

のと海洋ふれあいセンター研究報告

第 27 号

Report of the Noto Marine Center, No.27

石川県生活環境部

2021

のと海洋ふれあいセンター研究報告, 第 27 号, 2021

目 次

(原著論文)

渡部雪菜・伊勢優史・小木曾正造・浦田 慎・松本京子・坂井恵一・端野開都・鈴木信雄 能登半島九十九湾周辺で採集した海綿動物を用いた教材開発……………	1
荒川裕亮 能登半島の主要水系における淡水魚類相の分布状況の変遷(1970-2000 年代)……	9
櫻井佳明・幸塚久典 石川県と福井県の海岸におけるコメツブウニ <i>Fibulariella acuta</i> の相対成長 ………	24
のと海洋ふれあいセンター年次報告……………	29
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……………	29
Ⅱ－石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査……………	37
Ⅲ－九十九湾周辺における気象と水質……………	49

能登半島九十九湾周辺で採集した海綿動物を用いた教材開発

渡部雪菜¹⁾・伊勢優史²⁾・小木曾正造³⁾・浦田 慎⁴⁾・松本京子⁴⁾・坂井恵一¹⁾・
端野開都⁵⁾・鈴木信雄^{1,4,5)}

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

²⁾琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設, 沖縄県国頭郡本部町瀬底 3422 番地 (〒905-0227)

³⁾金沢大学総合技術部環境安全部門, 石川県鳳珠郡能登町小木ム 4-1 (〒927-0553)

⁴⁾一般社団法人能登里海教育研究所, 石川県鳳珠郡能登町字小木 34-11 (〒927-0553)

⁵⁾金沢大学大学院自然科学研究科, 石川県金沢市角間町 (〒920-1192)

Development of teaching materials using sponges collected in Tsukumo Bay, Noto Peninsula

Yukina WATABE¹⁾, Yuji ISE²⁾, Shouzo OGISO³⁾, Makoto URATA⁴⁾, Kyoko MATSUMOTO⁴⁾,
Keiichi SAKAI¹⁾, Kaito HATANO⁵⁾ and Nobuo SUZUKI^{1, 4, 5)}

¹⁾Noto Marine Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Mu-4-1, Ogi, Noto, Ishikawa Pref., 927-0553, Japan

²⁾Sesoko Station, Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus, 3422, Sesoko, Motobu, Kunigami, Okinawa Pref., 905-0227, Japan

³⁾Engineering and Technology Department, Kanazawa University, Mu-4-1, Ogi, Noto, Ishikawa Pref., 927-0553, Japan

⁴⁾Institute of Noto Satoumi Education and Studies, 34-11, Ogi, Noto, Ishikawa Pref., 927-0553, Japan

⁵⁾Graduate school of Natural Science and Technology, College of Science and Engineering, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, Ishikawa Pref., 920-1192, Japan

Abstract

Porifera (the sponge) is regarded as one of the oldest metazoans. This phylum exhibits a specific phenomenon, cell reaggregation. Molecular studies regarding cell reaggregation in the marine sponge *Geodia cydonium* have been examined in detail based on analysis of its genome. We expect that this will be good teaching material to help students understand the wonderful phenomenon of living organisms. However, this sponge, *G. cydonium*, has not been reported from Japanese waters. To develop teaching materials for the reaggregation of sponge cells, we searched for sponges possessing an active cell reaggregation ability around Tsukumo Bay. Judging from the features of body color and body

surface in the collected sponges, we separated 13 types of sponges and examined their cell reaggregation ability. We found that two types of sponges have active cell reaggregation abilities. According to the morphological features of the spicules and the spicule arrangements, both sponges were revealed to belong to the genus *Haliclona*, and thus were identified as *Haliclona* sp.1 and *Haliclona* sp.2. In the future, we are planning to identify the two species more precisely and utilize teaching materials as a reaggregation model for students of elementary schools, junior high schools, high schools and universities.

Key words: sponge, cell reaggregation, teaching materials, marine education

はじめに

海綿動物は真の組織や器官を持たず、最も原始的な多細胞動物の一つといわれている。現在、DNA 情報を反映した系統関係の再編が行われ、海綿動物門は尋常海綿綱、石灰海綿綱、六放海綿綱、同骨海綿綱の 4 つのグループに分かれており、中でも尋常海綿綱は現生海綿動物の 8 割以上が属す最も大きなグループとなっている。日本からは尋常海綿綱 434 種、石灰海綿綱 119 種、六放海綿綱 78 種、同骨海綿綱 5 種が報告されている(Ise, 2017)。

海綿動物の特徴として、体内に水を循環させる水溝系という構造を持つことがあげられる。海綿動物は、体表に小孔と呼ばれる数多くの孔をもち、この孔から水と溶存有機物などのエサをとりこんでいる。また、大孔と呼ばれる開口部があり、ここから水を排出している。体組織内には、襟細胞と呼ばれる特殊な細胞が無数にある。襟細胞は一本の鞭毛をもち、これを連動することによって小孔から水溝系、そして大孔への水の流れを引き起こしている。

海綿動物が持つ別の特徴として有名なのが細胞の再凝着である。海綿動物における細胞の再凝着現象については、尋常海綿綱チョウズバチカイメン科の *Geodia cydonium* を用いたゲノムの情報を元にした研究がある(MÜLLER, 1997; MÜLLER, 1998)。しかし、このカイメンは本邦沿岸から見つかっていない。

再凝着とは、遊離させた体細胞が再集合し、機能的な個体を再構築することである。遊離した細胞は仮足を伸ばして動き回り、自身の細胞と出会うと接着するが、他種の細胞とは再凝着しない。細胞の再凝着は 20 分から 1 時間程度で観察でき、実験に時間を要さない。このため、懸濁した細胞が再凝着する現象は、生命現象を教える優れた教材になり得る。

金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設周辺の沿岸からは、このような細胞の解離および再凝着実験に供することが可能なカイメン(ホソナガザラカイメン *Callyspongia elongata*) が既に報告されている(木戸・岸田, 1963; 木戸ら, 1965; 岸田, 1969)。九十九湾周辺においても細胞が再凝着するカイメンを容易に採集することができれば、小中高校生や大学生向けに、カイメンを教材にした新しい細胞の再凝着実習を開発、提供することが可能となる。そこで本研究では、金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設に面している九十九湾周辺において、再凝着能を有するカイメンを探索した。

材料と方法

海綿動物の採集

2021 年 8-10 月に、石川県鳳珠郡能登町姫及びのと海洋ふれあいセンター北東の沿岸 1-2 m 程度の深さに生息しているカイメンをスノーケリングにより

採集した。同様に 2021 年 8–10 月に、のと海洋ふれあいセンター南西及び金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設(以下、当施設)前でスキューバダイビングを行い、5–10 m 程度の深さに生息しているカイメンの採集を行った(図 1)。採集したカイメンを体色の色彩的特徴及び手で触れた時の体表の特徴(硬さ)により 17 タイプに分けた(図 2)。これらのカイメンは、当施設の実習室にてバット(38 cm × 56 cm、深さ 9 cm)に入れて、天然海水をかけ流しながら畜養した。

さらに、再凝着の追試を行うために、9 月中旬と 11 月 30 日に、のと海洋ふれあいセンター北東の沿岸でスノーケリングを行い、初期実験で再凝着能が高いと判断された個体の採集を試みた。

海綿動物の再凝着能の観察

実験方法の概略を図 3 に示す。まずカイメン 0.5 g を切り取り、海水 6 ml と共に直径 5 cm のシャーレに入れた(図 3-1)。ピンセットを用いて、シャーレ内のカイメンを 3 mm 程度の断片にした(図 3-2)。次に、

カイメンの断片をガーゼを用いてろ過して、新しいシャーレに移した(図 3-3)。さらにガーゼ内に残ったカイメンの断片をガーゼで包み込み、指で押しつぶして細胞を濾し出し、ガーゼで濾した細胞と混合した(図 3-4)。その後、シャーレを室温で 18–24 時間静置し、再凝着を目視で観察した。最も再凝着能の高い個体において、再凝着の過程を顕微鏡(BX51-33 型、オリンパス株式会社、東京)にて 5 分間隔で観察・撮影した。

採集した 17 タイプのうち No.1–13 のカイメンを用いて実験を行った。2021 年 8 月 18 日に 13 タイプのうち 5 タイプ(No.1–5)、9 月 17 日に 5 タイプ(No.6–10)、10 月 8 日に 3 タイプ(No.11–13)のカイメンを用いて、再凝着実験を行った。再凝着能の高いタイプについては、再凝着能を再確認するために 9 月 17 日、10 月 8 日、10 月 28 日、11 月 5 日及び 12 月 3 日においても実験を行った。なお、再凝着実験時の室温は、11 月 5 日及び 12 月 3 日は 23–25 °C に設定して実施した。

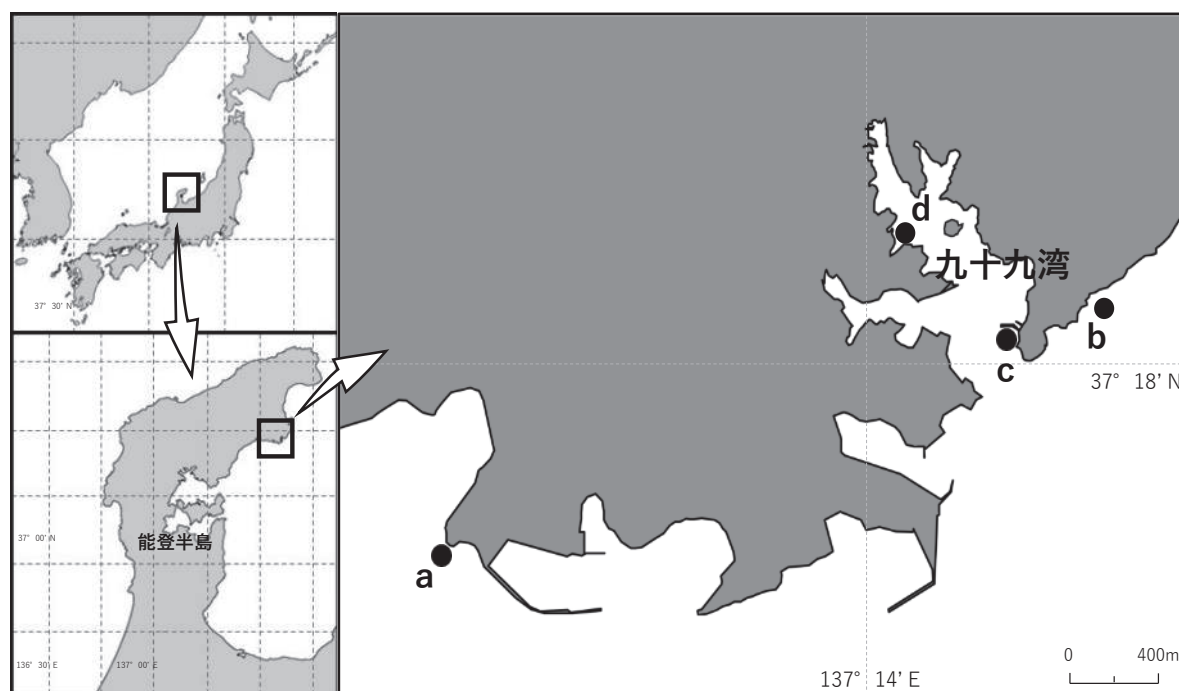


図1 採集場所

a: 石川県鳳珠郡能登町姫;b: のと海洋ふれあいセンター北東;c: のと海洋ふれあいセンター南西;d: 金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設前



図 2 採集した海綿動物の写真

それぞれの海綿動物の体色を示す。1: 紫色, 2: 薄紫色, 3: 茶色, 4: 赤色, 5: 赤色, 6: 濃緑色, 7: 黒色, 8: 薄青色, 9: 灰色, 10: 赤紫色, 11: 黒黄色, 12: 緑色, 13: 臍脂色, 14: 黒色, 15: 橙色, 16: 黒色, 17: 黒茶色

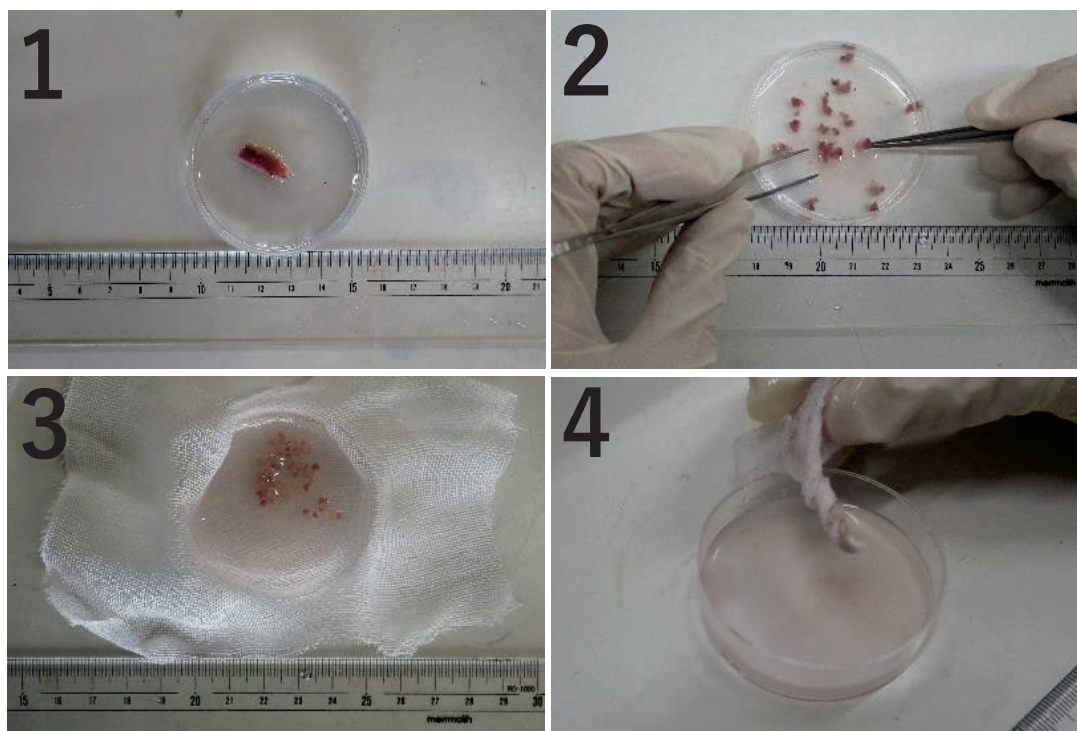


図 3 海綿動物の再凝着能の観察方法

1: カイメン 0.5 g を切り取り、海水 6 ml と共に直径 5 cm のシャーレに入れた; 2: ピンセットを用いてカイメンを割き、およそ 3 mm 程度の断片にした; 3: ガーゼの上に海水ごとカイメンを移した; 4: カイメンをガーゼで包み、指で押しつぶして細胞を濾した。

海綿動物の骨片と骨格構造の観察

後述する再凝着能が高かったカイメン No.2 及び No.10 について、体表を含む小さな断片を切り出し、次亜塩素酸を用いて体組織を溶解し、骨片の観察を行った。即ち、海綿動物の断片をマイクロチューブに入れ、次亜塩素酸を含むキッチンハイター（花王株式会社、東京）を数滴滴下し、30 分常温で静置した。これを遠心分離機により遠心し、上澄を捨てて蒸留水を加えて振盪、再び蒸留水を加えて振盪し、ピペットにより骨片が混じった蒸留水をスライドグラスに滴下し、光学顕微鏡で観察した（伊勢, 2017 参照）。

また、骨格構造の観察のため、体表を含む小さな断片を切り出してエタノール固定し、剃刀を用いて体表に対して垂直な簡易切片を作成した。乾燥させた簡易切片をスライドグラスに乗せ、封入剤であるオイキッテ液（ORSATec、フライブルク、ドイツ）を滴下し、カバーガラスをかけて光学顕微鏡で観察した（伊勢, 2017 参照）。

結果

九十九湾周辺で採集した海綿動物の再凝着

13 タイプのカイメンを用いて、細胞の再凝着能を調べた。その結果を図 4-1 から図 4-13 に示す。再凝着がみられたのは、Nos.2, 3, 10 及び 13 のカイメンであった。わずかに再凝着がみられたのは Nos.1, 4, 7 及び 12 のカイメンであり、Nos.5, 6, 8, 9 及び 11 のカイメンには再凝着はみられなかった。再凝着能の高い No.2 において、その再凝着の過程を図 4-a から図 4-c に示す。細胞塊が結合していく様子がわかる。

初期実験で再凝着能が認められた No.2 及び No.10 のカイメンを再び 9 月中旬に採集し、再凝着の追試を以下のように実施した。9 月 17 日に実施した実験では、No.2 は高い再凝着能を有していたが、No.10 の再凝着能は低かった。続いて、10 月 8 日の実験では、両タイプ共にわずかに再凝着した。その後、10 月 28 日の実験では、両タイプ共に再凝着しなかった（図 5-1 及び 5-2）。さらに、11 月 15 日の実験では、再凝着しない要因として水温の低下を考え

たため室温を 23–25℃ に保ち、No.2 を用いて再凝着の実験を行ったが、10 月 28 日実施した時と同様に再凝着しなかった。再実験のため、11 月 30 日に、のと海洋ふれあいセンター北東の沿岸でスノーケリングを行い、No.2 及び No.10 を採集して、12 月 3 日に室温（23–25℃）で追試を行った。その結果、両タイプ共に高い再凝着能が確認された（図 5-3 及び 5-4）。

再凝着能が高かったカイメンの同定

本研究で再凝着能が高かったカイメン No.2 および No.10 の同定を行った。骨片の形態を調べた結果、いずれも桿状体のみが観察された（図 6-1 及び 6-2）。骨格構造の観察の結果、いずれも、桿状体先端部で一本ずつ連なった網目状構造を示すこと、網目状構造が三角形、四角形、五角形を示すこと、網目状構造に一次繊維や二次繊維といった分化が見られないこと等（図 6-3 及び 6-4）から、*Haliclona* 属（カワナシカイメン属）であることが分かった（DE WEERDT, 2002）。現時点では内部の骨格構造や骨片の特徴については No.2 と No.10 の明瞭な違いを見出すことはできていないが、生時の色彩、触感、体表の骨格構造が異なることから、それぞれ *Haliclona* sp.1、*Haliclona* sp.2 と同定した。*Haliclona* 属全既知種との比較は今後の課題であるが、2 種のうち体色の薄い *Haliclona* sp.1 は、これまで本邦で「ムラサキカイメン」と称されているカイメンである可能性が高い。ただし、ムラサキカイメンは分類学的再検討が必須であるため（ISE, 2017; 伊勢, 2017）、ここでは *Haliclona* sp.1 とした。

考察

本研究により、細胞の再凝着実験の材料に用いることができる新たなカイメン類として *Haliclona* sp.1、*Haliclona* sp.2 を見出すことができた。木戸・岸田（1963）が報告した再凝着能を有するカイメンは、ホソナガザラカイメン（*Callyspongia elongata*）であり、本研究で見出したカイメンとは異なる。本研究で見

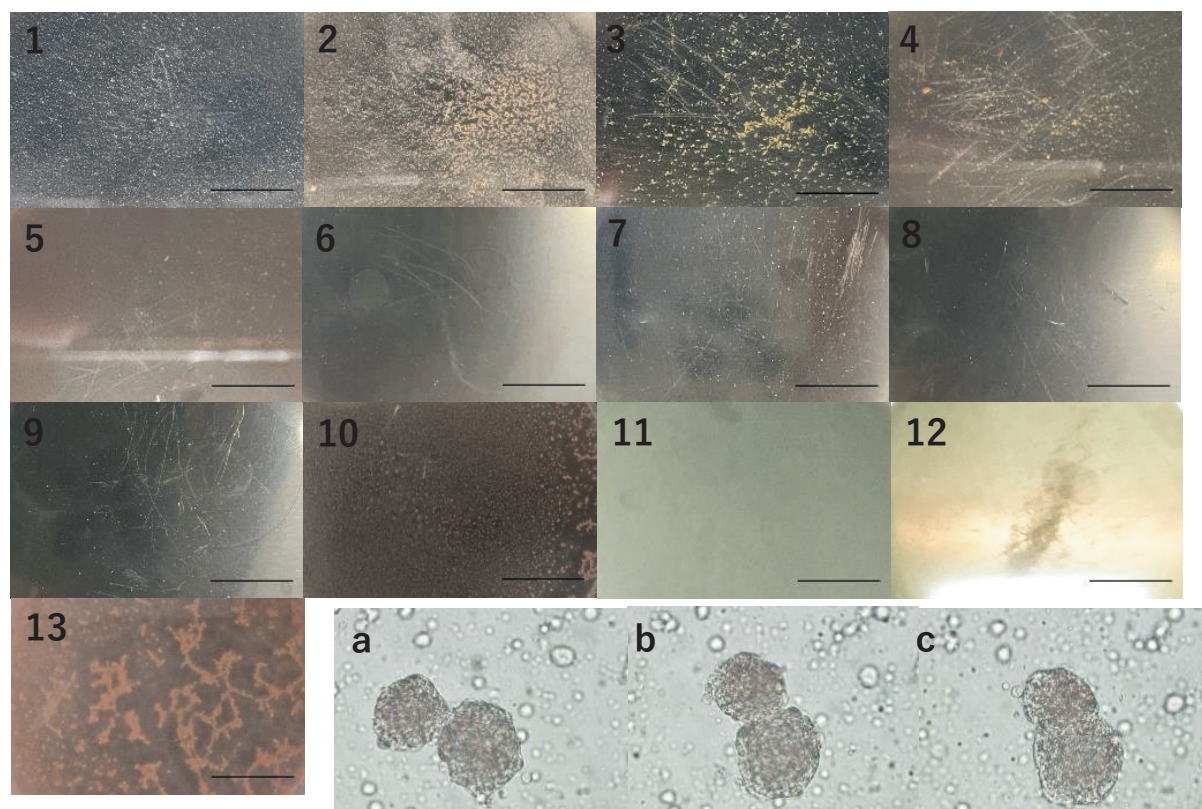


図 4 九十九湾周辺で採集した 13 タイプの海綿動物の再凝着能及び *Haliclona* sp.1 (No.2) の再凝着の過程
1-13 のスケールバー: 1 cm; a-c のスケールバー: 100 μ m

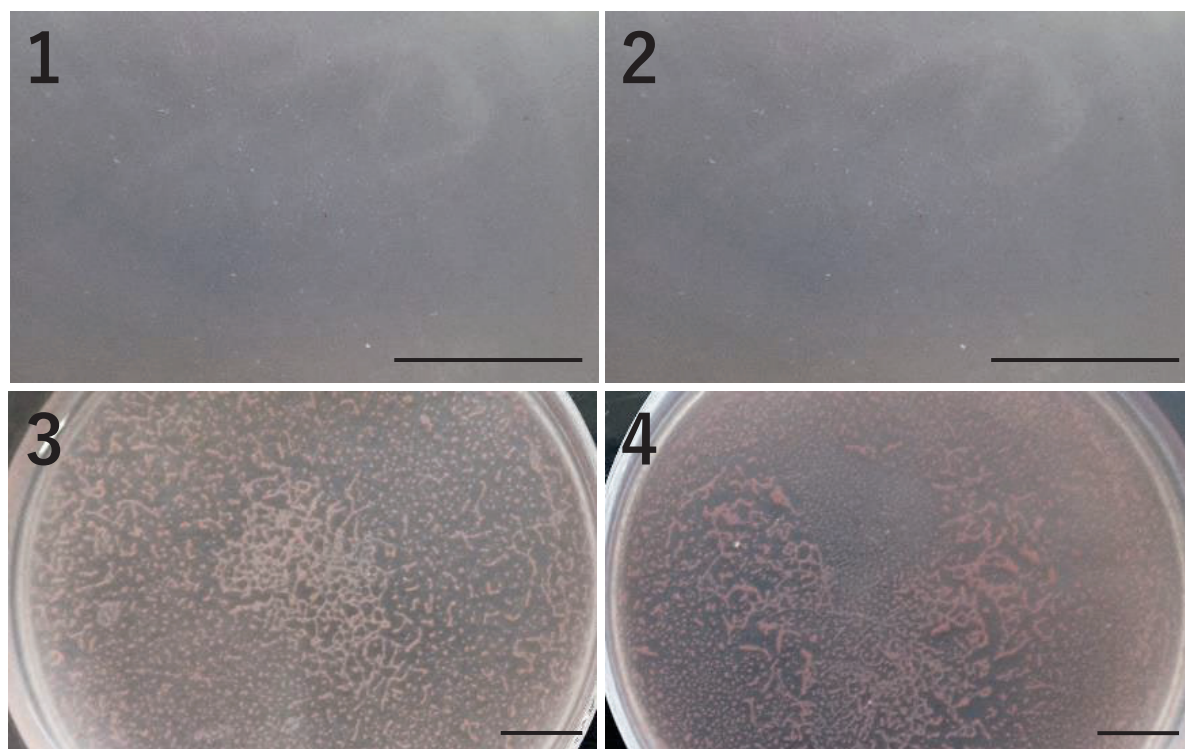


図 5 *Haliclona* sp.1 (1 及び 3) 及び *Haliclona* sp.2 (2 及び 4) の再凝着能の追試
約 1 ヶ月間飼育した個体を用いて実験した時の結果 (1 及び 2: 10 月 28 日に実施)、採集直後の個体を用いて
実験した時の結果 (3 及び 4: 12 月 3 日に実施)。スケールバー: 1 cm

