

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15号
2016.4 ~ 2017.3



2016年9月から2017年3月まで
臨海実験施設前で観察されたネンブツダイ
Apogon semilineatus

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-----	7
* 研究交流-----	11
* 研究費-----	14
* 利用状況-----	15

【研究概要】

1. 無脊椎動物及び脊椎動物の生理・生化学的研究

関口助教を中心に、円口類に属する原始的な脊椎動物であるヤツメウナギの血中カルシウム調節ホルモンの同定を行っている。本研究の目標は、ヤツメウナギを用いてカルシウム代謝機構の起源を探ることである。本年度は、カワヤツメ (*Lampetra japonica*) のスタニオカルシンに注目した。これまで顎口類において2タイプのスタニオカルシン (STC1, STC2) の存在が報告されている。カワヤツメゲノムデータベースを検索した結果、STCが同定された。分子系統解析により、カワヤツメSTCが顎口類STC1とおなじグループに属することを示した。一方、我々は既にヌタウナギにおいてSTC2に似た遺伝子を同定している。以上のことから、円口類の共通祖先には既にSTC1と2が存在しており、ヤツメウナギ及びヌタウナギの系統でそれぞれ、片方のサブタイプのSTCが失われたと考えられる。本研究は、科学研究費基盤 (C) (代表：関口俊男) の助成のもと行われた。

一方、CCK/ガストリンの進化に関する研究を原索動物のホヤを用いて行っている。哺乳類において、CCK/ガストリンは、それぞれ胆嚢の収縮、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祖先的動物であるカタユウレイボヤ (*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、ホヤにおける *cionin* の機能は不明である。このような背景のもと、我々はカタユウレイボヤにおける *cionin* や *cionin* 受容体の詳細な発現解析を行っており、本年度は、*cionin*、*cionin* 受容体の発現局在とコリン作動性神経マーカーとの発現局在を比較した。*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 (VACHT) mRNAの中樞神経系における発現局在を *whole mount in situ hybridization* により検討した結果、*cionin* mRNAは神経節の前方領域に、*cionin* 受容体 mRNAは神経節全域に、VACHTは神経節の中間部から後方の領域に発現することが明らかになった。また神経複合体連続切片に対する抗*cionin*ウサギ抗体を用いた免疫組織化学の結果、*cionin*作動性神経繊維が神経節全域に分布していることが示された。これらのことから神経節前方部で産生された*cionin*ペプチドが*cionin*受容体を介してコリン作動性神経に作用していることが示唆された。なお *cionin* の研究は、谷口詩穂君の修士論文研究の一環として行った。

2. 様々な物理的刺激に対する骨組織の応答に関する研究：魚類のウロコを用いた解析

魚のウロコを骨のモデルとして、物理的刺激やホルモン等の生理活性物質の骨に対する作用を調べて、その応答の多様性を鈴木教授が中心となり研究を進めている。

半本泰三君は、修士論文研究の一環として、超音波の骨への影響をウロコの初代培養をモデル系として研究している。超音波は骨形成を促進する作用があることが経験的に知られており骨折の治療に用いられているが、その作用機序は不明である。昨年度までに、ウロコ培養系において、超音波照射後3時間で骨芽細胞活性が上昇し破骨細胞活性が低下すること、破骨細胞にアポトーシスが起きることを明らかにしている。さらに長時間照射により一旦低下した破骨細胞活性は、6時間後に再び活性化され、24時間後にはじめの発現量に戻ることが確認された。本年度は、キンギョの再生ウロコを用いた実験により生体内での超音波照射の影響を検討した結果、ウロコの再生率は超音波照射により有意に上昇して、骨形成を促すように超音波が効いていることを証明できた。哺乳類においては、超音波を骨に照射しても、骨の表面にしか効果がなく、*in vivo*のモデルとして骨折モデルが使用されてきた。しかし骨折モデルでは、個体間のばらつきが大きく、優れたモデルがない現状である。ウロコは、石灰化した骨質層の上に骨芽細胞と破骨細胞が共存しており、骨折面を模擬している。さらにウロコは再生能力が高く、今回の実験において、超音波の効果が認められた。したがって、ウロコは超音波の作用を解析する非常に優れたモデルであると思われる。

3. 海洋汚染に関する研究

金沢大学医薬保健研究域薬学系の早川和一教授との共同研究により、多環芳香族炭化水素（PAH）類の内分泌攪乱作用を調べている。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、その中にはベンゾ[a]ピレンのように発癌性/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。我々の研究グループはPAH類の水酸化体に毒性を見出しており、その毒性機構を解析中である。

一方、佐藤将之君は、修士論文研究の一環として、フッ素に対する魚類の骨代謝への影響を解析した。本研究は、ゴラクプール大学（インド）のAjai K. Srivastav教授、カントー大学（ベトナム）のTran Ngoc Hai准教授との共同研究により行われた。淡水魚のキンギョにおいて、フッ素は骨吸収を促進した。この作用機序は、フッ素が骨芽細胞に対してRANKLという破骨細胞活性化因子の発現を促し、RANKLにより破骨細胞の機能が亢進するというものであった。

4. 魚類に対する海洋深層水の影響評価

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。そこで、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っている。

本年度は、海産魚類のメジナを海洋深層水と表層海水で飼育し、経時的に血液を採取、ELISAでストレスホルモンであるコルチゾル濃度を測定した。その結果、表層水で飼育するとコルチゾル濃度が上昇したのに対して、海洋深層水で飼育するとコルチゾル濃度が上昇しないことを明らかにした。このことから、海洋深層水はストレスを低減し、良好な生育を促すと考えられる。本研究の成果は、五十里雄大君の修士論文の一環として、日本動物学会第87回大会で発表された。

5. 放射線の骨に対する影響評価

放射線を生物に照射するとラジカルが発生し、ラジカルがDNAにダメージを与え、アポトーシスを誘引する。この放射線の作用を応用して癌治療が行われている。骨に転移した癌に対する放射線治療も行われており、骨に対する副作用が示唆されるが、骨は放射線の感受性が低いことから他の組織と比較して研究が少ない。骨に対する放射線の影響については、臨床や*in vivo*の研究が多く、骨芽および破骨細胞の単独培養の研究はあるが、骨基質を含み破骨細胞と骨芽細胞が共存する状態で*in vitro*で解析した研究はない。そこで鈴木教授と関口助教が中心となり、骨モデルであるキンギョのウロコを用いて、インドール化合物に放射線防御作用があることを明らかにして、特許を出願した。なお、本研究は、富山大学近藤 隆教授、同大学田渕圭章教授との共同研究により実施しており、平成28年度北陸地区国立大学学術研究連携支援の助成を受けて実施した。本年度は放射線（X線）照射後のメラトニン添加によるレスキュー作用の分子メカニズムを解明する目的で、マイクロアレイを用いた遺伝子発現の網羅的解析を行った結果、523遺伝子がメラトニン添加により上昇、758遺伝子が低下した。これら変化した遺伝子群を解析した結果、DNA修復の経路に関わる遺伝子群が上昇することがわかった。したがって、X線照射後のレスキュー作用には、少なくともDNA修復が関与していることが示唆された。

6. 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

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、この物質は各種クロマトグラフィーの組み合わせにより単離され、その挙動から本物質は分子量120 kで53 kのサブユニットから構成される酸性糖タンパク質であることがわかった。cDNAクローニングの結果、これはL-アミノ酸オキシダーゼ（LAO）ファミリータンパク質と相同性を示し、またL-Lysにのみ反応して過酸化水素を産生したことから、これを新規L-リシンオキシダーゼとして同定した。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。また、細菌選択機構について検討を加えたところ、本物質は感受性細菌の表面に結合し、これにより産生された過酸化水素は菌体表面で局所的に高濃度となり細菌にダメージを与えることが示唆された。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。

本年度は、能登半島沿岸域に生息する魚類を対象に、前述のLAOを持つ魚種の探索を行った。その結果、いくつかの魚種からLAO活性が見いだされ、現在単離精製を試みている。これは現在までに報告されていない抗菌性LAOの存在を示唆するものであり、LAO分子の構造活性相関および基質特異性を示すために必要な構造の解明につながるものである。

7. 土地利用の長期変化に対応した陸水および沿岸海洋生態系の応答

「森は海の恋人」など陸域と水域の相互作用の重要性が指摘されているが、科学的な知見は少ない。母材や微気象等に起因する降雨応答／植生の地理的変異、森林成立までに数十年を要するので比較可能なデータが少ない等が理由である。平成26年度から北海道開拓に伴う河川・沿岸域の反応を数理モデルや地球化学等から複合的に研究している。本研究は、鎌内宏光特任助教、金沢大学の長尾誠也教授他との共同研究であり、科研費（萌芽、代表：鎌内宏光）によるサポートを受けた。

8. 海霧による陸上生態系への影響

陸域水域相互作用の研究では陸域からの影響を検討した事例が多い。海由来の移流霧が陸上生態系に対する影響を北海道東部で検証している。本年度は沿岸の森林における海由来の元素の空間分布を同位体によって特定した。本研究は、鎌内宏光特任助教、総合地球環境学研究所の陀安一郎教授他との共同研究として行われた。

9. 魚類の発生・成長の遅滞と遅滞要因除去後の変化に関する研究

理工学域自然システム学系の亀井助教はゼブラフィッシュの実験系を用いて脊椎動物胚の発生・成長の遅滞と遅滞要因除去後の成長の再開時に起こる変化を調べている。本年度は、胚成長の遅滞を誘導する低酸素条件下において神経堤細胞と呼ばれる多能性幹細胞の挙動がどのように変化するかを核酸代謝の変化という観点から調べた。まず、神経堤細胞がGFPでラベルされたゼブラフィッシュの胚から効率よく神経堤細胞を単離・回収する実験系を確立し、低酸素環境下の神経堤細胞特異的な変化の解析を行った。その結果、低酸素環境下ならびに低酸素処理後に常酸素に戻した個体では、常時常酸素環境下の個体と比べて神経堤細胞あたりのRNA量が大幅に変化する結果を得た。現在、このことが神経堤細胞の運命決定にどのように関係するのかを明らかにするために引き続き解析を進めている。

【研究業績】

1) 学術論文

- (1) Chen, K., Tsutsumi, Y., Yoshitake, S., Qiu, X., Xu, H., Hashiguchi, Y., Honda, M., Tashiro, K., Nakayama, K., Hano, T., Suzuki, N., Hayakawa, K., Shimasaki, Y. and Oshima, Y., 2017, Alteration of development and gene expression induced by in ovo-nanoinjection of 3-hydroxybenzo[c]phenanthrene into Japanese medaka (*Oryzias latipes*) embryos. *Aquatic Toxicology*, **182**, 194-204.
- (2) Hanmoto, T., Tabuchi, Y., Ikegame, M., Kondo, T., Kitamura, K., Endo, M., Kobayashi, I., Mishima, H., Sekiguchi, T., Urata, M., Seki A., Yano, S., Hattori, A. and Suzuki, N., 2017, Effects of low-intensity pulsed ultrasound on osteoclasts: analysis with goldfish scales as a model of bone. *Biomedical Research*, **38**, 71-77.
- (3) Kase, Y., Ogiso, S., Ikari, T., Sekiguchi, T., Sasayama, Y., Kitani, Y., Shimasaki, Y., Oshima, Y., Kambegawa, A., Tabuchi, Y., Hattori, A. and Suzuki, N., 2017, Immunoreactive calcitonin cells in the nervous system of polychaete *Perinereis aibuhitensis*. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University*, in press
- (4) Kitamura, K., Andoh, T., Okesaku, W., Tazaki, Y., Ogai, K., Sugitani, K., Kobayashi, I., Suzuki, N., Chen, W., Ikegame, M. and Hattori, A., 2017, Effects of hyperglycemia on bone metabolism and bone matrix in goldfish scales. *Comparative Biochemistry and Physiology-Part A*, **203**, 152-158.
- (5) Kuwasako, K., Kitamura, K., Nagata, S., Sekiguchi, T., Danfeng, J., Murakami, M., Hattori, Y. and Kato, J., 2017, β -arrestins negatively control human adrenomedullin type 1-receptor internalization. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **487**, 438-443.
- (6) Matsumoto, K., Takeno, K., Urata, M., Matsubara, M., Kato, T., Suzuki, N. and Hayakawa, K., 2017, Evaluation of marine education's effect in elementary and junior high schools—analysis of the value consciousness using text mining. *American Journal of Educational Research*, **5**, 76-81.
- (7) Qiu, X., Undap, S.L., Honda, M., Sekiguchi, T., Suzuki, N., Shimasaki, Y., Ando, H., Sato-Okoshi, W., Wada, T., Sunobe, T., Takeda, S., Munehara, H., Yokoyama, H., Momoshima, N. and Oshima, Y., 2017, Pollution of radiocesium and radiosilver in wharf roach (*Ligia sp.*) by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, **311**, 121-126.
- (8) Sato, M., Yachiguchi, K., Motohashi, K., Yaguchi, Y., Tabuchi, Y., Kitani, Y., Ikari, T., Ogiso, S., Sekiguchi, T., Hai, T.N., Huong, D.T.T., Hoang, N.V., Mishima, H., Hattori, A. and Suzuki, N., Sodium fluoride influences calcium metabolism resulting from the suppression of osteoclasts in the scales of nibbler fish, *Girella punctata*. *Fisheries Science*, in press
- (9) Sekiguchi, T., Kuraku, S., Tatsumi, K., Shimasaki, Y., Oshima, Y. and Suzuki, N., 2017, Identification and molecular characterization of the stanniocalcin family gene from the inshore hagfish, *Eptatretus burgeri*. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University*, **62**, 93-98.
- (10) Sekiguchi, T., Shiraiishi, A., Satake, H., Kuwasako, K., Takahashi, H., Sato, M., Urata, M., Wada, S., Endo, M., Ikari, T., Hattori, A., Srivastav, A.K. and Suzuki, N., 2017, Calcitonin-typical suppression of osteoclastic activity by amphioxus calcitonin superfamily peptides and insights into the evolutionary conservation and diversity of their structures. *General and Comparative Endocrinology*, **246**, 294-300.
- (11) Srivastav, A.K., Srivastava, S., Srivastav, S.K. and Suzuki, N., 2017, Acute toxicity of organophosphate insecticide chlorpyrifos to an anuran, *Rana cyanophlyctis*. *Iranian Journal of Toxicology*, **11**, 45-49.
- (12) Takagi, H., Nishibori, Y., Katayama, K., Katada, T., Takahashi, S., Kiuchi, Z., Takahashi, S.I., Kamei, H., Kawakami, H., Akimoto, Y., Kudo, A., Asanuma, K., Takematsu, H. and Yan, K., USP40 gene knockdown disrupts glomerular permeability in zebrafish. *American Journal of Physiology: Renal physiology*, in press

