

海洋生物科学科 2016 年研究業績

A. 研究発表

1. 論文

- (1) Evolution of green plants accompanied the changes in light-harvesting systems.

M. Kunugi, S. Satoh, K. Ihara, K. Shibata, Y. Yamagishi, K. Kogame, J. Obokata, A. Takabayashi and A. Tanaka
Plant and Cell Physiology, 57, 1231–1243 (2016)

Photosynthetic organisms have various pigments enabling them to adapt to various light environments. Green plants are divided into two groups: streptophytes and chlorophytes. Streptophytes include some freshwater green algae and land plants, while chlorophytes comprise the other freshwater green algae and seawater green algae. The environmental conditions driving the divergence of green plants into these two groups and the changes in photosynthetic properties accompanying their evolution remain unknown. Here, we separated the core antennae of PSI and the peripheral antennae [light-harvesting complexes (LHCs)] in green plants by green-native gel electrophoresis and determined their pigment compositions. Freshwater green algae and land plants have high Chl a/b ratios, with most Chl b existing in LHCs. In contrast, seawater green algae have low Chl a/b ratios. In addition, Chl b exists not only in LHCs but also in PSI core antennae in these organisms, a situation beneficial for survival in deep seawater, where blue-green light is the dominant light source. Finally, low-energy Chl (red Chl) of PSI was detected in freshwater green algae and land plants, but not in seawater green algae. We thus conclude that the different level of Chl b accumulation in core antennae and differences in PSI red Chl between freshwater and seawater green algae are evolutionary adaptations of these algae to their habitats, especially to high- or low-light environments.

- (2) Influence of Rearing Water Temperature on Thermal Tolerance Traits of Clonal Silver Crucian Carp *Carassius langsdorfii*.

Kenji Sakamoto

Report Res. Inst. Marine Biores., Fukuyama Univ., 27, 1–9 (2016)

We evaluated the thermal tolerance traits of clonal silver crucian carp, *Carassius langsdorfii*. Individual juvenile fish of six clonal lines of silver crucian carp (SCC-M1, SCC-M2, SCC-M3, SCC-M4, SCC-M5, and SCC-M6) were kept in water at 40°C, and the time until their death was recorded. The times to death varied with rearing water temperatures (25°C or 30°C). The thermal tolerance of each clone acclimated at 30°C was significantly higher than that of each clone acclimated at 25°C ($p < 0.05$). Thermal tolerance was also evaluated by assaying free cells obtained from the caudal fins. Cells of fish from six clonal lines acclimated at 25°C or 30°C were exposed to thermal stress at 43°C for 2 h, and then the number of living cells was recorded. The mean percentage of living cells from each clone acclimated at 30°C was significantly higher than that of each clone acclimated at 25°C ($p < 0.05$). There was a significant correlation between the *in vivo* and the *in vitro* thermal tolerances in this fish ($p < 0.05$). These results highlight that the acclimation temperature has an important effect on the thermal tolerance of a given fish species. Therefore, fish should be acclimated at the same temperature before conducting thermal tolerance tests.

- (3) Studies on morphological abnormalities in hatchery-reared three-lined tonguefish *Cynoglossus abbreviatus*
Koji Kusaka, Ryota Fujita, Kana Ogura, Takafumi Nasu and Masato Aritaki
Fisheries Science 82 (6), 961–968 (2016–11)

Measurements and observations of juvenile hatchery-reared three-lined tonguefish *Cynoglossus abbreviatus* were performed to examine morphological abnormalities, focusing on five asymmetric characters: eye position, body coloration, presence of a nasal tube, presence of dentition, and premaxillary length. Hatchery-reared juveniles were classified into a normal type similar to wild fish, an ambicolored type (with eyes on both sides of the body), and an intermediate type showing characteristics between the other two types. The ambicolored and intermediate types are considered metamorphosis-related malformations of flatfishes. Pseudoalbinism and reversal, which are commonly observed in hatchery-reared flatfishes, were not found in this study. The most significant result of the present study on hatchery-reared three-lined tonguefish is that the eye position and body coloration of the intermediate-type individuals were between the normal and ambicolored types. Eye migration and body coloration on the blind side of the intermediate type did not synchronize.

2. 報文

- (1) 広島県三原市鷺浦町の干潟におけるアサリ放流後のアサリ殻長組成の経時変化
北口博隆、藤井啓子、満谷 淳
福山大学生命工学部研究年報 (15), 21-28 (2016-9)

広島県の東部海域は、広島県におけるアサリの主要な漁場の一つであるが、近年アサリの漁獲量は減少しアサリ資源の回復が望まれている。三原市鷺浦町須ノ上では、2010年度から三原市などにより「あさり生育環境調査事業」としてアサリ種苗放流等の試みが開始された。本研究では2011年度に実施された放流と被覆網設置の効果を検証するため、定期的にアサリを採取して殻長組成を調査した。その結果、被覆網内では春に放流されたアサリが秋まで生残することが明らかとなり、母貝として機能する可能性が示された。また、放流した個体群よりも小型のアサリが出現したことから、当干潟にはアサリ浮遊幼生が供給されると推察された。これらのことから、当干潟では放流及び着底稚貝を保護することによりアサリ資源を回復することができる可能性があると考えられた。

- (2) 広島県因島周辺における流れ藻の定量的比較
山岸幸正・吉浦仁啓・吉本康平・三輪泰彦
福山大学内海生物資源研究所報告, 26, 1-8 (2016)

広島県因島周辺における流れ藻構成種を量的に比較するために、2014年1月から2015年1月まで採集した流れ藻各種の質重量の測定を行った。その結果、因島周辺の流れ藻の大部分をホンダワラ科12種および海草アマモが占め(年間重量割合98.1%)、その他の海藻種は量的に少ないことがわかった。年間重量割合の高かった種は、海草類のアマモ(31.6%)、ホンダワラ科のアカモク(19.2%)、シダモク(13.3%)、ジョロモク(11.6%)、エンドウモク(7.9%)、ヒジキ(6.0%)であった。おおむね冬～春の時期にはアカモク、シダモク、ジョロモク、エンドウモクが多く、初夏にはヒジキが流れ藻の多くを形成し、夏以降にはアマモが流れ藻の大部分を占めた。夏期にアマモが流れ藻として優占することは瀬戸内海中央部の顕著な特色であると考えられる。

