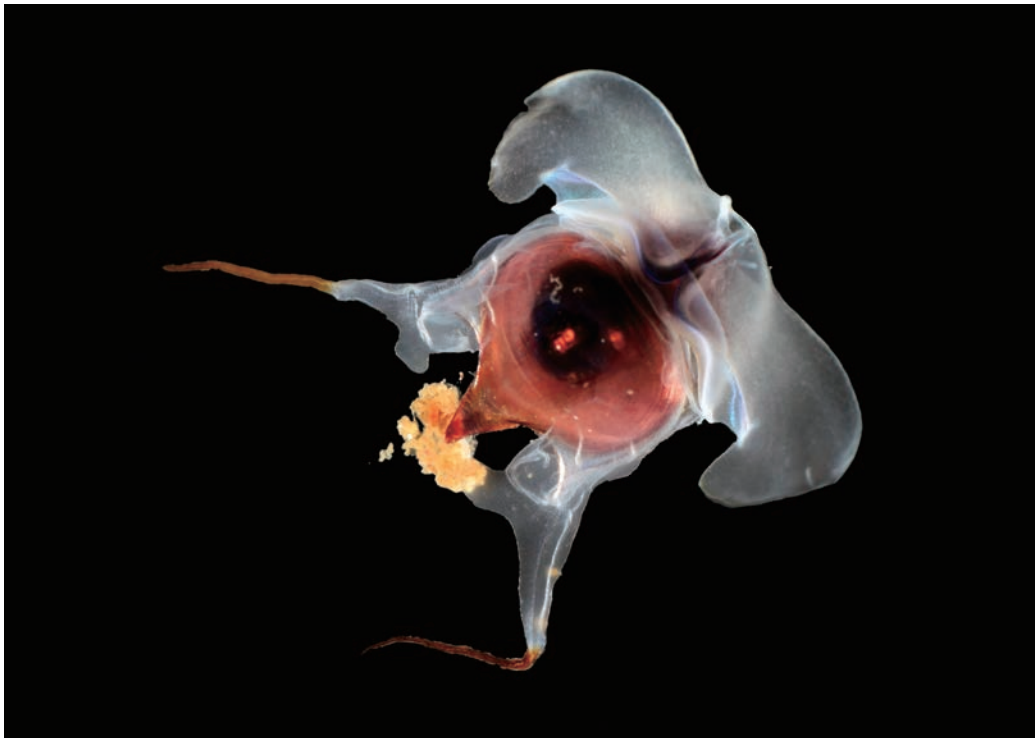


ISSN 1348-4656

金沢大学環日本海域環境研究センター

臨海実験施設
研究概要・年次報告 第17号
2018.4 ~ 2019.3



九十九湾で採集されたクリイロカメガイ
Cavolinia uncinata (Rang, 1828)

Annual Report of Noto Marine Laboratory
Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

活動報告

* 研究概要	2
* 研究業績	5
* 研究発表及び研究活動	6
* 研究交流	10
* 研究費	13
* 利用状況	14

【研究概要】

1. 無脊椎動物及び脊椎動物の比較生理・内分泌学的研究（関口助教）

関口助教は、原始的な脊椎動物や脊椎動物に近縁な無脊椎動物を用い、脊椎動物の生理や内分泌系の進化を研究している。

1) 円口類に属する原始的な脊椎動物であるヌタウナギの血中カルシウム調節ホルモンの研究
本研究の目標は、原始的な脊椎動物である円口類を用いて脊椎動物のカルシウム代謝機構の起源を探ることである。本年度は、ヌタウナギ (*Eptatretus burgeri*) を用い、カルシウム代謝に関わるホルモンの一つとして、カルシトニン (CT) について解析した。カルシトニン様遺伝子は、ヌタウナギゲノム中に2つ存在しており、これらの成熟ペプチド配列はおおよそ65.6%の同一性を示していた。次に、サントリー生命科学財団の佐竹炎博士と川田剛士博士が合成したヌタウナギ CT ペプチドを用い、ヒト CT 受容体を発現する COS7 細胞に対する cAMP 活性を検討した結果、2種類のヌタウナギ CT ペプチドが活性の強いサケ CT と同様の効力を持つことを明らかにした。

2) 原索動物を用いた CCK/ガストリンの進化機構の研究

CCK とガストリンは、哺乳類において、それぞれ胆嚢の収縮と胃酸の放出を刺激する消化ホルモンである。これまで脊椎動物の姉妹群カタユレイボヤ (*Ciona intestinalis*) において CCK/ガストリンの祖先的な遺伝子 *cionin* が同定されている。しかしながら、カタユレイボヤにおける *cionin* の機能は不明である。このような背景のもと、*cionin* や *cionin* 受容体の発現解析を行っている。定量 PCR 解析により、消化管における *cionin* mRNA の発現量は少なく、中枢神経系における発現が主であることを明らかにした。さらにホヤの中枢神経である神経節における *cionin* および *cionin* 受容体の *in situ* hybridization 解析は、*cionin* mRNA の発現が神経節前方に局在していること、*cionin* 受容体の発現が神経節中間から後方にあることを示した。*cionin*、*cionin* 受容体および、コリン作動性神経のマーカーである小胞性アセチルコリントランスポーター (VACHAT) mRNA の中枢神経系における発現共局在を二重 *in situ* hybridization で検討した結果、*cionin* と VACHAT mRNA の局在はほとんど一致せず、*cionin* 受容体と VACHAT mRNA が多くの細胞で共局在した。これらの結果から、*cionin* 作動性神経は、コリン作動性神経に神経伝達物質もしくは神経修飾物質として作用することが示唆された。本研究の成果を、第43回日本比較内分泌学会大会及び International Symposium “Research Frontiers of Transboundary Pollution”で発表した。

2. 魚類の自然免疫系に関する研究：体表における抗微生物因子について（木谷助教）

魚類は水中に生息するため、その体表は常に病原性微生物等の攻撃にさらされている。木谷助教は、主として魚類の体表粘液に存在する抗微生物因子についての研究を行っている。過去に魚類体表粘液が魚病細菌に効果的に作用することが観察されたことを端緒として、この現象の解明と原因物質の同定を試みたところ、この物質は L-アミノ酸オキシダーゼ (LAO) ファミリータンパク質と同定された。本成果は、魚類体表から抗菌物質として LAO を見出した初の例となった。このほかにも、大西洋タラ *Gadus morhua* および大西洋サケ *Salmo salar* に着目し、体表における抗微生物ペプチドの機能解析に関する研究が進行している。

平成30年度においては LAO 活性スクリーニングにより発見されたキジハタ *Ephinephelus akaara* 血清 LAO についてその構造および活性について研究を進めている。アミノ酸配列解析および遺伝子クローニングの結果から、キジハタ血清 LAO 遺伝子の部分配列は既知の魚類 LAO と相同性を示した。この遺伝子の全長クローニングが進められている。また、この LAO は生体内でどのような役割を担っているか調べるためにリポポリサッカライドを腹腔内投与し種々の免疫関連遺伝子について発現量に変化がみられるか検討中である。以上の成果は小坂優斗君の修士論文研究の一環として 8th International Fisheries Symposium 2018 "Sustainable Fisheries and Aquaculture for the Benefits of Mankind" および International Symposium of Institute of Nature and Environmental Technology Kanazawa University "Research Frontiers of Transboundary Pollution"で発表した。

3. 水産未利用資源の有効利用に関する研究（木谷助教）

木谷助教は水産未利用資源問題の解決にも取り組む。漁業活動において混獲、すなわち対象以外の生物を漁獲してしまうことは避けられない。特に市場価値の低い生物の混獲は漁業者の労力や漁船の輸送能力を圧迫することで多大なコストとなり、また生命倫理的問題にもつながる。また水産加工に伴い漁獲物の不可食部が廃棄物として排出され、これも環境負荷となりうる。本研究では、混獲生物や水産加工廃棄物等の未利用資源から有用な物質を探索し、これらの付加価値を高めることが可能となれば廃棄物減量による環境負荷低減のみならず、漁業者の収入増加とそれに伴う地域活性化にも繋がる。

本年度は魚類鱗片を生物材料として炎症反応を惹起し、この炎症反応を抑制する物質が海綿動物および棘皮動物に含まれるか調べた。その結果、未同定の海綿動物抽出物に炎症反応抑制作用を示すことを明らかとした。また、水産加工廃棄物である魚骨が骨代謝に与える影響を調べたところ、魚骨の人工胃液消化物は骨形成および骨破壊両者に関連する遺伝子の発現量を増加させた。これらは村田まどか君の卒業論文の一環として行われ、成果の一部は平成 31 年度日本水産学会春季大会で発表した。

4. カルシウム代謝に関与するホルモンの応答解析（鈴木教授）

鈴木教授を中心とするグループは、ウロコを骨モデルとして用いて骨代謝の研究を実施した。本年度は、カルシウム代謝に関与するホルモン（黒色素胞刺激ホルモン：MSH）と骨吸収抑制ホルモンであるカルシトニンとのクロストークについて解析を行った。

MSH は黒色素胞内のメラニン顆粒拡散による体色黒化やメラニン合成促進を促進する他に、食欲調節機能や免疫系にも働き、多様な機能を持つホルモンである。MSH の受容体が欠損したヒトは骨量が増加することが報告された。さらに MSH はラットの破骨細胞を活性化して骨吸収を促進することもわかった。これらの結果は、MSH は哺乳類の骨代謝にも関与していることを示している。しかしながら、魚類の骨代謝に対する MSH の作用を調べた研究はない。そこで、骨吸収抑制ホルモンであるカルシトニンとのクロストークを調べた。キンギョの雌雄の鰓後腺から mRNA を抽出して、MSH の受容体（MCR）の発現を解析した。その結果、雄及び雌において、個体間でそれぞれの MCR の発現レベルは変動していたが、すべてのサブタイプ（MCR1, MCR2, MCR3, MCR4 及び MCR5）が検出された。したがって、MSH は鰓後腺に作用して、カルシトニンの分泌を促している可能性が高い。次に、MSH のカルシウム代謝に及ぼす影響を調べるため、MSH 投与による血液中のカルシウム濃度とカルシトニンレベルの変化を調べた。その結果、血液中のカルシウムに応答して鰓後腺からカルシトニンが分泌されていることを証明でき、さらに血液中のカルシウム濃度と血液中のカルシトニンとの間に有意な正の相関があることがわかった。以上のことから、MSH はカルシトニンとクロストークしており、魚類のカルシウム代謝の調節に関与している可能性が高いことが判明した。本研究の成果を International Aquatic Research に発表した。

5. 魚類に対する海洋深層水の影響評価（鈴木教授）

海洋深層水とは、水深 200 m 以深に存在する深海の海水のことを示し、低温状態で、豊富なミネラルや無機栄養分を含み、細菌数が少ないという特徴を持つ。また海洋深層水は、水産増養殖分野において、海産動物の生育を改善する飼育水等に利用されているが、その根拠は明らかになっていない。鈴木教授を中心としたグループは、海洋深層水の魚類生理に及ぼす影響について生理学的な側面から研究を行い、海洋深層水にメジナ及びヒラメのストレス低減作用を見出した。その結果を基にして特許を申請した（能登海洋深層水のストレス低減作用、特願 2018-022738）。さらに平成 30 年金沢大学新技術説明会で発表した。この成果を魚の養殖に生かしていくために、現在、科学技術振興機構の A-STEP 助成金を申請中である。

