

のと海洋ふれあいセンター研究報告

第 24 号

Report of the Noto Marine Center, No.24

石川県生活環境部

2018

のと海洋ふれあいセンター研究報告, 第 24 号, 2018

目 次

(原著論文)

坂井恵一

能登九十九湾におけるヒライソガニ <i>Gaetice depressus</i> の形態変化と繁殖生態……………	1
---	---

幸塚久典・小木曾正造・又多政博

能登半島の浅海から新たに得られたライオンブンブク属の 1 種 <i>Metalia</i> sp. (棘皮動物門: ウニ綱) の裸殻の記録……………	13
---	----

小木曾正造・池森貴彦・東出幸真・浦田慎

石川県鳳珠郡能登町沿岸で見られたクリイロカメガイ <i>Cavolinia uncinata</i> の大量漂着…	19
---	----

小木曾正造・幸塚久典・又多政博

能登半島で新たに見つかったブンブクチャガマ科 (棘皮動物門, ウニ綱) のセイタカブン ブク <i>Moira lachesinella</i> ……………	25
---	----

荒川裕亮・柳井清治

カワヤツメ <i>Lethenteron japonicum</i> の成熟度合と人工授精に関する研究……………	29
--	----

のと海洋ふれあいセンター年次報告……………	40
-----------------------	----

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……………	40
-----------------------------------	----

II ー 九十九湾周辺における気象と水質……………	48
---------------------------	----

能登九十九湾におけるヒライソガニ *Gaetice depressus* の形態変化と繁殖生態

坂井 恵一

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)

Notes on the Morphological Changes and Reproductive Ecology of the Subtropical Pebble Crab *Gaetice depressus* at the Rocky Shore of Tsukumo Bay, Noto Peninsula, Sea of Japan

Keiichi SAKAI

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

はじめに

ヒライソガニ *Gaetice depressus* (DE HAAN, 1833) は、本邦の北海道から九州までの日本海と太平洋沿岸ならびに沖縄諸島と小笠原諸島に、さらには韓国と中国、台湾沿岸に分布する、潮間帯の代表的な小型のカニである(西村・鈴木, 1971; 武田, 1982; 三宅, 1983; 和田, 1995)。本種は、前報告(坂井・橋本, 2018)で紹介したイソガニ *Hemigrapsus sanguineus* (DE HAAN, 1835)と同様、のと海洋ふれあいセンターの磯の観察路において、最も普通に観察できる生き物の一種である。この観察路周辺では、これら 2 種とイワガニ *Pachygrapsus crassipes* RANDALL, 1840、そしてケフサイソガニ *Hemigrapsus penicillatus* (DE HAAN, 1835)の計 4 種は生息個体数も多く、児童・生徒でも見つけ易いので、捕獲や探索の対象になる人気のカニ類である。これら 4 種は良く似た体形・体色をしているが、ヒライソガニは甲羅の前方部がやや広いイチョウ形をしていて、四隅は丸く、甲幅は最大で約 25 mm 程度である(西村・鈴木, 1971; 武田, 1982; 他)。そして甲羅の表面は平たんで、イワガニの様な“シワ”が無く、鉗脚の指部根元にはイソガニの様な“柔らかい袋”が、またケフサイソガニの様な“軟毛”が無いことで識別される。甲羅の色は茶色、深緑、そして白色などと変化に富み(坂井, 2013)、鉗脚の外側に小さな白斑が無数に在ることも本種の特徴である。坂井・橋本(2018)は、磯の観察会などで参加者から寄せられる質問に正確に答えるため、九十九湾周辺におけるイソガニの産卵・抱卵期と抱卵期間、メスの成熟する大きさなどについて調査を行い、その結果を報告した。これに続き、今回は磯の観察路周辺でヒライソガニの採集を行い、成長に伴う主に腹節の形態変化、繁殖期とメスが繁殖可能になる大きさ等の繁殖生態に関する調査を行ったので、その結果を報告する。



図 1 ヒライソガニのオス(甲幅 22 mm)

材料と方法

材料の採集

ヒライソガニの採集は、磯の観察路の屋外タッチフィールド内とその周辺の潮間帯(水深約 50 cm まで)で行った(図 2, 3)。調査期間は 2018 年 3 月上旬から 11 月上旬までの約 8 ヶ月間である。当初、2 週間に 1 回の採集を計画したが、7 月と 8 月は潮位が高く(筒井, 1996)、また台風の接近や荒天による風浪の影響で、月 1 回の採集しかできなかった。結果として、この 8 ヶ月間で合計 18 回の採集を行った。

1 回の採集は、1 人で約 2 時間を目安としたが、同センターの職員の協力が得られた場合には、2 人であれば約 1 時間等と、時間を短縮して採集努力量を合わせるように調整した。採集に当たっては、潮位の状況に応じて長靴や胴長、ウェットスーツを使用し、石や岩の下に潜むヒライソガニを探した。

観察と測定

採集できた全個体を研究室に持ち帰り、腹節の形態によって雄雌を判断し、観察と測定を行った。ただし、6 月 17 日と 7 月 10 日の 2 回は、現場で雌雄を判別し、オスはその場で放流してメスだけを持ち帰った。雌雄の判断に迷った小型個体は標本として固定した後、交尾器の有無を顕微鏡で観察して雌雄を決定した。

研究室では雌雄の再確認を行い、ノギスとディバイダーを使ってメスについては全個体の甲幅(甲羅

の幅が最も広い部位)と腹面の第 3 頭胸甲幅と第 3 腹節幅を、オスについては 3 月 7 日から 6 月 5 日まではメスと同じ 3 部位を測定したが、8 月以降は甲幅だけを測定した。

採集されたヒライソガニは、観察・測定後に採集場所に放流したが、メス 18 個体とオス 12 個体をのと海洋ふれあいセンターの登録標本として収蔵した。

抱卵期間を明らかにするため、5 月 9 日と 5 月 22 日に採集された抱卵中のメス 4 個体を個別に飼育ケース(W 21 cm×D 13 cm×H 13 cm)に収容し、水槽で飼育し、観察した。

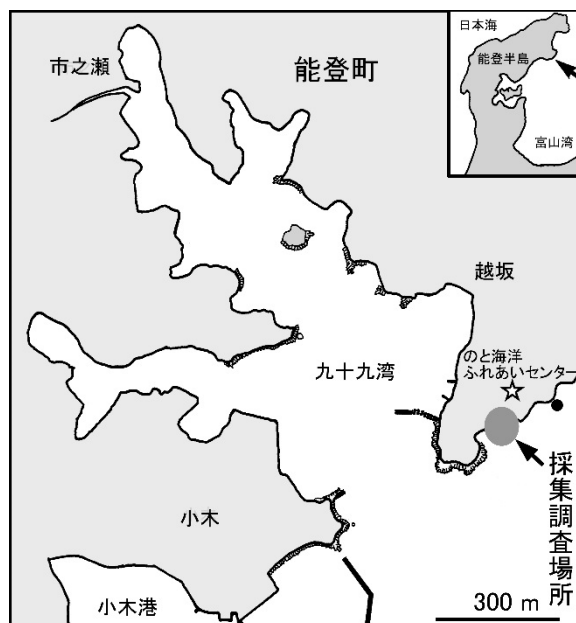


図 2 ヒライソガニの採集調査場所の概略図
●磯の水温の観測場所

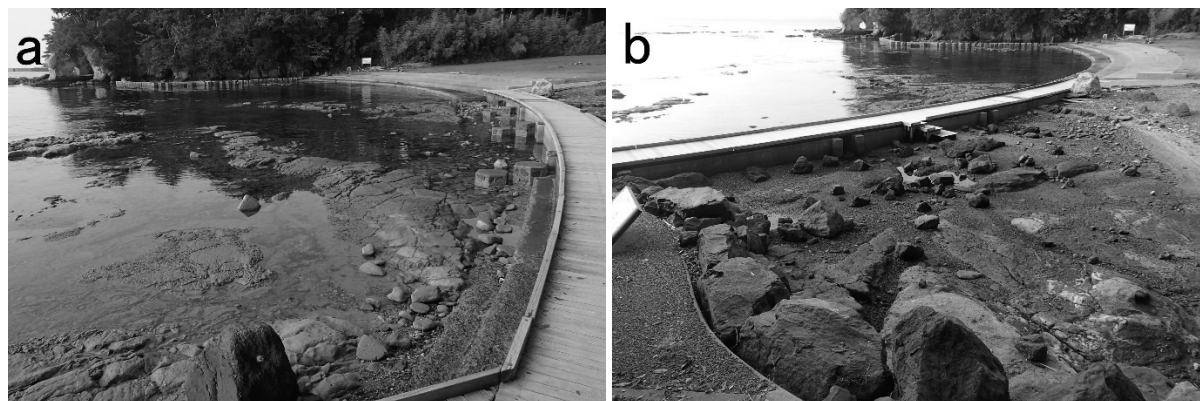


図 3 ヒライソガニの採集調査場所の海岸風景(干潮時に撮影)
a 磯の観察路の潮間帯; b 屋外タッチフィールド(干潮で干上がった状態)

結果と考察

オスの成長と形態変化

2018年3月から11月に採集されたヒライソガニはメス368個体、オス412個体の合計780個体であった。雌雄の性比は1対1.12となった。この内、外見からフクロ虫類の寄生が確認できたのは、3月7日に採集された1個体(甲幅12.5 mm)だけであった。この個体は、成長に伴う形態変化と性成熟の観察に含めなかった。

9月12日に採集された甲幅5.6 mm(図4-a)と甲幅6.0 mmの小型2個体は、標本として固定した後、腹節を捲り、交尾器を確認してオスと判断した。また、11月11日に採集された甲幅5.2 mmの個体は、腹節の形態によりオスと判断され、これがオスの最小個体となった。オスの成長に伴う腹節の形態変化は顕著ではなかった(図4-b, c)。

各調査日におけるオスの甲幅組成を図5に示す。ただし、採集個体数が少なかった3月13日(6個体)

は3月7日と、5月8日(5個体)は5月9日と併せて示した。なお、現地で雌雄を判断し、オスを持ち帰らなかった6月17日と7月10日の計2回の結果は含めていない。

オスの最大個体は、5月22日と6月5日に採集された甲幅24.5 mmであった(図5)。採集されたヒライソガニは観察・測定後に採集場所付近に放流したので、これらは同一個体の可能性がある。この他、5月9日には甲幅24.0 mmの個体が採集されたが、8月以降では最大甲幅は22 mm以下であった。したがって、九十九湾周辺におけるオスの最大個体は、三宅(1983)や武田(1982)の記載と同様に、甲幅24-25 mm程度であると判断される。

オスの大型個体には、鉗脚の可動指腹面に丸みを帯びた多先頭の突起を持つ個体が見つかることがある(図4-d)。西村・鈴木(1971)が報告しているように、鉗脚は大型で可動指はへろの字に曲がり、不動指の湾曲も大きい。ところが、甲幅22 mmを超えても、可動指に突起が発達せず、鈍い隆起となって

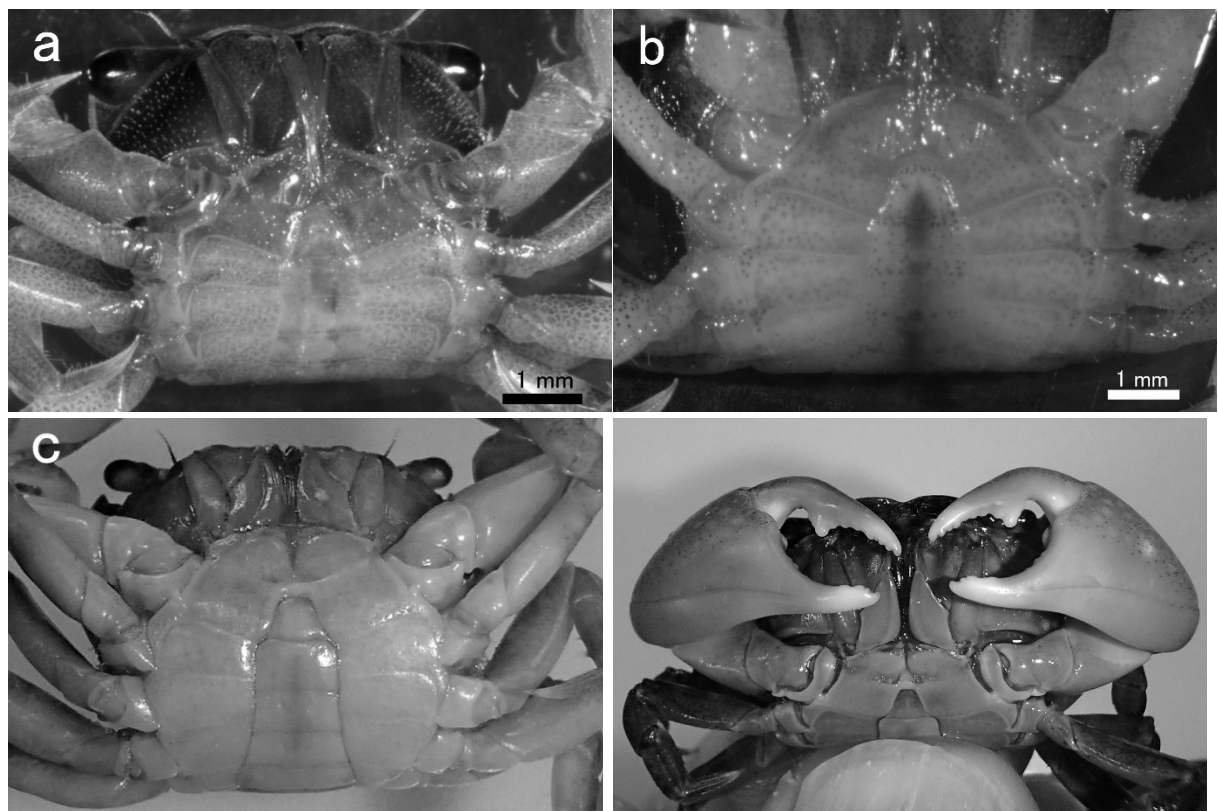


図4 ヒライソガニのオスの腹節の形態変化(a-c)と左右鉗脚の可動指に多先頭の突起を持つ個体(d)

a NMCI AR.878, 甲幅 5.6 mm; b NMCI AR.870, 甲幅 6.8 mm; c NMCI AR.875, 甲幅 16.5 mm; d 甲幅 22.5 mm.

いる個体も認められた。この鉗脚可動指の突起の機能と意義に興味を持たれるが、現時点では解らない。
今回の調査では、オスの小型個体の成長を考察

するのは難しいが、9月12日に採集された甲幅5-6mm 台の個体は新規加入群であると考えられる。

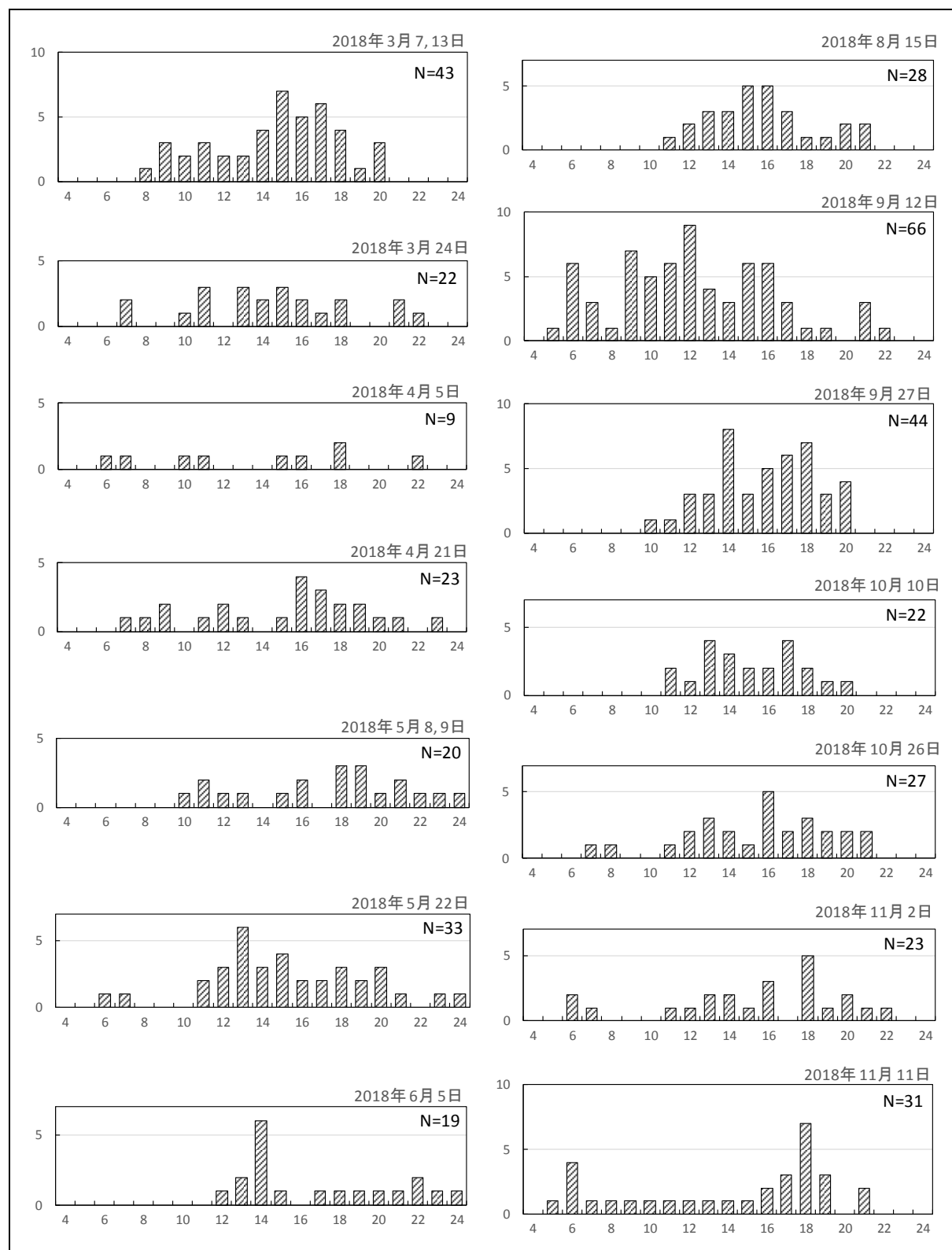


図 5 九十九湾周辺で採集されたヒライソガニのオスの甲幅組成の変化

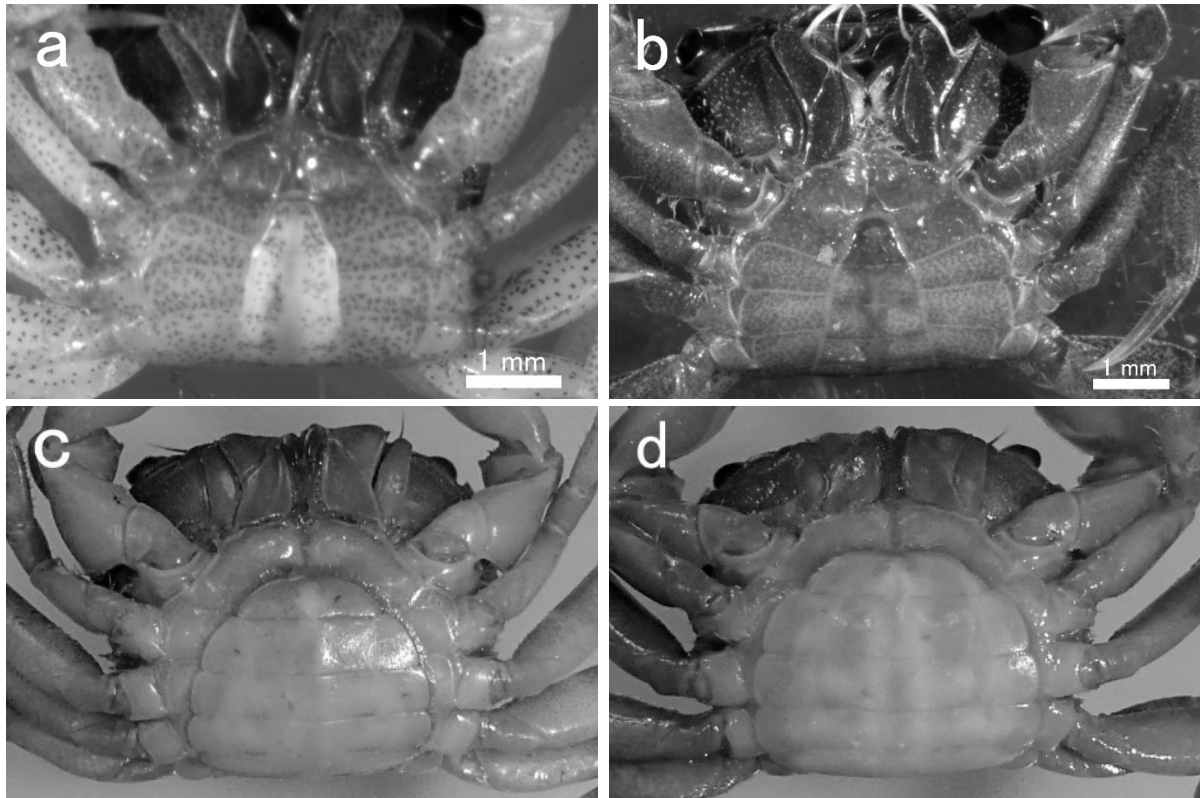


図 6 ヒライソガニのメスの腹節の形態変化

a 幼体, NMCI AR.877, 甲幅 4.6 mm; b 幼体, NMCI AR.877, 甲幅 5.5 mm; c 亜成熟, NMCI AR.880, 甲幅 14.0 mm; d 成熟, NMCI AR.844, 甲幅 14.0 mm.

メスの成長と形態変化

メスの成長と形態変化、そして成熟との関係を明らかにするため、腹節の形態に基づき成熟段階を坂井・橋本(2018)のイソガニを参考に、下記の 4 段階に分けた。

- ① 幼体: 第 3 腹節幅が頭胸甲幅より明らかに狭く(頭胸甲幅に対する第 3 腹節幅の比率は 75%以下)、腹節は丸みを帯びた三角形を呈する(図 6-a, b)。
- ② 亜成熟: 第 3 腹節幅が頭胸甲幅より僅かに狭く(頭胸甲幅に対する第 3 腹節幅の比率は 75–97.3%)、成熟脱皮を終わっていないと判断できた個体(図 6-c)。
- ③ 成熟: 腹節の幅が頭胸甲幅とほぼ同じで、成熟脱皮を終わっている、または一度は産卵を経験したと思われる個体(図 6-d)。
- ④ 抱卵: 抱卵している個体。

各調査日におけるメスの甲幅組成を図 7 に示す。

オスと同様に、採集個体数が少なかった 3 月 13 日(6 個体)は 3 月 7 日と、5 月 8 日(3 個体)は 5 月 9 日と併せて示した。

メスの幼体は、3 月 7 日から 6 月 17 日までは連続して採集され、しかも大型化が認められた。7 月と 8 月には採集されなかったが、この時期は潮位が高いので、小型の個体を見つけにくい条件ではあるものの、この時期までに多くの幼体が亜成熟以上に成長したものと考えられる。その後、9 月 12 日にはメスの最小個体である甲幅 4.6 mm(図 6-a, 図 7)を含む多数の幼体が採集されるようになり、その状況は 11 月 11 日まで続いた。

9 月 12 日に採集されたメスの最小個体は、腹節の形態では雌雄の判断ができなかった。オスの場合と同様に、標本として固定した後に腹節を捲り、交尾器がないことを確認してメスと判断した。一方、同日に採集された甲幅 5.5 mm の個体は(図 6-b)、腹節の形態でメスと判断ができたが、念のため標本とした後に交尾器がないことを確認した。

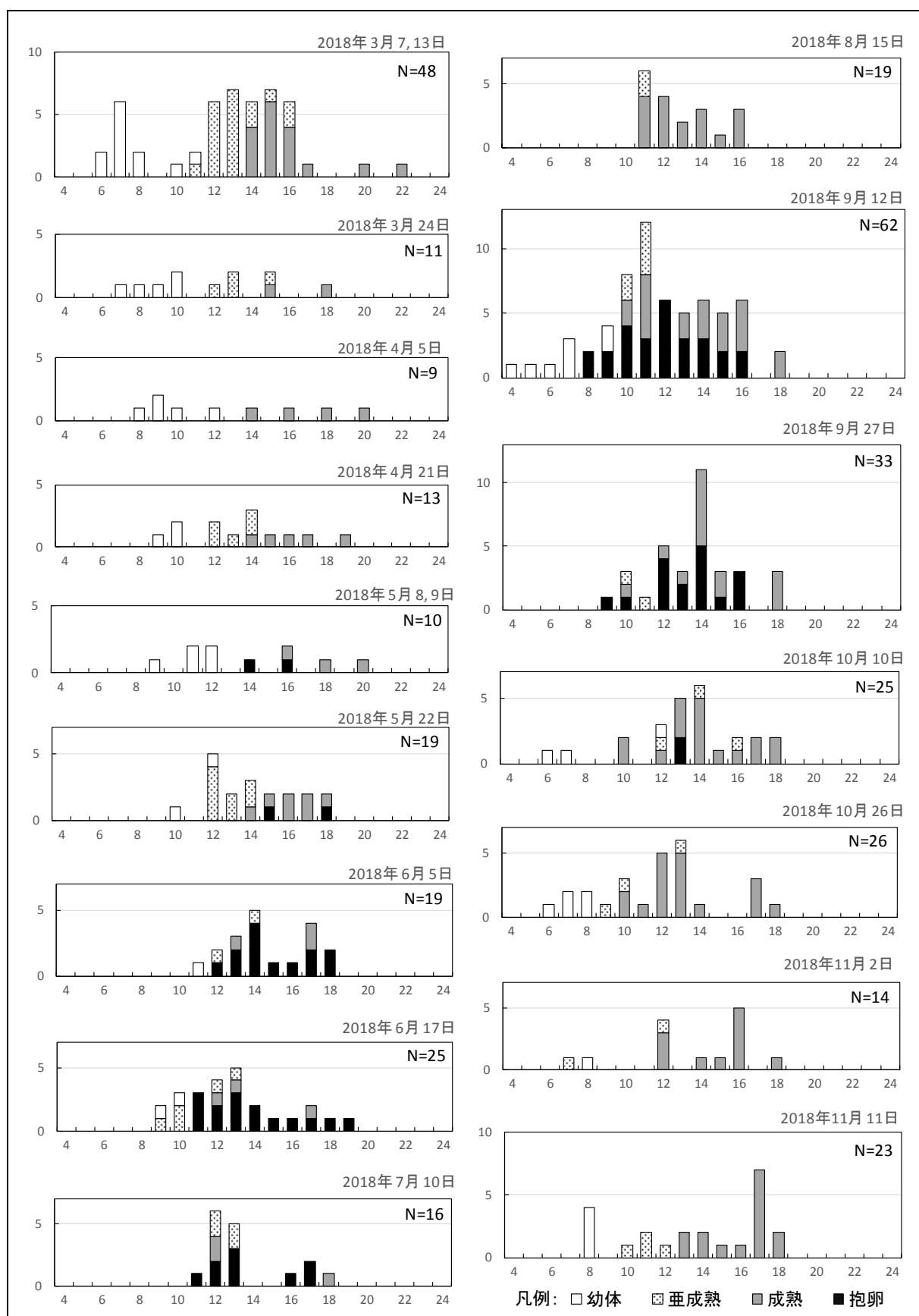


図7 九十九湾周辺で採集されたヒライソガニのメスの甲幅組成とその成熟段階(幼体、亜成熟、成熟、抱卵)

