解析の結果、タイプ II, III, IV では形態形質による種同定が支持された。また、属以下の同定が不明だったタイプ I, V, IX および X は、それぞれバラハナダイ *O. katayamai*, *Ps. mooreanus*, *Pyronotanthias aurulentus* およびスジハナダイ *Ps. fasciatus* の稚魚であると判明した。一方、タイプ VI では形態形質による属レベルの同定は支持されたが、観察標本が *L. earlei* と *L. seaver* の 2 種の混じるクレードを形成し、両種の同異について検討が必要であることが示唆された。また、VII と VIII では遺伝的解析によっても種の特定に至らなかった。本研究により、バラハナダイ、イッテンサクラダイ、スジハナダイ、*Ps. mooreanus*, および *Py. aurulentus* の稚魚期の形態が新たに判明した。

ナミノハナ科ナミノハナ属 (Isonidae; *Iso* Jordan and Starks, 1901) は、インド・太平洋に広く分布し、岩礁性海岸に生息する表層遊泳性の小型魚類で、現在 世界で5有効種が知られている。本属魚類の分類学的研究は、これまでに何度も行われてきたが、その系統的立ち位置や姉妹群関係は近年に至るまで長く議論され続けてきた。本属魚類のうち、日本での分布が確認されていたのは、ナミノハナ *Iso flosmaris* Jordan and Starks, 1901のみであった。2006年5月に高知県土佐市の横浪半島白ノ鼻から、日本での既知種 *I. flosmaris* とは特徴が異なる本属の3標本が得られた。これらは体長 (SL) に対する体高の割合や体側の縦帯などで明瞭に識別可能であった。さらに、既知の論文で報告された1標本は異なる特徴をもち、日本には少なくとも4種の本属が分布すると考えられていた。これらを含む日本各地で採集された本属の169標本を形態学的に調査し、比較検討した結果、仮に *I. flosmaris*, *Iso hawaiiensis* Gosline, 1952, および *Iso rhotophilus* Ogilby, 1895の3種に同定された。しかし、形態の一部が過去の研究の記載と一致しない標本が発見されたため、日本産の24標本について遺伝子系統解析を行った結果、*I. rhotophilus* に同定した標本はすべて *I. hawaiiensis* と同一のクレードを形成したため、これまでの同属魚類の研究で有効であるとされてきたいくつかの形質に問題があることが示唆された。そのため、既知の識別形質について標本を精査したところ、体側にある銀色の1縦帯の形状には個体変異があり、特に30 mm SL以上の個体では縦帯が尾鰭基部まで連続し、他種との識別形質として有効ではないこと、縦列鱗数は同程度の体サイズの個体でも変異幅が大きく、日本産の *I. hawaiiensis* 67標本では計数値からは相関がみられないため (変異幅34-52で、例えば19.0 mm SLでは52 と 19.2 mm SLでは34 ; 相関係数-0.13) , 変異の広さは成長によるものではないことなどが明らかとなった。さらに、15 mm SL未満の小型個体では体側の縦帯や黒色色素胞、歯列などの形質が未発達であることから、本属の小型個体の形態形質による正確な分類は、現時点では困難であると考えられる。加えて、*I. hawaiiensis* と *I. rhotophilus* に仮同定された標本を、骨学的特徴を用いて再検討した結果、前上顎骨中央突起が大きいこと、脊椎骨背側後関節突起が不明瞭であることから *I. hawaiiensis* と同定された。したがって、日本に分布する本属魚類は *I. flosmaris* と *I. hawaiiensis* の2種であることが判明し、両種は頭部から尾部にかけての背面、臀鰭基部および尾鰭の黒色色素胞の有無 (*I. flosmaris* はある vs. *I. hawaiiensis* はない) や体長に対する体高の割合 (*I. flosmaris* では19.4-25.2% vs. *I. hawaiiensis* では25.1-35.6%) で識別できる。*Iso hawaiiensis* はこれまでハワイ諸島 (タイプ産地) やマーシャル諸島、ラパ島から報告があるが、日本周辺からは初めて記録されるため、日本初記録種および分布の北限記録である。

ミミズハゼ属 *Luciogobius* Gill, 1859 はハゼ科に属し、23 有効種から構成される。本属魚類は体が無鱗、眼が退化的、および第 1 背鰭を欠くなどの標徴をもち、おもに沿岸海域や河川感潮域の砂礫間に生息する。このうち、イドミミズハゼ *Luciogobius pallidus* Regan, 1940, ドウクツミミズハゼ *L. albus* Regan, 1940, ネムリミミズハゼ *L. dormitoris* Shiogaki and Dotsu, 1976, ユウスイミミズハゼ *L. fonticola* Kanagawa, Itai and Senou, 2011, およびナガレミミズハゼ *L. fluvialis* Kanagawa, Itai and Senou, 2011 の 5 種は、形態や体色の類似からイドミミズハゼ種群 *L. pallidus* complex と総称される。本種群は河川感潮域の砂礫間に生息するという特異な生態から、網などの通常の魚類採集方法では採集が困難なため、生息状況が過小評価されており、高知県においても同様の状況であった。本県では、近年の精力的な調査で生息状況が解明されつつあり、イドミミズハゼとドウクツミミズハゼ類の分布が判明した。これら 2 種は、それぞれ分類学的・生態学的知見が不足している現状にある。

イドミミズハゼには形態的、遺伝的、および生息環境の差異から、イドミミズハゼ淡水型 *L. pallidus* Freshwater type とイドミミズハゼ汽水型 *L. pallidus* Blackishwater type の 2 型が存在する。これら 2 型は、生鮮時の眼窩周辺の陥没程度などの形態により識別できるが、生息環境の差異について定量的に検証した例はない。また、ドウクツミミズハゼはユウスイミミズハゼとは極めて形態が類似し、明瞭に識別できる形質が現状では存在しない。そのため、これら 2 種の計数・計測形質の変異幅に収まる標本は、すべてドウクツミミズハゼ類 *L. albus* complex と呼ばれる。

本研究では高知県の河川を網羅的に調査し、新たに 16 水系でイドミミズハゼを、5 水系でドウクツミミズハゼ類をそれぞれ採集した。現在、高知県内ではイドミミズハゼは 37 水系およびドウクツミミズハゼ類は 9 水系で、標本に基づき記録されたことになる。本調査で得られた 10 個体のイドミミズハゼを用いて透明二重染色標本を作製し、淡水型にのみ神経頭蓋の前頭骨が伸長することを確認した。また、ドウクツミミズハゼとユウスイミミズハゼは識別が困難なため、高知県産ドウクツミミズハゼ類の遺伝的多様性の解明を目的とした分子系統解析を行った。その結果、本研究では複数種存在することは支持されなかった。さらに、高知県産本種群の耳石内のストロンチウム (Sr) とカルシウム (Ca) を分析してその濃度比 (Sr:Ca 比) を算出し、回遊履歴を推定した [河川水のストロンチウム (Sr) は海水の 1/1000 倍の濃度であるため、魚類の耳石を構成する微量元素は環境水の組成変化に応じて耳石内での濃度も変化し、同心円状に沈着する]。その結果、イドミミズハゼでは各型に回遊を行わない集団が見られ、淡水型では着底後に上流へ、汽水型では孵化した環境よりも高塩分な環境へ下降する集団の存在が認められた。また、ドウクツミミズハゼ類では、仔稚魚期に生育した塩濃度と同程度の環境にとどまる、あるいはそれよりも高い環境に移動する集団の存在が認められた。

D-アラニンは節足動物のエビ・カニ類、軟体動物の二枚貝、環形動物のゴカイ類など、海産無脊椎動物に特異的かつ高濃度に存在しており、浸透圧調節物質として働くことが知られている。一方で、L-アラニンとD-アラニンの相互変換を触媒し、生体内に通常存在するL-アラニンからD-アラニンを合成可能なアラニンラセマーゼ (AlaR) 遺伝子は、節足動物のクルマエビ (*Marsupenaeus japonicus*) でしか単離されておらず、その他の動物からは AlaR 遺伝子は単離されていなかった。本研究では、節足動物、環形動物、軟体動物、紐型動物、及び鰓曳動物に属する 20 の生物種から 24 種類の AlaR のホモログ (AlaRH) 遺伝子を単離し、リコンビナントタンパク質を用いた酵素機能の確認を行った。可溶性のリコンビナントタンパク質が得られた 19 種類の AlaRH 遺伝子のうち、15 種類が AlaR としての酵素機能を示した。ヒモムシ (*Lineus longissimus*) AlaR 以外の 14 種類の AlaR では、L-/D-アラニンへの活性の 1/100~1/2,000 程度の活性が L-/D-セリンに対しても確認された。また、環形動物のアカミミズ (*Lumbricus rubellus*) の AlaRH2 はセリンラセマーゼ (SerR)、ツバサゴカイ (*Chaetopterus variopedatus*) の AlaRH はアスパラギン酸ラセマーゼ (AspR) として機能することが明らかとなった。

本研究で精製された AlaR の反応速度パラメータを比較すると、動物門ごとに基質親和性の違いが見られた。L-/D-アラニンに対する基質親和性は節足動物 AlaR で最も低くなり、環形動物 AlaR で最も高くなった。軟体動物 AlaR はそれらの中間の基質親和性を示した。また、L-/D-アラニンに対する k_{cat} 値は節足動物 AlaR と軟体動物 AlaR で同程度の値となり、環形動物 AlaR ではそれらよりも低い値となった。そのため、L-/D-アラニンに対する触媒効率 (k_{cat}/K_m) は軟体動物 AlaR が最も高く、節足動物と環形動物 AlaR は同程度となった。

また、アメリカザリガニ (*Procambarus clarkii*)、アカミミズ、タイワンシジミ (*Corbicula fluminea*) の AlaR、ナンキョクオキアミ (*Euphausia superba*)、スジホシムシ (*Sipunculus nudus*) の AlaR1、アカミミズの SerR、及びツバサゴカイの AspR の計 7 種の酵素の至適温度及び至適 pH を測定した。殆どの酵素の至適温度は L 型の主基質に対して 35~45 °C の範囲であったが、ナンキョクオキアミ AlaR1 とアカミミズ AlaR の至適温度は低く、L-アラニンに対してそれぞれ 10 °C、及び 20 °C となった。また両酵素ともに 30 °C での保温で活性が著しく低下することから、これらの酵素は低温適合酵素であると考えられた。至適 pH は、測定した全ての酵素で pH 8.5~9.5 の範囲に収まり、塩基性下で最も高い酵素活性をもつことが確認された。

アミノ酸配列を用いた分子系統解析から、無脊椎動物に存在する AlaR (アカミミズの SerR とツバサゴカイの AspR を含む) 遺伝子と細菌に存在する AlaR 遺伝子は共通祖先遺伝子から進化したことが確認された。また、ツバサゴカイ AspR の 316 位または 423-424 位のアミノ酸残基を置換した変異体 (Lys316→Ile, 及び Ser423-Gly424→Met-Asp) は、どちらも L-アスパラギン酸への活性が消失したが、L-アラニンへの活性を維持した。さらに、アカミミズ SerR の 254 位のアミノ酸残基を置換した変異体 (Met254→His) は、L-セリンへの活性が野生型酵素の 62% に低下し、L-アラニンへの活性が 9 倍へと上昇した。これらのことから、AlaR 遺伝子はいくつかのアミノ酸残基の置換によって、その基質特異性が変化し、AspR や SerR へと進化した事が明らかとなった。

日本列島のフジノハナ科二枚貝類の化石記録は少なく、分類学的検討が行われた化石種は中部中新統瑞浪層群産 *Latona minoensis* (Itoigawa, 1960; 糸魚川・他, 1981; 糸魚川・他, 1982) (既往文献においては Genus *Latona* に属するとされるが、殻の概形より、Genus *Donax* に属す可能性も考えられる) に限られる。今回、鮮新統唐浜層群穴内層より、*Donax kiusiuensis* キュウシュウナミノコをはじめとする *Donax* 属既記載種に類似するがそれらとは区別される本科貝類 (以下、*D. sp.*) および *Latona cuneata* ナミノコをはじめとする *Latona* 属既記載種に類似するがそれらとは区別される本科貝類 (以下、*L. sp.*) がそれぞれ複数個体採集された。そこで、それらの既記載種との比較、および日本列島における本科貝類化石の記録の整理を目的として本研究を行った。観察には、穴内層から採集した *Donax sp.* 10 個体および *Latona sp.* 18 個体のほか、比較対象として *L. minoensis* 4 個体、*D. kiusiuensis* 54 個体、および *L. cuneata* 37 個体などを用いた。検討に際しては、各個体を最大 4 方向より撮影し表面や外形を観察したほか、殻長や殻高、殻幅など各部位の長さ、殻重量を測定した上でそれらの比率や殻重量指数を算出した。検討の結果は以下のとおりである。

Donax sp. と *Latona minoensis* については、以下の差異が明らかとなった。1) *D. sp.* は *L. minoensis* と比して後背縁の湾曲が強い。2) *D. sp.* の殻外面の板状の彫刻は弱く蛇行するのに対し、*L. minoensis* のそれは後背縁や腹縁と概ね平行する。3) *D. sp.* は左殻の前主歯の直後に突起状の構造を持つのに対し、*L. minoensis* はそこに溝状の窪みを持つ。*D. sp.* と *D. kiusiuensis* に関しては、前者は後者に比べて、1) 殻長に対する殻高の比率が高く、これに伴い殻頂角が小さい、2) 前縁の湾曲が強い、3) 殻頂から後縁にかけて走る稜が鋭い、という差異が認められた。

Latona sp. は 18 個体の全てが、*L. cuneata* の成貝に比べて著しく小さいことが目立つほか、以下の差異が明らかとなった。1) *L. sp.* の殻外面に放射状に走る肋は概して階段状彫刻より低いのに対し、*L. cuneata* の肋は概して彫刻を卓越するとともに彫刻に対応して高さを変化させる。2) *L. sp.* の肋の密度は *L. cuneata* のそれより高い。3) *L. sp.* の階段状彫刻は概して連続的であるのに対し、*L. cuneata* の階段状彫刻は概して断続的である。

以上より、*Donax sp.* は *D. kiusiuensis* および *Latona minoensis* から、*L. sp.* は *L. cuneata* から、それぞれ殻の特徴によって明瞭に識別される別種であり、両種とも未記載種であると考えられる。

上記のほか、日本列島における化石フジノハナ科貝類の記録を検討した結果、最古の本科貝類は 17.0–16.0 Ma と推定される (入月, 2024) 瑞浪層群宿洞層産 *L. minoensis* であることが明らかとなった。また、現生種である *D. kiusiuensis* の最古の産出記録は、上総層群万田野層 (約 0.6 Ma; 伊藤, 1997) からの記録あるいは上総層群長浜層 (0.53±0.04 Ma; 徳橋・他, 1983) からの記録が確実なものであると考えられる。*L. cuneata* は、更新統琉球層群湾層ならびに福井県および徳島県の沖積層 (完新統) から産出している。このほか現在の日本列島沿岸に分布する種では、*L. semisulcata semigranosa* フジノハナの化石記録が複数あるが、徳島県の完新統からのものを除いて詳細な層準は不明である。なお、*D. sp.* タイワンフジノハナおよび *L. faba* リュウキュウナミノコの化石は知られていない。

カズウネイタヤ *Pecten naganumanus* は, Yokoyama(1920)が神奈川県に分布する更新統チバニアン階の長沼層産標本に基づき記載した二枚貝である. 本種の産出報告は少なくないが, 分類, 古生態, 絶滅などに関する研究は不十分なままである.

そこで今回は南関東において本学の先行研究で得られた長沼層産標本の研究結果に加え, 新たにもう一個体, 同産地のカズウネイタヤの表面にみられる微細殻成長の計測と酸素同位体比分析に基づき, 季節的殻成長と生息当時の水温季節変動を復元し, 長沼層産カズウネイタヤの殻成長の季節性や産卵・孵化時期の特徴を捉えること, さらに得られた研究結果を現生, および化石イタヤガイと比較することで季節的殻成長パターンの違いを理解することを目的として研究を進めた.

