

草型湖泊与藻型湖泊大型底栖动物生产力的比较

闫云君^{1,2} 梁彦龄²

(1:华中科技大学生命科学与技术学院,武汉 430074; 2:中国科学院水生生物研究所,武汉 430072)

提 要 较系统地比较了典型草型湖泊(扁担塘)与典型藻型湖泊(后湖)底栖动物优势种类、主要类群及整个群落的周年生产量。结果表明,典型草型湖泊扁担塘底栖动物群落的周年生产量(湿重或带壳湿重)38.926 g/(m²·a)比典型藻型湖泊后湖 47.505 g/(m²·a)为低。各类群具体情况为,后湖(藻型湖泊)的营养水平较高,更适合苏氏尾鳃蚓等耐污性种类的生长,因此寡毛类生产量较扁担塘的为高;藻型湖泊比草型湖泊更适合铜锈环棱螺等腐生螺类的生长,螺类的生产量也比草型湖泊略高;藻型湖泊摇蚊的生产量较高,原因在于藻型湖泊更适合具有较多耐污种类的摇蚊生长。但从大型底栖动物群落生产量的组成看,摇蚊、软体动物、寡毛类等三大类群所占份额相对稳定,分别为 14%–15%、77%–79%、7%–8%。

关键词 大型底栖动物群落 生产量 后湖 扁担塘
分类号 Q958.8

草型湖泊和藻型湖泊是湖泊演替过程中的不同阶段,目前广泛存在于世界各国。随着工农业的快速发展,城市人口的增多,正促使这两种类型湖泊的转化速率日益加快,这种情况在中国尤其明显。为了遏制草型湖泊水体富营养化和藻型化,各国加快对这两种类型湖泊结构和功能的研究,以期为将来治理湖泊污染提供有效的解决方法。大型底栖动物是湖泊生态系统的重要组成部分,不仅是青鱼、鲤等经济鱼类的优质天然饵料,而且在湖泊物质循环和能量流动中起着重要作用,其生产力在国内报道不多,开展比较研究的资料更是鲜见。为此,在 1996 年至 1997 年间作者对典型草型湖泊扁担塘与典型藻型湖泊后湖中的大型底栖动物生产力进行了比较研究,结果报道如下。

1 材料与方 法

1.1 水体及样点设置

选择两个不同类型浅水湖泊扁担塘^[1]和后湖^[2]为研究地点,其中扁担塘为典型的草型湖泊,后湖为典型的藻型湖泊。前者为保安湖一子湖(30°15'N,114°43'E),面积 3.33 km²,平均水深 1.90 m,最大水深 4.00 m,全湖几乎都有水草分布,沿岸区域生长莲等挺水植物以及苦草等沉水植物,湖心生长聚草、金鱼藻等。根据水草分布特点,全湖共设 8 个采样点,其中 S₁、S₆ 点设在莲区, S₂、S₃、S₄ 及 S₅ 点位于湖心断面上的聚草区, S₇ 点为苦草区, S₈ 点为无草区(图 1 左)。后湖为武汉东湖一子湖(30°33'N, 114°23'E),面积 3.33 km²,平均水深 2.21 m,最大水深为 4.25 m。除沿岸水域生长莲等挺水植物以外,湖体绝大多数为裸底。根据湖泊的环境及生态特征,在湖中设置 4 个采样点 St₁、St₂、St₃、St₄(图 1 右)。

1.2 采样方法

定量采集亦使用 1/16 m² 改良彼得生式采泥器,每月每点一次,个别样点两次(遇到石头、木物等干扰时),泥样经 60 目(孔径为 167 mm)的铜筛或纱网筛洗后,置于解剖盘中分检,标本用 10% 的福尔马林固定。定性采样除使用上述采泥器每月每样点采集一次外,还在湖边采集了大量底栖动物标本,用于定性鉴定。

1.3 群落的相似性

群落相似性指数计算公式 $S=2c/(a+b)$ 。其中 S 为相似性指数, c 为两个群落中共有的种数, a 为扁担塘大型底栖动物群落中的物种数, b 为后湖大型底栖动物群落中的物种数。

