

## 黄河口海域春季和夏季须子网渔获物组成分析

高慧良, 黄六一, 李 龙, 任一平, 徐宾铎, 唐衍力, 刘长东, 程 晖

(中国海洋大学水产学院, 山东 青岛 266003)

**摘要:** 须子网是黄河口海区应用较广的陷阱类网具之一。为养护和管理黄河口海区渔业资源, 对该海域春季和夏季须子网渔获物组成进行分析。2013年5月和2014年8月对东营黄河口海区进行了3次导陷插网网具须子网的渔获物调查, 采用相对重要性指数( $IRI$ )、种类丰富度指数和Sorensen相似性系数 $S_s$ 对调查数据进行了分析。结果显示, 春季和夏季须子网捕获渔获物共计45种; 春季和夏季渔获物优势种( $IRI > 1\ 000$ )分别为7种和9种, 共同优势种为2种; 春季和夏季渔获物种类的Sorensen相似性系数 $S_s$ 为0.39, 该海域春季和夏季的渔获物丰富度指数( $R$ )、Shannon-Wiener多样性指数( $H$ )、均匀度指数( $J$ )分别为15.81和2.91、0.51和11.26、2.17和0.43; 春季和夏季平均每网渔获量和尾数分别为55.04 kg和8 766尾、50.56 kg和3 390尾。调查结果表明, 春季生物群落优势度较夏季优势高, 使用须子网, 其渔获物组成混杂、渔获幼体组成比例较高, 长此以往不利于资源的繁殖保护, 对黄河口渔业资源破坏较为严重。调研结果可为我国黄河口海区渔具管理以及渔业资源的可持续发展与管理提供科学参考。

**关键词:** 须子网; 渔获物组成; 生物多样性; 黄河口海域

中图分类号: S975

文献标志码: A

文章编号: 1007-9580(2016)02-062-06

黄河口海域位于渤海与莱州湾交汇处, 是我国三大河口入海区之一, 也是海洋生物主要的产卵场、索饵场和洄游场。黄河口海域应用较广的须子网属于陷阱类渔具中的倒陷插网, 主捕口虾蛄、小型鱼类, 兼捕蟹类和其它虾类等。须子网常在潮间带的浅滩作业, 作业水深较浅, 一般为1~5 m, 具有作业周期短、造价低廉、所需劳动力少、渔获产量比较稳定等优点, 适合以家庭为单位的作业习惯。当地渔民每年大多冬季起网休渔, 来年“惊蛰”之后开捕直至“小雪”, 每年渔获也以春季和夏季最为丰富。但近些年, 伴随着黄河中上游污染源的排入以及黄河口海域持续过度捕捞等因素<sup>[1]</sup>, 黄河口海域的渔业资源面临着进一步衰退的压力。

张旭等<sup>[2]</sup>于2007年5月在黄河口海域通过弓子网和小型单船底拖网进行的渔业资源调查显示, 这两种网具存在选择性差和对幼体生物伤害严重的问题。朱鑫华等<sup>[3]</sup>在2001年对黄河口海域渔业资源展开的一系列调查显示, 该海域虾蟹

类和低值小型鱼类所占比重上升。目前关于黄河口海区陷阱类网具渔获组成分析报道较少。本文根据东营黄河口海区2013年5月和2014年8月春季和夏季陷阱类网具的相关调查资料, 比较了渔获物组成, 分析了黄河口海域春季和夏季渔业资源的种类组成及群落结构以及主要经济物保护品种可捕捞比例等, 调研结果可为黄河口海区渔具管理以及渔业资源的管理提供科学参考。

### 1 材料和方法

#### 1.1 调查方法

根据黄河口海域须子网的捕捞汛期, 分别在春季汛期(2013年5月11日和5月17日)和夏季汛期(2014年8月29日)各进行了2次和1次调查。站位选择在东营黄河口海域(37°27′45″N, 118°57′16″E)附近。须子网每网次作业时间约为24 h, 每次渔获物取样依据《海洋调查规范》<sup>[4]</sup>。样本装入有编号含冰块的塑料泡沫箱中,

