

文章编号: 1674-5566(2018)01-0091-07

DOI:10.12024/j.sou.20170502062

应用底栖动物功能摄食群评价东苕溪下游生态系统健康状况

汪兴中¹, 邹霞², 何思霞¹, 刘忱³, 邵晓阳³

(1. 湖州师范学院水生生物资源养护与开发技术研究浙江省重点实验室, 浙江湖州 313000; 2. 桐庐县环境保护监测站, 浙江桐庐 311500; 3. 杭州师范大学生态系统保护与恢复杭州市重点实验室, 浙江杭州 310036)

摘要:于 2013 年 7 月(夏季), 10 月(秋季), 12 月(冬季)和 2014 年 4 月(春季)对东苕溪下游 9 个样点大型底栖动物功能摄食类群和营养盐状况进行了季节性调查, 并采用摄食均匀度指数(Feeding Evenness Index, j_{FD})评价东苕溪下游生态系统健康状况。结果表明, 该河段底栖动物摄食类群以收集者为主, 且各摄食类群在季节间差异不显著($P > 0.05$), 说明东苕溪下游小微颗粒有机物丰富。冗余分析(Redundancy Analysis, RDA)表明功能摄食群在各个季度中均与总氮关系最为密切。 j_{FD} 值表明东苕溪下游整体生态系统健康状况较好, 但个别样点较差。这说明该河段可能存在点源污染, 且生境可能出现片段化。

关键词:摄食均匀度指数; 生物评价; 底栖动物; 苕溪

中图分类号: Q 178.1 **文献标志码:** A

很多河流因承载工农业和生活废水而受到严重污染^[1], 由此导致的水质恶化威胁着人类用水安全及河流生物多样性^[2]。底栖动物是河流生态系统的重要组成部分, 具有对大多数环境胁迫敏感的特质^[3], 适合作为生物监测和生态评价物种^[4-5]。传统的研究大多探讨底栖动物群落结构在空间和时间上与环境因子的关系^[6-7], 并以此进行水质生物学评价^[5, 8]。然而, 基于分类学方法的群落结构指数在一些特定的研究水域并不适用^[9]。例如, 有研究表明 Shannon 多样性指数在淮北煤矿区塌陷湖泊不适宜进行水质生物学评价^[5]。也有研究者认为, 基于群落结构的评价方法可能更适用于评价生物多样性或者对于指定化学污染的敏感度, 而不能针对整个生态系统健康^[10]。因此, 探索其他底栖动物评价方式来补充基于群落结构的传统评价模式是非常必要的^[9]。

底栖动物摄食群是根据其取食资源的不同进行划分的, 可以分为 8 个类群, 其中常见的有以下 6 个类群: 刮食者(Scrapers, SC), 主要以着生藻类等营固着生活的生物类群为食; 撕食者

(Shredders, SH), 主要以凋落物和粗有机颗粒(粒径 > 1 mm)为食; 收集者(Gather-collectors, GC), 主要以河底各种小微有机颗粒为食; 滤食者(Filterers, FC), 主要以水流中的细有机颗粒(0.45 mm $<$ 粒径 < 1 mm)为食; 捕食者(Predators, PR), 以捕食其他水生动物为食; 杂食者(Omnivore, OM), 主要以动物和植物为食^[11-13]。相较于群落结构, 功能摄食类群对环境变化的指向性更明确^[9], 能够使生态系统的复杂性在研究工作中减少^[14], 也更能被管理者和民众理解和应用。近年来摄食类群的研究得到了生态学家的广泛关注^[14-15]。在应用功能摄食类群评价方面也形成了众多的复合指数、多元参数分析和生态模型^[16]。其中, 摄食均匀度指数(Feeding Evenness Index, j_{FD})因其计算简单、结果明确, 且与其他指数如生物性状分析(Biological Traits Analysis, BAT)和生物营养指数(Infauna Trophic Index, ITI)等评价结果基本一致而被越来越多的学者优先考虑^[9, 16-18]。本研究采用摄食均匀度指数评价东苕溪下游生态系统健康状况, 以期能为生态系统管理提供理论基础。

