

能登半島北東部の海岸におけるヒラタブンブクの大量漂着

角田啓斗^{1,2,3*}・幸塚久典⁴・豊田賢治^{3,5,6}

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 金沢大学大学院自然科学研究科、石川県金沢市角間町(〒920-1164)

³ 広島大学大学院統合生命科学研究科、広島県東広島市鏡山 1-4-4(〒739-8528)

⁴ 東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所(三崎臨海実験所)、神奈川県三浦市三
崎町小網代 1024(〒238-0225)

⁵ 東京理科大学先進工学部生命システム工学科、東京都葛飾区新宿 6-3-1(〒125-8585)

⁶ 神奈川大学理学部理学科、神奈川県横浜市神奈川区六角橋 3-27-1(〒221-8686)

*責任著者:ktsunoda@alumni.tus.ac.jp

Mass stranding of the heart urchin *Lovenia elongata* on the northeastern coast of the Noto Peninsula

Keito TSUNODA^{1,2,3*}, Hisanori KOHTSUKA⁴ and Kenji TOYOTA^{3,5,6}

¹Noto Marine Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa
University, 4-1 Ogi, Noto, Ishikawa 927-0553

²Graduate School of Natural Science & Technology, Kanazawa University, Kakuma,
Kanazawa, Ishikawa 920-1192

³Department of Bioresource Science, Graduate School of Integrated Sciences for Life,
Hiroshima University, 1-4-4 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima 739-8528

⁴Misaki Marine Biological Station, School of Science, the University of Tokyo, 1024 Koajiro,
Misaki, Miura, Kanagawa 238-0225

⁵Department of Biological Science and Technology, Tokyo University of Science, 6-3-1,
Nijyuku, Katsushika, Tokyo, 125-8585

⁶Department of Biological Sciences, Faculty of Science, Kanagawa University, 3-27-1,
Rokkakubashi, Kanagawa, Yokohama, Kanagawa, 221-8686

*Corresponding author: ktsunoda@alumni.tus.ac.jp

Abstract

From March to April 2025, mass strandings of the sandy-bottom-dwelling heart urchin *Lovenia elongata* were recorded at three sites on the northeastern Noto Peninsula. To clarify spatial differences in stranding density, variation in test size, and the factors underlying these patterns, we conducted visual counts of stranded individuals and measured test length, width, and height for approximately 50 collected heart urchins at each site. Stranding density varied substantially among sites, being highest at Nunoura, followed by Koiji and Jike. Significant differences in test size were also detected: individuals from Jike were the largest, those from Nunoura were intermediate, and those from Koiji were the smallest. These patterns are likely explained by a combination of factors, including differences in pre-mortality growth environments and population density, as well as post-mortality transport and accumulation processes influenced by coastal geomorphology. Because strong cold waves were recorded in the Hokuriku region during the preceding winter, acute cold-induced mass mortality was likely the primary trigger of the strandings. This study provides fundamental insights into population structure and post-mortality transport dynamics, contributing to better understanding of the drivers of spatiotemporal variation in *L. elongata* within coastal ecosystems.

はじめに

海岸には多種多様な漂着物が流れつき、古くから人々の関心を集めてきた(舎人親王, 720)。近年では、漂着物の収集はビーチコーミングとして体系化され、海岸環境の記録、漂着物の分類、素材利用のための採取などを目的として実施されている(林, 2024)。また、漂着物の量や種類の変化は、海洋ごみの動向や生態系の状況を把握するための指標として扱われる場合がある(BOTTERELL *et al.*, 2025)。さらに、回収された漂着物は教育活動や環境保全に関連する資料として整理されることもあり(小島ら, 2017; 岡本・小林, 2022)、ビーチコーミングは海岸利用の一形態として位置づけられている。

海岸に到達する漂着物は自然物と人工物の双方から構成され、底生生物の遺骸や殻も含まれる(林, 2024)。砂浜や浅海域に面した海岸では、環境変動に伴い底質中の生物が打ち上げられることが確認されており(GARCÍA-DE-LOMAS *et al.*, 2019)、これらの観察や記録は底生生物の漂着や分布特性を把握するための基礎資料となる。また、こうした海岸域での調査は、分類群ごとの漂着特性や大量漂着の発生過程を明らかにする研究の礎となる。

