



## 乐清湾甲壳类群落结构特征及其影响因素

张琳琳<sup>1,2</sup>, 蒋日进<sup>1,2\*</sup>, 徐义平<sup>3</sup>, 印瑞<sup>1</sup>,  
陈峰<sup>1,2</sup>, 陈鹏<sup>3</sup>, 彭欣<sup>4</sup>

(1. 浙江海洋大学海洋与渔业研究所, 浙江 舟山 316021;

2. 浙江省海洋水产研究所, 农业农村部重点渔场渔业资源科学观测实验站,  
浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室, 浙江 舟山 316021;

3. 乐清市水产科学研究所, 浙江 温州 325003;

4. 浙江省海洋水产养殖研究所, 浙江 温州 325005)

**摘要:** 根据2016年5月份、8月份、11月份和2017年2月份在乐清湾海域的渔业资源调查数据, 利用聚类分析、多元统计分析和冗余分析等方法, 对该海域甲壳类的种类组成、生物多样性、群落结构特征及其与环境因子的关系进行了分析。结果显示, 该海域共鉴定出甲壳类43种, 隶属于2个目、18个科、28个属, 全年优势种为三疣梭子蟹、日本蟳和哈氏仿对虾。甲壳类群落结构季节间变化差异显著, 夏季甲壳类种类数最多, 冬季最少, 优势种种类季节变化较小。对不同水深带的甲壳类群落结构分析发现, 5~10 m种类数最多, 小于5 m和大于10 m种类数较少。单因素方差分析显示, 不同水深甲壳类群落的丰富度指数( $D$ )存在显著差异, 均匀度指数( $J'$ )和多样性指数( $H'$ )均无显著差异。冗余分析结果显示, 温度、水深和浑浊度是影响乐清湾甲壳类群落结构季节变化的重要环境因子, 其中水深对甲壳类分布的影响较大。

**关键词:** 甲壳类; 生物多样性; 群落结构; 环境因子; 乐清湾

**中图分类号:** S 931

**文献标志码:** A

海湾是海洋向陆地凹入的一片三面环陆的水域, 为全球单位面积生物生产力较高的区域之一, 但海湾较易受人类活动的影响, 处于环境变化的敏感带和生态系统的脆弱带, 长期以来是海洋生态学者、环境学者等研究的热点区域<sup>[1]</sup>。乐清湾位于东海南部, 是浙江省著名的三大半封闭海湾之一。该海湾水体交换较好, 且湾口岛屿众多作为屏障, 大大减弱了外海风浪对湾内的影响, 加之湾内水质肥沃、饵料生物丰富<sup>[2]</sup>, 使之成为众多海洋生物产卵、索饵和育幼的天然场所。

甲壳类(Crustacean)在海洋生态系统中占据着重要的地位, 其种类组成、数量变动及时空分布对所处海域生产力和生态群落结构稳定性有着重要的影响<sup>[3]</sup>。有关东海近岸甲壳类的资源状况、生物多样性和群落结构等方面的研究已有不少报道<sup>[4-11]</sup>, 但目前有关东海沿岸海湾与河口甲壳类的研究较少<sup>[12-14]</sup>。20世纪80年代以来, 随着环乐清湾地区经济的快速发展, 人类生产活动排放的大量污染物进入海洋环境, 导致近岸水域生态环境退化, 生产力下降<sup>[15]</sup>, 严重影响了乐清湾海域生物资源的可持续利用和生态平

收稿日期: 2019-04-11 修回日期: 2019-07-20

资助项目: 国家重点研发计划(2018YFD0900904, 2018YFC1406300, 2017YFA0604904); 浙江省重点研发计划(2019C02056); 乐清湾海洋资源本底调查

通信作者: 蒋日进, E-mail: jiangridge@163.com

衡,对该海湾的研究主要集中于浮游动物<sup>[6]</sup>、浮游植物<sup>[17]</sup>和大型底栖动物<sup>[18]</sup>等方面。为更好地了解乐清湾甲壳类资源状况,实验根据4个航次的渔业资源底拖网调查数据,探讨了该海域甲壳类群落结构特征及其与环境因子的关系,以期为保护该海湾生态环境、生物多样性以及加强渔业资源管理与可持续利用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

依据《海洋调查规范》(GB/T 12763.6-2007)<sup>[19]</sup>,本研究分别于2016年5月份(春季)、2016年8月份(夏季)、2016年11月份(秋季)和2017年2月份(冬季)在乐清湾20个站位(27°54′~28°24′N, 120°54′~121°24′E)进行4个航次的底拖网调查(图1)。调查船为主机功率184 kw有翼单囊底拖网渔船,每站位拖网约0.5 h,拖速约3 kn/h,囊网网目为28 mm,网口宽度8 m,网口高度2 m。所有站位同步调查表温、底温、表盐、底盐、溶解氧和浑浊度等环境数据。

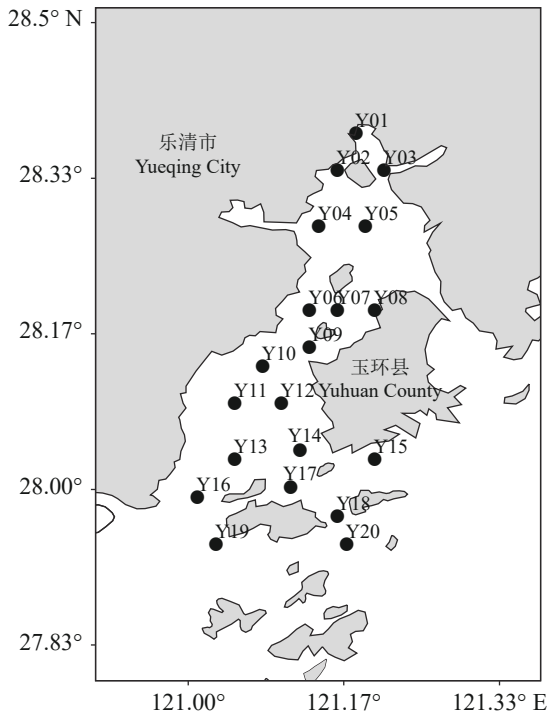


图1 乐清湾渔业资源调查站位

Fig. 1 The survey stations of fisheries resource in Yueqing Bay

所捕捞获物参照《中国海洋生物名录》<sup>[20]</sup>、《中国海洋蟹类》<sup>[21]</sup>等,在实验室内进行分类鉴

<http://www.sxuebao.cn>

定,统计尾数和体质量(精确到0.1 g)。

### 1.2 数据处理

优势种采用Pinkas<sup>[22]</sup>相对重要性指数,计算公式:

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

式中,  $N\%$ 为某一甲壳类的尾数占总尾数的比例,  $W\%$ 为某一甲壳类的重量占总重量的比例,  $F\%$ 为某一甲壳类出现的站位次数占总站位的比例。其中,当  $IRI$ 值>1 000的定为优势种,100~1 000的定为常见种。

优势种季节性的变化运用种类更替率( $R$ )分析<sup>[23]</sup>,计算公式:

$$R = (a + b - 2c) / (a + b - c) \times 100\%$$

式中,  $a$ 、 $b$ 分别为两个相邻季节的物种数,  $c$ 为两个相邻季节共有的物种数。

为了解甲壳类群落不同水深的生物多样性水平,将调查海域分为水深小于5 m、5~10 m和大于10 m,共3个不同的水深带。运用Margalef丰富度指数( $D$ )、Shannon-Wiener多样性指数( $H'$ )、Pielou均匀度指数( $J'$ )对乐清湾甲壳类的生物多样性进行分析,计算公式:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (n_i/N) \log_2(n_i/N)$$

$$D = (S - 1) / \log_2 N$$

$$J' = H' / \log_2 S$$

式中,  $S$ 为物种数;  $N$ 为渔获的总尾数,  $n_i$ 为第  $i$ 种甲壳类占总渔获尾数的比例。采用SPSS17.0进行单因素方差分析(One-Way ANOVA)检验不同水深间物种多样性的相关性。

