

大鹏湾赤潮发生与浮游植物 群落变动特征分析

夏北成 吴仁海

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

摘要 通过对浮游植物群落变动的分析, 探讨大鹏湾赤潮发生的生态学机理. 结果表明伴随增殖的聚集是大鹏湾赤潮发生的主要原因, 当有重要的物理和生物的刺激因子同时作用于浮游植物时, 就将形成赤潮.

关键词 赤潮, 浮游植物群落, 大鹏湾

由于人类活动对近海环境影响的不断增强, 使得赤潮的发生越来越频繁, 近年来, 我国东南沿海每年都要发生赤潮多次, 其危害不言而喻. 大鹏湾是一个赤潮多发的海域.

关于赤潮发生的机理有过许多的研究^[1,2], 但是不同的海域发生赤潮的主要影响因子是不同的, 所以较难得出一个普遍适应的规律性结论^[3]. 本文试图通过分析大鹏湾赤潮的发生过程及浮游植物群落的变动, 找出该海域影响赤潮发生的因子, 揭示赤潮发生的生态学机理.

1 赤潮发生的情况

本文所用之资料全部是《中国东南沿海赤潮发生机理研究》课题的共享资料. 该课题在大鹏湾设立赤潮监测站, 共设3个观测站位: NPLS1, NPLS2和 NPLS3. 在赤潮发生期间(从每年3月起)每3天一次(或每周2次)在各站位分底层和表层采集水样, 检查浮游植物和浮游动物的种类和数量, 同时测定水样的其它有关理化性状. 本文仅采用浮游植物的有关资料.

大鹏湾赤潮监测站1990年的监测结果表明, 大鹏湾1990年3月3日至6月1日共发生4次赤潮. 1990年3月30日发生骨条藻(*Skeletonema costatum*)和窄隙角刺藻(*Cheatoceeros affinis*)赤潮, 4月2日发生反曲原甲藻(*Prorocentrum sigmoides*)赤潮, 5月2日发生骨条藻(*Skeletonema costatum*)赤潮, 6月10日发生细弱海链藻(*Thalassiosira subtilis*)和尖刺菱形藻(*Nitzschia pungens*)赤潮.

2 结果分析

2.1 浮游植物优势种的变化

大鹏湾 1990年 3月 3日发生窄隙角刺藻赤潮, 4月 20日发生反曲原甲藻赤潮, 监测结果表明, 两次赤潮发生的间期, 各点位上圆海莲藻一直都保持有较大的种群数量, 总是保持在第一或第二优势种群的地位. 虽然有时个体数能达到 18×10^4 个细胞/升, 但仍然在 4月 1日由反曲原甲藻占据了绝对优势地位, 并形成了赤潮. 赤潮发生后, 占绝对优势的赤潮生物急剧消亡, 赤潮发生后三天监测, 反曲原甲藻在各点位上的生物量都很低. 同样, 在 1990年 4月 2日至 5月 2日发生骨条藻赤潮期间, 以裸甲藻和尖刺菱形藻作为优势地位明显上升, 几天以后, 又被突然增多的骨条藻占据绝对优势地位而爆发赤潮.

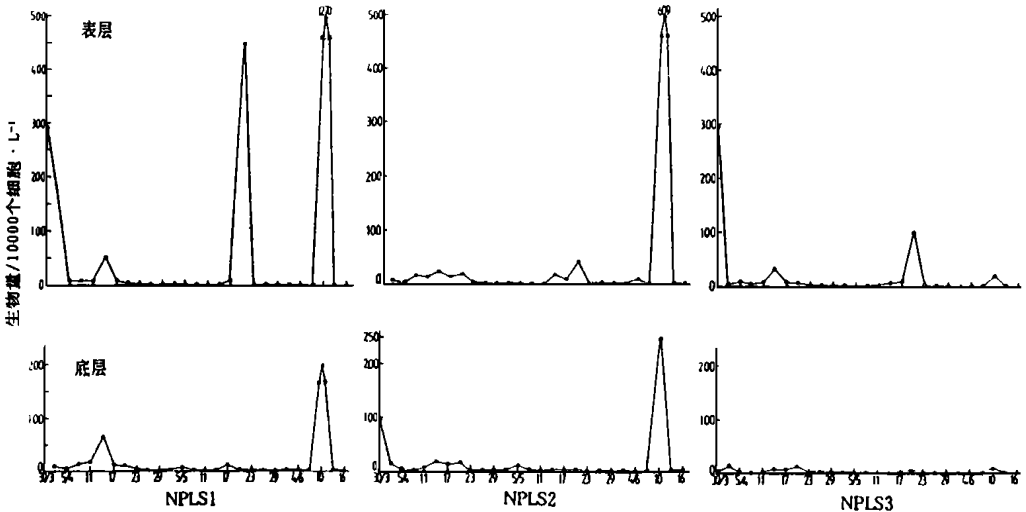


图 1 1990年 3月 3日至 6月 10日大鹏湾浮游植物生物量变化

Fig. 1 Biomass of phytoplankton in Dapeng Bay from March 30 to June 10, 1990

上述监测结果表明, 发生赤潮时, 并不是由浮游植物群落中平时的优势种群增值而成为赤潮生物, 而是赤潮生物的爆发性聚集或增殖.

