

ISSN 0917-8147

福山大学  
内海生物資源研究所報告

第 32 号

**Report  
of  
The Research Institute of Marine Bioresources  
Fukuyama University**

**No. 32**

福山大学内海生物資源研究所

2022 年 2 月

**The Research Institute of Marine Bioresources  
Fukuyama University**

**February, 2022**

# 福山大学内海生物資源研究所報告

## 第 32 号

### 目 次

#### 学術論文

キンギョの脊椎骨以上は鰾の形成時期に影響される	森田吉彦，有瀧真人	1
瀬戸内海の砂浜域の多様な環境における魚類の出現状況	金子健司，林 直樹，大西 遼，土井田哲郎，市村秀弥，堀田隆一	8
瀬戸内海因島周辺海域の流れ藻に随伴していたカワハギのハプロタイプ	阪本憲司，末藤彩奈	17
令和 2 年度 学士研究課題		24
令和 2 年度 修士研究要旨		27
令和 3 年度 博物館実習報告		28
使用海水温測定結果		47
令和 3 年 プレスリリース		48
令和 3 年 海洋環境調査実習船「第二爽風丸」運航状況		49
令和 3 年 海洋環境調査実習船「爽風丸」運航状況		50
令和 3 年 内海生物資源研究所活動状況		53

**Report  
of  
the Research Institute of Marine Bioresources  
Fukuyama University**

**No. 32**

**Contents**

Scientific Paper	
Vertebral malformation of goldfish is affected by the timing of swim bladder inflation	
Yoshihiko Morita, Masato Aritaki	1
Seasonal occurrence of fish in diverse environments on the sandy beaches, Seto Inland Sea	
Kenji Kaneko, Naoki Hayashi, Ryou Oonishi, Tetsuro Doita, Hideya Ichimura, Ryuichi Hotta	8
Haplotypes of thread-sail filefish <i>Stephanolepis cirrhifer</i> associated with drifting seaweed around Innoshima Island (Geiyo Islands, Seto Inland Sea)	
Kenji Sakamoto, Ayana Suefuji	17
Titles of Undergraduate Thesis	24
Abstract of Master Thesis	27
Reports of Practice	28
Seawater temperature	47
Press Releases	48
Activities of the Research Vessel Sofu Maru II	49
Activities of the Research Vessel Sofu Maru	50
Activities in the Research Institute of Marine Bioresources	53

## キンギョの脊椎骨異常は鰾の形成時期に影響される

森田吉彦、有瀧真人\*

魚類の鰾は、仔魚が空気を呑み込むことで形成される。本研究ではフナ型のキンギョであるシュブンキンを供試魚として、孵化した仔魚を 500mL の広口標本瓶へ 30 尾ずつ収容した。その後水面から遮断し、鰾の形成を阻害する実験区と全期間通常の飼育を行う対照区を設定した。実験区は、開口から 5、10、15 日後に順次鰾を開腔させ、対照区も含め全て 60 日齢で全て取り上げた。得られた標本は、体型や鰾の形成状況および脊椎骨の異常の有無を観察した。60 日齢の稚魚は、3 実験区ならびに対照区の全ての個体で鰾の開腔率が 100% となり、開腔の時期で鰾の形成状況に差異はなかった。加えて、対照区と実験区の体型に優位な差は認められなかった。一方、脊椎骨の異常には強い影響が及ぶため、これらの発現には鰾が「いつ・どのように」形成されるかが重要であることが強く示唆された。

キーワード：キンギョ、開腔操作、形成時期、脊椎骨異常

### はじめに

海産魚類の飼育現場では脊椎骨の変形を伴った形態異常が、大きな問題となっている。マハタ *Epinephelus septemfasciatus* およびクエ *E. bruneus*<sup>1)</sup> では鰾が未開腔の個体で前湾症や脊椎骨の癒合が起こることや、体型の異常と鰾の形成状況の強い関連性が示唆されている。魚類の鰾は仔魚が開口後に空気を呑み込むことで形成されるが<sup>2)</sup>、開腔時期がどのような異常を誘発するかは全く検討されてこなかった。そこで本実験ではキンギョ *Carassius auratus auratus* を用い、人為的に鰾の開腔時期を操作した場合の鰾の形状、魚の体型および脊椎骨異常を観察した。

### 方法

#### 1. 採卵および孵化管理

採卵にはシュブンキン雄 1 尾、雌 1 尾を使用した (図 1)。親魚は追尾を確認した後に 60 cm アクリル水槽 (60×27×34cm) へ産卵巣 (きんらん：三卵養魚場) とともに収容したところ、2 日目以降継続的に産卵した。実験では 3 回目に産卵した卵を用いた。受精率はほぼ 100% であった。卵は自然水温 (17.8±1.1°C) と弱めのエアレーションで管理をした。孵化は 4 日後に確認でき、本実験にはこの仔魚を供した。

#### 2. 実験の条件および飼育方法

実験には 500mL の広口標本瓶 (以降標本瓶、PVC 製、高さ 12cm：瑞穂化成工業株式会社) を 1 試験区あたり 2 本用いた。標本瓶には孵化直後の仔魚 (0 日齢) を 30 尾ずつ収容した。またこれらの上面には仔魚が通り抜けないようにナイロンメッシュ網 100 目 (オープニング 150 μm：株式会社田中三次郎商店) を張り、水深 30 cm の 60cm 水槽へ収容することで鰾の開腔を阻害した (図 2-A)。供試魚は開口 (2 日齢) から 5 日目 (実験区-1：7 日齢)、10 日目 (実験区-2：12 日齢)、15 日目 (実験区-3：17 日齢) に標本瓶から 30L ポリカーボネイト水槽 (30L 水槽) へ移し鰾を開腔させ、その状況を目視で観察した (図 2-B)。対照区の仔魚はネットを張らない標本瓶で飼育を行い孵化後 17 日齢に 30L ポリカーボ

\* 〒729-0292 広島県福山市学園町 1 番地三蔵 福山大学生命工学部海洋生物科学科

Tel: +81-84-936-2111、 Fax: +81-84-936-2023、 E-mail: aritaki @fukuyama-u.ac.jp

ネット水槽へ移槽した。飼育水温は全て 20℃に設定した。水質悪化と酸素不足に対応するため、標本瓶は 1 日 2 回 1/3 量の換水を行った。餌料は、アルテミア *Artemia salina* を 2 日齢より与えた。30L 水槽へ移槽後は、アルテミア、タマミジンコ *Moina macrocopa*、配合飼料（おとひめ B1、B2：日清丸紅飼料株式会社）を順次与え継続的に飼育を行った。実験は 60 日齢で終了し、すべての個体を取り上げ 10%中性ホルマリンに 3 日間浸漬し、固定後に 70%エタノールに置換・保存した。

### 3. 測定部位と測定方法

実験区、対照区の各サンプル 20 尾は、次の観察・測定を行った。実態顕微鏡下で視野いっぱい拡大し、コリメート法を用いスマートフォンで撮影した。それらの画像データより全長、体長、頭長、肛門前長の計 5 か所を測定した。鰓長は後述の透明処理を行った後、前室、後室を合わせ測定した。また、これらの測定データから各部位の相対比（頭長比%）を算出した（図 3）。脊椎骨を観察するため、それぞれをトリプシン法（飽和ホウ酸ナトリウム溶液 30mL+蒸留水 70mL+2 g トリプシン）で透明処理を施した後、硬骨染色（5%KOH 溶液にアリザリンレッド S を濃紫色になるまでに加えたものに 5 分間浸漬）を行った。観察は脊椎骨の癒合や変形、歪みを確認し、異常の発現率（発現個体数/観察個体数×100）を算出した。

### 4. 統計処理

測定で得られた各試験区のデータは平均値±標準誤差で示した。またこれらの値の有意差を一元配置分散分析（ANOVA）によって検定した。



Fig. 1 Goldfish *Carassius auratus auratus*, type shubunkin.

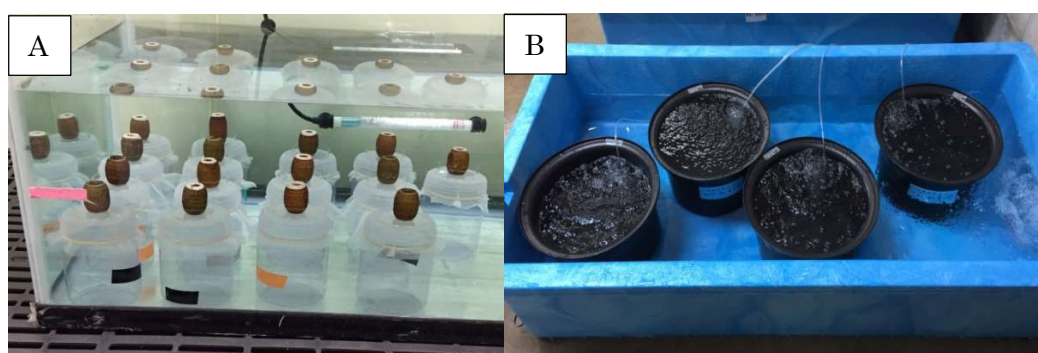


Fig. 2 Experimental tanks.

A: Inhibitory treatment of swim bladder opening, B: after Inhibitory treatment of swim bladder opening.

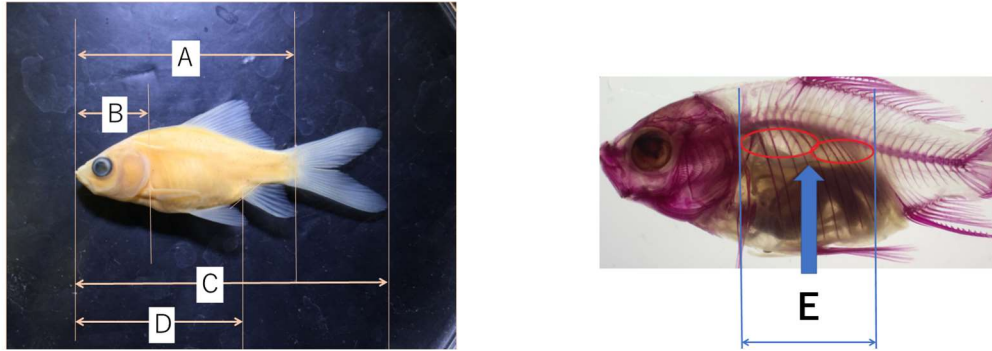


Fig. 3 Measurement points.

A: standard length, B: head length, C: total length, D: preanal length, E: swim bladder length.

## 結果

### 1. 対照区

試験開始直後は標本瓶底面に定位するのみであったが、開口（2日齢）と同時に鰾の開腔が確認でき、浮上・遊泳するようになった。取り上げ尾数は52尾（生残率86.7%）、鰾の開腔率は100%であった。取り上げ時の平均全長は $37.0 \pm 3.4$ mm、平均体長は $26.4 \pm 2.5$ mm、平均肛門前長は $20.2 \pm 1.9$ mm、平均鰾長は $5.7 \pm 0.6$ mmであった（図3）。また、それらの相対比（頭長比（%））は平均全長比が $409.4 \pm 22.7$ %、平均体長比 $292.9 \pm 19.0$ %、平均肛門前長比が $223.6 \pm 13.0$ %、平均鰾長比が $63.9 \pm 9.7$ %となった（図4）。

### 2. 実験区-1

標本瓶の中では鰾を形成できず水槽底面に沈降する個体が多くみられた。7日齢で30L水槽に移して以降、順次鰾の開腔が進み取り上げ時に開腔率100%、尾数は37尾（生残率61.7%）であった。取り上げ時の平均全長は $36.3 \pm 5.0$ mm、平均体長は $25.6 \pm 3.6$ mm、平均肛門前長は $19.3 \pm 2.9$ mm、平均鰾長は $5.7 \pm 0.7$ mmであった（図3）。また、それらの相対比（頭長比（%））は平均全長比が $412.1 \pm 56.4$ %、平均体長比が $289.3 \pm 28.1$ %、平均肛門前長比が $218.2 \pm 23.4$ %、平均鰾長比は $64.8 \pm 9.1$ %となった（図4）。

### 3. 実験区-2

標本瓶の中では実験区-1と同様に鰾は未開腔で底面にいる個体が多くみられた。12日齢で30L水槽に移して以降、順次開腔し始め、取り上げ時では開腔率100%であった。取り上げ尾数は57尾（95.0%）であった。取り上げ時の平均全長は、 $36.4 \pm 5.5$ mm、平均体長は $26.0 \pm 3.8$ mm、平均肛門前長は $19.7 \pm 2.7$ mm、平均鰾長は $5.6 \pm 0.8$ mmであった（図3）。また、それらの相対比（頭長比（%））は平均全長比が $405.3 \pm 36.7$ %、平均体長比が $289.6 \pm 27.0$ %、平均肛門前長比が $219.6 \pm 22.0$ %、平均鰾長比が $63.5 \pm 11.1$ %となった（図4）。

### 4. 実験区-3

開腔操作前の標本瓶の中の仔魚の状況及び17日齢以降開腔処理を行って以降の開腔状況は実験区-1及び-2と同様で、取り上げ時の開腔率は100%であった。取り上げ尾数は33尾（55.0%）であった。取り上げ時の平均全長は $36.7 \pm 3.4$ mm、平均体長は $26.4 \pm 2.1$ mm、平均肛門前長は $20.1 \pm 1.6$ mm、平均鰾長は $5.8 \pm 1.0$ mmであった（図3）。また、それらの相対比（頭長比（%））は平均全長比が $396.9 \pm 30.3$ %、平均体長比が $286.3 \pm 23.5$ %、平均肛門前長比が $217.5 \pm 17.8$ %、平均鰾長比が $62.3 \pm 9.7$ %となった（図4）。

### 5. 検定結果

上記測定・算出した値は全ての実験区と対照区の間には優位な差は認められなかった。

## 6. 脊椎骨異常の発現状況

脊椎骨異常の発現状況を観察した結果、対照区は0尾(0%)、実験区-1は1尾(5%)、実験区-2は3尾(15%)、実験区-3は7尾(35%)の個体に異常が認められた(図5)。

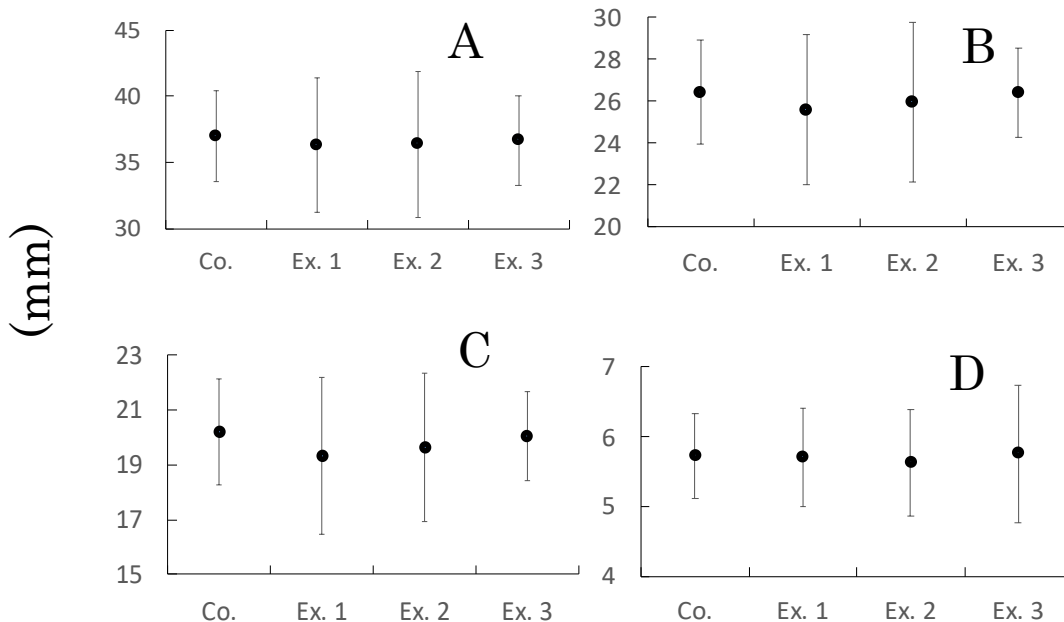


Fig. 3 Measurement results of body parts.

Data are given as the mean  $\pm$  SD (N=20). A: total length, B: standard length, C: preanal length, D: swim bladder length, Co: control, Ex. 1: experiment 1, Ex. 2: experiment 2, Ex. 3: experiment 3.

## 考察

海産魚類では仔魚が水面から空気を呑み込めず、正常に鰾が開腔しないことが脊椎骨の変形を伴った前彎症発症等、体幹部異常の発現リスクを高める主な要因であると考えられている<sup>2)</sup>。一方、開腔率を向上させることによって、ほぼ完全に体幹部の異常を防除できる事例も報告されているが<sup>1)</sup>、開腔時期によって脊椎骨や体型の異常へどのような影響が及ぶのかは明らかにされていない。

ギンブナ *Carassius auratus langsdorfii* およびキンギョ 4 品種の詳細な観察結果から、キンギョの特異的な体型(短軀化)は仔魚期のごく初期(開口期仔魚)から発現すること、ならびにギンブナ、ワキン、シュブンキン、リュウキン、ランチュウの体長/頭長比は  $284.1 \pm 10.5\%$ 、 $279.7 \pm 13.8\%$ 、 $274.7 \pm 9.6\%$ 、 $224.1 \pm 12.8\%$ 、 $233.2 \pm 22.7\%$ 、鰾/頭長比は  $89.8 \pm 5.7\%$ 、 $68.9 \pm 7.1\%$ 、 $78.8 \pm 20.1\%$ 、 $54.3 \pm 12.4\%$ 、 $47.7 \pm 8.1\%$  であり、短軀化と鰾のサイズは強い関連性があることが明らかにされている<sup>3, 4)</sup>。このようにシュブンキンはリュウキンやランチュウに比べフナに近い体型をしている。今回、シュブンキンを用人為的な鰾の開腔操作が鰾の形成状況や脊椎骨異常、体型にどのような影響を及ぼすか試験を行った。

本研究では 500mL の標本瓶にシュブンキンの孵化仔魚を收容し、網地で蓋をした上で水槽に沈め、空気の飲み込みによる開腔を阻害した。その結果、全ての試験区で鰾の形成開始を遅らせることが可能であった。また、それら実験区の仔魚を 30L のポリカーボネイト水槽に移槽することで、どの試験区も

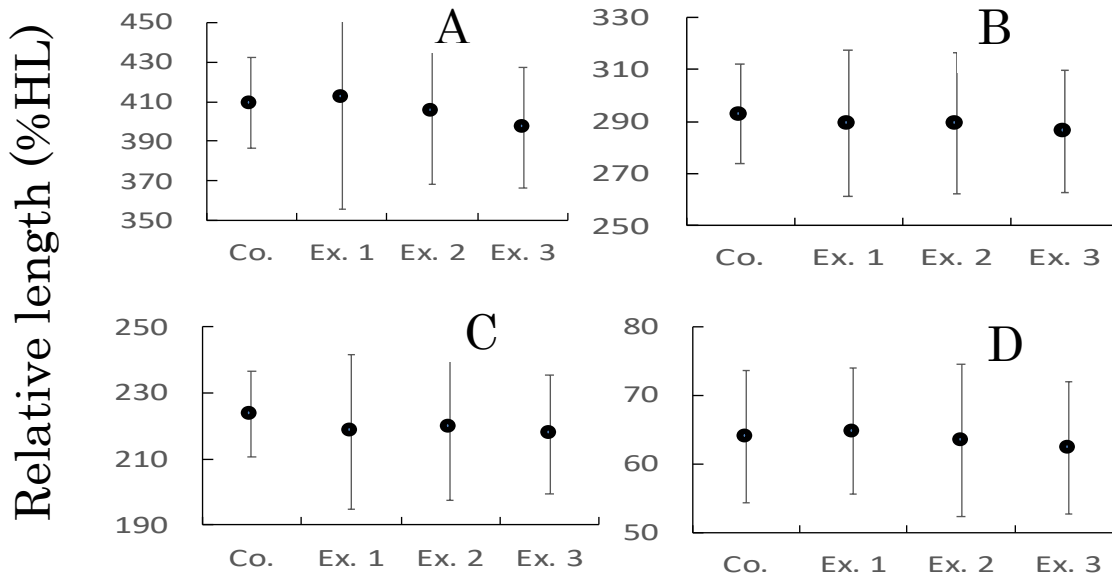


Fig. 4 Relative length (% HL) of body parts.  
 Data are given as the mean  $\pm$  SD (N=20). A: relative length of total length, B: relative length of standard length, C: relative length of preanal length, D: relative length of swim bladder length, Co: control, Ex. 1: experiment 1, Ex. 2: experiment 2, Ex. 3: experiment 3, HL: head length.

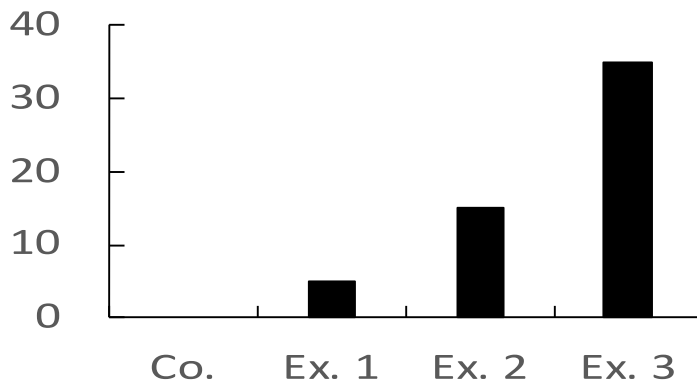


Fig. 5 Occurrence of vertebral malformation.  
 Co: control, Ex. 1: experiment 1, Ex. 2: experiment 2, Ex. 3: experiment 3.