利用Primer 5.0进行聚类分析(Cluster)和非参数多维标序(NMDS)分析该海域甲壳类群落结构特征。其中,胁强系数(Stress)能够较好地反映NMDS二维点阵图结果,当 $0.1 < \text{Stress} < 0.2$ 时,表示该图具有一定的解释意义<sup>[24]</sup>。

甲壳类群落季节更替指数  $AI$ 、迁移指数  $MI$ <sup>[25]</sup>计算公式:

$$AI = (C + D) / (A - R) \times 100$$

$$MI = (C - D) / (A - R) \times 100$$

式中,  $A$ 为各季节调查到甲壳类的物种数,  $C$ 为当季迁入甲壳类的物种数,  $D$ 为当季迁出甲壳类的物种数,  $R$ 为全年均调查到甲壳类的物种数。

运用Canoco 5.0对甲壳类与环境因子之间的

关系进行分析及排序图绘制, 以确定影响该海域物种群落空间分布重要的环境因子。其特点是多个环境因子综合分析, 可以直观地反映物种群落与各环境因子之间的相关性。应对物种数据进行除趋势对应分析(DCA), 根据每个轴梯度长度(LGA)选择最佳排序方法。其中, 当LGA<3时, 选择冗余分析(RDA); 当LGA>4时, 选择典范对应分析(CCA); 当3<LGA<4时两者均可<sup>[26]</sup>。根据DCA分析结果, 本研究运用线性模型的RDA分析。

## 2 结果

### 2.1 种类组成

4个航次调查采集的样品, 共鉴定出甲壳类43种, 隶属2目、18科、28属(表1)。全年种类数变化较大, 夏季(32种)>秋季(24种)>春季(23种)>

冬季(14种)。其中, 对虾科(Penaeidae)和梭子蟹科(Portunidae)出现的种类数最多, 是乐清湾甲壳类的主要类群。四季共有种为口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)、哈氏仿对虾(*Parapenaeopsis hardwickii*)、鲜明鼓虾(*Alpheus distinguendus*)、安氏白虾(*Exopalaemon annandalei*)、葛氏长臂虾(*Palaemon gravieri*)、隆线强蟹(*Eucrater crenata*)、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)、锯缘青蟹(*Scylla serrata*)和日本蟪(*Charybdis japonica*), 共9种, 占甲壳类种类数的20.93%。

在5~10 m水深带甲壳类种类数最多, 小于5 m和大于10 m的水深带种类数相对较少, 随水深增加呈先增加后减少的趋势; 小于5 m的水深带夏季种类数最多, 有22种, 冬季最少, 仅8种; 5~10 m的水深带夏季种类数最多, 有29种, 春季最少, 有11种; 大于10 m水深带秋季种类数最多, 有18种, 冬季最少, 仅有7种。在全年不同

表1 乐清湾甲壳类的科、属和种的组成

Tab. 1 Composition of Crustaceans at species, genus and family levels in Yueqing Bay

科 family	属数 number of genus	种类数 number of species				
		春季 spring	夏季 summer	秋季 autumn	冬季 winter	四季 four seasons
虾蛄科 Squillidae	2	1	3	3	1	3
对虾科 Penaeidae	5	4	5	3	2	7
管鞭虾科 Solenoceraidae	1	0	1	1	0	1
樱虾科 Sergestidae	1	1	1	1	0	1
鼓虾科 Alpheidae	1	1	2	2	1	2
藻虾科 Hippolytidae	2	1	1	1	1	3
长臂虾科 Palaemonidae	2	3	4	3	3	4
玻璃虾科 Pasiphaeidae	1	1	1	0	0	1
瓷蟹科 Porcellanidae	1	0	0	1	0	1
黎明蟹科 Matutidae	1	0	1	0	0	1
关公蟹科 Dorippidae	1	1	0	0	0	1
长脚蟹科 Goneplacidae	1	1	1	0	0	2
玉蟹科 Leucosiida	1	1	0	0	0	1
卧蜘蛛蟹科 Epialtidae	1	0	0	1	0	1
梭子蟹科 Portunidae	3	5	8	6	3	9
方蟹科 Grapsidae	1	0	1	0	0	1
弓蟹科 Varunidae	2	2	2	1	2	3
宽背蟹科 Euryplacidae	1	1	1	1	1	1
合计 total	28	23	32	24	14	43

水深带均出现的种类中, 秋季最多, 有9种, 而冬季最少, 仅有5种(表2)。

表2 乐清湾不同水深带甲壳类种类组成

Tab. 2 Different water depth with Crustacean species composition in Yueqing Bay

季节 season	物种数 number of species			共有种数 total of species
	<5 m	5~10 m	>10 m	
春季 spring	18	11	15	7
夏季 summer	22	29	14	8
秋季 autumn	17	22	18	9
冬季 winter	8	13	7	5

## 2.2 优势种

根据相对重要性指数(*IRI*)分析(表3), 全年出现的优势种有三疣梭子蟹、哈氏仿对虾和日本蟳。春季优势种为三疣梭子蟹, 夏季优势种为三疣梭子蟹和哈氏仿对虾, 秋季优势种为三疣梭子蟹和日本蟳, 冬季优势种为三疣梭子蟹。优势种季节变化显著, 春~夏季、夏~秋季、秋~冬季和冬~春季间优势种更替率分别为50.00%、66.67%、33.33%和0。

## 2.3 物种多样性指数

甲壳类物种多样性指数显示, 丰富度指数(*D*)春季最高, 夏秋季次之, 冬季最低; 冬季均匀度指数(*J*)最高, 秋季次之, 春夏季较低; 夏季多样性指数(*H'*)最高, 春、秋季次之, 冬季最

低(表4)。

不同水深带甲壳类的多样性显示(表5), 甲壳类丰富度指数(*D*)在5~10 m的水深带最大, 在大于10 m的水深带最小。其中, 单因素方差结果表明, 丰富度指数(*D*)四季组间存在显著差异( $F=4.569, P<0.05$ ), 春冬季、夏冬季、秋冬季均存在显著差异( $P<0.05$ )。甲壳类均匀度指数(*J*)在小于5 m的水深带最大, 在大于10 m的水深带最小。其中, 单因素方差结果表明, 均匀度指数(*J*)四季组间无显著差异( $F=0.367, P>0.05$ )。甲壳类多样性指数(*H'*)在5~10 m的水深带最大, 大于10 m的水深带最小。其中, 单因素方差结果表明, 多样性指数(*H'*)四季组间无显著差异( $F=0.809, P>0.05$ )。

## 2.4 聚类、排序结果分析

对该海域甲壳类进行聚类分析和NMDS排序, 四季的胁强系数均在0.1~0.17的范围内, 较好地反映了群落间的相似度。其中, 春季Y1站位、夏季Y2站位和秋季Y19站位与当季其他站位相似性较低, 所以不参与其分组。

春季甲壳类可划分为2个群落, 群落 I 甲壳类以三疣梭子蟹、日本蟳和口虾蛄等为主和群落 II 甲壳类以三疣梭子蟹、葛氏长臂虾和细螯虾(*Leptochela gracilis*)等为主( $R=0.938, P=0.001<0.01$ )(图2-a); 夏季甲壳类可划分为2个群落, 群落 I 甲壳类以哈氏仿对虾、三疣梭子蟹和葛氏长臂虾等为主和群落 II 甲壳类以哈氏仿对虾、中华管鞭虾(*Solenocera crassicornis*)和口虾蛄等为

