

海岸表层沉积物应用在现生微型贝类种群丰度评估的可行性探讨

——以南中国海涠洲岛小笠原腹螺研究为例

陈温柔^{1*}, 韦松伶², 曾彦博³

¹玉林师范学院生物与制药学院, 广西 玉林

²宾阳县新桥中学, 广西 南宁

³澎湖科技大学水产养殖系, 台湾地区

收稿日期: 2025年7月7日; 录用日期: 2025年8月9日; 发布日期: 2025年8月29日

摘要

为探讨海岸表层近期的沉积物应用在现生微型贝类种群丰度评估的可行性, 针对南中国海涠洲岛的微型腹足贝类物种小笠原腹螺 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), 进行种群大小与分布调查。于2019~2020年, 参照涠洲岛沿岸地形地貌特征选择8个样区, 在潮间带进行等距定点砂样调查, 共采集99个样点砂样, 总重约225公斤, 使用筛析法分析粒径组成; 且从中随机选取59个样点砂样, 分离出小笠原腹螺遗壳1522个, 进行样区种群大小与分布分析。结果显示: 有44处样点分离出小笠原腹螺遗壳, 发现率高达74.6% (44/59); 小笠原腹螺在8个样区之间种群平均个体数存在统计学上显著差异(Kruskal-Wallis Test, $\chi^2 = 47.349$, $p = 0.000$)。其中, 种群密度较高前三者样区依序为贝壳沙滩西区、东海岸沙滩区、贝壳沙滩东区, 在每1000公克砂样里约含遗壳数分别为56、27、25个; 而以南湾海滩东区最少, 约为0个。按地理方位东部沿岸、西部沿岸、南部沿岸和北部沿岸实施小笠原腹螺丰度比较, 结果表明: 单一样区平均遗壳数仅东部沿岸53个(± 46.72 , $n = 16$)和北部沿岸60个(± 58.11 , $n = 9$)两者之间的丰度未达统计学显著差异(Mann-Whitney检验, $Z = -0.623$, $P = 0.533$); 而南部沿岸则与其他方位沿岸都达统计学极显著差异($p = 0.000$)。沿岸砂样的组合结构数据表明: 南部海岸粉砂百分比比例较其他样区为多, 相对于北部(47.0%)和东海岸(42.8%)的粗砂-中粗砂组合最高; 两者均可以反映出涠洲岛海域底质现况, 即表现为北部海岸区潮下带珊瑚覆盖度较高、南部沙滩区砂质底质居多。推测小笠原腹螺的种群丰度在北部海岸区显著大于南部沙滩区, 是与海岸环境因素有关; 支持海岸表层近期的沉积物中含有来自潮下带底栖环境因海水动力带上来的生物个体, 适宜评估现生的微型贝类种群丰度。

关键词

涠洲岛, 微型贝类, 小笠原腹螺, 种群丰度, 南中国海

*通讯作者。

The Feasibility of Assessing the Abundance of Extant Microgastropod Fauna through Coastal Surface Sediments

—A Case Study of *Alvania ogasawarana* (Gastropoda: Rissoidae) from Weizhou Island, South China Sea

Wenjou Chen^{1*}, Songling Wei², Yen-Po Tseng³

¹College of Biology and Pharmacy, Yulin Normal University, Yulin Guangxi

²Xinqiao Senior High School, Binyang County, Nanning City, Nanning Guangxi

³College of Marine Resources and Engineering, National Penghu University of Science and Technology, Taiwan Region

Received: Jul. 7th, 2025; accepted: Aug. 9th, 2025; published: Aug. 29th, 2025

Abstract

According to the population size of *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904) among various geographical types on Weizhou Island, the feasibility of assessing the abundance of extant microgastropod fauna by coastal surface sediments was evaluated. There were eight study areas selected, *i.e.* Shell Beach west area, Shell Beach east area, East Coast beach area, Hengling beach area, Nanwan beach east area, Nanwan beach west area, Dishui Danping beach area and Beigang beach area. From spring 2019 to winter 2020, we checked about 225 kg of sediments with the sieve analysis method from 99 locations among all sample areas. Further, 1522 specimens of *A. ogasawarana* were also collected from 59 of all locations. The results show that the *A. ogasawarana* distribute widely around coast of Weizhou Island (74.6%, by 44/59), and the population size are more abundant on the eastern (53 ± 46.72 , $n = 16$) and the northern (60 ± 58.11 , $n = 9$) study regions than southern region of island (Mann-Whitney test, $p = 0.000$), especially, the density of population at Shell beach west area, East Coast beach area, and Shell beach east area are 56, 27 and 25 (mean inds. of specimen/1000g sand), respectively. From the distribution of substrate texture, the particle size is larger (>0.450 mm) in the eastern (42.8%) and the northern (47.0%) study regions than in southern region. Our results suggest that the abundance of the extant *A. ogasawarana* is significantly different between the northern and southern parts of the island, which is related to the benthic environment along the coast and the dynamics of seawater intrusion under tidal oscillations. And the aspects of depositional assemblage of organisms such as *A. ogasawarana* in surface sediments, which are suitable for evaluating the richness of extant microgastropods.

Keywords

Weizhou Island, Micromollusca, *Alvania ogasawarana*, Population Size, South China Sea

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

涠洲岛位于南中国海北部湾海域,是火山喷发堆凝而成的岛屿,约晚更新世后期地壳抬升露出岛的锥形,全岛总面积约 24.98 平方千米,海岸线全长约 24.6 千米;地势南高北低,自南往北缓慢倾斜;南部沿岸以海蚀地貌为主,北部海岸则以珊瑚礁地貌与海积地貌为主;沿岸多半有宽阔平坦的砂质海滩,外围潮下带珊瑚发育良好;属于南亚-热带海洋性季风气候,降水量充足、阳光充沛[1]-[4]。海洋生物多样性高,其中微型贝类动物相纪录有 300 多种,适以尔后微贝个体生态学研究[5]-[8]。

小笠原腹螺 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904) (Mollusca: Gastropoda), 属于鹿眼螺科(Rissoiidae)微型腹足贝类的物种,分布局限于日本海至南中国海等西太平洋海域。最早 1904 年 Pilsbry 发现于日本小笠原群岛(Ogasawara Islands),分类命名为 *Rissoa ogasawarana* Pilsbry, 1904 (图 2A) [9], 近期学名变更为 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904) [10]。之后陆续纪录到小笠原腹螺的海域,文献仅记:有 2007 年恒春海域[11]、2005 年和 2019 年澎湖岛屿[12][13];2008 年,菲律宾岛屿[14];2023 年,越南中北部海滨[15]。虽然 2007 年在我国南海永暑礁古地层[16]及 2019 年新加坡皆登录为新纪录物种[17],但两者的报告内文和物种图版,在螺肋数与纵肋数等多处外形特征上明显不同于模式物种[9],分类地位有待进一步鉴定厘清。本研究 2019 年在涠洲岛发现记录(图 2B, 图 2C) [7]。