收稿日期: 2015-12-03 修回日期: 2016-03-14

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项“黄河口水域增殖容量评估和生态系统健康评价及生态友好型渔业利用技术研究与示范(201303050-2)”; 公益性行业(农业)科研专项“渔场捕捞技术与渔具研究与示范(201203018)”

作者简介: 高慧良(1988—), 男, 硕士研究生, 研究方向: 渔具选择性研究。E-mail: 2008gaohuilang@163.com

通信作者: 黄六一(1970—), 男, 教授, 研究方向: 渔具渔法及渔业工程。E-mail: huangly@ouc.edu.cn

带回实验室对渔获组成进行生物统计分析。每次取样,调查人员随渔民一起出海起网,保证了渔获物数据的准确性。须子网主尺度为228 m × 1.78 m。网囊(网目为17 mm)及作业示意图如图1所示。

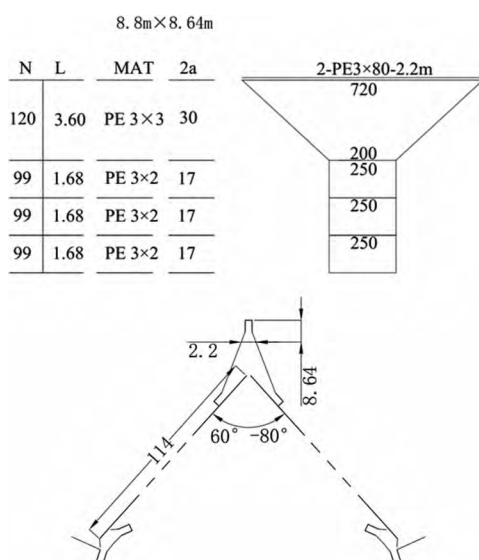


图1 须子网网囊结构(上)及作业示意图(下)

Fig. 1 The drawing and the operation schematic diagram of Xuzi net

## 1.2 分析方法

生态学上,对群落的结构和群落环境的形成有明显控制作用的物种称为优势种。本文采用Pinkas的相对重要性指数(IRI)来研究鱼类群落优势种的成分<sup>[5]</sup>。

$$IRI = (N + W) F \quad (1)$$

式中:  $N$ —某一种类的尾数占总尾数的百分比,%;  $W$ —某一种类的重量占总重量的百分比,%;  $F$ —某一种类出现的站位数占调查总站位数的百分比,%。以IRI值为基础,IRI > 100为重要种,而IRI > 1 000为优势种<sup>[6]</sup>。

另外还采用Sorensen相似性系数( $S_s$ )<sup>[7]</sup>、Margalef的种类丰富度指数( $R$ )<sup>[8]</sup>、Shannon-Wiener多样性指数( $H$ )<sup>[9]</sup>、Pielou均匀性指数( $J$ )<sup>[10]</sup>等物种水平多样性指数对本次调查结果进行分析。该指数反映物种数量分布的均匀程度,在一定程度上反映生物群落的稳定性<sup>[11]</sup>。

试验时夏季采样次数比春季少1次。为了便

于统计分析和对比,通过对春季和夏季各采样次数设置不同的数值系数(即加权处理),使采样次数呈现希望的相对重要性程度。本次试验基本加权处理:设计加权 = 春季(秋季)采样次数期望比例/春季(秋季)采样的实际比例<sup>[12]</sup>。试验数据采用MS-Excel处理。

## 2 结果

### 2.1 春夏季渔获的生物结构

黄河口海域春季和夏季3次调查渔获种类共计45种,其中鱼类19种,甲壳类20种,头足类1种,螺类4种,双壳类1种,占比分别为42.2%、44.5%、2.2%、8.9%和2.2%。春季渔获物种类总计38种,中上层和底层、近底层鱼类分别为5种和13种,甲壳类15种,螺类4种,双壳类1种;夏季渔获种类共计25种,中上层和底层、近底层鱼类分别为7种和9种,甲壳类8种,头足类1种(图2)。

