

·研究简报·

黑龙江勤得利湾底栖动物种群的结构特征

姜作发¹, 唐富江¹, 董崇智¹, 梁洪君², 许平², 何珍², 张彩虹²

(1. 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070; 2. 黑龙江省勤得利鲟鱼试验站, 黑龙江 同江 156429)

摘要:2003年5~9月对黑龙江勤得利湾底栖动物进行调查, 结果表明, 勤得利湾底栖动物共计5科13种(属), 其中寡毛类1科3种(属), 红羽摇蚊(*Ch. gr. plumosus*)幼虫是主要优势种群; 勤得利湾底栖动物数量为454.3 ind/m², 生物量为4.4520 g/m², 二者季节变动明显, 秋季最高, 分别为626.8 ind/m²和9.1850 g/m²; 生物多样性指数、均匀度指数、丰富度指数均偏低。同时探讨了作为鲟鱼类放养场的底栖动物资源合理利用问题。

关键词:底栖动物; 种类组成; 生物量; 资源利用; 黑龙江

中图分类号:S931.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2004)06-0589-05

勤得利湾是黑龙江江湾, 座落于黑龙江省同江市境内(133°10'E, 48°10'N), 是黑龙江经济鱼类幼鱼的主要育肥场。1999年筑坝与黑龙江隔开, 2000年开始蓄水, 2002年形成600 hm²人工放养场, 湖岸曲线较大。水源主要以黑龙江汛期注入的江水和山涧溪流汇入为主, 湖底平坦为淤泥, 沿岸为石砾, 平均水深3.0 m, 最大水深6.0 m, 水深3.0 m以上的水面占60%~70%, 水生维管束植物少。蓄水后将其作为施氏鲟(*Acipenser schrenckii*)放养场, 2002~2003年已投放施氏鲟种20 000尾。本研究旨在为勤得利湾的生物可持续利用研究提供科学资料。

1 材料与方法

1.1 采样点

根据勤得利湾的地理特点2003年5月(春季)、7月(夏季)、9月(秋季)分别在库湾、敞水区、沿岸设置I(库湾)、II(库湾与敞水过度区)、III(沿岸)、IV(敞水区)、V(敞水区)点(图1), 同时, 在沿岸等设置多个定性采样点, 以调查底栖动物的群落、数量变化。同步采集浮游生物、水化学样品, 测量水温、水深、pH值等。

1.2 采样方法

用面积1/16 m²的彼得生采泥器, 每个采样点采底泥1次, 泥样经40目铜筛筛洗, 经筛洗样品放入瓶中, 用70%~80%酒精固定带回室内, 在解剖镜和显微镜下鉴定种类、分类统计。底栖动物湿重测定, 将门类分开的标本, 用吸水纸吸去表面水分后, 用AB204—N电子天平称重, 精确到0.0001 g, 获得的数据换算成种群数量(ind/m²)和生物量(g/m²)。

收稿日期:2004-02-11; 修订日期:2004-03-18。

基金项目:中国水产科学研究院基金项目(2003-3-7)。

作者简介:姜作发(1949-), 男, 研究员, 从事鱼类资源与生态学研究。Tel:0451-84861326, E-mail:jzffish@163.com



图1 勤得利湾底栖动物采样点

Fig. 1 Zoobenthos sampling spot in Qindeli Reservoir

1.3 数据统计

(1) 群落优势度指数: $Y = (n/N)f$

(2) 物种多样性指数采用 Shannon-Wiener 公式:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$$

(3) 群落均匀度指数采用 Pielou 的均匀度指数公式:

$$E = H' / \log_2 S$$

(4) 物种丰富度指数采用 Margalef 指数 d_{Ma} 来计算:

$$d_{ms} = (S - 1) / \log_2 N$$

式中: H' 为物种多样性指数, n_i 为 i 种物种密度(ind/L), N 为群落中所有物种的总密度(ind/L), S 为种类数, E 为均匀度指数, Y 为优势度指数, f 为 i 种物种出现频率, d_{ms} 为物种丰富度指数。

2 结果与讨论

2.1 种类组成

勤得利湾底栖动物的种类较少,主要是以摇蚊科幼虫和

寡毛类为主,定量样品中软体动物未出现,仅在沿岸定性样品内出现。调查期间共出现 5 科 13 种(属),其中寡毛类 1 科 3 种(属),水生昆虫 1 科 4 种(属),软体动物 2 科 4 种(属),甲壳纲 1 科 2 种(属)。红羽摇蚊幼虫(*Ch. gr. plumosus*)、粗腹摇蚊幼虫(*Pelopia* sp.)、霍甫水丝蚓(*Limnodrilus hoffmeisteri*)、颤蚓(*Tubifex* sp.)是主要组成种类,其中红羽摇蚊幼虫、粗腹摇蚊幼虫在各季节的出现频率为 100%,霍甫水丝蚓、颤蚓在春季出现频率为 100%,夏季、秋季变幅在 20%~60%(表 1)。

表 1 黑龙江勤得利湾主要底栖动物的数量、生物量和出现频率

Table 1 Amount, biomass and frequency of main species of benthos in Qindeli Reservoir

种类 Species	春季 Spring($n=5$)			夏季 Summer($n=5$)			秋季 Autumn($n=5$)		
	数量/ (ind·m ⁻²) Amounts	生物量/ (g·m ⁻²) Biomass	频率/% Frequency	数量/ (ind·m ⁻²) Amounts	生物量/ (g·m ⁻²) Biomass	频率/% Frequency	数量/ (ind·m ⁻²) Amounts	生物量/ (g·m ⁻²) Biomass	频率/% Frequency
红羽摇蚊幼虫 <i>Ch. gr. plumosus</i>	28.8	0.773 1	100	96.0	1.839 7	100	230.4	6.624 8	100
粗腹摇蚊幼虫 <i>Pelopia</i> sp.	118.4	0.141 6	100	188.8	0.797 1	100	303.6	2.020 2	100
霍甫水丝蚓 <i>L. hoffmeisteri</i>	115.2	0.139 2	100	32.0	0.064 3	40	80.0	0.353 0	60
颤蚓 <i>Tubifex</i> sp.	144.0	0.212 2	100	6.4	0.056 6	20	12.8	0.187 2	40

关于生物优势度的研究,黄洪辉等^[1]、陈清潮等^[2]在研究珠江口、黄海、东海的浮游动物、底栖动物时,根据调查水域的地理位置认为热带地区优势度指数为 $Y > 0.015$,亚热带地区的珠江口为 $Y > 0.01$,温带的黄海、东海为 $Y > 0.02$ 的种类为优势种。勤得利湾地处高纬度的寒温带,故其底栖动物的优势度指数略高于热带、亚热带和温带,应为 $Y > 0.03$ 为宜。因此,勤得利湾的底栖动物的优势种春季为颤蚓($Y > 0.349$)、粗腹摇蚊幼虫($Y > 0.287$)和霍甫水丝蚓($Y > 0.279$),夏季、秋季均为粗腹摇蚊幼虫($Y > 0.584$ 、 $Y > 0.448$)和红羽摇蚊幼虫($Y > 0.297$ 、 $Y > 0.368$)。其余种类在各季节优势度指数较低,形成不了优势种类,3 个季节优势种数,春季多于夏季、秋季。从 4 个优势种的生物量来看,

红羽摇蚊幼虫生物量在各季节最高,尤以秋季最高(6.624 8 g/m²),粗腹摇蚊幼虫次之。

2.2 数量、生物量组成及丰度变动

勤得利湾底栖动物数量为 454.3 ind/m²,生物量为 4.452 0 g/m²。春季变动范围是 228~528 ind/m²,夏季变动范围是 208~512 ind/m²,秋季变动范围是 432~966 ind/m²,平均值分别为 412.8 ind/m²、323.2 ind/m² 和 626.8 ind/m²;生物量春季变动范围是 1.290 0~2.214 4 g/m²,夏季变动范围是 2.422 4~3.136 0 g/m²,秋季变动范围是 3.553 6~16.752 0 g/m²,平均值分别为 1.414 4 g/m²、2.757 7 g/m² 和 9.185 0 g/m²(表 2)。

表 2 黑龙江勤得利湾底栖动物的数量、生物量季节变动

Table 2 Seasonal variation of benthos amount and biomass in Qindeli Reservoir

项目 Item	春季 Spring($n=5$)	夏季 Summer($n=5$)	秋季 Autumn($n=5$)
数量/(ind·m ⁻²) Amount	412.8	323.2	626.8
生物量/(g·m ⁻²) Biomass	1.414 4	2.757 7	9.185 0

刘保元等^[3]在进行太平湖水库的底栖动物研究中指出,底栖动物的密度和生物量的季节变动明显,现存量在春、夏季较低,而在秋、冬季较高,这与底栖动物的生殖季节及其发育越冬过程有较密切关系。不同种类的底栖动物所出现的世代次数不相同,温度是重要的环境因子,摇蚊以幼虫越冬,故冬季现存量最高,春、夏季摇蚊幼虫逐步羽化,新的世代则刚开始补充,因而夏季的现存量最低。从表2中可见,勤得利湾底栖动物数量、生物量变动秋季最高,春、夏季较低,这与摇蚊幼虫的发育越冬过程有关。

摇蚊幼虫数量的多寡决定了勤得利湾底栖动物数量的变动。从优势种类丰度的季节变动也可以看出,摇蚊类丰度的数量最高值出现在秋季,是春季的3.0倍,夏季的1.9倍,这与刘保元等^[3]所得的结果相一致。寡毛类丰度的数量最高值出现在春季,夏、秋季较低,这与底栖动物的生殖季节及其发育有关(表3)。从数量来看,寡毛类虽然占各季节底栖动物数量一定比例33.2%~62.8%,但由于其个体生物量小,因此,在各季节生物量中占很小比例。

表3 黑龙江勤得利湾摇蚊类、寡毛类丰度的季节变动

种类 Species	春季 Spring (n=5)			夏季 Summer (n=5)			秋季 Autumn (n=5)		
	最高值 Max.	最低值 Min.	$\bar{x} \pm SE$	最高值 Max.	最低值 Min.	$\bar{x} \pm SE$	最高值 Max.	最低值 Min.	$\bar{x} \pm SE$
摇蚊类 Chironomidae	176	80	147.2 ± 35.63	400	192	284.8 ± 80.57	752	288	534.0 ± 63.53
寡毛类 Oligochaeta	352	128	259.2 ± 83.08	112	80	99.5 ± 13.44	208	48	113.0 ± 70.01

2.3 数量、生物量分布

从底栖动物数量分布来看,Ⅱ、Ⅰ站最高,Ⅳ、Ⅲ站次之,Ⅴ站最低。各站位数量的季节变动较明显,春季变动在288.0~528.0 ind/m²,排列顺序依大到小为Ⅱ站、Ⅳ站、Ⅲ站、Ⅴ站、Ⅰ站,夏季变动在208.0~512.0 ind/m²,排列顺序

依大到小为Ⅰ站、Ⅳ站、Ⅴ站、Ⅲ站、Ⅱ站,秋季变动在357.0~966.0 ind/m²,排列顺序依大到小为Ⅱ站、Ⅰ站、Ⅲ站、Ⅳ站、Ⅴ站;生物量分布与数量的分布相同,Ⅱ、Ⅰ站最高,Ⅳ、Ⅲ站次之,Ⅴ站最低(表4)。

表4 黑龙江勤得利湾底栖动物数量和生物量分布的季节变动

站 位 Sampling site	春季 Spring		夏季 Summer		秋季 Autumn		平均 Average	
	数 量/ (ind·m ⁻²)	生物量/ (g·m ⁻²)	数 量/ (ind·m ⁻²)	生物量/ (g·m ⁻²)	数 量/ (ind·m ⁻²)	生物量/ (g·m ⁻²)	数 量/ (ind·m ⁻²)	生物量/ (g·m ⁻²)
	Amounts	Biomass	Amounts	Biomass	Amounts	Biomass	Amounts	Biomass
Ⅰ	288.0	1.409 6	512.0	2.529 6	720.0	12.314 5	506.7	5.417 0
Ⅱ	528.0	1.636 8	208.0	3.136 0	966.0	16.752 0	567.3	7.174 9
Ⅲ	384.0	2.214 4	272.0	2.422 4	544.0	3.712 0	400.0	2.782 9
Ⅳ	496.0	1.290 0	352.0	3.038 4	462.0	8.337 6	436.7	4.222 0
Ⅴ	368.0	1.600 0	272.0	2.662 4	432.0	3.553 6	357.3	2.605 3

表5显示,各站位底栖动物种类数量、生物量分布的趋势基本相同,均以摇蚊类幼虫为主,寡毛类次之。数量相差21.4~309.3 ind/m²,1.1~4.2倍,以Ⅰ站最高,Ⅴ站最低;生物量相差1.250 4~4.797 8 g/m²,2.7~47.5倍,以Ⅱ站最高。

2.4 底栖动物多样性、均匀度、丰富度指数

勤得利湾底栖动物的种类少,生物多样性、均匀度、丰富度指数均偏低,分别为 $H' = 0.261\ 3$, $E = 0.256\ 0$, $d_{Mx} = 2.472\ 5$,各站位相差较小,变动情况为 $H' = 0.237\ 0 \sim 0.279\ 9$, $E = 0.230\ 0 \sim 0.277\ 2$, $d_{Mx} = 2.276\ 5 \sim 2.755\ 7$ (表6)。生物多样性指数季节变动以春季最高(0.305 2),秋季最低(0.226 1);均匀度指数春夏季相近(0.284 3和0.285 5),秋季较

低(0.197 9);丰富度指数春季略高(2.863 9),秋季略低(2.222 3)。底栖动物多样性、均匀度、丰富度指数各站位的季节变动春季多样性指数Ⅰ、Ⅴ站较高(0.376 7和0.300 3),均匀度指数Ⅰ站较高(0.349 0),丰富度指数Ⅰ、Ⅴ站较高(3.252 8和3.117 9);夏季多样性指数Ⅲ站较高(0.300 2),均匀度指数Ⅱ、Ⅲ站较高(0.314 1和0.314 6),丰富度指数Ⅲ站略高(2.875 2);秋季多样性、均匀度指数Ⅳ、Ⅴ站较高(0.288 6、0.276 4和0.277 1、0.265 4),Ⅰ、Ⅲ站较低(0.106 4、0.129 6和0.100 2、0.124 4),丰富度指数Ⅰ站较高(2.799 8),Ⅳ、Ⅴ站较低(1.876 4和1.897 2)。研究表明,水库底栖动物多样性指数偏低表明水质由中营养型向中富营养型过度^[3]。

表5 黑龙江勤得利湾底栖动物数量和生物量分布

Table 5 Distribution of amount and biomass benthos in Qindeli Reservoir

种类 Species	I		II		III		IV		V	
	数 量/ (ind·m ⁻²)	生物量/ (g·m ⁻²)	数 量/ (ind·m ⁻²)	生物量/ (g·m ⁻²)	数 量/ (ind·m ⁻²)	生物量/ (g·m ⁻²)	数 量/ (ind·m ⁻²)	生物量/ (g·m ⁻²)	数 量/ (ind·m ⁻²)	生物量/ (g·m ⁻²)
	Amounts	Biomass	Amounts	Biomass	Amounts	Biomass	Amounts	Biomass	Amounts	Biomass
摇蚊类 Chironomidae	405.3	5.070 9	378.7	6.485 9	314.7	2.609 3	324.7	4.134 9	186.7	1.979 7
寡毛类 Oligochaeta	96.0	0.273 1	188.7	0.689 1	85.3	0.176 0	112.0	0.087 1	165.3	0.729 3
其他 Other	5.3	0.017 6							5.3	0.062 9

表6 黑龙江勤得利湾不同站点底栖动物多样性、均匀度、丰富度指数

Table 6 Indexes of biodiversity, evenness and abundance of benthos at various sampling sites in Qindeli Reservoir

站 位 Sampling site	春季 Spring			夏季 Summer			秋季 Autumn		
	H'	E	d _{MS}	H'	E	d _{MS}	H'	E	d _{MS}
I	0.376 7	0.349 0	3.252 8	0.227 8	0.238 7	2.214 6	0.106 4	0.102 2	2.799 8
II	0.276 3	0.257 9	2.571 1	0.299 7	0.314 1	2.156 9	0.229 6	0.220 5	2.345 0
III	0.299 5	0.279 6	2.780 7	0.300 2	0.314 6	2.875 2	0.129 6	0.124 4	2.193 3
IV	0.273 1	0.254 9	2.596 9	0.271 6	0.284 6	2.356 2	0.288 6	0.277 1	1.876 4
V	0.300 3	0.280 3	3.117 9	0.263 0	0.275 6	2.053 7	0.276 4	0.265 4	1.897 2

注: H' 为生物多样性, E 为群落均匀度指数, d_{MS} 为物种丰富度指数。

Note: H'—Biodiversity index; E—Evenness index; d_{MS}—Margalef index.

2.5 底栖动物资源利用

据 Edmondson^[5]和 Winerg^[6]资料,水生大型无脊椎动物的 P/B 系数(P 为生产量, B 为现存量)一年生者为 3.25~5.25, 2、3 年生者为 1.58~3.52, 1 年多世代者为 3.19~6.69, 其中摇蚊幼虫为 5。刘保元等^[3]在对太平湖底栖动物研究时指出,鱼类觅食是随机的,并不分新老幼虫,若对幼龄个体捕食率较高则其正常周年生产量低,故 P/B 系数采用 2, 鱼产量即简化为 $F = B \times C^{[3]}$ (F: 鱼产量, C: 饲料转化效率)。勤得利湾底栖动物以摇蚊幼虫为主, 占现存量的 91.1%, 为了保护其资源量, P/B 系数也采用 2, 据饲料转化效率(C)一般为 1/6^[7], 勤得利湾底栖动物主要以摇蚊类幼虫、寡毛类为主, 年现存量(B)为 26 685.3 kg, 则勤得利湾底栖动物每年可转化食底栖动物鱼类的潜力为 4 536.1 kg。

勤得利湾作为鲟鱼放养场, 其底栖动物的现存量并不高(44.5 ind/hm²), 因此, 为了提高鲟鱼的放养数量、生长速度、存活率, 建议在放养品种上不能投放养鲤、鲫、鳊等以底栖动物为主要食性的鱼类, 同时, 应加强对自然繁殖的鲤、鲫、鳊和杂食性鱼类的种群控制。可以投放滤食性鱼类, 提高水体的鱼产量和经济效益, 为鲟鱼类生长提供充足的饵料资源, 促进底栖动物转化效率的提高。

(英文摘要见 588 页 The English abstract at page 588)

参考文献:

- [1] 黄洪辉, 林燕棠, 李纯厚, 等. 珠江口底栖动物生态学研究[J]. 生态学报, 2002, 22(4): 603~607.
- [2] 陈清潮, 黄良民, 尹健强, 等. 南沙群岛海域浮游动物多样性研究, 中国科学院南沙群岛海洋地质科学考察队. 中国南沙群岛及其相邻海域生物多样性研究(I) [M]. 北京: 海洋出版社, 1994. 42~50.
- [3] 刘保元, 梁小民. 太平湖水库的底栖动物[J]. 湖泊科学, 1997, 9(3): 237~243.
- [4] 梁彦龄. 武陵山区水系大型无脊椎动物的现存量 and 资源评估. 见: 西南武陵山区资源和评价[M]. 北京: 科学出版社, 1994. 62~84.
- [5] Edmondson W T, Winerg G G. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh water [M]. Oxford: Blackwell, 1977.
- [6] Winerg G G. Methods for the estimation of production of aquatic animals. Table 6.3 (Gastropods) [M]. London: Academic Press, 1971.
- [7] 陈其羽. 武汉东湖底栖动物群落结构和动态的研究[J]. 水生生物集刊, 1980, 7(1): 41~56.