

# 涠洲岛水域生物理化环境特征及其相互关系

韦蔓新 赖廷和 何本茂

(广西海洋研究所 北海 536000)

**提要** 根据广西 1990 年 4 月和 10 月对涠洲岛水域进行综合调查的统计资料, 本文分析探讨了该水域生物理化要素的分布特征及其相互关系。研究表明: N、P、Si 营养盐均表现为秋季含量高于春季, N 含量相对较低, Si 是本水域最为丰富的营养盐, 可能与该水域以珊瑚岩为主的地质结构有关。生物理化因子之间以次级生产力低且量值较为一致的秋季相关性较好; 次级生产力高且区域性差值较大的春季相关性略差。但春秋季节均以生物作用影响占主导控制地位。

**关键词** 涠洲岛, 生物理化要素, 相互关系

**中图分类号** Q67 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3096(2003)02-0067-05

涠洲岛是广西沿海最大的岛屿, 也是广西沿海唯一远离陆源的岛屿, 距北海市 36 nmil, 屹立在北部湾海域之中, 近距北部湾的广大渔场, 具有优越的旅游条件和丰富的水产资源, 是发展旅游业及石斑鱼、鲍鱼、海参等名贵海珍品养殖的最佳场所。研究该水域

的生物理化环境特征及其相互关系, 对于科学而有效

---

第一作者: 韦蔓新, 出生于 1955 年, 工程师, 主要从事海洋化学研究工作, 电话: 0779-2055086

收稿日期: 2001-11-14; 修回日期: 2002-01-20

地开发利用该岛区的生物资源具有重大的现实意义。对于该岛区的综合调查,过去一直没有进行过。虽然该岛调查报告对该岛区的化学特征进行了综合论述,但至今未见有主要生物理化要素的专题研究报道。本文根据1990年4月和10月的调查资料,在综合论述生物理化要素分布特征的基础上,对各因子之间的相互关系进行了详细的讨论和研究。站位布设如图1所示。样品的采集、保存和分析均按《全国海岛资源综合调查简明规程》中的方法进行。

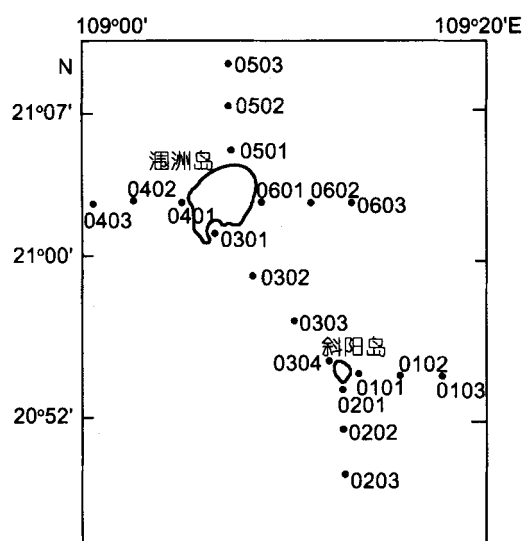


图1 调查站位  
Fig.1 Sample stations

## 1 生物理化要素的分布特征

由于涠洲岛水域位于北回归线以南,属低纬度地区,水体中的生物理化要素随季节和气候变化较大,在量值上亦随着时间和空间的变化而显示出明显的差异。

**水温和盐度:**在海洋环境中,水温和盐度是海洋生态系统中一项极为重要的环境因子,因为各种浮游动植物对温度和盐度变化的忍受力不同,因此,在其生长、发育、繁殖、生活状态、数量变动和平面分布方面都直接或间接地受温盐的影响<sup>[1]</sup>。本水域属亚热带海域,温度的影响显得更为重要。春季,水体中的温度明显低于秋季,平均值分别为21.04℃和27.62℃(见表1);而对于盐度来说,由于该水域远离陆源,整个海区受外海高盐水所控制,季节性变化相对较小,春秋两季量值比较接近,分别为31.48和32.48。

**pH和溶解氧:**春季水温较低,pH和溶解氧量值均较高,平均值分别为8.25和8.29 mg/L,氧饱和度亦高达112.4%,所有测站均呈过饱和状态;秋季水温较高,pH和溶解氧量值均较低,平均值分别为8.11和6.31 mg/L,氧饱和度亦明显下降至95.30%。显然,本水域的pH、溶解氧和饱和度,除受水温影响外,生物作用亦占重要地位。