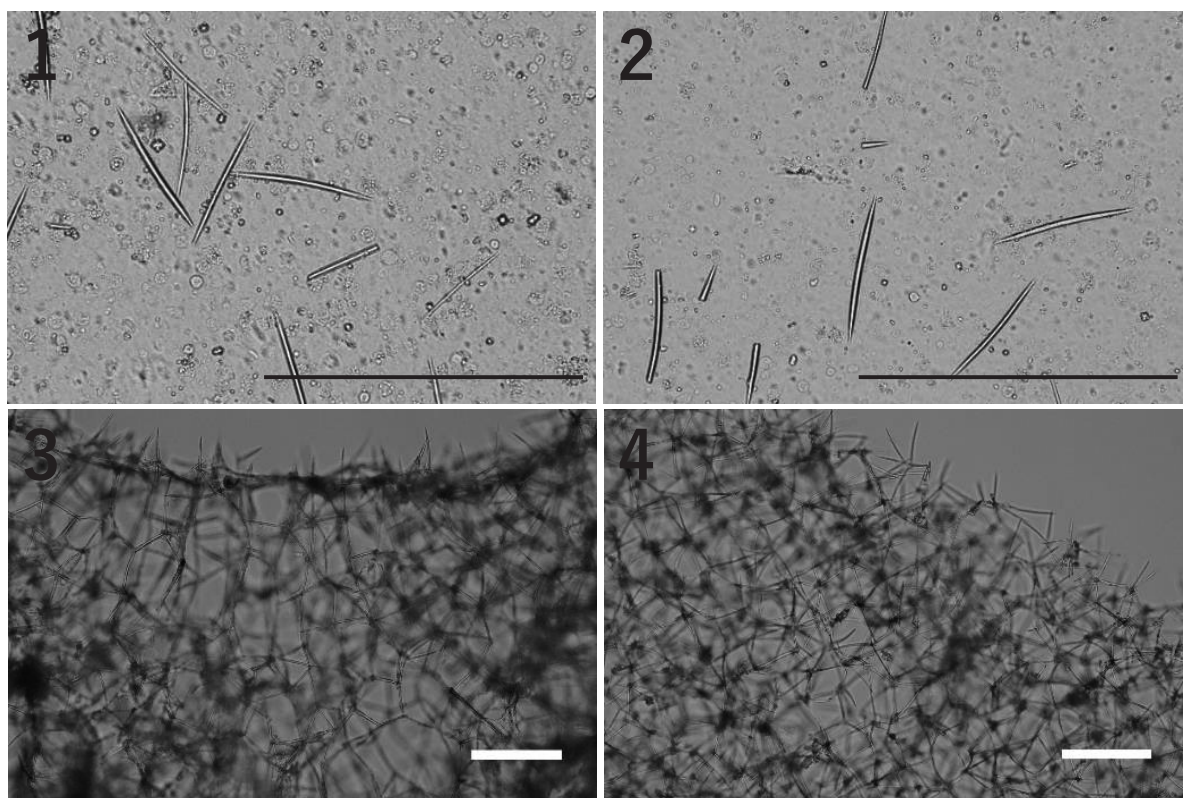


図 6 *Haliclona* sp.1 の骨片(1)と切片(3)、*Haliclona* sp.2 の骨片(2)と切片(4) スケールバー:200 μ m

出したカイメンは、当施設において、高校生や大学生が行う磯採集地点においても採集可能であり、教材として有望である。

本実験で用いた 13 タイプの海綿動物の中には、ピンセットで細かく切り離す時に断片化しやすいカイメンと、体表面が硬く断片化しにくいカイメンが存在した。断片化しやすいカイメンの方が再凝着しやすいという傾向にあった。また、ガーゼで細胞を濾すときに、多量の粘液が同時にしぼり出されたカイメンも再凝着しやすい傾向にあった。前述のホソナガザラカイメンでも細胞を濾す時に粘液を出すことが報告されており(木戸・岸田, 1963)、この結果を支持している。シャーレに入れたカイメンの解離細胞は、室温で 18–24 時間静置した後、再凝着して大きさ約 0.2–2 mm の細胞塊となった。これは、目視で確認可能な大きさであった。再凝着の様子は、速い種で 1 時間、遅い種で 2 時間で確認できた。No.13 のカイメンは特に再凝着能が高かったが、このカイメンの生息深度は 5–10 m であり、スキューバ

ダイビングでないと採集できないため、教材には不向きである。学生が行う磯採集地点において採集でき、十分な再凝着能を持つ No.2 (*Haliclona* sp.1) と No.10 (*Haliclona* sp.2) が教材として最適であると考えられる。

初期実験で再凝着能が認められた *Haliclona* sp.1 及び *Haliclona* sp.2 を用いて、9 月以降、再凝着の追試を数回実施した。その結果、飼育期間が長いと再凝着能が低下することが判明した。水温を 23–25℃ に上げて実施しても再凝着しなかったことから、採集直後のカイメンの方が再凝着しやすいということが分かった。再凝着がみられなかった原因として、再凝着の実験に用いたカイメンを約 1 ヶ月飼育していたことにより、カイメンの状態が悪くなったことが考えられる。実習用の教材として用いるカイメンは、実験直前に採集する必要がある。

当施設では、これまでに石川県以外にも富山県、福井県及び長野県の高校の実習を受け入れており、磯採集で採集した海産無脊椎動物を用いた課題

研究を実施している。自身で採取した動物を用いて仮説を立て、その仮説を実証するための実験を行っている。この課題研究に用いる動物として、海綿動物も使用されている。海綿動物には海水を浄化する性質があり、墨汁等を入れて、海水の浄化作用を調べる実験を実施してきた。本研究において、属レベルであるが、再凝着能を有するカイメンを同定することができた。今後、*Haliclona* sp.1 及び *Haliclona* sp.2 の種同定を行うと共に、高校生のみならず、小・中学生や大学生の教育のために、これら 2 タイプのカイメンを再凝着モデルの教材として用いていく予定である。

要約

1. 海綿動物は、最も原始的な後生動物の一つである。この生物は、細胞が再凝着して個体を形成するという特殊な現象を持っている。
2. 尋常海綿綱チョウズバチカイメン科の *Geodia cydonium* においてゲノム情報を基にした分子レベルの調節機構が詳しく調べられているが、この種は日本には生息していない。
3. 臨海実験施設周辺の沿岸で採集でき、再凝着するカイメンとして報告されているホソナガラカイメン *Callyspongia elongata* を今回の実験では見つけることができなかったが、新たに再凝着能を有するカイメンを見出すことができた。
4. これら再凝着能を有するカイメンの骨片と骨格構造を観察した結果、*Haliclona* sp.1 (No.2) 及び *Haliclona* sp.2 (No.10) と判明した。
5. *Haliclona* sp.1 及び *Haliclona* sp.2 を再凝着の教材として、小学生、中学生、高校生及び大学生に提供していく予定である。

参考文献

- DE WEERDT, W.H., 2002. Family Chalinidae Gray, 1867. In: HOOPER, J.N.A., VAV SOEST, R.W.M. (Eds) Systema Porifera: A guide to the classification of sponges. Vol. 1. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York, pp. 852–873.
- ISE, Y., 2017. Taxonomic Review of Japanese Sponges (Porifera). In: Species Diversity of Animals in Japan (Eds) MOTOKAWA, M. and KAJIHARA, H. SPRINGER Japan, Tokyo. pp. 343–382. doi: 10.1007/978-4-431-56432-4_13.
- 伊勢優史, 2017. 1 章 海綿類. (編) 日本付着生物学会. 改訂版 付着生物研究法. 恒星社恒星閣. pp. 1–14.
- 木戸哲二・岸田嘉一, 1963. 海綿による分離細胞の再凝着について. 金沢大学附属能登臨海実験所年報, 第 3 巻, 22–29.
- 木戸哲二・岸田嘉一・朝倉弘修・山田正明, 1965. カイメンの分離細胞における再凝着のパターンと培養液中の細胞濃度について. 金沢大学理学部附属能登臨海実験所年報, 第 5 巻, 3–8.
- 岸田嘉一・本多光夫・里見肇・中村和雄・木戸哲二, 1969. 海綿の分離細胞の遠心凝着塊の観察. 金沢大学理学部附属能登臨海実験所年報, 第 9 巻, 1–7.
- MÜLLER W.E.G., 1997. Origin of metazoan adhesion molecules and adhesion receptors as deduced from cDNA analyses in the marine sponge *Geodia cydonium*: A review. Cell and Tissue Research 289, 383–395.
- MÜLLER, W.E.G., 1998. Origin of Metazoa: Sponges as living fossils. Naturwissenschaften 85, 11–25.

能登半島の主要水系における淡水魚類相の分布状況の変遷(1970-2000 年代)

荒川裕亮

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)

Changes in ichthyofauna in main rivers, Noto Peninsula, Ishikawa from the 1970s to the 2000s

Hiroaki ARAKAWA

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

This report summarized the temporal and spatial changes in ichthyofauna in the main rivers of the Noto Peninsula, Ishikawa according to three reports published in the 1970s, 1990s, and 2000s. Migratory fish is the dominant fish species in the Noto Peninsula. Genuine freshwater fish is more common in the Machino River, Kwarada River, and Yamada River with larger river basin area than the other rivers. This report suggests that the distribution of migratory fish has been restricted by artificial barriers such as weirs from the 1970s. However, the natural distribution and current migrating behavior are unclear since various species (*Oncorhynchus masou masou*, *Plecoglossus altivelis*) have been historically released into the river basins widely. The genuine freshwater fish, *Acheilognathus tabira jordani*, *Tanakia lanceolata*, *Carassius* sp., *Silurus asotus*, and *Oryzias sakaizumii* were captured in the Machino River and Kwarada River in the 1970s. However, it is considered that their habitat area has decreased up to the present. The introduced species (*Opsariichthys platypus*) have been captured from wide basins since the 1970s. In addition, invasive alien species such as *Micropterus salmoides* and *Lepomis macrochirus* have been captured in the 2000s. Anthropogenic effects including artificial barriers, habitat degradation and introduction of nonindigenous species could have changed ichthyofauna, distribution, and biomass in the rivers of the Noto Peninsula. Therefore, it needs to conduct surveys continuously to conserve biodiversity in ichthyofauna.

はじめに

石川県は羽咋市や宝達志水町を邑知潟地溝帯が通り、その南に位置する宝達志水町より以北は能登地方、それよりも南は加賀地方と呼ばれ、地形や環境が区別される。加賀地方は白山を最高峰とする陰しい山地が広がり、下流域には沖積平野や扇状地が形成されている。能登地方は海拔高度 300m 以下の低山性の山地及び丘陵地が大部分を占め、平野部は少ない。

石川県における淡水魚類相に関する調査は、1970 年代と 1990 年代に広域的に行われた(石川県, 1978; 1996)。水系ごとにみると、大聖寺川・動橋川・梯川(平井, 1980)、犀川・浅野川(平井, 1982)、手取川(平井,

1992)において調査が行われている。能登地方では、複数の水系(坂井, 2010)、熊木川(寺島, 2016)における魚類相が調査されている。加賀地方と能登地方は地形的に異なっており、各々の淡水魚類相は異なる。加賀地方においては、上流の急峻な区間に溪流魚であるイワナが生息し、扇状地には湧水をトミヨが利用している。一方で能登地方では、上流にイワナは分布せずにヤマメが生息しており、河川を遡上するカワヤツメやシロウオは伝統的な漁法によって捕られてきた。

しかし淡水魚類の多様性は、1960年代以降の高度経済成長に伴う河川改修や外来種の導入など人為的な影響により低下しており(後藤, 1997)、生息する魚類相や分布状況の変遷を把握する必要があると考えられる。そこで本研究は、1970年代、1990年代、2000年代の3年代における能登半島の主要水系での淡水魚類相の分布状況を時間的、空間的に整理し、淡水魚類の保全にむけて議論する。

材料と方法

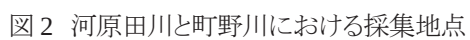
能登半島の河川における淡水魚類の分布は、3つの文献(石川県, 1978; 石川県, 1996; 坂井, 2010)より収集した。石川県(1978)は1970年代、石川県(1996)は1990年代、坂井(2010)は2000年代として取り扱った。石川県(1978)は、石川県内全域の水系を対象として、1974年7月から1975年2月にかけて、1973年以前の7年間における採集結果が記載されている。採集には投網、刺し網、タモ網が用いられ、調査時間は1地点あたり30分から1時間である。石川県(1996)は、県内全域の水域を対象として、1991年4月から1996年3月までの期間における採集結果が記載されている。調査時間は1地点あたり1時間程度で、投網、刺し網、タモ網、設置型の採集漁具(ブツタイ)が用いられた。坂井(2010)は、奥能登の水系において、2006年1月から2011年1月までの期間にかけて淡水魚類を採集している。採集には、投網とタモ網が用いられているが、調査時間は決められていない。そのため、各文献で調査努力が異なっていることや、調査の季節も異なっており、採集結果に偏りがあることに留意が必要である。

また採集地点も各文献間で異なっており、本報告では、全ての文献で水系内において複数の採集地点が設定されている能登半島の水系についての採集結果のみを報告した。対象水系は日詰川、山田川、松波川、若山川、珠洲大谷川、町野川、河原田川の7水系である(図1)。魚類相の時間的変遷を明らかにするため、魚種ごとに分布状況を水系単位で

年代ごとに整理した。また町野川と河原田川は県内における主要水系として、全文献で多くの採集地点が水系内に設定されている。そこで、分布状況の空間的変遷を明らかにするため、この2水系については水系内の各採集地点における魚種の分布状況を年代ごとに整理した(図2)。ただし採集地点は各文献間で異なっており、本報告では距離の近い地点を合わせて取り扱っているため、場所や地名はおおよそその採集地点を示していることに留意が必要である。

魚種の標準和名は本村(2020)に準じた。ヨシノボリ、ウキゴリ、チチブは、分類体系が改められており、1970年代では区別されていない。1990年代と2000年代では改定後の種の分布状況を記載した。また1970年代における改定前の種の分布状況も改定された全ての種の参考情報として合わせて記載した。また分類が改定されたミナミアカヒレタビラ(1970年代:タビラ、1990年代:アカヒレタビラ)、ニシシマドジョウ(全年代:シマドジョウ)、キタノメダカ(1970、1990年代:メダカ)は文献中に括弧内の和名で記載されていたが、分布域より種を判断した。

石川県能登町に分布する淡水魚類は、通し回遊魚や汽水沿岸魚などの海と関わりを持つ種が約3分の2を占めると報告されている(坂井, 2010)。そこで本報告では、能登半島の水系ごとの魚類相の特徴を把握するため、魚種の生活史型に基づき、純淡水魚(一生を淡水域で過ごす種)、通し回遊魚(遡河回遊魚:主に海で成長し川で産卵する種、降河回遊魚:主に川で成長し海で産卵する種、淡水性両側回遊魚:川と海で成長し川で産卵する種)、周縁魚(海水魚であるが汽水域や淡水域に侵入する種)に分



けて情報を整理した。本論文では特に純淡水魚と通し回遊魚について報告する。

結果

水系ごとの魚類相の時間的変遷

1) 純淡水魚

全年代を通して、水系ごとに採集記録のあった種数を比較すると、純淡水魚は流域面積の大きい町野川(16 種)や河原田川(16 種)、山田川(13 種)が多かった(表 1)。中規模の日詰川、松波川、若山川では純淡水魚類は 6-8 種類であった。一方で、流路長が最も短い珠洲大谷川では純淡水魚としてコイのみ採集記録があった。珠洲大谷川ではコイが放流されており、自然分布の純淡水魚ではないと考えられる。珠洲大谷川を除く 6 水系を通して採集記録のあった種は、コイ、ギンブナ、ドジョウ、シマドジョウ、カジカ(大卵型)であった。流域面積の大きい水系で採集記録のあった種は、ミナミアカヒレタビラ、ヤリタナゴ、ナマズ、キタノメダカであった。スナヤツメ類やカワムツは松波川と若山川で、採集されていなかった。オイカワは日詰川と松波川で、採集されていなかった。そして、アブラハヤは若山川で、採集されていなかった。タカハヤは 2000 年代の河原田川を除き、山田川と日詰川でのみ採集記録があった。タカハヤは能登半島において山田川を北限として分布しており、県内で広域的に分布するアブラハヤとの分布域の違いを読み取ることができた。

年代別に分布状況を見ると、ミナミアカヒレタビラやヤリタナゴは 1990 年代まで採集記録があったが、2000 年代には採集されていなかった(表 1)。ギンブナは 1990 年代に 6 水系で採集されていたが、2000 年代では町野川と山田川の 2 水系に減少した。2000 年代において、ナマズは町野川、キタノメダカは若山川の 1 水系のみで採集されていた。

また 2000 年代の調査では、特定外来生物であるオオクチバス(松波川)やブルーギル(河原田川)が採集されていた。

2) 通し回遊魚

全年代を通して、通し回遊魚の水系ごとに採集記録のあった種数は、町野川(16 種)と河原田川(15 種)が多かった。松波川(12 種)と若山川(12 種)は山田川(11 種)と同等で、日詰川(7 種)と珠洲大谷川(6 種)で少なかった(表 1)。全水系でアユ、ウグイ、ヨシノボリ類(1970 年代)、シマヨシノボリが採集されていた。珠洲大谷川を除く水系では、ヤマメ、チチブ類、トウヨシノボリが採集されていた。また日詰川を除く水系では、ウキゴリ類が採集されていた。サケとカマキリは、町野川、河原田川、若山川、松波川で採集されていた。オオヨシノボリは町野川と河原田川で採集されていた。ゴクラクハゼは町野川、山田川、若山川で採集されていた。また国内で外来種であるニジマスが 1970 年代に町野川と河原田川で採集されており、能登半島では在来種でないニッコウイワナは 1990 年代に河原田川で採集されていた。

年代別に分布状況を見ると、1970 年代では分類体系が改められる前のヨシノボリが全水系で確認された。2000 年代では河原田川を除く水系でシマヨシノボリが採集されており、トウヨシノボリが 4 水系で採集されていた。ヨシノボリ類は年代を通して採集されており、確認された水系数に大きな変化は見られなかった(表 1)。1990 年代まで全水系で採集記録のあったアユとウグイは 2000 年代では 3 水系のみで採集されていた。ヤマメは 1990 年代までに 6 水系で採集記録があるが、2000 年代では町野川と山田川の 2 水系でのみ採集されていた。

町野川と河原田川における魚類相の空間的変遷

1) スナヤツメ 2 種・カワヤツメ

スナヤツメは 1970 年代に河原田川上流域の市ノ坂や内屋で採集され、1990 年代には洲衛やその支流でも採集記録があった(図 3a)。スナヤツメは生殖的に隔離されているが、形態的には識別できない 2 型(スナヤツメ北方種、スナヤツメ南方種)が存在する(YAMAZAKI & GOTO, 1996; 1997)。坂井・山崎(2011)は、2000 年代に採集された個体を分子生物学的手法により同定し、洲衛(河原田川)と寺分(町野川)で採集された個体は南方種で、上流域の与呂見(河原田川)と中斉と曾又(町野川)で採集された

表 1 水系ごとの各年代における分布状況(●は採集記録あり; -は分類体系の改訂以前であるため、または分類体系の改訂後に使用されなくなったため、記録なしを示す)

生活史	和名	学名	日詰川	山田川	松波川	若山川	珠洲 大谷川	町野川	河原田川	水系数
			'70s '90s '00s	'70s '90s '00s	'70s '90s '00s	'70s '90s '00s	'70s '90s '00s	'70s '90s '00s	'70s '90s '00s	'70s '90s '00s
純淡水魚	スナヤツメ	<i>Lethenteron</i> spp.	-	● ● -	-	-	-	-	● ● -	2 2 -
	スナヤツメ南方種	<i>Lethenteron</i> sp. S.	- - ●	- - ●	- -	- -	- -	- - ●	- - ●	- - 4
	スナヤツメ北方種	<i>Lethenteron</i> sp. N.	- -	- -	-	-	-	- ●	- - ●	- - 2
	コイ	<i>Cyprinus carpio</i>		●	●	●	●	● ●	● ●	2 4 2
	ギンブナ	<i>Carassius</i> sp.	●	● ● ●	● ●	● ●		● ● ●	● ●	5 6 2
	ミナミアカヒレタビラ	<i>Acheilognathus tabira jordanii</i>						● ●	●	2 1 0
	ヤリタナゴ	<i>Tanakia lanceolata</i>		●				●	● ●	3 1 0
	アブラハヤ	<i>Rhynchocypris lagowskii steindachneri</i>	●	● ● ●	● ● ●			● ● ●	● ● ●	4 5 4
	タカハヤ	<i>Rhynchocypris oxycephala jouyi</i>	● ● ●	● ● ●					●	2 2 3
	オイカワ	<i>Opsariichthys platypus</i>		● ● ●		● ●		● ● ●	● ●	3 4 4
	カワムツ	<i>Nipponocypris temminckii</i>	● ●	● ● ●				● ● ●	● ● ●	3 4 4
	モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>						●		0 1 0
	タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>		●	● ●					0 1 2
	コウライモロコ	<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>		●						0 0 1
	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●		● ● ●	● ● ●	6 6 6
	ニシシマドジョウ	<i>Cobitis</i> sp. BIWAE type B	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ●		● ● ●	● ● ●	6 5 6
	ナマズ	<i>Silurus asotus</i>						●	●	2 1 0
	キタノメダカ	<i>Oryzias sakaizumii</i>				●		●	●	2 0 0
	カジカ	<i>Cottus</i> spp.	● - -	● - -	● - -	● - -	- -	● - -	● - -	6 - -
	カジカ(大卵型)	<i>Cottus pollux</i>	- ●	- ●	- ●	- ●	-	- ● ●	- ● ●	- 3 5
	オオクチバス	<i>Micropterus salmoides</i>			●					0 0 1
通し回遊魚	ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus macrochirus</i>							●	0 0 1
	カワヤツメ	<i>Lethenteron camtschaticum</i>						● ●	●	1 1 1
	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	● ●	● ● ●	● ● ●	●	● ●	● ● ●	● ● ●	6 7 3
	ウグイ	<i>Pseudaspius hakonensis</i>	● ●	● ● ●	● ●	● ●	●	● ● ●	● ● ●	7 6 3
	サケ	<i>Oncorhynchus keta</i>			●	●		● ●	● ●	0 2 4
	ヤマメ	<i>Oncorhynchus masou masou</i>	●	● ●	●	●		● ● ●	● ●	4 4 2
	ニッコウイワナ	<i>Salvelinus leucomaenis pluvius</i>							●	0 1 0
	ニジマス	<i>Oncorhynchus mykiss</i>						●	●	2 0 0
	カマキリ	<i>Rheopresbe kazika</i>			●	●		● ●	●	1 3 1
	ウキゴリ	<i>Gymnogobius urotaenia</i>		● ● ●	● ● ●	●	● ●	● ● ●	●	5 3 3
	シマウキゴリ	<i>Gymnogobius opperiens</i>	-	- ● ●	- ●	-	- ●	- ●	-	- 4 2
	スミウキゴリ	<i>Gymnogobius petschiliensis</i>	-	- ● ●	- ●	-	- ● ●	- ●	- ●	- 4 2
	チチブ	<i>Tridentiger obscurus</i>		● ● ●	● ●	● ●		●	● ●	4 4 1
	ヌマチチブ	<i>Tridentiger brevispinis</i>	- ●	- ●	- ●	- ●	-	- ● ●	-	- 2 4
	ヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> spp.	● - -	● - -	● - -	● - -	● - -	● - -	● - -	7 - -
	オオヨシノボリ	<i>Rhinogobius fluviatilis</i>	-	-	-	-	-	- ●	- ●	- 1 1
	シマヨシノボリ	<i>Rhinogobius nagoyae</i>	- ● ●	- ● ●	- ● ●	- ● ●	- ● ●	- ● ●	- ● ●	- 5 6
	トウヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp.	- ●	- ●	- ● ●	- ●	-	- ● ●	- ●	- 4 4
	ゴクラクハゼ	<i>Rhinogobius similis</i>	-	- ●	-	- ●	-	- ● ●	-	- 1 3
周縁魚	シロウオ	<i>Leucopsarion petersii</i>	●			●			●	0 2 1
	イシガレイ	<i>Platichthys bicoloratus</i>						●		0 1 0
	ヌマガレイ	<i>Platichthys stellatus</i>		●	●			●		0 0 3
	ボラ	<i>Mugil cephalus cephalus</i>		●					●	1 0 1
	コボラ	<i>Chelon macrolepis</i>						●		0 1 0
	セシジボラ	<i>Chelon lauvernii</i>						●		0 1 0
	メナダ	<i>Planiliza haematocheilus</i>		●	●	●		●	●	0 5 0
	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>			●		●			0 2 0
	クサフグ	<i>Takifugu alboplumbeus</i>			●					0 1 0
	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>			●					0 0 1
	シマイサキ	<i>Rhynchopelates oxyrhynchus</i>						●		0 1 0
	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>		● ● ●	●			●	●	2 3 0
	シンジコハゼ	<i>Gymnogobius taranetzi</i>		●						0 1 0
	ビリンゴ	<i>Gymnogobius breunigii</i>		●	● ●				●	0 2 2
	出現種数		8 10 8	16 19 26	10 17 17	7 12 10	4 7 2	19 30 23	24 23 11	25 42 35
	純淡水魚(種数)		4 6 6	10 8 12	5 5 7	4 5 4	0 1 0	12 11 10	13 10 9	14 15 15
	通し回遊魚(種数)		4 4 2	5 8 10	5 7 7	3 6 6	4 5 2	7 13 12	9 11 2	9 17 16
	周縁魚(種数)		0 0 0	1 3 4	0 5 3	0 1 0	0 1 0	0 6 1	2 2 0	2 10 4
	純淡水魚(割合)		50 60 75	63 42 46	50 29 41	57 42 40	0 14 0	63 37 43	54 43 82	56 36 43
	通し回遊魚(割合)		50 40 25	31 42 38	50 41 41	43 50 60	100 71 100	37 43 52	38 48 18	36 40 46
	周縁魚(割合)		0 0 0	6 16 15	0 29 18	0 8 0	0 14 0	0 20 4	8 9 0	8 24 11

