

# 2010—2011 年东海藻华高发区水体层化对东海原甲藻(*Prorocentrum donghaiense* Lu)藻华的影响\*

戴鑫烽 陆斗定 夏平 王红霞 何飘霞 李冬融

(国家海洋局第二海洋研究所 杭州 310012)

**提要** 本文通过 2010 年和 2011 年不同时空角度对东海原甲藻藻华进行调查, 研究水体层化对藻华发生和发展的影响。结果显示, 起初东海原甲藻在 50m 等深线附近的外海繁殖与聚集, 然后随着台湾暖流与长江冲淡水的相互作用, 东海区域水体层化现象加剧, 其细胞丰度越来越大, 直至藻华发生并持续推进到近岸。大部分东海原甲藻细胞位于层化水体上方, 而且当水体层化现象明显时, 藻华的发展最为迅速且呈大规模爆发状态。结果还显示当出现叶绿素高值层时, 总是伴随出现温盐突变现象。本项研究不仅第一次从时间角度记录了东海原甲藻藻华的发展动态, 而且还发现了东海水体层化现象为东海原甲藻藻华的发生和发展提供了多种环境因子条件, 这为该藻华的监控和预测提供了重要的科学依据。

**关键词** 有害藻华(HAB); 水体层化; 富营养化; 环境因子; 长江口

**中图分类号** P735 **doi:** 10.11693/hyhz20121105001

近二十年来, 东海区域频繁发生东海原甲藻(*Prorocentrum donghaiense* Lu)藻华, 其藻华面积有时达上万平方米, 持续时间可长达一个月之久(Zhou *et al.*, 2008; Lu *et al.*, 2011)。如此大规模的藻华引发了社会各界的关注。

虽然已经有大量的研究从不同角度来研究该藻华, 但是对于其爆发规律, 如何时爆发, 在什么样的条件下爆发, 我们所知道的还十分有限(Zhou *et al.*, 2008)。许多研究指出, 水体富营养化是导致藻华的重要原因(Anderson *et al.*, 2008; Heisler *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2010)。众所周知, 在长江流域及浙江沿海地区经济迅速发展的同时, 生活污水及工农业污水的排放也急剧上升, 导致了东海水体严重的富营养化(周伟华等, 2006; Zhou *et al.*, 2008)。除基础营养盐的物质条件, 其它环境因子对东海原甲藻藻华的爆发也起着十分重要的作用。例如多年的观察资料和实验室培养

实验显示, 温度是一个十分重要的影响因子(朱德第等, 2008; Xu *et al.*, 2010)。东海原甲藻藻华每年都在春季发生, 但是在 2005 年春天, 由于水温推迟一个月到达前一年的水平, 该藻华也相应推迟了一个月发生(朱德第等, 2008)。其他因子如盐度、水团稳定、水流和生物作用等因子都可能影响东海原甲藻藻华的发生(Smayda, 2002; GEOHAB, 2008; Zhu *et al.*, 2009; Xu *et al.*, 2010)。

有报道表明许多甲藻和硅藻藻华往往是发生在层化水体中的, 如在美国 Chesapeake 湾的微小原甲藻(*P. minimum*)藻华(Tyler *et al.*, 1978)。在层化水体上表层空间中, 浮游植物可以不受光和营养物质的限制, 而且由于温盐跃层具有物理聚集作用, 所以对浮游植物种群的发展有利, 例如可以促进种群增长(虽然对于单个细胞来说并不是最优环境)和增加配对几率(GEOHAB, 2008)。

\* 国家重点基础研究发展计划(973)项目, 2010CB428702号, 2010CB428704号; 国家自然科学基金项目, 41176141号, 41376168号; 所基本科研业务费专项项目, JT1029号, JG1223号; 赤潮重点实验室开放基金项目, MATHAB20100310号; 浙江省自然科学基金项目, Y5110185号, LY12C03010号。戴鑫烽, 博士, E-mail: daixinfeng@yahoo.com

通讯作者: 陆斗定, 研究员, E-mail: ludd21@126.com

收稿日期: 2012-11-05, 收修改稿日期: 2013-04-14

在长江口附近的东海藻华高发区, 由于长江冲淡水与台湾暖流的相互作用常常出现水体层化现象(周名江等, 2003)。是否东海原甲藻藻华与水体层化现象之间存在着某种紧密的联系? 我们通过 2010 年和 2011 年连续两年从时空不同角度的调查来探讨水体层化对东海原甲藻藻华发生和发展的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域

本研究在中国东海展开, 2010 年 5 月 7 日至 5 月 24 日进行了一次大面的调查, 2011 年对 5 个断面(Ra, Rb, Za, Zb 和 Zc)选择性地进行了 9 次调查(3 月 29 日至 4 月 2 日, 4 月 9 日至 4 月 10 日, 4 月 19 日至 4 月 20 日, 4 月 28 日, 5 月 2 日, 5 月 4 日至 5 月 7 日, 5 月

13 日至 5 月 15 日, 5 月 22 日, 5 月 25 日至 5 月 27 日)(图 1)。这些断面位于 28°—34°N、东海与黄海 20—60m 等深线之间。

