

のと海洋ふれあいセンター研究報告

第 20 号

Report of the Noto Marine Center, No.20

石川県環境部

2014

のと海洋ふれあいセンター研究報告, 第 20 号, 2014

目 次

(原著論文)

坂井恵一・達 克幸・東出幸真

のと海洋ふれあいセンターが提供する海洋教育に関わる体験プログラム..... 1

小木曾正造・又多政博・幸塚久典・広瀬雅人

石川県における腕足動物スゲガサチョウチンの初記録..... 11

東出幸真・小木曾正造・池森貴彦

能登半島七尾西湾におけるアマモ類の生育状況について..... 17

のと海洋ふれあいセンター年次報告..... 25

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..... 25

IIー石川県の砂浜海岸におけるモニタリング調査..... 32

IIIー九十九湾周辺における気象と水質..... 43

のと海洋ふれあいセンターが提供する海洋教育に関わる体験プログラム

坂井 恵一・達 克幸・東出 幸真

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

The experience programs related to the ocean education offering the Noto Marine Center of
Ishikawa Prefecture

Keiichi SAKAI, Katsuyuki TATSU and Yukimasa HIGASHIDE

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

はじめに

のと海洋ふれあいセンターは、海への興味と理解を深め、海と人とのよりよい関係を考えるきっかけを提供する施設として平成 6 年 4 月、能登町越坂の九十九湾園地に開設された。本館の展示パネルやマリンシアターで上映している立体映像は、九十九湾、能登半島、そして日本海の海の特徴と生きものについて、また海と関わりながら営まれている能登の人々の暮らしを紹介している。センター周辺の海岸は、誰もが手軽に、そして安全に海の自然と生きものが観察できるように、磯の観察路として整備されている。平成 14 年に磯の観察路の一部にボードウォーク、平成 15 年には屋外タッチフィールドと藻塩体験コーナー、そして平成 16 年には海の自然体験館を増設し、貝殻細工等を常時提供する手作り教室、最大約 120 名が収容可能な海の自然体験室を設け、主催事業の充実と学校団体等に対する体験学習の場を提供している。

海の体験プログラムとして、ヤドカリ学級や体験スノーケリング等の主催事業を開催している。ヤドカリ学級は、海の生きものを主役とした観察会と解説等の座学、そして貝殻等を使った工作活動等である。参加対象を幼児から高齢者までと幅広くしているので、参加者の主体は個人または家族づれとなっている。体験スノーケリングは、水中メガネとスノーケル、足ヒレなどの簡易な道具を用いたスノーケリングという手段で、普段は見ることでできない海中の様子を、自分の目で直接観察することに主眼を置いて実施している。これらの主催事業の参加者は年齢や性別、参加の目的と興味の対象がそれぞれ異なっているため、同じ題材や手法を用いても、理解していただける内容や程度も一様ではない。実施後に行っている参加者アンケートの回答から判断すると、主催事業における学習効果は多様であることが窺い知れる。

学校団体の利用状況は、「青い海、緑の大地、はずむ声」をキャッチフレーズに、児童・生徒に海や川での体験活動を提供する石川県立能登少年自然の家を利用する金沢市とその近隣の小学 5、6 年生、そして奥能登地域（輪島市、珠洲市、穴水町、能登町）の児童が主体である。金沢市やその近隣の学校の場合、児童数が 100 名を超え、また活動時間の制約もあるためか展示室と立体映像の鑑賞にとどまる場合が多い。磯の観察

等の体験学習を希望する学校には、可能な限り希望に沿った内容で対応しているが、野外活動になるため、季節や天候、海況等の条件によって活動内容は制約を受ける場合が少なくない。また、対応できる職員数にも制限があるので、提供できる体験プログラムの内容も必ずしも一様ではない。さらに、児童数が20名程度であれば、箱メガネやマリブーツを使って磯の生きものが観察でき、また様々な解説も可能であるが、児童数が60名を超えると、磯の観察路を散策するだけで終わってしまう場合も少なくない。海との接点が砂浜海岸での海水浴が主体である金沢近郊の児童にとって、磯の観察路のような岩礁海岸は経験したことのない海岸であるはずである。したがって、岩と海藻が生い茂る岩礁海岸の様子を観察するだけでも十分なのかもしれない。しかしながら、当センターにおける体験学習の意義と教育的効果を再検討する必要があるのではないかと、児童に磯観察の指導をしながら自問自答を繰り返してきたのも事実である。一方、夏季の臨海実習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(臨海実験所)を利用する高校生と大学生の場合、磯の観察に加えて、生きものの採集とそれらの種の同定、海藻押し葉作り等が組み込まれる。これらに対応するため、必要な器材や参考図書の提供だけでなく、職員による解説や指導、助言も行っている。したがって、目的と方法がある程度決まっており、一定の成果を得ることができるので、その教育的効果を評価することも可能である。

平成19年に海洋基本法が施行され、平成30年頃から順次、学校教育の現場で体系的な海洋に関わる教育がカリキュラムの中に組み込まれるようである。現在想定されている海洋教育の概念は、海と人との共生のために「海に親しみ、海を知り、海を守り、海を利用する」とこととされている(東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター, 2011)。現在、当センターが提供している海の体験プログラムが、体系的な海洋教育の一翼を担えるように再構築する必要があると考え、対象とする児童・生徒に応じた実施の方法と活動の目的、期待できる成果と展開を検討したので、その結果を報告する。

材料と方法

のと海洋ふれあいセンターが主催事業や日常の普及活動、学校団体に提供している海の体験プログラムについて、幼稚園や保育園の園児から高校・大学生の年齢に応じた実施の方法と活動の目的(ねらい)、期待できる成果や展開を再検討した。

結果と考察

のと海洋ふれあいセンターが提供している海の体験プログラムを磯の観察、手作り教室、スノーケリング、そして塩づくり体験の項目にまとめ、実施にあたっての諸条件、活動の目的(ねらい)、期待できる成果と展開をまとめた。

磯の観察

のと海洋ふれあいセンター周辺の海岸は磯の観

察路として整備されている(図1)。磯の観察路は主にコンクリート製の六角柱の飛石と橋状の床板を組み合わせた、いわゆる遊歩道で、管理上の都合でイソガニ、タイドプール、ヤドカリの3コースに分けられている。また営火の広場の一部は、波浪の影響を直接受けないようにした屋外タッチフィールドが整備されている(図2)。

イソガニコースは、板張りの木道(ボードウォーク)と飛石が併設されているので、車いすやベビーカー等も通行可能となっている(図3)。周辺には膝くらいまでの浅い場所が広がっており、園児や小学校低学年の児童でも水の中に入って生きものの観察が可能である(図4, 5)。イソガニやヒライソガニ、ヤドカリ類、そして能登では“しただみ”または“しただめ”と呼ばれて食材とされているクボガイやコシダカガンガラ等の巻貝類は周年、確実に観察できる。また、春には触ると紫色の液を出すアメフラシも多く、児童達にその体に触れた時の感触を体験してもらえれば、記憶に残る海の思い出となるはずである。



図 1 九十九湾園地の概略図(海の体験プログラムの実施フィールド)



図 2 屋外タッチフィールドでの観察会の様子



図 3 木道と飛石が並設されたインガニコース



図 4 園児や児童による磯観察の様子



図 5 海藻の特徴を児童に説明している様子

タイドプールコースは、入り組んだ深みが水路状となって続く、極めて複雑な地形となっている(図 6)。また、波当たりが良い場所が多いので、磯の観察路の中でも生物多様性は特に高くなっている(図 7)。

波当たりの強弱に応じて、飛沫帯(潮上帯)の広さが変わるので、ここを生活場所としているアラレタマキビガイやフジツボ類、カサガイ類の分布状況は変化に富む。また岩の窪みや割れ目にはカメノテやヒザ



図 6 複雑な地形となっているタイドプールコース



図 7 露出海岸の性質が強いタイドプールコース



図 8 磯の観察路で観察できる海藻類の帯状分布



図 9 湾口部から湾内へ続くヤドカリコース



図 10 箱メガネを使った夏の観察例



図 11 海藻の分類と押し葉標本の作製の様子



図 12 貝殻細工に取り組む児童たち



図 13 手作り教室で作成できる作品例

ラガイ類が潜み、食性や形態に応じた分布の様子が観察できる。夏には周年生育している褐藻と紅藻類、早春から生育するウミウチワ類、そして初夏以降に生育を始める緑藻類の明瞭な帯状分布が観察できる場所が続いている(図 8)。

ヤドカリコースは九十九湾の湾口部から湾内へと環境が徐々に変わる海岸なので、波当たりも比較的弱く、冬季から早春には伸長したホンダワラ類の生育状況が観察できる(図 9)。さらに、箱メガネを使えば飛石からでも藻類の根元に生息するムツサングが

観察できる(図 10)。露出海岸であるタイドプールコースから遮蔽海岸の要素が強くなるヤドカリコースの区間は、波当たりの強弱に応じた環境の変化と動物や海藻類の生息状況の変化が認められる。このため、事前に注意すべき観察のポイントを伝えることで、効果ある磯観察や実習が実施できると期待できる。

磯の観察は対象者に応じて興味や理解できる内容が異なるので、想定される目的(ねらい)と内容も大きく異なるものと考えている(表 1)。

表 1 磯の観察の諸条件と活動の目的(ねらい)と内容

【場所】	磯の観察路の波打ち際や浅い場所での環境と生きものの観察、高校生以上は採集と分類、種の同定
【季節】	周年(ただし、荒天時や海況不良の時は活動を中止、または場所を限って実施する)
【人数】	最大 60 名程度/回(60 人を超える場合は 2 班に分けて行う)
【時間】	準備、後片付けを含めて 1 時間程度
【器材】	箱メガネ、マリンスーツ、必要に応じて採集具等、高校生以上は分類と種名調べに図鑑類を使用
【経費】	無料、ただし事前の申込みと打合せが必要
【備考】	タオルと帽子、季節によっては着替えを準備したほうが良い

対象と目的(ねらい)	内容
幼稚園・保育園児 《海で遊び、親しむ》	海で遊ぶ体験をとおし、海と海の生きものに親しむ 海で過ごす楽しさ、様々な生きものがいることに気づく
小学校低学年生 《海で遊び、親しむ》	海で遊ぶ体験をとおし、海と海の生きものに親しむ 海の水が塩辛いこと、波があること、様々な生きものがいることに気づく
小学校中学年生 《海に親しみ、関心を持つ》	海で遊ぶ体験をとおし、海と海の生きものに親しむ 色々な動物や海藻がいることに気づき、海と海の生きものに関心を持つ カニや魚の逃げる素早さ、身を守る工夫に気づき、生きる力に関心を持つ
小学校高学年生 《海に親しみ、生きものを知る》	海で過ごす体験の楽しさに気づき、海の自然と生きものに関心を持つ 動物や海藻の色や形、生活場所の複雑さに気づき、生物と環境に関心を持つ 擬態や共生に気づき、動物の捕食者から身を守る工夫に関心を持つ 有用な海藻や魚介類を知り、海の恵みに関心を持つ
中学生 《海に親しみ、生きものを知る》	海藻と無脊椎動物、脊椎動物を直に観察し、多様性と共通性を考える 動物や海藻の色や形、生活場所の多様性を学び、生物と環境を考える 海の生態系、自然界のつり合いを学び、環境保全と科学技術の利用を考える 有用な海藻や魚介類を知り、海の恵みと水産業、食品産業に関心を持つ
高校・大学生 《環境と生物多様性を知る》	海藻と無脊椎動物、脊椎動物を直に観察し、多様性と共通性を学ぶ 海岸地形と環境の多様性を学び、海岸の生態系を考える 海藻押葉標本の作製をとおして海藻の体構造を知り、生物の進化を考える 採集生物の分類をとおして、生物の系統と分類体系を学ぶ 有用な海藻と魚介類を学び、水産業と食品加工、物流等の応用産業を考える

また、高校生や大学生、海の動植物に興味を持っているナチュラリストや教職員には、観察だけではなくて採集も行い、それらの種の同定や押し葉標本の作製等を行うと、効果的な実習や研修を行うことができると考えている(図 11)。

手作り教室

主に能登の海岸で集めた様々な巻貝と二枚貝類、これらと輪切りにした大小の木板を組み合わせて、壁掛けクラフトや貝殻マグネット、ランプシェード等を作ることができる。着色用のポスカと油性ペン、接着用のボンド等は十分な数を準備しているが、メニューに応じて実費程度の負担が必要である。もちろん、自分が磯の観察路で拾い集めた貝殻等を使っても良いので、楽しい思い出を自分の作品に込めることができる(図 12, 13)。

海の自然体験館の手作り教室で行うが、児童数が 20 名を超える場合は別室の海の自然体験室で行

い、また 60 名を超える場合は 2 班に分けて行う。普段は予約なしでも体験できるプログラムだが、学校団体の場合は材料と用具の準備が必要なので、事前に児童数と希望するメニューを連絡していただきたい。なお、磯の観察を予定していたのに、天候や海況の状態で実施できない場合は、直径 7-8cm の木板を使うプチクラフト等を無料で提供することになっている。また、材料としている巻貝と二枚貝等に関する疑問や質問には、可能な限り対応することになっている。手作り教室で想定される目的(ねらい)と内容を表 2 にまとめた。

スノーケリング

スノーケリングはウェットスーツ、水中メガネとスノーケル、足ヒレ等を使って、海面に浮かしながら海の中を観察する方法である。ウェットスーツを着ることで浮力と保温力が得られ、しかも切り傷等を防いでくれるので、安心して活動できる。実施期間は概ね 6 月か

表 2 手作り教室の諸条件と活動の目的(ねらい)と内容

【場所】 海の自然体験館	
【季節】 周年	
【人数】 最大 60 名程度／回(60 名を超える場合は 2 班に分けて行う)	
【時間】 1 時間以内	
【器材】 備付の貝殻、ボンド、ポスカ、油性ペン等	
【経費】 題材によっても異なるが、実費程度(100～700 円)の負担が必要	
【備考】 磯の観察路等で自分が採集した貝殻等を使えば、磯での楽しい思い出を作品に残すこともできる	
対象と目的(ねらい)	内容
幼稚園・保育園児	海の生きものを使って遊び、親しむ
《海の生きものに親しむ》	様々な形の貝類がいることに気づく
小学校低学年生	海の生きものを使って工夫して遊び、海の生きものに親しむ
《海と生きものに親しむ》	貝には巻貝と二枚貝があることに気づき
小学校中学年生	海で遊んだ楽しい思い出を形に残し、海の生きものに親しむ
《海と生きものに親しむ》	貝には巻貝と二枚貝があること、様々な色や形の種類がいることに気づく
小学校高学年生	貝には巻貝と二枚貝があることを知り、色や形の多様性に気づく
《海と生きものに親しみ、知る》	海での体験を作品に残し、様々な色や形の動物や海藻がいることに気づく
中学生以上	巻貝と二枚貝の色や形の多様性に気づき、関心を持つ
《海と生きものに親しみ、学ぶ》	海洋生物の多様性を知り、海と人とのより良い関係を考える 海の生きものを使った工芸に関心を持ち、利用を考える

ら9月までの約4ヶ月間としている。主催事業の体験スノーケリングは夏休み期間の土、日曜日に開催しているが、これとは別に学校団体や子供会等のグループが実施を希望する場合は、平日にスノーケリング教室として開催している。一回の定員は約20名、小学5年生以上で水を恐れない者を対象としている。プログラムの内容は器材の選び方と使い方の解説、その日に見ることができる生きものと危険な生きものの紹介(図14)、そして海中観察を2時間半程度で



図14 スノーケリングのガイダンスの様子

行う(図15)。

参加者は普段見ることができない海中の様子を、自分の目で直接観察し、「異次元の世界」を体験することができるので大変好評なプログラムであり、リピーターも多いのが特徴である。さらに、夏休みの期間である7月下旬と8月下旬では、観察できる生きものや海藻の長さ、そして海の中の雰囲気自体が異なるので、海の中の季節の移ろいを感じ取ることができるはずである(表3)。



図15 自分で見つけたアカヒツデを捕まえた感動

表3 スノーケリングの諸条件と活動の目的(ねらい)と内容

【場所】海の自然体験館と磯の観察路周辺の海域

【季節】6～9月

【人数】20名程度／回

【時間】2時間30分程度(器材の選び方と使い方、その特徴を知る)

【器材】ウェットスーツ、水中メガネ、スノーケル、足ヒレ、マリンブーツ等

【経費】2,000円／人(器材使用料1,000円、指導料1,000円)

【備考】4、5名の指導者の手配が必用なので、1ヶ月以上前までに詳細な打合せをしてほしい

対象と目的(ねらい)	内容
小学校高学年 《海に親しみ、海を知る》	陸上とは違う海の中での体験をとおり、海の自然と生きものに関心を持つ 海岸地形に応じた動物や海藻の生息変化に気づき、生物と環境に関心を持つ 魚や動物の色や形と生息場所の多様性に気づき、海の生態系に関心を持つ
中学生 《海に親しみ、考える》	海で過ごす楽しさ、陸上とは違う異次元世界を体験し、海への興味と関心を持つ 海藻と無脊椎動物、脊椎動物を直に観察し、多様性と共通性を考える 動物や海藻の色や形、生活場所の多様性を学び、生物と環境を考える 有用な海藻や魚介類を知り、海の恵みと水産業、食品産業に関心を持つ
高校・大学生 《海を知り、考える》	海藻と無脊椎動物、脊椎動物を直に観察・採集し、多様性と共通性を学ぶ 海岸地形と環境の多様性を学び、海岸の生態系を考える 採集生物の分類をとおり、生物の系統と分類体系を学ぶ 海の自然環境と生物多様性の保全を考え、持続可能な利用を考える

塩づくり体験

能登では弥生時代から昭和 30 年代まで、海岸一帯で塩づくりが行われていた。のと海洋ふれあいセンターがある九十九湾園地とその周辺は、弥生時代後期から素焼きの土器を使った土器製塩が行われていた場所でもある。ここでは、能登式製塩土器と呼ばれる下部先端が細く尖った、特有の形をした土器が使われていたと考えられていて、当センターのすぐ傍の能登町内浦長尾からほぼ完全な能登式製塩土器が出土している。その土器の破片が出土し、製塩遺跡が埋蔵されているので、園地一帯は埋蔵文化財包蔵地に指定されている(石川県, 2014)。

平安時代になると鉄製鋳物の鉄釜が作られるようになり、塩づくりにも応用されたようである。そして藩政時代、加賀藩は塩生産者に米を前もって貸与し、その代物として塩を収納させる「塩手米制度」を行い、いち早く専売制を敷いた。また、藩所有の鉄製鋳物の鉄釜を穴水町中居の鋳物師に造らせ、6 年間は借賃として塩を上納させ、その後は釜を払い下げるという「貸釜制度」を整備し、盛んに塩づくりを奨励した(珠洲の塩協議会, 2012)。平野部が少ないく稲作に不向きであった特に奥能登地域からも、米に変わる租税として塩を徴収したのである。奥能登には大きな河川がなく、しかも海岸のすぐ背後に山林が迫っているので、燃料となる薪の調達に好都合であった。特に輪島市曾々木から珠洲市狼煙に至る能登半島の北部海岸は、夏季には西日が照り付けるので塩づくりに最適な場所であったようである。

もっとも原始的な塩づくりの方法は、干した海藻を焼いて灰塩(はいじお)とし、それ自体を「塩」として使っていたと考えられている。次に、灰塩(はいじお)に海水をまぜて鹹水(かんすい=濃い塩水)を採り、これを煮つめて塩を作るようになった。さらに、干した海藻に付着した塩分を海水で洗い流すことを繰り返して鹹水を採り、これを土器で煮つめて塩をつくる、いわゆる藻塩焼き(もしおやき)の製塩法へと発達したと考えられている。そして平安時代の後期、海藻にかわって砂を利用し、太陽の陽射しと熱、そして風の力で水分を蒸発させ、鹹水を採る方法が考案されたと推察されている(たばこと塩の博物館, 2010)。

本邦における塩づくりは、海水から鹹水を採る「採

鹹(さいかん)」と、鹹水を煮つめて塩の結晶をつくる「煎熬(せんごう)」という、二つの工程がある。すなわち、海藻や砂を使って海水の濃度を上げるのは採鹹、土器や鋳物の鉄釜を使って塩の結晶を得るのが煎熬である(たばこと塩の博物館, 2010; 図 16)。