微型贝类(micromolluscs)包含微型腹足贝类(microgastropod)和微型双壳贝类(microbivalve)两种类,因体型偏小,壳体约接近或小于 5 mm 的贝类物种,鉴别上需借助高倍解剖显微镜等仪器;虽然基础分类学研究已久,但迄今可参考文献仍偏少,物种数据库尚待整合[18][19]。有关微贝类生态相关领域研究报告屈指可数;在国内,仅有古地质钻井岩芯分析中以古代微型贝类物种作为环境变化的重要标志,推测古环境的报告[20]-[22];现生微型腹足贝类在不同类型海岸的群落分布调查,结果支持近期海积沙滩表层沉积物所含生物碎屑或遗壳,皆因之前由水动力搬运过来发生原地埋藏的效应[20][23]。基于此,本研究试着应用近期海岸表层沉积物中小笠原腹螺遗壳的数量,评估现生微贝类物种种群丰度。之所以选择小笠原腹螺为标志物种,乃其遗壳外型特征稳定,易于辨认[10][12],活体生态易于观察[7]。预期结果可作为潮下带水下调查微贝类活体之先期佐证数据,完善小笠原腹螺个体生态学研究。本项目亦属于国内少有针对现生微贝类物种生态学相关的基础研究,数据可为区域性物种保护措施提供参考。

2. 材料和方法

2.1. 样区布置

依涠洲岛沿岸地形地貌特征[1]-[3],按地理方位分别在岛的北部沿岸选取了贝壳沙滩西区(A)和贝壳沙滩东区(B)、东部沿岸为东海岸沙滩区(C)和横岭沙滩区(D)、南部沿岸则选南湾海滩东区(E)和南湾海滩西区(F)、西部沿岸为滴水丹屏海滩区(G)和北港海滩区(H)等共 8 个样区(图 1)。在各样区预定采样范围内使用 GPS 系统定位样区的中央位置点,与高潮线平行,分别向前方向与向后方向,设置等距的调查采样点;各样区所选取之总采样点数与间隔距离,分别为 A (8, 100)、B (8, 100)、C (10, 100)、D (17, 100)、E (16, 50)、F (25, 50)、G (11, 100)、H (4, 100) (采样点数,大约间距:公尺),共采集 99 个样点砂样,从中随机选取 59 个样点砂样,分离出小笠原腹螺遗壳(表 1, 图 1)。

2.2. 遗壳标本采集与砂样处理方法

以选定的采样点设为中心位置,半径约 2 公尺的圆形范围内采集表层砂样,沥干水分后装袋,每袋湿重约 2000 公克。带回实验室,阳光下曝晒或烘干机 60℃ 约 8 小时烘干,经筛砂,分离出微贝遗壳,在高倍数码显微镜下,电脑采集影像数据,再进行观察与鉴定,确定小笠原腹螺物种,计算在各个样区

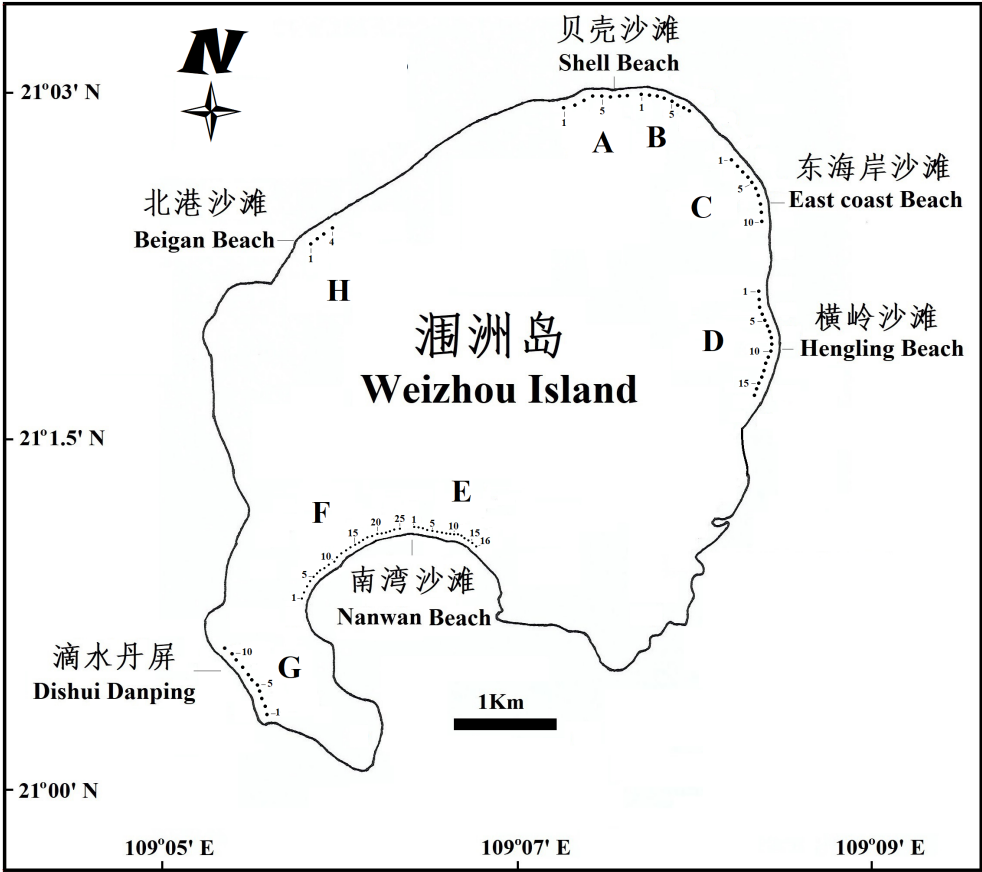


Figure 1. Map of sampling sites (A~H) of Weizhou Island
图 1. 涠洲岛位置图，A~H 本研究样区

Table 1. The number of empty shells of the *Alvania orgasawarana* among every sampling site on Weizhou Island
表 1. 涠洲岛小笠原腹螺采样样区遗壳数

海岸	样區	平均遗壳数	占总遗壳数百分比(N = 1522)	采样位置编码	遗壳数量	采样日期
北部	贝壳沙滩区(西)	93 ± 99.04 ^a 56 ± 62.33 ^b (279, 3) ^c	35.5%	A2	17	2019.09.11
				A6	57	2019.09.11
				A8	205	2019.09.11
	贝壳沙滩区(東)	43.5 ± 22.33 25 ± 14.32 (261, 6)		B1	81	2019.09.11
				B3	60	2019.09.11
				B4	30	2019.09.11
				B5	23	2019.09.11
				B7	31	2019.09.11
				B8	36	2019.09.11
东部	东海岸沙滩区	65 ± 49.71 27 ± 21.31 (585, 9)	55.7%	C1	17	2019.09.11
				C2	114	2019.09.11
				C3	144	2019.09.11

