

# 天津近海鱼类群落结构及功能群组成初步研究

王泽斌<sup>1</sup>, 张树林<sup>1,2</sup>, 张达娟<sup>1,2</sup>, 张 迎<sup>1</sup>, 许莹芳<sup>1</sup>

(1. 天津农学院水产学院, 天津 300384; 2. 天津市水产生态及养殖重点实验室, 天津 300384)

**摘要:** 鱼类群落结构和功能群组成是了解水域生态系统的结构和功能的基础, 本研究基于 2018 年 4 月、6—11 月底拖网鱼类资源调查数据, 分析了天津近海鱼类群落结构和功能群组成。调查共捕获鱼类 23 种, 隶属于 6 目 14 科 20 属, 主要以暖温性底层鱼类和中上层鱼类为主。优势种以矛尾鰕虎鱼(*Chaetueichthysstigmatias*)、六丝矛尾鰕虎鱼(*Chaetueichthyshexanema*)、短吻红舌鲷(*Cynoglossusjoyneri*)等小型鱼类为主, 其中矛尾鰕虎鱼为各月共有优势种。根据月间 CLUSTER 聚类分析结果, 可将天津近海鱼类群落分为 3 个组, 其中, 4 月为一组, 6—9 月为一组, 10—11 月为一组。根据各鱼种饵料组成进行聚类分析, 天津近海鱼类群落由浮游动物食性功能群、广食性功能群、杂食性功能群、虾/鱼食性功能群、鱼食性功能群和底栖动物食性功能群, 其中杂食性功能群、虾/鱼食性功能群和广食性功能群为主要功能群。

**关键词:** 天津近海; 鱼类; 群落结构; 功能群

中图分类号: S932.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2019)09-0078-10

DOI: 10.11759/hyxx20190311001

天津近海位于渤海湾最西端, 自然条件优越, 营养盐丰富, 有着较高的初级生产力和丰富的饵料基础, 是渤海鱼类重要的产卵场和索饵场<sup>[1-2]</sup>, 同时也是渤海的传统渔场<sup>[3-4]</sup>。过度捕捞、环境污染、人造工程等因素导致渤海渔业资源呈现衰退趋势<sup>[5-6]</sup>。李忠义<sup>[7]</sup>等研究发现, 渤海鱼类种类数呈下降趋势, 鱼类优势种向小型化和低质化转变。张波<sup>[8]</sup>等研究发现, 随着渤海生态系统稳定性转差, 部分食物网被破坏, 鱼类群落结构发生了改变。

目前, 对天津近海渔业资源量的研究报道较多<sup>[9-10]</sup>, 但对鱼类群落结构的研究较少, 仅见缴建华<sup>[11]</sup>等对天津近海春夏季游泳动物组成特征的研究。为了解天津近海鱼类群落结构及功能群组成, 本研究于 2018 年 4 月、6—11 月在天津近海进行了 7 航次鱼类资源底拖网调查, 以此为基础研究了鱼类群落结构和功能群的组成, 以期为天津近海鱼类资源的动态变化提供基础数据。

## 1 材料和方法

### 1.1 调查站位及方法

本研究于 2018 年 4 月、6—11 月在天津近海开展了 7 航次底拖网调查, 调查区域为 117°40'—118°00'E, 38°30'—38°50'N, 共设 9 个调查站位(图 1)。调查方

法按照《海洋调查规范(GB/T 12763.6—2007)》<sup>[12]</sup>进行。调查采用 110.3 kW 渔船单船底拖网采捕, 囊网网目为 20 mm, 拖曳过程中网口张开宽度约为 8 m。每站拖网 1 h, 拖网速度为 2 kn。

鱼类鉴定参考《中国海洋鱼类》<sup>[13]</sup>、《黄渤海鱼类图志》<sup>[14]</sup>, 鱼类生态类型划分参考刘静<sup>[15]</sup>、Whitfield<sup>[16]</sup>等。对样本解剖取样后, 立即将消化道速冻保存。胃含物分析时, 将其解冻用吸水纸吸去水分后, 在解剖镜下鉴定饵料生物的种类并计数。

## 1.2 数据处理和统计分析

**1.2.1 优势种利用 Pinkas 相对重要性指数(IRI)<sup>[17]</sup>确定每一种类在群落中的重要性。**

收稿日期: 2019-03-11; 修回日期: 2019-06-16

基金项目: 农业农村部物种资源保护项目(171821301354051014); 天津市自然科学基金项目(18JCZDJC97800); 现代产业技术体系-水产-水质调控岗位(ITFR2017015); 天津市高等学校创新团队基金项目“天津市现代水产生态健康养殖创新团队”(TD13-5089)

[Foundation: Agricultural and Rural Ministry Species Resource Protection Fee Project, No.171821301354051014; Tianjin Natural Science Foundation Project, No.18JCZDJC97800; Modern industrial technology system-aquaculture-water quality control post, No. ITFR2017015; Tianjin Higher Education Innovation Team Fund Project “Tianjin Modern Water Production Health Cultivation Innovation Team”, No.TD13-5089]

作者简介: 王泽斌(1992-), 男, 甘肃武威人, 硕士研究生, 从事水产增殖研究, 电话: 15620606314, E-mail: 772377769@qq.com; 张树林, 通讯作者, 男, 教授, 从事水产增殖研究, E-mail: shulin63@sina.com

