

Report of the Noto Marine Center, No.29, 2023

Contents

Keito TSUNODA, Yutaro ARAI, Kenji TOYOTA
 Discovery of morphological variant of *Palapedia integra* 1

Hatsuo MATSUMURA
 Records of five cases of olive ridley turtles *Lepidochelys olivacea* stranding on the coast of
 Ishikawa Prefecture, facing the Sea of Japan..... 7

Takahiko IKEMORI, Yukimasa HIGASHIDE
 The first confirmed Nagaobane (*Schimmelmannia benzaiteniana*) community in Ishikawa
 Prefecture..... 12

Takahiko IKEMORI, Yukimasa HIGASHIDE
 Existing abundance and species composition of Sargassum beds on the east coast of the
 Noto Peninsula..... 15

Hiroaki ARAKAWA, Shimpei TAKAE
 First record of the threespine stickleback, *Gasterosteus nipponicus*, in Wajima, Ishikawa,
 Japan, and the past records in Ishikawa..... 18

Hiroaki ARAKAWA, Tomoharu KIMURA
 First records of the *Diadema* survived over the winter on the coast of Toyama Bay..... 25

Annual Report of the Noto Marine Center 33

のと海洋ふれあいセンター研究報告

第29号

2023

石川県生活環境部

のと海洋ふれあいセンター研究報告

第 29 号

Report of the Noto Marine Center, No.29

石川県生活環境部

2023

のと海洋ふれあいセンター研究報告, 第 29 号, 2023

目 次

(原著論文)

角田啓斗・新井優太郎・豊田賢治

ゴイシガニ *Palapedia integra* の形態変異個体の発見…………… 1

松村初男

石川県下におけるヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* 5例の漂着記録…………… 7

池森貴彦・東出幸真

石川県で初めて確認されたナガオバネ群落…………… 12

池森貴彦・東出幸真

能登半島東岸におけるガラモ場の現存量と種組成…………… 15

荒川裕亮・高榮晋平

石川県輪島市で初めて採集されたニホンイトヨと県内における採集記録…………… 18

荒川裕亮・木村知晴

富山湾沿岸で越冬したガンガゼ類の初記録…………… 25

のと海洋ふれあいセンター年次報告…………… 33

Iー石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査…………… 33

IIー九十九湾周辺における気象と水質…………… 41

ゴイシガニ *Palapedia integra* の形態変異個体の発見

角田啓斗¹⁾・新井優太郎²⁾・豊田賢治^{1), 3), 4)}

¹⁾東京理科大学先進工学部生命システム工学科, 〒125-8585 東京都葛飾区新宿 6-3-1

²⁾東京理科大学先進工学部マテリアル創成工学科, 〒125-8585 東京都葛飾区新宿 6-3-1

³⁾金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設, 〒927-0553 石川県鳳珠郡能登町小木ム 4-1

⁴⁾神奈川大学理学部理学科, 〒221-8686 神奈川県横浜市神奈川区六角橋 3-27-1

Discovery of morphological variant of *Palapedia integra*

Keito TSUNODA¹⁾, Yutaro ARAI²⁾, Kenji TOYOTA^{1), 2), 3)}

¹⁾Department of Biological Science and Technology, Tokyo University of Science, 6-3-1, Nijyuku, Katsushika-ku, Tokyo, 125-8585, Japan.

²⁾Department of Materials Science and Technology, Tokyo University of Science, 6-3-1, Nijyuku, Katsushika-ku, Tokyo, 125-8585, Japan.

³⁾Noto Marine Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 4-1, Ogi, Noto-cho, Hosu-gun, Ishikawa, 927-0553, Japan.

⁴⁾Department of Biological Sciences, Faculty of Science, Kanagawa University, 3-27-1, Rokkakubashi, Kanagawa-ku, Yokohama-city, Kanagawa, 221-8686, Japan.

Abstract

Palapedia integra (De Haan, 1835) is a species of crab belonging to the subfamily Kraussiinae of the family Xanthidae. One of its representative morphological traits is that the frontal margin of the carapace is divided into four-frontal lobes. However, in many cases, it is difficult to observe the frontal marginal morphology of this species because of the dense soft hairs on the carapace. In such cases, soft hairs are often removed for observation, but a non-invasive method of observation that does not damage valuable specimens is desired. The authors observed sixteen specimens of *P. integra* collected in the Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture, and found an obscure morphological variation in the frontal margin. Short-time (c.a. 15 min) X-ray CT scanning revealed a morphological variation in one male in which the frontal margin was divided into three-frontal lobes instead of four-frontal lobes. This study demonstrates that morphological variation with high resolution can be easily detected by noninvasive X-ray CT scanning without removing the soft hairs in *P. integra*, even in specimens in 70% ethanol. This method will be applicable to other crustaceans and immersion specimens.

はじめに

ゴイシガニ *Palapedia integra* (De Haan, 1835) はオウギガニ科に属し、岩礁域の転石下や砂中に生息する(酒井, 1974a; b)。本種は日本、韓国、台湾、フィリピン、ロトゥマ、ソロモン、アンダマン海に分布する(Ho et al., 2000; Ko and Takeda, 1999; 酒井, 1976)。日本国内においては、太平洋側では東京湾から九州沿岸にかけて分布し(酒井, 1976)、日本海側では山形県、新潟県、富山県、石川県、京都府、鳥取県、島根県から報告されている(本尾, 2003)。

2023 年 3 月に石川県能登半島で採集された *Palapedia* 属 16 個体の種同定中に、同定形質である額域が 4 葉に分かれているとは明言出来ない個体が現れた。そこで、X 線コンピュータ断層撮影(computed tomography: CT)法を用いて形質を詳細に観察した。

カニ類の形態異常はスベスベマンジュウガニ *Atergatis floridus*(伏屋・渡邊, 2000)やオオエンコウガニ *Chaceon imperialis*(柳本, 2012)、イシガニ *Charybdis (Charybdis) japonica*(中谷・松野, 2004)、ズワイガニ *Chionoecetes opilio*(本尾, 2002; 本尾・豊田, 2003)など多くの報告がある。このような奇形は、脱皮に起因していると考えられている(伏屋・渡邊, 1999)。

X 線 CT は、自然科学の分野では骨や岩石の内部構造の観察によく使われる方法である(林ほか, 2005; 高葉, 2021)。本手法は標本を傷つけることなく、標本の内外の形態について多くの情報を得ることができる。また、2 次元 CT 画像を積み重ねることによって 3 次元画像を容易に再構築できるため(中野ほか, 2000)、希少種の研究や標本のデジタルアーカイブ作成手段として注目されている(田中ほか, 2021)。X 線は水に吸収されやすいため、節足動物では標本を乾燥させてから撮影するのが主流である(青沼, 2019)。しかし、乾燥標本を作成するのは手間がかかり、短時間での解析や多個体の解析には不向きである。CT に要する時間も長く、ヤドカの新種記載では撮影に約 120 分を要した例もある(Rodriguez Flores and Schnabel, 2023)。もちろん撮影時間を長くすることでより詳細な形質を記録できるが、外部形質を確認するのみの場合や多数の個体を解析しなければならない場合には長時間の撮影は弊害となる。加えて、X 線 CT 装置を保有している施設、それを扱うには専門的知識と経験が必要なこと、さらに長時間の使用に高額な金額がかかることも事実である。そこで本研究では、ゴイシガニの形態変異個体と思われる標本の詳細な観察に加え、X 線 CT 法を用いた簡易的な観察手法を確立するために、70%エタノール液浸標本のまま短時間での CT を試みた。

材料と方法

フィールド調査

石川県鳳珠郡能登町姫の岩礁(37°17'46.4"N 137°12'23.8"E)において、2023年3月5日と11日に採集調査を行なった。採集した16個体の *Palapedia* 属のカニを氷殺後、70%エタノールで保存した。デジタルノギスを用いて0.1 mmの精度で全個体の甲幅(carapace width: CW)と甲長(carapace length: CL)を測定し、形態学的特徴に基づいて種同定した。雌雄は外生殖器と生殖孔の有無で確認した。エタノール保存標本はすべてのと海洋ふれあいセンター(石川県鳳珠郡能登町)に登録、保存された。

X線CT

採集された *Palapedia* 属のカニ16個体を、1個体ずつごとにプラスチック製の5 mLもしくは50 mLチューブに移して70%エタノールを満たして密閉した。その後、1個体ずつX線CT装置(X-ray CT、SKYSCAN2214、Bruker、Germany)で撮影した。X線源にはタングステンフィラメントを用いた。電圧は50 kV、電流は130 μ Aとした。露光時間は530–540 ms、回転角度は1.000 deg刻みで1回転(360°)させた際の透過像を取得した。画像検出器には3072 × 1944ピクセルのフラットパネル検出器を用い、画像の解像度は20 μ m/ピクセルとした。カニの3D画像は、2D断面画像の再構成によって得られた。1個体の撮影時間は15分程度であった。

結果と考察

ゴイシガニ

Palapedia integra (De Haan, 1835)

標本番号 NMCI-AR. 1014(Fig. 1A–D、Table 1)、雄10個体・雌2個体・未成熟3個体、CW 5.4–14.6 mm、CL 4.7–12.2 mm、石川県鳳珠郡能登町姫(37°17'46.4"N 137°12'23.8"E)、2023年3月5日・11日、角田啓斗・豊田賢治・黒田康平・豊田葉明採集。

標本番号 NMCI-AR. 1013(Fig. 1E–H、Table 1)、雄1個体、CW 9.2 mm、CL 7.7 mm、形質変異個体、石川県鳳珠郡能登町姫(37°17'46.4"N 137°12'23.8"E)、2023年3月5日、角田啓斗採集。

種同定

NMCI-AR 1014は額域が4葉に分かれる(Fig. 1D)、眼窩上縁から甲面に浅い溝が走る(Fig. 1B)、甲面は平滑で甲域は分かれぬ(Fig. 1B)、歩脚は4対ともほぼ同形同大で指節は反り返った刃形である(Fig. 1C)などの特徴が、酒井(1976)の示すゴイシガニの特徴とよく一致した。NMCI-AR 1013も眼窩上縁から甲面に浅い溝が走る(Fig. 1F)、甲面は平滑で甲域は分かれぬ(Fig. 1F)、歩脚は4対ともほぼ同形同大で指節は反り返った刃形である(Fig. 1G)などの特徴は酒井(1976)の示すゴイシガニの特徴と一致したが、額域が4葉に分かれず3葉に分かれている点で異なっていた(Fig. 1H)。しかし、国産 *Palapedia* 属に額域が3葉に分かれている種は知られていない。したがって額域以外の形態学的特徴からゴイシガニ *P. integra* と同定した。

今回得られた形態変異ゴイシガニは、CW 9.2 mm、CL 7.7 mmであった。これは採集された16個体の中でCW、CLともに5番目に大きな値であった(Table 1)。また、他の雄個体の額域は4葉に分かれることから、奇形ゴイシガニは成長によって生じる形態や雌雄差によって生じる形態ではないと考えられる。

日本産の *Palapedia* 属はゴイシガニ *P. integra*、ヒメゴイシガニ *P. nitida*、フタバゴイシガニ *P. truncatifrons* の3種が知られているが、ヒメゴイシガニは甲羅が細長く、甲幅は甲長をわずかに上回る、額域は明瞭に4つに分かれる、眼窩前縁と眼窩上縁に明瞭な割れ目がある、前側縁には小鋭棘が並んでいるといった特徴で区別される(酒井, 1976)。フタバゴイシガニは額域が2葉に分かれる、眼窩上縁や後縁に切れ込みや溝がないといった特徴で区別される(酒井, 1974a; 酒井, 1976)。上記3種は従来 *Kraussia* 属とされていたが、Ng(1993)によって従来の *Kraussia* 属が再検討された結果、*Palapedia* 属へ移行となった。酒井(1976)には日本産 *Kraussia* 属として上記3種の他にシワゴイシ

ガニ *K. rugulosa* も記載されているが、Serène(1972)によるとシワゴイシガニの第 3 顎脚は他の 3 種よりも明らかに長い点で区別される。

X 線 CT 法の有用性

Palapedia 属の甲周縁には軟毛が密生しており(Fig. 1A, E)、額域などは軟毛を除去して観察される(酒井, 1974a; 酒井, 1974b; 酒井, 1976)。これは *Palapedia* 属のみで特異的に見られる観察手法ではなく、ワタリイシガニ *Charybdis (Charybdis) natator* やオオオキナガニ *Pseudolithochira longisetum* のように甲表面に軟毛が生えている種で一般的に用いられる観察手法である(伊藤・本間, 2001; 前之園, 2023)。しかし、これは貴重な標本を傷つける行為であるため、観察の最適解であるとは言い難い。本研究で用いた X 線 CT 法は、標本を破壊することなく外部形態に加えて内部形態まで得ることができる手法である。今回の X 線 CT では 1 個体当たり 15 分程度で撮影することができた。本研究では 1 個体ずつ撮影したが、容器等を工夫すれば一度に複数個体の撮影も可能であるため、複数標本がある場合の撮影時間はより短くすることが可能である。また、X 線は水に吸収されやすいため、水を含んでいる 70%エタノール溶液に浸した標本は X 線 CT 法ではうまく撮影できないと考えられた。しかし、これらの標本を撮影したところ、「材料と方法」に記載した X 線 CT 法の適度な条件を見出すことで液体媒体中の標本の鮮明な画像を得ることができた。本研究では内部形態には着目しなかったが、少なくとも液浸標本の状態で X 線 CT を行なうことは、カニ類の外部形態を観察する上で有用であると考えられる。今後、希少種のみならず多くの種で X 線 CT 法による観察が普及されることを期待する。

謝辞

金沢大学大学院自然科学研究科生命理工学専攻の黒田康平氏、石川県鳳珠郡能登町在住の豊田葉明氏には本種の採集に協力いただいた。金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設の小木曾正造博士からは文献を提供していただいた。東京理科大学先進工学部生命システム工学科の宮川信一

博士には標本作成や形態計測の際にお世話になった。のと海洋ふれあいセンターの東出幸真氏には標本登録を行なっていただいた。東京理科大学大学院先進工学研究科マテリアル創成工学専攻の井艸 遼氏には CT データの解析の際にお世話になった。以上の方々に心から厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 青沼仁志, 2019. 生き物がもつ身体構造と身体運動。システム/制御/情報, 63(6): 223–228.
- 伏屋玲子・渡邊精一, 1999. ノギリガザミ属における奇形について. *Cancer*, 8: 17–20.
- 伏屋玲子・渡邊精一, 2000. 節足らずなカニ. *Cancer*, 9: 17–20.
- 林 昭次・竹村貴人・遠藤邦彦・真鍋 真, 2005. 骨化石観察における X 線 CT の有用性—恐竜 *Stegosaurus* の皮膚装甲の内部構造を例として—。地質ニュース, (610): 45–49.
- Ho, P. -H., Yu, H. -P., Ng, P. K. L., 2000. New records of Eriphiidae, Pilumnidae and Xanthidae (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from Taiwan. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 48(1): 111–122.
- 伊藤正一・本間義治, 2001. 新潟県の沿岸・沖合に産するカニ類. *Cancer*, 10: 25–34.
- Ko, H. S., Takeda, M., 1999. New records of three xanthid crabs (Decapoda: Brachyura: Xanthidae) in Korea. *Animal Systematics, Evolution and Diversity*, 15(1): 75–82.
- 前之園唯史, 2023. 沖縄諸島から採集されたオオオキナガニ(ケブカガニ科)について. *Nature of Kagoshima*, 49: 165–169.
- 本尾 洋, 2002. ズワイガニの奇形 2 例. *Cancer*, 11: 3–6.
- 本尾 洋・豊田幸詞, 2003. 第三顎脚に異常錯脚を生じた雄ズワイガニ. *Cancer*, 12: 19–22.
- 本尾 洋, 2003. 日本海産カニ類-I. 既知種. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (9): 55–68.

- 中野 司・中島善人・中村光一・池田 進, 2000. X線CTによる岩石内部構造の観察・解析法. 地質学雑誌, 106(5): 363–378.
- 中谷 勇・松野 進, 2004. 錯脚に指節が過剰に形成されたイシガニ. *Cancer*, 13: 17–18.
- Ng, P. K. L., 1993. Kraussiinae, a new subfamily for the genera *Kraussia* Dana, 1852, *Palapedia*, new genus, and *Garthasia*, new genus (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Xanthidae), with descriptions of two new species from Singapore and the Philippines. *Raffles Bulletin of Zoology*, 41(1): 133–157.
- Rodriguez Flores, P. C., Schnabel, K. E., 2023. New records and species of deep-sea squat lobsters (Galatheoidea, Munidopsidae) from the Hawaiian Archipelago: an integrative approach using micro-CT and barcodes. *PeerJ*, 11: e14956.
- 酒井 恒, 1974a. 日本産甲殻類に関する話題 V. 甲殻類の研究, 6: 86–102.
- 酒井 恒, 1974b. 分類学上興味ある数種の日本産カニ類について. 動物分類学会誌, 10: 10–14.
- 酒井 恒, 1976. 日本産蟹類. 461pp, 講談社, 東京.
- Serène, R., 1972. Observations on the Indo-Pacific species of *Kraussia* Dana 1852 (Decapoda: Brachyura). *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 55(2): 41–62.
- 高葉祐司, 2021. 日本における軟骨魚類化石研究—現状と展望—. *化石*, 109: 5–17.
- 田中俊敬・久我瑞樹・杉山和也, 2021. 産業用 X線CTの理解と活用. *軽金属*, 71(9): 417–424.
- 柳本 卓, 2012. 天皇海山産オオエンコウガニの錯脚に見られた奇形. *Cancer*, 21: 33–37.

Table 1. Specimen Information of *Palapedia integra*, NMCI-AR. 1013 and NMCI-AR. 1014. NMCIAR.1013 is 1 individual and NMCI-AR. 1014 is 15 individuals. Each crab's carapace width (CW) and carapace length (CL), sex, and date of collection are shown.

specimens	CW (mm)	CL (mm)	sex	date	
NMCI-AR 1013	9.2	7.7	male	Mar. 5, 2023	
	14.6	12.2	female	Mar. 5, 2023	
	13.3	10.9	female	Mar. 5, 2023	
	10.3	8.4	male	Mar. 5, 2023	
	10.2	8.7	male	Mar. 11, 2023	
	9.0	7.3	male	Mar. 5, 2023	
	8.8	7.4	male	Mar. 5, 2023	
	8.1	7.0	male	Mar. 5, 2023	
	NMCI-AR 1014	7.9	6.7	male	Mar. 11, 2023
		7.8	6.8	male	Mar. 5, 2023
7.5		6.8	male	Mar. 5, 2023	
7.5		6.6	male	Mar. 11, 2023	
7.3		6.1	male	Mar. 11, 2023	
	5.9	5.0	ambiguous	Mar. 11, 2023	
	5.8	5.1	ambiguous	Mar. 11, 2023	
	5.4	4.7	ambiguous	Mar. 11, 2023	

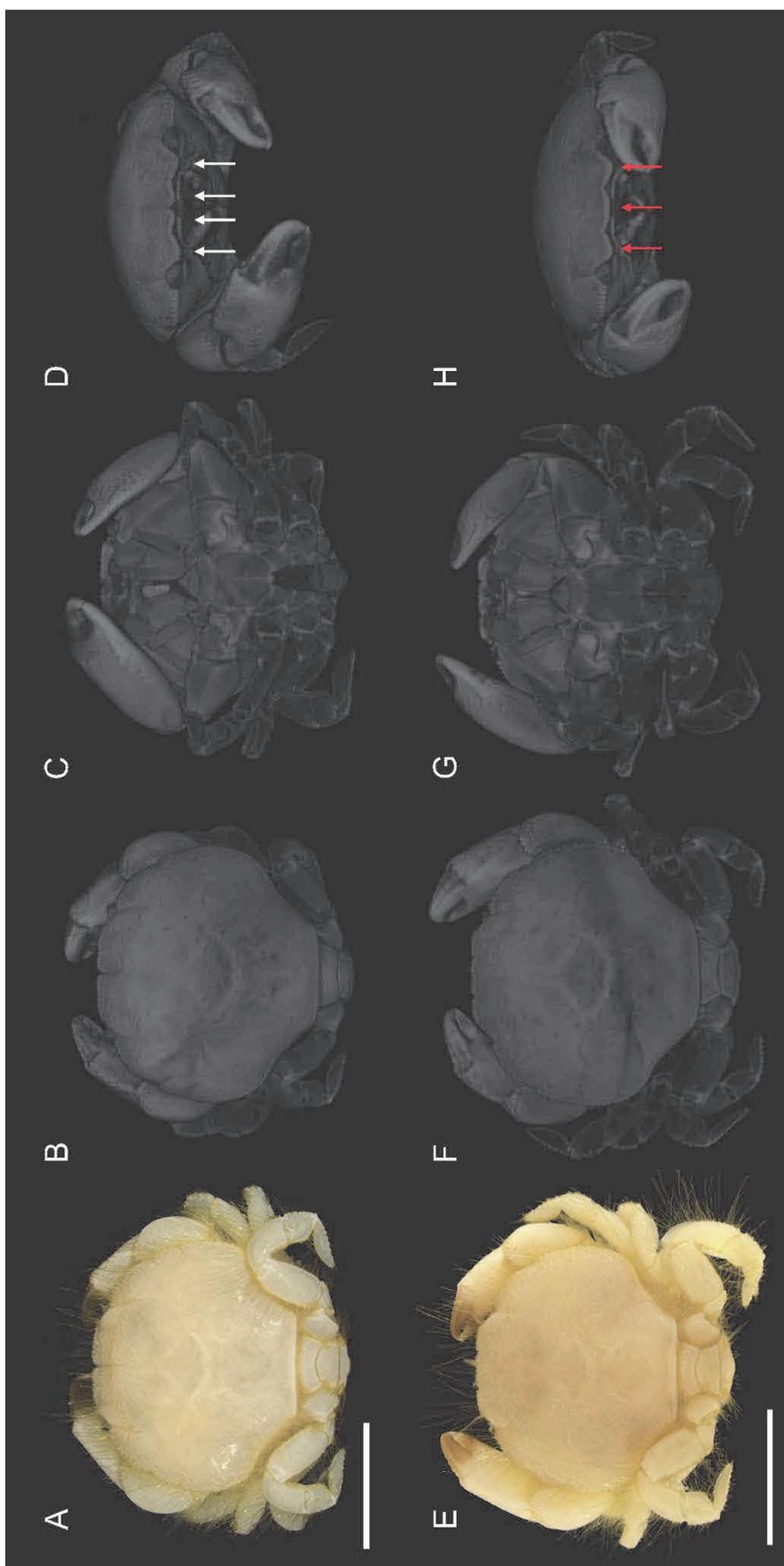


Fig. 1. Specimen of *Palapedia integra*, NMCI-AR. 1014 (A–D) and NMCI-AR. 1013 (E–H). Photo image from dorsal view (A and E) was taken by digital camera. X-ray CT scanning images from dorsal views (B and F), ventral views (C and G), and frontal views (D and H). Each scale bar (A and E) indicates 5.0 mm. White arrows (D) indicate frontal margins divided into four lobes. Red arrows (H) indicate frontal margins divided into three lobes.

石川県下におけるヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* 5例の漂着記録

松村 初男

石川県金沢市泉本町 6 丁目 80-1 (〒921-8042)

石川県両生爬虫類研究会

Records of five cases of olive ridley turtles *Lepidochelys olivacea* stranding on the coast of Ishikawa Prefecture, facing the Sea of Japan.