表3 乐清湾主要甲壳类相对重要性指数值(*IRI*)

Tab. 3 The seasonal variation on the *IRI* of Crustacean dominant species in Yueqing Bay

种名 species	相对重要性指数 <i>IRI</i> relative importance index <i>IRI</i>			
	春季 spring	夏季 summer	秋季 autumn	冬季 winter
三疣梭子蟹 <i>P. trituberculatus</i>	6 767.58	1 474.38	5 137.60	5 900.30
哈氏仿对虾 <i>P. hardwickii</i>	123.32	2573.09	2.51	3.60
日本蟳 <i>C. japonica</i>	574.91	186.08	1 091.57	821.50
锯缘青蟹 <i>S. serrata</i>	3.40	255.13	346.58	2.00
脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	223.22	126.30	499.96	464.30
葛氏长臂虾 <i>P. gravieri</i>	74.93	11.42	716.21	616.80
口虾蛄 <i>O. oratoria</i>	461.07	452.75	200.21	17.10
中华管鞭虾 <i>S. crassicornis</i>	-	577.93	135.52	-
无刺口虾蛄 <i>Oratosquilla inornata</i>	-	212.52	376.28	-



表4 乐清湾甲壳类生物多样性指数的季节变化

**Tab. 4 Seasonal change of the diversity index of Crustacean communities in Yueqing Bay**

季节 season	丰富度指数 <i>D</i>	均匀度指数 <i>J'</i>	多样性指数 <i>H'</i>
春季 spring	1.83±0.60	0.60±0.22	1.85±0.76
夏季 summer	1.80±0.42	0.60±0.19	2.03±0.65
秋季 autumn	1.77±0.41	0.64±0.13	2.02±0.57
冬季 winter	1.17±0.46	0.65±0.20	1.43±0.50

表5 乐清湾不同水深甲壳类生物多样性指数的季节变化

**Tab. 5 Diversity of Crustacean communities in different water zones and seasons of the Yueqing Bay**

水深/m water depth	多样性 diversity	春季 spring	夏季 summer	秋季 autumn	冬季 winter	四季平均值 average of four seasons
<5 m	<i>D</i>	2.78	3.18	2.63	1.18	2.86
5~10 m		3.08	3.59	2.97	2.00	3.21
>10 m		2.57	1.79	3.07	1.32	2.19
<5 m	<i>J'</i>	0.55	0.65	0.53	0.41	0.58
5~10 m		0.53	0.47	0.62	0.58	0.54
>10 m		0.38	0.25	0.51	0.41	0.38
<5 m	<i>H'</i>	1.55	2.07	1.49	0.85	1.49
5~10 m		1.68	1.62	1.95	1.53	1.75
>10 m		1.06	0.66	1.48	0.81	1.07

主( $R=0.857$ ,  $P=0.007<0.01$ )(图2-b); 秋季甲壳类可划分为2个群落, 群落 I 甲壳类以三疣梭子蟹、日本蟳和脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)等为主和群落 II 甲壳类以三疣梭子蟹、日本蟳等为主( $R=0.427$ ,  $P=0.022<0.05$ )(图2-c); 冬季甲壳类可划分为2个群落, 群落 I 甲壳类以三疣梭子蟹、日本蟳和葛氏长臂虾等为主和群落 II 甲壳类以三疣梭子蟹为主( $R=0.986$ ,  $P=0.006<0.01$ )(图2-d)。

## 2.5 群落相似性分析

群落相似性分析结果显示, 春季, 群落 I 和群落 II 的组内相似性分别为 51.39% 和 63.39%, 群落 I 主要特征种为三疣梭子蟹、口虾蛄和中国毛虾(*Acetes chinensis*)等, 群落 II 主要特征种为三疣梭子蟹和日本蟳等; 夏季, 群落 I 和群落 II 的组内相似性分别为 54.08% 和 57.92%, 群落 I 主要特征种为三疣梭子蟹和哈氏仿对虾等, 群落 II 的主要特征种为哈氏仿对虾

和中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)等; 秋季, 群落 I 和群落 II 的组内相似性分别为 57.94% 和 57.69%, 群落 I 主要特征种为三疣梭子蟹和葛氏长臂虾等, 群落 II 的主要特征种为三疣梭子蟹和日本蟳等; 冬季, 群落 I 和群落 II 的组内相似性分别为 56.98% 和 63.22%, 群落 I 主要特征种为三疣梭子蟹和日本蟳等, 群落 II 的主要特征种为三疣梭子蟹(表6)。

群落相异性分析结果显示, 各个季节群落 I 和群落 II 的相异性分别为 62.89%、68.88%、56.47%、85.03%。春季群落间主要分歧种为三疣梭子蟹和日本蟳等; 夏季群落间主要分歧种为三疣梭子蟹和日本蟳等; 秋季群落间主要分歧种为三疣梭子蟹和葛氏长臂虾等; 冬季群落间主要分歧种为三疣梭子蟹和日本蟳等(表7)。

## 2.6 群落结构稳定性

不同季节间的甲壳类群落更替指数变化表明, 冬季甲壳类群落更替指数在 100 以下, 稳定性最好, 春秋季次之, 夏季甲壳类群落更替指数在 130 以上, 稳定性最差(图3)。乐清湾甲壳类群落迁移指数的季节变化显示, 春夏冬季甲壳类物种数迁入量大于迁出量, 秋季甲壳类物种数迁出量大于迁入量(图4)。

## 2.7 甲壳类群落与环境因子的关系

冗余分析 (redundancy analysis, RDA) 结果显示, 春季对甲壳类影响较大的环境因子是表温和底温, 第一轴 RDA (RDA1, 特征值=0.221) 和第二轴 RDA (RDA2, 特征值=0.065) 物种—环境相关性 (RDA1 和 RDA2 与环境因子相关性分别为 0.705 和 0.592)。蒙特卡洛显著性检验结果显示, 第一排序轴和所有排序轴均呈现为不显著差异 (第一轴:  $F=0.4$ ,  $P=0.494$ ; 所有轴:  $F=0.9$ ,  $P=0.62$ )。表温和底温等环境变量与 RDA1 呈正相关, 其中, Y3、Y4、Y5、Y6 和 Y12 站位受表温、底温环境因子影响较大; Y1、Y2、Y19 和 Y20 站位受浑浊度、水深等影响较大(图5-a, 表8)。

夏季对甲壳类影响较大的环境因子是水深, 第一 RDA 轴 (RDA1, 特征值=0.124) 和第二轴 RDA (RDA2, 特征值=0.101) 物种—环境相关性 (RDA1 和 RDA2 与环境因子相关性分别为 0.733 和 0.846)。蒙特卡洛显著性检验结果显示, 第一排序轴和所有排序轴均呈现为不显著差异 (第一轴:  $F=0.2$ ,  $P=0.776$ ; 所有轴:  $F=1$ ,  $P=0.464$ )。

