

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2011.05.016

# 东中国海环流对 2008 年浒苔事件的影响

左军成<sup>1</sup>,徐珊珊<sup>2</sup>,石少华<sup>3</sup>,陈美香<sup>1</sup>,徐 青<sup>1</sup>

(1.河海大学物理海洋研究所,江苏 南京 210098;2.国家海洋信息中心,天津 300171;

3. 闽东海洋环境监测中心,福建 宁德 352100)

**摘要:**以 2008 年浒苔暴发期间每隔 5 天的海表温度和风场做强迫场,利用 POM 模型模拟得到 2008 年黄海浒苔事件期间的环流场.模拟的夏季黄海近岸表层流向北流动,流速较大;山东半岛南岸表层流向东北流动,流速较小.模拟结果显示,表层流场主要受到风向的影响.在夏季,黄海近岸表层流为向北然后转为向东北流动,形成顺时针旋转的环流.而环流产生的流隔和青岛外海的涡旋利于浒苔向环流中心的辐聚,以及浒苔从黄海中部海区向青岛沿岸海区的漂移和聚集.

**关键词:**浒苔;环流;东中国海

中图分类号:P732

文献标志码:A

文章编号:1000-1980(2011)05-0561-08

东中国海的环流有两大流系——外海流系及沿岸流系,两大流系的发展构成了东中国海环流的基本框架<sup>[1]</sup>.有关科研人员通过大量零散的水文调查、简单的过程模型和三维数值模拟<sup>[2]</sup>,对目前东中国海环流的整体结构已经有了较明确的描述<sup>[3-7]</sup>.但由于缺少长期观测资料,环流的精细结构和中小尺度涡旋等的变化还无法得出定论<sup>[8]</sup>.

2008 年青岛海域暴发了大规模的浒苔灾害.浒苔最初见于黄海中部海域,之后在风场和海流等诸多因素作用下漂移至青岛海域,卫星遥感监测也证实了浒苔的漂移.在这一过程中黄海表层流起到了重要的作用<sup>[9-11]</sup>.浒苔漂移引发了人们对夏季东中国海环流尤其是近岸表层流的关注.

本文利用 POM 模型,以浒苔事件为背景,模拟浒苔暴发期间东中国海的环流,以期探究东中国海环流对浒苔漂移的影响,为青岛浒苔的大规模暴发提供水动力环境的解释.

## 1 模型设置

### 1.1 模拟海域及模型参数设置

计算海域范围为 24°N ~ 43°N,117°E ~ 131°E,水平正交网格,空间分辨率为 5' × 5'.垂向分为 16 层.外模时间步长为 20 s,内模时间步长为 600 s.

水深采用中国人民解放军海军航海保障部出版的航海图,最小水深设为 8 m,最大水深 3 000 m(图 1).

### 1.2 初始条件、边界条件、强迫场

初始水位和流速场为零,用 1 月的 WOA01 气候态月均温盐资料作为模型的初始场.开边界位置见图 1,开边界流速和温度取自 HYCOM 全球模拟的结果.

强迫场包括气候态月均的 COADS 热通量资料,气候态月均的 WOA01 海表盐度资料,以及气候态月均的 COADS 风应力资料;2008 年日本东北大学综合观测每天 1 次的海表温度资料;2008 年 QSCAT 卫星观测每 3 天平均的风场资料.

### 1.3 数值试验设计

数值试验分 2 个阶段,第 1 阶段的目的是获得东中国海稳定的气候态流场、温盐场,并与以往的观测结果比对,进行模型验证和参数修订.第 2 阶段得到 2008 年浒苔期间的东中国海环流场,分析环流精细结构及其对大型浒苔的输移作用.

收稿日期:2011-05-28

基金项目:国家自然科学基金(40976006);海洋公益性行业科研专题(201005019,201105010);国家海洋局重点实验室开放基金(200808)

作者简介:左军成(1965—)男,山东日照人,教授,博士,主要从事潮汐、气候与海平面变化的研究.E-mail:zuo@ouc.edu.cn

第 1 阶段:从初始状态积分,开边界为每隔 5 d 的深度平均流速和三维温度、盐度数据,加入月均海表热通量、盐度和风场强迫,模型积分 5 a,得到气候态流场和温盐场。

第 2 阶段:从第 6 年开始,保持其他条件不变,将表面强迫场的温度和风场数据用 2008 年浒苔暴发期间每隔 5 天的日本东北大学海表温度和 QSCAT 风场替换,模型积分 5 a,得到 2008 年浒苔事件期间东中国海环流的流场和温盐场。

2 模型结果验证及参数化过程修订

2.1 气候态海表温度模拟结果验证

将第 1 阶段所得东中国海气候态流场和温度场、盐场与观测结果比对,图 2 为模拟得到的冬季(2 月份)、夏季(8 月份)海表温度场。

冬季海表温度呈现从北向南升高的趋势,整个海域的南北温差超过 20℃(图 2a)。等温线呈西南—东北走向,大体沿等深线分布。近岸浅水海域水温低,深水海域水温高,水平梯度大。渤海有一暖水舌从渤海海峡伸进渤海湾,黄海表层有一暖水舌从南黄海经北黄海一直延伸到渤海海峡,影响黄海大部分海域,暖水舌东西两侧水温明显低于同纬度中部海域;东海海区高温区在黑潮流域,124°E 以北直到长江口和东北海域各有 1 个暖水舌。

