

茅尾海海水养殖业污染变化趋势分析及控制对策

孙辰琛, 胡宝清* (广西师范学院地理科学与规划学院, 北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室, 广西南宁 530001)

摘要 根据 2001 ~ 2012 年广西海洋环境监测中心的监测数据, 对茅尾海区域海水养殖污染物排放进行计算, 采用数理统计法、秩相关系数法分析海水养殖业污染变化趋势。结果表明, 茅尾海海区内海水养殖污染呈现显著上升的趋势变化, 并针对该现状提出合理的控制对策建议。

关键词 茅尾海; 养殖污染; 趋势分析; 控制对策

中图分类号 S949 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2015)11 - 252 - 03

Analysis of Mariculture Pollution Trend and Control Measure in Maowei Sea
SUN Chen-chen, HU Bao-qing* (Key Laboratory of Environment Change and Resources Use in Beibu Gulf of Ministry of Education, School of Geography and Planning, Guangxi Teachers Education University, Nanning, Guangxi 530001)
Abstract According to data of Guangxi Marine Environment Monitoring Center during 2001 - 2012, mariculture pollutant emissions in Maowei Sea were calculated. By using mathematical statistics, order correlation method, mariculture pollution trend was analyzed. The results showed that Maowei Sea mariculture pollution has a significant upward trend change. Aiming at the status, several control measures were put forward.
Key words Maowei Sea; Mariculture pollution; Trend analysis; Control measures

茅尾海位于广西钦州市海域南部, 地理位置为 21°45′ ~ 21°56′ N, 108°28′ ~ 108°38′ E 之间。东起坚心围, 西至茅岭江口, 北起大榄江渡口, 南至青菜头。海湾内宽口窄, 三面环陆, 呈口袋装, 水深一般为 0.1 ~ 5.0 m, 面积约为 135 km², 是典型的半封闭内海。气候高温多雨, 干湿季节分明, 年平均气温达 23 ℃, 平均年降水量为 2 057 mm, 夏无酷暑, 冬无严寒, 盛行季风, 具有明显的亚热带海洋季风气候的特点, 属于南亚热带季风气候。有钦江、大榄江、茅岭江自北部注入, 淡水在此交汇, 给该海域带来了丰富的营养物质和矿物质, 饵料丰富, 使茅尾海的渔业资源十分丰富。在广西 12 个海岸农渔业区中, 茅尾海海域占有 3 个^[1], 盛产大蚝、对虾、青蟹、石斑鱼, 是重要的海产品生产基地, 也是全国最大的蚝苗育养基地, 每年仅蚝苗就可创造数亿元产值。我国作为世界上最大的海水养殖生产国, 海水养殖面积广大且增长迅速。近几十年来, 随着沿海经济开发建设和养殖业进程步伐的加快, 尤其是国家支持北部湾经济区发展后, 茅尾海作为连接钦州主城区与钦州港的中枢, 钦州城市发展和临海经济发展的腹地, 区位优势凸显, 重要性日渐提高。面对愈加扩大的开发力度, 茅尾海沿岸海域将面临愈来愈大的环境压力。养殖过程产生的大量排泄物及残饵使沿海水体富营养化程度加重, 极易发生赤潮。因而, 合理地开发利用海洋渔业资源, 保护海洋环境, 是十分必要且重要的。

在有关水产养殖污染的研究中, 海水养殖由于其开放性, 排水量较难以估算。卢振彬等运用源强估算法对厦门同安湾海水养殖的海域污染进行评估^[2]; 夏丽华等通过估算海水养殖污染物和卫星遥感影像, 对广东省海水养殖污染贡献率进行了分析^[3]; 许岩等对大连湾海域水质进行监测, 并利

基金项目 国家自然科学基金项目(41361022)。
作者简介 孙辰琛(1989 -), 女, 辽宁大连人, 硕士研究生, 研究方向: 海岸带环境演变。* 通讯作者, 教授, 博士, 从事区域可持续发展研究。
收稿日期 2015-03-17

