

# 盐城潮间带大型底栖动物群落分布特征

欧阳夏语<sup>1</sup>, 倪天泽<sup>1</sup>, 吴晓涵<sup>1</sup>, 张亚楠<sup>2</sup>, 薛洪富<sup>1</sup>, 孙长海<sup>1</sup>, 王备新<sup>1\*</sup>, 陈浩<sup>2\*</sup>  
(1. 南京农业大学植物保护学院, 江苏 南京 210095; 2. 江苏盐城国家级珍禽自然保护区管理处, 江苏 盐城 224057)

**摘要:**于2018年11月和2019年5月,在江苏省盐城市滨海湿地的潮间带中,设置了9处采样地,采集了大型底栖动物样品,研究了大型底栖动物群落的分布特征和物种多样性。研究结果表明,两次采样在潮间带采样地共记录大型底栖动物74种,隶属于6门7纲24目;2018年11月,大型底栖动物群落的主要优势物种为托氏蝾螺(*Umbonium thomasi*)和四角蛤蜊(*Mactra veneriformis*);2019年5月,大型底栖动物群落的主要优势物种为多齿半尖额涟虫(*Hemileucon hinumensis*)、四角蛤蜊(*Mactra veneriformis*)、光滑河蓝蛤(*Potamocorbula laevis*)和托氏蝾螺(*Umbonium thomasi*);总体上,盐城潮间带大型底栖动物群落的物种多样性水平较高。

**关键词:**大型底栖动物;潮间带;多样性指数;盐城

**中图分类号:**Q958.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-5948(2022)03-427-08

大型底栖动物是潮间带生态系统的重要组成部分<sup>[1-2]</sup>,其参与物质循环、营养流动、生物扰动和次级生产作用等重要生态系统过程<sup>[3-4]</sup>。大多数大型底栖动物具有生命周期长、易采集和对环境变化敏感等特征,其被认为是反映生态系统健康状况的重要指示物种<sup>[5-6]</sup>。潮间带中的大型底栖动物是水鸟的重要食物来源<sup>[7-8]</sup>。不同类型的水鸟的体形、觅食方式和偏好食源存在差异,这是导致大型底栖动物空间分布存在差异的重要原因<sup>[9]</sup>。鸕鹚类水鸟倾向于捕食小体型的大型底栖动物;鸥类水鸟的食性复杂,更偏好较大体型的底栖动物<sup>[3,10-11]</sup>。因此,了解潮间带大型底栖动物群落分布特征,不仅有助于对潮间带大型底栖动物的保护,而且对水鸟的保护也有重要意义。

江苏省盐城市的滨海湿地位于东亚-澳大利亚鸟类迁徙路线上,每年有近300万只水鸟在此越冬或停歇<sup>[12]</sup>。江苏盐城国家级珍禽自然保护区和江苏大丰麋鹿国家级自然保护区的建立,对滨海湿地的物种多样性保护具有积极作用,但是,这两个保护区以外的大量滨海湿地被转变为人工景观用地和养殖鱼塘,使滨海湿地原有的生态功能

遭到破坏<sup>[12-13]</sup>。已经对盐城潮间带大型底栖动物群落分布进行了详尽调查<sup>[14]</sup>,但是距今已过去9 a,期间潮间带生态系统已经发生了较大变化<sup>[15]</sup>,因此,目前盐城潮间带大型底栖动物群落的分布特征还需要进一步研究。

本研究在盐城市滨海湿地的潮间带中采集了大型底栖动物样品,研究大型底栖动物群落的分布特征与物种多样性,以期对盐城潮间带大型底栖动物群落多样性和迁徙水鸟保护提供基础资料和参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区

江苏省盐城市的滨海湿地(32°40'N~34°80'N,119°80'E~120°60'E)横跨盐城市响水县、滨海县、射阳县、亭湖区、大丰市和东台市,盐城市的沿海滩涂面积约为江苏省滩涂总面积的70%。

该区域气候属亚热带季风气候,年平均气温为13.7~14.8℃,年降水量为980~1070 mm。盐城市的海岸类型为粉砂淤泥质海岸,其中灌河口至射阳河口段海岸为侵蚀海岸,自1855年黄河北

收稿日期:2020-10-29;修订日期:2021-09-10

基金项目:江苏省社会发展重大科技示范项目(BE2018681)和盐城湿地生态保护特区生物多样性保护与栖息地恢复科技示范项目(SBE2018710003)资助。

作者简介:欧阳夏语(1995-),男,湖南省郴州人,硕士研究生,从事底栖动物生态学研究。E-mail: ouyang\_xiayu@163.com

\*通讯作者:王备新,教授;陈浩,研究员。E-mail: wangbeixin@njau.edu.cn; 295258225@qq.com

迁开始,射阳河口以北区域泥沙量锐减,海岸线被侵蚀,逐年后退;射阳河口至斗龙港河口段海岸为淤蚀转换海岸,高潮带区域缓慢淤涨,低潮带区域持续侵蚀;斗龙港河口以南段海岸为淤长海岸,海岸仍然每年向海域延伸<sup>[16-18]</sup>。