夏季海温比冬季均匀得多(图 2b)。渤海大部分海域海温在 24~26℃ 之间,高温出现在水深较浅的辽东湾、渤海湾和莱州湾,而渤海中部温度较低,黄海大部分海域海温在 24~26℃ 之间,沿岸浅水区水温较高,而在辽东半岛和山东半岛的顶端,以及朝鲜西岸却存在明显的低温区。东海比渤海和黄海海温更均匀,等温线基本沿岸线走向,绝大部分海域海温为 28~29℃,海域差异小,仅在闽浙沿岸出现低温区。

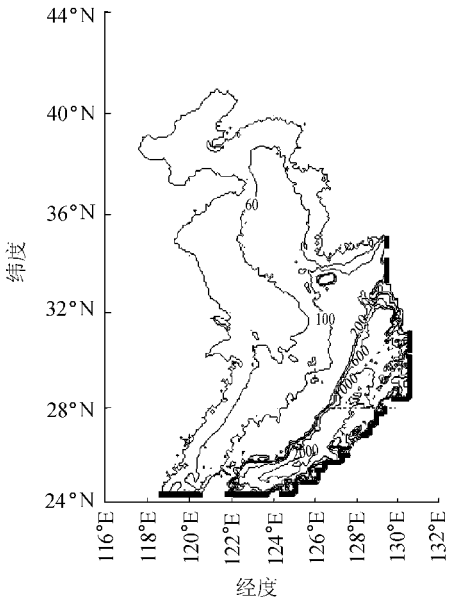


图 1 东中国海地形及模型开边界示意图  
Fig. 1 Sketch of topography of East China Sea and open boundary of model

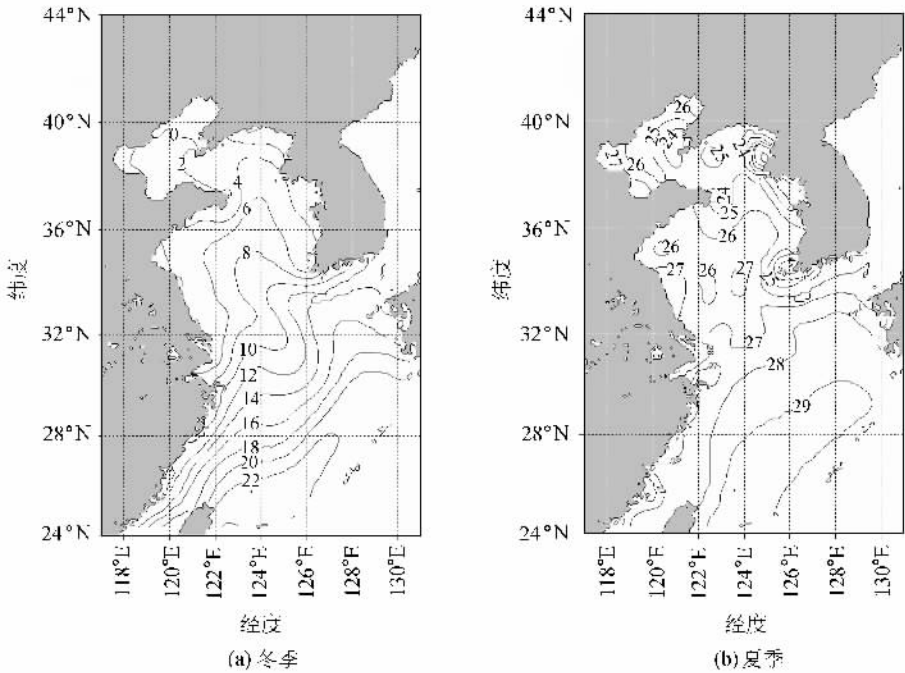


图 2 东中国海海表温度模拟结果(单位:℃)

Fig. 2 Simulated results of sea surface temperature in East China Sea (units:℃)

冬季和夏季东中国海表层海温的分布特征与汤明义等<sup>[12-13]</sup>的结果一致。

2.2 气候态流场模拟结果验证

模拟得到的冬、夏两季的表层和深度平均东中国海环流形态比较准确地刻画了东中国海的环流场结构

(图 3、图 4) ,与苏纪兰<sup>[2]</sup>的结论基本一致.

