

采样方法对北塘河口浮游生物多样性分析的影响

张青田^{1,2,3}, 张桢途¹, 史江江¹, 陈 盛¹, 胡桂坤^{1,3}

(1. 天津科技大学海洋与环境学院, 天津 300457;

2. 天津科技大学天津市海洋资源与化学重点实验室, 天津 300457;

3. 天津市海洋环境保护与修复技术工程中心, 天津 300457)

摘要:在天津海域的北塘河口,用浮游生物网和球閼采水器采集了浮游植物和浮游动物样品,分析2种采样方法对生物多样性指数的影响。结果表明,北塘河口共检测出浮游植物34种,硅藻占绝对优势;浮游动物17种,桡足类占据优势地位。生物多样性指数和丰度值因采样方法而异。用浮游生物网采集浮游植物样品时,能够获得较多的种类数和较高的 Margalef 指数、Pielou 均匀度指数、Shannon 指数和 Simpson 指数;而优势度指数和分类学差异性指数的结果则较低;用采水器采集的浮游动物样品具有较高的 Shannon 指数、Pielou 均匀度指数、Simpson 指数和分类学多样性(Δ);其他指数的结果则相反。网采样品具有较低的生物丰度值。 t 检验结果显示,种类数和 Margalef 指数受取样技术的影响显著;而其他几个指数的差异不显著;由于很多指数是按照阈值来评价环境优劣,数值不同依然可能影响评价结果;因而在比较不同研究结果和评价环境时应该注意取样方法的影响。

关键词: 取样方法;生物多样性;浮游植物;浮游动物;北塘河口

中图分类号: Q149; X826 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2017)02-0070-06

生物多样性探讨与保护是国际研究热点之一,涉及多个方面的内容。物种的多样性既体现了生物之间以及生物与环境之间的复杂关系,又体现了生物资源的丰富性。生物多样性和生态系统的功能有一定联系,至少当生物丰富度从低等水平增加到中等时是这样的(Chapin et al, 2000);生物多样性与系统稳定性在一定程度上是正相关的,而稳定性可以抵御干扰(McCann, 2000)。人们根据不同原理创建了 Shannon 指数、Pielou 指数和 Simpson 指数等,用于分析生物群落稳定性,评价环境优劣(张青田和胡桂坤, 2016)。这些传统的多样性指数往往不区分生物之间的差别,只体现数量关系;而现实中,物种丰富度相同的群落可能具有不同的种类组成,在较成熟及较少受扰动的生态系统中,物种往往具有不同的分类地位和功能特征,在评估多样性的时应考虑包含分类和功能多样性的指数(Purvis & Hector, 2000; Shimatani, 2001)。近20年来,分类学差异性指数(Warwick & Clarke, 1995)较多地用

于生物分类学多样性分析,其具有不受样方大小影响等优点,可以比较不同地点和时期的数据(张青田等, 2016)。

关于采样方法影响生物多样性指数的研究较少,但已经引起了学者的关注。Costa 等(2010)在澳大利亚维多利亚潮间带调查了软体动物群落的组成,比较了定时搜索(timed search)和样方(quadrat)这2种采样方法对软体动物多样性的影响。生物多样性分析依赖于所使用的取样方法,定时搜索通常有较多的种类数和较高的分类学差异性,但表现出较低的分类学差异性变异;样方技术一般有较低的分类广度,并且站位间的差异大。有研究表明,就欧洲伊比利亚半岛的昆虫多样性群落结构而论,马氏网法(Malaise trap)和手网法(handnet)并未提供相同的信息类型;手网采集的生物显示了较大的系统发育变异,而马氏网的则较均匀;就 Margalef 指数、Shannon 指数和 Simpson 指数而言,马氏网的平均值高于手网;反之,手网样品的分类学差异指数值稍高于马氏网,尽管统计差异并不显著(Baños-Picón et al, 2009)。

采集浮游生物样品的方法目前主要有2种,用浮游生物网采集或用采水器采集。我国海洋监测规范和海洋调查规范同时列出了这2种方法,可以根据研究条件进行方法选择。采样方法对浮游生物多样性指数的影响尚未见报道,缺乏定量分析,在一定

收稿日期:2015-11-23

基金项目:天津市自然科学基金(16JCYBJC22800);国家海洋局近岸海域生态环境重点实验室基金(201302);天津市高等学校科技发展基金计划(20120524)。

