

# 大伙房和柴河两水库的环境因子同鲢、 鳙生长和产量变动的关系\*

史为良 夏德昌 董双林 王立柱 刘兴河

(大连水产学院, 大连 116023)

**提要** 对辽宁省大伙房水库(1980—1987)和柴河水库(1981—1987)的水文、理化和生物数据,与这两座水库同时时间的不投饵网箱养殖的鲢、鳙鱼种的生长和产量进行了回归分析。结果表明,7—8月的入库水量和出库水量、9月与6月间的水位差等参数同鲢、鳙均重及产量相关显著,用它们来估测大水体鲢、鳙的生长与产量是可行的。

**关键词** 鲢 鳙 生长 产量 环境因子 相关性

鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙 (*Aristichthys nobilis*) 在放养充足的湖泊、水库中其渔获量可占总渔获量的 80% 以上,但其生长的年间变化很大,这给估测其资源、合理捕捞、科学放养以及网箱培育鱼种带来很大困难。本文旨在探索影响鲢、鳙年生长变动的因素、估测它们年生长和产量波动的方法,以期为水库、湖泊渔业的合理经营提供科学依据。

## 1 水库状况和研究方法

大伙房水库建于 1958 年,集水面积 5 440 km<sup>2</sup>, 平均年径流量  $1.65 \times 10^{10}$  m<sup>3</sup>, 总库容  $2.19 \times 10^{10}$  m<sup>3</sup>, 养鱼面积 6 667 ha, 近些年来年渔获量超过  $10 \times 10^5$  kg。柴河水库建于 1972 年,集水面积 1 355 km<sup>2</sup>, 平均年径流量  $3.73 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, 总库容  $4.5 \times 10^8$  m<sup>3</sup>, 养鱼面积 1 667 ha, 近些年来年渔获量超过  $25 \times 10^4$  kg。

大伙房水库(1980—1987年)和柴河水库(1981—1987年)的水化学、生物数据均测于网箱养鲢、鳙鱼种的7—9月间;大伙房水库每年测5次以上,柴河水库则2次以上。pH值、电导率用仪器测定,其它化学因子均按常规方法测定。浮游生物生物量是其个体数量乘于其平均个体重而得,其中优势种均是实测30个以上个体计算其体积和重量。初级生产量用黑白瓶法测定。水温和水文资料由水库管理局提供。

由于这两座水库每年投放的鲢、鳙鱼种的规格、数量及投放时间相差很大,因此,水库中每年鲢、鳙增长值不易准确测定,而网箱培育的鲢、鳙鱼种不需投饵,完全靠摄食天然饵料生长,并且又在7—9月这段主要生长季节进行,所以能较好地代表水库敞水区鲢、鳙的生长。

鲢、鳙的生长指标(丘古诺娃, 1956)分别用4龄和5龄前的鱼的数据计算。1980—

\* 中华人民共和国水利部资助, 8683号。

收稿日期: 1990年3月16日, 接受日期: 1993年9月30日。

表 1 两水库环境参数和鲢、鳙收获

Tab. 1 The environmental parameters, yield and growth of silver carp

项 目		大 伙 房				
		1980	1981	1982	1983	1984
水量 ( $10^6\text{m}^3$ )	年降水 (mm)	788.5	538.7	561.3	1033.4	810.0
	年入库水量	1336.5	985.7	553.7	1728.4	844.0
	7—8 月入库水量	513	314	200	1075	312
	7—8 月出库水量	256.3	314.5	93.6	105.7	128.2
水深、水位 (m)	7—9 月平均水深	10.12	10.58	6.42	12.65	13.09
	6 月平均水位	112.96	121.63	110.00	111.80	125.25
	9 月平均水位	119.55	118.99	113.80	130.00	126.57
	9 月与 6 月平均水位差	6.59	-2.64	3.80	18.20	1.32
理化参数	7—9 月平均水温( $^{\circ}\text{C}$ )	23.3	25.1	26.5	25.3	25.5
	透明度 (cm)		135	120	217	190
	电导率 ( $\mu\Omega/\text{cm}$ )			193	139	190
	pH	7.7	7.7	7.3	7.5	7.9
	总碱度 (m mol/L)		1.15	1.29	0.91	1.30
生物参数	浮游动物 (mg/L)		2.18	4.59	8.23	2.19
	浮游植物 (mg/L)		14.79	11.96	24.9	5.72
	浮游植物产氧量 [ $\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ]		3.52	6.73	5.04	2.95
网箱内鲢 鳙鱼种平均体重 (g)		10	5.3	1.25	22	10
网箱鲢、鳙鱼种平均收获量 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )		0.23	1.66	2.47	5.16	1.88
大库中鲢生长指标		7.67	8.99	7.28	11.44	9.38
大库中鳙生长指标				8.48	10.24	3.07