研究材料には, 神奈川県に分布する更新統長沼層基底部(0.6Ma)から得られた絶滅種カズウネイタヤ2標本(国立科学博物館標本[仮番号mt001], 高知大学標本[KSG-yo045, 谷井卒論2021個体]), を主に用い, 比較のため現生イタヤガイ2標本(館山湾, および東京湾湾口部産[KSG-mt001]), 市宿層(0.7Ma)産カズウネイタヤ2標本, 市宿層産イタヤガイ2標本(高橋卒論2023個体), 木下層(0.13Ma)産イタヤガイ1標本も用いた.

分析の結果, カズウネイタヤ(mt001)の酸素同位体プロファイルには高水温期と低水温期がそれぞれ2回ずつ記録されており, 約2年分の水温変動が記録されていた. 館山湾産イタヤガイでは約半年, 東京湾湾口部イタヤガイでは1年分の水温変動が記録されていた. カズウネイタヤ(mt001)は成長障害輪が最高水温から低下する箇所があり, 低水温期と成長線の間隔が広い箇所が一致していることから, 水温降下期で成長障害輪(年輪)を形成し, 低水温下でよく成長したことが分かった. さらに, 1年目の成長障害輪(54mm)までの微細成長線(日輪)は200本であることから, 成長障害輪の形成時期を東京湾の水深30mにおいて水温が低下し始める10月中旬(日本海洋データセンター)とすると, 6.6か月前の3月下旬に成長を開始し, さらに3か月前の12月下旬に産卵・孵化したと推測できる.

一方, 現生イタヤガイ2個体は最高水温期に成長障害輪を形成しており, その直前あるいは直後の中間的な水温環境下でよく成長していた. さらに, 館山湾産個体は11月下旬に産卵・孵化し2月下旬から成長を開始し, 東京湾湾口部個体は5月中旬に産卵・孵化し8月中旬から成長を開始したと推測できた.

以上のように, 絶滅種カズウネイタヤは低水温期によく成長し水温上昇期には成長が悪くなったのに対し, 現生イタヤガイでは低水温期に加えて水温上昇期, 水温降下期の中間的な水温環境下でもよく成長するという, 季節的殻成長パターンの違いが明らかとなった.

続いて後期更新世木下層産イタヤガイの分析結果を検討したところ, 中期更新世長沼層産カズウネイタヤと同様, 低水温期によく成長していたことがわかった. カズウネイタヤはその後, 関東では絶滅したのに対して, イタヤガイはその後, 後期更新世, さらに現在まで生き残ったが, 今回イタヤガイに認められた産卵・孵化時期や高成長期のバラツキの大きさは環境適応性の高さを表しており, これが絶滅を免れた一因とみられる.

イタヤガイ *Pecten albicans* は、北海道南部から九州までの水深 10~100m 付近に生息する、イタヤガイ科二枚貝である（奥谷，2000）。本種を含む、一部のイタヤガイ科二枚貝の左殻にはラメラと呼ばれる日輪が明瞭に観察されることから、微細殻成長分析に適しており、酸素同位体比分析による生活史や生息環境を復元する研究がこれまでも行われてきた（吹本・近藤，2022；吹本ほか，印刷中）。本種の化石記録は鮮新世後期から多数報告されてきた一方、化石を分析し、生活史特性や生息環境を明らかにした研究事例は少ない。また同時代の日本海には大桑・万願寺動物群と呼ばれる冷水系の軟体動物群が繁栄し、およそ 90 万年前に絶滅したと考えられているが、絶滅の原因には不明の点が多い。そこで、本研究では、1) 大桑層上部から産出した化石イタヤガイの生活史特性を明らかにし、現生イタヤガイとどのような違いがあるかを明らかにすること、2) 鮮新世後期以降の日本海に生息したイタヤガイ科 *Mizuhopecten* 属の絶滅種二枚貝 3 種の生活史特性と生息環境を復元し、イタヤガイの結果と併せて、生活史特性の時代的な変化を明らかにすることを目的とした。

本研究で用いたのは、京都府宮津湾産の現生イタヤガイ *Pecten albicans* (KSG-hk007) 1 個体、石川県金沢市の大桑層上部（約 0.9 Ma）産イタヤガイ 2 個体、同層中部（約 1.3 Ma）産ヨコヤマホタテガイ *Mizuhopecten yokoyamae* 1 個体、同層下部（約 1.5 Ma）産ホクリクホタテガイ *M. tokyoensis hokurikuensis* 1 個体、秋田県秋田市の笹岡層（約 2 Ma）産 *M. poculum* 2 個体の計 7 個体である。日成長量の計測にはデジタルマイクロスコープ（Keyence 社製 VHX-1000）を使用し、殻頂部から腹縁部までの区間のラメラを連続的に計測し、日成長量のグラフを作成した。酸素同位体比分析に使用する微細粉末サンプルは、日成長量計測と同じラインを 3 mm 間隔で削り取って採取した。その後微細粉末サンプルを高知大学海洋コア国際研究所の安定同位体比質量分析計 IsoPrime を使用し、酸素同位体比を得た。

その結果、分析した 7 個体のうち、春季に日成長量が増大したのは現生イタヤガイのみであり、化石 4 個体はすべて冬季に日成長量が増大していた。高水温のピーク時やその前後の期間では、分析した個体のすべてで日成長量が停滞する傾向が見られた。宮津湾現生イタヤガイと大桑層上部化石イタヤガイを比較したところ、現生個体の高成長期は春季であるのに対し、化石個体の高成長期は冬季であった。また、孵化時期は現生個体が 1~2 月ごろと推測されたのに対し、化石個体は 5~6 月と推測された。0.9 Ma の日本海では、冬季の水温低下が大きかったため、産卵・孵化に適した水温である 11~12°C（平松，1949）に達するのが遅れただけでなく、高成長期の水温も現在より 10°C 程度低かったことが明らかとなった。

分析個体生息時の古水温を復元したところ、大桑・万願寺動物群の特徴種である *Mizuhopecten* 属の 3 種には氷期の底層水温が記録されており、特に冬季の水温が現在よりも 3~5°C 程度低かった。一方、内湾性の大桑層上部個体は、現在と同様の間氷期（MIS 21）であったにもかかわらず、現在よりも冬季水温が 3~4°C 程度低かったことが推定された。この原因としては、大桑層上部堆積時は冬季モンスーンが弱かったため海水が成層していたことが影響した可能性が考えられる。

Mizuhopecten 属の 3 絶滅種の成長パターンは、いずれも冬季成長型で水温年較差が小さかったのに対して、現生イタヤガイは春季成長型で、水温年較差が大きい。一方、大桑層上部産のイタヤガイは、水温年較差が大きい点では現生個体と同様であったが、殻成長は冬季成長型であり、絶滅種と現生個体の中間的な性質を示すことが明らかになった。イタヤガイのこのような内湾環境への適応の柔軟性が表層部・深層部の環境変化の影響に対応し、絶滅を免れた要因の一つである可能性が示唆された。

浮遊性有孔虫は、炭酸塩の殻を形成し、殻の様々な形態的特徴に基づいて分類されてきた。これら形態種は、豊富な化石記録を持つだけでなく、地理的分布や生態に特徴があるため、過去・現在の海洋環境の指標として使用されている。しかし分子系統解析によって、1つの形態種に複数の遺伝的に異なる種（遺伝子型）が含まれ、各々の遺伝子型が特異な地理的分布と生態的特徴を示すことが明らかになってきた。さらに、遺伝子型別に殻の形態を精査すると、これまで使用されてきた形態分類方法には、形態的可塑性と種ごとの形質が混在している可能性も示唆され、形態分類法の見直しが必要である。また、遺伝子型ごとの形態形質が明確になることで、遺伝子型レベルでのより精確な生態情報を、DNAの採取ができない化石個体へ適用し、過去の海洋環境変動を検証する指標として応用が可能となる。そこで本研究では、世界的な規模で分子系統地理解析が行われ、遺伝子型の系統関係や地理的分布が分かっている浮遊性有孔虫 *Pulleniatina obliquiloculata* に着目し、形態計測法による殻形態の定量評価によって、3つの遺伝子型（Type I, IIa, IIb）の形態形質を検出し、分類方法を確立することを目的とした。太平洋赤道域と土佐湾の2海域から採取した生体個体を用い、殻を保存できるDNA抽出法によって同一個体からDNAと殻試料の双方を得た。まず、DNA試料から制限酵素断片長多型（RFLP）法と分子系統解析によって、全研究個体の遺伝子型を同定した。次に、殻試料の形態を、デジタルマイクロスコープとマイクロフォーカスX線CT撮影を用いて計測し、形態の数値データを作成した。それら数値データを統計解析し、異なる海域で採取した同種（同一遺伝子型）の個体群を比較することで種の形態的多様性を画分し、種ごとの形態的特徴を示すパラメータを構築した。

RFLP 解析と分子系統解析の結果、太平洋赤道中央部では Type I が 34 個体、Type IIa が 68 個体、土佐湾では Type I が 19 個体、Type IIb が 150 個体と、各々 2 つの遺伝子型が同定された。3 遺伝子型間で二次元・三次元形態計測値を比較したところ、成体において殻サイズに関わる計測値に違いがみられた。これら計測値から殻形態を表す 8 つのパラメータを構築し、2 つの海域間で共通して産出する Type I の個体群間で比較したところ、殻サイズと殻上のポアの形態を示す 4 つのパラメータについて有意差が認められた。これらの違いは、生息海域の水温や溶存酸素濃度と関係した代謝による形態的可塑性である可能性が示唆された。一方、他 4 つのパラメータ(1)殻の縦横比、(2)アパーチャーの扁平率、(3)アパーチャーと殻全体の面積比、(4) 殻表面積に対する殻体積の比（殻厚）は、個体群間で違いはなく、遺伝子型間で有意差が認められた。Type IIb は他の 2 遺伝子型と(1)~(3)で有意差が認められ、3 遺伝子型間では(4)で有意差が認められた。このように、(1)~(3)のパラメータから、Type IIb は Type I, IIa と比べて、殻の外形は縦長で、アパーチャーは大きくかつ縦に開くという形態的特徴を持つことが示唆された。また、(4)のパラメータから、殻厚は Type IIa, I, IIb の順に厚い殻を形成していることが示された。このように、*P. obliquiloculata* の成体の遺伝子型は、殻の外形、アパーチャーの形状や大きさ、殻厚を表す 4 つの形態パラメータを組み合わせることで、殻形態によって分類できることが示唆された。本研究で確立した形態パラメータによって、化石個体の遺伝子型を同定することが可能となり、地球環境変動に伴う遺伝子型分化やそれらの分布拡大プロセスの解明に発展することが期待される。

紅藻に属するナラワスサビノリ *Pyropia yezoensis* f. *narawaensis* は、一般にアマノリと呼ばれており、主にアジア地域で養殖される経済的に重要な海藻である。アマノリは主に海面で養殖されているが、気候変動や環境の影響により色落ちや不作といった問題が生じている。そのため、従来の海面養殖に代わる安定した生産方法として、陸上タンク生産が注目されている。

そこで本研究では、ナラワスサビノリの高効率タンク生産を目的とした培養試験を行った。種苗は、孢子集塊化法(Hiraoka & Oka 2008)を応用して作製し、光量、水温、日長、塩分、栄養濃度、密度といった環境要因が藻体の成長や生産性に与える影響を評価した。

光量 100-300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、水温 14-22°C、明期/暗期=8 h/16 h-24 h/0 h、塩分 19-31、人工海水に添加する栄養補強液量 0-40 mL、種苗数 10-10000 個の範囲で培養条件を設定し、定時に生重量を計測した。

培養試験の結果、光量 200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以上、水温 16°C前後、塩分 25-28、明期/暗期=14 h/10 h-16 h/8 h、海水 1 L あたり栄養補強量 2.5 mL(窒素 1.47 mg L⁻¹、リン 0.18 mg L⁻¹)以上で高い成長速度を示した。本試験で得られた最も高い DGR(平均±標準誤差)は、81±4%であった。密度・生産効率試験では、最も高かった培地 1 L あたりの生産効率は種苗数 1000 個で密度 7.7 g L⁻¹の時に 0.738 g L⁻¹ day⁻¹であった。また、1 L あたりの種苗数 1000 個で密度 3.5-7.7 g L⁻¹の間で培養することで平均 0.700 g L⁻¹ day⁻¹以上の高生産性を実現する有望な条件であると考えられた。

日長を伸ばすことや栄養塩量が減ると藻体の葉色が薄くなる傾向があり、ノリの商業的な価値が下がる可能性が示唆される。また、20°C以上の高温条件や藻体の成長によって、孢子形成しやすい傾向が確認された。種苗数 10000 個では、藻体が螺旋状に縮れたことから高密度環境では物理的な接触や資源競争の影響で成長の均一性が低下することも示唆された。

紅藻オオバアサクサノリ *Pyropia tenera* var. *tamatsuensis* は、アマノリ属に分類される食用海藻である。現在、アマノリ養殖の多くは多収性、耐病性に優れるスサビノリが使用されているが、オオバアサクサノリはより風味や食感に優れているため、貴重な逸品として高値で流通している。しかし、主流な生産方法である海面養殖では、台風や海洋温暖化による水温変動・栄養塩不足などの、環境の影響を受けやすい。そのため、水温や光量、栄養塩濃度などを制御できる陸上タンク生産への注目が高まっている。そこで、本研究ではオオバアサクサノリの陸上養殖用の種苗を効率よく生産することを目的として試験を行った。

スジアオノリの陸上タンク生産方法を参考に、オオバアサクサノリのタンク養殖用の集塊化藻体を作製し、水温、光量、光周期、栄養塩濃度を変化させて培養試験を行った。その結果、指数増殖期における日間成長率（DGR）の平均値は、水温 18-20℃で $48 \pm 4.8\%$ (平均値 $\pm$ 標準誤差)、光量 150-200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ で $47 \pm 5.2\%$ 、明期 14 h/暗期 8 h-明期 18 h/暗期 6 h で $75 \pm 5.4\%$ の最も高い値を示し、22℃以上では成長速度が徐々に減少することが示された。また、栄養塩濃度については、ES 培地の栄養強化剤(N:P = 1.2×10^{-2} : 1.4×10^{-3} (g L⁻¹))を 1/20-1 倍に調整して試験を行った。その結果、指数増殖期における DGR に違いはみられなかったが、栄養塩不足になると葉色が薄くなり、商品価値の低下につながる可能性が示された。

さらに、種苗生産の効率化を目的として、糸状体と葉状体の孢子放出を比較したところ、葉状体により早期かつ大量に単孢子を放出することが確認された。水温別に単孢子放出量を比較した結果、単孢子放出のピークは 20℃で最も早く、総放出量は 25℃で最も多かった。これらの結果から、高水温で単孢子を大量放出させ、低水温で葉状体を育てる単純な方法を繰り返すことで、迅速かつ大量にタンク養殖用種苗を作製できることが分かった。実際にこの方法によって、大量に生産した集塊種苗を 100 L 屋外タンクで培養試験を行った結果、正常に成長することが確認された。

以上より、オオバアサクサノリの陸上タンク生産では、種苗作製時に最適な水温・光量・光周期・栄養塩濃度を維持し、単孢子を利用することで、高い成長率と安定した生産が可能であることが明らかになった。本研究の成果は、高品質なオオバアサクサノリの安定供給と、海面養殖のリスクを補完する陸上生産技術の確立に寄与するものと期待される。

