

文章编号: 1674-5566(2014)01-0108-09

苏北浅滩南部海域鱼类资源密度季节变化特征

徐捷^{1,2}, 王晨³, 徐兆礼¹, 陈佳杰¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090; 2. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306; 3. 国家海洋局海洋咨询中心, 北京 100860)

摘要: 根据 2010 年春季(5 月)和秋季(9 月)在苏北浅滩南部如东水域获得的鱼类资源调查资料, 分析苏北浅滩如东海域鱼类密度的时空分布, 研究鱼类优势种对总资源密度的贡献和水域环境对鱼类分布、产卵及索饵习性的影响, 探讨这些特征反映这一水域的渔场属性。结果显示: 5 月和 9 月鱼类尾数密度分别为 1.33×10^3 ind/km² 和 2.02×10^3 ind/km²、重量密度分别为 76.35 kg/km² 和 35.12 kg/km²; 两个季节鱼类资源密度平面分布特征呈现相同的规律, 都是东部外海水域高于西部沿岸一侧水域; 鱼类种类数秋季高于春季; 种类数与多样性的分布格局与资源密度相似, 也是东部外海水域高于西部沿岸一侧水域。逐步回归分析显示, 水深对资源密度相关关系较显著, 水深较高的海域往往是资源密度集中分布的区域。5 月, 小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*) 对尾数和重量贡献率均较大, 为最重要的优势种, 而鲢鱼 (*Müchthys müuy*) 对鱼类尾数贡献率最大, 也为该季重要的优势种; 9 月, 棘头梅童鱼 (*Collichthys lucidus*) 对尾数贡献率最大, 对重量贡献率也较大, 为 9 月最重要的优势种。相比我国其他海域, 优势种几乎都为我国近海主要经济鱼类。因而可以认为, 苏北浅滩以及外侧吕泗渔场海域是经济鱼类的产卵场和索饵场, 苏北浅滩对于吕泗渔场的形成具有重要的意义。

研究亮点: 禁渔线以内苏北浅滩沿岸鱼类的报道几乎没有, 本文研究海域位于吕泗渔场, 为我国著名的鱼类产卵场和索饵场, 且春秋季节分别是鱼类的产卵和成熟的季节。本文以春秋季节在苏北浅滩如东海域所得的调查资料, 分析这一水域的鱼类资源数量变化及密度分布, 从而有助于认识沿海渔场形成机制, 为渔业资源保护和可持续发展利用提供理论依据。

关键词: 苏北浅滩; 如东; 鱼类; 季节变化; 资源密度

中图分类号: S 931

文献标志码: A

苏北浅滩位于南黄海西南部, 起于苏北新洋港, 终于吕泗港, 长约 200 km。如东海域位于苏北浅滩南部, 地理位置坐落于江苏省南通市如东县东南海域, 与此紧邻的吕泗渔场是多种经济鱼类生长、繁育的优良场所。由于苏北浅滩辐射沙洲在潮流的作用下形成了特有的潮沟生态系统^[1], 特殊的海流和地形使得这一水域具有适合鱼类产卵的海洋环境。

迄今为止, 我国对于东海鱼类研究已有不少的相关报道, 大多集中于禁渔线以东外海海域。近年来有关东海各大主要渔场禁渔线以内海域渔业资源调查的研究有所报道, 诸如徐兆礼等对

甬江口鱼类的数量分布^[2]、多样性^[3]及鱼卵仔鱼^[4]作过报告, 陈华和徐兆礼^[5]研究了舟山渔场衢山岛海域鱼类数量变化, 陈佳杰和徐兆礼^[6]研究了舟山渔场金塘岛海域鱼类群落, 蔡萌等^[7]研究了三门湾鱼类种类组成和数量变化, 上述调查地点都位于禁渔线以内, 东海温台渔场以及舟山渔场附近海域。而有关长江口以北、吕泗渔场附近海域渔业资源的研究几乎都位于禁渔线以外, 而禁渔线以内部分, 苏北浅滩沿岸这一块水域仅有鱼卵仔鱼的相关报道。

大量的研究表明, 这一区域是非常著名的产卵场和仔稚鱼的保育场^[8-9]。每年 5 月到 9

收稿日期: 2013-09-11 修回日期: 2013-12-03

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(2010CB428705); 农业部渔业种质资源保护和近海资源调查财政专项(2130135)

作者简介: 徐捷(1989—), 男, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源及海洋环境科学。E-mail: rihannaxu@163.com

通信作者: 徐兆礼, E-mail: xu_zhaoli@126.com

月是鱼类产卵和成熟的季节。因此,研究这一时段苏北浅滩沿岸海域鱼类优势种、多样性及种类、资源密度平面分布对确定渔场属性有特殊的科学意义。本文以5月和9月在苏北浅滩如东海域所得的调查资料,分析这一水域的渔场属性,从而有助于认识吕泗渔场形成机制,为渔业资源保护和可持续发展利用提供理论依据。