## 量和生长量(单位表 2、表 3 同)

and bighead carp in Dahuofang and Chaihe Reservoirs, Liaoning Province

水 库			柴 河 水 库						
1985	1986	1987	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
975.5	1044.0	893.5	607.4	576.2	827.4	774.6	1003.4	954.0	702.0
1249.5	2802.9	1786.6	201.5	57.69	391.0	210.5	611.4	598.0	475.8
978	1750	461.1	47.0	14.7	264.7	49.76	455.0	323.0	156.8
877.2	1518	435.9	15.2	19.3	50.9	35.2	238.0	291.0	64.5
14.48	14.14	13.14	9.02	4.50	12.01	11.67	13.28	13.51	13.36
123.44	128.41	127.90	96.24	87.33	90.92	98.87	97.20	106.56	105.79
131.42	130.33	129.92	95.68	87.81	105.50	103.16	108.78	108.02	108.16
7.98	1.92	-0.72	-0.56	0.48	14.58	4.29	11.58	1.46	2.37
23.0	23.5	24.0	24.2	24.3	24.9	24.8	24.2	23.7	24.3
148	216	154			140	121	127	85	95
149	118	137			240	267	233	154	198
7.6	8.0	7.6		8.4	8.3	8.6	8.3	8.5	8.4
0.75	0.79	1.04		3.02	1.96	1.75	1.83	1.64	1.94
12.8	4.77			0.62	1.54	4.49	1.08	0.77	0.56
4.16	9.14			15.9	23.2	5.42	4.91	13.2	4.85
2.65	4.85	1.20		6.06	8.23			4.20	1.69
10	17.4	10.0	9.13	7.74	15.9	12.5	17.7	4.0	9.6
0.11	1.46	2.30	2.01	1.73	2.74	2.69	3.02	1.35	1.44
7.30	9.66		7.47	6.51	8.64	8.25	8.79	5.13	
12.48	10.91		7.23	8.21	7.94	8.07	8.90	7.87	

1985年每年都测定鱼类500尾以上,1986和1987两年都测定100尾以上。

鱼种入箱规格均为3.3—3.6cm。入箱时间,柴河水库为每年6月底至7月初;大伙房水库为7月初至8月初。出箱时间,柴河水库为9月底,大伙房水库为9月底至10月初。两座水库每年培育鱼种时间变化不大,具有可比性。

网箱中放养鱼种的密度,在大伙房水库为297—391尾/m<sup>2</sup>,柴河水库为285—357尾/m<sup>2</sup>。网箱内鲢、鳙的净生产量应为收获量(毛产量)减放养量。但放养的夏花个体重仅约0.5g,因此,收获量与净产量相差很小。

## 2 观测结果

实验期间这两座水库的水文、理化、生物参数和鱼类的生长、产量均列于表1。可见,这些参数和指标的年间波动很大。

表2是这两座水库的非生物和生物变量与网箱中鱼体重和收获量间的相关关系。该结果表明,7—8月、9月与6月间的水位差、透明度、电导率等都与网箱中鲢、鳙的生长或收获量有着不同水平的相关关系。多因子组成的复回归方程相关显著水平更高(见表3)。将两水库的入库和出库水量除以实验期间的平均库容量,使它们间更具可比性后,把两水库的变量合并处理,结果入库水量/平均库容,出库水量/平均库容,7—8月平均水温、9月与6月间的水位差与网箱中鲢、鳙体重或收获量间的相关性都达到显著或极显著水平( $P < 0.025$ )。

## 3 讨论

**3.1** 本实验所选用的环境因子,其中入库和出库水量是十分重要的参数。入库水从集水区带进外源性营养物质,而外源性营养物质在交换量较大的水库的生产中常起着决定性影响(Sorokin, 1972)。这两座水库在汛期的7,8两月入库水量常占全年的一半以上。这两个月又是全年水温最高、鱼类生长最迅速的时期,因此,在分析它们的入库水量对鱼类生长的影响时,仅用7,8两月的数值即可说明问题。

出库水量与鱼生长或产量呈负相关,说明其会抵销一部分入库水的作用。如大伙房水库入库和出库水量均多的1985年,鲢、鳙仅长到10g重;而与其入库水量相似但出库水量较少的1983年,鲢、鳙却长到22g。

**3.2** 水库的平均水深对鲢、鳙生长的影响不明显。就不同水体进行比较而言,水深与鱼产力呈负相关。这主要是由于水深的增加会延长水温分层的持续时间和扩大其范围,从而影响到水层间的对流,使水体供饵能力降低。但就同一个水体而言,水深的变化影响较为复杂,除上述的作用外,水深还会明显地影响鱼类的活动空间的大小、消落区来源的营养物质多少等。5月初开始的农业灌溉和汛前放水对鱼类的影响较大。这使6月一般水位最低,形成大片的消落区;如果汛期入库水多,消落区的大量植被被淹没,为水域提供了大量的营养物质,这时水虽深但对鱼类的生长是有利的。但如汛期少雨,水浅,消落区的营养物质得不到利用,而且使鱼类的活动空间缩小,这对鱼类的生长又是不利的。9月平均水位与鲢、鳙生长呈正相关。这时汛期已过,水位高表示容纳了较多的新水。9月和6月的水位差也可表示入库新水的多少,间接表示淹没陆生植物的数量。由此可见,水库的平均水深本身不直接说明很多问题,而水位变化则能说明较多的问题,6月与9月间水位差与鱼类的生长和收获量相关性较好正说明了这一点。

表 2 环境变量同两水库网箱鲢、鳙体重和收获量间的单相关关系<sup>1)</sup>

Tab. 2 Simple correlation of some variables with the mean body weight and yield of the silver carp and bighead carp in the cages of Dahuofang and Chaihe Reservoirs

自变量	因变量	水库	自由度	<i>r</i>	<i>P</i>
年降水量	<i>W</i>	D	6	0.868	<0.01
		C	5	0.341	
	<i>Y</i>	D	6	0.124	
		C	5	0.371	
年入库水量	<i>W</i>	D	6	0.743	<0.05
		C	5	0.175	
	<i>Y</i>	D	6	0.111	
		C	5	0.038	
7—8月 入库水量	<i>W</i>	D	6	0.769	<0.05
		C	5	0.397	
	<i>Y</i>	D	6	0.048	
		C	5	0.317	
7—8月 出库水量	<i>W</i>	D	6	0.330	
		C	5	-0.088	
	<i>Y</i>	D	6	0.498	
		C	5	-0.056	
7—9月 平均水深	<i>W</i>	D	6	0.662	<0.10
		C	5	0.269	
	<i>Y</i>	D	6	0.189	
		C	5	0.171	
6月平均水位	<i>W</i>	D	6	0.126	
		C	5	-0.356	
	<i>Y</i>	D	6	-0.332	
		C	5	-0.421	
9月平均水位	<i>W</i>	D	6	0.745	<0.05
		C	5	0.321	

续表 2

自变量	因变量	水库	自由度	<i>r</i>	<i>P</i>
9 月平均水位	Y	D	6	0.120	
		C	5	0.196	
9 月与 6 月的 平均水位差	W	D	6	0.623	<0.10
		C	5	0.858	<0.02
	Y	D	6	0.490	
		C	5	0.775	<0.05
网箱养鱼期间 平均水温	W	D	6	-0.323	
		C	5	0.645	
	Y	D	6	0.522	
		C	5	0.532	
透明度	W	D	5	0.952	<0.01
		C	3	0.920	<0.05
	Y	D	5	0.438	
		C	3	0.391	
水 深	透明度	D	5	0.662	
		C	3	0.681	
电导率	W	D	4	0.723	
		C	3	0.798	
	Y	D	4	0.238	
		C	3	0.855	<0.10
pH	W	D	6	0.356	
		C	4	-0.529	
	Y	D	6	-0.362	
		C	4	-0.277	
总碱度	W	D	5	-0.647	
		C	4	-0.186	
	Y	D	5	0.151	
		C	4	-0.219	

续表 2

自变量	因变量	水库	自由度	r	P
浮游植物生物量	W	D	4	0.425	
		C	4	0.095	
	Y	D	4	0.903	<0.02
		C	4	-0.021	
浮游生物生物量	W	D	4	0.471	
		C	4	0.092	
	Y	D	4	0.707	<0.10
		C	4	-0.196	
鲢生长指标	W	D	5	0.789	<0.05
		C	4	0.957	<0.01
	Y	D	5	0.768	<0.05
		C	4	0.970	<0.01
鳙生长指标	W	D	3	0.267	
		C	4	0.531	
	Y	D	3	-0.121	
		C	4	0.497	
浮游植物产氧量	W	D	5	-0.026	
		C	5	0.362	
6—9月降水量	W Y	C	5	0.890	<0.01
		C	5	0.900	<0.01
透明度	浮游植物生物量	D	4	0.269	
		C	3	0.342	
浮游植物生物量	产氧量	D	4	0.467	
9月与6月水位差	鲢生长指标	D	5	0.397	
		C	5	0.858	<0.02
7—8月入库水量	透明度	D	6	0.713	<0.05

1) W, 鱼种均重; Y 收获量。D, 大伙房水库; C, 柴河水库。

表 3 非生物因子同两水库网箱鲢、鳙生长和收获量间的复回归结果<sup>1)</sup>

Tab. 3 Results of linear multiple regression analysis of mean body weight and yield of the silver carp and bighead carp in cages to some environmental parameters in Dahuofang and Chaihe Reservoirs

水库	回 归 方 程	回归平方和 的自由度	剩余平方和	剩余平方和 的自由度	方差	复回归系数	P
大伙房水库	$y_1 = 32.7386 + 0.0186x_1 - 0.0138x_2 - 1.1505x_3$	3	31.7311	4	10.9773	0.9443	<0.025
	$y_2 = -17.5426 + 0.9033x_1 - 0.0029x_2 + 0.7543x_3$	3	3.5864	4	5.1380	0.8910	<0.10
	$y_1 = 48.6952 + 0.6143x_3 - 1.6619x_4$	2	149.2492	5	2.4074	0.7004	<0.25
	$y_2 = -17.8586 + 0.1178x_3 + 0.7846x_4$	2	0.9046	5	2.0247	0.7871	<0.25
柴河水库	$y_1 = -136.2936 + 0.0327x_1 - 0.0300x_2 + 5.9219x_3$	3	21.8438	3	5.2248	0.9162	<0.25
	$y_2 = -33.1444 + 0.0018x_1 + 0.0009x_2 + 1.4322x_3$	3	0.9046	3	2.0247	0.8182	>0.25
	$y_1 = -69.5309 + 0.5815x_3 + 3.1806x_4$	2	28.7799	4	7.4493	0.8789	<0.05
	$y_2 = -10.9532 + 0.0701x_3 + 0.5238x_4$	2	0.9073	4	4.0311	0.8176	<0.25
两水库相加	$y_1 = 57.8687 + 8.3386x_3 - 8.2654x_6 - 2.0510x_4$	3	188.3502	11	4.6526	0.7489	<0.025
	$y_2 = -12.3266 + 1.2326x_3 - 1.4446x_6 + 0.5723x_4$	3	7.9824	11	5.6716	0.7797	<0.025
	$y_1 = 6.5792 + 7.5754x_4 - 4.0407x_6$	2	219.4069	12	5.7284	0.6989	<0.025
	$y_2 = 1.9839 + 1.4455x_3 - 2.6232x_6$	2	10.4003	12	5.7283	0.6989	<0.025
	$y_1 = 42.4887 + 0.6692x_3 - 1.4275x_4$	2	191.7708	12	7.4234	0.7436	<0.01
	$y_2 = -14.7891 + 0.0912x_3 + 0.6710x_4$	2	9.5250	12	6.6042	0.7239	<0.025

1)  $y_1$ , 鲢、鳙体质量;  $y_2$ , 鲢、鳙收获量;  $x_1$ , 7-8月入库水量;  $x_2$ , 7-8月出库水量;  $x_3$ , 9月与6月水位差;  $x_4$ , 7-9月平均水温;  $x_5$ , 7-8月入库水量与同期平均库容之比;  $x_6$ , 7-8月出库水量与同期平均库容之比。



**3.3** 据 Ursin (1967) 的研究,水温对鱼生长的影响符合  $Q_{10} = 2$  的指数公式,但本研究单独用水温对鱼生长进行回归分析,结果相关不显著。这可能是由于新水使水温下降的消极作用被同时带入营养物质的积极作用所掩盖。

**3.4** 网箱内鲢、鳙的生长仅为 7—9 月 3 个月的数据,能否代表网箱外敞水区鲢、鳙全年的生长? 为回答这一问题,我们用网箱内鲢、鳙的生长量与敞水区放养的鲢、鳙的生长量进行相关分析,结果是网箱内鲢、鳙的生长量都与箱外鲢鱼生长量显著相关,而与鳙的相关不显著。这一结果表明,网箱内鲢在主要生长时期的 7—9 月内的生长量可基本代表网箱外鲢全年的生长。这是因为 7—9 月以外的时间,大部分是低温,鱼生长十分缓慢。6 月份水温虽已升高,但这时水位低、库容小,浮游植物多为不易消化的蓝藻,鲢生长也很慢(王超,1986;史为良,1984)。网箱内、外鳙生长相关不显著可能是网箱内、外的鳙在放养鱼中所占比例相差较大所致。

**3.5** 大伙房和柴河两水库所拦截的河流同属辽河水系东侧支流,两水库的最短距离为 33 km,集水区内的地质、土壤、植被、人口密度等基本相似,它们又都在山区,深度相差不大,所以把两个水库的因变量合并在一起处理是合理的。合并后获得的 6 个复回归方程都达到了显著相关的水平,这说明用入库和出库水量、水位差等参数估测大水体鲢、鳙的生长和产量是可行的。

**3.6** 当水库的进水量大时,水体的 pH 值、总碱度、电导率等理化参数的数值就偏小;当进库水少时,由于蒸发浓缩,上述理化参数的数值就增大。

本实验中发现,这两水库水的透明度与鱼的生长呈显著的正相关,这与以往养鱼界的一般概念有所不同,其原因与机理值得深入探讨。

## 参 考 文 献

- 王超,1986,清河水库鲢鱼月生长观察,水产科学,5(1): 12—16。  
史为良,1984,清河水库夏季水位降低引起的水质变化,水产科学,2(1): 1—7。  
丘古诺娃, H.H., 陈佩薰译,1956,鱼类年龄和生长的研究方法,科学出版社(北京),85—92。  
Sorokin, Yu., I., 1972, Biological productivity of the Rybinsk Reservoir, in Productivity Problems of Freshwaters, Polish Scientific Publishers (Warsaw & Krakow), pp. 493—503。  
Ursin, E., 1967, A mathematical model of some aspects of fish growth, respiration and mortality, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 13:2 355—2 453.

# RELATIONS OF ENVIRONMENTAL FACTORS TO GROWTH AND YIELD OF SILVER CARP AND BIG-HEAD CARP IN DAHUOFANG AND CHAIHE RESERVOIRS, LIAONING PROVINCE

Shi Weiliang, Xia Dechang, Dong Shuanglin, Wang Lizhu, Liu Xinghe

(*Dalian Fisheries college, Dalian 116023*)

## ABSTRACT

This paper deals with the regression analysis of mean body weight and yield of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and bighead carp (*Aristichthys nobilis*) in cage culture without feeding, against the environmental variables, such as hydrographic, physical, chemical and biological indexes in Dahuofang Reservoir during 1980—1987 and Chaihe Reservoir during 1981—1987. The results show that the inflow, outflow from July to Aug., and the difference of water levels between Sept. and June are significantly correlated to the mean body weight and the yield of the fishes and so could be used to estimate the growth and production of the fishes in reservoirs.

**Key words** Silver carp Bighead carp Growth Production Environmental factors Correlation Envi-