

下関市垢田海岸におけるアラレタマキビの
つま先立ち行動と肩車行動の定点観察

古 熊 俊 治

「山口県の自然」第85号（2025年3月）別刷

山 口 県 立 山 口 博 物 館

下関市垢田海岸におけるアラレタマキビのつま先立ち行動と肩車行動の定点観察

古熊 俊 治¹⁾

1. はじめに

アラレタマキビ *Echinolittorina radiata* はタマキビ科に属する殻長 5mm 程度の小さな巻貝であり、日本沿岸に広く分布する多産種である。潮間帯最上部の岩礁に棲んでおり、水を嫌うかのように潮が満ちるとそれに追われるように上部へ這い上がり、潮が引くと濡れている間に下る行動をとることが知られている（“海水逃避行動”、今原 2016 ; 本木・大庭 2019）。この上下行動は、先に移動を始めた個体の後を他個体が追うように移動するという（“追尾行動”、根津 2014）。

彼らの住まう岩礁は乾燥や温度変化の激しい非常に過酷な環境である。そうした環境の適応行動の一つとして、干潮時、アラレタマキビは炎天下の熱い岩盤との接地面積を減らすために殻口縁辺部のみでつま先立って分泌した粘液糸で付着するという“つま先立ち行動”（英語では *tip-lip attachment* あるいは単に *standing*）をとることが知られている（和田・伊藤 2000 ; Lim 2008 ; Ng et al. 2021）。また、さらには他個体の上に登り、積み重なる“肩車行動”（あるいは、“おんぶ行動”、英語では *towering* や *stacking behaviour*）を行うことも知られている（岩崎 1999 ; Marshall et al. 2010 ; 山本ほか 2018 ; Ng et al. 2021）。こうしたつま先立ち行動や塔を形成する肩車行動は、実際に体温を下げる体温調節の効果を有する行動であるが（Marshall et al. 2010 ; Ng et al. 2021）、夏季に重なる 6 月中旬から 9 月上旬はアラレタマキビの繁殖期でもあり（Ohgaki 1981）、肩車行動は暑く行動が制限される時期におけるオスがメスを探索する行動の効率化にも繋がっている多機能な行動であることが示唆されている（Ng et al. 2021）。

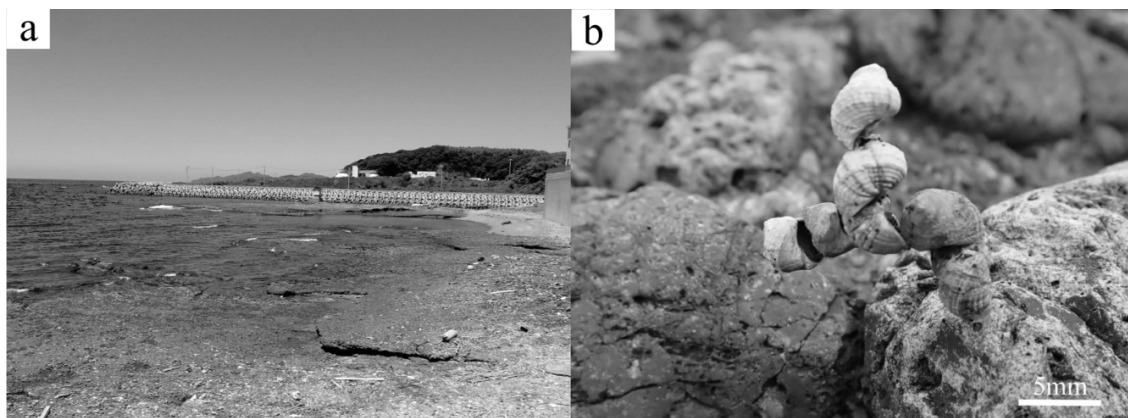


図 1 a) 垢田海岸の全景。b) アラレタマキビの複雑な肩車行動（分岐型 7 個体群、2024 年 7 月 28 日撮影）。

1) FURUKUMA, Shunji 〒759-0207 宇部市際波 409-24

下関市垢田海岸で撮影したアラレタマキビのつま先立ち行動と肩車行動の写真を SNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）に投稿したところ、広く注目された（図 1b、古熊 2024）。このことは、身近な海辺の生き物の行動について、まだまだ一般には知られていない事柄が多いことを示している。今回、下関市の垢田海岸において、酷暑である夏季の 8 月から秋季の 10 月にかけて、つま先立ち行動と肩車行動について定点観察を行い、時期的な変化を調べた。また、肩車行動は単純な塔状の重なりだけではなく、非常に複雑な積み重なりとなるケースが認められたことから、そのバリエーションについても記録した。そして、さらにはそれら行動の変化と気象的要因について若干の考察を行ったので、本稿において報告する。