- (3) 平成27年度博物館実習における学内実習の一環として実施したアウトリーチプログラムの教育効果
水上雅晴、河原栄二郎

これまでに、筆者らは博物館実習の事前事後学習の一環として、平成 24 年度にはふれあい出前水族館を活用した社会人基礎力養成教育、平成 25 年度にはアウトリーチプログラムを導入した新たな学芸員養成教育の取り組みを実施してきた。また、平成 26 年度にも同様のプログラムを実施し、平成 24 年度入学生から適応される改正学芸員養成科目において必須となった学内実習の実施に向け、より教育効果の高いプログラムの構築に努めてきた。これらの活動では、本学科で学芸員養成課程を履修してきた 4 年生計 42 名が、山間部の小学校や介護老人福祉施設を含む計 8 施設および本大学三蔵祭の会場で、海洋生物を教材とした出前水族館などのアウトリーチプログラムを毎年複数のグループに分かれて立案、企画して実施した。各プログラムでは、学生は学内生活だけでは接することのない小学生、要介護者および年齢性別を問わないイベント参加者らと触れ合うことで、コミュニケーション能力や専門知識の必要性を改めて認識するとともに、それらの向上効果が認められた。さらに、プログラムを企画する事前学習中にはグループディスカッションを積極的に取り入れ、前年度までの報告書等で課題として残された問題点を取りまとめ、自らのプログラムで改善していく PDCA サイクル形式を取り入れたアウトリーチプログラム教育を実施し、新たな学芸員養成教育を図ることで学芸員資質の向上を図った。

- (4) 瀬戸内海で繁殖するオオミズナギドリ—山口県上関町宇和島
渡辺伸一、上田健悟、飯田知彦
月刊海洋 (48), 415-420 (2016)

外洋性海鳥であるオオミズナギドリが、閉鎖性海域である瀬戸内海の離島（山口県上関町宇和島）で繁殖していた。本稿では、宇和島における本種の生息状況と育雛期の索餌海域を調べた結果から、閉鎖性海域における本種の繁殖生態の特徴を考察する。さらに瀬戸内海の歴史から、コロニーの形成過程と今後について推測する。

3. 学会発表

- (1) 三川ダムで新たに発生した糸状性シアノバクテリアによるアオコと水質環境の変化
藤井啓子、北口博隆、満谷 淳
第 50 回日本水環境学会年会（徳島）、講演集、p. 506 (2016-3)

広島県東部に位置する三川ダムは上流域に農地や市街地を抱える典型的な里ダムであり、毎年夏季にアオコが発生している。アオコの構成種は例年 *Microcystis* 属シアノバクテリアであるが、2015年8月上旬には *Microcystis* とは全く異なる形態の糸状性の藻類が優占し、アオコを形成した。そこで本研究では、この藻類の同定を形態分類及び分子生物学的分類から試みるとともに、アオコの構成種が例年と異なった理由を探るため、アオコ発生時期の水質環境（窒素・リン濃度）について検討した。

三川ダムでは2015年7月上旬からアオコが発生が目視で確認され、当初発生したアオコの優占種は例年と同じ *Microcystis* 属であったが、8月6日の調査時には優占種が糸状性の藻類へと遷移した。この糸状性の藻類について、形態的特徴と16S rRNA 遺伝子を対象とした分子分類の結果、ネンジュモ目のシアノバクテリアと同定された。

2015年は、梅雨時に大きな出水がなく7月上旬から *Microcystis* 属シアノバクテリアによるアオコが発生していた。水質環境は、7月6日から7月22日の間に水温躍層以浅のDIN（溶存態無機窒素）濃度が著しく低下しており、窒素固定能をもたない *Microcystis* によって消費されたこと、出水による上流域から需要を上回る窒素の大量加入がなかったこと、が理由と考えられた。この表層水中のDINの枯渇後に *Microcystis* 属からネンジュモ目のシアノバクテリアへと優占種は遷移しており、DINがなければ増殖できない *Microcystis* 属ではなく、窒素固定能をもつためDINの枯渇後も増殖できたネンジュモ目のシアノバクテリアへと遷移したと推察される。その後、8月中旬の大出水によってDIN濃度が回復したため、8月下旬には優占種が再び *Microcystis* に戻ったと考えられる。

(2) しまなみ海道海域の流れ藻に付着する殺藻細菌

北口博隆・山岸幸正・寺西将巳・藤井啓子・満谷淳

平成28年度日本水産学会春季大会（東京）、講演要旨集、p. 88（2016-3）

赤潮原因藻などの有害な微細藻類を殺滅する細菌（殺藻細菌）は、環境中での微細藻類の消長に影響を与える因子として、また赤潮防除に用いるツールとして注目される。これまでに、藻場を形成する藻類に殺藻細菌が存在することが報告されているが、本研究では、沿岸域での生物の移動の媒体として重要な流れ藻に着目し、流れ藻に殺藻細菌が付着しているのかを調査し、殺藻細菌の供給源としての流れ藻の重要性を検討した。

しまなみ海道海域（伯方島、大三島、生口島、因島周辺海域）の4地点で平成27年4月から平成28年1月にかけて計9回流れ藻を採集した。採集した流れ藻の種構成を記録し、藻類の一部を切り取って検体とした。各検体を滅菌海水中で1分激

しく振盪して付着した細菌を脱離させ、その上清を段階希釈し、有害赤潮原因種であるラフィド藻 *Chattonella antiqua* 及び渦鞭毛藻 *Heterocapsa circularisquama* を対象とした MPN 法で藻類に付着する殺藻細菌密度を推定した。

【結果】採集した流れ藻の構成種は、海藻では褐藻ホンダワラ科 13 種、その他 16 種の 29 種、海草ではアマモ、コアマモの 2 種であった。ホンダワラ類 13 種、その他の流れ藻構成種 8 種、流れ藻構成種に付着した藻類 6 種、アマモの計 28 種 80 検体について MPN 法を実施した結果、*C. antiqua* 殺藻細菌は約 58%、*H. circularisquama* 殺藻細菌は 15% に存在することが示唆された。最大の殺藻細菌密度は *C. antiqua* 殺藻細菌は 9 月のヨレモクで 8.0×10^4 MPN/g-wet、*H. circularisquama* 殺藻細菌は 4 月のシダモクで 7.6×10^2 MPN/g-wet であった。殺藻細菌数は冬季には減少し、流れ藻は春から秋にかけて沿岸海域における殺藻細菌の供給源になりうると考えられた。

(3) クレイセル水槽を用いたクロウミウマ稚魚の飼育

水上雅晴、玉手鷹洋、水野美華、村井理沙

平成 28 年度日本水産学会春季大会(東京)、講演要旨集、p. 70 (2016-3)

