

文章编号:1001-909X(2008)03-0018-07

台湾海峡南部鲷鲹鱼类资源的时空分布

李雪丁^{1,2}, 商少凌^{1,2*}, 卢振彬³

(1. 近海海洋环境科学国家重点实验室, 福建 厦门 361005;

2. 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090; 3. 福建省水产研究所, 福建 厦门 361012)

摘要:从1986~2002年闽南-台湾浅滩渔场29组灯光围网信息船渔捞日志中提取了鲷鲹鱼类多年月平均的渔获量数据,按单位捕捞努力量的渔获量(CPUE) < 1.0 t/网次、1.0 < CPUE < 2.0 t/网次、CPUE > 2.0 t/网次3个量级,计算其出现的网格数(GN),同时以CPUE为权重计算渔场面积指数(AI)。结果表明:台湾海峡南部鲷鲹鱼类资源分布的逐月变化特征显著,不同量级的CPUE出现面积的逐月变化各不相同,高资源密度出现最大面积的时间为3月和8~9月;AI值逐月变化的空间差异显著,8月大陆沿岸区出现最高的AI值(1.10),台湾浅滩区年平均的AI值为最高(0.70)。

关键词:鲷鲹鱼类资源; CPUE; 时空分布; 台湾海峡南部

中图分类号: S931.41

文献标识码: A

0 引言

闽南-台湾浅滩渔场位于22°00'~24°30'N、117°30'~120°45'E(图1),该渔场是我国近海主要的渔场之一,渔业资源丰富,拥有鲷鲹等中上层鱼类资源,包括蓝圆鲹 *Decapterus maruadsi*、金色小沙丁鱼 *Sardinella aurita*、鲷鱼 *Pneumatophorus japonicus*、颌圆鲹 *Decapterus lajang*、竹筴鱼 *Trachurus japonicus*、羽鳃鲷 *Rastrelliger kanagurta* 等鲷鲹鱼类群聚资源^[1-3]。关于这一鱼类资源的洄游、生殖、食性等生物学特性、中心渔场的大致分布及其与上升流的关系,以及开发利用程度与管理等已屡见报道^[1-10]。张学敏等^[11]曾利用遥感海表温度数据并结合 ArcGIS,初步研究了该渔场鲷鲹鱼类资源单位捕捞努力量渔获量以及分布位置的年际变动与海表温

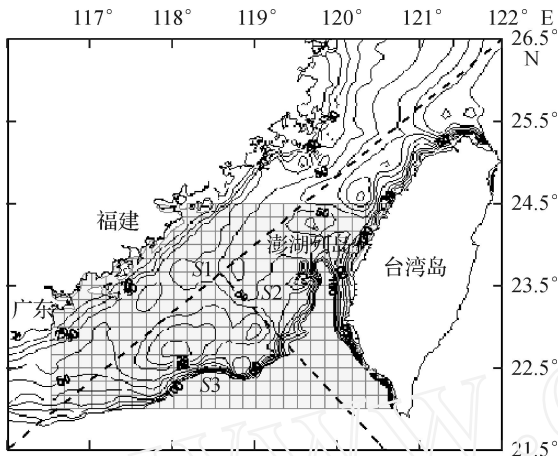
度变化之间的关系。尽管如此,迄今为止,有关该渔场中上层鲷鲹鱼类资源的时空分布,可供参考的仅有鱼场各汛期大致位置的粗略描画^[4];不同空间的资源量逐月变化信息同样十分缺乏。而渔业资源时空分布的定量、半定量信息无论对执法层面上的渔业管理,还是对应用层面上的资源与环境变动关系的研究探索,都是十分必要的。尤其是在当今,海洋渔业资源的变动如何响应全球经济变化的发展,引起了人类的密切关注(IPCC, 2001)^[12]。故此,本文在收集1986~2002年闽南-台湾浅滩渔场灯光围网信息船渔捞日志的基础上,利用GIS的空间分析功能并通过建立半定量指数,分析了该渔场鲷鲹鱼类资源逐月的时空分布。其结果可望为进一步研究环境与渔业资源变化的关系打下基础,并为渔业管理者的决策提供科学的参考依据。