## 1.2 调查方法

在盐城潮间带共设置了9处采样地(图1)。位于北部的采样地1和采样地2所处海岸为侵蚀海岸,被港口和堤岸固化严重影响,该区域有养殖紫菜和捕鱼围网装置,两处采样地之间的潮上带有大型化工厂和咸水养殖场;位于中部的采样地3至采样地6所处海岸为天然海岸;采样地7的堤岸被固化,但是潮上带沿海区域有咸水养殖场;位于南部的采样地8和采样地9的海岸都已经部分固化,此区域曾经有超过10万只鸕鹚类水鸟栖息,咸水养殖场数量较少。

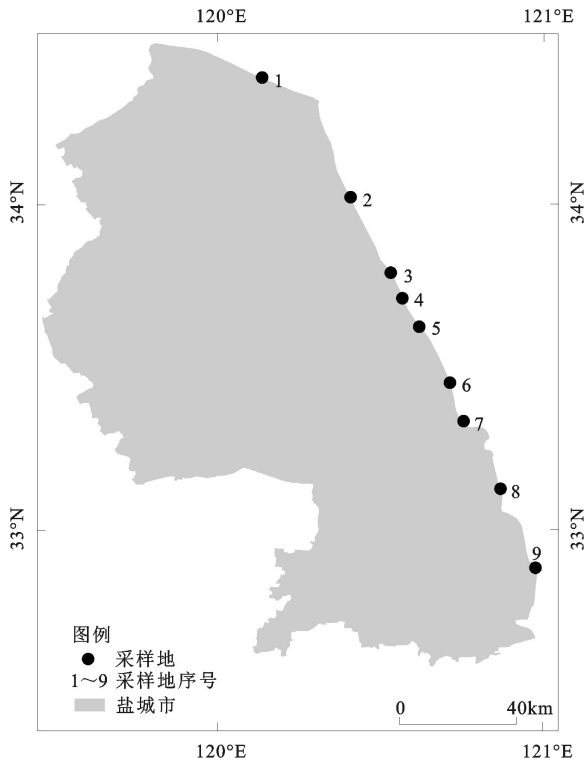


图1 盐城潮间带9处采样地分布示意图

Fig.1 Sketch map of the 9 sampling sites in intertidal zone in Yancheng

考虑到冬季和春季为潮间带水鸟的越冬期和迁徙期,因此,在2018年11月3~27日和2019年5月21日~6月1日,开展了潮间带大型底栖动物的采样工作。

按照《海洋调查规范第6部分:海洋生物调查》(GB/T 12763.6—2007)<sup>[19]</sup>中的相关方法,采集、处理、鉴定和称量大型底栖动物样品。

2018年11月3~27日,在每处采样地,在垂直于海岸线的方向,在潮间带均匀布设4个规格为20m×20m的采样点。在每个采样点,采用五点法,布设5个滩涂定量框(0.25m×0.25m×0.30m),在定量框内,采集大型底栖动物样品,共采集大型底栖动物样品36份。

2019年5月21日~6月1日,在每处采样地,在垂直于海岸线的方向,在潮间带均匀布设3个规格为20m×20m的采样点。在每个采样点,随机在滩涂上布设4个定量框,在定量框内,采集大型底栖动物样品,共采集大型底栖动物样品27份。

在实验室内,将采集到的大型底栖动物样品用5%的福尔马林溶液固定;利用虎红溶液,染色大型底栖动物样品;根据形态学资料<sup>[20-23]</sup>,鉴定大型底栖动物的物种。

## 1.3 大型底栖动物群落的物种多样性分析

利用 Shannon-Wiener 多样性指数<sup>[24]</sup>,研究大型底栖动物群落的多样性。

物种优势度指数表示某一物种在大型底栖动物群落中所占优势的程度,其计算公式为:

$$IRI = (N + W)F \times 10^4 \quad (1)$$

公式(1)中, $IRI$ 为物种优势度指数; $N(\%)$ 为单个物种丰度占有物种总丰度的百分比; $W(\%)$ 为单个物种湿重生物量占有物种总湿重生物量的百分比; $F(\%)$ 为单个物种出现的频率。当某物种的优势度指数大于1000时,该种大型底栖动物物种即为优势物种。

## 1.4 数据分析

利用 R 3.4.0 语言中的 *vegan* 软件包,计算 Shannon-Wiener 多样性指数。

## 2 结果与分析

### 2.1 大型底栖动物群落的物种组成

在盐城潮间带的9处采样地,共记录大型底栖动物74种,隶属于6门7纲24目(表1)。其中,有33种软体动物,有20种节肢动物,有18种环节动物,有1种刺胞动物,有1种腕足动物,有1种纽形动物。