【目的】クロウミウマは、観賞用および漢方薬としての需要が高く、天然資源量の減少が懸念されていることから、繁殖個体を安定供給するための技術確立が必須とされる。そこで本研究では、本種稚魚の生残率の向上を目的に、クレイセル水槽を用いた飼育条件について検討した。

【方法】飼育容器の検討には 2L 容 TPX ビーカーおよび直径 35cm、幅 10cm の 8L 容アクリル製クレイセル水槽を用い、それぞれ 50 および 116 個体の稚魚を飼育した。餌には *S. presso* (INVE) で強化した S または L 型ワムシを用い、ビーカーでは S または L 型、クレイセルでは S 型ワムシを 50 個体/ml になるよう 2 回/日与えて 12 日間飼育した。給餌方法の検討には、100L 容の S 型ワムシ培養槽に定量ポンプを用いて希釈したスーパー生クロレラ V12 (SV12、クロレラ工業) を 10L/日送り、オーバーフローした強化ワムシをクレイセルに直接与える連続区およびワムシ培養槽から回収して 100 個体/ml になるように飼育 5 日目までは 3 回/日、6 日目以降は 2 回/日与える間欠区を設置し、それぞれ稚魚を 99 個体ずつ飼育した。ワムシ強化剤の検討には、クレイセルに稚魚を 36 個体ずつ収容し、生クロレラ V12、SV12 および *S. presso* で培養した S 型ワムシを上記の間欠区同様に与えて 14 日間飼育した。

【結果】飼育容器の検討では、12 日後の生残率はビーカーでは S および L 型区でそれぞれ 53.0 および 21.0%、クレイセルで 84.5% となった。給餌方法の検討では、連続および間欠区の 14 日後の生残率は 47.5 および 59.6% となった。強化剤の検討

では、無給餌区の稚魚は 5 日後に全て死亡したのに対して、V12、SV12 および S. presso 区の 14 日後の生残率はそれぞれ 69.4、75.0 および 83.3%で、強化区が高くなった。

(4) カレイ類の体色・眼位異常は左右性異常である

有瀧真人

平成 28 年度 日本水産学会春季大会（東京）、講演要旨集、p. 231 (2016-3)

カレイ科魚類では多くの種において形態異常の発現率が高いにも関わらず、対応が遅れていた。演者は、カレイ科魚類の形態異常に関して、人工種苗を用い、1) どのような現象であるか、2) どのようにして防除するのかを検討した。前者はマツカワ、ホシガレイ、ババガレイ、イシガレイ、ヌマガレイ、マガレイ、クロガシラガレイ、マコガレイにおける左右不相称性の発現を、後者はふ化から変態までの時間が大きく異なるマガレイ、ホシガレイ、ババガレイの仔魚をそれぞれ 6~24℃の水温下で飼育し、それぞれ形態異常との関わりを精査した。形態異常魚の眼位、体色、上顎並びに胸鰭の長さ、歯の有無、鱗の形態（円鱗・楕円鱗）など左右不相称部位を観察した。その結果、8 魚種全てにおいて変態後の形態は、正常魚、白化魚（2 タイプ）、両面有色魚の 4 タイプに区分することが可能であった。また、正常魚は天然魚と同様の変態を完了しているものの、白化魚は両側とも無眼側に、両面有色魚は両側とも有眼側に変態している現象であり、左右不相称性の異常が生じていることを確認した。このことからカレイ科魚類の形態異常は変態=左右不相称性の異常であることが明らかとなった。飼育実験では、3 種ともに飼育水温の上昇に伴い発育・成長が促進された。その相対的な速度はマガレイ、ホシガレイ、ババガレイの順に早く、既存の知見に合致した。正常魚、白化魚、両面有色魚の出現率と飼育水温の関係は、種ごとに特有の傾向を有し、再現性もきわめて高かった。このうち正常魚の出現率が最も高くなる着底までの日数は、マガレイで最も早く、ホシガレイ、ババガレイの順に遅くなった。前 2 種において着底日は耳石微細輪紋より推定されている天然魚の値に近似し、ババガレイも天然魚の情報に違わなかった。このことから、変態異常の発現は、飼育環境では発育・成長過程が天然魚と大きくずれることに一因があると推察された。すなわち、変態異常の防除には種の特性に添って発育をコントロールする必要性が強く示唆された。上記のことからカレイ科魚類の形態異常も変態異常であり、これらは天然魚と異なる発育が大きく影響している可能性が極めて高い。したがって、ヒラメやカレイ科魚類の変態異常を防除するためには、対象種の初期生態を精査し、その種の発育・成長特性に従って飼育することがきわめて重要である。一方、異体類の重要なグルー

プであるウシノシタ類の知見は乏しく、これらを含めた異体類全体の総括が求められる。また、変態異常には関連ホルモンの分泌と受容体発現のタイミングが大きく影響している可能性が示されており、今後はこれらの仮説や遺伝子発現による左右不相称性機構の解明など、多面的に異体類の変態について取り組む必要がある。なお、異体類のみならず多くの硬骨魚類では仔魚から稚魚への移行期に、変態という過程を経ており、飼育環境下における仔魚期発育の健全性と形態異常について、今一度検討すべきかもしれない。

(5) アカアマダイ人工種苗に発現する形態異常について

豊村 晃丞、水田 篤、松浦 光宏、中西 健二、有瀧 真人

平成 28 年度 日本水産学会春季大会（東京）、講演要旨集、p. 21（2016-3）

魚類の飼育現場では、現在も形態異常が大きな問題となっている。鰾の形成不全により発現する脊椎骨上湾症や、異体類の変態異常等一部の形態異常については、発現の機序や防除策が検討されている。しかし、多くの形態異常については知見が不十分であるものが多い。そこで、我々はブリ、アカアマダイ、シログス、キジハタ、ギンブナなどをモデルに様々な分類群、生態的特性を持った魚種をモデルに“人工種苗に起こる形態異常とは何か”を検討している。今回はアカアマダイの観察結果を報告する。宮崎県水産振興協会で飼育したアカアマダイ人工種苗の中から選別した形態異常魚 100 個体を用いた。標本は、異常の発現箇所ごとに類別化し、それらの骨格を詳細に観察した。形態異常は脊椎異常、鰓蓋欠損、頭部異常、口部異常、鼻孔隔皮の欠損の 5 タイプに区分でき、それぞれの発現頻度は 26%、26%、23%、20%、5%となった。これらの中で鰓蓋欠損、頭部および口部異常は併発する個体が多く見られ、また、左右どちらかに偏って発現する傾向が強かった。鰓蓋欠損は、主鰓蓋骨、下鰓蓋骨にのみ変形が生じていた。頭部異常は頭部のねじれが、口部異常には構成骨の変形が認められた。脊椎異常は、尾椎（12~16 椎体）に集中した。異常箇所には、椎体の変形および癒合が生じ、かつ鰾が未開鰾であった。このような脊椎異常と鰾の関係は多くの魚種で報告されている。今後は本種においても鰾の形成状況や時期を明らかにするとともに、それらと脊椎骨の異常について検討していく必要がある。

