

北海营盘马氏珠母贝养殖海域春秋季节水化学环境参数变化特征*

Analysis of the Hydrochemistry Environmental Parameter Variations in Culture Areas of *Pinctada martensii* Dunker in Beihai Yingpan

杨 艳^{1,2}, 黎广钊^{1,2}

YANG Yan^{1,2}, LI Guang-zhao^{1,2}

(1. 广西大学林学院, 广西南宁 530005; 2. 广西红树林研究中心, 广西北海 536000)

(1. College of Forestry, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530005, China; 2. Guangxi Mangrove Research Center, Beihai, Guangxi, 536000, China)

摘要:于2008年9月21日和2009年4月12日对北海营盘青山头马氏珠母贝 (*Pinctada martensii* Dunker) 养殖区进行春、秋两季水化学要素调查与测定。结果显示, 营盘青山头南珠养殖区水质良好, 各水化学要素符合海水水质二类标准; 秋季活性硅酸盐与盐度成显著正相关 ($r = 0.828$), 无机磷与 pH 值、活性硅酸盐与溶解氧、无机磷与叶绿素 a 都有较高的正相关趋势, 春季营养盐与各环境因子的相关关系不显著; 春季 N、P 和秋季 N、P、Si 含量持平或高于浮游植物摄食的最低阈值, 其中秋季 Si 含量丰富; 春、秋两季氮磷比平均值分别为 7.0 和 5.5, 均以氮为浮游植物摄食的限制因子; 营盘马氏珠母贝养殖区的无机氮以氨氮的存在为主要形式, 春、秋两季氨氮所占无机氮含量的比例最高, 分别为 56.6% 和 74.4%。

关键词:水质 参数 马氏珠母贝 养殖区

中图分类号: X132 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2010)02-0152-04

Abstract: The survey and testing of hydrochemistry elements in culture areas of *Pinctada martensii* Dunker in Qingshantou of Yingpan town were conducted in spring and autumn from 2008 to 2009 in Beihai city. The experiment results indicated that sea water in the culture areas of Qingshantou is high quality, and all the hydrochemistry elements met the second class of water quality standard. The active silicate is significant positive correlation with salty in autumn ($r = 0.828$). In addition, there were positive correlations between dissolved inorganic phosphorus (DIP) and pH, silicate and dissolved oxygen (DO), DIP and chlorophyll a (chl-a), while no significant relationship between nutrient salts and the environment factors in spring. The contents of nitrogen and phosphorus in spring and nitrogen, phosphorus and silicate in autumn were equal to or greater than the minimum threshold of the phytoplankton ingestion. Silicate content is rich in autumn. The average of nitrogen and phosphorus in spring and autumn were 7.0 and 5.5 and the nitrogen was the limited factor to the feeding of phytoplankton. The mutual transformation among the three states nitrogen showed that $\text{NH}_4\text{-H}$ was the main form of dissolved inorganic nitrogen (DIN) with highest proportion 56.6% in spring and 74.4% in autumn.

Key words: water quality, parameter, *Pinctada martensii* Dunker, culture areas

收稿日期: 2009-11-26

修回日期: 2010-03-22

作者简介: 杨 艳(1984-), 女, 硕士研究生, 主要从事湿地生态学
研究。

* 广西科技厅科技计划项目(桂科攻0718003-1-7)资助。

马氏珠母贝 (*Pinctada martensii* Dunker) 分布于我国沿海西南部, 包括广东省雷州市谭斗镇、深圳市大鹏镇、徐闻县大井镇、海南省陵水县黎安镇和新村镇等^[1]。广西主要分布于北海营盘镇至福成镇沿

岸一带及防城珍珠港,尤以营盘的彬塘—青山头—白龙—西村一带沿岸(岸线长30多公里、面积100km²)浅海区的马氏珠母贝最为著名^[2]。这一带海域没有常年性河流径流输入,海域开阔风浪较小,水体交换能力强,海水清洁,底质为砂质,海底地形平缓,是发展珍珠养殖的优良场所。黎小正等^[3]曾对广西主要贝类养殖区环境质量进行调查,包括钦州近江的牡蛎和合浦廉州湾的文蛤养殖区等,而马氏珠母贝养殖区的调查文献比较少。王志成等^[4]曾对营盘马氏珠母贝自然资源进行调查,韦蔓新等^[5-8]对广西沿海如北海湾、防城湾、钦州湾、铁山港湾等水化学环境进行调查研究,而营盘这一带马氏珠母贝养殖区的海水化学环境资料甚为缺乏,不利于马氏珠母贝养殖容量的控制和水质环境监测而影响马氏珠母贝养殖的质量。为此,我们于2008年和2009年度选择具有代表性的营盘青山头沿岸马氏珠母贝养殖区开展春、秋季节的水化学环境现状调查取样分析,探讨马氏珠母贝养殖区水化学环境的季节性变化特征。