Hatsuo MATSUMURA

The Ishikawa Herpetological Society

Izumihon, Kanazawa, Ishikawa 921-8042, Japan

Abstract

1. Five stranded turtles were identified as the olive ridley turtles *Lepidochelys olivacea* based on prefrontal scales, vertebral, pleural, marginal, and inframarginal scutes with pores.
2. In three of the specimens we dissected, there were no contents in the stomach, and it was empty. All three were female. We observed sand and gravel in their esophagus.
3. These five olive ridley turtles that were stranded were emaciated and weak or had died. They were discovered only in the middle winter season.
4. During the 35 years from 1988 to 2023, there have been confirmed six stranding cases of olive ridley turtles on the coast of Ishikawa Prefecture, including these five specimens here.

はじめに

ヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* はウミガメ科ヒメウミガメ属に分類され、他にケンブヒメウミガメ *Lepidochelys kempii* が存在する。ヒメウミガメはウミガメ類中最小種であり(和名の由来)、体色は成体でオリーブ色になる(英名の由来)。背甲長と甲幅との差が小さく、円盤形に近い。縁甲板は上に反り返ることから、背甲は陣笠に形容される。垂縁甲板の小孔(Rathke's pore)はヒメウミガメ属のみが有し、分類に重視される。ヒメウミガメの主要な生息分布域を西部太平洋側に限れば、東南アジアで最大の産卵繁殖地はマレーシアである。最も特異なのは「アリバダ」

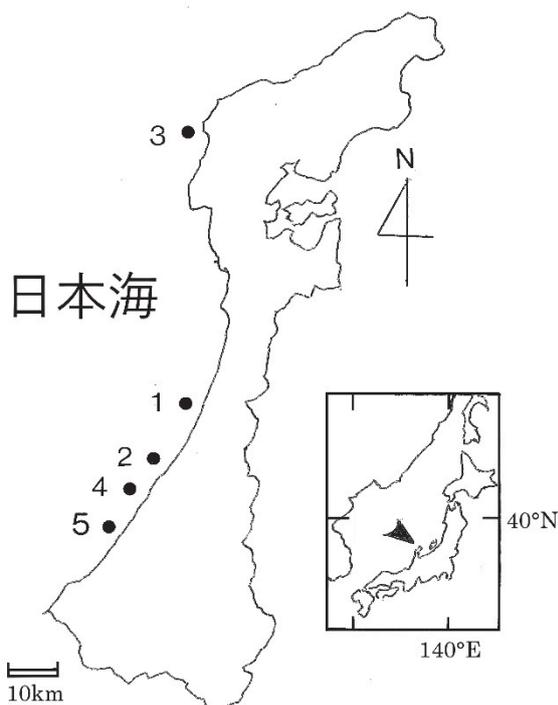
と称されるヒメウミガメの集団上陸産卵であり、昼夜に亘って海岸一帯を占領する壮大な風景は圧巻で、広く知られている。日本本州への回遊は稀である(菅沼 1994)。

石川県沿岸域で採捕漂着したウミガメ類は 1952 年から 1998 年の間にアオウミガメ *Chelonia mydas* 19 例、タイマイ *Eretmochelys imbricata* 10 例、アカウミガメ *Caretta caretta* 43 例、ヒメウミガメ1例、オサガメ *Derموchelys coriacea* 24 例の計5種 97 例が報告されている(松村, 1998)。しかし、ヒメウミガメについては1例のみの報告(松村・宮崎, 1996)であり、他のウミガメ類に比較して極端に少ない。その後も県下に来遊してくるウミガメ類に注意を怠らず情報収集してきたが、1998 年以降より実際に関与し同定した未発表分のヒメウミガメについて整理記録しておくことが、今後重要と考えた。それでも、1988 年以降 2023 年までの 35 年間に確認したヒメウミガメは、今回の5例を含めてもまだ6例である。ここに若干の解剖所見を加えて報告する。

標本の入手経緯

ヒメウミガメ5例の漂着発見場所を図1、背甲直線計測値(Straight carapace length)などをまとめて表1に示した。

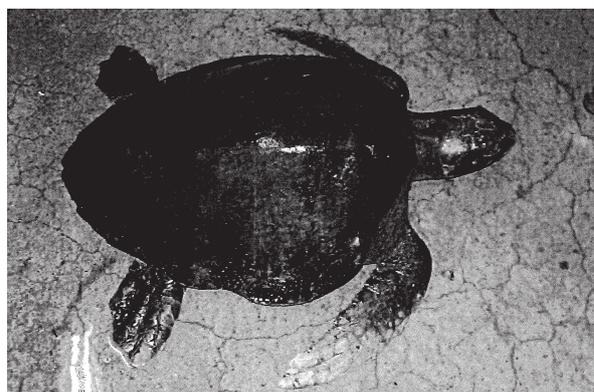
標本 1: 1988 年 1 月 31 日、かほく市白尾海岸に死後漂着しているのを早朝の散歩中に赤井 武が発見した。漂着標本の右前肢欠損を哀れみ、剥製にして保存していたものである。発見から 10 年後の 1998 年に、偶然にも七塚町海と渚の博物館で公開展示されていた「我家のお宝展」でこの標本を見つけた。右前肢欠損の理由は不明だが、生存中であれば遊泳に悪影響を及ぼしていたことに疑う余地もなく、死後漂着したのだろう。



第1図 石川県下のヒメウミガメ漂着場所

標本 2: 2000 年 2 月 26 日、金沢市専光寺浜海岸に死後漂着しているのを早朝の散歩中に高橋秀世が発見した。発見標本の盗難を恐れて、汀線から引き上げ付近の陸側に埋め隠して帰宅した。しかし、埋め隠した標本が気がかりで警察に通報した。町内駐在所の交番から確認の依頼があったのは発見から4日後だった。発見者に帯同されて埋め隠した現場に赴いたが、標本は見当たらず付近一帯をスコップで掘り返す捜索に開始から参加した。しかし、一向に発見される気配もなく、高波によって流失したものと諦めかけていた時にスコップ先端が甲羅に当たった。粘って掘り当てた標本である。背甲に目立った外傷はなかったが、眼窩部が深く凹んでおり死後かなりの日数が経過していたものと思われた。

標本 3: 2009 年 2 月 3 日、輪島市門前町深見漁業協同組合の港内で漁師によって発見された。生存していたため、のとしま臨海公園水族館へ緊急保護収容し飼育されたが、残念ながら長期間生存することなく同年 5 月 16 日に死亡した。同水族館で収容直後に撮影された写真等によって、池口新一郎より同定依頼を受けた標本である(図2)。



第2図 輪島市門前町深見漁港に漂着個体(標本3写真提供 池口)

表1 石川県下に漂着したヒメウミガメ

	標本1	標本2※	標本3	標本4※	標本5※
発見年月日	1988.1.31	2000.2.26	2009.2.3	2012.2.10	2018.1.30
漂着場所	かほく市白尾	金沢市専光寺浜	輪島市門前町深見	白山市徳光	能美市根上
甲長 (cm)	63.4	59.5	50.0	55.0	52.0
甲幅 (cm)	52.2	58.0	—	52.8	51.0
体重 (kg)	—	28.0	30.0	22.1	17.6
椎甲板数	6	5	—	6	6
肋甲板数 (右・左)	6・6	5・6	—	6・6	6・6
縁甲板数 (右・左)	13・13	13・13	—	11・11	12・12
垂縁甲板小孔	有	有	有	有	有
性別	—	雌	—	雌	雌

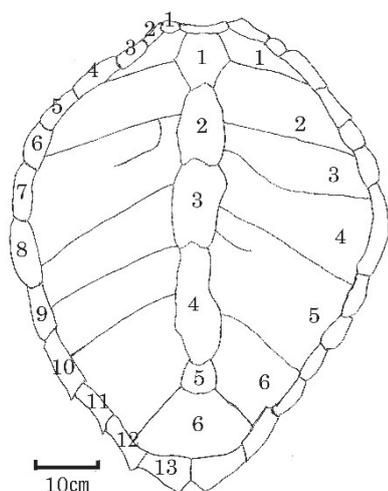
※解剖

標本4: 2012年2月10日、白山市徳光海岸に死後漂着しているのを早朝の散歩中に本尾吉美が発見した。本尾氏はこれまでにタイマイの漂着を通報してくれた協力者の一人でもあり、今回も自宅まで搬送してから通報を受けた標本である。背甲先端から後端にかけて左右に表皮の鱗板が剥れた形跡があり、おそらく漂着時に汀線で砂利に洗われたか、もしくは消波堤ブロックに衝突して生じたものだろう。腐敗臭があり、死後かなりの日数が経過したものと思われた。

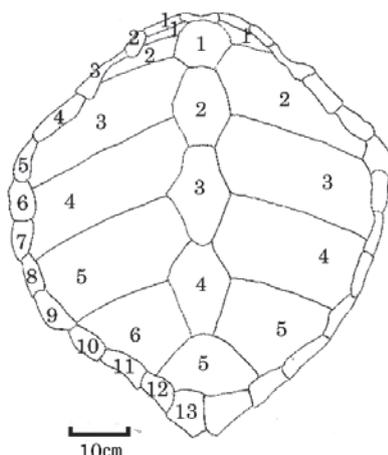
標本5: 2018年1月30日、能美市根上海岸に死後漂着しているのを早朝の散歩中に大井 毅が発見した。標本を搬送持参し、通報を受けた。背甲に目立った外傷はなく、死後間もないものと思われた。

解剖所見

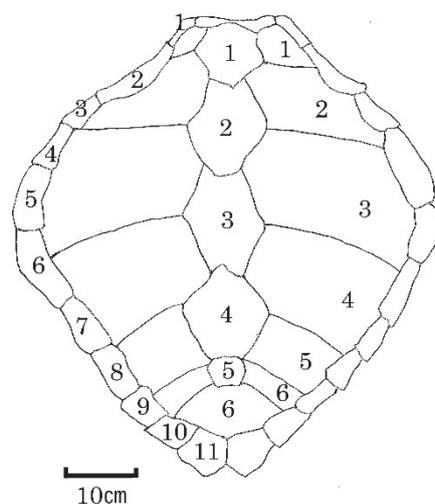
ヒメウミガメの標本2、4、5の3標本について、性別及び胃内容物と異物による誤食の有無を目的に解剖を行った。解剖した全ての標本で、食道から胃の噴門にかけて多少の差はあるものの砂礫(直径約3mm、重量約100g~1kg)の貯溜を認めた。なお食道内(全長約15cm)には、先端が突起(約3cm)した円錐形の角質歯が連なり、胃側に向かって密に存在していた。食道内(直径約3cm)には密集した角質歯の間に、砂礫が貯溜していた。胃内(全長約15cm)には透明に近い液状物を僅かに容れるのみで、全ての標本は空胃だった。腸管内(全長約120~140cm)にも目立った残留物はなく、僅かに灰色を呈した泥状物のみだった。3標本とも卵巣が存在し、雌個体と確認された。最も懸念していたビニール類の誤食であったが、いずれの標本においても確認されなかった。



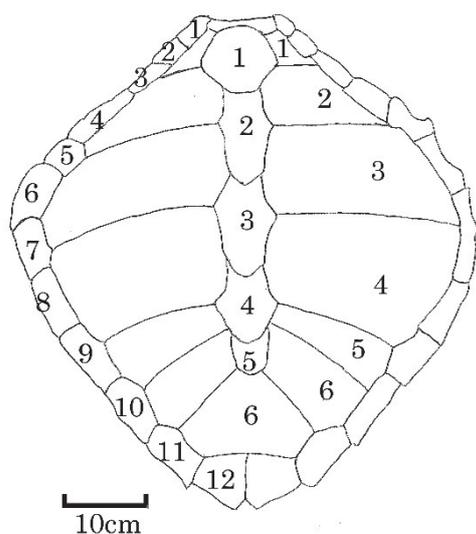
第3図 かほく市白尾海岸に漂着個体の背甲スケッチ(標本1)



第4図 金沢市専光寺浜に漂着個体の背甲スケッチ(標本2)



第5図 白山市徳光海岸に漂着個体の背甲スケッチ(標本4)



第 6 図 能美市根上海岸に漂着個体の背甲
スケッチ(標本 5)

結果と考察

石川県下に漂着した 5 例の標本は表 1 に示したようにヒメウミガメの識別に有効な頭部前額板が 2 対、椎甲板が 5~6 枚、肋甲板が左右で違いがあるものの 6 枚、縁甲板が左右とも 11~13 枚(図 3、4、5、6)、亜縁甲板の左右には小孔を全ての標本で確認したことにより(表 1)、ヒメウミガメの外部形態の変異内(MÁRQUEZ, 1990)と認め、ヒメウミガメと同定した。これまでアカウミガメの変異として誤認されたヒメウミガメが存在するかも知れない。注意を喚起しておきたい。

アカウミガメとヒメウミガメの相違は、腹甲の亜縁甲板数と小孔の有無である。もし、小孔を見落とした場合でもアカウミガメの亜縁甲板数は 3 対であるのに対し、ヒメウミガメは 4 対なので容易に区別がつく。それでも背甲の敷石状と体色が非常に似ていることから、十分に注意する必要がある。他種のアオウミガメ(頭部前額板 1 対)、タイマイ(背甲が瓦状)、オサガメ(背甲がキール状)と誤認することはないだろう。

漂着した 5 標本の発見は全てが 1、2 月の厳冬季であり、荒天が続いた後の早朝である。これまで日本海側における漂着記録(松村・宮崎, 1996)のほとんどが冬季であり、共通した傾向が見られている。

背甲直線計測値からみて成体に近い亜成体と思われる。一方、幼体の漂着例はまだ確認されていない。ふつうヒメウミガメの成体体重値は 33.0~43.3 kg で、

主に 38.1 kg (N=193) だとされている(MÁRQUEZ, 1990)。漂着した 5 標本は、水温低下に伴う環境悪化から漂着するかなり前より長期間に亘って摂餌ができなかったことが暗示され、衰弱しきった状態であったことが窺われた。

解剖した 3 標本(標本 2、4、5)についても、体重値及び腹甲部の凹状態から非常に痩せているように思われ、漂着直前はすでに生存が限界に近い状況下にあったことが推測された。

解剖所見で食道から胃にかけて角質歯の基部に砂礫が貯溜していたことは、摂餌中に誤って飲み込んだ可能性が考えられるものの、他方、衰弱しきった状況下で海底砂が攪乱混入したとも考えられる。砂礫は腸管内で確認されず、僅かな泥状物だけであったことから、腸管を経由しての排泄は考えにくい。同様に近い事例が新潟県柿崎海岸に漂着した個体の解剖報告がある(熊木・本間, 1976)。角質歯はウミガメ類の進化形質とされ、食物の逆流防止と繰り返しの潜水による圧力に耐えることに役立つと考えられている(亀崎, 2012)。一方、一旦飲み込んだ異物については、吐き出しにくい構造とも想像できる。本来の生息域から遠く離れた日本海で、底棲生物を好む食習性と共に漂着時季を考え合せると関心が持たれる。

日本におけるヒメウミガメの漂着記録は、太平洋側よりもむしろ日本海側からの報告数が多い(本間ら, 1987; HONMA & YOSHIE, 1975; 清末, 1975; 熊木・本間, 1976; 松村・宮崎, 1996; 箕輪, 1988; 西村・原, 1967; NISHIMURA et al., 1972; 野村・進藤, 1996; 菅沼, 1994; 山下, 1995)。しかし、他のウミガメ類に比較して採捕漂着の情報数が極端に少なく、まずは事例の集積が急務との指摘がある(菅沼, 1994)。

石川県下に到達し漂着するヒメウミガメは、東南アジア熱帯海域に主要な生息分布域をもつ個体群に由来するものならば、南シナ海を経てエビ・カニ類や貝類の底棲生物が豊富な東シナ海域まで索餌回遊することは十分に考えられる。そのごく一部の個体が対馬海流に乗って高水温の時期に限り、日本海に迷入するものと推測される。その後、海上が荒れ水温が低下する冬季以前に本来ならば南下し回避する個体が、日本海に取り残されて冬季特有の北西季節風による吹

送流で、県下の海岸へ衰弱または死後の接岸漂着現象として出現をみるのだろう。このことは NISHIMURA et al., (1972); 菅沼, (1994); 山下, (1995) が考察している指摘にも合致し、その追加の漂着事例となる。

今のところ能登半島西側の外浦に漂着がみられ、東側の内浦には漂着事例は未だ確認されていない。石川県下におけるヒメウミガメの漂着記録は、今回の5例を含めると計6例となる。なお標本1は、県下で初めてヒメウミガメの漂着を報じた記録(松村・宮崎, 1996)よりも8年前の発見例で、県下で最初の記録となった。ここに修正して記載しておく。

今後も石川県下におけるヒメウミガメの漂着記録を収集することで、本種の生態学的知見や死因等の解明、さらには近年問題となっているビニール類等の誤食有無についても調査したいと考えている。

要約

1. 5例の漂着標本は頭部の前額板、椎甲板、肋甲板、縁甲板及び垂縁甲板の小孔の形態からヒメウミガメと同定した。
2. 解剖した3標本(標本2、4、5)は、胃内容物は確認されず空胃であった。いずれも雌だった。食道内に砂礫が貯溜していた。
3. 漂着したヒメウミガメは痩せて衰弱または死後で、発見時期は厳冬季に限られていた。
4. 1988年から2023年までの35年間に石川県下で確認したヒメウミガメは、今回の5標本を含めて6例となった。

謝辞

漂着発見の情報と写真の提供を寄せられた方には本文中に氏名を列記した。本稿について議論に加わり、英文作製及び校閲をして下さったいしかわ動物園の堂前弘志獣医師、解剖にも指導を受けた大井 毅、北川和也、東出信行(各獣医師) 及び元上司であるいしかわ動物園の歴代園長宮崎光二、山本康夫、美馬秀夫の諸氏からは多大な便宜を賜った。改めてこれらの方々に対して謝意を申し上げたい。また本誌校閲者に深謝します。

参考文献

- 本間義治・中村幸弘・青柳 彰, 1987. 新潟県沿岸に漂着した稚アカウミガメの記録とその後の新潟沿岸における海産爬虫類の採捕記録追加. 両生爬虫類研究会誌, (35), 1-8.
- HONMA, Y & S. YOSHIE, 1975. A record of the Pacific ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*, from the coast of Niigata facing the Japan sea, with description of some of the organs. Ann. Rep. Sado Mar. Biol. Stat., Niigata Univ., (5) 1-9.
- 清末忠人, 1975. 1975年、話題の動物と植物. 郷土と博物館(鳥取県立博物館), 22, 5-10.
- 熊木文一・本間義治, 1976. 新潟県柿崎海岸へ漂着したヒメウミガメ. 新潟県生物教育研究会誌, (11), 58-60.
- 亀崎直樹, 2012. 2 形態機能と構造. ウミガメの自然誌 産卵と回遊の生物学. 35-55, 亀崎直樹編, 東京大学出版会, 東京.
- MÁRQUEZ, R. M, 1990. FAO species catalogue Vol. 11. Sea Turtles of the World. 81. FAO, Rome.
- 松村初男, 1998. 石川県沿岸に回遊してくるウミガメ類. 自然人, 43, 38-41. 金沢.
- 松村初男・宮崎光二, 1996. ヒメウミガメの石川県への漂着と日本海沿岸における漂着記録再調. 南紀生物, 38: (2), 115-117.
- 西村三郎・原 幸治, 1967. 日本近海における *Ceretta* と *Lepidochelys* (カメ目: ウミガメ科). 爬虫両生類学雑誌, 2.(3), 31-35.
- NISHIMURA, S., K. SHIRAI, T. TATSUKI & C. SUGIHARA, 1972. The Pacific ridley turtle in Japanese and adjacent waters. Pud. Seto Mar. Biol. Lab, 19(6), 415-426.
- 野村卓之・進藤順治, 1996. ヒメウミガメの漂着. AQLOG(新潟市水族館) 4.(1), 8.
- 菅沼弘行, 1994. ヒメウミガメ. in 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料. (I), 507-518. 水産庁.
- 山下 郁, 1995. 日本海におけるウミガメ類の来遊について. 富山大学教育学部地理学教室年報. 3: 155-173.

石川県で初めて確認されたナガオバネ群落

池森貴彦・東出幸真

のと海洋ふれあいセンター, 石川県鳳珠郡能登町越坂 3-47 (〒927-0552)

The first confirmed Nagaobane (*Schimmelmannia benzaiteniana*) community in Ishikawa Prefecture

Takahiko IKEMORI and Yukimasa HIGASHIDE
Noto Marine Center, 3-47 Oosaka, Noto, Ishikawa 927-0552

はじめに

ナガオバネ *Schimmelmannia benzaiteniana* は、以前は *Schimmelmannia plumosa* とされていた(吉田, 1998、吉田ら, 2015)、しかし遺伝子解析と形態的特徴から新種として報告された(HOSHINO et al, 2020)。環境省レッドリスト 2020 では情報不足(DD)とされている。紅藻類の中では大型の部類に入るが、報告例が極めて少なく、生きている個体に出会う機会は少ないと報告されている(鈴木, 2022)。今般、石川県内においてこのナガオバネが大量に生育しているのを確認したので報告する。

材料と方法

石川県加賀市塩浜町では、国土交通省金沢河川国道事務所と石川県南加賀農林事務所によって、海岸保全のため、海岸に沿って消波ブロックが設置されている。国土交通省金沢河川国道事務所が、養浜事業の効果や環境影響の確認のために 2023 年 5 月に実施した潜水調査で、ナガオバネが消波ブロックの約 250m 区間に渡って生育していることが確認された(金沢河川国道事務所, 2023)。そのため、国土交通省金沢河川国道事務所と調査を請け負ったコンサルタント会社の関係者から、工事に伴うこのナガオバネの保全対策について相談を受けた。ナガオバネは日本にお

いて生育の報告事例が極めて少なく(神谷, 2012)、2023 年 6 月 22 日に状況把握のため加賀市塩浜町の生育場所として示された海域において、スノーケリングによって現地確認をおこなった。さらにその後、ナガオバネが生育する消波ブロックを一部移設する計画となり、ナガオバネの状況確認と、多く生育し移設に適したブロックを見分けるため、2023 年 8 月 1 日に小型船で生育地に行き、小型船から海に入りスノーケリングでナガオバネの生育状況を確認した。

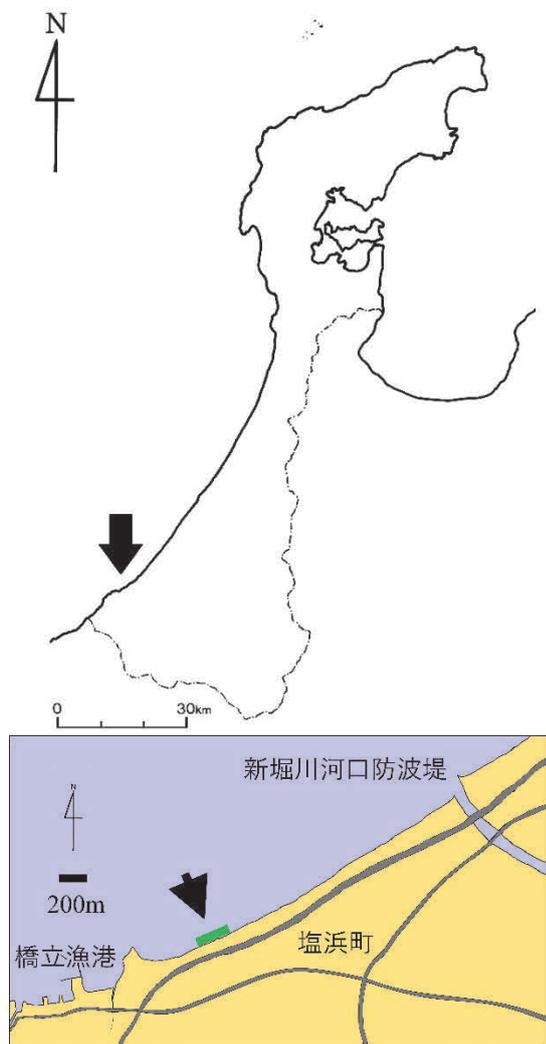


図 1 確認したナガオバネ生育範囲

結果と考察

6月の調査では陸から徒歩で海へと入ったので、護岸の間に造られた斜路から降り、消波ブロックを乗り越えて海に入った。斜路から海に入った右側の海域からナガオバネの生育を確認することができた(図 1)。ナガオバネは消波ブロックの一番外洋側の面で、波打ち際から水深約 1mにかけて広く密に群生していた。分布域として示された東側の分布が無くなる場所はこの調査時は確認できなかった。ナガオバネをサンプルとして採集する際には、付着力が強く茎も強靱だった(図 2)。これは強い波に耐えるためと考えられる。

金沢河川国道事務所からの連絡では、2023 年 7 月 17 日時点でもまだナガオバネの生育が確認されたと

のことであり、8 月 1 日にナガオバネの生育状況を再度現地確認した。ナガオバネは 6 月の調査時には長いもので全長約 60 cmあったが、今回は上部が欠損し、羽枝は抜け落ちて全長約 20 cmと短くなっていた(図 3)。さらにサンプルとして藻体を引き抜くと前回に比べて付着器の付着が弱くなっていた。ナガオバネの分布する範囲は、国土交通省金沢河川国道事務所から連絡のあったように、岸に沿った消波ブロックの約 250 mの範囲で、消波ブロックの海側に面した潮間帯から水深 1mにかけて生育していた(図 1)。生育していた消波ブロックの沖側の水深は約 1~2.5mで底質は砂利であった。水平方向の生育分布が無くなった東側は水深が 1m以浅と浅かった(図 4, 5)。西側では水深は約 3mと深くなり、底質は砂利から砂泥へと変化した。ナガオバネの生育には消波ブロックが設置された水深や、底質の影響を受けている可能性がある。

生育が確認された消波ブロックのうちの一部の長さ 34mの区間で、石川県南加賀農林総合事務所によって 2023 年 9 月にブロックの増設工事が実施され、その範囲にあった消波ブロックのうちナガオバネが多数生育していた 5 つのブロックが、工事済みの区間の消波ブロックの前面に移設された。

ナガオバネは見つかるときには必ず複数個体見つかるので、押し葉標本はたくさん残されているが、1 月後、あるいは 1 年後に同じ場所に行ってみると、跡形もなくなっていると言われている(鈴木ら, 2022)。そのため、今後もこの場所で生育が確認できるかは不明であるが、機会を作り再度確認することが必要と考える。

謝辞

本調査を開始するにあたり、ナガオバネの生育に関しての情報を最初に教示していただいた金沢河川国道事務所廣瀬昌宏海岸課課長、同事務所の調査を請負った株式会社建設技術研究所羽尻光宏氏、移設工事を実施した石川県南加賀農林総合事務所亀井克之森林保全課長、そして貴重な情報を頂いた株式会社国土開発センター前正人氏および片桐寿通氏に深く感謝いたします。

参考文献

吉田忠生, 1998. 新日本海藻誌. 1222pp. 内田老鶴圃, 東京.