2018年11月3~27日,共记录5门6纲22目

表1 2018年11月和2019年5月盐城潮间带大型底栖动物物种名录

Table 1 List of macrozoobenthos in intertidal zone in Yancheng in November, 2018 and May, 2019

门/纲/目/物种名称	门/纲/目/物种名称
一 软体动物门 Mollusca	一 软体动物门 Mollusca
(一)腹足纲 Gastropoda	(二)双壳纲 Bivalvia
1 头楯目 Cephalaspidea	11 海螂目 Myoida
(1)纵肋饰孔螺 <i>Decorifera matusimana</i> <sup>a,b,3,9</sup>	(32)光滑河蓝蛤 <i>Potamocorbula laevis</i> <sup>a,b,1,2,3,5,6,7,8,9</sup>
(2)泥螺 <i>Bullacta caurina</i> <sup>a,b,1,2,5,6,7,8,9</sup>	12 贫齿目 Adapedonta
(3)中华伪露齿螺 <i>Pseudoringicula sinensis</i> <sup>a,2</sup>	(33)缢蛏 <i>Sinonovacula constricta</i> <sup>b,9</sup>
2 新腹足目 Neogastropoda	二 环节动物门 Annelida
(4)半褶皱纹螺 <i>Nassarius sinarum</i> <sup>a,b,1,9</sup>	(三)多毛纲 Polychaeta
(5)纵肋皱纹螺 <i>Nassarius variciferus</i> <sup>a,b,1,2,9</sup>	13 囊吻目 Scolecida
(6)红带皱纹螺 <i>Nassarius succinctus</i> <sup>a,1,4</sup>	(34)尖锥虫 <i>Scoloplos armiger</i> <sup>a,b,1,2,3,5,6,7,8,9</sup>
(7)笋螺科一种 <i>Terebridae</i> sp. <sup>b,9</sup>	(35)日本细莱毛虫 <i>Levinsenia gracilis</i> <sup>a,b,3,5,6</sup>
3 原始腹足目 Archaeogastropoda	(36)日本臭海蛭 <i>Travisia japonica</i> <sup>1</sup>
(8)托氏蜡螺 <i>Umbonium thomasi</i> <sup>a,b,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>	14 海稚虫目 Spionida
4 肠纽目 Entomolaenalia	(37)海稚虫科一种 <i>Spionidae</i> sp.1 <sup>a,b,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>
(9)笋金螺 <i>Chrysallida terebra</i> <sup>a,b,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>	(38)海稚虫科一种 <i>Spionidae</i> sp.2 <sup>a,5</sup>
(10) <i>Chrysallida</i> 属的一种 <i>Chrysallida</i> sp.1 <sup>a,2,9</sup>	(39)海稚虫科一种 <i>Spionidae</i> sp.3 <sup>a,5</sup>
(11) <i>Chrysallida</i> 属的一种 <i>Chrysallida</i> sp.2 <sup>a,9</sup>	(40)长手沙蚕科一种 <i>Magelonidae</i> sp. <sup>a,b,5,6,9</sup>
5 玉黍螺目 Littorinimorpha	(41)后指虫 <i>Laonice cirrata</i> <sup>a,b,1,3</sup>
(12)光滑狭口螺 <i>Dentinephrys glabra</i> <sup>a,b,1,2,3,4,5,7,8,9</sup>	(42)丝鳃虫科一种 <i>Cirratulidae</i> sp. <sup>a,5</sup>
(13)微黄镰玉螺 <i>Polinices fortunei</i> <sup>a,b,1,3,9</sup>	15 叶须虫目 Phyllodocida
(14)扁玉螺 <i>Neverita didyma</i> <sup>b,9</sup>	(43)多齿围沙蚕 <i>Perinereis nuntia</i> <sup>a,b,1,5,7,9</sup>
(15)优雅河纹螺 <i>Fluviocingula elegantula</i> <sup>a,b,1,2</sup>	(44)圆锯齿吻沙蚕 <i>Nephtys glabra</i> <sup>a,b,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>
(16)董拟沼螺 <i>Assiminea violacea</i> <sup>a,b,1,2</sup>	(45)疣吻沙蚕 <i>Tylorrhynchus heterochetus</i> <sup>a,7</sup>
(17)绯拟沼螺 <i>Assiminea latericera</i> <sup>a,1,2</sup>	(46)长吻沙蚕 <i>Glycera chirori</i> <sup>a,b,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>
(18)粗糙滨螺 <i>Littorina scabra</i> <sup>1</sup>	(47)日本角吻沙蚕 <i>Goniada japonica</i> <sup>a,b,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>
6 新进腹足目 Caenogastropoda	(48)双须虫亚科一种 <i>Eteoninae</i> sp. <sup>a,9</sup>
(19)中华拟蟹守螺 <i>Cerithidea sinensis</i> <sup>b,2</sup>	16 小头虫目 Capitellida
(20)汇螺科一种 <i>Potamodidae</i> sp. <sup>a,b,3,6,7,9</sup>	(49)小头虫科一种 <i>Capitellidae</i> sp. <sup>a,b,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>
(21)尖锥拟蟹守螺 <i>Cerithideopsis largillierii</i> <sup>a,1,2</sup>	(50)丝异蚓虫 <i>Heterromastus filiformis</i> <sup>a,b,1,3,4,5,6,7,8,9</sup>
7 异腹足目 Heterogastropoda	17 矾沙蚕目 Eunicida
(22)梯螺科的一种 <i>Epitoniidae</i> sp. <sup>a,b,1,3,5,9</sup>	(51)日本巢沙蚕 <i>Diopatra sugokai</i> <sup>a,b,1,2</sup>
8 基眼目 Basommatophora	三 节肢动物门 Arthropoda
(23)白旋螺 <i>Gyraulus albus</i> <sup>a,2</sup>	(四)软甲纲 Malacostraca
(24)大脐圆扁螺 <i>Hippeutis umbilicalis</i> <sup>a,2</sup>	18 涟虫目 Cumacea
(二)双壳纲 Bivalvia	(52)多齿半尖额涟虫 <i>Hemileucon hinumensis</i> <sup>a,b,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>
9 鸟蛤目 Cardiida	19 十足目 Decapoda
(25)彩虹明樱蛤 <i>Iridona iridescens</i> <sup>a,b,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>	(53)宽身大眼蟹 <i>Macrophthalmus abbreviatus</i> <sup>b,3,6,7,9</sup>
(26)射带紫云蛤 <i>Gari radiata</i> <sup>b,6,7</sup>	(54)短齿大眼蟹 <i>Macrophthalmus brevis</i> <sup>a,b,5,6,7,8,9</sup>
10 帘蛤目 Veneroida	(55)三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i> <sup>a,3,5,8</sup>
(27)四角蛤蜊 <i>Maetra veneriformis</i> <sup>a,b,1,3,4,5,6,7,8,9</sup>	(56)圆球股窗蟹 <i>Scopimera globosa</i> <sup>b,2,9</sup>
(28)中国蛤蜊 <i>Maetra chinensis</i> <sup>b,5,9</sup>	(57)豆形拳蟹 <i>Pyrhila pisum</i> <sup>a,b,1,6,9</sup>
(29)中国绿螂 <i>Glaucomya chinensis</i> <sup>b,5</sup>	(58)红线黎明蟹 <i>Matuta planipes</i> <sup>b,3</sup>
(30)渤海鸭嘴蛤 <i>Laternula gracilis</i> <sup>b,3,8,9</sup>	(59)秀丽白虾 <i>Exopalaemon modestus</i> <sup>b,2</sup>
(31)青蛤 <i>Cyclina sinensis</i> <sup>a,b,5,6,7,8,9</sup>	

