

文章编号: 1674 - 5566(2011)01 - 0102 - 06

海表水温和拉尼娜事件对东海鲈鱼资源时空变动的影响

官文江^{1,2,3}, 陈新军^{1,2,3}, 李 纲^{1,2,3}

(1. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学 大洋生物资源开发和利用上海市高校重点实验室, 上海 201306; 3. 上海海洋大学 大洋渔业资源可持续开发省部共建教育部重点实验室, 上海 201306)

摘要: 根据浙江近海鲈鱼生产统计数据 and 东海北部即日本五岛西部、济州岛西南部等海域鲈鱼资源量数据, 以及海表水温、Niño 3.4 指数, 利用相关分析法, 分析了海洋环境对东海鲈鱼资源影响的异同性。结果表明: 东海海表水温与浙江近海鲈鱼 CPUE 呈正相关关系 ($P < 0.05$), 而与东海北部鲈鱼资源量呈负相关关系 ($P < 0.05$); 利用当年 1 至 3 月 Niño 3.4 区表温距平值的平均值能粗略反映鲈鱼资源的丰歉情况, 当平均温度距平为正时, 资源量一般较好; 当平均温度距平为负时则资源量较差的可能性较大。海表水温变化会对鲈鱼洄游路线产生影响, 引起鲈鱼资源不均匀分布, 使鲈鱼资源量与海表水温呈不同关系; 拉尼娜事件对东海不同海域鲈鱼资源均产生不利影响, 但其原因有待进一步研究; 据此, 建议对东海鲈鱼资源进行评估应考虑其资源量分布时空动态的特点。

研究亮点: 提出东海鲈鱼在越冬、产卵洄游过程中, 水温的变化将影响鲈鱼洄游路径的选择, 这使得不同海域鲈鱼资源量与水温的关系不同; 拉尼娜事件对东海鲈鱼资源产生不利影响的结论有别于以往的研究结果。指出东海鲈鱼资源的评估与管理应考虑其资源时空动态性的特点。

关键词: 鲈鱼; 资源; 海表水温; Niño 3.4 指数; 拉尼娜事件; 东海

中图分类号: S 932.8

文献标识码: A

日本鲈 (*Scomber japonicus*) 是我国东海重要的中上层鱼类, 主要为中国大陆、中国台湾省、日本、韩国灯光围网所利用。近年来的研究表明, 鲈鱼资源出现了衰退趋势^[1-3]。因此加强鲈鱼资源变动研究, 制定合理的渔业管理计划迫在眉睫。随东海鲈鱼资源重要性的提高, 针对东海鲈鱼资源的研究也日益增多。如宋海棠等^[4]、丁天明和宋海棠^[5]对浙江近海鲈鲹鱼中心渔场的水温、盐度及水系特点等进行了研究, 其结果表明浙江近海鲈鲹鱼渔场主要分布于台湾暖流舌锋附近, 台湾暖流的变动影响鲈鲹鱼中心渔场的形成及作业位置; 洪华生等^[6]根据浙江近海鲈鲹鱼渔获量的变化, 指出厄尔尼诺事件不利于浙江近海鲈鲹鱼产量的提高; HIYAMA 等^[7]利用日本大中型围网及韩国渔业数据分析了东海鲈鱼资

源量变动的原因, 其研究认为海表水温低不利于鲈鱼资源补充量的增加, 而 HWANG^[8]认为水温的增加有利于韩国近海鲈鱼资源的增加; 张洪亮等^[3]利用浙江群众灯光围网渔业数据对其作业渔场资源进行了评估分析, 其结果表明浙江近海鲈鱼资源受到强大捕捞压力的影响而出现衰退。

东海鲈鱼每年作南向北向的洄游, 标志放流结果表明, 浙江近海与东海北部鲈鱼间存在交流^[9], 因此区域性资源变动可由其空间分布差异引起。由于东海鲈鱼捕捞涉及三国四地区, 捕捞海区存在一定差异, 不同学者基于不同海区渔业数据研究鲈鱼资源量与海洋环境的关系, 结果存在差异^[7-8,10]。本文利用浙江群众传统灯光围网生产数据及日本西海区水产研究所评估的东海鲈鱼生物量数据, 研究海表水温、Niño3.4 区海表

