

## 2008年黄骅港夏季浮游动物多样性调查评价

陈成勋<sup>1</sup>, 吴治儿<sup>2</sup>, 苏富益<sup>1</sup>, 周文礼<sup>1</sup>, 房恩军<sup>3</sup>, 乔秀亭<sup>1</sup>

(1. 天津市水产生态及养殖重点实验室, 天津农学院, 天津 300384; 2. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300; 3. 天津市水产研究所, 天津 300021)

**摘要:** 2008年夏季用浅海I型标准浮游生物网在河北黄骅港海域进行了浮游动物调查。共采集到浮游动物24种, 其中原生动物2种、桡足类11种、糠虾类2种、毛虾类1种、钩虾类1种、糠虾类2种、毛颚类1种、被囊类1种、幼体类2种、水母类1种。平均生物量 $320.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 生物量的波动范围 $75.2 \sim 1310.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。近岸海域的浮游动物多样性指数( $H'$ )明显高于远岸; 优势种为强壮箭虫 *Sagitta crassa* (0.33)、小拟哲水蚤 *Paracalanus Parvus* (0.31)、太平洋纺锤蚤 *Acartia pacifica* (0.12)、中华哲水蚤 *Calanus sinicus* (0.038)、真刺唇角水蚤 *Labidocera euchaeta* (0.34) 和刺尾歪水蚤 *Tortanus Spinicaudatus* (0.04)。

**关键词:** 浮游动物; 生物量; 多样性指数; 黄骅港

中图分类号: Q 178.53

文献标志码: A

文章编号: 1673-2227-(2010)05-0062-06

## Diversity investigation and assessment of zooplankton from Huanghua Harbour in 2008 summer

CHEN Chengxun<sup>1</sup>, WU Qia'er<sup>2</sup>, SU Fuyi<sup>1</sup>, ZHOU Wenli<sup>1</sup>, FANG Enjun<sup>3</sup>, Qiao Xiuting<sup>1</sup>

(1. *Tianjin Key Laboratory of Aqua-ecology and Aquaculture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China*;  
2. *South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China*;  
3. *Tianjin Fisheries Research Institute, Tianjin 300221, China*)

**Abstract:** We carried out an investigation of the zooplankton from Huanghua Harbour of Hebei province in summer of 2008. The samples were collected by medium plankton net. 24 species were found: 2 Protozoa, 11 Copepods, 2 opossum shrimp, 1 Acetes, 1 gammarid, 2 Acanthomysis, 1 Chaetognaths, 1 tunicate, 2 larvae and 1 medusa. The average biomass of zooplankton is  $320.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , ranging from  $75.2$  to  $1310.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . The diversity index of zooplankton in coastal waters is significantly higher than that in offshore; the dominant species are *Sagitta crassa* (0.33), *Paracalanus Parvus* (0.31), *Acartia pacifica* (0.12), *Calanus sinicus* (0.38), *Labidocera euchaeta* (0.34) and *Tortanus Spinicaudatus* (0.04).

**Key words:** zooplankton; biomass; diversity index; Huanghua Harbour

浮游动物在海洋生态系统的结构和功能中起着重要的调控作用, 它通过摄食控制浮游植物的数量, 同时又是许多经济海产动物的饵料, 因而其数

量变化可直接影响渔业资源量。浮游动物不仅是海洋次级生产力, 也是海洋生态系统能量流动和物质循环的主要环节之一, 其种类和数量的动态变化不

收稿日期: 2010-04-08; 修回日期: 2010-05-21

资助项目: 广东省“908”专项 (GD908-02-05); 山东省博士后创新项目专项资金 (200802040); 国家科技支撑计划重大项目 (2006BAD09A06)

