

# 海洋生物科学科



## **Department of Marin Bio-Science**

## 海洋生物科学科、この20年のあゆみと教育研究活動の推移

海洋生物科学科長 北口 博隆

海洋生物科学科は、1998年4月に工学部海洋生物科学科として開設され、2002年4月に生命工学部開設とともに移管、2008年4月に学科名称変更を経て現在に至っている。

学科の運営では、生命工学部に移管以降の学科長(2006～2011年度は学科主任)は、石田祐三郎氏(2002年度)、嶋田拓氏(2003～2005年度)、満谷淳氏(2006～2010、2013～2017年度)、河原栄二郎氏(2011～2012年度)、三輪泰彦氏(2018～2020年度)で、2021年度は私が務めている。

生命工学部海洋生物科学科としての初年度である2002年度は、入学定員80名、教職員は教授6名、助教授4名、講師2名、助手2名、技術助手2名で6研究室体制であった。その後、2016年度に入学定員を100名に変更し、2021年度は教授9名(伊丹、三輪、満谷、有瀧、高村、倉掛、太田、北口、金子)、准教授2名(阪本、山岸)、講師3名(真田、水上、我如古)、助手4名(小田原、藤井、茂村、黒澤)の教職員18名で構成され、10研究室(沿岸資源培養学、水産資源生態学、水族生態遺伝学、海洋環境保全再生学、海洋植物科学、海洋動物発生学、魚介類生体防御、アクアリウム科学、食品衛生学、食品機能学)体制で教育・研究を行っている。

施設面では、瀬戸内海に面した因島キャンパス(内海生物資源研究所)に本格的な海水魚飼育設備とマリンバイオセンター水族館が整備されており、これらを活用した教育・研究が本学科の特色となっている。

学科の教育目標として、「海を身近なものとして利用し守ってきた知恵に学び、広く社会で活躍できる教養と視野を持ち、実践する力のある社会人を育成すること」を掲げている。2008年度の学科名称変更と同時にコース制を導入し、コース別に修得する資質を明確化している。当初は「資源利用育成コース」「フィールド生態環境コース」「アクアリウム科学コース」の3コースであったが、2013年に「水産食品科学コース」を追加し、現在は3年次進級時に4コースから1つを選択できるようになっている。所定の単位修得で卒業時に取得可能な資格としては、教育職員中学校一種免許状 理科、高等学校一種免許状 理科・水産、学芸員(任用資格)、食品衛生管理者・食品衛生監視員(任用資格)がある。

研究面でのトピックとして、2008年度から3年間にわたって私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「瀬戸内海の生物的多様性保全および利用に関する実験生理・生態学的研究」に谷口順彦教授(当時)を代表者として採択され、本学科の11名の教員が参画して研究を遂行したこと、2017年度から5年間の事業として採択された文部科学省私立大学研究ブランディング事業「瀬戸内海しまなみ沿岸生態系に眠る多面的機能の解明と産業支援・教育」(のちに文部科学省の事情により3年で終了)における3つの研究テーマ「沿岸生態系の解明」「産業・教育支援」「沿岸生態系の持続可能性」に、16名で構成された研究組織に本学科から2人の研究代表者を含む7名が参加し、研究の推進に中心的な役割を果たしたことが挙げられる。

海洋生物科学科は、海洋環境と生物多様性を保全しつつ海洋生物資源を持続的に利用するという「里海」の視点で教育・研究を発展させ、福山大学ブランド「瀬戸内の里山・里海学」の構築に貢献するよう、これからも一丸となって取り組んでいきたい。

## 海洋生物科学科研究業績 (2011-2019)

### 研究発表

#### 1. 論文

##### 2011年

Sakamoto, K., *et al.*, (Taniguchi, N.). *Aquaculture Sci.*, **59**, 641-642 (2011).

Kotani, T., *et al.* *Aquaculture* 312, 95-101 (2011).

Kotani, T., and Fushimi, H., *Aquaculture* 315, 104-113 (2011).

Haga, Y., *et al.* (Kotani, T., Fushimi, H.). *Aquaculture* 315, 26-33 (2011).

Nakadate, M., *et al.* (Fushimi, H.). *Aquaculture* 315, 26-33 (2011).

Kotani, T., *et al.*, (Fushimi, H.). *Fisheries Sci.*, **77**, 255-261 (2011).

山岸幸正、垣本健吾. 福山大学生命工学部年報, **10**, 41-51 (2011).

##### 2012年

Yamamoto, T., *et al.* (Watanabe, S.). *Waterbirds*, **35**, 248-259 (2012).

Watanabe, S., *et al.*, *PlosONE*, **7**, e50357 (2012).

Sakamoto, K., *et al.* (Taniguchi, N.). *J. Fish. Gene. Breed. Sci.*, **42**, 21-24 (2012).

Miyashima, A., *et al.* (Kotani, T., Fushimi, H.). *Aquaculture Res.*, **43**, 679-687 (2012).

Muangmai, N., *et al.*, (Yamagishi, Y.). *Journal of the Faculty of the Agriculture, Kyushu University*, **57**, 411-420 (2012).

小西光一他 (南卓志). 日本水産学会誌, **78**, 976-978 (2012).

北口博隆他 (藤井啓子、満谷 淳). 福山大学生命工学部年報, **11**, 35-43 (2012).

山田千明、河原栄二郎. 福山大学内海生物資源研究所報告, **22**, 1-12 (2012).

水上雅晴他 (河原栄二郎). 福山大学内海生物資源研究所報告, **22**, 13-19 (2012).

阪本憲司他 (谷口順彦). 福山大学内海生物資源研究所報告, **22**, 20-28 (2012).