カギケノリ *Asparagopsis taxiformis* は、ブロモホルムなどの臭化物を豊富に含み、抗菌・抗ウイルス・抗がんなどの薬理活性を持つほか、牛や羊の飼料に 0.5-2% 添加することで腸内発酵由来のメタン生成を 80% 以上抑制することが報告されており、世界各国で養殖や給餌に関する研究が進められている。カギケノリは複相世代 (2n) の四分胞子体と単相世代 (n) の配偶体からなる異形世代交代を行う。一般に海面養殖では配偶体、陸上養殖では四分胞子体が使用されるが、これまでに両者の成長を比較した例はない。また、養殖品種の作出を可能にするためには、生活環の人為的なコントロールが不可欠である。しかし、四分胞子体から配偶体へ人為的に世代交代させた報告はあるが、配偶体から四分胞子体へ世代交代させた報告はない。そこで、本研究では、高知県産カギケノリを用いて陸上養殖技術向上を目的に、雌性配偶体、四分胞子体およびその四分胞子を培養した雌雄配偶体を対象に、様々な環境要因が成長・成熟に与える影響を室内試験し、その結果を参考に大型タンク (100 L, 1 t, 4 t) を使用した屋外試験を行った。

室内試験の結果、野生藻体を組織単離した雌性配偶体 (GF1) は、光量 $100-300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、水温 25°C 、明期 12 h/暗期 12 h-明期 16 h/暗期 8 h、塩分 25-32 psu、海藻の一般的な栄養強化培地 (ES) 培地の 1/8-1/4 倍の栄養塩濃度で各試験において高い日間成長率 (DGR) を示した。しかし、光量 $500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上、水温 30°C 以上、塩分 22 psu 以下では藻体の白化が確認された。また、ES 培地の 1/2 倍以上の栄養塩濃度で DGR の低下が確認され、微量元素 (Mn, Co, Zn) が成長を阻害する可能性が示唆された。四分胞子を単離培養した雌雄配偶体 (GF2+GM2) も、光量 $200-300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、水温 $20-25^{\circ}\text{C}$ で高い DGR を示し、最適な成長を示す培養条件は GF1 とほぼ一致した。一方で、野生藻体から単離培養し、GF2+GM2 の母藻である四分胞子体 (S1) は、光量 $300-500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、水温 $20-25^{\circ}\text{C}$ 、明期 12 h/暗期 12 h-明期 16 h/暗期 8 h で高い DGR を示し、GF2+GM2 と比較すると高光量・高水温条件下で高い DGR を示す傾向が確認された。光周期による成熟試験では、S1 は明期 8 h/暗期 16 h で成熟し、GF2+GM2 は明期 16 h/暗期 8 h で成熟が確認された。この結果は、カギケノリ在生活環の季節性と一致しており、人工環境下における配偶体の成熟に関する報告は本研究が初めてである。

GF1 の屋外試験では、室内試験の結果 ($500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上で白化) を参考に、直射日光 (晴天時 $1500-2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) を避けるため試験日 6 日目に遮光ネット (遮光率 50%) をタンク上に設置した。すると、試験 8-12 日目には DGR が上昇傾向を示した。先行研究によると、高光量 ($700 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上) では培地中の臭化物濃度が増加し、一方で低光量 ($25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以下) では臭化物の吸収が増加することが報告されており、DGR のみでなく藻体中の臭化物濃度の観点からも屋外培養中の光量調整は非常に重要である。

本研究で得られた GF1 の凍結乾燥品には臭化物 (ブロモホルム) が 24 mg g^{-1} 含まれており、これまでに報告されたカギケノリ及び近縁種のブロモホルム含有量である $1.7-31.1 \text{ mg g}^{-1}$ に対して比較的高い数値であったことから、高知県産カギケノリの安定生産の実現により家畜由来のメタン削減に大きく貢献することが期待される。また、得られた知見は、他海藻類養殖技術への応用が期待できるだけでなく、上記課題への取り組みによって、カギケノリ陸上養殖技術のさらなる向上・効率化に貢献が期待される。

甲殻亜門オトヒメエビ下目エビ類は、現在までに3科14属99種が報告されており、甲殻類の中では比較的小さいグループであるが、浅海から深海のサンゴ礁や海底洞窟等と幅広い環境に進出し、生活様式は自由生活から共生生活と多様化している。このような独特な適応進化の解明において、しばしば幼生発生が注目されるが、オトヒメエビ下目エビ類の幼生に関する知見は非常に乏しい。

本研究では主に、オトヒメエビ下目ドウケツエビ科ドウケツエビ (*Spongicola venustus*) の幼生発生と形態について、土佐湾で採集した抱卵雌から孵化させた幼生の飼育に基づき記載した。ドウケツエビは、深海のカイロウドウケツ属 (*Euplectella*) などの六放海綿類の胃腔内に雄雌一対で共生する。本種は深海に産する稀種であることから、生態や幼生に関する知見に乏しく、唯一の報告として約150年前のチャレンジャー号による北太平洋域の深海探査の際に得られた、孵化直後のプレゾエアの図が掲載されている。十脚類では通常、孵出の際に、薄い胚外皮で包まれたプレゾエアを経て孵化し、短時間で胚外皮を脱ぎ捨てて第1ゾエアに変態することが知られている。プレゾエアは、観察可能な時間が非常に短く、今日までその報告事例は非常に少なかった。また、いくつかの専門書ではプレゾエアは胚期(胚の最終齢期)として記載されており、何らかの意義のある幼生期として注目されることも少なかった。

2023年4月から2024年6月に、高知大学総合研究センター所属実習船・豊旗丸による桁網調査と底曳船・司丸の深海底曳き漁から、ドウケツエビの成体を採集した。これを飼育設備に収容し、幼生が孵化するまで飼育を行った。孵化直後のプレゾエアは、標本に基づく形態と映像記録による遊泳行動を調べた。得られた孵化幼生は、インキュベーター内でビーカーを用いて飼育を行い、水温と塩分は現地での海洋環境観測データに基づき、成体の生息水深100m付近から表層までの水温17–23℃、塩分34.0に設定した。餌は、アルテミア *Artemia* sp. のノープリウス幼生を用いた。幼生の飼育期間中は、毎日の脱皮数・生残数を記録し、各期の標本を顕微鏡により体長や形態を観察した。

本種のプレゾエアは、孵化後約30分で第1ゾエアに変態した。プレゾエアは、額角や遊泳毛などの突起物が折りたたまれている状態で薄いクチクラの胚外皮に包まれるという、全体的に滑らかでシンプルな形態を示した。また、プレゾエアは、触覚鱗を用い、頭部を前方に向けて遊泳することが確認された。これは、頭胸部の遊泳肢を動かし、尾部を後方に向けて遊泳するゾエアとは異なる遊泳様式である。本研究で観察されたプレゾエアの形態および行動は、成体の卵室および宿主である海綿の胃腔内部からの円滑な脱出を可能として適応的であると考えられた。また、孵化後80日間の飼育実験から、本種は少なくとも9期の非常に長い浮遊幼生期を経て、稚エビになることが明らかとなった。同科のヒメドウケツエビ (*Spongiocaris japonica*) は、直接発生により機能的な付属肢を備えた稚エビが孵出することが報告されている。このことは、西部太平洋に広く分布し、複数種の海綿に共生するドウケツエビが、浮遊幼生として特定の宿主を選択せず広域に分散する一方、タイプ産地周辺の固有種で特定の宿主に共生するヒメドウケツエビが、特定海域に留まるという生活戦略の違いを反映していると考えられる。

砂浜では、人類により観光や娯楽の場としての利用がされてきたが、一方で、汚染の増加、生物の生息地の変化、生物多様性の減少など、沿岸生態系に重要な問題が引き起こされてきた。スナガニ類 (*Ocypode*) は、人為的影響や自然による影響に対して強い反応を示すほか、砂浜の生物種として比較的大きく、穴を掘るといった特徴的な行動が知られる。そこで、砂浜環境への人為的な影響を測る指標としてスナガニ類が注目されている。本研究では、太平洋側日本である高知県において、年間を通じて人為的影響の大きい浜と小さい浜を比較し、人為的影響あるいはその他の要因がスナガニ類の増減に影響するか否かを明らかにすることを目的とした。

2023 年の 6 月から 2024 年の 11 月まで、宇佐湾内の 5 ヶ所、高知海岸の 3 ヶ所の砂浜を対象とし、各調査地では、砂浜の傾斜・幅・長さや暗度、基底砂粒の粒度などの環境要因や、人為的影響の指標となると都市化指数等を算出した。また、各調査地点の植生帯際から満潮線まで設定した 5 m 幅のトランセクト内のスナガニ類の巣穴密度と巣穴径を測定したほか、各年度ともに 9 月もしくは 10 月だけスナガニ類の採取を行い、種組成を確認した。

巣穴密度は全ての浜において、8 月から 10 月にピークを呈していた。人為的影響の大きい浜では砂浜全体に巣穴が認められたのが主に 8 月から 10 月に限られるのに対し、人為的影響が小さい浜では、5 月から 11 月までと長期であった。巣穴径は、人為的影響の小さい浜では、5 月からでも 25 mm 以上と大型の巣穴が見られた。巣穴密度と巣穴径は人為的影響の大きい浜よりも小さい浜でどちらも有意に大きかった。また、モデリングの結果より、巣穴密度に対しては都市化指数と砂浜の傾斜が有意な説明変数として選択された。さらに、宇佐湾内の浜でのみスナガニが確認された。

これらを勘案すると、日本の温帯域のほとんどの砂浜では、スナガニ類の熱帯性種の越冬が確認されていないが、人為的影響の小さい砂浜では、スナガニ類が越冬して繁殖に成功することで分布の拡大に寄与している可能性がある。特に、種組成の結果から、人為的影響が小さく、波の影響の少ない砂浜は、現在希少種とされるスナガニの生育に適した場でもあると考えられる。

徳島県ではアカウミガメの上陸産卵回数の減少が続き、地域個体群存続の危機的な状況にある。状況打開の糸口を探るべく、本研究では徳島県下の主要な産卵地である 14 海岸において砂浜の環境要因を調査し、それらを説明変数、上陸・産卵回数を目的変数としたモデリングを行うことで、上陸産卵に影響する要因の特定を試みた。砂浜環境の計測項目には、黒潮からの直線距離、砂浜の高さと奥行き、砂の中央粒径、砂浜後背構造物の高さ等を選定した。暗度の測定にはスカイクオリティメーターを用い、陸側の垂直方向 0–30°を中心に代表値をもとめて解析に加えた。暗度環境は県南 4 海岸を 3 区域と 6 区域に分けて相関分析を行い、より狭い範囲での関係も確認した。徳島県の海岸線は、紀伊水道の内域と外域でも環境が大きく変わるため、モデリングは県下 14 海岸と県南 10 海岸に分けて行った。

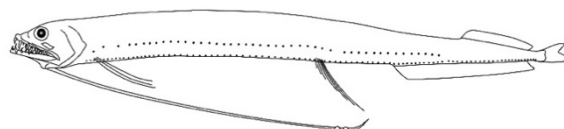
県南 4 海岸 3 区域 11 地点での相関分析において、垂直方向 0–30°では主に、陸側最大値、陸側平均値、海陸暗度差に有意な正の相関、海側平均値に有意な負の相関が確認された。同様に、県南 4 海岸 6 区域 22 地点での分析においても、垂直方向 0–30°では主に、陸側最大値、陸側平均値、海陸暗度差に有意な正の相関が確認された。

県下 14 海岸を対象とした重回帰分析では、本種の上陸回数を説明する変数として、陸側平均値 0・10°、砂浜の奥行きの 2 つの説明変数を組み込んだモデルが選択された。また、県南 10 海岸を対象とした分析では、砂浜の奥行き、海陸暗度差 0°の 2 つの説明変数を組み込んだモデルが選択された。

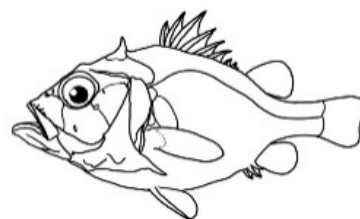
これらの結果から、砂浜における暗度環境は本種の上陸産卵と関係が強く、海岸に漏れる光がアカウミガメの上陸産卵に大きな影響を与えていることが推察された。

アンコウ目アカグツ科フウリュウウオ属 (*Malthopsis* Alcock, 1891) は、インド・西太平洋の水深 40–700 m に生息する小型の底生性魚類である。本属は 25 名義種 22 有効種が知られ、日本にはカギフウリュウウオ *M. mitrigeria* Gilbert and Cramer, 1897, ゴマフウリュウウオ *M. tiarella* Jordan, 1902, ワヌケフウリュウウオ *M. annulifera* Tanaka, 1908, フウリュウウオ *M. kobayashii* Tanaka, 1916, そしてコワヌケフウリュウウオ *M. gigas* Ho and Shao, 2010 の 5 種が分布する。本属は体盤が三角形で吻端と前鰓蓋骨棘がよく尖ることで、本科他属と容易に識別できる。近年、本属の種が多く記載され、日本産の種も再検討が必要となった。本研究では日本産の本属 503 標本を調査し、出現種と各種の識別形質を検討した。その結果、カギフウリュウウオと他 4 種は前鰓蓋骨の前向棘数 (2 vs. 0–1) で、コワヌケフウリュウウオとワヌケフウリュウウオは肛門と腹鰭間の骨質瘤状物の分布 (密 vs. ない, まばら), 背鰭と胸鰭の軟条数 (5–6 vs. 4–6 ; 12–14 vs. 11–12) などにより異なり、臀鰭後端と尾鰭基底の位置関係は成長変異により識別形質とはならない。フウリュウウオとゴマフウリュウウオは眼球上部の鱗の分布 (密 vs. 1 列のみ), 背鰭と胸鰭の軟条数 (5–6 vs. 6–7 ; 11–12 vs. 12–13) などにより識別できるが、前頭部の瘤状突起の分布には個体変異があり、尾部の茶褐色横帯 (不明瞭 vs. 明瞭) の成長変異も新たに判明した。土佐湾産の 2 標本は、日本初記録の *M. formosa* Ho and Koeda, 2019 (台湾南部に分布) であることを発見した。

北西太平洋ダイニホシエソ属魚類の分類学的研究
海洋生物学研究室 熊木 慧弥



ダイニホシエソ属 *Eustomias* Vaillant in Filhol, 1884 はワニトカゲギス科ホテイエソ亜科に属する中深海性魚類で、三大洋の熱帯域に広く分布する。世界から 135 種が知られ、日本近海を含む北西太平洋からは 51 種が報告されている。本属は臀鰭基底長が背鰭基底長の約 2 倍などの特徴で同科他属から識別される。本属魚類は 10 亜属に細分され、このうち 49 種は胸鰭が 3 軟条および腹鰭が 7 軟条などにより、亜属 *Nominostomias* Regan and Trewavas, 1930 に含まれる。本属では下顎の鬚の形態が多様で、亜属以下の分類では重要な識別形質とされるが、その有効性や種内変異は十分検討されていない。本研究では北西太平洋から新たに得られた *Nominostomias* の 40 標本をおもに形態形質から検討し、各種の同定と形態的な多様性の把握を試みた。その結果、鬚の差異に基づき合計 11 種が認められた : Gibbs et al. (1983) により記載されたカンザシホシエソ *E. cancriensis*, ミズヒキホシエソ *E. crossotus*, *E. inconstans*, *E. melanostigmoides*, *E. pacificus*, Johnson and Rosenblatt (1971) により記載されたカンムリホシエソ *E. gibbsi*, および未同定の 5 種。このうち, *E. inconstans*, *E. melanostigmoides*, および *E. pacificus* はこれまでタイプ産地のハワイ諸島沖のみでしか知られておらず、観察標本は原記載以降初めての記録であった。未同定種の 5 種のうち, *Eustomias* sp. 1 は *E. tritentaculatus* Koeda and Ho, 2019 に, *Eustomias* sp. 5 は *E. orientalis* Gibbs, Clarke and Gomon, 1983 と *E. bibulboides* Gibbs, Clarke and Gomon, 1983 に酷似していたが、鬚の長さや内部構造がわずかに異なっていた。その他 3 種は、鬚の形態が特徴的で既知種のいずれにも合致しなかった。ミトコンドリア DNA の COI 遺伝子の予備的な解析の結果、鬚に基づく伝統的な種分類には問題があると示唆された。