收稿日期:2006-05-26

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40521003);教育部长江学者和创新团队发展计划、厦门大学新世纪优秀人才支持计划联合资助项目

作者简介:李雪丁(1982—),男,江西新余人,硕士研究生,主要从事海洋资源与环境关系研究。

* 通讯作者:商少凌,教授,Email:slshang@xmu.edu.cn



图中两条虚线把渔场分成3个区域,分别标注为S1、S2和S3区
图1 台湾海峡地形及其南部渔场

Fig. 1 Map of the Taiwan Strait; the shading region refers to the southern Taiwan Strait as a fishing ground, which was arbitrarily divided into three sub-regions (S1 to S3)

1 材料和方法

渔场鱼类资源资料来源于福建省闽南渔场指挥部提供的1986~2002年闽南地区29组灯光围网渔业信息船的渔捞日志,该日志记录的内容包括作业日期、作业位置(小渔区编号)、下网次数、渔获量、渔获种类组成等。统计各小渔区每月下网总次数和总渔获量,生成各小渔区逐年的月平均渔获量数据库后,采用下式计算17年各小渔区的平均单位捕捞努力量的渔获量(CPUE):

$$CPUE_i = \frac{\sum_{j=1}^n \text{第 } i \text{ 月渔获量 (Catch) } J_j}{\sum_{j=1}^n \text{第 } i \text{ 月的总捕捞力量 (Effort) } J_j} \quad (1)$$

式中:CPUE_i为某个小渔区*i*月的平均单位捕捞努力量的渔获量,t/网次;*i*为1年中的某个月份(1~12);*j*为1986~2002年中的某一年;*n*为1986~2002年的总年数。每一小渔区大小为10×10分,视为1个网格,用具有某一CPUE量值的渔场网格数(GN)表征鲈鲡鱼类资源分布的面积。渔区的纬度范围为22°00′~24°30′N,在22°00′N处,1个经度之间的纬度线距离为111×cos22°=102.9(km);在24°30′N处,1个经度之间的纬度线距离为111×cos24.5°=101(km),取两者的平均值为102km,1个纬度之间的经度线距离取为111km,则1个网格的面积约为111×102/36=314.5(km²)。

借鉴赵永平等^[13]在南海暖池变动研究中建立的

暖池面积指数方法,本文建立一个渔场面积指数(AI)用于表征鲈鲡鱼类资源分布强度的变化。CPUE<1.0t/网次的网格,定义为低资源密度网格,赋予的权重系数(Q)为1;1.0t/网次<CPUE<2.0t/网次的网格,定义为中资源密度网格,赋予的Q为2;CPUE≥2.0t/网次的网格,定义为高资源密度网格,赋予的Q为3。AI定义如下:

$$AI = [\sum (GN_i \times Q_i)] / GN \quad (2)$$

式中:*i*为鱼类资源密度指标类型数(1~3,低资源密度为1、中资源密度为2、高资源密度为3);Q_i为对应于1~3类资源密度网格的权重系数;GN_i为出现*i*类资源密度的网格数;GN为整个渔场的总网格数。

显著性统计检验使用的软件为SPSS 10.0版本,使用*t*检验统计方法(*t*-test)^[14];鲈鲡鱼类资源的时空分布采用ArcGIS 8.2数据联结功能和图层叠加功能制作。

