

生物多样性指数在生态评价中的实用性分析——以北部湾为例^{*}

庞碧剑, 覃秋荣, 蓝文陆^{**}

(广西壮族自治区海洋环境监测中心站, 广西北海 536000)

摘要:为了探讨生物多样性指数(H')在综合评价近岸海域的实用性,本研究利用水质综合污染指数和浮游植物、浮游动物及底栖生物的多样性指数分别对北部湾近岸海域调查的数据进行污染程度评价,并讨论利用多样性指数评价的合理性。结果表明:用水质综合污染指数评价2014年平水期北部湾近岸海域的水质结果为轻污染;用浮游植物和浮游动物的多样性指数评价结果均为轻中污染;用底栖生物的多样性指数进行污染评价结果则为重中污染。可见,生物多样性指数适用于污染程度较重的水域,而对于像北部湾近岸海域这样较洁净的水域,其与水质评价则存在较大的差异。结合我国近岸海域环境监测的实际情况,当前利用浮游植物来评价最具实用性。生物数据需建立在常年观测的基础上,并与理化监测结果结合起来开展综合性指标评价,才能正确地发挥其作用,从而得到符合实际的结论。

关键词:生物多样性指数 生态评价 水质综合污染指数 北部湾近岸海域

中图分类号: Q89 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2019)02-0091-09

0 引言

生物多样性指数(H')是生物监测中较为常用的一种方法,普遍被用来描述浮游植物、浮游动物和底栖生物等生物群落的生态学特征以及生物群落结构的变化。同时生物多样性指数也常用来当作环境条件变化的指示因子,被认为是个较好的指示水体污染程度以及生态评价的工具^[1-3]。随着我国各个海域海洋生态环境质量评价研究的开展,人们发现生物多样性指数在生态评价运用上的实用性和局限性并存,其

评价标准也不尽一致,因此具有一定的争议性,亟待更多的调查进一步验证和修正。北部湾近岸海域是我国近岸最洁净的海域之一,拥有红树林、珊瑚礁和海草床等多种典型海洋生态系统,是我国海洋生物多样性最高的海区之一。近几年的监测数据显示,北部湾近岸海域海水质量良好,表层沉积物质量优良,生物多样性指数却不高^[4]。北部湾近岸海域良好的生态环境和独特的生物多样性指征,为分析利用生物多样性指数开展生态评价的实用性研究提供了理想的验证场所。

^{*} 国家自然科学基金项目(41466001)和广西科技计划项目(桂科 AA17129001, 桂科 AD17129041, 桂科 AB16380340 和桂科 AB18126075)资助。

【作者简介】

庞碧剑(1986—),女,硕士研究生,工程师,主要从事海洋浮游生物及生态研究。

【**通信作者】

蓝文陆(1980—),男,博士,教授级高级工程师,主要从事海洋生态环境监测和预警研究, E-mail: dr.lan@139.com。

【引用本文】

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20190515.007

庞碧剑,覃秋荣,蓝文陆. 生物多样性指数在生态评价中的实用性分析——以北部湾为例[J]. 广西科学院学报, 2019, 35(2): 91-99.

PANG B J, QIN Q R, LAN W L. Practicability of ecological evaluation by biodiversity index: A case study of the Beibu Gulf [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2019, 35(2): 91-99.

目前利用生物多样性指数进行生态评价的相关研究比较成熟。大部分研究只采用其中1种生物多样性指数进行评价,如姜发军等^[5]结合水质理化因子和浮游植物多样性指数分析了广西近岸海域生态环境质量;吴建新等^[6]利用浮游动物多样性指数和水质理化因子研究吕泗大洋港近岸海域水质污染水平;蔡立哲等^[7]通过底栖生物的多样性指数探讨深圳湾福田潮间带污染等级判断及划分。而利用几种主要生态类群(浮游植物、浮游动物及底栖生物)的生物多样性指数并结合水质化学因子综合评价海域生态环境的研究较少。关于北部湾海域生态环境的综合研究更是罕见,大多数研究仅限于对浮游植物、浮游动物及底栖生物方面开展监测性的基础调查^[8-12]。本研究根据北部湾2014年平水期调查资料,从海洋浮游植物、浮游动物及底栖生物的多样性指数以及海水理化因子综合判别北部湾近岸海域的污染等级,拟探讨生物多样性指数评价方法的实用性,以期反映北部湾近岸海域污染水平的客观情况,推进海洋环境与生态质量评价方法的进一步发展。

1 材料与方 法

1.1 研究区域概况

北部湾近岸海域位于南海西北部,研究区位于北部湾北部的广东与广西近岸海域,西起中越边界的北仑河口,东临广东省雷州半岛西岸(图1),属典型的南亚热带海洋季风气候。研究区内沿岸河口海湾较多,入海河流自西向东依次有北仑河、防城江、茅岭江、钦江、南流江、大风江、九州江等。该海域的水动力条件主要受到地表径流和北部湾潮汐的共同影响,潮汐为不规则全日潮^[13]。

