

红海湾水质营养状况分析

蔡文贵, 贾晓平, 林 钦, 李纯厚

(中国水产科学研究院 海洋渔业生态环境与污染监控技术重点开放实验室, 南海水产研究所, 广州 510300)

摘 要:根据 1997 年 8 月~1998 年 11 月的调查数据, 分析红海湾水域的营养水平及分布特点, 以了解红海湾水域营养水平的分布特点及污染状况。红海湾水域的富营养化指数 E 的分布从北向南呈逐渐递减趋势, 即长沙湾滩涂养殖区 > 长沙湾浅海养殖区 > 自然水域、龟龄岛水域, 其中长沙湾滩涂养殖区和长沙湾浅海养殖区受污染明显, 分别达高富营养化程度和富营养化程度; 自然水域和龟龄岛水域则营养状况相似, 基本上未受到明显的污染。 E 的季节变化趋势为春季 > 秋季 > 夏季 > 冬季, 除冬季处于贫营养状况外, 其余 3 个季节均达富营养化程度, 其中以春季受到的污染最为严重, 达高富营养化程度。分别根据 C_N/C_P 值和 E 值所推断出的结论基本相同。

关键词:富营养化指数; 氮磷比; 红海湾(南海)

中图分类号:S931.3

文献标识码:A

文章编号:1005-8737(2002)01-0078-04

红海湾位于南海北部粤东沿岸中段(115°00′~27°E, 22°39′~51°N), 面积约 300 km², 湾内渔业资源丰富, 水产养殖历史悠久, 已被列为南海区半封闭型海湾规模化养殖示范区。目前对红海湾水域的水质营养状况还没有较为详细的报道。本研究旨在系统了解红海湾的水质营养状况及水域环境质量, 为红海湾水产规模化养殖技术示范区的建设和发展提供依据和基础数据。

1 材料与方法

1.1 样品的采集

于 1997 年 8 月~1998 年 11 月对红海湾水域进行了 4 次调查。将红海湾划分为龟龄岛水域(1~4 号站)、自然水域(5~10 号站)、长沙湾浅海养殖区(11~14 号站)和长沙湾滩涂养殖区(15~17 号站)等 4 个水域, 采样站位见图 1。于 1997 年 8 月和 1998 年 3、6 和 11 月分别采集 4 个代表性季节的表层水样。

1.2 样品分析

COD、无机氮(DIN)(包括 NO_3^- -N、 NO_2^- -N 和

NH_3 -N)和无机磷(IP)样品处理与测定均按《海洋监测规范》^[1]方法。

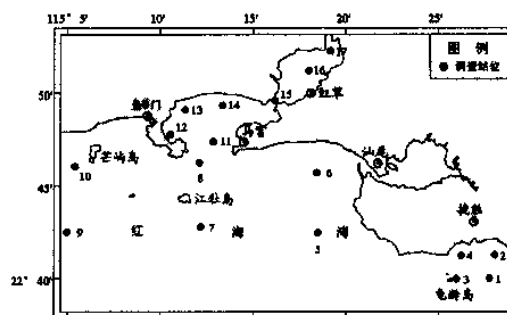


图 1 红海湾调查站位示意图

Fig. 1 Sampling stations in Honghai Bay

1.3 营养水平的评价方法

关于海水营养水平的评价, 我国目前尚无统一的评价标准。本文以富营养化判断值 E 为主要的评价指标^[2~4], 并结合 C_N/C_P 对红海湾水域的营养状况进行评价。评价公式为: $E = (C_{\text{COD}} \times C_{\text{DIN}} \times C_{\text{IP}}) / 1500$ 。

式中, E 为富营养化判断值(以下简称 E), C_{COD} 、 C_{DIN} 、 C_{IP} 分别为化学耗氧量(mg/dm³)、无机氮($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)、无机磷($\mu\text{g}/\text{dm}^3$)的测定值。如果 $E \geq$

收稿日期:2001-05-21。

基金项目:国家“九五”攻关项目(96-008-03-04)。

作者简介:蔡文贵(1965-), 男, 助理研究员, 从事海洋渔业环境监测研究。

1,即为富营养化。 $C_N/C_P \geq 16$ 时为贫营养水域缺 P, $C_N/C_P \leq 16$ 时为富营养水域 N 不足。

2 结果

2.1 营养水平的分布特点

红海湾水域 1997~1998 年的 E 值列于表 1。以全年平均值而言,红海湾水域的 E 基本上可分为 3 个梯次,长沙湾滩涂养殖区的 E 最高(10.878),