* 国家自然科学基金(30270278、3960019 和 39430101)、湖北省自然科学基金(2000J109)联合资助。

2002-10-28 收稿,2003-01-07 收修改稿。闫云君,男,1969 年生,博士,教授;email: Yanyunjun@163.com

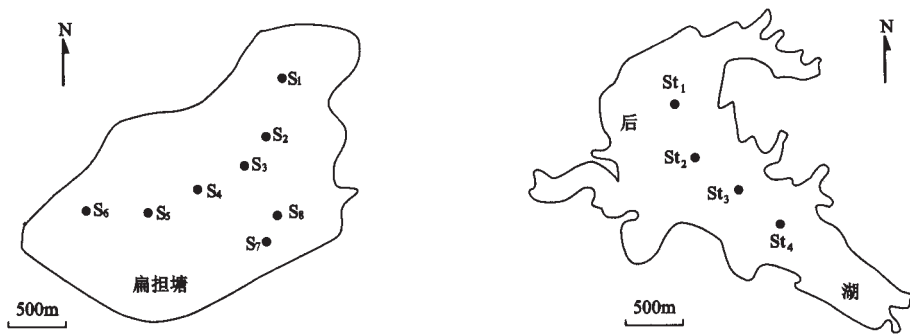


图 1 扁担塘及后湖的采样点(a.扁担塘 b.后湖)

Fig.1 Distribution of sampling sites of Lake Biandantang and Lake Houhu

1.4 两湖大型底栖动物生产量的测算

后湖和扁担塘大型底栖动物优势类群包括寡毛类、软体动物和摇蚊等。寡毛类各体长组的平均体重由体长-体重方程计算得到,生产量采用体长频率法测算^[2,3],软体动物采用体长频率法、瞬时增长率法、减员累计法以及 Allen 曲线法等方法中的几种或一种测算生产量,摇蚊各龄期的平均体重(湿重)依据其大小选择 20-200 个体称量得到。生产量采用体长频率法测算。测算生产力的各种方法作者已在有关综述中进行了详细介绍^[4]。扁担塘、后湖大型底栖动物的周年生产量测算的详细计算过程请参考文献^[5]和闫云君博士论文^①。

2 结果

2.1 底栖动物群落结构的比较

2.1.1 群落结构 经鉴定,后湖有大型底栖动物 44 种,其中寡毛类 15 种,昆虫 15 种,软体动物 12 种,其它动物 2 种。扁担塘 88 种,其中寡毛类 29 种,昆虫 32 种,软体动物 17 种,其它动物 10 种。

2.1.2 群落的相似性 后湖、扁担塘大型底栖动物群落共有物种 25 种,分别是,寡毛类:普通仙女虫、简明仙女虫、参差仙女虫、豹行仙女虫、多突癩皮虫、尖头杆吻虫、印西头鳃蚓、指鳃尾盘虫、叉型管盘虫、苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓、泥氏癩颤蚓、维奈夫盘丝蚓等;水生昆虫:花纹前突摇蚊、大红德永摇蚊、羽摇蚊等;软体动物:铜锈环棱螺、梨形环棱螺、长角涵螺、纹沼螺、方格短沟蜷、狭萝卜螺、椭圆萝卜螺、杜氏蚌、湖球蚬等。由此,后湖、扁担塘大型底栖动物群落的相似性系数为 0.38。可以看出,典型藻型湖泊与典型草型湖泊间物种差异大,大多共有物种为广布种,且环境适应能力较强。

2.2 扁担塘、后湖大型底栖动物的周年生产量的比较

2.2.1 寡毛类 后湖的营养水平较高,更适合苏氏尾鳃蚓、霍甫水丝蚓等耐污性种类的生长,因此生产量较扁担塘的为高,而 P/B 系数则较为稳定(表 1)。

2.3.2 软体动物 虽然扁担塘软体动物种类较多,但其周年总生产量(带壳湿重、去壳干重)却比后湖的为低,原因在于后湖铜锈环棱螺的生产量是扁担塘的两倍多,扁担塘其它软体动物密度虽较大,但个体均较小,故生产

表 1 扁担塘、后湖寡毛类生产量(湿重 $g/(m^2 \cdot a)$)的比较

Tab.1 A comparison of production($g/(m^2 \cdot a)$ in wet wt) of oligochaetes in Lake Biandantang and Lake Houhu

项 目	扁担塘生产量 ($g/(m^2 \cdot a)$)	扁担塘 P/B	后湖生产量 ($g/(m^2 \cdot a)$)	后湖 P/B
苏氏尾鳃蚓	2.675	5.0	3.413	4.0
霍甫水丝蚓	-	-	0.294	11.4
生产量合计	2.675	-	3.707	-

①闫云君. 浅水湖泊大型底栖动物生态能量学及生产量的研究. 中国科学院水生生物研究所博士论文, 武汉, 1998.