- (13) Yamashita, T., Udagawa, N., Thirukonda, G.J., Uehara, S., Yamauchi, H., Suzuki, N., Li, F., Kobayashi, Y. and Takahashi, N., 2017, Platypus and opossum calcitonins exhibit strong activities, even though they belong to mammals. *General and Comparative Endocrinology*, **246**, 270-278.
- (14) 池亀美華, 村埜淑恵, 國定勇希, 服部淳彦, 鈴木信雄, 山本敏男, 2017, キンギョ鱗における多核破骨細胞形成に関する形態学的研究: 筋肉内自家移植鱗を用いた解析. *岡山歯学会雑誌*, **35**, 37-42.
- (15) 浦田 慎, 松本京子, 清本正人, 松原道男, 鈴木信雄, 2017, 能登町の小学校授業におけるウニの発生実験の活用. *日本海域研究*, **48**, 1-8.
- (16) Hamazaki, K., Suzuki, N., Kitamura, K., Hattori, A., Nagasawa, T., Itomura, M. and Hamazaki, T., 2016, Is vaccenic acid (18:1t n-7) associated with an increased incidence of hip fracture? An explanation for the calcium paradox. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, **109**, 8-12.
- (17) Kitani, Y., 2016, Innate immunity in the body surface of fish: L-amino acid oxidase, a novel antibacterial molecule family. Proceedings of 2016 Joint Seminar on Environmental Ecology and Restoration between Taiwan and Japan, Eds. by Okazaki, M. and Yanai, S., pp45-50 (ISBN 4-9902765-6-6).
- (18) Matsumoto, K., Takano, K., Urata, M., Matsubara, M., Kato, T., Suzuki, N. and Hayakawa, K., 2016, An Analysis of the Value Consciousness of Elementary and Junior High School Students Regarding Marine Learning Using Text Mining. Proceeding of International Conference in Science, Technology & Education (Technology, Hand-making, Engineering Education, Energy & Environment) 2016, Ed. by Thungsuk, N., pp55-57 (ISBN978-974-456-776-5).
- (19) Sato, M., Hanmoto, T., Yachiguchi, K., Tabuchi, Y., Kondo, T., Endo, M., Kitani, Y., Sekiguchi, T., Urata, M., Mishima, H., Hattori, A. and Suzuki, N., 2016, Sodium fluoride influences on bone metabolism in goldfish: Analysis by scale osteoblasts and osteoclasts. Proceedings of 2016 Joint Seminar on Environmental Ecology and Restoration between Taiwan and Japan, Eds. by Okazaki, M. and Yanai, S., pp53-55 (ISBN 4-9902765-6-6).
- (20) Sato, M., Hanmoto, T., Yachiguchi, K., Tabuchi, Y., Kondo, T., Endo, M., Kitani, Y., Sekiguchi, T., Urata, M., Hai, T.N., Srivastav, A.K., Mishima, H., Hattori, A. and Suzuki, N., 2016, Sodium fluoride induces hypercalcemia resulting from the upregulation of both osteoblastic and osteoclastic activities in goldfish, *Carassius auratus*. *Comparative Biochemistry and Physiology-Part C*, **189**, 54-60.
- (21) Srivastav, A.K., Srivastava, S. and Suzuki, N., 2016, Acute toxicity of a heavy metal cadmium to an anuran, the Indian skipper frog *Rana cyanophlyctis*. *Iranian Journal of Toxicology*, **10**, 39-43.
- (22) Suzuki, N., 2016, Introduction to Kanazawa University's Noto Marine Laboratory. Proceedings of 2016 Joint Seminar on Environmental Ecology and Restoration between Taiwan and Japan, Eds. by Okazaki, M. and Yanai, S., pp1-2 (ISBN 4-9902765-6-6).
- (23) Suzuki, N., Hanmoto, T., Yano, S., Furusawa, Y., Ikegame, M., Tabuchi, Y., Kondo, T., Kitamura, K., Endo, M., Yamamoto, T., Sekiguchi, T., Urata, M., Mikuni-Takagaki, Y. and Hattori, A., 2016, Low-intensity pulsed ultrasound induces apoptosis in osteoclasts: Fish scales are a suitable model for analysis of bone metabolism by ultrasound. *Comparative Biochemistry and Physiology-Part A*, **195**, 26-31.
- (24) Suzuki, N., Kitamura, K. and Hattori, A., 2016, Fish scale is a suitable model for analyzing determinants of skeletal fragility in type 2 diabetes. *Endocrine*, **54**, 575-577.
- (25) Suzuki, N., Sato, M., Nassar, F.H., Abdel-gawad, F. Kh., Bassem, S.M., Yachiguchi, K., Tabuchi, Y., Endo, M., Sekiguchi, T., Urata, M., Hattori, A., Mishima, H., Shimasaki, Y., Oshima, Y., Hong, C.-S., Makino, F., Tang, N., Toriba, A. and Hayakawa, K., 2016, Seawater polluted with highly concentrated polycyclic aromatic hydrocarbons suppresses osteoblastic activity in the scales of goldfish, *Carassius auratus*. *Zoological Science*, **33**, 407-413.

2) 総説・解説等

- (1) 関口俊男, 2016, フロリダナメクジウオにおけるカルシトニンスーパーファミリーとその活性調節機構の保存性: 脊索動物における分子進化と機能進化について, 比較内分泌学, **42**, p70-72.

3) 著書

- (1) Suzuki, N., Ikari, T., Sato, M., Toriba, A., Sekiguchi, T., Kitani, Y., Ogiso, S., Yachiguchi, K., Hattori, A., Oshima, Y. and Hayakawa, K. 2017, Toxicities of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish and marine invertebrates. In "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Environmental Behavior and Toxicity in East Asia" Ed. By K. Hayakawa, Springer, Heidelberg, Germany, in press
- (2) 鈴木信雄, 関口俊男, 服部淳彦, 2016, 第9章血液中のカルシウムを調節するしくみ, 「ホメオスタシスと適応」, 裳華房, 東京, pp139-157.

【研究発表及び研究活動】

1) 研究発表及び講演会

- (1) Furuyama, S., Serizawa, R., Mizumoto, I., Ogiso, S. and Suzuki, N., Impact of Local High Wave (Yori-Mawari-Nami) on Coastal Erosion in Sea of Japan. Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2017.2.28-3.3).
- (2) Hanmoto, T., Tabuchi, Y., Ikegame, M., Kondo, T., Kitamura, K., Endo, M., Mishima, H., Sekiguchi, T., Urata, M., Seki, A., Yano, S., Hattori, A. and Suzuki, N., Low-intensity pulsed ultrasound moderately activates osteoclasts: Analysis with goldfish scales as a model of bone. Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2017.2.28-3.3).
- (3) Ikari, T., Kitani, Y., Sato, M., Ogiso, S., Toyohara, C., Hattori, A., Kambegawa, A., Asahina, K., Fukushi, K. and Suzuki, N., Deep ocean water influences on fish physiology: analysis of plasma cortisol levels. Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2017.2.28-3.3).
- (4) Kamei, H., Roles of Insulin/Insulin-like growth factor signaling in hypoxia/reoxygenation induced catch-up growth in zebrafish embryo. INTERNATIONAL SEMINAR "Insulin-like Signaling and Nutrient Signaling: universal signaling for extension of healthy lifespan and improvement of quality for humans and animals", Tokyo, Japan (2017.1. 24-26).
- (5) Kamei, H., Yoneyama, Y., Sawada, R., Duan, C., Hakuno, F., Shimizu, T. and Takahashi S., Early embryonic insulin receptor substrate-1 signaling underpins neural crest cell survival contributing to *catch-up growth* induced by changing environmental oxygen tension in developing zebrafish. Gordon Research Conference "Insulin-Like Growth Factors, In Physiology & Disease" in Ventura, CA, USA (2017.3.12-17).
- (6) Kase, Y., Ikari, T., Sekiguchi, T., Sato, M., Kawada, T., Matsubara, S., Satake, H., Sasayama, Y., Endo, M., Hattori, A., Watanabe, T.X. and Suzuki, N., Effect of sardine procalcitonin amino-terminal cleavage peptide on osteoblasts of the goldfish scales. Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2017.2.28-3.3).
- (7) Kitani, Y., Host-defense molecules in the fish body surface tissues. Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan, 招待講演 (2017.2.28-3.3).
- (8) Kozaka, Y., Horikawa, K. and Suzuki, N., Monitoring for substitution of rare earth elements in seawater for Ca in hydroxyapatite (fish teeth/bone). Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2017.2.28-3.3).

- (9) Sato, M., Hanmoto, T., Yachiguchi, K., Tabuchi, Y., Kondo, T., Endo, M., Kitani, Y., Sekiguchi, T., Urata, M., Srivastav, A.K., Mishima, H., Hattori, A. and Suzuki, N., Sodium fluoride acts on osteoclasts and osteoblasts and disrupts calcium metabolism in goldfish. Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2017.2.28-3.3).
- (10) Sekiguchi, T., Influence of polycyclic aromatic hydrocarbons on the early development of sea urchins (*Hemicentrotus pulcherrimus*). Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan, 招待講演 (2017.2.28-3.3).
- (11) Taniguchi, S., Ogasawara, M., Satake, H., Suzuki, N. and Sekiguchi, T., Localization analysis of the cholecystokinin/gastrin family peptide, cionin in ascidian, *Ciona intestinalis*. Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2017.2.28-3.3).
- (12) Yachiguchi, K., Sekiguchi, T., Hattori, A., Yamamoto, M., Kitamura, K., Tabuchi, Y. and Suzuki, N., Effects of mercury on osteoclasts and osteoblasts in the scales of the nibbler fish (marine teleost). Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2017.2.28-3.3).
- (13) 五十里雄大・木谷洋一郎・豊原知足・鈴木信雄, 富山湾の海洋深層水の魚類生理に及ぼす影響. 第一回富山湾研究会, 富山大学, 富山県 (2017.3.24) .
- (14) 木谷洋一郎・Sonal Patel・Lindsey Moore・Jirapom Jarungsriapisit・鈴木信雄・Kiron Viswanath, 大西洋サケ体表における抗微生物ペプチドの役割: サケ科アルファウイルス感染との関わり. 平成 29 年度日本水産学会, 東京海洋大学, 東京都 (2017.3.27-29).
- (15) 小木曾正造, 能登臨海実験施設とマシコヒゲムシの生態研究. 過去から現在までの化学合成生態系研究をつなげるためのワークショップ, 東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所, 神奈川県 (2017.3.19-20) .
- (16) 小木曾正造・又多政博・鈴木信雄, 能登臨海実験施設とマシコヒゲムシ. 総合技術研究会 2017 東京大学, 東京大学本郷キャンパス, 東京都 (2017.3.8-10) .
- (17) 鈴木 碧・Robert G. Jenkins・小木曾正造・又多政博・鈴木信雄, ウミガメ遺骸の腐敗過程と遺骸に成立する生態系. 古生物学会第 166 回例会, 早稲田大学, 東京都 (2017. 1. 27-29).
- (18) 鈴木信雄・木谷洋一郎・五十里雄大・石津偉統・小木曾正造・関口俊男・服部淳彦・高橋明義, 魚類の骨代謝に対する黒色素胞刺激ホルモンの影響, 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学品川キャンパス, 東京都 (2017.3.26-30) .
- (19) 寺澤俊行・小木曾正造・大平剛, ホッコクアカエビの赤色素凝集ホルモンの精製と構造決定. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学品川キャンパス, 東京都 (2017.3.26-30) .
- (20) Hanmoto, T., Tabuchi, Y., Ikegame, M., Kondo, T., Kitamura, K., Endo, M., Mishima, H., Sekiguchi, T., Urata, M., Seki, A., Yano, S., Hattori, A. and Suzuki, N., Effects of low-intensity pulsed ultrasound on osteoclasts: Analysis with goldfish scales as a model of bone. The Joint Meeting of the 22nd International Congress of Zoology & the 87th meeting of the Zoological Society of Japan, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan (2016.11.14-19).
- (21) Ikari, T., Kitani, Y., Sato, M., Ogiso, S., Toyohara, C., Hattori, A., Kambegawa, A., Asahina, K., Fukushi, K. and Suzuki, N., Effects of deep ocean water on fish physiology with special reference to stress hormones. The Joint Meeting of the 22nd International Congress of Zoology & the 87th meeting of the Zoological Society of Japan, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan (2016.11.14-19).
- (22) Ikegame, M., Hattori, A. and Suzuki, N., Morphometric analysis of osteoclast activity in the goldfish scale cultured under microgravity during space flight. "Bone Histomorphometry: Past, Present and Future", The 36th Annual Meeting of Japanese Society for Bone Morphometry, 朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター, 新潟県, 招待講演 (2016.6.23-25).