メスの最大個体は3月13日に採集された甲幅22.0 mmであった(図7)。それ以降に採集された大型個体は4月5日に甲幅20.0 mm、5月9日に甲幅20.6 mmのものが各1個体採集されたが、この2個体以外には甲幅20 mmを超える個体は採集されなかった(図7)。したがって、当地におけるメスの最大個体は、オスより3 mmほど小さい甲幅22 mm程度と判断できる。

抱卵個体が最初に見つかったのは5月9日で、甲幅16.5と14.2 mmの2個体であった(図7)。その後、6月と7月は甲幅11 mm台の抱卵個体が見つかり、小型化が認められた。8月には抱卵個体は全く見つからなかったが、9月12日には再び抱卵個体が見られるようになり、しかも甲幅が10 mmに満たない個体も抱卵していた(図7)。

今回の調査で見つかった最小の抱卵個体は甲幅8.2 mmであった(図8)。その後、抱卵個体は10月10日まで認められたが、それ以降では見つからなかった。この様に、ヒライソガニの繁殖に参加するメスの大きさ(甲幅)は時期に応じて若干変化することが明らかとなった。



図8 ヒライソガニの最小の抱卵個体, NMCI AR-876, 甲幅8.2 mm, 2018年9月12日採集

成長に伴う腹節の形態変化

甲幅と頭胸甲幅に対する腹節幅の比率の関係を図9に示す。ここでは調査日だけのデータを使うと個体数が少ないため、その特徴を把握するのが難しかった。そこで、繁殖期に入る前の3月の3回の調査、繁殖期の初期である6月の2回、そして繁殖期中期でまとまった個体数が採集された9月12日

のデータを使用した。

まず、3月24日に採集された甲幅6.4と6.5 mmの2個体のオスは頭胸甲幅に対する腹節幅の比率が37.5–40.0%、ほぼ同じ大きさの甲幅6.8と6.9 mmの2個体のメスの値が39.6–40.0%であった。したがって、両者を腹節の形態で識別するのは難しいことが分かる。ところが、甲幅8.0と9.0 mmのオスでは頭胸甲幅に対する腹節幅の比率が31.7–34.5%と若干低くなり、それより大型になると約30%前後の値でほぼ一定の値で推移するようになる(図9-上)。

一方メスは、成長に伴い腹節の形が丸みを帯びた三角形を呈するように変わり、甲幅7–9 mmの個体で概ね45–50%の値を示すようになる(図9-上)。

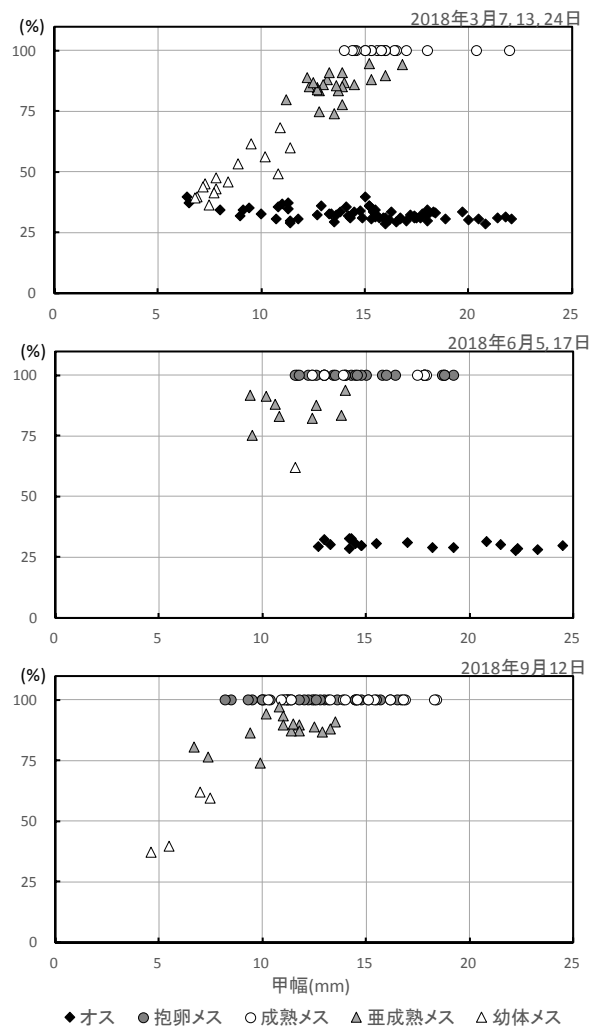


図9 ヒライソガニの甲幅と頭胸甲幅に対する腹節幅の比率の関係(上:3月、中:6月、下:9月)

このことから、腹節の形態で雌雄をほぼ間違いなく判断できる大きさは、甲幅 7 mm を超えた個体であることが明らかとなった。前述のように、本報告ではメスの頭胸甲幅に対する腹節幅の比率が 75% 以下のものを幼体、75–97.3% を亜成熟、100% のものを成熟と抱卵に区別した。

3 月の時点では、亜成熟の甲幅範囲が 11.2–16.8 mm、成熟が甲幅 14.0 mm 以上と、甲幅範囲は一部で重複しているが、亜成熟は甲幅 14 mm 以下のものが多かった(図 9-上)。

ところが 6 月になると、亜成熟の甲幅範囲が 9.4–14.0 mm、成熟の甲幅範囲が 12.4–17.9 mm、そして抱卵の甲幅範囲が 11.6–19.2 mm となり、三者とも明らかに小型化していた。このことは、繁殖期が始まる前の 3 月と 4 月では、甲幅 14 mm 以下の個体は多くが亜成熟の段階にあるが、繁殖期の 6 月になると亜成熟だった個体は成熟脱皮を完了させて繁殖に参加し、また幼体だった個体も多くは亜成熟に移行したものと考えられる。このことは、7 月と 8 月に幼体と亜成熟の個体が少なかった結果とも一致する(図 7)。さらに 9 月になると、6 月の時点では亜成熟、もしくは幼体だった個体の一部は成熟脱皮を完了させ、甲幅 8 mm 台の個体までが繁殖に参加していた。したがって、九十九湾周辺におけるヒライソガニは高温期には、繁殖期前の 3 月、4 月には幼体だった一部と亜成熟の個体は、性成熟を速めて成熟脱皮を完了させ、繁殖に参加するものと考えられる。ただし、甲幅が 9–14 mm の亜成熟の個体も少なからず認められることから(図 9-下)、甲幅 10 mm 以下の個体の参加率は高くないものと推察できる(図 7)。

次に、抱卵個体が急増した 6 月 5 日の観察結果を基に、抱卵メスの卵の発生段階を初期、中期、後期の 3 段階、また先の成熟段階と併せてメスの状態を 6 段階に別け、調査日別の組成を求めた(図 10)。

卵の発生段階による区別は、

- ① 抱卵初期: 卵は体節の分化が認められず未熟な段階。
- ② 抱卵中期: 卵は中程度に発生が進み、体節の分化が認められるが、眼は透明もしくは黒い点状。
- ③ 抱卵後期: 卵は発生が進んで明らかに体節の分

化が認められ、眼は黒色に変わり、放卵まじかの段階。

とした(図 11)。

繁殖期に入る前の 3 月と 4 月は、幼体と亜成熟、成熟の組成は各々 3 割程度であるが、繁殖期が終わった 10 月下旬と 11 月上旬では、成熟個体が約 7 割以上を占め、幼体と亜成熟は少なくなっていた(図 10)。このことから、前年に発生した幼生は 3 月、4 月には幼体もしくは亜成熟まで成長し、亜成熟の多くは 5 月以降の繁殖期を迎えると速やかに性成熟に達して成熟脱皮を完了させ、多くの個体は早ければ 6 月から、遅くとも 9 月には繁殖に加わるものと考えられる。そして、幼体の一部は盛夏を終えた 9 月上旬には繁殖に参加するものと考えられる。また、11 月中旬以降になると、同年の 9 月、10 月の繁殖晩期に放出された幼生が幼体として加わり、翌春には一部が亜成熟にまで成長し、幼体と亜成熟、成熟の組成が各々 3 割程度に成るものと考えられる。

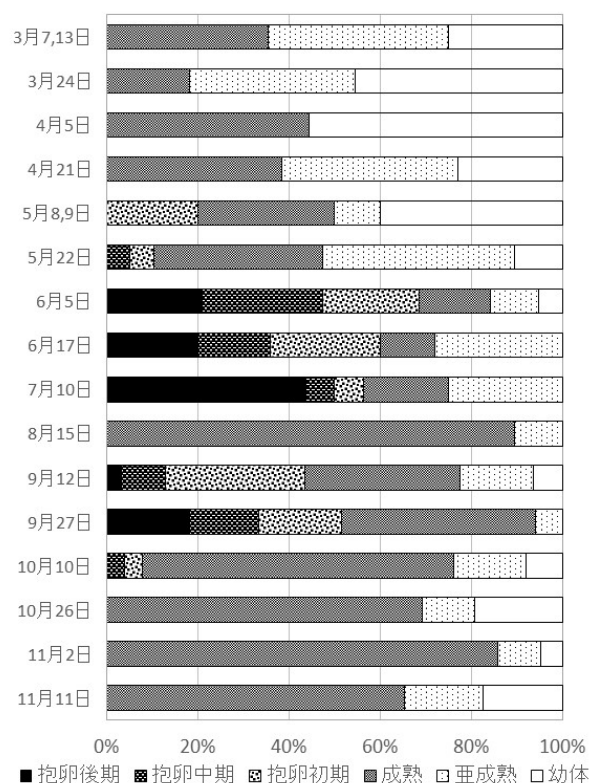


図 10 採集されたヒライソガニのメスの成熟と卵の発生段階別の組成。成熟段階を幼体、亜成熟、成熟、抱卵に分け、抱卵を卵の発生段階で前期、中期、後期に分けた。

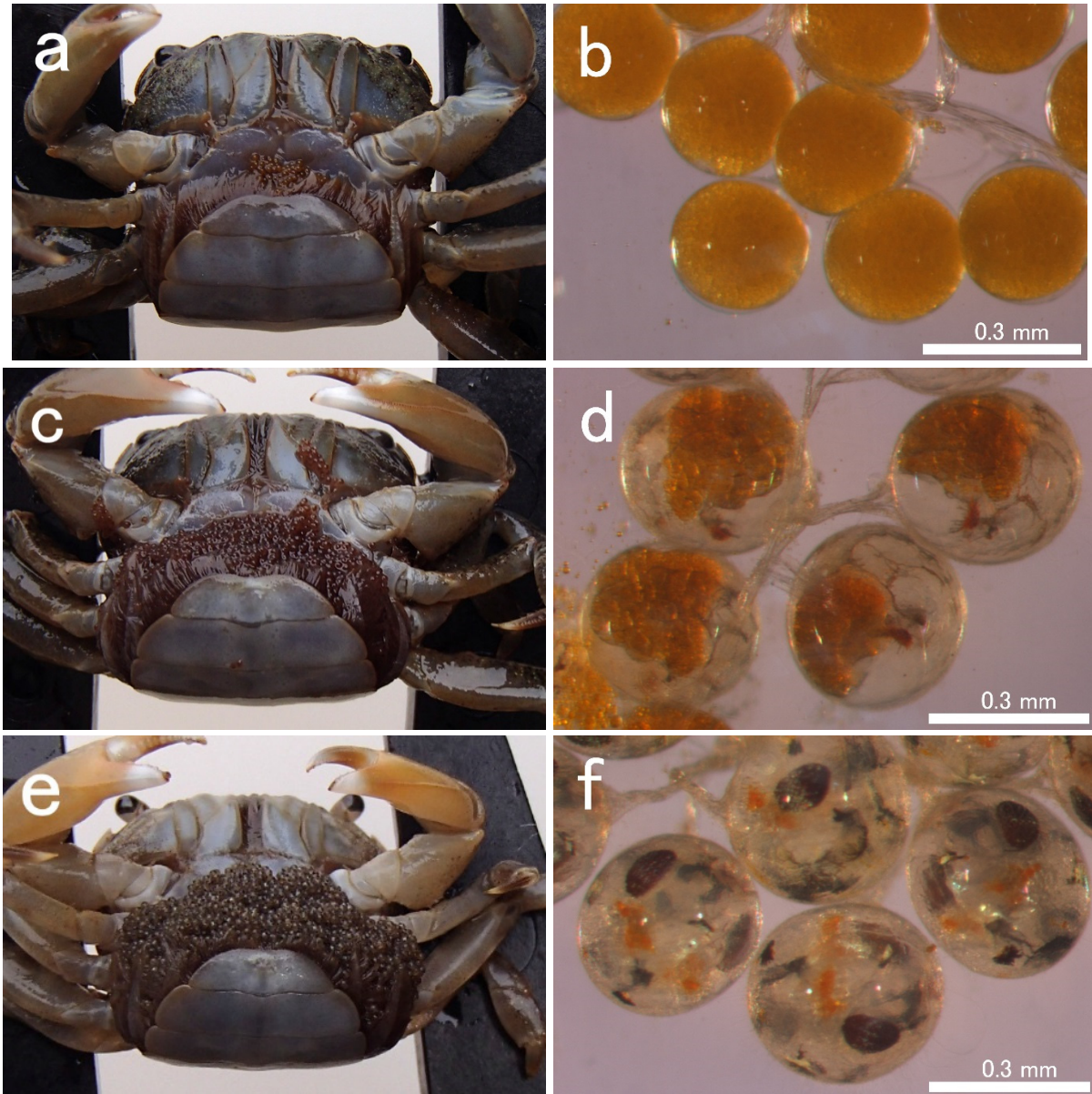


図 11 ヒライソガニの抱卵メスの卵の発生段階別の腹面観とそのメスが抱卵していた卵の発生状況
a 抱卵初期, b 抱卵初期の卵, c 抱卵中期, d 抱卵中期の卵, e 抱卵後期, f 抱卵後期の卵(いずれも 2018 年 6 月 5 日に採取・撮影, バーは 0.3 mm)

次に、繁殖期に入った5月上旬から約1ヶ月が経過した6月上旬・中旬には、抱卵後期と中期、初期の組成はほぼ等しくなっている。これは、次々と盛んに産卵が行われている状況を反映したものと推察できる。ところが、7月上旬になると抱卵後期の割合が極端に高くなり、このことは新たな産卵が積極的に行われていなかったことを示している。そして8月中旬には抱卵個体は全く見つからなかった。このことから、ヒライソガニのメスは盛夏の時期には産卵を控

える、もしくは休止していることが推察される。

そして9月12日、抱卵初期の個体が多かったことから、これらは9月上旬に産卵されたものであることが推察される。

抱卵期間について

抱卵されていた卵の発生状態を顕微鏡で観察した結果、5月9日に採集された抱卵個体は、2個体とも抱卵初期(No.1とNo.2)、5月22日に採集され

た 2 個体は抱卵中期(No.3)と初期(No.4, 図 12)だと判断された。採集時の No.4 の卵径は 0.32–0.33 mm であった。これらを個別の飼育ケースに収容し(坂井・橋本, 2018)、飼育観察を行った(表 1)。

No.1 と No.2 の個体は、飼育後 13 日目の 5 月 22 日に抱卵中期に達し、No.1 は飼育後 21 日目に、No.2 は同 22 日目に、それぞれ放卵を完了させた。飼育開始時に抱卵中期だった No.3 は、14 日後の 6 月 5 日に一部を放卵したが、その後の経過は不明である。一方、No.4 は飼育後 14 日目に当たる 6 月 5 日には抱卵後期となり、卵径は 0.37–0.40 mm に達し、当初より 0.05–0.07 mm ほど大型になっていた(図 13)。そして、飼育後 18 日目となる 6 月 9 日に放卵を完了させた。

これらの結果から、5 月上旬から 6 月上旬におけるヒライソガニの抱卵期間は約 20 日間で、イソガニ

(坂井・橋本, 2018)とほぼ同じ結果が得られた。また、ヒライソガニもイソガニと同様に、産出卵は発生が進むにつれて大型に成長することが明らかとなった。

これらのことを考え併せると、九十九湾周辺において 4 月下旬までに成熟脱皮を完了させた個体、または前年に一度は産卵を経験したヒライソガニのメスは、5 月上旬から 7 月上旬に 2 回、そして 9 月上旬に 1 回の計 3 回の産卵・抱卵が可能であることが推察される。また、繁殖期に入る前の 3 月、4 月に亜成熟だったものは、少なくとも 6 月上旬と 9 月上旬に産卵・抱卵が可能であることが推察される。同様に、3 月、4 月に幼体だった小型個体は、6 月から 8 月の間に速やかに成熟脱皮を完了させ、少なくとも 9 月上旬に最低 1 回の産卵・抱卵を行っていることが推察された。そして、ヒライソガニのメスは最短で生後約 1 年で繁殖に参加しているものと考えられる。

表 1 抱卵していたヒライソガニの飼育観察結果、()内の日数は観察開始後の経過日数

観察日	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
2018 年 5 月 9 日	抱卵初期	抱卵初期		
5 月 22 日	抱卵中期(13 日)	抱卵中期(13 日)	抱卵中期	抱卵初期
5 月 30 日	放卵完了(21 日)			
5 月 31 日		放卵完了(22 日)		
6 月 5 日			一部放卵(14 日)	抱卵後期(14 日)
6 月 9 日				放卵完了(18 日)

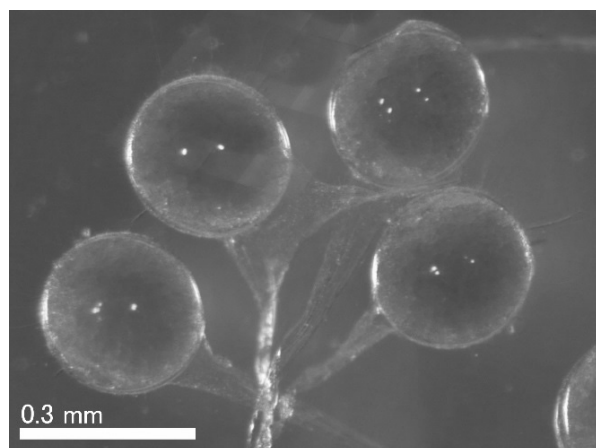


図 12 ヒライソガニの抱卵初期の卵(2018 年 5 月 22 日に No.4 から採取・撮影, バーは 0.3 mm)

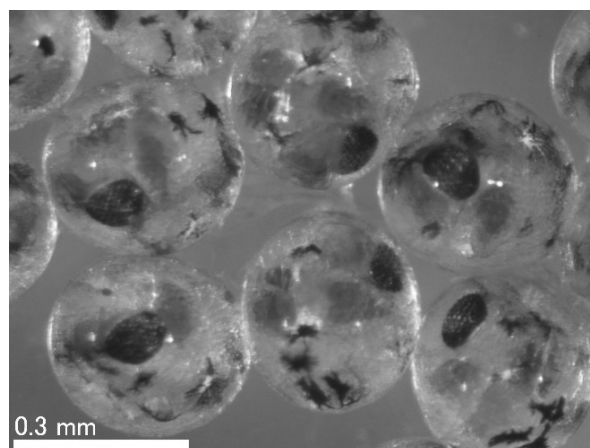


図 13 ヒライソガニの抱卵後期の卵(2018 年 6 月 5 日に No.4 から採取・撮影, バーは 0.3 mm)

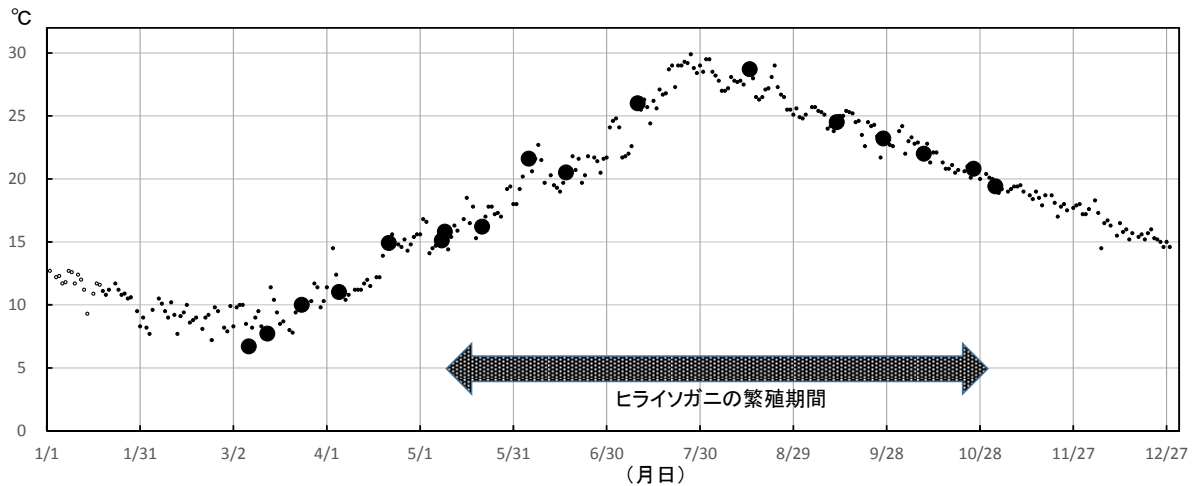


図 14 のと海洋ふれあいセンターが 2018 年 1 月から同年 12 月に観測した磯の水温
・観測水温、●ヒライソガニ採集調査日の観測水温

磯の水温の繁殖活動

のと海洋ふれあいセンターが 2018 年 1 月から同年 12 月に観測した磯の水温を図 14 に示す。この水温は午前 9 時前後に観測したもので、天候に応じて日中に変化することも少なくない。

まず、繁殖期に入った 5 月上旬の磯の水温は約 15°C、7 月 10 日頃には 25°C を超え、抱卵メスが見つからなかった 8 月は 25–30°C であった。そして、繁殖が再開された 9 月上旬は水温 25°C 程度まで降下し、抱卵メスが見つからなくなった 10 月上旬は 22–23°C に降下していた。

抱卵状況の推移と水温の関係を考え合わせると、九十九湾周辺のヒライソガニは水温が約 15°C まで上昇すると繁殖活動を開始し、水温が 25°C を超えるようになると繁殖活動を一時的に控えるか休止していることが推察される。そして水温が約 25°C まで降下すると繁殖活動を再開させ、水温 20°C に降下するまでに放卵を完了させているものと判断できる。

要約

1. 2018 年 3 月上旬から 11 月上旬までの 8 ヶ月間、のと海洋ふれあいセンターの磯の観察路周辺でヒライソガニの採集を行い、九十九湾周辺における成長と成熟に伴う腹節の形態変化、産卵・抱卵

期と抱卵期間、繁殖に参加する最小の大きさ(甲幅)等の繁殖生態について調査した。

2. 採集されたヒライソガニはメス 368 個体、オス 412 個体の合計 780 個体で、雌雄の性比は 1 対 1.12 であった。最大個体はオスが甲幅 24.5 mm、メスは甲幅 22.0 mm で、オスの方が大きかった。腹節の形態で雌雄の識別が可能となる大きさは甲幅 7 mm を超えてからである。
3. 九十九湾周辺におけるヒライソガニの繁殖期は 5 月上旬から 10 月中旬までの約 6 ヶ月間である。磯の水温が約 15°C に上昇する 5 月上旬から繁殖期に入り、25°C を超える 7 月と 8 月は産卵・抱卵を一時的に控えるか休止するようである。そして、水温が約 25°C に降下する 9 月上旬から産卵・抱卵を再開し、水温 20°C に降下するころまでに放卵を完了させていることが明らかとなった。
4. 5 月上旬に見つかった抱卵個体は甲幅 14.2–16.5 mm であったが、6 月と 7 月には甲幅 11 mm 台、9 月には甲幅 8 mm 台となり、小型化が認められた。抱卵していた最小個体は、9 月 12 日に採集された甲幅 8.2 mm であった。
5. 繁殖期に入る前の 3 月には、メスの成熟個体は

甲幅 14 mm 以上、亜成熟の多くは甲幅 14 mm 以下であった。ところが、繁殖盛期の 6 月になると、3 月には亜成熟だった甲幅 14 mm 以下の個体も抱卵していた。9 月になると、6 月の時点で幼体だった一部の個体が成熟脱皮を完了させ、繁殖に参加することが示唆された。

6. 繁殖期に入る前の 3 月から 4 月に、甲幅 14 mm 以上に成長していたヒライソガニの成熟メスは、5 月から 7 月に 2 回、9 月に 1 回の計 3 回の産卵・抱卵が可能であることが示唆された。
7. 繁殖期に入る前の 3 月から 4 月の段階で、甲幅が 14 mm 以下の亜成熟メスは合計 2 回、幼体だった一部の個体は 1 回の産卵・抱卵が可能であると考えられる。したがって、一部の個体は生後約 1 年で繁殖可能になることが示唆された。
8. 5 月上旬から 6 月上旬における抱卵期間はおよそ 20 日間である。抱卵初期の卵径は 0.32–0.33 mm であったが、抱卵後期の卵径は 0.37–0.40 mm に達し、当初より 0.05–0.07 mm ほど大型になっていた。

謝辞

本稿の校閲をしていただいた日本海甲殻類研究会会長 本尾洋博士に感謝申し上げます。また、ヒライソガニの採集と飼育に協力していただいたのと海洋ふれあいセンター普及課の橋本達夫専門員と東出幸真専門員、並びに中村啓治主事に感謝申し上げます。

引用文献

- 三宅貞祥, 1983. 原色日本大型甲殻類図鑑(II). 277 pp., 保育社, 大阪.
- 西村三郎・鈴木克美, 1971. 標準原色図鑑全集 16, 海岸動物. 保育社, 大阪市.
- 坂井恵一, 2013. 磯の観察路でカニを探そう! 能登の海中林(38):2–5.
- 坂井恵一・橋本達夫, 2018. 能登九十九湾におけるイソガニ *Hemigrapsus sanguineus* の繁殖について. のと海洋ふれあいセンター研究報告 (23):31–38.
- 武田正倫, 1982. 原色甲殻類検索図鑑. 北隆館, 東京.
- 筒井 功, 1996. 変化する海面の高さと磯の生きもののすみか. 能登の海中林(5):2–3.
- 和田恵次, 1995. 短尾下目, Pp379–418. In 西村三郎編, 原色検索日本海岸動物図鑑 II, 保育社, 大阪市.