1 研究区域与方法

研究地点布设在北海市营盘青山头马氏珠母贝养殖区(南珠养殖基地)范围内的1km²海域,地理坐标为21°26'N~21°27'N,109°28'E~109°29'E,环绕研究区域中心设置3条断面7个站位(图1)。



图1 马氏珠母贝养殖区的海水样品采集站位

于2008年9月21日与2009年4月12日进行2个航次的现场取样,调查水深、水温、盐度(S)、pH值、溶解氧(DO)、悬浮物(SS)、叶绿素a(Chl-a)、无机氮(DIN: NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N)、无机磷(DIP)、活性硅酸盐、油类、有机碳等12个项目。样品的采集、固定和分析均按《海洋监测规范》^[9]所规定的方法进行。采用《海水水质标准(GB3097-1997)》(Ⅱ类)^[10]评价北海营盘青山头马氏珠母贝养殖区主要环境指标状况。

2 结果与分析

2.1 主要环境因子的季节变化

马氏珠母贝养殖区春、秋两季平均水深分别为2.50m和4.51m。养殖区春、秋两季水温适中,平均水温分别为22.28℃、30.75℃,对浮游植物和贝类的繁殖生长有利。春季盐度为31.10,秋季受雨水影响,地面径流输入较多,盐度为27.34。pH值春、秋季平均值均为8.13,季节变化较为稳定,pH值符合海水水质二类标准。

溶解氧含量春、秋季平均值分别为6.71 mg/L和6.03 mg/L,符合海水水质二类标准。春季水温较低,受水温影响,溶解氧含量较高,浮游植物生长使溶解氧含量得到一定程度的补充。

无机氮含量春、秋季平均值分别为0.019 mg/L和0.028 mg/L,其中硝酸盐含量春、秋季平均值分别为0.0084 mg/L和0.0066 mg/L,亚硝酸盐含量春、秋季平均值分别为0.0007 mg/L和0.0004 mg/L,氨氮含量春、秋季平均值分别为0.0098 mg/L和0.0207 mg/L。无机磷春、秋季平均值分别为0.003 mg/L和0.005 mg/L。无机磷和无机氮含量均符合海水水质二类标准。活性硅酸盐含量变化较大,秋季均值0.193 mg/L,高于春季(0.039 mg/L)5倍。除个别站位外,秋季营养盐含量均高于春季,说明秋季的陆源补给对海区营养盐起到补充作用。

叶绿素a含量春、秋季平均值分别为1.42 μg/L和1.86 μg/L。春低秋高,其变化与营养盐季节变化相似,无机氮、无机磷与活性硅酸盐含量在秋季都高于春季,表明浮游植物在获得足够的营养补充时生长较为旺盛。

悬浮物春、秋季含量分别为7.60 mg/L和9.17 mg/L,秋季的雨水期陆源输入使悬浮物含量增高。其中秋季中6测站的指标高于10 mg/L,除陆源补充外,水体的潮流运动也可能造成悬浮物含量偏高。油类春秋两季均值均为0.025 mg/L。悬浮物和油类平均含量都符合海水水质二类标准。有机碳是指示有机污染的一个指标,对海洋有机污染起指示作用。春、秋季有机碳平均值分别为0.52 mg/L和1.01 mg/L,说明秋季有机污染状况要高于春季,与营养盐含量秋季高于春季的状况相同。

对营盘青山头马氏珠母贝养殖区春、秋两季的调查结果采用单因素方差分析表明,水温、盐度、溶解氧、亚硝酸盐、氨氮、无机磷、活性硅酸盐含量春、秋季之间差异显著,反映水环境的理化性质随着不

同季节而变化的特征。

2.2 环境因子之间的相互关系

春、秋两季养殖区环境因子之间无显著相关关系,营养盐与环境因子之间的相关关系有一定的差异(见表1)。就表征水体物理性质的盐度来说,秋季活性硅酸盐与盐度在95%置信水平上显著相关($r=0.828$),说明秋季活性硅酸盐的含量与陆源输入有关。秋季无机磷与pH值有较好的正相关关系($r=0.710$),而pH值和盐度并没有相关关系,说明秋季无机磷的含量与生物活动有关。秋季溶解氧与活性硅酸盐有较好的相关关系($r=0.723$),溶解氧和盐度的相关系数 $r=0.730$,说明陆源输入与水体物理混合作用和溶解氧含量关系密切。春季营养盐与叶绿素a之间均呈现负相关趋势,表明在浮游植物繁殖时期对营养盐的消耗较大。秋季无机磷与叶绿素a呈较高正相关关系($r=0.710$),说明磷元素对浮游植物生长起主要作用。