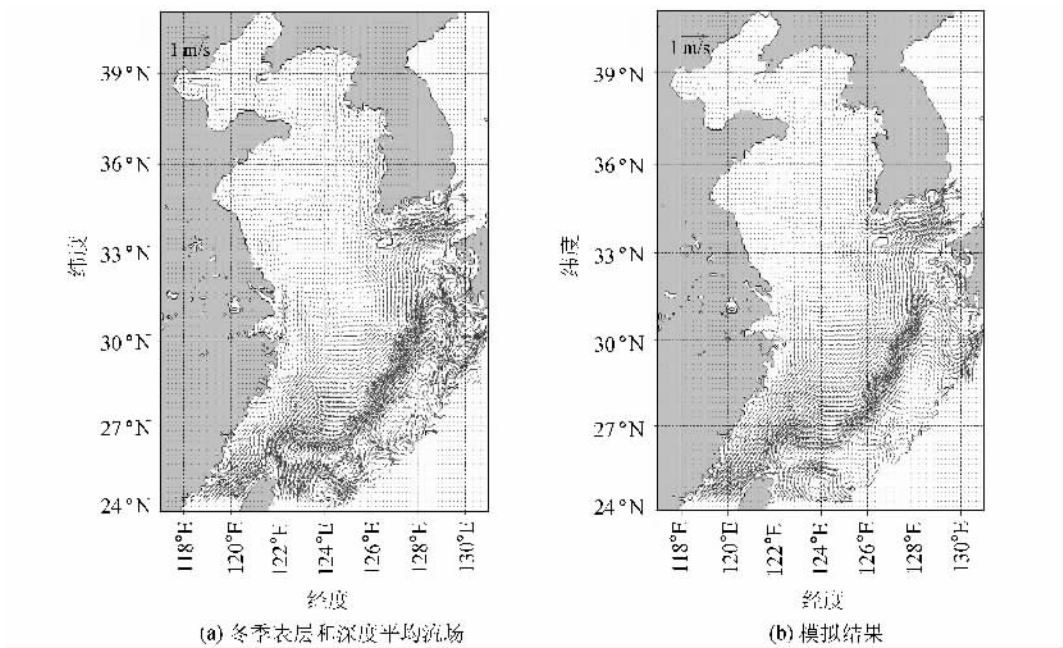


图 3 冬季表层和深度平均流场及其模拟

Fig. 3 Simulated surface and depth-averaged flow fields in winter

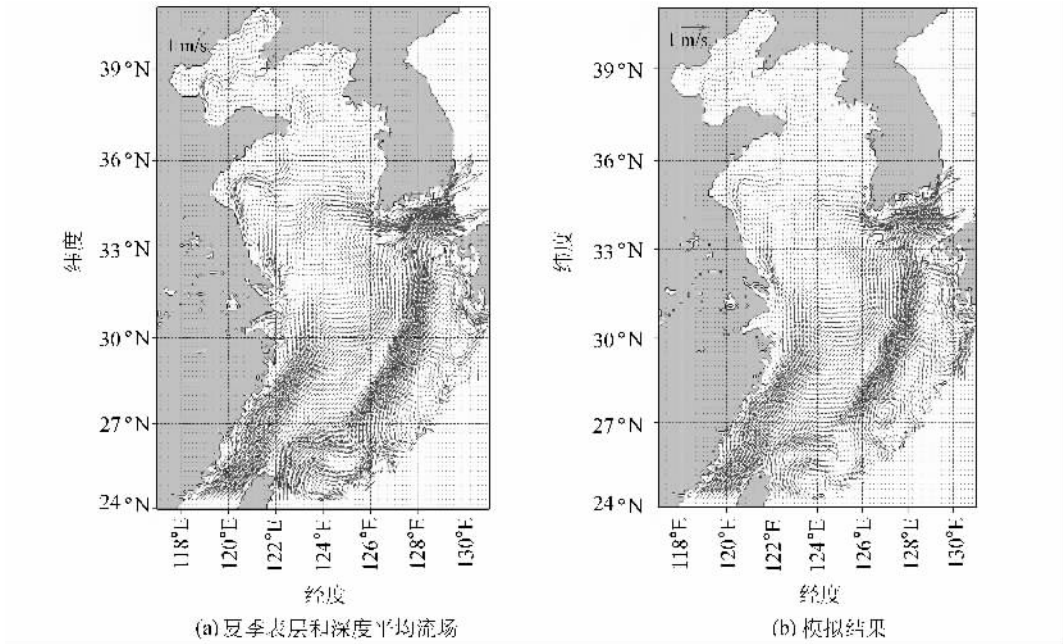


图 4 夏季表层和深度平均流场及其模拟

Fig. 4 Simulated surface and depth-averaged flow fields in summer

2.2.1 黑潮

黑潮经台湾以东海区的水道进入东海,向北流动,当触及东海陆坡后(26°N,122°E),有很少部分海流冲上陆坡,与陆架水混合.黑潮主流转向偏东方向,在(26°N,125°E)转向东北,沿着东海陆坡前行,偏向 200 m 等深线的右侧,在大隅海峡和吐噶喇海峡流出东海进入日本以南海域.东海黑潮的流轴、流速都比较稳定,具有季节变化特征.黑潮主轴流速约为 0.9 m/s,最大为 1 m/s 以上.夏季黑潮主轴强度比冬季强,流幅比冬季宽.

黑潮两侧出现了一些逆流和涡旋.分析冬、夏季表层和深度平均流场,发现这些涡旋的位置相对稳定.主要涡旋有:29°N,128°30'E 附近,黑潮到达奄美群岛西侧时,冬夏季都存在一个反气旋型涡旋,直径约为 100 km,这一现象与日本的卫星追踪浮标资料<sup>[14]</sup>符合得很好.27°N,127°E 附近存在一个反气旋型涡旋,直径

约为 100 km,这与陈红霞等<sup>[15]</sup>的实测结果较一致,25°N,124°E 附近有一股比较强的逆流,与顾玉荷等<sup>[16]</sup>所描绘的海流示意图较一致.

### 2.2.2 台湾暖流

从本文模拟结果看,台湾暖流除冬季表层受偏北风的影响,沿岸附近海域有偏南的流动外,冬季垂直平均流速和夏季流速均一致地沿等深线流向东北.台湾暖流主轴的流速冬季多小于 0.15 m/s,夏季流速在 0.15 m/s 左右,夏季流幅较冬季宽.冬季,台湾暖流部分源于黑潮在台湾岛东北向陆架的入侵,夏季则主要来自沿台湾海峡的北上流动.这与赵保仁等<sup>[17-19]</sup>的分析结果较一致.

### 2.2.3 对马暖流

黑潮在 30°N,128°E 附近分为 2 支,1 支转为东南方向在九州岛西岸流入太平洋,1 支继续北上,之后转为东北方向通过对马海峡流入日本海,构成对马暖流的主要来源.对马暖流主轴流速冬季多在 0.4 m/s 左右,夏季主轴流速比冬季大.