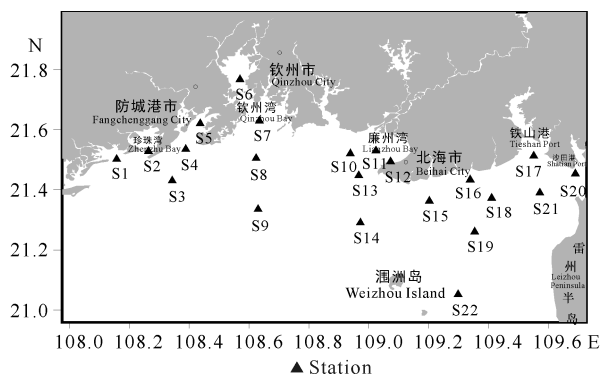


图1 北部湾近岸海域采样站点分布

Fig. 1 Distribution of sampling sites in the coastal waters of the Beibu Gulf

1.2 站点布 设及采 样

为了解北部湾近岸海域污染情况,2014年10月

在北部湾近岸海域共布设22个站点进行水质调查(图1)。

1.2.1 水 样 采 集

主要采集表层样品,对水深大于10 m的站点进行表、底层采样(S3、S8、S9、S13、S14、S18、S19、S21和S22),采集的水样现场处理后带回岸上实验室进行分析测定。监测项目主要包括DO、COD_{Mn}、DIN(NO₂-N、NO₃-N、NH₄⁺-N)、PO₄³⁻-P、石油类和重金属(Cu、Zn、Pb、Cd)。水质样品的现场处理及分析测定均按中华人民共和国国家标准(GB 17378.4—2007)《海洋监测规范—海水分析》^[14]的标准方法执行。

1.2.2 生物样品采集

生物调查的站点与水质调查的站点相同。浮游植物样品采集:用5 L的有机玻璃采水器采集表层水样1 L,加入6~8 mL鲁哥氏液固定,留待实验室内进行浓缩后用显微镜进行物种鉴定和细胞计数。浮游动物样品采集:用浅水I型浮游生物网从海底至表面垂直拖曳,样品用5%甲醛溶液固定、保存,带回实验室在体视镜下进行种类鉴定和计数。底栖生物采集:利用抓斗式采泥器采集,采泥器两瓣的张口面积为0.05 m²,每站采样3斗,采用网目为0.5 mm的不锈钢套筛进行生物收集,标本用5%甲醛溶液固定保存,带回实验室在显微镜和体视镜下进行种类鉴定和计数。海洋生物样品的采集、保存和分析均按中华人民共和国国家标准(GB 17378.7—2007)《海洋监测规范—近海污染生态调查和生物监测》^[15]的标准方法执行。

1.3 评价方法

1.3.1 水质化学指标及其评价方法

水质综合评价包括有机污染因子(DO、COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐)、石油类和有毒重金属污染物(Cu、Zn、Pb、Cd)等污染因子。

根据相关文献提出的水质综合评价模式^[16-17],先分别计算有机污染指数、石油污染指数和有毒污染指数,公式如下:

$$A_{OP} = \alpha_{DO} + \alpha_{COD} + \alpha_{DIN} + \alpha_{DIP}, \quad (1)$$

$$A_{PP} = \alpha_{PP}, \quad (2)$$

$$A_{TP} = (\alpha_{Cu} + \alpha_{Zn} + \alpha_{Pb} + \alpha_{Cd}) \times 1/4, \quad (3)$$

式(1)~(3)中A_{OP}、A_{PP}和A_{TP}分别为有机污染指数、石油污染指数和有毒污染物综合指数。α为各水质参数的标准指数,其计算方法见文献^[16-17]。各污染物的污染标准指数采用GB 3097—1997《海水

水质标准》中的第一类海水标准。

三者之和即为综合污染指数, 公式如下:

$$A_{CP} = A_{OP} + A_{PP} + A_{TP}, \quad (4)$$

式中 A_{CP} 为水质综合污染指数。利用水质综合污染指数进行污染等级划分的标准见表 1。

表 1 水质综合污染指数划分等级

Table 1 Comprehensive pollution index classification of water quality

级别 Level	范围值 Range
清洁 Clean	[0,1]
微污染 Slight polluted	(1,2]
轻污染 Light polluted	(2,7]
重污染 Heavy polluted	(7,9]
严重污染 Severe polluted	>9

1.3.2 多样性指数的评价方法

海域浮游植物、浮游动物、底栖生物评价标准采用生物多样性指数 (H') 分级标准, 生物多样性指数 (H') 应用 Shannon - Wiener 多样性指数^[18] 公式计算:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i, \quad (5)$$

式中, H' 为种类多样性指数; S 为样品中的种类总数; P_i 为第 i 种的个体数与总个体数的比值。当

表 2 北部湾各评价因子的指数值及评价结果

Table 2 Index values and evaluation results of various evaluation factors in the Beibu Gulf

评价指标 Evaluation index	范围值 Range	平均值±标准偏差 Average±standard deviation	评价结果 Evaluation result
水质综合污染指数 Water quality comprehensive pollution index	0.30~4.32	2.04±0.95	轻污染 Light polluted
浮游植物多样性指数 Phytoplankton diversity index	1.31~3.78	2.77±0.80	轻中污染 β-Medium polluted
浮游动物多样性指数 Zooplankton diversity index	0.70~3.79	2.87±0.58	轻中污染 β-Medium polluted
底栖生物多样性指数 Benthic diversity index	0.00~3.99	1.32±1.15	重中污染 α-Heavy polluted