收稿日期: 2017-05-18 修回日期: 2017-11-07

基金项目: 水产养殖废水污染综合控制技术集成模式与示范浙江省重点研发计划项目(2015C03018)

作者简介: 汪兴中(1985—), 男, 博士, 研究方向为底栖动物群落生态学。E-mail: 02133@zjhu.edu.cn

通信作者: 邵晓阳, E-mail: shaoyx@163.com

东苕溪是太湖的主要入湖河流,1956—2000年平均径流量占太湖入湖径流量的18.4%^[19]。相比西苕溪的众多研究,东苕溪报道较少,主要是针对上游地区^[20]。东苕溪下游在偏北大风、长期干旱和洪水后期,易受到太湖回水倒灌,其生态系统更为复杂^[19]。目前,对东苕溪下游生态系统的研究已有水质^[20-21]、浮游植物^[19]、浮游动物^[22]和鱼类^[23]等的报道。本研究从底栖动物的角度探讨以下3个问题,作为对东苕溪下游生态系统研究的重要补充:(1)东苕溪下游底栖动物功能摄食类群季节动态;(2)底栖动物摄食类群与营养盐之间的关系;(3)应用底栖动物功能摄食类群评价东苕溪下游生态系统健康状况。

1 材料与方 法

1.1 研究区域与采样时间

东苕溪(119°28′~120°08′E,30°05′~30°57′N)发源于天目山脉马尖岗,主要流经临安、杭州和湖州等地,并于湖州市杭长桥与西苕溪汇合后入太湖。其干流长165 km,流域面积2 265.1 km²,属于亚热带季风气候区,年平均降水量为1 460 mm^[19]。东苕溪下游属于平原河网,河道弯道多,水体流速较缓,沿河两岸矿业生产较活跃,航运较发达^[22]。根据野外实际情况,本研究于2013年7月(夏季),10月(秋季),12月(冬季)和2014年4月(春季)对东苕溪下游布设9个样点(图1)进行采样。

1.2 样品采集与测试

样品采集使用改良彼得生采泥器(1/16 m²),泥样用200 μm网径的纱网筛洗干净后,在解剖盘中将底栖动物挑出,置入50 mL的塑料瓶中保存(10%的甲醛)。标本经鉴定后,计数并折算成密度。功能摄食类群的划分参考文献[11-13]。在采样点取0.5 m深处水样于冷藏条件下运回实验室,测定总磷(TP)、总氮(TN)、硝态氮(NO₃)、亚硝态氮(NO₂)和化学需氧量(COD)等指标。水样采集、保存与测定步骤参考文献[24]。

1.3 数据分析

底栖动物功能摄食类群季节间差异的显著性检验采用单因素方差分析(One-Way ANOVA)在SPSS 16.0软件中完成。摄食类群与营养盐之间的关系采用排序模型在CANOCO 4.5软件中

完成。在进行排序模型前,对营养盐参数进行log₁₀转换,对摄食群数据进行log₁₀(x+1)转换,以消除数据维度过大对最终排序得分的影响。排序前,先对摄食群数据用去趋势对应分析法(Detrended Correspondence Analysis, DCA)分析,确定使用排序模型为线性模型还是单峰模型。若DCA分析显示排序轴的梯度长度小于3,则线性模型比较合适;排序轴的梯度大于4,则单峰模型比较合适;介于3和4之间,两种模型均合适^[25]。