作者简介:张青田,1974年生,男,博士,副教授,硕士生导师,主要从事海洋生物学教研工作。E-mail:qtzhang@163.com

程度上影响了多样性指数的应用效果。在天津北塘河口区域进行了浮游生物采样, 探讨生物多样性指数与采样方法的关系, 旨在为生态环境评价提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 调查地点和采样方法

2014 年 6 月下旬在天津海域的北塘河口(117.81°E;39.07°N), 用浅水Ⅲ型浮游生物网采集浮游植物样品, 浅水Ⅱ型浮游生物网采集浮游动物样品。由 5 m 水深至表层垂直拖网, 收集样品用中性甲醛固定。在同站位, 用 2.5 L 球阀采水器采集表层和 5 m 深处水样, 取 1 L 导入样品瓶, 用甲醛固定后分析浮游植物。用水桶采集表层水样 25 L, 用筛绢浓缩后再用甲醛固定, 分析浮游动物。每个样品取 2 个平行样, 样品采集和处理方法参照 GB/T 12763.7 进行。

1.2 样品分析与数据统计

样品在实验室内沉淀 48 h 后去除上清液, 保留适宜计数浓度的水样。在 Olympus BX51TF 系统显微镜和 Olympus SZX-ILLD200 研究型体视显微镜下进行生物鉴定和计数。计数前充分摇匀样品, 用 0.1 mL 的计数框进行浮游植物计数, 每个水样测 3 个分样, 计数框内不能有气泡。浮游动物则全部计数。使用浮游生物的丰度数据计算多样性指数, 相关参数计算公式如下:

Margalef 丰富度指数: $d = (S - 1) / \log N$

Shannon 指数: $H' = - \sum P_i \log P_i$

Pielou 均匀度指数: $J' = H' / \log S$

优势度指数: $D_2 = (N_1 + N_2) / N$

Simpson 指数:

$$1 - \lambda' = 1 - \sum [N_i(N_i - 1) / N(N - 1)]$$

$$\text{分类学多样性: } \Delta = \frac{2[\sum \sum_{i < j} \omega_{ij} x_i x_j]}{n(n - 1)}$$

$$\text{平均分类学差异性: } \Delta^+ = \frac{2[\sum \sum_{i < j} \omega_{ij}]}{s(s - 1)}$$

分类学差异性变异:

$$\Lambda^+ = \frac{2[\sum \sum_{i < j} (\omega_{ij} - \Delta^+)^2]}{s(s - 1)}$$

式中: S 为种类数; N 为总个体数; 对数底数默认为 e ; $P_i = N_i / N$, N_i 为第 i 种生物的个体数; N_1 和 N_2 为第 1 和第 2 优势种个体数。分类学指数中, x_i ($i = 1, \dots, s$) 代表第 i 种生物的丰度; n 是样品中生物个体总数; 因子 ω_{ij} 是差异性权重, 表示等级分类中

第 i 种和第 j 种生物间的路径长度; s 是物种数量; 在双重求和中, i 和 j 表示 s 范围内的物种数 (Clarke & Warwick, 2001; 张青田等, 2016); 使用 PRIMER® 软件分析以上参数。

使用 IBM SPSS Statistic® 软件对 2 种采样方法获得的多样性指数进行成对 t 检验, 以便了解其统计学差异。

2 结果分析

2.1 生物类别比较

经现场测定, 采样点水深 11.4 m, 表层水温为 24.8℃, 气温 25.4℃。盐度随深度变化受上游水库放水的影响, 表层盐度为 20.0, 5 m 深处的盐度为 25.0; 透明度为 0.8 m。共检测出浮游植物 34 种, 隶属于 5 门、24 属; 其中, 硅藻占绝对优势, 共检出 13 属、20 种; 此外, 甲藻门 4 属、5 种, 蓝藻门 4 属、4 种, 裸藻门 1 属、3 种, 绿藻门 2 属、2 种。检出浮游动物 17 种, 其中桡足类为主要优势种, 共计 7 种; 浮游幼体种类也较多 (表 1)。

用采水器和网具采集的浮游植物都有 26 种, 共有种为 18 种, 占总种数的 52.9%; 采集浮游动物的共有种为 10 种, 占总种数的 58.8%, 用采水器采集到 11 种, 明显少于网采的 16 种。