收稿日期: 2010-05-06 修回日期: 2010-06-25

基金项目: 国家“八六三”高技术研究发展计划(2007AA092201); 国家发改委专项(2060403); 上海海洋大学博士启动基金(A-2400-10-0138); 上海市重点学科建设项目(S30702)

作者简介: 官文江(1974-), 男, 副教授, 博士, 主要从事海洋渔业遥感方面的研究。E-mail: wjguan@shou.edu.cn

通讯作者: 陈新军, Tel: 021-61900306, E-mail: xjchen@shou.edu.cn

水温距平对东海不同海域鲈鱼资源变动影响的异同性,为东海鲈鱼资源的评估与管理提供理论依据。

1 数据与方法

1.1 数据来源

鲈鱼资源量用单位努力量捕捞量(Catch Per Unit Effort, CPUE)表示,其数据来自浙江省群众传统灯光围网生产数据^[3,9,11-14],时间为1971年至2006年,其作业位置见文献[3];东海北部海域鲈鱼资源量数据由日本西海区水产研究所对东海区鲈鱼资源量评估数据($B_{estimated}$)表示,该数据来自日本水产与渔业研究局网站^[15],时间为1973年至2007年,其作业位置参见文献[10,16]。1970年至2007年东海区月平均海表水温数据来自美国国家航空和宇宙航行局物理海洋分发文档中心网站^[17],空间分辨率为 2° ,空间范围为 $121^\circ\text{E} \sim 127^\circ\text{E}$, $27^\circ\text{N} \sim 33^\circ\text{N}$ 。1970至2007年每月 Niño3.4 温度距平数据来自美国国家海洋与大气局气候预测中心网站^[18]。

1.2 研究方法

1.2.1 数据预处理

第 i 年浙江近海鲈鱼资源量以 $CPUE_i$ 表示, $CPUE_i$ 由式(1)计算:

$$CPUE_i = \frac{Catch_i}{f_i} \quad (1)$$

式中: $Catch_i$ 为浙江省群众传统灯围第 i 年捕捞产量; f_i 为其对应船作业网次。

1.2.2 分析方法

采用相关系数方法对 $CPUE$ 、 $B_{estimated}$ 与海表水温等进行分析,其关系式为

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2)$$

式中: X 、 Y 分别为两个长度相同的时间系列,其中 X 为海表水温或海表水温距平时间系列,数据按同一位置,同一月份不同年份组成, Y 为 $CPUE$ 或 $B_{estimated}$ 时间系列,按年组成, r 为相关系数, n 为样本数。对相关系数较大($P < 0.1$)的连续月份进行合并,并保证合并后的时间系列能提高相关系数,否则不进行合并。冬半年月份与上半年月份合并时,采用上一年的冬半年月份与当年下半年月份合并分析以保证时间连续。本文显著

性置信水平设为 0.05。

2 结果

2.1 海表水温与鲈鱼资源的关系

研究认为:浙江近海 CPUE 与海表水温呈正相关。全年数据大致可分为两段,当年 3 月至 6 月与上一年 9 月至上一年 12 月(经度 $121^\circ\text{E} \sim 123^\circ\text{E}$ 区间,为 11 月)。3 月至 6 月相关系数最大的海域为 $121^\circ\text{E} \sim 123^\circ\text{E}$ 、 $31^\circ\text{N} \sim 33^\circ\text{N}$ ($r = 0.43$, $N = 36$, $P < 0.05$, 图 1A),上一年 9 月至上一年 12 月相关系数最大的海域为 $123^\circ\text{E} \sim 125^\circ\text{E}$ 、 $29^\circ\text{N} \sim 31^\circ\text{N}$ ($r = 0.47$, $N = 36$, $P < 0.05$, 图 1B)。