吉田忠生・鈴木雅大・吉永一男 2015. 日本産海藻目録(2015年改訂版). 藻類 63:129-189.

HOSHINO, M., Ino, C., KITAYAMA, T. and KOGAME, K. 2020. Integrative systematics approaches revealed that the rare red alga *Schimmelmannia* (Schimmelmanniaceae, Acrosymphytales) from Japan is a new species: The description of *S. benzaiteniana* sp. nov. *Phycological Research* 68, 290-297.

環境省, 2020. 環境省レッドリスト 2020. <https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf>

金沢河川国道事務所, 2023. 石川海岸片山津工区の整備について.

鈴木雅大, 2022. ナガオバネ *Schimmelmannia benzaiteniana*.

https://tonysharks.com/Tree_of_life/Eukaryote/Plantae/Rhodophyta/Schimmelmannia_plumosa/Schimmelmannia_plumosa.html

神谷充伸, 2012. ネイチャーウォッチングガイドブック 海藻. 271pp. 誠文堂新光社, 東京.



図2 6月22日のナガオバネ



図3 8月1日のナガオバネ



図4 東側で植生が無くなった地点



図5 東側で植生が無くなった地点2

能登半島東岸におけるガラモ場の現存量と種組成

池森貴彦・東出幸真

のと海洋ふれあいセンター, 石川県鳳珠郡能登町越坂 3-47 (〒927-0552)

Existing abundance and species composition of Sargassum beds on the east coast of the Noto Peninsula

Takahiko IKEMORI and Yukimasa HIGASHIDE
Noto Marine Center, 3-47 Oosaka, Noto, Ishikawa 927-0552

はじめに

能登半島東岸のガラモ場の現存量については古くから調査が行われている。1975年から1976年に行われた調査では、最大現存量として水深4-6mのヤツマタモク *Sargassum patens* 藻場で4,022.8gDW/m²、ノギリモク *S. macrocarpum* 藻場で7,074.6gDW/m² (谷口ら, 1978)と非常に高い値である。その後1999年から2000年に行われた調査では、能登町小浦の水深3mにおいて、ヤツマタモクで1,764gDW/m²、ホンダワラ類全種を合わせて1,922gDW/m²、能登町越坂の水深3mにおいて、ジョロモク *Myagropsis myagroides* とヨレモク *S. siliquastrum* の混生藻場で2,295gDW/m²であり(池森ら, 2002)、この時点でも1975年当時の半分やそれ以下の値である。2006年には能登町小浦の水深1mでは、マメタワラ *S. piluliferum* 1,441gDW/m²が主体で、全種類では1,765gDW/m²、越坂では水深3mの現存量が特に多く、アカモク *S. horneri* 909gDW/m²が主体で、全種類では2,462gDW/m²と報告されている(池森ら, 2012)。その後も気候変動等の影響で藻場が変化していることが考えられたため、2023年の5月に越坂においてホンダワラ類の水深別の現存量調査を実施したので、その結果を報告する。

方法

図1に示す能登半島東岸の能登町越坂の海域で、2023年5月20日に、SCUBA潜水によって、水深1、3、5、7mの岩礁において、各水深の植生を代表し、かつ海藻の現存量が最も多いと判断した場所2か所に一辺の長さが0.5mの方形枠を設置し、大型藻を付着

器から採集した。採集した海藻は研究室に持ち帰って種別に湿重量を計測した。そして同一水深の2枠分を合計して2倍にすることで、1m²あたりの湿重量とした。湿重量から乾重量への換算は既報(池森ら, 2012)の比率を用いて乾重量を算出した。

結果と考察

杵取り調査結果を表1に示す。水深 1mではマメタワラが主体で湿重量 6,620g/m²、3mではヤツマタモクが主体で 4,400g/m²、5mではノコギリモクが全てを占め 6,600g/m²、7mではノコギリモクとヤツマタモクが主体で 8,100g/m²であった。1 m²あたりの現存量は湿重量で 10 kgを超えた水深は無かった。最も湿重量の大きかった水深 7mのホンダワラ類の現存量を、乾重量は湿重量の 16%で換算(池森ら, 2012)すると 1,296gDW/m²であり、2010 年 4 月に同じ場所で調査された現存量より少なかった。しかし、2010 年に同じ越坂で実施された現存量調査で値が突出して高かったのは水深 3mの 2,462gDW/m²であり、そのうちのアカモクが 909g/m²(37%)を占めていた。能登半島東岸においてアカモクは長いもので全長 10mに達し、一株の重量が大きい。そのため、まばらに生えているアカモクを杵内に入れたため現存量が大きくなったと考えられる。アカモクを除いた現存量では 1,553gDW/m²と 2 kgを下回る。今回の調査では杵取り調査した杵内にはアカモクは入っておらず、低い値となったと考えられる。



図1 調査を実施した海域

1999 年 7 月から 2000 年 7 月にかけて越坂において池森らが 2 か月ごとに、水深 1mから 10mにかけて水深別杵取り調査を実施した結果によると、5 月の水深 3mでの現存量が最大となり 2,295gDW/m²あり、ジョロモクとヨレモクが主体であった。この値は今回得られた値よりも大きかった。

さらに 2010 年の 4 月の水深 7mでのホンダワラ類の現存量は 1,342gDW/m²であり、本調査の 1,296gDW/m²とほぼ同じ値となる。能登町越坂におけるホンダワラ類の最大現存量は 2010 年以降では約 1,300~1,600gDW/m²で、大きな変化が無いと推察される。

気象庁によって 2023 年 3 月に発表された、日本近海における海面水温の 2022 年までのおよそ 100 年間にわたる海域平均海面水温の上昇率は 1.24°C/100 年である。そしてさらに日本海中部では 1.87°C/100 年と国内の他の沿岸地域よりも際立って高くなっている(気象庁, 2023)。九十九湾周辺でも海面水温の上昇が著しく、2022 年 7~8 月の月平均水温は 27~28°C 台で、高い日には 30°Cに達した(のと海洋ふれあいセンター, 2023)。

西日本では海水温の上昇傾向に伴って、既存のホンダワラ類藻場の種組成が変化して、温帯性種から亜熱帯・暖温帯性種に置き換わる事例が報告されている。

2010 年の調査でアカモクとともに観察されたツルアラメ *Ecklonia cava* var. *stolonifera* も今回の調査では見られなかった。アカモクは生長適温範囲ではホンダワラ類の中の低温型に区分され、発芽体の生育上限温度は 31°Cであり、ヤツマタモクの 33°Cやマメタワラ、ヨレモクの 32°Cよりも低いことが報告されている(馬場, 2007, 2011, 2021)。さらに葉状部の生育上限温度はアカモク、イソモクおよびトゲモクが 27°C、それに対してヤツマタモク、ノコギリモクおよびウミトラノオ *S. thunbergii* が 31°Cと高いことが報告されている(原口ら, 2005)。また、ツルアラメの配偶体の生長上限温度は 28°C、孢子体では 27°Cと報告され(戸瀬, 2016)、アカモクと同様に生育できる水温が低い。今回の調査において観測されなかったアカモクやツルアラメは、能登半島東岸の浅海域では、近年の水温の上昇によって生育に適さなくなってきた可能性が高い。

そして 2023 年夏(6~8 月)の日本の平均気温は、

1898年の統計開始以降で最も高くなり(気象庁, 2023)、調査をおこなった後の夏は気温とともに海水温も上昇しており、調査した海域に生育する低温型のホンダワラ類やカジメ類へさらにダメージを与えていると推察される。現に調査海域付近の九十九湾の湾口部で、水深 3m以浅に生育していたツルアラメ群落が消滅しているのを確認した(未発表)。温暖化による水温上昇は、寒冷な海域から温暖な海域へ分布を広げてきた日本沿岸のコンブ目の繁栄にとっては向かい風、逆により暖かい海から徐々に日本沿岸へと分布を広げてきたヒバマタ目の繁栄にとっては追い風になるとの報告もある(坂西ら, 2015)。今後も気候変動による藻場の変化をモニタリング調査していく必要がある。

文献

- 谷口和也・山田悦正, 1977. 能登半島飯田湾の漸深帯における褐藻ヤツマタモクとノコギリモクの生態. 日水研研報, 29, 239-253.
- 池森貴彦・大慶則之・田島迪生, 2002. 能登半島東岸におけるホンダワラ類の現存量. 栽培技研, 29(2), 101-106.
- 池森貴彦・東出幸真・大慶則之・仙北屋圭, 2012. 能登町沿岸におけるガラモ場の現存量とガラモ場とアマモ場の分布域の再検討. のと海洋ふれあいセンター研報, 17, 7-14.
- のと海洋ふれあいセンター, 2023. 能登の海中林. 58, 8pp.
- 馬場将輔, 2007. ホンダワラ類 8 種の初期成長に及ぼす温度と光量の影響. 海生研研報, 10, 9-20.
- 馬場将輔, 2011. ホンダワラ類 8 種の発芽体の高温耐性. 海生研研報, 14, 25-28.
- 馬場将輔, 2021. 温暖化による大型褐藻類の生育反応および分布変動. 海生研研報, 26, 1-28.
- 原口展子・村瀬昇・水上譲・野田幹雄・吉田吾郎・寺脇利信, 2005. 山口県沿岸のホンダワラ類の生育適温と上限温度. 藻類, 53, 7-13.
- 戸瀬太貴, 2016. 褐藻ツルアラメの生長と繁殖におよぼす水温の影響. 三重大学大学院生物資源学研究科 平成 27 年度修士論文, 三重, 1-32.
- 気象庁, 2023. 海洋の健康診断票 海面水温の長期変化傾向(日本近海). https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html
- 坂西芳彦・川俣茂・倉島彰, 2015. 温暖化で日本海の藻場はどうなるのか?—地域個体群の絶滅と生残について—, 日本海リサーチ&トピックス, 16, 10-12.

表1 越坂藻場におけるホンダワラ類の水深別現存量(湿重量) (g/m²)

種名		1m	3m	5m	7m
ジョロモク	<i>Myagropsis myagroides</i>	100			
アキヨレモク	<i>Sargassum autumnale</i>	20			
フシスジモク	<i>Sargassum confusum</i>	80			
ホンダワラ	<i>Sargassum fulvellum</i>		40		
ノコギリモク	<i>Sargassum macrocarpum</i>		1,780	6,600	2,640
フシイトモク	<i>Sargassum microceratium</i>	20			
ヤツマタモク	<i>Sargassum patens</i>	2,180	2,200		2,380
マメタワラ	<i>Sargassum piluliferum</i>	3,600	20		1,700
ヨレモク	<i>Sargassum siliquastrum</i>	620			
エンドウモク	<i>Sargassum yendoi</i>		360		1,380
		6,620	4,400	6,600	8,100

石川県輪島市で初めて採集されたニホンイトヨと県内における採集記録

荒川裕亮¹⁾・高榮晋平²⁾

¹⁾のと海洋ふれあいセンター, 石川県鳳珠郡能登町字越坂 3-47 (〒927-0552)

²⁾小松市経済環境部環境推進課, 石川県小松市小馬出町 91 番地 (〒923-8650)

First record of the threespine stickleback, *Gasterosteus nipponicus*, in Wajima, Ishikawa, Japan, and the past records in Ishikawa

Hiroaki ARAKAWA¹⁾, Shimpei TAKAE²⁾

¹⁾Noto Marine Center, 3-47 Ossaka, Noto, Ishikawa 927-0552

²⁾Environment Division, Economy & Environment Department, Komatsu City, 91 Konmade, Komatsu, Ishikawa, 923-8650

Abstract

To understand the habitat status of the threespine stickleback, *Gasterosteus nipponicus*, which had been designated as Critically Endangered (CR) in Ishikawa Prefecture, we conducted two researches including a field survey in the river and reviewing the past records of the threespine stickleback from Ishikawa. We collected two *G. nipponicus* (female: 6.6 cm SL, male: 7.2 cm SL) from the channel connecting to the lower Machino River in March 2023. This is the first record of *G. nipponicus* in Wajima, Ishikawa. We found 7 records (presence of specimens) and 18 records (only record) from Ishikawa. The records were collected from two areas: the Kanazawa Plain from Kahokugata Lagoon to the Daishoji River, and Nanao City including Noto Island. The records in the Kanazawa Plain were collected mainly in Kahokugata Lagoon and Kakehashi River from 1961 to the 1990s. The records in Nanao were collected in small and medium sized rivers from the 1990s to 2016.

はじめに

ニホンイトヨ *Gasterosteus nipponicus* はトゲウオ目トゲウオ科イトヨ属の一種である。近年、イトヨは日本海側と太平洋側の集団が存在することが明らかとなり (HIGUCHI and GOTO, 1996)、ニホンイトヨと太平洋系降海型イトヨ *G. aculeatus* に分けられている (HIGUCHI, et al., 2014)。またイトヨ属の中でも生活史は多様な変異が存在し (後藤・森, 2003)、ニホンイトヨと太平洋降海型イトヨは遡河回遊性、太平洋系陸封型イトヨ *G. aculeatus* subsp. 1 とハリヨ *G. aculeatus* subsp. 2 は淡水性の生活史を有する。

国内におけるニホンイトヨの分布域は、島根県と利根川以北から北海道とされている (中坊, 2013)。さらに九州北部でも過去にはイトヨの採集記録が残されており (中島・鬼倉, 2009)、日本海沿岸においては過去の分布域として北海道から九州であったと考えられる。近年、ニホンイトヨの個体数は激減しており、本種は環境省のレッドリストで本州の地域個体群として選定されているように、本州における個体群は危機的な状況にある (環境省, 2020)。ま

た各都道府県のレッドリストの選定状況をみると、富山県、愛媛県、長崎県で絶滅(富山県, 2012; 愛媛県, 2014; 長崎県, 2022)、日本海沿岸の本州を中心に 13 県で絶滅危惧I類に選定されている(福岡県, 2014; 島根県, 2014; 新潟県, 2015; 秋田県, 2016; 福井県, 2016; 佐賀県, 2016; 兵庫県, 2017 山形県, 2018; 山口県, 2019; 青森県, 2020; 石川県, 2020; 宮城県, 2021; 鳥取県, 2022)。絶滅危惧I類に選定されている県においても、近年の生息情報は限られており、兵庫県と鳥取県では 2006 年以降、山口県では 2007 年以降、福岡県では 30 年以上にわたって生息が確認されていない。石川県のレッドデータブックにおいても、ニホンイトヨは絶滅危惧I類に選定されており、減少要因として、遡上河川から産卵場所となる水路へのアクセスの低下、産卵に適した水路の消失が挙げられている(石川県, 2020)。石川県内における採集記録は 2007 年 3 月に七尾市での記録が最後とされており、近年の生息状況に関する情報は皆無である(石川県, 2020)。

のと海洋ふれあいセンターでは、2023 年 3 月に石川県輪島市を流れる町野川の河口付近で採集調査を試みたところ、ニホンイトヨ 2 個体が採集された。そこで本報告では、町野川で採集されたニホンイトヨの形態情報や調査内容を記載することに加えて、これまでの石川県内におけるイトヨの採集記録を収集したので結果を報告する。

材料と方法

河川での採集調査

石川県内でニホンイトヨは加賀地区の平野部と能登島において分布情報が報告されている(石川県, 2020)。しかし、のと海洋ふれあいセンターが 2022 年に実施した淡水魚類に関する住民への聞き取り調査により、輪島市町野町に位置する町野川河口付近においてニホンイトヨの生息情報と詳細な地点情報が得られた(荒川ら, 未発表)。そこで、本研究では生息情報が得られた町野川河口に流入する水路において、ニホンイトヨの採集調査を実施した(図 1)。採集調査には袖付き袋網(入口直径 40cm、袖部横 4m、袖部高 60cm、目合 4mm)を使用した。袖付き袋網を下流方向に向けて設置し、下流から遡上する魚類の採集を試みた。袖付き袋網は 2023 年 3 月 10 日午後 5 時に設置し、翌日午前 11 時に回収した。網に入った生物のうち魚類のみを、透明のプラスチックケースに入れて種を同定した。ニホンイトヨは雄 1 個体、雌 1 個体の合計 2 個体が採集され、雌は放流し、雄は実験室へ持ち帰って 99.5%エタノールで固定した。それ以外の魚種は全て放流した。また調査地点において、設置時に水温を計測し、また河川水をプラスチックボトルで採水し実験室に持ち帰って、pH、塩分濃度を測定した。

採集記録に関する調査

これまでの石川県内におけるイトヨの採集記録を収

集するため、県内の博物館等施設への聞き取り調査と魚類調査に関する文献調査を行った。採集記録は、標本のある採集記録と、記録のみの採集記録に分けて取り扱った。標本は、中坊(2013)に従い種を同定し、体長、全長、尾柄部隆起骨の形状を記録した。また全ての採集記録について、使用されていた和名、採集日、採集地点、出典(標本収蔵機関、文献)も記録した。

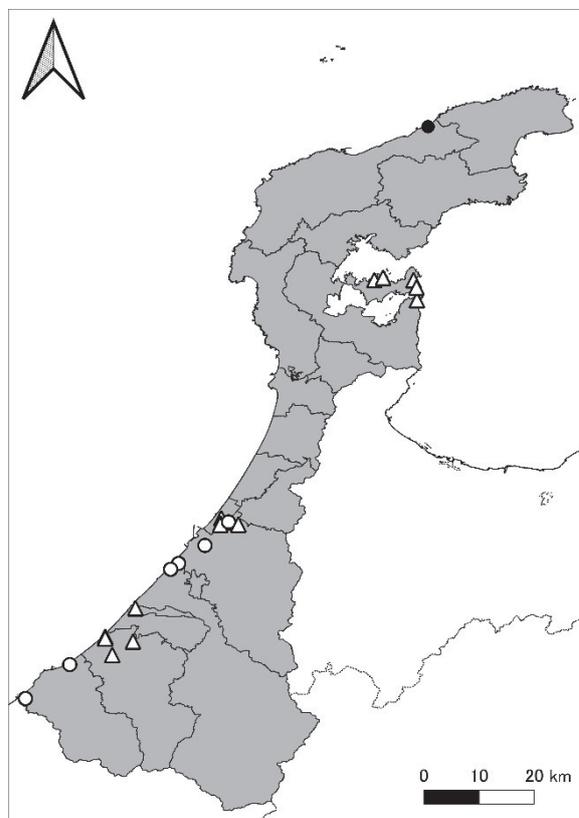


図 1 石川県におけるイトヨの採集地点(●:本採集調査、○:標本あり、△:記録のみ)

結果

町野川で採集されたニホンイトヨ

袋網に入った魚類は、個体数が多い順にサケ *Oncorhynchus keta* 85 個体(稚魚、全長 4cm 程度)、ウグイ *Pseudaspius hakonensis* 7 個体、ニホンイトヨ 2 個体、ウキゴリ属 *Gymnogobius* sp. 1 個体、ヨシノボリ属 *Rhinogobius* sp. 1 個体であった。水質情報として、水温は 13.0°C、pH は 7.43、塩分濃度は 0.00% であった。採集されたニホンイトヨは雌雄 1 個体ずつであり、雌は体長 6.6 cm、全長 7.6 cm (図 2a)、雄は体長 7.2 cm、全長 7.9 cm であった(図 2b、標本番号 NMCI-P. 3920)。

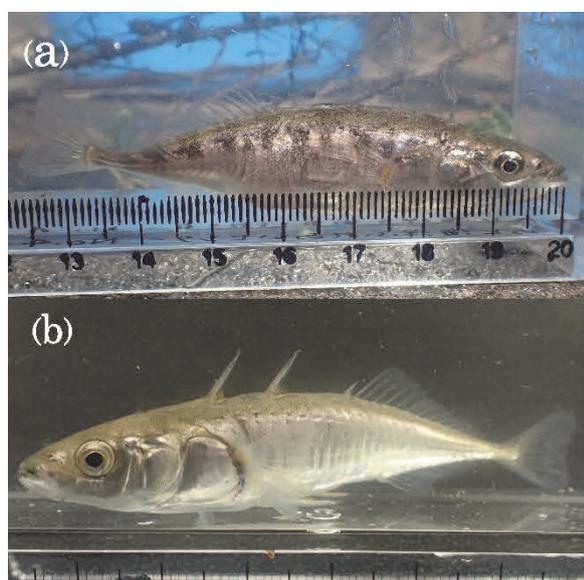


図 2 町野川で採集されたニホンイトヨの雌(a)と雄(b、標本番号 NMCI-P. 3920)