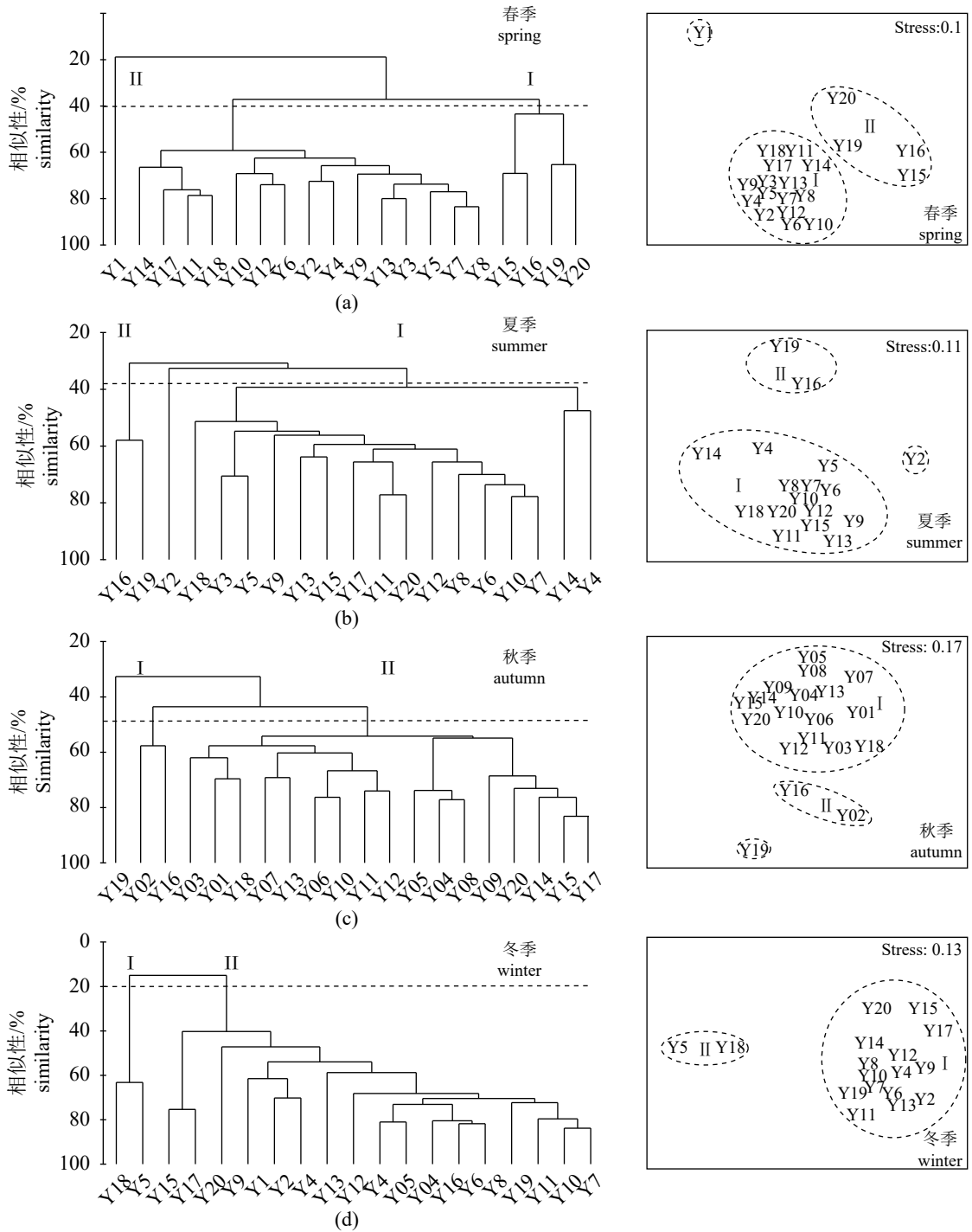


图 2 乐清湾甲壳类采样站点的聚类分析和NMDS排序图

Fig. 2 Group average clustering and NMDS ordination of sampling stations in Yueqing Bay

底温、水深等环境变量与RDA1呈正相关，其中，Y12、Y17、Y18、Y19和Y20站位受水深影响较大(图5-b, 表8)。

秋季对甲壳类影响较大的环境因子是表温，第一RDA轴(RDA1, 特征值=0.185)和第二轴RDA(RDA2, 特征值=0.154)物种—环境相关性

(RDA1和RDA2与环境因子相关性分别为0.813和0.724)。蒙特卡洛显著性检验结果显示，第一排序轴和所有排序轴均呈现为不显著差异(第一轴:  $F=0.4, P=0.298$ ; 所有轴:  $F=1.3, P=0.118$ )。表温、表盐等环境变量与RDA1呈正相关，其中，Y11、Y12、Y13、Y16和Y19站位受水深影

表6 乐清湾甲壳类各群落内平均相似性贡献率之和占90%以上的特征种

Tab. 6 Characteristic species for different community group average similarity contribution ratio that accounted for over 90% in Yueqing Bay

种类 species	春季 spring		夏季 summer				秋季 autumn				冬季 winter							
	I		II		I		II		I		II		I		II			
	As=51.39%	As=63.39%	As=54.08%	As=57.92%	As=57.94%	As=57.69%	As=56.98%	As=63.22%										
A	C%	A	C%	A	C%	A	C%	A	C%	A	C%	A	C%	A	C%	A	C%	
三疣梭子蟹 <i>P. trituberculatus</i>	26.99	52.52	39.84	62.26	17.34	32.07	7.10	12.26	26.79	46.25	41.5	71.94	28.09	49.30	63.22	100.00		
口虾蛄 <i>O. oratoria</i>	7.80	15.18			4.21	7.78												
中国毛虾 <i>A. chinensis</i>	7.11	13.84																
中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	3.48	6.67																
葛氏长臂虾 <i>P. gravieri</i>	2.76	5.38							10.00	17.26			6.48	11.38				
日本蟳 <i>C. japonica</i>			17.87	21.13	5.34	9.88			5.93	10.24	16.69	28.06	12.27	21.53				
脊尾白虾 <i>E. carinicauda</i>			3.31	9.32	3.35	6.19	8.81	15.2	4.65	8.03			8.09	14.20				
哈氏仿对虾 <i>P. hardwickii</i>					10.81	19.99	29.68	51.24										
中国明对虾 <i>F. chinensis</i>					2.78	5.14	12.18	21.03										
中华管鞭虾 <i>S. crassicornis</i>					3.81	7.04			3.11	5.38								
锯缘青蟹 <i>S. serrata</i>							2.71	5.26										
无刺口虾蛄 <i>O. inornata</i>					2.32	4.28			2.63	4.54								

注:  $A_s$  种群的平均相似性; A. 平均相似性; C. 贡献率

Notes:  $A_s$  population average similarity; A. average similarity; C. contribution ratio

响较大, Y15、Y17受表温影响较大(图5-c, 表8)。

冬季对甲壳类影响较大的环境因子是浑浊度(Turb), 第一RDA轴(RDA1, 特征值=0.228)和第二轴RDA(RDA2, 特征值=0.171)物种—环境相关性(RDA1和RDA2与环境因子相关性分别为0.882和0.653)。蒙特卡洛显著性检验结果显示, 第一排序轴呈现为显著差异和所有排序轴均呈现为不显著差异(第一轴:  $F=0.4$ ,  $P=0.02$ ; 所有轴:  $F=1.2$ ,  $P=0.234$ )。底温、浑浊度等环境变量与RDA1呈正相关, 其中, Y6、Y7、Y8、Y10受浑浊度影响较大, Y11、Y13受底温影响较大(图5-d, 表8)。

### 3 讨论

#### 3.1 甲壳类群落结构特征

乐清湾位于亚热带季风气候区, 季节变化显著, 受台湾暖流和江浙沿岸流的影响较大。乐清湾甲壳类主要以广温广盐性种类为主, 全年出现的种类仅有安氏白虾、葛氏长臂虾等9种, 大部分甲壳类只在某些季节出现。一般而