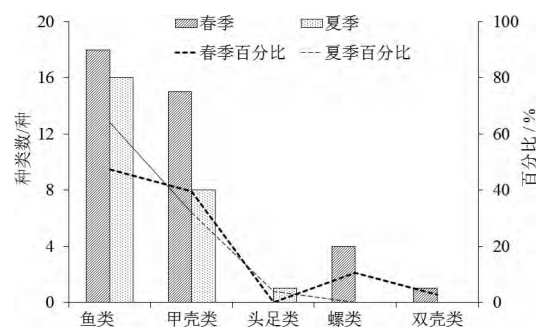


图2 春季和夏季东营黄河口须子网渔获物结构

Fig. 2 The species composition of catches in spring and summer

黄河口海域春季渔获物调查中,平均每网次渔获物量和尾数为55.04 kg和8 766尾,平均每小时每网渔获物量和尾数为2.29 kg和366尾;夏季渔获物量略有下降,每网次渔获物量平均为50.56 kg和3 390尾,平均每小时每网渔获物量和尾数为2.11 kg和142尾。春季和夏季两季的渔获物中,鱼类和甲壳类在重量和数量上都有明显优势,除螺类比例有小幅变化外,头足类和双壳类在质量和数量上的变化不显著(表1)。

### 2.2 几种主要渔获物种类的长度

春季和夏季的渔获物组成中,几种主要渔获物种类测量体长见表2。

表 1 春季和夏季主要渔获物种类特征值

Tab. 1 The characteristics of main species in spring and summer catches

季节	鱼类物种类	$W_i/g$	$W_p/(g/h)$	$N_p/(ind/h)$	$W/\%$	$N/\%$	$IRI$
春季	豆形拳蟹 <i>Philyra pisum</i>	5.17	329.4	11	14.36	17.45	3 181.6
	六丝虾虎鱼 <i>Amblychaeturichthys hexanem</i>	3.38	175.1	52	7.63	14.17	2 180.3
	大口虾虎鱼 <i>Chasmichthys gulosus</i>	22.90	234.7	10	10.23	2.81	1 303.8
	矛尾复虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	37.04	250.0	7	10.90	1.85	1 274.8
	中华安乐虾 <i>Eualus sinensis</i>	0.93	35.0	38	1.52	10.27	1 179.1
	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	16.71	196.4	12	8.56	3.22	1 177.9
	纹缟虾虎鱼 <i>Tridentiger trionocephalus</i>	2.46	72.7	30	3.17	8.08	1 124.5
	梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>	16.32	163.2	10	7.12	2.74	985.4
	招潮蟹 <i>Uca pugnax</i>	1.99	50.6	26	2.21	6.98	918.9
	周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>	1.72	38.3	22	1.67	6.09	776.3
夏季	大口虾虎鱼 <i>Chasmichthys gulosus</i>	14.58	317.1	22	15.05	15.40	3 044.9
	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	30.63	449.2	12	17.45	8.50	2 594.1
	多鳞鱚 <i>Sillago sihama</i>	2.50	67.4	27	3.20	19.12	2 231.6
	日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	67.50	303.7	5	14.42	3.19	1 760.4
	梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>	14.53	177.9	12	8.45	8.67	1 711.9
	花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	94.12	282.4	3	13.40	2.12	1 552.6
	斑鲷 <i>Clupanodon punctatus</i>	9.96	126.9	13	6.02	9.03	1 505.2
	脊尾白虾 <i>Palaemon carinicauda Holthuis</i>	0.87	13.2	15	0.63	10.80	1 142.4
	短鳍衍 <i>Callionymus kitaharae</i>	7.98	75.8	10	3.60	6.73	1 032.6
	日本鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	—	205.9	—	9.77	—	977.2

注:  $W_i$ 表示平均个体重量  $g$ ;  $W_p$ 表示平均每网每小时渔获量  $g/h$ ;  $N_p$ 表示平均每网每小时渔获尾数  $ind/h$ 。