注:物种名称右上角字母 a 和 b 分别表示在 2018 年 11 月 3~27 日和 2019 年 5 月 21 日~6 月 1 日采集到的物种。物种名称右上角的数字 1~9 分别表示在采样地 1~采样地 9 采集到的物种。

续表 1

门/纲/目/物种名称	门/纲/目/物种名称
三节肢动物门 Arthropoda	四腕足动物门 Brachiopoda
(四)软甲纲 Malacostraca	(五)海豆芽纲 Lingulata
20 端足目 Amphipoda	22 海豆芽目 Lingulida
(60)绿钩虾科一种 <i>Hyalidae</i> sp.1 <sup>ab,1,2,3,4,5,6,8,9</sup>	(72)鸭嘴海豆芽 <i>Lingula anatina</i> <sup>b,7,8,9</sup>
(61)绿钩虾科一种 <i>Hyalidae</i> sp.2 <sup>b,4</sup>	五刺胞动物门 Cnidaria
(62)三齿赫氏螺赢蜚 <i>Hirayamaia tridentia</i> <sup>a,b,2,4,5,6</sup>	(六)珊瑚虫纲 Actinozoa
(63)刺指尾钩虾 <i>Urothoe spinidigitus</i> <sup>ab,2,3,4,6,7,9</sup>	23 海葵目 Actiniaria
(64)中国周眼钩虾 <i>Pericolodes meridichinensis</i> <sup>ab,1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup>	(73)中华仙影海葵 <i>Calliactis sinensis</i> <sup>a,b,1,5,6,7,8,9</sup>
(65)棘钩虾属一种 <i>Echinogammarus</i> sp. <sup>b,3,5</sup>	六纽形动物门 Nemertea
(66)板跳钩虾 <i>Orchestia platensis</i> <sup>b,2,6</sup>	(七)无针纲 Anopla
(67)长尾亮钩虾 <i>Photis longicaudata</i> <sup>b,5</sup>	24 异纽目 Heteronemertea
21 等足目 Isopoda	(74)青纵沟纽虫 <i>Lineus fuscoviridis</i> <sup>a,5,6</sup>
(68)雷伊著名团水虱 <i>Gnorimosphaeroma rayi</i> <sup>ab,3,4,5,6</sup>	
(69)光背节鞭水虱 <i>Synidotea laevidorsalis</i> <sup>b,3</sup>	
(70)棒鞭水虱属一种 <i>Cleantis</i> sp. <sup>b,4</sup>	
(71) <i>Cleantioides</i> 属一种 <i>Cleantioides</i> sp. <sup>b,5</sup>	