(6) 外洋性海鳥の体サイズの種内地理変異

山本 誉士、河野裕美、水谷 晃、依田 憲、松本 祥子、河邊 玲、渡辺 伸一、岡奈 理子、佐藤 克文、山本 麻希、須川 恒、狩野 清貴、塩見 こそえ、米原 善成、高橋 晃周
日本生態学会 2015 年度大会（岩手）、大会講演集 p. 41（2016-3）

一般に動物の体は寒い高緯度域では大きく、暖かい低緯度域では小さい（ベルグマンの法則）。本研究では外洋性海鳥であるオオミズナギドリの体サイズの種内変異を調べ、それがベルグマンの法則で説明できるか検討した。繁殖分布域の北限から南限にかけて 8 カ所の繁殖地で外部計測をおこなった。主成分分析により体サイズ指標を求め、性別間および繁殖地間で比較した。さらに、体サイズと各繁殖地の緯度・経度・気温の相関を調べた。オオミズナギドリの体サイズの地理変異は、緯度および経度と正の相関を、そして気温とは負の相関を示し、ベルグマンの法則に従っていた。一方、体サイズを各繁殖地間で比較すると、いくつかの個体群では低緯度に位置する繁殖地よりも小さい傾向が見られた。海鳥では、採餌行動が形態的特徴に影響することが報告されている。本研究により、外洋性海鳥であるオオミズナギドリの体の大きさの繁殖地間差は全体的にベルグマンの法則に従うが、各繁殖地が位置する海洋環境と関連した採餌行動の特徴が体サイズに影響している可能性を示唆された。

(7) 瀬戸内海沿岸におけるナルトビエイの遊泳・採餌行動

岡本沙希子、品川憲良、渡辺伸一

平成 28 年度日本水産学会春季大会（東京）大会講演集 p. 26（2016-3）

【目的】近年、瀬戸内海では貝食性の大型魚であるナルトビエイが増え、アサリ等の水産資源への被害が報告されている。しかし、瀬戸内海におけるナルトビエイの遊泳行動や摂餌頻度など詳しい行動については明らかでない。本研究では、岡山県笠岡市と広島県福山市の沿岸域でナルトビエイを捕獲して、行動追跡用記録計をもちいてその行動を調査した。

【方法】2014 年 7 月から 8 月に岡山県笠岡市で、2015 年 6 月から 8 月に広島県福山市の沿岸で計 7 個体のナルトビエイ（体重 16.5～29.6 kg）を釣獲し、記録計を装着した。記録計は 2014 年の調査では遊泳深度・水温を 1 Hz で、前後方向の加速度を 16 Hz で記録した。2015 年の調査では、加えて遊泳速度を 1 Hz で記録した。記録計は装着から 34.4～51.2 時間後にタイマーで切り離して回収した。

【結果】ナルトビエイの行動は、深度と加速度のデータから 4 秒間隔で 8 タイプに分類した。いずれの個体も、海底での休息と摂餌を除いた遊泳行動が 94%以上を占めた。また、遊泳中は滑空（鰭の運動を伴わないゆっくりとした潜行）の占める割合（13.5～37.4%）が高かった。さらに、2015 年の調査では、遊泳速度のデータを加えることで、海底での摂餌行動を推定した。摂餌に費やす時間は、いずれの個体でも全体の 1%未満で、1 回の摂餌時間は 4～32 秒だった。また、摂餌は水深 1.3～16.1 m の海底で行われた。以上の摂餌にかかわるナルトビエイの詳細

な行動は、本種の二枚貝類へ与える影響を推定し、その対策を講じる上でも重要な情報となるだろう。

(8) 岡山県笠岡市神島東村干潟におけるナルトビエイの食痕の有無による底生生物群集の比較

西周太郎, 渡辺伸一

平成 28 年度日本水産学会春季大会 (東京) 大会講演集 p. 26 (2016-3)

【目的】近年、急増したナルトビエイが二枚貝を選択的に捕食し、アサリ等の資源の低下を引き起こすことが懸念されている。しかし、ナルトビエイの摂餌が底生生物に与える影響についての情報は少ない。本研究では、ナルトビエイによると考えられる食痕がある地点とない地点で底生生物を調査し、ナルトビエイによる捕食が与える底生生物群集への影響を考察した。

【方法】2015 年 5~8 月 (夏期) と 10~11 月 (秋期) に岡山県笠岡市の干潟でナルトビエイによると考えられる食痕がある 26 地点とその周囲 2 m 以内の食痕のない 26 地点の泥を採取し、篩にかけて底生生物を採集した。採集した生物は種を同定し、多様度指数を夏期・秋期の食痕の有無に分けて算出した。さらに二枚貝綱・多毛綱などの各綱の個体数を求め、夏期・秋期および食痕の有無で比較した。また、地点ごとに各綱の相対密度を算出し、綱間の相関係数を算出して、底生生物の種間関係を考察した。

【結果】多様度指数は夏期に食痕がある地点で有意に高かった。夏期に食痕がある地点では、多毛綱、軟甲綱が多く、食痕のない地点では二枚貝綱が多かった。また、二枚貝綱の相対密度と多毛綱および軟甲綱の相対密度には有意な負の相関が見られた。食痕のある地点では、二枚貝綱の中でニッコウガイ科、マテガイ科が優占したが、食痕のない地点では群生するイガイ科 (特にホトトギスガイ) が優占した。以上の結果から、ナルトビエイが笠岡市沿岸海域に多く来遊する夏期には、ナルトビエイの直接的な捕食と砂泥を掘り返すことにより、二枚貝綱が減少し、代わりに多毛綱や軟甲綱が増えることで、底生生物群集の多様性が高まることが考えられる。

(9) スサビノリのプロテオーム解析 - 方法論、環境応答研究への応用と課題 -

山口健一、三輪泰彦、桑野和可、小田達也

第 18 回マリンバイオテクノロジー学会 (函館)、講演要旨集 (2016-5)