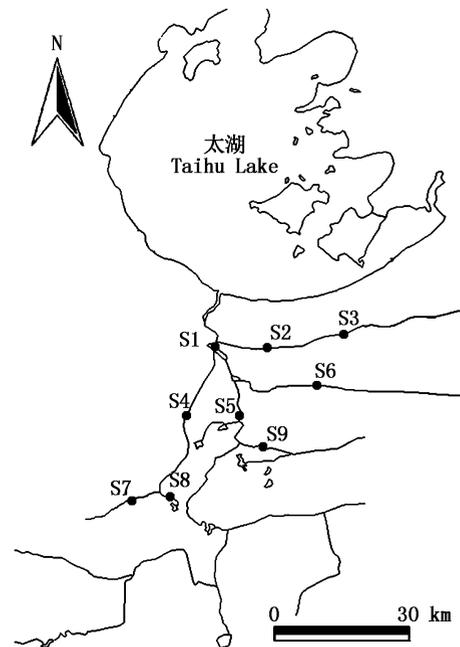


图1 样点分布图

Fig. 1 Location of the sampling sites

生态系统健康采用功能摄食类群均匀度指数(j_{FD})评价^[17],计算方法如下:

$$j_{FD} = \frac{H'_{FD}}{\log_2 n} \quad (1)$$

式中: H'_{FD} 为摄食类群的Shannon-Wiener指数; n 为摄食类群数目。 j_{FD} 值对应的生态系统健康状况标准如下^[16-17]:大于0.8,健康状况很好;0.6~0.8,健康状况较好;0.4~0.6,健康状况中等;0.2~0.4,健康状况较差;小于0.2,健康状况很差。功能摄食类群均匀度指数季节间差异的显著性检验采用单因素方差分析(One-Way ANOVA)在SPSS 16.0软件中完成。

2 结果

2.1 功能摄食类群群落结构的季节变化

东苕溪下游底栖动物功能摄食类群平均密度季节性变化为:春季(8 927.60 ind/m²) > 冬季(4 299.19 ind/m²) > 秋季(845.30 ind/m²) > 夏

季(823.13 ind/m²)。其中,收集者(GC)为主要优势类群,相对丰度分别为 98.93% (春季), 92.12% (夏季), 93.99% (秋季)和 97.34% (冬季)。单因素方差分析(One-Way ANOVA)表明,各功能摄食类群在季节间差异不显著($P > 0.05$) (表 1),其中刮食者(SC)只在冬季出现。

表 1 功能摄食类群密度的季节动态(平均值和范围)

Tab. 1 Seasonal dynamics of the functional feeding groups density (mean and range)

功能摄食类群 Functional feeding groups	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter
FC	4.00/0 ~ 36	16.89/0 ~ 138.67	2.37/0 ~ 16.00	3.26/0 ~ 10.67
GC	7 367.52/0 ~ 65 536.00	758.30/10.67 ~ 5 872.00	794.49/0 ~ 6 954.67	4 184.86/0 ~ 37 029.33
OM	67.70/0 ~ 568.00	35.23/0 ~ 218.67	42.93/0 ~ 192	54.54/0 ~ 204.00
PR	0.44/0 ~ 4.00	1.60/0 ~ 10.67	3.38/0 ~ 22.44	8.90/0 ~ 58.67
SC	0/0 ~ 0	0/0 ~ 0	0/0 ~ 0	5.56/0 ~ 48.00
SH	7.26/0 ~ 24.00	11.11/0 ~ 96.00	2.13/0 ~ 16.00	42.06/0 ~ 304.00

2.2 功能摄食类群群落结构与水体营养盐之间的关系

DCA 显示排序轴的梯度长度小于 3,线性模型比较合适。因此本研究采用冗余分析(Redundancy Analysis, RDA)评价功能摄食类群与营养盐之间的关系。RDA 表明,春季第一和第二排序轴能解释功能摄食类群 57.5% 的变异量。各营养盐中,与第一排序轴(能解释 40.4% 的变异量)有较好回归系数的有 TN(0.77)和 COD(0.54) (图 2a)。夏季第一和第二排序轴的解释率稍高于春季,能解释功能摄食类群 65.5% 的变异量。其中, TN(-1.29)与第一排序轴(能解释 48.2% 的变异量)有较好的回归系数(图 2b)。秋季第一和第二排序轴能解释功能摄食类群 54.8% 的变异量。其中,与第一排序轴(能解释 38.9% 的变异量)有较好回归系数的有 TN(3.77) (图 2c)。冬季第一和第二排序轴的解释率稍低,能解释功能摄食类群 52.8% 的变异量。其中,与第一排序轴(能解释 33.4% 的变异量)有较好回归系数的有 TN(1.16) (图 2d)。