东海北部鲈鱼 $B_{estimated}$ 与海表水温关系具有类似特点,但呈显著负相关关系,3 月至 6 月相关系数最大的海域为 $123^\circ\text{E} \sim 125^\circ\text{E}$ 、 $27^\circ\text{N} \sim 29^\circ\text{N}$ ($r = -0.59$, $N = 35$, $P < 0.05$, 图 1C),上一年 9 月至上一年 12 月相关系数最大的海域为 $123^\circ\text{E} \sim 125^\circ\text{E}$ 、 $27^\circ\text{N} \sim 29^\circ\text{N}$ ($r = -0.68$, $N = 35$, $P < 0.05$, 图 1D)。

2.2 Niño 3.4 温度距平与资源量变动关系

7 月份 Niño 3.4 温度距平与浙江近海 CPUE 存在显著正相关关系,其它月份与浙江近海 CPUE 的关系均不显著, Niño 3.4 温度距平与东海北部 $B_{estimated}$ 不存在显著关系。但研究认为:1 月至 3 月 Niño 3.4 温度距平的平均值对浙江近海 CPUE、东海北部 $B_{estimated}$ 的变动具有指示性。该平均温度距平为负值时的年份有 1971 - 1972 年,1974 - 1976 年,1981 年,1984 - 1986 年,1989 年,1996 - 2001 年(1998 年除外)和 2006 年。当该平均值为负值时,浙江近海 CPUE 出现相对低值(CPUE 小于 100 t/网次,并且比其前、后年均低)年份的概率大,如在相对低值年份 1972 年、1975 年、1981 年、1985 年、1989 年、1991 年、1998 年、2000 年、2006 年中,仅 1991 年与 1998 年为例外年份(图 2A);东海北部 $B_{estimated}$ 变化也呈相似规律,东海北部资源较差或变差年如 1975 - 1976 年,1980 - 1981 年,1984 - 1986 年,1989 - 1990 年,1996 - 2000 年,2006 年与该平均温度距平为负值时的年份有较好的对应关系(图 2B)。1970 年至 2007 年所有拉尼娜年^[19]为 1970 - 1972 年,1973 - 1976 年,1984 - 1985 年,1988 - 1989 年,1995 - 1996 年,1998 - 2000 年,2000 - 2001 年,