表 4 塩づくりの工程とその内容、方法

工程	採鹹(さいかん)	煎熬(せんごう)
内容	海水から鹹水 (濃い塩水)を採る	鹹水を煮つめて 塩(の結晶)を得る
方法	藻塩焼き 揚浜式塩田 入浜式塩田	土器製塩 塩釜、土釜 鉄製鋳物(鉄釜)

当センターにおける塩づくりの体験は、藻塩体験コーナーにおいて海藻のホンダワラ類を使った採鹹と(図 17)、薪とミニチュアの能登式製塩土器を使った土器製塩による煎熬が体験できる(図 18-21)。しかしながら、採鹹から煎熬の全工程を体験しようとするれば、1 日でも無理である。また、多くの工程が屋外で行わざるを得ず、天候や風の影響を受けるので、実施できる日も限られてしまう。したがって、現在提供している塩づくり体験の多くは、事前に準備した鹹水を室内で土鍋とカセットコンロを使って塩の結晶を得る内容(土鍋製塩と呼んでいる)にとどまっている(図 22, 23)。

なぜ能登で盛んに製塩が行われるようになったのか、また、塩づくりに必要な土器や鉄釜、薪、そして砂をどのように調達したのか、これらのこと自体を考えることも、地域の地勢や歴史、産業の特徴を学ぶ格好の素材となるのではないかと考えられる。さらに、海水から自分たちの食料としての塩、また健康を維持するためにも重要な塩を得ていることを学び、知ることは、海の環境保全の必要性を考えるきっかけになるのではないかと期待できる。

塩づくり体験を単なる「体験プログラム」に終わらせず、様々な切り口で活用することができるものと考えている。ここでは、我々が現時点で想定できる活動の目的(ねらい)と内容を表 5 にまとめた。今後は各方面からご意見をいただき、その成果と展開に応じたプログラムの内容を深化させたいと考えている。

表 5 塩づくりの諸条件と活動の目的(ねらい)と内容

【場所】海の自然体験館(屋内)、または藻塩体験コーナー(屋外)	
【季節】周年(ただし、土器製塩は雨や風等の気象条件で実施できない場合がある)	
【人数】最大 60 名程度／回(60 人を超える場合は 2 班に分けて行う)	
【時間】土鍋製塩は 1 時間以内、土器製塩は最低 3 時間程度	
【器材】土鍋製塩はカセットコンロ、土器製塩はミニチュアの能登式製塩土器と薪等	
【経費】土鍋製塩(200 円／鍋、1グループ 6 人まで可能)、土器製塩(500 円／人、5 人以上で事前要予約)	
【備考】薪やカセットコンロを使うので、小学校低学年以下の場合は保護者同伴で実施することになっている	
対象と目的(ねらい)	内容
小学校中学年生 《海に関心を持つ》	海水を煮詰めると食べられる塩ができることを知る 海の水がしょっぱい理由に気づき、湖との違いを考える 地域の産業と生活を知り、地域の歴史に関心を持つ
小学校高学年生 《海を知り、利用する》	海水を煮詰めればどれ位の塩ができるかを実際に確かめる 水に溶ける塩の量(濃度と飽和)を知り、水の性質(水溶液)を考える 塩の利用(食品加工や貯蔵、調味料等)と健康に関わる塩の役割を考える 塩づくりの歴史、古代人の知恵を知り、地域の遺跡と産業の歴史に関心を持つ
中学生以上 《海を知り、利用する》	海水からできる「塩」を知り、水の性質(水溶液)と物質の状態変化を考える 製塩の歴史、製塩法の変遷を学び、技術革新と産業の変化を考える 地場産業と交易、物流を学び、塩の利用(食品化学、工業)と交易を考える 健康やスポーツと塩の関係を学び、健康と食生活、塩との関係を考える

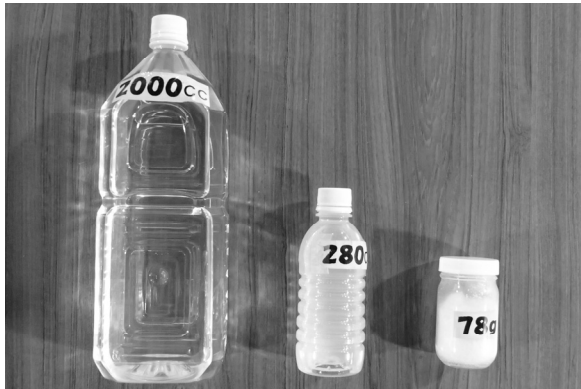


図 16 2 リットルの海水からできる鹹水と塩の解説資料



図 17 海藻を使った採鹹工程の体験の様子



図 18 能登式製塩土器を使った煎熬の様子



図 19 製塩土器に鹹水を入れ、薪で炊く様子



図 20 土器製塩でできた塩



図 21 土器製塩でできた塩を味わう児童



図 22 土鍋を使った塩づくり



図 23 グループで体験できる土鍋製塩

謝辞

本稿の高関をしていただき、貴重なご指導・ご助言をしていただいた石川県立能登少年自然の家の田島邦章所長に感謝申し上げます。また、古代の塩づくりに対して貴重な助言と情報の提供をしていただいた能登町宇出津の酒垂神社宮司の加藤三千夫氏に感謝申し上げます。

参考文献

石川県, 2014. いしかわの文化財ナビ, 石川県教育委

員 会 事 務 局 文 化 財 課 :
<http://www.bunkazainavi.pref.ishikawa.lg.jp/index/map>. 参照 2015 年 1 月 15 日
たばこと塩の博物館, 2010. 世界の塩・日本の塩:
<http://www.jti.co.jp/Culture/museum/collection/salt/index.html>. 参照 2015 年 1 月 15 日
東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター,
2011 . 海 洋 教 育 と は :
<http://rcme.oa.u-tokyo.ac.jp/aboutus/Marine-education.html>. 参照 2015 年 1 月 15 日
文部科学省, 2011. 新学習指導要領・生きる力(ポイント、本文、解説等):
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/. 参照 2015 年 1 月 30 日
珠洲の塩協議会, 2012. 珠洲の塩, 珠洲の塩の歴史:
<http://www.suzusalt.org/whats/history.html>. 参照 2015 年 1 月 15 日

石川県における腕足動物スゲガサチョウチンの初記録

小木曾正造¹⁾・又多政博¹⁾・幸塚久典²⁾・広瀬雅人³⁾

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⁾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⁾東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター生物資源再生分野; 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 (〒277-8564)

A first record of *Discradisca sparselineata* (Brachiopoda: Discinidae) from Ishikawa Prefecture, Sea of Japan

Shouzo OGISO¹⁾, Masahiro MATADA¹⁾, Hisanori KOHTSUKA²⁾ and Masato HIROSE³⁾

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

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

³⁾Coastal Ecosystem Restoration, International Coastal Research Center, Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba Pref., 277-8564, Japan

Abstract

Three individuals of brachiopods were found in Tsukumo Bay, Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture, Sea of Japan on 7 October 2014. To identify this brachiopod, one specimen was collected and fixed by ethanol. The radial striae on the dorsal valve of this specimen were indistinct, and the radial striae on the ventral valve of this individual were situated at wide intervals. Judging from these characteristics, we identified this brachiopod as *Discradisca sparselineata* (DALL, 1920) (Brachiopoda: Discinidae). This is the first record of this species from Ishikawa Prefecture and the adjacent waters.

はじめに

腕足動物は世界で約 3 万種の化石種が記載されており、現生種は約 390 種が記載されている (EMIG *et al.*, 2013)。日本周辺海域からは 68 種の現生種が記録されており、石川県からはこれまでに腕足動物門舌殻亜門舌殻綱シャミセンガイ目シャミセンガイ科のミドリシャミセンガイ *Lingula anatina* (LAMARCK, 1801)、嘴殻亜門嘴殻綱ホウズキガイ目のマルグチホウズキチョウチンガイ *Dallina raphaelis* (DALL, 1870)、ホウズキチョウチンガイ *Laqueus rubellus* (SOWERBY, 1846)、カメホウズキチョウチンガイ *Terebratalia coreanica* (ADAMS & REEVE, 1850)、タテスジチョウチンガイ *Terebratalia japonica* (SOWERBY, 1846) の 5 種の採集記録がある (EMIG *et al.*, 2014; HATAI, 1940; 熊野, 1965; 倉持, 1999; 坂井, 2012)。

シャミセンガイ目に属するスズメガイダマシ科は、日本周辺海域から 2 属 3 種が報告されている (広瀬ら, 2012)。その中の 1 種であるスゲガサチョウチン *Discradisca sparselineata* (DALL, 1920) を 2014 年 10 月に能登半島九十九湾で採集した。この標本は石川県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

2014 年 10 月 7 日に石川県鳳珠郡能登町の九十九湾内の蓬莱島南西でスクーバを用いて潜水調査を行った (図 1)。その際、水深約 4 m の転石下面に付着した腕足動物 3 個体を発見した。その中の 1 個体をナイフで岩から剥がし、実験室へ持ち帰った。実体顕微鏡を用いて観察、撮影した後、99 %エタノールで固定した。本研究に用いた標本は大阪市立自然史博物館に登録・保管した。

ールで固定した。本研究に用いた標本は大阪市立自然史博物館に登録・保管した。

調査標本

Discradisca sparselineata (DALL, 1920): OMNH-Iv-5444, 1 個体, 石川県鳳珠郡能登町, 九十九湾内の蓬莱島南西水深 4 m, 2014 年 10 月 7 日, 幸塚久典 採集。

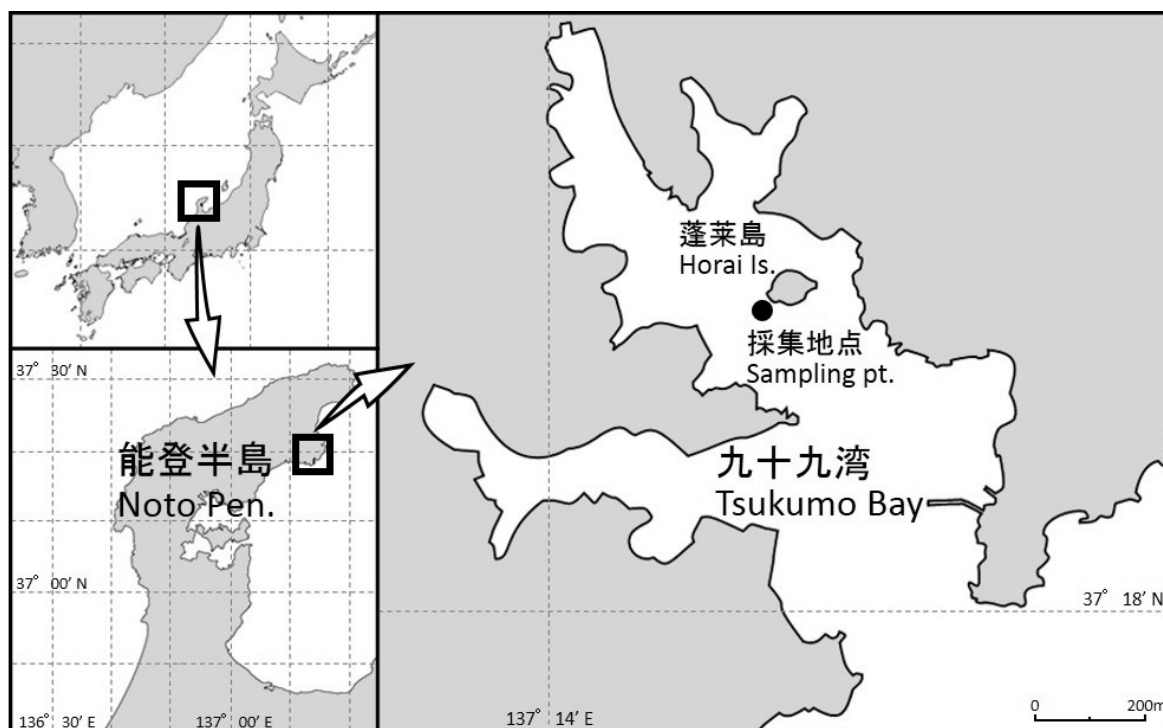


図 1 スゲガサチョウチン採集地。

Fig. 1 Map showing sampling location where *Discradisca sparselineata* (DALL, 1920) was collected.

結果および考察

スゲガサチヨウチン *Discradisca sparselineata* (DALL, 1920) (図 2)

識別的特徴

Discradisca 属は背殻の放射肋が顕著であること、および腹殻の肉茎板が幅広いことで *Discinisca* 属から区別される。

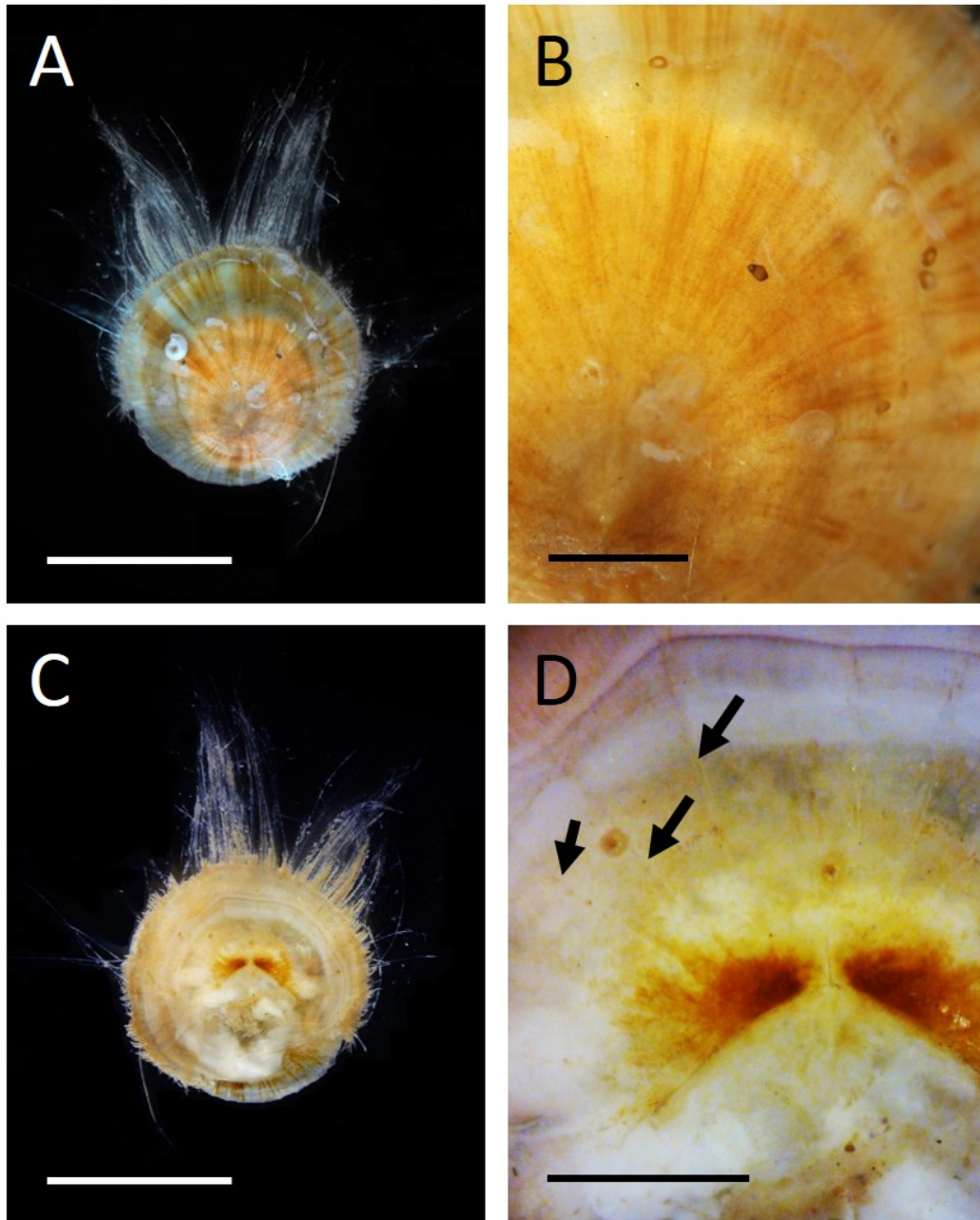


図 2 採集されたスゲガサチヨウチン *Discradisca sparselineata* (DALL, 1920). A: 背面観; 背殻はほぼ円形で殻頂はやや後方にずれている. B: 背殻拡大; 明瞭な放射条及び成長脈は見られない. C: 腹面観; 腹殻は背殻よりも小さく半透明で、中央付近は茶色い. D: 腹殻拡大; 間隔の広い放射条(→)が見られる. スケール: A, C は 5 mm, B, D は 1 mm.

Fig. 2 *Discradisca sparselineata* (DALL, 1920), collected from the Tsukumo Bay. A: Dorsal view; the dorsal valve is subcircular in outline, and the vertex deviates slightly backward from the center. B: Enlarged view of dorsal valve; the radial striae and the growth threads are indistinct. C: Ventral view; the ventral valve is smaller than the dorsal valve, translucent, and its center is brown. D: Enlarged view of ventral valve; there are radial striae with wide intervals (→). Scale bars: A and C are 5 mm, B and D are 1 mm.



図 3 九十九湾水深約 4 m の転石下の腕足動物. 矢印で示した 3 個体を確認し、右の 1 個体を採集した。
Fig. 3 Brachiopods on the underside of a boulder at a depth of 4 m in Tsukumo Bay. Three individuals of brachiopods, shown with arrows, were found, the one on the far right was collected.

本種は背殻が明瞭な放射条を持たず、腹殻の放射条の間隔が広い点で、日本国内に分布する同属のよく似たスズメガイダマシ *Discradisca stella* (GOULD, 1926) から区別された (HATAI, 1940; 広瀬ら, 2012)。

記載

背殻は殻長 7.0 mm でほぼ円形をしており、殻頂は中央よりやや後方にある (図 2A)。表面は淡黄色で茶色い放射状の模様が見られるが、明瞭な放射条及び成長脈は見られない (図 2B)。腹殻は背殻より小さくて薄く、中央付近は茶色だが、その外側は半透明で内臓の一部が透けて見える (図 2C)。表面には間隔の広い放射条が見られる (図 2D)。殻の縁は背殻、腹殻とも後縁を除いて棘毛が生えていて、背殻前縁で特に長く 5.2 mm あった。

備考

スゲガサチョウチンは東京湾で採集された標本に基づいて記載され、それ以外に北海道、神奈川県、兵庫県、岡山県、山口県、熊本県から報告されている (DALL, 1920; 福田ら, 2000; 池田・倉持, 1997; KATO, 1996; 熊本県, 2009; 岡山県, 2012)。内湾の湾口や海峡部などの潮通しのよい場所の転石などに付着して生息し、潮間帯中部から潮下帯、水深 15 m から 30 m で採集されている (倉持, 1999; 岡山県, 2012)。本報告における採集地の九十九湾は湾口幅約 200 m、奥行の最大約 1,200 m の狭長な湾で、いわゆる溺れ谷である (粕野ら, 1965)。その中央よりやや北に位置する蓬莱島は地形的に見ると内湾的であるが、湾開口部に面した南側は潮流が速く波浪の影響を強く受ける (矢島ら, 1979)。島の南西は水深約 23 m まで急激に深くなっており、本種を採集し

た水深約 4 m の地点は転石や砂だまりのある岩礁地帯だった(図 3)。

スゲガサチヨウチンは水質の悪化、護岸や埋め立てなどによる岩礁域の破壊等により生息地の減少が危惧されており、岡山県では準絶滅危惧種に指定されている(岡山県; 2012)。そのため、本報告において新しく見つかった生息地を経過観察すると共に、九十九湾周辺域に他にも生息地があるかを調査する必要があると考える。

比較標本

スゲガサチヨウチン *Disciniscia sparselineata* DALL (= *Discradisca sparselineata*): USNM MO 274131 (holotype), Gulf of Tokyo, Japan, collected by University of Tokyo; USNM MO 274129 (paratype), Hakodate, Japan, collected by W. STIMPSON. スズメガイダマシ *Disciniscia stella* (GOULD) (= *Discradisca stella*): USNM MO 1759 (syntype), HongKong, collected by W. STIMPSON; USNM MO 175724 (hypotype), Fukura, Awaji, Japan, collected by HIRASE. *Discradisca* 属の一種 *Discradisca* sp.: NSMT-Te875, 瀬戸内海, 塩飽諸島(香川県), 広島北東沖 水深 21 m, 2010 年 11 月 9 日, collected by M. HIROSE.