2.2 多样性指数及其评价结果

2.2.1 浮游植物多样性指数及其评价结果

北部湾近岸海域浮游植物多样性指数为 1.31~3.78, 平均值为 2.77±0.80(表 2)。北部湾近岸海域浮游植物多样性指数分布较为均匀, 大致呈现河口湾

$H' < 1$ 时, 表示水体为重污染; 当 $3 \geq H' \geq 1$ 时, 表示水体中度污染; 其中, 当 $2 > H' \geq 1$ 时, 表示 α -中度污染(重中污染), 当 $3 > H' \geq 2$ 时, 表示 β -中度污染(轻中污染); 当 $H' > 3$ 时表示水体轻度污染至无污染^[1]。

2 结果与分析

2.1 综合污染指数及其评价结果

调查结果显示, 北部湾海域水质综合污染指数为 0.30~4.32, 均值为 2.04±0.95(表 2)。根据水质综合污染指数平均值的评价结果可见, 平水期北部湾近岸海域水质为轻污染。图 2 为北部湾近岸海域水质综合污染指数的平面分布, 图 3 为北部湾近岸海域污染形势。由图可见, 污染指数较高区域主要集中在钦州湾海域, 其次是铁山港海域, 接着是防城港海域和廉州湾海域(图 2), 其中污染指数最高站点为 S6, 污染指数最低站点为 S9。除北海市南部外海域有一个污染指数较高值区(S19)外, 北部湾近岸海域水质综合污染指数基本呈现由近岸向离岸逐渐降低的分布特征。平水期由于沿岸径流量在逐渐减小, 在与北部湾外海水的混合消长过程中处于劣势, 因此沿岸径流带来污染物的影响范围不大, 指示水质轻污染的区域位于各河口海湾的内湾稍向南延伸至湾口之间。随着往南部延伸, 外海潮流带来污染较低的海水与沿岸径流相混合, 南部外海海域污染物浓度逐渐降低, 因此北部湾近岸海域大部分水质处于微污染和清洁的范围(图 3)。

内较低、湾外较高的分布规律(图 4)。大部分海域多样性指数 > 2.00 , 最高值为站点 S11, 位于廉州湾外湾附近海域, 出现最低值的 S6 站点位于钦州湾内湾海域。浮游植物的种类数量和密度均过低, 是导致个别站点浮游植物多样性指数低的直接原因。根据浮

游植物多样性指数判断,北部湾近岸海域水体介于重中污染和轻度污染至无污染之间,总体为轻中污染(表2)。

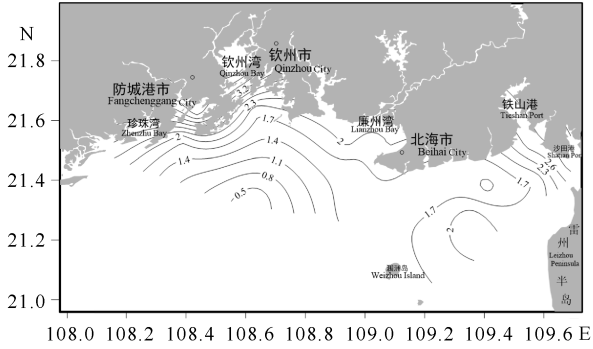


图2 北部湾近岸海域水质综合污染指数分布

Fig. 2 Distribution of water quality comprehensive pollution index in the coastal water of the Beibu Gulf

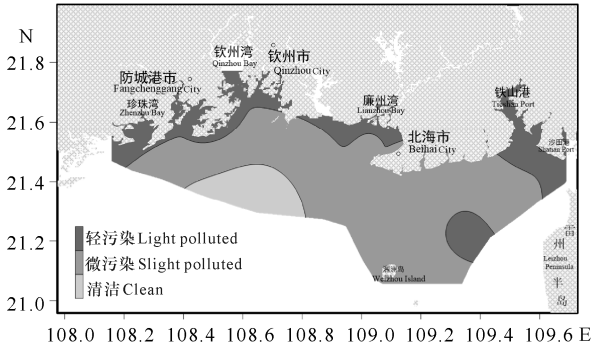


图3 北部湾近岸海域水质污染形势

Fig. 3 Water pollution situation in the coastal waters of the Beibu Gulf

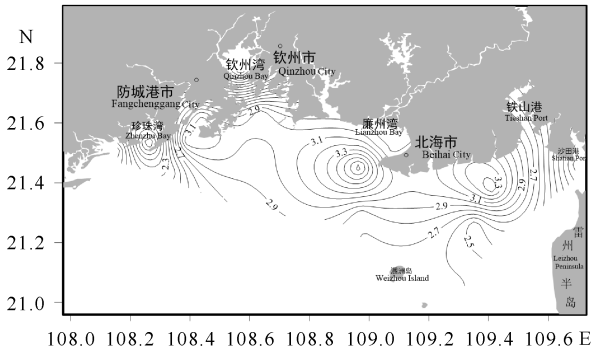


图4 北部湾近岸海域浮游植物多样性指数分布

Fig. 4 Distribution of phytoplankton diversity index in the coastal waters of the Beibu Gulf

从空间分布上看,北部湾近岸海域重中污染海域的面积不大,主要分布在钦州湾海域、珍珠湾海域以及铁山港的沙田港附近海域,大部分海域的污染水平为轻中污染和轻度污染至无污染(图5)。从整体来看,北部湾近岸海域污染程度并没有完全呈现由近岸向离岸递减趋势,而是从近岸到离岸再到外海分别是