紅藻アマノリ属スサビノリ (*Pyropia yezoensis*) は、我が国の伝統水産加工食品

“海苔”の主要な養殖対象種であり、我々日本人にとってきわめて馴染みの深い食用海藻である。一般に海藻といえば、糖質（食物繊維）に富むイメージが強いが、スサビノリのタンパク質含量は海藻の中でも突出して高く、畑の肉といわれるダイズに勝るとも劣らない。高品質の海苔では、タンパク質含量が糖質含量を凌ぎ、乾重量の40%を超える。

スサビノリという生物は、なぜタンパク質に富むのであろうか？どのような種類のタンパク質が、細胞内のどこで、何のために、いつ、どのくらい発現しているのであろうか？潮間帯に生育する本種の生活戦略と関係するのだろうか？これらの答えを得るためには、ポストゲノム研究の一手法であるプロテオーム解析（プロテオミクス Proteomics）が重要なアプローチ法になると思われる。ひとくちにプロテオミクスと言っても、オルガネラのタンパク質組成解析や比較プロテオミクスによる遺伝子発現（翻訳産物と翻訳後修飾/プロセッシング）の網羅的解析といった基礎研究から、優良品種選抜のためのマーカー遺伝子探索や有用タンパク質の探索に関する応用研究まで、その目的は多岐にわたる。原理的には、ノリ養殖で問題となっている「色落ち（栄養塩不足により色素体が縮退して起こる退色現象）」をタンパク質組成の変化として診ることも可能と思われる。プロテオミクスに期待されることは大きいですが、スサビノリを対象として、いざ実験に着手すると、克服しなければならない様々な難題が立ちはだかっていることに気が付く。

プロテオミクスでは、電気泳動やクロマトグラフィー等によるタンパク質の分離の後、断片化したペプチドの質量分析によりタンパク質を網羅的に同定・比較定量解析する。紅藻のプロテオミクスにおいては、大量に含まれる粘質酸性多糖と色素タンパク質（フィコビリタンパク質）がタンパク質分離や質量分析を阻害するため、緑色植物と較べて扱いにくい(recalcitrant)といわれている。したがって、プロテオミクスに適した高純度のタンパク質や組成に偏りの少ないタンパク質の抽出法を確立することが必須である。そこでまず、スサビノリのプロテオーム解析における材料選択（世代、株、産地、栄養状態など）の重要性、カオトローブとコスモトローブを効果的に用いた高純度タンパク質の抽出・分離法、質量分析を用いたタンパク質同定法に関する方法論について概説する。

続いて、葉緑体タンパク質合成の環境応答研究の一環として行っている緑色植物（ホウレンソウおよびクラミドモナス）と紅藻（スサビノリ）の葉緑体 70S リボソームの比較プロテオーム解析から見えてきた最近の知見について述べたい。スサビノリについては、ゲノム情報から推定された52種のバクテリア型オーソログのうち、21種を同定できたところであるが、緑色植物のタンパク質組成や遺伝子アロケーション（葉緑体と核の遺伝子コード配分）とは大きく異なり、また構造的にはシアノバクテリアや大腸菌のリボソームに近い、いわばプロトタイプの葉

緑体リボソームであることがタンパク質レベルで明らかになりつつある。スサビノリの葉緑体リボソームの細胞内タンパク質合成における貢献度は緑色植物のものと比較して量的・質的に極めて高く、またその構造安定性も高いと考えられることから、葉緑体リボソームのタンパク質組成比較から考察されるスサビノリ葉緑体の翻訳系の特性（緑色植物の光応答翻訳機構との相違や乾燥耐性機構）について議論したい。

最後に、スサビノリの乾燥耐性と色落ちの分子機構解明に向けた環境応答プロテオミクスにおいて、浮き彫りになってきた課題について述べたい。他のアマノリ属 (*P. orbicularis*) における先行研究では、乾燥過程でタンパク質の発現変動が起こるといわれている。一方で我々は、スサビノリにおいてはそのような有意変動が起こらないというデータを得ており、スサビノリ特有の乾燥耐性賦与因子があるのではないかと、という仮説の下、その探索に取り組んでいる。近年、スサビノリのゲノム解読がなされ、ポストゲノム研究の基盤ができつつあるが、ドラフト配列であり、遺伝子モデル(contig)の多くは ORF の全長を含まない。そのため、現状ではデータベース依存のプロテオミクスには限界があると感じている。また、スサビノリ TU-1 株を用いたモデル色落ちノリの比較プロテオーム解析（予備実験）から、色落ち過程で有意に発現上昇するタンパク質スポットを複数見出しているが、その殆どのゲル内消化ペプチドの帰属ができずに未同定のままとまっている。今後の本種ゲノム情報のさらなる充実と紅藻類の包括的なゲノミクス・トランスクリプトミクスの発展を期待している。

(10) 細菌由来 N-アセチルヘキソサミニダーゼの糖転移作用について

倉掛昌裕, 小西瑞希, 池平佳歩, 天井裕可里

日本食品科学工学会 第 63 回大会（名古屋）、講演要旨集、p. 87（2016-8）

【目的】 カニ殻等の成分であるキチンは N-アセチルグルコサミンが β -1,4 結合した多糖であり医療や食品に利用されている。このグリコシド結合を加水分解して N-アセチルグルコサミンを遊離させる N-アセチルヘキソサミニダーゼには糖転移作用を有するものもあり、新規オリゴ糖の合成が期待できる。本研究では土壌よりキチン分解菌を分離し、得られた糖転移性を有する N-アセチルヘキソサミニダーゼの酵素的性質について調べた。

【方法】 0.5%キチン（カニ由来）、0.2%酵母エキス、1.5%寒天の平板培地を用い土壌よりキチン分解菌の分離を行った。分離菌株を 0.5%キチン、0.2%酵母エキスの液体培地 10ml（100ml 三角フラスコ）にて、130rpm、30°C で 3 日間培養し、遠心分離（3000rpm、10 分間）した上清の N-アセチルヘキソサミニダーゼ活

性を測定した。酵素活性は 1mM p-ニトロフェニル-β-D-N-アセチルグルコサミニドに pH 5~7、40℃にて 10 分間反応させ、遊離する p-ニトロフェノール量を比色法で測定することで求めた。1 分間に 1 μmol の p-ニトロフェノールを生成させる酵素量を 1U と定義した。糖転移生成物の分析には GL-C610 カラム（日立化成㈱）を有する HPLC を用いた。