菅谷恵美他 (河原栄二郎). 福山大学内海生物資源研究所報告, **22**, 29-44 (2012).

##### 2013年

Yasuike, M., *et al.*, (Sugaya, E.). *Genome Announc.*, **1**, e00089-12 (2013).

Yasuike, M., *et al.*, (Sugaya, E.). *Genome Announc.*, **1**, e00248-12 (2013).

Ito, A., *et al.* (Watanabe, S.). *Environmen. Sci. Technol.*, **47**, 7862-7867 (2013).

Tanoue, H., *et al.* (Watanabe, S.). *J. Mar. Sci. Eng.*, **1**, 3-9 (2013).

Kurakake, M., *et al.* *J. Food. Sci.*, **78**, C502-C506 (2013).

小西光一、河原栄二郎. 日本水産学会誌, **79**, 455 (2013).

Kijima, Y., *et al.*, (Sugaya, E., Kawahara, E.). *Rep. Res. Inst. Mar. Biores., Fukuyama Univ.*, **23**, 36-42 (2013).

水上雅晴、河原栄二郎. 福山大学内海生物資源研究所報告, **23**, 43-61 (2013).

藤井啓子他 (北口博隆、満谷 淳). 福山大学生命工学部年報, **12**, 43-56 (2013).

## 2014 年

- Muangmai, N., *et al.*, (Yamagishi, Y.). *Phycological Res.*, **62**, 29-35 (2014).  
Yamagishi, Y., *et al.*, *Phycological Res.*, **62**, 63-72 (2014).  
Muangmai, N., *et al.*, (Yamagishi, Y.). *Botanica Marina*, **57**, 459-467 (2014).  
Kurakake, M., *et al.* *Applied Biochemistry and Biotechnology*, **172**, 2650-2660 (2014).  
Yamashita, Y., *et al.*, (Aritaki, M.). *Journal of Fish Biology*, **84**, 1503-1518 (2014).  
阪本憲司、五十嵐真由. 水産育種, **62**, 31-35 (2014).  
高村克美. 福山大学生命工学部年報, **13**, 37-53 (2014).  
山岸幸正他 (三輪泰彦). 福山大学内海生物資源研究所報告, **24**, 1-7 (2014).  
阪本憲司、五十嵐真由. 福山大学内海生物資源研究所報告, **24**, 8-13 (2014).  
水上雅晴、河原栄二郎. 福山大学内海生物資源研究所報告, **24**, 14-31 (2014).

## 2015 年

- Yaegashi, K., *et al.*, (Yamagishi, Y.). *Botanica Marina*, **58**, 331-343 (2015).  
Gonzalez, E. B., *et al.*, (Aritaki, M., Taniguchi, N.). *PLOS ONE*, **84**, 0125743 (2015).  
Kurakake, M., *et al.* *Food Chemistry*, **172**, 150-154 (2015).  
Kurakake, M., *et al.* *Industrial Crops and Products*, **77**, 1028-1032 (2015).  
阪本憲司、細川裕司. 水産育種, **44**, 1-4 (2015).  
山岸幸正. 福山大学内海生物資源研究所報告, **25**, 1-2 (2015).  
水上雅晴、河原栄二郎. 福山大学内海生物資源研究所報告, **25**, 3-25 (2015).  
草加耕司他 (有瀧真人). 岡山県農林水産総合センター水産研究所研究報告 **30**, 13-16 (2015).  
倉掛昌裕他. 福山大学生命工学部年報, **14**, 35-43 (2015).

## 2016 年

- Kunugi, M., *et al.*, (Yamagishi, Y.). *Plant and Cell Physiology*, **57**, 1231-1243 (2016).  
Kusaka, K., *et al.*, (Aritaki, M.). *Fisheries Science.*, **82**, 961-968 (2016).  
Sakamoto, K. *Rep. Res. Inst. Mar. Biores., Fukuyama Univ.*, **27**, 1-9 (2016).  
北口博隆他 (藤井啓子、満谷 淳). 福山大学生命工学部年報, **15**, 21-28 (2016).  
山岸幸正他 (三輪泰彦). 福山大学内海生物資源研究所報告, **26**, 1-8 (2016).  
水上雅晴、河原栄二郎. 福山大学内海生物資源研究所報告, **26**, 9-28 (2016).  
渡辺伸一他. 月刊海洋, **48**, 415-420 (2016).

## 2017 年

- Kurakake, M., *et al.* *Food Chemistry*, **224**, 139-143 (2017).  
Kurakake, M., *et al.* *Applied Biochemistry and Biotechnology*, **183**, 1455-1464 (2017).  
Sakamoto, K. *Rep. Res. Inst. Mar. Biores., Fukuyama Univ.*, **27**, 1-9 (2017).  
豊村晃丞他 (有瀧真人). 水産増殖, **65**, 117-124 (2017).

水上雅晴他（河原栄二郎、高田浩二）．福山大学内海生物資源研究所報告, **27**, 10-23 (2017).

## 2018 年

Kurakake, M., *et al.* *Journal of Food Science*, **83**, 1208-1214 (2018).

Harriet L. Clelow., *et al.*, (Watanabe, S.). *Journal of Animal Ecology*, **224**, 223-235 (2018).

Sutti, S., *et al.*, (Yamagishi, Y.). *Phycologia*, **57**, 262-272 (2018)

阪本憲司、宮崎恭平．日本生物物理学学会会報, **72**, 25-28 (2018).

山岸幸正他（藤井啓子、三輪泰彦）．福山大学生命工学部年報, **17**, 31-42 (2018).

藤川稔晃他（有瀧真人）．福山大学生命工学部年報, **17**, 31-42 (2018).