ウニ類は、底質表面に生息する正形類と、底質中に潜って生息する不正形類に大別される(田中ら, 2019)。石川県では前者が 16 種、後者が 17 種報告されている(幸塚ら, 2020; KOHITSUKA *et al.*, 2024)。これらウニ類は、漂着した個体や殻がしばしばビーチコーミングの対象となる。不正形類の一種であるヒラタブンブク *Lovenia elongata* は、インド・太平洋の亜熱帯から熱帯域に広く分布し、その範囲はモザンビークからハワイ諸島、さらに日本からオーストラリア北部にまで及ぶとされる(ROWE & GATES, 1995; LEE & LEE, 2023)。国内では、房総半島あるいは山形県以南の地域に分布すると報告されている(重井, 2000; 鈴木, 1979)。本種は浅瀬で普通に見られるにも関わらず、その生態に関する知見は少ない(PEARSE, 1969; FERBER & LAWRENCE, 1976; SAITOH & KANAZAWA, 2019; SAITOH, 2022)。

本研究では、2025 年 3–4 月に能登半島北東部の 3 地点(Fig. 1)で観察されたヒラタブンブクの大量漂着を対象に、地点間での漂着密度や殻サイズの差異、そして漂着パターンに寄与する要因について検討した。こ

の調査は、冬季寒波に伴う大量死後の漂着過程や地域個体群構造の理解を深め、ヒラタブンブクを含む沿岸生態系の変動メカニズムを解明するための基礎情報を提供する。

材料と方法

2025年3月22日、石川県鳳珠郡能登町布浦の海岸 (Fig. 1, 2A; 37°20'37.4"N 137°15'15.4"E) においてブンブク類の大量漂着を確認した。ランダムに50個体を採集し、現地で殻長 (test length)、殻幅 (test width)、殻高 (test height) を精度 0.1 mm のデジタルノギスで測定した (Fig. 3)。その後、同年4月9日に再度同じ砂浜を訪れたところ、引き続きブンブク類が確認されたため、目視により確認可能な個体を全数計数した。さらに、同年4月10日に石川県珠洲市三崎町寺家 (Fig. 1, 2B; 37°29'39.1"N 137°20'37.6"E)、4月12日に能登町恋路 (Fig. 1, 2C; 37°22'16.2"N 137°14'24.2"E) においてもブンブク類の大規模漂着を確認した。これら2地点においても、目視により確認可能な個体を全数計数した。また、両地点からそれぞれランダムに約50個体を採集して広島大学に持ち帰り、殻長、殻幅、殻高を精度 0.1 mm のデジタルノギスで測定した。計測した個体の一部は、のと海洋ふれあいセンターに登録・収蔵された。

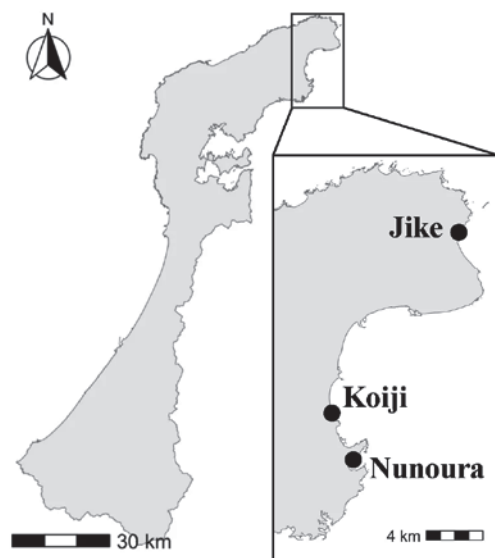


Figure 1. Locations where a large-scale stranding of heart urchin *Lovenia elongata* were confirmed.