注:物种名称右上角字母a和b分别表示在2018年11月3~27日和2019年5月21日~6月1日采集到的物种。物种名称右上角的数字1~9分别表示在采样地1~采样地9采集到的物种。

54种大型底栖动物,其中,有21种腹足纲大型底栖动物。2019年5月21日至6月1日,共记录5门6纲22目57种大型底栖动物,其中,有18种为软甲纲大型底栖动物。

在采样地1,记录了33种大型底栖动物。其中,有17种软体动物,有4种节肢动物,有11种环节动物,有1种刺胞动物。

在采样地2,记录了31种大型底栖动物。其中,有16种软体动物,有7种节肢动物,有8种环节动物。

在采样地3,记录了30种大型底栖动物。其中,有11种软体动物,有10种节肢动物,有9种环节动物。

在采样地4,记录了20种大型底栖动物。其中,有6种软体动物,有8种节肢动物,有6种环节动物。

在采样地5,记录了36种大型底栖动物。其中,有11种软体动物,有10种节肢动物,有13种环节动物,有1种刺胞动物和1种纽形动物。

在采样地6,记录了30种大型底栖动物。其中,有9种软体动物,有8种节肢动物,有11种环节动物,有1种刺胞动物和1种纽形动物。

在采样地7,记录了26种大型底栖动物。其中,有10种软体动物,有5种节肢动物,有9种环节动物,有1种刺胞动物和1种腕足动物。

在采样地8,记录了23种大型底栖动物。其中,有9种软体动物门物种,有4种节肢动物,有8种环节动物,有1种刺胞动物和1种腕足动物。

在采样地9,记录了41种大型底栖动物。其中,有21种软体动物,有8种节肢动物,有10种环节动物,有1种刺胞动物和1种腕足动物。

## 2.2 大型底栖动物群落的优势物种

2018年11月3~27日,盐城潮间带大型底栖动物群落的主要优势物种为托氏蛴螺和四角蛤蜊。在采样地1、采样地5和采样地7,优势物种主要为四角蛤蜊;在采样地2、采样地3、采样地4、采样地6和采样地9,优势物种主要为托氏蛴螺;在采样地8,优势物种为小头虫科的一种(表2)。此时期盐城潮间带大型底栖动物群落的优势物种主要为软体动物门物种,其中托氏蛴螺分布范围最广;其次为四角蛤蜊,在6处采样地出现;仅有采样地3、采样地8和采样地9有节肢动物门和环节动物门优势物种。

2019年5月21日至6月1日,盐城潮间带大型

底栖动物群落的主要优势物种为多齿半尖额涟虫、四角蛤蜊、光滑河蓝蛤和托氏蛴螺。在采样地1,优势物种主要为豆形拳蟹;在采样地2,优势物种主要为多齿半尖额涟虫;在采样地3、采样地4

和采样地8,优势物种主要为托氏蛴螺;在采样地6,优势物种主要为彩虹明樱蛤;在采样地5、采样地7和采样地9,优势物种主要为四角蛤蜊(表3)。此时期盐城潮间带大型底栖动物群落的优势物种

表2 2018年11月盐城潮间带大型底栖动物群落的优势物种

Table 2 Dominant species of macrozoobenthos community in intertidal zone in Yancheng in November 2018

采样地编号	优势物种	物种相对优势度指数	采样地编号	优势物种	物种相对优势度指数
1	四角蛤蜊	4266.14	7	四角蛤蜊	8948.28
	光滑狭口螺	2687.05		托氏蛴螺	8440.18
	托氏蛴螺	2465.00	8	小头虫科一种	4730.91
2	托氏蛴螺	4264.14		四角蛤蜊	2696.14
	董拟沼螺	1897.98		托氏蛴螺	2609.90
3	托氏蛴螺	4250.97		三疣梭子蟹	1977.22
	三疣梭子蟹	3085.66	圆锯齿吻沙蚕	1025.77	
	彩虹明樱蛤	1378.42	9	托氏蛴螺	9931.72
4	托氏蛴螺	15 034.15		刺指尾钩虾	3402.33
	四角蛤蜊	10 700.61		彩虹明樱蛤	1654.24
5	托氏蛴螺	3244.09		圆锯齿吻沙蚕	1569.17
	彩虹明樱蛤	2735.35	四角蛤蜊	1163.25	
	6	托氏蛴螺	7785.69		
四角蛤蜊		5040.79			
彩虹明樱蛤		1070.57			