個体は北方種であること報告している。また 2010 年度の町野川におけるヤツメウナギ類幼生の調査により、中流に位置する北円山から神和住の区間に南方種、中斉の支流にのみ北方種が分布することも報告されている(荒川, 2021)。

カワヤツメは 1970 年代に河原田川の鳳至川最下流の地点でのみ採集記録があった(図 4a)。1990 年代では町野川下流の広江で、2000 年代には町野川の鈴ヶ嶺で成体が採集されていた。また荒川(2021)により、町野川においてカワヤツメ幼生は小間生より下流域に生息することを報告している。

2) コイ・ギンブナ

コイは 1990 年代でのみ採集記録があり、鳳至川や町野川の本流や上町川で採集されていた(図 3b)。

ギンブナは 1990 年代までに河原田川において鳳至川の下流から二俣までの区間と、上流域の市ノ坂や洲衛、支流の内屋川で採集されていた(図 3c)。しかし 2000 年代では採集されていなかった。町野川では、1990 年代までに下流の広江から下藤ノ瀬にかけての区間と鈴屋川の 6 地点で採集記録があったが、2000 年代では石井と下藤ノ瀬の 2 地点のみで採集されていた。

3) ミナミアカヒレタビラ・ヤリタナゴ

タナゴ類は止水性のミナミアカヒレタビラと、流水性のヤリタナゴの 2 種が確認されている。1990 年代までに、ミナミアカヒレタビラやヤリタナゴは下流の敷戸、広江、北円山(町野川)、山岸(河原田川)で採集されていた(図 3d, e)。両種は平地に生息する魚類であるが、両水系において上流域でも採集記録があった。1990 年代までにミナミアカヒレタビラとヤリタナゴは、市ノ坂や洲衛(河原田川)で、さらにミナミアカヒレタビラは神和住と中斉(町野川)で採集されていた。しかし、2000 年代の調査では両種とも採集されていなかった。

4) アブラハヤ・タカハヤ・オイカワ・カワムツ・モツゴ

コイ科魚類のアブラハヤ、オイカワ、カワムツは年代を通して両水系全域で採集されていた。アブラハ

ヤは上流域や支流で採集されていた(図 3f)。オイカワは町野川、河原田川、鳳至川の本流で採集されていた(図 3g)。カワムツは一部の支流を除いて広域的に採集されていた(図 3h)。タカハヤは石川県において山田川や八ヶ川を分布北限としているが、2000 年代の調査では与呂見(河原田川)の 1 地点で 2 個体が採集されていた(図 3i)。モツゴは 1990 年代に町野川下流の 2 地点で採集されていた(図 3j)。

5) ウグイ

ウグイの採集記録はオイカワの採集地点と類似していた。しかし、ウグイはオイカワと比べてより上流域でも採集されており、河原田川では洲衛や帯壁まで、町野川では当目や中斉でも採集されていた(図 4b)。2000 年代においては、河原田川の洲衛でのみ採集されていたが、これは 2000 年代の河原田川の採集地点数が少ないことを留意しなければならない。

6) ドジョウ・ニシシマドジョウ

ドジョウとニシシマドジョウは両水系において下流から上流にかけて広域的に採集されていた。しかしドジョウは、河原田川で河床勾配の大きい、仁行川(与呂見を除く)、猿渡川、神田谷川では採集されていなかった(図 3k)。また町野川においても大箱において採集されていなかった。一方、ニシシマドジョウは前述の支流(仁行川、神田谷川)や大箱(町野川)でも採集されていたが、河原田川や鳳至川など下流では採集されていなかった(図 3l)。

7) ナマズ・キタノメダカ

ナマズは 1990 年代までに、広江、天坂、下藤ノ瀬(町野川)、市ノ坂(河原田川)で、2000 年代では町野川の上町でのみ採集されていた(図 3m)。

キタノメダカは 1970 年代に市ノ坂と洲衛(河原田川)で採集されていたが、両水系とも 1990 年代以降に採集されていなかった(図 3n)。表 1 でキタノメダカは町野川で 1970 年代に採集記録ありとしているが、図 3 では町野川の採集地点を示していない。その理由は、1970 年代の調査では町野川でメダカが採集

されていないが、生息していると考えられると記述されており、生息地点が不明なためである。

8) アユ

1970 年代において、河原田川でアユは本流の下流から上出まで、鳳至川では二俣までの区間で採集されていた(図 4c)。しかし 1990 年代では河口の 1 地点でのみ採集されており、2000 年代では採集されていなかった。町野川では 1970 年代と 1990 年代では本流の広江から五十里までの区間で採集されており、2000 年代では河口と石井の 2 地点で採集されていた。

9) サケ・ヤマメ・ニッコウイワナ・ニジマス

サケは 1970 年代に採集されていなかった。1990 年代と 2000 年代で、河原田川下流の 2 地点と、町野川下流の 2 地点で採集されていた(図 4d)。

ヤマメは 1990 年代までに、河原田川において、河床勾配の大きい仁行川(与呂見を除く)、猿渡川、神田谷川で、1990 年代には鳳至川本流の 1 地点で採集されていた(図 4e)。2000 年代に河原田川では採集されていなかった。町野川においても河床勾配の大きい北河内や大箱、当目で 2000 年代まで採集されていた。両水系の中で、北河内のみ全年代でヤマメが採集されていた。1990 年代では石井や支流の久田、鈴屋川で、2000 年代では曾又でも採集されていた。

ニジマスは 1970 年代に、町野川の北河内と当目で採集されていた(図 4f)。また河原田川の猿渡川では 1970 年代にニジマス、1990 年代にニッコウイワナが採集されていた(図 4g)。

10) カジカ(大卵型)・カマキリ

カジカ(大卵型)は両水系において下流域や一部本流区間を除き、上流域や支流で採集されていた(図 3o)。1970 年代にカジカは大卵型、中卵型、小卵型を区別していないが、1990 年代以降において能登半島では陸封型の大卵型のみが記録されている。

カマキリは 1970 年代に鳳至川の本流 3 地点で、

1990 年代には町野川の下流 2 地点のみで採集されていた(図 4h)。2000 年代では町野川の河口でのみ採集されていた。

11) ウキゴリ類・チチブ類

分類体系の改定前、ウキゴリは 1970 年代に河原田川本流では神田谷川まで、鳳至川では二俣まで、町野川では北円山までの区間で採集されていた。分類体系の改定後、ウキゴリは 1990 年代に広江(町野川)で確認されたのみである(図 4i)。シマウキゴリは町野川では広江から石井までの区間と鈴屋川で採集されており、河原田川では採集されていなかった(図 4j)。スミウキゴリは 1990 年代に、河原田川の河口と町野川の鈴屋川や法安などの支流で採集されていたが、2000 年代では両水系ともに採集されていなかった(図 4k)。

1970 年代の報告ではチチブのみが記載され、ヌマチチブが記載されていないことから、両種を混同していると考えられる。そのため 1970 年代はチチブ類、1990 年代以降はチチブとヌマチチブとした。1970 年代においてチチブ類は河原田川では鳳至川の下流 3 地点で採集されていた。町野川では下流の広江と北円山で採集されていた。チチブは 1990 年代に、河原田川の河口での採集記録のみである(図 4l)。ヌマチチブは町野川において、1990 年代に広江で、2000 年代に河口と鈴屋川で採集されていた(図 4m)。

12) ヨシノボリ類・シロウオ

分類体系の改定以前の 1970 年代において、ヨシノボリ類は河原田川では下流域から市ノ坂までと鳳至川では帯壁まで、町野川では広江から五十里や神和住、鈴屋川上流までの区間で採集されていた。分類体系の改定後、最も採集地点の多いヨシノボリ類はシマヨシノボリであった。シマヨシノボリは、町野川では石井や天坂で両年代において採集されており、1990 年代には広江、五十里、鈴屋川で、2000 年代には小間生、鈴ヶ嶺、上町、寺分でも採集されていた(図 4n)。また河原田川では、1990 年代に山岸と上出で採集されていた。次にトウヨシノボリは町野川では、広江において両年代で採集されていた(図

4o)。1990 年代では広江以外の地点で採集されておらず、2000 年代には小間生から上町までの 3 地点で採集されていた。河原田川では 1990 年代に河口で採集されていた。オオヨシノボリは 1990 年代に河原田川中流の上出において、2000 年代に町野川中流の石井で採集されていた(図 4p)。ゴクラクハゼは、町野川の河口から広江までの区間で採集されていた(図 4q)。シロウオは 1990 年代に河原田川の河口でのみ採集されていた(図 4r)。

13) ブルーギル

ブルーギルは 1990 年代まで生息が確認されていなかったが、2000 年代に河原田川の洲衛で 1 個体が採集されていた(図 3p)。

考察

純淡水魚

比較的流域面積の大きい町野川や河原田川、山田川では、他の水系と比べて採集された純淡水魚の種数が多かった。また平地性のミナミアカヒレタビラ、ヤリタナゴ、ギンブナ、ナマズ、キタノメダカなどは下流域だけでなく、上流域にも分布していることは、低山帯で構成され河床勾配が緩やかな能登の河川における淡水魚類相の特徴であると考えられる。

しかし平地性魚類の採集記録のあった水系は、ドジョウやカジカ(大卵型)、コイ科魚類(アブラハヤ、オイカワ、カワムツ)と比較して減少していた。能登半島を流れる熊木川においても、ヤリタナゴやナマズ、ギンブナの生息数の減少が報告されている(寺島ら、2016)。また石川県(1996)は、キタノメダカの確認地点が減少している理由として、水路のコンクリート化や農薬など近代的な農業形態への変化によるものであると指摘している。またミナミアカヒレタビラやヤリタナゴは繁殖に二枚貝類を利用する(北村・内山、2020)。そのため、水路がコンクリート化されることで二枚貝類の生息数が減少し、タナゴ類の個体数も減少する(鬼倉ら、2006)。

能登半島は緩やかな勾配と周辺の水田地帯によって平地性の魚類の生息場を提供していた。しかし、

河川に接続する水路では圃場整備やコンクリート化が進められており、河川だけでなく周辺の水路を利用する魚種への影響が懸念される。今後は河川だけでなく、水路においても魚類の生息状況を調査する必要がある。また現在、町野川下流ではミナミアカヒレタビラや、河原田川上流域でヤリタナゴの生息が一部確認されている。このような局所的に残された純淡水魚の個体群について、今後は生息状況を調査し、生息環境の保全や、河川や水田をつなぐ水系ネットワークにおける連続性を確保していく必要がある。

通し回遊魚

通し回遊魚は能登半島の対象水系である 7 水系で優占する生活史型であった。能登半島と同様に大規模河川の少ない佐渡島においても通し回遊魚が優占し、両側回遊性のハゼ科魚類の種数が多いことが報告されている(小関、2021)。記録された魚類相は佐渡島の報告と一貫しているが、本研究は水系内における空間的な分布状況より、堰堤など河川横断構造物によって分布域が制限されている可能性を示した。

チチブ類やカマキリは、1970 年代以降より河原田川では鳳至川下流でのみ採集されていた。石川県(1978)は、河原田川本流にこれらの種が生息していない理由として、下流に位置する堰堤が魚止めになっていることを指摘している。一方で同報告より、町野川水系では河口から約 10km の区間にこれらの種が生息しているが、これは下流域に遡上を妨げる堰堤がないためと述べている。

アユは前述の種よりも上流域で採集記録があり、河原田川本流では上出より下流で採集されており、この付近まで遡上していたと推察されている(石川県、1978)。またアユは町野川において、河口から約 20km の区間まで採集記録があった。しかし、中流に位置する柳田村(現 能登町柳田)ではアユの放流が行われており、採集された個体が海から遡上した個体であるかは不明である。

遡河回遊魚類のサケ科魚類として、能登半島においては主にヤマメとサケが生息していた。ヤマメは

主に河原田川や町野川の河床勾配の大きい支流に分布したが、本流においても局所的に採集されていた。ヤマメは県内で種苗放流が実施されており、その自然分布については不明な点が多い。またサケについても石川県に固有のハプロタイプが見つかったが、北海道の種苗や発眼卵が歴史的に放流されており、野生個体など実態は不明である(坂井ら, 2011)。歴史的な分布に関する知見が限られている場合、住民による漁獲や利用を聞き取ることで、過去の分布状況を代替的に推定することが可能である(ARAKAWA et al., 2021; 荒川, 2021)。歴史的なサクラマス伝統的な利用について、石川県の加賀地方を流れる手取川について記載が存在する(橘, 2005)。一方で、町野川上流域の曾又や中斉の住民より、過去にマス(サクラマスと考えられる)が遡上していたという情報が得られているが(荒川, 未発表)、能登半島におけるサクラマスやサケの漁獲や利用に関する情報は限られている。

以上より、能登半島に生息する通し回遊魚は、1970 年代より堰堤など河川横断構造物によって移動を制限されている可能性があるが、種苗放流などにより自然分布や移動に関する実態は不明である。特に通し回遊魚は能登半島の食文化を形成している。アユやウグイは“なれずし(塩蔵した魚を米飯と漬け込み熟成させた発酵食品)”の原料として用いられ(石川県水産総合センター, 2007)、カワヤツメは伝統的漁法によって漁獲され、かば焼きは春の風物詩として食されていた(荒川ら, 2018; ARAKAWA & YANAI, 2021)。これらの種は漁獲量が減少し、伝統的な食文化は失われつつある(石川県水産総合センター, 2007; 荒川ら, 2018)。食文化を形成する通し回遊魚類の保全として、水系全体での連続性の再生や生息環境の改善、さらには分布域を評価するために、採集調査や歴史的な漁獲・利用に関する情報の整理が求められる。

導入種・外来種

純淡水魚類の中で、オイカワとカワムツは 1970 年代より多くの水系で採集されていた。しかし、これらの種類は能登半島に本来生息していなかった可

能性がある(石川県, 1978)。これらの種は主に漁業権のあった河川に生息し、アユの放流以前に生息していなかったという情報が住民より得られている(石川県, 1978; 石川県, 1996)。オイカワやカワムツは琵琶湖産アユの種苗に混入し全国へ拡散したと考えられている(片野ら, 2014; 向井ら, 2017)。能登半島においてもこれらの種は琵琶湖産のアユに混ざって定着したものである可能性がある。近年の研究により、能登半島に生息するオイカワは、西日本より持ち込まれた導入種であると明らかにされている(KITANISHI et al., 2016)。一方、能登半島に生息するカワムツに関しては、自然分布であるかは不明である。1970 年代において導入種であるオイカワが広域的に定着していたことが示すように、生物相は人為的な移殖によって歴史的に変化していると推察される。

また 2000 年代以降に、特定外来生物であるオオクチバスやブルーギルが採集されている。北米を原産とするサンフィッシュ科魚種はスポーツフィッシングとして人気が高く、石川県加賀地方から能登半島へも移殖が進み、能登半島では 1990 年代後半の第 3 次バス釣りブームに移殖され、2000 年代以降に能登半島でもオオクチバスやブルーギルが確認され始めている(安田ら, 2010)。能登地域には県内約 3,000 ある農業用ため池の大半が集中しており(安田ら, 2010)、今後は定着状況を監視していかなければならない。

以上より、1970 年代より能登半島における淡水魚類相は人為的な放流による影響を受けている可能性があるが、それ以前の淡水魚類相に関する情報はなく、特に導入種の実態に関して不明な点が多い。導入種や外来種は、種間競争や捕食圧によって生物相を変化させる恐れがある。そのため、系統解析により集団の位置づけを明らかにすることや、分布や定着状況を監視していく必要がある。現在、淡水域においては、環境 DNA 分析を用いた生物相の網羅的な調査が行われている。能登半島における淡水魚類の調査は 2000 年代が最後であり、今後はこのような新しい技術も活用しながら、希少種や外来種などの調査を継続して実施していく必要がある。

要約

1. 本研究は 1970 年代、1990 年代、2000 年代の 3 年代における能登半島の主要 7 水系の魚類相の分布状況の時間的変遷と、町野川と河原田川水系については空間的変遷を取りまとめた。
2. 純淡水魚類の種数は流域面積の大きい町野川、河原田川、山田川水系で多く、通し回遊魚は全水系で優占する生活史型であった。
3. 純淡水魚の平地性魚類であるミナミアカヒレタビラ、ヤリタナゴ、ギンブナ、ナマズ、キタノメダカは、1970 年代に町野川や河原田川において生息が確認されていたが、経年的に生息域は減少していると考えられる。
4. 通し回遊魚は 1970 年代より堰堤など河川横断構造物によって移動を制限されている可能性があり、ヤマメやアユは広域的に生息が確認されているが、種苗放流によってその河川内における自然分布や移動状況は不明である。
5. 能登半島で導入種であるオイカワは 1970 年代より広域的に生息しており、人為的な放流によって生物相が変化している可能性がある。また特定外来生物のオオクチバスやブルーギルも 2000 年代以降に採集されており、継続的な調査を今後も実施していく必要がある。

謝辞

本論文の執筆にあたり、金沢大学環日本海域研究センター臨海実験施設の坂井恵一連携研究員には多くのご助言とご指導を賜りました。感謝の意を申し上げます。

参考文献

- 荒川裕亮. 2021. 絶滅危惧種カワヤツメの保全・再生手法の確立と地域文化の保全. 博士論文. 石川県立大学.
- 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: 479–490.
- 荒川裕亮・志摩優介・柳井清治, 2018. 能登半島里川におけるカワヤツメに関する地域文化とその漁獲量の推移. 石川県立大学研究紀要, 1:

11–21.

- ARAKAWA H., S. YANAI, 2021. Traditional fishing for Arctic lamprey (*Lethenteron camtschaticum*) along the Sea of Japan Coast. *Bulletin of Ishikawa Prefectural University*, 4: 11–22.
- 後藤晃, 1997. 河川の自然環境と淡水魚類の多様性の保全. *ワイルドライフ・フォーラム*, 2(4): 127–133.
- 平井賢一, 1980. 石川県の淡水魚類 1. 大聖寺川・動橋川・梯川. *日本海域研究所報告*, 12: 19–31.
- 平井賢一, 1982. 石川県の淡水魚類 2. 犀川・浅野川. *日本海域研究所報告*, 14: 15–26.
- 平井賢一, 1992. 手取川扇状地における淡水魚類の減少傾向. *日本海域研究所報告*, 24: 49–62.
- 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.
- 石川県水産総合センター, 2007. 奥能登のなれずし. 石川県水産総合センター資料. 第 32 号.
- 片野修・馬場吉弘・大原均・河村功一・佐藤正人・熊谷雅之・竹内基・伊藤正一・富樫繁春・井上信夫, 2014. 国内外来魚カワムツ *Nipponocypris temminckii* の分布拡大. *魚類学雑誌*, 61(2): 97–103.
- KITANISHI, S., A. HAYAKAWA, K. TAKAMURA, J. NAKAJIMA, Y. KAWAGUCHI, N. ONIKURA T. MUKAI, 2016. Phylogeography of *Opsariichthys platypus* in Japan based on mitochondrial DNA sequences. *Ichthyological Research*, 63: 506–518.
- 小関右介, 2021. 佐渡島の淡水魚類相: 60 年間の変遷の検証および最新魚種目録. *人間生活文化研究*, 2021(31): 62–67.
- 本村浩之, 2020. 日本産魚類全種目録. これまでに記録された日本産魚類全種の現在の標準和名と学名. 鹿児島大学総合研究博物館, 鹿児島. 560pp.
- 向井貴彦・北西滋・鬼倉徳雄, 2017. オイカワの地域在来系統の現状: 普通種に迫る危機. *魚類学雑誌*, 64(2): 218–223.
- 鬼倉徳雄・中島淳・江口勝久・乾隆帝・比嘉枝利子・三宅琢也・河村功一・松井誠一・及川信, 2006. 多々良川水系におけるタナゴ類の分布域の推移とタナゴ類・二枚貝の生息に及ぼす都市化の影響. *Journal of Japan Society on Water Environment*, 29(12): 837–842.
- 坂井恵一, 2010. のと海洋ふれあいセンターの収蔵されている魚類標本—III. のと海洋ふれあいセンター研究報告, 16: 15–38.
- 坂井恵一・甲斐嘉晃・中坊徹次, 2011. ミトコンドリア

DNA 調節領域の塩基配列に基づく石川県の
サケ個体群の遺伝的変異. 日本生物地理学
会会報, 66, 155-163.

坂井恵一・山崎裕治, 2011. ミトコンドリア DNA に基づく能登半島におけるスナヤツメ北方種と南方種の分布. のと海洋ふれあいセンター研究報告, 17:1-6.

橘礼吉, 2005. 手取川源流域におけるマス・イワナ漁について-奥山人の溪流試験の利用-その 1. 石川県白山自然保護センター研究報告, 32, 55-66.

寺島佑樹・柳井清治・堀内美緒・粟野秀・岩井紀美

子・中村浩二, 2016. 能登半島里山地帯における河畔景観の変化が魚類相に与える影響. 景観生態学, 20(2), 117-129.

YAMAZAKI Y., A. GOTO, 1996. Genetic differentiation of *Lethenteron reissneri* populations, with reference to the existence of discrete taxonomic entities. Ichthyological Research, 43: 283–299.

YAMAZAKI Y., A. GOTO, 1997. Morphometric and meristic characterisits of two groups of *Lethenteron reissneri*. Ichthyological Research, 44: 15–25.