2 结果

2.1 鲈鲡鱼类资源的逐月变化特征

台湾海峡南部鲈鲡鱼类资源的分布面积(以GN表征)、强度(以AI表征)的逐月变化见图2。图2a为CPUE的3个量级指标出现的渔场网格数(GN)的逐月变化。从图2a可见,不同资源密度的GN值逐月变化规律存在差异。低密度的鲈鲡鱼类资源的GN值呈单峰型分布,主要出现在4~11月,其中GN最高值出现在6~7月(55~56),在此期间GN值的分布基本上呈现逐渐上升(4~6月)而后下降(7~11月)的形态;12月至翌年3月GN<15;3~4月GN值跳跃性上升(9到33),意味着3月到4月低密度鲈鲡鱼类资源渔场面积增大了约7548km²。11月至翌年2月中密度鲈鲡鱼类资源的GN保持低值(15);2~3月和3~4月GN值急剧上升,两个月GN值上升幅度均为16,相当于中等密度鲈鲡鱼类资源渔场面积每月扩大大约5032km²;4~9月GN值均为30以上,没有显著峰值出现;9~10月和10~11月GN值急剧下降,相应的渔场面积每月缩小约5032km²。高密度鲈鲡鱼类资源的GN值呈双峰型分布,两个GN峰值分别出现在3月(41)及8~9月(36~40);1月和6~7月的GN为低值(<15);从以上3类鲈鲡鱼类资源密度在7~8月对应的渔场面积看,该类资源密度分布的渔场面积变化最为剧烈(GN值增大了25),相当于约增加了7862.5km²的渔场面积,其次

是9~10月,GN值降低了18,相当于渔场面积急剧减少了约5 661 km²。对以上3类鲷鲹鱼类资源密度对应的GN数据分别进行t检验统计,均得到显著性值(Significance, Sig.) < 0.05,表明台湾海峡南部鲷鲹鱼类资源分布的逐月变化特征显著。

从每类鲷鲹鱼类资源GN值占总GN值百分比的逐月变化来看(图2b),高密度鲷鲹鱼类资源仅在2~3月及12月占据优势,所占比例大于等于50%。6~7月低密度鲷鲹鱼类资源的分布占优势,所占比例大于等于50%。多数月份中密度鲷鲹鱼类资源出现的渔场网格数与渔场总网格数的比例为30%~40%,该密度鲷鲹鱼类资源没有出现优势分布。

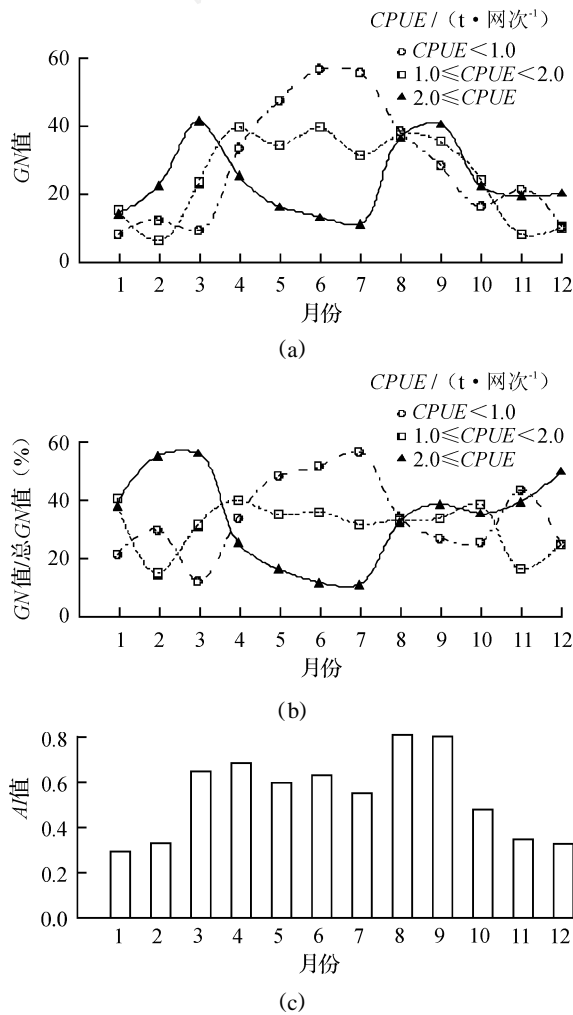


图2 台湾海峡南部鲷鲹鱼类资源3种资源密度GN值的逐月变化(a)、3种资源密度GN值占总GN值百分比的逐月变化(b)和AI值的逐月变化(c)

