

厦门同安湾水质状况评价

郑爱榕¹, 蔡明红², 张珞平³, 林元烧¹

(1. 厦门大学海洋学系、亚热带海洋研究所, 福建 厦门 361005; 2. 中国极地研究所, 上海 200129; 3. 厦门大学环境科学研究中心, 福建 厦门 361005)

摘要: 根据 1995~1999 年同安湾海域的水质监测资料, 对海域的水质状况进行了评价和营养分级。结果表明, 海域水质处于高 N 低 P 状态。pH、DO、COD_{Mn} 和 BOD₅ 符合 GB 3097-1997 第二类海水水质标准, 但 DIN、石油类和 DRP 超第二类海水水质标准。DIN 和石油类的超标率和超标倍数有逐年增强之势。该海域目前处于 P 中等限制潜在性富营养水平阶段。

关键词: 同安湾; 水质评价; 富营养化

中图分类号: X824 文献标识码: 文章编号: 1007-6336(2000)02-0046-04

Water quality assessment on Tongan Bay, Xiamen

ZHENG Ai-rong¹, CAI Ming-hong², ZHANG Luo-ping³, LIN Yuan-shao¹

(1. Department of Oceanography, Institute of Subtropical Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. Polar Region Institute of China, Shanghai 200129, China; 3. The Environmental Science Research Centre, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Based on the survey data in Tongan Bay of Xiamen from 1995 to 1999, the assessments and classification for water quality and the nutrient levels were respectively done. The results shown: (1) The survey area has the typical characteristics of rich nitrogen and low phosphorus. (2) The contents of pH, DO, COD_{Mn} and BOD₅ are coincide with the sea water quality standard of GB 3097-1997, and the contents of DIN, DRP and Oil are beyond the standard. (3) Tongan Bay was at the stage of middle phosphorus-limited potential eutrophication.

Key words: Tongan Bay; water quality assessment; eutrophication

同安湾(又称浔江湾), 位于厦门岛东北面, 为一个半封闭型港湾。海域总面积约为 110 km², 是厦门主要水产养殖基地^[1]。自 1954 年高集海堤建成及近 30 km² 的围垦, 同安湾的纳潮量大为减少, 水动力条件明显减弱。目前同安湾主要养殖牡蛎、对虾和蛭蚌, 养殖密度极大, 在湾的周围还有高崎码头、正在扩建的刘五店码头和拟建的五通 3 000 吨级码头。近年来, 随着厦门岛北岸的开发和同安区经济的迅速发展, 同安湾已面临着来自陆域的污水、海上船只的泄油和养殖的自身污

染。为了保护同安湾的水产养殖, 落实拟定的海域功能, 合理开发和利用同安湾, 使同安湾的工业和水产养殖业协调发展, 本文利用 1995 年“东亚海域海洋污染预防与管理厦门示范项目”和 1996 及 1997 年厦门市环保局《环境质量报告书》的监测资料及我们 1998 年和 1999 年的现场调查数据, 对该海域的水质状况进行了评价和营养分级, 旨在了解近年来该海域水质的变化趋势, 为同安湾环境管理、环境容量估算、制定综合治理措施和排污总量削减计划提供依据。

收稿日期: 1999-08-16, 修改稿收到日期: 1999-10-15

作者简介: 郑爱榕(1957), 女, 福建省福安市人, 副教授, 从事海洋环境化学、海洋有机化学研究。

1 调查区域和分析方法

在同安湾主航道上布设 6 个站位(图 1)。其中 T1~T6 为 1995 年站位, 分别于 1995 年 6、9 月和 11 月采样; 29~30 为 1996 年和 1997 年站位, 分别于 5 月(丰)、9 月(平)和 12 月(枯)3 个水期采样; 1~6 为 1998~1999 年站位, 分别于 1998 年 3 月大小潮时高低平潮、1999 年 1 月和 5 月高低平潮时采样。均采表层水样。采样和分析方法按《海洋监测规范》执行。调查项目见表 1。由于同安湾海域拟定的功能为水产养殖, 故评价标准执行 GB 3097-1997 海水水质第二类标准, 评价方法采用单因素标准指数法。评价因子除悬浮物 and