表 2 春季和夏季主要渔获物种类长度分布

Tab. 2 The ranges of body length of main species in spring and summer catches

季节	渔获物种类	体长范围/mm	优势体长组/mm
春季	梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>	90 ~ 312	100 ~ 120
	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	56 ~ 145	120 ~ 140
	中华安乐虾 <i>Eualus sinensis</i>	12 ~ 30	12 ~ 15
	周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>	13 ~ 27	15 ~ 20
	大口虾虎鱼 <i>Chasmichthys gulosus</i>	76 ~ 234	160 ~ 180
	纹缟虾虎鱼 <i>Tridentiger trionocephalus</i>	39 ~ 72	45 ~ 50
	钟馗虾虎鱼 <i>Triaenopogon barbatus</i>	49 ~ 100	60 ~ 80
	中华绒螯蟹 <i>Eriocheir sinensis</i>	19 ~ 50	30 ~ 40
	日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	24 ~ 44	30 ~ 40
夏季	花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	24 ~ 58	40 ~ 50
	大口虾虎鱼 <i>Chasmichthys gulosus</i>	46 ~ 128	75 ~ 90
	斑鲷 <i>Clupanodon punctatus</i>	66 ~ 122	80 ~ 100
	短鳍衍 <i>Callionymus kitaharae</i>	44 ~ 160	90 ~ 110
	梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>	62 ~ 315	75 ~ 90
	多鳞鱚 <i>Sillago sihama</i>	52 ~ 90	60 ~ 70
	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	60 ~ 155	120 ~ 140
	日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	27 ~ 61	35 ~ 45

### 2.3 渔获物种类的多样性

在春季和夏季渔获物种类中,*Sorensen* 相似性系数  $S_s$  为 0.39。由此分析,春季和夏季渔获物种类相似程度较低。进一步统计分析,春季和夏季的渔获物丰富度指数( $R$ )、多样性指数( $H$ )、均匀度指数( $J$ ) 分别为 15.81、2.91、0.51 和 11.26、2.17、0.63。可以得出,春季渔获物物种丰富度及多样性要高于夏季。图 3 和图 4 分别是根据春季和夏季渔获物重量和数量所做逐级累加的优势度曲线<sup>[12]</sup>,可以看出,春季和夏季尾数优势度曲线和质量优势度曲线的总体变化呈平缓趋势;春季质量和尾数优势度曲线在夏季优势度曲线上方,这说明春季渔获物重量和尾数优势度较夏季更为明显。

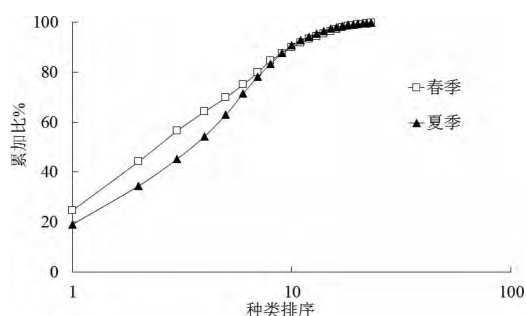


图3 春夏季尾数优势度

Fig. 3 K-dominance curves of the number of organisms caught in spring and summer

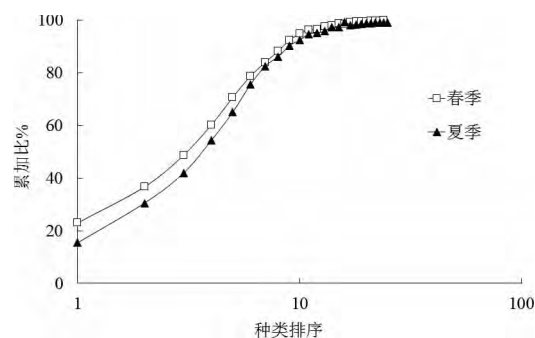


图4 春夏季质量优势度曲线

Fig. 4 K-dominance curves of biomass in spring and summer

### 2.4 春季和夏季渔获物优势种

调查发现,鱼类和甲壳类在尾数或重量中所占的比例都高达 93% 以上。根据相对重要性指数(表 1),春季和夏季渔获物的优势种( $IRI > 1000$ ) 分别为 7 种和 9 种;共同优势种为 2 种,分别为大口虾虎鱼和口虾蛄。春季和夏季优势种渔获物种类分别占总渔获物量的 56.4% 和 82.2%。从共同优势种的体长和体质量分布百分比来看(图 5),无论春季和夏季,口虾蛄和大口虾虎鱼的绝大部分个体均较小,口虾蛄体长多在 160 mm 以内,体质量多在 40 g 以内,而大口虾虎鱼体质量多在 30 g 以内。