量也较小(表2)因此,从生产量来看,藻型湖泊比草型湖泊更适合铜锈环棱螺的生长。就环棱螺而言,不同水体中的P/B系数相对稳定。

2.3.3 摇蚊(幼虫)生产量的比较 扁担塘摇蚊优势种总生产量比后湖的小(表3) 同一个种或同一个属之间相比,情况则有些差异,如扁担塘羽摇蚊生产量比后湖的稍大,P/B系数略小,后湖大红德永摇蚊的生产量则大于扁担塘的,P/B系数相等,两湖的菱附摇蚊生产量相比,后湖的较大,P/B系数后湖的也稍大。总体上讲,P/B系数较为稳定,差别较小。就摇蚊而言,藻型湖泊的生产量较高,可能与藻型湖泊更适合某些摇蚊优势种类的生长有关,因为摇蚊有较多耐污种类。

表2 扁担塘、后湖软体动物生产量的比较

Tab.2 A comparison of production ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$) of molluscs in Lake Biandantang and Lake Houhu

项 目	扁担塘生产量 ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)		扁担塘 P/B	后湖生产量 ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)		后湖 P/B
	带壳湿重	去壳干重		带壳湿重	去壳干重	
铜锈环棱螺	15.770	0.862	0.5	33.134	1.932	0.8
长角涵螺	2.100	0.103	4.3	2.200	0.110	4.7
纹沼螺	4.998	0.178	4.4	-	-	-
短沟蜷	6.182	0.375	1.4	-	-	-
圆扁螺一种	1.627	0.073	7.1	-	-	-
湖球蚬	-	-	-	1.178	0.065	3.3
生产量合计	30.677	1.591	-	36.512	2.107	-

表3 扁担塘、后湖摇蚊优势种生产量(湿重 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)的比较Tab.3 A comparison of production ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$) in wet wt) of dominant chironomids in Lake Biandantang and Lake Houhu

项 目	扁担塘生产量 ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)	扁担塘 P/B	后湖生产量 ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)	后湖 P/B
大红德永摇蚊	1.476	4.4	3.160	4.4
菱附摇蚊	0.274	6.2	0.390	6.6
前突摇蚊	-	-	0.964	4.9
羽摇蚊	2.663	3.2	2.170	3.9
摇蚊一种	1.161	4.00	-	-
隐摇蚊	-	-	0.602	5.3
生产量合计	5.574	-	7.286	-

2.3.4 两湖大型底栖动物群落生产量的比较 从上述各表得,扁担塘底栖动物周年总生产量(湿重或带壳湿重)为 $38.926 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,其中,软体动物占 79%,摇蚊类占 14%,寡毛类占 7%。而后湖底栖动物周年总生产量(湿重或带壳湿重)为 $47.505 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,其中,软体动物占 77%,摇蚊类占 15%,寡毛类占 8%。

3 讨论

影响浅水湖泊大型底栖动物的现存量和生产量主要原因在于水深、营养元素(主要是氮、磷)、水草和底质。对扁担塘、后湖而言,平均水深相近。营养元素方面,从作者测量一周年的平均值看,后湖的氮、磷平均含量比扁担塘的分别高出 $0.21 \text{ mg}/\text{L}$ 和 $0.0108 \text{ mg}/\text{L}$ 。对东湖底栖动物的研究表明:当总氮含量的年平均值增加 $1 \text{ mg}/\text{L}$ 时,底栖动物的密度有可能增加 $1900 \text{ ind}/\text{m}^2$,生物量将增加 $13 \text{ g}/\text{m}^2$ 。总磷含量的消长将使底栖动物的密度和生物量出现指数增长,其瞬时增长率为 $0.05^{[6-9]}$ 。因此,从营养元素可以部分解释后湖大型底栖动物的周年生产量较扁担塘大。