石川県内における採集記録

石川県内より、標本のある採集記録 7 件、記録のみの採集記録 18 件の合計 25 件の採集記録が得られた(図 1, 表 1)。採集地点の情報として、内灘町歴史民俗資料館収蔵の標本(1961 年採集)、石川県(1978)と MORI(1987) の採集記録は、河北潟と記載されており、詳細な地点情報は記載されていない。また石川県立自然史資料館収蔵の標本(1971 年 3 月 26 日購入)は、近江町市場にて買い上げ(河北潟産)と記載されており、こちらについては、採集地点と採集日が不明であった。これら 4 件の採集記録は河北潟一帯とし

て取り扱った。また七尾市鶴浦町における 2 件の採集記録が得られた。そのため、採集記録は河北潟一帯に加えて、21 地点から得られた。採集記録のあった地点は河北潟から大聖寺川にかけての金沢平野と、能登島を含む七尾市であった。本採集調査により 2023 年にニホンイトヨを採集した町野川周辺ではこれまでに採集記録は得られなかった。採集記録の年代をみると、金沢平野では 1961 年の河北潟における採集記録が最も古く、1990 年代までの採集記録が得られたが、2000 年代以降は得られなかった。一方で、七尾市においては 1990 年代から 2016 年までの採集記録が得られた。七尾市においては、標本のある採集記録は得られなかった。

イトヨ標本は、河北潟一帯($n=4$, 68.5 ± 2.7 mm SL、1961 年採集)、金沢市打木町($n=8$, 70.3 ± 7.1 mm SL、図 3)、松任市倉部屋越川($n=16$, 73.7 ± 4.7 mm SL)、金沢市戸水($n=4$, 70.0 ± 5.7 mm SL)、加賀市大聖寺瀬越町($n=4$, 68.5 ± 3.8 mm SL)で採集されたもので



図 3 ニホンイトヨ標本(採集地点: 金沢市打木細流、採集日: 1972 年 4 月 23 日、石川県自然史資料館収蔵)



図 4 イトヨ標本(採集地点: 加賀市新堀川河口、採集日: 1975 年 3 月 15 日、個人蔵)

表1 石川県におけるイトヨの採集記録

	地点・河川	採集年月日	記載和名	出典	標本数	備考
1	河北潟	1961年	いとよ	内灘町歴史民俗資料館収蔵標本	4	
2	河北潟	1971年3月26日(購入)	イトヨ	石川県立自然史資料館収蔵標本	10	近江町市場にて買上げ(河北潟産)と表記
3	金沢市打木町細流	1972年4月23日	イトヨ	石川県立自然史資料館収蔵標本	8	
4	松任市(現白山市)倉部屋越川本流	1972年4月23日	イトヨ	石川県立自然史資料館収蔵標本	16	
5	金沢市戸水	1972年4月23日	イトヨ	石川県立自然史資料館収蔵標本	4	
6	河北潟	1973年以前	イトヨ	石川県(1978)		
7	加賀市新堀川河口	1975年3月15日	イトヨ	個人蔵標本	1	
8	加賀市大聖寺瀬越町	1978年4月28日	イトヨ	石川県立自然史資料館収蔵標本	4	魚類標本群未整理のため和名の記載なし
9	河北潟	1982年~1984年	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Mori (1987)		
10	河北郡内灘町河北潟(河北潟放水路上流付近)	1991年4月~1994年3月	イトヨ(降海型)	石川県(1996)		
11	河北郡内灘町河北潟(大野川上流付近)	1991年4月~1994年3月	イトヨ(降海型)	石川県(1996)		
12	河北郡内灘町大野川	1991年4月~1994年3月	イトヨ(降海型)	石川県(1996)		
13	金沢市才田町森下川河口	1991年4月~1994年3月	イトヨ(降海型)	石川県(1996)		
14	小松市安宅町水路	1994年4月23日	イトヨ(降海型)	河川水辺の国勢調査(国土交通省)		
15	小松市安宅町梯川河口	1994年4月25日	イトヨ(降海型)	河川水辺の国勢調査(国土交通省)		
16	小松市白江町梯川	1994年5月21日	イトヨ(降海型)	河川水辺の国勢調査(国土交通省)		
17	小松市今江町梯川水系前川	1994年5月31日	イトヨ(降海型)	河川水辺の国勢調査(国土交通省)		
18	白山市湊町手取川	1995年6月16日	イトヨ(降海型)	河川水辺の国勢調査(国土交通省)		
19	七尾市能登島(東岸に注ぐ小河川河口)	1994年4月~1996年3月	イトヨ(降海型)	石川県(1996)		
20	七尾市能登島(東岸に注ぐ小河川河口)	1994年4月~1996年3月	イトヨ(降海型)	石川県(1996)		
21	七尾市能登島(北岸に注ぐ小河川河口)	1994年4月~1996年3月	イトヨ(降海型)	石川県(1996)		
22	七尾市鷺浦町	1997年6月7日	降海型イトヨ	のと里山里海ミュージアム収蔵標本		標本台帳のみ(標本は散逸)
23	七尾市鷺浦町	2000年6月5日	降海型イトヨ	のと里山里海ミュージアム収蔵標本		標本台帳のみ(標本は散逸)
24	七尾市野崎町	1992年~2016年	イトヨ	のとじま水族館採集記録		
25	七尾市能登島曲町	2016年6月	イトヨ	のとじま水族館採集記録		
26	輪島市町野町野川	2023年3月11日	ニホンイトヨ	のと海洋ふれあいセンター収蔵標本	1	本採集調査

あった(表 1)。また石川県立自然史資料館収蔵の標本は、近江町市場で買い上げられた河北潟産の標本($n=14$, 73.0 ± 4.3 mm SL)もあった。これらの標本はホルマリンによる液浸標本であった。これらの標本は全て成魚であり、尾柄部隆起骨の形状はニホンイトヨの特徴を示した。また加賀市新堀川河口で採集されたイトヨ標本($n=1$, 75.9 mm SL)は剥製であり、尾柄部隆起骨の形状が破損しており、種を同定することはできなかった(図 4)。

考察

輪島市におけるニホンイトヨの新たな生息地

本調査により採集されたニホンイトヨ並びに石川県内で採集されたイトヨの液浸標本は全てニホンイトヨの形態的特徴を有していた。七尾市における標本を得ることができなかったが、石川県内に生息するイトヨはニホンイトヨであると考えられる。またこれまでの県内における採集記録は河北潟から大聖寺川にかけての金沢平野と、能登島を含む七尾市の2つの地域より得られた。輪島市では採集記録が得られず、本採集調査により輪島市を流れる町野川においてニホンイトヨが生息することが初めて明らかとなった。

金沢平野と七尾市における採集記録

本調査で収集された標本や採集記録の分布から、かつて金沢平野においてニホンイトヨが広範囲に生息していたことは明らかであるが、1990年代の記録を最後に本種の生息情報は見当たらない。近代以降の金沢平野は農業をはじめとする人の生産活動の場であり、県内最大の人口密集地域である。このため、利水や治水を目的とした水域改修の優先度は高く、県内でも比較的早い時期から自然水系の人工化および圃場の近代化が進められてきたと推測できる。ニホンイトヨの採集記録が多く得られた河北潟はもともと日本海に開かれた汽水湖であった。しかし大規模干拓事業後、防潮水門が河北潟と大野川との間に1978年、放水路に1986年に建設されるなど著しい環境変容が行われた結果、現在では広範囲が淡水化している(福原ら, 2022)。水門など河川横断構造物は、河川にお

ける生物の自然な移動を妨げることが知られており、河北潟においても大野川から河北潟への岸辺底生動物の移動が水門により妨げられていることが報告されている(福原ら, 2022)。ニホンイトヨのようにその生活史のなかで海域や汽水域、淡水域の小水路などの複数の生息環境を必要とする種にとってはそれぞれの生息環境が良好に保たれていることに加えて、生息環境間の移動が保証されている必要がある。イトヨ遡河回遊性個体群にとって、水門や河口閉塞などにより、河口部から小河川や畔川などの繁殖地に到達しにくい落差があることは減少の大きな要因であると指摘されている(後藤・森, 2003)。河北潟におけるニホンイトヨの減少は、防潮水門等の河川横断構造物による移動障害を含めた本種の生息環境の変容に影響を受けていると考えられ、同様に金沢平野の多くの河川において本種の生息環境は著しく悪化しているものと考えられる。

一方、七尾市においては2016年まで採集記録が得られた。石川県(2020)では、ニホンイトヨは2007年3月に七尾市内で発見されて以降、県内での記録はないとされている。しかし、本調査によって2016年まで七尾市の能登島に生息していたことが明らかとなった。七尾市において採集記録が得られた地点は、流域面積が比較的小さい中小河川であった。このような河川では、河口周辺を産卵場として利用している可能性が高く、大河川が主な生息水系である金沢平野の個体群と比べて、河川横断構造物の影響を受けづらく、最近まで生息していた可能性がある。しかし、中小河川は水系数が多く、ニホンイトヨを対象とした調査は十分に行われておらず、現在の生息状況は不明である。そのため、今後は採集記録が残されていた河川を中心に採集調査を実施していく必要がある。

今後の展望

本採集調査によりニホンイトヨが採集された町野川河口は、一般的に奥能登(輪島市、穴水町、能登町、珠洲市)と呼ばれる地域に位置する。奥能登地域において、イトヨの採集記録は得られなかった。一方で、内浦町(現能登町)の町史にはイトヨが記載されており(内浦町, 1981)、過去には奥能登地域にもイトヨが生

息していた可能性がある。しかしこれまでこのような地域で調査は十分に行われておらず、生息状況は不明である。本採集調査は、地元住民への聞き取り調査によって得られた生息情報をもとに実施された。漁業者や地元住民が有する淡水魚類に関する知識は、地域の生態学的知識と呼ばれ、過去における生物の分布域評価にも用いられている(ARAKAWA et al., 2021)。新潟県や山形県ではイトヨの食文化や漁業が成り立っており、春を告げる魚(春告魚)として知られている(森, 2004)。このようにイトヨは歴史的に身近な存在であった可能性があり、住民への聞き取り調査は生息状況を把握する上で有効かもしれない。今後は県内におけるニホンイトヨの生息状況を把握するため、遡上期の3月から4月にかけて採集調査を実施する必要がある。近年、魚類調査に用いられている環境DNA分析は、河川での生活期間が限られているニホンイトヨの分布状況を把握する上で有効であると考えられる。また産卵環境や稚魚期、海での生活期といった生態に関する包括的な調査も行いながら、県内における個体群の保全に努めていく必要がある。

要約

1. 石川県において絶滅危惧I類に選定されているニホンイトヨの生息状況を把握するため、本研究は河川での採集調査と、これまでの石川県内における採集記録の収集を行った。
2. 2023年3月に実施された採集調査により、町野川河口に流入する水路においてニホンイトヨ2個体(雌: 6.6 cm SL、雄: 7.2 cm SL)が採集され、輪島市において初めて生息が確認された。
3. 石川県内における採集記録として、標本のある採集記録7件、記録のみの採集記録18件が得られた。採集地点として河北潟から大聖寺川にかけての金沢平野と、能登島を含む七尾市の2つの地域より得られた。
4. 金沢平野における採集記録は、主に河北潟や梯川で多く、1961年から1990年代までの記録が残されていた。

5. 七尾市の採集記録は、能登島を含む中小河川において、1990年代から2016年までの記録が得られた。

謝辞

本調査の実施にあたり、宮下勉氏、本村公志氏、町野川漁業協同組合の富成寿明氏、内灘町歴史民俗資料館風と砂の館の宮永眞保子氏、石川県自然史資料館の嶋田敬介氏、のと里山里海ミュージアムの床坊睦美氏、のとじま水族館の藪根哲志氏には、採集調査やイトヨの標本や採集記録の収集にご協力いただきました。深く感謝申し上げます。

参考文献

- 秋田県, 2016. 秋田県版レッドリスト2016(淡水魚類). <https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/10630> (2024/2/25 参照)
- 青森県, 2020. 青森県レッドデータブック(2020年版). https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kankyo/shizen/reddatabook_2020.html (2024/2/25 参照)
- ARAKAWA, H., D. KISHI, S. YANAI, 2021. Historical distribution of Arctic lamprey *Lethenteron camtschaticum* in Japanese rivers and its change estimated from fishery statistics and fishers' local ecological knowledge. *Fisheries science*, 87(4):479-490.
- 愛媛県, 2014. 愛媛県レッドデータブック 2014 淡水魚類. <https://www.pref.ehime.jp/reddatabook2014/top.html> (2024/2/25 参照)
- 福原晴夫・永坂正夫・川原奈苗・奥川光治・高野典礼・高橋久, 2022. 河北潟及び金沢港防潮水門下流の大野川における岸辺底生動物の分布. *河北潟総合研究*, 25: 35-47.
- 福井県, 2016. 【改訂版】福井県の絶滅のおそれのある野生動植物 淡水魚類. https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/shizen/rdb/gyorui_list.html (2024/2/25 参照)
- 福岡県, 2014. 福岡県の希少野生生物 福岡県レッドデータブック 2014(改訂版). <https://biodiversit>

- y.pref.fukuoka.lg.jp/rdb/ (2024/2/25 参照)
- 後藤晃, 森誠一, 2003. トゲウオの自然史. 北海道大学図書刊行会, 北海道, 278pp.
- HIGUCHI, M., A. GOTO, 1996. Genetic evidence supporting the existence of two distinct species in the genus *Gasterosteus* around Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 47: 1-16.
- HIGUCHI, M., H. SAKAI, A. GOTO, 2014. A new threespine stickleback, *Gasterosteus nipponicus* sp. nov.(Teleostei: Gasterosteidae), from the Japan Sea region. *Ichthyological Research*, 61: 341-351.
- 兵庫県, 2017. 兵庫県版レッドリスト 2017(哺乳類・爬虫類・両生類・魚類・クモ類). https://www.kankyo.pref.hyogo.lg.jp/jp/environment/leg_240/leg_289/leg_6089 (2024/2/25 参照)
- 石川県, 1978. 石川県の自然環境. 石川県.
- 石川県, 1996. 石川県の淡水魚類. 石川県環境部 自然保護課.
- 石川県, 2020. いしかわレッドデータブック 2020 動物編淡水魚類. https://www.pref.ishikawa.lg.jp/sizen/reddata/rdb2020/documents/05_rdb2020_dobutu_4-tansuigyorui_92-103.pdf (2024/2/25 参照)
- 環境省, 2020. 環境省レッドリスト 2020. <https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf> (2024/2/25 参照)
- 国土交通省, 河川水辺の国勢調査 河川環境データベースシステム 北陸地方. https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/dl_84_index.html (2024/2/25 参照)
- 宮城県, 2021. 宮城県の希少な野生動植物-宮城県レッドリスト 2021 年版- 汽水・淡水魚類. <https://www.pref.miyagi.jp/documents/38111/rl2021tuo.pdf> (2024/2/25 参照)
- MORI, S., 1987. Divergence in reproductive ecology of the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*. *Japanese Journal of Ichthyology*, 34(2): 165-175.
- 森誠一, 2004. 岩手県大槌川水系に生息するイトヨの現状と実態に関する生態学的・遺伝学的研究: 大槌町「まちづくり」のための環境保全を目標として. 岐阜経済大学論集, 38(1):123-154.
- 長崎県, 2022. 長崎県レッドリスト 2022 魚類. <https://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2022/03/1648644059-1.pdf> (2024/2/25 参照)
- 中坊徹次, 2013. 日本産魚類検索全種の同定. 第三版. 東海大学出版会, 東京, 2530pp.
- 中島淳, 鬼倉徳雄, 2009. 九州におけるイトヨの記録. ホシザキグリーン財団研究報告, 12: 285-288.
- 新潟県, 2015. 新潟県第2次レッドリスト(淡水魚類・大型水生甲殻類編). <https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/kankyotaisaku/1356824769125.html> (2024/2/25 参照)
- 佐賀県, 2016. 佐賀県レッドリスト 2016(汽水・淡水魚類). https://www.pref.saga.lg.jp/kiji00314125/3_14125_289391_up_qr7u8hj7.pdf (2024/2/25 参照)
- 島根県, 2014. 改定しまねレッドデータブック 2014 動物編 汽水・淡水魚類. <https://www1.pref.shimane.lg.jp/contents/rdb/rdb2/> (2024/2/25 参照)
- 鳥取県, 2022. レッドデータブックとっとり第3版(2022年改訂)淡水魚類. <https://www.pref.tottori.lg.jp/secure/1308351/4fish077-086.pdf> (2024/2/25 参照)
- 富山県, 2012. 富山県の絶滅のおそれのある野生生物-レッドデータブックとやま 2012- 分類別(淡水魚類). <https://www.pref.toyama.jp/1709/kurashi/kankyoushizen/shizen/kj00013513/kj00013513-005-01.html> (2024/2/25 参照)
- 内浦町, 1981. 内浦町史 第一巻 自然・考古・社寺. 内浦町史編纂専門委員会, p1032.
- 山形県, 2018. 山形県レッドリスト(淡水魚類). https://www.pref.yamagata.jp/documents/2445/fish_kaiteilist.pdf (2024/2/25 参照)
- 山口県, 2019. レッドデータブックやまぐち 2019 淡水産魚類. [24](https://yamaguchi-rdb.com/site/class_category_list.php?category=FreshwaterFish(2024/2/25 参照)</p></div><div data-bbox=)

富山湾沿岸で越冬したガンガゼ類の初記録

荒川裕亮¹⁾・木村知晴²⁾

¹⁾のと海洋ふれあいセンター, 石川県鳳珠郡能登町字越坂 3-47 (〒927-0552)

²⁾魚津水族館, 富山県魚津市三ヶ 1390 (〒937-0857)

First records of the *Diadema* survived over the winter on the coast of Toyama Bay

Hiroaki ARAKAWA, Tomoharu KIMURA

Noto Marine Center, 3-47 Ossaka, Noto, Ishikawa 927-0552

Uozu Aquarium, 1390, Sanga, Uozu, Toyama 937-0857

Abstract

We collected *Diadema* from October 2022 to October 2023 in Noto Town and Uozu City on the coast of Toyama Bay. To assess the relationship between the colonization of *Diadema* and water temperature, we compiled daily seawater temperature near the collection sites during 2014 and 2023. *D. clarki* and *D. setosum* were collected in Noto, and *D. clarki* was collected in Uozu, after March when the water temperature decreased to the lowest level, indicating that these *Diadema* had survived over the winter. The number of individuals of *D. clarki* was more abundant than that of *D. setosum*. The shell diameter of *Diadema* collected before June was mainly 10-25 mm. *D. clarki* with shell diameters of 48.3 mm and 43.6 mm were also collected in March and April in Ogi, Noto, which were considered to be 1 year old or older. In addition, the overwintered and grown individuals (shell diameters of 36.0-49.8 mm and 63.4 mm) were collected in October, in Ogi, Noto. The number of daily water temperature dropping below 10°C (close to the lethal temperature for *Diadema*) in 2023 was the fewest level in the past 10 years. This result indicated that relatively warmer winter water temperature could promote *Diadema* to survive over winter and colonization.

はじめに

ガンガゼ類は棘皮動物門ウニ綱ガンガゼ目に属し、主に熱帯から温帯の浅海域に生息する一群である。日本沿岸に分布するガンガゼ科ガンガゼ属はガンガゼ *Diadema setosum*、アオスジガンガゼ *D. savignyi*、アラサキガンガゼ *D. clarki* である。主な分布域として、アオスジガンガゼは太平洋側では房総半島以南、日本海側には分布せず、ガンガゼとアラサキガンガゼは太平洋側では房総半島以南、日本海側では能登半島以南とされている(張, 2019)。富山湾沿岸において、これまでアラサキガンガゼの当歳個体が採集されることはあるが、越冬した個体は採集されることがないことから、死滅回遊として認識されてきた(木村ら, 2023)。しかし近年の温暖化に伴う日本海における海水温の上昇によって、このような死滅回遊生物がより北方の地域でも定着する可能性が考えられる。特にガンガゼ類は藻場が衰退する一つの原因として考えられており、定着することでその浅海域における生態系が

変化する恐れがある。そのため、ガンガゼ類など南方系の生物の定着状況については注意深く観察していく必要がある。

そこで本研究は、ガンガゼ類の分布域北限に位置する富山湾沿岸の石川県能登町と富山県魚津市の地先において、ガンガゼ類の定着状況を把握するため採集調査を行った。本調査によって、越冬したガンガゼ類のアラサキガンガゼとガンガゼが採集されたため、本稿では採集されたガンガゼ類について報告する。また冬季水温と越冬状況の関係性について考察するため、採集地点付近の2014年から2023年までの10年間における海水温観測結果についても報告する。

材料と方法

2022年10月から2023年10月にかけて富山湾に面する石川県能登町の九十九湾周辺と富山県魚津市で、スキューバ潜水やスノーケルによるガンガゼ類の採集を行った(図1、2)。能登町における採集地点は、能登町姫(2023年3月5日、N37.296000、E137.206111)、越坂(2023年3月17日、N37.308611、E137.236250)、小木(2023年3月17日、4月12日、10月4日、N37.307750、E137.231444)の地先である(図1)。魚津市における採集地点は、魚津市本町の地先(2022年10月25日、2023年3月1日、N36.813048、E137.393357)、魚津市上口の魚津港南地区内(2023年1月18日、5月12日、6月19日、N36.807866、E137.392866)である(図2)。ガンガゼ類を採集した地点付近のおおよその水深を記録し、ダイブコンピューターによって水温も記録した。採集したガンガゼ類は生体を観察して種を同定し殻径を計測した。ガンガゼ類の同定方法については張(2019)を参照し、間歩帯にあるY字状の青い線と肛門部のリングの色を見て種を判別した。殻径計測後、一部の個体は75%エタノールで固定した。また一部の個体は採集直後にエタノール固定を行わず、水槽で飼育した後に固定を行った。固定したガンガゼ類は全て、のと海洋ふれあいセンターにおいて標本登録を行い保管した。能登町小木では4月12日と10月4日に多くのガンガゼ属を採集することができたため、それぞれ殻径のヒストグラムも作成した。

また水温との関係性を検討するため、採集地点付近における海水温の定点観測結果を集計した。観測地点はのと海洋ふれあいセンターが能登町越坂で記録している海水温データを能登町における海水温の

参考値とし、魚津水族館が魚津市三ヶで記録している海水温データを魚津市における海水温の参考値とした(図1、2)。のと海洋ふれあいセンターでは、休館日(月曜日)を除く毎日8時30分から9時の時間帯に定点において岸から採水し、水温を記録している。魚津水族館では、岸から約180m沖合(水深約7m)からポンプで随時取水し、陸地にある集水槽に貯めている。その集水槽の水温を毎日10時30分~11時の時間帯に記録している。ガンガゼ類の越冬可能水温の閾値は10~11°Cとされている(海洋生物環境研究所, 2012)。そこで本報告では、各観測地点における海水温が10°C以下となった日数を年ごとに集計した。水温情報は2014年から2023年までの10年間の結果を集計した。

結果

採集されたガンガゼ類

能登町におけるガンガゼ類の採集調査により、アラサキガンガゼ61個体とガンガゼ4個体が採集された(表1)。2023年3月5日に姫で2個体のアラサキガンガゼ(殻径17.5mm、20.1mm、標本番号:NMCI-EC.162)が採集された。3月17日には越坂でアラサキガンガゼ1個体(12.4mm、NMCI-EC.163)、小木でアラサキガンガゼ3個体(18.5mm、21.5mm、48.3mm)が採集された。小木で採集された2個体(18.5mm、21.5mm)の標本番号はNMCI-EC.164、大型の個体(48.3mm)の標本番号はNMCI-EC.165である。この時の採集地点における水温はそれぞれ11.1°C、10.8°Cでありガンガゼ類の越冬可能水温閾値(10~11°C)に近い値であった。4月12日には小木の同地点で、アラサキガンガゼ15個体(平均±SD=21.6±7.1mm、12.8~