オニガシラ属 *Ostracoberyx* Fowler, 1934 は 4 名義種を含み、インド・西太平洋の温帯から熱帯域の水深 200 m 以深に分布する小型の底生性魚類で、前鰓蓋骨隅角部に強大な 1 棘と体長 10 cm 程度までは後側頭骨に棘をもつ、眼が大きく眼径が吻長を超える、脊椎骨数が 25 などの特徴で他のスズキ系魚類から区別される。本属のうち、オニガシラ *O. fowleri* Matsubara, 1939 はその有効性に疑問がもたれ、*O. dorygenys* Fowler, 1934 にはマメオニガシラとホンオニガシラの 2 つの標準和名があるなど、再検討が必要とされてきた。しかし、本属は 40 標本程度が報告されているのみで、種内変異も不明であった。本研究では南西太平洋産の 38 標本、台湾産の 1 標本、そして日本産の 219 標本の形態観察と日本産の 25 標本の分子系統解析に基づき分類学的再検討を実施した。その結果、*O. sp. 1* (駿河湾から沖縄近海産：水深 180–568 m；下枝鰓耙数 LGR 15–19, 背鰭前方横列鱗数 PDLS 7–12), *O. sp. 2* (駿河湾から日向灘産：180–509 m；LGR 12–15, 偽鰓数 27–33, PDLS 13–18, 前鰓蓋骨棘幅が体長の 5.5% 以下), *O. sp. 3* (台湾北部産：500 m；LGR 14, PDLS 15, 前鰓蓋骨棘幅は体長の 7.8%), および *O. sp. 4* (南西太平洋産：314–950 m；LGR 12–15, 偽鰓数 33–42, PDLS 13–19) の 4 種が認められた。*O. sp. 1* は LGR が 15 以上であることから *O. dorygenys* に同定され、*O. sp. 2* と *O. sp. 3* は未記載種、そして *O. sp. 4* は LGR が 15 以下で南西太平洋産である点から *O. paxtoni* Quero and Ozouf-costaz, 1991 (ホンオニガシラの和名の証拠標本を含む) と同定した。また、*O. fowleri* は本種の識別形質である第 3 と第 4 背鰭棘長と主鰓蓋骨の小棘がいずれも *O. dorygenys* の種内変異とみなせるため、後者の新参異名と判断した。土佐湾産のマメオニガシラの和名の証拠標本は戦火で焼失し特徴が不明のため、*O. dorygenys* には標準和名オニガシラを適用すべきである。

アンコウ目アカグツ科アカグツ属魚類 (*Halieutaea*) は世界で 19 名義種 11 有効種が知られ、日本周辺にはアカグツ *H. stellata* (Vahl, 1797), ヒメアカグツ *H. fumosa* Alcock, 1894, テンジクアカグツ *H. indica* Annandale and Jenkins, 1910, オキアカグツ *H. fitzsimonsi* (Gilchrist and Thompson, 1916), ヘリグロアカグツ *Halieutaea* sp. 1, およびトゲアカグツ *Halieutaea* sp. 2 の 6 種が生息する。このように本属には学名未決定種も存在するため、分類学的な再検討が必要である。本研究では日本産本属の分類学的再検討を目的として、高知県産と三重県産の 109 標本を比較検討した。その結果、アカグツとヘリグロアカグツは腹鰭を除くすべての鰭の縁辺部の色彩においてある程度の差異はあるが、体盤背面に円状または星状の基底をもつ単一の棘 (変形した鱗) が多数存在することや体盤縁辺が 2 又または 3 又した小棘でおおわれること、および腹面の棘が絨毛状の小棘からなるなど、棘の分布と形態、その他の形態や計数形質で差異は認められなかった。さらに、背鰭後長が体長の 24.0–27.9% (vs. 後者では 23.7–27.3) や尾鰭長が体長の 21.1–29.9% (vs. 22.0–29.1) など、その他すべての計測形質で差異が認められなかった。したがって、ヘリグロアカグツはアカグツの変異個体であり、同種と考える。

ハチビキ科のロウソクチビキ属 *Emmelichthys* Richardson, 1845 は背鰭が 2 基で第 1 背鰭と第 2 背鰭がよく離れること、背鰭棘条部の基底長が頭長より長いことなどで特徴づけられる。本属は *Emmelichthys nitidus* Richardson 1845 ホソチビキをタイプ種とし、世界の温熱帯域の水深約 100–400 m から 7 有効種が知られている。このうち、北西太平洋にはロウソクチビキ *E. struhsakeri* Heemstra and Randall, 1977 (分布域は日本、オーストラリア、およびハワイ諸島)、トゲナシチビキ *E. karnellai* Heemstra and Randall, 1977 (日本、ハワイ諸島、およびイースター島)、および *E. papillatus* Girard, Santos and Bemis, 2024 (フィリピン) の 3 種が分布する。2016 年から 2019 年にかけて北西太平洋の外洋表層で行われたトロール調査により、上記の 3 種とは形態学的に異なる本属の 13 個体 (体長 35.6–86.8 mm) が採集された。これらの観察標本は背鰭間隔に遊離棘をもつことでトゲナシチビキとは異なり (vs. 遊離棘を欠く)、側線鱗数が 74–81 であることによりロウソクチビキおよび *E. papillatus* に類似するが、ロウソクチビキとは鰭が黄色味を帯びることなどで明瞭に異なり (vs. 赤色から白色)、*E. papillatus* とは擬鎖骨に瘤状の隆起がないことなどで識別可能である (vs. ある)。観察標本のミトコンドリア DNA の COI 部分領域を決定し、ハチビキ科の 3 属 9 種のデータとともに近隣結合樹を作成したところ、観察標本はトゲナシチビキと姉妹関係 (それぞれ単一のクレード) にあったが、両者の遺伝的距離は小さかった。以上のことを踏まえ、観察標本はこれまで未報告のトゲナシチビキの浮遊期個体あるいは本属の未記載種である可能性が考えられた。

日本産チゴダラ属魚類の分類学的検討
海洋生物学研究室 津野 義大

チゴダラ科チゴダラ属 *Physiculus* Kaup, 1858 は三大洋の浅海から深海域に分布し、46 有効種が確認され、分類学的問題が多く、未記載種も多数発見されている。国内にはバラチゴダラ *P. chigodarana* Paulin, 1989、チゴダラ *P. japonicus* Hilgendorf, 1879、ヒレグロチゴダラ *P. nigripinnis* Okamura, 1982、アカチゴダラ *P. rhodopinnis* Okamura, 1982、およびオシャレチゴダラ *P. yoshidae* Okamura, 1982 の 5 種が生息する。日本産本属の分類学的再検討の過程で、日本産の既知種と異なる 7 標本を発見した。そのうち、室戸岬沖、口永良部島と石垣島産の 3 標本は、口が大きく上顎後端が眼窩後縁直下を超える、発光器長が腹鰭起部間から臀鰭起部 (InV-af) までの距離が 4.9–5.6%、腹鰭起部間 (InV) から、それぞれ発光器 (InV-Lo) と肛門 (InV-An) までの距離が InV-af の 46.8–47.8% と 73.8–74.5% などから *P. megastomus* Tang, 2021 に同定された。また、与論島産の 2 標本はアカチゴダラとは臀鰭軟条数が 77 (vs. 後者では 76–81)、発光器長と InV-Lo がそれぞれ InV-af の 10.4–16.0% (vs. 10.4–11.8)、19.5–24.6% (vs. 20.8–26.9) など似るが、腹鰭長が体長の 19.7% (vs. 12.9–15.1)、下顎下面が無鱗 (vs. 有鱗) など異なる。加えて、沖縄県水納島産の 2 標本もアカチゴダラとは第 2 背鰭軟条数が 69 (vs. 後者では 69–76)、発光器長と発光器幅がそれぞれ InV-af の 7.2–12.2% (vs. 10.4–11.8) と 5.8–6.1% (vs. 6.1–7.6) など似るが、鰓耙数が 9–10 (vs. 13–15)、腹鰭長が体長の 20.6–21.6% (vs. 12.9–15.1) などにより異なる。したがって、*P. megastomus* は日本初記録となり、2 未記載種の存在が示唆された。

北西太平洋外洋域から得られたキンチャクダイ科稚魚の形態と同定
海洋動物学研究室 肥後 寛太郎

キンチャクダイ科 Family Pomacanthidae は世界から 8 属 89 種が知られ、このうち日本近海を含む北太平洋からは 7 属 39 種が報告されている。本科魚類は体が強く側偏する、前鰓蓋骨隅角部に強い 1 棘を持つ、背鰭が 9–15 棘 15–37 軟条で欠刻がない、臀鰭が 3 棘 14–25 軟条などで特徴づけられ、成魚はおもに水深 20 m 以浅のサンゴ礁や岩礁帯に、仔稚魚は外洋表層域に出現する。本科の成魚の分類では、体色や斑紋などの色彩的特徴が種同定に多用されるが、これらの特徴は稚魚期には未発現で、識別形質として有用ではない。また、仔稚魚は外洋域に出現することから一般に標本採集が困難であり、既知種のうち仔稚魚が特定されているのは 9 種に満たない。2016–2018 年に北西太平洋の外洋表層域で行われたオッタートロール調査により、キンチャクダイ科の浮遊期稚魚の標本が多数得られたため、本研究ではこれらの形態比較と遺伝的分析を行い、種同定と形態的特徴の検討を行った。観察した 53 個体は、生鮮時の体の色彩、体色、斑紋、体側と背鰭鰭膜の色彩、前鰓蓋骨隅角部の棘の発達状況などの組み合わせにより、13 のタイプに分類された。このうち、組織サンプルが保存されていた 11 タイプ 45 個体についてミトコンドリア DNA の CO1 遺伝子の部分塩基配列を決定し、近隣結合樹を作成した。その結果、これらの標本は 8 つのクレードに再編成された。形態形質の差異に基づく 11 タイプのうちタイプ 2 は単一のクレードと対応し、ニシキヤッコ属のニシキヤッコ *Pygoplites diacanthus* の稚魚と判断された。一方、遺伝的解析で対象とした残りの 10 タイプは、いずれも単系統にはならなかった。近年の集団遺伝学的研究により、キンチャクダイ科の成魚では、色彩的特徴の変異が種間で著しいことが報告されている。本研究の結果、本科の浮遊期稚魚期の色彩的特徴も種内変異が極めて大きく、多くの場合、種の識別には有用でないことが示唆された。

日本産イトウダイ属魚類の分類学的研究
海洋生物学研究室 松永 翼

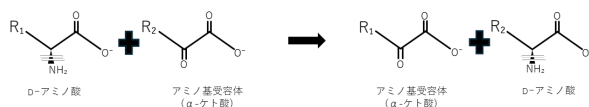
イトウダイ科イトウダイ属 *Sargocentron* Fowler, 1904 は、75 名義種 (35 有効種) を含み、前鰓蓋骨隅角部に長く強大な 1 棘がある、臀鰭軟条数が 7–10、背鰭最終棘が最終棘の直前の棘と背鰭第 1 軟条の中間付近に位置するという特徴から同科他属と識別される。本属は三大洋の熱帯から温帯域に広く分布し、日本からは 16 種の記録がある。本研究では、高知大学理工学部海洋生物学研究室 (BSKU) に所蔵されている日本産イトウダイ属の標本を調査し、日本産既知種のうち 12 種を確認した。そのうち、日本産既知種のテリエビス *Sargocentron ittodai* (Jordan and Fowler, 1902) に類似するが、一部の形態が異なる標本を複数確認した。これらの標本群をテリエビス類似種群 *Sargocentron ittodai* complex と定義し、形態的差異から 3 型に分類し、*Sargocentron* sp. 1, sp. 2, そして sp. 3 として検討した。その結果、*S. sp. 1* は背鰭棘条部前端背縁が黒色で頬部鱗列数が 5 などの特徴が *S. ittodai* (Jordan and Fowler, 1902) の原記載に一致し、本学名が適用される。また、*S. sp. 2* は背鰭棘条部前端背縁が赤色で、背鰭棘条部に白色縦帯がはしる、頬部鱗列数が 4、そして *S. sp. 3* は背鰭棘条部背縁と基底が黒色で頬部鱗列数が 4、および胸鰭軟条数が 15–16 などの特徴から本属名義種と識別できるため、未記載種の可能性が高い。

L-Ala と D-Ala の相互変換を触媒するアラニンラセマーゼ (AlaR) 遺伝子は、動物では節足動物クルマエビから最初に単離された。そして、クルマエビの AlaR の相同遺伝子 (AlaRH) の探索と酵素機能の研究が行われ、節足動物アメリカザリガニ、環形動物スジホムシ、タマシキゴカイ、及び軟体動物タイワンシジミなどの生物から AlaRH 遺伝子が見つかり、精製された全てのリコンビナント酵素がアラニンに対するラセマーゼ活性を示したことが報告されている。

本研究では輪形動物ヒルガタワムシ (*Adineta vaga*) に存在する 4 種類の AlaRH 遺伝子 (AlaRH1~AlaRH4) の単離と酵素機能解析を試みた。AlaRH1, 及び AlaRH4 は不溶性タンパク質として発現したが, AlaRH2, 及び AlaRH3 は可溶性タンパク質として発現し, 精製することができた。AlaRH2, 及び AlaRH3 は, その酵素活性からグルタミン酸ラセマーゼ (GluR) であると推測された。また, L-Glu に対する K_m 値は, AlaRH2 (GluR1), 及び AlaRH3 (GluR2) で, それぞれ 5.61 mM, 及び 1.29 mM となり, 共に高い基質親和性を示した。一方, L-Glu に対する k_{cat} 値は GluR1 では 185 s^{-1} , GluR2 では 8.95 s^{-1} と大きく異なった。そして, GluR1, 及び GluR2 の L-Glu に対する触媒効率 (k_{cat}/K_m) はそれぞれ $33.0\text{ s}^{-1}\text{ mM}^{-1}$, $6.97\text{ s}^{-1}\text{ mM}^{-1}$ となった。また, これらの酵素は D-Glu, L-/D-Ala, L-/D-Ser, L-/D-Asp, 及び L-/D-Gln への活性も示し, 何れの基質においても, k_{cat}/K_m は GluR1 の方が高くなった。

植物の D-アミノ酸アミノ基転移酵素の機能解析
比較生化学研究室 園岡 優太

2008 年に、それまで細菌でしか確認されていなかった D-アミノ酸アミノ基転移酵素 (DAAT) がシロイヌナズナから単離され、真核生物にも存在することが明らかとなった。DAAT は下図のように、D-アミノ酸と α -ケト酸 (アミノ基受容体) の間のアミノ基転移反応を行い、新規 D-アミノ酸と新規 α -ケト酸を合成する反応を触媒する。