言, 纬度是影响物种分布的主要因素, 高纬度海域的物种多样性较低纬度低<sup>[27]</sup>。与其他海域所捕获的甲壳类相比, 乐清湾捕获的甲壳类高于纬度较高的胶州湾海域(35种)<sup>[28]</sup>, 这可能与调查研究的海域面积、季节及航次等因素有关。

乐清湾全年优势种有三疣梭子蟹、日本蟳和哈氏仿对虾, 与夏陆军等<sup>[29]</sup>调查结果相比, 增加了哈氏仿对虾1种, 减少了口虾蛄和中华管鞭虾2种, 这是由于其调查区域位于乐清湾口受瓯江冲淡水势力影响大, 盐度较低, 因此适宜中华管鞭虾和口虾蛄广温低盐性种类栖息<sup>[30]</sup>。本研究发现该海域优势种存在明显的季节变化, 夏秋季优势种更替率最高, 日本蟳产卵高峰期(5—8月份)较三疣梭子蟹(4—6月份)稍晚; 秋季是日本蟳的主要汛期, 大量幼体繁殖生长, 成为当季优势种; 冬春季之间甲壳类优势种群落动态变化最稳定, 但春季三疣梭子蟹相对重要性指数高于其他季节, 随着温度的回升, 大量的三疣梭子蟹洄游到近岸海域进行产卵和索饵。同时, 三疣梭子蟹是东海区重要的经济蟹类, 繁殖高峰期为4—6月份。在本研究中为全

表 7 乐清湾甲壳类各群落间平均相异性贡献率之和占90%以上的分歧种

Tab. 7 Discriminating species for different community group average dissimilarity contribution rate that accounted for over 90% in Yueqing Bay

种类 species	春季 spring		夏季 summer		秋季 autumn		冬季 winter	
	I—II		I—II		I—II		I—II	
	A <sub>d</sub> =62.89%		A <sub>d</sub> =68.88%		A <sub>d</sub> =56.47%		A <sub>d</sub> =85.03%	
	A	C%	A	C%	A	C%	A	C%
三疣梭子蟹 <i>P. trituberculatus</i>	16.02	25.17	13.05	18.94	10.88	19.27	27.77	32.66
日本蟳 <i>C. japonica</i>	11.33	18.01	7.3	10.6	5.89	1.43	18.57	21.84
中华绒螯蟹 <i>E. sinensis</i>	5.68	9.04					2.72	3.20
脊尾白虾 <i>E. carinicauda</i>	5.66	9.00	4.16	6.04	6.3	11.16	12.04	14.16
口虾蛄 <i>O. oratoria</i>	5.15	8.18	5.85	8.49	3.57	6.32	2.76	3.24
中国毛虾 <i>A. chinensis</i>	4.58	7.28			0.99	1.75		
隆线强蟹 <i>E. crenata</i>	2.00	3.19						
锯缘青蟹 <i>S. serrata</i>	1.48	2.36	5.44	7.90	1.90	3.37		
细巧仿对虾 <i>P. tenella</i>	1.37	2.18						
葛氏长臂虾 <i>P. gravieri</i>	1.31	2.08			10.16	17.99	10.84	12.75
鲜明鼓虾 <i>A. distinguendus</i>	1.27	2.03						
哈氏仿对虾 <i>P. hardwickii</i>	1.27	2.02	4.61	6.70				
中国明对虾 <i>F. chinensis</i>			4.33	6.29				
中华管鞭虾 <i>S. crassicornis</i>			4.51	6.55	3.37	5.97		
无刺口虾蛄 <i>O. inornata</i>			4.04	5.87	5.85	10.36		
红星梭子蟹 <i>P. sanguinolentus</i>			2.2	3.20				
中华近方蟹 <i>H. sinensis</i>			2.21	3.20				
周氏新对虾 <i>M. joyner</i>			2.01	2.92				
葛氏长臂虾 <i>P. gravieri</i>			1.96	2.85				
矛形梭子蟹 <i>P. hastatoides</i>			1.25	1.82				
安氏白虾 <i>E. annandale</i>					2.50	4.43		
狭额新绒螯蟹 <i>N. leptognathus</i>							2.29	2.70

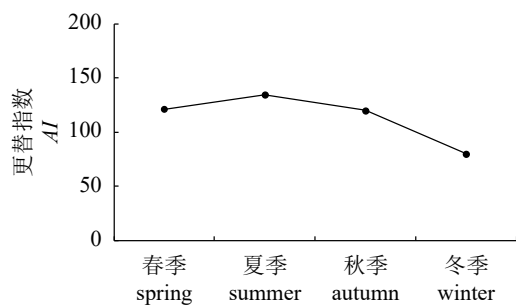
注: A<sub>d</sub> 种群的平均差异性; A. 平均差异性; C. 贡献率Notes: A<sub>d</sub> population average dissimilarity; A. average dissimilarity; C. contribution ratio