1 研究区域与方法

1.1 调查时间、区域和方法

在苏北浅滩南部如东海域设置的12个拖网站点,于2010年5月和9月分别进行渔业资源调查(图1),调查船为苏如渔04416#,船体长度27.6 m,宽度5.4 m,主机功率198.53 kW,使用单拖网(15 m宽×5 m高),囊网网目范围2~5 cm,拖网长度35 m,每网拖曳约0.5 h,平均拖速3.4节,调查按《海洋水产资源调查手册》^[10]对渔获物中鱼类进行分物种的重量和尾数统计,记录网产量,并对每个物种进行生物学测定,记录体长、体重、成幼体等数据。依性腺成熟与否区分成鱼和幼鱼。

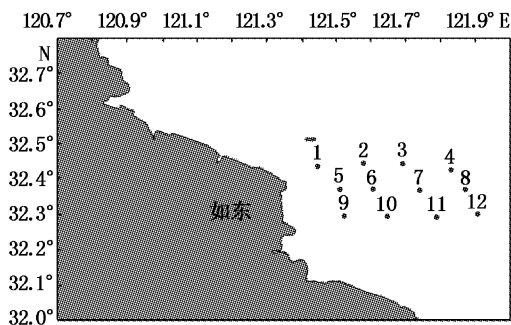


图1 调查站位分布

Fig. 1 Sampling stations

1.2 数据处理方法

依据扫海面积法^[11]估算鱼类资源密度,公式如下:

$$\rho_i = C_i / a_i q \quad (1)$$

式中: ρ_i 为第*i*站的鱼类资源密度(重量:kg/km²;尾数:10³ ind/km²); C_i 为第*i*站的每小时拖网渔获物中鱼类数量(重量:kg/h;尾数:ind/h); a_i 为第*i*站的网具每小时扫海面积(km²/h),为网口水平扩张宽度(km,本网具为0.005 km)×拖曳距离(km),拖曳距离为拖网速度(km/h)和实际拖网时间(h)的乘积; q 为网具捕获率(可捕系

数,=1-逃逸率),依据本拖网网具,重量尾数逃逸率取0.5。

用PINKAS^[12]的相对重要性指数来研究鱼类优势种的优势度,计算公式如下:

$$I_{Ri} = (N + W) \times F \quad (2)$$

式中: I_{Ri} 为相对重要性指数; N 为某一物种尾数占总尾数的百分比; W 为该物种重量占总重量的百分比; F 为某一物种出现的站数占调查总站数的百分比。

鱼类物种多样性分析,采用Shannon多样性指数(H'),鱼类尾数多样性和重量多样性具有不同的生物学含义^[13],需要分别计算尾数多样性指数(H_n')值和重量多样性指数(H_d')值。

物种多样性Shannon-Weaver(H')指数计算公式如下:

$$H' = 3.3219 \left(\lg N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^s n_i \lg n_i \right) \quad (3)$$

式中: n_i 为第*i*种的渔获物资源密度(重量、尾数), N 为渔获物资源总密度(重量、尾数), $H'_{\max} = \log_2 S$ 。

对鱼类数量变化的动力学分析方法参考文献^[14]。采用方差贡献分析方法,用以分析优势种对鱼类数量变化的影响,在计算中以鱼类总重量或总尾数密度为因变量,各优势种重量或尾数密度为自变量。

2 结果与分析

2.1 鱼类密度分布

本调查水域2010年5月和9月鱼类重量密度均值分别为76.35 kg/km²和35.12 kg/km²,尾数密度均值分别为1.33 × 10³ ind/km²和2.02 × 10³ ind/km²。

2010年5月,鱼类重量密度最高水域位于调查水域东北部的4号站,重量密度为159.38 kg/km²,表层水温15.0℃,水深17.0 m,主要品种为鳄鲮(*Cociella crocodilus*)和焦氏舌鳎(*Cynoglossus joyneri*)。调查海域西南部5号、6号及9号站的重量密度较高(101.09 kg/km²、113.88 kg/km²和144.21 kg/km²),水深分别为7.0 m、6.4 m和13.5 m,主要由小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)和鲢鱼(*Müichthys müüuy*)构成。西北部1号站位鱼类重量密度仅为13.42 kg/km²,在所有调查站位

中重量密度最少(图 2a)。

9 月,苏北浅滩如东水域东南部 12 号站有较高的重量密度,为 64.76 kg/km^2 ,该站位出现了大量的黄鲫(*Setipinna taty*),其他主要种类为小黄鱼(图 2),该站位表层水温 $25.6 \text{ }^\circ\text{C}$,水深 14 m。另外,东部的 8 号站,鱼类的重量密度也较高

