

Species Composition and Distribution Characteristics of Macrobenthic Organisms in Nanhui Dongtan

Chao Li

Pony Testing Group Shanghai Co., Ltd., Shanghai, 201602, China

Abstract

In the autumn of 2021 and the summer of 2022, the species, composition and distribution characteristics of macrobenthic organisms in the Nanhui Dongtan Tidal Flats Wetland were studied and analyzed. The results showed that a total of 52 species of intertidal macrobenthic organisms were identified, including 32 species of intertidal benthic organisms identified in the autumn of 2021, including 17 species in reclamation area, 17 species in natural tidal flat reserve, and 17 species in semi-closed reclamation, and the dominant species were (*Ilyoplax deschampsi*) springboard hook shrimp (*Orchestia platensis*) and Chinese moth (*Corophium sinensis*). In the summer of 2022, 17 species of intertidal benthic organisms were investigated, 12 species in reclamation areas, 11 species in natural tidal flat reserves, and 10 species in semi-closed reclamation, and the dominant species were (*Corophium sinensis*), (*Chiromantes dehaani*), (*Helice tientsinensis*) and (*Assiminea violacea*). In the autumn of 2021, the total average abundance and biomass of macrobenthic animals were 640 ind./m² and 128.83 g/m², respectively. In the summer of 2022, the total average abundance and biomass of macrobenthic animals were 414 ind./m² and 451.97 g/m², respectively. The autumn and spring diversity indices are 1.761 and 1.424, and seasonal changes have an impact on species composition and distribution.

Keywords

Nanhui East beach; macrobenthic organisms; biodiversity; enclosure

南汇东滩大型底栖生物的物种组成及分布特征

李超

谱尼测试集团上海有限公司, 中国 · 上海 201602

摘 要

于2021秋季和2022年夏季对南汇东滩潮滩湿地大型底栖生物的种类组成和分布特征进行研究分析。结果表明, 共鉴定到潮间带大型底栖生物52种, 其中2021年秋季共鉴定到潮间带底栖生物32种, 其中围垦区17种、自然潮滩保留区17种、半封闭围垦17种, 优势种为谭氏泥蟹(*Ilyoplax deschampsi*)、跳板钩虾(*Orchestia platensis*)和中华螺赢蜚(*Corophium sinensis*); 2022年夏季调查到潮间带底栖生物17种, 围垦区12种、自然潮滩保留区11种、半封闭围垦10种, 优势种为中华螺赢蜚(*Corophium sinensis*)、无齿螳臂相手蟹(*Chiromantes dehaani*)、天津厚蟹(*Helice tientsinensis*)、董拟沼螺(*Assiminea violacea*); 2021年秋季, 大型底栖动物的总平均丰度和生物量分别为640 ind./m²和128.83g/m²; 2022年夏季, 大型底栖动物的总平均丰度和生物量分别为414ind./m²和451.97g/m²; 秋季和春季多样性指数为1.761和1.424, 季节变动会对物种组成和分布产生影响。

关键词

南汇东滩; 大型底栖生物; 生物多样性; 围垦

1 引言

南汇东滩位于长江河口南岸与杭州湾的交汇带, 是长江口含沙量高的区域之一, 伴随着长江每年大量的泥沙下泄, 在河口区形成巨大的水下三角洲和宽广的潮滩, 南汇东滩就是其中最宽阔的潮滩之一^[1]; 南汇东滩作为上海重要的滨岸潮滩, 具有多种环境功能和生态价值, 对沿海地区的经

济发展起着重要的作用^[2]; 近年来随着上海经济的发展, 对土地的需求不断增长, 南汇东滩成为上海土地开发利用的重要滩涂, 浦东国际机场、临港新城都是在这片滩涂上开发兴建而成的^[3]。有关研究表明, 围垦会使滩涂湿地原有潮汐条件发生改变, 从而使分布在潮间带的底栖动物受到影响, 最终导致潮滩底栖动物种类减少^[4-5]; 马长安等^[6]针对围垦前后底栖生物组成研究发现围垦促淤工程导致物种减少, 特别是堤内变化很明显, 由20种下降到9种。