6. 海洋汚染に関する研究（鈴木教授）

鈴木教授を中心とするグループは、早川和一特任教授との共同研究により、多環芳香族炭化水素（PAH）類の魚類の骨代謝に対する毒性を調べている。PAH類は化石燃料の燃焼に伴って生成して大気中に放出される非意図的生成化学物質の一つであり、その中には Benz [a] pyrene のように発癌性/変異原性を有するものが多い。また、PAH類は原油にも含まれており、1997年1月に日本海で発生したロシア船籍タンカーナホトカ号の重油流出事故では、流出した大量の重油による海洋生態系への影響が危惧された。しかし、重油残留海域で採集した魚類に癌が見出された報告はこれまでなく、重油汚染海水で孵化した稚魚に脊柱彎曲が観察されている。そこで本年度は、海産魚のメジナに Benz[a]anthracene を投与して毒性を解析した。その結果、破骨細胞の活性が低下することにより、血液中のカルシウム濃度が低下していることがわかった。さらに骨芽細胞の活性も低下しており、腎臓や肝臓のマーカーも低下していることも判明した。これらの結果を早川教授と鈴木教授がゲストエディターとして企画している International Journal of Environmental Research and Public Health の特集号 "Recent Advances in Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Research: Occurrence, Fate, Analysis, and Risk Assessment" に投稿予定である。

7. 魚類の発生・成長の遅滞とその後の成長補償に関する研究（亀井助教）

動物の発生・成長は（栄養や酸素の不足などの）後天的要因の悪化により『遅滞』するが、多くの場合、遅滞要因が除かれると短期間のうちに正常な発育度へ復帰する。この現象は『追いつき成長』として魚類から哺乳類まで（あるいは無脊椎動物にさえ）幅広く動物界で知られるが、ヒトでは胎児期の成長遅滞に端を発する追いつき成長と後の成人病罹患率の増大とに因果関係が示唆されている。多くの場合において胎生動物の胚や出生直後の個体を用いた実験は容易ではなく、追いつき成長が誘導される仕組みや、付随して疾病がもたらされる理由は十分に明らかにされていない。亀井助教はこの問題を解決する一助として、小型の実験魚として汎用されているゼブラフィッシュを用いた成長遅滞と追いつき成長を制御する分子機構に関する研究を行っている。

本年度は、成長遅滞を引き起こす低酸素時や、追いつき成長を引き起こす低酸素後の常酸素環境に移行時に働きが変化することが考えられる遺伝子の機能解析を行った。その結果、エピジェネティクスや体成長を促すインスリン様成長因子（insulin-like growth factor: IGF）シグナルの制御を行う脱アセチル化酵素の一つである Sirtuin1（Sirt1）が追いつき成長の促進に必要であることがわかった。また、IGFシグナリングの起点の一つとなるインスリン受容体基質（insulin receptor substrate2: Irs2）の機能変化に関する解析も進めたところ、二種類あるゼブラフィッシュの IRS2 の内、一つの分子種のみが加速成長に必要なシグナル経路の入力に必要であることが示唆される結果を得た。Sirt1はIrs2の機能変化を誘導する分子としても報告されている為、今後はこれらの分子の連携についても詳しく調べていく予定である。

本研究の成果の一部は、渋川夢風君の卒業論文研究の一環として、また、座主彩香君の修士論文研究の一環として進められ、それぞれ NAD-dependent deacetylase Sirt1 is required for catch-up growth in zebrafish embryos. 及び Role of insulin receptor substrate 2 (irs2) in catch-up growth in zebrafish embryos として第41回日本分子生物学会で発表された。

【研究業績】

1) 学術論文

- (1) Amornsakun, T., Srithongthum, S., Promkaew, P., Hassan, A.B., Matsubara, H., Takeuchi, Y., Mukai, K., Shimasaki, Y., Oshima, Y. and Suzuki, N., Effects of water salinity on the egg hatching, growth, and survival of larvae and fingerlings of climbing perch, *Anabas testudineus*. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, in press
- (2) Nakano, M., Ikegame, M., Igarashi-Migitaka, J., Maruyama, Y., Suzuki, N. and Hattori, A., Suppressive effect of melatonin on osteoclast function via osteocyte calcitonin. *Journal of Endocrinology*, in press
- (3) Yazawa, T., Imamichi, Y., Sekiguchi, T., Miyamoto, K., Uwada, J., Khan, R., Suzuki, N., Umezawa, A. and Taniguchi, T., Transcriptional regulation of ovarian steroidogenic genes; recent findings obtained from stem cell-derived steroidogenic cells. *BioMed Research International*, in press
- (4) Zanaty, M.I., Nassar, H.F., Mahmoud, H.M., Fagr, Kh., Abdel-Gawad, F.K., Sato, M., Yachiguchi, K., Shimizu, N., Hayakawa, K., Hattori, A., Mukai, K., Shimasaki, Y., Oshima, Y. and Suzuki, N., Influence of polluted sea water in the Red Sea on the osteoclasts and osteoblasts of goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, in press
- (5) Sekiguchi, T., Suzuki, T., Kurokawa, T., Amornsakun, T., Hai, T.N., Srivastav, A.K. and Suzuki, N., 2018, Molecular characterization of putative calcitonin gene-related peptide receptors and expression of calcitonin gene-related peptide and its receptor in the early development of flounder, *Paralichthys olivaceus*. *International Journal of Zoological Investigations*, **4**, 106-117.
- (6) Sekiguchi, T., Yachiguchi, K., Kiyomoto, M., Ogiso, S., Wada, S., Tabuchi, Y., Hong, C.-S., Srivastav, A.K., Archer, S., Pointing, S.B., Hayakawa, K. and Suzuki, N., 2018, Molecular mechanism of the suppression of larval skeleton by polycyclic aromatic hydrocarbons in early development of sea urchin *Hemicentrotus pulcherrimus*. *Fisheries Science*, **84**, 1073-1079.
- (7) Srivastav, A.K., Srivastav, S., Srivastav, S.K. and Suzuki, N., 2018, Organophosphate pesticide, chlorpyrifos alters serum electrolytes of the indian skipper frog *Euphlyctis cyanophlyctis*. *Jordan Journal of Biological Sciences*, **11**, 395-399.
- (8) Srivastav, A.K., Srivastav, S., Mishra, D., Srivastav, S.K. and Suzuki, N., 2018, Cadmium attenuates blood calcium and phosphate in the indian skipper frog, *Euphlyctis cyanophlyctis*. *International Journal of Zoological Investigations*, **4**, 149-156.
- (9) Togawa, M., Endo, Y., Suzuki, N., Yokoi, H. and Suzuki, T., 2018, Identification of Sox10-positive cells at the dorsal fin base of juvenile flounder that are correlated with blind-side skin ectopic pigmentation. *Journal of Experimental Zoology Part B*, **330**, 427-437.
- (10) Tazaki, Y., Sugitani, K., Ogai, K., Kobayashi, I., Kawasaki, H., Aoyama, T., Suzuki, N., Tabuchi, Y., Hattori, A. and Kitamura, K., 2018, RANKL, Ephrin-Eph and Wnt10b are key intercellular communication molecules regulating bone remodeling in autologous transplanted goldfish scales. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, **225**, 46-58.
- (11) 水本巖・古山彰一・鈴木信雄・小木曾正造, 2018, IoT を用いた海洋情報取得システム : 富山湾の寄り回り波観測. *科学・技術研究*, **7**, 51-54.

2) 総説・解説等

- (1) Sekiguchi, T., 2018, The calcitonin/calcitonin gene-related peptide family in invertebrate deuterostomes. *Frontiers in Endocrinology*, **9**, 695.
- (2) 亀井宏泰, 2019, 日本比較内分泌学会奨励賞を受賞して：ゼブラフィッシュを用いた胚の成長制御機構に関する発生内分泌学的研究, *比較内分泌学*, **45**, 4-5.
- (3) 三宅裕志・池口新一朗・高山佳奈・吉川美月・有馬史織・鈴木信雄, 2019, 直達発生するミズクラゲについて. *海洋と生物*, **41**, 54-59.
- (4) 佐藤貴弘・井田隆徳・関口俊男・中町智哉・児島将康, 2019, 消化管関連ペプチドが拓く恒常性フロンティア. “実験医学増刊, 臓器連環による生体恒常性の破綻と疾患” 春日雅人編集, 羊土社, 東京, **37**, 129-135.

3) 著書

- (1) Mishima, H., Tanabe, S., Hattori, A., Suzuki, N., Kakei, M., Matsumoto, T., Ikegame, M., Miake, Y., Ishikawa, N. and Matsumoto, Y., 2018, The relationship between the structure and calcification of dentin and the role of melatonin. In “Biom mineralization From Molecular and Nano-structural Analyses to Environmental Science”, Eds. Endo K, Kogure T, Nagasawa H, Springer, Singapore, 199-209.
- (2) 関口俊男, 2019, 棘皮動物・原索動物. “動物の事典”, 末光隆志他編, 朝倉書店, 東京, 印刷中
- (3) 鈴木信雄, 2019, カルシウム代謝とホルモン. “動物の事典”, 末光隆志他編, 朝倉書店, 東京, 印刷中

【研究発表及び研究活動】

1) 研究発表及び講演会

- (1) Sekiguchi, T., The molecular mechanism for effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on marine invertebrates. International Symposium “Research Frontiers of Transboundary Pollution”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2019.1.24-25). 招待講演
- (2) Shibukawa, M. and Kamei, H., Sirt1 augments IGF-MAPK to facilitate hypoxia/reoxygenation-induced catch-up growth in zebrafish embryos. Gordon Research Conference “Insulin-Like Growth Factors In Physiology & Disease” in Ventura, CA, USA. (2019.5.10-15).
- (3) Suzuki, N., Ikari, T., Kobayashi, Y., Mizusawa, K., Takahashi, A., Kitani, Y., Sekiguchi, T., Endo, M., Kambegawa, A., Asahina, K., Tabuchi, Y., Amornsakun, T. and Hattori, A., Alpha-melanocyte-stimulating hormone functions to fish calcium metabolism. International Symposium “Research Frontiers of Transboundary Pollution”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2019.1.24-25).
- (4) Taniguchi, S., Nakayama, S., Ogasawara, M., Wada, S., Satake, H., Suzuki, N. and Sekiguchi, T., Localization analysis of the cholecystokinin/gastrin family peptide in ascidian, *Ciona intestinalis*. International Symposium “Research Frontiers of Transboundary Pollution”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2019.1.24-25).
- (5) Kamei, H. and Shibukawa, M., NAD-dependent deacetylase Sirt1 is required for catch-up growth in zebrafish embryos. Joint Symposium between Kanazawa University and Prince of Songkla University “Recent Advances in Marine Science, Aquaculture and Food Technology”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2018.12.17).