Fig. 2 Monthly changes of the grid number (GN) of the three levels of CPUE of Chub Macherel and Round Scab in the southern Taiwan Strait (a); monthly changes of the GN percentage of each CPUE level in the total GN (b); and monthly variation of the areal index (AI) (c)

AI值的逐月分布如图2c所示。从图2c可见,3~9月AI值均大于0.5,平均为0.67,峰值出现在8~9月(0.8);11月至翌年2月为AI的低值期(< 0.4),平均为0.32,略小于峰值的一半。

2.2 鲷鲹鱼类资源的时空分布特征

由CPUE值表征的台湾海峡南部鲷鲹鱼类资源的时空分布如图3所示。从图3可以看出,4~9月该鱼类资源广泛分布在近岸到远岸的区域;11月至翌年3月,该鱼类资源分布基本被限制在远岸区域,其中多数时间其分布集中在台湾浅滩区,仅在3月其分布密集出现在澎湖列岛西侧的远岸区域;10月为鲷鲹鱼类资源空间分布的过渡期,该月鲷鲹鱼类资源在近岸区有一定分布。根据以上这一现象,可以沿台湾浅滩西侧边缘以东北—西南走向分割近岸与远岸渔区,再沿该浅滩东侧边缘以西北—东南走向分割浅滩区和澎湖列岛区,两次分割将研究渔区人为划分为3个区块,分别标注为S1、S2和S3(图1),以便半定量地表征鲷鲹鱼类资源的时空分布特征;为表述方便起见,将S1、S2和S3区分别定义为大陆沿岸渔区、澎湖渔区和浅滩渔区。

显然在3个渔区中,唯有S2和S3区终年稳定分布着一定面积的鲷鲹鱼类资源,尤其是S3区,尽管各月该鱼类资源分布面积有异;S1区该鱼类资源的分布则有着显著的季节性变化,从晚秋至春季,该鱼类资源就基本消失了。

根据(2)式计算的3个区块AI值的逐月变化见图4,各区块AI值的变化规律迥然不同,表现出以下几个特点:(1)S2、S3区各月的AI值呈双峰型分布,峰值出现时间各异,S2区AI高峰值出现在4、5月(0.66),次峰值出现在8月(0.55);S3区AI高峰值出现在3月(1.06),次峰值出现在9月(0.95);S1区各月的AI值则呈单峰型分布,AI峰值出现在8月(1.10)。(2)若以AI = 0.50为标准区分鲷鲹鱼类资源的旺汛与非旺汛,S1区出现旺汛的时间为6~9月,月平均的AI值为0.89,与非旺汛月平均的AI值(0.25)高了0.64,该区AI值的年平均为0.46,AI值的变化幅度大,表明渔场的季节性变化显著;S2区出现旺汛的时间为3~6月,月平均的AI值与非旺汛的AI值差异仅为0.31;S3区的AI值除1月(0.48)和7月(0.49)略低于0.50以外,其它各月的AI值都在0.50以上,年平均的AI值为0.70,该区全年几乎皆为旺汛。由此可见,台湾海峡南部鲷鲹鱼类资源逐月变化的空间差异是显著的。