表1 营养盐与环境因子之间的相关系数

季节	DIN-S	DIP-S	SiO ₃ -S	DIN-pH值	DIP-pH值	SiO ₃ -pH值
春季	0.167	0.124	0.128	0.363	0.265	0.344
秋季	-0.162	0.042	0.828	0.442	0.710	0.083
季节	DIN-DO	DIP-DO	SiO ₃ -DO	DIN-Chl-a	DIP-Chl-a	SiO ₃ -Chl-a
春季	-0.346	-0.46	0.015	-0.414	-0.493	-0.144
秋季	0.034	0.163	0.723	0.250	0.710	-0.136

2.3 浮游植物的限制因子

营盘养殖区海域无机氮含量春、秋季平均值分别为0.019mg/L(1.36 μ mol/L)和0.028mg/L(2 μ mol/L);无机磷含量春、秋季分别为0.003mg/L(0.10 μ mol/L)和0.005mg/L(0.16 μ mol/L);活性硅酸盐含量均值春季0.039mg/L(1.39 μ mol/L)、秋季0.193mg/L(6.89 μ mol/L)。贝类生长以摄食浮游植物为主,而浮游植物的摄食又与营养盐密切相关。营养盐吸收动力学研究表明,DIN=1 μ mol/L,P=0.1 μ mol/L,Si=2 μ mol/L是浮游植物生长的最低阈值^[11]。由此可见,春、秋两季无机氮含量均高于最低阈值,春季无机磷含量与最低阈值持平,秋季略高。春季活性硅酸盐含量低于浮游植物生长摄食的最低阈值,秋季硅酸盐含量丰富。总体来看营盘马氏珠母贝养殖区水域的营养盐并不十分丰富,在春季有时达不到最低阈值。

表2表明,在春季,除第6测站的氮磷比和3、4、6测站的硅磷比能达到16以上外,其余测站均小于16:16:1,说明春季营养盐含量低,其中以氮的缺乏较硅

更为明显。秋季氮磷比均低于16,硅酸盐的含量丰富,所有测站的硅磷比都高于16,表现为氮含量缺乏。一般说来,浮游植物对Si、N、P营养盐的吸收是按16:16:1的恒定比例进行吸收,但是来自物理、生物和化学等各种因子的影响常使这个比值发生变化,由于营养结构的改变,从而导致某个要素成为浮游植物生长的限制因子^[12]。总体看来,氮限制作用在营盘养殖区春、秋两季都较显著,表2的结果说明浮游植物的生长摄食受到氮营养元素的限制。

表2 春秋两季氮、磷、硅的含量和比值

季节	站位	含量(mg/L)			比值	
		DIN	DIP	Si	N/P	Si:N:P
春季	1	0.017	0.0038	0.040	4.4	11:4:1
	2	0.010	0.0038	0.033	2.6	9:3:1
	3	0.010	0.0012	0.023	8.1	19:8:1
	4	0.017	0.0024	0.043	7.0	18:7:1
	5	0.026	0.0038	0.033	6.9	9:7:1
	6	0.039	0.0024	0.063	16.2	27:16:1
	7	0.014	0.0038	0.036	3.6	9:4:1
	平均	0.019	0.0277	0.039	7.0	
秋季	1	0.020	0.0048	0.18	4.2	38:4:1
	2	0.022	0.0048	0.19	4.6	40:5:1
	3	0.020	0.0048	0.17	4.2	35:4:1
	4	0.041	0.0048	0.17	8.6	35:9:1
	5	0.043	0.0062	0.19	6.9	31:7:1
	6	0.023	0.0048	0.22	4.8	46:5:1
	7	0.025	0.0048	0.23	5.14	8:5:1
	平均	0.028	0.0050	0.193	5.5	

2.4 三态氮之间的转换关系及相关关系

由表3可见,营盘养殖区的有机氮无论春季或秋季都以氨氮形式存在为主,在溶解氧含量相对较低的秋季,氨氮的平均所占比例高达74.4%,春季氨氮的平均比例亦达到56.6%。由于受水体中物理、化学、生物等因子的影响,海水中3种形态无机氮(NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N)在不同环境下通过不同细菌或酶的硝化或反硝化作用而互相转化。一般说来,在水体溶解氧充分的条件下,好氧细菌能把有机物彻底分解成硝酸盐、二氧化碳及水等稳定性化合物;转化不完全时则以氨为主要存在形式,从而产生毒性。三态氮在海水中的比例组成状况可以衡量海区无机氮转化程度的高低。营盘马氏珠母贝养殖区三态氮以氨氮为主要存在形式,转化程度低,这与污染源不断补充有关。春、秋两季氨氮与盐度均无显著相关关系(春季 $r=-0.020$;秋季 $r=-0.366$),而秋季盐度降低的同时氨氮与盐度负相关趋势较春季增高,表明氨氮受地面径流的影响,但不是主导作用,海区本身以养殖为主,说明高密度养殖贝类滤食