- (23) Kamauchi, H., Akasaka, M., Sakimoto, M., Suzuki, S., Ohta, T. and Tayasu, I., Sea-fog and coastal forest in eastern Hokkaido, Japan. 7th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew, Uniwersytet Wroclawski, Wroclaw, Poland (2016.7.24-29).
- (24) Kamei, H., Catch-up growth in tiny fish embryos: Roles of IIS in accelerated growth induced by changing environmental oxygen availability. The Model Organism Conference at Kanazawa, Kanazawa, Japan (2016.10.7).
- (25) Kase, Y., Ikari, T., Sekiguchi, T., Sato, M., Kawada, T., Matsubara, S., Satake, H., Sasayama, Y., Endo, M., Hattori, A., Watanabe, T.X. and Suzuki, N., Sardine procalcitonin amino-terminal cleavage peptide is bioactive in osteoblasts of goldfish scales. The Joint Meeting of the 22nd International Congress of Zoology & the 87th meeting of the Zoological Society of Japan, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan (2016.11.14-19).
- (26) Kitani, Y., Antimicrobial peptides/proteins in the fish body surface. KU-CTU Joint Symposium: Environment, Aquaculture and Fisheries. Can Tho University, Can Tho, Vietnam, 招待講演 (2016.12.12).
- (27) Kitani, Y., L-amino acid oxidase, a novel innate immune molecule family in fish. The Model Organism Conference at Kanazawa, Ishikawa, Japan, 招待講演 (2016.10.7).
- (28) Kitani, Y., Innate immunity in the body surface of fish: L-amino acid oxidase, a novel antibacterial molecule family. 2016 Joint Seminar on Environmental Ecology and Restoration between Taiwan and Japan, Kanazawa University, Ishikawa, Japan, 招待講演 (2016.9.9-11).
- (29) Kitani, Y., Patel, S., Moore, L., Jarungriapisit, J., Ishizaki, S., Nagashima, Y., Fernandes, J.M.O. and Kiron, V., Antimikrobielle peptid-gener i huden av Atlantisk laks infisert med salmonid alphavirus. HAVBRUK2016, Bodø, Norway (2016.4.18-20).
- (30) Matsumoto, K., Takano, K., Urata, M., Matsubara, M., Kato, T., Suzuki, N. and Hayakawa, K., An analysis of the value consciousness of elementary and junior high school students regarding marine learning using text mining. International Conference on Science, Technology & Education, Siam Bayshore Resort & Spa Hotel Pattaya, Chonburi, Thailand (2016.9.1-2) (Best paper Award 受賞).
- (31) Sato, M., Hanmoto, T., Yachiguchi, K., Tabuchi, Y., Kondo, T., Endo, M., Kitani, Y., Sekiguchi, T., Urata, M., Srivastav, A.K., Mishima, H., Hattori, A. and Suzuki, N., Effects of sodium fluoride on calcium metabolism in goldfish, *Carassius auratus*. The Joint Meeting of the 22nd International Congress of Zoology & the 87th meeting of the Zoological Society of Japan, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan (2016.11.14-19).
- (32) Sato, M., Hanmoto, T., Yachiguchi, K., Tabuchi, Y., Kondo, T., Endo, M., Kitani, Y., Sekiguchi, T., Urata, M., Mishima, H., Hattori, A. and Suzuki, N., Sodium fluoride influences on bone metabolism in goldfish: Analysis by scale osteoblasts and osteoclasts. 2016 Joint Seminar on Environmental Ecology and Restoration between Taiwan and Japan, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2016.9.9-11).
- (33) Sekiguchi, T., Evolutionary aspect of calcium homeostasis in cyclostomes. The 22nd International Congress of Zoology, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan, 招待講演 (2016.11.18).
- (34) Suzuki, N., Introduction of fish research in Kanazawa University. KU-CTU Joint Symposium: Environment, Aquaculture and Fisheries. Can Tho University, Vietnam, 招待講演 (2016.12.12).
- (35) Suzuki, N., Sodium fluoride influences calcium metabolism in goldfish, *Carassius auratus*. International Fisheries Symposium 2016 “Promoting Healthier Aquaculture and Fisheries for Food Safety and Security”, Phu Quoc Resort Hotel, Phu Quoc island, Vietnam, 招待講演 (2016.10.31-11.2).
- (36) Suzuki, N., Introduction to Kanazawa University’s Noto Marine Laboratory. 2016 Joint Seminar on Environmental Ecology and Restoration between Taiwan and Japan”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan, 招待講演 (2016.9.9-11).

- (37) Taniguchi, S., Ogasawara, M., Satake, H., Suzuki, N. and Sekiguchi, T., Localization analysis of the cholecystokinin/gastrin family peptide in ascidian, *Ciona intestinalis*. The Joint Meeting of the 22nd International Congress of Zoology & the 87th meeting of the Zoological Society of Japan, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan (2016.11.14-19).
- (38) Urata, M., Matsumoto, K., Yachiguchi, K., Suzuki, N. and Hayakawa, K., Introduction of “Satoumi learning” into education at schools in Noto. 1st Asian Conference on Biocultural Diversity, Wakura, Ishikawa, Japan (2016.10.27-29).
- (39) Yachiguchi, K., Sekiguchi, T., Hattori, A., Yamamoto, M., Kitamura, K., Tabuchi, Y. and Suzuki, N., Both inorganic mercury and methylmercury influence on osteoclasts and osteoblasts in the scales of the marine teleost. The Joint Meeting of the 22nd International Congress of Zoology & the 87th meeting of the Zoological Society of Japan, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan (2016.11.14-19).
- (40) 鎌内宏光・太田民久・山口高志・石田卓也・陀安一郎, 北海道東部沿岸域における海霧を介した海洋と陸上生態系のつながり. 第6回 同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境学研究所, 京都府 (2016.12.22).
- (41) 鎌内宏光・福島慶太郎・近藤昭彦・岡部芳彦・勝山智憲・佐藤修一・林大輔・徳地直子, 北海道東部 (標茶町) の森林小河川における河川流量とフラックス. 日本陸水学会 第81回大会, 琉球大学, 沖縄県 (2016.11.3-6).
- (42) 亀井宏泰, ゼブラフィッシュ胚における神経堤細胞を介した追いつき成長. 2016(平成28年)年度 日本比較内分泌学会大会・シンポジウム, 北里大学, 神奈川県 (2016.12.9-11).
- (43) 亀井宏泰, 『ゼブラフィッシュから学ぶ酸素分圧の変化を胚の成長速度の調節につなげるしくみ』. 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科 循環器病態内科, 石川県 (2016.5.18).
- (44) 松本京子・岳野公人・浦田 慎・谷内口孝治・早川和一・鈴木信雄, 能登町 (石川県) における海洋教育の効果. 平成28年度動物学会中部支部大会, 静岡大学, 静岡県 (2016.9.10-11).
- (45) 松岡里沙・丸山雄介・鈴木信雄・服部淳彦, 繁殖後期のキンギョにおける血漿カルシウム濃度の低下と鱗で産生されるメラトニンとの関連. 第41回日本比較内分泌学会大及びシンポジウム 北里大学, 神奈川県 (2016.12.9-11).
- (46) 三島弘幸・田辺咲貴・服部淳彦・鈴木信雄・松本 敬・池亀美華・見明康雄, メラトニンによる象牙質や象牙芽細胞への影響. 第122回日本解剖学会総会・全国学術集会, 長崎大学, 長崎県 (2016.3.28-30).
- (47) 森谷和浩・Robert G. Jenkins・関口俊男・鈴木信雄, 浅海鯨骨生態系の変遷: 九十九湾における水槽および天然環境における鯨骨群集形成実験. 日本地球惑星科学連合2015年大会, 幕張メッセ, 千葉県 (2016.5.24-28).
- (48) 小木曾正造・又多政博, マシコヒゲムシの育成と飼育. 第43回国立大学法人臨海・臨湖実験所・センター技術職員研修会議, 島根大学隠岐臨海実験所, 島根県 (2016.12.6-8).
- (49) 佐藤雅之・早川和一・関口俊男・田淵圭章・大嶋雄二・服部淳彦・鈴木信雄, 魚類の骨芽細胞および破骨細胞に対する多環芳香族炭化水素類の影響評価. 平成28年度動物学会中部支部大会, 静岡大学, 静岡県 (2016.9.10-11).
- (50) 関口俊男・半本泰三・谷口詩穂・谷内口孝治・鈴木信雄, 円口類カワヤツメにおけるカルシトニン及びカルシトニン受容体の分子構造解析. 平成28年度動物学会中部支部大会, 静岡大学, 静岡県 (2016.9.10-11).
- (51) 関口俊男, インドール化合物及び新規インドール化合物による放射線防御. 金沢大学新技術説明会 2016, JST 東京本部別館ホール, 東京都, 招待講演 (2016.8.18).
- (52) 鈴木信雄, 有害化学物質の魚類への影響: 新評価手法の開発と適用. 第9回金沢大学未来開拓研究公開シンポジウム, 一橋講堂, 東京都, 招待講演 (2016.11.12).
- (53) 鈴木信雄, 能登半島における金沢大学での共同教育拠点の取り組みの紹介. 大学改革シンポジウム「能登半島の自然環境を活用した国際研究拠点形成」, 七尾サンライフプラザ, 石川県, (2016.11.4).

- (54) 鈴木信雄, 宇宙実験—宇宙へ旅立つキンギョ(のウロコ). 海とみらいと科学の日, 海未来図書館, 石川県, 基調講演 (2016.6.26).
- (55) 鈴木信雄, 魚類のウロコを骨モデルとして用いた評価システムの開発と応用. 関西おさかな勉強会. 京都大学, 京都府, 招待講演 (2016.6.17).
- (56) 鈴木信雄, 魚類の骨代謝機構: ホルモン及び物理的刺激による調節. 第 342 回松本歯科大学大学院セミナー, 松本歯科大学, 長野県 (2016.6.2).
- (57) 鈴木信雄, 魚類のウロコを用いたバイオアッセイによる環境汚染物質の解析. 金沢大学環日本海域環境研究センター—国立環境研究所地域環境研究センター合同ワークショップ, 国立環境研究所地域環境研究センター, 茨城県 (2016.5.24).
- (58) 田渕圭章・鈴木信雄・近藤 隆, マウス前骨芽細胞様細胞 MC3T3-E1 における低出力パルス超音波に応答する遺伝子のネットワーク解析. 2016 年度第 25 回ソノケミストリー討論会, 富山大学, 富山県 (2016.10.21-22).
- (59) 浦田 慎・山崎敦子・清本正人・山口正晃・鈴木信雄, ノコギリウニ *Prionocidaris baculosa* の飼育と教材化の試み. 平成 28 年度動物学会中部支部大会, 静岡大学, 静岡県 (2016.9.10-11).