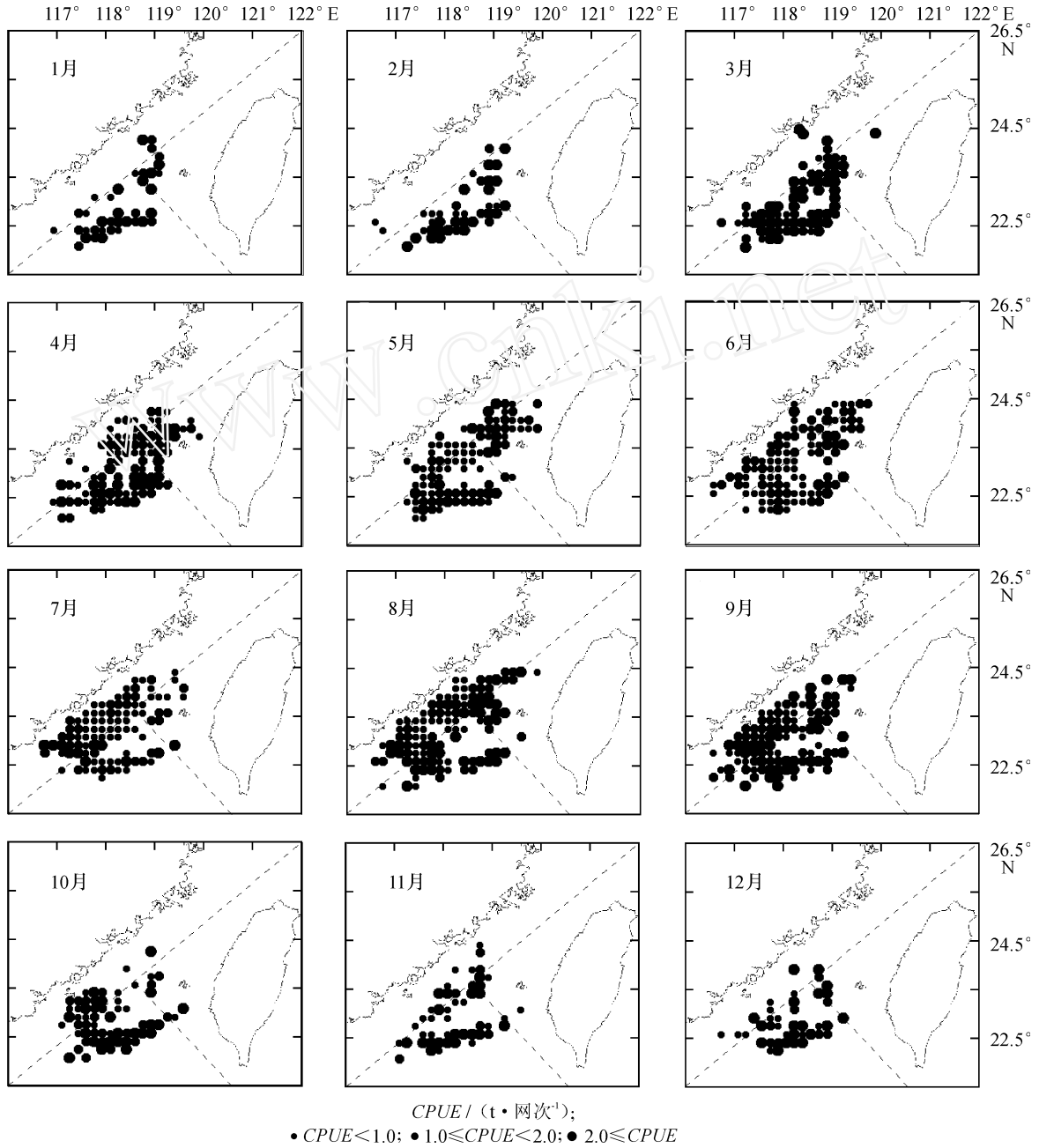


图 3 台湾海峡南部鲈鲶鱼类资源时空变化分布图

Fig. 3 Distribution of Chub Macherel and Round Scad in the southern Taiwan Strait