【結果および考察】土壌よりキチン分解菌の分離を行った結果、比較的高活性の N-アセチルヘキソサミニダーゼを生産する *Bacillus* sp. CH11 株を得た。液体培養における酵素生産に及ぼす炭素源の影響について調べたところ、キチンおよび N-アセチルグルコサミン培地にて同程度の高い酵素生産性が認められた。シュクロースおよびグルコース培地ではほとんど酵素が生産されなかった。硫酸塩析により CH11 株液体培養液から粗酵素を調製し、ゲルろ過のセファデックス G-25 カラムおよび陰イオン交換クロマトグラフィーのスーパーQ トヨパールカラムによる酵素精製を行い、その酵素的性質について調べた。

- (11) 紅藻スサビノリ葉状体由来熱可溶性タンパク質のプロテオーム解析
山口健一、久留隆弘、山倉那央、尾島裕、桑野和可、三輪泰彦、小田達也
日本農芸化学会西日本支部大会（長崎）、講演要旨集、（2016-9）

【目的】紅藻スサビノリの葉状体は強い脱水耐性をもつ。緑色植物においては、脱水耐性賦与作用をもつ LEA (Late Embryogenesis Abundant) タンパク質が複数種見出されており、その多くは熱可溶性タンパク質であることが知られている。本研究では、スサビノリ葉状体の脱水耐性関連候補因子の同定を目的とし、熱可溶性タンパク質群の網羅的同定を試みた。

【方法・結果】養殖ノリ（有明産乾海苔）または培養ノリ（TU-1 株）を細胞破壊後、熱水抽出（90℃）、塩化セチルピリジニウム処理による酸性多糖ポルフィラン除去により、熱可溶性 (Heat-soluble: HES) タンパク質画分を得た。HES タンパク質のプロテオーム解析は全可溶性タンパク質の 2 次元電気泳動パターンとの比較およびゲル内消化物の質量分析 (MS / MS) により行った。その結果、緑色植物の LEA と配列相同性が低い新規 LEA 様タンパク質 3 種と翻訳関連タンパク質 (PRPL12 および RRF) を主要 HES タンパク質として同定できた。

- (12) シロギスを用いた卵質の評価
藤川稔晃、有瀧真人
平成 28 年度 日本水産学会秋季大会（奈良）、講演要旨集、p. 58 (2016-9)

種苗生産では、卵の質が飼育に大きく影響するとされている。しかし従来の評価方法では飼育結果に直接かかわるような事例が少なく、卵質の定義も曖昧であった。そこで、産卵期の長いシロギスをモデルに、1) 産卵状況と2) 飼育状況の両面から詳細な卵質評価を行った。

産卵状況：2015年に広島県尾道市因島周辺海域で採取したシロギス 32尾（雌22尾、雄10尾）を産卵用親魚として使用した。産卵数、受精率、孵化率、絶食生残指数（SAI）、卵径、油球径の6項目を観察した。

飼育状況：6月22日～9月30日の卵を用いて合計13回飼育試験を行った。受精卵を500ℓ水槽に収容し、自然水温で飼育した。餌料にはワムシ、アルテミア、配合飼料を成長に合わせて用いた。サンプリングは、ふ化直後から5日毎に38日齢まで行った。飼育が成功した事例では、38日齢における形態異常（口部異常、短軀、鼻孔隔皮の欠損）の発生率を算出した。

産卵は2015年6月22日に始まり、2015年9月30日までの101日間観察された。産卵数の多寡から産卵開始～7月中旬を前期、7月中旬～8月下旬を中期、8月下旬～9月下旬を後期と区分した。観察6項目の総合的な評価では後期に産卵した卵が最も良質であると判断された。一方、飼育は前期>中期>後期の順で成功率が高く、後期の卵では一度も成功しなかった。形態異常は前期、中期のどちらでも高確率で発現したが、前期では口部異常、中期では短軀の頻度が高かった。このように、産卵状況からは後期の卵が最も良質であると判断されたが、この卵を用いて飼育は一度も成功しなかった。以上のことから、シロギスにおいては従来の方法で、卵質を評価することは困難である可能性が示唆された。今後は卵質とは何かを明らかにするため、親魚の年齢や産卵時期ごとに産卵および飼育の状況、それぞれの面から再検討するとともに、親魚のストレス関連物質など“卵質”というものを直接的に評価可能なメルクマールを探索していく必要がある。

(13) Monitoring activity of the keystone species in the costal ecosystem of the Seto Inland Sea, Japan

Shinichi Watanabe

Symposium: the SIMSEA Regional Symposium 2016 (organized by Annadel S. Cabanban) (Quezon City, Philippines), Abstracts on line (2016-9)

The Seto Inland Sea is the body of water enclosed with three main islands of Japan. Most of the sea is part of the Setonaikai National Park, one of the first national parks designated in Japan. The marine environment in this area has been influenced by human activity for over a thousand years. The sea is historically an important trade route, and many cities with manufacturing and industry are located along the coast. However, natural rich

environment still remains along the coast, in which many marine products industry also have historically developed. The area is recently called “Sato-Umi” brought to international attention as a model case of environmentally sound and sustainable policies of agricultural and fishery industries. On the other hand, adverse environmental changes such as red tide and decline of commercially important marine products have recently reported. In this study, focusing on three keystone species: the horseshoe crab (*Tachypleus tridentatus*), the black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*), and the longheaded eagle ray (*Aetobatus narutobiei*), in the coastal ecosystem of the Seto Inland Sea with the different ecological status, the movement and activity were investigated with bio-logging techniques. The horseshoe crab is the largest arthropod in the sea, lives in tidal flat to floor of shallow area, preys mainly on benthic polychaetes. Most populations of this species had decreased or become extinct during rapid economic growth in the past half century. On the other hand, populations of other two species, two of largest fishes in the sea, prey mainly on bivalves, have increased rapidly in a last few decades. I introduce the projects related to above these species, and discuss effectiveness of our bio-logging techniques to evaluate the ecological impacts caused by the keystone species on the coastal ecosystem.