续表

				C4	16	2019.09.11
				C5	94	2019.09.11
				C6	36	2019.09.11
				C7	54	2019.09.11
				C9	8	2019.09.11
				C10	102	2019.09.11
	横岭沙滩区	37.4 ± 40.78 17 ± 19.02 (262, 7)		D1	49	2019.12.27
				D3	19	2019.12.27
				D5	11	2019.12.27
				D8	121	2019.12.27
				D9	5	2019.12.27
				D12	46	2019.12.27
				D16	11	2019.12.27
南部	南湾海滩区(东)	0.3 ± 0.95^a 0 ± 0.04^b (3, 10) ^c	0.8%	E1	0	2019.12.26
				E3	0	2019.12.26
				E5	3	2019.12.26
				E6	0	2019.12.26
				E7	0	2019.12.26
				E9	0	2019.12.26
				E11	0	2019.12.26
				E12	0	2019.12.26
				E14	0	2019.12.26
				E16	0	2019.12.26
	南湾海滩区(西)	0.8 ± 1.25 0 ± 0.20 (9, 11)		F1	1	2019.12.26
				F2	0	2019.12.26
				F6	2	2019.12.26
				F11	0	2019.12.26
				F14	1	2019.12.26
				F15	0	2019.12.26
				F16	0	2019.12.26
				F17	4	2019.12.26
				F20	0	2019.12.26
				F24	0	2019.12.26
西部	滴水丹屏海滩区	6.5 ± 5.01 3 ± 3.17 (71, 11)	8.1%	G1	6	2020.11.19
				G2	24	2020.11.19
				G3	2	2020.11.19

续表

		G4	4	2020.11.19
		G5	5	2020.11.19
		G6	2	2020.11.19
		G7	9	2020.11.19
		G8	14	2020.11.19
		G9	3	2020.11.19
		G10	1	2020.11.19
		G11	1	2020.11.19
北港海滩区	26 ± 19.80	H1	40	2019.09.13
	13 ± 10.03	H2	12	2019.09.13
	(52, 2)			

注：a，单一样区平均遗壳数 ± 标准差(SD)；b，平均遗壳数/1000 克 ± 标准误(SE)；c，(样区遗壳总数，样点数)。

数量。遗壳标本装入离心管中，编码保存，保存地点为本校生物与制药学院实验室。样区表层砂样砂粒大小则仿牛等(2016)规范，依颗粒直径分 5 组：即 0.063~0.124 mm 粉砂组、0.125~0.299 mm 中细砂组、0.300~0.449 mm 细砂组、0.450~0.999 mm 中粗砂组和大于 1.00 mm 粗砂组[24]。

2.3. 统计分析方法

统计分析使用统计软件 IBM SPSS Statistics (16 版)，采用非参数统计检验方法 Kruskal-Wallis 检定法判定多个样区之间在个体数上是否达统计学显著差异，若 Levene’s Test 达显著水平则以 LSD 检定法进行事后检验比较；另采用两独立样本 Mann-Whiney U 秩和检验法判定不同地理方位沿岸区域两两之间丰度差异程度；皆在 0.05 水平上进行分析，试验结果以平均值±标准误差表示；绘图使用 Excel 16.0、Adobe Photoshop 8 和 Paint 软件[24]-[27]。

3. 结果

3.1. 涠洲岛小笠原腹螺系统分类学

涠洲岛小笠原腹螺物种分类命名与文献研究依据 Register of Marine Species (WoRMS, 2023) [28]网络平台规范。

小笠原腹螺系统分类学

腹足纲 Class GASTROPODA Cuvier, 1795

玉黍螺目 Order LITTORINIMORPHA Golikov & Starobogatov, 1975

鹿眼螺总科 Superfamily Risssooidea Gray, 1847

鹿眼螺科 Family Rissoidae Gray, 1847

腹螺属 Genus *Alvania* Risso, 1826

小笠原腹螺 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904) (图 2B, 图 2C)

Rissoa ogasawarana Pilsbry, 1904: pl. 4. fig. 41. [模式标本] (图 2A) [9]

2000 *Alvania* (*Alvania*) *ogasawarana* (Pilsbry, 1904), Okutani, p. 149, fig. 2. [29]

2005 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), 杨, p. 61, fig. 1. [12]

2007 *Alvania* (*Alvania*) *ogasawarana* (Pilsbry, 1904), Feng & Todd, p. 152, Pl. I, fig. 10. [16]

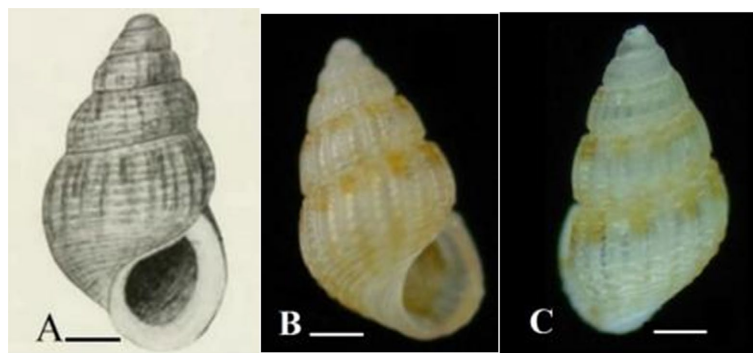


Figure 2. *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), A. Type specimen in Pilsbry (1904); B. Frontal view, C. Dorsal view. Scale bar: 500 μ m

图 2. 小笠原腹螺, A. 模式标本手绘图 Pilsbry (1904); B. 正面图, C. 背面图; 比例尺: 500 微米

2007 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), Chen & Lee, p. 61 [11]

2008 *Alvania* (*Alvania*) *ogasawarana* (Pilsbry, 1904), Poppe, p. 105, pl. 198, fig. 5 [14]

2017 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), Okutani, p. 115, pl. 71, fig. 4. [10]

2019 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), Chan & Lau, p.146, figs. 3~5. [17]

2019 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), 陈 & 罗, p. 56, fig. 10. [13]

2020 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), Bu-on & PDumgrongrojwattana, p.5, fig. 2 (6). [30]

2021 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), Wells *et al.*, p. 85. [31]

2023 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), Tuyen *et al.*, p. 179. [15]

2023 *Alvania ogasawarana* (Pilsbry, 1904), 陈等, p. 125 [7]

鉴定材料: (1) 贝壳沙滩西区 A2, 标本数量 17 个, 采集号: 190911A2; 采集者: 陈温柔、韦松伶; 2019.09.11; (2) 贝壳沙滩东区 B3, 标本数量 60 个, 采集号: 190911B3; 采集者: 韦松伶、陈温柔; 2019.09.11; (3) 东海岸海滩区 C5, 标本数量 94 个, 采集号: 190911C5; 采集者: 韦松伶、陈温柔; 2019.09.11; (4) 横岭沙滩区 D3, 标本数量 49 个, 采集号: 191227D3; 采集者: 李家希、陈温柔; 2019.12.27; (5) 南湾沙滩东区 E5, 标本数量 3 个, 采集号: 191226E5; 采集者: 符嘉慧、陈温柔; 2019.12.26; (6) 南湾沙滩西区 F17, 标本数量 4 个, 采集号: 191226F17; 采集者: 何青霞、李家希; 2019.12.26; (7) 滴水丹屏沙滩区 G2, 标本数量 24 个, 采集号: 201119G2; 采集者: 梁艳、陈温柔; 2020.11.19。