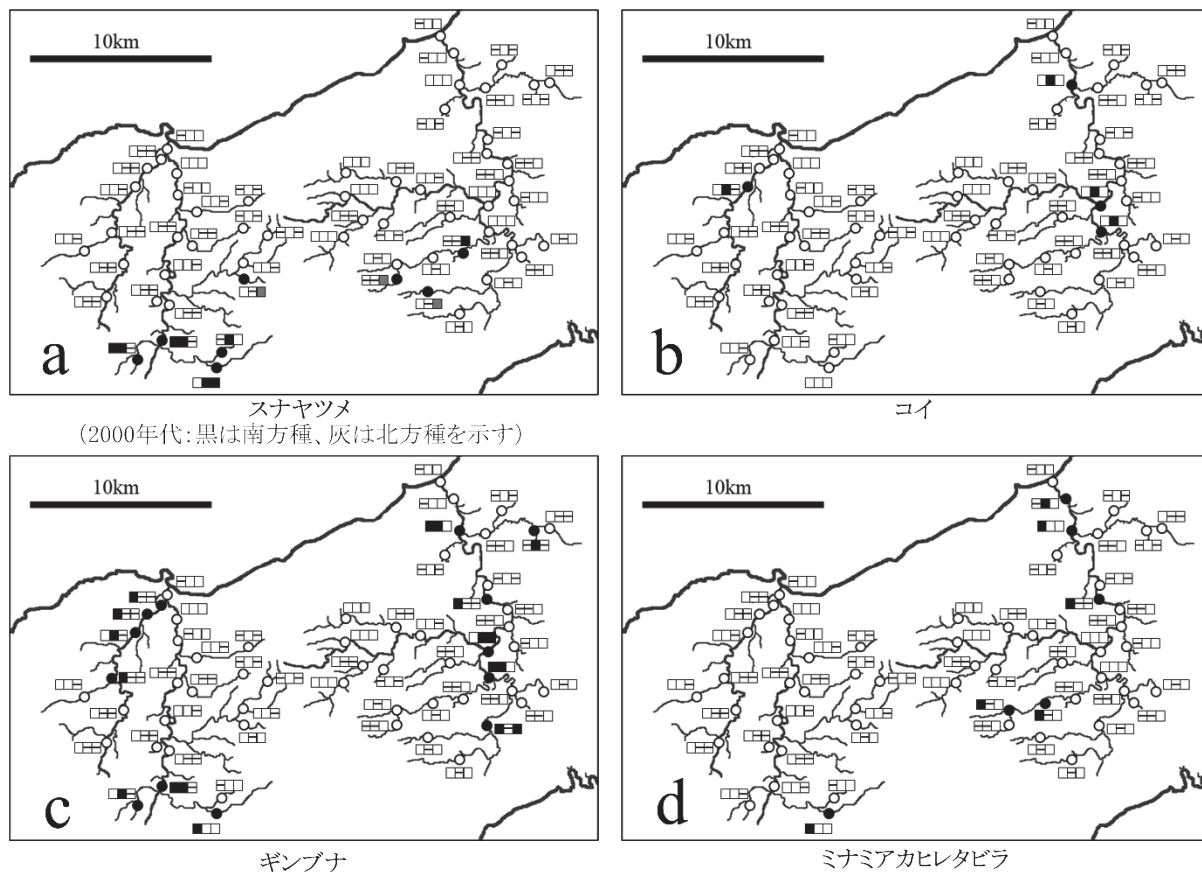


図3 純淡水魚(a~p)の分布状況の変遷(並んだ3つの四角形:左(1970年代)、中(1990年代)、右(2000年代)、■:採集記録あり、□:採集記録なし、□:採集地点ではない)

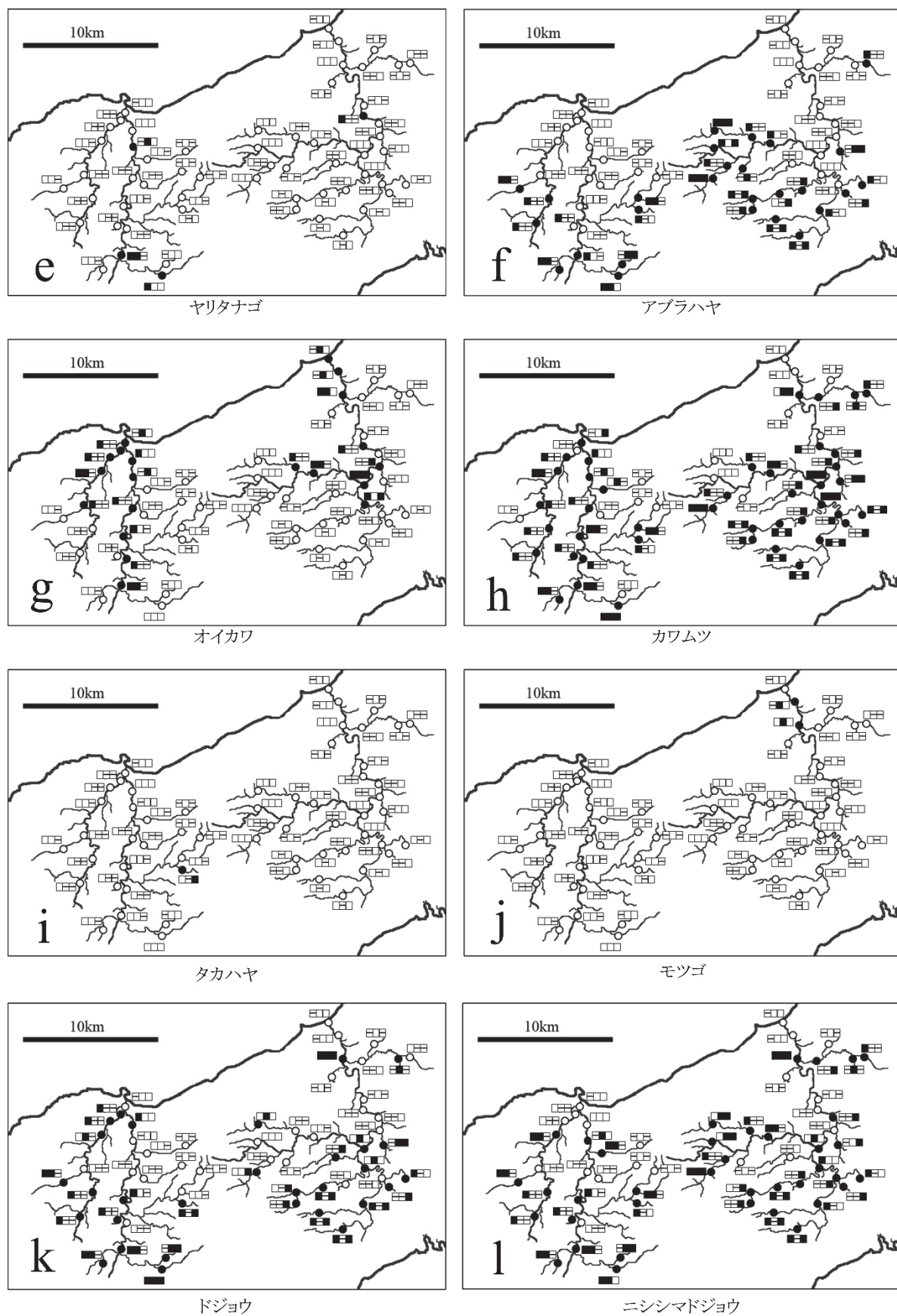


図 3 純淡水魚(a~p)の分布状況の変遷(並んだ3つの四角形:左(1970年代)、中(1990年代)、右(2000年代)、■:採集記録あり、□:採集記録なし、◻:採集地点ではない)

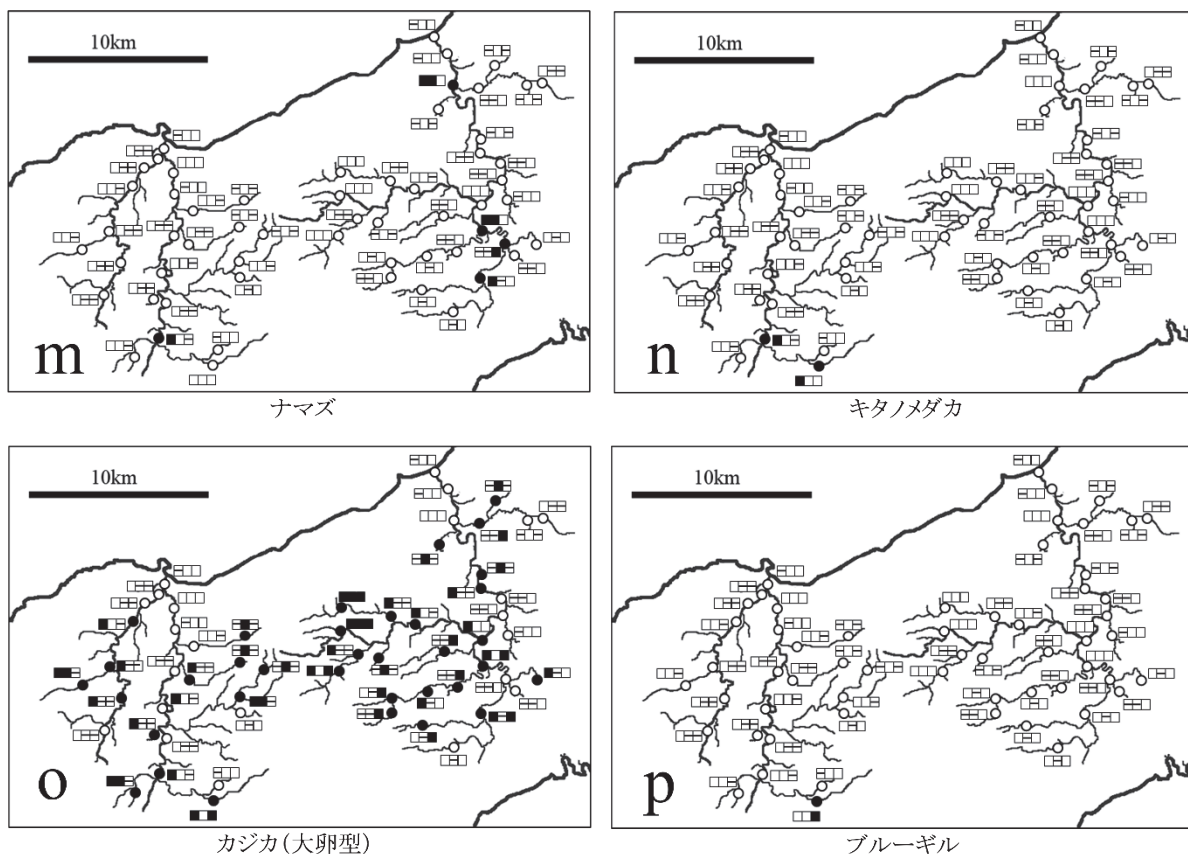


図3 純淡水魚(a~p)の分布状況の変遷(並んだ3つの四角形:左(1970年代)、中(1990年代)、右(2000年代)、■:採集記録あり、□:採集記録なし、▤:採集地点ではない)

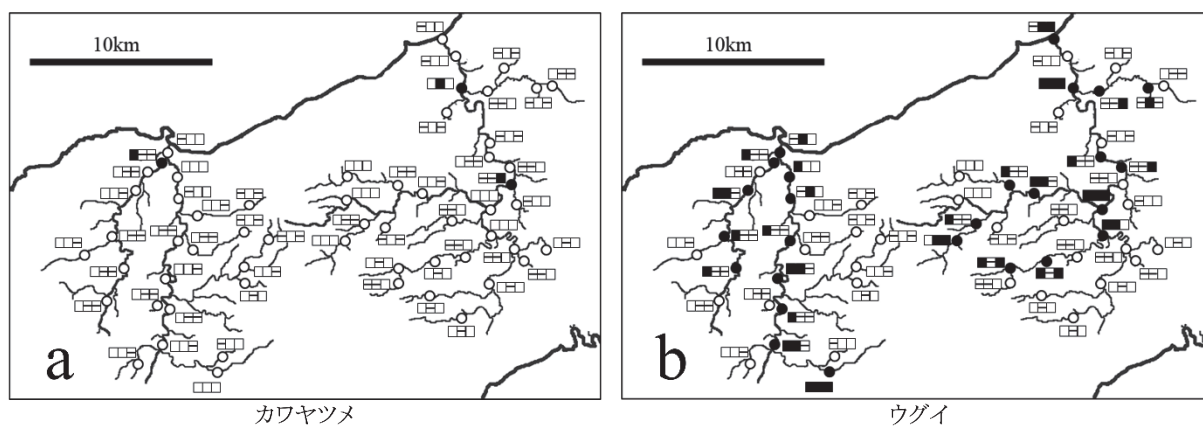


図4 通し回遊魚(a~r)の分布状況の変遷(並んだ3つの四角形:左(1970年代)、中(1990年代)、右(2000年代)、■:採集記録あり、□:採集記録なし、▤:採集地点ではない)

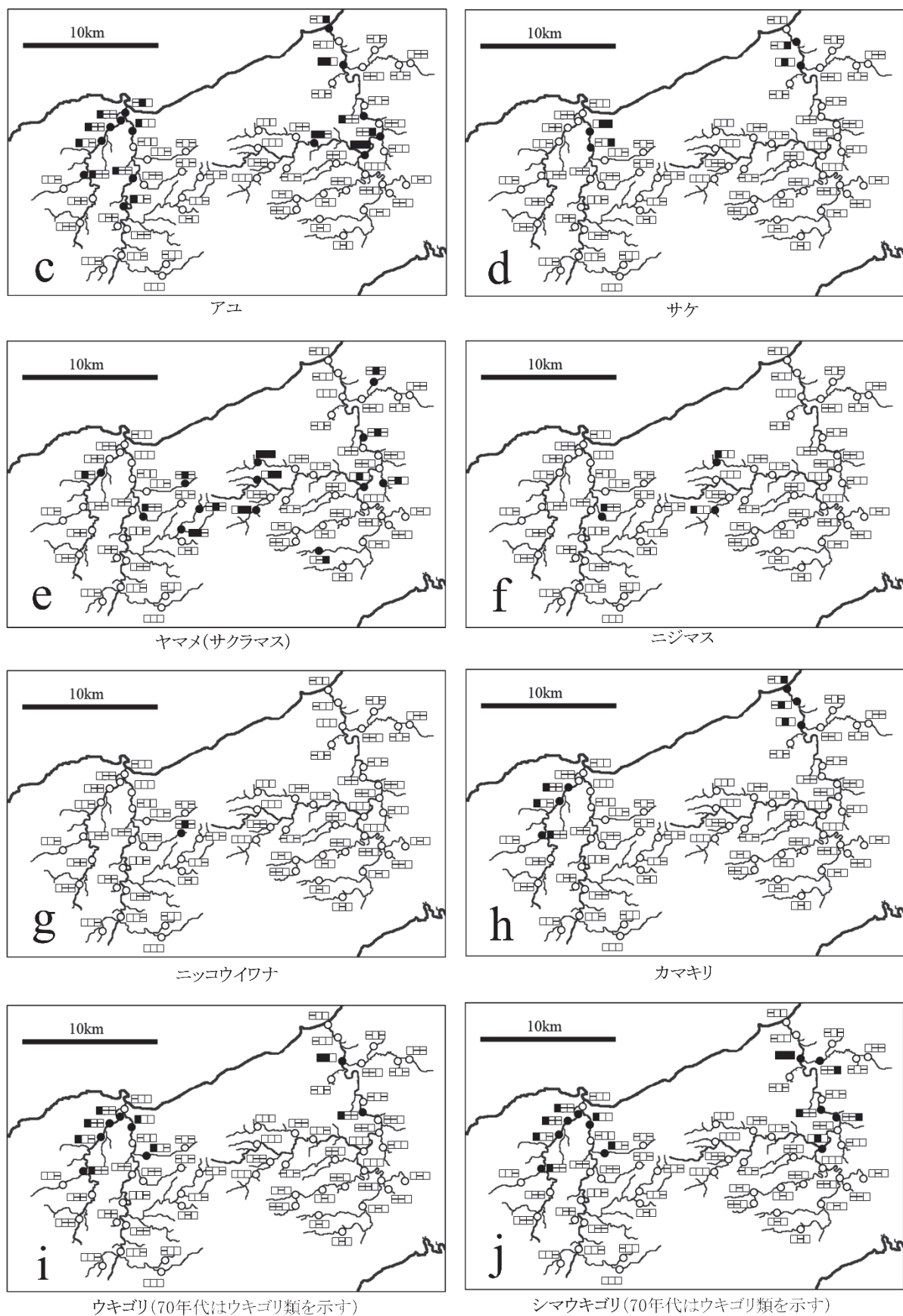


図 4 通し回遊魚(a~r)の分布状況の変遷(並んだ3つの四角形:左(1970年代)、中(1990年代)、右(2000年代)、■:採集記録あり、□:採集記録なし、◻:採集地点ではない)

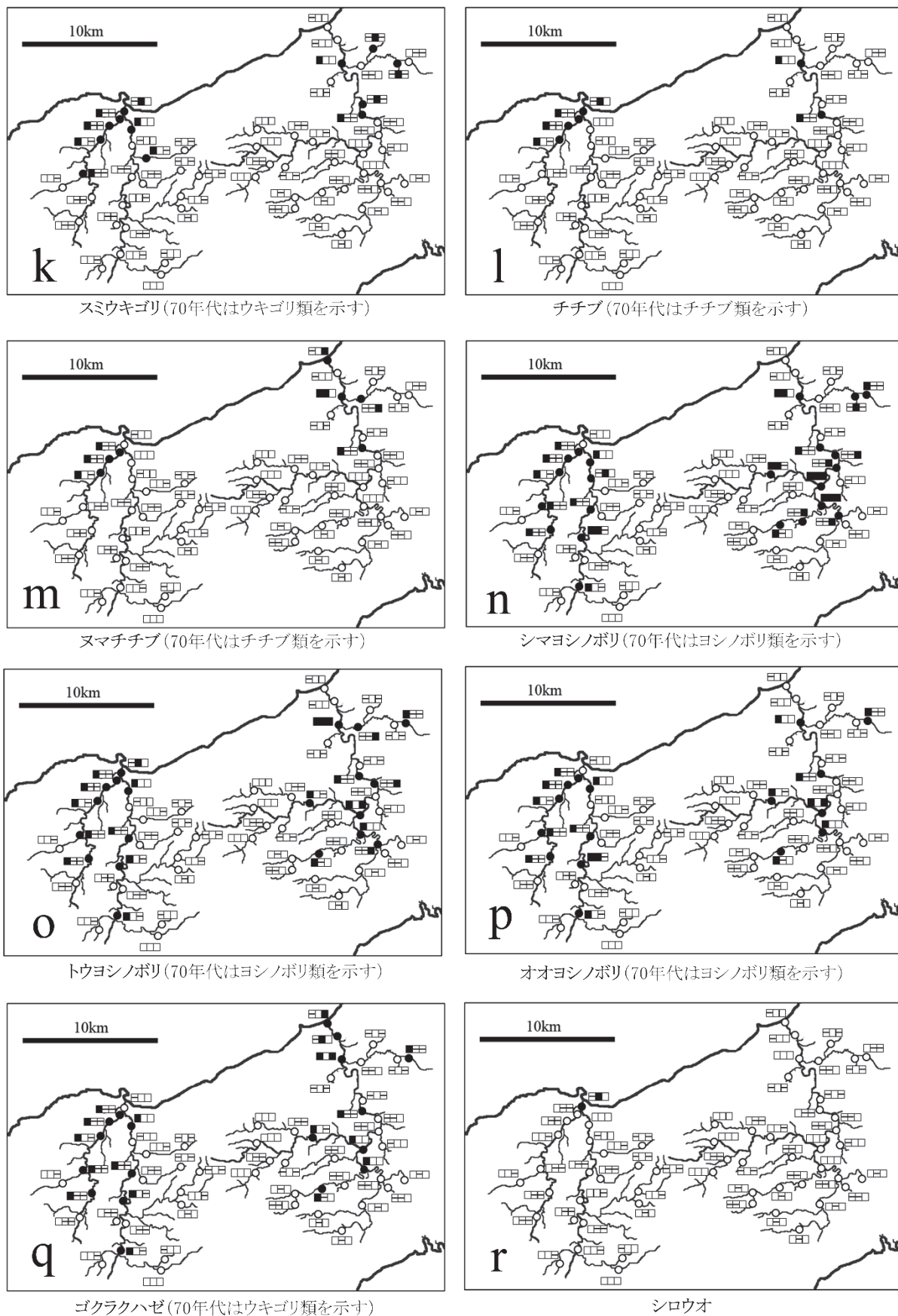


図4 通し回遊魚(a~r)の分布状況の変遷(並んだ3つの四角形:左(1970年代)、中(1990年代)、右(2000年代)、■:採集記録あり、□:採集記録なし、◻:採集地点ではない)

石川県と福井県の海岸におけるコメツブウニ *Fibulariella acuta* の相対成長

櫻井佳明¹⁾・幸塚久典²⁾

¹⁾加賀市鴨池観察館, 石川県加賀市片野町子 2-1 (〒922-0564)

²⁾東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所, 神奈川県三浦市三崎町小網代 1024 (〒238-0225)

Relative growth of Irregular Sea Urchin (Echinodermata, Echinoidea) *Fibulariella acuta*, from Ishikawa, and Fukui, Central Japan Sea

Yoshiaki SAKURAI¹⁾ and Hisanori KOHTSHUKA²⁾

¹⁾Kaga-City Kamoike Sanctuary, 2-1 Katano, Kaga, Ishikawa 922-0564

²⁾Misaki Marine Biological Station, School of Science, The University of Tokyo, 1024
Misaki-Koajiro, Miura, Kanagawa Pref., 238-0225, Japan

はじめに

コメツブウニ *Fibulariella acuta* (Yoshiwara, 1898)は, 日本近海を含むインド洋, 西太平洋の水深 0-90m に広く分布しており (MORTENSEN, T. 1948; NISHIYAMA, 1968; 幸塚・玉井, 2008; 田中・若林, 2016), 日本海側では長崎県対馬, 山口県, 島根県, 福井県, 新潟県などの各沿岸 (H. L. CLARK, 1914; 福井県立鯖江高等学校生物クラブ, 2009; 幸塚・秋吉, 2007; 幸塚・玉井, 2008; HONMA & KITAMI, 1978) 部で採集されているが, 石川県ではまだ報告されていない. 第一著者は, 2021 年 4 月から 6 月の間に, 石川県と福井県の海浜からコメツブウニの裸殻を採取し, その形態について観察を行った. その結果, コメツブウニの裸殻には大きな形態変異があることが明らかとなった. 本研究では, 今回採集した裸殻標本に基づき, 外部形態の観察, 特に相対成長式を算出して検討したので報告する.

材料と方法

2021 年 4 月 12 日から 2021 年 6 月 1 日までの間, 石川県加賀市塩屋町, 片野町, 羽咋郡志賀町, 七尾市能登島佐波町および福井県福井市石橋町の各海浜を歩き, 目視で発見したものを徒手で採集した (図 1). 採集した個体を加賀市鴨池観察館に移動し, 詳細な観察を行った.

採集した裸殻の内, 欠損のなかった 183 個体について, 下面と側面からデジタル一眼レフカメラ CANON 7D に CANON EF50mm F2.5 コンパクトマクロとライフサイズコンバーター EF をつけて定規とともに撮影し, 画像解析ソフト imagej を用いて PC 上で計測した. 計測部位は殻長, 殻幅, 殻高, 殻前端-周口部, 周口部長, 周口部幅, 周口部-囲肛部, 囲肛部長, 囲肛部幅, 囲肛部-殻後端とした (図 2).

相対成長式は、殻長を基準とした一般的なアロメトリー式 $[y=ax^b]$ によって表した。ここで x は殻長、 y は各部位長、比例係数 a と指数 b は定数であり、 $b=1$ の時、殻長に対するその部位長は単純な比例関係である(八木・及川, 2008)。本解析では b が 1 と有意に異なっているかを検定し、各形質が等成長($b=1$)か不等成長($b<1$: 劣成長, $b>1$: 優成長)かを判断した。なお分析はアロメトリー式を対数変換した上で、フリーソフトウェアの R の基本パッケージを使用し線形回帰分析を行った。

なお、本報告で使用した標本は乾燥として、石川県で採集した個体はのと海洋ふれあいセンター(NMCI EC.)、福井県の個体は福井市自然史博物館の収蔵標本(FCMNH EC)として登録保管した。

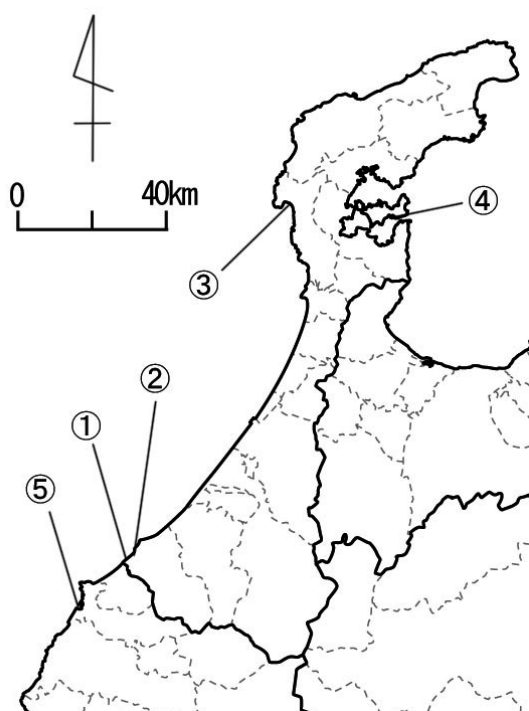


図 1 コメツブウニの採集場所

石川県加賀市塩屋町(塩屋海岸), ②加賀市片野町(片野海岸), ③石川県羽咋郡志賀町相神(増穂ヶ浦), ④石川県七尾市能登島佐波町(能登島マリンパーク海族公園海水浴場), ⑤福井県福井市石橋町(三里浜)

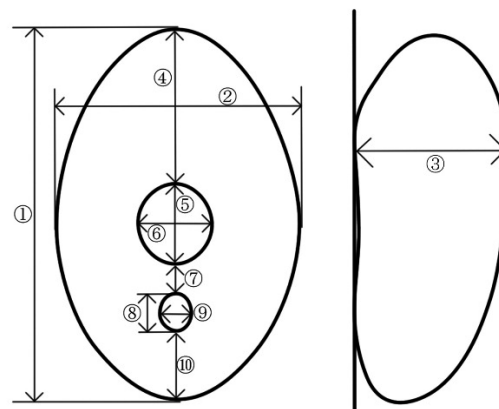


図 2 コメツブウニの計測部位. 左図: 口側. 右図: 側面

①殻長 ②殻幅 ③殻高 ④殻前端-周口部 ⑤周口部長 ⑥周口部幅 ⑦周口部-囲肛部 ⑧囲肛部長 ⑨囲肛部幅 ⑩囲肛部-殻後端

結果および考察

今回採集されたコメツブウニは 206 個体で殻長 2.2mm~6.8mm であった。今回の観察標本は耳状骨が 1 対であり、食溝が無く、殻長が 1cm 以下で内部隔壁が無く、水孔が複数散在すること、裸殻輪郭の前後両方が尖るなどの特徴が田中ほか(2019)、田中・若林(2017)などの報告に一致することから、コメツブウニの米粒型と同定した。

コメツブウニ裸殻の計測と分析を行った結果、裸殻輪郭には個体差が見られ、細い個体と丸みを帯びた個体では印象は大きく違うが(図 3)、計測値はすべて連続的に分布しており、はっきりとした境は見られなかった(図 4)。

コメツブウニの相対成長

今回相対成長式を算出した 9 つの測定部位の内、殻前端-周口部($b=1.13, p<0.01$)、囲肛部-殻後端($b=1.36, p<0.01$)は優成長、周口部($b=0.64, p<0.01$)、周口部幅($b=0.64, p<0.01$)、周口部-囲肛部($b=0.80, p<0.01$)、周口部長($b=0.85, p<0.01$)、周口部幅($b=0.73, p<0.01$)は劣成長していた。殻幅($b=1.03, p=0.07$)、殻高($b=1.03, p=0.75$)には有意な相対成長は見られなかった(図 4)。つまりコメツブウニは成長に伴い体に対して周口部と囲肛部が小さく

なり, 周口部と囲肛部が輪郭に対して中央に寄る. 今回の標本では殻幅と殻高に有意な相対成長が見られないことから, 裸殻輪郭の個体差は成長過程によるものではないと考えられる.