表3 2019年5月盐城潮间带大型底栖动物群落的优势物种

Table 3 Dominant species of macrozoobenthos community in intertidal zone in Yancheng in May 2019

采样地编号	优势物种	物种相对优势度指数	采样地编号	优势物种	物种相对优势度指数
1	豆形拳蟹	6183.85	5	圆锯齿吻沙蚕	1350.53
	光滑河蓝蛤	5470.33		彩虹明樱蛤	5706.06
	多齿半尖额涟虫	4570.65		四角蛤蜊	3313.84
	四角蛤蜊	1187.96	6	中国周眼钩虾	1571.65
2	多齿半尖额涟虫	5986.84		托氏蛴螺	1335.72
	圆锯齿吻沙蚕	2541.21		宽身大眼蟹	1026.64
	长吻沙蚕	2147.88		7	四角蛤蜊
托氏蛴螺	1412.05	圆锯齿吻沙蚕	2631.61		
托氏蛴螺	8870.45	泥螺	1983.95		
3	中国周眼钩虾	2391.33	彩虹明樱蛤	1737.11	
	刺指尾钩虾	2135.44	8	托氏蛴螺	4530.69
	多齿半尖额涟虫	1141.24		光滑河蓝蛤	4391.08
4	托氏蛴螺	8084.05		四角蛤蜊	2174.60
	多齿半尖额涟虫	5590.06	9	四角蛤蜊	2882.09
5	四角蛤蜊	9348.33		圆锯齿吻沙蚕	2527.41
	托氏蛴螺	3434.79		泥螺	1814.62
	彩虹明樱蛤	2649.94	托氏蛴螺	1280.05	

主要为软体动物门物种,托氏蛭螺和四角蛤蜊分布最广,但是其分布范围比2018年11月有所减小;节肢动物门和环节动物门优势物种的分布范围比2018年11月的有所增大。

### 2.3 大型底栖动物群落的Shannon-Wiener多样性指数

2018年11月3~27日,各采样地大型底栖动物群落的Shannon-Wiener多样性指数为0.29~2.17。采样地6的Shannon-Wiener多样性指数最大,为2.17;其次为采样地5(2.12);采样地4的Shannon-Wiener多样性指数最小,为0.29(表4)。

2019年5月21日至6月1日,各采样地大型底栖动物群落的Shannon-Wiener多样性指数为0.87~2.67。采样地9的Shannon-Wiener多样性指数最大,为2.67;其次为采样地3,为2.36;采样地1的Shannon-Wiener多样性指数最小,为0.87。

## 3 讨论

本研究在盐城潮间带共记录了大型底栖动物74种,比夏季盐城潮间带的大型底栖动物物种数(61种<sup>[14]</sup>)多13种。在本研究记录的74种大型底栖动物中,有33种为软体动物,有20种为节肢动物,有18种为环节动物,与以往调查的盐城光滩大型底栖动物群落<sup>[14,25]</sup>有较大差异。在以往的调查中,盐城潮间带大型底栖动物群落的主要物种为软体动物,节肢动物和环节动物物种所占比例较小。2019年,在江苏省南部的64种大型底栖动物中,以环节动物居多,其中有软体动物19种<sup>[26]</sup>。由此可见,盐城潮间带大型底栖动物群落特征发生了

明显变化,而且与江苏省南部区域的大型底栖动物群落分布特征存在一定差异。

在本研究中,2018年11月和2019年5月,四角蛤蜊和托氏蛭螺是盐城潮间带大型底栖动物群落的主要优势物种,其中托氏蛭螺在2018年11月的9个采样地中都为优势物种。江苏省潮间带海洋生物资源丰富,在潮间带,主要开展贝类资源开发<sup>[26]</sup>,主要的经济贝类为文蛤、四角蛤蜊和青蛤等。此外,托氏蛭螺在盐城潮间带也分布较广<sup>[27]</sup>。在本研究中,并未发现经济贝类文蛤,反映出盐城潮间带主要贝类经济物种发生了较大变化。季节变化与空间异质性是导致大型底栖动物群落结构变化的主要原因之一<sup>[28]</sup>。研究表明,春季食物供应增加与水温变化等补充作用可能促使大型底栖动物群落结构发生改变<sup>[29]</sup>。盐城潮间带大型底栖动物群落优势物种有明显的时空变化。2018年11月,除采样地3、采样地8和采样地9以外,其它采样地大型底栖动物群落的优势物种都为软体动物;2019年5月,多齿半尖额涟虫在采样地1、采样地2、采样地3和采样地4都为优势物种,与以往调查发现涟虫类群丰度变化与表层水温上升正相关的结论一致<sup>[30]</sup>。