- (6) Matsunaka, T., Nagao, S., Tang, N., Inoue, M., Suzuki, N., Ogiso, S. and Hayakawa, K., Temporal variations in PAHs at Tsukumo Bay during 2014–2017. 3rd Regional IWA Diffuse Pollution Conference. “Innovation and Frontier Technology for Water Security and Scarcity”, Chiang Mai, Thailand (2018.11.19-22).
- (7) Sekiguchi, T., Study of calcium homeostasis in the primitive vertebrate. Joint Symposium between Kanazawa University and Prince of Songkla University on Recent Advances in Marine Science, Aquaculture and Food Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2018.12.17). 招待講演
- (8) Suzuki, N., Hanmoto, T., Tabuchi, Y., Yano, S., Ikegame, M., Kitamura, K., Sekiguchi, T., Kobayashi, I., Seki, A. and Hattori, A., Effects of low-intensity pulsed ultrasound on osteoclastogenesis with goldfish scales having both osteoclasts and osteoblasts. 日本宇宙生物科学会第32回大会, 東北大学, 宮城県 (2018.9.21-23).
- (9) Suzuki, N., Fish research at Kanazawa University. Joint Workshop (6th PSU-KZU JWS, EA-NanoNet-6, EIAA-6), Phuket campus Prince of Songkla University, Thailand (2018.11.7). 招待講演
- (10) Suzuki, N., Teleost scale is a functional calcium reservoir and has an important physiological role in calcium metabolism. 8th International Fisheries Symposium 2018, Hansa JB Hotel, HatYai, Thailand (2018.11.19-21). 招待講演
- (11) Suzuki, N., Hanmoto, T., Tabuchi, Y., Yano, S., Ikegami, M., Kitamura, K., Sekiguchi, T., Kobayashi, I., Seki, A. and Hattori, A., Low-intensity pulsed ultrasound moderately activates osteoclasts and induces bone formation. Joint Symposium between Kanazawa University and Prince of Songkla University on Recent Advances in Marine Science, Aquaculture and Food Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2018.12.17).
- (12) Suzuki, N., Ikari, T., Kobayashi, Y., Mizusawa, K., Takahashi, A., Kitani, Y., Sekiguchi, T., Endo, M., Kambegawa, A., Asahina, K., Tabuchi, Y., Amornsakun, T. and Hattori, A., Alpha-melanocyte-stimulating hormone increases plasma calcitonin level and is involved in fish calcium metabolism. Joint Symposium between Kanazawa University and Prince of Songkla University on Recent Advances in Marine Science, Aquaculture and Food Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2018.12.17).
- (13) Taniguchi, S., Nakayama, S., Ogasawara, M., Wada, S., Satake, H., Suzuki, N. and Sekiguchi, T., Localization analysis of cionin, cholecystokinin/gastrin ortholog, in ascidian, *Ciona intestinalis*. Joint Symposium between Kanazawa University and Prince of Songkla University on Recent Advances in Marine Science, Aquaculture and Food Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2018.12.17).
- (14) Zahangir, M.M., Ando, H., Ogiso, S., Suzuki, N. and Ueda, H., Expression of genes for NMDA receptor NR2 subunit and gonadotropin-releasing hormones in the brain of tiger puffer in the Nanao bay during spawning season. 平成31年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京都 (2019.3.26-30).
- (15) Zasu, A. and Kamei, H., Role of insulin receptor substrate 2 (irs2) in catch-up growth in zebrafish. Joint Symposium between Kanazawa University and Prince of Songkla University “Recent Advances in Marine Science, Aquaculture and Food Technology”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2018.12.17).
- (16) 五十嵐-右高潤子・服部淳彦・鈴木信雄・平田和明, 骨組織にはカルシトニンが発現している—哺乳類における検討. 第124回日本解剖学会総会・全国学術集会, 朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター, 新潟県 (2019.3.27-29).
- (17) 池亀美華・北村敬一郎・服部淳彦・鈴木信雄・内部健太・岡村裕彦, キンギョのウロコにおけるスクレロスチンの発現局在. 第124回日本解剖学会総会・全国学術集会, 朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター, 新潟県 (2019.3.27-29).

- (18) 木谷洋一郎・町 敬介, キジハタ血清 L-アミノ酸オキシダーゼ: 血清中の基質について. 平成 31 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京都 (2019.3.6-9).
- (19) 小林 寛・松原 創・永見 新・鈴木信雄・中田和義, ニホンザリガニの生殖腺形態の周年変化. 平成 31 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京都 (2019.3.6-9).
- (20) 松原 創・春見達郎・岩田大輔・小林 寛・永見 新・横田高士・中野美和・松原孝博・鈴木信雄・柳町隆造, 深海性高級魚キチジの種苗生産に関する研究-VI. 平成 31 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京都 (2019.3.6-9).
- (21) 松原 創・春見達郎・小林 寛・永見 新・横田高士・中野美和・市村政樹・近藤昌和・鈴木信雄・柳町隆造, 海水魚と淡水魚精子の卵門侵入. 平成 31 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京都 (2019.3.6-9).
- (22) 三島弘幸・服部淳彦・鈴木信雄・松本 敬・池亀美華・見明康雄・松本由樹, 象牙質の組織構造や結晶への概日リズム同調因子メラトニンによる関与. 第 124 回日本解剖学会総会・全国学術集会, 朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター, 新潟県 (2019.3.27-29).
- (23) 村田まどか・Soottawat Benjakul・鈴木信雄・木谷洋一郎, 魚骨粉由来サプリメントが骨代謝に与える作用. 平成 31 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京都 (2019.3.6-9).
- (24) 小木曾正造・又多政博・鈴木信雄, マシコヒゲムシ *Oligobrachia mashikoi* Imajima, 1973 (Annelida, Siboglinidae) の採集と飼育. 総合技術研究会 2019, 九州大学, 福岡県 (2019.3.6-9).
- (25) 鈴木 碧・ロバートジェンキンズ・小木曾正造・鈴木信雄, 九十九湾に設置した生物遺骸に生息する多毛類の分類と食性. 日本古生物学会 第 168 回例会, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 神奈川県 (2019.1.25-27).
- (26) 鈴木信雄, 多環芳香族炭化水素類の水生動物に対する作用. 第 3 回富山湾研究会, 大学コンソーシアム富山「駅前キャンパス」, 研修室 2, 富山県 (2019.3.4-5).
- (27) 鈴木信雄・佐藤将之・谷内口孝治・本橋慶一・矢口行雄・田淵圭章・木谷洋一郎・五十里雄大・小木曾正造・関口俊男・見明康雄・三島弘幸・服部淳彦, 海産及び淡水産硬骨魚類の骨代謝に及ぼすフッ化ナトリウムの影響. 平成 31 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京都 (2019.3.6-9).
- (28) 浦田 慎・木下靖子・能丸恵理子・谷内口孝治・松原道男・鈴木信雄, 石川県における海洋教育「能登モデル」の新展開: 地域に広がる持続的活動を目指して. 第 6 回全国海洋教育サミット, 東京大学, 東京都 (2019.2.9).
- (29) 花塚真史・亀井宏泰・大平剛, クルマエビ赤色素凝集ホルモン受容体の同定. 第 43 回日本比較内分泌学会, 東北大学, 宮城県 (2018.11.9-11).
- (30) 亀井宏泰, 動物の成長の不思議, 2018 年度金沢大学出張講義, 石川県立七尾高等学校, 石川県, (2018.10.4) 依頼講義
- (31) 亀井宏泰, ゼブラフィッシュを用いた胚の成長制御機構に関する発生内分泌学的研究. 第 43 回日本比較内分泌学会, 東北大学, 宮城県 (2018.11.9-11). 依頼講演/奨励賞受賞者講演
- (32) 亀井宏泰, ゼブラフィッシュの実験系で成長の不思議に挑む. 金沢大学理工学域生命理工学類 生命理工セミナー, 金沢大学, 石川県 (2018.11.26). 依頼講演
- (33) 亀井宏泰・座主彩香, ゼブラフィッシュ胚の追いつき成長における *prtg* の役割. 第 43 回日本比較内分泌学会, 東北大学, 宮城県 (2018.11.9-11).
- (34) 木下靖子・浦田 慎・谷内口孝治・鈴木信雄, イカを活用した教育プログラムの実践について. 第 1 回イカ・タコ研究会, 島根大学隠岐臨海実験所, 島根県 (2018.10.12).
- (35) 小林静静・近藤真央・山森汐莉・鈴木信雄・服部淳彦・北村敬一郎・小林 功, ゼブラフィッシュ鱗を用いた骨折修復過程におけるライブイメージング解析. 日本動物学会第 89 回札幌大会, 震災の為中止, 代替大会: 東京大学伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール, 東京都 (2018.12.9).

- (36) 松川祐大・濱田麻友子・筒井直昭・吉田 真明・関口 俊男・Joseph J Gingell・Debbie L Hay・坂本 竜哉・坂本 浩隆, 扁形動物ヒラムシを用いた原始バソプレシンの作用機構の解明. 日本動物学会第 89 回札幌大会, 震災の為に中止, 代替大会: 東京大学伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール, 東京都 (2018.12.9).
- (37) 中山 理・山口 悠・関口 俊男・小笠原道生, カタユウレイボヤにおけるカテプシン L 様遺伝子群の発現と消化管の形態的多様性. 日本動物学会第 89 回札幌大会, 震災の為に中止, 代替大会: 東京大学伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール, 東京都 (2018.12.9).
- (38) 小木曾正造・又多政博・鈴木信雄, マシコヒゲムシ *Oligobrachia mashikoi* の飼育と繁殖. 平成 30 年度日本動物学会中部支部大会, 名古屋大学, 愛知県 (2018.12.8-9).
- (39) 渋川夢風・座主彩香・亀井宏泰, NAD 依存的脱アセチル化酵素 Sirt1 はゼブラフィッシュ胚の追いつき成長に必要である. 平成 30 年度第 41 回日本分子生物学, パシフィコ横浜, 神奈川県 (2018.11.28-30).
- (40) 鈴木信雄, 目指セイカ博士. (公開講演会), 小木漁業協同組合, 石川県 (2018.5.27).
- (41) 鈴木信雄, 海の動物にみる海洋越境汚染物質の影響. 金沢大学公開講座「北陸で暮らすということ 2～空と海と環境汚染～」, 金沢大学サテライトプラザ, 石川県 (2018.6.6).
- (42) 鈴木信雄, エビのひみつ (公開講演会), 海みらい図書館, 石川県 (2018.6.24).
- (43) 鈴木信雄, 骨代謝の最近の知見: メラトニンが骨代謝に及ぼす影響を含め. 第 19 回 Niigata Bone Research Conference, 新潟大学有任記念館, 新潟県 (2018.7.6). 特別講演
- (44) 鈴木信雄, 宇宙で骨に効いた薬: メラトニンの骨に対する作用. 海みらい図書館, 石川県 (2018.7.28). 招待講演
- (45) 鈴木信雄, 能登海洋深層水を用いたストレス低減飲料・化粧品の開発. 平成 30 年金沢大学新技術説明会 JST 東京本部別館ホール, 東京都 (2018.8.23). 招待講演
- (46) 鈴木信雄・五十里雄大・小林勇喜・水澤寛太・高橋明義・木谷洋一郎・関口俊男・遠藤雅人・神戸川 明・朝比奈 潔・田渕圭章・Thumronk Amornsakun・服部淳彦, α -MSH は血漿カルシトニン濃度を上昇させてカルシウム代謝に関与する. 第 43 回日本比較内分泌学会大会, 東北大学, 宮城県 (2018.11.9-11).
- (47) 田渕圭章・轟 勇人・鈴木信雄・平野哲史・竹内真一・椎葉倫久・近藤 隆・長谷川英之, マウス MC3T3-E1 前骨芽細胞様細胞に対する低出力パルス超音波の効果. 日本超音波医学会第 91 回学術集会, 神戸国際会議場, 兵庫県 (2018.6.18-19).
- (48) 田渕圭章・轟 勇人・鈴木信雄・平野哲史・竹内真一・椎葉倫久・長谷川英之, 低出力パルス超音波の細胞応答. 平成 30 年度第 4 回アコースティックイメージング研究会, 千葉大学, 千葉県 (2018.12.13).
- (49) 高橋望史・平野 誠・筒井直昭・濱田麻友子・吉田真明・関口俊男・坂本竜哉・坂本浩隆, 原始左右相称動物扁形動物ヒラムシから探る生殖腺刺激ホルモン放出ホルモンの機能進化. 中国四国地区生物系三学会合同大会, 山口大学吉田キャンパス, 山口県 (2018.5.13).
- (50) 高橋望史・筒井直昭・濱田麻友子・吉田真明・関口俊男・Joseph J Gingell・Debbie L Hay・坂本 竜哉・坂本 浩隆, 原始左右相称動物扁形動物ヒラムシにおける生殖腺刺激ホルモン放出ホルモンおよび受容体の解析. 日本動物学会第 89 回札幌大会, 震災の為に中止, 代替大会: 東京大学伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール, 東京都 (2018.12.9).
- (51) 谷口詩穂・中山 理・小笠原道生・佐竹 炎・鈴木信雄・関口俊男, カタユウレイボヤにおける CCK/ガストリン相同ペプチド cionin の局在解析. 第 43 回日本比較内分泌学会大会, 東北大学, 宮城県 (2018.11.9-11).
- (52) 浦田 慎・清本正人・松原道男・鈴木信雄, 能登町の小学校授業におけるウニの発生実験の活用. 平成 30 年度 日本理科教育学会北陸支部大会, 富山大学, 富山県 (2018.11.10).