2.2 多样性指数比较

图 1 和图 2 分别比较了浮游植物和浮游动物多样性指数的差异, 所用数据为平行样品均值。由图 1 可知, 浮游植物的生物多样性指数和丰度值因采样方法而异。用浮游生物网采集样品时, 能够获得较高的种类数 (S)、Margalef 丰富度指数 (d)、Pielou 均匀度指数 (J')、Shannon 指数 (H') 和 Simpson 指数 ($1 - \lambda'$), 而其他指数的结果则较低; 同时, 指数结果也和采水深度有关, 除 S 和 d 结果相近外, 表层和 5 m 层次的样品存在较大的差异。6 个指数的表层样品结果要大于 5 m 深度, 只有 3 个指标 (优势度 D_2 、分类学差异性变异 Λ^+ 和丰度 N) 的结果显示, 5 m 深度有明显的高值; 表层和 5 m 层采集到的生物种类数一致, 但表层的变化幅度较大。图 2 显示, 浮游动物的生物多样性指数和丰度值随取样方法而有所不同, 尽管有些差异并不显著。用采水器取样获得较大结果的指数包括 Shannon 指数 (H')、Pielou 均匀度指数 (J')、Simpson 指数 ($1 - \lambda'$) 和分类学多样性 (Δ); 其他 5 个指数的情形则相反; 其中差异程度最明显的是 Margalef 指数 (d)。用采水方式获得的浮游动物样品表现出较高的生物丰度。

表1 不同方法(水样和网样)采集的生物种类比较

Tab.1 Comparison of plankton species collected by two sampling methods (net and water sampler)

生物种类	水样	网样	生物种类	水样	网样
加拉星平藻 <i>Asteroplanu skarianus</i>	+	-	羽纹藻 <i>Pinnula</i> sp.	+	+
三角甲藻 <i>Ceratium tripus</i>	+	-	原甲藻 <i>Prorocentrum</i> sp.	+	+
卡氏角毛藻 <i>Chaetoceros castracanei</i>	+	+	尖刺伪菱形藻 <i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	+	-
色球藻 <i>Chroococcus</i> sp.	+	-	柱状栅藻 <i>Scenedesmus bijuga</i>	+	-
小胞空星藻 <i>Coelastrum microporum</i>	+	-	中肋骨条藻 <i>Skeletonema costatum</i>	+	+
棘冠藻 <i>Corethron criophilum</i>	+	+	针杆藻 <i>Synedra</i> sp.	+	+
辐射列圆筛藻 <i>Coscinodiscus radiatus</i>	-	+	诺氏海链藻 <i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	-	+
圆筛藻 <i>Coscinodiscus</i> sp.	+	+	佛氏海毛藻 <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	+	+
条纹小环藻 <i>Cyclotella striata</i>	+	+	双毛纺锤水蚤 <i>Acartia bifilosa</i>	+	+
偏肿桥弯藻 <i>Cymbella naviculiformis</i>	-	+	克氏纺锤水蚤 <i>Acartia clausi</i>	+	+
桥弯藻 <i>Cymbella</i> sp.	-	+	太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>	+	+
翅甲藻 <i>Dinophysis</i> sp.	+	+	阿利马幼虫 <i>Alima</i> larva	+	-
针形裸藻 <i>Euglena acus</i>	+	+	汤氏长足水蚤 <i>Calanopia thompsoni</i>	+	+
具尾裸藻 <i>Euglena caudata</i>	+	+	中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	+	+
尖尾裸藻 <i>Euglena oxyuris</i>	+	+	中华螺赢蚱 <i>Corophium sinensis</i>	+	+
脆杆藻 <i>Fragilaria</i> sp.	+	+	长刺溞 <i>Daphnia longispina</i>	+	+
最小胶球藻 <i>Gloeocapsa minima</i>	+	+	太平洋真宽水蚤 <i>Eurytemora pacifica</i>	-	+
膝沟藻 <i>Gonyaulax</i> sp.	-	+	仔鱼 <i>Fish</i> larva	-	+
池生林氏藻 <i>Lyngbya limnetica</i>	-	+	腹足类幼虫 <i>Gastopod</i> larva	-	+
颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i>	+	-	糠虾 <i>Gastrosaccus</i> sp.	-	+
狭形颗粒直链藻 <i>M. granulata</i> var.	-	+	拟长腹剑水蚤 <i>Oithona similis</i>	+	+
极小直链藻 <i>Melosira pusilla</i>	+	+	多毛类幼体 <i>Polychaeta</i> larva	-	+
膜状缪氏藻 <i>Meuniera membranacea</i>	+	-	磁蟹的蚤状幼虫 <i>Porcelain</i> larva	+	+
新月菱形藻 <i>Nitzschia closterium</i>	+	+	强壮箭虫 <i>Sagitta crassa</i>	+	+
菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp.	+	+	短尾类蚤状幼虫 <i>Zoea</i> larva	-	+
夜光藻 <i>Noctiluca scintillans</i>	-	+			