本研究では、植物に存在する DAAT 遺伝子の酵素機能解析を目的とし、真正双子葉類であるパチヨリ (*Pogostemon cablin*)、ヒマワリ (*Helianthus annuus*)、及びミヤマハタザオ (*Arabidopsis lyrata*) に存在するシロイヌナズナ DAAT の相同遺伝子について、大腸菌発現系を用いたりコンビナント酵素の作製を行った。パチヨリ DAAT とミヤマハタザオ DAAT はリコンビナントタンパク質が不溶化したが、ヒマワリ DAAT は可溶性タンパク質として発現し、精製することができた。精製したヒマワリ DAAT と 5 種類の 625 mM のアミノ基受容体 (ピルビン酸、 α -オキソグルタル酸、オキサロ酢酸、2-ケト酪酸、及びフェニルピルビン酸) を用いて、D-ホモセリンを含む 19 種類の D-アミノ酸、及びグリシンに対しての DAAT 活性の有無を確認した。その結果、アミノ基受容体としてピルビン酸を用いた場合のみ、D-プロリン以外の D-アミノ酸と反応し、D-アラニンが生成された。また、このとき最も高い活性を示したのは D-ホモセリンであり、D-ホモセリンの濃度が 10 mM の時の反応速度は $665 \pm 53 \mu\text{mol}/\text{hr}/\text{mg}$ であった。次いで D-グルタミン酸、D-アスパラギン酸、D-トリプトファンの順に高い活性を示した。今後は、他の分類群の植物についても DAAT 遺伝子の単離と酵素機能の確認を行い、植物界における DAAT の分布と機能の解明を試みる。

アミノ酸ラセマーゼは異性化反応によって、L-アミノ酸から D-アミノ酸を合成する。その中でも、セリンラセマーゼ (SerR) とアスパラギン酸ラセマーゼ (AspR) は動物界に広く分布し、AspR 遺伝子は SerR 遺伝子から進化したと考えられている。そして、両者の基質認識は 150-152 位のアミノ酸残基によって制御されることも明らかになっている。また、海綿動物の六放海綿綱と普通海綿綱の生物では、アスパラギンラセマーゼ (AsnR) 活性と AspR 活性の両方を有するアスパラギン/アスパラギン酸ラセマーゼ (Asn/AspR) の存在が確認されている。これまでの研究で、海綿動物 *Amphimedon queenslandica* の Asn/AspR、及び SerR では、150-152 位のアミノ酸残基を含む複数の領域が AsnR 活性に関与することが報告されていた。

本研究では、*A. queenslandica* の Asn/AspR、及び SerR の AsnR 活性に関与するアミノ酸残基を特定することを目的とし、これらの酵素へのアミノ酸置換変異体酵素の解析を行った。*A. queenslandica* Asn/AspR において、234 位の Cys を Ala に置換した変異体酵素、及び 153 から 155 位の Asn-His-Asp を Asp-His-His に置換した変異体酵素の酵素活性の検討から、153, 155, 及び 234 位のアミノ酸残基が基質アスパラギンの認識に関与すると考えられた。また、*A. queenslandica* Asn/AspR において、141 から 157 位の Ala-Ser-Leu-Asn-Gly-Lys-Gly-Val-Phe-Ser-Ser-His-Asn-His-Asp-Asp-Ile を Gln-Glu-Asn-Ser-Pro-Asn-Ala-Tyr-Leu-Ile-Pro-Ser-Ser-Asp-His-Pro-His-Val に置換した変異体酵素の酵素活性の検討から、141-150, 152 及び 156-157 位のアミノ酸残基が基質アスパラギン酸の認識に関与すると考えられた。

さらに、*A. queenslandica* Asn/AspR の変異体酵素のミカエリス定数 (K_m) や、代謝回転数 (k_{cat})、触媒効率 (k_{cat}/K_m) を野生型酵素の値と比較すると、234 位の Cys を Ala に置換した変異体酵素において、アスパラギンへの k_{cat}/K_m の大幅な減少が確認された。このことから、*A. queenslandica* Asn/AspR の 234 位のアミノ酸残基が基質アスパラギンの認識に重要であることが明らかになった。

対馬で発見された食肉目哺乳類の糞のDNA解析 比較生化学研究室 東 亮太

食肉目イタチ科カワウソ亜科 Lutrinae に属する現存種は *Lutra* 属をはじめとした 7 属 13 種に分類される。カワウソ亜科に分類される生物は世界に広く分布していることが知られており、東南アジア地域にはユーラシアカワウソ *Lutra lutra* が生息している。かつては日本国内でもニホンカワウソ *Lutra nippon* が生息していたが、1979 年の高知県での目撃情報以降、生息が確認されておらず、環境省の第四次レッドリストにて絶滅が宣言された。しかし、2017 年 8 月、北九州と朝鮮半島の間に位置する対馬にてカワウソらしき生物が撮影され、翌年の環境省の調査によって採取された動物糞からユーラシアカワウソの DNA が検出された。この調査により対馬にユーラシアカワウソが生息していることが明らかとなったが、2019 年以降は生息が確認されず、対馬において継続的に維持される個体群の形成はされていないと報告されていた。

2024 年 2 月、対馬にてカワウソらしき動物糞が新たに採取され、カワウソが生息している可能性が示唆された。本研究では、対馬におけるカワウソの生息確認と、その由来の解明を目的として、糞に含まれるミトコンドリアゲノム DNA の全塩基配列 16,536 bp を決定し、分子系統解析を行った。その結果、対馬で採取された動物糞の落とし主はユーラシアカワウソであることが分かった。また、分子系統解析からは、対馬のユーラシアカワウソは韓国の個体群が形成する単系統群と姉妹群関係であることが分かった。さらに、縦列反復配列を含み、配列解析が困難なコントロール領域を除いた残りの 15,440 bp の塩基配列を比較したところ、対馬のユーラシアカワウソは韓国のユーラシアカワウソと僅か 8 塩基の違いしかなかった。これらのことから、本研究において対馬で確認されたユーラシアカワウソは、韓国の個体に移り住んだものであると推測された。

底生有孔虫は、潮間帯から深海までの海洋環境に幅広く生息する。特に *Allogromia* 属は、多様な環境に分布し、幅広い生理的条件への適応力があると考えられている。本属は有孔虫の中で基部系統に属し、細胞内でカロテノイドを合成して赤色の細胞質を持つ。また、炭酸塩の殻を形成しないため細胞観察に適しており、単核/多核期を伴う核動態などの検証が行われてきた。しかし、本属の基礎的また様々な環境下での細胞動態は、あまり分かっていない。そこで本研究では、*A. laticollaris* クローン培養株を用い、異なる環境条件で培養した個体間の生存期間や細胞成長率の比較、核動態の予測により、本種の環境適応能力および生存戦略を検証することを目的とした。

A. laticollaris の細胞形態や基本的な生態を理解するため、倒立顕微鏡観察により、細胞形態とライフサイクル・生存期間を記録した。次に、異なる光条件 (①明期 24h、②明期/暗期 12h/12h、③暗期 24h) で 19 週間培養し、細胞直径・面積を計測して条件間の細胞成長率を比較した。さらに、単核細胞を嫌気条件で培養し、Hoechst33342 による核染色・観察により、一世代内で核数の変動を調べた。形態観察の結果、本種の細胞形態は基本的に球形であるが、採餌時に不定形となり、生存期間は 57 日から 108 日間と個体差が見られた。3 つの異なる光条件で培養した個体群について、細胞成長率を比較した結果、長時間照射および無光条件では死亡個体数が増加し、光ストレスが細胞の成長や生存に負の影響を与えることが示唆された。一方、明期 24h では、20 日以内の短い生存期間で繁殖に至った個体が多く、さらに細胞の成長率は明期 24h では小さく、暗期 24h では大きかった。こうした結果から、本種は、光ストレスに対し、細胞内のカロテノイド合成にエネルギーを費やすため細胞の成長率は減少するが、繁殖時期を早めることで適応度を高めている可能性が示唆された。嫌気条件での培養初期段階では、核数の変動は生じておらず、今後培養実験を継続するなど、環境条件と核動態の関連について研究を進めていく必要がある。

維管束着生植物 (以下、着生植物) は、樹木の枝や幹に固着して生活をする植物である。着生植物の種数は降水量や空中湿度などの水利用可能性が高い場所が多く、乾燥する尾根よりも湿潤な谷で多いことが報告されている。また、種数・存在量は、二次林よりも老齢林で多いことが知られている。老齢木が残存する神社を取り囲む社叢林でも、多くの着生植物が観察されることがある。しかし、社叢林によって環境(地形、面積、周辺の土地利用、湿潤度)は様々であるため、着生植物の種数・種組成には違いがあると考えられる。そこで本研究では高知県内の社叢林において、着生植物の種数や、種組成の違い、それらに影響する要因を明らかにすることを目的とした。現地調査では、20 か所の社叢林において樹木 10 本の種名・胸高直径・個体位置と、それらに固着している着生植物の種名を記録した。空中写真と環境省の植生図から各神社の面積と周辺の森林面積を算出した。数値標高モデルと気候データから地形位置指数と乾燥度指数も求めた。各社叢林の着生植物種数について、神社の環境変数 (神社面積、地形位置指数、乾燥度指数、周辺の森林面積、胸高断面積合計) を説明変数とする一般化線形モデルを構築し、パラメーターをベイズ推定で求めた。また社叢林間の β 多様性を求め、種組成の入れ子/入れ替わり要素それぞれの強さを調べた。解析の結果、各社叢林の着生植物種数には周辺の森林面積の影響が最も強く、次いで地形位置指数が影響していた。種数は、周辺の森林面積が大きく、尾根よりも谷に位置する社叢林で多かった。社叢林間の β 多様性を求めた結果、社叢林によって種組成が異なり、種組成の違いは入れ子要素が強かった。このことから社叢林間での種組成の違いは、種の入れ替わりパターンよりも入れ子 (種数の少ない社叢林の種が、種数の多い社叢林の種の一部となる) パターンによって説明されることが示唆された。

ノキシノブ *Lepisorus thunbergianus* (広義) は、樹木や岩に着生するシダ植物で、市街地でも屋根や雨樋などで生育が観察される身近な植物である。最新の研究では、ノキシノブ (広義) は複数の種に分けられること、ノキシノブ (狭義) は広義のノキシノブから分けれたクロノキシノブ (*Lepisorus nigripes*) と雑種を形成することが知られている。本種を含む着生植物は、乾燥ストレスの影響を受けやすい場所に生育する。本種の生態について、気孔密度が低いこと、少ない水分量で高い光合成活性を維持できる (水利用効率が高い) ことが知られている。ノキシノブの近縁種は復活植物 (極めて低い含水率まで乾燥させた後、再吸水により回復する機構を持つ植物) が有する乾燥耐性 (Desiccation tolerance) を持つことが知られている。このことから、ノキシノブも同様の乾燥耐性を有しており、葉含水率が気象条件 (降雨—晴天) に対応して変化している可能性がある。本研究の目的は、2 日間の連続降雨を想定した条件下および降雨終了後の乾燥過程を想定した条件下での葉含水率及び生理活性の変化を明らかにすることである。高知大学構内でサンプルを採取して種同定を行った。その結果、採取したサンプルには、ノキシノブ (狭義)、クロノキシノブとその雑種の特徴を有するものが確認されたが、形態的な差異は連続しており種を細分することができなかった。このため、以降では広義のノキシノブとして実験を進めた。採取したサンプルの根元を 2 日間蒸留水に浸し吸水させた。十分に吸水したサンプルについて、湿重量と葉面積、気孔コンダクタンスを測定した後、恒温条件下 (20°C, 湿度 82.12±7.73%) に 7 日間置き重量、気孔コンダクタンスを測定した。7 日間乾燥させたサンプルは、再度蒸留水に浸して吸水させて重量の変化を測定した。葉の重量データより、相対含水率 (RWC) を求めた。吸水条件から乾燥条件へ移行後 (降雨終了後)、約 2 日で RWC は約 50% に低下し、7 日後には約 30% 以下に達した。気孔コンダクタンスは吸水終了後には 0.51 mmol/m²/s であったが、7 日後には 0.08 mmol/m²/s まで低下した。乾燥させたサンプルの RWC は、吸水条件移行後 1 日で約 60% に回復し、2 日後には 80% 以上まで回復した。本研究では Desiccation tolerance の判定を目的としていなかったため、断定はできないものの本種は他の復活植物と同様の乾燥耐性を持つと推察される。また、降雨減少に対応して葉含水率が変化することが明らかとなった。

ツバキ属植栽樹の異常花粉とその樹冠下における土壤表層花粉の堆積様式 植物生態学研究室 大井 愛莉沙

人体のほか、衣類、靴底などに付着した花粉が犯罪の証拠物の 1 つとして被疑者・被害者の供述の裏付けや犯罪現場の推定などに活用されることがある。ツバキ科ツバキ属は花木として広く植栽されるため、本属の現生花粉やその樹冠下に堆積する土壤花粉が重要な証拠物となる可能性がある。本研究では、千葉県柏市の国立研究機関を事例に、敷地内に植栽されたヤブツバキとカンツバキ系 1 品種、獅子頭 (シシガシラ) を調査木とし、シシガシラ花粉の外部形態と、両調査木樹冠下における土壤表層花粉の堆積様式を調べた。シシガシラ正常花粉の外形は極観が 3 裂円形、赤道観が楕円形で、発芽口は 3 溝孔型である。極軸長は 60~77 μm、赤道径は 42~57 μm (アセトリシス処理後) で、表面彫紋はしわ状~微穿孔状であった。外部形態に異常がある「疑似花粉粒」の出現割合は 10% 程度で、外形は球形~楕円形で、発芽口はなかった。長径は 42~70 μm で、外壁表面には二枚貝に似た条肋が線状、らせん状あるいは同心円状に走る特徴があった。シシガシラの疑似花粉粒はアセトリシス処理で消失した。トウツバキ系品種群では、疑似花粉粒の出現割合が種ごとに異なり、気候条件の違いで変化する可能性も示唆されている。人体などに付着することを想定して、カンツバキ系品種群でも疑似花粉粒の詳細な調査が必要である。両調査木の樹冠下では、鉬物土壤層のほか、堆積腐植層でもツバキ属花粉がほとんど出現しなかった。このため、ツバキ属花粉の産状による異同識別は困難である。他方、土壤表層の花粉組成を見ると、両調査木が近接するにも関わらず、ヤブツバキ樹冠下ではアカメガシワ属、ブタクサ属、その他のキク科、コナラ属アカガシ亜属などが、シシガシラ樹冠下ではマツ属複維管束亜属のほか、イチョウ属、サルスベリ属、ヤマモモ属花粉などが特徴的に産出した。これは花粉散布源となる敷地内の植栽木や敷地に隣接する植生の空間配置で概ね、説明できる。ただし、花粉散布源の空間配置では説明できない、土壤表層に残存しない花粉もあるため、土壤表層花粉の堆積様式に関しても体系的な調査が必要である。

福島県桧原湖湖底遺跡（桧原宿跡）に関する花粉学的研究
植物生態学研究室 湯山 雅大

福島県の桧原湖は 1888 年の磐梯山噴火により生じた堰き止め湖で、湖北には江戸時代から続く宿場町（桧原宿）の水中遺跡が存在する。遺跡の保存状態が良好で、古地図や史実資料との比較から、かつて宅地や畑地、街道などがあった場所を特定できる。本研究では、潜水ボーリングで得られた宅地・畑地跡のコア試料の花粉分析を行い、畑地であった当時の栽培植物について調べた。また、コア試料の花粉分析の結果、アサ型花粉が多産したため、栃木県鹿沼市にあるアサ畑の土壌の花粉分析も行うことで、当時のアサの栽培法を推論した。宅地・畑地跡のいずれでも、コア下部ではヨモギ属、イネ科、ソバ属などの草本花粉が多産した一方、上部ではマツ属複維管束亜属、スギ属、コナラ属コナラ亜属、ブナ型、ハンノキ属ハンノキ亜属などの木本花粉が優勢であった。また、畑地跡コアの下部ではアサ型花粉も高率で出現した。この花粉組成の変化は、コア試料の飽和密度、平均粒径、鉱物構成比などの変化と整合的であった。つまり、コア下部は磐梯山噴火前の土壌に、上部は噴火後の湖成堆積物に対比でき、畑地ではまずアサを植え、後作としてソバを栽培したこと、その周辺にはヨモギ属が多い草地があったことが示唆される。また、噴火後、山地域ではアカマツやスギの植林、ミズナラ-ブナ二次林やハンノキ湿生林の発達があったことを表している。鹿沼市のアサ畑では、繊維用の茎を収穫するための畑（茎畑）と、種子を採取するための畑（種畑）がある。いずれの畑でもアサ型花粉は極めて低率であった。これは茎畑ではアサが開花する前に茎を収穫し、それ以外の部分を焼却すること、種畑でも種子の採取後、それ以外の部分を焼却することに起因すると推定される。他方、福島県奥会津地方ではかつて、アサ畑周囲のアサを収穫せずに採種目的で残したこと、採取後の茎は焼却せず麻布用の糸に加工したとされる。桧原宿でのアサ栽培法が後者に近かったこと、噴火後、畑地が水没し酸素が少ない環境に置かれたことで、アサ型花粉が土壌中に保存された可能性がある。