(63.95 kg/km^2),水深为 12 m,主要种类由银鲳(*Pampus argenteus*)、鲈鱼和棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)构成。西部的 5 号站和 6 号站鱼类重量密度较低,其中 6 号站最低,重量密度仅为 1.86 kg/km^2 (图 2b)。

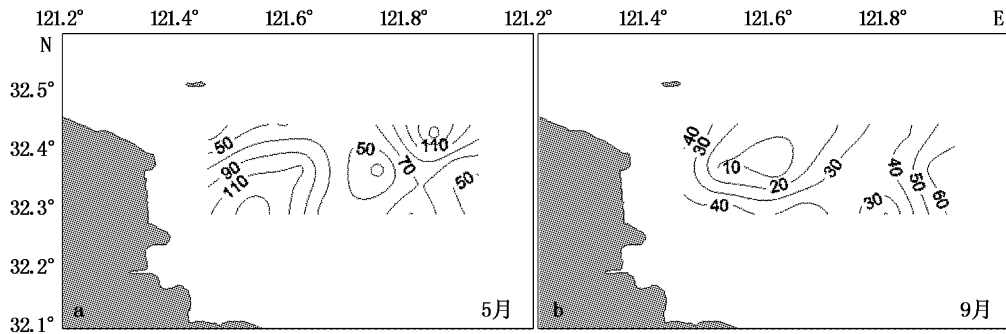


图 2 苏北浅滩如东海域鱼类重量密度分布 (kg/km^2)

Fig. 2 Distribution of fish by weight density in northern Jiangsu shoal

2010 年 5 月,鱼类尾数密度分布显示出东部外海水域较高的特征(图 3a)。尾数最大站位出现在东北部水域 4 号站,尾数密度为 $2.38 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$,主要由焦氏舌鳎和半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*)构成。另外东部的 7 号站和 8 号站,鱼类的尾数密度较高,分别为 $2.14 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 和 $2.16 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$,主要品种为鲈鱼和凤鲚(*Coilia mystus*),其中鲈鱼几乎每个站位都出现了,且数量较多。

9 月,大部分水域的尾数密度都高于 5 月。其中,尾数密度最大站位出现在东部水域的 8 号站,其尾数密度为 $5.01 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$,主要种类为棘头梅童鱼,凤鲚和银鲳。另外调查水域西南部 9 号站,尾数密度较高,为 $4.04 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$,主要由棘头梅童鱼和凤鲚构成。其中,棘头梅童鱼和凤鲚几乎每个站位都出现,且有较大的数量比例。

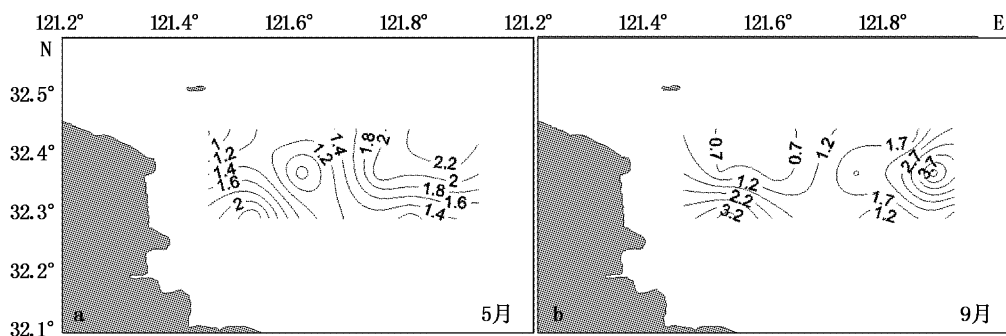


图 3 苏北浅滩如东海域鱼类尾数密度分布 (10^3 ind/km^2)

Fig. 3 Distribution of fish in individual in northern Jiangsu shoal

2.2 优势种贡献率及数量分布

从优势种的数量特征(表 1)可见,5 月苏北浅滩如东海域重要的鱼类物种为小黄鱼、鲈鱼、

鳎、焦氏舌鳎和半滑舌鳎。其中,小黄鱼是鱼类的第一优势种,相对重要性指数最高,其次为焦氏舌鳎。9 月棘头梅童鱼是吕泗渔场海域最重

要的鱼类物种,其相对重要性指数明显大于其他优势种。

5 月和 9 月调查总重量密度和总尾数密度与优势种的相关性都较明显,5 月鳊鱼尾数的贡献率高达 0.81,为尾数密度最高的种,鳕鲷重量的贡献率高达 0.69,占有最高的重量密度且平面分布与鱼类总尾数密度基本一致(图 4)。9 月棘头

梅童鱼数量较多,为尾数密度最高的种,其尾数贡献率高达 0.89,龙头鱼和凤鲚数量紧随其后,贡献率都为 0.86,鳊鱼的重量贡献率高达 0.74,为重量密度最高的种,这些优势种广泛分布于调查海域(图 5),趋势分布与鱼类总重量和总尾数密度相似,由此可以看出鱼类资源密度分布基本上由主要优势种的分布情况来决定。