标本测量(mm): 随机 5 个小笠原腹螺遗壳标本

壳高: 2.5 mm 2.6 mm 2.3 mm 2.2 mm 2.2 mm

壳宽: 1.5 mm 1.5 mm 1.3 mm 1.2 mm 1.2 mm

形态描述: 小笠原腹螺(图 2B, 图 2C)的贝壳一般呈卵形, 胚壳低圆弧, 螺旋部不高, 有 5 个或 5½ 个稍凸的螺层, 螺沟明显, 在缝合线下方有一些不明显的棕色斑点; 体螺层较宽圆而低, 接近外唇后方, 壳质较厚, 壳表具有约 11 条螺肋与相接紧密的纵肋交织的雕刻; 壳口卵形, 无前、后沟, 缺脐孔, 外唇较厚且边缘光滑, 内缘细螺纹模糊, 无缺刻, 内唇稍圆, 无褶皱; 贝壳体表面色泽为乳白色。

生态习性: 生活在潮间带的海口海滩及附着在藻类上。

地理分布: 澎湖、恒春、小琉球、涠洲岛、日本、菲律宾岛屿、越南。

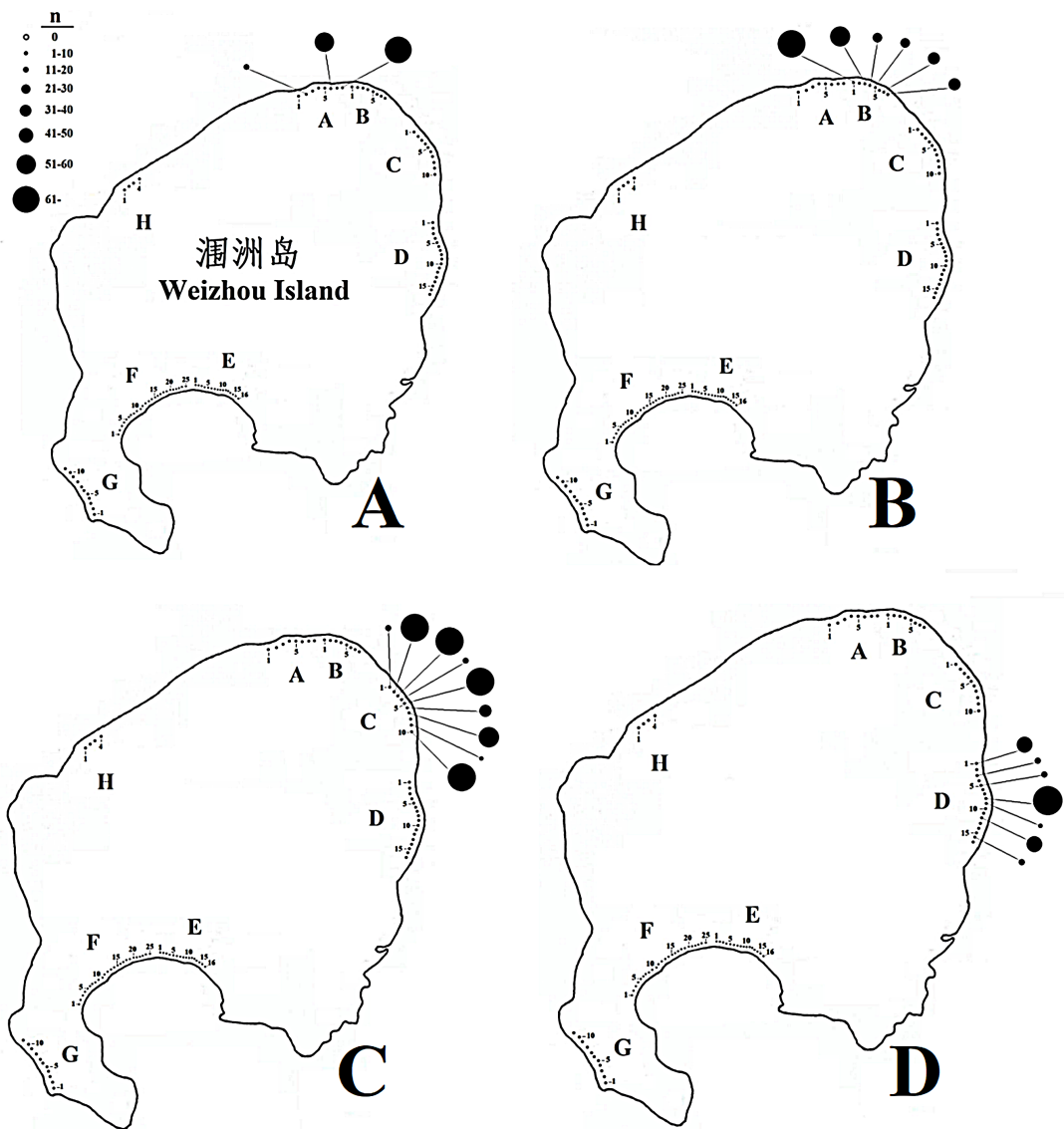
比较: 本种异于我国南海永暑礁所记录者[16], 主要形态特征乃后者的脐孔明显而深, 次体螺层纵肋数多; 且不同于新加坡(p. 144, figs. 3-5) [17]与泰国(p. 5, fig. 2 (6)) [30] [31]两者物种体层的螺肋模糊且数目少。

3.2. 涠洲岛小笠原腹螺种群分布

本研究在 8 样区共采集 99 个样点砂样(图 1), 总重约 225 公斤, 每一袋样砂平均重量约 2274 (± 266.9) 公克; 从中选取 59 个样点砂样(图 3), 挑出小笠原腹螺遗壳有 44 个样点, 捕获率高达 74.6% (44/59), 另外未分离出遗壳的 15 个样点全部集中在南部海岸南湾沙滩东、西两样区; 就单一样区纪录到小笠原腹螺平均遗壳数最多者为贝壳沙滩西区 93 (± 99.04) 个, 次为东海岸沙滩区 43.5 (± 22.33) 个; 最少者为南湾海滩东区仅 0.3 (± 0.95) 个(表 1)。经 Kruskal-Wallis 检验, 结果表明: 涠洲岛每个样区的小笠原腹螺种群平均个体数在 8 个样区之间是存在统计上显著差异($\chi^2=47.349, p=0.000$); 再进行事后比较, 发现是贝壳沙滩西区与东海岸沙滩区分别与南湾沙滩东区、南湾沙滩西区、滴水丹屏海滩区之间达统计上极显著差异(LSD, $p < 0.000$) (图 4)。故涠洲岛小笠原腹螺种群分布在各样区数量上的显著差异是达统计学标准, 可接受水平。