津村篤士、渡辺伸一．福山大学内海生物資源研究所報告, **28**, 1-7 (2018).

高村克美他（水上雅晴）．福山大学内海生物資源研究所報告, **28**, 8-19 (2018).

## 2019 年

Kitaguchi, H., *et al.*, (Fujii, K., Mitsutani, A.). *Microbiology Resource Announcement*, **8**, e0125419 (2019).

Nguyen T. H. Linh., *et al.*, (Itami, T.). *Journal of World Aquaculture Society*, <http://doi.org/10.1111/jwas.12658>, (2019 online).

有瀧真人．海洋と生物, **51**, 292-297 (2019).

阪本憲司．日本生物物理学学会会報, **74**, 3-7 (2019).

阪本憲司、品川良樹．福山大学内海生物資源研究所報告, **29**, 7-11 (2019).

渡辺伸一他．比較生理生化学, **36**, 64-71 (2019).

山岸幸正、三輪泰彦．福山大学生命工学部年報, **18**, 35-47 (2019).

## 2. 学会発表

2011 年 29 件

2012 年 32 件（そのうち国際学会 3 件）

2013 年 13 件

2014 年 18 件（そのうち国際学会 2 件）

2015 年 24 件（そのうち国際学会 2 件）

2016 年 19 件（そのうち国際学会 1 件）

2017 年 24 件

2018 年 23 件（そのうち国際学会 1 件）

2019 年 23 件（そのうち国際学会 1 件）

# 海洋生物科学科 2020 年研究業績

## A. 研究発表

### 1. 論文

- (1) Relationship between pellet formation by *Aspergillus oryzae* strain KB and the production of  $\beta$ -fructofuranosidase with high transfructosylation activity.  
Masahiro Kurakake, Saya Hirotsu, Miyuki Shibata  
*Fungal Biology*, 124, 708–713 (2020)

*Aspergillus oryzae* KB produces two  $\beta$ -fructofuranosidases (F1 and F2). F1 has high transfructosylation activity (Ut) to produce fructooligosaccharides. F2 has high hydrolysis activity (Uh), releasing glucose and fructose. It is desirable to selectively produce F1, which can be used for production of fructooligosaccharides. Here, the relationship between filamentous pellet size and selective production of F1 in liquid culture was investigated. Our finding revealed that: (i) The mean particle size of pellets ( $5.88 \pm 1.36$  mm) was larger, and the ratio of Ut to Uh was improved ( $Ut/Uh = 5.0$ ) in 10% sucrose medium compared with 1% sucrose medium (pellet size =  $2.60 \pm 0.37$  mm;  $Ut/Uh = 0.96$ ). (ii) The final culture pH of the 1% sucrose medium was 8.7; on controlling the pH of 1% sucrose medium at 5.0, increased pellet size ( $9.69 \pm 2.01$  mm) and  $Ut/Uh$  (7.8) were observed. (iii) When 3% glycerin was used as carbon source, the pellet size decreased to  $1.09 \pm 0.33$  mm and  $Ut/Uh$  was 0.57. (iv) In medium containing 1% sucrose, the pellet size was dependent on the number of spores used in the culture inoculum, but, in these experiments,  $Ut/Uh$  was almost constant ( $1.05 \pm 0.08$ ). Collectively, the data show that the value of  $Ut/Uh$  is proportional to the pellet size when liquid culture of *A. oryzae* strain KB is performed in some conditions (such as in the presence of high sucrose concentration, low pH, or added Tween surfactant), but in other conditions  $Ut/Uh$  is independent of pellet size.

- (2) Red-kerneled rice proanthocyanidin inhibits arachidonate 5-lipoxygenase and decreases psoriasis-like skin inflammation  
Keisuke Toda, Izumi Tsukayama, Yuki Nagasaki, Yuka Konoike, Asako Tamenobu, Natsuki Ganeko, Hideyuki Ito, Yuki Kawakami, Yoshitaka Takahashi, Yoshimi Miki, Kei

Yamamoto, Makoto Murakami, Toshiko Suzuki-Yamamoto  
*Archives of Biochemistry and Biophysics*, 689, 108307 (2020)

We investigate the mechanism underlying the anti-inflammatory effect of a proanthocyanidin found in red-kerneled rice. Red-kerneled rice proanthocyanidin exhibited potent mixed noncompetitive inhibition of human and rat 5-lipoxygenases, with an IC<sub>50</sub> values of 15.1 μM against human enzyme, and 7.0 μM against rat enzyme, respectively. This compound decreased leukotriene B<sub>4</sub> production in rat basophilic leukemia-2H3 cells. In imiquimod-induced psoriasis-like mouse skin, topical application of the proanthocyanidin suppressed hyperplasia, decreased inflammatory cell infiltration, and down-regulated expression of the psoriasis-associated genes *Il17a*, *Il22*, *S100a9*, and *Krt1*. Lipid metabolome analysis by electrospray ionization mass spectrometry showed that red-kerneled rice proanthocyanidin treatment of psoriasis-like mouse skin dose-dependently decreased the production of leukotriene B<sub>4</sub> but no other arachidonate metabolites. Red-kerneled rice proanthocyanidin inhibits 5-lipoxygenase, resulting in a decrease in leukotriene B<sub>4</sub> production and psoriasis-like mouse skin inflammation. These results suggest that this proanthocyanidin may be therapeutically effective for treating leukotriene-related diseases.