表 1 鱼类优势种密度对总密度的贡献

Tab. 1 Contribution of the main dominant species to total weight and individual of fishes

季节	优势种	拉丁名	重量		尾数		相对重要性指数 IRI	幼体比 /%
			β	P	β	P		
5 月	鳊鱼	<i>Müichthys müiyu</i>		>0.05	0.81	0.001 5	1 594.98	99.42
	小黄鱼	<i>Larimichthys polyactis</i>	0.37	0.045 9	0.63	0.027 1	2 219.75	6.00
	鳕鲷	<i>Cociella crocodilus</i>	0.69	0.000 1		>0.05	1 882.16	11.11
	焦氏舌鳎	<i>Cynoglossus joyneri</i>	0.48	0.002		>0.05	2 112.78	6.00
	半滑舌鳎	<i>Cynoglossus semilaevis</i>	0.47	0.001 9		>0.05	1 767.22	6.67
9 月	鳊鱼	<i>Müichthys müiyu</i>	0.74	0.000 2		>0.05	1 948.21	2.04
	小黄鱼	<i>Larimichthys polyactis</i>	0.56	0.001 4		>0.05	1 559.98	8.33
	棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>	0.38	0.048 7	0.89	0.000 0	3 149.17	1.89
	凤鲚	<i>Coilia mystus</i>		>0.05	0.86	0.000 3	1 439.04	4.85
	龙头鱼	<i>Harpodon nehereus</i>		>0.05	0.86	0.000 4	1 710.46	1.36

注: β 为标准回归系数; P 为显著性。

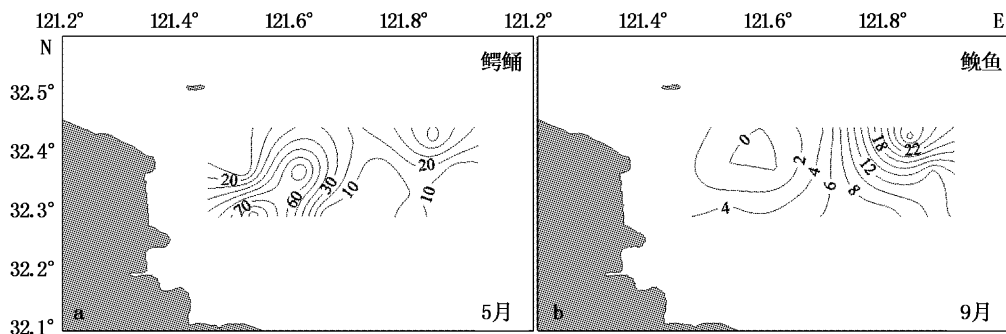


图 4 苏北浅滩如东海域鱼类主要优势种重量密度分布 (kg/km²)

Fig. 4 Distribution of the main dominant species of fishes by weight density in northern Jiangsu shoal

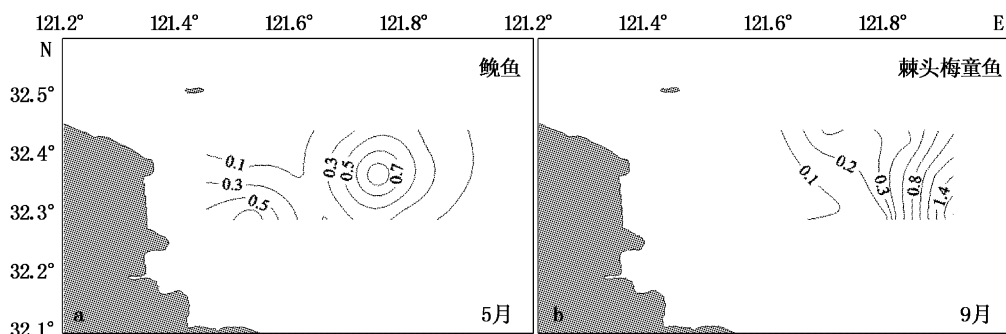


图 5 苏北浅滩如东海域鱼类主要优势种尾数密度分布 (10³ ind/km²)

Fig. 5 Distribution of the main dominant species of fishes by individual density in northern Jiangsu shoal

2.3 鱼类体长体重及幼体比例

2010年5月和9月调查水域鱼类平均体长分别为13.40 cm和11.00 cm,平均体重为49.68 g和26.22 g,5月的幼体比例为39.92%,9月的幼体比例为62.31%,见图6。

从上述结果可见,9月鱼类平均体长和体重都低于5月,而幼体比例较5月有了显著上升。由此可以认为,5月鱼类以成鱼为主,而该季节调查海域也是鱼类的产卵场。到了9月,鱼卵经历了孵化的过程,大多还处于幼体的阶段,体长体重也未达到成鱼的标准。