作者简介: 陈成勋 (1967-), 男, 副研究员, 从事水产养殖水域生态学研究。E-mail: ccxnxy@163.com

通讯作者: 吴治儿, E-mail: wqe66@163.com

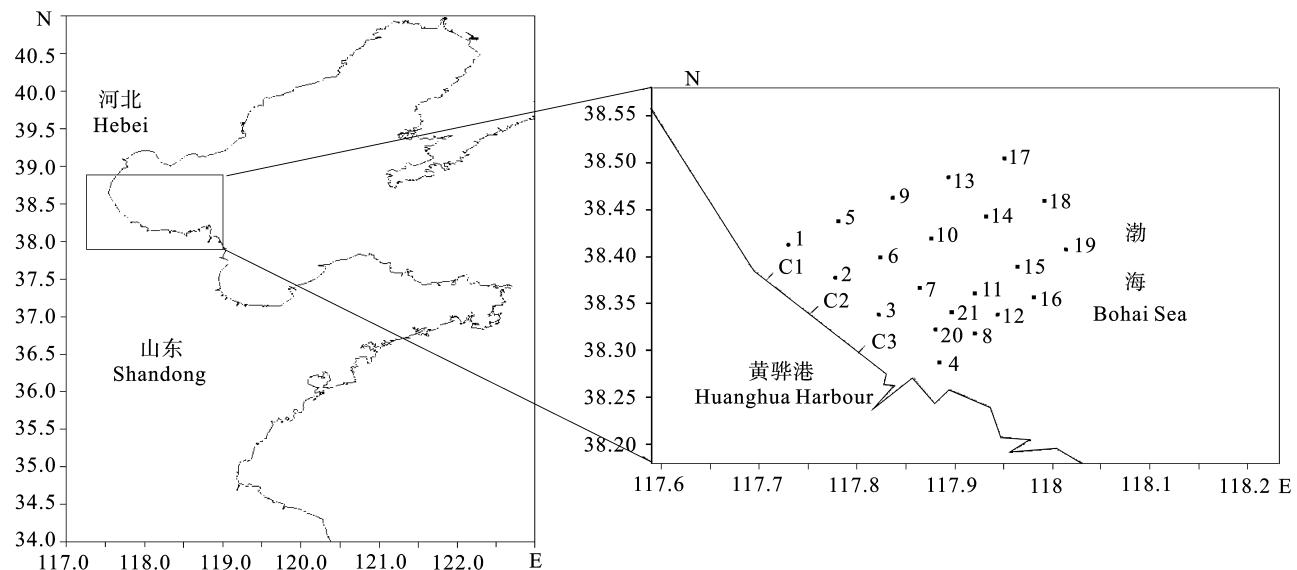


图1 黄骅港海区调查站位分布图

Fig. 1 Sampling stations in Huanghua Harbour

仅反映了物理环境因子对它的作用,而且直接影响着鱼类和浮游植物种类和数量的动态变化<sup>[1-5]</sup>。

浮游生物次级生产力的调查研究可为海洋生物资源的合理开发利用及海洋污染的治理提供重要的基础理论和科学依据。河北省黄骅港仅在1984年全国海岸带调查时进行过浮游动物的调查<sup>[6]</sup>,但是仅调查了大型浮游动物,缺少中小型浮游动物资料的报道<sup>[7]</sup>。文章结合2008年夏季航次调查结果对黄骅港浮游动物进行评价,以期为合理开发和利用渤海的渔业资源提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查海域概况

黄骅港位于河北省沧州市以东约90 km的渤海之滨,恰置河北、山东两省交界处,环渤海经济圈的中部,地理坐标约为东经117°52'30",北纬38°19'30"。漳卫新河(山东省境内)与宣惠河(河北省境内)交汇的大口河(流程仅4.5 km)在此入海。黄骅港北距天津112 km,东距龙口280 km;西距黄骅市45 km。黄骅港自然环境比较恶劣,大风、大雾和冰冻天气较多。年内出现6级以上大风的天数最多时达31 d,年平均雾日数也有18 d,最多达33 d。且航道周围的海流变动情况复杂,航道泥沙回淤现象严重,冬季海面的自生冰可达20 cm。潮汐属不规则半日潮。最高潮位4.06 m,

最低潮位-0.07 m,平均高潮位3.18 m,平均低潮位0.96 m。平均海平面2.03 m,最大潮差3.44 m,平均潮差2.26 m。黄骅港的潮流流向也很不规则,具有特殊的地理和水文气象条件。