用秩相关系数法等对污染趋势进行了分析^[4]; 马宁等对广西合浦儒艮国家自然保护区海水环境进行了质量变化趋势分析^[5]。笔者利用环境监测数据和排污系数, 参考有关资料, 对海水养殖污染量进行定量估算, 结合 spearman 秩相关系数法对其变化趋势加以分析研究, 并对控制海水养殖污染提出合理建议。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源 各类污染源污染物入海量多年统计数据来源于广西海洋环境监测中心 2001 ~ 2012 年的监测数据。海水养殖产量取自历年《广西统计年鉴》、《广西农业年鉴》、《钦州年鉴》。

1.2 研究方法

1.2.1 排污系数、排污量计算方法。 根据茅尾海海水养殖产量统计数据及海水养殖排污系数, 计算得出茅尾海 2001 ~ 2012 年海水养殖污染物排放情况。该研究所用的海水养殖排污系数, 对应主要产品种类、养殖方法, 分别采用《广西沿海海水养殖污染现状调查报告》(2010 年 11 月) 和《第一次全国污染普查水产养殖业污染源产排污系数手册》中提供的各类海水养殖品种的排污系数。具体海水养殖排污系数见表 1。污染物排放量计算方法为: 污染物排放量 = 排污系数 × 养殖增产量^[3]。

表 1 广西沿海海水养殖排污系数				g/kg
种类		COD	总氮	总磷
对虾		90.000	6.000	1.100
青蟹		16.742	2.773	0.111
贝类	筏式养殖	7.982	-9.268	-0.685
	滩涂养殖	16.953	-19.683	-0.535
鱼类(平均)	池塘养殖	2.332	0.700	0.024
	网箱养殖	92.842	73.135	12.248

1.2.2 趋势分析方法。 采用 spearman 秩相关系数法对入海污染物变化趋势进行定量分析, 其公式为:

$$r_s = 1 - [6 \times \sum_{i=1}^n d_i^2] / [N^3 - N]$$
$$d_i = X_i - Y_i$$
式中, d_i 为变量 X_i 与 Y_i 的差值; X_i 为周期 i 到周期 N 按浓度值从小到大排列的序号; Y_i 为按时间排列的序号; N 为周期次数, $N = 12$; r_s 为秩相关系数。计算后将 r_s 的绝对值同 spearman 秩相关系数统计表中的临界值 W_p 进行比较。如果 $r_s \geq W_p$, 则表明变化趋势有显著意义, 如果 $r_s < W_p$, 则表明变化趋势没有显著意义; 如果 r_s 为正值, 则表明有上升趋势, 如果 r_s 为负值, 则表明有下降趋势。

2 茅尾海海产品养殖、增殖区海水水质概况

参照《海水水质标准》(GB3097-1997)^[6], 根据广西海洋环境监测中心站报告显示, 2001~2012 年茅尾海海产品养殖区与增殖区海水水质状况稳定, 但一直未能达到“良好”级别, 多年出现三类、四类甚至劣四类水质, 海水养殖造成的污染情况不容乐观。具体水质情况见表 2。

表 2 茅尾海海产品养殖、增殖区海水水质概况	
年度	水质类别
2001	劣四类、四类
2002	劣四类、三类
2003	三类
2004	四类
2005	四类
2006	劣四类、四类
2007	四类、三类
2008	四类、三类
2009	四类
2010	劣四类、三类
2011	劣四类、四类
2012	劣四类、四类

3 茅尾海海水养殖污染物入海量及变化趋势

3.1 茅尾海海水养殖污染物入海量统计 根据茅尾海沿海海水养殖产量统计及海水排污系数, 计算得出茅尾海沿海 2001~2012 年海水养殖污染物排放情况(表 3), 并参照海域纳污量多年统计数据得出其占比(图 1)。总排污量最大值出现在 2012 年, 达到 321 t, 最小值出现在 2002 年; 高锰酸盐指数最大值出现在 2011 年, 最小为 2001 年; 2012 年总氮排放量最大, 2006 年最小; 总磷排放量最大值出现在 2012 年, 最小值出现在 2004 年。与茅尾海总纳污量比较, 2002 年海水养殖污染物入海量所占比例最小, 为 -10.26%, 2012 年所占比例最大, 达到 1.32%, 大体上呈上升趋势。