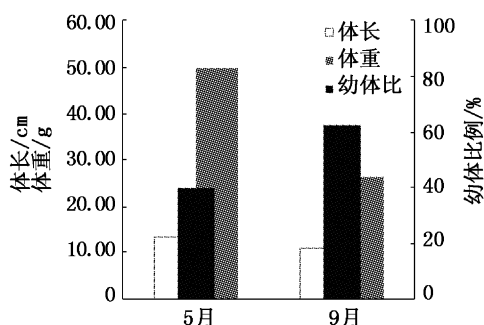


图6 鱼类生物学特征

Fig. 6 Biological characteristics of fishes

2.4 种类数及物种多样性平面分布

5月,靠近如东沿岸的西部海域平均每个站

位出现鱼类5种,而远离岸边东部站位平均出现9种(图7),可见种类数与海域的地理位置有一定的关系。其中,调查水域东北部的4号站位出现种类最多(11种)。9月每个站位的种类数都有所增加,种类分布格局较5月略有变化,分布较为均匀,总体上看,调查水域的南部站位出现的种类数较高(图7),其中南部的7号、10号和12号站位都出现15种,西部靠近苏北浅滩的5号和6号站位出现种类最少,都为8种。由此可见,无论是5月还是9月,靠近岸边的站位出现种类相应较少,这些地点水深都不是很高,而水较深的外海水域,其种类数往往多于水较浅的水域。

在调查水域,5月和9月重量多样性指数(H_d')值分别为1.54(0.27~2.21)和2.51(1.49~3.17),尾数多样性指数(H_n')值分别为2.29(0.87~3.05)和2.81(2.38~3.44)。9月份,吕泗渔场调查水域无论是重量多样性还是尾数多样性都比5月的要高。如图8a和b所示,5月和9月调查水域鱼类重量多样性呈现出相同的特征,都是东部外海水域比西部沿岸水域要高,尾数多样性分布与重量多样性分布趋势基本一致(图8c和d)。

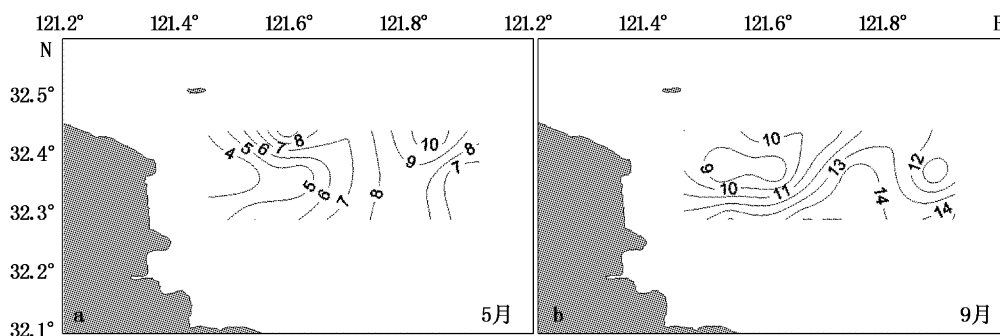


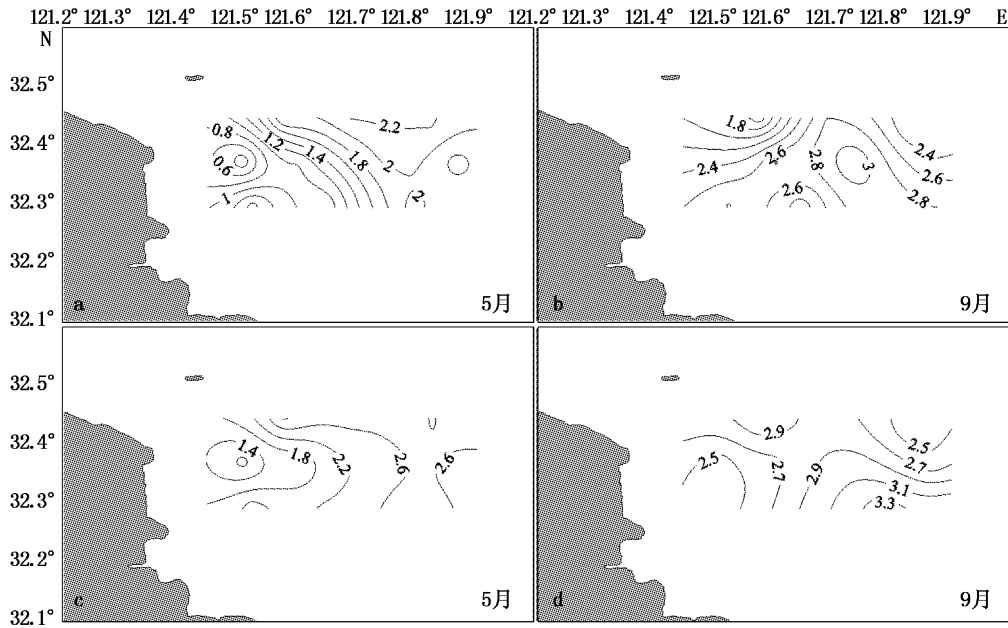
图7 苏北浅滩如东海域种类数平面分布

Fig. 7 Fish species number in the south area of northern Jiangsu shoal

2.5 水深对鱼类密度分布的影响

回归分析表明,不同月份水深与重量和尾数密度有一定程度的相关,5月($R=0.040, P=0.902$)及($R=0.633, P=0.027$)和9月($R=0.746, P=0.005$)及($R=0.386, P=0.215$)。

