

## 東日本大震災後に再建された砂浜・高田松原海岸における スナガニ（短尾下目：スナガニ科）の移入について

松政 正俊<sup>1)\*</sup>, 阿部 博和<sup>2)</sup>

(受理 2023年12月8日)

Colonization of a ghost crab, *Ocypode stimpsoni* (Brachyura: Ocypodidae) in an artificial sand beach, Takata-Matsubara Kaigan, that has been rebuilt after the 2011 Great East Japan Earthquake and the associated tsunamis

Masatoshi MATSUMASA<sup>1)\*</sup> and Hirokazu ABE<sup>2)</sup>

キーワード：人工海浜, 養浜, 移入, 生息場所創出, 大規模攪乱, スナガニ

**Keywords:** artificial sand beach, beach nourishment, colonization, habitat construction, large-scale disturbance, ocypodid crab

### 1. はじめに

陸前高田市高田地区海岸（高田松原海岸）には、総延長約 1.9 kmの砂浜が発達し、その陸側には350年程前から地元の方々によって植林・保全されてきた7万本のマツからなる松林が広がっていた。この白砂青松の景勝地は1940年には国の名勝にも指定されたが、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれによる津波により、砂浜と松原は「奇跡の一本松」と呼ばれる一本のマツを残して消失した<sup>1)</sup>。その後、陸前高田市震災復興計画（平成23年12月策定）において海浜の復元が位置づけられ<sup>2)</sup>、2014（平成26）年はじめに「高田地区海岸養浜技術検討委員会」が組織されて<sup>3)</sup> 砂浜の再建にむけての実際的な議論・検討がなされた。その結果、まず試験施工（平成27～28年度：延長 200 m）が実施され、その後の環境モニタリングの結果を検証した上で本施工（平成29年度～平成30年度末；試験施工区を含む総延長 1,000 m）が行われて、現在の高田松原海岸の砂浜が再建された。本稿の第

<sup>1)</sup> 岩手医科大学 教養教育センター 生物学科

Department of Biology, Center for Liberal Arts and Sciences, Iwate Medical University, 1-1-1 Idai-dori, Yahaba, Shiwa, Iwate 028-3694, Japan

<sup>2)</sup> 石巻専修大学 理工学部 生物科学科

Faculty of Science and Engineering, Ishinomaki Senshu University, 1 Shinmito, Minamisakai, Ishinomaki, Miyagi 986-8580, Japan

\* Corresponding author: Masatoshi Matsumasa, E-mail: mmasa@iwate-med.ac.jp

一著者(松政)は、上述の高田地区海岸養浜技術検討委員会の委員として砂浜再建の技術的な検討から施工に立ち会い、その後も高田松原海岸の様子を継続観察してきた。その過程において、試験施工で形成された人工海浜に半陸棲カニ類のスナガニ (*Ocyropode stimpsoni*) が速やかに移入する事例が認められたため、本稿において報告する。