注：“+”表示采集到，“-”表示未采集到。
Note: “+” means the species was observed; “-” means the species was not observed.

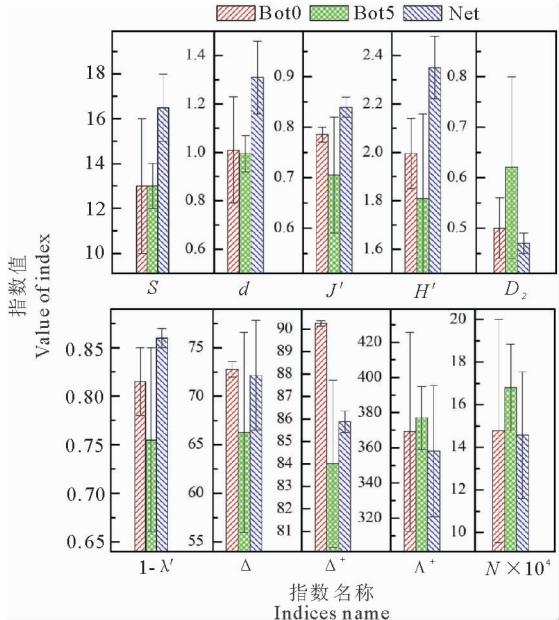


图1 浮游植物多样性指数比较(图例中 Bot0 和 Bot5 为表层和 5 m 深度采水样品, Net 为网采 0 ~ 5 m 样品)
Fig.1 Comparison of phytoplankton biodiversity indices based on the two sampling methods
(Bot0 and Bot5 represent water samples at surface and at 5 m below the surface, respectively. Net denotes the plankton sample by net from the surface to 5 m below the surface)

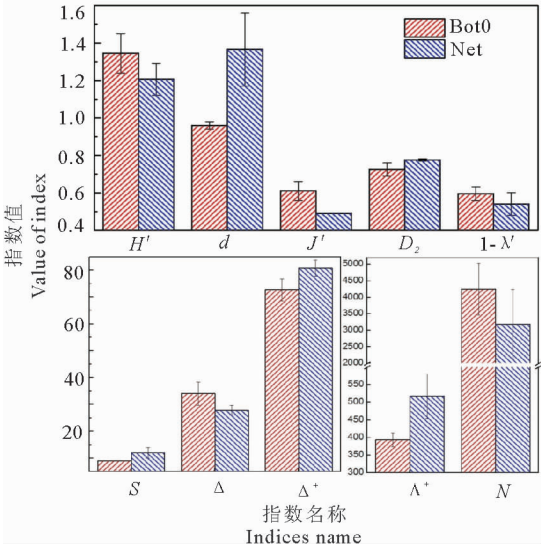


图2 水采与网采浮游动物样品的多样性指数比较
(图例中 Bot0 为表层采水样品, Net 为网采 0 ~ 5 m 样品)
Fig.2 Comparison of zooplankton biodiversity indices based on the two sampling methods
(Bot0 and Bot5 represent water samples at surface and at 5 m below the surface, respectively. Net denotes the plankton sample by net from the surface to 5 m below the surface)

2.3 多样性指数差异检验

通过 SPSS 软件对浮游生物的多样性指数进行成对 t 检验, 分析网采法和采水法统计学差异, 结果见表 2。

表 2 多样性指数成对 t 检验结果

Tab. 2 Results of paired t -tests for plankton biodiversity indices based on the two sampling methods