图 3 乐清湾甲壳类群落更替指数

Fig. 3 AI of crustaceans community in Yueqing Bay

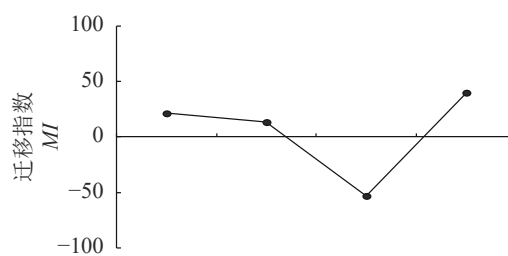


图 4 乐清湾甲壳类群落迁移指数

Fig. 4 MI of crustaceans community in Yueqing Bay



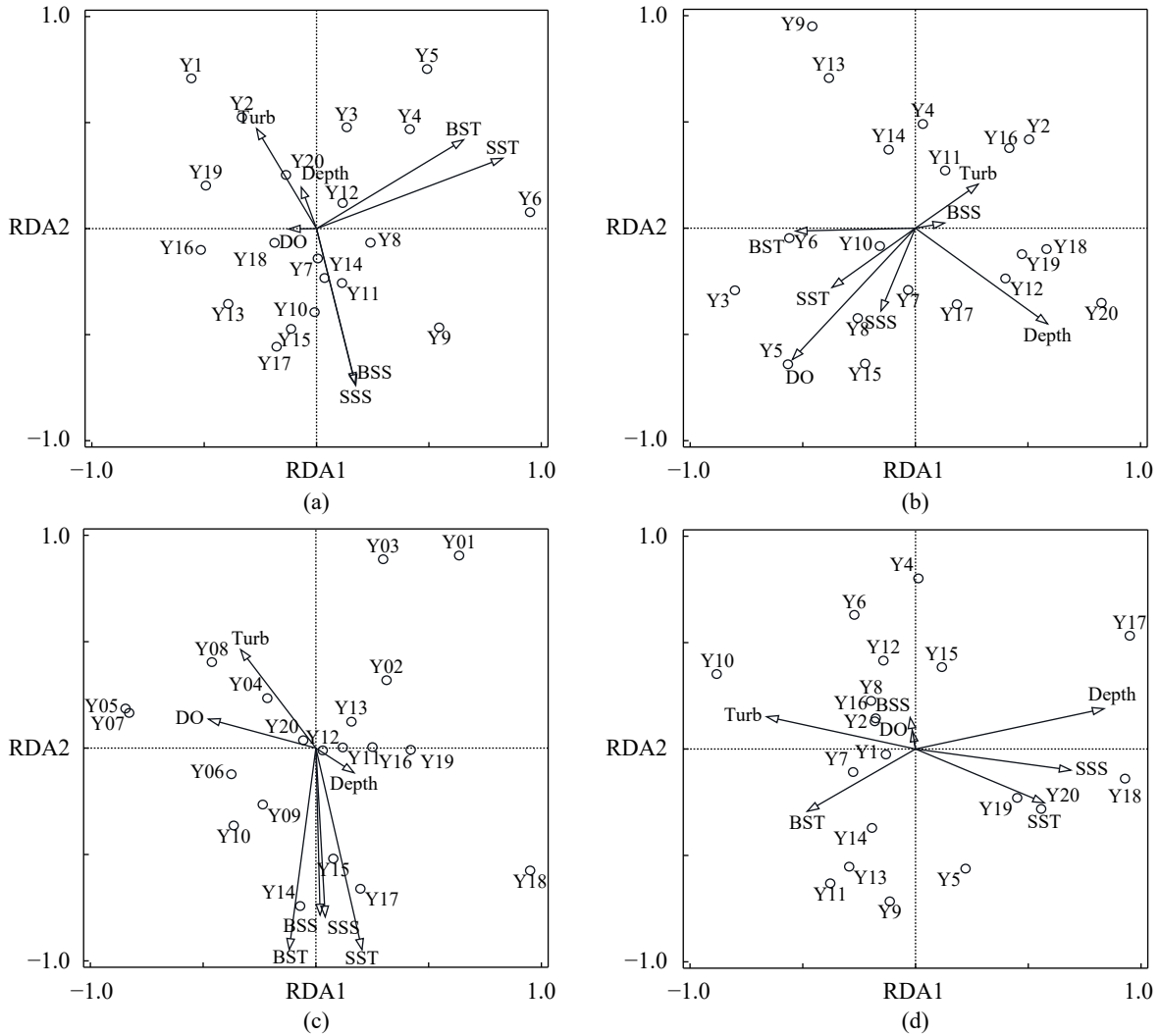


图5 乐清湾甲壳类群落各站点与环境因子的关系

a. 春季, b. 夏季, c. 秋季, d. 冬季; SST: 表层温度, SSS: 表层盐度, BST: 底层温度, BSS: 底层盐度, Depth: 水深, DO: 溶解氧, Turb: 浑浊度

Fig. 5 The relationship between each station of the crustacean community and environmental factors in Yueqing Bay

a. spring, b. summer, c. autumn, d. winter; STT: surface temperature, SSS: surface salinity, BST: bottom temperature, BSS: bottom salinity, Depth: depth, DO: chemical oxygen demand, Turb: turbidity

年共同优势种, 春季三疣梭子蟹数量较多的站点有Y7、Y10和Y11, 主要位于海湾中部的泥沙底质, 这些站点重量和尾数分别占总数的48.68%和45.95%; 夏季三疣梭子蟹的平均重量远高于其他季节, 该季节海洋中初级生产力高, 饵料生物资源丰富, 个体生长速度快; 秋冬季三疣梭子蟹的数量低于春夏季, 随着北方冷空气南下和台湾暖流势力减弱, 水温降低, 三疣梭子蟹向较深海域越冬, 同时, 它也是秋冬季节的主要捕捞对象。哈氏仿对虾为夏季优势种, 繁殖高峰盛期为6—7月份。在夏季调查中, 哈氏仿对虾数量较多的站点为Y5、Y7和

Y12, 这些站点重量和尾数合占总数百分比的61.46%和65.31%, 夏季幼虾集中分布在低于10 m水深的沿岸水域索饵, 这些站点水深较浅, 且紧邻岛礁, 适宜哈氏仿对虾在此产卵、育幼。日本蟳属为秋季优势种, 主要汛期在9—12月份。在秋季调查中, 个体大多已发育成熟, 这与宋海棠等研究结果一致<sup>[31]</sup>, Y4和Y5站点日本蟳数量较多, 重量和尾数分别占总数的41.05%和47.37%, 这两个站点位于乐清湾内湾, 西侧有清江汇入, 带来大量泥沙, 沙质沉积物较多, 而日本蟳平时常喜爱穴居在泥沙中, 因此这两个站点日本蟳的重量和尾数较高。

表 8 乐清域甲壳类群落结构和环境因子之间的相关性分析

Tab. 8 The seasonal variation of crustacean community structure and the analysis of the correlation between environmental factors in Yueqing Bay

季节 season	变量 variable	轴 1 Axis 1	轴 2 Axis 2	季节 season	变量 variable	轴 1 Axis 1	轴 2 Axis 2
春季(a) spring	特征值 eigenvalue	0.221	0.065	夏季(b) summer	特征值 eigenvalue	0.124	0.101
	表温 SST	0.584 1	0.193 6		表温 SST	-0.271 1	-0.236
	表盐 SSS	0.122 9	-0.437 4		表盐 SSS	-0.112 1	-0.329 6
	底温 BST	0.461 2	-0.247 8		底温 BST	-0.389 6	-0.011 5
	底盐 BSS	0.120 8	-0.432 3		底盐 BSS	0.094 9	0.020 6
	水深 Depth	-0.047 7	0.115 3		水深 Depth	0.430 4	-0.380 8
	溶解氧 DO	-0.087	-0.001 1		溶解氧 DO	-0.400 3	-0.522 9
	浑浊度 Turb	-0.188 1	0.279		浑浊度 Turb	0.204 4	0.174 9
秋季(c) autumn	特征值 eigenvalue	0.185	0.154	冬季(d) winter	特征值 eigenvalue	0.228	0.171
	表温 SST	0.166 4	-0.685 8		表温 SST	-0.202 4	-0.346 9
	表盐 SSS	0.033 7	-0.574 2		表盐 SSS	-0.360 2	-0.2
	底温 BST	-0.096 2	-0.685		底温 BST	0.508 8	-0.405 8
	底盐 BSS	0.015 2	-0.567 8		底盐 BSS	-0.405 3	0.427 4
	水深 Depth	0.137 5	-0.084		水深 Depth	-0.055 8	-0.262 3
	溶解氧 DO	-0.387 1	0.098 5		溶解氧 DO	-0.426	0.439 7
	浑浊度 Turb	-0.271 4	0.344 8		浑浊度 Turb	0.549 9	0.231 9

季节更替影响着甲壳类群落的分布, 本研究的聚类分析结果表明, 春夏季甲壳类群落结构差异性较秋冬季显著。春夏季聚类结果相似, 均可划分为两个群落, 群落 I 主要分布在湾内, 群落 II 主要分布在湾口及瓯江口水域, 群落间的差异与湾内和湾外的盐度、水深及底质等不同有关(图5); 群落 II 以葛氏长臂虾、中华管鞭虾和细螯虾等种类为主, 它们分布在近岸区域、河口和高低盐水交汇的混合水域。冬季组间相异性最大, 对相异性影响较大的分歧种主要有三疣梭子蟹、日本蟳和哈氏仿对虾等。秋季甲壳类物种数迁出量远大于迁入量, 秋季随着冷空气的来临, 水温降低, 部分甲壳类向外海深水区进行越冬洄游, 因此群落稳定性较差。

### 3.2 群落结构与环境因子的关系

RDA是将对应分析与多元回归分析相结合, 主要用来以显示甲壳类群落与环境因子之间关系<sup>[26]</sup>。温度变化影响着甲壳类的洄游迁徙, 盐度变化影响甲壳动物的蜕壳行为<sup>[32]</sup>。RDA排序