各地点における漂着個体数の空間分布については、Google マップの計測機能を用いて漂着範囲の海岸線長を取得し、地点ごとの密度を算出したうえで、海岸形態や向き (方位) との関係性を記述的に評価した。また、計測した各地点の殻長、殻幅、殻高に対して Kruskal-Wallis 検定を行ない、有意差が確認された場合は Dunn 検定を実施し Holm 法による多重比較補正を行なった。統計解析は全て R (バージョン 4.3.2: R Core Team, 2025) を用いて行ない、stats パッケージ (バージョン 4.5.1: R Core Team & contributors worldwide, 2025) の `kruskal.test` 関数および FSA パッケージ (バージョン 0.10.0: Ogle *et al.*, 2025) の `dunnTest` 関数を使用した。

結果

布浦、寺家、恋路の3地点で漂着したブンブク類は、いずれも生殖孔が4個あり、殻の後端が深く陥没する形態を示した (Fig. 3)。これらの特徴は重井 (1986) および Clark & Rowe (1971) がヒラタブンブク *L. elongata* の識別形質として報告した内容と一致した。したがって、本研究で扱ったブンブク類をヒラタブンブクと同定した。布浦において2,570個体、寺家で524個体、恋路で3,940個体のヒラタブンブクの集団漂着が確認され、これらの漂着個体数から算出した各地点の漂着個体密度には地点間で明瞭な違いがみられた。漂着個体密度は布浦で最も高く (44.8 個体/m)、恋路 (19.5 個体/m)、寺家 (1.2 個体/m) の順であった。各地点とも記録時には殻は白化しており、殻内外の生体組織はほとんど残存していなかった。漂着範囲の分布状況としては、布浦では湾奥にわずかに存在する砂浜区画において漂着個体が高密度で集中していた (Fig. 2A, a)。寺家では直線的で開放的な海岸線に沿って漂着個体が高い範囲に分散して確認された (Fig. 2B, b)。恋路では近接する弁天島の影響を受けた入り江状の地形に沿って、漂着個体が帯状に分布していた (Fig. 2C, c)。