长江为东海海域带来了大量营养盐(图 1), 台湾暖流和沿岸流也同时作用于此区域。在冬季和早春, 由于西北季风影响, 沿岸流向南流。这与长江冲淡水方向有较大的重叠, 所以能帮助营养盐从长江口海域转移至邻近的浙江沿海海域。在晚春和夏季, 由于受东南季风影响, 沿岸流向北流, 而台湾暖流常年向北。长江冲淡水和这两股海流三者间的平衡决定了台湾暖流锋面的移动(Qiao *et al*, 2006)。在长江口外海 31.5°N 区域, 长江冲淡水的主轴在晚春时有个转向, 而台湾暖流在此区域也从东北向转为东向(图 1)。

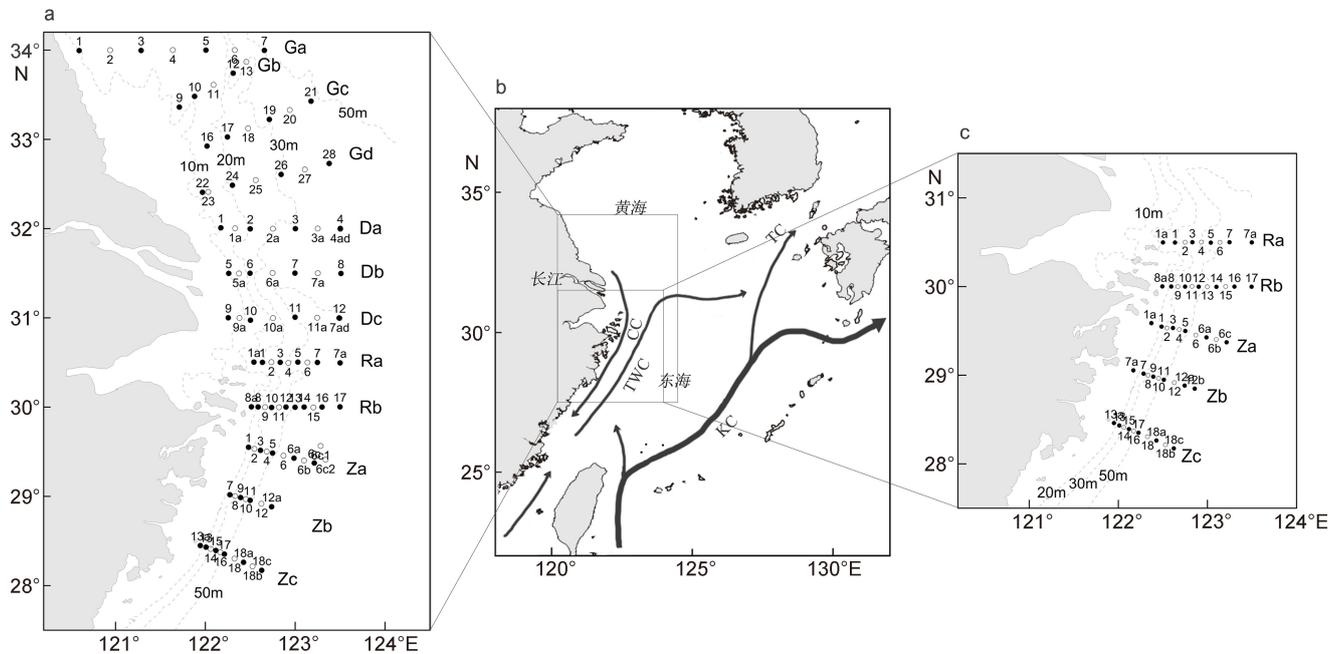


图 1 东海调查站位位置及环流状况(据周名江等(2003)和 Naimie *et al*(2001)改画)

Fig.1 Sampling sites and circulation pattern in the East China Sea (modified from Zhou *et al*(2003) and Naimie *et al* (2001))  
a, c 分别为 2010 年和 2011 年的调查站位图。其中实心点代表综合调查站位, 空心点代表水文调查站位, 其站位名称分别位于站位点上下方。断面名称位于断面右边。点线代表等深线。KC: 黑潮; TWC: 台湾暖流; CC: 沿岸流(属季节性流, 夏季向北, 冬季向南); TC: 对马暖流

### 1.2 样品采集

调查包含了两种类型的站位, 综合站(同时调查水文和生物信息)和水文站(只调查水文信息)。在每一个综合站采样前, 先用 CTD 多参数探头(SBE 19plus, Sea-Bird Electronics, Inc. USA)从表层到底层进行扫描以确定叶绿素最大层。然后从表层、中层和底层用

30L Niskin 瓶采集海水样品。转移 500mL 海水样品至 550mL 的 PET 瓶中, 并用 3%—5%的鲁格试剂固定, 然后带回实验室处理。在所有的调查站位中, CTD 探头每隔 0.5m 水深就会记录一次水体的温度、盐度、密度、溶解氧(DO)、叶绿素 *a*(chl *a*)、光照强度和 pH 等值。

对带回实验室的样品, 先静置 24h 以上, 然后吸取并舍弃上层清液, 剩余 50mL 浓缩样品。显微观察前, 先摇匀样品, 吸取 1mL 样品至 1mL 记数框 (Sedgewick Rafter Counting Cell, PYSER-SGI LIMITED, UK) 中, 置于 100× 和 400× 倍光学显微镜 (Olympus CX31, Japan, LEICA DMI 4000B, Germany) 下观察记数。