スナガニは成体の甲幅が 20 ~ 30 mm 程になる半陸棲のカニ類の一種であり、干潮時に砂浜に形成した巣穴から出てきて活動する。国内ではスナガニ属唯一の温帯性種であり<sup>4-9)</sup>、北海道南部以南の全国の砂浜に広く分布する。ただし、砂浜であれば必ず認められるとは限らず、侵食海岸や人的影響が強い砂浜では数が少ないことが明らかになっており、本種の良好な個体群の存在・維持は砂浜の健全性を示すと考えられてきている<sup>4, 5, 7, 9)</sup>。震災後の高田松原海岸においては、養浜試験施工完了からわずか 2 ヶ月の 2016 (平成 28) 年 10 月 15 日に本種のものと思われる巣穴数個が確認され、実際に幼体 1 個体が確認された。本種の活動は気温が 15 ~ 18 度以上にならないと認められないと報告されているが<sup>6)</sup>、陸前高田市の 10 月における年平均気温、日最高気温、日最低気温 (2011 ~ 2020) は、それぞれ 14.2, 19.2, 9.8°C (国土交通省 気象庁ホームページ<sup>10)</sup>、2023 年 10 月 8 日確認) であり、すでに活動休止期 (巣穴内にとどまり表面活動をしない時期) に入りつつあったため、翌 2017 (平成 29) 年の活動盛期に本格的な生息状況調査を実施することとした。なお、2000 年に施行された新海岸法において砂浜が海岸保全施設として位置付けられたことから、養浜工はコンクリート構造物等による海岸保全と並ぶ手法の 1 つとなったが、欧米に比べると国内での利用は少ない状況にあった<sup>11)</sup>。しかし、地球温暖化・気候変動の激化<sup>12)</sup> や生物多様性の急激な損失<sup>13)</sup> といった深刻かつ国際的な問題の顕在化と関連して、Nature-based Solutions (NbS: 「自然を基盤とした解決策」; 単一の技術を指すのではなく、意思決定過程等も含む包括的な概念) が注目される中で<sup>14-16)</sup>、スナガニを含む海浜性動植物の生息/生育場所を提供し、水質浄化等の生態系機能を有する「健全な」砂浜を構築する養浜へのニーズは今後高まると考えられる。NbS を提唱してきた国際自然保護連合 (IUCN) が 2020 年に提示した国際標準では、NbS アプローチの後のモニタリングの重要性を述べており<sup>17)</sup>、NbS アプローチに養浜工が活用される場合にも施工後の多方面からのモニタリングが必要となる。本稿では、今後の養浜施工後のモニタリングとエバリュエーション・プランニングに資するために、高田松原海岸の養浜試験施工後に行われた岩手県による生物モニタリング (第 4 回高田地区海岸養浜技術検討委員会<sup>3)</sup> の資料 2 を参照) に加え、砂浜の健全性を示すと考えられてきているスナガニの同区域における生息状況を報告する。

## 2. 方法

高田松原海岸の養浜試験施工は、2015 (平成 27) 年 11 月初旬から準備工が進められ、2016 (平成 28) 年 2 月 2 日に着工して同年 8 月 3 日完了、9 月初旬までは後片付けという日程で実施された。その結果、延長 200 m に渡る人工海浜が形成されたが、突堤によって海岸線に沿った東西 2 つの工区に分けられ、本研究における調査は西側の B 工区で実施した [岩手県 第 4 回高田地区海岸養浜検討委員会 資料 2<sup>3)</sup> 参照] (図 1 a)。施工計画段階での B 工区の砂浜幅 [T. P. (東京湾平均海面) ± 0.0 cm から T. P. +300.0 cm までの水平距離] は 30 m、最浅部の砂層厚は 50 cm であり、A 工区 (砂浜幅 60 m、最浅部砂層厚 100 cm) よりも狭く、砂層も浅いものであった。ただし、両区の最も陸側標高は T. P. +300.0 cm に設定されており、大潮の満潮時でも浸水しない潮上帯を十分に含むものであった。高田松原海岸から最も近い大船渡市赤崎における潮位基準面の標高は T. P. +103.5 cm であり、2013 年から 2017 年までの 5 年間における平均潮位、潮望満潮位 (≡ 大潮満潮線)、および潮望干潮位 (≡ 大潮干潮線) と [潮位基準面からの距離] はそれぞれ 263.9 [T. P. +160.4] cm, 324.5 [T. P. +221.0] cm,