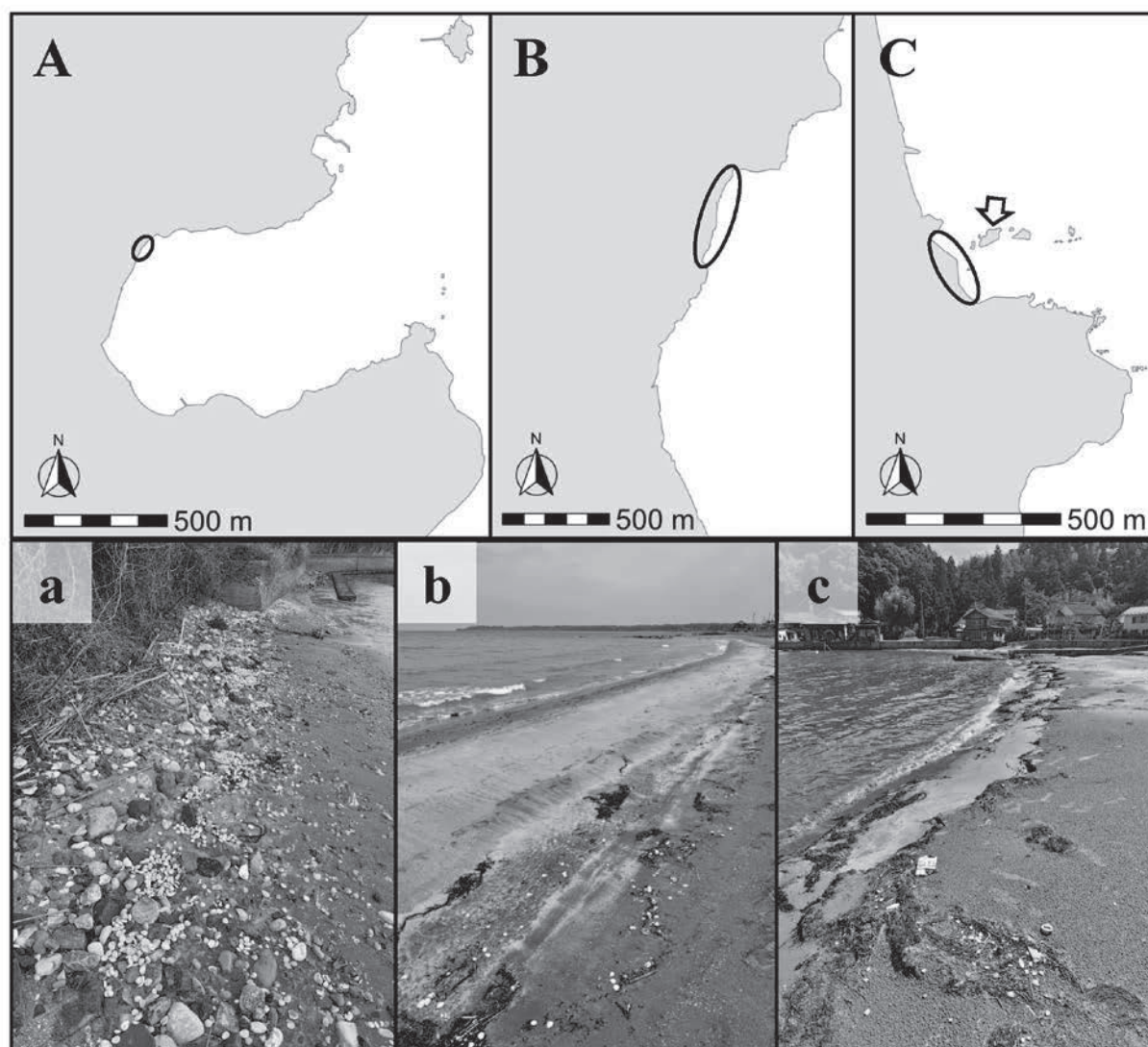


Figure 2. Detailed geographical features of the three locations. A and a represent Nunoura, B and b represent Jike, C and c represent Koji. The arrow (C) indicates Benten-jima.

これら 3 地点はいずれも東向きに面する海岸線であったが、漂着個体の空間分布は地点ごとに異なる特徴を示した。

布浦、寺家、恋路の 3 地点において採集したヒラタブンブク裸殻の計測値を Kruskal-Wallis 検定により比較したところ、殻長、殻幅、殻高のいずれも地点間で有意な差が認められた ($p < 0.001$) (Fig. 4)。殻長について Dunn 検定 (Holm 補正) を行なったところ、布浦の個体群は恋路の個体群より有意に大きく ($p < 0.01$)、寺家の個体群は布浦よりさらに大きかった ($p < 0.05$)。殻幅についても同様の傾向が見られ、布浦の個体群は恋路の個体群より有意に大きく ($p < 0.01$)、寺家の個体群は布浦よりさらに大きかった (p

< 0.05)。一方、殻高では布浦と寺家の個体群が恋路の個体群より有意に大きかったが ($p < 0.01$)、布浦と寺家の間では有意な差は認められなかった ($p = 0.39$)。

考察

本研究では、能登半島北東部の 3 地点で採集したヒラタブンブクの殻サイズと漂着密度が、地理的に近接した範囲でありながら大きく異なることが明らかとなった。殻サイズは寺家で最大、布浦が中間、恋路で最も小さく、一方で漂着密度は布浦で最も高く、恋路、寺家の順で低下した。これらのパターンは、

