

惠州大亚湾海绵动物水质净化能力初探

肖思巧, 陈冰玲*, 王军星, 廖诗杰, 杨小平

惠州市海洋技术中心, 广东 惠州

收稿日期: 2023年3月22日; 录用日期: 2023年6月1日; 发布日期: 2023年6月13日

摘要

海绵动物具有强大的滤食能力, 在净化污染水体方面有着巨大的开发潜力, 但国内对海绵动物对水质净化方面的研究较少。本文以山海绵属的海绵动物为研究对象进行了初步的海水水质净化研究, 运用单因子指数法研究海绵动物对海水中活性磷酸盐(P)、无机氮(N)的影响, 并首次对惠州市大亚湾的海绵动物资源情况进行调查。研究表明: 海绵动物能减少海水中无机氮的含量, 同时会导致活性磷酸盐含量升高, 能有效改善水体营养盐环境, 减少赤潮发生; 调查采集到5个属的海绵动物, 其中山海绵属及美丽海绵属均在渔排、海岛同时出现。今后将进一步加强调查和研究, 为惠州大亚湾海域海绵动物的开发以及应用提供科学依据。

关键词

大亚湾, 海绵动物, 水质, 净化能力

Preliminary Study on Seawater Purification Ability of Sponge Animals in Daya Bay, Huizhou

Siqiao Xiao, Bingling Chen*, Junxing Wang, Shijie Liao, Xiaoping Yang

Huizhou Marine Technology Center, Huizhou Guangdong

Received: Mar. 22nd, 2023; accepted: Jun. 1st, 2023; published: Jun. 13th, 2023

Abstract

Sponge animals have strong filtering ability and have great development potential in purifying polluted water, but there is little research on the purification of water quality by sponge animals

*通讯作者。

文章引用: 肖思巧, 陈冰玲, 王军星, 廖诗杰, 杨小平. 惠州大亚湾海绵动物水质净化能力初探[J]. 海洋科学前沿, 2023, 10(2): 76-82. DOI: 10.12677/ams.2023.102009

in China. In this paper, a preliminary study on the purification of sea water quality was carried out with the sponges of the genus *Mycale* as the research object. The influence of sponges on the active phosphate (P) and inorganic nitrogen (N) in sea water was studied by using the single factor index method. The sponges resources in Daya Bay of Huizhou City were investigated for the first time. The research shows that sponge animals can reduce the content of inorganic nitrogen in seawater and increase the content of active phosphate, which can effectively improve the nutrient environment of water and reduce the occurrence of red tide; five genera of sponges were collected in the survey, of which the genus *Mycale* and the genus *Callyspongia* both appeared at the same time in fishing rafts and islands. In the future, the investigation and research will be further strengthened to provide scientific basis for the development and application of sponges in the Daya Bay area of Huizhou.

Keywords

Daya Bay, Sponge Animals, Water Quality, Purification Capacity

Copyright © 2023 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

海绵动物属于多孔动物门，被誉为最原始的多细胞动物[1]，营固着生活，一般附着在岩石、海洋贝类、珊瑚礁、渔排浮桶等固体表面上。海绵动物形态多变，种类繁多[2]，全世界大约有 1~1.5 万种海绵动物，而我国据称约有 0.5 万种海绵[3]。分布广泛，从淡水到海水都有海绵生长的足迹。大多数的海绵是滤食性动物，并且滤食率很高，例如 1 cm³ 的海绵对饲料颗粒的截留率在 75%~99% 之间[4] [5]。许多专家学者利用海绵强大的滤食能力开发高效健康的生物滤器[6]。众多的研究表明，海绵能作为高效的生物滤器，有效清除污染水域中的有机污染物，这与海绵的生理结构和滤食性生活特征有着不可分割的关系。正因为海绵动物的滤食性，海绵在净化养殖水体方面有着巨大的开发潜力[7]。

《2021 年中国海洋生态环境状况公报》显示，我国海水水质改善仍不稳固，海洋生态问题仍然突出，直排污染源超标排放现象依然存在[8]。海水养殖尾水含有营养盐、有机质及重金属等污染物，处理不当或未经处理直接排海，会使部分近岸海域海水营养盐升高，水质恶化，引发赤潮，威胁海洋生态环境安全[9]。研究海绵动物分布及水质净化能力，并将其应用海洋生态环境保护及海洋生态修复中，具有重要的意义。本文主要针对山海绵属种类的净化养殖水体的作用进行探讨，主要研究海绵动物对水体环境营养盐指标的影响，同时对惠州大亚湾海绵动物的分布进行研究，为今后惠州大亚湾海域海绵动物的开发以及应用提供科学依据。