本研究で調べたコメツブウニ米粒型の裸殻は田中・若林(2016)で報告されているものと比べ, 殻幅がより細く殻高がより低く, 周口部と囲肛部がより小さいことが明らかとなった(表 1). 今後は生体を採集して, 叉棘によるより確実な同定を行いたい.

表 1 コメツブウニの裸殻形態 (n=183, 平均±標準偏差, 括弧内は範囲)

	本研究	米粒型(田中・若林, 2016)
殻長(mm)	3.741±0.854(2.229-6.799)	4.115±441.4 (3,329-5,163)
%殻長		
殻幅	66.1±4.1(58.2-76.4)	72.9±2.8 (68.9-76.6)
殻高	40.2±5.7(29.9-57.8)	46.5±4.3 (39.6-54.6)
殻前端	40.9±1.9(34.3-45.9)	
-周口部		
周口部	21.5±2.4(16.2-28.4)	17.4±1.4 (15.7-19.6)
周口部	19±2(14.3-25)	15.7±1.4 (13.9-17.3)
周口部	9.1±1.2(6.7-14.4)	9.2±0.8 (8.3-10.4)
-囲肛部		
囲肛部	10.8±1.2(8.2-14.9)	9.5±1.4 (7.1-11.8)
囲肛部	8.6±1(6.5-10.8)	7.4±1.2 (5.8-9.6)
囲肛部	17.8±2.6(8.5-24.3)	21.2±2.5 (17.3-25.7)
-殻後端		

謝辞

今回の報告の機会を下さり, 有益なアドバイスと石川県で採集した標本の管理登録にご協力いただいた, のと海洋ふれあいセンター東出幸真氏, 福井県で採集した標本の管理登録にご協力いただいた福井市自然史博物館の出口翔大氏, コメツブウニの同定に協力いただいた田中颯氏, 解析の相談に乗っていただいた田尻浩伸氏, 採集に協力いただいた田米希久代氏, 松浦真理子氏, 松浦ほの花氏に心から御礼申し上げます.

文献

CLARK, H. L., 1914. Hawaiian and other Pacific Echini. The Clypeastridae, Arachnoididae, Laganidae, Fibulariidae, and Scutellidae. Memoirs of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard

College, 46: 1-80.

福井県立鯖江高等学校生物クラブ, 2009. コメツブウニ (*Fibulariella acuta*) の発生と生殖期. うみうし通信, 65: 5.

HONMA, Y., T. KITAMI, 1978. Fauna and flora in the waters adjacent to the Sado Marine Biological Station, Niigata University. Ann. Rep. Sado Mar. Biol. Stat. Niigata Univ., 8: 1-81.

幸塚久典・秋吉英雄, 2007. 隠岐島後における浅海産不正形ウニ類(棘皮動物: ウニ綱). ホシザキグリーン財団研究報告, (10): 169-197.

幸塚久典・玉井健太, 2008. 日本海西部の山口県関市室津海水浴場横の海岸における不正形ウニ(棘皮動物: ウニ綱)の漂着記録. ホシザキグリーン財団研究報告, 11: 249-251.

MORTENSEN, T. 1948. A Monograph of the Echinoidea, Vol. 4: Clypeastroidae: Clypeastridae, Arachnoididae, Fibulariidae, Laganidae and Scutellidae. iii + 471 pp. C. A. Reitzel, Copenhagen.

NISHIYAMA, S., 1968. The echinoid fauna from Japan and adjacent region, Part 2. Palaeontological Society of Japan special papers, 13: 55-57

田中颯・大作晃一・幸塚久典, 2019. ウニ ハンドブック. 128pp., 文一総合出版, 東京.

田中颯・若林香織, 2016. コメツブウニ *Fibulariella acuta* (Yoshiwara, 1898) (ウニ綱: タコノマクラ目) の卵型個体と米粒型個体における叉棘の形態的相違. タクサ 日本動物分類学会誌, 40: 22-29.

八木光春・及川信, 2008. 生物の体サイズとアロメトリー: エネルギー代謝量と体サイズ. 比較生理化学, 25: 68-72.

表 2 コメツブウニの採集場所と採集日時, 登録番号(のと海洋ふれあいセンター棘皮動物登録標本 NMCI-EC.; 福井県立博物館登録標本)

採集場所	調査日時	個体数	登録番号
石川県加賀市塩屋町 塩屋海岸	2021 年 4 月 12 日	81	NMCI EC. 158
石川県加賀市片野町 片野海岸	2021 年 4 月 25 日	18	NMCI EC. 159
福井県福井市石橋町 三里浜	2021 年 4 月 26 日	54	FCMNH Ec-300
石川県羽咋郡志賀町相神 増徳ヶ浦	2021 年 5 月 30 日	47	NMCI EC. 160
石川県七尾市能登島佐波町 能登島マリンパーク海族公園海水浴場	2021 年 6 月 1 日	6	NMCI EC. 161

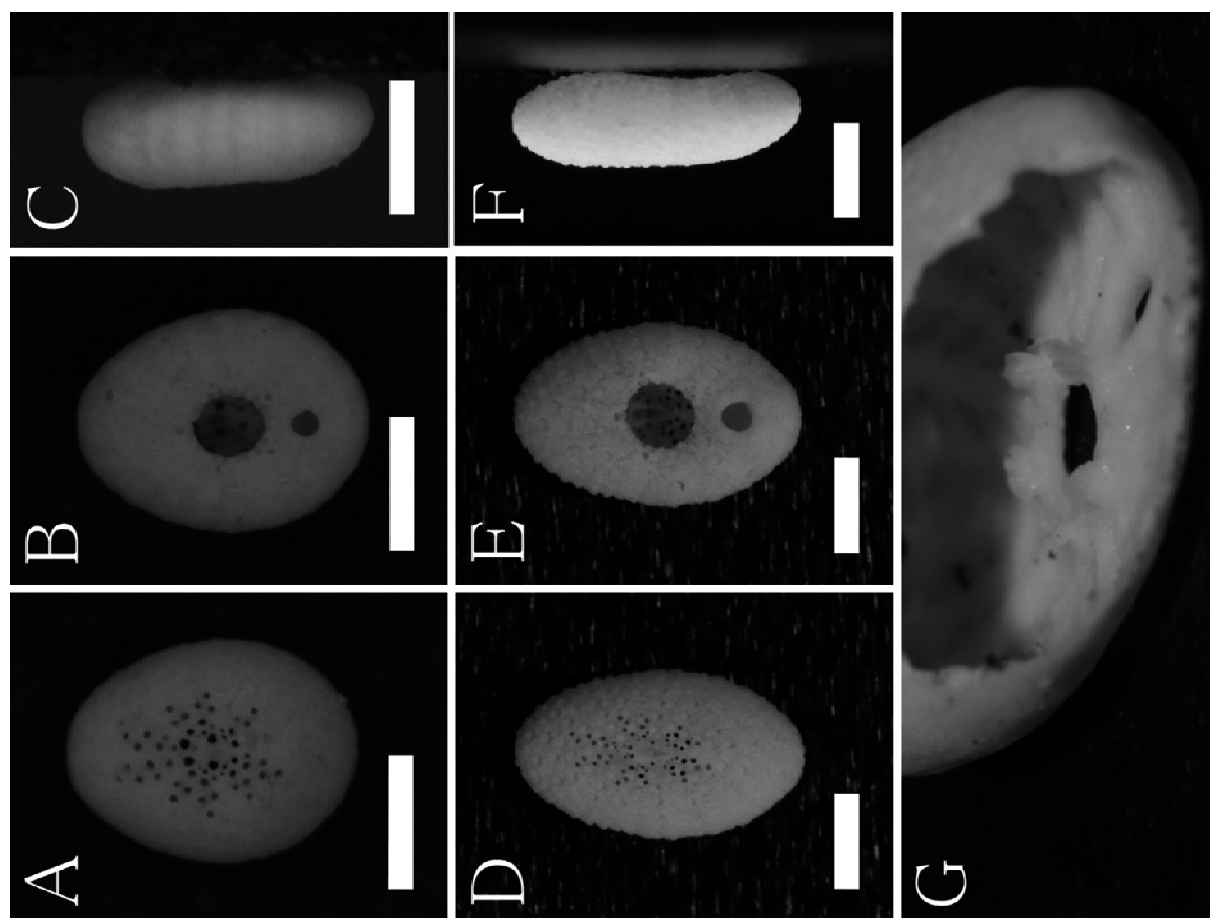


図 3 コメツブウニの裸殻写真

A 裸殻個体背面(標本番号: U-148, 殻幅殻長%最大個体). B 裸殻個体腹面(標本番号: U-148, 殻幅殻長%最大個体). C 裸殻個体側面(標本番号: U-148, 殻幅殻長%最大個体) D 裸殻個体背面(標本番号: U-78, 殻幅殻長%最小個体). E 裸殻個体腹面(標本番号: U-78, 殻幅殻長%最小個体). F 裸殻個体側面(標本番号: U-78, 殻幅殻長%最大個体). G 裸殻内部構造と耳状骨(欠損個体, 殻長: 5.766mm). スケールは 1mm.

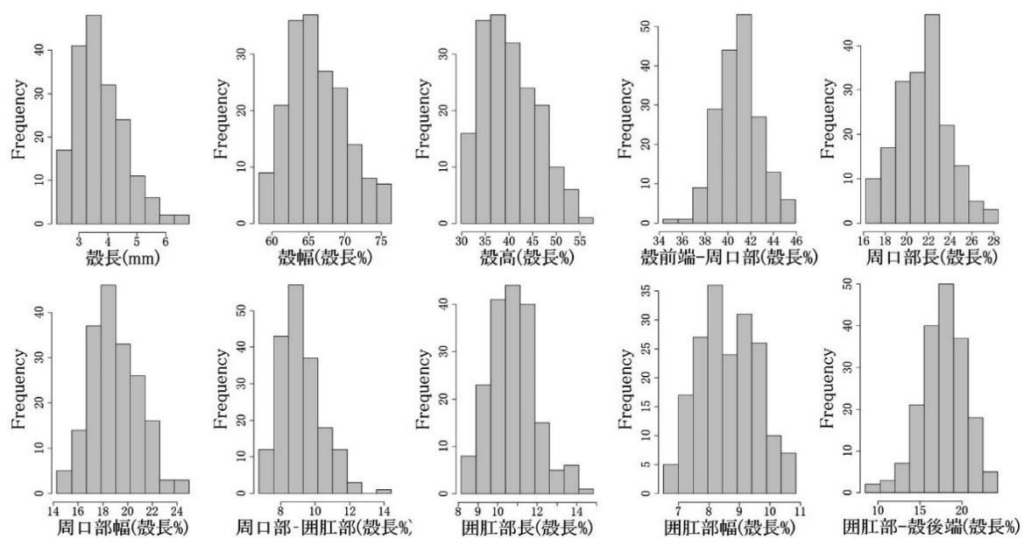


図 4 各計測部位の頻度分布図

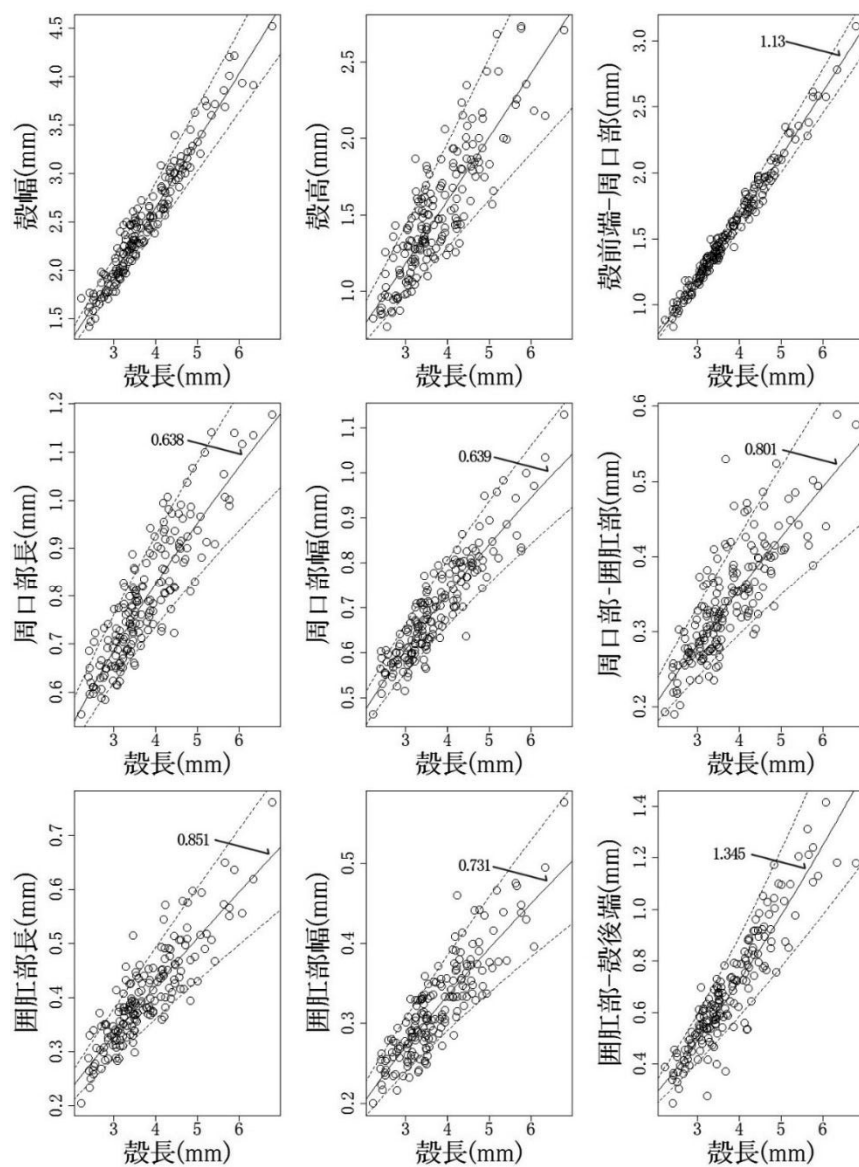


図 5 コメツブウニの殻長に対する各計測部位の関係 図中の数字は相対成長式の指数 b

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

ナミノリソコエビは、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冬群(長期世代群)と、早春に発生したばかりの小型の未越冬群(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、このナミノ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、ナミノ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ので、2021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)

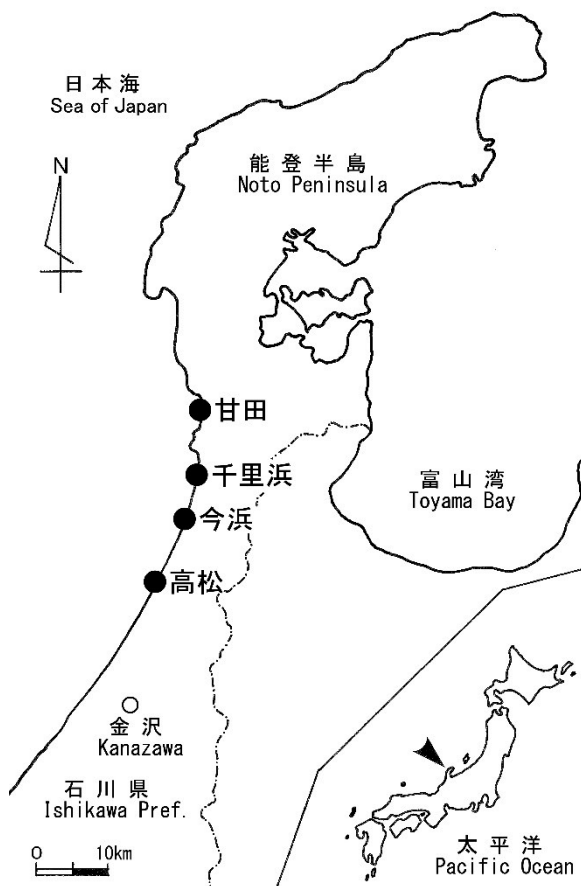


図1 砂浜海岸の底生動物モニタリング調査地点

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收容し、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、冷凍ストッカーに收容して約-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に換算した。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リットル採水して測温し、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(σ15)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、2012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

ナミノリソコエビは春の調査では長期世代群が 30.0 g/m²、短期世代群は 65.7 g/m²であった。長期世代群はこの 10 年で 3 番目に少なく、短期世代群との合計においても同様に低位を記録した。ここ 10 年における春の調査で採集された長期世代群の湿重量は 1.6–1,212.1 g/m²で、この平均値 261.0 g/m²の 10 分の 1 程度であった。次に短期世代群は、これまでに 0.0–65.7 g/m²採集されており、平均値は 29.5 g/m²であった。長期世代群は少なかったが、短期世代群においては、最大値を示した(表 1, 図 2)。

次に秋の調査では、短期世代群だけが 135.2 g/m²採集され、これまでの調査の 6.9–293.0 g/m²の平均 126.7 g/m²と同等量であった。(表 1, 図 3)。

甘田海岸

春の調査で採集されたナミノリソコエビは、長期世代群が 14.0 g/m²、短期世代群が 6.2 g/m²で合計 20.2 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 23.5 g/m²、短期世代群の平均値は 16.1 g/m²で、その合計は 39.6 g/m²となった。合計では平均値の 2 分の 1 ほどであった。採集時にペアになっている大型の個体(長期世代)は高松海岸よりも多いと感じた。

秋の調査で採集されたナミノリソコエビは、短期世代群が 3.1 g/m²で、これまでの最低値を記録した 2013 年と同等値であった。ここ 10 年間の平均値は 43.6 g/m²であり、その 10 分の 1 以下となった(表 2, 図 5)。

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										
調査年 月日	2012年 5月1日	2013年 4月23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	平均
ナミノリソコエビ(計)	467.1	113.0	28.0	1,212.1	98.4	111.2	611.6	141.6	26.0	95.7	290.5
長期世代(越冬群)	432.9	109.0	15.3	1,212.1	37.1	56.6	593.0	122.1	1.6	30.0	261.0
短期世代(未越冬群)	34.2	4.0	12.7	+	61.3	54.6	18.7	19.5	24.4	65.7	29.5
シギシマフクロアミ	8.2	0	0	0	0	1.6	1.1	8.2	2.9	9.3	3.1
ヒメスナホリムシ	0.7	4.2	3.3	8.4	2.7	6.7	13.3	2.2	4.7	2.2	4.8
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0.2	0	1.3	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	11.5	54.0	0	0	17.1	49.1	12.7	33.3	8.2	3.3	18.9
多毛綱 sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(°C)	19.7	14.1	15.6	17.5	14.3	16.8	16.3	15.4	16.7	16.5	16.3
pH	8.07	8.02	8.18	8.13	8.08	8.17	8.27	8.19	7.96	8.20	8.13
塩分量(‰)	29.70	33.78	31.50	33.51	31.20	34.41	32.2	31.45	33.41	32.80	32.39
波打ち帯幅 (m)	2.1	2.8	2.1	2.1	3.5	2.8	2.8	2.1	2.8	2.8	2.6
季節	秋										
調査年 月日	2012年 9月20日	2013年 9月19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	平均
ナミノリソコエビ(計)	293.0	14.9	198.7	272.0	6.9	15.1	75.3	211.3	44.4	135.2	126.7
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)	293.0	14.9	198.7	272.0	6.9	15.1	75.3	211.3	44.4	135.2	126.7
シギシマフクロアミ	0	0.4	0	0	0.2	0.2	0.4	0	0	0.9	0.3
ヒメスナホリムシ	0	0	0.2	2.2	6.9	0.4	0.4	0.2	12.4	0	2.4
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0	0	0	0	0.2	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	20.2	0	0	0	0	2.7	7.6	0	0	0	3.8
多毛綱 sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(°C)	28.0	26.2	25.0	22.5	23.5	22.2	23.5	26.3	25.7	25.2	24.8
pH	8.10	8.12	7.99	8.01	8.15	8.25	8.00	8.28	8.26	8.05	8.12
塩分量(‰)	31.19	32.17	33.55	32.56	31.83	32.31	31.86	32.54	31.40	32.26	32.17
波打ち帯幅 (m)	4.2	2.8	10.0	1.4	2.1	5.6	2.8	3.5	2.8	4.2	3.9

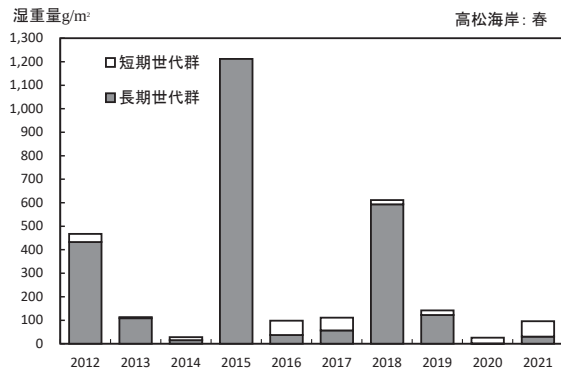


図 2 高松の春の調査で採集されたナミノリソコエビの
湿重量(g/m²)

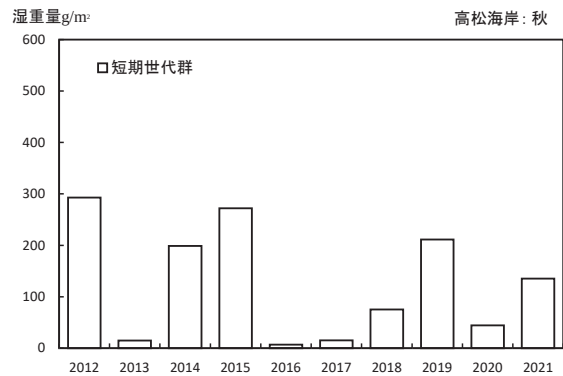


図 3 高松の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの
湿重量(g/m²)

表 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	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	平均
月日	5月1日	4月23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	
ナミノリソコエビ(計)	69.5	10.2	11.1	102.3	86.6	10.2	39.1	30.0	17.3	20.2	39.6
長期世代(越冬)群	30.6	5.8	10.7	77.2	61.7	2.2	14.7	17.5	1.3	14.0	23.5
短期世代(未越冬)群	38.9	4.4	0.4	25.1	24.9	8.0	24.4	12.5	16.0	6.2	16.1
シキシマフクロアミ	20.4	0.4	4.0	55.5	10.7	20.9	0.7	3.6	1.8	2.9	12.1
ヒメスナホリムシ	2.0	2.4	0.2	0.4	9.8	8.7	1.6	2.4	1.1	1.8	3.1
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	30.0	0	0	10.2	224.9	9.6	5.1	0.4	6.4	44.0	33.1
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	21.8	14.0	16.0	21.2	15.0	16.5	16.5	15.3	16.5	18.7	17.2
pH	8.06	8.03	8.18	8.10	8.10	8.15	8.26	8.16	7.96	8.20	8.11
塩分量(‰)	30.37	34.19	33.06	33.10	33.90	33.71	31.20	34.16	33.38	33.41	33.04
波打ち帯幅 (m)	2.8	7.0	3.0	4.2	6.3	3.5	3.5	2.1	3.5	3.5	3.9
季節	秋										
調査年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	平均
月日	9月20日	9月19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	
ナミノリソコエビ(計)	13.3	3.1	22.9	178.7	41.5	29.3	103.7	22.4	18.2	3.1	43.6
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	13.3	3.1	22.9	178.7	41.5	29.3	103.7	22.4	18.2	3.1	43.6
シキシマフクロアミ	2.0	0	0	0	0	0.2	0	0.2	0	0	0.2
ヒメスナホリムシ	0	4.2	0	0	0	0.7	0.2	0	0	0.9	0.6
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	0.2	0	0	0	0
ナミノコガイ	0	0	0	0	3.3	0	0	6.0	0	0	0
フジノハナガイ	219.6	0	0	0	0.4	0.2	0	34.4	0	21.8	27.6
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	28.4	27.3	25.0	23.0	23.7	22.3	24.2	26.2	24.5	26.1	25.1
pH	8.10	8.12	7.99	8.07	8.06	8.31	8.01	8.25	8.30	7.92	8.11
塩分量(‰)	32.40	33.74	33.55	34.26	32.94	33.00	31.71	32.58	32.83	33.46	33.05
波打ち帯幅 (m)	6.3	6.3	10.0	1.75	2.1	4.9	2.8	4.9	2.1	3.5	4.5

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 867.8 g/m²、短期世代群が 18.4 g/m² で合計 886.2 g/m² となった。長期世代群はこれまででもっとも多かつ

た。フジノハナガイは 31.8 g/m² が採集され、前年と同等量得られた(表 3, 図 6)。

次に、秋の調査では短期世代群が 550.8 g/m² 採集され、この 10 年で 2 番目に多かった。フジノハナガイは 2018 年から 2 年ぶりに 53.3 g/m² が得られた(表 3, 図 7)。