2. 調査方法

山口県下関市の垢田海岸（図 1a、33°59' N, 130°54' E）において、アラレタマキビの定点観察を行った。本海岸の岩礁は礫層（武久礫岩）から成り（西村ほか 2012）、礫（石ころ）を含む堅い礫岩層が全体に分布している。この海岸の潮間帯上部に当たる位置のほぼ水平な場所に 50cm×50cm の格子を 2 区画（区画 A・B）設定し（図 2）、その区画内のアラレタマキビの個体数および姿勢、肩車行動がある場合はそのバリエーションについて記録・計数した。本海岸を選んだ理由として、礫岩中の礫の形や位置を目印とすることで定点観察が容易であり、ほぼ水平な場所では起伏に起因する複雑な行動要因を排除できることが挙げられる。

観察は 2024 年 8 月 2 日と 3 日、9 月 14 日と 15 日、10 月 13 日に行った。8 月および 9 月は 2 日連続で観察を行ったが、つま先立ち行動と肩車行動の割合について同時期での再現性があるのかどうかをみるために連続して観察した。観察の際、岩盤の表面温度の測定を行った。測定は赤外線温度計（KT600Y、KETOTEK 製）を用いて行い、50cm 区画の四隅および中央を測定した。観察当日の気象や潮汐情報については、気象庁ホームページの各種データ・資料を利用した（元データの詳細については表 1 の下部に記載した）。