能登半島の浅海から新たに得られたライオンブング属の 1 種 *Metalia* sp.
(棘皮動物門, ウニ綱) の裸殻の記録

幸塚久典¹⁾・小木曾正造²⁾・又多政博²⁾

¹⁾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)

²⁾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)

³⁾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)

Report of a Novel Denuded Test of *Metalia* sp. (Echinodermata, Echinoidea), discovered in
the Shallow Sea off Noto Peninsula, Sea of Japan

Hisanori KOHTSUKA¹⁾, Shouzo OGISO²⁾ and Masahiro MATADA³⁾

¹⁾Misaki Marine Biological Station, Graduate School of Science, the University of Tokyo,
1024 Misaki-Koajiro, Miura, Kanagawa Pref., 238-0225

²⁾Engineering and Technology Department, Kanazawa University, Mu-4-1, Ogi, Noto,
Ishikawa Pref., 927-0553

³⁾Noto Marine Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa
University, Mu-4-1, Ogi, Noto, Ishikawa Pref., 927-0553

Abstract

A denuded specimen (length 89 mm) of the *Metalia* sp. was collected from the littoral shore of off Ogi, Noto Peninsula, the Sea of Japan on April 2017. This specimen of the genus *Metalia* appeared obviously morphologically different from those previously recorded from the Sea of Japan, such as from the Oki Islands, Shimane or Notojima Island, Ishikawa. We examined the external features and described them in detail.

要旨

2017 年の 4 月にオオブング科のライオンブング属の 1 種 *Metalia* sp. の棘が脱落した裸殻(殻長 89 mm)を石川県能登町の小木岩城沖の水深約 10 m の砂地海底で採集した。本属ウニ類は島根県隠岐や石川県能登島などの日本海側からも記録されているが、今回採集された個体は、明らかに形態が異なっていた。本研究では、採集された標本に基づき、本個体の外部形態を記載した。

はじめに

日本海産ウニ類については、各海域の動物相リストによる報告が多く、山形県全域における海産無脊椎動物(鈴木, 1979)や新潟大学理学部附属臨海実験所の収蔵標本(HONMA and KITAMI, 1978, 1979)、石川県の海産無脊椎動物(又多ほか, 1995; 能登自然史調査研究会編, 1998)などがある。いずれも種名リストのみの記録であり、種の同定基準や産地などが明示されていないものが多い。詳細な産地情報や種の同定基準などが含まれている報告は、北海道利尻島沿岸の棘皮動物全般(小松ほか, 2007)、北海道および新潟における陸棚付近の棘皮動物の分布(KOGURE, 2001, 木暮, 1999; KOGURE and HAYASHI, 1998)、富山湾および能登半島沿岸のウニ類相および生態(東出, 2002; 幸塚, 2004)、福井県沿岸のウニ類相(富永, 1998)、島根県隠岐諸島沿岸のウニ類相(加藤, 1993; 幸塚, 2005, 2008; 幸塚・秋吉, 2007; 幸塚・永田, 2008; 幸塚ほか, 2010)、山口県沿岸のウニ類(幸塚・玉井, 2008a, 2008b)などである。

2017 年 4 月に石川県小木地先よりオオブンブク科のライオンブンブク属の 1 種 *Metalia* sp. に同定される棘が脱落した裸殻標本 1 個体を採集した。本稿では採集された標本に基づき、本個体の外部形態の記載および種に関する若干の考察を行う。

材料と方法

観察標本

OMNH-Iv 8402、1 個体、2017 年 4 月 17 日、石川県鳳珠郡能登町小木岩城、水深約 10 m、SCUBA 潜水で幸塚久典が採集。

採集した裸殻は割れないように金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設に持ち帰り、厳重に梱包した後、東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所へ発送し、外部の観察および撮影を行った。今回扱った標本は、大阪市立自然史博物館の登録標本(OMNH-Iv)として保管されている。

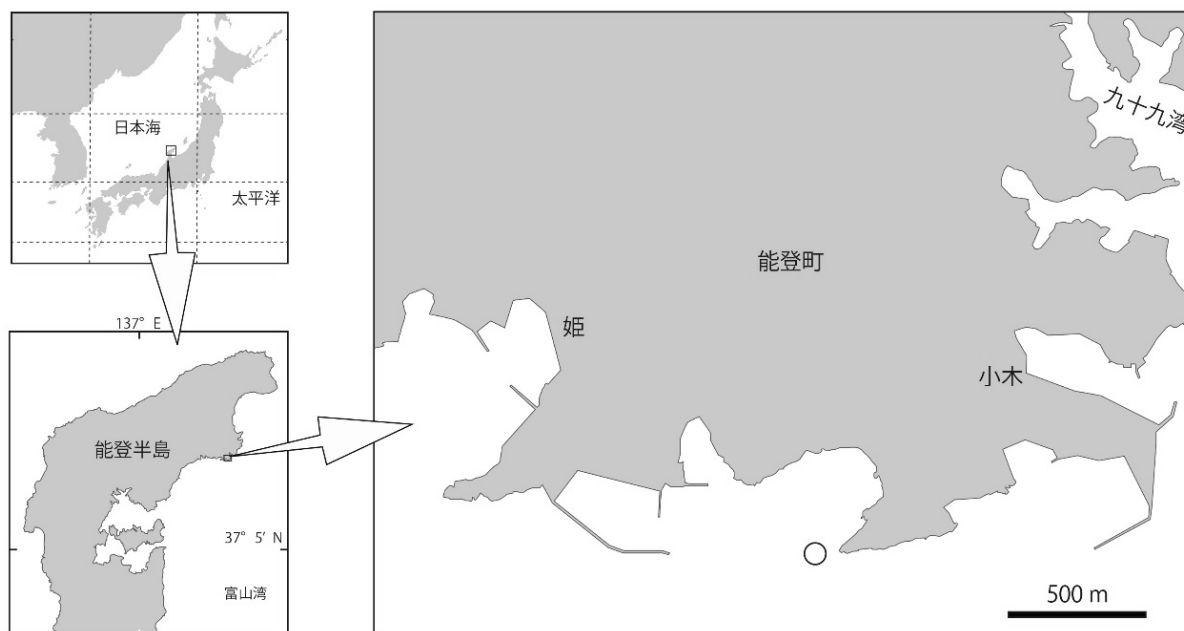


図 1 採集地である石川県能登町の小木周辺海域。○は採集場所を示す。

Fig. 1 Map showing the collection site around Ogi, Ishikawa Prefecture. The collection site is shown by the circle.

結果と考察

形態的特徴

殻は大型で、全体的によく膨らみ、殻長は 89.1 mm、殻幅は 80.8 mm、殻高 53.5 mm で、側縁の膨らみは強い。背面から見た輪郭は円形状で、前端が強く陥入し、後方は丸い(図 2A)。腹面はやや直線的であるが、腹板系が間歩帯部より強く隆起し、中央と後端を頂点とする隆起点がある(図 2B)。側面の輪郭は、前端が弧を描いて高くなり、背面は後方へと山なりに高くなった後、頂上系に至る。頂上系からはややなだらかな弧を描いてやや下降し囲口部となる。囲口部と肛下部は丸く弧状に突出している(図 2C)。口はやや短いまがたま状で(図 2B, G)、殻幅の 1/7 ほどであった。

正面歩帯は明瞭で幅が広く、やや浅い溝があり、前端の陥入部へと続く(図 2D)。周花紋帯線は前部花卉と後部花卉の間で頂上系方向に強く湾入する(図 2A)。

肛下帯線は太く楕形を描き、6 対の肛下孔対が入り、その下端は円錐状に突出する。前部花卉の対後列 27 対(前後の孔列は同数)、後部花卉前部対後列 26 対、同後部対後列 30 対であり、後部花卉は前部花卉よりもわずかに長く、後部花卉後部対孔列の基部は消失傾向にある。花卉幅は基部近くがもっとも細く、先端方向に従い徐々に太くなる(図 2A)。花紋は頂上系を中心に前部花卉は前側方にやや上部に湾曲し、後部花卉は中央部から後側方に伸長する。後部花卉は 36 mm に対して、前部花卉は 33 mm であり後部花卉の方がわずかに長い。花卉孔は内外両孔がほぼ等大、同形で、孔間部は陥入しない。頂上系は前方に偏り、殻長の 1/3 ほどのやや前方に位置する。頂上系に位置する生殖孔は 4 個で、前方の 2 つは後方の 2 つよりも孔幅が狭い(図 2E)。囲口部は適度な大きさで、縦方向に上下の尖った楕円形である(図 2F)。腹面は、葉状部が短く発達し、管足孔周壁は明瞭に刻まれる(図 2G)。

疣は全体的に小さいが、やや大きな疣は正面歩帯の側壁に備わり、他のものよりも大きい(図 2D)。また腹面の間歩帯にもやや大きめの疣が並ぶ。花紋の周辺と肛下部もやや大きくなった疣が並ぶ。唇板は肥厚せず、疣が密生している。

棘や叉棘は脱落していたため観察できなかったが、上記した形態的特徴によりオオブンプク科 Brissidae GRAY, 1855、ライオンブンプク属 *Metalia* GRAY, 1855 の 1 種 *Metalia* sp. に同定した。

分布

ライオンブンプク属 *Metalia* はインド・西太平洋の熱帯から亜熱帯海域に分布するとされている(SCHULTZ, 2009)。後述するが、本邦産の本属の分類、並びに適応すべき学名と和名は混乱しているものの、石川県能登島を北限(幸塚, 2004)(ライオネスブンプク *M. spatagus*)に、島根県隠岐(幸塚・秋吉, 2007)(ライオネスブンプク型 *M. sp.1* とライオンブンプク型 *M. sp.2*)、三浦半島小網代湾口などの神奈川県相模湾(重井, 1986)(ライオネスブンプク *M. spatagus* とライオンブンプク *M. sternalis*)、三重県菅島沖や紀伊大島(佐波ほか, 1982)(ライオンブンプク *M. sternalis*, 論文の中ではオオブンプクモドキとされている)、沖縄県各地(望月ほか, 2005, 2008)(タツノコブンプク *M. dicrana*、ライオネスブンプク *M. spatagus* とノブタブンプク *M. sternalis*)などの報告がある。

備考

日本産のライオンブンプク属 *Metalia* の分類は、現在、やや混乱している状況なので、望月ほか(2005 および 2008)を参考に解説する。

重井(1986)は、相模湾産海胆類で示した相模湾産の標本をライオンブンプク *Metalia sternalis* (LAMARK, 1816)として記載したが、花紋の形態や肛下孔対数のほかに多くの点で典型的な *M. sternalis* と顕著に異なっていることを認めており、別種の可能性を指摘した。望月ほか(2005)は、琉球列島の浅海域のブンプク目の報告の中で、同海域で得られた個体を相模湾産の個体との形態的相違に着目し、ライオンブンプクの近似種 *Metalia* cf. *sternalis* として両地域に生息する個体群の比較の必要性を指摘して種の断定を避け、重井(1986)が示した相模湾産のライオンブンプク *M. sternalis* を、未記載種ではないかと考察した。また幸塚・秋吉(2007)は、日本海の島根県隠岐諸島から得られたライオンブンプク属の標本をライオンブンプクの名

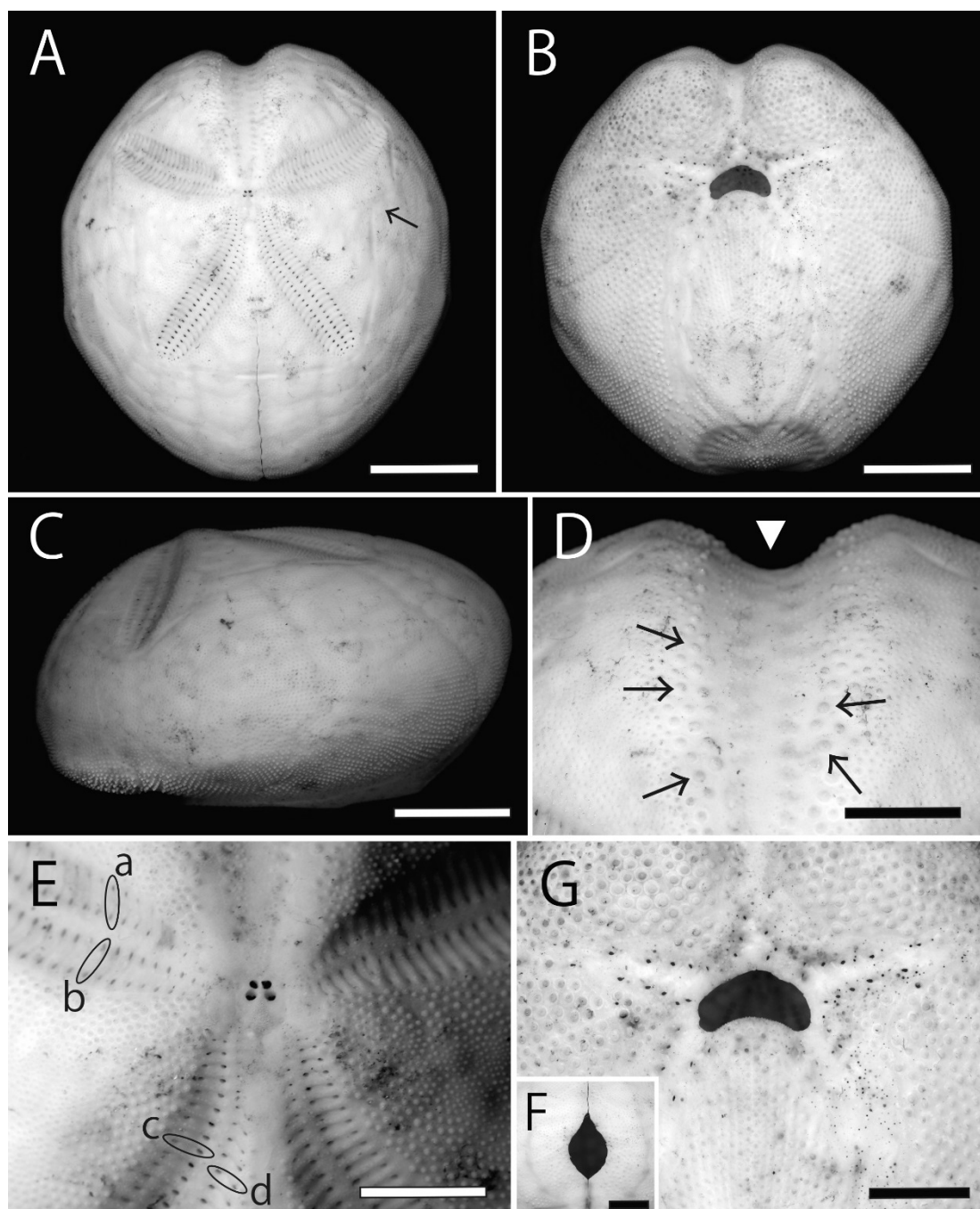


図 2 ライオンブング属の 1 種 *Metalia* sp. の裸殻

A: 裸殻個体背面. 黒色矢印は周花紋帯線を示す. B: 裸殻個体腹面, C: 裸殻個体側面, D: 前端部. 白色矢じりは正面歩帯, 黒色矢印は疣, E: 殻背面の生殖孔付近を示す. a は前部花弁前部孔対列, b は前部花弁後部孔対列, c は後部花弁前部孔対列, d は後部花弁後部孔対列を示す. F: 囲口部付近を示す. G: 周口部付近を示す. スケール. A-C: 20 mm, D-F: 5 mm, G: 12 mm.

Fig. 2 Denuded test of *Metalia* sp.

A: Dorsal view of the denuded test. The peripetalous fasciole is indicated by the black arrow. B: Ventral view of the denuded test. C: Lateral view of the denuded test. D: Frontal view. The frontal ambulacrum is indicated by a white arrowhead. Large primary tubercles are indicated by black arrows. E: Views of the test near the genital pores. a and b: anterior (a) and posterior (b) pore-series of the anterior petal, c and d: anterior (c) and posterior (d) pore-series of the posterior petal. F: Periproct. G: Peristome. Scale bars. A-C: 20 mm, D-F: 5 mm, G: 12 mm.

称を使いながらも望月ほか(2005)に従い学名は *Metalia* sp.として扱った。さらに望月ほか(2008)は、重井(1986)が示した相模湾産のライオンブクは殻幅が大きく、後部の花紋が若干外側に曲がっている特徴によりこの標本を *Metalia latissima* H. L. CLARK, 1925 に同定したが、和名はライオンブクを適用した。

一方、重井(1986)や幸塚(2004)などが報告した本邦沿岸に生息するライオネスブク *M. spatagus* は、その特徴が DE RIDDER(1984)や(SCHULTZ, 2005)の報告した *Metalia angustus* DE RIDDER, 1984 によく一致することから、これと同種もしくは近似種であると報告している(望月ほか, 2008)。また望月ほか(2008)は、琉球列島産の本属の分類学的再検討を行い、新称ノブタブク *Metalia sternalis* (LAMARCK, 1816)と新称ヤマネコブク *Metalia spatagus* (LINNAEUS, 1758)を提唱した。

今回、石川県能登町小木で得た個体は、殻は大型で、全体的によく膨らみ、側縁の膨らみは強く、背面から見た輪郭は円形状で、前端が強く陥入し、後方は丸いなどの形態から、現段階では望月ほか(2008)が提唱したライオンブク *M. latissima* もしくはノブタブク *M. sternalis* のどちらかに同定されるものと考えられる。H. L. CLARK(1925)や重井(1986)の写真から判断すると側面から見た最高部が頂上系付近であり、本標本は高さや位置が一致するとともに、肛下帯線内の孔対数は6対である(H. L. CLARK, 1925)特徴から、ライオンブク *M. latissima* に似る。しかし、頂上系付近の間歩帯に主疣がないことからノブタブク *M. sternalis* にも一致すると考えられる。ところがノブタブク *M. sternalis* の肛下帯線内の孔対数は成長に伴い増加することが知られている(MORTENSEN, 1951)ので、1個体の裸殻の外部形態だけでは種の同定には無理が大きいと判断した。このため、本報告では種の断定は避け、ライオンブク属の1種 *Metalia* sp.として扱った。

今回の研究により、石川県周辺海域から新たなライオンブク属の1種の裸殻が採集されたので、石川県内には少なくとも2種のライオンブク属が分布していることが明らかとなった。1種目は幸塚(2004)が能登島の野崎から得たライオネスブク *M. spatagus* と

して記載されたものの、先述の通り *M. angustus* もしくは近似種である可能性が高い(望月ほか, 2008)。2種目は本研究で得た *Metalia* sp.である。本研究で得られたライオンブク属の1種の形態は、殻は全体的によく膨らみ、特に側縁の膨らみは強い。背面から見た輪郭は円形状で、前端が強く陥入し、後方は丸い。しかし、幸塚(2004)が報告したライオンブク属の1種は、本研究で得られた個体に比べ、殻の側縁の膨らみは弱く、背面から見た輪郭は楕円形状で、さらに前端はほとんど陥入しないことで区別できる。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、調査の機会を与えて頂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長の鈴木信雄博士、能登里海教育研究所の博士研究員の浦田慎博士、本原稿の改定に際し、有益なコメントを頂いたのと海洋ふれあいセンターの坂井恵一博士、貴重な助言を頂いた東京大学大学院理学系研究科の田中颯氏、東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所の近藤真理子博士および岡西政典博士、標本の登録管理を快諾された大阪市立自然史博物館動物研究室の石田惣博士に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- CLARK, H. L., 1925. A catalogue of the recent sea-urchins (Echinoidea) in the collection of the British Museum (Natural History). 250 pp., 12 pls., The Oxford University Press, London.
- DE RIDDER, C., 1984. Clypeastéroïdes et spatangoïdes littoraux de Nouvelle-Calédonie (Echinodermata). *Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle*. 4e Série Section A (Zoologie, Biologie et Écologie animales), 6: 617–624.
- 東出幸真, 2002. ウニ, その特徴と種類の見分け方. のと海洋ふれあいセンターだより, のとの海中林, (17): 2–5.
- HONMA, Y. and KITAMI, T., 1978. Fauna and flora in the waters adjacent to the Sado Marine Biological

- Station, Niigata University. *Annual Report of the Sado Marine Biological Station, Niigata University*, 8: 7-81.
- HONMA, Y. and KITAMI, T., 1979. Fauna and flora in the waters adjacent to the Sado Marine Biological Station, Niigata University. *Annual Report of the Sado Marine Biological Station, Niigata University*, 9: 7-36.
- 加藤琢矛, 1993. 隠岐のウニ. 隠岐の文化財, (10): 54-60.
- 木暮陽一, 1999. 佐渡島北西海域浅海帯から得られた棘皮動物. 日本海区水産研究所報告, (49): 57-67.
- KOGURE, Y., 2001. Depth/substrate relationships of echinoderms, off NW Hokkaido Island, Japan Sea. pp. 25-30. In: BARKER, M. F. (Ed.) *Echinoderms 2000*. Balkema, Rotterdam.
- KOGURE, Y. and HAYASHI, I., 1998. Bathymetric distribution pattern of echinoderms in the Sado Strait, the Japan Sea. *Bulletin of the Japan National Fisheries research institute*, (48): 1-16.
- 幸塚久典, 2004. 能登半島周辺のウニ類. 南紀生物, 46(1): 18-22.
- 幸塚久典, 2005. 隠岐沿岸で得られたアオスジガンガゼ(棘皮動物:ウニ綱). ホシザキグリーン財団研究報告, (8): 38.
- 幸塚久典, 2008. 隠岐の島沿岸で得られたセイタカブングク(棘皮動物門:ウニ綱). ホシザキグリーン財団研究報告, (10): 253-254.
- 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(棘皮動物門:ウニ綱). ホシザキグリーン財団研究報告, (10): 169-197.
- 幸塚久典・木暮陽一・秋吉英雄, 2010. 島根県隠岐諸島浅海域における正形ウニ類(棘皮動物:ウニ綱). 日本生物地理学会会報, 65: 65-74.
- 幸塚久典・永田宜裕, 2008. 島根県隠岐諸島浅海における日本海側から記録されたイイジマフクロウニ(棘皮動物門, ウニ綱). 日本生物地理学会会報, 63: 223-226.
- 幸塚久典・玉井健太, 2008a: 日本海西部の山口県下関市室津海水浴場横の海岸における不正形ウニ類の漂着記録. ホシザキグリーン財団研究報告, (11): 249-251.
- 幸塚久典・玉井健太, 2008b: 山口県下関市沿岸における日本海側から記録されたミナミオオブングク(棘皮動物門, ウニ綱)の裸殻. 日本生物地理学会会報, 63: 1-4.
- 小松美英子・柴田大輔・若林香織・木暮陽一・加野泰男・高橋延昭, 2007. 利尻島沿岸の棘皮動物. 利尻研究, (26): 1-26. (2007)
- 又多政博・岡本 武・山岸裕一, 1995: 能登九十九湾周辺の海産無脊椎動物. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (1): 31-38.
- MORTENSEN, T., 1951. A monograph of the echinoidea. Spatangoida II. Amphisternata II.; Spatangidae, Lovenidae, Pericosmidae, Schizasteridae, Brissidae. iv + 593 pp., 64pls., C. A. Reitzel Publisher, Copenhagen.
- 望月秀人・武藤慎太郎・吉郷英範・巖 道治・田村常雄, 2005. 琉球列島浅海域のブングク目(棘皮動物門:ウニ綱). 比和科学博物館研究報告, (44): 1-36, 図版 I-XV.
- 望月秀人・武藤慎太郎・吉郷英範・太田悠造, 2008. 琉球列島浅海域のマメウニ科を除くタコノマクラ目(棘皮動物門:ウニ綱)付; 琉球列島産ブングク目に関する追記. 比和科学博物館研究報告, (49): 77-101, 図版 I-IX.
- 能登自然史調査研究会編, 1998. 石川の自然環境シリーズ 石川県の浅海域の生物. 90 pp, 石川県環境安全部自然保護課, 石川県.
- SCHULTZ, H., 2005. Sea-Urchins, a guide to worldwide shallow water species. Xii + 1-484pp, Heinke & Partner Science Publication, Germany.
- SCHULTZ, H., 2009. Sea-Urchins II, worldwide irregular deep water species. X + 501-849, Heinke & Partner Science Publication, Germany.
- 佐波征機・富田靖雄・木本友之, 1982. 伊勢湾および熊野灘北中部海域の棘皮動物相. 三重県立博物館研究報告 自然科学, 5: 1-78.
- 重井陸夫, 1986. 相模湾産海胆類. 英文 1-202, 和文 1-173, 図版 126+8, 宮内庁生物学御研究所編. 丸善, 東京.
- 鈴木庄一郎, 1979. 山形県海産無脊椎動物. 370 pp., たまきび会, 山形.
- 富永英之, 1998. 福井県沿岸の棘皮動物目録 I ウニ綱. 福井市自然史博物館研究報告, (45): 23-32.