盐度外同监测项目。

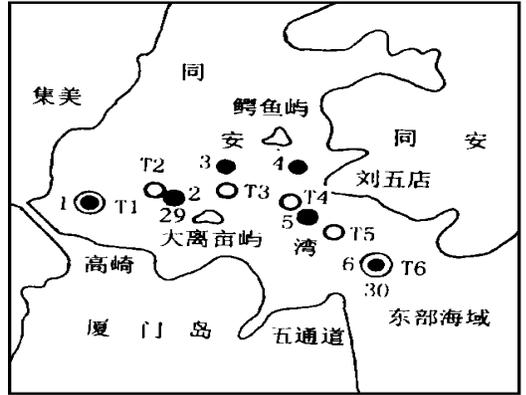


图 1 同安湾海域水质调查站位

Fig. 1 Survey stations in Tongan Bay

表 1 同安湾海域水质项目 1995~1999 年际变化(mg/L, pH 除外)

Tab. 1 Yearly variation of water quality in Tongan Bay from 1995 to 1999 (mg/L, except pH)

监测项目		1995	1996	1997	1998	1999	平均
pH	范围	7.90~8.34	8.10~8.05	8.14~8.20	7.69~8.29	7.84~8.09	8.09
	平均	8.17	8.03	8.17	8.07	8.03	
S	范围	18.1~32.8	27.9~29.1	22.8~34.0	18.7~27.0	28.87~31.46	28.3
	平均	30.5	28.5	28.6	23.6	30.1	
SS	范围	64~250	61~128	23~51	7~41	3~72	75
	平均	179	96	45	24	31	
DO	范围	5.19~9.73	5.61~7.84	5.33~8.76	7.90~8.93	6.09~8.64	7.28
	平均	7.04	6.75	6.89	8.39	7.35	
COD _{Mn}	范围	0.65~1.86	0.67~1.74	0.24~1.63	0.50~2.68	0.82~2.14	1.17
	平均	1.34	1.16	0.85	1.34	1.17	
BOD ₅	范围	/	0.28~2.60	0.83~2.73	0.76~2.95	0.07~1.18	0.99
	平均	/	1.06	1.50	1.91	0.46	
DIN	范围	0.112~0.35	0.050~0.284	0.039~0.721	0.259~0.606	0.089~0.473	0.268
	平均	0.200	0.179	0.240	0.414	0.305	
DRP	范围	0~0.035	0.006~0.031	0.011~0.032	0.008~0.050	0.002~0.028	0.018
	平均	0.013	0.016	0.020	0.023	0.017	
石油类	范围	0.004~0.03	0.025~0.090	0.025~0.080	0.017~0.172	0.003~0.059	0.030
	平均	0.012	0.043	0.034	0.031	0.030	

2 结果和讨论

2.1 水质项目年际变化

同安湾海域水质调查项目 1995~1999 年的年际变化统计结果见表 1。由表可知, 1995~1999 年, pH 在 7.69~8.34 之间, 平均为 8.09, 年均值基本恒定, 符合 GB 3097-1997 第一类海水水质标准。盐度为 18.1~32.8, 平

均 28.3, 变化幅度大, 尤其是 1995~1999 年间有逐年下降的趋势, 是否与陆域淡水增量有关, 有待调查确定。悬浮物(SS)在 3~250 mg/L 之间, 均值为 75 mg/L, 变化幅度极大。溶解氧(DO)在 5.19~9.73 mg/L 之间, 均值为 7.28 mg/L, 变化幅度大。化学需氧量(COD_{Mn})和五日生化需氧量(BOD₅)分别在 0.24~2.68 mg/L 之间和 0.07~2.95 mg/L