**无机氮:**海水中的无机氮是海洋生物繁殖生长的重要物质基础,与初级生产力有着密切的关系,当其含量能满足浮游植物正常繁殖生长时,对提高海区生产力具有促进作用,当其含量不足时,则会成为浮游植物的限制因子<sup>[1-3]</sup>。涠洲岛水域无机氮含量较低,

表1 涠洲岛水域生物理化要素的平均值及变化范围

Tab.1 The average contents and ranges of the biological, physical and chemical elements in waters of Weizhou island

要素	春季		秋季		年 平均值
	变化范围	平均值	变化范围	平均值	
水温(℃)	19.81 ~ 23.30	21.04	27.19 ~ 28.52	27.62	24.33
盐度	31.34 ~ 31.72	31.48	31.85 ~ 33.13	32.48	31.98
pH	8.16 ~ 8.31	8.25	7.92 ~ 8.16	8.11	8.18
溶解氧(mg/L)	7.73 ~ 8.69	8.29	5.45 ~ 6.86	6.31	7.31
无机N(μmol/L)	0.030 ~ 2.49	0.81	0.75 ~ 10.98	4.55	2.68
无机P(μmol/L)	0.02 ~ 1.52	0.34	0 ~ 1.58	0.44	0.39
活性Si(μmol/L)	1.40 ~ 13.70	5.22	6.30 ~ 36.20	17.31	11.21
PTP(×10 <sup>3</sup> 个/m <sup>3</sup> )	761.929 ~ 23162.500	6358.140	1291.627 ~ 14400.100	7844.362	7101.251
ZPT(个/m <sup>3</sup> )	50.65 ~ 70585.51	19334.529	1.88 ~ 641.20	187.558	9761.03

PTP:浮游植物;ZPT:浮游动物

尤以南部海域的 01、02、03 断面最为明显,均在  $0.68 \mu\text{mol/L}$  以下,北部海域由于受雷州半岛及北海市沿岸排污的影响含量略高(见图 2a),而该季度月的浮游动植物量则分别高达  $19\ 334.52 \text{ 个}/\text{m}^3$  和  $6\ 358.140 \times 10^3 \text{ 个}/\text{m}^3$ 。显然,该季度月无机 N 含量明显偏低,是浮游植物大量摄取的结果。秋季,随着浮游

动物量的大幅度下降 ( $187.55 \text{ 个}/\text{m}^3$ ),在浮游植物量较春季略高 ( $7\ 844.362 \times 10^3 \text{ 个}/\text{m}^3$ ) 的情况下,无机氮含量仍呈明显上升趋势,尤以涠洲岛近岸海域的 0401、0501 和 0601 站最为明显(见图 2a),与该季度月生物摄取明显下降,而无机氮的再生补充明显上升有关。

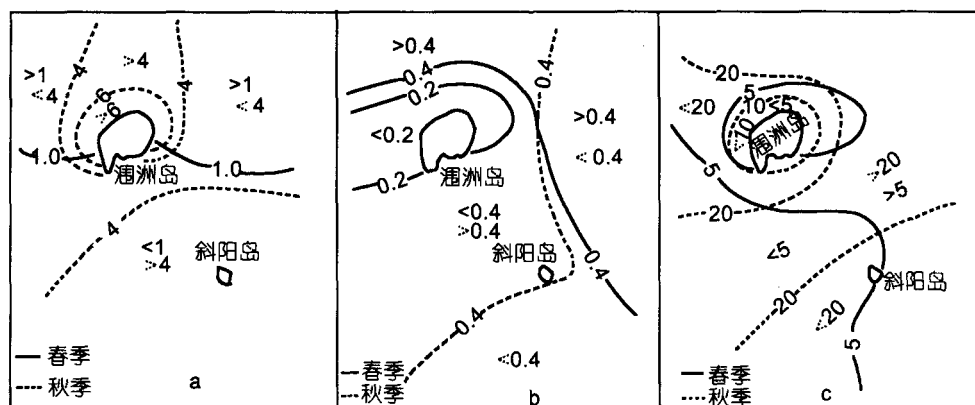


图 2 涠洲岛水域 N、P、Si 平面分布 ( $\mu\text{mol/L}$ )