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准教授には研究の機会を与えていただいた。のと海洋ふれあいセンターの坂井恵一普及課長には所蔵標本の情報と多くの助言をいただいた。さらに、大阪市立自然史博物館の石田惣学芸員には標本の登録及び管理にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表します。

文献

DALL, W. H., 1920. Annotated list of the recent

Brachiopoda in the collection of the United States National Museum, with descriptions of thirty-three new forms. *Proceedings of the U.S. National Museum*, 57: 261-377.

EMIG, C.C., BITNER, M.A., ALVAREZ, F., 2013. Phylum Brachiopoda. *Zootaxa*, 3703 (1): 75-78.

EMIG, C.C., ALVAREZ, F., BITNER, M.A. (Ed), 2014. World Brachiopoda database. <http://www.marinespecies.org/brachiopoda> (参照 1 December 2014)

福田宏・浅見崇比呂・山下博由・佐藤正典・中村康博, 2000. 長島の海産貝類・腕足類相: 瀬戸内海に比類なきその生物多様性 (日本貝類学会平成 12 年度大会研究発表要旨). *Venus*, 59 (1): 66.

HATAI, K. M., 1940. The Cenozoic Brachiopoda of Japan. *Science reports of the Tohoku Imperial University. 2nd series, Geology*, 20: 1-413.

広瀬雅人・大塚功・近藤裕介・平林丈嗣・富川光・清水則雄, 2012. 瀬戸内海中央部で発見された腕足類 2 種について. 広島大学総合博物館研究報告, (4): 43-48.

池田等・倉持卓司, 1997. 相模湾から採集された腕足類. 神奈川自然誌資料, (18): 39-44.

粕野義夫・市川渡, 1965. V 海岸の地質と景観, 2 内浦海岸. In 石川県, 能登半島学術調査書, pp 69-73.

KATO, M., 1996. The unique intertidal subterranean habitat and filtering system of a limpet-like brachiopod, *Disciniscia sparselineata*. *Canadian journal of zoology*, 74 (11): 1983-1988.

熊本県, 2014. 改訂・熊本県の保護上重要な野生動植物. <http://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/44/rdb2009.html> (参照 1 December 2014)

熊野正雄, 1965. III 無脊椎動物, 7 擬軟体動物. In 石川県, 能登半島学術調査書, pp 304-307.

倉持卓司, 1999. 日本周辺海域産現生腕足類目録. 南紀生物, 41 (2): 155-158.

岡山県, 2014. 岡山県版レッドデータブック 2009. <http://www.pref.okayama.jp/seikatsu/sizen/redd>

[atabook/](#) (参照 1 December 2014)

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.

矢島孝昭・新谷力・又多政博, 1979. 能登九十九湾周辺海浜域におけるムツサンゴ *Rhizopsammia minuta mutsuensis* の生息状況. 日本海域研究所報告, (11), 81-91.

能登半島七尾湾西湾におけるアマモ類の生育状況について

東出 幸真¹⁾・小木曾 正造²⁾・池森 貴彦³⁾

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

²⁾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)

³⁾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)

Notes about the aspect changes of *Zostera* beds in Nanao Bay, Noto Peninsula, Sea of Japan

Yukimasa HIGASHIDE¹⁾, Shouzo OGISO²⁾ and Takahiko IKEMORI³⁾

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

²⁾Noto Marine Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University; Mu4-1 Ogi, Noto, Ishikawa 927-0553, Japan

³⁾Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center; 3-7 Ushitsushinko, Noto, Ishikawa 927-0435, Japan

はじめに

アマモ *Zostera marina* LINNAEUS は北半球の亜寒帯から温帯にかけて広く分布する海産顕花植物で、日本では北海道から九州にかけての静穏な内湾等に生育している(大場・宮田, 2007)。アマモが生育する場所をアマモ場とよび、魚類や底生動物などの生育場所や産卵場所として、また、砂泥中に根や地下茎をはりめぐらせることで底質を安定化し、栄養塩を吸収することによって水質を浄化するなど、様々な機能が知られている(水産庁, 2007)。

1990 年に実施された第 4 回自然環境基礎調査では、七尾湾西湾の内、小谷鼻から屏風岬を結ぶ線以西の海域には 1,258 ha のアマモ場と、44 ha のガラモ場が分布すると報告されている(環境庁自然保護局, 1994)。2011 年 12 月に同海域において藻場の実態調査が行われ、1,042 ha のアマモ場と、6 ha のガラモ場の分布が確認された(池森, 2013)。すなわち、この海域では 1990 年から 2011 年までの 21 年間に 216 ha、率にして約 17 % のアマモ場が減少したことになる。当該海域で確認された種はアマモとスゲアマモ *Z. caespitosa* MIKI の 2 種で、アマモが生育面積で優占しており、全体の面積は県下最大級の貴重な場所であるため、その生育状況について春と秋の年に 2 回、観察と採取り調査を行った。

アマモは地下茎を有する多年生の海産顕花植物で、泥中の地下茎の先端部に栄養株をつけ、そこから水中へ新葉を伸ばして繁茂させる。能登では初夏に生殖枝(花枝)を伸ばして開花・結実し、生殖枝と古い葉は 6

月下旬から 7 月中旬にかけて枯死・流失するが、地下茎と数枚の葉をつけた栄養株の芯部は泥中に残る。冬期、水温が 10℃ 前後に低下すると地下茎は栄養株を分枝しながら生長を続け、栄養株の一部から生殖枝を伸長させる。一方、散布された種子は 10 月末には発芽し、実生株として細い草体を海底から伸ばし始める。当初、地下茎は発達せず、翌年春においてもその地下茎は白く直線的で、分枝は認められないのが通常である。

2012 年の春に濃密なアマモ場が認められた七尾湾西湾で、同年 10 月には広範囲にわたり地下茎までもが枯死している様子が確認され、発芽したばかりのアマモの実生株だけが生育しているのが観察できた。このことから、七尾湾西湾では春には濃密なアマモ場となるものの、夏の水温によって、多年生であるアマモがすべて枯死・流失してしまい、一時的にアマモ場が消失してしまった。そして 10 月以降に実生株だけの疎なアマモ場になることもある、不安定な藻場であるのではないかと考えられた(池森, 2013)。この状況を詳細に観察するため、2013 と 2014 年に調査を行ったのでその結果について報告する。

方法

2012 年から 2014 年の 3 年間、4 月 -5 月と 10 月 -11 月の年に 2 回、計 6 回の調査を行った。調査地点は 2011 年 12 月の調査において、スゲアマモが主体に生育していた種ヶ島沖の 1 地点、ほぼすべてが実生株だけであった熊木川河口沖の 1 地点、栄養株と実生株が混生していた唐島沖と田鶴浜沖の 2 地点、そして栄養株が優占していた白崎沖の 1 地点の計 5 地点とした(図 1)。

まず、スキューバダイビングによりアマモ場の目視観察を行い、枠取り採集に適した場所を選定した。そしてスクーバダイビングで一辺 50cm の方形枠を任意の

海底上に設置して写真撮影と枠中のアマモ類を地下茎ごと採集した。

採集したアマモ類は実験室に持ち帰り、種ごとに湿重量と株数を計測し、1 m² 当たりの湿重量と株数に換算した(表 1)。株数は、明らかに実生株と判別できるもの、分枝した地下茎を有している栄養株、そして生殖枝を備えた株に区別して計数した。実生株の株数は少なくとも 50 株の湿重量を測定して推定した。潜水地点近傍にアマモ類以外の海藻が生育していた場合は、吉田・吉永(2010)に従い種の同定を行い、生育種を記録した。なお、2012 年秋の調査では潜水器材の都合で採集は行なえなかったため観察だけとした。また、石川県水産総合センターが毎月 1 回観測している七尾湾西湾中央水深 5.8 m 地点の水深 5.0 m の水温データ(2012 年 4 月から 2014 年 11 月まで)の提供を受けた(図 2)。

結果と考察

1. 種ヶ島沖(写真 1, 2)

底質は礫混じりの泥、水深は約 3 m である。スゲアマモだけの生育が認められ、3 年間の春と秋の調査を通じてスゲアマモの被度は 50 %を超えることはなかった。水深 2 m 以浅では、底質は礫と岩盤でヨレモク *Sargassum siliquastrum* (TURNER) C. AGARDH、マメタワラ *Sargassum piluliferum* (TURNER) C. AGARDH、ヤツマタモク *Sargassum patens* C.

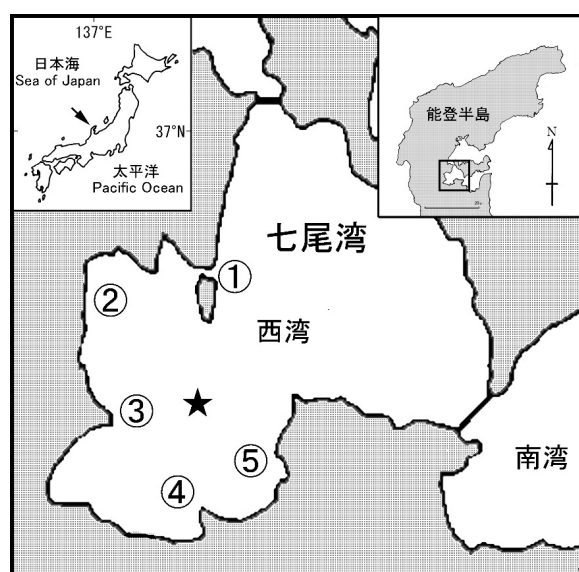


図 1 七尾湾西湾の調査地点
①種ヶ島沖;②熊木川河口沖;③唐島沖;④田鶴浜沖;⑤白崎沖;★ 水温観測地点

AGARDH が優占し、アカモク *Sargassum horneri* (TURNER) C. AGARDH が混生していた。

枠内で採集された 1 m² 当たりの湿重量と株数は、2012 年春は 914 g で 208 株、2013 年春は 770 g で 80 株、秋は 128 g で 88 株、2014 年春は 1,194 g で

88 株、秋は 500 g で 80 株であった。春の調査では 3 年間を通じて、設置した枠内ではスゲアマモの生殖枝は含まれていなかったが、近傍では生殖枝が確認できた。2012 年秋の観察時には特に枯死葉が目につき、高水温の影響ではないかと推察された。



写真 1 種ヶ島沖 3.1 m (2014 年 5 月 14 日撮影)



写真 2 種ヶ島沖 3.3 m (2014 年 11 月 5 日撮影)

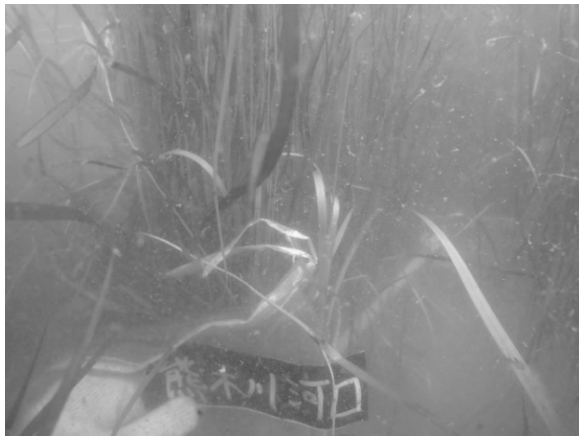


写真 3 熊木川河口沖 2.9 m (2014 年 5 月 14 日撮影)

2. 熊木川河口沖(写真 3)

底質は泥、水深は約 3 m である。春の調査では、3 年とも被度 100% のアマモ場が形成されていた。2012 年はすべてが実生株であったがどの株も生殖枝を有していた。2013 年の春は採集された 928 株中 704 株 (75.9 %) が実生株で、やはり全株が生殖枝を有していた。この中に、4 株だけ地下茎が 2 又しているものが含まれていた。2014 年の春はほとんどの株が 2-3 又する程度の地下茎を有していて、それらは生殖枝を有し、栄養株とみなされるような形態を備えていた。2014 年は 5 月の調査であったためか一部の生殖枝は最長で 3 m を超えていたが、栄養株とみなされるものの葉長は最長でも 55 cm であった。秋の調査では 3 年間とも種子から発芽したばかりの実生株であった。2012 年の秋は、枯死した地下茎が底泥の中で認められたが、2013 年と 2014 年の秋は枯死した地下茎も見つからなかった。これらのことから、2012 年の秋は、栄養株の地上部が枯死・流失した後、あまり時間が経過していないのではないかと考えられた。また、2013 年と 2014 年は地下茎自体も夏を越せなかったのではないかと推察された。

枠取りで採集された 1 m² 当たりの湿重量と株数は、2012 年春は 1,938 g で 464 株、2013 年春は 1,914 g で 928 株、秋は 52g で 900 株、2014 年春は 14,000 g で 2,932 株を記録し、秋は 14 g で 124 株であった。2014 年秋は濁りがはげしく、写真撮影はできなかった。

3. 唐島沖(写真 4, 5)

底質は泥で、水深は約 3 m である。春の調査では 3 年間とも被度 100% のアマモ場が形成されていた。2012 年には実生株と判断されたのは 2 割に満たなかった。2013 年はすべてが実生株で、その 9 割近くの株が生殖枝を有していた。2014 年はすべてが実

生株で、このうちの 2 割ほどの株に 2-3 又する程度の地下茎を有していて、生殖枝を備えていた。秋の調査では 2012 年は実生株だけが認められ、泥中で見つかった地下茎はすべて枯死していた。2013 年は 792 株すべてが実生株であったが、2014 年は 268 株の実生株と地下茎を有した 24 の栄養株が採集された。杵取りで採集された 1 m² 当たりの湿重量と株数は、2012 年春は 552 g で 248 株、2013 年春は 3,294 g で 1,136 株、秋は 58 g で 792 株であった。2014 年春は 948 g で 128 株、秋は 380 g で 292 株であった。

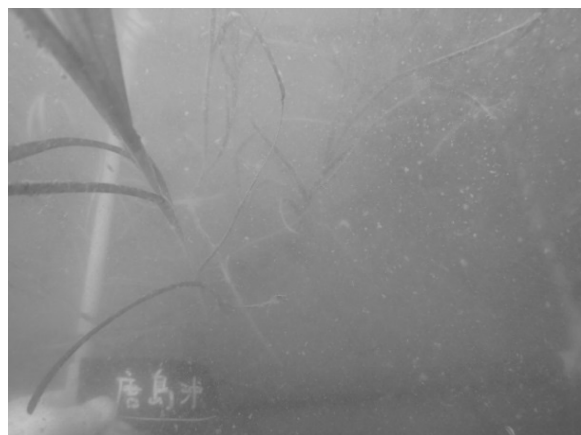


写真 4 唐島沖 3.1 m (2014 年 5 月 14 日撮影)



写真 5 唐島沖 3.2 m (2014 年 11 月 5 日撮影)

4. 田鶴浜沖(写真 6, 7)

底質は泥、水深は約 2.5 m である。春の調査では 2012 年と 2014 年が被度 100 %、2013 年は 50 % のアマモ場であった。2012 年は、実生株は約 2 割に満たなかったが、2013 年は生殖枝を有する栄養株が

採集され、その生殖枝と栄養株の比率は約半数ずつであった。2014 年はすべてが実生株で、そのほとんどの株が生殖枝を有していたが、さらに 1 割ほどに 2 又分枝が認められた。分枝が認められた株の生殖枝は 2.7 m 程度まで伸長していて、地下茎の分枝が認められなかった株よりも長く伸長していた。秋の調査では、2012 年は実生株だけが認められ、栄養株の地下茎と思われるものはすべて枯死していた。2013 年は、杵取り採集では実生株だけだったが、杵外では葉幅の広い葉を備えた栄養株も認められた。2014 年は実生株が 11,200 株/m² で、16 株/m² が栄養株であった。

杵内で採集された 1 m² 当たりの湿重量および株数は、2012 年春は 1,218 g で 536 株、2013 年春は 236 g で 92 株、秋は 472 g で 916 株、2014 年の春は 10,440 g で 2,040 株、秋は 1,836 g で 11,216 株であった。



写真 6 田鶴浜沖 2.6 m (2014 年 5 月 14 日撮影)



写真 7 田鶴浜沖 2.3 m (2014 年 11 月 5 日撮影)

5. 白崎沖(写真 8,9)

底質は泥だが水深は約 2.5 m であった。泥の層が薄い場所や砂岩質の岩面がパッチ状に露出する場所も見られた。砂岩が露出する場所にはアマモの生育は認められなかった。春の調査では 2012 年と 2014 年が被度 100 %、2013 年で 50 %となっていて、田鶴浜沖と同じ状況であった。2012 年は栄養株が 60 株/m²、生殖枝が 8 株/m²で実生株は認められなかった。2013 年も実生株は認められず、すべて栄養株であった。しかし 2014 年はすべてが実生株で、そのうちの 6 割ほどの株が生殖枝を備えていた。秋の調査では 2012 年は実生株だけが認められ、栄養株のものと思われる地下茎はすべて泥中で枯死していた。2013 年はすべて実生株だったが枠外では葉幅の広い葉を備えた栄養株と認められる株がごく少数だけ確認できた。2014 年は実生株だけが認められ、栄養株は枠外でも観察できなかった。

枠取りで採集された 1 m² 当たりの湿重量と株数は、2012 年春は 754 g で 68 株、2013 年の春は 42 g で 56 株、秋は 16 g で 168 株、そして 2014 年の春は 1,346 g で 992 株、秋は 478 g で 644 株であった。

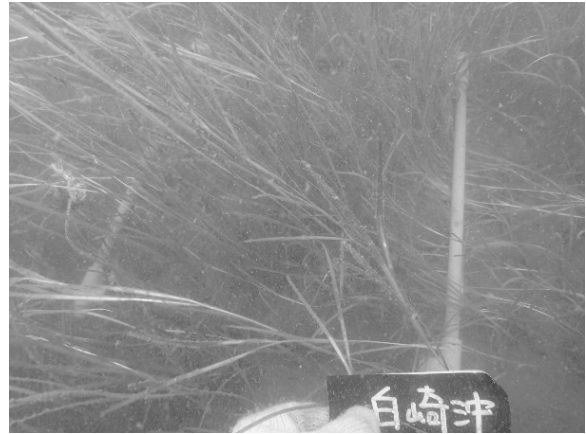


写真 8 白崎沖 2.8 m (2014 年 5 月 14 日撮影)

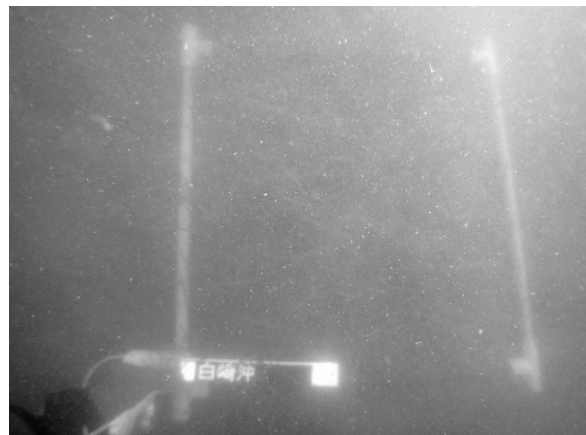


写真 9 白崎沖 2.6 m (2014 年 11 月 5 日撮影)

表 1 枠取り採集されたアマモ類の湿重量と株数(上段;g/m², n=株数/m²)、並びに枠取り地点の水深と表面水温(下段;m, °C)

調査日	2012	2013		2014	
	4 月 24 日	4 月 10 日	11 月 13 日	5 月 14 日	11 月 5 日
①種ヶ島沖※	914 (n=208)	770 (n=80)	128 (n=88)	1,194 (n=88)	500 (n=80)
②熊木川河口沖	1,938 (n=464)	1,914 (n=928)	52 (n=900)	14,000 (n=2,932)	14 (n=124)
③唐島沖	552 (n=248)	3,294 (n=1,136)	58 (n=792)	948 (n=128)	380 (n=292)
④田鶴浜沖	1,218 (n=536)	236 (n=92)	472 (n=916)	10,440 (n=2,040)	1,836 (n=11,216)
⑤白崎沖	754 (n=68)	42 (n=56)	16 (n=168)	1,346 (n=992)	478 (n=644)
①種ヶ島沖※	1.8m, —	2.0m, —	1.8m, 20.2°C	3.1m, 16.0°C	3.3m, 18.5°C
②熊木川河口沖	1.7m, —	2.1m, —	2.1m, 19.5°C	2.9m, 14.8°C	3.3m, 18.4°C
③唐島沖	2.9m, —	3.1m, —	2.8m, 19.8°C	3.1m, 14.8°C	3.2m, 18.3°C
④田鶴浜沖	1.6m, —	1.8m, —	2.0m, 19.8°C	2.6m, 16.0°C	2.3m, 17.3°C
⑤白崎沖	2.8m, —	3.0m, —	2.4m, 20.2°C	2.8m, 17.0°C	2.6m, 18.2°C