对马暖流曾被认为是东海黑潮在九州西南海域分离出来而向北流去的一个分支,但是后来的许多调查研究表明,对马暖流并不是简单的黑潮分支,而是由东海黑潮水、东海陆架混合水等多源汇集而形成的.从本文的模拟结果看,对马暖流的主要来源有东海黑潮分支水、东海陆架混合水和朝鲜沿岸流.对马暖流有明显的季节变化特征,夏季,由于构成对马暖流的黑潮分支水、东海陆架混合水均比冬季强,使得对马暖流比冬季强.

### 2.2.4 黄海暖流

黄海暖流流速较小.在冬季深度平均流场中,黄海环流最显著的特征是黄海中部北上的黄海暖流,表明黄海暖流下层强于表层.该暖流从济州岛以南海区流向西北进入黄海,大约在 34°N 转向北,可以一直到达渤海口.冬季黄海暖流主要来源于黑潮和对马暖流分支,其走向基本沿 60 m 等深线延伸.夏季盛行的南风不利于黄海暖流的发展,所以夏季黄海暖流较弱,仅能向北延伸到 34°N,这与 Hsueh 等<sup>[20]</sup>的结果一致.在济州岛西北,黄海暖流会分出 1 支折向东,经济州海峡汇入对马暖流.黄海暖流主要起源于东海陆架流动,甚至上溯到台湾暖流的近岸分支,仅有很少一部分来自黑潮的分支.

### 2.2.5 近岸表层流

冬季表层流中向南流的东海近岸表层流较显著,但是模拟流幅过窄.夏季盛行东南风和西南风,东海近岸表层流自南向东北流,在到达青岛海域时转向东或东南.这一北向近岸表层流的存在能很好地解释 2008 年浒苔从黄海中部到青岛海域的漂移.

之前普遍认为终年向南流的黄海近岸表层流在本文的模拟结果中没有表现出来.

在朝鲜半岛西岸,终年都存在着向南的近岸表层流,并在朝鲜半岛西南角转向东,冬季较强,夏季较弱.这些特征与以往的研究结果极为吻合.

渤海终年存在一个顺时针旋转的环流,这与陈新平<sup>[21]</sup>的研究结果一致.

从温度场和环流场的模拟结果来看,本文建立的东中国海气候态模型比较合理,能较好地刻画东中国海环流的基本结构和流速的量级.

## 3 2008 年浒苔事件期间东中国海环流

### 3.1 风场对浒苔密集区形成及移动的影响

分析 2008 年 5—7 月每 3 天平平均的 QSCAT 风场,并计算散度.卫星监测的浒苔分布(图 5,图中椭圆范围为比较晴的 3D 监测结果,表明浒苔区的移动<sup>[11]</sup>)与 2008 年 5—7 月风场辐合区(图 6)空间位置较一致,而浒苔聚集区的移动与盛行风向基本一致.2008 年 5 月

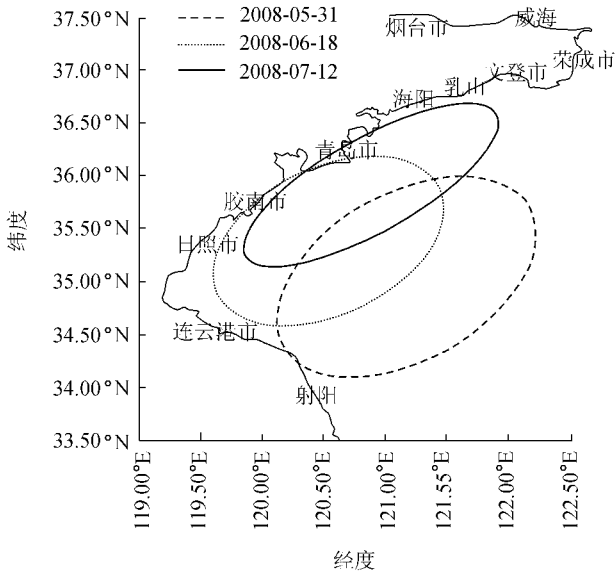


图5 卫星(EOS/MODIS)监测浒苔分布  
Fig. 5 Algal distribution monitored by satellite (EOS/MODIS)

中旬黄海西部为西南风,黄海中部和东部为东南风,在西南风和东南风之间出现明显的风场辐合带.到 5 月底黄海中西部转为西风,东部为西北风,二者之间仍为辐合区.风场辐合区位置与图 5 卫星遥感监测到的浒苔密集区位置一致.对照图 5 还可以看到在西南风的作用下,5 月下旬浒苔聚集区向东北方向漂移,并且面积不断扩大,这与李大秋等<sup>22</sup>的研究结果一致.

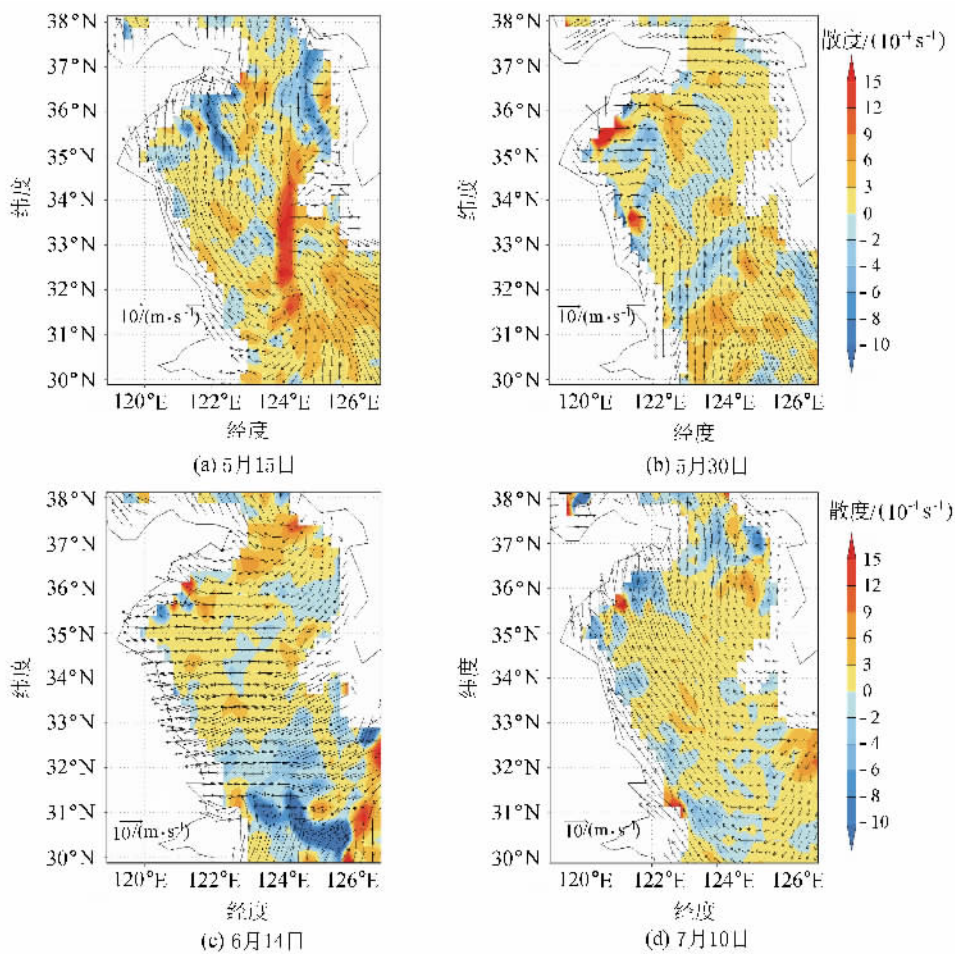


图 6 2008 年 5—7 月风场与散度场

Fig. 6 Wind field and divergence field from May to July in 2008

2008 年 6 月为明显的偏东风异常,6 月 14 日的风场见图 6(c).在偏东风的作用下,位于黄海中西部的浒苔聚集区向西漂移,漂移到青岛近海海域.从卫星图片看到 6 月 18 日黄海东部青岛近海已经出现浒苔,风场辐合区也在青岛沿海.6 月一直维持偏东风,在其影响下,大量浒苔出现在青岛沿海和奥林匹克帆船比赛海区.

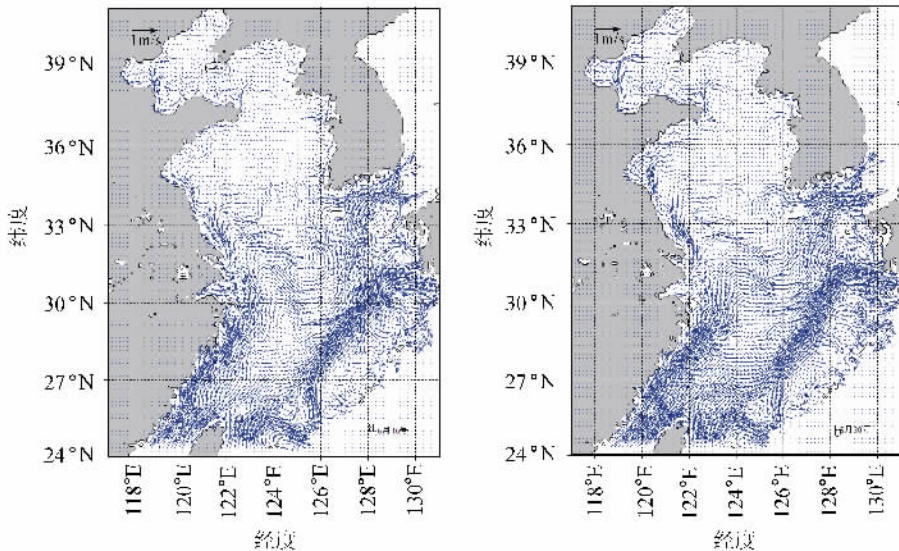
2008 年 7 月上旬,黄海转为偏南风,山东半岛南部海区为偏西南风,之间形成辐合区,且辐合区较之 6 月向东延伸.在西南风的作用下,浒苔密集区向东北方向移动.7 月 6 日和 12 日的卫星监测结果表明,沿山东半岛南部沿海,胶南—青岛—海阳近海均出现大片浒苔.风场演变过程与浒苔的移动过程非常一致.

3.2 2008 年浒苔事件期间东中国海环流结构

结合风场资料,本文对模拟得到的东中国海 2008 年 5 月 15 日—6 月 30 日的环流结构进行分析(图 7).5 月 15 日,山东半岛南岸是西南风,黄海中部是东南风.在东南风的影响下,黄海近岸表层流紧贴黄海岸边向西北方向流动,山东半岛南岸在西南风作用下向东北方向流动.5 月中旬在黄海中部出现的浒苔在该北向表层流的影响下向北漂移.黑潮和台湾暖流依然保持夏季表层流的特点,黄海暖流这时不太明显,朝鲜沿岸表层流在东北风的吹拂下偏西南方向流动,渤海内依然是顺时针方向的流动.

