

台湾海峡及毗邻海域

生物多样性与 渔业资源可持续利用

张静 戴天元 苏永全 王军 林龙山 廖正信 编著



厦门大学出版社 XIA MEN UNIVERSITY PRESS
福建省厦门市软件园二期东段梧侣路5号

台湾海峡及毗邻海域 生物多样性与 渔业资源可持续利用

张 静 戴天元 苏永全 王 军 林龙山 廖正信 编著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

台湾海峡及毗邻海域生物多样性与渔业资源可持续利用/张静等编著. —厦门:厦门大学出版社,2014.3

ISBN 978-7-5615-4967-4

I. ①台… II. ①张… III. ①台湾海峡-生物多样性②台湾海峡-水产资源-资源利用
IV. ①S922.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 046371 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

厦门集大印刷厂印刷

2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:34

插页:2 字数:833 千字

定价:88.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

前 言

台湾海峡及毗邻海域生物资源丰富,福建和台湾渔民常年在该海域共同生产和开发利用。近年来,由于受过度捕捞、海洋污染等影响,渔业资源不断衰退,生物多样性受到破坏。为了使台湾海域渔业资源可持续利用,自2004年至今,在国家科技部、国家海洋局、福建省科技厅和海洋与渔业厅等支持和资助下,集美大学、福建省水产研究所、厦门大学、国家海洋局第三海洋研究所、福建海洋研究所与台湾海洋大学联合组成研究团队,共同开展“东海区重要渔场重要渔业资源调查与评价”、“近海海洋生物生态调查”、“两岸联合开展台湾海峡渔业资源养护与利用研究”、“台湾海峡鲳鲆鱼类和中国枪乌贼资源的保护与利用研究”和“福建省潜在渔业资源开发利用与保护”等项目的研究。在开展这些课题研究时,本团队科技人员利用卫星遥测、科研调查船等进行数据采集和外业调查,采用生态系统动力学原理、营养动态模式、生物技术、地理信息系统等理论方法,研究了台湾海峡及毗邻海域主要光诱渔场的形成机制、主要渔业资源的生物学和生态学特征、渔场环境要素与渔业资源相互关系、游泳动物种类组成和多样性及其对环境变化的响应、渔业资源优势种的种群遗传结构、资源量、最大持续产量和渔业资源可持续利用等,取得了一系列研究成果。

《台湾海峡及毗邻海域生物多样性与渔业资源可持续利用》一书正是其中部分研究成果的汇集。全书共分为“生物多样性”、“渔业生物学”、“渔业生态学”、“生物技术”和“资源可持续利用”5个篇章,多数论文已在《Fish and Shellfish Immunology》、《Zoological Studies》、《中国水产科学》、《水产学报》等期刊刊出,每篇论文都凝聚着撰稿者的实践结晶,蕴含着深思熟虑的思想成果。

编著者企望,本论文集的出版能够促进台湾海峡及毗邻海域的相关研究进展,使台湾海峡渔业资源能够健康发展并达到可持续利用之目的,同时也为闽台两岸海洋经济发展提供绵薄之力。

本论文集采用的资料系统翔实,实用性强,可供海洋生态环境、海洋生物、海洋渔业研究、教学、渔业管理和渔业生产等人员参考。

编者

2014年3月

目 录

第一篇 生物多样性

- 台湾海峡游泳动物种类组成及其多样性…………… 宋普庆,张静,林龙山,许章程,朱小明(3)
- 东山湾及其邻近海域游泳动物多样性的分析…………… 林龙山,赵贵根,李渊,高天翔,张静(16)
- 东山湾及其邻近海域鱼类物种分类多样性…………… 林龙山,王燕平,李渊,张静,高天翔(29)
- 2008年夏季东山湾游泳动物种类的组成和多样性
…………… 张静,陈永俊,张然,宋普庆,林龙山(40)
- 福建东山湾游泳动物群落物种组成及其多样性
…………… 张静,陈永俊,宋普庆,钟指挥,林龙山(51)
- 闽南—台湾浅滩渔场二长棘鲷群体景观多样性
…………… 蔡建堤,苏国强,马超,席英玉,罗娟,刘勇(62)
- 闽南近海定置张网甲壳类渔获物组成及多样性分析 …… 刘勇,马超,徐春燕,沈长春(75)
- Summer Distribution and Diversity of Copepods in Upwelling Waters of the
Southeastern East China Sea
…………… Chen-Hsin Liao, Wan-ju Chang, Ming-An Lee and Kuo-Tian Lee(84)