3.3. 涠洲岛各样区小笠原腹螺种群密度分析

涠洲岛小笠原腹螺在 8 个样区总共采得 1522 个遗壳, 经种群密度分析, 结果显示: 每 1000 公克



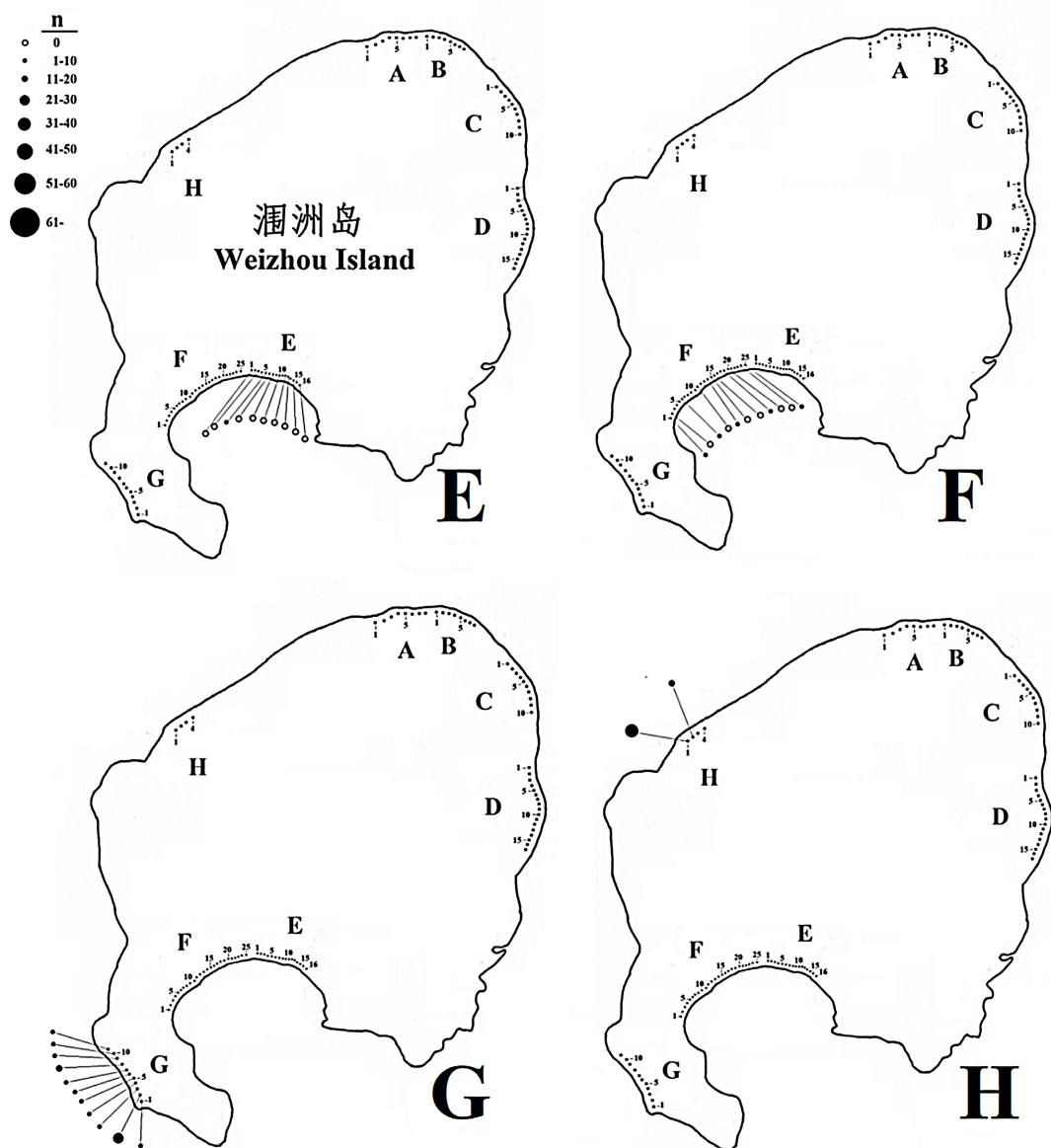


Figure 3. Distributions and population size of *Alvania ogasawarana* in different study areas of Weizhou Island
图 3. 涠洲岛各样区小笠原腹螺种群大小与分布图

砂样里记录到小笠原腹螺遗壳数密度最高处在贝壳沙滩西区平均遗壳数 56 个($\pm 62.33, 3$) ($\pm$ 标准误差, 样点数)、其次为东海岸沙滩区 27 个($\pm 21.31, 9$); 而南湾海滩东区几乎 0 个($\pm 0.04, 10$)与南湾海滩西区也近乎 0 个($0 \pm 0.20, 11$)分布密度最低(表 1, 图 5)。

3.4. 涠洲岛沿岸小笠原腹螺丰度比较

按地理方位将涠洲岛沿岸划分为东部沿岸、西部沿岸、南部沿岸和北部沿岸实施小笠原腹螺丰度比较, 结果表明单一样区平均遗壳数分别为 53 个($\pm 46.72, 16$)、6 个($\pm 7.01, 11$)、1 个($\pm 1.12, 12$)和 60 个($\pm 58.11, 9$) ($\pm$ 标准误差, 样区数)。采用 Mann-Whiney U 秩和检验, 仅东部沿岸和北部沿岸两者之间的小笠原腹螺丰度无统计学显著差异($Z = -0.623, P = 0.533$); 西部沿岸和南部沿岸则不只彼此之间有差异, 且与东部沿岸和北部沿岸也达统计学极显著差异($p = 0.000$) (表 2, 图 6)。

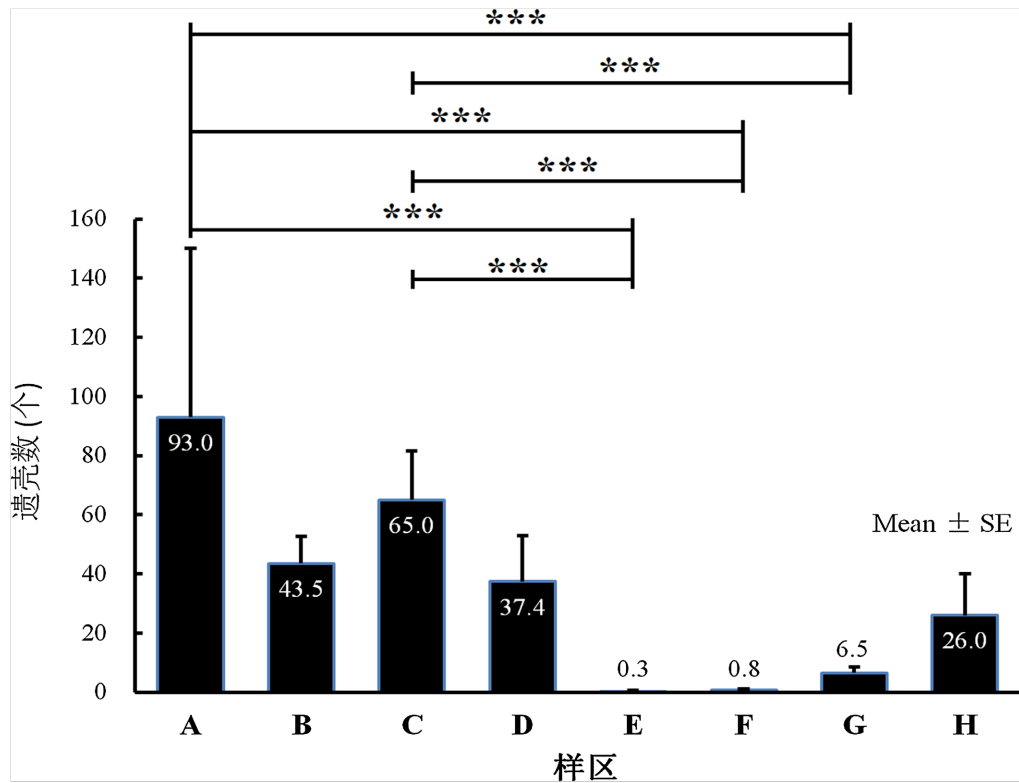


Figure 4. Comparisons of the average number of *Alvania ogasawarana* individuals between the study areas of Weizhou Island (Kruskal-Wallis Test, $\chi^2 = 47.349$, $p = 0.000$; LSD Test, $***p < 0.000$)