2005 - 2006 年。因此,该平均值为负时其对应的

年份常发生拉尼娜事件,仅 1981 年例外。

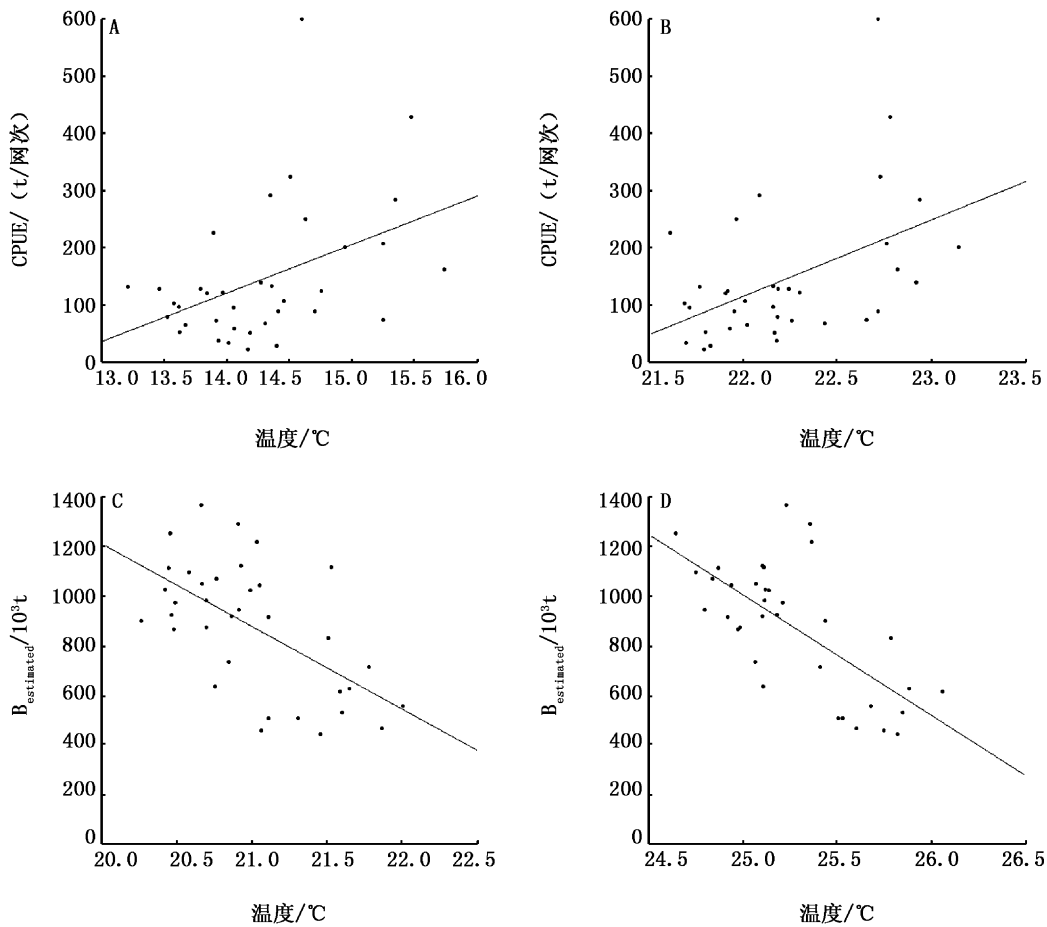


图 1 海表水温与鲈鱼 CPUE 或 $B_{estimated}$ 的相关关系

Fig. 1 Correlation between Sea surface temperature and CPUE or $B_{estimated}$

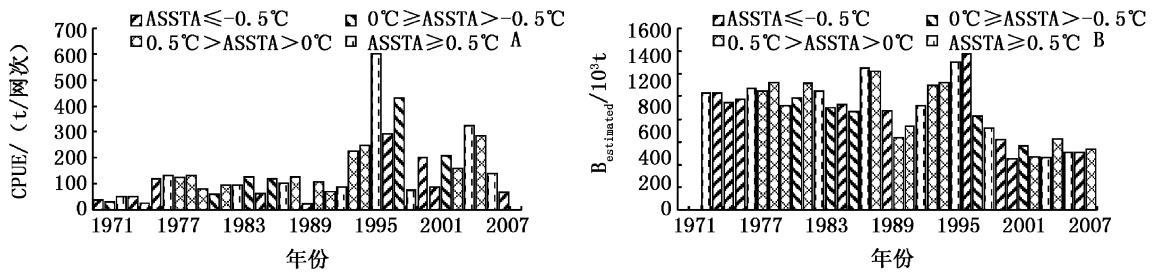


图 2 鲈鱼资源量年际变动与 1 - 3 月 Niño 3.4 温度距平的平均值 (ASSTA) 之间的关系

Fig. 2 Stock fluctuation and averaged sea surface temperature anomaly (ASSTA) of Niño 3.4 from January to March

3 讨论

3.1 海表水温对东海鲈鱼资源变动的影 响分析

日本西海区水产研究所对东海区鲈鱼资源量的评估值与日本东海区鲈鱼捕捞产量呈显著正相关($r=0.83, n=35, P<0.001$),但与浙江近

海 CPUE 或捕捞产量不存在显著相关性。日本在东海区捕捞鲈鱼的主要海域为济州岛东南海区、对马海峡和九州西南近海^[16],因此,本研究中以日本西海区水产研究所估算的 $B_{estimated}$ 作为东海北部鲈鱼资源量状况指标,是可行的。

浙江群众鲈鳎鱼灯光围网主要以舟山附近

渔场为作业海区^[3],其渔获组成以鲈鱼占明显优势^[20],因此利用该资料基本上能反映浙江近海鲈鱼资源的变化情况。但采用船组数作为捕捞努力量有一定的缺陷,CPUE 计算会受到实际捕捞网次、捕捞天数^[3]、围网种类组成(如单围、双围等)^[11]、技术因素(如围网技术发展、渔民转产等)^[4]、环境因素(如长江冲淡水强引起渔场分散^[11])等的影响。但结合相关文献分析^[3-4],本文 CPUE 能从总体上反映浙江近海鲈鱼资源的变动趋势。