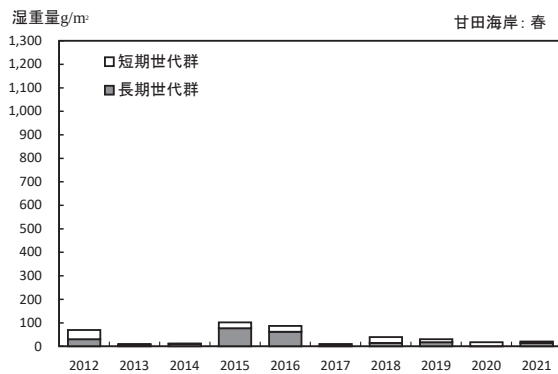


図 4 甘田の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

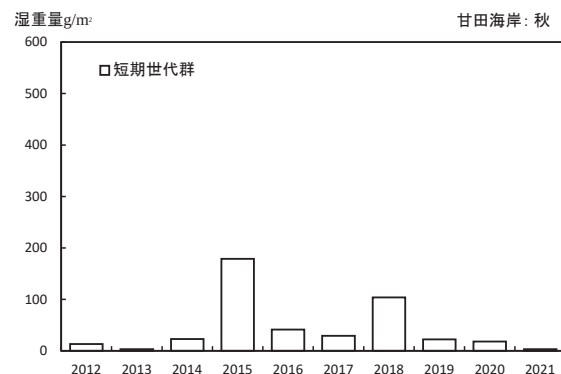


図 5 甘田の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

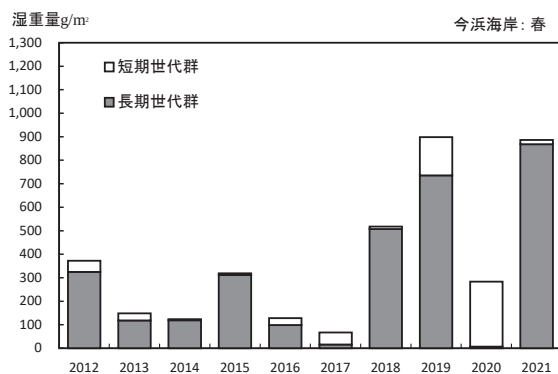


図 6 今浜の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

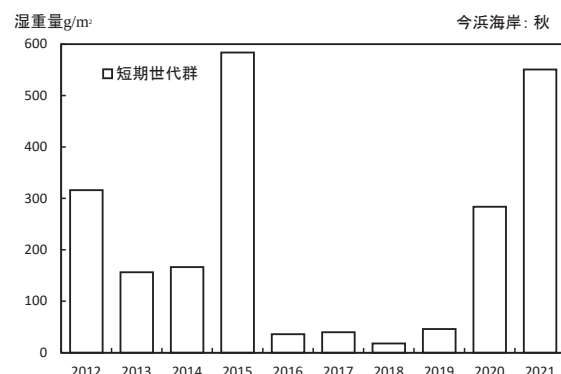


図 7 今浜の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

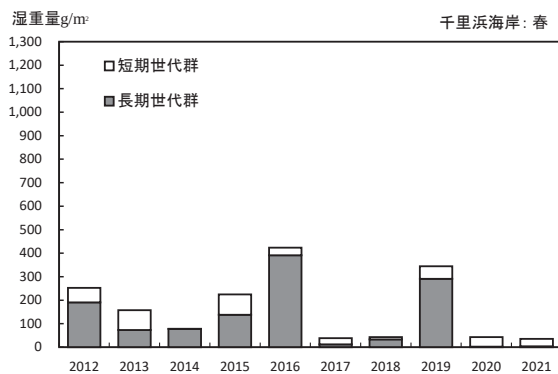


図 8 千里浜の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

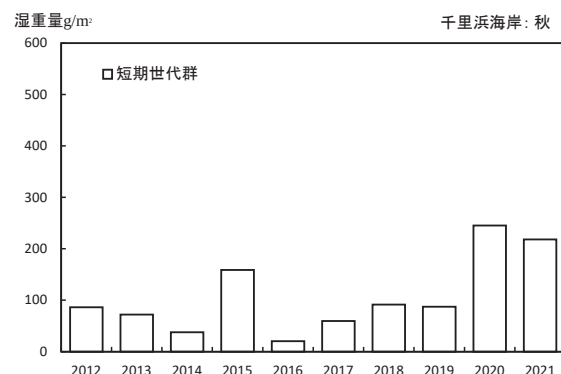


図 9 千里浜の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

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	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	
		5月1日	4月23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	
ナミリソコエビ(計)		372.3	148.7	123.7	318.8	127.9	67.0	517.5	898.4	283.7	886.2	374.4
長期世代(越冬)群		325.0	118.1	119.2	311.9	98.6	16.0	507.3	735.9	6.9	867.8	310.6
短期世代(未越冬)群		47.3	30.6	4.5	6.9	29.3	51.0	10.2	162.5	276.8	18.4	63.8
シギシマフクロアミ		0	0	3.8	1.6	4.0	0	1.6	3.3	2.7	0	1.9
ヒメスナホリムシ		1.6	0	2.0	0.9	3.6	4.7	7.1	1.6	13.3	0	3.9
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		7.3	0	0	2.0	35.1	53.7	15.5	17.8	30.2	31.8	18.0
多毛綱 spp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)		20.6	14.0	17.5	18.0	14.2	16.6	16.7	16.2	17.3	16.9	16.8
pH		8.05	8.01	8.17	8.09	8.09	8.22	8.26	8.13	8.02	8.22	8.13
塩分量(‰)		31.11	34.11	31.02	33.33	32.45	32.91	32.86	32.28	30.71	33.66	32.44
波打ち帯幅 (m)		2.1	6.3	2.1	2.8	5.6	2.8	2.8	2.1	3.5	2.1	3.2
季節		秋										平均
調査年	月日	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	
		9月20日	9月19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	
ナミリソコエビ(計)		315.9	156.5	166.5	583.6	35.7	39.7	17.8	46.2	333.9	550.8	224.7
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		315.9	156.5	166.5	583.6	35.7	39.7	17.8	46.2	333.9	550.8	224.7
シギシマフクロアミ		0.2	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒメスナホリムシ		0	0	0	2.9	0	0.2	0	0	5.6	0	1.0
ツノヒゲソコエビ科 sp.		0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0.1
ハマスナホリガニ		0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	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		124.5	0	0	16.9	0	0.2	1.1	0	0	53.3	19.6
多毛綱 spp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0
水温(℃)		27.7	26.2	24.8	22.3	23.4	22.2	23.1	26.1	26.0	25.2	24.0
pH		8.10	8.11	8.00	8.07	8.14	8.21	8.11	8.28	8.29	8.05	8.14
塩分量(‰)		30.68	33.15	33.42	32.31	32.02	32.56	32.54	32.81	32.13	32.26	32.39
波打ち帯幅 (m)		4.9	2.8	7.0	1.4	1.0	4.2	5.6	3.5	2.1	4.2	3.7

千里浜海岸

春に採集されたナミリソコエビは、長期世代群が 4.0 g/m²、短期世代群が 31.8 g/m²で、合計が 35.8 g/m²となった。また、フジノハナガイは 14.2 g/m²採集された。一方、秋の調査では短期世代群が 218.0 g/m²採集された。これまで 10 年の平均値 107.7 g/m²の、倍以上の数値であった。(表 4, 図 8, 9)。

ナミリソコエビはこれまでの調査により、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。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。

2021 年は 1 月から 4 月までの気温と海水温が高い傾向が続き、春は高松と千里浜は短期世代群が優占した。しかしながら、甘田と今浜については長期世代群の比率が高かった。また、甘田の秋の調査ではこの 10 年で最も少ない現存量を記録した。他の 3 地点は平年と同じか、かなり多くの現存量を記録していたので、その原因が何か気になるところである。

今後もこの調査を継続し、また必要に応じて調査回数や場所を増やし、見守りたいと考えている。

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	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	平均
月日	5月1日	4月23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	
ナミリソコエビ(計)	252.6	157.4	77.7	224.8	423.4	38.4	42.6	344.5	43.0	35.8	164.0
長期世代(越冬)群	190.7	73.0	77.5	137.6	391.4	12.4	33.1	291.2	2.4	4.0	121.3
短期世代(未越冬)群	61.9	84.4	0.2	87.2	32.0	26.0	9.5	53.3	40.6	31.8	42.7
シキシマフクロアミ	3.3	0	10.4	0	1.3	14.7	44.8	7.1	9.8	0	10.2
ヒメスナホリムシ	0	0	0	0	0.4	1.8	2	3.1	12.9	3.8	2.4
ツノビゲソコエビ科sp.	0.2	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	16.9	9.6	0	0	582.8	133.4	435.3	29.3	112.8	14.2	133.4
多毛綱spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	21.0	14.0	16.0	19.5	14.6	16.8	16.4	15.8	17.2	16.4	16.8
pH	8.11	8.03	8.17	8.13	8.05	8.17	8.23	8.18	7.98	8.15	8.12
塩分量(‰)	28.72	33.81	33.52	31.55	33.34	34.41	30.5	33.61	32.34	34.32	32.42
波打ち帯幅 (m)	2.1	4.9	2.8	2.8	4.2	2.8	2.1	2.1	2.1	2.8	2.9
季節	秋										
調査年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	平均
月日	9月20日	9月19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	
ナミリソコエビ(計)	86.4	72.2	37.7	158.7	20.4	59.7	91.5	87.5	245.3	218.0	107.7
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	86.4	72.2	37.7	158.7	20.4	59.7	91.5	87.5	245.3	218.0	107.7
シキシマフクロアミ	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	1.1	0.1
ヒメスナホリムシ	0	0.2	0	0	0	0.4	0	0	0	4.4	0.5
ツノビゲソコエビ科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	0	0	8.4	0	2.4	0.2	22.9	0	0	3.4
多毛綱spp.	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
水温(℃)	28.1	27.2	24.5	22.3	23.7	22.2	24.0	27.3	26.2	25.6	25.1
pH	8.09	8.07	8.11	8.05	8.17	8.27	8.01	8.27	8.32	8.07	8.14
塩分量(‰)	31.73	34.43	30.9	33.98	32.59	31.19	32.61	29.91	29.22	32.16	31.87
波打ち帯幅 (m)	7.7	5.4	9.0	1.4	2.1	4.9	2.8	2.8	2.1	4.9	4.3

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 I 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.



かほく市高松の調査地点, 2021 年 4 月 27 日撮影



かほく市高松の調査地点, 2021 年 10 月 7 日撮影



志賀町甘田の調査地点, 2021 年 4 月 27 日撮影



志賀町甘田の調査地点, 2021 年 10 月 7 日撮影



宝達志水町今浜の調査地点, 2021 年 4 月 27 日撮影



宝達志水町今浜の調査地点, 2021 年 10 月 7 日撮影



羽咋市千里浜の調査地点, 2021 年 4 月 27 日撮影



羽咋市千里浜の調査地点, 2021 年 10 月 7 日撮影

Ⅱ-石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査

のと海洋ふれあいセンターは石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査を2009年より約5年おきに実施している。2015(平成27)年と2016(平成28)年に外浦海岸に6地点、七尾湾を含む内浦海岸に6地点の合計12地点において、各海岸に優占的に生息する代表的な種類や特徴的な動物と海藻草類について、その生息状況の概要を把握する調査を行った(のと海洋ふれあいセンター, 2016;2017)。昨年度、3度目のモニタリング調査を6地点で行った(のと海洋ふれあいセンター, 2020)。本年度は、残りの調査地点の外浦海岸1地点と内浦海岸5地点を調査したので、その結果を報告する。

調査場所

調査地点は、能登半島国定公園の外浦海岸に位置する輪島市小鶴入、内浦海岸に位置する能登町赤崎、七尾市勝尾崎、黒崎、唐島、穴水町新崎の計6地点である(図1)。

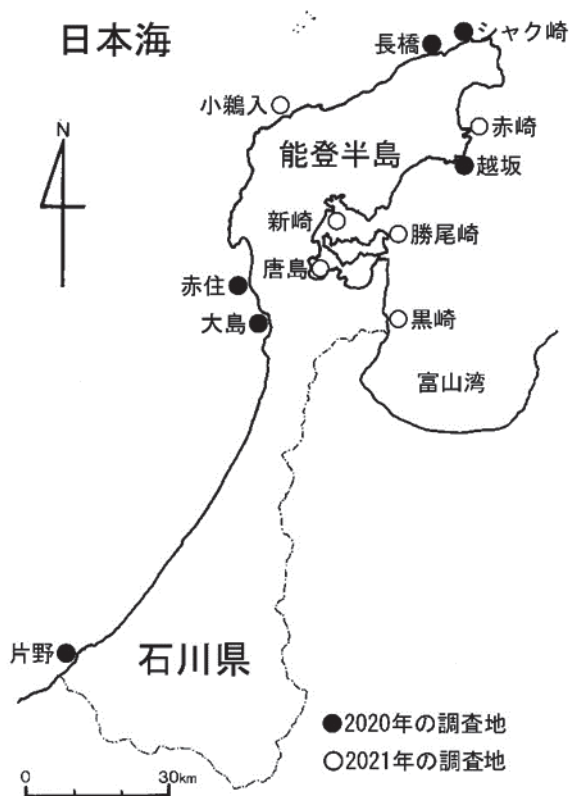


図1 岩礁海岸のモニタリング調査地点

材料と方法

前報告(のと海洋ふれあいセンター, 2016;2017)の方法と項目に従い、調査票(付表1-3)を使用して行った。

- (1) 海岸における調査範囲は海岸の形状や地形にあわせて各々決めた。例えば勝尾崎や黒崎のような直線的な海岸は汀線と平行に約50mを、他の海岸では半径約50m以内で露出部と遮蔽部など、認められる海岸環境を網羅するように調査した。
- (2) 調査票には石川県の岩礁海岸に広く分布する動物を潮上帯、潮間帯、潮下帯ごとに列記し、各種の生息量を4段階(多い ◎、よく見つかる ○、探せば見つかる △、見つからない ×)に分けて記録した。海藻草類の生育状況は表面的優占種と下草の観察を行い、その生育量を動物と同じ4段階で記録した。
- (3) 各海岸における特徴的な生息種は、その生息・生育状態や周囲の環境を観察・記録するように努めた。また、調査票にリストアップされていない種についても、その生息・生育状態を記録した。
- (4) 経年的な波あたりの強さの変化を把握する指標としてアラレタマキビガイの分布上限を写真撮影で記録した。
- (5) 流出油等の影響を最も受けやすい動物と考えられるカサガイ類(ヨメガカサガイやベッコウガサガイ等)は任意の50個体の殻長を測定した。

- (6) 調査地点とその周辺における海岸の改変状況等を調査票に記録するとともに、写真撮影に努めた。
- (7) 調査は調査時の海水面が年平均潮位に近く、海況の安定しやすい 6 月に行った。
- (8) 調査は天候や海況の許容範囲を決め、天候が雨、または波浪階級が 2 以上の日は調査を行わないことにした。
- (9) 調査は主に胴付き長靴を着用し、箱メガネを使って海面から約 0.5 m の深さまで観察した。
- (10) 調査票にもあるように、各種の生息状況を露出部と遮蔽部に分けて記録するようにしているが、結果的には両者を分けることなく、各海岸の調査範囲を決めて観察・記録した。
- (11) 前回までカサガイ類の生息個体数について、25 cm 方形枠を用い、露出・遮蔽部の数か所で計数していたが、今回の調査では省いた。

結果

各調査海岸とも前回の調査(のと海洋ふれあいセンター, 2016, 2017)以降における後背地の護岸整備や沖合での人工リーフ、消波ブロック等の設置はなかった。

各海岸の調査日と観測した水質、ならびに海岸岩礁の基質(鮎野, 1993)を表 1 に、カサガイ類の生息量を表 2 に示す。また、観察された動物と海藻草類の生息・生育状況を表 3、4 に示す。ただし、調査票に記載されていない種についてはここでは省略した。各調査地点の景観と調査範囲の概略図を図 2-7 に、各調査地点におけるカサガイ類の殻長組成を図 8 に、そしてアラレタマキビガイの分布上限を撮影した写真を図 9-14 に示す。

表 1 各調査地点の調査日と水温、塩分量、pH、ならびに海岸岩礁の基質

調査地点	標準地域メッシュコード	調査日時	水温	塩分量(‰)	pH	海岸岩礁の基質
輪島市小鵜入	5636-0676	2021 年 6 月 3 日	19.8	35.37	8.40	砂岩・泥岩
能登町赤崎	5637-0221	2021 年 6 月 8 日	19.6	34.40	8.29	溶結火砕岩
七尾市勝尾崎	5637-5084, 5074	2021 年 6 月 2 日	21.5	34.86	8.51	石灰質シルト岩
七尾市黒崎	5537-3094	2021 年 6 月 2 日	20.3	35.10	8.48	安山岩溶岩・火砕岩
七尾市唐島	5536-5609	2021 年 6 月 5 日	21.7	33.53	8.19	沖積堆積物・転石
穴水町新崎	5536-6734	2021 年 6 月 1 日	21.0	34.29	8.39	安山岩溶岩

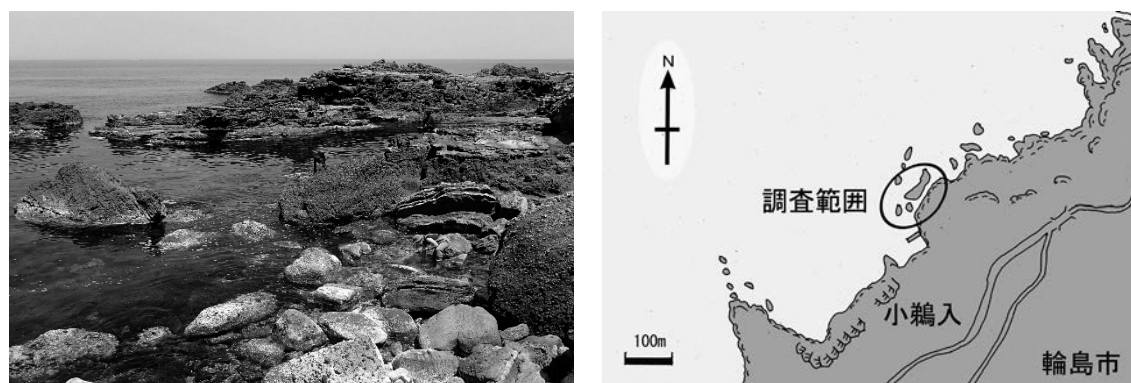


図 2 輪島市小鵜入の調査地点

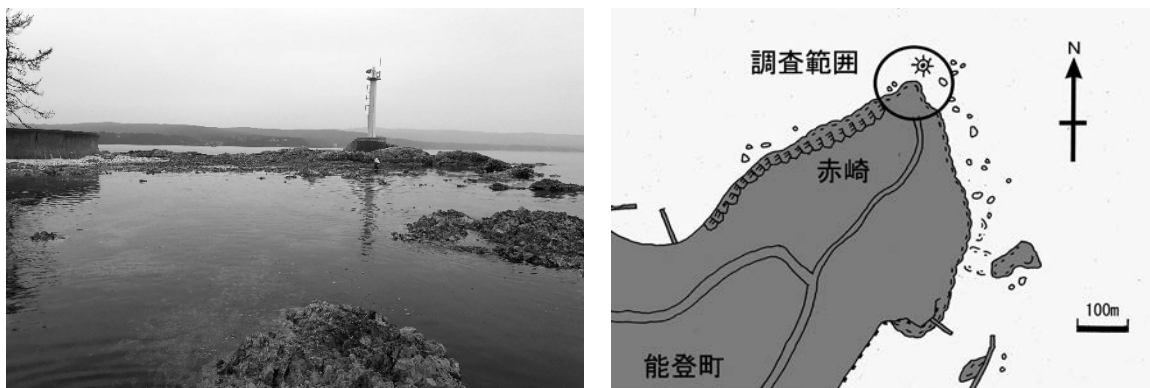


図 3 能登町赤崎の調査地点

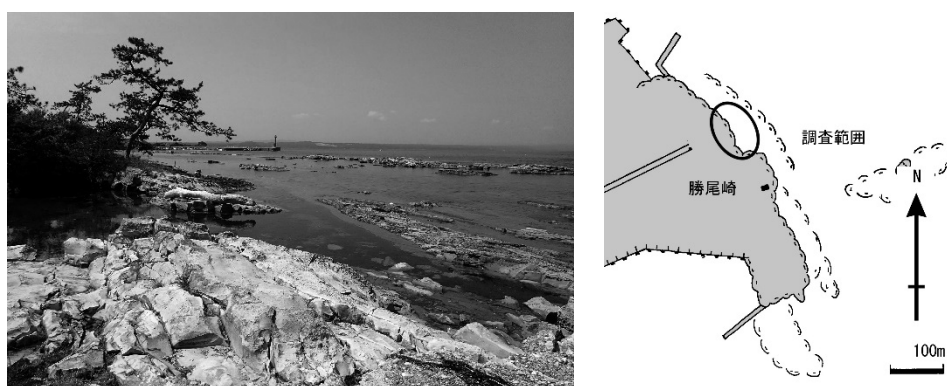


図 4 七尾市勝尾崎の調査地点



図 5 七尾市黒崎の調査地点

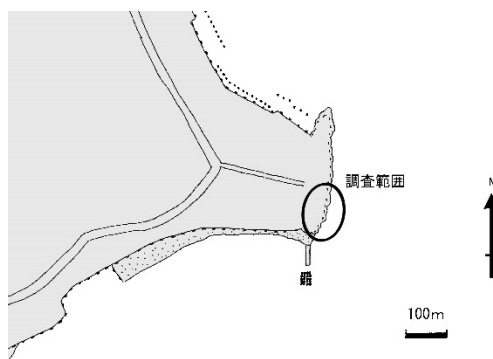


図 6 七尾市唐島の調査地点



図 7 穴水町新崎の調査地

輪島市小鶴入

調査地点の海岸岩礁の基質は砂岩・泥岩だが、海岸には数十センチから1mを超える火成岩と考えられる巨礫が占める。調査地点から海に向かって左側は漁港があり、右側には起伏の激しい岩礁海岸が続いている。調査はこの岩礁地帯を中心に行った(図 2)。

潮上帯におけるアラレタマキビガイの分布は前回と同じ位置付近にまで確認された。カモガイはよく見られるものの前回よりも少なかった。

潮間帯ではヨメガカサガイ、ベッコウガサガイともに多く、ウノアシガイもよく見つかった。岸近くで淡水が流入する場所で、岩の影にクロゾケガイがよく見つかった。ヨメガカサガイは、前回の調査までは殻長が 30 mm 以上の大型個体が確認されていたが、今回は 28 mm 以下の個体だけが見つかった。この地点ではよくカサガイ類を食用に採集しているので、小型個体が多く見つかる傾向があるようだ。

潮下帯では漁港近くの波の穏やかな場所でオオヘビガイが見つかるものの数は少なかった。コシダカガンガラとオオコシダカガンガラが見つからなかった。潮上帯でウミジウメンがよく着生し、前回、前々回までみられなかったハバノリの生育が見られた。潮間帯では波当たりの強い場所ではナラサモや無節石灰藻が、波当たりの比較的弱い場所でフクロノリやカゴメノリ、ミツデソゾなどが生育していた。潮下帯ではイソモクやワカメ、そしてアカモクなどが見られた。波が穏やかな場所ではフシスジモクやヤツマタモクが生育していた。今回ナラサモにはイトグサ類が多く付着生育している様子が目についた。

能登町赤崎

調査地点の海岸岩礁の基質は溶結火砕岩で、赤茶色を呈している。岬の先端には灯台が設置されており、その灯台を境に右岸側は波当たりの強い露出海岸となっている。逆に左岸側は東及び南からの波が遮蔽され、静穏な場所となっている(図 3)。

潮上帯ではアラレタマキビガイやタマキビガイが多く見られたが、クロフジツボは灯台近傍の波当たりの強い場所以外では見つからなかった。イワフジツボは前回までは見つからなかったが、今回はクロフジツボの近くで少数見つかった。

潮間帯では岬の左岸側の遮蔽部にウミニナとホソウミニナが前回、前々回と同様に観察できた。潮下帯にはオオコシダカガンガラが少数確認できたものの、コシダカガンガラやクボガイなどはよく探したが見つからなかった。また、アオガイもよく探したものの見つからなかった。

潮上帯には岸側から流入する淡水の影響の強い場所でアオサ類が多く繁茂していた。シオグサ類は波当たりの良い場所で前回、前々回よりも多く目についた。

潮下帯の波当たりの強い場所では前回調査と同様に無節石灰藻が下草に、ミツデソゾやフクロリ、カゴメリが優占していた。波当たりの弱い場所ではフシスジモクがよく目についた。逆にヤツマタモクやマメタワラが前回よりも少なくなっていた。スギモクは岬の左岸側の淡水が流入している場所にパッチ状に確認できた。

七尾市勝尾崎

基質は石灰質シルト岩で、沖合 30-50m ほどのところで岩が露出しているため、その内側は広い遮蔽部となっている。(図 4)。今回の調査時は波浪が比較的穏やかだったため、潮下帯の観察がよくできたと考えている。そのため遮蔽部のフシスジモクが着生している近傍でキクメイシモドキが見つかった。

潮上帯では前回同様クロフジツボは見つからなかったが、カメノテは多く見つかった。また、ムラサキインコガイは今回よく探すと確認できた。

潮間帯ではオオコシダカガンガラ、コシダカガンガラ、クボガイが見つからなかった。特に前回までよくみられたクボガイが見つからなかったのは気になるところである。イボニシが多く、レイシガイもよく探すと見つかった。前回多く確認できたヤツデヒトデは見つけられなかった。ヨメガカサガイは殻長 32 mm 以上の個体は見つからなかった。

海藻は潮間帯の上部からウミゾウメン、シオグサ類、アオサ類、イソモク、ミツデソゾ、フクロリ、そしてカゴメリ

が帯状に生育していた。クロソゾやアミジグサ、ウスユキウチワなどは少ないもののパッチ状に確認できた。潮間帯の下部では下草としてピリヒバや無節石灰藻が確認できた。遮蔽部の波穏やかな場所では、ヤツマタモクやマメタワラ、フシスジモクが優占し、褐藻の下草としてマクサもところどころで確認できた。