- (53) 吉川美月・三宅裕志・Konstantin Khalturin・池口新一郎・鈴木信雄・足立 文, ミズクラゲ *Aurelia coerulea* の直達発生型プラヌラにおけるストロビレーション因子の発現. 日本プランクトン学会・ベントス学会合同大会, 創価大学, 東京都 (2018.9.9-11).
- (54) 座主彩香・亀井宏泰, ゼブラフィッシュ胚の追いつき成長におけるインスリン受容体基質 2 の役割. 平成 30 年度第 41 回日本分子生物学, パシフィコ横浜, 神奈川県 (2018.11.28-30).

【研究交流】

1) 共同研究

- (1) 木谷洋一郎：カニ体液中の貝毒解毒機構について, 新潟食糧農業大学教授 長島裕二
- (2) 木谷洋一郎：サケ科魚類体表における抗微生物ペプチドの役割, NORD University (ノルウェー王国) Prof. Kiron Viswanath
- (3) 関口俊男：原索動物カルシトニン機能の研究, 基礎生物学研究所形態形成部門助教 高橋弘樹
- (4) 関口俊男：原索動物神経ペプチドの研究, 千葉大学大学院融合科学准教授 小笠原道生
- (5) 関口俊男：魚類受容体活性調節蛋白の機能についての研究, 宮崎大学 フロンティア科学実験統合センター 生命科学研究部門准教授 桑迫健二
- (6) 関口俊男：ヌタウナギカルシトニンの機能解析研究, 理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター 分子配列比較解析ユニット ユニットリーダー 工樂樹洋
- (7) 関口俊男：インドール化合物の放射線防御機構解明, 福井大学 分子生体情報学分野准教授 水谷哲也
- (8) 関口俊男：インドール化合物の放射線防御機構解明, 富山大学大学院医学薬学研究部助教 趙 慶利
- (9) 関口俊男：ペプチドの薬理学的研究, オークランド大学 (ニュージーランド) Prof. Debbie L. Hay
- (10) 関口俊男：イカの腸内細菌についての研究, オークランド工科大学 (ニュージーランド) Prof. Steve B. Pointing
- (11) 関口俊男：アカエイの血中カルシウム濃度調節機構の研究, 岡山大学理学部附属牛窓臨海実験所教授 坂本竜哉
- (12) 関口俊男：ヒラムシ GPCR の認識機構に関する研究, 岡山大学理学部附属牛窓臨海実験所准教授 坂本浩隆
- (13) 鈴木信雄：魚類の副甲状腺ホルモンに関する研究, メルボルン大学 (オーストラリア) Prof. T. John Martin, RMIT 大学 (オーストラリア) Prof. Janine A. Danks
- (14) 鈴木信雄：魚類のカルセミックホルモン (カルシトニン、ビタミン D、スタニオカルシン) に関する研究, ゴラクプール大学 (インド) Prof. Ajai K. Srivastav
- (15) 鈴木信雄：魚類の骨代謝に対するフッ素の影響に関する研究, カントー大学 (ベトナム) Prof. Tran Ngoc Hai, 富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター教授 田淵圭章
- (16) 鈴木信雄：メラトニンの骨代謝に関する研究, 東京医科歯科大学教授 服部淳彦, 新潟大学理学部附属臨海実験所教授 安東宏徳
- (17) 鈴木信雄：重金属の骨芽・破骨細胞に及ぼす影響：ウロコのアッセイ系による解析, 国立水俣病研究センター生理影響研究室長 山元 恵, 東京慈恵会医科大学教授 高田耕司
- (18) 鈴木信雄：ニワトリのカルシトニンレセプターのクローニングとその発現に関する研究, 新潟大学農学部教授 杉山稔恵
- (19) 鈴木信雄：ウロコの破骨細胞に関する研究, 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科准教授 池亀美華

- (20) 鈴木信雄：交流磁場の骨代謝に及ぼす影響，九州大学大学院工学研究院特任教授 上野照剛，
広島大学 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所教授 岩坂正和
- (21) 鈴木信雄：ヒラメの初期発生におけるカルシトニンの作用，東北大学農学研究科教授 鈴木 徹，
独立行政法人水産総合研究センター 東北区水産研究所 海区水産業研究部 資源培養研究室
長 黒川忠英
- (22) 鈴木信雄：超音波の骨代謝に及ぼす影響，富山大学大学院医学薬学研究部特任教授 近藤 隆，
富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター教授 田淵圭章，昭和大学准教授 舟橋久幸，
JAXA 主任研究員 矢野幸子
- (23) 鈴木信雄：歯の石灰化に関する研究，鶴見歯科大学講師 三島弘幸
- (24) 鈴木信雄：静磁場の骨代謝に及ぼす影響，独立行政法人 物質・材料研究機構 強磁場研究 セ
ンター 主任研究員 廣田憲之，同研究センター 特別研究員 木村史子
- (25) 鈴木信雄：インドール化合物の抗菌活性及び植物の根の成長促進作用に関する研究，富山大学
大学院理工学研究部客員教授 神坂盛一郎，同教授 唐原一郎
- (26) 鈴木信雄：魚のウロコを用いた宇宙生物学的研究，亜細亜大学経済学部教授 大森克徳，JAXA
主任研究員 矢野幸子，富山大学大学院理工学研究部教授 松田恒平
- (27) 鈴木信雄：トリブチルスズの海域汚染に関する研究，九州大学大学院農学研究科教授
大嶋雄治，同准教授 島崎洋平
- (28) 鈴木信雄：インドール化合物のラットの骨代謝に及ぼす影響，ハムリー（株）国際事業部 部
長 関あずさ，神奈川歯科大学特任教授 高垣裕子，朝日大学歯学部教授 江尻貞一
- (29) 鈴木信雄：魚類の骨代謝におけるビタミンKの作用，神戸薬科大学准教授 中川公恵
- (30) 鈴木信雄：魚のウロコで発現している遺伝子のメカニカルストレスに対する応答，富山大学研
究推進機構研究推進総合支援センター教授 田淵圭章
- (31) 鈴木信雄：耳石の石灰化に対するメラトニンの作用，茨城県立医療大学教授 大西 健
- (32) 鈴木信雄：カルシトニンの構造進化及び作用進化に関する研究，公益財団法人サントリー生命
科学財団・生物有機科学研究所・統合生体分子機能研究部・主幹研究員 佐竹 炎，同主席研究
員 川田剛士
- (33) 鈴木信雄：海洋細菌に関する研究，富山大学生物圏地球科学科教授 中村省吾，同教授
田中大祐，同助教 酒徳昭宏
- (34) 鈴木信雄：放射線の骨に対する影響評価，放射線医学総合研究所主任研究員 松本謙一郎，富
山大学大学院医学薬学研究部教授 近藤 隆，同大学教授 田淵圭章
- (35) 鈴木信雄：脊椎動物の破骨細胞に対するカルシトニンの作用に関する研究，松本歯科大学大学
院歯学独立研究科教授 高橋直之，同大学准教授 山下照仁
- (36) 鈴木信雄：黒色素胞刺激ホルモンの魚類の骨代謝に対する作用に関する研究，北里大学海洋生
命科学部教授 高橋明義，京都大学フィールド科学教育研究センター里域生態系部門准教授
田川正朋，東北大学農学研究科教授 鈴木 徹
- (37) 亀井宏泰：インスリンシグナル関連分子の初期発生における役割に関する研究，東京大学大学
院農学生命科学研究科准教授 高橋伸一郎，同助教 伯野史彦
- (38) 亀井宏泰：クルマエビの成熟に関する効果的なスーパーホルモンの創生に関する研究，神奈川
大学理学部教授 大平剛
- (39) 亀井宏泰：造血幹細胞の発生に関する研究，金沢大学理工研究域生命理工学系助教 小林功
- (40) 亀井宏泰：追いつき成長における HOX 関連分子の機能解析，金沢大学理工研究域生命理工学
系教授 山口正晃
- (41) 亀井宏泰：追いつき成長におけるエネルギーセンサー分子の役割に関する研究，東京薬科大学
生命科学部教授 伊藤昭博，金沢大学理工研究域生命理工学系助教 小林功

- (42) 亀井宏泰：初期胚の成長遅滞と追いつき成長における代謝変化に関する研究，東京大学大学院農学生命科学研究科助教 山中大介
- (43) 亀井宏泰：初期胚の成長遅滞と追いつき成長における ROS の役割に関する研究，パリ第7大学(フランス) Prof. Sophie Vriz
- (44) 亀井宏泰：初期胚の成長遅滞と追いつき成長における ROS の役割に関する研究，金沢大学環日本海域環境研究センター助教 木谷洋一郎

2) 共同利用・共同研究（文科省）

- (1) 木谷洋一郎：海産魚類のカルシウム代謝に対するフッ素の影響評（一般研究），富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター教授 田渕圭章
- (2) 関口俊男：海洋表面マイクロ層とエアロゾルの微生物動態解析（一般研究），東京大学大気海洋研所教授 濱崎恒二
- (3) 関口俊男：環境ホルモンによる一酸化窒素合成酵素の誘導と生殖系への影響の解析（一般研究），旭川医科大学生化学講座講師 矢澤隆志
- (4) 関口俊男：海産無脊椎動物カタユレイボヤでの PAH 類の毒性発現における AHR 遺伝子の役割の解明（一般研究），長浜バイオ大学バイオサイエンス学部准教授 和田修一
- (5) 関口俊男：カタユレイボヤ幼若体による環境応答アッセイ系構築に向けた消化吸收マーカー遺伝子群の基盤的発現解析（若手研究），千葉大学大学院融合理工学府博士後期課程 2 年 中山 理
- (6) 鈴木信雄：七尾湾におけるトラフグの産卵回遊メカニズムに関するプロジェクト研究（重点研究），北海道大学名誉教授/北海道栽培漁業振興公社技術顧問 上田 宏
- (7) 鈴木信雄：ホッコクアカエビの性転換機構の解明（一般研究），水産研究・教育機構中央水産研究所水産生命情報研究センター研究員，馬久地みゆき
- (8) 鈴木信雄：日本海における環境光によるクサフグ産卵制御システムへの影響（一般研究），新潟大学理学部附属臨海実験所特任助教，北橋隆史
- (9) 鈴木信雄：環境汚染物質の魚類のカルシウム代謝に関する研究（一般研究），ゴラクプール大学（インド），Prof. Ajai K. Srivastav

