

廉州湾海水营养盐组成特征与主要环境因子的关系*

The Composition Characteristics of Nutrient Salts and Their Relations with the Main Environmental Factors in the Seawaters of Lianzhou Bay

邱绍芳, 赖廷和

Qiu Shaofang, Lai Tinghe

(广西海洋研究所, 广西红树林研究中心, 广西北海 536000)

(Guangxi Oceanography Institute, Guangxi Mangrove Research Center, Beihai, Guangxi, 536000, China)

摘要:根据 1998 年 1 月、4 月、8 月、10 月 4 个航次的调查资料, 分析廉州湾海水营养盐组成特征并用回归方法分析营养盐含量与主要环境因子的关系。结果表明, 营养盐随季节不同而发生变化, 丰水季节, 营养盐组成 Si : N : P 比例明显偏高, 枯水季节, 营养盐组成比例明显偏低, 影响这一特征变化的主要原因是与注入该湾的径流量和污染物有关。无机氮、无机磷、活性硅酸盐与主要环境因子具有明显的相关性, 且相关程度随季节不同而发生差异。

关键词:海水 营养盐 组成特征 环境因子 相互关系

中图分类号: P734.2

Abstract: Four voyages of investigations on the characteristics of the nutrient salts in the seawaters of Lianzhou Bay were carried out in January, April, August and October of 1998. The regression analysis was used to probe into the relationship between the contents of nutrient salts and the main environmental factors. The results showed that the composition of nutrient salts varied in different seasons. The ratio of Si to N to P was going up in the high discharge term, and going down in the low discharge term. These are mainly related to the river runoff and pollutant intake in the Lianzhou Bay. There existed correlations between inorganic nitrogen, inorganic phosphorus, active silicate and the environmental factors, and the correlations were different in different seasons.

Key words: seawater, nutrient salts, composition characteristics, environmental factors, correlation

营养盐含量变化与海洋浮游植物生长和繁殖过程有直接关系。在营养盐贫乏时, 营养盐不足以维持浮游植物的生长, 浮游植物就会大大降低。在营养盐过剩时, 营养盐会使某种浮游植物的优势种过度繁殖, 从而破坏浮游植物的群体结构, 甚至导致赤潮发生^[1]。本文根据 1998 年 1 月、4 月、8 月、10 月的调查资料, 研究廉州湾海水营养盐组成特征与主要环境因子的关系, 为该湾预防赤潮提供依据。

1 调查与分析方法

根据廉州湾的环境状况, 调查共设 9 个测站(图 1), 选择有代表性的月份 1998 年 1 月(冬季)、4 月(春季)、8 月(夏季)、10 月(秋季)进行调查。调查方法按《海洋调查规范》规定进行。所采集的水样按《海洋监测规范》中的方法^[2]进行固定保存, 带回实验室后分析测定, 其中 pH 值用 821 型 pH 计测定, 溶解氧(DO)含量用碘量法测定, 化学耗氧量(COD)含量用碱性高锰酸钾法测定, 无机氮(NO₃-N、NO₂-N、NH₃-N)及无机磷(PO₄-P)、活性硅酸盐(SiO₂-Si)含量分别用镉柱还原法、蔡乙二胺法、次溴酸盐氧化法、磷钼蓝法、硅钼蓝法^[2]进行分析。