- (3) A simple filter paper-based method for transporting and storing  
*Enterocytozoon hepatopenaei* DNA from infected *Litopenaeus vannamei* tissues  
K. Karthikeyan, Ravi Saranya, Raja Bharath, R. Vidya, Toshiaki Itami, Raja  
Sudhakaran  
*Journal of Invertebrate Pathology*, 169, 170305 (2020)  
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2019.107305>

The microsporidian parasite *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) causes a significant negative impact in shrimp aquaculture. A diagnostic procedure for detecting EHP in shrimp was developed, but transportation of the infected shrimp samples from the farm / hatcheries to the laboratory is burdensome and preservation of the tissues is problematic. Here, we developed a simple method of transporting nucleic acid without preservatives using the Flinders Technology Associates filter card (FTA matrix card; Whatman). DNA can be stored and extracted without the need for centrifugation and hazardous chemicals. EHP infected shrimp homogenate was spotted on a FTA matrix card and stored at room temperature. Storage stability was confirmed by analysis at different time points and we efficiently recovered DNA up to 6 months post spotting. The recovery efficiency of FTA-DNA was

compared with the existing DNA extraction methods DNeasy® Blood & Tissue kit method and Guanidine hydrochloride method. The efficiency of extraction and sensitivity of the DNA in the FTA card confirmed that recovery of EHP-DNA from the FTA matrix was superior to with other methods

(4) Effect of a peptide complex on the defense mechanism of shrimp, *Marsupenaeus japonicus* against pathogens and changes in environmental parameters

Nguyen T. H. Linh, Raja Sudhakaran, Toshiaki Itami, Yousuke Taoka  
*Journal of World Aquaculture Society*, 51, 488–500 (2020)

This study examines the effect of a peptide complex extracted from chicken egg yolk on the action of the immune system of kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*, on pathogens as well as changes in environmental parameters. In the design of three independent experiments, we defined the treated shrimp or the control shrimp as shrimp receiving diet with or without peptide complex administration, respectively. In the first experiment, the shrimp were challenged by *Vibrio* sp. after 1 week of feeding; the results showed that the survival rates of the treated shrimp were 69%. In the other experiments, the shrimp were exposed to low salinity or high temperature to analyze the changes in various immunological parameters. In a low-salinity test, results showed that the total hemocyte count (THC) of the treated group was significantly higher than that of the control group within 24 hr. In a high-temperature test, THC and phenoloxidase activity of the shrimp in the treated group displayed significantly higher values than that in the control group during 48 hr. In short, the administration of the peptide complex was significantly effective in the prevention of disease and enhancement of the tolerance of kuruma shrimp to environmental changes.

(5) 瀬戸内海を中心とした西南日本に生息するトビハゼの遺伝的多様性と分化

阪本憲司、徳永隆史、中野優作、池田恵里花、高尾清人、清水則雄、野口大毅、田中麻衣、高木基裕

*Aquatic Animals*, 2020, 1–12 (2020)

Genetic diversity and population structure of the mudskipper, *Periophthalmus modestus*, were investigated using mitochondrial control region (D-loop) sequence analysis. Sixty-eight haplotypes were detected in 196 individuals collected at 19 localities [Seto Inland Sea (n=11), Pacific coast (n=4: Mie Prefecture, Ehime Prefecture, Kochi Prefecture and Chiba Prefecture), Japan Sea coast (n=1), Ariake Sea (n=1) and Okinawa



Prefecture (n=2: Haneji flats and Sashiki flats)], and an average haplotype diversity of  $h=0.923$  was obtained. Analysis of molecular variance (AMOVA) indicated that Edo R., Ibi R., Souzu R., Arita R., Kashima R., Haneji F., and Sashiki F. populations were isolated from Seto Inland Sea populations. No significant genetic differentiation was observed among Seto Inland Sea populations. These results suggest that the regional populations in Seto Inland Sea have a metapopulation structure.

## 2. 報文

- (1) 巡回展における地域情報の展示開発 - 「雨展」の備後圏域を題材として-  
真田誠至、大橋香月  
福山大学生命工学部年報 (19)、37-45 (2020)

本研究は、巡回展「雨展」において、地域情報の展示開発を取り上げ、企画から完成に至る開発過程に着目し、その課題や問題点について考察した。その中では、地域住民を対象にした地域情報に関連する項目について意識調査を行い、その結果をもとに展示の題材を作成する過程について検討した。その結果、企画段階での意識調査や展示物作成後の評価・検証の作業により、展示開発のための改善項目が抽出され、巡回展における地域情報の展示開発が行われた。

- (2) 瀬戸内海中央海域におけるカサゴの遺伝的集団構造  
阪本憲司、田中寿典  
福山大学内海生物資源研究所, 30, 1-6 (2020)

The genetic population structure of marbled rockfish *Sebastes marmoratus* was investigated based on nucleotide sequence data from mitochondrial DNA control region of 162 individuals collected from five localities (Oshima, Hakatajima, Omishima, Innoshima and Kurahashijima islands) in Central Seto Inland sea, Japan. A total of 92 composite haplotypes were detected. The estimated pairwise  $F_{st}$  showed no genetic differentiation among the all islands.