指数	均值差	标准差	t	显著性
S	-3.34	2.25	-3.63	0.015
d	-0.34	0.21	-4.01	0.010
J'	-0.02	0.15	-0.38	0.718
H'	-0.25	0.45	-1.36	0.232
D_2	0.04	0.16	0.66	0.541
$1-\lambda'$	-0.03	0.12	-0.67	0.534
Δ	0.28	7.84	0.09	0.935
Δ^+	-1.88	7.51	-0.61	0.568
Λ^+	-31.22	95.84	-0.80	0.461

由表 2 可知, 绝大多数指数的均值差为负数, 表明网采法的成效要大于瓶采法, 网采样品在一定程度上有利于生物多样性分析。 t 检验结果表明, 只有种类数(S)和 Margalef 丰富度指数(d)的差异结果显著($P < 0.05$), 说明 2 种取样方法对这 2 个指数有显著性影响; 而其他指数的差异则不显著($P > 0.05$), 说明 2 种取样方法对其影响未表现出统计学上的差异。

3 讨论

3.1 取样方法对多样性指数的影响

研究表明, 生物多样性指数和生物丰度的分析均依赖于取样方法, 网采方法往往能够得到较多的生物种类, 但生物丰度却较低; 其他生物指数的结果均有不同程度的差异。 t 检验结果表明, 种类数(S)和 Margalef 指数(d)均受采样技术影响, 存在显著差异; 其他几个指数在统计学上未表现出显著差异。 每种取样方法都有自己的优点和缺点, 所用采样技术对于确保检测到所有潜在生态位是非常重要的 (Longino & Coddington, 2002; Sorensen et al, 2002); 尤其是当研究涉及较小的生物体时, 仅使用 1 种采样技术可能会造成物种采样效率较低, 可能存在方法的边缘效应 (Baños-Picón et al, 2009)。 样方大小不同是导致本研究结果呈现差异的主要原因。 生物在自然界中的分布往往是非均匀的, 随着样方 (采水量) 的增大, 采集到的生物种类会有增加的趋势。 网采样品和采水样品代表的水体体积相差悬殊, 所以 S 和 d 表现出统计学差异; 而分类学差异性指数具有不依赖于样方大小的优势 (Magurran,

2004), 因此均未表现出显著差异。

3.2 网采法与采水法获取生物种类的差别

研究结果表明, 在该水域用采水器和浮游生物网的采集方法存在生物种类差异, 共有种少于总种数的 60%, 每种方法或多或少都有自己独有的种类, 在种数统计中有重要影响力。 前文表 1 中展示了 2 种方法采集到的生物种类差别, 一些丝状藻和底层藻类容易被浮游生物网采到; 一些甲藻和非丝状群体藻类易出现在采水器的样品中。 浮游动物幼虫和仔鱼较难被采水器采集到, 基本只出现在网采样品中, 这与采水体积以及生物分布有一定关系。 网采样品过滤了较大的水体积, 容易获得较多的生物种类, 对于一些活动性强的种类也容易捕捉到; 采集微小浮游生物时则倾向于使用采水器 (赵楠, 2008)。 当水较深时, 生物在不同深度的分布也不一样, 如果只用采水器采集一层水样的话, 一些生物容易被遗漏。 本研究中, 有 6 种浮游植物只出现在表层的采水器样品中, 为尖刺伪菱形藻 (*Pseudonitzschia pungens*)、三角甲藻 (*Ceratium tripos*)、色球藻 (*Chroococcus* sp.)、小胞空星藻 (*Coelastrum microporum*)、羽纹藻 (*Pinnula* sp.) 和针形裸藻 (*Euglena acus*); 而 7 种浮游植物只出现在 5 m 深样品中, 为佛氏海毛藻 (*Thalassiothrix frauenfeldii*)、尖尾裸藻 (*Euglena oxyuris*)、卡氏角毛藻 (*Chaetoceros castracanei*)、颗粒直链藻 (*Melosira granulata*)、膜状繆氏藻 (*Meuniera membranacea*)、圆筛藻 (*Coscinodiscus* sp.) 和针杆藻 (*Synedra* sp.)。 可见用采水方法采集浮游生物样品时进行多个层次的采样是很有必要的, 否则生物种类数和多样性会更加低于网采样品。