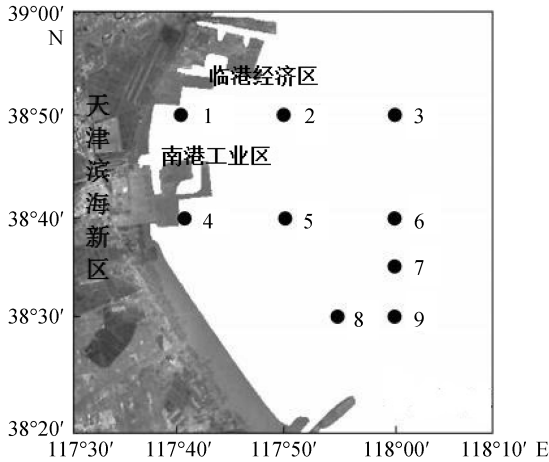


图1 调查范围及站位  
Fig. 1 Survey area and station

IRI 的计算公式为:

$$IRI = (W + N)F,$$

式中,  $W$  和  $N$  为某一类占捕获总量的生物量百分比和数量百分比;  $F$  为出现频率, 即出现站数占调查总站数的百分比。IRI 值大于 1 000 定义为优势种, 100-1 000 定义为重要种, 与优势种一起合称为重要鱼种成分。本文主要分析优势种。

**1.2.2 饵料类群**根据胃含物分析, 将鱼类食物组成分为以下饵料类群: 浮游植物、桡足类、糠虾类、磷虾类、鱼类、底层虾类、蟹类、腹足类、双壳类、多毛类、头足类和其它类(不可辨认的饵料生物)。将摄食浮游动物饵料为主的鱼类归为浮游动物食性功能群; 将摄食 5 种以上动物性饵料为主的鱼类归为广食性鱼类功能群; 将摄食浮游植物和动物饵料为

主的鱼类归为杂食性鱼类; 将摄食虾类和鱼类饵料为主的鱼类归为虾/鱼食性功能群; 将摄食鱼类饵料为主的鱼类归为鱼食性功能群; 将摄食虾蟹类和底栖动物饵料为主的鱼类归为底栖动物食性功能群<sup>[18]</sup>。采用 PRIMER 6.0 对各鱼种饵料生物的出现频率百分比组成进行聚类分析, 根据 Bray-Curtis 相似性系数为标准来划分功能群。

$$\text{出现频率百分比组成(FO\%)} = \frac{\text{某饵料生物的出现频率}}{\text{各饵料生物出现频率的总和}} \times 100\%$$

$$\text{出现频率(\%)} = \frac{\text{含有某种饵料生物实胃数}}{\text{总实胃数}} \times 100\%$$

**1.2.3 统计分析**采用等级聚类分类方法(CLUSTER)分析鱼类群落结构特征。由于稀少种类会对群落结构分析产生一定的影响, 因此需要对原始数据进行四次方根转换, 然后进行 Bray-Curtis 相似性计算。

## 2 结果与分析

### 2.1 鱼类种类组成及生态类型

调查共捕获鱼类 23 种, 隶属于 6 目 14 科 20 属, 均为硬骨鱼类, 其中鲱形目(Clupeiformes)2 科 5 属 6 种, 占总种类的 26.1%; 胡瓜鱼目(Osmeriformes)1 科 1 属 1 种, 占总种类的 4.3%; 鲉形目(Scorpaeniformes)1 科 1 属 1 种, 占总种类的 4.3%; 鲻形目(Mugiliformes)1 科 1 属 1 种, 占总种类的 4.3%; 鲈形目(Perciformes)8 科 11 属 12 种, 占总种类的 52.2%; 鲽形目(Pleuronectiformes)1 科 1 属 2 种, 占总种类的 8.8% (表 1)。

表 1 鱼类种类组成及生态类型

Tab. 1 Fish species composition and ecological types

目	种类	生态类型	
		ET	ST
鲱形目 Clupeiformes	斑鲹 <i>Clupanodon punctatus</i>	CPN	WT
	青鳞小沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i>	CPN	WT
	鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	CPN	WT
	赤鼻棱鳀 <i>Thrissa kammilensis</i>	CPN	WW
	中颌棱鳀 <i>Thrissa mystax</i>	OEP	WW
	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	CPN	WW
胡瓜鱼目 Osmeriformes	有明银鱼 <i>Salanx ariakensis</i>	CD	WT
鲉形目 Scorpaeniformes	鲷 <i>Platycephalus indicus</i>	CD	WW
鲻形目 Mugiliformes	鲃 <i>Liza haematocheila</i>	CPN	WT
鲈形目 Perciformes	花鲈 <i>Lateolabrar japonicus</i>	CRA	WT
	小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	CBD	WW

续表

目	种类	生态类型	
		ET	ST
鲈形目 Perciformes	棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	CD	WT
	小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i>	CBD	WT
	银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	CBD	WT
	方氏锦鲷 <i>Pholis fangi</i>	CD	CT
	蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	CPN	WT
	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys stigmatias</i>	CD	WT
	六丝矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys hexanema</i>	CD	WT
	矛尾复鰕虎鱼 <i>Synechogobius hasta</i>	CD	WT
	髯缟鰕虎鱼 <i>Triaenopogon barbatus</i>	CD	WW
	红狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>	CBD	WT
鲽形目 Pleuronectiformes	半滑舌鳎 <i>Cynoglossus semilaevis</i>	CD	WT
	短吻红舌鳎 <i>Cynoglossus joyneri</i>	CD	CT

注: ET: 生态类型, ST: 适温类型; CD: 大陆架浅水底层鱼类, CBD: 大陆架浅水中底层鱼类, CPN: 大陆架浅水中上层鱼类, CRA: 大陆架岩礁性鱼类, OEP: 大陆架大洋洄游性中上层鱼类; WT: 暖温性, WW: 暖水性, CT: 冷温性

根据鱼类生态类型划分, 大陆架浅水底层鱼类 10 种, 大陆架浅水中上层鱼类 7 种, 大陆架浅水中底层鱼类共 4 种, 大陆架岩礁性鱼类 1 种, 大陆架大洋洄游性中上层鱼类 1 种。根据鱼类适温类型划分, 暖温性鱼类 15 种, 暖水性鱼类 6 种, 冷温性鱼类 2 种(表 1)。