速やかに開腔を誘発することが確認された。このように、本実験で用いた開腔阻害の器具と手法は簡便なものであったにもかかわらず、極めて効率的にその目的を果たすことが明らかであった。多くの海産魚類ではフィードオイル、パラフィンなど油脂を水槽に添加することで鰾の開腔が阻害されることやそれが原因で体幹部の異常が誘発されることが報告されている<sup>1, 5)</sup>。しかし、これら油脂の添加による開



腔障害がどの程度発現するかは把握されていないのに加え、今回のように障害と開腔の操作を簡便に行うことは困難である。今後、キンギョのみならず鰻の形成不全による形態異常が多発する多くの海産魚類において、その発現要因を検討する実験手法として本試験で実施した開腔操作の応用が期待される。一方で今回、試験区に収容する供試魚が1サンプル瓶あたり30尾と少なかったため、開腔障害操作終了時の鰻の形成状況やそれ以降の開腔過程を詳細に観察することはできなかった。今後は、これらのデータを収集し、開腔時期や鰻の形成状況が形態異常の発現に与える影響を明らかにする必要がある。

開口から5日後（実験区-1：7日齢）、10日後（実験区-2：12日齢）、15日後（実験区-3：17日齢）と順次開腔させたが、全長、体長、肛門前長および鰻長の頭長比（%）は対象区と全ての実験区間に有意な差異は認められなかった。一方で開腔操作が長くなればなるほど脊椎骨異常の個体は増加した。魚類の形態異常、特に体幹部の異常は脊椎骨の変形や癒合がその主な要因であり、背面、腹面方向への変形（前彎症、後彎症）や短軀症が発症する<sup>6,7)</sup>。従って脊椎骨異常が体型の変形を誘発することは明らかである。今回、脊椎骨異常が発生したのにも関わらずその状況が体型に反映しなかったが、これは取り上げ・観察したサイズが全長36mmと小さく、変形や癒合が十分体型に影響しなかった可能性が考えられる。今後この点を考慮して再度開腔操作を実施した上で、脊椎骨異常と体型の関係を検討する予定である。

一方、今回通常の鰻形成時期（2日齢）から5～15日間開腔を障害した結果、60日齢には全ての個体で対照区とほぼ同様の鰻が形成された。しかし、これらの試験区では開腔が遅れば遅れるほど脊椎骨異常は増加した。これまで、鰻が形成されないことにより体型が変形することは明らかにされている<sup>1,6,7)</sup>。一方、鰻が存在する個体でも短軀や前彎症が発症している事例もあり、二次的な鰻の開腔による形態異常発現の可能性が示唆されている<sup>1)</sup>。形態異常は種苗生産の現場において多様な魚種で大きな問題となり続けている。今後は、二次的な開腔の影響が体型や脊椎骨の形成へどのように影響してゆくのか詳細を把握する必要がある。本実験でも上記のように通常から大きく遅れた開腔操作で、対象区と差異のない鰻があるにもかかわらず脊椎骨異常は発現した。すなわち、これら脊椎骨異常は鰻があるかないかではなく、鰻がいつどのように形成されるかがその発生に重要であることが強く示唆された。

キンギョにおいてリュウキンやランチュウのような品種の短軀化は脊椎骨が化骨化する前の仔魚期初期から発現することが確認されている<sup>3)</sup>。また、今回脊椎骨異常は開腔操作が通常より5日遅れただけで発現した。さらにその時期は開口後5日後（7日齢）と発育のごく初期にあったため、開腔の適切な時期は開口直後のごく短い時期であることが明らかとなった。すなわち正常な開腔やそれに伴う脊椎骨の形成は、孵化後の仔魚の状態やそれ以前の卵の質が強く関与する可能性を示唆しており、早急な検討が求められる。

## 謝辞

本研究の実施にあたり、福山大学生命工学部海洋生物科学科沿岸資源培養学研究室の穴井花佳氏、志村海喜氏、藤川稔晃氏、豊村晃丞氏には、本研究を実施する上で数々のご協力を頂いた。これらの方々に心より感謝いたします。

## 文献

- 1) 辻将治、中田久. マハタ・クエに発現する脊椎骨等の異常とその防除. 「魚の形は飼育環境で変わる」(有瀧真人・田川正朋・征矢野清編), 恒星社厚生閣, 東京, 72-79, (2016).
- 2) 北島力、塚島康生、藤田矢郎、渡辺武、米康夫. マダイ仔魚の空気呑み込みと鰻の開腔および脊柱前彎症との関連. 日本水産学会誌 47(10), 1289-1294, (1981).
- 3) 穴井花佳. キンギョ 4 品種における形態的特徴の発現時期. 平成 26 年度福山大学生命工学部海洋生物化学科卒業論文, pp. 23, (2017).
- 4) 志村海喜. キンギョの特異的な体型発現の要因について. 平成 26 年度福山大学生命工学部海洋生物

化学科卒業論文, pp. 9, (2017).

- 5) Yamaoka M, Nanbu T, Miyagawa M, Isshiki T, Kusaka A. Water surface tension-related death in prelarval res-spotted grouper. *Aquaculture* 189: 165-176, (2000).
- 6) 田川正朋. 魚類の形態異常の概略. 「魚の形は飼育環境で変わる」(有瀧真人・田川正朋・征矢野清編), 恒星社厚生閣, 東京, 1-10, (2016).
- 7) 豊村晁丞、水田篤、松浦光宏、中西健二、有瀧真人. アカアマダイに発現する形態異常. 「魚の形は飼育環境で変わる」(有瀧真人・田川正朋・征矢野清編), 恒星社厚生閣, 東京, 54-61, (2016).

\*\*\*\*\*

Annu. Rep. Fac. Life Sci. Biotechnol, Fukuyama Univ. (32), 1-7 (2022)

## Vertebral malformation of goldfish is affected by the timing of swim bladder inflation

Yoshihiko Morita and Masato Aritaki

Department of Marine Bio-Science, Faculty of Life Science and Biotechnology,  
Fukuyama University, Fukuyama, Hiroshima 729-0292, Japan

The fish swim bladder is formed by larvae swallowing air. In this study, 30 goldfish hatched larvae were housed in 500 mL bottles. After that, experimental lots were set up in which the larvae were blocked from the water surface to inhibit the formation of swim bladder. The control lot did not perform these operations. In the experimental lots, the swim bladder was opened sequentially on the 5th, 10th, and 15th days after mouth opening. All experimental fish, including the control lot, were harvested at 60 days after hatching (DAH). The specimens were measured five body parts, and the condition of swim bladder formation, abnormalities of the vertebrae were observed. In the 60DAH juveniles, the swim bladders were opened in all individuals, so there was no effect on the formation of swim bladder at the timing of swim bladder inflation. In addition, there was no significant difference in body shape between the control group and the experimental groups. On the other hand, the delay in swim bladder inflation had a strong effect on vertebral malformation. Therefore, it was suggested that "when and how the swim bladder was formed" is important for the appearance of vertebral malformation.

**Keywords: goldfish, operation of swim bladder inflation, timing of swim bladder inflation, vertebral malformation**

## 瀬戸内海の砂浜域の多様な環境における魚類の出現状況

金子健司、林直樹、大西遼、土井田哲郎、市村秀弥、堀田隆一

極浅海域には、砂浜、干潟、アマモ場、アオサ場など多様な環境が存在し、魚類幼稚仔の成育場として利用されている。本研究では、狭いエリアに、アオサ場、砂地、アマモ場が存在する因島大浜海岸において、水質環境と魚類の出現状況を調べた。その結果、極浅海域の水質環境は、外気や淡水の流れ込みの影響などにより、季節的にも場所によっても大きく変動し、狭いエリアの中でも大きな環境勾配が形成されていた。魚類の出現種数および採集個体数はアマモ場で多かったが、アオサ場でもゴンズイのような特定の種が特異的に出現した。一方、ヒメハゼ、スズキ、キチヌなどの多くの魚種では、複数の地点で採集されたことから、多くの魚種は特定の場所だけではなく、多様な環境を利用して生活していると考えられた。

キーワード：砂浜、極浅海域、アマモ場、アオサ場、魚類、分布、因島、瀬戸内海

### はじめに

砂浜、干潟、藻場などが形成される極浅海域は、水質浄化機能、魚類幼稚仔の成育場、アサリ等の水産資源の生産、生物多様性の保全の場等、多様な生態系サービスを提供する場として知られている<sup>1)</sup>。しかし、極浅海域の環境は多様であり、地形、地盤高、傾斜、砂泥の粒度組成、淡水の流れ込み、海藻草類の繁茂状況などによって、生物の組成や出現量は大きく変化する<sup>2)</sup>。さらに、富栄養化した海域では、干潟などにアオサ類が堆積し、生物の生息環境の悪化を引き起こす事例も報告されている<sup>3-4)</sup>。加えて、極浅海域では、外気の影響を受けやすく季節および日周的にも環境が大きく変動することから、極浅海域の生態系サービスを理解するためには、それぞれの環境の変化とそれに伴う生物の分布の変化を詳細に明らかにすることが必要である。

本研究では、アオサ類が堆積し、付近にアマモ場など多様な環境が形成されている瀬戸内海の因島大浜海岸において、魚類の分布の季節的な変化を調べ、魚類がどのように多様な環境を利用しているかを明らかにすることを目的とした。

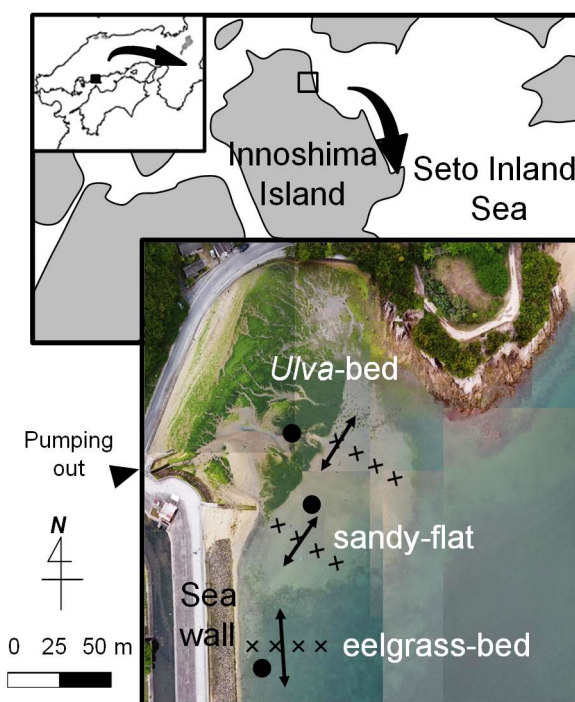


Fig. 1. Study site at Ohama beach in Innoshima Island, Seto Inland Sea (↔: Surf net, ×: Water quality meter, ●: Data logger).

## 材料と方法

調査地点は瀬戸内海に位置する因島大浜海岸である (Fig. 1)。本海岸は南東方向に開いた砂質海岸であり、北側の岩盤、北西側の護岸および南側の突堤に囲まれた部分は、大潮から中潮の干潮時に干出する干潟となる。干潟部の南西側には付近の山や住宅からの排水の流れ込みがあり、干潟部にはアオサ類が堆積するアオサ場が形成されている。干潟部よりも地盤の低い部分 (最低水面 datum level : D.L.+0.3 m 以下) は、アオサ類がほとんど堆積しない砂地となり、その沖 (D.L.0 m 以下) にはアマモ場が形成されている。アマモ場は干潟の南側の岸に沿って設置されている石積み護岸付近にも形成されている。アマモ場では地盤の高い干潟部 (D.L.0 m 以上) ではコアアマモも見られるが、ほとんどはアマモで構成される。本研究では、アオサ類が堆積する干潟部とその前面海域を含めてアオサ場とし、干潟部の南側のアオサ類がほとんど堆積しない場所を砂地、さらにその南の石積み護岸付近のアマモが繁茂している場所をアマモ場として、それぞれ調査を行った。

2019年5月~2020年4月にかけて毎月1~5回、大潮または中潮の干潮時に調査を行った。アオサ場、砂地、アマモ場のそれぞれ0~1.0 mの水深帯において、砕波帯ネット (目合い1 mm、高さ1 m、網幅4 m、袋網の奥行き0.8 m) を曳いて生物を採集した。アオサ場における採集では、干潮時のためアオサ類の多くは干潟上に打ち上げられた状態であったが、汀線付近に残っているアオサ類が入るよう曳網を行った。曳網距離はアマモ場と砂地では50 m、アオサ場では10 m程度とした。採集した魚類は70%エタノールで固定し、同定後、種別に個体数の計数を行った。さらに、各地点に出現した魚種数を比較するため、エクセル統計2010 (株式会社 社会情報サービス) を用いて、対応のある一元配置分散分析と Bonferroni 検定を行った。

調査地点の環境を把握するために、2019年7月~2020年6月の干潮時に、アオサ場、砂地、アマモ場の3海域のそれぞれ水深0~1 mの範囲において、汀線に垂直方向に4~6地点で、海面から海底までの水温、塩分、溶存酸素量および濁度の測定を行った。測定には多項目水質計 (AAQ-RINKO : JFEアドバンテック株式会社) を用いた。ただし上記したように、アオサ場では多くのアオサ類は干潟上に打ち上げられていたため、その前面海域で観測を行った。また、長期的な水温の変化を調べるため、アオサ場 (D.L.+1.1 m)、砂地 (D.L.+0.3 m)、アマモ場

(D.L.+0.3 m) の底泥表面および沖 (海岸線から約300 m沖の水深0.5 m) の水温を10分間隔で記録した。水温の記録には、アマモ場、アオサ場、砂地では、水温データロガー (ティドビット V2 : Onset 社)、沖では水温塩分計 (INFINITY-CT : JFEアドバンテック株式会社) を使用した。

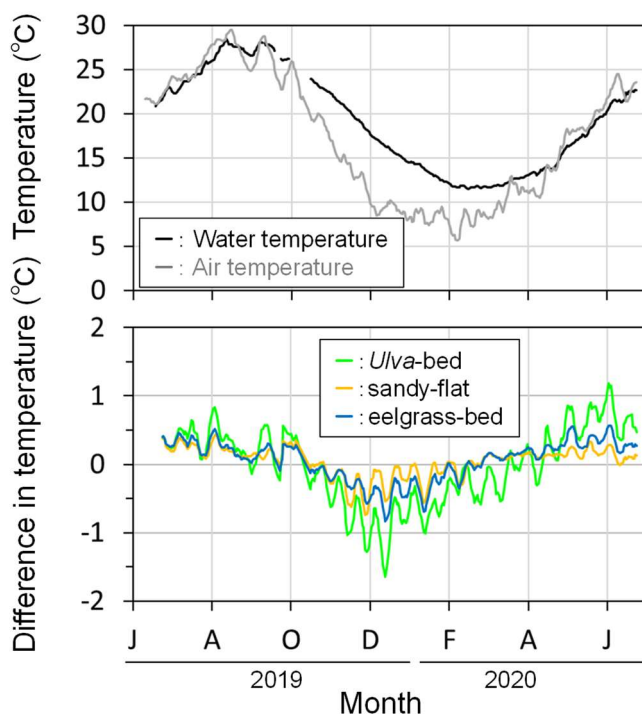


Fig.2 Seasonal changes in daily mean of air temperature and water temperature in offshore (upper figure) and the difference between the water temperature in offshore and in Ulva-bed, sandy-flat, eelgrass-bed (lower figure) at Ohama beach. Air temperature is based on the homepage of Japan Meteorological Agency (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>).

## 結果

### 1 海洋環境

沖の水温は、8~9月にかけて25~28℃と最も高く、1~3月に11~13℃と最も低い値を示した(Fig.2)。気温は4月下旬~9月下旬まで水温よりも0~1℃程度高い値で推移した。それ以降は水温よりも低い値となり、特に11月下旬~12月には5℃以上低い温度で推移した。

アオサ場、砂地およびアマモ場の水温は、4~10月中旬の気温が水温を上回る時期に沖の水温より0~1℃程度高く、10月下旬~3月までの気温が水温よりも低い時期に0~1.5℃程度低かった。その傾向はアオサ場で最も顕著であった。

アオサ場からアマモ場にかけて水平的にみると、水温、塩分、溶存酸素濃度、濁度のいずれも場所により顕著な違いが認められた(Fig.3)。水温はアオサ場側とアマモ場側で異なる場合が多く、4~7月にはアマモ場側で高く、12~2月にはアマモ場側で低い場合が多かった。一方、塩分は排水の流れ込みに近いアオサ場で低い場合が多く、アマモ場側で高くなる傾向が認められた。特にアオサ場の最も岸側の地点で塩分が低く、8月30日、9月13日、1月16日、3月24日、6月23日に顕著であった。溶存酸素濃度も場所による違いがみられたが、一定の傾向は認められなかった。また、濁度は一年を通して岸側の特にアマモ場側で高い場合が多かった。調査範囲における各水質の最大差は、水温で5.3℃、塩分で7.4、溶存酸素濃度で7.8 mg/l、濁度で16876 FTUに達し、年平均値でも、それぞれ1.4℃、2.7、2.8 mg/l、39.1 FTUの差が認められた。

### 2 魚類の出現状況

本調査により、43種、2165個体の魚類が採集された。そのうち、ヒメハゼが56%を占め、その他にシロギス、ゴンズイ、スズキ、シロメバルなどの採集個体数が多かった(Table 1)。そのほとんどは体長が100 m未満であり、ヒメハゼ以外の多くの魚種では稚魚から幼魚の発育段階であった。

出現した種数は、いずれの地点でも2~9月下旬にやや多く、10~1月はやや少ない場合が多かった(Fig.4)。アマモ場で最大16種と最も多かったのに対し、アオサ場と砂地では最大7~8種とやや少なく、アマモ場とアオサ場および砂地との間に有意差が認められた(対応のある一元配置分散分析、Bonferroni検定、アマモ場 vs アオサ場： $p<0.01$ 、アマモ場 vs 砂地： $p<0.05$ )。

魚種別にみると、最も採集個体数が多かったヒメハゼは周年採集されたが、採集個体数の変動が大きかった(Fig.5)。いずれの地点でも4~8月の採集個体数は少なかったが、9~3月には採集個体数の多い地点が認められた。特にアオサ場での採集個体数が多い場合が多いが、砂地やアマモ場でも採集個体数が多い場合が認められた。

ヒメハゼ以外の魚類の採集個体数はばらつきが大きいが、全体では6~9月に比較的多かった(Fig.6)。優占種は季節的に入れ替わり、3~6月はシロメバル、5~8月はヨウジウオ、7~9月はシロギスとアミメハギ、8~9月はゴンズイ、10~1月はキチヌ、1~3月はスズキがそれぞれ優占した。地点別にみると、アオサ場ではゴンズイ、砂地ではシロギス、アマモ場ではシロメバル、ヨウジウオ、およびアミメハギの採集個体数が比較的多いが、それらの魚類の多くは複数の地点で出現した(Table 1、Fig.6)。特に、キチヌおよびクロダイなどは採集個体数は少ないが、いずれの地点でも出現する傾向があった。

## 考察

### 1 アオサ場からアマモ場にかけての水質の変化

干潟や藻場などの極浅海域は、魚類仔稚魚の生息場として重要であることが知られているが、その環境が詳細に調べられた研究はほとんどなかった。本研究では、多項目水質計による高頻度の調査と多することができた。

因島大浜海岸におけるアオサ場からアマモ場にかけての水温は沖の水温と比較して、4~10月中旬の気温が水温を上回る時期に高く、10月下旬~3月までの気温が水温よりも低い時期に低かった(Fig.2)。特に地盤高の高いアオサ場の水温が高かったこと、およびそれらの地点は水深が浅く、干潮時には干出する時間帯もあることから、岸側に向かうにつれ、干出時間が長くなり、外気や日射の影響を受けやす

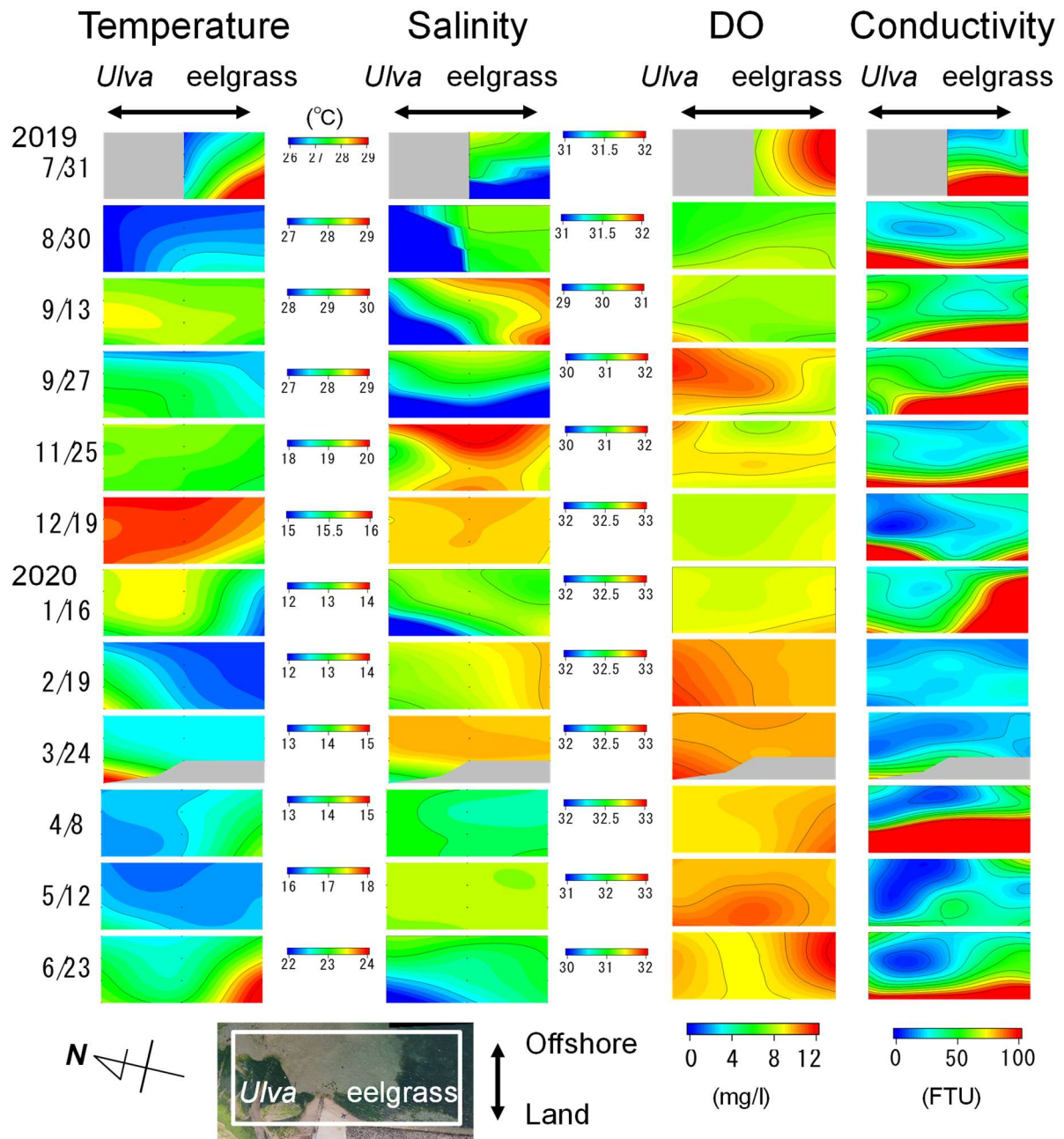


Fig.3 Horizontal distribution of water temperature, salinity, dissolved oxygen concentration and conductivity in *Ulva*-bed, sandy-flat, eelgrass-bed at Ohama beach in Innoshima Island, Seto Inland Sea. The values in figures are averaged in each observation point.