3) 各種活動

社会活動

- (1) 鈴木信雄：石川県環境影響評価委員会委員，2010-現在
- (2) 鈴木信雄：石川県温排水影響検討委員会，2014-現在
- (3) 鈴木信雄：日本海海洋調査技術連絡会，2014-現在
- (4) 鈴木信雄：石川県能登町小木港マリンタウン推進協議会，2010-現在

学会活動

- (1) 関口俊男：ペプチド・ホルモン研究会 世話人，2014-現在
- (2) 関口俊男：日本動物学会 男女共同参画委員，2017-現在
- (3) 鈴木信雄：日本動物学会 中部支部代表委員，2016-現在
- (4) 鈴木信雄：日本宇宙生物科学会 代議員，2012-現在
- (5) 鈴木信雄：Journal of Experimental Zoology part A (Editorial board), 2014-現在
- (6) 鈴木信雄：International Journal of Zoological Investigations (Editorial board), 2017-現在
- (7) 鈴木信雄：International Journal of Environmental Research and Public Health (Gest Editor), 2019-2020

- (8) 鈴木信雄：American Journal of Agricultural and Biological Sciences (Gest Editor), 2019-2020
- (9) 亀井宏泰：日本比較内分泌学会 学術企画委員, 2019-現在

【研究費】

1) 科学研究費

- (1) 木谷洋一郎, 若手 (B), 魚類の血液中に存在する新規生体防御因子の活性制御機構について, 代表者, 平成 30 年度, 2,100,000 円
- (2) 関口俊男, 基盤研究 (C), 血中 Ca 濃度調節機能の進化的変遷:円口類と軟骨魚類に注目したカルシトニンの研究, 代表者, 平成 30 年度, 1,100,000 円.
- (3) 鈴木信雄, 基盤研究 (C), 黒色素胞刺激ホルモンの骨への新規作用:再生能力が高い硬組織(ウロコ)を用いた解析, 代表者, 平成 30 年度, 1,600,000 円.
- (4) 鈴木信雄, 基盤研究 (C), 血中 Ca 濃度調節機能の進化的変遷:円口類と軟骨魚類に注目したカルシトニンの研究 (代表:関口俊男, 金沢大学), 分担者, 平成 30 年度, 100,000 円 (平成 30 年度の直接経費 total 1,100,000 円).
- (5) 亀井宏泰, 基盤 (C), エネルギーセンサーが操るインスリンシグナルと追いつき成長, 代表者, 平成 30 年度, 1,200,000 円.

2) 受託研究費

- (1) 亀井宏泰, 神奈川大学共同研究奨励助成金, クルマエビの成熟に関する効果的なスーパーホルモンの創生 (代表:大平剛, 神奈川大学), 分担者, 平成 30 年度, 600,000 円. (平成 29 年度の直接経費総額 2,000,000 円)

3) 共同研究費

- (1) 鈴木信雄, 石川県漁業協同組合, 水産生物の教材開発, 代表者, 95,300 円

4) 研究助成金等

なし

【新聞発表等】

- (1) 関口俊男, 平成31年2月15日 (北陸中日新聞): 石川県立能登高校出前授業に関する記事
- (2) 鈴木信雄・関口俊男・木谷洋一郎, 平成30年4月29日 (北國新聞): いしかわシティカレッジ 海洋生化学演習に関する記事
- (3) 鈴木信雄, 平成30年6月2日 (土) 11:45~11:50 「いしかわの海」: イカす会での公開講座 (目指せイカ博士)
- (4) 鈴木信雄, 平成30年6月25日 (月) 18:15のニュース: 海みらい図書館での公開講演会
- (5) 鈴木信雄・関口俊男・木谷洋一郎, 平成30年8月28日 (北國新聞): 全国公開臨海実習に関する記事
- (6) 鈴木信雄・関口俊男・木谷洋一郎, 平成30年9月9日 (北陸中日新聞): 全国公開臨海実習に関する記事

【利用状況】

1) 利用者数及び船舶の使用状況

平成30年度臨海実験施設利用者数(延べ人数 4,576人の内訳)

(月)	研究者		学生	
	学内利用	学外利用	学内利用	学外利用
4	52	43	155	27
5	35	37	128	24
6	131	27	153	23
7	58	93	199	322
8	42	54	238	123
9	96	19	336	177
10	105	49	186	199
11	46	27	187	17
12	67	41	153	50
1	81	34	146	36
2	68	49	118	29
3	83	59	126	28
合計	864	532	2,125	1,055

平成30年度臨海実験施設船舶使用回数及び人数(延べ回数 121回、人数 795人の内訳)

(月)	くろさぎ				あおさぎ			
	学内利用		学外利用		学内利用		学外利用	
	回数	人数	回数	人数	回数	人数	回数	人数
4	6	23	1	3	3	13	2	6
5	5	10	0	0	3	6	2	15
6	8	16	2	4	1	15	0	0
7	4	18	0	0	8	50	5	143
8	4	27	2	30	6	46	5	63
9	4	8	2	16	5	74	2	33
10	1	3	0	0	6	38	4	66
11	2	6	0	0	4	8	0	0
12	4	11	0	0	6	11	1	6
1	4	8	1	1	1	1	0	0
2	2	4	0	0	2	4	0	3
3	2	4	0	0	1	2	0	0
合計	46	138	8	54	46	268	21	335

研 究 報 告

* 魚類鱗片培養法を用いた免疫反応の評価

村田まどか, 木谷洋一郎 (p16-17)

* 海洋汚染に対する海産動物への影響についての環境毒性学的解析

関口俊男, 谷内口 孝治, 早川和一, 鈴木信雄 (p18-19)

* ゼブラフィッシュ胚の追いつき成長における Sirt1/2 の役割

渋谷夢風, 亀井宏泰 (p20-21)

* 学校教育における海洋環境教育：マイクロプラスチック問題への取り組みと課題

浦田 慎, 木下靖子 (p22-23)

* 臨海実験施設周辺における海水温と塩分、気温と湿度（平成 30 年度）

小木曾正造, 又多政博 (p24-25)

魚類鱗片培養法を用いた免疫反応の評価

村田まどか, 木谷洋一郎

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設
Madoka MURATA¹, Yoichiro KITANI¹: Immune response evaluation method using fish scale culture

【Background】

The body surface of fishes is covered with the vulnerable epidermal cells because of their habitat –living in the water. The surrounding water contains a high density of microorganisms including pathogenic bacteria, viruses and parasites. Under this situation, fishes defend themselves from those pathogens by their host-defense system. On the fish body surface, physical and physiological host-defense system –consist of the scales and bioactive substances– could synergically prevent the injury and the invasion of the pathogens. However, the body surface immunity of the fishes is still unclear because of the complexed system and the species-dependent variety of the system.

【Purpose of this work】

To understand the fish body surface immune system, I focus on the fish scales –one of the unique component of the fish body surface. Fish scales have a potential as a biological materials to investigate the defense system because a variety of cells are attaching on the scales. In addition, it is possible to obtain some tens of scales from one fish; this point will be an advantage to increase the biological replication without any variation of the specimen. In this research, I try to establish the fish scale culture method for understanding the fish body surface immunity.

【Optimization of fish scale culture】

Goldfish (*Carassius auratus*) was used for this work because this fish is easy to handle and it has adequate gene information. The fish was anesthetized using 0.03 % of MS-222, and the scales are collected. The scales immediately transferred to the wells of the microtiter culture plate containing 500 μ L of L15 medium with antibiotics. The optimal culture condition was decided by temperature and duration as follows; scales were cultured at 5 °C, 15 °C, 25 °C and 37 °C and the term was 1 day, 2 days, 4 days and 7 days. Optimal culture condition was judged by the cell viability using XTT (N-methyl dibenzopyrazine methyl sulfate) method. In the 5 °C culture, the reaction of XTT was the lowest in each condition because of the low temperature. In the 25 and 37 °C culture, the media became turbid after 4 days culture. Based on those results, I decided that the scale culture conditions were 15 °C for 4 days.

【Immune responses by the inducers】

The chemical inducer exposure trial was carried out to understand the fish scale immune responses. I used the chemical inducers as follows; 4-Ethoxymethylene-2-Phenyl-2-Oxazoline-5-on (oxazolone, chronic inflammation inducing reagent, 1.0 to 100 μ g/mL in this work), lipopolysaccharide (LPS, the component containing in gram-negative bacteria, 0.1 to 10 μ g/mL in this work) and polyinosinic-polycytidylic acid (poly I:C, similar to virus dsRNA, 0.1 to 10 μ g/mL in this work). The preparation of scales was followed by the method described above and cultured with chemical inducers at 15 °C for 1 or 3 days. The immune responses were evaluated by the gene expression analysis using quantitative PCR instrument. The amplification of the

PCR reaction was detected by the SYBR Green method. The immune-related genes as follows; interleukin-1-beta (*il1b*, proinflammatory cytokine), Interleukin-8 (*il8*, chemokine), tumor necrosis factor alpha (*tnfa*, inflammatory regulator), interferon gamma (*ifng*, viral infection maker), ribosomal protein S30 (*rps30*, reference gene) and elongation factor 1-alpha (*ef1a*, reference gene). The expression levels of those genes were normalized by the expression of the internal reference genes. In the LPS treatment group, *il1b* expression level was increased at 1-day incubation according to LPS concentration-dependency (Table 1). The highest value reached 16 times greater than the negative control. In the poly I:C treatment group, *ifng* expression was 4 times increased at 1-day incubation. The oxazolone treatment did not cause alteration of any target gene expression. From the facts described above, the cultured scales showed immune responses by the inducers and it was different by the addition of each inducer.

Table 1 Gene expression changes by chemical inducers

	Oxazolone 1d	Oxazolone 3d	LPS 1d	LPS 3d	Poly I:C 1d	Poly I:C 3d
<i>il1b</i>	↑	↓	↑↑↑	↑↑	→	↑↑
<i>tnfa</i>	-	-	→	→	→	→
<i>il8</i>	→	↓	→	→	→	↑
<i>ifng</i>	↓↓	↓	→	↑	↑	→

Arrows indicate expression change, →; <2 fold; ↑; 2 fold, ↑↑; 5 fold, ↑↑↑; 10 fold. Hyphen indicate the value did not detect.