第二篇 渔业生物学

- 利用平衡石分析东海南部剑尖枪锁管之季节性成长差异
…………… 王凯毅,陈瑞谷,廖正信,李国添,吴继伦,李明安,张可扬(109)
- 闽南—台湾浅滩渔场二长棘鲷群体集群行为宏观量化与分析
…………… 蔡建堤,马超,姜双城,吴建绍,蔡玉婷,刘勇(125)
- 台湾海峡北部海域凹管鞭虾生物学特性及资源量 …… 刘喆,戴天元(133)
- 闽东北外海光掌鲟数量分布及其生物学特点 …… 叶孙忠,刘勇,张壮丽(139)
- 东海区火枪乌贼数量分布及其群体组成 …… 沈长春,刘勇(146)
- 东海区杜氏枪乌贼数量分布及其生物学特点 …… 张壮丽,刘勇(152)
- 东海南部海域蟹类种类组成及其数量分布…………… 张壮丽,叶孙忠,吴永辉,戴天元,刘勇(157)
- 东海南部海域虾类种类组成及数量分布特点
…………… 叶孙忠,张壮丽,洪明进,刘勇,叶泉土,戴天元(166)
- Population and Maturation Dynamics of the Swordtip Squid (*Photololigo edulis*) in the
Southern East China Sea …… Kae-Yih Wang, Cheng-Hsin Liao, Kuo-Tien Lee(174)

- Morphometric Variation between the Swordtip (*Photololigo edulis*) and Mitre (*P. chinensis*) Squids in the Waters off Taiwan
..... Cheng-Hsin Liao, Tsung-Yu Liu and Cheng-Yi Hung(189)
- Age, Growth and Maturation of Swordtip Squid (*Photololigo edulis*) in the Southern East China Sea
..... Kae-Yih Wang, Kuo-Tien Lee, and Cheng-Hsin Liao(205)
- Copepod Community Change in the Southern East China Sea between the Early and Late Northeasterly Monsoon
..... Yan-Chi Lan, Ming-An Lee, Cheng-Hsin Liao, Wen-Yu Chen, Ding-An Lee, Deng Cheng Liu and Wei-Cheng Su(217)
- Copepod Community Structure of the Winter Frontal Zone Induced by the Kuroshio Branch Current and the China Coastal Current in the Taiwan Strait
..... Yan-Chi Lan, Ming-An Lee, Cheng-Hsin Liao, and Kuo-Tien Lee(237)

第三篇 渔业生态学

- 台湾海峡夏秋季游泳动物资源分布及群落结构..... 林龙山, 郑元甲, 马春艳(251)
- 福建东山湾鱼卵、仔稚鱼种类组成及其丰度时空分布
..... 张静, 宋普庆, 陈永俊, 钟指挥, 林龙山(259)
- 东山湾及其邻近海域鱼类群落结构分析
..... 张静, 徐思嘉, 李渊, 高天翔, 宋普庆, 林龙山(268)
- 南东海剑尖枪锁管体型与生殖状况之时空变化 王凯毅、张可扬、李国添、廖正信(279)
- Summertime Sea Surface Temperature Fronts Associated with Upwelling Around the Taiwan Bank Kuo-Wei Lan, Hiroshi Kawamura, Ming-An Lee, Yi Chang, Jui-Wen Chan , Cheng-Hsin Liao (300)
- The Temporal and Spatial Change in Position of Squid Fishing Ground in Relation to Oceanic Features in the Northeastern Waters of Taiwan.
..... Cheng-Hsin Liao, Ming-An Lee, Yan-Chi Lan and Kuo-Tien Lee(316)

第四篇 生物技术

- 大黄鱼微卫星标记引物在石首鱼科几个近缘种中的通用性研究
..... 林能峰, 苏永全, 丁少雄, 王军(335)
- 大黄鱼 Ghrelin 基因的克隆和系列分析 徐斌, 毛勇, 张之文, 苏永全(344)
- 东南沿海几种经济鱼类肌肉组织学比较研究..... 徐斌, 苏永全, 张纹, 郭明兰, 王军(350)
- 大黄鱼线粒体 DNA 控制区遗传多样性分析 毛勇, 蒋秋芬, 曾华嵩, 王军(356)
- 大黄鱼消化系统胚后发育的组织学研究 徐晓津, 王军, 谢仰杰, 苏永全(363)

- 孵化至 12 月龄大黄鱼免疫器官的发育变化…………… 徐晓津,谢仰杰,王军,苏永全(372)
- 舟山近海棘头梅童鱼群体遗传多样性微卫星 DNA 分析
…………… 林能峰,苏永全,丁少雄,王军(384)
- Cloning mRNA Expression, and Recombinant Expression of Peptidoglycan Recognition
Protein II Gene from Large Yellow Croaker
…………… Yong Mao,Jun Wang,Zhiwen Zhang, Shaoxiong Ding,Yongquan Su(391)
- Molecular Characterization and Structure Analysis of RPL10/QM Like Protein from the
Red Drum *Sciaenops ocellatus* (sciaenidae) …… X. chen, C.-W. Wu, S.-P. Zhong,
F.-R. Zeng, J.-S. Zhang, J. Wang, and S.-F. Niu(410)
- Characterization of a Novel Piscidin-like Antimicrobial Peptide from *Pseudosciaena*
crocea and its Immune Response to *Cryptocaryon irritans*
…………… Su-fang Niu, Yuan jin, Xin Xu, Ying Qiao, Yang Wu, Yong Mao,
Yong-Quan Su, Jun Wang(423)