【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, 東京海洋大学食品生産学部門教授 長島裕二氏
- (2) 木谷洋一郎: ベラ類血液中の生理活性物質について, 日本大学生物資源科学部教授 朝比奈 潔氏
- (3) 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 大学 (ノルウェー王国) Prof. Kiron Viswanath
- (4) 関口俊男: ナメクジウオ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 高橋弘樹氏
- (5) 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 小笠原道生氏
- (6) 関口俊男: ナメクジウオ受容体活性修飾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 生命科学部門准教授 桑迫健二氏
- (7) 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 ユニトリリーダー 工樂樹洋氏
- (8) 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 水谷哲也氏
- (9) 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 慶利氏
- (10) 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
- (11) 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
- (12) 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
- (13) 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, グラクプール大学 (インド) Prof. Ajai K. Srivastav
- (14) 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) Dr. 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 田渕圭章氏
- (15) 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 服部淳彦氏, 新潟大学理学部附属臨海実験所教授 安東宏徳氏

- (16) 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 恵氏，東京慈恵会医科大学教授 高田耕司氏
- (17) 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，新潟大学農学部准教授 杉山稔恵氏
- (18) 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教授 山本敏男氏，同准教授 池亀美華氏
- (19) 鈴木信雄：プロラクチンの骨組織に対する作用，岡山大学理学部附属臨海実験所教授 坂本竜哉氏，北里大学海洋生命科学部教授 高橋明義氏，同教授 森山俊介氏
- (20) 鈴木信雄：円口類と軟骨魚類のカルシトニンの構造決定，東京大学海洋研究所教授 竹井祥郎氏，同准教授 兵藤 晋氏
- (21) 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 上野照剛氏，広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所教授 岩坂正和氏
- (22) 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 徹氏，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 黒川忠英氏
- (23) 鈴木信雄：脂肪酸の石灰化に対する作用，富山大学名誉教授 浜崎智仁氏
- (24) 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教授 近藤 隆氏，富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター教授 田淵圭章氏，昭和大学准教授 舟橋久幸氏，JAXA 主任研究員 矢野幸子氏
- (25) 鈴木信雄：ウロコの破骨細胞で発現している遺伝子の解析，早稲田大学教育学部教授 中村正久氏
- (26) 鈴木信雄：歯の石灰化に関する研究，高知学園短期大学教授 三島弘幸氏
- (27) 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 廣田憲之氏，同研究センター 特別研究員 木村史子氏
- (28) 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 神坂盛一郎氏，同教授 唐原一郎氏
- (29) 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 大森克徳氏，JAXA 主任研究員 矢野幸子氏，富山大学大学院理工学研究部教授 松田恒平氏
- (30) 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 大嶋雄治氏，同准教授 島崎洋平氏
- (31) 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 関あずさ氏，神奈川歯科大学特任教授 高垣裕子氏，朝日大学歯学部教授 江尻貞一氏
- (32) 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 中川公恵氏
- (33) 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 田淵圭章氏
- (34) 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 健氏
- (35) 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 炎氏，同首席研究員 川田剛士氏
- (36) 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 中村省吾氏，同教授 田中大祐氏，同助教 酒徳昭宏氏
- (37) 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 松本謙一郎氏，富山大学大学院医学薬学研究部教授 近藤 隆氏，同大学教授 田淵圭章氏

- (38) 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 高橋直之氏，同大学准教授 山下照仁氏
- (39) 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 高橋明義氏，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 田川正朋氏，東北大学農学研究科教授 鈴木 徹氏

2) 共同利用・共同研究（文科省）

- (1) 木谷洋一郎：高感度なフッ素のバイオアッセイ系の開発と応用：魚類の骨代謝に対する作用（一般研究），富山大学 田渕圭章氏
- (2) 木谷洋一郎：日本海固有水が養殖魚のストレス応答に与える影響について（一般研究），日本大学 森 司氏
- (3) 木谷洋一郎：日本海沿岸域に生息するカニのフグ毒抵抗性について（一般研究），東京海洋大学 長島裕二氏
- (4) 関口俊男：海水温の上昇がカタユレイボヤの遺伝子発現に与える影響の網羅的解析（一般研究），長浜バイオ大学 和田修一氏
- (5) 関口俊男：プラスチック由来環境ホルモンの生殖への影響の解析と評価法の確立（一般研究），旭川医科大学 矢澤隆志氏
- (6) 鈴木信雄：魚類及びウニの初期発生に対する多環芳香族炭化水素類の影響評価（一般研究），九州大学 大嶋雄治氏
- (7) 鈴木信雄：環日本海域に生息する海産無脊椎動物の概日リズムに関する研究（一般研究），東京医科歯科大学 服部淳彦氏
- (8) 鈴木信雄：日本海の寄り回り波に関する研究（一般研究），富山国等専門学校 水本 巖氏
- (9) 鈴木信雄：ハイドロキシアパタイトへの希土類元素の置換過程の解明（若手研究），富山大学 小坂由紀子氏
- (10) 鈴木信雄：環境生態と修復に関する日台ジョイントセミナー in Noto（研究集会），石川県立大学 柳井清治氏

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) 鎌内宏光：日本長期生態学研究ネットワーク情報管理委員，2006-現在
- (2) 関口俊男：ペプチド・ホルモン研究会 世話人，2014-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

【研究費】

1) 科学研究費

- (1) 鎌内宏光, 挑戦的萌芽研究, 森は海の恋人か? 土地利用変化と河川流量及び海域変化の統合研究スキームの開発, 代表者, 平成28年度, 800,000円.
- (2) 小木曾正造, 奨励研究, マシコヒゲムシの長期飼育のための幼生の育成及び小型個体の採集に関する研究, 代表者, 平成28年度, 390,000円.
- (3) 関口俊男, 基盤研究(C), 硬骨を持たない原始的脊椎動物ヤツメウナギにおける新規カルシウム代謝機構の解明, 代表者, 平成28年度, 1,100,000円.
- (4) 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28年度, 1,000,000円.
- (5) 鈴木信雄, 基盤研究(C), 新規2型糖尿病骨代謝モデルによる糖尿病骨代謝機構解析と運動による改善法の提案(代表:北村敬一郎, 金沢大学医薬保健研究域保健学系・教授), 分担者, 平成28年度100,000円(平成28年度の直接経費 total 800,000円).
- (6) 鈴木信雄, 挑戦的萌芽研究, エピジェネティクスを介した超音波による細胞の分化制御(代表:田淵圭章, 富山大学生命科学先端研究センター・教授), 分担者, 平成28年度50,000円(平成28年度の直接経費 total 1,200,000円).
- (7) 鈴木信雄, 基盤研究(C), 時刻情報伝達物質であるメラトニンによる象牙質の組織構造と象牙芽細胞の制御機構(代表:三島弘幸, 高知学園短期大学・教授), 分担者, 平成28年度, 50,000円(平成28年の直接経費 total 600,000円).
- (8) 鈴木信雄, 基盤研究(C), 硬骨を持たない原始的脊椎動物ヤツメウナギにおける新規カルシウム代謝機構の解明(代表:関口俊男, 金沢大学環日本海域環境研究センター・助教), 分担者, 平成28年度, 100,000円(平成28年度の直接経費 total 1,100,000円).

2) 受託研究費

なし

3) 共同研究費

- (1) 関口俊男, 平成28年度北陸地区国立大学学術研究連携支援, インドール化合物の放射線防御機構解明, 代表者, 300,000円
- (2) 鈴木信雄, ハムリー(株), 宇宙実験を利用した新規骨疾患治療薬の開発, 代表者, 190,500円

【新聞発表】

- (1) 鈴木信雄・関口俊男・木谷洋一郎・鎌内宏光, 平成28年5月8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
- (2) 鈴木信雄, 平成28年7月15日(北國新聞):外部専門家等を活用した最先端分野を学ぶ授業推進事業、金沢二水高校での講義に関する記事
- (3) 鈴木信雄・関口俊男・木谷洋一郎・鎌内宏光, 平成28年7月17日(北國新聞):いしかわシティカレッジ海の動物の探索演習に関する記事
- (4) 鈴木信雄・関口俊男・木谷洋一郎・鎌内宏光, 平成28年9月2日(北國新聞):全国公開臨海実習に関する記事

【利用状況】

1) 来訪者及び研究目的

- 4 / 1 のと海洋ふれあいセンター
坂井 恵一 普及課長 他1名
「研究打合せのため」
- 4 / 1 ~ 4 / 4 神奈川大学理学部
大平 剛 准教授 他3名
「ホッコクアカエビのサイナス腺の摘出」
- 4 / 19 金沢大学総務部
井尻 智子 係長 他19名
「新任研修のため」
- 4 / 20 ~ 4 / 21 金沢大学環日本海域環境研究センター
鶴丸 央 博士研究員 他4名
「能登学舎（珠州市三崎町）における大気観測装置の保守及び校正」
- 4 / 21 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他1名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明」
- 5 / 16 ~ 5 / 17 金沢大学理工研究域自然システム学系
山口 正晃 教授 他1名
「研究打合せ及び実験のため」
- 5 / 16 ~ 5 / 17 金沢大学理工研究域自然システム系
小林 功 助教 他3名
「研究打合せ及びセミナー」
- 5 / 16 ~ 5 / 20 筑波大学生命環境系
山崎 敦子 特別研究員
「研究打合せ及び実験」
- 5 / 19 ~ 5 / 20 金沢大学大学院自然科学研究科 修士1年
杉野 咲恵
「修士論文研究のため」
- 5 / 24 ~ 5 / 25 金沢大学環日本海域環境研究センター
鶴丸 央 博士研究員 他4名
「能登学舎（珠州市三崎町）における大気観測装置の保守及び校正」

- 5 / 31 ~ 6 / 4 神奈川県理学部
大平 剛 准教授 他3名
「ホッコクアカエビの血糖上昇ホルモンの投与実験」
- 6 / 15 のと海洋ふれあいセンター
東出 幸真 普及専門員 他1名
「生物調査のため」
- 6 / 20 ~ 6 / 21 金沢大学環日本海域環境研究センター
長尾 誠也 教授 他15名
「センター会議及び交流会」
- 6 / 23 ~ 6 / 24 金沢大学環日本海域環境研究センター
鶴丸 央 博士研究員 他2名
「能登学舎（珠洲市三崎町）における大気観測装置の保守及び校正」
- 6 / 27 ~ 7 / 1 東京大学大学院農学生命科学研究科 修士2年
臼井 杏美
「研究打合せ及び実験」
- 6 / 29 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他1名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明のための事前調査」
- 6 / 30 ~ 7 / 2 筑波大学生命環境系
山崎 敦子 特別研究員
「実験のため」
- 7 / 1 金沢大学環日本海域環境研究センター
塚脇 真二 教授 他11名
「イリノイカレッジ学生の乗船実習」
- 7 / 4 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他1名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明のための事前調査」
- 7 / 4 ~ 7 / 6 石川県立大学大学院 修士2年
荒川 裕亮 他2名
「河川調査と夜間における九十九湾での生態観察」
- 7 / 14 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他1名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明」

- 7 / 14 ~ 7 / 16 千葉大学大学院理学研究科
渡部 ひかり 他1名
「生物採集」
- 7 / 15 ~ 7 / 16 金沢大学大学院自然科学研究科 博士課程2年
加瀬 陽一
「生理活性ペプチドの作用解析のため」
- 7 / 18 ~ 7 / 19 金沢大学環日本海域環境研究センター
中林 逸子 連携研究員 他1名
「魚類生理に関する実験及び打合せのため」
- 7 / 19 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他1名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明」
- 7 / 19 (一社) 能登里海教育研究所
浦田 慎 研究員 他31名
「小学生対象の海洋教育のため」
- 7 / 21 ~ 7 / 22 金沢大学環日本海域環境研究センター
鶴丸 央 博士研究員 他3名
「能登学舎(珠洲市三崎町)における大気観測装置の保守及び校正」
- 7 / 27 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他1名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明」
- 7 / 30 ~ 8 / 2 神奈川大学理学部
大平 剛 准教授 他3名
「ホッコクアカエビの色素拡散ホルモンの投与実験」
- 8 / 4 ~ 8 / 6 (一社) 能登里海教育研究所
浦田 慎 研究員
「大妻女子大学の演習の指導のため」
- 8 / 29 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他1名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明」
- 8 / 29 (一社) 能登里海教育研究所
浦田 慎 研究員 他20名
「金沢二水高等学校の実習のため」