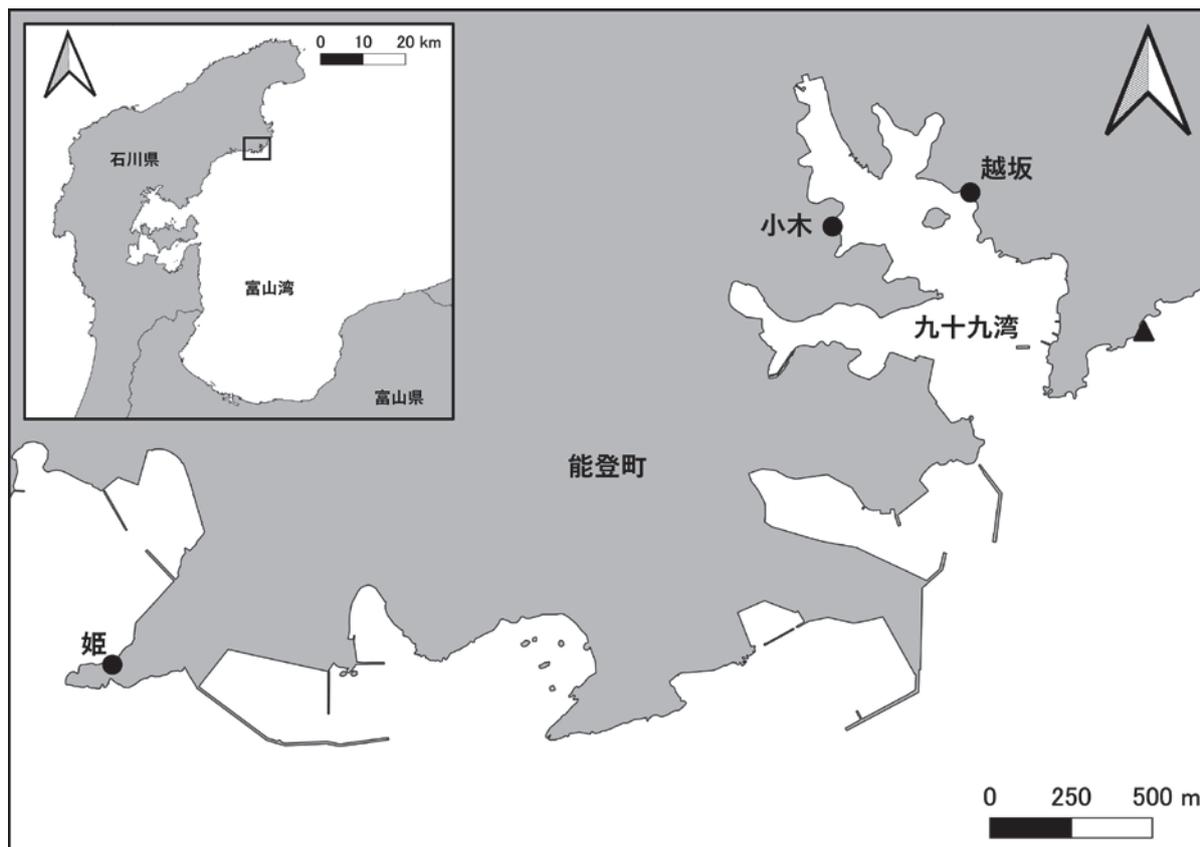


図1 石川県能登町における採集地点(採集地点を●、水温観測地点を▲で示す)

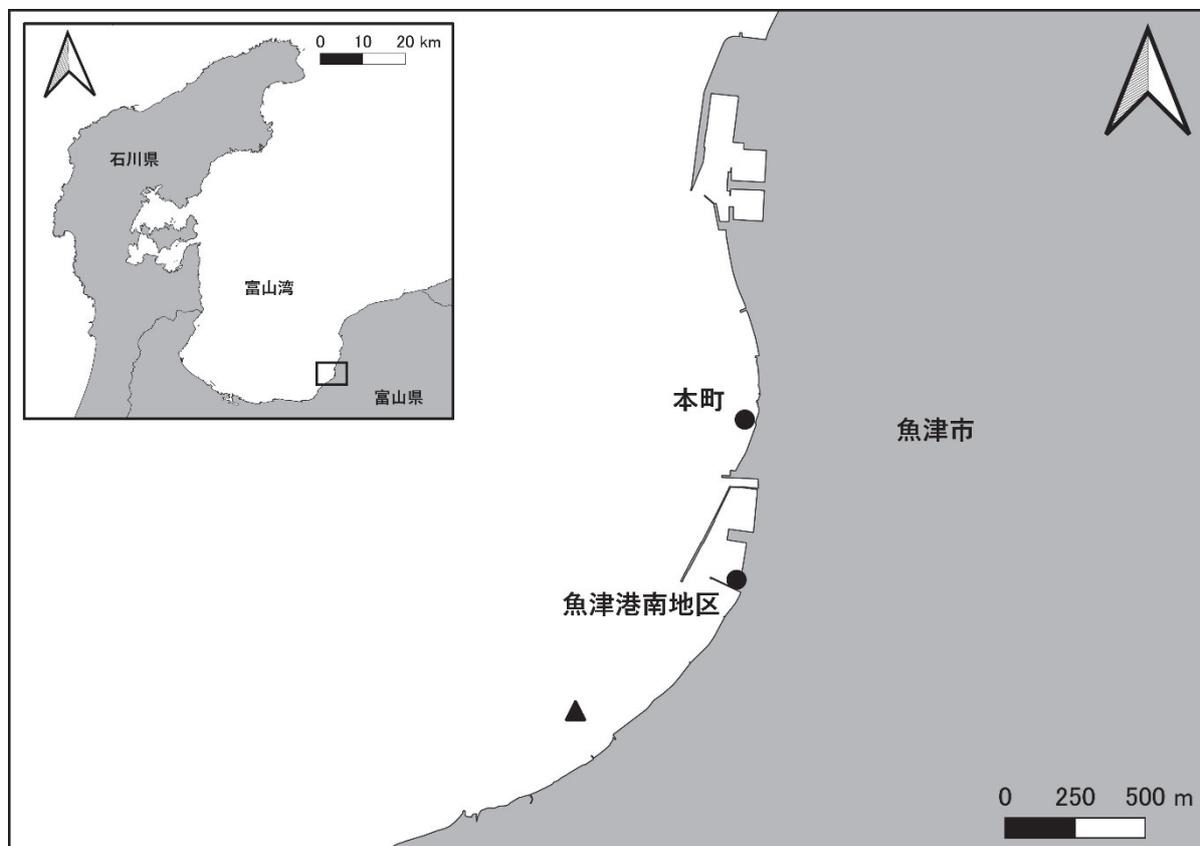


図2 富山県魚津市における採集地点(採集地点を●、水温観測地点を▲で示す)

表1 石川県能登町で採集されたガンガゼ類の殻径と採集地点の情報

採集地点	採集年月日	水深 (m)	水温 (°C)	和名	n	殻径 (mm)
1 能登町姫	2023年3月5日	-	-	アラサキガンガゼ	2	17.7, 20.1
2 能登町越坂	2023年3月17日	2	11.1	アラサキガンガゼ	1	12.4
3 能登町小木	2023年3月17日	1.5-2	10.8	アラサキガンガゼ	3	18.8, 21.5, 48.3
4 能登町小木	2023年4月12日	1-3	12.2	アラサキガンガゼ	15	21.6±7.1 (平均±SD), 12.8 (最小), 43.6 (最大)
				ガンガゼ	2	11.0, 21.2
5 能登町小木	2023年10月4日	1-2	25.7	アラサキガンガゼ	40	44.7±4.4 (平均±SD), 36.0 (最小), 63.4 (最大)
				ガンガゼ	2	44.7, 48.1

表2 富山県魚津市で採集されたガンガゼ類の殻径と採集地点の情報

採集地点	採集年月日	水深 (m)	水温 (°C)	和名	n	殻径 (mm)
1 魚津市本町	2022年10月25日	6	22.5	アラサキガンガゼ	2	6.5, 7.7
2 魚津港南地区内	2023年1月18日	2.5	12.2	ガンガゼ	1	15.9
3 魚津市本町	2023年3月1日	3	10.3	アラサキガンガゼ	1	17.2
4 魚津港南地区内	2023年5月12日	2-2.5	14.1	アラサキガンガゼ	6	19.7±4.0 (平均±SD), 15.0 (最小), 25.5 (最大)
5 魚津港南地区内	2023年6月19日	4	22.7	アラサキガンガゼ	1	18.2

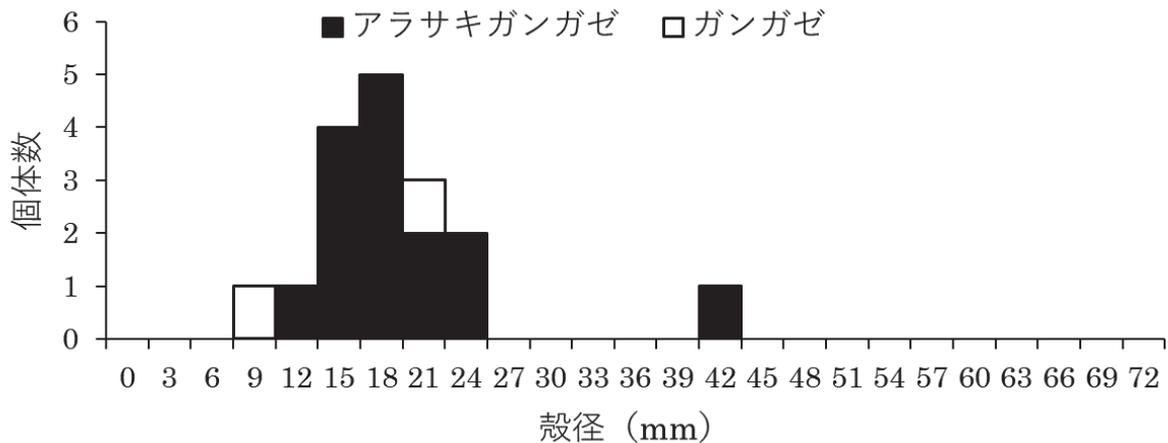


図3 4月12日に能登町小木で採集されたガンガゼ類のサイズ構成

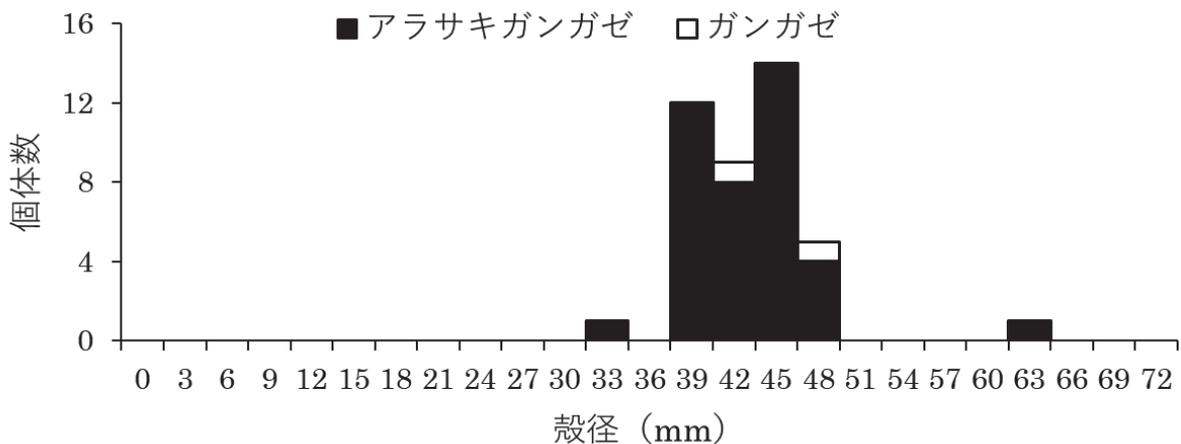


図4 10月4日に能登町小木で採集されたガンガゼ類のサイズ構成

43.6 mm)とガンガゼ 2 個体(11.0 mm、21.2 mm)が採集され、水温は 12.2°Cであった。アラサキガンガゼ 1 個体(12.8 mm、NMCI-EC. 166)とガンガゼ 1 個体(殻径 11.0 mm、NMCI-EC. 167)のみ標本登録を行った。10 月 4 日に小木の同地点で、アラサキガンガゼ 40 個体(44.7±4.4 mm、36.0~63.4 mm)とガンガゼ 2 個体(44.7 mm、48.1 mm)が採集され、水温は 25.7°Cであった。

能登町小木で 4 月 12 日と 10 月 4 日に採集されたガンガゼ属の殻径組成を、図 3 と図 4 に示した。採集されたガンガゼは数個体程度であることから、下記の殻径の結果については、アラサキガンガゼについてのみ記述している。4 月 12 日においては、図左側の集団($n=14$ 、 20.1 ± 3.7 mm、 $12.8\sim 26.3$ mm)と殻径 43.6 mm の 1 個体に分けられた(図 3)。次に 10 月 4 日においては、図中央の集団($n=39$ 、 44.2 ± 3.2 mm、 $36.0\sim 49.8$ mm)と殻径 63.4 mm の個体に分けられた(図 4)。

魚津市におけるガンガゼ類の採集調査により、アラサキガンガゼ 10 個体とガンガゼ 1 個体が採集された(表 2)。魚津市本町では 2022 年 10 月 25 日にアラサキガンガゼ 2 個体(殻径 6.5 mm、7.7 mm、NMCI-EC. 168)、2023 年 3 月 1 日にアラサキガンガゼ 1 個体(17.2 mm)が採集された。水温はそれぞれ 22.5°C、10.3°Cであった。魚津港南地区内では 2022 年 12 月 19 日にアラサキガンガゼ 50 個体以上が生息していることを目視確認し、水温は 13.2°Cであった。2023 年 1 月 18 日にガンガゼ(15.9 mm、NMCI-EC. 169)が採集され、水温は 12.2°Cであった。同地点で 5 月 12 日に

アラサキガンガゼ 6 個体(19.7±4.0 mm、15.0~25.5 mm、NMCI-EC. 170)、6 月 19 日にアラサキガンガゼ 1 個体(18.2 mm、NMCI-EC. 171)が採集された。水温はそれぞれ 14.1°C、22.7°Cであった。

海水温

能登町越坂と魚津市における観測水温は 2 月から 3 月にかけて水温は最も低かった。両地点における 10°Cを下回った日数を図 5 に示す。地点間で比較すると年ごとにばらつきはみられたが、日数については概ね同様の傾向がみられた。10°Cを下回った日数の最多は、能登町越坂で 2014 年に 56 日、魚津市では 2018 年に 75 日であった。2014 年から 2019 年にかけては、半月から 2 か月ほどの期間 10°Cを下回っていた。しかし 2020 年には両地点で 10°Cを下回った日数は 1 日と減少し、2021 年も越坂で 4 日、魚津市で 2 日のみであった。2022 年には越坂で 34 日、魚津市で 42 日と日数は増加したが、2023 年は越坂で 7 日、魚津市で 1 日のみであった。

考察

富山湾沿岸におけるガンガゼ類の越冬

本採集調査により、水温が最も低下する 3 月以降に能登町ではアラサキガンガゼとガンガゼ、魚津市ではアラサキガンガゼ採集されたことから、当該海域において 2023 年にこれらの種は越冬したことが明らかとなった。他海域におけるガンガゼ類の調査により、神奈

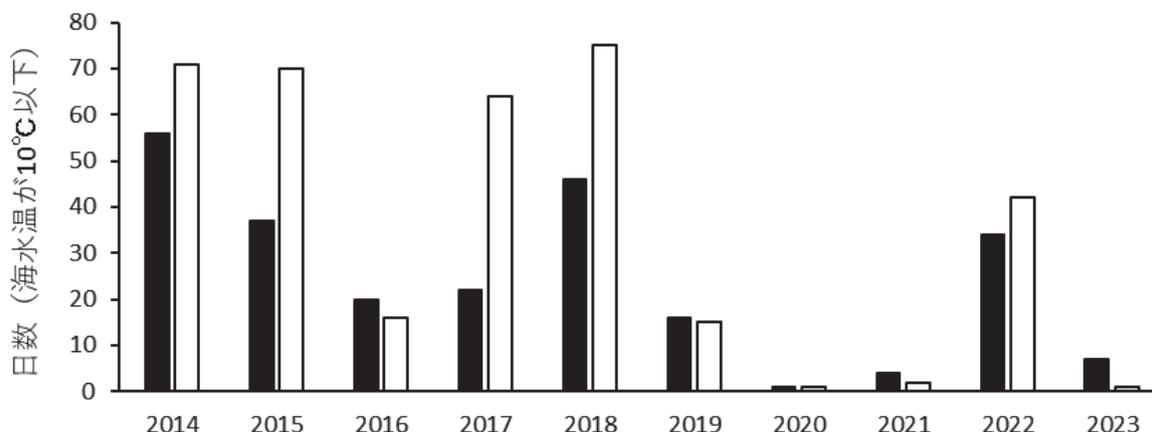


図 5 海水温が 10°C以下となった日数(棒グラフ黒塗りは石川県能登町越坂、白抜きは富山県魚津市の観測結果を示す)

った。他海域におけるガンガゼ類の調査により、神奈川県横須賀市地先では冬季最低水温が 11°Cを下回ることがなくなったことで、ガンガゼ類の密度が増加したこと(丹羽ら, 2020)、和歌山県熊野灘では 12°C以下で大量斃死が起きたことなど、水温との関係性が報告されている(小井ら, 2008)。またガンガゼの室内試験で推定された低温側の致死水温は 9.3°Cとされている(海洋生物環境研究所, 2012)。本報告においても、過去 10 年間で 2023 年は致死水温に近い 10°Cを下回る日数が少ない傾向であり、冬季において海水温が例年に比べて暖かかったことから、アラサキガンガゼやガンガゼは越冬することができたと推察される。これまでに富山湾沿岸において採集されたガンガゼ類の標本は存在しているが、それらは全て水温が最も下がる時期以前(11~12月)に採集された当歳個体である(坂井, 2011; 木村ら, 2023)。以上のことから、本報告は当該地域においてアラサキガンガゼとガンガゼが越冬したことを初めて報告する。

サイズ・年齢構成

ガンガゼ類の産卵期は、7~9月(沖縄では4~10月)であり、孵化した幼生は約3週間の浮遊期間を経た後に着底する(水産庁, 2021)。本調査によって6月までに採集されたガンガゼ類のサイズ構成は、主に殻径 10~25 mm 程度の個体であった。これらの個体は前年(2022年)の夏ごろに生まれた個体であると考えられる。また魚津市でも殻径が 6.5~25.5 mm のガンガゼ類が採集されたことから、同様に 2022 年の夏に生まれた個体のみであると推測される。一方で、能登町小木では3月と4月に、それぞれ 48.3 mm と 43.6 mm の大型のアラサキガンガゼが採集された。1 歳のガンガゼ類の殻径は、天然海域で 30~40 mm になると報告されている(FUJITA et al., 2013)。2 歳以上のサイズについては不明であるが、以上のことから能登町で採集された殻径 40 mm 代のアラサキガンガゼは 2021 年以前に生まれた 1 歳以上と考えられる。また能登町小木における 10 月の調査では、殻径 36.0~49.8 mm と殻径 63.4 mm のアラサキガンガゼが採集された。これらの個体は 2022 年に生まれ越冬した個体と 1 歳以上の個体が成長したものであると考えられる。

本研究では富山湾沿岸域でガンガゼ類が越冬したことを初めて報告するが、能登町では 1 歳以上の個体が採集されたことから、2023 年以前にもガンガゼ類は越冬していたと考えられる。能登町と魚津市における観測水温が 10°Cを下回った日数は 2022 年に 34 日、42 日と比較的多かった。しかし、2020 年と 2021 年は 4 日以下であり、2023 年と同等に少ない日数であった。のと海洋ふれあいセンターに収蔵されているガンガゼ類の標本は 11~12 月に採集されたアラサキガンガゼ当歳個体であるが(坂井, 2011)、2020 年 9 月 29 日に能登町越坂で殻径約 32 mm のアラサキガンガゼも採集されている(未発表)。このことは 2020 年においてもアラサキガンガゼが越冬していることを示しており、2020 年に冬季水温が下がらなかった本結果とも一致している。今後はガンガゼ類のサイズ構成、水温と定着状況の関係性についても継続的に調べていく必要がある。

種間による違い

本調査で採集されたガンガゼ類の個体数として、アラサキガンガゼはガンガゼよりも多かった。ガンガゼ類の温度耐性について、アオスジガンガゼはガンガゼとアラサキガンガゼに比べて、低温耐性が低いことが報告されている(石川, 2020)、アラサキガンガゼとガンガゼの種間の違いはわかっていない。また生息環境等についても、これら 2 種間での違いは不明である。本調査は、主に転石帯や岩礁地帯において採集を行っているが、これら 2 種で生息する環境に違いは見受けられず、多くのアラサキガンガゼの中にガンガゼが

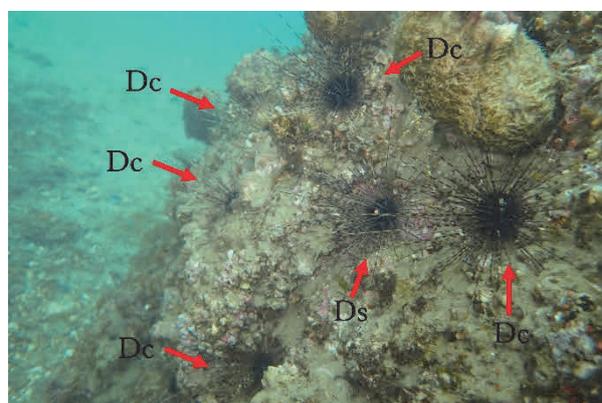


図6 魚津市(魚津港南地区)で撮影されたガンガゼ類(Dc:アラサキガンガゼ、Ds:ガンガゼ)

少数混じっているという印象を受けた(図 6)。今後は定着する環境情報に加えて、種ごとの情報も蓄積していく必要があると考えられる。

今後の展望

本研究により、富山湾の石川県能登町と富山県魚津市においてガンガゼ類が越冬したことが明らかとなった。ガンガゼ類は藻場の磯焼けの一因として知られており、その摂食圧により海藻の種数、被度、現存量を減少させることが報告されている(石川ら, 2017; 石川ら, 2021)。磯焼けが発生している海域においては、ガンガゼ類の除去などの取り組みが実施された事例もあり、藻場が再生したことが認められている(石川ら, 2017)。またガンガゼ類を除去することで、海藻だけでなく他のウニ類の多様性やサザエやアワビといった有用貝類も増加することが報告されている(石川・倉島, 2022)。気候変動により海水温は上昇しており、特に日本海中部の冬季(1~3月)の海水温上昇率は+2.45°C/100年で(気象庁, 2021)、冬季海水温は上昇している。温暖な海域に生息するガンガゼ類の生存は冬季水温に大きく制限されるため、今後ガンガゼ類が富山湾に定着し再生産が行われることで密度が増加する可能性は高いと考えられる。海洋における海藻を起点とする生態系を維持・管理していくためにも、現在ガンガゼ類の分布北限に位置する富山湾において、定着状況を継続的にモニタリングしていく必要がある。

要約

1. ガンガゼ類の定着状況を把握するため、本研究は分布北限付近に位置する富山湾沿岸の石川県能登町と富山県魚津市の地先においてガンガゼ類の採集調査を実施した。
2. 水温が最も低下する3月以降に能登町ではアラサキガンガゼとガンガゼ、魚津市ではアラサキガンガゼが採集されたことから、越冬が確認された。
3. 採集されたガンガゼ類は主にアラサキガンガゼであり、ガンガゼと比べて生息数は多かった。
4. 6月までに採集されたガンガゼ類の殻径は主に

10~25 mm程度であったが、48.3 mmと43.6 mmの1齢以上と考えられるアラサキガンガゼも能登町小木で採集された。

5. 10月の能登町小木では殻径36.0~49.8 mmと殻径63.4 mmのアラサキガンガゼが採集され、越冬個体の成長も確認された。
6. 2023年はこれまでの10年間で、ガンガゼ類の致死水温に近い10°Cを下回る日数が少ない傾向であったことから、アラサキガンガゼやガンガゼは越冬することができたと考えられる。

謝辞

本調査の実施にあたり、金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設の小木曾正造氏、豊田賢治氏には能登町におけるガンガゼ類の採集を協力いただきました。魚津水族館の草間啓氏には魚津市におけるガンガゼ類の採集を協力いただきました。深く感謝申し上げます。

参考文献

- 張成年, 2019. 日本沿岸に出現するガンガゼ属3種の見分け方. 水生動物, AA2019-9.
- FUJITA, D., R. OGATA, S. AKITA, K. TAKAGI, H. YAMADA, 2013. Are there any top-down controls in *Diadema barrens* in the warm temperate Pacific coasts of Japan?. *Cahiers de biologie marine*, 54(4): 615-624.
- 石川達也, 2020. 和歌山県砥崎海域において2018年に発生したウニ類の大量死. *ニッチェ・ライフ*, 7: 53-55.
- 石川達也・倉島彰, 2022. ガンガゼによる磯焼け海域を模した実験区における海藻被度、現存量および固着動物現存量の変化. *日本ベントス学会誌*, 77:20-26.
- 石川達也・竹内大介・玉山(加藤)葉・倉島彰, 2021. 三重県早田浦のガンガゼ類除去区における海藻被度、ウニ類相および有用貝類個体密度の変化. *日本水産学会誌*, 87(4):386-392.