石川県鳳珠郡能登町沿岸で見られたクリイロカメガイ *Cavolinia uncinata* の 大量漂着

小木曾正造¹⁾・池森貴彦²⁾・東出幸真³⁾・浦田慎⁴⁾

¹⁾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)

²⁾石川県水産総合センター, 石川県鳳珠郡能登町字宇出津新港 3 丁目 7 番地 (〒927-0435)

³⁾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)

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)

Notes about Swarming of the Drifted Pteropod, *Cavolinia uncinata*, at the Southern Coast of
Noto Town, Ishikawa Prefecture on July 2018

Shouzo OGISO¹⁾, Takahiko IKEMORI²⁾, Yukimasa HIGASHIDE³⁾ and Makoto URATA⁴⁾

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

²⁾Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center, 3-7 Ushitsushinko, Noto, Ishikawa Pref., 927-0435

³⁾Noto Marin Center, 3-47 Ossaka, Noto, Ishikawa Pref., 927-0552

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

はじめに

軟体動物腹足綱カメガイ科のクリイロカメガイ *Cavolinia uncinata* (RANG, 1829) は全世界の熱帯から温帯水域にて浮遊生活を送る後鰓類で、時には大群集を形成することが報告されている (SAKTHIVEL, 1972; UENO and AMIO, 1994; 中西, 2010)。2018 年 7 月 24 日に石川県鳳珠郡能登町沿岸の複数地点で多数のクリイロカメガイが見つかった。本種は日本近海の暖流水域では普通に見られる種であるが (時岡, 1974; 奥谷, 2015)、日本海の能登半島沿岸で大量に観察されることは稀で、今回のような大量漂着は初めての記録だと思われる。そこで、本種を標本として保存し、大量漂着の起因について考察したので報告する。

材料と方法

2018 年 7 月 24 日 11 時頃、石川県鳳珠郡能登町にある九十九湾の金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設前(以下九十九湾)の海面付近において、生きて浮遊している軟体動物腹足綱のカメガイ科の後鰓類が多数観察された(図 1)。ほぼ同時刻に、能登町越坂の城ヶ崎(以下越坂)、能登町小木の石川県漁業協同組合小木支所前(以下小木港)、能登町宇出津の宇出津新港東岸壁(以下宇出津新港)の海面付近でも、同種と思われる後鰓類が大量に浮遊しているのが見つかった。しかしながら、小木港と宇出津新港の間にある能登町羽根の漁港(以下羽根漁港)と能登町宇出津の石川県漁業協同組合能都支所前(以下能都支所前)ではこのような後鰓類は確認できなかった(図 2)。このうち、九十九湾と小木港で採集した各 3 個体の殻を乾燥標本として金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設の登録標本とし、越坂では 23 個体を 75%エタノールによる液浸標本としてのと海洋ふれあいセンターの登録標本として収蔵した。

生体及び標本とした殻を詳細に観察した結果、殻の色と形態、翼足の状況などの形態的特徴により、クリイロカメガイ *Cavolinia uncinata* (RANG, 1829) と同定された。

調査標本

クリイロカメガイ *Cavolinia uncinata* (RANG, 1829) : NML-02074-02076、3 個体、殻の乾燥標本、2018 年 7

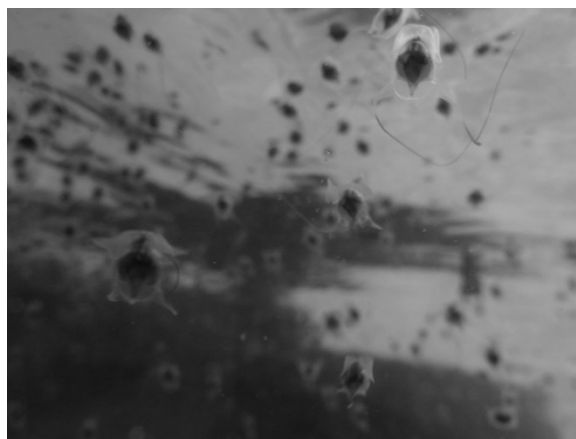


図 1 九十九湾で観察された浮遊群集するクリイロカメガイ



図 2 クリイロカメガイが見つかった能登町の海岸概略図(● 観察された場所, ■ 見つからなかった場所)

月 24 日、石川県鳳珠郡能登町小木九十九湾の金沢大学臨海実験施設前、水深約 0.1 m、徒手、小木曾正造採集；NML-02077-02079、3 個体、殻の乾燥標本、2018 年 7 月 24 日、石川県鳳珠郡能登町小木の石川県漁業協同組合小木支所前、水深約 0.1 m、徒手採集、池森貴彦採集；NMCIMO.1783、23 個体、2018 年 7 月 24 日、石川県鳳珠郡能登町越坂の城ヶ崎、水深約 0.1 m、徒手、達克幸採集。

結果と考察

形態的特徴

乾燥標本 6 個体(NML-02074-02079)の計測値は、殻長 7.1–8.5 mm、殻幅 5.3–6.5 mm、殻高 4.3–5.1 mm であった。生時、体は半透明で、殻は透けて見える。翼足は強く張り出し、遊泳時は 2 本の長い付属糸が観察された(図 3)。



図 3 生時のクリイロカメガイ(腹面観、木谷洋一郎氏撮影)

乾燥標本の殻は栗色をしており、腹殻は膨れて丸く、背殻の後方は左右の突起が強く張り出し、中央の突起は強く背方に反る(図 4)。これらの形態的特徴から、同属のカメガイ *C. tridentata* (NIEBUHN, 1775)、マサコカメガイ *C. inflexa* (LESUEUR, 1813)、マルカメガイ *C. globulosa* (GRAY, 1850)、シロカメガイ *C. gibbosa* (ORBIGNY, 1836)から区別された(時岡, 1974; 奥谷, 2017)。

大量漂着の起因について

金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設の浮桟橋における水温水質観測データより、クリイロカメガイが発見された 2018 年 7 月 24 日 11 時の海水温は水深 0.5 m で 29.0℃、5.0 m で 28.1℃、実用塩分は水深 0.5 m で 32.20 だった(金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設, 2018)。海水温と実用塩分は 1 時間間隔で観測され記録されており、当日の前後でこれらの値に特異的な変動は見られなかった。

大量漂着が起こった 2018 年 7 月 24 日の気象記録を見ると(国土交通省気象庁, 2018)、7 月 24 日は 0 時から 8 時 20 分頃まで平均風速 1.8 m/s 以下の北寄りの風が吹いていたが、8 時 30 分頃から南寄りの風に変わり、10 時 10 分には平均風速 3.1 m/s を記録し、13 時頃から再び北寄りの風となった。この南寄りの風の影響で能登半島の南東海域の海面付近を浮遊していたクリイロカメガイが大量に能登町沿岸に押し寄せられたと推測される。

翌 25 日には、越坂、小木港、宇出津新港ではクリイロカメガイは確認できず、九十九湾で浮遊しているわ



図 4 クリイロカメガイの殻(NML-02074、左から腹面観、背面観、左側面観)



図 5 背側を下にして遊泳しているクリイロカメガイ

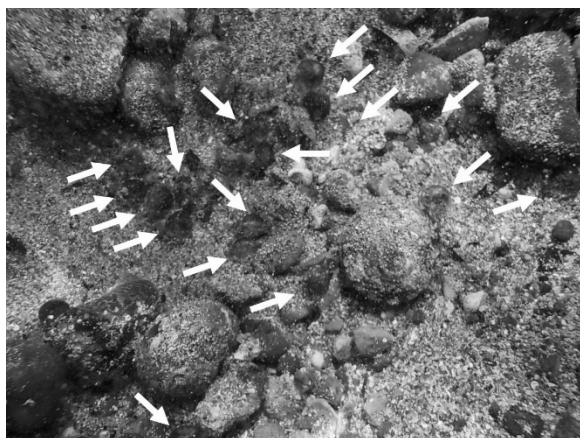


図 6 転石下で見られたクリイロカメガイの殻(矢印は殻を示している)

ずかな個体が見られただけだった。これは 13 時以降の北寄りの風によって本種が再び沖へ押し戻されたためと考えられる。

大量の斃死について

GILMER and HARBISON (1986) は、野外では摂餌している個体は翼足を動かさず、通常背側を下にしていると報告している。九十九湾において本種の漂着時に水中観察と動画撮影を行ったところ、背側を下にして翼足を動かして活発に遊泳する個体(図 5)、そして粘液トラップを作って摂餌行動をしている個体が確認された。大量漂着が確認された 3 日後の 7 月 27 日に越坂にて磯観察を行ったところ、多くの転石の下から多数のクリイロカメガイの殻が見つかった(図 6)。11 月 17 日

に越坂でスクーバダイビングを行ったところ、九十九湾湾口にある防波堤内側の堆積物が溜まった海底に無数のクリイロカメガイの殻が堆積していた。これらのことから、今回確認されたクリイロカメガイは漂着時には活発な遊泳や摂餌行動が見られたにも関わらず、その後、原因は不明であるが大量漂着した個体の多くは死亡していたことが推測される。

大量漂着の見られた 7 月 24 日に九十九湾内で採集した約 200 個体のクリイロカメガイを金沢大学臨海実験施設にてガラス水槽(W45×H30×D30 cm)に収容し、エアレーションを施して新鮮海水の掛け流しによる飼育を試みたが、7 月 26 日までに全ての個体が斃死した。同様に 24 日に採集した 40 個体を、海水を入れたポリエチレン袋に収容して酸素を入れて密封し、東京都葛西臨海水族園へ発送して飼育を試みたが、これらの個体も 7 月 27 日までに全て斃死したとの連絡を受けた。これらのことから、漂着したクリイロカメガイは漂着時には衰弱していたかあるいは漂着によって衰弱した可能性が考えられる。

謝辞

金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設助教の木谷洋一郎博士にはクリイロカメガイ生体の写真をご提供頂き、同施設長の鈴木信雄教授には本研究の機会を与えて頂いた。葛西臨海水族園飼育展示課には輸送個体の飼育状況について情報を頂いた。のと海洋ふれあいセンターの坂井恵一博士には投稿にあたり多大なご助言を頂いた。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

参考文献

- GILMER, R. W. and HARBISON, G. R., 1986. Morphology and field behavior of pteropod molluscs: feeding methods in the families Cavoliniidae, Limacinidae and Peraclididae (Gastropoda: Thecosomata). *Marine Biology*, 91: 47-57.

- 金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設, 2018. 海水温・塩分 データ 2018 年 4 月～2018 年 9 月. <http://rinkai.w3.kanazawa-u.ac.jp/newpage1.html> (参照 19 November 2018)
- 国土交通省気象庁, 2018. 珠洲 2018 年 7 月 24 日 (10 分ごとの値). http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/10min_a1.php?prec_no=56&block_no=0560&year=2018&month=07&day=24&view=p1 (参照 19 November 2018)
- 中西弘樹, 2010. 長崎県におけるクリイロカメガイ(カメガイ科)のこれまでにない大量漂着. 漂着物学会誌, 8:27–28.
- 奥谷喬司, 2015. 軟体動物門腹足綱真後鰓目有殻翼足亜目. Pp.342–344 in 峯水亮・久保田信・平野弥生・ドゥーグル リンズィー著, 日本クラゲ大図鑑. 平凡社, 東京.
- 奥谷喬司, 2017. わが国近海に見られる浮遊性巻貝類—V 有殻翼足類・カメガイ亜科. うみうし通信, 92:4–5. http://www.rimi.or.jp/wp-content/uploads/2017/08/92-02_Okutani_V_rev.pdf (参照 16 November 2018)
- SAKTHIVEL, M., 1972. Swarming of a Pteropod *Cavolinia uncinata pulsate* (RANG, 1829; SPOEL, 1969) in the inshore water off Cochin. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 1(2):148.
- 時岡隆, 1974. 軟体動物腹足綱後鰓亜綱翼足目有殻亜目かめがい科. Pp.170–173 in 岡田要・内田清之助・内田亨監修, 新日本動物図鑑[中]. 図鑑の北隆館, 東京.
- UENO, S. and AMIO, M., 1994. Swarming of Thecosomatous Pteropod *Cavolinia uncinata* in the coastal waters of the Tsushima Strait, the Western Japan Sea. *Bulletin of Plankton Society of Japan*, 41(1): 21–29.

能登半島で新たに見つかったブンブクチャガマ科(棘皮動物門, ウニ綱)の セイタカブンブク *Moira lachesinella*

小木曾正造¹⁾・幸塚久典²⁾・又多政博³⁾

¹⁾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)

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)

³⁾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)

Notes about a Schizasteridae (Echinodermata, Echinoidea) species, *Moira lachesinella*, newly
found out from the coast of Noto Peninsula, Sea of Japan

Shouzo OGISO¹⁾, Hisanori KOHTSUKA²⁾ and Masahiro MATADA³⁾

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

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

³⁾Noto Marine Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa
University, Mu-4-1, Ogi, Noto, Ishikawa Pref., 927-0553

はじめに

ブンブク類は棘皮動物門ウニ綱ブンブク目に属し、左右対称性を示す不正形ウニ類の一群である(重井, 1986)。能登半島周辺では、西岸からブンブクチャガマ科のキツネブンブク *Brisaster latifrons* (A. AGASSIZ) とヒラタブンブク科のヒラタブンブク *Lovenia elongata* (GRAY)、東岸からはブンブクチャガマ科のブンブクチャガマ *Schizaster lacunosus* (LINNAEUS)、ホンブンブク科のネズミブンブク *Nacospatangus altus* (A. AGASSIZ)、ヒラタブンブク科のヒラタブンブク *Lovenia elongata* (GRAY)、オカメブンブク *Echinocardium cordatum* (PENNANT)、オオブンブク科のタヌキブンブク *Brissopsis luzonica* (GRAY)、オオブンブク *Brissus agassizii* DÖDERLEIN、ライオネスブンブク *Metalia spatagus* (LINNAEUS)、ライオンブンブク属の一種 *Metalia* sp. の 9 種がこれまでに報告されている(又多ら, 1995; 幸塚, 2004; 坂井, 2012; KROH and MOOI, 2019; 幸塚ら, 印刷中)。2018 年 6 月 26 日に石川県鳳珠郡能登町新保の五色ヶ浜海水浴場沖水深約 2 m から 4 m の砂底下よりブンブクチャガマ科のセイタカブンブク *Moira lachesinella* MORTENSEN を 4 個体発見し、うち 2 個体を持ち帰り標本とした。この標本は能登半島沿岸における本種の初記録となるため、ここに報告する。

材料と方法

2018 年 6 月 26 日に石川県鳳珠郡能登町新保の五色ヶ浜海水浴場沖にてミサキギボシムシ *Balanoglossus misakiensis* KUWANO の採集を行った(図 1)。採集はスクーバダイビングを用い、水深 2 m から 4 m の海底の砂を手で扇いで 20 cm から 40 cm 程度の深さの穴を掘ってミサキギボシムシを探した。この際に、海中に舞い上がった砂に混ざってセイタカブンブクと思われる 4 個体を発見した。水深約 3 m で発見した 2 個体を採集瓶に入れて金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設へ持ち帰った。砂を敷いたバットを水槽に沈め、その中へ採集した 2 個体を収容し、新鮮海水を掛け流して飼育した。しかしながら、数日後に 1 個体が斃死したため、2 個体とも 99%エタノールに移して固定した。その後、標本を東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所に送り同定した。本研究に用いた標本は、大阪市立自然史博物館の登録標本として保管されている。

調査標本

Moira lachesinella MORTENSEN, 1930、セイタカブン

ブク、OMNH-Iv8410 and Iv8411、2 個体、2018 年 6 月 26 日、石川県鳳珠郡能登町新保五色ヶ浜海水浴場沖の水深 3 m、採集方法:スクーバ潜水、採集者:小木曾正造、同定者:幸塚久典。

結果と考察

形態的特徴

観察標本(OMNH-Iv8411)は殻長 33 mm、殻幅 26 mm、殻高 22 mm で、殻は全体が顕著に高く盛り上がり、腹面は平坦に近く、前端は細く鋭く陥入する(図 2)。輪郭は、上面から見ると円に近い楕円形で、側面から見ると台形に近い。前部花卉対孔数は 12 対前後(上部が閉じているため計測不可能)、後部対孔数は 12 対(前後の孔列は同数)であった。これらの形態的特徴によりブンブクチャガマ科 Schizasteridae LAMBERT, 1905、セイタカブンブク属 *Moira* A. AGASSIZ, 1872、セイタカブンブク *Moira lachesinella* MORTENSEN, 1930 に同定した。

備考

セイタカブンブクは潮下帯から水深 15 m に生息し、



図 1 能登町五色ヶ浜の採集地

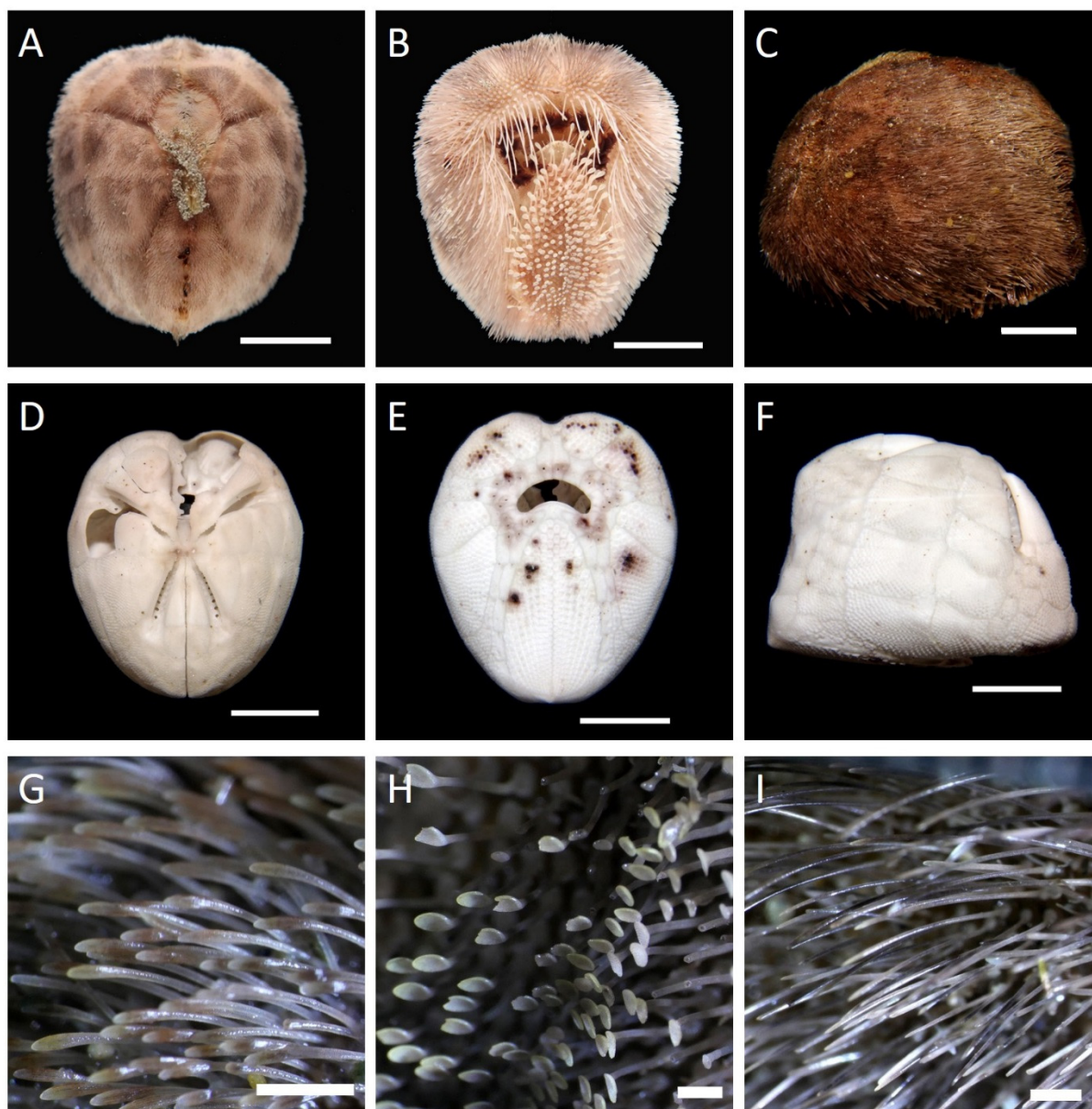


図 2 採集されたセイタカブンブク *Moira lachesinella*, A-B: 生時; C, G-I: 固定標本 (OMNH-Iv8410)、D-F: 裸殻 (OMNH-Iv8411); A 背面観、B 腹面観、C 左側面観、D 背面観、E 腹面観、F 右側面観、G 背側棘、H 腹側棘、I 腹側棘、スケールバー: A-F: 10 mm、G-I: 1 mm

相模湾及び九州北部に分布し(重井, 1986)、熊本県天草、大阪府阪南市からも採集されている(望月ら, 2005; 柏尾・三宅, 2018)。SCHULTZ(2009)は相模湾から東シナ海までの潮間帯から水深約 50 m にも生息すると報告している。日本海沿岸では、新潟県の佐渡島(HONMA and KITAMI, 1978)、福井県沿岸(富永, 1998)、京都府沿岸(KANAZAWA, 1992)、島根県の隠岐の島(幸塚, 2008)から報告されている。

国内ではセイタカブンブク属はセイタカブンブクとナ

ンヨウセイタカブンブク *M. lethe* MORTENSEN, 1930 の 2 種が記録されており、ナンヨウセイタカブンブクはセイタカブンブクに比べ、殻の前面が非常に高いこと、肛下帯線内が大きく陥入し角度が鋭いこと、生殖孔より後方の後部間歩帯の正中線はよく隆起していること、腺囊叉棘の棘に小棘や突起がないことなどによって区別できる(MORTENSEN, 1951; 望月ら, 2005)。本標本では、爪状叉棘が多く、腺囊叉棘を認めることができなかったため、腺囊叉棘の棘に小棘や突起は確認できなかつた。

った。しかしながら、上述した殻の形態的特徴に加え、疣は微細で大疣がないこと、爪状叉棘があることなどの特徴が MORTENSEN (1951) や重井 (1986) 他 の報告に一致することからセイタカブンブクと同定した。

筆者らはこれまでに、石川県鳳珠郡能登町新保の五色ヶ浜沖で今回同様のミサキギボシムシの採集を2003年と2013年に行い、その他に県内の羽咋郡志賀町増穂浦、鳳珠郡能登町越坂、小浦でも同様の採集を行ってきたが、本種を見つけたことはなかった。以前から採集時にヒラタブンブクが頻繁に確認されていたが、今回の採集時には海底の砂の極浅いところに非常に多く見られ、特に高密度で生息していた。一方で、ミサキギボシムシは以前よりも砂中のより深い場所に生息しているように感じられ、採集するためには以前より深くて大きな穴を掘る必要があった。セイタカブンブクは海底砂の深くで生活するとされ (KANAZAWA, 1992)、ミサキギボシムシの採集時に深い穴を掘ったことで本種を発見することに至ったのかもしれない。最近10年間に五色ヶ浜海水浴場に砂や消波ブロック等を追加する工事が行われた記録はなく、なぜこのような生物相の変化が起こったのかはわからない。

謝辞

金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設の鈴木信雄教授には本研究の機会を与えて頂いた。能登町ふるさと振興課には五色ヶ浜海水浴場の管理状況についての情報を頂いた。大阪市立自然史博物館の石田惣博士には標本を登録管理して頂いた。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

参考文献

HONMA, Y. and KITAMI, T., 1978. Fauna and Flora in the waters adjacent to the Sado Marine Biological Station, Niigata University. *Annual Report of the Sado Marine Biological Station, Niigata University*, 8: 7–81.

KANAZAWA, K., 1992. Adaptation of test shape for burrowing and locomotion in spatangoid echinoids. *Palaentology*, 35(4): 733–750.

KROH, A. and MOOI, R. 2019. World Echinoidea Database. *Nacospatangus altus* (A. Agassiz, 1864). Accessed at: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=513408> (参照 5 Feb. 2019)

柏尾翔・三宅壽一, 2018. 大阪府阪南市から採集された2種のブンブク類(棘皮動物門:ウニ綱). きしわだ自然資料館研究報告, 5: 37–40.

幸塚久典, 2004. 能登半島周辺のウニ類. 南紀生物, 46(1):18–22.