※:スゲアマモ、他の調査地点はアマモ;—:欠測

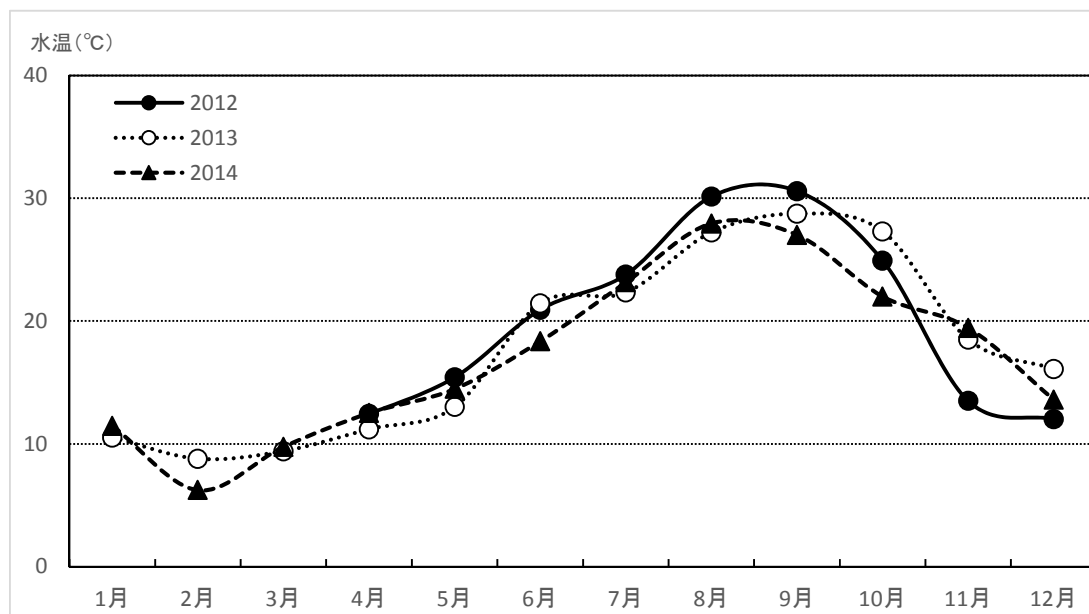


図2 七尾湾西湾における水深 5.0 m の水温

七尾湾西湾のアマモ場の特徴

2012 年の秋の調査時、アマモの生育するすべての調査地点で栄養株が地下茎も含めて枯死し、2013 年春には栄養株やそれから変化した生殖枝が見られないのではないかと危惧されたが、2013 年の春は田鶴浜沖と白崎沖で、そして 2014 年秋は唐島沖と田鶴浜沖で栄養株の生育を確認することができた。2012 年の秋に熊本川河口沖の調査地点で枯死した栄養株のものと思われる地下茎が観察されたことは、この場所で栄養株の生育があったことを示唆するものと考えられる。ところが、2014 年秋の調査まで、その生育は確認することはできなかった。

アマモは一般に複数年にわたって生育する多年生の生活史を有するが、鹿児島湾や浜名湖等では水温の低下する秋に種子から生育をはじめ、次の年の初夏には種子を作って枯死・流失する一年生アマモ場が観察されている(今尾・伏見, 1985; 河野ら, 2012)。鹿児島湾では 8 月から 9 月にかけての枯死・流失期に水温が 31 °C に達することが報告されている(河野ら, 2012)。

七尾湾西湾の中央部、水深 5.0 m の水温は、2012 年 8 月から 9 月にかけて 30 °C を超え、2014 年 2 月に最低の 6.2 °C を記録していた。2013 年と 2014 年は 8 月から 9 月においても 30 °C を超える

ことはなく、2013 年は 9 月に 28.8 °C、2014 年は 27.9 °C が最高値であった。2012 年の 8 月と 9 月の水温だけが、一年生アマモ場が観察されている鹿児島湾の値に近い。アマモの生育可能な上限水温は英虞湾で 28 °C (前川ら, 2008) と報告され、三木は 27 °C が分布の南限であると報告している (MIKI, 1933)。したがって、一年生アマモ場が形成される鹿児島の生育地は分布の南限域と考えられる。2013 年と 2014 年の調査結果から、七尾湾西湾においてはアマモの実生株のすべてが次の年に生殖枝を伸ばして成熟するが、すべてが枯死・流失するわけではないようである。その年の夏の水温によっては、一年生アマモ場として枯死・流失したり、越夏して栄養株として残ったりするものもあるが、その比率は一定ではないように判断できる。一方、種ヶ島沖で優占して生育するスゲアマモは、石川県のレッドデータブックにより準絶滅危惧種に指定(石川県, 2010)されているが、2012 年秋の調査時に叢生する葉が少なく、茶色く変色していた。2013 年と 2014 年の秋の調査では株数および湿重量ともに安定していたが、2012 年と同様の状況が数年続くと現存量は減少するのではないかと推察される。今後もアマモ場保全等のため生育状況の観察を継続していきたいと考えている。

謝辞

本研究の一部は、金沢大学里山里海プロジェクトによる文部科学省特別教育研究経費[持続可能な地域発展をめざす「里山里海再生学」の構築—能登半島から世界へ向けた発信]により実施されました。石川県七尾湾西湾の水温は石川県水産総合センターからご提供いただいた。現地調査にあたり、のと海洋ふれあいセンター達克幸専門員に調査補助をしていただいた。記して感謝いたします。また、石川県漁業協同組合関係各位にお礼申し上げます。本稿のとりまとめにあたり、重要な教示をいただいたのと海洋ふれあいセンター坂井恵一普及課長に謝意を表します。

文献

- 今尾和正・伏見 浩, 1985. 浜名湖におけるアマモ (*Zostera marina* L.) の生態, 特に一年生アマモの成立要因. 藻類, 33: 320-327.
- 池森貴彦, 2013. 七尾西湾のアマモの分布状況. 金沢大学里山里海再生学シンポジウム, 七尾市.
- 石川県, 2000. 石川県の絶滅のおそれのある野生生物, 植物編. 石川県.
- 石川県, 2010. 改訂・石川県の絶滅のおそれのある野生生物, いしかわレッドデータブック, 植物編. 石川県.
- 環境庁自然保護局, 1994. 第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書, 第2巻藻場. 399 pp.
- 河野敬史・GREGORY N, NISHIHARA・寺田竜太, 2012. 日本産アマモ *Zostera marina* の分布南限群落における季節的消長と光合成特性. 日本水産学会誌, 78 (4): 692-704.
- 前川行幸・倉島彰・森田晃央・上野成三・高山百合子・大松秀史・浜田稔・中西嘉人・橋爪不二夫・山本有子, 2008. アマモ場の特徴と再生技術. 海洋と生物, 176: 316-327.
- MIKI, S. 1933. On Sea-Grasses in Japan. I. *Zostera* and *Phylospadix*, with special reference to morphological and ecological characters. *The Botanical Magazine*, 47: 774-788.
- 水産庁, 2007. アマモ類の自然再生ガイドライン豊かな海辺と暮らしの再生のために. マリノフォーラム 21, 東京.
- 大場達之・宮田昌彦, 2007. 日本海草図譜. ix + 114 pp., 北海道大学出版会, 北海道.
- 吉田忠生・吉永一男, 2010. 日本産海藻目録(2010年改訂版). 藻類, 58(2): 69-128.

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。今回はこれまでの結果を含めて報告する。

ナミノソコエビは、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サイズ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)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)。

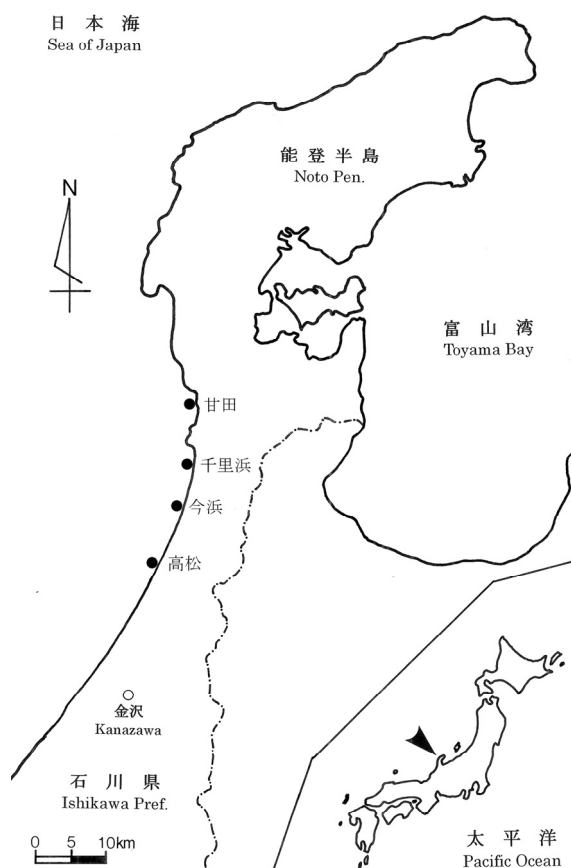


図 1 砂浜海岸の底生動物モニタリング調査地

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 600 ml(口部内径 ϕ 83 mm, ポリスチレン製)を用いて深さ約 7 cm 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 °C 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 1 mm メッシュのふるいにかかけ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、保存液を 2 回交換し、約 1 週間後に種類ごとの湿重量を計測し、1 m² 当たり換算した。また、底生動物の採集と同時に波打ち際の海水をポリバケツで約 10 リットル採水して測温し、一部を褐色遮光ビン(200 ml)に入れて密栓して研究室に持ち帰り、堀場製作所製カスターニー ACTpH メーター D-21 を用いて pH を、赤沼式比重計で比重(σ 15)を求めて塩分量(‰)に換算した。なお、波打ち帯の幅は歩測した。

結果と考察

高松および甘田海岸で、この 9 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。

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 15.3 g/m²、短期世代群は 12.7 g/m²であった(表 1, 図 2-A)。これはこれまで春の調査で採集された長期世代群の湿重量 23.5~432.9 g/m²の平均値 142.8 g/m²よりも明らかに少

なかったが、長期世代群に対しての短期世代群の重量比は最も高かった。次に秋の調査では短期世代群だけが 198.7 g/m²採集され、これまでの調査での 14.9~293.0 g/m²の平均値 132.3 g/m²より明らかに多い値となった。

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

季節	春								
調査年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 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
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
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
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
シキシマフクロアミ	0.9	1.1	3.6	0.4	2.4	1.1	8.2	0.0	0
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
ツノヒゲソコエビ科sp.	0	0	0.2	0	0	3.1	0	0	1.3
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
キンセンガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ナミノコガイ	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
多毛綱spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハスノハカシラシ	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
pH	8.10	8.06	8.09	8.20	8.09	8.08	8.07	8.02	8.18
塩分量(‰)	32.58	33.46	33.98	33.09	33.38	31.63	29.70	33.78	31.50
波打ち帯幅 (m)	7.0	4.0	4.9	7.0	2.1	3.5	2.1	2.8	2.1
季節	秋								
調査年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 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
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
長期世代(越冬)群	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
シキシマフクロアミ	0.2	0	0	0	0	0	0	0.4	0
ヒメスナホリムシ	19.1	7.3	4.2	4.7	1.1	0.2	0	0	0.2
ツノヒゲソコエビ科sp.	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0
ハマスナホリガニ	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0
キンセンガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ナミノコガイ	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
多毛綱spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハスノハカシラシ	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
pH	8.09	8.38	8.18	8.29	8.33	8.00	8.10	8.12	7.99
塩分量(‰)	32.29	32.74	33.01	32.90	29.09	32.03	31.19	32.17	33.55
波打ち帯幅 (m)	2.0	5.0	2.0	7.0	1.5	2.1	4.2	2.8	10.0

甘田海岸

春の調査で採集されたナミノリソコエビの現存量は、長期世代群は 10.7 g/m²、短期世代群は 0.4 g/m²で合計 11.1 g/m²となり、過去 8 年間の平均値 67.8 g/m²と比べると 2009 年や 2013 年と同様に、明らかに少なかった。また、秋の調査では短期世代群だけが 22.9 g/m²採集された。

この値は 2013 年ほどではないものの、過去 8 年間の 3.1~239.3 g/m²の平均値 67.7 g/m²と比べても明らかに少なかった。また、ナミノリソコエビ以外の動物も採集されなかった。なお、調査地点近くの河川の流路が変化し、調査地点のすぐ近くに河口部が形成されていた(表 2, 図 2-B)

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
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
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
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
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
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
ヒメスナホリムシ	2.0	1.8	2.2	0	0	2.0	2.0	2.4	0.2
ツノヒゲソコエビ科 sp.	0	0.2	0.4	0	0	0	0	0	0
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
キンセンガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ナミノコガイ	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
多毛綱 spp.	0	2.2	0	0	0	0	0	0	0
ハスノハカシベン	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
pH	8.11	8.12	8.09	8.24	8.04	8.03	8.06	8.03	8.18
塩分量(‰)	32.99	33.34	33.48	33.09	33.80	33.19	30.37	34.19	33.06
波打ち帯幅 (m)	5.0	8.0	3.0	12.3	2.1	7.0	2.8	7.0	3.0
季節		秋							
調査年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 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
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
長期世代(越冬)群	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
シキシマフクロアミ	0	0	0	0	0.2	0	2.0	0	0
ヒメスナホリムシ	2.2	3.1	0.3	4.9	0	3.3	0	4.2	0
ツノヒゲソコエビ科 sp.	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
キンセンガニ	0	0	0	0	0	42.6	0	0	0
ナミノコガイ	42.6	0	0	0	0	0	0	0	0
フジノハナガイ	8.4	0	0	6.4	138.1	0	219.6	0	0
多毛綱 spp.	0	2.7	0	0	0	0	0	0	0
ハスノハカシベン	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
pH	8.13	8.23	8.12	8.24	8.28	7.97	8.10	8.12	7.99
塩分量(‰)	32.66	32.67	28.45	33.14	31.41	32.98	32.40	33.74	33.55
波打ち帯幅 (m)	2.0	3.0	3.0	7.0	1.0	2.1	6.3	6.3	10.0

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

今浜							
季節	春			秋			
調査年	2012年	2013年	2014年	2011年	2012年	2013年	2014年
月日	5月1日	4月23日	4月23日	9月13日	9月20日	9月19日	9月19日
ナミリソコエビ(計)	372.3	148.7	123.7	265.5	315.9	156.5	166.5
長期世代(越冬)群	325.0	118.1	119.2	0	0	0	0.0
短期世代(未越冬)群	47.3	30.6	4.5	265.5	315.9	156.5	166.5
シキシマフクロアミ	0	0	3.8	0.2	0.2	0	0.2
ヒメスナホリムシ	1.6	0	2.0	0	0	0	0
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
キンセンガニ	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	17.1	124.5	0	0
多毛綱sp.	0	0	0	0	0	0	0
ハスノハカシノミ	0	0	0	0	0	0	0
水温(℃)	20.6	14.0	17.5	29.4	27.7	26.2	24.8
pH	8.05	8.01	8.17	7.98	8.10	8.11	8.00
塩分量(‰)	31.11	34.11	31.02	32.08	30.68	33.15	33.42
波打ち帯幅 (m)	2.1	6.3	2.1	2.8	4.9	2.8	7.0

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

千里浜							
季節	春			秋			
調査年	2012年	2013年	2014年	2011年	2012年	2013年	2014年
月日	5月1日	4月23日	4月23日	9月13日	9月20日	9月19日	9月19日
ナミリソコエビ(計)	252.6	157.4	77.7	113.4	86.4	72.2	37.7
長期世代(越冬)群	190.7	73.0	77.5	0.0	0	0.0	0
短期世代(未越冬)群	61.9	84.4	0.2	113.4	86.4	72.2	37.7
シキシマフクロアミ	3.3	0	10.4	0	0	0	0.2
ヒメスナホリムシ	0	0	0	0	0	0.2	0
ツノヒゲソコエビ科sp.	0.2	0	0	0	0	0	0
ハマスナホリガニ	0	0	0	0	0	0	0
キンセンガニ	0	0	0	22.0	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	0	0	0
多毛綱sp.	0	0	0	0.4	1.1	0	0
ハスノハカシノミ	0	0	0	1.1	0	0	0
水温(℃)	21.0	14.0	16.0	30.2	28.1	27.2	24.5
pH	8.11	8.03	8.17	8.02	8.09	8.07	8.11
塩分量(‰)	28.72	33.81	33.52	32.08	31.73	34.43	30.9
波打ち帯幅 (m)	2.1	4.9	2.8	2.8	7.7	5.4	9.0

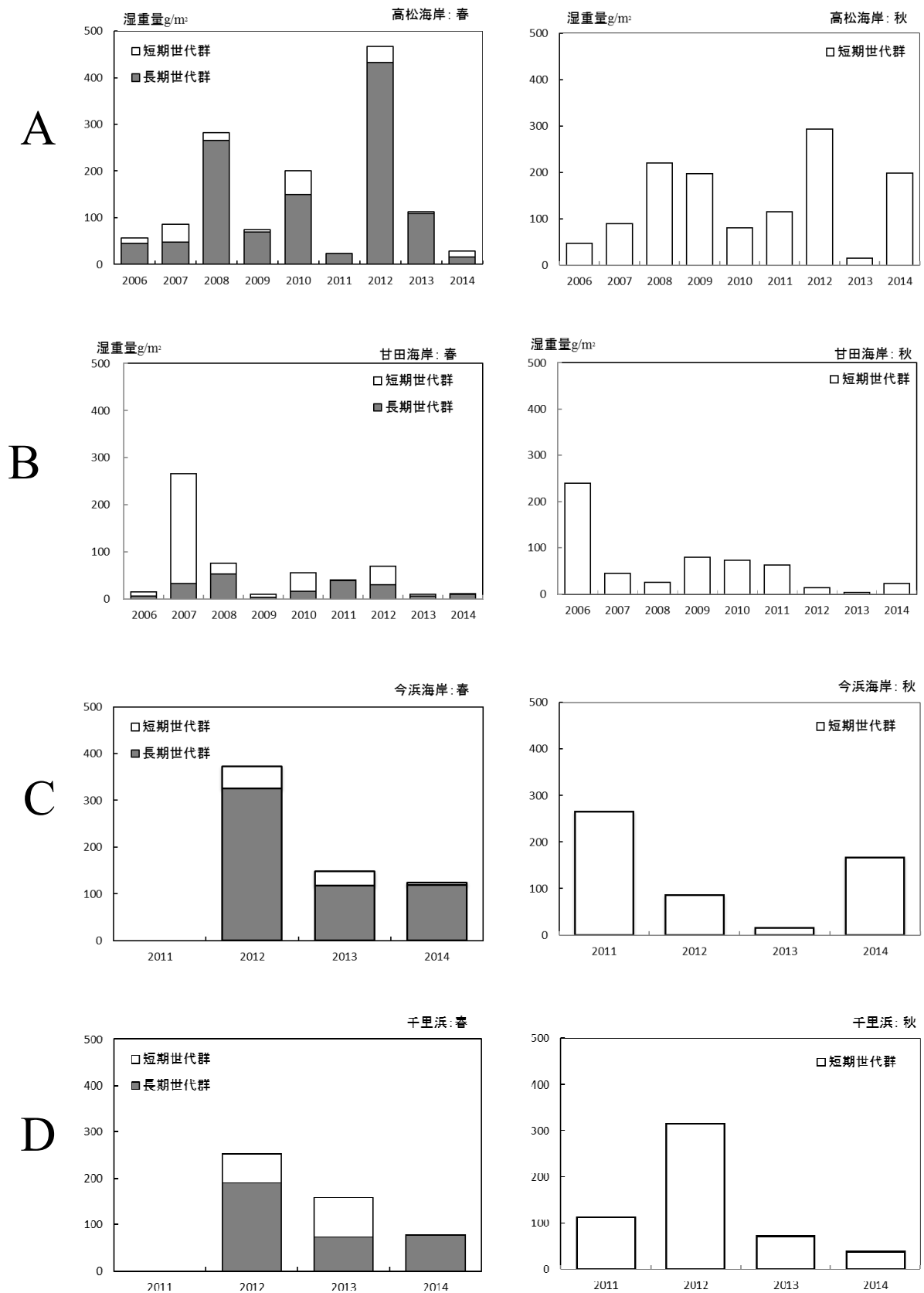


図 2 春(左)と秋(右)の調査で採集されたナミノリソコエビの湿重量(g/m²) A 高松, B 甘田, C 今浜, D 千里浜

今浜海岸

ナミノリソコエビは春の調査で長期世代群が 119.2 g/m²、短期世代群が 4.5 g/m²で合計 123.7 g/m²となった。秋の調査では短期世代群が 166.5 g/m²採集された。これら春、秋の値は、2013 年とほぼ同じ値であった(表 3, 図 2-C)。

千里浜海岸

春の調査でナミノリソコエビの長期世代群は 77.5 g/m²、短期世代群は 0.2 g/m²採集され、これまででもっとも少なかった。また、秋の調査では短期世代群だけが 37.7 g/m²採集された(表 4, 図 2-D)。これら春、秋の値は2013年のほぼ半分の値であった。調査場所近傍に設置された海岸浸食防止のためのサンドバックは、春秋通じて海面上に露出する部分があり、サンドバックの上端には緑藻類の生育も認められた。

考察

ナミノリソコエビはすべての調査地点で例年通り繁殖を繰り返していることが明らかになった。高松では 2013 年秋にナミノリソコエビの現存量がこれまでの最小値を記録し、2014 年春の調査でも例年より少なかったが、秋の調査では 198.7 g/m²と、例年より多く生息していることが確認された。また、2014 年は 8 月から 10 月にかけて例年より低い気温の日が続いた(未発表資料)が、千里浜を除くすべての調査地点でナミノリソコエビの現存量は春よりも増加していた。ナミノリソコエビが生息する波打ち帯は気温の影響を強く受ける場所である。今後は気温の変化と本種の現存量の多少に注目し、解析を試みたいと考えている。

甘田では秋に調査地点近くの河川の流路が変化しており、これまでより調査地点近くに河川水が流入することとなった。塩分量については変化がないがナミノリソコエビ以外の生物が採集されなかったのは、このことが影響しているかもしれない。

のと海洋ふれあいセンターでは砂浜海岸の改変状況と砂の粒度組成についての調査を定期的に行っており、

2014 年の調査ではこれらの 4 つの調査地点における粒度組成の変化は見られなかった。千里浜沖では 2012 年から養浜のために金沢港の浚渫砂を海上投入しているが、粒度組成には変化はないものの、この 3 年間のナミノリソコエビの現存量は減少傾向にある。今浜や高松ではナミノリソコエビの減少が認められないので、この海上投入が直接影響を与えているかどうかは不明であるが、今後も底生動物の現存量に注視しながら調査を継続していきたいと考えている。

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, 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.