- 石川達也・戸瀬太貴・阿部真比古・岩尾豊紀・森田晃央・前川行幸・倉島彰, 2017. 三重県早田浦におけるガンガゼ除去に伴う海藻植生の変化. 日本水産学会誌, 83(4): 599-606.
- 海洋生物環境研究所. 2012. 平成 23 年度火力・原子力関係環境審査調査報告書. 海洋生物環境研究所. 25-79.
- 木村知晴・草間 啓・稲村修, 2023. 富山県初記録のアラサキガンガゼ *Diadema clarki*. 魚津水族博物館年報, 32:39-42.
- 気象庁, 2021. 海面水温の長期変化傾向(日本海中部). [https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html\(2024/2/20参照\)](https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html(2024/2/20参照))
- 小井隆生・沖大樹・高橋有美子・藤田大介, 2008. ガンガゼの有効活用を目指して, 磯焼けを起こすウニ生態・利用から藻場回復まで-(藤田大介・町口裕二・桑原久実編). 成山堂書店, p241-247.
- 丹羽健太郎・黒木洋明・澤山周平・梶ヶ谷義一・寺本航・折田亮・石樋由香・渋谷拓郎・早川淳・張成年, 2020. 生化学的アプローチによるガンガゼ *Diadema setosum* の天然餌料の検討. 日本水産学会誌, 86(1):9-19.
- 坂井恵一, 2011. のと海洋ふれあいセンターに収蔵されている無脊椎動物標本. のと海洋ふれあいセンター研究報告, 17:15-34.
- 水産庁, 2021. 第 3 版 磯焼け対策ガイドライン. [https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_gideline/attach/pdf/index-34.pdf\(2024/2/20参照\)](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_gideline/attach/pdf/index-34.pdf(2024/2/20参照))

I-石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査

ナミリソコエビは、本県の主にかほく市白尾から志賀町甘田にかけての砂浜海岸の波打ち帯に生息する節足動物端脚類で、3月から11月にかけて繁殖をくりかえし、ほぼ周年にわたり個体数、現存量(湿重量)ともに優占して生息している。ところが、冬期は繁殖を行わないので、春の調査では大型の越年群(長期世代群)と、早春に発生したばかりの小型の未越年群(短期世代群)が混在する。一方、秋の調査では短期世代群だけとなり、発生時期が異なるさまざまな大きさの個体が認められる(環境省, 2006, 2007)。そして、この海岸に飛来するシギ・チドリ類は、このナミリソコエビを重要な餌動物として利用していることが明らかとなっている(環境省, 2007)。

のと海洋ふれあいセンターは、平成19(2007)年よりかほく市の高松海岸と志賀町の甘田海岸で、平成23(2011)年の秋から宝達志水町の今浜海岸と羽咋市の千里浜海岸でシギ・チドリ類の飛来時期である春と秋の2回、ナミリソコエビ等の底生動物の生息状況についてモニタリング調査を継続している。2023年の調査結果を報告する。

材料と方法

底生動物の採集はシギ・チドリ類の飛来時期である春(4月下旬から5月上旬)と秋(9月中旬から10月上旬)

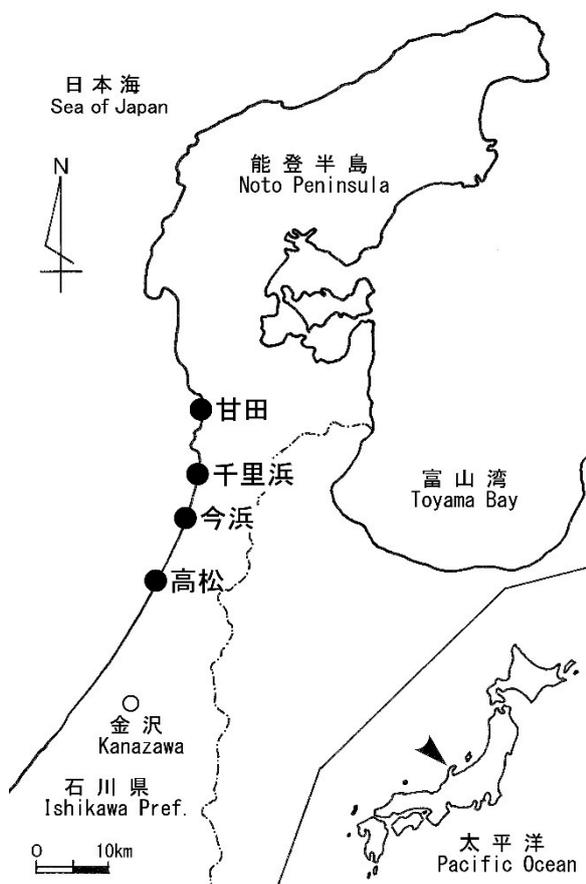


図1 砂浜海岸の底生動物モニタリング調査地点

の年2回とし、高松、甘田、今浜、千里浜海岸の4ヶ所で行った(図1)。

各海岸1ヶ所の波打ち帯中部の上部・中部・下部でアズワン(株)のスチロールT型ビン600ml(口部内径φ83mm, ポリスチレン製)を用いて深さ約7cmまでの表砂を各部それぞれ3回ずつ、計9回採集した。採集された砂と砂に含まれる底生動物を2リットルの標本ビンに収容し、クーラーボックスに入れて氷で冷やしながら研究室に持ち帰り、冷凍ストッカーに収容して約-20℃で一晩保存した。そして凍った砂と動物を流水解凍しながら1mmメッシュのふるいにかけて砂中の動物を取り出し、75%エタノール液で固定した。固定後保存液は2回程交換し、約1週間後に種類ごとの湿重量を計測した。なお、採集された底生動物の湿重量は平方メートル当たり換算した。また、底生動物の採集と同時に波打ち際の海水をポリバケツで約10リットル採水して测温し、一部を褐色遮光ビン(200ml)に入れて密栓して研究室に持ち帰り、堀場製作所製カスターニーACTpHメーターD-21を用いてpHを、赤沼式比重計で比重(σ_{15})を求めて塩分量(‰)に換算した。なお、波打ち帯の幅は歩測した。

結果と考察

各海岸において、2014年以降に採集された底生動物の湿重量と汀線付近の水質、波打ち帯の幅を表1-4に示す。

高松海岸

ナミノソコエビは春の調査では長期世代群が0.4g/m²、短期世代群は29.8 g/m²採集された。この 10 年間に春の調査で採集された長期世代群の湿重量は0.4–1,212.1 g/m²で、この平均値は 214.4 g/m²であった。次に短期世代群は、これまでに0.0–169.2 g/m²採集されており、平均値は45.6 g/m²であった。長期世代群はこれまでで最も少なく、短期世代群は、最大値を示した昨年の 2 割以下となった(表1, 図2)。

次に秋の調査では、短期世代群だけが 9.3 g/m²採集された。この 10 年間の調査で得られた 6.9–272.0 g/m²のなかで 2016 年に次いで少ない量であった。(表 1, 図 3)。

甘田海岸

春の調査で採集されたナミノソコエビは、長期世代群が 14.0 g/m²、短期世代群が 31.1 g/m²で合計 45.1 g/m²であった(表 2, 図 4)。

ここ 10 年の長期世代群の平均値は 24.7 g/m²、短期世代群の平均値は 16.0 g/m²で、その合計は 40.7 g/m²となった。合計は平均より若干多かったが、その比率は短期世代群が高かった。

秋の調査で採集されたナミノソコエビは、短期世代群が 3.1 g/m²で、ここ 10 年間の平均値は 47.1 g/m²であり、平均値の 10 分の 1 以下の値となった(表 2, 図 5)。汀線付近に砕けた貝殻等が堆積しており、粒度の大きなこれら貝殻などが空気を含むことで採集器具から砂と底生動物が脱落しやすかった。

表 1 高松海岸で採集された底生動物の湿重量(g/m²)と汀線付近の水質、波打ち帯の幅

季節		春										平均
調査年 月日	2014年 4月23日	2015年 4月30日	2016年 4月30日	2017年 4月25日	2018年 4月27日	2019年 4月24日	2020年 4月28日	2021年 4月27日	2022年 4月26日	2023年 4月29日		
ナミノソコエビ(計)	28.0	1,212.1	98.4	111.2	611.6	141.6	26.0	95.7	244.9	30.2	260.0	
長期世代(越冬)群	15.3	1,212.1	37.1	56.6	593.0	122.1	1.6	30.0	75.7	0.4	214.4	
短期世代(未越冬)群	12.7	+	61.3	54.6	18.7	19.5	24.4	65.7	169.2	29.8	45.6	
シキシマフクロアミ	0	0	0	1.6	1.1	8.2	2.9	9.3	14.2	0.4	3.8	
ヒメスナホリムシ	3.3	8.4	2.7	6.7	13.3	2.2	4.7	2.2	0	7.5	5.7	
ツノヒゲソコエビ科 sp.	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
フジノハナガイ	0	0	17.1	49.1	12.7	33.3	8.2	3.3	11.5	0	13.5	
多毛綱 spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
水温(°C)	15.6	17.5	14.3	16.8	16.3	15.4	16.7	16.5	17.0	16.2	16.2	
pH	8.18	8.13	8.08	8.17	8.27	8.19	7.96	8.20	8.04	7.95	8.12	
塩分量(‰)	31.50	33.51	31.20	34.41	32.2	31.45	33.41	32.80	33.45	32.94	32.69	
波打ち帯幅 (m)	2.1	2.1	3.5	2.8	2.8	2.1	2.8	2.8	2.1	3.5	2.7	
季節		秋										平均
調査年 月日	2014年 9月19日	2015年 9月24日	2016年 10月3日	2017年 10月3日	2018年 9月27日	2019年 9月17日	2020年 10月1日	2021年 10月7日	2022年 9月28日	2023年 9月26日		
ナミノソコエビ(計)	198.7	272.0	6.9	15.1	75.3	211.3	44.4	135.2	149.6	9.3	111.8	
長期世代(越冬)群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	
短期世代(未越冬)群	198.7	272.0	6.9	15.1	75.3	211.3	44.4	135.2	149.6	9.3	111.8	
シキシマフクロアミ	0	0	0.2	0.2	0.4	0	0	0.9	0	0	0.2	
ヒメスナホリムシ	0.2	2.2	6.9	0.4	0.4	0.2	12.4	0	0	3.2	2.6	
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
フジノハナガイ	0	0	0	2.7	7.6	0	0	0	28.0	0	4.8	
多毛綱 spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
水温(°C)	25.0	22.5	23.5	22.2	23.5	26.3	25.7	25.2	23.7	26.5	24.4	
pH	7.99	8.01	8.15	8.25	8.00	8.28	8.26	8.05	7.89	8.10	8.10	
塩分量(‰)	33.55	32.56	31.83	32.31	31.86	32.54	31.40	32.26	29.55	31.70	32.00	
波打ち帯幅 (m)	10.0	1.4	2.1	5.6	2.8	3.5	2.8	4.2	3.5	2.8	3.9	

2023(令和5)年度 のと海洋ふれあいセンター年次報告

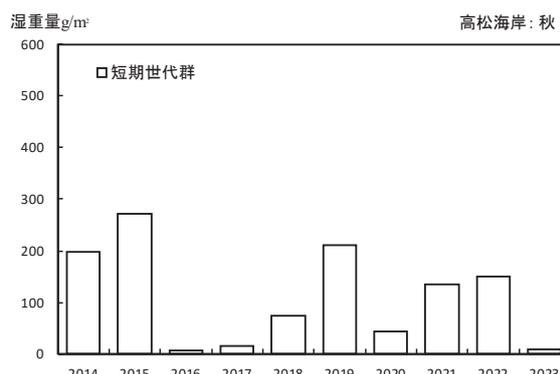
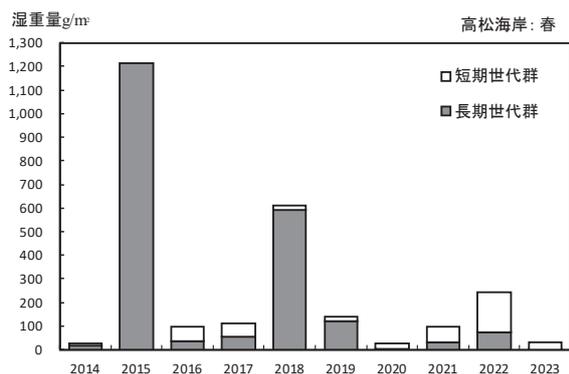


図 2 高松の春の調査で採集されたナミノソコエビの湿重量 (g/m²)

図 3 高松の秋の調査で採集されたナミノソコエビの湿重量 (g/m²)

表 2 甘田海岸で採集された底生動物の湿重量 (g/m²) と汀線付近の水質、波打ち帯の幅

季節	春											
	調査年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	平均
月日	4月23日	4月30日	4月30日	4月25日	4月27日	4月24日	4月28日	4月27日	4月26日	4月29日		
ナミノソコエビ(計)	11.1	102.3	86.6	10.2	39.1	30.0	17.3	20.2	45.5	45.1	40.7	
長期世代(越冬群)	10.7	77.2	61.7	2.2	14.7	17.5	1.3	14.0	34.4	14.0	24.7	
短期世代(未越冬群)	0.4	25.1	24.9	8.0	24.4	12.5	16.0	6.2	11.1	31.1	16.0	
シキシマフクロアミ	4.0	55.5	10.7	20.9	0.7	3.6	1.8	2.9	11.3	3.3	11.5	
ヒメスナホリムシ	0.2	0.4	9.8	8.7	1.6	2.4	1.1	1.8	1.6	10.4	3.8	
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
フジノハナガイ	0	10.2	224.9	9.6	5.1	0.4	6.4	44.0	1.6	0	30.2	
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
水温(°C)	16.0	21.2	15.0	16.5	16.5	15.3	16.5	18.7	15.5	16.2	16.7	
pH	8.18	8.10	8.10	8.15	8.26	8.16	7.96	8.20	8.03	7.91	8.10	
塩分量(‰)	33.06	33.10	33.90	33.71	31.20	34.16	33.38	33.41	33.45	33.45	33.28	
波打ち帯幅 (m)	3.0	4.2	6.3	3.5	3.5	2.1	3.5	3.5	2.8	4.2	3.9	

季節	秋											
	調査年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	平均
月日	9月19日	9月24日	10月3日	10月3日	9月27日	9月17日	10月1日	10月7日	9月28日	9月26日		
ナミノソコエビ(計)	22.9	178.7	41.5	29.3	103.7	22.4	18.2	3.1	48.0	3.1	47.1	
長期世代(越冬群)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
短期世代(未越冬群)	22.9	178.7	41.5	29.3	103.7	22.4	18.2	3.1	48.0	3.1	47.1	
シキシマフクロアミ	0	0	0	0.2	0	0.2	0	0	0.2	0	0.1	
ヒメスナホリムシ	0	0	0	0.7	0.2	0	0	0.9	0	1.8	0.4	
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	
ナミノコガイ	0	0	3.3	0	0	6.0	0	0	0	0	0.9	
フジノハナガイ	0	0	0.4	0.2	0	34.4	0	21.8	0	0	5.7	
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
水温(°C)	25.0	23.0	23.7	22.3	24.2	26.2	24.5	26.1	25.7	26.5	24.7	
pH	7.99	8.07	8.06	8.31	8.01	8.25	8.30	7.92	7.91	8.11	8.10	
塩分量(‰)	33.55	34.26	32.94	33.00	31.71	32.58	32.83	33.46	30.73	33.23	32.80	
波打ち帯幅 (m)	10.0	1.75	2.1	4.9	2.8	4.9	2.1	3.5	1.4	3.5	3.7	

今浜海岸

春に採集されたナミノリソコエビは、長期世代群が 29.5 g/m²、短期世代群が 122.1 g/m²で合計 151.6 g/m²となった。長期世代群はここ 10 年の平均の 10 分の 1 程度の値であった。またフジノハナガイは 34.2 g/m²採集さ

れ、ここ 10 年の平均値 23.3 g/m²より多かった (表 3, 図 6)。

次に、秋の調査では短期世代群が 10.7 g/m²採集され、この 10 年で最も少なかった。一方、フジノハナガイは 406.5 g/m²採集され、調査開始からこれまでに最も多かった (表 3, 図 7)。

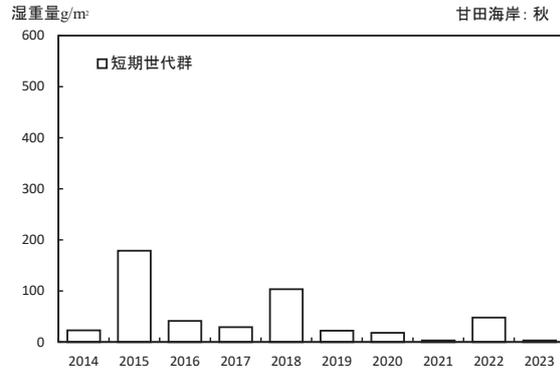
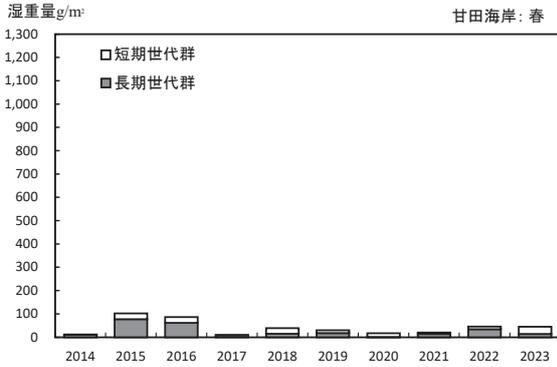


図 4 甘田の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

図 5 甘田の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

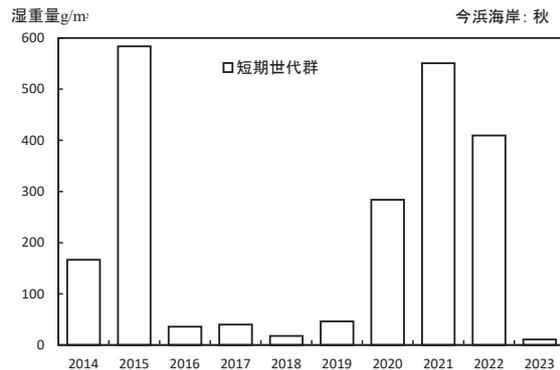
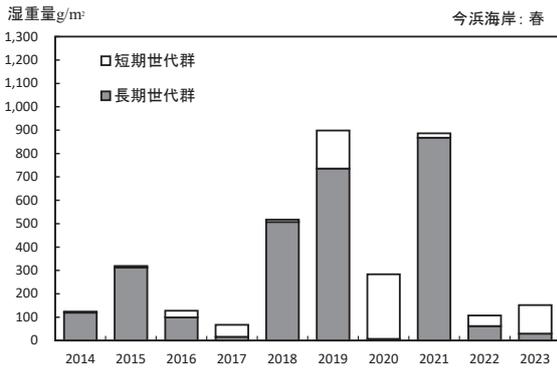


図 6 今浜の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

図 7 今浜の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

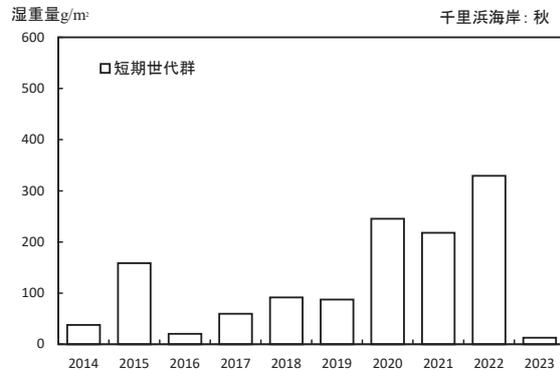
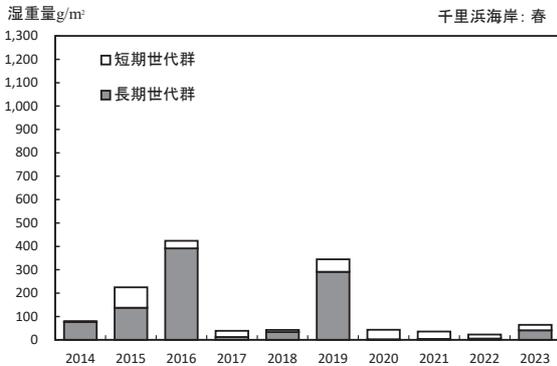