从回归分析可以发现,5月的水深与尾数密度,9月的水深与重量密度极其相关。由表6我们可以进一步发现,5月鱼类尾数密度随着水深的增加而增加,9月则是尾数密度和重量密度均随着水深的增加而增加。

图8 苏北浅滩如东海域鱼类多样性指数(H')值分布Fig. 8 Distribution of fish diversity (H') in the south area of northern Jiangsu shoala, b. 重量(H_d'); c, d. 尾数(H_n')。表2 不同水深鱼类平均资源密度分布
Tab. 2 Fish density in different depths

季节		≤10 m	10~20 m
5月	尾数密度	1.08	1.64
	重量密度	107.49	67.69
9月	尾数密度	1.58	1.82
	重量密度	28.09	40.58

注:重量密度单位为 kg/km^2 ; 尾数密度单位为 $10^3 \text{ ind}/\text{km}^2$ 。

3 讨论

3.1 苏北浅滩如东海域鱼类季节变化特征

从鱼类的尾数密度的比较来看,5月($1.33 \times 10^3 \text{ ind}/\text{km}^2$)低于9月($2.02 \times 10^3 \text{ ind}/\text{km}^2$),但重量密度,5月($76.35 \text{ kg}/\text{km}^2$)几乎是9月($35.12 \text{ kg}/\text{km}^2$)的两倍,说明5月份调查水域鱼类平均规格远远高于9月。从图6比较来看,9月鱼类的幼体比例显著高于5月鱼类的幼体比例,说明,5月是该海域鱼类产卵的季节,鱼类产卵群体从外海进入到浅滩海域产卵,产卵群体有较多体格较大的成鱼,我国每年的6-8月为沿海的禁渔期,在这期间鱼卵得以完成孵化和成长的过程,到了9月鱼类数量大幅增长,但很多还未达到成鱼的体格标准,以幼鱼所占比例居多

(图6)。这就是造成两个月份季节交替,鱼类重量密度和尾数密度变化完全不同的主要原因之一。综上所述,苏北浅滩如东海域作为吕泗渔场的一部分,是鱼类产卵、索饵和成长的海域,在东海黄海渔业中占有非常重要的地位。

依据相对重要性指数的计算结果,如东海域主要优势种在5月是小黄鱼,其次是焦氏舌鲷。然而从鱼类优势种对鱼类密度回归的方差贡献分析结果显示(表1):鲈鱼的尾数密度贡献率最高,但其幼体比例高达99.42%,这直接导致其重量的优势远远比不上尾数的优势。9月棘头梅童鱼的相对重要性指数值、尾数密度及 β 值具有更加明显的优势,因而是最重要的优势种。同期,龙头鱼和风鲚也有庞大的数量群体,对尾数密度贡献率较高,而这些都是重要的经济鱼类。可见,苏北浅滩鱼类数量的变化动力主要来自这些经济价值极高优势种的回归贡献。

3.2 苏北浅滩如东海域鱼类资源密度分布特点

苏北浅滩地貌为辐射状沙脊群^[15],海底地形主要由潮沟和沙脊相间分布构成,沙脊宽度由外海向中心逐渐变宽,潮沟则由外海向中心逐渐变狭变浅,呈辐射状向外伸。因此,海底地面并不平坦,地势较高的为沙脊,地势较低的是潮沟,导致调查海域不同站位水深差异十分明显。根据

回归分析表明,水深对鱼类尾数和重量密度均有不同程度的显著相关关系。

5月,调查海域水深最大不超过20m,尾数密度较高的水域集中分布于10m水深以上的水域(图5),所以春季10~20m水深海域尾数密度相对较高(表6),说明鱼类由于索饵位置往往处于浅滩外侧水深且宽广的水域,与幼鱼所处的水深一致。而重量密度较高的水域集中分布于调查水域西南部水深不足10m沿岸水域,平均水深不高,成体较多,多为有较多产卵的成鱼群体。这就是10m以内水域重量密度较高的原因,重量密度分布特征与产卵水域位置水域栖息有关。