七尾市黒崎

基質は安山岩質溶岩・火砕岩で、赤茶色を呈している。岩盤の上に長径約 1~5 m 位の岩が点在している。海岸は護岸されており、数ヶ所で淡水が流入している(図 5)。潮上帯は前回と同様アラレタマキビガイが多いもののタマキビガイは少ない。カモガイも少数個体が確認できた。潮間帯では今回はじめてヒザラガイとスガイを確認することができた。ミドリイソギンチャクは少なく、アオガイ、ケガキは良く探したが見つからなかった。また、イボニシは前回までは多いと感じられたが、今回は前回より少なかった。

潮下帯のオオコシダカガンガラは少なく、コシダカガンガラは若干多いと感じられた。クロソケガイは淡水のしみ出し近くの転石下などで確認することができた。

海藻は潮上帯のウミゾウメンが多くみられ、帯状にシオグサ類、アオサ類と確認できた。ホンダワラ類は長く伸びた藻体のほとんどが枯死流出していたが、生育状況は前回と同様露出部ちかくではイソモクやアカモク、そしてワカメが優占していて、岩に遮蔽されて波穏やかな場所ではフシスジモクやミヤベモクが優占していた。

七尾市唐島

基質は安山岩溶質で七尾西湾の最西端に位置する比較的波静かな海域である(図 12)。調査時はアマモ類の葉が大量に流れ着いていたので、潮下帯の観察に時間をかけた(図 6)。

潮上帯では前回と同様陸上植生近くまでアラレタマキビガイやタマキビガイが生育していることが確認された。

潮間帯は前回のようにヨメガカサガイは見つからず、殻長を 50 個体計測することが困難だったので、見つかった 16 個体のみを計測した。また、ベッコウガサガイやミドリイソギンチャクは確認する事が出来なかった。ヨメガカサガイは、前々回は個体数が少なく殻長を測定できなかった

ったが、今回も十分に測定できなかった。一方、スガイとインダミガイ、そしてカリガネガイはよく見つかった。

潮下帯にはウミトラノオが多く、ヨレモクもよく見られた。フシスジモクもよく探すと転石上に生育していた。下草ではヒリヒバが多かった。砂泥底ではアマモの生育が認められたが生育密度は低かった。

穴水町新崎

調査地点の沖積堆積物に由来する直径 0.5～1.0m 程度の大小の岩が露出する岩場となっている(図 7)。

潮間帯では岬の先端付近で水深 10 cm 程度の小規模な潮だまりがあり、前回ウミニナとホソウミニナが多く確認できたが今回ホソウミニナは少なかった。スガイとインダミガイは前回よりも多く目についた。ヨメガカサガイとベッコウガサガイはどちらも数が少なかった。ヨメガカサガイの殻長は岸近くに見つけられなかったため、沖の転石上で見つけたものを中心に計測した。前回よく見られたケガキは見つからなかった。遮蔽部の波穏やかな場所でキクメイシモドキがよく探すと見つかった。カラマツガイは前回も確認できなかったが、今回も見つからなかった。岬の先端の岩場の隙間にカリガネガイがよく生息していた。

潮間帯上部には、良く探すとフクロフノリが見つかった。また、潮下帯にはフシスジモクとウミトラノオが多く、マメタワラ、ヨレモクやヤツマタモクもよく見つかったが、長く伸びた藻体が枯死して流れ去り、短くなっていた。今回モツレソゾが主にホンダワラ類に着生して繁茂し、一部が海岸に漂着して目立っていた。前回と同様に、潮下帯の砂底にはアマモとスゲアマモが生育していた。

総括

本調査は石川県における各地の岩礁海岸の特徴を捉えることを主な目的とし、写真撮影と優占的に生息する種を対象として簡便で省力的な方法により、各海岸の調査時間を調査員 2 名で概ね 1 時間で行った。

波あたりの強さの程度を把握するために行ったアラレタマキビガイの分布上限は各調査地点とも前回とほぼ変わりが無かった(図 9-14)。

各調査地点におけるカサガイ類の殻長組成は特に大きな変化はなく、殻長 6 mm 程度の小型個体から殻長 40 mm 程度の大型個体が観察できた。

ただ、唐島は今回も前回と同様非常に少なかったが、この調査地点は非常に波が穏やかである。そのため一度漂着した海藻や海草が長期間そのままになり、硫化物臭がしていた。漂着物の量によってはカサガイ類が下敷きになり、酸欠で死滅する可能性があるものと考えられる。計測できたヨメガカサガイは、いずれも波打ち際から沖の転石上で確認された。

また、同様に新崎においても 42 mm 以上の個体が確認されたが、岸近くでのヨメガカサガイの生息密度が低く、沖の転石上で数多く確認され、計測することができた。唐島と同様静穏な場所では、岸に打ち寄せた漂着物などの影響で生息密度が変動しやすいのかもしれない。

海藻類のマクサについては調査地点によって増減はあるものの全地点で見つかった。

今後も改良を加え、本県における岩礁海岸の動植物の生息状況と海岸の改変状況について、モニタリング調査を継続して行いたいと考えている。

文献

- 鮎野義夫, 1993: 石川県地質誌. 321 pp., 金沢市.
- のと海洋ふれあいセンター, 2009: のと海洋ふれあいセンター年次報告, II—石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告 (14): 45-52.
- のと海洋ふれあいセンター, 2012: のと海洋ふれあいセンター年次報告, I—石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告 (17): 35-41.
- のと海洋ふれあいセンター, 2016: のと海洋ふれあいセンター年次報告, II—石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告 (21): 36-44.
- のと海洋ふれあいセンター, 2017: のと海洋ふれあいセンター年次報告, II—石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告 (22): 28-36.

のと海洋ふれあいセンター, 2020:のと海洋ふれあいセンター年次報告, II-石川県の岩礁海岸におけるモニタリング調査. のと海洋ふれあいセンター研究報告 (26):55-66.

吉田忠生・吉永一男, 2015. 日本産海藻目録(2015年改訂版). 藻類, 63(3):129-189.

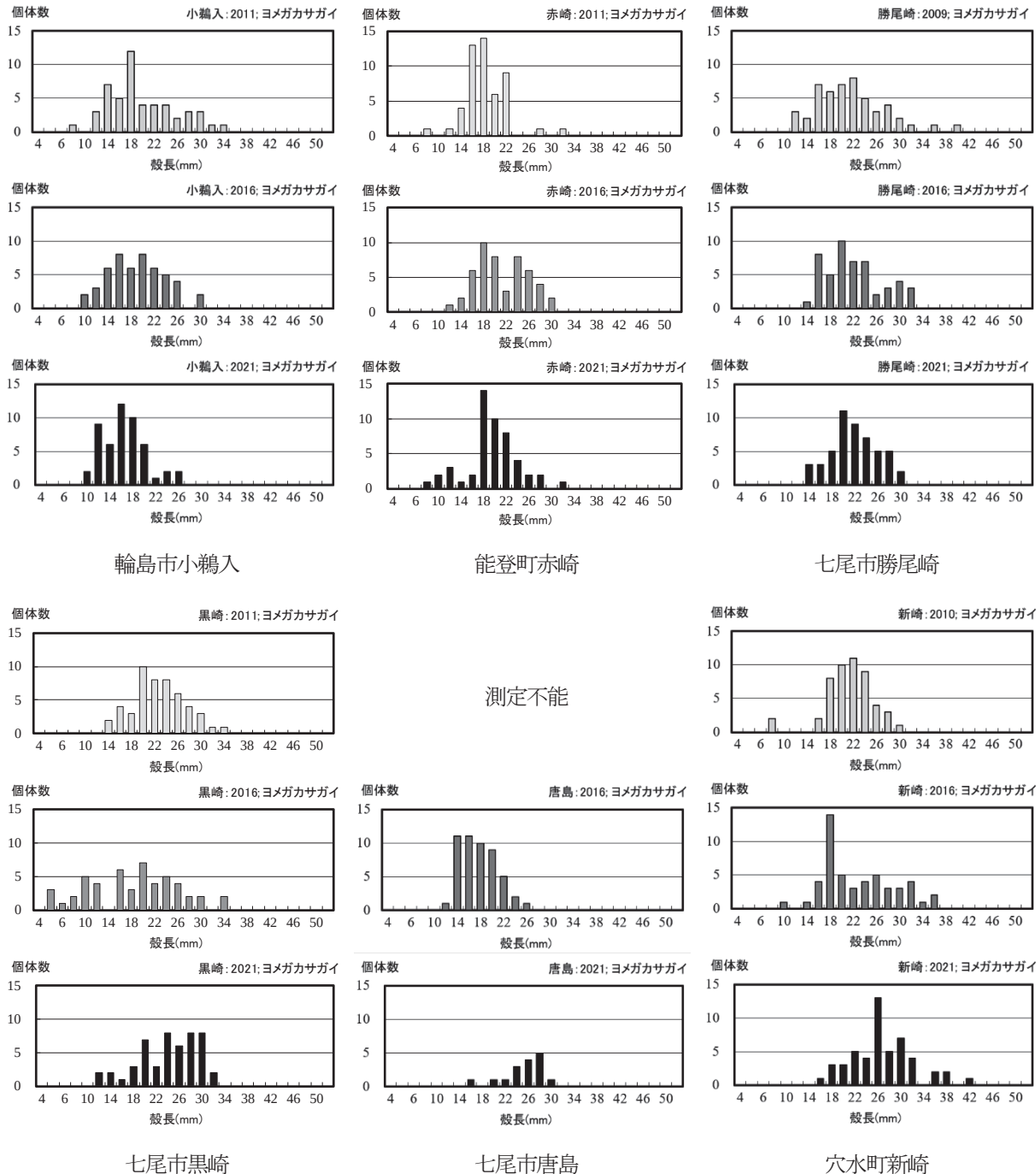


図 8 岩礁海岸で観察されたカサガイ類の殻長組成の変化(n=50, 七尾市唐島 2021 は n=16)



図 9 輪島市小鵜入におけるアラレタマキビガイの分布上限



図 10 能登町赤崎におけるアラレタマキビガイの分布上限



図 11 七尾市勝尾崎におけるアラレタマキビガイの分布上限



図 12 七尾市黒崎におけるアラレタマキビガイの分布上限



図 13 七尾市唐島のアラレタマキビガイの分布上限



図 14 穴水町新崎におけるアラレタマキビガイの分布上限

表 3 各調査地点で観察された石川県の潮間帯における主要な動物の生息量

調査地点	小鶴入			赤崎			勝尾崎			黒崎			唐島			新崎		
種名／調査年	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021
1 アラレタマキビガイ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	◎
2 タマキビガイ	×	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	×	△	△	○	○	○	◎	○	◎
3 クロフジツボ	○	○	○	○	○	△	△	×	×	△	△	△	×	×	×	×	×	×
4 イワフジツボ	△	△	△	×	×	△	×	×	×	△	△	△	×	×	△	○	○	×
5 カモガイ	◎	○	○	○	○	△	×	×	×	○	△	△	×	×	×	×	×	×
6 カメノテ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
7 ムラサキインコ	△	△	△	×	×	△	×	×	△	○	○	○	×	×	×	×	×	×
8 ケガキ	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	△	×	△	△	△	○	○	×
9 オオヘビガイ	×	△	△	○	○	△	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	△	◎	◎	◎
10 カラマツガイ	×	×	△	△	△	△	○	×	○	×	△	△	×	×	×	△	×	×
11 ヒザラガイ	○	○	○	○	○	○	○	×	○	×	×	△	×	×	×	×	×	×
12 <i>Anthopleura</i> 属	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	×	×	△	×	×	×
13 ミドリイソギンチャク	×	×	×	○	○	△	○	◎	△	○	○	△	×	△	×	◎	○	◎
14 ヨメガカサガイ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	◎	◎	◎	△	○	△	○	○	△
15 ベッコウカサガイ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	◎	◎	×	△	×	△	△	△
16 ウノアシガイ	×	△	○	◎	◎	○	○	×	△	○	○	○	×	×	○	△	△	×
17 インダタミガイ	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	○	◎	○	○	◎
18 イボニシ	○	○	○	○	○	○	△	×	○	◎	◎	○	×	△	○	○	○	○
19 スガイ	×	×	×	○	○	○	◎	◎	◎	×	×	△	×	△	◎	○	○	◎
20 オオコンダカガシラ	△	△	×	○	△	△	△	△	×	◎	△	△	×	×	×	×	×	×
21 コンダカガシラ	○	○	×	×	△	×	○	×	×	○	△	○	×	△	△	○	○	○
22 クボガイ	×	×	×	○	△	×	○	○	×	◎	○	○	×	×	×	○	○	×
23 アオガイ	◎	◎	○	△	△	×	×	×	×	◎	○	×	×	×	×	×	×	×
24 コウダカアオガイ	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×
25 レインガイ	○	○	○	○	△	△	×	△	△	○	△	△	×	×	△	×	×	×
26 アサリ	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
27 ムラサキウニ	◎	◎	◎	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
28 クロツケガイ*	△	○	○	×	×	△	△	×	○	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	×
29 カリガネエガイ*	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	○	○	◎	○	○	○
30 キクメイシモドキ*	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	△
31 ウミニナ*	×	×	×	◎	◎	◎	△	○	◎	×	×	×	○	△	×	◎	◎	◎
32 ホソウミニナ*	×	×	×	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	◎	◎	○
33 ウダシイソギンチャク*	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

* 印は調査地における特徴的生息種、または希少種を示す(◎多い、○よく見つかる、△探せば見つかる、×見つからない)

表 4 各調査地点で観察された石川県の潮間帯における主要な海藻草類の生育量

調査地点	小鶴入			赤崎			勝尾崎			黒崎			唐島			新崎		
種名／調査年	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021	2011	2016	2021
1 シオグサ属	×	○	△	○	○	◎	×	△	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
2 アオサ属	×	×	△	△	○	◎	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○
3 ウミゾウメン	◎	◎	◎	×	△	○	○	○	○	△	△	○	×	×	△	△	△	◎
4 イソダンソウ	×	×	×	○	○	△	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×
5 ビリヒバ	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	×	×	×
6 ヒライボ	×	△	△	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
7 無節サンゴモ類	○	○	○	△	△	○	○	○	○	×	×	△	×	×	○	×	×	×
8 ハバノリ	◎	◎	◎	×	×	×	-	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
9 ナラサモ	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
10 ミツデソゾ	◎	◎	◎	△	△	○	○	○	○	△	△	△	×	×	×	△	△	○
11 フクロリ	△	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	△	△	○
12 カゴメリ	◎	◎	△	×	△	○	○	○	○	△	○	○	×	×	×	×	×	×
13 ミル	×	×	△	×	×	×	△	△	△	×	△	△	×	○	○	×	△	×
14 マクサ	×	×	×	△	△	○	○	○	○	×	○	○	×	×	○	△	△	△
15 ウミトラノオ	○	○	○	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
16 イソモク	◎	◎	◎	△	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	×
17 アカモク	×	○	○	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×
18 トゲモク	◎	◎	◎	○	○	○	×	×	×	×	△	△	×	×	×	×	×	×
19 フシスジモク	◎	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	△	◎	◎	◎
20 ワカメ	○	○	○	×	×	△	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×
21 ジョロモク	×	×	×	○	○	○	×	×	×	○	△	×	×	×	×	×	×	×
22 ミヤベモク	×	×	×	○	○	△	×	×	×	◎	◎	○	×	×	×	×	×	×
23 マメタワラ	×	△	△	◎	◎	○	○	◎	○	×	×	×	×	×	×	○	○	○
24 ヤツマタモク	×	×	×	◎	◎	○	○	○	◎	△	△	×	×	×	×	○	○	○
25 ヨレモク	×	×	×	○	○	○	×	×	×	○	○	×	◎	○	○	○	○	○
26 ツノマダ属	○	○	○	×	×	×	×	×	×	○	△	○	×	×	×	×	×	×
27 アミジグサ	×	△	×	△	○	○	○	○	○	△	○	×	×	×	×	△	○	×
28 クロソゾ	×	×	×	△	△	△	×	○	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×
29 ウスユキウチワ	◎	◎	◎	×	×	×	○	○	△	×	×	×	×	×	×	×	○	×
30 アマモ	○	○	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	◎	○	◎	○	○
31 スゲアマモ	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○
32 エビアマモ*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
33 ヒジキ*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

* 印は調査地における特徴的生息種、または希少種を示す(◎多い、○よく見つかる、△探せば見つかる、×見つからない)

付表 1 岩礁海岸モニタリング調査の調査票 ① (一般項目とカサガイ類)

調査日時：

担当：

調査場所：

潮位（驗潮所）：

水溫：℃；[採水ビンNo. ； pH：

塩分量(σ)：(°C) (σ15)：(S %)：

概況の記録（改変状況等）

○調査海岸の形状・景観調査

写真撮影：

☐全景
☐右方向から
☐左方向から

計測：

☐海岸幅

○動植物調査

写真撮影：

☐アラレタマキビ上隈
☐カサガイ類長径計測場所
☐出現種調査場所
☐海藻草類

記録・計測：

☐ヨメガカサガ長
☐出現種記録
☐海藻草類被度調査

カサガイ類の殻長 約 50 個体長径を計測 種名：

方形枠 (25cm) 内のカサガイ類の個体数と生息環境の記録。□写真撮影

種名	個体数	備考
No.1		
No.2		
No.3		
No.4		
No.5		

岩礁モニタリング調査 野帳

付表 2 岩礁海岸モニタリング調査の調査票 ② (動物)

調査日時：							
	調査場所：岩礁モニタリング調査 野帳						
動物の生息状況							
(◎:多い、○:よく見つかる、△:探せば見つかるとは思えない)							
種名	露出	遮蔽	備考	種名	露出	遮蔽	備考
主要種							
アラレダマキビガイ				ヨロイソギンチャク			
タマキビガイ				ミドリイソギンチャク			
クロフジツボ				ヨメガカサガイ			
イワフジツボ				ベッコウカサガイ			
カモガイ				ウノアシガイ			
カモノテ				イシガラミ			
ムラサキインコ				イボニシ			
ケガキ				スガイ			
オオヘビガイ				オオコンシダカガンガラ			
カラマツガイ				クボガイ			
カラマツガイの断塊				レイシガイ			
ヒザラガイ				アサリ			
				ムラサキウニ			
				コンシダカガンガラ			
				アオリ			
				コウデアカアオリ			
希少種							
ウミニナ							
ホゾウミニナ							
カリガネエガイ							
特徴的生息種							
クロヅケガイ							
キクメイシモードキ							
ウメモズシイソギンチャク							
備考欄							

付表 3 岩礁海岸モニタリング調査の調査票 ③ (海藻草類)

調査日時：		岩礁モニタリング調査 野帳					
調査場所：							
海藻草類の生息状況 (◎：多い, ○：よく見つかる, △：探せば見つかる, ×：見つからない)							
種名	露出	遮蔽	備考	種名	露出	遮蔽	備考
主要種							
シオゲサ属				カゴメノリ			
アオサ属				ヘラヤハズ			
ウミゾウメン				ミル			
インダンツウ				マウサ			
ビリヒバ				ウミトラノオ			
ヒライボ				イソモク			
無節サンゴモ				アカモク			
ハバノリ				トゲモク			
ナラサモ				フシスジモク			
ミツヂソソ				ワカメ			
フクロノリ							
希少種							
ヒジキ							
特徴的生息種							
エビアマモ							
備考欄							

III-九十九湾周辺における気象と水質

1 気象観測

2020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ティーニ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、2020年の月別平均値、ならびに1995年から2019年の25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。

2020年の月別平均気温は、平年値と比べて1月から3月にかけて高く推移し、特に1月の平均気温は2.8℃も高かった。4月は平年より約1.1℃低くなったが、これは前線や気圧の谷の影響で降水日数が多かったからだと考えられる(表1、図2)。1月から3月までの最低気温は2月6日に-3.8℃が観測されたものの、最低気温が氷点下を記録した日は5日間だけであった。



図1 気象観測と水質調査の観測定点

☆、百葉箱設置点;○、磯の観察路の水質観測定点;●、水質調査定点;枠内は内浦海域公園地区

最高気温が0℃未満の真冬日は2019年同様一日もなかった。2月6日と9日に積雪を記録したが、ともに5cm未満であった。前年末からまとまった積雪はなく、降水日数は平年並みで降水量は少なかった。

ウグイスの初鳴きは平年より8日前後早い2月12日に観測された。春一番は2月16日に、九十九湾園地のソメイヨシノは3月29日に開花したが気温が低く推移したため4月10日ごろに満開となった。4月の天気は数日ごとの周期で変化した。後半は雨続きで降水量は少ないものの降水日数は平年よりも3日以上多かった。

5月は10日に9.3mmの降水量を記録したが、これを含めて10.0mm以上の降雨は観測されず、降雨日は平年よりも5日近く少なく、降水量も22.3mmと記録的に少なかった。

6月は平年より1日早く11日に梅雨入りするまでは晴天が続いた。梅雨入り後の1週間は雨が続き、降雨量は全般的に少なかった。6月12日の19.4mm、6月14～16日の63.5mmおよび6月26日の49.6mmが10.0mmを超える降雨量を記録した日で、計4日間であった。26日に最高気温27.2℃を計測した。気温が高い日が多かったため月平均気温が平年より2℃高くなった。

7月になり、梅雨前線の影響で曇りや雨の日が多くなった。10.0mm以上の降雨を観測したのは計13日となり、また、月の降雨日数は平年より6日以上多かった。最も多く降雨量を記録した日は7月10日で82.8mmであった。

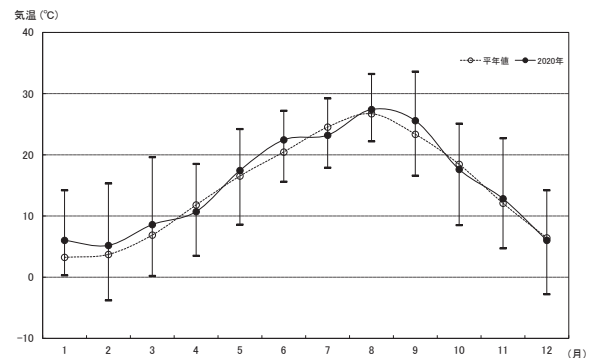


図2 2020年の月別平均気温

●、2020年(実線は月別の最高気温と最低気温の範囲を示す);○、1995-2019年の月別平均値

表 1 2020 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	14.2	15.3	19.6	18.5	24.2	27.2	29.2	33.2	33.6	25.1	22.7	14.2
	最低気温の最低値	0.3	-3.8	0.2	3.5	8.6	15.6	17.9	22.2	16.6	8.5	4.7	-2.8
	平均気温	6.0	5.2	8.6	10.7	17.4	22.4	23.2	27.4	25.6	17.6	12.8	6.0
	平均気温の平年値	3.2	3.7	6.9	11.8	16.5	20.5	24.5	26.7	23.4	18.4	12.1	6.4
降水量	総降水量	173.0	136.3	97.7	90.6	22.3	146.2	397.1	145.3	148.2	49.0	84.8	220.9
	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	19.0	16.0	15.0	14.0	4.0	7.0	17.0	6.0	12.0	7.0	12.0	21.0
	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	14.6	12.3	11.9	14.5	20.0	24.0	26.0	30.2	30.0	25.0	20.3	17.1
	最低水温	10.7	9.3	10.2	11.5	14.8	19.7	22.1	24.4	24.8	20.2	17.2	12.6
	水温平均	12.8	11.2	11.1	12.1	16.7	22.0	23.8	27.7	27.3	22.3	18.7	15.2
	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	3.406	3.420	3.429	3.423	3.467	3.467	3.305	3.271	3.293	3.330	3.381	3.367
	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	8.03	8.12	8.07	8.17	8.09	8.01	8.15	8.19	8.16	8.21	8.21	8.13
	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	4	4	3	1	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	5	1	1	0	0	0	1	2	7	5	2	1
	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 2019 年 12 月までの月毎の平均値、観測は午前 9 時に行った

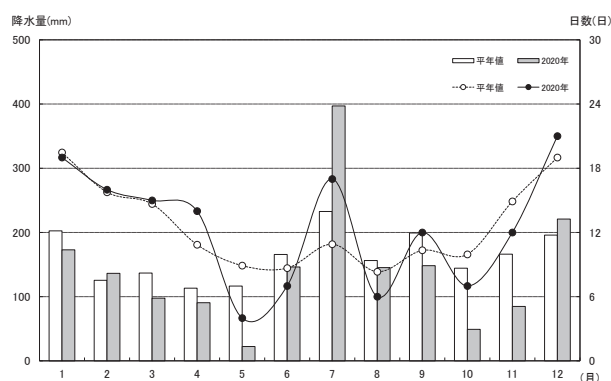


図 3 2020 年の月別の総降水量と 1 mm 以上の降水日数。総降水量(左目盛り): $\square$, 2020 年; $\square$, 1995–2019 年の平均値;降水日数(右目盛り): $\bullet$, 2020 年; $\circ$, 1995–2019 年の平均値