2.2 赤潮生物的消亡

与赤潮发生前赤潮生物的剧增相比, 一个更为剧列的过程是赤潮生物的消亡. 赤潮发生时, 赤潮生物的生物量占浮游植物群落生物量的绝大部分. 分析监测资料即知, 赤潮发生的三天内, 所消失的生物量大约相当于赤潮生物的生物量. 所剩下的生物量部分基本上相当于一般情况下的海域中浮游植物的量.

2.3 浮游植物群落的变更

从赤潮发生时和发生后的第一次监测资料分析, 两次监测结果所列的海水中主要的浮游植物种类具有较大的差异, 赤潮发生后浮游植物群落几乎是一个新的结构, 有关的几次赤潮发生的浮游植物群落结构及物种生物量的比较如表 2.

表 1 赤潮发生后浮游植物生物量下降率

Tab. 1 Dropping rates of red tide organism biomass on the third day after red tide occurrence

赤潮发生时间		3月30日	4月20日	5月20日	6月10日
N PLS1	赤潮生物占总生物量 (%)	94.2	77	99.8	98.0
	天后总生物量下降 (%)	93.2	56	99.7	99.8
N PLS2	赤潮生物占总生物量 (%)	85.1	86.8	96.8	92.5
	天后总生物量下降 (%)	82.6	82.4	98.9	99.7
N PLS3	赤潮生物占总生物量 (%)	96.0	72.1	99.2	98.9
	天后总生物量下降 (%)	97.3	74.0	98.2	98.7

表 2 赤潮发生时及发生后浮游植物群落结构比较

Tab. 2 A comparison of phytoplankton communities when and after red tide occurred

时间	站位	发生时浮游植物种类	生物量 /cell L ⁻¹	发生后浮游植物种类	生物量 /cell L ⁻¹
1990 04 20~ 23	NPLS1	尖刺菱形藻	2600	细齿角刺藻	2400
		圆海链藻	17000	丹麦细柱藻	3400
		叉状角藻	1200	简单裸甲藻	1800
		裸甲藻	3600	尖刺菱形藻	10600
		微小多甲藻	3800	裸甲藻	15600
		反曲原甲藻	74200	应光藻	1400
					原始多甲藻
1990 05 20~ 23	NPLS1	骨条藻	4480000	细长翼根管藻	3100
		原始多甲藻	4600	变异幅杆藻	2100
		海洋原甲藻	4200	洛氏角毛藻	1900
				六角硅甲藻	15600
1990 04 20~ 23	NPLS2	尖刺菱形藻	1400	丹麦细柱藻	2400
		圆海链藻	15200	尖刺菱形藻	11200
		叉状角藻	10200	简单裸甲藻	1000
		裸甲藻	10400	裸甲藻	12200
		反曲原甲藻	329800	原始多甲藻	11400
			反曲原甲藻	1200	
			六角硅鞭藻	4800	
1990 05 20~ 23	NPLS2	骨条藻	829000	细长翼根管藻	4600
		多甲藻	8400	窄隙角毛藻	3200
		海洋原甲藻	6800		

表 2 中所列的两个站位上, 4月 20日发生赤潮后, 新的浮游植物群落所列的生物量占优势的 7~ 9种浮游植物只有两种与赤潮发生时的浮游植物种类相同, 5月 20日赤潮发生后, 新的浮游植物群落与赤潮发生时完全不同.

2.4 浮游植物总生物量变化

大鹏湾 1996年 3月 3日至 6月 1日浮游植物生物量变化如图 所示.从图中生物量的变化情况可以看出,除了赤潮发生期以外,大鹏湾海域浮游植物生物量基本上保持在 200000 个细胞 /L 以下的一种稳定状态,底层的变化幅度和生物量均小于表层.

从站位来看, NPLS1, NPLS2和 NPLS3 3个站的变化幅度相差较大, NPLS1站变化幅度最大, NPLS3站变化幅度最小.前者离岸最近,后者离岸最远.

2.5 物种数与多样性指数

根据监测资料库所提供的资料,分别计算各站位每次取样的多样性指数.将物种数与多样性指数的变化情况绘于图 2.

从物种的变化情况看,当赤潮发生时,物种数相对少,呈不断减少的整体趋势.

多样性指数明显地随着物种数的波动而变化,当赤潮发生时,因赤潮生物占总生物量的绝大部分,使多样性指数变得很小,虽然赤潮发生时同时还有几种类藻的存在,但其量甚微,对多样性指数贡献较小.