Table.1 List of fishes collected in Ulva-bed, Sandy-flat and eelgrass-bed on Ohama beach in Innoshima Island, Seto Inland Sea.

Species	Japanese name	Total number of individuals			Total	Composition (%)
		<i>Ulva</i> -bed	sandy- flat	eelgrass-bed		
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	Himehaze	317	475	416	1208	55.8
<i>Sillago japonica</i>	Shirogisu		80	109	189	8.7
<i>Plotosus japonicus</i>	Gonzui	129	3	2	134	6.2
<i>Lateolabrax japonicus</i>	Suzuki	4	41	72	117	5.4
<i>Sebastes cheni</i>	Shiromebaru	1	50	50	101	4.7
<i>Acanthopagrus latus</i>	Kichinu	10	17	39	66	3.0
<i>Rudarius ercodes</i>	Amimehagi		14	48	62	2.9
<i>Syngnathus schlegeli</i>	Youjiuo	3	8	49	60	2.8
<i>Urocampus nanus</i>	Okuyouji			25	25	1.2
<i>Tridentiger trionocephalus</i>	Akaobishimahaze		1	17	18	0.8
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	Kurodai	3	8	6	17	0.8
<i>Takifugu pardalis</i>	Higanfugu	1		14	15	0.7
<i>Takifugu alboplumbeus</i>	Kusafugu	13		1	14	0.6
<i>Hippocampus</i> sp.	Tatsunootoshigo-zoku			12	12	0.6
<i>Sardinella zunasi</i>	Sappa		9	2	11	0.5
Platycephalidae	Kochi-ka	1	1	8	10	0.5
<i>Sebastes oblongus</i>	Takenokomebaru	1	5	4	10	0.5
<i>Paracentropogon rubripinnis</i>	Haokoze	1		8	9	0.4
<i>Hexagrammos agrammus</i>	Kujime	3	1	4	8	0.4
<i>Luciogobius</i> sp.	Mimizuhaze-zoku	8			8	0.4
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	Shimaisaki	1	3	3	7	0.3
<i>Siganus fuscescens</i>	Aigo		2	4	6	0.3
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	Asahianahaze		4	2	6	0.3
<i>Platichthys bicoloratus</i>	Ishigarei	1	1	3	5	0.2
<i>Pseudoblennius</i> sp.	Kirinahanaze			5	5	0.2
<i>Pholis crassispina</i>	Takeginpo	1	3	1	5	0.2
<i>Pseudoblennius percoides</i>	Anahaze	1		3	4	0.2
<i>Crescent sweetlips</i>	Kosyoudai	2	1	1	4	0.2
<i>Hyporhamphus sajori</i>	Sayori		4		4	0.2
Gobiidae spp.	Haze-ka	2		2	4	0.2
Sparidae spp.	Tai-ka		3		3	0.1
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	Hatatatenumeri	1	1	1	3	0.1
<i>Aulichthys japonicus</i>	Kudayagara			2	2	0.1
<i>Chaenogobius gulosus</i>	Dorome			2	2	0.1
<i>Hexagrammos otakii</i>	Ainame			1	1	0.0
<i>Omobranchus punctatus</i>	Idatenginpo			1	1	0.0
<i>Inimicus japonicus</i>	Oniokoze	1			1	0.0
<i>Sphyaena</i> sp.	Kamasu-zoku			1	1	0.0
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	Kawahagi			1	1	0.0
<i>Hypoatherina valenciennesi</i>	Tougorouiwashi		1		1	0.0
<i>Mugil cephalus</i>	Bora			1	1	0.0
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	Mahaze	1			1	0.0
<i>Sebastes pachycephalus</i>	Murasoi		1		1	0.0
Unknown species	Fumei-syu		2		2	0.1
Total		506	739	920	2165	100

いことを示している。

さらに、アオサ場からアマモ場にかけて水平的な水質の顕著な違いも認められた。各水質の測定場所による最大差は水温で 5.3℃、塩分で 7.4、溶存酸素濃度で 7.8 mg/l、濁度で 16876 FTU に達し、平均でも、それぞれ 1.4℃、2.7、2.8 mg/l、39.1 FTU の差が認められた。水温は、アマモ場側で 4～7 月に高く、12～2 月に低い場合が多かったことは、アマモ類の繁茂により、海水の滞留が生じ、外気の影響を受けた海水が留まりやすかった可能性がある。アオサ類の堆積した部分でも周囲よりも明らかに水温が高い場合が認められた。一方、濁度が一年を通してアマモ場側で高い場合が多かったことも、アマモ類の繁茂によって生じた海水の滞留により、細かい砂泥が堆積しやすく、観測を行った干潮時に波によってそれが巻き上がったことによると考えられる。また、排水の流れ込みのあるアオサ場の最も岸側の地点で塩分が低かったことは、アオサ場が排水の影響を強く受けていることを示している。このように、因島大浜海岸では、アマモ類の繁茂や排水の流れ込みなどによって、僅か 200 m という狭いエリアの中でも場所によって顕著な水質の変化があることがわかった。

## 2 因島大浜海岸の魚類相の特徴

瀬戸内海の砂質海岸の魚類相については、燧灘<sup>5)</sup>、広島湾<sup>6)</sup>および竹原付近<sup>7)</sup>などで報告がある。燧灘では、ビリンゴ、アゴハゼ、コノシロ、クロダイ、広島湾ではクロダイ、ビリンゴ、トウゴロウイワシ、クサフグ、キチヌ、スズキ、竹原ではシロメバル、ヒメハゼ、クサフグ、アミメハギ、シロギスの順でそれぞれ優占したことが報告されている。因島大浜海岸では、ヒメハゼが最も多く出現し、その他にシロギス、ゴンズイ、アミメハギ、キチヌなどが出現したことから (Table 1)、本調査地点の優占種は瀬戸内海の他の砂質海岸と類似していた。しかし、他海域の優占種で本海岸で採集個体数が少ない種もみられた。例えば、燧灘や広島湾で優占したビリンゴは本調査では出現しなかった。このような違いは、周辺の環境、特に藻場、河川などの有無、採集方法の違いなどによると考えられる。ビリンゴは汽水域で優占するという報告が多く見られることから<sup>8)</sup>、付近に河川が無いことがビリンゴが出現しなかったことに影響している可能性もある。また、採集方法に関しては、一辺 1.5 m、目合い 1 mm の押し網<sup>5)</sup>、網幅 2.3 m、目合い 2 mm の小型曳き網<sup>6)</sup>、網幅 30 m、目合い 3 mm の大型の地曳網<sup>7)</sup>を使用するなど、それぞれの調査で異なる採集方法を用いている。本研究では網幅 4 m、目合い 1 mm、袋網の奥行き 0.8 m

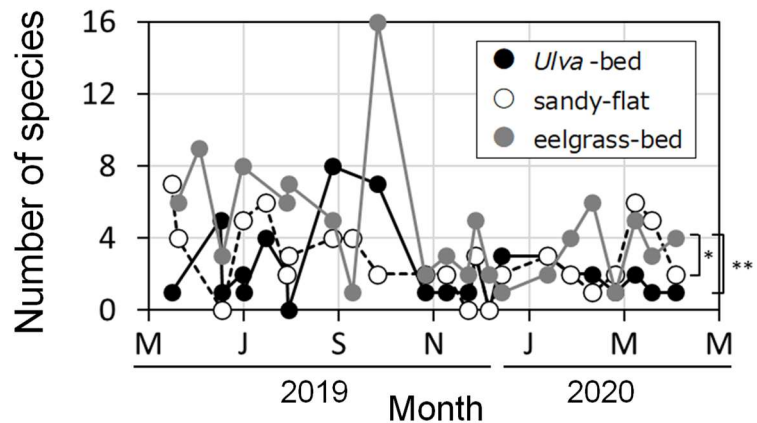


Fig.4 Seasonal changes in number of fish species collected in Ulva-bed, sandy-flat, eelgrass-bed on Ohama beach in Innoshima Island, Seto Inland Sea. \* and \*\* indicate 0.05 and 0.01 levels of significances, respectively.

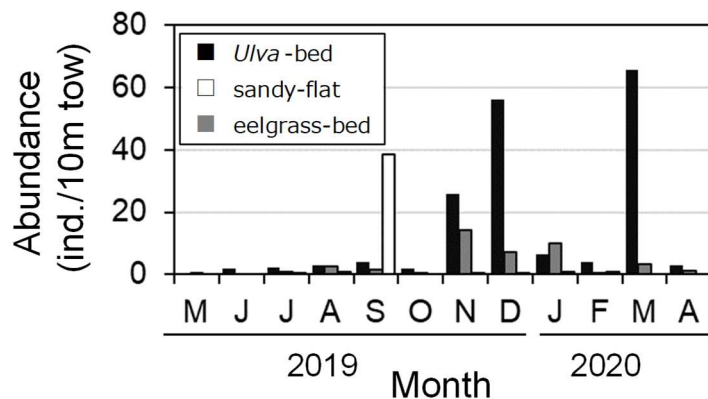


Fig.5 Seasonal changes in number of Favonigobius gymnauchen collected in Ulva-bed, sandy-flat, eelgrass-bed on Ohama beach in Innoshima Island, Seto Inland Sea.



の小型の碎波帯ネットを用いた。このネットは網幅が比較的広いのに対して目合いが小さいことから、曳網時の抵抗が大きく曳網速度が遅かったこと、および袋網の奥行きが短かったことから、移動能力のある魚類は逃避できたと考えられ、他海域と優占種に違いが生じた可能性もある。

### 3 魚類の出現の季節変化

因島大浜海岸の魚類の出現種数および採集個体数は、春季から夏季にかけて増加し、秋季から冬季にかけて減少した (Fig.4, 6)。同様の季節変化は瀬戸内海の他海域でも報告されている<sup>5-7)</sup>。本調査地点のアオサ類やアマモ類の繁茂状況を調べた結果では (金子・石坂 未発表)、アオサ類の現存量は3月以降に増加し7月末に最大となった後、8月に急激に減少すること、アマモ類の被度も1月以降増加し始め、9月以降急減に低下することが明らかとなっている。したがって、10月以降のアマモ場とアオサ場の海藻草類と魚類の出現種数および採集個体数の変動パターンが一致していることから、海藻草類の繁茂状況が魚類の出現状況に関係している可能性がある。

加えて、上述したようにアオサ場からアマモ場にかけての水温は、沖の水温と比較して、4~10月中旬に高く、10月下旬~3月に低下した。さらに、アマモ場やアオサ場では春季から夏季にヨコエビ類の現存量が増加し、多くの魚類がヨコエビ類を食物としていることが明らかになっている (金子ら 未発表)。これらのことは、春季から夏季に魚類が水温の高い環境に分布し、豊富な食物を利用できる可能性を示唆しており、藻場の存在する極浅海域に魚類が来遊する大きな要因の一つと考えられる。

### 4 魚類の環境の利用状況

アオサ場ではゴンズイ、砂地ではシロギス、アマモ場ではシロメバル、ヨウジウオ、およびアミメハギの出現個体数が多かった。ゴンズイはアマモ場で優占して出現する報告があるが<sup>9-12)</sup>、本調査地点のアマモ場とアオサ場が隣接した環境でアオサ場に多く出現したことは、アマモ場よりもアオサ場を選択的に利用している可能性がある。また、本調査では採集個体数は少なかったが、クサフグもアオサ場での採集個体数が多く (Table 1)、堆積したアオサ類の中に多く分布することを目視で観察していることから、アオサ場はゴンズイやクサフグのような特定の種に選択的に利用されていると考えられる。

アマモ場とその周辺に連続する微小環境の調査から魚類の分布パターンを解析した結果では<sup>13)</sup>、多くの魚種はアマモ場と隣接する砂泥地の両方に出現し、アマモ場内に魚類が多いわけではなく、むしろ

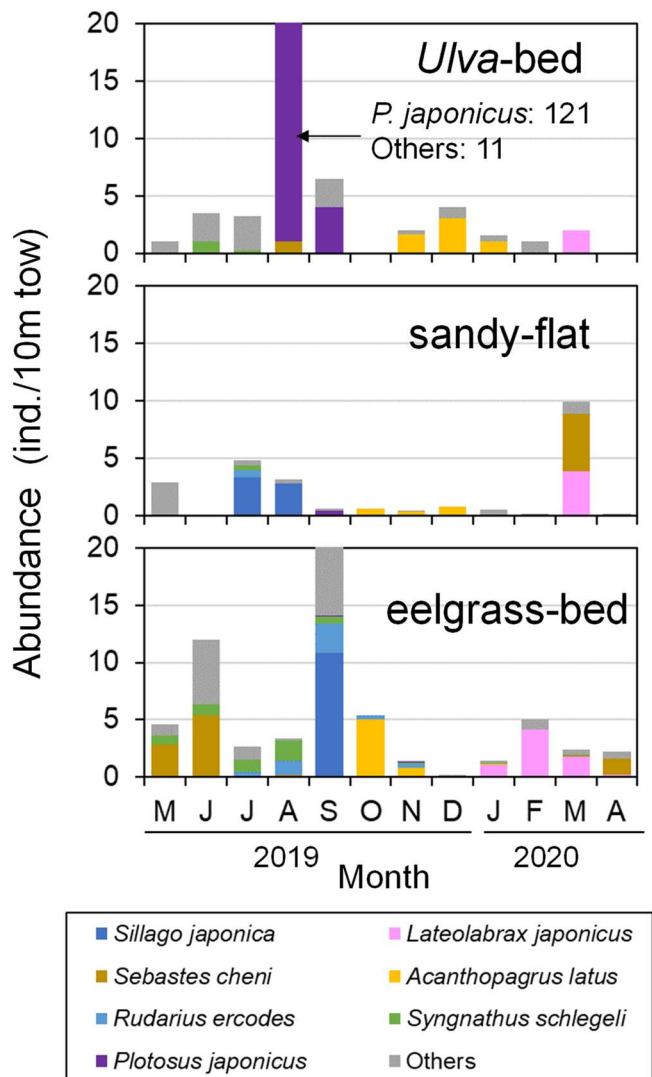


Fig.6 Seasonal changes in number of fishes collected in Ulva-bed, sandy-flat, eelgrass-bed on Ohama beach in Innoshima Island, Seto Inland Sea.

その縁辺部の密度のほうが高いことが報告されている。本研究では、アオサ場からアマモ場にかけて採集を行ったが、その縁辺部などに分けた採集を行っていないことから、微細な分布については検討できなかった。ヨウジウオやアミメハギなど一部の魚種では、アマモ場でほとんどが採集されたことから、アマモ場での出現種数が多かったが、ヒメハゼ、スズキ、キチヌなどのようにむしろ複数の調査地点で採集される魚種も多かった。このことは、多くの魚種が周辺の多様な環境を利用して生活していることを示している。

以上のように、本研究では、極浅海域に形成されたアオサ場やアマモ場の環境を詳細に調べ、そこに出現する魚類の多くが多様な環境を利用して生活している可能性を示した。魚類がどのように環境を選択しているかは、藻場の有無の他にも、水温や塩分などの水質環境、ヨコエビ類などの魚類の食物の分布などが関係していると考えられる。上述したように、本研究で観察した狭いエリア内でも、水温、塩分、溶存酸素濃度、濁度などの水質が大きく異なったことから、魚類の分布に水質環境が影響していた可能性があるが、本研究では、それらがどのように魚類の分布に影響を与えていたのかを明らかにすることはできなかった。採集範囲をさらに細かく分けて、微細な分布の仕方を調べるとともに、魚類が水質の変化に対して、どのように応答するのかなどについても室内実験等で検討することで、魚類の成育場としての極浅海域の役割を明らかにし、環境の保全につなげていく必要がある。

## 文献

- 1) 菊池泰二. 干潟生態系の特性とその環境保全の意義. *日本生態学会誌*, 43, 223-235 (1993).
- 2) 古賀庸憲, 佐竹潔, 矢部徹. マクロベントス相における種の豊富さ, 現存量, 多様度指数, 絶滅危惧種を用いた干潟の評価. *保全生態学研究*, 10, 35-45 (2005).
- 3) 工藤教勇, 児玉真史, 徳永貴久, 松永信博. 干潟におけるアオサの消長が生物生息環境に及ぼす影響. *海岸工学論文集*, 50, 1081-1085 (2003).
- 4) 藤井暁彦, 道山晶子, 横山佳裕, 関根雅彦. アサリ資源の保全のための効率的なアオサ回収方法の検証. *水環境学会誌*, 32, 273-280 (2009).
- 5) 小路淳, 田中克. 瀬戸内海中央部燐灘の砕波帯において採集された魚類稚仔. *水産増殖*, 50, 123-128 (2002).
- 6) 岩本有司, 三代和樹, 森田拓真, 上村泰洋, 水野健一郎, 海野哲也, 小路淳. 広島湾奥部の砂浜海岸に出現する仔稚魚. *水産増殖*, 57, 639-643 (2009).
- 7) Kamimura Y. and J. Shoji. Seasonal changes in the fish assemblages in a mixed vegetation area of seagrass and macroalgae in the central Seto Inland Sea. *Aquaculture Science*, 57, 233-241 (2009).
- 8) 三代和樹, 岩本有司, 井上慎太郎, 森田拓真, 水野健一郎, 上村泰洋, 平井香太郎, 小路淳. 太田川感潮浅所における魚類群集の季節変化. *水産海洋研究*, 78, 169-175 (2014).
- 9) 木村清志, 中村行延, 有瀧真人, 木村文子, 森浩一郎, 鈴木清. 英虞湾湾口部アマモ場の魚類に関する生態学的研究-1 魚類相とその季節的变化. *三重大学水産学部研究報告*, 10, 71-93 (1983).
- 10) 上出貴士, 高橋芳明, 山内信. 和歌山県田辺湾の潮間帯におけるコアモ群落の魚類群集. *水産増殖*, 60, 243-253 (2012).
- 11) 工藤孝治, 秋元清治. 横須賀市走水海岸アマモ場における春・夏季の魚類相について. *神奈川県水産技術センター研究報告*, 35-40 (2013).
- 12) 吉田侑生, 上原大知, 小路淳, 富山毅. 広島湾の砂浜海岸, 河口域およびアマモ場における魚類相. *水産技術*, 12, 31-37 (2019).
- 13) Horinouchi, M. Horizontal gradient in fish assemblage structures in and around a seagrass habitat: some implications for seagrass habitat conservation. *Ichthyological Research*, 56, 109-125 (2009).