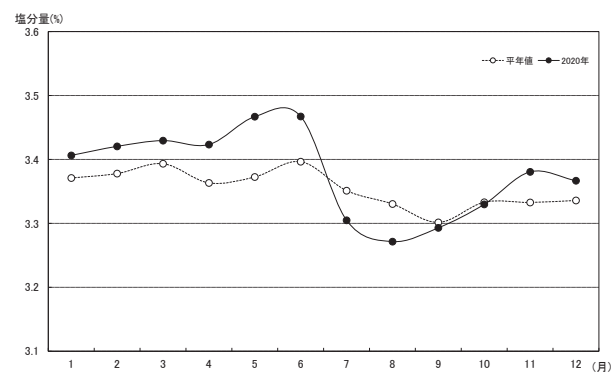


図 5 2020 年の磯の観察路における月別平均塩分量
 $\bullet$, 2020 年; $\circ$, 1995–2019 年の月別平均値

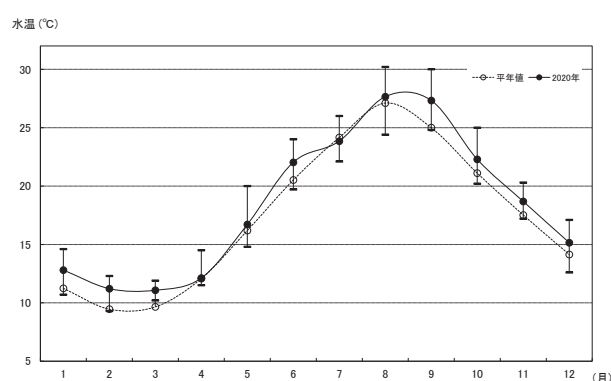


図 4 2020 年の磯の観察路における月別平均水温
 $\bullet$, 2020 年(実線は月別の 9 時における最高と最低水温の範囲を示す); $\circ$, 1995–2019 年の月別平均値

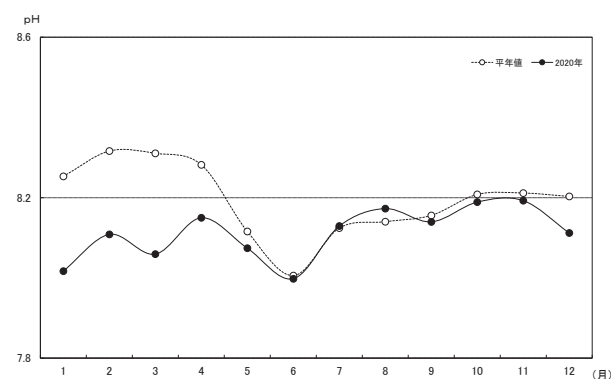


図 6 2020 年の磯の観察路における月別平均 pH 値
 $\bullet$, 2020 年; $\circ$, 1995–2019 年の月別平均値

梅雨明けは平年より8日遅い8月1日頃であった。梅雨明け以降、8月1日から9月13日までの44日間に、最高気温が30℃を超える真夏日は26日間、最低気温が25℃を超える熱帯夜は22日間観測された。8月は上旬から中旬にかけて雨が多く降り、7・9日に115.5mmのまとまった降水量を計測した。ただし後半は晴天が続いたため、降水量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9号の影響で気温が上がり、9月3日に8月の最高気温を超す33.6℃を観測した。気温は高めに推移し、降水日数も多かったが降水量は平年並みとなった。

10月は周期的に天候が移り変わったが、おおむね高気圧に覆われて晴れた日が多く、降水日数および降水量は平年よりもかなり少なかった。台風による直接の影響はなかったものの、低気圧の通過による強風によって波高が高くなったため、23日と24日の2日間、磯の観察路を通行止めにした。この際、強風により枯れた松の枝が折れて観察路上に散乱している様子が確認されたが被害は見受けられなかった。後日枯死松は伐採された。

11月は上旬に雨が多く、11月2日に31.8mmの降水量を記録した。しかし月全体としての降水量は平年の半分程度であった。

12月は平年並みの降水量を記録し、平年よりも降水日数が多かった。中旬には冬型の気圧配置や湿った空気の影響で曇りや雨の日が多く、初雪は12月14日で、12月15日に15.0cmと、まとまった降雪を記録した。

月別総降水量は、平年値と比べると7月が特に多かったが、5月と10月、11月が特に少なく、また3月と4月も少なかったが、それ以外はほぼ平年並みであった。一方、1mm以上の降水日数は5月と6月、8月、10月、そして11月がやや少なかった(図3)。

磯の平均水温は、多雨であった7月を除き週年にわたり平年値より高めに推移した。特に1、2月と9月は気温が高く推移したことに同調し、水温は高くなった。平年であれば8月上旬に最高水温を記録するが、2020年は8月30日に年間の最高水温である30.2℃が観測された。なお、朝9時の観測時に磯の水温が28℃を超えたのは、8月19日から9月12日までの25日間であった(図4)。一方、年間の最低水温は2月21日に

観測された9.3℃で、2020年における年間の年較差は20.9℃であった。

月別の平均塩分量は、平年値と比べると1月から6月までは高く推移し、特に5月は記録的に降水量が少なかったため高かった。7月と8月は降水量が多かったため月別の平均塩分量は低下した。しかし11月12月には降水量が少なかったため塩分量は高くなった。

月別の平均pHは1月から4月の4か月間を除けば、平年値とほぼ同じ値で推移した。1月から4月のpH低下についての原因は不明である。ただし例年の6月の降下は磯の観察路周辺に漂着した藻類が腐敗した影響で海水のpHを低下させたものと考えられる。なお、6月24日から26日にかけて磯の観察路周辺で漂着藻類や赤潮が腐敗して、異臭を放ち、海水が白濁する様子が観察されている。なお、pHの最低値は例年6月頃で、平年は上昇して12月まで高い値であるが、この年は12月に低い値を観測している(図6)。

九十九湾周辺で4月以降に見られる赤潮は、夜光虫の異常増殖によるものである。2020年、磯の観察路周辺では5月と6月に4回、7月に3回、そして8月に1回観察された。赤潮の大規模な接岸はなかったが、前述したように、漂着した大量の海藻草類が磯の観察路の一部に留まり、それが腐敗して悪臭と海水の白濁を起こす状況がみられた。

磯の観察路の通行止め日数は9月が7日間、1月と10月が5日間、そして8月と11月が各2日間、2月、3月、7月、そして12月が各1日間の合計25日間であった。8月から10月の通行止めは、いずれも低気圧、台風接近による影響が主原因である。

2012年4月からの各月の日射量と発電量を表2に示し、2020年の各月の日射量と2011年から2019年の各月の平均値(平年値)との比較を図7に示す。

2020年の日射量は、3月と8、9月が好天に恵まれたために多く、7月は梅雨のためくもりや雨の日が多く少なかった。これは2011年から2019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。ただ2020年は、9月に台風の影響で降水日数が平年より多かったにもかかわらず日射量はそれほど低くならなかったことが、特徴的であった。

表 2 2012 年から 2020 年の日射量(kWh/ m²)と発電量(交流発電電力量, kWh)

	2012 年		2013 年		2014 年		2015 年		2016 年		2017 年		2018 年		2019 年		2020 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	46.5	391.7	54.2	469.9	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
2 月	64.8	562.5	65.6	572.3	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
3 月	82.7	856.6	101.8	984.2	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
4 月	111.6	1161.2	101.2	1108.4	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
5 月	98.2	1269.0	107.5	1374.1	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
6 月	76.6	1269.7	75.6	1275.2	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
7 月	85.3	1104.2	74.4	988.2	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
8 月	146.4	1365.9	121.3	1158.0	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
9 月	124.6	1063.3	110.7	976.2	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
10 月	103.2	914.4	86.8	749.7	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
11 月	57.4	539.7	56.2	508.2	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
12 月	43.0	398.1	30.6	313.1	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
合計	1040.2	10896	986.0	10478	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

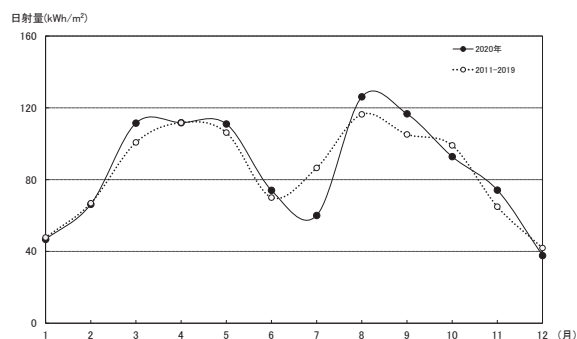


図 7 2020 年(●)と平年値(○, 2011 から 2019 年の平均値)の月別日射量(kWh/ m²)

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)、2020 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、2020 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 25 年間(1995 年から 2019 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 1 月から 3 月が平年値よりも 0.9–1.2 °C、9 月から 12 月にかけては 0.9–3.2 °C 高かった。また、5 月から 7 月にかけては平年値より 0.5–1.2 °C 低かった(図 8)。9 月の台風による気温の上昇が顕著に表れた(図 8)。

塩分量は磯の観察路における推移とよく類似していた(図 5, 9)が、7 月の観測日直前に降水量が多かったため、極端に低い値となった。pH は、8 月が平年値よりかなり高く、これ以外は平年値もしくは下回った(図 10)。特に 1 月の pH は 8 を切る低い値であった。今後も注意深く観測を継続したいと考えている。

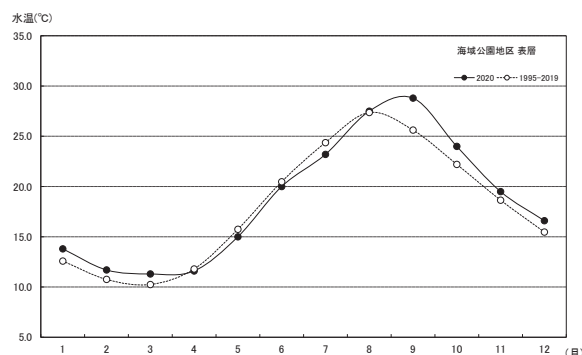


図 8 海域公園地区(St. 1)における表層の水温 ●, 2020 年; ○, 1995–2019 年の月別平均値

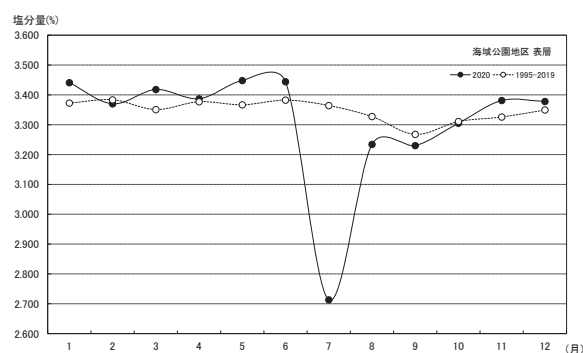


図 9 海域公園地区(St. 1)における表層の塩分量 ●, 2020 年; ○, 1995–2019 年の月別平均値

表3 2020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(℃)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16日	13.8	13.0	13.1	13.4	13.0	13.2	12.5	13.3	12.0	11.0	12.9	13.4	11.8	12.8
	2月12日	11.7	11.7	11.7	11.7	12.0	11.7	11.8	12.0	9.5	8.7	10.0	11.6	9.7	11.1
	3月12日	11.3	11.3	11.4	11.4	11.8	11.6	11.7	11.9	11.0	11.0	12.0	12.0	12.0	11.6
	4月15日	11.6	11.6	11.8	11.8	12.0	11.9	11.8	11.9	11.8	12.2	12.0	12.0	12.1	11.9
	5月12日	15.0	15.0	15.1	15.1	15.8	15.4	15.3	15.0	16.0	16.8	16.1	16.6	16.3	15.7
	6月17日	20.0	20.3	20.2	20.5	20.8	20.5	20.6	20.5	20.7	20.7	20.6	21.1	21.5	20.6
	7月15日	23.2	20.2	23.3	23.0	23.0	23.3	23.1	23.0	22.8	23.0	23.2	22.0	21.6	22.7
	8月16日	27.5	27.9	27.8	27.7	28.3	27.5	28.3	27.7	28.5	28.5	28.5	28.3	27.8	28.0
	9月12日	28.8	28.7	28.7	28.8	29.3	29.0	29.0	29.0	29.3	29.3	29.1	30.0	29.5	29.1
	10月14日	24.0	24.1	24.0	24.1	24.3	24.3	24.4	24.3	24.3	24.3	24.0	24.4	24.4	24.2
	11月14日	19.5	19.4	19.5	19.4	19.0	19.3	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	18.9	19.2
	12月11日	16.6	16.7	16.6	16.5	16.3	16.4	16.3	16.4	16.5	16.0	16.1	16.3	16.0	16.4
塩分量	1月16日	3.441	3.429	3.416	3.416	3.390	3.434	3.254	3.416	3.333	3.111	3.155	3.129	2.398	3.256
	2月12日	3.370	3.392	3.337	3.410	3.392	3.349	3.423	3.420	3.189	3.111	3.215	3.314	1.974	3.223
	3月12日	3.418	3.406	3.374	3.345	3.374	3.403	3.390	3.353	3.322	3.259	3.374	3.361	3.129	3.347
	4月15日	3.387	3.395	3.360	3.363	3.352	3.365	3.364	3.346	3.363	3.323	3.360	3.309	3.280	3.351
	5月12日	3.448	3.448	3.468	3.423	3.369	3.441	3.457	3.441	3.464	3.215	3.423	3.391	3.265	3.404
	6月17日	3.444	3.418	3.391	3.402	3.418	3.418	3.338	3.455	3.448	3.371	3.338	3.418	3.479	3.411
	7月15日	2.713	3.418	3.151	2.381	2.713	3.151	2.713	2.974	1.652	2.182	2.916	0.000	1.252	2.401
	8月16日	3.234	3.206	3.251	3.298	3.103	3.226	3.145	3.147	3.127	2.866	2.997	2.939	3.206	3.134
	9月12日	3.230	3.234	3.239	3.206	3.255	3.068	3.246	3.172	3.230	3.206	3.063	3.251	3.068	3.190
	10月14日	3.305	3.305	3.305	3.249	3.279	3.305	3.305	3.290	3.333	3.333	33.050	3.279	3.279	5.586
	11月14日	3.381	3.337	3.342	3.301	3.356	3.356	3.360	3.334	3.388	3.334	3.330	3.349	3.363	3.349
	12月11日	3.378	3.380	3.360	3.365	3.341	3.379	3.383	3.392	3.367	3.470	3.365	3.355	3.205	3.365
pH	1月16日	7.99	7.96	7.96	7.96	7.95	7.97	7.95	7.95	7.95	7.95	7.99	7.90	8.05	7.96
	2月12日	8.06	8.07	8.06	8.13	8.06	8.08	8.12	8.22	8.09	8.11	8.11	8.08	8.31	8.12
	3月12日	8.22	8.21	8.20	8.20	8.20	8.20	8.22	8.20	8.20	8.19	8.21	8.21	8.23	8.21
	4月15日	8.07	8.08	8.07	8.06	8.06	8.06	8.07	8.06	8.06	8.06	8.07	8.07	8.07	8.07
	5月12日	8.04	8.05	8.01	8.05	8.05	8.05	8.04	8.04	8.05	8.06	8.03	8.06	8.07	8.05
	6月17日	8.15	8.15	8.15	8.15	8.14	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.16	8.16	8.15	8.15
	7月15日	8.13	8.15	8.10	8.10	8.09	8.13	8.00	7.94	8.24	8.15	8.16	8.58	8.47	8.17
	8月16日	8.32	8.29	8.30	8.28	8.31	8.27	8.29	8.30	8.31	8.18	8.25	8.27	8.29	8.28
	9月12日	8.08	8.07	8.08	8.09	8.08	8.09	8.09	8.07	8.09	8.09	8.05	8.08	8.06	8.08
	10月14日	8.21	8.23	8.23	8.23	8.22	8.23	8.24	8.22	8.23	8.23	8.23	8.22	8.22	8.23
	11月14日	8.21	8.22	8.21	8.20	8.21	8.21	8.22	8.21	8.23	8.22	8.22	8.22	8.23	8.22
	12月11日	8.14	8.15	8.15	8.15	8.15	8.14	8.15	8.15	8.15	8.14	8.15	8.15	8.16	8.15

表4 2020年に観測された海域公園地区と九十九湾内における5m、10m、および20m層の水温(℃)と塩分量(%), pH

区分	観測日	5m層							10m層							20m層						
		定点							定点							定点						
		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16日	13.7	13.5	13.5	13.4	13.1	13.0	13.4	13.5	13.5	13.4	13.4	13.3	13.3	13.4	13.4	13.0	13.3	13.2			
	2月12日	11.7	11.5	11.7	11.7	11.9	11.7	11.7	11.5	11.5	11.6	11.7	11.9	11.9	11.7	11.5	11.9	11.9	11.8			
	3月12日	11.3	11.3	11.3	11.3	11.6	11.5	11.4	11.3	11.2	11.3	11.3	11.5	11.5	11.4	11.3	11.5	11.4	11.4			
	4月15日	11.5	11.5	11.9	11.6	12.0	11.7	11.7	11.5	11.6	11.7	11.6	11.7	11.6	11.6	11.6	11.7	11.6	11.6			
	5月12日	15.0	15.0	15.0	14.9	15.0	15.0	15.0	14.9	15.0	15.0	14.8	14.8	15.2	15.0	14.3	14.5	14.0	14.3			
	6月17日	20.3	20.2	20.0	20.4	20.7	20.0	20.3	20.4	20.0	19.9	20.1	20.6	20.0	20.2	19.9	19.8	19.7	19.8			
	7月15日	23.4	23.3	23.3	23.3	23.4	23.4	23.4	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.4	23.3	23.0	23.1	23.2	23.1			
	8月16日	27.5	27.8	27.0	27.4	27.5	27.3	27.4	27.3	27.5	27.4	27.2	27.4	27.2	27.3	26.8	26.7	26.5	26.7			
	9月12日	28.6	28.6	28.5	28.6	28.7	28.6	28.6	28.5	28.5	28.5	28.6	28.7	28.7	28.6	27.4	27.8	27.5	27.6			
	10月14日	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	23.9	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	23.9	24.0	24.0			
	11月14日	19.1	19.3	19.0	19.0	19.0	19.0	19.1	19.0	19.0	19.0	19.1	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0			
	12月11日	16.5	16.5	16.5	16.3	16.1	16.3	16.4	16.5	16.5	16.5	16.4	16.3	16.4	16.4	16.4	16.3	16.4	16.4			
塩分量	1月16日	3.429	3.429	3.424	3.429	3.444	3.429	3.431	3.449	3.439	3.441	3.431	3.398	3.429	3.431	3.431	3.436	3.444	3.437			
	2月12日	3.391	3.370	3.391	3.384	3.309	3.388	3.372	3.366	3.410	3.419	3.410	3.392	3.381	3.396	3.425	3.384	3.391	3.400			
	3月12日	3.429	3.392	3.424	3.390	3.379	3.403	3.403	3.401	3.379	3.416	3.376	3.379	3.390	3.390	3.376	3.376	3.406	3.386			
	4月15日	3.459	3.403	3.449	3.360	3.360	3.365	3.399	3.464	3.406	3.364	3.360	3.349	3.365	3.385	3.360	3.365	3.421	3.382			
	5月12日	3.262	3.431	3.468	3.423	3.444	3.466	3.416	3.439	3.431	3.462	3.462	3.429	3.425	3.441	3.448	3.410	3.444	3.434			
	6月17日	3.418	3.418	3.418	3.430	3.430	3.405	3.420	3.418	3.405	3.430	3.446	3.402	3.430	3.422	3.471	3.524	3.406	3.467			
	7月15日	3.319	3.310	3.319	3.337	3.351	3.337	3.329	3.480	3.337	3.337	3.351	3.337	3.337	3.363	3.346	3.346	3.403	3.365			
	8月16日	3.234	3.273	3.265	3.287	3.226	3.216	3.250	3.251	3.287	3.251	3.234	3.279	3.266	3.261	3.277	3.246	3.287	3.270			
	9月12日	3.262	3.192	3.239	3.230	3.259	3.202	3.231	3.251	3.242	3.242	3.265	3.230	3.269	3.250	3.287	3.319	3.262	3.289			
	10月14日	3.305	3.305	3.333	3.302	3.293	3.302	3.307	3.333	3.305	3.305	3.290	3.318	3.305	3.309	3.305	3.302	3.302	3.303			
	11月14日	3.369	3.363	3.388	3.334	3.349	3.371	3.362	3.334	3.388	3.363	3.342	3.395	3.388	3.368	3.360	3.369	3.388	3.372			
	12月11日	3.397	3.380	3.380	3.378	3.355	3.374	3.377	3.383	3.385	3.380	3.391	3.392	3.352	3.381	3.360	3.315	3.374	3.350			
pH	1月16日	7.94	7.95	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.93	7.95	7.97	7.92	7.95	7.95	7.97	7.95	7.97	7.96			
	2月12日	8.07	8.07	8.13	8.12	8.08	8.08	8.09	8.06	8.08	8.06	8.10	8.07	8.07	8.07	8.18	8.14	8.13	8.15			
	3月12日	8.22	8.21	8.20	8.20	8.20	8.19	8.20	8.20	8.21	8.21	8.20	8.20	8.20	8.20	8.19	8.19	8.19	8.19			
	4月15日	8.09	8.07	8.07	8.06	8.06	8.06	8.07	8.08	8.06	8.08	8.07	8.06	8.06	8.07	8.06	8.06	8.06	8.06			
	5月12日	8.03	8.04	8.02	8.04	8.04	8.05	8.04	8.04	8.02	8.03	8.04	8.02	8.04	8.03	8.05	8.04	8.05	8.05			
	6月17日	8.14	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.14	8.15	8.15	8.15	8.15	8.14	8.15			
	7月15日	8.08	8.05	8.01	8.05	7.95	8.07	8.04	8.04	8.06	8.03	7.95	7.88	7.98	7.99	8.08	7.76	7.93	7.92			
	8月16日	8.30	8.31	8.30	8.30	8.31	8.29	8.30	8.31	8.27	8.29	8.30	8.30	8.29	8.29	8.29	8.28	8.28	8.28			
	9月12日	8.07	8.10	8.09	8.09	8.09	8.09	8.09	8.09	8.09	8.09	8.09	8.07	8.08	8.09	8.05	8.08	8.08	8.06			
	10月14日	8.23	8.23	8.23	8.20	8.24	8.21	8.22	8.23	8.23	8.23	8.22	8.22	8.23	8.23	8.22	8.23	8.22	8.22			
	11月14日	8.21	8.22	8.22	8.22	8.23	8.21	8.22	8.22	8.22	8.23	8.21	8.24	8.22	8.22	8.22	8.24	8.28	8.25			
	12月11日	8.15	8.15	8.16	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.16	8.15	8.13	8.15	8.15	8.14	8.15	8.14	8.14			

透明度は九十九湾中央(St. 4)で 8 月に 18.0 m の高い透明度を観測したが、4 月に 7.5 m と低かった。これ以外の月は 11–17 m の範囲を示し、10m を超える透明度を記録した。

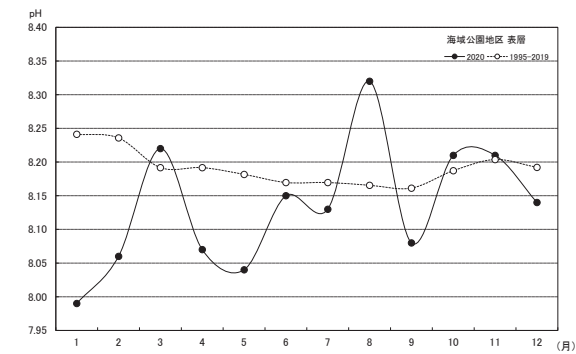


図 10 海域公園地区(St. 1)における表層の pH 値
●, 2020 年;○, 1995–2019 年の月別平均値

表 5 2020 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 16 日	>D	>D	>D	15.5	11.5	12.5
2 月 12 日	>D	>D	>D	14.5	13.0	14.0
3 月 12 日	>D	>D	11.5	11.5	11.5	11.5
4 月 15 日	10.0	8.0	7.5	7.5	5.5	7.0
5 月 12 日	>D	>D	>D	13.0	10.5	11.5
6 月 17 日	>D	>D	>D	14.5	14.5	13.5
7 月 15 日	>D	>D	>D	12.5	10.0	12.5
8 月 16 日	>D	>D	>D	18.0	15.5	17.0
9 月 12 日	>D	>D	>D	17.5	15.0	16.5
10 月 14 日	>D	>D	>D	16.5	14.0	15.0
11 月 14 日	>D	>D	>D	16.5	11.5	15.0
12 月 11 日	>D	>D	>D	16.5	14.0	15.0

「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る。

- (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、その後に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、印刷されるときの大さきの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、本文中でも 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 27 号

令和 4（2022）年 3 月 25 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

Report of the Noto Marine Center, No.27, 2021

Contents

Yukina WATABE, Yuji ISE, Shouzo OGISO, Makoto URATA, Kyoko MATSUMOTO,
Keiichi SAKAI, Kaito HATANO and Nobuo SUZUKI

Development of teaching materials using sponges collected in Tsukumo Bay, Noto Peninsula 1

Hiroaki ARAKAWA

Changes in ichthyofauna in main rivers, Noto Peninsula, Ishikawa since 1978 to 2010 ... 9

Yoshiaki SAKURAI and Hisanori KOHTSHUKA

Relative growth of Irregular Sea Urchin (Echinodermata, Echinoidea) *Fibulariella acuta*,
from Ishikawa, and Fukui, Central Japan Sea 24

Annual Report of the Noto Marine Center 29