轻中污染—轻度污染至无污染—轻中污染的分布规律,基本上是轻中污染的海域包围了轻度污染至无污染的海域(图5)。

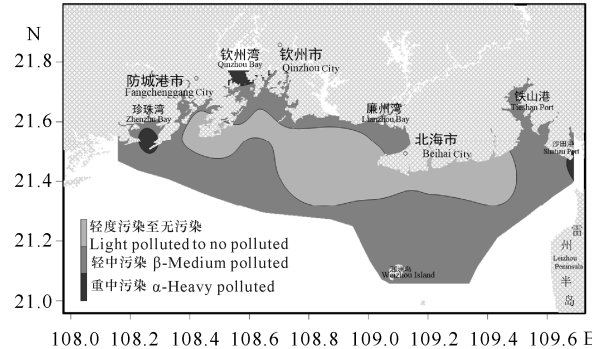


图5 北部湾近岸海域水质污染的浮游植物多样性指数评价

Fig. 5 Evaluation of phytoplankton diversity index of water pollution in coastal waters of the Beibu Gulf

2.2.2 浮游动物多样性指数及其评价结果

北部湾近岸海域浮游动物多样性指数为0.70~3.79,平均值为 2.87 ± 0.58 (表2)。北部湾近岸海域浮游动物多样性指数分布不均匀,各海湾的分布特征均有不同,其中铁山港海域浮游动物多样性指数分布较为均匀,多数站点的多样性指数 >3.00 ,浮游动物多样性指数最高值站点S20也位于该海域;廉州湾海域则呈现内湾较高、外湾较低分布趋势;钦州湾海域浮游动物多样性指数为内湾到外湾逐渐增加,而外湾至外海逐渐降低的分布特征。浮游动物多样性指数最低值的S9站点位于钦州外海海域(图6)。优势种过于显著是导致该站点浮游动物多样性指数低的直接原因。

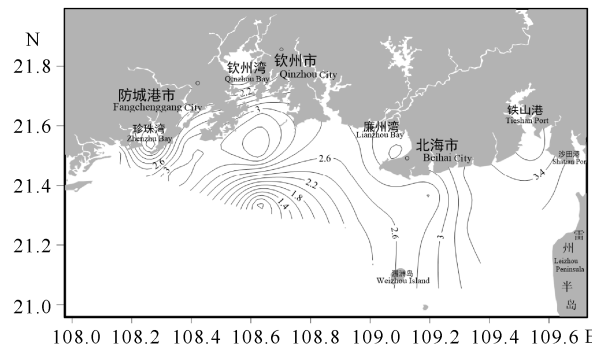


图6 北部湾近岸海域浮游动物多样性指数分布

Fig. 6 Distribution of zooplankton diversity index in the coastal waters of the Beibu Gulf

根据浮游动物多样性指数判断,北部湾近岸海域水体介于重污染和轻度污染至无污染之间,总体为轻中污染(表2)。从空间分布上看,北部湾近岸海域重污染海域的面积很小,主要集中在钦州外海海域,重

中污染海域主要分布在珍珠湾海域、钦州湾内湾海域以及钦州外海附近海域, 轻度污染至无污染海域主要分布在铁山港海域、廉州湾海域、钦州湾湾口海域, 其余海域的污染水平为轻中污染(图7)。

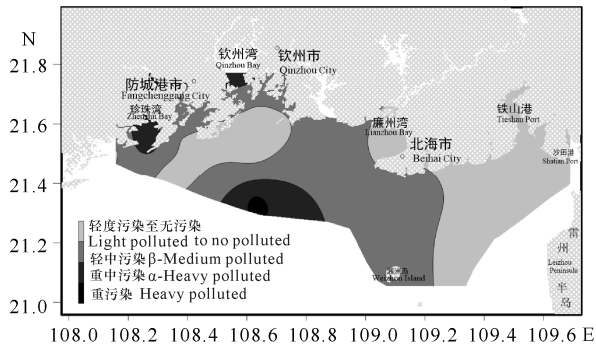


图7 北部湾近岸海域水质污染的浮游动物多样性指数评价

Fig. 7 Evaluation of zooplankton diversity index of water pollution in the coastal waters of the Beibu Gulf

2.2.3 底栖生物多样性指数及其评价结果

北部湾近岸海域底栖生物多样性指数为 $0.00 \sim 3.99$, 平均值为 1.32 ± 1.15 (表2)。北部湾近岸海域底栖生物多样性指数分布极不均匀, 底栖生物多样性指数最高值和最低值差异较大; 最高值站点为位于廉州湾外湾海域的 S13; 最低值站点的多样性指数为 0, 分别为位于珍珠湾外海域 S3, 钦州湾内湾 S6 和湾外 S8、S9, 铁山港海域 S17 和涠洲岛附近海域 S22 (图8)。其余多数站点的底栖生物多样性指数 < 2.00 。

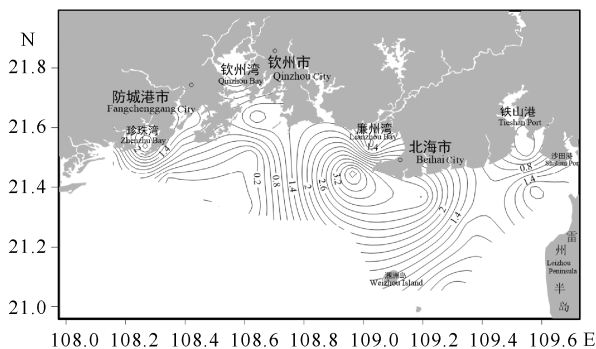


图8 北部湾近岸海域底栖动物多样性指数分布

Fig. 8 Distribution of benthic diversity index in coastal waters of the Beibu Gulf