3.3 环境评价时对取样方法的关注

综前所述, 研究结果证实了采样方法对生物多样性分析的重要性。 渤海湾浮游生物多样性的研究有许多的报道, 所用采样方法并不相同。 王俊和康元德 (1998)、尹翠玲等 (2013) 以及高文胜等 (2014) 使用网采方法进行采样; 刘素娟等 (2007) 则使用有机玻璃采水器取样。 由于取样海域和时间的差异, 这些单一方法的结果不利于进行比较; 此外, 也有同时采用 2 种采样方法的研究报道, 岑竞仪等 (2011) 在海口湾分别利用浅水 III 型拖网和 5 L 有机玻璃采水器采集浮游植物网样和水样; Huang 等 (2010) 利用采水器和浮游生物网采集厦门集美海区、同安湾和马銮湾的春夏季水样等, 但均未探讨不同方法对生物多样性分析的影响; 由于其数据并未公开, 无法进一步分析。

通常每次调查都要用多样性指数来评价环境状况,多样性指数受环境变化的影响,也不能排除采样方法对指数的影响,比较不同研究结果时应该关注采样方法;再者,通常按多样性指数的阈值(分级)来评价环境优劣(陈朝述等,2015;王新华等,2008)。因此,即使不同方法的结果间没有统计学差异,数值的差异也可能影响评价结果,这也是环境评价时应该关注的问题。

我国海洋调查规范(GB/T12763.7)提出,条件允许时应该结合浮游生物网和采水样品进行分析,尽可能获取水体中浮游生物群落的真实信息。海洋监测规范(GB17378.7)也指出,浮游植物调查一般只需采水样,需要详细分析种类组成时采用拖网采样。毫无疑问,仅靠1次研究的结果尚不足以得出不同采样方法的量化影响规律,希望本研究能够抛砖引玉,进行过不同方法采样的研究人员可以利用已有数据进行比较分析。今后的研究中,若经费和时间充足时尽量选取多种取样方法,在不同生境和时间开展研究,不断完善对采样方法的认识,提高生物多样性指数的应用价值。

参考文献

- 岑竞仪,吕颂辉,2011. 海口湾浮游植物群落结构特征[A]. 上海:中国藻类学会第八次会员代表大会暨第十六次学术讨论会论文摘要集[C].
- 陈朝述,李俊,陈孟林,等,2015. 桂林市4个城中湖泊夏季浮游植物群落结构与水质评价[J]. 水生态学杂志, 36(3):25-30.
- 高文胜,刘宪斌,张秋丰,等,2014. 渤海湾近岸海域浮游动物多样性[J]. 海洋科学,38(4):55-60.
- 刘素娟,陶建华,赵海萍,2007. 渤海湾浮游植物的多样性分析[J]. 河北工程大学学报, 24(1):74-77.
- 王俊,康元德,1998. 渤海浮游植物种群动态的研究[J]. 海洋水产研究, 19(1):43-52.
- 王新华,王宏鹏,纪炳纯,2008. 大黄堡湿地自然保护区浮游动物研究与水环境评价[J]. 南开大学学报:自然科学版, 54(1):44-50.
- 尹翠玲,张秋风,崔健,等,2013. 2008-2012年渤海湾天津近岸海域夏季浮游植物组成[J]. 海洋科学进展, 31(4):527-537.
- 张青田,胡桂坤,2016. 生物多样性指数及其应用中的问题[J]. 生物学教学, 41(7):59-60.