盐城潮间带大型底栖动物群落整体多样性水平较高。大部分采样地大型底栖动物群落的Shannon-Wiener多样性指数在季节变化中小幅波动或增大,仅采样地1和采样地4的Shannon-Wiener多样性指数大幅波动。2019年5月,采样地1多齿半尖额涟虫(4281 ind/m<sup>2</sup>)与光滑河蓝蛤(5035 ind/m<sup>2</sup>)两种物种的密度极大,导致Shannon-Wiener多样

表4 2018年11月和2019年5月盐城潮间带大型底栖动物群落Shannon-Wiener多样性指数  
Fig. 4 Shannon-Wiener diversity index of macrozoobenthos community in intertidal zone in Yancheng in November 2018 and May 2019

采样时间	采样地编号	Shannon-Wiener多样性指数	采样时间	采样地编号	Shannon-Wiener多样性指数
2018年11月 3~27日	1	2.09	2019年5月21日 至6月1日	1	0.87
	2	1.75		2	1.74
	3	1.99		3	2.36
	4	0.29		4	1.33
	5	2.12		5	2.15
	6	2.17		6	1.83
	7	1.36		7	2.35
	8	1.81		8	1.82
	9	1.89		9	2.67

性指数大幅减小;2018年11月,采样地4因为高密度物种托氏蛴螺(472 ind/m<sup>2</sup>)导致 Shannon-Wiener 多样性指数较小。采样地5位于江苏盐城国家级珍禽自然保护区内,采样地9位于条子泥自然保护区范围内,在调查期间两区域大型底栖动物群落的物种多样性水平都较高,体现了环境对维护区域生物多样性的重要意义。

## 4 结 论

2018年11月和2019年5月,在盐城潮间带共记录大型底栖动物74种,隶属于6门7纲24目。其中,有33种软体动物,有20种节肢动物,有18种环节动物,有1种刺胞动物,有1种腕足动物和1种纽形动物。

2018年11月,盐城潮间带大型底栖动物群落的主要优势物种包括托氏蛴螺和四角蛤蜊等;2019年5月,其主要优势物种包括多齿半尖额涟虫、四角蛤蜊、光滑河蓝蛤和托氏蛴螺等。