幸塚久典, 2008. 隠岐の島沿岸で得られたセイタカブンブク(棘皮動物:ウニ綱). ホシザキグリーン財団研究報告, 11:253–254.

幸塚久典, 小木曾正造, 又多政博, 2019. 石川県浅海から得られたライオンブンブク属の1種 *Metalia* sp. (棘皮動物門:ウニ綱) の裸殻の記録. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (24) 印刷中

又多政博・岡本武・山岸裕一, 1995. 能登九十九湾周辺の海産無脊椎動物. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (1): 31–38.

望月秀人・武藤慎太郎・吉郷英範・巖道治・田村常雄, 2005. 琉球列島浅海域のブンブク目(棘皮動物門:ウニ綱). 比和科学博物館研究報告, 44: 1–36, pls 1–15.

MORTENSEN, T., 1951. A Monograph of the Echinoidea V. 2: Spatangoida. II. Amphisternata. II.; Spatangidae, Loveniidae, Pericosmidae, Schizasteridae, Brissidae. iv+593pp., 64pls., C. A. Reitzel Publisher, Copenhagen.

坂井恵一, 2012. 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.

SCHULTZ, H., 2009. Sea-Urchins II. Worldwide irregular deep water species. Multicopy Digital: Augsburg, Germany. x+501–849.

重井陸夫, 1986. 相模湾産海胆類. 英文: 1-202, 和文: 1-173, 図版 126+8, 宮内庁生物学御研究所編. 丸善, 東京.

富永英之, 1998. 福井県沿岸の棘皮動物目録Iウニ綱. 福井市自然史博物館研究報告, 45: 23–32.

カワヤツメ *Lethenteron japonicum* の成熟度合と人工授精に関する研究

荒川裕亮・柳井清治

石川県立大学生物資源環境学研究科, 石川県野々市市末松 1-308 (〒921-8836)

Maturation and Artificial Propagation of Arctic Lamprey *Lethenteron japonicum*

Hiroaki ARAKAWA and Seiji YANAI

Ishikawa Prefectural University, 1-308, Suematsu, Nonoichi, Ishikawa 921-8836

Abstract

In order to restore endangered Arctic Lamprey (*Lethenteron japonicum*), we developed artificial insemination and hatching techniques and methods. Artificial insemination was conducted according to protocols described in LAMPMAN et al. (2016) using adult fishes captured from the Machino River in Noto Peninsula and Mogami River in Yamagata Prefecture. In the result, the hatching ration was influenced strongly by the degree of female parent sexual maturity and the density levels of the fertilized eggs during incubation. The hatching rates of eggs collected from mature females were ten times higher than those from immature one, which indicates that determining the degree of parent sexual maturity is a critical factor for the subsequent hatching rates. The sexual maturity of the parent fish was measured successfully by monitoring the followings: (1) the distance between the first dorsal fin and the second dorsal fin closely adheres, (2) in the female individuals the body color changes from black to green, the abdomen region swells, and the development of a post-cloacal finfold. Fertilized eggs were incubated at a low density of about 10 eggs /cm² or less in a plastic container filled with stream water, and aeration was performed, whereby an average of 87 % fertilized eggs hatched. The containers containing fertilized eggs were shielded from light and incubated in a thermostatic chamber kept at a room temperature of ~19° C to hatch in about 8 to 9 days; the cumulative degree-days from fertilization till hatching were estimated to be 152 to 171 °C. The effects of exchanging water frequency on the hatching rates were evaluated, but no significant differences were observed. Our result indicates that even the easier and simple incubating method can allow fertilized eggs in the low density to hatch effectively.

はじめに

カワヤツメ(*Lethenteron japonicum*)は無顎上綱ヤツメウナギ目ヤツメウナギ科カワヤツメ属に分類されるヤツメウナギ類の一種である。その分布域は日本国内で北海道と本州の島根県・茨城県以北、海外では、スカンジナビア半島東部から朝鮮半島とアラスカに分布している(岩田, 2001)。東日本の日本海沿岸部(北海道、秋田県、山形県、新潟県、石川県)を中心に、カワヤツメは水産資源として利用されている。しかし近年、ヤツメウナギ類は環境改変の影響を受け、世界的にその生息地や生息個体数が減少している(RENAUD, 1997; 山崎・後藤, 2000)。日本国内においてもカワヤツメの個体数は減少しており、資源量は減少傾向にある(北海道立水産孵化場, 2006)。石川県北部能登半島においても例外ではなく、能登半島を流れる 11 河川流域において地域住民へのアンケート調査と漁師への聞き取り調査および文献調査を行ったところ、2000 年以前は 9 河川で捕獲・生息が確認されていたが、2000 年以降は 2 河川しか確認できなくなったことが明らかになった(荒川ほか, 2018)。

カワヤツメの保全・再生策として、河川における幼生の生息場や産卵環境を創造することや、親魚の遡上障害となっている河川横断構造物に魚道を設置する対策が挙げられる。さらに、カワヤツメは水産資源としても利用されているため、放流による水産増殖的な資源回復を試みることも有効な手段である。ヤツメウナギ類の人工授精や飼育など人工繁殖に関する研究は、アメリカや北欧で先進的に進められている(VIKSTRÖM, 2002; LAMPMAN et al., 2016)。日本国内における事例としては、新潟県内水面水産試験場で、1970–80 年代に親魚の成熟(片岡ら, 1980a)、受精卵の畜養方法(片岡ら, 1980b)、幼生の飼育に関する研究(片岡・星野, 1983)、2004–2006 年に北海道で「カワヤツメ文化再生事業」の一環として人工授精に関する研究が行われた(北海道石狩支庁・空知支庁, 2006)。しかし、その後人工繁殖に関する研究は行われておらず、その繁殖技術が確立されたとは言い難い。

そこで本研究はカワヤツメの人工繁殖法を確立することを目的とし、人工授精に用いるために適切な親魚の成熟度合いを判断するための形態変化の観察と、受精卵の蓄養方法を検討した。

材料と方法

1) 親魚の成熟に伴う形態的变化

実験に用いるためのカワヤツメ親魚は、2015 年は、石川県能登半島北部を流れる町野川から 20 尾を地元漁師の方に提供して頂いた。また 2017 年は、山形県の最上川で採集されたカワヤツメ親魚 12 尾を地元漁師の方に提供して頂いた。最上川産を用いた理由は、2017 年に実験に必要なカワヤツメが町野川から入手できなかったためである。カワヤツメ親魚は石川県内水面水産センター内に設置されている円柱状の大型タンク(約 600 L)で蓄養しながら、定期的に取り出して形態的特徴を観察した。タンクには河川水を注水し続け、エアレーションも行った。畜養期間は、2015 年は 4 月 13 日から 5 月末(水温

12–16 °C)まで、2017 年は 4 月 30 日から 5 月末(水温 11.5–15 °C)までである。蓄養期間中、親魚を魚類・甲殻類麻酔薬(DS ファーマアニマルヘルス、FA100)で動きを鈍らせ、全長、第一背鰭と第二背鰭の間隔を測定した。2017 年は加えて親魚の湿重量も測定した。測定開始時点では、第一背鰭末端と第二背鰭始部が離れていたが、次第にその間隔が狭まって密着し、さらに第一背鰭末端と第二背鰭始部が重なりあった。両者が離れている場合は間隔の長さを正とし、重なり合っている場合は、その部分の長さを負として表記した。

2) 人工授精方法

人工授精の作業は石川県内水面水産センター内の敷地内で行った。親魚の成熟度合や受精卵の畜

養方法の違いが孵化率に与える影響を評価するため、人工授精方法を統一する必要があった。そこで LAMPMAN et al. (2016) が Pacific Lamprey (*Entosphenus tridentatus*) で行った人工授精方法に準じて実施した。まず取り出した卵と精子を入れるための容器として、水気をよくふき取ったプラスチック製の容器 (15×20.5×16.5 cm) を用意した。雌 1 尾と雄複数尾の動きを魚類・甲殻類麻酔薬で鈍らせた。親魚の体表面はぬめっており、効率的に採卵や採精作業を進めるため、両手に無地の軍手をはめて実施した。無地の軍手を使用した理由は、滑り止めがついている場合、カワヤツメの体表を傷つける恐れがあるためである。また採卵や採精の作業中に、親魚から水滴が容器内へ混入することを防ぐため、親魚は雌雄共に水気を軽くタオルでふき取ってから用いた。

次に麻酔した雌の頭部を片手で持ち、もう一方の手で腹部を頭部側から生殖器に向かって圧迫しな

がら絞り、卵を容器内に出した (写真 1)。血が排出されるようになった時点で、採卵を終了した。次に雄 1-2 尾を取り出して、雌と同様の手順で採精し、容器内の卵に精子をかけた (写真 2)。採精も同様に血が混じるようになったら終了した。その後、おおよそ卵と同量の河川水を入れ軽く攪拌し、1 分間静置した。精子は塩分濃度が 0 % の水に曝されることで運動を開始するため、河川水を使用した (KOBAYASHI, 1993) (写真 3)。さらに 1 % のパイナップルジュースを 20-50 ml 程度を加え攪拌し、4 分間静置した (写真 4)。ヤツメウナギ類の卵は粘着性で (YORKE and McMILLAN, 1979)、パイナップルジュースに含まれるタンパク質分解酵素によって受精卵の粘着物質を除去することができる (LAMPMAN et al., 2016)。受精卵を流水で 3 回すすぎ、水の入った別のプラスチック容器 (28×22×5 cm) に移し実験室に持ち帰った。人工授精は 2015 年 5 月 7 日、5 月 18 日、2017 年 5 月 15 日に行った。



写真 1 雌から卵を採取



写真 2 雄の腹を絞り、精子を卵にかける



写真 3 受精卵に河川水をかけて洗浄



写真 4 受精卵をプラスチック容器内で静置する

3) 受精卵の蓄養方法

2015 年の人工授精には 5 月 7 日と 5 月 18 日に、それぞれ雌 1 尾と複数尾の雄を用いて、人工授精を行った。前者をペア A1、後者をペア A2 とする。蓄養にはプラスチック容器 (28×22×5 cm) を用いて、石川県内水面水産センターより持ち帰った河川水を水深が約 3 cm となるように入れた。受精卵は水の入った容器内にゆっくり注ぎ入れた。ペア A1 より得られた受精卵は容器内において様々な密度 (7-53 粒/cm²) で蓄養し、ペア A2 の受精卵は低密度 (1-5 粒/cm²) で蓄養した。受精卵は完全に遮光された恒温機 (FMU-133I, 福島工業株式会社) 内で蓄養し、水温は 19 °C となるよう維持した。水替えは行わず、乾燥によって水深が低下した場合は、同じ水をゆっくり

注ぎ入れて、水深を維持した。受精卵は孵化するまでの期間、定期的に取り出して顕微鏡で観察した。人工授精をしてから孵化するまでの日数より、積算水温を算出した。

2017 年 5 月 15 日は、成熟度の異なる 2 尾の雌と複数尾の雄を用いて人工授精を行った。それぞれの雌より得られた卵は別の容器で人工授精を行い、ペア B1 とペア B2 とした (写真 5, 6)。実験室に持ち帰った受精卵は、それぞれからサブサンプリングし、顕微鏡で確認した。受精卵の状態を 3 段階で評価し、1) 良受精卵、2) 奇形受精卵、3) 未受精卵とした。その後、受精卵は水深 3 cm に保たれたプラスチック容器 (28×22×5 cm) に注ぎ入れた。水はカルキ抜きした石川県立大学の水道水を使用し、エア

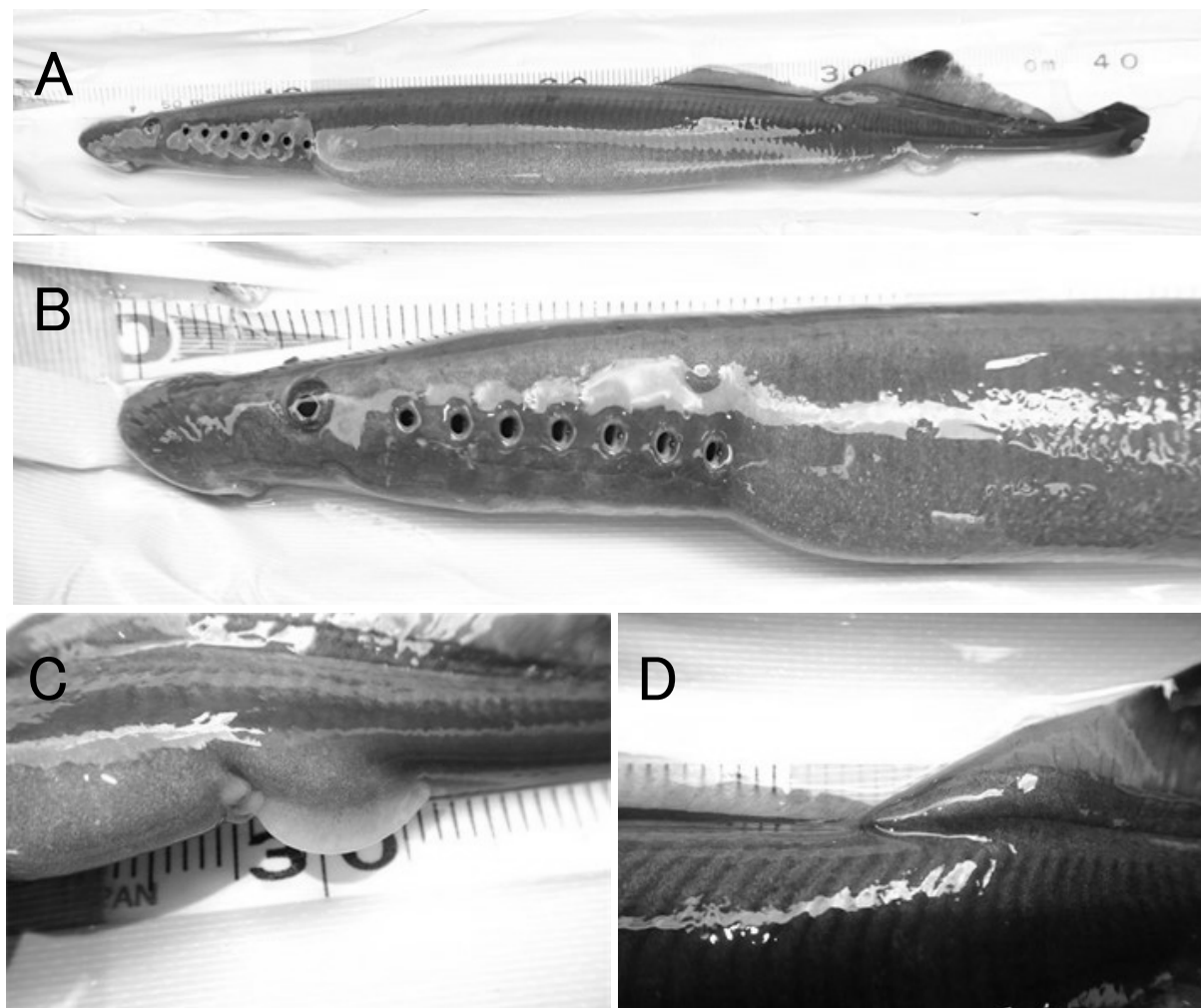


写真 5 ペア B1 雌カワヤツメ (全長 38 cm, 第一背鰭と第二背鰭の間隔 -0.4 mm)、授精は 2017 年 5 月 15 日に行った。成熟した雌で、体色が緑がかった黒 (A)、腹部が膨らみ (B)、総排出腔の後方にある鰭状の膜が発達 (C)、第一、第二背鰭の接合度 (D) が大きい。

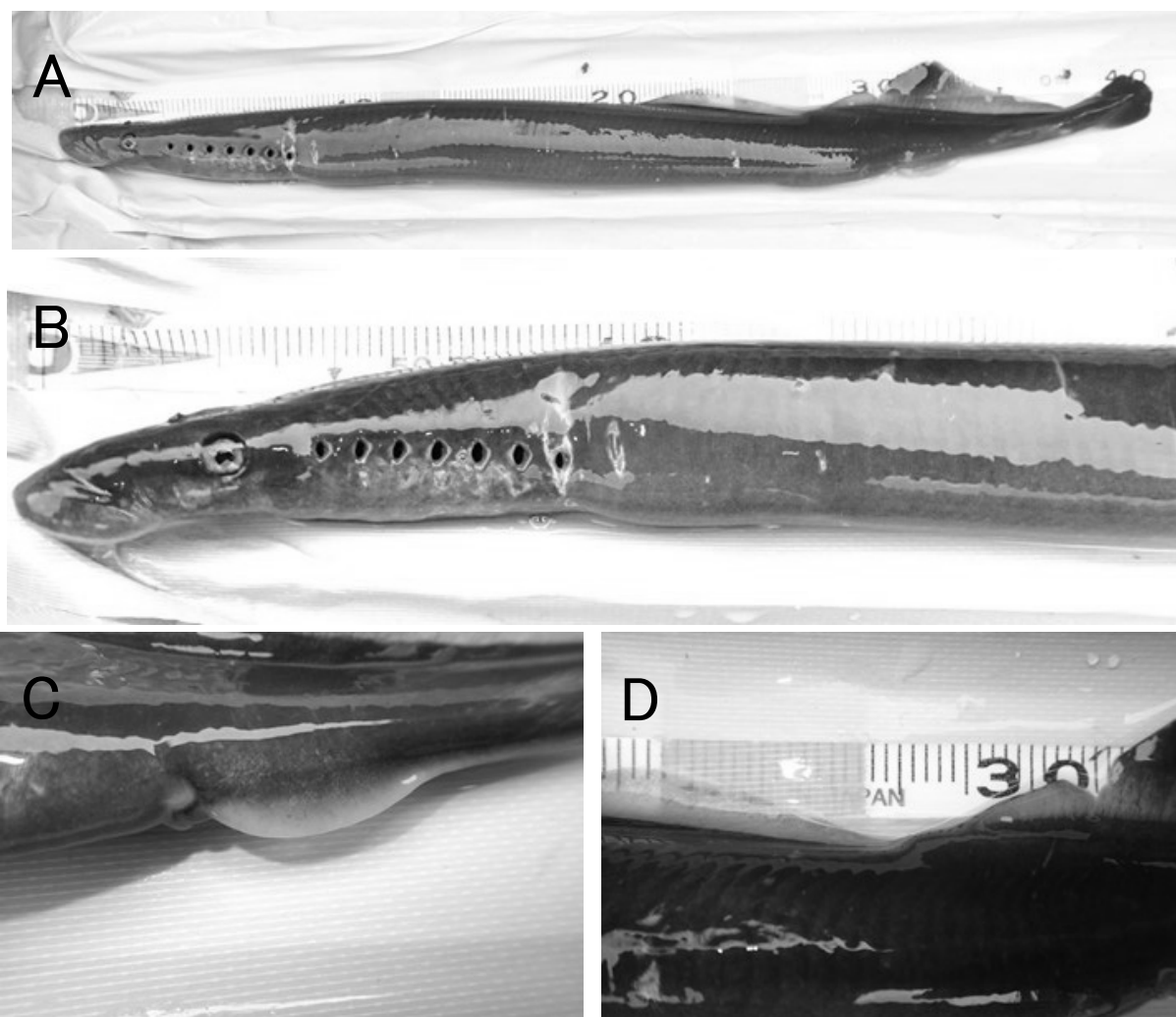


写真 6 ペア B2 雌カワヤツメ(全長 41.8 cm, 第一背鰭と第二背鰭の間隔 -0.2 mm)、授精は 2017 年 5 月 15 日に行った。成熟間近の雌で、体色が黒く(A)、腹部の膨らみが小さく(B)、総排出腔の後方にある鰭状の膜が未発達(C)、第一、第二背鰭の接合度(D)が小さい。

レーションを行いながら受精卵を低密度(約 10 粒/cm² 以下)で蓄養した。受精卵は 19℃に保たれ完全に遮光された恒温室で蓄養した。容器は各ペアで9容器ずつ使用し、水替えの頻度が異なる3処理(水替えをしない、4日に1回、2日に1回)を設定し、各処理3反復とした。

結果

1) 親魚の成熟に伴う形態的变化

蓄養開始時(4月中旬)のカワヤツメ親魚の平均全長は 43.0 cm(雄:42.8 cm、雌:43.1 cm、2015 年)、

45.0 cm(雄:46.8 cm、雌:41.6 cm、2017 年)であった。経時的に見ると全長は雄雌共に短縮しており、5月中旬になると平均全長は 40.3 cm(雄:39.4 cm、雌:41.5 cm、2015 年)、41.1cm(雄:41.9 cm、雌:39.4 cm、2017 年)と約 3-4 cm 程度短縮していた(図 1)。湿重量は 2017 年のみのデータであるが、時間の経過につれて雄は減少していたが、逆に雌は湿重量が増加する傾向が見られた(図 2)。2015 年における背鰭の間隔長の平均は蓄養開始時 3.5 mm(雄:-2.4 mm、雌:8.5 mm)で、最終観察時で平均-0.9 mm(雄:-0.9 mm、雌:-0.7 mm)であった(図 3)。2017 年では開始時 5.6 mm(雄:6.0 mm、雌:2.0 mm)、終了時-3.3 mm(雄:-3.3 mm、雌:-3.3 mm)と

なった(図3)。蓄養開始時は第一背鰭と第二背鰭の間隔は離れているが、時間の経過とともに狭まっていき、5月中旬ごろになると、第一背鰭と第二背鰭が接合することが2015年の雄個体を除いて確認された(写真7)。さらに雌は成熟が進むにつれ、体色

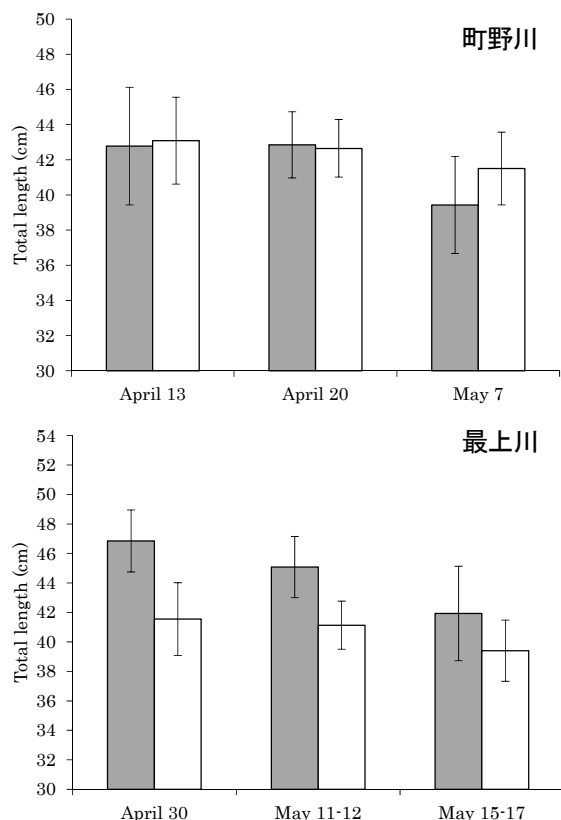


図1 町野川(上)と最上川(下)から捕獲されたカワヤツメの全長の時間的変化(塗りつぶしは雄、ブランクは雌、誤差線は標準偏差を示す)

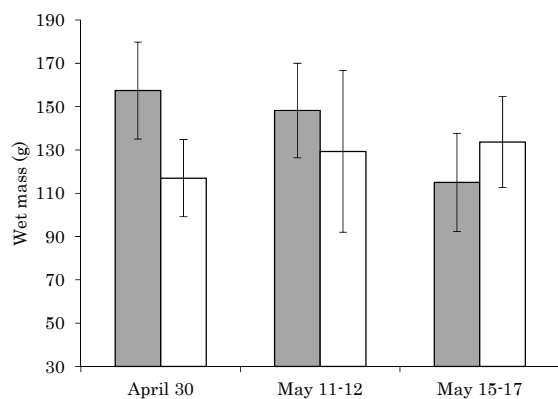


図2 最上川から捕獲されたカワヤツメの湿重の時間的変化(塗りつぶしは雄、ブランクは雌、誤差線は標準偏差を示す)

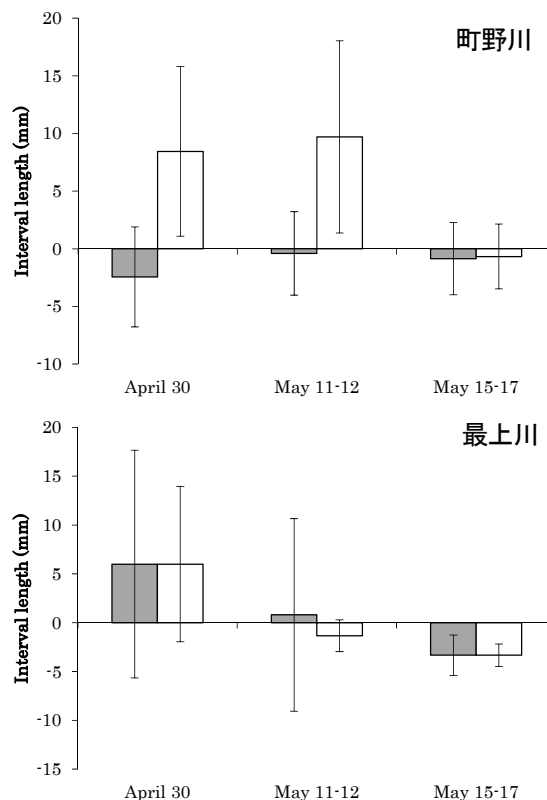


図3 町野川(上)と最上川(下)から捕獲されたカワヤツメの第一背鰭と第二背鰭の間隔の時間的変化(塗りつぶしは雄、ブランクは雌、誤差線は標準偏差を示す)