- (3) 若年女性の5基本味の味覚感度の経年変化と食習慣との関連  
川上育代、中嶋名菜、我如古菜月、北野直子、松添直隆  
美味技術学会誌、19 (1)、20-29 (2020)

若年女性を対象に、5基本味の味覚官能検査と食物摂取状況、食生活について質問紙調査を実施し、3年間の味覚感度の経年変化と食生活との関連について検討した。結果、5基本味の認知閾値において、4年次は1年次に比べて低くなった。うま味の認知閾値は高学年ほど低く、すなわち味覚感度が上昇した。5基本味すべての味覚感度が上昇した群は、食生活においても1年次よりも4年次は薄味を好み、食品の購入時や外食時に栄養成分表示を見る者が多く、健康や栄養に関する情報を得る行動をする者が多かった。健康や栄養に関する食意識や食行動は学習を重ねた結果、経年で向上したことが示唆された。

### 3. 学会発表

#### (1) 大型シロギスの効率的な養殖にむけて(8) ～シロギス人工種苗の短軀症とその発現要因～

藤川稔晃・西藤年良・有瀧真人

日本水産学会春季大会（東京）、講演要旨集 p. 77（2020-3）

【目的】シロギスの人工種苗では、様々な形態異常が発現しており安定的な生産が確立されていない。中でも短軀症の発生率が最も高く大きな問題となっている。短軀症の原因として鰾の形成不全や脊椎骨の短縮化が示唆されているものの詳細な検討は進んでいない。今回は脊椎骨を形成している椎骨のサイズに注目して短軀症の発現要因を明らかにした。

【方法】本研究には因島大浜で採取された天然のシロギス稚魚を30mm、35mm、40mm、50mmの4区分とそのサイズに相当する人工種苗のシロギス30、35、40日齢をそれぞれ25匹ずつ用いた。標本は、体長、肛門前長、肛門後長、頭長を測定し、既存の手法で透明化处理・硬骨染色後、鰾長および椎骨を測定、観察した。

【結果及び考察】シロギスの人工種苗と天然魚の体長/頭長（%）を比較したところ、30mmサイズまでは差が見られなかったものの、それより大きな個体で、人工種苗は短軀化傾向が顕著であった。また、肛門前長/頭長ではどのサイズも差異が認められなかったが、肛門後長/頭長では人工種苗で値が小さくなっており、体の後半部分で短軀化が生じていると考えられた。加えて鰾長/頭長も天然魚より人工種苗で短くなっていたため、多くの魚種で示されているように鰾の形成不全が短軀症の原因のひとつではないかと推察された。認められた短軀症の原因として脊椎骨の癒合や変形を疑ったが、ほとんど確認できなかった。一方、脊椎骨を形成している各椎骨は、ほとんどの箇所人工種苗の方が小さくなっていった。さらに尾部側の椎骨が腹部側より小さくなっていったため、本種で生じる短軀症は尾部椎

骨の短縮が原因となっていると判断された。これらの傾向は体長 30mm サイズでは顕著でないものの、それ以上の大きさのものではどのサイズでも発現していたことから、成長とともに短軀化の進行が示唆された。

(2) 大型シロギスの効率的な養殖にむけて(9) ～コルチゾルは短軀症の原因になりうる～

鶴巻佑介・藤川稔晃・有瀧真人・宇治督・風藤行紀・田川正朋  
日本水産学会春季大会（東京）、講演要旨集 p.82（2020-3）

【背景・目的】シロギスにおいても飼育魚に骨格異常が頻発し問題となっている。我々は、飼育稚魚は天然稚魚よりも強いストレスを受けており、コルチゾルが短軀など骨格異常をもたらす可能性を報告してきた。しかし投与実験では技術的な問題からコルチゾルの影響を確認できなかったため、投与方法を改善し、骨格異常を増加させるか再度検討を行った。

【材料・方法】間腎腺を免疫染色によって検討した結果、椎体形成開始直後の 14 日齢から、変態がおおよそ完了する 24 日齢まで、コルチゾルを飼育水に添加することにした。また、濃度を 100 ng/ml と低く設定したため、あらかじめ有機溶媒で溶解せずに、海水に直接添加することとした。40 日齢まで飼育を継続し、形態や骨格を対照区と比較した。

【結果・考察】24 日齢および 40 日齢では、コルチゾル区は対照区よりも体長が有意に短く、また有意に短軀傾向を示していた。また、仔魚の発達ステージも有意に遅くなっていた。一方、短軀の一因と考えられる椎体の癒合は両区ともほとんど見られなかったが、脊椎骨数は有意に異なっていた。すなわち、仔稚魚期にストレスによって過剰なコルチゾルが分泌されると、成長や骨格形成に何らかの悪影響が生じ、短軀が引き起こされる可能性が示された。一方、飼育下で見られる異常であっても、下顎など他の部分の異常にはコルチゾルの影響の見られないものがあり、これらにはストレス以外の要因が関与していると考えられた。

(3) キジハタ種苗の形態異常と開鰾時期について

大美博昭・辻村浩・下村知恵・有瀧真人  
日本水産学会近畿支部例会（オンライン）、  
[http://www.kanbi.marine.kais.kyoto-u.ac.jp/R2JSPS\\_program.pdf](http://www.kanbi.marine.kais.kyoto-u.ac.jp/R2JSPS_program.pdf)（2020-11）

キジハタでは 1 機関あたり 10 万尾程度の種苗生産技術が確立しているが、種苗の数十%に形態異常が見られる。特に背鰭第 1～2 棘の根元が凹む形態異常（頭部陥没）は目立つため、市場価値の低下を招く。頭部陥没は開鰾を阻害すると発生

率が低くなることが知られているが、開鰓と形態異常についての知見は乏しい。そこで、開鰓の阻害による脊椎骨への影響、および、開鰓時期の影響について調べた。

開鰓を阻害した群と開鰓を促した群を約 40 日飼育し、脊椎骨の観察を行った結果、開鰓を促した群で形態異常率が低くなった。次に孵化後 5、7、9 日目に開鰓を促し、それぞれ約 40 日飼育し頭部陥没について観察した結果、頭部陥没は 7、9 日目の群で発生率が低く、開鰓率は 5、7、9 日目の群の順に低くなった。以上のことから開鰓を促した方が脊椎骨の形態異常率は低くなること、最適な開鰓時期があることが示唆された。