かほく市高松海岸の調査地点, 2014 年 4 月 23 日撮影



志賀町甘田海岸の調査地点, 2014 年 4 月 23 日撮影



宝達志水町今浜海岸の調査地点, 2014 年 4 月 23 日撮影



羽咋市千里浜海岸の調査地点, 2014 年 4 月 23 日撮影



かほく市高松海岸の調査地点, 2014 年 9 月 19 日撮影



志賀町甘田海岸の調査地点, 2014 年 9 月 19 日撮影



宝達志水町今浜海岸の調査地点, 2014 年 9 月 19 日撮影



羽咋市千里浜海岸の調査地点, 2014 年 9 月 19 日撮影

II-石川県の砂浜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では、石川県の砂浜海岸における人為的な改変と汀線付近の砂の粒度を定期的にモニタリング調査することになっている。1999(平成11)年から5年ごとに実施しており、本報告は最初の調査から数えて15年、4回目の調査結果である。

材料と方法

調査したのは前回調査(2009 年)と同様に、外浦海岸が加賀市塩屋から珠洲市粟津までの 19 ヶ所、内浦海岸は珠洲市鉢ヶ崎から七尾市大泊までの 11 ヶ所の合計 30 ヶ所である(図 1)。

調査は5月の13日から23日に行った。海岸の人為的な改変については環境庁(1994)に従い、①人工によって改変されていないで自然の状態を保持している海岸(汀線部に人工構築物のない海岸)を自然海岸、②道路、護岸、テトラポッド等の人工構築物で海岸(汀線)の一部に人工が加えられているが、潮間帯においては自然の状態を保持している海岸(海岸に護岸堤等の構築物がある場合を含む)を半自然海岸、③港湾・埋立・浚渫・干拓等により人工的につくられた海岸など、潮間帯に人工構築物がある海岸を人工海岸に分類した。そして各海岸の写真の撮影を行い、記録した。

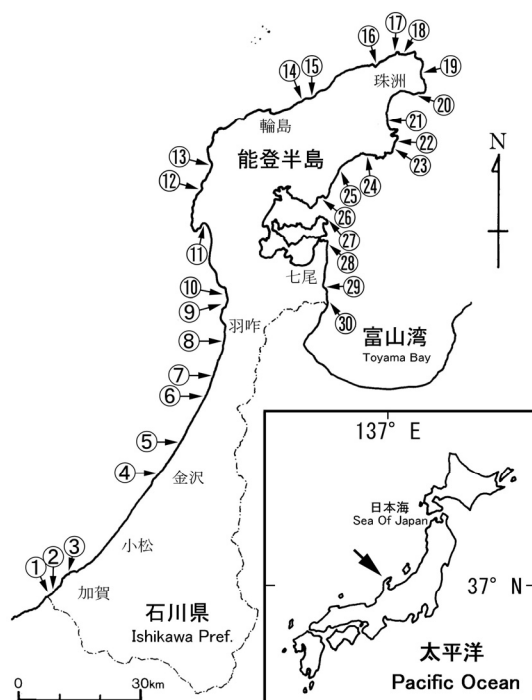


図 1 砂浜海岸の調査地点

前回の調査(2009 年)から各海岸における砂浜の拡張や後退の状況を把握するために基準点(基点 O とする)を定め、砂浜の奥行きを2ヶ所(距離 A と C)で測量した。各調査地点における海岸地形の概略図と基点 O の位置、ならびに各距離の測量方向を図 2-1 から図 2-30 に示す。なお、各海岸における基点(O)の位置、並びに距離 C の基点とした基点(O)からの距離 B は前回(2009 年)と全く同じとした。ただし、七尾市大泊は砂浜の後退のより距離 A だけの測量とした。

砂の粒度分析には波打ち帯中央部の表砂を用いた。砂はアズワン(株)スチロール T 型瓶 350 ml(口部内径φ 73 mm, ポリスチレン製)を砂中に差し込んで表面から約 10 cm までの砂を採取した。これを濾紙上で自然風乾し、筒井理化学器械株式会社製のマイクロ形電磁振動ふるい器(M-2 形)を用いて Wentworth(藤岡, 1987)の分類に従い 8 段階にふるい分けた。1 回の分析には 10.0g 以上の砂を用い、1 時間以上かけて分別し、各調査地点で 5 回の分析を行った。ふるい分けた砂は、各々重量を計測(最小 0.01 g)し、5 回の平均値から粒度組成(重量百分率)を算出し、中央粒径値(mm)を求めた。

結果

海岸の景観と人為的改変について

各調査地点における調査日、海岸の改変・利用状況、ならびに基点(O)をもとに測量した A、C の距離を表 1 に示す。

調査した海岸には人工海岸は含まれていない。また、各海岸においては風や波浪による砂の流出や移動による大きな形状変化、海岸護岸の新規整備や堤防の延長等の大規模な人為的改変は認められず、半自然海岸が 20 ヶ所、自然海岸が 10 ヶ所となり、前回(2009 年)と同じ結果となった。

各海岸における観察記録

砂浜の奥行きとした距離 A と C 両方の値が 10 m 以上拡張していたのは、加賀市の塩屋と片野、かほく市の白尾と高松、宝達志水町今浜、志賀町甘田、輪島市黒島の外浦海岸の 7ヶ所であった。逆に、志賀町大島では両方の値が 15 m 以上後退していた。また、金沢市の専光寺、輪島市大川浜、珠洲市鉢ヶ崎の 3ヶ所は距離 A だけが 10 m 以上の後退であった。これらの拡張と後退が今後も継続するの否か、観察を続ける予定である。

小規模な改変状況や測量中に観察された情報を記す。まず加賀市塩屋では前回(2009 年)と同様、重機による風で移動した砂の埋め戻し作業が行われていたが、潮

間帯の人為的改変は認められなかった(図 3-1)。羽咋市千里浜沖では金沢港の浚渫砂の海洋投棄、並びに調査地点近くの波打ち際に流砂防止用サンドバックが設置されていたが、距離 A と C の変化は小さかった(図 3-8)。珠洲市木ノ浦はほぼ例年、浚渫砂の敷設が行われているようであるが(のと海洋ふれあいセンター年次報告, 2010)、今回の調査時には砂が全て流出していて、礫浜になっていた(図 3-17)。珠洲市栗津では砂が吹き寄せられ、階段護岸が埋まっている状態であった(図 3-19)。能登町の白丸と新保でも砂の吹き寄せが観察された。七尾市大泊は砂浜の後退により、距離 C は測量できなかったが、距離 A の減少は小さかった(図 3-30)。

表 1 各調査地点における調査日、海岸の改変・利用状況、ならびに基点(O)をもとにして測量した A, C の距離(m)

調査地	調査日	改変状況	利用状況	距離 A			距離 C			備考
				2009	2014	前回との差	2009	2014	前回との差	
1 加賀市塩屋	5月20日	半自然海岸		73.7	84.5	10.8	62.8	77.5	14.7	拡張
2 加賀市片野	5月20日	半自然海岸	海水浴場	44.0	63.8	19.8	46.3	66.5	20.2	拡張
3 加賀市橋立	5月20日	半自然海岸	海水浴場	10.6	17.2	6.6	31.7	40.5	8.8	
4 金沢市専光寺	5月20日	半自然海岸		75.4	63.8	-11.6	43.6	44.3	0.7	A だけ後退
5 かほく市白尾	5月20日	半自然海岸	海水浴場	8.9	32.3	23.4	0	11.5	11.5	拡張
6 かほく市高松	5月20日	自然海岸	海水浴場	15.7	37.5	21.8	16.5	40.7	24.2	拡張
7 宝達志水町今浜	5月20日	自然海岸	海水浴場	26.7	44.8	18.1	30.6	46.4	15.8	拡張
8 羽咋市千里浜	5月20日	自然海岸	海水浴場	28.6	32.6	4.0	33.0	32.9	-0.1	
9 志賀町甘田	5月23日	自然海岸		45.6	60.4	14.8	38.1	49.3	11.2	拡張
10 志賀町大島	5月23日	自然海岸	海水浴場	26.5	0	-26.5	30.6	15.3	-15.3	後退
11 志賀町相神	5月23日	半自然海岸	海水浴場	107.3	108.4	1.1	123.5	130.2	6.7	
12 輪島市琴ヶ浜	5月23日	自然海岸	海水浴場	39.4	35.8	-3.6	36.6	30.8	-5.8	
13 輪島市黒島	5月23日	半自然海岸		44.5	63.8	19.3	64.3	78.5	14.2	拡張
14 輪島市三ツ子浜	5月13日	自然海岸		30.4	27.5	-2.9	12.9	18.8	5.9	
15 輪島市大川浜	5月13日	半自然海岸		37.8	23	-14.8	43.0	40	-3.0	A だけ後退
16 珠洲市馬縹	5月13日	自然海岸		30.1	29.5	-0.6	26.8	32.3	5.5	
17 珠洲市木ノ浦	5月13日	半自然海岸		20.5	19.8	-0.7	15.1	12.2	-2.9	
18 珠洲市折戸	5月13日	自然海岸		13.9	20.8	6.9	27.2	29.2	2.0	
19 珠洲市栗津	5月13日	半自然海岸		31.8	38.5	6.7	39.5	38.9	-0.6	
20 珠洲市鉢ヶ崎	5月13日	自然海岸	海水浴場	52.1	41.5	-10.6	49.1	44.6	-4.5	A だけ後退
21 能登町恋路	5月13日	半自然海岸		55.5	56.8	1.3	17.5	19.7	2.2	
22 能登町白丸	5月21日	半自然海岸		5.7	4.3	-1.4	10.6	8.9	-1.7	
23 能登町新保	5月21日	半自然海岸	海水浴場	26.3	24.5	-1.8	65.1	73.6	8.5	
24 能登町羽根	5月21日	半自然海岸		10.8	11.8	1	25.7	26.1	0.4	
25 能登町矢波	5月21日	半自然海岸		4.3	7.1	2.8	13.8	5.5	-8.3	
26 穴水町立戸ヶ浜	5月21日	半自然海岸		4.6	1.5	-3.1	34.7	35.8	1.1	
27 七尾市ハヶ崎	5月23日	半自然海岸	海水浴場	10.6	12.1	1.5	13.7	12.6	-1.1	
28 七尾市川尻	5月23日	半自然海岸	海水浴場	4.7	13.5	8.8	5.8	9.4	3.6	
29 七尾市佐々波	5月23日	半自然海岸		9.3	8.7	-0.6	11.8	9.3	-2.5	
30 七尾市大泊	5月23日	半自然海岸		12.3	10.5	-1.8	—	—	—	

表2 石川県の砂浜海岸における汀線付近の砂の粒度組成(重量, %)と最多粒径区分、中央粒径値

調査地	塩屋	片野	橋立	専光寺	白尾	高松	今浜	千里浜	甘田	大島
粘土(0.038 mm >)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
シルト(0.038-0.063 mm)	0.02	+	+	+	+	+	+	+	+	+
極細砂(0.063-0.125 mm)	0.03	0.02	1.59	0.32	0.22	0.20	0.52	1.34	2.69	3.83
細砂(0.125-0.25 mm)	0.14	1.70	47.81	42.90	79.00	78.65	93.01	93.76	86.30	84.27
中砂(0.25-0.5 mm)	56.32	83.47	50.29	52.91	20.60	20.55	6.26	4.34	7.50	5.84
粗砂(0.5-1.0 mm)	42.99	14.14	0.31	3.76	0.10	0.46	0.20	0.36	3.39	5.10
極粗砂(1.0-2.0 mm)	0.48	0.33	—	0.11	0.05	—	0.01	0.09	0.08	0.60
礫(>2.0 mm)	0.02	0.35	—	—	0.03	0.14	—	0.12	0.04	0.37
最多粒径区分	中砂	中砂	中砂	中砂	細砂	細砂	細砂	細砂	細砂	細砂
中央粒径値	0.46	0.37	0.25	0.27	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18
調査地	相神	琴ヶ浜	黒島	三ツ子浜	大川浜	馬縹	木ノ浦	折戸	栗津	鉢ヶ崎
粘土(0.038 mm >)	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
シルト(0.038-0.063 mm)	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
極細砂(0.063-0.125 mm)	0.43	0.51	0.17	0.05	0.47	0.01	—	0.08	0.26	3.26
細砂(0.125-0.25 mm)	46.70	5.27	11.70	0.44	9.63	1.94	—	46.63	64.15	79.90
中砂(0.25-0.5 mm)	44.97	60.14	76.17	49.55	88.32	62.55	—	52.22	34.90	16.76
粗砂(0.5-1.0 mm)	6.69	28.10	11.87	48.95	1.55	34.71	—	0.97	0.60	0.07
極粗砂(1.0-2.0 mm)	0.43	2.46	0.09	1.01	0.03	0.79	—	0.08	0.08	—
礫(>2.0 mm)	0.78	3.52	—	—	—	—	100	0.02	0.02	—
最多粒径区分	細砂	中砂	中砂	中砂	中砂	中砂	礫	中砂	細砂	細砂
中央粒径値	0.26	0.41	0.35	0.50	0.34	0.42	>2.0	0.26	0.26	0.19
調査地	恋路	白丸	新保	羽根	矢波	立戸ヶ浜	八ヶ崎	川尻	佐々波	大泊
粘土(0.038 mm >)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
シルト(0.038-0.063 mm)	+	+	+	+	+	0.07	0.07	0.18	+	+
極細砂(0.063-0.125 mm)	2.55	0.97	2.74	0.51	1.96	23.90	24.20	23.93	0.05	1.04
細砂(0.125-0.25 mm)	91.81	7.89	76.52	66.07	49.18	61.81	70.53	65.81	1.38	54.73
中砂(0.25-0.5 mm)	5.56	37.38	19.69	28.49	46.95	9.92	4.42	7.19	81.07	43.54
粗砂(0.5-1.0 mm)	0.05	42.59	0.84	4.49	1.82	2.72	0.39	2.56	17.30	0.55
極粗砂(1.0-2.0 mm)	—	3.69	0.19	0.42	0.05	1.26	0.25	0.32	0.20	0.07
礫(>2.0 mm)	0.03	7.47	0.02	0.02	0.04	0.32	0.14	0.01	—	0.06
最多粒径区分	細砂	粗砂	細砂	細砂	細砂	細砂	細砂	細砂	中砂	細砂
中央粒径値	0.18	0.53	0.19	0.21	0.25	0.17	0.16	0.16	0.38	0.23

砂の粒度

各海岸における粒度組成と最多粒径区分、中央粒径値を表2に示す。

砂に含まれる粘土は全ての海岸において0.01%以下であった。シルトが0.01%以上含まれていたのは加賀市の塩屋と穴水町の立戸ヶ浜、七尾市の八ヶ崎と川尻の4ヶ所と少なかった。なお、前回の調査(2009年)ではシルトは内浦海岸を主体に16ヶ所で観察されていた。

礫は琴ヶ浜で3.52%、木ノ浦が100%、白丸が7.47%含

まれ、また片野、高松、千里浜、大島、相神、立戸ヶ浜、そして八ヶ崎でも0.12~0.78%が含まれていた。前回の調査(2009年)と比べると、礫の組成は低くなり、礫を含む海岸自体も少なくなっていた。

前回調査(2009年)と比べて最多粒径区分が変化していたのは塩屋、片野、三ツ子浜、大川浜、木ノ浦、栗津、白丸、羽根、矢波の9ヶ所であった。塩屋、片野、三ツ子浜、大川浜が粗砂から中砂へ、栗津、羽根、矢波が中砂から細砂へと粒度が小型化していた。白丸は中砂から粗

砂へ、木ノ浦は中砂から礫に変わっていた。

各海岸における初回の調査(1999 年)から今回の調査(2014 年)までの最多粒径区分と中央粒径値の変遷を表 3 に示す。

まず加賀市橋立、金沢市専光寺、輪島市の琴ヶ浜と黒島、珠洲市折戸の 5 ヶ所は中央粒径がおよそ 0.3-0.4 mm の中砂が主体、かほく市の白尾から志賀町大島までの 6 ヶ所と珠洲市の鉢ヶ崎、能登町の恋路と新保、穴水町の立戸ヶ浜と七尾市の八ヶ崎の計 11 ヶ所は中央粒径が 0.15-0.25 mm 程度の細砂が主体の安定した砂浜であると考えられる。また、志賀町相神は細砂に動物遺骸が

混入するため、中央粒径が大きくなるという特徴がある。

一方、加賀市の塩屋と片野、輪島市の三ツ子浜と大川浜、そして珠洲市の馬縹の 5 ヶ所は中央粒径が 0.35 mm 以上の中砂から粗砂で、珠洲市の木ノ浦は時には礫浜に変わり、残りの 7 ヶ所は中砂と細砂で構成される、粒度が安定しない砂浜であると考えられる。

今後も各海岸で設定した基点(O)を元に、海岸の奥行きや景観の変化などについても留意してモニタリング調査を継続し、環境保全と野生生物の保護に対する基礎的資料の集積を図りたいと考えている。