- 8 / 3 0 富山高等専門学校
水本 巖 教授 他 1 名
「寄り回りの波の観測装置の保守点検のため」
- 9 / 5 ~ 9 / 7 金沢大学自然科学研究科 修士 1 年
杉野 咲恵
「ノコギリウニを用いた実験のため」
- 9 / 9 ~ 9 / 1 1 石川県立大学
柳井 清治 教授 他 2 5 名
「国際ワークショップ開催のため」
- 9 / 1 6 ~ 9 / 1 7 東京海洋大学
長島 裕二 教授
「イソガニの体液に含まれるフグ毒結合タンパク質に関する研究打合せ」
- 9 / 2 5 ~ 9 / 3 0 金沢大学自然科学研究科 修士 1 年
杉野 咲恵
「ノコギリウニを用いた実験のため」
- 9 / 2 6 富山高等専門学校
水本 巖 教授 他 1 名
「より回り波の観測装置の保守点検のため」
- 9 / 2 6 ~ 9 / 2 7 富山大学遺伝子実験施設
田渕 圭章 教授 他 1 名
「共同研究の打合せのため」
- 9 / 2 7 ~ 9 / 2 8 金沢大学環日本海域環境研究センター
松木 篤 准教授 他 3 名
「能登学舎（珠洲市三崎町）における大気観測装置の保守及び校正」
- 9 / 3 0 ~ 1 0 / 2 金沢大学理工系事務部
松本 芳江 課長 他 3 4 名
「学長と行く小木合宿」
- 1 0 / 3 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他 1 名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明」
- 1 0 / 6 ~ 1 0 / 8 金沢大学理工研究域電子情報学系
高橋 康史 准教授 他 7 名
「研究打合せ」

- 10 / 10 ~ 10 / 13 金沢大学自然科学研究科 修士1年
杉野 咲恵
「ノコギリウニを用いた実験のため」
- 10 / 15 ~ 10 / 16 石川県立大学大学院 修士2年
荒川 裕亮 他2名
「九十九湾周辺の河川生物調査のため」
- 10 / 19 ~ 10 / 23 金沢大学環日本海域環境研究センター
松木 篤 准教授 他4名
「装置のメンテナンス、校正及びエアロゾルサンプリングを行う」
- 10 / 20 ~ 11 / 18 東京理科大学
岩本 洋子 嘱託助教 他1名
「共同研究のため」
- 10 / 20 ~ 11 / 21 東京大学大気海洋研究所
濱崎 恒二 准教授 他3名
「共同研究のため」
- 10 / 22 ~ 10 / 30 東京大学大気海洋研究所
山田 洋輔 特任研究員
「共同研究のため」
- 10 / 28 ~ 11 / 2 東京海洋大学大学院 修士2年
田中 里奈
「魚類自然免疫関連物質についての研究のため」
- 10 / 31 ~ 11 / 1 東京大学大気海洋研究所
植松 光夫 教授
「共同研究のため」
- 11 / 1 ~ 11 / 18 金沢大学環日本海域環境研究センター
松木 篤 准教授 他4名
「装置のメンテナンス、校正及びエアロゾルサンプリングを行うため」
- 11 / 3 ~ 11 / 4 総合地球環境学研究所
陀安 一郎 教授 他13名
「研究会開催のため」
- 11 / 4 富山大学大学院理工学教育部 博士課程2年
小坂 由紀子
「共同研究の実験設備設置のため」

- 11 / 7 ~ 11 / 11 海洋研究開発機構
高見 英人 上席研究員
「共同研究のため」
- 11 / 9 ~ 11 / 10 金沢大学理工研究域
牧 輝弥 准教授
「研究打合せのため」
- 11 / 11 富山大学大学院理工学教育部 博士課程2年
小坂 由紀子
「共同研究の試料採取のため」
- 11 / 14 ~ 11 / 18 国立極地研究所
植竹 淳 研究員
「共同研究のため」
- 12 / 2 富山大学大学院理工学教育部 博士課程2年
小坂 由紀子
「共同研究の試料採取のため」
- 12 / 2 ~ 12 / 3 金沢大学環日本海域環境研究センター
唐 寧 准教授 他4名
「意見交換のため」
- 12 / 4 金沢大学自然科学研究科 修士1年
杉野 咲恵
「修士論文の研究のため」
- 12 / 5 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他1名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明」
- 12 / 9 ~ 12 / 10 総合地球環境学研究所
太田 民久 センター研究推進支援員
「臨海実験施設周辺にてコケのサンプリングを行うため」
- 12 / 13 ~ 12 / 14 金沢大学環日本海域環境研究センター
松木 篤 准教授 他3名
「装置のメンテナンス及び校正を行うため」
- 12 / 22 ~ 12 / 23 東京医科歯科大学教養部生物
服部 淳彦 教授
「ゴカイのメラトニンに関する打合せ」

- 12/22～12/23 富山大学遺伝子実験施設
田渕 圭章 教授
「魚類生理に関する研究打合せ」
- 12/26 富山大学大学院理工学教育部 博士課程2年
小坂 由紀子
「試料採取を行うため」
- 1/6 富山大学大学院理工学研究部
酒徳 昭宏 助教 他1名
「バフンウニを用いた実習を行うため」
- 1/9～1/13 日本大学生物資源科学部 4年
小崎 惇也
「魚類血液の成分分析及び成分単離のため」
- 1/13 富山大学大学院理工学教育部 博士課程2年
小坂 由紀子
「試料採取を行うため」
- 1/24 岩手大学三陸水産研究センター
平井 俊朗 教授
「魚の養殖に関する研究打合せ」
- 2/3 富山大学大学院理工学教育部 博士課程2年
小坂 由紀子
「試料採取を行うため」
- 2/4～2/5 金沢大学環日本海域環境研究センター
落合 伸也 助教 他5名
「台湾・モンゴルの留学生を対象とする大気降下物の採取実習」
- 2/7～2/10 金沢大学自然科学研究科 修士1年
杉野 咲恵
「修士論文の研究のため」
- 2/14～2/17 NONG LAM大学 4年
THAN VAN HUY
「ヒラメ遺伝子の定量のため」
- 2/20～2/21 金沢大学環日本海域環境研究センター
鶴丸 央 博士研究員 他5名
「能登学舎（珠州市三崎町）における大気観測装置の保守及び校正」

- 2 / 2 1 ~ 2 / 2 4 金沢大学自然科学研究科 修士1年
杉野 咲恵
「修士論文の研究のため」
- 2 / 2 2 ~ 2 / 2 4 NONG LAM大学 4年
THAN VAN HUYNH
「ヒラメ遺伝子の定量のため」
- 2 / 2 4 富山大学大学院理工学教育部 博士課程2年
小坂 由紀子
「試料採取を行うため」
- 3 / 3 金沢大学理工研究域自然システム学系
ジェンキンズ ロバート 助教 他1名
「ウミガメ遺骸の腐敗過程に成立する生態系の変遷解明」
- 3 / 8 ~ 3 / 9 金沢大学理工研究域自然システム学系
山口 正晃 教授
「臨海セミナー出席のため」
- 3 / 8 ~ 3 / 9 日本大学
森 司 教授
「臨海実験施設におけるセミナーでの講演」
- 3 / 8 ~ 3 / 1 0 京都大学農学研究科
田川 正明 准教授 他1名
「マツカワ鱗の自家移植実験のため」
- 3 / 1 6 のと海洋ふれあいセンター
橋本 達夫 普及課長補佐 他1名
「生物採集のため」
- 3 / 2 3 富山科学博物館
南部 久男 専門官
「標本作成に関する打合わせのため」
- 3 / 2 4 金沢大学環日本海域環境研究センター
長尾 誠也 教授 他3名
「九十九湾の海底調査のため」
- 3 / 2 4 富山大学大学院理工学教育部 博士課程2年
小坂 由紀子
「試料採取を行うため」

2) 大学の実習及び演習

- 5 / 6 ~ 5 / 8 金沢星稜大学4年
岩本 梢 他12名
「シティカレッジ実習」
- 5 / 11 ~ 5 / 13 福井県立大学生物資源学部
濱野 吉十 教授 他5名
「海洋微生物の採取実習」
- 6 / 11 ~ 6 / 12 金沢大学地域連携推進センター
小路 晋作 特任准教授 他27名
「里海体験実習 in 能登半島2016」
- 7 / 16 ~ 7 / 18 北陸学院大学4年
山本 涼 他12名
「シティカレッジ実習」
- 8 / 4 ~ 8 / 6 大妻女子大学社会情報学部
細谷 夏美 教授 他17名
「能登の多様な生物に関する演習」
- 8 / 8 ~ 8 / 11 金沢大学理工学域
鈴木 信雄 教授 他24名
「生物学実習4」
- 8 / 17 ~ 8 / 18 富山国際大学現代社会学部
高橋 ゆかり 准教授 他28名
「海産生物の臨海実習」
- 8 / 18 ~ 8 / 20 東京慈恵会医科大学
高田 耕司 教授 他11名
「海産生物の臨海実習」
- 8 / 21 ~ 8 / 22 富山国際大学現代社会学部
上坂 博亨 教授 他22名
「海産生物の臨海実習」
- 8 / 23 ~ 8 / 25 日本大学生物資源科学部
朝比奈 清 教授 他26名
「日本海の生物観察及び研究報告会」
- 8 / 26 金沢工業大学応用化学科
藤永 薫 教授 他10名
「日本海沿岸域に生息する生物の形態観察と分類」

- 8 / 29 ~ 9 / 3 学習院大学 1 年
保 和人 他 10 名
「第 1 回公開臨海実習」
- 9 / 5 ~ 9 / 7 長浜バイオ大学
和田 修一 准教授 他 16 名
「生物多様性実習の実施」
- 9 / 13 ~ 9 / 15 金沢大学理工学域
鈴木 信雄 教授 他 28 名
「生物学実習 2」
- 9 / 20 ~ 9 / 23 金沢大学
中村 浩二 名誉教授 他 21 名
「イフガオ里山マイスター養成・能登研修のため」
- 9 / 26 ~ 9 / 28 筑波大学 3 年
高山 由妃 他 1 名
「第 2 回公開臨海実習」
- 12 / 4 ~ 12 / 5 金沢大学地域連携推進センター
宇野 文夫 特任教授 他 8 名
「無形文化遺産を見る・学ぶスタディツアーに参加するため」

3) 高等学校の実習及び演習

- 7 / 7 ~ 7 / 8 富山県立砺波高校
中町 保 教諭 他 38 名
「臨海実習」
- 7 / 11 ~ 7 / 13 石川県立七尾高校
福岡 辰彦 教諭 他 43 名
「臨海実習」
- 7 / 25 ~ 7 / 27 富山県立富山中部高校
山崎 真理子 教諭 他 44 名
「臨海実習」
- 8 / 2 ~ 8 / 4 福井県立高志高校
藤井 克郎 教諭 他 27 名
「臨海実習」

4) 利用者数及び船舶の使用状況

平成28年度臨海実験施設利用者数(延べ人数3,778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	49	22	72	12
5	40	33	88	24
6	67	30	120	22
7	38	96	108	358
8	42	79	187	445
9	61	90	212	173
10	78	56	190	36
11	42	94	99	57
12	38	26	114	8
1	31	21	71	7
2	34	20	86	17
3	41	69	70	5
合計	561	636	1,417	1,164

平成28年度臨海実験施設船舶使用回数及び人数(延べ回数155回、人数944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	4	8	0	0	4	25	0	0
5	8	15	0	0	7	33	6	24
6	3	6	0	0	5	56	2	5
7	4	8	0	0	9	36	5	141
8	8	59	5	92	7	45	6	111
9	5	10	2	36	6	48	3	40
10	6	8	3	10	7	47	3	10
11	5	6	2	8	7	10	6	18
12	2	5	0	0	1	1	0	0
1	2	4	0	0	2	2	0	0
2	3	6	0	0	3	3	0	0
3	1	1	0	0	2	6	1	1
合計	51	136	12	146	60	312	32	350

研 究 報 告

*** ナメクジウオ・カルシトニンファミリーペプチドによる破骨細胞活性の抑制作用と、その構造の進化的な保存性と多様性についての考察**

関口俊男, 白石 慧, 佐竹 炎, 桑迫健二, 高橋弘樹, 佐藤将之, 浦田 誠, 和田修一, 遠藤雅人, 服部淳彦, Ajai K. Srivastav, 鈴木信雄 (p27-28)

*** カタユウレイボヤにおける CCK/gastrin の機能解析**

谷口詩穂, 鈴木信雄, 関口俊男 (p29-30)

*** 硬骨魚類の骨代謝に与える環境汚染物質の影響**

佐藤将之, 木谷洋一郎, 関口俊男, 鈴木信雄 (p31-32)

*** 低出力超音波パルスに対する骨芽細胞及び破骨細胞の応答**

半本泰三, 関口俊男, 鈴木信雄 (p33-34)

*** 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28年度)**

小木曾正造, 又多政博 (p35-36)

ナメクジウオ・カルシトニンファミリーペプチドによる破骨細胞活性の抑制作用と、その構造の進化的な保存性と多様性についての考察

関口俊男¹, 白石 慧², 佐竹 炎², 桑迫健二³, 高橋弘樹⁴, 佐藤将之¹, 浦田 誠¹,
和田修一⁵, 遠藤雅人⁶, 服部淳彦⁷, Ajai K. Srivastav⁸, 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, ²〒920-0293 京都府相楽郡精華町精華台8-1-1, 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, ³〒889-1692 宮崎市清武町木原5200番地, 宮崎大学 フロンティア科学実験総合センター, ⁴〒444-0867 愛知県岡崎市明大寺町西郷中38, 基礎生物学研究所 発生生物学領域, ⁵〒526-0829 滋賀県長浜市田村町1266, 長浜バイオ大学 アニマルバイオサイエンス学科, ⁶〒108-8477 東京都港区港南4-5-7 東京海洋大学 海洋資源学部門, ⁷〒272-0827 市川市国府台2-8-30, 東京医科歯科大学 教養部, ⁸Department of Zoology, D.D.U. Gorakhpur University, Gorakhpur 273-009, India.