2004-02-02 收稿。

* 广西自然科学基金资助项目(桂科基 0229011)。

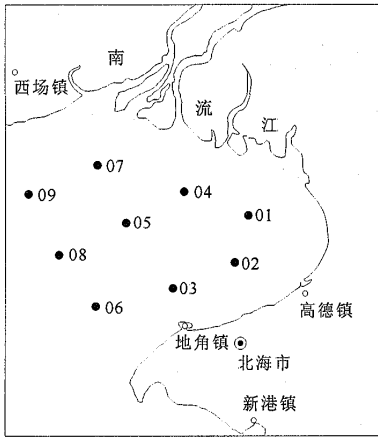


图1 调查站位

2 结果与分析

2.1 营养盐组成特征

由表1可知,廉州湾除春季河口附近海域出现无机氮较丰富外,其它季节整个海域均以活性硅酸盐最为丰富,其次为无机氮,无机磷相对较少。夏季,活性硅酸盐在营养盐中所占的比例高于其它季节,秋季次之。而无机氮在营养盐中所占的比例,则以春季较大,夏季次之。活性硅酸盐和无机氮中所占的比例均以冬季最低。从地理分布情况看,在河口附近海域,营养盐组成比例较高,而湾口附近海域的营养盐组成比例较低。这种组成比例分布特点说明,营养盐的组成比例随季节不同而发生变化,丰水季节,河流径流量增大,营养盐组成比例高;枯水季节,河流径流量减少,营养盐组成比例低。由此可见,河流径流是营养组成比例的主要影响因素之一。这与其它海湾的调查结果(陈波·广西沿海污染扩散及水动力机制研究·广西海洋研究所,1999.)相一致。

表1 廉州湾海域海水营养盐不同季节组成比例

站位	春季(4月) (Si:N:P)	夏季(8月) (Si:N:P)	秋季(10月) (Si:N:P)	冬季(1月) (Si:N:P)
01	53.1:26.9:1	156.9:20.8:1	77.8:11.1:1	60.4:3.6:1
02	19.4:12.6:1	104.2:7.0:1	70.0:10.0:1	52.8:22.6:1
03	27.5:17.5:1	121.7:10.3:1	121.8:19.2:1	25.4:4.4:1
04	119.4:156.4:1	236.7:48.3:1	143.6:14.1:1	63.4:2.7:1
05	110.8:66.2:1	48.3:4.3:1	65.2:3.6:1	36.7:1.6:1
06	18.2:15.1:1	52.2:15.9:1	101.8:6.5:1	38.5:1.3:1
07	139.2:92.2:1	243.0:39.0:1	92.7:12.2:1	47.2:0.9:1
08	66.7:53.8:1	97.5:12.3:1	68.2:4.5:1	43.4:2.6:1
09	96.8:61.3:1	130.4:12.0:1	69.1:2.5:1	31.7:1.2:1
平均值	65.8:48.7:1	144.3:21.6:1	89.9:10.1:1	41.5:4.3:1

廉州湾丰水期间海水营养盐组成比例偏高的原因除径流外,还有来自沿岸各种污染物及海洋生物排泄物的影响。廉州湾沿岸的入海河流每年携带入

海的有机物和营养盐高达 $10.1 \times 10^4 \text{t}$, 约70%的输入集中在丰水期^[2]。北海市区现有工业直排口8个,混合排污口16个,所有直排口废水和11个混合排污口废水均排入廉州湾,仅廉州湾南部的北海内港就接纳了市区工业、生活、医院废水总量的43.2%,廉州湾每年接纳通过这两种途径入海的污染物 $3.1 \times 10^4 \text{t}$, 其中营养盐1028t, 有机物 $2.3 \times 10^4 \text{t}$ ^[2]。此外,沿廉州湾北岸约32万人的生活废水也通过南流江河流分叉排放进入廉州湾。廉州湾水域营养盐丰富,海洋生物种类多、数量大,鱼、虾、蟹、贝及海藻均富有。海洋生物的排泄、生物残骸等被水中微生物分解,尤其是夏季水温高,微生物作用加强,物理化学反应速度加快,氮、磷营养盐的生物地球化学循环加速,加之廉州湾内水交换较弱,使水体营养盐得以有效的补充积累。此外,廉州湾为淤积型海湾,滩涂面积 550km^2 , 约占海湾面积的三分之二^[3]。沉积物中氮、磷含量相对较高,表层沉积物氮、磷元素的释放与转移也是水体营养盐有效的补充途径。

2.2 营养盐与主要环境因子的关系

营养盐无机氮、无机磷、活性硅酸盐与各个环境因子相关分析结果见表2~4(表中 a 为截距, b 为斜率, r 为相关系数)。

由表2可见,春、夏季节,海水无机氮含量与水温、盐度、化学耗氧量具有较好的相关性,但与pH值和溶解氧的相关性不显著,并且无机氮与水温、化学耗氧量呈现正相关,与盐度呈现负相关,即盐度较低的海域无机氮含量较高。这种现象表明,春、夏季节海水无机氮含量变化主要受河流径流影响。秋季,海水无机氮含量与盐度、pH值呈显著的负相关性,而与水温、溶解氧、化学耗氧量的相关性不显著。春、秋季节为浮游植物生长的2个高峰期,秋季陆源水对海水无机氮的补充较春季减少,而浮游植物生长过程中消耗无机氮和二氧化碳,使海水中无机氮含量降低,pH值升高。因此,该季节海水无机氮含量变化受河流径流和生物活动的共同影响较为明显。冬季,由于陆源水对无机氮的补充较少,浮游植物生长较弱。因此,该季节海水无机氮含量与环境因子的相关性均不显著。

由表3可见,春季,海水无机磷含量与pH值、溶解氧具有较好的相关性,与其它环境因子的相关性不显著。海水无机磷与pH值、溶解氧均呈现负相关,表明该季节海水无机磷含量变化主要受生物活动的影响。夏季,海水无机磷含量与盐度、化学耗

氧量有显著的相关性, 而与其它环境因子的相关性不显著。从该季节无机磷与盐度呈负相关, 与化学耗氧量呈正相关可知, 此时海水无机磷含量与河流径流的关系密切。秋季, 海水无机磷含量与盐度具有显著的负相关, 该季节海水无机磷含量变化受盐度影响较大。冬季, 由于浮游植物生长处于低峰期, 陆源水对海水无机磷的补充较少。该季节海水无机磷与环境因子均不具有显著的相关性。

由表 4 可见, 春季, 海水活性硅酸盐含量与水温呈现较好的正相关, 与盐度呈显著的负相关, 与

其它环境因子的相关性不显著。表明该季节海水活性硅酸盐含量变化主要受气候、河流径流的影响。夏季, 海水活性硅酸盐与盐度呈现较好的负相关, 而与化学耗氧量、水温呈显著的正相关, 但与其它环境因子的相关性不显著。显然, 该季节活性硅酸盐含量变化受气候、河流径流的影响较大于生物活动的影响。秋季, 海水活性硅酸盐含量与盐度、pH 值呈显著的负相关, 表明该季海水活性硅酸盐含量变化以河流径流影响为主。冬季, 海水活性硅酸盐与主要环境因子均不具有显著相关性。

表 2 活性硅酸盐与主要环境因子的相关性

因子季节	温度	盐度	pH 值	溶解氧	COD
春季	$a = -5.27$ $b = 0.25$ $r = 0.91$	$a = 1.69$ $b = -0.05$ $r = -0.99$	$a = 12.97$ $b = -1.57$ $r = -0.45$	$a = -0.35$ $b = 0.10$ $r = 0.13$	$a = -0.64$ $b = 0.47$ $r = 0.93$
夏季	$a = -2.95$ $b = 0.088$ $r = 0.67$	$a = 0.63$ $b = -0.021$ $r = -0.97$	$a = -2.94$ $b = 0.39$ $r = 0.23$	$a = -0.48$ $b = 0.10$ $r = 0.24$	$a = -0.49$ $b = 0.22$ $r = 0.95$
秋季	$a = 1.57$ $b = -0.055$ $r = -0.41$	$a = 0.70$ $b = -0.023$ $r = -0.92$	$a = 8.32$ $b = -1.01$ $r = -0.73$	$a = -0.72$ $b = 0.12$ $r = 0.51$	$a = 0.0047$ $b = 0.037$ $r = 0.34$
冬季	$a = -0.13$ $b = 0.0085$ $r = 0.13$	$a = -0.72$ $b = 0.025$ $r = 0.54$	$a = -5.64$ $b = 0.69$ $r = 0.59$	$a = 0.70$ $b = -0.085$ $r = -0.35$	$a = 0.0086$ $b = 0.015$ $r = 0.063$