### 1.2 站位的布设与样品的采集

调查区域进行浮游动物采样的站位共13个(图1)。站位号为2#、3#、4#、6#、8#、9#、11#、14#、16#、17#、19#、20#和21#。调查时间为2008年8月。浮游动物的样品采集用浅海I型标准浮游生物网自底至表垂直拖取,所获样品用5%的甲醛固定保存。浮游动物样品分析采用直接称质量法(湿质量),浮游动物总生物量采用大网样品,以 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 为计算单位。

### 1.3 数据分析方法

根据各监测站位浮游动物的生物量,分别对样品的多样性指数( $H'$ )、均匀度指数( $J'$ )、丰度指数( $d$ )以及优势度等进行统计学评价分析<sup>[8-9]</sup>。

多样性指数公式:

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

式中 $P_i$ 为群落中第*i*个种的个体数与总个体数的比值。

均匀度指数公式:

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

式中 $H'$ 为多样性指数;  $S$ 为群落中的种数。

丰度指数公式：

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

式中  $S$  为群落中的种数； $N$  为样品中的生物总个体数。

## 2 结果与分析

### 2.1 浮游动物种类组成

经鉴定，黄骅港水域夏季（8月）航次调查共采集到浮游动物24种（表1），其中原生动物2种，占总种数的8.3%；桡足类11种，占总种数的45.8%；糠虾类2种，占总种数的8.3%；毛虾

类1种，占总种数的4.2%；钩虾类1种，占总种数的4.2%；糖虾类2种，占总种数8.3%；毛颚类1种，占总种数4.2%；被囊类1种，占总种数的4.2%；幼体类2种，占总种数8.3%；水母类1种，占总种数4.2%。

### 2.2 浮游动物生物量分布

2.2.1 生物量分布 此次调查的黄骅港海域浮游动物的平均生物量  $320.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，生物量波动范围  $75.2 \sim 1310.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

2.2.2 平面分布 在调查海域，浮游动物生物量的平面分布无规律性，呈块状分布，生物量波动

表1 黄骅港浮游动物名录

Tab. 1 Zooplankton from Huanghua Harbour

种类 species	中文名 Chinese name	拉丁名 Latin name	数量 quantity
原生动物 Protozoon	针尾链虫 Leucon sp.	<i>Diastylis</i> sp.	1
	无尾链虫	<i>Leucon</i> sp.	1
桡足类 Copepods	拟长腹剑水蚤 拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similes</i> Claus	2
	太平洋纺垂水蚤 太平洋纺垂水蚤	<i>Acartia pacifica</i> Steuer	57
	双刺唇角水蚤 双刺唇角水蚤	<i>Labidocera bipinnata</i> Tanaka	3
	克氏纺锤水蚤 克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clausi</i>	2
	汤氏长足水蚤 汤氏长足水蚤	<i>Calanopia thompsoni</i>	6
	中华哲水蚤 中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>	30
	真刺唇角水蚤 真刺唇角水蚤	<i>Labidocera eucheta</i>	112
	刺尾歪水蚤 刺尾歪水蚤	<i>Tortanus spinicandatus</i> Shen & Ba	45
	近缘大眼剑水蚤 近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i> McMurrich	3
	小拟哲水蚤 小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	85
	双刺纺垂水蚤 双刺纺垂水蚤	<i>Acartia bifilosa</i> (Giesbrecht)	1
糠虾（幼体） opossum shrimp, larva	黄海刺糠虾 黄海刺糠虾	<i>Acanthomysis hwanhaiensis</i> Li	5
	东方新糠虾 东方新糠虾	<i>Neomysis orientalis</i> Li	2
毛虾 Acetes	中国毛虾 中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i> Hansen	1
钩虾 gammarid	钩虾 钩虾	<i>Gammaridae</i> spp.	3
糖虾 Acanthomysis	台湾漂浮囊糖虾 台湾漂浮囊糖虾	<i>Gastrosaccus formosensis</i> Li	3
	长额否刺糖虾 长额否刺糖虾	<i>Acanthomysis longirostris</i> Li	5
毛颚类 Chaetognaths	强壮箭虫 强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>	108
被囊类 tunicate	住囊虫 住囊虫	<i>Ookopleura</i> spp.	2
幼体类 larva	长尾类幼虫 长尾类幼虫	<i>Macruran</i> larva	1
	短尾类大眼幼虫 短尾类大眼幼虫	<i>Megalopa</i> larva	3
水母类 medusa	杜氏外肋水母 杜氏外肋水母	<i>Ectopleura dumortieri</i> (Van Beneden)	2