浙江近岸鲈鱼 CPUE 与长江口附近海域 3 - 6 月平均海表水温相关性最强,据宋海棠等^[4]的研究结果,长江冲淡水与台湾暖流是影响浙江近海鲈鱼围网渔场形成及作业位置重要因素,长江冲淡水的强弱对鲈鱼生殖洄游、繁殖、生长有较大影响,而长江冲淡水与台湾暖流的强弱均影响东海海表水温的分布与变动。HHIYAMA 等^[7]研究了海表水温对鲈鱼资源补充量的影响,认为在 125°E、30°N 点 2 - 6 月平均海表水温与鲈鱼资源补充量呈显著负相关关系,该结论与本文研究结果基本相似,但海域的位置稍微偏南。浙江近海 CPUE、东海北部 $B_{estimated}$ 均与上一年 9 - 12 月平均海表水温显著相关,但两者关系相反,其原因目前缺少文献支持。

上述两种指标基本反映了浙江近海与东海北部海域的鲈鱼资源状况。根据东海鲈鱼洄游路线及标志放流回捕结果^[9,21],两海区鲈鱼资源存在直接或间接交换可能。据此,推测上一年 9 - 12 月海表水温分布可能影响鲈鱼越冬洄游路线选择,即水温过快降低有可能使黄海、渤海等海域的鲈鱼南下洄游受阻,而进入东海北部海域的济州岛东南、九州西南海域越冬,而 3 - 4 月则可能是生殖洄游海域选择的重要时期,高温有利于东海中南部鲈鱼向浙江近海洄游,且表温越高,则性腺发育快,鲈鱼产卵后就地索饵;若表温低,则性腺发育慢,鲈鱼将继续向北洄游进入黄、渤海区。

由于海表水温的变化会影响鲈鱼资源的空间分布,利用不同海域评估资料研究鲈鱼资源量变化与海表水温的关系则会存在不同的结论。如 HIYAMA 等^[7]认为,低温有利于提高鲈鱼资源的补充,NISHIDA^[10]、HWANG^[8]等则观点相反。本文采用不同海区生产或评估数据得到两种不

同关系,这种相反关系可能预示海洋环境变化影响鲈鱼资源空间分布格局。多年资料表明,东海海表水温呈显著上升趋势(图 3A),与之相对应,浙江近海鲈鱼 CPUE 也呈上升趋势(图 3B),而东海北部鲈鱼 $B_{estimated}$ 则呈下降趋势(图 3C),浙江近海鲈鱼 CPUE 与海表水温呈正相关,而东海北部鲈鱼 $B_{estimated}$ 与海表水温呈负相关。

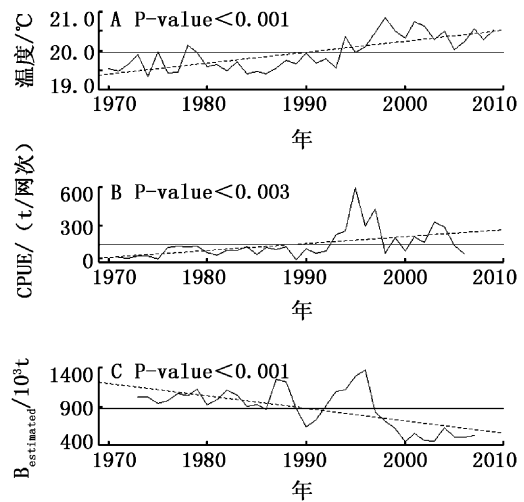


图 3 海表水温(124°E,30°N)、CPUE 与 $B_{estimated}$ 的趋势分析

Fig. 3 Trend analysis on sea surface temperature (124°E,30°N), CPUE and $B_{estimated}$