\*\*\*\*\*

## **Seasonal occurrence of fishes in diverse environments on the sandy beaches, Seto Inland Sea**

Kenji Kaneko, Naoki Hayashi, Ryou Oonishi, Tetsuro Doita, Hideya Ichimura and Ryuichi

Department of Marine Bio-Science, Faculty of Life Science and Biotechnology,  
Fukuyama University, Fukuyama, Hiroshima 729-0292, Japan

In the ultra-shallow waters, there are various environments such as sandy beaches, tidal flats, eelgrass-bed, and *Ulva*-bed, and they are used as nursery habitats for juvenile fish. In this study, we investigated how fish are distributed on the Innoshima Ohama coast, where *Ulva*-bed, sandy-flat and eelgrass-bed are located in a narrow area. Since the water quality environment fluctuated greatly depending on the season and location due to the influence of the outside air temperature and the inflow of fresh water, it was considered that a diverse water quality environment with large fluctuations was formed even in a small area in the ultra-shallow waters. The number of species and the abundance of collected individuals were high in the Eelgrass-bed, but specific species such as *Plotosus japonicus* distributed specifically in *Ulva*-bed. On the other hand, many fish species such as *Favonigobius gymnauchen*, *Lateolabrax japonicus*, and *Acanthopagrus latus* were collected at multiple sites. These results suggest that many fish species inhabit not only specific places but also various environments in the ultra-shallow waters.

**Keywords: sandy beach, ultra-shallow water, eelgrass-bed, *Ulva*-bed, fish, distribution, Innoshima Island, Seto Inland Sea**

## 瀬戸内海因島周辺海域の流れ藻に随伴していた カワハギのハプロタイプ

阪本憲司\*、末藤彩奈

瀬戸内海因島周辺海域の流れ藻に随伴していたカワハギのハプロタイプ構成を明らかにし、集団の形成過程を検討した。広島県尾道市因島周辺海域の15地点のうち8地点(St.3, St.4, St.5, St.6, St.7, St.12, St.14, St.15)で採集された流れ藻に随伴していたカワハギ(27個体)を採集した。ミトコンドリアDNA調節領域(D-loop)の部分塩基配列(423塩基対)を分析し、ハプロタイプを決定した。カワハギ27個体から、全ての個体で異なる27個のハプロタイプが検出された。また、ヌクレオチド多様度の平均は0.01465であった。平均距離法(UPGMA)によって求めた系統樹から、St.6(生口島南側)の流れ藻に随伴していた個体の中に遺伝的に大きく異なるハプロタイプが検出された。さらに、複数個体が採取された全ての個体群間でペアワイズ $F_{ST}$ 解析を行ったところ、[St.6(生口島南側)–St.14(因島北側)]間と[St.6(生口島南側)–St.15(因島北側)]間はともに0.26316となり、他の個体群間の値(-0.05859~0.14)よりも比較的大きく、これらの個体群間に遺伝的な差異が認められた。St.6と[St.14・15]は、今回流れ藻が採集された地点間で最も距離があり、且つ遺伝的な差異が認められたことから、海域間である程度異なる集団が流れ藻に随伴していると推定された。

キーワード：瀬戸内海、因島、芸予諸島、流れ藻、カワハギ、ハプロタイプ

### はじめに

流れ藻は沿岸域の藻場や砂浜に生えているアカモクやヒジキなどのホンダワラ類、ツルモ、アマモなどの海藻・海草が、潮の流れや波によって基質から離れ、海面に漂流しているものである<sup>1)</sup>。基質から離脱すると、最大約1200 kmもの長距離を移動することができるとされている<sup>2)</sup>。流れ藻は、多くの魚類にとって卵や稚仔魚の生育の場であり<sup>9)</sup>、サンマ<sup>3)</sup>やサヨリ<sup>4)</sup>、トビウオ類の産卵基質となっているほか、マアジやブリ幼魚の随伴基質として、また葉上動物の生息基質として生物多様性および水産上重要な役割を果たしている<sup>8)</sup>。また、クジメ、ブリなどはサンマやサヨリの卵を、ハナオコゼはメジナやメバルなどの稚魚を摂るなど、流れ藻につく少数の魚種は摂餌の面で利益を得ている。さらに、ミゾレブダイでは、流れ藻そのものが食物になっている<sup>10)</sup>。他方、流れ藻には捕食を免れるための隠れ場としての役割もある<sup>10)</sup>。

流れ藻に随伴する魚類の調査研究は1950年代後半より日本各地で始まり<sup>11)</sup>、魚類の優占種は海域によって異なる。日本海ではウスメバル、クロソイなどのメバル類、クジメ、メジナ、インダイなど<sup>6,12-14)</sup>、太平洋ではブリ、ウマヅラハギ、マアジなど<sup>15-21)</sup>が優占種である。また、瀬戸内海中央部では、春から初夏にかけてはメバル、クロソイ、ギンポ、夏にアミメハギ、ウマヅラハギ、ヨウジウオ、秋にアミメハギ、ニジギンポ、ヨウジウオ、冬にクジメが優占種である<sup>11,22,23)</sup>。

カワハギはフグ目カワハギ科に分類され、北海道から東シナ海に分布し、主として水深100 m以浅の砂地に群れをなして生息する。産卵期は5~8月で、仔魚は沿岸の藻場や流れ藻に集まることが知られており<sup>24)</sup>、流れ藻の上で生活するワレカラやヨコエビ類などの端脚類を摂餌する<sup>10)</sup>。流れ藻につく時

\* 〒722-2101 広島県尾道市因島大浜町 452-10 福山大学生命工学部海洋生物科学科

Tel: +81-845-24-2933、 Fax: +81-845-24-2933、 E-mail: sakamoto@fukuyama-u.ac.jp

期や体長組成のずれが小さく（体長モード：20～30 mm）、30 mm 以上になると流れ藻から離脱し始めることから、本種は流れ藻を短時間に局所的に利用していると考えられている<sup>25)</sup>。

ミトコンドリア DNA（以下、mtDNA）は個体群の集団構造や系統解析において多用されている。そのうち、D-loop と呼ばれる非コード領域を分析することで、地域内の遺伝的多様性や地域間の遺伝的集団構造を明らかにすることができる。D-loop 領域は他の遺伝子領域に比べて置換速度が速く、多くの変異が蓄積されており<sup>26-28)</sup>、この領域の DNA 多型を検出・比較することによって、集団間の類縁関係や遺伝的分化などの系統解析が可能である。

本研究では、流れ藻を介した集団間交流を検討するうえで重要な基礎的知見を得るため、瀬戸内海因島周辺の芸予諸島海域で採取された流れ藻に随伴していたカワハギの mtDNA D-loop のハプロタイプから集団の形成過程を検討した。

## 方法

### 調査・採取

調査は 2020 年 8 月 5 日に、福山大学の調査船「爽風丸」で実施した。広島県尾道市の因島から生口島周辺海域の 15 地点で観察されたアマモを主とした流れ藻をたも網で採取し、そのうちの 8 地点（St.3, St.4, St.5, St.6, St.7, St.12, St.14, St.15）（Fig. 1）で得られたカワハギ（27 個体、平均全長  $24 \pm 0.6$  mm）をサンプルとした。各地点において採取されたカワハギの個体数は、St.3（n=1）、St.4（n=1）、St.5（n=3）、St.6（n=6）、St.7（n=5）、St.12（n=7）、St.14（n=2）、St.15（n=2）であった。

### DNA 分析

背鰭の一部を切り取り、99.5%エタノールで固定し、これを DNA 抽出用試料とした。全 DNA 抽出は、DNeasy Blood & Tissue Kit（QIAGEN）を用いて行った。

mtDNA D-loop 領域の増幅は、Yoon et al.<sup>29)</sup> のプライマーを使用し、PCR Thermal cycler TP600（TaKaRa）を用いて初期熱変性  $94^{\circ}\text{C}$ （2 分）、[熱変性  $98^{\circ}\text{C}$ （10 秒）；アニーリング  $60^{\circ}\text{C}$ （30 秒）；伸長反応  $68^{\circ}\text{C}$ （1 分）]・35 サイクルの条件で行った。

PCR 後のプライマー除去は、QIAquick PCR Purification Kit（QIAGEN）を用いて行った。サイクルシーケンスは、BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit（Applied Biosystems）を用いて行い、その後 BigDye X Terminator（Applied Biosystems）により精製した。塩基配列の解析は、3500xL Genetic Analyzer（Applied Biosystems）により行った。27 サンプルの塩基配列は、International Nucleotide Sequence Database Collection（INSDC）に登録した（accession numbers LC649951-LC649977）。DNA 分析には、MEGA7<sup>30)</sup> と DnaSP<sup>31)</sup> の解析ソフトを用いた。また、平均距離法（UPGMA）によるハプロタイプ間の系統関係とハプロタイプネットワークを SplitsTree Ver. 4.16.1<sup>33)</sup> を用いて構築した。

### 結果および考察

瀬戸内海因島周辺海域の 8 地点から得られた流れ藻に随伴していたカワハギ 27 個体における D-loop 領域の部分塩基配列（423 塩基対）を分析した結果、全ての個体で異なる 27 個のハプロタイプが検出された（ハプロタイプ多様度： $h=1$ ）（Table 1）。それぞれの地点におけるヌクレオチド多様度（ $\pi$ ）は、0.01734（St.5）、0.01734（St.6）、0.0156（St.7）、0.01317（St.12）、0.00473（St.14）、0.0473（St.15）であり（St.3 と St.4 はともに 1 個体のため多様度は求められない）、平均は 0.01465 であった。これらの結果から、ヌクレオチド多様度は採取地点ごとに大きく異なることが明らかとなった。カワハギは韓国沿岸海域にも生息しており、ハプロタイプ多様度とヌクレオチド多様度は、それぞれ「 $h=0.974-1$ ,  $\pi=0.014-0.019$ <sup>29)</sup>」であり、因島周辺海域の値はこれらよりも高いか、それらに匹敵するものであった。因島周辺の藻場の面積については情報が無いものの、藻場や流れ藻を利用する本種の遺伝的多様性は高く維持されていることが明らかとなった。

遺伝的分化の程度を知るために、複数個体が採集された全ての個体群間でペアワイズ  $F_{ST}$  解析を行っ

た (Table 2)。その結果、ほとんどの個体群間で遺伝的組成に違いがあることが示され、なかでも [St.6 (生口島南) - St.14 (因島北)] 間および [St.6 (生口島南) - St.15 (因島北)] 間ではともに 0.26316 となり、他の個体群間の値 (-0.05859~0.14) よりも比較的大きな遺伝的差異が認められた。[St.6 - St.15] 間および [St.6 - St.14] 間は、今回流れ藻が採集された海域において最も距離 (直線距離でおよそ 18 km) があり、これらの地点で採集された流れ藻は、その起源を異にする可能性が示唆された。

平均距離法 (UPGMA) によって求めた系統樹 (Fig. 2) では、地点 (St.) ごとのクラスターを形成しなかった。St.6 の流れ藻に随伴していた個体の中に、他の St. と遺伝的に大きく異なるハプロタイプ (6-8) が検出された。また、ハプロタイプ間の類似性を示すハプロタイプネットワークにおいても、系統樹と同様に St.6 の流れ藻に随伴していた [ハプロタイプ: 6-8] の個体が遺伝的に大きく異なることが認められた (Fig. 3)。瀬戸内海は潮汐の干満差が大きく、また狭い水道や瀬戸などが多く地形が複雑なため、全国的に潮流が最も速い海域として知られている<sup>32)</sup>。St.6 の流れ藻は、広島県生口島と愛媛県大三島を結ぶ多々羅大橋付近 (生口島南) で採集された。多々羅大橋付近は、ここより北部にあたる広島県竹原市方面からの潮流があるため、北部方面を起源とする流れ藻の可能性が推察された。ただし、この地点は北部方面と南部方面からの潮流が交わる場所であり、流れ藻の起源については、流れ藻となった海藻・海草の DNA 分析と GPS による移動シミュレーション解析等を統合した詳細な調査・検討が必要である。

一般に、魚類の遺伝子流動は卵・仔魚の分散あるいは未成魚・成魚の移動によってもたらされている。日本海において、幾つかの重要魚種の幼稚魚は流れ藻とともに北の海域まで運ばれたのち、若魚もしくは成魚となって回帰回遊することが知られ、これらの魚は流れ藻につくことによって生活史を通じて生活域を拡大している<sup>10)</sup>。カワハギは、浅い砂地に産卵し、孵化した稚魚はそれぞれに異なる流れ藻につき、海流や潮流により輸送されることで遺伝子流動が生じる可能性が高いと考えられる。今回、全ての個体のハプロタイプが異なったことは、このような流れ藻への付き方や藻場への加入の仕方が関係しているものと考えられる。しかし、本研究で用いたカワハギのサンプル数は 27 個体と少ないため、さらに分析数を増やし調査・検討する必要がある。また、流れ藻随伴個体のみならず、周辺海域に生息する成魚などの DNA 分析を併せて行い、流れ藻の起源を探るうえで必要な基礎データの蓄積が求められる。他方、瀬戸内海を漂う流れ藻に随伴する優占種の一つに、カワハギと同科のアミメハギが挙げられる。アミメハギは海藻に卵を産み付けるため、同じ流れ藻についた個体のハプロタイプ構成は、カワハギとの比較においてとても興味もたれる。

今回の分析結果から、流れ藻に随伴するカワハギ稚魚のハプロタイプは全て異なったが、とくに海域の異なる因島北 (St.6) と生口島南 (St.14, 15) の集団間で違いが大きかった。このことから、海域間である程度異なる集団が流れ藻に随伴していることが推定された。しかし、同じ海域でも遺伝的に大きく異なる個体が出現したことから、流れ藻に随伴するカワハギ稚魚集団の形成には地理的な距離だけではなく様々な要因が関係していることが予想される。これを明らかにするには、瀬戸内海の複雑な潮流や孵化から随伴する前のカワハギの初期生活史などを明らかにする必要があると考えられた。

藻場は沿岸域の生物多様性を維持する上で必要不可欠である。藻場の生物多様性は藻場を構成する海藻・海草類とそこに生息する生物のつながりによって成り立っており、藻場から流出する流れ藻がそのつながりに重要な役割を果たしていると考えられる。このような観点から、今後は因島を含む瀬戸内海島嶼沿岸域の藻場に生息する生物および流れ藻に随伴する生物の DNA 多型分析と、GPS による流れ藻の移動追跡調査を行うことで、藻場生態系における生物多様性の維持と遺伝的集団構造に寄与する流れ藻の役割を解明する必要がある。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、福山大学生命工学部海洋生物科学科の金子健司教授ならびに福山大学調査船「爽風丸」船長の得能 穰技術職員にご協力頂いた。心からお礼申し上げます。本研究は、福山大学ブランディング推進のための研究プロジェクト「瀬戸内の里山・里海学」の助成を受けた。

## 文献

- 1) 吉田忠生. 流れ藻の分布と移動に関する研究, *東北海区水産研究所研究報告*, **23**, 141-186 (1963)
- 2) 吉田忠生. 流れ藻の海藻学的研究, *流れ藻—分布と生態—*, *月刊海洋*, 431-437 (2004)
- 3) 川口哲夫. 隠岐島近海におけるサンマ *Cololabis saira* (BREVOORT) の産卵について 1962 年春期北上サンマの産卵について, *日本水産学会誌*, **31**, 799-803 (1965)
- 4) 岡山水試, 瀬戸内海中央部における魚卵・稚魚の出現とその生態, *幼稚魚生態調査報告書*, 岡山県水産試験場, 岡山, 85pp (1964)
- 5) 千田哲資. 瀬戸内海におけるサヨリの産卵, *日本生態学会誌*, **16**, 165-169 (1966)
- 6) 池原宏二. 佐渡海峡水域の流れ藻に付随する魚卵・稚魚, *日水研報*, **28**, 17-28 (1977)
- 7) 山本昌幸, 棚野元秀. 瀬戸内海中央部における海上整備船が除去する稚魚とサヨリ卵, *水産増殖*, **51**, 337-342 (2003)
- 8) 青木優和, 小松輝久. 流れ藻の起源と fate—その生態・分布・輸送—, *月刊海洋*, 197-198 (2015)
- 9) 青木優和. 流れ藻葉上動物の生態, *流れ藻—分布と生態—*, *月刊海洋*, **408**, 469-473 (2004)
- 10) 千田哲資. 流れ藻と魚類資源, *流れ藻—分布と生態—*, *月刊海洋*, **36**, 438-445 (2004)
- 11) 山本昌幸, 棚野元秀, 藤原宗弘, 山賀賢一. 瀬戸内海中央部の流れ藻に随伴する幼稚魚, *日本水産学会誌*, **68**, 362-367 (2002)
- 12) 内田恵太郎, 庄島洋一. 流れ藻に関する研究・流れ藻に伴う稚仔魚—I, *日水誌*, **24**, 411-415 (1958)
- 13) 千田哲資. 隠岐島近海の初夏の流れ藻とそれに伴う幼稚魚の研究, *生理生態*, **10**, 68-79 (1962)
- 14) 庄島洋一, 植木喜美彦. 流れ藻に関する研究・流れ藻に伴う稚魚—II, *日水誌*, **30**, 248-254 (1964)
- 15) 広崎芳次. 流れ藻につく魚類の生態学的研究II, *資源研彙報*, **61**, 77-84 (1963)
- 16) 広崎芳次. 流れ藻につく魚類の生態学的研究IV, *資源研彙報*, **63**, 1-8 (1964)
- 17) 安楽正照・畔田正格, 流れ藻に付随するブリ稚仔魚の食性, *西水研報*, **33**, 13-45 (1967)
- 18) Ida, H., Hiyama Y and Kusaka T. Study on fishes gathering around floating seaweed-I. Abundance and species composition. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **33**, 923-929 (1967)
- 19) 前田一己, 竹下克一. 薩南海域におけるブリ仔の分布と出現状況等について, 天然ぶり仔資源保護培養のための基礎調査実験 (昭和 56 年度報告), *日裁協*, 1-52 (1982)
- 20) 西村照史, 伊藤宣毅. 流れ藻の生物相, 昭和 57 年度 1-6 課題研究成績報告書, *南西水研*, 187-195 (1983)
- 21) Safran, P., Omori, M. Some ecological observations on fishes associated with drifting seaweed off Tohoku coast, *Japan. Mor.Biol.* **105**, 395-402 (1990)
- 22) 山本昌幸, 藤原宗弘, 山賀賢一, 棚野元秀. 瀬戸内海中央部の流れ藻と随伴する魚類および海面清掃船の影響, *日本の流れ藻研究—II—動物との関り・東シナ海の流れ藻—*, *月刊海洋*, **437**, 791-794 (2006)
- 23) 山本昌幸, 岸本浩二, 一見和彦. 瀬戸内海における流れ藻の構成種とそれに随伴する魚類, *日水誌*, **87**, 2-10 (2021)
- 24) 原色魚類大図鑑. 多紀泰彦, 河野 博, 坂本一男, 細谷和海 (監修), 北隆館, 東京, p.1-971 (2005)
- 25) 森脇晋平, 為石起司, 齋藤寛之, 古江幸治, 若林英人. 島根沿岸の流れ藻に付随する魚類の出現特性, *島根県水産試験場報告*, **12**, 33-42 (2005)
- 26) Aquadro, C.F., Greenberg, B.D. Human mitochondrial DNA variation and evolution: Analysis of nucleotide sequences from seven individuals. *Genetics*, **103**, 287-312 (1983)
- 27) Stewart, D.T., Baker, A.J. Patterns of sequence variation in the mitochondrial D-loop region of shrews. *Mol. Biol. Evol.*, **11**, 9-21 (1994)
- 28) MvMillan, W.O., Palumbi, S.R. Rapid rate of control-region evolution in Pacific butterflyfishes. *J. Mol. Evol.*, **45**, 473-484 (1997)

- 29) Yoon M., Park, W. Nam Y. K., Kim, D. S., Shallow Population Genetic Structures of Thread-sail Filefish (*Stephanolepis cirrhifer*) Populations from Korean Coastal Waters, *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, **25**, 170-176 (2012)
- 30) Kumar, S., G. Stecher, K. Tamura, MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis Version 7.0 for bigger datasets. *Mol. Biol. Evol.* **33**, 1870–1874 (2016)
- 31) Librado, P., J. Rozas, DnaSP v5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*, **25**, 1451–1452 (2009)
- 32) 海の流れについて. <https://www.kaiho.mlit.go.jp/06kanku/news/press/press.pdf/25-02-04.pdf> (2021年8月31日閲覧)
- 33) Hudson, D.H., D. Bryant, Application of phylogenetic networks in evolutionary studies, *Mol. Biol. Evol.*, **23**, 254-267 (2006)

\*\*\*\*\*  
Annu. Rep. Fac. Life Sci. Biotechnol, Fukuyama Univ. (32), 17-23 (2022)

## **Haplotypes of thread-sail filefish *Stephanolepis cirrhifer* associated with drifting seaweed around Innoshima Island (Geiyo Islands, Seto Inland Sea)**

Kenji Sakamoto and Aya Suefuji

Department of Marine Bio-Science, Faculty of Life Science and Biotechnology,  
Fukuyama University, Fukuyama, Hiroshima 729-0292, Japan

The haplotype composition of thread-sail filefish *Stephanolepis cirrhifer* (Monacanthidae) associated with drifting seaweed around Innoshima Island (Geiyo Islands, Seto Inland Sea) was examined, and differences in the origin of the drifting seaweeds were detected through their haplotypes. Fish (27 individuals) associated with the drifting seaweeds were collected at eight stations (St.3, St.4, St.5, St.6, St.7, St.12, St.14, St.15) around Innoshima. The partial base sequence (423 bp) of the mitochondrial DNA regulatory region (D-loop) was analyzed to determine the haplotype. A total of 27 haplotypes were detected in the 27 individuals; the haplotype diversity was  $h = 1$ , and the average nucleotide diversity was 0.01465. Based on phylogenetic trees obtained by the UPGMA method, significant haplotype diversity was detected in the fish associated with the drifting seaweeds at Station 6 (Ikuchijima Island north sea area). Furthermore, results of pairwise  $F_{ST}$  analysis among all populations were 0.26316 between Stations 6 and 14 (Innoshima Island south sea area), and 0.26316 between Stations 6 and 15 (Innoshima Island south sea area), demonstrating genetic differentiation between those populations. Fish at Stations 6 vs Stations 14 and 15 are considered to have different populations because these points have the longest distances between the sites where the drifting seaweeds were collected and genetic differences were observed.