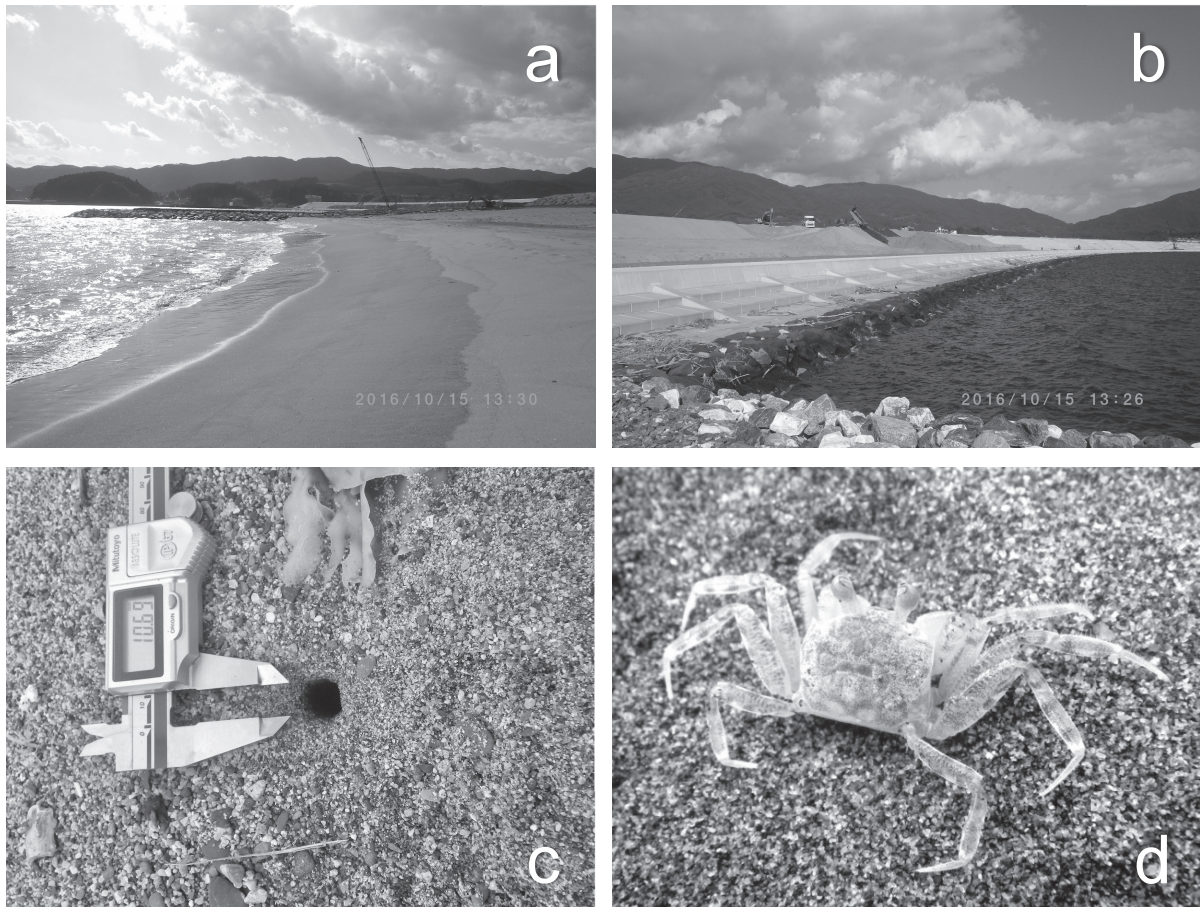


図1 調査地および本研究で確認されたスナガニ。(a) 試験施工B工区(本研究の調査エリア),(b) 試験試行区東側の未養浜区(c) スナガニの巣穴口(d) 巣穴から掘り出された個体(雄, 甲幅 9.45 mm)

および182.8 [T. P. +79.3] cmであった<sup>18)</sup>。

調査は2017(平成29)年8月10日の日中(曇り, 調査開始時の気温:22℃)における干潮時の2時間(午前10時半~12時半)に4名で実施し, 2名は調査地点の巣穴の口径をデジタルキャリパ(Mitsutoyo, CD-20)を用いて測定し, 残り2名は巣穴口径を測定し終わった巣穴から占有個体を手で掘り出して甲幅をデジタルノギスで測定・記録した。掘り出しを行わなかった巣穴については巣穴口径の測定後に巣穴口を埋め, 採集して甲幅測定を終えた個体は調査終了後にリリースした。種同定は先行研究<sup>4~9, 19)</sup>を参考にして甲背面下部の斑紋の有無/色, 大鉗脚の色・外形やその内面の顆粒列の有無/並び, 尾節の形状等により行った。なお, 甲幅 5.21 mmの最小個体は70%エタノールで固定して持ち帰り, 実体顕微鏡下で同定した。

得られたデータはExcel(Microsoft社)を用いて集計し(xls形式), EZR(自治医科大学附属さいたま医療センター)<sup>20)</sup>バージョン1.55を活用してRバージョン4.2.0にて, 巣穴口径分布のカーネル密度分布や巣穴口径と巣穴の持ち主である個体のサイズ(甲幅)との相関関係を検討した。巣穴口径の分布については, 求めたカーネル密度分布も参考にしつつ, 統計計算ソフト「猫一」を用いて多正規型分離を行った<sup>21, 22)</sup>。