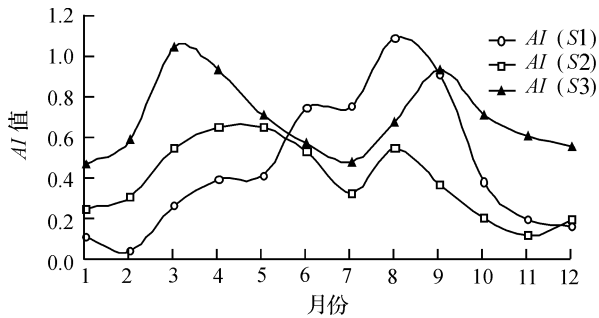


图 4 3 个区块 AI 值的逐月变化

Fig. 4 Monthly variation of AI in Zone S1 to S3

比较不同区块的 AI 值可以看出,10 月至翌年 5 月, S3 区的 AI 值高于其它区块,该区块平均的 AI 值为 0.71,其它区块仅为 0.31;6~9 月, S1 区的 AI 值(平均为 0.89)高于 S2、S3 区(平均为 0.56)。这在一定程度上说明,6~9 月(夏季及初秋)整个台湾海峡南部鲈鲶鱼类渔场的重心落在大陆沿岸渔区;10 月至翌年 5 月(秋季至翌年春季)其渔场重心落在台湾浅滩南部渔区。3 个分区两两组合的 AI 值的 t 检验统计结果表明,除了 S1 区与 S2 区组合之

外,均为 $Sig. < 0.05$,表明 AI 值的逐月变化在 $S1$ 与 $S3$ 区、 $S2$ 与 $S3$ 区之间存在显著的空间差异,但是在 $S1$ 与 $S2$ 区之间的差异没有达到统计显著性。

3 讨论与小结

基于 1986~2002 年闽南-台湾浅滩渔场灯光围网信息船渔捞日志,建立了该渔场多年月平均鲷类资源渔获量数据库,而后通过导入 GIS,实现了对鲷类资源空间分布的分析,通过建立半定量指数,获得了该渔场中上层鲷类资源逐月分布变化的宝贵信息。结果表明,台湾海峡南部鲷类资源的逐月分布变化特征显著,主要体现在以下几点:

(1) 不同资源密度分布的时间变化规律不同,在 3 月及 8~9 月,鲷类高资源密度出现的面积最大,在 3 类资源密度指标中该类资源密度出现面积的月变化最为显著,尤其是从 7 月到 8 月该类资源密度出现面积的急剧上升和 9 月到 10 月的急剧下降,更加说明了这一点。若据此统一制定对鲷类资源的捕捞方案,将有助于提高捕捞效率、节约能耗。

(2) 高资源密度的鲷类仅在 2~3 月及 12 月占据优势(这期间出现的 GN 值占总 GN 值的比例 50%),这意味着相对寒冷的季节,鲷类的聚集度高,反之则低,与汪伟洋等^[4]的结果一致,即鲷类在秋冬汛(冷季)向台湾浅滩越冬洄游(聚集)、春夏汛(暖季)向近岸生殖、索饵洄游(分散)。

(3) 综合考虑以 $CPUE$ 为权重的 AI 值的高值期出现在 3~9 月,10 月至翌年 2 月为低值期,后者 AI 值的平均值约为前者的 1/2。全年鲷类渔汛可分为 3 个阶段:春汛,3~6 月,主捕生殖群体;夏汛,7~9 月,主捕索饵幼鱼;秋冬汛,10 月至翌年 2 月,主捕索饵、越冬群体^[4,15]。 AI 值的变化说明台湾海峡南部鲷类资源春夏汛资源密度约为秋冬汛的两