2.3 东苕溪下游河段生态质量状况评价

应用功能摄食类群均匀度指数(j_{FD})评价东苕溪下游河段生态质量状况,结果表明该河段季节间平均 j_{FD} 值为 0.85,且 j_{FD} 值在季节间差异不显著($P > 0.05$,图 3)。这说明该河段大部分样点底栖动物群落受到干扰较少,生态质量处于很好的健康状况。虽然东苕溪下游河段整体平均

生态质量状况很好,但是个别样点的质量状况很差,例如样点 S2 在春季和夏季的 j_{FD} 值分别为 0.13 和 0.12;样点 S9 在秋季和冬季的 j_{FD} 值分别为 0.01 和 0。S2 样点位于湖州市八里店镇内,样点附近多为居民住宅,城镇化程度较高。且航运发达,有较多货运船只停靠经过,对该河段生镜造成较大影响。S9 样点位于德清县钟管镇上游,城镇对样点生镜影响较小。但是钟管镇是水产生重镇,样点附近多为水产养殖池塘,养殖污水仍会影响该河段生态系统健康。

3 讨论

3.1 功能摄食类群群落结构的季节变化

研究表明东苕溪下游底栖动物功能摄食类群形成了以收集者为主的格局(表 1)。这与长汀江段及香溪河水系底栖动物功能群结构相类似^[26-27],说明该河段大部分粗有机颗粒已降解为小颗粒或微颗粒而更适合收集者获取。这符合河流连续统(River Continuum Concept, RCC)中关于下游高级别河流的概念模型,也表明该河段生态属性中异养作用大于自养且物质相对纵向输送能力较弱的特点^[28]。东苕溪下游水体接受来自上游及面源污染的营养输入^[20],以及容易受太湖回水倒灌的水文条件影响^[19],使得营养物质在这一河段富集。同时,这一河段众多鱼类的缺失^[23],造成捕食天敌减少,进而形成底栖动物收集者为主的格局。功能摄食类群季节间无显著

差异也与该河段主要营养盐无季节性差异^[20]及易受太湖回水倒灌的复杂水文特征^[19]相一致。这一结果可以为东苕溪下游底栖动物功能摄食类群监测,减少采样频率,节省开支提供理论依

