

文章编号: 1008-830X(2013)03-0202-06

基于渔捞日志的舟山渔场单拖网渔获量时空特征分析

陈曦浩, 毛雄斌, 雷科, 陈玲, 王迎宾
(浙江海洋学院水产学院, 浙江舟山 316004)

摘要: 依据单拖网渔船 2010 年在舟山渔场进行捕捞作业时渔捞日志所记录的统计数据, 开展了总渔获量以及渔获优势种时空分布的研究。结果显示 总渔获量在 1~2 月产量下降, 3~5 月产量在持续上升。禁渔期过后, 9 月产量显著上升, 随后 10~12 月产量先上升后下降。总渔获量空间分布为, 春季在 $30^{\circ}18' \sim 31^{\circ}00' N, 124^{\circ}18' \sim 25^{\circ}18' E$ 范围内渔获量相对较高, 秋季渔获量最高分布在 $30^{\circ}18' \sim 31^{\circ}00' N, 123^{\circ}00' \sim 123^{\circ}18' E$ 之间; 冬季在 $29^{\circ}00' \sim 30^{\circ}00' N, 125^{\circ}00' \sim 125^{\circ}18' E$ 范围内渔获量相对较高。秋季渔获量较春季和冬季明显增加。渔获量随时间变化的趋势大于随空间变动的趋势。渔获物中优势种类包括日本红娘鱼 *Lepidotrigla japonica*、带鱼 *Trichiurus haumela*、小黄鱼 *Pseudosciaena polysticta*, 渔获比例分别达到 16.88%、7.58%、4.58%。研究结果表明, 季节是影响优势种产量的主要因素。带鱼的高产季节为春季, 小黄鱼高产则主要出现在春季和秋季, 红娘鱼主要集中在春季和冬季。从各优势种产量的空间分布看, 舟山渔场单拖网作业带鱼高产区主要分布在 $29^{\circ}05' \sim 31^{\circ}18' N, 123^{\circ}00' \sim 125^{\circ}13' E$ 范围内, 小黄鱼产量主要分布在 $29^{\circ}00' \sim 30^{\circ}34' N, 122^{\circ}34' \sim 125^{\circ}34' E$ 范围内, 红娘鱼产量主要集中在 $29^{\circ}00' \sim 31^{\circ}10' N, 123^{\circ}00' \sim 125^{\circ}09' E$ 区域内。

关键词: 舟山渔场; 单拖网; 渔获量; 时空分布

中图分类号: S932.2

文献标识码: A

Spatiotemporal Distribution of the Catch of the Single Otter Trawl in Zhoushan Fishing Ground: Based on the Data from Logbook

CHEN Xi-hao, MAO Xiong-bin, LEI Ke, et al
(Fishery School of Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316004, China)

Abstract: Based on the statistical data recorded in the logbooks of five single trawler vessels that fishing in Zhoushan fishing ground in 2010, the spatial and temporal distribution of total catch and catches of dominant species were analyzed. The results showed that the total catch decreased in January and February, but increased from March to May. After the closed fishing season, the total catch significant increased in September. From October to December, the total catch increased firstly and then decreased. The spatial distribution characteristics were as follow: the high catch appeared within $30^{\circ}18' \sim 31^{\circ}00' N, 124^{\circ}18' \sim 25^{\circ}18' E$ in spring. In autumn, the high catch appeared within $30^{\circ}18' \sim 31^{\circ}00' N, 123^{\circ}00' \sim 123^{\circ}18' E$. In winter, the high catch ap-

收稿日期: 2013-02-20

基金项目: “海洋渔业科学与技术”省重中之重开放课题(20110205); 浙江省大学生科技创新项目计划(新苗人才计划)