水草是影响底栖动物的重要因素。通常情况下,纹沼螺和长角涵螺的现存量与水草的现存量正相关,而铜锈环棱螺随水草的增加而减少的趋势^[7-9]。扁担塘全湖几乎都有水草分布,纹沼螺和长角涵螺的现存量较后湖的大,后湖全湖几乎无水草,铜锈环棱螺的现存量较扁担塘高出许多。但两湖软体动物生产量主要决定于铜锈

环棱螺。湖泊中摇蚊的密度随水草的增加而下降。寡毛类的密度与水草关系不明显,但生物量明显随水草的减少而增加^[6,9,10]。因此,同样从水草的分布上可以解释后湖大型底栖动物的周年生产量较扁担塘大。至于底质,两湖均为腐泥。

另外, Moss^[10]认为底栖无脊椎动物生产量和外源有机物之间的关系为抛物线形,即最大生产量在输入量的中间,最小生产量在其两侧,一侧由于食物匮乏,另一侧是由于食物质量差或脱氧作用的环境变化引起。因此,在扁担塘、后湖这样不存在脱氧作用的浅水湖泊中,底栖无脊椎动物的生产量应该是富营养程度较高者较大。

参 考 文 献

- 1 官子和. 保安湖形态测量学参数及其在湖沼学上的意义. 见: 梁彦龄等主编. 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一). 北京: 科学出版社, 1995: 3-15
- 2 Hynes H B N, Coleman M J. A simple method of assessing the annual production of stream benthos. *Limnol Oceanogr*, 1968, **13**: 569-573
- 3 Benke A C. A modification of the Hynes method for estimating secondary production with particular significance for multivoltine populations. *Limnol Oceanogr*, 1979, **24**: 168-174
- 4 龚志军, 谢平, 阎云君. 底栖动物次级生产力研究的理论与方法. 湖泊科学, 2001, **13**(1): 79-88
- 5 阎云君, 梁彦龄. 武汉后湖长角涵螺的周年生产量. 湖泊科学, 2002, **14**(4): 374-376
- 6 梁彦龄. 武昌东湖水栖寡毛类及水生昆虫的生态分布及种群密度. 动物学报, 1963, **15**(4): 560-570
- 7 陈其羽, 梁彦龄, 宋贵保, 王士达. 武昌东湖软体动物的生态分布及种群密度. 水生生物学集刊, 1975, **5**(3): 371-379
- 8 陈其羽. 湖北省花马湖软体动物的调查报告. 海洋与湖沼, 1979, **10**(1): 46-62
- 9 刘建康. 东湖生态学研究(一). 北京: 科学出版社, 1990: 548
- 10 Moss B. Ecology of Fresh Waters. 2nd Edition. Oxford: Blackwell Scientific Publ, 1988: 417

The Comparison of Secondary Production of Macrozoobenthos Between a Typical Algal Lake and a Typical Macrophytic Lake

YAN Yunjun^{1,2} & LIANG Yanling²

(1: School of Life and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, P.R.China ;

2: Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, P.R.China)

Abstract

A comparative study on annual production of macrozoobenthos community was carried out in a typical algal lake—Lake Houhu and a typical macrophytic lake—Lake Biandantang. The results showed that the annual production of macrozoobenthos community in Lake Biandantang (38.926 g/(m²·a)) was a bit lower than that of Lake Houhu(47.505 g/(m²·a)). The eutrophication of Lake Houhu, slightly higher than that of Lake Biandantang, which was much fitter for the growth of pollution-prone species of oligochaetes, resulted in more oligochaete production. Algal lakes bearing preferable situations for the existence of omnivorous gastropods like *B. aeruginosa* attained higher gastropod production. Large chironomids usually present weed-free, higher eutrophication water body, which match the conditions of Lake Houhu, so Lake Houhu had larger production of chironomid. Nevertheless, the proportions of macrozoobenthic production contributed by chironomids, oligochaetes and gastropods remained fairly stable, which were 14%–15%, 7%–8%, 77%–79%, respectively.

Keywords: Comparative study; production; macrozoobenthos community; Lake Houhu; Lake Biandantang