Toshio SEKIGUCHI, Akira SHIRAIISHI, Honoo SATAKE, Kenji KUWASAKO, Hiroki TAKAHASHI, Masayuki SATO, Makoto URATA, Shuichi WADA, Masato ENDO, Takahiro IKARI, Atsuhiko HATTORI, Ajai K. SRIVASTAV, Nobuo SUZUKI: Calcitonin-typical suppression of osteoclastic activity by amphioxus calcitonin superfamily peptides and insights into the evolutionary conservation and diversity of their structures.

【はじめに】

カルシトニン (CT) は、ほ乳類で骨代謝に関わるホルモンである。CTは、CT遺伝子関連ペプチド (CGRP) と同一の遺伝子にコードされている。またアドレノメデュリン、アミリン、CT受容体刺激ペプチドとも同じ祖先遺伝子を持つと考えられ、これらのペプチドは、CT/CGRPファミリーペプチド遺伝子族と呼ばれている。我々は、以前の研究から現存する最も祖先的な脊索動物と考えられているナメクジウオの一種であるフロリダナメクジウオ (*Branchiostoma floridae*) に、3つのCT/CGRPファミリーペプチド (Bf-CTFP1-3) が存在することを明らかにしている。今回は、Bf-CTFP1-3 (Bf-CTFPs)による魚類の破骨細胞への作用を検討した。さらにホモロジーモデリングによる脊椎動物CT/CGRPファミリーペプチドとの二次構造の比較を行い、CT様作用を示す構造活性相関の進化を考察した。

【方法】

実験1：キンギョ再生ウロコ培養系を用いたBf-CTFPsの破骨細胞抑制機能解析

麻酔したキンギョから一個体あたり8枚の再生ウロコを抜き、プレートに入れた。10⁻⁸または10⁻⁶ MのBf-CTFP1-3を添加し、6時間後に破骨細胞活性の指標である酒石酸抵抗性酸性フォスファターゼ (Tartrate-Resistant Acid Phosphatase; TRAP) 活性を測定した。体の右側から採取したウロコを無投与群 (コントロール群)、左側から採取したウロコをペプチド投与群とし、TRAP活性を比較した。

実験2：CT受容体 (CTR) アンタゴニストを用いたBf-CTFPsの活性阻害実験

10⁻⁶ または10⁻⁸Mの CTRアンタゴニスト (N末端側7アミノ酸残基が欠失したサケCT, CT8-32) を10⁻⁶ または10⁻⁸MのBf-CTFP1-3と同時に培養再生ウロコに投与し、6時間後にTRAP活性を測定した。1個体あたり8枚のウロコを用い、左側から採取したウロコを実験群に、右側から採取したウロコをコントロール群とした。

実験3：ホモロジーモデルによるBf-CTFPsと脊椎動物CTとの二次構造比較

Clustal Wを用い、Bf-CTFP1-3、サケCT 野生型及び不活性の変異型、ヒトCT そしてヒトアドレノメデュリン(AM)をアライメントした。なおサケCT変異型は、野生型よりも長い α ヘリックス構造を持つ。MODELLER 9.16によりホモロジーモデル予測を行い、最適な構造をgraphics program Chimera 11.10.1により図示した。

【結果】

実験1：キンギョ再生ウロコ培養系を用いたBf-CTFPsの破骨細胞抑制機能解析

脊椎動物の破骨細胞に対するBf-CTFP1-3の作用を検討するために、キンギョ再生ウロコ培養系に 10^{-8} 及び 10^{-6} MのBf-CTFP1-3を投与した結果、いずれの濃度においても破骨細胞の活性を有意に抑制することを明らかにした。

実験2：CT受容体 (CTR) アンタゴニストを用いたBf-CTFPsの活性阻害実験

Bf-CTFP1-3による破骨細胞活性の抑制がCTRを介したものであるかを検討するために、CTRアンタゴニストであるサケCT8-32を用いたウロコTRAP活性を測定した結果、 10^{-8} 及び 10^{-6} MのBf-CTFP1-3による破骨細胞活性抑制は、同モル濃度のCT8-32アンタゴニストで完全に阻害されることを示した。

実験3：ホモロジーモデルによるBf-CTFPsと脊椎動物CTとの二次構造比較

これまでのNMR 等による構造解析より、硬骨魚類のCTは、環状構造をもつN末端領域、 α ヘリックスをとる中央領域、リンカー構造をとるC末端領域に分けることができる。ホモロジーモデルによる構造予測の結果、Bf-CTFP1と2は、中央領域に α ヘリックス構造を示した。ヘリックスの長さや位置は、CTRに対する活性が強いサケCTと類似していた。一方、Bf-CTFP3は、3アミノ酸残基のループによって連結される2つの α ヘリックス構造を中央領域にもっていた。サケCTやBf-CTFP1と2の二次構造とは異なるが、中央領域に α ヘリックス構造をとるという点では類似していた。またCTRに対して活性を持たない変異形サケCTやヒトAMはC末端領域にもヘリックスを形成し、Bf-CTFP1-3とは全く異なる二次構造を有することを確認した。

【考察】

本研究により、Bf-CTFP1-3が魚類破骨細胞に対して、CTRを介しその活性を抑えるカルシトニン作用を示すことを明らかにした。またホモロジーモデルによる二次構造予測の結果、Bf-CTFP1-2が、硬骨魚類CTと類似構造を有することから、硬骨魚類CTの構造は原始的脊索動物に由来することが示唆された。またBf-CTFP3はナメクジウオで多様化した結果であると推測される。

本研究は、科学研究費の助成のもと行われ、研究成果は、Calcitonin-typical suppression of osteoclastic activity by amphioxus calcitonin superfamily peptides and insights into the evolutionary conservation and diversity of their structures.

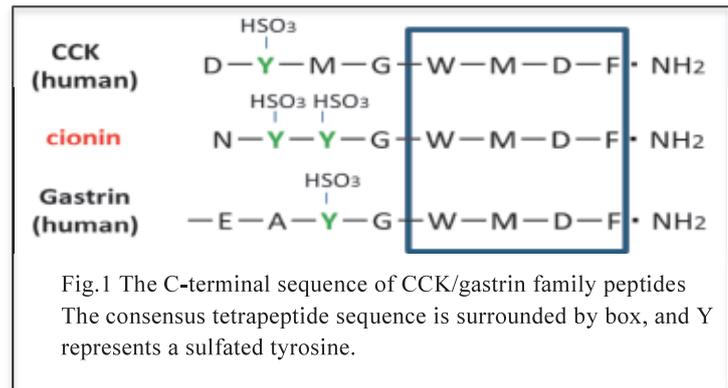
(Sekiguchi T., Shiraishi A., Satake H., Kuwasako K., Takahashi H., Sato M., Urata M., Wada S., Endo M., Ikari T., Hattori A., Srivastav AK., Suzuki N.) と題し、General and Comparative Endocrinology (2017) 246, 294-300に発表した。

カタユウレイボヤにおける CCK/gastrin の機能解析

谷口詩穂, 鈴木信雄, 関口俊男

〒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
Shiho TANIGUCHI, Nobuo SUZUKI, Toshio SEKIGUCHI : Functional analysis of CCK/gastrin in the
ascidian, *Ciona intestinalis*

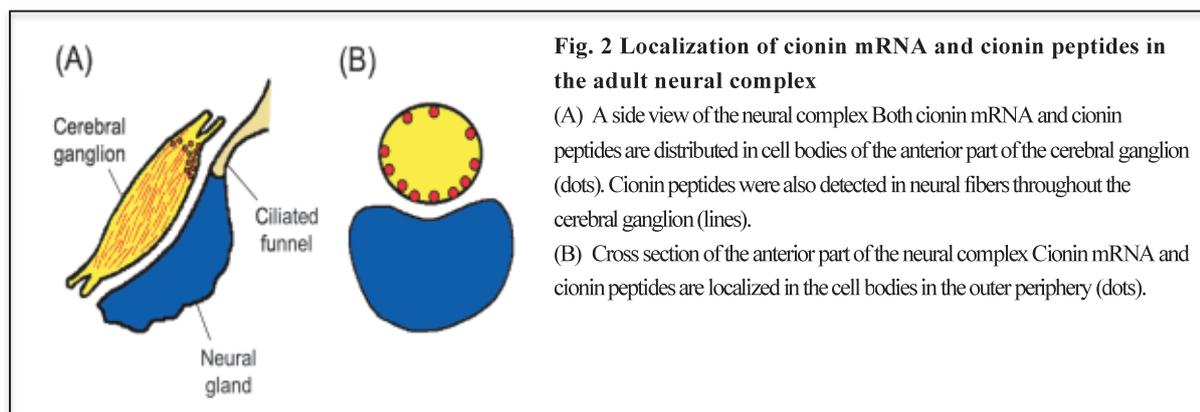
In vertebrates, cholecystokinin (CCK) and gastrin act as brain-gut peptides. They have a sulfated tyrosine residue and share the consensus tetrapeptide sequence (Trp-Met-Asp-Phe-NH₂) at the C-terminus (Fig.1). They also share two paralogous CCK receptors (CCKRs). These facts demonstrate that CCK/gastrin is a family peptide in vertebrates. Cionin is a



CCK/gastrin family peptide that was identified from the ascidian, *Ciona intestinalis* (Johnsen and Rehfeld, 1990). It shares sequence features with vertebrate CCK/gastrin family peptides. In vertebrates, treatment with cionin elicits gallbladder contractions and gastric acid secretions, which are typical CCK and gastrin functions, respectively. Sekiguchi et al. confirmed that cionin acts two *Ciona* orthologous receptors of CCKRs (Sekiguchi et al., 2012). These findings imply that the CCK/gastrin family peptidergic system is conserved in chordates. However, the evolution of the biological role of the CCK/gastrin family remains unclear due to the lack of functional data for cionin in *C. intestinalis*.

In the present study, I first analyzed the tissue distribution of cionin and CioRs mRNA using real-time PCR. Cionin mRNA was exclusively expressed in the neural complex. Moreover, the transcripts of the CioR1 and CioR2 genes were strongly expressed in the neural complex and are moderately expressed in the endostyle, stomach, intestine, and ovary. These results suggest that cionin is produced in the central nervous system similar to mammalian CCK, and is involved in physiological functions such as food intake, digestion, and reproduction in *C. intestinalis*. Interestingly, the expression of cionin in the digestive tract was relatively low, unlike that of the vertebrate CCK/gastrin family peptide gene.

Next, I evaluated the localization of cionin mRNA and peptide in the neural complex using *in situ* hybridization and immunohistochemistry, respectively. *In situ* hybridization analysis demonstrated that the localization of cionin mRNA was observed in the anterior part of the cerebral ganglion. Immunohistochemical analysis of serial sections of the neural complex revealed that the cionin peptide was expressed in the cell body of the anterior part of the cerebral ganglion and neural fibers throughout the cerebral ganglion. Furthermore, I



performed *in situ* hybridization analysis of CioR1 mRNA. A transcript of the CioR1 gene was detected in the entire cerebral ganglion.

To characterize the cioninergic neuron, I compared the localization of cionin mRNA with the Ci-vesicular acetylcholine transporter (Ci-VACHT) mRNA, which is a marker gene of cholinergic neurons. The localization of Ci-VACHT mRNA was observed mainly in the middle and posterior part of the cerebral ganglion. This expression pattern partially overlapped with that of CioR1 mRNA, suggesting that cioninergic neurons interact with cholinergic neurons.

Finally, I traced the CioR1 gene expression in various developmental stages using a fluorescent expression vector driven by a 6.8-kbp upstream sequence of the CioR1 gene. CioR1 gene expression was detected in the larval stage. Fluorescence signals were detected in the visceral ganglion and the nerve cord, which is mainly comprised of cholinergic neurons. The introduction of the CioR1 reporter construct into fertilized egg of the Ci-VACHT marker transgenic line demonstrated that the CioR1 promoter-driving fluorescence signals correspond with those of cholinergic neurons. Larval cholinergic neurons are essential for swimming behavior. In vertebrates, CCK functions as both neurotransmitter and neuromodulator. These facts suggest that cionin modulates larval swimming behavior through the cholinergic neurons.

In this study, I have clarified the localization of cionin and CioR1. These data will give us a clue to understanding the physiological function of cionin in *C. intestinalis*.