第五篇 资源可持续利用

- 台湾海峡及邻近海域渔业资源可持续开发量研究…………… 戴天元(451)
- 两岸携手养护台湾海峡渔业资源策略探讨…………… 戴天元(461)
- 台湾海峡及毗邻海域渔业资源可持续利用研究…………… 戴天元(466)
- 台湾海峡及毗邻海域具有开发利用潜力的渔业资源种类评析
…………… 戴天元,张壮丽,叶孙忠,刘勇,莫好容(471)
- 台湾海峡及毗邻海域中华管鞭虾生物学特性及利用前景
…………… 戴天元,张壮丽,叶孙忠,刘勇,莫好容(479)
- 台湾海峡及毗邻海域哈氏仿对虾的生物学特性及利用前景
…………… 戴天元,张壮丽,叶孙忠,刘勇,莫好容(488)
- 台湾海峡及毗邻海域鹰爪虾生物学特性及利用前景
…………… 戴天元,张壮丽,叶孙忠,刘勇,莫好容(495)
- 台湾海峡及毗邻海域假长缝拟对虾的生物学特性及利用前景
…………… 王飞跃,戴天元,叶孙忠(503)
- 福建海洋渔业产量结构的灰色关联分析…………… 刘勇(511)
- 福建省渔业资源养护与利用学科发展研究 …… 戴天元,林龙山(517)
- A Study on the Light Seine Fishery in the Taiwan Strait …… Tian-yuan Dai(527)

● 第一篇

生物多样性



台湾海峡游泳动物种类组成及其多样性*

宋普庆 张静² 林龙山^{1*} 许章程¹ 朱小明³

1(国家海洋局第三海洋研究所,厦门 361005)

2(集美大学水产学院,厦门 361021)

3(厦门大学海洋与环境学院,厦门 361005)

摘要:根据2006—2007年在台湾海峡进行的四个季度航次定点底拖网调查资料,分析了台湾海峡游泳动物的种类组成、数量分布、优势种和多样性等特征。结果表明,调查海域共鉴定出游泳动物373种,其中鱼类273种,甲壳类81种,头足类19种;渔获物组成以鱼类为主,占渔获物总重量的65.6%,其次为甲壳类和头足类,分别占21.1%和13.3%,所有调查站位游泳动物的年平均生物量密度指数为24.91 kg/h,主要优势种类为带鱼(*Trichiurus japonicus*)、拥剑梭子蟹(*Portunus haanii*)、二长棘鲷(*Parargyrops edita*)、龙头鱼(*Harpadon nehereus*)、竹筴鱼(*Trachurus japonicus*)、火枪乌贼(*Loligo beka*)等。对多样性的分析显示,台湾海峡游泳动物物种多样性指数(H')变化范围为1.45~3.21,平均为2.47,其中秋季最高,夏季最低,且呈现南高北低的特点。与历史资料相比,目前台湾海峡游泳动物种类数明显减少,尤其是闽东和闽南—台湾浅滩海域表现最为突出;优势种类个体呈现小型化和低龄化趋势,表明台湾海峡游泳动物资源衰退明显。

关键词:台湾海峡,游泳动物,优势种,物种多样性

Nekton species composition and biodiversity in Taiwan Strait

Puqing Song¹, Jing Zhang², Longshan Lin^{1*}, Zhangcheng Xu¹, Xiaoming Zhu³

1 Third Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Xiamen, Fujian 361005

2 Fisheries College of Jimei University, Xiamen, Fujian 361021

3 College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005

Abstract: Based on four bottom trawl surveys (2006—2007) in the Taiwan Strait, nekton species composition, biomass and density distribution, dominant species, and community characteristics were analyzed. We recorded 373 nektonic species including 273 fish species, 81 crustaceans and 19 cephalopods. The mean biomass density index of the study area was estimated to be 24.91 kg/h with fish species, crustacean species and cephalopod species accounting for 65.6%, 21.1% and 13.3% of the total, respectively. Dominant species included *Trichiurus japonicus*, *Portunus haanii*, *Parargyrops edita*,

* 原文刊载于“生物多样性,2012,20(1):32—40”。

Harpadon nehereus, *Trachurus japonicus* and *Loligo beka*. Shannon-Wiener diversity indices (H') ranged from 1.45 to 3.21, with an average of 2.47 and were higher in autumn and winter than in spring and summer. Compared with historical data, nekton resources are obviously declining, with species richness decreasing especially in the Minnan-Taiwan Bank area. Dominant species also exhibited a preponderance of smaller size and age classes compared to historical data.