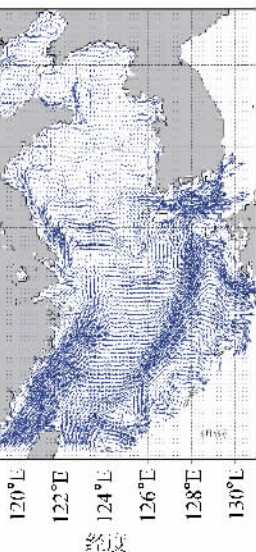
2008 年 5 月 30 日,黄海中西部转为西风,东部为西北风.在西风的影响下,黄海近岸表层流明显偏向东流,山东半岛南岸水域表层流在西南风的影响下有向东北方向的流动.此时浒苔向东北方向扩展,面积扩大,在青岛附近东南海域出现浒苔.

2008 年 6 月 15 日,在东风的影响下,黄海近岸表层流紧贴岸边向西、向北流,浒苔漂移到青岛近岸海区.

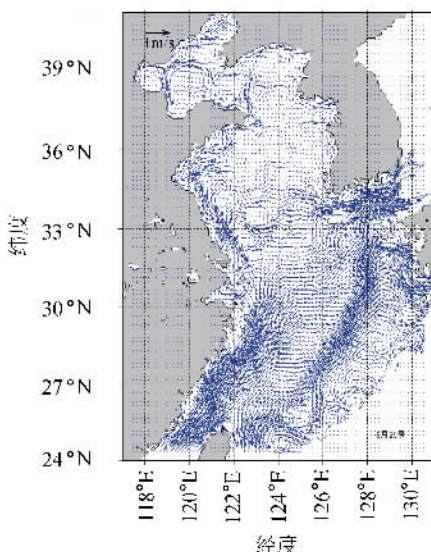


(a) 5月15日

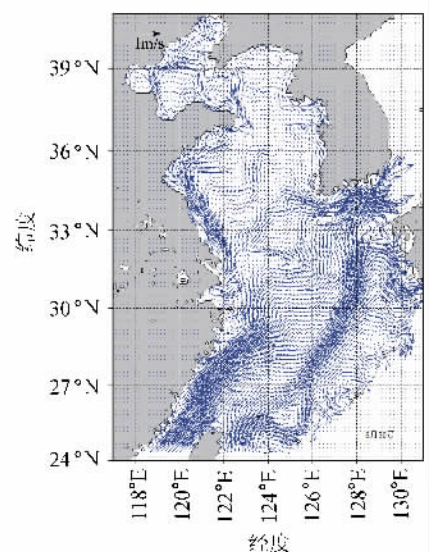
(b) 5月30日



(c) 6月15日



(d) 6月25日



(e) 6月30日

图 7 2008 年 5—6 月底浒苔期间流场模拟结果

Fig. 7 Simulated flow fields during algae bloom period from May to July in 2008

6月25日和6月30日在东南风的影响下,山东半岛南部海区沿岸向东北表层流增强,同时在胶南-海阳附近海域有东南流向的环流出现,这些使得大量浒苔在青岛沿海和奥林匹克帆船基地附近聚集。

流场的模拟结果与风向基本匹配,表层流场主要受风向的影响。另外值得注意的是,之前普遍认为黄海近岸表层流向南流动,本文模拟的夏季黄海近岸表层流却是向北流动,山东半岛南岸表层流向东北流动,且该海流与风场关系密切。山东半岛南岸表层流较小,约 $0.15\text{ m/s}$ ,黄海沿岸较大,约 $0.3\text{ m/s}$ ,这与刘志亮等<sup>[8]</sup>的研究结果相同,与使用真实地形进行黄海环流模拟的数值模型<sup>[23-24]</sup>结果一致。本文推测在夏季黄海近岸表层流为向北然后转为向东北的流动,流转向的位置形成流隔,利于浒苔的聚集。另外,在青岛外海南北两侧存在2个涡旋,北侧为逆时针旋转,南侧为顺时针旋转,2个涡旋的存在使得青岛海域的浒苔更容易聚集,造成青岛附近海域浒苔聚集量比日照更大的状况。以上结论很好地解释了浒苔从黄海中部海区向青岛沿岸海区漂移和聚集的原因。本文黄海近岸表层流北向流动这一模拟结果与较精确地形的引入和夏季风密切相关。

#### 4 结 语

本文利用 POM 模型模拟东中国海气候态的温度场和流场,在此基础上模拟 2008 年黄海浒苔事件期间的环流。模拟得到的气候态温度场与多年观测统计得到的温度场分布较一致。黑潮的主要特征模拟结果较

好,主轴流速约为  $0.9\text{ m/s}$ ,最大为  $1\text{ m/s}$  以上,夏季主轴强度比冬季强,夏季流幅比冬季宽。黑潮两侧出现一些逆流和涡旋,对马暖流主轴流速冬季多在  $0.4\text{ m/s}$  左右,夏季主轴流速比冬季大。对马暖流主要来源有东海黑潮分支水、东海陆架混合水和朝鲜沿岸流,夏季比冬季强。模拟冬季表层环流的黄海暖流不太显著,向北只延伸到  $34^\circ\text{N}$ ,而冬季深度平均流场中黄海暖流很显著,表明下层流强于表层流。模拟得到的冬季表层东海近岸流较显著,但是模拟流幅过窄。之前普遍认为终年向南流的黄海近岸表层流,本文的模拟结果为冬季向南流,而在夏季却沿岸北上。在朝鲜半岛西岸,终年都存在着向南的近岸流,并在朝鲜半岛西南角转向东,冬季较强,夏季较弱。在渤海终年存在 1 个顺时针方向的环流。