長野県上高地の亜高山帯域における過去約 7 千年間の植生史
植物生態学研究室 咲花 伊久美

北アルプス南部、長野県上高地の善六沢・玄文沢源頭の地すべり移動体上に生じた、線状凹地（SMALD、標高 2,298 m）を埋積する堆積物の花粉分析を行い、上高地の現在の亜高山帯域における過去約 7 千年間の植生史を明らかにした。堆積物の全長は約 1.7 m で、最下層を除き、有機物を含むシルトからなり、層厚 2~15 cm の砂・礫層を所々に挟む。深度 154 cm の有機質シルトの ^{14}C 較正年代は約 6.3 千年前であった。全層を通してカバノキ属花粉が高率で出現し、モミ属、トウヒ属などの常緑針葉樹花粉を随伴する。堆積物の中・下部（約 6.8~1.8 千年前）ではクマシデ属、コナラ属コナラ亜属、ブナ型、カエデ属などの落葉広葉樹花粉も比較的高率で連続出現した一方、上部（約 1.3 千年前~現在）では落葉広葉樹花粉が減少し常緑針葉樹花粉が増加した。上高地で得られた他地点の花粉・大型植物化石データも加味して復元した、亜高山帯域の植生史は次の通りである：1) 約 6.8~1.8 千年前には、タケカンバが優勢で、トウヒやモミ類などの常緑針葉樹は現在よりも分布密度が低く小群をなし、カエデ類、モチノキ類などの低木林、イネ科などの草原とモザイクを形成した；2) 約 2.2 千年前には砂層形成を伴う地すべり・斜面崩壊が発生し、ダケカンバが一時的に増加した；3) 約 1.3 千年前以降、亜高山帯中・下部を中心に常緑針葉樹林が発達したが、上部では約 9 百年前にいったん衰退し、ダケカンバが増加した。上高地では、他の本州中部山岳地の亜高山帯域と比べ、ダケカンバに対比されるカバノキ属花粉が多産する特徴がある。上高地では後氷期初頭に遡る岩盤の重力変形を主因とした線状凹地や低崖群が発達する。地すべり・斜面崩壊跡地も多く、土砂生産・移動が頻繁に繰り返されたとみられ、こうした立地環境の不安定性が先駆種であるダケカンバの増加を促したと推論できる。

宮崎県えびの市中末永の露頭で採取した堆積物試料（NSN-A と B）の花粉分析を行い、同試料から報告された大型植物化石データのほか、近隣で得られた植物化石データと比較することで、加久藤盆地における最終氷期最盛期の植生分布を明らかにした。花粉分析を行った NSN-A の下部と B はいずれも、粘土あるいはシルトと砂の互層、砂層からなり、NSN-B は A の下位にあたる。NSN-A と B の下部には植物化石の密集層を挟む。NSN-A の植物化石密集層から採取した枝試料の ^{14}C 較正年代は約 2.7 万年前であった。NSN-A, B のいずれも、カバノキ属、イヌシデ型を含むクマシデ属、コナラ属コナラ亜属などの落葉広葉樹花粉が多く、NSN-A ではまた、ハンノキ属ヤシャブシ亜属とツツジ科花粉を高率で随伴する。大型植物化石では、NSN-B でウラジロモミを含むモミ属、シラカンバなどの高木が多く、堆積物 A ではキイチゴ属、ガンコウラン、タニウツギ属などの低木が多かった。中末永の西方にある、田代と妙見原では、イネ科などの草本花粉が過半を占め、木本花粉ではコナラ亜属、クマシデ属、カバノキ属などの落葉広葉樹花粉が多産した。田代ではさらに、コナラ、ヤマグワ、カラスザンショウ、クマヤナギ属、ミズキなどの落葉広葉樹の大型植物化石が産出した。以上の結果から、最終氷期最盛期の加久藤盆地には、イネ科などを主とする草原に、コナラ亜属（コナラ）、クマシデ属（サワシバ・イヌシデを含む）、カバノキ属（シラカンバを含む）などの落葉広葉樹が優勢で、ウラジロモミなどの温帯針葉樹を伴う森林が点在したと推定される。常緑矮性低木のガンコウラン（ツツジ科）は現在、中部日本以北の高山低木林の構成種で、北海道では冷温帯の高層湿原にも生育する。NSN-A で多産したツツジ科花粉は本種に対比できる。ヤシャブシ亜属花粉も高率で随伴することも考慮すると、中末永では水湿地のほか、始良入戸噴火（約 3 万年前）に伴う火山噴出物の堆積・崩壊地に生じたヤシャブシ類の低木林内に本種が生育していた可能性がある。

原生生物纖毛虫コルポーダ（*Colpoda cucullus*）は、生育に適した水環境下では栄養細胞の状態で存在し、分裂・増殖を繰り返す。一方、乾燥や飢餓、環境の悪化などの要因により、乾燥・凍結耐性をもつ休眠シストを形成する（シスト化）。先行研究において、休眠シストを電子顕微鏡で観察した結果、内部には細胞小器官がほとんど観察されないことから、休眠シスト形成過程でオートファジーが関与している可能性が示唆された。しかし、その実証はなされていない。そこで本研究では、様々な蛍光試薬を用いてオートファジー現象を可視化することを目的とした。まず、オートファジー現象の観察を容易にするために、コルポーダの栄養細胞を飢餓環境下におき、細胞内の食胞がなくなるまでの時間を検討した。その結果、飢餓開始から 3 時間の間に食胞の数は徐々に減少し、4、5 時間後にはほぼ無くなった。次に、飢餓開始 5 時間後の食胞が見られない細胞をアクリジンオレンジ染色し、蛍光顕微鏡で観察を行ったところ、細胞内にオレンジ色の顆粒状の蛍光が観察された。この顆粒状構造は、オートファジー関連小胞である可能性が示唆された。しかし、アクリジンオレンジは中性条件では緑色、酸性条件では赤色の蛍光を発する性質がある。したがって、アクリジンオレンジ染色では食胞とオートファジー関連小胞を完全に区別することは困難である。そこで、オートファジー関連小胞を特異的に染色する試薬を用いて、飢餓処理後の細胞を染色し、蛍光顕微鏡観察を行った。その結果、飢餓開始後 1~3 時間でオートファゴソームとみられる顆粒状構造が観察され、2 時間以降にはオートリソソームとみられる顆粒状構造が観察された。これらの観察結果から、コルポーダの休眠シスト形成過程において、オートファジー現象が関与していることが明らかになった。

原生生物肉質虫マヨレラ (*Mayorella viridis*) はミドリアメーバとも呼ばれ、体内に多くのクロレラを共生させている。マヨレラはクロレラに窒素源を供給し、クロレラから光合成産物を受け取ると考えられる。同様に、繊毛虫ミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*) も体内にクロレラを共生させている。ミドリゾウリムシは、薬剤を用いて共生クロレラを除去することにより白いミドリゾウリムシを作製することが可能である。また、白化させたミドリゾウリムシにクロレラを与えることで再び共生させることも可能である。しかし、マヨレラにおける共生クロレラの除去および再共生に関する研究については現在まで報告例がない。そこで本研究では、マヨレラ白化株を作製することを目的とした。まず、マヨレラを恒暗条件で培養した結果、白いマヨレラを得た。しかし、恒明条件に戻すとクロレラが増殖し緑色に戻ったため、完全な白化には至らなかった。マヨレラからクロレラを完全に除去できない理由として、マヨレラがクロレラを消化して得た窒素源を他のクロレラに与えることで、クロレラは僅かながらもマヨレラの体内で増殖し、維持されていると考えられた。次に、様々な種類の光合成阻害剤存在下で培養することによりマヨレラの白化を試みた。その結果、ノルフラゾンを用いた場合に最も白いマヨレラを作製することができた。この白いマヨレラは、恒明条件下でもクロレラが増殖が見られず、長期間白色のままであった。しかし、蛍光顕微鏡により、体内にわずかなクロレラの自家蛍光が観察され、マヨレラが完全に白化したとは言い切れなかった。恒明条件であってもクロレラが増殖せず、白いマヨレラが緑色に戻らない理由については不明のままである。

刺胞動物に属するヒドラは、数ミリほどの細長い体に長い触手を持つ。この触手に触れた餌生物は、毒素によって瞬時に動きが止まり、やがて触手が短縮することで口部へと引き寄せられ、そのまま飲み込まれて胃腔内で消化される。ある時、餌としてブラインシュリンプを与えた際、触手に触れていないにも関わらずブラインシュリンプの動きが止まる様子が観察された。このことから、ヒドラは何かの毒素を体外に分泌しているのではないかと考えた。そこで本研究では、ヒドラが体外に分泌する毒素を特定し、ブラインシュリンプに対する毒性を明らかにすることを目的とした。本研究には飼育が容易なグリーンヒドラ (*Hydra viridissima*) を用いた。ヒドラはミネラルウォーターで飼育し、餌として甲殻類に属するアルテミア (ブラインシュリンプ) を定期的に与えた。給餌前後の飼育水を回収し、それを別に準備した 50 個体のブラインシュリンプに与え、経過時間ごとに毒性を評価した。まず、給餌後の飼育水を与えた結果、ブラインシュリンプは、1~3 時間の間に麻痺するように運動を停止し、さらには 24、48 時間の間に崩れるように溶解した。このことから、給餌後のヒドラ飼育水には神経毒素と溶解性毒素が含まれると考えられた。給餌後の飼育水を熱処理した結果、麻痺作用は変わらず溶解作用が減弱したこと、また、ヒドラの触手に触れた直後の麻痺した状態のブラインシュリンプは、その後、溶解しなかったことから、神経毒素と溶解性毒素は別のものであり、溶解性毒素はタンパク質であると考えられた。一方、給餌前のヒドラ飼育水には麻痺作用は認められず溶解作用のみ認められたことから、溶解性毒素は常時分泌されているものと考えられた。この溶解性毒素による溶解作用は、キチナーゼ阻害剤の影響を受けず、プロテアーゼ阻害剤により阻害されたことから、溶解性毒素はプロテアーゼである可能性が示唆された。

サンゴのプラヌラ幼生における褐虫藻の取り込み 細胞生物学研究室 安部 菜月美

サンゴ礁を構成する造礁サンゴは、一般的に褐虫藻と呼ばれる光合成渦鞭毛藻類と共生関係をもっている。通常、褐虫藻はサンゴの内胚葉細胞内に共生して光合成を行い、サンゴの成長、生存率、健康状態に大きく関与する。褐虫藻の獲得には、親から子に直接渡される垂直伝播と子が環境から獲得する水平伝播の2つがあるが、その大半は水平伝播である。しかし、サンゴのプラヌラ幼生期における共生の開始に関する研究は、あまり注目されてこなかった。

本研究では、サンゴのプラヌラ幼生期の褐虫藻の獲得過程を明らかにするための基礎的な知見を得るため、ウスエダミドリイシ (*Acropora tenuis*) の受精後 14 日目のプラヌラ幼生と渦鞭毛藻 *Symbiodinium microadriaticum* (clade A1) をシャーレで共培養した。共培養開始後、2 時間、5 時間、1 日のプラヌラ幼生を固定・樹脂包埋し、光学顕微鏡用の連続切片を作成し、観察を行った。その結果、プラヌラ幼生は洋梨形を呈し、外胚葉(皮層)と内胚葉(胃層)の 2 層の組織で構成されていた。先端には外胚葉が内側に陥入するように口が形成され、内胚葉の中には空洞が見られ、胃腔形成の初期段階であった。共培養後、2 時間、5 時間、1 日のプラヌラ幼生において、*S. microadriaticum* (褐虫藻) の取り込みが確認された。褐虫藻は内胚葉の領域のみに存在し、外胚葉では認められなかった。多くの場合、褐虫藻は、プラヌラ幼生の口から長軸方向に向けて中間の領域に分布していたが、中間部よりやや後方に分布している褐虫藻も存在した。しかし、共培養後 1 日の個体では観察した 3 個体のうち 1 個体で褐虫藻が確認できなかった。今後は透過型電子顕微鏡を用いて、細胞内に取り込まれているかを確認する必要がある。また、取り込まれた褐虫藻が分裂によって増加するかを確認し、共生が確立しているかを確かめる必要がある。

渦鞭毛藻トラコスファエラの細胞外被構造 細胞生物学研究室 小出水 梨乃

海産渦鞭毛藻トラコスフィエラは、遊走細胞と不動細胞のステージとが交替する生活環を持っており、その不動細胞は石灰質の細胞外被を形成するが、その細胞外被の形成過程の詳細は未だ明確ではない。そこで本研究では、*Thoracosphaera heimii* を用いて、細胞形態によって生活環をステージ分けし、経時的に各ステージの細胞数を計測し、細胞外被形成中の細胞が比較的多い時間帯と経過日数を特定した。その後、通常培養条件(中日条件)と連続暗期条件での細胞外被形成の過程を光学顕微鏡で観察・撮影を行った。さらに、培養液交換後から 2 ヶ月以上、または 3 ヶ月以上経過した細胞において、石灰質の細胞外被形成の有無を調べた。

本種の生活環を栄養細胞期、遊走細胞期、不動化直後、細胞外被形成期の 4 つのステージに分けた。不動化直後の細胞は球形で、その表面は滑らかであったが、不動化後約 45 分~1 時間で葉緑体が細胞中心部に凝縮し始めた。その約 15 分後には、細胞表面に徐々に透明な粒状の構造が出現し始め、約 30 分の間に細胞周辺に広がった。その後約 1 時間で石灰質の細胞外被が肥大するとともに、葉緑体の凝集が緩み細胞全体が褐色を示した。連続暗期条件下では、連続暗期条件での培養開始から 24 時間以内の細胞は、約 2 時間で石灰質の細胞外被を形成したが、連続暗期条件下で 3 日以上培養した細胞は、約 3 時間経過しても石灰質の細胞外被は形成されなかった。また、培養液交換後 3 ヶ月以上経過した細胞では、約 3 時間経過しても石灰質の細胞外被は形成されなかった。培養液交換後 1 ヶ月以上経過した細胞では、細胞の大きさが 10 μm 以上で石灰質の細胞外被を形成せず、細胞周辺に透明の膜構造を持つ全体が褐色の細胞が観察された。このような細胞の割合は、培養液を交換しない日数が増えるほど増加した。以上の結果から、石灰質の細胞外被の形成には光と栄養が必要である可能性が示唆された。

本研究に用いた海産渦鞭毛藻 *Pyrocystis lunula* は、楕円形の遊走細胞と、不動性で H 型の細胞質をもつ三日月形の形態を呈した栄養細胞の 2 つのステージが交代する生活環を持っている。これらの形態は、それぞれのステージで大きく変化することが知られている。細胞表層部には表層微小管が配列しており、細胞の形態の変化・維持・決定に関与していると考えられるが、それらの具体的な役割や機能はほとんど明らかになっていない。本研究では、微小管破壊剤であるアミプロフォスメチル (APM) を使用して本種の表層微小管を破壊し、APM 除去後の細胞の形態変化を観察することで、表層微小管が細胞の形態変化に与えている影響を明らかにすることを目的として実験をおこなった。