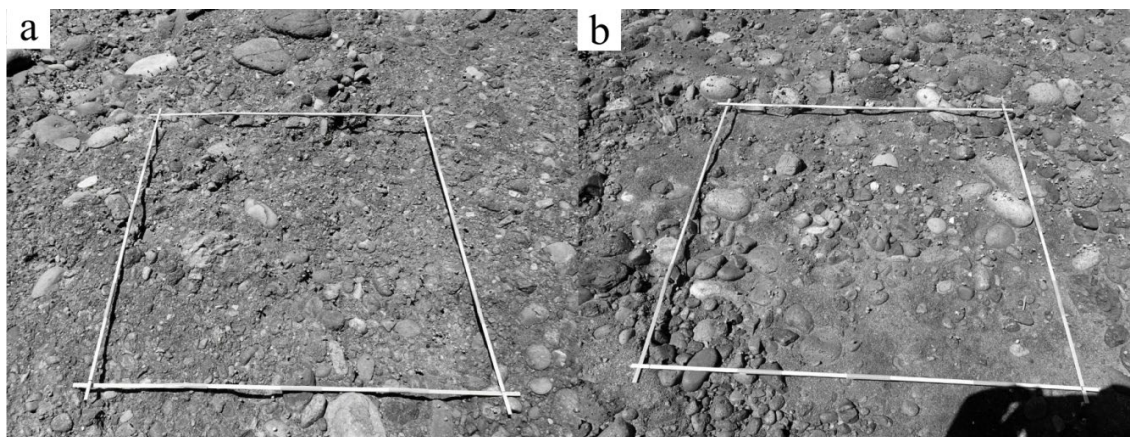


図 2 定点観察を行った区画。a) 区画 A、b) 区画 B。

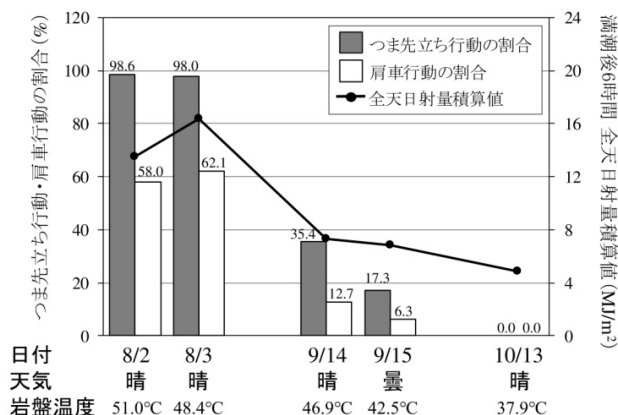


図3 各月のつま先立ち・肩車行動の割合と満潮後6時間の全天日射量積算量のグラフ。両行動の割合と岩盤温度は区画A・Bのデータを合算して算出。

3. 結果および考察

定点観察の結果、8月の観察では、つま先立ち行動がほとんどの個体で認められ、その6割の個体が肩車行動を行っていた。その後、9月の観察では、つま先立ち行動と肩車行動の割合が減少し、10月の観察では区画内においてこれらの行動はまったく観察されなくなった（図3・表1）。観察時の岩盤の表面温度は、8月の観察では50℃前後を、9月の観察では45℃前後を、10月の観察では38℃近くを示した（図3・表1）。9月の連続した2日の観察では、1日目の天候が晴れで、2日目曇りとなり、1日目の岩盤温度（区画A・B平均46.9℃）に比べて、2日目では岩盤温度が4℃以上低い値となっており（区画A・B平均42.5℃）、つま先立ち行動と肩車行動の割合も1日目に比べて明らかな減少を示していた（図3）。

8月の観察では、肩車行動で多くのバリエーションが認められた（表1・図4）。まっすぐ直列に重なった塔状の肩車では2段重ね（図4b）がもっとも多く、塔状に直立したものでは4段（図4d）が最大であった。直列では6段も認められたが、直立できずに傾いて倒れてしまい、アーチ状となっていた（図4e）。直立4段のもっとも上の個体は他の個体に比べて小さい個体であった（図4d）。直立ではなく直下の1個体の上に2個体乗り、さらにその上に別個体が重なっていく分岐型の肩車も認められた（図4f～h）。分岐型の肩車は3、4個体で形成するものが多く認められたが、それ以上の個体数で形成しているものもあり、団子状となる肩車も認められた（図4h）。これら肩車行動は定点観察区画内において、つま先立ち行動が減少した9月では直列2段の肩車がわずかに認められるだけであった（表1）。

つま先立ち行動は9月、10月と経るにつれて減少していったが、このつま先立ち行動と各種気象データとの相関（要素同士が関係し合っているかの度合）を調べた。個々の解析データは割愛するが、各気象データのうち、観測時の干潮直前の満潮時から6時間の全天日射量（地表面が受け取る太陽光のエネルギー量）の積算値とつま先立ち行動割合との相関性が高かった（相関係数 $R=0.96514$ ）。