3.2 茅尾海海水养殖污染物入海量趋势分析 利用 spearman 秩相关系数法的的定量分析, 对 12 年间茅尾海海水养殖污染物入海量进行变化趋势分析, 得出相关系数值 r_s , 与临界值 W_p 作比较。选取的临界值显著性水平为 0.05, 周期 N 为 12, 因此 W_p 的值为 0.506。在利用秩相关系数分析变化趋势时, 若系数 $r_s > 0$, 表明有上升趋势, 若 $r_s < 0$, 表明有下降趋势; 若 $|r_s|$ 大于临界值 W_p , 表明变化趋势显著, $|r_s|$ 小于临界值 W_p , 表明变化趋势不显著。因此可判断各指标均呈现上升趋势, 其中总氮上升程度不显著, 高锰酸盐指数、总磷和总的排污量均呈现出显著上升的趋势(表 4)。

表 3 茅尾海海域海水养殖污染物入海量统计				
年度	高锰酸盐指数	总氮	总磷	合计
2001	521	-941	-16	-436
2002	980	-2 118	-42	-1 180
2003	1 225	-2 290	-41	-1 106
2004	1 315	-2 393	-43	-1 121
2005	1 324	-2 188	-37	-901
2006	1 508	-2 452	-41	-985
2007	1 598	-2 411	-37	-850
2008	1 377	-1 577	-16	-216
2009	1 296	-1 316	-10	-30
2010	1 257	-1 178	-6	73
2011	1 612	-1 747	-16	-151
2012	1 524	1 202	-1	321

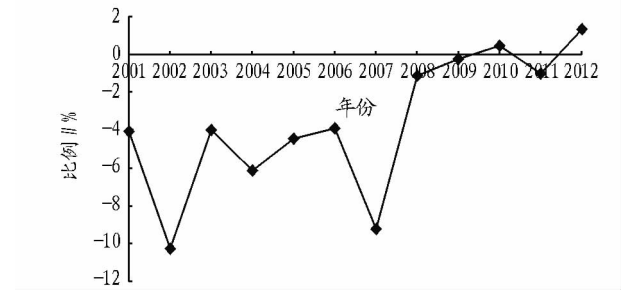


图 1 2001~2012 年茅尾海海水养殖污染物入海量占比变化

表 4 茅尾海海水养殖污染物入海量秩相关系数分析

指标	系数 r_s	变化趋势
高锰酸盐指数	0.69	显著上升
总氮	0.27	上升不显著
总磷	0.63	显著上升
合计	0.82	显著上升

4 结论与控制对策

茅尾海海水养殖污染尚未得到全面有效的控制。海产品养殖区与增殖区水质多年处于较差水平, 排污量多年处于显著上升趋势, 所占海水污染的比例逐年上升, 海水养殖污染状况不容乐观。经济利益的驱使下, 养殖业未能有序、科学的发展。养殖区以散养为主, 集约化、规模化养殖比率低, 养殖户多数未将废水处理便直接排放入海, 养殖过程中鱼虾贝类的粪便及排泄物和残余的饵料、碎屑所溶生的无机氮和活性磷酸盐超标成为养殖区水质恶劣的重要污染源。而氮磷营养物质的增多极易使养殖区水域水体富营养化, 为赤潮的产生提供了适宜的生态环境, 是造成赤潮的重要原因之一。加之茅尾海为典型的半封闭内海, 只有一个狭小的出口与外海连通, 水体交换能力较差, 海水自净能力也差, 大规模的围垦加重了以上状况, 不利于海域环境的可持续发展。据此情况, 提出以下污染控制对策建议:

(1) 科学合理规划区内海水养殖业, 调整海水养殖产业布局和品种, 合理控制养殖区域和面积。确定各区域的养殖承载力和水体自净能力, 结合海洋功能区划, 对原有养殖区域进一步调整、改造, 严格控制养殖区域的分布密度, 科学规划新的养殖区域, 合理安排取水区、生产区、养殖污水处理区及排放区等。在科学合理布局的基础上, 合理安排养殖结构, 不断改造养殖设施, 使其满足鱼类健康生长所需的空间

和基本的进排水功能,并增加水质调控与净化能力;控制养殖密度,科学放养水产品种,合理适度投饵、施肥、用药,确保水质保持良好的生态环境。

(2)建立、健全水产养殖环境管理的法律、法规及相关政策,严格执法管理。我国先后制定和颁布了《中华人民共和国渔业法》《中华人民共和国海洋环境保护法》等一系列与渔业相关的法律法规,但渔业养殖用水没有明确的排放标准,无法对违法或超标排放等现象实施有力处罚,这是在一定程度上纵容了养殖企业或个体任意排放。因此应借鉴先进的相关管理经验,结合实际情况,完善相关管理法律、法规,制订水产养殖污染源治理标准,切实规范各种养殖行为。对于任意排放或超标排放者,要严格执法、严惩不贷,确保水产养殖业的健康可持续发展。

(3)健全水产养殖环境监管系统。强化监督管理一要建立完善养殖许可证制度,对规模化养殖场和养殖许可证发放数量加以限制,避免盲目或超负荷地发展水产养殖生产。二则由于水产养殖涉及水产、水利、环保等多个部门,环境保护部门对水产养殖环境管理的介入较少,水产系统独立的环境保护部门建设还不成熟,从而造成这部分工作存在缺口。因此,需要各相关部门加强联合,充分协调配合,强化对水产养殖全过程的监督管理,不断完善水产养殖环境监管系统。

(4)推广科学、高效、优质的养殖技术。目前水产养殖从业人员总体受教育程度还较低,且有一大批人员都是原从事捕捞的减船转产渔民或新从事养殖的非专业人员,缺乏科学养殖技术。渔用饵料生产的技术水平仍然较低,生产工艺相对

落后,导致饵料配方差、吸收利用率低等问题,从而造成了成本高、溶解氧浓度低、水体富营养化等不良状况。应提高饵料利用率,减少排泄物,注重饵料中磷源及量的控制,使用溶解性好的无机磷,以提高磷的利用率,添加新型酶制剂等以减少氮排放。因此应加强对从业人员的技术指导与培训,达到科学养殖的目的,减轻对环境的压力。

(5)加大宣传力度,不断提升水产养殖人员的环保意识。长期以来,水产养殖农户对水产养殖可能对环境造成的不良影响认识不到位,环境保护意识和综合素质亟待提高。因此,要充分利用各种媒体,开展多种宣传活动,以多样化的形式开展《中华人民共和国海洋环境保护法》等相关宣传教育,切实加强水产养殖人员的环保意识及健康养殖的观念,使他们深刻认识到环境质量与他们自身的生存、发展息息相关,保护环境就是保护自己的切身利益,从而使他们实施生态养殖,自觉维护海洋环境。