大型底栖动物是滩涂湿地生态系统的重要组成部分, 促进系统中的物质循环和能量流动、净化水体、为鸟类和水域中鱼类提供饵料^[7-8]; 近年来, 随着南汇东滩促淤圈围工

【作者简介】李超(1982-), 男, 中国安徽宿州人, 本科, 工程师, 从事水质、废气、土壤、海洋、噪声等环境各领域监测技术研究。

程的完成,本着生态保护和经济发展相协调的原则以及“谁开发谁保护、谁利用谁补偿、谁破坏谁恢复”的政策,采取增殖放流以及将崇明东滩和九段沙设为动态保护区的生态弥补性措施,以降低围垦对南汇东滩底栖生物的影响^[9]。同时,大型底栖生物的种类组成还能较好地反应环境的好坏,比如耐污虫、小头虫、长手沙蚕和丝鳃虫等的物种的出现,对生态环境的污染具有一定的指示作用^[10-11]。因此,论文通过对南汇东滩调查区域潮间带生物的种类组成和分布特征分析,为上海滨滩湿地的保护以及受到影响的滩涂修复提供科学的理论依据。

2 材料与方法

2.1 样点选择

根据滩涂特征以及大型底栖生物的不同生境特点,在C1围垦区(围垦堤内 $31^{\circ}5'28.28''$, $121^{\circ}54'22.50''$)、C2自然潮滩保留区(围垦堤外 $31^{\circ}5'16.45''$, $121^{\circ}55'2.57''$)、C3半封闭围垦区($31^{\circ}3'53.86''$, $121^{\circ}56'54.63''$)内设置三个采样断面,每个采样断面分高、中、低三个潮区设置5~6个样点,点位布设见图1。

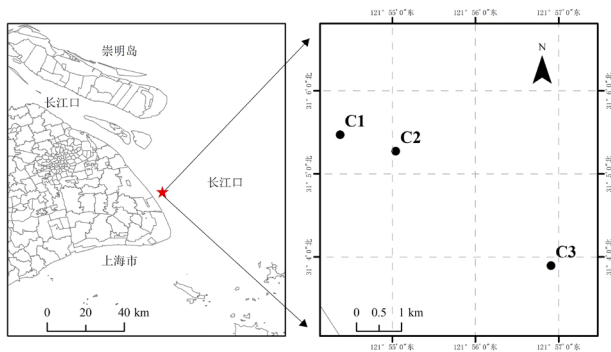


图1 南汇东滩调查断面示意图

2.2 采样方法

参照 GB/T 17378.7—2007 中潮间带大型底栖生物的调查方法。潮间带大型底栖动物在每一个采样断面的高、中、低潮区设置5~6采样点。通过定位系统,在调查区域进行定量样品的采集,采集定量样品所使用的采样工具为 $25\text{cm} \times 25\text{cm} \times 30\text{cm}$ 的定量框,并在定量样品的周围,采集尽可能多的定性样品,用40目的筛网进行冲洗。将淘洗后的样品用5%的甲醛固定带回实验室,进行物种鉴定、个体计数、称重、生物量计算,并对所获数据进行统计分析。

2.3 分析方法与数据处理

评价标准采用评价生物特征的优势度、丰富度、多样性和均匀度方法,对物种分布特征进行评价:

- ①多样性指数: $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$;
- ②均匀度指数: $J' = H' / \log_2 S$;
- ③丰度指数: $d = (S-1) / \log_2 N$;

④单纯度指数: $C = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$;

⑤物种优势度: $Y = (n_i/N) \times f_i$ 。

式中, S 为样品中的种类数; P_i 为第 i 种的个体数与总个体数的比值; n_i 为采集的样品中第 i 种生物的个体数; N 为采集的样品中物种的总个体数; f_i 为第 i 种在各站点出现的频率,当某一种生物的优势度 ≥ 0.02 时,可视为优势种。