9月,水深较大的区域往往是鱼类幼体分布的密集区。分别作为尾数和重量优势种的棘头梅童鱼和鲢鱼都主要集中于10~20m水深区域,这就直接导致10~20m水域鱼类的尾数密度和重量密度均高于10m内鱼类资源密度(表6),说明9月鱼群趋向于栖息于较深的水域。

调查海域还存在着东部高于西部的现象。从鱼类尾数密度上看(图3),两个月份调查海域都是东部外海鱼类的尾数密度高于西部沿岸一侧鱼类的尾数密度;两个月份鱼类重量密度的分布较为平均(图2)。总体上来看,重量密度和尾数密度分布趋势相近(图2),重量密度较高的区域往往鱼类数量密集。

综上所述,两个季节水深较高的海域往往是幼鱼资源密度集中分布的区域。苏北浅滩如东沿岸整个调查海域,水深较高的区域往往位于潮沟处。根据研究表明^[16-17],潮沟与外海相连,物质和能量得以交换,养分充足,适合幼鱼栖息;而水深较低的沙脊处,退潮时可能裸露于水面,不利于鱼类的栖息。从整个平面分布来看,两个季节鱼类资源分布的共同特点都是西部沿岸一侧向外海移动有逐步增加的趋势,鱼类种类数及多样性指数的分布情况也符合这一规律(图7、图8)。根据推测,受沙脊阻挡的影响,很多幼鱼不能越过沙脊到达沿岸浅水处。同时,在外海吕泗渔场中心位置附近存在着上升流现象^[18]。该上升流将下层的冷水和营养盐带向上层,对改善鱼类饵料环境具有重要的影响。在一定程度上丰富了该海域鱼类饵料生物。这些都为鱼类的生长、发育和繁殖提供了良好的环境,使得外海鱼

类种数、资源密度和多样性指数均高于沿岸。

3.3 苏北浅滩如东海域鱼类产卵及索饵场所水文背景分析

苏北浅滩如东海域气候上属于暖温带和亚热带过渡带,地形上为我国传统优良渔场吕泗渔场的辐射沙脊群覆盖该水域,沿岸受到黄海沿岸流、东海沿岸流、长江冲淡水以及黄海冷水团的综合作用,同时东海前进潮波和南黄海旋转潮波在此汇合^[19],水团的不断运动为海洋生物的繁殖和生长提供了充足的饵料,因此苏北浅滩以及与此紧邻的吕泗渔场是多种经济鱼类产卵、生长、繁育、索饵和越冬的场所^[20],是中国重要的海洋渔区。

5月,苏北浅滩如东海域受北方冷空气侵袭和东南暖湿气流交互影响制约,北面受到黄海冷水团,东面受到黄海暖流影响,加上沿岸水的影响。根据本次调查,5月水温范围在14~18℃之间,适合鱼类产卵^[8],5月主要优势种小黄鱼、鲢鱼等都在这一时段产卵^[21]。

9月,水温开始升高,依据金琼贝等^[22]的研究发现,这一季节水体中浮游动物暖水性种类明显增多,因此饵料生物明显比春季丰富。另外,在9月,该海域受到长江冲淡水的影响,再加上6-8月是黄东海雨季,大量的淡水汇入导致海水盐度降低,相对高温低盐水系对调查水域鱼卵、仔鱼的孵化与发育有着显著的影响^[23],且长江冲淡水的汇入同样带来了丰富的饵料生物及营养物质,大量的外海鱼类进入该海域索饵或越冬。与5月相比,鱼类无论在种类数、数量群体还是多样性指数上都有所上升(图7、图8)。

由此可以认为,5月是该海域鱼类的主要产卵季节,5月到9月是鱼类的主要索饵肥育季节。我国每年6-8月在这一水域实施休渔措施,可以有效地保护吕泗渔场的渔业资源,是十分必要的。

对于周进、叶金清等在样品采集过程中的帮助,沈晓民老师对于本文提出指导意见,表示感谢!

参考文献:

- [1] 陈君. 江苏岸外条子泥沙洲潮盆-潮沟系统特征及其稳定性[D]. 南京:南京师范大学,2002.
- [2] 徐兆礼. 夏秋季瓯江口海域鱼类数量的时空分布[J]. 动物学报,2008,54(6):981-987.