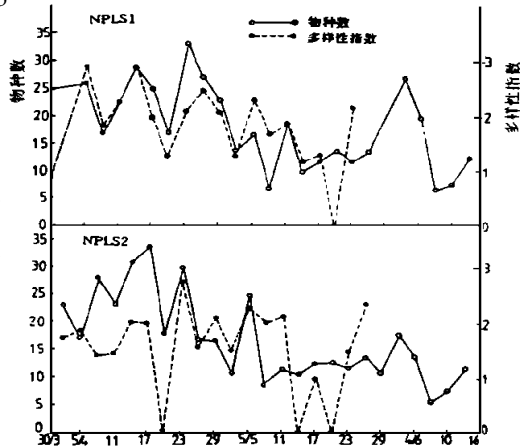


图 2 物种数与多样性指数变化

Fig. 2 Variation of species and diversity index

3 讨 论

在两次赤潮发生间期,其种群数量占优势的藻类并不是下次赤潮的赤潮生物.然而,处于相对较低水平的藻类能突然爆发成为赤潮种类,这必须要有外界条件的配合.赤潮发生后赤潮生物的立即消亡是属于非自然消亡,表明其增殖不是自然的种群增殖过程.赤潮发生前浮游植物群落的更替现象,说明赤潮发生过程中浮游植物群落仍在不断地与外界交换,水动力因素的作用是相当重要的.

赤潮发生时离岸线近的监测点比离岸远的监测点更严重 (NPLS1 > NPLS2 > NPLS3),而非赤潮发生时间浮游植物生物量基本相近.赤潮生物的分布受到海湾流场特征的影响.

从增殖过程分析,赤潮的爆发不同于一般的生物种群的增长过程,没有一个预增殖过程.在不考虑环境容量的前提下,藻类的增殖可满足指数方程,但是赤潮发生后的急剧消亡表明环境容量具有很重要的作用.如果认为赤潮生物的急剧消亡是环境容量严重超负荷的结果,那么环境容量的抑制作用在其增殖过程中就会表现出来,致使赤潮生物种群在环境最大容许量附近产生波动或者在该密度水平上维持一段时间,而不应该是如此的剧增剧减.这种在常量水平上产生环境不能容许的数百倍的增殖不符合种群生态学的基本原则.种群的适应性进化也必使其产生自我抑制,以避免自身酿成的“灾难”.

前面分析说明因纯增殖而导致的赤潮发生有悖于一般的生物学和生态学原理.那么,是否是因为聚集而导致的赤潮生物的爆发?

聚集可分为主动和被动两种,主动聚集主要是指赤潮生物的趋性,被动聚集则是指

在外力作用下的物理性聚集。趋性是许多生物具有的一种共性,许多关于赤潮的研究报导了赤潮生物的趋性,如对某种特定波长光的趋性,和化学物质的趋性,或者赤潮生物间的信息流所产生的趋性。但是,可以想象因赤潮生物高度聚集而恶化的环境会丧失这种趋性。被动的物理性聚集,一般受潮流、风和洋流等的影响。在小的海湾中主要是潮流的影响。根据大鹏湾的流场分析,涨潮流的流场方向是由外向内指向北部岸线,且流速逐渐降低。余流场在开边界外海域形成两个半径约 4000~5000 m 的环流,在北部近岸海域不存在明显的余流。这一流场特点,可能产生以下两个结果。其一,当大鹏湾或者邻近的外海域存在藻类密度较大且含有大量孢囊的粘性水团时,这些水团便随涨潮流流向湾内的北部近岸海域,当这些粘性较大的水团到达近岸海域后,由于流速变慢,而不随潮流流走,便产生了聚集;其二,由于在开边界海域存在两个较大的环流场,所以从外海域输入湾内的粘性水团是有限的,湾内赤潮生物的爆发不能纯粹依靠物理聚集。

当该海域中存在有一种能刺激某种藻类增殖的因子时,那些随潮流而运输的粘性水团内的该种藻类也在增殖,在运输过程中孢囊萌发,水团内藻类的密度越来越大,使水的性质进一步改变,一些相似的水团在某些水动力因素的作用下便滞流在近岸海域,而产生聚集。这种伴随增殖的聚集,就导致了大鹏湾赤潮的发生。大鹏湾赤潮发生一般都集中在北部岸线附近,同样是受到潮流的影响。

参 考 文 献

- 1 Fung Y C, Trott L B. The occurrence of a *Noditluca scintillans* (Macartney) induced red tide in Hong Kong. *Limnology and Oceanography*, 1973, 18 (3): 472~476
- 2 James E C. Tidal stirring and phytoplankton bloom dynamics in an estuary. *Journal of Marine Research*, 1991 49: 203~221
- 3 林琼芳. 国外赤潮调查研究概况. *海洋环境科学*, 1988, 7 (1): 26~33

Mechanism Analysis on Red Tide Outbreak in Dapeng Bay of South China Sea through Phytoplankton Communities Change

Xia Beicheng* Wu Renhai

Abstract The ecological mechanism on red tide occurrence in Dapeng Bay is analyzed through phytoplankton communities' changes. It reveals that the gathering with proliferation is the main cause of red tide occurrence in Dapeng Bay of South China Sea, where physical and biological factors are important causes to act simultaneously on phytoplankton.

Keywords red tide, phytoplankton community, Dapeng Bay

* Institute of Environmental Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275.