(4) 瀬戸内海のシロギスの消化管内容物から推定される食物供給源  
大西 遼・土井田哲郎・市村秀弥・林 直樹・堀田隆一・金子健司  
日本水産学会春季大会（東京）、講演要旨集 p.116（2020- 3）

【背景・目的】シロギスの食性については、いくつかの報告がみられるが、その食物がどこで生産されたものであるのかは明確でなく、シロギスがどのように浅海域を利用しているのか明らかとなっていない。本研究では、瀬戸内海のシロギスが藻場の生物を食物としてどの程度利用しているのかを推定することで、シロギスにとっての藻場の重要性を評価することを目的とする。

【材料・方法】瀬戸内海の因島大浜海岸においてシロギスを採集し、その消化管内容物に出現した生物について種の同定と計数を行った。さらに、周辺の藻場などから採集した生物と比較することで、シロギスがどこで生産された生物を食物としているのかを調べた。

【結果・考察】消化管内容物からは、砂地に多く出現したニッポンスガメやドロクダムシ属のヨコエビ類およびゴカイ科の多毛類などが多く出現した。一方、アマモ場やアオサ場に多く出現したニッポンモバヨコエビとアゴナガヨコエビも消化管内容物中に多く出現した。このことから、アマモ類などの藻場が分布する砂浜に生息しているシロギスは、砂地のベントスだけではなく、藻場のヨコエビなどの付着生物も摂食しており、シロギスの成長に寄与している可能性が示唆された。今後は、シロギスの成長に藻場の食物がどの程度貢献しているのか、安定同位体比などを用いて定量的に明らかにする予定である。

(5) 糖転移性を有する  $\beta$ -N-アセチルヘキソサミニダーゼの探索  
倉掛 昌裕、門田和也

【目的】カニやエビ殻等の成分であるキチンはN-アセチルグルコサミンが $\beta$ -1,4結合した多糖であり医療や食品等に利用されている。キチン分解酵素系の中でN-アセチルグルコサミンを遊離させる $\beta$ -N-アセチルヘキソサミニダーゼには糖転移作用を有するものもあり、新規オリゴ糖の合成が期待できる。昨年、土壌より分離したカビ類 A34 株が比較的高い糖転移作用を有する $\beta$ -N-アセチルヘキソサミニダーゼを生産し、受容体特異性としてグリセリンへの高い糖転移性を有することを報告した。本研究ではラクトース等より大きな糖類等への受容体特異性を有する酵素の探索を試みた。

【方法】土壌からの菌の分離には0.5%キチンオリゴ糖（東京化成㈱）、1.5%寒天の平板培地を用いた。分離菌を0.5%キチンオリゴ糖、0.25%酵母エキスの液体培地3ml（ $\phi$ 18×180mm試験管）にて、140rpm、30℃で3日間培養し、培養液上清の酵素活性を測定した。酵素活性は1mM p-ニトロフェニル- $\beta$ -D-N-アセチルグルコサミニドにpH7、40℃にて10分間反応させ、遊離するp-ニトロフェノール量を比色法で測定することで求めた。1分間に1 $\mu$ molのp-ニトロフェノールを生成させる酵素量を1Uと定義した。糖転移反応では基質に2%のN,N'-ジアセチルキトビオース（東京化成㈱）を用い、pH7、40℃で24時間作用させた。また8%の受容体を加えて反応させ、各受容体（糖アルコール、糖類等）への糖転移性について調べた。生成糖の分析にはGL-C610カラム（日立化成㈱）を有するHPLC（流速1.0ml/min、キャリアー蒸留水、カラム温度60℃）を用いた。

【結果および考察】土壌からの $\beta$ -N-アセチルヘキソサミニダーゼ生産菌の分離を行ったところ、比較的高活性の酵素生産菌52株が得られた。これら液体培養液上清を2%N,N'-ジアセチルキトビオースに作用させて糖転移性について調べた。その結果、基質分解率が低いほど糖転移率は高くなり、糖転移率が23%以上の菌株酵素の基質分解率は20%以下であることがわかった。この中でカビ類M-7株酵素は基質分解率16.2%にて糖転移率87.4%と最もオリゴ糖生成能が高かった。生成したオリゴ糖は、主に3糖類のトリアセチルキトトリオースで、その他4糖類のテトラアセチルキトテトラオースも生成した。また比較的高活性の23株の菌株酵素について、受容体を2糖類のラクトースおよびマルトースとして糖転移反応を行ったところ、糖転移性の高いM-7株酵素より、加水分解性が高く糖転移性を示さなかった放線菌M-17株等の菌株酵素において受容体への糖転移物が検出された。このことより基質への糖転移性と、他の受容体への糖転移性が異なることが示唆された。さらに他の受容体への糖転移性について検討した。

(6) 瀬戸内海中央部のアカモクの *cox3* およびマイクロサテライトによる個体群解析

山岸幸正・松原拓也・芹川智祐・西沢琢登・野口大毅・三輪泰彦  
日本藻類学会第44回大会（鹿児島）、大会講演要旨集、p. 41（2020-3）

著者らは昨年度の発表において、瀬戸内海中央部しまなみ海域（芸予諸島海域）周辺のアカモク集団の遺伝的構成を明らかにすることを目的として *cox3* (Uwai *et al.* 2009) による解析を行い、本海域にはハプロタイプが異なる複数の集団が存在することを報告した。本研究では、さらに地点とサンプル数を増やして詳細な解析を行うとともに、より多型性の高いマイクロサテライト (Kubo *et al.* 2017) による解析を行った。アカモクサンプルは、昨年度の因島（八重子島、地蔵鼻）、生口島、大三島（宗方・台・古城島）、大島（竹ヶ鼻）、本州の竹原、四国の松山に加えて、新たに因島（鏡浦、棕浦、重井）、岩城島、生名島、高根島、伯方島、大島（棚橋島）、四国の今治から採集して解析に用いた。