根据底栖生物多样性指数判断, 北部湾近岸海域水体介于重污染和轻度污染至无污染之间, 总体为重中污染(表2)。从空间分布上看, 北部湾近岸海域重污染海域的面积较大, 除了集中在钦州湾海域、廉州湾部分海域和铁山港海域, 其余大部分重污染海域分布在防城港、钦州外海海域以及涠洲岛东北附近海域。而轻度污染至无污染海域主要分布在廉州湾外

湾海域, 轻中污染海域和重中污染海域依次围绕在轻度污染至无污染海域周围(图9)。

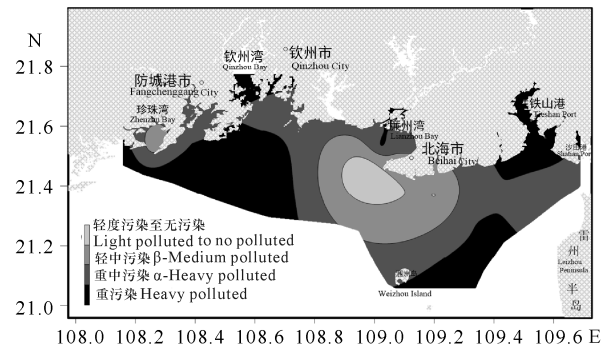


图9 北部湾近岸海域水质污染的底栖动物多样性指数评价

Fig. 9 Evaluation of benthic diversity index of water pollution in the coastal waters of the Beibu Gulf

2.3 各评价指数的关系及合理性分析

2.3.1 浮游植物多样性指数

由于浮游植物个体小, 生命周期短, 其生长、繁殖和分布与海域的理化环境条件关系十分密切^[5]。此外, 浮游植物种群对水质、水动力条件以及气候变化等具有快速的响应能力, 对环境变化较敏感, 浮游植物经常被用作环境条件变化的指示因子^[19]。浮游植物的丰欠程度不仅反映了水体初级生产力的大小, 同时也反映了水质的变化状况, 因而浮游植物往往是海洋生态环境评价的主要参数之一, 其多样性指数常用来评价水质及生态环境的健康程度^[20]。本次调查数据显示, 北部湾近岸海域的水质用化学方法评价其结果为轻污染, 用浮游植物多样性方法评价其结果为轻中度污染。笔者认为其评价结论与根据水质化学指标得出的结论基本一致。但在 2010 年的调查结果中, 用水质化学因子进行综合评价的结果为轻污染, 利用浮游植物多样性指数进行评价的结果为轻中污染至轻污染或无污染^[5], 因此我们认为水质化学评价方法与生物学评价结果在污染形势、海域污染程度上有一定偏差。在笔者看来, 这是多样性指数与水质污染综合指数评价等级划分标准的制定存在一定的偏差且描述评价等级所用的词汇不尽相同所致, 但其表述的意义是相近的。从本质上来说, “轻污染”和“轻中污染至轻污染”等评价都客观地反映了北部湾近岸海域污染程度较轻、海域生态环境质量良好的状况, 与实际情况相符合。另外, 浮游植物多样性指数与水质综合污染指数之间呈现显著相关性 ($R = -0.515$, $P = 0.014$, $n = 22$), 说明以浮游植物多样性指数来评价北部湾近岸海域海洋生态环境质量是适用的。

2.3.2 浮游动物多样性指数

浮游动物是海洋生态系统中一个重要类群,其数量和种类的多少直接受到海洋环境条件变化的影响。浮游动物同时是海洋重要的次级生产者,其种类和数量的变化,一方面影响着其他海洋生物的种类组成和数量分布;另一方面,浮游动物与海域水体环境的关系密切,不同类群的浮游动物对水环境变化的敏感性和适应能力各异^[21]。与浮游植物相比,浮游动物种类分布较广,对急性毒性能做出快速反应,从而反映出环境污染的综合效应^[22]。此外,他们的个体生活史较短,是研究海洋环境变化对生态系统胁迫的理想对象,也是监测海洋生态系统动态的理想指标^[6]。因此,利用浮游动物群落结构变化和多样性来监测、评价水体生态环境是一种重要手段^[23]。本研究中,用浮游动物的多样性指数评价与浮游植物多样性指数评价其结果均为轻中度污染,这与水质综合污染指数评价结果也是一致的。虽然浮游动物的多样性指数评价结果与海水污染指数评价结果相符,但从浮游动物多样性指数评价分布特征来看(图7),外海局部海域浮游动物多样性指数评价结果为重中污染,且外海海域污染程度高于近岸海域,这显然是不合理的。该重中污染的外海局部海域站点为S9,位于钦州海产品增殖区,附近无航道和陆源污染,海水污染综合指数 <1 ,为清洁海域。通过对数据进行比较分析发现该站点浮游动物中的住筒虫(*Fritillaria* sp.)优势度过于显著导致浮游动物的多样性指数较低。住筒虫属浮游被囊类,是一类低等脊索动物。浮游被囊类的短暂性增殖不仅与食物浓度有关,与其自身连续性的繁殖方式也有很大的关系^[24]。显然不能因某一种浮游动物的优势度突出引起的多样性指数偏低从而判定该海域水体的受污染程度。这也侧面反映了多样性指数的局限性:在单位时间内的取样,人们无法确定多样性指数值的上升是由于个体的更均匀分布还是由于种类的增加,也无法判断指数值的下降是由于优势种的突显还是种类数量的减少^[1]。虽然存在一定的局限性,但由于浮游动物生活在水体环境中,经受着各种理化物质的影响,而且也能反映出环境污染的历史状况,这种反映比化学和仪器监测更能接近实际^[25]。因此浮游动物生物多样性指数作为生物群落生态健康的重要指标,在对水体环境变化的指示作用上仍有重要的作用。