- 张青田,胡桂坤,杨若然,2016. 分类学多样性指数评价生态环境的研究进展[J]. 中国环境监测,32(3):92-98.
- 赵楠,2008. 黄海纤毛虫的丰度和生物量[D]. 青岛:中国科学院研究生院(海洋研究所).
- Baños-Picón L, Asís J D, Gayubo S F, et al, 2009. Analyzing insect community structure through the application of taxonomic distinctness measures[J]. Zoological Studies, 48(3):298-314.
- Chapin F S, Zavaleta E S, Eviner V T, et al, 2000. Consequences of changing biodiversity[J]. Nature, 405:234-242.
- Clarke K R, Warwick R M, 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness[J]. Marine Ecology Progress Series, 216:265-278.
- Costa T L, O'Hara T D, Keough M J, 2010. Measures of taxonomic distinctness do not reliably assess anthropogenic impacts on intertidal mollusc communities[J]. Marine Ecology Progress Series, 413:81-93.
- Huang S Y, Jia X W, Chen B, et al, 2010. The composition of Pelagic Diatom in Xiamen Sea Area and Their Antibacterial Activity[C]. Lushan: First International Conference on Cellular, Molecular Biology, Biophysics and Bioengineering (CMBB), 6:503-506.
- Longino J T, Coddington J R K, 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways[J]. Ecology, 83:689-702.
- Magurran A E, 2004. Measuring biological diversity[M]. Oxford UK: Wiley-Blackwell.
- McCann K S, 2000. The diversity-stability debate[J]. Nature, 405:228-233.
- Purvis A, Hector A, 2000. Getting the measure of biodiversity[J]. Nature, 405:212-219.
- Shimatani K, 2001. On the measurement of species diversity incorporating species differences[J]. Oikos, 93:135-147.
- Sorensen L L, Coddington J A, Scharff N, 2002. Inventorying and estimating subcanopy spider diversity using semiquantitative sampling methods in an Afrotropical forest[J]. EnvironEntomol, 31:319-330.
- Warwick R M, Clarke K R, 1995. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress[J]. Marine Ecology Progress Series, 129:301-305.

(责任编辑 万月华)

Influence of Sampling Method on the Analysis of Plankton Biodiversity in Beitang Estuary

ZHANG Qing-tian^{1, 2}, ZHANG An-tu¹, SHI Jiang-jiang¹, CHEN Sheng¹, HU Gui-kun¹

- (1. College of Marine and Environmental Sciences, Tianjin University of
Science & Technology, Tianjin 300457, P. R. China;
2. Tianjin Key Laboratory of Marine Resources and Chemistry, Tianjin University
of Science & Technology, Tianjin 300457, P. R. China;
3. Tianjin Marine Environmental Protection and Restoration Technology
Engineering Center, Tianjin 300457, P. R. China)

Abstract: Biodiversity indices have been used for decades to analyze the stability of communities and assess environmental conditions. Studies, while limited, have shown that survey results of biological diversity are affected by the method used for sampling. Plankton is an important aspect of ecological research and the two conventional devices for plankton sampling are the plankton net and water sampler, but few reports are available about the effect of sampling method on plankton diversity measurements. In late June 2014, we carried out plankton surveys using the two sampling methods in Beitang estuary (117.81°E, 39.07°N) in the Tianjin sea area of northern China. The goals were to compare the effects of these two conventional sampling methods on the results of plankton diversity measurements and to provide a reference for ecological evaluation. Phytoplankton and zooplankton samples were collected, using plankton nets (type II for zooplankton and type III for phytoplankton) and water samplers, at the same location and time. The plankton samples were immediately fixed with formaldehyde in situ and later counted in the laboratory. A total of 34 phytoplankton species were identified, dominated by diatoms. Each method collected 26 phytoplankton species, with the 18 species in common accounting for 52.9% of the total species. A total of 17 zooplankton species were collected, dominated by Copepods. Sixteen zooplankton species collected by plankton net and 11 species by water sample, with the 10 species in common accounting for 58.8% of the total species. In addition to the number of species (*S*) and abundance, eight biological indices, including three taxonomic distinctness indices and five traditional diversity indices (Margalef richness, Pielou evenness, Shannon diversity, Simpson index and dominance) were compared in this study. Results show that the biodiversity indices and the plankton abundance are both influenced by sampling method. When a plankton net was used for phytoplankton sampling, the number of species and the Margalef richness, Pielou evenness, Shannon, and Simpson indices gave higher values, whereas the dominance and the taxonomic distinctness indices were lower. When a water sampler was used to collect zooplankton samples, the abundance and the Shannon, Pielou evenness, Simpson indices and the taxonomic distinctness (Δ) were higher, and the other indices were lower than the results obtained with the plankton net. Statistical analysis (*T*-test) shows that differences resulting from the two sampling methods were significant for species number and Margalef richness index, but not for the other indices. Therefore, the effect of sampling method should be considered when using biodiversity indices to assess water quality and evaluate ecological conditions.

Keywords: sampling method; biodiversity; phytoplankton; zooplankton; Beitang Estuary