图中虚线为趋势回归线;实线为平均值;P-value 为趋势回归 P-value 值。

3.2 厄尔尼诺、拉尼娜事件对东海鲈鱼资源量的影响

厄尔尼诺、拉尼娜事件对我国气候、东海海洋环境的影响较为复杂^[22],而研究厄尔尼诺、拉尼娜事件对渔业资源的影响则更为复杂^[6]。从结果分析,拉尼娜事件不利于鲈鱼资源,如浙江近海 CPUE 相对低的年份如 1972 年、1975 年、1985 年、1989 年、1998 年、2000 年、2006 年均为拉尼娜年^[18],东海北部 $B_{estimated}$ 相对低的年份如 1975 - 1976 年,1984 - 1985 年,1989 年,1998 - 2000 年,2006 年也对应拉尼娜年,这一结论有别于其它研究结果^[6],且拉尼娜事件对东海鲈鱼资源变动影响具有同向性。

利用当年前 3 个月的 Niño 3.4 温度距平的平均值能粗略反映鲈鱼资源的丰歉年(图 2),其影响机制值得进一步探索,但影响资源变化的其它因素模糊了这种关系。如 1991 年 1 - 3 月

Niño 3.4距平均值为正年, CPUE 为相对低年, 但当年浙江近海鲈鱼资源状况较好^[23-24], 宋海棠等^[4]认为该年低产与长江冲淡水引起渔场分散有关; 再如 2002 - 2005 年东海北部 $B_{estimated}$ 较差, 但浙江近岸 CPUE 较好, 这有可能受海表水温变化引起鲈鱼资源空间分布调整所影响, 此外还有捕捞压力的影响^[3]。

3.3 对东海鲈鱼资源评估的建议

海洋环境变化对鱼类资源变动、时空分布有重要的影响^[25-26]。上述研究结果表明受海洋环境变化的影响, 东海鲈鱼资源的时空分布具有非均匀性和动态性特点。从目前东海鲈鱼资源评估研究看^[3,14,23], 较少考虑上述特点。建议在未来东海鲈鱼资源评估及有关研究中, 应该充分重视这些特点。

参考文献:

- [1] 程家骅, 林龙山. 东海区鲈鱼生物学特征及其渔业现状的分析研究[J]. 海洋渔业, 2004, 26(2): 73 - 78.
- [2] 王凯, 严利平, 程家骅, 等. 东海鲈鱼资源合理利用的研究[J]. 海洋渔业, 2007, 29(4): 337 - 343.
- [3] 张洪亮, 周永东, 陈斌. 浙江群众传统灯光围网渔业利用资源状况分析[J]. 海洋渔业, 2007, 29(2): 174 - 178.
- [4] 宋海棠, 陈阿毛, 丁天明, 等. 浙江渔场鲈鱼资源利用研究[J]. 浙江水产学院学报, 1995, 14(1): 2 - 13.
- [5] 丁天明, 宋海棠. 机轮拖网捕捞鲈鱼的现状及渔况分析[J]. 浙江水产学院学报, 1995, 14(1): 47 - 52.
- [6] 洪华生, 何发祥, 杨圣云. 厄尔尼诺现象和浙江近海鲈鱼渔获量变化关系[J]. 海洋湖沼通报, 1997(4): 8 - 16.
- [7] HIYAMA Y, YODA M, OHSHIMO S. Stock size fluctuation in chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the East China Sea and the Japan/East Sea[J]. Fisheries oceanography, 2002, 11(6): 347 - 353.
- [8] HWANG S D. Population Ecology of pacific mackerel, *Scomber japonicus*, off Korea [D]. Daejeon: Chungnam National University, 1999.
- [9] 张秋华, 程家骅, 徐汉祥, 等. 东海区渔业资源及其可持续利用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2007.
- [10] NISHIDA H. Long term fluctuations in the stock of jack mackerel and chub mackerel in the western part of Japan Sea[J]. Bull Japan Soc Fish Oceanogr, 1997, 61: 316 - 318.
- [11] 宋海棠, 丁天明. 1995 年浙江渔场秋季鲈鱼汛特点分析[J]. 海洋水产科技, 1996, 52(2): 31 - 36.
- [12] 黄传平. 浙江渔场夏秋汛机帆船灯围作业渔况分析[J]. 浙江水产学院学报, 1995, 14(1): 41 - 46.
- [13] 夏章英. 光诱围网[M]. 北京: 海洋出版社, 1984: 2.
- [14] 李纲. 我国近海鲈鱼资源评估及风险评价[D]. 上海: 上海水产大学, 2008.
- [15] 由上龍嗣, 檜山義明, 依田真里, 等. 平成 20 年マサバ対馬暖流系群の資源評価[EB/OL]. <http://www.fra.affrc.go.jp>, 2010 - 4 - 22.
- [16] 程家骅, 张秋华, 李圣法, 等. 东黄海渔业资源利用[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
- [17] Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO. DAAC). NCEP Reynolds Historical Reconstructed Sea Surface Temperature Data Set[EB/OL]. [2010 - 04 - 22] http://podaac.jpl.nasa.gov/DATA_CATALOG/sst.html.
- [18] National Weather Service Climate Prediction Center. Monthly atmosphere and SST Index[EB/OL]. [2010 - 04 - 22] <http://www.cpc.noaa.gov/data/indices/>.
- [19] The international Research institute for climate and society. Overview of the ENSO System[EB/OL]. [2010 - 04 - 27] <http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/background/monitoring.html>.
- [20] 张洪亮, 潘国良, 姚光展, 等. 浙江省群众灯光围网渔业现状的研究[J]. 浙江海洋学院学报, 2006, 25(4): 397 - 406.
- [21] 朱德山, 王为祥, 张国祥. 黄海鲈鱼(*Pneumatophorus japonicus*) 渔业生物学研究 I 黄、渤海鲈鱼洄游分布研究[J]. 海洋水产研究, 1982(4): 17 - 31.
- [22] 朱家喜. ENSO 知识讲座第六讲 ENSO 对气候的影响[J]. 海洋预报, 2003, 20(1): 68 - 72.
- [23] 陈卫忠, 胡芬, 严利平. 用实际种群分析法评估东海鲈鱼现存资源量[J]. 水产学报, 1998, 22(4): 334 - 339.
- [24] 陈阿毛, 丁天明. 鲈鱼幼鱼发生量调查报告[J]. 浙江水产学院学报, 1995, 14(1): 36 - 40.
- [25] 曹晓怡, 周为峰, 樊伟. 印度洋大眼金枪鱼、黄鳍金枪鱼延绳钓渔场重心变化分析[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(4): 466 - 471.
- [26] 曹杰, 陈新军, 刘必林, 等. 鱿鱼类资源量变化与海洋环境关系的研究进展[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(3): 232 - 239.

Influence of sea surface temperature and La Niña event on temporal and spatial fluctuation of chub mackerel (*Scomber japonicus*) stock in the East China Sea

GUAN Wen-jiang^{1,2,3}, CHEN Xin-jun^{1,2,3}, LI Gang^{1,2,3}

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. The Key Laboratory of Oceanic Fisheries Resources Exploitation of Shanghai Education Commission, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. The Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries Resources, Shanghai Ocean University, Ministry of Education, Shanghai 201306, China)

Abstract: Based on the catch and fishing effort data from small scale traditional light seining fisheries of Zhejiang Province and abundance data estimated by Fisheries Agency of Japan, the influence of the sea surface temperature (SST) from East China Sea and sea surface temperature anomaly (SSTA) from Niño 3.4 area on the stock size of chub mackerel in East China Sea was analyzed. The results showed that there were significant positive relation ($P < 0.05$) between SST and CPUE derived from small scale traditional light seining fisheries of Zhejiang Province and significant negative relation ($P < 0.05$) between SST and abundance from Japan. The averaged SSTA of Niño 3.4 from January to March can be considered as an index which roughly reflected abundance levels. When the averaged SSTA was negative, there was a great chance in lean year for chub mackerel stock, and vice versa. The opposite relationships between SST and abundance from different areas may be attributed to the influence of SST on migration of chub mackerel. La Niña event would have a negative impact on the resource in the whole East China Sea, but the reason needs to be investigated in the future. The results indicated that the temporal and spatial dynamics of the stock should be included in the stock assessment for chub mackerel.

Key words: chub mackerel; stock size; sea surface temperature; Niño 3.4 index; La Niña event; East China Sea