**Keywords: Seto Inland Sea, Geiyo Islands, drifting seaweed, *Stephanolepis cirrhifer*, haplotype**



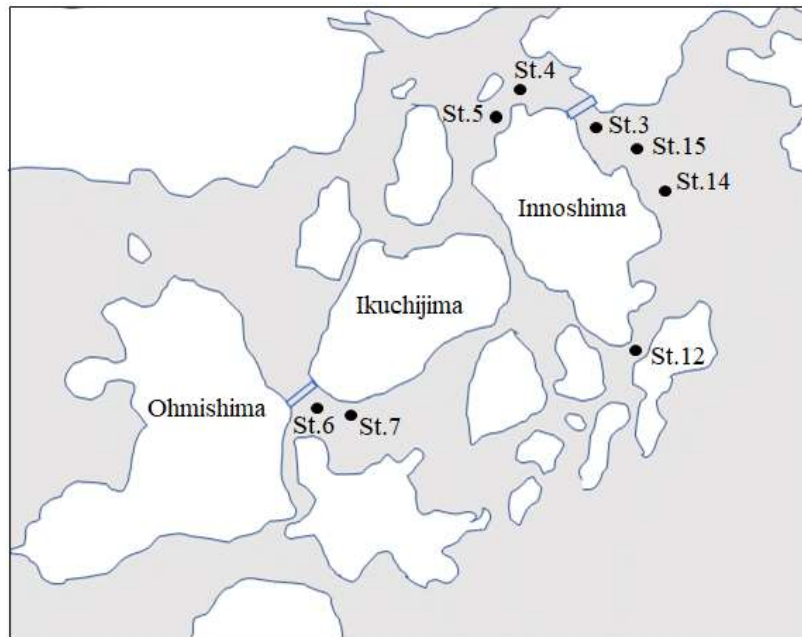


Fig. 1 Collected points of drifting seaweeds in Geiyo Islands waters, Seto Inland Sea

Table 1 Haplotype and nucleotide diversities of the the thread-sail filefish, *Stephanolepis cirrhifer* in 8 stations.

Station	Individual No.	Haplotype No.	Haplotype Diversity	Nucleotide diversity
3	1	1	1	—
4	1	1	1	—
5	3	3	1	0.01734
6	6	6	1	0.01734
7	5	5	1	0.01560
12	7	7	1	0.01317
14	2	2	1	0.00473
15	2	2	1	0.04730

Table 2 Pairwise *F<sub>st</sub>* of the the thread-sail filefish, *Stephanolepis cirrhifer* between stations.

	St.5	St.6	St.7	St.12	St.14
St.6	-0.10000				
St.7	-0.10000	0.04566			
St.12	-0.05859	0.03901	0.04670		
St.14	0.06667	0.26316	0.06522	0.08621	
St.15	0.12500	0.26316	0.11670	0.11670	0.00000

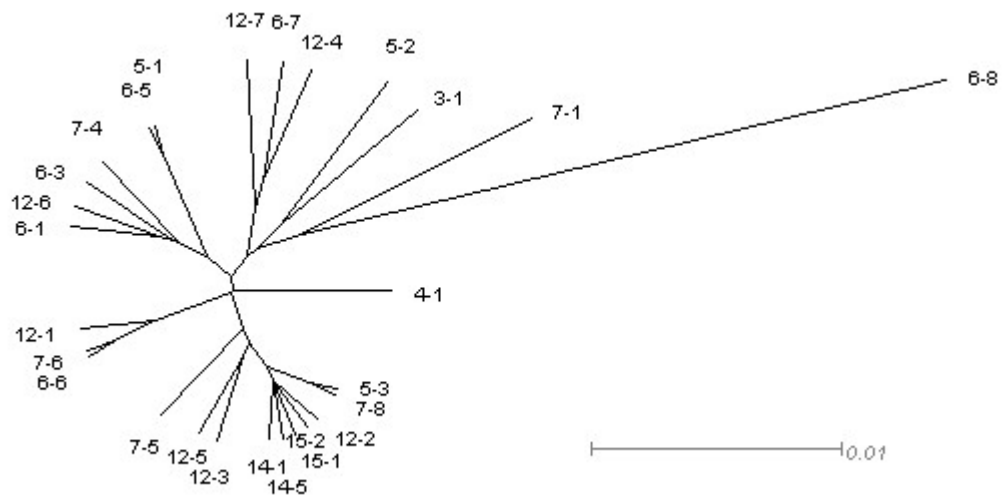


Fig. 2 **Phylogenetic** tree by UPGMA method based on 27 haplotypes detected in the thread-sail filefish, *Stephanolepis cirrhifer* from the 8 sampling stations (St.-individual No.).

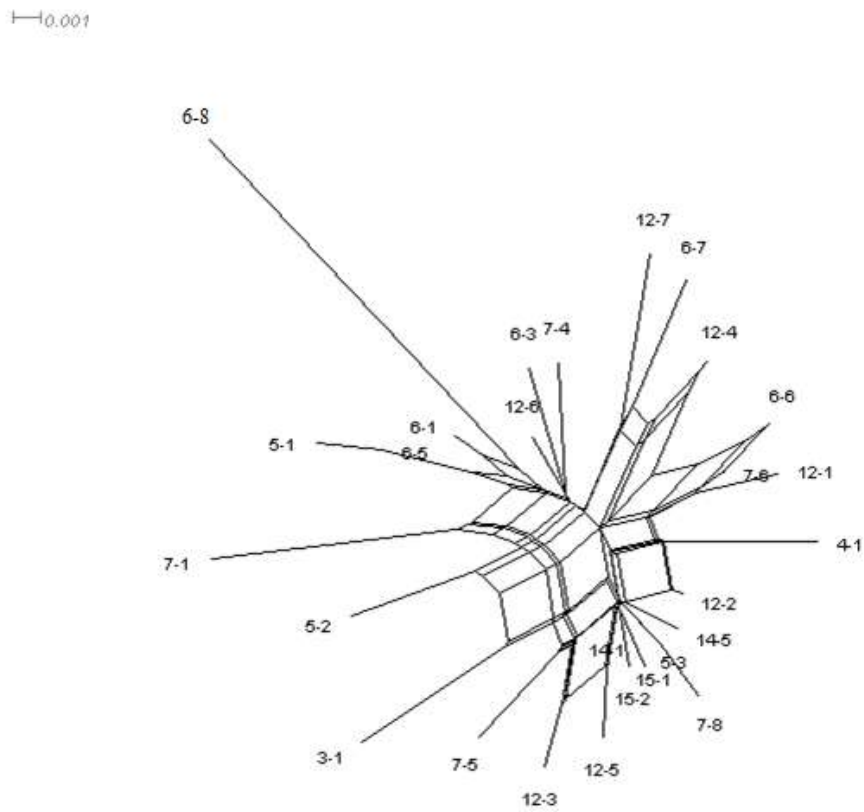


Fig. 3 **Haplotype network** based on 27 haplotypes detected in the thread-sail filefish, *Stephanolepis cirrhifer* from the 8 sampling stations (St.-individual No.).

## 令和2年度 学士研究課題

### 水族生態遺伝学研究室

広島県を中心としたサンショウウオ属の遺伝的集団構造	川手悠希
広島県に生息するアカハライモリの腹面模様と遺伝的差異	後藤茉友
アキサンショウウオとセトウチサンショウウオの遺伝的集団構造	坂口 恵
環境 DNA 分析による広島県芦田川水系の魚類相	諏訪 熙
環境 DNA 分析による広島県因島の魚類相	大海 遥
瀬戸内海芸予諸島海域の流れ藻に随伴していたカワハギのハプロタイプ	末藤彩奈
日本産トビハゼの遺伝的集団構造	中岡志おり
瀬戸内海芸予諸島海域の流れ藻に随伴していたアミメハギのハプロタイプ	福田航大

### 沿岸資源培養学研究室

ニシキゴイの卵質が健全な発育に及ぼす影響と鰓蓋部の異常	朝倉航平
天然シロギス稚魚の発育に伴う形態変化および椎骨との関係	上野修平
水族館大水槽で得られた魚卵の産卵状況の推定	内山弘之
水族館大水槽から得られた卵の飼育実験による種査定	小林雄飛
ナマズの成長・発育と共喰い現象の発現状況	近藤暖起
飼育したシロギスにおける椎骨の発達	竹内 舜
飼育したシロギスの発育と成長	中田大暉
キジハタ仔魚の浮上死防除手法が形態異常魚の発現に及ぼす影響	宮地隆太
シロギスにおける初期減耗と仔魚サイズ	村田寛和

## 水産資源生態学研究室

ドローンで観測された因島大浜海岸におけるアオサ類の堆積状況	石阪友麻
因島周辺海域におけるメバル稚魚の食性ー流れ藻と藻場の比較ー	木戸内裕紀
因島大浜海岸におけるガザミの生活史とヒメハゼの捕食の可能性	坂下 輝
瀬戸内海因島におけるヒメハゼの成長に伴う食性の変化	塩見綜一郎
流出したアマモの分解過程とヨコエビ類の貢献度	白石淑貴
因島周辺海域における流れ藻の出現状況と付随する魚類の特徴	鈴木 裕太
因島大浜の干潟に形成されるタイドプールに出現する魚類の特徴	松井大典
因島大浜海岸の落ち葉を含む打ち上げ海藻に対するヨコエビ類の嗜好性	丸山俊輔
因島周辺海域の流れ藻に付着する生物群集の形成過程	山口大輝
因島大浜海岸における冬季のクサフグの摂食生態	吉田晋弥

## アクアリウム科学研究室

飼育したミズクラゲの性成熟過程の観察	藤谷拓実
アルテミアの培養に関する研究	磯部晃平
水族館を学習施設として機能させるための検討	青山泰輔
スイゲンゼニタナゴの保全に関する啓発活動の実践	池内友樹
ミズクラゲの性分化に関する研究	井上颯太
特別支援学校と連携した水族館学習に関する研究～カニ図鑑制作を通じて～	今田実那
スイゲンゼニタナゴの啓発活動とアウトリーチ教材の開発	今津良太
餌料生物を変えたゼブラスナウトシーホース稚魚の飼育	加藤汰一
巡回展の展示評価と防災対策の展示開発	曾我貴教
斃死クロウミウマから分離された細菌の性状および薬剤感受性	

特別支援学校と連携した水族館学習～環境問題を題材として～

原いつき

ホウネンエビ湿潤卵のふ化条件に関する研究

尾藤優人

巡回展における展示評価と防災意識を高める展示開発

松尾大暉

水族館における学習プログラムの開発と館内展示のサイン計画の提案

本山耕太

附属水族館の潮汐水槽における電子POPを活用した環境展示開発

山口久瑠実

山田菜緒

### 海洋植物科学研究室

因島八重子島周辺のアカモクの *cox3* による集団解析 八重子島および大浜集団の解析

江木綾華

因島八重子島における藻場の定点調査 (2020 年度)

中村亮介

大三島宗方周辺のアカモクの *cox3* による集団解析

花木優太

因島八重子島周辺のアカモクの *cox3* による集団解析 因島中庄集団の解析

馬場泰志

因島八重子島の海藻相 (2020 年度)

森田涼太郎

因島八重子島における空撮による藻場の定量的解析

横澤 凧

## 令和2年度 修士研究要旨

### 広島県を中心とした西日本に生息するサンショウウオ属の 遺伝的集団構造と産卵生態に関する研究

水族生態遺伝学研究室 釜坂 綾

【緒言】カスミサンショウウオ *Hynobius nebulosus* は形態学的・分子系統学的研究によって9種に細分された (Matsui et al. 2019) が、その後も分類学的に再検討すべき個体群が複数報告されており (林 2020 ほか)、本種群の分類学的問題は未だ解決していない。本研究では、各種における分布変遷の解明や、適切な保全単位の設定に向け、種間の分布境界を含めた遺伝的集団構造の解明を目指した。併せて、広島県東部で側所的に生息し分布境界が不明瞭な2種 (アキサンショウウオとセトウチサンショウウオ: 以下、サンショウウオを省略) について、産卵生態の差異を検出する種判別法の開発を目指し、人工産卵床を用いた産卵特性の調査を行った。

#### 【材料と方法】

DNA 解析: ミトコンドリア DNA (mtDNA) と核 DNA マイクロサテライト (SSR) マーカーを用いて分子系統学的解析を行った。mtDNA の 16S rRNA 領域と *cyt b* 領域の各部分塩基配列から分子系統樹を作成し、種間および種内の系統関係を検討した。また、核 DNA SSR マーカーの解析では、3 遺伝子座の反復配列を用いて主成分分析を行い、集団解析と種間交雑の有無について検討を加えた。

産卵生態調査: 前年度までに繁殖を確認した地点計 8 か所【アキ 5 地点、セトウチ 3 地点】において、人工産卵床を設置した。繁殖期が終わる時期を見計って、人工産卵床の使用の有無を確認し、卵嚢が産み付けられた様子から種ごとの産卵特性を検討した。

【結果と考察】 mtDNA の 16S rRNA 領域の解析により、セトウチ種内に明瞭な 2 系統が認められた。広島県の一部と香川県の個体が同一のクレードに含まれたことから、種の成立以降、本州と四国間で遺伝的な交流があったことが示唆された。また、アキ種内では mtDNA の 2 領域ともに大崎上島個体群が単一のクラスターを形成し、さらに核 DNA の SSR マーカーにおいても大崎上島個体群に特有なアリル (対立遺伝子) が検出されたことから、アキ種内の地理的隔離を伴う遺伝的分化が認められた。

人工産卵床を用いた調査の結果、産卵の有無によってアキとセトウチは明瞭に識別され、人工産卵床による種判別の可能性を見出すことができた。さらに、アキの本土個体群との遺伝的差異がみられた大崎上島個体群では、産卵特性にも本土個体群との違いが観察された。これらのことから、大崎上島個体群はアキ種内における遺伝的差異と産卵生態の違いから、本土個体群とは区別される地域型として扱う必要があることが推察された。

## 令和3年度 博物館実習報告

### 博物館実習施設一覧

実習施設名	人数	氏名
標津サーモン科学館	1	田中 駿
碧南水族館	1	鶴田 岳登
鳥羽水族館	1	ファム ドクタイ ー
大阪市立自然史博物館	1	武田 千聡
兵庫県立人と自然の博物館	1	穴井 咲良
笠岡市立カブトガニ博物館	4	嶋田 周作 菅 美咲 二宮 颯人 三原 安貴
福山市立動物園	2	小川 さと 桑原 萌里
島根県立宍道湖自然館 ゴビウス	1	深石 晃希
虹の森公園 おさかな館	1	木原 優衣
北九州市立自然史・歴史博物館	1	米須 夏美
海の中道海洋生態科学館 マリンワールド海の中道	2	小辺 航 藤野 貴子
九十九島水族館海きらら	1	馬場 諒
大分マリンパレス水族館 うみたまご	1	中里 恒太

合計 13施設

計18名

学生番号・氏名 : 6318058・田中 駿

実 習 先 : 標津サーモン科学館

実 習 期 間 : 令和3年7月5日(月)～令和3年7月16日(金)

実習目的：標津サーモン科学館は、過去に実習を行った学生の作成した解説やポップの他、標津サーモン科学館と様々な研究機関との共同研究の結果を展示で紹介したものが多くあり、博物館の教育的活動に力を入れている。また、絶滅危惧種IB類であるイトウの河川別系統保全などの保全活動も行っている。さらに、チョウザメに歯がないことを直接実感できる、チョウザメの指パク体験など、体験型の展示も行っている。前提として、学芸員として必要な知識や態度の習得を目指し、以上のことから、業務の体験、ポップや解説板の作成を通して博物館の教育的活動について理解することを目的とした。

実習概要：毎日の作業として、朝のミーティング後には死魚の確認、モニターや館内の照明をつける開館作業を行った。基本的な作業としては、水族館内と飼育棟内の各水槽の掃除や餌やり、残餌回収を行った。その他の作業としては、パイプの選別や配管作業の補助、生物調査、トラックへの荷物の積み込みと荷物運び、観察会の下見と当日のイベントの補助、漁港採取、ベニザケの積み込みの補助、標津小学校との生物採取イベントの補助、廃棄物処理の補助などを行った。また、氷室と呼ばれる倉庫内で行っている実験の見学や水族館内で行った団体ガイドの見学をした。実習期間中には課題も出ており、実習生日記の作成とポップの作成を行った。実習生日記は標津小学校との生物採取イベントについて記事にし、標津サーモン科学館ホームページ内のブログに掲載された。ポップはハリセンボンが膨らむ仕組みについて作成し、水族館内のハリセンボン水槽の上部に展示した。

実習成果：日々の業務やポップの作成を通して学芸員として必要な知識や態度を習得できた。サクラマスの遡上観察会の補助をした際には、館内での対応とフィールドでの対応の違いを実感することができ、トラックでの荷物の運搬や廃棄物処理など、実際の業務内容について具体的な活動も理解することができた。実習全体を通しては、毎日の点検で、全ての水槽の給水、排水、エアの3つをしっかりと確認することが生物の命を守るうえで最重要であること、初心を忘れずに行動すること、作業後は一度振り返って確認することが大切であると学んだ。

感 想：標津サーモン科学館での実習で、日常の管理を行う際に大切なことを理解できた。今回学んだことは大学生活だけではなく、これから働いていくうえでも大切なことであると思うので、忘れずに心がけていきたいと思う。2週間の実習の中で、学芸員としての知識や態度だけでなく日常の中で大切なことを学ぶことができ、非常に充実した実習であったと感じている。



学生番号・氏名 : 6317063・霧田 岳登

実 習 先 : 碧南海浜水族館

実 習 期 間 : 令和3年8月17日(火)～令和3年8月22日(日)

実習目的：碧南海浜水族館は公立直営館で教育委員会所管の登録博物館として水族館を構成する役割の中でも教育に力を入れていることや新たにビオトープを併設し地域への自然に興味を持つきっかけの場所になっている。そこで、「博物館としての水族館について考えを深めること」、「展示やビオトープでの教育活動の体験」を目的とした。加えて、ネコギギをはじめとした日本産希少淡水魚の保護や展示を行っていることから、その現場を体感し、所属するアクアリウム科学研究室で行う地域生物の啓発活動への発展のための「希少生物の保全や啓発の学習」も目的とした。

実習概要：実習初日の令和3年8月17日(火)は実習のガイダンスを聞き、課題のワークシートの企画書の提出を行った。その後、館長と副館長より水族館の仕事、調査・研究、博物館を取り巻く環境、水族館の社会的役割と学芸員の仕事、生物の収集・輸送・飼育、海外の水族館、展示・情報発信の手段、について聴講した。8月18日(水)～8月20日(金)の間は、実習のメインとなる館内で使用することを目的としたワークシートについて他大学の実習生2名と班を組み作成した。作成の際には予備調査、その調査で得られた情報からのターゲットやテーマ決め、試行、館内調査と集計、改良を行い、完成させた。8月21日(土)はビオトープでのフィールド実習を行い、最終日の8月21日(日)には自分たちが作成したワークシートやその作成過程について職員へプレゼンテーションを行った。

実習成果：講義全体や館長のこれまでの経験を聴講することで自分が目指す学芸員像を明確にすることができた。また、水族館での仕事について考える際に、水族館での業務はその一つの作業のみで完結せず、次の作業に繋がっていることが分かり、目的と次の行動を常に意識しながら作業する必要があると感じた。ワークシートの作成では、現場での調査で実際に来館者の行動観察やインタビューに答えてもらうことで対象者の「リアル」を感じることが重要だと理解できた。加えて、ビオトープでの現場実習中には来館者に話しかけて興味を持ってもらうことができたと感じている。

感 想：大学附属水族館の休館が続き、一般来館者とのコミュニケーションが取れない中、実際に現場での実習をすることで私たちが想定していることと来館者の実態にギャップがあることを肌で感じることができた。また、そのギャップがあるゆえに展示やワークシートの作成には学芸員側の意図だけでなく事前の調査が重要であると感じた。学芸員として生き物だけでなくその情報や周りを取り巻く事象の仲介役として来館者に寄り添いながらもそれぞれの生き方に影響を与えることができるようにこれからも努力していきたい。