細胞を 10 μ M APM を含む培養液で培養することによって、24 時間後には細胞壁を持たない球形の細胞と、細胞壁を持ち細胞質が球形に変化する細胞が出現した。この中で細胞壁を持たない球形の細胞のみを集めて APM を除去し、それぞれの細胞の形態変化の過程を、倒立顕微鏡を用いて 8 日間、経時的に観察・撮影をおこなった。その結果、形態変化の違いによって、7 種類のパターンに分類した。それらは、①球形細胞が分裂せず、正常な三日月形へと形態変化した細胞 (26.47%) ②球形細胞が分裂し、正常な三日月形へと形態変化した細胞 (14.7%) ③球形から変化しない細胞 (16.9%) ④細胞壁が完全に再生せず、球形細胞が変形した細胞 (5.2%) ⑤楕円形の細胞壁が形成されるが、細胞壁が楕円形のまま変化しない細胞 (8.1%) ⑥楕円形の細胞壁が形成され、細胞質は strand を形成するが、正常な三日月形へと形態変化しない細胞 (18.5%) ⑦崩壊した細胞 (10.4%) であった。また、①と②の正常な三日月形へと形態変化した細胞では、細胞質にそって形成された最初の細胞壁がはがれるタイミングによって、さらに 8 つのパターンに分類した。

海産渦鞭毛藻 *Pyrocystis lunula* は、楕円形の遊走細胞のステージと、三日月形の細胞壁と H 型を呈する原形質をもつ不動細胞のステージを交互に繰り返す生活環をもち、細胞外形と細胞質の形態が大きく変化する。本種の遊走細胞は ecdysis という、細胞外被を脱ぎ捨てて不動細胞へと変化する際に、細胞表層部分に存在する電子密度の高い物質を含む小胞 (dense vesicle: dv) の内容物が細胞外へ放出され、不動細胞の細胞壁の一部になることが報告されている。また、この dv は、形成時期と微細構造は明らかになっているが、その形成過程は明らかになっていない。

そこで本研究では、*P. lunula* を用いて、dv の形成過程を明らかにすることを目的として、細胞を急速凍結置換固定法によって固定し、dv とその周辺の細胞質に存在する小胞の微細構造を超薄切片法を用いて、透過型電子顕微鏡で観察した。その結果、これまでに報告されている dv の内部構造と一部類似する構造をもつ小胞が複数存在した。それらの内部構造に基づいて小胞を分類し、小胞の大きさや形も合わせて比較・検討した。また、比較的 dv の近くに分布する複数の小胞が存在したことから、それらの小胞が dv 形成に関わっている可能性を考え、その内部に含まれる構造によって分け、大きさや形を比較した。特に、dv の近くに存在した小胞として、内部に繊維状の物質や電子密度の高い物質を豊富に含む不定形の小胞や内部が電子密度のやや高い物質を均一に含む楕円形状の小胞などが存在した。

徳島県西部国見山の地衣フロラ
植物分類学研究室 石井 陽子

徳島県内における地衣類相の研究は、剣山（吉村・原田 1986）や三嶺（岡本・松川 2001）などの剣山系が中心となっており、そのほかの地域でも標本は報告されているが詳細な調査は少ない。

本研究では徳島県西部、高知県と愛媛県両方の県境に近い場所に位置する国見山（標高 1409m）の地衣類相を明らかにすることを目標とした。国見山の頂上一帯にはブナ・ミズナラの自然林が残存し、林床にはミヤコザサが多い太平洋型の代表的なブナ・ナラ林となっている。少し下ると照葉樹林とスギ・ヒノキの人工林が混在する。祖谷溪と大歩危溪に挟まれており、地質は大部分が砂質片岩である。しかし一部礫質片岩地帯もあり、露頭も観察することができる。

今回は南東斜面から東の稜線を伝う「後山」ルート、南西の稜線を伝う「国見古道」ルート、北の稜線を伝う「川崎」ルートの 3 つのルートで 1030m から頂上の 1409m までの間の調査を行った。

調査の結果、31 属 55 種の地衣類を確認した。本調査で採集されたほとんどが冷温帯で見られる種であった。また、三嶺（岡本・松川 2001）や剣山（吉村・原田 1986）と比較しても共通するところが多くみられた。さらに、人工林で見られた種数は自然林と比較してかなり少なく、不定形地衣以外の多くの地衣の生育に適した環境でないことが示唆された。

宇都賀山周辺（土佐市宇佐町）の地衣フロラ
植物分類学研究室 那須田 匠

山脈及び特殊な岩石地帯に恵まれる高知県では、地衣フロラの調査研究は、工石山や山嶺、横倉山などの標高 1,000m 越えの山々や、石灰岩地を主として行われてきた。数では劣るものの、海岸地域における調査もなされてきた。しかし、それらの中間とも言える低山・半島的環境の地衣フロラは未だ明らかになっていない。本研究では、土佐市宇佐町横浪半島に存在する宇都賀山周辺の地衣フロラを調べることにより、そういった半島的環境における地衣フロラの特徴を明らかにすることを目的とした。

横浪半島は四万十帯北帯に属し、その地質は砂岩泥岩、並びにチャートの混在岩相である。東西にのびる半島の南側は急峻であり礫浜、北側は場所により礫浜・砂浜・泥浜になっている。宇都賀山（255.9m）は横浪半島の先端に位置し、東側には市天然記念物の蟹が池を有する。基本的にはアラカシ、ヤブツバキ、カゴノキ、ヤブニッケイといった常緑照葉樹であるが、お遍路である為にスギ、ヒノキの人工林が部分的に存在する。暖かさ指数は 143.7、年平均降水量は 2771mm であり、比較的暖かく多雨な暖温帯と言える。本調査は明德義塾中学校・高等学校 堂ノ浦キャンパスより東、横浪スカイラインより北側を中心に行った。

その結果、標本数 363 点、27 科 60 属 201 種の地衣類を確認した。その内、四国新産は 5 種、高知県新産は 9 種、県内で報告例の少ない種は 7 種含まれていた。森林内及び横浪スカイラインを含む箇所での種数が比較的少なく、森林内が常に暗い為に地衣類が生育しづらいこと、排気ガスの SO₂ に耐性が無い種が侵入しづらいことといった、環境的要因が示唆された。一方で、林縁や神社仏閣周辺は種数が多く、日照条件の良さや、着生基物の多様性、長期的に保護、手入れが為されていることが原因と考えられる。

日本からはこれまでに約 1800 種の地衣類が記録され、国土の面積が狭いのにも関わらず、多様な種が生育することが明らかになっている。しかし日本全域で詳細な調査が行われているわけではなく、個々の種の分布や生態に関する知見は未だ十分とは言えない。高知県における地衣類相の調査は、三嶺や虚空蔵山などの山間部、海岸地域などの、地理的特徴のある地域で多く行われている。一方で、地理的に特筆すべき点の無い地域の調査例は少ない。本研究では、地理的に特筆すべき点の無い山間部地域である、いの町下八川地区を対象に調査を行った。いの町下八川地区は、上八川川に沿って国道 194 号線が南北に伸びており、川沿いに民家が点在している。地質については、調査区域のほとんどはチャートである。植生については、常緑広葉樹林が優占しており、パッチ状に常緑針葉樹の植林がみられる。今回の調査で 29 科 54 属 83 種の地衣類を確認した。これらの中には、国内での報告例が少ない *Chiodecton congestulum* Nyl.(ヒョウモンメダイゴケ)も含まれている。また、高知県山間部における代表的な地衣類種を明らかにして比較することで、いの町下八川地区の地衣類相の特徴を明らかにした。

高知大学朝倉キャンパス（高知市）におけるコケ植物相，基物による生育種の違いに注目して
植物分類学研究室 松永 成理

高知大学朝倉キャンパスは大学生の学びの場だけでなく、小学生の通学路や市民の憩いの場としても多くの人々に利用されている。約 160,000 m² のキャンパスには多くの樹木が植えられていることに加えて池や運動場などもあり、土や岩の上、樹の幹などには様々なコケ植物を見ることができる。近年では生活圏における緑化の促進が地球温暖化の防止に寄与するだけでなく、精神的健康や幸福感の向上、さらには生物多様性を増やす効果があることが指摘されており、コケ植物に関しても生育量を増やし適切に管理することが望ましいと考えられる。

本研究ではコケ植物を用いた緑化推進の第一歩として、高知大学朝倉キャンパスにおけるコケ植物の多様性の解明を目的とし、基物による生育種の違いに注目して研究を行った。調査地の選定には建物の建築年代、樹種、高湿度の環境を考慮した。2024 年 7-12 月に野外調査を行い、合計 199 点の標本を採取した。このうち 118 点について種の同定を行い、セン類 18 種、タイ類 3 種、ツノゴケ類 1 種の生育を確認した。キャンパス内で最も広範囲に分布していた種はハイゴケ *Hypnum plumaeforme*（芝生に混生）、カタハマキゴケ *Hyophila involuta*（コンクリート上）、ミノゴケ *Macromitrium japonicum*（樹幹上）であった。建築年代の異なる建物間での比較ではゼニゴケ *Marchantia polymorpha* subsp. *ruderalis* の有無に違いがあるだけであった。樹種間の比較ではケヤキに 6 種（4 本）、センダンに 5 種（2 本）、クスノキに 4 種（4 本）のコケ植物が樹幹に生育していた。トガリイタチゴケ *Leucodon nipponicus* は正門のセンダンのみで確認された。高湿度の環境となる池周辺では多くの種が生育しており、コホウオウゴケ *Fissidens adelphinus* とシノブチョウチンゴケ *Cyrtomnium hymenophylloides* は池周辺でのみ確認された。また、キャンパス内の他の場所では樹幹上のみ生育していたラセンゴケ *Herpetineuron toccoe* などの種が池の岩上に生育していることが明らかになった。本研究により、種ごとに生育しやすい基物の違いがあること、樹幹に最も多くの種が生育していることが明らかになった。今後、朝倉キャンパスにおいてコケ植物の多様性を維持し生育量を増やすためには多様な基物が存在する環境を残し、コケ植物が生育しやすい樹木を増やすことが望ましいと考えられる。

佐川ナウマンカルスト（高知県佐川町）における石灰岩上に生育するコケ植物について
植物分類学研究室 野々宮 隆雅

佐川ナウマンカルスト（高知県佐川町）は特異な形の石灰岩が小規模ながら密集して露出する県内でも珍しいカルスト地形である。標高 110–160 m に位置する北西向きの斜面（約 140 × 240 m）の上部には大型の石灰岩が密集しており、下部では小型の石灰岩が散在している。同地に生育する植物については定期的に草刈りを行っているために維管束植物に関する研究は難しいが、石灰岩上にも生育することが可能なコケ植物に関しては研究の余地がある。特に低標高のカルスト地形としては県内でも珍しいため希少な好石灰岩性のコケ植物種の生育が期待されるが、これまでにコケ植物に関するまとまった調査・研究は行われていない。

本研究では佐川ナウマンカルストにおける石灰岩上のコケ植物の多様性解明を目的とした。調査範囲である斜面全体を上部と下部の調査区に分け、石灰岩上に生育するコケ植物を素手で採取した。調査は 2024 年 6 月と 9 月の草刈り後に行い、これまでに合計 122 点の標本を採取した。本調査の結果、セン類 14 種（8 科 12 属）、タイ類 1 種（1 科 1 属）の生育を確認した。大型の石灰岩が密集する斜面上部ではコハイヒモゴケ *Meteorium buchananii* subsp. *helminthocladulum*、ヒラヤスデゴケ *Frullania inflata*（タイ類）、好石灰岩性のタチヒラゴケ *Homaliadelphus targionianus* などの生育が確認された。下部では石灰岩の数が少なく、コケ植物の種数と生育量も少ない。また、斜面上部にある大型の石灰岩の北面にはサメジマタスキ *Pseudobarbella kiushiuensis* の生育が確認された。ふつつ本種は溪流沿いの樹木から下垂して生育しており、周辺に河川の無い石灰岩上に生育することは極めて稀な事例である。本調査地は周囲よりも標高が低いため湿った空気が溜まりやすいことに加え、日の当たらない岩面では日中でも湿度が高く保たれるために本種の生育が可能であると考えられる。本研究ではコケ植物の種数や生育量に石灰岩の向きが関係していることが示唆されたが、石灰岩の大きさやコケ植物個体群の地面からの高さに関しては顕著な違いは認められなかった。本研究により佐川ナウマンカルストで確認された特有のコケ植物相を維持するためには、斜面上部の石灰岩が提供する微細環境を維持するとともにコケ植物各種の繁殖様式の解明が期待される。

樽の滝（高知県須崎市）におけるコケ植物相
植物分類学研究室 中島 太志

高知県須崎市に位置する樽の滝は新莊川の支流・依包川（よりかねがわ）の上流にある高さ 37 m、幅 6 m の滝であり、牧野富太郎博士がタキミシダを発見した場所としても広く知られている。滝の近くなどの湿度の高い特殊な環境を好むタキミシダは栽培困難種であると共に絶滅危惧種に指定されており（環境省 IB 類、高知県 IB 類）、樽の滝は現在では須崎湾県立自然公園及び須崎市天然記念物に指定されている。これまでの研究によって樽の滝からはタキミシダをはじめとする複数のシダ植物が報告されているものの、コケ植物に関するまとまった調査・研究は行われていない。

そこで、本研究では樽の滝に生育するコケ植物相の解明を目的として研究を行った。調査範囲は滝つぼから下流に向かって約 25 m の区間とし、滝つぼからの距離による環境の違いに注目して調査範囲を A 地点、B 地点、C 地点の 3 地点に分け、調査範囲内の様々な基物に生育するコケ植物を素手で採取した。調査は 2024 年 6–11 月に行い、計 5 回の調査で合計 131 点の標本を採取した。このうち 65 点を同定し、セン類 17 種（10 科 12 属）、タイ類 9 種（5 科 7 属）の生育を確認した。樽の滝ではコケ植物の生育量は豊富であり、地面や岩上にはヒメシノブゴケ *Thuidium cymbifolium* やホウオウゴケ *Fissidens nobilis*、ジャゴケ *Conocephalum conicum* が多くみられる。樹木やシダ植物の生葉上からはウニバヨウジョウゴケ *Cololejeunea spinosa* が確認され、樹上からはキヌヒバゴケ *Barbella enervis* が垂れ下がるように生育していた。滝つぼの岩上にはスジチョウチンゴケ *Rhizomnium striatulum* やアオハイゴケ *Rhynchostegium riparioides* が生育し、溪流沿いの転石上には微小なホウオウゴケ属の種であるツクシホウオウゴケ *Fissidens bryoides* var. *lateralis* とスナジホウオウゴケ *F. bryoides* var. *esquiolii* が確認された。注目すべき種としては環境省準絶滅危惧種のカビゴケ *Leptolejeunea elliptica* とキジノオゴケ *Cyathophorella tonkinensis*、トサヒラゴケ *Neckeropsis obtusata* が挙げられ、いずれも維管束植物を着生基物としていた。年中高い湿度が保たれ、多くの維管束植物が生育する樽の滝では、維管束植物はコケ植物にとっての多様な基物と生育環境を提供しており、コケ植物の高い種多様性を維持する重要な要素であると考えられる。

イベント堆積作用に伴う攪乱からの漸深海性底生群集回復過程：下部中新統豊浜層の例
古生物学研究室 木村 あきら

イベント堆積物は急速な堆積によって底生生物を生き埋めにし、海底生態系に大きな影響を与える攪乱を引き起こす。こうした攪乱が頻繁に起こる堆積場は、生物にとって過酷な環境となる。知多半島に分布する下部中新統豊浜層では、火山砕屑物が重力流で急速に堆積したことに伴って生じた攪乱から、*Phycosiphon incertum* などの形成者である蠕虫（環形動物？）類や *Thalassinoides* isp. の形成者であるチタスナモグリなどが順次植民し、底生群集が回復していった過程が記録されていることが知られている。しかし、先行研究ではごく限られた岩石試料の観察しかなされておらず、複数の断面による、より広範囲の観察に基づいて、海底攪乱からのさらに詳しい底生群集回復過程を復元する余地が大いにあった。そこで本研究では、先行研究で扱われた試料の未観察部分をより広い範囲で観察し、イベント堆積作用に伴う海底攪乱からの底生群集回復過程のより詳しい復元を試みた。