表 3 各海岸で観測された最多粒径区分と中央粒径値

調査年	最多粒径区分				中央粒径値			
	1999	2004	2009	2014	1999	2004	2009	2014
1 加賀市塩屋	中砂	粗砂	粗砂	中砂	0.37	0.60	0.58	0.46
2 加賀市片野	中砂	中砂	粗砂	中砂	0.43	0.36	0.63	0.37
3 加賀市橋立	中砂	中砂	中砂	中砂	0.29	0.32	0.32	0.25
4 金沢市専光寺	中砂	中砂	中砂	中砂	0.30	0.33	0.40	0.27
5 かほく市白尾	細砂	細砂	細砂	細砂	0.21	0.24	0.20	0.19
6 かほく市高松	—	—	細砂	細砂	—	—	0.19	0.19
7 宝達志水町今浜	細砂	細砂	細砂	細砂	0.18	0.18	0.18	0.18
8 羽咋市千里浜	細砂	細砂	細砂	細砂	0.19	0.18	0.18	0.18
9 志賀町甘田	—	—	細砂	細砂	—	—	0.18	0.18
10 志賀町大島	細砂	細砂	細砂	細砂	0.18	0.20	0.18	0.18
11 志賀町相神	中砂	細砂	細砂	細砂	0.26	0.27	0.28	0.26
12 輪島市琴ヶ浜	中砂	中砂	中砂	中砂	0.39	0.36	0.36	0.41
13 輪島市黒島	中砂	中砂	中砂	中砂	0.37	0.30	0.36	0.35
14 輪島市三ツ子浜	中砂	中砂	粗砂	中砂	0.37	0.44	0.71	0.50
15 輪島市大川浜	中砂	中砂	粗砂	中砂	0.35	0.37	0.78	0.34
16 珠洲市馬縹	—	粗砂	中砂	中砂	—	0.56	0.48	0.42
17 珠洲市木ノ浦	中砂	細砂	中砂	礫	0.28	0.24	0.33	—
18 珠洲市折戸	—	中砂	中砂	中砂	—	0.32	0.31	0.26
19 珠洲市粟津	細砂	細砂	中砂	細砂	0.20	0.20	0.40	0.26
20 珠洲市鉢ヶ崎	細砂	細砂	細砂	細砂	0.20	0.19	0.19	0.19
21 能登町恋路	細砂	細砂	細砂	細砂	0.18	0.19	0.19	0.18
22 能登町白丸	中砂	中砂	中砂	粗砂	0.40	0.36	0.43	0.53
23 能登町新保	細砂	細砂	細砂	細砂	0.18	0.18	0.19	0.19
24 能登町羽根	中砂	中砂	中砂	細砂	0.41	0.35	0.30	0.21
25 能登町矢波	細砂	中砂	中砂	細砂	0.24	0.39	0.32	0.25
26 穴水町立戸ヶ浜	細砂	細砂	細砂	細砂	0.17	0.17	0.17	0.17
27 七尾市八ヶ崎	細砂	細砂	細砂	細砂	0.17	0.24	0.15	0.16
28 七尾市川尻	細砂	中砂	細砂	細砂	0.23	0.32	0.37	0.16
29 七尾市佐々波	中砂	中砂	中砂	中砂	0.47	0.44	0.40	0.38
30 七尾市大泊	細砂	中砂	細砂	細砂	0.18	0.30	0.19	0.23

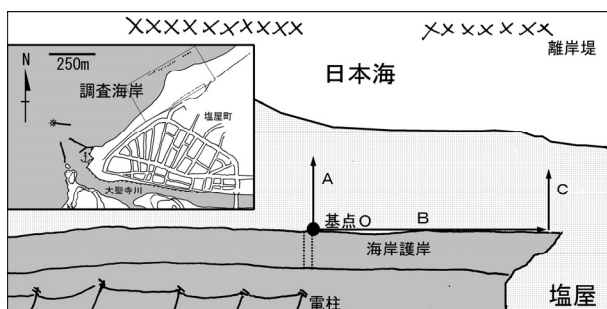


図2-1 加賀市塩屋における調査地点周辺の概略図

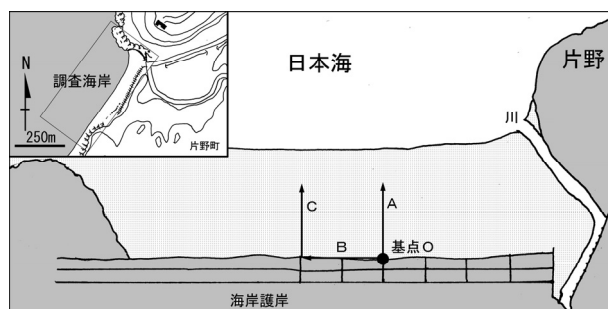


図2-2 加賀市片野における調査地点周辺の概略図

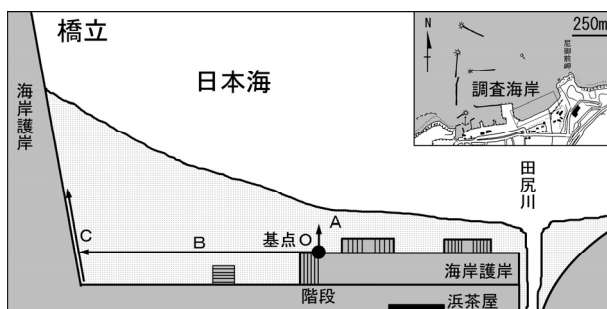


図2-3 加賀市橋立における調査地点周辺の概略図

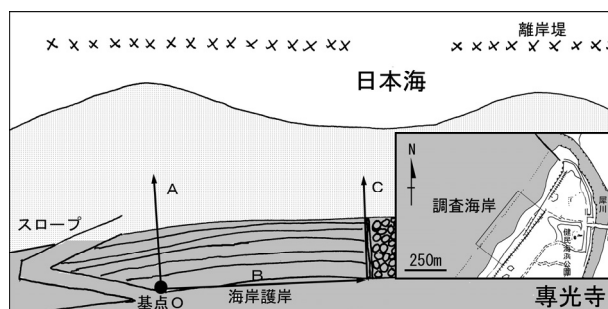


図2-4 金沢市専光寺における調査地点周辺の概略図

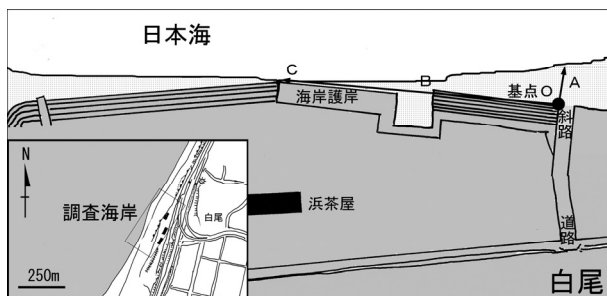


図2-5 かほく市白尾における調査地点周辺の概略図

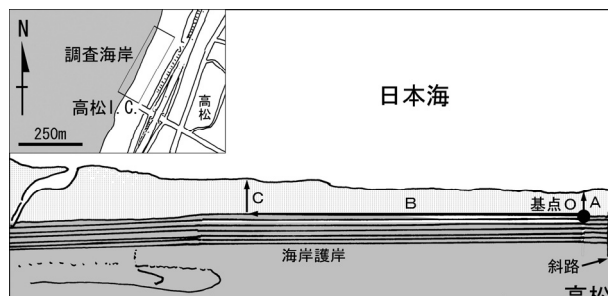


図2-6 かほく市高松における調査地点周辺の概略図

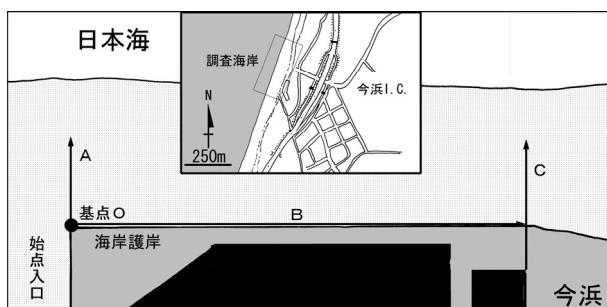


図2-7 宝達志水町今浜における調査地点周辺の概略図

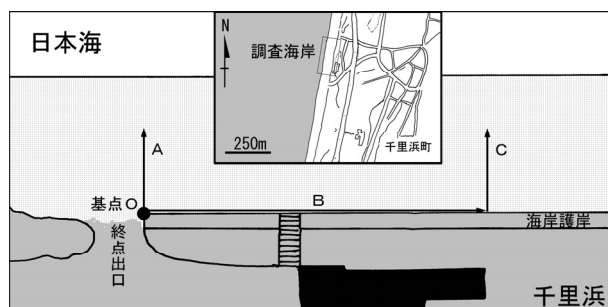


図2-8 羽咋市千里浜における調査地点周辺の概略図

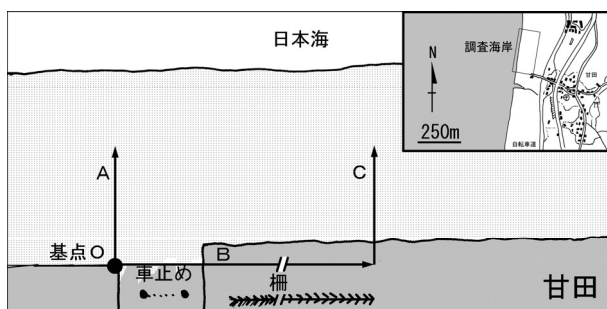


図2-9 志賀町甘田における調査地点周辺の概略図

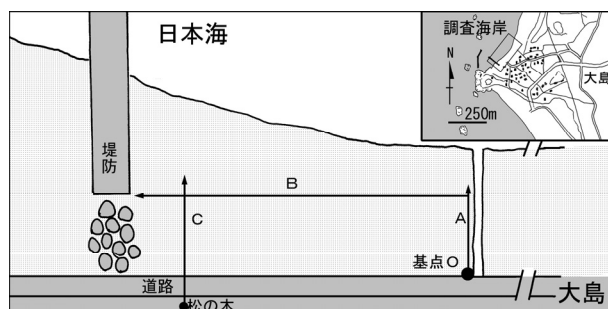


図2-10 志賀町大島における調査地点周辺の概略図

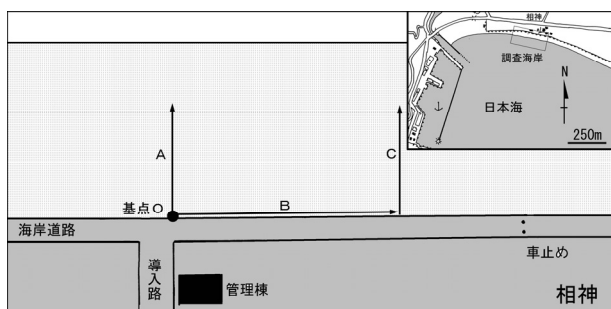


図2-11 志賀町相神における調査地点周辺の概略図

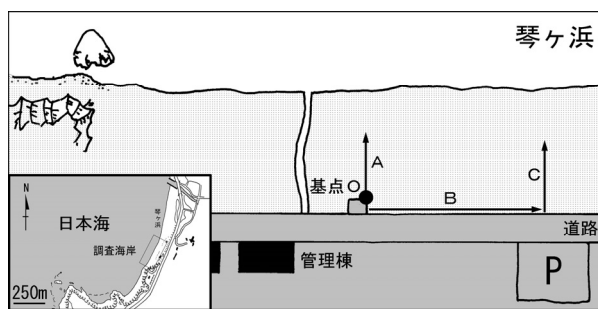


図2-12 輪島市琴ヶ浜における調査地点周辺の概略図

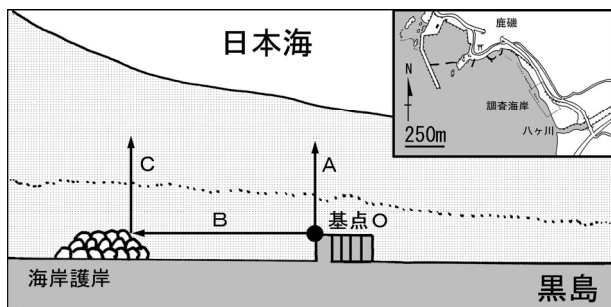


図2-13 輪島市黒島における調査地点周辺の概略図

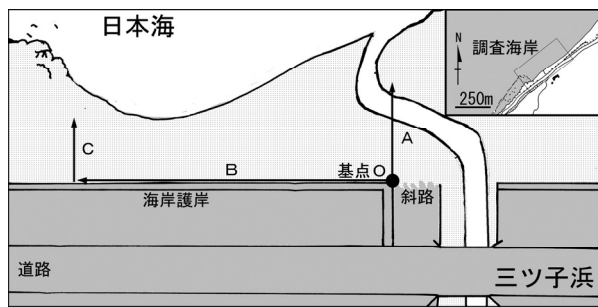


図2-14 輪島市三ツ子浜における調査地点周辺の概略図

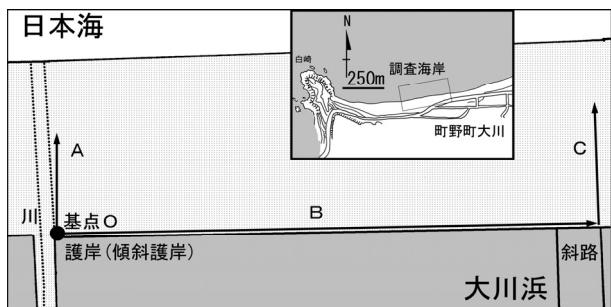


図2-15 輪島市大川浜における調査地点周辺の概略図

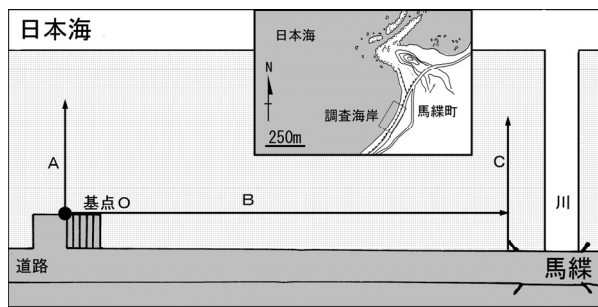


図2-16 珠洲市馬縹における調査地点周辺の概略図

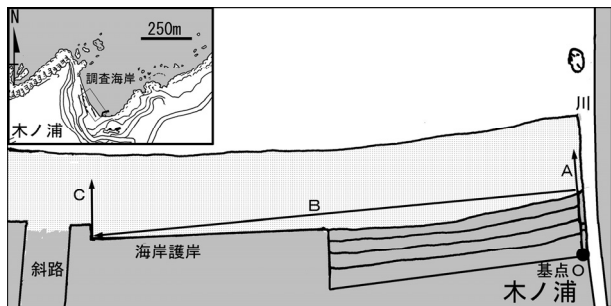


図2-17 珠洲市木ノ浦における調査地点周辺の概略図

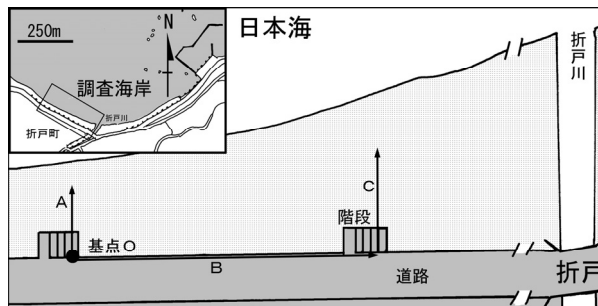


図2-18 珠洲市折戸における調査地点周辺の概略図

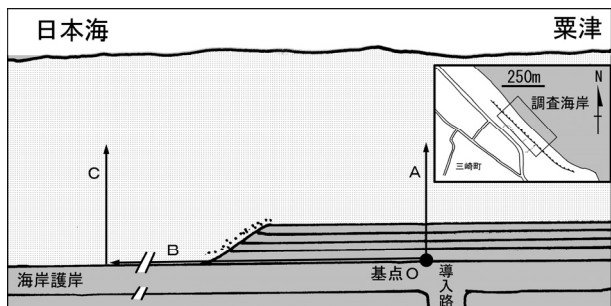


図2-19 珠洲市栗津における調査地点周辺の概略図

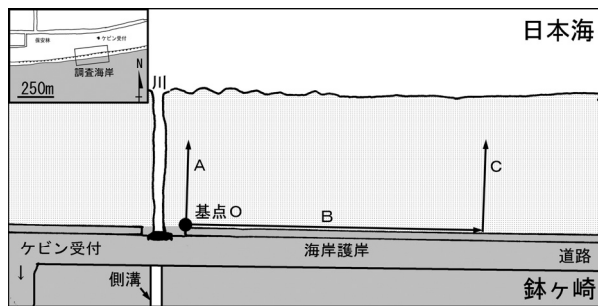


図2-20 珠洲市鉢ヶ崎における調査地点周辺の概略図

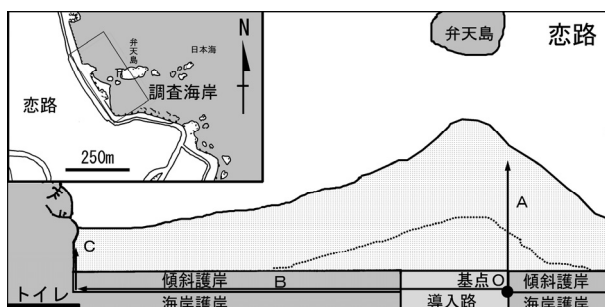


図2-21 能登町恋路における調査地点周辺の概略図

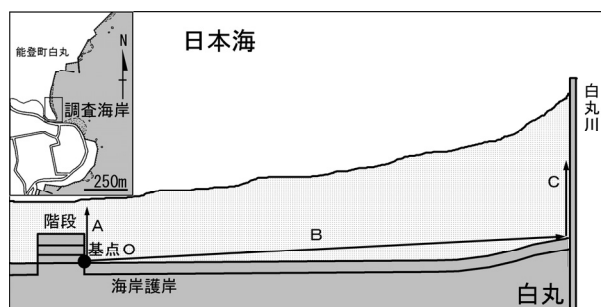


図2-22 能登町白丸における調査地点周辺の概略図

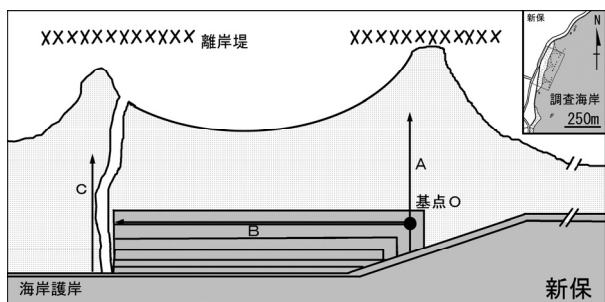


図2-23 能登町新保における調査地点周辺の概略図

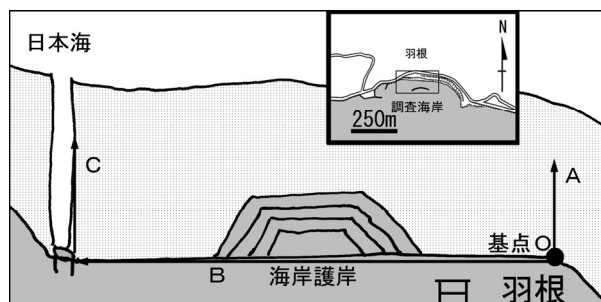


図2-24 能登町羽根における調査地点周辺の概略図

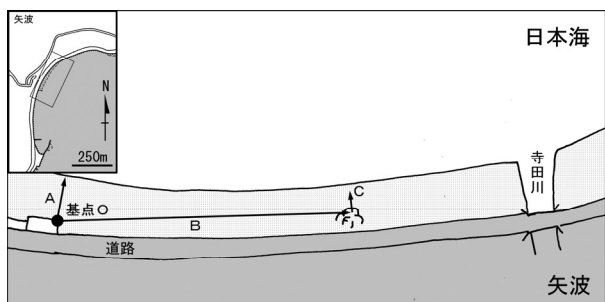


図2-25 能登町矢波における調査地点周辺の概略図

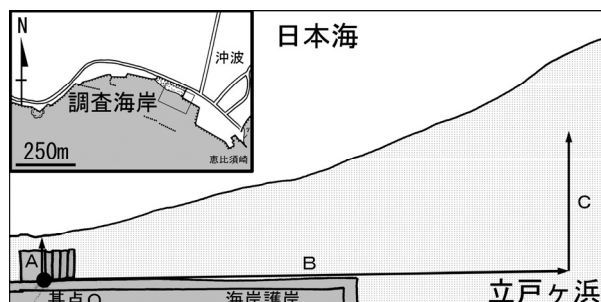


図2-26 穴水町立戸ヶ浜における調査地点周辺の概略図

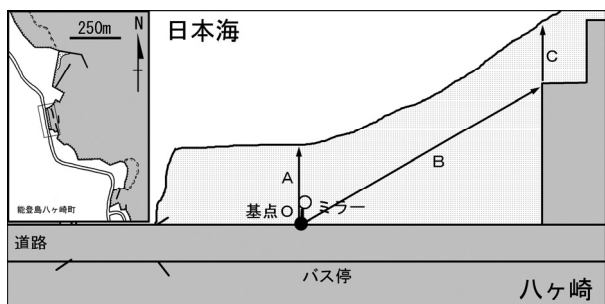


図2-27 七尾市八ヶ崎における調査地点周辺の概略図

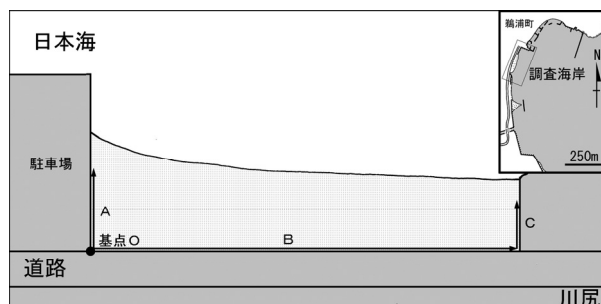


図2-28 七尾市川尻における調査地点周辺の概略図

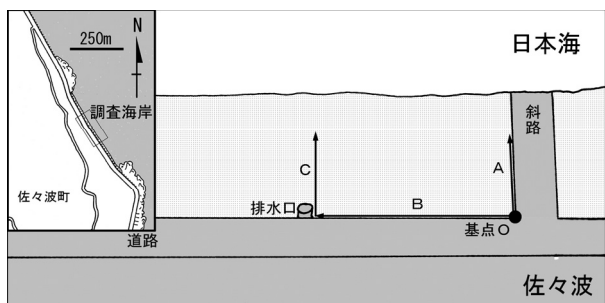


図2-29 七尾市佐々波における調査地点周辺の概略図

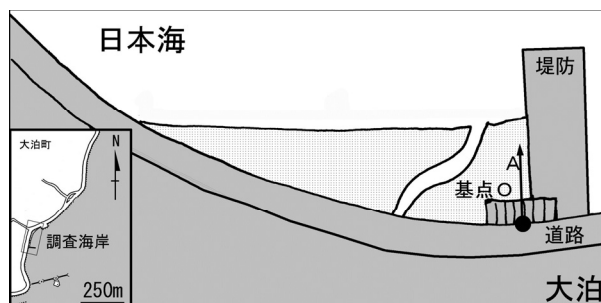


図2-30 七尾市大泊における調査地点周辺の概略図

文献

藤岡換太郎, 1987. 粒度分析. 和達清夫監修, 海洋大辞典, p. 488-489, 東京堂出版, 東京.