【Application of this assay】

In the last section, the inflammatory response in culture scales was strongly induced by LPS exposure. Therefore, I tried to apply this assay method for the screening of anti-inflammatory substances. First, I examined that hydrocortisone (HC) could suppress the inflammatory response in this assay method. Hydrocortisone is a well-known steroid hormone that work as an immune suppressor. I cultured the scales together with 10 µg/mL of LPS and 0 to 50 µg/mL of HC at 15 °C for 1 day and 3 days. The alteration of *il1b* expression was measured by the quantitative PCR method described above. At 3 day incubation, *il1b* was induced 9 times higher than the negative control. On the other hand, the addition of HC decreased the *il1b* to a same expression level of the negative control. This result suggested that this method could detect anti-inflammatory substances. Second, I searched anti-inflammatory substances from unutilized marine lives (two of starfishes; *Patiria pectinifera* and *Astropecten polyacanthus*, one of sponge; *Fusinus ferrugineus* attached sponge). The samples were disrupted by the homogenizer with 4 times volume of water. The homogenates were centrifuged (18,000 x g, 30 min, 4 °C) and the supernatants were collected as the test extracts. To measure the anti-inflammatory effect, the test extracts were added instead of HC in the previous experiment. The activity was judged by the *il1b* expression level compared with the negative control and LPS control. The investigation showed that the test extracts did not suppress the *il1b* expression at 1-day incubation. Subsequent 3-day incubation, *P. pectinifera* starfish extract slightly suppressed the *il1b* expression. Taken together the results in this work, the test extracts did not show the potent anti-inflammatory activity. Interestingly, some of the test extracts showed that the inflammation stimulation activity.

【Conclusion】

The cultured fish scales showed the immunological responses by the immunological inducers. This may be possible to apply the other fish immunological studies such as *in vitro* infection study and/or the molecular marker survey. Also, I would suggest that this work have a possibility to the novel drug screening method such as immune suppressor and inducer.

本研究は、金沢大学自然システム学類生物コース 村田まどか氏の学位論文の一環として行われた。

海洋汚染に対する海産動物への影響についての環境毒性学的解析

関口俊男¹, 谷内口 孝治¹, 早川和一², 鈴木信雄¹

¹〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

²〒923-1224 能美市和気町 金沢大学 環日本海域環境研究センター 低レベル放射能実験施設

Toshio SEKIGUCHI¹, Koji YACHIGUCHI¹, Kazuichi HAYAKAWA², Nobuo SUZUKI¹: Ecotoxicological analysis of the influence of marine pollutant on marine animals

【Introduction】

The development of industries in recent years has resulted in an increase in pollutant emissions. These contaminants released by industries reach the oceans. Therefore, it is important to study the effects of environmental pollutants on marine animals. This study focuses on the influence of pollutants on marine animals that inhabit the Sea of Japan; since it is a closed sea, it has high risks of pollutant accumulation. In this study, the nibbler, *Girella punctate* and the sea urchin, *Hemicentrotus pulcherrimus* were used as a marine teleost model and invertebrate model, respectively. We investigated the influence of pollutants on bone metabolism of nibbler fish using the fish scale culture system. The fish scale is a membranous bone, within which osteoblasts and osteoclasts exist on the calcified bone matrix. Since these cells respond to calcium regulating hormones, fish scales play a central role in calcium homeostasis, and act as a calcium reservoir in many teleosts. This study discusses the establishment of culture systems for nibbler fish scales, and enzyme assay systems for the evaluation of osteoblastic and osteoclastic activities. Additionally, the influence of mercury on calcium homeostasis in the scales of nibbler fish was examined. The sea urchins have been regarded by various researchers as model organisms for the evaluation of marine pollutants. We evaluated the impact of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) on the development of sea urchin embryos. PAHs are ubiquitous environmental contaminants and are derived from the incomplete combustion of fossil fuels. PAHs function as carcinogens, mutagens, or endocrine disruptors in various animals. We demonstrate the influence of benz[*a*]anthracene (BaA), which is a PAH, and a derivative of BaA, 4-hydroxyBaA (4-OHBaA), on the early development of sea urchin embryos at the morphological and molecular level.

【Results】

I. Establishment of an osteoclastic and osteoblastic activity assay system and evaluation of the influence of mercury using the scales of nibbler fish

First, we attempted to establish the assay system using cultured nibbler fish scales. The osteoclastic and osteoblastic activities of the adjacent scales in the same row were measured by TRAP and ALP assay, respectively. The adjacent scales showed highly similar TRAP and ALP activities. Next, the effects of inorganic mercury (InHg) and methylmercury (MeHg) on TRAP activity in the cultured scales of nibbler fish were evaluated. TRAP activity in the scales was significantly suppressed by 10 M InHg and MeHg treatment after 6 h culture. To assess the influence of InHg and MeHg on gene expression of osteoclasts and osteoblasts, we performed qPCR analysis of the scales treated for 6 h with InHg and MeHg. Expression of the osteoclastic

marker, TRAP mRNA, was inhibited by InHg and MeHg treatment. However, COL1A1, an osteoblastic marker, mRNA was not affected by IgHg and MeHg treatment. Both mercury treatments elicited the mRNA expression of Metallothionein which is a gene involved in the removal of metals.

II. Influence of PAH on the early development of sea urchins

To evaluate the effect of BaA on the early development of sea urchins, we compared the morphology of BaA-treated embryos with that of control embryos. Although no abnormalities were detected in the blastula and prism stages, a defect in spicule length was observed in the pluteus stage. The spicule lengths of 10^{-8} M 4-OHBaA and 10^{-7} M BaA-treated larvae were significantly shorter than that of the control larvae. Next, we evaluated the expression of spicule formation-related mRNAs such as Hp-sm50, Hp-ets1, and Hp-alx1. The expression of Hp-sm50 mRNA, which is a spicule matrix protein, was significantly suppressed with 4-OHBaA. Additionally, transcripts of Hp-ets1 and Hp-alx1, which are transcription factors involved in mesoderm differentiation and spicule formation, were significantly inhibited by 4-OHBaA. BaA-treated embryos displayed significantly decreased expression of Hp-ets1 mRNA compared to control embryos.

【Discussions】

In this study, we analyzed nibbler fish and sea urchins as model organisms for marine environmental pollution. First, we established the scale culture system in nibbler fish, a marine teleost. The scales that were removed from the same rows on the fish showed highly similar osteoclastic and osteoblastic activities. Mercury treatment suppressed the osteoclastic enzyme activity. This influence was also confirmed by the osteoclastic activity-associated gene expression. These results suggest that mercury affects the bone metabolism via the suppression of osteoclasts in the scales of nibbler fish. This fish scale culture system has already been established for goldfish. PAHs, fluorine, cadmium, and mercury have been tested using this system. However, to date, no such assay system was available for marine teleosts. Therefore, this study provides insight into the influence of marine pollutants on the bone metabolism of marine teleosts. Next, the influence of PAHs on invertebrates was investigated using sea urchins as a model organism. PAHs, including phenanthrene, fluoranthene, fluorene, pyrene, and quinolone, induce the exogastrulae of sea urchins via disruption of the Wnt/ β -catenin signal. In the present study, we showed that BaA and its metabolite, 4-OHBaA, suppressed spicule formation in pluteus larvae of sea urchins. This suppression was observed in the 10^{-7} M BaA and 10^{-8} M 4-OHBaA treatment. 4-OHBaA inhibited the expression of all spicule formation-related genes that were tested in this study, whereas BaA only suppressed the expression of the Hp-ets1 gene; this indicates that 4-OHBaA is a more potent inhibitor of spicule formation in sea urchin than BaA. Monohydroxylated PAHs (OHPAH) are metabolized by cytochrome P450 1A, and act via estrogen receptors (ER) in mammals. However, one sea urchin species, *Strongylocentrotus purpuratus*, possesses no ERs in its genomes. In addition, the existence of ER in *H. pulcherrimus* remains unclear. Thus, further studies on the receptors of 4-OHBaA are required.

ゼブラフィッシュ胚の追いつき成長における Sirt1/2 の役割

渋川夢風, 亀井宏泰

〒920-0553 鳳珠郡能登町小木ム 4-1 金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

Mukaze SHIBUKAWA, Hiroyasu KAMEI: Roles of Sirt1/2 in catch-up growth in zebrafish embryos

【Background and aim】

In adverse conditions (such as hypoxia, malnutrition, and low temperature), animal growth is often blunted and the limited energy is used for survival. However, once the unfavorable conditions are eliminated, the stunted animals show rapid growth restoration (Wit and Boersma, 2002). This phenomenon is known as “catch-up growth”, and it is observed in many species. Zebrafish embryos were stunted by hypoxia, but they showed catch-up growth by subsequent reoxygenation. In the zebrafish model

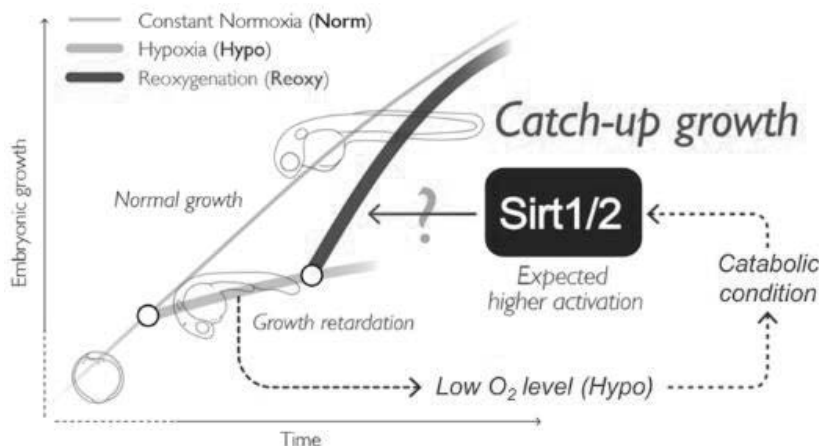


Fig 1. Experimental model of reoxygenation induced catch-up growth using zebrafish embryos, and a potential involvement of Sirt1/2 in the current experimental model.

of catch-up growth, the growth promoting effect of mitogen-activated protein kinase (MAPK) regulated by insulin-like growth factor (IGF) signaling was significantly augmented during the reoxygenation period (Kamei et al., 2011, 2018); however, the molecular and cellular mechanism underlying this change remains largely unknown. Sirtuins (Sirt1-7), nicotinamide adenine dinucleotide-dependent deacetylases, are known to act as a “energy sensor” because it is activated in catabolic conditions such as low nutrition and prolonged restriction of the cellular respiratory system. Amongst *sirt* genes, *sirt1* and *sirt2* are relatively close, and Sirt1 is known to potentiate IGF-MAPK signaling (Li Y. et al., *Cell Metab.*, 2008). These facts suggest a potential relationship between the *sirt1/2* genes and the catch-up growth. Therefore, in this study, I aimed to elucidate the roles of Sirt1/2 in catch-up growth using the zebrafish embryos (Fig 1).

【Results】

Expression analysis of zebrafish *sirt1/2*

First of all, I analyzed the gene expression of zebrafish *sirt1/2* by reverse transcription PCR analysis. The *sirt1/2* transcripts were detected under all of the experimental conditions (constant normoxia: Norm; hypoxia: Hypo; reoxygenation: Reoxy). Next, the real time quantitative PCR analysis was performed to reveal the precise *sirt1/2* expression levels. As a result, it was found that the expression levels of *sirt1/2* genes under Hypo and Reoxy conditions were comparable to those in the stage-matched Norm embryos.