その結果、先行研究で示された生痕化石の他に蠕虫類？がつくる *Gyrolithes* isp. や *Teichichnus* isp., *Skolithos* isp., ?*Trichichnus* isp. ほか、3 種類の未記載生痕化石を新たに見いだした。さらに、2 枚の重力流堆積物に発達する生痕化石群集には、巢穴径 0.2~2 mm 程で潜没深度も浅い種類が卓越するものと、巢穴径約 2 cm に達する *Thalassinoides* isp. のように比較的大型で潜没深度も深い生痕化石が顕著なものが見られた。前者が植民した半遠洋性泥岩は後者のそれよりも薄いことから、その堆積期間、即ち、植民の期間が後者よりも短かったため、生態遷移が小型未記載種を形成した小型蠕虫類？の植民に留まったものと解釈される。一方、後者では、比較的長い期間にわたって安定な環境が継続し植民が行われたため、大型の十脚類であるチタスナモグリなども生息するようになったものと考えられる。

中新統白浜層に記録された泥火山堆積作用が及ぼす生痕化石群集への影響
古生物学研究室 遠山 ケビン 拓美

紀伊半島南西部に分布する中新統前弧海盆堆積物である田辺層群には、地下の未固結泥が上昇し地表に噴出した泥火山堆積物の存在が知られる。泥火山は、地質学界で広く関心が寄せられてきた事象であるが、いずれの研究も固体地球に関する視点が中心であり、泥火山の活動が生物群集に及ぼす影響を検討した例はない。そこで本研究では、泥火山堆積物が豊富に挟在する、和歌山県白浜町袋漁港に露出する田辺層群白浜層を対象に、堆積システムを復元するとともに産出する生痕化石群集の観察を行った。さらに、復元した堆積システムをもとに、白浜層の他層準に発達する、泥火山堆積作用の影響を一切受けない同様な堆積システムでの生痕化石群集との比較を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。まず、袋漁港の白浜層は、近傍に泥火山が位置し、泥火山由来の泥質粘性土石流の影響を頻繁に受ける潮汐低地（干潟）システムで形成されたことが明らかとなった。そこには、*Macaronichnus segregatis degiberti* や *Dactyloidites otto* など 7 種の生痕化石が見出された。一方、泥火山の影響を受けない白浜町シガラミ磯の干潟堆積物では、*Ophiomorpha nodosa* や *Rosselia socialis* など 13 種の生痕化石が知られており、袋漁港のそれらより種数が多いことがわかった。また種構成に着目すると、泥火山堆積物が卓越する袋漁港セクションの生痕化石群集は、そうした環境に特徴的な生痕化石が産出するわけではなく、典型的な干潟産生痕化石群集の一部から構成されることがわかった。干潟環境に泥火山由来の泥質粘性土石流が流れ込むと生痕形成動物が生き埋めになって死滅するうえ、一般の干潟とは異なる泥底を発達させる。さらに、大量に供給された泥分が海水中に高濃度で存在することで一般の干潟群集と同等な群集の成立を阻害したのであろう。

日本近海の藻場は地球温暖化による海水温の上昇などの影響で減少している。藻場は一次生産者としての役割を持ち、海水中の栄養塩と炭素を吸収して二次生産者に渡すほか、魚類や貝類の産卵や幼稚魚育成など多くの機能を持つ。このような重要な役割を持つ藻場の回復に向けて、海藻の種苗を生産し沿岸に導入する取り組みが全国で行われている。クロメの種苗生産では微視的世代である配偶体(n)の雄から放出された精子と雌の卵を受精させて巨視的世代である孢子体(2n)を発生させるため、効率的な種苗生産には配偶体を大量に培養することが重要となる。そこで本研究では、クロメ種苗を大量に効率よく生産するための技術を開発するために配偶体の培養試験を行った。試験には愛媛県西予市産のクロメを用い、最適な培養条件を温度・光量・光周期の3指標で検討した。温度試験では10・15・20・25℃、光量試験では50・100・150・200・250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、光周期試験では8L:16D・10L:14D・12L:12D・14L:10D・16L:8Dの各条件で培養を行い、ミキサーで破碎して40-125 μm の大きさに揃えた配偶体をシャーレ中で静置培養し、面積測定ソフトで6日間の成長率を評価した。その結果、雌雄配偶体ともに最も成長した試験区は、温度20℃、光量50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、光周期12L:12Dであった。光量試験では50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上の試験区で大きく成長率が低下したが、50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で行った光周期試験では有意差がみられなかったため、クロメ配偶体は50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上の強光下で生長率が低下するが、光周期の影響は受けないことが示唆された。また、雄性配偶体が雌性配偶体の成熟に及ぼす影響を調査するため、温度10-25℃、光量50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、光周期12L:12Dの各条件において雌性配偶体のみの場合と雄性配偶体と共培養した場合で3週間後の成熟状況を比較した。成熟判定は、雌性配偶体に卵が形成された時とした。その結果、雌性配偶体のみの場合にはすべて成熟せず、雄性配偶体と共培養した場合では15-25℃で成熟がみられ、最も卵が多かったのは25℃であった。褐藻類は雌性配偶体が性ホルモンで雄性配偶体を誘引することで受精を行うが、この結果から雄性配偶体も同様にホルモン類似物質を分泌し、雌性配偶体を成熟誘導している可能性が示唆された。

土佐湾仁淀川河口沖におけるシャコ類幼生相とその季節的変動 海洋動物学研究室 有海 悠作

シャコ類は甲殻亜門軟甲綱トゲエビ亜綱口脚目に属する海産大型甲殻類で、日本で6上科12科40属56種が報告されている。シャコ類には水産重要種となる種が多数含まれているため、主に成体における性成熟、分布などの研究がされているが、幼生に関する知見は少なく、これまで世界から報告されている約500種のシャコ類のうち、同定可能な幼生は10%にも満たない。本研究では、シャコ類初期生活史の理解のための基礎を構築することを目的とし、土佐湾仁淀川河口沖における海洋環境の変動とそれにとまなうシャコ類幼生の出現、および動態を明らかにした。

土佐湾の仁淀川河口沖から陸棚海域に設けた7定点において2024年2月-2025年1月まで1年を通じて毎月1回の海洋環境の測定を、2定点（水深70m, 200m地点）において稚魚ネット（目合0.5mm）を用いたサンプル採集を行った。その結果、計238個体のシャコ類幼生が採集され、シャコ上科、トラフシャコ上科、およびフトユビシャコ上科の前期幼生と後期幼生が確認された。また、2024年7月18日と9月6日に採集したアリマ型幼生2個体を、成体と形態がほぼ同一となる幼体まで飼育し、土佐湾で初記録となるテンノウシャコであることを確認した。

シャコ類幼生の出現個体数は7月が最も多く、2月が最も少なかった。シャコ上科前期幼生が4月から出現し、その後7-11月にかけて多く出現していることから、シャコ上科の繁殖期は4-11月と推測され、一般にシャコ類の繁殖期とされる4-9月と概ね一致したほか、シャコ上科前期幼生の出現パターンに二峰性が見られた。トラフシャコ上科前期幼生は7-10月、フトユビシャコ上科前期幼生は8月に増加したが、シャコ上科前期幼生のような二峰性は見られず、また出現数も少なかった。これらのことから、土佐湾陸棚域に出現するシャコ類幼生として、サンゴ礁や岩礁域に生息するフトユビシャコ上科や、浅海に生息するトラフシャコ上科よりも、砂泥域に生息するシャコ上科シャコ類が多いことが判明した。

孵卵温度の日内変動がアカウミガメの胚発生に与える影響 海洋動物学研究室 松田 日那

絶滅危惧種アカウミガメが選好する産卵深度（卵塊中心部で 40 cm）では、砂中温の日内変動の振幅は大きく、卵の適切な管理方法の確立のためには、温度変動に対する卵の感受性と応答を考慮する必要がある。本研究では孵卵温度の日内変動が本種の胚発生の、特に卵黄吸収にどのような影響を与えるのかという点に着目して実験を行った。

卵は 2024 年に高知海岸で産卵された 5 巢を使用し、巢内の位置関係が実験に影響しないよう 3 つの飼育ケースにランダムに入れ、各飼育ケースを次の設定温度の異なる孵卵器内に収容した。①一日中温度変動のない C 区（29℃）；②一日に 2℃変動する F1 区（29±1℃）；③一日に 4℃変動する F2 区（29±2℃）。孵化後、幼体の甲長、甲幅、体重、鱗式、血中グルコース濃度、未孵化卵の卵径、卵重を測った後、死亡した胚のステージを分類した。また、死亡胚のうち孵化直前の後期胚（St. 28 以降）の卵黄収納率（全卵黄中の腹甲表面よりも内側に入った卵黄の割合）、卵黄重、初期胚、後期胚の割合を調べた。

その結果、C 区では卵黄収納率と血中グルコース濃度が低くなり、卵黄重が大きく、後期胚の割合が高くなった。このことから、孵卵時に温度変動が全くないと卵黄吸収、収納が円滑に進まないことが考えられる。孵化幼体の血中グルコース濃度の低さと未孵化卵の後期胚での死亡率の高さはその帰結であり、結果、孵化率が低下したと考えられる。F2 区では卵黄重、孵化幼体の体サイズ、および後期胚の卵重が小さかったことから、体組織に移行せずに代謝で消費された卵黄が多かった可能性が考えられる。さらに F2 区の死亡胚は他の実験区よりも初期胚の割合が高く、激しい温度変動が原因で胚が初期の段階で死亡している可能性があり、その結果、孵化率が低下したと考えられた。今回の実験では F1 区で卵黄収納率、および孵化率が最も高い傾向にあり、かつ鱗式変異率も低く、奇形個体も見られなかった。よって、アカウミガメ卵を管理するうえで孵卵温度に適度な（2℃ほど）日内変動を設定することで正の効果が得られると考えられる。

ヘビトンボ類に着目した瀬と淵における底生無脊椎動物群集の比較 理論生物学研究室 鶴岡 莉空

河川は、一般に流程とともに瀬と淵の環境が交互に現れ、それぞれの環境で底生生物の群集構成が異なる。本研究では、四万十川、仁淀川、および鏡川の 3 水系を対象に、瀬と淵およびそれらの移行域で底生藻類と底生無脊椎動物を採集し、瀬と淵での生物群集の比較を行なった。比較的出现頻度が高かった 31 分類群については、分類群ごとに出現確率と環境条件（流速と水深）との関連を調べた。瀬は流れが速くて浅く、淵は流れが遅くて深いことから、流速／水深は瀬と淵を分類する指標の 1 つである。底生藻類の生物量の指標であるクロロフィル *a* 量、底生無脊椎動物の個体数と生物量は、いずれも瀬で最も高かった。瀬の環境（流速／水深：大）で出現確率が高かったのは造網型の生活形を持つシマトビケラ科、匍匐型のエルモンヒラタカゲロウ、および固着型のウスバガガンボ属など 13 分類群であったのに対し、淵の環境で出現確率が高かったのは掘潜型の生活形を持つフタスジモンカゲロウ科や落ち葉だまりを好むフタツメカワゲラ属など 6 分類群であった。ヘビトンボとタイリククロスジヘビトンボが採集された地点の水深と流速は 2 種間で異なっていた。タイリククロスジヘビトンボは淵の環境を好む傾向があり、瀬の環境を好むヘビトンボと棲み分けていることが示唆された。

昆虫に対する嫌悪感と昆虫食に対する意識の関係

理論生物学研究室 青木 棕雅

虫に対して嫌悪感を抱く人は増加している一方で、人口爆発の対策として昆虫食需要は高まっている。本研究では、虫嫌いと昆虫食との関係を明らかにすることを目的とし、26種類の虫を対象に、63名に対して嫌悪感を抱く虫と食べても良い虫についての質問紙調査を行なった。回答者全員は少なくとも1種類は苦手な虫があり、最も苦手であると回答された虫はウジとゴキブリで80%以上の人が苦手であった。一方、苦手であるとの回答が少なかったのはテントウムシ、トンボおよびチョウで、苦手である割合は10%以下だった。苦手と回答した割合が高い種類ほど、幼い頃に苦手になる傾向があった。虫が苦手な理由として、攻撃性（ハチやムカデ）や汚い印象（ウジやゴキブリ）という回答が特に多かった。回答者の57%は、そのままの姿形で虫を食べられる虫があり、粉末状など虫の姿形が認識できない状態であれば65%の人が食べられる虫があると回答した。その要因は見た目の悪さの解消ではなく、粉末化などの加工を施すことにより病原菌や毒などが失われるだろうという安心感によるものであった。虫に対する嫌悪感と昆虫食に関して、男女間、長野県南部の食用水生昆虫で知られるザザムシ（トビケラ目、カワゲラ目およびヘビトンボ目の幼虫の総称）の認知の有無、昆虫食経験の有無で比較したところ、女性よりも男性、ザザムシを知っている人や昆虫食経験がある人の方が、虫を苦手と回答する割合が低く、虫を食べても良いと回答する割合が高かった。

朝倉地区の田んぼにおけるホウネンエビの分布

理論生物学研究室 木村 伊織

ホウネンエビは、田んぼなどの遊水地に生息する。本研究では、高知大学近辺の3つの田んぼを対象に、水が張られている時期にホウネンエビの田んぼ内の分布を調べた。田んぼの辺縁部のうち、凹角になっている地点を凹部、辺の地点を辺部とし、田んぼの中央地点を中央部とした。辺縁部では、手前（岸から0-40 cmの間）と沖（岸から1 m離れた所）の2カ所で方形枠（0.25 × 0.25 m）を用いて個体数を計数した。個体数の計数は3回繰り返した。ホウネンエビの個体数は、沖に比べて手前の方が有意に多かった。ホウネンエビの分布が、地点（沖を除く）、風向き、水温、および田んぼに水を張ってからの日数とどのように関連しているかを一般化線形混合モデルを用いて解析した。ホウネンエビの個体数は、辺部や中央部より凹部で多く、風上では少なかった。水を張ってから日にちが経過するほど、個体数は減少した。

動物園の環境エンリッチメント（以下、エンリッチメント）は、飼育環境を工夫し、動物固有の行動を引き出す目的がある。本研究では、構造的改善、感覚的改善、採食的改善という3種類のエンリッチメントのうち、どの種類の改善が動物の常同行動や休息以外の行動を誘導する効果（誘導行動）があるか比較することを目的とした。高知市立わんぱーくこうちアニマルランドにおいて、常同行動が多いニホンツキノワグマと休息時間が多いタテガミヤマアラシの2種を対象に、2024年3月27日から10月30日まで調査を行なった。1日2-4時間、5分ごとに観察する瞬間サンプリング法で動物の行動を記録した。構造的改善（5月16日以降）、感覚的改善（6月25日以降）、採食的改善（7月25日以降）の順に追加的に導入し、最終的には全ての改善が導入されている状態とした。ツキノワグマについては、構造的改善のみの期間（5月16日-6月24日）における常同行動と誘導行動の割合はそれぞれ62%と10%だったが、10月では常同行動の割合が17%に減少した一方、誘導行動は41%に増加した。ヤマアラシについても同様に、10月には休息の割合が減少して誘導行動の割合が増加した。3種類のエンリッチメントのうち、採食的改善に関する誘導行動が最も多く見られたことから、採食的改善が最も効果があることが示唆された。