図 8 千里浜の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

図 9 千里浜の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

表3 今浜海岸で採集された底生動物の湿重量(g/m²)と汀線付近の水質、波打ち帯の幅

季節		春										平均
調査年 月日	2014年 4月23日	2015年 4月30日	2016年 4月30日	2017年 4月25日	2018年 4月27日	2019年 4月24日	2020年 4月28日	2021年 4月27日	2022年 4月26日	2023年 4月29日		
ナミリソコエビ(計)	123.7	318.8	127.9	67.0	517.5	898.4	283.7	886.2	107.0	151.6	348.2	
長期世代(越冬)群	119.2	311.9	98.6	16.0	507.3	735.9	6.9	867.8	62.2	29.5	275.5	
短期世代(未越冬)群	4.5	6.9	29.3	51.0	10.2	162.5	276.8	18.4	44.8	122.1	72.7	
シギシマフクロアミ	3.8	1.6	4.0	0	1.6	3.3	2.7	0	4.9	20.0	4.7	
ヒメスナホリムシ	2.0	0.9	3.6	4.7	7.1	1.6	13.3	0	2.4	4.9	4.5	
ツルヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
フジノハナガイ	0	2.0	35.1	53.7	15.5	17.8	30.2	31.8	12.7	34.2	23.3	
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
水温(°C)	17.5	18.0	14.2	16.6	16.7	16.2	17.3	16.9	16.0	16.2	16.6	
pH	8.17	8.09	8.09	8.22	8.26	8.13	8.02	8.22	8.03	7.97	8.12	
塩分量(‰)	31.02	33.33	32.45	32.91	32.86	32.28	30.71	33.66	33.61	31.50	32.43	
波打ち帯幅 (m)	2.1	2.8	5.6	2.8	2.8	2.1	3.5	2.1	2.1	2.8	2.9	
季節		秋										平均
調査年 月日	2014年 9月19日	2015年 9月24日	2016年 10月3日	2017年 10月3日	2018年 9月27日	2019年 9月17日	2020年 10月1日	2021年 10月7日	2022年 9月28日	2023年 9月26日		
ナミリソコエビ(計)	166.5	583.6	35.7	39.7	17.8	46.2	333.9	550.8	409.4	10.7	219.4	
長期世代(越冬)群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
短期世代(未越冬)群	166.5	583.6	35.7	39.7	17.8	46.2	333.9	550.8	409.4	10.7	219.3	
シギシマフクロアミ	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ヒメスナホリムシ	0	2.9	0	0.2	0	0	5.6	0	0	0	0	
ツルヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
フジノハナガイ	0	16.9	0	0.2	1.1	0	0	53.3	0	406.5	47.8	
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0	0	
水温(°C)	24.8	22.3	23.4	22.2	23.1	26.1	26.0	25.2	22.8	26.7	24.3	
pH	8.00	8.07	8.14	8.21	8.11	8.28	8.29	8.05	7.91	8.11	8.12	
塩分量(‰)	33.42	32.31	32.02	32.56	32.54	32.81	32.13	32.26	29.89	33.42	32.34	
波打ち帯幅 (m)	7.0	1.4	1.0	4.2	5.6	3.5	2.1	4.2	2.1	3.5	3.5	

千里浜海岸

春の調査で採集されたナミリソコエビは、長期世代群が 41.1 g/m²、短期世代群が 22.9 g/m²で、合計が 64.0 g/m²となった。

一方、秋の調査では短期世代群が 12.7 g/m²採集され、ここ 10 年の平均値 126.1 g/m²の 10 分の 1 程度の値となり、これまでで最も少なかった。フジノハナガイは 36.4 g/m²採集された(表 4, 図 8, 9)。

ナミリソコエビはこれまでの調査で、冬の気温が高く、波打ち帯付近の海水温が高いと繁殖開始が早まることがわかっている(環境省, 2007)。すなわち暖冬の年は春の調査時に未越冬(小型)の短期世代群が多く含まれ、その現存量が多くなる傾向にある。また、夏に高温

であると秋の調査時にナミリソコエビの現存量が減少する傾向がある。

2023 年は 2022 年と同様に、海水温は一年を通じて高い傾向が続いた。春は千里浜だけが長期世代群が優占したものの、それ以外は短期世代群の比率が高くなった。全体的に繁殖開始が早まっているものと考えられる。

また、8 月の猛暑の影響により、秋の調査では高松を除くすべての地点でこれまでで最も現存量が少ない結果となった。今後、ナミリソコエビの繁殖にどう影響するのか注視したい。

表 4 千里浜海岸で採集された底生動物の湿重量(g/m²)と汀線付近の水質、波打ち帯の幅

季節		春									
調査年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	平均
月日	4月23日	4月30日	4月30日	4月25日	4月27日	4月24日	4月28日	4月27日	4月26日	4月29日	
ナミリンコエビ(計)	77.7	224.8	423.4	38.4	42.6	344.5	43.0	35.8	22.9	64.0	131.7
長期世代(越冬)群	77.5	137.6	391.4	12.4	33.1	291.2	2.4	4.0	5.8	41.1	99.7
短期世代(未越冬)群	0.2	87.2	32.0	26.0	9.5	53.3	40.6	31.8	17.1	22.9	32.0
シキシマフクロアミ	10.4	0	1.3	14.7	44.8	7.1	9.8	0	0	4.9	11.6
ヒメスナホリムシ	0	0	0.4	1.8	2	3.1	12.9	3.8	1.8	0.4	2.6
ツルゲノコエビ科sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	0	0	582.8	133.4	435.3	29.3	112.8	14.2	0	0.9	145.4
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(°C)	16.0	19.5	14.6	16.8	16.4	15.8	17.2	16.4	16.3	17.0	16.6
pH	8.17	8.13	8.05	8.17	8.23	8.18	7.98	8.15	8.04	7.97	8.11
塩分量(‰)	33.52	31.55	33.34	34.41	30.5	33.61	32.34	34.32	34.12	32.46	33.02
波打ち帯幅 (m)	2.8	2.8	4.2	2.8	2.1	2.1	2.1	2.8	2.1	3.5	2.7
季節		秋									
調査年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	平均
月日	9月19日	9月24日	10月3日	10月3日	9月27日	9月17日	10月1日	10月7日	9月28日	9月26日	
ナミリンコエビ(計)	37.7	158.7	20.4	59.7	91.5	87.5	245.3	218.0	329.5	12.7	126.1
長期世代(越冬)群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
短期世代(未越冬)群	37.7	158.7	20.4	59.7	91.5	87.5	245.3	218.0	329.5	12.7	126.1
シキシマフクロアミ	0.2	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	0.1
ヒメスナホリムシ	0	0	0	0.4	0	0	0	4.4	0	0	0.6
ツルゲノコエビ科sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	0	8.4	0	2.4	0.2	22.9	0	0	65.7	36.4	13.6
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(°C)	24.5	22.3	23.7	22.2	24.0	27.3	26.2	25.6	25.2	26.0	24.7
pH	8.11	8.05	8.17	8.27	8.01	8.27	8.32	8.07	7.88	8.12	8.13
塩分量(‰)	30.9	33.98	32.59	31.19	32.61	29.91	29.22	32.16	32.28	33.13	31.80
波打ち帯幅 (m)	9.0	1.4	2.1	4.9	2.8	2.8	2.1	4.9	1.4	2.1	3.4

文献

環境省, 2006: 第7回自然環境保全基礎調査, 生物多様性調査種の多様性調査(石川県一能登地域)報告書. 環境省自然保護局, 生物多様性センター, 36 pp.+資料編.

環境省, 2007: 第7回自然環境保全基礎調査, 生物多様性調査種の多様性調査(石川県)報告書, 石川県の砂浜海岸における生態学的基礎調査(能登地域),

第1章. 環境省自然保護局, 生物多様性センター, pp.1-55.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2008: 石川県の砂浜海岸のモニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (13): 89-90.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2009: 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (14): 42-43.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2010: 石川県の砂浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (15): 39-40.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2011: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (16): 39-42.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2012: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (17): 42-46.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2013: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (18): 45-49.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2014: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (19): 19-24.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2015: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (20): 25-30.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2016: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (21): 29-35.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2017: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (22): 21-27.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2018: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (23): 43-49.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2019: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (24): 40-47.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2020: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (25): 58-65.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2021: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (26): 47-54.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2022: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (27): 29-36.

のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2023: 石川県の砂
浜海岸における底生動物モニタリング調査. のと海
洋ふれあいセンター研究報告, (28): 21-28.



かほく市高松の調査地点, 2023 年 4 月 29 日撮影



かほく市高松の調査地点, 2023 年 9 月 26 日撮影



志賀町甘田の調査地点, 2023 年 4 月 29 日撮影



志賀町甘田の調査地点, 2023 年 9 月 26 日撮影



宝達志水町今浜の調査地点, 2023 年 4 月 29 日撮影



宝達志水町今浜の調査地点, 2023 年 9 月 26 日撮影



羽咋市千里浜の調査地点, 2023 年 4 月 29 日撮影



羽咋市千里浜の調査地点, 2023 年 9 月 26 日撮影

II-九十九湾周辺における気象と水質

1 気象観測

2022年1月1日から12月31日までの1年間、毎週月曜日と年末年始の休館日を除く毎日午前9時に、気象観測として天候、気温、最高・最低気温、降水量、風向、風力、波浪、うねり、潮位の10項目を観測した。また、磯の観察路に定点を定め(図1)、海水の水温と塩分量、pHを測定した。塩分量は赤沼式比重計を用いて比重(σ_{15})を求めて換算し、pHは堀場製作所製カスターACT pHメーターD-21を用いた。これらの観測結果のうち、気温と降水量、水温、塩分量、pHの5項目については、2022年の月別平均値、ならびに1995年から2021年の27年間に観測した月別平均値の平均値を平年値として、表1と図2-6に示した。表1には磯の観察路で赤潮が観察された日数と荒天のために磯の観察路を通行止めにした月別日数も示した。

2022年の月別平均気温は、平年値と比べて1月と2月は低く推移し、3月から9月まで高く推移した。特に7月の平均気温は1.8°C高かった。一方10月と12月は平年より約0.3°C低くなった(表1、図2)。

1月から3月までの最低気温は2月24日に-4.6°Cが観測された。最低気温が氷点下を記録した日は35日間であった。



図1 気象観測と水質調査の観測地点

☆, 百葉箱設置点; ○, 磯の観察路の水質観測地点; ●, 水質調査地点; 枠内は内浦海域公園地区

最高気温が0°C未満の真冬日は2021年同様一日もなかった。なお2018年1月以降真冬日は記録されていない。

ウグイスの初鳴きは3月11日で平年より2週間前後遅かった。春一番は2月15日に、九十九湾園地のソメイヨシノは3月31日に開花し4月7日に満開となった。4月の天気は中旬以降に前線が通過することがあり、晴れの日が多かったが降水量は平年並みとなった。

5月は短い周期で天候が変化したが、全般的に晴れの日が多く平年より降雨日は4日ほど少なかった。また降水量は79.5mmで少なかった。

6月は平年より5日早い6日ごろに梅雨入りした。梅雨入りしたものの降雨は少なかった。平年より3日ほど降雨日は少なく、降雨量は半分以下だった。

7月は梅雨前線の影響で曇りや雨の日が多くなったものの、10.0mm以上の降雨を観測したのは計6日となった。また、月の降雨日数は平年と同等であったが、降雨量は平年の2割程度少なかった。平均気温は平年より1.8°C高かった。梅雨明けの日にちは特定されなかったが、小中学校の夏休み期間中である7月20日から8月31日までの43日間に、最高気温が30°Cを超える真夏日は19日間、最低気温が25°Cを超える熱帯夜は11日間観測された。

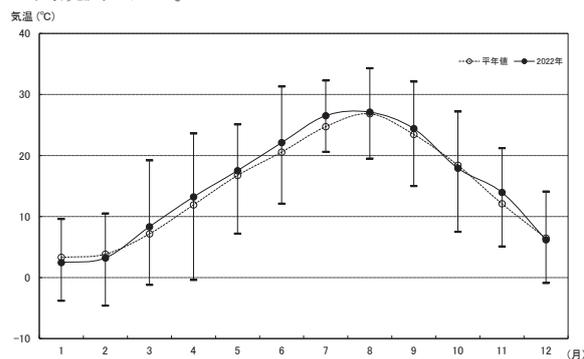


図2 2022年の月別平均気温

●, 2022年(実線は月別の最高気温と最低気温の範囲を示す); ○, 1995-2021年の月別平均値

表 1 2022 年に観測された月別の気温と降水量、磯の観察路における水温と水質、赤潮観察日数、および通行止めの日数と各々の平年値

月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気温	最高気温の最高値	9.6	10.5	19.2	23.6	25.1	31.3	32.3	34.3	32.1	27.2	21.2	14.1
	最低気温の最低値	-3.8	-4.6	-1.2	-0.4	7.2	12.1	20.6	19.5	15.0	7.5	5.1	-0.9
	平均気温	2.5	3.2	8.3	13.2	17.5	22.1	26.5	27.1	24.4	17.9	14.0	6.2
	平均気温の平年値	3.3	3.8	7.2	11.9	16.7	20.6	24.7	26.8	23.5	18.4	12.1	6.5
降水量	総降水量	120.1	104.0	73.9	111.8	79.5	72.8	173.7	258.3	141.9	88.1	120.5	236.6
	総降水量の平年値	202.5	125.4	136.8	113.2	116.5	165.7	232.6	156.3	199.1	144.4	166.1	195.9
	1mm 以上降水日数	16.0	15.0	10.0	7.0	5.0	5.0	11.0	12.0	8.0	8.0	11.0	23.0
	1mm 以上降水日数の平年値	19.5	15.8	14.7	10.9	8.9	8.7	10.9	8.3	10.3	10.0	14.9	19.0
磯の水温	最高水温	13.2	10.7	11.9	16.6	20.3	24.0	30.0	30.2	28.6	25.0	20.4	17.6
	最低水温	9.0	8.9	9.0	9.1	13.0	19.0	24.4	25.5	23.8	19.1	17.6	13.6
	水温平均	11.6	9.8	10.1	13.3	16.9	20.8	26.7	27.9	26.3	21.8	18.8	15.5
	平均水温の平年値	11.2	9.5	9.7	12.1	16.2	20.5	24.2	27.1	25.0	21.1	17.5	14.1
磯の水質	塩分量(%)の平均値	3.449	3.485	3.499	3.476	3.510	3.564	3.532	3.437	3.367	3.437	3.459	3.469
	塩分量(%)の平年値	3.371	3.378	3.393	3.363	3.373	3.397	3.351	3.330	3.301	3.333	3.333	3.336
	pHの平均値	8.25	8.21	8.15	8.10	7.93	7.92	8.01	8.23	8.09	8.02	8.14	8.15
	pHの平年値	8.28	8.34	8.34	8.31	8.13	8.02	8.14	8.16	8.17	8.23	8.23	8.22
赤潮	観察日数	0	0	0	0	2	3	11	0	0	0	0	0
	観察日数の平年値	0	0	0.5	1.6	5.2	4.0	3.6	0.4	0	0	0	0
磯の観察	通行止日数	19	25	30	6	0	1	1	3	5	5	2	15
	通行止日数の平年値	1.3	0.9	1.3	0.5	0.8	0.9	1.0	1.4	2.2	2.0	2.7	2.4

(注意) 各平年値は 1995 年 1 月から 2021 年 12 月までの月毎の平均値、観測は午前 9 時に行った

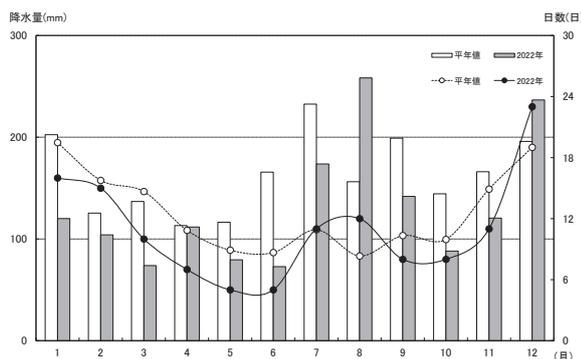


図 3 2022 年の月別の総降水量と 1 mm 以上の降水日数。総降水量(左目盛り):■, 2022 年;□, 1995–2021 年の平均値;降水日数(右目盛り):●, 2022 年;○, 1995–2021 年の平均値

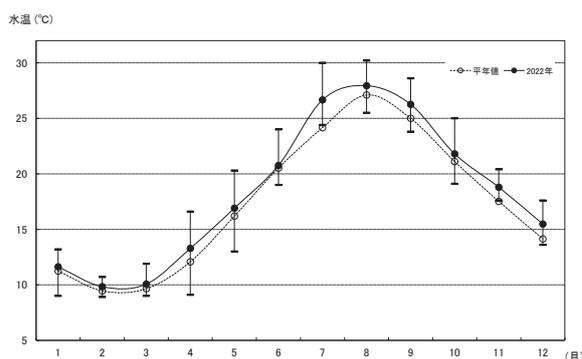


図 4 2022 年の磯の観察路における月別平均水温 ●, 2022 年(実線は月別の 9 時における最高と最低水温の範囲を示す);○, 1995–2021 年の月別平均値

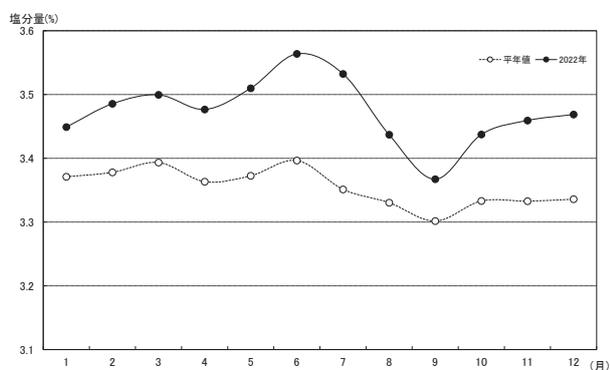


図 5 2022 年の磯の観察路における月別平均塩分量 ●, 2022 年;○, 1995–2021 年の月別平均値

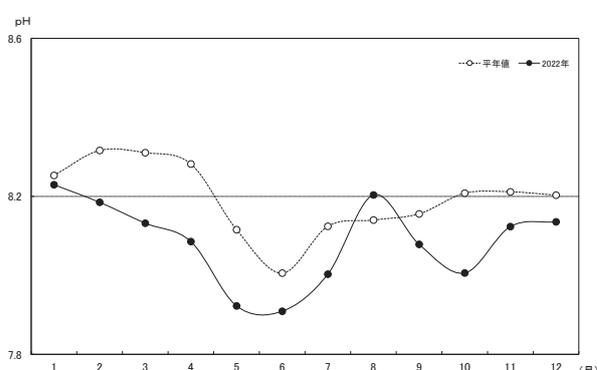


図 6 2022 年の磯の観察路における月別平均 pH 値 ●, 2022 年;○, 1995–2021 年の月別平均値

8月は上旬と中旬に、台風や前線の影響によって多く降雨が記録された。降雨日も平年よりも4日間多く、降雨量は100mm以上多かった。気温は平年並みであった。

9月は上旬に日本列島に接近した台風11号や停滞前線の影響で雨が多かった。9月6日にはフェーン現象で気温が32.1°Cまで上昇した。気温や水温は高めに推移し、降水量は平年より少なかった。

10月は曇りの日が多かった。降雨日は平年より2日少なく降雨量も平年の6割程度となった。気温は平年より低かったが磯の水温は高かった。

11月の気温は平年よりもかなり高かった。しかし気圧の谷の影響によって曇が多い天候となり、降雨日は平年よりも少なかった。

12月は、冬型の気圧配置や気圧の谷の影響で降水日数は平年より4日ほど多かった。初雪は12月19日で、12月20日には7.0cmの降雪を記録した。

月別総降水量は、平年値と比べると8月が特に多く、次いで12月が多かった。逆に3月と6月、8月が少なかった。一方、1mm以上の降水日数は1月、2月、3月、4月、6月そして11月が少なく、特に3月が少なかった(図3)。

磯の平均水温は、一年を通して高めで推移した。特に7月は平年よりもかなり気温が高く少雨であったため2.5°Cも高かった。2022年は平年通り8月上旬の1日に磯の最高水温30.2°Cが観測された。なお、磯の観察路の海水温観測時に28°Cを超えた日は例年よりも遅く、7月28日から8月16日までの間で18日間観測された(図4)。一方、年間の最低水温は2月12日と13日に観測された8.9°Cで、2022年における年間の年較差は21.3°Cであった。

月別の平均塩分量は、すべての月で平年よりも高く推移した。8月は降雨日数および降水量が平年よりも多か

ったが塩分量の低下はほとんどみられなかった。塩分量が他の月から比較して低かった9月は降雨日数が平年より少なく降雨量も少なかった。他の地域・海域での降雨によるものと推察される。

月別の平均pHは、8月を除く全月で平年値より低く推移した。例年6月ごろにpH低下する原因となるのは漂着海藻類の腐敗と考えられている(図6)。

九十九湾周辺で4月以降に見られる赤潮は、夜光虫*Noctiluca scintillans*の異常な増殖によるものである。2022年、磯の観察路周辺では5月に2回、6月下旬に3回、7月上旬から中旬にかけて11回観察された。赤潮の大規模な接岸は7月1日から9日にかけて確認され、磯の観察路の一部では、赤潮による酸欠によって底生動物等の死骸が認められた。

磯の観察路の通行止め日数は1月から3月までの飛び石の補修が終わるまでの約3か月間を除くと、悪天候での通行止めが6月と7月が1日間、8月が3日間、9月10月が5日間、そして11月が2日間、12月が15日間と計32日間であった。

2014年4月からの各月の日射量と発電量を表2に示し、2022年の各月の日射量と2011年から2021年の各月の平均値(平年値)との比較を図7に示す。

2022年の日射量は、4月が好天に恵まれたために特に多く、5月も多かった。そしておおむね2011年から2021年の平均日射量の変化と良く似た推移を示した。すなわち、3月-5月と8月-10月にかけて二峰型のピークを示し、11月から翌年の2月までの冬季と6、7月の梅雨に少なくなる。2022年は、8月の天候不良で降水日数が平年よりも多かったため、日射量が少なかった。なお発電量が6月から9月まで少ないのは機器の故障のためである。

表2 2014年から2022年の日射量(kWh/m²)と発電量(交流発電電力量, kWh)

	2014年		2015年		2016年		2017年		2018年		2019年		2020年		2021年		2022年	
	日射	発電	日射	発電	日射	発電	日射	発電	日射	発電	日射	発電	日射	発電	日射	発電	日射	発電
1月	57.0	526.3	48.9	451.5	36.4	340.4	54.6	493.5	38.8	292.0	45.5	423.5	46.8	442.6	52.6	364.8	52.62	403.8
2月	56.9	538.1	61.7	559.1	60.3	577.1	70.0	617.7	68.1	578.1	62.7	553.8	66.3	592.9	71.6	578.5	62.17	478.8
3月	96.6	900.6	97.8	966.5	95.8	975.7	102.0	1001.7	120.3	1075.6	106.4	969.6	111.5	998.4	113.8	981.3	86.72	765.7
4月	134.4	1345.3	102.3	1030.0	108.8	1121.4	116.1	1124.2	105.1	1042.4	116.2	1128.2	111.7	1088.9	134.8	1209.4	137.04	1186.9
5月	102.8	1291.8	118.3	1439.8	109.2	1322.0	111.3	1287.5	91.6	1067.9	125.4	1420.6	111.0	1244.4	87.2	1023.6	113.91	1240.4
6月	77.2	1187.8	65.8	1047.3	73.3	1166.6	66.2	1041.6	65.4	1054.3	64.3	1001.6	74.1	1135.5	72.9	1036.6	78.74	900
7月	81.8	1101.4	86.9	1095.5	87.8	1071.1	83.7	1060.4	103.2	1277.7	89.1	1070.3	60.1	724.0	98.3	1147.8	97.33	0
8月	86.8	902.3	107.0	1086.5	134.7	1224.4	109.2	1009.5	112.9	1057.4	113.2	1056.9	126.1	1081	107.8	970.3	100.22	40.5
9月	124.5	1099.5	97.1	861.6	75.6	723.0	112.0	944.7	84.7	741.3	116.0	938.9	116.9	949.8	118.1	900.6	107.13	242.3
10月	112.6	928.1	120.4	984.8	100.3	823.0	66.4	574.4	108.8	863.5	88.5	744.2	92.8	724.1	104.7	795.4	98.33	741.7
11月	59.7	557.3	52.7	482.9	74.3	617.3	63.2	545	76.6	646.8	73.7	660.8	74.2	633.7	71.4	574.2	80.39	616.8
12月	33.2	313.8	50.6	485.5	47.5	444.3	35.9	322.5	41.4	367.9	56.4	513.4	37.7	327.1	45.3	336	37.84	323.7
合計	1023.4	10692	1009.5	10491	1004.0	10406	990.7	10022.7	1016.7	10064.9	1057.4	10481.9	1029.0	9942.4	1078.55	9918.5	1052.48	6940.6