### 3. 結果

スナガニのものと思われる巣穴は潮望満潮位付近に集中しており, 調査区域内に141個を確認した. そのうちの17個の巣穴からはその占有個体を捕獲し, すべてスナガニと同定された. 巣穴口径のレンジは 4.66 ~ 12.58 cmであり, 図 2 aのヒストグラムのような分布を示した. カーネル密度分布(図 2 b) から, 巣穴口径の頻度分布は複数の正規分布からなると推定され, 多正規型分離により, 平均値(標準偏差, 度数)が 6.50 mm (1.04,  $n = 29$ ), 8.23 mm (0.72,  $n = 69$ ) および 10.26 mm (1.28,  $n = 43$ ) の3つの正規分布(コホート)を分離した(図 2 c). 巣穴口径と巣穴の持ち主の甲幅の間には有意な相関(Pearsonの累積相関係数:0.9057)が認められた( $t = 8.2757$ ,  $df = 15$ ,  $p < 0.001$ )(図 2 d).

### 4. 考察

高田松原海岸の養浜においては, 試験施工完了からわずか2ヶ月後の2016年10月15日にスナガニの移入が確認され, 翌年の活動盛期(2017年8月10日)には, 多くの巣穴を確認した. 巣穴の占有個体を確認できたのは17例のみであったが, 捕獲された個体はすべてスナガニであった. これまで, 岩手県内ではスナガニ以外のスナガニ属は報告されていないが, 本種以外の熱帯・亜熱帯性の種類の分布域の北上, いわゆる「北進」がこの10年の間に認められており<sup>4-9, 19</sup>, 宮城県の石巻市と荒浜においてもナンヨウスナガニ(*Ocypode sinensis*)とツノメガニ(*O. ceratophthalmus*)が2018年の調査によって見出されている<sup>19</sup>. 高田松原海岸がある広田湾は岩手県沿岸の最も南に位置しているため, 今後, 南方性種がいち早く出現する可能性が高い水域である. 実際, 最近になって半陸棲のカニ類であるオサガニ科のヤマトオサガニが, 岩手県では初めて広田湾内の干潟において個体群を形成していることが報告されており<sup>23</sup>, 本水域におけるスナガニ属の南方性種の北進についても注視していく必要がある. また, 温帯性のスナガニと熱帯・亜熱帯性のスナガニ類の分布が重なる西日本の太平洋沿岸では, スナガニの分布が湾奥や内海寄りの海域に限られることが報告されている<sup>8</sup>. 今後, 岩手県沿岸域においてもスナガニ属の複数種が分布するようになれば, 広田湾の湾奥に位置する高田松原海岸の砂浜は, 西日本で希少な種となってきている本種の生息場所として重要な場所となる可能性がある.

巣穴の口径分布の多正規型分離により, 3つの正規分布(コホート)が認識された(図 2 c). 調査は, 養浜の試験施工が終了して約1年後に実施したので, この間に3回の幼生の着底が生じたと判断される. 巣穴口径の平均値が 10.26 mmと最も大きいコホートは前年(2016年)の秋に着底した個体からなると考えられ, 巣穴口径と甲幅の関係(図 2 d)から外挿すると, この砂浜に最初に移入した個体の平均甲幅は高々 11 mm程度であり, 2017年8月の調査時におけるスナガニ個体群は, 繁殖に加わる前の未成熟個体のみで構成されており, 3つのコホートはいずれも他地域からの幼生供給によって形成されたと考えられる. 高田松原海岸が移入個体の定着場所(シンク)としてのみならず, その他の水域に幼生を供給するソースとなって個体群維持に貢献するか否かを明らかにするためには, 成熟した大型個体とその繁殖についての今後の確認が必要である.

本研究の対象とした高田松原海岸の養浜試験施工の「B工区」は, 隣接する「A工区」や本施工の東側の区域よりも砂浜幅が狭く, 砂層厚も薄いものであったが<sup>3</sup>(「2.方法」も参照), 陸側の砂浜上部の標高はいずれの区域でもT. P. +300 cmと潮望満潮位(≒大潮満潮線)よりも約 80 cm高く設定されていた. B工区において, スナガニのものと思われる巣穴は大潮満潮線付近に集中しており, 定量的な調査は実施していないものの, 隣接したA工区においても同様な場所に多くの巣穴が観察された. このような汀線から海浜植生域に続く潮上帯は本施工区全体で確保されており, このことから本施工区においても良好なスナガニの移入が期待され, 実際に本施工後の人工海浜にもスナガニの移入が認