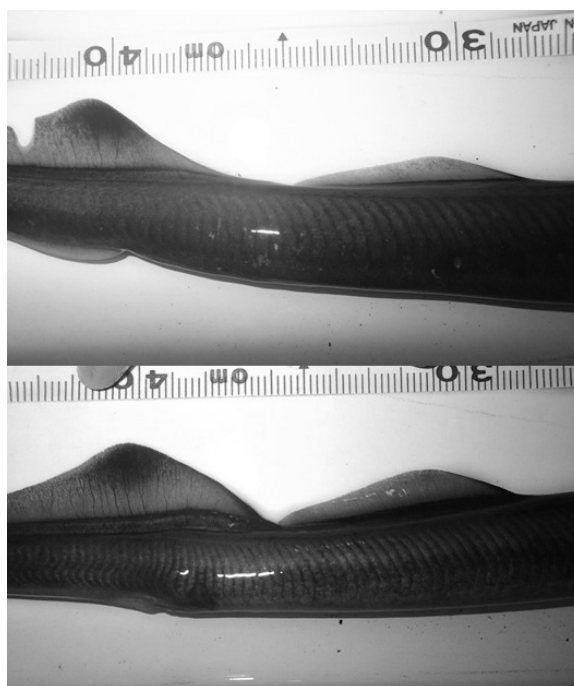


写真7 4月には第一背鰭と第二背鰭の間隔は離れている(上)が5月中旬になるとその間隔が狭くなり、最終的には接合する(下)

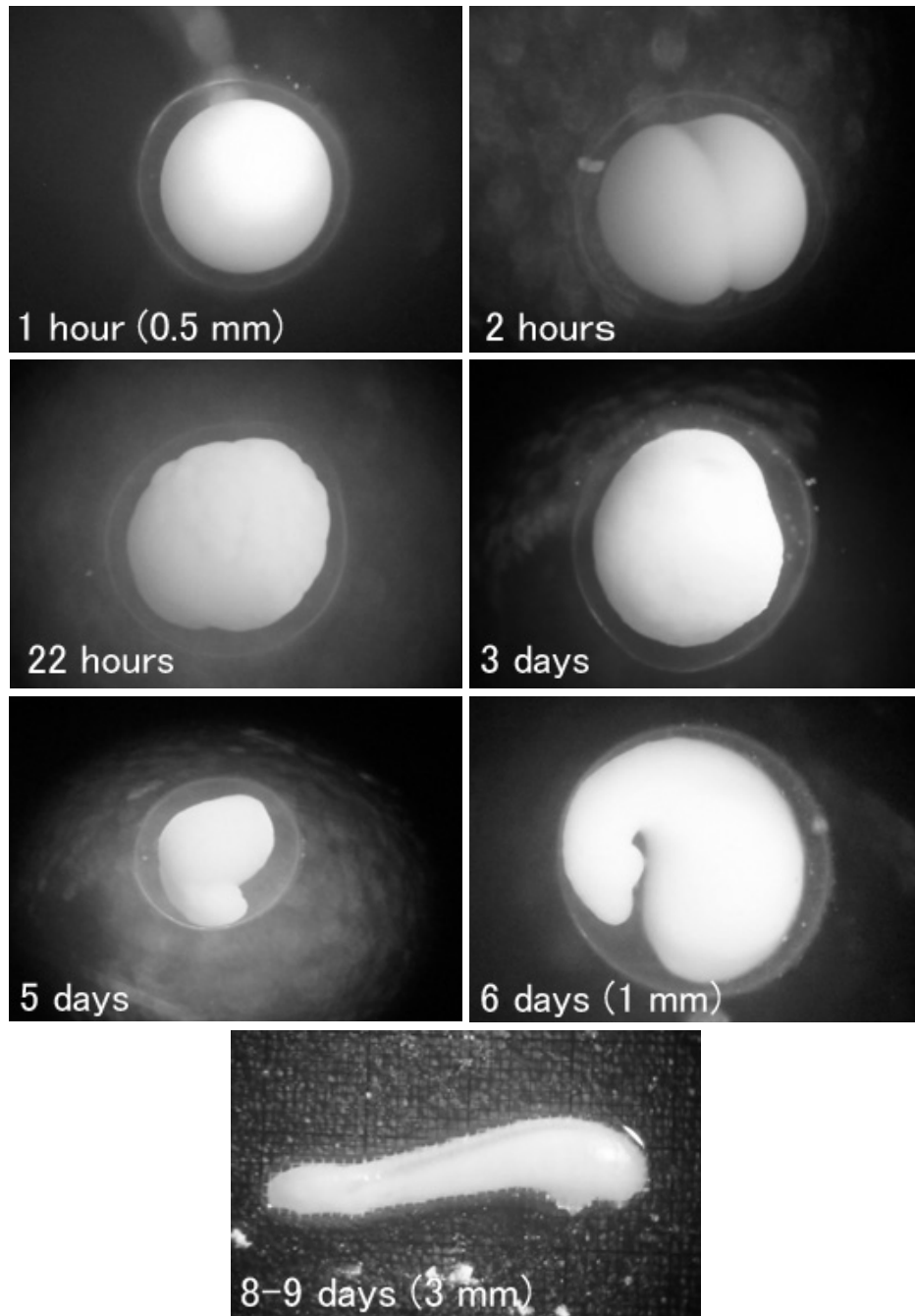


写真 8 受精卵の発達過程(受精直後から孵化した幼生まで、水温は 19℃で蓄養)

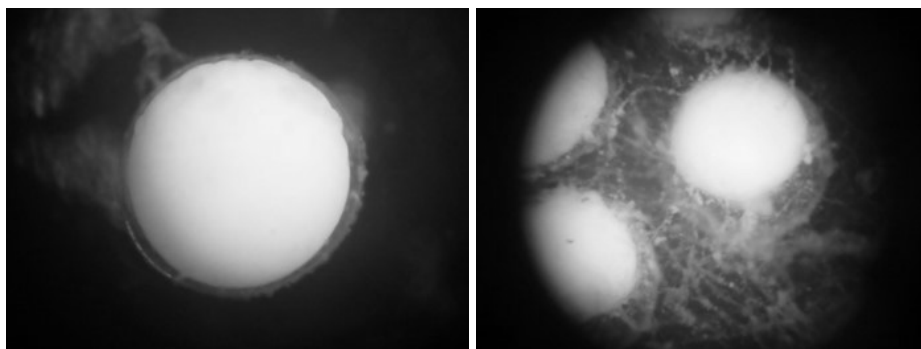


写真 9 高い密度で蓄養した場合の受精膜は薄くなり(左)、菌類により覆われた(右)

が黒に緑がかかるようになり、腹部が丸みを帯びて垂れ下がり、総排泄腔の後方にある鰭状の膜が肥大して、直線状から三日月状に変わることが確認された(写真 5, 6)。

2) 受精卵の観察と蓄養密度を変化させたときの孵化率

人工授精直後の受精卵には明瞭な受精膜が発達しており、受精卵の直径は約 0.5 mm であった(写真 8)。2 時間経過すると受精卵は卵割し、1 日経過すると桑実胚となった。その後、受精卵の一部が突出したしずく状となった。4-5 日経過すると、受精卵は幼生の尾部となる部分が発達し始め、6 日後には幼生の形状が完成し直径は 1 mm であった。8 から 9 日で受精卵は孵化し、この時の全長は約 3 mm であった。孵化するまでに必要な積算水温は 152-171 °C であった(19 °C × 8, 9 日)であった。また蓄養時間の経過とともに、受精膜が薄くなる受精卵や、菌類が受精膜の表面を覆う事例が確認された(写真 9)。これらは特に高い密度で受精卵を蓄養している容器内で多かった。2015 年における人工授精の結果、受精卵を低密度で蓄養すると、高密度で蓄養した場合に比べて孵化率は高かった(図 4)。受精卵の蓄養密度と孵化率の値をプロットし、得られた回帰式は決定係数 0.66 であった。

3) 成熟度が異なる親魚より得られた受精卵を低密度で蓄養した時の孵化率

成熟度が進んだペア B1 より得られた受精卵は成

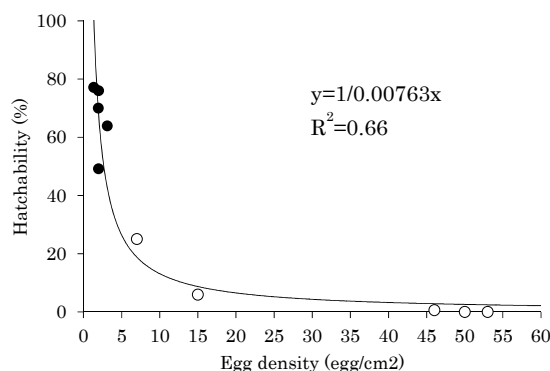


図 4 ペア A1 受精卵(○)とペア A2 受精卵(●)の孵化率と蓄養密度の関係

熟度が遅いペア B2 に比べて、良卵の割合は高かった(図 5)。ペア B1 の受精卵の内訳は、良受精卵 74 個(99%)、未受精卵 1 個(1 %)であった。一方、ペア B2 の受精卵の内訳は、良受精卵 17 個(28 %)、奇形受精卵 42 個(69 %)、未受精卵 2 個(3 %)であった。

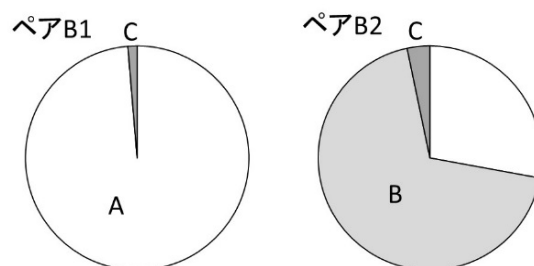


図 5 2017 年 5 月 15 日に授精させた卵の健全性の割合. A 健全な受精卵; B 受精したが発達しない卵; C 受精しなかった卵(左 ペア B1(n=75)、右 ペア B2(n=61)から得た卵を示す)

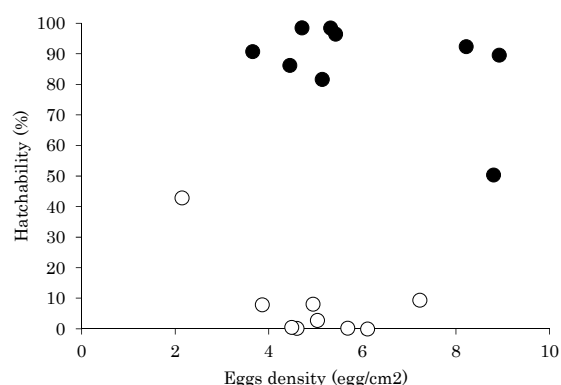


図 6 ペア B1 受精卵(●)とペア B2 受精卵(○)の孵化率と蓄養密度の関係

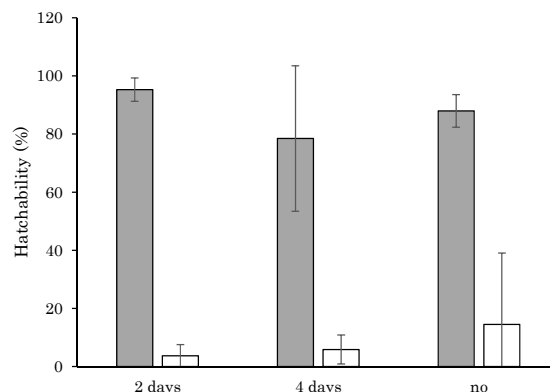


図 7 水替え頻度による孵化率の違い(塗りつぶしはペア B1、空白はペア B2 からの受精卵、誤差線は標準偏差)

受精卵の蓄養密度の平均はペア B1 で 6 粒 /cm² (4-9 粒 /cm²)、ペア B2 で 5 粒 /cm² (2-7 粒 /cm²) と、大きな差はなく低密度であった。ペア B1 の受精卵の平均孵化率はペア B2 に比べて約 10 倍高く、ペア B1 は 87 % (50-99 %)、ペア B2 は 8 % (0-42 %) であった (図 6)。また水替えの有無や頻度の違いによって、孵化率に差は見られなかった (図 7)。

考察

1) 親魚の成熟

日本においてカワヤツメの産卵は、雪解けによる増水が収まる 5 月から 7 月にかけて行われる (岩田, 2001)。ヤツメウナギ類の成熟は春の河川水温上昇が要因となり (APPLEGATE, 1950)、生理的反応としても成体内の性ステロイドが 4 月から 5 月にかけて高まることが報告されている (MESA et al., 2010)。本研究においてもカワヤツメは 4 月から 5 月にかけて成熟度合いを示す形態的特徴が変化しており、それらを人工授精に用いることで孵化幼生を得ることができた。ヤツメウナギ類は成熟に伴って、第一背鰭と第二背鰭の間隔が狭まることが多くの研究で報告されている (片岡ら, 1980a; CLEMENS et al., 2013; LAMPMAN et al., 2016)。本研究においてもカワヤツメ親魚は蓄養中、全長と背鰭間隔の減少が確認された。河川を遡上する初期段階の河口で採捕された Pacific Lamprey の背鰭間隔は約 30 mm であるが、産卵時期になると二つの背鰭は接合し、その間隔は 5-0 mm 程度となる (LAMPMAN et al., 2016)。またカワヤツメも産卵期における全長の減少に伴って、背鰭の間隔が狭まることが報告されている (片岡ら, 1980a)。このような背鰭間隔の変化はヤツメウナギ類の成熟時に見られる形態的な変化であり、カワヤツメを人工授精する際に成熟度合を判断する基準となりうることを示された。

しかし 2017 年に人工授精を行った 2 尾の雌個体の背鰭間隔は共に狭まっており接合していたにもかかわらず、受精卵の孵化率は大きく異なっていた。

一方の雌は十分に成熟していたが、もう一方の雌は成熟が不十分であったと考えられる。このことは良受精卵の割合の違いからも、成熟度合が異なっていたことが裏付けられる。従って、背鰭間隔が狭まることは成熟が進行していることを示すが、これには個体差も存在すると考えられるため、明確な基準になりえない。その為、他の成熟に伴う形態的な特徴もよく観察する必要がある。本研究では、高い孵化率を得た雌個体の特徴として、体色が黒色から緑色がかかることや、腹部が膨張すること、また総排出腔の後方にある鰭状の膜が発達することが確認された。これらの項目を総合的に判断し、成熟度合を見極めて採卵・採精を行うことで、効率的な人工繁殖を進めることが可能となる。

2) 受精卵の蓄養

本研究は、成熟した親魚を人工授精に使用し、蓄養する受精卵の密度を約 10 粒 /cm² 以下と低く保つことで、水替え行わずに、エアレーションのみで蓄養するという簡易的な方法でも、90 から 100 % と高い孵化率を得ることができた。片岡ら (1980b) はカワヤツメの受精卵が入った孵化槽への注水量を増やすことで、孵化率が向上したことを報告している。また注水を行うことで、受精卵の周りに付着する菌類の繁殖を防ぐことができる (LAMPMAN et al., 2016)。受精卵に対する注水の必要性は、野外における産卵環境に関係すると考えられる。

カワヤツメは淵尻や平瀬など、河川の中でもある程度流速が存在する場所に産卵床を形成する (岩田, 2001)。また European River Lamprey (*Lampetra fluviatilis*) を流速や底質を変化させたタンク内で蓄養した実験において、流速が最も早い場所に産卵床を形成することが報告されている (ARONSUU and TERTSUNEN, 2015)。流速が存在することによって、受精卵は効率的にガス交換や細菌類の繁殖を防ぐことができる。その為、孵化槽に注水を行うことや Hatching Jar を使用することで、滞水を防ぐこととなるため孵化率は向上すると考えられる。

しかし近年の研究によって、Pacific Lamprey の受精卵を注水して蓄養した方法と注水せずに蓄養した

方法を比較した結果、有意な差が無いこと示された (LAMPMAN, Unpublished)。また北海道立水産孵化場 (2008) はカワヤツメの受精卵を注水せずに水替えを 1 日 1 回することで高い孵化率を得ることに成功している。同研究の受精卵蓄養密度は 360 粒/cm² 以下で、孵化率は約 100 %と本研究の 10 粒/cm² 以下に比べて高い蓄養密度で高い孵化率であった。その為、水替えを行うことでより高い密度で蓄養することが可能となりうるが、本研究は水替えを行わない簡易的な方法でも、カワヤツメの受精卵を蓄養できることが明らかになった。

要約

絶滅が危惧される能登半島のカワヤツメ (*Lethenteron japonicum*) 資源を保全するため、カワヤツメ親魚を用いた人工授精と孵化技術の開発を行った。能登半島の町野川および山形県の最上川に遡上してきたカワヤツメ親魚を用いて、人工授精を LAMPMAN et al. (2016) による方法に従って実施した。結果、雌親魚の成熟度合や受精卵の蓄養密度を適切な条件で実施することで、平均 87 % (50–99 %) の受精卵を孵化させることに成功した。成熟度の異なる雌から採取した受精卵の孵化率には、約 10 倍の違いが見られたため、人工授精に用いる親魚の成熟度合を見極めることは重要である。成熟した親魚の形態的な特徴として、①第一背鰭と第二背鰭の間隔が密着すること、②雌個体では、体色が黒色から緑がかり、腹部が膨張し、総排出腔の後方にある鰭状の膜が発達することが観察された。受精卵は水の入ったプラスチック製の容器に約 10 粒/cm² 以下の低い密度で蓄養し、エアレーションを行うことで、平均 87 %の受精卵が孵化した。受精卵の入った容器は遮光し、室温 19 °C に保たれた恒温槽で蓄養することで、約 8–9 日で孵化し、孵化するまでの積算水温は 152–171 °C と推定された。蓄養中、水替えを行った容器 (2 日に 1 回・4 日に 1 回) と水替えを行わなかった処理で孵化率を比較したが、明瞭な差は見られなかった。その為、受精卵を低密度

で蓄養することで、簡易的な方法でも、高い孵化率を得ることが可能であると示された。

謝辞

石川県内水面水産センター各位には、飼育に使用するタンクを提供して頂くなど、研究を進める上で、多くの協力をいただいた。また、能登町柳田地区小間生在住の道重重一様や山形県東庄内町清川のスズキ商店には、実験に用いるカワヤツメ親魚を提供していただいた。さらに、アメリカワシントン州 Yakama Nation Fisheries の Ralph LAMPMAN 氏には、人工授精に関する多くの助言をいただいた。以上の関係各位に記して謝意を表する。本研究は JSPS 科研費 26340092 の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- APPLEGATE, V. C., 1950. Natural history of the sea lamprey, *Petromyzon marinus*, in Michigan. Special Scientific Report Fisheries. Fish and Wildlife Service. United States Department of the Interior, 55: 237.
- 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. 石川県立大学紀要, 1: 11-21.
- ARONSU, K., and TERTSUNEN, J., 2015. Selection of spawning substratum by European river lampreys (*Lampetra fluviatilis*) in experimental tanks. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 48: 41–50.
- CLEMENS, B. J., VAN DE WETERING, S., SOWER, S. A., and SCHRECK, C. B., 2013. Maturation characteristics and life-history strategies of the Pacific lamprey, *Entosphenus tridentatus*. Canadian Journal of Zoology, 91: 775–788.
- 北海道立水産孵化場, 2008. カワヤツメ人工孵化におけるマニュアル (平成 20 年度版)。

- 北海道石狩振興局, 2006. カワヤツメ資源の減少.
<<http://www.ishikari.pref.hokkaido.lg.jp/ss/sis/grp/yatume2.pdf>>, 2016/2/9 参照.
- 北海道石狩支庁・空知支庁, 2006. 平成 17 年度
石狩川ヤツメ文化保全再生事業報告書.
- 岩田明久, 2001. 日本の淡水魚. In 川那辺浩哉・水
野信彦・細谷和海 (Eds.), 山溪カラー名鑑.
東京: 山と溪谷社.
- 片岡哲夫・星野正邦, 1983. カワヤツメの増殖に関
する研究-III. 新潟県内水面水産試験場調査
研究報告, 10: 21-30.
- 片岡哲夫・細谷久信・江村清, 1980a. カワヤツメの
増殖に関する研究- I . 新潟県内水面水産試
験場調査研究報告, 9: 28-32.
- 片岡哲夫・細谷久信・江村清, 1980b. カワヤツメの
増殖に関する研究- II . 新潟県内水面水産試験
場調査研究報告, 9: 35-42.
- KOBAYASHI, W., 1993. Effect of osmolality on the
motility of sperm from the lamprey." *Lampetra*
japonica. *Zoological Science*, 10: 281-285.
- LAMPMAN, R., MOSER, M. L., and JACKSON, A. D.,
2016. Developing techniques for artificial
propagation and early rearing of Pacific
Lamprey (*Entosphenus tridentatus*) for species
recovery and restoration. In A. M. ORLOV and R.
J. BEAMISH (Eds.), *Jawless Fishes of the World*.
Volume 2. Cambridge: Cambridge Scholars
Publishing.
- MESA, M. G., BAYER, J. M., BRYAN, M. B., and
SOWER, S. A., 2010. Annual sex steroid and
other physiological profiles of Pacific lampreys
(*Entosphenus tridentatus*). *Comparative*
Biochemistry and Physiology Part A: Molecular
and Integrative Physiology, 155: 56-63.
- RENAUD, C. B., 1997. Conservation status of Northern
Hemisphere lampreys (Petromyzontidae). *Jour-
nal of Applied Ichthyology*, 13: 143-148. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.1997.tb00114.x>
- VIKSTRÖM R., 2002. Notes on lamprey propagation.
Regional Environment Publications 252. Vaasa:
Ykkös-Offset
- 山崎裕治・後藤晃, 2000. ヤツメウナギ類における系
統分類と種分化研究の現状と課題. 魚類学雑
誌, 47: 1-28.
- YORKE, M. A. and MCMILLAN, D. B., 1979. Nature
and cellular origin of the adhesive coats of the
lamprey egg (*Petromyzon marinus*). *Journal of*
Morphology, 162: 313-325.

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

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、2018年の調査結果を報告する。

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)。

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)

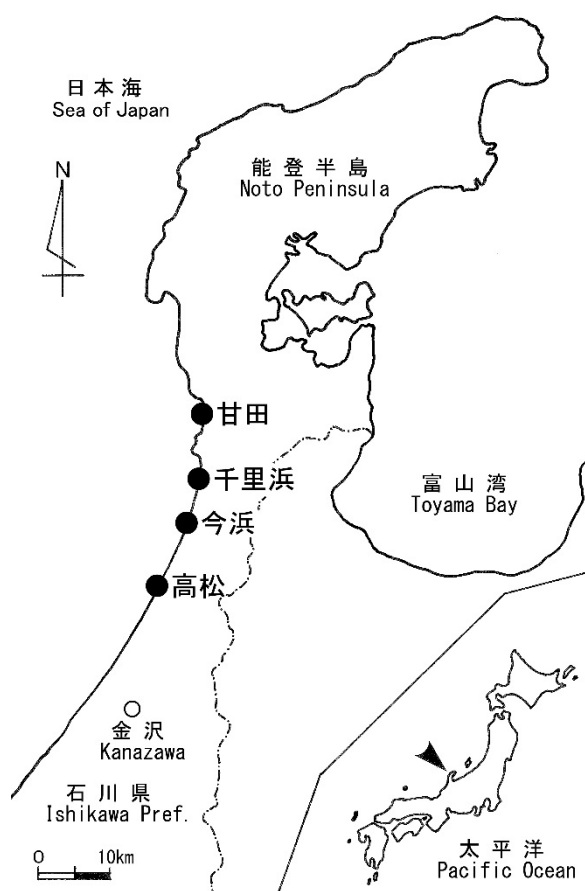


図1 砂浜海岸の底生動物モニタリング調査地点

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。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-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

高松および甘田海岸で、この13年間で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、2に示す。また、今浜と千里浜海岸の結果は表3、4に

示す。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。

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593.0 g/m²、短期世代群は18.7 g/m²であった。これまでの春の調査で採集された長期世代群の湿重量は15.3~1212.1 g/m²であり、最も多かった2015年について多い値となった。短期世代群は、これまでに0.0~61.3 g/m²採集されており、平均24.0 g/m²であった。これと比較すると平均値よりは若干少ない値であった(表1, 図2, 3)。採集された個体はどれも大型で、かつオスがメスを捕捉して行動している様子が観察された。

次に秋の調査では、短期世代群だけが75.3 g/m²採集され、これまでの調査の6.9~293.0 g/m²の平均129.3 g/m²よりも少ない値であった。

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14.7 g/m²、短期世代群が24.4 g/m²で合計39.1 g/m²となり、長期世代群よりも短期世代群が多く採集された。短期世代群が確認されたことにより、繁殖が順調であると推察される。

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103.7 g/m²で、これまでの平均値の67.8 g/m²の1.5倍ほどであった(表2, 図4, 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	2006年 4月6日	2007年 4月27日	2008年 4月22日	2009年 4月23日	2010年 4月25日	2011年 4月21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
ナミノリソコエビ(計)	56.4	85.3	282.4	73.9	200.1	23.5	467.1	113.0	28.0	1212.1	98.4	111.2	611.6
長期世代(越冬)群	44.6	47.3	265.7	69.0	150.1	23.5	432.9	109.0	15.3	1212.1	37.1	56.6	593.0
短期世代(未越冬)群	11.8	38.0	16.7	4.9	50.0	0	34.2	4.0	12.7	+	61.3	54.6	18.7
シギシマフクロアミ	0.9	1.1	3.6	0.4	2.4	1.1	8.2	0	0	0	0	1.6	1.1
ヒメスナホリムシ	2.7	3.8	1.3	0	1.6	0.9	0.7	4.2	3.3	8.4	2.7	6.7	13.3
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0.2	0.9	0	3.1	0.2	0	1.3	0	0	0	0
ハマスナホリガニ	0	0	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	0	0
フジノハナガイ	0	0	0	3.3	21.8	0	11.5	54.0	0	0	17.1	49.1	12.7
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(°C)	13.0	14.9	15.5	15.1	13.0	14.2	19.7	14.1	15.6	17.5	14.3	16.8	16.3
pH	8.10	8.06	8.09	8.20	8.09	8.08	8.07	8.02	8.18	8.13	8.08	8.17	8.27
塩分量(‰)	32.58	33.46	33.98	33.09	33.38	31.63	29.70	33.78	31.50	33.51	31.20	34.41	32.2
波打ち帯幅(m)	7.0	4.0	4.9	7.0	2.1	3.5	2.1	2.8	2.1	2.1	3.5	2.8	2.8