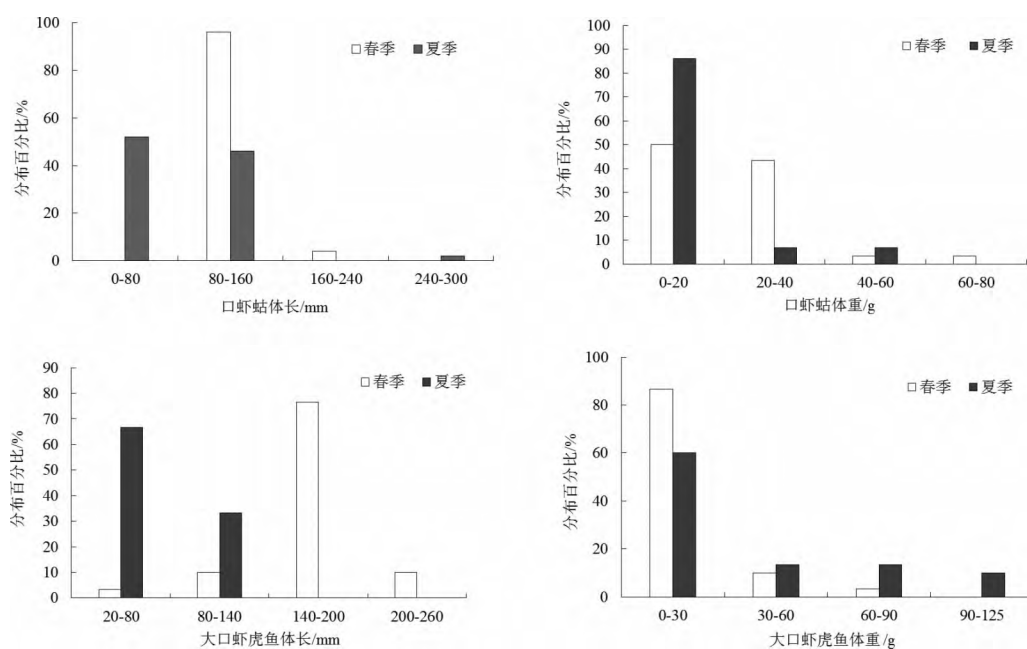


图5 大口虾虎鱼、口虾蛄体长和体质量分布百分比

Fig. 5 The length and weight percent distribution of *Chasmichthys gulosus* and *Oratosquilla oratoria*

### 3 讨论

#### 3.1 须子网作业对黄河口渔业资源的影响

表1、表2显示,主要渔获物种类无论是优势种还是一般种,普遍存在平均体重较轻,且多为未到达性成熟的幼鱼。以梭鱼为例,参照相关资料<sup>[13]</sup>,所调查春、夏季梭鱼幼鱼比例几乎达到100%。其它渔业资源破坏也相当严重。如春季渔获物组成中的中华安乐虾,其尾数占总渔获物尾数的10.27%,而其质量只占1.52%;春季渔获物组成中的大口虾虎鱼,其质量占总渔获物质量的10.23%,而尾数只占2.81%;夏季渔获物中,多鳞鱖的尾数占总渔获物尾数的19.12%,而其质量只占3.20%。另外,渔获物中的六丝虾虎鱼体长为51~76 mm,大口虾虎鱼体长为76~234 mm,多鳞鱖体长为52~90 mm,这些优势种鱼类大多未达到第一性成熟体长标准<sup>[14]</sup>,幼鱼比例较高,说明其资源受到了严重的威胁。

分析认为,造成这种现象的主要原因之一是须子网作业时,网囊网目小,渔具选择性差。长此以往,使用诸如须子网等小网目渔具作业,势必造成黄河口海区鱼类小型化、性成熟早等种群衰退现象。调查发现,大量的幼鱼因其经济价值相对较低,大多作为饲料原料出售或投喂鸡鸭等,这也造成了近海经济渔业资源的严重浪费。需要说明的是,此次夏季调查中的日本鳀,因其离水后易腐烂,可用于统计完整个体数量相对较少,只进行了总重称量。但仅依据其质量,重要性指数 $IRI$ 已经高达977.2。可见,日本鳀的实际优势度比此次数据显示的结果明显要高。参照近些年黄渤海生物资源调查资料及国内黄渤海渔获物优势种的变化<sup>[14]</sup>,本文研究结果与程济生<sup>[15]</sup>研究的黄渤海水域鱼类群落的常年优势种仅鳀一种、且优势度非常显著这一结论基本一致。

#### 3.2 黄河口海域须子网渔具渔法的特点

须子网捕鱼方法是将网具定置在近岸水域中,通过诱导、分区、阻断并拦截捕捞渔获物,使其陷入而被捕获。须子网作业时允许渔获物进入,但要想返逃却非常困难。须子网渔具因其捕捞产量稳定、所需劳动力少、相对成本低等特点已成为黄渤海近海渔业中的一项重要作业方式。20世纪90年代,黄河口及其邻近海域是一个高

生产力的底栖生态系统,平均生物量仅次于北黄海,高于我国大部分海域;但近些年黄河口海域地方性小型网具泛滥,网具规格不统一,补充群体被大量捕获,严重影响了渔业生物的繁衍生息<sup>[16]</sup>。

此次调查海域几种主要经济渔获物的法定最低可捕捞标准参照了2004年农业部发布的《渤海生物资源养护规定》。其中,花鲈最小可捕体长 $\geq 400$  mm,日本蟳头胸甲长 $\geq 50$  mm,口虾蛄体长 $\geq 110$  mm,梭鱼体长 $\geq 400$  mm。根据表1和表2,主要经济渔获物中的口虾蛄可捕率最高,但也只有43%,其中49%的个体更是小于80 mm的初次性成熟体长<sup>[16]</sup>。本次调查的主捕经济品种梭鱼的体长为62~315 mm,实际可捕比例仅为3.3%,近乎到了禁捕的状态。每年的4月底到6月初正是梭鱼的繁殖季节,而此时亦是黄河口须子网捕捞量较高的春汛期,这显然对梭鱼资源破坏极其严重。此外,春夏季主要经济种类日本蟳的平均可捕率为35%,而春夏季采样中的花鲈则全部不符合《渤海生物资源养护规定》的可捕标准,可捕率为0%。本次调查未发现一种春夏季主要渔获物种类的可捕率达到50%以上,也说明须子网作业对黄河口海域渔业资源影响较为严重。

由于须子网在黄河口海域较为常见且选择性差,长期使用将对黄河口海域渔业资源带来不利影响。一方面须子网这类小网目陷阱类网具给近海渔业资源带来了极大的压力,另一方面却承载着一方传统渔民的生计。所以兼顾渔业资源保护和渔民生计,设计一种能捕大放小、副渔获物量低、选择性较好的网具已势在必行,刻不容缓。

### 4 结论

须子网作为黄河口海域主要的陷阱类网具,一般需要布设在较浅的水层中,相比于拖网等主动型网具,须子网这类被动型网具具有投资较小、所需能耗较低等优势。须子网一般布设于鱼虾的洄游通道上,鱼类进入网囊后往往很难逃逸。本次须子网春季和夏季渔获物组成分析的调查结果表明,春季生物群落的优势度较夏季的高,须子网渔具具有选择性差、渔获物组成混杂、捕捞渔获物幼体比例较高的作业特点。长此以往,须子网作业不利于资源的繁殖保护,对黄河口渔业资源的破坏程度较为严重。