### 1.3 数据分析

细胞丰度 (cell/L) 的计算根据以下公式:

$$\text{细胞丰度} = 100 \times N/V \quad (1)$$

其中  $N$  是所观察到的细胞数目,  $V$  (mL) 是所观察的样品体积。

由于 2010 年的调查在 Ga—Gd 断面没有检出东海原甲藻细胞, 所以以下的分析只对剩余 8 个断面中的站位进行。对于 2011 年的调查, 由于在 Zb 断面可以看到清晰的水团运动并对其进行了 7 次扫描, 所以我们选择这个断面作为时间序列分析。事实上, 在 Za 和 Zc 断面上水团和藻华的变化趋势与在 Zb 断面上的趋势大致相同。由于水体的密度和盐度分布趋势非常一致, 所以这里我们就用水体盐度来指示台湾暖流和长江冲淡水的运动。

由于在每个综合站只采集了表中底 3—5 个东海原甲藻样品, 而水深每隔 0.5m 就有一个叶绿素  $a$  的测量值, 所以我们先对东海原甲藻细胞密度和叶绿素  $a$  做相关性分析。实际研究表明, 由于水体表层环境扰动较大, CTD 探头 (在水中记录前已稳定一分钟) 最新开始记录的几个叶绿素  $a$  数据与真实值出入较大, 所以我们只采用了中层和底层的东海原甲藻细胞密度 ( $x$ ) 与相应水深的叶绿素  $a$  ( $y$ ) 数据进行相关性分析, 结果显示, 二者呈显著正相关关系 ( $y = 1.96 \times 10^{-5}x + 2.36$ ,  $n = 161$ ,  $R^2 = 0.754$ )。这说明在东海原甲藻藻华生消过程中, 叶绿素  $a$  值能在较大程度上指示东海原甲藻细胞密度。叶绿素  $a$  和盐度的断面等值线图采用 Ocean Data View (ODV, 2007, <http://odv.awi.de/>) 软件绘制。

## 2 结果

2010 年的大面调查结果显示, 在所调查的断面中, Ga—Gd 断面未发现东海原甲藻, Da 断面东海原甲藻细胞丰度相对较低, 最大只有  $10^4$  cell/L 数量级, Da 以南的几个断面均出现了东海原甲藻藻华 (密度达到  $10^6$  cell/L 数量级), 而且大部分东海原甲藻细胞位于上升流区 (图 2)。在水体层化现象明显的站位, 如

Rb、Za、Zb 和 Zc 断面站位, 叶绿素  $a$  值也相对较高 (图 2)。在 Za 断面, 前后进行了两次调查, 相隔 3 天, 水体层化现象基本保持不变, 但叶绿素  $a$  值呈增大趋势且高值中心向岸边推进 (图 2)。

对 2010 年出现叶绿素跃层的站位 (如 Rb13, Za3, Zb9 和 Zc14), 分析其叶绿素、温度、盐度和溶解氧随水深增加的变化趋势。结果显示, 叶绿素跃层一般出现在温度和盐度都急剧发生变化的水深处或其上方 (图 3)。在 Zc14 站位, 叶绿素的跃层厚度将近 15m, 此处东海原甲藻藻华的细胞密度也最高 (图 2)。

2011 年 Zb 断面的 7 次调查结果显示, 在 3 月 30 日第一次调查时, 只有在 Zb12a 站位中发现东海原甲藻, 但是在 5 月 26 的最后一次调查中, Zb 的所有调查站位都出现了东海原甲藻。起初水体层化不明显, 东海原甲藻只在 50m 等深线附近的个别站位出现。到 5 月 2 日, 水体层化已经较为明显, 东海原甲藻细胞丰度显著增加达到藻华水平, 且相对集中在温盐跃层上方 (图 4)。在随后的将近半个多月内, 水体层化现象持续相对明显, 东海原甲藻细胞丰度增长较快, 表现为叶绿素  $a$  值处于较高水平, 同时叶绿素高值中心显著向岸边推进 (图 4)。到 5 月 26 日, 水体层化现象开始消退, 叶绿素  $a$  高值较为集中地出现在近岸站位。

对 2011 年不同时期出现叶绿素跃层的三个站位 (Zb12a, Zb10 和 Zb9) 进行了叶绿素、温度、盐度和溶解氧随水深增加的变化趋势分析, 其结果与 2010 年的调查结果一致。最初东海原甲藻细胞丰度较低, 此时虽然出现了叶绿素跃层, 但是其值相对较小。随着东海水体层化现象的加剧, 东海原甲藻细胞丰度增加, 叶绿素值也在增大 (图 5), 而且这种叶绿素跃层的出现都伴随着温盐突变层的出现。

## 3 讨论

### 3.1 东海原甲藻藻华动态

2011 年 Zb 断面的连续调查结果显示, 起初东海原甲藻在 50m 等深线的外海繁殖和聚集, 即台湾暖流与长江冲淡水舌交汇靠近外海锋面处 (图 4), 然后随着台湾暖流从水体底部入侵程度以及长江冲淡水量的加强, 在该区域水体层化现象逐渐明显, 伴随着东海原甲藻细胞丰度越来越大, 直到藻华发生并持续推进到近岸。2010 年的大面调查相当于是在这个动态过程期间藻华发生时进行的调查, 其结果和 2011 年的调查结果一致。近年的现场调查表明, 东海原甲藻藻华几乎每年都会在晚春时候在东海出现 (周