$a = 0.05, r_{a,f} = 0.666$

表 3 无机磷与主要环境因子的相关性

因子季节	温度	盐度	pH 值	溶解氧	COD
春季	$a = -0.012$ $b = 0.0087$ $r = 0.22$	$a = 0.0071$ $b = 0.000018$ $r = 0.024$	$a = 0.34$ $b = -0.042$ $r = -0.85$	$a = 0.080$ $b = -0.010$ $r = -0.94$	$a = 0.0061$ $b = 0.00067$ $r = 0.095$
夏季	$a = -0.036$ $b = 0.0013$ $r = 0.59$	$a = 0.014$ $b = -0.00025$ $r = -0.72$	$a = 0.058$ $b = -0.0061$ $r = -0.22$	$a = -0.018$ $b = 0.0041$ $r = 0.60$	$a = 0.00082$ $b = 0.0026$ $r = 0.69$
秋季	$a = 0.026$ $b = -6.54$ $r = -0.076$	$a = 0.043$ $b = -1.33$ $r = -0.81$	$a = 0.45$ $b = -0.054$ $r = -0.61$	$a = -0.0082$ $b = 0.0024$ $r = 0.16$	$a = 0.0070$ $b = 0.00045$ $r = 0.064$
冬季	$a = -0.035$ $b = 0.0023$ $r = 0.45$	$a = 0.011$ $b = -0.00015$ $r = -0.042$	$a = -0.063$ $b = 0.0085$ $r = 0.029$	$a = -0.045$ $b = 0.0065$ $r = 0.34$	$a = 0.031$ $b = -0.00022$ $r = -0.20$

$a = 0.05, r_{a,f} = 0.666$

表 4 无机磷与主要环境因子的相关性

因子季节	温度	盐度	pH 值	溶解氧	COD
春季	$a = -5.55$ $b = 0.27$ $r = 0.89$	$a = 1.54$ $b = -0.041$ $r = -0.71$	$a = 16.07$ $b = -1.94$ $r = -0.51$	$a = 2.13$ $b = -0.23$ $r = -0.27$	$a = -0.24$ $b = 0.35$ $r = 0.63$
夏季	$a = -16.2$ $b = 0.49$ $r = 0.74$	$a = 3.47$ $b = -0.10$ $r = -0.98$	$a = 2.08$ $b = -0.10$ $r = -0.012$	$a = -3.72$ $b = 0.75$ $r = 0.36$	$a = -2.05$ $b = 1.10$ $r = 0.93$
秋季	$a = 12.08$ $b = -0.42$ $r = -0.54$	$a = 4.55$ $b = -0.15$ $r = -1.00$	$a = 48.24$ $b = -5.81$ $r = -0.73$	$a = -4.62$ $b = 0.78$ $r = 0.59$	$a = 0.40$ $b = 0.15$ $r = 0.24$
冬季	$a = 0.54$ $b = -0.015$ $r = -0.11$	$a = 1.31$ $b = -0.034$ $r = -0.35$	$a = 1.98$ $b = -0.21$ $r = -0.081$	$a = 0.62$ $b = -0.044$ $r = -0.083$	$a = 0.36$ $b = -0.069$ $r = -0.14$

$a = 0.05, r_{a,f} = 0.666$

表3 C区九里香白粉病防治效果

处 理	第1次药后7d		第2次药后7d		第3次药后7d		平均防效 (%)
	病情指数	防效(%)	病情指数	防效(%)	病情指数	防效(%)	
70%甲基硫菌灵(1000倍)	9.1	77.9	11.8	79.5	14.5	80.9	77.4
0.2波美度石硫合剂	8.2	74.7	10.6	81.5	11.7	84.7	80.3
20%三唑酮超微可湿性粉剂(1000倍)	10.7	66.9	14.1	75.5	16.8	77.9	73.4
75%百菌清可湿性粉剂(600倍)	12.1	62.7	17.4	69.7	20.6	73.0	68.4
清水对照	32.4		57.6		76.3		

表4 D区九里香白粉病防治效果

处 理	第1次药后7d		第2次药后7d		第3次药后7d		平均防效 (%)
	病情指数	防效(%)	病情指数	防效(%)	病情指数	防效(%)	
70%甲基硫菌灵(1000倍)	12.4	69.2	13.6	75.9	12.9	81.6	75.7
0.2波美度石硫合剂	11.2	72.2	12.6	77.6	10.3	85.3	78.4
20%三唑酮超微可湿性粉剂(1000倍)	14.0	65.0	16.4	70.9	19.4	72.4	69.4
75%百菌清可湿性粉剂(600倍)	13.5	66.5	16.7	70.4	20.5	70.8	69.2
清水对照	40.3		56.5		70.2		

3 小结

本次试验结果表明,含硫元素的杀菌剂对九里香白粉病菌有较好的抑制作用,石硫合剂防治效果更明显。石硫合剂生产成本低,用生石灰、硫磺粉、水,按1:2:10的比例熬制而成,可在生产上推广使用。但该农药为碱性农药,使用时注意,不能与波尔多液或遇到碱性物质易发生化学反应的药剂混合施用,以免产生药害。

本次试验,第1次施药后第2天下了小雨,对药剂防治效果有一定的影响。另外A、B试验区是在病

害发生初盛期开始喷药,防治效果低于在病害初发期喷药的C区和D区。因此,在生产中提倡在病害发生初期进行防治,以利于提高药效。

参考文献:

- 徐颖,严巍,池杏珍,等.金叶女贞叶斑病的研究.中国森林病虫,2002,21:5.
- 章卫民,黄建河,夏黎明,等.毛竹基腐病的研究(杀菌剂筛选).见:陈昌洁,沈瑞祥,潘允中,等.中国主要森林病虫害防治研究进展.北京:中国林业出版社,1999.12.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第181页)

3 结束语

综上所述,得出:(1)廉州湾海水营养盐组成比例与河流径流携带入海的各种污染物有关。夏季为径流强盛期,随河流排入的有机物增多,营养盐组成比例偏高,冬季入海径流和有机物减少,营养盐组成比例偏低。(2)无机氮、无机磷、活性硅酸盐与主要环境因子的关系,因季节的不同、环境因子的不同与营养盐的相关性不同而不同。例如,丰水季节,盐度因子与3项营养盐含量呈现负相关,枯水季节,与其相关性则不显著。其他环境因子随季节的变化而相关程度不同。造成上述变化直接原因是与流入廉州湾的南流江有关,每年夏季,南流江径流剧增,最大年

径流量为 $80.2 \times 10^8 \text{m}^3$,年均径流量为 $56.1 \times 10^8 \text{m}^3$,低盐冲淡水携带大量有机物入海,营养盐含量升高,冬季,入海径流和有机物减少,营养盐含量降低。此外,廉州湾沿岸城市密集人口生活废水和工业污水也是引起营养盐变化原因之一。

参考文献:

- 黄小平,黄良民,谭辉辉,等.近海赤潮发生与环境条件之间的关系.海洋环境科学,2002,21(4),63~69.
- 陈群英.广西廉州湾水质状况评价.海洋环境科学,2001,20(2):56~58.
- 陈波.广西南流江三角洲海洋环境特征.北京:海洋出版社,1997.

(责任编辑:邓大玉)