環境庁, 1994. 第4回自然環境基礎調査-海岸調査報告書-(全国版). 環境庁自然保護局・アジア航測株式会社, 環境庁.

坂井恵一・福島広行・東出幸真, 2000. 石川県の砂浜海岸における汀線付近の砂の粒度組成について. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (6): 9-18.

東出幸真・福島広行・坂井恵一, 2001. 能登半島東海岸における汀線付近の砂の粒度組成. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (7): 51-57.

東出幸真・達克幸・坂井恵一, 2005. 石川県の砂浜海岸における人為的改変と汀線付近の砂の粒度. のと海洋ふれあいセンター研究報告, (10): 1-10.

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): 49-56.



図3-1 加賀市塩屋の調査地点, 2014年5月20日撮影

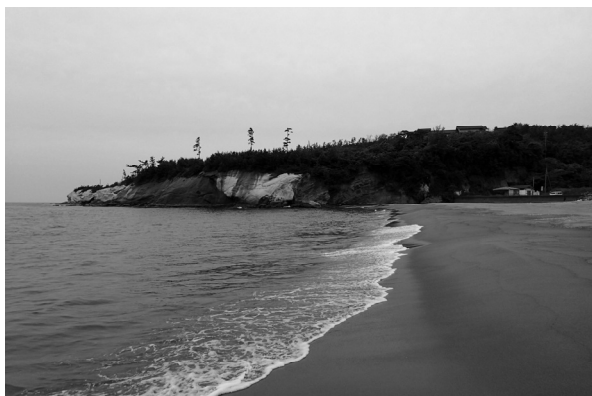


図3-2 加賀市片野の調査地点, 2014年5月20日撮影



図3-3 加賀市橋立の調査地点, 2014年5月20日撮影



図3-4 金沢市専光寺の調査地点, 2014年5月20日撮影



図3-5 かほく市白尾の調査地点, 2014年5月20日撮影



図3-6 かほく市高松の調査地点, 2014年5月20日撮影



図3-7 宝達志水町今浜の調査地点, 2014年5月20日撮影



図3-8 羽咋市千里浜の調査地点, 2014年5月20日撮影



図3-9 志賀町甘田の調査地点, 2014年5月23日撮影



図3-10 志賀町大島の調査地点, 2014年5月23日撮影



図3-11 志賀町相神の調査地点, 2014年5月23日撮影



図3-12 輪島市琴ヶ浜の調査地点, 2014年5月23日撮影



図3-13 輪島市黒島の調査地点, 2014年5月23日撮影



図3-14 輪島市三ツ子浜の調査地点, 2014年5月13日撮影



図 3-15 輪島市大川浜の調査地点, 2014 年 5 月 13 日撮影



図 3-16 珠洲市馬縹の調査地点, 2014 年 5 月 13 日撮影



図 3-17 珠洲市木ノ浦の調査地点, 2014 年 5 月 13 日撮影



図 3-18 珠洲市折戸の調査地点, 2014 年 5 月 13 日撮影



図 3-19 珠洲市栗津の調査地点, 2014 年 5 月 13 日撮影

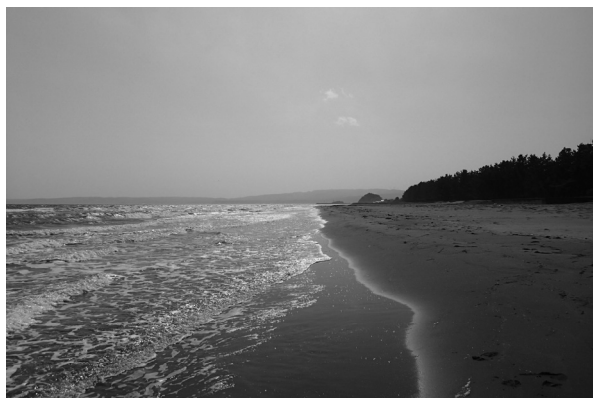


図 3-20 珠洲市鉢ヶ崎の調査地点, 2014 年 5 月 13 日撮影



図 3-21 能登町恋路の調査地点, 2014 年 5 月 13 日撮影



図 3-22 能登町白丸の調査地点, 2014 年 5 月 21 日撮影



図3-23 能登町新保の調査地点, 2014年5月21日撮影



図3-24 能登町羽根の調査地点, 2014年5月21日撮影



図3-25 能登町矢波の調査地点, 2014年5月21日撮影



図3-26 穴水町立戸ヶ浜の調査地点, 2014年5月21日撮影



図3-27 七尾市八ヶ崎の調査地点, 2014年5月23日撮影



図3-28 七尾市川尻の調査地点, 2014年5月23日撮影



図3-29 七尾市佐々波の調査地点, 2014年5月23日撮影



図3-30 七尾市大泊の調査地点, 2014年5月23日撮影

III-九十九湾周辺における気象と水質

1 気象観測

2013 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、気圧、湿度、風向、風力、波浪、うねり、潮位の 12 項目を観測した。また、磯の観察路に定点を定め(図 1)、海水の水温と塩分量、pH を測定した。塩分量は赤沼式比重計を用いて比重(σ_{15})を求めて換算し、pH は堀場製作所製カスターニー 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、2013 年の月別平均値、ならびに 1995 年から 2012 年の 18 年間に観測した月別平均値を平年値として、表 1 と図 2-6 に示す。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す。

月別の平均気温は 2 月と 4 月、5 月が低く、6 月と 10 月が高かった(図 2)。1 月と 2 月は寒い日が続く、特に 2 月中旬から下旬には最低気温が氷点下の日が続いた。1 月 4 日に -2.7°C 、2 月 21 日に -2.6°C 、2 月 26 日に -2.9°C を観測し、1 月から 3 月の午前 9 時の気温が氷点下となった日が 12 日間もあったが、最高気温が 0°C 未満の真冬日は 1 回もなかった。その後、3 月から 5 月中旬頃まで気温の較差が大きく、低温傾向で推移した。



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

ウグイスの初鳴きは 3 月 2 日に観測されたものの、その後の冷え込みによりヒバリのさえずりは 3 月 15 日に、梅の開花は 3 月 20 日となり、例年より若干遅くなった。また、九十九湾園地のソメイヨシノは 4 月 6 日に開花したものの満開は 17 日まで遅れた。例年 2 月から 3 月に九十九湾内で起こるアカシオウズムシの大量発生は観察されなかった。降水量は 4 月が例年より若干多かったものの、1 月から 5 月はいずれの月も少なめであった。

6 月は比較的安定した天候に恵まれ、気温はほぼ平年並みに推移したが、中旬に台風 3 号の日本接近に伴い気温の上昇が起こり、13 日と 14 日に最高気温が 30°C を超えた。また、当地における梅雨入りは例年 6 月上旬、梅雨明けは 7 月下旬であるが、この年は 6 月 18 日まで入梅が遅れ、梅雨明けも 8 月 7 日になった。梅雨の期間に 50 mm 以上の降水量が観測されたのは 19 日の 145 mm と 7 月 7 日の 66 mm の 2 回だけであった。また 7 月 5 日にも 49 mm が観測された。夜光虫による赤潮が 5 月中旬から 6 月中旬に 10 日間、7 月中旬から下旬に 6 日間観察された。

梅雨明け以降、8 月 8 日から 20 日までの約 2 週間は夏らしい日が続く、連日のように最高気温が 30°C を超え、熱帯夜も 9 日間あった。20 日以降は不安定な天候が続く、降水量も多かった。そして 8 月末から 9 月中旬にかけて、台風 15 号、17 号、そして 18 号の影響を受け、この期間だけで約 400 mm の降水量を観測した。特に、8 月 31 日から 9 月 3 日には台風 15 号から変わった熱帯低気圧の北上通過により、磯の観察路を通行止めにした。また、台風 18 号の影響で 9 月 19 日には営火の広場の海岸に大量のアマモ類が集積した。数日後、それらが腐敗臭を

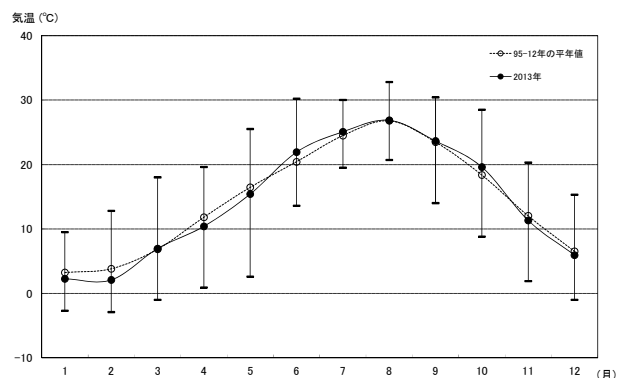


図 2 2013 年の月別平均気温
●、2013 年(実線は月別の最高気温と最低気温の範囲を示す); ○、1995-2012 年の月別平均値

表 1 2013 年に観測された月別の気温と降水量、磯の観察路における水温と水質、赤潮観察日数、および通行止めの日数と各々の平年値

月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気温	最高気温の最高値	9.5	12.8	18.0	19.6	25.5	30.2	30.0	32.8	30.4	28.5	20.3	15.3
	最低気温の最低値	-2.7	-2.9	-1.0	0.9	2.6	13.6	19.5	20.7	14.0	8.8	1.9	-1.0
	平均気温	2.3	2.1	7.0	10.4	15.4	21.9	25.1	26.9	23.7	19.6	11.3	5.9
	平均気温の平年値	3.2	3.8	6.8	11.8	16.5	20.4	24.5	26.8	23.5	18.4	12.0	6.5
降水量	総降水量	186.5	125.3	80.2	158.9	52.3	190.6	273.4	124.2	337.1	258.2	269.1	205.9
	総降水量の平年値	207.8	127.4	135.1	111.8	125.3	168.9	229.3	148.7	198.7	132.7	164.4	188.6
	1mm 以上降水日数	23.0	18.0	10.0	18.0	7.0	6.0	14.0	9.0	12.0	10.0	20.0	22.0
	1mm 以上降水日数の平年値	19.6	15.9	15.0	10.8	9.3	9.0	10.6	7.9	10.6	10.1	14.7	18.7
磯の水温	最高水温	12.1	11.5	11.6	12.6	20.3	24.4	27.2	29.3	27.5	25.6	20.5	16.2
	最低水温	7.8	6.8	8.8	9.9	11.5	19.2	22.4	26.5	24.4	20.5	15.0	12.4
	水温平均	10.6	9.2	9.8	11.4	15.8	22.2	24.8	28.0	26.1	23.0	18.2	14.3
	平均水温の平年値	11.4	9.5	9.6	12.1	16.1	20.3	24.1	27.1	25.1	21.2	17.6	14.3
磯の水質	塩分量(%)の平均値	3.382	3.391	3.411	3.398	3.470	3.465	3.467	3.335	3.294	3.361	3.354	3.375
	塩分量(%)の平年値	3.365	3.372	3.388	3.353	3.357	3.382	3.334	3.319	3.288	3.320	3.321	3.325
	pHの平均値	8.21	8.32	8.34	8.19	8.03	7.92	8.14	8.09	8.11	8.11	8.15	8.20
	pHの平年値	8.29	8.35	8.34	8.32	8.15	8.04	8.15	8.17	8.18	8.24	8.25	8.23
赤潮	観察日数	0	0	0	0	10	6	6	0	0	0	0	0
	観察日数の平年値	0	0	0.6	1.8	5.2	3.6	3.3	0.3	0	0	0	0
磯の観察路	通行止日数	1	1	2	0	0	1	1	1	4	4	10	3
	通行止日数の平年値	1.3	0.9	1.3	0.4	0.8	0.8	0.9	1.3	2.2	1.7	2.6	2.2

(注意) 各平年値は1995年1月から2012年12月までの月毎の平均値、観測は午前9時に行った

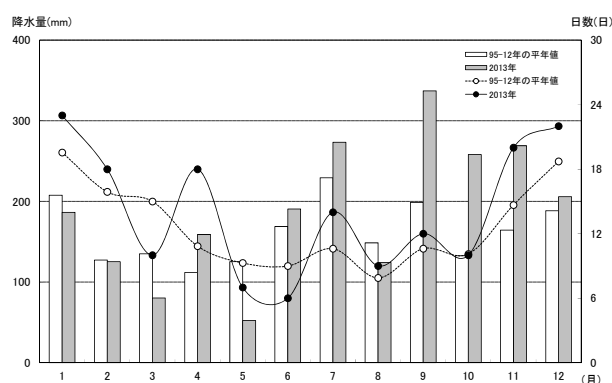


図 3 2013 年の月別の総降水量と 1 mm 以上の降水日数。総降水量(左目盛り): ■, 2013 年; □, 1995-2012 年の平均値; 降水日数(右目盛り): ●, 2013 年; ○, 1995-2012 年の平均値

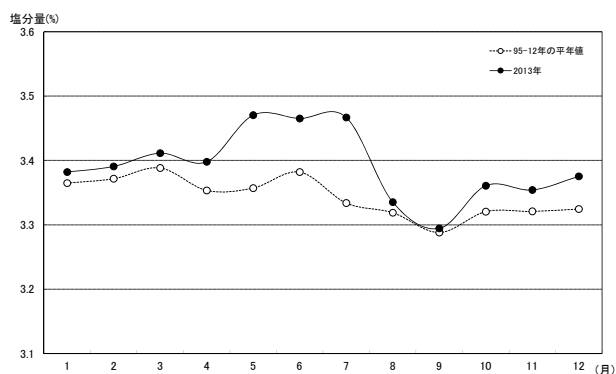


図 5 2013 年の磯の観察路における月別平均塩分量 ●, 2013 年; ○, 1995-2012 年の月別平均値

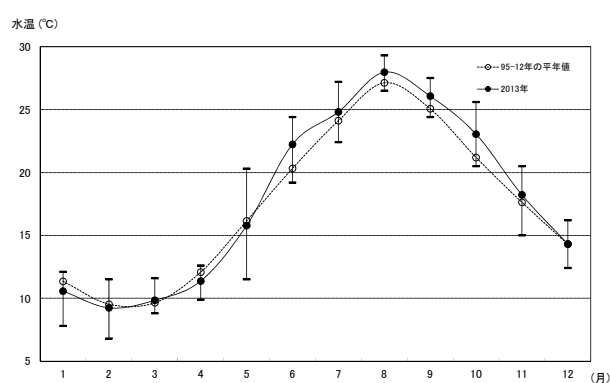


図 4 2013 年の磯の観察路における月別平均水温 ●, 2013 年(実線は月別の 9 時における最高と最低水温の範囲を示す); ○, 1995-2012 年の月別平均値

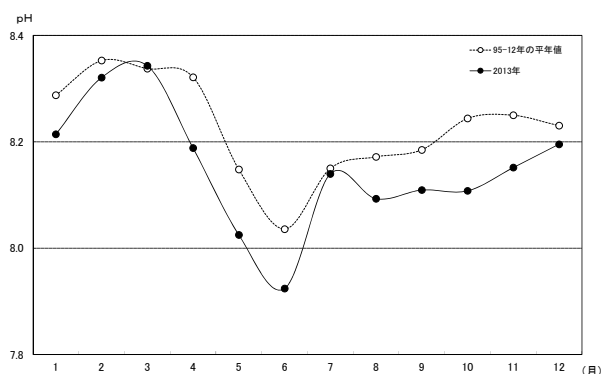


図 6 2013 年の磯の観察路における月別平均 pH 値 ●, 2013 年; ○, 1995-2012 年の月別平均値

放ち始めたので回収し、芝生広場等の管理で出た刈り草で作っている堆肥に混ぜて利用することにした。

この年の最高気温は8月18日と20日に32.6℃を記録し、最高気温が30℃を超える真夏日は18日間、最低気温が25℃を超える熱帯夜は10日間であった。

9月下旬から10月上旬は比較的安定した天候であったが、それ以降は再び台風24号、26号、そして27号の影響を受けて降雨量が多くなった。伊豆大島で土石流災害を起こした台風26号の影響で、磯の観察路に大量の流木が漂着したが、被害はなかった。一方、台風27号の通過後に寒くなり、10月29日には最低気温が8.8℃を観測した。そして、11月12日には最低気温が1.9℃を記録し、それ以降12月末まで、連日のように降雨に見舞われた。しかしながら、寒気の南下が12月中旬にあったものの、積雪には至らなかった。その後、12月28日に最低気温が-0.9℃となり、2cmの積雪が観測された。

月別の総降水量は、平年値と比べると3月と5月が少なく、4月、6月と7月、そして9月から12月が多かった。特に9月から11月の3ヶ月間は、各月とも平年よりも100mm以上多かった。1mm以上の降水日数は3月と5月、6月が少なく、4月と7月、11月、12月が多かった(図3)。一日の雨量が50mmを超えたのは6月19日の146mm、7月7日の66mm、9月3日の54mm、9月8日の50mm、9月10日の53mm、9月16日の56mm、10月16日の82mmとなり、9月と10月に5日間もあった。

磯の平均水温は平年値と比べると1月と4月が0.7-0.8℃低く、6月から10月が0.7-1.9℃高かった。1月から2月にかけての気温の低下は磯の水温にあまり影響しなかったようである。ところが、3月から5月中旬までの気温の低下により、4月の平均水温は低下し、月間較差も小さくなった。ところが、5月中旬以降は気温の上昇と晴天に恵まれ、月末には20℃を超え、6月上旬には約23℃まで上昇した。朝9時の観測時に30℃を超えた日は1日間もなかったが、7月上旬から10月上旬までの74日間で25℃を超えた(図4)。磯の水温は10月上旬まで高い状態で推移したが、台風24号から変わって熱帯低気圧の通過後に下降に転じた。年間の最低水温は2月6日に6.8℃、最高水温は8月28日の29.3℃が観測され、年較差は22.5℃であった。