据。但底栖动物功能群季节的无差异性仍需要进一步研究其发生机制,以利于东苕溪下游生态系统管理。

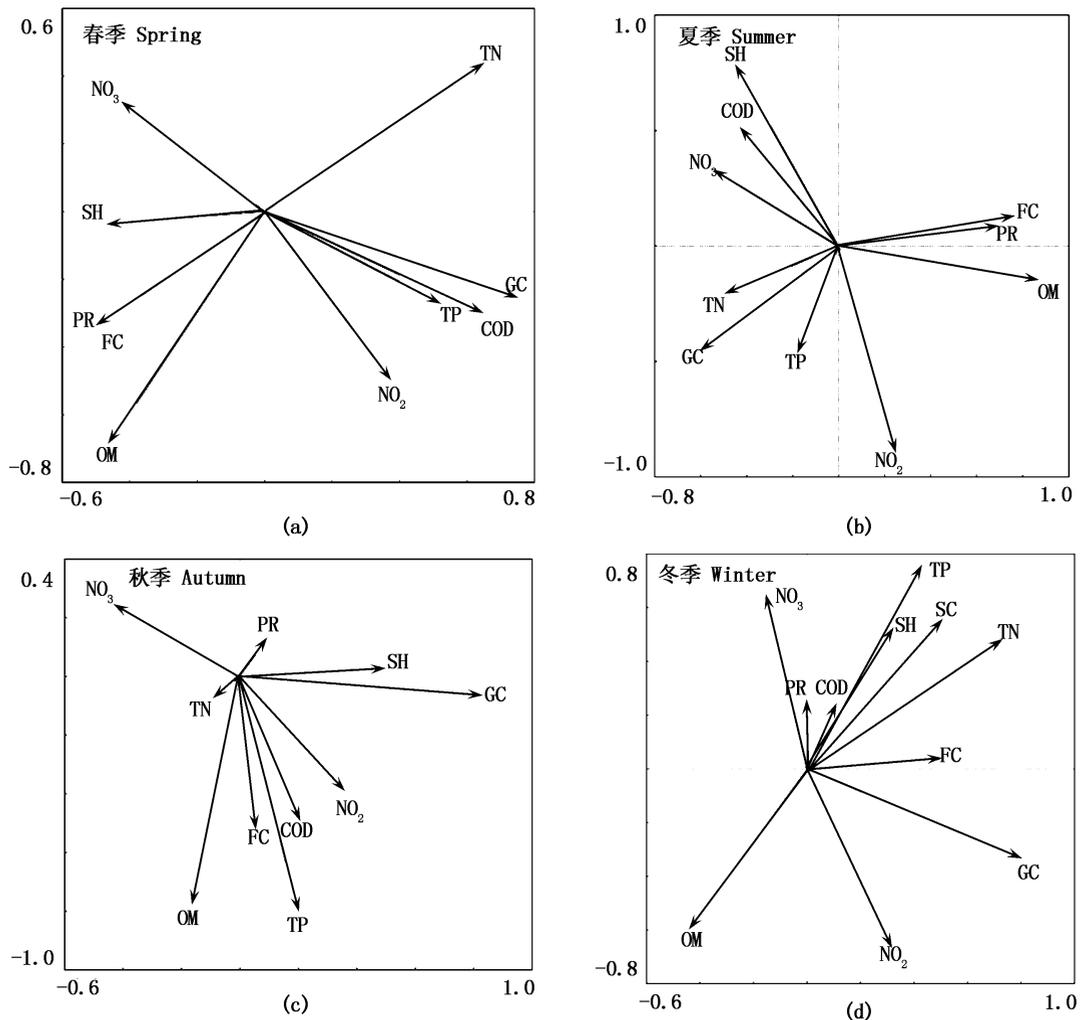


图2 功能摄食类群与营养盐之间的 RDA

Fig. 2 The RDA of functional feeding groups and nutrition parameters

3.2 功能摄食类群群落结构与水体营养盐之间的关系

群落特征与环境因子关系的研究是群落生态学关心的主要问题之一。此项研究表明,东苕溪下游底栖动物功能摄食类群在四季中关系最为密切的营养盐为总氮。氮元素与底栖动物功能摄食类群有较好相关性有较多的报道^[9, 29]。普遍认为氮元素可以通过影响浮游植物等初级生产者进而影响底栖动物摄食类群^[9, 29]。同时,

作为生态系统的重要组成部分,底栖动物的活动也影响着水-泥界面氮的循环^[30]。因此,底栖动物功能摄食类群和营养盐氮之间应该存在某种相互关系。这可以对氮含量异常丰富的东苕溪下游水质评价管理提供一种新的思路。已有的研究也表明,不少底栖动物种类可以作为硝态氮的生物指示物种^[6]。因此,利用底栖动物功能摄食类群对东苕溪下游生态系统健康状况进行评价具有实际意义。

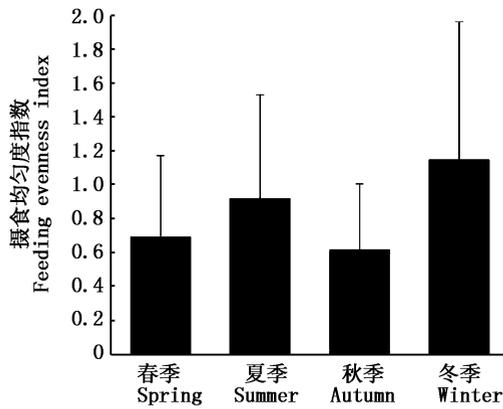


图3 东苕溪下游生态质量状况季节动态

Fig. 3 Seasonal dynamics of ecosystem health status in the downstream of the East Tiaoxi River