参考文献

- [1] 广西海洋功能区划(2011~2020年)[R]. 2002.
- [2] 卢振彬,蔡青海,张学敏. 厦门同安湾水产养殖对海域污染的评估[J]. 南方水产, 2007, 3(1): 54-61.
- [3] 夏丽华,徐珊,陈智斌,等. 广东省海岸带海水养殖业污染贡献率研究[J]. 广州大学学报:自然科学版, 2013, 12(5): 80-86.
- [4] 许岩,宋钦浩,陈文博,等. 大连湾海域水质状况及污染趋势分析[J]. 河北渔业, 2014(6): 21-24.
- [5] 马宁,罗帮. 广西合浦儒艮国家自然保护区海水环境质量变化趋势与评价[J]. 海洋环境科学, 2007, 26(4): 373-375.
- [6] 国家海洋局第三研究所. GB 3097-1997 海水水质标准[S]. 北京:环境科学出版社, 2004.
- [7] 付为国,李萍萍,王纪章,等. 镇江河漫滩草地藨草光合特性研究[J]. 草地学报, 2007, 15(4): 381-385.
- [8] TOSI H R, WITTENBERG K M. Harvest alternatives to reduce the alkaloid content of reed canary-grass forage [J]. Can J Anim Sci, 1993, 73: 373.
- [9] MARUM P, SOLBERG E T. Lara, reed canarygrass [J]. Norwegian Agricultural Research, 1993, 7: 331-333.
- [10] 鲍雅静,李政海. 内蒙古羊草草原群落主要植物的热值动态[J]. 生态学报, 2003, 23(3): 606-613.
- [11] CASSIDA K A, MUIR J P, HUSSEY M A. Biofuel component concentrations and yields of switchgrass in south central US environments[J]. Crop Science, 2005, 45(2): 682-692.
- [12] OBERBERGER I, BIEDERMANN F, WALTER WIDMANN W, et al. Concentrations of inorganic elements in biomass fuels and recovery in the different ash fractions[J]. Biomass Bioenergy, 1997, 12(3): 211-224.
- [13] STONE K C, HUNT P G, CANTRELL K B. The potential impacts of biomass feedstock production on water resource availability[J]. Bioresource Technology, 2001, 101: 2014-2025.
- [14] 高凯,谢中兵,徐苏铁,等. 内蒙古锡林河流域羊草草原 15 种植物热值特征[J]. 生态学报, 2012, 32(2): 588-594.
- [15] 咎启杰,王伯荪,王勇军. 深圳福田无瓣海桑-海桑林能量的研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(2): 170-174.
- [16] 高凯,朱铁霞,王其兵. 内蒙古锡林河流域羊草草原主要建群植物热值及灰分动态变化[J]. 生态学杂志, 2012, 31(3): 557-560.
- [17] 藏惠林. 植物灰分组成的主组元分析[J]. 植物学通报, 1984, 2(4): 31-34.
- [18] 赫翠,李洪远,姜超,等. 北方半干旱区河流湿地优势植物的热值[J]. 生态学杂志, 2008, 27(12): 2094-2098.
- [19] 刘世荣,王文章,王明启. 落叶松人工林生态系统净初级生产力形成过程中的能量特征[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1992, 16(3): 209-219.

(上接第 251 页)

的变化趋势,峰值分别出现在孕穗期和成熟期,该结论也进一步表明植物热值的动态变化规律;而干重热值月变化和去灰分热值月变化趋势并不一致,其主要因为不同月份灰分含量之间存在一定的差异。

藨草干重热值呈现双峰的变化趋势,峰值分别出现在孕穗期和成熟期;藨草灰分含量随物候期呈现先降低后升高的变化趋势,成熟期灰分含量最低;去灰分热值随着生育期推迟呈现逐渐降低的变化趋势,其顺序为孕穗期>抽穗期>盛花期>成熟期>果后营养期>枯黄期;各生育期干重热值与灰分含量之间均表现为负相关关系,其中抽穗期表现为极显著线性负相关($P < 0.01$),孕穗期和果后营养期表现为显著线性负相关($P < 0.05$),盛花期、成熟期和枯黄期相关性不显著。

参考文献

- [1] HOOGWIK M, FAALJ A, VAN DEN BROEK R, et al. Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy [J]. Biomass and Bioenergy, 2003, 25(2): 119-133.
- [2] 石元春. 发展生物质产业[J]. 发明与创新, 2005(5): 4-6.
- [3] SAHRAMAA M, HMM L, JAUHIAINEN L. Variation in seed production traits of reed canarygrass germplasm [J]. Crop Science, 2004, 44: 988-996.
- [4] SAHRAMAA M. Evaluation of reed canary grass for different enduses and in breeding [J]. Agricultural and Food Science in Finland, 2003, 12