图 4. 涠洲岛样区间的小笠原腹螺种群平均个体数比较

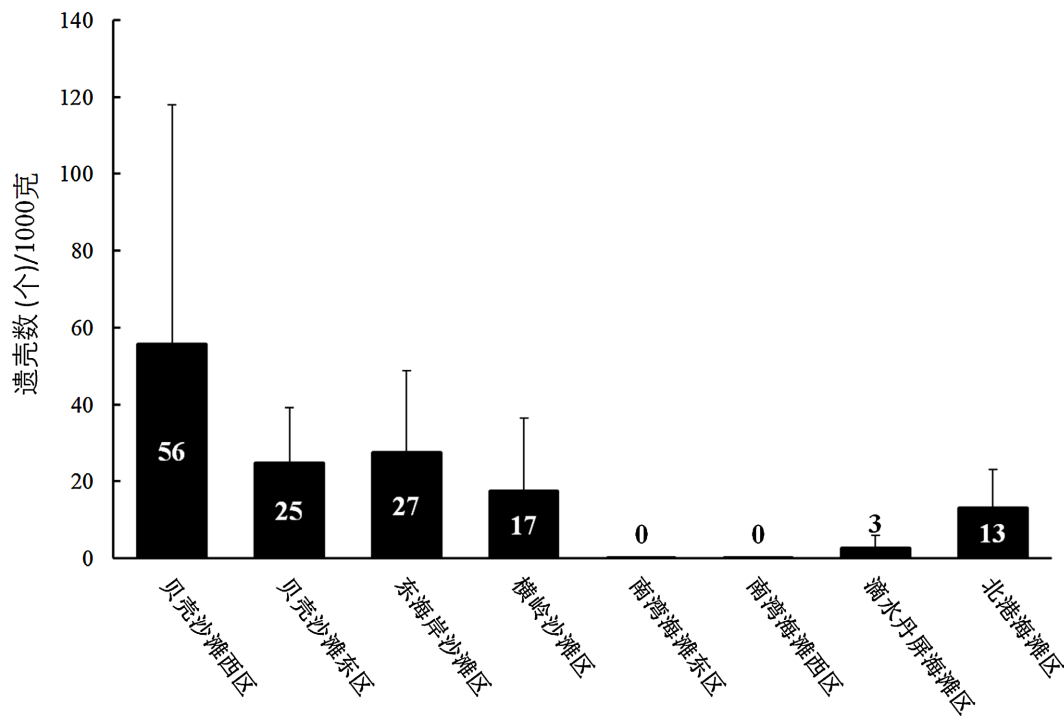


Figure 5. Densities (inds./1000g) of the *Alvania ogasawarana* in study areas of Weizhou Island

图 5. 涠洲岛各样区小笠原鹿眼螺种群密度(遗壳数/1000 克样砂)

Table 2. Statistical table of the abundance of *Alvania orgasawarana* through Mann-Whitney Test between the coasts of the Weizhou Island

表 2. 涠洲岛沿岸小笠原腹螺丰度比较采用 Mann-Whitney 检验法结果

	东部沿岸	西部沿岸	南部沿岸	北部沿岸
东部沿岸		14.50 (80.50)	0.00 (231.00)	61.00 (197.00)
西部沿岸	-3.629 (0.000)		16.00 (247.00)	2.00 (68.00)
南部沿岸	-5.332 (0.000)	-4.179 (0.000)		0.00 (231.00)
北部沿岸	-0.623 (0.533)	-3.611 (0.000)	-4.573 (0.000)	

注：右上：Mann-Whitney 检验，U 值(Wilcoxon 检验，W 值)；左下：Z 值(p 值)；* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$ 。

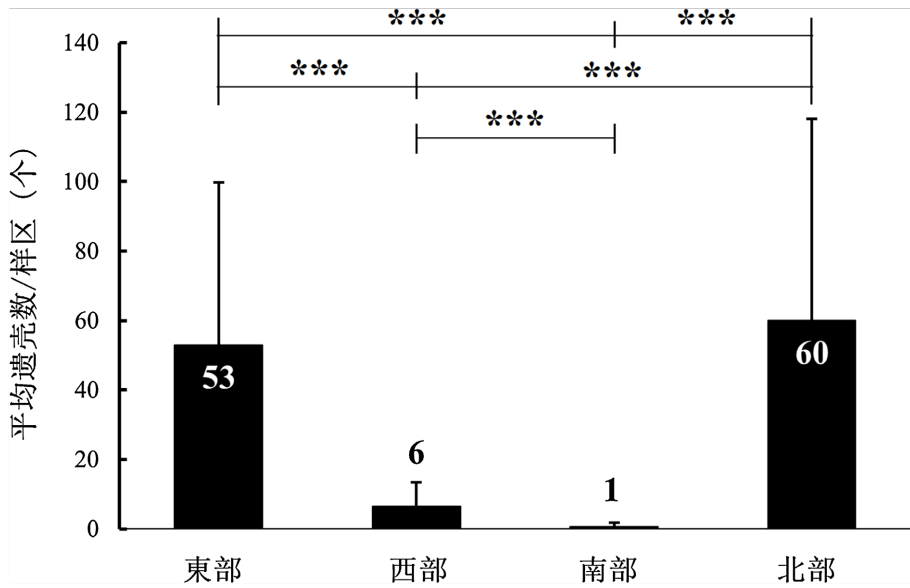


Figure 6. Comparisons of the abundance of *Alvania orgasawarana* from various geographical locations on the coast of the Weizhou Island

图 6. 涠洲岛不同地理位置沿岸小笠原腹螺丰度比较

3.5. 涠洲岛样区砂样组成

本研究在涠洲岛共采集砂样 99 袋，得出各样区 5 组砂样的组合结构(表 3，图 7)，数据表明：各样区以粒径 0.300~0.449mm 的细砂组所占百分比比例较高，如北港海滩区(H) 56.91%和横岭沙滩区(D) 50.48%，细砂组成分几乎约占砂样量一半；而以粒径 0.063~0.124 mm 的粉砂组成分最少，仅在南湾海滩东区(E)记录到超过 1%的含量，其次为南湾海滩西区(F) 0.4%。进一步观察涠洲岛不同地理位置沿岸砂样组成成分结构(图 8)，南部海岸粉砂百分比相较其他样区为多，而北部(47.0%)和东部海岸(42.8%)的粗砂 - 中粗砂组合最高。

Table 3. Composition of five sand-size groups from various study areas of Weizhou Island

表 3. 涠洲岛各样区砂样组组成分表

样区	粒径(mm)					平均砂重 (g)/	采样数 (袋)
	0.063~0.124	0.125~0.299	0.300~0.449	0.450~0.999	≥1.000		
A	1.31 ± 1.38 (0.08) ^a	311.7 ± 130.38 (18.08)	574.35 ± 207.32 (33.32)	307.01 ± 200.98 (17.81)	529.30 ± 93.61 (30.71)	1723.67 ^b	8