对不同生境底栖生物群落的平均丰度和生物量利用 Excel 2019 进行统计和分析。利用地理信息系统 GIS 软件进行绘图。

3 结果

3.1 物种组成和优势种

根据滩涂特征以及大型底栖生物的不同生境特点,在C1围垦区(围垦堤内)、C2自然潮滩保留区(围垦堤外)、C3半封闭围垦区内分别春秋两季进行采样调查。总体表现为秋季物种多于春季,两次调查结果见表1。

2021年秋季共采集到潮间带底栖生物共44种(包括定性样品和定量样品),其中包括环节动物8种;脊索动物5种;软体动物10种;节肢动物19种;纽形动物、水生昆虫各1种,定量样品具体的物种和占比见表1。

2022年夏季共采集到潮间带底栖生物共24种(包括定性样品和定量样品),其中节肢动物9种;软体动物和环节动物各5种;脊索动物3种;纽形动物、水生昆虫各1种。定量样品具体见表1。

根据物种优势度(Y)公式计算结果,当物种优势度(Y)值 ≥ 0.02 时,该种即为优势种。秋季该区域潮间带底栖生物优势种有3种,分别是谭氏泥蟹(*Ilyoplax deschampsii*)、中华螺赢蜚(*Corophium sinensis*)和跳板钩虾(*Orchestia platensis*)。夏季潮间带底栖生物优势种有4种,分别是中华螺赢蜚(*Corophium sinensis*)、无齿螳臂相手蟹(*Chiramantes dehaani*)、天津厚蟹(*Helice tientsinensis*)和为堇拟沼螺(*Assiminea violacea*)。调查区域优势种见表2。

3.2 丰度和生物量

2021年秋季潮间带底栖生物生物量平均值为 $128.83\text{g}/\text{m}^2$,各断面各潮区底栖生物生物量C3断面的最大,C1断面次之,C2断面的生物量最小。调查区域潮间带底栖生物栖息密度平均值为 $640\text{ind.}/\text{m}^2$,各断面各潮区底栖生物栖息密度C2断面的最大,C1断面次之,C3断面的栖息密度最小。其中丰度自然潮滩>围垦区>半围垦区,生物量为半围垦区>围垦区>自然潮滩,详细丰度和生物量值见表3。

2022年夏季潮间带底栖生物生物量平均值为 $451.97\text{g}/\text{m}^2$,调查区域各断面各潮区底栖生物生物量C3断面的最大,C2断面次之,C1断面的生物量最小。底栖生物栖息密度平均值为 $414\text{ind.}/\text{m}^2$,底栖生物栖息密度C1断面的最大,C2断面次之,C3断面的栖息密度最小。其中丰度表现为围垦区>自然潮滩>半围垦区,生物量表现为半围垦

区>自然潮滩>围垦区,详细丰度和生物量值见表3。

平均值为 0.709; 单纯度 (C) 平均值 0.634。2022 年夏季潮

3.3 生物多样性指数

间带底栖生物物种多样性指数 (H') 平均值为 1.424; 均匀

2021 年秋季潮间带底栖生物物种多样性指数 (H') 平

度 (J') 平均值为 0.612; 丰富度 (d) 平均值为 0.837; 单

均值为 1.761; 均匀度 (J') 范围为平均值为 0.814; 丰度 (d)

纯度(C)平均值 0.476。2021 年秋季多样性指数大于(表 4)。

表 1 不同调查区域大型底栖动物的种类

调查时间 Survey time	调查区域 Survey area	种数总数 Total species	环节动物 Annelids	脊索动物 Chordata	水生昆虫 Aquatic insect	节肢动物 Arthropoda	纽形动物 Nemerteans	软体动物 Mollusks
2021.9	C1	17	3 (17.65%)	—	—	12 (70.59%)	—	2 (11.76%)
	C2	17	4 (23.53%)	2 (11.76%)	1 (5.88%)	7 (41.18%)	—	3 (17.65%)
	C3	17	5 (29.41%)	—	1 (5.88%)	6 (35.29%)	1 (5.88%)	4 (23.53%)
	整个区域	32	8 (25.00%)	2 (6.25%)	1 (3.13%)	14 (43.75%)	1 (3.13%)	6 (18.75%)
2022.6	C1	12	18.33%	—	—	7 (58.33%)	—	4 (33.33%)
	C2	11	1 (9.09%)	—	—	8 (72.73%)	—	1 (8.18%)
	C3	10	0.00%	3 (30.00%)	—	6 (60.00%)	—	1 (10.00%)
	整个区域	17	1 (5.88%)	3 (17.65%)	—	9 (52.94%)	—	4 (23.53%)