*cox3* 解析の結果、因島（八重子島を除く）、生名島、岩城島、生口島、高根島、大三島（宗方を除く）、大島、竹原など、多くの地点でハプロタイプ 18 が優占し、これは本海域の主要なタイプと考えられる。一方、向島に多いことが報告 (Uwai *et al.* 2009) されていたハプロタイプ 13 が優占する地点は、解析地点の中では因島八重子島および大三島宗方に限定され、ハプロタイプ 18 が優占する近隣の地点とは遺伝的交流が制限されていることが示唆された。四国松山で優占するハプロタイプ 1 については、しまなみ海域に近い今治でハプロタイプ 1 と 18 が両方みられる中間的構成であった。*cox3* の結果に加えて、マイクロサテライトによる解析結果についても報告する。

- (7) サラゾスルファピリジンの Caco-2 細胞内への蓄積量に及ぼすスサビノリの影響  
田中 麻貴、村瀬 聖幸、香山 桃恵、熊中 葉月、山岸 幸正、倉掛 昌裕、瀬尾 誠、杉原 成美  
日本薬学会第 140 年会、(2020-3)

#### 【目的】

関節リウマチや潰瘍性大腸炎の治療薬であるサラゾスルファピリジンの Bioavailability は極めて低いことから多量に服用する必要があり、患者の負担軽減のために服用量の低量化が望まれる。スサビノリは日本近海で摘採または養殖されている海藻の一種で、海苔として日常的に摂取されている一方で、廃棄されるものも多い。天然資源の中には機能性成分を有し、医薬品の動態に影響を与えるものも存在する。そこで、今回、スサビノリとの併用がサラゾスルファピリジンの治療効果を高め、患者の負担軽減につながる可能性を検討した。

#### 【方法】

Caco-2 細胞内へのサラゾスルファピリジンの蓄積量に及ぼす影響は、70%エタノール含有 pH7.4Tris-HCl 溶液で抽出し、UV 検出器(363nm)を装着した HPLC で定量した。スサビノリは 60%エタノールで抽出し凍結乾燥後(スサビノリ 60%抽出物)、DMSO に溶解し培養液中に添加することで細胞処理を行った。また、Caco-2 細胞を単層培養した Transwell を用いてサラゾスルファピリジンの透過実験を行い、透過実験終了後、単層膜内に蓄積したサラゾスルファピリジンを定量した。

#### 【結果及び考察】

スサビノリ 60%抽出物(5  $\mu$ g/mL)での処理により、Caco-2 細胞内へのサラゾスルファピリジンの蓄積量は Control に比べて 30%の増加がみられた。また Basolateral 側から Apical 側への排泄方向輸送の透過実験において、透過実験後の単層細胞膜内のサラゾスルファピリジン蓄積量も有意な増加を観察した。以上の結果から、スサビノリが機能性食品としてサラゾスルファピリジンを患部にとどめることにより、治療効果を高める可能性が示された。

#### (8) 希少生物を題材とした市民への啓発展示の開発—「スイゲンゼニタナゴ」を例として—

真田誠至、福岡美紗希

第 39 回日本展示学会研究大会、展示学 60・61、p. 58 (2020-9)

福山大学は、地域の希少生物の保全活動において、芦田川水系スイゲンゼニタナゴ保全地域協議会(以下、協議会)の一員として関わっている。中国地方の限られた水域に生息する希少なタナゴ類、スイゲンゼニタナゴ(*Rhodeus atremius suigensis*)は、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律(種の保存法)」に指定されている。本種を保全するためには、生息域内保全内・域外保全を進めるとともに、地域住民への啓発活動が重要である。そこで、本研究は、地域住民(福山市)への本種の意識調査を基に、地域住民の憩いの場である同市内の動物園(福山市立動物園)において、スイゲンゼニタナゴの啓発展示を活用した地域の希少生物保全活動を実施した。

意識調査は、2019年4月22日から5月6日まで、福山市内の施設(まなびの館ローズコム)において、スイゲンゼニタナゴの生体水槽の前で、100名の来館者へ質問紙を用いて実施した。調査の結果、7割以上が本亜種を知らず、8割以上が絶滅危惧種である事を知らないという回答を得た。スイゲンゼニタナゴを初めて見た市民からは「可愛い」「綺麗」「守っていきたい」という声が聞かれた。意識調査の結果を基に、市民の興味を項目に取り組んだ展示物を作成した。啓発

展示は、福山市立動物園において、協議会が設置した生体水槽とパネルにあわせて、2019年7月20日から9月1日まで実施した。なお、同期間中に、スイゲンゼニタナゴに関する質問紙調査を実施した。

啓発展示は、①雌雄の違い(雌雄判別のポイントと婚姻色についてのパネル展示)、②水槽ジオラマ(野生下でのくらしを再現したジオラマ)、③スイゲン記(減少の理由を記した手描きの絵本)、④看板(企画展実施の看板や展示会の目的看板)、⑤ぬりえ(参加型展示。大人と子どもが楽しみながら会話をする場)である(写真1、写真2)。これまで、動物園での展示は生体水槽のみであったが、今年度は生体水槽と啓発展示を併用した構成となった。動物園の職員からは、「例年にと比べ見学者が多く賑わっていた。」との意見も得られた。また、質問紙調査の結果からは、「スイゲンゼニタナゴの詳しい生態などを知りたい(10代男性)。」、「何を食べているのか、どうやって寝ているのかとか生活が分かるとより身近に感じる(30代男性)。」、「なぜ芦田川のみなのか理由を知りたい(30代女性)」といった回答を得られた。これらより、生態水槽と啓発展示を併用することで、見学者の興味や関心を引き出すきっかけ作りになったのではと考えられる。また、今回は調査員が率先して見学者に声をかけ、啓発展示を活用した情報発信を行った。これらより、見学者の興味を引き出し、あらたな情報を提供することが可能になったことが考えられる。地域の希少生物を保全するためには、まず、地域住民の関心を測り、生体展示と啓発展示を複合的に活用し、それらを「人」を通じて情報を発信することが効果的であると考えられる。