范围  $75.2 \sim 1310.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，平均  $320.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，最高值出现在 16# 站位，最低值出现在 17# 站位。生物量分布呈近岸向远岸逐渐增大的趋势，在远岸出现了高生物量区，主要种类是强壮箭虫与中华哲水蚤。

### 2.3 群落的 $H'$ 、 $J'$ 和 $d$ 指数

2.3.1 黄骅港浮游动物的  $H'$  见表 2，结果表明，

此次调查浮游动物的  $H'$  为  $0.13 \sim 1.95$ ，平均  $1.26$ 。

2.3.2 浮游动物  $J'$  根据各测站定量样品的生物种类数、个体数进行计算。此次调查区域浮游动物的  $J'$  为  $0.13 \sim 1.00$ ，平均  $0.78$ （表 2）。

2.3.3 浮游动物  $d$  根据各测站定量样品的生物种类数、个体数进行计算。结果显示此次调查区域浮游动物的  $d$  为  $0.24 \sim 0.75$ ，平均  $0.50$ （表 2）。

表 2 黄骅港浮游动物多样性指数、均匀度指数和丰度指数

Tab. 2 Indices of diversity, evenness and abundance of zooplankton from Huanghua Harbour

站位 sampling stations	多样性指数 ( $H'$ ) diversity index	均匀度指数 ( $J'$ ) evenness index	丰度指数 ( $d$ ) abundance index
2#	0.54	0.54	0.28
3#	1.15	0.72	0.56
4#	1.07	0.67	0.37
6#	0.13	0.13	0.24
8#	1.57	0.99	0.35
9#	1.88	0.94	0.62
11#	1.28	0.64	0.56
14#	1.68	0.84	0.61
16#	1.48	0.93	0.34
17#	1.00	1.00	0.37
19#	1.71	0.73	0.75
20#	1.00	1.00	0.64
21#	1.95	0.98	0.75

表 3 黄骅港海区优势种

Tab. 3 Dominant species of zooplankton from Huanghua Harbour

种类 species	优势度 dominance
中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	0.038
太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>	0.12
小拟哲水蚤 <i>Paracalanus Parvus</i>	0.31
强壮箭虫 <i>Sagitta crassa</i>	0.33
真刺唇角水蚤 <i>Labidooera enchaeta</i>	0.34
刺尾歪水蚤 <i>Tortanus spinicaudatus</i>	0.04

### 2.4 优势种及其数量分布

根据浮游动物数量和出现频率统计结果，取优势度 ( $Y$ )  $\geq 0.02$ <sup>[8]</sup> 的种类为此次调查海域的优势种（表 3）。全海区的优势种是强壮箭虫、小拟哲

水蚤、太平洋纺锤水蚤、中华哲水蚤、真刺唇角水蚤和刺尾歪水蚤。

2.4.1 中华哲水蚤 在此次黄骅港海区调查中中华哲水蚤平均密度  $30 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ，在 13 个站位中总共出现了 8 次，站位出现率 61.5%，最小生物量密度出现在 17# 站位 ( $9.8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，最大生物量密度出现在 11# 站位 ( $108 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，平均生物量密度  $50.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

2.4.2 太平洋纺锤水蚤 在此次调查中，太平洋纺锤水蚤平均密度  $57 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ，在 13 个站位中总共出现了 9 次，站位出现率 69.2%。生物量波动较大，最小生物量密度出现在 3# 站位 ( $10.5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，最大生物量密度出现在 11# 和 19# 站位 ( $430 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，平均生物量密度  $98.3 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

2.4.3 小拟哲水蚤 此次调查中，小拟哲水蚤

平均密度  $85 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ，在 13 个站位中总共出现 11 次，站位出现率为 84.6%。小拟哲水蚤在黄骅港海区生物量波动较大，最小生物量密度出现在 20# 站位 ( $11 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，最大生物量密度出现在 4# 站位 ( $769.8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，平均生物量密度  $144.5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

**2.4.4 强壮箭虫** 在黄骅港海区此次调查中平均密度  $108 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ，在 13 个站位中总共出现 13 次，站位出现率为 100%。最小生物量密度出现在 3# 站位 ( $17.8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，最大生物量密度出现在 8# 站位 ( $456.7 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，平均密度  $108.4 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