倍,即春夏汛是鲷类资源的旺汛期,这与基于渔获量进行经验统计的有关报道是吻合的^[4],从而证明本文所建立的 AI 值可以作为判断鲷类资源密度变化的一个指标。

(4) AI 值的逐月变化规律存在着区域差别:8 月在大陆沿岸区($S1$ 区)出现整个渔场最高的 AI 值(1.10); $S1$ 区在盛行西南季风的 6~8 月存在显著的上升流现象^[6],在其中的 7 月该现象最为强盛,浮游植物继而响应迅速引发水华^[16];因而 8 月在 $S1$ 区出现整个渔场最高的 AI 值合乎常理,在上升流区渔业资源比较丰富的结论已是人所共知的^[17-19];同时可以看出,从 7 月上升流强盛到浮游植物旺发后出现鲷类资源 AI 值的最高值的 8 月,存在约 1 个月的滞后期,在该段时间里浮游动物主要进行了食物链传递。 $S3$ 区位于陆架-坡折锋处^[20],终年存在上升流^[6],因而出现最高的年平均 AI 值(0.70); $S3$ 区的 AI 峰值(1.06)略低于 $S1$ 区(1.10),在一定程度上可能是由于产生上升流的动力机制不同而造成的。 $S2$ 区 AI 值的量值和变化幅度均低于其它两区,在 4~5 月及 8 月该区块出现了 AI 的高峰值,其原因之一,可能是冬季及初春南下浙闽沿岸水与北上南海暖水形成海洋锋^[20];原因之二,可能是夏季由于潮汐或其它因素作用绕澎湖列岛出现了上升流^[21]。

必须指出的是,以上认识仅仅建立在历时 17 年的 29 组灯光围网渔业信息船资料的基础上,该组资料的代表性有待进一步检验;另一方面,灯光围网作业的灯光强度逐年加强,而本文计算的 $CPUE$ 未能考虑这一因素,因此所获得的结果,难免存在偏差。尽管如此,本文得到的鲷类资源的时空分布形态,与前人的研究以及渔业资源学、海洋学的基本理论并无相悖之处,相信对实施科学有效的渔业管理能够有所助益。

致谢 福建省闽南渔场指挥部提供灯光围网信息船资料,本文审稿专家提出建设性意见,谨此一并致谢!

参考文献:

- [1] 戴泉水. 台湾海峡南部中上层鱼类群聚资源的评估[J]. 福建水产, 1984(1): 34—40.
- [2] 卢振彬, 戴泉水, 颜尤明. 台湾海峡及其邻近海域鲷类群聚资源的评估[J]. 中国水产科学, 2000, 7(1): 41—45.
- [3] 卢振彬, 戴泉水, 颜尤明. 闽南 - 台湾浅滩渔场鲷类群聚资源生产量和允许总渔获量[J]. 台湾海峡, 2000, 19(4): 506—510.
- [4] 汪伟洋, 卢振彬, 戴泉水, 等. 福建海区主要中上层鱼类资源调查报告[C]//福建省水产研究所. 福建省水产研究所调查研究报告. 厦门:福建省水产研究所, 1985: 63—102.
- [5] 农牧渔业部水产局及农牧渔业部东海区渔业指挥部. 东海区渔业资源调查和区划[M]. 上海:华东师范大学出版社, 1987.
- [6] 洪华生, 丘书院, 阮五崎, 等. 闽南 - 台湾浅滩渔场上升流区生态系统研究[M]. 北京:科学出版社, 1991: 1—17.
- [7] 吴志强, 丘书院, 杨圣云. 闽南 - 台湾浅滩渔场中上层鱼类渔业分析[J]. 海洋湖沼通报, 2000(1): 36—40.
- [8] 吴志强, 丘书院, 杨圣云. 闽南 - 台湾浅滩渔场 6 种中上层鱼类的生殖生物学特性[J]. 海洋通报, 2000, 19(2): 25—29.
- [9] 肖方森. 闽南 - 台湾浅滩海域生态系统渔业资源容纳量[J]. 台湾海峡, 2003, 22(4): 409—456.
- [10] 卢振彬, 戴泉水, 肖方森. 闽南 - 台湾浅滩海域鱼类资源生产量[J]. 热带海洋学报, 2005, 24(1): 60—66.
- [11] 张学敏, 商少平, 张彩云, 等. 闽南 - 台湾浅滩渔场海表温度对鲷类群聚资源年际变动的初步影响[J]. 海洋通报, 2005, 24(4): 91—96.
- [12] IPCC. Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability [M]. London: Cambridge University Press, 2001: 283—304.
- [13] 赵永平, 陈永利. 南海暖池的季节和年际变化及其与南海季风爆发的关系[J]. 热带气象学报, 2000, 16(3): 202—211.
- [14] 薛薇. SPSS 统计分析方法及应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2004: 2—4.
- [15] 曾焕彩. 渔场海洋学在闽南渔场的实践[J]. 海洋科学, 1978(4): 34—39.
- [16] SHANG S L, ZHANG C Y, HONG H S, et al. Short-term variability of chlorophyll associated with upwelling events in the Taiwan Strait during the southwest monsoon of 1998[J]. Deep-Sea Research, 2004, 51: 113—127.
- [17] MANN K H. Physical oceanography, food chains, and fish stocks: a review [J]. ICES Journal of Marine Science, 1993, 50(2): 105—119.
- [18] TAIPE A, YAMASHIRO Y, MARIATEGUI L, et al. Distribution and concentration of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999 [J]. Fisheries Research, 2001, 54: 21—32.
- [19] YÁÑEZ E, BARBIERI M A, SILVA C, et al. Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile [J]. Progress in Oceanography, 2001, 49: 581—596.
- [20] 李立. 1992年3月南海东北部陆架 - 陆坡区的海洋锋[C]//中国海洋学文集: 第6集. 北京:海洋出版社, 1996: 33—41.
- [21] 翁学传, 张启龙, 颜廷壮, 等. 台湾海峡中、北部海域春、夏季水团分析[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(3): 235—243.