季節	秋												
調査年 月日	2006年 9月16日	2007年 9月20日	2008年 9月14日	2009年 9月16日	2010年 10月2日	2011年 9月13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
ナミノリソコエビ(計)	47.7	89.0	220.4	197.8	80.4	115.4	293.0	14.9	198.7	272.0	6.9	15.1	75.3
長期世代(越冬)群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
短期世代(未越冬)群	47.7	89.0	220.4	197.8	80.4	115.4	293.0	14.9	198.7	272.0	6.9	15.1	75.3
シギシマフクロアミ	0.2	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0.2	0.2	0.4
ヒメスナホリムシ	19.1	7.3	4.2	4.7	1.1	0.2	0	0	0.2	2.2	6.9	0.4	0.4
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
ハマスナホリガニ	0	0.2	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	0	0
フジノハナガイ	24.0	0	294.6	39.3	169.4	0	20.2	0	0	0	0	2.7	7.6
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(°C)	22.2	28.0	25.7	23.6	25.3	28.2	28.0	26.2	25.0	22.5	23.5	22.2	23.5
pH	8.09	8.38	8.18	8.29	8.33	8.00	8.10	8.12	7.99	8.01	8.15	8.25	8.00
塩分量(‰)	32.29	32.74	33.01	32.90	29.09	32.03	31.19	32.17	33.55	32.56	31.83	32.31	31.86
波打ち帯幅(m)	2.0	5.0	2.0	7.0	1.5	2.1	4.2	2.8	10.0	1.4	2.1	5.6	2.8

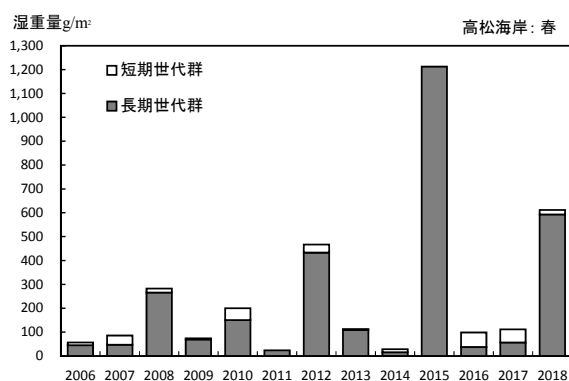


図2 高松の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

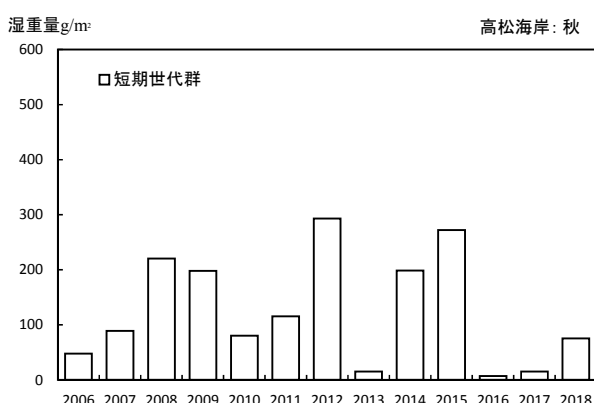


図3 高松の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

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	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
月日	4月6日	4月27日	4月22日	4月23日	4月25日	4月21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
ナミノリソコエビ(計)	14.9	265.5	75.9	10.2	56.0	40.4	69.5	10.2	11.1	102.3	86.6	10.2	39.1
長期世代(越冬)群	6.0	32.6	52.8	4.0	15.8	39.7	30.6	5.8	10.7	77.2	61.7	2.2	14.7
短期世代(未越冬)群	8.9	232.9	23.1	6.2	40.2	0.7	38.9	4.4	0.4	25.1	24.9	8.0	24.4
シキシマフクロアミ	1.6	0.2	4.2	1.1	10.9	0.7	20.4	0.4	4.0	55.5	10.7	20.9	0.7
ヒメスナホリムシ	2.0	1.8	2.2	0	0	2.0	2.0	2.4	0.2	0.4	9.8	8.7	1.6
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0.2	0.4	0	0.9	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	0	0
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	0	0	0	0	0	10.0	30.0	0	0	10.2	224.9	9.6	5.1
多毛綱sp.	0	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(°C)	13.5	15.2	16.1	14.3	14.7	14.9	21.8	14.0	16.0	21.2	15.0	16.5	16.5
pH	8.11	8.12	8.09	8.24	8.04	8.03	8.06	8.03	8.18	8.10	8.10	8.15	8.3
塩分量(‰)	32.99	33.34	33.48	33.09	33.80	33.19	30.37	34.19	33.06	33.10	33.90	33.71	31.2
波打ち帯幅 (m)	5.0	8.0	3.0	12.3	2.1	7.0	2.8	7.0	3.0	4.2	6.3	3.5	3.5
季節	秋												
調査年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
月日	9月16日	9月20日	9月14日	9月16日	10月2日	9月13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
ナミノリソコエビ(計)	239.3	44.2	25.8	79.3	73.5	62.8	13.3	3.1	22.9	178.7	41.5	29.3	103.7
長期世代(越冬)群	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
短期世代(未越冬)群	239.3	44.2	25.8	79.3	73.5	62.8	13.3	3.1	22.9	178.7	41.5	29.3	103.7
シキシマフクロアミ	0	0	0	0	0.2	0	2.0	0	0	0	0	0.2	0
ヒメスナホリムシ	2.2	3.1	0.3	4.9	0	3.3	0	4.2	0	0	0	0.7	0.2
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0	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	0	0.2
ナミノコガイ	42.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0
フジノハナガイ	8.4	0	0	6.4	138.1	0	219.6	0	0	0	0.4	0.2	0
多毛綱sp.	0	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(°C)	22.4	29.3	27.0	24.0	25.8	29.7	28.4	27.3	25.0	23.0	23.7	22.3	24.2
pH	8.13	8.23	8.12	8.24	8.28	7.97	8.10	8.12	7.99	8.07	8.06	8.31	8.01
塩分量(‰)	32.66	32.67	28.45	33.14	31.41	32.98	32.40	33.74	33.55	34.26	32.94	33.00	31.71
波打ち帯幅 (m)	2.0	3.0	3.0	7.0	1.0	2.1	6.3	6.3	10.0	1.75	2.1	4.9	2.8

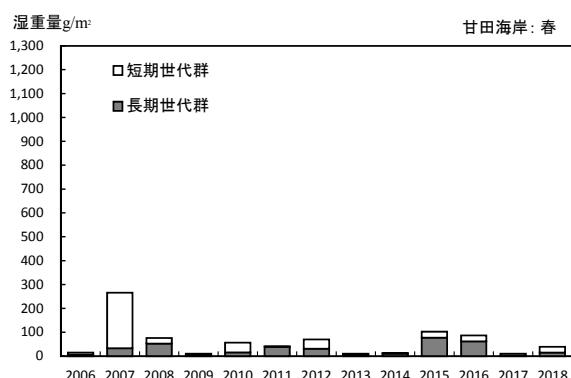


図 4 甘田の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

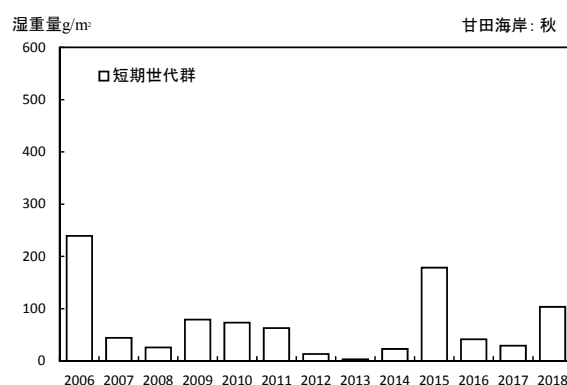


図 5 甘田の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

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 507.3 g/m²、短期世代群が 10.2 g/m²で合計 517.5 g/m²となった。長期世代群はこれまででもっとも多かった。これは高松海岸でも観察されたと同様にオスがメスを捕獲し

て行動しているためである。フジノハナガイは 15.5 g/m²が採集され、前年よりも若干少なくなっていた。

次に、秋の調査では短期世代群が 17.8 g/m²採集され、これまでで最も少なかった(表 3, 図 6, 7)。

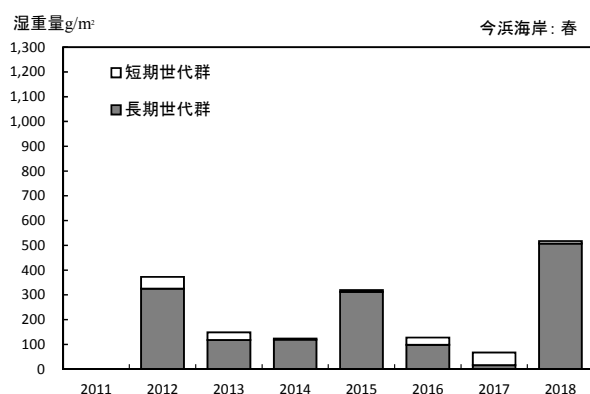


図 6 今浜の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

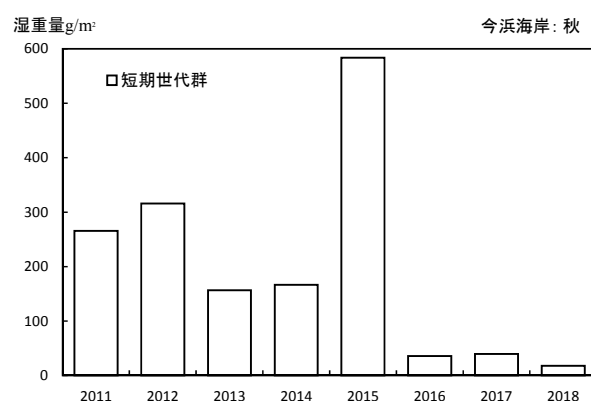


図 7 今浜の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

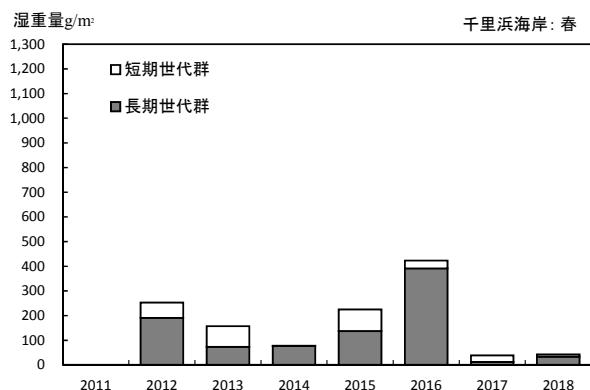


図 8 千里浜の春の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

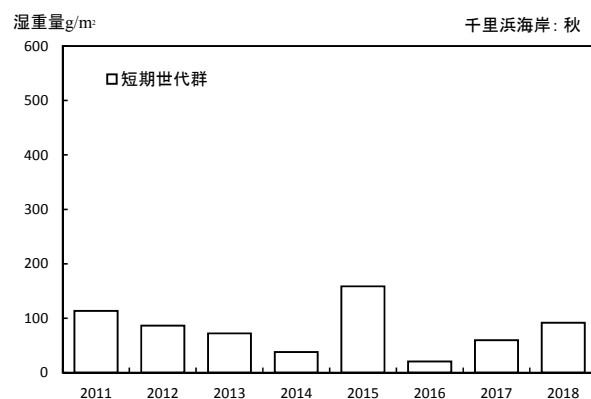


図 9 千里浜の秋の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²)

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						
調査年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	
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	
ナミリソコエビ(計)	372.3	148.7	123.7	318.8	127.9	67.0	517.5	
長期世代(越冬)群	325.0	118.1	119.2	311.9	98.6	16.0	507.3	
短期世代(未越冬)群	47.3	30.6	4.5	6.9	29.3	51.0	10.2	
シキシマフクロアミ	0	0	3.8	1.6	4.0	0	1.6	
ヒメスナホリムシ	1.6	0	2.0	0.9	3.6	4.7	7.1	
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0	0	0	0	0	
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	
ナミノコガイ	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	
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	
水温(℃)	20.6	14.0	17.5	18.0	14.2	16.6	16.7	
pH	8.05	8.01	8.17	8.09	8.09	8.22	8.26	
塩分量(‰)	31.11	34.11	31.02	33.33	32.45	32.91	32.86	
波打ち帯幅 (m)	2.1	6.3	2.1	2.8	5.6	2.8	2.8	

季節		秋						
調査年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
月日	9月13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
ナミリソコエビ(計)	265.5	315.9	156.5	166.5	583.6	35.7	39.7	17.8
長期世代(越冬)群	0	0	0	0	0	0	0	0
短期世代(未越冬)群	265.5	315.9	156.5	166.5	583.6	35.7	39.7	17.8
シキシマフクロアミ	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0	0
ヒメスナホリムシ	0	0	0	0	2.9	0	0.2	0
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0	0	0	0	0	0	0.7
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	17.1	124.5	0	0	16.9	0	0.2	1.1
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	29.4	27.7	26.2	24.8	22.3	23.4	22.2	23.1
pH	7.98	8.10	8.11	8.00	8.07	8.14	8.21	8.11
塩分量(‰)	32.08	30.68	33.15	33.42	32.31	32.02	32.56	32.54
波打ち帯幅 (m)	2.8	4.9	2.8	7.0	1.4	1.0	4.2	5.6

千里浜海岸

春に採集されたナミノリソコエビは、長期世代群が33.1 g/m²、短期世代群が9.5 g/m²で、合計が42.6 g/m²となった。また、フジノハナガイが435.3 g/m²採集され、2016年の582.8 g/m²について多かった。一方、秋の調査では短期世代群が91.5 g/m²採集された。また、2017年に引き続き秋にもフジノハナガイが採集された(表4, 図8, 9)。

調査場所近傍には海岸浸食防止のためのサンドバック(砂をつめた布製の袋)が設置されている。今回の調査時にも、2017年秋の調査時と同様に、水面下にはほぼ隠れて目立たなかった。

ナミノリソコエビはこれまでの調査により、冬の気温が高く、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ノリソコエビの現存量が減少する傾向にある。2018年は1月と2月の気温が低く、3月にかけても海水温が低い傾向が続いたため、春の調査時に繁殖行動を観察することができ、甘田を除く調査地点で長期世代群が短期世代群よりも多く認められた。また、7月と8月は気温が高かったものの、9月は台風や前線の影響で雨量も多くなったため、秋の調査での現存量は酷暑だった2016、2017年と比較すると多かった。

今回の調査においても、全ての調査地点でナミノリソコエビは繁殖を繰り返していることが明らかとなった。

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	
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	
ナミノコエビ(計)	252.6	157.4	77.7	224.8	423.4	38.4	42.6	
長期世代(越冬)群	190.7	73.0	77.5	137.6	391.4	12.4	33.1	
短期世代(未越冬)群	61.9	84.4	0.2	87.2	32.0	26.0	9.5	
シキシマフクロアミ	3.3	0	10.4	0	1.3	14.7	44.8	
ヒメスナホリムシ	0	0	0	0	0.4	1.8	2	
ツバゲノコエビ科sp.	0.2	0	0	0	0	0	0	
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	
ナミノコガイ	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	
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0	
水温(℃)	21.0	14.0	16.0	19.5	14.6	16.8	16.4	
pH	8.11	8.03	8.17	8.13	8.05	8.17	8.23	
塩分量(‰)	28.72	33.81	33.52	31.55	33.34	34.41	30.5	
波打ち帯幅 (m)	2.1	4.9	2.8	2.8	4.2	2.8	2.1	

季節		秋						
調査年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
月日	9月13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
ナミノコエビ(計)	113.4	86.4	72.2	37.7	158.7	20.4	59.7	91.5
長期世代(越冬)群	0.0	0	0.0	0	0	0	0	0
短期世代(未越冬)群	113.4	86.4	72.2	37.7	158.7	20.4	59.7	91.5
シキシマフクロアミ	0	0	0	0.2	0	0	0	0
ヒメスナホリムシ	0	0	0.2	0	0	0	0.4	0
ツバゲノコエビ科sp.	0	0	0	0	0	0	0	0
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0
ナミノコガイ	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	0	0	0	0	0	0	2.4	0.2
多毛綱sp.	0.4	1.1	0	0	8.4	0	0	0
水温(℃)	30.2	28.1	27.2	24.5	22.3	23.7	22.2	24.0
pH	8.02	8.09	8.07	8.11	8.05	8.17	8.27	8.01
塩分量(‰)	32.08	31.73	34.43	30.9	33.98	32.59	31.19	32.61
波打ち帯幅 (m)	2.8	7.7	5.4	9.0	1.4	2.1	4.9	2.8

今浜海岸を除くすべての海岸で2016、2017年よりも秋の調査時の生息量は増加し、翌年の繁殖に影響することはないようであるが、動向を注視していきたいと考えている。

千里浜沖では2012年から養浜の目的で金沢港の浚渫砂を海上投入し、汀線付近ではサンドバックを設置している。2017年は春と秋の調査の間にサンドバックの高さを下げたことで、短期的に海藻やそこに生活する節足動物の増減がみられた。2018年の調査では、サンドバックよりも数m岸側に波打ち際が認められ、直接観察することは困難だったが、2017年の秋と比較して特に変化は認められなかった。

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。

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, 36pp.+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.



かほく市高松海岸の調査地点, 2018年4月27日撮影



かほく市高松海岸の調査地点, 2018年9月27日撮影



志賀町甘田海岸の調査地点, 2018年4月27日撮影



志賀町甘田海岸の調査地点, 2018年9月27日撮影



宝達志水町今浜海岸の調査地点, 2018 年 4 月 27 日撮影



宝達志水町今浜海岸の調査地点, 2018 年 9 月 27 日撮影



羽咋市千里浜海岸の調査地点, 2018 年 4 月 27 日撮影



羽咋市千里浜海岸の調査地点, 2018 年 9 月 27 日撮影

II-九十九湾周辺における気象と水質

1 気象観測

2017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。これまで観測していた気圧と湿度は項目から外した。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ニー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、2017年の月別平均値、ならびに1995年から2016年の22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。

2017年の月別平均気温は、平年値と比べて5月と7月が1.5-1.6℃高く、逆に6月が1.1℃低いという、気温較差が大きい状況であった。また10月が0.7℃、11月が0.9℃、そして12月が1.8℃と、月を追うごとに気温の降下が大きかった(表1、図2)。

1月から3月に最低気温が氷点下を下回ったのは15



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

日間あったが、1月15日は氷点下4.0℃を記録した。

最高気温が0℃未満の真冬日は、この1月15日だけで、1月は中下旬に冬型の気圧配置が強くなることもあったが、比較的暖かく、雨の日が多かった。2月は上中旬に冬型の気圧配置が強まり、平年よりも若干降水量が多かったが、中旬以降は最高気温が10℃を超える日も見られるようになり、ウグイスの初鳴きは2月19日に観測された。3月は数日の周期で天候が変化したものの、概ね高気圧におおわれて、降水量は少なかった。九十九湾園地のソメイヨシノは4月6日に開花し、満開は15日であった。また、17日夜から18日にかけて日本海を通過した低気圧の影響で、暴風が吹いた。磯の観察路の飛石の一つが傾く被害が生じた。

5月は高気圧に覆われて晴れの日が多く、平均気温は平年値より1.5℃高く、降水量も平年値よりも明らかに少なかった。下旬には風が穏やかで波もなかったためか、漂着藻類が腐敗し、海水の白濁も認められた。なお、30日には最高気温27.5℃を記録した。

6月は曇りや雨の日が多く、気温の上がらない日が多かった。最高気温が25℃を超えた夏日は1日もなかった。梅雨入りは6月25日頃で、平年よりも12日遅かった。降水日数は平年値よりも2日ほど多かったものの、降水量は5月同様、平年値の半分に満たなかった。いわゆる「低温空梅雨」状態だった。

7月初旬に通過した台風なみの低気圧により、7月1日から5日間で300mmを超える降水を観測した。このため7月は平年の倍近い450.3mmが観測された。

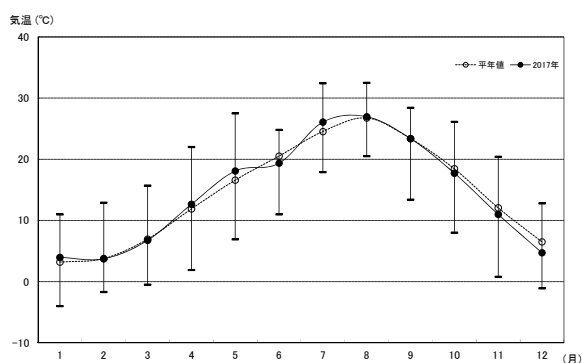


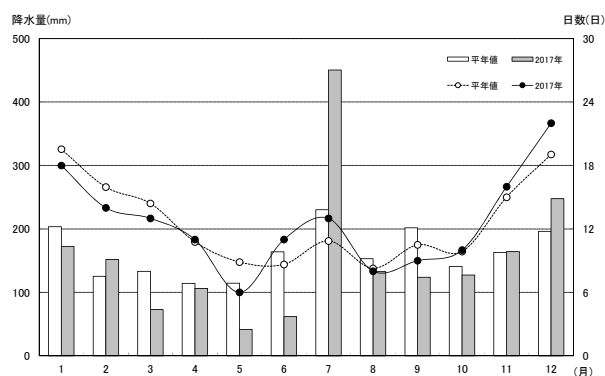
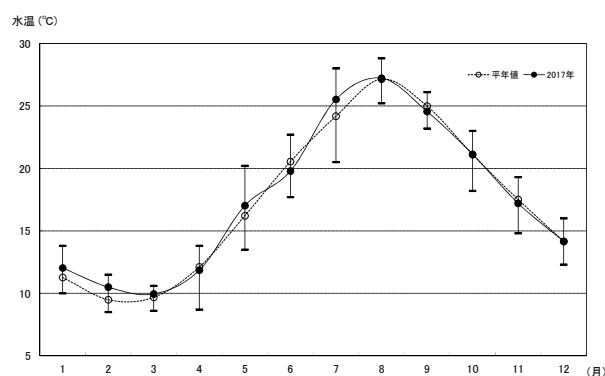
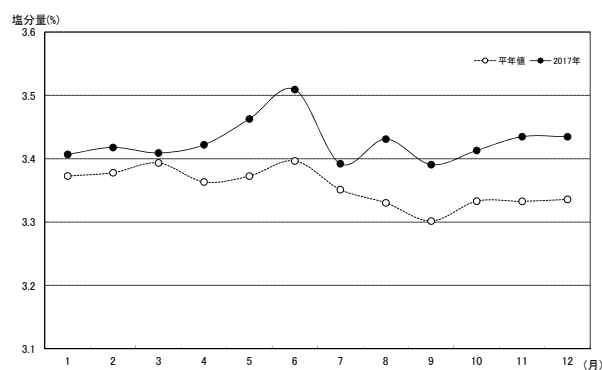
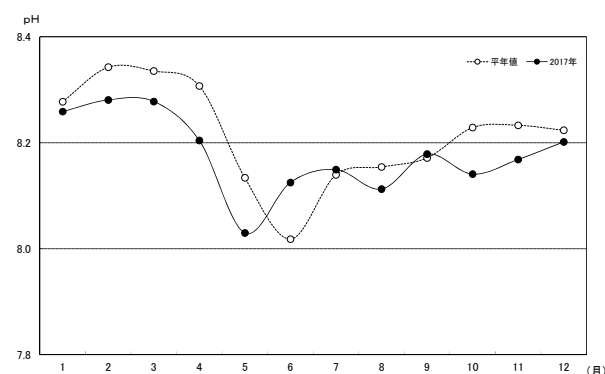
図2 2017年の月別平均気温

●, 2017年(実線は月別の最高気温と最低気温の範囲を示す); ○, 1995-2016年の月別平均値

表 1 2017 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	11.0	12.9	15.7	22.0	27.5	24.8	32.4	32.5	28.4	26.1	20.4	12.8
	最低気温の最低値	-4.0	-1.7	-0.5	1.9	6.9	11.0	17.9	20.5	13.4	8.0	0.8	-1.1
	平均気温	4.0	3.7	6.8	12.6	18.1	19.4	26.1	27.0	23.4	17.7	11.0	4.7
	平均気温の平年値	3.2	3.8	6.9	11.9	16.6	20.5	24.5	26.8	23.4	18.4	12.1	6.5
降水量	総降水量	172.5	151.7	72.9	106.1	41.8	61.6	450.3	132.5	124.0	127.3	164.1	247.6
	総降水量の平年値	203.6	125.3	133.2	114.3	114.5	163.9	230.2	152.9	201.9	140.7	163.0	196.2
	1mm 以上降水日数	18.0	14.0	13.0	11.0	6.0	11.0	13.0	8.0	9.0	10.0	16.0	22.0
	1mm 以上降水日数の平年値	19.5	16.0	14.4	10.8	8.9	8.6	10.9	8.3	10.5	9.9	15.0	19.0
磯の水温	最高水温	13.8	11.5	10.6	13.8	20.2	22.7	28.0	28.8	26.1	23.0	19.3	16.0
	最低水温	10.0	8.5	8.6	8.7	13.5	17.7	20.5	25.2	23.2	18.2	14.8	12.3
	水温平均	12.0	10.5	10.0	11.9	17.0	19.8	25.5	27.2	24.6	21.1	17.2	14.2
	平均水温の平年値	11.3	9.5	9.7	12.1	16.2	20.6	24.2	27.2	25.0	21.1	17.5	14.2
磯の水質	塩分量(%)の平均値	3.407	3.418	3.409	3.422	3.463	3.509	3.392	3.431	3.391	3.413	3.435	3.435
	塩分量(%)の平年値	3.373	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	8.26	8.28	8.28	8.20	8.03	8.13	8.15	8.11	8.18	8.14	8.17	8.20
	pHの平年値	8.28	8.34	8.34	8.31	8.13	8.02	8.14	8.15	8.17	8.23	8.23	8.22
赤潮	観察日数	0	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0
	観察日数の平年値	0	0	0.5	1.5	5.8	3.9	3.8	0.4	0	0	0	0
磯の観察路	通行止日数	6	5	1	5	0	0	4	3	10	6	2	2
	通行止日数の平年値	1.5	1.0	1.2	0.5	0.9	0.9	1.1	1.5	2.4	2.1	2.7	2.5