学生番号・氏名 : 6318088・ファム ドクタイ

実 習 先 : 鳥羽水族館

実 習 期 間 : 令和3年10月25日(月)～令和3年11月8日(火)

実習目的：飼育種類数日本一である鳥羽水族館で多種多様な海洋生物の飼育業務、希少生物の人工繁殖技術について学ぶこと、各コーナーやエリア、生物の水槽ごとの飼育環境や環境再現展示、種名版や解説版などから展示技術についても学ぶことを目的とした。実際に実習を行うことによって飼育員だけでなく水族館で働く人の声を聞いて視野を広げる。また、来館者と接することで学芸員に必要な対応力、コミュニケーション能力、来館者の方が興味を持ってもらえるような解説技術を習得することで、学芸員としての資質を高める。

実習概要：令和3年10月25日(月)～11月7日(火)まではAコースの海獣班を転々と回って活動した。朝のミーティング前に調餌室の準備をし、ミーティングでは疑問に思ったことを答えてもらい、飼育員の裏話など色々聞いた。その後ペンギン水槽を清掃し、イロワケイルカやスナメリの餌分けの補助を行い、スナメリの輪、ワカバに給餌した。またBYのスナメリを個体識別しながら餌をあげ、水温や残留塩素を測定した。その後セイウチショーの補助、主にショーの準備や音響を担当した。ショーの終わりにアシカ班のバケツを洗い、フラミンゴ水槽、田んぼ水槽、水草水槽の掃除、給餌をした。

実習成果：実習を通して、担当した動物の飼育技術を身につけることができた。また、動物を飼育する上で注意すべき点や動物の健康管理の方法も新たに知ることができた。個体ごとの性格を把握し、それに合わせた給餌の仕方も学んだ。また調餌室の餌分け補助では、飼育員が分けたアジやオオナゴを実習生が個体ごとに的確に重さを分け、そこではただ日々の餌を量で分けるのではなくあげる餌も生物であり、旬によって重さやカロリーも変わるため個体ごとに適切な量を上げることはとても大事なことだと学んだ。さらに給餌の時には生物の挙動を観察し、餌に対しての意欲や食べ方を記録した。以上のことから生物を健康的に飼育するうえでは観察と餌がとても重要だと学んだ。

感 想：鳥羽水族館での実習では生物にとって何がいいのか、来館者と生物二つを考え双方にとって何が最善なのかを考え行動し続けることがとても大事だと学んだ。また、実習するうえで生物に関する知識を来館者の方にどのように分かりやすく伝えるには何を知りたいのかを人によって考え対応を変えなければいけないと感じた。さらに伝えるには自分自身を知る必要があり、分からないことはすぐに聞き学ぶこと、主体性が大事だと実感した。今後は生物に関わる者として把握し、学芸員として何ができるか考え行動したいと思う。

学生番号・氏名 : 6318054・武田 千聡

実 習 先 : 大阪市立自然史博物館

実 習 期 間 : 令和3年8月17日(火)～令和3年8月21日(土)

実習目的：大阪市立自然史博物館での実習目的は二つある。一つ目は現場で働かせて頂く事で実践的な経験を積み基本的な素養を身に付ける事である。また、授業で学んだ知識を生かし、学芸員として必要とされる技術を習得し、普及教育活動を行う事で来館しただけでは見えなかった部分にも目を向け展示方法や伝え方を習得できる。二つ目は学芸員の業務と博物館運営の実態・実務を体験する事で学芸員としての役割を理解する事である。そして、これまで学んできた海洋生物の知識を深め、生物学や地史学等様々な生態や特徴について習得できる。また、大阪周辺の自然に触れ、歴史を学ぶ事で知識が身に付き、学芸員としての自覚を明確にする。以上が私の大阪市立自然史博物館の実習目的である。

実習概要：8月17日(火)は、担当者から大阪市立自然史博物館の概要の説明を聞き、その後自己紹介を行った。8月18日(水)は、学芸員から特別展についての説明を聞き、その後自然史科学分野の特別展の企画案のプレゼンテーションを行った。8月19日(木)は、学芸員から植物資料の基礎的なレクチャーと行う作業の説明を聞き、その後植物の資料のデータ入力作業を行った。8月20日(金)は、学芸員から収蔵庫、資料収集、昆虫標本についての説明を聞き、その後見つけたセミの抜け殻について、セミやその抜け殻を題材にした行事案のプレゼンテーションを行った。8月21日(土)は、貝の殻標本や解説パネルの作製を行い、その後作品の評価を行った。

実習成果：自然史科学分野の特別展の企画案とセミやその抜け殻を題材にした行事案のプレゼンテーションを通して、伝える内容を考える力、伝わりやすい資料を作る力、聞き手に伝える力を身に付けることができた。また、他の実習生のプレゼンテーションや学芸員の講評を通して、自分が考え付かなかったさまざまな考え方を知ることや学芸員の視点を学ぶことができた。植物の資料のデータ入力作業と貝の殻標本や解説パネルの作製を実際に体験したことで、必要となる知識や技術を学ぶことができた。また、解説パネルの作製では、来館者のことを考えながら作成することの大切さが分かった。

感 想：大阪市立自然史博物館での実習では、博物館で学芸員が行っていることを知ること、学ぶこと、実際に体験することができた。学芸員から特別展の企画を考えるうえで、来館者に伝えたいメッセージを明確にすること、幅広いテーマにするのではなく絞ったテーマにすること、集客につながる内容を考えることなどが必要だということ学んだ。このことから、博物館を支える学芸員の考えや思いを感じる事ができ、良い経験となった。また、今回の実習で得た多くの学びや気づきを今後の活動に活かしていきたい。

学生番号・氏名 : 6318003・穴井 咲良

実 習 先 : 兵庫県立 人と自然の博物館

実 習 期 間 : 令和3年7月24日(土)～令和3年8月7日(土)

実習目的：人と自然の博物館では隣接した公園など、身近な場所にある自然を用いて体験することができ、様々な人が参加することができる「ひとほくセミナー」において、人と自然を繋げる学習を学ぶことができる場所であると感じた。今回の実習では、地域や学校と連携を行い、学習への動機付けが期待されるような教育支援や研究活動を基にした研究員とフロアスタッフによる様々なプログラムによる学ぶことの楽しさを伝える方法や工夫・心掛けを学びたいと考えた。

実習概要：令和3年7月24日(土)には、博物館実習生共通オリエンテーションを行い、収蔵庫の見学や今後の日程の説明を鈴木研究員から受けた。7月28日(火)、29日(水)には、教職員・指導者セミナーが行われていたため、他の実習コースの実習生とともに運営補助(受付・セミナー補助等)を行った。7月31日～8月7日(土)には、午前中にROKKO 森の音ミュージアムにおいてシャーマン式生け捕りわなを設置し、ネズミの捕獲調査を行った。午後には、神戸市立森林植物園、イオンモール神戸北において捕獲したネズミやカタツムリ、ダンゴムシなどの昆虫を用いて子供から大人まで参加したイベントの補助を行った。また、多可町においてシダ植物採集を行い、後日標本作成を行った。

実習成果：教職員・指導者セミナーの運営補助を通して、時間通りにイベントを進行するために臨機応変に動くこと、受付や挨拶を行う際の話し方を身につけることができたと考える。また、セミナー見学を行った際に講師と受講者のコールアンドレスポンスがしっかりと行われていたことから、セミナーの満足度が高く実際に「学び」を楽しく行うことに関して身をもって知ることができた。イベント補助では、研究員が行っていた生物の形態や生態を説明し、生物との触れ合い方を伝えた。様々な年齢層がイベントには参加していたため、子供には目線を合わせ簡単に伝わる説明を行うなど、年齢にあった説明を行うことの重要性を学んだ。

感 想：本実習を通して、大学内の講義では経験できない調査や資料の採集・保管に関して学ぶことができた。またイベントでは、指導していただいたことを基に参加者に伝え、笑顔で帰宅していた様子や驚いた顔を見ることができ、人に伝えることの難しさを知るとともに学ぶことの楽しさを伝える経験を得ることができた。この経験を活かし、生物の魅力を楽しく伝えるための知識と技術を磨いていきたいと考える。

学生番号・氏名 : 6318046・嶋田 周作

実 習 先 : 笠岡市立カブトガニ博物館

実 習 期 間 : 令和3年9月15日(水)～令和3年10月1日(金)

実習目的：笠岡市立カブトガニ博物館は国の天然記念物に指定されているカブトガニの繁殖地の保全だけでなく、カブトガニに関する展示や生態の保護も行っている。また、展示物にはハンズオン展示やICT機器の活用などの工夫により幅広い年齢層に対して楽しく学ぶ事が出来る。さらに、子どもたちとのカブトガニ調査など、地域住民との連携が活発に進められている点から、小中学生や高校生などの対象年齢に合わせた博物館での学習を展開する手法や展示物の作成方法などの実践的な内容を学ぶことが出来ると考えた。以上のことから、学芸員として求められる資料の収集、保存などの技術だけでなく、種の保全や博物館と地域住民との連携などの実践的な知識・技術を身につけることを実習目的とした。

実習概要：博物館の業務として、開館作業・朝礼・閉館作業を毎日行った。また、海水水槽、淡水水槽で飼育している魚類への給餌と特別展で展示する昆虫への給餌作業を毎日行い、カブトガニ幼生の水替え・計数・餌やりは二日に一回の頻度で行った。その他にも、水槽掃除、ビーチコーミング、標本作製、カブトガニの折り紙、標本の防腐処理、キャプション作製、干潟での幼生調査、特別展の展示作業、仕掛けを用いた生物採集、釣りでの展示生物の採集、河川での生物・水草採集、カブトガニ繁殖地や干拓地巡り、化石採掘、化石のクリーニングを行った。また、最終日には新型コロナウイルスによるまん延防止措置が解除されたため、開館に向けた消毒・掃除作業、開館時の通常業務と恐竜公園の清掃作業を行った。

実習成果：キャプション作製を通して、対象とする観覧者を想定して、キャプション内容が一目で把握できるような文字効果や色遣い、対象とする観覧者の立場に立ち、より見やすくわかりやすい作品を製作する工夫や技術を身に付けることができた。また、水槽掃除や恐竜公園の清掃では、気持ちよく使用してもらうための心配りや博物館を維持・管理することの重要性を知ることができた。この実習を通して一番重要だと感じたことは物事をただ見るのではなく、観察することである。観察を行う事で、飼育生物の状態の把握や博物館利用者の立場に立った客観的な気づきなどの新しい視点から物を見る力が養われると学んだ。

感 想：希少なカブトガニの給餌活動や生態への知識だけでなく、天然記念物である繁殖地に関する情報や保護活動の重要性を学ぶことができた、実りのある実習であった。学芸員としてビーチコーミングや生物採集、同定、標本作製を通して、自らの手で博物館資料に変化していく過程を体験し、資料の収集や調査を行い、保存していく重要性を学ぶことができた。また、利用者の立場に立ったキャプションの作製や閉館時だからこそできる防腐処理や展示室のレイアウトなどは貴重な体験であった。

学生番号・氏名 : 6318049・菅 美咲

実 習 先 : 笠岡市立カブトガニ博物館

実 習 期 間 : 令和3年9月15日(水)～令和3年10月1日(金)

実習目的:カブトガニ博物館での実習目的は、「能動的な博物館教育を行うための工夫を学ぶこと。そして学芸員の博物館教育に対する考え方や思いを、実習を通して感じること。」である。カブトガニ博物館では化石を掘って探しあてるタッチコーナーやタッチパネルを用いたクイズコーナー、野外には海・森林・砂漠の3つのフィールドから成る恐竜公園など「遊びを通して学ぶための工夫」がたくさん施されている。この環境で、ただ生物の展示を行うだけでなく、面白いギミックや大自然を利用した博物館教育には学芸員のどのような考えや思いがあるのか、そして遊びと学びの両立についてどのような方法を用いれば実現できるのかについてじっくり考えてみたいと思った。

実習概要:開館作業・閉館作業、カブトムシ・クワガタムシの餌やりは毎日行い、カブトガニの餌やり・カブトガニ幼生の水換えとブラインシュリンプの孵化は交互に、2日に1回のペースで行った。これらのルーティン作業に加え、ビーチコーミングや水槽掃除、防腐剤の補充、化石掘り、キャプション作りなど学芸員に必要な知識や技術が学べる仕事もした。コロナ禍での実習だったので、閉館しているからこそできる体験をした。

実習成果:今回の実習を経て、学芸員には「探究心」・「収集力」・「挑戦する力」・「粘り強さ」から成る「オタク力」が必要なのだと感じた。生物に関する知識や飼育する技術ももちろん必要だが、学芸員は飼育員でありながら、エンターテイナーでもある。カブトガニ博物館の学芸員も常に情報を集め、キャプションや動画、ギミック作成に勤しみ、理想の展示のために上のオタク力を用いていた。それも、博物館に来てくれる来館者を楽しませるためである。私はこの4つの力のどれも学芸員の足元にも及ばなかった。しかし、実習を通し学芸員たちの仕事を間近で見て、そして自身で仕事を行うことで少しだけ力がついたと思う。さらにオタク力は博物館教育にも生かされていた。探求心から得た生物の面白い情報は来館者に驚きと楽しさを与え、学芸員の驚異的な収集力は見る人を惹きつけた。このオタク力で成せるエンターテインメント性こそが学びに繋がるのだと感じた。

感 想:今回の博物館実習では毎日違う体験をし、ドキドキとワクワクの連続だった。カブトガニ博物館は小さな博物館だからこそ自分たちの手で展示やキャプションを1から作っていかなければならない。これらを作る中で、「どんな見せ方をすればより学びに繋がるのか」を考えることはとても楽しく、やりがいがあった。自分たちが作ったキャプションを来館者が見ている様子を実際に見ることはできなかったが、微力ながらも博物館のエンターテインメントと教育に関わったことを誇りに思う。

学生番号・氏名 : 6318080・二宮 颯人

実 習 先 : 笠岡市立カブトガニ博物館

実 習 期 間 : 令和3年9月15日(水)～令和3年10月1日(金)

実習目的：実習を行った笠岡市立カブトガニ博物館では、カブトガニの飼育、計測管理、人工繁殖の補助から野外での個体数・産卵数調査といった保全・調査活動が行える。そのほか海水生物および淡水生物の採集、化石採集、収蔵品等資料保存に関する実習、模擬キャプションの作製や来館者への解説等の、多くの博物館業務を行うことができる。それらを自分の知識としてしっかりと身につけ、実践的なスキルにすることを目的とした。

実習概要：令和3年9月15日(水)～10月1日(金)の実習期間は本館と飼育棟の開館作業と閉館作業、2日おきにカブトガニやマルオカブトガニ、アメリカカブトガニ、特別展示の生き物、淡水水槽とタナゴ水槽、海水水槽への給餌を行った。カブトムシ、クワガタムシには毎日餌、湿度、ダニの付着の確認を行った。他にも飼育・展示業務として、大水槽の掃除、アメリカカブトガニ・マルオカブトガニ水槽の掃除、海水魚水槽の掃除、特別展示室の水槽の掃除、カブトムシ・クワガタムシの特別展示室への移動、乾燥標本・液浸標本の薬品の交換・充填作業、飼育棟の水槽設営、模擬キャプションの作製を行った。他にはビーチコーミングとそこで採集した貝の同定作業と標本化作業、カブトガニの脱皮殻の搜索、干潟でのカブトガニの搜索、化石採集、化石のクリーニングとその標本化作業、もんどりでの海水生物採集、河川生物採集、笠岡市大島漁協の見学、御嶽山での生物観察、釣りでの生物採集といったフィールドワークや標本作製作業を行った。学習活動として、カブトガニとカブトガニ繁殖地についてのレクチャーと浪形層についてのレクチャーも受けた。

実習成果：カブトガニへの給餌やカブトガニとカブトガニ繁殖地のレクチャーを通して、カブトガニの飼育技術や知識を身につけることができた。また、カブトガニ以外の魚類や昆虫など幅広い生き物の飼育管理や漁協の見学、生物観察を通して、他の生き物についての飼育管理方法や判別、同定の仕方などの知識を身につけることができた。模擬キャプションの作製では、情報を伝えるテクニックやハンズオン展示のギミックなど、非常に実用性の高い内容を学ぶことができた。

感 想：笠岡市立カブトガニ博物館での2週間の博物館実習を通して、希少生物の飼育管理や保全活動、それらを伝えるための資料を作る仕事などを行うことで学芸員という仕事の魅力を再確認することができた。自然の中の様々なものから情報の詰まった博物館資料を作製し、それらを展示することで自然と人とを繋げる役割を私も担うことができるように、より一層の努力をしていきたいと考えた。

学生番号・氏名 : 6318103・三原 安貴

実 習 先 : 笠岡市立カブトガニ博物館

実 習 期 間 : 令和3年10月13日(水)～令和3年10月28日(木)

実習目的：私は学芸員の業務、そして博物館と利用者の関わり方について知りたいと考えていた。業務については、大学の講義で学んでいたが、実際に自分でやらなければ理解できないこともたくさんあると思ったからだ。関わり方については、博物館が利用者へどのような工夫をしながら情報を伝えているのか現場で学びたいと思ったからだ。笠岡市立カブトガニ博物館では、カブトガニの保護や啓蒙活動を行っているため、目的に合った学びができると考え実習を希望した。また、カブトガニに関する知識や、フィールドを活用した活動についても実習を通して知りたいと考えている。

実習概要：実習中は、開館・閉館作業、モンドリの設置・回収、カブトガニの幼生の世話（個体数確認・掃除・給餌）、カブトガニの成体や魚類やその他の生き物の給餌をルーチンとして行った。また、10月14日(木)は大殿洲西側海岸で、10月22日(金)は三郎海岸でビーチコーミングを行い、拾った貝殻を同定した後、資料化させた。その他にも、10月19日(火)に矢掛町で化石の発掘し、クリーニングを行った。10月16日(土)と10月23日(土)には、「学芸員チャレンジ」というイベントがあり、生徒が化石を発掘する作業の手伝いなどを行った。最後のまとめとして、学芸員についてのキャプションを作成し、実習が終了した。

実習成果：実習を通して、学芸員の普段の業務を理解することができた。覚えることはたくさんあったが、任せてもらえるようになった時はとても嬉しかった。また、飼育やカブトガニに関する知識を身につけることができた。実習後半では、給餌中などに利用者から質問されることもあったが、しっかりと答えることができるようになった。また、実習中自分で考えて行動する機会が何度もあったが、自分に今何ができるのかを考えて、効率よく動くことができた。実習でできることが増えたが、人としても成長できたと思う。

感 想：笠岡市立カブトガニ博物館での実習で、情報の伝え方について理解することができた。会話をするときには年齢によって話し方を変えたり、展示ではフォントの大きさや余白の調節などで見え方が変わることを知り、情報の伝え方にも様々な工夫があることを知った。また、様々なことに興味を持ち、楽しみながら働く重要さを知った。少しでも可能性があることは調べ、挑戦することで、何かに生かせるチャンスに繋がるのだということを学んだ。今後は、実習を通してできるようになったことや、学んだことをしっかり生かせるよう行動していこうと思う。



学生番号・氏名 : 6318018・小川 さと

実 習 先 : 福山市立動物園

実 習 期 間 : 令和3年10月15日(金)～令和3年10月28日(木)

実習目的：福山市立動物園の基本理念である「人と動物とのふれあいを大切にする」「動物を見る、学ぶ、守る、調べるなど社会教育の場とする」が私の考えている博物館教育の目標である「人と動物を繋ぐ存在になる」に近いこと、多くの家族連れの方が来園していること、動物との距離が近いことから、福山市立動物園での実習を希望した。そして、展示の構想を行うことで、人と動物を繋ぐ存在になるために私に足りない部分は何か、教育普及に向けた活動を現場で行う際に必要なものは何か、今後の学習において重点を置くべき部分はどこかを知ることが目的とした。

実習概要：令和3年10月15日(金)～10月21日(木)まではサバンナゾーンでアミメキリンとハートマンヤマシマウマを中心に担当し、それ以降の10月22日(金)～10月28日(木)の間は、走鳥類、ふれあいゾーンでダチョウや小動物を中心に担当した。また、10月17日(日)～10月28日(木)の間は、午後にアミメキリンについての展示作成を行った。実習内容は、動物たちの放飼、寝室の掃除、餌の準備、放飼場の掃除を主に行うとともに、イレギュラーにテンジクネズミのシャンプーやミゼットポニーの手入れ、アミメキリンのトレーニングを行った。

実習成果：すべての日程で飼育員の作業の手伝いをしたことによって、実際働く際の仕事をすることができ、トレーニングや手入れを行うことで、動物の変化に気づくとともに信頼関係の構築、個性の把握ができるということを知った。また、展示作成においては学芸員の方から指導していただき博物館のありかたを再度知ることができ、博物館における展示は信頼のできる参考文献を見つけ、正しい情報を伝えるまでに留め、自分で考えるきっかけとなるようにすることが大切だということ学んだ。そして、展示作成の際には、コンセプトやゴール、展示内容について全体像を最初に詳しく考えてから取り掛かることが大切だということを知ることができた。

感 想：実習の最初の方は自分に知識がなく、質問をすることが多かったり、覚えることが多かったりした。もっと勉強してから参加するべきだと感じた。日が経つほどに作業内容も覚えてスムーズに進めることができ、個体の見分け方やその子の個性、表情がわかるようになって嬉しかった。展示作成は初めて取り組んだため、表現方法や言葉の選び方が難しく作成に手間取ったが、期間内に完成させることができてよかった。