作者简介: 陈曦浩(1990-), 男, 安徽蚌埠人, 研究方向: 渔业资源。E-mail: 1486525130@qq.com

(C) 2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

peared within $29^{\circ}00' - 30^{\circ}00'$ N, $125^{\circ}00' - 125^{\circ}18'$ E. Catch in winter was higher than those in spring and autumn. The temporal factors had more impact on catch than spatial factors. The dominant species including *Lepidotrigla japonica*, *Trichiurus haumela* and *Pseudosciaena polyactis*, whose catch percentages were 16.88%、7.58%、4.58%. The research results indicated that season is the main factor affecting the catches of dominant species, the high catch season of *T. haumela* was spring, the high catch seasons of *P. polyactis* were spring and autumn, and the high catches of *L. japonica* were spring and winter. In view of the spatial distributions of dominant species, the high catch of *T. haumela* mainly appeared in $29^{\circ}05' - 31^{\circ}18'$ N, $123^{\circ}00' - 125^{\circ}13'$ E, while those of *P. polyactis*, and *L. japonica* were mainly came from $29^{\circ}00' - 30^{\circ}34'$ N, $122^{\circ}34' - 125^{\circ}34'$ E and $29^{\circ}00' - 31^{\circ}10'$ N, $123^{\circ}00' - 125^{\circ}09'$ E.

Key words: Zhoushan fishing ground; single otter trawls; catch; temporal and spatial distribution

舟山渔场($29^{\circ}30' - 31^{\circ}00'$ N, $125^{\circ}00'$ E以西)位于东海北部、长江口东南外海,地处长江、钱塘江、甬江入海口。其作为我国最大的近海渔场,海洋水产资源丰富,是众多经济鱼虾类的产卵、索饵场所,多为底拖网作业的良好区域,吸引诸多渔船在此生产作业。单拖网是舟山渔场作业的主要渔具类型之一。单拖网作业主动灵活、适应性强,在40~100 m深度的海区各水层均能作业,经济效益较好^[1]。在拖网作业的形式方面,近10年来东海区单拖网作业得到了长足发展^[2]。但是,随着大量渔船投入到舟山渔场进行作业,使得渔业资源受到很大的破坏。特别是20世纪90年代以后毫无限制的捕捞,给渔业资源造成了严重破坏,鱼类群落的种类的多样性呈下降趋势,鱼类小型化、低龄化现象明显^[3]。

为了保护渔业资源,我国也采取了一些相应的应对措施。中国早在1955年便在渤海、黄海及东海划定了机轮拖网的禁渔区线。1957年和1980年又经过2次增加,形成了全国从北向南由40个基点联线构成的机动渔船拖网禁渔区线;1981年起,所有机轮底拖网渔船都不得进入上述禁渔区线内。拖网只能在禁渔区线以东海域作业。因此,舟山市的拖网渔船也主要在 $29^{\circ}30' - 31^{\circ}00'$ N, $123^{\circ}00' - 125^{\circ}00'$ E的海域进行生产作业,对这部分海域的渔业资源影响也最为明显^[4]。

时空分析近年来成为渔业资源研究中的重要技术之一。国外渔业发达国家对渔业资源的时空分析研究开展较早,也比较系统和深入。从20世纪90年代以来外国学者对渔业资源时空分析的相关研究从未间断,比如捕捞努力量^[5]、渔获物时空分析^[6-7]、资源评估等^[8-11]。相比国外,我国渔业领域的时空分布研究起步相对较晚,主要领域集中在渔业资源资源评估和管理等方面^[12-13]。

本文以舟山市单拖网渔船统计数据为例,依据5艘单拖网渔船2010年在舟山渔场进行捕捞作业时渔船日志所记录的统计数据,研究渔船总渔获量和主要优势种类渔获量的时空分布和变动特征。为深入研究舟山渔场单拖作业与渔获特征提供基础资料,进而为舟山渔场单拖网的科学管理提供科学依据。

1 材料与方法

数据取自2010年1月至2010年12月,“浙普渔30019”、“浙普渔32218”、“浙普渔30011”、“浙普渔32259”和“浙普渔31335”5艘单拖网渔船中具有代表性的2艘在舟山渔场进行捕捞作业时获得每日渔获量的数据,由于6月1日至9月15日为东海底拖网休渔期,渔船并未作业,因此,这段时间的数据不包括在内。5艘单拖网渔船的主要捕捞区域在 $29^{\circ}00' - 31^{\circ}20'$ N, $122^{\circ}50' - 125^{\circ}56'$ E之间(图1)。其中空间变量为渔船作业时的经度和纬度,时间变量为月份和拖曳时间,拖曳时间统一标准化为24 h的比例。

对生产统计资料标准化处理,按下式计算日产量、月产量重心,计算公式如下:

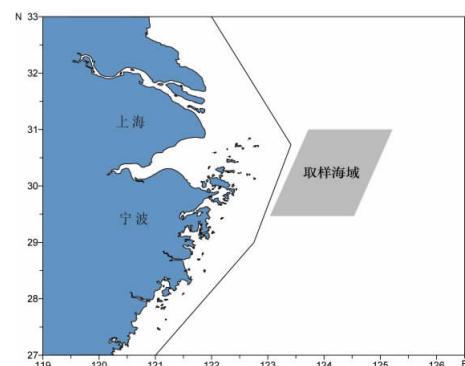


图1 5艘单拖网渔船的捕捞区域

Fig.1 Fishing area of five sample

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \quad (1)$$

式中 X, Y 分别为产量重心的经纬度 C_i 为第 i 天的产量 x_i 为第 i 天重心点的经度 y_i 为第 i 天的产量的纬度 n 为网次数。使用 Arcgis9.3 方法对渔船和资源的空间分布特征进行分析，绘制渔获量的时空分布图。

2 结果

2.1 总渔获量的时空分布

2.1.1 总渔获量的季节变化

如图 2 所示，1-2 月产量下降，3-5 月产量在持续上升，禁渔期过后，9 月产量为全年的最高值，这主要是由于禁渔期内单拖网渔业资源进行产卵繁殖，为新补充的渔业资源提供良好的生长环境，渔业资源得到一定程度的修复。随后 10-12 月产量下降。从季节变化来看，渔获量呈现出秋季>春季>冬季的趋势。

2.1.2 总渔获量空间变化

从渔获量的空间分布图可以看出：春季在 $30^{\circ}30' \sim 31^{\circ}00' N, 124^{\circ}30' \sim 125^{\circ}30' E$ 范围内，渔获量相对较高（图 3a）；秋季渔获量较春季和冬季明显增加，高产区域相对较多且比较分散，渔获量最高分布在 $30^{\circ}00' \sim 31.00^{\circ} N, 123^{\circ}00' \sim 123^{\circ}30' E$ 之间（图 3b）；冬季在 $29^{\circ}00' \sim 30^{\circ}00' N, 125^{\circ}00' \sim 125^{\circ}30' E$ 范围内渔获量相对较高（图 3c）。

2.2 产量优势种的时空分析

渔获物有带鱼 *Trichiurus haumela*、小黄鱼 *Pseudosciaena polyactis*、红娘鱼 *Lepidotrigla*、虾类和头足类等，选取产量最高的 3 种渔获物对其做时空分析。其中以日本红娘鱼、带鱼、小黄鱼的产量最高，分别占到总产量的 16.88%、7.58%、4.58%。

2.2.1 带鱼产量的时空分析

带鱼隶属鲈形目、带鱼科，分布比较广，以西太平洋和印度洋最多，我国沿海各省均可见到，其中又以舟山渔场产量最高。根据图 4 可以看出舟山渔场单拖网带鱼的产量主要分布在春季，秋季禁渔期过后带鱼产量有所增加，从全年来看冬季带鱼产量相对较低。

从带鱼产量的空间分布看，春季在 $29^{\circ}30' \sim 30^{\circ}30' N, 123^{\circ}00' \sim 124^{\circ}00' E$ 范围内渔获量相对较高（图 4a），随着经度的增大和纬度降低渔获产量逐渐减少；秋季在 $29^{\circ}45' \sim 31^{\circ}07' N, 123^{\circ}00' \sim 124^{\circ}00' E$ 范围内渔获量相对较高（图 4b）；冬季高产区比较分散，主要是受经度影响，相对而言，在 $29^{\circ}15' \sim 29^{\circ}30' N, 124^{\circ}45' \sim 124^{\circ}55' E$ 范围内渔获产量较高（图 4c）。

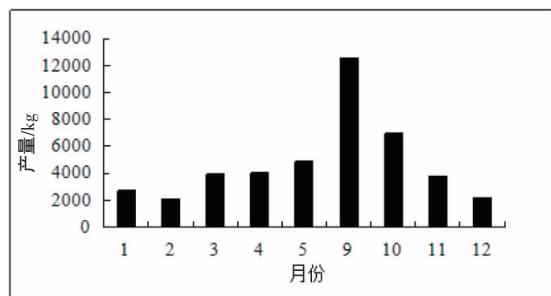
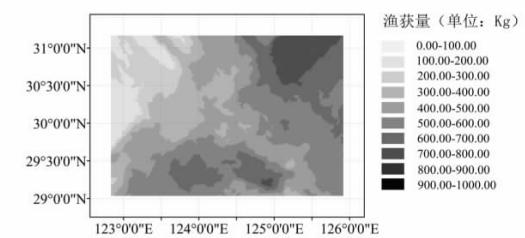
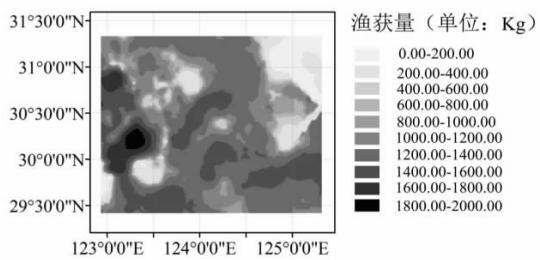


图 2 总渔获量的季节变化

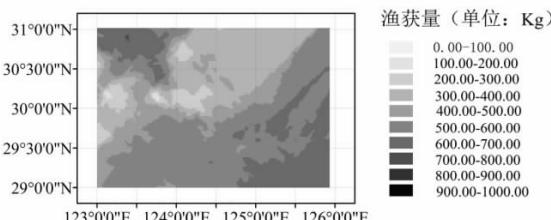
Fig.2 Seasonal changes of total catch



3a 春季 (Spring)



3b 秋季 (Autumn)



3c 冬季 (Winter)

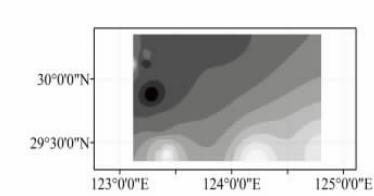
图 3 春季(a) 夏季(b) 冬季(c) 渔获量分布图

Fig.3 The distribution of fishing catch in spring, autumn and winter

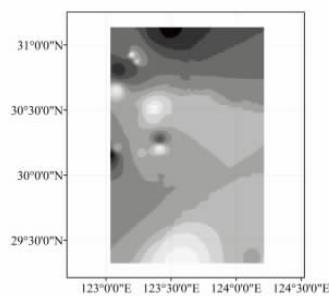
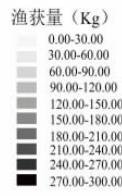
2.2.2 小黄鱼产量的时空分析

小黄鱼隶属于鲈形目、石首鱼科，主要分布在渤海、黄海和东海。从影响小黄鱼产量的关系图可以看出，舟山渔场单拖网渔船作业的小黄鱼产量主要出现在春季和秋季，其中以春季的小黄鱼产量最高，几乎占全年产量的大部分，其它月份产量较低，且处于平稳趋势（图5）。

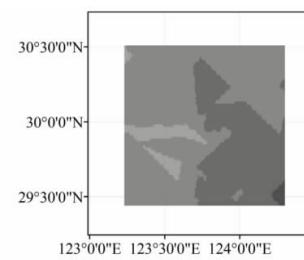
从小黄鱼产量的空间分布看：春季小黄鱼产量分布较均匀，相比较而言在 $29^{\circ}30' \sim 30^{\circ}28' N, 123^{\circ}45' \sim 124^{\circ}11' E$ 范围内渔获量相对较高（图5a）；与春季相比，秋季渔获产量相对密集，高产区主要在 $30^{\circ}14' \sim 30^{\circ}30' N, 123^{\circ}15' \sim 123^{\circ}27' E$ 范围内，变化范围较小（图5b）；冬季在 $29^{\circ}12' \sim 29^{\circ}30' N, 124^{\circ}30' \sim 125^{\circ}00' E$ 范围内渔获产量较高，随着经度的减小和纬度升高渔获产量逐渐减少（图5c）。



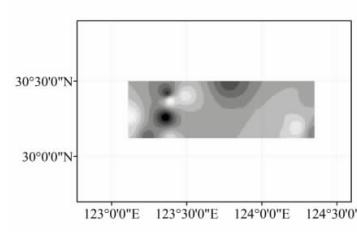
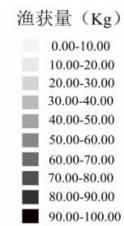
4a 春季 (Spring)



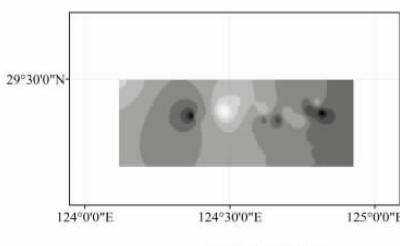
4b 秋季 (Autumn)



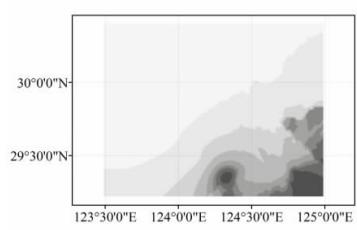
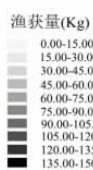
5a 春季 (Spring)



5b 秋季 (Autumn)



4c 冬季 (Winter)



5c 冬季 (Winter)

图4 春季(a) 秋季(b) 冬季(c)带鱼渔获量分布图

Fig.4 The distribution of fishing catch of horse mackerel in spring, autumn and winter

2.2.3 日本红娘鱼的时空分析

日本红娘鱼隶属鲉形目、鮨鰕科，为东、黄海拖网捕捞主要对象。从日本红娘鱼产量关系图可见（图6），舟山渔场单拖网作业捕捞日本红娘鱼主要集中在春季和冬季。其中，春季比冬季产量稍高。

从红娘鱼产量的空间分布看：春季在 $29^{\circ}27' \sim 30^{\circ}08' N, 124^{\circ}00' \sim 124^{\circ}50' E$ 范围内，渔获量相对较高（图6a）；秋季渔获产量明显集中在两个区域，一个是在 $30^{\circ}30' \sim 31^{\circ}03' N, 123^{\circ}28' \sim 124^{\circ}00' E$ 范围内，另一个在 $30^{\circ}30' \sim 31^{\circ}03' N, 124^{\circ}28' \sim 125^{\circ}10' E$ 范围内（图6b）；冬季在 $29^{\circ}30' \sim 30^{\circ}25' N, 123^{\circ}00' \sim 124^{\circ}00' E$ 范围内渔获产量较高（图6c）。

3 讨论

本研究选取5艘渔船作业研究对象，虽然与舟山市所有单拖网渔船相比数量较少，但通过前期研究我们发现：同一种网具作业时间和空间特征比较一致，并且研究所选取的5艘渔船基本涵盖了舟山市单拖网渔船的马力范围，具有一定代表性。

影响渔获量的主要因素中时间因素对渔获物的影响要大于空间因素，其中月份对渔获量的影响最大。由关系图可以看出（图2）1-2月产量下降，3-5月产量在持续上升，9月产量显著上升，为全年最高。随后10-12月产量下降。渔获物在最高月份（9月）产量是最低月份（2月）产量的6倍左右。并且，每个月的渔获产量变化幅度相对较大，变化趋势相对明显，不同月份产量有很大区别。在空间分布（图3）上渔获物主要在 $29^{\circ}00' \sim 31^{\circ}00' N, 123^{\circ}00' \sim 125^{\circ}18' E$ 范围内波动，在各个季节经纬度的变化范围平均不超过 2° ，变化幅度较小。从全年来看，经纬度的变化幅度也在 2° 左右。当经纬度在小范围内变动时，渔获产量无显著变化。所以，时间因素对渔获物的影响相对空间因素来说大一些。单拖网作业的渔船在一个月内的捕捞区域并没有大范围的变化，只是在小区域范围内进行作业，但在不同月份之间单拖网作业的捕捞区域位置变化相对较大，所以单拖网渔船的位置随月份变化较大。其中单拖网作业9月产量很高，但之后有下降趋势，产生高渔获量的原因可能是休渔期对渔业资源的保护，海洋中的鱼类有充足的繁殖和生长时间，所以渔业资源密度比休渔期前更高，资源更丰富，但之后随着单拖网作业时间的增加和捕捞强度的加大，单拖网产量呈下降趋势也是必然的。