注：表中“—”表示采集的定量样品中未出现该物种。

表 2 不同季度大型底栖动物的优势种

物种 Species	2021 年秋季		2022 年夏季	
	优势度 Dominance	频度 Frequency	优势度 Dominance	频度 Frequency
	(Y)	(%)	(Y)	(%)
谭氏泥蟹 (Ilyoplax deschampsii)	0.284	72.22	—	—
跳板钩虾 (Orchestia platensis)	0.057	33.33	—	—
中华螺赢蜚 (Corophium sinensis)	0.039	50.00	0.080	50.00
董拟沼螺 (Assiminea violacea)	—	—	0.612	100.00
无齿螳臂相手蟹 (Chiromantes dehaani)	—	—	0.046	83.33
天津厚蟹 (Helice tientsinensis) s	—	—	0.021	61.11

注:表中“—”表示调查区域采集的定量样品中该物种不是优势种。

表 3 不同调查区域底栖动物丰度 (ind./m²) 与生物量 (g/m²)

调查时间 Survey time	调查区域 Survey area	环节动物 Annelids		脊索动物 Chordata		水生昆虫 Aquatic insect		节肢动物 Arthropoda		纽形动物 Nemerteans		软体动物 Mollusks		总计 Total	
		丰度 Abundance	生物量 Biomass	丰度 Abundance	生物量 Bio-mass	丰度 Abundance	生物量 Bio-mass	丰度 Abundance	生物量 Biomass	丰度 Abundance	生物量 Bio-mass	丰度 Abundance	生物量 Bio-mass	丰度 Abundance	生物量 Biomass
2021.9	C1	52	2.37	—	—	—	—	1248	284.48	—	—	76	5.13	1376	291.98
	C2	168	1.98	16	8.53	4	0.033	968	120.72		—	312	42.53	1468	173.79
	C3	212	2.32	—	—	4	0.016	616	299.74	16	0.23	148	4.90	996	307.22
	整个区域	432	6.67	16	8.53	8	0.049	2832	704.94	16	0.23	536	52.56	3840	772.99
2022.6	C1	60	0.03	—	—	—	—	176	514.99	—	—	820	171.50	1056	686.52
	C2	40	0.01	—	—	—	—	172	712.80	—	—	640	150.20	852	863.01
	C3	—	—	12	53.23	—	—	484	1091.48	—	—	80	17.60	576	1162.30
	整个区域	100	0.04	12	53.23	—	—	832	2319.27	—	—	1540	339.30	2484	2711.83

注：表中“—”表示采集的定量样品中未出现该物种

表 4 不同季节潮间带底栖生物物种多样性指数、均匀度、丰度与单纯度

断面 Section	2021.9				2022.6			
	香农 - 威纳 指数 (H') Shannon- Weiner	物种丰富度 指数 (d) Species richness	均匀度指数 (J') Pielou' s evenness index	单纯度指数 (C) Simplicity Index	香农 - 威纳 指数 (H') Shannon- Weiner	物种丰富度 指数 (d) Species richness	均匀度指数 (J') Pielou' s evenness index	单纯度指数 (C) Simplicity Index
C1	1.555	0.617	0.838	0.602	1.275	0.832	0.526	0.406
C2	1.761	0.698	0.757	0.618	1.284	0.813	0.554	0.424
C3	1.967	0.812	0.849	0.683	1.712	0.866	0.757	0.599
整个区域	1.761	0.709	0.815	0.634	1.424	0.837	0.612	0.476