2. 材料与方法

2.1. 海绵动物监测

本次主要挑选惠州大亚湾的两个区域进行海绵资源调查，分别为惠东坪峙岛养殖鱼排区域(114.72877524°E, 22.73260154°N)及鹅洲岛自然海区(114.63239499°E, 22.71652923°N)，主要采取定性调查方法。鱼排上存在大量的绳子以及浮球，部分海绵会生长在浮球底部以及绳子上，调查的方式是对每个种类的海绵进行采样，每个种用剪刀剪下一小块，拍照后使用 75% 的酒精固定，装入聚乙烯样品瓶，

做好标签带回实验室进行物种鉴定。自然海区的海绵主要生长在海底，因此调查方式主要采用潜水方式进行[10]，具体调查步骤为选择岩石岸为下水点，潜入水深5~10米，平行潜游约500米，对调查区域内发现的海绵进行一小块的采集，放入网兜，升回地面上对采集的海绵进行拍照，使用75%的酒精固定装入聚乙烯样品瓶，带回实验室，进行物种鉴定。

2.2. 实验材料

实验所用山海绵(*Mycale* sp.)采自广东省惠州市大亚湾坪峙岛(114.72877524°E, 22.73260154°N)，将山海绵放入16℃增氧箱内经1h运送到本项目16m³户外海水水泥池实验点，水泥池池高1.3m，水位高1m，上方有玻璃顶篷遮挡，实验期间全程开启充氧机。挑选体积较大的山海绵，使用无菌手术刀切割成大约为125cm³(约5cm×5cm×5cm)的组织块，用尼龙扎带将其绑在面积约45cm²PVC网上，同样用尼龙扎带将带有海绵的PVC网绑在绳粗直径为6mm的聚乙烯绳子上，每根绳子各绑4块海绵，每块海绵间隔20cm，共投放4根绳子，合计投放16块海绵在海水水泥池中暂养。为方便查看山海绵存活情况，将山海绵投放至水泥池边缘深度0.9m处。本实验不监测海绵大小生长状况。

2.3. 实验方法

1) 通过使用多参数水质分析仪(德国WTW Multi350i)，对养殖海绵动物水池中的水样在每天固定时间持续7天进行现场测定。测定指标有水温、pH、盐度、溶解氧。

2) 按照《海洋监测规范第3部分》[11]对样品采集的要求，每天对水池水质样品用2.5L有机玻璃采水器采集表层水于塑料桶中，再分装在250ml的白色塑料瓶中，加固定剂，并于4℃条件下冷藏保存海水样品，3h内送回实验室进行样品分析检测。检测指标有活性磷酸盐(P)、无机氮(N)，活性磷酸盐采用GB 17378.4-2007(39.1)磷钼蓝分光光度法测定；无机氮即亚硝酸盐氮(NO₂-N)、硝酸盐氮(NO₃-N)和氨氮(NH₄-N)之和，分别采用GB 17378.4-2007(37)、GB 17378.4-2007(38.2)、GB 17378.4-2007(36.2)测定。

2.4. 评价方法

单因子指数法、多因子指数法适用于养殖水域水质评价。参照《国家海水水质标准》(GB3097-1997)[12]中项目含量标准值进行海水水质评价，详见表1。

Table 1. National seawater quality standard item standard value

表 1. 国家海水水质标准项目标准值

海水水质标准	项目含量(mg/L)	
	P	N
第一类	≤0.015	≤0.20
第二类		≤0.30
第三类	≤0.030	≤0.40
第四类	≤0.045	≤0.50

2.4.1. 单因子标准指数法

单因子指数法[13]是利用实测值与标准值进行对比，确定水质各评价指标的等级，计算公式如下：

$$I_i = \frac{C_i}{C_{io}}$$

式中： I_i 为某因子的标准指数即单因子标准指数； C_i 为某因子的实测浓度； C_{io} 为某因子的评价标准浓度(本研究采用国家二类海水水质标准)。

2.4.2. 多因子评价法

多因子评价法[14]是在求出各个单一因子指数的基础上,得出一个水质综合评价指数,计算公式如下:

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

式中： I 为水质综合评价指数； I_i 为单因子标准指数。依据水环境质量评价文献[15]， I 所对应的污染级别及水质情况见表2。

Table 2. Multi-factor index water quality evaluation grading standard

表 2. 多因子指数法水质评价分级标准

水质指数	分级依据	水质状况
$I < 0.2$	多数项目未检出, 个别项目检出也在标准内	优良
$0.2 \leq I < 0.4$	检测值均在标准内, 个别接近标准	良好
$0.4 \leq I < 0.7$	个别项目检出超过标准	一般
$0.7 \leq I < 1.0$	有两个项目检出超过标准	差
$1.0 \leq I < 2.0$	相当一部分项目检出超过标准	较差
$I \geq 2.0$	相当一部分项目检出超过标准几倍或几十倍	极差

3. 结果

1) 在本次海绵监测共采集到7个种的海绵动物,分布于5个属,皆隶属于寻常海绵纲(Demospongiae),其中山海绵属及美丽海绵属均在渔排、海岛同时出现,为常见种类。由于条件有限,本次调查仅为定性,未做定量分析。调查结果如表3、图1所示。

2) 由海绵动物水样现场测定数据及其随时间的变化趋势可以看出,水温呈逐渐下降趋势、pH 值稍微增大、盐度呈逐渐上升趋势、溶解氧呈下降-上升-下降的震荡趋势。结果如表4、图2所示。

3) 由海绵动物实验水质检测数据随时间的变化趋势及多因子指数评价可以看出,海水中无机氮(N)含量明显下降,活性磷酸盐(P)含量逐渐上升,说明海绵动物对无机氮具有一定程度的吸收能力,同时会导致活性磷酸盐含量的升高。结果如表5、图3所示。

Table 3. Survey results of local sponge resources in Huizhou sea area

表 3. 惠州海域本地海绵动物资源调查结果

普查信息	惠东县坪峙岛渔排	大亚湾鹅洲岛
	2022年3月、5月	2022年12月
海绵物种	山海绵属(<i>Mycale</i> sp.)	山海绵属(<i>Mycale</i> sp.)
	美丽海绵属(<i>Callyspongia</i> sp.1)	美丽海绵属(<i>Callyspongia</i> sp.2)
	软海绵属(<i>Halichondria</i> sp.)	美丽海绵属(<i>Callyspongia</i> sp.3)
	篓海绵属(<i>Clathrina</i> sp.)	双御海绵属(<i>Amphimedon</i> sp.)

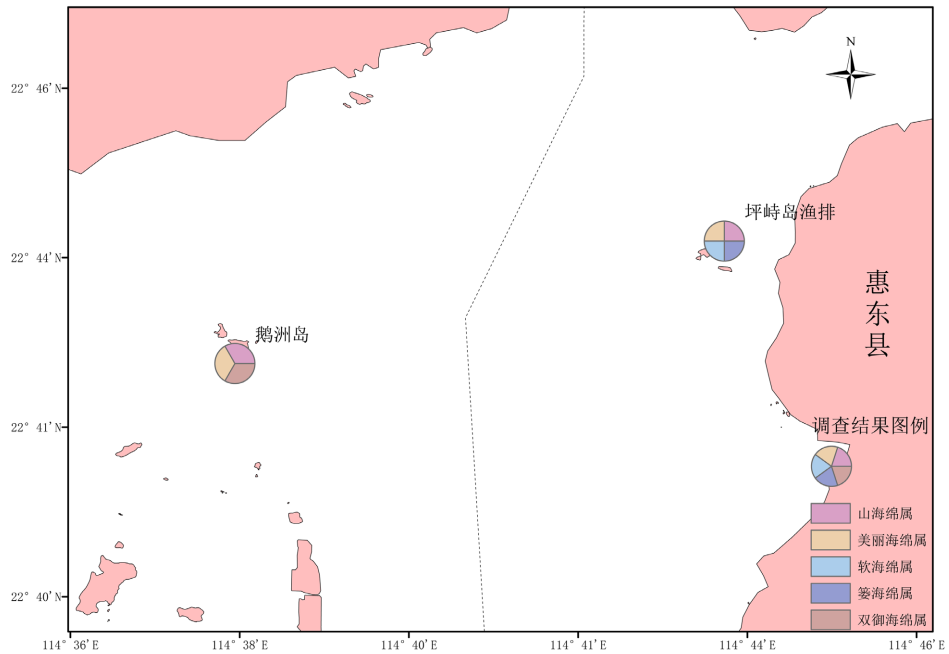


Figure 1. Schematic diagram of survey results of local sponge resources in Huizhou Sea area
图 1. 惠州海域本地海绵动物资源调查结果示意图