References

- Johnsen, A.H. and Rehfeld, J.F. 1990, Cionin: a disulfotyrosyl hybrid of cholecystokinin and gastrin from the neural ganglion of the protochordate *Ciona intestinalis*. *J. Biol. Chem.* 265:3054–3058.
- Sekiguchi, T., Ogasawara, M., and Satake, H. 2012, Molecular and functional characterization of cionin receptors in the ascidian, *Ciona intestinalis*: the evolutionary origin of the vertebrate cholecystokinin/gastrin family. *J. Endocrinol.* 213:99–106.

本研究は、金沢大学大学院自然科学研究科生命科学専攻 谷口詩穂氏の学位論文の一環として行われた。

硬骨魚類の骨代謝に与える環境汚染物質の影響

佐藤将之, 木谷洋一郎, 関口俊男, 鈴木信雄

〒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

Masayuki SATO, Yoichiro KITANI, Toshio SEKIGUCHI, Nobuo SUZUKI: Effect of environmental pollutants on the bone metabolism in teleosts

1. Introduction

Fish scales play an important role in regulating blood calcium because fish scales, having both osteoblasts and osteoclasts, are known to function as potential internal calcium reservoirs similar to those in the endoskeletons of mammals (Fig. 1). Therefore, we have developed an original *in vitro* assay system with the scales of goldfish (freshwater teleosts) and nibbler fish (marine teleosts) and have analyzed the influence of several calcemic hormones. In the present study, I focused on environmental pollutants (fluoride, polycyclic aromatic hydrocarbons: PAHs) and studied the effects of those pollutants on fish bone metabolism by using their scales.

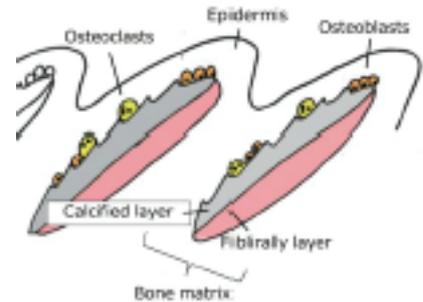


Fig. 1 The schema of fish scale

2. Effect of fluoride on fish bone metabolism

Fluoride is abundant in environmental water. It has been believed that an appropriate range of fluoride is safe. In the case of aquatic animals, however, fluoride tends to accumulate in the exoskeletons of invertebrates and the endoskeletons of fish. Furthermore, it has been reported that dietary fluoride derived from krill exoskeletons accumulated in the vertebral bones of yellowtails (marine teleosts) and inhibited the growth of yellowtails. On the other hand, the growth of rainbow trout (freshwater teleosts) has not been inhibited by dietary fluoride derived from krill. Therefore, it is possible that fluoride directly affects bone metabolism in fish, and the responses of bone metabolism to fluoride in marine and freshwater teleosts are different. However, the direct effects of fluoride on osteoblasts and osteoclasts have not yet been elucidated in any fish. In the present study, I first examined the influence of sodium fluoride (NaF) on bone metabolism, using a scale *in vitro* assay with goldfish (freshwater teleosts). Then, the effects of NaF on plasma calcium levels were examined, using an *in vivo* experiment with goldfish. To examine the different responses of NaF on bone metabolism in goldfish and nibbler fish, I also examined the influence of NaF on nibbler fish (marine teleosts). First, the direct effects of NaF on osteoblasts and osteoclasts in goldfish scales were investigated. Alkaline phosphatase (ALP) (osteoblastic marker) activity in the scales increased with NaF treatment (10^{-6} and 10^{-5} M) over 6 h of incubation. Also, tartrate-resistant acid phosphatase (TRAP) (osteoclastic marker) activity increased after exposure to NaF (10^{-5} M) at 6 h of incubation. Then, the mRNA expression of osteoclastogenesis-related factors was examined. The receptor activator of the nuclear factor- κ B ligand (RANKL), which is known as a factor for osteoclastogenesis, increased in NaF-treated scales after 6 h of incubation. The ratio of RANKL/osteoprotegerin (osteoclastogenesis inhibitory factor) significantly increased after 6 h of incubation. Resulting from the increased RANKL mRNA level, the expression of transcription-regulating factors was significantly increased. Furthermore, the expression of functional genes, cathepsin K and matrix metalloproteinase-9 mRNA, was significantly increased. Then, I measured the plasma calcium levels 2 days after the administration of NaF (low dose: 0.5 mg/g bw; high dose: 5 mg/g bw). As a result, plasma calcium levels were upregulated in NaF-treated goldfish at both doses. Second, the influence of NaF on plasma calcium levels in nibbler fish was examined. Two days after the administration of NaF (5 mg/g bw), plasma calcium

levels were downregulated in NaF-treated nibbler fish. In addition, fluoride was detected in the NaF-treated scale, using a scanning electron microscope with an energy dispersive X-ray microanalysis, indicating that NaF directly acts on their scales. Then, I examined the influence of NaF on osteoclasts and osteoblasts of the scales of nibbler fish. As a result, TRAP activity decreased in the scales of NaF-injected nibbler fish, although ALP activity in the scales of nibbler fish increased with NaF treatments. To confirm the effects of NaF on osteoclasts, the osteoclastic marker mRNA expression was examined in the *in vitro* cultured scales. Two days after incubation, TRAP and MMP-9 mRNA expression was significantly decreased. Considering these results, NaF accumulated in fish scales just as it did in vertebral bones, increasing the osteoblast activity in fish scales. In the case of osteoclast activity and plasma calcium levels, the response to NaF was different in goldfish and nibbler fish. Therefore, the influence of NaF on bone metabolism may be different in freshwater and marine teleosts.

3. Effects of PAHs on fish bone metabolism

PAHs are chemical substances formed by the combustion of petroleum and coal fuels and are widely present in the environment. PAHs are also present in heavy oil, and if a heavy oil tanker spills, the contaminated waters will be subjected to serious PAH contamination. On the other hand, it has been reported that heavy oil pollution is worsening in sea areas that are heavily trafficked. So far, there have been many reports regarding the effects of PAHs on fish toxicity. In addition, it has been reported that monohydroxylated polycyclic aromatic hydrocarbons (OHPAHs) are one type of PAH inhibiting the activity of osteoblasts and osteoclasts on goldfish scales. These results indicate that PAHs influence bone metabolism in fish. Recently, industrial ports have been developed in the Mediterranean and the Red Sea coast of Egypt, and sea pollution caused by heavy oil flowing out from ships coming and going seems to be worsening. Therefore, in the present study, I evaluated the effect of highly polluted seawater with PAHs on fish bone metabolism. In addition, the influence of the representative PAHs and NPAHs on fish scales was examined. Polluted seawater was collected from two sites (the Alexandria site on the Mediterranean Sea and the Suez Canal site on the Red Sea). Each sample of polluted seawater was added to culture medium at dilution rates of 50, 100, and 500 and incubated with goldfish scales for 6 h. Thereafter, ALP and TRAP activities were measured. ALP activity was significantly suppressed by both polluted seawater samples diluted at least 500 times; however, TRAP activity did not change. In addition, the mRNA expression of osteoblastic markers (ALP, osteocalcin, and RANKL) decreased significantly, as did the ALP enzyme activity. Then, I examined the influence of representative PAHs and NPAHs on goldfish scales. Osteoblastic activity decreased in scales exposed to naphthalene and acenaphthene at 6 ng/g for 6 h. In particular, a significant decrease was observed in acenaphthene. Furthermore, when 2-nitrofluorene and 3-nitrobenzanthrone were exposed to 40 pg/g for 6 h, no significant difference was found; however, the osteoblast activity was decreased. Thus, it was found that the activity of osteoblasts was inhibited even with exposure to a very low concentration of a compound. Therefore, the causative substances in polluted seawater collected from the Port of Alexandria and the Suez Canal are considered to be PAHs and NPAHs.

4. Conclusion

In the present study, I focused on fluoride and PAHs, studying their effects on fish bone metabolism by using the scales of goldfish and/or nibbler fish. Fluoride accumulated in the bone matrix of scales. However, the influence on bone metabolism in freshwater and marine teleosts was different. On the other hand, polluted seawater in Egypt affected fish bone metabolism, and the causative substance seemed to be PAHs. Considering the present data, I believe that fish scale is an excellent bone model for showing the influence of environmental pollutants on fish bone metabolism.

本研究は、金沢大学大学院自然科学研究科生命科学専攻 佐藤将之氏の学位論文の一環として行われた。

低出力超音波パルスに対する骨芽細胞及び破骨細胞の応答

半本泰三, 関口俊男, 鈴木信雄

〒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
Taizou HANMOTO, Toshio SEKIGUCHI, Nobuo SUZUKI: Response of osteoblasts and osteoclasts to low-intensity pulsed ultrasound

Low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS), which is known as a noninvasive therapy, promotes the repair of bone fractures. Until now, the studies of LIPUS have focused on the proliferation and the differentiation of osteoblasts. However, the effects of LIPUS on osteoclasts are still not fully understood. In this study, the effects of LIPUS on osteoclastogenesis were examined using fish scales. Fish scales are calcified tissues that have both osteoclasts and osteoblasts. The responses of fish scales to several hormones are the same as those of mammalian bone. Therefore, we believe that fish scales are a suitable bone model.

Osteoclastogenesis is induced by binding the receptor activator of NF- κ B ligand (RANKL) in an osteoblast to the receptor activator of NF- κ B (RANK) in an osteoclast. By binding RANKL in an osteoblast to RANK in an osteoclast, several transcription-regulating factors, such as TNF receptor-associated factor 6 (TRAF6) and the nuclear factor of activated T-cells cytoplasmic 1 (NFATc1), are activated. By the activation of transcription-regulating factors, thereafter, cathepsin K (CTSK) and matrix metalloproteinase-9 (MMP-9) were synthesized in osteoclasts. The scheme of the signaling pathway described above is shown in Fig. 1.

Therefore, I first focused on RANK/RANKL signaling. Three hours after LIPUS exposure, the RANK mRNA level decreased. Thereafter, expression recovered to control levels. After 6 hours of incubation following LIPUS treatment, RANKL mRNA increased significantly. Resulting from the increased RANKL mRNA level, the expression of transcription-regulating factors significantly increased after 6 hours of incubation, and then the mRNA expression of functional genes was significantly upregulated after 12 hours of incubation. However, the mRNA expression of osteoprotegerin (OPG), which is known as an osteoclastogenesis inhibitory factor, also significantly increased after 6 hours of incubation and tended to further increase after 12 hours of incubation. At 24 hours of incubation, the mRNA expression of osteoclastic functional genes (CTSK and MMP-9) decreased to the level of the control. Thus, LIPUS moderately activates osteoclasts via RANK/RANKL signaling and may induce bone formation.

Second, to elucidate the detail mechanisms of decline of RANK mRNA expression after 3 hours of incubation, I focused on the short time response of osteoclasts by LIPUS exposure. Next, I performed an in vitro experiment with zebrafish in addition to goldfish. At 3 hours of incubation after LIPUS treatment, osteoclastic markers such as tartrate-resistant acid phosphatase (TRAP) and cathepsin K mRNA expressions decreased significantly. GeneChip analysis of zebrafish scales treated with LIPUS indicated that cell death-related genes were upregulated with LIPUS treatments. Real-time PCR analysis showed that the expression of apoptosis-related genes also increased significantly. To confirm the involvement of apoptosis in osteoclasts through LIPUS treatments, osteoclasts were induced by the autotransplantation of scales in goldfish. Thereafter, the DNA fragmentation associated with cell death was detected in osteoclasts using the TUNEL (TdT-mediated dUTP nick-end labeling) method. The multi-nuclei of TRAP-stained osteoclasts in the scales were labeled with TUNEL. TUNEL staining showed that the number of apoptotic osteoclasts in goldfish scales was significantly elevated by LIPUS treatment at 3 hours of incubation. Thus, LIPUS directly functions to osteoclasts and then

causes the cell death of osteoclasts shortly after exposure.

Finally, I performed an in vivo experiment with goldfish. Two weeks after daily LIPUS exposure, the activity of osteoclastic marker enzymes had not changed, while osteoblastic marker enzymes had been activated. These data support a hypothesis in which LIPUS moderately activates osteoclasts and induces bone formation. I plan to examine the cell-level response to LIPUS treatments. To obtain the basic data, I analyzed the respective osteoblastic and osteoclastic marker enzyme activity in the scales of zebrafish. I will examine the influence of LIPUS on the scales of zebrafish having GFP-labeled both osteoblasts and osteoclasts.

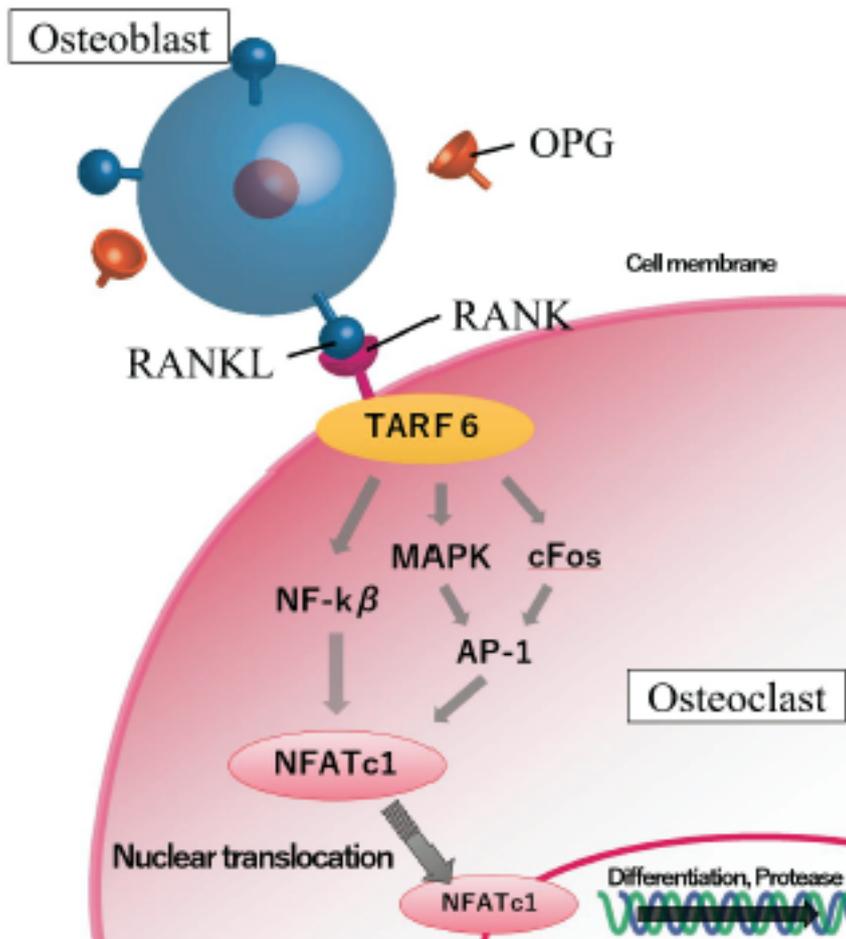


Fig. 1 RANK/RANKL signaling

RANK/RANKL signaling activates osteoclastogenesis. In the present study, the mRNA expressions of several transcription-regulating factors were examined. The present data suggests that LIPUS moderately activates osteoclasts and induces bone formation via RANK/RANKL signaling.

AP-1: Activator protein 1; MAPK: MAP-Kinase; NFATc1: nuclear factor of activated T-cells and cytoplasmic 1; TRAF6: TNF receptor-associated factor 6

本研究は、金沢大学大学院自然科学研究科生命科学専攻 半本泰三氏の学位論文の一環として行われた。

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28年度）

小木曾正造, 又多政博

〒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 (2016-2017)

【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年から気象観測を行っている。2016年4月1日0時から2017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栈橋下にて、気温と湿度を研究棟北側にて測定した。JFEアドバンテック株式会社製「INFINITY-CTW ACTW-USB」を用いて水深0.5 mで水温（精度±0.01°C、分解能0.001°C）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5.0 m及び7.5 mの水温（精度±0.1°C）を測定した。Fourtec社製「MicroLite LITE5032P-RH」を用い気温（精度±0.3°C、分解能0.1°C）と湿度（精度±2%、分解能0.5%）を測定した。11月1日0時からLascar electronics社製「EL-USB-2-LCD+」を用いて気温（精度±0.3°C、分解能0.5°C）と湿度（精度±2%、分解能0.5%）を測定した。3月27日からはVaisala社製「HMP-155D」を用いて宿泊棟前でも気温と湿度の測定を開始した。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】

海水温の測定では2015年度に引き続き各水深とも1年を通して欠測なく8760時点で測定した。塩分測定では初めて欠測なく1年間を通して測定できた。これは2015年8月から開始した2か月に1度のセンサー部の清掃の効果と考えている。気温と湿度では、機器の故障により2016年4月1日0時から4月4日13時までの86時点と2016年8月9日18時から8月11日9時までの40時点で欠測した。湿度は当初から10月31日23時までセンサーの異常と思われる値が度々見られたため、その期間の値は用いなかった。気温測定について機器の切り替えに伴い10月6日15時から11月17日23時までの1017時点の測定値を比較したところ、その差は $-0.046 \pm 0.24^{\circ}\text{C}$ （平均±標準偏差）で新たに用いた「EL-USB-2-LCD+」の方がわずかに低い値を示した。測定値の月別平均をFig. 1から6に示す。ただし欠測を含む月は空欄とした。

月別平均水温は0.5 m、5.0 m、7.5 mとも8月が最も高くそれぞれ 28.61°C 、 27.6°C 、 27.8°C で、いずれも測定を開始した2013年10月以降で最も高い値だった。最も低かったのは3月で 10.84°C 、 10.3°C 、 10.7°C だった（Figs. 1, 2, 3）。期間中の最高水温はいずれも8月8日に観測され水深0.5 mで 30.95°C 、5.0 mで 29.2°C 、7.5 mで 29.4°C だった。最低水温は水深0.5 mで3月9日の 9.57°C 、5.0 mは3月14日以降に61時点で観測された 10.1°C 、7.5 mは3月19日以降に14時点で観測された 10.5°C だった。 30.0°C 以上の水温が測定された日数は、水深0.5 mで5日、水深5.0 mと7.5 mは0日だった。同様に水温 10.0°C 未満が測定された日数は、水深0.5 mで5日、水深5.0 mと7.5 mでは0日だった。年間平均水温は0.5 mで 18.45°C 、5.0 mで 17.7°C 、7.5 mで 18.1°C でそれぞれ前年より0.41、0.3、0.5°C高かった。

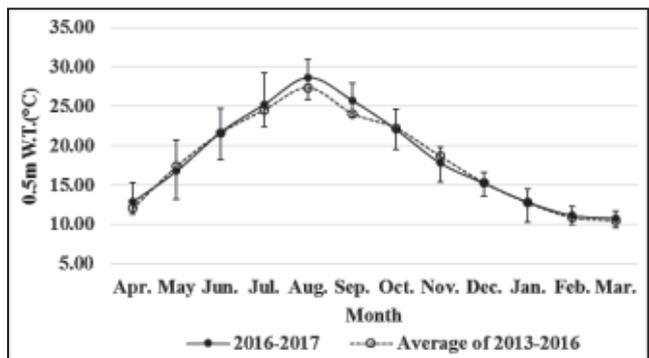


Fig. 1 Monthly average water temperature at a depth of 0.5 m. Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures of each month for 2016-2017.

月別平均塩分は過去の平均と比べると4月から10月まで低かったが、11月以降は高い値で推移した (Fig. 4)。年間の平均塩分は32.96だった。

月別平均気温は12月、1月、2月は過去の平均よりも高く推移した (Fig. 5)。月別平均湿度は11月から3月まで過去の平均より低く推移していたが、測定機器の変更による影響かもしれない (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Fig. 7に示す。温度差は水深0.5 mでは前年同様に5、6、7月に大きく、9月以降は1.0°C以下で推移した。5.0 mと7.5 mでも前年とほぼ同じ傾向が見られ、5、6、8月に大きく、7.5 mでは8月は0.5 mよりも温度差が大きかった。

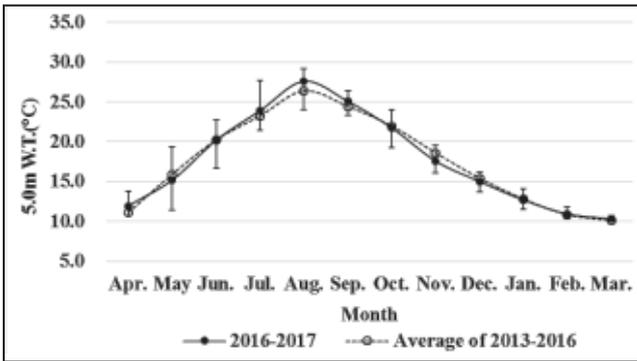


Fig. 2 Monthly average water temperature at a depth of 5.0 m Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures of each month for 2016-2017.

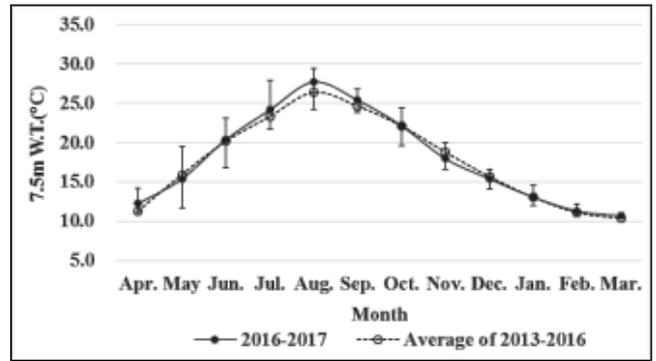


Fig. 3 Monthly average water temperature at a depth of 7.5 m Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures of each month for 2016-2017.

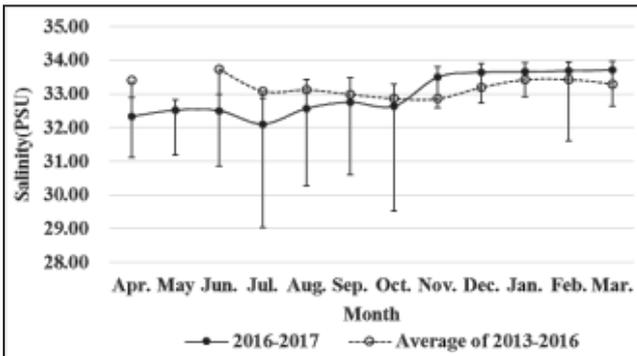


Fig. 4 Monthly average salinity at a depth of 0.5 m Vertical bars indicate the range of the highest and lowest salinity of each month for 2016-2017.

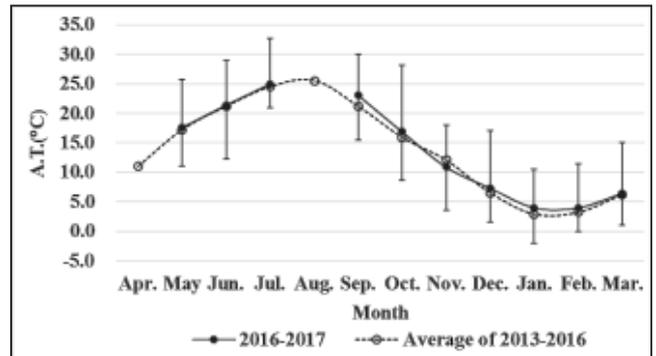


Fig. 5 Monthly average atmospheric temperature Vertical bars indicate the range of the highest and lowest temperatures of each month for 2016-2017.

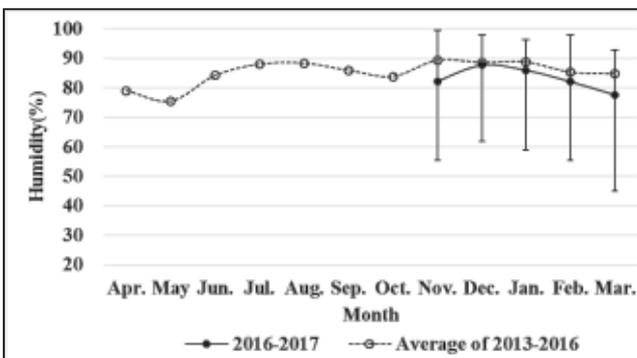


Fig. 6 Monthly average humidity Vertical bars indicate the range of the highest and lowest humidity of each month for 2016-2017.

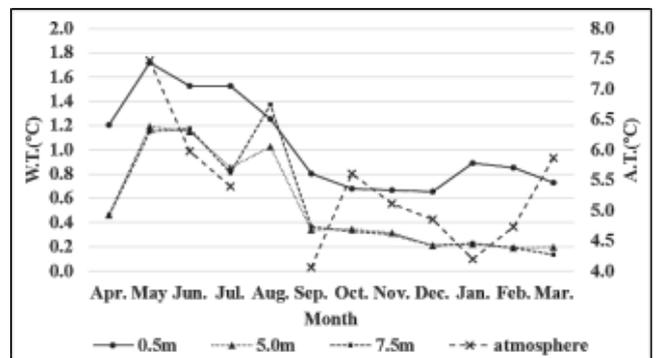


Fig. 7 Monthly average of difference between highest temperature and lowest temperature for one-day

【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）
特任助教	鎌内宏光（kamauchi@se.kanazawa-u.ac.jp） 博士（地球環境科学） 専攻 陸域水域相互作用 （陸域と陸水・海との相互作用について幅広く研究を進めている。キーワード：土地利用変化、長期環境変動、サブシディー、生物多様性、日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER））

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

博士課程2年	加瀬陽一
修士課程2年	佐藤将之 谷口詩穂 半本泰三
修士課程1年	五十里雄大

4) 連携研究員

浦田 眞
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
谷内口孝治
山田外史



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