3.3 东苕溪下游河段生态质量状况评价

底栖动物功能摄食类群对一些环境事件的响应研究由来已久^[3],应用摄食类群进行环境评价也已形成了很多种方法^[16]。本研究采用摄食均匀度评价东苕溪下游生态质量状况,是目前常用的评价方法。因为此方法可操作性强而且采样成本低,对于样本较小及分类鉴定较为粗略的数据分析结果非常可靠^[18]。该方法虽然创立不久,但是与其他底栖动物评价指数的结果一致性得到了广泛的认证^[16-18]。此项研究表明东苕溪下游整体生态质量状况较好且季节间无显著差异,可以为今后东苕溪下游底栖动物功能摄食类群监测减少采样频率节省采样开支。但是样点间差异较大,个别样点在一定的季节处于很差的生态质量状况。这说明东苕溪下游可能存在点源污染,与东苕溪下游水质特征的研究结论相一致^[20]。东苕溪下游的农业面源污染与城镇污水等人为活动^[20-23],可能使得该地河段生境出现片段化。采样点不同导致利用底栖动物功能摄食类群评价东苕溪下游生态质量状况的结果与利用浮游动物^[22]及鱼类^[23]的评价结果不一致。因此,下一步可以研究东苕溪下游生境地理分布格局,为该河段的生态系统管理提供理论依据。

参考文献:

- [1] JONNALAGADDA S B, MHERE G. Water quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe [J]. *Water Research*, 2001, 35(10): 2371-2376.
- [2] VÖRÖSMARTY C J, MCINTYRE P B, GESSNER M O, et al. Global threats to human water security and river biodiversity [J]. *Nature*, 2010, 467(7315): 555-561.
- [3] HE F Z, JIANG W X, TANG T, et al. Assessing impact of acid mine drainage on benthic macroinvertebrates: can functional diversity metrics be used as indicators? [J]. *Journal of Freshwater Ecology*, 2015, 30(4): 513-524.
- [4] PILIÈRE A F H, VERBERK W C E P, GRÄWE M, et al. On the importance of trait interrelationships for understanding environmental responses of stream macroinvertebrates [J]. *Freshwater Biology*, 2016, 61(2): 181-194.
- [5] 纪磊, 李晓明, 邓道贵. 淮北煤矿区塌陷湖大型底栖动物群落结构及水质生物学评价 [J]. *水生生物学报*, 2016, 40(1): 147-156.
- [6] JI L, LI X M, GENG D G. Community structure of macrozoobenthos and bioassessment of water quality in collapse lakes in Huaibei mining areas [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2016, 40(1): 147-156.
- [7] WANG X Z, CAI Q H, TANG T, et al. Spatial distribution of benthic macroinvertebrates in the Erhai basin of southwestern China [J]. *Journal of Freshwater Ecology*, 2012, 27(1): 89-96.
- [8] WANG X Z, CAI Q H, JIANG W X, et al. Inter-annual patterns in the stability and persistence of stream macroinvertebrate communities: relationship with water physicochemical parameters [J]. *Journal of Freshwater Ecology*, 2013, 28(1): 79-90.
- [9] 陈萍萍, 张瑞雷, 赵风斌, 等. 上海市河道底栖动物群落结构及其水质评价 [J]. *上海海洋大学学报*, 2014, 23(4): 564-572.
- [10] CHEN P P, ZHANG R L, ZHAO F B, et al. The zoobenthos community structure and bio-assessment of water quality in Shanghai urban rivers [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2014, 23(4): 564-572.
- [11] PENG S T, ZHOU R, QIN X B, et al. Application of macrobenthos functional groups to estimate the ecosystem health in a semi-enclosed bay [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2013, 74(1): 302-310.
- [12] CUMMINS K W, MERRITT R W, ANDRADE P C N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil [J]. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 2005, 40(1): 69-89.
- [13] CUMMINS K W. Structure and function of stream ecosystems [J]. *BioScience*, 1974, 24(11): 631-641.
- [14] BARBOUR M T, GERRITSEN J, SYNDER B D, et al. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish [M]. 2nd ed. Washington D C: U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water, 1999: 270-324.
- [15] BODE R W, NOVAK M A, ABELE L E, et al. Quality assurance work plan for biological stream monitoring in New York state [M]. Albany, NY: NYS Department of Environmental Conservation, 2002: 1-115.