アラレタマキビの生息する岩礁域（潮間帯上部の飛沫帯）は乾燥や温度変化の激しい非常に過酷な環

表1 観察日別の各種気象データおよび区画ごとの観察結果詳細

観察日 観察区画	8月		9月		10月	
	8月2日 区画A 区画B	8月3日 区画A 区画B	9月14日 区画A 区画B	9月15日 区画A 区画B	10月13日 区画A 区画B	
天気	晴		晴		晴	
気温(時刻)	33.5℃(13時)		32.9℃(13時)		30.5℃(13時)	
風向・風速(時刻)	西北西・3.6m/秒(13時)		北西・5.5m/秒(13時)		東南東・3.6m/秒(13時)	
直前の満潮時刻(潮位・気温)	8:15(152m・30.4℃)		9:06(158m・31.6℃)		7:17(148m・28.6℃)	
全日日射量積算値(満潮時刻から6時間)	13.54MJ/m ²		16.39MJ/m ²		6.82MJ/m ²	
潮・干潮時刻(潮位)	中潮・15:10(43m)		大潮・15:48(39m)		中潮・14:25(42m)	
海面水温	29.41℃		28.74℃		28.78℃	
平均岩盤温度(範囲)	50.2℃ (45.4～51.7℃)	51.8℃ (51.0～53.7℃)	49.3℃ (47.7～49.9℃)	47.4℃ (46.7～47.6℃)	46.7℃ (45.8～46.9℃)	47.0℃ (46.0～48.0℃)
区画内個体 合計数	188個体	231個体	231個体	257個体	115個体	43個体
通常付着個体 合計数(割合)	2個体(1.1%)	4個体(1.7%)	5個体(2.2%)	5個体(1.9%)	74個体(64.3%)	28個体(65.1%)
つま先立ち付着個体 合計数(割合)	186個体(98.9%)	227個体(98.3%)	226個体(97.8%)	252個体(98.1%)	41個体(35.7%)	15個体(34.9%)
肩車行動個体 合計数(割合)	89個体(47.3%)	154個体(67.8%)	159個体(68.8%)	144個体(56.0%)	18個体(15.7%)	2個体(4.7%)
肩車行動タイプ別 組数 (個体総数)	直2段	20組(40個体)	23組(46個体)	28組(56個体)	39組(78個体)	9組(18個体)
	直3段	6組(18個体)	9組(27個体)	9組(27個体)	7組(21個体)	—
	直4段	2組(8個体)	1組(4個体)	1組(4個体)	—	—
	直6段	—	—	1組(6個体)	—	—
	分岐3個体群	2組(6個体)	5組(15個体)	9組(27個体)	3組(9個体)	—
	分岐4個体群	3組(12個体)	4組(16個体)	4組(16個体)	5組(20個体)	—
	分岐5個体群	1組(5個体)	5組(25個体)	2組(10個体)	—	—
	分岐6個体群	—	—	1組(6個体)	1組(6個体)	—
	分岐7個体群	—	3組(21個体)	1組(7個体)	—	—
	分岐10個体群	—	—	1組(10個体)	—	—
その他観察事項など					※内4組はつま先立ち付着ではなく、通常付着による肩車行動。集団でくぼみに隠れる状態も観察された。	

天気・気温・風向・風速・全日日射量は、気象庁ホームページの各種データ・資料、過去の気象データ検索(下関)を利用した(<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrm/index.php>)。

満潮・干潮・潮位は、気象庁ホームページの各種データ・資料、海洋の健康診断表、潮位表(関門海峡、南風泊)を利用した(https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/suisan/s_kanmon.php)。

海面水温は、気象庁ホームページの各種データ・資料、海洋の健康診断表、沿岸域の海面水温情報 玄界灘・響灘)を利用した(<https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaikyo/series/engan/engan602.html>)。