其次为长沙湾浅海养殖区(4.513),自然水域和龟龄岛水域的 E 相近(分别为 0.521 和 0.532)。其分布趋势呈北部高,南部低的格局,即长沙湾滩涂养殖区>长沙湾浅海养殖区>自然水域、龟龄岛水域(图 2A)。从营养水平看,长沙湾滩涂养殖区和长沙湾浅海养殖区均受到明显的污染,达富营养化程度,其中以长沙湾滩涂养殖区较为严重;而自然水域和龟龄岛水域则营养水平适中,未受到明显污染。

表 1 红海湾水域 1997~1998 年的 E 值

Table 1 E values in Honghai bay waters from 1997 to 1998

季节 Seasons	长沙湾滩涂养殖区 Changsha Bay sea-beach culturing area	长沙湾浅海养殖区 Changsha Bay shallow water culturing area	自然水域 Natural waters	龟龄岛水域 Guiling island waters
春季 Spring	36.22	10.625	1.116	1.377
夏季 Summer	3.628	0.177	0.180	0.279
秋季 Autumn	3.490	7.170	0.784	0.471
冬季 Winter	0.174	0.078	0.002	0.001
全年平均 Annual average	10.878	4.513	0.521	0.532

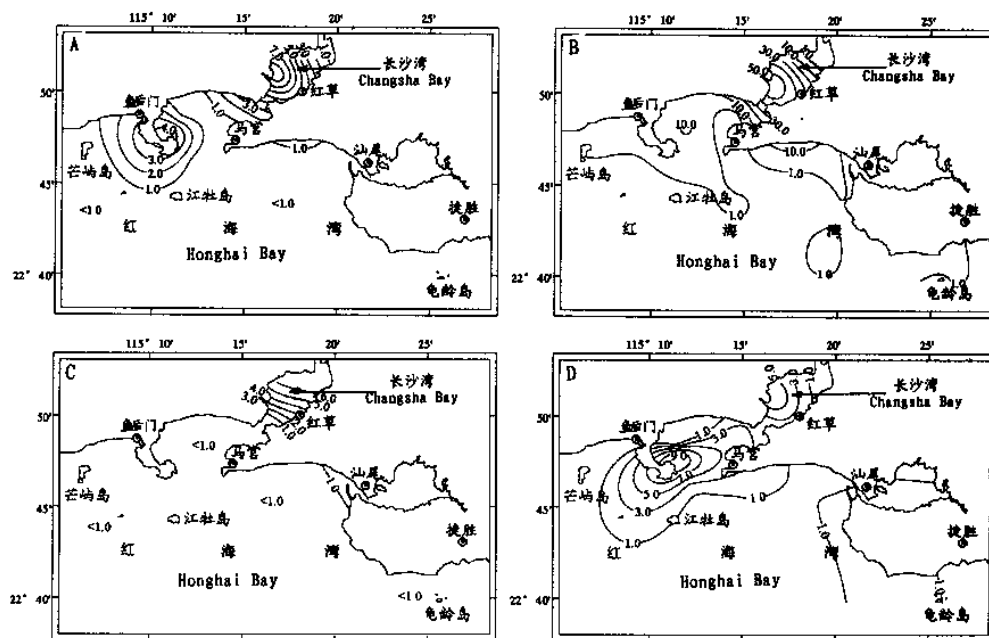


图 2 红海湾水域 E 平面分布图

Fig.2 Spatial distribution of E value in Honghai Bay

A—全年 Annual B—春季 Spring C—夏季 Summer D—秋季 Autumn

2.2 不同季节营养水平的分布特点

2.2.1 春季 4 个水域的 E 可分为 3 个梯次,其分

布趋势与全年均值分布特点相同,从北向南呈逐渐递减的趋势(图2B)。4个水域营养水平平均达到富营养化程度,其中以长沙湾滩涂养殖区最为严重,达高富营养化程度。

2.2.2 夏季 E 的总均值比春季低1个数量级,但分布趋势与春季相似,即北部高南部低(图2C),有所不同的是该季节 E 的高值区域范围明显比春季的小,仅分布于长沙湾滩涂养殖区($E = 3.628$),而其余3个水域的 E 十分相近($0.177 \sim 0.279$,表1)。夏季红海湾水域中除长沙湾滩涂养殖区呈富营养化外,其余水域营养水平适中,未受明显的污染。