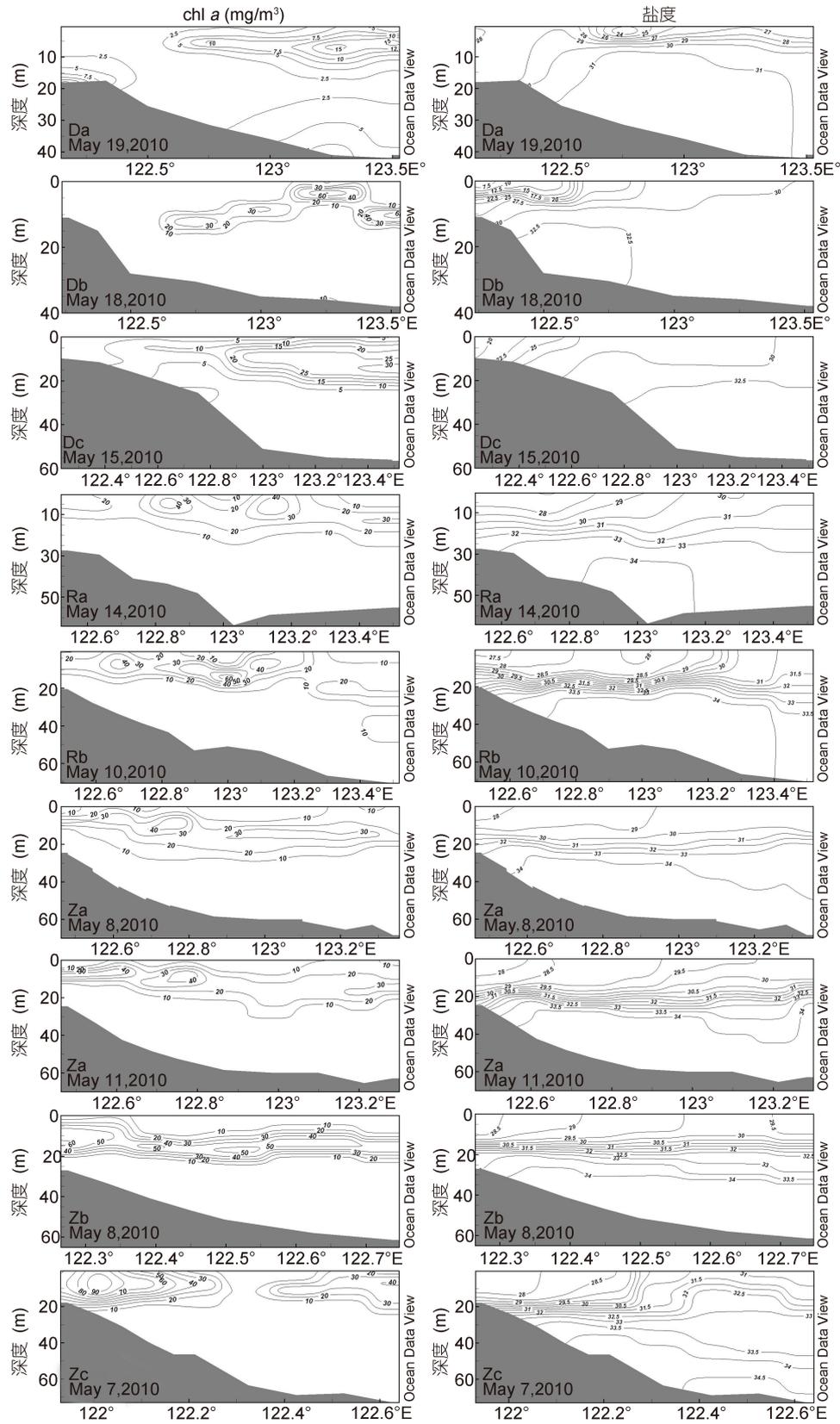


图 2 2010 年 8 个断面的叶绿素 a(左图)和盐度(右图)垂直剖面图

Fig.2 Vertical profiles of chl a (left panel) and salinity (right panel) of 8 transects in 2010  
其中 Za 断面进行了两次调查