Key words: Taiwan Strait, nekton, dominant species, biodiversity

游泳动物(nekton)在海洋生态系统中有着重要的地位,很多种类是海洋生态系统中的高级消费者,是人类蛋白质的重要来源(沈国英和施并章,2002)。台湾海峡位于东海与南海的过渡区,地处热带和亚热带,自然环境优越,渔业资源丰富,是我国重要的渔场之一(卢振彬等,1999,2006;戴泉水等,2004)。有关该海域游泳动物种类组成和物种多样性情况有过几次调查和报道(卢振彬和戴泉水,2002;卢振彬,2005;戴天元,2005;林龙山等,2005),然而随着过度捕捞等原因,台湾海峡渔业资源结构发生了很大的变化,主要经济种类资源衰退,捕捞产量连续多年超过可持续开发量,渔获个体呈现低龄化、小型化,渔业资源已从经济学捕捞过度转变为生物学捕捞过度(戴泉水等,2005;黄培民,2006)。针对这些变化,有必要对台湾海峡游泳动物种类组成及其多样性进行更为深入的研究。本文根据2006—2007年在台湾海峡进行的底拖网调查数据,分析了最近时期台湾海峡游泳动物的种类组成、数量分布、优势种类和物种多样性特征等,并与历史资料相比,探讨了台湾海峡游泳动物种类组成和物种多样性的变动趋势,以期台湾海峡渔业资源的可持续利用及渔业管理提供依据。

1 材料方法

1.1 站位布设及采样分析方法

2006年8月(夏季)、2006年12月至2007年2月(冬季)、2007年4月(春季)、2007年10—11月(秋季)在台湾海峡6个断面(连江、莆田、泉州、厦门、东山、汕尾)17个站点进行了4个航次的单拖网定点调查(图1),网具尺寸为53 m×36 m(总长×上纲长),网囊网目为20 mm。每站拖曳30~60 min,拖速2.5~3.2 kn。渔获样品到甲板后,若渔获物总重量在30~40 kg以下时,全部取样分析;大于40 kg时,从中挑出大型的和稀有的标本后,随机取出20 kg渔获物进行分析。样品扎好标签后进行速冻保存,带回实验室后鉴定和分析,样品均鉴定到种,长度测量精确到1 mm,重量精确到0.1 g。

海上取样以及室内分析方法均按《海洋调查规范》(GB/T 12763.6-2007)和我国近海海洋综合调查与评价专项《海洋生物生态调查技术规程》进行,鱼类适温性和生态类型判别依据《福建省渔业资源》的记载资料。

1.2 数据处理

用单位捕捞努力量渔获量(catch per unit effort, CPUE)对每一站的渔获物进行标准

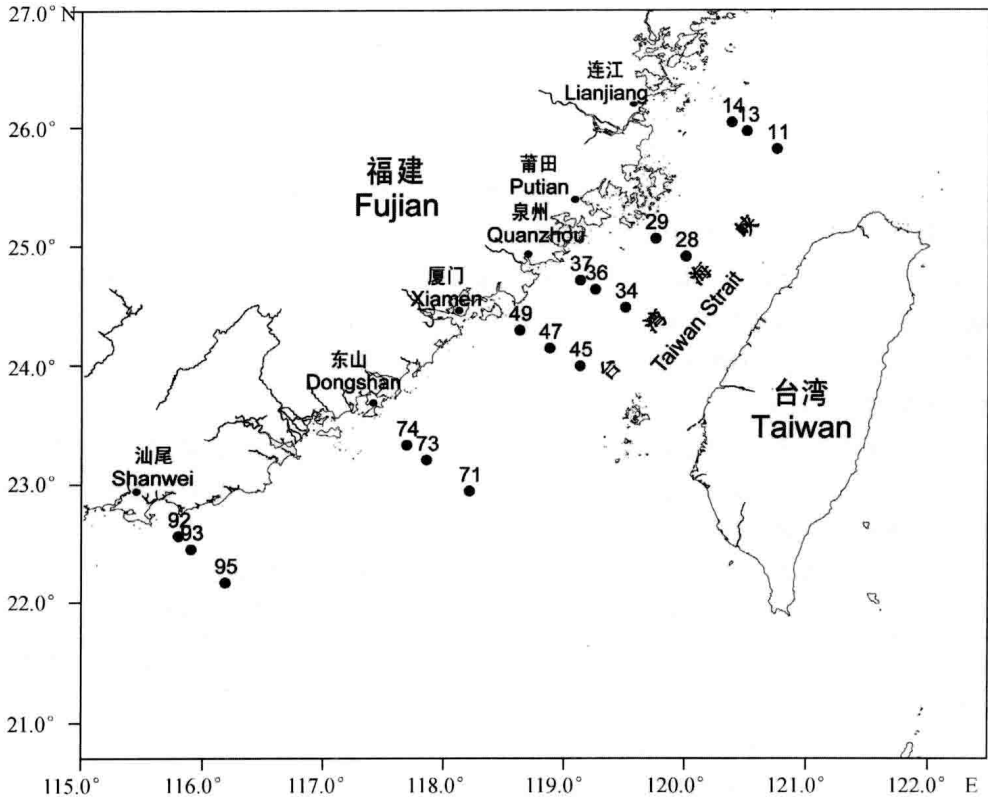


图 1 台湾海峡游泳动物调查站位

Fig. 1 Investigation stations of the nekton in Taiwan Strait

化,并作为生物量密度指数,本文将每一次作业投入的捕捞努力量的单位取 1 h,按渔获物重量计算 CPUE 的单位为 kg/h,按渔获物尾数计算 CPUE 的单位为 ind./h。渔获物重量或尾数占 3% 以上的种类为本文所述的优势种。

用 Shannon-Wiener 多样性指数(H')、均匀度指数(J')和物种丰富度指数(D)对该海域游泳动物多样性进行分析(Ludwig & Reynolds, 1988; 马克平, 1994)。计算公式为:

Shannon-Wiener 多样性指数:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \quad (1)$$

Margalef 物种丰富度指数(D):

$$D = (S - 1) / \ln N \quad (2)$$

Pielou 均匀度指数(J'):

$$J' = H' / \ln S \quad (3)$$

式中, P_i 为各个调查站位第 i 种渔获物的重量在总渔获物重量中所占的比例, S 为各个调查站位的种类数, N 为各个调查站位的渔获物尾数。

2 结果

2.1 种类组成

2006年8月至2007年11月在台湾海峡拖网调查中,共鉴定游泳动物373种,隶属于23目109科212属(表1)。其中鱼类18目85科173属273种(软骨鱼类3目6科8属11种,硬骨鱼类15目79科165属262种),鱼类种类数占总种类数的73.2%;甲壳类2目20科33属81种,占总种类数的21.7%;头足类3目4科6属19种,占总种类数的5.1%。在273种鱼类中,以鲈形目的种类最多,有40科76属125种,占鱼类总种类数的45.8%,占游泳动物总种类数的33.5%。

从季节变化来看,秋季游泳动物种类数最多,有232种;其次是冬季,有208种;再次是夏季,有203种;最少的是春季,只有170种。这种季节变化主要是由于鱼类种类的增减造成的,而甲壳类和头足类的种类数季节间变化不大。

表1 2006—2007年调查到的台湾海峡游泳动物的种类组成

Tab. 1 Species composition of nekton in Taiwan Strait in 2006—2007

纲 Class	目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species
软骨鱼纲 Chondrichthyes	真鲨目 Carcharhiniformes	1	3	4
	鳐形目 Rajiformes	3	3	3
	鲼形目 Myliobatiformes	2	2	4
硬骨鱼纲 Osteichthyes	鼠鱧目 Gonorhynchiformes	1	1	1
	鲱形目 Clupeiformes	2	8	13
	灯笼鱼目 Myctophiformes	2	5	7
	鳗鲡目 Anguilliformes	6	8	13
	鲇形目 Siluriformes	2	2	2
	颌针鱼目 Beloniformes	1	1	1
	鱈形目 Gadiformes	2	2	3
	月鱼目 Lampridiformes	1	1	1
	刺鱼目 Gasterosteiformes	3	4	6
	鲷形目 Mugiliformes	3	5	6
	鲈形目 Perciformes	40	76	125
	鲉形目 Scorpaeniformes	7	22	30
	蝶形目 Pleuronectiformes	4	21	42
	鲉形目 Tetraodontiformes	3	7	9
	鮫鱈目 Lophiiformes	2	2	3
	甲壳纲 Crustacea	十足目 Decapoda	19	32
口足目 Stomatopoda		1	1	7
头足纲 Cephalopoda	枪形目 Teuthoidea	1	2	5
	乌贼目 Sepioidea	2	3	8
	八腕目 Octopoda	1	1	6

273 种鱼类中,从适温性来看,暖水性种最多,有 214 种,占总鱼种数的 78.4%;其次为暖温性种,有 58 种,占 21.2%;冷温性种仅出现 1 种,为虫鲈(*Eopsetta grigorjewi*),系在秋季连江断面捕获;无冷水性种,这表明该调查海域鱼类区系属于热带和亚热带特征。从生态类型来看,底层鱼类最多,有 151 种,占 55.3%;近底层鱼类有 61 种,占 22.3%;中上层鱼类有 42 种,占 15.4%;岩礁鱼类最少,有 19 种,占 7.0%。

从各调查断面种类分布来看,游泳动物种类数最多的是泉州断面,有 210 种;其次是汕尾断面和厦门断面,分别为 174 种和 173 种;再次为东山断面和连江断面,分别为 145 种和 133 种;最少的是莆田断面,只有 128 种。就鱼类而言,暖水性种自北向南递增,而暖温性种自北向南递减,在连江断面,暖水性种占 64.5%,暖温性种占 34.2%,而在泉州断面暖水性种比例上升到 77.7%,暖温性种比例降低到 22.3%,在调查海区最南部的汕尾断面,暖水性种所占比例最大,达 88.0%,暖温性种所占比例最小,为 12.0%。

2.2 数量分布

台湾海峡游泳动物年平均每小时渔获物重量(CPUE)为 24.91 kg/h。渔获物以鱼类为主,占总重量的 65.6%,其次为甲壳动物,占 21.1%,头足类最少,占 13.3%。所有调查站位中年平均 CPUE 在 40 kg/h 以上的占 17.6%,20 kg/h 以下的占 50%。总体来看,高 CPUE 区位于闽江、晋江、九龙江等陆地入海径流河口附近海域,这些海域饵料丰富,受浙闽沿岸流和北上暖流交替影响,是游泳动物产卵和索饵的主要场所,因此种类丰富,产量较大。

其中,厦门断面渔获物重量较高,构成此高值区的主要渔获物是竹筴鱼(*Trachurus japonicus*)、二长棘鲷(*Parargyrops edita*)、拥剑梭子蟹(*Portunus haanii*)、小管枪乌贼(*Loligo oshimai*)等,尤其以竹筴鱼的渔获物重量最大,在春季其中一网次的 CPUE 高达 38.88 kg/h。此外,年平均 CPUE 超过 30 kg/h 的站位还有连江断面的 11 号站和莆田断面的 29 号站,其主要渔获物为龙头鱼(*Harpadon nehereus*)、叫姑鱼(*Johnius grypotus*)、带鱼(*Trichiurus japonicus*)、黄鲫(*Setipinna taty*)、口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)等。东山断面和汕尾断面渔获量较低,各站位 CPUE 均在 20 kg/h 以下,CPUE 最低的站位在汕尾断面的 92 号站,仅有 13.95 kg/h。各断面年平均 CPUE 分别为连江 26.49 kg/h,莆田 29.42 kg/h,泉州 26.24 kg/h,厦门 28.21 kg/h,东山 18.26 kg/h,汕尾 20.82 kg/h(图 2)。

游泳动物年平均尾数密度为 2 201 ind./h,其中鱼类为 1 314 ind./h,占 59.7%,甲壳类为 691 ind./h,占 31.4%,头足类为 196 ind./h,占 8.9%。各断面尾数密度大小差异较大,总体来看以莆田断面的密度最高,其中 29 号站高达 6 611 ind./h,主要种类为小型种类鹿斑鲷(*Secuter ruconius*),其他超过 3,000 ind./h 的站位还包括厦门断面的 47 号站、汕尾断面的 93、95 号站和莆田断面的 28 号站,主要种类是竹筴鱼、长蛇鲷(*Saurida elongata*)、银光梭子蟹(*Portunus argentatus*)、火枪乌贼(*Loligo beka*)等。

2.3 主要优势种类

调查结果显示,台湾海峡游泳动物渔获物重量最高的是带鱼,占渔获物总重量的 8.8%,其次是拥剑梭子蟹、二长棘鲷、龙头鱼、竹筴鱼和火枪乌贼等,渔获物重量所占比例均在 3%以上。渔获物尾数最多的是银光梭子蟹,其次为竹筴鱼、鹿斑鲷、二长棘鲷和七星底灯鱼(*Benthoosema pterotum*),渔获物尾数所占比例均在 3%以上。各季节优势种的种类组

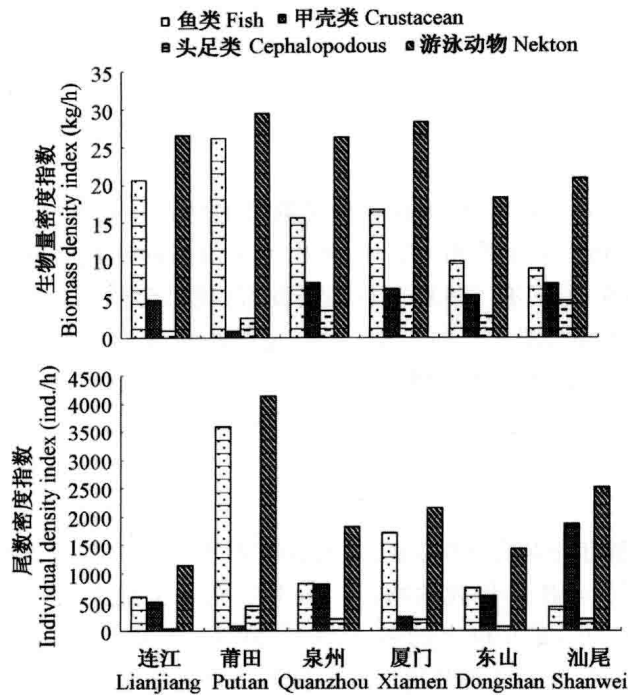


图 2 台湾海峡不同断面游泳动物平均生物量密度指数和尾数密度指数

Fig. 2 The composition of the mean biomass density index and individual density index of nekton in different sections of Taiwan Strait

成变化明显(表 2),没有稳定的优势种,相对而言,带鱼、拥剑梭子蟹、二长棘鲷、龙头鱼、竹筴鱼和火枪乌贼的优势较为突出。其中,春季优势种有 9 种,竹筴鱼无论是渔获物重量还是尾数均排第一位;夏季优势种有 11 种,带鱼渔获物重量排第一,鹿斑鲷渔获物尾数排第一;秋季优势种有 15 种,带鱼渔获物重量排第一,银光梭子蟹渔获物尾数排第一;冬季优势种有 12 种,龙头鱼渔获物重量排第一,拥剑梭子蟹渔获物尾数排第一。

2.4 多样性特征

不同站位 Shannon-Wiener 多样性指数(H')、物种丰富度指数(D)和均匀度指数(J')变化很大,从断面来看整体呈现南高北低的趋势,在泉州以南海域 3 种指数都明显高于以北海域。其中, H' 和 D 都是在泉州断面最高,莆田断面最低; J' 在断面间的波动范围不大,最高值出现在东山断面,最低值在连江断面(表 3)。

从季节变化来看,Shannon-Wiener 多样性指数(H')变化范围是 1.45~3.21,全年平均为 2.47,各季节平均值范围是 2.32~2.64,秋季最高,夏季最低(表 4);各季节游泳动物 H' 平面分布亦不同,春季多样性指数较高的区域在莆田、泉州附近海域以及东山、汕尾近海海域,低值区域在连江附近海域;夏季高值区域在泉州、厦门附近海域,低值区域在莆田近海海域;秋季多样性指数平均值升高,大部分站位多样性指数在 2.50~3.00 之间,其中泉州、东山、汕尾附近海域相对较高,连江、莆田附近海域相对较低;冬季多样性指数有所回落,大部分站位多样性指数在 2.10~2.50 之间,泉州海域相对较高,在 2.40~2.80 之间,连江较低,

在 1.60~2.20 之间。

表 2 2006—2007 年调查中台湾海峡各季节游泳动物优势种类组成 (>3%)

Tab. 2 The composition of dominant species (>3%) in four seasons in Taiwan Strait

季节 Season	优势种 Dominant species	
	重量比例 Weight percent	尾数比例 Individual percent
春季 Spring	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i> (20.76%)	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i> (42.85%)
	二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i> (11.70%)	二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i> (24.03%)
	火枪乌贼 <i>Loligo beka</i> (9.38%)	银光梭子蟹 <i>Portunus argentatus</i> (4.99%)
	长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i> (5.48%)	火枪乌贼 <i>Loligo beka</i> (4.15%)
	龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i> (4.34%)	须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i> (3.00%)
	条尾绯鲤 <i>Upeneus bensasi</i> (3.63%)	
	大头狗母鱼 <i>Trachinocephalus myops</i> (3.30%)	
夏季 Summer	带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i> (19.35%)	鹿斑鲷 <i>Secuter ruconius</i> (28.59%)
	拥剑梭子蟹 <i>Portunus haanii</i> (11.27%)	麦氏犀鲷 <i>Bregmaceros macclellandii</i> (14.28%)
	二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i> (6.67%)	四线天竺鲷 <i>Apogon quadrifasciatus</i> (4.78%)
	大头狗母鱼 <i>Trachinocephalus myops</i> (4.53%)	粗纹鲷 <i>Leiognathus lineolatus</i> (4.24%)
	金乌贼 <i>Sepia esculenta</i> (3.96%)	带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i> (4.24%)
	长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i> (3.41%)	拥剑梭子蟹 <i>Portunus haanii</i> (3.58%)
	黄鲫 <i>Setipinna taty</i> (3.13%)	
秋季 Autumn	带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i> (6.93%)	银光梭子蟹 <i>Portunus argentatus</i> (16.88%)
	小管枪乌贼 <i>Loligo oshimai</i> (6.11%)	七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i> (10.96%)
	二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i> (5.82%)	矛形梭子蟹 <i>Portunus hastatooides</i> (9.05%)
	龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i> (5.78%)	小管枪乌贼 <i>Loligo oshimai</i> (6.31%)
	六指马鲛 <i>Polydactylus sextarius</i> (5.39%)	带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i> (6.03%)
	黄魮 <i>Dasyatis bennetti</i> (4.44%)	鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i> (5.56%)
	拥剑梭子蟹 <i>Portunus haanii</i> (4.31%)	须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i> (5.42%)
	刺鲷 <i>Psenopsis anomala</i> (4.07%)	
	棕斑腹刺鲈 <i>Gastrophysus spadiceus</i> (3.91%)	
	白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i> (3.35%)	
冬季 Winter	龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i> (7.54%)	拥剑梭子蟹 <i>Portunus haanii</i> (11.93%)
	火枪乌贼 <i>Loligo beka</i> (6.68%)	火枪乌贼 <i>Loligo beka</i> (7.98%)
	叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i> (6.21%)	中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i> (7.51%)
	拥剑梭子蟹 <i>Portunus haanii</i> (5.94%)	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i> (6.39%)
	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i> (5.74%)	须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i> (5.87%)
	带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i> (4.69%)	鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i> (4.36%)
	拟目乌贼 <i>Sepia lycidas</i> (3.74%)	哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i> (3.86%)
	湾鲷 <i>Wak Sinai</i> (3.07%)	叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i> (3.01%)

表 3 台湾海峡不同断面游泳动物多样性指数

Tab. 3 The horizontal distribution of the biodiversity of nekton in Taiwan Strait

断面 Section	多样性指数		物种丰富度指数		均匀度指数	
	Shannon-Wiener diversity index(H')		Margalef richness index(D)		Pielou evenness index(J')	
	平均 Average	范围 Range	平均 Average	范围 Range	平均 Average	范围 Range
连江 Lianjiang	2.19±0.34	1.68~2.74	1.77±0.37	1.24~2.01	0.61±0.07	0.50~0.76
莆田 Putian	2.16±0.45	1.45~2.57	1.59±0.50	0.88~2.42	0.63±0.14	0.39~0.81
泉州 Quanzhou	2.66±0.31	1.92~2.96	2.46±0.72	1.55~3.60	0.68±0.07	0.57~0.75
厦门 Xiamen	2.49±0.32	1.61~2.85	2.09±0.35	1.47~2.67	0.67±0.10	0.38~0.79
东山 Dongshan	2.59±0.41	1.80~3.12	1.97±0.78	0.77~3.07	0.71±0.06	0.62~0.81
汕尾 Shanwei	2.61±0.37	1.73~3.21	2.09±0.63	1.27~3.03	0.70±0.09	0.50~0.82

表 4 台湾海峡不同季节游泳动物多样性指数

Tab. 4 The seasonal variation of the biodiversity of nekton in Taiwan Strait

季节 Season	多样性指数		物种丰富度指数		均匀度指数	
	Shannon-Wiener diversity index(H')		Margalef richness index(D)		Pielou evenness index(J')	
	平均 Average	范围 Range	平均 Average	范围 Range	平均 Average	范围 Range
春季 Spring	2.34±0.38	1.61~2.79	1.61±0.39	1.06~2.67	0.69±0.11	0.39~0.81
夏季 Summer	2.32±0.51	1.45~3.21	1.83±0.53	0.77~2.71	0.65±0.12	0.38~0.82
秋季 Autumn	2.64±0.30	2.19~3.11	2.52±0.62	1.69~3.60	0.66±0.05	0.60~0.77
冬季 Winter	2.58±0.31	1.92~2.99	2.11±0.56	1.09~3.07	0.69±0.08	0.52~0.80

物种丰富度指数(D)变化范围相对较大,从 0.77 到 3.60,全年平均为 2.91,各季节的平均值在 1.91~2.52 之间,其中秋季最高,其他依次为冬季、夏季和春季。均匀度指数(J')范围为 0.38~0.82,全年平均为 0.67,各季节的平均值在 0.65~0.69 之间,春季和冬季较高,夏季最低。

3 讨论

3.1 种类组成特点

游泳动物种类组成受海洋环境多因子的长期影响,其中,水温、盐度和水系的影响最为重要,台湾海峡还常年受到多种水系相互消长的影响,形成了这一海区游泳动物种类组成结构的特色。本调查结果表明,台湾海峡游泳动物组成以鱼类为主,甲壳类和头足类所占比例较少。在生态类型上鱼类以底层、近底层鱼类为主。

从适温性上看,暖水性鱼类自北而南递增,而暖温性种自北而南递减。这与台湾海峡西北部春季受闽浙沿岸流影响,表层水温年差较大;而东南部终年受黑潮支稍的影响,表层水温年差较小,因此鱼类适温性组成受季节变化影响明显,随着温度的升高,暖水性种所占比例增加明显。

从生态类型来看,台湾海峡游泳动物多数属于中小型的沿岸类型和近海类型,这些种类大多只作短距离的南北洄游或深浅洄游,如黄鲫、白姑鱼(*Argyrosomus argentatus*)、康氏