通常认为,环境条件较好时浮游动物种类数增加,而且各种群密度比较均匀,优势种群所占比例适

当^[26]。所以无论是个体的更均匀分布还是由于种类增加导致的多样性指数值的上升都指示了水体环境条件良好。因此,仅需对多样性指数值偏低的情况进行具体分析:如果多样性指数偏低是因为污染指示种大量增殖引起的,那么该值可采纳作为真实反映水体环境受污染程度;如果多样性指数偏低并非为某一耐污种类的优势度突出引起的多样性指数偏低,是否可以考虑用种类丰富度指数代替多样性指数来表征群落生态指标。例如上述S9站点,多样性指数仅为0.70,但该站点有近30种浮游动物,其丰富度指数接近3,该值比多样性指数更接近真实的环境质量。当然,亦可通过与历史数据比较加以判断。因此只有将生物监测作为一项长期的研究工作,才能更好地掌握生物群落结构变化,较大程度地避免生物监测的不足之处。

2.3.3 底栖生物多样性指数

底栖动物是海洋生态系统的—一个重要组成部分,相对于浮游动物和浮游植物,其活动范围相对较为固定,生长周期较长,利用底栖动物进行水质监测,一般能较好地反映一段时间内的水质变化情况^[27]。生物多样性指数在国内外普遍被用来描述海洋底栖生物群落的生态学特征^[16]。底栖生物多样性指数被认为是个较好评价海域污染程度的工具^[28-29]。但在本研究中,根据底栖生物多样性指数判断结果为重中污染,这与水质化学评价的轻污染结果出现了较大的偏差,并且重中污染的海域大部分分布在外海海域,这显然与海域环境的实际情况相违背。底栖生物多样性指数与水质综合污染指数之间呈现不相关关系($R = -0.075, P = 0.741, n = 22$),说明利用底栖生物多样性指数来评价北部湾近岸海域海洋生态环境质量有很大的局限性。有学者分析了用底栖生物多样性指数评价珠江口海域污染程度的局限性,认为这可能与底栖生物对环境的敏感性不及浮游植物和浮游动物有关,一些底栖生物对污染的反应不敏感而导致变化滞后^[20]。但北部湾近岸海域水体良好,水质综合污染指数评价结果为轻污染,这与2010年的水质评价结果^[5]一致。这也反映了北部湾近岸海域海水污染程度近5年来保持相对稳定的客观情况,不存在环境变动或污染加剧的情况,尤其是外海海域。有学者考虑到底栖生物的生长特性容易形成种类组成单一、生物多样性较低的群落结构^[25],认为不能仅据此就判定该群落所栖居的环境为污染较严重,须先分析底栖生物群落组成的特点,如果底栖群落与所栖居

的环境特征相符,再参照底质污染状况来判定。另外,国外有些学者认为底栖生物多样性指数评价污染程度的值与研究区域沉积环境有关,其评价标准难以统一^[30-31]。这些研究都反映了用底栖生物多样性指数评价海域环境质量的局限性,需要权衡和修正的因素较多。目前有关北部湾近岸海域的底栖生物多样性指数历史资料很少,难以比较。尽管如此,本次研究发现因种类数量和栖息密度较低导致底栖生物多样性指数偏低的现状,已经足以反映目前北部湾海域底栖生物群落结构,其形势是不容乐观的。

2.3.4 生物多样性指数在近岸海域评价的实用性

一般认为,在未污染的水体中生物种类多样、个体数量分布均匀,受到污染后,敏感种类消失,耐污种大量繁殖,种类单一,个体数量较大,多样性下降^[32]。因此,清洁水域中生物种类多,每一种的个体数少;而污染水域中生物种类少,每一种的个体数多,生物多样性指数正是基于此原理建立的。生物多样性指数早期主要应用于淡水生物群落,作为湖泊和水塘等静水生态环境监测的生物指标和系统健康度量,生物多样性指数已经得到了广泛的认可。而在相对水质较清洁、水体较开阔的海域,利用生物多样性指数对海洋水质与生态环境质量进行评价会存在一定差异。因此,可以认为生物多样性指数的建立本来是用于判断已污染水域的污染程度和进行生态评价,适用于污染程度较重的水域,而对于像北部湾近岸海域这样较洁净的水域则存在较大的局限性。