对4种产量优势种进行时空分析，各种产量优势种的产量受月份影响最大，这是因为产量优势种的鱼类具有明显的季节性。带鱼的产量主要集中在春季，但在秋季伏季休渔期后，带鱼资源得到恢复，所以在秋季带鱼的产量也有一定量的增加，带鱼具有结群排队的特性，每年春天回暖水温上升时，带鱼成群游向近岸，由南至北于生殖回游，是为捕捞季节；冬至时，水温降低，带鱼又游向水深处避寒。舟山渔场带鱼资源有春汛和冬汛，春季为带鱼的春汛期。并且，根据在舟山渔场及邻近调查海域关于浮游动物优势种优势度的季节变化的调查所得数据可知，舟山渔场调查海域的浮游动物丰度季节变化明显，变化趋势为：春季>夏季>秋季>冬季^[14]。这也有可能使得带鱼在春季出现高产。

小黄鱼的产量主要集中在春季和秋季，最高产量出现在春季，小黄鱼越冬期在1-3月，随着温度的升高，性腺逐渐成熟，游向近海产卵，产卵期为3月底到5月初。产卵后的鱼群分散在长江口一带索饵，11月前后随着水温的下降开始做越冬洄游^[15]。根据研究，小黄鱼的产卵洄游是随着水温的升高而开始的，所以水温的变化也有可能是小黄鱼渔获量变多的原因。由于舟山渔场地处长江、钱塘江、甬江入海口，夏季雨水量大径流不仅带来了大量的冲淡水，同时也带来丰富的营养物质，成为许多经济鱼种的索饵场，这也可能是小黄鱼较多的原因。另外，海水团、盐度等^[16]都对小黄鱼的资源分布有影响。此外，由于禁渔期和人工放流的原因，都可能导致小黄鱼的产量有所增加。冬季，小黄鱼的产量较低，除了其自身生物学和环境因素以外，最大的可能就是人类的捕捞强度过大，使得小黄鱼产量下降，鱼体小型化、低龄化、性成熟提前等。

日本红娘鱼高产量主要集中春季和冬季，这可能与每年3-4月鱼群由黄海越冬场北上生殖洄游，秋末冬初向南越冬洄游有关系。并且，舟山外海渔期在4-5月份，故使得日本红娘鱼在春季的产量有所增加。据报道，日本红娘鱼为高温高盐性鱼类，所以盐度和温度的变化都会影响红娘鱼的分布^[17]。台湾暖流是一支具有高温高盐性质的暖流^[18]，其年间温度变化较大，盐度变化较小。随着暖流向北推进，暖流的性质会发生变化，并且温度盐度都会降低。当暖流到达舟山渔场沿岸水域时正值夏季，加上暖流这个时候温度盐

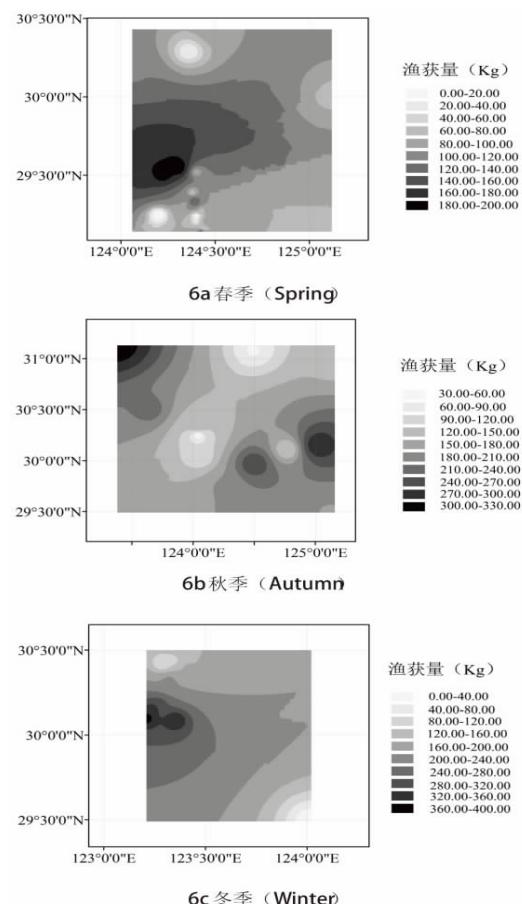


图6 春季(a) 秋季(b) 冬季(c)红娘鱼渔获量分布图

Fig.6 The distribution of fishing catch of matchmaker fish in spring, autumn and winter