- [3] 徐兆礼. 瓯江口海域夏秋季鱼类多样性[J]. 生态学报, 2008, 28(12): 5948 - 5956.
- [4] 徐兆礼, 陈华, 陈庆辉. 瓯江口渔场夏秋季浮性鱼卵和仔鱼的时空分布[J]. 水产学报, 2008, 32(5): 733 - 739.
- [5] 陈华, 徐兆礼. 舟山渔场衢山岛海域春夏季鱼类数量变化[J]. 海洋渔业, 2009, 31(2): 179 - 185.
- [6] 陈佳杰, 徐兆礼, 王翠华. 舟山渔场金塘岛海域春夏季鱼类群落[J]. 生态学杂志, 2012, 31(4): 931 - 938.
- [7] 蔡萌, 徐兆礼. 浙江三门湾冬夏季鱼类种类组成和数量变化[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(2): 198 - 206.
- [8] 于雯雯, 刘培廷, 汤建华, 等. 吕泗渔场近岸产卵场鱼卵的种类组成与数量分布[J]. 南方水产科学, 2011, 7(5): 9 - 17.
- [9] 刘磊, 郭仲仁, 汤晓鸿, 等. 苏北浅滩生态监控区仔稚鱼的分布[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(5): 546 - 552.
- [10] 黄海水产研究所. 海洋水产资源调查手册[M]. 2版. 上海: 上海科学技术出版社, 1981: 8.
- [11] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 37.
- [12] PINKAS L, OLIPHANT M S, IVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters[J]. Fish Bulletin of California Department of Fish and Game, 1971(152): 1 - 105.
- [13] 金显仕, 邓景耀. 莱州湾渔业资源群落结构和生物多样性的变化[J]. 生物多样性, 2000, 8(1): 65 - 72.
- [14] 徐兆礼. 夏秋季瓯江口海域鱼类数量的时空分布[J]. 动物学报, 2008, 54(6): 981 - 987.
- [15] 陆丽云, 张忍顺, 陈君. 江苏沿海辐射沙洲开发利用的前景[J]. 南京师范大学学报: 自然科学版, 2002, 25(3): 18 - 24.
- [16] 阙江龙, 柯昶, 徐兆礼, 等. 苏北浅滩沙脊潮沟地形和潮流对虾类分布的影响[J]. 生态学杂志, 2013, 32(3): 661 - 667.
- [17] 李摇强, 安传光, 徐霖林, 等. 崇明东滩潮沟浮游动物数量分布与变动[J]. 海洋与湖沼, 2010, 41(2): 214 - 222.
- [18] 朱建荣, 戚定满, 吴辉. 吕泗上升流观测和动力机制模拟分析[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2004(2): 87 - 91, 103.
- [19] ICHIKAWA H, BEARDLEY R C. The current system in the Yellow and East China Seas [J]. Journal of Oceanography, 2002, 58(1): 77 - 92.
- [20] 刘磊, 郭仲仁, 汤晓鸿. 苏北浅滩生态监控区仔稚鱼的分布[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(5): 546 - 552.
- [21] 仲霞铭, 汤建华, 张虎, 等. 江苏近岸海域鲢时空分布特征研究[J]. 海洋学报, 2010, 32(3): 95 - 106.
- [22] 金琼贝, 盛莲喜, 张然. 温度对浮游动物群落的影响[J]. 东北师范大学学报: 自然科学版, 1991(4): 103 - 111.
- [23] 杨东莱, 吴光宗, 孙继仁. 长江口及其邻近海区的浮性鱼卵和仔稚鱼的生态研究[J]. 海洋与湖沼, 1990, 21(4): 346 - 355.

On the seasonal quantitative changes of the fish resources in the south area of northern Jiangsu shoal

XU Jie^{1,2}, WANG Chen³, XU Zhao-li¹, CHEN Jia-jie¹

(1. Ministry of Agriculture of China, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Shanghai 200090, China; 2. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. National Oceanic Consultation Center, Beijing 100860, China)

Abstract: To understand the spatial and temporal distribution pattern of the fish communities in the south of northern Jiangsu shoal, seasonal bottom trawl surveys were conducted in May (spring) and September (autumn) of 2010 in the area. The dominant fish species, the impacts of the environment on the distribution of the fish communities, spawning and feeding habitat of dominant fish were also discussed. The result indicated that numerically the average density was 1.33×10^3 ind/km² in spring and 2.02×10^3 ind/km² in autumn, respectively. The average weight density was 76.35 kg/km² in spring and 35.12 kg/km² in autumn, respectively. The spatial distribution pattern was the same in spring and autumn, i. e. the density was higher in the near shore than that in the neritic waters. Generally, the species number was higher in autumn than that in spring. The distribution patterns of fish species and fish diversities are also similar to the density, and the value was higher in the near shore than in the neritic. Stepwise regression showed that the weight density or individual density was significantly related to the water depth, the fishes were abundant in near shore than in the neritic waters. In spring, numerically *Larimichthys polyactis* was predominant species, whereas *Miichthys smiiuy* was most important dominant species by weight. In autumn, *Collichthys lucidus* was the predominant species both in number and in weight. Compared to the other coastal waters, the south of northern Jiangsu shoal was mainly composed of economically important fishes. Our study indicated that the northern Jiangsu shoal and its outer waters were important spawning and nursery ground for many economically important fishes. The northern Jiangsu shoal plays a role in completing the life histories for many economically important fishes of the Lvsi fishing ground.

Key words: northern Jiangsu shoal; Rudong; fish; seasonal changes; resource density