東日本大震災後に再建された砂浜・高田松原海岸におけるスナガニ(短尾下目:スナガニ科)の移入について

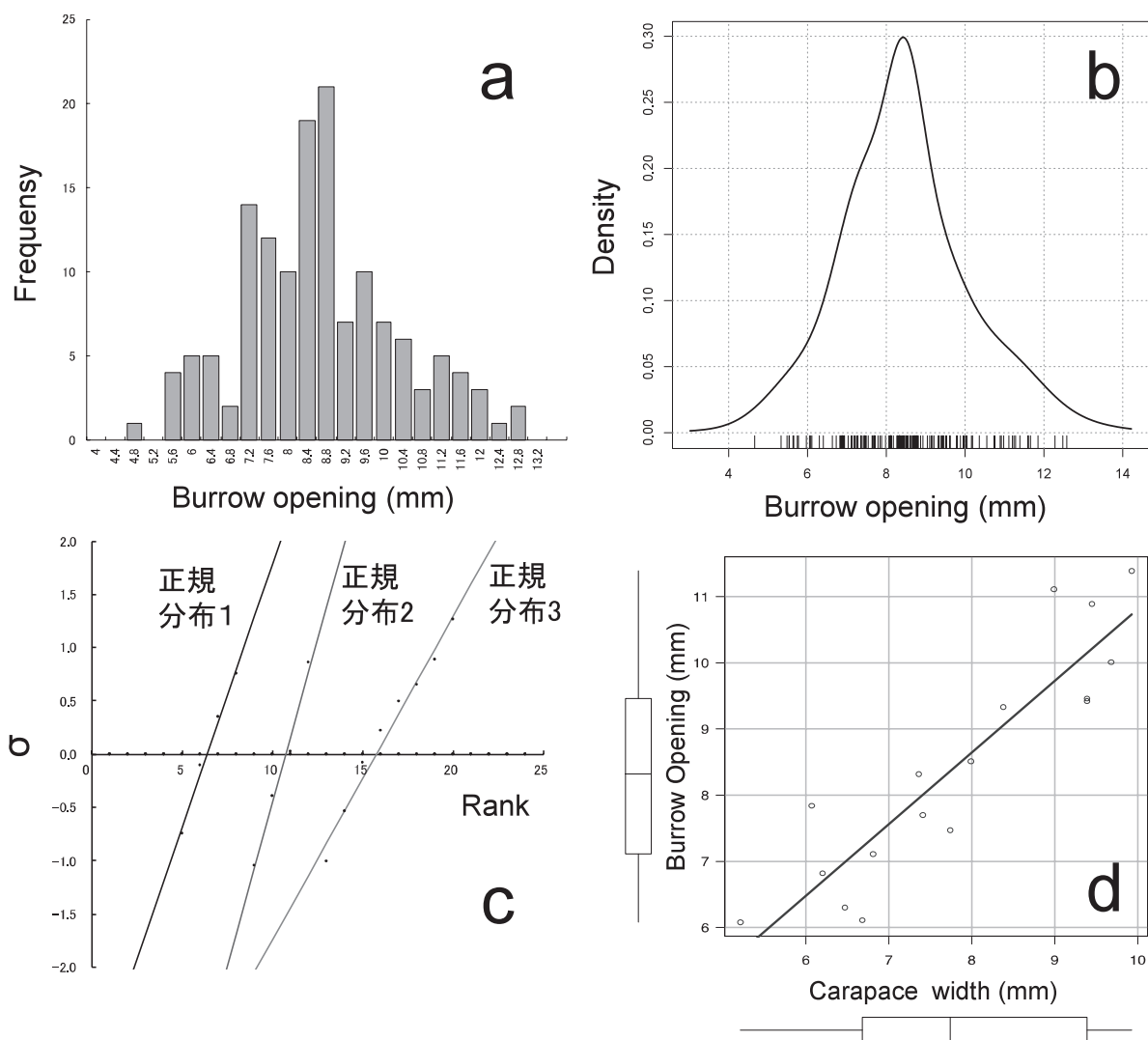


図2 スナガニの巣穴口径の分布 (a～c) およびその占有個体の甲幅との関係 (d). (a) 巣穴口径の頻度分布, (b) 巣穴口径のカーネル密度分布 (c) 分離された3つの正規分布 (1～3) (d) 巣穴の口径と占有個体の甲幅の関係 ( $n = 17$ ).