(14) 紅藻スサビノリの LEA 様タンパク質をコードする遺伝子の解析

森田友梨, 三輪泰彦, 山口健一, 小田達也, 山岸幸正

第 39 回日本分子生物学会大会(横浜)、要旨、on line (2016-11)

紅藻スサビノリは潮間帯に生息するため強い乾燥耐性をもつが、その乾燥耐性の分子機構は不明である。緑色植物では水分ストレスが生じたときに親水性の一群のタンパク質が特異的に発現誘導される。これらは最初に種子胚発生後期に大量に蓄積されるタンパク質として記載されたことから Late Embryogenesis Abundant (LEA) タンパク質とよばれる。LEA タンパク質は一次構造により 5~7 のグループに分類されている。LEA タンパク質の特徴として親水性がきわめて高く、100℃で 10 分間以上処理しても沈殿しないという性質をもっている。これまでにスサビノリ葉状体においても複数の熱可溶性 (Heat-soluble: HES) タンパク質が見いだされている。本研究ではスサビノリ葉状体の HES タンパク質群の中でも最も大量に合成されている HES2 タンパク質の生理的な役割を明らかにするために HES2 タンパク質をコードする遺伝子の cDNA クローニングおよび発現解析を行った。RACE 法によりクローニングされた *HES2* cDNA は 451 アミノ酸残基からなるタンパク質をコードしていた。*HES2* タンパク質には 17 mer の繰り返し配列が見いだされた。大腸菌で発現された組換え *HES2* タンパク質にも熱可溶性があることを確認した。さらに干出処理 (0, 1, 2, 3, 4 時間) した葉状体の *HES2* 遺伝子の発現解析を

RT-PCR およびウェスタンブロット解析を行った結果、*HES2* 遺伝子は構成的に発現していた。

(15) ボルネオ島サバ州沿岸におけるカプトガニの活動周期

渡辺伸一、Faridah Mohamad、Azwarfarid Manca、Noraznawati Ismail

第 12 回日本バイオリギング研究会（京都）、講演要旨集 p. 48-49（2016-12）

地球上の生物は、地球の自転に伴う 24 時間の昼夜周期の影響を受けて生活する。一方、潮間帯に棲む生物は、昼夜周期に加えて、月の引力による約 12.5 時間の潮汐周期の影響を受ける。さらに月の公転により大潮・小潮が半月周期で変動する。このように複雑な環境周期に潮間帯の生物は適応している。さまざまな陸生生物で昼夜周期に対応した活動のメカニズムの研究が進んでいる。一方、野外で海洋生物の活動周期を研究した事例は少ない。著者らは、そのモデル生物として、瀬戸内海に棲むカプトガニ *Tachypleus tridentatus* の活動周期を研究してきた。瀬戸内海はカプトガニの分布域の北限にあたる。そのため、上記の環境周期に加えて、年周期に伴う水温の季節変化の影響を強く受けることがわかってきた。一方、カプトガニの分布域の中心は熱帯の沿岸海域であり、そこでは周年水温が高く、低水温の影響は受けないと考えられる。本研究では、熱帯のボルネオ島沿岸でカプトガニの活動周期を調べ、瀬戸内海沿岸での結果と比較して、本種の活動周期と環境周期の関係を考察した。

(16) スサビノリ葉状体の脱水耐性関連候補タンパク質群の同定

山口健一、久留隆弘、山岡卓也、尾島裕、脇山隆文、三輪泰彦、桑野和可、小田達也

日本農芸化学会 2017 年度大会（京都）、講演要旨集、（2017-3）

【目的】紅藻アマノリ属スサビノリの葉状体は、脱水に対して強い抵抗性をもつが、その分子機構は未解明である。同属の *P. orbicularis* では、乾燥下でのフィコビリタンパク質や抗酸化酵素の発現上昇が脱水耐性に寄与すると報告されているが、スサビノリではそのような発現変動は観察されない。本研究では、本種葉状体の熱可溶性画分が *in vitro* の脱水変性保護作用をもち、LEA 様タンパク質を主要タンパク質として含むことを見出したので報告する。

【方法】材料として、有明産支柱式養殖ノリを用い、非干出（非乾燥）の対照に培養株 TU-1 を用いた。熱水抽出（90℃、1 h）後、塩化セチルピリジニウム処理により粘性多糖を除去し、熱可溶性（Heat-soluble: HES）画分を得た。乾燥変性保護試験は、HES 画分またはウシ血清アルブミン（BSA）存在下での乳酸デヒドロゲナーゼ（LDH）の乾燥失活抑制を測定した。HES タンパク質の同定は、SDS-PAGE/2DE 分離後、ゲル内消化物の MS/MS 解析により行った。

【結果】HES 画分は、LDH に対して BSA と同等の乾燥変性保護活性を示した。HES

画分の主要タンパク質として、グループ 3 LEA に低い配列相同性を示す LEA 様タンパク質 2 種 (HES1, HES3), 新規 LEA 様タンパク質 (HES2), 天然変性タンパク質 (CP12, PYP1), 翻訳関連タンパク質 (PRPL12, RRF) を同定できた。

- (17) 瀬戸内海に生息するアカ、クロ、シロメバルの mtDNA の遺伝変異
奥谷健太・湯元達海・笹野哲史・海野徹也・阪本憲司・南 卓志
日本水産学会 2016 年度大会 (東京)、講演要旨集、p. 83 (2016)

【目的】瀬戸内海のアカメバル *Sebastes inermis*, クロメバル *S. ventricosus*, シロメバル *S. cheni* は商品価値が高く、栽培漁業種でもある。しかし、種分化の遺伝的背景や遺伝資源に関する情報は不足している。そこで、瀬戸内海に同所的に生息する 3 種の mtDNA 遺伝変異を調べた。

【方法】2015 年 5-6 月に広島県呉市大崎下島でメバル 3 種 110 個体を釣獲した。計数形質に基づき (Kai & Nakabo, 2008) アカメバル 25 個体、クロメバル 32 個体、シロメバル 36 個体を選定した。mtDNA の解析は計数形質の重複しない個体を用い、COI 領域 441 bp、16sRNA 領域 437 bp、調節領域 (D-loop) 397 bp の部分配列を決定した。

【結果】COI のハプロタイプ数はアカメバルで 2、クロメバルで 2、シロメバルで 2、16sRNA のハプロタイプ数はアカメバルで 3、クロメバルで 2、シロメバルで 2 となった。3 種において COI および 16sRNA の遺伝変異は低く、種間の共通ハプロタイプが認められた。D-loop のハプロタイプ数はアカメバルで 8、クロメバルで 6、シロメバルで 3 となった。分子系統樹は大きく 3 つに分かれる傾向を示すクレードが存在したが、例外もあった。ハプロタイプ多様度と塩基多様度はアカメバルで 1.00 と 0.009、クロメバルで 1.00 と 0.010、シロメバルで 0.833 と 0.005 となり、3 種ではほぼ同等の遺伝変異を保有していた。

- (18) 中学校における異業種連携による教科横断型学習の研究

高田浩二

東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会 アウトリーチと学校教育の融合(千葉)、講演要旨集、p. 33

従前より中学校教育は教科担任制をとっているため、博物館などの外部機関と連携した学習を行う場合、特定の教科の限定された單元の中で、短時間のイベント的な学習としてか、もしくは長時間でも「総合的な学習の時間」で取り組む場合が多かった。また前者の場合、歴史系博物館であれば社会科の歴史、水族館であれば理科の生物、美術館であれば美術科の鑑賞など、博物館の専門性に寄った教