2.2.3 秋季 E 可分为3个梯次,其分布趋势与上述2个季节基本相似,从北向南呈逐渐递减的趋势,但又有不同特点,即长沙湾浅海养殖区的 E 高于长沙湾滩涂养殖区的 E 。其排列顺序为长沙湾浅海养殖区 > 长沙湾滩涂养殖区 > 自然水域、龟龄岛水域(图2D)。长沙湾浅海养殖区和长沙湾滩涂养殖区均已受到明显的污染,达富营养化程度,其中以长沙湾滩涂养殖区较为严重;而自然水域和龟龄岛水域则营养水平适中,未受到明显的污染。

2.2.4 冬季 4个不同水域的 E 为 $0.001 \sim 0.174$ (表1),相差不大,呈均匀分布的特点,与上述3个季节的分布特点明显不同。除长沙湾滩涂养殖区的 E 值略高外,其余3个水域的 E 均远远低于富营养化标准,表明整个红海湾水域的水质营养状况基本上处于贫营养状况。

2.3 营养水平的季节变化

4个不同水域 E 的季节变化趋势基本呈春季 > 秋季 > 夏季 > 冬季,但不同水域又有其不同特点,其中长沙湾滩涂养殖区夏季的 E 略高于秋季,而长沙湾浅海养殖区秋季的 E 略高于春季,不过上述的这些变化均不太明显。长沙湾滩涂养殖区除冬季外,其余3个季节均受到明显的污染,达富营养化程度,其中春季最为严重,达高富营养化程度;长沙湾浅海养殖区则在春季和秋季受到明显的污染,达富营养化程度,夏季和冬季均未受到明显的污染;自然水域和龟龄岛水域仅在春季达富营养化程度,其余3个季节均未受到明显的污染,其中冬季甚至出现贫营养状况的现象。

2.4 C_N/C_P 值的变化特点

C_N/C_P 值也是衡量水体富营养化的重要指标之一,正常海水中的 C_N/C_P 值为16,偏离该值过高或过低均可能对海水中浮游植物的生长产生影

响^[2~4]。红海湾水域 C_N/C_P 值及其季节变化特点分别示于图3。 C_N/C_P 值的变幅较大($1.378 \sim 64.382$)。以全年平均值而言,长沙湾滩涂养殖区和龟龄岛水域的 C_N/C_P 值均高于海水正常值,其中以龟龄岛水域最高(36.162),表明这2个水域的磷不足,浮游植物的生长由磷控制。其余2个水域均接近海水正常值。

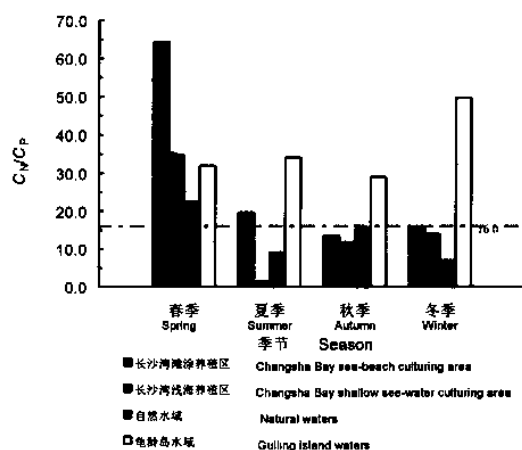


图3 红海湾水域 C_N/C_P 值的季节变化

Fig.3 Seasonal variation of C_N/C_P in Honghai Bay

春季,4个水域的 C_N/C_P 值均大于海水的正常值,表明该季节整个水域出现磷缺乏现象,其中以长沙湾滩涂养殖区最为严重(C_N/C_P 高达64.382),造成这种现象的原因可能是由于该季节含氮量较高的陆源污染物和养殖污染物大量流入湾内,氮源的提高加速了浮游植物的生长,从而导致磷酸盐消耗更快、 C_N/C_P 升高。这与前述根据 E 值得出的结论相吻合。夏季,龟龄岛水域和长沙湾滩涂养殖区的 C_N/C_P 值高于或略高于海水正常值,其余2个水域的 C_N/C_P 值均较小,其中长沙湾浅海养殖区更是低达1.378,表明这2个水域氮缺乏,浮游植物的生长转为由氮控制。秋季和冬季均只有龟龄岛水域的 C_N/C_P 值高于海水正常值,其余水域低于或接近于海水正常值,而龟龄岛的 C_N/C_P 值偏高并不是由于该水域氮含量增加所造成(与其他水域相比,其氮含量反而较低),而是由于磷严重不足的缘故,由此说明龟龄岛水域在这2个季节中并没有受到明显的污染,其间浮游植物的生长受磷变化的影响较大。