分析 2008 年 5—7 月浒苔暴发区域的风场,发现浒苔聚集区与风场辐合区空间位置较一致,而浒苔聚集区的移动与盛行风向基本一致。用 2008 年浒苔暴发期间每隔 5 天的海表温度场和风场做强迫场,得到 2008 年浒苔事件期间东中国海环流场。流场的模拟结果与风向基本匹配,表层流场主要受到风的影响。模拟的夏季黄海近岸表层流向北流动,山东半岛南岸向东北流动,且该海流与风场关系密切。山东半岛南岸表层流较小,黄海近岸较大。本文推测在夏季黄海近岸表层流为向北然后转为向东北的流动,流转向的位置形成流隔,利于浒苔的聚集。青岛外海南北两侧存在的 2 个涡旋使得青岛海域的浒苔更容易聚集,青岛附近海域浒苔聚集量比日照更大。这些结论很好地解释了浒苔从黄海中部海区向青岛沿岸海区漂移和聚集的原因。黄海近岸表层流向北流动这一模拟结果与较精确地形的引入和夏季风密切相关。

## 参考文献:

- [1] 孙湘平. 对马暖流“东海段”的流路与流速[J]. 黄渤海海洋, 1995, 13(1): 1-10. (SUN Xiang-ping. Path and velocity of the Tsushima Warm Current in the East China Sea[J]. Journal of Oceanography of Huanghai & Bohai Seas, 1995, 13(1): 1-10. (in Chinese))
- [2] 苏纪兰. 中国近海的环流动力机制研究[J]. 海洋学报, 2001, 23(4): 1-16. (SU Ji-lan. A review of circulation dynamics of the coastal oceans near China[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2001, 23(4): 1-16. (in Chinese))
- [3] 邓健, 黄立文, 吴国雄, 等. 完全强迫下冬季黄东海环流三维高分辨数值模拟[J]. 武汉理工大学学报: 交通科学与工程版, 2003, 27(2): 161-165. (DENG Jian, HUANG Li-weng, WU Guo-xiong, et al. 3D fine-resolution modeling of China Yellow East Sea's circulation with complete forcing in winter[J]. Journal of Wuhan University of Technology: Transportation Science & Engineering, 2003, 27(2): 161-165. (in Chinese))
- [4] 胡好国, 袁业立, 万振文. 海浪混合参数化的渤海、黄海、东海水动力环境数值模拟[J]. 海洋学报, 2004, 26(4): 19-32. (HU Hao-guo, YUAN Ye-li, WAN Zhen-wen. Study on hydrodynamic environment of the Bohai Sea, the Huanghai Sea and the East China Sea with wave-current coupled numerical mode[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2004, 26(4): 19-32. (in Chinese))
- [5] 樊孝鹏, 黄大吉, 章本照. 东海黑潮的气候态数值模拟[J]. 浙江大学学报: 工学版, 2006, 40(5): 916-920. (FAN Xiao-peng, HUANG Da-ji, ZHANG Ben-zhao. Climatological simulation of Kuroshio in the East China Sea[J]. Journal of Zhejiang University: Engineering Science, 2006, 40(5): 916-920. (in Chinese))
- [6] 刘兴泉, 尹宝树, 侯一筠. 长江口及其邻近海区环流和温、盐结构动力学研究[J]. 海洋与湖沼, 2008, 39(1): 82-89. (LIU Xing-quan, YIN Bao-shu, HOU Yi-jun. The dynamic of circulation and temperature-salinity structure in the changjiang mouth and its adjacent marine area[J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 2008, 39(1): 82-89. (in Chinese))
- [7] 鲍献文, 林霄沛, 吴德星, 等. 东海陆架环流季节变化的模拟与分析[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2005, 35(3): 349-356. (BAO Xian-wen, LIN Xiao-pei, WU De-xing, et al. Simulation and analysis of shelf circulation and its seasonal variability in the East China Sea[J]. Periodical of Ocean University of China, 2005, 35(3): 349-356. (in Chinese))
- [8] 刘志亮, 胡敦欣. 黄海夏季近岸海区环流的初步分析及其与风速的关系[J]. 海洋学报, 2009, 31(2): 2-7. (LIU Zhi-liang, HU Dun-xin. Preliminary study on the Huanghai Sea coastal current and its relationship with local wind in summer[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2009, 31(2): 2-7. (in Chinese))
- [9] 徐兆礼, 叶属峰, 徐韧. 2008 年中国浒苔灾害成因条件和过程推测[J]. 水产学报, 2009, 33(3): 430-437. (XU Zhao-li, YE Shu-feng, XU Ren. Possible conditions and process of the massive blooms of enteromorpha prolifera in China during 2008[J]. Journal of Fisheries of China, 2009, 33(3): 430-437. (in Chinese))
- [10] 李德萍, 杨育强, 董海鹰, 等. 2008 年青岛海域浒苔大暴发天气特征及成因分析[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2009, 39(6): 1165-1170. (LI De-ping, YANG Yu-qiang, Dong Hai-ying, et al. Cause analysis and synoptic characteristics for outbreaks of enteromorpha around Qingdao in 2008[J]. Periodical of Ocean University of China, 2009, 39(6): 1165-1170. (in Chinese))
- [11] 张苏平, 刘应辰, 张广泉, 等. 基于遥感资料的 2008 年黄海绿潮浒苔水文气象条件分析[J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2009, 39(5): 870-876. (ZHANG Su-ping, LIU Ying-chen, ZHANG Guang-quan, et al. Analysis on the hydro-meteorological conditions