集団あるいは個々で窪みに入った状態が観察された。

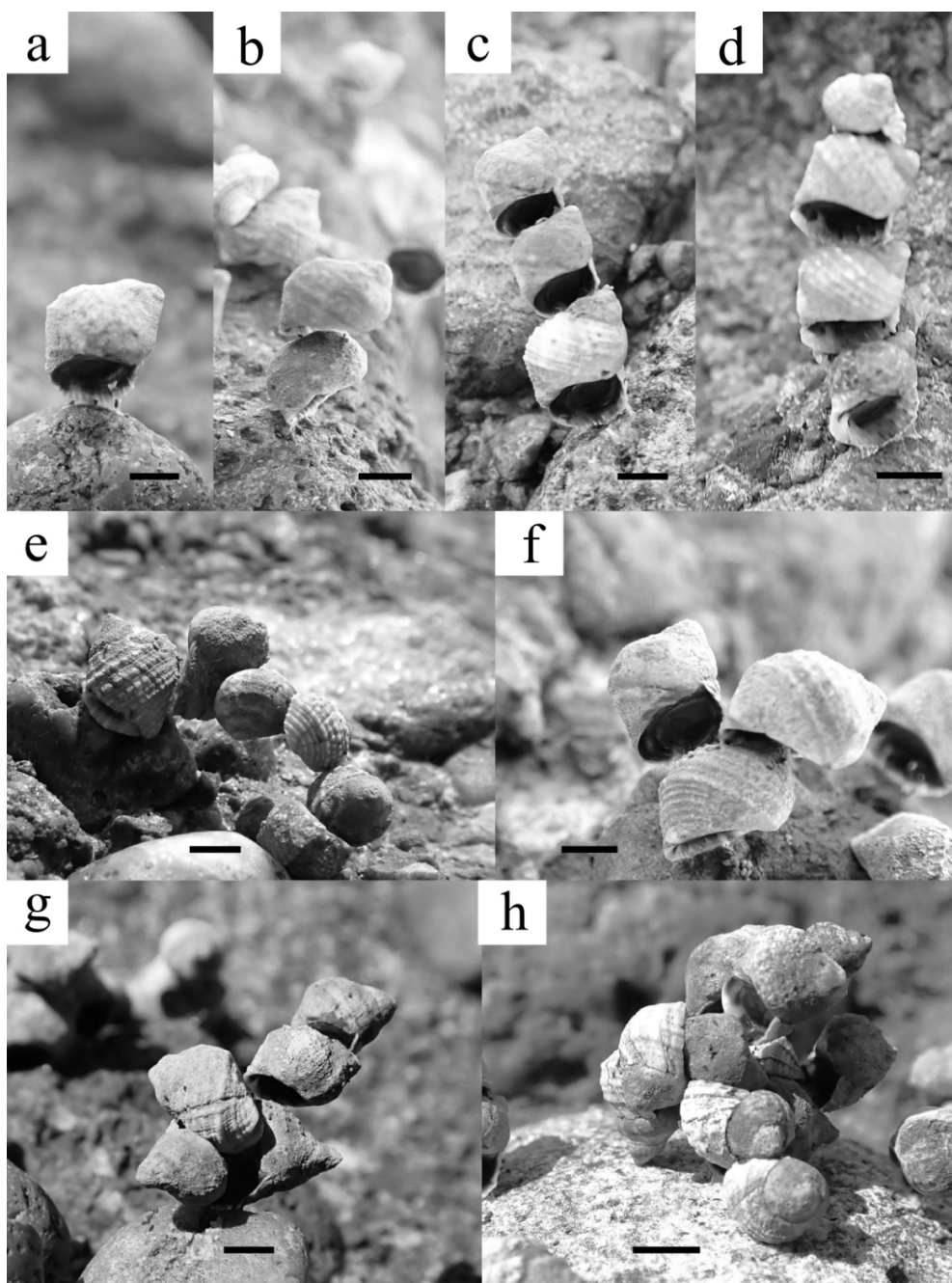


図4 8月期の区画内で観察されたアラレタマキビのつま先立ち行動と肩車行動のバリエーション。
 a) つま先立ち行動、b) 肩車直立2段、c) 肩車直立3段、d) 肩車直立4段、e) アーチ状となった直列6段、f) 分岐型3個体群、g) 分岐型5個体群、h) 分岐型10個体群。スケールバーはすべて2mmを示す。

境であるが、谷田（1938）によればアラレタマキビの高温限界は 50°C と言われており、今回調べた 8 月期の岩盤の表面温度は 50°C 前後であった。つま先立ち行動および肩車行動の冷却効果は高く (Ng et al. 2021)、別種の調査によると単独のつま先立ち行動は約 0.7°C の冷却効果が認められ (Lim 2008)、肩車行動は 2 段目以上が一番下の個体に比べて数 $^{\circ}\text{C}$ 以上の冷却効果が認められている (Marshall et al. 2010)。彼らの高温限界も考慮すると 8 月における両行動の割合の高さは、冷却効果が得られる両行動が生存に必須であることを示している。また、今回水平な場所での定点観測を行ったが、地表面は礫岩層で形成された岩盤であり、礫岩が含む礫による凸面やその礫が外れて形成された窪み（凹面）が認められる。8 月の観察ではこれら数 cm の高低を認識して、近傍に比べて相対的に高い位置でつま先立ち行動と肩車行動を行っているのが観察された（図 5）。今後の調査や解析が必要と思われるが、岩盤のわずかでも高い位置にて両行動を行うことで、少しでも風通しを良くしてその冷却効果をさらに高めているのかもしれない。