## 2.2 优势种组成及变化

从表 2 中可以看出 4 月的优势种最多为 5 种, 11 月优势种最少为 2 种。各月优势种生物量分别占月

调查总生物量的 88.8%、80.2%、92.4%、94.9%、77.6%、82.1%和 90.5%, 其尾数分别占月调查总尾数的 76.5%、60.8%、94.1%、95.7%、81.4%、90.9%和 92.9%。调查期间优势种共 10 种, 其中矛尾鰕虎鱼是各月共有优势种, 其次为短吻红舌鳎出现 4 次, 花鲈 (*Lateolabrar japonicus*) 出现 3 次, 斑鲷 (*Clupanodon punctatus*)、黄鲫 (*Setipinna taty*) 和矛尾复鰕虎鱼 (*Synechogobius hasta*) 各出现 2 次, 其余各种均只出现一次。从表 2 中可以看出天津近海鱼类优势种类以小型低质鱼类为主。

表 2 调查期间优势种组成

Tab. 2 Composition of dominant species captured during the surveys

月份	优势种	W(%)	N(%)	F(%)	IRI
4 月	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys stigmatias</i>	38.1	36.1	100.0	7 423.8
	六丝矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys hexanema</i>	14.4	13.0	100.0	2 740.9
	矛尾复鰕虎鱼 <i>Synechogobius hasta</i>	24.4	5.0	66.7	1 960.6
	鲷 <i>Platycephalus indicus</i>	3.8	13.5	100.0	1 732.6
	短吻红舌鳎 <i>Cynoglossus joyneri</i>	8.1	8.9	100.0	1 694.9
	总计	88.8	76.5		
6 月	短吻红舌鳎 <i>Cynoglossus joyneri</i>	35.3	32.8	100.0	6 812.3
	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys stigmatias</i>	23.1	14.8	100.0	3 797.1
	花鲈 <i>Lateolabrar japonicus</i>	21.7	13.2	100.0	3 490.4
	总计	80.2	60.8		
7 月	斑鲷 <i>Clupanodon punctatus</i>	63.1	67.5	100.0	13 058.4
	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys stigmatias</i>	14.3	14.5	100.0	2 878.0
	短吻红舌鳎 <i>Cynoglossus joyneri</i>	15.0	12.2	100.0	2 718.8
	总计	92.4	94.1		

续表

月份	优势种	W(%)	N(%)	F(%)	IRI
8月	斑鲹 <i>Clupanodon punctatus</i>	73.8	74.8	100.0	14 861.0
	花鲈 <i>Lateolabrar japonicus</i>	14.1	0.9	100.0	1 503.7
	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys stigmatias</i>	4.9	9.1	100.0	1 394.8
	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	2.1	10.8	77.8	1 009.8
	总计	94.9	95.7		
9月	青鳞小沙丁鱼 <i>Sardinella zunasi</i>	44.7	42.3	100.0	8 701.2
	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys stigmatias</i>	17.8	22.5	100.0	4 030.8
	短吻红舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>	12.0	9.2	100.0	2 127.3
	黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	3.1	7.3	100.0	1 043.0
	总计	77.6	81.4		
10月	鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	52.3	78.2	88.9	11 602.4
	矛尾复鰕虎鱼 <i>Synechogobius hasta</i>	22.0	4.3	66.7	1 755.1
	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys stigmatias</i>	7.7	8.4	100.0	1 613.0
	总计	82.1	90.9		
11月	矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthys stigmatias</i>	28.5	89.7	100.0	11 823.9
	花鲈 <i>Lateolabrar japonicus</i>	62.0	3.2	100.0	6 525.3
	总计	90.5	92.9		

### 2.3 多元统计分析

根据各月鱼类丰度进行 CLUSTER 分析表明, 在 55% 的相似性水平上, 鱼类群落可以分为 3 组: A 组、B 组和 C 组(图 2)。A 组包括 6—9 月 4 个调查月份, B 组包括 10 月和 11 月 2 个调查月份, C 组为 4

月。SIMPER 分析表明(表 3), 典型种对 A 组累积相似性贡献率为 54.82%, 包括矛尾鰕虎鱼、短吻红舌鲷等 8 种鱼类; 对 B 组累积相似性贡献率为 53.29%, 包括矛尾鰕虎鱼、矛尾复鰕虎鱼等 6 种鱼类; C 组只包括 4 月, 无组间相似性贡献率。分歧种对 A 组和