- from remote sensing data for the 2008 algal blooming in the Yellow Sea[J]. Periodical of Ocean University of China 2009, 39(5): 870-876. (in Chineses))
- [12] 汤明义, 刘宇中, 李洪海, 等. 渤、黄海及东海北部平均表面水温场季节变化特征及其成因的初步分析[J]. 海洋学报, 1989, 11(5): 544-553. (TANG Ming-yi, LIU Yu-zhong, LI Hong-hai et al. Analysis on the characteristics and origin of the seasonal variability of the sea surface temperature field in the Bohai Sea, the Huanghai Sea and the north of East China Sea[J]. Acta Oceanologica Sinica, 1989, 11(5): 544-553. (in Chineses))
- [13] 冯士眩, 李凤岐, 李少菁. 海洋科学导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 434-435.
- [14] 管秉贤. 东海海流结构及涡旋特征概述[M]. 中国科学海洋研究所. 海洋科学集刊. 北京: 科学出版社, 1986: 1-22.
- [15] 陈红霞, 袁业立, 华锋, 等. 东海黑潮主段环流子结构研究[J]. 海洋科学进展, 2006, 24(2): 137-145. (CHEN Hong-xia, YUAN Ye-li, HUA Feng et al. Study on circulation substructure in the main part of the Kuroshio in the East China Sea[J]. Advances in Marine Science 2006, 24(2): 137-145. (in Chineses))
- [16] 顾玉荷, 孙湘平, 许兰英. 137°E 经向断面上的副热带逆流[J]. 海洋学报, 1999, 21(5): 22-30. (GU Yu-he, SUN Xiang-ping, XU Lan-ying. Subtropical counter current at the 137°E longitudinal section[J]. Acta Oceanologica Sinica, 1999, 21(5): 22-30. (in Chineses))
- [17] 赵保仁. 局地风对黄海和东海近岸域海流的影响的研究[J]. 海洋与湖沼, 1982, 13(6): 479-490. (ZHAO Bao-ren. A study of the effects of local wind on currents in the off-shore areas of the East China Sea and Huanghai Sea[J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 1982, 13(6): 479-490. (in Chineses))
- [18] 朱建荣, 丁平兴, 朱首贤. 黄海、东海夏季环流的数值模拟[J]. 海洋学报, 2002, 24(增刊1): 123-133. (ZHU Jian-rong, DING Ping-xing, ZHU Shou-xian. Numerical simulation of the circulation in the Huanghai Sea and the East China Sea in summer time[J]. Acta Oceanologica Sinica 2002, 24(Sup1): 123-133. (in Chineses))
- [19] 魏泽勋, 李春雁, 方国洪, 等. 渤海夏季环流和渤海海峡水体输运的数值诊断研究[J]. 海洋科学进展, 2003, 21(4): 454-464. (WEI Ze-xun, LI Chun-yan, FANG Guo-hong et al. Numerical diagnostic study of the summertime circulation in the Bohai Sea and the water transport in the Bohai Strait[J]. Advances in Marine Science 2003, 21(4): 454-464. (in Chineses))
- [20] HSUEH H, SCHULTA J R, HOLLAND W R. The Kuroshio flow-through in the East China Sea: a numerical model[J]. Progress Oceanography, 1997, 39: 78-108.
- [21] 陈新平. 渤、黄海海温结构及相应环流场的数值模拟研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2006.
- [22] 李大秋, 贺双颜, 杨倩, 等. 青岛海域浒苔来源与外海分布特征研究[J]. 环境保护, 2008, 40(8B): 45-46. (LI Da-qiu, HE Shuang-yan, YANG Qian et al. A study of the source and distribution of enteromorpha around Qingdao[J]. Environmental Protection, 2008, 40(8B): 45-46. (in Chineses))
- [23] XIA C, QIAO F, YANG Y, et al. Three dimensional structure of the summer time circulation in the Yellow Sea from a wave-tide-circulation coupled model[J]. J Geophys Res 2006, 111, C11S03. doi: 10.29/2005JC003218.
- [24] NIINO H, EMERY K O. Sediments of shallow portions of the East China Sea and South China Sea[J]. Geol Soc American Bull, 1961, 72: 731-762.

## Impact of East China Sea current on algal bloom in 2008

ZUO Jun-cheng<sup>1</sup>, XU Shan-shan<sup>2</sup>, SHI Shao-hua<sup>3</sup>, CHEN Mei-xiang<sup>1</sup>, XU Qing<sup>1</sup>

(1. Institute of Physical Oceanography, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. National Marine Data and Information Service, Tianjin 300171, China;

3. Marine Environmental Monitoring Center of Eastern in Fujian, Ningde 352100, China)

**Abstract:** Using every five days of the sea surface temperature and wind field during the algae bloom period in 2008 as a forcing field, the Yellow Sea circulation filed during the algae bloom period in 2008 was simulated using the POM model. The simulated Yellow Sea coastal surface current flows northward along the coast in summer at a large velocity, and flows northeastward near the Shandong Peninsula at a low velocity. The surface flow field is mainly influenced by the wind direction. In summer, the Yellow Sea coastal current flows first northward and then turns northeastward, which forms a clockwise circulation. The location where the current changes direction forms a separate part, and this part helps algal gather to circulation center and drift from the Yellow Sea to Qingdao coast.

**Key words:** algae; circulation; East China Sea