図3 岩手県立高田松原津波復興祈念公園管理事務所の主催で開催された市民対象のカニ類の観察会 (2023年8月5日 実施; [https://takanavi.org/event/高田松原でカニを探そう!](https://takanavi.org/event/高田松原でカニを探そう!/); 2023年10月8日確認)の様子. (a) 高田松原海岸でのスナガニ観察, (b) 高田松原海岸の陸側に発達した潟湖・古川沼ではアシハラガニやアカテガニを観察 (<https://iwate-fukkoken-park.jp/blog/743>; 2023年10月9日確認).

められた(松政 未発表)。ただし, スナガニの生息状況は砂浜の人的利用により負の影響を受けることが報告されているため<sup>4,5)</sup>, 高田松原海岸の養浜本施工区東側(延長 600 m程)はスナガニの生息環境としては良好な状況を維持できない可能性が高い。これは, 養浜本施工区東側は海水浴場としての利用が計画段階から予定されており, 実際, 2021年4月から一般開放されて同年7月からは実際に海水浴場として利用されるようになってきているからである。一方, 本研究の対象とした試験施工B工区とその西側の本施工区(延長 200 m程)は海水浴場としては利用されないため, スナガニを含む生物の生息空間として良好な状況を維持し, 環境教育等に活用することが可能である。これはまた, 地球温暖化・気候変動の激化<sup>12)</sup>の抑制や生物多様性の維持<sup>13)</sup>に貢献し, 観光地としての高田松原海岸の価値を高めることにも繋がると考えられる。新型コロナウイルス感染症が5類感染症に移行し, 本年(2023年)8月5日には岩手県立高田松原津波復興祈念公園管理事務所の主催により, 小学生とご家族を対象とした観察会「高田松原でカニを探そう!」が実施された(図3)。「自然を活用した解決策(NbS)」においては, 様々なステークホルダーの役割・連携が重要・不可欠であり, こうした活動を通して, 生物とその生息環境, それを内包する生態系の機能とその我々人間への恩恵への理解を促していくことが肝要と思われる。

## 謝辞

調査の準備・実施に関しては, 岩手県沿岸広域振興局土木部大船渡土木センターのご協力・ご助力をいただきました。特に, 河川港湾課の塩井道信氏および復興まちづくり課の本間崇志氏には本調査等にご理解いただき, 具体的な調整を行なってくださいました。岩手県立高田松原津波復興祈念公園管理事務所の尾澤 彰 所長はじめ, 同公園の運営維持管理に携わる皆様には調査や一般市民対象の観察会の実現に関してご助力いただきました。ここに記して, 心からお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 原慶太郎(2016)宇宙からの目がとらえた津波前後の沿岸生態系の変化。日本生態学会東北地区会(編), 生態学が語る東日本大震災-自然界に何が起きたのか-。文一総合出版, 東京, pp. 23-28.
- 2) 陸前高田市(2011)陸前高田市震災復興計画(平成23年12月)。(https://infra-archive311.jp/data/doc/keikaku/iw/rikuzentakata20111222.pdf; 2023年10月6日確認)。
- 3) 岩手県 高田地区海岸養浜技術検討委員会。(https://www.pref.iwate.jp/engan/ofuna\_doboku/1029193/1014472.html; 2023年10月6日確認)。
- 4) 和田年史, 宇野拓実, 宇野政美(2015)兵庫県日本海側の砂浜におけるスナガニ類(スナガニ属)の分布と生息密度。人と自然 Human and Nature 26: 21-26.
- 5) 和田年史(2017)第7章 生物にとって健全な砂浜環境とは。須田有輔(編), 砂浜海岸の自然と保全。生物研究者, 東京, pp. 147-164.
- 6) 五嶋聖治(2016)北限のスナガニの季節的な砂浜利用パターン: 啄木はスナガニに出会えたか? 日本ベントス学会誌 71: 83-89.
- 7) 吉田尚郁, 稲村修, 木村知晴(2017)スナガニ 観察・調査ハンドブック。和田年史(監修), 海洋生物多様性保全関係機関ネットワーク, 19 pp. (https://www.jsbionetwork.jp/app/website/wp-content/uploads/subagani-handbook.pdf; 2023年10月6日確認)。
- 8) 渡部哲也, 淀真理, 木邑聡美, 野元彰人, 和田恵次(2018)砂浜性スナガニ類の関東以南太平洋岸における分布。Cancer 27: 7-16.