4 讨论

4.1 季节变动对底栖生物的影响

大型底栖生物作为滨滩湿地生态系统的重要组成部分，主要组成包括节肢动物、软体动物、环节动物、纽形动物、水生昆虫等^[12]，其物种组成和分布会对群落结构产生影响，通过分析大型底栖生物的物种组成，尤其是对群落结构起重要作用的优势种，它们能够对生态环境的变化起到一定指示作用^[13-14]。本研究发现，2021 年秋季共鉴定到潮间带大型底栖生物 32 种，主要有环节动物、软体动物以及节肢动物组成；优势种为谭氏泥蟹、跳板钩虾和中华螺赢蜚；2022 年夏季调查到潮间带大型底栖生物 17 种，主要由脊索动物、节肢动物和软体动物组成；优势种为董拟沼螺、无齿螳臂相手蟹和天津厚蟹。马长安等^[15]对南汇东滩围垦湿地大型底栖动物生物研究发现围垦潮滩内的物种数秋季（9 种）最多，冬季（4 种）最少，而自然潮滩则是夏季（23 种）最多，冬季（16 种）最少，在整个潮滩，同一区域的不同季节，底栖动物种类有着较大的差异。其次，本研究发现不同季节大型底栖生物的生物量也存在差异，丰度表现为秋季>夏季，但栖息密度则表现为夏季>秋季，出现这种现象的原因与不同的季节、温度等气候因素有关。本研究发现夏季物种数较秋季少，但是出现的优势种类为个体较大的节肢动物，主要是天津厚蟹和无齿螳臂相手蟹，个体较大使得生物量增加。徐宇田^[16]对长江口南汇东滩潮间带盐沼湿地鱼类物种多样性研究中发现，由于不同季节，同一生境的淹没时间、平均流速以及温度等存在差异，导致不同季节出现的物种不同，夏季出现的河口定居性中国花鲈较多，而秋季则是睛尾蝌蚪虾虎鱼较多，最终使得鱼类物种数表现为秋季高于夏季，但鱼类的丰度、生物量和多样性均低于夏季。

4.2 围垦对物种组成及分布的影响

近年来随着上海经济的发展，对土地的需求不断增长，滩涂湿地成为了土地资源开发的重要部分，促淤圈围在不断地进行，研究表明围垦会对原生滩涂湿地潮滩高程、水的流动、泥沙的沉降、植被演替等产生影响，最终环境因子的综合作用会导致滩涂湿地生态系统功能的退化和结构的

改变^[9,17]。袁兴中等^[15]通过对长江口南岸不同生境的大型底栖无脊椎动物群落结构及其多样性特征研究发现，围垦区域潮间带生物的组成和分布与自然潮滩存在不同，最明显就是种类的差别，围垦潮滩与原潮滩相比生存的甲壳动物和多毛类种类较少，甚至不存在，但是水生昆虫的幼虫和软体动物种类较多。论文研究发现，围垦区域和自然潮滩物种数无明显差异，根据现场对堤内和堤外的植被观测发现，圈围后有较大一部分潮滩尚未开垦，保持了较多自然滩涂风貌和植被，还有一些半人工湿地，周边还有少量人工养殖塘、农田，这些区域内分布了大量水生维管植物，主要包括芦苇（*Phragmites australis*）和互花米草（*Spartina alterniflora*）。此外，围垦区还有常见陆生杂草加拿大一枝黄花（*Solidago canadensis*）。堤外则表现为光滩或仅在少量区域还有零星的呈狭带状分布的互花米草单优势群落。论文的研究结果可能与围垦区域内保留的原滩涂生境有关。研究表明^[18]海三棱藨草在维持长江口生物多样性方面起着至关重要的作用，能够为湿地底栖鱼类、水鸟营造栖息地，具有重要的生态价值。同时，杨洋^[14]在围垦对南汇东滩湿地大型底栖动物影响的研究中也发现，自然潮滩在丰度、生物量、多样性等群落指标均明显低于围垦潮滩，可能也是南汇东滩围垦面积较大，保留的自然潮滩与围垦潮滩相比滩面更窄，较少的栖息空间会限制大型底栖生物的生存和发展，以及保留下来的潮滩类型均为无植被覆盖的光滩，导致无法满足原始潮滩大型底栖生物生存的环境，最终使得围垦区物种的丰富度高于自然潮滩。