度都比较低，所以夏季红娘鱼产量较低。冬季，在偏北风的作用下暖流势力受到削弱，雨水较少，同时也是长江径流量最小的时期，使得沿岸水盐度达到全年最高，加上在禁渔期期间鱼类种群得到一定恢复和生长，这就可以解释在11月和12月红娘鱼高产的原因。因为大多数红娘鱼主要分布在110 m水深的海域^[19]，所以底泥的差异也有可能是影响红娘鱼呈现这种季节分布的因素。

参考文献：

- [1] 徐开达,薛利建,周永东,等.浙江省单拖渔业现状分析与研究[J].福建水产,2010,12(10):64.
- [2] 程家骅,李圣法,张秋华,等.东黄海渔业资源利用[M].上海:上海科学技术出版社,2006:81-82.
- [3] 曹世娟,黄硕琳,郭文路.我国渔业管理运用船舶监控系统的探讨[J].上海水产大学学报,2002,11(1):89-93.
- [4] 王迎宾,郑基,郑献之,等.舟山渔船禁渔线以外海域单拖网鱼类种群结构变动分析[J].南方水产科学,2012,8(1):8-15.
- [5] COOKE J G. On the relationship between catch per unit effort and whale abundance[J]. Rep Int Whal Comm, 1985, 35: 511-519.
- [6] SULLIVAN P J. Stock abundance estimation using depth-dependent trends and spatially correlated variation[J]. Can J Fish Aquat Sci, 1991, 48: 1 691-1 703.
- [7] POLACHECK T, VOLSTAD J H. Analysis of spatial variability of Georges Bank haddock (*Melano grammus aeglefinus*) from trawl survey data using a linear regression model with spatial Interaction[J]. ICES J Mar Sci, 1993, 50: 1-8.
- [8] RICKER W E. Computation and interpretation of biological statistics of fish population[J]. Fisheries Research Board of Canada Bulletin, 1995, 19: 1-382.
- [9] MURAWSKI S A, LANGE A M, SISSENNINE M P, et al. Definition and analysis of multispecies otter-trawl fisheries of the northeast coast of the United States[J]. J Cons Int Explor Mer, 1983, 41: 13-27.
- [10] LAMBSHEAD P J D, PLATT H M, SHAW K M. The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity[J]. J Nat Hist, 1983, 17: 859-874.
- [11] PETERMAN R M, STEER G J. Relation between sport-fishing catch ability coefficients and salmon abundance [J]. Trans Am Fish Soc, 1981, 110: 585-593.
- [12] 苏奋振,周成虎,邵全琴,等.东海区鱼类资源变化GIS时空分析[J].高技术通讯,2001(5):61-63.
- [13] 苏奋振,张甲珅,杜云燕,等.东海区中上层鱼类资源的时空分异[J].自然资源学报,2004(5):592-595.
- [14] 俞存根.舟山渔场渔业生态学[M].北京:科学出版社,2011:84-85.
- [15] 程家骅,李圣法,张秋华,等.东黄海渔业资源利用[M].上海:上海科学技术出版社,2006:18.
- [16] 李建生,林龙山,程家骅.东海北部秋季小黄鱼分布特征及其与底层温度与盐度的关系[J].中国水产科学,2009,16(3):355.
- [17] 胡芬,李建生,李圣法.东海区红娘鱼属种类组成及其分布特征[J].水产学报,2005,20(2):191.
- [18] 俞存根.舟山渔场渔业生态学[M].北京:科学出版社,2011:12-13.
- [19] 胡芬,李建生,李圣法.东海区红娘鱼属种类组成及其分布特征[J].水产学报,2005,20(2):191-192.