Fig. 2 The plane distribution of N、P、Si on the water of weizhou island ( $\mu\text{mol/L}$ )

无机磷:海水中的无机磷是海洋浮游植物所必需的重要原生要素,直接参与海洋浮游植物光合作用,并在其生物地球化学循环过程中得到再生与转化<sup>[4]</sup>,因而其含量既体现了海流等物理作用的影响,也体现了生物同化作用的影响。涠洲岛海域磷含量适中,年均值为  $0.39 \mu\text{mol/L}$ (见表 1),具有秋季高于春季的分布特点(见图 2b),但在区域分布上显示出明显的差异,斜阳岛附近 01、02 断面的 P 无论春季还是秋季,其含量均较低,而相应的浮游植物量及浮游动物量则随着生产者与消费者数量上的差异而显示出特有的分布特征。春季,虽然浮游植物量仅居海域中等水平 ( $4\ 121.051 \times 10^3 \text{ 个}/\text{m}^3$ ),但以浮游植物为生的浮游动物量却高达  $46\ 183.78 \text{ 个}/\text{m}^3$ ;而在秋季,由于浮游动物量显著下降 ( $223.73 \text{ 个}/\text{m}^3$ ),对浮游植物的摄取明显减少,浮游植物出现高密度分布状态,量值高达  $9\ 494.038 \times 10^3 \text{ 个}/\text{m}^3$ 。很明显,浮游植物的摄取是导致该水域 P 含量偏低的直接原因,而次级生产力的高低则是影响初级生产力分布的主要因素。与斜阳岛相邻的 03、06 断面,春季 P 含量为全海域之首 ( $0.44 \mu\text{mol/L}$ ),而相应的浮游动、植物量也分别高达  $11\ 314.305 \text{ 个}/\text{m}^3$  和  $10\ 391.93 \text{ 个}/\text{m}^3$ ,说明该水域无论

是作为初级生产者——浮游植物营养的无机 P,还是作为次级生产者——浮游动物食料的浮游植物以及浮游动物本身,它们在量值分布上均处于相对均衡状态,在初、次级生产力如此高的海域,无机 P 仍保持如此高的含量,足以证明该水域无机 P 的供应较为充足,是该季度月比较丰富的营养盐。秋季,无机 P 含量虽略高于春季 ( $0.47 \mu\text{mol/L}$ ),但浮游动、植物量较春季下降显著(分别为  $135.65 \text{ 个}/\text{m}^3$  和  $7\ 186.229 \times 10^3 \text{ 个}/\text{m}^3$ ),间接说明该季度月磷的供应源远不如春季,这可能与 P 的再生源下降有关。而对于靠近北海近岸的 04、05 断面,春季无论是无机 P 还是浮游动植物量均属全海域最低值(分别为  $0.27 \mu\text{mol/L}$ 、 $3\ 797.16 \text{ 个}/\text{m}^3$  和  $3\ 636.050 \times 10^3 \text{ 个}/\text{m}^3$ ),秋季无机 P 和浮游植物量虽呈上升趋势(分别为  $0.59 \mu\text{mol/L}$  和  $5\ 880.715 \times 10^3 \text{ 个}/\text{m}^3$ ),但浮游植物量仍明显低于其它区域。从整体情况看来,本区域磷含量虽呈春低秋高特征,但初、次级生产力却均处于较低分布状态,这可能与北海市排污、排废影响有关。

活性硅:海水中的硅酸盐是水生植物(硅藻类)生长繁殖不可缺少的营养成份,它与无机氮、无机磷一起被称为三大营养盐,其含量和分布与生物活动、水

体运动和海洋底质等因素密切相关。涠洲岛水域虽远离陆源,但硅含量仍达  $11.21 \mu\text{mol/L}$ ,且秋季远高于春季(见表1)。在春季,硅含量以 01.02 断面较高,其余断面较低(见图 2c);相应的浮游动物量亦具有如此特征,浮游植物量虽居中等水平,但在浮游动物大量摄取的情况下仍具有如此量值,足以说明该水域的 Si 呈富足状态,是该季度月最为丰富的营养盐。秋季硅含量则以 03.06 断面较高 ( $22.30 \mu\text{mol/L}$ ),04.05 断面次之 ( $19.35 \mu\text{mol/L}$ ),01.02 断面最低 ( $11.25 \mu\text{mol/L}$ ),相应的浮游植物量则以 01.02 断面最高,03.06 断面次之,04.05 断面最低。显然,在次级生产力普遍较低的情况下,浮游植物对 Si 的摄取具有直接影响作用,但整个海域 Si 含量较春季上升显著,则可能与 Si 的再生源较为丰富有关。