Table 4. On site measurement data of water quality in sponge animal experiments
表 4. 海绵动物实验水质现场测定数据

测定项目	实测值			
	水温(°C)	pH	盐度(‰)	DO
最大值	24.8	8.23	32.95	7.38
最小值	21.0	7.77	32.30	5.15
均值	22.11	7.98	32.61	6.62
标准差	1.510	0.174	0.255	0.718

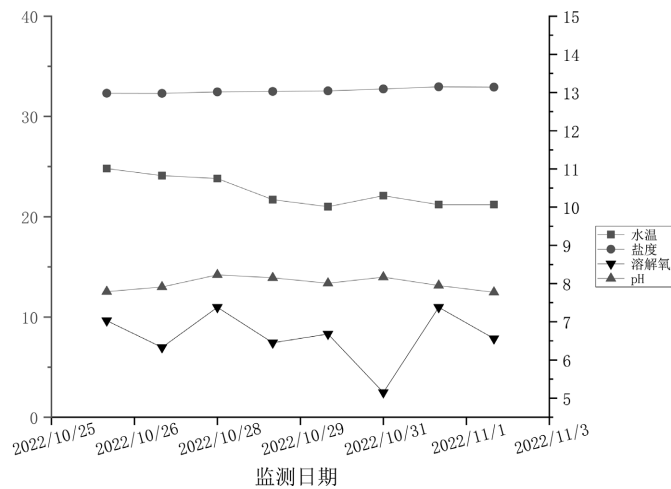


Figure 2. The changing trend of water quality on-site measurement results over time in sponge animal experiments
图 2. 海绵动物实验水质现场测定结果随时间的变化趋势

Table 5. Single factor index and evaluation of water quality in sponge experiments
表 5. 海绵动物实验水质单因子指数及水质评价

项目	检测日期	P	N	多因子指数 I	水质状况
单 因 子 指 数 I_i	2022.10.26	0.93	2.15	1.54	较差
	2022.10.27	1.13	0.92	1.03	较差
	2022.10.28	1.40	1.00	1.20	较差
	2022.10.29	1.57	1.01	1.29	较差
	2022.10.30	1.73	1.03	1.38	较差
	2022.10.31	1.83	1.08	1.46	较差
	2022.11.01	2.00	1.06	1.53	较差
	2022.11.02	1.43	0.92	1.18	较差

注：水质执行第二类水质要求。

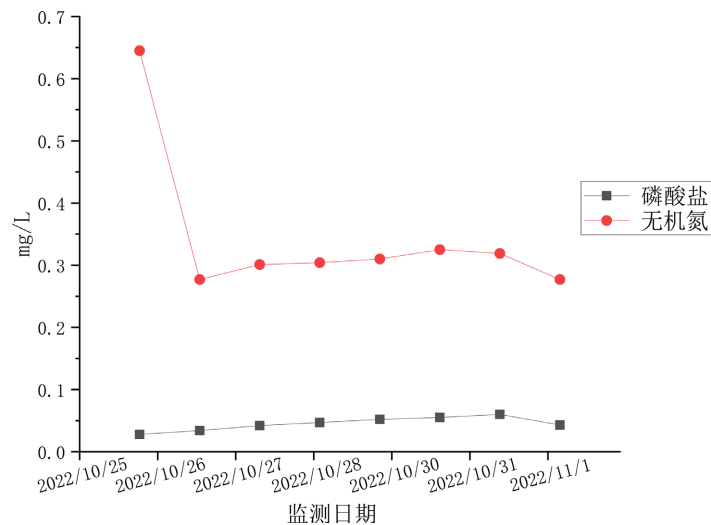


Figure 3. The changing trend of water quality test results in sponge animal experiments over time
图 3. 海绵动物实验水质检测结果随时间的变化趋势

4. 讨论

海绵动物在大亚湾的分布情况尚不清晰，在本项目开展之前，尚未有科研机构在惠州大亚湾开展海绵动物普查，此次为首次。本次调查选取了 1 个鱼排及 1 个海岛作为调查点，一共发现了 7 个种的海绵种类，海绵的个体都较小。普查发现海绵种类较少的原因一方面可能是由于调查的季节影响，海绵动物在水温较高的夏季属于生长旺盛的季节[12]，而此次调查在冬季开展，水温较低，大部分海绵可能由于水温过低而出现死亡现象，导致了海绵动物普查种类较少；另外一方面，可能由于潜水员调查技术有限，导致了调查存在不足。因此，在后续的调查中应提高调查质量，扩大调查的时间和空间的范围，争取能够更加准确的摸清该区域海绵资源的分布情况。