## 参考文献

- [1]黄业辉,范存祥,吴中奎,等.广州市海珠湿地大型底栖动物群落物种组成和分布初探[J].湿地科学,2020,18(2):200-206.
- [2]刘士龙,秦旭东,王广军,等.2017年夏季北海市冯家江入海口红树林潮间带大型底栖动物群落结构及多样性[J].湿地科学,2019,17(3):352-358.
- [3]IWAMATSU S, SUZUKI A, SATO M. Nereidid polychaetes as the major diet of migratory shorebirds on the estuarine tidal flats at Fujimae-Higata in Japan[J]. Zoological Science, 2007, 24(7): 676-685.
- [4]SNELGROVE P. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments[J]. Biodiversity & Conservation, 1998, 7(9): 1123-1132.
- [5]DAUER D M. Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure[J]. Marine Pollution Bulletin, 1993, 26(5): 249-257.
- [6]MA Y, HU A, YU C P, et al. Response of microbial communities to bioturbation by artificially introducing macrobenthos to mudflat sediments for in situ bioremediation in a typical semi-enclosed bay, southeast China[J]. Marine Pollution Bulletin, 2015, 94(1-2): 114-122.
- [7]GOSS- CUSTARD J D, STILLMAN R A, WEST A D, et al. When enough is not enough: shorebirds and shellfishing[J]. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 2004, 271(1536): 233-237.
- [8]Sarah E A, Richard A S, Richard W G, et al. Modelling the effect of environmental change on shorebirds: a case study on Poole Harbour, UK[J]. Biological Conservation, 2006, 131(3): 459-473.
- [9]侯森林,余晓韵,鲁长虎.盐城自然保护区射阳河口滩涂迁徙期鹤鹑类的时空分布格局[J].生态学杂志,2013,32(1):149-155.
- [10]AUSDEN M, ROWLANDS A, SUTHERLAND W J, et al. Diet of breeding lapwing Vanellus vanellus and redshank Tringa totanus on coastal grazing marsh and implications for habitat management[J]. Bird Study, 2003, 50(3): 285-293.
- [11]NAVEDO J G, MASERO J A. Effects of traditional clam harvesting on the foraging ecology of migrating curlews (*Numenius arquata*) [J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2008, 355(1): 59-65.
- [12]曹铭昌,刘威,刘彬,等.盐城滨海湿地及水鸟栖息地保护[J].环境生态学,2019,1(1):74-79.
- [13]XU P, ZHANG X, ZHANG F, et al. Use of aquaculture ponds by globally endangered red-crowned crane (*Grus japonensis*) during the wintering period in the Yancheng National Nature Reserve, a Ramsar wetland[J]. Global Ecology and Conservation, 2020, 23: e01123.
- [14]刘金娥,王国祥,常青,等.盐城自然保护区夏季潮间带大型底栖动物功能群结构及分布格局[J].安徽农业科学,2009,37(36):8108-8113.
- [15]郭紫茹,王刚,吴玉琴,等.人类活动对盐城海岸线与滨海湿地的影响研究[J].生态与农村环境学报,2021,37(3):295-304.
- [16]左平,吴其江.江苏盐城滨海湿地生态系统与管理[M].北京:中国环境出版社,2014.
- [17]张华兵.盐城海滨湿地景观格局变化与生态过程响应[M].北京:科学出版社,2018.
- [18]张华兵,韩爽,徐雅,等.盐城滨海湿地景观时空动态变化的区域差异[M].海洋湖沼通报,2020(3):105-112.
- [19]海洋标准计量中心.海洋调查规范第6部分:海洋生物调查:GB/T 12763.6—2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [20]任先秋,沙忠利.黄海底栖端足类[M].北京:科学出版社,2015.
- [21]李新正,王洪法,张宝琳,等.胶州湾大型底栖动物鉴定图鉴[M].北京:科学出版社,2016.
- [22]张素萍,张均龙,陈志云,等.黄渤海软体动物图志[M].北京:科学出版社,2016.
- [23]李宝泉,李新正,陈琳琳,等.中国海岸带大型底栖动物资源[M].北京:科学出版社,2019.
- [24]夏江宝,李传荣,许景伟,等.黄河三角洲滩涂湿地夏季大型底栖动物多样性分析[J].湿地科学,2009,7(4):299-305.
- [25]侯森林,余晓韵,鲁长虎.盐城自然保护区射阳河口潮间带大型底栖动物空间分布与季节变化[J].生态学杂志,2011,30(2):297-303.
- [26]王芳,朱跃华.江苏省沿海滩涂资源开发模式及其适宜性评价[J].资源科学,2009,31(4):619-628.

- [27]盐城海涂资源调查课题组, 郑怀平, 胡忻. 盐城海涂生物资源及开发利用现状的调查[J]. 盐城工学院学报, 1999(1): 75-78.
- [28]SCHRÖDER M, SONDERMANN M, SURES B, *et al.* Effects of salinity gradients on benthic invertebrate and diatom communities in a German lowland river[J]. *Ecological Indicators*, 2015, **57**: 236-248.
- [29]MOSBAHI N, SERBAJI M M, PEZY J P, *et al.* Response of benthic macrofauna to multiple anthropogenic pressures in the shallow coastal zone south of Sfax (Tunisia, central Mediterranean Sea)[J]. *Environmental Pollution*, 2019, **253**: 474-487.
- [30]陈佳杰, 徐兆礼, 陈雪忠. 长江口及邻近海域枝角类和涟虫类生态学[J]. *动物学杂志*, 2008(5): 1-6.

## Distribution Characteristics of Macrozoobenthos Community in Intertidal Zone in Yancheng

OUYANG Xiayu<sup>1</sup>, NI Tianze<sup>1</sup>, WU Xiaohan<sup>1</sup>, ZHANG Yanan<sup>2</sup>, XUE Hongfu<sup>1</sup>,  
SUN Changhai<sup>1</sup>, WANG Beixin<sup>1</sup>, CHEN Hao<sup>2</sup>

(1. College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, P.R.China;  
2. Yancheng National Nature Reserve, Yancheng 224057, Jiangsu, P.R.China)

**Abstract:** Nine sampling sites were set in the intertidal zone of Yancheng, Jiangsu Province, aiming to collect macrozoobenthos samples in November 2018 and May 2019. And the distribution characteristics of macrozoobenthos community were analyze and species diversity indexes were calculated. The results showed that 74 species to be subordinate to 24 orders, 7 classes, and 6 phylumes of macrozoobenthos were collected from the sampling sites during the study period. In November 2018, the main dominant species of macrozoobenthos community were *Umbonium thomasi* and *Mactra veneriformis*. In May 2019, the main dominant species were *Hemileucon hinmensis*, *Mactra veneriformis*, *Potamocorbula laevis* and *Umbonium thomasi*. In general, diversity indexes of macrozoobenthos community were high in intertidal zone in Yancheng city, and the biodiversity of macrozoobenthos community were high, the establishment of the reserve had a positive impact on the macrozoobenthos community diversity.

**Keywords:** macrozoobenthos; intertidal zone; diversity index; Yancheng