科の学習になりがちである。特に海洋教育や海洋生物に関連した学習では、博物館種は水族館が単体で担う場合が多かったと類推できる。また後者の場合においても、近年は授業時間の削減や年度末に次年度計画を緻密に作り上げていることが多くなったことから、まとまった時間数で長期的に連携して取り組むことも少なくなっており、中学校において博物館や企業、大学などの多様な外部機関が連携しての教科横断的な長期学習の事例は極めて少ないと言える。

そこで福山大学では、同大学の内海生物資源研究所（水族館）が位置している尾道市因島の中学校において、地域学習の支援コーディネートをしている NTT ラーニングシステムズと連携し、中学1年生における社会科（歴史）、技術家庭科（鉄工）、総合的な学習の時間（地域学習）、理科（物理）、理科（生物）など多くの教科で横断的かつ長期的に行える学習計画を構築した。またその実践にあたっては、1学期に既に地域の歴史研究者による出張講話、歴史系博物館（村上水軍博物館）との遠隔授業等を通して13世紀頃から瀬戸内で活躍した「村上水軍」の学習を皮切りに、次は船に興味関心を移して地域産業（鉄工団地や造船所）の工場見学を行った。今後2学期には、造船から浮力の学習へと繋ぎ中学校教員が理科（物理）の授業で、さらに理科（生物）で海洋生物の浮力の獲得を水族館の大学教員からと、それぞれの教科を効率よくバトンタッチして行う計画となっている。今後の中学校における外部連携の在り方の1つとして提案したい。

(19) 社会福祉施設と連携した療育を目的とした活動の発表

高田浩二

第57回日本動物園水族館教育研究会 研究大会（新潟）、ポスター発表要旨集、p. 33

心身に障がいをもった方々が、一般の方と同様に公共施設を利用しサービスを受けることができるという考えは、国際連合が第31回の総会において1981年を「国際障害者年」（当時呼称）とすることを決議し、この頃を契機に国内外に徐々に浸透し、駅や公共施設での点字ブロック、スロープ、エレベータ、身がいの者トイレ等の建築設備的な配慮に限らず、動物園や水族館などの博物館においても、点字解説や触察できる展示物、手話解説などが用いられるようになった。また「障がい者」だけに限らず「誰にも区別なく」という意味から、ユニバーサルデザインやインクルーシブデザインという言葉も生まれ、外国人や幅広い年齢層の方々も対象に、公共の場や集客施設などを中心に空間や環境の整備、意識の浸透も目を見張るものがあり、特に日本は2020年のオリンピック・パラリンピック開催に向けてその勢いを加速しつつある。一方で動物園水族館を含め博物館においては、

四肢や視覚、聴覚、言語への障がいへの配慮は徐々に見られているが、広汎性発達障がい（自閉症やアスペルガー症候群）・学習障がい（LD）・注意欠陥多動性障がいなどの「発達障がい」をもった児童生徒を対象にした学習プログラムや教材の開発や実践の対応は極めて少ないのが実情であり、それらに対するマニュアルも十分に整備されてはいない。そこで福山大学内海生物資源研究所附属水族館では、近隣の社会福祉法人「就労支援センターあおぎり（放課後等デイサービス）」と連携し、この施設に通う小学校3年生から高校1年生までの年齢の男女（10名）を対象に、「療育」を目的としたプログラムの開発と実践を試みた。ここでいう「療育」とは一般に言われる動物介在療法（アニマルセラピー）ではなく、子どもたちが水族館で、主体的、能動的に様々な活動を体験することで、生活の質（QOL: quality of life）の向上を目指すものである。実践は、5月21日より1か月ごとに計5回の来館による創作活動（塗り絵、福笑い、生物触察、思い出アルバム作り）や飼育係体験を行ったが、これらに限らず、研究を担当する学生が日常的にこの施設に通い、子どもたちとの触れ合いや交流を通して心を通わせ、子どもたち一人々の特徴や特性、障がいの度合いを理解し、個々に寄り添った観察指導と施設の職員による支援、運営ができたことが極めて大きい。本発表では、これらのプログラムの開発の経緯や内容、実践、成果の概要を報告する。

C. 著書

- (1) 日本電気協会 九州支部機関紙 「電気と九州」Coffee Break 3月号
海の中道がまもる博多湾の自然 p.4
高田浩二
- (2) 日本ミュージアムマネジメント学会 研究会誌 No.79 博物館と探訪する地
発展の足跡、高田浩二担当執筆 p.6-8
高田浩二
- (3) 過酷な旅には休憩が必要
渡辺伸一
バイオリギング2—動物たちの知られざる世界を探る
(日本バイオリギング研究会編), 京都通信社 (2016)

D. その他

- (1) 人工種苗放流に係る遺伝的多様性への影響リスクを軽減するための技術的な指針について
有瀧真人
豊かな海、38、24-25 (2016-3)
- (2) 山口県上関町宇和島におけるオオミズナギドリの繁殖状況
上田健悟、渡辺伸一
オオミズナギドリ研究会議 (千葉) (2016-3)
- (3) 現代のソロモンの指環で野生動物の声を聴く
渡辺伸一
くちなし会 501 回講演会 (福山) (2016-4)
- (4) バイオロギングで知る生き物の世界
渡辺伸一
高知市教育研究会理科部会 夏の日研修 (高知) (2016-8)
- (5) Ocean Ninja Monitoring Project: 海洋生物を使った環境モニタリング手法
渡辺伸一
第 49 回水環境フォーラム山口 講演会 (山口) (2016-8)
- (6) 水産用イソジン液を添加した循環ろ過水槽のヨウ化物イオンおよび三態窒素量の変動
水上雅晴
平成 28 年度瀬戸内海・四国ブロック魚病検討会 (山口)、(2016-9)
- (7) スナメリの生態や調査方法・保護対策について学ぶ
渡辺伸一
スナメリ講座 in 上関 (山口) (2016-10)
- (8) 野生動物を調べる: リアル・モンスターハンティング
渡辺伸一
高知市立城東中学校 創立 60 周年記念講演会 (高知) (2016-11)
- (9) お知らせ第 13 回 日本バイオロギング研究会シンポジウム
渡辺伸一

バイオロギング研究会会報、126、pp.11 (2016-12)

- (10) 平成 28 年度 日本博物館協会 全国博物館大会 (群馬)
高田浩二
博物館の ICT 活用 分科会講演