海绵动物对水质净化的研究，一般都是基于海绵强大的滤食性，对有机质和悬浮颗粒有明显的净化作用进行，能显著的清除养殖水体中的残剩饵料[16]。本实验所研究的方向不同于以往，将探讨海绵动物对海水营养盐中无机氮(N)与活性磷酸盐(P)的影响，本研究发现，海绵动物能减少海水中无机氮的含量，

同时会导致活性磷酸盐含量升高。无机氮和活性磷酸盐对海洋藻类生长影响的相关实验表明, 无机氮含量过高是导致藻类过度生长导致赤潮的主要原因, 活性磷酸盐影响赤潮持续时间[17], 短期的实验结果表明海绵动物有作为生物修复体的可能, 降低海水中无机氮含量能一定程度上改善水体富营养化的情况, 从而减少赤潮的发生。后续如条件允许, 再将实验扩大到自然海区, 对海绵动物是否改善海洋环境进行研究。

初步研究表明, 在惠州大亚湾调查区域有具有开发价值的海绵动物资源的分布, 并且海绵对水质净化能力的小规模初步实验也证实海绵动物具有较好的水质净化能力, 为下一步的研究和利用海绵动物资源奠定基础。今后, 对于海绵动物是否在自然海区有较好的水质净化能力, 需在后期进行深入研究实验。

参考文献

- [1] 陈军, 王德祥, 欧徽龙, 丁少雄. 海绵动物原位移植的研究进展[J]. 水产学报, 2015, 39(12): 1904-1911.
- [2] 欧徽龙, 王德祥, 龚琳, 陈军, 丁少雄. 3种环境因素对叶片山海绵海区移植效果的影响[J]. 厦门大学报(自然科学版), 2013, 52(4): 574-578.
- [3] 张晓英, 赵权宇, 薛松, 等. 海绵生物活性物质及海绵细胞离体培养[J]. 生物工程学报, 2002, 18(1): 10-15.
- [4] Reiswig, H.M. (1971) Particle Feeding in Natural Populations of Three Marine Demosponges. *The Biological Bulletin*, **141**, 568-591. <https://doi.org/10.2307/1540270>
- [5] Reiswig, H.M. (1975) Bacteria as Food for Temperate-Water Marine Sponges. *Canadian Journal of Zoology*, **53**, 582-589. <https://doi.org/10.1139/z75-072>
- [6] 向冰冰, 黄丹, 欧徽龙, 等. 叶片山海绵的滤水率及其影响因素的研究[J]. 厦门大学报(自然科学版), 2015, 54(1): 59-63.
- [7] 蒲红宇, 张弼, 唐玲. 海绵的生物学特性及其在水产养殖中的应用前景[J]. 渔业科学进展, 2009, 30(3): 135-138.
- [8] 梁斌, 李飞, 鲍晨光, 于春艳, 张微微. 2021年中国海洋生态环境状况公报解读[J]. 环境保护, 2022, 50(11): 58-60.
- [9] 李晓光, 吕旭波, 王艳, 雷坤. 我国海水养殖现状及生态环境监测分析[J]. 环境保护, 2022, 50(13): 46-49.
- [10] 欧徽龙, 王德祥, 陈军, 丁少雄. 2种海绵移植块周年生长的观测[J]. 厦门大学报(自然科学版), 2016, 55(9): 654-660.
- [11] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. GB17378.3-2007. 海洋监测规范第3部分: 样品采集、贮存与运输[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [12] 国家海洋局. GB3097-1997 海水水质标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB12763-2007 海洋调查规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [14] 彭文启, 张详伟. 现代水环境质量评价理论与方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [15] 张汉霞, 李希国, 卢伟华. 水环境质量评价指数法在东莞近岸水域水质评价中的应用[J]. 广东水利水电, 2010(5): 33-34.
- [16] Pronzato, R., Cerrano, C., Cubeddu, T., Manconi, R., *et al.* (1998) Aquaculture and Water: Fish Culture, Shellfish Culture and Water Usage Sustainable Development in Coastal Areas: Role of Sponge Farming in Integrated Aquaculture. *Aquaculture Europe 1998*, Bordeaux, 7-10 October 1998, 231-232.
- [17] 张传松, 王江涛, 李京, 等. 2005年春季赤潮过程中营养盐作用初探[J]. 海洋学报, 2008, 30(2): 154-159.