東日本大震災後に再建された砂浜・高田松原海岸におけるスナガニ(短尾下目:スナガニ科)の移入について

- 9) 高木真成, 藤本竜平, 早稲田沙織, 齊藤知己 (2018) 高知県下の砂浜海岸におけるスナガニ類(スナガニ属, スナガニ亜科, スナガニ科, 短尾下目)の出現. 黒潮圏科学 11:128-139.
- 10) 国土交通省 気象庁ホームページ 「各種データ・資料」過去の気象データ検索 平均値(年・月ごとの値) ([https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/nml\\_amd\\_ym.php?prec\\_no=33&block\\_no=1629&year=&month=&day=&view=](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/nml_amd_ym.php?prec_no=33&block_no=1629&year=&month=&day=&view=); 2023年10月8日確認).
- 11) 後藤浩, 大谷靖郎, 久保田進, 堀田新太郎 (2007) 我が国における養浜事業の特性. 海洋開発論文集 23:1051-1056.
- 12) A-PLAT 気候変動適応情報プラットフォーム. 国立研究開発法人 国立環境研究所 ([https://adaptation-platform.nies.go.jp/climate\\_change\\_adapt/index.html](https://adaptation-platform.nies.go.jp/climate_change_adapt/index.html); 2023年10月8日確認).
- 13) 平成23年版 環境白書 循環型社会白書/生物多様性白書. 環境省(<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h23/index.html#index>; 2023年10月8日確認).
- 14) 大橋祐輝, 岡野直幸 (2021) COP26と自然を活用した解決策 (Nature-based Solutions: NbS). IGES Briefing Note, 公益財団法人 地球環境戦略機関 適応と水環境領域, 6 pp.
- 15) Morita K, Matsumoto K (2021) Governance challenges for implementing Nature-based Solutions in the Asian region. *Politics and Governance* 9:102-113, DOI: <https://doi.org/10.17645/pag.v9i4.4420>.
- 16) 竹内やよい, 遠山弘法, 吉川徹朗, 岡本遼太郎, 井手玲子, 角谷拓, 小出大, 西廣淳, 小熊宏之, 日浦勉, 中静透 (2022) 気候変動時代の生態学:陸域生態系における「自然を基盤とした解決策」にむけた課題. *日本生態学会誌* 72:109-143.
- 17) IUCN (2021) 自然に根ざした解決策に関するIUCN世界標準の利用ガイダンス—自然に根ざした解決策の検証, デザイン, 規模拡大に関するユーザーフレンドリーな枠組み. 初版. グラン, スイス, IUCN, 57 pp. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.09.ja> (<https://nbs-japan.com/wp-content/uploads/2022/02/58c32fe1e968d3f289f60d470d21cda7.pdf>; 2023年10月8日確認).
- 18) 国土交通省 気象庁ホームページ 「各種データ・資料」潮汐・海面水位に関する診断表・データ各年の潮汐(2017年の大船渡の潮汐概要) (<https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/gaikyo/nenindex.php>; 2023年10月9日確認).
- 19) 若林郁夫 (2019) 東北および北関東の太平洋岸におけるスナガニ類の生息記録. *Cancer* 28:37-41.
- 20) Kanda Y (2013) Investigation of the freely-available easy-to-use software “EZ R” (Easy R) for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 48:452-458. advance online publication 3 December 2012; doi: 10.1038/bmt.2012.244.
- 21) Harding J P (1949) The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distribution. *J. mar. biol. Ass. U.K., N.S.*, 28:141-153.
- 22) 小椋将弘 (2009) Excelで簡単統計 Excel2007対応版. 講談社サイエンティフィック, 東京, 230 pp.
- 23) 松政正俊, 阿部博和, 小林元樹, 鈴木孝男 (2022) 岩手県沿岸におけるヤマトオサガニ個体群の初記録. *日本ベントス学会誌* 77:54-59.