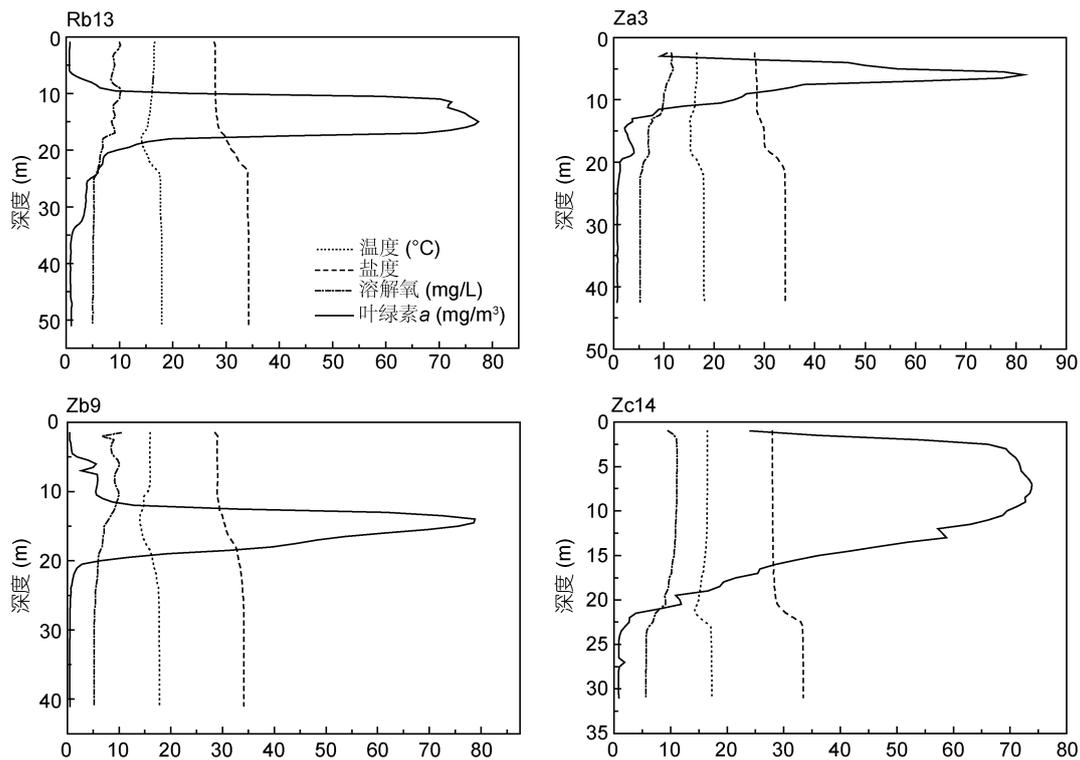


图3 2010年4个站位(Rb13, Za3(5月11日), Zb9, Zc14)的温度、盐度、溶解氧和叶绿素垂直变化图

Fig.3 Vertical profiles of temperature, salinity, DO and chl *a* at stations of Rb13, Za3 (May 11), Zb9 and Zc14 in 2010

名江等, 2003; Zhou *et al*, 2008)。但是由于调查重点的区别, 先前的调查未对该藻华过程进行观测与研究, 因而对该藻华的动态缺少全面认识, 本研究第一次从时间角度记录了东海原甲藻藻华动态发展过程, 可以认为是对先前研究的补充。

2010年的大面调查显示, 东海原甲藻藻华主要集中在20—50m等深线附近(图2), 多年的调查也证实了这一东海原甲藻藻华在水平上的分布格局(朱德第等, 2008; Zhou *et al*, 2008)。最近几年的调查显示, 东海原甲藻藻华不仅呈现面积大、时间长的特点, 还同时伴随其它甲藻物种的藻华(2011年调查数据显示有剧毒卡尔藻(*Karlodinium veneticum*)藻华), 这与海洋水体环境多种因素的变化是密切相关的。

### 3.2 水体层化为东海原甲藻藻华提供多种环境因子条件

在2010年和2011年东海原甲藻藻华发生时, 水体均出现了明显的层化现象(图2—图5), 这和世界各地许多在层化水体中观察到的甲藻和硅藻藻华现象一致(GEOHAB, 2008), 如在阿根廷Golfo Nuevo地区爆发的塔玛亚历山大(*Alexandrium tamarense*)藻华(Gayoso *et al*, 2006)、葡萄牙Lisbon湾发生的链状裸甲藻(*Gymnodinium catenatum*)藻华(Moita *et al*, 2003)和Partensky等(1986)观

察到的*Karenia mikimotoi* alias *Gymnodium aureolum*藻华。从垂直分布来看, 东海原甲藻藻华的细胞丰度中心始终都在台湾暖流与长江冲淡水交汇锋面附近, 而且大部分细胞都集中在盐度跃层的上方(图2—图5)。

东海海区的水体层化主要是由于台湾暖流和长江冲淡水(沿岸流的作用相对较弱)的交汇作用生成。两股水流从春季开始都逐渐增强, 长江冲淡水舌从水体上方呈扩大化趋势, 而台湾暖流(部分形成了上升流)从水体底部向岸边入侵推进(Naimie *et al*, 2001), 导致了该区域水体层化现象的出现和加剧, 所以该海区的温盐跃层与水体层化是紧密相连的。

本文认为水体层化为东海原甲藻的爆发提供以下几个适合条件: (1)温度。东海原甲藻最佳生长温度为20—27°C (Xu *et al*, 2010), 台湾暖流起源于黑潮(Kuroshio Current), 所以具有较高的温度, 早春时有18°C左右, 虽然相对于最佳生长温度来说还有些偏低, 但是相对于春季近岸水体13°C左右的温度已经更适合东海原甲藻的生长。由于台湾暖流对上层水体的温度传递作用, 使得锋面处水体温度也较适合东海原甲藻的快速生长(张媛, 2009); (2)营养盐。受长江冲淡水和沿岸水体影响, 表层水体的高营养盐浓度非常适宜东海原甲藻生长(张传松等, 2007; 米铁柱等,