Loss-of-function analysis of Sirt1/2 in catch-up growth

Though *sirt1/2* expressions were stable, roles of Sirt1/2 in the Reoxy-induced catch-up growth were analyzed by the loss-of-function studies using Sirtinol, the specific inhibitor chemical for Sirt1/2. As a result, Sirtinol

clearly blunted the catch-up growth in a dose-dependent manner. Meanwhile, the same dosage of the Sirtinol failed to inhibit the embryonic growth under Norm condition. Furthermore, I also conducted gene specific loss-of-function experiment by using antisense Morpholino-Oligo (MO). For the MO-mediated knock down experiment, splicing-block MOs (*sirt1*-MO and *sirt2*-MO) were injected into zebrafish embryos at 1-2 cell stages. As results, the *sirt1*-MO significantly reduced the catch-up growth, whereas the *sirt2*-MO induced a slight growth acceleration under Reoxy condition.

Changes of MAPK-activity by Sirtinol and IGF-1R inhibitor

To monitor the changes of MAPK-activity by Sirtinol and/or IGF-1R inhibitor (BMS754807), immunoblot analysis of the total cell lysates were performed using antibodies against phospho- and total-Erk1/2 (for monitoring MAPK-activity). The results showed that the MAPK-activity was significantly decreased by the Sirtinol treatment in the Reoxy period. Next, Sirtinol-, BMS754807-, and Sirtinol + BMS754807 double-treated-embryos were prepared under Reoxy condition, and the total cell lysates were analyzed. As a result, Sirtinol did not further reduce the MAPK-activity from that in the BMS754807-treated embryos.

【Conclusion and working hypothesis】

In this study, I found that Sirt1 facilitated the reoxygenation-induced catch-up growth. The Sirt1 molecule likely augments IGF-MAPK pathway during Reoxy condition to accelerate growth rate (Fig 2). These data suggest that Sirt1 alters its function during Hypo and/or Reoxy conditions to modulate intracellular growth promoting cues. Thus, Sirt1 would serve as a key inducer of the “catch-up mode” only in the growth arrest-experienced animals.

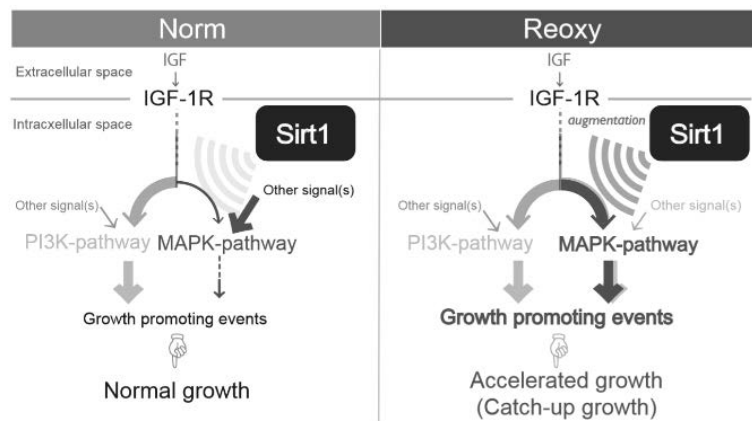


Fig 2. Working hypothesis of this study. Sirt1 plays indispensable roles in the Reoxy-specific activation of IGF-MAPK pathway to facilitate the catch-up growth.

【References】

1. Wit JM, Boersma B. Catch-up growth: definition, mechanisms, and models. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2002;15 Suppl 5:1229-1241.
2. Kamei H, Ding Y, Kajimura S, Wells M, Chiang P, Duan C. Role of IGF signaling in catch-up growth and accelerated temporal development in zebrafish embryos in response to oxygen availability. *Development.* 2011;138(4):777-786.
3. Kamei H, Yoneyama Y, Hakuno F, Sawada R, Shimizu T, Duan C, Takahashi S. Catch-up growth in zebrafish embryo requires neural crest cells sustained by Irs1-signaling. *Endocrinology.* 2018
4. Li Y, Xu W, McBurney MW, Longo VD. SirT1 inhibition reduces IGF-I/IRS-2/Ras/ERK1/2 signaling and protects neurons. *Cell Metab.* 2008;8(1):38-48.

本研究は、金沢大学自然システム学類生物コース・渋川夢風氏の学位論文の一環として行われた。

学校教育における海洋環境教育：マイクロプラスチック問題への取り組みと課題

浦田 慎^{1,2}, 木下靖子^{1,2}

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学 環日本海域環境研究センター

²〒927-0553 石川県能登町小木 一般社団法人能登里海教育研究所

Makoto URATA, Yasuko KINOSHITA: Marine environmental education in schools: Efforts and challenges for microplastic pollution.

【序論】

海洋ゴミとして世界の海に流出するプラスチック製品は年間 480～1270 万トン、日本からも 2～6 万トンが流出していると推定されており (Jambeck ら, 2015)、問題の解決への具体的な対策が大きな課題となっている。加えて、これらプラスチックの劣化断片を主とするマイクロプラスチックが、新たなリスクとして関心を集めている。1972 年に表層海水中の Plastic particles が報告された段階で、これがポリ塩化ビフェニル (PCBs) のキャリアになりうることは言及されていた (Carpenter と Smith, 1972) が、このような有害物質との関係性が実験的に示され (Mato ら, 2001)、自然環境での将来的なリスク評価が求められている。問題の多様化、深刻化に対応して、対策となる取り組みもまた多様化しており、一般社団法人ピリカによる、排出源のモニタリングを目的としたマイクロプラスチック調査 (日本経済新聞, 2018) や、代替素材による脱プラスチックの動きなどが報道されている。日本財団の「海と日本 PROJECT」において、学校での海洋教育はオールジャパンで海洋ゴミ対策のムーブメントを創造するためのステークホルダーの一つと位置付けられており (日本財団, 2018)、具体的な教育プログラムの作成と実践が課題となっている。石川県においては、1995 年より開始された「クリーン・ビーチいしかわ」など県民によるボランティア活動のほか、かほく市立七塚小学校などで、海岸清掃を中心とした教育活動が行われており、こういった取り組みを活かしながら、近年の新たな動きと合わせた課題解決型の教育活動を、内陸部を含むさらに多くの学校で展開することが求められている。

【実践と考察】

われわれは県内の小中学生を対象とした授業計画「海洋ゴミってなに？-海洋ゴミについて考える授業」を作成した。本計画の内容は、「海にはどのくらいゴミがあるのか、どのような点が問題になっているのか」を課題として児童生徒に提示し、ゴミの実物の観察や、ウェブ上でのゴミ拡散シミュレーション (<http://plasticadrift.org/>) を行いながら、マイクロプラスチックを含むその発生と拡散・蓄積について理解を深めるとともに、「これから海洋ゴミの問題解決に向けて、私たちが取り組めることはなにか」について考えさせる構成となっている。

実施日	実施校	学年	事前学習	事後学習
2018 年 10 月 30 日	能登町立松波中学校	2	海岸での生物観察	海岸での清掃活動
2019 年 1 月 17 日	羽咋市立西北台小学校	5	海岸での生物調査	学習のまとめ・発表
2019 年 4 月 26 日	能登町立小木小学校	5	海岸清掃と PR 活動	海洋環境と漁業
2019 年 5 月 8 日	穴水町立穴水小学校	5	なし	海岸での体験活動

表：能登里海教育研究所による海洋ごみ問題授業の実施一覧

実施にあたっては、各校での事前、事後学習を踏まえて担任教員と協働で内容を検討し、これまで

に石川県内の新たに4校で海洋ゴミ問題についての授業を実施した。概要は表の通りである。いずれも、海岸での体験活動と関連づけての実施であり、体験をより効果的な学習の場とする意図がある。

【課題と展望】

環境省（2016）は、漂着ゴミ等の高校生用教材として下記の基本方針を示している。

- ①「知る機会の提供」これまで自分が知らなかった海洋ゴミ問題やマイクロプラスチックなどの情報を知る機会を提供する。
- ②「問題の共有」一つの河川、一つの地方の海だけの問題ではなく、大きく波及していく問題であることに加え、いろいろな人が取り組んでいること、日本の国だけでなく世界の国で取り組みが始まっていることを伝え、自分も取り組むべき問題であるということを、教材を通して共有する。
- ③「期待感」と「ベースの構築」現時点ではまだ確立されていない成果であっても、現在行われている様々な研究や効果を伝えることで期待感を与える。また、その成果が一般的になったときに問題解決のための手段を自然と選択できるようなベースを構築することを目的とする。例：生分解性プラスチック・・・など
- ④「実践」日本の海岸にどれくらいのごみが漂着しているのか正確にはわからない、自分たちの近くの海岸にはどれくらいきているのか「調べてみませんか」と題して海岸漂着物モニタリング調査方法（マニュアル）を載せる。
- ⑤「考える」

環境省（2016）は、この方針に従い、高等学校3校での専門家による「出前授業」の実践例とその教育効果についても報告しており、この内容を基にした小中学校向け教材の作成計画も示されている。信頼のおける情報源としての基本教材は重要であり、環境省（2016）の指導にあたった「漂着ゴミ対策総合検討会」あるいは日本財団ネレウスプログラム（NF Nereus Program on Marine Debris Research (2018-2021)）等のもとで、科学的コンセンサスを伴う情報の集約と公開が必要と考えられる。さらに、小中学校での教育活動にあたっては、こういった基本教材が与えられるだけでは不十分である。石川県だけでも小中学校は300校以上あり、全校に専門家が出前授業を行うことは難しい。したがって、普及のための新たなプログラムが必要になると考えられる。われわれが「能登モデル」としてこれまで試みてきた、学校教員と協働し、既存の教育課程との融合を図った海洋教育プログラムは、マイクロプラスチック問題をはじめとした海洋ゴミ教育の普及推進において、着実に実績を重ねつつある。今後はマイクロプラスチックのリスク評価を含む基本的な情報を社会と共有しながら、さらに多くの学校での効果的かつ継続的な教育活動の実施を目指していきたい。

環境省，2016，平成27年度漂着ゴミ対策総合検討業務報告書，内外地図株式会社，350p.

日本経済新聞 2018年10月12日「微細プラゴミ、11河川で検出 綾瀬川や大阪の大川など」

日本財団，2018，海洋ゴミ対策のムーブメント全体像，日本財団，29p.

Carpenter, E.J., Smith, K.L., 1972, Plastics on the Sargasso sea surface. *Science*, **175**, 1240-1241.

Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015, Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, **347**, 768-771.

Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., Kaminuma, T., 2001, Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environmental science & technology*, **35**, 318-324.