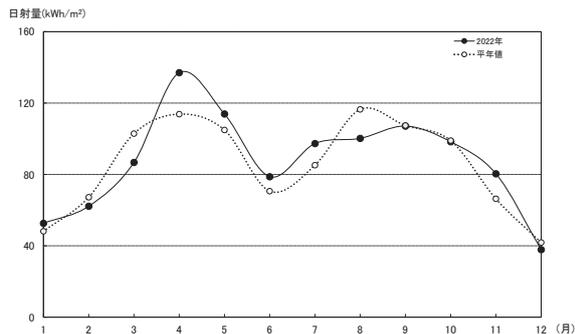


図 7 2022 年(●)と平年値(○, 2011 から 2021 年の平均値)の月別日射量(kWh/m²)

2 九十九湾の水質

内浦海域公園九十九湾地区(以下、海域公園地区とする)と九十九湾内に 13 の定点を定め(図 1)、2022 年の毎月中旬に 1 回、水温、塩分量、pH、および透明度の観測を行った。調査方法は前年までと同様である。なお、水深が 10 m 未満の地点(7-13)では通常海底が確認できるので、透明度の測定は行っていない。

各定点で観測された水温、塩分量、pH を表 3 と表 4、透明度を表 5 に示す。また、2022 年の海域公園地区(St. 1)における表層の水温と塩分量、pH の月別変化を、同定点における過去 27 年間(1995 年から 2021 年)の月別平均値を平年値として比較した(図 8, 9, 10)。

水温は 2 月から 4 月が平年値よりも 0.2-1.3℃、7 月から 12 月までは 0.7-3.7℃平年より高かった。5 月が 0.2℃、6 月は 1.0℃低かった以外はすべての月で平年より高かった(図 8)。7 月の降水日数は平年並みだったが降水量は少なく、水温は高い値を記録した。塩分量は磯の観察路における推移と比べるとよく類似していた(図 5, 9)。pH は、1 月と 3, 4 月が平年値より高く、これ以外は平年値もしくは下回った(図 10)。

透明度は九十九湾中央(St. 4)で 8 月に 19.5 m の高い透明度を観測した。これ以外の月は 11-16.5 m の範囲を示し、透明度が 10m を下回ることにはなかった。

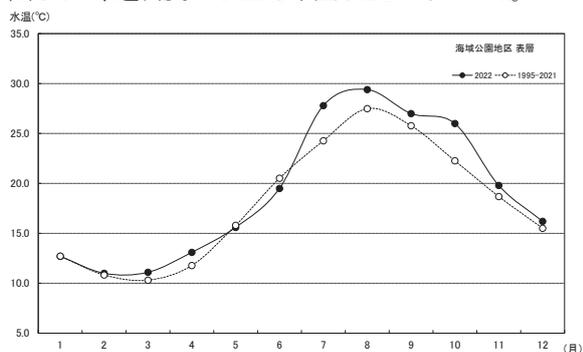


図 8 海域公園地区(St. 1)における表層の水温 ●, 2022 年;○, 1995-2021 年の月別平均値)

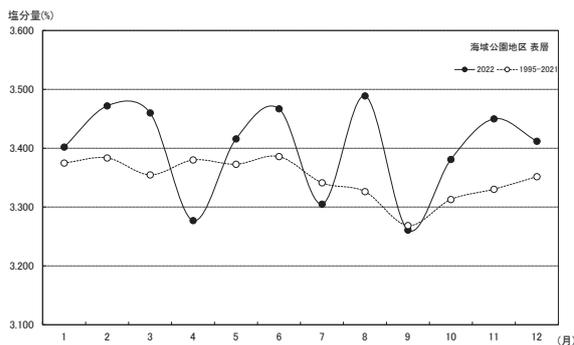


図 9 海域公園地区(St. 1)における表層の塩分量 ●, 2022 年;○, 1995-2021 年の月別平均値

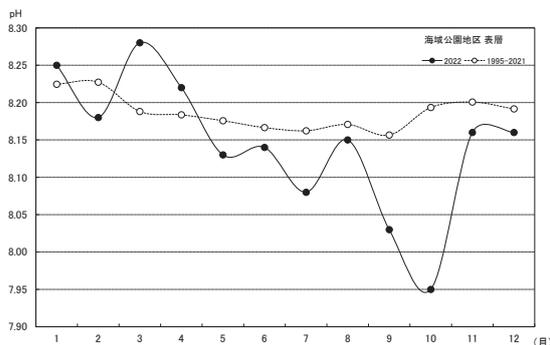


図 10 海域公園地区(St. 1)における表層の pH 値 ●, 2022 年;○, 1995-2021 年の月別平均値

表 5 2022 年に観測された海域公園地区と九十九湾内における透明度(m) >D は透明度が水深以上を示す

観測日	定点					
	1	2	3	4	5	6
1月15日	>D	>D	>D	17.5	15.5	16.0
2月18日	>D	>D	>D	16.0	11.0	11.0
3月16日	>D	>D	>D	13.5	11.0	11.0
4月16日	>D	>D	>D	17.5	17.0	16.5
5月11日	>D	>D	>D	19.0	17.0	17.5
6月14日	>D	>D	>D	17.0	16.0	16.5
7月14日	11.1	11.0	10.5	12.5	11.0	11.0
8月13日	>D	>D	>D	19.5	18.0	19.0
9月13日	>D	>D	>D	15.5	14.5	17.5
10月15日	>D	>D	>D	14.5	12.0	13.5
11月15日	>D	>D	>D	14.0	12.0	12.0
12月20日	>D	>D	>D	14.0	14.0	14.5

表 3 2022 年に観測された海域公園地区と九十九湾内における表層の水温(°C)と塩分量(%), pH

区分	観測日	定点													平均値
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
水温	1月15日	12.7	12.4	12.2	12.2	13.0	12.4	12.0	12.4	12.0	11.5	12.0	13.0	12.5	12.3
	2月18日	11.0	10.3	10.4	9.5	10.6	10.3	9.8	10.4	9.5	9.2	11.0	10.9	11.1	10.3
	3月16日	11.1	11.4	11.5	11.6	11.6	11.5	12.0	11.5	11.8	11.5	11.9	12.0	12.7	11.7
	4月16日	13.1	13.2	13.4	13.5	13.5	13.3	13.5	13.0	13.4	13.5	13.0	13.5	13.4	13.3
	5月11日	15.6	15.6	15.6	15.6	15.5	15.5	15.7	15.5	16.0	16.0	15.7	16.1	16.1	15.7
	6月14日	19.5	19.6	19.8	19.8	20.0	20.0	19.8	20.0	19.9	19.9	19.9	20.1	20.0	19.9
	7月14日	27.8	19.5	28.6	28.5	28.6	28.9	28.8	28.9	28.4	28.1	29.4	28.9	28.5	27.9
	8月13日	29.4	29.8	29.4	29.3	29.5	29.3	29.2	29.5	29.2	29.0	29.9	29.9	29.8	29.5
	9月13日	27.0	26.8	26.8	27.2	27.5	26.8	27.2	28.0	27.0	26.5	28.8	28.8	29.0	27.5
	10月15日	26.0	25.0	25.2	25.0	25.4	25.0	25.0	25.4	25.6	25.2	27.0	25.8	25.0	25.4
	11月15日	19.8	19.9	19.8	19.5	19.5	19.5	19.2	19.4	19.5	19.0	19.8	19.3	18.8	19.5
	12月20日	16.2	14.8	15.0	14.1	15.7	15.8	14.9	13.5	14.0	16.7	14.0	15.4	14.3	15.0
塩分量	1月15日	3.402	3.365	3.432	3.287	3.468	3.467	3.416	3.415	3.349	3.481	3.337	3.416	3.363	3.400
	2月18日	3.472	3.445	3.436	3.420	3.426	3.432	3.369	3.448	3.450	3.291	3.436	3.407	3.457	3.422
	3月16日	3.460	3.435	3.488	3.425	3.491	3.435	3.473	3.428	3.475	3.443	3.421	3.425	2.695	3.392
	4月16日	3.277	3.221	3.203	3.244	3.210	3.168	3.194	2.999	3.194	3.192	3.142	3.213	2.874	3.164
	5月11日	3.416	3.441	3.488	3.387	3.397	3.397	3.371	3.360	3.346	3.307	3.379	3.356	3.267	3.378
	6月14日	3.467	3.439	3.520	3.520	3.533	3.493	3.439	3.520	3.493	3.493	3.439	3.480	3.467	3.485
	7月14日	3.305	3.467	3.316	3.171	3.359	3.305	3.426	3.233	3.158	3.091	3.293	3.091	3.359	3.275
	8月13日	3.489	2.477	3.490	3.473	3.477	3.513	3.496	3.473	3.477	3.500	3.470	3.477	3.366	3.398
	9月13日	3.261	3.320	3.196	3.320	3.274	3.329	3.196	3.320	3.293	3.188	3.196	3.315	3.193	3.262
	10月15日	3.381	3.488	3.392	3.381	3.302	3.340	3.287	3.384	3.374	3.290	3.384	3.408	3.087	3.346
	11月15日	3.450	3.407	3.398	3.464	3.425	3.474	3.525	3.396	3.450	3.215	3.295	3.425	3.201	3.394
	12月20日	3.412	3.283	3.346	3.205	3.323	3.399	3.269	3.055	3.229	2.789	3.009	3.283	3.007	3.201
pH	1月15日	8.25	8.23	8.39	8.23	8.24	8.24	8.24	8.24	8.23	8.29	8.24	8.22	8.23	8.25
	2月18日	8.18	8.17	8.20	8.19	8.21	8.17	8.20	8.18	8.21	8.20	8.21	8.20	8.20	8.19
	3月16日	8.28	8.27	8.25	8.26	8.26	8.28	8.28	8.27	8.27	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28
	4月16日	8.22	8.22	8.23	8.24	8.22	8.23	8.23	8.24	8.22	8.22	8.24	8.23	8.26	8.23
	5月11日	8.13	8.09	8.10	8.16	8.14	8.13	8.16	8.13	8.16	8.15	8.13	8.13	8.16	8.14
	6月14日	8.14	8.15	8.13	8.14	8.12	8.15	8.14	8.14	8.14	8.14	8.15	8.14	8.15	8.14
	7月14日	8.08	8.14	8.05	8.07	8.08	8.08	8.09	8.07	8.10	8.11	8.09	8.09	8.09	8.09
	8月13日	8.15	8.22	8.21	8.21	8.18	8.17	8.17	8.15	8.21	8.16	8.16	8.18	8.16	8.18
	9月13日	8.03	8.14	8.10	8.11	8.08	8.08	8.07	8.10	8.09	8.11	8.06	8.08	8.07	8.09
	10月15日	7.95	7.94	7.94	7.95	7.95	7.95	7.94	7.94	7.95	7.96	7.95	7.93	7.97	7.95
	11月15日	8.16	8.14	8.16	8.18	8.16	8.16	8.18	8.15	8.16	8.16	8.16	8.16	8.16	8.16
	12月20日	8.16	8.15	8.17	8.18	8.17	8.12	8.17	8.19	8.15	8.19	8.19	8.15	8.21	8.17

表 4 2022 年に観測された海域公園地区と九十九湾内における 5 m、10 m、および 20 m 層の水温(°C)と塩分量(%), pH

区分	観測日	5m層						10m層						20m層					
		1	2	3	4	5	6	平均値	1	2	3	4	5	6	平均値	4	5	6	平均値
水温	1月15日	12.5	12.4	12.0	12.5	12.9	12.6	12.5	12.5	12.4	12.4	12.5	12.8	12.5	12.5	12.4	12.7	12.5	12.5
	2月18日	10.8	10.5	10.6	10.5	10.8	10.3	10.6	10.6	10.5	10.5	10.6	10.9	10.5	10.6	10.6	10.9	10.6	10.7
	3月16日	11.0	11.2	11.1	11.0	10.9	11.0	11.0	11.3	11.1	11.1	11.0	10.9	10.9	11.1	11.0	10.8	10.9	10.9
	4月16日	13.0	13.1	13.1	13.1	13.5	13.0	13.1	12.1	12.1	12.2	12.5	12.0	12.2	11.2	11.5	11.2	11.3	11.3
	5月11日	15.3	15.2	15.2	15.3	15.3	15.1	15.2	15.0	14.8	14.9	14.9	14.9	14.8	14.9	14.5	14.4	14.4	14.4
	6月14日	19.4	19.5	19.4	19.6	19.5	19.5	19.5	19.3	19.4	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.1	19.3	19.3	19.2
	7月14日	27.3	27.4	27.4	27.5	27.5	27.6	27.5	26.5	26.2	26.5	26.5	26.6	27.9	26.7	24.7	24.9	24.9	24.8
	8月13日	29.2	29.1	29.2	28.6	28.9	29.0	29.0	28.8	28.7	28.5	28.5	28.5	28.5	28.6	28.1	28.0	27.9	28.0
	9月13日	26.8	25.0	25.5	25.2	25.2	25.5	25.5	25.5	26.5	26.0	24.8	25.0	25.0	25.5	26.0	24.2	26.0	25.4
	10月15日	25.0	25.2	25.6	25.2	24.8	25.2	25.0	24.8	25.0	24.8	25.2	24.8	24.9	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
	11月15日	19.7	19.8	19.5	19.3	19.3	19.5	19.5	19.7	19.6	19.6	19.5	19.6	19.3	19.6	19.5	19.3	19.3	19.4
	12月20日	15.9	16.0	15.5	15.7	16.0	16.0	15.9	15.9	15.9	15.6	15.8	16.0	16.0	15.9	16.0	15.7	16.0	15.9
塩分量	1月15日	3.468	3.468	3.410	3.471	3.471	3.437	3.454	3.445	3.459	3.457	3.441	3.505	3.467	3.462	3.407	3.468	3.467	3.447
	2月18日	3.472	3.489	3.475	3.472	3.501	3.502	3.485	3.489	3.489	3.488	3.472	3.485	3.459	3.480	3.459	3.459	3.490	3.469
	3月16日	3.444	3.434	3.446	3.464	3.419	3.561	3.461	3.460	3.502	3.513	3.457	3.423	3.402	3.460	3.444	3.471	3.453	3.456
	4月16日	3.283	3.288	3.291	3.286	3.325	3.352	3.304	3.430	3.430	3.477	3.480	3.467	3.470	3.459	3.450	3.477	3.480	3.469
	5月11日	3.494	3.468	3.435	3.435	3.401	3.426	3.443	3.462	3.439	3.439	3.452	3.426	3.475	3.449	3.439	3.475	3.429	3.448
	6月14日	3.467	3.467	3.480	3.546	3.583	3.493	3.506	3.467	3.505	3.533	3.505	3.493	3.520	3.504	3.505	3.546	3.493	3.515
	7月14日	3.517	3.504	3.500	3.500	3.394	3.390	3.468	3.434	3.484	3.379	3.460	3.398	3.359	3.419	3.579	3.466	2.443	3.163
	8月13日	3.489	2.501	3.489	3.513	3.477	3.486	3.326	3.485	3.477	3.477	3.500	3.490	3.504	3.489	3.490	3.513	3.513	3.505
	9月13日	3.215	3.521	3.215	3.320	3.320	3.280	3.312	0.000	3.320	3.196	3.333	3.223	3.295	2.728	3.215	3.329	3.329	3.291
	10月15日	3.435	3.403	3.399	3.345	3.462	3.499	3.424	3.425	3.395	3.511	3.412	3.384	3.392	3.420	3.356	3.384	3.408	3.383
	11月15日	3.477	3.450	3.464	3.477	3.396	3.359	3.437	3.384	3.490	3.477	3.396	3.371	3.450	3.428	3.450	3.490	3.529	3.490
	12月20日	3.397	3.448	3.399	3.320	3.399	3.399	3.394	3.410	3.360	3.399	3.399	3.399	3.399	3.411	3.396	3.399	3.425	3.399
pH	1月15日	8.24	8.23	8.31	8.25	8.27	8.26	8.35	8.33	8.38	8.22	8.26	8.25	8.30	8.03	8.23	8.27	8.18	
	2月18日	8.17	8.20	8.18	8.18	8.19	8.21	8.19	8.19	8.19	8.18	8.18	8.18	8.19	8.18	8.18	8.18	8.20	8.19
	3月16日	8.27	8.27	8.28	8.28	8.27	8.25	8.27	8.27	8.26	8.27	8.28	8.27	8.28	8.27	8.26	8.26	8.25	8.26
	4月16日	8.21	8.21	8.23	8.22	8.21	8.22	8.22	8.20	8.19	8.20	8.21	8.21	8.21	8.20	8.19	8.20	8.21	8.20
	5月11日	8.10	8.11	8.15	8.14	8.16	8.13	8.13	8.13	8.15	8.15	8.16	8.14	8.14	8.15	8.15	8.12	8.14	8.14
	6月14日	8.15	8.14	8.14	8.14	8.09	8.14	8.13	8.15	8.14	8.12	8.14	8.14	8.13	8.14	8.15	8.15	8.12	8.14
	7月14日	8.03	8.02	8.00	7.97	8.05	8.06	8.02	8.05	8.01	8.03	7.94	8.04	8.08	8.03	8.04	8.04	8.05	8.04
	8月13日	8.14	8.11	8.15	8.17	8.21	8.18	8.16	8.22	8.18	8.18	8.17	8.19	8.19	8.19	8.20	8.16	8.17	8.18
	9月13日	8.06	8.07	8.07	8.07	8.09	8.07	8.07	8.07	8.08	8.06	8.06	8.06	8.05	8.06	8.04	8.02	8.00	8.02
	10月15日	7.95	7.95	7.94	7.94	7.95	7.94	7.95	7.95	7.95	7.95	7.94	7.95	7.94	7.95	7.94	7.94	7.93	7.94
	11月15日	8.16	8.16	8.16	8.15	8.15	8.16	8.16	8.16	8.16	8.16	8.16	8.17	8.16	8.16	8.16	8.14	8.15	8.15

「のと海洋ふれあいセンター研究報告」投稿規定

1 内容に関すること

日本海域および能登半島周辺の海の自然環境と動植物、そこに暮らす人の生活に関するオリジナルな内容を含む総説・論文・短報・研究情報・標本目録および文献目録等とする。総説・論文・標本目録および文献目録は刷り上がり 10 ページ以内、その他は 2 ページ以内とする。

2 原稿作成に関すること

和文、英文ともにワードプロセッサ(Windows 対応ソフト、または互換ソフト)で作成したものに限り。

(1)和文原稿は、引用、固有名詞など特殊な場合を除き、新仮名づかい、当用漢字とする。A-4 版用紙に 1 行全角 35 文字(欧文文字は半角 70 文字)、1 ページ 25 行(約 2 ページで刷り上がり約 1 ページに相当)とする。原稿は、表題、著者名、所属、英文要旨(付けなくてもよい)、本文、文献、図表説明の順に配置する。第 1 頁は、表題、著者名、所属、英文表題、英著者名だけを記す。第 2 頁は英文要旨だけとし、本文は第 3 頁(英文要旨のない場合は第 2 頁)から始める。第 1 頁から末尾の図表説明まで一連のページ番号を付す。なお、和文原稿の場合でも、句読点(。、)以外の数字と記号(例: () 「 」 ; : . . , 等)は半角文字とし、その後半角スペースを挿入すること。

(2)英文原稿および英文要旨は、A-4 版用紙にダブルスペースでタイプする。英文原稿の構成は、和文原稿に準ずるが、本文の後に和文要旨を入れる。

(3)英文要旨は、250 語以内とする。第 1 段目は、英文で著者名、所属、年号、表題、雑誌名を記す。第 2 段目を内容とし、改行しない。

(4)英文原稿の和文要旨は、著者名・表題を冒頭に入れ、800 字以内とする。

(5)英文氏名は 2 文字目以降をスモールキャピトルとし、学名はイタリック体、和名はカタカナ書きとする。本文中での文献の引用は、能登(1960)、能登・加賀(1973)、NOTO(1975)、(NOTO & KAGA, 1989;NOTO et al., 1990)、(能登ら, 1994;加賀, 1995)のようにする。なお、スモールキャピタル指定は下線 2 重線で、イタリック指定は下線 1 重線で、原稿中に記すこと。

(6)文献は、著者名のアルファベット順に配列し、下記の形式によって記す。雑誌巻番号はゴチックとし、その指定は下線 1 波線とする。雑誌の場合は著者名(姓前名後)、年号. 表題. 雑誌名, 巻(号): ページ.、単行本の場合は著者名(姓前名後)、年号. 表題. ページ数, 発行所, 発行地。

(7)図(写真を含む)は、1 つずつ別紙に台紙を貼るか、ファイルに挟んでおく。図は、印刷される時の大きさの 1.5 ないし 2 倍大(長さで)に黒インクを用いて鮮明に描き、そのまま印刷できる完全なものとする。写真も同様の大きさとし、光沢平滑印画紙に焼きつけること。デジタルファイルの場合は、300dpi 以上とする。なお、カラー写真は編集委員会が認めたとき以外は、原則として載せない。

(8)表は、1 つずつ別紙に書く。1 表の大きさは、原則として 1 ページに印刷できる限度以下とする。1 ページを越える表については、2 つ以上に分割する。ただし、編集委員会の判断によって、折り込み表などを認める場合がある。なお、表中の罫線はできる限り省くものとする。

(9)図表の説明は、英文原稿の場合は Fig. 1 または Figure 2、Table 1 とする。和文原稿の場合は和文・英文いずれでもよいが、和文では第 1 図、表 1 等とし、各図表の説明は一括して原稿の末尾に書くとともに、本文中にその図表を置きたいおよその位置の原稿右欄外に記入すること。なお、和文原稿で図表の説明が英文の場合は、本文でも Fig. 1 とか Table 1 と書く。

3 投稿等に関すること

(1)投稿原稿は、2 部(コピーでもよいが、図や写真のうちの 1 部は原図)を下記宛に送付すること。ワードプロセッサで作成した原稿は CD 等(表題と著者名およびワードプロセッサの機種またはソフト名を記入)に TXT スタイルのファイルと併せて保存し、送付すること。この時、手元に同じ内容のファイルを必ず保存しておくこと。

(2)投稿先

〒 927-0552 石川県鳳珠郡能登町越坂 3-47
のと海洋ふれあいセンター普及課
「のと海洋ふれあいセンター研究報告」編集事務局

(3)著者による論文等の校正は、原則として 1 回とする。校正は、印刷のミスについてだけ行い、本文や図表の変更はしないこと。

(4)別刷の実費は、著者負担とする。必要部数(10 部単位)は、初校返送の際に表紙右上部に赤字で書くこと。

(5)原稿掲載の採否は編集委員の査読により決定する。また、図表の縮小率、印刷、校正等の最終的な判断は、原則として編集委員会に一任のこと。

(6)「のと海洋ふれあいセンター研究報告」に掲載された図表等の著作権は、のと海洋ふれあいセンターに帰属する。

のと海洋ふれあいセンター研究報告
第 29 号

令和 6 (2024) 年 3 月 29 日 発行

編集 のと海洋ふれあいセンター研究報告編集事務局
のと海洋ふれあいセンター

〒927-0552 石川県鳳珠郡能登町字越坂 3-47

TEL (0768) 74-1919

発行 石川県生活環境部

〒920-8580 石川県金沢市鞍月 1 丁目 1 番地

TEL (076) 225-1476

印刷所 田中昭文堂印刷株式会社

〒920-0377 金沢市打木町東 1448 番地