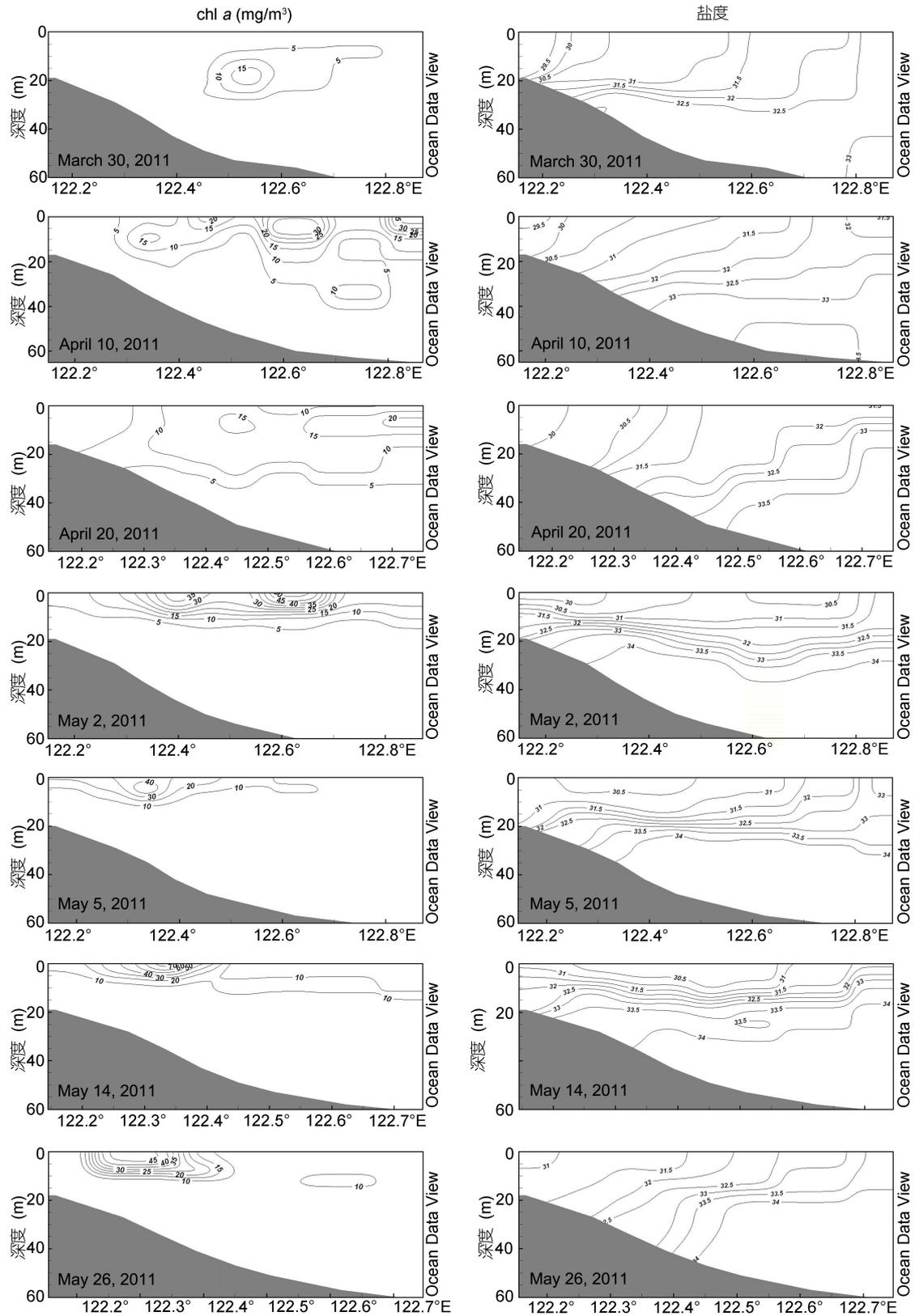


图 4 2011 年 Zb 断面连续 7 次调查的叶绿素  $a$  (左图) 和盐度 (右图) 垂直剖面图

Fig.4 Vertical profiles of chl  $a$  (left panels) and salinity (right panels) on the transect Zb at seven cruises in 2011