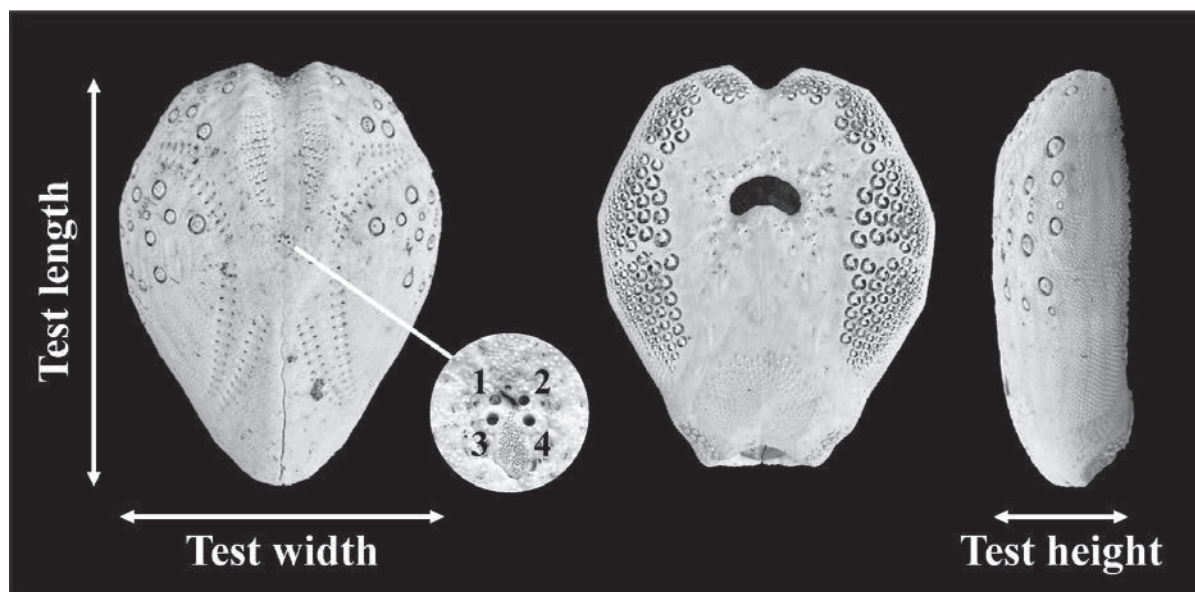


Figure 3. Measurement parts of the heart urchin *Lovenia elongata*. Dorsal view (left), ventral view (middle), and lateral view (right). The enlarged view depicts the four genital pores.

個体の成育環境を反映するサイズ差と、死亡後の漂着・集積過程を反映する密度差という、異なる要因が複合的に作用した結果と考えられる。

殻サイズにみられた地点差は、ヒラタブンブクが死亡以前に生息していた底質環境、餌資源量、流動条件などの局所環境の違いを反映している可能性が高い。ウニ類では、生息環境の差異が成長速度や最終的な殻サイズに影響することが知られている (SELLEM *et al.*, 2000; SELLEM & BOUHAOUALA-ZAHAR, 2021)。特に、布浦と寺家の個体群では殻高に明瞭な差は認められなかったものの、殻長および殻幅には顕著な相違がみられ、布浦の個体群は相対的に丸みを帯びた形態を示した一方、寺家の個体群はより扁平な形状を呈していた。この扁平度は環境要因、特に餌資源の利用可能性の違いによって左右される (HUGHES *et al.*, 2012; SELLEM & BOUHAOUALA-ZAHAR, 2021)。このことから、各地点に漂着した個体群が異なる成育場に由来していた可能性を示唆している。一方で、殻サイズの地点差は生前の生息環境の違いだけではなく、漂着過程におけるサイズ選択の影響を受けている可能性も否定できない。

また、漂着密度の地点差については、海岸線の形状が強く影響していると考えられる。入り江や湾状の地形では、波や沿岸流のエネルギーが低下する

ため、漂流物が滞留しやすく、自然に高密度の集積帯が形成されやすい。逆に、外洋に直接面した直線的な海岸や波浪の強い海域では、漂着物は流出しやすく、密度の高い集積は観察されにくい (藤枝・太田, 2006)。さらに、地形的に集積しやすい場所では、同じ母集団密度であっても死亡個体の残存量が増加するため、他地点に比べて漂着密度が高くなる傾向が強まる。このため、布浦で観察された高密度漂着は、入り江や浅瀬など漂着物が滞留しやすい海岸線形状の影響が大きかったと推測される。加えて、地形による集積効率の違いだけでなく、生前の母集団密度の地域差が反映されている可能性も考えられる。もし布浦周辺の海底において、もともとヒラタブンブクの生息密度が高かった場合、同規模の環境攪乱が生じたとしても、より多くの個体が死亡し漂着することになる。ウニ類では、局所個体群密度が環境要因に応じて大きく変動することが知られており (WIEKING & KRÖNCKE, 2003; OURÉNS *et al.*, 2013)、今回の布浦での高密度漂着は、単に集積しやすい地形であるだけでなく、生前的高密度分布が寄与していた可能性を否定できない。

今回観察された大量漂着については、ヒラタブンブクが単年生動物ではない点から (SAITOH & KANAZAWA, 2019)、冬季に寿命が一斉に尽きたことが原因で生じた漂着とは考えにくい。

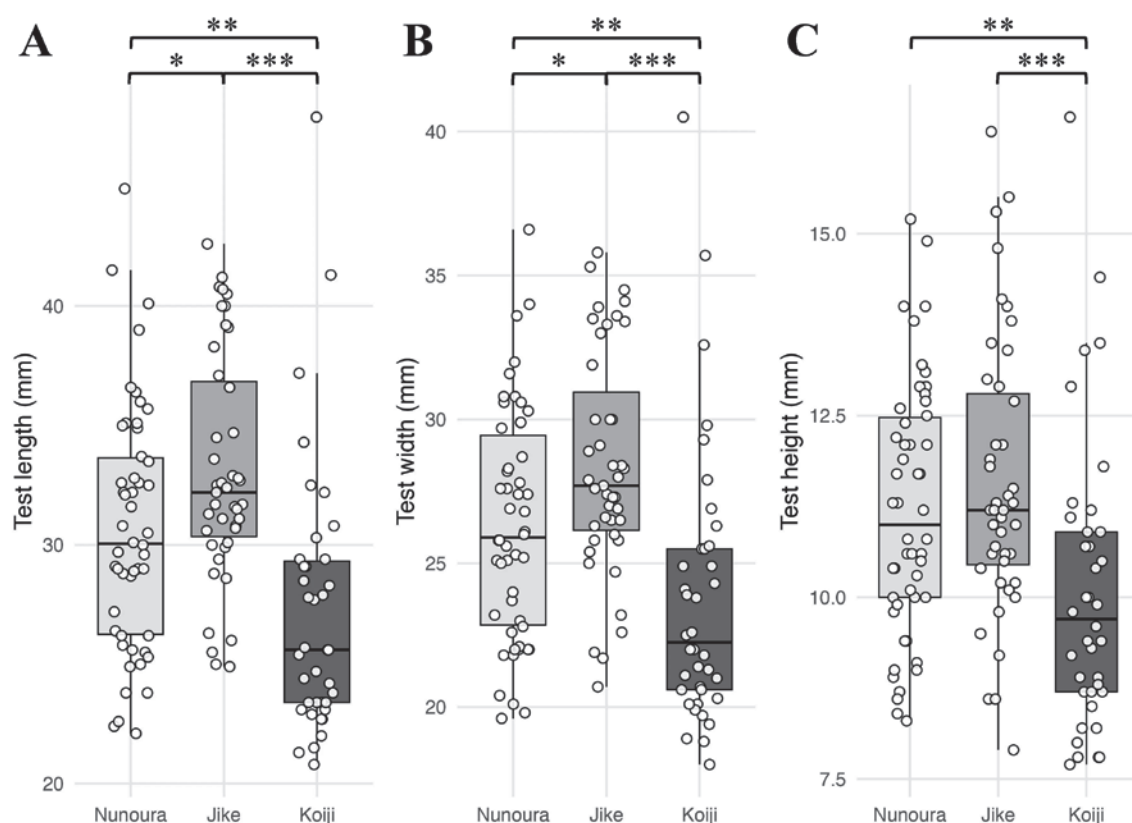


Figure 4. Box plots of test size obtained from each location. The plots represent measured values. A represents test length, B represents test width, and C represents test height. * indicates $p < 0.05$, ** indicates $p < 0.01$, *** indicates $p < 0.001$.

一方で、調査直前の冬季に北陸地方で 2 度の強い寒波が観測されていたことを踏まえると(新潟地方気象台, 2025)、急激な低温ストレスに伴う大量死が漂着の主要因であった可能性が高い。ウニ類は急激な低温ストレスに弱く、寒波や嵐に伴う底層攪乱が大量死を引き起こすことが知られている (TOKIOKA, 1963; YAMAMORI & KATO, 2021)。また、この大量死は、攪乱に伴う病原体の増加なども相互作用している可能性が示唆されている (SALAZAR-FORERO *et al.*, 2022)。ブンブク類の漂着はしばしば確認されるが(徳島県立博物館, 2012)、大量漂着の事例は冬季のヒラタブンブクに偏って見られる(林, 2022, 2025; はやし, 2023)。このことは、ヒラタブンブクが浅海砂泥域で生じる急激な水温低下などの環境ストレスに対し、指標種となり得る可能性を示唆する。本調査で確認された漂着も寒波などの環境ストレスによって死亡した個体が沿岸流により輸送され、各地点の海岸線形状に応じて集積した結果であ

ると考えられる。

以上から、今回観察された殻サイズおよび漂着密度の差異は、(1) 生前の成育環境の違い、(2) 生前の個体群密度の違い、(3) 死後の漂着・集積プロセスの違いという複数の要因が重なり合って生じた複合的な現象と解釈するのが妥当である。今後は底質調査、生息密度の定量化、海況データの取得に加え、漂着個体の遺伝解析を行うことで各地点の個体群の由来と構造をより精密に検証できると期待される。

謝辞

本調査は東北大学大学院生命科学研究所附属浅虫海洋生物学教育研究センターの岩崎藍子博士と片倉陽之介氏、京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所の山守瑠奈博士に協力していただいた。広島大学大学院統合生命科学研究所の中島妙

子氏にはヒラタブンブクの計測に協力していただいた。愛知県在住の林 重雄氏と京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所の篠田晏希氏には文献を提供していただいた。本研究は黒潮生物研究所研究助成(代表:角田)と公益信託ミキモト海洋生態研究助成基金(代表:豊田)、タカラ・ハーモニストファンド助成事業(代表:豊田)、2025 年度金沢大学環日本海域環境研究センター共同研究(採択番号 25033、代表:豊田)を受けて実施された。表記の方々に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- BOTTERELL, Z. L. R., ARDREN, J., DOVE, E., MCARTHUR, E., ADDISON, D. S., ADEGBILE, O. M., AGAMBOUE, P. D., AGYEKUMHENE, A., ALLMAN, P., ALTERMAN, A. *et al.* (2025) A global assessment of microplastic abundance and characteristics on marine turtle nesting beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 215: 117768.
- FERBER, I., LAWRENCE, J. M., 1976. Distribution, substratum preference and burrowing behaviour of *Lovenia elongata* (Gray) (Echinoidea: Spatangoida) in the Gulf of Elat ('Aqaba), Red Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 22(3): 207–225.
- 藤枝 繁・太田英里, 2006. 砂浜海岸における漂着物の分布特性. *漂着物学会誌*, 4: 19–24.
- GARCÍA-DE-LOMAS, J, PAYO, A., CUESTA, J. A. MACÍAS, D., (2019) Morphodynamic study of a 2018 mass-stranding event at Punta Umbria Beach (Spain): effect of Atlantic storm Emma on benthic Marine organisms. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(10): 344.
- 林 重雄, 2022. 福井県の海岸にライオンブンブク属の殻の漂着. *漂着物学会誌*, 20: 40.
- はやししげお, 2023. 冬の和田浜でヒラタブンブクまつり. *どんぶらこ*, 74: 7–8.
- 林 重雄, 2024. *ビーチコーミング小事典*. 176 pp, 文一総合出版, 東京.
- 林 重雄, 2025. 福井県の海岸にブンブク類の漂着. *漂着物学会誌*, 22: 28–29.
- HUGHES A. D., BRUNNER L., COOK E. J., KELLY, M. S., WILSON B., 2012. Echinoderms display morphological and behavioural phenotypic plasticity in response to their trophic environment. *PLoS ONE*, 7(8): e41243.
- 幸塚久典・小木曾正造・中野裕昭, 2020. 能登沿岸で実施された JAMBIO 沿岸生物合同調査で得られたウニ類(棘皮動物門:ウニ綱). のと海洋ふれあいセンター研究報告, (26): 1–11.
- KOHTSUKA, H., OGISO, S., OKANISHI, M., 2024. First record of the regular sea urchin *Parasalenia gratiosa* (Echinodermata: Echinoidea: Parasaleniidae) from shallow-water of Noto, Ishikawa, the Sea of Japan. *Biogeography*, 26: 75–77.
- 小島徳重・生駒信康・三原伊文, 2017. 国境離島・対馬の漂着ゴミと環境学習からの啓発活動等について. *マリンエンジニアリング*, 52(5): 594–596.
- LEE, T., LEE, J., 2023. A newly recorded tropical sea urchin, *Lovenia elongata* (Echinoidea: Spatangoida: Loveniidae), from Ulleungdo Island, Korea. *Korean Journal of Environmental Biology*, 41(1): 54–59.
- 新潟地方気象台, 2025. 2025 年 冬(12 月～2 月)の天候経過.
<https://www.data.jma.go.jp/niigata/menu/kisetsu/2025winter.pdf>. (2025 年 11 月 23 日参照).
- 岡本牧子・小林かおり, 2022. 西表島の海洋漂着ゴミと海洋教育の現状. *日本科学教育学会研究会研究報告*, 36(7): 53–56.
- OGLE, D. H., DOLL, J. C., WHEELER, A. P., DINNO, A., 2025. FSA: simple fisheries stock assessment methods.
<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.FSA>. (2025 年 12 月 6 日参照).
- OURÉNS, R., FLORES, L., FERNÁNDEZ, L., FREIRE, J., 2013. Habitat and density-dependent growth of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in Galicia (NW Spain). *Journal of Sea Research*, 76: 50–60.
- PEARSE, J. S., 1969. Reproductive periodicities of Indo-