4.3 滩涂修复的建议

南汇东滩是上海重要的滨滩湿地，其重要的环境功能和生态价值，对沿海地区的经济发展起着重要的作用。但是近年来由于过度开发，过多的人为干扰，导致潮滩生物群落发生改变，使得生物多样性减低，生态功能退化。生物多样性是人类生存和经济得以持续发展的基础，潮滩本就是一个环境脆弱带和敏感区，所以我们要本着生态保护和经济发展相协调的原则，合理开发湿地，同时根据滩涂湿地的具体情况进行增殖放流^[19]，以及尽可能地增加植被覆盖率，为大

型底栖生物营造较好的栖息地,以保持生态系统的稳定性。

参考文献

- [1] 刘杰,陈吉余,陈沈良.长江口南汇东滩滩地地貌演变分析[J].泥沙研究,2007(6):47-52.
- [2] 王磊,刘敏,许世远,等.上海滨岸潮滩生物多样性及其利用与保护[J].长江流域资源与环境,2001(2):132-137.
- [3] 何刚强.上海南汇东滩滩涂资源开发利用回顾与展望[J].上海建设科技,2014(3):55-58.
- [4] 夏海峰,张玮.南汇东滩及浦东国际机场外沿围海造地工程潮流数学模型研究[J].水道港口,2008(1):25-30.
- [5] 袁兴中,陆健健.围垦对长江口南岸底栖动物群落结构及多样性的影响[J].生态学报,2001(10):1642-1647.
- [6] 马长安,徐霖林,田伟,等.围垦对南汇东滩湿地大型底栖动物的影响[J].生态学报,2012,32(4):3-11.
- [7] 叶维钧,陈亚瞿.上海金山城市沙滩人工潟湖水体生态修复及效果评价[J].水产科学,2014,33(12):794-799.
- [8] 贾海波,胡颢琰,邵君波,等.长江口及其邻近海域春秋浮游植物群落及环境影响因子研究[J].海洋环境科学,2013,32(6):851-855.
- [9] 马涛,傅萃长,陈家宽.上海城市发展中的湿地保护与可持续利用[J].城市问题,2006(9):29-32.
- [10] 吴健,谭娟,黄沈发,等.溢油污染潮间带大型底栖动物体内总石油烃含量及风险动态[J].环境科学学报,2017,37(1):381-387.
- [11] 周丽霞,丁明懋.土壤微生物学特性对土壤健康的指示作用[J].生物多样性,2007(2):162-171.
- [12] 安传光,赵云龙,林凌,等.崇明岛潮间带夏季大型底栖动物多样性[J].生态学报,2008(2):577-586.
- [13] Richard, C, Harrel, et al. Macrobenthic community structure before, during, and after implementation of the Clean Water Act in the Neches River estuary (Texas)[J]. Hydrobiologia, 2002.
- [14] 杨洋.围垦对南汇东滩湿地大型底栖动物影响的研究[D].上海:华东师范大学,2017.
- [15] 马长安,徐霖林,田伟,等.南汇东滩围垦湿地大型底栖动物的种类组成、数量分布和季节变动[J].复旦学报(自然科学版),2011,50(3):274-281.
- [16] 许宇田.长江口南汇东滩潮间带盐沼湿地鱼类物种多样性及其营养结构[D].上海:华东师范大学,2019.
- [17] 刘新成,卢永金,崔东.长江口南汇东滩水土资源开发布局研究及河势影响预测[J].水利规划与设计,2011(6):9-12.
- [18] 陶燕东,于克锋,何培民,等.围垦后南汇东滩海三棱藨草的空间分布及其影响因子研究[J].长江流域资源与环境,2017,26(7):1032-1041.
- [19] 陈永茂,李晓娟,傅恩波.中国未来的渔业模式——建设海洋牧场[J].资源开发与市场,2000(2):78-79.