图表明, 研究区域甲壳类主要受到温度、盐度、浑浊度和水深等环境因子的影响, 其中, 水深对其分布的影响较大。

春季表温和底温对甲壳类群落影响较大, 该海域受台湾暖流控制, 水温回升, 洄游性甲壳类由深水区向近岸海域索饵、产卵。夏季甲壳类群落分布较为明显, 该海域呈现出高温高盐的特征, 影响着甲壳类群落的分布。溶解氧影响甲壳类生理耐受限度从而会改变其栖息地和活动方式, 最终影响不同区域甲壳类种群生物量和群落结构<sup>[33]</sup>。夏冬季甲壳类群落受溶解氧影响较大, 海水中溶解度受到温度、盐度等环境因素的影响, 随着温度与盐度的升高而降低。夏季温度和盐度较高, 海水中溶解氧较低; 冬季温度和盐度较低, 海水中溶解氧较高, 夏冬季溶解氧含量相差大, 因此对甲壳类生物产生较大影响。秋季表温和水深对甲壳类群落影响较大, 秋季随着冷空气到来, 水温下降, 甲壳类开始沿岸浅水区洄游至深水区。

冬季底温和浑浊度对甲壳类群落影响较大, 海水底层温度较高, 三疣梭子蟹为该季节

单一优势种潜伏于较深区域, 受底温影响比较明显; 乐清湾内多条河流汇集, 河流之间相互交融带入了大量的泥沙, 会造成水体浑浊, 但水中各种浮游生物较为丰富, 对甲壳类生物群落结构分布影响大。同时, 由于近年来人类过度捕捞以及在乐清湾邻近海域设立发电厂、养殖场等造成水体污染和生态环境退化, 在一定程度上影响甲壳类群落结构的动态平衡。

本研究工作得到了温州市海洋与渔业局方芳总工程师及浙江省海洋水产研究所渔业资源与生态研究室周永东、李振华、王忠明和王好学等老师的大力协助, 特表谢忱!

#### 参考文献:

- [1] 宁修仁. 乐清湾、三门湾养殖生态和养殖容量研究与评价[M]. 北京: 海洋出版社, 2005.  
Ning X R. Research and evaluation of aquaculture ecology and aquaculture capacity in Yueqing Bay and Sanmen Bay[M]. Beijing: China Ocean Press, 2005 (in Chinese).
- [2] 焦念志. 海湾生态过程与持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 2001.  
Jiao N Z. Ecological processes and sustainable development of typical coastal water ecosystems in China[M]. Beijing: Science Press, 2001 (in Chinese).
- [3] 杨杰青, 史赟荣, 沈新强, 等. 湄洲湾海域甲壳动物群落多样性分析[J]. 南方水产科学, 2017, 13(5): 16-24.  
Yang J Q, Shi Y R, Shen X Q, *et al.* Analysis of community diversity of crustaceans in Meizhou Bay[J]. *South China Fisheries Science*, 2017, 13(5): 16-24(in Chinese).
- [4] 俞存根, 宋海棠, 姚光展. 东海大陆架海域蟹类资源量的评估[J]. 水产学报, 2004, 28(1): 41-46.  
Yu C G, Song H T, Yao G Z. Assessment of the crab stock biomass in the continental shelf waters of the East China Sea[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2004, 28(1): 41-46(in Chinese).
- [5] 俞存根, 宋海棠, 姚光展, 等. 东海大陆架海域经济蟹类种类组成和数量分布[J]. 海洋与湖泊, 2006, 37(1): 53-60.  
Yu C G, Song H T, Yao G Z, *et al.* Composition and distribution of economic crab species in the East China Sea[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2006, 37(1): 53-60(in Chinese).
- [6] 俞存根, 陈小庆, 宋海棠, 等. 春季东海海域虾类群落结构及其多样性[J]. 生态学报, 2009, 29(7): 3594-3604.  
Yu C G, Chen X Q, Song H T, *et al.* Analysis on community structure and diversity of shrimps in the East China Sea in spring[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(7): 3594-3604(in Chinese).
- [7] 陈小庆, 俞存根, 宋海棠, 等. 东海中北部海域虾类群聚结构特征及空间分布[J]. 海洋学研究, 2010, 28(4): 50-58.  
Chen X Q, Yu C G, Song H T, *et al.* Structural characteristics and spatial distribution of the shrimp population in the mid-north East China Sea[J]. *Journal of Marine Sciences*, 2010, 28(4): 50-58(in Chinese).
- [8] 张洪亮, 王忠明, 祝增军, 等. 浙江南部沿岸产卵场春季虾类群落结构特征分析[J]. 水生生物学报, 2013, 37(4): 712-721.  
Zhang H L, Wang Z M, Zhu Z J, *et al.* Analysis on the community characteristics of shrimps in the coastal spawning ground of south Zhejiang during spring[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2013, 37(4): 712-721(in Chinese).
- [9] 卢占晖, 薛利建, 张龙, 等. 东海大陆架虾类资源量评估[J]. 水生生物学报, 2013, 37(5): 855-862.  
Lu Z H, Xue L J, Zhang L, *et al.* Assessment of shrimp stock biomass in continental shelf waters of the East China Sea[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2013, 37(5): 855-862(in Chinese).
- [10] 夏陆军, 陈万东, 郑基, 等. 南麂列岛海洋自然保护区的虾类种类组成和数量分布[J]. 中国水产科学, 2016, 23(3): 648-660.  
Xia L J, Chen W D, Zheng J, *et al.* Species composition and quantitative distribution of shrimp in the Nanji Islands marine conservation area[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2016, 23(3): 648-660(in Chinese).
- [11] 郑基, 谢旭, 俞存根, 等. 浙江中部披山海域蟹类群落结构特征及其与环境因子的关系[J]. 水产学报, 2018, 42(8): 1241-1253.  
Zheng J, Xie X, Yu C G, *et al.* Crab community structure and its relationship with environment factors in Pishan waters of the middle of Zhejiang Province[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2018, 42(8): 1241-1253(in Chinese).
- [12] 赵蒙蒙, 徐兆礼. 三门湾海域冬夏季口足目和十足目虾类的种类组成、时空分布及多样性分析[J]. 动物学