学生番号・氏名 : 6318036・桑原 萌里

実 習 先 : 福山市立動物園

実 習 期 間 : 令和3年10月22日(金)～令和3年11月4日(木)

実習目的：動物それぞれの魅力を引き出す展示や私生活で見ることのできない姿を見てもらうこと、社会教育の場として動物園がどのように運営しているかを知ることがを目的とした。また、実習期間に知識をつけ、来館した人に一つでも多くの知識を持って帰ってもらうために笑顔で対応することを基本とし、飼育方法や展示方法をわかりやすく説明できるようにすることを目標にした。そして、動物をありのままの姿で来館者に届けることや動物を大切にしている場で、多くの人に来て良かった、また行きたいと思ってもらい一人でも多く影響を与えられるような役立つ人になりたいと考えた。

実習概要：令和3年10月22日(金)と10月27日(水)～10月30日(土)にサルゾーンとペンギンゾーンを担当した。10月23日(土)～10月25日(月)までと10月31日(日)～10月4日(木)は爬虫類ゾーン、フライングケージを担当した。これらは主に午前、飼育作業を中心に行った。サルゾーンでは、餌やり・掃除・調餌。ペンギンゾーンでは、餌やり・掃除を行った。爬虫類ゾーンでは、餌やり・掃除・調餌を行った。フライングゾーンでは、餌やり・掃除・調餌を行った。午後は、最終日に展示したペンギンの展示物の作成をした。

実習成果：実習を通して、動物を世話することの大変さを改めて感じる事ができ、動物のために働く仕事にもっと貢献していきたいと思った。動物は人間と話せないため体調管理や餌のことを飼育員がいち早く気づかないといけない状況を当たり前のように行うことができている姿に尊敬を覚えた。同じ種でも色々な性格があり、数多い中1頭ずつ覚えて動いている姿は見習いたいと思った。力仕事が多く、8kgのアジが入ったバケツや水圧の強いホースを持って動くこともあり、遅れを取らないよう日々気を抜かず頑張った。移動時間や空き時間には、学んだことのメモを取り、ノートにまとめ多くの知識を取り入れた。

感 想：動物園の知識が少ない中行った実習で、不安も多かったが、わからないことを質問したら優しく教えてもらうこともあり、とても良い環境だった。動物も多くいたが1頭ずつ名前や特徴を教えてもらった。爬虫類が一番飼育するのが大変なイメージがあったが、餌の好き嫌いや性格が他の動物と変わらなく、爬虫類と動物の差を感じることはなかった。反対に、鳥類の方が、警戒心が強く掃除をするときはとても気をつけて行った。ペンギンの展示作成を行い、あまり知らなかったペンギンの生態について本でも学ぶことができ、学芸員からの豆知識などを知ることができ、楽しかった。年間を通して展示するとの予定であるため気合を入れて作成することができ、自分も満足するものができた。

学生番号・氏名 : 6318089・深石 晃希

実 習 先 : 島根県立宍道湖自然館 ゴビウス

実 習 期 間 : 令和3年11月17日(水)～令和3年11月23日(火)

実習目的: 今回の実習では学芸員の普段の業務を学ぶだけでなく、今の学芸員が果たすべき教育や活動、これからの水族館に求められることについて学びたいと考えた。そこで、実習中にスポットガイド作成・実施を通して、学芸員の業務である解説、資料作成を学ぶほか、来館者とコミュニケーションを通して学芸員に求められること、今の自分が学芸員としてどこまで活動できるか学ぶことを目的とした。環境修復作業の実習では調査方法だけでなく、学芸員としてどのような目線で調査すべきか、結果をどのように情報共有すべきか学ぶことを目的とした。

実習概要: 令和3年11月17日(水)はオリエンテーション、飼育展示業務、環境修復事業を行った。飼育展示業務では主にバックヤードの水槽掃除、各水槽の水槽掃除、調餌、給餌、イベントの見学を行った。環境修復事業では、ゲンゴロウの種の同定、サンインコガタスジシマドジョウ、ゲンゴロウの飼育管理を行った。令和3年11月18日～11月21日までは開館作業、飼育展示業務、スポットガイド資料作成・実施、飼育係とおきの話見学を行った。開館作業では見回り、朝礼などを行った。スポットガイド資料作成・実施ではカワヒガイを題材とした小学生向けの資料を作成した。また、実施後は振り返りを行った。

実習成果: 環境修復事業を通して、希少生物を繁殖させる上での飼育技術、注意点を学ぶことができた。飼育展示業務では飼育技術を身につけることができた。給餌では水槽ごとに使用する餌の種類、量が異なるため、生物に合わせた飼育を行うことが大切だとわかった。また、飼育する上での注意点を学ぶことができた。水槽ごとに掃除道具などを自作することで、作業効率をあげ経費も安く抑える工夫を学ぶことができた。スポットガイドでは対象とする年齢層に合わせた内容を制作すること、興味のない人に興味を持ってもらう工夫について学んだ。

感 想: ゴビウスでの実習を通して、博物館としての水族館の重要性を学ぶことができた。スポットガイドでは生物に興味のある人だけでなく、興味のない人も対象と考え、常に聞き手側の気持ちを考える必要があると学んだ。また、スポットガイドを実施することで、来館者からの問いかけをうまく拾い対応するといった、コミュニケーション能力や、質問に正確に返答するための知識を身につける必要があると感じた。実習を通して、自分のできること、身につける能力について学ぶことができた。

学生番号・氏名 : 6318034・木原 優衣

実 習 先 : 虹の森公園 おさかな館

実 習 期 間 : 令和3年10月18日(月)～令和3年10月31日(日)

実習目的：虹の森公園おさかな館を実習先として希望した理由は、クイズラリーやビンゴ、中学校や小学校向けのプログラムの考案など、環境教育プログラムが豊富であった点にある。それらのことから、学芸員としての技術や在り方を実践的に習得すること、また、講義だけでは得ることのできない、より詳しい水族館での活動を知ることをおさかな館での実習の目的とする。

実習概要：令和3年10月18日から実習を開始した。毎日の作業として開館作業（点灯、水温、館内の見回りをしながら汚れの多い水槽や死魚の確認）、死魚の回収、水槽掃除、調餌、給餌を行った。餌はアルテミアや配合飼料のほかに解凍したオキアミ、赤虫、アジ、ペンギン専用の餌であるイカナゴをその時の生物や餌の状況を見て与えた。カエルなどにはコオロギを与えた。基本実習は8時30分から17時まで行い、昼に1時間ほど休憩をはさんだ。毎日の作業に加え、10月19日、24日、30日には逆洗を行った。28日には養殖場で卵を取り終えたアマゴを受け取り、内臓などの処理をして冷凍保存した。のちにアマゴはカワウソやワニに餌として与えた。20日には水槽のレイアウト変更や魚の搬入を行うこともあった。29日には小学校から児童が来館し、クイズラリーを行ったためその補佐をした。他にもペンギンスペースの掃除や来館されたお客様に解説をした。実習期間でクイズラリーに使うクイズを30問ほど考えて提出した。

実習成果：おさかな館での実習の結果、一つ一つの行動の意味や必要性をより深く知ることができた。例えば水合わせや水足し、逆洗など、どういう仕組みで何のために行うのかを教わった。これらの経験と知識を帰ってからでも忘れず、大学付属の水族館での活動に活かしている。実習の中でクイズを作成したが、この際も種名板やポップからその場で調べて答えることができる内容であることを意識した。ポップや種名板から自力で調べることができるようなクイズを作成することで、来館者が自然と水槽周りのポップ等に目を向けるような工夫が見られ、参考にしたいと思った。

感 想：おさかな館での実習で、私がなぜ水族館での活動にこだわるのか、自分に足りないものは何なのかを明確にすることができた。小学生が来館した際、一緒に回ってクイズのヒントを与えたり、解説したりすることにやりがいを感じた。また、屋外から遠くにある水槽の亚克力面を、柄の長いスポンジで掃除した。この時、私の課題が体力のなさや細かいところへの気配りであることに気が付いた。今回の実習で学んだことを胸に、これからの活動を頑張っていきたい。

学生番号・氏名 : 6318041・米須 夏美

実 習 先 : 北九州市立自然史・歴史博物館

実 習 期 間 : 令和3年8月3日(火)～令和3年8月14日(土)

実習目的：博物館実習を行う上で、学芸員がどのような点に気を付けて資料を扱っているのか、来館者にはどのような対応が求められるのかなど、大学の授業だけでは分からない実践的な内容を学ぶことに重点をおいた。また、博物館にはなくてはならない資料に直に触れることで、感覚的な表現ではない根拠に基づいた言葉で来館者へ伝えられるようにすることを目的とした。実習を受け入れていただいた北九州市立自然史・歴史博物館は(以下「いのちのたび博物館」とする。)は化石や剥製での保存に加えて、生態展示も行っていることから、資料に合わせた管理や飼育の仕方、説明の方法を学ぶことも目的とした。

実習概要：8月3日はオリエンテーションと館内見学を行い、4日は昆虫標本取り扱い、5日は甲殻類標本管理、6日は古脊椎動物標本取り扱い及び岩石・鉱物取り扱い、7日は脊椎動物標本取り扱い、10日は情報端末・広報活動について、11日は鳥類標本取り扱い、12日は古無脊椎動物標本取り扱い、13日は植物標本取り扱い及び化石標本取り扱い、最終日の14日は魚類標本取り扱いを体験した。上記のように実習期間中は毎日異なる分野の作業を体験した。

実習成果：10日間の実習の中で目的としていた資料に合わせた管理や飼育の方法を学ぶことができた。いのちのたび博物館は幅広い分野を網羅した全機能型博物館であるため、資料によって保管する部屋や収納の仕方が細かく決められていた。長い時を経て保存されていた「モノ」に改めて名前を付け、その存在を確認していく中で、博物館の資料として受け入れる過程を理解することができた。また、館内に設置している情報端末の使用頻度を調査する実習を行ったことで、来館者と博物館の関わり方を考える際の新たな視点を得ることが出来たのも実習の成果だと考えている。

感 想：いのちのたび博物館での実習を通して、学芸員に求められる素質について身をもって学ぶことができた。博物館に行っても資料を見ることが目的であるため、学芸員が普段どのような仕事をしているのかは想像しにくい。しかし、実習を体験したことで個性あふれる学芸員が1つ1つこだわって展示を考え、常に地域へ情報を提供している場面に出会えた。特に印象に残っているのは、昆虫標本取り扱いの実習を行っていた時に隣住民から電話がかかってきたことだ。その内容は家の近くにハチがいるのだが種類が分からず怖いというもので、それに対して学芸員は状況を見に行けないことを踏まえて丁寧に対応していた。ここから、一方的な知識の提供ではなく、身近に感じてもらえる存在になることで、長期にわたって求められ続ける人材になる重要性を一層強く感じた。

学生番号・氏名 : 6318040・小辺 航

実 習 先 : 海の中道海洋生態科学館

実 習 期 間 : 令和3年9月1日(水)～令和3年9月14日(火)

実習目的：海の中道海洋生態科学館は「九州の海」をコンセプトとして、主に九州近海に生息している生物を展示している。特に教育活動に力を入れており、展示のほか、様々な手法の教育プログラムを実施している。また、SNSでの情報発信やアプリケーションを活用した展示解説を行い、来館者が展示生物の情報を得やすくなるように工夫されていると感じた。以上のことから、今回の実習の目的は、博物館で行っている教育活動について、学芸員のとるべき行動について、生物とどのように接しているかについてそれぞれ学ぶことを目的とした。

実習概要：令和3年9月1日(水)～9月14日(火)までの実習で、9月8日は休みであった。1日目と4日目は海の中道海洋生態科学館が博物館として行っている教育活動や、企業としての運営について学ぶ座学を行った。現場実習は2班に分かれて行動し、私は2日目と3日目に魚類課、9日目と10日目に海洋動物課で現場実習を行った。5日目から7日目の3日間は来館者調査として、水族館に来館した方に質問しその結果をまとめた。11日目からは特別展の企画を行い、最終日には企画のプレゼンテーションを行った。

実習成果：13日間の実習を通して、水族館が社会教育施設として様々な手法の教育活動を行っていることを知ることができた。また、地域住民への理解を得るための活動として、海岸清掃などの活動を行い、水族館として、信頼を得ることが必要であることを理解できた。魚類課では、飼育している生物を長期間、よい環境で生活してもらうために、些細な行動の変化に注意し、病気の恐れがあれば、治療を試みることが大切だと学んだ。海洋動物課では、海獣類を飼育する上でハズバンドリートレーニングの重要性を理解し、同じ哺乳類としてどのような接し方をすべきか、また、個体ごとに合わせた飼育を行うことが大切だと分かった。

感 想：海の中道海洋生態科学館での実習で、水族館で働いているスタッフは、飼育している生物に対して、より長く健康に生活してもらえよう環境作りを行っていることを学んだ。また、飼育スタッフの生物についての考え方、接し方を学ぶことができた。今回の実習で最も印象に残っていることは、水族館を運営するために利益を得ることは必要だが、水族館周辺に住んでいる地域住民への理解を得るために海岸清掃活動を行い、水族館が社会教育施設として信頼を得ることが大切だと学んだ。この信頼を得る活動は海の中道海洋生態科学館が教育活動を積極的に行うために重要なことであると知ることができた。

学生番号・氏名 : 6318091・藤野 貴子

実 習 先 : 海の中道海洋生態科学館

実 習 期 間 : 令和3年9月1日(水)～令和3年9月14日(火)

実習目的：海の中道海洋生態科学館には幼い頃からよく訪れ、水族館で働きたいという夢を持つきっかけとなった水族館である。海の中道海洋生態科学館では、海の中道海浜公園内に水田等のビオトープを作成し、環境保全と教育活動を行う「いのちの池プロジェクト」を行っている。そこで、この「いのちの池プロジェクト」を調査・研究・保全活動・教育活動の場としてどのように活用していくかを学ぶと共に、学芸員として働く上での必要な知識や技術を身につけることを実習の目的とした。

実習概要：9月1日と9月4日には、講義を行い水族館の役割や仕事内容、営業戦略などについて学んだ。9月2日～9月3日には、海洋動物課のイルカチーム・アシカチーム・海獣アイランドの3か所で現場実習を行った。9月5日～9月7日には入館者調査を行い、最終日にレポートを提出した。私たちのチームでは、入館者が解説板を読んでいるか、解説板はどのような効果を与えるかを調査のテーマとした。9月9日～9月10日には、魚類課の大水槽チーム・3階チームで現場実習を行った。9月11日～9月14日には、9月5日～9月7日で行った入館者調査の結果・考察をもとに特別展の企画を行い最終日にプレゼンテーションを行った。私たちのチームでは、バイオミメティクスをテーマとした特別展を企画した。

実習成果：現場実習では、海洋動物はショーなどを通して直接動物たちと一緒に魅力を伝え、魚類は展示のレイアウトや解説板を通して間接的に魅力を伝えていることを学んだ。また、海洋動物と魚類の飼育をするうえで共通して大切なことは、観察することである。言葉が通じず弱った部分をみせない生き物に対して、普段からの観察と信頼関係が大切だと学んだ。来館者調査では、解説板を読んでもらうには位置や文字の大きさ、写真・イラストが大切になることが分かった。また、来館者のほとんどは水族館をレクリエーションの場として訪れ、解説板より生き物を通して興味関心を得ていることが分かった。企画展示では、テーマに沿ってどのように伝えていくか（展示するか）も大切だが、ストーリー性を持たせ最後にどのような持ち帰りメッセージを伝えたいかを考えることも大切だと学んだ。

感 想：展示は、お客様にどのような情報を伝えたいか、どのような方法で興味を持ってもらうかなど学芸員の工夫一つで変わるのでとても面白いと感じた。これからどこか外に出た時は、情報の伝え方や見せ方にもっと目を向けていこうと思った。現場実習では、生き物を常に観察し、何が普通なのかを知っておくことや、学芸員（飼育員）の間での情報共有、協力が大切であると感じた。これから、生き物にも人にも思いやりある行動をとっていきたい。

学生番号・氏名 : 6318083・馬場 諒

実 習 先 : 西海国立公園 九十九島水族館海きらら

実 習 期 間 : 令和3年10月12日(火)～令和3年10月25日(月)

実習目的：海きららでは、常設展示に加え、イルカショーを始めとする、大水槽での「パクパクウォッチング」などの来館者に、海の生き物のことについて興味を持ってもらえるようなイベントがあり、海の生き物をさまざまな視点から海の生き物を知ろうとするきっかけ作りを提供する工夫が感じられた。以上のことから、日頃心掛けていることや来館者に、海の生き物に興味を持ってもらうきっかけ作りのためのイベントを考える上で大切にしていることについて学ぶこと。また、現在のコロナ禍である状況での対応と対策や来館者に提供できるイベント、その時に注意していることについても学ぶことを目的とした。

実習概要：令和3年10月12日(火)～10月14日(木)までは施設管理課で機器類の点検などの毎日のルーティン作業の実習を行なった。10月15日(金)～10月18日(月)の間は、国立公園である九十九島の自然などの情報を発信しているビジターセンターでシーカヤックイベントの準備や手書きパネルの作成などの実習を行なった。10月19日(火)、10月20日(水)、10月24日(日)は、イルカショーの手伝い、餌の準備などの実習を行なった。10月21日(木)、10月23日(土)、10月25日(月)はクラゲの餌の準備、水換えなどを行ない、魚類の方では、イベントの餌やりを担当し、その後各展示水槽の餌やりを行ない、閉館作業を行なった。

実習成果：さまざまな部署での実習を通して、水族館で飼育している海の生き物の飼育方法だけではなく、施設管理課やビジターセンターの仕事などについて知る事ができた。そして、海の生き物を飼育する上で注意すべき点や日頃気にかけていることなどについて学ぶことができた。イベントに参加して、イベントを行なうまでの念入りの計画や準備が大切であることや各スタッフがそれぞれの役割を行なうことで成り立っていることを学ぶことができた。また、臨機応変に対応することの大切さも知流ことができた。コロナ禍では、出来るだけ触らずに伝わるような工夫やSNSを利用して情報を配信する工夫などを行なっていることを知ることができた。

感 想：海きららでの実習で、来館者に、海の生き物に興味を持ってもらうきっかけ作りのためのイベントを成功させるためには、まず自分が楽しんで解説などを行ない、自分が持てる力を全て出し切ることが大切だと感じた。ただし、これは教わったことだが、「どんなに説明しても少ししか記憶に残らないこともある。でも少しでも残っていれば、調べたり、また訪れようと思ったりと、きっかけ作りになる。」と聞き、感銘を受けた。



学生番号・氏名 : 6318069・中里 恒太

実 習 先 : 大分マリンパレス水族館 うみたまご

実 習 期 間 : 令和3年10月16日(土)～令和3年10月22日(金)

実習目的: うみたまごでは「楽しく学ぶ」「動物と仲良くなる」というコンセプトがあり楽しむという経験を重視している水族館である。私は水族館が楽しい施設であること、来館者に水族館や生き物に対して楽しいと感じてもらえるような学芸員になりたいと思った。また卒業研究では小学校と附属水族館の連携教育を行っており子どもたちに物事を伝えるためにはどんなことが必要なのかを考えるようになった。以上の事柄に加えて、「生き物の近さ」を特徴としていることや「あそび一ち」といった他にはない施設から、「伝える」為に必要なことを学ぶことを目的とした。

実習概要: 令和3年10月16日(土)～10月18日(月)までは鯨類、それ以降の10月20日(水)～10月22日(金)の間は鰐脚類に配属された。前半の3日間をあそび一ちでの監視を兼ねた子どもたちの対応、イルカショーやペンギンとトドの餌やり、体調不良のハナゴンドウへの処置を見学した。後半の鰐脚類では餌の仕分けやショーの準備、コツメカワウソの小屋の掃除、セイウチ・トド・アザラシのショーや餌やりの見学を行なった。

実習成果: うみたまごは「生き物との近さ」を特徴としており、飼育員が来館者とどのように接しているか、ショーなどではどのようなことに気をつけているかを学んだ。鯨類ではカセイルカのふれあい体験の練習として、自分が体験者役になり飼育員の普段の取り組みを間近で見ることができた。初めに質問をいれてそこから本題に繋げていくことや反応を予測して話を進めていくといったことを行っていた。あそび一ちでは未就学児や低学年の児童に対してどのように接していくべきかを実際に体験することで学んだ。体調不良のハナゴンドウに関して何が原因か、どのような対処をしているかを学ぶことができた。鰐脚類では生き物に対しての接し方や楽しませることについての心構えなどを聞くことができた。鯨類、鰐脚類共に個体ごとの特徴を把握して、それぞれ対応していくことの大切さを感じた。

感 想: うみたまごでの実習では、飼育員と生き物と接していく中で伝える為に必要なことのヒントをたくさん見つけることができた。水族館側と来館者側のコミュニケーションが非常に大切だと感じた。実際に経験することで気付くことができたことも多く、今後の活動でもすぐに活かすことできる内容もあり非常に貴重な体験となった。また自分の思いや考えを明確にして伝えることができるようにすることの大切さを痛感した。今回の実習では目的や学びたいことを明確にできたからここまで学びの多い実習にできたのだと思う。実習を通じて学んだことを忘れず、学芸員としてさらに成長していきたい。