- Pacific invertebrates in the Gulf of Suez. I. The echinoids *Prionocidaris baculosa* (Lamarck) and *Lovenia elongata* (Gray). *Bulletin of Marine Science*, 19(2): 323–350.
- R CORE TEAM, 2025. R: a language and environment for statistical computing. <https://www.R-project.org/>. (2025 年 7 月 3 日参照).
- R CORE TEAM, contributors worldwide, 2025. The R stats package. <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-patched/packages/stats/refman/stats.html>. (2025 年 7 月 3 日参照).
- ROWE, F. W. E., GATES, J., 1995. Echinodermata. In: Wells, A. (Eds) *Zoological Catalogue of Australia*, 33. CSIRO. Melbourne, Australia, p. 1–230.
- SALAZAR-FORERO, C. E., REYES-BATLLE, M., GONZÁLEZ-DELGADO, S., LORENZO-MORALES, J., HERNÁNDEZ, J. C., 2022. Influence of winter storms on the sea urchin pathogen assemblages. *Frontiers in Marine Science*, 9: 812931.
- SAITOH, M., 2022. The growth zones of test plates in four spatangoid echinoid species: irregular pattern. *Zoological Science*, 39(4): 343–351.
- SAITOH, M., KANAZAWA, K., 2019. Different life histories and life styles in spatangoid echinoids living in the shallow sublittoral zone in the Oki-Islands, Japan. *Zoological Science*, 36(1): 38–51.
- SELLEM, F., BOUHAOUALA-ZAHAR, B., 2021. Biometric characteristics of the wild population of sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) on the Tunisian coast. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 37: 659–669.
- SELLEM, F., LANGAR, H., PESANDO, D., 2000. Âge et croissance de l'oursin *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816 (Echinodermata-Echinoidea) dans le golfe de Tunis (Méditerranée). *Oceanologica Acta*, 23(5): 607–613.
- 重井陸夫, 1986. 相模湾産海胆類. 英文 202 +和文 173 +図版 126+8 pp, 丸善, 東京.
- 重井陸夫, 2000. 4. ウニ綱 Echinoidea. 千葉県 of 自然誌 本編 7 千葉県の動物 2 —海の動物—, (編) 千葉県史料研究財団. 千葉, p. 389–397.
- 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.
- 田中 颯・大作晃一・幸塚久典, 2019. ウニハンドブック. 128pp. 文一総合出版, 東京.
- TOKIOKA, T., 1963. Supposed effects of the cold weather of the winter 1962–63 upon the intertidal fauna in the vicinity of Seto. *Publication of Seto Marine Biological Laboratory*, 11: 415–424.
- 徳島県立博物館, 2012. 徳島ビーチコーミングハンドブック. 27pp. 徳島県立博物館, 徳島.
- 舎人親王, 720. 日本書紀. <https://www.digital.archives.go.jp/img/4159801>. (2025 年 12 月 6 日参照).
- WIEKING, G., KRÖNCKE, I., 2003. Abundance and growth of the sea urchin *Echinocardium cordatum* in the central North Sea in the late 80s and 90s. *Senckenbergiana maritima*, 32: 113–124.
- YAMAMORI, L., KATO, M., 2021. Effect of a cold event on population and community of pit-inhabiting sea urchins in Western Pacific coasts. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 101: 819–826.