- 杂志, 2011, 46(3): 11-18.
- Zhao M M, Xu Z L. Species composition, temporal and spatial distributions and diversity of hoplocarida and decapoda shrimps in summer and winter in Sanmen Bay[J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2011, 46(3): 11-18(in Chinese).
- [13] 齐海明. 椒江口海域甲壳动物群落结构和资源分布及其与环境因子的关系[D]. 上海: 上海海洋大学, 2014: 1-54.
- Qi H M. Relationship of crustaceans Community structure and resource distribution with environmental factors in the Jiaojiang Estuary[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2014: 1-54 (in Chinese).
- [14] 徐兆礼, 沈盎绿, 李新正. 瓯江口海域夏、秋季十足目和十足目虾类分布特征[J]. *中国水产科学*, 2009, 16(1): 104-112.
- Xu Z L, Shen A L, Li X Z. Distribution of hoplocarida and decapoda shrimps in Oujiang estuary, East China Sea[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2009, 16(1): 104-112(in Chinese).
- [15] 黄秀清, 姚炎明, 王金辉, 等. 乐清湾海洋环境容量及污染物总量控制研究[M]. 北京: 海洋出版社, 2011.
- Huang X Q, Yao Y M, Wang J H, *et al.* Study on marine environmental capacity and total pollutant control in Yueqing Bay[M]. Beijing: China Ocean Press, 2011 (in Chinese).
- [16] 刘镇盛, 王春生, 张志南, 等. 乐清湾浮游动物的季节变动及摄食率[J]. *生态学报*, 2005, 25(8): 1853-1862.
- Liu Z S, Wang C S, Zhang Z N, *et al.* Seasonal dynamics and grazing rate of zooplankton in Yeqing Bay[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(8): 1853-1862(in Chinese).
- [17] 宋琍琍, 赵聪蛟, 龙华, 等. 2009年夏季乐清湾网采浮游植物群落结构特征[J]. *海洋学研究*, 2010, 28(3): 34-42.
- Song L L, Zhao C J, Long H, *et al.* Community characteristics of Netz-phytoplankton in Yueqingwan Bay in summer 2009[J]. *Journal of Marine Sciences*, 2010, 28(3): 34-42(in Chinese).
- [18] 彭欣, 谢起浪, 陈少波, 等. 乐清湾潮间带大型底栖动物群落分布格局及其对人类活动的响应[J]. *生态学报*, 2011, 31(4): 954-963.
- Peng X, Xie Q L, Chen S B, *et al.* The community distribution pattern of intertidal macrozoobenthos and the responses to human activities in Yueqing Bay[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(4): 954-963(in Chinese).
- [19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 12763.6-2007 海洋调查规范第6部分: 海洋生物调查[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- State Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine, People's Republic of China, China National Standardization Management Committee. GB/T 12763.6-2007 Specifications for oceanographic survey-Part 6: Marine biological survey[S]. Beijing: China Standard Press, 2008 (in Chinese).
- [20] 刘瑞玉. 中国海洋生物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- Liu R Y. Checklist of marine biota of China Sea[M]. Beijing: Science Press, 2008 (in Chinese).
- [21] 戴爱云, 杨思琼, 宋玉枝, 等. 中国海洋蟹类[M]. 北京: 海洋出版社, 1986: 1-641.
- Dai A Y, Yang S Q, Song Y Z, *et al.* China Sea crabs[M]. Beijing: China Ocean Press, 1986: 1-641 (in Chinese)
- [22] Pianka E R. Ecology of the agamid lizard *Amphibolurus isolepis* in western Australia[J]. *Copeia*, 1971, 1971(3): 527-536.
- [23] 刘瑞玉. 胶州湾生态学和生物资源[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 1-460.
- Liu R Y. Ecology and living resources of Jiaozhou Bay[M]. Beijing: Science Press, 1992: 1-460 (in Chinese).
- [24] Quetglas A, Carbonell A, Sánchez P. Demersal continental shelf and upper slope cephalopod assemblages from the Balearic Sea (North-Western Mediterranean). Biological aspects of some deep-sea species[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2000, 50(6): 739-749.
- [25] 朱鑫华, 吴鹤洲, 徐凤山, 等. 黄渤海沿岸水域游泳动物群落多样性及其相关因素的研究[J]. *海洋学报*, 1994, 16(3): 102-112.
- Zhu X H, Wu H Z, Xu F S, *et al.* Swimming Huang Bohai coastal waters research community, diversity and its related factors[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 1994, 16(3): 102-112(in Chinese).
- [26] Ter Braak C J F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct中国水产学会主办 sponsored by China Society of Fisheries

- gradient analysis[J]. *Ecology*, 1986, 67(5): 1167-1179.
- [27] 陈国宝, 李永振, 陈新军. 南海主要珊瑚礁水域的鱼类物种多样性研究[J]. *生物多样性*, 2007, 15(4): 373-381. Chen G B, Li Y Z, Chen X J. Species diversity of fishes in the coral reefs of South China Sea[J]. *Biodiversity Science*, 2007, 15(4): 373-381(in Chinese).
- [28] 逢志伟. 胶州湾虾蟹类群落结构及主要种类渔业生物学特征[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014. Pang Z W. Community structure of the shrimp and crab assemblages and fishery biological characteristics of some important species in the Jiaozhou Bay[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2014 (in Chinese).
- [29] 夏陆军, 周青松, 俞存根, 等. 乐清湾口海域春秋季节甲壳动物的群落结构特征研究[J]. *海洋科学*, 2016, 40(10): 33-42. Xia L J, Zhou Q S, Yu C G, *et al.* The study of community structure of crustaceans in Yueqing Bay during spring and autumn[J]. *Marine Sciences*, 2016, 40(10): 33-42(in Chinese).
- [30] 吴强, 陈瑞盛, 黄经献, 等. 莱州湾口虾蛄的生物学特征与时空分布[J]. *水产学报*, 2015, 39(8): 1166-1177. Wu Q, Chen R S, Huang J X, *et al.* Fishery biology characteristics, temporal and spatial distribution of *Oratosquilla oratoria* in Laizhou Bay, Bohai Sea[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2015, 39(8): 1166-1177(in Chinese).
- [31] 宋海荣, 俞存根, 薛利建, 等. 东海经济虾蟹类[M]. 北京: 海洋出版社, 2006: 83-85. Song H T, Yu C G, Xue L J, *et al.* The economical crabs and shrimps in East China Sea[M]. Beijing: China Ocean Press, 2006: 83-85 (in Chinese).
- [32] 邵蓬. 温度和盐度波动对甲壳动物行为和生长的影响[J]. *天津水产*, 2010(3): 5-8. Shao P. Effects of temperature and salinity fluctuations on crustaceans behavior and growth[J]. *Tianjin Fisheries*, 2010(3): 5-8(in Chinese).
- [33] 池连宝, 宋秀贤, 袁涌铨, 等. 夏、冬季黄东海溶解氧的分布特征研究[J]. *海洋与湖沼*, 2017, 48(6): 1337-1345. Chi L B, Song X X, Yuan Y Q, *et al.* Distribution of dissolved oxygen in the Yellow Sea and East China Sea in summer and winter[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2017, 48(6): 1337-1345(in Chinese).



## Related affecting factors in community structure characteristics of the crustacean assemblages in Yueqing Bay

ZHANG Linlin<sup>1,2</sup>, JIANG Rijin<sup>1,2\*</sup>, XU Yiping<sup>3</sup>, YIN Rui<sup>1</sup>,  
CHEN Feng<sup>1,2</sup>, CHEN Peng<sup>3</sup>, PENG Xin<sup>4</sup>

(1. Marine and Fisheries Research Institute, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316021, China;

2. Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province, Key Research Station for Fisheries Resources of Main Fishing Ground, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Key Research Station of Sustainable Utilization for Marine Fisheries Resources, Zhoushan 316021, China;

3. Yueqing Aquatic Research Institute, Wenzhou 325003, China;

4. Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325005, China)

**Abstract:** Based on the trawl data of fishery resources collected from comprehensive surveys from May 2016 to February 2017 in Yueqing Bay, species composition, biodiversity index, community structure and its relationship with environmental factors were examined by cluster analysis, multivariate statistical analysis and redundancy analysis. The results showed that a total of 43 species of crustacean were identified, which belonged to 28 genera, 18 families and 2 orders. *Portunus trituberculatus*, *Charybdis japonica* and *Parapenaopsis hardwickii* were annual dominant species. The species number of crustacean was the greatest in summer and the least in winter which varied significantly in four seasons, while the composition of dominant species changed slightly. The research about crustacean species at different depth indicated that the richest crustacean were at depths of 5~10 m while fewer species at depths of less than 5 m and more than 10 m. The results of One-Way ANOVA showed that the richness index ( $D$ ) of crustacean community at different depth were distributed significantly, and there were no significant differences in evenness index ( $J'$ ) and diversity index ( $H'$ ). Redundancy analysis suggested that temperature, depth and turbidity were the most important environmental factors affecting the crustacean species composition and community structure characteristics. In particular, the depth has a great influence on the community structure of crustacean.

**Key words:** crustacean; biodiversity; community structure; environmental factors; Yueqing Bay

**Corresponding author:** JIANG Rijin. E-mail: jiangridge@163.com

**Funding projects:** National Key R&D Program of China (2018YFD0900904; 2018YFC1406300; 2017YFA0604904); Special Fund for the Key Research and Development Project of Zhejiang Province (2019C02056); Yueqing Bay Marine Resources Survey