付記：本事業は日本財団の助成を受けて実施している。

臨海実験施設周辺における海水温と塩分、気温と湿度（平成30年度）

小木曾正造¹，又多政博²

¹〒927-0553 鳳珠郡能登町小木，金沢大学 総合技術部 環境安全部門（環日），

²〒927-0553 鳳珠郡能登町小木，金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

Shouzo OGISO, Masahiro MATADA : The observation of seawater temperature, salinity, atmospheric temperature and humidity around the Noto Marine Laboratory (2018-2019)

【はじめに】

金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設では、2013年10月から気象観測を行っている。2018年4月1日0時から2019年3月31日23時まで1時間おきに、海水温と塩分を研究棟前の浮き桟橋下にて、気温と湿度を宿泊棟前にて測定した。JFEアドバンテック株式会社製「INFINITY-CTWACTW-USB」を用いて水深0.5mで水温（精度±0.01℃、分解能0.001℃）と電気伝導度（精度±0.01 mS/cm、分解能0.001 mS/cm）を測定し、電気伝導度を実用塩分に換算した。日油技研工業株式会社製「水温計アレイ（H）」を用いて水深5.0m及び7.5mの水温（精度±0.1℃）を測定した。Vaisala社製「HMP-155D」を用いて気温{精度-80～+20℃：±(0.226-0.0028×温度)℃、+20～+60℃：±(0.055+0.0057×温度)℃}と湿度{+15～+25℃：±1%RH(0～90%RH)、±1.7%RH(90～100%RH)、-20～+40℃：±(1.0+0.008x読み値)}を測定した。観測データは臨海実験施設のWebサイトにて公開している。

【結果と考察】

海水温と実用塩分の測定は各水深とも1年を通して欠測なく8760時点で測定した。気温と湿度では、機器の動作異常により測定されない時点が多く、371時点で欠測した。欠測が無かったのは5月、12月、1月のみだった。測定値の月別平均をFig.1から6に示す。

月別平均水温は0.5m、5.0m、7.5mとも8月が最も高くそれぞれ27.65℃、26.3℃、26.4℃だった。最も低かったのは3月の11.37℃、11.0℃、11.3℃で、各水深とも観測以来最も高い値となった。(Figs. 1, 2, 3)。いずれの水深でも7月の平均水温が過去と比べて最も高い値だったが、8月では過去の平均値より低くなり、11月以降は過去の平均値より高かった。年間の最高水温は水深0.5mで7月27日16-18時の30.94℃、5.0mで7月27日22時と23時の29.5℃、7.5mで7月27日21-23時の29.8℃だった。最低水温は水深0.5mで4月9日9時の9.86℃、5.0mは4月2日0時の9.7℃、7.5mは4月1日22時から4月2日0時の10.1℃だった。30.0℃以上の水温が測定されたのは、水深0.5mで7月に42時点、8月に26時点の計68時点だった。年間平均水温は0.5mで18.55℃、5.0mで17.8℃、7.5mで18.1℃だった。

月別平均実用塩分は、9月以外が33から34の間で推移し、過去の平均値よりも高かったが、9月は32.08と低かった(Fig.4)。これは8月31日と9月10日に能登地方で発生した大雨による影響で、9月1日0時には21.81、9月10日7時には26.99と低い値を示した。

気温は欠測が多いが、月別平均気温は7月が最も高く25.3℃で前年と比べ6月以降高い値で推移した(Fig.5)。

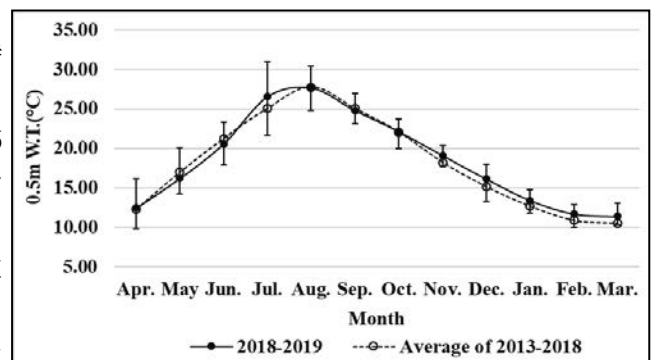


Fig. 1. Monthly average water temperature at a depth of 0.5 m. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures for 2018-2019.

7月29日15時に観測以降最も高い36.2℃を記録し、最低気温は2月14日23時の-4.0℃だった。

湿度も欠測が多かったが、月別平均湿度は前年とほぼ同様に推移し、9月と12月で85%と最も高く、3月が75%で最も低かった (Fig. 6)。

1日24時点内での温度の最高値と最低値の差の各月平均値を Figure 7 に示す。水深0.5 m の水温と気温は2015年度、2016年度、2017年度とほぼ同様に推移したが、水深5.0 m と7.5 m の水温差は7月に顕著に大きい1.8℃と1.7℃を示し、水深0.5 m の水温とほぼ同じ値の水温変化が起っていた。24時点内での温度差が最も大きかったのは0.5 m で7月14日の4.0℃、5.0 m で7月31日の5.9℃、7.5 m で7月30日の6.0℃、気温は4月21日で18.3℃だった。

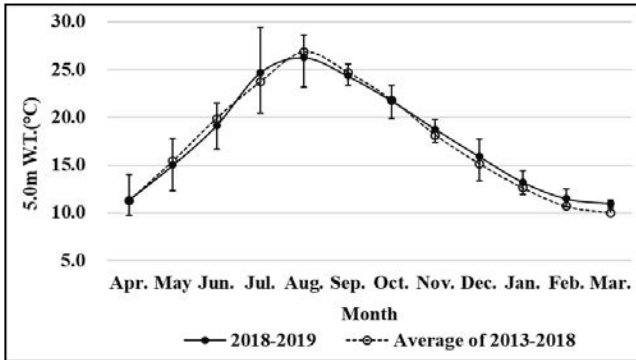


Fig. 2. Monthly average water temperature at a depth of 5.0 m. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures for 2018-2019.

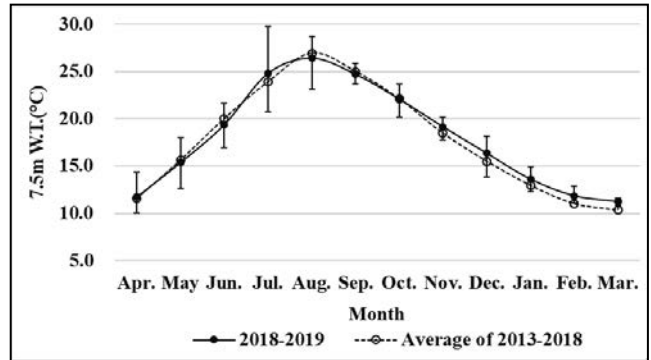


Fig. 3. Monthly average water temperature at a depth of 7.5 m. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures for 2018-2019.

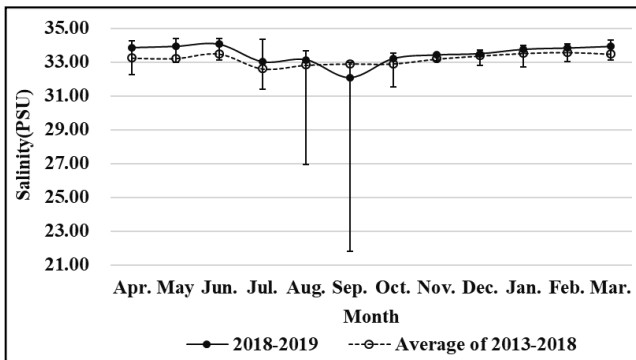


Fig. 4. Monthly average salinity at a depth of 0.5 m. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest salinity for 2018-2019.

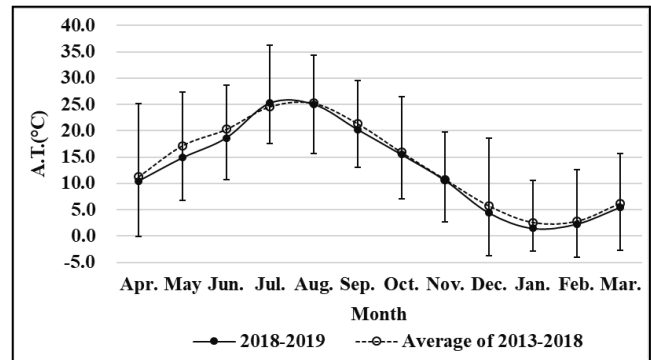


Fig. 5. Monthly average atmospheric temperature. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures for 2018-2019.

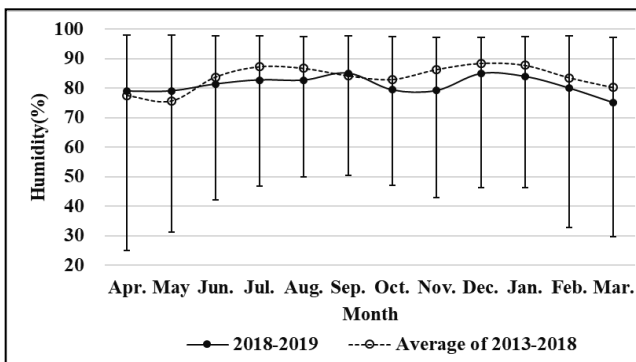


Fig. 6. Monthly average humidity. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest humidity for 2018-2019.

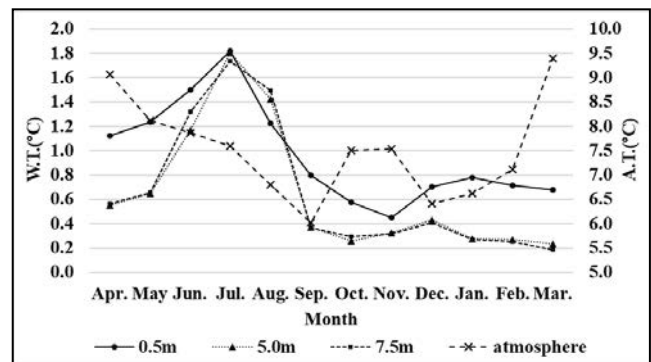


Fig. 7. Monthly average of difference between highest temperature and lowest temperature for one-day.

【構成員】

1) 教員

教授（施設長）	鈴木信雄（nubuos@staff.kanazawa-u.ac.jp） 博士（理学） 専攻 環境生物学、比較生理学、骨学 （生理活性物質、環境汚染物質及び物理的刺激の骨に対する作用と海産無脊椎動物・海産魚類の生理活性物質の分子進化を研究している）
助教	関口俊男（t-sekiguchi@se.kanazawa-u.ac.jp） 博士（医学） 専攻 比較内分泌学、環境生理学 （海産無脊椎動物の神経・内分泌系について、分子進化及び生理機能進化の観点で研究している）
助教	木谷洋一郎（yki@se.kanazawa-u.ac.jp） 博士（水産学） 専攻 魚類免疫学、生化学、環境生理学 （魚類の粘膜組織における生体防御機構、とくに自然免疫機構について研究している）
助教（自然システム学類専任）	亀井宏泰（hkamei@se.kanazawa-u.ac.jp） 博士（農学） 専攻 統合動物科学、発生生物学、分子生物学 （小型魚類をモデルに初期胚の発生・成長を制御する遺伝的要因と環境要因について分子・細胞・発生生物学的観点から研究している）

2) 職員

技術職員	小木曾正造（shozoogiso@se.kanazawa-u.ac.jp） 専門 海産無脊椎動物一般
技術補佐員	又多政博（m-matada@se.kanazawa-u.ac.jp） 専門 海産無脊椎動物一般
事務補佐員	曾良美智子（msora@se.kanazawa-u.ac.jp）

3) 学生

4 年生

洪川夢風
村田まどか

修士課程 1 年

小坂優斗
座主彩香

博士課程 1 年

右高潤子

4) 連携研究員

浦田 眞
木下靖子
坂井恵一
笹山雄一
清水宣明
染井正徳
中林逸子
布村 昇
堀田素志
南谷 保
三宅裕志
安田寛
谷内口孝治
山田外史
Mohamed I. Zanaty



金沢大学
環日本海域環境研究センター

環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

〒927-0553 石川県鳳珠郡能登町小木ム 4-1

TEL (0768) 74-1151 FAX (0768) 74-1644

Noto Marine Laboratory, Kanazawa University, Ogi, Noto-cho, Ishikawa 927-0553, JAPAN