つま先立ち行動と直前の満潮時から 6 時間の全天日射量積算量に相関が認められたが、それに加えて 9 月の連続した観察では 2 日目が曇りの日であり、1 日目に比べて日照量が少なくなり、つま先立ち行動の割合も前日より明らかに低くなっていた。相関性のみでは因果関係を述べることはできないが、連続した 2 日間で日照と行動の違いがはっきりとみられたことは、その日の日照あるいは潮が引き始めてからの日射による岩盤の温まり方（昇温）を判断材料としてつま先立ち行動をするかどうかの意思決定を行っている可能性が示唆される。日射量それ自体に季節的な年周期があるため、9 月、10 月と経るにつれてつま先立ち行動が減少するのは、季節変化の影響も必然的に含まれているものと考えられるが、9 月の天気の違いによる行動の変化は短期的な気象の変化に合わせて行動を柔軟に変化させていることを示唆している。

9 月以降、つま先立ち行動は行わずに窪みに 1 個体あるいは集団で集まる状態が確認された（図 6a）。10 月ではつま先立ち行動と肩車行動が区画内でまったく観察されなかったが（図 3・表 1）、区画外の比較的小さな個体が分布する場所ではわずかではあるが両行動が確認された（図 6b）。小さな個体では熱への抵抗性が弱いなどの理由で、10 月時点でもつま先立ち行動と肩車行動を行っている可能性がある。

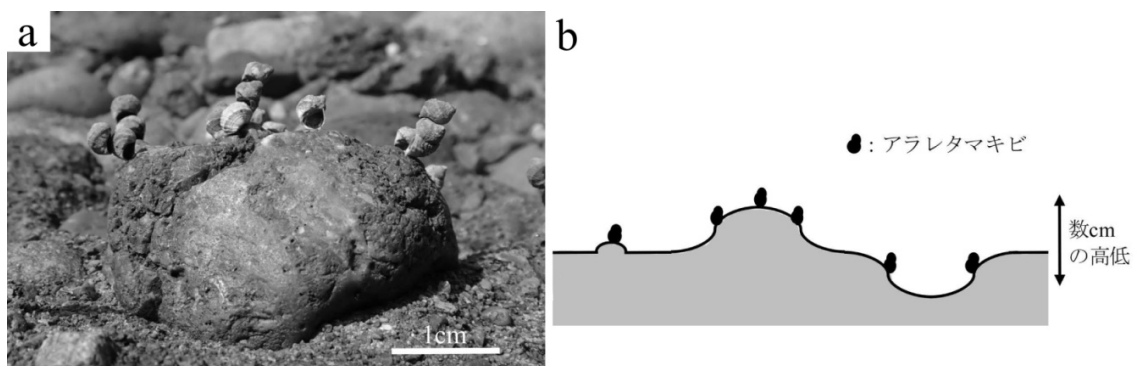


図 5 a) 礫岩の礫上（凸面）で行うつま先立ち行動と肩車行動（2024 年 8 月 3 日、区画 B）、
b) つま先立ち行動と肩車行動が主に行われる凹凸面の模式図。

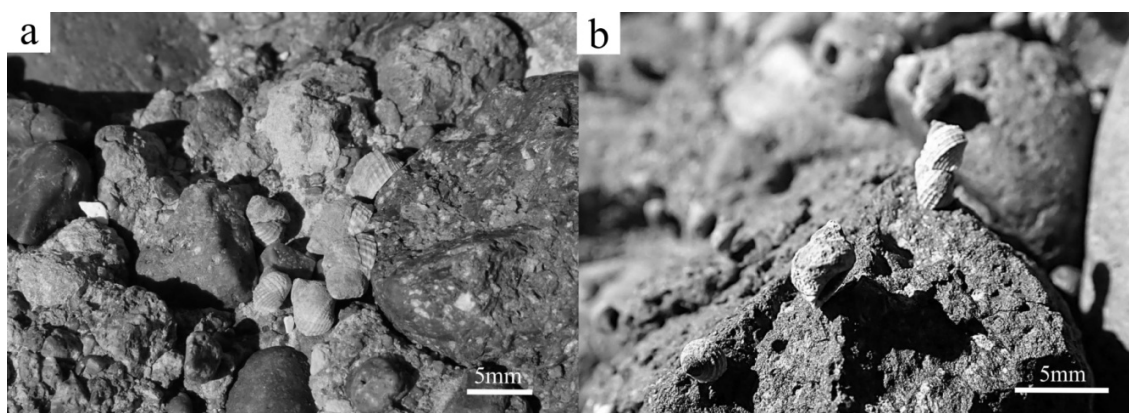


図6 a)窪み（凹面）に集まるアラレタマキビ（2024年10月13日、区画A）、b)10月期に認められたつま先立ち行動と肩車行動（2024年10月13日、区画外で撮影）。