续表

B	1.88 ± 2.05 (0.10)	292.39 ± 115.72 (16.13)	692.24 ± 377.87 (38.18)	266.49 ± 100.04 (14.70)	560.12 ± 252.91 (30.89)	1813.12	8
C	0.93 ± 0.93 (0.04)	374.07 ± 225.07 (16.35)	604.12 ± 353.46 (26.40)	334.54 ± 141.79 (14.62)	974.65 ± 317.58 (42.59)	2288.31	10
D	1.36 ± 1.37 (0.06)	475.39 ± 423.57 (21.68)	1106.74 ± 55.70 (50.48)	394.91 ± 444.97 (18.01)	214.13 ± 292.91 (9.77)	2192.53	17
E	30.98 ± 83.46 (1.32)	733.60 ± 367.85 (31.36)	1147.24 ± 404.94 (49.05)	324.58 ± 473.52 (13.88)	102.52 ± 79.81 (4.83)	2338.93	16
F	10.16 ± 41.59 (0.40)	488.62 ± 303.49 (19.28)	1038.55 ± 438.30 (40.97)	539.95 ± 360.33 (21.30)	457.41 ± 31.77 (18.05)	2534.69	25
G	2.32 ± 1.95 (0.09)	1166.94 ± 185.18 (46.12)	850.82 ± 315.97 (33.63)	125.74 ± 100.74 (4.97)	384.15 ± 440.06 (15.18)	2529.95	11
H	1.93 ± 1.63 (0.10)	244.27 ± 58.71 (12.09)	1149.77 ± 440.64 (56.91)	298.17 ± 184.66 (14.76)	326.20 ± 192.77 (16.15)	2020.33	4

注：a：平均砂重百分比，均值 $\pm$ 标准偏差(%) (g)；b：平均砂重(g) = 总重(g)/采样数(袋)。

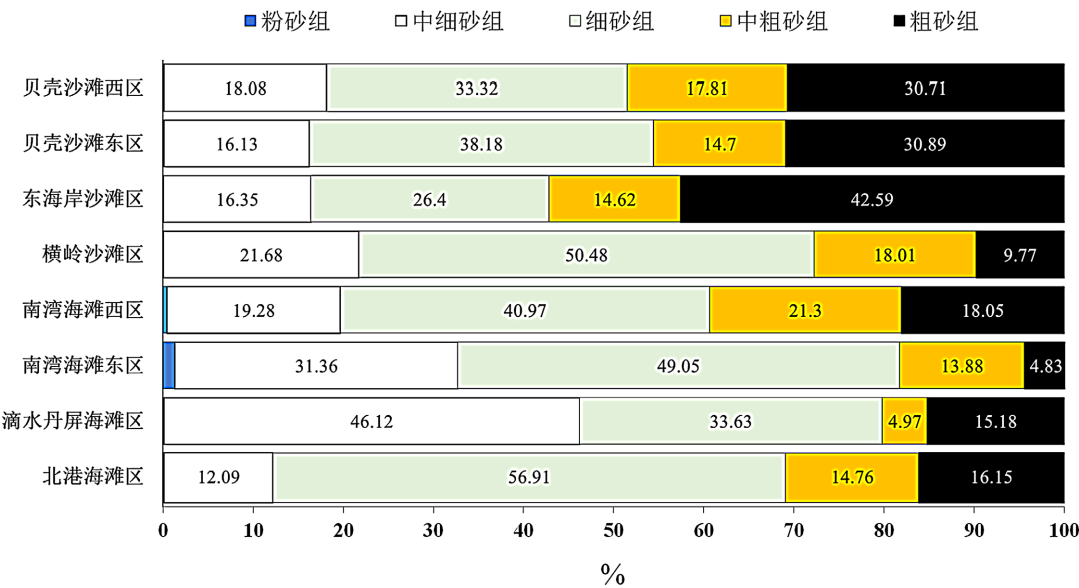


Figure 7. Comparisons of the weight compositions of five sand-size groups of various study areas of Weizhou Island
图 7. 涠洲岛各样区砂样组重量百分比值比较

4. 讨论与结论

目前发现现生小笠原腹螺生态栖息地有珊瑚礁与岩块底下[10] [15]；本研究采用原地埋藏作用的理论[21]，指出沙滩表层沉积物多半是因水动力近期从底层搬运过来而形成的现象；所以小笠原腹螺遗壳数偏高的海岸区，沙滩表层砂样组合是可以响应涠洲岛海域底质现况[23] [24]，应以颗粒粒径大(如：粗砂 - 中粗砂组合)为多。此现象由实际调查结果得到支持：小笠原腹螺平均遗壳数在粗砂 - 中粗砂组合最高的东部沿岸与北部沿岸居多，而在粉砂百分比比例最多的南部海岸遗壳数最少且跟其他海岸之间都有极显著差异($p=0.000$)；数据符合涠洲岛地质现况，即海域底质在岛的北半部外围海域珊瑚发育良好，而南湾海域则以沙质底质为多的记录[32] [33]。虽然微贝类体型偏小，水下广泛采得活体标本定量分析不易操作，对于实施初步评估该水域现生微型贝类种群丰度与分布概况，尝试从海岸近期表层沉积物中分离出

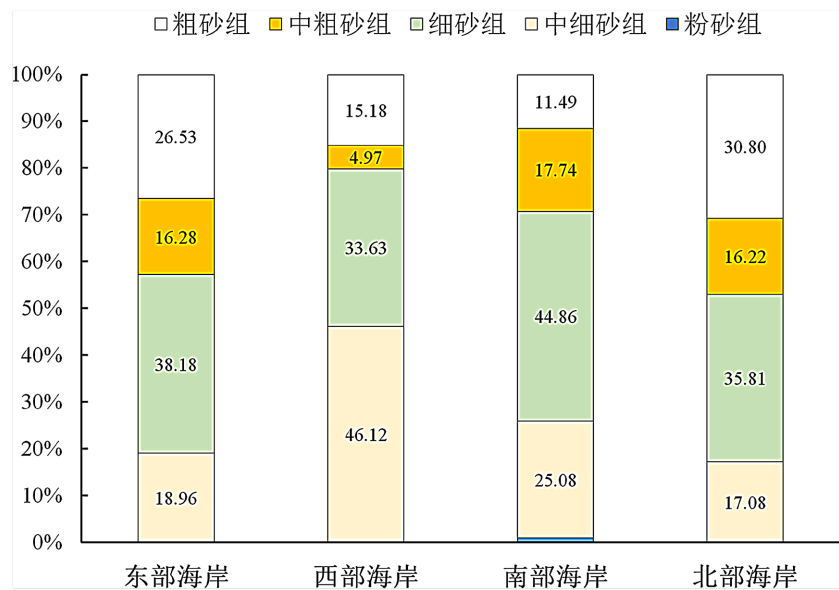


Figure 8. Structures of five sand-size groups from various geographical regions along the coast of the Weizhou Island
图 8. 涠洲岛不同地理位置沿岸砂样组成成分结构

微贝遗壳数量提供初步证据，揭示了其潜力。基于海域底质环境决定现生物种种群的分布，因为各物种有它独特生活需求[20] [23]，建议：拟藉表层沉积物中目标微贝类来定量评估该类种群丰度与分布之前，先行深化沉积学和埋藏学分析；之后，有必要进行活体种群的验证性调查佐证。本研究初步结果，提供生态栖息地的基础数据，有助于维持涠洲岛微贝物种多样性，海岸底栖环境须永续保护。

致 谢

感谢冯伟民教授(中研院南京古地质所)赠予文献；感谢玉师老师参与调研：李桂芬、曾雀芬、周振千、冯宏维等教授与博士和校友何青霞、符嘉慧、李家希、李心怡、黄梦婷、黄金梅、王丽英、梁艳、刘金枝。特此，致意。

基金项目

玉师高层次人才科研启动基金项目，G2019ZK28，G2019ZK36 号。

参考文献

[1] 刘敬合, 黎广钊, 农华琼. 涠洲岛地貌与第四纪地质特征[J]. 广西科学院学报, 1991(1): 27-36.