(注意) 各平年値は1995年1月から2016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 2017 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): $\square$, 2017 年; $\square$, 1995-2016 年の平均値; 降水日数(右目盛り): $\bullet$, 2017 年; $\circ$, 1995-2016 年の平均値図 4 2017 年の磯の観察路における月別平均水温
 $\bullet$, 2017 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); $\circ$, 1995-2016 年の月別平均値図 5 2017 年の磯の観察路における月別平均塩分量
 $\bullet$, 2017 年; $\circ$, 1995-2016 年の月別平均値図 6 2017 年の磯の観察路における月別平均 pH 値
 $\bullet$, 2017 年; $\circ$, 1995-2016 年の月別平均値

梅雨の期間中、50 mm 以上の降水量が観測された日が4日間あった。梅雨の始めと終わりにまとまった降雨があり、梅雨明けは8月2日ごろで平年よりも9日遅かった。梅雨明け後、台風5号が8月8-9日に通過し、その後も前線の停滞によりぐずついた日が続いた。

この年の最高気温は台風5号通過前の8月8日に32.5℃を記録した。最高気温が30℃を超える真夏日は15日間、最低気温が25℃を超えた熱帯夜は6日間であった。

9月は高気圧に覆われて晴れる日が多かったが、台風18号が日本海を通過した影響で、18日には16.5mmの降水量が観測された。

10月上旬は天候が周期的に変化したものの、中旬から下旬にかけてはぐずついた天候になった。そして22日から23日にかけては台風21号の影響で暴風雨となり、67.8mmの降水量が観測され、磯の観察路の飛び石の一部が破損・流失した。

11月は中旬から下旬にかけて曇りや雨の日が多く、気温は平年値よりも低かった。そして、12月は冬型の気圧配置の影響もあり、曇りや雨の日が多かった。6日は低気圧が日本海を通過した影響で34.9mmの降水を観測した。13日には降雪が確認された。

月別総降水量は、平年値と比べると2月と12月が若干多く、7月が平年の倍近くと多かったが、他の月は一般的に少なく、5月6月が平年値の半分以下であった。また他の月は平年並みの降水量を記録し、1mm以上の降水日数は、5月が3日程度、1月から3月、5月と9月が1~2日程度少なかった。(図3)。

磯の平均水温は平年と比べると1月と2月、そして5月と7月が0.7~1.3℃高く、6月が0.8℃低く、3月と4

月、そして8月から12月はほぼ平年並みであった。

2017年の夏、朝9時の観測時に磯の水温が28℃を超えたのは7月の1日間、8月の4日間の計5日間であった(図4)。年間の最低水温は2月28日に8.5℃、最高水温は8月7日に28.8℃が観測され、年較差は20.3℃であった。

月別の平均塩分量は、平年値と比べると年間通じて高く、いずれも月別平均値よりも高い傾向を示した。特に5月から6月が高かったが、この期間の降水量が例年値の半分近くと少なかったためと考えられる。

月別の平均pHは平均値より低く推移していたが、特に5月の降下が顕著であった。これは前述したように、漂着藻類が腐敗して海水が白濁した影響であると考えている。pHの最低値は例年6月頃であるが、若干早くなったようである(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。2017年、磯の観察路周辺では4月は0回、5月に6回、6月に0回、7月に2回と計8回発生した。この年は大規模な赤潮の接岸は観察されず、小規模な接岸にとどまった。

磯の観察路の通行止め日数は9月に10日間、1月と10月に6日間と多かった。年間では計44日間となり、1997年の49日間に次いで多かった。

2011年2月からの各月の日射量と発電量を表2に示し、2017年の各月の日射量と2011年から2016年の各月の平均値(平年値)との比較を図7に示す。2011年から2016年の日射量は良く似た推移を示す。すなわち、3月~5月と8月~10月にかけて2つのピークになる。2017年は4月が最大となり、9月と5月がこれに続いた。

表2 2011年から2017年の日射量(kWh/m²)と発電量(交流発電電力量, kWh)

	2011 (H23)年		2012 (H24)年		2013 (H25)年		2014 (H26)年		2015 (H27)年		2016 (H28)年		2017 (H29)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
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
2月	91.6	797.4	64.8	562.5	65.6	572.3	56.9	538.1	61.7	559.1	60.3	577.1	70.0	617.7
3月	103.2	982.2	82.7	856.6	101.8	984.2	96.6	900.6	97.8	966.5	95.8	975.7	102.0	1001.7
4月	109.9	1122.2	111.6	1161.2	101.2	1108.4	134.4	1345.3	102.3	1030.0	108.8	1121.4	116.1	1124.2
5月	91.5	1181.3	98.2	1269.0	107.5	1374.1	102.8	1291.8	118.3	1439.8	109.2	1322.0	111.3	1287.5
6月	65.9	1059.2	76.6	1269.7	75.6	1275.2	77.2	1187.8	65.8	1047.3	73.3	1166.6	66.2	1041.6
7月	86.5	1185.0	85.3	1104.2	74.4	988.2	81.8	1101.4	86.9	1095.5	87.8	1071.1	83.7	1060.4
8月	115.8	1156.1	146.4	1365.9	121.3	1158.0	86.8	902.3	107.0	1086.5	134.7	1224.4	109.2	1009.5
9月	101.7	906.1	124.6	1063.3	110.7	976.2	124.5	1099.5	97.1	861.6	75.6	723.0	112.0	944.7
10月	104.6	928.4	103.2	914.4	86.8	749.7	112.6	928.1	120.4	984.8	100.3	823.0	66.4	574.4
11月	70.6	655.7	57.4	539.7	56.2	508.2	59.7	557.3	52.7	482.9	74.3	617.3	63.2	545
12月	38.9	374.4	43.0	398.1	30.6	313.1	33.2	313.8	50.6	485.5	47.5	444.3	35.9	322.5
合計	980.1	10,348	1,040.2	10,896	986.0	10,478	1,023.4	10,692	1,009.5	10,491	1,004.0	10,406	990.7	10,022.7

表 3 2017 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13日	13.4	12.4	12.8	13.2	12.8	12.9	12.4	13.0	11.8	9.4	12.6	12.9	11.4	12.4
	2月14日	10.9	10.8	10.5	10.8	10.8	10.8	10.5	10.6	9.8	8.4	10.4	9.0	11.1	10.3
	3月16日	10.5	10.0	10.4	10.1	10.7	10.6	10.3	10.5	9.9	10.1	10.0	11.0	11.0	10.4
	4月12日	11.3	11.4	11.5	11.5	11.6	11.6	11.6	11.5	11.6	12.0	12.0	12.0	12.2	11.7
	5月16日	16.0	16.1	16.1	16.4	16.4	16.3	16.6	16.3	16.9	17.0	16.6	16.7	17.0	16.5
	6月13日	19.0	18.9	19.0	18.8	18.7	18.8	18.8	18.8	18.8	18.9	18.8	18.9	18.9	18.9
	7月15日	27.6	19.0	27.4	27.6	27.7	27.4	27.7	27.7	27.8	27.5	27.9	27.7	27.8	27.0
	8月18日	27.1	27.1	27.3	27.3	27.3	27.4	27.4	27.3	27.3	27.3	27.3	27.4	26.7	27.2
	9月13日	25.7	25.9	25.9	25.7	26.0	26.0	26.0	26.0	25.9	26.3	26.1	26.0	26.3	26.0
	10月11日	23.1	23.1	23.0	23.4	23.5	23.4	23.4	23.4	23.3	23.7	23.5	23.5	23.6	23.4
	11月15日	17.9	18.0	17.6	17.5	17.5	17.5	17.4	17.5	17.4	15.6	17.1	17.0	17.4	17.3
	12月14日	14.6	13.6	13.3	13.0	14.0	14.6	14.3	14.0	12.8	11.3	13.7	14.1	14.9	13.7
塩分量	1月13日	3.352	3.339	3.365	3.334	3.344	3.349	3.205	3.320	3.293	3.032	3.244	3.344	2.698	3.248
	2月14日	3.394	3.390	3.376	3.369	3.361	3.387	3.326	3.397	3.316	3.023	3.111	2.722	3.322	3.269
	3月16日	3.379	3.340	3.366	3.327	3.342	3.353	3.332	3.353	3.370	3.188	3.212	3.366	3.384	3.332
	4月12日	3.353	3.327	3.356	3.381	3.385	3.379	3.360	3.150	3.334	3.002	3.266	3.369	3.173	3.295
	5月16日	3.423	3.369	3.414	3.410	3.475	3.441	3.475	3.414	3.439	3.363	3.468	3.262	3.356	3.408
	6月13日	3.455	3.431	3.411	3.464	3.467	3.425	3.457	3.566	3.425	3.457	3.428	3.434	3.444	3.451
	7月15日	3.443	3.510	3.435	3.459	3.445	3.421	3.402	3.434	3.353	2.838	3.379	3.421	3.364	3.377
	8月18日	3.388	3.349	3.363	3.349	3.344	3.363	3.363	3.388	3.269	3.337	3.337	3.296	2.631	3.291
	9月13日	3.406	3.420	3.440	3.385	3.423	3.342	3.425	3.365	3.399	3.378	3.406	3.378	3.348	3.393
	10月11日	3.383	3.364	3.358	3.376	3.383	3.445	3.383	3.432	3.440	3.383	3.410	3.383	3.383	3.394
	11月15日	3.387	3.414	3.439	3.365	3.358	3.424	3.401	3.414	3.435	3.352	3.371	3.387	3.424	3.398
	12月14日	3.378	3.391	3.339	3.326	3.329	3.380	3.365	3.431	3.352	3.209	3.264	3.355	3.406	3.348
pH	1月13日	8.14	8.14	8.15	8.12	8.12	8.11	8.13	8.12	8.13	8.14	8.12	8.11	8.20	8.13
	2月14日	8.17	8.17	8.24	8.16	8.18	8.16	8.21	8.18	8.18	8.20	8.19	8.18	8.16	8.18
	3月16日	8.15	8.19	8.18	8.21	8.20	8.19	8.24	8.19	8.21	8.22	8.22	8.18	8.20	8.20
	4月12日	8.06	8.08	8.07	8.07	8.07	8.06	8.07	8.09	8.08	8.06	8.00	8.07	8.02	8.06
	5月16日	8.17	8.15	8.01	8.15	8.16	8.07	8.19	8.09	8.11	8.12	8.14	8.14	8.17	8.13
	6月13日	8.16	8.14	8.15	8.14	8.12	8.16	8.15	8.12	8.14	8.16	8.16	8.15	8.16	8.15
	7月15日	8.29	8.14	8.29	8.30	8.32	8.32	8.34	8.30	8.31	8.28	8.29	8.30	8.31	8.29
	8月18日	8.15	8.18	8.19	8.19	8.16	8.19	8.18	8.17	8.17	8.14	8.17	8.15	8.19	8.17
	9月13日	8.01	8.06	8.09	8.07	8.09	8.08	8.08	8.09	8.08	8.05	8.04	8.07	8.07	8.07
	10月11日	8.21	8.21	8.20	8.22	8.19	8.20	8.22	8.19	8.21	8.17	8.19	8.15	8.19	8.20
	11月15日	8.11	8.11	8.10	8.10	8.11	8.10	8.11	8.10	8.11	8.06	8.10	8.07	8.09	8.10
	12月14日	8.13	8.14	8.14	8.13	8.13	8.14	8.14	8.14	8.15	8.14	8.37	8.14	8.13	8.16

表 4 2017 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13日	13.0	13.0	13.0	13.0	12.6	12.6	12.9	13.0	13.0	13.2	13.0	12.5	12.8	12.9	12.9	12.5	12.8	12.7
	2月14日	10.9	11.0	11.0	10.9	10.8	10.8	10.9	10.8	11.0	11.0	10.9	10.8	10.9	10.9	10.8	10.9	10.9	
	3月16日	10.6	10.5	10.6	10.5	10.7	10.5	10.6	10.6	10.5	10.5	10.6	10.7	10.6	10.6	10.5	10.8	10.6	10.6
	4月12日	11.3	11.3	11.4	11.4	11.5	11.5	11.4	11.2	11.3	11.2	11.3	11.4	11.5	11.3	11.0	11.4	11.3	11.2
	5月16日	16.0	16.1	16.2	16.1	16.0	16.0	16.1	16.0	16.0	16.0	15.7	15.6	15.6	15.8	15.3	14.9	15.0	15.1
	6月13日	19.0	19.0	19.0	18.9	18.9	18.9	19.0	19.0	19.0	19.0	18.9	18.8	18.9	18.9	18.6	18.7	18.8	18.7
	7月15日	27.1	26.9	26.9	27.0	27.6	26.9	27.1	26.1	26.5	26.3	26.4	26.5	26.3	26.4	24.0	24.0	24.0	24.0
	8月18日	26.1	25.9	26.2	26.3	26.5	26.0	26.2	25.6	25.4	25.3	25.5	25.5	25.4	25.5	24.2	24.7	24.7	24.5
	9月13日	25.6	25.7	25.7	25.8	25.9	25.8	25.5	25.8	25.6	25.6	25.6	25.8	25.6	25.7	25.6	25.7	25.7	25.7
	10月11日	23.1	23.0	23.1	23.4	23.4	23.3	23.2	23.0	23.0	23.1	23.1	23.2	23.2	23.1	23.0	23.0	23.0	23.0
	11月15日	17.9	17.6	17.5	17.4	17.4	17.4	17.5	17.8	17.6	17.4	17.4	17.4	17.5	17.5	17.4	17.0	17.1	17.2
	12月14日	14.4	14.0	13.9	14.0	14.0	14.4	14.1	14.4	14.0	14.0	14.0	14.4	14.4	14.2	13.8	14.0	14.4	14.1
塩分量	1月13日	3.346	3.344	3.334	3.346	3.346	3.346	3.344	3.375	3.378	3.320	3.346	3.320	3.298	3.340	3.346	3.346	3.346	3.346
	2月14日	3.419	3.384	3.356	3.394	3.394	3.384	3.389	3.397	3.369	3.380	3.380	3.403	3.380	3.385	3.363	3.381	3.387	3.377
	3月16日	3.391	3.379	3.340	3.392	3.366	3.337	3.368	3.327	3.326	3.340	3.301	3.392	3.392	3.346	3.391	3.416	3.392	3.400
	4月12日	3.434	3.379	3.421	3.421	3.406	3.392	3.409	3.392	3.395	3.406	3.408	3.379	3.406	3.398	3.379	3.325	3.379	3.361
	5月16日	3.455	3.448	3.448	3.448	3.448	3.471	3.453	3.441	3.448	3.441	3.455	3.423	3.475	3.447	3.441	3.423	3.423	3.429
	6月13日	3.491	3.510	3.500	3.493	3.500	3.462	3.493	3.473	3.504	3.467	3.501	3.491	3.504	3.490	3.491	3.520	3.473	3.495
	7月15日	3.463	3.455	3.436	3.475	3.434	3.464	3.455	3.580	3.479	3.436	3.475	3.449	3.449	3.478	3.483	3.502	3.508	3.498
	8月18日	3.403	3.459	3.452	3.432	3.416	3.388	3.425	3.429	3.429	3.441	3.445	3.429	3.403	3.429	3.455	3.403	3.455	3.438
	9月13日	3.415	3.419	3.399	3.466	3.385	3.352	3.406	3.365	3.397	3.434	3.381	3.440	3.365	3.397	3.419	3.392	3.501	3.437
	10月11日	3.410	3.484	3.459	3.410	3.424	3.445	3.439	3.383	3.383	3.376	3.432	3.379	3.383	3.389	3.436	3.410	3.436	3.427
	11月15日	3.418	3.395	3.339	3.370	3.387	3.456	3.394	3.439	3.426	3.435	3.363	3.444	3.355	3.410	3.394	3.419	3.407	3.407
	12月14日	3.406	3.432	3.398	3.380	3.407	3.378	3.400	3.380	3.398	3.352	3.380	3.407	3.355	3.392	3.444	3.407	3.365	3.405
pH	1月13日	8.12	8.13	8.11	8.13	8.12	8.12	8.12	8.13	8.13	8.12	8.12	8.13	8.12	8.13	8.13	8.12	8.11	8.12
	2月14日	8.16	8.16	8.16	8.16	8.16	8.16	8.16	8.15	8.15	8.18	8.16	8.17	8.15	8.16	8.16	8.15	8.15	8.15
	3月16日	8.15	8.16	8.17	8.16	8.19	8.22	8.18	8.16	8.19	8.16	8.18	8.19	8.16	8.17	8.19	8.19	8.17	8.18
	4月12日	8.06	8.04	8.07	8.06	8.05	8.06	8.06	8.00	8.04	8.06	8.06	8.03	8.02	8.04	8.01	8.00	8.03	8.01
	5月16日	8.15	8.15	8.16	8.13	8.16	8.15	8.15	8.13	8.15	8.06	8.14	8.13	8.13	8.12	8.14	8.14	8.14	8.14
	6月13日	8.14	8.14	8.15	8.14	8.14	8.15	8.14	8.14	8.16	8.12	8.14	8.12	8.15	8.14	8.15	8.15	8.12	8.14
	7月15日	8.30	8.31	8.31	8.31	8.28	8.27	8.30	8.28	8.30	8.30	8.30	8.30	8.28	8.29	8.27	8.26	8.27	8.27
	8月18日	8.17	8.16	8.14	8.15	8.17	8.16	8.16	8.16	8.16	8.16	8.15	8.16	8.16	8.16	8.14	8.16	8.15	8.15
	9月13日	8.06	8.08	8.08	8.09	8.09	8.01	8.07	8.01	8.01	8.05	8.08	8.07	8.09	8.05	8.08	8.09	8.06	8.08
	10月11日	8.21	8.21	8.21	8.20	8.20	8.20	8.21	8.21	8.21	8.22	8.19	8.19	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20
	11月15日	8.13	8.11	8.11	8.09	8.11	8.11	8.11	8.10	8.11	8.10	8.11	8.11	8.11	8.11	8.10	8.11	8.10	8.10
	12月14日	8.14	8.17	8.20	8.14	8.24	8.14	8.17	8.14	8.16	8.13	8.14	8.16	8.17	8.15	8.14	8.16	8.14	8.15

6月と7月は梅雨の影響により日射量が減少したものと判断できる。また、10月は台風や前線の影響により日射量が減少したと考えられる。

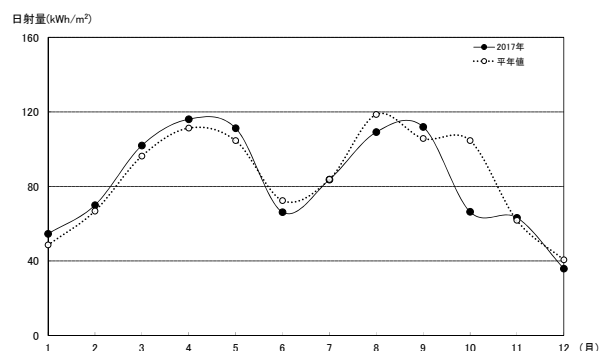


図7 2017年(●)と平均値(○, 2011年から2016年の平均値)の月別日射量(kWh/m²)

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)、2017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。

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、2017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22年間(1995年から2016年)の月別平均値を平均値として比較した(図8, 9, 10)。

水温は6月が平均値よりも1.6℃低く、7月が平均値より3.4℃高かった。これ以外の月はほぼ平均値に近い値で推移し(図8)、磯の観察路における平均水温の推移と概ね一致していた。また、塩分量も磯の観察路における推移とよく類似していた(図9)。

一方、pHは平均値より高い値を示したのは7月と10月だけで、その他の月はいずれも平均値を下回った。特に、9月の降下が顕著であったが、この理由は明らかではない(図10)。今後も注意深く観察と観測を継続する必要があると考えている。

透明度は九十九湾中央(St. 4)で8月に20m、1月、2月と9月、10月は15mを越えた。最も悪いのは7月の11.5mであり、その他の月は12.0~14.5mの範囲を示し、おおむね良好な結果がえられた。

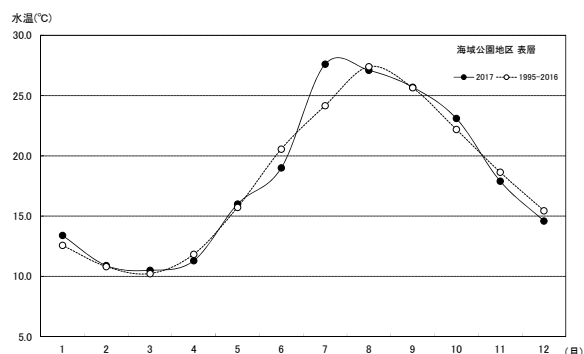


図8 海域公園地区(St. 1)における表層の水温 ●, 2017年; ○, 1995-2016年の平均値(月別平均値)

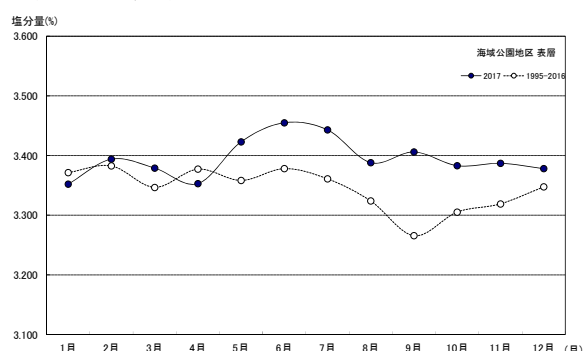


図9 海域公園地区(St. 1)における表層の塩分量 ●, 2017年; ○, 1995-2016年の月別平均値

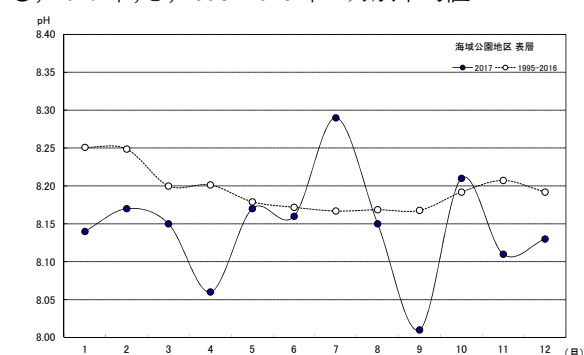


図10 海域公園地区(St. 1)における表層のpH値 ●, 2017年; ○, 1995-2016年の月別平均値

表5 2017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)

観測日	定点					
	1	2	3	4	5	6
1月13日	>11.1	>12.6	>13.1	15.0	16.0	15.0
2月14日	>11.2	>11.2	>11.3	18.0	14.5	16.5
3月16日	>12.2	>11.2	>10.7	13.0	9.0	9.5
4月12日	>11.4	>11.4	>11.5	14.0	11.5	13.0
5月16日	>10.9	>11.0	>11.5	12.0	12.0	12.5
6月13日	>11.6	>11.4	>12.1	14.5	14.0	15.0
7月15日	>12.0	>11.8	11.5	11.5	10.0	11.0
8月18日	>12.3	>12.0	>11.2	20.0	17.0	18.5
9月13日	>12.0	>11.8	>11.3	17.5	15.5	20.0
10月11日	>12.0	>11.6	>13.0	19.5	13.5	18.5
11月15日	>12.1	>11.8	>11.9	12.5	9.0	11.0
12月14日	>12.3	>11.9	>13.0	13.5	12.5	12.5

「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。雑誌巻番号はゴシックとし、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 坂井恵一 気付
「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、図表の縮少率、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 24 号

平成 31（2019）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~~

Report of the Noto Marine Center, No.24, 2018

Contents

Keiichi SAKAI

Notes on the Morphological Changes and Reproductive Ecology of the Subtropical Pebble Crab, <i>Gaetice depressus</i> , at the Rocky Shore of Tsukumo Bay, Noto Peninsula, Sea of Japan.....	1
---	---

Hisanori KOHTSUKA, Shouzo OGISO and Masahiro MATADA

Report of a Novel Denuded Test of <i>Metalia</i> sp. (Echinodermata: Echinoidea), discovered in the Shallow Sea off Noto Peninsula, Sea of Japan.....	13
---	----

Shouzo OGISO, Takahiko IKEMORI, Yukimasa HIGASHIDE and Makoto URATA

Notes about Swarming of the Drifted Pteropod, <i>Cavolinia uncinata</i> , at the Southern Coast of Noto Town, Ishikawa Prefecture on July 2018.....	19
---	----

Shouzo OGISO, Hisanori KOHTSUKA and Masahiro MATADA

Notes about a Schizasteridae (Echinodermata, Echinoidea) species, <i>Moiria lachesinella</i> newly found out from the coast of Noto Peninsula, Sea of Japan.....	25
--	----

Hiroaki ARAKAWA and Seiji YANAI

Maturation and Artificial Propagation of Arctic Lamprey <i>Lethenteron japonicum</i>	29
--	----

Annual Report of the Noto Marine Center	40
---	----