Monthly variation of the catchability of Chub Macherel and Round Scad in the southern Taiwan Strait

LI Xue-ding^{1,2}, SHANG Shao-ling^{1,2}, LU Zhen-bin³

(1. State Key Laboratory of Marine Environmental Science, Xiamen 361005, China; 2. Key Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries, Ministry of Agriculture, Shanghai 200090, China; 3. Fujian Fisheries Research Institute, Xiamen 361012, China)

Abstract :Based on the logbooks of lighted purse-seine fishery of 1986 ~ 2002, monthly time-space distribution of the fishery resources of Chub Macherel and Round Scab of the shallow fishing ground in the southern Taiwan Strait is analyzed. Three categories, which are referred to as low, medium and high rates, are defined based on *CPUE* of less than 1.0 ton/net, equal to or greater than 1.0 ton/net but less than 2.0 ton/net, and equal to or greater than 2.0 ton/net. The grid number (*GN*) of each category is counted to estimate the areal change of certain *CPUE*. It is found that the *GN*s of different rates have different monthly pattern. The *GN* of high rate changes most significantly among the three. It rapidly increases from July to August by 25, approximated to an increase of fishing area of 7 862.5 km², and it drops from September to October by 18, approximated to a decrease of fishing area of 5 661 km².

Using *CPUE* as the weighting factor and 1 ~ 3 weighting coefficients were given to the three categories, the areal index of fishing ground (*AI*) is further constructed to show the change of the catchability of Chub Macherel and Round Scad. A strong seasonal variation of the catchability is found for the coastal region off southern Fujian-eastern Guangdong but not in the vicinity of the Taiwan Bank and Penghu Islands. Monthly *AI* could increase by a factor of up to 10 from winter to summer in the coastal waters of the mainland, while the year-round change is about a factor of 3 in the offshore region. The highest monthly *AI*(1.10) occurred in August in the coastal waters of the mainland, while the highest annual mean *AI*(0.70) occurred in the offshore region in the vicinity of the Taiwan Bank. This temporal-spatial variation of catchability is highly related to the variation of upwelling, which contributes to high primary production by pumping cold and nutrient-rich water to the upper water.

Key words :Chub Macherel and Round Scad; *CPUE*; temporal-spatial distribution; the southern Taiwan Strait