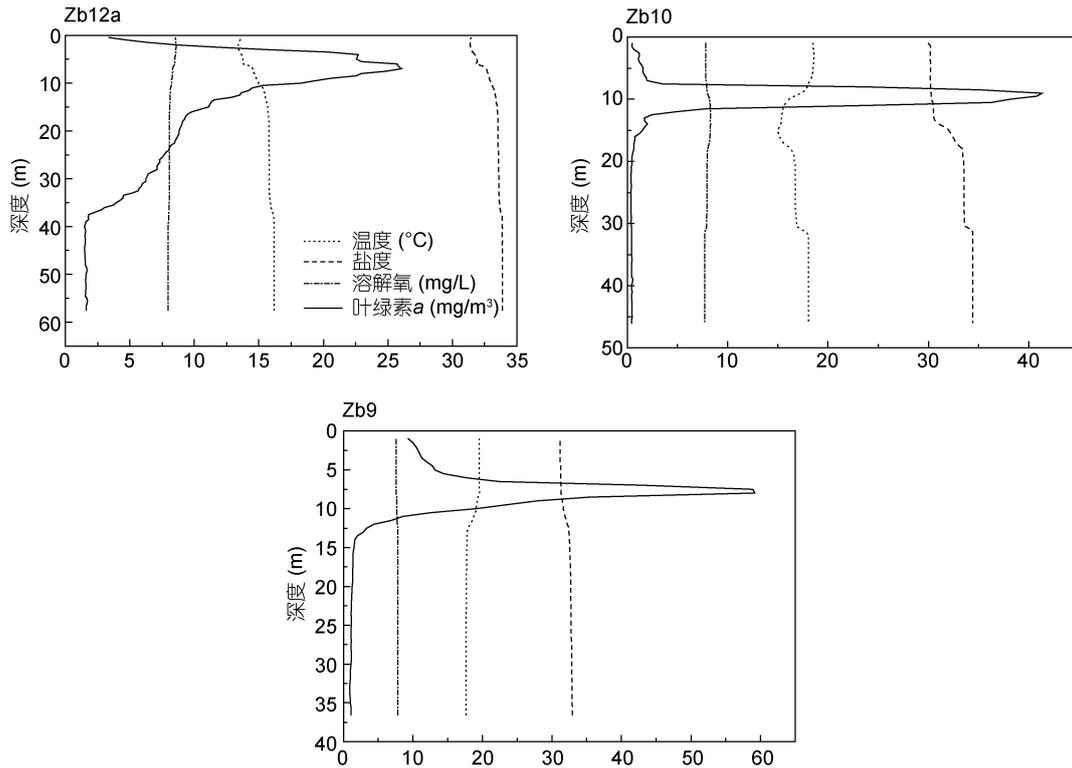


图5 2011年3个站位(Zb12a(4月20日), Zb10(5月14日), Zb9(5月26日))的温度、盐度、溶解氧和叶绿素的垂直变化图  
Fig.5 Vertical profiles of temperature, salinity, DO and chl *a* at station of Zb12a(April 20), Zb10 (May 14) and Zb9 (May 26) in 2011

2011), 同时上升流也从底部带来了大量磷酸盐(米铁柱等, 2011; Chung *et al*, 2001), 加之层化水体的形成使得营养盐会在层化部分产生(物理的)聚集效应(GEOHAB, 2008), 这样相对于邻近水体, 层化水体处的营养盐水平更高; (3)盐度。东海原甲藻的最佳生长盐度为 25—35(Xu *et al*, 2010), 除长江冲淡水外, 近岸水体盐度基本能满足这一要求, 所以其盐度的限制相对较小, 但是台湾暖流高盐的环境更能满足东海原甲藻的盐度条件; (4)水体环境。当层化水体形成时, 水体垂直混合减少, 稳定的水体环境更有利于单细胞繁殖增长, 2010年 Za 断面的两次调查结果显示了在稳定水团中东海原甲藻细胞的快速繁殖能力。此外还有一些作用如层化水体物理聚集作用对东海原甲藻细胞丰度本身的增加作用, 由此能够减少捕食作用带来的损失, 当然这种聚集作用也会增加爆发病毒的危险(Xu *et al*, 2010)。

从图3和图5可以看到, 叶绿素高值层总是出现在温度和盐度突变处或其上方水体。由于温度和盐度跃层发生于台湾暖流与长江冲淡水交汇处, 此处和其上方水体的温度、盐度、光照、营养盐等之间的平衡效果最好, 换言之东海原甲藻在此处不会受某一环境因子的特别限制, 所以其种群增长也相对最快。溶解氧的垂直变化曲

线也证实了这种水体分层的格局。表层水体的溶解氧值较其他水深处更高, 并且在温盐跃层处也发生了突变。

由此可见, 大规模的东海原甲藻藻华的发生和发展与东海水体层化现象是紧密相连的。由于台湾暖流与长江冲淡水的交汇作用, 在东海形成了大规模的水体层化现象, 这种层化水体为东海原甲藻种群的增长提供了合适的温度、盐度、营养盐和稳定的水团, 由此东海原甲藻种群得以迅速发展, 直至藻华的大规模发生。

致谢 感谢管卫兵研究员、陈琪博士和曹振轶博士在水文方面的指导。感谢藻华 973 项目成员在野外作业时提供的帮助。

#### 参 考 文 献

- 朱德第, 陆斗定, 王云峰等, 2008. 2005 年春初浙江近海的低温特征及其对大规模东海原甲藻赤潮发生的影响. 海洋学报, 31(6): 31—39
- 米铁柱, 姚庆祯, 孟 佳等, 2011. 2011 年春、夏季黄海、东海营养盐分布特征研究. 海洋与湖沼, 43(3): 678—688
- 张传松, 王修林, 石晓勇等, 2007. 东海赤潮高发区营养盐时空分布特征及其与赤潮的关系. 环境科学, 28(11): 2416—2424
- 张 媛, 2009. 东海障碍层特征及现成机制的初步研究. 青岛: 中国海洋大学博士论文, 148
- 周伟华, 殷克东, 朱德第, 2006. 舟山海域春季浮游植物生物