致谢:东营市海洋与渔业局对本次调查给予了大力支持,在此衷心感谢。 □

### 参考文献

- [1] 张旭,张秀梅,高天翔,等.黄河口海域弓子网渔获物组成及其季节变化[J].渔业科学进展,2009,30(6):118-124.
- [2] 张旭,张秀梅,高天翔.春季黄河口海域2种网具渔获物组成的比较分析[J].南方水产,2010,6(1):59-67.
- [3] 朱鑫华,缪锋,刘栋,等.黄河口及邻近海域鱼类群落时空格局与优势种特征研究[J].海洋科学集刊,2001,43:141-511.
- [4] 国家海洋局.《海洋调查规范》系列国家标准[J].中国标准化,2011,5:22-23.
- [5] 任一平,徐宾铎,叶振江,等.青岛近海春、秋季渔业资源群落结构特征的初步研究[J].中国海洋大学学报,2005,35(5):792-798.
- [6] 李灵智,王磊,黄洪亮,等.夏季黄海南部沿海表层流刺网渔获物组成分析[J].海洋科学,2009,33(3):36-40.
- [7] 肖方森.闽南-台湾浅滩渔场单拖作业渔获物组成分析[J].福建水产,2007,9(3):30-34.
- [8] 张鹏,杨吝,张旭丰,等.南海区金线鱼刺网网目选择性[J].中国水产科学,2010,17(5):1085-1093.
- [9] 张健,孙满昌,叶旭昌,等.分隔网片对桁拖网鱼类渔获的分隔效率[J].大连水产学院学报,2008,23(5):340-347.
- [10] 沈公铭,葛长宇,梁振林.坛子网渔获物的组成分析[J].海洋湖沼通报,2003,63(8):63-70.
- [11] 邓景耀,金显仕.莱州湾及黄河口海域渔业生物多样性及其保护研究[J].动物学研究,2000,21(1):76-82.
- [12] CHARLES J, KREBS. Ecological Methodology [M]. New York: Harper Collins Publishers, 1989: 294-305.
- [13] 耿绪云,李相普,马维林,等.渤海梭鱼的年龄与生长关系[J].天津水产,2001,4:30-32.
- [14] 张志南,图立红,于子山.黄河口及其邻近海域大型底栖动物的初步研究[J].青岛海洋大学学报,1990,20(2):45-52.
- [15] 程济生.黄渤海近岸水域生态环境与生物群落[M].青岛:中国海洋大学出版社,2004:140-145.
- [16] 张旭.黄河口海域渔业资源调查及现状评价的初步研究[D].青岛:中国海洋大学,2009,1-78.

## Analysis on the catch composition of XuZi net at Yellow River estuary in spring and summer

GAO Huiliang, HUANG Liuyi, LI Long, REN Yiping, TANG Yanli, LIU Changdong, CHENG Hui  
( Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

**Abstract:** XuZi net is one kind of the trap nets that are widely used in Yellow River estuary area. For the better conservation and management of fishery resources in Yellow River estuary area, the species compositions of catches with XuZi nets in spring and summer were analyzed. Based on the data obtained from three investigations into the catch composition of Yellow River estuary with XuZi nets in May 2013 and August 2014, indices of Sorensen similarity ( $S_s$ ), species richness ( $R$ ), Shannon2-Wiener diversity ( $H$ ), evenness ( $J$ ) and index of relative importance ( $IRI$ ) were calculated. The results showed that there were altogether 45 species in the catches of spring and summer; the numbers of dominant species ( $IRI > 1\ 000$ ) in spring and summer were respectively 7 and 9, with 2 species in common; the Sorensen similarity coefficient between the catch compositions of spring and summer was 0.39; the indices of  $R$ ,  $H$  and  $J$  of the catches were respectively 15.81, 2.91, and 0.51 in spring and 11.26, 2.17, and 0.43 in summer; and the average catch biomass and catch weight were 8 766 ind/net and 55.04 kg/net in spring, and 3 390 ind/net and 50.56 kg/net in summer. The results showed that the biodiversity level in spring was higher than that of summer, and in spring, the catch composition of XuZi net was complex and with a high percentage of young individuals, which would exert adverse effects on fishery resources protection in the long run. The data provided a scientific reference for fishing gear management and sustainable fishery development in Yellow River estuary area.

**Key words:** XuZi net; composition of catches; biodiversity; Yellow River estuary