除了生物多样性指数本身存在局限性,采样方式对不同类群生物的生物多样性指数及评价的影响也比较大。浮游植物样品与理化检测的水质采集同步,都是采集瞬间的表层水样,因而其生物多样性指数评价结果与水质评价最为接近。浮游动物样品采用垂直拖网采集柱状水样,但在近岸海域尤其是水深较浅的水域采样比较困难且不太准确,不能保证采集到底层至表层的全部浮游生物样品,但总体上能反映采样站点种类组成和群落结构的生物信息,仍具有一定的代表性,因而与浮游植物的评价结果及水质较为接近。在近岸海湾由于水深较浅,底栖生物通常是在无动力的小船上用人力拖动抓斗采集,样品采集相当困难,而且因抓斗较小、各站点底质类型的不同,存在一定的采样质量问题。有些站点经常很难采集到生物,生物多样性指数很低甚至为0,因而与水质评价结果大相径庭。因此为了能够准确地进行生态评价,生物采样环节至关重要,而且结合我国近岸海域环境监测

的实际情况,当前利用浮游植物来评价最具实用性。

近岸海域生态质量状况综合评价方法的研究正在不断发展,目前还没有统一的标准和方法。为了避免用生物多样性指数评价的局限性,建议与多项综合性指标评价方法同时进行,如生物完整性指数(Index of biotic integrity, IBI)^[33]、结构生态能质(Structural eco-exergy, Exst)^[34]、系统整体健康指数(Overall system health index)^[35]等。其中生物完整性指数(IBI)评价体系被广泛应用于大型底栖动物、周丛生物、浮游生物和大型水生植物等水生生物类群中^[36]。IBI指数在海洋生态系统中的评价应用效果及其在管理实践中的作用也得到越来越多学者认可^[37]。利用IBI体系能够更加全面地反映海域生态环境的优劣和不同类群生物的质量状况,但必须建立在连续数十年运行生态环境监测、具有长期的水质和生物监测资料积累的基础上,才能使评价结果具有更高的准确性与可行性。

3 结论

(1)用水质综合污染指数评价2014年平水期北部湾近岸海域的水质,其结果为轻污染。北部湾近岸海域环境的污染指数呈现由近岸向离岸逐渐降低的分布特征。

(2)用浮游植物和浮游动物的多样性指数评价的结果,与水质综合污染指数评价的结果是一致的,但利用浮游植物多样性指数评价海域水质污染程度相对于浮游动物多样性指数更加适合。用浮游动物多样性指数评价海域水质污染程度,其结果需进行适当的验证和修正。用底栖生物多样性指数进行污染评价,其结果则存在较大的偏差。

(3)生物采样环节至关重要,而且影响到生物多样性指数及评价。结合我国近岸海域环境监测的实际情况,当前利用浮游植物来评价最具实用性。

(4)生物多样性指数的建立本来是用于判断已污染水域的污染程度并进行生态评价,适用于污染程度较重的水域,而对于像北部湾近岸海域这样较洁净的水域则存在较大的局限性,需更多的调查来验证和修正。

(5)利用不同类群生物的多样性指数对海域生态环境质量进行评价会存在一定差异,为避免差异,必须将生物监测作为一项长期研究工作。常年丰富的生物数据与理化监测结果结合起来进行综合性指标评价,才能正确地发挥他的作用,从而得到符合实际