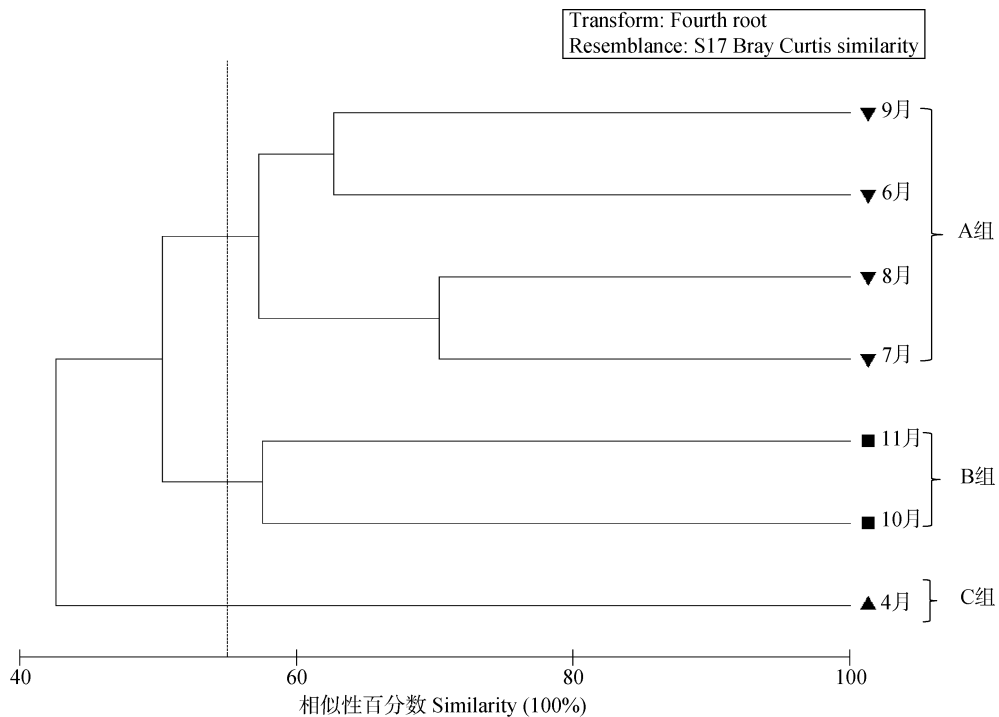


图 2 鱼类群落结构 CLUSTER 聚类分析图  
Fig. 2 Cluster analysis plot of fish community

表 3 鱼类种类组内相似性及组间相异性贡献率(>1%)

Tab. 3 Contribution rate of similarity and dissimilarity among groups of fish species (>1%)

种类	A 组	B 组	C 组	A 组和 B 组	A 组和 C 组	B 组和 C 组
矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthysstigmatias</i>	15.23	16.55		1.98	2.07	1.77
短吻红舌鲷 <i>Cynoglossusjoyneri</i>	11.64	9.00		4.45	2.62	2.02
斑鲹 <i>Clupanodon punctatus</i>	8.54	5.06		6.76	9.05	3.62
黄鲫 <i>Setipinnataty</i>	8.41			4.17	6.63	3.76
棘头梅童鱼 <i>Collichthyslucidus</i>	4.48			3.57		2.48
花鲈 <i>Lateolabrarjaponicus</i>	3.21	7.92		2.33	3.65	4.46
髯缟鰕虎鱼 <i>Triaenopogon barbatus</i>	1.81			1.19		1.55
红狼牙鰕虎鱼 <i>Odontamblyopusrubicundus</i>	1.50	5.06		1.24	2.90	3.01
矛尾复鰕虎鱼 <i>Synechogobius hasta</i>		9.70		4.14	3.27	
六丝矛尾鰕虎鱼 <i>Chaetueichthyshexanema</i>					6.62	8.92
鲷 <i>Platycephalusindicus</i>					5.85	7.06
青鳞小沙丁鱼 <i>Sardinellazunasi</i>				4.22	4.02	
方氏锦鲷 <i>Pholisfangi</i>					2.10	2.59
赤鼻棱鲷 <i>Thrissakammilensis</i>				2.49	1.76	2.64
半滑舌鲷 <i>Cynoglossussemlaeuis</i>				1.77	1.69	
蓝点马鲛 <i>Scomberomorusniphonius</i>				1.69	1.63	
鲷 <i>Engraulisjaponicus</i>				4.64		5.36
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>				1.31		
累积贡献率	54.82	53.29	0	45.95	53.86	49.24

B 组组间累积相异性贡献率为 45.95%，包括斑鲹、鲷(*Engraulis japonicus*)等 15 种鱼类；分歧种对 A 组和 C 组组间累积相异性贡献率为 53.86%，包括斑鲹、黄鲫(*Setipinna taty*)等 14 种鱼类；分歧种对 B 组和 C 组组间累积相异性贡献率为 49.24%，包括六丝矛尾复鰕虎鱼、鲷(*Platycephalus indicus*)等 13 种鱼类。ANOSIM 分析表明, A 组和 B 组、A 组和 C 组、B 组和 C 组之间差异均不显著( $P>0.05$ )。

### 2.4 鱼类群落功能群组成

共分析了 7 个航次 3328 个胃含物样品, 占总渔获尾数的 10%。鱼类群落由 6 个功能群组成, 包括浮游动物食性功能群、广食性功能群、杂食性功能群、虾/鱼食性功能群、鱼食性功能群和底栖动物食性功能群(图 3)。浮游动物食性功能群相似性水平为 82.77%, 包括中颌棱鲷(*Thrissa mystax*)、赤鼻棱鲷(*Thrissa kammilensis*)等, 饵料生物以桡足类为主占 57.5%(图 4)。广食性功能群相似性水平为 88.31%, 包括青鳞小沙丁鱼(*Sardinella zunasi*)和鲷(*Engraulis japonicus*), 饵料生物以糠虾类和多毛类为主分别占 27.4%和 15.3%。杂食性功能群相似性水平为 82.58%, 包括鲃(*Liza haematocheila*)、斑鲹和银鲳(*Pampus*

*argenteus*), 饵料生物以浮游植物和桡足类为主分别占 68.5%和 25.1%。虾/鱼食性功能群相似性水平为 83.48%, 包括六丝矛尾鰕虎鱼、矛尾鰕虎鱼等, 饵料生物以鱼类和底层虾类为主分别占 32.5%和 25.1%。鱼食性功能群相似性水平为 84.78%, 包括蓝点马鲛(*Scomberomorus nipponius*)、花鲈等, 饵料生物以鱼类为主占 80.1%。底栖动物食性功能群相似性水平为 94.88%, 包括短吻红舌鲷、半滑舌鲷(*Cynoglossus semilaeuis*)和红狼牙鰕虎鱼(*Odontamblyopus rubicundus*), 饵料生物以底层虾类和蟹类为主分别占 41.4%、34.8%。

## 3 讨论

### 3.1 鱼类种类组成及优势种的变化

历史上天津近海的渔业资源十分丰富, 是渤海重要的渔业生产海域<sup>[1, 19]</sup>。自改革开放以来, 临海面临着长时间、高强度、高负荷的发展, 使得该海域的渔业资源严重衰退, 一些重要的经济鱼类甚至衰竭, 取而代之的是一些小型低值鱼类<sup>[11]</sup>。本次调查捕获的 23 种鱼类中, 以鲈形目和鲱形目为主, 其中矛尾鰕虎鱼和短吻红舌鲷为主要优势种, 占渔获量的

61.5%。月间主要优势种变化为：矛尾鰕虎鱼→短吻红舌鳎→斑鲽→青鳞小沙丁鱼→鳀→矛尾鰕虎鱼，从优势种组成变化规律可以看出天津近海鱼类群落结构以小型鱼类为主。杨涛<sup>[20]</sup>等研究发现，莱州湾鱼类结构由经济价值高、个体大、年龄结构

复杂向着经济价值低、个体小、年龄结构简单的结构演替。这种演替规律与天津近海一致，鱼类群落结构的转变与过度捕捞、环境退化使生物群落生态系统恢复力和完整性降低，生态系统稳定性转差有关<sup>[21-22]</sup>。

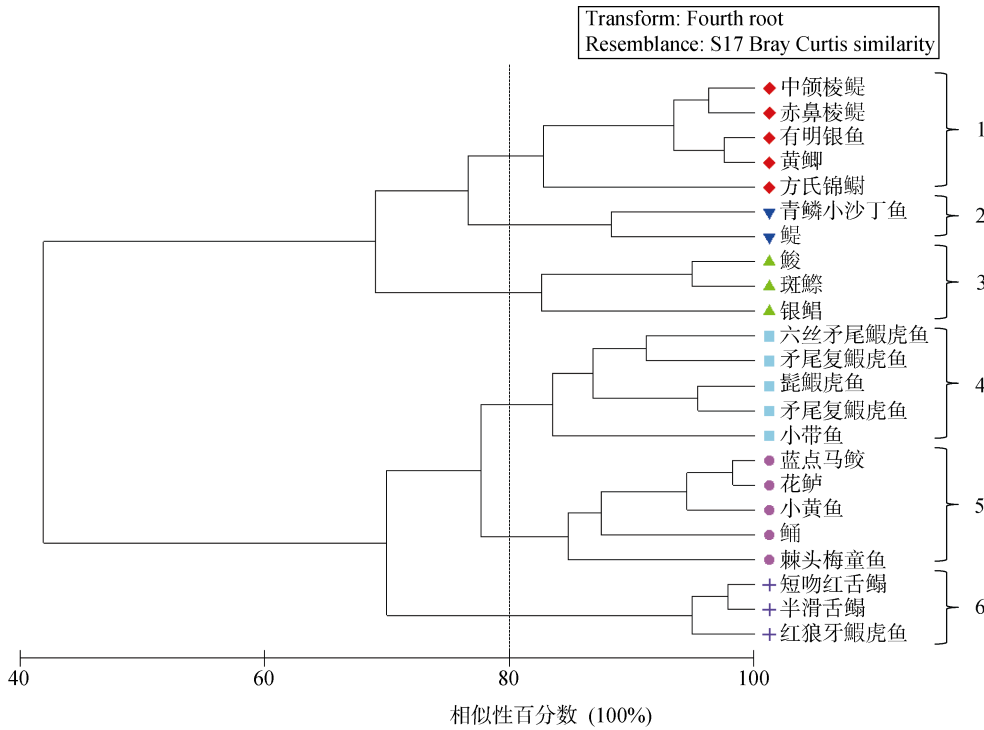


图3 鱼类群落功能群聚类分析图

Fig. 3 Fish community functional group cluster analysis

注：1. 浮游动物食性；2. 广食性；3. 杂食性；4. 虾/鱼食性；5. 鱼食性；6. 底栖动物食性

### 3.2 鱼类群落结构的变化

海洋鱼类群落结构的稳定性受物种洄游的影响<sup>[23]</sup>，鱼类洄游又受遗传特性、生理、环境等因素的影响<sup>[24]</sup>。有研究表明，海域温度是影响鱼类群落结构的重要因子<sup>[25-26]</sup>，不同的鱼类对温度的耐受能力有所差异<sup>[27]</sup>。本次调查中，天津近海鱼类群落由暖温性、暖水性和冷温性鱼类组成，其中暖温性鱼类占65.2%，占主导地位。相似的环境条件和生境使得鱼类群落通常具有相似的群落结构，根据本研究鱼类生物量聚类结果可知，A组包括的月份主要是海水温度逐渐升高，饵料生物丰富；B组包括的月份主要是海水温度开始降低，饵料生物减少；C组为海水温度较低，饵料生物不足。对A组群鱼类群落相似性贡献率较大的种类主要是既有斑鲽、黄鲫和棘头梅童鱼等海洋洄游性鱼类也有矛尾鰕虎鱼和短吻红舌鳎等近岸定居性鱼类，而对B组群鱼类群落相似性贡

献率较大的种类为矛尾鰕虎鱼和短吻红舌鳎等近岸定居性鱼类，但造成组间差异性的分歧种主要是海洋洄游性鱼类。这种群落结构月间相似性的变化，在胶州湾<sup>[28]</sup>、莱州湾<sup>[22]</sup>和浙江南部近海<sup>[29]</sup>均有相同的变化规律。朱鑫华<sup>[30]</sup>等研究表明，环境因子是影响黄渤海鱼类群落相似性变化的主要因素。鱼类群落结构的相似性不是由单因子影响的，而是一系列环境变化综合影响所造成的，相似的环境条件和生境使得鱼类群落具有相似的群落结构。

### 3.3 鱼类功能群结构

研究表明，天津近海鱼类群落可分为6个功能群，从优势种组成角度分析显示，鱼类功能群组成在月间存在差异，各月鱼类群落中发挥主要作用的功能群不同，4月和6月鱼类功能群以虾/鱼食性功能群为主，主要种类为矛尾鰕虎鱼；7月和8月以杂食性功能群为主，主要种类为斑鲽；9月和10月以

广食性功能群为主, 主要种类为青鳞小沙丁鱼和鯷;  
11 月以虾/鱼食性功能群为主, 主要种类为矛尾鰕虎

鱼。可见季节性洄游分布是影响鱼类功能群结构的主要因素。

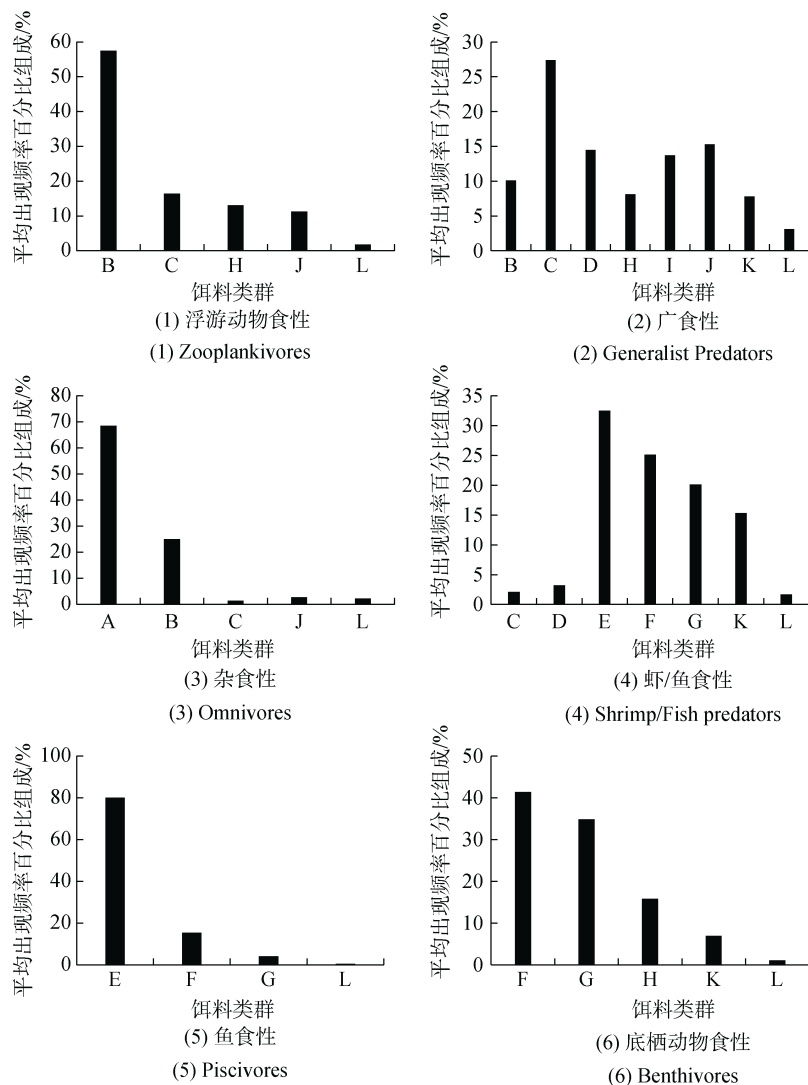


图 4 鱼类各功能群饵料生物组成

Fig. 4 Prey composition of each functional group of fish

注: A. 浮游植物; B. 桡足类; C. 糠虾类; D. 磷虾类; E. 鱼类; F. 底层虾类; G. 蟹类; H. 腹足类; I. 双壳类; J. 多毛类; K. 头足类; L. 其他

张波<sup>[18]</sup>等研究发现, 渤海夏、秋季鱼类群落包括 7 个功能群, 主要功能群为浮游动物食性功能群、杂食性功能群和虾/鱼食性功能群, 这与本次调查结果基本一致。有研究表明, 浮游动物食性功能群、底栖动物食性功能群、虾食性功能群、鱼食性功能群和广食性功能群是中国近海共有的 5 个功能群<sup>[31-32]</sup>。近海鱼类群落功能群组成相同, 更好地说明近海渔业资源互通互补, 兴衰休戚相关。

## 4 结论

本次调查共捕获鱼类 23 种, 其中鲈形目最多,

其次为鲱形目, 鱼类以暖温性底层和中上层小型鱼类为主, 其中矛尾鰕虎鱼、六丝矛尾鰕虎鱼和短吻红舌鲷为主要优势种。由月间 CLUSTER 聚类可知天津近海鱼类群落分为 3 个组, 其中, 4 月为一组, 6—9 月为一组, 10—11 月为一组。根据各鱼种饵料组成进行聚类分析, 天津近海鱼类群落由 6 个功能群, 其中杂食性功能群、虾/鱼食性功能群和广食性功能群为主要功能群。