**2.4.5 真刺唇角水蚤** 真刺唇角水蚤平均密度为  $112 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ，在 13 个站位中总共出现 9 次，站位出现率 69.2%。最小生物量密度出现在 9# 站位 ( $28.5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，最大生物量密度出现在 14# 站位 ( $786.5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，平均生物量密度  $188.4 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

**2.4.6 刺尾歪水蚤** 刺尾歪水蚤平均密度  $45 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ，在 13 个站位中总共出现 10 次，站位出现率 76.9%。最小生物量密度出现在 2# 站位 ( $9.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，最大生物量密度出现在 21# 站位 ( $96.4 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )，平均生物量密度  $62.4 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

### 3 讨论

#### 3.1 浮游动物的多样性与均匀度

$H'$  是反映丰富度和均匀度的综合指标，是群落生物组成结构的重要指标<sup>[10]</sup>，在大部分群落中，组成群落的生物种类越多，其  $H'$  值越大，多样性大的群落，群落的稳定性也就越大<sup>[11-12]</sup>。物种的多样性是生物多样性的关键，它既体现了生物之间及环境之间的复杂关系，又体现了生物资源的丰富性。此次采集共鉴定出浮游动物 24 种，浮游动物的  $H'$  为  $0.13 \sim 1.95$ ，平均  $1.26$ ； $J'$  为  $0.13 \sim 1.00$ ，平均  $0.78$ ，浮游动物  $H'$  和  $J'$  指数值都比较低，表明该海域浮游动物各种间分布不均匀，群落相对不稳定，优势种优势度明显。这与黄骅港自然条件较恶劣，水体稳定性及群落成熟度不够相吻合。

#### 3.2 浮游动物的群落特征

通过对各个参数值的分析与统计，发现在 13 个站位中，近岸海域 (2#、3#、4# 和 20#) 的浮游动物的  $H'$  明显高于远岸 (11#、14#、17# 和 19#)，而且从浮游动物的各项群落参数分析，近岸海域浮

游动物的群落结构优于远岸区。这与浮游植物的平面格局大致相似，浮游植物总细胞数 ( $731.1 \times 10^4$ ) 与浮游动物总个体数的显著正相关关系充分说明了调查海区作为饵料的浮游植物的丰度对摄食者浮游动物群落数量的重要调控作用<sup>[13]</sup>。

#### 3.3 浮游动物生物量分布

此次调查黄骅港海域浮游动物的平均生物量  $320.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，与 1984 年和 1988 年秋季在本海区进行的调查结果基本相似<sup>[14-15]</sup>。夏季生物量主要是由桡足类和强壮箭虫所控制，其数量的变化直接影响着总生物量的分布。值得提出的是在沿岸出现大量夜光虫，如果理化环境条件适宜，容易引发夜光虫赤潮<sup>[14]</sup>，应该引起关注。

#### 3.4 浮游动物的优势种

调查结果显示，黄骅港海域浮游动物的优势种有强壮箭虫、小拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤、中华哲水蚤、真刺唇角水蚤和刺尾歪水蚤。这些优势种不光是数量大，分布广，在种类数上占多数，其数量以及分布上的变化直接影响着浮游动物总量的变化，以及  $H'$ 、 $J'$  和  $d$  的变化。强壮箭虫是中国黄、渤海沿岸水域的优势种群之一，在浮游动物生物量中占有重要位置，是渤海主要的肉食性浮游动物，是生物量的主要构成者。小拟哲水蚤属于广温广盐性的小型浮游桡足类优势种群，虽然个体小，但数量大。太平洋纺锤水蚤被认为是暖水性种类，主要出现在渤、黄、东海沿岸水域<sup>[16]</sup>。中华哲水蚤为中国近海广分布的一种浮游桡足类优势种群，属外海类型，主要分布在海峡入口、中央水域，属于广温广盐类群<sup>[17]</sup>。真刺唇角水蚤是渤海湾夏季的优势种。刺尾歪水蚤主要分布于近岸低盐水域。