アラレタマキビは日本の磯に広く分布する普通種であり、彼らのチャージングで興味深いつま先立ち行動と肩車行動は夏季において容易に観察することができる。本種を含めた磯生物の自然観察の教材化は行われているが、海洋生物の行動の不思議さと精妙さをフィールドで学べる教材として、本種の両行動は非常に有用であることを改めて付言しておく。

4. 要約

今回、垢田海岸における夏季から秋季にかけてのアラレタマキビの定点観察において、時期を経るにつれてつま先立ち行動と肩車行動が減少するのが確認された。また、肩車行動には多くのバリエーションが観察された。各気象データと比較したところ、観測時の干潮直前の満潮時から6時間の全天日射量の積算値とつま先立ち行動割合との相関性をもっとも高かった。9月の連続した観察では晴れの日比べて曇りの日の方において、つま先立ち行動と肩車行動の割合が減少した。8月期の酷暑におけるつま先立ち行動と肩車行動は、アラレタマキビの高温限界と岩盤温度を考えると、生存のための必須の行動であった。また、両行動は季節変化の影響を受けつつも、短期的な気象の変化や個体サイズに合わせて行っている可能性が示唆された。

5. 参考文献

- 古熊俊治 (2024) アラレタマキビのつま先立ち行動と肩車行動の紹介. Niche Life, (12) : 48.
 今原幸光 (2016) 写真で わかる磯の生き物図鑑 新装改訂 フィールド版. トンボ出版, 大阪, 279pp.
 岩崎敬二 (1999) 貝のパラダイス : 磯の貝たちの行動と生態. 東海大学出版会, 東京, 308pp.
 Lim, S.S.L. (2008) Body posturing in *Nodilittorina pyramidalis* and *Austrolittorina unifasciata* (Mollusca: Gastropoda: Littorinidae): A behavioural response to reduce heat stress. Memoirs of the Queensland Museum Nature, 54: 339-347.
 Marshall, D.J., Mustafa, S.A., Williams, G.A. (2010) Cooling towers of marine snails: Is higher

better? *Scientia Bruneiana*, 11: 47-52.

本木和幸・大庭伸也 (2019) アラレタマキビの海水逃避行動に影響する要因. 長崎県生物学会誌, (85) : 30-33.

根津克浩 (2014) 小原海岸の潮間帯に生息するアラレタマキビの定位行動. 香川県立五色台少年自然センター自然科学館研究報告, (39) : 1-8.

Ng, T.P.T., Lau, S.L.Y., Davies, M.S., Stafford, R., Seuront, L., Hutchinson, N., Hui, T.T.Y., Williams, G.A. (2021) Behavioral repertoire of high-shore littorinid snails reveals novel adaptations to an extreme environment. *Ecology and Evolution*, 11(12): 7114-7124.

西村祐二郎・今岡照喜・金折裕司・亀谷 敦 (2012) 山口県地質図 第3版 (15 万分の1) 説明書. 山口地学会, 山口, 167pp.

Ohgaki, S. (1981) Spawning activity in *Nodilittorina exigua* and *Peasiella roepstorffiana* (Littorinidae, Gastropoda). *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 26: 437-446.

谷田専治. (1938) タマキビ及びアラレタマキビの生活力に就て. *ヴェキナス*, 8: 88-97.

和田 哲・伊藤 篤 (2000) アラレタマキビ *Nodilittorina radiata* におけるつま先立ち行動. 高知大学海洋生物研究報告, (20) : 15-24.

山本武蔵・渡邊克明・鶴田雅大・森 真大・中原 幹・柿木拓海・田中颯翔・相川琉晴・草野聡太 (2018) アラレタマキビのおんぶ行動の謎に迫る. 日本水産学会大会講演要旨集, 197.