之间, 年均值变化幅度不大, 分别稳定在 1.17 和 0.99 mg/L 左右。无机氮 (DIN) 为 0.05 ~ 0.72 mg/L 之间, 变化幅度大, 逐年增加趋势明显。活性磷酸盐 (DRP) 在 0.002 ~ 0.05 mg/L 之间, 年均值为 0.018 mg/L, 超第二类

海水水质标准。石油类在 0.004 ~ 0.17 mg/L 之间, 年均值基本恒定在 0.030 mg/L。

2.2 水质项目各水期变化

同安湾海域水质调查项目 1995 ~ 1999 年各水期变化统计结果见表 2。由表可知, 丰、

表 2 同安湾海域水质项目 1995 ~ 1999 年各水期变化 (mg/L, pH 除外)

Tab. 2 Water season variation of water quality in Tongan Bay from 1995 to 1999 (mg/L, except pH)

1995 ~ 1999 各水期	pH	SS	DO	COD _{Mn}	BOD ₅	DIN	DRP	石油类	
丰水期	范围	8.05 ~ 8.38	4 ~ 80	6.01 ~ 8.76	0.77 ~ 2.20	0.07 ~ 0.73	0.05 ~ 0.726	未检出 ~ 0.037	0.003 ~ 0.041
	平均	8.17	42	6.87	1.58	1.04	0.201	0.012	0.026
平水期	范围	7.90 ~ 8.24	11 ~ 99	5.19 ~ 5.90	0.24 ~ 1.74	0.83 ~ 2.60	0.242 ~ 0.350	0.006 ~ 0.035	0.025 ~ 0.09
	平均	8.05	49	5.55	1.01	1.69	0.257	0.023	0.039
枯水期	范围	7.69 ~ 8.36	3 ~ 250	6.67 ~ 8.93	0.44 ~ 2.68	0.49 ~ 2.95	0.086 ~ 0.714	0.008 ~ 0.043	0.003 ~ 0.344
	平均	8.13	76	7.99	1.06	1.16	0.246	0.017	0.024

枯和平三个水期的 pH 均值最大差值不到 0.2 个单位。SS 各水期差异较大, 枯水期 > 平水期 > 丰水期, 与各水期淡水输入量变化趋势相一致。COD_{Mn} 和 BOD₅ 各水期差异不大。DO 差异较大, 最大差值为 2.44 mg/L, 枯水期 > 丰水期 > 平水期, 而 DIN 和 DRP 枯水期与平水期相差无几, 均大于丰水期。石油类是枯水期和平水期基本一致, 但都小于平水期。

2.3 水质评价结果和变化趋势

评价结果表明, 同安湾海域水质 1995 ~ 1999 年 5 a 间除 DIN、DRP、石油类超标外, 其余指数均符合 GB 3097-1997 第二类海水水质标准。(1) 自 1996 年起, 石油类是该海域的超标因子之一, 超标率在 8.3% ~ 75% 之间, 最大的超标倍数为 2.44, 丰、平和枯水期均有超标现象。油的超标应与码头停靠的船舶用油及海水捕捞和养殖小船的泄油有关。(2) 除 1996 年外, DIN 也是该海域的超标因子之一, 超标率在 33.3% ~ 95.8% 之间, 最大的超标倍数为 1.42, 超标强度有逐年增加的趋势。各水期均有超标现象, 尤其是枯水期。DIN 的严重超标应与同安湾沿岸的农用化肥及海

域高密度水产养殖有关。(3) 除 1996 年外, DRP 均出现超标, 超标率为 8.3% ~ 25%, 最大超标倍数为 0.67 倍, 磷超标在各水期也有出现。

2.4 海域水质营养程度

现有的海水营养评价模式可归纳为三类:

(1) 单项指标评价; (2) 综合指数评价; (3) 模糊数学综合评价^[2~4]。这些模式虽然有其合理性的一面, 但都未揭示出营养盐限制对富营养化的影响。新近郭卫东等^[5]以潜在性富营养化的概念为基础, 参照我国海水水质标准及有关实验结果, 提出了一种新分类分级的营养化评价模式。营养级的划分见表 3。运用上述评价模式, 对同安湾 1995 ~ 1999 年的总体富营养化水平进行评价, 结果见表 4。评价结果表明, 1995 年同安湾海域属磷限制中度营养水平, 1996 年则营养水平较低, 水质较好, 1997 年水质呈中度营养水平, 而 1998 和 1999 年则处于磷中等限制潜在性富营养化阶段。说明海域水质富营养化程度呈逐年上升趋势。这与该海域 DIN 严重超标的变化趋势是一致的, 应引起有关方面的高度重视。

表3 营养级的划分标准

Tab. 3 Classification standard for the nutrient levels

级别	营养级	DIN/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	DRP/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	N:P
I	贫营养	< 0.2	< 0.03	8~30
II	中度营养	0.2~0.3	0.03~0.045	8~30
III	富营养	> 0.3	> 0.045	8~30
IV _P	磷限制中度营养	0.2~0.3	—	> 30
V _P	磷中等限制潜在性富营养	> 0.3	—	30~60
VI _P	磷限制潜在性富营养	> 0.3	—	> 60
IV _N	氮限制中度营养	—	0.03~0.045	< 8
V _N	氮中等限制潜在性富营养	—	> 0.045	4~8
VI _N	氮限制潜在性富营养	—	> 0.045	< 4

表4 同安湾海域的富营养化评价

Tab. 4 Eutrophication assessment for Tongan Bay waters

年份	DIN 平均值/ mg/L	DRP 平均值/ mg/L	N:P*	营养级
1995	0.200	0.013	35.2	IV _P
1996	0.179	0.016	25.6	I
1997	0.240	0.020	27.4	II
1998	0.414	0.023	41.1	V _P
1999	0.305	0.017	40.9	V _P

* 指 DIN 平均值与 DRP 平均值的原子比

3 结 语

对同安湾海域 1995~1999 年水质状况的分析和评价结果表明, 5 a 中整个海域处于高 N 低 P 状态。pH、DO、COD_{Mn} 和 BOD₅ 符合 GB 3097-1997 第二类海水水质标准, 但 DIN、DRP 和石油类超第二类海水水质标准, DIN 的超标率和超标倍数逐年增强, 石油类超标率和超标倍数持续不减。DIN 的严重超标与沿岸农用化肥的流失和海域内高密度水产养殖有关, 因为据调查估算由农田流入同安湾海域的氮肥为 11 779 t/a, 氮的污染负荷为 60 t/a,

由海水养殖引入的氮污染负荷为 2 301 t/a。石油类的超标污染源于码头停靠的船舶用油及海洋捕捞和养殖小船的泄油。DRP 也有超标, 但超标率和超标倍数较低, 此外, 该海域目前处于磷中等限制潜在性富营养水平阶段, 富营养化程度有逐年上升趋势。故应尽快制定该海域水产养殖规划, 使养殖从无序状态走向有序, 合理布局, 加强管理, 避免养殖密度过大, 减少养殖的污染源强。同时应立刻制定同安区污水规划, 削减污染源强, 污水口应设在水交换条件较好的湾口海域或深水区排放。

参考文献:

- [1] 王寿景, 黄自强. 厦门浔江湾海洋水文特征[J]. 台湾海峡, 1998, 6(2): 201-206.
- [2] 彭云辉, 王肇鼎. 珠江河口富营养化水平评价[J]. 海洋环境科学, 1991, 10(3): 7-13.
- [3] 熊德祺, 陈守煜. 海水富营养化水平评价, 海洋环境科学[J]. 1993, 12(3-4): 104-110.
- [4] 杨美兰, 钟彦, 林燕棠. 大鹏湾南沃养殖水域的氮、磷含量特征[J]. 热带海洋, 1998, 17(2): 74-80.
- [5] 郭卫东, 章小明, 杨逸萍, 等. 中国近岸海域潜在性富营养化程度的评价[J]. 台湾海峡, 1998, 17(1): 64-70.