- [14] 蒋万祥, 贾兴焕, 唐涛, 等. 底栖动物功能摄食类群对酸性矿山废水的响应[J]. 生态学报, 2016, 36(18): 5670-5681.
JIANG W X, JIA X X, TANG T, et al. Response of macroinvertebrate functional feeding groups to acid mine drainage in the Gaolan River [J]. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(18): 5670-5681.
- [15] SAITO V S, SIQUEIRA T, FONSECA-GESSNER A A. Should phylogenetic and functional diversity metrics compose macroinvertebrate multimetric indices for stream biomonitoring? [J]. Hydrobiologia, 2015, 745(1): 167-179.
- [16] GAMITO S, PATRICIO J, NETO J M, et al. Feeding diversity index as complementary information in the assessment of ecological quality status [J]. Ecological Indicators, 2012, 19: 73-78.
- [17] GAMITO S, FURTADO R. Feeding diversity in macroinvertebrate communities: a contribution to estimate the ecological status in shallow waters[J]. Ecological Indicators, 2009, 9(5): 1009-1019.
- [18] 蔡文倩, 林岩璇, 朱延忠, 等. 基于大型底栖动物摄食群上的生态质量评价[J]. 中国环境科学, 2016, 36(9): 2865-2873.
CAI W Q, LIN K X, ZHU Y Z, et al. Assessment on the ecological quality based on the macrozoobenthos functional feeding groups[J]. China Environmental Science, 2016, 36(9): 2865-2873.
- [19] 丁源, 李建华, 王育来, 等. 东苕溪蓝藻时空分布及其与环境因子关系研究[J]. 环境科学学报, 2012, 32(11): 2820-2826.
DING Y, LI J H, WANG Y L, et al. Study on the spatio-temporal distribution of cyanobacteria in the East Tiaoxi River and its relationship with environmental factors [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2012, 32(11): 2820-2826.
- [20] 汪兴中, 李颖芳, 刘忱, 等. 东苕溪下游水质特征[J]. 湖州师范学院学报, 2016, 38(10): 23-28.
WANG X Z, LI Y F, LIU C, et al. The water quality characteristic in the downstream of the Dong Tiaoxi [J]. Journal of Huzhou University, 2016, 38(10): 23-28.
- [21] 徐兵兵, 卢峰, 黄清辉, 等. 东苕溪水体氮、磷形态分析及其空间差异性[J]. 中国环境科学, 2016, 36(4): 1181-1188.
XU B B, LU F, HUANG Q H, et al. Forms of nitrogen and phosphorus and their spatial variability in East Tiaoxi River [J]. China Environmental Science, 2016, 36(4): 1181-1188.
- [22] 刘忱, 黄燕, 刘瑜, 等. 东苕溪夏季浮游动物群落结构及水环境的初步研究[J]. 杭州师范大学学报(自然科学版), 2015, 14(5): 498-506.
LIU C, HUANG Y, LIU Y, et al. A preliminary study on plankton community structure and water environment of East Tiaoxi River in summer [J]. Journal of Hangzhou Normal University (Natural Science Edition), 2015, 14(5): 498-506.
- [23] 黄亮亮, 吴志强, 蒋科, 等. 东苕溪鱼类生物完整性评价河流健康体系的构建与应用[J]. 中国环境科学, 2013, 33(7): 1280-1289.
HUANG L L, WU Z Q, JIANG K, et al. Development and application of IBI based on fish to assess the river's health in the East Tiaoxi River [J]. China Environmental Science, 2013, 33(7): 1280-1289.
- [24] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
State Environmental Protection Administration. Water and wastewater monitoring and analysis methods [M]. 4th ed. Beijing: China Environmental Science Press, 2002.
- [25] LEPS J, ŠMILAUER P. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- [26] 彭增辉, 何雪宝, 冯伟松, 等. 长江镇江段不同生境类型底栖动物群落结构研究[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(4): 433-438.
PENG Z H, HE X B, FENG W S, et al. Macrozoobenthic community structure in different types of habitat, Zhenjiang reach, the Yangtze river, China [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2013, 22(4): 433-438.
- [27] 蒋万祥, 蔡庆华, 唐涛, 等. 香溪河水系大型底栖动物功能摄食类群生态学[J]. 生态学报, 2009, 29(10): 5207-5218.
JIANG W X, CAI Q H, TANG T, et al. The functional feeding group ecology of macroinvertebrate in Xiangxi River system [J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(10): 5207-5218.
- [28] YOSHIMURA C, TOCKNER K, OMURA T, et al. Species diversity and functional assessment of macroinvertebrate communities in Austrian rivers [J]. Limnology, 2006, 7(2): 63-74.
- [29] 孙小玲, 蔡庆华, 李凤清, 等. 春季昌江大型底栖无脊椎动物群落结构及功能摄食类群的空间分布[J]. 应用与环境生物学报, 2012, 18(2): 163-169.
SUN X L, CAI Q H, LI F Q, et al. Spatial distribution of community structure and functional feeding groups of macroinvertebrates of Changjiang river, a tributary of Poyang lake in spring [J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2012, 18(2): 163-169.
- [30] 龚志军, 刘劲松, 李艳, 等. 太湖霍甫水丝蚓(*Limnodrilus hoffmeisteri*) NH_4^+ -N 和 PO_4^{3-} -P 的潜在释放量[J]. 湖泊科学, 2017, 29(2): 389-397.
GONG Z J, LIU J S, LI Y, et al. Potential excretion of NH_4^+ -N and PO_4^{3-} -P by *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède in Lake Taihu [J]. Journal of Lake Sciences, 2017, 29(2): 389-397.

Application of macroinvertebrate functional groups to estimate the ecosystem health in the downstream of the East Tiaoxi River

WANG Xingzhong¹, ZOU Xia², HE Sixia¹, LIU Chen³, SHAO Xiaoyang³

(1. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Aquatic Resources Conservation and Development, Huzhou Normal University, Huzhou 313000, Zhejiang, China; 2. Tonglu Environmental Monitoring Station, Tonglu 311500, Zhejiang, China ; 3. Key Laboratory of Hangzhou City for Ecosystem Protection and Restoration, Hangzhou Normal University, Hangzhou 310036, Zhejiang, China)

Abstract: The seasonal investigation on the functional groups of macroinvertebrates and nutrient status was carried out at 9 sites in the downstream of the East Tiaoxi River from July 2013 to April 2014. The feeding evenness index (j_{FD}) was used to assess the ecosystem health of the East Tiaoxi River. The results showed that the gather-collectors was the most dominant group among the functional groups of macroinvertebrates in this reach. And the functional groups of macroinvertebrates had no significant difference in four seasons ($P > 0.05$). It suggested that the small organic matters were rich in this reach. The redundancy analysis (RDA) showed that the functional feeding groups were closely related to the total nitrogen in four seasons. The j_{FD} value indicated that the overall ecosystem health in the downstream of the East Tiaoxi River was relatively good, but the health of some samples was poor. It suggested that there might be point source pollution in this river reach, and the water habitat might be fragmented.

Key words: feeding evenness index; bioassessment; macroinvertebrate; Tiaoxi River