## 2 生物理化要素的相互关系

由于海洋生态系统是由海洋的环境要素和生物要素组成的,浮游动植物之间以及它们与非生物的物理、化学等环境要素之间相互作用,从而形成一种演变乃至循环的体系,它们之间相互关系的密切程度,常随着生态环境的改变而不断地变化着。相关统计分析结果表明,涠洲岛水域水温变化对浮游植物的影响比较明显,无论春、秋季节,水温与浮游植物之间均呈良好的相关性,只是春季呈良好的正相关 ( $r=0.549$ ,  $n=14$ ),秋季呈良好的负相关 ( $r=-0.540$ ,  $n=14$ )。这说明,适宜的水温对浮游植物的生长繁殖具有促进作用,而水温过高,则对浮游植物的生长繁殖起抑制作用。水温对浮游动物的影响不太明显,但相关趋势恰与浮游植物相反。涠洲岛水域的盐度,虽然在量值上变化较小(春秋季变幅均在  $0.48 \sim 1.28$  之间),但盐度与浮游动植物之间仍具有较为密切的关系。在春季,盐度与浮游动物之间表现出良好的负相关性 ( $r=-0.627$ ,  $n=14$ ),也就是说,浮游动物密度较大的区域,盐度值低些,反之亦然;而在秋季则以与浮游植物的正相关趋势较为明显 ( $r=0.495$ ,  $n=14$ )。显然,随着季节的变化,浮游动植物对盐度变化的敏感性是不一样的,说明该水域的浮游动植物是以狭盐性种类为主。溶解氧与浮游植物的密切关系,主要表现在浮游动物密度显著偏低,且量值较为一致的秋季,它们之间具有显著的正相关关系 ( $r=0.622$ ,  $n=14$ ); pH 与浮游植物的相关系数虽然只有  $0.446$ ,但其正相关关系已较明显,说明浮游植物的光合作用使氧含量获得补充的同时, pH 值也随着  $\text{CO}_2$  的下降而有所上升。

由于本水域的生产者(浮游植物)与消费者(浮游动物)在区域和数量上差异甚大,从而使水体中营养盐补充与消耗的循环机制常因供需不平而发生转移,因而本水域的营养盐从整体上与浮游动植物之间的相关性并不显得那么显著,但其相关趋势则较为明显,间接体现了浮游动植物的区域性变化特征。在春季,由于浮游动物密度骤增 ( $19334.52 \text{ 个}/\text{m}^3$ ),营养盐与浮游动植物的相关趋势倾向于以浮游动物为主,尤以与 N、Si 的相关趋势较为明显(相关系数分别为  $r=-0.424$  和  $r=0.339$ ,  $n=14$ ),前者体现了无机 N 对浮游动物的控制作用,后者则体现了活性 Si 的再生对浮游动物的激增具有直接影响。秋季,随着浮游动物密度骤减 ( $187.55 \text{ 个}/\text{m}^3$ ),营养盐与浮游动植物的相关性倾向于以浮游植物为主,其中无机 P 与浮游植物的负相关性较为显著 ( $r=-0.556$ ,  $n=14$ ),无机 N 与浮游植物之间虽只具有明显的负相关趋势,但相关系数已达  $-0.434$ ,接近 95% 的置信水平,活性 Si 与浮游植物之间虽不相关,但与浮游动物的正相关趋势却极为明显 ( $r=0.422$ ,  $n=14$ )。显然,在浮游动物数量差值不大的情况下,营养盐对浮游植物的影响以无机 P 较大,无机 N 次之,只有活性 Si 影响最小,这与该季度月 Si 的供应源比较丰富,补充速率远大于消耗速率有关。