月別の平均塩分量は、平年値と比べると年間を通して

高く推移し、特に5月から7月が高かった。これは5月、6月は降水量が少なかったためと思われる。ところが、7月、そして9月から11月は降水量が例年より明らかに多かったものの、塩分量の低下は顕著ではなかった。これは、度重なる台風の接近・通過により降水量が増えたが、同時に表層水の攪拌が起こり、結果として降水量が多かったのに塩分量が下がらなかったものと考えられる(図5)。

月別の平均pHは3月だけが平年値を超え、7月はほぼ近い値を示したものの、他はいずれも低い値を示し、特に4月から6月、10月と11月は0.10-0.14も低かった(図6)。前報告(のと海洋ふれあいセンター年次報告、2014)で紹介したように2013年もpHの降下が続いていることが分かる。今後も注意深く観測を続けたい。

九十九湾周辺における赤潮は、4月以降は夜光虫の異常増殖によるものである。磯の観察路周辺では、5月9日に初めて観察され、5月に10日間、6月と7月にそれぞれ6日間の計22日間観察された。ただし、この数には休館日が含まれていない。この年も、磯の生きものが酸欠で死亡するという被害は起こらなかった。一方、ここ数年2月から3月に九十九湾内でアカシオウズムシの大量発生が観察されていたが、2013年は観察されなかった。

磯の観察路の通行止め日数は9月と10月が4日間、11月が10日間、12月が3日間と、秋以降に多かった。年間では計28日間となり、前年(2012年)の30日間に比べればわずかに少なかったものの、2010年の18日間、2011年の10日間より明らかに多かった。

表2 2011年から2013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	
	日射量	発電量	日射量	発電量	日射量	発電量
1月		-	46.5	391.7	54.2	469.9
2月	91.6	797.4	64.8	562.5	65.6	572.3
3月	103.2	982.2	82.7	856.6	101.8	984.2
4月	109.9	1122.2	111.6	1161.2	101.2	1108.4
5月	91.5	1181.3	98.2	1269	107.5	1374.1
6月	65.9	1059.2	76.6	1269.7	75.6	1275.2
7月	86.5	1185	85.3	1104.2	74.4	988.2
8月	115.8	1156.1	146.4	1365.9	121.3	1158
9月	101.7	906.1	124.6	1063.3	110.7	976.2
10月	104.6	928.4	103.2	914.4	86.8	749.7
11月	70.6	655.7	57.4	539.7	56.2	508.2
12月	38.9	374.4	43.0	398.1	30.6	313.1
合計	980.1	10,348	1,040.2	10,896	986.0	10,478

表 3 2013 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15日	12.2	11.7	12.1	12.4	12.6	12.6	12.1	12.6	11.8	11.3	11.3	12.7	12.9	12.2
	2月14日	11.3	11.0	11.2	10.1	11.0	11.3	10.5	11.0	9.8	9.2	10.8	9.6	10.6	10.6
	3月14日	9.5	9.6	9.5	9.8	10.0	9.8	9.8	9.7	10.0	10.0	9.3	10.5	10.2	9.8
	4月16日	11.2	11.3	11.5	11.7	12.0	11.4	11.5	11.4	11.7	11.6	11.6	13.0	11.4	11.6
	5月14日	14.2	14.2	14.4	14.2	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.2	15.0	14.6	14.7	14.4
	6月16日	22.3	23.0	23.0	22.7	23.2	23.0	22.8	23.0	22.5	22.4	23.4	23.0	23.3	22.9
	7月15日	24.0	23.0	24.0	24.3	24.6	24.3	24.8	24.2	24.5	24.5	25.0	24.9	24.6	24.4
	8月15日	29.1	29.3	29.4	29.3	29.5	29.4	29.5	29.4	29.2	29.2	29.3	29.2	29.3	29.3
	9月14日	27.5	27.7	27.5	27.7	27.7	27.5	27.8	27.7	27.7	27.7	27.8	28.0	27.5	27.7
	10月15日	24.0	23.9	24.0	23.8	23.9	23.8	23.6	23.9	23.7	23.7	23.6	23.8	23.8	23.8
	11月16日	19.5	19.5	19.6	19.5	19.0	19.4	19.3	19.3	19.0	19.2	19.5	19.5	19.3	19.4
	12月17日	15.1	14.2	14.2	14.4	14.0	14.5	14.2	13.9	13.5	13.7	13.9	14.7	14.5	14.2
塩分量	1月15日	3.371	3.281	3.360	3.344	3.360	3.345	3.396	3.360	3.320	3.153	3.019	3.360	3.371	3.311
	2月14日	3.384	3.345	3.367	3.277	3.320	3.356	3.270	3.356	3.170	2.925	3.020	2.167	2.700	3.127
	3月14日	3.365	3.346	3.261	3.346	3.352	3.316	3.325	3.255	3.215	3.342	3.175	3.365	3.215	3.298
	4月16日	3.376	3.403	3.401	3.364	3.440	3.371	3.415	3.337	3.402	3.419	3.338	3.246	2.734	3.327
	5月14日	3.439	3.439	3.448	3.472	3.468	3.439	3.432	3.452	3.432	3.459	3.477	3.426	3.414	3.446
	6月16日	3.557	3.571	3.567	3.583	3.541	3.499	3.502	3.549	3.528	3.549	3.547	3.553	3.490	3.541
	7月15日	3.546	3.536	3.506	3.387	3.304	3.467	3.337	3.480	2.723	3.051	3.334	2.591	3.241	3.269
	8月15日	3.256	3.248	3.284	3.256	3.262	3.284	3.253	3.256	3.203	3.203	3.284	3.256	3.291	3.257
	9月14日	3.249	3.236	3.318	3.279	3.356	3.318	3.241	3.251	3.224	2.909	3.224	3.230	2.890	3.210
	10月15日	3.329	3.299	3.358	3.329	3.295	3.341	3.267	3.367	3.370	3.374	3.295	3.326	3.267	3.324
	11月16日	3.302	3.335	3.398	3.319	2.977	3.302	3.274	3.329	3.259	3.221	3.168	3.284	3.234	3.262
	12月17日	3.430	3.335	3.360	3.349	3.150	3.360	3.246	3.277	3.277	3.249	3.219	3.294	3.134	3.283
pH	1月15日	8.18	8.17	8.18	8.19	8.18	8.15	8.23	8.15	8.20	8.20	8.15	8.17	8.17	8.18
	2月14日	8.11	8.12	8.14	8.13	8.13	8.09	8.13	8.10	8.11	8.14	8.21	8.12	8.14	8.13
	3月14日	8.35	8.31	8.36	8.33	8.38	8.36	8.32	8.33	8.34	8.36	8.38	8.37	8.37	8.35
	4月16日	8.08	8.05	8.08	8.07	8.07	8.08	8.09	8.07	8.06	8.06	8.08	8.08	8.09	8.07
	5月14日	8.12	8.13	8.13	8.11	8.12	8.12	8.01	8.01	8.01	8.09	8.11	8.11	8.11	8.09
	6月16日	8.03	8.03	8.07	8.04	8.06	8.08	8.01	8.05	8.04	8.04	8.07	8.03	8.08	8.05
	7月15日	8.12	8.07	8.12	8.06	8.07	8.11	8.09	8.10	8.02	7.97	8.09	8.01	8.07	8.07
	8月15日	8.21	8.19	8.19	8.20	8.20	8.20	8.24	8.19	8.19	8.09	8.21	8.17	8.18	8.19
	9月14日	8.06	8.11	8.07	8.05	8.05	8.05	8.03	8.02	8.06	7.99	8.05	8.06	8.04	8.05
	10月15日	8.03	8.04	8.02	8.03	8.03	8.01	8.04	8.03	8.02	8.02	8.04	7.99	8.00	8.02
	11月16日	8.07	8.03	8.05	8.06	8.10	8.07	8.04	8.04	8.14	8.05	8.05	8.04	8.03	8.06
	12月17日	8.04	8.15	8.07	8.09	8.08	8.04	8.06	8.05	8.05	7.98	8.09	8.05	8.05	8.06

表 4 2013 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15日	12.1	12.2	12.4	12.5	12.5	12.6	12.4	11.7	12.3	12.5	12.5	12.6	12.6	12.4	12.6	12.6	12.5	12.6			
	2月14日	11.2	11.1	11.3	11.2	11.5	11.3	11.3	11.1	11.3	11.2	11.4	11.2	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3			
	3月14日	9.5	9.4	9.5	9.3	9.7	9.7	9.5	9.5	9.7	9.5	9.5	9.8	9.8	9.6	9.8	10.2	10.0	10.0			
	4月16日	11.4	11.4	11.5	11.5	11.7	11.4	11.5	11.5	11.5	11.3	11.5	11.5	11.2	11.4	11.2	11.4	11.2	11.3			
	5月14日	14.3	14.2	14.2	14.0	14.0	14.0	14.1	14.2	14.2	14.0	14.0	13.7	13.8	14.0	13.7	13.5	13.5	13.6			
	6月16日	22.1	23.0	21.8	21.7	22.1	21.6	22.1	20.5	20.5	20.8	20.7	20.8	20.5	20.6	19.0	18.5	18.6	18.7			
	7月15日	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	23.9	23.8	23.7	23.7	23.7	23.8	23.6	23.5	23.5	23.5			
	8月15日	28.5	28.7	28.6	28.7	28.9	28.7	28.7	27.7	28.0	28.1	28.1	28.3	28.3	28.1	27.0	27.1	27.0	27.0			
	9月14日	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.3	27.2	27.2	27.2			
	10月15日	23.8	23.7	23.8	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.6	23.6	23.5	23.6			
	11月16日	19.4	19.3	19.3	19.5	19.3	19.5	19.4	19.3	19.3	19.5	19.5	19.3	19.5	19.4	19.2	19.2	19.2	19.2			
	12月17日	14.7	14.7	14.7	14.7	14.8	14.9	14.8	15.0	14.8	14.8	14.7	15.0	14.9	14.9	15.0	15.0	15.0	15.0			
塩分量	1月15日	3.369	3.369	3.360	3.371	3.295	3.403	3.361	3.398	3.384	3.369	3.371	3.346	3.381	3.375	3.360	3.398	3.371	3.376			
	2月14日	3.398	3.378	3.407	3.369	3.395	3.371	3.386	3.359	3.388	3.369	3.380	3.410	3.416	3.387	3.407	3.398	3.406	3.404			
	3月14日	3.344	3.353	3.398	3.405	3.342	3.380	3.370	3.395	3.356	3.365	3.391	3.342	3.380	3.372	3.378	3.402	3.407	3.396			
	4月16日	3.390	3.359	3.398	3.399	3.399	3.403	3.391	3.403	3.387	3.398	3.392	3.395	3.416	3.399	3.395	3.403	3.424	3.407			
	5月14日	3.448	3.448	3.491	3.439	3.490	3.416	3.455	3.426	3.459	3.456	3.483	3.459	3.472	3.459	3.470	3.470	3.459	3.466			
	6月16日	3.545	3.536	3.541	3.545	3.528	3.566	3.544	3.545	3.541	3.553	3.541	3.567	3.566	3.552	3.520	3.557	3.567	3.548			
	7月15日	3.533	3.546	3.525	3.502	3.520	3.546	3.529	3.529	3.546	3.520	3.533	3.509	3.546	3.531	3.533	3.515	3.536	3.528			
	8月15日	3.301	3.298	3.288	3.269	3.256	3.273	3.281	3.284	3.291	3.276	3.284	3.284	3.231	3.275	3.394	3.394	3.340	3.376			
	9月14日	3.359	3.359	3.330	3.437	3.340	3.356	3.364	3.399	3.399	3.399	3.315	3.466	3.356	3.389	3.302	3.489	3.425	3.405			
	10月15日	3.329	3.326	3.392	3.295	3.358	3.398	3.350	3.406	3.305	3.333	3.339	3.299	3.329	3.335	3.333	3.318	3.329	3.327			
	11月16日	3.444	3.329	3.306	3.322	3.352	3.380	3.356	3.329	3.355	3.380	3.380	3.384	3.384	3.369	3.378	3.365	3.411	3.385			
	12月17日	3.428	3.402	3.397	3.394	3.412	3.383	3.403	3.412	3.397	3.428	3.405	3.420	3.394	3.409	3.412	3.399	3.269	3.360			
pH	1月15日	8.18	8.18	8.19	8.19	8.19	8.20	8.19	8.17	8.19	8.19	8.18	8.19	8.18	8.18	8.19	8.18	8.19	8.19			
	2月14日	8.11	8.11	8.12	8.12	8.13	8.13	8.12	8.11	8.11	8.11	8.14	8.13	8.12	8.12	8.14	8.10	8.11	8.12			
	3月14日	8.36	8.35	8.34	8.35	8.35	8.38	8.36	8.34	8.35	8.34	8.34	8.36	8.35	8.35	8.35	8.33	8.35	8.34			
	4月16日	8.07	8.07	8.08	8.07	8.07	8.08	8.07	8.08	8.08	8.07	8.07	8.07	8.08	8.08	8.07	8.08	8.08	8.08			
	5月14日	8.12	8.12	8.13	8.12	8.12	8.12	8.12	8.12	8.11	8.11	8.11	8.12	8.11	8.11	8.09	8.09	8.09	8.09			
	6月16日	8.06	8.07	8.07	8.06	8.05	8.09	8.07	8.06	8.07	8.07	8.06	8.08	8.09	8.07	8.09	8.04	8.05	8.06			
	7月15日	8.11	8.11	8.12	8.12	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.10	8.10	8.10	8.11	8.11	8.12	8.11	8.11	8.11			
	8月15日	8.19	8.20	8.20	8.20	8.21	8.19	8.20	8.19	8.17	8.20	8.19	8.20	8.20	8.19	8.17	8.16	8.16	8.16			
	9月14日	8.01	8.03	8.03	8.02	8.02	8.02	8.02	8.01	8.02	8.01	8.02	8.01	8.01	8.01	7.99	7.96	7.98	7.98			
	10月15日	8.05	8.05	8.05	8.04	8.04	8.04	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.04	8.04			
	11月16日	8.06	8.06	8.07	8.07	8.06	8.05	8.06	8.06	8.06	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.06	8.04	8.03	8.04			
	12月17日	8.07	8.08	8.05	8.06	8.06	8.05	8.06	8.05	8.09	8.07	8.05	8.08	8.04	8.06	8.08	8.05	8.05	8.05			

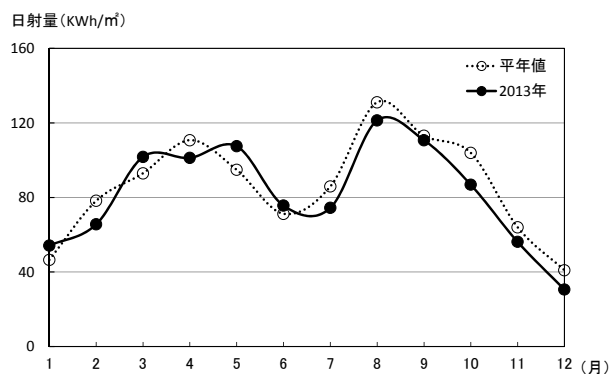


図 7 2013 年と平年値(2011 と 2012 年平均値)の月別日射量(kWh/m²)

2011 年 2 月からの各月の日射量と発電量を表 2 に示し、2013 年の各月の日射量を 2011、2012 年の各月の平年値(平年値)を図 7 に示す。

2011 年から 2013 年の日射量は良く似た推移を示し、8 月に最大となり、3 月から 5 月、そして 9 月がこれに次いで多くなっていた。そして 11 月と 12 月、1 月の 3 ヶ月間が特に低くなるが、梅雨の時期である 6 月と 7 月もかなり低くなることが分かった。

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)、2013 年 1 月から 12 月までの毎月中旬に 1 回、水温、塩分量、pH、および透明度の観測を行った。調査方法と採水場所等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 に、そして透明度を表 5 に示す。また、2013 年の海域公園地区(St. 1)における表層水温と pH の月別変化を、同定点における過去 17 年間(1995 年から 2012 年)の月別平均値を平年値として比較した(図 8, 9)。

水温は 1 月から 4 月が平年値に近い値で推移したが、5 月に低かったものの 6 月に顕著な上昇が認められた。その後 7 月は平年値に近い値であったが、8 月から 10 月は 1.7-1.9 °C 高かく、11 月と 12 月は平年値に近い値にまで降下した(図 8)。このような水温の推移は磯の観察路の平均水温の推移とも良く一致している。

一方、pH は 3 月と 8 月が平年値より高い値を示したが、その他の各月は 0.07-0.19 低い値を示し、この年も降下を続けていることが明らかとなった(図 9)。今後とも注意

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 1 月に 19.5m、2 月に 19.0m、そして 8 月に 16.0m、10 月に 15.0m を観測した。また、5 月と 6 月を除く各月は 11.0-14.0 の範囲にあり、良好な透明度を示した。

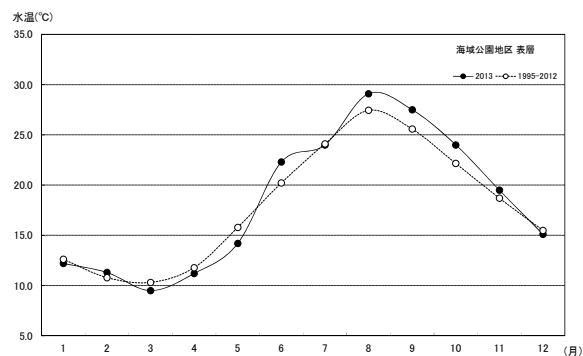


図 8 海域公園地区(St. 1)における表層の水温
●, 2013 年; ○, 1995-2012 年の平年値(月別平均値)

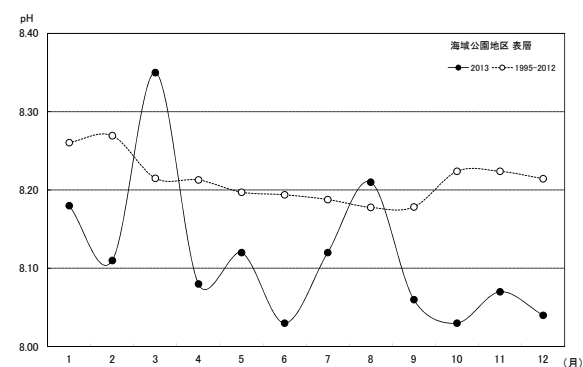


図 9 海域公園地区(St. 1)における表層の pH 値
●, 2013 年; ○, 1995-2012 年の月別平均値

表 5 2013 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 15 日	>12.1	>11.2	>11.6	19.5	19.0	>21.3
2 月 14 日	>12.4	>12.1	>13.5	19.0	16.0	15.5
3 月 14 日	>11.4	>10.8	>11.0	11.0	9.0	9.5
4 月 16 日	>12.4	>11.2	>13.2	14.0	13.5	13.5
5 月 14 日	>12.0	>12.3	>11.8	9.0	9.0	9.5
6 月 16 日	>12.2	>11.3	>11.2	9.5	9.5	9.5
7 月 15 日	>11.6	>11.2	>12.5	12.0	9.5	10.5
8 月 15 日	>12.0	>10.5	>11.7	16.0	14.5	16.0
9 月 14 日	>12.5	>10.7	>11.9	12.5	11.0	11.5
10 月 15 日	>13.7	>11.3	>12.9	15.0	14.5	13.5
11 月 16 日	>11.7	>11.3	>11.5	13.0	12.0	16.0
12 月 17 日	>12.0	>12.2	>10.6	12.0	13.5	13.5

「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 20 号

平成 27(2015)年 3 月 27 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 株式会社 ハクイ印刷
〒925-0053 石川県羽咋市南中央町ㇿ 83-51

Report of the Noto Marine Center, No.20, 2014

Contents

Keiichi SAKAI, Katsuyuki TATSU and Yukimasa HIGASHIDE

The experience programs related to the ocean education offering the Noto Marine Center of Ishikawa Prefecture.....	1
--	---

Shouzo OGISO, Masahiro MATADA, Hisanori KOHTSUKA and Masato HIROSE

A first record of <i>Discradisca sparselineata</i> (Brachiopoda: Discinidae) from Ishikawa Prefecture, Sea of Japan.....	11
--	----

Yukimasa HIGASHIDE, Shouzo OGISO and Takahiko IKEMORI

Notes about the aspect changes of <i>Zostera</i> beds in Nanao Bay, Noto Peninsula, Sea of Japan.....	17
---	----

Annual Report of the Noto Marine Center	25
---	----