## 参考文献:

[1] 张闰生, 孙秋岩. 天津市海岸带和海涂资源综合调查

- 报告(海洋生物部分)[R]. 天津: 天津新闻出版管理局, 1986: 1-91.
- Zhang Rongsheng, Sun Qiuyan. Comprehensive survey report on coastal and coastal resources in Tianjin (Marine Creatures)[R]. Tianjin: Tianjin Press and Publication Administration, 1986: 1-91.
- [2] 王麒麟, 宓慧菁, 谷德贤, 等. 天津海域重要渔业资源产卵场生态环境初步研究[J]. 河北渔业, 2014, 9: 15-17+22.
- Wang Qilin, Mi Huijing, Gu Dexian, et al. Preliminary study on the ecological environment of spawning grounds of important fishery resources in Tianjin sea area[J]. Hebei Fisheries, 2014, 9: 15-17+22.
- [3] 谷德贤, 宓慧菁, 刘茂利, 等. 天津海域春夏季鱼卵、仔稚鱼的种类组成与数量分布[J]. 大连海洋大学学报, 2012, 27(6): 567-571.
- Gu Dexian, Mi Huijing, Liu Maoli, et al. Species composition and abundance of fish eggs, larvae, and juveniles in Tianjin sea area during spring and summer[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2012, 27(6): 567-571.
- [4] 王明娜, 秦大庸, 尤嘉, 等. 天津河口鱼类洄游产卵期最小需水量研究[J]. 水利学报, 2010, 41(9): 1108-1113.
- Wang Mingna, Qin Dayong, You Jia, et al. Minimum water requirement for migration fish spawning in Tianjin Estuar[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2010, 41(9): 1108-1113.
- [5] 李宝华, 张素青, 王秀芹, 等. 2004—2009 年渤海湾(天津区域)鱼虾贝产卵场水质环境综合评价[J]. 水产科学, 2010, 29(11): 661-665.
- Li Baohua, Zhang Suqing, Wang Xiuqin, et al. The Comprehensive Assessment on Water Quality Status at Fish, Shrimp and Shellfish Spawning Grounds in Tianjin in Bohai Bay from 2004 to 2009[J]. Fisheries Sciences, 2010, 29(11): 661-665.
- [6] 董艺, 乔延龙. 天津近岸渔业资源现状及修复对策[J]. 天津水产, 2011, 4: 14-16.
- Dong Yi, Qiao Yanlong. The status quo of Tianjin coastal fishery resources and its restoration countermeasures[J]. Tianjin Fishery, 2011, 4: 14-16.
- [7] 李忠义, 吴强, 单秀娟, 等. 渤海鱼类群落结构的年际变化[J]. 中国水产科学, 2017, 24(2): 403-413.
- Li Zhongyi, Wu Qiang, Shan Xiujuan, et al. Interannual variations in fish community structure in the Bohai Sea[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2017, 24(2): 403-413.
- [8] 张波, 吴强, 金显仕. 莱州湾鱼类群落的营养结构及其变化[J]. 渔业科学进展, 2013, 34(2): 1-9.
- Zhang Bo, Wu Qiang, Jin Xianshi. Feeding ecology of fish assemblages and its variations in the Laizhou Bay[J]. Progress in Fishery Sciences, 2013, 34(2): 1-9.
- [9] 房恩军, 于洁, 李文雯, 等. 天津近岸海域游泳动物夏季拖网调查报告[J]. 天津水产, 2011, Z1: 30-33.
- Fang Enjun, Yu Jie, Li Wenwen, et al. Investigation report on summer trawling of swimming animals in Tianjin coastal waters[J]. Tianjin Fishery, 2011, Z1: 30-33.
- [10] 谷德贤, 王婷, 刘国山, 等. 天津海域中国对虾资源量分析[J]. 渔业现代化, 2014, 41(2): 57-62.
- Gu Dexian, Wang Ting, Liu Guoshan, et al. Analysis on resources of Chinese shrimp *Fenneropenaeus orientalis* in Tianjin sea area[J]. Fishery Modernization, 2014, 41(2): 57-62.
- [11] 缴建华, 白明, 李彤. 天津海域春夏季节游泳动物的组成特征[J]. 海洋科学, 2017, 41(9): 13-20.
- Jiao Jianhua, Bai Ming, Li Tong. Nekton composition in the coastal waters off Tianjin in spring and summer[J]. Marine Fisheries, 2017, 41(9): 13-20.
- [12] 国家质检总局, 国家标准化委员会. 海洋调查规范第 6 部分: 海洋生物调查[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 56-62.
- AQSIQ, National Standardization Committee. Marine Survey Specifications Part 6: Marine Life Survey[M]. Beijing: Standards Press of China, 2007: 56-62.
- [13] 陈大刚, 张美昭. 中国海洋鱼类[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2015.
- Chen Dagang, Zhang Meizhao. Marine Fishes of China[M]. Qingdao: China Ocean University Press, 2015.
- [14] 刘静, 陈咏霞, 马琳. 黄渤海鱼类图志[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- Liu Jing, Chen Yuxia, Ma Lin. Fishes of the Bohai Sea and Yellow sea[M]. Beijing: Science Press, 2015.
- [15] 刘静, 宁平. 黄海鱼类组成、区系特征及历史变迁[J]. 生物多样性, 2011, 19(6): 764-769.
- Liu Jing, Ning Ping. Species composition and faunal characteristics of fishes in the Yellow Sea[J]. Biodiversity Science, 2011, 19(6): 764-769.
- [16] Whitfield A K, Elliott M. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future[J]. Journal of Fish Biology, 2005, 61(sA): 229-250.
- [17] Pinkas L, Oliphant M S, Iverson I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. California Department of Fish and Game Fish Bulletin, 1971, 152: 1-105.
- [18] 张波, 李忠义, 金显仕. 渤海鱼类群落功能群及其主要种类[J]. 水产学报, 2012, 36(1): 64-72.
- Zhang Bo, Li Zhongyi, Jin Xianshi. Functional groups of fish assemblages and their major species in the Bohai Sea[J]. Journal of Fisheries of China, 2012, 36(1): 64-72.
- [19] 天津市水产研究所生物调查组. 天津近岸海域生物调



- 查与研究报告[C]. 天津: 天津市水产研究所, 2008.  
Biological investigation team of tianjin institute of aquatic products. Biological investigation and Research Report of coastal waters in Tianjin[C]. Tianjin: Tianjin Fisheries Research Institute, 2008.
- [20] 杨涛. 莱州湾鱼类群落关键种及其年际变化[D]. 上海: 上海海洋大学, 2016.  
Yang Tao. Interannual variation in the keystone species of fish community in the Laizhou Bay[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2016.
- [21] Ryder R A, Kerr S R, Taylor W W, et al. Community consequence of fish stock diversity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1981, 38(12): 1856-1866.
- [22] 孙鹏飞, 单秀娟, 吴强, 等. 莱州湾及黄河口水域鱼类群落结构的季节变化[J]. *生态学报*, 2014, 34(02): 367-376.  
Sun Pengfei, Shan Xiujian, Wu Qiang, et al. Seasonal variations in fish community structure in the Laizhou Bay and Yellow River Estuary[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, 34(02): 367-376.
- [23] 朱鑫华, 杨纪明, 唐启升. 渤海鱼类群落结构特征的研究[J]. *海洋与湖沼*, 1996, 27(01): 6-13.  
Zhu Xinhua, Yang Jiming, Tang Qisheng. Study on characteristics of fish community structure in Bohai Sea[J]. *Oceanologia Et Limnologia Sinica*, 1996, 27(01): 6-13.
- [24] 吴琼. 鱼类的洄游及影响鱼类洄游的因素和研究方法[J]. *黑龙江水产*, 2011, 2: 41-42.  
Wu Qiong. Fish migration and factors affecting fish migration and research methods[J]. *Heilongjiang Fishery*, 2011, 2: 41-42.
- [25] 王继隆, 李继龙, 杨文波, 等. 主要气候因子对东中国海主要经济鱼种生物量的影响研究[J]. *湖南农业科学*, 2010, 9: 142-147.  
Wang Jilong, Li Jilong, Yang Wenbo, et al. Impact of Major Climatic Factors on Biomass of the Major Commercial Fishes in the East China Sea[J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2010, 9: 142-147.
- [26] 聂振林, 王咏雪, 胡成业, 等. 三门湾春秋季节鱼类群落特征及其与环境因子的关系[J]. *水产学报*, 2018, 42(9): 1390-1398.  
Nie Zhenlin, Wang Yuxue, Hu Chengye, et al. Fish community structure and its relationships with environmental factors in Sanmen bay during spring and autumn[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2018, 42(09): 1390-1398.
- [27] Marshall S, Elliott M. Environmental influences on the fish assemblage of the Humber Estuary, U.K.[J]. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 1998, 46(2): 175-184.
- [28] 曾慧慧. 胶州湾近岸水域鱼类群落结构特征及多样性研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2012.  
Zeng Huihui. Study on community structure and species diversity of fish assemblage in the coastal waters of Jiaozhou Bay[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2012.
- [29] 杜晓雪, 田思泉, 王家启, 等. 浙江南部近海鱼类群落结构的时空特征[J]. *大连海洋大学学报*, 2018, 33(4): 522-531.  
Du Xiaoxue, Tian Siqun, Wang Jiaqi, et al. Spatial and temporal variations in fish community off shore southern Zhejiang Province, East China Sea[J]. *Journal of Dalian Fisheries University*, 2018, 33(4): 522-531.
- [30] 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(中文版)*, 1994, 16(3): 102-112.  
Zhu Xinhua, Wu Hezhou, Xu Fengshan, et al. Study on diversity and related factors of swimming animal community in the waters of the Yellow Sea and Bohai Sea[J]. *Acta Oceanologica Sinica (Chinese Version)*, 1994, 16(3): 102-112.
- [31] 张波, 唐启升, 金显仕. 东海高营养层次鱼类功能群及其主要种类[J]. *中国水产科学*, 2007, 14(6): 939-949.  
Zhang Bo, Tang Qisheng, Jin Xianshi. Functional groups of fish assemblages and their major species at high trophic level in the East China Sea[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2007, 14(6): 939-949.
- [32] 张波, 唐启升, 金显仕. 黄海生态系统高营养层次生物群落功能群及其主要种类[J]. *生态学报*, 2009, 29(3): 1099-1111.  
Zhang Bo, Tang Qisheng, Jin Xianshi. Functional groups of communities and their major species at high trophic level in the Yellow Sea ecosystem[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3): 1099-1111.

# Preliminary study on fish community structure and functional group composition in Tianjin coastal waters

WANG Ze-bin<sup>1</sup>, ZHANG Shu-lin<sup>1, 2</sup>, ZHANG Da-juan<sup>1, 2</sup>,  
ZHANG-Ying<sup>1</sup>, XU Ying-fang<sup>1</sup>

(1. Department of Fishery Science, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 2. Tianjin Key Laboratory of Aqua-Ecology and Aquaculture, Tianjin 300384, China)

**Received:** Mar. 11, 2019

**Key words:** Tianjin coastal waters; fish composition; community structure; functional group

**Abstract:** Fish community structure and functional group composition are important parameters for understanding the structure and function of water ecosystems. This study investigated the fish community structure and functional group composition in Tianjin coastal waters using bottom trawl sampling data collected in April and June–November 2018. A total of 23 species of fish were captured in the survey that belonged to 6 orders, 14 families, and 20 genera, which were primarily classified according to warm temperature bottom fish and pelagic fish. The dominant species primarily included small fishes such as *Chaetueichthysstigmatias*, *Chaetueichthyshexanema*, and *Cynoglossusjoyneri*; *Chaetueichthysstigmatias* was dominant each month. Cluster analysis indicated that the fish community could be grouped into three types: April as a group, June to September as a group, and October to November as a group. Cluster analysis based on the bait composition of each fish species revealed that fishes in Tianjin coastal waters were composed of zooplanktivores, generalist predators, omnivores, shrimp/fish predators, piscivores, and benthivores, among which omnivores, shrimp/fish predators, and generalist predators comprised the primary functional group.

(本文编辑: 赵卫红)