产生的粪便和生物体死亡的残骸对营养盐结构产生影响。

表3 三态氮占无机氮的比例

站位	硝酸盐(%)		亚硝酸盐(%)		氨氮(%)	
	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季
1	24.4	24.0	4.1	1.0	71.4	75.0
2	18.0	21.8	7.0	0.9	75.0	77.3
3	33.0	29.7	4.1	1.0	62.9	69.3
4	77.8	14.6	4.2	0.5	18.0	84.9
5	41.7	28.0	1.5	1.9	56.9	70.1
6	59.0	14.5	2.6	2.2	38.4	83.3
7	21.3	37.2	5.1	2.0	73.5	60.7
平均	39.3	24.3	4.1	1.4	56.6	74.4

由表4可见,三态氮之间的相关关系不显著,说明不具有很强的同源性,氮源的补充并未完全以径流和近岸污水排放为主,海洋自生占一定的地位。

表4 三态氮之间的相关关系

相关因子	春季	秋季
硝酸盐-亚硝酸盐	0.537	0.717
硝酸盐-氨氮	0.388	0.355
亚硝酸盐-氨氮	0.196	0.283

3 结束语

营盘青山头马氏珠母贝养殖区水质良好,各水化学指标的平均数符合海水水质二类标准,水体理化性质随着季节的变化呈现一定的差异性。春季营养盐与各环境因子的相关关系不显著,秋季活性硅酸盐与盐度成显著正相关($r=0.828$),其他营养盐和环境因子,如无机磷与pH值、活性硅酸盐与溶解氧、无机磷与叶绿素a都有较高的正相关趋势,说明秋季雨水造成的陆地径流和海区环境因子之间有一定的相关性。春季活性硅酸盐含量低于浮游植物摄食的最低阈值,海域营养盐较为贫乏。通过氮磷比可以看出,春、秋两季均以氮为浮游植物摄食的限制因子。春、秋两季氨氮所占无机氮含量的比例分别为

56.6%和74.4%,无机氮均以氨氮为主要存在形式,这与贝类养殖行为的关系密切。春、秋季的水环境特征的变化说明,养殖消耗大量的营养盐,在雨季时候营养盐含量得到补充。在生物作用的影响下,养殖对水体造成的影响较大,营养盐结构发生变化,无机氮中氨氮含量过高等使海域存在潜在的污染问题。此次调查结果显示,必须加强对营盘马氏珠母贝养殖区的管理,在环境可承受的容量下进行贝类养殖。

参考文献:

- [1] 石耀华,王爱民,吴星. 中国养殖马氏珠母贝多毛类寄生虫病的调查[J]. 海洋科学,2004,28(7):13-18.
- [2] 王志成,梁志辉,杨家林,等. 北海营盘近海区马氏珠母贝自然资源调查[J]. 广西科学,2008,15(2):205-208.
- [3] 王志成,梁志辉,杨家林,等. 北海营盘近海区马氏珠母贝自然资源调查[J]. 广西科学,2008,15(2):205-208.
- [4] 黎小正,吴祥庆,庞燕飞,等. 广西主要海水贝类养殖区环境质量状况评价[J]. 广西科学院学报,2009,25(2):111-115.
- [5] 韦蔓新,何本茂. 北海湾生态环境特征及其营养状况分析[J]. 海洋湖沼通报,2003(4):96-100.
- [6] 何本茂,韦蔓新. 铁山港湾水体自净能力极其与环境因子的关系初探[J]. 海洋沼泽通报,2006(3):22-26.
- [7] 赖廷和,韦蔓新. 防城港水化学要素含量的分布特征及相互关系[J]. 台湾海峡,2002,21(4):422-426.
- [8] 韦蔓新,童万平,赖廷和. 钦州湾内湾贝类养殖海区水环境特征及营养状况初探[J]. 黄渤海海洋,2001,19(4):51-55.
- [9] 国家质量技术监督局. GB17378.4-2007海洋监测规范[S]. 北京:中国标准出版社,2008:83-117.
- [10] 国家环境保护局. GB3097-1997海水水质质量标准[S]. 北京:中国环境科学出版社,1998:2.
- [11] 杨东方,张经,陈豫,等. 营养盐限制的唯一性因子探究[J]. 海洋科学,2001,25(12):49-51.
- [12] 韦蔓新,赖廷和,何本茂. 铁山港湾水质状况发展趋势[J]. 海洋通报,2002,21(5):69-74.

(责任编辑:韦廷宗)