营养盐与 pH、溶解氧之间的密切关系,主要体现在浮游动植物密度较高的春季,其中无机 N 与 pH、溶解氧的负相关性均较显著(相关系数分别为  $r=-0.699$  和  $r=-0.545$ ,  $n=19$ ),一方面表明该水域无机 N 含量具有随 pH、溶解氧量值升高而下降的规律,间接体现了浮游植物光合作用的直接影响;另一方面则表明该水域的无机 N 含量对浮游植物的生长繁殖起到了限制作用,这从整个海域大部分测站的无机 N 已接近零值的分布状况中得以证实。无机 P 与溶解氧之间无论春、秋季节均具有良好的相关性,相关系数分别为  $r=0.470$  和  $r=-0.618$ ,前者的良好正相关体现了无机 P 对该水域浮游植物的重大贡献,在浮游动物密度如此之高,消耗大量浮游植物的情况下,无机 P 的平均含量仍达  $0.34 \mu\text{mol/L}$ ,与溶解氧的正相关关系仍如此密切,充分说明了本季度月无机 P 对浮游植物的生长繁殖起到了极大的促进作用;后者的显著负相关,则表示该季度月有机体分解耗氧过程对无机 P 的再生具有重要影响。活性硅与溶解氧之间没有相关性,但与 pH 的关系比较密切,尤以春季较好 ( $r=0.512$ ,  $n=19$ ),置信水平在 95% 以上,秋季虽仍具有明显的正相关趋势,但相关系数只有  $0.322$ ,很明显, Si 与 pH 之间的密切关系仅出现于部分区域,这可

能与浮游植物的分布状况有关。

### 3 结语

(1) 涠洲岛水域的水温变化符合南亚热带的气候特征,具有秋季高于春季的特点,pH、溶解氧适宜,盐度值变化不大,是海洋生物生长繁殖的最佳场所。

(2) N、P、Si 营养盐含量均表现为春季低于秋季,这是浮游植物摄取的结果,在三大营养盐中,以 N 含量相对较低,si 是本水域最为丰富的营养盐,可能与该水域海底以珊瑚岩为主的地质结构有关。

(3) 水体中生物理化要素之间的关系比较密切,尤以次级生产力低,且量值较为一致的秋季相关性较好,而在次级生产力高,且区域性差值甚大的春季,由

于次级生产者对初级生产者的摄食强度较大,补充与消耗出现显著差异,各因子的相关性无论从数量上还是置信水平上均次于秋季,但无论春季还是秋季,生物作用影响在本水域均占主导控制地位。

#### 参考文献

- 1 厦门水产学院主编.海洋浮游生物学.北京:农业出版社,1981.194-202
- 2 李文权.厦门海沧沿岸水域初级生产力及其与环境的关系.热带海洋,1999,18(3):51-57
- 3 陈飞舟.厦门湾上屿附近海域初级生产力及相关要素的时间系列.台湾海峡,1999,18(11):33-41
- 4 陈水土.台湾海峡上升流区氮、磷、硅的化学特性及输送通量估算.海洋学报,1996,18(3):36-44

## THE BIOLOGICAL AND PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF ENVIRONMENT AND THEIR MATUAL RELATIONSHIPS IN THE WATERS OF WEIZHOU ISLAND

WEI Min Xin      LAI Ting He      HE Bei Mao

(Guangxi Institute of Oceanography, Beihai, 536000)

Received: Nov.,14,2001

Key Words: Weizhou island, Biological and physical and chemical elements, Correlation

### Abstract

Based on the comprehensive investigation on the waters of Weizhou island, Guangxi, in April and October of 1990 respectively, the biological, physical and chemical characteristics of environment and their relationships mutual were studied in this paper. The results showed that the contents of nutrient salt N, P and Si in autumn were higher than that in spring. Among three types of nutrient salt, the contents of N were the lowest while Si were the highest, that was probably due to the geographical structure mainly composed by coral rags in the waters. In autumn, the secondary productivities were lower and varied slightly, the correlations among the biological and physical and chemical factors were greater. And in spring, the secondary productivities were higher and varied greater, the correlations among the biological and physical and chemical factors were weaker. The biological function was a dominant effect in the two seasons.

(本文编辑:张培新)