由上述 C_N/C_P 值结合氮、磷实际含量推断出的水质营养状况基本与根据 E 值的推断结果相同。

3 讨论

红海湾水域 E 值的分布呈由北向南递减的趋势,造成这种分布特点的主要原因为:①长沙湾湾口狭窄,与湾外水交换程度较低;②长沙湾滩涂养殖区是陆源污染物的直接接纳区,由湾内沿岸河流携入的城镇生活污水、工矿污水和农田污水等陆源污染物以及长沙湾东西两岸的池塘养殖排水首先流入长沙湾滩涂养殖区,然后进入浅海养殖区,部分稀释后再通过与湾外的海水交换而进入南部的红海湾自然水域和龟龄岛水域;③长沙湾滩涂养殖区和浅海养殖区是红海湾中养殖最密集的区域,养殖活动自身所产生的有机物如残饵和养殖品种的排泄物等造成这2个水域的污染越来越严重,营养状况不断恶化;④自然水域和龟龄岛水域处于开放性的水域中,水交换程度较高,陆源污染物及养殖活动自身所产生的污染物因水交换而被稀释和输送到湾外海域,因而这2个水域受污染的程度较轻,基本未出现富营养化的现象。

营养盐的消长也会引起 E 值的变化。近岸海域营养盐的变化具有明显的季节性,受海水盐度和陆地径流的影响较大,其含量随盐度的升高而减少,随陆地径流带入的营养物质的增加而增加^[5]。春季粤东沿海的降雨量逐渐增大,陆地径流流量增多,海水盐度降低,再加上随雨水流入红海湾的营养物质增多,致使红海湾水域的营养盐含量达到最高值;夏

季和秋季水温较高,因海水的蒸发作用而致使盐度慢慢升高,且地表及土壤表层积累的营养物质早已被春季的降雨淋溶,因而随雨水流入红海湾的营养物质不如春季多,期间浮游植物生长旺盛,对营养物质需求量增大,这些因素导致营养盐含量降低;冬季为少雨季节,湾内海水盐度比其他季节都高,陆地径流的流量为全年最少,随雨水流入红海湾的营养物质也最少,因而该季节的营养盐含量达到最低值。营养盐这种季节性变化的特点造成 E 呈现出春季>秋季>夏季>冬季的变化趋势。另外, E 的这种季节变化特点也可能与养殖活动具季节性有关。

综上所述,要确保长沙湾养殖业的可持续发展,必须控制和削减陆源污染源的源强及水产养殖业自身污染源的源强,适当调整养殖布局、养殖结构和养殖品种,降低污染影响风险,保证红海湾水产养殖业的健康发展。

参考文献:

- [1] 国家海洋局. 海洋监测规范[M]. 北京:海洋出版社, 1991.
- [2] 付海靖. 海洋污染与保护[M]. 北京:科学出版社, 1979. 113-121.
- [3] 姜太良. 莱州湾西南部水环境的状况与评价[J]. 海洋通报, 1991, 10(2):19-21.
- [4] 蒋国昌. 浙江沿海富营养化程度的初步探讨[J]. 海洋通报, 1987, 6(4):38-39.
- [5] 王小平, 贾晓平, 林钦, 等. 红海湾水域溶解氧、pH值、盐度和营养盐分布特征及相互关系研究[J]. 海洋通报, 1999, 18(5):35-40.

Water quality assessment on nutrient status in Honghai Bay, South China Sea

CAI Wen-gui, JIA Xiao-ping, LIN Qin, LI Chun-hou

(Key Laboratory for Marine Fishery Ecology Environment and Pollution Monitoring & Control
Technique, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: Honghai Bay is located at north of South China Sea, 115°5'~27°E, 22°39'~51°N. An investigation was conducted from Aug. 1997 to Nov. 1998 to research the nutrient status in the bay for its importance in salt-water aquaculture. Using eutrophication index E as the assessment standard, the results show that from north to south, the eutrophication degree decreases gradually, and the pollution is obvious in the sea beach and shallow water culture areas, where eutrophication degree is high. But in natural water area, pollution is not obvious. In terms of E value, except winter, the water quality shows eutrophication all the year, especially in spring. The calculated results from C_N/C_P and E have the same conclusion.

Key words: eutrophication index; ratio of nitrogen to phosphorus; Honghai Bay (South China Sea)