### 4 结论

调查共采集到浮游动物 24 种，其中原生动物 2 种、桡足类 11 种、糠虾类 2 种、毛虾类 1 种、钩虾类 1 种、糖虾类 2 种、毛颚类 1 种、被囊类 1 种、幼体类 2 种和水母类 1 种。此次调查浮游动物的  $H'$  为  $0.13 \sim 1.95$ ，平均  $1.26$ ； $J'$  为  $0.13 \sim 1.00$ ，平均  $0.78$ ，生物量波动的范围  $75.2 \sim 1310.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，平均  $320.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，最高值出现在 16# 站位，最低值出现在 17# 站位。生物量分布呈近岸向远岸逐渐增大的趋势。通过对各个参数值的分析与统计，发现在 13 个站位中，近岸海域浮游动物的  $H'$

明显高于远岸, 而且从浮游动物的各项群落参数分析, 近岸海域浮游动物的群落结构优于远岸区。夏季生物主要是由强壮箭虫、小拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤、中华哲水蚤、真刺唇角水蚤和刺尾歪水蚤等优势种控制。

### 参考文献:

- [1] 毕洪生, 孙松, 高尚武, 等. 渤海浮游动物群落生态特点Ⅲ浮游动物数量分布和季节变动 [J]. 生态学报, 2001, 21 (4): 513-521.
- [2] 王荣, 张鸿雁, 王克, 等. 小型桡足类在海洋生态系中的功能作用 [J]. 海洋与湖沼, 2002, 33 (5): 453-459.
- [3] 张武昌, 王克, 高尚武, 等. 渤海春季和秋季的浮游动物 [J]. 海洋与湖沼, 2002, 33 (6): 631-639.
- [4] 郭远琼, 黄伟建, 韩博平, 等. 大鹏湾浮游动物种群密度变化的一次数学模拟 [J]. 生态学杂志, 1997, 16 (5): 24-27.
- [5] 李纯厚, 贾晓平, 蔡文贵. 南海北部浮游动物多样性研究 [J]. 中国水产科学, 2004, 11 (2): 139-141.
- [6] 河北省海岸带资源编辑委员会. 河北省海岸带资源 (下卷) [M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1988.
- [7] 李少青, 许振祖, 黄加棋, 等. 海洋浮游动物学研究 [J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2001, 40 (2): 574-585.
- [8] 徐兆礼, 陈亚瞿. 东黄海秋季浮游动物优势种聚集强度与鲐渔场的关系 [J]. 生态学杂志, 1989, 8 (4): 13-15.
- [9] 杨关铭, 何德华, 王春生, 等. 台湾暖流源地域浮游桡足类生物海洋学特征研究Ⅱ 群落特征 [J]. 海洋学报, 1999, 21 (6): 72-80.
- [10] MICHALOUDI E, ZARFDJIAN M, ECONOMIDIS P S. The zooplankton of Lake Mikri Prespa [J]. Hydrobiol, 1997, 351 (1/3): 91-92.
- [11] 林碧琴, 谢淑琦. 水生藻类与水体污染监测 [M]. 沈阳: 辽宁大学出版社, 1988: 242-247.
- [12] SHASHIKANTH M, VIJAYKUMAR K. Ecology and abundance of zooplankton in Karanja reservoir [J]. Environ Monit Assess, 2009, 152 (1/4): 456.
- [13] 周凯, 黄长江, 姜胜, 等. 柏林湾浮游植物群落结构及数量变动的周年调查 [J]. 生态学报, 2002, 22 (5): 688-698.
- [14] 河北省海岸带资源编辑委员会. 河北省海岸带资源: 第一分册, 第二分册 [M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1988.
- [15] 徐家声. 黄骅海岸带开发环境概论 [M]. 北京: 海洋出版社, 1991.
- [16] HUANG C, UYE S, ONBÉ T. Geographic distribution, seasonal life cycle, biomass and production of planktonic copepod *Calanus sinicus* in the Inland Sea of Japan and its neighboring Pacific Ocean [J]. Plankton Res, 1992, 15 (11): 1229-1246.
- [17] 毕洪生, 孙松, 高尚武, 等. 渤海浮游动物群落生态特点Ⅰ 种类组成与群落结构 [J]. 生态学报, 2000, 20 (5): 715-721.