# 使用海水温測定結果

小田原裕子

福山大学生命工学部海洋生物科学科  
(Department of Marine Bio-science, Fukuyama University,  
Fukuyama, Hiroshima 729-0292)

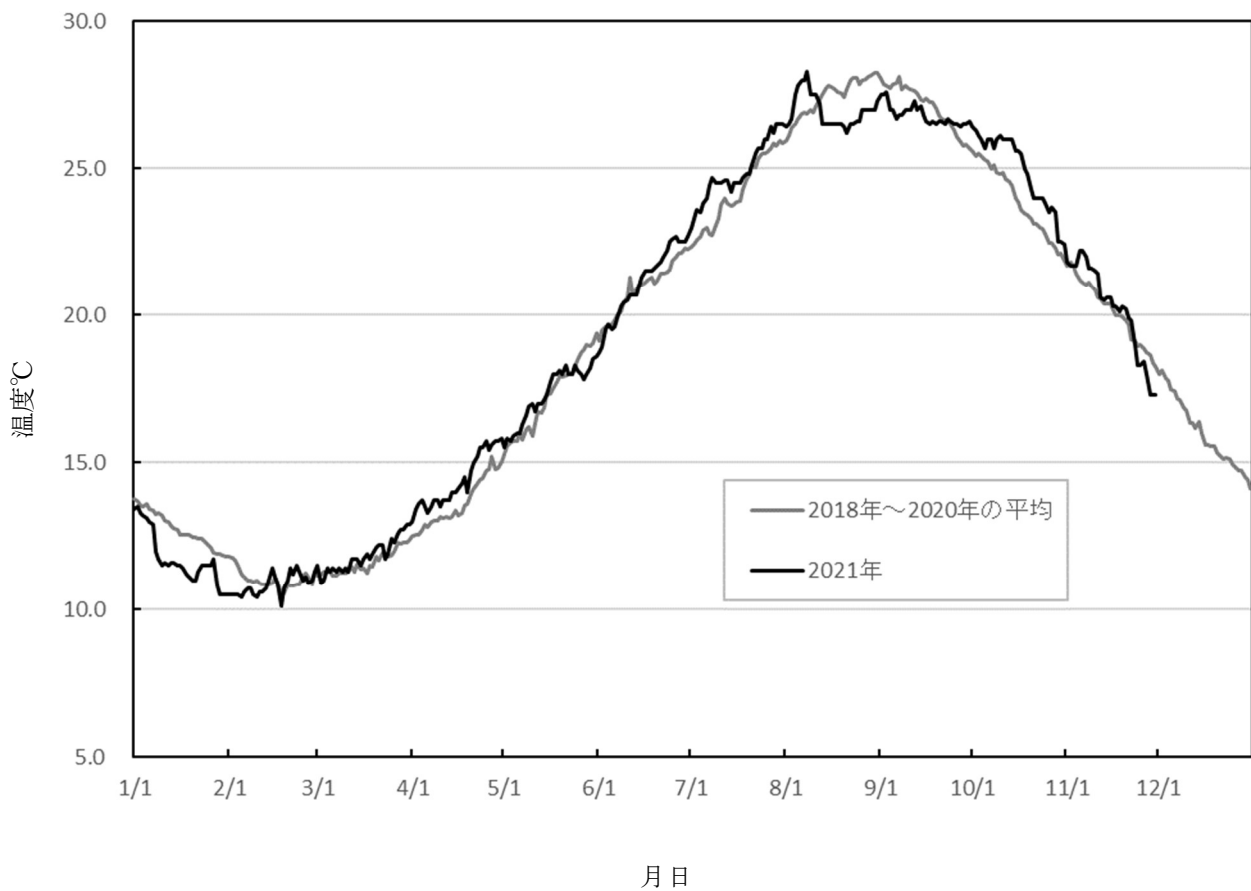


図 1. 2018～2021 年における使用海水温の周年変化

2018年1月1日から2021年11月30日までの使用海水温を毎日測定し、取りまとめた。なお、水温は午前中に施設内で常に注水されている箇所にて測定した。

図1に2018年から2020年における水温データの平均と2021年における水温データの概要を示した。

過去3年の平均、2021年ともに最低水温は2月であり、最高値は8、9月に示された。

表1. 各月ごとの平均水温

		平均水温							
		2018年		2019年		2020年		2021年	
1月	上旬	11.8	12.8	13.1	13.7	13.4	13.9	11.7	12.8
	中旬		11.7		13.1		13.3		11.4
	下旬		10.9		12.6		12.9		11.1
2月	上旬	9.8	10.0	11.6	12.3	11.6	11.7	10.8	10.5
	中旬		9.6		11.3		11.6		10.8
	下旬		10.0		11.3		11.6		11.2
3月	上旬	10.8	10.4	11.8	11.5	12.1	11.7	11.8	11.3
	中旬		10.8		11.6		11.9		11.7
	下旬		11.3		12.3		12.6		12.4
4月	上旬	13.4	12.7	14.0	12.8	13.5	13.0	14.4	13.5
	中旬		13.0		13.6		13.4		14.1
	下旬		14.5		15.5		14.0		15.5
5月	上旬	17.0	15.5	17.7	16.1	17.1	15.8	17.3	16.2
	中旬		16.7		17.9		17.1		17.5
	下旬		18.6		18.9		18.3		18.2
6月	上旬	20.8	19.8	20.8	19.8	21.2	19.9	21.1	19.7
	中旬		20.8		21.0		21.4		21.2
	下旬		21.7		21.6		22.2		22.4
7月	上旬	25.0	23.2	23.9	22.4	23.7	22.8	24.9	23.9
	中旬		24.8		24.0		23.4		24.6
	下旬		26.9		25.1		24.7		26.0
8月	上旬	27.8	27.2	27.3	26.7	27.2	25.9	27.0	27.4
	中旬		27.6		27.9		27.1		26.7
	下旬		28.4		27.4		28.3		26.8
9月	上旬	26.6	27.2	27.1	27.4	27.6	29.0	26.8	27.1
	中旬		26.6		27.6		27.7		26.8
	下旬		26.1		26.3		26.2		26.5
10月	上旬	23.7	24.7	24.4	25.9	23.6	25.0	24.9	26.0
	中旬		23.8		24.4		23.7		25.5
	下旬		22.6		23.0		22.1		23.4
11月	上旬	19.9	21.2	20.3	21.6	20.2	21.1	20.2	21.8
	中旬		20.0		20.6		20.1		20.5
	下旬		18.6		18.8		19.3		18.4
12月	上旬	16.0	17.4	16.0	17.2	16.1	17.7	—	—
	中旬		15.6		15.9		16.1		—
	下旬		14.9		15.0		14.5		—

表1に各年における各月及び旬ごとの平均水温を示した。

月の平均値で高水温だったのは2018年(27.8℃)と2019年(27.3℃)、2021年(27.0℃)は8月であったのに対し、2020年は9月に27.6℃と最も高い値を示した。1ヶ月を上旬、中旬、下旬で分けた場合、2018年は(28.4℃)8月下旬、2019年(27.9℃)は8月中旬、2020年(29.0℃)は9月上旬、2021年(27.4℃)は8月上旬が最も高かった。

一方、月平均値で低水温だったのは2018年(9.8℃)、2019年(11.6℃)、2020年(11.6℃)、2021年(10.8℃)ともに2月であった。1ヶ月を上旬、中旬、下旬で分けた場合、2018年(9.6℃)は2月中旬、2019年(11.3℃)、2020年(11.6℃)は2月中旬～下旬、2021年(10.5℃)は2月上旬が最も低かった。

2021年は、低水温の期間が長かったこと、高水温のピークが8月上旬と例年より早かったこと、10月の水温が例年より高かったことが大きな特徴と言える。

## 令和3年 プレスリリース

### 中国新聞

令和3年

- 8月11日(水) 「魚の成長 顕微鏡でじっくり」
- 9月20日(月) 「大学発 海の生き物学ぼう 尾道で展示 ワークショップも」
- 11月12日(金) 「海洋ごみ減らそう 因島の児童環境学習」
- 12月1日(水) 「オニオコゼの稚魚放流 福山大学生が因島で人工ふ化」

### 山陽新聞

令和3年

- 11月17日(水) 「里山生き物マップ作ろう 教材、生態系知る材料に 堂々川周辺で福山大生」
- 11月25日(木) 「海の生き物魅力紹介 福山大因島キャンパス」

### 毎日新聞

令和3年

- 12月1日(水) 「オニオコゼの宝庫に 福山大生3人 稚魚5000匹を放流」

### 尾道新聞

令和3年

- 11月28日(日) 「養殖のオニオコゼ稚魚尾道近海3カ所に5千尾放流」
- 11月13日(土) 「多様性ある瀬戸内の環境 福山大学の研究所で海辺教室を」

### RCC テレビ

令和3年

- 11月18日(木) イマナマ! 「シロギスのおいしさタグ開発」
- 12月3日(金) イマナマ! 「オニオコゼの稚魚を放流」

### NHK テレビ

令和3年

- 11月11日(木) お好みワイドひろしま 「海に親しみ大切さ学ぶ ふるさと海辺教室」

### 広島テレビ

令和3年

- 12月26日(日) 「きっといつかの男旅～パパタレ2人でしまなみロケハンめぐり!??～」

### ちゅぴCOM おのみち

令和3年

- 11月17日(水) 「因島南小 ふるさと海辺教室」

### FMふくやま

令和3年

- 9月29日(水) イブニングステーション 「巡回展 海のめぐみをいただきます!展」

軽井沢FM

令和3年

12月25日(土) 軽井沢ラジオ大学「栽培漁業で海を豊かに」

びんご経済レポート

令和3年

5月20日(木) 「魚の形態異常研究を出発点に 養殖シロギスの実用化に貢献」

経済レポート

令和3年

5月10日(月) 「廻鮮寿司しまなみと連携 地魚を地域にアピール」

中国ビジネス情報

令和3年

12月10日(金) 「こんにちはキャンパス訪問 139 藤野貴子さん」

せとうちタイムズ

令和3年

1月16日(土) 「福山大学Instagram開設 丑にちなんだ海の生物を紹介」

12月4日(土) 「因島南小学校 ふるさと海辺教室」

セブンイレブン記念財団 みどりの風

令和3年

9月17日発行 流域の市民が手を結び、希少な魚を守る

## 令和3年 海洋環境調査実習船「第二爽風丸」運行状況

年	月	日	運航目的	担当者
令和3年	7月	2日	調査準備、操舵練習、試運転	得能 穰、柿内俊二
令和3年	7月	13日	離島、生態調査	阪本憲司
令和3年	7月	17日	オープンキャンパス デモ航行	得能 穰、柿内俊二
令和3年	8月	17日	離島、生態調査（大雨警報 中止）	阪本憲司
令和3年	10月	13日	離島、生態調査	阪本憲司
令和3年	10月	19日	海底カメラ海中実験及び大学要覧用写真撮影	田中聡、宮地寛明
令和3年	11月	20日	プロジェクトM	得能 穰、柿内俊二

合 計 6航海

## 令和2年・令和3年 海洋環境調査実習船「爽風丸」運行状況

年	月	日	運航目的	担当者
令和2年	9月	11日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和2年	9月	17日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和2年	9月	30日	藻場調査	関田隆一
令和2年	10月	1日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和2年	10月	8日	台風14号避泊	得能 穰
令和2年	10月	12日	台風15号帰港	得能 穰
令和2年	10月	21日	地曳網補助	有瀧真人
令和2年	11月	4日	藻場調査	関田隆一
令和2年	11月	5日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和2年	11月	14日	プロジェクトM 回航	得能 穰、柿内俊二
令和2年	11月	19日	地曳網補助	有瀧真人
令和2年	11月	19日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和2年	12月	3日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和2年	12月	7日	地曳網補助	有瀧真人
令和2年	12月	18日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	1月	12日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	1月	19日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	1月	27日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	2月	2日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	2月	16日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	2月	18日	海藻採集調査	金子健司・山岸幸正
令和3年	3月	3日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	3月	4日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	3月	17日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	3月	18日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	3月	30日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	3月	31日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	4月	12日	藻場調査&流藻用藻採取	金子健司
令和3年	4月	15日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	4月	16日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	4月	26日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司

年	月	日	運航目的	担当者
令和3年	4月	27日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	5月	7日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	5月	10日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	5月	11日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	5月	24日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	5月	25日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	5月	25日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	5月	26日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	6月	7日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	6月	8日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	6月	9日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	6月	21日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	6月	22日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	6月	22日	地曳網補助	金子健司
令和3年	7月	5日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	7月	6日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	7月	20日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	7月	21日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	7月	21日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	7月	28日	海底カメラ4号機試験運用（設置～回収）	田中 聡・宮地寛明
令和3年	8月	3日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	8月	4日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	8月	6日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	8月	18日	水質計測・流藻付随生物調査（大雨中止）	金子健司
令和3年	8月	19日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	8月	20日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	8月	30日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	8月	31日	流藻付随生物調査・GPS 追跡	金子健司
令和3年	8月	31日	海底カメラ海中実験（設置）	田中 聡・宮地寛明
令和3年	9月	2日	海底カメラ海中実験（回収）（雷雨 中止）	田中 聡・宮地寛明
令和3年	9月	3日	海底カメラ海中実験（回収）	田中 聡・宮地寛明
令和3年	9月	13日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	10月	13日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	10月	20日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司



年	月	日	運航目的	担当者
令和3年	10月	21日	流藻付随生物調査・GPS 追跡 中止	金子健司
令和3年	10月	21日	船外機メンテナンス移動	柿内俊二
令和3年	10月	26日	船外機メンテナンス帰港	柿内俊二
令和3年	11月	4日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	11月	11日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	11月	18日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	12月	1日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	12月	10日	地曳網補助	有瀧真人
令和3年	12月	16日	水質計測・流藻付随生物調査	金子健司
令和3年	12月	20日	海底カメラによる藻場観測（設置）	田中 聡・宮地寛明 縄稚達也
令和3年	12月	23日	海底カメラによる藻場観測（回収）	田中 聡・宮地寛明 縄稚達也

合 計 73 航海

## 令和3年 内海生物資源研究所活動状況

### 1. 講習会、研究会、見学会等

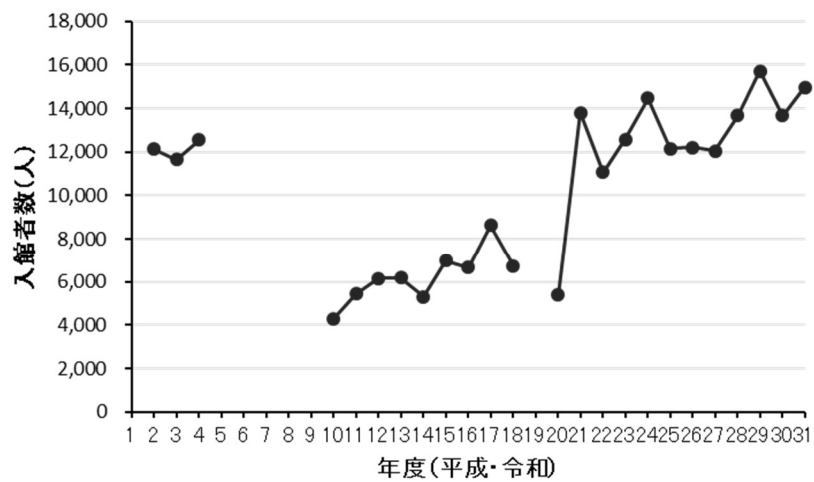
4月14日	広島県立尾道特別支援学校しまなみ分校小学部（10名）
5月7日	広島県立尾道特別支援学校しまなみ分校中学部（10名）
7月6日	広島県立尾道特別支援学校しまなみ分校中学部（9名）
7月7日	広島県立尾道特別支援学校しまなみ分校小学部（10名）
8月20日	教育ネットワーク中国 高大連携公開講座（5名）
8月23日～25日	海洋生物科学科 臨海実習（30名）
8月25日	油木高校 所内見学（3名）
10月28日	広島県立尾道特別支援学校しまなみ分校小学部（12名）
11月11日	ふるさと海辺教室 因島南小学校（60名）
11月17日	栗原北小学校（46名）
11月20日	プロジェクトM（52名）
12月21日	広島県立尾道特別支援学校しまなみ分校中学部（9名）
12月22日	広島県立尾道特別支援学校しまなみ分校小学部（11名）

### 2. 宿泊施設使用状況

平成12年	380名
平成13年	307名
平成14年	319名
平成15年	307名
平成16年	329名
平成17年	288名
平成19年	198名
平成20年	169名
平成21年	138名
平成22年	209名
平成23年	279名
平成24年	151名
平成25年	201名
平成26年	215名
平成27年	214名
平成28年	232名
平成29年	118名
平成30年	146名
平成31年・令和元年	182名
令和2年	0名
令和3年	0名

### 3. 水族館入館者

1月	0名
2月	0名
3月	0名
4月	10名
5月	10名
6月	0名
7月	19名
8月	38名
9月	0名
10月	12名
11月	158名
12月	20名
合計	267名



※昨年4月6日以降は新型コロナウイルス感染症対策のため、一般公開を中止。

## 福山大学内海生物資源研究所報告 論文投稿規程

(2020年より施行)

論文の投稿者は、福山大学所属の教職員、大学院生、学生に限る。ただし、共著者に非所属者を含むことができる。また、編集委員会の要請により寄稿を依頼した論文を掲載することができる。

論文は、原著論文、短報、総説とし、和文または英文による。いずれも報文として未発表のものに限る。それ以外の報告等は論文として取り扱わず、本規定によらない。

原著論文：独創的な研究で、その論文で独立して価値がある結論、事実についての成果が含まれるもの。

短報：論文としてはまとまらないが、限られた部分に関する重要な発見や新しい実験方法などを発表するもので、刷り上がりのページ数で2ページを超えてはならない(1ページあたり1,500字程度、図表は300字程度として計算する)。

総説：関連分野の研究を総説するもの。

全ての投稿論文原稿は、編集委員会が定める審査を経て掲載される。審査は編集委員会が依頼した2名以上の査読者により査読を受け、その結果に基づき編集委員会が掲載の可否を決定する。

和文：用紙はA4サイズとし、縦長に置き、上下左右に各2cm以上の十分な余白を設ける。文字は10~12ポイントの読みやすい大きさで、横書き、行間隔2行で作成する。また、全てのページ下余白の中央にページ番号を付け、図表を除く本文のページ左余白に行番号を全体を通して付ける。図表の説明は英文で書く。

英文：ワードプロセッサを使用し、A4縦型紙にダブルスペースで書く。上下と左右に30mmの余白を設ける。

投稿は、ファイルと印刷原稿1部を同時に編集委員会に提出する。

1ページ目(表紙ページ)は、上から順に、タイトル、著者名、所属、英文タイトル、英文著者名、英文所属および所在地を記載する。

タイトルは研究の目的や内容を端的に表現したものであること。

論文には、英文要旨をつける。要旨は200語以内で記載する。

引用文献の記載は、つぎの通りとする。

- 1) 久保拓弥. データ解析のための統計モデリング入門. 岩波書店. 267 pp (2012)
- 2) 重田利拓, 薄浩則. 魚類によるアサリ食害 : 野外標本に基づく食害魚種リスト. 水産技術, 5: 1-19 (2012)
- 3) Reeb, S. G. Plasticity of diel and circadian activity rhythms in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12: 349-371 (2002)

巻末に、論文審査を行った査読者名を掲載する。

### 校正

初校は著者が行い、2校以降の校正は編集委員会が行う。

### 編集委員会の構成

委員長および若干名の委員により構成される。委員長には所長がこれにあたる。

委員は、内海研の専任教授および兼任教授、海洋生物科学科長がこれにあたる。

(第30号については、委員長：有瀧真人、委員：太田健吾、金子健司、北口博隆)

### 編集幹事

(第30号については、阪本憲司、水上雅晴)

編集委員会および編集幹事は当該年度の研究報告が刊行された時点で解散する。

# 福山大学内海生物資源研究所報告

## 第 32 号

2022 年 3 月 17 日印刷

2022 年 3 月 17 日発行

編集委員会

委員長：有瀧真人

委員：太田健吾、金子健司、北口博隆

編集幹事：阪本憲司、水上雅晴

発行所：福山大学内海生物資源研究所  
〒722-2101 広島県尾道市因島大浜町 452-10

Tel: 0845-24-2933, Fax: 0845-24-3449

印刷所：株式会社 小山オフセット印刷所

〒720-0053 広島県福山市大黒町 2-24

Tel: 084-922-0280

## Report of the Research Institute of Marine Bioresources

### Fukuyama University

#### No. 32

Editorial Board

Chief Editor: Masato ARITAKI

Members: Kengo OHTA, Kenji KANEKO, Hiroataka KITAGUCHI

Secretary: Kenji SAKAMOTO, Masaharu MIZUKAMI

Date on 17 March, 2022

Copyright by

The Research Institute of Marine Bioresources, Fukuyama University  
452-10 Innoshima-Ohama-cho, Onomichi, Hiroshima 722-2101, Japan

Tel: 0845-24-2933 Fax: 0845-24-3449

Printer: Koyama Offset printing Co., Ltd.

2-24 daikoku-cho, Fukuyama, Hiroshima 720-0053 Japan

Tel: 084-922-0280