- 量及东海原甲藻赤潮频发机制初探. 应用生态学报, 17(5): 887—893
- 周名江, 颜天, 邹景忠, 2003. 长江口邻近海域赤潮发生区基本特征初探. 应用生态学报, 14(7): 1031—1038
- Anderson D M, Burkholder J M, Cochlan W P *et al*, 2008. Harmful algal blooms and eutrophication: Examining linkages from selected coastal regions of the United States. *Harmful Algae*, 8(1): 39—53
- Chung S W, Jan S, Liu K K, 2001. Nutrient fluxes through the Taiwan Strait in spring and summer 1999. *Journal of Oceanography*, 57(1): 47—53
- GEOHAB, 2008. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms, GEOHAB Core Research Project: HABs in Stratified Systems. In: Gentien P, Reguera B, Yamazaki H *et al* eds. IOC and SCOR, Paris, France, and Newark, Delaware, USA: 59
- Gayoso A M, Fulco V K, 2006. Occurrence patterns of *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech populations in the Golfo Nuevo (Patagonia, Argentina), with observations on ventral pore occurrence in natural and cultured cells. *Harmful Algae*, 5(3): 233—241
- Heisler J, Glibert P M, Burkholder J M *et al*, 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: A scientific consensus. *Harmful Algae*, 8(1): 3—13
- Lu D D, Wang H X, Huang H Y *et al*, 2011. Morphological and genetic comparison of two strains of a *Prorocentrum* species isolated from Zhejiang coastal water of China and Masan Bay of Korea. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 29(4): 832—839
- Li J, Glibert P M, Zhou M J, 2010. Temporal and spatial variability in nitrogen uptake kinetics during harmful dinoflagellate blooms in the East China Sea. *Harmful Algae*, 9(6): 531—539
- Moita M T, Oliveira P B, Mendes J C *et al*, 2003. Distribution of chlorophyll *a* and *Gymnodinium catenatum* associated with coastal upwelling plumes off central Portugal. *Acta Oecologia*, 24: S125—S132
- Naimie C E, Blain C A, Lynch D R, 2001. Seasonal mean circulation in the Yellow Sea—a model-generated climatology. *Continental Shelf Research*, 21(6): 667—695
- Partensky F, Sourmia A, 1986. Le dinoflagellé *Gyrodinium* cf. *aureolum* dans le plancton de l'Atlantique Nord: identification, ecologie, toxicité. *Cryptogamie. Algologie*, 7(4): 251—275
- Qiao F L, Yang Y Z, Lv X G *et al*, 2006. Coastal upwelling in the East China Sea in winter. *Journal of Geophysical Research*, 111: 1—11
- Smayda T J, 2002. Turbulence, watermass stratification and harmful algal blooms: an alternative view and frontal zones as “pelagic seed banks”. *Harmful Algae*, 1(1): 95—112
- Tyler M, Seliger H H, 1978. Annual subsurface transport of a red tide dinoflagellate to its bloom area: Water circulation patterns and organism distributions in the Chesapeake Bay. *Limnology and Oceanography*, 23(2): 227—246
- Xu N, Duan S S, Li A *et al*, 2010. Effects of temperature, salinity and irradiance on the growth of the harmful dinoflagellate *Prorocentrum donghaiense* Lu. *Harmful Algae*, 9(1): 13—17
- Zhou M J, Shen Z L, Yu R C, 2008. Responses of a coastal phytoplankton community to increased nutrient input from the Changjiang (Yangtze) River. *Continental Shelf Research*, 28(12): 1483—1489
- Zhu M Y, Xu Z J, Li R X *et al*, 2009. Interspecies competition for nutrients between *Prorocentrum donghaiense* Lu and *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve in mesocosm experiments. *Acta Oceanologica Sinica*, 28(1): 72—82

## IMPACT OF WATER STRATIFICATION ON *PROROCENTRUM DONGHAIENSE* LU BLOOMS IN HIGH-FREQUENCY HAB OCCURRENCE AREA OF THE EAST CHINA SEA IN 2010—2011

DAI Xin-Feng, LU Dou-Ding, XIA Ping, WANG Hong-Xia, HE Piao-Xia, LI Dong-Rong  
(The Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012, China)

**Abstract** Large-scale blooms caused by *Prorocentrum donghaiense* Lu frequently occurs in the East China Sea in recent years. These blooms are affected by multiple factors that closely related to water stratification. We conducted two surveys on the *P. donghaiense* blooms at different spatio-temporal scales in 2010 and 2011 to explore the mechanism of influence by water stratification. The surveys show that *P. donghaiense* cells grew and aggregated around 50m isobath offshore first, and then when water stratification formed as the result of the interaction between the Taiwan Warm Current and the Changjiang River freshwater, the cell abundance increased rapidly and finally bloomed. *P. donghaiense* cells amassed in the upper layer of stratified water, and bloomed quickly and widely in distinctly stratified water. In addition, when there were thin layers of high chlorophyll-*a* concentration, sharp changes took place in temperature and salinity. We first recorded the development of *P. donghaiense* blooms in temporal scale in the East China Sea, and proposed that stratified water could provide multiple environmental conditions in favor of *P. donghaiense* blooming, offering scientific supports to monitor *P. donghaiense* blooms.

**Key words** harmful algal bloom (HAB); water stratification; eutrophication; environmental factors; Changjiang River estuary