[2] 曹超, 吴剑, 陈庆辉, 潘翔, 宋志晓. 涠洲岛海蚀地貌特征及其海蚀痕迹的地质意义[J]. 海洋开发与管理, 2016, 33(11): 80-83. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-9857.2016.11.017>

[3] 元发庆, 黎广钊, 孙永福, 梁文, 杜军. 北部湾涠洲岛地貌的基本特征[J]. 海洋科学进展, 2003, 1(1): 41-50. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-6647.2003.01.005>

[4] 孙谦, 樊祺诚, 龙安明, 尹克坚. 广西涠洲岛南湾火山喷发特征[J]. 地球科学, 2006(1): 66-70.

[5] Chen, W.J. and Li, G.F. (2024) New Record of Marine Micro Gastropod *Pellamora Diminuta* Laceron, 1956 (Gastropoda: Irvadiidae) from Weizhou Island, South China Sea. *Xenophora Taxonomy*, **43**, 36-37.

[6] Chen, W.J. and Tseng, C.F. (2023) A New Species of *Macromphalus* (Gastropoda, Vanikoridae) from Weizhou Island, Guangxi, China. *Xenophora Taxonomy*, **38**, 12-13.

[7] 陈温柔, 曾雀芬, 李桂芬. 涠洲岛的微型贝类[M]. 玉林: 玉林师范学院, 2023.

[8] 陈温柔. 中国涠洲岛微型腹足贝类齿口螺属(*Odostomia*)新纪录物种[J]. 世界生态学, 2023, 12(4): 392-402.

- <https://doi.org/10.12677/ije.2023.124048>
- [9] Pilsbry, H.A. (1904) New Japanese Marine Mollusca: Gastropoda. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **56**, 3-37.
 - [10] Okutani, T. (2017) Marine Mollusks in Japan. 2nd Edition, Tokai University Press, 1375.
 - [11] Chen, W.D. and Lee, Y.J. (2007) Mini-Shells and Small Shells of Hengchun Peninsula. National Museum of Marine Biology & Aquarium, 293.
 - [12] 杨翰勳. 台湾岛屿的鹿眼螺[J]. 贝友, 2005(31): 60-72.
 - [13] 罗柳墀, 陈温柔. 青螺重要湿地基础调查报告书[R]. 2019 年度澎湖海域资源调查项目, 2019.
 - [14] Poppe, G.T. (2008) Philippine Marine Mollusks: I. (Gastropoda—Part I). 766.
 - [15] Hua, T.T., Phan, T.K.H., Nguyen, A.K., Mai, X.D., Nguyen, T.H. and Nguyen, N.A.T. (2023) Species Composition and Distribution of Mollusca on Dead Coral from Central to North Vietnam. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, **23**, 169-180. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/17523>
 - [16] 冯伟民, ToddJA. 南海永暑礁晚全新世微型腹足类——盘足目, 翼舌目, 异旋目[J]. 微体古生物学报, 2007, 24(2): 149-169.
 - [17] Chan, S.Y. and Lau, W.L. (2019) New Record of Ogasawara Risso Snail, *Alvania Ogasawarana*, in Singapore. *Singapore Biodiversity Records*, 144-146.
 - [18] Bouchet, P., Lozouet, P., Maestrati, P. and Heros, V. (2002) Assessing the Magnitude of Species Richness in Tropical Marine Environments: Exceptionally High Numbers of Molluscs at a New Caledonia Site. *Biological Journal of the Linnean Society*, **75**, 421-436. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8312.2002.00052.x>
 - [19] Geiger, D.L., Marshall, B.A., Ponder, W.F., Sasaki, T. and Warén, A. (2007) Techniques for Collecting, Handling, Preparing, Storing and Examining Smallmolluscan Specimens. *Molluscan Research*, **27**, 1-50. <https://doi.org/10.11646/mr.27.1.1>
 - [20] 冯伟民, 蓝琇. 中沙、西沙群岛微型腹足类、双壳类表层沉积组合与环境意义[J]. 古生物学报, 2000, 39(2): 285-294.
 - [21] 冯伟民. 南海永暑礁泻湖 1680 年来微型腹足类丰度变化的环境意义[J]. 微体古生物学报, 2001, 18(1): 43-47.
 - [22] 冯伟民, 黄宝玉. 冲绳海槽西北侧表层沉积物中微型腹足类的分布及其研究意义[J]. 海洋科学集刊, 1997(2): 123-131, 149-150. <http://ir.nigpas.ac.cn/handle/332004/2856>
 - [23] 陈温柔, 符嘉慧. 中国涠洲岛不同类型海岸现生微型腹足贝类群落研究[J]. 世界生态学, 2024, 13(3): 440-450. <https://doi.org/10.12677/ije.2024.133056>
 - [24] 牛翠娟, 娄安如, 孙儒泳, 李庆芬. 基础生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016: 362.
 - [25] 邓维斌, 唐兴艳, 胡大权. SPSS19 统计分析实用教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
 - [26] 薛亚宏. Excel2019 统计数据处理与分析[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020.
 - [27] 张绍勋, 林秀娟. 高等统计: 应用 SPSS 分析[M]. 台北: 五南图书出版股份有限公司, 2018.
 - [28] WoRMS (2023) World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org>
 - [29] Okutani, T. (2000) Marine Mollusks in Japan. Tokai University Press, 1173.
 - [30] Bu-on, S. and Dumgrongrojwattana, P. (2020) Marine Mini- and Micro-Shells from Some Coastal Areas, Ao Plao, Ao Yai and Laem Tein Beach, Koh Kut, Trat Province, Eastern Thailand. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **420**, Article ID: 012007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/420/1/012007>
 - [31] Wells, F.E., Sanpanich, K., Tan, S.K. AND Duangdee, T. (2021) The Marine and Estuarine Molluscs of Thailand. Lee Kong Chian Natural History Museum, 85, 201.
 - [32] 何精科, 黄振鹏. 广西涠洲岛珊瑚分布状况研究[J]. 海洋开发与管理, 2019, 36(1): 57-62.
 - [33] 梁文, 黎广钊, 范航清, 王欣, 农华琼, 黄晖, 李秀保, 兰国宝. 广西涠洲岛造礁石珊瑚属种组成及其分布特征[J]. 广西科学, 2010, 17(1): 93-96.