(9) 巡回展における設営の効率化と展示機能の向上に関する研究—「雨展～あらぶる雨・めぐみの雨」を対象として—

永井友紀乃、鈴木亨子、吉富友恭、大橋香月、真田誠至

第39回日本展示学会研究大会、展示学60・61、p.63(2020-9)

博物館では現代的・社会ニーズに対応した展示の充実が求められているが、それに対応する手段の一つに巡回展があげられる。巡回展は様々な施設で開かれることになるため、開催施設の環境に合わせた対応が必要となる。本研究では、巡回展「雨展～あらぶる雨・めぐみの雨」を対象に、巡回展の効率化や機能向上に資する知見を得ることを目的として、設営時と利用時の2つの段階に着目した調査結果を報告した。

1つ目は、設営段階における展示設営の効率化を図るツールの制作とその検証である。ここでの「効率化」とは「展示組み立てを円滑に行えること」と「会場に合わせた展示配置が出来ること」の2つの観点を含むものとする。ツールはカ



ード型パンフレットとし、巡回のプロセスに沿って段階的にカードを導入した調査を行い、そこで得られた意見をフィードバックし、カードを改良しながら、設営の効率化が進むかどうかを検証した。

2つ目は、巡回のプロセスで2回の展示評価を実施し、展示方法の改善点の抽出と、改善案の導入と改善効果の検証を実施した。利用者の観覧行動の実態と、展示に対する理解や関心などの内面への影響について、それぞれ行動追跡調査、質問紙調査を実施した。

1つ目の調査では、展示設営の効率化を図る上での必要な情報として、展示の使用方法と使用状況等を示した「展示物の内容を説明する情報」、会場環境に合わせた配置を行うための「設営環境条件を示す情報」、組み立てを円滑に行うための「組み立て作業の効率化を促す情報」の3つが確認された。これらは動作のグラフィックやアイコン、番号等により反映され、これらを組み込んだカード型パンフレットは、展示設営の円滑化を促すことが示唆された。

2つ目の調査では、立ち止まりの少ない展示物を入り口付近や目立つ位置に配置した結果、展示全体としての利用者の展示利用の偏りが小さくなった。また、利用の少ないハンズオン展示に対し、スペースを確保した展示配置を行った結果、利用者の展示の利用時間の増大につながった。このことから、異なる空間においても、各展示物の配置における留意事項を反映することで、展示利用のバランスや利用状況等を向上できることが示唆された。さらに、利用しにくいと指摘されたハンズオン展示において、異なる属性の利用者間でも、利用補助パネル等の追加により展示が利用しやすくなることが示唆された。

以上のように、展示評価によって得られた各展示物や配置の問題点をもとに実施した改善提案により、変化する開催場所の条件、地域のニーズに即した展示運営が可能になるとともに、利用者の行動が展示制作者の意図に沿ったものに近づき、理解や関心も促進されることが明らかになった。抽出した改善点の反映により、展示の機能の向上が確かめられたことから、巡回のプロセスを通じて当該調査を実施することの意義も認められた。

#### (10) 管理栄養士養成課程学生の国際理解意識の現状と関連要因

川上 貴代、池元奈津子、盛林花彩季、岸本 妙子[重信]、平松 智子、田淵 真愉美、我如古 菜月

第67回日本栄養改善学会学術総会（誌面開催）、講演要旨集 p. 89

【目的】多文化異文化の背景を持った外国人に保健医療福祉の場で食文化や宗教を配慮した、栄養指導や食事管理ができる専門職養成を目指し、管理栄養士養成

課程の学生を対象とした国際理解意識に影響を与える要因について検討した。

【方法】関東・関西・中国・九州地区の5大学の管理栄養士養成課程の学生489名を対象に2018年10～11月に無記名・自己記入式アンケート調査を行い、481名から回答(回収率98.4%)を得た。コンピテンシー、外国人や外国語学習に対する意識態度、食文化や宗教と食の関わりについての知識理解についての調査し、国際理解意識との関連の検討を行った。

【結果】国際理解意識については外国語学習の必要性の理解や意欲は高い一方、外国人へのコミュニケーションや食生活上のアドバイスを行うことに対する意欲で平均得点が低く、行動面において消極的な学生が多かった。国際理解意識と基本コンピテンシーとの関連について、国際理解意識に関する質問として設定した10項目の合計得点と基本コンピテンシーに関する質問として設定した4項目の合計得点に正の相関が認められた。国際理解意識に影響を与える要因として、コンピテンシー、国際交流経験、外国語学習意識で明らかな関連性を示した。

【結論】国際理解意識を高めるためには国際交流経験をすること、外国語の学習意識を高めること、外国への食事情への関心を高めること、宗教と食に関する知識の習得などが重要だと推察され、管理栄養士養成課程において専門教育の中の国際教育の体系化が望まれた。

## D. その他

- (1) 瀬戸内海の成り立ちと魚類の遺伝的集団構造  
阪本憲司  
第66回海洋教育フォーラム(広島)(2020)