的结论。

参考文献

- [1] 李永祺,丁美丽. 海洋污染生物学[M]. 北京:海洋出版社,1991.
- [2] 蔡立哲,林鹏,余书生,等. 深圳河口泥滩多毛类动物的生态研究[J]. 海洋环境科学,1998,17(1):41-47.
- [3] 史玉强,赵国华,荆万钧,等. 辽宁大伙房水库水质生态学监测的研究[J]. 中国环境监测,2000,16(1):12-15.
- [4] 陈兰,蒋清华,石相阳,等. 北部湾近岸海域环境质量状况、环境问题分析以及环境保护建议[J]. 海洋开发与管,2016,33(6):28-32.
- [5] 姜发军,许铭本,陈宪云,等. 北部湾海域水质综合污染指数和浮游植物多样性指数评价[J]. 广西科学,2014,21(4):376-380.
- [6] 吴建新,舒燕,卞志升,等. 吕泗大洋港近岸海域浮游动物生态特征及其环境评价[J]. 海洋科学,2014,38(10):56-62.
- [7] 蔡立哲,马丽,高阳,等. 海洋底栖动物多样性指数污染程度评价标准的分析[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2002,41(5):641-646.
- [8] 徐姗楠,林华剑,戴明,等. 广西近岸海域浮游植物群落的生态特征[J]. 生态学杂志,2014,33(10):2733-2739.
- [9] 蓝文陆,李天深,郑新庆,等. 枯水期钦州湾浮游植物群落结构组成与分布特征[J]. 海洋学报,2014,36(8):122-129.
- [10] 蓝文陆,李天深,刘勳伶,等. 钦州湾丰水期和枯水期浮游动物群落特征[J]. 海洋学报,2015,37(4):124-132.
- [11] 庞碧剑,李天深,蓝文陆,等. 钦州湾平水期和枯水期浮游动物分布特征及影响因素[J]. 生态学报,2018,38(17):6204-6216.
- [12] 何斌源,邓朝亮,罗砚. 环境扰动对钦州港潮间带大型底栖动物群落的影响[J]. 广西科学,2004,11(2):143-147.
- [13] 陈波,侍茂崇,郭佩芳,等. 北部湾北部潮流谱分析和余流特征研究[J]. 广西科学,2014,21(1):54-63.
- [14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 海洋监测规范 第4部分 海水分析:GB 17378.4-2007[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [15] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 海洋监测规范 第7部分 近海污染生态调查和生物监测:GB 17378.7-2007[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [16] 何雪琴,温伟英,何清溪,等. 海南三亚湾海域水质状况评价[J]. 台湾海峡,2001,20(2):165-170.
- [17] 孔繁翔. 环境生物学[M]. 北京:高等教育出版,2000.
- [18] SHANNON C E, WIENER W. The mathematical theory of communication [M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- [19] 傅明珠,孙萍,孙霞,等. 锦州湾浮游植物群落结构特征及其对环境变化的响应[J]. 生态学报,2014,34(13):3650-3660.
- [20] 张景平,黄小平,江志坚,等. 珠江口海域污染的水质综合污染指数和生物多样性指数评价[J]. 热带海洋学报,2010,29(1):69-76.
- [21] 王新华,王宏鹏,纪炳纯. 天津市团泊水库浮游动物研究与水环境评价[J]. 四川动物,2008,27(5):807-809.
- [22] SIOKOU-FRANGOU I, PAPATHANASSIOU E. Differentiation of zooplankton populations in a polluted area [J]. Marine Ecology Progress Series, 1991, 76: 41-51.
- [23] RAMÍREZ GARCÍA P, NANDINI S, SARMA S S S, et al. Seasonal variations of zooplankton abundance in the freshwater reservoir Vallo de Bravo (Mexico) [J]. Hydrobiologia, 2002, 467(1/2/3): 99-108.
- [24] 郑重,李少菁,许振祖. 海洋浮游生物学[M]. 北京:海洋出版社,1984.
- [25] 王志勇. 渤海湾海口水质污染状况的生物多样性指数法评价[J]. 交通环保,1996(6):14-16.
- [26] 王璐璐,董芳,李芳芳,等. 大辽河水系夏季后生浮游动物群落结构及水生态评价[J]. 生态学杂志,2013,32(2):389-395.
- [27] ELLIOTT M. The analysis of macrobenthic community data [J]. Marine Pollution Bulletin, 1994, 28(2): 62-64.
- [28] 蔡立哲,洪华生,黄玉山. 香港维多利亚港大型底栖生物群落的时空变化[J]. 海洋学报,1997,19(2):65-70.
- [29] 张雅芝,陈灿忠,王渊源,等. 福建红树林区底栖生物生态研究[J]. 生态学报,1999,19(6):896-901.
- [30] WEISBERG S B, RANASINGHE J A, DAUER D M, et al. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay [J]. Estuaries, 1997, 20(1): 149-158.
- [31] WARWICK R M, CLARKE K R. Relearning the ABC: Taxonomic changes and abundance/biomass relationship in disturbed benthic communities [J]. Marine Biology, 1994, 118(4): 737-744.
- [32] 卞少伟,姜伟,梅鹏蔚,等. 基于底栖动物指数法的湖泊生态系统健康评价研究进展[J]. 环境保护与循环经济,2016,36(10):49-52.
- [33] KARR J R. Assessment of biotic integrity using fish communities [J]. Fisheries, 1981, 6(6): 21-27.
- [34] JØRGENSEN S E. Ecosystem theory, ecological buffer

- capacity, uncertainty and complexity [J]. Ecological Modelling, 1990, 52: 125-133.
- [35] COSTANZA R, DARGER R, DE GROOT R, et al. The values of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [36] 蔡琨, 秦春燕, 李继影, 等. 基于浮游植物生物完整性指数的湖泊生态系统评价: 以 2012 年冬季太湖为例 [J]. 生态学报, 2016, 36(5): 1431-1441.
- [37] 孙永坤, 杨光, 李超伦, 等. 胶州湾浮游动物生物完整性指数的建立 [J]. 海洋科学, 2015, 39(10): 1-7.

Practicality of Ecological Evaluation by Biodiversity Index: A Case Study of the Beibu Gulf

PANG Bijian, QIN Qiurong, LAN Wenlu

(Marine Environmental Monitoring Center of Guangxi, Beihai, Guangxi, 536000, China)

Abstract: In order to explore the practicality of the biodiversity index (H') in the comprehensive evaluation of coastal waters, in this paper the comprehensive pollution index of water quality and the diversity index of phytoplankton, zooplankton and benthic organisms were respectively used to evaluate the pollution degree of the data in the coastal waters of the Beibu Gulf and the rationality of using the diversity index evaluation was discussed. The results showed that using the water quality comprehensive pollution index to evaluate the water quality of the coastal waters of the Beibu Gulf during the flat water period in 2014, the result was light pollution. Using the diversity index of phytoplankton and zooplankton, the results were all light and medium pollution. Contamination evaluation was carried out using the diversity index of benthic organisms, and the result was severe-moderate pollution. It can be seen that the biodiversity index (H') is suitable for waters with a high degree of pollution, while for cleaner waters such as the near-shore waters of the Beibu Gulf, there is a big difference between the evaluation by biodiversity index and water quality assessment. Combined with the actual situation of environmental monitoring in China's coastal waters, the current evaluation using phytoplankton is the most practical. Biological data needs to be based on perennial observations and combined with physical and chemical monitoring results to carry out comprehensive indicator evaluation, so they can correctly play their role and the realistic conclusions can be obtained.

Key words: biodiversity index, ecological evaluation, water comprehensive pollution index, coastal waters of the Beibu Gulf

责任编辑: 陆雁



微信公众号投稿更便捷

联系电话: 0771-2503923

邮箱: gxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch>